

## 呉工業高等専門学校

## 研 究 報 告

第66号

平成16年8月(2004)

## 目 次

1. 集団で学ぶ小論文の実践 ー例文暗記とディベート立論対決ー	小助川 元太	1
2. ムラの近代化とダム開発 ー五木村の川辺川ダム反対運動についてー	木原 滋哉	9
3. 本校におけるスポーツ災害事故の調査研究	岩井 一師, 谷岡 憲三, 佐賀野 健, 山下 幸枝	17
4. Bamford と文学	江口 誠	25
5. 自動グリップ装置の試作	野原 稔	31
6. Tribological Properties of Biodegradable Lubricating Oils in Four-Ball Test	中迫 正一, 灘野 宏正, 河野 正来, 南 一郎	37
7. 自然対流を伴う水平長方形管内における付随渦の発生 ー高アスペクト比の場合ー	野村 高広, 京免 進	43
8. 小型ホロー陰極内プラズマの電子温度測定	山崎 勉	51
9. パイルドラフトの効果と応用	西村 光正, 門前 勝明, 芳賀 保夫	57
平成15年本校教職員による研究業績一覧		63

# 集団で学ぶ小論文の実践 ——例文暗記とディベート立論対決——

(一般科目) 小助川 元太

## Methods for Learning Essays in a Class All Together

### —— Learning Examples by Rote And Giving a Presentation at Debate Games ——

(Department of General Education) Ganta KOSUKEGAWA

#### Abstract

There is growing need for us Japanese teachers at college of technology to develop student's abilities to write and speak Japanese. One method improve student's writing ability is teach them how to write essays. But it seems difficult for a teacher to teach all the students in a class how to write essays, for, generally speaking, it is under the one-to-one guidance of a teacher and with high motivation on the part of students show gradual progress in writing essays. However we can improve student's motivation to study writing essays, if we set an essay examination. After giving lessons in essay writing, I found that it is possible to improve student's ability of writing Japanese. The method taken in my practices was that the teacher gets the students to learn examples by rote and provides them with opportunities to criticize each other through debate games. Especially, giving a presentation at debate games could obtain good results in improving student's abilities of writing and speaking Japanese. In conclusion we could improve student's abilities of writing essays regardless of the class-size.

**Key Word:** Learn an Example by Rote, Set an Essay Examination, Giving a Presentation at Debate Games.

例文の暗記、小論文を試験に課す、ディベートでの立論発表

#### § 1 はじめに

##### 1.1 これからの高専に求められる国語教育とは？

平成15年度の高等専門学校教員研究集会第一分科会のテーマは、「高専における国語コミュニケーションスキル教育の評価と改善」であった。その目的を引用すると、

青少年の日本語能力の低下が各方面から指摘されて久しい。国語の能力の低下した学生に、従来どおりの教育体制と手法により社会が求めるレベルの工業技術教育を実施することは困難である。以上の状況認識のもと、本研究集会では、高専における国語教育のあり方をコミュニケーションスキル教育を機軸として、抜本的に見直すのに必要な研究協議を行い、あわせて外国語教育についても同様の視点から研究協議する。注1)

というものである。ここでいう「コミュニケーションスキル教育」とは、JABEE(日本技術者教育認定機構)の日本技術者教育認定基準(2004年度版)の基準1「学習・教育目標の設定と公開」の(f)「日本語による論理的な記述力、口頭発表力、討議等のコミュニケーション能力、および国際的に通用するコミュニケーション基礎能力」注2)を育成することを念頭に置いた発言と思われる。

従来の国語教育で中心となってきたのは、いわゆる文芸教育(文学作品を素材とした教育)であった。15年度の教員研究集会の目的に指摘される「従来どおりの教育体制と手法」とは、この文芸教育を指しているものと思われる。注3)

##### 1.2 国語教育の現状

たしかに、従来の国語教育の中で、コミュニケーションスキルとしての国語教育が重視されてきたとは言い難い。だが、「日本語による論理的な記述力、口頭発表力、討議等のコミュニケーション能力」については、近年、国語教育界においてもその重要性が認識され、その向上のための教育が行われてきているのも事実である。平成11年度告知(14・15年度一部改定)の高等学校学習指導要領の「国語総合」注4)では、

国語を適切に表現し的確に理解する能力を育成し、伝え合う力を高めるとともに、思考力を伸ばし心情を豊かにし、言語感覚を磨き、言語文化に対す

る関心を深め、国語を尊重してその向上を図る態度を育てる。

という目標を掲げ、その内容として、A「話すこと・聞くこと」、B「書くこと」、C「読むこと」の3項目を挙げる。「読むこと」についても、「文章の内容を叙述に即して的確に読み取ったり、必要に応じて要約したりすること」という事項が記されており、ことさらに文芸作品の鑑賞に重点を置いているわけではない。つまり、最近の国語教育においては、従来のような文芸作品を「読む」ことに偏っているのではなく、「話す」「聞く」「書く」という能力の育成に力を入れる方向に向かっているといえる。

具体的な教育現場の動きとしては、ここ10年ほどでディベートが国語の授業に積極的に取り入れられるようになった。注5)また、大学の一般推薦入試やAO入試が増加したために、全国の高等学校においては、国語教員が中心となって本格的な小論文指導を行っているというのが、最近の傾向であろう。

いまだに学校教育における国語の授業を「文芸偏重」と批判する向きもあるようだが、注6)実際の国語教育の現場は、確実にこのようなスキル教育の重視と充実という方向へと向かっているものであり、さらにこの傾向は今後も全国に広がっていくであろう。

つまり、高専に限らず、中等教育機関においても、コミュニケーションスキルとしての国語力の育成が求められているのであり、とくに「話す力」と「書く力」をいかに向上させるかが課題となっているといえよう。注7)

### 1.3 「話す力」と「書く力」

ところで、「話す力」と「書く力」はそれぞれが独立しているものではない。研究発表や講演において、多くの人が発表原稿を用意したり、アウトラインを作成したりするように、「話す」ためには「書く」ことが必要である。だから、まずは文章を「書く力」をつけなければならない。ただし、読み手を説得できる文章を書くためには、人前で「話す」経験も必要である。

本稿では、高専という教育機関においても比較的实践の容易なコミュニケーションスキル教育の方法として、15年度に呉高専3年生の「国語表現」の授業で試みた、小論文指導の実践を報告する。具体的には、「書く」訓練と「話す」訓練とを有機的に結びつける、ディベートを組み合わせた小論文指導についての実践報告である。

## § 2. 160人相手の小論文指導

### 2.1 呉高専の国語科の現状

呉高専は機械工学科、電気工学科（平成14年度入学生から電気情報工学科）、環境都市工学科、建築学科の4学科からなり、1クラス約40名、1学年を合計すると、約160名の学生数となる。国語関係の必修授業は1、2年が3時間（現代文2＋古典1）、3年生が2時間（現代文＋国語表現）であるが、専任の国語担当教員は2名であるため、1、2年の古典を非常勤講師に担当してもらい、現代文と国語表現を専任2人で分担するという形態をとっている。分担の仕方は1、2年の現代文は学年別に分担し、3年は年度ごとにそれぞれが現代文か国語表現のいずれかを担当することになっている。

### 2.2 国語表現における小論文指導

さて、国語表現の授業内容は、テキスト注8)を用いた表記・表現を中心とした演習に、小論文とディベートを加えたものである。（→資料1：平成15年度 国語表現シラバス）

資料1：平成15年度 国語表現シラバス

	【授業内容】	【達成目標】
前期	仮名づかい	1 正しい仮名づかいが書けること。
	送り仮名	2 正しい送り仮名が書けること。
	文字の使い分け	3 漢字・平仮名・片仮名の使い分けができること。
中期	句読点・表記	4 句読点が正しく打てること。表記符号の使い分けができること。
	小論文の書き方	5 小論文の構成を理解し、例文を暗読できること。
	同音異義語	1 同音異義語の使い分けができること。
後期	同訓異字	2 同訓異字の書き分けができること。
	類義語	3 類義語の使い分けができること。
	慣用表現	4 慣用的な表現の意味を理解し、使い分けができること。
後期	小論文の書き方	5 自分で小論文の構成ができること。
	ディベート入門	6 ディベートとは何かを理解できること。
後期	敬語	1 正しい敬語表現を身につけること。
	文法と論理	2 文法上と論理上のつながりを理解できること。
	ディベート演習	3 ディベートで、相手に自分の主張を論理的に述べられること。
後期	小論文演習	4 自分で簡単な小論文が書けること。
	明快な表現	1 あいまいな表現・わかりにくい表現を選けることができること。
	文を短くする	2 短い文を書くことの大切さを理解できること。
後期	ディベート演習	3 ディベートで、相手の意見を冷静に聞くことができること。

## 小論文演習 4 自分で小論文が書けること。

学生に日本語コミュニケーション能力を身につけさせる手段として、小論文とディベートの学習効果が大きいことは言うまでもない。「書く」、「話す」と方法は異なるが、両者ともに相手を説得する技術が求められるからである。その中でも、とくに難しいのは小論文の指導である。一般に小論文指導といえば添削指導が中心となることが多い。一人一人の書く内容が異なるため、個別に対応しなければならないからである。だが、160人相手に1人の担当教員が頻繁に添削指導を行うのは不可能に近い。というのは、前述のとおり、1人の国語教員が担当するのは、その160人だけではないからである。他の低学年の授業や、高学年の選択授業、専攻科の授業を含めると、1人の教員が担当する学生数は、350人から400人に上る。他の学年に対しても、同様のエネルギーを注いで教育を行わなければならない、さらには、担任やクラブ顧問としての学生指導、その他の校務や自身の研究もしなければならないことを考えると、手のかかる小論文の添削指導の実施を160人相手に頻繁に行うことは、現実的にはかなり難しい。

### 2.3 高校の現場と比較して

ちなみに、私は呉高専に着任するまでの10年間、4校の私立中学校・高等学校において、専任教諭あるいは非常勤講師として国語教育に携わってきたが、国語科の専任教諭の場合、週あたりの授業コマ数は14～16（担任クラスがあれば、これにHRが1コマ加わる）、1クラスあたりの国語（現代文・古典など）の時間は1科目につき週2～4時間で、担当するクラスは5～6クラスであった。1クラス40名としても、生徒の総数は平均して200名程度、最も多い場合でも250名までであった。おそらく、学校によって多少の差はあるだろうが、現在の全国の中学校・高等学校における国語（他の教科も）の専任教諭が置かれた状況は上記とそれほど変わらないはずである。ところが、高専の場合は週あたりの1クラスの国語の授業時数が高等学校の半分である週1～2時間と少なく、専任の国語教員の数も少ないため、高校教員なみのコマ数を担当しようとするれば、1人で8～10クラスという、多くのクラスを担当しなければならない。

また、私は高校教員時代に大学入試のための小論文指導を行ってきたが、放課後を使った個別添削指導の場合、私1人が指導できるのは、せいぜい多くても20名程度であった。

しかも、高等学校のように、生徒側に就職試験や大学受験などという目標がある場合は、添削指導も大きな効果を挙げることができるが、そうでなければ、労多くして功少なという結果になりがちである。つまり、どの

教科についてもいえることだが、受け手である学生・生徒側のモチベーションが低ければ、いくら教員が手をかけても、成果は上がらないのである。

### 2.4 学生のモチベーション高揚と集団学習の利点

以上のことから、費用対効果を考えると、とくに手の掛かる小論文指導の場合は、学生全員のモチベーションを高める仕掛けを作ることに出発点を置くべきであると考ええる。大学受験や就職試験と縁はなくとも、進級のための単位をとることは、高専生にとっては切実な問題である。なぜならば、高専は他の高校に比べて進級が厳しいため、たとえ1単位の科目であろうとも、「捨てる」ことができないからである。つまり、もつとも確実に効果的な方法は、小論文が上達すれば、国語表現の単位が取得できるという設定をすることであろう。

また、個別指導が難しいならば、逆にクラスという集団で学ぶ利点を生かす方法を考えるべきであろう。集団で学ぶ利点は、多くの人間の批判に晒される機会を得ることができるということである。

このような観点に立って、3年生の国語表現において実施したのは、定期試験への小論文の導入であり、小論文作成の過程で行ったディベートである。途中、軌道修正を行ったために、年度当初のシラバス通りにはいかなかったが、この組み合わせには予想以上に効果が見られた。以下、1年間の授業の流れに従って、その具体的な方法を示す。

## § 3. 小論文の例文の暗記（前期）

### 3.1 小論文の評価基準

試験の点数に小論文の内容が直接反映するということになれば、学生も必死に小論文に取り組むであろう。もちろん「書けば点数がもらえる」式の出題では意味がない。指定された条件を満たさなければ点数がもらえないという、厳しいルールが必要となる。そのためには、明確な評価基準、すなわち、小論文で身につけるべき具体的な技術目標の明示が前提となる。小論文の指導というと、言葉の使い方や表記、原稿用紙の使い方などといった、文章表現レベルでの指導と、構成や論理的整合性といった記述内容を中心とした指導との2つの立場があるが、実質的な表現力（「書く力」「話す力」）を身につけさせるという目的を考えると、前者よりは後者が優先されるであろう。そこで、まずは一つの型をしっかりと身につけ、その型を踏まえた小論文が書けることを最終的な目標とし、文章表現上の指導については、国語表現テキストの問題演習によって行うことにした。

### 3.2 小論文の例文暗記

第一段階で行ったのは、小論文の例文を暗記させることである。小論文の例文は、樋口裕一氏の提唱する4つの型〈問題提起〉→〈意見提示〉→〈展開〉→〈結論〉(注9)に従い、「学歴社会」の是非について私が作成した600字程度のものである。最初にこのサンプルを示し、段落の役割や特徴を一通り説明した後、暗記するように指示をした。(→資料2：暗記文例「学歴社会について」)

#### 資料2：暗記文例「学歴社会について」

〔問題提起〕 日本は学歴社会だといわれ、しばしばその問題点が指摘されてきた。それでは学歴社会は好ましくないのだろうか。

〔意見提示〕 なにに、学歴社会には問題が多い。価値観が一様化してしまうために、試験でいい点数をとれる者が人間として優秀で、そうでない者は人間として劣っているという安易な考えを生みやすい。それは改善していかなければならないだろう。しかし、社会の中心的な価値観が、腕力や家柄ではなく知力であるということ自体は悪いことではない。

〔展 開〕 私は「人間が知的生き物である以上、知力を社会の価値基準とすべきである」と考える(哲学)。学歴社会は純粋に知識・教養のある者が社会的に責任のある立場につける社会のことである(定義)。たとえば、日本ほど学歴競争が激しくないといわれるイギリス・フランス・ドイツなどのヨーロッパの国々では、エリート階層の人が大学に行き、中流以下の人には大学に行きにくいという傾向が強い。階級があるために、下層の子供は上層に上がりにくいシステムが出来上がっている。一方、日本では家柄や経済力という本人の責任とは無関係な基準や、腕力のような動物的な基準ではなく、人間だれしもが持っている知力を重視し、その達成度によって選別するという方法をとっているため、学力さえあれば誰にでもチャンスが開ける。日本で学歴競争が激化するのには、学歴社会が平等で民主的傾向の強い日本に合っているからであろう。

〔結 論〕 以上のことから、学歴社会は人間本来の知力を重視した社会であり、平等意識に基づいたものであるため、それ自体は好ましいものであると考える。

### 3.3 例文暗記の目的

この例文の暗記という方法の目的は、暗記を通して一つの文章の型と、フォーマルな文章表現のサンプルを頭に叩き込むことである。学生に読書感想文などの作文を書くように指示すると、多くの学生が「何を書いて良いのかわからない」と訴える。本や教科書の文章を読んで、何かしら心に引っかかりが生じたはずなのに、何をどう論じれば、そういった自分の思いを効果的に伝えられるのかわからないのである。それゆえ、あらすじを説明しながら、ときどき「私は主人公がかわいそうだな

あとおもいました」という感想を差し挟む、幼稚な作文が大量に発生する。

何を学ぶにも、まずは基本となる型を身につけることが求められる。説明を聞いただけでは型は身につかない。あらゆるスポーツ・武道において行われているように、基本的なフォームを身体に憶えさせることが必要なのである。以前、別の学年において、小論文の型の説明をして、小論文のサンプル文例を配布し、しかも、それを読み聞かせた上で小論文を書かせたことがあるが、実際に型どおりの小論文が書けたのはごく一部の学生で、ほとんどが「幼稚な作文」のままであった。ところが、同じ年度に、その学年と同じ手順を踏んだ上で、さらに例文を暗記させた別の学年では、8割以上の学生が型に従った小論文を書けるようになったのである。

もちろん、ただ「暗記せよ」では、多くの学生は憶えない。そこで、前期中間試験では、暗記しているかどうかを確認する問題を出題することにした。予想されていたことであったが、当初「例文暗記など意味がない」とか、「個性的な文章が書けなくなる」と反発する学生もいた。そこで、反発のあったクラスでは、上記のスポーツの例を挙げ、さらに次のような説明をした。「どのような科目であっても、最初は基本事項の暗記から始まるのであり、それを試験で確認することも、普通に行われているはずである。」と。

実際、室町時代には、手紙文例集である『庭訓往来』や、法令集である『御成敗式目』の暗唱という学習方法が採られていた。例文暗記は作文のための正統な学習方法なのである。しかも、この例文暗記は学年末試験における小論文作成の際に効力を発揮し、ほとんどの学生が型に則った小論文を書くことが出来るようになった。例文暗記の効果については学生自身も実感したらしく、年度末に行った授業アンケートには、「小論文暗記は大変だったが、効果があった」という感想が見られた。

### 3.4 小論文の構成表作成

中間試験後の授業では、「内面と外見のどちらを重視すべきか」という問題について、自分の意見を書かせたうえで、それを他のクラスメートと交換させ、相手の書いた意見に反論させるという演習を行った。これは、独りよがりや思いこみを廃して、自分の意見・主張を客観的に見るための訓練である。その上で、前期期末試験においては、同じテーマをもとに小論文の構成表を書かせることにした。試験前には質問が殺到したが、とりあえず、ほとんどの学生が、自分で小論文の型に則った構成表を作るところまではできるようになった。ただし、次章に述べるように、大きな課題が残った。

## § 4. ディベート立論対決（後期）

### 4.1 人を説得するという姿勢の欠如

前期では小論文の一つの型を覚えさせたが、それだけで、型を応用した説得力のある小論文が書けるかといえ、そう簡単にはいかない。例文の暗記によって、型を意識して文章を書くことができるようになったとはいえ、単に型をまねただけでは中身のある小論文にはならない。そのことについては学生自身が自覚していたようで、実際、前期末試験の構成表を作る段階で多くの学生が苦勞していた。試験前に質問が殺到したのはそのためである。これは以前に小論文を試験問題として出題した別の学年でも起こった現象であった。中でも圧倒的に多かった質問は、〈意見提示〉や〈展開〉で使用する具体例（データ）に関するものであった。しかも、「こういう例を使いたい、どうだろうか」という質問はほとんどなく、「何を書いたらいいのか」というように、思考停止状態のまま全面的に教員に依存する質問がほとんどであった。とくに、友達に相談したり、批判し合ったりという作業もせず、いきなり質問に来るケースが目立った。そのため、私が一緒になって考え、アイデアを与えろといった、過保護な指導になってしまった。学生が憶えた型をなかなか応用できない大きな原因は、彼らが型を使うことばかりにこだわり、人を説得しようという視点をもっていないということにあったようである。何のために具体例（データ）を用いるのかという根本的なことがわからなければ、いくら型を憶えても応用はできない。つまり、型はそれが持つ意味を実感しなければ、使いこなせないのである。

### 4.2 小論文からディベートへ

そもそも小論文の型は、読み手を説得するための手順を踏んだものであった。つまり、型を使いこなすには、読み手を意識することが必要となる。その一つの有効な方法が、目の前の相手を説得する体験をさせることである。そこで、後期は、当初予定していたグループによるディベートではなく、全員にディベートによるプレゼンテーションの経験をさせるという方針に変更した。聴衆の批判に晒されるという緊張感が、彼らの技術を磨くはずだと考えたからである。

### 4.3 ディベート入門と立論の作成

まず、中間試験までは、ディベートの説明と実例を示し、立論を作成できるようになることを目標とした。実例に用いたのは、全国教室ディベート連盟編『ファックス資料 総合的学習に役立つ中学校・高等学校／ディベート授業がてがるにできるモデル立論集』（1999年、学

事出版）である。

最初に『モデル立論集』から「〇〇学校は持ち物検査を実施すべきである」の肯定側立論と否定側立論を印刷して配布し、音読させながら構成を説明した。

ディベートの立論は、小論文とは違い、〈定義〉→〈プラン〉→〈メリット・デメリット〉→〈プランの導入によるメリット（デメリット）の発生過程〉→〈データ〉→〈まとめ〉→〈インパクト（メリットの重要性、デメリットの深刻性）〉という構成を持つが、実際には、論題に対して肯定・否定に分かれる点、反対の立場を意識しながら論じる姿勢、データを用いながら説明する方法など、共通する部分が多く、順序さえ変えれば、小論文に組み直すことも十分可能である。

次に、独自に作成した立論シートを配布し、一つのテーマをもとに立論を実際に書かせてみた。テーマは「呉高専は低学年までは茶髪を禁止すべきである」である。これは昨年度呉高専で問題となった話題であり、とくに制服着用を義務づけられている3年生にとっては、関心の高い問題であった。立論は基本的に肯定側、すなわち茶髪禁止の立場で作成させた。学生に作成させた立論シートは回収し、簡単な添削を行った後、優秀なものを各クラス2名ほど選び、印刷して配布した。（→資料3：ディベート立論シート）そして、どうしてその立論が良いかを説明した。

資料3：ディベート立論シート（肯定用）

(E) 科 (X) 番 氏名 ( A 君 )

論 題	呉高専は3年生までは茶髪を禁止すべし
定 義	ここでの「茶髪」とは、黒髪を他の色に脱色、染髪することとします。
プラン	次にプランを3点述べます。1点目、実施は2004年4月からとします。2点目、茶髪であることが定かでない場合は、本人や家族に確認をとるようにします。3点目、明らかに茶髪である場合は注意し、直す意志がないようなら、保護者に相談するなどの対処をします。
メリット	(メリット) 発生するメリットは、「学校のイメージが良くなる」です。
	(発生過程) 現在、呉高専には、髪を染めている人がたくさんいます。それにより、高校生らしくないというイメージを周辺の人に持たれています。プランを導入すると、先生や親に注意されるようになるため、茶髪が減ります。すると、学校のイメージも良くなっていきます。
	(データ・資料) 平成15年度に、呉高専で学生や保護者、教師に対して「茶髪を禁止すべきか」というアンケートをとったところ、保護者、教師は約80%の賛成、学生でさえも半数の賛成がありました。これは高校生の茶髪が良くない印象であることの根拠となり

ます。

(発生過程まとめ)

髪を染めるというのはファッションであり、学生生活に不必要なものであるため、禁止しても勉強に支障はありません。だから、先生や親にうるさく言われてまで無理に茶髪を通す人も少なく、注意を続けることで確実に減らすことが出来ます。

(重要性・インパクト)

次に、このメリットの重要性を説明します。まず、学校のイメージというのは、新入生の数に大きく関係しています。イメージが悪いと本人も行きたくなるし、親や周りの人にもやめた方がいいと止められます。逆に良い学校には行きたくなるし、周りもすすめてくれます。また、学校のイメージは就職活動にも影響します。だから、このメリットは重要なのです。

なお、後期中間試験では、同一テーマに関する否定側の立論シートを作成させるという問題を出題した。

#### 4.4 ディベート立論対決

中間試験終了後、年明けからは、全員参加の1対1の立論のみのディベートを行うことにした。これは先にも述べたように、ディベート体験を最終的な小論文作成に繋げるという目的に絞り、全ての学生にプレゼンテーションをさせることを重視したためである。

ディベート立論対決実施の手順は以下の通りである。

##### 1. 論題の発表・チーム分け

「成人式を廃止すべきである」「死刑制度を廃止すべきである」という2つの論題を準備し、さらにそれぞれを肯定側・否定側に分けて担当学生を決める。

##### 2. 準備期間

論題と立場が決まったら、全員に立論シートを配布し、1週間以上の準備期間を設ける。

##### 3. 立論対決

当日、論題別に対戦相手を発表し、制限時間2分でそれぞれの立場から立論の発表をさせる。

##### 4. リスニングシートによるメモ

発表者以外の学生はジャッジとして、2人のどちらの発表が説得力があったかを判定する。その際、その判定基準が明確になるように、配布したリスニングシートに必ずメモを取らせ、最後に「その他気づいたこと」を書かせる。そこには発表への批評や判定の根拠が書かれることになる。

##### 5. 投票による判定

2人の立論が終わった後、クラスの学生による投票を行う。投票の方法は次の通り。肯定側が優勢だと思う者は白いカードを、否定側が優勢だと思

う者は青いカードを最前列まで送る。最前列の者は、それぞれのカードが何枚ずつあったかを報告し、その合計数で勝敗を決定する。

##### 6. 教員による講評

勝敗が決定した後、両者をねざらいつつ、良かったところを評価し、問題点を明らかにする。

なお、5の投票方法については、NHKの人気番組「爆笑オンエアバトル」<sup>注10)</sup>の投票方法にヒントを得た。「オンエアバトル」では観客が10組のお笑いグループのネタ(芸)を見た上で、テレビでオンエア(放映)してもよい5組を投票で決めるという番組である。この番組の場合は、グループの支持率は観客によって舞台の前送られたボールの重さで量られるが、教室ではテレビ番組のような投票の仕掛けを作ることは不可能なので、色別のカードを最前列の席に送るという方法をとった。この投票方法の利点は、記名投票や挙手という投票方法とは違い、誰がどちらに投票したかがわからないことと、結果が視覚的にわかりやすく、かつ早く出ることである。

#### 4.5 効果

以上のような手順で実施したところ、全てのクラスで私が想像していた以上の盛り上がりを見せた。とくにカードによる投票は、発表者自身にも、また、ジャッジをする他の学生にも緊張感を与え、ゲームを盛り上げたようである。回数を重ねるごとに、学生からは「やる以上は勝ちたい」「勝つためには聞き手を納得させなければならない」といった意識が見られるようになった。

心配したのはデータの調査・引用であったが、最近インターネットが普及したお陰で、学生にとって必要以上の負担にはならなかったようである。高専の、とくに専門科目が増える3年生の場合、一般科目の課題の出し方には気を遣わなければならない。あまり時間のかかる面倒な宿題を出すと、かえって学生の反発を招き、せっかくのやる気を削いでしまう危険性があるからである。ただし、データ集めが容易になったとはいえ、調査に関する最低限のマナーは教えなければならない。人が苦勞して集めたデータを利用させてもらうわけだから、その仕事に対する敬意は払わなければならないという姿勢である。学生に注意を促したのは、インターネットの利用は構わないが、必ずどこかのサイトからの引用なのかをはっきりと述べよということであった。典拠を明らかにすることは、学ぶ者にとって最低限のルールである。試合後の講評において、「データの出所がはっきり示されていない」という指摘を繰り返したところ、データの典拠を述べない者は敗退するようになった。学生のリスニングシートにも、「データの典拠がない」という指摘が見られるようになり、後半は、ほとんどの学生がデータの



典拠を明らかにするようになった。

リスニングシートには、「早口である」「声が小さい」という発表の仕方の指摘に加え、「インパクト（メリットの重要性・デメリットの深刻性）がはっきりと示されていない」「データの使い方がおかしい」「矛盾している」などという、論理展開に関わる指摘も見られ、それに伴い、発表者の発表内容が洗練され、発表技術も磨かれていった。もちろん、学生の実リスニングシートに見られたそれらの指摘も、私が毎回の講評で指摘してきたことであった。

## § 5 まとめとしての小論文試験

### 5.1 いよいよ小論文作成へ

さて、1年間の総まとめとして、学年末試験に小論文を書かせることにした。

小論文問題は100点満点中70点分（残りの30点は、テキストの応用問題）で、論題は後期にディベートで扱った「成人式を廃止すべし」「死刑制度を廃止すべし」の2つのうち、いずれかを選ばせた。論題は必ずしもディベートで自分が担当したものでもなくてもよしとした。なお、評価基準およびそれに基づいた減点のポイントは以下の通りである。

#### 資料4：小論文問題の評価基準

1. 問題提起→意見提示→展開→結論の型を使っているか？
2. データを用いているか？また、用い方は適切か？
3. 論理に矛盾はないか？
4. 表現は適切か？

#### 資料5：小論文問題の減点ポイント

【減点のポイント】	評価基準	減点
四段構成の型を使っていない	1	−30点
定義が説明されていない	1	−10点
哲学がない	1	−10点
データを用いていない	2	−10点
データの用い方が不適切	2	−10点
矛盾・不明瞭・説明不足・飛躍	3	−5点
文体の不統一	4	−3点
文のねじれ・不明瞭な表現	4	−3点
不適切表現	4	−1点
漢字・かなづかいのあやまり	4	−1点
原稿用紙の使い方のあやまり	4	−1点

### 5.2 採点結果と成果

試験終了後、前節に示した採点基準および減点ポイントに基づいて採点した結果、162名の小論文70点満点分

の平均点は、57.1点であり、81.6%の得点率であった。

試験で学生が書いた小論文には、定義や哲学が抜けていたために10点から20点も減点されるケース（定義なし…16名、哲学なし…18名）が見られたが、ほとんどがデータを用い（データを用いていない者は15名）、読み手を説得しようとする論理的な展開で書かれていた。また、データの引用がしっかりとできるようになった（典拠不明瞭など、データの用い方が不適切な者は14名）。ディベート立論対決で培った説得の技術が、小論文作成に活かされたことがわかる。

なお、年度末に行った授業アンケートでは、ほとんどの学生が小論文、ディベートの学習がよかったと答えていた。とくにディベートの体験により、何かを掴んだ学生が多かったようである。参考までに今回のディベートを含む小論文指導を体験した学生の感想をいくつか紹介する。

○小論文、ディベートの授業が心に残っています。

今まであまりそういったことをしてきていないので、良かったです。特に小論文の試験は今までになく、憶えるのは難しかったけど、今後役に立つと思いました。（M科男子）

○ディベートがおもしろくて、他の人のを聞いているとためになった。（M科男子）

○ディベートが大変楽しかった。評価するのも難しいが、人を説得し、票を得るのも難しいことがわかった。やはりみんなインパクトで票を入れているのか……と思うと、少し切なかった。（E科男子）

○小論文やディベートなど、他人を説得する能力を身につけることは大切だと思うので、少しでも上手になるように、もっと増やしてもよかったのではないかと思います。（E科男子）

○ディベートや論文といろいろな文章を考えて書いて、前までは少し長い文章になるとわけがわからなくなっていたのですが、今は前に比べると書けるようになった気がします。（C科男子）

○最後の方にやったディベートでは、自分で調べたりまとめたりしなければいけないし、人の話も書き留めないといけないので、とても自分の力になったと思います。（C科男子）

○国語表現……？3年になって何故こんなことをするのかと、最初は疑問を抱いたりもしましたが、終わってみて、この教科の重要性が分かった気がします。その中で編入学・就職の試験で役に立ちそうだったのは、小論文とディベートです。これから社会に出ていくときに、“自分の意見・主張をまとめ、他者に伝えていく”というのはとても大事なことであり、欠かせないことだと思います。だから、後輩のためにも、来年も小論文とデ



ィベートはカリキュラムに入れてほしいと思います。(C科女子)

○基本的な文の書き方,ものの考え方がよく分かった。言葉が他人の考えに大きな影響を与えるのを知った。(A科女子)

○ディベートがおもしろかった。違う立場でも書いてみたかった。勝敗がでるのが面白い。(A科男子)

○生まれて初めて論文という,作文ではないものを書きました。自分が今までどれだけ作文の構成を考えていなかったかが分かりました。(A科男子)

## § 6 おわりに

クラスという集団相手に小論文を教えるのは難しい。だが,全員が真剣に参加せざるを得ない状況を作り出すこと(モチベーションを高めること),例文を暗記させること,そして,集団で学ぶという利点を生かし,全員がそれぞれを批評し合う機会を作ることによって,学生の「書く力」を向上させることは可能だということを,今回の実践によって確信した。とくにディベートの立論対決は,他人の発表を批評し,自らも他人に評価されるという体験であったために,原稿作成による「書く力」の向上と同時に,「話す力」の向上にもつながった。何よりも,学生の中に自ら考え,向上しようという姿勢が身につくことがわかったことは収穫であった。

なお,ディベートは予想以上に好評で,学生のアンケートには,「本格的なディベートをやってみたかった」という声が多かった。シラバスを工夫して導入を検討すべきかもしれない。今後の課題としたい。

注1) 平成15年度高等専門学校教員研究集会(第二班)実施要領より。

注2) JABEEホームページ(<http://www.jabee.org/>)より。

注3) ただし, JABEE の基準1「学習・教育目標の設定と公開」の(a)では,「地球的視点から多面的に物事を考える能力とその素養」を身につけさせるという目標が掲げられており,この目標を達成するためには,明確な教育目標を掲げて実践されなければならないにせよ,日本語文化としての文学作品を扱うことも必要となつてこよう。

注4) 文部科学省ホームページ「学習指導要領」([http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shuppan/sonota/990301.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/shuppan/sonota/990301.htm))より。

注5) 全国教室ディベート連盟主催による「全国中学・高校ディベート選手権」(略称:ディベート甲子園)の第一回大会が1996年である。また,最近の高校国語の検定教科書のほとんどが,ディベートや小論文を取り入れている。

注6) 同志社大学工学部教授三木光範氏は平成14年10月27日の

『産経新聞』『正論』において,「これからの国語力に最も必要なのは論理的コミュニケーションであるにも拘わらず,我が国の国語教育はそのための対応ができていないと思われる。小学校から高等学校に至るまでの国語教育では,感じたことを作文にすることや文芸作品の読解など,その大部分が感性コミュニケーションの教育に費やされ,科学的論理に基づく調査・分析などに関する論理コミュニケーションの分野の教育は極めて少ないのが現状である。」と指摘する。

注7) 平成16年2月3日に発表された文化審議会の答申においても,とくに,「話す力」については,「自分の考えを明確にして,説得力を持って論理的に伝えることができる」「自分の考えや意見を整理し,根拠や理由を明確にした論理的な話し方ができる。」「相手の話を受け,その内容を踏まえて自分の考えや意見を話すことができる。」「会議や集会などで,自分の考えや意見を適切に発表することができる。」「また,「書く力」については,「自分の考えや意見などを正確に伝える論理的な文章を書くことができる」「客観的な根拠や理由に基づいて,自分の考えや意見を書くことができる。」「読み手が理解しやすい構成を意識して,文章を書くことができる。」「事実や根拠などを明らかにした論理的な文章を書くことができる。」「単なる感想文ではなく,思考,分析,判断を伴う小論文を書くことができる。」という具体的目標が掲げられている。(文部科学省ホームページ,文化庁文化審議会国語分科会 [http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/bunka/toushin/04020301.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/bunka/toushin/04020301.htm))

注8) 平成15年度は『基礎からの国語表現の実践』(京都書房)を使用した。

注9) 樋口裕一『ホンモノの文章力』(2000年,集英社新書0056E)参照。なお樋口氏の「型」を用いた小論文の書き方は画期的でわかりやすく,それ以降現在に至るまで,受験生にとっての小論文の参考書といえはまず樋口氏の著作が挙げられる。

注10) 1999~2003年3月にNHK総合で放映されていたお笑い番組(現在はオンエアバトル爆笑編)。

### 《参考文献》

- 1) 西研・森下育彦『「考える」ための小論文』(1997年,ちくま新書110)
- 2) 全国教室ディベート連盟編『ファックス資料 総合的学習に役立つ 中学校・高等学校/ディベート授業がてがるにできるモデル立論集』(1999年,学事出版)
- 3) 三木光範『理系発想の文章術』(2002年,講談社現代新書1616)
- 4) 戸田山和久『論文の教室——レポートから卒論まで——』(2002年,NHKブックス954)

# ムラの近代化とダム開発－五木村の川辺川ダム反対運動について－

(一般科目) 木原滋哉

## Modernization of a Mountain Village and Dam Project

－On Anti-Kawabe-River-Dam Movements in Itsuki Village－

(Department of General Education) Shigeya KIHARA

### Abstract

This paper deals with anti-dam movements in a mountain village named Itsuki. Benefit and harm spheres are formed by administrative systems and social movements. But now social integration as interest adjustment is dependent upon system integration. So it was difficult for anti-dam movements in harm spheres to oppose the construction of a dam, because anti-dam movements were divided and national administrative systems were very strong.

