

鹿児島工業高等専門学校 研 究 報 告

第 40 号

RESEARCH REPORTS
OF
KAGOSHIMA NATIONAL COLLEGE
OF TECHNOLOGY
Number 40

2005

鹿児島工業高等専門学校研究報告

第40号 2005

目 次

シミュレーターを用いた生産管理学習でゲーム的要素を持ち込んだ講義の展開

塚本公秀 1 ~ 4

垂直スロット内を流れる自然対流の流動と伝熱

三角利之 5 ~ 8

全電界成分分離非線形フィルタによる回折トモグラフィの再構成アルゴリズム

原田治行 9 ~ 12

ExcelとPowerPointを活用した学習支援システム

榎園茂、境田小百合、脇部政利 13 ~ 18

トラス橋の車両走行応答特性の検討

山下良純、内谷保 19 ~ 23

桜島土石流流出火山灰の三軸せん断特性

岡林巧、宮田俊哉、兵動正幸、荒牧憲隆 25 ~ 30

土石流の検知警報システムに関する研究

橋口孝行、疋田誠 31 ~ 40

地域総合型スポーツクラブが高専学生に及ぼす教育効果

北薮裕一 41 ~ 44

漫画・絵図を用いた英語授業（２）	あべ松伸二	４５～４８
非鉄金属の切削加工におけるバリの生成機構に関する研究	原田正和、引地力男	４９～５２
地域の技術教育普及を目指した「お母さんのものづくり教室．燭台づくり」の実践	皆元一徳	５３～５６
デジタル顕微鏡導入による工学実験の教育改善	山田孝行、池田英幸	５７～５９
研究業績（２００４年４月１日～２００５年３月３１日）		６１～７０

RESEARCH REPORTS
OF
KAGOSHIMA NATIONAL COLLEGE OF TECHNOLOGY

№ 4 0 2 0 0 5

C O N T E N T S

**Development of Lecture Method on Production Control Study using
Simulation Game on FEM simulator**

Kimihide TSUKAMOTO **1 ~ 4**

Fluid Flow and Heat Transfer of Natural Convection in Vertical, Heated Slot

Toshiyuki MISUMI **5 ~ 8**

**Reconstruction algorithm for diffraction tomography based on nonlinear
separation filter of electric field**

Haruyuki HARADA **9 ~ 12**

A Learning Support System Using Excel and PowerPoint

Shigeru ENOKIZONO, Sayuri SAKAIDA, Masatoshi WAKIBE **13 ~ 18**

Examination of Dynamic Response on Truss Bridge under Moving Vehicles

Yoshizumi YAMASHITA, Tamotsu UCHITANI **19 ~ 23**

**Characteristics of Triaxial Shearing Stress in Run-off Volcanic Ash of
Mt. Sakurajima Debris Flow**

Takumi OKABAYASHI, Toshiya MIYATA, Masayuki HYODO,
Noritaka ARAMAKI **25 ~ 30**

Research on Detection and Alarm System of Debris Flows

Takayuki HASHIGUCHI, Makoto HIKIDA **31 ~ 40**

Educational Effects on College Students by a Local-Synthesized Sport Club

Yuichi KITAZONO 4 1 ~ 4 4

Teaching English by Using Comics and Illustrations (2)

Shinji ABEMATSU 4 5 ~ 4 8

**A Study on Burr Generation Mechanism in Orthogonal Non-ferrous Metal
Cutting**

Masakazu HARADA, Rikio HIKIJI 4 9 ~ 5 2

**Doing it yourself :making a candleholders in a community workshop, targeting
mothers in the neighborhood**

Kazunori MINAMOTO 5 3 ~ 5 6

Improvement of Experiments of Engineering by Digital Microscope Introduction

Takayuki YAMADA, Hideyuki IKEDA 5 7 ~ 5 9

Extramural Activities (Apr.1,2004 ~ Mar.31,2005)

6 1 ~ 7 0

論 文 抄 録

[ノート]

シミュレーターを用いた生産管理学習でゲーム的要素を持ち込んだ講義の展開

塚本公秀

生産現場では他品種少量生産が多いため技術者でも工程管理の知識が必要とされる。一方、教育プログラムでの生産システムは知識の学習のみで、設備の面から実験・実習は行なわれていない。教育の場においても製造の製品の流れの管理を具体的で実際の取り扱いとして教える必要がある。中小企業こそ効率的な生産計画が問われており、学校教育への期待も大きい。本校では現実の生産システムがないため、製品の組立・管理を体験できる場がない。そこで、FMSシミュレーターを講義に導入して生産管理を体験させた。複数種の製品用生産ラインを設計し、効率の良いライン設計や製造方法を学生間で競うゲーム形式で講義した課程を報告する。

[原著論文]

垂直スロットル内を流れる自然対流の流動と伝熱

三角利之

本研究は、垂直な2次元流路の片面を等熱流束で加熱、他面を断熱した場合に生じる自然対流の流動および伝熱特性について、解析および実験の両面から検討を行った。解析では、流路とその入口前方および出口後方にも広い計算領域を設定し、この領域について楕円型の運動量と熱輸送式を解く方法を採用した。その結果、垂直流路の出口付近に生じる逆流現象や局所伝熱特性な

どを本解析により良好に予測できることが明らかになった。また、逆流現象が加熱面の熱伝達に及ぼす影響は小さいことがわかった。

[ノート]

全電界成分分離非線形フィルタによる回折トモグラフィの再構成アルゴリズム

原田治行

強散乱体に対する従来の回折トモグラフィの再構成法は、非線形問題を非線形積分方程式や最適化問題に帰着させ反復的に解く場合に、初期値の選び方等により解が収束しなかったり局所解に陥ったりする問題が残されている。

本論文はこれらの問題を避けるために、非線形問題を逐次反復法を用いないで解く新しい解法を提案する。マクスウェルの方程式から得られる入射電磁波と測定した遠方散乱界の関係式を両辺フーリエ変換すれば、遠方散乱界がスペクトル空間では対象物の屈折率分布と物体内部の全電界との積のスペクトルとなる事に着目し、その積から全電界成分を除去し屈折率分布を再構成する全電界成分分離非線形フィルタの設計法を確立する。

[原著論文]

Excel と PowerPoint を活用した学習支援システム

榎園茂、境田小百合、脇部政利

近年パソコンや各種ソフトの発展により、パソコンのマルチメディア機能を活用した教育支援システムが開発されるようになって

てきた。WEB 教材にアクセスして学習する e ラーニングシステムなどが良く知られている。しかし、このような大規模なシステムの開発には、長い年月とマンパワーが必要であり、個人レベルでの作成や購入は困難な面がある。著者らは卒業研究でパソコンと身近なアプリケーションソフトを活用し、個人レベルで簡単に作成できる学習支援システムの研究に取り組んでいる。本稿で作成したシステムの概要について報告する。

[原著論文]

トラス橋の車両走行応答特性の検討

山下良純、内容保

トラス橋は既設の道路橋に多用されているが、車両走行による動的応答特性に関する検討はほとんど見受けられないようである。本報告は、実橋諸元を有する上路式トラス橋を対象とし、車両走行による動的応答のシミュレーション解析を行い、かかるトラス橋の動的応答特性の検討を行ったものである。解析結果を要約すると次のようになる。通常速度では、路面状態に関係なく 3～8 Hz が卓越した振動をするようであるが、使用性に関しては、路面状態の影響が大きく、十分な管理が必要と考えられる。上・下弦材、垂直材における現行道路橋示方書に規定された衝撃係数値は過大評価気味だが、斜材では路面状態が悪くなると過小評価の恐れが伺える。

[原著論文]

桜島土石流流出火山灰の三軸せん断特性

岡林巧、宮田俊哉、兵動正幸、荒牧憲隆
桜島は、1955 年に火山活動を再開して以

来、今日まで度々大小の噴火を繰返している。火山灰の斜面の侵食と崩壊は、防災という面で重要である。この火山灰斜面は、年とともに荒廃の一途をたどっている。特に、降雨時にはこれらの土砂が土石流となって山麓部に流出するために、この自然災害は環境保全の面から深刻な社会的な問題となっている。これは、南九州地域が日本でも有数の多雨地域であることに原因している。本研究は、三軸せん断装置を用い土石流として流出堆積した桜島火山灰の非排水三軸せん断特性について考察したものである。

[原著論文]

土石流の検知警報システムに関する研究

橋口孝行、疋田誠

鹿児島県では、多くの土砂災害が頻発し、尊い人命が失われ、多大な社会的損失が発生している。土石流警報のあり方には色々な問題点が指摘されている。例えば、気象台や県の提供する雨量情報のみでは土石流に対する住民避難に間にあわず、各種災害情報がうまく伝達されないこと、人為的ミス等の防災システム自体にも欠陥が散見されること、電話回線が錯綜し、各家庭の電話が利用不可になる状況の発生などである。本研究は、これらの諸問題に対して、避難情報を 1 つから 3 つへ増やすように改善し、また、非難情報を早く伝達し、災害を最小限に食い止め、住民に安心してもらえるような土石流検知警報システムを開発し、模索するものである。

[原著論文]

地域総合型スポーツクラブが高専学生に及

ぼす教育効果

北菌裕一

本学では、平成 15 年 4 月より隼人町教育委員会と共催し地域総合型スポーツクラブ「隼人錦江スポーツクラブ」を設立した。このスポーツクラブでは本学の学生が指導スタッフとなっている。学生が会員への指導を行うことにより、学生本人のコミュニケーション能力や責任感を養うことができるだけでなく、相手の立場に立ってものを考える技術者を育てるための一助となる。本論文では、このスポーツクラブが学生に与える教育的効果を報告する。

[原著論文]

漫画・絵図を用いた英語授業（2）

あべ松伸二

絵図を使って英語の文法規則や表現を教えることで、学生特に「英語嫌い」の学習者は問題解決への糸口をつかむことができる。もしも不確かな文法規則が解ったときには、それは学習者にとって大きな飛躍となるはずだ。授業で絵図を使うということは、とりもなおさず口頭によるばかりか視覚的にも注意を促すことであり、必ずや学習者は興味を抱くことになるだろう。ここでは、多くの学生が誤解しがちな文法項目が扱われている。絵図等は、低学年生だけでなく高学年生にも使用されたものである。

[原著論文]

非鉄金属の切削加工におけるバリの生成機構に関する研究

原田正和、引地力男

これまで仕上げ加工が研削加工で行われていたが、超精密加工にみられるように、

切取り厚さの非常に小さい切削加工で仕上げ加工を行おうとする傾向にある。そこで問題となるのは切削条件や加工因子が複雑に絡みあって仕上げ面品位に影響を及ぼすことである。本研究では仕上げ面品位として切削バリと加工硬化層をとりあげ、それらに影響を及ぼす機械的要因について、非鉄金属を用いた断続二次元切削にて実験的に検討した。その結果、切削バリと加工硬化層とは一義的な関係が存在し、バリの大きさと加工硬化層の深さが予測できることが明らかになった。

[原著論文]

地域の技術教育普及を目指した「お母さんのものづくり教室 燭台づくり」の実践

皆元一徳

今、国は科学技術創造立国の実現を目指している。しかし、少子化、高齢化傾向は止まる気配が見えてこない。今後、鹿児島高専においても学生数の確保は重要な課題となる。この問題解決のキーワードは「女性」と考え、お母様方だけを対象にした「ものづくり教室」を試行的に 2 回、開催したところ好評を得た。今回の講座試行を足がかりに、今後は本校の公開講座として確立し、燭台づくりを通して、ものを作り出すことの楽しみをもっと女性に理解していただき、本校への新しい視点を加えていただきたい。

[ノート]

デジタル顕微鏡導入による工学実験の教育改善

山田孝行、池田英幸

これまで、材料工学実験においては、光

光学顕微鏡を使用して金属組織を観察していた。しかし、光学顕微鏡では一台につき一人しか観察できない、組織が鮮明ではないといったような問題があった。そこで、材料工学実験へデジタル顕微鏡を導入した。これは観察画像をモニタに映し出すことができ、複数の学生が同時に金属組織を観察できる。これにより、画像を示して容易に組織の説明を行えるようになった。更に、従来の光学顕微鏡に比べて、鮮明な組織写真を容易に撮ることもでき、実験の効率も上がった。これらのことから、学生のアンケート調査においても高い評価を得ており、デジタル顕微鏡を導入したことで教育の改善が図られた。

シミュレーターを用いた生産管理学習で ゲーム的要素を持ち込んだ講義の展開

塚本 公秀⁺

Development of Lecture Method on Production Control Study using Simulation Game on FEM simulator

Kimihide TSUKAMOTO

Today, the knowledge of the production control becomes very important for the production engineer on their production site. However the student cannot have neither a lecture on the production control nor laboratory work. The real production line which has some machine tool controlled by the computer needs for the study of the production control. It is too expensive for many schools to give a technical training or experiments about the production control. Therefore, the simulation software of Flexible Manufacturing System has been introduced and tried to give the technical training as the virtual experience of the production control in this school.

The use of this software enabled to give the class in the form of playing game. The student will have the interest in the production control, and improve the system which they made to the efficient one. However, there were some problems in this lecture method. The most students did not compete for their system positively on simulator.

The virtual experience was useful for the student to acquire the knowledge. On the other hand, we found a lot of faults in the simulator when we were using one on technical training

Keywords : FEM simulator, Production Control Study, Lecture Method, PBL

1. はじめに

近年多くの生産現場は中小企業といえども自動化が進んでいる。これらの企業ではプロセス管理者ばかりでなく、個々の技術者であっても工程管理の知識が必要とされている。学校教育における現行の教育プログラムには生産システムとして工程管理の知識の学習は開講されているものの座学のみで、設備の面から実験・実習は行なわれていない場合が多い。一方企業からは「製造現場での製品や情報の流れの概略をなかなか理解してくれない。自分の担当の仕事にのみ目を向けられないでいる。物の流れの把握と生産管理をもう少し具体的に把握して欲しい。」という要求がある。今日の生産現場では1ロットが少なく仕様の異なった製品の製造(多品種少量生産)が多い。中小企業こそ効率的な生産計画を作成する能力が問われていることも背景にある。

一般に教育現場では現実の生産システムを構築して製品組み立ての管理を体験できる場がないため、学生

の学習は教科書の域を出ないのが現状である。そこで、FMS (Flexible Manufacturing System)のシミュレーションソフトを導入して生産管理を疑似体験できる実習を講義に組み込んだ。複数種類の製品を製造する生産ラインの設計から工程管理までの疑似体験ができるので、効率の良いライン設計や製造方法を学生間で競うゲーム形式で学習させるべく講義に持ち込もうと計画した。本報告ではこの導入の課程を報告する。

2. 生産管理学習シミュレーターの導入

2.1 生産管理教育の実習例

本講義の準備にあたり他の学校現場ではどのように行われているか調べた。

- (1) 実際のFMSを導入して部品組み立てを行わせている。
- (2) 実際に動く小型モデルを用いて製作はしないが作業のふりをするシステムを用いる。[市販]
- (3) グループで実際に何か製品を作るラインを手作業

⁺機械工学科

で構成して製造をする疑似システムを構築する。

(4) シミュレーションソフトを用いて疑似体験する。

(1)(2)は実機の導入コストが高い。(3)では例えば“かけうどん”を作るラインを学生自身が作業機械となり FMS を構築して実習する例があるが、機械システムの実感が得られない。作業の場所と安全性の確保が困難。

以上の例を参考に本報告では費用対効果を考慮してシミュレーションソフトの導入とした。

2.2 FMSシミュレーター

製造部品の加工組み立てを想定して品種や製造個数を想定してFMSを構築した後、装置の稼働率や製造歩留まりを与え、実際の製造に要する時間や優先製品の完成時刻を得ることができる。また各製造装置の使用時間を表示させてボトルネックを解消したり、ライン構成の改善をしてより効率的な生産ラインを設計できるものである。

2.3 講義での導入手順

専攻科1年開講の知的生産システムの演習テーマとして導入した。3本のみの購入のため、本科の4,5年生の実験には導入しにくいこと、また本科5年生で生産システムを学習することから学習の流れと相互関係から専攻科の講義の自学演習として導入した。

学生の学習計画

対象学生 専攻科1年13人(AMS)

1. 講義

FA/CIMの歴史、ネットワークとMAP、NC工作機械、FMS、シミュレーター、工程設計¹⁾

2. 手作業による工程設計

簡単な生産設備で部品を生産する例題を作成してガントチャートを作成させる。

全員が表計算ソフトのエクセルによるガントチャートの作成だった。

3. 少し複雑な問題で手作業の大変さを体験する

先の例の中に特急品を最優先として製造するようガントチャートの作成を割り込ませるスケジューリング規則を与えた。これにより、特急品の投入時点から以降の生産計画を全て再計算しなければならないことを体感する。

ここまでは個人の課題として実施したが、これ以降はシミュレーターを用いたグループワークとして実施

した。

4. V-FMS21 マニュアルの翻訳²⁾

取扱説明書の主要部分を分担して和訳し、集めた訳文を3部作成してグループに配布。

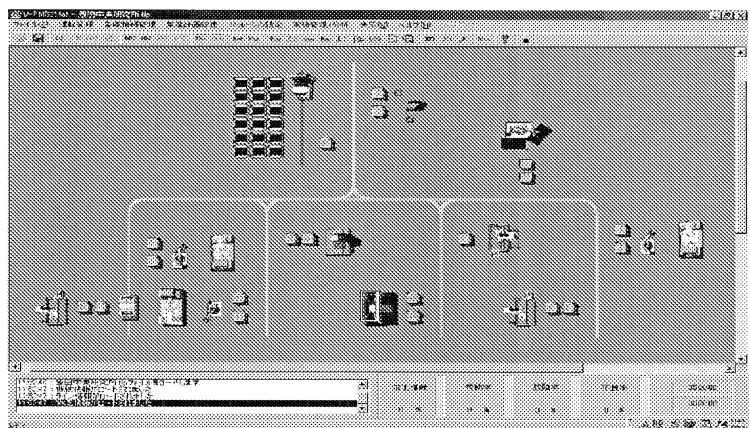
5. 課題の提示

6工程からなる3品種のコイル芯を生産する複雑な部品の製作をシミュレーターで構成する。

6. 各グループが設計したFMSシステムに、工作機械の稼働率や製品歩留まりを設定しての製品製作時間短縮のゲームを行うことでグループ間のライン設計の評価を行う。

3. 講義への適用と結果

受講学生が例年になく多数だったため3グループに分けて代表者のノートPCにアプリケーションをイン



FMSシミュレーターによる製造ライン設計例

Microsoft Excel - ガントチャート 構築																		
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
1	時間(分)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85
2	製品A																	
3	製品B																	
4	製品C																	
5																		
6	工程(1)																	
7	工程(2)																	
8	工程(3)																	
9	工程(4)																	
10	工程(5)																	
11	工程(6)																	
12																		

学生による手計算でのガントチャート作成例

ストールさせた。インストールも全グループ問題なかった。FMSに関する運用知識は本科で学習しており、生産管理の実践的な知識は講義していたため予備知識があり和訳は十分なものが得られていた。その後、教師側からシステムの機能や学生の能力を考慮した課題を

あたえた。

夏期休暇中の期間を与えて結果を提出するよう指示したものの、アプリケーション使用上の問題が生じた。大きい問題は、FMS シミュレーターで設計したシステムのファイルが保存できないとか、PC の日時が正確にあわせていなかったため、シミュレーターの製造開始日との矛盾が生じ、製造ができないで止まるなど、初歩的なミスがあったものの、レポートとして形のあるものを得られた。

しかし、学生にとって本課題の最大の関心事と目標にしたグループごとに設計したラインの生産管理に関するゲームが行えなかった。理由は提出の3システムともほとんど同じ構成のもので、一見してどのような条件を与えても生産時間に差が出る設計ではなかった。

学生にはアプリケーションの持つ種々の解析機能を使って解析しながら効率的な仮想工場を作ってもらうのを目的としていた。しかし、マニュアルの例題を一部改変しただけで提出されたものが多く、色々な解析が全くなされていなかった。従ってスケジューリング規則を変えただけでも生産時間の短縮が可能であるのに、いずれも試みてなく、デフォルトのスケジューリング規則である FIFO 規則だけが適応された結果が提出されていた。

提出後、講義時に教師側でいくつかのランダムな事故（工作機械の故障や特急製品の割り込み製造など）を与えて、設計システムの総生産時間を競わせる競技会を実施し、その後自作システムの改良を行う時間を与えて再度競技会を開く予定でいた。

4. おわりに

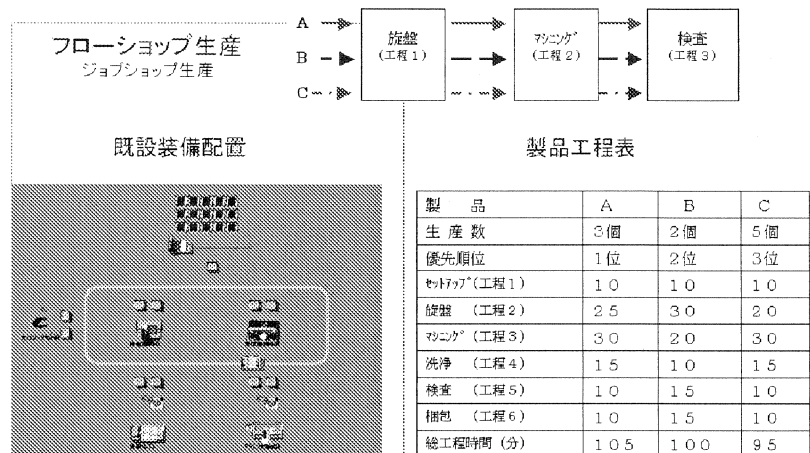
従来テキストから用語としての概念のみを学習していた生産管理の知識をシミュレーターを用いて実際に生産の現場で管理をしているような疑似体験を通して実際の管理を体験することを講義に導入した。仮想システムでもの作りを行い様々な生産管理手法を試みることで、学習者のテキスト的知識は実用的な運用知識に高められたことはシミュレーター導入の利点となった。

しかし実際には学生の創造性を引き出すことには失敗した。ゲーム形式の授業で学生の興味を引きつつより効率の良いシステムへの改善を自発的に試みさせる

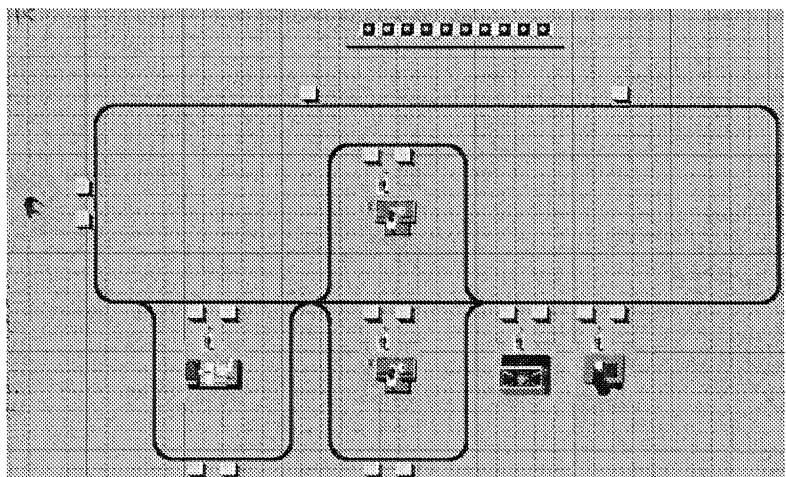
ことを課せなかった。課題の設定や演習の時間が適切でなかったのかもしれない。しかし本演習はこれからますます必要とされる内容を含んでいるので、さらに講義方法を考慮して初期の目的を達成できるよう教育方法の改善が必要とされる。

一方、実際に設計物の競争を前提とした使用を考えたため、このシミュレーターの欠点も多く発見できた。最大の欠点は加工装置や製造装置の価格を含めた製造価格が算出できないことである。学習者の作成した

演習 フローショップ生産による工程設計



学生への課題



課題に対する生産システム構築例

FMS はラインの長さが異なったり、自動倉庫の数が異なったりするが、過剰装備になっている場合もあり、生産計画は製造装置の費用も考慮して立てる必要がある。これにより製品 1 個の製造原価を見積もるわけで、この機能が本シミュレーターの欠点であろう。

講義への導入の形態は、個人に 1 本のシミュレーターを与えて、演習させるようにしたい。

実際に大規模な工場をシミュレーターで置き換えて体験できる意義は大きく,安全に,短時間で実際のな学習を目指せることではこのシミュレーションは非常に教育効果があると思われる.

参考文献

- 1) 藤本英雄: コンピュータ統合生産システム, コロナ社, 1993
- 2) V-FMS21(a) Tutorial, NETS, 2004

垂直スロット内を流れる自然対流の流動と伝熱

三角 利之⁺

Fluid Flow and Heat Transfer of Natural Convection in Vertical, Heated Slot

Toshiyuki Misumi

Natural convective flows in an open-ended vertical channel with asymmetric heating were investigated both analytically and experimentally. The main concerns are directed to the reversal flow occurring near top of the channel and its influence on the heat transfer from the heated wall. Full elliptic equations of momentum and energy transport were solved numerically to simulate the flow and temperature field around the channel. The results showed that the present analysis well predicted the reversal flow and the local heat transfer coefficients of the heated plate, and that the local heat transfer coefficients were hardly influenced by the reversal flow.

Keywords : Heat Transfer, Natural Convection, Vertical Slot, Asymmetric Heating, Reversal Flow

1 緒言

垂直な流路の片側もしくは両端が加熱されると、垂直流路内には自然対流が生じる。このような自然対流は、ICを搭載したプリント基板の冷却やプレートフィン型熱交換などをはじめとする様々な自然対流を利用した伝熱機器・要素に関連しており、その伝熱・流動の詳細を明らかにすることは非常に重要である。このため、垂直流路内に生じる自然対流の伝熱・流動に関しては、古くより数多くの実験および解析的研究が行われている。しかし、従来の研究の大部分は、図1に示すように垂直流路の両壁面を対称加熱した場合を対象としたもので、図2のように流路壁面の片面が加熱、他面が断熱された非対称加熱流路内の自然対流については、ごく少数の解析結果^{(1), (2)}や実験結果⁽³⁾が報告されているに過ぎない。特に、この場合、流路間隔がある値以上になると、図2に示すように流路出口から断熱壁側に沿って下降する流れ（逆流現象）が発生する。この逆流がどのような条件で発生するのか、また逆流が発生することによって加熱面の伝熱特性がどのように変化するかなど、その詳細についてはほとんど明らかにされていない。

そこで、本研究では片面が加熱、他面が断熱された非対称加熱流路内の自然対流を取り上げ、数値解析および実験によりその伝熱・流動特性について調

べることにした。なお、作動流体として、常温の水の場合を取り扱った。

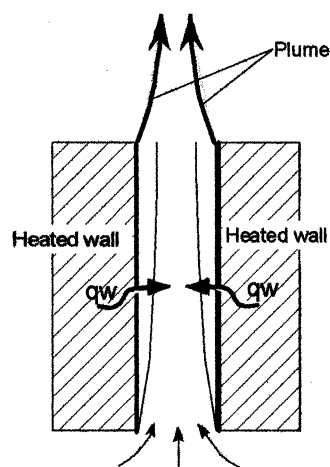


Fig.1 Flow field around symmetric heating slot

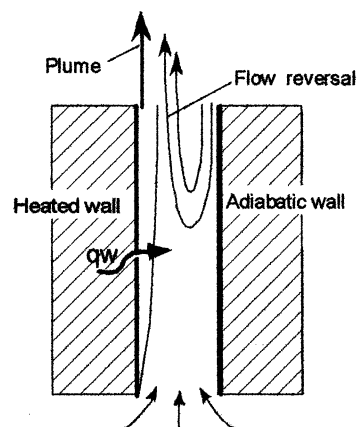


Fig.2 Flow field around asymmetric heating slot

2 解析および実験方法

本研究で用いた解析体系および境界条件を図3に示す。解析では、長さ L 、間隔 b の2次元垂直流路を想定し、流路入口および出口付近の流れの影響も考慮できるように、流路入口前方および出口後方にも広い計算領域を設けた。また、2次元垂直流路の左側の面が一樣な熱流束 qw で加熱され、右側の面が断熱されている場合を想定し、座標 x, y および速度 u, v をそれぞれ図のようにとった。層流2次元、非圧縮性流体を仮定し、浮力項以外の流体の物性値を一定と仮定すると、垂直流路まわりの自然対流を記述する基礎方程式は、以下のようになる。

(連続の式)

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} = 0 \quad \dots \dots \dots (1)$$

(運動量の式)

・ x 方向

$$\rho \left[\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} \right] = -\frac{\partial p}{\partial x} + \mu \left[\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right] - \rho g \quad \dots \dots \dots (2)$$

・ y 方向

$$\rho \left[\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} \right] = -\frac{\partial p}{\partial y} + \mu \left[\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right] \quad \dots \dots \dots (3)$$

(エネルギー式)

$$\rho c_p \left[\frac{\partial T}{\partial t} + u \frac{\partial T}{\partial x} + v \frac{\partial T}{\partial y} \right] = \lambda \left[\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} \right] \quad \dots \dots \dots (4)$$

本解析では、(1)~(4)式を有次元のまま直接コントロールボリューム法を用いて差分近似し、数値解析を行った。これらの方程式のうち、対流項の差分には3次精度の風上差分を、それ以外の項の空間差分には2次精度の中心差分を用いた。また、時間積分には速度を陽的に、圧力を陰的に離散化するSMAC法を用いた。時間進行法により、定常状態に至るまで計算を繰り返した。定常状態の収束判定は、通常速度、圧力、温度の相対誤差 ε がそれぞれ $\varepsilon < 10^{-5}$ に達した時を定常状態と判定した。しかし、垂直流路内に逆流が生じるような場合には、流れが揺動し、上記の収束判定を満足させることはできなかった。そこで、加熱面温度が、時間的にほとんど変化しなくなった状態を定常と判定することにした。

計算領域は、垂直流路下端から計算領域底面までの距離、垂直流路上端から計算領域上面までの距離および垂直流路側壁から計算領域側面までの距離を100mm~250mmの範囲で変化させ、予備計算を行った。その結果、これらの距離が150mm以上であれば、伝熱面の局所熱伝達率はほとんど計算領域に影響されないことを確認した。そこで、本計算では主にこれらの距離を150mmに設定した。格子分割については、 x 方向の垂直流路部分を40~50分割、流路前方および出口後方の領域を30~40分割、 y 方向については流路以外の左右の領域を30~40分割、また流路部分については、間隔に応じて6~60分割した。これらの格子分割については、流路壁近傍では密、流路から離れるにしたがって疎となる不等間隔メッシュを採用した。

一方、実験は解析と同じ条件下で行うこととし、流路の幅を $b=3\sim30\text{mm}$ 、流路の長さを $L=50, 100, 200\text{mm}$ の3通り、熱流束を $qw=0\sim3000\text{W/m}^2$ の範囲で変化させた。また流路の奥行きは300mmとした。垂直流路の加熱面は、厚さ10mmの亚克力板で製作し、その片側表面に厚さ30 μm 、幅24.5mmのステンレス箔ヒータを全面に貼り付け直列に接続し、交流を通电することにより、等熱流束条件で加熱した。一方、断熱面は厚さ10mmの亚克力板で製作し、その裏側に厚さ20mmの発泡スチロール断熱材を接着した。これら流路の両側端部には側板を設けて側方からの流体の侵入を防ぎ、この装置を底面積850 $\times$ 850mm²、高さ850mmの水槽底面中央に水平になるよう設置した。なお、流路内の流れの可視化には、色素流脈法を用いた。

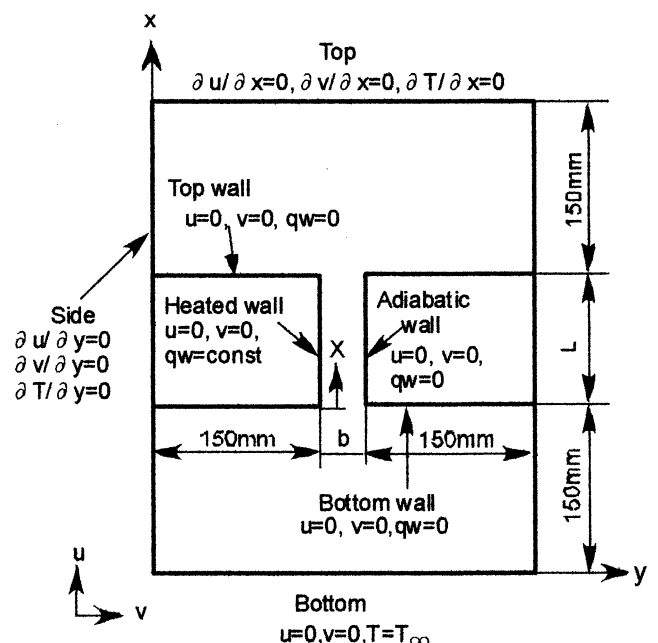
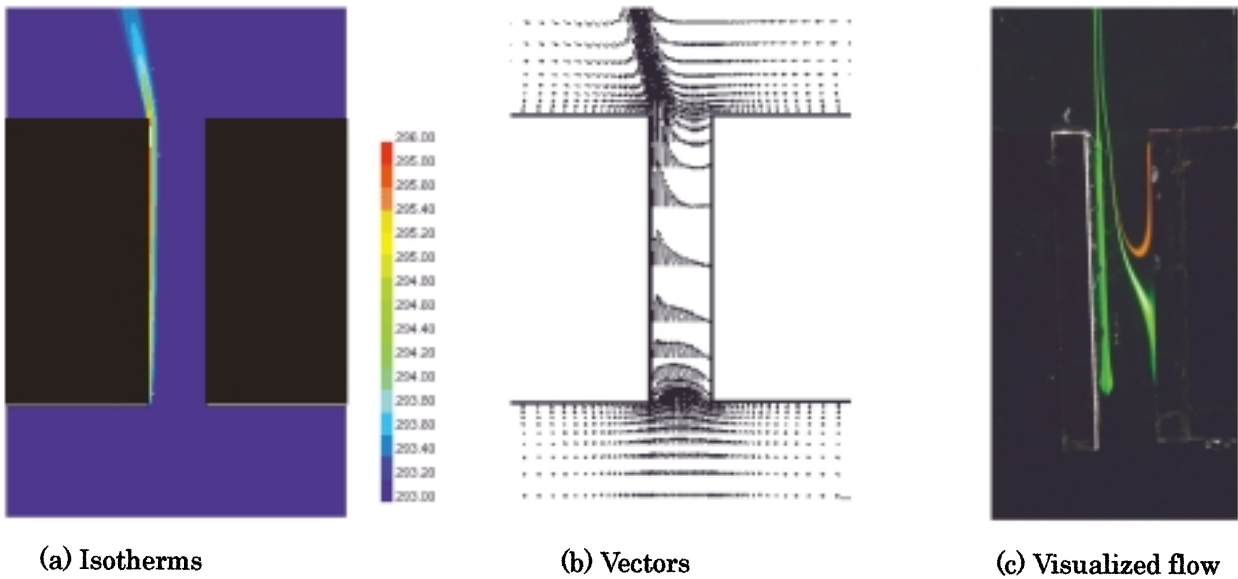