Key Words: Anti-Dam Movement, Benefit and Harm Spheres, Large-Scale Development, System Integration, Social Integration

ダム反対運動, 受益圏・受苦圏, 大規模開発, システム統合, 社会統合

### § 1 はじめに

コンビナート, 高速道路・新幹線開発, 空港の建設などの大規模開発は, 高度経済成長を可能にし, 広範な地域や人びとに利益をもたらした。しかし大規模開発は, 一部地域の住民を大きな犠牲にしてきた。そして, 川辺川ダム計画を始めとするダム計画は, 典型的な大規模開発のひとつである。国家が主導する大規模開発は「公共性」の名のもとで推進され, 大規模開発に反対する人びとは「公共性」に対する批判を強めたこともあり, 大規模開発をめぐる紛争を解決する基準として「公共性」概念も擁護と批判のあいだで揺れ動いている。

大規模開発問題をテクノクラートと社会運動の対立として捉え, 問題解決を困難にしている構造的性質を解明するとともに, 解決方向も具体的に提示しようとした試みとして, 「受益圏・受苦圏」概念がある。それによると, 大規模開発の性質は, 開発によって利益を得る人びとすなわち「受益圏」と, 開発によって致命的な被害をこうむる人びとすなわち「受苦圏」がはっきりと分離しているとともに, 「受益圏」が広範な地域へと希薄化され拡大し, 「受苦圏」が局地的な地域に集中している, という点にあるとされる(梶田 1988:8-9)。「受益圏」と「受苦圏」が「重なり」あっている狭い自治体内におけるゴミ処理工場汚染問題と比べて, 「受益圏」と「受苦圏」が「分離」している新幹線建設に伴う公害問題は, 解決がより困難であるとされ

る。そうした中で, 受益圏と受苦圏が最もはっきりと分離している例として挙げられるのが, ダム開発である。ダム開発の場合, 治水や利水の利益を得るのは「受益圏」としての「下流域」であり, 水没地域は「受苦圏」であり, 「受益圏」と「受苦圏」の分離, 「受益圏の拡大と受苦圏の局地化」がもっとも当てはまる事例である。と同時に, ダム開発が, あまりに典型的な事例なので, 「こうした場合だけに限るのは, 議論を進める上で必ずしも生産的であるとはいえない」(梶田 1988:17)とまでされる。

「受益圏・受苦圏」概念は, 中範囲の理論として, 大規模開発に限らないさまざまな社会問題を分析するためにさらに緻密な下位概念が豊富化されたり, 社会理論として, 社会的ジレンマ論の再定式化に活用されたりしている(角 2003)。典型的とされていたダム開発問題でも, 開発が中止された事例も見られるようになり, ダム開発問題の構造と解決の方向性を提示するためには, 「受益圏・受苦圏」概念自体の再構成が求められるようになっている。例えば, ダム開発問題を解明するためには, 受益や受苦が外部から客観的に観察可能であるという機能主義的な背後仮説が存在していたと批判し, ダム開発をめぐる受益と受苦がどのように住民に認識されていたかに注目して, 受益圏と受苦圏の対立構図がどのように変容したかを検討しなければならないとする見解が提出されている(常谷 2002:55)。この批判によると, 受益圏と受苦圏が欲求や機能要件の充

足・不充足によって機能主義的に定義され、その受益圏・受苦圏の利害布置連関が社会運動と問題解決過程を規定するという「機能主義モデル」から決別し、受益圏や受苦圏も社会運動やそのネットワークによって影響される「相互連関モデル」として理解する必要があるとして、社会運動が受益圏と受苦圏を寛容させる側面が強調される(帯谷 2002:64-65)。

そもそも受益圏・受苦圏概念は、戦後日本における地域開発をめぐるテクノクラートと社会運動・住民運動の対立を分析するための導入された(梶田 1988)。複雑化した諸システムを制御すべく国民生活のさまざまな留意息におけるテクノクラートである国家官僚は、社会運動・住民運動と対立しながら、地域開発を推進する際に、こく民全体に拡散する受益の集約的代弁者として立ち現れる。システムを制御するテクノクラートが地域開発を進めることによって受益圏と受苦圏を構築するのである。したがって、受益圏・受苦圏は、テクノクラートによって構築されるとともに、社会運動によって再構築されるとして、再定式化される必要がある。

テクノクラートは、ロックウッドに依拠するハーバーマスに従うと(Lockwood 1976; 星野 1985)、後期資本主義社会において、技術的手段を用いて社会システムを統合する「システム統合」と利害調整や規範を通じて行為主体を統合する「社会統合」という二つの機能を担っている。ダム開発問題では、治水対策の必要、工業・水道・農業用水の必要、発電の必要などを充足するために、技術的手段を用いてダム開発を促進すると同時に(システム統合)、それによって受益圏と受苦圏を創出するとともに、そのあいだの利害調整、合意形成を実現しなければならない(社会統合)。

大規模開発の問題をシステム統合と社会統合という二つの側面から捉えることによって、大規模開発に反対する社会運動も、システム統合の問題としてダム開発自体に反対する側面だけではなく、ダム開発を前提としながら、受苦の回避を目指す社会統合の側面の問題としても捉えることができるであろう。本稿では、受益圏におけるダム反対運動については充分に取り上げることができないが、受苦圏である水没予定地におけるダム反対運動の論理を取り上げることにはしたい。

## § 2 二つのダム計画

1963, 64, 65 年と 3 年続いて球磨河流域は大洪水に見舞われ、66 年に熊本県球磨郡相良村をダムサイトとし、同郡五木村の中心部を水没させる川辺川ダム計画が発表された。当初は洪水防止のための治水ダム計画であったが、68 年 9 月に発電・灌漑も含む多目的ダムに計画が変更されている。それによると、堤高は当初計画より 5.5m 高くな

り 107.5m、総貯水量 1 億 3,300 万トンのアーチ式コンクリートダムであり、ダムサイトが計画されている相良村では 63 世帯(人口の 4.4%)、五木村では 465 世帯(人口の 47.8%)を水没させる計画である(76 年基本計画告知時点)。とりわけ五木村においては、宅地の 72.9%、水田の 41.1%が水没するだけではなく、役場などほとんどの公共施設が水没することになるというダム計画である。当初五木村は、村を上げて「ダム建設絶対反対」の声を上げたが、のちに条件付賛成へと転換し、最終的に 82 年に五木村議会は反対決議を解除した。

ところで、川辺川ダム計画以前に、電源開発による「下頭地ダム」構想(54 年)、ダムサイトを変更した「相良ダム」構想(57 年)が存在したが、それらのダム構想は実現しなかった。「下頭地ダム」「相良ダム」と「川辺川ダム」という二つのダム計画とそれへの対応にはどのような違いがあるのだろうか。

五木村公民館報『いつき』(57 年 3 月 15 日発行)には、「下頭地ダム」を計画している内海電源総裁の談話が掲載されている。「国策として急増した電力需要を供給しなければならない」「五木村の人たちの心情も良くわかり陳情の趣旨は良くわかり気の毒にたえないが国の為であり了解してほしい。補償は充分考える」という談話に対して、土屋永人村長は「村の中央部四百戸以上水没し山間上部の小部落のみとなり五木村が永久になくなる」「五木は暮らしよい土地である。この土地以外に平和な暮らしが出来る集団移住地がない」「五木村としては電源開発が国のためと云う事は充分知っているが国のためと云ふ名によって五木村民にのみ犠牲になれと云ふ事は承知出来ない。現状では補償の問題ではない。あくまでも反対である」として、反対陳情文を手渡した。

ここには電力の供給を享受する「受益圏」と水没予定地域の「受苦圏」の対立が多く、ダム計画に見てとれる。さらに注目すべきは、五木村が反対する理由として、「電源開発のためにダム建設が必要」というシステムの要請に反対しているのではなく、ダム建設によって「受苦圏」である五木村が壊滅的に犠牲をこうむることが反対の理由として挙げられている点である。すでに見たように、「受益圏・受苦圏」概念はシステム統合の側面と社会統合の側面をカバーしているが、五木村は国策によるシステム統合の面には疑問をさしはさむことなく、五木村のみが犠牲になるのではダム建設は正当化できないと社会統合の側面から疑問を投げかけているのである。

五木村は、50 年代のダム計画は一貫して反対を継続したが、60 年代末の川辺川ダム計画には反対の立場から、条件付賛成に転じた。その背景は、その十数年間に五木村が経験した大きな変化がある。

五木村は熊本県でもっとも広い自治体であるが、96%が山林であり、小作農民はダンナからその山林を借りて焼

畑を営まなければならなかった。農民は代わりに、ダンナに対してトウドと呼ばれる無償労働を提供するとともに、収穫物を物納した。五木の場合、それぞれの集落にダンナが存在し、33人のダンナが中世以来長く支配していたが、集落によっては農民自身が共有地を持っているところもあり、ダンナの力はさまざまであった。

多くの地域では、地主・小作の関係は農地改革によって大きく変化した。しかし、農地改革では山林が対象にならなかったために、中世以来のダンナと農民との関係は継続した。確かに47年の第一回目の村長選挙では、ダンナと非ダンナの対決となり、非ダンナの田山徳雄氏が当選したように、戦後の民主化によって五木村の政治社会関係は変化したようにも見える。しかしこの選挙の後に、役場職員が非ダンナのもとで働くことをおびえて村役場での仕事を放棄するという事態も起こったという。結局田山徳雄氏は、次の選挙には立候補せず、ダンナが無投票で村長になった。五木村におけるダンナと村民の関係は激しい変化にさらされたが、いずれにしろ農地改革は決定的な変化をもたらすものではなかった。

しかし、造林ブームの中で、焼畑に使われていた土地にも植林されるようになり、五木村の社会構造も大きく変化した。あるダンナによると、「農民が植林しないでくれと頼んできたので、植林しなかったら、しばらくしたら、農民たちが焼畑のために土地を借りに来なくなった」という。このダンナが言うような「ダンナと農民はお互いに助け合ってきた」関係だったのか、ダンナによる農民支配だったのかはともかく、中世以来続いてきた社会関係は60年代に大きく変化した。

焼畑が減少するにつれて、農民は山林をダンナから借りなくても、森林組合を通じて林業に従事することで、現金収入を手にするようになった。さらに、川辺川ダム計画を浮上させた3年連続の水害の復旧工事に、多くの農民が従事することで、多くの現金収入を得ることができた。そして60年代末ごろまでに焼畑は急激に減少して、それとともに、ダンナと農民の従来関係は、支配・従属関係であれ、相互依存関係であれ、弱まったのである。その結果、「村（故郷）への思い（評価）が低下し、いざというときに頼ることのできるダンナ家のような生活上の大きな存在が消え、暮らしの協同性が失われた」（湯川 1999:21）ために、川辺川ダム計画に対する五木村の反対は、かつてのダム計画への反対と比べて強力ではありえなかった。

ダンナと村民との関係の変化は、五木村が川辺川ダム計画を容認するようになった重要な要因のひとつである。しかし、川辺川ダム計画に対する五木村民の対応が多様であった要因としても、ダンナと村民との微妙な関係が影響を与えている。次にこの点を見ていこう。

### § 3 川辺川ダム計画と五木村民の対応

#### 3. 1 水没住民団体の分裂

66年7月に、今度は洪水対策を目的とする「川辺川ダム」計画が発表されると、すぐさま五木村議会は「五木村は犠牲になるだけで、何の利益もない」という理由で、反対を決議した。そして67年には、佐藤忠村長を委員長とし、村会議員、水没地区住民、森林組合、商工会議所などの代表、区長他で構成される官民一体の「五木村ダム対策委員会」（以下「ダム対策委員会」と略す）が設置された。

66年当初には熊本県の「振興計画に耳を傾けるどころではありませんでした」（川辺川ダム対策同盟会 00:22）とされていたが、69年に住民が参加した熊本県と建設省による現地説明会が開かれ、熊本県による「五木村振興計画」が公表されると、「納得のいく補償と『立村計画』の実施による豊かな村づくりができるのであれば、ダム建設も止むを得ないという条件闘争へと五木村民は移行し始めていました」（五木水没者対策協議会 01:21）。

五木村のダム絶対反対の論理は、ダム建設の必要性、目的に対する疑問に由来するものではなく、五木村と村民が致命的な犠牲をこうむることを理由としていた。五木村が受苦圏となることへの反対は、ダム建設というシステムの要請に対する反対につながることもありうるし、五木村の振興と水没住民に対する補償が実施されることを条件としてダム建設に賛成する論理にも転じうる。前者は、システム統合への反対であり、後者はシステム統合を前提にしたうえで社会統合のレベルでの問題解決を意味する。

#### 3. 1. 1 ダム絶対反対派の離脱

条件闘争に転じた「ダム対策委員会」と五木村は、70年代に水没世帯の補償と立村計画を2本の柱とする「川辺川ダム建設に伴う五木村立村計画の基本的要求事項」を提出し、71年には五木村と建設省は「水没地区立ち入り調査に関する協定書」を交わした。

このとき事前に水没者大会で承認した協定書の字句「建設省の調査の際には、ダム対策委員長ならびに関係者に事前に通知する」から、「関係者」が削除されていることが問題となり、下手地区が調査を拒否するという事態が起きた。この動きの中から「水没者地権者の生活権を守る会」が誕生し、73年には「ダム対策委員会」から分離して「五木村水没者地権者協議会」（以下「地権者協」と略す）が結成された（当初53世帯）。

もともと「ダム対策委員会」では、委員長である村長に交渉の権限などすべてを白紙委任するという驚くべき規則になっていた。「地権者協」結成の背景には、村民から離れたところでダム開発が進行することへの危惧、さらに補償の内容をめぐる問題もあった。ダムを建設するときには、水没地の居住者の立ち退き、土地の買収が課題となる。水没によって、農地などの生産手段も失われるために、移

転しても生活が困難になるケースが多い。とりわけ五木村では、水没地居住者の7割が借地人であるという事情もあり、単なる財産権の補償では生活が困難になると予想された。「地権者協」は財産権の補償だけではなく、生活権の補償をも求めた。

さらに「地権者協」は、建設省のペースで事態が進められていることを危惧して、ダム基本計画の熊本県議会への上程阻止を目指し、76年に「川辺川ダム基本計画」が告示されると、「河川予定地指定処分」の無効、また「基本計画」の取り消しを求めて提訴した。「地権者協」の元幹部は、「あまりにも請求に手続きが進められることを危惧して提訴したが、裁判の過程で、川辺川ダム計画の問題点がわかるようになり、しだいに絶対反対の立場に近づいた」という（「地権者協」については、高杉 1980 が詳しい）。

「地権者協」は、当初、財産権の補償だけではなく、生活権の補償、さらには生活再建を求め、条件付賛成の立場で、受苦圏としての水没住民が致命的な犠牲を被らずに生活再建できるかどうかに関心を持っていたが、裁判の過程で、ダムは五木村に致命的な犠牲を強いるとして絶対反対の立場に転じて、ダム計画の目的そのもの、システム統合にも反対するようになった。

### 3. 1. 2 条件付賛成派の分裂

76年「官民一体の組織」としての「ダム対策委員会」は条例に基づいていないとして解散し、「五木村ダム対策審議会」が発足すると同時に、「ダム対策委員会」の大半を構成員として「川辺川ダム対策同盟会」（以下「同盟会」と略す）が誕生した（全水没世帯の約7割353世帯が会員）。さらに、77年には、田口地区の同盟会会員80世帯のうち40世帯が同盟会を脱退して、「五木水没者対策協議会」（以下「水対協」と略す）が発足した。

ダム建設に対する補償は、水没地住民にとっては財産権の補償だけではなく、生活権の補償も重要な要求項目である（華山 1969）。さらに「ダムができて栄えた村はない」とまで言われるような状況にあって、ダム建設後も五木村で生活するためには、財産権の補償だけではなく、代替地の造成や五木村自体の振興も欠かせない。

「同盟会」も「水対協」もともに財産権や生活権の補償、代替地の造成や五木村の振興を要求していたが、「同盟会」は財産権や生活権の補償という個人補償を先行させることを主張していた。これに対して「水対協」は、個人補償を先行させようとする「同盟会」から脱退して、代替地の造成や五木村の振興などを先行させることを主張した（五木村水没者対策協議会 1991）。両団体は、ダム建設という目的に反対するのではなく、「受苦圏」にあって致命的な犠牲を回避するための方針をめぐって意見を異にしていた。つまり、システム統合のレベルではなく、社会統合の

レベルで、ダム開発問題の解決を目指した。

### 3. 2 水没住民団体の社会的基盤

水没地域におけるダム反対運動が、条件付賛成派と絶対反対派に分裂する例は少なくない。五木村における水没者団体が分岐した背景は何であろうか。

五木村の中で水没予定の集落は、小浜、金川、清楽、野々脇、大平、逆瀬川、三方谷、板木、下手、田口、掛橋、久領、高野などである。このうち頭地と呼ばれる中心は、下手、田口、久領からなる。これら中心地区は、他の地区と比べて建設業、製造業、卸売業・小売業、サービス業、公務員が多いという特徴がある（熊本県 1982: 76）。また集落におけるダンナの影響力、職業構成などは地区ごとにさまざまであり（五木村学術調査 1982）、その違いがダム問題への対応に違いになる。

#### 3. 2. 1 ダム絶対反対派

ダム絶対反対派である「地権者協」の特徴として多くのダンナが参加していることがよく言及される。確かに水没集落の「ダンナ」のうち半数弱、逆瀬川、板木、久領、下手、田口（地区内の溝ノ口）のダンナが「地権者協」のメンバーであった。もともと「下手部落ダム対策協議会」を母体とする「地権者協」の基盤となっている下手地区のダンナには、他の地区のダンナと違って、「山持ち」つまり「山林地主」ではないという特徴があった。

ダンナが特殊だっただけではなく、商工業者が多く外部との交流が頻繁であった下手地区は「下手合衆国」と呼ばれるほど独自の気風があったという。そして「下手合衆国」という言葉は、「地権者協」の元幹部にとって下手地区の行動を説明するためのキーワードとなる。下手地区には、ダンナがダム反対であるからではなく「国策だからといって無条件で従うことはない」気風があるから、「地権者協」に参加しているが、ダンナが「地権者協」に参加している他の地区では、ダンナの力が低下している一方で、そのような気風がないから、国策にしかたなく従っていると説明されることになる。

ダンナへの依存はなくなったがダンナが土地を所有しているかぎり村の中では生活の向上を望めない非ダンナと村の現状維持に利害を持つダンナとの対立があり、「地権者協」は、ダンナの立場からダム計画に反対しているのではないかという批判は少なくなかった（植田 2004）。元幹部から見ると、国策だからといって仕方なく従うか、個人や村の利害に反する国策には従わないか、という対立軸が重要だというのが、ダム絶対反対派の立場であった。

とはいえ、「地権者協」にはダンナの影響力が見られる。ダム計画を中止させる可能性について、「地権者協」では、「裁判でダムを止められるとは考えていなかったが、土地を売らなければダムは止められると考えていた」そうであ

る。これは、水没予定地や代替地予定地に多くの土地を所有していたダンナが「地権者協」に参加していたためであろうと推測される。

### 3. 2. 2 条件付賛成派

条件付賛成派のひとつ「同盟会」は、もともと官民一体の「ダム対策委員会」の水没地部会を継承しており、地域的な特徴を持っていない。下流域の洪水防止などという「公共性」という名の国策に従うことによって、個人あるいは五木村の地位を向上させるという立場である。五木村の全水没予定世帯 465 世帯のうち、80 年の時点で 99 世帯、81 年の時点で 148 世帯が離村を希望していた（五木水没者対策協議会 1991:64）。このうちどのくらいの村民が「同盟会」のメンバーであるかははっきりしないが、最大組織である「同盟会」には離村希望者も多数含まれていたと推測される。こうして「同盟会」は個人補償の先行を主張したのである。

これに対して「同盟会」から脱退した「水対協」は、田口地区の住民からなるという具合に、はっきりした地域的な特徴をもっている。「水対協」の基盤となっている田口地区には、中心地区と共通する特徴、建設業、製造業、卸売業・小売業、サービス業、公務員などが多いとともに、農業、林業・狩猟業も多いという特徴もあった（熊本県 1982:76）。

田口地区は、細かく見ると、田口、松本、溝ノ口からなるが、田口地区の田口には、かつて相良藩から庄屋が派遣され、五木村特有のダンナが存在していなかった。古くから田口地区に居住しているジノモンは、明治以降、山を共有したり、個人的に所有したりしていた。ダンナの影響力が最も弱い地区のひとつであった。

生活の基盤をしっかりと持っている田口地区の住民にとって、ダム計画に反対しない場合でも、代替農地、代替地の造成など生活再建できるかどうか最大の関心事であった。「同盟会」と違って、「水対協」が生活再建策の先行を主張した理由には、この地区の歴史的・社会的背景があったのである。

## § 4 ダム開発と村行政

### 4. 1 五木村と社会統合

川辺川ダム計画が発表された翌年の 67 年に実施された村長選挙は、焼畑が減少しダンナの影響力が弱まっている中で、前村長のダンナと非ダンナの対決であるとともに、ダム反対のダンナ（前村長）とダム賛成の非ダンナ候補の対決でもあった点で注目された。この選挙では、佐藤忠前村長（ダンナ）が敗れ、田山親氏（非ダンナ）が新村長に当選し、事実上、五木村が条件付賛成になる大きなきっかけになった。それ以降、五木村ではダンナは村長になって

いない。また村議会のレベルでは、82 年の段階でダンナが 14 議席中 5 議席を占めていたが（五木村総合学術調査団 1987:47）、現在は 10 議席のうち 1 議席を占めるだけである。五木村の政治行政におけるダンナの影響力はしだいに低下している。

五木村は、71 年立ち入り調査を承認し、基本計画の県議会上程を熊本県に要望する一方で、村長がダム建設同意の所信を表明し、村議会がダム反対決議を解いたのは、82 年であった。五木村は条件付賛成に転じながらも、反対の立場も維持するというわかりにくい行動をとっていた。村の幹部職員によると「水没者団体が絶対反対と条件付賛成に分かれていると、行政はどちらにもつけない」という立場であった。かつて五木村は、ダンナを中心にして社会統合がおこなわれていたが、ダンナの影響力が弱まるとともに、水没者団体が分裂した結果、社会統合が困難になり、五木村の問題解決能力、すなわち政策形成・執行能力も制約されてしまった。

そうした中で、77 年に分裂していた条件付賛成派の水没者団体 2 つ「同盟会」と「水対協」が共闘関係を築いて、79 年から、五木村や熊本県を飛び越えて直接に建設省と交渉を開始した。個人補償を先行させたい「同盟会」によって損失補償交渉の妥結など個人補償の交渉が進展せず、「水対協」にとっては代替地の造成など生活再建策が進展しない中で、両団体は、五木村による仲介を断念して、直接に国との交渉を行い、妥結を目指した（五木水没者対策協議会 1991:42-43）。これは、五木村の問題解決能力の欠如を象徴的に示すものであろう。両団体と建設省は 81 年に一般補償基準を妥結・調印した。こうして公共補償よりも個人補償のほうが多く決まってしまう。五木村で生活し続けるためには、代替農地や代替地の整備が前提となるが、生活再建に必要な項目については何も決まらないまま、個人補償がおこなわれることになったのである。このとき、3 年以内に集団移転地の造成を関係させるという「確約書」も水没住民団体と建設省の間で交わされた。しかし、3 年もたたないうちに多くの住民が村外に移転し始めて、83 年までの 3 年間に、全水没世帯 493 世帯（1981 年時点）のうち 45% に当たる 222 世帯が村外に移転してしまった。しかも 3 年たっても集団移転地の造成は完成せず、村外移転はその後も続いた。

受苦圏におけるダム反対運動が条件付賛成の運動に転換しても、自治体の問題解決能力が不十分であったために、個人補償が公共補償よりも先行し、結果として村外移転が急増して、五木村は村としての存続さえも危機にさらされることになった。こうした事態に直面してダム絶対反対派であった「地権者協」は、絶対反対を継続しても、人口の流失で五木村自体が存続しえなくなると判断して、84 年に建設省と和解し、「基本計画取り消し請求」と「河川予定地指定無効確認」の訴訟を取り下げ、絶対反対から条件

付賛成の立場に転じた。そして90年に「地権者協」と建設省のあいだで損失補償基準が妥結した。こうして水没者団体すべてが条件付賛成で足並みがそろった。さらに「川辺川ダム水源地域整備計画」が86年に公示され、水没者団体や森林組合や商工会など各団体代表などからなる「五木村ダム対策審議会」が89年に「立村計画書」を作成した。さらに96年には「ルネッサンソン 子守唄の里作り計画」が策定された(五木村の振興策が孕む問題点については、福澤 2003 が詳しい)。

#### 4. 2 五木村とシステム統合

五木村の問題解決能力が制約されたのは、水没住民団体が分裂して村のレベルで社会統合できなかったことが挙げられるが、さらに、ダム建設の手続きに具体化されたシステム統合の論理も原因が求められる。五木村は、70年に立村計画に関連して55項目の要求を提示したが、役場の幹部職員によると、「立ち入り調査しないと、十分な回答ができない」というのが建設省の反応であった。立ち入り調査が実施されると、「河川予定地指定」が告示されて、水没予定地では新たな建築ができなくなるなど、住民生活が決定的に制約される。ダムが建設された場合村がどのようになるのかは五木村にとって重要な関心事であったが、建設省はダム建設の手続きが進まないと立村計画も提示できないとして、立ち入り調査の実施を目指した。

ダム建設に賛成しないと、振興策も進めることができないという手続き上の問題は、ダムの本体工事に関して現在でも存在している。下流域のダム反対運動などのために、現在、ダムの本体工事は着手されていない。村の幹部職員によると(02年3月)、五木村としては、ダムの周辺整備を早く進めてほしいと要望しているが、「本体工事が始まらなければ、周辺整備には着手できない」として、国土交通省は「協議すらしてくれない」状況だったという。実際、「立村計画」「ルネッサンソン 子守唄の里作り計画」などが策定されたが、それらはなかなか進捗しなかった。「国はダム建設と連動して諸事業を進める方針をとっているため」(福澤 2003:29)である。

村の振興を条件としてダム開発に賛成するという村の立場は、ダム開発への積極的協力を条件として村の振興策を実施するという国の立場から見ると、かなり弱い立場にあり、村の問題解決能力が制約されている理由のひとつとなっている。「五木村ではダンナは今あまり影響力を持っていない。ただし、土地に関しては力を持っている。建設業者も、厳しい競争にさらされていて、言われるほど影響力はない。今いちばん力を持っているのは、ダンナでも建設業者でも村長でもなく、工事事務所(国土交通省)だ」という、ある村議の話は、ダム建設が進められている山村において権力がどこにあるかを示している。

受苦圏におけるダム反対運動の論理は、ダム建設計画そ

のものの、システム統合に反対する絶対反対から、ダム建設そのものには反対せずに、システムの論理に従いながらも、受苦の程度を緩和することを目指す条件闘争まで多様であった。しかし、ダム建設のシステム統合の手続きが決定的に事業主体の国に有利なために、村の問題解決能力が制約され、条件付賛成の立場に立って村の振興を図り、いわば「擬似受益圏」(砂田 1980)へと転換しても、イニシアティブは国に掌握されたままである。

#### § 5 受益圏のダム反対運動

今日川辺川ダムが注目されているのは、下流域におけるダム反対運動が活発になったために、ダムの本体工事着工が止まっているからである。下流域は受苦圏ではなく、受益圏であるにもかかわらず、なぜ、ダム反対運動がおこなわれるのか。受苦圏におけるダム反対運動の論理を明確にするために、受益圏におけるダム反対運動の論理を簡単にまとめておきたい。

川辺川ダムの主要な目的は、洪水防止と農業用水の供給であり、その受益者は下流域の住民である。実は、川辺川ダムが計画されるきっかけになった65年の水害の直後、被災地人吉市では「ダム災害の被害者は自力で起て!」と題するチラシが撒かれた。球磨川上流の市房ダムの放水によって水害が引き起こされたとして、国や県などダム管理者の責任を追及しようとする動きであった。「大災の原因がダムにあると確信している」下流域の被災者にとって、球磨川の支流・川辺川に巨大なダムを建設して洪水を防ごうとするのは賛成できないことであったと創造されるが、この動きは復興に忙しい人吉市民には広がらなかった。

しかし、五木村が原則反対の立場であった80年代初頭まででも、下流域において、観光業者、漁業組合、くま川下り会社、さらに人吉市議会ダム調査特別委員会(76年設置)、「球磨川水系ダム問題対策特別委員会」(79年設置)などがダム建設による水質悪化を懸念していた。人吉市にとって、球磨川の環境は人吉市の観光の目玉であり、「球磨川の川下り」や「あゆ」に致命的な影響を与えることが懸念されていた。いわば「受益圏の中の受苦圏」内で川辺川ダム計画への懸念が共有化されていた。

五木村のダム絶対反対派「地権者協」の当時の事務局長は、下流域のこれら関係者に熱心に働きかけたという。しかし、当時の市議会議員によると、「人吉市は、市街地の河川改修(66年~85年、建設省九州地方局八代工事事務所 1988)を建設省に陳情していた手前、ダム反対を公言できないという立場であった」という。結局、人吉市議会では、建設省にとって実現が難しい要望を提出するにとどまった。元市議会議員によると、人吉市がダム反対を公言できない立場だったので、この要望によって事実上のダム反対表明が意図されていたという(木原 2002)。しかし、ダ



ム建設のシステムによって、人吉市は、ダム反対を公言できない条件付賛成の立場であることを強制されたのである。こうして五木村がまだダム反対を掲げていた80年代初頭には、五木村のダム反対運動と下流のダム反対運動の連携は困難であった。

下流域で川辺川ダム反対運動が活発化したのは、すでに五木村が川辺川ダム賛成に転じていた90年代に入ってからである。最大のきっかけは、多くの人が言うには、91年8月から「毎日新聞」の熊本県版に掲載された連載記事「再考川辺川ダム」である。毎日新聞の購読数自体は人吉市や球磨郡内ではそれほど多くないが、地元で広く購読されている夕刊紙「人吉新聞」に、この記事に触発されて「川辺川ダムを考え直そう」という投稿も92年に現れるなど、川辺川ダム計画の問題点が広く知られるようになった。さらに湯前線存続運動をきっかけに発足した「くまがわ共和国」が92年11月に設立した全国組織「清流球磨川・川辺川を未来に手渡す会」の地元組織として、「清流球磨川を未来に手渡す流域郡市民の会」（現在では前者の全国組織は存在していないので、後者を以下では「手渡す会」と略す）が93年8月に設立された。80年代初頭までのダム反対の動きは、観光協会や商工会議所など必ずしもメンバー全員がダム反対ではない団体が担い手であったために、ダム反対を明確に主張できなかったが、90年代に設立された「手渡す会」は、明確にダム反対のために設立された任意団体であった。

以上のような認識の転換と組織の転換により、下流域は、川辺川ダムの「受益圏」ではなく「受苦圏」ではないかという疑問が広く郡市民のあいだで共有化されるようになる。65年の水害の直後に「ダム災害」であると感じた人吉市民のダムに関する体験と記憶も、再び呼び起こされた。さらに農業用水の需要が減少し、川辺川ダムからの水を農業用水に利用すると逆に負担が多くなり農業経営が困難になるとして、農民からも川辺川ダムの利水事業へ反対の声も高まった（川辺川利水訴訟原告団・川辺川利水訴訟弁護団 2003）。

受益圏におけるダム反対運動は、受益圏であると想定されていたにもかかわらず、実は受苦圏であるとして認識の転換に基づいており、ダム建設の目的自体を疑問視することにつながる。これは、利害の調整という社会統合のレベルではなく、システム統合そのものに疑問を投げかけることを意味する。つまり、受益圏におけるダム反対運動は、即、ダム計画の目的、システム統合の論理に反対することを意味し、条件闘争にはなにくく、絶対反対となりやすい。この場合、社会統合は、システム統合の論理に従属して利害の調整機能のみを果たすのではなく、新たな合意形成の役割を担ってシステム統合の論理自体への批判と再構成の起点となるだろう。

## § 6 結びに代えて

ダム水没地域におけるダム絶対反対運動の論理は、ダム建設によって水没予定地が致命的な被害をこうむるとして、ダム計画自体に絶対に反対する立場である。これは、ダム建設による被害は緩和することのできない致命的な被害であり、利害調整は不可能であるとして、システム統合の論理自体に反対する立場である。また、ダム水没予定地における条件闘争の論理は、システム統合の論理自体には反対しないが、犠牲を緩和することができればダム建設に賛成するという立場である。これは、社会統合のレベルで問題解決しようとする立場である。

五木村におけるダム反対運動も、絶対反対の立場から条件付反対の立場に転換して、ダム建設を村の振興と結びつけようとしてきた。しかしそれは、ダム建設の手続きというシステム統合の論理に従うかぎり、社会統合のレベルで受苦を回避しようとする戦略であった。もはやダム建設が避けられないものであれば、個人としては個人補償を最大限に獲得し、村としては基盤整備をできるだけ充実させることが目標となる。しかし、水没予定地の住民や自治体にとって積極的にダム建設に賛同しなければ、基盤整備も遅れるという意味で、決定的に不利なシステム統合の論理が支配していた。

これに対して、下流域の受益圏におけるダム反対運動は、ダム建設によって受益が生み出されるというダム建設の目的自体を疑問視する立場である。すなわち、受益圏におけるダム反対運動は、社会統合のレベルで受苦を回避するものではなく、即、システム統合の論理に反対することを意味する。

ダム開発は、大規模開発の典型例であるとされていたが、実は、受益圏が限られているという意味で、特殊な大規模開発である。とりわけ、川辺川ダム計画の場合は、発電は主要な目的ではなく、洪水対策と農業用水確保が目的である。これらは、明確に限定される受益圏を構成している。新幹線建設や空港建設のような大規模開発の場合、拡大した受益圏における反対運動も拡散したものになり、事業の「公共性」を問うという理念レベルでの反対運動になりがちであるが、川辺川ダム計画のように限定された受益圏の場合は、受益圏における反対運動は、受益自体、事業の目的そのものの疑問視につながる。多目的ダム開発の場合でも、農業用水確保か、工業用水か、水道水確保かによって、受益圏における反対運動の関与の度合いが違っている。川辺川ダム計画のように農業用水確保が目的の場合、受益圏がさらに限定されたものであり、受益の認識の転換はダム計画に直接の影響を及ぼすのである。

いずれにしろ、受益圏におけるダム反対運動は、ダム建設の目的そのものに疑問を投げかけ、洪水防止や農業用水の供給などの問題をシステム統合の論理に従って技術的

に解決することを疑問視する。洪水防止や農業用水の供給という問題を解決するためには、改めて合意形成が必要であるように思える。どのような技術的解決が必要なのか、流域住民の間で合意形成を目指す努力が求められる。

実際、川辺川ダム建設の問題では、洪水対策として有効かどうかは「住民討論集会」で討議されており、農業用水の供給については農家の需要や要望を踏まえて利水事業が再検討されている。また熊本県はダムと切り離して五木村の振興策を実施する意向である。

そしてダムと切り離して五木村をいかに発展させるかは、実はダム反対派であった「地権者協」の課題でもあった。ダム建設と村の振興が結びつけられているというダム建設の手続きがシステム統合の論理として存在しているために、ダム開発と切り離して村の振興を実現できなかったことは、他のダム開発と共通する課題であった。とりわけ五木村の場合、ダナの影響力は低下しているといってもダナと非ダナのあいだで経済的格差が歴然としていたこと、五木村がダム反対であった時期に人吉市は河川改修を陳情していたためにダム反対を公言できなかったことなど、特殊な事情も、ダムに頼らずに村の振興を図ろうとした五木村のダム反対運動にとって不利に働いた。

現在、五木村では、ダム水源地域として、さまざまな基盤整備が実現されているが、ダムサイトが相良村であるためにダムが完成しても固定資産税は五木村には入っていない。ダムが完成したら果たして五木村は「ダムができて栄えた村はない」という言葉の例外になるのかどうか。そのようなことを考えずに、ダムを前提にして村の振興を図るしかないというのが五木村の立場であるが、これは、ダム建設の手続きというシステム統合の論理の帰結であった。

本稿では、90年代以降本格化した下流域すなわち受益圏におけるダム反対運動とその意味について、あるいは、五木村の現状と将来については、その一部を取り上げたに過ぎない。別の機会に、本格的に取り上げたい。

## 参考文献

- 1) 福岡賢正, 1994, 『国が川を壊す理由』葦書房。
- 2) 舟橋晴俊ほか, 1985, 『新幹線公害』有斐閣。
- 3) 福澤尚子, 2003, 「川辺川ダム問題と地域社会」  
[http://npggo.jp/or.cgi?group=horitaonsen&briefcase=download&briefcase\\_id=DRU09a3U](http://npggo.jp/or.cgi?group=horitaonsen&briefcase=download&briefcase_id=DRU09a3U)
- 4) 星野智, 1985, 「現代における危機と正統化」『思想』730:238-258。
- 5) 五木村公民館, 1989, 『館報いつき縮刷版』。
- 6) 五木水没者対策協議会, 1991, 『川辺川ダムと共に』。
- 7) 五木村総合学術調査団, 1987, 『五木村学術調査 人文編』五木村役場。
- 8) 角一典, 2003, 「受益圏／受苦圏概念に関する考察」『北海道教育大学紀要 (人文科学・社会科学編)』53(2):79-89。
- 9) 梶田孝道, 1988, 『テクノクラシーと社会運動』東京大学出版会。
- 10) 川辺川ダム対策同盟会, 1990, 『あゆみ』。
- 11) 川辺川ダム対策同盟会, 2001, 『あゆみ 第2刊』。
- 12) 川辺川利水訴訟原告団・川辺川利水訴訟弁護団, 2003, 『新版 ダムはいらない』花伝社。
- 13) 華山謙, 1969, 『補償の理論と現実』勁草書房。
- 14) 建設省九州地方局八代工事事務所, 1988, 『五十年史』五十年史編集委員会。
- 15) 木原滋哉, 2002, 「ダム反対運動の組織戦略と政治的機会構造」『呉工業高等専門学校研究報告』64:1-6。
- 16) 木前利秋, 1981, 「後期資本主義におけるシステム統合と社会統合」『クライシス』6:13-30。
- 17) 熊本県, 1982, 『川辺川ダムに係る水源地域対策調査報告書』。
- 18) 熊本県, 1983, 『川辺川ダムに係る水源地域対策調査報告書』。
- 19) 熊本日日新聞編集局編, 2001, 『山が笑う村が沈む』葦書房。
- 20) Lockwood, David, 1964, "Social Integration and System Integration" in: G.K. Zollschan and W. Hirsch (ed.), *Social Change*, 1976。
- 21) 蒂谷博明, 2002, 「ダム開発をめぐる対立の構図とその変容」『社会学評論』53(2):52-68。
- 22) 砂田一郎, 1980, 「原発誘致問題への国際的インパクトとその政治的解決の方式についての考察」馬場伸也・梶田孝道編『非国家的行為主体のトランスナショナルな活動とその相互行為の分析による国際社会学』津田塾大学国際関係研究所 61-76。
- 23) 高杉晋吾, 1980, 『日本のダム』三省堂。
- 24) 田中滋, 2001, 「政治的争点と社会的勢力の展開」間場寿一編『講座社会学9 政治』東京大学出版会, 127-161。
- 25) 植田今日子, 2004, 「大規模公共事業における『早期着工』の論理」『社会学評論』55(1):33-49。
- 26) 湯川洋司, 1999, 「開発と村」『日本民俗学』220:14-23。

# 本校におけるスポーツ災害事故の調査研究

(非常勤講師) 岩井一師  
(一般科目) 谷岡憲三, 佐賀野健  
(学生課) 山下幸枝

## An Examination of Sports Injuries in Our College

(Part-time) Kazunori IWAI  
(Department of General Education) Kensou TANIOKA and Takeshi SAGANO  
(Student Affairs Division) Sachie YAMASHITA

### Abstract

This study examined injuries of our college under the administration for seven years. The purpose was to gain a tendency of occurred injuries from many analyses in our college. We particularly focused on sports injuries. Subjects were injuries of our college students under the administration for seven years from 1996 to 2002 academic year. We excluded injuries that were not needed to examine and treat by doctors in this study. We obtained the following results as the tendency.

- 1) All injuries of more than 70% occurred during sports and exercise.
- 2) In physical education, the more temperatures went down, the more injuries gradually increased except March.
- 3) Physical education and club activities are similar in the most injured region.
- 4) The injured regions were face in the trunk, hand in the upper limb and ankle in the lower limb in both physical education and club activities.

We conclude that the tendency will be beneficial to prevent sports injuries for students in our college.