Fig.3 Analytical domain and boundary conditions


 Fig. 4 Flow and Temperature fields around slot ($L=100\text{mm}$, $b=20\text{mm}$, $q_w=2000\text{W/m}^2$)

3 結果および考察

3.1 垂直流路まわりの速度・温度場

まず、垂直流路まわりの速度・温度場の解析結果と流れの可視化結果を比較してみた。その代表例として、垂直流路の長さ $L=100\text{mm}$ 、流路幅 $b=20\text{mm}$ 、熱流束 $q_w=2000\text{W/m}^2$ の場合を図 4 に示す。図 4(a) から、流路加熱壁に沿って温度境界層が発達し、高温となった流体が流路上端からブルームとなって離脱・上昇する様子がわかる。次に速度ベクトル図 4(b) から、流路下端から流入した流れが加熱壁に沿って次第に加速され、流路上端部から流出すること、一方、流路出口付近には断熱壁面に沿って下降する流れ（逆流）が生じることがわかる。図 4(c) は流路内の流れを染料により可視化したもので、流路の両側壁下端部から緑色の染料を、また断熱壁上端部から赤色の染料を流出させている。特に断熱壁上端部から流出した染料は、断熱壁に沿って下降した後、反転・上昇しており、解析で予測された結果と同様な逆流が生じていることがわかる。また、この逆流現象は、不安定で時間的に変動することを解析および流れの可視化実験においても確認している。

この逆流現象は、流路幅 b によってその発生が大きく影響される。そこで、次に流路幅 b を種々変化させた場合について解析および可視化を行い、流路上端からの逆流長さ lr を調べた。この逆流長さ lr であるが、解析では断熱壁近傍の速度勾配が 0 となる位置、また可視化では染料が断熱壁面からはく離する位置で定義した。図 5 はその結果を示したもので、逆流は流路幅 $b=7\text{mm}$ 付近で生じ始め、以後流路間隔の増加に伴って逆流域が流路下方側へ拡大していくことが分かる。また逆流深さの平均値は、実験値と数値解析値はほぼ一致した値が得られるものの、変動幅は数値解析値の

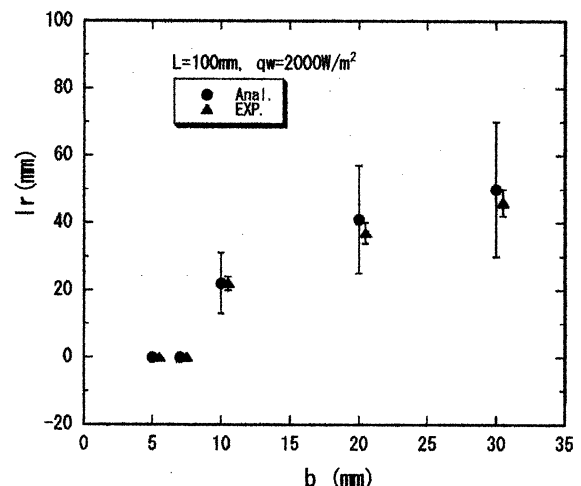


Fig.5 Penetration length of reversal flow

方がかなり大きい。これは、数値解析における解析領域やメッシュ間隔等の設定等が影響しているものと考えられ、今後この点についての検討を加えていく必要がある。

3.2 伝熱特性

次に加熱壁の流れ方向の局所熱伝達率 h_x を解析により求めてみた。その代表例として $L=100\text{mm}$ 、 $q_w=1000\text{W/m}^2$ の結果を図 6 に示す。ここで局所熱伝達率 h_x は次式により定義した。

$$h_x = q_w / (T_{wx} - T_\infty) \quad \dots \dots \dots (5)$$

なお、 T_{wx} : 垂直流路先端からの距離 X の地点における壁温、 T_∞ : 周囲流体温度である。

図より、局所熱伝達率 h_x は、流路先端で最も高く下流に行くに従って、漸次低下している。また、流路先端付近 ($X < 40\text{mm}$) の局所熱伝達率は、流路幅 b が狭いほど高くなっている。これは、流路幅が狭くな

ると、流路内の負圧が大きくなり、流路内へ急激に誘引されるためと考えられる。一方、流路先端から離れた領域 ($X > 40\text{mm}$) においては、流路幅が最も狭い $b=3\text{mm}$ の場合を除いて、ほぼ局所熱伝達率は一致する値が得られている。前述したように、流路幅 b が 7mm 以上になると流路出口付近には逆流が発生し、その逆流域は流路幅の増加と共に流路下方へ拡大していく。これに対し、この領域における局所熱伝達率はほとんど変化していない。これらの結果から、逆流現象が局所熱伝達率に及ぼす影響は極めて小さいことがわかる。また、流路幅が最も狭い $b=3\text{mm}$ の場合に、局所熱伝達率が流路幅 $b=5\text{mm}$ 以上の場合よりも低下するのは、平板間隔が狭いために、伝熱面先端から発達する温度境界層同士が干渉するためであると考えられる。

さて、垂直流路の壁面を非対称加熱した場合の自然対流については、宮武・藤井⁽²⁾が流路入口で一様流入、流路出口で圧力が周囲圧力に一致するとの仮定の下で放物型の境界層方程式を解き、局所ヌッセルト数の整理式を提示している。その結果は、片面等熱流束加熱、片面断熱の垂直流路内自然対流について、以下のように示される。

$$Nu_b = \frac{\phi}{2\sqrt{6}} [1 - \exp(-3.63\phi^{2/3})] \quad \dots (6)$$

ここで、

$$\phi = (\sqrt{Hb}/X) Ra_b^{*1/2}, Ra_b = \frac{g\beta q_w b^4}{\lambda \alpha \nu} \quad \dots (7)$$

そこで、参考までに本解析で得られた局所熱伝達率 h_x から局所ヌッセルト数 $Nu_b (=h_x b/\lambda)$ を求め、彼らの解析結果と比較してみた。その代表的結果を図7に示す。図より、流路幅が $b=5\text{mm}$ と狭い場合、本解析結果は宮武・藤井の結果にかなり近い値を示すことが分かる。一方、流路幅が $b=10, 15, 20\text{mm}$ と広くなるにしたがって、 ϕ の値が大きい流路入口付近では、本解析結果は宮武・藤井の解析結果よりも若干低い値を、また ϕ の値が小さい流路出口付近では高い値を示しており、その勾配とも一致していないことが明らかである。これは、宮武・藤井の解析では、周囲流体が一様な流速分布で流入すると仮定し、流路入口から出口に向かって前進的に解く方法を用いており、流路出口付近に発生する逆流現象を考慮しておらず、実際の現象とは異なる仮定を用いて解析を行っていることに主な原因があると考えられる。

4 結 言

本研究は、垂直な2次元流路の片面を等熱流束で加熱、他面を断熱した場合に生じる自然対流の流動および伝熱特性について、解析および実験の両面から検討

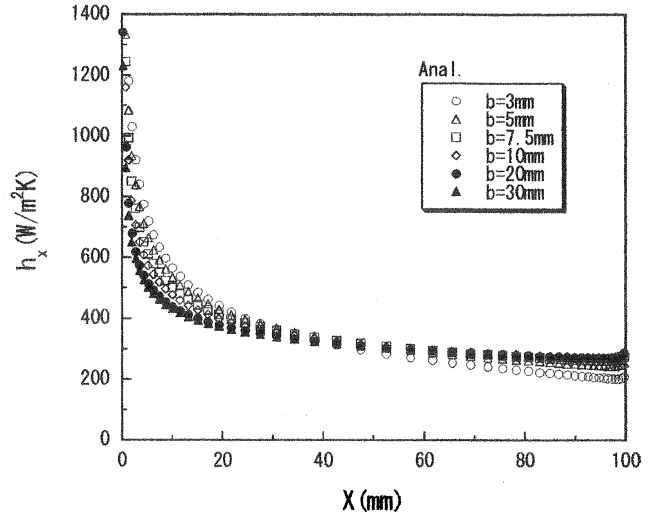


Fig.6 Local heat transfer coefficients

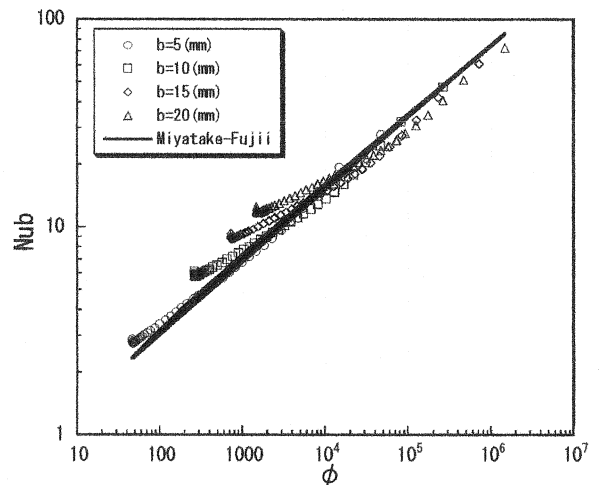


Fig.7 Comparison of local heat transfer coefficients

を行った。その結果以下のことが明らかとなった。

(1) 垂直流路内の自然対流の流動・伝熱特性を厳密に把握するためには、流路入口前方および出口後方の流れの影響を考慮した解析を行う必要があり、本解析により、逆流の発生や広がりおよび局所伝熱特性などある程度良好に予測することができる。

(2) 逆流現象は流路幅により大きく影響され、本研究範囲では、流路幅が約 7mm 以上になると逆流が発生し、逆流長さは流路幅の増加に伴い長くなる。

(3) 垂直流路の出口付近に生じる逆流現象が、加熱面の熱伝達に及ぼす影響は小さい。

文 献

- (1) Aung, W., Int. J. Heat & Transf., 15(1972)1577.
- (2) 宮武 修, 藤井 哲, 化学工学, 37-8(1973), 852.
- (3) Sparrow, E. M., et al., Trans ASME, J. Heat Transf., 105-1(1984)325.

全電界成分分離非線形フィルタによる回折トモグラフィの再構成アルゴリズム

原田 治行⁺

Reconstruction algorithm for diffraction tomography based on nonlinear separation filter of electric field

Haruyuki HARADA

This paper presents a new reconstruction algorithm for the diffraction tomography based on the nonlinear separation filter of electric field. From the integral equation of scattering, on which the inversion methods are developed, it is apparent that one could use the estimate of $V\psi$ determined from the scattered field data, to estimate ψ within the target. Once this is available, it becomes a straightforward matter to divide this function into the calculated estimate of $V\psi$. Results based on this approach using the simulated data from simple targets will be shown and the significance of estimating the field inside V using this approach will be assessed.

Key words : diffraction tomography, nonlinear separation filter, electric field, electromagnetic theory

1. まえがき

物体の内部構造や媒質定数の分布の非破壊計測技術は、地下資源の探査、地下ケーブルや埋設管の識別、医療における画像診断等の広い分野において重要である。非破壊計測技術の一つであるトモグラフィは、多方向から波動を照射して放射電磁界を計測し、これをもとに物体の内部構造を調べ、物理パラメータの分布の断層像を可視画像として得る技術である。この技術は高解像度の断層像が得られる X 線 CT や、核磁気共鳴を利用して強力な磁場とラジオ波を用いる核磁気共鳴映像法 (MRI) で実用化されている。MRI は X 線 CT と比較して、生体に害を与えないという利点がある。X 線 CT は、X 線が物体を透過する時の減衰係数を映像化したものであり、MRI は水素等の電子の分布状態を映像化したもので、同じ物体に対するそれぞれの映像は異なったものになり非破壊検査 (画像診断) を行う場合に多角的に検査 (診断) を行うことが出来る。この意味で、X 線の代わりにマイクロ波を用いた研究が行われている。この方法は、MRI のように生体に害を与えないという利点があるとともに、物体の屈折率分布が映像として得られる。この方式が実用化されれば、X 線 CT や MRI とは異なった観点から非破壊検査 (画像診断) が行え、検査 (診断) 技術の向上につながる。

著者は、このマイクロ波を用いたトモグラフィの研究を行っており、これまでに測定した放射電界から物体の屈折率分布を再構成するアルゴリズムを提案し、コンピュータシミュレーションによりその有効性と

⁺電子制御工学科

問題点を示してきた^{(1)~(9)}。具体的には、単一周波数に対する非線形問題を非線形積分方程式や最適化問題に帰着させ逐次線形化し反復的に解く方法^{(1), (2), (4)~(9)}や、時間領域で最適化問題を反復的に解く方法⁽³⁾を提案して、単純な屈折率分布を持ったテスト物体に対する散乱界の実測データから再構成する研究に取り組んできた。しかし、いずれの手法も実用化に至っていない。非線形問題を数値的に解く場合に、初期値の選び方等により、解が収束しなかったり局所解に陥ったりする問題が残されている。

強散乱体に対する従来の再構成法は、非線形問題を非線形積分方程式や最適化問題に帰着させ逐次線形化して反復的に解くことにより前述の問題が発生する。

本論文は、これらの問題を避けるために、非線形問題を逐次反復法を用いないで解く新しい解法を提案する。マクスウエル方程式から得られる入射電磁波と測定した遠方散乱界の関係式を両辺フーリエ変換すれば、遠方散乱界がスペクトル空間では対象物の屈折率分布と物体内部の全電界との積のスペクトルとなる事に着目し、その積から全電界成分を除去し屈折率分布を再構成する全電界成分分離非線形フィルタの設計法を確立する。

2. 再構成アルゴリズム

図 1 の問題の構成図において、任意形状で任意の屈折率分布を持つ物体に平面波を入射させた時の遠方

散乱界の Scattering Amplitude $\psi_s(\phi_i; \phi_s)$ は, Maxwell の方程式より, 式 (1) で表される. ここで, ϕ_i は入射角で, 点 P は遠方での測定点で ϕ_s は測定角である.

$$\begin{aligned} \psi_s(\phi_i; \phi_s) = & k_0^2 \int V(\mathbf{r}') \Psi(\phi_i; \mathbf{r}') \\ & \cdot \exp(-jk_0(x' \cos \phi_s + y' \sin \phi_s)) dx' dy' \end{aligned} \quad (1)$$

ただし, V は scattering potential であり, $V(x, y) = \varepsilon_r(x, y) - 1$ で表される. ε_r は物体の比誘電率分布である.

ここで, $u(\phi_i; x, y) = k_0^2 V(x, y) \psi(\phi_i; x, y)$ のフーリエ変換を $U(\phi_i; \alpha, \beta)$ とすれば, 式 (1) は, 式 (2) で表される.

$$\begin{aligned} \psi_s(\phi_i; \phi_s) = & \int U(\phi_i; \alpha, \beta) \delta(\alpha + k_0 \cos \phi_s) \\ & \cdot \delta(\beta + k_0 \sin \phi_s) d\alpha d\beta \\ = & U(\phi_i; -k_0 \cos \phi_s, -k_0 \sin \phi_s) \\ = & U(\phi_i; \alpha, \beta) \end{aligned} \quad (2)$$

この式の意味するところは, 測定角 ϕ_s での Scattering Amplitude $\psi_s(\phi_i; \phi_s)$ は, フーリエ領域で半径 k_0 の円周上の点 $(-k_0 \cos \phi_s, -k_0 \sin \phi_s)$ での $u(\phi_i; x, y) = k_0^2 V(x, y) \psi(\phi_i; x, y)$ のフーリエ変換値 $U(\phi_i; \alpha, \beta)$ に対応する. ϕ_s を 0 から 2π まで変化させれば, 半径 k_0 の円周上の $u(\phi_i; x, y)$ のフーリエ変換値が求まる. これを, 逆フーリエ変換すれば, $u(\phi_i; x, y)$ のフィルターバージョン $\tilde{u}(\phi_i; x, y)$ が求まる.

$\psi(\phi_i; x, y)$ は, 平面波の入射角度が ϕ_i の場合の物体内部の全電界であり, 式 (3) で表される.

$$\begin{aligned} \psi(\phi_i; x, y) = & k_0^2 \int V(\mathbf{r}') \psi(\phi_i; \mathbf{r}') \\ & \cdot G(x, y; x', y') dx' dy' + \varphi_0(\phi_i; x, y) \end{aligned} \quad (3)$$

$\varphi_0(\phi_i; x, y)$ は入射平面波で式 (4) で表される.

$$\varphi_0(\phi_i; x, y) = \exp(jk_0(x \cos \theta_i + y \sin \theta_i)) \quad (4)$$

ここで,

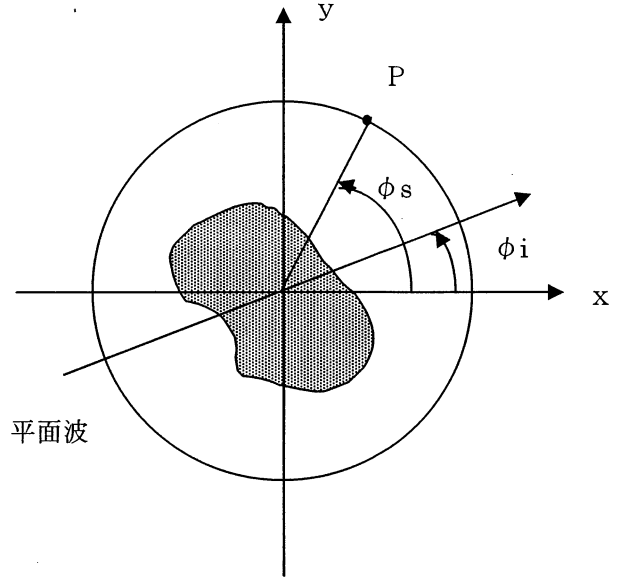


図 1. 問題の構成図

$G(x, y; x', y') = -\frac{j}{4} H_0^{(2)}(k_0 \sqrt{(x-x')^2 + (y-y')^2})$ は第 2 種ハンケル関数である.

式 (3) をフーリエ変換すれば, 式 (5) で表される. 式 (3) の右辺第 1 項は, $u(\phi_i; x', y')$ とハンケル関数との畳み込みで表されるので, フーリエ変換を行うと, 各々のフーリエ変換の積となる.

$$\begin{aligned} \Psi(\phi_i; \alpha, \beta) = & -\frac{j}{4} U(\phi_i; \alpha, \beta) \underline{H}^{(2)}(\phi_i; \alpha, \beta) \\ & + \Psi_0(\phi_i; \alpha, \beta) \end{aligned} \quad (5)$$

$\alpha = -k_0 \cos \theta_s$, $\beta = -k_0 \sin \theta_s$ を式 (5) に代入することにより, $\psi(\phi_i; x, y)$ のフーリエ変換値の中で, 半径 k_0 の円周上の値が求まる. これを逆フーリエ変換することにより, $\psi(\phi_i; x, y)$ のフィルターバージョン $\tilde{\psi}(\phi_i; x, y)$ が求まる. さらに, $\tilde{u}(\phi_i; x, y)$ を $k_0^2 \tilde{\psi}(\phi_i; x, y)$ で割ることにより, $V(x, y)$ の近似値 $\bar{V}(x, y)$ を求めることが出来る.

3. 数値例

照射する平面波の波長を λ (3 cm) とし, 図 2 に示す断面積 Ω_1 , Ω_2 を持った 2 つの軸ずれした円柱物体を, $8\lambda \times 8\lambda$ の正方領域で囲み, 128×128 の格子で分割し, 数値計算により計算機実験を行う. ただし, 2 つの物体の直径を, それぞれ, 15.2 cm, 7.6 cm

とする。また、断面積 Ω_1, Ω_2 の比誘電率を、それぞれ、1.2, 1.4 とする。図 3 に、入射角 0 度で平面波が入射した場合の $V(x, y)$ の近似値 $\bar{V}(x, y)$ を求める過程を示す。図 3 の (f) が近似値である。

次に、図 4 に入射角 60 度で平面波が入射した場合の $V(x, y)$ の近似値 $\bar{V}(x, y)$ を示す。さらに、入射角が、0, 20, 40, 60, …, 340 と 20 度間隔で、求めた近似値 $\bar{V}(x, y)$ の平均値を図 5 に示す。入射平面波の各角度毎で求めた $V(x, y)$ の近似値 $\bar{V}(x, y)$ は、フィルタリングされているので精度が悪い。しかし、それらを平均すれば、比誘電率の値の精度は向上し、図 3(a) の理論値の分布に近くなっている。

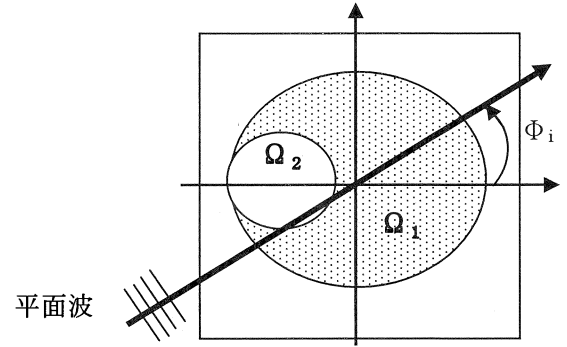


図 2. 軸ずれした円柱物体への平面波の入射

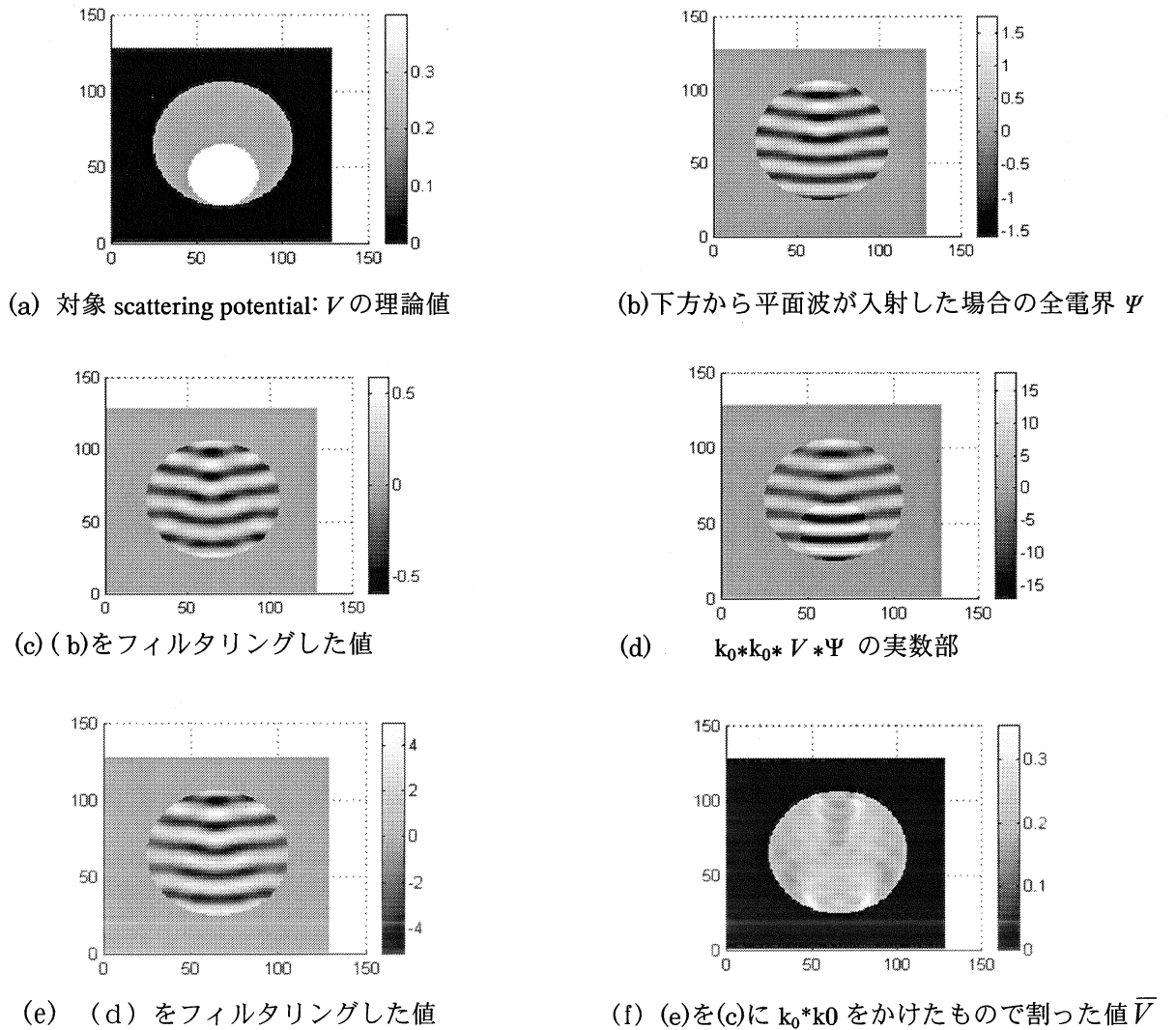


図 3. 平面波の入射角度 0 度の場合の scattering potential: V の再構成結果

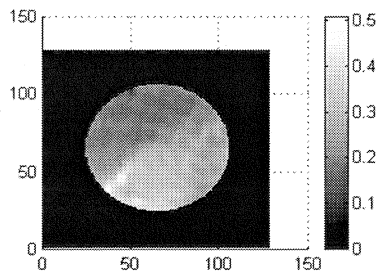


図4 入射角が60度で求めた近似値 $\bar{V}$

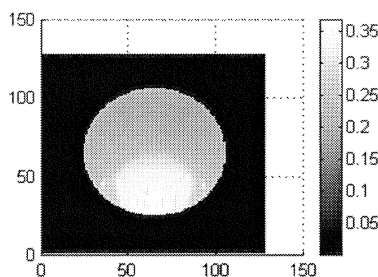


図5 近似値 $\bar{V}$ の平均値

4. むすび

未知の物体に平面波を照射して、その散乱界から推定した scattering potential V (図5)は、図3の(a)の理論値と比べると、断面積 Ω_2 の物体の境界がはっきりと再現され、断面積 Ω_1 、 Ω_2 の比誘電率の大小関係は表している反面、その値は精度の面では問題がある。今後の課題として、scattering potentialの推定値の精度を上げることが考えられる。この結果は、これまでに提案されている最適化問題を反復的に解く方法の初期値に採用できると考えている。

謝辞

本研究は、平成15、16年度校内研究助成金を受けて行われたことを記し、感謝申し上げる。

参考文献

- (1) H. Harada, T. Tanaka, T. Takenaka :“Image Reconstruction of a Three-dimensional Dielectric Object Using a Gradient-based Optimization”Microwave and Optical Technology Letters, 29[5] (2001) 332-336
- (2) R. V. McGahan, H. Harada, A. Morales-Porras, M. Testorf, M. A. Fiddy : ”Imaging Ipswich Targets using Tailored Cepstral Filter”Proceedings of 1999 IEEE AP-S International Symposium and USNC/URSI National Radio Science Meeting (1999) 259
- (3) 竹中 隆, 原田治行, 田中俊幸: ”層状媒質の時間領域逆散乱問題のFDTD法解析”電子情報通信学会論文誌 J80-C-I [5] (1997) 246-247
- (4) H. Harada, D. J. N. Wall, T. Takenaka, T. Tanaka: “Conjugate Gradient Method Applied to Inverse Scattering Problem”IEEE Transactions on Antennas and Propagation 43[8] (1995) 784-792
- (5) 原田治行, 田中 充, 竹中 隆, 後藤裕典: ”修正ニュートンコントロピッチ法に基づいた回折トモグラフィの安定性について”電子情報通信学会論文誌 J76-C-I [5] (1993) 189-191
- (6) H. Harada, T. Takenaka, M. Tanaka :“An Efficient Reconstruction Algorithm for Diffraction Tomography” IEICE TRANS.ELECTRON (電子情報通信学会英文論文誌) E75-C[11] (1992) 1387-1394
- (7) H. Harada, T. Takenaka, M. Tanaka: “Reconstruction of Complex Refractive-Index Distributions Using Modified Newton-Kantrovich Method” Proceedings of 1992 International Symposium on Antennas and Propagation, 4, (1992)1233-1236
- (8) H. Harada, T. Takenaka, M. Tanaka: “An Efficient Diffraction Tomographic Technique Based on Modified Newton-Kantrovich Method with Fixed Step Size” Proceedings of 1992 URSI International Symposium, 1, (1992)122-124
- (9) H. Harada, M. Tanaka, T. Takenaka: “On Quality Improvement of Reconstructed Images in Diffraction Tomography,” IEICE TRANS. FUNDAMENTALS, E75-A[7] (1992) 910-913

Excel と PowerPoint を活用した学習支援システム

榎園 茂[†] 境田 小百合^{††} 脇部 政利^{†††}

A Learning Support System Using Excel and PowerPoint

Shigeru ENOKIZONO, Sayuri SAKAIDA, and Masatoshi WAKIBE

In this paper, we report on a handy Learning Support System that uses the personal computer and familiar application software. We use Excel to make the data base and PowerPoint to display the problem. Macro functions are used to make the system. The aim of a learning support system is to attract student's interest and to improve problem solving skills. This system presents problems in the quiz form so that the user can enjoy studying a subject. As a result of the questionnaire survey to students, it is found that this system is useful for the review of a subject.