**Key Words :** sports injury, under administration, physical education, club activity

スポーツ災害事故, 学校管理下, 体育, 部活動

### §1 はじめに

平成15年10月1日より日本体育・学校健康センターは廃止され、それに代わって独立行政法人日本スポーツ振興センターが設立された。その日本スポーツ振興センターは高等専門学校（以下、高専）や高等学校などの学校管理下における災害に対し、災害共済給付を行っている<sup>1)</sup>。日本スポーツ振興センターによれば、学校管理下とは、「各教科や学校行事などの授業中、部活動などの課外指導中、休憩時間中などのほか、通学中を含む」と定義されおり、災害共済給付の種類には、負傷と疾病に対する医療費などがある。

平成14年度における高専の災害共済給付件数は3,857件であり、そのほとんどが医療費の給付であった<sup>1)</sup>。ある高専において21年間の災害事故発生件数は1,089件発生していると報告されている<sup>2)</sup>。また、別の高専での災害共済給

付された災害事故は、18年間に711件発生していた<sup>3)</sup>。

スポーツや運動中に発生するケガの総称はスポーツ損傷と呼ばれている。スポーツ損傷はスポーツ外傷とスポーツ障害の二つに大きく大別される<sup>4)</sup>。スポーツ外傷は、スポーツ活動中において、限定された回数（一般には1回）の明らかな外力によって人体組織が損傷されたものである。一方、スポーツ障害は単一の原因として発生する損傷ではなく、ある動作の反復練習や過度の疲労蓄積など幾つかの原因が複合して発生するとされている。また、スポーツ損傷の発生要因は個体要因、環境要因、トレーニング要因などが挙げられる<sup>5)</sup>。

学校管理下において、運動部部活動や体育実技などのスポーツ・運動中の災害事故が最も多いと指摘されている<sup>6)</sup>。それらの報告として、スポーツ・運動中の災害事故は、21

年間の災害調査で全体の83%(運動部部活動;650件(60%), 体育実技;252件(23%))であり, 18年間の災害調査においても全体の75%(運動部部活動;650件(60%), 体育実技;106件(15%))を占めた<sup>2,3)</sup>。

災害事故の種類やその重症度などは異なるものの, 高専において災害事故は先行研究に報告されているように多発しているのが現状である。また, 時代の変遷や各高専の状況などによって, 災害事故の種類やその頻度などが異なる。高専における災害事故の軽減あるいはその防止, さらには本校の災害事故の発生傾向を把握する観点から, 本校における災害事故を調査し, その発生頻度や傾向を把握することは極めて重要であると言える。

さらに, 学校における安全教育と安全管理は, 各教科からのアプローチがあるとされるものの, 終始一貫した指導方針を基本に, それぞれが相互に綿密な連携を取りながら実施されることが非常に重要である。このような安全教育と安全管理の実践のためにも, 必要な理解, 習慣, 態度, 能力や技術を養うことも必要不可欠である。安全教育や安全管理など学生の安全確保という側面からも, 本校における災害事故調査は重要である。

本研究の目的は, 災害共済給付された災害事故を調査することにより, 本校での災害事故の特徴を把握することにあった。その際, 先行研究において体育実技と運動部部活動での災害事故が全災害事故の半数以上を占めるという報告から, 本研究では特にスポーツ・運動中に発生した災害事故に着目した。

## §2 方法

### 2.1 対象

対象は本校の学校管理下において平成8年度から平成14年度までの7年間に, その災害共済給付が行われた災害事故とした。また, すべての災害事故に関して, 医師の診断および治療がなされた。尚, 本校の看護師によって, 医師の治療を受けるほどの程度ではないと判断された災害事故などは, 全て本研究の対象から除外した。

### 2.2 災害事故発生時の活動状況

本校における学校管理下の災害事故に関して, 榎らの分類を参照し, 災害発生時の活動状況を体育実技, 運動部部活動, 学校行事およびその他の4つに分類した<sup>3)</sup>。それらの詳細を以下に示す。

体育実技は体育の授業のみを示し, 第1学年から第3学年までの授業は週2時間であり, 第4学年と第5学年の授業は週1時間であった。体育実技の種目には, 新体力テスト(スポーツテストも含む), バレーボール, バスケットボール, ソフトテニス, サッカー, テニス, バドミントン, ゴルフ, ソフトボールおよび陸上競技などが実施された。

運動部部活動は本校の保健体育委員会に所属している運動部とした。運動部部活動には, アーチェリー部, 空手道部, 剣道部, 硬式野球部, サッカー部, 柔道部, 水泳部, 卓球部, テニス部, バスケットボール部(女子部も含む), バドミントン部, バレー部(女子部も含む), ハンドボール部, ソフトテニス部, ソフトボール部, ラグビー部, 陸上競技部およびワンダーフォーゲルスキー部があった。平成8年度から平成14年度における各運動部の所属部員数を表1に示す。

学校行事は, 学校の行事および学生会活動とした。学校行事には, 高専祭, 体育祭り, 球技大会, 高等専門学校体育大会(全国, 中国地区), ステップキャンプ, オリエンテーションなどを含んだ。

その他には登下校中, 休憩時間, 寄宿舎, 放課後(運動部部活動以外)などが挙げられる。

さらに, 災害事故発生時の学年についても調査した。

### 2.3 体育実技と運動部部活動

本研究は特にスポーツ・運動時における災害事故に着目することから, 先に示した災害発生時の活動状況(2.2参照)の体育実技および運動部部活動について, 以下に示す種々の検討を実施した。

#### 2.3.1 各月におけるスポーツ・運動時の災害事故

体育実技および運動部部活動に関する各月の災害事故発生件数を調査した。

#### 2.3.2 体育実技における種目別の災害事故

体育実技に関して, 各種目における災害事故発生件数の調査を試みた。また, 体育実技における種目別の損傷発生率を算出した。

#### 2.3.3 運動部部活動別の災害事故

運動部部活動に関して, 運動部部活動別における災害事故発生件数の合計を求めた。さらに, 運動部部活動別における災害事故発生率を算出した。

#### 2.3.4 スポーツ・運動中の災害事故受傷部位

体育実技および運動部部活動において, 災害事故を受傷した身体部位の発生件数を調査し, 各身体部位の災害事故発生率を求めた。藤田による身体の区分を用い, まず, 身体部位において体幹, 上肢および下肢に大別した<sup>7)</sup>。さらに, 同様の身体の区分を参照し, 体幹, 上肢および下肢において, それぞれ詳細に区分した。体幹は, 顔面, 頭部, 頸部, 胸部, 腹部および腰部に分類した。上肢は, 肩関節, 上腕, 肘関節, 前腕, 手関節および手部とした。下肢は, 大腿, 膝関節, 下腿, 足関節および足部に区別した。

表 1 運動部の部員数（名）

運動部名	8 年度	9 年度	10 年度	11 年度	12 年度	13 年度	14 年度	平均
アーチェリー部	32	38	31	30	22	30	33	31
空手道部	16	19	13	7	7	8	10	11
剣道部	26	26	26	22	23	25	26	25
硬式野球部	47	39	43	42	47	49	49	45
サッカー部	36	41	37	36	39	37	41	38
柔道部	17	16	14	14	14	10	10	14
水泳部	19	14	17	19	16	17	22	18
卓球部	28	17	18	22	30	20	20	22
テニス部	35	36	36	38	36	28	33	35
バスケットボール部	42	38	33	41	39	47	46	41
バドミントン部	30	31	35	28	39	46	34	35
バレー部	34	43	25	39	48	42	45	39
ハンドボール部	21	14	11	24	17	13	15	16
ソフトテニス部	40	34	27	31	33	30	44	34
ソフトボール部	18	12	10	15	11	10	18	13
ラグビー部	26	27	27	32	23	20	23	25
陸上競技部	34	33	37	30	27	34	32	32
ワンダーフォーゲル スキー部	10	6	6	9	10	7	12	9
全部員数	511	484	446	479	481	473	513	484

※各年度のクラブ員名簿より作成

## 2.4 統計処理

それぞれの項目において、災害事故発生事故の累計を算出した。また、それぞれの項目について災害事故発生率を求め、その整数値を示した。

## §3 結果

### 3.1 災害発生時の活動状況

本校の学校管理下において平成8年度から平成14年度までの7年間に、日本スポーツ振興センターによる災害共済給付が適用された災害事故は278件であった。表2はその278件の災害事故を活動状況別に示す。運動部活動中の災害事故は151件（53%）であり、体育実技中の災害事故は60件（22%）、学校行事での災害事故は35件（13%）、その他の災害事故の発生は32件（12%）であった。運動部活動と体育実技との災害発生事故を合わせると211件（75%）であり、4分の3以上を占めた。

災害事故発生時における学年の分類を表3に示す。第2学年時の災害事故が93件（33%）と最も多く発生していた。

表 2 災害事故発生時の活動状況

活動状況	発生件数（件）	（%）
運動部活動	151	53
体育実技	60	22
学校行事	35	13
その他	32	12

表 3 学年による災害事故件数

学 年	発生件数（件）	（%）
第1学年	87	31
第2学年	93	33
第3学年	47	17
第4学年	29	10
第5学年	22	8

表4 各月の災害事故発生件数

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
体育実技	1件	7件	4件	1件	0件	3件	5件	8件	7件	10件	14件	0件
運動部 部活動	20件	23件	19件	13件	9件	8件	16件	13件	3件	11件	9件	7件

### 3.2.1 各月の災害事故発生件数

表4は体育実技と運動部部活動における各月の災害事故発生件数を示す。体育実技の災害事故発生件数において、4月は1件であり、5月は7件、6月は4件、7月は1件、8月は0件、9月は3件、10月は5件、11月は8件、12月は7件、1月は10件、2月は14件、3月は0件であった。体育実技の災害事故発生件数に関して、2月の災害事故発生件数が14件と最多であった。また、気温低下に伴い、体育実技の災害事故発生件数は増加傾向にあった。

運動部部活動の災害事故発生件数に関して、4月は20件であり、5月は23件、6月は19件、7月は13件、8月は9件、9月は8件、10月は16件、11月は13件、12月は3件、1月は11件、2月は9件、3月は7件であった。運動部部活動において、災害事故発生件数の最も多かった月は5月(23件)であった。

### 3.2.2 体育実技での種目別の災害事故発生件数

体育実技の種目別による災害事故発生件数を表5に示した。体育実技に関する災害事故発生の種目と発生件数は、バスケットボールが30件であり、サッカーが11件、バレーボールが5件、バドミントンが5件、新体力テストが5件、その他が4件であった。その他には、テニスおよびソフトボールが含まれた。

表5 体育実技の種目における災害事故件数

種目	発生件数(件)	(%)
バスケットボール	30	50
サッカー	11	18
バレーボール	5	8
バドミントン	5	8
新体力テスト	5	8
その他	4	7

### 3.2.3 運動部部活動別の災害事故発生件数

表6は運動部部活動別の災害事故発生件数を示す。運動部部活動における災害事故発生の部活動と発生件数は、硬

式野球部が37件であり、ラグビー部が35件、サッカー部が17件、陸上競技部が16件、バスケットボール部が12件、柔道部が10件、バレー部が7件、ハンドボール部が5件、その他が12件であった。その他は剣道部、バドミントン部、テニス部、ソフト部、アーチェリー部およびソフトテニス部であった。

表6 運動部部活動の災害事故件数

運動部名	発生件数(件)	(%)
硬式野球部	37	25
ラグビー部	35	23
サッカー部	17	11
陸上競技部	16	11
バスケットボール部	12	8
柔道部	10	7
バレー部	7	5
ハンドボール部	5	3
その他	12	8

表7 受傷部位件数の比較

	体幹	上肢	下肢
体育実技	12件 21%	25件 43%	21件 36%
運動部部活動	42件 28%	42件 28%	67件 44%

### 3.2.4 スポーツ・運動における災害事故の受傷部位

表7は体育実技および運動部部活動における災害事故を受傷した身体部位別の累計を示す。体育実技時に災害事故を受傷した身体部位と発生件数は、上肢が25件であり、下肢が21件、体幹が12件であった。体育実技中では、上肢の災害事故(43%)が最も多かった。運動部部活動時に災害事故を受傷した身体部位と発生件数は、下肢が67件であり、上肢が42件、体幹が42件であった。運動部部活動中

表 8 体幹の受傷部位

	顔面	頭部	頸部	胸部	腹部	腰部
体育実技	11 件	1 件	—	—	—	—
	92%	8%	—	—	—	—
運動部活動	27 件	2 件	2 件	3 件	1 件	7 件
	64%	5%	5%	7%	2%	17%

表 9 上肢の受傷部位

	肩関節	上腕	肘関節	前腕	手関節	手部
体育実技	—	—	1 件	—	—	24 件
	—	—	4%	—	—	96%
運動部活動	4 件	3 件	4 件	4 件	9 件	18 件
	10%	7%	10%	10%	21%	43%

表 10 下肢の受傷部位

	大腿	膝関節	下腿	足関節	足部
体育実技	3 件	4 件	3 件	9 件	2 件
	14%	19%	14%	43%	10%
運動部活動	3 件	13 件	8 件	32 件	11 件
	4%	19%	12%	48%	16%

では、下肢の災害事故（44%）が最多であった。

体育実技および運動部活動に関して、災害事故の受傷部位を体幹、上肢、下肢において更に詳細に区分した。表 8 には体幹を示し、表 9 には上肢、表 10 は下肢を示す。体幹の災害事故受傷部位において体育実技および運動部活動ともに、災害事故が顔面で最も多く、体育実技では 11 件（92%）であり、運動部活動では 27 件（64%）であった。上肢の災害事故受傷部位は、体育実技および運動部活動ともに共通して、手部が最多であった。手部の災害事故発生件数は、体育実技では 24 件（96%）であり、運動部活動では 18 件（43%）であった。下肢の災害事故受傷部位に関して、詳細にみると体育実技と運動部活動に共通して、足関節の災害事故が最も多かった。足関節の災害事故発生件数は、体育実技で 9 件（43%）であり、運動部活動では 32 件（48%）であった。

スポーツ・運動時における災害事故の受傷部位を詳細に検討すると、体幹では顔面、上肢では手部、下肢では足関節において災害事故が集中している結果が得られた。

## § 4 考察

本研究の目的は本校におけるスポーツ・運動中の災害事故の特徴を把握することであった。そのために、平成 8 年度から平成 14 年度までの過去七年間の災害事故を調査した。特にスポーツ・運動中の災害事故において、種々の分

析を実施した。その結果、スポーツ・運動中の災害事故が大多数であった。また、その傾向が得られた。以下に、それらの考察を付け加える。

本研究の災害事故発生の活動状況において、スポーツ・運動中の災害事故が全体の 75% を占め、運動部活動中では 53%、体育実技中で 22% であった。尾崎らの報告による高専の災害事故発生の活動状況を見てみると、運動部活動中に全体 60% の災害事故があり、体育実技時では 23% であった<sup>2)</sup>。また、榎らによれば、運動部活動中では全体の 62% の災害事故が発生しており、また体育実技では 15% の災害事故が発生していると報告されている<sup>3)</sup>。これらの先行研究と比較してみると、本研究の運動部活動中の災害事故は 7-10% 低い結果となった。さらに、体育実技中の災害事故発生率は以前の報告と同様の結果を示した。

学年別にスポーツ・運動中による災害事故発生件数を見てみると（表 3 参照）、第 2 学年時の災害事故発生件数が 93 件（33%）と最も多かった。第 4、5 学年時の災害事故発生件数は第 1 学年から第 3 学年時までの発生件数の半数以下となっている。この結果は、第 4、5 学年時では体育実技の授業時間が第 1 学年から第 3 学年時までの授業時間の半分であるのと関係があると推測できる（第 1 学年から第 3 学年；週 2 時間、第 4、5 学年；週 1 時間）。その他の理由に、第 4、5 学年ではサッカーなどのコンタクトスポーツが体育実技の種目として実施される頻度が少ないことが挙げられるであろう。さらに、第 4、5 学年の学生は高等学校の



年齢である第1学年から第3学年とは違い、安全に対する理解や実践がなされているのかもしれない。

本研究の対象は災害共済給付が行われた災害事故とした。逆に、比較的軽度の足関節捻挫や軽度の突き指などで本校の看護師により、医師の治療が必要ないと判断された災害事故などは本研究の対象外とした。これらの災害事故を含めると、本校におけるスポーツ・運動中に発生したスポーツ損傷数がどの程度のものになるのか想像できない。これらの損傷数を算出することはできないが、それらの損傷程度はそれほど重症でないと思われる。スポーツ・運動中に発生する災害事故数を調査することも当然重要であるが、我々はその災害事故の重症度や現場に復帰するまでの期間などを調査することも重要であると感じた。

今回の災害事故調査において、月別にスポーツ・運動時による災害事故発生件数をまとめてみると、体育実技では2月が多発していた(表4参照)。体育実技においては、後期(10月から3月まで)の災害事故発生件数は気温が低下するに伴い、増加する傾向にあった(3月を除く)。体育実技の災害事故発生月において、10-12月などの冬場に災害事故の発生が多発しているという報告がある<sup>2)</sup>。この報告は本研究の結果と一致している。冬期の気温低下は無意識の内に我々の骨格筋を収縮させる。そのため、冬季の体育実技では、準備運動が不十分であるとスポーツ損傷が発生する可能性は高い。体育実技の導入において、準備運動や体づくり運動などで十分に心身をほぐす<sup>8)</sup>。さらに「体力を高める運動」や基礎運動などを実践することは身体の体力向上はもちろんのこと、身体温度の向上やウォーミングアップなどの観点からもスポーツ損傷発生抑制のためにその有効性は極めて高いと言えよう<sup>9)</sup>。

次に、運動部活動の月別災害事故発生は体育実技中とは反対に前期(4月から9月まで)に集中していた(表4参照)。この結果の一つとして、高専における運動部活動の大きな大会に全国高専体育大会がある。この高専大会は夏季(8月)と冬季(11月)に実施されるものの、大半の種目は夏季に試合が開催される。また、本校で言えば、中国地区高専体育大会ではほとんどの種目が7月に予定されている。このように、高専での大きな大会が前期中に行われるために、試合の照準を前期の後半合わす運動部が多いのであろう。このため、各運動部活動の練習活動の頻度や強度が後期より前期の方が多く、災害事故の発生件数が増加していると推測された。

本研究において、災害事故を起こした体育実技の種目として、バスケットボールが50%(30件)と多発していた。体育実技の災害事故の半数がバスケットボールという種目であった。先行研究でも体育実技中のバスケットボールによる災害事故は多い<sup>10)</sup>。バスケットボールは、ルールにおいては他者との接触プレーは禁止されているものの、他者との接触を起こすコンタクトスポーツをして位置付けられ

ている<sup>11)</sup>。バスケットボールによる受傷部位の割合を示した報告によれば、膝関節が30%であり、足部・足関節が26%、手部・手関節が25%、その他が19%を示している<sup>12)</sup>。本研究における体育実技時のバスケットボールによる受傷部位の割合は、手部が60%と最も多く、顔面は17%、足関節は13%、膝関節は10%と続いた(データ不掲載)。先に示した報告と比較すると、本研究では手部と顔面とで8割弱を占めており、先行研究の結果とは大きく異なっている。この大きな違いは、先の報告がバスケットボールを専門的に行っている母集団の損傷であった。その反対に、本研究は体育実技中の受傷という事もあり、技術的な習熟度が明らかに異なるのではないかと考えられた。

運動部活動の災害事故発生件数は硬式野球部が37件と一番多く、次いでラグビー部が35件であった(表6参照)。平成8年度から平成14年度までの各運動部活動の部員数を表1に示している。硬式野球部とラグビー部との7年間の平均所属部員数は、硬式野球部は45名であり、ラグビー部は25名であった。野球部の平均所属部員数と比較して、ラグビー部の平均所属部員数は20名も少ない。それにもかかわらず、災害事故発生件数が2件の差であるのは、ラグビーの災害事故の多さと競技の激しさがこれらの数値からも理解できる。当然のことながら、ラグビー部の災害事故の多さは先行研究も報告されている<sup>6)</sup>。

本研究の災害事故が多発した受傷詳細部位は、体育実技と運動部活動との両方において体幹、上肢および下肢の各部位で共通していた(表8-10参照)。その共通した受傷詳細部位は、体幹では顔面であり、上肢では手部、下肢では足関節であった。本研究において、スポーツ・運動中の災害事故が多発していた。これらの発生した災害事故が避けることができる災害事故があったかもしれない。その災害事故を防ぐための方法の一つに、整形外科的メディカルチェックがある。このメディカルチェックは、各個人の活動レベル(競技スポーツ選手、市民スポーツ愛好者など)に応じて骨・関節・筋肉・腱などの運動器を検査するのに用いられる<sup>13)</sup>。本研究の対象者、とりわけ運動部活動に所属している学生はこのようなメディカルチェックを実施する必要があるであろう。また、不運にもスポーツ・運動中に災害事故が発生した場合は適切な応急処置をする必要がある<sup>14)</sup>。このような事態にも対応できるように、応急処置の正確な知識やその実践が必要不可欠であろう。

## §5 まとめ

本研究は平成8年度から平成14年度までの7年間にあって、本校における学校管理下の災害事故を調査した。その際、特にスポーツ・運動中における災害事故に着目し、本校における災害事故の発生傾向を把握することを目的に多方向から分析を試みた。その結果、いくつかの特徴が

得られた。スポーツ・運動時における災害事故は全体の災害事故の70%以上を占めた。体育実技における災害事故は気温が低下する季節につれて災害事故が増加傾向にあった。災害事故の一番多かった受傷詳細部位は、体育実技と運動部活動との両方において共通していた。それらは、体幹では顔面、上肢では手部、下肢では足関節ということであった。本校におけるスポーツ・運動時の災害事故の傾向を把握し、体育教員や運動部活動顧問などがそれらの災害事故防止のための何らかの対策を実践していくことが重要であろう。

本研究の一部は、第35回スポーツリーダーズセミナー(2003.12.02, 豊平どんぐり村)の実施に用いた。

#### 参考文献

- 1) 独立行政法人日本スポーツ振興センターホームページ, (URL) <http://www.naash.go.jp/>.
- 2) 尾崎秀男, 小林鈴子, 学校管理下における本校の体育・スポーツ傷害の実態について, 富山工業高等専門学校紀要, 20, 101-107, 1985.
- 3) 榎 孝雄, 石嶋篤司, 谷岡憲三, 本校学生のスポーツ傷害対策に関する考察, 富山工業高等専門学校研究報告, 60, 7-18, 1997.
- 4) 栗山節朗, スポーツ傷害・救急ハンドブック(四版), 不昧堂出版, 1991.
- 5) 武藤芳照, 高岸憲二 監訳, コーチング・マニュアル スポーツ傷害(初版), 大修館書店, 1991.
- 6) 野間口英敏, 体育・スポーツ事故(1980-89年)学校編(第1刷), 東海大学出版会, 1991.
- 7) 藤田恒太郎, 人体解剖学(第38版), 南江堂, 1991.
- 8) 中森孜郎, 教育としての体育(初版), 大修館書店, 1996.
- 9) 市村操一, 阪田尚彦, 賀川昌明, 松田泰定 編, 体育授業の心理学(初版), 大修館書店, 2002.
- 10) 小野秀俊, 佐々木克則, バスケットボール, 理学療法, 16, 484-489, 1999.
- 11) Takehisa Y., Iwai T., Minoru U., Oral injury and the use of mouth guards -Soccer, Rugby, Basketball player in Japanese high school-, Jpn. J. Fitness Sports Med., 46, 87-92, 1997.
- 12) 鳥井智太郎, 末松典明, 菅原 修, 宮澤 学, 浜口英寿, 恒川博巳, 白川久成, バスケットボールに起因したスポーツ外傷・障害の検討, 臨床スポーツ医学, 14, 941-944, 1997.
- 13) 中嶋寛之, 運動のためのメディカルチェックー整形外科系ー, 17, 350-356, 2000.
- 14) 中嶋寛之 監訳, スポーツ現場の応急処置(第1版), ナッパ, 2000.

# Bamford と文学

(一般科目) 江口 誠

## Bamford and Literature

(Department of General Education) Makoto EGUCHI

### Abstract

Samuel Bamford, though known for most of his life as a radical, left valuable materials that also describe the life of a man of letters. Working as a weaver, and occasionally as a warehouse man, he became aware of the writings, and radical views of Cobbett, which consequently led to his involvement with the Peterloo Massacre, one of his most significant moments in his life. The purpose of this article is, placing emphasis on the case, to provide a brief overview of Samuel Bamford's life from a political point of view.

**Key Words:** Samuel Bamford, the Peterloo Massacre, William Cobbett, Henry Hunt, Early Nineteenth-Century British Working-Class Literature

サミュエル・バムフォード, ピータールー虐殺, ウィリアム・コベット, ヘンリー・ハント, 19世紀初頭イギリス労働者文学

### 1. Samuel Bamford

*The Dictionary of National Biography* には、Samuel Bamford について以下のような記述がある。

BAMFORD, SAMUEL (1788-1872), weaver and poet, at Middleton, Lancashire, on 28 Feb. 1788, was the son of an operative muslin weaver, afterwards governor of the Salford workhouse. He was sent to the Middleton and the Manchester grammar school. He learned weaving, and was subsequently occupied as a warehouseman in Manchester. While thus employed he made an accidental acquaintance with Homer's *Iliad* and with the poems of Milton, and his life was thenceforward marked with a passionate taste for poetry, which brought forth fruit in the shape of several crude productions of his own<sup>1</sup>

Samuel は地元の学校に通い、織物製造に携わり、職を得る。そして、労働者でありながらも、彼は Homer の *Iliad* や Milton の詩という、いわゆる「文学」に運良く出会うことが出来たのである。“crude”という表現に関しては議論の余地があるが、いずれにせよ、文学との出会いが彼の様々な活動や著作に少なからず影響を与えている。

後世における彼の著作の評価については、それに関する研究や論文が比較的少ないという事実からも容易に想像で

きるが、総じてよいとは言い難い。彼の著作の評価に関する、典型的な例を紹介する。

It was not common for a working man to write his autobiography during the nineteenth century. About sixty are known to have survived of men whose lives cover some part of the period up to 1850s, ranging in length from abbreviated memories in radical journals and brief autobiographical introductions to volumes of poetry, to full length life histories such as those of Samuel Bamford and Thomas Cooper which have rightly taken their place as minor classics of Victorian literature.<sup>2</sup>

労働者が自叙伝を書くことは稀であったという事実はさておき、特に“minor classics”という表現に注目したい。但し、これは上記の著者の個人的な意見というよりもむしろ、Bamford に関するこれまでの一般的な評価だと捉えるべきだろう。しかしその一方で、E. P. Thompson が対照的な評価をしていることは注目に値する：“The ‘sensible and modest man from Middleton’ was Samuel Bamford, the weaver and—when every criticism has been made—the greatest chronicler of early 19th-century Radicalism.”<sup>3</sup> Thompson は Bamford を “the greatest chronicler of early 19th-century Radicalism” という表現で賞賛しており、その価値を認めて

いる。また、別の機会には、“Samuel Bamford’s *Passages in the Life of a Radical* (Heywood, 1841), and William Lovett’s *Life and Struggles in Pursuit of Bread, Knowledge, and Freedom* (1876)—both of which have appeared in subsequent editions—are essential reading for any Englishman.”<sup>4</sup> という彼の言葉からも分かるように、Bamford の著作の一つである *Passages* はイギリス人にとって“essential reading”であるとまで言い切っている。因みに、William Matthews が編集した 1951 以前の自叙伝リストに Bamford は以下のような表現で掲載されている：“BAMFORD, Samuel. *Passages in the Life* (1844); *Early Days* (1859). Education; middle-class life in Lancashire; weaving; Corn Law riots; work as agitator, poet & journalist; imprisonment; life of a radical; good.”<sup>5</sup> ここで用いられている、“middle-class life”や“work as agitator”という認識については解釈が分かれる所であろうが、いずれにせよ、彼の自叙伝が当時の状況を知る上で貴重な資料であるという見方に異論はないであろう。

Bamford は自叙伝だけではなく、*The Weaver Boy*(1819)や *Homely Rhymes*(1843)といった詩作も出版しているが、ここでは彼の自叙伝を中心に、労働者文学という視点から彼の半生、とりわけ彼の人生の転機となったある事件までを追ってみる。

## II. 労働者と文学

Bamford の著作の具体的な検証に入る前に、19 世紀初頭における労働者と文学との関わりについて少々説明が必要であろう。当時のイギリス文学界は、いわゆる上流階級 (upper class) に支配されていたことは言うまでもない。特に、貸馬車屋の息子として生まれ、医者ではなく薬剤師の訓練を受けた John Keats (1795-1821) の詩に対して、当時の Tory 党系文芸雑誌が展開した数々の辛辣な批評は有名であり、George Chapman (1559?-1634) の翻訳でしか Homer を読むことができなかった、つまりギリシャ語 (そしてラテン語) を知らない中流階級 (middle class) には詩人の資格はない、と彼らは Keats の詩を徹底的にこき下ろした。そのような抑圧を受けていた当時の状況下において、ここでは日常生活における文学の役割について概観する。

そもそも一般の労働者が文学に接するには、大きく二つの問題が生ずる。一つは、金銭的なものである。書物や刊行誌等を自由に手にすることができる裕福な人々とは状況が異なることは想像に難くない。さらには、個人差もあろうが、リテラシーの問題がある。そのような制限された自由の中で、当時の人々の教養は上流階級のそれと較べて劣っていたのかと言えば、必ずしもそうとは言い切れないようである。当時のいわゆる“gentlemen”よりも遥かに Shakespeare や Milton に精通した労働者の話や、仕事前に Shakespeare をみんなで読むために毎朝早起きするという

女性工員らの話、Shakespeare の Cambridge 版を作成する編者に有益な注を送ったという真鍮職入の話、さらには Shakespeare の知識が豊富な肉屋の話等、当時その類の逸話は数多く存在したようである。<sup>6</sup> そして、記録に留められているこれら以外にも同様の事例は多数存在したと考えることは自然であろう。

## III. Bamford と文学

大雑把ではあるが、以上のような当時の状況下における当時のイギリス社会について、“weaver poet”と呼ばれた Bamford の著作を例にとり、労働者と文学との関わりを考察する。彼の自叙伝からその一端を垣間見ることができる。As spring and autumn were our only really busy seasons, I had occasionally, during other parts of the year, considerable leisure, which, if I could procure a book that I considered at all worth the reading, was spent with such book at my desk, in the little recess of the packing room. Here, therefore, I had opportunities for reading many books of which I had only heard the names before, such as Robertson’s history of Scotland, Goldsmith’s history of England, Rollin’s ancient history, Hume’s decline and fall of the Roman Empire, Anachais’s travels in Greece; and many other works on travels, geography, and antiquities. I also enlarged my acquaintance with English literature, read Johnson’s Lives of the Poets, and, as a consequence, many of their productions also. Macpherson’s Ossian, whilst it gave me a glimpse of our most ancient lore, interested my feelings and absorbed my attention. I also bent my thoughts on more practical studies, and at one time had nearly the whole of Lindley Murray’s Grammar stored in my memory, although I never so far benefited by it as to become ready at parsing. A publication of a different description also fell in my way. Mr. Hole was a reader of Cobbett’s Weekly Register, and as I constantly saw the tract lying on the desk at the beginning of the week, I at length read it, and found within its pages far more matter for reflection than, from its unattractive title and appearance, I had expected to find there.<sup>7</sup>

以上のような 1808 年頃の回想録から、普段の仕事をこなしながらも仕事場の片隅にある机に向かって、空き時間を見つけては読書に没頭する Bamford の姿が容易に想像できる。文学だけにとどまらず、様々な歴史書など Bamford はかなり広範囲な読書をしていたことも読み取れる。

さらに、Bamford は当時の読書の習慣について以下のように描写している。

I thenceforce became as constant a reader of Cobbett’s writings as was my master himself, and was soon,

probably, a more ardent admirer of this doctrines than was my employer. As I generally attended the counting house when the book keeper and salesman were absent—unless called out by other employment—I had many opportunities for these perusals. I seldom indeed failed to examine whatever book I found upon the desk, and if I happened to be left to lock up at noon—which would sometimes be the case—I would hasten to the next shop and buy a cold lunch for dinner, thence return to the warehouse and lock myself in, that I might have an opportunity for examining some book which had attracted my attention. And in this way, during nearly all the four years which I passed in the employ of this firm, I continued to examine or to read every book which fell in my way, or which I could readily procure.<sup>8</sup>

ここでは、先の引用よりもさらに具体的に、どれほどの情熱を持って読書の時間を獲得していたかが記されている。そして、さらに注目すべきは、上記のどちらの引用にも見られる Cobbett という人物である。

#### IV. Cobbett との出会い

先の引用より明らかなことは、Bamford が（雇い主である）George Hole 氏の“Cobbett's Weekly Register”を毎週読み、期待以上の内容を得ていたという事実である。“Cobbett's Weekly Register”とは、*Cobbett's Weekly Political Register* として知られており、滞在先のアメリカから帰国した William Cobbett (1763-1835) がその数年後の 1802 年に創刊したもので、当時の労働者に最も多く読まれた新聞の一つである。因みに創刊当初は Tory 的な思想を展開していたが、数年後には完全に“radical”な路線に転向している。また、文脈からも分かるように、Cobbett の radical な思想に Bamford が多大な共感を覚えたであろうことは容易に想像できる。

その Cobbett と彼の *Political Register* に関連して、Thompson は以下のように述べている。

Cobbett throws his influence across the years from the end of the Wars until the passing of the Reform Bill. To say that he was in no sense a systematic thinker is not so[to] say that his was not a serious intellectual influence. It was Cobbett who created this Radical intellectual culture, not because he offered its most original ideas, but in the sense that he found the tone, they style, and the arguments which could bring the weaver, the schoolmaster, and the shipwright, into a common discourse. Out of the diversity of grievances and interests he brought a Radical consensus. His *Political Registers* were like a circulating medium

which provided a common means of exchange between the experiences of men of widely differing attainments.<sup>9</sup>

Thompson は、Cobbett が“Radical intellectual culture”を作り出した人物であり、労働者という共同体にある共通の言説、彼がここで“a Radical consensus”と呼ぶ共同の認識に導いたという点で高い評価を与えていることが伺える。そして、彼の *Political Register* は、知識的にも経験的にも多種多様な背景を持った労働者に対して、ある共通した思想や理念を広く提供する重要な役割を演じていたのである。

Bamford と Cobbett との関係について、ある書簡の中で Bamford は後に以下のような体験を報告している：“In 1817, I attended a meeting of delegates at London, and won over the powerful advocacy of Mr Cobbett to suffrage at 21 years of age, he having previously pleaded for household suffrage only.”<sup>10</sup> これは、1817 年 1 月、下院（House of Commons）に提出する議案について話し合うためにロンドンで開催された集会の記録であり、当時彼は Middleton の代表として参加していた。この集会の議長は Francis Burdett(1770-1844)で、当時としては珍しく議会改革の推進を支持し、Whig 党にも Tory 党にも属していなかった人物である（しかし後に変節し Tory に入党する）。文面からも明かなように、当時話題の中心となっていた選挙権のあり方について、Bamford が自らの意見で Cobbett を説き伏せたというものである。

この同じ集会での Cobbett とのやりとりについて、自伝でさらに詳しく記述している。

...a resolution was introduced and supported by Cobbett, limiting the suffrage to householders. This was opposed by many and especially by the delegates from the manufacturing district.... Cobbett advocated the restricted measure, scarcely in earnest, and weakly, and alleging the impracticability of universal suffrage. The discussion proceeded for some time and no one grappled the objection; until, fearing the resolution would be adopted, I in a few words explained how universal suffrage might be carried into effect, by taking the voters from the Militia list, or others made on the same plan. Hunt took up the idea, in a way which I thought rather annoyed Cobbett, who at length arose, and expressed his conviction of its practicability, giving me all the merit of his conversion. Resolutions in favour of universal suffrage and annual parliaments were thereupon carried....<sup>11</sup>

引用の“taking the voters from the Militia list”という表現から明かなように、彼の具体的な提案の内容は、“universal suffrage”実現のために“the Militia list”を根拠として投票権を与えるという提案であり、Cobbett も自分の主張を取り下げ Bamford の案を支持したということである。

また彼は、この集会で議決された内容について、別の機会に以下のように説明している。

On the first of January, 1817, a meeting of delegates from twenty-one petitioning bodies, was held in our chapel, when resolutions were passed declaratory of the right of every male to vote, who paid taxes; that males of eighteen should be eligible to vote; that parliaments should be elected annually; that no placeman or pensioner should sit in parliament; that every twenty thousand inhabitants should send a member of the house of commons; and that talent, and virtue, were the only qualifications necessary. Such were the moderate views and wishes of the reformers in those days, as compared with the present: the ballot was not insisted upon as a part of reform. Concerning our whole energy for the obtainment of annual parliaments and universal suffrage, we neither interfered with the house of lords; not the bench of bishops; not the working of factories; nor the corn laws; not the payment of members; nor tithes; nor church rates; nor a score of other matters, which in these days have been pressed forward with the effect of distracting the attention, and weakening the exertions of reformers;—any one, or all of which matters would be far more likely to succeed with a house of commons elected on the suffrage we claimed, than with one returned as at present.<sup>12</sup>

当時の状況を振り返る Bamford らの議会改革に関する主張は、概して“moderate”であったと考えている。しかしながら、皮肉にもその後実際に制定されたのは有名な 1832 年の Reform Bill (Act) であって、確かに腐敗選挙区 (“rotten boroughs”) が廃止され、Manchester や Leeds 等の新興産業都市に議席が確保されるなど、一定の改革は見られるものの、universal suffrage を主張する彼ら (Bamford を除いて) が満足できる結果ではなかったことは明らかである。

## V. ピータールー虐殺とその後

1817 年の 1 月の集会で重要な役割を演じた Bamford は、1819 年 8 月 16 日、マンチェスターの St. Peter's Field で勃発した、通称 “Peterloo Massacre” (ピータールー虐殺) と呼ばれる事件でさらにその名が知られるようになる。因みに、“Peterloo” という名称は、“Waterloo” と “St. Peter's Field” から作られたものである。この事件の主な経緯はこうである。議会改革を求めて広場に集まった数万人の群集に対して、増大する参加者に不安を募らせた治安判事らが、集会の首謀者 Henry Hunt (通称 ‘Orator’ Hunt) とその他の中心人物を逮捕するべく、兵を派遣して制圧し、その結果十数名が死亡、数百名が負傷したというものである。その集会に Bamford 自身も民衆を率いて参加しており、平和的な集

会の開催を試みたにもかかわらず、違法な旗を掲げて違法な集会で群衆の不安を増大させたという罪で有罪判決を受け、1 年間拘留されることになる。<sup>13</sup> 因みに、Bamford と同じくその集会の首謀者として起訴されていた “Orator” Hunt は、2 年半の禁固を言い渡されている。また、Bamford は、自叙伝において、その経緯、特に逮捕時の様子などを韻文で描写している。<sup>14</sup> 裁判において、特に何の暴力行為もなく、また違法行為も見られないという裁判官の見解にもかかわらず、結果的に彼は有罪判決を受ける。以下はその陪審員に関する記述である。

During the whole of the ten days' investigation, I did not observe that any one of the jury took a single note of the evidence, or that they indicated by the action of a single muscle of countenance, that any impression was made on their minds. They sat motionless, and like men who were asleep with their eyes open; and it was clear, from the bungling form in which they presented their first verdict, that they had agreed upon it from a vague recollection of some points in evidence, and a clumsy misapplication of the counts in the indictment.<sup>15</sup>

Bamford を有罪に導いた陪審員の様子について、彼は怒りを込めて裁判の様子を描写していることが伺え、その判断がいかに不当であったかを訴えている。

この事件に関する人々の関心は高く、当時イタリアに滞在していた P. B. Shelley (1792-1822) は、このような悲惨な事件に心を痛め、一種の民衆弾圧とも思われる一連の行動に対して “The Mask of Anarchy: Written on the Occasion of the Massacre at Manchester” という詩をもって非難したことは有名である。しかしその一方、このようなデモに危機感を抱いた Lord Liverpool (1770-1828) と中心とする Tory 党は、有罪となった指導者たちへの同情の声とは真っ向から対立する形で、すぐさま “Six Acts” と呼ばれる法案を可決したことは言うまでもない。それは、“radical” な新聞の発行や集会を封じ込めるためのものであり、イギリス社会は時代の流れとは逆行するような形で保守的な傾向を強めていくことになる。

最後に、蛇足ではあるが、上記の有罪判決に伴い Lincoln Castle で牢獄での生活を送る Bamford が描いた、牢獄内部の様子を紹介する。

We mounted two heights of stone steps, and our rooms were the first two on the right hand. Our day room was a very good apartment, with fire-place, table, chairs, and every requisite; lofty over head, a smooth floor of hardened mortar or composition, and a sash window, with a strong grating of iron before it. Our bed-room was the next to it, and of the same dimensions. In it were two good clean beds, a table, some chairs, and I think, a cupboard or two, for clothes or other articles. The rooms were

remarkably clean, airy, and agreeable, and we expressed more than satisfaction, thankfulness, for the indulgent feeling which had assigned us such comfortable quarters.<sup>16</sup>

“good”や“clean”という言葉が強調されていることから明らかに、彼の牢獄での生活は彼が思っていた以上に快適であったようだ。また、食事が与えられないことはほとんどなく、現地の治安判事がわざわざ出向いてきて、不満がないか等を聞きに来たという。<sup>17</sup> 書簡等のやりとりについては、以下のような記述がある。

I was in a habit of receiving a considerable number of letters, newspapers, and pamphlets—perhaps four or five where Healey received one. Letters of a general nature I read to him, those of a private nature I of course did not. Letters containing money for myself I sometimes read to him, and sometimes did not, as I judged most proper; those with money for both of us were open to both, and when I divided the money, I always took his receipt for it, giving him mine when he had to pay.<sup>18</sup>

友人との書簡のやりとりが多かったこと、また金銭的な援助を定期的に受け取っていたことなどが強調されている。さらに自叙伝には、Hunt との手紙のやりとりや、（彼の妻を含めた）数々の訪問者について事細かに書かれており、Bamford は牢獄での生活に不自由さや不満を微塵も感じていなかったようである。

## 参考文献

Altic, Richard D. *The English Common Reader: A Social History of the Mass Reading Public 1800-1900*.

Chicago: The University of Chicago Press, 1957.

Bamford, Samuel. *The Autobiography of Samuel Bamford: Early Days*. Ed. W. H. Chaloner. London: Frank Cass & Co. Ltd., 1967.

---. *The Autobiography of Samuel Bamford: Passages in the Life of a Radical*. Ed. W. H. Chaloner. London: Frank Cass & Co. Ltd., 1967.

---. *The Diaries of Samuel Bamford*. Eds. Martin Hewitt and Robert Poole. New York: St. Martin's Press, 2000.

---. *Walks in South Lancashire and on its Borders with Letters, Descriptions, Narratives, and Observations, Current and Incidental*. Sussex: The Harvester Press, 1972.

Bischoff, Brigitte. “Tennyson, Mrs. Gaskell, and the Weaver Poet.” *Victorian Poetry* vol. 14 (1976): 356-358.

Gregson, J. S. *Gimcrackiana*. Manchester: 1833.

Harland, John F.S.A, ed. *Ballads & Songs of Lancashire: Chiefly Older than the 19th Century*. London:

Whittaker & Co. Ave Maria Lane, 1865.

Hewitt, Martin. “Radicalism and the Victorian Working Class: The Case of Samuel Bamford.” *The Historical Journal* vol. 34 (1991): 873-892.

---. and Roberto Poole. “Samuel Bamford and northern identity. *Northern Identities: Historical Interpretations of 'The North' and 'Notherness'*.” Ed. Neville Kirk. Aldershot: Ashgate, 2000.

Poole, Robert. “Samuel Bamford and Middleton Rushbearing.” *Manchester Religion History Review* vol. 8. (1994): 14-22.

“Samuel Bamford” *The Dictionary of National Biography*. 1917.

Saville, John. *History of the Chartist Movement: 1837-1845*. (G. G. Gammage) Introduction. London: Frank Cass & Co Ltd, 1969.

Sykes, Robert. “Physical-Force Chartism: The Cotton District and the Chartist Crisis of 1839.” *International Review of Social History* vol. 30. (1985): 207-236.

Vicinus, Martha. “Literary Voices of an Industrial Town: Manchester, 1810-70.” *The Victorian City: Images and Realities*. 2vols. Eds. H.J. Dyos and Michael Wolff. London: Routledge Kegan and Paul Ltd., 1973.

---. “The Study of Nineteenth-Century British Working Class Poetry.” *The Politics of Literature*. eds. Louis Kampf and Paul Lauter. New York: Pantheon Books, 1972.

Vincent, David, ed. *Testaments of Radicalism: Memories of Working Class Politicians 1790-1885*. London: Europa Publications Limited, 1977.

## 脚注

<sup>1</sup> *The Dictionary of National Biography*. Vol. 1, p. 1020.

<sup>2</sup> Vincent, p. 3.

<sup>3</sup> Thompson, p. 637.

<sup>4</sup> Thimpson, 836.

<sup>5</sup> William Matthews, p. 14.

<sup>6</sup> Altick, pp. 243-44.

<sup>7</sup> Bamford, *Early Days*, p. 280-81.

<sup>8</sup> Bamford, *Early Days*, pp. 281-82.

<sup>9</sup> Thompson, p. 746.

<sup>10</sup> Bamford, *The Diaries of Samuel Bamford*, p. 250.

<sup>11</sup> Bamford, *Passages*, Volume I, pp. 18-19.

<sup>12</sup> Bamford, *Passages*, Volume I, pp. 10-11.

<sup>13</sup> Peterloo Massacre 関連の裁判については、Henry Hunt, *The Trial of Henry Hunt, esq.* London: T. Dolby, 1820.にその詳細が描かれている。



<sup>14</sup> Bamford, *Passages*, Volume I, p. 226.に掲載されているが、*Homely Rhymes*, pp. 205-209 には“The Arrest: A Fragment”という題名で完全なものが掲載されている。

<sup>15</sup> Bamford, *Passages*, Volume II, pp. 94-95.

<sup>16</sup> Bamford, *Passages*, Volume II, pp. 170-71. 因みに、引用の主語が“we”となっているのは、Bamford と同じく有罪判決を受けた Joseph Johnson と Joseph Healey と共に Lincoln Castle に収監されたためである。

<sup>17</sup> Bamford, *Passages*, Volume II, p. 171.

<sup>18</sup> Bamford, *Passages*, Volume II, p. 180.

# 自動グリップ装置の試作

(機械工学科) 野原 稔

## Trial Manufacture of Automatic Grip Equipment

( Department of Mechanical Engineering ) Minoru NOHARA

### Abstract

In order to manufacture a machine part, we fix parts material by a certain method. Since parts material is fixed automatically, we use an air cylinder and solenoid combining clamp equipment. Now, after we use an air cylinder and fix parts material, when manufacturing a machine part, a compressor, a control valve, and piping are needed. Moreover, it serves as large-scale equipment. On the other hand, in the electric cylinder (cylindoid) from which parts material changes rotational movement of a motor into a straight-line motion, and obtains impelling force, when it can fix, an air cylinder, a compressor, etc. become unnecessary.

In this paper, when the user inputted the value corresponding to the diameter of a pipe into the program controller, control equipment manufactured the equipment which holds a pipe automatically. We report this manufacture process.

**Key Words :** Micro Computer, Operation Control, Simulation, Automatic Machine

マイクロコンピュータ, 制御, シミュレーション, 自動機械

### §1 緒言

機械部品を製造するには、何らかの方法で製造する部材を固定する必要がある。部材を自動的に固定する方法として、エアーシリンダーや電磁ソレノイドをクランプ装置と組合わせて使用する方法が考えられる。いま、エアーシリンダーを使用して部材を固定し機械部品を製造するとすれば、コンプレッサー、コントロールバルブおよび配管の引回しが必要となり大掛かりな装置となる。これに対して、部材が、モータの回転運動を直線運動に変換して推力を得る電動シリンダー（シリノイド）により固定できれば、エアーシリンダーやコンプレッサー等が不要となり省スペース化が可能となる。

本研究においては、使用者が、プログラマブルコント

ローラに筒の径に対応した値を入力すると、自動的に筒をつかむグリップ装置を試作したので、その動作状況について報告する<sup>1)2)</sup>。

### §2 ハードウェア

本システムにおいて、マイクロコンピュータ（以降、マイコンと呼ぶ）による制御は、AKI-80（以降、AKIと呼ぶ）を、プログラマブルコントローラによる制御はLUNA製のPROGRAMABLE PULSE CONTROLLER（以降、PCと呼ぶ）を使用した。設計したシステムの全体写真を図1に示す。以降、この装置に使用した主要部品の概要について述べる。

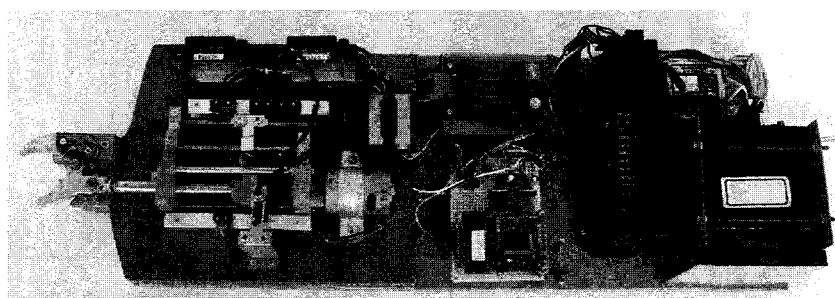


Fig.1 General view of system

## 2.1 マイコン

マイコンは、シリノイドモータの駆動と停止、シリノイドの原点と移動量の確認、シリノイド移動時の外乱による緊急停止およびPCとの通信のために使用した。また装置の動作は迅速であることが望ましいため、これを動作させる言語はアセンブリ言語を使用した。AKIの入出力ポートは、パラレルI/Oを、Aポート入力およびBポート出力として使用した<sup>3)4)5)</sup>。

## 2.2 PC

PCは、入力値すなわち筒の径の設定変更が容易になるため使用した。いま、つかむ筒の径に対応した値をPCに入力すると、ステップモータが駆動し、シリノイドが動作する位置にホトセンサを移動させる。その後、シリノイドが駆動してホトセンサに達すると、可動グリップが作動して設定した筒の径で停止する機構としている<sup>6)</sup>。

## 2.3 シリノイド

### 2.3.1 シリノイドとその減速機構

シリノイドは回転運動を直線運動に変換する機構で、小型高速モータの回転をゆっくりとした高トルクの直線運動に変換することができる。図2はシリノイドの機構構成

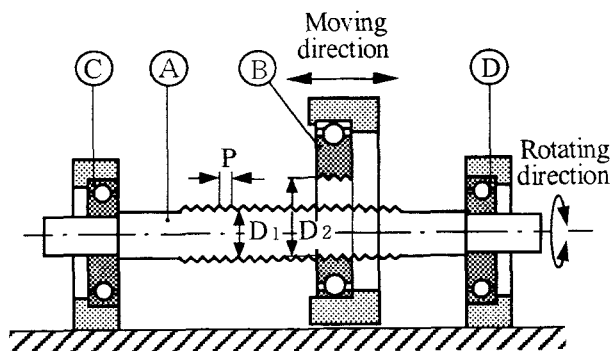


Fig.2 Structure of cylinoid

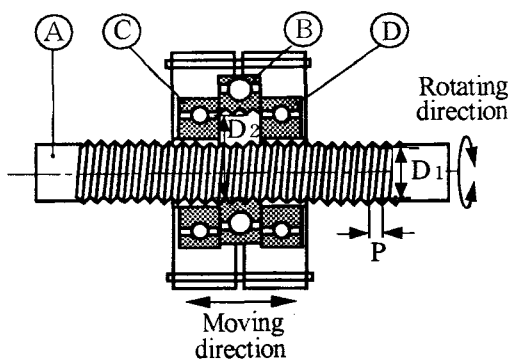


Fig.3 Principle of motion

を示す。図2に示すように、この機構は、一本の雄ネジを介することにより、当初有している雄ネジのリードPを1/2から1/30に減速しながら、回転運動を直線運動に変換できる。基本的には雄ネジA、雄ネジと同じリードPをもつ雌ネジを切ったベアリングの内輪Bおよびこのベアリングと雄ネジを圧接させる機能と、雄ネジの軸を支える機能をもつ2つの補助ベアリングCおよびDから構成されている。

### 2.3.2 シリノイドの運動原理

図3はシリノイドの運動原理を示す。図3に示すように、Aが1回転すると、圧接しているBの内輪はD1対D2分回転する。本来、Bの内輪が固定されていれば、この機構のAの1回転あたりの直線運動量はPとなるが、Bの内輪がD1対D2回転するため、相対的な回転はD1対D2回転分減少し、直線運動量は $P(1-D1/D2)$ となる。

## 2.4 シリノイドの特徴

シリノイドには以下に示すような特徴がある。

1. 歯車やボールネジを使用しておらず、主要な運動はベアリング的な要素によって構成されているため、メンテナンスが不要である。

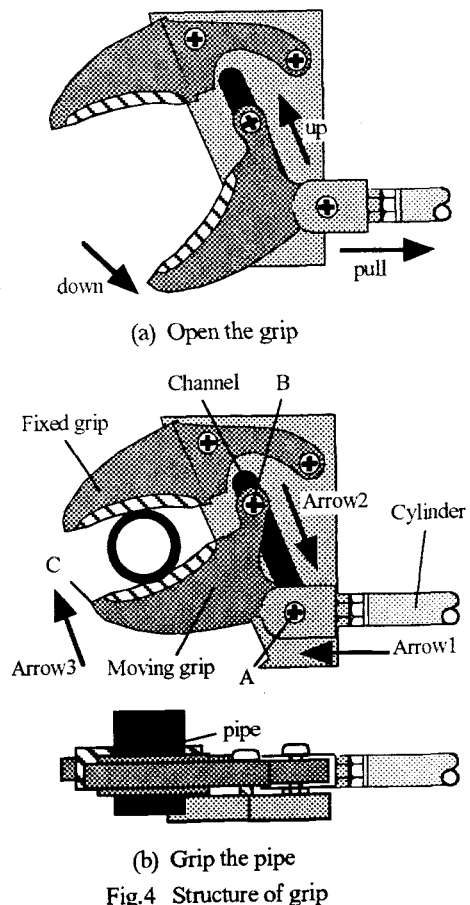


Fig.4 Structure of grip

2. 電源のON/OFFのみで動作が可能であるため、取り付け位置の制約が少ない。
3. モータの電圧を調整すると、シリノイドの移動速度を変えることができる。
4. モータの電源をOFFにした場合、最大負荷が加わった状態でも、位置保持ができる。

## 2.5 グリップの機構

図4はグリップの機構を示している。図4(a)は全開時の、図4(b)は筒をグリップ時の状態を示している。図4(b)において、シリンダーが矢印1の方向に直進すると可動グリップの支点Aは回転し、支点Bに固定された棒は溝に沿って矢印2の方向に移動する。これらの動作により可動グリップの先端Cは矢印3の方向に移動して、可動グリップと固定グリップ間で筒をつかむことになる。

## 2.6 筒の径に対応したPCの値

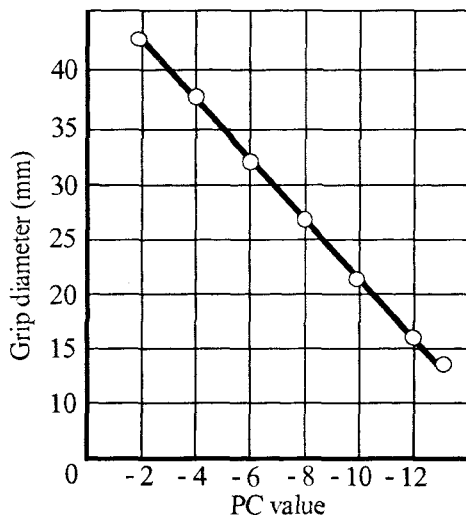


Fig.5 Corresponding state of PC value and pipe diameter

図5は筒の径とそれに対応する値との関係を示している。縦軸が筒の径、横軸がPCへの入力値である。

## 2.7 シリノイドの発生推力

使用したシリノイドの型番は、CA-62でモータの定格電圧は12Vである。このときシリノイドの発生推力は245N(25Kg $f$ )となっている。ここでは、自動グリップ構成上の強度を考慮してモータに供給する電圧を5Vとしたため、シリノイドに発生する推力は低下する。図6は発生する推力の測定図を示す。図6に示すように、円環に歪みゲージを貼り付け、円環の一端を固定し、他端をシリノイドで引張ることにより推力を測定する構成である。まず、シリノイドの代わりに既値の荷重を順次増加させ、歪み量の変化を記録した。そして、この荷重と歪み量の関係曲線を求めた。次に、シリノイドを取り付けて円環を引張り、歪み量の変化を求めて荷重歪み曲線と比較し、シリノイドの推力を求めた。これによるとシリノイドの推力は、49N(5Kg $f$ )となった。

## 2.8 配線

図7は、シリノイド、ステップモータ、AKI、リミットスイッチ等を結線したシステムの配線図を示す。本システムにおいて、8ビットのポートA、Bを有するパラレルI/Oを、Aポート入力、Bポート出力として使用した。入力ポートAは、リミットスイッチ、ホトセンサおよび信号入力線を、出力ポートBは、シリノイドモータおよびPCとの通信用出力線を接続した。PCにおいては、原点用スイッチ、緊急停止用スイッチおよびステップモータ用の出力パルスを接続した。また、PCには入出力用のコネクタがあり、AKIとの通信はこのコネクタの入力ポート0(1番ピン)と出力ポート0(9番ピン)を使用した。

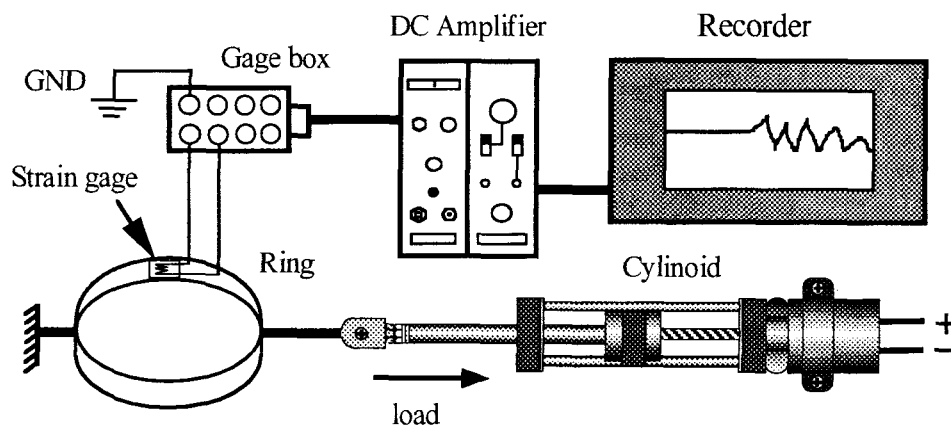


Fig.6 Driving force of cylinoid

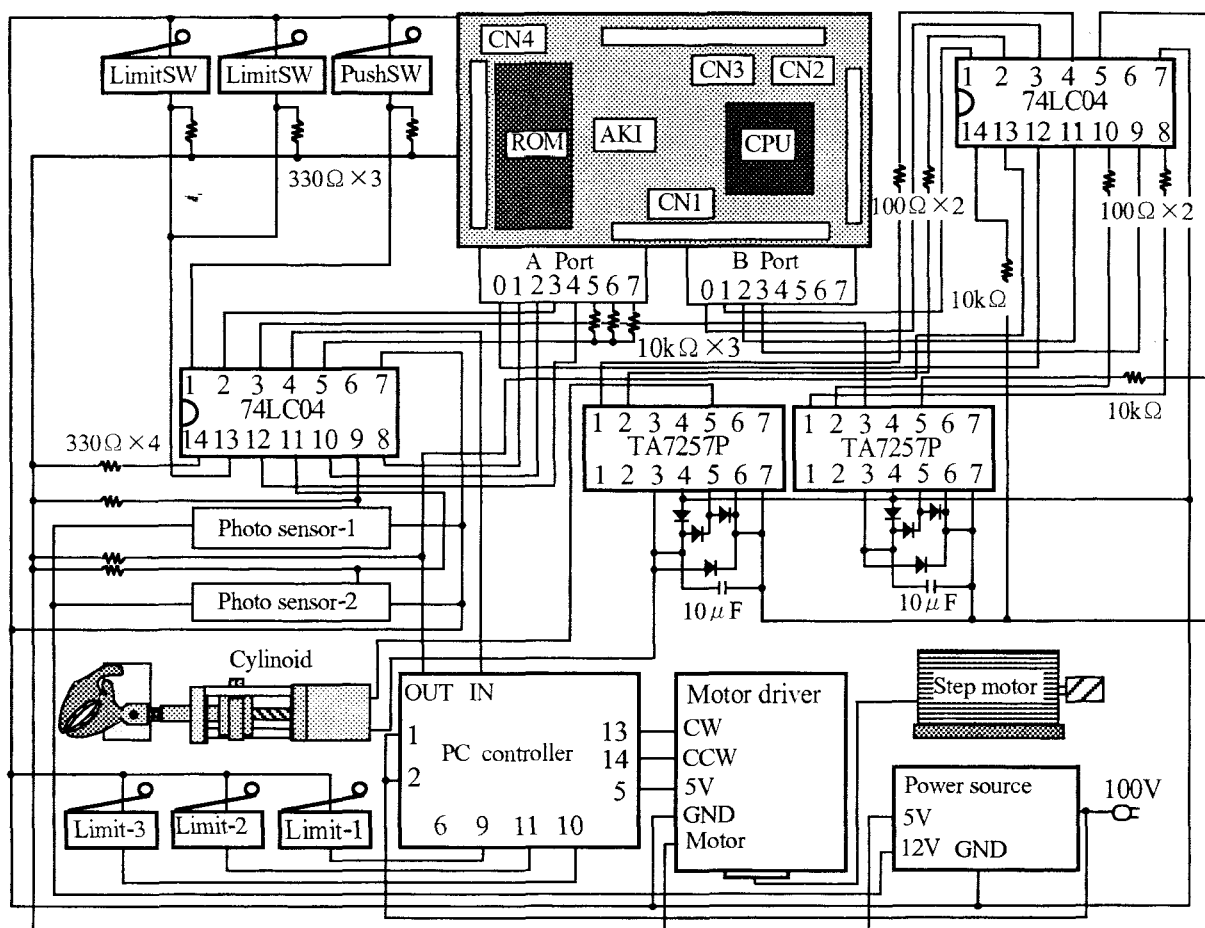


Fig.7 Wiring diagram of system

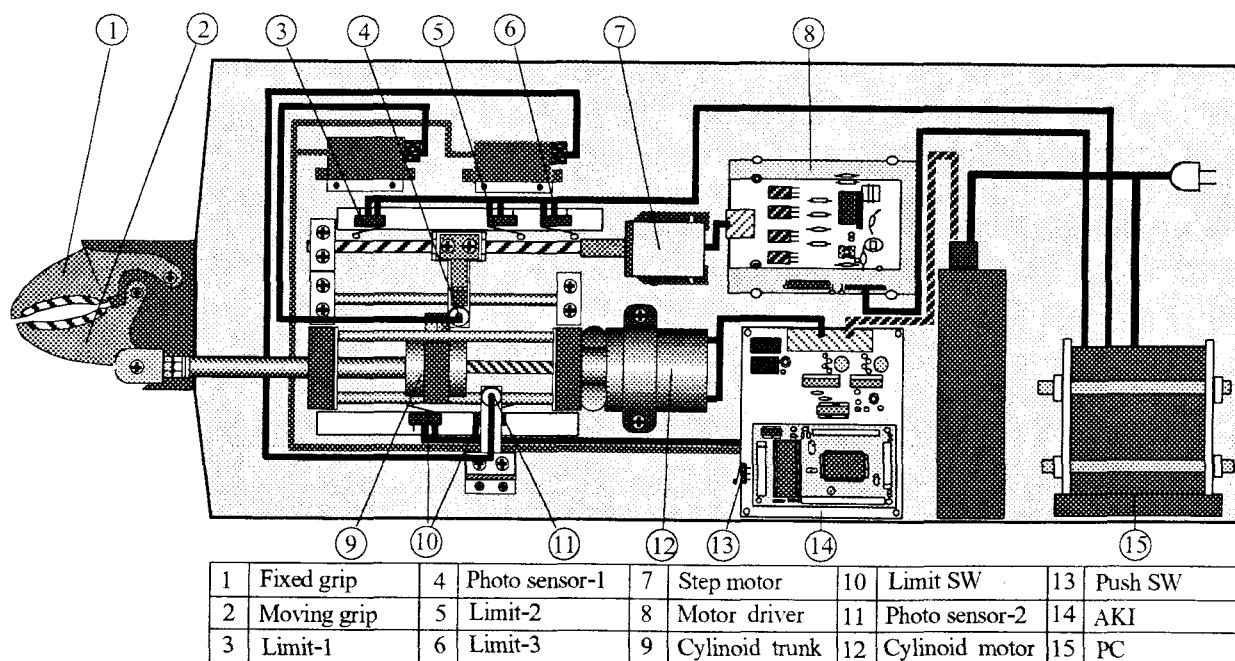


Fig.8 Appearance of system

### § 3 ソフトウェア

以下にプログラムの概要を述べる。

#### 3.1 システムの動作言語

本システムを動作させる言語は、アセンブリ言語とPC付属の専用言語を使用した。

AKIではパソコン上でアセンブリ言語を使用してプログラムを作成した後、プログラムをROMライターを使用してROMに書き込み、それをAKIのボードに搭載した。

#### 3.2 プログラムの動作

図8は、システムの外観図を示している。指定した径の筒をつかむ場合、筒の大きさに対応した値をPC⑮に設定

Table 1 Control program of system

Label	Mnemonic code	Comment
PIOAD	equ 1ch	PIO A data
PIOAC	equ 1dh	PIO A control
PIOBD	equ 1eh	PIO B data
PIOBC	equ 1fh	PIO B control
	ORG 0000h	
	LD SP, 0	Set stack point 0
	IM 2	Set mode 2
	LD A, 11001111b	PIO A initialization
	OUT (PIOAC), A	mode3(Input)
	LD A, 11111111b	
	OUT (PIOAC), A	
	LD A, 00010111b	
	OUT (PIOAC), A	
	LD A, 00000011b	
	OUT (PIOAC), A	
	LD A, 11001111b	PIO B initialization
	OUT (PIOBC), A	mode3(Output)
	LD A, 00000000b	
	OUT (PIOBC), A	
	LD A, 00010111b	
	OUT (PIOBC), A	
	LD A, 00000011b	
	OUT (PIOBC), A	
DD	CALL TIM	Call TIM
D0	IN A, (PIOAD)	Read data from PIOAD
	BIT 0, A	Signal OFF from PC,
	JP Z, D0	go to D0
D1	IN A, (PIOAD)	Read data from PIOAD
	BIT 1, A	Photo sensor-2 ON,
	JP NZ, D2	go to D2
	LD A, 01H	Cylindroid motor
	OUT (PIOBD), A	CCW rotation
	CALL O1	Call O1
	JP D1	Go to D1
D2	IN A, (PIOAD)	Read data from PIOAD

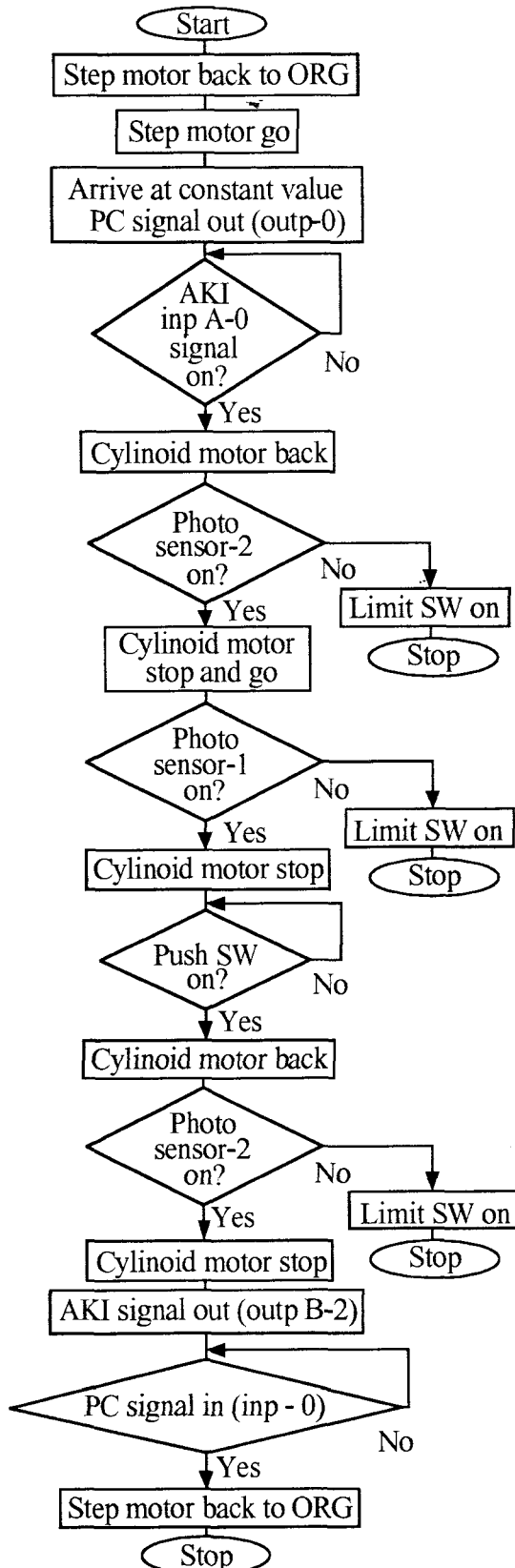


Fig.9 Diagram of flow chart

D3	BIT 2, A JP NZ, D3 LD A, 02H OUT (PIOBD), A CALL O1 JP D2 LD A, 00H OUT (PIOBD), A	Photo sensor-1 ON, go to D3 Cylind motor CW rotation Call O1 Go to D2 Cylind motor stop
D30	IN A, (PIOAD) BIT 3, A JP Z, D30	Read data from PIOAD Push SW OFF, go to D30
D4	IN A, (PIOAD) BIT 1, A JP NZ, D5 LD A, 01H OUT (PIOBD), A CALL O1 JP D4	Read data from PIOAD Photo sensor-2 ON, go to D5 Cylind motor CCW rotation Call O1 Go to D4
D5	IN A, (PIOAD) LD A, 04H OUT (PIOBD), A JP DD	Read data from PIOAD Signal out, send to PC Go to DD
TIM	LD B, 15	Set B on 15
T0	LD C, 250	Set C on 250
T1	LD D, 250	Set D on 250
T2	DEC D JP NZ, T2 DEC C JP NZ, T1 DEC B JP NZ, T0 RET	D - 1 D ≠ 0 then go to T2 C - 1 C ≠ 0 then go to T1 B - 1 B ≠ 0 then go to T0 Return
O1	IN A, (PIOAD) BIT 4, A JP NZ, O2 RET	Read data from PIOAD Limit-SW ON, go to O2 Return
O2	LD A, 00H OUT (PIOBD), A HALT	Cylind motor stop Program stop

Table 2 Programable controller program

Label	Mnemonic code	Comment
1-00	ORG 0	Return to origin
1-01	123	Value of ring size
1-02	FUN 200	Output port 0 to ON
1-03	FUN 300	Output port 0 to OFF
1-04	FUN 000	Wait for port 0 ON
1-05	ORG 0	Return to origin
1-06	END	End

する。その後、PC⑮は、原点用リミットスイッチ⑤の反応がなければ、シリノイド停止用ホトセンサ④をステップ側原点まで戻す。そして、さきに設定した値までステップモータ⑦を回転させ、シリノイド停止用ホトセンサ④

を前進させる。この動作が終了すると、PC⑮はAKI⑭に信号を送信する。信号を受信したAKI⑭は、原点センサ⑪によりシリノイド本体⑨(以降、本体と呼ぶ)がシリノイド側原点にあるのかどうかの確認をする。もし本体⑨がシリノイド側原点になれば、シリノイドモータ⑫を本体⑨をシリノイド側原点まで戻す。本体⑨がシリノイド側原点に戻ると、シリノイドモータ⑫は前進し、シリノイド停止用ホトセンサ④がONになるまで本体⑨を移動させる。次につかんだ筒をはなす場合、プッシュスイッチ⑬を押すと、本体⑨はシリノイド側原点に戻り、筒をはなす。そして、本体⑨がシリノイド側原点に戻ると、AKI⑭からPC⑮へ信号を送信する。信号を受信したPC⑮はシリノイド停止用ホトセンサ④をステップ側原点に戻し、一連の動作を終了する。

### 3.3 フローチャートとシステムの動作プログラム

図9はプログラムの流れを示すフローチャートを示している。また、表1はシステムの制御プログラムを、表2はPCの制御プログラムを示している。

## § 4 結言

本研究において、任意の筒の径を入力すると、自動的に筒をつかむことのできるシステムを構築した結果を要約すると次のようになる。

1. プログラマブルコントローラに任意の筒の径を入力すると、マイクロコンピュータが作動して筒をつかむことのできる装置を製作することができた。
2. 筒をつかむ機構にシリノイド(電動シリンダー)を使用することにより、非常にコンパクトな装置とすることができた。

## 参考文献

- 1) 野原, PCコントローラとマイクロコンピュータの組み合わせによる機器の制御, 呉工業高等専門学校研究報告32巻1号, 1996, P.49~60.
- 2) 野原, 階段を昇降するロボットの制御, 呉高専35周年記念学術論文集, 2000, P.55~60.
- 3) 横田, 図解Z-80の使い方, オーム社, 1993.
- 4) 鈴木, たのしくできるセンサ回路と制御実験, 東京電機大学出版局, 1999.
- 5) 西野, IC論理回路入門, 日刊工業新聞社, 1989.
- 6) MPC-01取扱説明書.



# Tribological Properties of Biodegradable Lubricating Oils in Four-Ball Test

(Department of Mechanical Engineering) Masakazu NAKASAKO,  
Hiromasa NADANO and Masaki KOHNO  
(Iwate University) Ichiro MINAMI

## Abstract

To clarify the tribological properties of biodegradable lubricating oils, the four-ball tests were carried out under dip-feed lubrication using a Soda-type four-ball machine. The test balls were lubricated with soybean oil, rapeseed oil, corn oil and turbine oil. From the tests, the coefficient of friction for all the test balls lubricated with biodegradable lubricating oils was lower than that for the test ball lubricated with turbine oil. Further, from the calculation of the  $pV$  value, it was clear that the seizure resistance for all the test balls lubricated with biodegradable lubricating oils was higher than that for the test ball lubricated with turbine oil.

**Key Words :** Biodegradable Lubricating Oil, Seizure Resistance, Bearing Steel, Four-Ball Test, Dip-Feed Lubrication

## §1 Introduction

When the power transmissions are lubricated with a petroleum oil, rivers, seas and lands are polluted due to leakage of a lubricating oil from a bearing. To avoid such soil and water pollution, the biodegradable lubricating oils<sup>1-2)</sup> should be used. In recent years, the demand for the lubricating oils based on a petroleum oil, e.g. gear oil, machine oil, hydraulic fluid and cutting oil, considerably increased due to the problem concerning the environmental hazard. Especially, the government regulations in Germany demand to use the biodegradable lubricating oils which the rate of biodegradation have more than 80 %.

The load carrying capacity properties of the biodegradable gear lubricants have been investigated<sup>3)</sup>. However, there are few investigations on the friction and wear characteristics of the biodegradable lubricating oils and the performance of the gears lubricated with biodegradable lubricating oils with respect to scoring and/or pitting failure.

To develop the optimal biodegradable lubricating oils for the power transmissions, it is necessary to clarify the load carrying capacities of the biodegradable lubricating oils and to examine the relationship between the additive and the properties of the biodegradable lubricating oils.

In this report, as the basic study to accomplish the above-cited purpose, the four-ball tests were carried out with the three kinds of biodegradable (vegetable) lubricating oil without the oxidation inhibitor and the anti-wear additive. Further, the test result obtained for

biodegradable lubricating oils was compared with that obtained for turbine oil.

## §2 Experimental method

### 2.1 Test machine

The four-ball tests were carried out under dip-feed lubrication using a Soda-type four-ball machine. Fig. 1 shows a schematic diagram of the four-ball tester. The normal load was applied by exerting oil pressure on a bowl in the machine.

With respect to the measurement of frictional force, the displacement of the spring plate E (thickness : 0.3 mm, width : 10 mm) contacting a part of the bowl was detected by a strain gauge, and the value of frictional force was recorded on a pen recorder G.

The oil temperature was measured by a thermocouple H (K type). A thermocouple was set up the center of space which was enclosed with three stationary balls B. The oil was heated by a heater I which was mounted around a bowl, and its temperature was controlled at the under-mentioned value by a thermostat I.

### 2.2 Test balls and lubricating oils

The test balls were made of bearing steel SUJ2 according to the JIS G 4805, and were tempered at 170 °C after oil-quenching at 900 °C. The chemical compositions of SUJ2 are shown in Table 1. The diameter and the

average sphericity of the test balls had 19.05 mm and 0.18  $\mu\text{m}$ , respectively. The surface roughness and Vickers microhardness of the test balls had 0.1  $\mu\text{m}$   $R_y$  and 900 HV, respectively.

The test balls were lubricated with the three kinds of biodegradable (vegetable) oil without the oxidation inhibitor and the anti-wear additive, that is, soybean oil, rapeseed oil and corn oil. With respect to the storage method of biodegradable oils, nitrogen gases were filled in the vessel of the biodegradable oils to prevent the oxidation. For the purpose of the comparison of the test results, the tests were carried out for the ball when lubricated with non-additive turbine oil (ISO-VG46).

Fig. 2 shows the variation in the kinematic viscosity of the lubricating oils against the oil temperature. The values of kinematic viscosity were measured by a Redwood viscosity tester, and the values of the viscosity index VI were calculated by using a equation (B method :  $VI > 100$ ) according to the JIS K 2283.

### 2.3 Test conditions

Table 2 shows the experimental conditions. The four-ball tests were carried out under dip-feed lubrication which the rotatory ball (upper ball) was immersed about 1/3 of its diameter into the oil bath. The revolution speeds of the rotatory ball were kept at 400 rpm (sliding velocity  $V = 0.23$  m/s), 800 rpm ( $V = 0.46$  m/s) and 1200 rpm ( $V = 0.69$  m/s).

The normal load per unit ball increased stepwise at the rate of about 40 N during 1 min from 86.3 N until seizure occurred. In this case, the load increased for initial 30 s and was kept constant for 30 s.

**Table 1** Chemical compositions of SUJ2 (mass%)

	C	Si	Mn	P	S	Cr
SUJ2	1.00	0.33	0.41	0.019	0.019	1.51

**Table 2** Experimental conditions in four-ball test

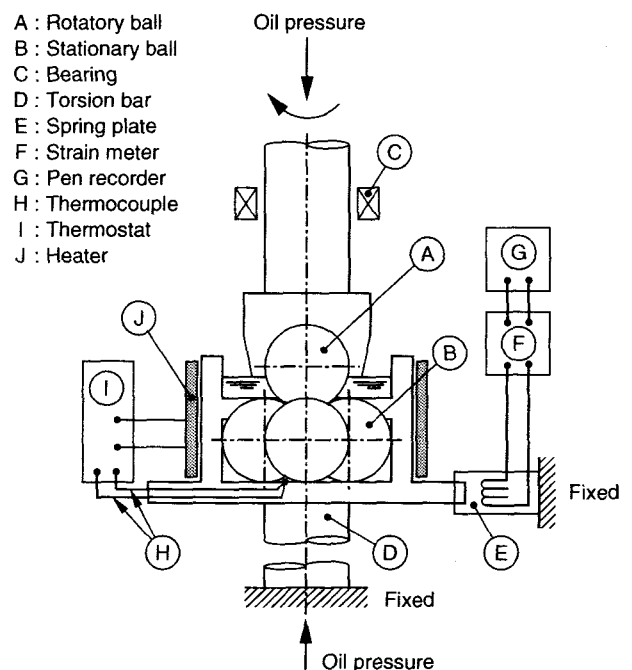
Revolution speed	$N$	rpm	400	800	1200
Sliding velocity	$V$	m/s	0.23	0.46	0.69
Normal load per unit ball	$P$	N	86.3 ~ 1978.0 (48 test ranges)		
Maximum Hertzian contact stress	$p$	GPa	2.11 ~ 6.00		
Incremental load	$P_i$	N	40.2		
Running time for each test ranges	$t$	s	60		

The tests were run at the initial oil temperature in which the kinematic viscosity of the oils were kept at 40  $\text{mm}^2/\text{s}$  due to a electric transformer. The initial oil temperatures of soybean oil, rapeseed oil, corn oil and turbine oil were controlled to  $31 \pm 1$  °C,  $35 \pm 1$  °C,  $34 \pm 1$  °C and  $42 \pm 1$  °C, respectively.

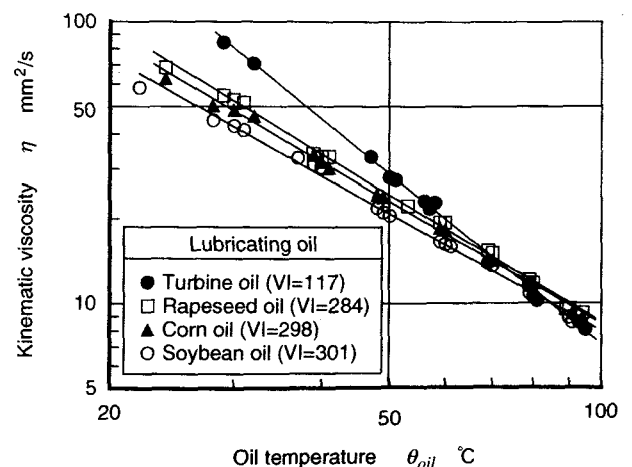
## §3 Test results and observations

### 3.1 Surface feature

As an example, Fig. 3 shows the relationship between



**Fig. 1** Schematic diagram of four-ball tester



**Fig. 2** Variation in kinematic viscosity against oil temperature

the width of wear scar on stationary ball and normal load per unit ball at sliding velocity  $V = 0.46$  m/s. The width of wear scar on stationary ball was measured by a microscope. The width of wear scar indicates the its mean value of three stationary balls. Since the appearance of wear scar on stationary ball was an ellipse, the width  $2a$  of wear scar in the direction of sliding and the width  $2b$  of that in the normal direction of sliding were measured.

The width of wear scar on stationary ball when lubricated with biodegradable lubricating oils was smaller than that when lubricated with turbine oil. In the case of the biodegradable lubricating oils, the width of wear scar approximately coincided with the Hertzian contact zone when the normal load was lower than 500 N. However, the width of wear scar significantly increased during 1 and/or 2 test ranges in which the normal load exceeded about 500 N. The above-cited behavior is regarded as the symptom of incipient seizing that the partially welded junctions occurred in the conjunctural area on the rubbing faces.

After that, the width of wear scar on stationary ball gradually increased with increasing the normal load. However, the variation in the width of wear scar against the difference in the kinds of lubricating oil was relatively small. The width of wear scar at the incipient stage of seizure when lubricated with corn oil was about 2 times as large as that when lubricated with turbine oil.

The tests were carried out at the sliding velocities  $V = 0.23$  m/s and  $V = 0.69$  m/s, and it was found that the variation in the width of wear scar against normal load

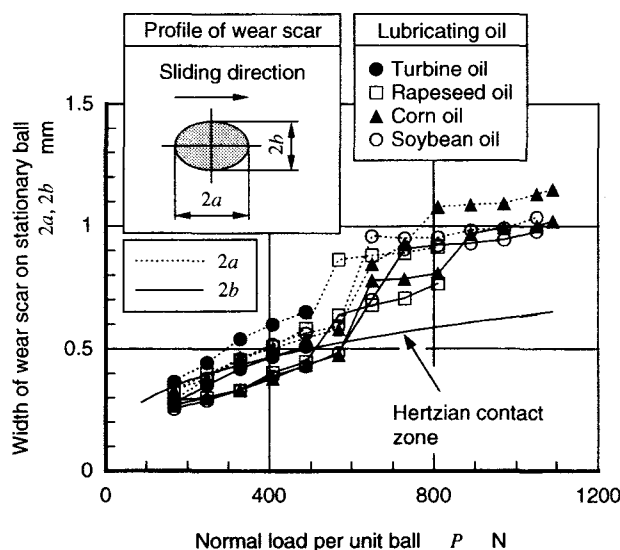


Fig. 3 Relationship between width of wear scar on stationary ball and normal load per unit ball at sliding velocity  $V = 0.46$  m/s

at the both sliding velocities was similar to that at the sliding velocity  $V = 0.46$  m/s. However, the value of the normal load in which the width of wear scar significantly increased decreased with increasing sliding velocity.

### 3.2 Coefficient of friction

As an example, Fig. 4 shows the variation in the coefficient of friction against normal load per unit ball at the sliding velocity  $V = 0.46$  m/s, where symbol S indicates that seizure occurred at the next test range, and symbol IS indicates the state that the variation in frictional force against normal load was significantly large, though the test could be run. This phenomenon is regarded as the initial seizure. The coefficient of friction was measured 3 times for each lubricating oils, and one of the typical measured values was shown.

When the normal load per unit ball was lower than 500 N, the coefficient of friction for biodegradable lubricating oils was lower than that for turbine oil. Especially, when the normal load per unit ball was 448 N, before the initial seizure, the coefficient of friction for biodegradable lubricating oils was 0.038~0.054 as low as that for turbine oil.