Keywords : Learning Support System, Excel, PowerPoint, personal computer

1. まえがき

学校教育においては教科書を用い、教師の板書と口頭説明で授業を進める方法が一般的である。このような従来の方法の欠点を補うために、様々な教育機器も利用されるようになってきた。更に近年パソコンや各種ソフトの発展により、パソコンのマルチメディア機能を活用した大規模な教育支援システムも開発されるようになってきた。例えば、あらかじめ保存しておいた実際の授業画像を、いつでもどこでもパソコンから呼び出して、自学自習できるビデオオンデマンドシステム (VOD) や、インターネットを介して、あらかじめ作成し蓄積された WEB 教材にアクセスして学習する e ラーニングシステムなどである。しかし、このような大規模なシステムの開発には、長い年月とマンパワーが必要であり、個人レベルでの作成や購入は困難である。これに対して、身近にあるパソコンとパソコンに標準的にインストールされているソフトを活用し、クイズ形式で問題を示し解答していくという簡便な学習支援システムも提案されている¹⁾。

筆者らは卒業研究でパソコンと身近なアプリケーションソフトを活用し、個人レベルで簡便に作成できる学習支援システムの作成を行なっている。本稿で作成したシステムの概要について報告する。

[†] 情報工学科

^{††} ソニーエムシーエス (株) 木更津テック

^{†††} 技術室

2. システムの概要

今回、作成したシステムは Microsoft Windows の基本的なアプリケーションソフトである Microsoft Office の中の表計算ソフト Excel とプレゼンテーションソフト Power Point (以後 PP と略記する) を活用して作成するものである。Excel には①表計算機能、②グラフ機能、③データベース機能、④マクロ機能の 4 つの機能が備わっている。また PP には①プレゼンテーション作成機能、②プレゼンテーション発表機能、③マクロ機能の 3 つの機能が備わっている。しかし一般的な Excel の利用の場合は①や②を利用する場合が多く、PP の場合も①と②の利用が多くマクロ機能を利用する機会は少ないようである。本研究で行ったシステムの作成では Excel のデータベース機能とマクロ機能を使用し、多くの問題文とその解答例を保存・変更・削除するのに活用し、また PP においてもマクロ機能に着目して、Excel 上で蓄積し保存した問題文と解答例を次々と PP のスライドに展開して表示することに利用した。

図 1. に作成したシステムの概要を図で示す。システムは大きく分けて Excel データベースの作成部と PP への展開部から成っている。まず、システム作成者は簡潔な問題文とそれに対する 3 つの解答例、及び簡単な解説を準備する。図 1. の Excel データベースの作成部は事前に準備した多数の問題と解答などを効率よく Excel のシートに作成し保存する作業や、変更・削

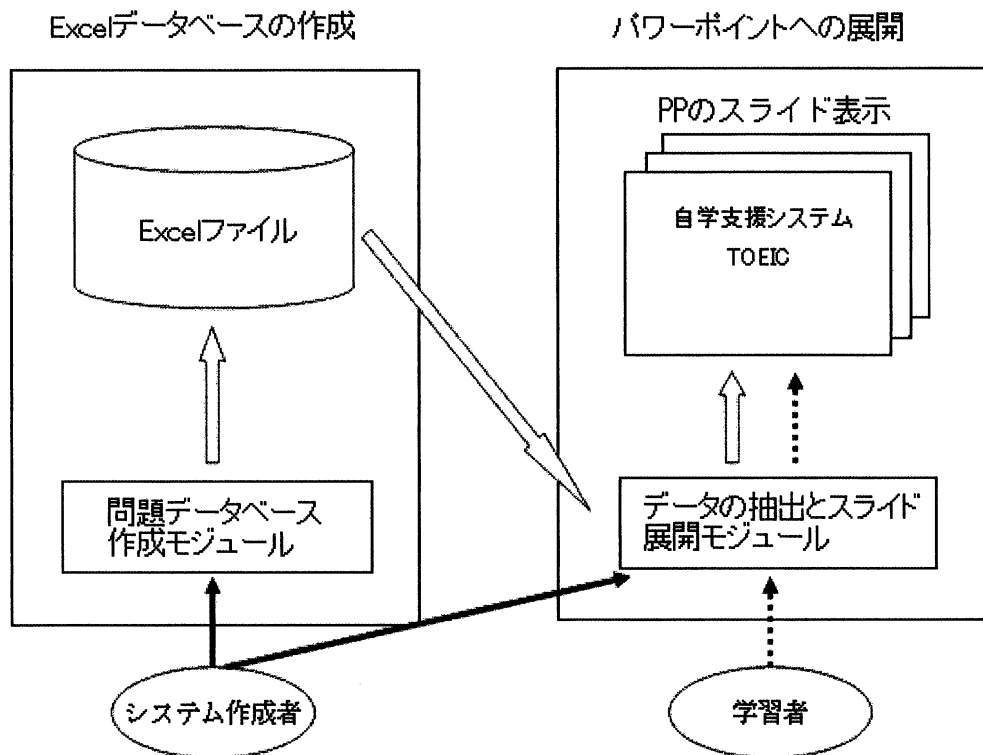


図1. システムの概要

除したりする作業を支援する部分である。この部分はExcelのマクロ機能を活用して作成した。次に図1.のPPへの展開部ではあらかじめ保存されたExcelファイルに蓄積されたデータから、問題文と解答例などを抽出して指定したスライドの指定した位置に埋め込む作業を行う。更に学習者が正解を選んだ場合に表示するスライドや、不正解を選んだ場合に表示するスライドなどを順序良く並べる作業を行う。このように本システムはExcel上で問題と解答を収集し、PP上でスライドに自動的に展開するものである。学習者はクイズ形式で提示される問題に解答しながら、自学自習することができる。今回作成したシステムでは、教材のテーマに情報工学科学生にとって関心の深い情報処理技術者試験を選んで作成した。

3. マクロ機能について

3.1 Excelのマクロ機能

Excelで作業を行う場合には各シートの各行各列の役割を決め、目的のセルに直接数値データや文字列などを書き込んでいく場合が多い。しかし、毎回異なった数値や文字列を小さなセルに直接書き込む作業は面倒なものである。また、書き込もうとしているセルとは無関係な部分まで画面上に表示されると、入力場所

を間違える可能性も高くなる。このような場合に効果的なのがマクロ機能である。マクロを使いデータ書き込み用のユーザフォームを作っておけば、ユーザフォームを介してExcelシートの必要なセルに書き込むことができる。一般にマクロを使用すると記録した一連の作業を自動的に実行することができ、作業の効率化が可能となる。このマクロを作成するための開発言語はVisual Basic for Application(VBA)であり、VBAのプログラムはExcel起動後にVisual Basic Editor(VBE)を起動して作成することができる。

3.2 PPのマクロ機能

PPマクロとはPPで一連の操作手順を記録したプログラムのことで、各プレゼンテーションファイル内に記述し保存する。頻繁に行う作業をマクロ化しておけば、一連の操作を自動的に実行させることができる。マクロを作成するための開発言語はExcelの場合と同様でVBAである。この他にもPPのマクロ機能を利用すれば、マイクロソフトOfficeのアプリケーションソフトで作成し保存したファイルとの連携を行うこともできる。しかし、PPマクロについては活用例が少なく参考となる資料も非常に少ない。今回筆者らは文献¹⁾を参考に開発を行った。

4. 教材のテーマ

今回、教材のテーマとしては情報処理技術者試験の「基本情報技術者試験」の午前の問題を選定した。選定した理由は、情報処理技術者試験は情報工学科の学生にとっては、比較的関心の深い資格試験であること、また、システムの作成者自身も本システムを作成しながら、基本的な問題とその解答について学び直すことができるという効果が期待できると考えて選定した。本校の図書館に収蔵されている情報処理技術者試験関係の問題集から、「基本情報技術者[午前]問題集 2002春」⁴⁾を選び、収録されている既出問題の中から任意に50問を取り出して、試作段階の本システムに利用させてもらった。ここで基本情報技術者試験の出題範囲についてまとめてみると、出題範囲は以下の8つの分野に分けられる。表1.には今回採用した分野毎の問題数の一覧を示した。

表1. 分野毎の問題数

分野	問題数
1	10
2	5
3	2
4	7
5	11
6	6
7	7
8	2

5. システムの動作

5.1 Excel データベースの作成部

(1)問題と解答の入力

新しく問題や解答をデータベースに登録するために図2.に示すようなフォームを表示し、このフォームの書式に従って問題文、解説、4つの解答例、正解解答番号を入力する。全て入力後にOKボタンをクリックすると、Excel データベースに自動的に登録される。

図2. 問題と解答入力

(2)問題の変更

一旦登録した問題データベースの特定の行を、変更を可能にするために「問題の変更」というマクロを作成した。このマクロ実行すると図3.(a)が表示されるので、変更する問題のセルの行番号を指定してOKボタンを押すと、図3.(b)のように変更前の内容が表示される。システム作成者は変更する部分のみを書きかえた後、改めてOKボタンを押すと自動的に新しい内容がデータベースに再登録される。

(a)

(1)ハードウェアに関すること

数値の表現、文字の表現、画像・音声の表現、処理装置、記憶装置、入出力装置、演算の実行、アドレス方式、入出力の実行、システム構成など

(2)ソフトウェアに関すること

システムソフトウェア、アプリケーションソフトウェア、パッケージソフトウェア、OSの機能、プログラム言語、言語プロセッサ、プログラムの実行など

(3)アルゴリズムに関すること

整列、探索、文字列処理、ファイル処理、図形、グラフ、数値計算など

(4)データ構造及びデータベースに関すること

基本データ構造、記憶媒体の種類と特徴、ファイルの編成方法、データベースの種類と特徴、データベース言語、SQLによるデータ操作など

(5)通信ネットワークに関すること

データ転送、伝送制御、TCP/IP、LAN、WAN、インターネット、電子メール、WWWなど

(6)情報処理技術に関すること

システムの性能、システムの信頼性、リスク管理、セキュリティ、標準化、オペレーションズリサーチなど

(7)プログラム設計に関すること

システム開発工程、プログラム設計工程、構造化設計、モジュール設計、プログラム設計など

(8)プログラム開発に関すること

プログラム言語(C, COBOL, Java, アセンブラ)、コーディング、開発環境、テスト手法など



(b)

図3. 問題の変更

(3) 問題の削除

問題データベースの中の不要な問題を削除するために「問題の削除」というマクロを作成した。このマクロを実行すると図4. のフォームが表示される。このフォームの中で削除する問題のセルの行番号の範囲を指定すると、その範囲の問題が削除される。また、一括して削除することも可能である。図5. に Excel 上のデータベースの一例を示す。

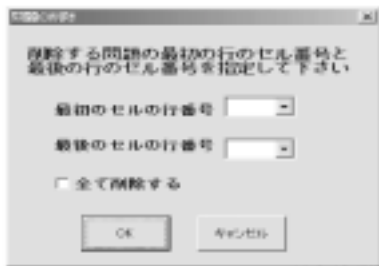


図4. 削除する問題の選択



図5. 作成した問題データベース

5. 2 PP への展開部の動作

(1) Excel データベースからの抽出と展開

学習者が本システムを利用する場合は、まずPP を起動し「問題の読み込み」というマクロを実行すると、

図6. の画面が表示される。ここでは「マクロを無効にする」をクリックする。その後、PP のスライド上に Excel の問題が展開される。



図6. 応答画面

(2) 問題を解く

Excel で書き込んだ問題を解くには、「スライドショーの実行」を行う。ここで図7. (a) のスライドが表示される。「問題を解く」をクリックすると図7. (b)が表示されるので、解きたい問題番号を選んでOK ボタンを押す。

図7. (a)で「問題の変更」をクリックすると、ハイパーリンクで Excel の画面に戻ることができ、問題を変更することができる。また、Excel にもハイパーリンク機能を付けているので、問題を変更した場合、スライドショーに戻ってくることができる。しかしこの場合、もう一度問題を読み込む必要があるので、「スライドショーの中止」をクリックし、その後全スライドを削除し、(1)の動作を行う。



(a)



(b)

図7. 本システム実行開始時の表示



図8. 問題の提示

図7. (b)の画面で数字を選択すると図8. のように選択した問題が表示される。学習者はこの画面で4つの選択肢の中から正解だと思う解答を選び選択ボタンをクリックする。

正解した場合には「ピンポン」という音声とともに正解時のスライド図9. (a)が表示される。また、不正解の場合には「ブー」という音声と不正解時のスライド図9. (b)が表示される。⑤正解時には次の問題へ進む、不正解時は前の問題に戻ることも、次の問題に進むことができる。



(a)



(b)

図9. 正解・不正解の表示

6. アンケート調査結果

今回作成した学習支援システムの評価と問題点を調査する目的で、本システムを本校の5年情報の学生23名に実際に使ってもらい、その後アンケート調査を行った。質問項目は7項目である。まず、質問1「このような学習支援システムを使ったことがありますか」の質問には、はい48%, いいえ43%, どちらともいえない9%であった。今回作成した学習支援システムに類するシステムを使ったことがある人とない人の割合はほぼ半々であることがわかる。質問2「使った感想はどうですか」の間には、使いやすい57%, どちらかといえば使いやすい35%, どちらともいえない4%, やや使いにくい4%であった。本システムが使いやすいと答えた人は9割以上であり好評であることが分った。質問3.「問題の難易度はどうですか」の間には、易しい4%, やや易しい4%, 適切である53%, やや難しい17%, 難しい22%であった。半数以上は適切なレベル(5年情報の学生にとって)であるとの回答であった。質問4.「この学習支援システムはあなたにとって役立つものでしたか」の間には、役立つ26%, どちらかといえば役立つ26%, どちらともいえない35%, どちらかといえば役立たないと役立たないを合わせて13%であった。これより、このような簡便なシステムであっても半数の人に役に立つことが分った。質問5. では、他のテーマに関する支援システムの可能性を調査する意味で「他の学習支援システムを使ってみたいですか」と質問してみたところ、使ってみたい52%, どちらかといえば使ってみたい22%, どちらとも言えない22%, どちらかといえば使わない4%であった。他の教材でのシステムを使用してみたいという人が7割以上であり、システム自体に興味を示していることが分る。質問6.「問題の提示と解答の表示方法について」の間には、適切である44%, どちらかといえば適切である26%, どちらとも言えない13%, 工夫がほしい17%であった。7割の人が適切であると答えていることから、本システムの提示方法には不十分な点もあるが、ある程度は満

表2. 質問7の回答

本システムに更に追加したらよいと思われる機能	件数
終了後に正解率を計算して表示するようにすれば良い	4件
解説に図形や画像がもっとあれば良い	3件
毎回同じ順番に問題が出るのではなく、順番を違えるほうが良い	2件
不正解時には解答を表示しないで、選択したものの解説を表示する	1件
解答の履歴が後で分るようにする	1件
間違った問題を最後に示すようにする	1件
もう少しカラーで見やすくすれば良い	1件
マウスが消えないようにすべきだ	1件

足していることが分る。また表 2. に質問 7 への回答をまとめて示した。

7. あとがき

本稿ではパソコンに標準的にインストールされているソフトを活用し、簡便に作成できる小規模な学習支援システムの概要について報告を行った。システムの作成に当たっては、Excel や PP のマクロプログラミングと PP と Excel ファイルとの連携マクロについて、調査・学習しながらコーディングを行ったので、調査が不十分で効率の良くない表現の部分も多い。今後改良を行っていききたい。また、アンケート調査で指摘されたように、システムの利用者の立場に立てば問題や解答の提示方法などについてもまだ改良すべき点があることが分った。例えば、学習を終えた時に正解率を表示することや、毎回同じ順番に問題を提示するのではなく、ランダムに問題を提示することなどである。筆者らは既にこのような点を改善すべく新たなシステムの開発に取り組んでいる。この件については改めて報告する予定である。

本システムは榎園の指導の下で、平成 15 年度の情報工学科 5 年生境田小百合さんが卒業研究のテーマとして取り組み作成したものである。当初はマクロ機能に

についての知識が乏しく調査と学習に多くの時間を割いた。しかし、理解が深まるにつれて楽しみながらシステム作りができるようになってきた。今回のシステム作成を行ってみて、学習支援システムの作成は適度な難易度と創造性が要求され、情報工学科 5 年生の卒業研究のテーマとして適切であることが分った。同時に、問題と解答の準備の作業をする過程で、教材テーマを勉強し直すという副次的な効果もあることが分った。今後は更に良いシステムを目指して改良を行なっていきたい。

8. 参考文献

- 1) 高橋参吉, 堰口佳保里:「PowerPoint による情報倫理教材の開発」, 教育システム情報学会研究報告, 2003 年 3 月, 第 94 回, pp23~28
- 2) 植田政美:「はじめての ExcelVBA」, 秀和システム
- 3) 高橋慈子, システムインテンス研究所:「PowerPoint300 の技」, 技術評論社
- 4) 日高哲郎:「基本情報技術者[午前]問題集 2002 春」, 日本経済新聞社
- 5) 「平成 16 年度春期情報処理技術者試験案内書・願書」, 独立行政法人情報処理推進機構情報処理技術者試験センター

トラス橋の車両走行応答特性の検討

山下 良純* 内谷 保**

Examination of Dynamic Response on Truss Bridge under Moving Vehicles

Yoshizumi YAMASHITA , Tamotsu UCHITANI

Many truss bridges have been constructed as the highway bridges, many experimental and theoretical studies on statical characteristics of these bridges have been carried out so far. But it seems that will be some rooms for the examination of dynamic characteristics of these bridges under moving vehicle or earthquake.

In this paper, regarding the Warren deck truss bridge, the predominant frequency of vibration on acceleration of joints, the effective amplitude of vibration on velocity of slab deck and the dynamic increment factor based on axial force of members are studied using the analysis of dynamic response under moving vehicle loads.

Keywords : Truss bridge, Dynamic response, Moving vehicles, Predominant frequency, Vibration serviceability, Increment factor

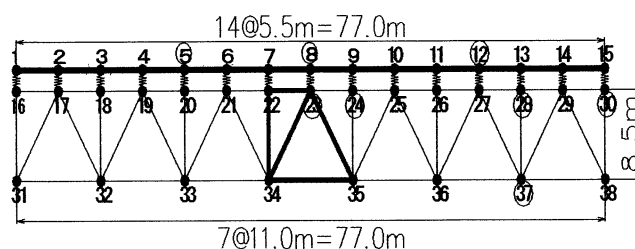
1. まえがき

トラス構造を主構とするトラス橋は既設の道路橋に多用されており、その静力学的特性に関してはこれまでに数多くの実験的、理論的研究報告がなされている。しかし、地震応答特性や車両走行応答特性などの動力学的特性に関しては研究報告も少なく未だ検討の余地を残しているように思われる。特に、車両走行によるトラス道路橋の動的応答特性に関する検討は文献 1 以外にはほとんど見受けられないようである。本報告は、実橋諸元を有する上路式トラス道路橋を対象として、車両走行による動的応答のシミュレーション解析を行い、周辺環境への影響が懸念される橋梁振動の卓越振動数、使用性に関連した最大振動速度応答振幅や実効振幅および各部材の設計衝撃係数に相当する動的増幅率などの検討を行ったものである。

2. 解析モデル

解析の対象としたトラス道路橋は、上路式単純ワーレントラス橋(支間長 77m)で、図一1 に示すような平面骨組

構造にモデル化して取り扱い、質量は各節点に集中させる。また、床版と上弦材は別々にモデル化し、床版は節点位置で剛性無限大の要素で上弦材に剛結されているものとする。また、各節点は剛結とし、各トラス部材は全ては要素にモデル化して取り扱う。床版および各部材の断面緒元を表一1 に示す。



図一1 橋梁の解析モデル

表一1 断面緒元

	断面積(㎡)	断面 2 次 モーメント(㎡ ⁴)	重量
上弦材	0.039~0.074	0.00202~0.00564	76.93 kN/m ³
下弦材	0.032~0.064	0.00091~0.00195	
斜 材	0.028~0.054	0.00074~0.00155	
垂直材	0.031~0.032	0.00075~0.00123	
床 版	3.571	0.21287	87.499kN/m

* 専攻科土木工学専攻

** 土木工学科

車両は図-2に示すような1自由度系のバネ-質量系にモデル化して取り扱う。車両重量は1台走行の場合は245kN(25tf)とし、複数台走行の場合は245kN(25tf)車1台とその前後に14m間隔で183.75kN(18.75tf)車が並んだ連行車両列を考える。各車両の固有振動数と減衰定数は大型車両の平均的な値である $f_0=3.0\text{Hz}$ と $h_0=0.03$ を用いる。

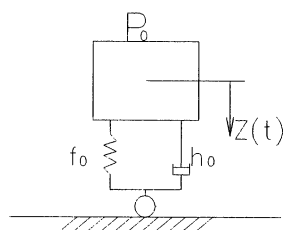


図-2 車両の解析モデル

橋梁-車両系の連成微分方程式は、ニューマーク β 法($\beta=1/4$)を用いて逐次積分して動的応答を求める。トラス橋の使用モード次数は応答値の収束状況を検討して30次とし、減衰定数は次数に関係なく文献1)を参考にして0.01を用いる。また、路面凹凸は文献2)を参考にして、極良、良、普通の3種類を用いた。解析において、車両は質点1から15方向へ走行させるものとし、着目質点は図-1中の○印とし、着目部材は太線で示した部材とする。

3. 解析結果

3.1 固有振動モード

図-3は自由振動解析により得られた1～6次までの

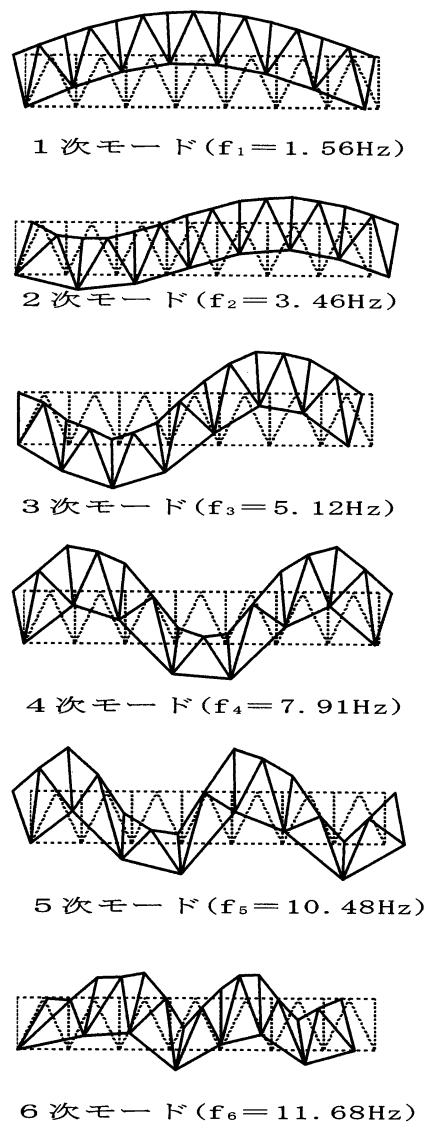


図-3 固有振動モードと固有振動数

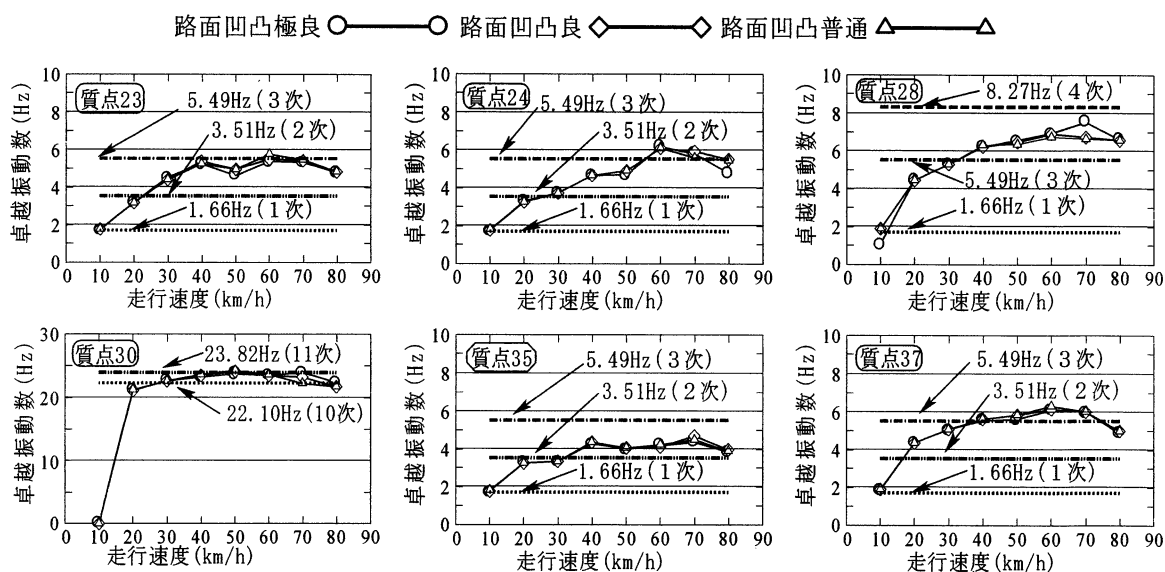


図-4 走行速度による卓越振動数の変化

固有振動モードと固有振動数を示したものである。これらの図は、単純ばりとはほぼ同じような振動モードを示している。また、2次モードと3次モードは似かよった形をしているが、2次モードの方は橋軸水平方向が鉛直方向に比べて強いモードと考えられる。

3. 2 卓越振動数

卓越振動数とは、ある振動が発生したときに、その中に最も多く含まれている振動数のことである。ここでは、車両走行による質点の加速度応答波形を用いて卓越振動数を求めた。

図一4は各路面凹凸に対する車両の走行速度と卓越振動数の関係を示したものである。なお、この場合の車両台数は1台である。支点上の質点30以外の質点では、走行速度が40km/h付近までは、走行速度の増加とともに卓越振動数も大きくなる傾向を示す、しかし、40km/h以上の通常の走行速度になると、走行速度に関係なくほぼ一定の卓越振動数で振動し、その値はトラス橋の2～4次モード(3.0～8.0Hz)に対応している。これに対し、走行速度が10km/h付近の非常に小さい場合は、トラス橋の1次モードに対応した固有振動数に近い振動数が卓越した振動をするようである。このことは、車両走行実験において、車両を低速走行させたときの応答波形からトラス橋の1次固有振動数が推定できることを示唆している。

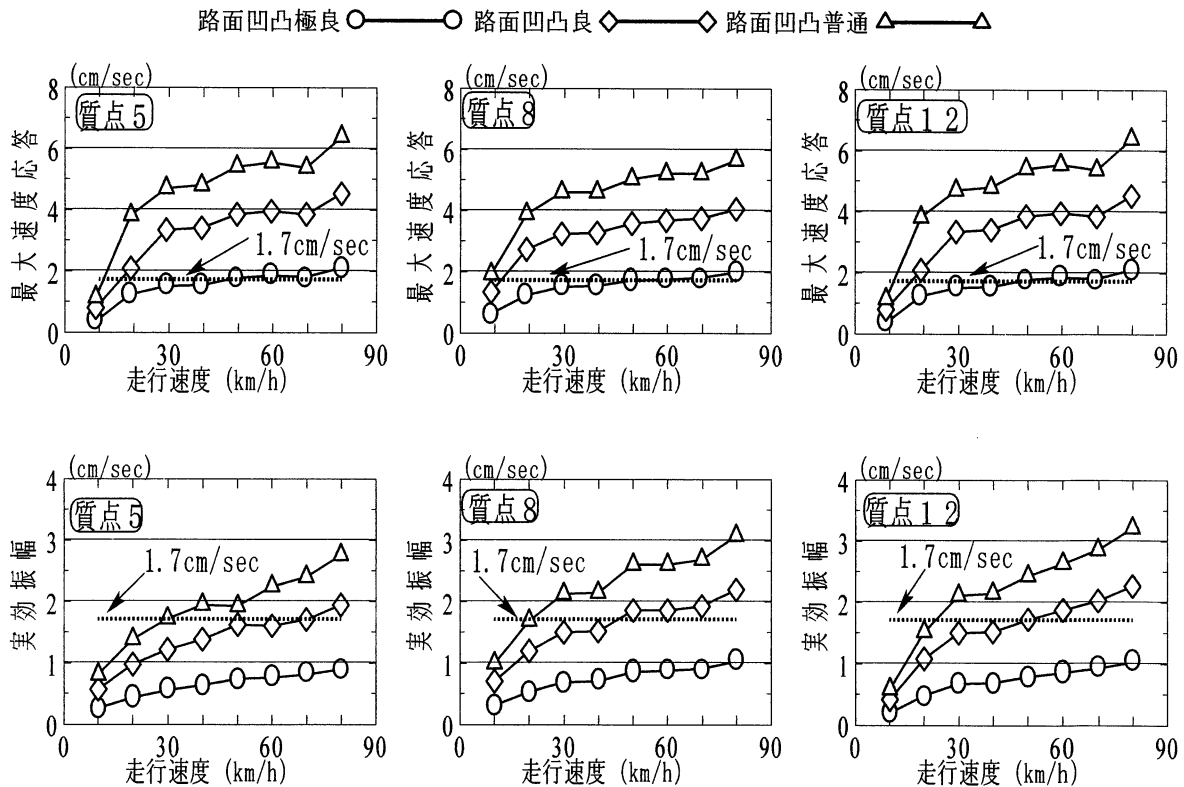
一方、支点上の質点30では他の質点とは大きく異なり、22～23Hzとかなり高い振動数が卓越した振動をしているようである。この振動は橋台などを通して地盤に伝わると思われる。

路面凹凸の良否による卓越振動数の変化は、この解析結果を見る限りにおいてはほとんど見受けられない。

3. 3 実効振幅

トラス橋上を車両が走行することによって振動が発生するが、その振動は一定ではなく、車両の種類や路面状態などの様々な条件によって変化する。道路橋の使用性に関しては、一般に車両走行に伴う着目質点の振動速度で評価される。このときに、歩行者が振動を感じ、不安や歩きにくさをはっきりと感じる目安である振動速度の実効振幅(車両がトラス橋上を走行している間の着目質点における速度応答振幅の2乗の平均値の平方根)は1.7cm/sec(振動限度という)が報告されている³⁾。

図一5は各路面凹凸に対する走行速度と最大振動速度応答および実効振幅の関係を示したものである。なお、この場合の車両台数は1台である。最大速度応答および実効振幅とも走行速度が大きくなるほど、かつ路面状態が悪くなるほど、その値は増加している。この傾向は着目質点に関係なく同じであり、その値にも大きな差異は見受けられない。使用性に注目すると、最大振動速度は



図一5 最大振動速度応答と実効振幅

通常の走行速度(40km/h以上)では、路面状態が良および普通の場合は着目質点に関係なく振動限度を大きく超えているが、これは一瞬のことでありそれ程影響はないと考えられる。これに対して実効振幅は、路面状態が良の範囲内では走行速度が60km/h以上にならないければ振動限度を超えることはないようである。しかし、橋梁の使用期間が長くなり路面状態が悪化してくれば、60km/h以下の走行速度でも振動限度を超える場合が生じる可能性がある。よって、使用性の面からは路面状態の十分な管理が必要と思われる。

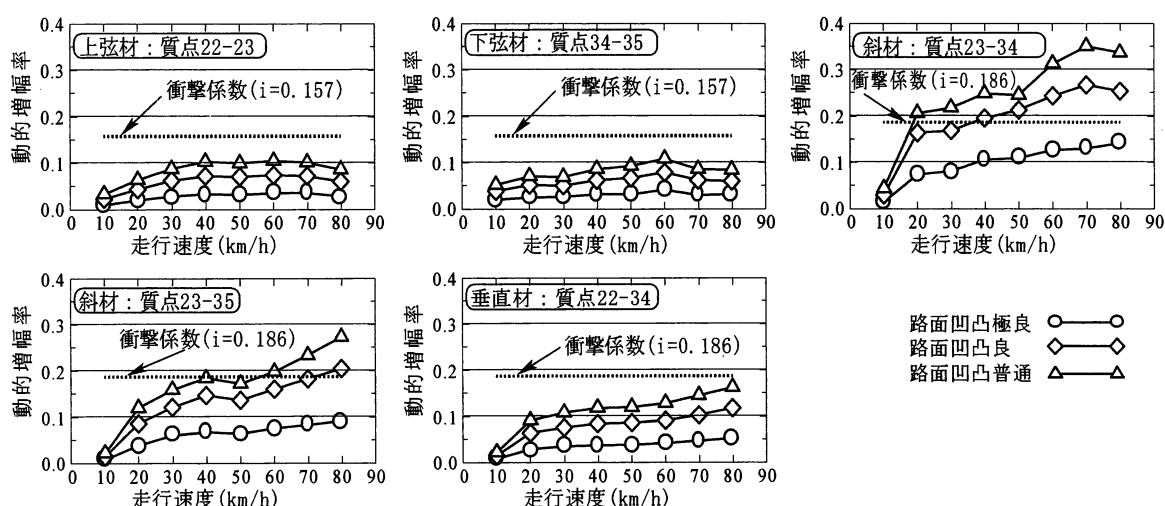
3. 4 動的増幅率

図一6は各路面凹凸に対する車両の走行速度と動的増幅率の関係を示したものである。なお、このときの車両台数は1台であり、動的増幅率は次式により求める。

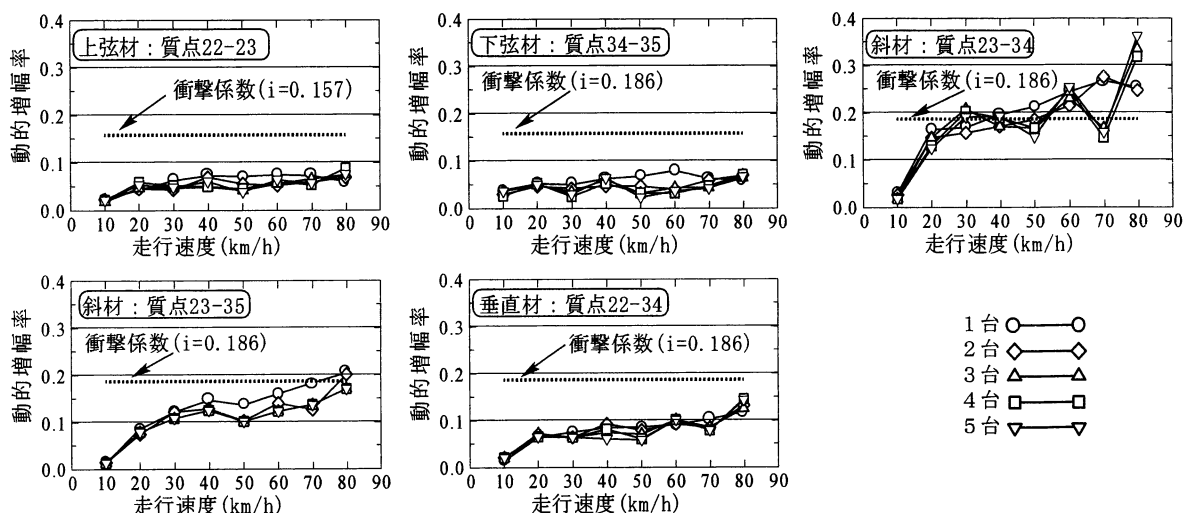
$$\text{動的増幅率} = N_{Dmax} / N_{STmax} - 1$$

ここに、 N_{Dmax} は部材力の動的最大値、 N_{STmax} は静的最大値である。また、図中の衝撃係数は道路橋示方書⁴⁾に規定されている $20 / (50 + L)$ を用いて求められた値であり、 L として上・下弦材は支間長($L=77\text{m}$)、斜材と垂直材は支間長の75%($L=57.75\text{m}$)を用いている。上・下弦材については走行速度が増加しても動的増幅率に大きな変化はなくほぼ一定の値を示している。これに対して、腹材である斜材や垂直材では走行速度の増加とともに動的増幅率も大きくなっている。また、同じ斜材でもその傾きの違いによって動的増幅率の値はかなり異なるようである。

路面凹凸の良否に対しては、当然ではあるが路面の凹凸状態が悪くなる程動的増幅率の値は大きくなっている。特に斜材ではその影響が他の部材に比べて顕著に現われるようである。また、現行の道路橋示方書に規定されている設計衝撃係数値と比較してみると、上・下弦材および



図一6 走行速度による動的増幅率の関係(路面凹凸を変化させた場合)



図一7 走行速度による動的増幅率の関係(車両台数を変化させた場合)

垂直材では現行の設計衝撃係数は、過大評価気味であるのに対して、斜材では路面状態が悪くなると過小評価の恐れが伺える。

図-7は車両の走行速度に対する車両台数と動的増幅率の関係を示したものである。これらの図を見る限りにおいては各部材とも1台走行の場合も複数台走行の場合も値に大きな差は生じないようである。

4. あとがき

ここでは上路式ワーレントラス橋を対象として、車両走行による動的応答特性について検討した。得られた知見を要約すると以下のようである。

- (1) 卓越振動数は、支点上の質点以外では通常の走行速度(40km/h以上)であればほぼ一定となり、その値はトラス橋の2～4次モード(3.0～8.0Hz)に対応している。これに対して支点上の質点では22～23Hzとかなり大きな値となるようである。また、卓越振動数は路面凹凸の良否には関係しないようである。
- (2) 走行速度が10km/h付近では全ての質点の卓越振動数はトラス橋の1次固有振動数に近い値を示すことから、車両走行実験において、車両を低速で走行させたときの応答波形からトラス橋の1次固有振動数が推定できる可能性が伺える。
- (3) 床版の振動速度応答の実効振幅を求め歩行者に対す

る振動感覚面からの使用性について検討した結果、路面状態が良い場合は振動限度を超えることはほとんどないようであるが、路面状態の影響は大きく、その十分な管理が必要と考えられる。

(4) 部材の部材力に基づく動的増幅率を用いて設計衝撃係数の検討を行った結果、上・下弦材および垂直材では現行の道路橋示方書の規定値は過大評価気味であるのに対し、斜材では路面状態が良くない場合には過小評価の恐れがあるように思われる。

しかし、これらは一解析例であり、今後さらに実験結果等もふまえた異なる種類のトラス橋を対象とした検討が必要である。

【参考文献】

- 1) 小堀他：平面的に折ったトラス橋の振動特性—東山橋一、橋梁と基礎、vol. 14、No12、pp. 19～25、1980
- 2) 本田他：道路橋の路面凹凸パワースペクトル密度に関する調査、土木学会論文報告集、No315、pp. 149～155、1981
- 3) 梶川：振動感覚を考慮した道路橋の使用性解析に関する考察、土木学会論文報告集、第304号、pp. 47～58、1980
- 4) (社)日本道路橋協会：道路橋示方書・同解説、I 共通編、1996。

桜島土石流流出火山灰の三軸せん断特性

岡林 巧†¹・宮田 俊哉†²・兵動 正幸†³・荒牧 憲隆†⁴

Characteristics of Triaxial Shearing Stress in Run-off Volcanic Ash of Mt.Sakurajima Debris Flow

Takumi OKABAYASHI, Toshiya MIYATA
Masayuki HYODO and Noritaka ARAMAKI

Mt.Sakurajima restarted the volcanic activity in 1955. Since then, Mt.Sakurajima has frequently repeated big and small eruption activities until today. Earth and sand becomes debris flow at the rainfall and it flows to the base of a mountain. Erosion and the breakdown on the slope of the volcanic ash are important in respect of disaster prevention. The slope of this volcanic ash is from respect of the environmental protection to keeping ruin with the age, and a social serious problem. As for this problem, the Southern Kyushu region investigates also in Japan because it is an eminent high rainfall area. Earth and sand that did run-off tries to be used as reclamation material. This research is to investigate the characteristics of triaxial shearing stress in volcanic ash of Mt.Sakurajima by using triaxial shear testing apparatus.