In the case of the biodegradable lubricating oils, when the normal load per unit ball was about 500 N, the coefficient of friction significantly increased by means of the initial seizure, and was 0.115~0.123. After that, the coefficient of friction gradually decreased with increasing normal load per unit ball, and was 0.085~0.099 at the final stage of seizure. It can be seen that the variation in the coefficient of friction against normal load per unit ball well agrees with that in the width of wear scar on

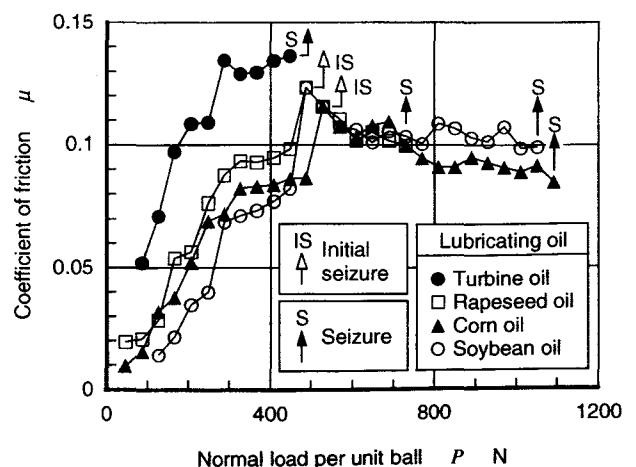


Fig. 4 Variation in coefficient of friction against normal load per unit ball at sliding velocity  $V = 0.46$  m/s

stationary ball against normal load per unit ball shown in Fig. 3.

Further, it was found that the variation in the coefficient of friction at the sliding velocities  $V = 0.23$  m/s and  $V = 0.69$  m/s tended to be similar to that at the sliding velocity  $V = 0.46$  m/s.

### 3.3 Mean contact pressure

As an example, Fig. 5 shows the relationship between the mean contact pressure  $P_m$  and normal load per unit ball at sliding velocity  $V = 0.46$  m/s, where  $P_m$  indicates the calculated value that the normal load per unit ball is divided by the contact area concerning to the wear scar on stationary ball shown in Fig. 3.

When the normal load per unit ball was lower than 500 N, the mean contact pressure when lubricated with turbine oil was smaller than that when lubricated with biodegradable lubricating oils. In the case of the biodegradable lubricating oils, when the normal load was about 500 N, the mean contact pressure significantly decreased by means of the initial seizure. When the load exceeded about 600 N, the mean contact pressure was constant, and consequently it can be seen that the wear of the test balls are progressed in proportion to the increment of normal load.

Further, it was found that the variation in the mean contact pressure at the sliding velocities  $V = 0.23$  m/s and  $V = 0.69$  m/s tended to be similar to that at the sliding velocity  $V = 0.46$  m/s. However, the value of the normal load in which the mean contact pressure significantly decreased decreased with increasing sliding velocity, and the value of the mean contact pressure decreased with

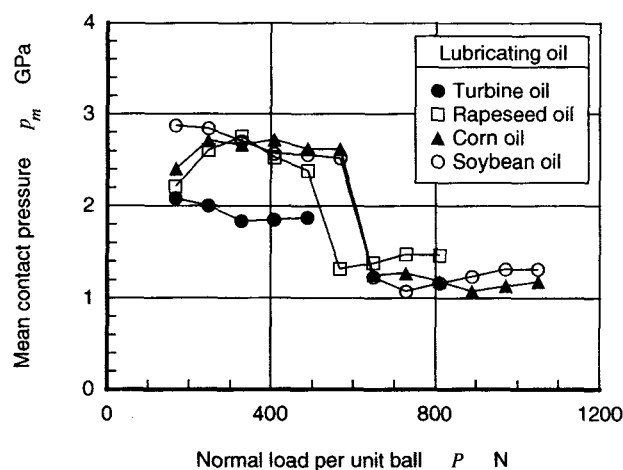


Fig. 5 Relationship between mean contact pressure and normal load per unit ball at sliding velocity  $V = 0.46$  m/s

increasing sliding velocity.

### 3.4 Film thickness

As an example, Fig. 6 shows the variation in the oil film thickness  $h_0$  when lubricated with rapeseed oil and turbine oil against normal load per unit ball at the sliding velocity  $V = 0.46$  m/s. The oil film thickness  $h_0$  was calculated by using Wedven's equation<sup>4)</sup>. The values of the viscosity-pressure coefficient of rapeseed oil and turbine oil were  $9 \times 10^9$  Pa<sup>-1</sup><sup>5)</sup> and  $2 \times 10^8$  Pa<sup>-1</sup>, respectively.

The values of the oil film thickness  $h_0$  at the initial test range when lubricated with rapeseed oil and turbine oil were  $0.043$   $\mu\text{m}$  and  $0.072$   $\mu\text{m}$ , respectively. As the values of the film parameter  $\lambda$  ( $\lambda = h_0 / R_{rms}$ ) defined by Wellauer<sup>6)</sup> when lubricated with rapeseed oil and turbine oil were 1.7 and 2.9, respectively. Therefore, it can be considered that the test for rapeseed oil is run under a boundary lubricating condition, and the test for turbine oil is run under a perfectly EHD lubricating condition.

### 3.5 Bulk temperature rise

As an example, Fig. 7 shows the variation in the bulk temperature rise of the stationary ball  $\theta_0$  against normal load per unit ball at the sliding velocity  $V = 0.46$  m/s, where  $\theta_0$  is the above-mentioned oil temperature. It can be considered that the values of the oil temperature at the center of space which was enclosed with three stationary balls are the same those of the bulk temperature of the stationary ball.

The values of the bulk temperature rise of the stationary ball increased with increasing normal load per unit ball. When the normal load exceeded about 500 N, the

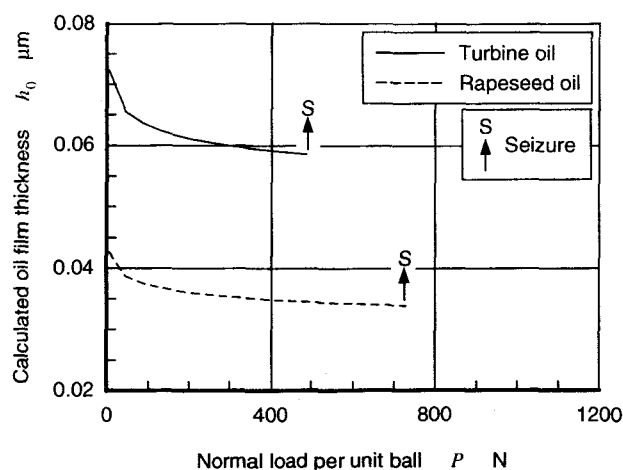


Fig. 6 Variation in calculated oil film thickness against normal load per unit ball at sliding velocity  $V = 0.46$  m/s

gradient of the bulk temperature rise increased by means of the initial seizure.

Further, it was found that the variation in the bulk temperature rise of the stationary ball at the sliding velocities  $V = 0.23$  m/s and  $V = 0.69$  m/s tended to be similar to that at the sliding velocity  $V = 0.46$  m/s. However, the bulk temperature rise of the stationary ball increased with increasing sliding velocity.

### 3.6 $pV$ value

Fig. 8 shows the  $pV$  value which can be considered to be one of index to judge the risk of seizure, where  $p$  is the maximum Hertzian contact stress (GPa) and  $V$  is the sliding velocity (m/s).

It can be seen from this figure that the seizure

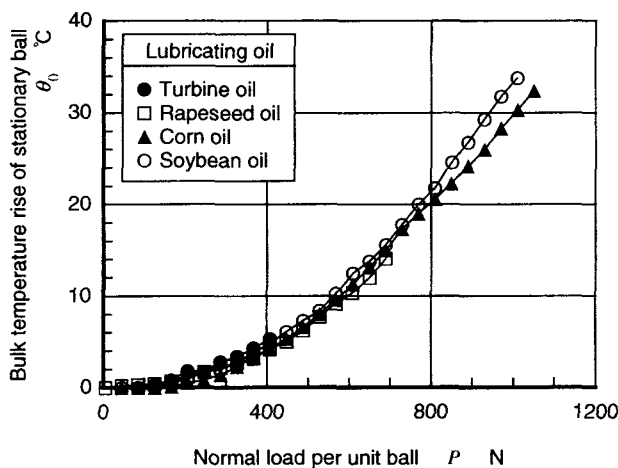


Fig. 7 Variation in bulk temperature rise of stationary ball against normal load per unit ball at sliding velocity  $V = 0.46$  m/s

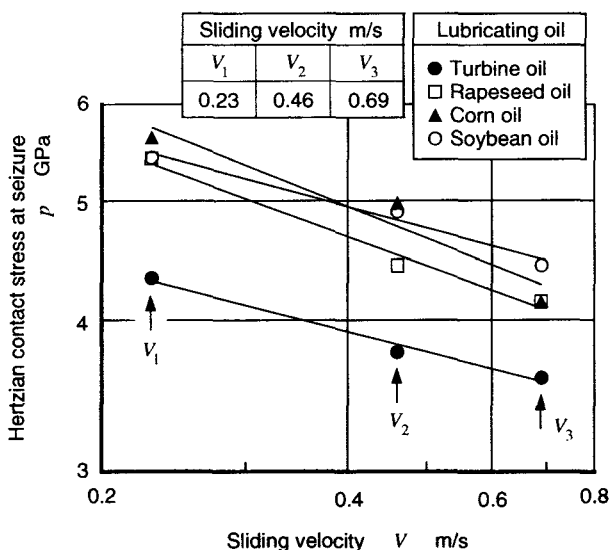


Fig. 8  $pV$  value at seizure in four-ball test

resistance when lubricated with biodegradable lubricating oils was higher than that when lubricated with turbine oil. Further, the seizure resistance of the test balls could be expressed by  $pV$  value. The  $pV$  values of the test ball lubricated with soybean oil, rapeseed oil, corn oil and turbine oil were  $pV^{0.181} = 4.19$ ,  $pV^{0.250} = 3.72$ ,  $pV^{0.270} = 3.86$  and  $pV^{0.175} = 3.33$ , respectively.

### 3.7 Critical surface temperature for seizure

Fig. 9 shows the critical surface temperature  $\theta_{cr}$  for seizure of the test balls. The critical surface temperature  $\theta_{cr}$  can be given by  $\theta_{cr} = \theta_f + \theta_0$ , where  $\theta_f$  is the calculated value of the flash temperature rise at the incipient stage of seizure,  $\theta_0$  is the measured value of the bulk temperature of the stationary ball. The flash temperature rise when the cylindrically distributed heat source moves with a constant velocity on the surface was calculated by using the surface temperature equation<sup>7)</sup> under a three-dimensional heat flow. With respect to the coefficient of friction, the measured value of the coefficient of friction at the incipient stage of seizure shown in Fig. 4 was used. Table 3 shows the thermal and mechanical properties of the SUJ2 which were used for the calculation of the flash temperature rise.

The values of the bulk temperature of the stationary ball for all test conditions were 46~71 °C, and these were significantly lower than those of the flash temperature rise.

The values of the critical surface temperature when lubricated with turbine oil increased with increasing

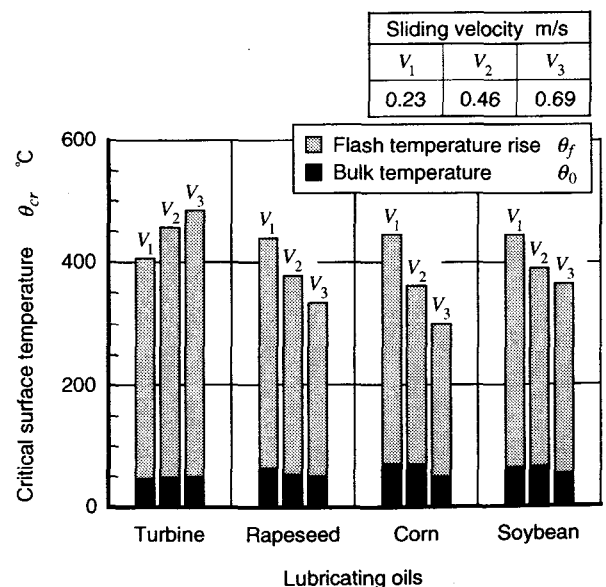


Fig. 9 Critical surface temperature at the incipient stage of seizure for lubricating oils

**Table 3** Thermal and mechanical properties of SUJ2

Thermal conductivity	$K$	W/(m·K)	27.63
Thermal diffusivity	$\kappa$	m <sup>2</sup> /s	$7.74 \times 10^{-6}$
Specific heat	$c$	J/(kg·K)	452
Density	$\rho$	kg/m <sup>3</sup>	7900
Young's modulus	$E$	GPa	206
Poisson's ratio	$\nu$	—	0.3

sliding velocity. By contrast, in the case of the biodegradable lubricating oils, the values of the critical surface temperature decreased with increasing sliding velocity. Further, the values of the critical surface temperature when lubricated with soybean oil were little higher than those when lubricated with rapeseed oil and corn oil.

#### §4 Conclusions

The seizure resistance lubricated with biodegradable lubricating oils was examined using a Soda-type four-ball machine. From the test results, the following conclusions can be obtained.

Since the seizure resistance for all the test balls lubricated with biodegradable lubricating oils was higher than that for the test ball lubricated with turbine oil, it was clear that the biodegradable lubricating oils had a good tribological properties against seizure, and the seizure resistance of the test balls could be expressed by  $pV$  value.

However, the width of wear scar on stationary ball and the coefficient of friction of the test balls significantly increased during 1 and/or 2 test ranges in which the normal load exceeded about 500 N. Therefore, it is necessary to develop the biodegradable lubricating oils with the high wear resistance due to the additive.

#### Acknowledgements

The authors wish to express deepest appreciation to the NOF Corporation for their supply of soybean oil, rapeseed oil and corn oil.

#### References

- 1) Kassfeldt E, Dave G. Environmentally adapted hydraulic oils. *Wear* 1997; 207: 41-45.
- 2) Minami I, Mitsumune S. Chemistry of vegetable oils and their tribological properties. *J Jpn Soc Trib* 2000; 45(11): 789-794 (in Japanese).
- 3) Höhn B-R, Michaelis K, Döbereiner R. Load carrying capacity properties of fast biodegradable gear lubricants. *J Soc Trib Lub Eng* 1999; 15-38.
- 4) Wedven LD, Evans D, Cameron A. Optical analysis of ball bearing starvation. *Trans ASME J Lub Tech* 1971; 93(3): 349-363.
- 5) Ohno N, Sakai Y. Evaluation of vegetable oils in life test of rolling bearing. *Pro JAST Trib Conf Takamatsu* 1999; 10 : 369-370 (in Japanese).
- 6) Wellauer EJ, Holloway GA. Application of EHD oil film theory to industrial gear drives. *Trans ASME J Eng Ind* 1976; 89(2): 626-634.
- 7) Nakasako M. Investigations on tooth surface treatment of stainless steel spur gears by thermally diffused layer after Sn-plating. *Dr Thesis* 1996; Okayama Univ: 6 (in Japanese).

# 自然対流を伴う水平長方形管内における付随渦の発生 (高アスペクト比の場合)

(機械工学科) 野村高広, 京免 進

## Occurrence of Additional Vortices in Horizontal Rectangular Ducts with Free Convection for High Aspect Ratio

(Department of Mechanical Engineering) Takahiro NOMURA and Susumu KYOMEN

### Abstract

On duct system in industrial plants and air conditioners, free convection is produced by buoyancy forces in the fluid because of the temperature differences between the duct wall and the fluid. As a result, it was indicated that secondary flow vortices in a cross section of the duct occur, and counter-rotating additional vortices arise in a region near the bisector of the bottom wall at high  $ReRa$ . In this paper, steady laminar flows with free convection in horizontal rectangular ducts are studied numerically for air ( $Pr = 0.73$ ) at  $ReRa = 10^5, 8 \times 10^5$  on high aspect ratio. The effects for flow patterns of additional vortices on axial velocities, temperatures, stream lines of secondary flow, friction losses and Nusselt numbers are presented.

**Key Words :** Free Convection, Numerical Analysis, Laminar Flow, Secondary Flow, Horizontal Rectangular Duct  
自然対流, 数値解析, 層流, 二次流れ, 水平長方形管

### § 1 緒言

ポンプ等の流体機械を含む工業プラントや空調設備などの配管系, さらには精密機器等の冷却管路系において, 管壁と流体との間に温度差がある場合, 浮力が生じて自然対流(二次流れ)が発生する。その結果, 水平に設置した円管や長方形管内では, 軸方向の流動に加えて管断面上に左右対称の一对の渦(これより二次流れ渦と呼ぶこととする)を伴った流れとなる<sup>(1)~(4)</sup>。長方形管の場合, 管壁と流体との温度差が大きく, 浮力の効果を表すパラメータ $ReRa$ ( $Re$ :レイノルズ数,  $Ra$ :レイリー数)がある値以上になると, 一对の二次流れ渦に加え底壁から逆流する二対目の渦(これより付随渦と呼ぶこととする)が発生する<sup>(5)~(9)</sup>。著者らはこれまでの数値解析により, 流れ場が定常流に対しては, この付随渦の発生する直前直後の流動形態を示すと同時に, 付随渦が発生する位置と要因を明らかにした<sup>(10)</sup>。さらに局所の摩擦損失と熱伝達における付随渦の影響について示した<sup>(11)</sup>。また, 流れ場を脈動流れとした場合に対する数値解析を行い付随渦の特性を明らかにした<sup>(12)</sup>。以上のような自然対流を伴う報告では, 長方形管断面の形状はアスペクト比が1である正方形を中心に解説しており, 断面上に発生する付随渦は一对のみである。しかし本報告で提示するように

高アスペクト比の横長断面の長方形管において,  $ReRa$ を大きくした場合, 付随渦は断面上に一对のみ発生するのではなく複数発生することもある。このような複数の付随渦を伴う二次流れの形態を把握することは, 渦の有無を積極的に利用した熱流体輸送の高効率化を目指す設計において重要な指針となる。

そこで本報においては, 自然対流を伴う高アスペクト比の水平長方形管内定常流について数値解析し, 複数の付随渦が発生する状況における二次流れ流線, 速度場, 温度場の基本特性について示す。さらに摩擦損失と熱伝達に関する管壁周囲の分布およびそれらの平均値の分布について提示する。

### § 2 記号

- $a$  : 長方形断面の幅
- $b$  : 長方形断面の高さ
- $C = -C_1 D_c^3 / (4\nu\mu) = Re/\bar{w}$
- $C_1$  : 軸方向圧力こう配  $= \partial p_0 / \partial z$
- $C_2$  : 軸方向温度こう配  $= \partial T / \partial z$
- $D_c$  : 相当直径  $= 2ab / (a + b)$
- $f$  : 摩擦係数  $= 2\tau_w / (\rho \bar{w}^2)$

- $g$  : 重力加速度  
 $h$  : 熱伝達係数  
 $k$  : 熱伝導率  
 $Nu$  : ヌセルト数  $= hD_e/k$   
 $p$  :  $x, y$  断面上の圧力  
 $p_0$  :  $z$  軸方向の圧力  
 $Pr$  : プラントル数  $= \nu/\alpha$   
 $Ra$  : レイリー数  $= g\beta C_2 D_e^4 / (\nu\alpha)$   
 $Re$  : レイノルズ数  $= D_e \bar{w}/\nu$   
 $T$  : 温度  
 $T_w$  : 壁面上の温度  
 $u, v, w$  :  $x, y, z$  方向の速度成分  
 $x, y, z$  : 直角座標成分  
 $\alpha$  : 熱拡散率  
 $\beta$  : 体膨張係数  
 $\gamma$  : アスペクト比  $= a/b$   
 $\theta$  : 無次元温度差  $= (T - T_w) / (C_2 D_e Pr C)$   
 $\mu$  : 粘度  
 $\nu$  : 動粘度  
 $\rho$  : 密度  
 $\tau_w$  : 壁面せん断応力  
 $\psi$  : 無次元流れ関数

添字ほか

- $max$  : 最大値を表す  
 $min$  : 最小値を表す  
 $0$  : 浮力のない場合を表す  
 $-$  : 平均値を表す

### § 3 基礎式と数値解析

#### 3.1 基礎式

水平長方形管内において、浮力によって生じる二次流れを伴う非圧縮性層流粘性流れを対象とする。Fig.1 に示すように、断面水平方向を  $x$ 、断面鉛直方向を  $y$ 、主流方向を  $z$  とする直角座標をとり、各速度成分を  $u, v, w$  とする。ここでは以下の仮定をおく。

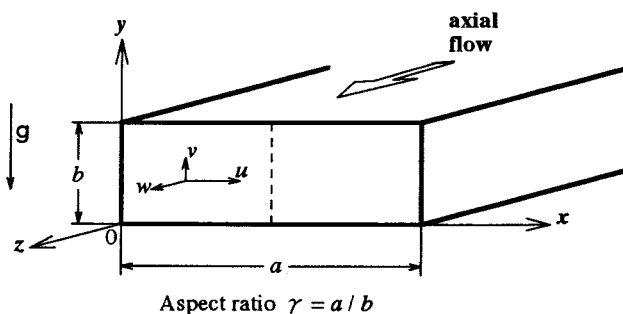


Fig.1 Cartesian coordinate system for a horizontal rectangular duct

- (1)速度場、温度場とも十分発達している。
- (2)粘性消散は無視する。
- (3)流体の物性値は一定とし、浮力の項に含まれる密度の温度により変化する。
- (4)管軸方向の圧力こう配は一定とする。
- (5)壁周囲の温度分布は軸方向の任意の位置で一定とする。
- (6)管壁の熱流束は軸方向に一定とし、軸方向の壁温こう配は一定とする。

以上の仮定のもとで、連続の式、運動方程式およびエネルギー式は次のように表される。

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

$$u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} + \nu \left( \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right) \quad (2)$$

$$u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} + \nu \left( \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right) + \beta g(T - T_w) \quad (3)$$

$$u \frac{\partial w}{\partial x} + v \frac{\partial w}{\partial y} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p_0}{\partial z} + \nu \left( \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right) \quad (4)$$

$$u \frac{\partial T}{\partial x} + v \frac{\partial T}{\partial y} + w \frac{\partial T}{\partial z} = \alpha \left( \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} \right) \quad (5)$$

境界条件は壁面上で次のようになる。

$$\left. \begin{aligned} u = v = w = 0 \\ T - T_w = 0 \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

上式を無次元化するために、次のような無次元変数、変換定数および無次元流れ関数  $\psi$

$$x' = x/D_e, \quad y' = y/D_e, \quad u' = D_e u/\nu, \quad v' = D_e v/\nu,$$

$$w' = D_e w/(C\nu), \quad \partial p_0/\partial z = C_1, \quad \partial T/\partial z = C_2,$$

$$T - T_w = (C_2 D_e Pr C)\theta, \quad -C_1 D_e^3/(4\nu\mu) = C (= Ra/\bar{w}),$$

$$u' = \partial\psi/\partial y', \quad v' = -\partial\psi/\partial x'$$

を導入する。式(1)~(5)を無次元化し、式(2)、(3)から圧力項を消去すれば次式が得られる<sup>(1)</sup>が、以下無次元量を表すは本文中および図中において省略する。

$$u \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial y^2} \right) + v \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial y^2} \right) = \frac{\partial^4 \psi}{\partial x^4} + 2 \frac{\partial^4 \psi}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 \psi}{\partial y^4} - RaC \frac{\partial \theta}{\partial x} \quad (7)$$

$$u \frac{\partial w}{\partial x} + v \frac{\partial w}{\partial y} = \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + 4 \quad (8)$$

$$Pr \left( u \frac{\partial \theta}{\partial x} + v \frac{\partial \theta}{\partial y} \right) = \frac{\partial^2 \theta}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \theta}{\partial y^2} - w \quad (9)$$

境界条件は、壁面上で

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial \psi}{\partial x} = \frac{\partial \psi}{\partial y} = w = 0 \\ \theta = 0 \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

であり、 $x=1/2$ ,  $0 < y < 1$  において



$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial \psi}{\partial y} = \frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} = \frac{\partial w}{\partial x} = 0 \\ \frac{\partial \theta}{\partial x} = 0 \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

となる。

局所的な摩擦損失を示す摩擦係数とレイノルズ数の積  $f \cdot Re$ ，局所的な熱伝達を示すヌセルト数  $Nu$  は，それぞれ次式により計算した<sup>(1)</sup>。ここで  $n$  は内向き法線である。

$$f \cdot Re = \frac{2}{w} \left( \frac{\partial w}{\partial n} \right) \quad (12)$$

$$Nu = \bar{w} \left( \frac{\partial \theta}{\partial n} \right) / (\bar{w} \theta) \quad (13)$$

### 3.2 数値解析

式(7)~(9)を差分近似してSOR法により数値計算を行った。なお4階の方程式を含む式(7)は13点差分近似となるため，管壁より1つ内側の格子点において計算することができない。そこでテイラー級数展開と境界条件から内部の3点により近似計算した<sup>(1)</sup>。収束判定としては，全格子点に対して， $w$ ， $\theta$ ， $u$ ， $v$ ， $\psi$ の反復計算における新値と旧値との誤差が0.01%以下になるまで繰り返し計算した。長方形断面の格子分割数は4000としたが，水平方向と鉛直方向の分割数は格子形状が正方形になるよう配慮した<sup>(10)</sup>。プラントル数は  $Pr=0.73$  (空気)，アスペクト比は主に  $\gamma=12, 14, 16, 18, 20$ ，レイノルズ数  $Re$  とレイリー数  $Ra$  の積は付随渦の発生しない  $ReRa=10^5$  と付随渦の発生する  $ReRa=8 \times 10^5$  の2種類を与えた。

## § 4 結果および考察

### 4.1 $\psi$ , $w$ , $\theta$ の等高線分布

流れ関数  $\psi$ ，管軸方向速度  $w$ ，温度  $\theta$  の等高線分布をFig.2 ~ Fig.7 に示す。 $\psi$ ， $w$ ， $\theta$  は管中心を通る鉛直軸上において左右対称となるため，左半断面のみを表示した。なお，これらの分布はそれぞれ最大値あるいは最小値で割った値で表示することにより，管壁上は0，最大値は1，等高線間隔は0.1とし，

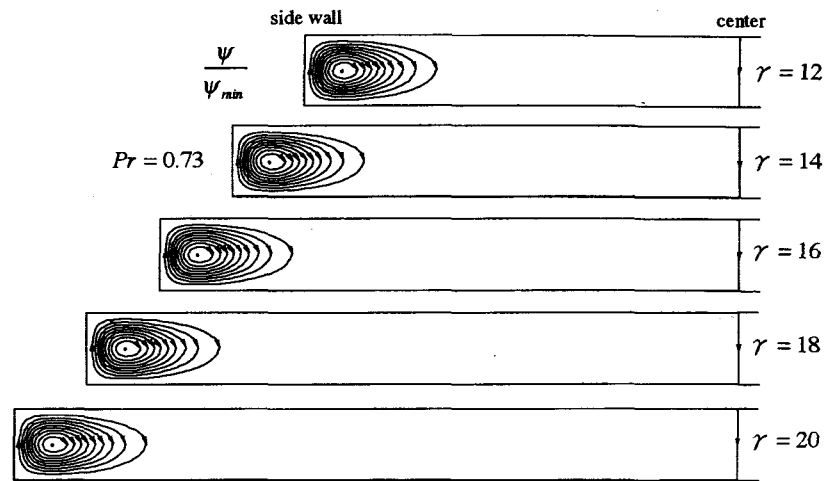


Fig.2 Secondary flow streamlines ( $ReRa=10^5$ , contour interval=0.1)

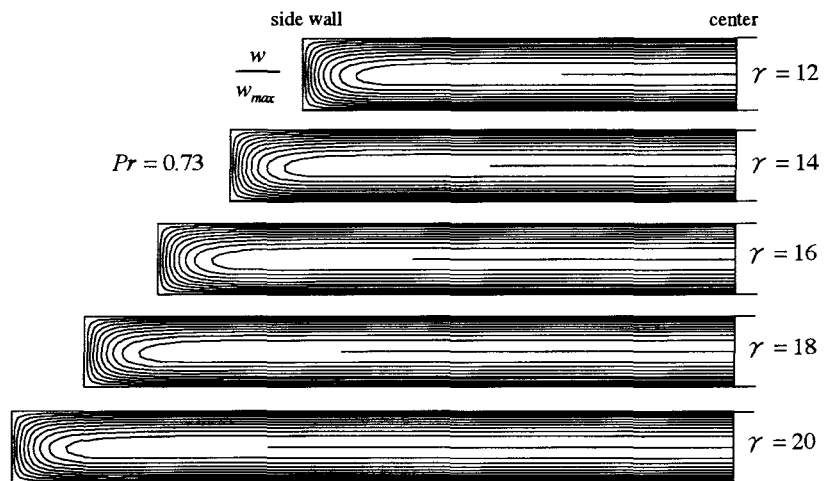


Fig.3 Contours of  $w$  ( $ReRa=10^5$ , contour interval=0.1)

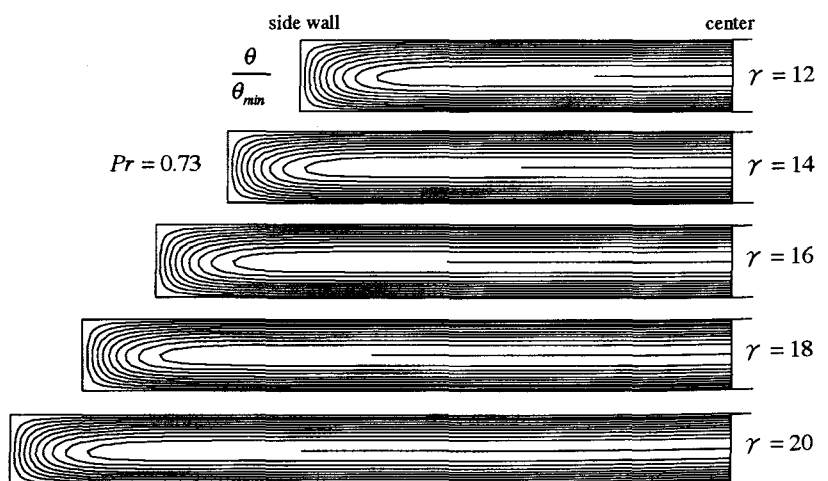


Fig.4 Contours of  $\theta$  ( $ReRa=10^5$ , contour interval=0.1)

全体を比較しやすくした。また、流れの方向を流線中に矢印で示した。

まず、Fig.2に付随渦の発生していない $ReRa=10^5$ における二次流れ流線（流れ関数 $\psi$ の等高線分布）について述べる。 $\gamma$ に関わらず二次流れ渦の流動は同じ形を示し、等高線分布の粗密の状況から、二次流れ渦の中心から管壁までの上昇流に対して、二次流れ渦の中心から管の中心にわたる広い領域では緩やかな下降流であることが分かる。これに対応する $w$ と $\theta$ の等高線分布をFig.3, Fig.4に示すが、二次流れ渦の上昇流および下降流に伴う $w$ と $\theta$ の変化はほとんど見られない。

次にFig.5に付随渦の発生する $ReRa=8 \times 10^5$ における二次流れ流線においては、二次流れ渦に加えて上壁と底壁にまで発達した付随渦が複数発生していることが分かる。さらに $\gamma$ が大きくなると付随渦の発生数が増加している。付随渦の発生数は $\gamma=12$ では5渦、 $\gamma=14$ では6渦、 $\gamma=16$ では7渦、 $\gamma=18$ では8渦、 $\gamma=20$ では9渦である。ここで、Fig.5のように各付随渦に(1)～(9)と番号をつけて区別することとする。付随渦の形状は、二次流れ渦に接触する付随渦(1)を除けば、やや縦長となる。二次流れ渦に接触する付随渦(1)は他の付随渦(2)～(9)に比べてやや大きい。これに対応する $w$ と $\theta$ の等高線分布をFig.6, Fig.7に示す。付随渦の発生していない $ReRa=10^5$ の分布とは大きく異なり、二次流れ渦および付随渦による影響が現れ、 $w$ と $\theta$ の分布は局所的に上部もしくは下部にその最大値が移動している。すなわち二次流れ渦もしくは付随渦が上昇流を示す位置では $w$ と $\theta$ の分布はその最大値が上部に移動し、下降流を示す位置ではその最大値が下部に移動していることが分かる。

#### 4.2 $v$ の分布

前項において二次流れ渦および複数の付随渦による上昇流および下降流が $w$ と $\theta$ の分布に大きく影響を与えることが明らかとなった。そこで付随渦の上昇流および下降流の状況を比較する

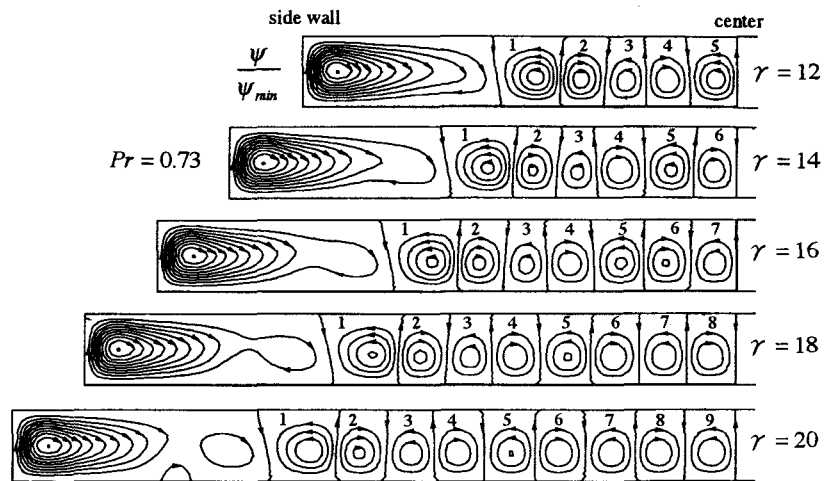


Fig.5 Secondary flow streamlines ( $ReRa = 8 \times 10^5$ , contour interval=0.1)

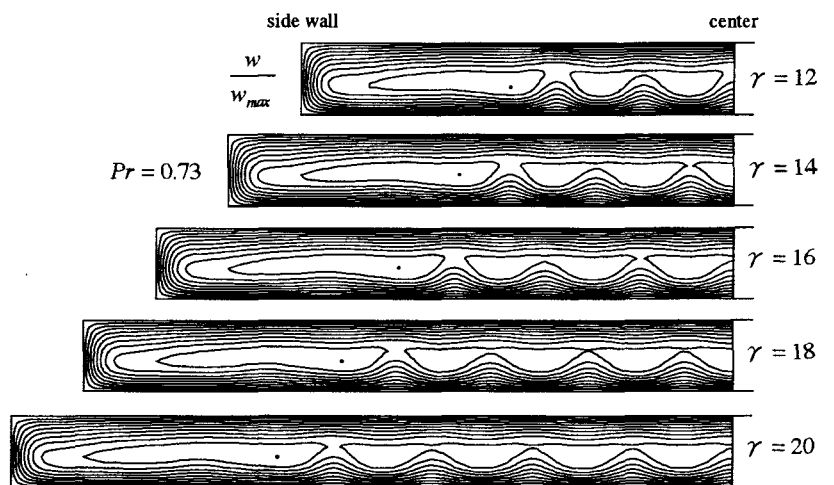


Fig.6 Contours of  $w$  ( $ReRa = 8 \times 10^5$ , contour interval=0.1)

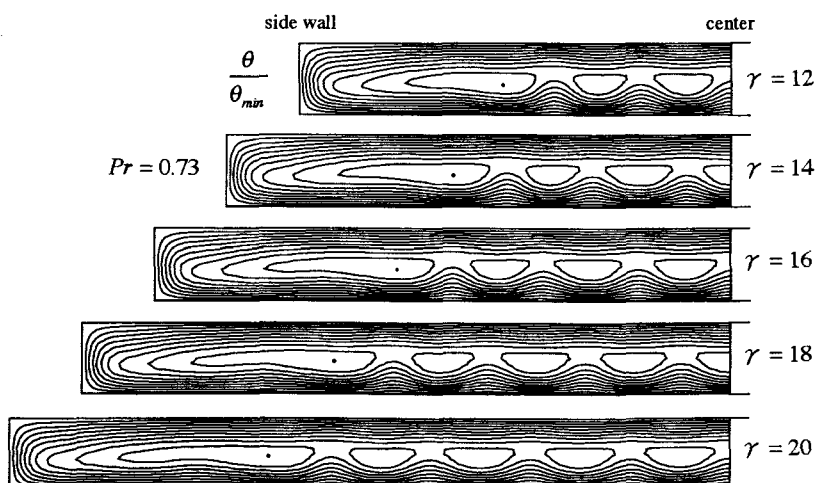


Fig.7 Contours of  $\theta$  ( $ReRa = 8 \times 10^5$ , contour interval=0.1)

ため、Fig.8 では $ReRa=10^5$ 、Fig.9 では $ReRa=8 \times 10^5$ の場合を与え、水平軸上（図中の $\psi$ の二次流れ流線におけるE-F断面）における二次流れの鉛直方向の速度成分である $v$ の分布について考察する。 $v$ が正の領域では上昇流、負の領域では下降流となる。なお、 $v$ は管中心を通る鉛直軸上において左右対称となるため、左半断面のみを表示した。上から順に $\gamma=12, 14, 16, 18, 20$ とし、各 $\gamma$ に対応する二次流れ流線を $v$ の上側に再録し、 $v$ と $\psi$ の対応を明確にした。

まずFig.8の付随渦の発生していない $ReRa=10^5$ においては $v$ は $\gamma$ によらず二次流れ渦の中心から管側壁(E)との間に $v$ の最大値が現れている。すなわちこの位置が最も上昇流が速い。一方、二次流れ渦の中心から管中心(F)との間はやや負の値を示すが全体的にほぼ0であり二次流れ渦の下降流は広範囲で生じるとともに非常に遅い流れであることが分かる。

次にFig.9の付随渦が複数発生する $ReRa=8 \times 10^5$ においては $v$ は $ReRa=10^5$ にみられるように管側壁付近のみの変化ではなく、管内部でも大きく変化が現れる。すなわち二次流れ渦および複数の付随渦の境界線上付近では上昇流および下降流が交互に生じている。

$\gamma=12$ では、二次流れ渦の中心から管側壁(E)との間に $v$ の最大値が現れている。すなわち $ReRa=10^5$ と同様この位置が最も上昇流が速くなるが、 $ReRa=10^5$ に比べると6倍程度速度が大きくなっている。さらに付随渦(1)～(5)間においては、付随渦(1)～(2)の境界、付随渦(3)～(4)の境界、管中心部の3カ所で上向きに凸状の分布を示し、これらの局所部分における上昇流の速度は、それぞれほぼ同じ速度の上昇流となっておりと同時に二次流れ渦の中心から管側壁(E)との間に現れる $v$ の最大値に比べると約2/3の速度となっている。一方、下降流は、二次流れ渦の中心からややFより、付随渦(1)の中心からややEより、付随渦(2)～(3)の境界、付随渦(4)～(5)の境界の4カ所で下向きに凸状の分布を示し、4カ所ともすべてほぼ同じ速度となっている。

$\gamma=14$ では、二次流れ渦および付随渦(1)～(5)の間は変化がないものの、付随渦(6)が管中心部付近から新たに発生するため、管中心部の上昇流が付随渦(5)～(6)の境界に移動し、管中心部では下降流となる。付随渦(5)～(6)の境界の上昇流の大きさは、他の付随渦の境界における上昇流とほぼ同じ大きさである。また、新たに管中心部で発生する

下降流は、他の下降流とほぼ同じ大きさとなる。同様に $\gamma=16$ では、管中心部付近から新たに発生する付随渦(7)のため管中心部の流れは下降流から上昇流に反転する。

以上の $\gamma=12, 14, 16$ における付随渦の数および二次流れの上昇流・下降流に対する変化は、 $\gamma=16, 18, 20$ に大きくなった場合にも同様の傾向を示す。すなわち $\gamma=12, 14, 16, 18, 20$ に大きくなると、付随渦が管中心部から1渦ずつ増加すると管中心部の二次流れの方向は上昇から下降に、もしくはその逆に反転するという規則性があることが分かる。

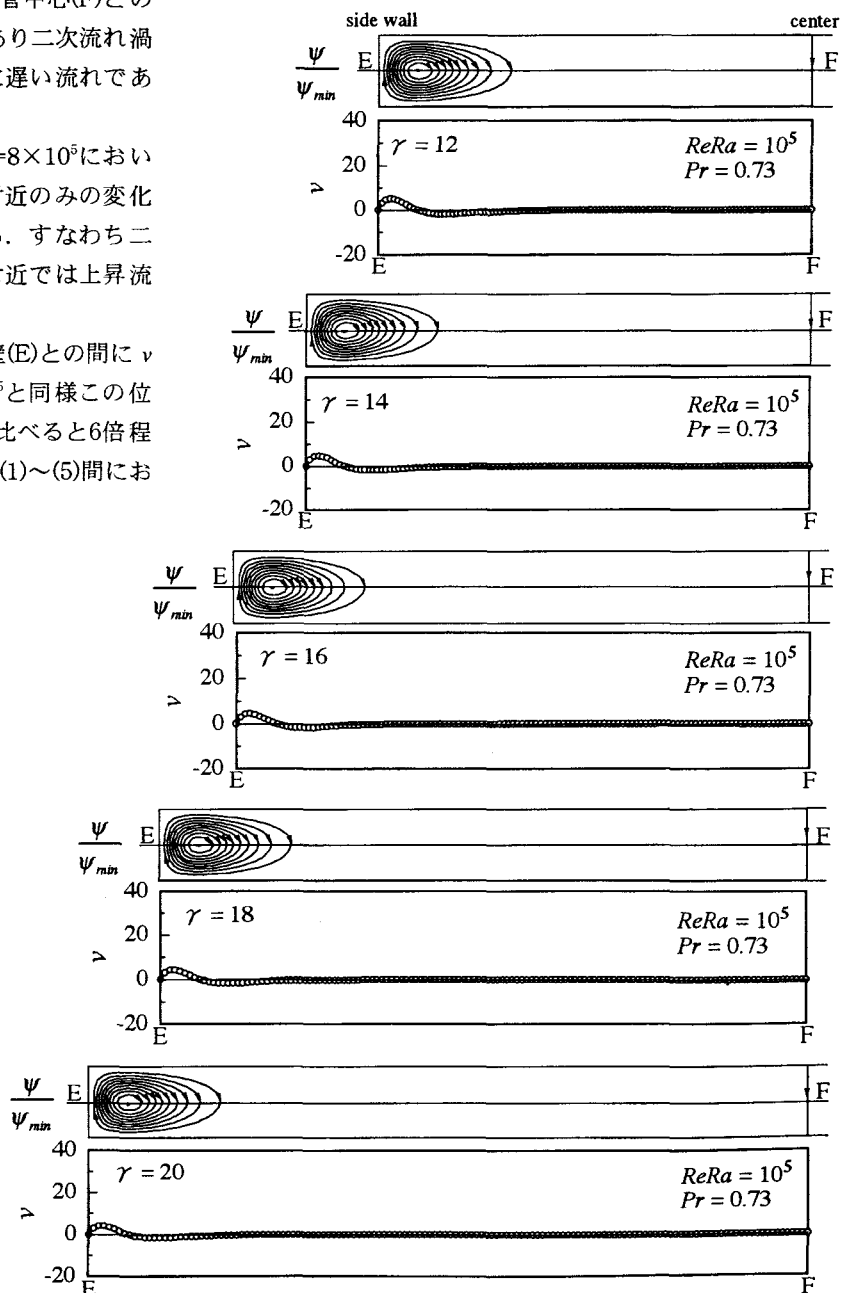


Fig. 8 Comparison of vertical velocities with secondary flow streamlines ( $ReRa = 10^5$ )

### 4.3 局所の摩擦損失・熱伝達

管壁周囲における局所の摩擦損失を示す $fRe$ の分布をFig.10に示した。図中の上から $\gamma=12, 14, 16, 18, 20$ とした。横軸は管壁周囲の位置を示し、Aは底壁中央、Bは底壁左の角部、Cは上壁左の角部、Dは上壁中央、A-B間は底壁、B-C間は側壁、C-D間を上壁を表している。

まず $\gamma=12$ の場合を代表例として述べると、付随渦の発生しない $ReRa=10^5$ においては、上壁と底壁ではB, Cの角部付近を除き平たい分布となり、側壁ではB-C間の中央部分で最大値となる放物線状の分布となる。一方、 $ReRa=8 \times 10^5$ に増加すると複数発生した付随渦の上昇流と下降流により、Fig.6にあるように $w$ は局所的に最大値が上部もしくは下部に移動するため、 $fRe$ にも変化が生じる。底壁A-B間においては付随渦の発生しているA部より波状分布となる。すなわち付随渦の下降流により底壁近くで $w$ の等高線が密になった領域では $fRe$ が大きくなり、逆に付随渦の上昇流により底壁近くで $w$ の等高線が粗になった領域では $fRe$ が小さくなっている。上壁C-D間においても底壁と同様の理由から波状分布となっているが、底壁A-B間の波状分布に比べるとその振幅は小さく、付随渦による $fRe$ の局所的な影響は上壁より底壁の方が大きいことが分かる。側壁B-C間においては二次流れ渦のみの影響が現れているため、 $ReRa=10^5$ と同様に放物線状の分布を示すが、最大値は大きくなりその位置はやや底壁よりに存在する。以上 $\gamma=12$ の場合の $fRe$ を考察したが、他の $\gamma$ における $fRe$ についても同様の波状分布を示し、付随渦の発生数に対応して上昇流下降流の形態が変化するため、波状分布の波数は変化する。

管壁周囲における局所の熱伝達を示す $Nu$ の分布をFig.11に示すが、 $fRe$ と全体的に類似した傾向を示す。これは作動流体の熱的物性値 $Pr=0.73$ と1に近い場合には、速度境界層と温度境界層の発達の割合がほぼ同じとなり、4-1節で示したように $w$ と $\theta$ がほぼ同じ様な変動となるためである。

### 4.4 平均摩擦損失・熱伝達

管壁周囲における平均摩擦損失を示す $\overline{fRe}$ と平均熱伝達を示す $\overline{Nu}$ の分布をそれぞれFig.12, Fig.13に示した。横軸に $\gamma$ をとり、パラメータとして $ReRa=0, 10^5, 8 \times 10^5$ を与えた。

Fig.12の $\overline{fRe}$ に対して、 $ReRa=0, 10^5$ では $\gamma$ が大きくなると $\overline{fRe}$ は増加する。また $\gamma=4$ 以上になると $ReRa=0, 10^5$ ではほとんど同じ分布を示している。

一方、 $ReRa=8 \times 10^5$ においては $\gamma$ が大きくなると $\gamma=2$ 付近で最小値を示し、その後は $\gamma$ により付随渦の発生数が異なるため、なめらかな曲線分布にはなっていない。なお、 $\gamma=2$ 付近で $fRe$ が最小値を示す理由としては、一对の二次流れ渦の発生する領域がそれぞれ正方形であり、長方形管のように短辺が存在するとその方向において粘性抵抗や熱伝達の影響が大きく表れるためである。

Fig.13における $Nu$ の分布は、 $\overline{fRe}$ の分布と全体的にほぼ同じ形状となる。これについても前節と同様に $Pr=1$ に近い作動流体の場合、速度境界層と温度境界層の発達の割合がほぼ同じとなるためである。

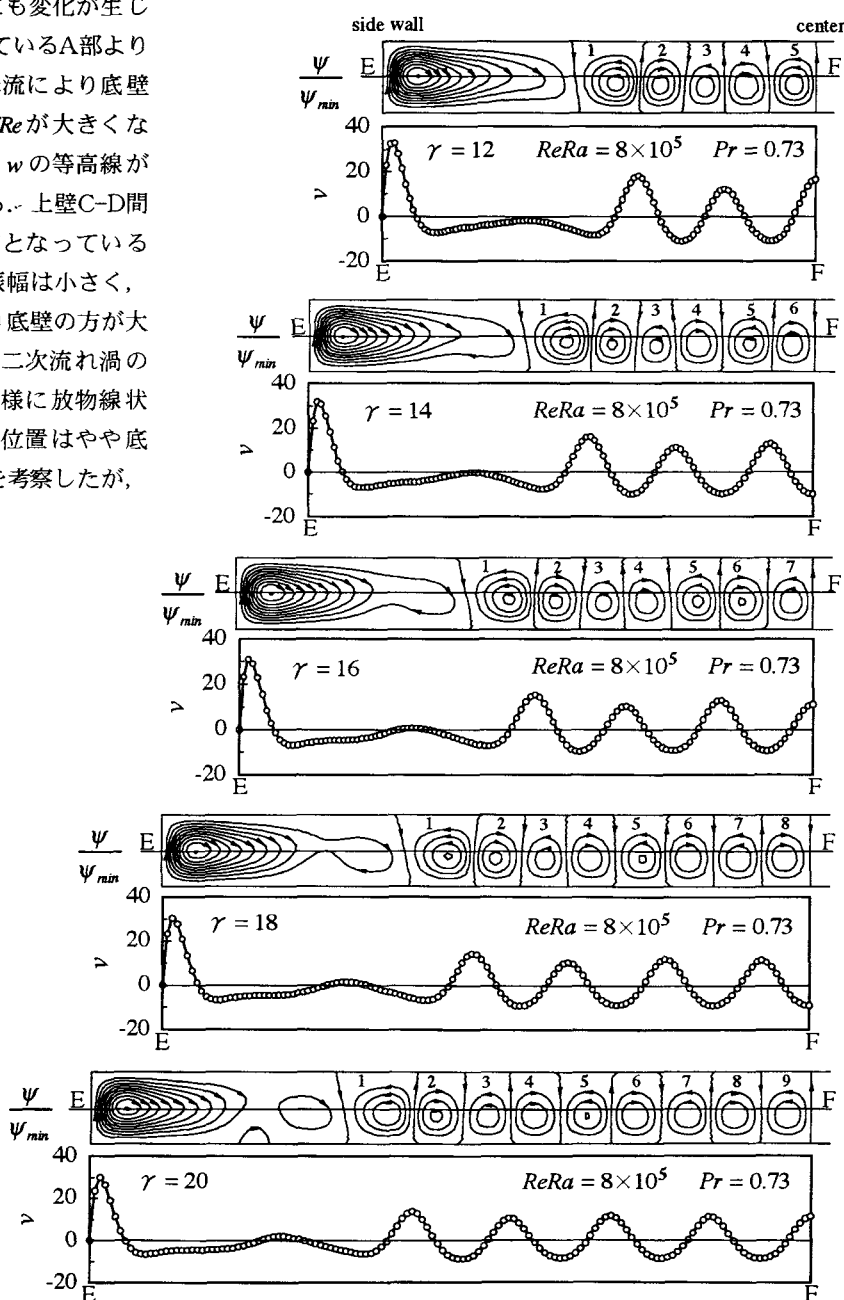


Fig. 9 Comparison of vertical velocities with secondary flow streamlines  
( $ReRa=8 \times 10^5$ )

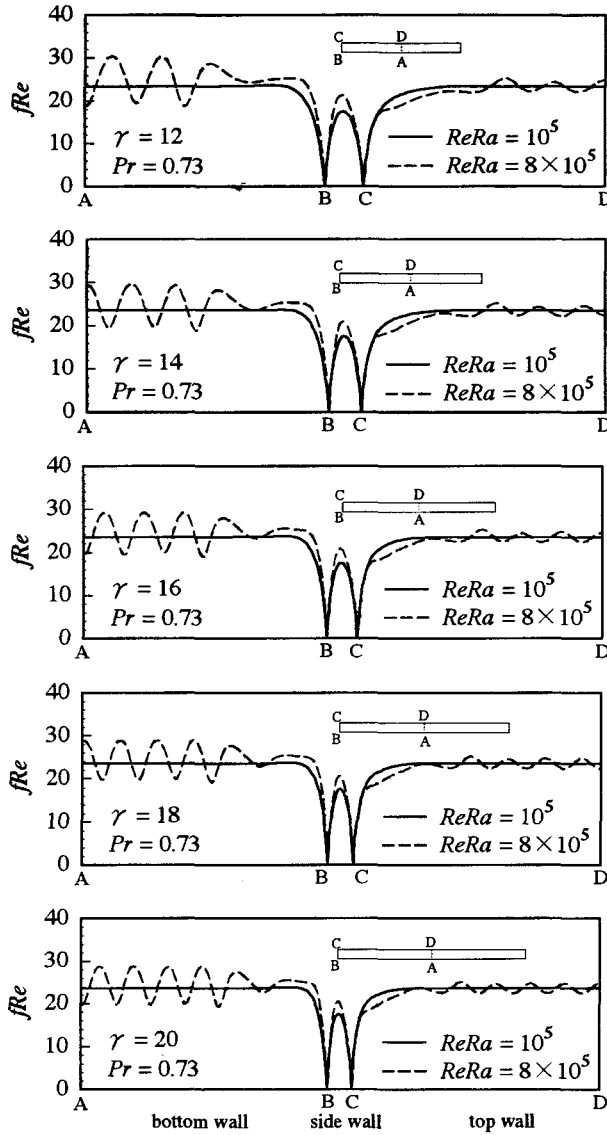


Fig.10 Local friction losses at bottom, side and top wall

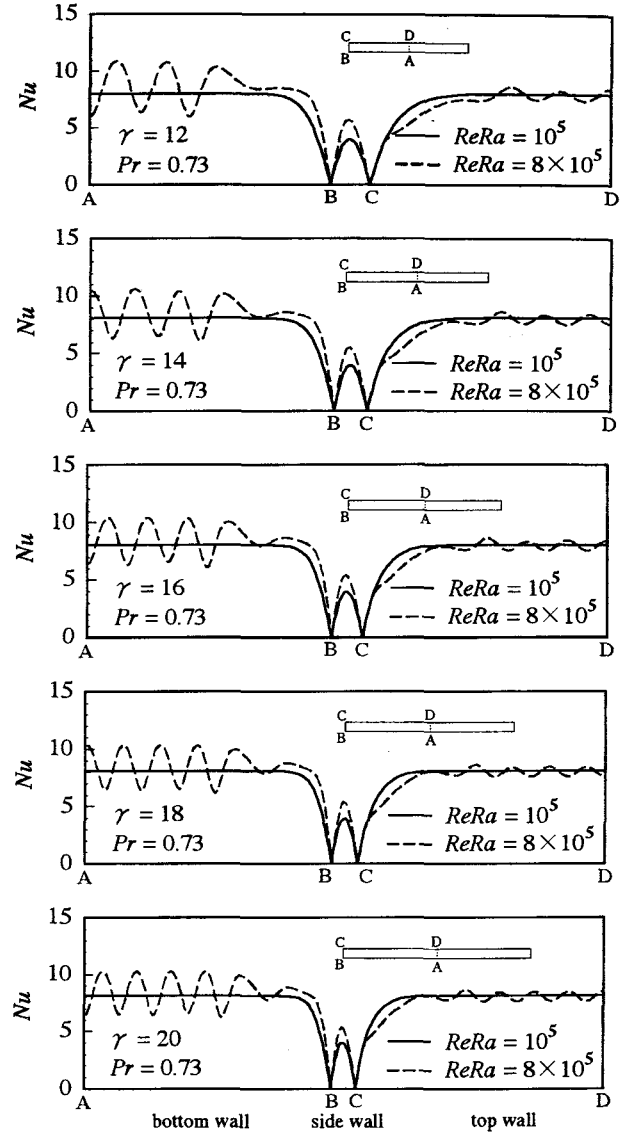
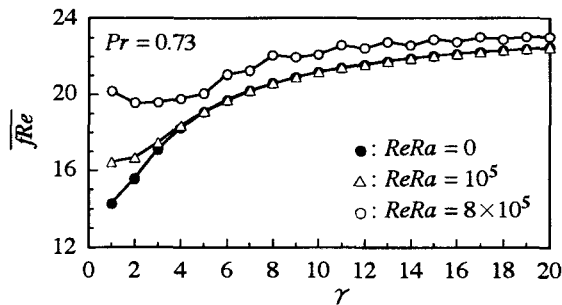
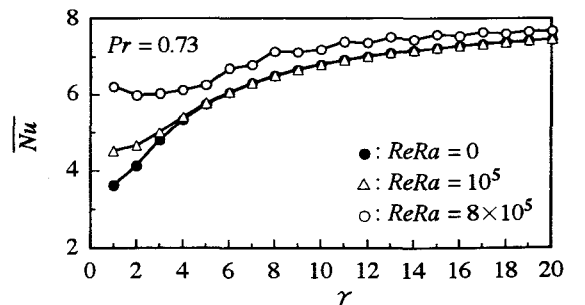


Fig.11 Local Nusselt numbers at bottom, side and top wall

Fig.12  $\overline{fRe}$  as a function of aspect ratio  $\gamma$ Fig.13  $\overline{Nu}$  as a function of aspect ratio  $\gamma$ 

#### 4.5 $\gamma$ と付随渦の発生数

以上で $\gamma=12, 14, 16, 18, 20$ の場合の付随渦の発生数に伴う二次流れ流線、速度場、温度場、摩擦損失、熱伝達への影響を述べたが、 $\gamma=1\sim 20$ の広い領域における付随渦の発生数（半断面のみ）についてFig.14に提示した。なお、数値計算で収束可能であった条件のみを表示した。

$\gamma=1\sim 6$ までは付随渦は現れず、その後 $\gamma$ が大きくなるにしたがい付随渦の発生数も段階的に大きくなっていることが分かる。しかし付随渦が2渦発生する $\gamma$ の条件は本計算では得られなかった。これは本解析では $\gamma=7.5\sim 8$ の区間についてさらに検討する必要がある、付随渦が2渦発生する非常に狭い領域があることも考えられる。

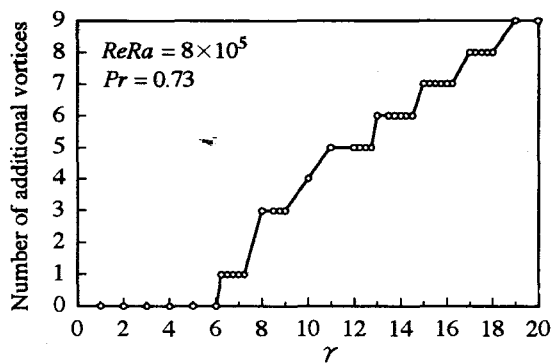


Fig.14 Number of additional vortices as a function of aspect ratio  $\gamma$

## § 5 結言

自然対流を伴う水平長方形管内定常流を対象として、作動流体は空気 ( $Pr=0.73$ )、アスペクト比は主に比較的高い  $\gamma=12, 14, 16, 18, 20$  を与えて数値計算を行った。その結果、付随渦の複数発生する  $ReRa=8 \times 10^5$  に関して以下の特徴が分かった。

- (1)  $\gamma$  が大きくなると付随渦の発生数が増加する。付随渦の発生数は  $\gamma=12$  では 5 渦、 $\gamma=14$  では 6 渦、 $\gamma=16$  では 7 渦、 $\gamma=18$  では 8 渦、 $\gamma=20$  では 9 渦である。
- (2)  $\gamma=12, 14, 16, 18, 20$  に大きくなると、付随渦が管中心部から 1 渦ずつ増加し、管中心部の二次流の方向は上昇から下降に、もしくはその逆に反転する。
- (3) 底壁と上壁の  $fRe$  と  $Nu$  は付随渦の発生位置において波状分布となり、付随渦の発生数に対応して波状分布の波数は変化する。
- (4)  $fRe$  と  $Nu$  は  $\gamma=2$  付近で最小値を示す。

## 参考文献

- (1) Cheng, K.C. and Hwang, G.J., Numerical Solution for Combined Free Convection in Horizontal Rectangular Channels, Trans. ASME, J. Heat Transf., 91(1969), 59-66.
- (2) Hwang, G.J. and Cheng, K.C., Boundary Vorticity Method for Convective Heat Transfer with Secondary Flow-Application to the Combined Free and Forced Laminar Convection in Horizontal Tubes, Proc 4th Int. Heat Transf. Conf., 4(1970), NC 3-5.
- (3) Siegwirth, D.P. and Hanratty T.J., Computational and Experimental Study of the Effect of Secondary Flow on the Temperature Field and Primary Flow in a Heated Horizontal Tube, Int. J. Heat Mass Transf., 13(1970), 27-42.
- (4) Ou, J.W., Cheng, K.C. and Lin, R.C., Natural Convection Effects on Graetz Problem in Horizontal Rectangular Channels with Uniform Wall Temperature for Large Pr, Int. J. Heat Mass Transf., 19(1976), 277-283.
- (5) Chou, F.C. and Hwang, G.J., Combined Free and Forced Laminar Convection in Horizontal Rectangular Channels for High ReRa, Can. J. Chem. Eng., 62(1984), 830-836.
- (6) Nandakumar, K., Masliyah, J.H. and Law, H.S., Bifurcation in steady laminar mixed convection flow in horizontal ducts, J. Fluid Mech., 152 (1985), 145-161.
- (7) 小宮山淑夫・三上房男・奥井健一, 正方形断面傾斜管内の層流強制-自然複合対流熱伝達, 機論, 52-474, B(1986), 626-635.
- (8) Nandakumar, K., and Weimitschke, H.J., A bifurcation study of mixed-convection heat transfer in horizontal ducts, J. Fluid Mech., 231 (1991), 157-187.
- (9) 石垣博, 浮力が作用する正方形管内層流の基本特性 (支配無次元数と相似則), 機論, 61-585, B(1995), 1612-1619.
- (10) 野村高広・京免進・碓井建夫・布川道夫, 二次流れを伴う水平長方形管における付随渦の発生について, ターボ機械, 25-2, (1997), 97-106.
- (11) 野村高広・京免進, 自然対流を伴う水平長方形管の摩擦損失と熱伝達, ターボ機械, 26-8, (1998), 472-481.
- (12) 野村高広・京免進, 自然対流を伴う水平長方形管内脈動流れにおける付随渦の影響, 機論, 68-674, B(2002), 9-17.

## 小型ホロー陰極内プラズマの電子温度測定

(電気情報工学科) 山崎 勉

### Measurement of Electron Temperature in a Miniature Hollow Cathode

(Department of Electrical Engineering and Information Science) Tsutomu YAMAZAKI

#### Abstract

Experimental results on micro-hollow cathode discharge are presented. First, breakdown voltages in air glow discharge and current-voltage characteristics are examined with a hollow cathode, 0.8mm in diameter and 3mm depth separated by ceramic insulator of 1mm thickness. Then electron temperatures and rotational temperatures in negative glow plasma in hollow cathode are measured by optical emission spectroscopy, intensity ratio of hydrogen line-spectra and spectral intensity distribution of nitrogen first negative band respectively. Electron temperatures measured decreased from 2eV to 0.5eV, increasing discharge current from 10mA to 120mA at about a few kilo-Pa. And gas temperature, corresponding to rotational temperature increased from 0.03eV to 0.14eV with the same increase of current. But with collisional-radiative model, calculated electron temperatures, from 5eV to 1eV for the same current decrease, are higher than experimentally obtained result. This difference means that negative glow plasma does not attain in thermo-dynamical equilibrium.

**Key Words:** hollow cathode, electron temperature, air glow discharge, negative glow plasma  
ホロー陰極、電子温度、空気グロー放電、負グロープラズマ

#### §1. 前書

高気圧グロー放電が積極的に利用されている。近年、排ガス処理など気体環境技術への放電プラズマ応用が活発に進められている<sup>①</sup>。それら中でオゾンナイザは古くから殺菌・浄化に利用され、放電形態として無声放電が用いられその効率の改善が進められてきた。最近、バリア放電(無声放電)よりホロー陰極放電のオゾン生成率が良いことが実験により示された<sup>②</sup>。一方、0.2mm 厚さの電極を用いた高気圧グロー放電によるエキシマ光源の研究開発も進められている<sup>③</sup>。最近の報告では、厚さ 0.1mm のモリブデン薄膜にレーザで開けた 0.1mm の穴をホロー陰極としてアルゴン気体中 200~600mb の範囲でプラズマ諸量を測定し、電子温度 1eV(アルゴン線強度比法)、電子密度  $10^{15}\text{cm}^{-3}$ (水素  $\text{H}_\beta$  Stark 幅)、気体温度 0.14eV(回転スペクトル分布)であった<sup>④</sup>。

小型ホロー陰極の放電特性の測定と内径 1.8mm  $\phi$  陰極中に生成されたプラズマの電子温度の測定結果を前回報告した<sup>⑤</sup>。今回内径 0.8mm  $\phi$  のホロー電極を用い低気圧空気グロー放電を生成し、陰極内の発光分光測定を行った。気体温度を素素第一負帯の回転温度から、電子温度を水素バルマー線の発光強度比から推定した。前報で用いたホロー陰極を、絶縁方法を変更して測定を行った<sup>⑥</sup>。環境技術応用では放電気体に空気の混入が考えられるので、空気グロー放電を測定対象とする。薄膜と異なり電極の長さを 3mm と長くすると放電電流の増加が期待できる。直径 0.8mm 長さ 3mm の黄銅製ホロー陰極で、気圧 0.7kPa~8kPa、放電電流 120mA までの範囲で測定した。

#### §2. 実験

マイクロホロー陰極は高気圧グロー放電の生成に有用であり、それを用いたオゾン生成、NOX 処理など各種応用が期待されている。その性能最適化にはホロー陰極近くに生成されたプラズマの特性を制御することが重要であり、そのためにはプラズマ特性を明らかにする測定が不可欠である。プラズマの空間広がり小さいため、発光分光診断が有効であるが比較的気圧が低く放電電流が小さい場合プラズマは非平衡プラズマである。熱平衡プラズマであれば容易に分光診断法が適用できるが、グロー放電ではその適用に注意が必要である。今回、電子温度は水素原子のスペクトル線強度比より求め、その妥当性について検討する。

**電極構造と測定系配置** 厚さ 3mm の 2 枚の黄銅板で厚さ 1mm のセラミック(Macor)絶縁板を密着して挟み、その中心部にドリルで 0.8mm の穴を貫通し放電電極を製作した。Fig.1 に示すように真空配管系の平フランジとして排気装置に取り付け油回転ポンプにより 0.5Pa 以下に排気した。空気を封入した後直流放電し、陰極側からの発光を分光器に導き分光分析した。ホロー陰極の発光を全て光ファイバで集め、空間分布は考えていない、測定系は前報と同じである<sup>⑥</sup>。

**放電特性** 初めに放電特性を示す。放電開始電圧は Fig.2 に示すようにパッシェンの法則に従っている。1kPa にて 430V を最小電圧とすると気圧と電極特性長の積は  $pd=0.6\text{cmTorr}$  であり、陰極・陽

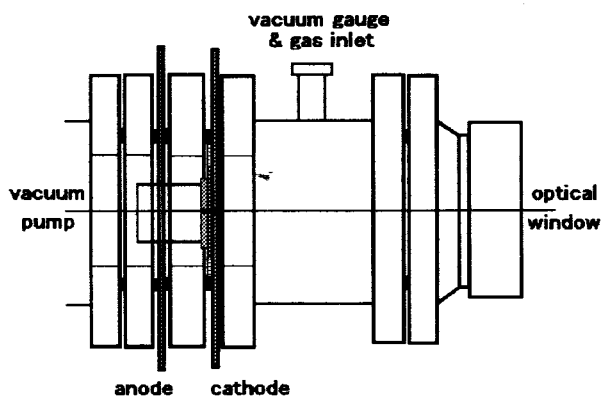


Fig.1 Hollow cathode and anode set in 2.5'-vacuum system

極間の電極間隔が小さくなって放電電圧は前報に比べ低下した<sup>(6)</sup>。高気圧側 1000V まで放電開始電圧が単調に増加していることから、電極間の絶縁は良好あることが分る。気圧が低い場合はホロー陰極内の強い発光は見られず、数ないし数十 mA の電流が流れ、その放電開始電圧を□印で示す。■印で示した 0.7kPa 以上の気圧ではホロー陰極放電が観測され気圧の増加と共に放電開始電圧は大きくなる。

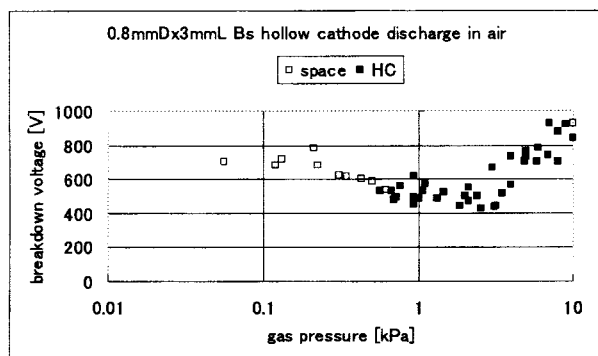


Fig.2 Breakdown voltages as a function of gas pressure, glow discharge with hollow cathode effect (■) and without (□).

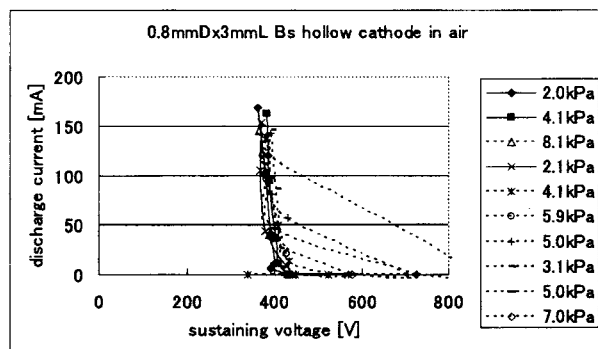


Fig.3 Current-voltage characteristics of hollow cathode glow discharge

次に放電維持電圧と放電電流の関係を示す。気圧 0.7kPa 以上で放電開始と共にホロー陰極部の強い発光が見られホロー陰極放電

が生成されている。この時、放電電流 150mA 程度まで放電維持電圧は 400V ほぼ一定で、電流増加とともに電圧は減少し負性抵抗特性を示している。ホロー陰極効果が強く出現している放電条件下の使用が非平衡プラズマとしての特性を発揮できる。陰極内的高速電子やイオンの利用が可能である<sup>(6)</sup>。発光スペクトル分布は陰極側と陽極側で異なり、それぞれ負グローと陽光柱に対応すると考えられる。空気放電プラズマの発光スペクトル分布は窒素第一負帯スペクトル分布、窒素第二正帯、第一負帯、NO の  $\gamma$  帯が強く発光していた<sup>(7)</sup>。陰極側の発光より電子温度、回転温度を測定した。

負グロープラズマのプラズマ諸量 窒素第一負帯の回転スペクトル分布より得た回転温度は放電気体の温度の測定に用いられる。その測定結果を Fig.4 に示す。回転温度の放電電流依存性は電流増加に対し増加する、その原因は電子密度の増加により電子・気体分子間の衝突数が増加しそのエネルギー伝達量が増加するためと考えられる。気圧高い方が回転温度高いのは衝突頻度が気圧に比例するからである。

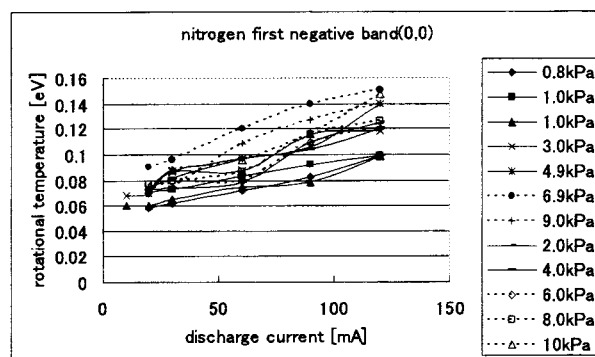


Fig.4 Rotational temperature of nitrogen molecular ion as a function of discharge current

電子温度測定に用いた水素  $H_\alpha$  と  $H_\beta$  スペクトル分布は解離により生成された励起原子の発光が主と考えられ、発光線強度分布の全半値幅が 0.05nm と大きい。スペクトル線幅広がり理由はシュタルク効果による広がりよりはドブラー広がりである<sup>(8)</sup>。解離衝突する高速電子は水素分子イオンの解離またはホロー陰極内で加速されたと考えられている<sup>(9,10)</sup>。

水素原子発光線強度比より求めた電子温度の放電電流依存性を Fig.5 に示す。放電電流の増加に対し電子温度が減少するのは、活発な電離・励起数によりエネルギーを消耗した電子数が増加し、これらの電子が電流を構成するためであり、気圧高い方が電子温度は低いのも同じ理由によると思われる。

前報では陰極径が 1.85mm の時 1eV 程度であったが 0.8mm では 0.5eV で低くなっている<sup>(6)</sup>。放電内では水の解離で生じた水素分子・原子、また水素分子の解離で生じた水素原子の電子衝突励起による発光である。これを考慮して水素発光線強度を衝突放射モデルより計算し、電子温度を算出する。



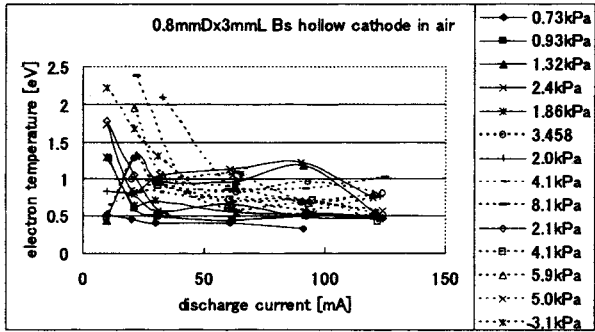


Fig.5 Electron temperatures of hollow cathode plasma as a function of discharge current by hydrogen spectral line intensity ratio.

衝突放射モデルを用いた電子温度の導出 水素バルマー線 $H_\alpha$ の $H_\beta$ に対する発光強度比より電子温度を求めるに当たり、水素励起原子は電子衝突で励起され各占有密度分布はボルツマン分布になっていると仮定した。空気グロー放電の水素発光線は水素原子の電子衝突励起による成分に対し、空気中の水や水素分子が電子衝突解離により水素励起原子を生成する過程に起因する成分が相当量含まれている。水素原子や水素分子は主として水の解離によりつくられる。そこで電子衝突励起・電離数は次の過程について考慮した。水分子から衝突解離による水素分子・水素原子の生成、水素分子から水素原子の生成、水素原子の電子衝突励起、水素原子の基底状態 $1s$ と励起状態 $2p, 3s, 3p, 3d, 4s, 4p, 4d, 4f$ に対するレート方程式より電子温度、電子密度に対する占有密度を求め、発光強度比を計算した<sup>(11)</sup>。

電子エネルギー分布関数にマクスウェル分布を仮定し、電子輸送係数を求めた。水素原子密度 $[H]$ 、水素分子密度 $[H_2]$ 、水分子 $[H_2O]$ 、粒子 $X$ の密度 $[X]$ から $Y$ への電子衝突励起数は $Z_Y[X]n_e$ と表わす。電子密度 $n_e$ を指定して、基底準位にある各粒子の占有密度分布を計算する。水素基底分子は電子衝突により電子・振動励起( $Z'_{ex}$ )、解離や解離性電離により水素原子を生成する( $Z_H$ )、水分子は電子衝突により電子・振動励起( $Z'_{ex}$ )、解離( $OH+H$ ,  $O+H_2$ )により水素分子生成( $Z_{H_2}$ )または水素原子生成( $Z_H$ )する、水素原子は水素分子や水分子から生成され励起や拡散損失( $Z_{ex}$ )で失われる。拡散損失項は、 $D[(2.4048/R)^2 + (3.1416/L)^2]$ は $R$ :プラズマ半径、 $L$ :プラズマ長さ円筒形プラズマを仮定した。

$$\frac{d}{dt}[H_2] = Z'_{H_2}[H_2O]n_e - Z'_H[H_2]n_e - Z'_{ex}[H_2]n_e$$

$$\frac{d}{dt}[H] = Z_H[H_2O]n_e + Z'_H[H_2]n_e - Z_{ex}[H]n_e$$

定常状態では次式である。

$$[H_2] = \frac{Z'_{H_2}}{Z'_H + Z'_{ex}}[H_2O]$$

$$[H] = \frac{Z_H[H_2O] + Z'_H[H_2]}{Z_{ex}}$$

上式より求めた水分子密度に対する水素分子密度、水素原子密度の比はFig.6のように電子温度増加で増加するが6eVから飽和してい

る。水素原子密度が水素分子密度より大きいとその差は小さく水素原子発光強度の決定には両者を考慮する必要がある。電子衝突解離の衝突断面積の比が決定要因となっている。計算した気体条件、気温20度、湿度50%の大気中含有量は水素0.051Paに比べ水蒸気1165Paと圧倒的に多い。1.33kPaでは水分子密度 $4.12 \times 10^{14} \text{cm}^{-3}$ である。水は電子衝突により水素原子・分子を生成する<sup>(12)</sup>。

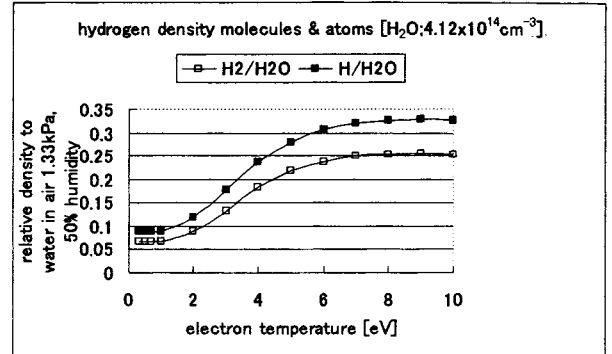
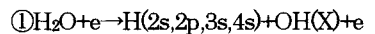


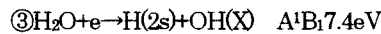
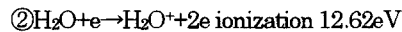
Fig.6 Atomic and molecular hydrogen population densities relative to water molecules calculated as a function of electron temperature

$H_\alpha$ と $H_\beta$ の起源について 水素励起原子 $3s, 3p, 3d$ と $4s, 4p, 4d$ は空気中に含まれる水と水素分子の解離により生成され、電子衝突と窒素励起分子との衝突がある。各衝突過程について検討する。

・水分子から水素分子・水素原子の生成過程<sup>(13,14)</sup>

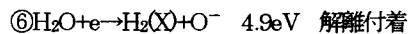
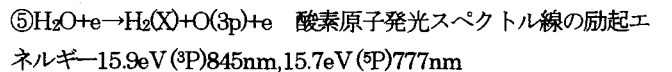
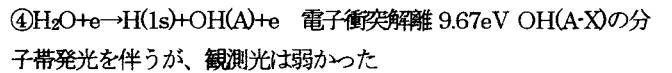


電子エネルギー閾値 17.2, 17.8, 18.6eV



$H_2O + e \rightarrow O(1d) + H_2(X) \quad B^1B_1 9.67eV$  は基底状態  $X^1A_1$  の振動項につながる。

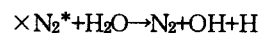
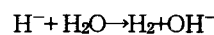
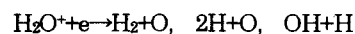
$H_2O + e \rightarrow H(2s) + OH(X) \quad A^3B_1 7.02eV$  は振動項から4.5eVの解離、 $H_2O + e \rightarrow O(3p) + H_2(X) \quad A^3B_2 9.81eV$  に解離(11eV以上・仮定)13.32eV, triplets



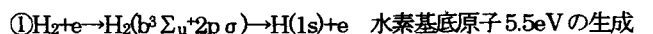
次の項目は衝突断面積が不明のため次の4項目は省略した

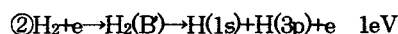
× Rydberg series  $A^1B_1, B^1A_1, C^1B_1, Dnd$  about 12.5eV

× 水の正イオンの解離再結合

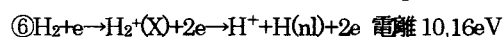
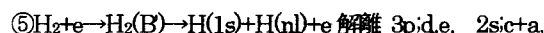
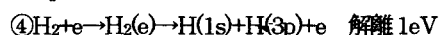


・水素分子の解離過程<sup>(15,16)</sup>

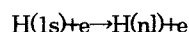




$\textcircled{3} \text{H}_2 + e \rightarrow \text{H}_2(3\text{pB}) \rightarrow \text{H}(1\text{s}) + \text{H}(\text{n}l) + e$  次の各準位に電子・振動励起による解離  $3\text{p}; \text{B}, \text{D}, 3\text{s}; \text{H}, 3\text{d}; \text{I}, \text{J}, 2\text{p}; \text{B}, \text{C}, 4\text{p}; \text{B} + \text{D}, 2\text{s}, 2\text{p}; \text{E} + \text{F}$



・電荷転移衝突による高速原子・分子の電子衝突励起・発光は考えない。水素原子は電子衝突励起により水素基底原子  $1\text{s}$  から  $n=2, 3, 4, \dots$  の準位に励起される。



電子衝突励起・逆励起、励起準位  $\text{n}l(9); 2\text{a}, 2\text{p}, 3\text{s}, 3\text{p}, 3\text{d}, 4\text{s}, 4\text{p}, 4\text{d}, 4\text{f}$ , 水素イオン  $\text{H}^+$ , 自然放射, の各過程を考える<sup>(17)</sup>。

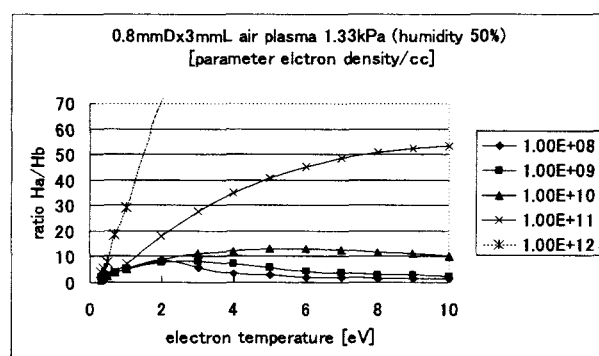


Fig.7 Spectral line intensity ratios as a function of electron temperature

電子密度をパラメータとして水素原子発光強度比を計算した結果  $10^{10}\text{cm}^{-3}$  以下では電子温度  $2\text{eV}$  まで発光強度比は一致し、電子密度が大きいと温度に対し強度比は急増する。さて、気圧  $1.33\text{kPa}(10\text{Torr})$ 、放電電流  $I=100\text{mA}$ 、放電維持電圧  $V=400\text{V}$  の場合の換算電界を  $E_p=2\text{V/D}$  と推定し、陰極表面積  $s=\pi DL$  (直径  $D=0.8\text{mm}$  長さ  $L=3\text{mm}$ )、空気中の電子の移動速度  $v=8.8 \times 10^8 (E_p)^{3/4}$  と仮定すると電子密度はおおよそ  $n_e=I/e\lambda v/s=5.3 \times 10^{10}\text{cm}^{-3}$  であり<sup>(18)</sup>、今回の測定結果では電子密度は以下の小さい値であると推定される。