Key Words: Volcanic ash, Triaxial shearing test, Debris flow, Run-off

1. まえがき

桜島は、始良カルデラの中央火口丘として形成され、輝石安山岩質岩石から成る複合成層火山である。また、桜島には、北岳(1,117m)、中岳(1,059m)、南岳(1,011m)の3岳を有している。1914年(大正3年)に南岳が噴火し、それまではカルデラ湾に浮かぶ島であったものが噴出した溶岩流により大隈半島と陸続きとなった¹⁾。その後、しばらく噴火活動はおさまっていたが、1955年に南岳が火山活動を再開して以来、現在でも大小の噴火を繰り返している。山体は、南岳山頂より標高500m位までは傾斜角30~40数度の斜面で、古期火山噴出物と降下火山灰から成っている。また、標高500~200m位までの地帯は、新期火山噴出物が平均20数度で堆積

し、各所で海岸まで達する溶岩原と成っている。さらに、標高200m以下の地帯は、平均傾斜角10度以下の緩傾斜ないし扇状地を形成している。一方、桜島の山体は、度重なる噴火により幾層もの輝石安山岩質溶岩流や同質砕屑物層、軽石層および近年の火山噴火による多量の降下火山灰により覆われている。

こういった地形、地質条件で標高400~500m以高の植生の極めて少ない裸地帯においては、南九州における降雨量が年間約2500mmを越す多雨地域であることに起因して、降雨に伴う激しい縦横侵食と表面侵食が常時進行し、荒廃の一途をたどっている。また、降雨時にはこれらの土砂が土石流となって山麓部に流出するために、これらの自然災害は大きな社会問題となっている²⁾。

鹿児島県は、この桜島の土石流により流出した土砂を鹿児島市沖の人工島の埋立用材として有効利用しつ

†¹ 土木工学科
†² 土木工学専攻
†³ 山口大学
†⁴ 崇城大学

表-1 試料の物理的性質

	G_s	$e_{\max}$	$e_{\min}$	U_c	$D_{50}(\text{mm})$
桜島火山灰	2.662	0.840	0.414	29.00	0.41
豊浦砂	2.634	0.951	0.603	1.20	0.21
Baskarp 砂	2.654	0.888	0.523	1.66	0.13

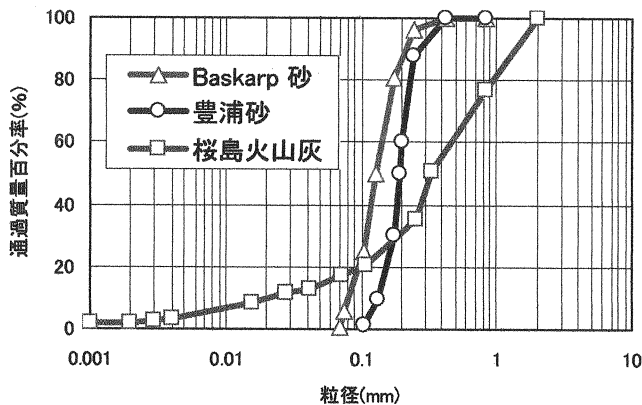


図-1 粒径加積曲線

つある。本研究は、三軸圧縮試験装置を用い、土石流として流出堆積した桜島火山灰の非排水三軸せん断特性について考察したものである。

2. 試料の物理的性質

本研究では、鹿児島県鹿児島郡桜島町黒神で採取した粒径 2mm 以下の火山灰を試料に用いた。また、今後の比較のために砂の代表例として、豊浦砂とスウェーデン産の Baskarp 砂を試料として用いた。

表-1 は火山灰、豊浦砂および Baskarp 砂の物理的性質を示し、図-1 は、この 3 試料の粒径加積曲線を示したものである。図-1 と表-1、より火山灰は Baskarp 砂、豊浦砂に比較して均等係数が大きくかなり粒度分布が良いといえる。特に、Baskarp 砂は、均等係数が豊浦砂の値より若干大きく、最大・最小間隙比もやや小さい値を示すものの豊浦砂とほぼ同様の物理的性質を示していると判断される。

3. 試験方法

三軸せん断試験は、図-2 に示すような三軸せん断試験装置を用いて図-3 の三軸せん断試験のフローチャートに示すような手順で行った。

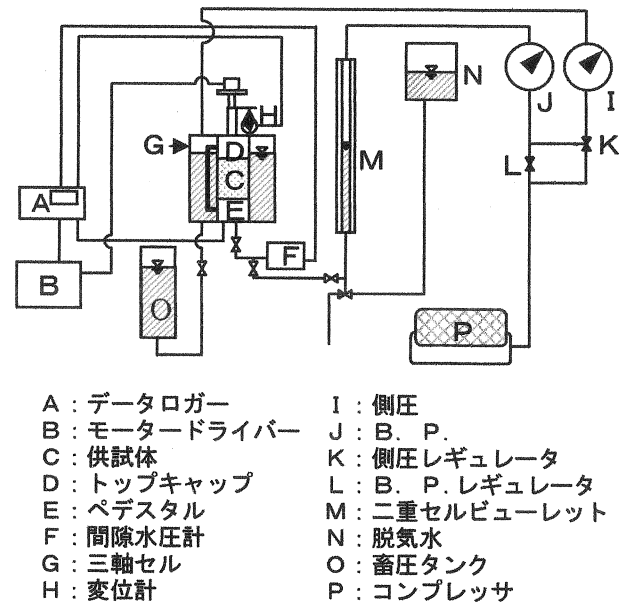


図-2 三軸せん断試験装置

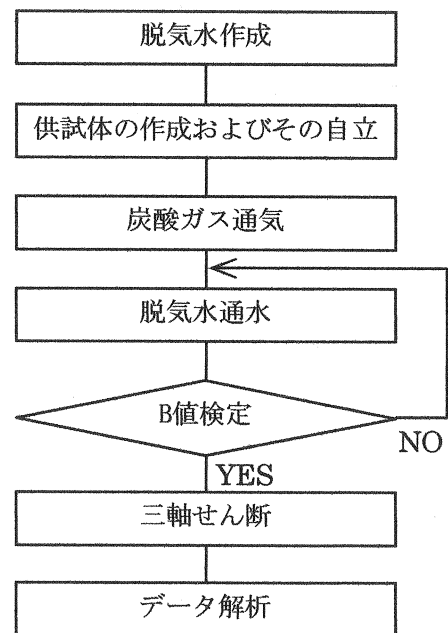


図-3 三軸せん断試験のフローチャート

まず、真空ポンプで負圧を負荷することにより脱気水を作成する。次に、設定した相対密度となるように試料の質量を計り、漏斗を用いてモールド内へ詰めた後、負圧により供試体を自立させる。続いて、高い飽和度を得るため、水に溶解しやすい炭酸ガスで供試体内の間隙を満たし、その後脱気水を通水する。間隙が脱気水で満たされたらB値の検定を行う。B値が0.92を超えていれば三軸せん断を行うが、超えなかった場合は、再度脱気水の通水を行う。その後、三軸せん断を行い、供試体破壊後得られたデータを解析図化する。

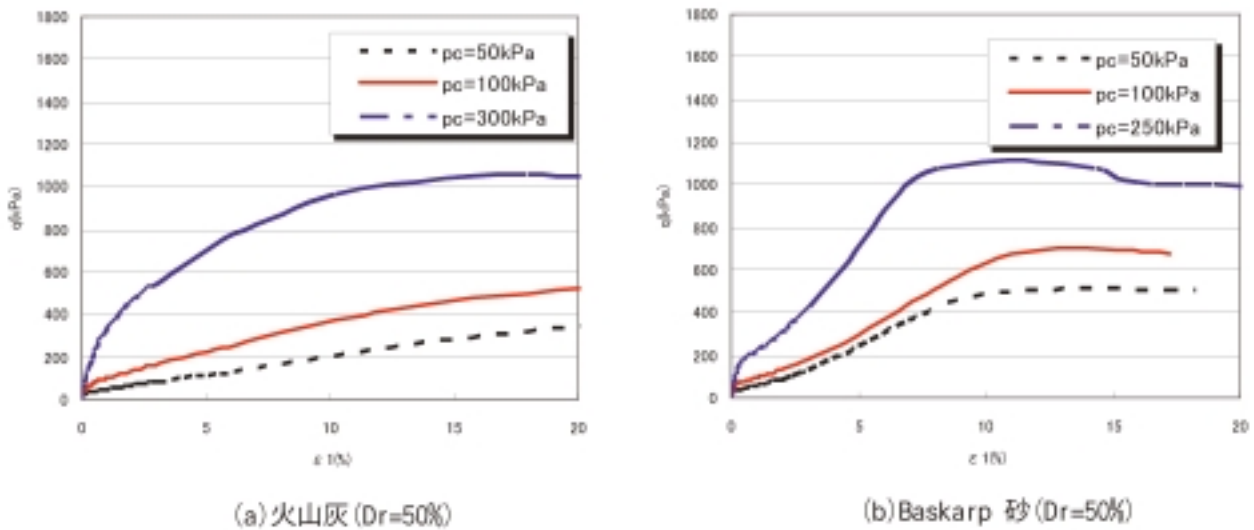


図-4 軸差応力-軸ひずみ関係 (Dr=50%)

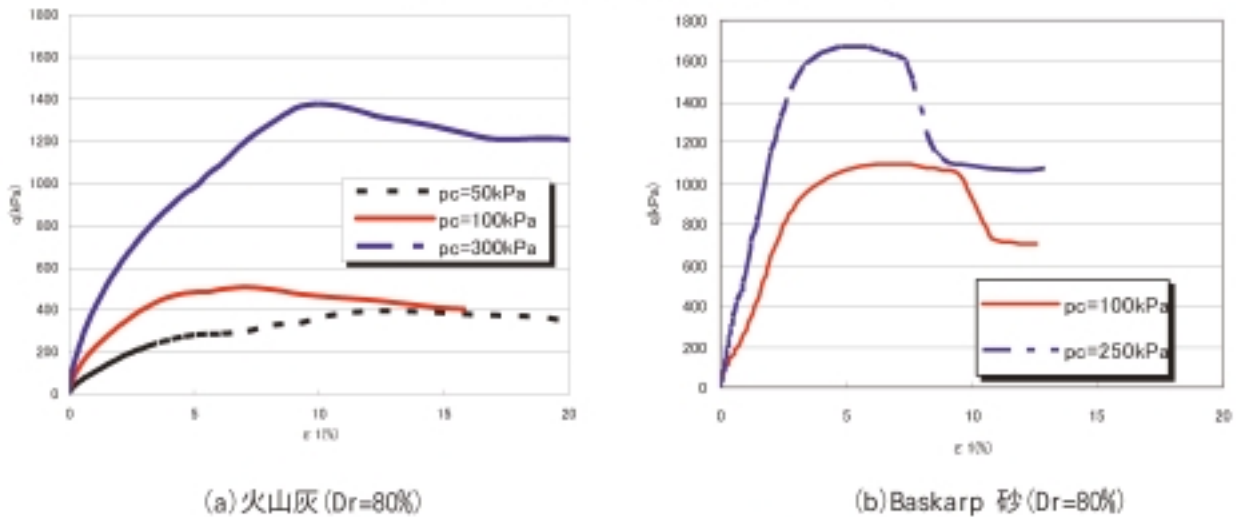


図-5 軸差応力-軸ひずみ関係 (Dr=80%)

4. 三軸せん断特性

(1) 軸差応力・軸ひずみ関係

図-4, 5 は、火山灰と Baskarp 砂の相対密度 $Dr=50\%$ と 80% における軸差応力 q と軸ひずみ ε_1 の関係を示したものである。 $Dr=50\%$ の条件では、火山灰、Baskarp 砂ともに、初期拘束圧の大きな条件ほどせん断初期で強いひずみ硬化挙動を示している。その後、火山灰は軸ひずみの増加とともに弱いひずみ硬化挙動に移行して定常状態を示しているが、Baskarp 砂は軸ひずみの増加とともに軸差応力にピーク値を示した後、弱いひずみ軟化挙動を呈して定常状態に至っている。一方、 $Dr=80\%$ の条件では火山灰、Baskarp 砂共に、せん断初期において強いひずみ硬化挙動を示す点は $Dr=50\%$ と同じである。軸ひずみの漸増とともに、初期拘束圧の高

い条件ほど大きな軸差応力にピーク値を示した後、火山灰は弱いひずみ軟化挙動を示して定常状態に至っている。他方、Baskarp 砂の挙動は、火山灰の挙動とほぼ同じであるが、同一拘束圧（例 $pc=100\text{kPa}$ ）で比較すると軸差応力のピーク値が大きい特徴を有する。

(2) 間隙水圧・軸ひずみ関係

図-6, 7 は、それぞれ相対密度 $Dr=50\%$ および $Dr=80\%$ の非排水せん断試験より得られた間隙水圧-軸ひずみ関係を示したものである。相対密度の小さな $Dr=50\%$ の間隙水圧-軸ひずみ関係は、火山灰、Baskarp 砂ともに間隙水圧は、せん断初期でいったん正の領域で初期有効拘束圧の大きな条件ほど高いピーク値を示した後、その後の軸ひずみの増加とともに負の値を示して定常状態化する傾向にある。特に、Baskarp 砂は、火

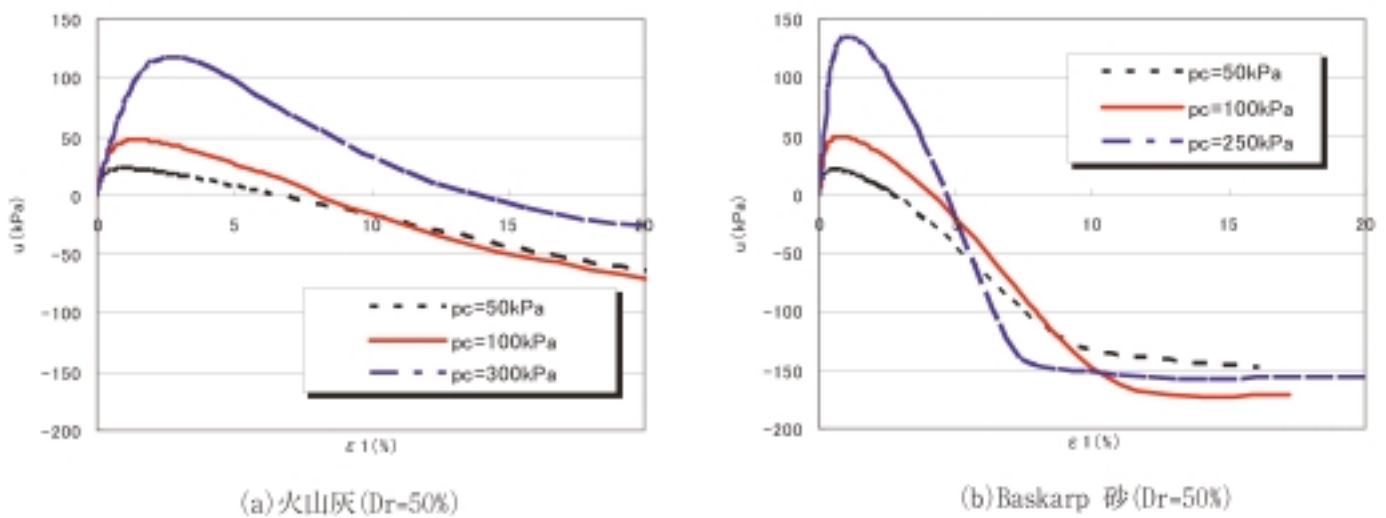


図-6 間隙水圧-軸ひずみ関係 (Dr=50%)

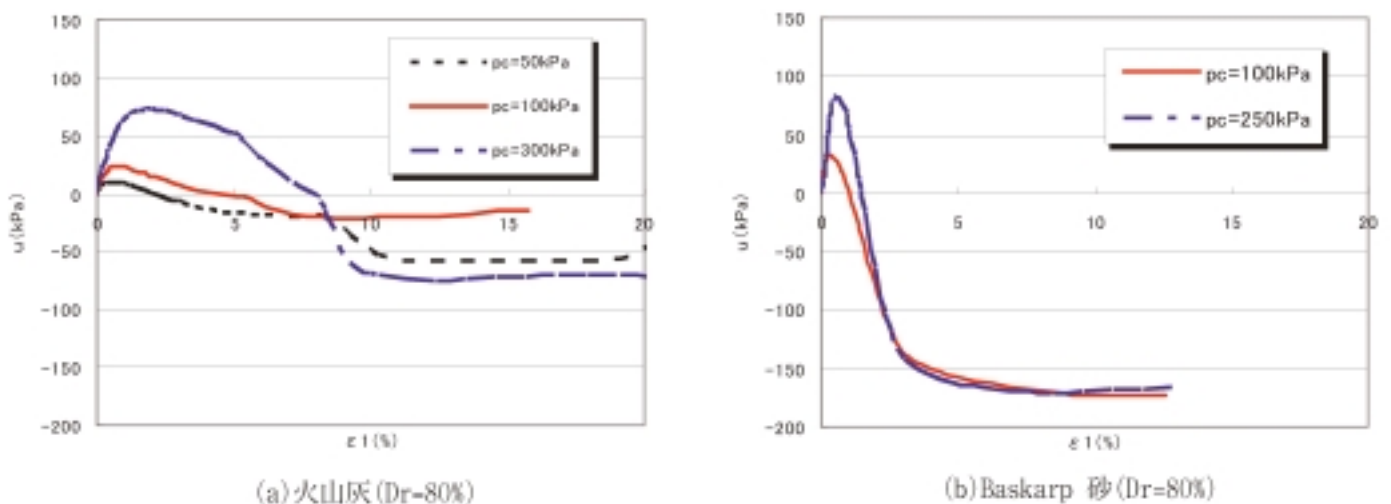


図-7 間隙水圧-軸ひずみ関係 (Dr=80%)

山灰より軸ひずみが小さなうちに間隙水圧値にピークを示す傾向が認められる。このことは、Baskarp 砂の方が火山灰に比べて早期にダイレイタンスが逆転することを意味している。他方、相対密度の大きなDr=80%の条件での火山灰とBaskarp 砂の間隙水圧-軸ひずみ関係は、相対密度の小さな場合とほぼ同様であるが、せん断中期から後期にかけての間隙水圧に不安定な挙動が認められる。これは、Baskarp 砂に比較して火山灰の粒子破砕が卓越することに起因するものと考えられる。

(3) 有効応力径路

図-8, 9 は、それぞれ相対密度 Dr=50%および Dr=80%の非排水せん断試験より得られた有効応力径路を示し

たものである。図-8 の相対密度の小さな Dr=50%での有効応力径路は、火山灰の pc=50kPa、100kPa の有効応力径路と Baskarp 砂の有効応力径路は、せん断初期において平均有効主応力 p' が減少し始め、変相点³⁾に達した後、 p' は増加に転じ、その後静的破壊線と等価な原点を通る直線に沿う形で増大し定常状態に至っている。Dr=80%での有効応力径路は、どの初期拘束圧に関しても Dr=50%においてみられた変相点は認められず、せん断初期からすでに膨張傾向⁴⁾の挙動を示し、大きな主応力差を示して定常状態に至っている。

(4) 正規化した有効応力径路

火山灰の有効応力径路に及ぼす初期拘束圧の影響をより明確にするために、図-8, 9 の q, p' をそれぞれ

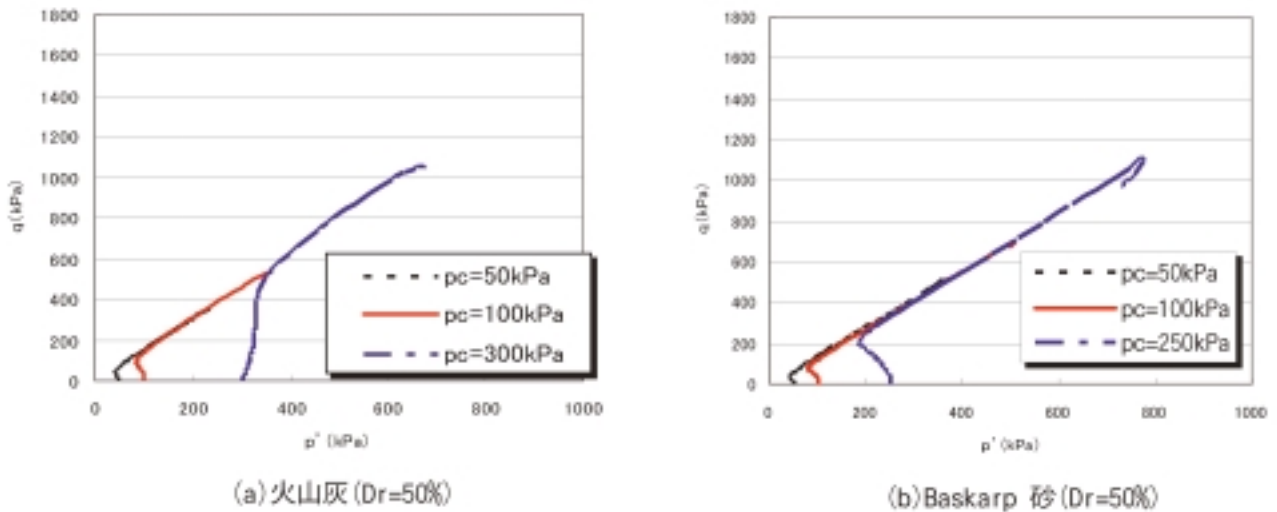


図-8 有効応力径路 (Dr=50%)

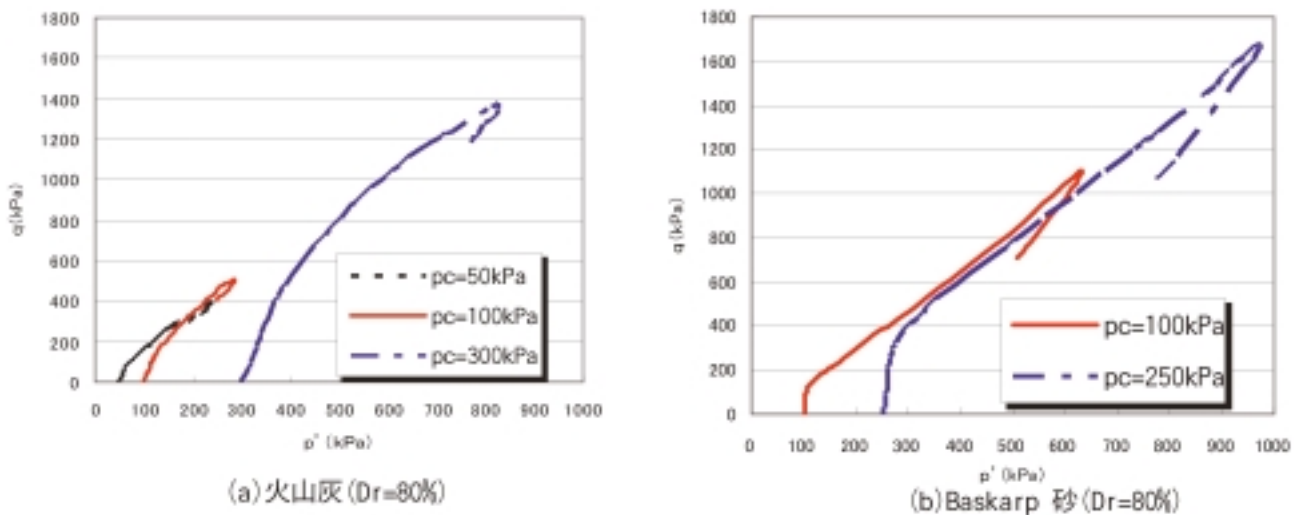


図-9 有効応力径路 (Dr=80%)

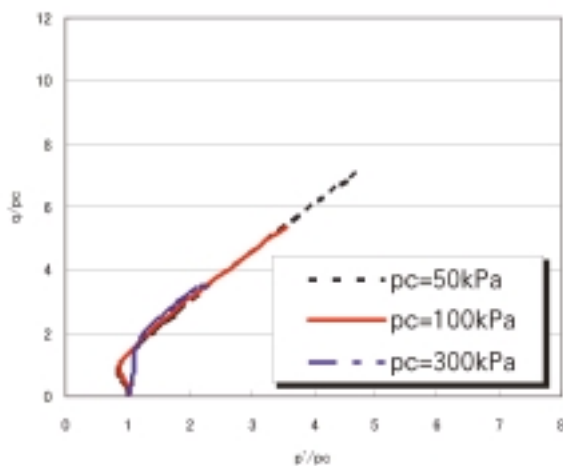
初期拘束圧 p_c で正規化したものが図-10, 11 である。図より火山灰の非排水単調せん断における正規化した有効応力径路は、初期拘束圧によらず一義的に表すことが可能であることが分かる。Dr=50%の正規化した有効応力径路は、火山灰、Baskarp 砂ともに、初期有効拘束圧が増加するに従い、最大軸差応力比は、減少傾向にある。Baskarp 砂は、初期有効拘束圧が大きくなる程、収縮傾向が卓越する。一方、Dr=80%の正規化した有効応力径路は、火山灰、Baskarp 砂ともに、大半が重なっており、初期有効拘束圧の影響は小さいことが分かる。また Dr=50%と同じく初期拘束圧が増加するに従い、最大軸差応力比は、減少傾向にある。この主要因は、拘束圧の増加に伴ない、粒子間の接触部に粒子破砕が生じ、その結果インターロッキング効果が低

減したことに起因しているものと考えられる。

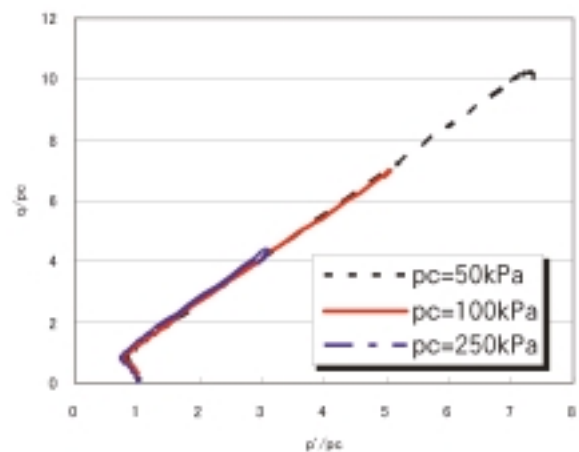
5. あとがき

本研究は、三軸せん断試験装置を用い、土石流として流出堆積した桜島火山灰の三軸せん断特性について考究した。結果をまとめると以下ようになる。

- (1) Dr=50, 80%の軸差応力 - 軸ひずみに関する Baskarp 砂の挙動は火山灰とほぼ同じであるが、軸差応力のピーク値は Baskarp 砂の方が火山灰より大きい。
- (2) 間隙水圧は、火山灰、Baskarp 砂ともに初期有効拘束圧によらず、せん断初期において正圧を示してピーク値に達した後、軸ひずみの増加に伴い負圧を示して定常値化する。

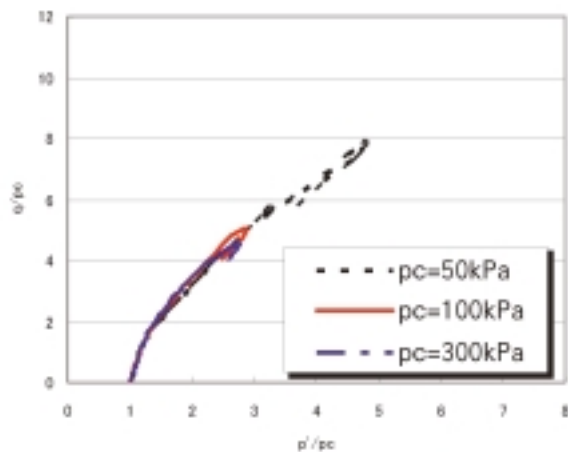


(a) 火山灰 (Dr=50%)

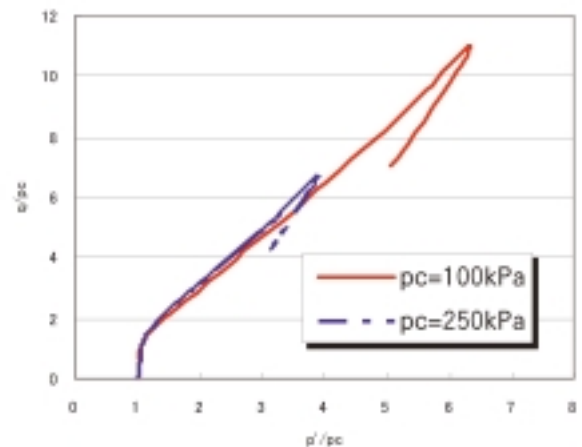


(b) Baskarp 砂 (Dr=50%)

図-10 正規化した有効応力径路 (Dr=50%)



(a) 火山灰 (Dr=80%)



(b) Baskarp 砂 (Dr=80%)

図-11 正規化した有効応力径路 (Dr=80%)

(3) 有効応力径路は、火山灰、Baskarp 砂ともに相対密度の程度に関係なくユニークな一本の破壊線に接した後、ほぼ破壊線上を動く。

(4) 初期有効拘束圧が増加するに従い、火山灰、Baskarp 砂ともに最大軸差応力比は減少傾向にあり、火山灰より Baskarp 砂の方が大きなピーク値を示す。

【参考文献】

1) 建設省九州地方建設局大隈土木事務所：桜島土石流調査成果報告書、pp. 6-34, 1982

2) 岡林、有嶋他：桜島火山灰の単純せん断特性、鹿児島工業高等専門学校研究報告 37 pp. 35-40, 2002

3) Vaid, Y. P., Chung, E. k. P. and Kuerbis R. H. :
" Preshearing and Undrained Response of Sand ",
Soils and Foundations, Vol. 29, No. 4, Dec.,
pp. 49-61, 1989

4) 岡林、兵動他：乱した一次しらすの非排水単調および繰返しせん断挙動、土木学会論文集 No. 499/III-28, pp. 97-106, 1994

土石流の検知警報システムに関する研究

橋口 孝行* 疋田 誠**

Research on Detection and Alarm System of Debris Flows

Takayuki HASHIGUCHI and Makoto HIKIDA

Debris flows were observed by using a new system of ground tremor sensor in the Nojiri River of Mt. Sakurajima, Volcano, Japan. In general, going away from valley, ground tremor by debris flow will become small and this phenomenon seems to be different from volcanic activity. To examine the phenomenon of debris flow, we carried out the outdoor experiments in the campus, and replicated the surging out of debris in an active volcano. The spectrum of ground tremor observed in the outdoor experiments is very similar to the spectrum observed in debris flows in the active volcano. We confirmed that the magnitude of discharge has a tendency to be in proportion to the size of ground tremor.

We could find that observed frequency of ground tremor distinguishes between debris flow from clear water flow. The value of frequency is from 50 Hz to 100 Hz for debris flow and less than 50 Hz for clear flow. Our trigger system of detecting the volcanic debris flow is available to detect the occurrence of land-slide, snow avalanche and so on.

Key words: alarm system, detection of debris flow, disaster prevention, ground tremor

1. まえがき

桜島をシンボルとする鹿児島県では、台風や集中豪雨の時期になると、多くの土砂災害が頻発し、尊い人命が失われ、多大な社会的損失が発生している。土石流警報のあり方には色々な問題点が指摘されている。例えば、気象台や県の提供する雨量情報のみでは土石流に対する住民避難に間にあわず、各種災害情報がうまく伝達されないこと、人為的ミス等の防災システム自体にも欠陥が散見されること、電話回線が錯綜し、各家庭の電話が利用不可になる状況の発生などである。本研究は、これらの諸問題に対して、避難情報を1つ（従来：雨量）から3つ（①雨量、②監視カメラ、③振動センサー）へ増やすように改善し、また情報を危険地域住民に早く伝えるために現在普及率の高いパソコン、携帯電話を用い、災害を最小限に食い止め、住民に安心してもらえるような土石流検知警報システムを開発し、模索するものである。

*専攻科 土木工学専攻

**土木工学科

2. 土石流の概要

2. 1 土石流の定義

土石流、落石などが挙げられる。これらの現象を整理すると、斜面崩壊（落下により移動）、地すべり（滑動）、土石流（流動）に区別される。これら土砂災害を引き起こす原因としては、堆灰、降雨、融雪等がある。土砂災害が発生すると周辺の住民、施設等に対し、多大な人的・物的被害をもたらす。

1) 斜面崩壊・地すべり

斜面崩壊とは、がけ崩れ、山崩れ、人工斜面の崩壊などの総称である。崩壊は、地すべりと比べると規模が小さく、急傾斜地において突発的に発生し、移動速度が速い。斜面崩壊の発生に係る要因としては、雨量、斜面の勾配、斜面形、地質条件等がある。

地すべりは斜面崩壊よりも一般的に大規模で継続的なもので、比較的緩勾配でも発生し、多大な被害をもたらす危険性がある。誘因としては地下水の影響が大きく、台風、梅雨の他、融雪時にも発生する。

例1. 始良ニュータウンの斜面崩壊(1993年8月)

例2. 鹿児島市内の団地の崖くずれ(1993年8月)



写真-1. 斜面崩壊・崖崩れ（鹿児島市小山田）

2) 土石流

土石流は、土砂や岩石が水と混合し液体となって谷、溪床など地形の低所に沿って流下するもので、豪雨、地震等による崩壊土砂の流下、渓流をせき止めていた崩壊物の再崩壊による流下、洪水流による溪床堆積土砂の流下、地すべり土塊の流下等のケースがある。豪雨による土石流は、先頭に岩塊や樹木の集中する盛り上がりを持ち、後方に細粒物質と洪水流が続く。土石流の速度は速いもので時速 60 km 近くにもなり、斜面崩壊等と比べ移動距離が長い。

例 1. 桜島の火山性土石流

例 2. 国道 10 号沿いの土石流（1993 年 8 月）

例 3. 出水の土石流（1997 年 7 月）



写真-2. 竜ヶ水の土石流災害（1993.8.6）

2. 2 鹿児島県の気象台による土石流警報の現状

鹿児島県では土砂災害発生予測情報システムを構築した。これは、鹿児島地方気象台や鹿児島県の雨量情報を利用して、土砂災害の発生予測を行うものである。

1) 現在、日豊本線は雨が降る度に列車が不通になることが多い。

雨量情報のみによる避難警報を過大視しているとの指摘が多い。

2) 水俣の土石流（2003 年 7 月）では、雨量情報伝達の人為的ミスが発生している。

3) 土石流発生・不発生に対する危険指標の設定は、学術的にみても十分でなく、問題がある。

4) 土石流発生時に対して、住民避難に間に合わない可能性が高い。

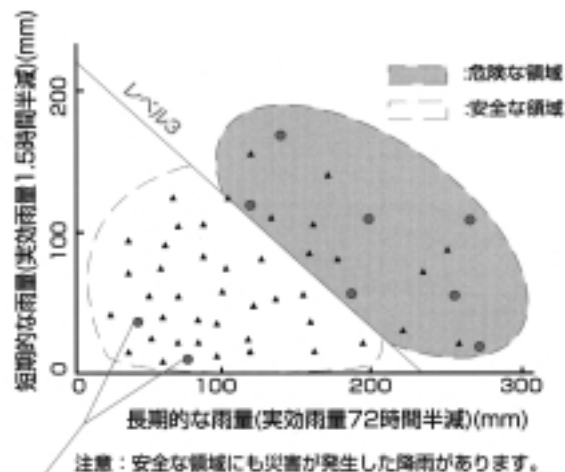


図-1. 鹿児島県土木部資料：鹿児島県土砂災害発生予測情報システム

図-1のグラフを見ると、危険な領域で土石流は多く発生している。しかし、安全な領域でも土石流が発生する恐れがあることが分かる。これから、雨量情報のみによる土石流の発生予測は不確実であると言える。したがって、避難情報を1つ（従来：雨量）から3つ（①雨量、②監視カメラ、③振動センサー）へ増やし、避難警報が危険地域住民に早期に伝達されるように改善することにより、災害を最小限に食い止め、住民に安心してもらえるような土石流検知警報システムの開発に焦点が絞られてくる。

2. 3 土石流の検知センサーの比較

現在土石流を検知できるセンサーとして様々なものがある。これらのセンサーには様々な得失がある。これらの長短所を調べ、比較することにより、今研究で用いる土石流検知センサーとしてどのセンサーが実用的か吟味検討した。

①ワイヤーセンサー

長所：価格が非常に安い。

短所：小規模な土石流は検知できず、土石流は、第1波、第2波、第3波と連続で発生する。この方法では、第2波、以降の検知が出来ず、土石流の規模の大小判別が出来ない。その上、無人化できず、維持管理費に多額の費用が掛かる。

②音響センサー

長所：価格が比較的安い。

短所：設置場所の構造物等で影響を受けやすく、雨や風などの音で誤動作する欠点がある。

③超音波センサー

長所：固定河床である流路工等であれば、安定した流量測定ができる。

短所：土石流の発生する上流の山地渓流では河床が上昇・下降し、精度が大きく低下し、土石流の衝撃力の大小が判別できない。

④光センサー

長所：固定河床である流路工等であれば、安定した流量測定ができる。

短所：人・動物・倒木等で誤動作する。また、火山灰や微細砂・チリ等で光の透過度が減少し、降雨時に誤動作が発生する。

⑤振動センサー

長所：山地溪流や土砂崩れ現場での検知センサーとして最適である。また、農作物盗難対策、イノシシ等の被害にも有効である。

短所：火山活動や地殻変動による地震、自動車や人の移動による地盤振動などがあり、誤動作の原因になる。

(注、量産すれば低価格化が可能)

振動センサーは、現在、野尻川で使用されている地震計センサーの監視装置と、試験的に購入した安価なセンサーを使用することにした。振動センサー（高感度加速度計:TEAC-710Z, 圧電型加速度計:TEAC-708LF）による土石流観測の原理は流路工に加わる土石流の衝撃力を加速度として計測する方法によるもので、高感度地震計と同じものを使用する。これにより土石流によって発生する微動振動をとらえ、その信号をセンサアンプで増大させ、遠隔地にあるデータ収集装置へ転送し、複数回発生し通過する土石流を監視することを可能にした。

2. 4 桜島の火山活動の現況

桜島は1957年以降継続して火山活動を続けている。火口から噴出される火山灰は、山頂付近に堆積し、降雨を引き金として土石流が数多く発生して、地域住民に多大な被害をあたえている。土石流は少量の降雨においても発生しやすく、活発な時は、野尻川で年間15～20回、全島でも年間約70回と日常化している。この土砂災害を防止するために様々な対策がとられてきているが、災害発生に関する要因は非常に複雑で、火山の活動状況に伴う火山噴火の土砂生産量に左右される。土石流発生は豪雨と降下火山灰にみまわれ、観測状況は劣悪であるために困難である。桜島では火山性地震が群発するなど、火山活動が活発化することが多く、それに伴い発生する土石流にも細心の注意が必要である。

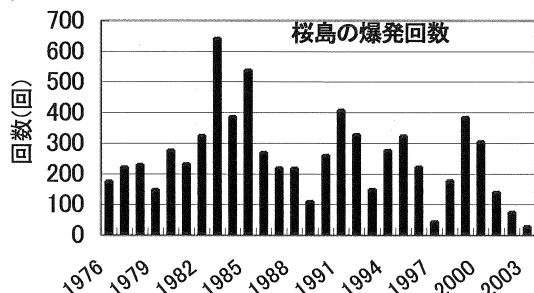


図-2. 桜島の爆発回数の推移

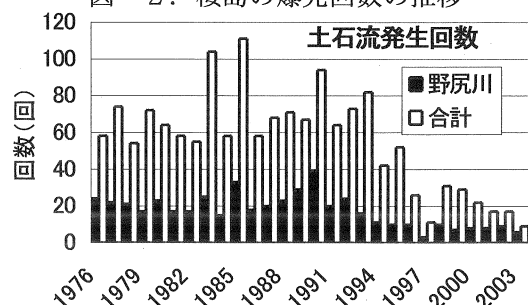


図-3. 桜島の土石流の推移

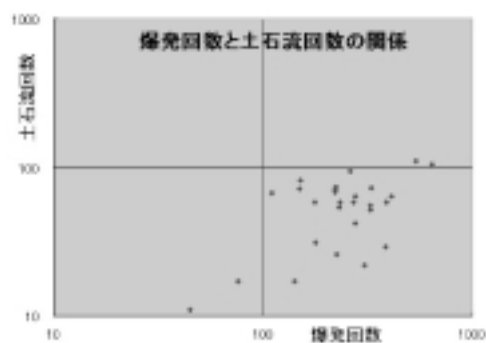


図-4. 爆発回数と土石流回数の相関図

図-4は横軸に爆発回数、縦軸に土石流の発生回数を示している。爆発回数が400～600回の時に土石流が多発している。爆発回数が多いときには土石流回数は多く、爆発回数が少ない時には土石流回数も少ないことが分かる。しかし、比例関係になっているのだが傾きがずれていることが分かる。このずれは、土石流の発生原因が爆発だけではなく、降雨量や降灰量も影響しているからだと考えられる。

2. 5 土石流研究の経緯

従来、土石流検知システムとしては、流路工を直接横断するワイヤーや光センサー、間接的にとらえる音響センサーが用いられてきた。本研究は、1979年からの鹿児島県の協力を得て、桜島の北側に位置する長谷川の土石流をワイヤーセンサーによる土石流検知線の切断及びビデオカメラによる土石流映像の記録の集積を行ってきた。1994年度、長谷川の堤防に振動センサーを埋め込み、大規模な土石流であればうまく作動することを確認した。また、トリガユニットやビデオデッキの故障が続き、機器の改良を行ってきた。桜島の火山活動中の南岳に近い野尻川に振動センサーを埋め込み改良型の観測システムを設置し、DAT装置のデータとして確実に入手することが可能になった。

①1991年度

中原嘉久・下尾崎隆博

地震計による土石流監視システムの開発

自動車通行による地盤振動の応答解析を行った。問題として、深い所に地震計を設置すると地盤振動に対する信号の減衰が大きく、ノイズと車両による振動が同設定の値となり、トリガユニットの設定が難しい。

②1992年度

藤田悦郎・山智弘

地震計による土石流観測システムの設置について

土石流と地盤振動の応答特性を調べる事により、土石流、火砕流の発生・流動過程、発生規模を推定するために長谷川に地震計を設置した。

③1993年度

川崎康智

桜島における地震計を用いた土石流監視システムの開発

長谷川よりも土石流が頻繁に発生し、規模の大きい野尻川に地震計を設置した。

④1994 年度

福重祐史・福島隆博

桜島野尻川における振動センサーを用いた土石流観測

微弱な振動も感知できる地震計を野尻川に設置した。比較的雨量の少ない時期（5月）に発生した土石流の観測を行った。

⑤1995 年度

深野木博文・松村明正

桜島野尻川における振動センサーを用いた土石流監視システムの開発

右岸堤防上で自転車走らせた場合、震動センサー付近で礫を落下させた場合、自然の状態での火山性微動の場合の震動センサーの模擬実験を行った。

⑥1996 年度

堂森亮・前村洋作

地盤振動による土石流計測システムの開発

地盤の微弱震動をとらえる新しいシステムを採用し成功した。

⑦1997 年度

築瀬純矢

地盤振動による土石流計測システムの開発

震動データの解析を行った。

⑧1998 年度

前村武生

土石流モデルによる地盤振動のニューラルネットワークモデルの検討

地盤振動データとニューラルネットワークを用いた土石流のハイドログラフの推定法について水理学的考察を行った。

⑨1999 年度

大園一磨・福満陽平

土石流による地盤振動の伝搬に関するシミュレーション実験

野尻川に設置した土石流の振動データの解析をした際、 x , y , z の各方向成分に一貫性がなく解析が困難であったため土石流による地盤振動に関するシミュレーション実験を行った。

⑩2000 年度

平岡旭洋・今釜洋明

土石流による地盤振動の伝搬に関するシミュレーション実験

地盤震動をシミュレートする実験装置を用いて、 x , y , z の方向のそれぞれの震動について、解析ソフト（DADisp）を用いて解析を行った。

⑪2001 年度

前園英俊・満塩健太

土石流による地盤振動の伝搬に関するシミュレーション実験（流路工の河床条件の影響）

解析ソフト（Flex Pro）を用いて、地盤振動データの解析を行った。

⑫2003 年度

水流彰太郎・徳田浩史

渓谷河川における土石流のシミュレーション実験

渓谷河川を水理実験室の横に作成し、地盤振動データの解析を行った。

⑬2003 年度

橋口孝行・八反田周吾

土石流検知警報システムの開発

監視カメラによる画像のモニタリングと土石流による地盤振動データのモニタリングを行った。

3. 土石流の検知センサーの検証

3. 1 実験の概要

土石流検知警報システムの開発というテーマで行われている本研究において、ひとつの大きな課題となるのが、土石流を的確に検知するために、どの土石流検知センサーをどの位置に設置すればよいかということである。この章では、それを明らかにするために土石流検知センサーの選択から実験、また、その比較検討を行った。

3. 2 土石流検知センサーの選択

実用的で普及しやすいセンサーとして、①音響センサー、②超高感度の3軸加速度計、③高感度の1軸加速度計、④ジオフォン(Geophone)の4種類を検討した。まず、①音響センサーは、信号ケーブルが複雑(5芯)で延長が容易でなく除外した。②超高感度の3軸加速度計は高価であり、普及面に難点がある。また、超高感度であるため、今研究で行ったような規模の小さい場所ではノイズが入り良いデータが得られなかったため除外した。そこで、比較的安価な③1軸加速度計と④ジオフォンの比較検討を進めた。



写真-4. 3軸加速度計



写真-5. 1軸加速度計



写真-6. Geophone

3. 3 土石流による地盤振動の再現

土石流の発生・通過を再現する方法として、実際の土石流の振動周波数に近く、土石流通過現象も表すことができるパイプロプレート（走行速度 25～27m/min, 振動周波数 91.7Hz）を用いることにした。パイプロプレートで、平坦な地面を高速と低速で走行さ

せることにより、地盤振動を移動方向に与えて行き、擬似的に土石流の通過による地盤振動を再現させるものである。ただし、振動センサーの設置に関してパイプロプレートの進行方向をX軸とし、直角方向をY軸とする。



写真-7. パイプロプレート



写真-8. 実験風景

3. 4 土石流検知センサーの実験結果と比較



図-5. 土石流通過時の地盤振動の時間的推移 (野尻川, 1997.9.16)



図-6. パイプロプレート通過時の地盤振動の時間的推移 (3軸加速度計)



図-7. パイプロプレート通過時の地盤振動の時間的推移 (1軸加速度計)



図-8. パイプロプレート通過時の地盤振動の時間的推移 (Geophone)

実験で得られた波形を見ると、パイプロプレートが振動計に近づくにつれてだんだん波形が大きくなり、振動計の横を通過したと思われるときピークが表れていることが分かる。この波形のあらわれかたは、実際の土石流の波形と擬似している。したがって、今回の実験は、土石流の発生・通過を再現する方法として良好である。

また、図-7の1軸加速度計の実験波形を見てみると、ピークが2つでていることが分かる。これは、走行場所が平坦ではなかったため、凹凸部分で振動の減衰が生じてしまったためだと思われる。今後の課題として、運動場のような広い平坦な場所での実験を行い、凹凸な場所との波形の比較も吟味検討したい。

3.5 地盤振動の動的表示について

図-9, 10は、振動センサーに有線で接続された検知装置と監視装置（パソコン端末）の間を無線LANで接続し、パイプロプレートの走行実験による地盤振動をオンライン表示させたものである。Visual Basicでグラフ化しているが、縦軸に地盤振動の大きさ振幅(V)と周波数(Hz)を4秒おきに受信している。また、このグラフは Visual Basic でグラフ化しているため縦軸の振幅(V)、周波数(Hz)、横軸の時間の値を容易に変えることが可能である。振幅は、センサーの微動振動により発生した加速度を変換したもの、振動周波数は、電圧変動に対しての1秒間の分割数である。

下のグラフは、パイプロプレート走行実験時の周波数と電圧をプロットしグラフ化したものである。

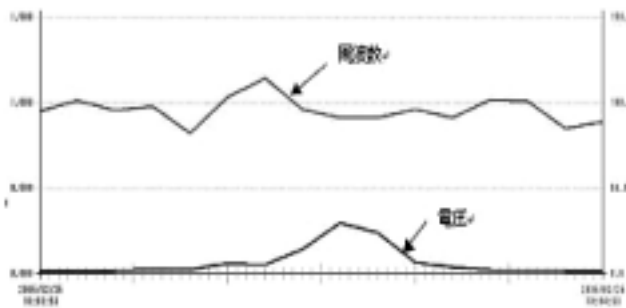


図-9. 地盤振動の監視プログラムの実行例

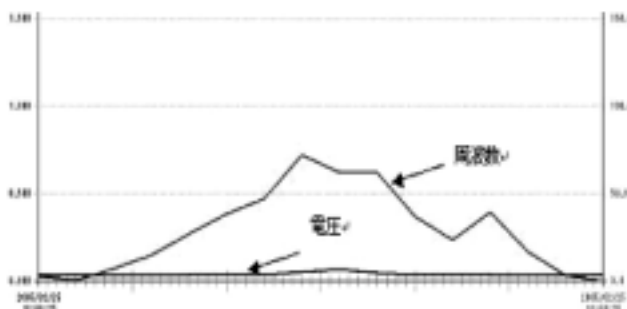


図-10. 地盤振動の監視プログラム実行例

グラフから言えることは、それぞれの振動センサーの検知することのできる項目についての向き・不向きがあることが分かった。Geophoneと1軸加速度計の表示結果を比較すると、周波数と電圧のデータの現れ方が全くちがう。Geophoneにおいては、ある程度の周波数のピークが現れているが、電圧に大きな変化はみられなかった。これは、Geophoneが加速度計ではなく速度計だということが原因の一つだと考えられる。相対して、1軸加速度計は電圧のピークが現れ変化があるが、周波数に変化はあるのだが好ましいデータを得ることができていない。1軸加速度計に関しては、周波数が0にならないのは、1軸加速度計特有の特性が原因だと考えられる。

つまり、土石流の周波数の測定においてはGeophone、電圧の測定においては1軸加速度計を用いることが有効だと考えられる。

3.6 Geophoneと1軸加速度計の相関図について

図-11のグラフは、縦軸にGeophoneの電圧(mV)横軸に1軸加速度計(gal)を表示したものである。このグラフよりセンサーの特徴を解析した。

どの条件のデータも、比例関係になった。1軸加速度計の値が大きくなればGeophoneの値も大きくなるのだが、2つのまとまったグラフを比較すると縦軸の値にずれが生じている。これより、Geophoneの感度は不安定といえる。高速と低速では、データに大きなばらつきが見られなかった。これより、土石流の通過スピードに関係なく土石流検知センサーは電圧を測定できるといえる。

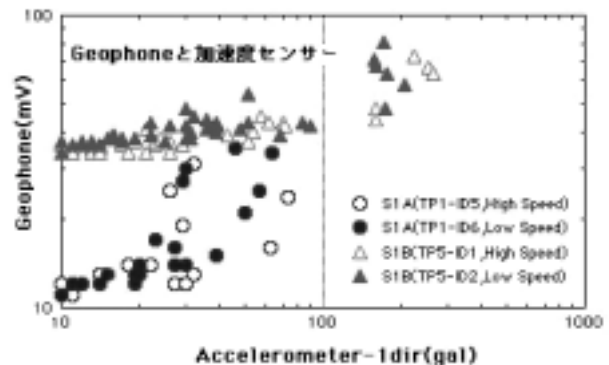


図-11. Geophoneと1軸加速度計の関係

4. 土石流の警報システムの構築

4.1 警報システムの概要

図-12は、土石流検知警報のシステム構成図である。土石流の発生が予想される危険渓流地域に土石流検知用の地盤振動ロボットを2つ設置。IT技術を導入し、無線LANをシステムに組み込み、データを収集する。更に、中継所を経て、携帯電話等を使用し、土石流の災害状況（兆候）を早期に危険渓流地域に住む住民へ伝達、被害を最小限に食い止める。

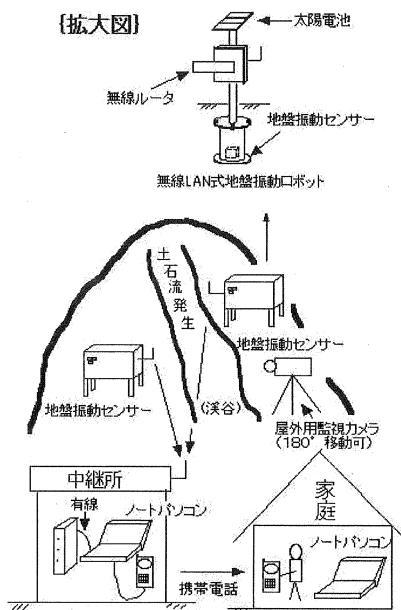


図-12. システム構成図

4. 2 土石流警報システムの特徴

本システムは、山地渓谷の地区公民館等が自主防災組織で導入可能なシステムであり、

- ①開始直後から監視用の雨量計（雨量情報）
- ②降雨開始直後から土石流監視カメラ（映像情報）：KX-HCM170
- ③緊急避難警告用の振動センサー（地盤振動情報）

これらの複合情報を無線LAN及び携帯電話を用いて情報伝達させる。例えば、竜ヶ水や出水市針原川のようなケースに対応する土石流災害監視システムとして、降雨と振動センサーを用いて、地盤の挙動・兆候を検知、確実な地盤振動情報、つまり土砂災害に対する最も危険度の高い高品質の避難情報が入手可能となる。従来の雨量情報のみでは住民避難の判断に迷うケースが多発し、防災体制の大きな問題になっている。

危険渓流地域に土石流検知警報の地盤振動ロボットを、例えば5台設置する。その結果、土石流がどこで発生するか分からない問題を解消できる。即ち、土石流によって、検知装置（1カ所）が流失しても、他の4つの検知装置で補完できる。このようなシステムであれば下流の住民に確実な警戒避難警報を流すことができる。

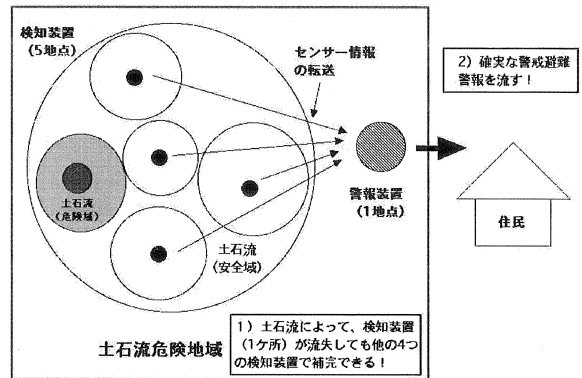


図-13. 警報システムの考え方

4. 3 警報システムにおけるネットワークの概要

1) 監視カメラセンサーからの画像収集

図-14はデータ通信の概要図を示している。ネットワークカメラを用いると、パソコンからカメラのアドレスにアクセスすることで、簡単に画像を見ることができる。パソコンからカメラを直接コントロールし、上下・左右に首振り操作することもできる。本製品は、パソコンだけでなく携帯電話からもカメラコントロールを、直接行えるようにしている。写真-9は、土石流実験の様子を監視用のネットワークカメラで撮影している様子である。写真-10は、その画像情報を無線LANで経由し、パソコンでモニタリングしている映像である。この原理を利用すれば、土石流発生時の様子を早期に土石流危険地域の住民に知らせることが可能である。

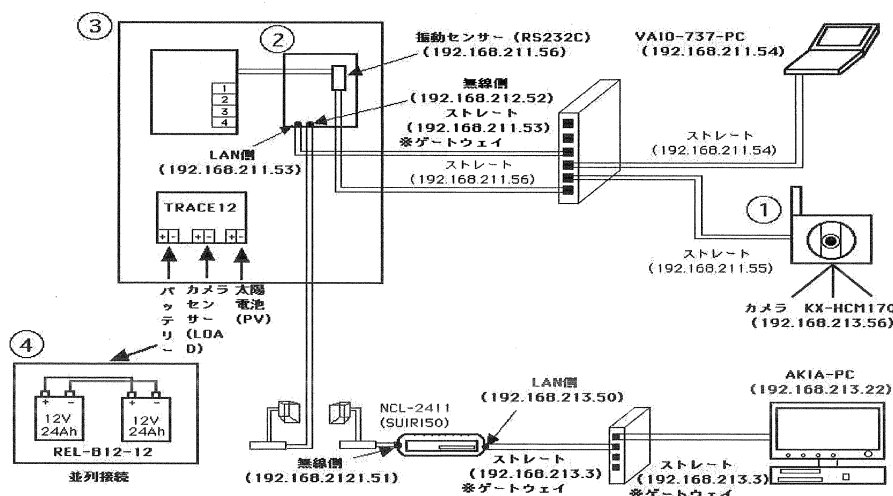


図-14. データ通信の概要図

2) 通信実験

溪谷河川における土石流のシミュレーション実験と通信実験

土石流の検知については、高専の屋外キャンパスに砂防河川のモデルとなる溪谷斜面を作成し、石を転動させ、シミュレーション実験を行う。即ち、地盤振動は振動センサーにて土石の流下の様子を感知検出させ、

データレコーダに取り込み、解析ソフト（FLEX PRO 等）を用い、信号分析する。これらの動作確認は有線で行う。その後、屋外用監視カメラもセンサーの一つとして組み込み、無線 LAN と携帯電話回線による画像データ及び土石流による地盤振動データの通信試験を行う。



写真-9. 監視カメラの設置



写真-11. 溪谷河川（水理実験室）

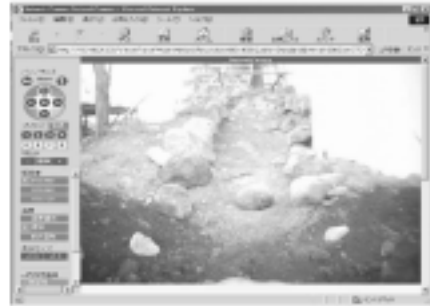


写真-10. パソコンでのモニタリング

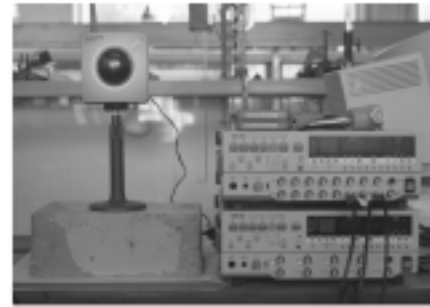


写真-12. データレコーダ
右上：型式 RD-130TE DAT
右下：型式 RD-120T PCM

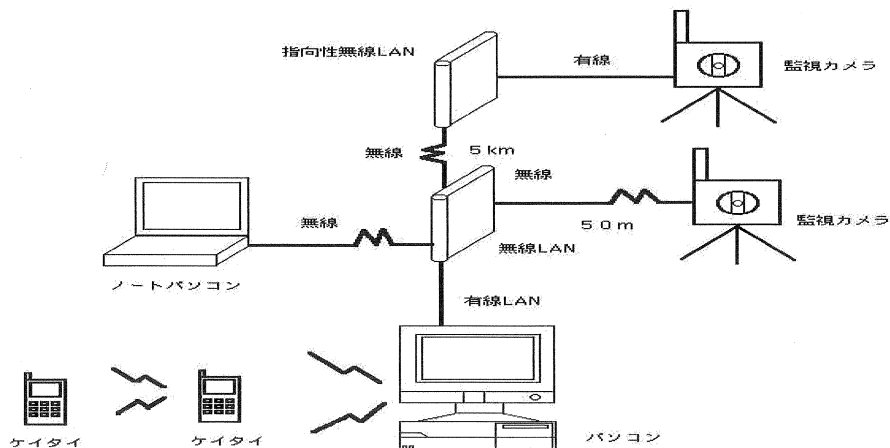


図-15. 通信実験回路図

5. 土石流の地盤振動の検証

図-16 は、1997 年 9 月 16 日に発生した桜島野尻川における土石流の地盤振動の時系列データである。Sensor-1 と Sensor-2 は流れ方向（X 軸）に 100m 離れている。データは合計 7 個（A～G）のデータとして区分され、概ね 10 分間毎の連続記録である。これらのデータは膨大であるので、データにソーティング

（3 万個のデータを大きい順に並べ、1/10 個を抽出し、移動平均値を求める）をかける。その後、時系列データとして、3 秒間隔に、振動レベル S と振動周波数 f を表示している。

図から、土石流発生状態では、振動周波数 f が 50～100Hz を維持している様子が理解できる。A

時刻(4:17~), B時刻(6:56~), C時刻(8:49~), E時刻(9:09~)と, 次第に, 土石流の規模が大きくなっていく様子を知らることができる. また, A時刻での流れの大部分は, 振動周波数が50Hz以下で, 土砂濃度の低い水流と推定できる. 更に, Sensor-1とSensor-2の間の距離(100m)をピーク間の時間差58秒で割ると, 流速は1.7 m/s程度であったと推定でき, 大規模土石流の前兆現象として捉えることも可能であり, 興味深い. また, 一つのデータだ

けではなく他のデータ(図-17)でも電圧と周波数の検証を行った. すると, この土石流のデータの場合も土石流発生状態では, 周波数が50~100以内にあることが分かった. また, グラフより電圧で規模もおおよそ予測できることも分かる. この2つの土石流のデータより, 振動センサーは土石流が発生したか否かを予測することができ, また, 規模も推定できることから実用性が高いことが分かる.

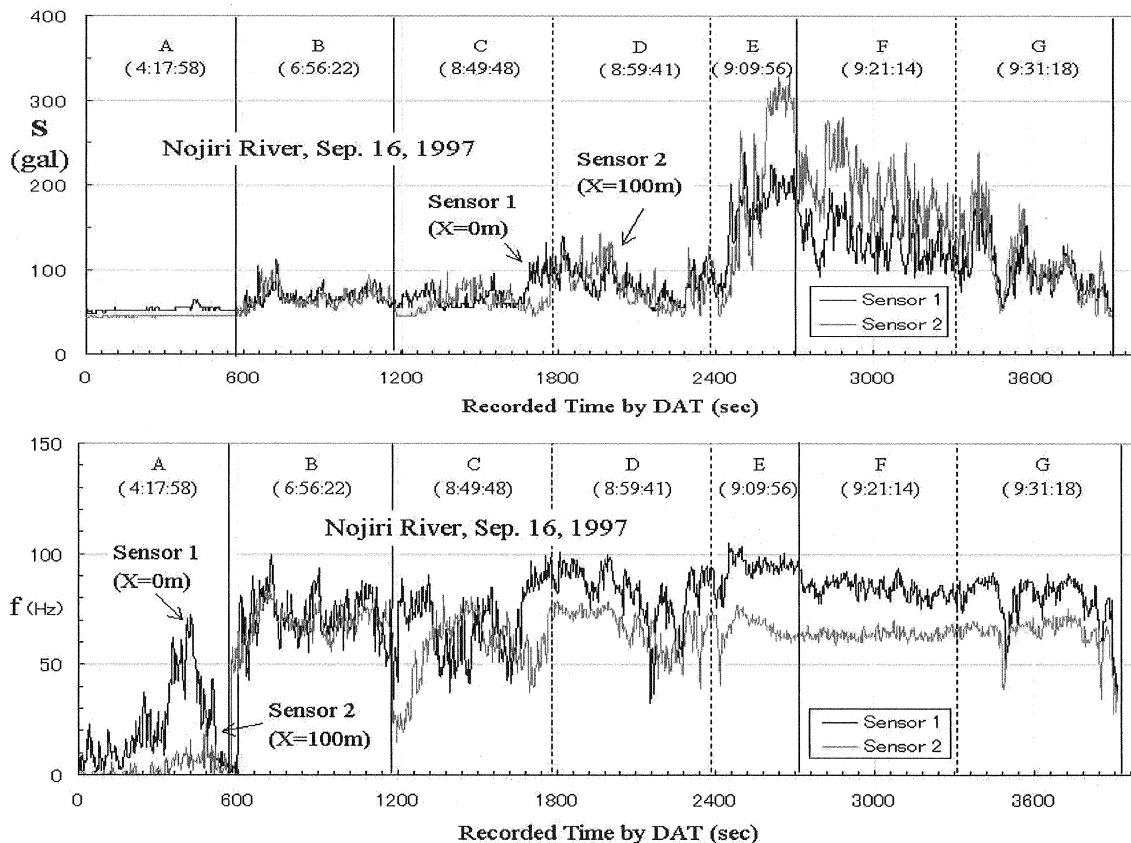


図-16. 土石流通過時の地盤振動の大きさ S と振動周波数 f (桜島・野尻川, 1997. 9. 16)

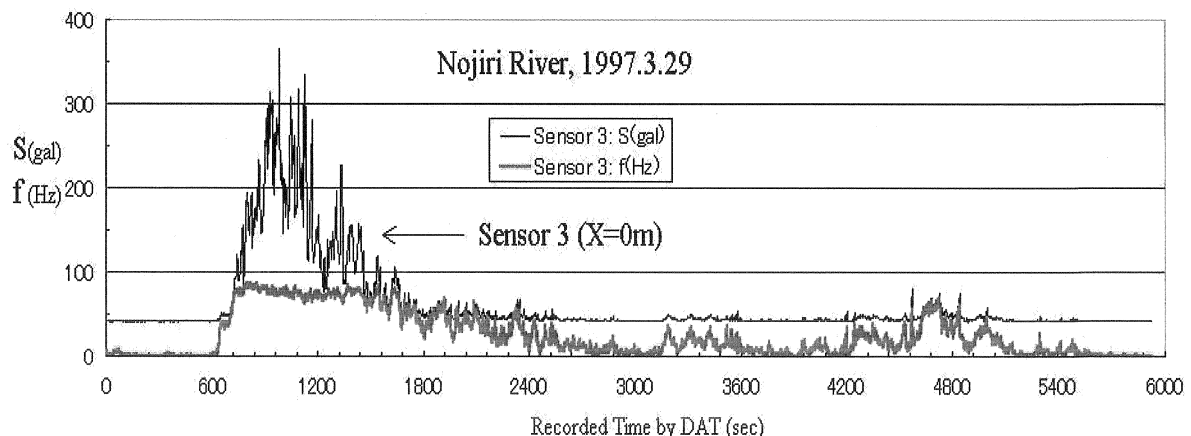


図-17. 土石流による地盤振動レベルと振動周波数 (桜島・野尻川, 1997. 3. 29)

6. まとめ

本研究で、土石流検知警報システムの構想と監視カメラによるデータ通信実験結果および土石流による地盤振動データのモニタリングの手法を示した。その結果、災害地域に住む住民は、自主防災の視点から安心のもてるシステムを構築することが可能となった。地盤振動現象に着目すると、発生した土石流の確認、土石流の規模や移動速度を推定できることが判明した。これら土石流による振動データは、無線LAN及び携帯電話による通信回線を利用すると、転送可能である。

今後の課題として、桜島野尻川上流部に本システムを設置する予定である。土石流を確実に捕捉するためには、現状の試作品に改良を加え、更に、実用性について十分検証することが必要と考えている。

謝辞：

本研究をすすめるに際して、本校の前田滋校長、内田一平助教授、蒲田清孝講師、榎並利征技術員、及び卒業研究生であった水流彰太郎・徳田浩史・八反田周吾・原田雄二・森田圭亮君、崇城大学の森山聡之助教授、九州大学の橋本晴行助教授、国土交通省大隅河

川国道事務所及び桜島砂防出張所、(株)アイエムティの会田和義社長、石塚浩一氏に終始ご援助を頂いた。ここに、関係各位に心から厚く謝意を表する次第です。

参考文献：

- 1) 水流彰太郎・徳田浩史・榎並利征・疋田誠：“溪谷河川における土石流シミュレーション実験”平成15年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集[第2分冊](2004)B196-B197
- 2) 八反田周吾・橋口孝行・疋田誠・榎並利征・森山聡之・会田和義・石塚浩一：“土石流検知警報システムの開発”平成15年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集[第2分冊](2004)B198-B199
- 3) 橋口孝行・疋田誠・森山聡之・会田和義・石塚浩一：“土石流の検知警報システムに関する研究”第23回日本自然災害学会学術講演会講演概要集(2004)135-136
- 4) 原田雄二・森田圭亮・橋口孝行・疋田誠・内田一平：“土石流検知警報システムの開発-第2報”平成16年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集(2005)359-360

地域総合型スポーツクラブが高専学生に及ぼす教育効果

北 蘭 裕一

Educational Effects on College Students by a Local-Synthesized Sport Club

Yuichi KITAZONO

Kagoshima National College of Technology newly established the local-synthesized sport club sponsored by HAYATO-cho educational committee in the spring of 2003. The members of this club are made up of the local residents, college students and sport instructors. The college students instruct or advise the club members constructed by the local residents. This instruction experience can enhance the communication skill and responsibility of each student. Moreover, it helps to bring up the engineers who see situations from others' points of views. This paper presents the actual conditions of this sport club and educational effects on the students by trying this program.