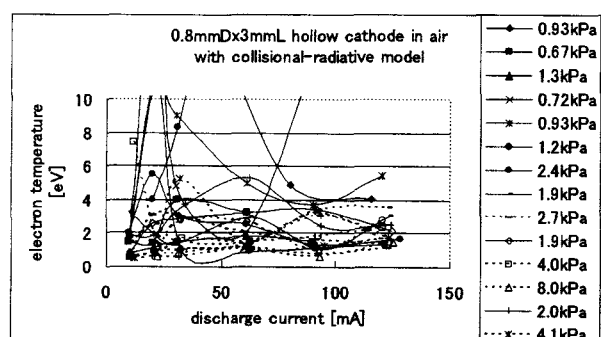


Fig.8 Electron temperatures derived from the collisional-radiative model

低電子密度の条件でこの関係を用い各測定値より電子温度を求めた結果を Fig.8 に示す。これを見ると電子温度は電流の増加に対し電子温度は減少し、気圧が高い方が電子温度は低く表われている。ボルツマン分布を仮定して求めた電子温度が  $2\text{eV}$  から  $0.5\text{eV}$  の範囲であったのに比べ、衝突放射モデルより求めた電子温度は  $10\text{eV}$  から  $1\text{eV}$  の範囲に全般に高く表われている。

このモデル計算には電子密度が確定していないが、Fig.7 から考えると電子密度が高い場合 Fig.8 の結果より低い電子温度となると予想され、衝突放射モデルを使用しない場合の測定値 Fig.5 に近づく。

### §3. 結果の検討

空気  $0.6\text{kPa}$  から  $10\text{kPa}$ 、放電電流  $120\text{mA}$  以下にてホロー陰極放電の実験を行った。気圧が高いと水素の発光は弱く、電流が小さい場合同様測定読み取り誤差が増加した。電子温度は数  $\text{eV}$  であると推定される。

前報に対し、電極絶縁方式の変更によりパッシェン法則の高気圧側の電圧上昇を確認した、ホロー陰極径  $0.8\text{mm}$  厚さ  $3\text{mm}$  絶縁間隔  $1\text{mm}$  の場合である。相似則から電極径と気圧の積はほぼ同じ値  $pd=0.6\text{cmTorr}$  となった。気圧が高く  $1\text{kPa}$  から  $8\text{kPa}$  の範囲、陰極径が小さいほうが電子温度は低くなり、放電電流が  $120\text{mA}$  に増加する時電子温度は  $2.5\text{eV}$  から  $0.5\text{eV}$  に減少した。同じ電流変化に対し気体温度は増加し室温から  $0.14\text{eV}$  まで上がった。

電子にマクスウェル分布を仮定し、水・水素の解離から生じる水素励起原子の発光強度比の計算モデルにより電子温度を推定すると、放電電流  $120\text{mA}$  への増加に対応して電子温度は  $5\text{eV}$  から  $1\text{eV}$  に減少した。この結果は低い電子密度を仮定して得ているため電子密度が予想より高いと電子温度はもっと低い値となる。このことから非平衡プラズマではあるが、線強度比法による電子温度の算出は適用可能であると考えられる。

今後の課題 水素原子の占有密度分布はプラズマ電子と熱平衡状態にないため、原子発光スペクトル線強度比からの電子温度測定値が確定できなかった。電子のエネルギー分布状態の検討には、多くの励起準位からのスペクトル線を利用した Boltzmann plot による方法の検討が有効と考えられる。また、空気圧力の増加とともに水素原子の発光強度は減少した。これから大気圧空気グロー放電の分光測定には積極的に水素を混入させるか、または窒素分子帯や原子発光線を利用する方法を検討せねばならない。

今回の測定はプラズマの全発光を捕らえているが、電極近くと陰極中心部では温度が大きく異なることが予想されるため、空間分布の測定が要求される。また、電子密度の測定、環境技術として特定の気体処理を考えるならばその特定気体の放電を扱うべきであるし、連続処理する場合の気体流れの効果、大量の気体を処理するには多孔電極として活性領域が広く均一なプラズマの生成とその検証のための空間分布の測定も必要と考えられる。

### 参考文献

(1)電気学会技術報告第810号「放電プラズマの環境改善への応用」

(2000)放電技術委員会。

- (2)Y. Endo, K. Yasuoka and S. Ishii: "Characteristics of Ozone Generation using a Micro Hollow Cathode Discharge", IEEJ Trans. FM, Vol.123, No.4, (2003) pp364-369
- (3)K. H. Schoenbach, A. El-Habachi, W. Shi and M. Ciocca: "High-pressure hollow cathode discharge", Plasma Sources Sci. Technol. 6(1997)468-477
- (4)I. Petzenhauser, U. Ernst, W. Hartmann and K. Frank: "Spectroscopic investigations of high-pressure micro-hollow cathode discharges", 2001 Proc. APP Spring Meeting (Bad Honnef) pp217-20
- (5)山崎勉:「小型中空陰極を用いた空気グロー放電の放電開始電圧と放電維持電圧」呉高専研究報告 No.66(2003)pp39-44
- (6)M. S. Benilov and G. V. Naidis: "Modeling of low-current discharges in atmospheric-pressure air taking account of non-equilibrium effects", J. Phys. D36 (2003), 1834-1841
- (7)C. O. Laux, T. G. Spence, C. H. Kruger and R. N. Zare: "Optical diagnostics of atmospheric pressure air plasmas" Plasma Sources Sci. Technol. 12(2003)125-138
- (8)G. Baravian, Y. Chouan, A. Ricard, and G. Sultan: "Doppler-broadened H $\alpha$  line shapes in rf low-pressure H $_2$  discharge", J. Appl. Phys. 61(12)1987, 5249-5253
- (9)W. Benesch and E. Li, Opt. Lett.9, 338(1984), H-alpha in hollow cathode discharge
- (10)A. Djurovic and J. R. Roberts: "Hydrogen Balmer alpha line shapes for hydrogen-argon mixtures in a low-pressure rf discharge", J. Appl. Phys. 74(11) 6558-6565(1993)
- (11)I. I. Sobelman, L. A. Vainshtein and E. A. Yukov: "Excitation of Atoms and Broadening of Spectral Lines" Springer-Verlag Berlin Heidelberg (1981) p207
- (12)J.F.O'Hanlon: "A User's Guide to Vacuum Technology", John Wiley & Sons (1980)
- (13)M. Yousfi and M. D. Benabdessadok: "Boltzmann equation analysis of electron-molecule collision cross sections in water vapor and ammonia" J. Appl. Phys. 80(12) 6619-6630(1996)
- (14)G. Herzberg: "Electronic spectra and electronic structure of polyatomic molecules" Van-Nostrand Reinhold Com. (1966)
- (15)H. S. W. Massey: "Electronic and ionic impact phenomena", vol. II, seconded. chapter13
- (16)H. Brunet and P. Vincent: "Predicted electron-transport coefficients at high E/N values I. Hydrogen", J. Appl. Phys. 50(7) pp4700-4707(1979)
- (17)A. M. Bruneteau, G. Hollos, M. Bacal and J. Bretagne: "Temperature and relative density of atomic hydrogen in a multi-cusp H $^+$  volume source", J. Appl. Phys. 67(12), 7254-7264 (1990)
- (18)玉河元:実験物理学講座 19「放電」共立出版(1975)

# パイルドラフトの効果と応用

(建築学科) 西村光正  
(建築学科) 門前勝明  
(福山大学) 芳賀保夫

## Effect and Application of the Piled-raft.

(Department of Architecture ) Mitsumasa NISHIMURA  
(Department of Architecture ) Katsuaki MONZEN  
(Fukuyama University ) Yasuo HAGA

### Abstract

Piled-raft is the method which began to notice for the purpose of reducing settlement and differential settlement recently, though it is known since a past. In this report, comparison examination between raft and friction pile was carried out by the convenient calculation, and the effect and application were examined.

In addition, future utilization is expected the piled-raft, because the effect of reinforcement of the weak stratum near ground surface and strengthening of the horizontal resistance force can be also expected.

**Key Words :** piled-raft、friction pile、raft、settlement

パイルドラフト、摩擦杭、べた基礎、沈下

### 1. まえがき

パイルドラフトとはラフト（べた基礎）に摩擦杭を併用して沈下・不同沈下を軽減させることを目的とした工法である。対象となる地盤は主に粘性土層である。

現行の建築法令では異種基礎の併用は原則として認められないため、許容支持力は直接基礎として検討し、併用する摩擦杭は沈下・不同沈下を減らすためだけに用いる。

ヨーロッパの文献にはかなり早くからこの工法が発表されている。過圧密粘土層に用いられた場所打杭など我々の目からは支持杭に見えるような例もある。

我が国において、この工法が使用されたのはごく最近のことで、地盤工学会誌「土と基礎」解説に掲載されたのも1999年12月からである<sup>1)~3)</sup>。また建築学会建築基礎構造設計指針2001<sup>4)</sup>にも始めてこの工法の項が設けられた。

建築学会大会に発表された梗概の件数は、1999年から2003年までの過去5年間で、5、5、3、6、11件とまだ少数である。

支持杭が多用されている我国においてこの工法が普及するかどうかはまだ未知の状態である。また在来の摩擦杭基礎のニーズも根強いものがある。

### 2. パイルドラフトのメカニズム

これまで用いられてきた摩擦杭基礎とパイルドラフトの相違は表1のようになる。

杭周面摩擦力の大きさと地盤とのズレの関係は図1のように模式化できる。

摩擦杭基礎では建物荷重はすべて杭で支持される。杭頭荷重の大きさは極限支持力 $R_u$ の $1/3$ 以下におさえられているため杭頭沈下量も杭周面と地盤のズレも小さい。このため周面摩擦力は地盤とのズレの大きさに比例し、杭頭で0、杭先端で最大の三角形分布になると考えられる。

パイルドラフトの杭は沈下量も大きく、杭周面と地

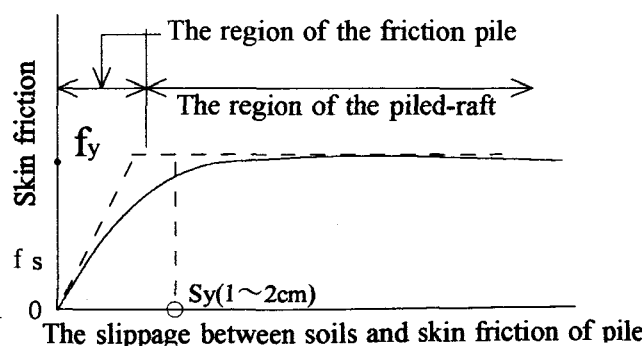


Fig.1 The size of skin friction of pile

Table 1 The difference of the property between friction pile and piled-raft

Method	Support means of the load	The load of the pile top	The settlement of the pile top	Depth direction distribution of the skin friction of the pile
Friction pile	Bearing capacity of pile	$R_u/3$	Small	Triangle distribution $f_s \propto s \quad s \leq s_y$
Piled raft	Bearing capacity of soils	$\approx R_u$	Large	Linear distribution $f_s \propto s \quad s > s_y$

$A_s$ ; The periphery surface area of the pile.

$f_s$ ; The surface friction of the pile.

$f_y$ ; The surface friction of the pile in yield time.  $S_y$ ;  $S$  as the surface friction of the pile yields.

$S$ ; The size of the slippage between pile periphery plane and soils.

盤とのズレも大きいため、周面摩擦力は降伏状態ではほぼ一定値となるので、その分布は直線状になると考えられる（杭頭付近のズレ量の少ない部分は三角形分布になるがその影響はわずかである）。

均一な地盤上の十分に幅の大きな建物を想定し、二次元問題と扱えるときのラフト（ベタ基礎）、摩擦杭、パイルドラフトの杭周面摩擦力および杭間土の鉛直増加圧力の深さ方向の分布をまとめると図2のようにな

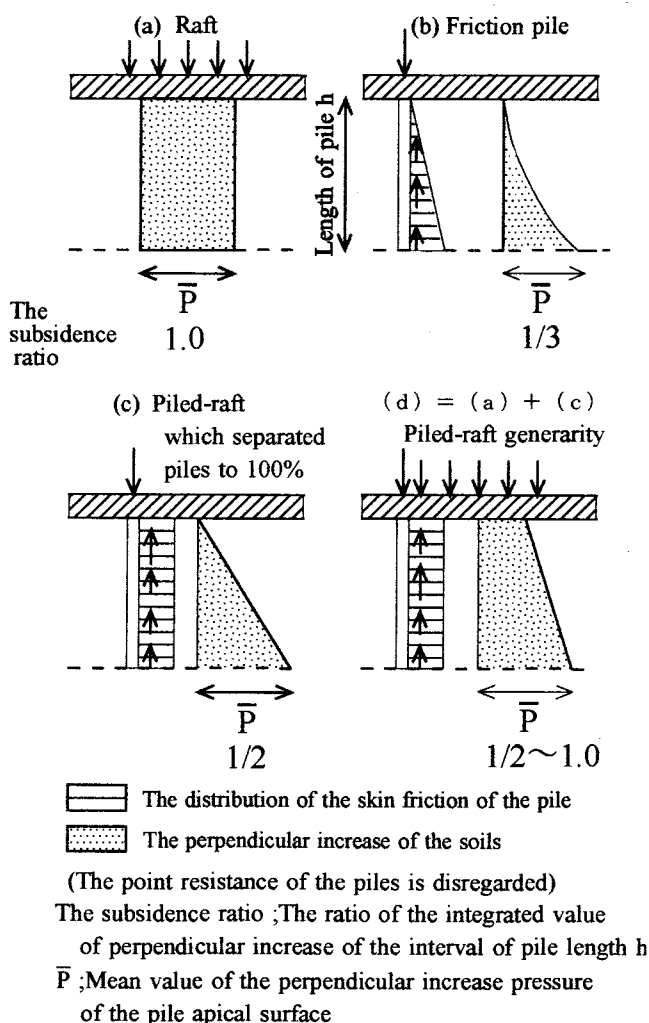


Fig.2 The size of skin friction and the perpendicular increase of the soils.

る。杭は剛体とし、群杭として用いられているものとする。杭先端抵抗は無視している。

建物荷重が同じであればどの基礎工法によっても杭先端面の鉛直増加圧力の平均値  $\bar{p}$  は一定となる。

杭長  $h$  区間の鉛直増加圧力の合計が杭間土の圧縮変形に比例する。ラフトと比較して杭があるため杭間土の圧縮量が低減される割合を沈下比として図2に記入する。

杭先端抵抗があると杭間土の鉛直圧が減り、沈下比も減少するが、その割合はわずかである。この場合も杭先端下の地盤の鉛直増加圧力は  $\bar{p}$  で不変である。

図2から見てパイルドラフトはラフト底面の荷重を杭の摩擦力を介して杭先端下の地層に伝え、杭間土の圧縮変形量を減らす工法であると云えよう。

これまで摩擦杭基礎の建物の沈下計算の際に、仮想基礎底面を杭先端から杭長の  $1/3$  だけ上の高さに設定してきたのもこの原理によるものである。

図2 (b) (c) のモデルを満足するためには図3の条件が必要であるが、実際にもこれに近いものになっていると思われる。

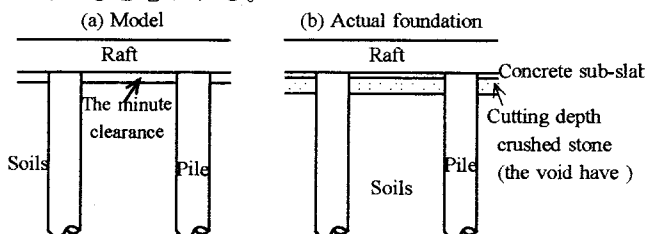


Fig.3 Model and practice of the pile top.

### 3. 実際の設計への応用

実際の地盤は深さ方向に均一ではなく、荷重面も三次元問題として扱わなければならない規模の例が多い。

この場合には正攻法の計算は文献2)に見られるようになりかなり複雑であり、必ずしも精度が高いものとは云えない。

しかし、次のように簡略化すると図2の応用として沈

下の軽減量を求めることができる。

- ・積層地盤では杭間土の土性は平均値を用いる。
- ・荷重面が小さいときには荷重面の位置を基礎底面より下げ、直接基礎として沈下量を計算する。
- ・圧密沈下の進行とともに、杭間土のせん断強度が増加する場合には、杭周面摩擦力  $f_y$  の増加を考慮する。この場合に沈下の進行と共に杭の荷重分担比は増加する。

### 計算例

図4に示す平面の大きさ  $10\text{ m} \times 20\text{ m}$  の建物のラフトの下に一樣な性質の厚さ  $20\text{ m}$  の正規圧密粘土層を想定する。粘土層の体積圧縮係数  $m_v$  は一定値とし、建物はフレキシブルなものとする。杭長は粘土層厚の  $1/2$  の  $10\text{ m}$  とする。

これ以上長い杭とするなら支持杭の方が経済的にな

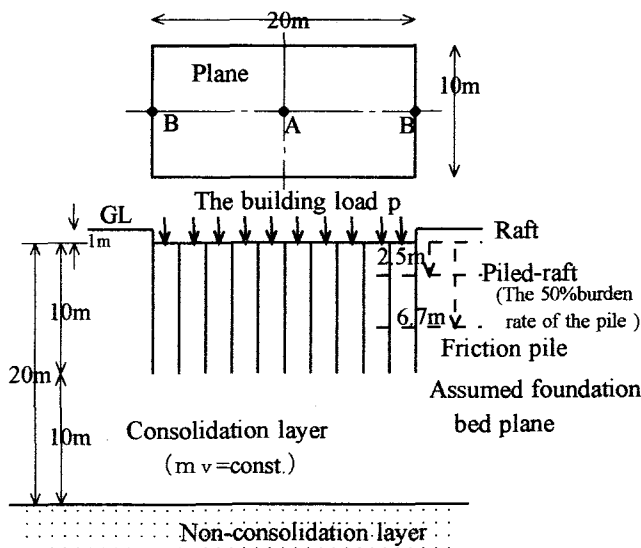
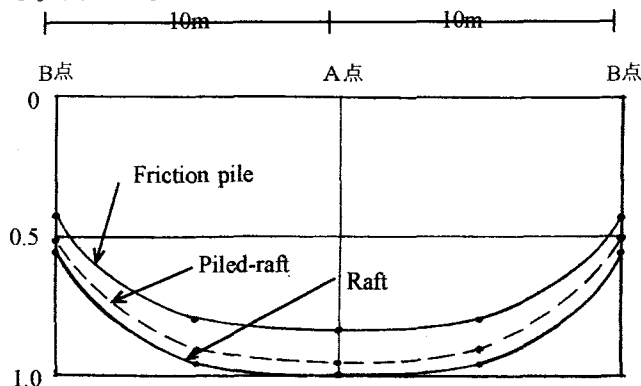


Fig.4 The calculation example

るからである。

パイルドラフト（杭荷重分担率50%）、摩擦杭基礎の2例について沈下量を計算してラフトと比較する。図2からパイルドラフトは沈下比3/4、摩擦杭



(The maximum value of raft is made to be 1.0)

Fig.5 The settlement of the each point.

基礎は  $1/3$  として仮想基礎底面を求める。あとは通常の圧密沈下量の計算と同様な手順で各点の沈下量（圧密完了時の値）をもとめ、結果を図5に示す。

平面が大きく二次元問題として扱える場合と計算例の沈下量を比較すると表2のようになる。

Table 2 The comparison of the settlement of each method.

The plain form	Raft	Piled-raft	Friction pile
Large (2 dimensions)	1	0.87	0.67
Example (3 dimensions)	1	0.96	0.84

計算例ではパイルドラフトの沈下抑制効果は大きな平面の場合に比較してごくわずかである。この原因は杭が建物荷重を分散させずに深部に押し下げることによるものである。各工法による鉛直増加圧力の分布状態を図6に示す。

The perpendicular increase stress

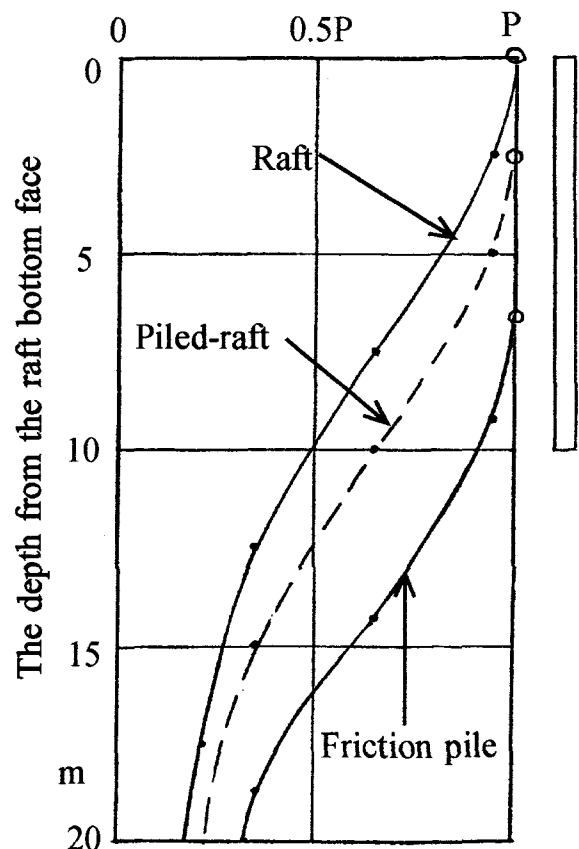


Fig.6 The distribution of the perpendicular increase pressure by each method

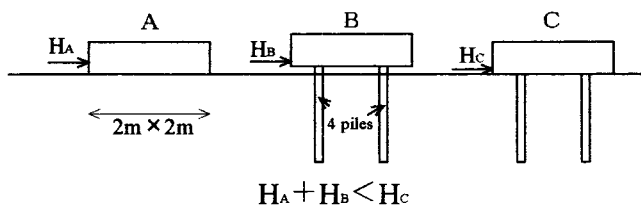
表2は均一な地層の計算例であるが、杭先端下に変形量の大きい地層があるとパイルドラフトが沈下量を

増加させる可能性もある。

#### 4. 水平抵抗力

パイルドラフトは直接基礎として支持力の検討が行われているので、水平抵抗力もラフト底面と土との摩擦により受け持たれるのが原則である。しかし、杭にも相応の抵抗力が期待できる。小林・渡辺他<sup>6), 7)</sup>の2×2本杭の実験(図7)によると、パイルドラフトの水平抵抗力は「基礎底面+杭」の水平抵抗力より大きい。

群杭の場合にもこれよりは効果は低下するものの杭の水平抵抗力が期待できると考えられる。



The steel pipe pile  $\phi=48.6\text{mm}$   $t=2.4\text{mm}$   $L=3.0\text{m}$

Fig.7 Horizontal loading test of piled-raft foundation<sup>7)</sup>.

#### 5. パイルドラフトの応用

ラフトの下に不完全支持杭(先端地盤の強度が $N < 50$ の砂レキに達している支持杭など)を群杭として用いると、ラフト底面下の地盤も建物荷重の一部を受け持つことがある。これも広い意味でのパイルドラフトと云えよう。

この場合に杭と杭間土は鉄筋コンクリート柱(RC柱)と同様にハイブリッド柱として働くことになる(図8)。

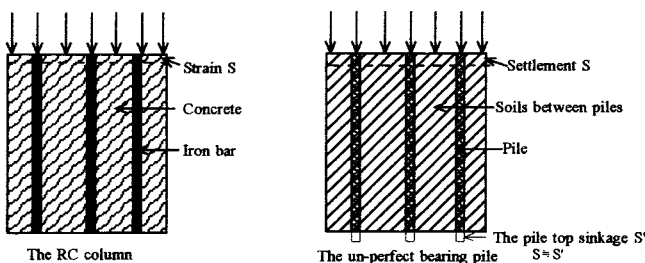


Fig.8 The difference of the hybrid structure.

RC柱では鉄筋とコンクリートの圧縮ひずみは各部で等しいので、鉄筋とコンクリートはヤング係数の比に応じて荷重を分担する。杭基礎であっても先端のめり込みがなければRC柱と同じことになるが、柱のヤング係数は杭間土よりもはるかに大きいので杭間土の荷重分担比は微量となる。しかし、不完全支持杭のように先端が支持層にめり込むと柱の見かけのヤング係数が低下し、杭間土も幾分かの荷重を分担することになる。杭自体の圧縮量は微量であるので、ラフトの沈

下量は先端のめり込み量に等しいと考えてよい。

例題として文献8)の測定建物について計算する(図9)。

#### 測定建物

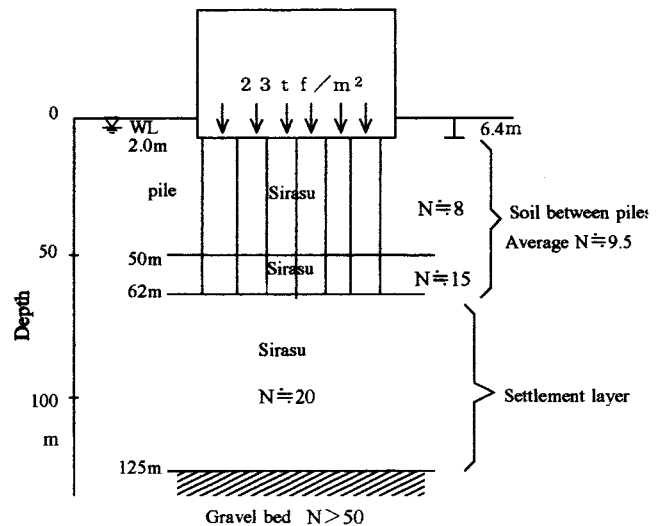


Fig.9 Measurement building of literature<sup>8)</sup>

地下SRC1階、地上S造18階、場所打杭径1.2m、平面形は6.5m×7.2mであるが一辺6.8mの正方形と見なす。

建物重量は23 tf/m²であるが、根入れ深さを考えた有効重量 $p$ を求める。

$$\begin{aligned} \text{有効重量 } p &= 23 \text{ tf/m}^2 - 1.8 \text{ tf/m}^2 \times 6.4 \text{ m} \\ &= 11.5 \text{ tf/m}^2 \end{aligned}$$

ただし、土の単位重量1.8 tf/m³、根入れ深さ6.4m、GL-50mまで沖積層、それ以深は洪積層

#### 杭先端下の地層の沈下量

深さ125m以下の $N > 50$ の砂レキ層の沈下量は無視できるものとして、GL-62m～125m間のシラスの沈下量を計算する。沈下層を有限深さ $H=63\text{m}$ 、正方形荷重面の辺長 $\sqrt{A}=6.8\text{m}$ 、ポアソン比 $\nu=0.3$ として文献5)の(表4.33)より、 $H/\sqrt{A} \approx 1.0$ 、沈下係数 $\mu_H=0.379$ を得る。

文献5)の4.3.26式より、シラスの固結性を考え、 $N$ 値とヤング係数 $E$ との関係を $E=28N(\text{kgf/cm}^2)$ とし、 $N \approx 20$ より $E=560\text{ kg/cm}^2$ を得る。

根入れ深さを無視した沈下量 $S$ は、

$$S = \mu_H \frac{p \sqrt{A}}{E} = 0.379 \times \frac{1.15 \text{ kgf/cm}^2 \times 6800 \text{ cm}}{560 \text{ kgf/cm}^2} = 5.3 \text{ cm}$$

建物幅に近い根入れ深さがあるので沈下量はほぼ半減されると考えられるので、実際の沈下量は $S' \approx 2.7\text{ cm}$ 程度となる。

#### 杭間土の圧縮量の計算

杭間土が建物の有効荷重の10%を分担するものと想定して計算する。

杭間土の平均N値は  $N = 9.5$ 、シラスの固結性を考え、 $E_{(s)} = 28N = 266 \text{ kgf/cm}^2$

杭間土の分担荷重  $P_{(s)} = 11.5 \times 0.1 = 1.15 \text{ tf/m}^2$ 、土柱の高さ  $H_{(s)} = 55.6 \text{ m}$ 、

土柱の圧縮量

$$S_{(s)} = \frac{P_{(s)} \times H_{(s)}}{E_{(s)}} = \frac{0.115 \text{ kgf/cm}^2 \times 5560 \text{ cm}}{266 \text{ kgf/cm}^2} = 2.4 \text{ cm}$$

杭先端沈下量が杭径の10%に達したときの荷重を極限支持力とすると、その1/3の設計支持力時の沈下量はほぼ杭径の2%程度となる。杭径  $d = 120 \text{ cm}$ 、杭間土が荷重の10%を受け持つため、杭先端の荷重は90%に低下すると考えると、杭先端のめり込み量  $S_{(p)} = 0.02 \times d \times 0.9 = 2.2 \text{ cm} \approx S_{(s)}$

杭間土は建物荷重の10%程度を分担しているものと推定される。

#### 建物の沈下量

建物の総沈下量  $\Sigma S$ は、杭先端下の沈下量  $S$ と杭先端のめり込み量  $S_{(p)}$ の合計と考えると、

$$\Sigma S = S + S_{(p)} \approx 2.7 \text{ cm} + 2.2 \text{ cm} \approx 4.9 \text{ cm}$$

建物中心部での沈下量の測定値は  $\approx 5.0 \text{ cm}$ （完成時）とのことである。解析による杭間土の荷重分担率は17%となっているが、ハイブリッド土柱の周面摩擦で荷重が周辺の地盤へ分散される効果によるものであろう。

#### 杭の軸力

ハイブリッド土柱では杭軸力は深さ方向に一定になるが、測定結果（図10）では外周の杭のGL-50～62m間に土柱周面摩擦で軸力が低下する様子が見られる。

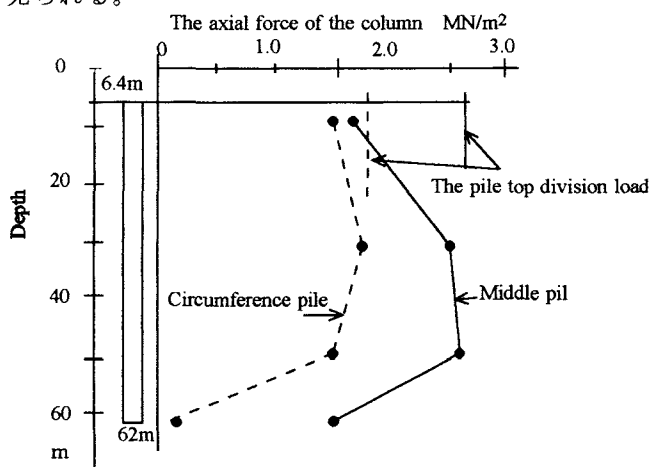


Fig.10 Pile axial force distribution of the example building<sup>8)</sup>.

## 6. まとめ

パイルドラフトには地表面付近の軟弱層の補強、水

平抵抗力の強化など沈下・不同沈下の抑制以外の効果も期待できる。

沈下量等の検討は荷重面を適切に仮定することにより直接基礎（べた基礎）と同様、簡便な方法で検討することができる。これは群杭基礎の場合も同様である。

採用にあたっては在来工法である摩擦杭基礎、支持杭などとのコスト面での比較検討が必要となろう。

本論文がパイルドラフト基礎の検討資料として参考になれば幸いである。

#### 参考文献

- 1) 山下清、堀越研一：杭基礎の鉛直荷重～変異特性の評価方法入門 4. 解析による群杭およびパイルドラフトの荷重～変位特性の評価方法（その1）、土と基礎、Vol. 47-12、No. 503、1999. 12、pp. 55～60
- 2) 堀越研一他：同上（その2）、土と基礎、Vol. 48-1、No. 504、2000. 1、pp. 51～56
- 3) 堀越研一他：同上（その3）、土と基礎、Vol. 48-2、No. 505、2000. 2、pp. 47～52
- 4) 日本建築学会；基礎構造設計指針、第7章 併用基礎、7.3 パイルド・ラフト基礎、pp. 339～347、2001
- 5) 日本建築学会；基礎構造設計指針、第4章 基礎の設計方針、（1）一様な水平地盤上の基礎の即時沈下量、pp. 147～149、1988
- 6) 小林治男、渡辺徹他；パイルドラフト基礎の原位置水平載荷試験、その1. 実験概要および地盤概要、日本建築学会大会（東北）、2000. 9、pp. 613～614
- 7) 小林治男、渡辺徹他；パイルドラフト基礎の原位置水平載荷試験、その2. 実験結果、日本建築学会大会（東北）、2000. 9、pp. 615～616
- 8) 佐原守他；荷重伝達法に基づくパイルド・ラフト基礎の即時沈下に関する一解析法、日本建築学会構造系論文集 第561号 pp.111～118、2002年11月



平成15年（2003年）

# 研究業績一覧

## 研究業績一覧凡例

平成15年1月～平成16年3月 (Jan.,2003～Mar.,2004)

この研究業績一覧の論文等は、本校教職員が上記期間中に他誌等へ発表した研究業績である。ゴシック体により標記した者は、本校教職員である。 例：高専太郎, T.KOSEN

研究業績の範囲は主として次に掲げるものとし、各業績の先頭に番号による区分を示した。

1. 学会誌、協会誌等掲載学術論文（査読付）は [1] とした。
2. 国際会議発表は [2] とした。
3. 著書は [3] とした。
4. 学会誌、協会誌等掲載記事（総説、解説、技術資料等）、報告書は [4] とした。
5. 研究報告等掲載学術論文（査読なし）は [5] とした。
6. 学会発表、シンポジウム発表は [6] とした。
7. 特許等は [7] とした。
8. 芸術活動、建築作品、フィールドワークは [8] とした。

注：\*は Proceeding 発表, Symposium 発表, Poster Session 発表を含む

掲載事項は以下のとおり。

1. 学会誌、協会誌等掲載学術論文（査読付）は [1] 著者名：論文名：雑誌名、巻（号）、最初頁－最後頁、（発行年）
2. 国際会議発表は [2] 発表者名：発表題目：発表誌名、巻（号）、最初頁－最後頁、（発表年月、場所）
3. 著書は [3] 著者名：書名（編集者）：出版社名、（発行年）
4. 学会誌、協会誌等掲載記事、報告書は [4] 著者名：論文名：雑誌名、巻（号）、最初頁－最後頁、（発行年）
5. 研究報告等掲載学術論文（査読なし）は [5] 著者名：論文名：雑誌名、巻（号）、最初頁－最後頁、（発行年）
6. 学会発表、シンポジウム発表 は  
[6] 発表者名：発表題目：発表誌名、巻（号）、最初頁－最後頁、（発行年）又は  
[6] 発表者名：発表題目：発表会名、（発表年月、場所）
7. 特許等は [7] 発明者：特許等の名称：登録番号、（登録年）又は  
[7] 発明者：特許等の名称：出願番号、（出願年）
8. 芸術活動、建築作品、フィールドワークは  
[8] 制作者：作品等の名称、（発表年月、発表した場所等） 又は  
[8] フィールドワーク実施者：フィールドワークの名称、（フィールドワーク実施年月、場所等）

※著者名等は20名を越える場合は最初の10名を記入し、ほか何名とした。

---

## 校長

---

- [3] Hideharu Fukunaga, Editor Brian Cantor and Fionn Dunne and Ian Stone, Metal and Ceramic Matrix Composites, Chapter 8 Aluminium metal matrix composites by reactive and semi-solid squeeze casting, pp.117-131, Institute of Physics Publishing, (2004)
- [4] 福永秀春：航空推進応用：チタン，第51巻 第4号，Vol. 51, No. 4, pp. 269-270 (2003)
- [4] 佐々木元(広島大)，吉田誠(〃)，潘 進(花野商事)，福永秀春：  $Al_{18}B_4O_{33}$  ウィスカ/Al 合金複合材料の界面制御組織：まてりあ，第40巻 第12号，Vol. 42, No. 12, pp. 865-865, (2003)
- [4] 福永秀春，河野正来，灘野宏正，山崎勉，潘 進(花野商事)，五本上敬司(〃)：粉体離型潤滑剤の金型付着特性に及ぼす静電印加の効果：Annual Report No.11 of Hosokawa Powder Technology Foundation, pp. 37-49 (2003)
- [7] 発明者：福永秀春，出願人：独立行政法人科学技術振興機構，名称：複合材料とその製造方法，特願平04-340413の補正提出 (2004)
- [7] 発明者：吉田誠(広島大)，福永秀春，出願人：広島大学長，名称：セラミックス基複合材料の製造方法およびセラミックス基複合材料，特願2001-175697，特開2004-362981 (2004)

## 一般科目

- [3] 小助川元太(分担執筆)：『『塙囊鈔』の大圓伝——『『塙囊鈔』の観勝寺縁起』続考——』：『伝承文化の展望——日本の民俗・古典・芸能——』(福田晃監修,古稀記念論集刊行委員会編)：三弥井書店, 542p-556p (2003年1月)
- [5] 小助川元太：『『塙囊鈔』における神と仏——緇問上における大神宮関係記事を中心に——』：『立命館文学』, 第583号, 125p-133p (2004年2月)
- [1] 新美哲彦：近世前期の写本製作—伝三条西実枝筆『源氏物語』表紙裏反故から—：国語国文, 72-7, p. 1-16, (平成15年7月)
- [1] 新美哲彦：『光源氏物語抄』所引「こまのゝものがたり」について—散佚『こまの』・『交野の少将』・『隠れ蓑』との関係再考—：国語と国文学, 平成15年10月号, p. 13-25, (平成15年10月)
- [3] 新美哲彦(分担執筆)：平安文学の風貌：武蔵野書院, (平成15年3月)
- [3] 新美哲彦(分担執筆)：古代中世文学論考第十集：新典社, (平成15年10月)
- [3] 新美哲彦(分担執筆)：日本古代文学と東アジア：勉誠出版, (平成16年3月)
- [3] 新美哲彦(分担執筆)：あらすじで読む日本の古典：中経出版, (平成16年3月)
- [4] 新美哲彦：伝三条西実枝筆『源氏物語』の表紙裏反故—翻刻と紹介・雑記編—：早稲田大学図書館紀要, 第50号, p. 23-37, (平成15年3月)
- [4] 新美哲彦, 小林大輔(早大本庄学院), 石澤一志(鶴見大(非)), 酒井茂幸(早大院), 加島吉春(〃)：『寂恵法師文』注釈(下)：研究と資料第50輯, (平成15年12月)
- [6] 新美哲彦：『光源氏物語抄』から『河海抄』へ—中世『源氏物語』享受の一側面—：全国大学国語国文学会夏季大会, (平成15年6月, 日本大学)
- [5] 木原滋哉：現代国民国家の変容とラディカルな改良主義—ヨアヒム・ヒルシュについて—：呉工業高等専門学校研究報告, 第65号, p. 1-10, (平成15年8月)
- [1] 宇根俊範：「賜姓」に関する考察：「史学研究」, 第239号, 1p-17p, (2003年3月)
- [6] 宇根俊範：天武八姓と甲子の宣：2003年度中国四国歴史学地理学協会研究大会, (2003年12月, 香川大学)
- [1] 笠松義隆, 平岡耕一(愛媛大), 檜原忠幹(福山大)：強磁性 Mn 金属間化合物の高圧下での NMR：高圧力の科学と技術, 第13巻 第4号, pp. 304-309, (2003)
- [2] Y. Kasamatsu, T. Kanomata(東北学院大), T. Kaneko(東北大金属研), T. Hihara(福山大)：NMR Study of Pressure-induced Phase Transition in  $Mn_3Ga_{1-x}Al_xC(x=0.02)$ ：International Conference on Magnetism, ICM 2003 abstracts p.311, (July 27-Aug. 1, 2003, Roma, Italy)