Keywords : sport club, educational effects, resident support, engineer education

1 はじめに

課外活動とは「教科の学習活動以外の学校に於ける児童・生徒の活動。教育課程の一部であり、クラブ活動・自治会活動などが含まれる。特別活動。」となっている。(三省堂『大辞林 第二版』)¹⁾

現在本学でも、多くの学生が自発的な活動を通じて相互の親睦を図り、民主的な社会人としての心身の修養に努め、学校生活の向上を図ることを目的として、クラブ活動や同好会活動、学生会活動、寮生会活動などの課外活動に取り組んでいる。

本学では特にクラブ活動において、学生が日頃から意欲的に練習に励み、充実した活動を行っている。特にサッカー部や陸上部、ソフトテニス部においては全国高専大会優勝という好成績も残している。また、学生会活動も盛んで、各学校行事も学生会メンバーが中心となり学生主体の取り組みを行っている。

しかし、現在の課外活動は活動場所がほぼ校内であるということで活動範囲が非常に狭く、また、交流を共にする相手が同じ年代の若者だけというように、これから社会に出て行く学生にとって、民主的な社会人としての心身の修養に努めるという課外活動の大きな目的を達成するまでには至らない。

また、本学の学習・教育目標の1つにも、「相手の立場に立ってものを考える技術者」が掲げられている。この点からも多くの年代・様々な職種の人々などと接することが学習・教育目標達成につながると考える。

さらに、近年では様々な学校で『地域に開かれた学校づくり』に力を入れている。地域に根ざし、地域か

ら愛される学校作りを真剣に考えることはこれからの学校運営にとって非常に重要であり、学生が地域の方々と接触する機会を設けることにより、学生に社会の一員という自覚をもたせることができると言えよう。

本学では、平成15年4月より隼人町教育委員会と共催し「隼人錦江スポーツクラブ」を設立した。これは、平成12年9月に文部科学省より打ち出された『スポーツ振興基本計画』²⁾を念頭に置き、生涯スポーツ社会の実現に向けて設置されたものである。このスポーツクラブの活動は本学内の施設を利用して行われ、事務局も本学にある。現在、開講種目は7種目、総会員数は650名となり、地元の小・中学生や社会人、定年を迎えた高齢の方々も多く会員となっている。本学が運動を通じて会員の憩いの場となっており、このことは、『地域に開かれた学校づくり』に大きく貢献していると言えよう。

また、隼人錦江スポーツクラブでは、指導スタッフに本学教員・各種スポーツ連盟会員だけではなく、本学学生も指導補助者として含まれており、会員との交流を通じてお互いのコミュニケーションを図っている。このように、地域スポーツクラブの活動に学生が参加することにより、様々な年代の地域の方々と触れあう機会が生まれ、学生にとっては自己表現能力やコミュニケーション能力の向上、または相手の立場や状況を考えるようになるなどの面で教育的効果が大きい。

そこで本研究では、この「隼人錦江スポーツクラブ」という地域総合型スポーツクラブを通して、学生に対してどのような教育的効果が得られるのかを検討することを目的として報告する。

2 研究の方法

隼人錦江スポーツクラブで開講されている全種目の中で、学生が指導補助に携わっている2種目（サッカー、ソフトテニス）を選び、その種目に参加して実際に指導補助を行っている学生（指導補助学生）39名と、指導補助学生と接する機会のある学外会員（一般会員）74名を対象に、それぞれアンケート調査を行った。指導補助学生に対するアンケートでは、一般会員への指導に関わる意識調査に主眼をおいた設問とし、一般会員へのアンケートでは、指導補助学生に指導をしてもらった感想に主眼をおいた設問とした。表1、表2に、それぞれのアンケートの対象者数を示す。

表1 指導補助学生へのアンケート対象者数（学年別）

	1年	2年	3年	4年	5年
サッカー	14	0	0	0	2
ソフトテニス	8	9	6	0	0

表2 一般会員へのアンケート対象者数（年代別）

	小学	中学	高校	大学	20代～
サッカー	10	0	2	0	6
ソフトテニス	0	54	1	1	0

3 結果と考察

1) 指導補助学生にもたらす教育的効果

一般会員へのアンケートの設問(6)『高専学生にアドバイスをうけて、自分の技能が上達したと思いますか』についての結果を図1に示す。この結果では「とても思う」および「まあまあ思う」と回答した一般会員が全体の6割を占め、このスポーツクラブにおいて学生を指導補助者とした効果が現れているといえる。このような結果が得られた理由には様々なものが考えられるが、主に①教える側、教えられる側が近い年齢にある。②教える側の人数が多いため、個別指導的な指導体制がとれる。などが挙げられる。

次に、一般会員へのアンケートの設問(4)『高専学生の教え方は上手だと思いますか』についての結果を図2に示す。この結果では、「とても思う」および「まあまあ思う」と回答した一般会員が全体の約7割にもおぼり、一般会員の多くは学生の教え方は適切であると感じていることが分かる。

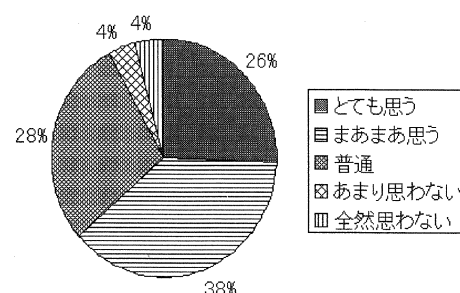


図1 高専学生にアドバイスをうけて、自分の技能が上達したと思いますか

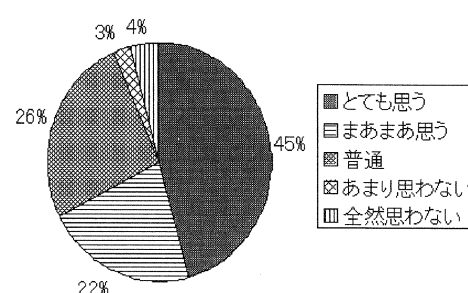


図2 高専学生の教え方は上手だと思いますか

指導補助学生へのアンケートの設問(3)で、『一般会員の皆さんに上手に教えられていると思うか』と質問した。その結果を図3に示す。この結果では「とても思う」、「まあまあ思う」と回答した学生が全体の2割程度であり、逆に、「あまり思わない」、「全然思わない」と回答した学生は4割を超えた。このことから、指導補助学生自身が一般会員への指導に関して、あまり自信を持っていないことが伺える。この理由としては、学生自身が「技能が不足している」、「指導の仕方がわからない」、「一般会員とのコミュニケーションがとれない」などの問題を抱えていることが考えられる。また、この結果と、一般会員へのアンケートにおける設問(4)の結果とを比較すると、教える側、教えられる側の両者の間で、指導に対する認識のずれがあることが分かる。

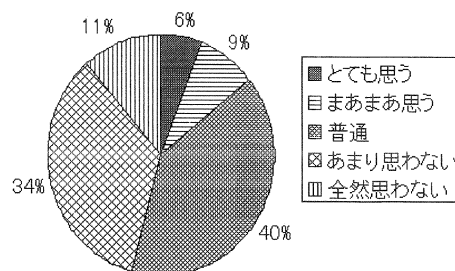


図3 一般会員の皆さんに上手に教えられていると思いますか

次に、一般会員へのアンケートの設問 (5)『高専学生は話しやすいですか』についての結果を図4に示す。この結果では「とても思う」、「まあまあ思う」と回答した一般会員が4割近くいるが、逆に、「あまり思わない」、「全然思わない」と答えた一般会員も2割ほどおり、学生とのコミュニケーションに対しては多少の違和感を感じていることが伺える。

また、指導補助学生へのアンケートの設問 (5)『一般会員のみなさんとはよく話をしますか』の結果では(図5参照)、「とても思う」、「まあまあ思う」と回答した指導補助学生が2割程度であり、逆に、「あまり思わない」、「全然思わない」と答えたのは3割ほどおり、指導補助学生および一般会員の間で、コミュニケーションのとり方に問題が生じていることが伺える。

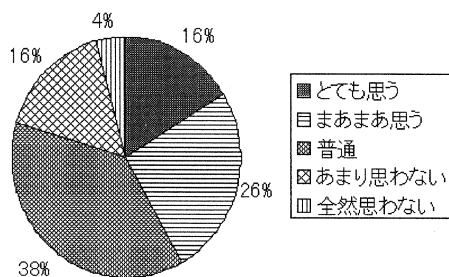


図4 高専学生は話しやすいですか

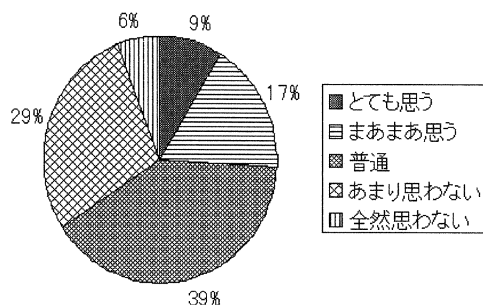


図5 一般会員のみなさんとはよく話をしますか

指導補助学生へのアンケートの設問 (7)『一般会員のみなさんに指導する際、気をつけていることがありますか』との記述回答では、「分かりやすさに気をつけて指導している」との回答が多く得られた。指導を行う学生は、一般会員に対して分かりやすい指導を行おうとしているが、その方法が分からず、半ば手探りの状態で会員に対しての指導を行っているようである。このことが要因となり、指導補助学生と一般会員との間でのコミュニケーションの弊害が生まれてしまっていることが考えられる。このような弊害を解消するためには、指導補助学生自身が多くの指導経験を積み重ねていく必要があり、また、学校側としてもこのよう

な指導補助学生に対して、コミュニケーションのとり方に関する適切な助言・指導を行う必要がある。

指導補助学生へのアンケートの設問 (7) では、上記の回答の他に「年下には相手の年齢に応じた分かりやすい言葉を使用すること」や、「年上の方々に対しては礼儀や話し方などにも十分注意する」、「初心者に対しては楽しさから伝えたい」、「やる気ができるような言葉かけをしたい」など、相手の立場に立ち、相手の身になって考えながら助言・指導を行おうとしている姿勢が伺える。また、これらの回答から、指導補助学生が一般会員への指導を通じて、様々な立場の人(年齢差や能力差、経験の有無など)がいることを再認識し、相手に応じた対応をすることにより、コミュニケーション能力の向上を図ろうとしている姿勢も伺える。このことは、本学の教育目標のひとつである、「相手の立場に立ってものを考える技術者」に向けた教育プログラムに即しており、学生に対して大きな教育効果をもたらすものであると言える。

2) 学生の技能向上とクラブ活動に対する取り組みへの影響

指導補助学生へのアンケートの設問 (6)『一般会員のみなさんの技能がもっと向上してほしいと思いますか』についての結果を図6に示す。この結果からは、「とても思う」、「まあまあ思う」と回答した指導補助学生が7割近くとなり、指導を行う学生の多くが、指導による成果や結果を見出したいと感じており、また、指導に対する自らの責任を自覚していることが伺える。

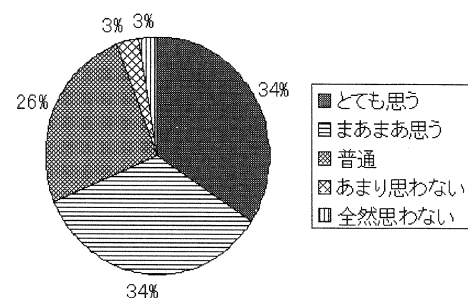


図6 一般会員のみなさんの技能がもっと向上してほしいと思いますか

また、指導補助学生へのアンケートの設問 (8)『一般会員のみなさんの技能が向上するために、自分自身の技能や教え方を向上させたいと思いますか』についての結果では(図7参照)、「とても思う」、「まあまあ思う」と答えた学生が約7割近くにもなり、多くの学生が会員の技能向上のために自分自身の技能や教え方を高めようと考えていることが分かる。

さらに、指導補助学生へのアンケートの設問(9)『スポーツクラブで指導に参加するようになってから自分自身変化したことがありますか』との記述回答では、「基礎技術が向上した」、「基本の練習の大切さが分かった」、「今まで以上にクラブ活動に真面目に取り組むようになった」、「正しいフォームかを自分でチェックするようになった」など、自分自身の技能向上や、クラブ活動への取り組みに対して良い影響を与えている回答が得られた。また、上記のような考えは、指導補助学生自身が「一般会員には負けたくない」、「一般会員には良いところを見せたい」などの願望から芽生えたものであると思われる。このような願望は、一般的なクラブ活動の中から生まれる願望(「同僚には負けたくない」、「大会で優勝したい」など)に比べれば達成が比較的容易であり、また、その達成の成果を指導した学生と、指導された一般会員とで共有できることから、双方にとって良い影響を与えることになる。このように、学生がスポーツクラブへの指導補助員として参加することにより、指導補助学生自身が自分の技能を見直す機会を得て、また、それにより自分自身の技能向上や指導力向上という前向きな考えを生み出し、結果として技能面および、クラブ活動への積極的な取り組みといった効果が得られているといえる。このことから、このスポーツクラブの存在が学生教育の一役を担うことができるといえる。

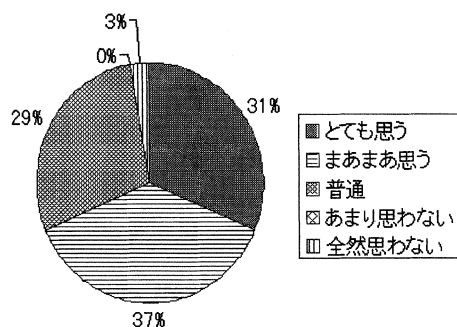


図 7 一般会員のみなさんの技能が向上するために、自分自身の技能や教え方を向上させたいと思いますか

3) 地域社会への影響

一般会員へのアンケートの設問(8)『高専の学生と接することで高専(学校)に対してのイメージに変化がありましたか』との記述回答では、「楽しそうな学校」、「明るい学校」など、本学に対しての良いイメージを持つようになった一般会員が多かった。アンケートに応じた一般会員の多くは小・中学生であることから、このようなイメージをもたれることは、これから

まず進むであろう少子化社会の中で、鹿児島高専に進学したい、この学校で学んでみたいと思う小中学生が増え、多くの受験生を確保することへもつながる。受験生が増加すると必然的に厳しい競争に勝ち抜いた質の高い学生が入学し、高いレベルの学習を行うことができる。これにより学生の学力向上が見られるであろう。さらには、本学で学びたいと思う、より高い意欲をもった学生を受け入れるということは、そのような学生のニーズに応えるためにも、教員一人ひとりの指導力向上、指導方法や指導形態の改善、高いレベルの研究が求められることにもなる。

このように、このスポーツクラブの存在により、本学が地域から愛され地域に根ざした学校へととなり、さらにはその活動に本学学生も参加していることは、学校側にとっても大きな自信へとつながるものである。その中で学生が、スポーツクラブ会員と共に活動することにより、相手の立場を考えたり、それに応じた話し方や言葉を取捨選択したりするような経験をより多くつむことで、課外活動の目的である民主的な社会人としての心身の修養につながるものであるといえる。

4 まとめ

本学は、隼人町教育委員会と共催し、『隼人錦江スポーツクラブ』という、地域総合型スポーツクラブを運営している。この活動の中では、本学学生が一般会員への指導に携わり、指導補助者としての役割を果たしている。このスポーツクラブの活動での経験により、学生自身が年齢差や能力差、経験の有無などのような、様々な立場の人が存在することを再認識し、その相手に応じた対応をするなどの社会性の向上に取り組める機会を与えることができた。

また、学生が一般会員に対し、より良い指導を行おうとする向上心を持つことにより、自分自身の技能を高めようと努力していることや、クラブ活動への取り組みが積極的になるなどの、多くの教育的効果をもたらすこととなった。

しかしながら、全ての学生がスポーツクラブでの会員への指導に意欲的に参加しているかという点必ずしもそうではない。今後の課題として、前述のような学生がどのようにすれば高いモチベーションで指導に参加できるかを考える必要があり、また、指導補助学生に対する心身のケアを、学校および町や競技団体と協力しながら地域全体で考えていく必要がある。

参考文献

- 1) 松村明編：大辞林『第二版』、三省堂(1995)
- 2) スポーツ振興基本計画、文部科学省(2000)

漫画・絵図を用いた英語授業 (2)

あべ松 伸二

Teaching English by Using Comics and Illustrations (2)

Shinji ABEMATSU

Teaching English grammatical rules and expressions by using pictures gives the students, especially so-called 'English-phobic' learners, a clue to their problem-solving. If they come to understand nebulous grammatical items, it should be a great leap for them. Using pictures in class implies that the teacher explains to them verbally and visually. It urges the students to get more attentive to class. This paper deals with the grammatical items which many students tended to misunderstand. The pictures and illustrations were used for the upperclassmen as well as the underclassmen. They will be able to tackle with the reading section of the TOEIC test.

Keywords : Picture, Illustration, Class, Expression, Grammatical rule

1 はじめに

英語嫌いの原因の一つに文法規則の認識不足が挙げられる。絵図等を使って文法規則を説明することで、学習者は容易に規則を理解し、更には英語学習への関心を示すようだ。ここでは、教室現場で取扱った幾つかの例文と絵図を提示しながら説明したい。

2 英語表現・文法規則理解のために

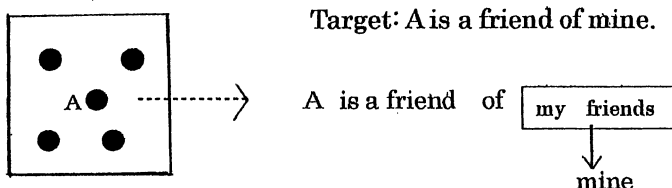
2.1 所有と分離の意味を持つ of について

(1) Mr. Tong is a very important client of ().

I will have Ken arrange a nice welcome party.¹⁾

(A) me (B) my (C) us (D) ours

上記の例文(1)は平成 16 年度使用の TOEIC 教材から引用したものであり、文中の()内に入る語を下の(A)~(D)より 1 つ選ぶ問題である。3 年生と 5 年生の授業で、正解の(D)を選んだ学生は半分にも満たなかった。その解決策として次のようなイメージ図(1)が考えられる。

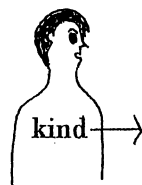


図(1)

(2) It is very kind of (*for) you to help me.

(3) It is foolish of (*for) you to say so.

例文(2)、(3)では共に for は間違いである。行動や言動に対して、人物の性格の一端を述べた表現であり、ここに登場する前置詞 of の意味要素は「所有」そして「その所有からの分離」である。次のようなイメージ図(2)で説明できる。



'kind' は you の(所有) 性格の一部であり、you から(分離) 出てくるものと捉える。

図(2)

2.2 come + adj. vs. go + adj.

(4) My dream has come true.

(5) Houses like that don't come cheap.

(6) The fish went bad.

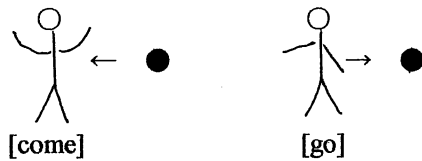
(7) The milk went sour.

(8) Our company went bankrupt last year.

(9) The river will go dry because of the rainless season.

例文(4)、(5)での come + adj. は一般的に「好ましい状況」であるのに対して、例文(6)~(9)での go + adj. は「好ましくない状況」であると考えられる。図(3)

を見てみよう。

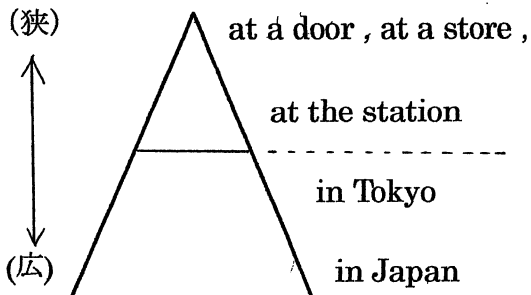


図(3)

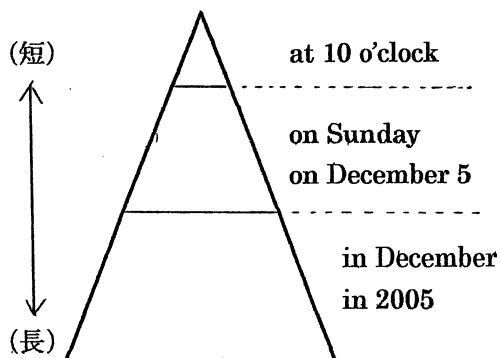
2.3 「場所」と「時」の前置詞

(10) At about this time I had to decide if I would attend a fund-raising dinner, at a hotel in New York City on October 16. I wanted to go, especially because Robin Williams was going to be honored about making the trip to New York City. It would be the first time I would be in public since my accident in May. (下線部は筆者)

上記の例文(10)は、本年度3年生用教科書からの引用文である。²⁾「時」の前置詞 at, on, in と「場所」の前置詞 at, in が混在している。これらは下記のピラミッド図(4)、(5)でその違いがわかるだろう。



「場所」のピラミッド図(4)



「時」のピラミッド図(5)

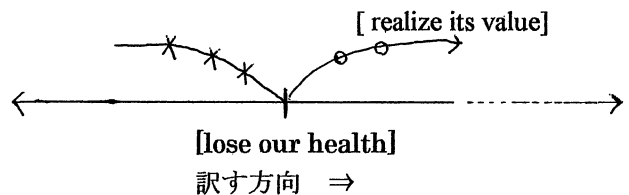
2.4 「時の流れ図」と頭ごなし訳

書かれた英文を前の方から順次訳出したり、耳にする英文を即座に情報処理し、後方からの訳し上げを避けるのが「頭ごなし訳出法」である。³⁾

数多く問題が出題される TOEIC に対処するためには、直読直解力とリスニング情報処理力が必要であり、正にこの方法は功を奏するに違いない。例文(11)~(15)を「時の流れ図」と照らし合わせて考えてみよう。

(11) It is not until we lose our health that we realize its value.

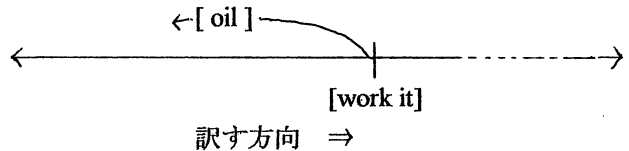
頭ごなし訳： 健康を失って、その価値に気付く。



図(6)

(12) Oil the machine before working it.

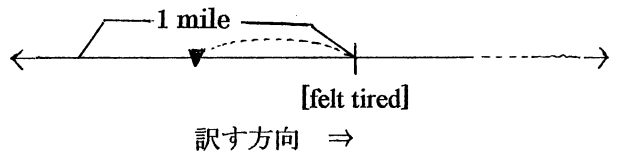
頭ごなし訳： 機械に注油してから動かさない。



図(7)

(13) I had not a mile before I felt tired.⁴⁾

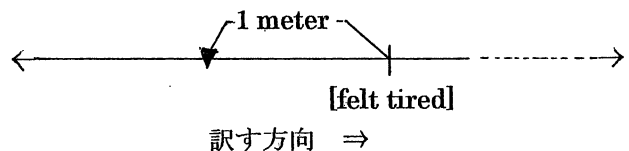
頭ごなし訳： 1マイルも行かないうちに疲れた。



図(8)

(14) I had gone a meter before I felt tired.

頭ごなし訳： 1メートル行くと疲れてきた。



図(9)

- (15) I had hardly gone out before I felt tired.
 頭ごなし訳： 殆ど行くかいかないうちに疲れた。
 → 出かけるとすぐに疲れてきた。

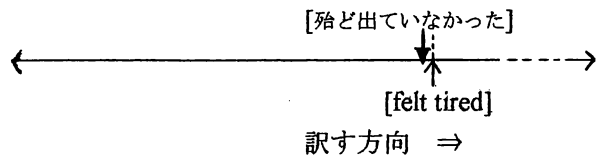


図 (10)

2.5 関係代名詞の理解

- (16) I have a friend. He lives in Kyoto.
 → I have a friend who lives in Kyoto.
 (17) The old man is very kind. He lives in this house.
 → The old man who lives in this house is very kind.
 例文(16)、(17)は関係代名詞を使って1文にするという、いわゆる定番の問題である。(16)のように関係代名詞が前文の後に来るようなパターンを「後続型」、(17)のように関係代名詞が前文の間に食い込むパターンを「くさび型」と、便宜上銘打っている。

後続型



くさび型

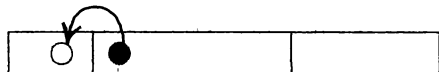


図 (11)

次の例文(18)の場合には、上記2つのパターンに分かれてしまうことがわかった。

- (18) The man is my teacher. He wrote the story.
 → ? The man is my teacher who wrote the story.
 → The man who wrote the story is my teacher.
 ここでは、下方の「くさび型」が一般的に容認される。絵図(12)で考えてみよう。

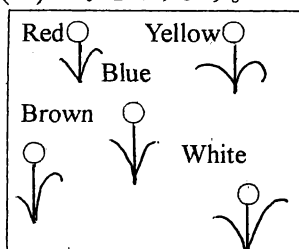


図 (12)

それは、いろんな花が咲いた花壇を示している。例えば、この花壇を前にして、AがBに次のように言ったとしよう。

- (19) A: Look at the flower.

B: ???

しかしながら、Bにとっては、どの花を言われたのか定かではなく、会話が成立していない。次の(20)ではどうだろうか。

- (20) A: Look at the flower which is blue.

(= the blue flower)

B: Sure. It's very beautiful, isn't it?

ここでは、会話が成立しているといえる。花壇内の幾つかある花の中で、青い花だけに絞られた、つまりそれが特定化、限定化されたことで聞き手Bは対応できたわけである。

図(12)によって、学習者は限定化する場合には他者が存在しているということを容易に察知するであろう。次の例文(21)では、(22)のような含意(implication)が生じる。

- (21) The beaker that contains sulfuric acid should be covered.

- (22) Other beakers containing other substances are present.⁵⁾

固有名詞や固有名詞相当が登場する場合、一般的に限定用法は容認されない。

- (23) Mother, who lives in Kyoto, is a nurse.

- (24)* Mother who lives in Kyoto is a nurse.



図 (13)

図(13)が示すように、限定用法(24)は適切でなく、(23)のようにコンマを用いた非限定用法が容認される。

授業では、学習者に以上のことを理解させた上で、(25)、(26)のような数量詞を含む英文の違いにも注目させている。

- (25) I have three sons who are engineers.

- (26) I have three sons, who are engineers.

3 おわりに

近年、本校では高学年生の英語授業の一部に TOEIC を取り入れるようになってきたが、殊に文法問題の係わる Reading Part の結果が甚だ芳しくないようだ。

学習者に対して、文法規則の定着と理解を深め、ひいては学習への関心を持たせるために、絵図を使用した授業は効果的であるように思われる。その授業に関して学習者から「なるほど」といった反応を聞くと、確かな手応えを感じる。

教える側として、学習者たちの耳目が片時も離れないような active, intriguing chalk-talk を目指したいものである。

参考文献

- 1) 大賀リエ,Hubbell,J,Hubbell,K: Workout for the TOEIC Test Book I 東京 誠美堂 2004 31
- 2) 原口庄輔ほか6名:PRO-VISION ENGLISH COURSE II 東京 桐原書店 2003 65
- 3) 柴田パネッサ清美:「はじめてのウィスパリング 同時通訳」 東京 南雲堂 1999 51
- 4) 伊藤和夫:「英文法教室」 東京 研究社 1980 98
- 5) Master,PeterAntony:SCIENCE,MEDICINE, and TECHNOLOGY:English Grammar and Technical Writing New Jersey Prentice-Hall,Inc., Englewood Cliffs 1986 95
- 6) 政村秀實:「図解英語基本語義辞典」 東京 桐原書店 1990

非鉄金属の切削加工におけるバリの生成機構に関する研究

原田 正和[†] 引地 力男^{††}

A Study on Burr Generation Mechanism in Orthogonal Non-ferrous Metal Cutting

Masakazu HARADA and Rikio HIKIJI

Finish Machining used to be carried out in grinding, but it is being replaced by cutting with very small undeformed chip thickness. In ultra precision machining, the effect of the cutting conditions and the complicated factors on the machined surface integrity is a serious problem. In this research, the cutting burr and work hardened surface layer were dealt with as an evaluation of the machined surface integrity and the effect of the mechanical factors on burr generation and work hardening was investigated experimentally in orthogonal non-ferrous metal cutting. As a result, it was found that there is a significant relationship between the cutting burr and the work hardened surface layer within the range of these experimental conditions. Thus it is possible to predict the depth of work hardened surface layer using the burr size.

Key Words : Burr, Work Hardened Surface Layer, Shear Angle, Shear Strain, Work Hardening, Non-ferrous Metal, Surface Integrity, Orthogonal Cutting

1. 緒 言

超精密切削加工で見られるように、切削加工機械の加工精度の向上にともない、製品の仕上げ加工を切削でおこなおうとする傾向が強まっている⁽¹⁾。高品位加工は機能的品位（加工欠陥・加工変質層・バリ）、幾何学的品位（仕上げ面粗さ・形状精度）、調和技術（サイレントカッティング・無発熱加工）に左右される。機械的品位の1つであるバリは、部品の精度を著しく劣化させるだけでなく組み立て工程などにおける生産の自動化を妨げる問題など種々問題を引き起こす⁽²⁾。それがひいては、製品そのものの性能に悪影響を及ぼす原因になるため、切削加工後のバリを除去する作業工程が必要となってくる。バリの形状や寸法は工作物の材料特性や加工条件、工具の種類などによって多種多様となるため、その自動化が極めて困難であり多くは手作業によるものが現状である。バリは、加工方法によってその種類や大きさの定義があいまいであり、しかもその生成機構は複雑である^{(3)~(8)}。また、切削加工により生成される表面粗さと加工硬化層は、材料の疲労強度などに大きな影響を与える^{(9)~(12)}ため切削面以下に生

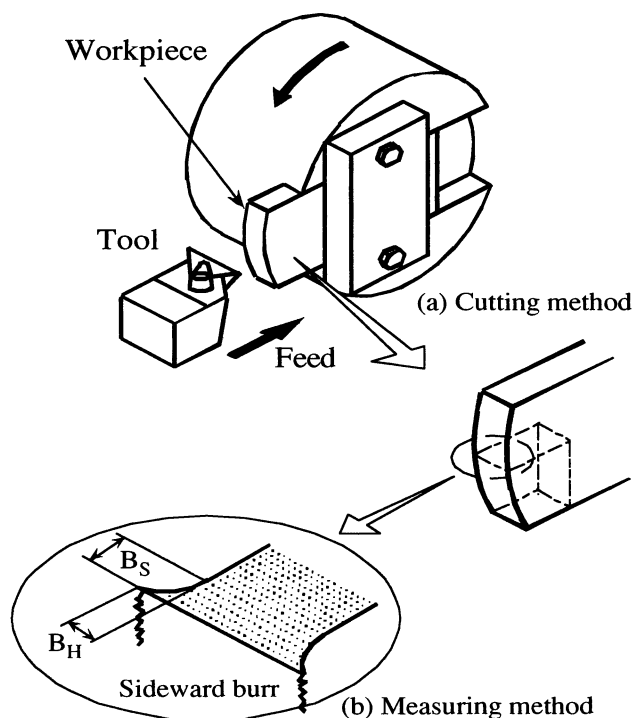


Fig.1 Experimental procedure

[†] 技術室

^{††} 機械工学科

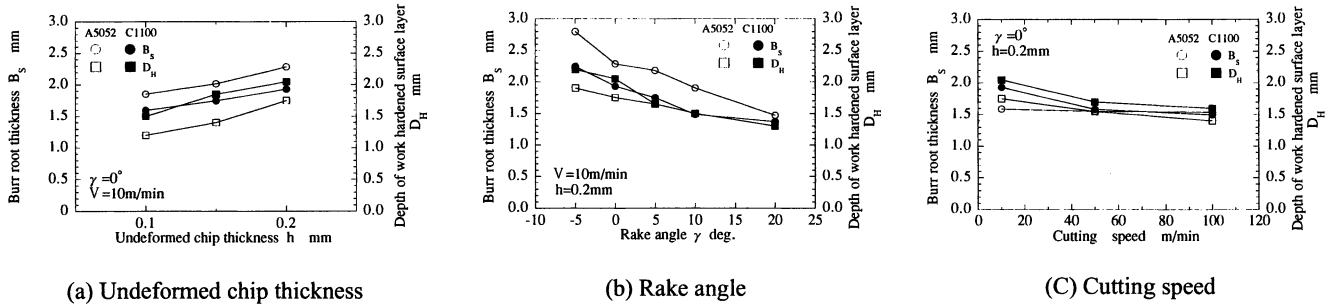


Fig.2 Effects of cutting conditions on burr root thickness and depth of work hardened surface layer

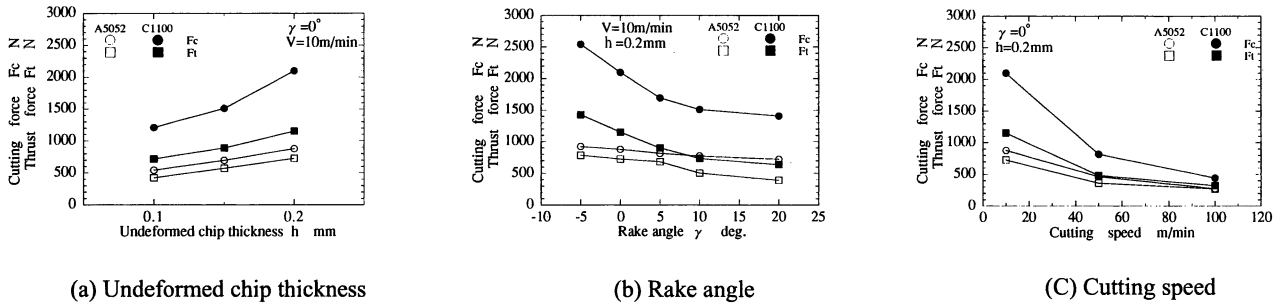


Fig.3 Effects of cutting conditions on cutting force and thrust force

成される加工変質層の生成機構の理解は、高品位の切削加工をおこなううえで重要である。しかし、加工変質層は加工にともなって生じる母材とは性質の異なる部分で、機械的要因、熱的要因、結晶学的要因等が関係するため、この場合もその生成機構は非常に複雑である。また、バリも加工変質層も工具が切削面以下に及ぼす塑性変形仕事要因となり生成されると考えられる。本研究では、バリの生成機構について実験的に検討することが目的であり、また、塑性変形が成因となって切削面下に生成されるバリの大きさと加工硬化層の深さとの関連について実験的に検討した。

2. 実験方法

実験は図1(a)に示すように旋盤にて、焼きなましを施した幅3mm、切削方向長さ30mmの板材を専用のホルダに固定し、このホルダを旋盤に取り付け、工具を半径方向に送り、乾式の断続二次元切削をおこなった。通常行われるフライス盤や形削り盤を用いた二次元切

Table1 Cutting conditions

Work material	A5052, C1100
Rake angle γ deg.	-5, 0, 5, 10, 20
Clearance angle β deg.	6
Undeformed chip thickness h mm	0.10, 0.15, 0.20
Cutting speed V m/min	10, 50, 100

削では切削速度に限界があるが、図1(a)に示す切削方式では常用切削速度領域での二次元切削が可能である。切削速度を上げると温度も上昇するが、切削温度を工具・工作物熱電対法⁽¹³⁾で測定した結果、いずれの実験の場合も断続切削のせいもあり、最高温度は再結晶温度より100℃以上も低く、また奥島ら⁽¹⁴⁾の実験式を用いて切削温度を求めた場合でも算出された温度は低く、今回の実験の範囲内では温度の影響は無視できるものとした。被削材には非鉄金属のアルミ合金(A5052)とタフピッチ銅(C1100)を用いた。これらはあらかじめ焼なまし処理を施してある。工具には超硬K10スローアウェイチップを用いた。切削条件を表1に示す。また山本⁽¹⁵⁾は切削の繰り返し回数が増えると加工変質層深さも深くなっていくが、ある回数になると一定になることを実験的に示した。今回、切削回数が5回以上で加工硬化層の深さが安定したので、以後の実験では切削回数は10回とした。なお、切削中は圧電素子タイプの動力計にて切削抵抗を同時に測定した。バリの測定については、切削終了後に切削面の加工部をワイヤ放電加工機で切り出し、熱硬化樹脂に埋め込み、エメリ研磨紙#600・#1500にて研磨後、実体顕微鏡にて測定した。バリの大きさの評価については、面積、高さ、根本厚さなどがあるが、図1(b)に示すように、ここでは側方バリの比較的安定しているバリの根本厚さ B_s について検討した。加工硬化層についてはマイクロピカース硬

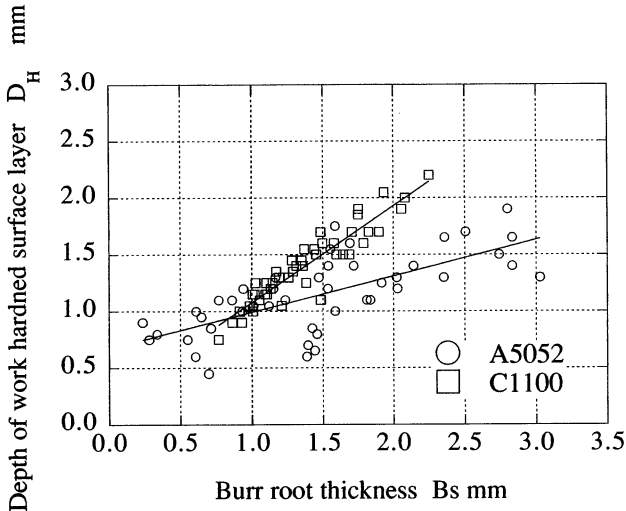


Fig.4 Relationship between burr root thickness B_s and depth of work hardened surface layer D_H

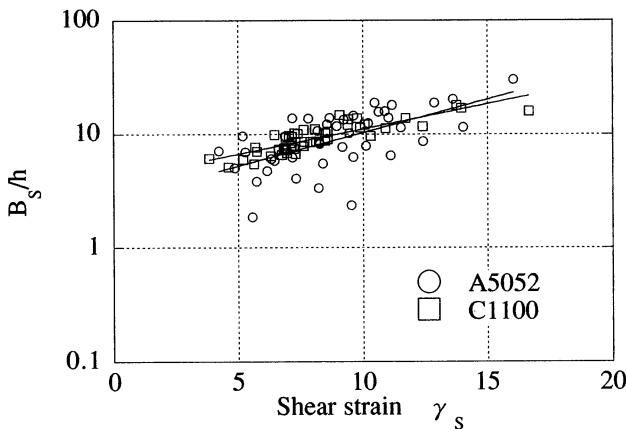


Fig.5 Relationship between shear strain γ_s and B_s/h

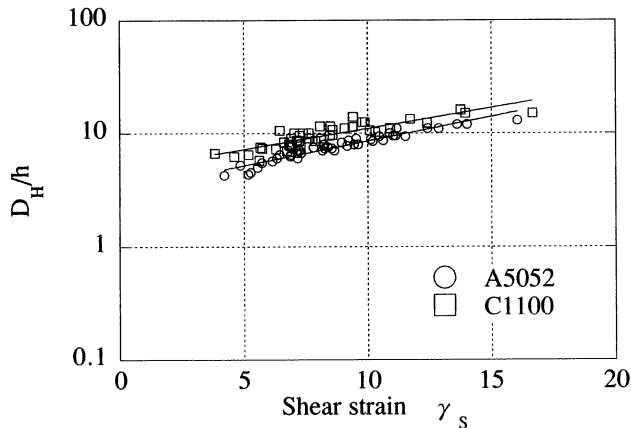


Fig.6 Relationship between shear strain γ_s and D_H/h

度計(荷重:0.49N)で、切削面から深さ方向について、0.05mm ずつ同一深さにて5点測定し、その平均値をもって断面硬さ分布曲線を求めた。そして、母材の硬さに到達するところまでを加工硬化層の深さ D_H とした。なお、このときの硬さのばらつきは5%以内であった。切削後に切りくずの厚さをマイクロメータにてその中央付近の5箇所について測定し、その平均値よりせん断角 ϕ を算出した。そして、せん断ひずみ γ_s とバリの根本厚さ B_s 及び加工硬化層の深さ D_H との関係について検討した。

3. 実験結果

前報⁽¹⁶⁾では、すくい角 γ 、切削速度 V 、切取り厚さ h などの切削条件と加工硬化層の深さ D_H との関係について検討し、切削抵抗が増加するような切削条件の場合、加工硬化層の深さ D_H も増加した。勇田ら⁽¹⁷⁾は切削抵抗の背分力が大きくなると切削面下の加工硬化層の深さ D_H が増加することを示した。しかし、切削抵抗と加工硬化層の深さ D_H とは材料ごとに異なり、また、必ずしも直線的な関係ではない⁽¹⁸⁾。図2は、アルミ合金(A5052)及びタフピッチ銅(C1100)の切削条件とバリの根本厚さ B_s 、加工硬化層の深さ D_H との関係を示す。図より以下のことがわかる。

- (1) 切取り厚さ h が増えるとバリの根本厚さ B_s と加工硬化層の深さ D_H とともに増加する。
- (2) すくい角 γ が増えるとバリの根本厚さ B_s と加工硬化層の深さ D_H とともに減少する。
- (3) 切削速度 V が増えるとバリの根本厚さ B_s と加工硬化層の深さ D_H とともに減少する。

この原因について切削条件と切削抵抗との関係について調べた。図3は切削条件と切削抵抗との関係を示す。各条件とも切削抵抗が小さいほどバリの根本厚さ B_s 及び加工硬化層の深さ D_H が小さくなることがわかる。バリの根本厚さ B_s 及び加工硬化層の深さ D_H は切削抵抗が小さくなるような切削条件では減少する。しかし、規則性はみられない。図4はバリの根本厚さ B_s と加工硬化層の深さ D_H との関係を示したものである。図より被削材ごとに一義的な関係が存在する。このことにより材料ごとにおおよそそのバリの根本厚さ B_s 及び加工硬化層の深さ D_H を求めることができる。また、それぞれ材料ごとにバリの根本厚さ B_s 及び加工硬化層の深さ D_H の割合が異なる。タフピッチ銅(C1100)の場合は、アルミ合金(A5052)と比較して加工硬化層の深さ D_H の増加の割合が大きい。切削時に切りくずが受けるせん断ひずみ γ_s は切削面下にも及び加工硬化層が生成されるが、被削材の端面近傍では、切りくずは側方にもひずみを生じてその幅が広がり、このひずみが切削面下

にまで及んだものが側方バリであると考え、たとえば切りくずが受けたせん断ひずみ γ_s が小さければバリの根本厚さ B_s も小さくなるはずである。図5は切りくずが受けたせん断ひずみ γ_s と切り厚さ h で規準化したバリの根本厚さ B_s との関係を示し、両者には一義的な関係が存在することがわかる。材料ごとに異なる理由として材料の切削面下に及ぶひずみ量が異なることが原因であると思われる。図6は切りくずが受けたせん断ひずみ γ_s と切り厚さ h で規準化した加工硬化層の深さ D_H との関係を示す。これも両者には一義的な関係が存在することがわかる。また、材料ごとに違いが見られるのは、材料ごとの力学的因子が大きく異なるためである⁽¹⁹⁾。

4. 結 言

旋盤を用いた二次元切削において、非鉄金属のアルミ合金(A5052)及びタフピッチ銅(C1100)について、バリの生成機構について検討することを目的とし、バリの根本厚さと加工硬化層の深さとの関係について実験的に検討した。その結果として以下の結論を得た。

- (1) バリの根本厚さと加工硬化層の深さとの間には一義的な関係が存在する。
- (2) バリの根本厚さと加工硬化層の深さは切削抵抗の大きさや切りくずが受けたせん断ひずみで整理できる。
- (3) 切りくずの厚さより、バリの根本厚さや加工硬化層の深さを予測することができる。

文 献

- (1) 森脇俊道：切削加工の軌跡，精密工学会誌，**65**-1 (1999),25-30.
- (2) 切削油剤研究会編：自動化のための図解バリ取り技術，工業調査会，(1994),17.
- (3) 新井実，中山一雄，切削バリの生成機構に関する研究（第1報），精密工学会誌，**53**-7(1987)，1033.
- (4) 岩田一明，上田完次，奥田孝一，走査型電子顕微鏡直接観察によるバリ生成機構の観察，精密機械，**48**-4(1982)，510.
- (5) 奥島啓式，人見勝人，切削におけるかえりの現象について—二次元切削におけるかえり—，精密機械，**24**-8(1958),420.
- (6) 河村末久，奥山繁樹，山川純次，白石隆康，二次元切削における横バリの生成機構について，精密工学会誌，**53**-8(1987),1240.

- (7) 奥島啓式，人見勝人，切削におけるかえりの現象について—三次元切削におけるかえり—，精密機械，**24**-9(1958),470.
- (8) 佐藤正信，東村嘉弘，高野乾輔，旋削加工におけるバリの生成に関する研究，精密機械，**45**-8(1979)，932.
- (9) 原田昭治，西田新一，遠藤達雄，末弘健次郎，福島良博，山口弘幸，共析鋼の高サイクル回転曲げ疲労（第1報，疲労強度に及ぼす表面粗さおよび微小表面欠陥の影響），機論，**53**-487,A (1987)，401- 407.
- (10) 渡部正気，古市博，高硬度鋼の疲労強度に及ぼす研削加工の影響（第2報，疲労き裂生成との関連），機論，**57**-535, C(1991),1002-1007.
- (11) 西谷弘信，薬師寺輝敏，鹿毛正治，炭素鋼焼なまし材の回転曲げ疲労強度に及ぼす表面加工層の影響，機論，**58**-533,A(1992),1575- 1580.
- (12) 村上敬宜，堤一也，藤嶋正博，疲労強度に及ぼす表面粗さの影響の定量的評価，機論，**62**-597,A(1996)，1124-1131.
- (13) Nakayama,K., Shaw,M.C.,Brewer,R.C., Relationship Between Cutting Forces, Temperatures, Built-up Edge and Surface Finish, *Annals of the CIRP* , **14**, (1966), 211-223.
- (14) 奥島啓式，垣野義昭，切削中の被削材内部の温度分布について（第1報）—測定法と切削表面層の温度分布—，精密機械，**34**-11(1968),726- 730.
- (15) 山本明，切削加工による金属表面層の研究（第2報）—切削角を変化した場合—，精密機械，**15**- 7(1949)，143-147.
- (16) Hikiji,R.,Kawano,Y.,Kondo,E.,Arai,M.,Study on Mechanical Factors in Generation Mechanism of Work Hardened Surface layer, 3rd International Conference on Metal Cutting and High Speed Machining Conference Proceedings Vol.2,(2001), 29-32.
- (17) 勇田敏夫，田頭孝介，二次元切削により生ずる加工変質領域の観察，精密機械，**39**-3(1973),312-317.
- (18) 山本明，切削加工による金属表面層の研究（第1報）—切削角を変化させる場合—，精密機械，**15**-5,6 (1949),112-117.
- (19) 引地力男他3名，切削加工における加工硬化層の生成機構（第2報，加工硬化層の深さに影響する力学的因子の計算モデルによる検討），機論，**68**-671,A (2002),2169-2174.

地域の技術教育普及を目指した「お母さんのものづくり教室。 燭台づくり」の実践

皆元 一徳[†]

Doing it yourself: making candleholders in a community workshop, targeting mothers in the neighborhood.

Kazunori MINAMOTO

With today's declining birthrate, the most important thing for Kagoshima Kousen is to get enough students. Considering this problem, I thought the key might be women. Therefore, I wanted to hold a class in making candleholders, and I tried it with some mothers in the neighborhood. Many women attended the class, and they realized how much fun it was to make their own candleholders. However, up to now, the candleholder-making classes were my own private project, and not a school event. Therefore, I want to begin holding the classes as open lectures, so more women can know the pleasure of making arts and crafts themselves.

Key words: candleholder, open lectures, declining birthrate, arts and crafts, women

1. まえがき

今、国が目指す科学技術創造立国の実現には、経済の低迷や労働環境の変化、少子化、高齢化、子供達の理科離れや生きる力の低下等々が、ものづくりの根幹をも揺るがしている。他方、女性の社会進出はさらに進み、女性の社会への影響力はますます重大となった。今まさに、ものづくりへも新たな女性の視点を注ぐべき時ではないかと考える。

高専の独法化も決定し、更に特色ある学校づくりが求められている。技術者育成を使命とし、「ものづくり教育」を高く掲げる本校にとっても、「ものづくり」への女性の更なる理解が肝要である。次代のキーワードは女性かもしれません。

そこで、多様な産業に触れる機会の少ないこの地域周辺のお母様方に、燭台作りというなじみやすい講座を通して「技術」や「技術者」をより身近に感じていただきたい。そして、ものづくりへの興味、関心をより深めていただけるならば、「技術立国」

や、「技術者像」の議論につながる新たな視点を必ずやもたらすものと確信する。本講座は、地域の技術教育普及および本校の入学生を確保する上でも貢献出来ると考える。この講座の特徴は製作品目の選定にある。つい最近までNHKで放映されていた連続テレビドラマ「さくら」で話題となり、今なお、特に女性観光客が多く訪れ続けているという飛騨、高山地方の「和ろうそく」。

今回はこの和ろうそくを立てる「燭台」づくりを取りあげた。本計画は講座対象者が一般のお母様方であることから特に安全性、所要時間そして費用等の制約を受けるものの、現有設備でも十分な準備を行えば1回、15名程度で実施は可能と考える。また、お母様方であることを考慮して、日時をずらしての年2回の実施を想定し、3ヶ年にわたって延べ人員90名程度の参加を見込んでいる。1年目は作りやすくデザインの自由度も大きいスパイラルタイプ、2年目はシングルタイプ、3年目はツインタイプの製作へと発展させてゆくことを計画している。このことから3ヶ年、3種類の燭台作りは長期にわたる本校への関心事となり、作品がご自宅を飾るこ

[†] 技術室

となれば地域の話題性も十分持ちうるものと考え
る。今年度は講座の試行を行い、次年度からの本講
座実施に備える。

2. 準備

2. 1 燭台の試作

スパイラル型燭台の試作を繰り返し行い、作業の
概要を把握し、講座対象者がお母様方であることを
十分考慮に入れた作業内容にアレンジした。

2. 2 現有施設、用具の点検及び整備

現有施設、用具を整備し、製作用治具を増やすこ
とにより、10名程度の同時作業が可能となった。

2. 3 実施期日及び作業時間配分の決定

平成16年9月末の期末試験期間中に2日間の実
施期日を決定し、両日ともそれぞれ4時間の作業時間
配分を決定した。

2. 4 費用の算出

用具類の新たな購入の必要はなく、製作用治具を
増やすこと、および鋼板、耐熱塗料費などとして3
万円程度の費用を要する。(参加者を10~20名
と想定)

2. 5 募集人員の決定

現有施設、用具の数量等より、同時に作業できる
人員を10名と決定し、2回実施により募集人員の
総数を20名程度とする。

2. 6 作業内容及び作業工程の精査

講座対象者がお母様方であることから、作業の難
易度や危険度および所要時間4時間を勘案し、作業
者自身で加工を行うことを基本とするが、試作の結
果を踏まえ、技術的支援の範囲や程度を以下のように
決定した。

(1) 全支援

アーク溶接

(2) おおかた支援

皿のレーザー加工、皿のプレス加工、ドリル
加工、皿のバリ取り、釘のバリ取り、皿と釘
の固定

(3) 一部支援

板のねじれ修正、バリ取り、皿と釘の直角度
の修正、皿の取付位置調整

2. 7 治具の設計及び製作

製作用治具の設計、製作を以下のように行った。

(1) 比較用基準円シート 12枚

(2) 板のねじれ修正用保持具 1個

(3) 皿のプレス加工用金型
(上型、下型) 2組

(4) 釘打ち込み用治具 2組

(5) 板のねじれ修正用スパナ 12個

(6) 座金打ち込み用台座 2個

(7) 皿溶接用保治具 1個

2. 8 測定用治具等の設計・製作

設計及び製作を以下のように行った。

(1) 皿の水平度確認用保治具 1台

(2) 皿と釘の直角度確認用金型 1個

2. 9 安全点検

作業場に以下の危険個所を確認し、改善を行った。

*自動切断装置、ガスホースハンガー、溶接棒ケー
ス、溶接ホルダーハンガー、溶接台、シャーリング
マシン、遮光板等に緩衝材の追加や形状変更など必
要な対策を講じた。

2. 10 作業手順書の作成

試作を繰り返し行い、作業性を十分に確認した後、
手順書の見直しと治具のリメイクをおこなった。

2. 11 原材料や用具、用品等の準備と性能確認

原材料の種類、数量を決定し、用具、用品、半製品
等を製作、準備し、一般のお母様方の技量的にも、
工程的にも問題が無いことを試作により確認した。

2. 12 救護体制

本校保健室の支援を要請した。

2. 13 次年度講座の広報と応募形式の決定

(1) 隼人町内各自治公民会へチラシ1400枚を
配布する

(2) 隼人町内商店街へポスターを掲示する

(3) 始良郡内各小中学校へポスターの掲示を依頼
する

(4) 地元新聞へPRを依頼する

(5) 地元ケーブルTVへPRを依頼する

(6) 往復ハガキによる応募形式とする

3. お母さんのものづくり教室

「燭台づくり」の試行

実施日 平成16年

1回目 1月14日 Pm13:00~16:30

参加者 お母さま4名

2回目 3月25日 Am 9:00~13:00

参加者 お母さま3名

場所 本校 手仕上げ工場、溶接工場

製作品目 スパイラル型燭台



図1 鋼板を剪断



図5 レーザー加工



図2 パリ取り



図6 皿の成形



図3 曲げ加工

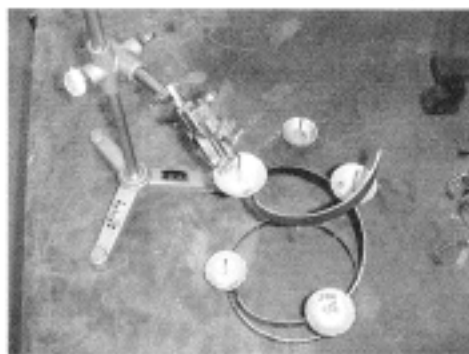


図7 皿の溶接



図4 1日目で半製品が出来上がり

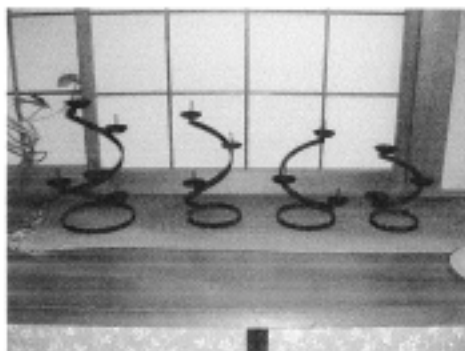


図8 スパイラル型燭台の完成

4. 製作した半製品、治具、工具類

4. 1 半製品



図9 皿の素材とプレスした皿

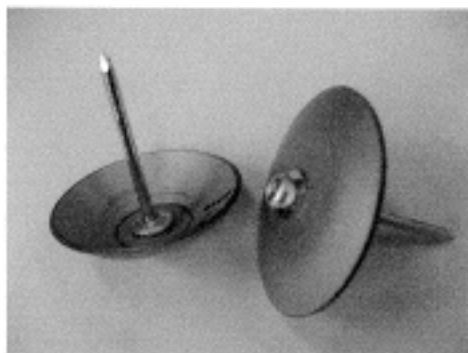


図10 リベット止めされた皿

4. 2 治具、工具類

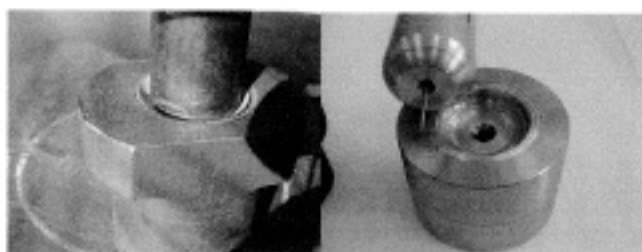


図11 金型1 (左), 2号機 (右)

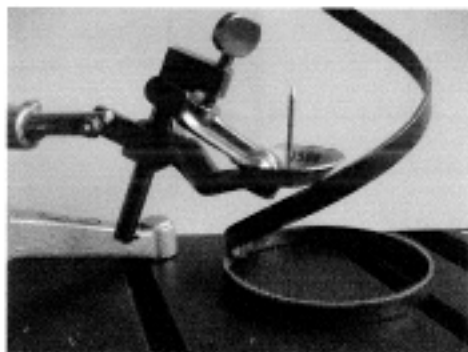


図12 溶接用皿保持具

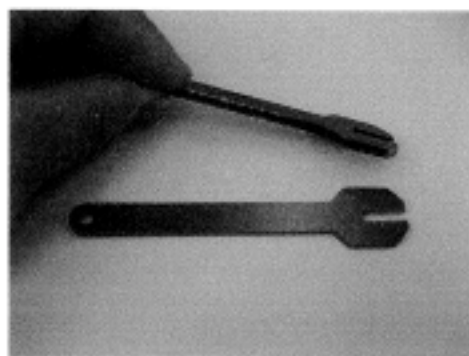


図13 ねじれ修正用スパナ

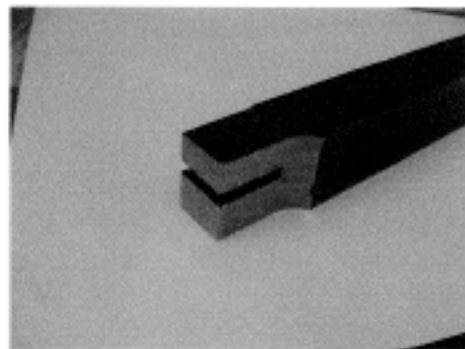


図14 ねじれ修正用保持具

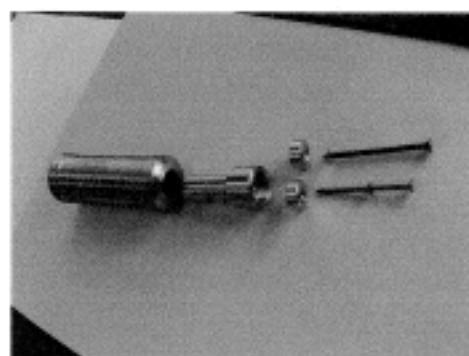


図15 釘打ち込み用治具

5. あとがき

講座の試行により、以下の事柄が確認できた。

- (1) 製作した治具、工具類の機能および安全性
- (2) デザインの自由度を考慮した用具、用品の必要量
- (3) 五工程に分けて作成した、作業手順書の有効性
- (4) 作業支援の範囲を精査し、4時間で作品を完成
- (5) 講座に要する費用

以上により、平成16年1月に、お母さんのものづくり教室「燭台づくり」を、公開講座として実施すべく、教務係を通じ文部科学省へ公開講座実施経費要求書を申請した。

デジタル顕微鏡導入による工学実験の教育改善

山田 孝行[†] 池田 英幸^{††}

Improvement of Experiments of Engineering by Digital Microscope Introduction

Takayuki YAMADA and Hideyuki IKEDA

We have given the experiments of engineering for observation of metallic microstructures by optical microscope. Performing the experiments, we had a few problems such that more than two students could not observe the optical microscope simultaneously, a microstructure observed by the optical microscope was not clear and adjusting a focus was difficult for students. Introduction of digital microscope solves those problems and has improved as follows,

- 1) Several students can watch the metallic microstructures displayed by digital microscope at the same time, and therefore it made us easy explain the microstructures in details.
- 2) The simple operations of digital microscope improved to perform the experiment efficiently.
- 3) The photographs of microstructures taken by one group can be compared with those by the other groups.

Keywords : Educational Improvement, Experiments of Engineering, digital microscope, optical microscope

1 はじめに

機械工学科において、工学実験は学生が座学として学んだ内容の定着を図ることができ、きわめて重要な科目である。特に、材料学においては熱処理や関連事項を実験によって再度学習させるために有効である。具体的には、鉄鋼材料の標準組織を顕微鏡で種々の倍率を用いて観察させて、倍率によって組織の見え方が大きく異なることや各組織の名称を覚えさせることを目的としている。次の実験項目では、顕微鏡で観察するための試料作成を行い、顕微鏡で組織名を推定させるを行っている。また、硬さ試験法を習得させ、その後総合実験として熱処理法を学生自身に設定させて、測定すべきデータを考慮した実験を実施している。熱処理を行った試料の硬さや顕微鏡組織を観察させて、予測された組織と実際の結果との比較検討を、測定データに基づいて考えさせる教育を実践している。

この一連の教育において顕微鏡のはたす役割は大変

大きい。これまでは、主に光学顕微鏡を使用してきた。設備の関係上、学生2名～3名に一台の顕微鏡を使用して観察を行わせていた。

図1にその授業の状況を示す。顕微鏡観察では、各自が顕微鏡を覗いてその組織を観察できるが第3者は見ることができないため、組織の説明などに支障をきたし、教育効果が十分にあがらなかった。また、高解像度ではないため、組織の詳細を観察できず、特に写真を撮影した場合、観察した組織との相違が見られるという問題があった。さらに、学生にとって顕微鏡の

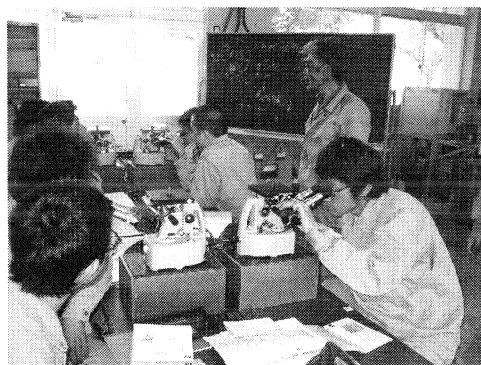


図1 光学顕微鏡を用いた授業の様子

[†] 技術室

^{††} 機械工学科

ピントを合わせることも時間を要し、問題であった。

この問題を解決するためデジタル顕微鏡を導入した。

2 デジタル顕微鏡を用いた授業改善

従来の光学顕微鏡では一台につき一人しか検鏡することができないという制約を改善するために、材料工学実験へデジタル顕微鏡を導入した。デジタル顕微鏡は、顕微鏡に CCD が内蔵されており、観察画像をモニタに映し出すことができるものである。このデジタル顕微鏡を使えば、複数の学生が同時に観察を行うことができる。

今回、材料工学実験へ導入したデジタル顕微鏡は、KEYENCE 製 VHX-200 である。図 2 にデジタル顕微鏡を用いた工学実験の授業の様子を示す。前述したように、実験を受講している全員で同時に同じ組織を観察することができる。

金属組織には、複数の組織の混在や介在物等が存在するため、モニタ上の具体的な場所を指し示しながら説明を行えるデジタル顕微鏡は高い教育効果が期待できる。更に、解像度も高く、画像をハードディスクにデジタルデータとして保存することもできるため組織の判定や比較に適すると考えられる。また専用のプリンタ(KEYENCE 製デジタルフォトプリンタ DP-500)で簡便かつ鮮明にプリントアウトすることができるため、実際に観察した組織とプリントアウトした写真と

の相違もなく、組織の誤判定等も防ぐことができる。



図2 デジタル顕微鏡を用いた工学実験の様子

3 効果

デジタル顕微鏡による授業改善を評価するため、従来の光学顕微鏡とデジタル顕微鏡を用いて、学生自身に顕微鏡観察用の試料を作製させ、検鏡させた。学生の試料作製技術が未熟なため、研磨傷などが多く標準的な組織を観察でき難い場合が多かった。その視野の一部に、目的とする組織があった場合、それを光学顕微鏡で示すのは支障が多かった。一方、デジタル顕微鏡では、画面上に画像が表示されるため、容易に傷や組織を説明することができ、教育上大きな効果があった。

実験終了後、従来型の光学顕微鏡とデジタル顕微鏡の両方を使用した受講学生 30 人にアンケート調査を

表1 学生アンケートの結果

感想	延べ人数
○デジタル顕微鏡について	
大画面で見やすい・複数人数で観察できる	13人
操作が簡単・使いやすい	9人
ピントが合わせやすい	6人
画像がきれい・鮮明である	5人
写真をきれいに撮ることができる	3人
画像を保存できる・並べて比較ができる	2人
○光学顕微鏡について	
基本的な顕微鏡の構造や操作法を学習できる	3人
一人しか観察できない	2人
ピントを合わせづらい	2人
手軽に扱える	1人
見にくい	1人
手間がかかる	1人

実施した。アンケートは自由記述方式で、光学顕微鏡とデジタル顕微鏡を使用した感想を尋ねた。

表1に主だった感想をまとめた。アンケートの結果より、デジタル顕微鏡の特徴である大きなモニタでの観察に対して、「見やすい」、「グループの人たちと一緒に話し合いながら組織を判定できる」などの意見が最も多かった。また、「デジタル顕微鏡の方が、操作が簡単」、「ピントが合わせやすい」といった意見も多く、効率よく実験を進めることもできた。更に、少数ではあるが、「ハードディスクに保存した画像をモニタに並べて表示し、他の班との金属組織の比較が容易に行える」ことを挙げている学生もあり、有意義かつ効果的に活用できていることも伺えた。

4 おわりに

従来の光学顕微鏡を使用した工学実験に比べて、デジタル顕微鏡を使用することによって、以下の効果があった。

- 1) 複数の学生が同時に同一画面で組織を観察でき、組織の詳細を説明することが容易になった。
- 2) ピント合わせ等の操作が簡単で、実験の効率が上がった。
- 3) 従来のポラロイド写真に比べて、簡便かつ鮮明に組織写真をプリントアウトできる。
- 4) 他の班の金属組織の画像と比較、検討ができる。

研 究 業 績

2004 年 4 月 1 日～2005 年 3 月 31 日
ゴシック 本校の発表者 *印 講演発表者

校長

氏 名	課 題	雑誌, 講演会, または発行所等
T. Nakajima Y. H. Xu Y. Mori M. Kishita H. Takanashi S. Maeda A. Ohki	Combined use of photocatalyst and adsorbent for the removal of inorganic arsenic(III) and organoarsenic compounds from aqueous media	Journal Hazard Materials B120 巻 pp.75～80 2005-03
T. Nakajima T. Kawabata H. Kawabata H. Takanashi A. Ohki S. Maeda	Degradation of phenylarsinic acid and its derivatives into arsenate by hydrothermal treatment and photocatalytic reaction	Applied Organometallic Chemistry 19 巻 pp.254～259 2005-03

機 械 工 学 科

氏 名	課 題	雑誌, 講演会, または発行所等
加藤隼人* 池田真悟 江崎秀司	管群における急収縮損失特性	第 7 回化学工学会学生会発表会研究発表講演要旨集 同志社大学 pp.48～ 2005-03
今里裕司* 江崎秀司	熱交換器の変流量特性	日本機械学会九州学生会第 3 6 回卒業研究発表講演会論文集 長崎大学 pp.315～316 2005-03
岩切和史* 江崎秀司	急収縮流れ場の流動特性	日本機械学会九州学生会第 3 6 回卒業研究発表講演会論文集 長崎大学 pp.365～366 2005-03
引地力男 油田功二 原田正和 上野孝行	学生が能動的に参加するための工作実習の工夫	論文集「高専教育」 28 号 pp.291～296 2005-03
HIKIJ Rikio* HARADA Masakazu KAWANO Yoshihiro KONDO Eiji ARAI Minoru	STUDY ON DEPTH OF WORK HARDENED SURFACE LAYER IN ORTHOGONAL NON-FERROUS METAL CUTTING	ICPMT'2004 Proceedings of the Seventh International Conference on Progress of Machining Technology Suzhou, China pp.687～692 2004-12
原田正和* 引地力男 塚本公秀	高専における創造性を育成するための工作実習の工夫 (第 2 報)・低学年への試み・	2004 年度精密工学会九州支部宮崎地方講演会/精密工学会九州支部宮崎 pp.9～10 2004-12
引地力男* 上野孝行 山下俊一	レーザ加工で発生する粉じんの分布解析に関する研究	2004 年度精密工学会九州支部宮崎地方講演会/精密工学会九州支部宮崎 pp.77～78 2004-12
引地力男* 河野良弘 近藤英二 新井実	二次元切削における切れ刃の丸みが加工硬化層に及ぼす影響	2005 年度精密工学会春季大会学術講演会講演論文集/精密工学会横浜市 pp.599～600 2005-03
西尾一政 益本広久 松田日出彦 池田英幸	タンタルと Cu-Cr 合金との拡散接合性に及ぼす Cr の影響	溶接学会 22 巻 3 号 pp.451～467 2004-08
MASUMOTO, Hirohisa* NISHIO, Kazumasa MATSUDA, Hidehiko IKEDA, Hi deyuki	Diffusion Bonding between Molybdenum and Titanium alloys	International Institute of Welding IIW 2004 Annual Assembly 大阪 pp.2136～ 2004-07
池田英幸* 益本広久 西尾一政 松田日出彦	高融点金属とチタン合金との拡散接合におけるボイド生成に関する研究	溶接学会九州支部 溶接学会九州支部講演論文集 福岡 pp.62～68 2004-07

2004年4月1日～2005年3月31日

氏 名	課 題	雑誌, 講演会, または発行所等
段本智則* 池田英幸 西尾一政 加藤光照 山口富子	モンテカルロ法による結晶粒の粗大化シミュレーション	溶接学会九州支部 溶接学会九州支部講演論文集 福岡 pp.69～73 2004-07
持原稔 室屋秀人*	微細材料を材料試験するための基礎研究	日本機械学会 M&M2004 材料力学カンファレンス講演論文集 秋田市 pp.373～374 2004-07
Masahiro NAKASHIMA Akira RINOSHIKA Takahide TABATA Tsutomu NOZAKI	Application of Wavelet Multi-resolution Analysis to Jet Flow Issuing from Rotating Circular Pipe with Inclined Section	International Journal of Wavelets, Multi-resolution and Information Processing Vol.2 No.2 pp.1～8 2004-12
Satoshi SOMEYA* Takahide TABATA Yuta KUBOMOTO Satoshi YOSHIDA Masahiro NAKASHIMA	Effects of the Chemical Reaction on an Interfacial Instability of Upward Round Free Jet	VSJ-SPIE04 International Conference on Advanced Optical Diagnostics in Fluids, Solids and Combustion Tokyo 2004-12
西田 雅* 中島正弘 田畑隆英 椎 保幸 野崎 勉 李鹿 輝	噴流の拡散制御に関する研究 (ウェーブレット解析による検討)	日本機械学会 2004 年度年次大会講演論文集 札幌市 pp.269～270 2004-09
中島正弘* 李鹿 輝 田畑隆英 野崎 勉	柔らかなフィンを用いた噴流の拡散制御	可視化情報学会全国講演会 (愛媛 2004) 講演論文集 愛媛大学 pp.125～126 2004-09
西田 雅* 中島 正弘 李 輝 田畑 隆英	柔らかいひれを用いた噴流の拡散制御に関する研究	日本機械学会 流体工学部門講演会 北九州市 pp.249～249 2004-11
徳満 智和* 椎 保幸 福原 稔	円筒型サイクロン分離器内の流動特性 (入口流速の影響)	日本機械学会九州支部第 58 期総会講演会論文集 福岡市 pp.365～366 2005-03
加藤 隆樹* 福原 稔 阿多 洋輔 椎 保幸 飯野 直子	吹出し口を備えた粉粒体吸込みノズルの性能に関する研究 (管径比の影響)	日本機械学会九州支部第 58 期総会講演会論文集 福岡市 pp.363～364 2005-03
田畑隆英* 中島正弘 李輝 野崎勉	噴流の拡散制御に関する研究 - ウェーブレット多重解像度解析による検討 -	可視化情報学会第 32 回可視化情報シンポジウム 東京都 pp.95～96 2004-07
中野雄太* 中島正弘 田畑隆英 椎 保幸 野崎 勉	傾斜切断面をもつ円管群から流出する噴流	日本機械学会 2004 年度年次大会講演論文集 札幌市 pp.271～272 2004-09
染矢聡 窪元勇太* 田畑隆英 中島正弘 野崎勉	物質拡散を伴う鉛直上向噴流	日本機械学会 第 82 期日本機械学会流体工学部門講演会 北九州市 pp.242～242 2004-11
山田隆明 桑波田修平* 境田幸和	ロボットによる林業用枝打ちシステムに関する研究 (基本概念の提案)	第 5 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門学術講演会 茨城県つくば市 pp.933～934 2004-12

電気電子工学科

氏 名	課 題	雑誌, 講演会, または発行所等
M. Kozako N. Fuse Y. Ohki T. Okamoto T. Tanaka	Surface Degradation of Polyamide Nanocomposites Caused by Partial Discharges Using IEC (b) Electrodes	IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation 11 巻 5 号 pp.833～839 2004-10
小迫雅裕 田中祀捷	画期的な絶縁特性の向上が期待される高分子ナノコンポジット	放電学会誌 47 巻 4 号 4 2004-11

研 究 業 績

氏 名	課 題	雑誌, 講演会, または発行所等
T. Tanaka* M. Sato M. Kozako	High Field Maxwell Stress-Strain Characteristics of Conventional Polymers as Actuators	IEEE Conference on Electrical Insulation and Dielectric Phenomena, Proc. IEEE-CEIDP Boulder, Colorado, USA pp.364~367 2004-10
N. Fuse* M. Kozako T. Tanaka S. Murase Y. Ohki	Possible Mechanism of Superior Partial-Discharge Resistance of Polyamide Nanocomposites	IEEE Conference on Electrical Insulation and Dielectric Phenomena, Proc. IEEE-CEIDP Boulder, Colorado, USA pp.322~325 2004-10
M. Kozako* R. Kido N. Fuse Y. Ohki T. Okamoto T. Tanaka	Difference in Surface Degradation due to Partial Discharges between Polyamide Nanocomposites and Microcomposites	IEEE Conference on Electrical Insulation and Dielectric Phenomena, Proc. IEEE-CEIDP Boulder, Colorado, USA pp.398~401 2004-10
小迫雅裕* 城戸亮一 布施則一 大木義路 岡本達希 田中祀捷	ポリアミド・ナノコンポジットとマイクロコンポジットの部分放電による表面劣化の比較	2004 年電気学会 A 部門大会 講演論文集 宮城県仙台市 p.119 2004-08
小迫雅裕* 大木義路 田中祀捷	ポリアミドナノコンポジットの耐部分放電性検証のための電界分布の検討	2004 年電気学会 A 部門大会 講演論文集 宮城県仙台市 p.118 2004-08
布施則一* 菊間俊明 小迫雅裕 田中祀捷 村瀬繁満 大木義路	ポリアミドナノコンポジットの優れた耐部分放電性の原因	2004 年電気学会 A 部門大会 講演論文集 宮城県仙台市 p.456 2004-08
城戸亮一* 小迫雅裕 大木義路 岡本達希 田中祀捷	IEC(b)電極による部分放電劣化の簡易実験法の検討～ポリアミドナノコンポジットの例～	平成 16 年度電気関係学会九州支部連合大会講演論文集 鹿児島大学 p.239 2004-09
山野俊一* 小迫雅裕 田中祀捷	ポリアミドナノコンポジットの電気トリーの予備的観察	平成 16 年度電気関係学会九州支部連合大会講演論文集 鹿児島大学 p.240 2004-09
菊池公敏* 小迫雅裕 田中祀捷	水素エネルギー利用発電の CO2 ライフサイクルアセスメント-LCA 手法とデータベース整備ー	平成 16 年度電気関係学会九州支部連合大会講演論文集 鹿児島大学 p.177 2004-09
趙宝慶* 小迫雅裕 田中祀捷	LCA 手法を用いた自動車燃料のエネルギー変換における燃料電池自動車と現行ガソリン車の比較	平成 16 年度電気関係学会九州支部連合大会講演論文集 鹿児島大学 p.118 2004-09
佐藤雅代* 小迫雅裕 田中祀捷	円筒型ポリマーアクチュエータの電圧ー変位特性	平成 16 年度電気関係学会九州支部連合大会講演論文集 鹿児島大学 p.243 2004-09
布施則一* 菊間俊明 小迫雅裕 大木義路 岡本達希 田中祀捷	フォトルミネセンス法によるポリアミドナノコンポジットの劣化評価	電気学会第 35 回電気電子絶縁材料システムシンポジウム予稿集 芝浦工業大学 pp.129~132 2004-11
小迫雅裕* 城戸亮一 今井隆浩 尾崎多文 清水敏夫 田中祀捷	酸化チタン粒子添加エポキシ樹脂の部分放電劣化の予備検討	電気学会第 35 回電気電子絶縁材料システムシンポジウム予稿集 芝浦工業大学 pp.133~136 2004-11
城戸亮一* 小迫雅裕 大木義路 田中祀捷	ポリアミドナノコンポジットの部分放電劣化特性ーSEM および表面粗さ計による評価ー	電気学会 放電・高電圧・誘電絶縁材料委員会合同研究会資料 早稲田大学 (北九州市) pp.23~26 2005-01
山野俊一* 小迫雅裕 田中祀捷	ポリアミドナノコンポジットの電気トリーイング劣化特性ー新しく試作したトリー電極試料による評価ー	電気学会 放電・高電圧・誘電絶縁材料委員会合同研究会資料 早稲田大学 (北九州市) pp.19~22 2005-01

氏 名	課 題	雑誌, 講演会, または発行所等
佐藤雅代* 小迫雅裕 田中祀捷	ポリマーアクチュエータ材料の電圧 応答特性	電気学会 放電・高電圧・誘電絶縁材料委員会合同研究会資料 早 稲田大学 (北九州市) pp.13～18 2005-01
久家真一* 城戸亮一 小迫雅裕 今井隆浩 尾崎多文 清水敏夫 田中祀捷	Rod 電極を用いた種々のエポキシナ ノコンポジットの部分放電劣化～劣 化深さによる評価～	平成 1 7 年電気学会全国大会講演論文集 徳島大学 p.122 2005-03
松縄暁* 山野俊一 小迫雅裕 大木義路 向富政典 岡部成光 田中祀捷	エポキシ/アルミナナノコンポジット 材料の高電界下における絶縁破壊特 性の予備的検討	平成 1 7 年電気学会全国大会講演論文集 徳島大学 p.124 2005-03
野瀬絢子* 山野俊一 小迫雅裕 大木義路 向富政典 岡部成光 田中祀捷	エポキシ/アルミナナノコンポジット 材料の曲げ特性の予備的検討	平成 1 7 年電気学会全国大会講演論文集 徳島大学 p.123 2005-03
今井隆浩* 澤史雄 尾崎多文 清水敏夫 小迫雅裕 田中祀捷	エポキシ樹脂ナノコンポジットの絶 縁特性に及ぼす温度の影響	平成 1 7 年電気学会全国大会講演論文集 徳島大学 p.128 2005-03
佐伯謙太* 小迫雅裕 田中祀捷	バネを用いたアクリルゴムアクチュ エータの時間応答特性	平成 1 7 年電気学会全国大会講演論文集 徳島大学 p.178 2005-03
松木謙児* 小迫雅裕 田中祀捷	伸び型・縮み型シリコーンゴムアク チュエータの電圧-変位特性	平成 1 7 年電気学会全国大会講演論文集 徳島大学 p.177 2005-03
松崎哲也* 菊池公敏 小迫雅裕 田中祀捷	純水素固体高分子型燃料電池におけ る CO ₂ ライフサイクルアセスメン トの予備的検討	平成 1 7 年電気学会全国大会講演論文集 徳島大学 p.47 2005-03
Fumiyoshi Kuwashima* Hiroshi Iwasawa	Chaotic oscillations in single-mode class A lasers with long optical delayed feedback	9th Asia-Pacific Physics Conference Hanoi 2004-10
河本敬子* 桑島史欣	メラニン色素に対する高吸収率レー ザーの検討	電気・情報関連学会中国支部第 55 回連合大会 山口大学 2004-10
桑島史欣* 岩澤宏	class A レーザーにおけるカオティ ク発振の基本周波数	レーザー学会第 25 回年次大会 けいはんなプラザホテル 2005-01
前蘭正宜* 小野智司 中山茂	遺伝的プログラミングによる画像フ ィルタ設計	第 57 回電気関係学会九州支部連合大会 鹿児島大学工学部 2004-09
前蘭正宜* 小野智司 中山茂	遺伝的プログラミングによる画像フ ィルタ設計	火の国情報シンポジウム 2005 九州工業大学情報工学部 2005-03
慶島淳一* 前蘭正宜 小野智司 中山茂	濃淡画像や距離画像を用いた決定木 による指文字認識	火の国情報シンポジウム 2005 九州工業大学情報工学部 2005-03
穴井博* 中村格	高圧水銀ランプ点灯回路における可 飽和リアクトルのインピーダンスに ついての一考察	電気関係学会九州支部連合会大会 鹿児島 p.579 2004-09
須田 隆夫* 上迫 誠一	AFM粘弾性イメージングによる赤 血球細胞膜の膜蛋白質分布の観察	第 52 回応用物理学関係連合講演会講演予稿集 No.3 埼玉県さいたま市 p.1453 2005-03

研 究 業 績

電子制御工学科

氏 名	課 題	雑誌, 講演会, または発行所等
赤座孝憲* 原田治行	デジタルシグナルプロセッサを用いた騒音低減ヘッドフォンに関する研究	電子情報通信学会・九州支部学生会講演論文集 鹿児島大学 p.69 2004-09
原田治行* 赤座孝憲	DSP を用いた騒音低減音響ヘッドフォンの改良	計測自動制御学会九州支部 第 23 回学術講演会予稿集 北九州市学術研究都市 pp.261~262 2004-12
鎌田清孝 湯ノ口万友 山崎慶太 加藤和夫 上田智章 芳賀昭	自動車の移動に起因する磁界変動の検討	電気学会論文誌 A 125 巻 2 号 pp.92~98 2005-02
Kiyotaka Kamata* Akira Haga	20 kHz magnetic field emission of induction cooking heaters	EMC'04/Sendai (International Symposium on Electromagnetic Compatibility) 仙台 pp.869~872 2004-06
Kiyotaka Kamata* Akira Haga	MEASUREMENTS OF MAGNETIC FIELDS PRODUCED BY INDUCTION COOKING HEATERS	EMC Europe 2004(International Symposium on Electromagnetic Compatibility) オランダ pp.98~103 2004-09
Kiyotaka Kamata* Kazutomo Yunokuchi Keita Yamazaki Kazuo Kato Tomoaki Ueda Akira Haga	Prediction of the fluctuation of magnetic fields caused by the movement of automobiles for extremely weak magnetic field measurements	EMC Europe 2004(International Symposium on Electromagnetic Compatibility) オランダ pp.332~337 2004-09
沖津隆志 村松和弘* 芳賀昭 鎌田清孝	電磁調理器から生ずる漏洩磁界の三次元磁界解析	第 27 回日本応用磁気学会学術講演概要集 沖縄 p.348 2004-09
鎌田 清孝* 湯ノ口 万友 山崎 慶太 加藤 和夫 上田 智章 芳賀 昭	BTnet 法を用いた自動車の磁気双極子の推定	平成 16 年電気関係学会九州支部連合大会 鹿児島 2004-09
鎌田 清孝** 山崎 慶太 及川 昌平 鳥田 文彦 芳賀 昭 小林 宏一郎 村松 和弘 藤原 耕二	多層構造磁気シールドルーム設計のための増分透磁率評価	電気学会マグネティクス研究会 宮城・仙台 pp.1~6 2004-12
鎌田 清孝* 山崎 慶太 及川 昌平 鳥田 文彦 芳賀 昭 小林 宏一郎 村松 和弘 藤原 耕二	多層構造磁気シールドルーム設計のための増分透磁率評価 (その 2 解析的検討)	電気学会全国大会 徳島 pp.184~185 2005-03
鳥田 文彦* 及川 昌平 芳賀 昭 山崎 慶太 鎌田 清孝 小林 宏一郎 村松 和弘 藤原 耕二	多層構造磁気シールドルーム設計のための増分透磁率評価 (その 1 実験的検討)	電気学会全国大会 徳島 pp.182~183 2005-03
河野良弘* 吉満真一 山下俊一 引地力男 南晃	CCD 画像による小径エンドミルの挙動監視	精密工学会秋季大会 島根県松江市 2004-09
上坪 隆弘* 宮田 千加良	ファジィ理論を用いた倒立振子の制御	電子情報通信学会・九州支部・学生会 鹿児島大学 p.18 2004-09

2004年4月1日～2005年3月31日

氏 名	課 題	雑誌, 講演会, または発行所等
宮藺博規* 室屋光宏	インバータシステムの昇圧に関する研究	平成16年電気学会産業応用部門大会 サンポート高松 (高松市) p.91 2004-09
K. Shimana* E. Kondo K. Hagihara N. Kawagoishi	Monitoring of Stability Dynamic Cutting Process in End-Milling by Measurement of Spindle Head Vibrations	Proceedings of The 7th International Conference on Progress of Machining Technology Suzhou, China 2004-12
島名賢児* 近藤英二 松尾章弘 萩原孝一	切削抵抗による小径エンドミル加工での加工誤差の推定	2004 年度精密工学会秋季大会 島根 2004-09
松尾章弘* 近藤英二 萩原孝一 島名賢児	小径エンドミルのたわみに起因する加工誤差の切削抵抗による監視	2004 年度精密工学会宮崎地方講演会 宮崎 pp.5～6 2004-12
植村 眞一郎	金属塑性加工プロセスの最適化設計に関する研究	鹿児島大学 2005-03
吉満真一* 河野良弘 山下俊一	CCD 画像による小径エンドミルのたわみ挙動監視	2004 年度精密工学会 九州支部宮崎地方講演会 宮崎県宮崎市 pp.1～2 2004-12

情 報 工 学 科

氏 名	課 題	雑誌, 講演会, または発行所等
入江 智和 辻岡 哲夫 杉山 久佳 村田 正	論理演算子により逐次符号辞書を参照する符号化方式	映像情報メディア学会誌 58 巻 5 号 pp.705～712 2004-05
加治佐 清光	ウェーブレット画像変換の学習ソフトの試作	鹿児島工業高等専門学校研究報告 第 39 号 pp.1～10 2004-08
加治佐 清光	静止画像の可逆圧縮・高速転送に関する試行	鹿児島工業高等専門学校研究報告 第 39 号 pp.11～16 2004-08
牧皓之* 加治佐清光	JPEG・LS のニアロスレス符号化の考察	電気関係学会九州支部・電気関係学会九州支部連合大会講演論文集 鹿児島大学 p.597 2004-09
笹峯慎司* 加治佐清光 三重野保男	繰り返し光照射による葉面電位変化の考察	電気関係学会九州支部・電気関係学会九州支部連合大会講演論文集 鹿児島大学 p.361 2004-09
星原大翼* 加治佐清光	静止画像の可逆符号化の高速化に関する考察	第3回電子情報系高専フォーラム講演論文集 熊本電波高専 pp.43～46 2004-11
K. Shiba* K.Mori	Detection of Go-board Contour in Real Image using Genetic Algorithm	SICE Sapporo, Japan pp.2754～2759 2004-08
新徳健 渡辺富夫	3 者間インタラクション支援及び合成的解析のための身体的バーチャルコミュニケーションシステム	情報処理学会論文誌 45 巻 4 号 pp.1212～1221 2004-04
新徳 健* 東 哲也 山本 倫也 渡辺 富夫	身体的バーチャルコミュニケーションシステムにおける面の皮インタフェースの開発	ヒューマンインタフェース学会 京都リサーチパーク pp.1029～1032 2004-10
東 哲也* 新徳 健 山本 倫也 渡辺 富夫	面の皮インタフェース：アバタ頭部没入型身体的コミュニケーション支援インタフェース	電気・情報関連学会中国支部第 55 回連合大会 山口大学工学部 pp.258～359 2004-10
新徳 健* 渡辺 富夫 山本 倫也	3 者間身体的バーチャルコミュニケーションシステムにおける面の皮インタフェース	計測自動制御学会 システムインテグレーション部門 つくば国際会議場 pp.889～890 2004-12
玉利陽三* 入江智和 豊平隆之 三重野保男	高専情報系学生に向けたネットワークシステム実験の教育効果	日本工学教育協会工学・工業教育研究講演会論文集 金沢市 pp.267～268 2004-07

研 究 業 績

土 木 工 学 科

氏 名	課 題	雑誌, 講演会, または発行所等
疋田誠	隼人学 (天降川の用水路と農業本論)	南方新社 pp.183~196 2004・09
疋田誠 森山聡之 会田和義 石塚浩一	地盤振動を利用した土石流の検知警報	土砂災害に関するシンポジウム論文集 (土木学会) 2 巻 pp.13~16 2004・08
高岡広樹 橋本晴行 Kichan Park 池松伸也 城戸正一郎 疋田誠	2003 年 7 月水俣市集川で発生した土石流のピーク流量の推定	土砂災害に関するシンポジウム論文集 (土木学会) 2 巻 pp.103~108 2004・08
Tosiyuki MORIYAMA Makoto HIKIDA	RAINFALL ANALYSIS OF DEBRIS FLOW OCCURRENCE IN 2003, MINAMATA, JAPAN	Asia Pacific Association of Hydrology and Water Resources; Proc. Of 2nd APHW Conference Singapore pp.400~408 2004・07
Makoto Hikida* Muneo HIRANO Haruyuki HASHIMOTO Toshiyuki MORIYAMA Kazuyoshi AIDA Koichi ISHITUKA	Field Observation and Prediction of Debris flow in Sakurajima Volcano, Japan by using Precipitation and Ground Tremor	UNESCO/IHP and WMO; Int. Conference on Hydrology of Mountain Environments Berchtesgaden, Germany pp.127~133 2004・09
Makoto Hikida* Kichan Park Haruyuki Hashimoto	DISASTER AND FLOOD FLOW IN KOTSUKI RIVER, KAGOSHIMA CITY, JAPAN	IIT Roorkee; International Conference on Hydraulic Engineering Roorkee, India pp.515~524 2004・10
Makoto HIKIDA* Ipei UCHIDA Takayuki HASHIGUCHI Haruyuki HASHIMOTO Toshiyuki MORIYAMA Kazuyoshi AIDA Yoshiki NAGAI	Detecting and Alarming System of Debris Flows by Monitoring Ground Tremor	Kyoto Univ.; Proc. of Int. Conference on Prediction and Mitigation of Water-Related Disasters 京都市 pp.263~268 2005・01
橋口孝行* 疋田誠 森山聡之 会田和義 石塚浩一	土石流の検知警報システムに関する研究	日本自然災害学会学術講演会講演概要集 富士市 pp.135~136 2004・09
原田雄二* 森田圭亮 橋口孝行 疋田誠 内田一平	土石流検知警報システムの開発・第 2 報	土木学会西部支部研究発表会講演概要集 福岡市 pp.359~360 2005・03
Kiyoshi NISHIDOME* Hitomi SATOH Rikio HIKIJI	Nitrification and Denitrification by Alternate Flow Rotating Biological Contactor System	Proceedings of the International Symposium on Lowland Technology タイ (バンコク) pp.551~556 2004・09
岡林巧 荒牧憲隆 杉尾哲	地盤の不飽和浸透特性と測定法の検討	鹿児島工業高等専門学校研究報告 39 号 pp.17~25 2004・08
宮田俊哉* 岡林巧 兵動正幸 荒牧憲隆 西迫正顕	桜島土石流流出火山灰の三軸せん断特性	平成 16 年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集 福岡 pp.475~476 2005・03
Takashi Tsutsumi* Ken-ichi Hirashima	Displacement Fields for a Semi-Infinite Plane Containing a Circular Hole Subjected to Stresses from Infinite Points	the 2nd International Conference on Steel & Composite Structures Seoul, Korea 2004・09
内谷保 水田洋司 橋本晃	パイプアーチ補強が桁の車両走行応答に及ぼす効果について	土木構造・材料論文集 第 20 号 pp.65~70 2004・12
水田洋司 吉富敬洋 内谷保 橋本晃	パイプアーチ補強された東大橋の振動特性について	土木構造・材料論文集 第 20 号 pp.57~64 2004・12

氏 名	課 題	雑誌, 講演会, または発行所等
瓜生正樹 水田洋司 内谷保 吉村健	斜張橋とラーメン橋が連続した PC 橋の構造変化に伴う振動特性の検討	土木構造・材料論文集 第 20 号 pp.137～146 2004・12
山田真義 山内正仁 大橋昌良 原田秀樹	多段型高温 UASB リアクターによる焼酎蒸留粕液画分の高速メタン発酵処理	土木学会環境工学研究論文集 41 巻 pp.31～40 2004・11
増田純雄 山内正仁 M.F.B.Abdul 関戸知雄 藤本健二	拡散層を考慮した網目構造回転翼による窒素除去の効率化に関する研究	土木学会環境工学研究論文集 41 巻 pp.137～145 2004・11
山内 正仁	焼酎蒸留粕を用いた資源循環型ポットの開発とその特性に関する基礎的研究	鹿児島大学 pp.1～98 2005・03
S.MASUDA M.F.B.Abdul Aziz* M. YAMAUCHI K.YASUI	Development of Biological Denitrification Reactor Using Rotating Meshed Plates.	Proceedings of International Symposium on Lowland Technology ,ISLT Bangkok Thailand 2004・09
M. YAMAUCHI S.MASUDA M. YONEDA* M. KIHARA N.CHISYAKI S.INANAGA	The growth of mini tomatoes using eco-friendly pots with effect of fertilizer	The3rd international nitrogen conference Nanjing,China 2004・10
M. YAMAUCHI* S.MASUDA M. MIHARA	haracteristics of eco-friendly pots made from shochu distillation lees	ISWA world environment congress and exhibition, ISWA Rome,Italy 2004・10
M.YAMADA* T. KATAHIRA M. YAMAUCHI H.IMACHI A.OHASHI H.HARADA	A Demonstration-Scale Treatment of Alcohol(Shochu) Distillery Wastewater by Super High Rate Thermophilic(55℃) Multi-Staged UASB Reactor	Proceedings of the 4th International Symposium Green Energy Revolution Nagaoka,Japan p.112 2005・01
M. YAMAUCHI* M.YAMADA S.MASUDA M. KIHARA K.YASUI H.HARADA	Fertilizer Effect of Eco-Pots Made from Shochu Dittillation Lees	Proceedings of the 4th International Symposium Green Energy Revolution Nagaoka,Japan p.183 2005・01
米田真美* 山内正仁 木原正人 増田純雄 樗木直也 稲永醇二	焼酎蒸留粕で作製したエコポットの土壌中における窒素の動態解析	日本土壌肥科学会九州支部春季講演会 鹿児島市 p.1 2004・04
山内正仁* 木原正人 増田純雄 米山兼二郎 原田秀樹 新村孝善 神野好孝	焼酎蒸留粕からのエネルギー自立・資源循環型商品システムの開発・エコポットの量産化装置設計・開発及び商品評価・	平成 16 年度鹿児島県研究成果発表会,鹿児島県 鹿児島県工業技術センター (隼人町) pp.6～7 2004・07
山田真義* 大橋昌良 原田秀樹 山内正仁 鈴木隆幸 新村孝善 神野好孝	焼酎蒸留粕からのエネルギー自立・資源循環型商品システムの開発・多段型 UASB プロセスによる焼酎蒸留粕の超高速メタン発酵処理・	平成 16 年度鹿児島県研究成果発表会,鹿児島県 鹿児島県工業技術センター (隼人町) pp.8～9 2004・07
増田 純雄* 山内 正仁 安井 賢太郎 西野 厚	白色腐朽菌の有効利用に関する基礎的研究	第 59 回土木学会年次学術講演会,土木学会 名古屋市 pp.87～88 2004・09

研 究 業 績

氏 名	課 題	雑誌, 講演会, または発行所等
安井 賢太郎* 増田 純雄 山内 正仁 佐伯 雄一	焼酎蒸留粕から作製した資材の利用に関する基礎的研究	第 59 回土木学会年次学術講演会,土木学会 名古屋 pp.565～566 2004-09
木原 正人* 山内 正仁 片平 智仁 増田 純雄	焼酎蒸留粕で作製したエコポットの量産化に関する研究	第 59 回土木学会年次学術講演会,土木学会 名古屋市 pp.563～564 2004-09
山田 真義* 大橋 晶良 原田 秀樹 山内 正仁	焼酎蒸留粕廃水を対象としたパイロットスケール新規多段型高温 UASB リアクターによるオンサイト実証実験	第 59 回土木学会年次学術講演会,土木学会 名古屋市 pp.127～128 2004-09
安井 賢太郎* 増田 純雄 佐伯 雄一 山内 正仁	焼酎蒸留粕から作製した資材の肥料効果と発生した糸状菌の影響	第 41 回環境工学研究フォーラム講演集 宮崎県農協会館 AZM ホール (宮崎市) pp.65～67 2004-11
安井 賢太郎* 山内正仁 増田純雄 木原正人 山田真義 原田秀樹	焼酎蒸留粕を用いたきこ菌床の開発	平成 16 年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集 九州大学(福岡市) pp.909～910 2005-03
米田真美* 山内正仁 増田純雄 木原正人 山田真義	15N レーザー方を用いた焼酎粕由来窒素の動態解析	平成 16 年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集 九州大学(福岡市) pp.971～972 2005-03
天賀友美* 増田純雄 安井 賢太郎 山内正仁	焼酎蒸留粕の凝縮液を有機炭素源とした生物学的脱窒	平成 16 年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集 九州大学(福岡市) pp.987～988 2005-03
梅田学宏* 安井 賢太郎 増田純雄 佐伯雄一 山内正仁	長期間曝気法による養豚廃水処理に関する基礎的研究	平成 16 年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集 九州大学(福岡市) pp.991～992 2005-03
山田真義 大橋晶良 原田秀樹 山内正仁 片平智仁*	実規模多段型高温 UASB リアクターによる焼酎蒸留粕廃液の連続処理特性	第 39 回日本水環境学会年会 千葉大学(千葉市) p.340 2005-03

一 般 理 系

氏 名	課 題	雑誌, 講演会, または発行所等
大竹 孝明	隼人学 地域遺産を未来につなぐ 地域の自然から ー竹炭などの自然物で河川などの水質浄化ー	関南方新社 pp.245～256 2004-09
T. Ohtake* T. Hirata T. Kubosaki D. Maruta S. Maeda	Effective Extraction of Heavy Metals from MSW Incineration Ash	Modern Landfill Technology and Management Proceedings of The Third Asian-Pacific Landfill Symposium 北九州市 p.568～571 2004-10
森重勇雄* 奥永愛美 通阪栄一 平田 誠 羽野 忠 大竹孝明	乳化液膜を利用した多様な金属ケイ酸塩壁マイクロバルーンの形成	化学工学会第 69 年会、社団法人化学工学会 大阪府堺市 p.118 2004-04
大竹孝明* 窪崎拓也 丸田大地 平田登基男 前田 滋	都市ゴミ焼却灰の飛灰中に含まれる重金属元素について	化学関連支部合同九州大会講演予稿集 北九州市 p.253 2004-07

2004年4月1日～2005年3月31日

氏 名	課 題	雑誌, 講演会, または発行所等
大竹孝明* 窪崎拓也 丸田大地 平田登基男 前田 滋	都市ゴミ焼却灰(飛灰)の粒度分布 及び含有重金属元素について	化学工学会沖縄大会研究発表講演要旨集 沖縄県中頭郡西原町 p.110 2004・11
白坂 繁*	実はピタゴラス	日本数学教育学会 日本数学教育学会誌 鹿児島市 2004・08

一 般 文 系

氏 名	課 題	雑誌, 講演会, または発行所等
保坂 直之	ゲオルク・トラークル『夢の中のセ バ스티アン』(1)	鹿児島工業高等専門学校研究報告 39号 pp.27～35 2004・08
保坂 直之*	授業におけるライトモチーフー色彩 語	九州地区高専ドイツ語教育研究会 有明高専 2005・01
鮫島俊秀* 松田忠大 山下登 大竹孝明 三重野保男 加治佐清光	鹿児島高専における技術者倫理教育 の現状と課題	日本工学教育協会・平成16年度工学・工業教育研究講演会講演論集 金沢工業大学 pp.343～345 2004・07
松田 忠大*	公海上における船舶衝突責任の準拠 法と船舶衝突事件における国際裁判 管轄	第54回日本海法学会研究報告会(日本海法学会) 一橋大学総合 学術センター(東京都) 2004・10
松本 裕司	大正末期の『実習日誌』にみられる 大分県女子師範学校附属小学校の教 育研究	地方教育史研究(全国地方教育史学会) 25号 pp.69～87 2004・06
坂元 真理子*	第二言語習得における与格交替に関 する研究ー文法性判断と反応時間に 焦点を当ててー	日本第二言語習得学会 群馬県庁 2004・06
Enomoto* M. Sakamoto* Isse-Shomura, Y.	Effects of crosslinguistic differences in conflation patterns on interlanguage syntax: evidence from L2 Japanese	ALAA Adelaide Univ. (Aus) 2004・07
渡辺 清美 坂元 真理子*	A quantitative analysis of high school learners' written English: based on their motivation	ICTATLL Universidade de Aveiro pp.24～29 2005・03
塚崎 香織	大学における読解・作文指導教材と しての『ハリー・ポッター』	九州英語教育学会紀要 32号 pp.85～90 2004・07
塚崎 香織	英語教育における多読指導ー動機づ けの観点から	九州大学九州レビュー 9号 pp.75～81 2004・10
大坪喜子* 大隈重之* 大下晴美* 大屋茂正* 松本勝男* 塚崎香織*	実践的コミュニケーション能力を伸 ばす指導と英文法指導との関連性につ いて	九州英語教育学会第33回大会 長崎シーボルト大学 2004・12
坂元真理子* 塚崎香織*	高専の英語学習者の動機付けに関す る研究	九州英語教育学会第33回大会 長崎シーボルト大学 2004・12

技 術 室

氏 名	課 題	雑誌, 講演会, または発行所等
原田正和* 引地力男 塚本公秀	高専における創造性を育成するた めの工作実習の工夫(第2報, 低学年 への試み)	2004年度精密工学会九州支部宮崎地方講演会/精密工学会九州支 部 宮崎市 pp.9～10 2004・12

編 集 専 門 委 員

委 員 長

大 竹 孝 明 一般教育科

委 員

鯨 島 俊 秀	一般教育科
村 上 浩	一般教育科
持 原 稔	機械工学科
中 村 格	電気電子工学科
宮 田 千加良	電子制御工学科
山 田 一 二	情報工学科
堤 隆	土木工学科

鹿児島工業高等専門学校研究報告 第40号

平成17年(2005)8月31日印刷

平成17年(2005)8月31日発行

発行人

前 田 滋

発行所

鹿児島工業高等専門学校

Kagoshima National College of Technology

〒899-5193 鹿児島県始良郡隼人町真孝1460番1

1460-1 Shinko, Hayato-cho, Aira-gun

Kagoshima-ken 899-5193 Japan