- [2] H. Jinushi (福山大), Y. Kasamatsu, K. Hiraoka (愛媛大), T. Hihara (福山大) : NMR Study of MnAs at Atmospheric and High Pressures : International Conference on Magnetism, ICM 2003 abstracts p.310, (July 27-Aug 1, 2003, Rome, Italy)
- [1] M. KOYAMA, ~H. SATO (広島大), Y. UEDA, C. HIRAI (広島大) and M. TANIGUCHI (〃) : Electronic structure of  $\text{Cr}_{1-\delta}\text{S}$  ( $\delta=0, 0.17$ ) with NiAs-type crystal structure : Solid state Communications, 125, pp.243-246, (2003)
- [2] Y. YAJI (広島大), M. KOYAMA, A. KIMURA (広島大), C. HIRAI (〃), H. SATO (〃), K. SHIMADA (〃), A. TANAKA (〃) and M. TANIGUCHI (〃) : The electronic structure of chromium chalcogenides  $\text{Cr}_{1-\delta}\text{X}$  ( $\text{X}=\text{S}, \text{Te}$ ) studied by soft x-ray magnetic circular dichroism : International Symposium on Synchrotron Radiation Research for Spin and Electronic States in d and f Electron Systems : Abstracts, pp.104, (2004.11, Higashi-Hiroshima)
- [6] 矢治光一郎 (広島大), 小山通榮, 木村昭夫 (広島大), 平井千之 (〃), 佐藤仁 (〃), 島田賢也 (〃), 田中新 (〃), 谷口雅樹 (〃) :  $\text{Cr}_5\text{X}_6$  ( $\text{X}=\text{S}, \text{Te}$ ) の Cr 2p 内殻吸収磁気円二色性スペクトル : 日本物理学会 2003 年秋季大会 予稿集 (2003.9 岡山)
- [5] 藤岩秀樹 (宇部高専), 西川弘志 (広島商船高専), 松木雅文 (〃), 平松 携 (尾道大), 谷岡憲三, 佐賀野健, 幸田三広 (大島商船高専), 岡崎宏一 (福山大), 岩井一師 (尾道大) : 中高年者の登山における循環応答 : 宇部工業高等専門学校研究報告, 第49号, 151-154, (平成15年3月)
- [5] 平松 携 (尾道大), 岩井一師 (〃), 西川弘志 (広島商船高専), 松木雅文 (〃), 谷岡憲三, 佐賀野健, 幸田三広 (大島商船高専), 藤岩秀樹 (宇部高専), 岡崎宏一 (なかよし保育園), 村木里志 (九州芸術工科大), ほか1名 : 中高年者の登山における血糖値の変動—5年間継続の研究— : 尾道大学経済情報論集, Vol. 3, No. 1, 137-145, (2003, 6)
- [5] 平松 携 (尾道大), 岩井一師 (〃), 西川弘志 (広島商船高専), 松木雅文 (〃), 谷岡憲三, 佐賀野健, 幸田三広 (大島商船高専), 藤岩秀樹 (宇部高専), 村木里志 (九州大), 山崎昌廣 (広島大) : 中高年運動習慣者の骨量年次変化における性差 : 尾道大学経済情報論集, Vol. 3, No2, 101-108, (2003, 12)
- [1] 濱景子 (広島大院生), 佐賀野健, 金致偉 (広島大), 柳原英兒 (〃), 小村堯 (〃), 橋原孝博 (〃) : 3 次元映画撮影法における同期調整に関する研究 : 広島体育学研究, 第29巻, 19-26, (2003)
- [1] 橋原孝博 (広島大), 佐賀野健 : バレーボールのトス動作に関する運動学的研究 : スポーツ方法学研究, 第17巻(1号), 109-115, (2003)
- [3] 古賀元章 (水産大), 川尻武信 : 海外旅行者が知っておくと得する税関 : 大学出版, (2003年4月)

## 機械工学科

- [1] H. NADANO, M. NAKASAKO, M. KOHNO, H. HAMANISHI (呉高専専攻科), T. TARUMA (〃), S. NIGO (同和鉄粉工業) : Seizure Resistance of Oil Impregnated Sintered Fe-Cu Powder Material : Japanese Journal of Tribology, Vol.47, No.2, 2002, 129-140, (Apr. 2003, Allerton Press, Inc.)
- [1] 灘野宏正, 中迫正一, 河野正来, 南 一郎 (高知工科大), 山口博幸 (呉高専専攻科) : 四球試験における

植物油の耐焼付き性能に及ぼす耐摩耗添加剤の影響：日本機械学会論文集（C編），70巻690号，554-559，（2004年2月）

- [6] 灘野宏正，中迫正一，河野正来，南 一郎（高知工科大）：四球試験における植物油の耐焼付き性能に及ぼす耐摩耗添加剤の影響：日本機械学会中国四国支部第41期総会・講演会講演論文集，No. 035-1，279-280，（2003年3月，鳥取）
- [6] 灘野宏正，中迫正一，河野正来，桑田宜也（呉高専専攻科）：有限要素法によるヘルツ接触応力の数値解析：日本設計工学会中国支部講演論文集，No. 20，32-37，（2003年6月，広島）
- [6] 灘野宏正：呉高専の産学連携への取り組み：第3回中国地区高専地域振興サミット講演概要集，29-32，（2003年10月，米子）
- [6] 灘野宏正，中迫正一，河野正来，深田一徳（鋼鉄工業）：高真空中における各種被膜処理歯車の摩擦・摩耗特性（乾燥摩擦の場合）：日本機械学会中国四国支部第42期総会・講演会講演論文集，No. 045-1，395-396，（2004年3月，広島）
- [4] 八木良尚，高橋 明（呉高専専攻科）：水／燃料混合噴霧燃焼に関する研究：実践教育，18(2)，44-46，（2003）
- [6] 八木良尚：イオン風による伝熱促進：2003実践教育研究発表会講演予稿集，関東職業能力開発大学校，49-50，（2003-9，小山）
- [5] 河野正来，灘野宏正，中迫正一，徳永将博（呉高専専攻科）：ヘルツ接触の場合の移動熱源による瞬間温度上昇について：呉工業高等専門学校研究報告，65巻，19-24，（2003年8月）
- [1] 吉村敏彦，埴寛明（豊橋技大），福永秀春，服部敏雄（日立）：応力特異場パラメータを用いたチタン合金のダブテールフレッティング疲労評価法：日本材料科学会 材料の科学と工学，第40巻6号，pp. 41-46，（2003）
- [1] T. Yoshimura, T. Machida（日立） and T. Hattori（〃）：Evaluating Fatigue Life of Compressor Dovetails by Using Stress Singularity Parameter at the Contact Edge：ASTM STP1425，pp.423-433，（2003）
- [1] 齋藤昇（日立），榎本邦夫（〃），黒沢孝一（〃），守中廉（〃），林英策（日立エンジニアリング），石川哲也（〃），吉村敏彦：原子力プラントの炉内機器に対するウォータージェットピーニング技術の開発：噴流工学，Vol. 20，No. 1，pp. 4-12，（2003）
- [2] T. Yoshimura, H. Fukunaga, H. Tao（豊橋技大），T. Hattori（日立）：Evaluating Fretting Fatigue Life of Titanium Alloy Dovetails by Using Stress Singularity Parameters：Ti-2003 10th World Conference on Titanium, CCH-Congress Center Hamburg, 11-9, (2003, 7 Germany)
- [6] 稲見和則（呉高専専攻科），山下洋司（〃），吉村敏彦：カーボンナノチューブのFE測定と電界イオン顕微鏡による評価：日本真空協会 第44回真空に関する連合講演会講演予稿集，p. 133，（2003年11月，機械振興会館）
- [6] 山下洋司（呉高専専攻科），稲見和則（〃），吉村敏彦：アーク放電によるカーボンナノチューブの製作に関する研究：日本真空協会 第44回真空に関する連合講演会講演予稿集，p. 134，（2003年11月，機械振興会館）

- [6] 高垣真人(呉高専本科), 早稲田圭(〃), 矢賀優(〃), 吉村敏彦 : アルミニウム合金ダブテールのフレッシング疲労評価の研究 : 日本機械学会中国四国学生会 第34回学生員卒業研究発表講演会講演前刷集, p. 2, (2004年3月, 広島工業大学)
- [6] 矢賀優(呉高専本科), 吉村敏彦, 佐藤一教(パプコック日立), 實山登(〃) : ウォータージェットピーニングに関する研究 : 日本機械学会中国四国学生会 第34回学生員卒業研究発表講演会講演前刷集, p. 3, (2004年3月, 広島工業大学)
- [6] 加東弘行(呉高専本科), 吉村敏彦, 稲見和則(呉高専専攻科), 山下洋司(〃) : カーボンナノチューブの電界イオン顕微鏡による評価とカーボンマイクロセルの生成に関する研究 : 日本機械学会中国四国学生会第34回学生員卒業研究発表講演会講演前刷集, p. 45, (2004年3月, 広島工業大学)
- [7] 吉村敏彦, 山下洋司(呉高専専攻科), 稲見和則(〃), 加東弘行(呉高専本科) : メソサイズ微粒子およびその製造方法, 特願2004-075634, 広島 TLO, (出願日: 平成16年3月17日)
- [1] 河口勇治, 玉木伸茂(近畿大), 清水正則(〃), 廣安博之(〃) : 省エネルギー型・低公害廃油燃焼バーナーの開発研究 (I) —内部混合型二流体噴射弁による高粘度液体噴流の微粒化— : 日本エネルギー学会誌, Vol. 82, No10, 772-779, (2003年)
- [1] 玉木伸茂(近畿大), 清水正則(〃), 廣安博之(〃), 河口勇治 : 省エネルギー型・低公害廃油燃焼バーナーの開発研究 (II) —内部混合型二流体噴射弁による廃油の燃焼と排出ガス特性— : 日本エネルギー学会誌, Vol. 82, No10, 780-785, (2003年)
- [4] 的場総一郎(呉高専本科), 石丸哲也(〃), 岡本浩一(〃), 岩本英久, 大東由喜夫 : 呉地域の中小企業を活用した医用機器産業の創出-医療ニーズの抽出と医療従事者の医用機器開発意識の萌芽- : 平成15年度呉地域オープンカレッジネットワーク会議地域活性化研究報告書, pp. 1-6, (2004年3月)
- [6] 山根冠児(中国労災病院), 島健(〃), 岩本英久, 大東由喜夫 : 病院と工業高等専門学校との医工連携-手術機器の改良と製作 : 第12回脳神経外科手術と機器学会プログラム・抄録集, p. 53, (2003年4月, 福岡市)
- [6] 岩本英久, 大崎紘一(岡山大), 関洲二(倉敷北病院) : 手術における運針技能向上のための運針速度調整法 : 平成15年度日本経営工学会春季大会予稿集, pp. 56-57, (2003年5月, 東京)
- [6] 岩本英久, 大崎紘一(岡山大), 吉田哲(中国労災病院) : 医療福祉用簡易固定具のための部品設計と安全機構に関する研究 : 平成15年度日本経営工学会秋季大会予稿集, pp. 74-75, (2003年10月, 大阪)
- [6] 岩本英久, 大東由喜夫 : 地域産業を活用した医用機器産業の創出 : 第9回高専シンポジウム講演要旨集, p. 224, (2004年1月, 大牟田市)
- [6] 岩本英久 : 起業という新しい働き方 : 独立・開業シンポジウム, 厚生労働省広島労働局等主催, 2004年3月14日付中国新聞第36面, (2004年2月, 広島)
- [7] 岩本英久, 大東由喜夫, 宮武洋成(中国ベンダー工業) : ワンアクション固定具(国内優先制度) : 特願2003149415. (平成15年5月)
- [5] 中迫正一, 灘野宏正, 河野正来 : 有限要素法による金型冷却設計 : 呉工業高等専門学校研究報告, 65巻, 31-37, (2003年8月)

- [1] 野村高広：自然対流を伴う水平管内の定常流および脈動流れに関する研究：長岡技術科学大学学位論文，(2003. 3)
- [6] 野村高広，京免 進：Pr = 8に対する自然対流を伴う水平正方形管内脈動流れの流動形態：日本機械学会中国四国支部講演論文集，045-1，141-142，(2004. 3，広島)
- [6] 野村高広，京免 進：Pr = 8に対する自然対流を伴う水平正方形管内脈動流れの摩擦損失と熱伝達：日本機械学会九州支部講演論文集，048-1，285-286，(2004. 3，佐賀)
- [1] 山田祐士：空気圧サーボ系に対する知能化適応制御：フルイドパワーシステム学会論文集，第34巻第1号，1-7，(2003年1月)
- [1] 山田祐士：空気圧サーボ系のマルチレート方式によるニューラルネットワーク併用型適応極配置制御：日本機械学会論文集 C編，69巻679号，639-645，(2003年3月)
- [1] Mitsuru Kitamura (広島大)，Tetsuya Uedera：Optimization of Ship Structure Based on Zooming Finite Element Analysis with Sensitivities：International Journal of Offshore and Polar Engineering, Vol.13 Number 1, 60-65, (MARCH 2003)

## 電気情報工学科

- [1] F. Kuroki, M. Yamaguchi (呉高専専攻科)，Y. Minamitani (新日本無線)，and T. Yoneyama (東北工大)：High Permittivity LSE-NRD Guide and Its Application to New Type of Millimeter Wave Antenna：IEICE Trans. Vol.86-E, No.2, pp.169-175, (February, 2003)
- [1] F. Kuroki, S. Nakamura (呉高専専攻科)，T. Fukuchi (古河電工)，and T. Yoneyama (東北工大)：NRD Guide P-I-N Diode Devices for Automotive Radars at 77GHz：IEICE Trans. Vol.86-E, No.2, pp.199-205, (February, 2003)
- [1] 沢田浩和 (東北工大)，米山務 (〃)，黒木太司：短絡3dBNRD ガイド結合器の広帯域化：電子情報通信学会論文誌，Vol. 86-C, No. 5, pp. 560-561, (2003)
- [1] F. Kuroki, K. Wada (呉高専専攻科)，and T. Yoneyama (東北工大)：Low-loss and Small-sized NRD Guide Ring Resonators and Their Application to Channel Dropping Filter at 60 GHz：IEICE Trans. Vol.86-E, No.8, pp.1601-1606, (August, 2003)
- [1] F. Kuroki, S. Shinke (呉高専専攻科)，E. Suematsu (シャープ)，H. Sato (〃) and T. Yoneyama (東北工大)：Band Widening of NRD Guide Schottky Barrier Diode Devices and Its Application to a Wireless Multi-Channel TV-Signal Distribution System at 60 GHz：IEICE Trans. Vol.86-E, No.12, pp. 2422-2428, (December, 2003)
- [1] 黒木太司，山口倫史 (呉高専専攻科)，杉岡真行 (東芝)，米山務 (東北工大)：ミリ波帯超高速 NRD ガイド回路：電気学会論文誌 C, Vol. 124, No. 2, pp. 308-313, (2004)
- [2] F. Kuroki, M. Yamaguchi (呉高専専攻科)，and T. Yoneyama (東北工大)：Experiment on SDI Video Signal Distribution Using NRD Guide Transceivers at 60GHz：Proceedings of Progress in Electromagnetics



Research Symp., p.169, (January, 2003 in Singapore)

- [2] **F. Kuroki**, S. Shinke (呉高専専攻科), and T. Yoneyama (東北工大) : Numerical Analysis of NRD Guide Beam Lead Diode Mount : Proceedings of Progress in Electromagnetics Research Symp., p.170, (January, 2003 in Singapore)
- [2] **F. Kuroki**, M. Kimura (呉高専本科), K. Yamaoka (〃), and T. Yoneyama (東北工大) : T-Junction Using NRD Guide / Vertical Strip Line Transition at 60GHz : Proceedings of Progress in Electromagnetics Research Symp., p.232, (January, 2003 in Singapore)
- [2] **F. Kuroki**, K. Yamaoka (呉高専本科), M. Yamaguchi (呉高専専攻科), and T. Yoneyama (東北工大) : Mode Coupling Phenomenon in High Permittivity NRD Guide with Asymmetrically Remained Small Air Gap : Proceedings of IEEE MTT-S Microwave Symp., pp.2053-2056, (June, 2003 in Philadelphia)
- [2] **F. Kuroki**, M. Yamaguchi (呉高専専攻科), T. Araki (シャープ), H. Sato (〃), and T. Yoneyama (東北工大) : Giga-bit Class Ultra High Speed Signal Wireless Distribution by Using NRD Guide Technology at 60GHz : Proceedings of IEEE MTT-S Microwave Symp., pp.620-623, (June, 2003 in Philadelphia)
- [2] **F. Kuroki**, H. Shimoi (呉高専専攻科), M. Yamaguchi (〃), Y. Minamitani (新日本無線), and T. Yoneyama (東北工大) : Design and Fabrication of Square Shaped Ceramic Resonator Filter for NRD Guide Integrated Circuit at 60GHz : Proceedings of IEEE MTT-S Microwave Symp., pp.475-478, (June, 2003 in Philadelphia)
- [2] **F. Kuroki**, M. Yamaguchi (呉高専専攻科), K. Yamaoka (呉高専本科), and T. Yoneyama (東北工大) : Video Signal Wireless Distribution using NRD Guide Transmitter and Receiver at 60GHz : Proceedings of IEEE AP-S and URSI Int. Symp., CD-ROM, (July, 2003 in Columbus)
- [2] **F. Kuroki**, M. Kimura (呉高専本科), and T. Yoneyama (東北工大) : Junction Circuit using NRD Guide / Vertical Strip Line Transformer at 60GHz : Proceedings of IEEE AP-S and URSI Int. Symp., CD-ROM, (July, 2003 in Columbus)
- [2] **F. Kuroki** and T. Yoneyama (東北工大) : Surface Wave Array using High-Permittivity LSE-NRD Guide at 35 GHz : Proceedings of IEEE AP-S and URSI Int. Symp., CD-ROM, (July, 2003 in Columbus)
- [2] **F. Kuroki** and T. Yoneyama (東北工大) : Ultra high-speed and wide-band communication systems based on the NRD guide technology at 60GHz : Electronic Proceedings of Multi-Conference on Systemics, Cybernetics and Informatics, CD-ROM (June, 2003 in Orland)
- [2] **F. Kuroki**, T. Itho (呉高専専攻科), M. Yamaguchi (〃), and T. Yoneyama (東北工大) : IEEE1394-Based Millimeter-Wave / Optical Fiber Link by Using NRD Guide Technology at 60GHz : Electronic Proceedings of Multi-Conference on Systemics, Cybernetics and Informatics, CD-ROM (June, 2003 in Orland)
- [2] **F. Kuroki**, H. Shimoi (呉高専専攻科), M. Yamaguchi (〃), and T. Yoneyama (東北工大) : Planar Type Square Shaped Ceramic Resonator Filter for Millimeter-Wave Integrated Circuits : Electronic Proceedings of IEEE Radio and Wireless Conference, CD-ROM (August, 2003 in Boston)
- [2] **F. Kuroki**, M. Kimura (呉高専専攻科), and T. Yoneyama (東北工大) : Fully CAD-Based Design of Mode Transformer between NRD Guide and Vertical Strip Line and Its Applications to Junction Circuits and MMIC

Integration at 60GHz : Proceedings of the 33<sup>rd</sup> European Microwave Conference, pp.555-558, (October, 2003 in Germany)

- [2] F. Kuroki and T. Yoneyama(東北工大) : High- $\epsilon$  LSE-NRD Guide Radiator Array at 35 GHz : Proceedings of IEEE Phased Array Systems and Technology Symposium, pp.553-558, (October, 2003 in Boston)
- [2] F. Kuroki, S. Shinke(呉高専専攻科), and T. Yoneyama(東北工大) : Modeling of NRD Guide Beam-Lead Diode Mount at Millimeter-Wavelength : Proceedings of IEEE International Symposium on Electron Device for Microwave and Optical Wave Applications, pp.229-233, (November, 2003 in Orland)
- [2] F. Kuroki : Low Cost Packaging Technologies for Microwave and Millimeter-wave Applications; Recent Progress in Millimeter-wave Integrated Circuits Based on the NRD Guide Technology (Invited) : Proceedings of Microwave Workshop and Exhibition 2003, pp.219-224, (November, 2003 in Yokohama)
- [2] F. Kuroki, H. Shimoi(呉高専専攻科), and T. Yoneyama(東北工大) : NRD Guide Duplexer Using Band-Pass Filters Loaded Square Shaped Ceramic Resonators at 60GHz : Proceedings of Progress in Electromagnetics Research Symp., CD-ROM, (March, 2004 in Pisa, Italy)
- [2] F. Kuroki, M. Kimura(呉高専専攻科), and T. Yoneyama(東北工大) : Fabrication of NRD Guide Magic-T Based on Mode Transformers at 60GHz : Proceedings of Progress in Electromagnetics Research Symp., CD-ROM, (March, 2004 in Pisa, Italy)
- [2] F. Kuroki, H. Shimoi(呉高専専攻科), K. Yamaoka(〃), and T. Yoneyama(東北工大) : Rectangular Hollow Metal Waveguide Compatible NRD Guide Gunn Oscillator at 60GHz Band : Proceedings of Progress in Electromagnetics Research Symp., CD-ROM, (March, 2004 in Pisa, Italy)
- [6] 黒木太司, 木村実人(呉高専専攻科), 米山務(東北工大) : NRD ガイド-プリント線路変換器とその応用 : 電子情報通信学会マイクロ波研究会, pp. 13-16, (2003年1月, 東京)
- [6] 穴田哲夫(神奈川大), 小林禧夫(埼玉大), 野木茂次(岡山大), 黒木太司, 宮口賢一(三菱電機), 河合正(姫路工大) : 第32回欧州マイクロ波会議出席報告[特別講演] : 電子情報通信学会マイクロ波研究会, pp. 17-26, (2003年1月, 東京)
- [6] 黒木太司, 山口倫史(呉高専専攻科), 米山務(東北工大) : 60GHz 帯 NRD ガイドフロントエンドを用いたギガビット級超高速信号伝送 : 電子情報通信学会総合大会, CD-ROM, (2003年3月, 仙台)
- [6] 黒木太司, 新家暁(呉高専専攻科), 米山務(東北工大) : NRD ガイドビームリードダイオードマウントの最適化 : 電子情報通信学会総合大会, CD-ROM, (2003年3月, 仙台)
- [6] 黒木太司, 木村実人(呉高専本科), 山岡幸一(〃), 米山務(東北工大) : NRD ガイド-垂直ストリップ線路変換器を用いた60GHz 帯分岐回路 : 電子情報通信学会総合大会, CD-ROM, (2003年3月, 仙台)
- [6] 黒木太司, 下井浩(呉高専専攻科), 山口倫史(〃), 米山務(東北工大) : 方形セラミック共振器装荷60GHz 帯 NRD ガイド帯域フィルタの広帯域化 : 電子情報通信学会総合大会, CD-ROM, (2003年3月, 仙台)
- [6] 沢田浩和(東北工大), 米山務(〃), 黒木太司 : 短絡3dBNRD ガイド結合器の広帯域化 : 電子情報通信学会総合大会, CD-ROM, (2003年3月, 仙台)
- [6] 沢田浩和(東北工大), 米山務(〃), 黒木太司 : NRD ガイドベンダ整合器 : 電子情報通信学会マイクロ

波研究会, pp. 65-69, (2003年5月, 東京)

- [6] 黒木太司, 新家暁(呉高専専攻科), 米山務(東北工大) : NRD ガイドビームリードダイオードマウントの数値解析 : 電子情報通信学会マイクロ波研究会, pp. 56-62, (2003年6月, 豊橋 SCS)
- [6] 黒木太司, 山口倫史(呉高専専攻科), 山岡幸一(呉高専本科), 米山務(東北工大) : SDI 信号無線伝送用 NRD ガイド送信機/受信機 : 電子情報通信学会マイクロ波研究会, pp. 63-66, (2003年6月, 豊橋 SCS)
- [6] 黒木太司, 宮前旭(呉高専専攻科), 米山務(東北工大) : 高誘電率 LSE-NRD ガイドアレイアンテナ : 電子情報通信学会マイクロ波研究会, pp. 73-76, (2003年6月, 豊橋 SCS)
- [6] 下井浩(呉高専専攻科), 山口倫史(〃), 黒木太司, 米山務(東北工大) : 60GHz 帯方形セラミック共振器装荷 NRD ガイド帯域フィルタを用いたデュプレクサ : 電子情報通信学会マイクロ波研究会, pp. 149-154, (2003年9月, 東京)
- [6] 宮前旭(呉高専専攻科), 山口倫史(〃), 黒木太司, 我妻壽彦(東北大), 米山務(東北工大) : 開口面一様分布を有する高誘電率 LSE-NRD ガイド給電60GHz 帯折り返し平面アンテナの設計 : 電子情報通信学会マイクロ波研究会, pp. 155-158, (2003年9月, 東京)
- [6] 沢田浩和(東北工大), 米山務(〃), 黒木太司 : 新しいNRD ガイドベンド : 電子情報通信学会ソサイエティ大会, CD-ROM, (2003年9月, 新潟)
- [6] 黒木太司, 木村実人(呉高専専攻科), 清水春雄(呉高専本科), 米山務(東北工大) : 60GHz 帯 NRD ガイドマイクロストリップ線路の試作 : 電子情報通信学会ソサイエティ大会, CD-ROM, (2003年9月, 新潟)
- [6] 黒木太司, 木村実人(呉高専専攻科), 清水春雄(呉高専本科), 米山務(東北工大) : モード変換を用いた60GHz 帯 NRD ガイドマジックT の試作 : 電子情報通信学会ソサイエティ大会, CD-ROM, (2003年9月, 新潟)
- [6] 黒木太司, 新家暁(呉高専専攻科), 山岡幸一(〃), 米山務(東北工大) : ショットキバリヤダイオード装荷 NRD ガイドビームリードダイオードマウントの数値計算 : 電子情報通信学会ソサイエティ大会, CD-ROM, (2003年9月, 新潟)
- [6] 黒木太司, 木村実人(呉高専専攻科), 清水春雄(呉高専本科), 米山務(東北工大) : 60GHz 帯 NRD ガイドマイクロストリップ線路変換器とその応用 : 電子情報通信学会マイクロ波研究会, pp. 21-24, (2003年10月, 山形)
- [6] 黒木太司 : 電磁波の伝送と放射の理論 : 広島県西部工業技術センター主催短期技術者研修セミナー, 電子機器の EMC 対策技術及び EM 技術, (2003年10月, 広島)
- [6] 黒木太司 : 超高速・超広帯域電磁波システムに関する開発研究 : (財)中国技術振興センター主催, 若手研究者・企業経営者のための知的財産活用セミナー, (2003年10月, 広島)
- [6] 沢田浩和(東北工大), 米山務(〃), 黒木太司 : 放射損を抑えた NRD-MSL 変換器の提案 : 電子情報通信学会マイクロ波研究会, pp. 55-58, (2003年11月, 熊本)
- [6] 黒木太司, 木村実人(高専専攻科), 米山務(東北工大) : 垂直ストリップ装荷 NRD ガイドの導波モードの解析と LSE モードサプレッサの設計 : 電子情報通信学会マイクロ波研究会, pp. 13-16, (2004年1月,

東京)

- [6] 黒木太司, 村田浩一(NTT), 上田博民(三菱電機), 中野 洋(富士通カンタム), 真田篤志(山口大), 大野貴信(青学大), 松本好太(〃), 田中啓貴(ATR) : [特別講演] 第33回欧州マイクロ波会議出席報告 : 電子情報通信学会マイクロ波研究会, pp. 17-26, (2004年, 東京)
- [6] 黒木太司, 伊東健(呉高専専攻科), 米山務(東北工大) : FPGAを用いたミリ波レーダ用測距回路の検討 : 電子情報通信学会総合大会, CD-ROM, (2004年3月, 東京)
- [6] 黒木太司, 木村実人(呉高専専攻科), 米山務(東北工大) : 垂直ストリップ装荷 NRD ガイドの導波モードの解析と LSE モードサプレッサの設計 : 電子情報通信学会総合大会, CD-ROM, (2004年3月, 東京)
- [6] 黒木太司, 下井浩(呉高専専攻科), 米山務(東北工大) : 60GHz 帯方形セラミック共振器装荷 NRD ガイド B.P.F を用いたデュプレクサ : 電子情報通信学会総合大会, CD-ROM, (2004年3月, 東京)
- [6] 黒木太司, 下井浩(呉高専専攻科), 山岡幸一(〃), 米山務(東北工大) : 60GHz 帯導波管直結 NRD ガイドガン発振器の試作 : 電子情報通信学会総合大会, CD-ROM, (2004年3月, 東京)
- [6] 黒木太司, 下井浩(呉高専専攻科), 山岡幸一(〃), 米山務(東北工大) : 60GHz 帯 NRD ガイドー方形導波管変換器の試作 : 電子情報通信学会総合大会, (2004年3月, 東京)
- [6] 沢田浩和(東北工大), 米山務(〃), 黒木太司 : 放射損を抑制した NRD-MSL 変換器 : 電子情報通信学会総合大会, CD-ROM, (2004年3月, 東京)
- [7] 沢田浩和(東北工大), 米山務(〃), 黒木太司 : 広帯域 NRD ガイド結合器 : 特願2003-1155706, (2003年4月)
- [7] 米山務(東北工大), 黒木太司, 沢田浩和(東北工大) : NRD ガイド変換器 : 特願2003-139558, (2003年5月)
- [5] 山崎勉 : 小型中空陰極を用いた空気グロー放電の放電開始電圧と放電維持電圧 : 呉工業高等専門学校研究報告, 第65号, pp. 39-44, (平成15年8月)
- [6] 山崎勉 : 小型ホロー陰極内の電子温度の測定 : 日本物理学会 2003 秋季大会予稿集, 22pYB-13, (2003年9月, 岡山)
- [6] 山崎勉 : 空気負グロープラズマの電子温度測定 : 平成15年度電気・情報関連学会中国支部連合大会論文, pp. 27, (2003年10月, 広島)
- [1] 船曳繁之(島根大), 田中俊彦(〃), 藤井敏則 : 遺伝的アルゴリズムを用いた電力平準化システムの最適化 : 電気学会論文誌D, 第123巻 (第12号), 1530-1536頁, (平成15年12月)
- [1] 藤井敏則, 野村利英 : 時間割の自動配置システムの開発 : 平成14年度高専教育講演論文集, 第26巻, 639-644頁, (平成15年3月)
- [1] 藤井敏則, 横沼実雄, 坂井貴彦, 池元浩一郎 : ロボット制御の基礎が学べるマイコン実験装置の開発 : 平成15年度高専教育講演論文集, 第27巻, 393-398頁, (平成16年3月)
- [6] 畠山裕之(呉高専専攻科), 藤井敏則, 船曳繁之(島根大) : SA による大規模立体自動倉庫の最適配置 :

平成15年度電気・情報関連学会中国支部連合大会, 530頁, (平成15年10月, 広島)

- [6] 森隆寛(呉高専専攻科), 藤井敏則, 舩曳繁之(島根大) : 人工網膜センサカメラによる自律移動ロボットのファジィ制御 : 平成15年度電気・情報関連学会中国支部連合大会, 529頁, (平成15年10月, 広島)
- [2] **Yoshio Yokose**, Teruyuki Izumi (島根大) : Application of Genetic Algorithms for Minimizing the Consumption Energy of a Manipulator : Proc. of the 8th Int. Symp. on Artificial Life and Robotics, Vol. 1, p.50-53, (January 24-26, 2003, Oita JAPAN)
- [2] **Yoshio Yokose**, Teruyuki Izumi(島根大) : Minimization of the Consumption Energy of a Manipulator Using the Genetic Algorithm for Obtaining Fourier Coefficients of the Approximation Functions : Proc. of the 9th Int. Symp. on Artificial Life and Robotics, Vol. 1, p.259-262, (January 28-30, 2004, Oita JAPAN)
- [1] **大西義浩**, 山本透 (広島大), 大松繁(大阪府大) : 極配置法に基づいたセルフチューニング PID 制御系の一設計 : 電気学会論文誌, Vol. 123-C, No. 5, pp. 962-969, (2003)
- [2] **Y. OHNISHI** and **T. YAMAMOTO** (広島大) : A Design of Nonlinear PID Controllers with a Neural-Net Based System Estimator : The 29th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, pp.1938-1943, (Nov., 2003)
- [5] 山本透 (広島大), **大西義浩**, 川田和男 (高松高専) : 技術教育としてのレスキューロボットコンテストに関する一考察 : 学校教育実践学研究, 第9巻, pp. 147-152, (2003)
- [6] **大西義浩**, 山本透 (広島大) : ニューロ推定器を用いた非線形 PID 制御系の設計とその応用 : 第3回適応学習制御シンポジウム資料, 計測自動制御学会, pp. 63-66, (2003. 1, 東京)
- [6] 江田勝大 (双葉工業), **大西義浩**, 平田雅也 (呉高専専攻科), 山本透 (広島大) : 最小2乗法を用いた非線形 PID 制御系の一設計 : 第3回制御部門大会資料, 計測自動制御学会, pp. 717-720, (2003. 5, 神戸)
- [6] **大西義浩** : パラメータ補償型ニューラルネットワークを用いた非線形PID制御系の設計 : 平成15年度電気学会, 電子・情報・システム部門大会講演論文集, pp. 396-400, (2003. 8, 秋田)
- [6] 伊東直人(呉高専専攻科), **大西義浩** : 内部モデル原理を用いた状態空間セルフチューニング制御系の一設計 : 電気・情報関連学会中国支部第49回連合大会講演論文集, pp. 243-244, (2003. 10, 広島)
- [6] 平田雅也 (呉高専専攻科), **大西義浩** : 非干渉化補償器を用いた多変数セルフチューニング制御系の一設計 : 電気・情報関連学会中国支部第49回連合大会講演論文集, pp. 245-246, (2003. 10, 広島)
- [6] **大西義浩**, 山本透 (広島大), 伊東宏 (日本製鋼所), 焼本数利 (〃) : 射出成型機のオートチューニング PID 制御 : 第46回自動制御連合講演会講演論文集, pp. 561-564, (2003. 11, 岡山)
- [6] 平田雅也 (呉高専専攻科), **大西義浩**, 山本透 (広島大) : 局所モデル同定に基づいた非線形 PID 制御系の一設計 : 第12回計測自動制御学会中国支部学術講演会論文集, pp. 202-203, (2003. 11, 岡山)
- [6] **大西義浩**, 山本透 (広島大) : RBF ネットワークを用いた非線形 PID 制御系の一設計 : 第4回適応学習制御シンポジウム資料, 計測自動制御学会, pp. 63-66, (2004. 1, 東京)

- [1] H. INOUE and H. NARIHISA (岡山理大) : Efficient Pruning Method for Ensemble Self-Generating Neural Networks : Journal of Systemics, Cybernetics and Informatics (ISSN : 1690-4524), Vol. 1 (No. 6), pp.72-77, (平成15年)
- [1] H. INOUE and H. NARIHISA (岡山理大) : Efficiency of Self-Generating Neural Networks Applied to Pattern Recognition : Mathematical and Computer Modelling, Vol. 38 (No. 11-13), pp.1225-1232, (平成15年)
- [2] H. INOUE and H. NARIHISA (岡山理大) : Improving Performance of a Multiple Classifier System Using Self-Generating Neural Networks : Proc. 4th International Workshop on Multiple Classifier Systems, pp.256-265, (平成15年6月, キルフォード)
- [2] H. INOUE and H. NARIHISA (岡山理大) : Effective Pruning Method for a Multiple Classifier System Based on Self-Generating Neural Networks : Proc. Joint 13th International Conference on Artificial Neural Networks and 10th International Conference on Neural Information Processing, pp.11-18, (平成15年6月, イスタンブール)
- [2] H. INOUE and H. NARIHISA (岡山理大) : Efficient Pruning Method for Ensemble Self-Generating Neural Networks : Proc. International Conference on Computer, Communication and Control Technologies, Vol.1, pp.58-63, (平成15年8月, オランダ)
- [2] H. INOUE and H. NARIHISA (岡山理大) : SONG: Self-Organizing Neural Grove : Proc. 3rd International Workshop on Self-Organizing Maps, pp.533-534, (平成15年9月, 北九州市)
- [6] 井上浩孝, 成久洋之 (岡山理大) : アンサンブル自己生成ニューラルネットワークのオンライン枝刈り法 : 電気・情報関連学会中国支部連合大会, (平成15年10月, 広島)
- [1] 三島智和 : 部分陰特性を有する太陽電池アレイの出力制御に関する研究 : 徳島大学博士学位論文, 甲工第294号, (平成16年3月)
- [2] T. MISHIMA, T. OHNISHI (徳島大) : Experimental Evaluation of the EDLC-based Power Compensator for a Partially Shaded PV Array : Proceeding of 2003 Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, IEEE-IECON03, pp.1308-1313, (Nov. 2003, Roanoke in USA)
- [2] T. MISHIMA, T. OHNISHI (徳島大) : A Power Compensation Strategy Based on Electric Double Layer Capacitors for a Partially Shaded PV Array : Proceeding of The Fifth IEEE International Conference on Power Electronics and Drive Systems, IEEE-PEDS03, pp.858-863, (Nov. 2003, Singapore)
- [6] 三島智和, 大西徳生 (徳島大) : EDLC による太陽電池部分陰補償システムの模擬実験特性 : 電気学会半導体電力変換研究会資料 SPC-03-10, pp. 57-62, (2003年1月, 京都)
- [6] 三島智和, 大西徳生 (徳島大) : EDLC による太陽電池部分陰補償システムの制御効果 : 平成14年度電気学会全国大会講演論文集, Vol. 4, pp. 20-21, (2003年3月, 仙台)
- [6] 三島智和 : 多段式 DC-DC コンバータによる直列太陽電池モジュールの出力制御 : 平成15年度電気学会全国大会講演論文集, Vol. 4, pp. 139, (2004年3月, 神奈川)

## 環境都市工学科

- 
- [1] **Moriwaki, T. and Umehara, K.** (鳥取県) : Method for determining the coefficient of permeability of clays, *Geotechnical Testing Journal* : ASTM, Vol.26, No.1, pp.47-56, (2003)
- [1] 任垠相(広島大), **森脇武夫**, 弥勒昌史(広島大) : 遠心模型実験に基づく粘土地盤中の抗土圧構造物に作用する側方土圧の簡易予測法 : 地盤工学会誌, 第51巻, 第4号, pp. 11-13, (2003)
- [1] **THI HA**(広島大), 佐々木康(〃), **森脇武夫**, 加納誠二(広島大) : 自然まさ土斜面における土中水分およびサクシヨンの現地観測 : 地盤工学会誌, 第51巻, 第11号, pp. 38-40, (2003)
- [1] **THI HA**(広島大), 佐々木康(〃), **森脇武夫**, 加納誠二(広島大) : 豪雨時の斜面崩壊危険度予測を目的とした土中水分およびサクシヨンの現地観測 : 豪雨時の斜面崩壊のメカニズムおよび危険度予測に関するシンポジウム論文集, 地盤工学会, pp. 13-22, (2003)
- [2] **Moriwaki, T., Beak, W. J.** (広島大) and **Kikuchi, Y.** (JR 四国) : Three-dimensional consolidation of clay ground improved by vertical drain : *Proc. of the 3rd International Symposium on Deformation Characteristics of Geomaterials*, pp.863-871, (2003, Lyon)
- [2] **Moriwaki, T. and Beak, W. J.** (広島大) : The applicability of the elasto-viscous model in predicting three-dimensional consolidation of clay ground improved by the vertical drain method : *Proc. of the 2nd International Conference on Civil and Environmental Engineering*, pp.253-258, (2003, Higashi-Hiroshima)
- [4] 梅村順(日本大), **森脇武夫**, 杉井俊夫(中部大) : 近年における豪雨斜面災害の特徴 (その2), 講座「豪雨時における斜面崩壊のメカニズムと危険度予測」 : 土と基礎, Vol. 51, No. 6, pp. 53-58, (2003)
- [4] **森脇武夫**, 寺田秀樹(国土交通省), 谷茂(農業工学研究所), 天野浄行(日本道路公団) : 豪雨時における斜面崩壊危険度予測 (その1), 講座「豪雨時における斜面崩壊のメカニズムと危険度予測」 : 土と基礎, Vol. 51, No. 12, pp. 92-97, (2003)
- [4] **森脇武夫**, 向井雅司(復建調査設計) : 瀬戸内の軟弱地盤 : 基礎工, Vol. 31, No. 10, pp. 52-54, (2003)
- [4] **森脇武夫** : 新しい雨量指標, 豪雨時の斜面崩壊のメカニズムおよび危険度予測に関する研究報告書 : 地盤工学会, pp. 32-42, (2003)
- [4] **森脇武夫** : 弾粘性圧密理論を用いた圧密沈下予測 : 地盤工学会, 圧密沈下予測の新しい考え方と手法講習会, pp. 97-116, (2003)
- [4] **森脇武夫**, 榎明潔(鳥取大) : 降雨によるまさ土斜面の被害事例と崩壊機構 : まさ土地帯の風化及び降雨浸透特性と斜面崩壊に関する研究報告書, 地盤工学会中国支部, pp. 1-30, (2003)
- [4] **森脇武夫** : 高温環境に曝される粘性土地盤の挙動究明に関する研究 : 平成14年度～平成15年度科学研究費補助金 (基盤研究(C) (2)) 研究成果報告書, pp. 1-111, (2004)

- [6] 森脇武夫, 白元珍 (広島大), 平井修 (〃) : 弾粘性圧密理論によるバーチカルドレーン打設地盤の圧密解析 : 第38回地盤工学研究発表会発表講演集, pp. 941-942, (2003, 秋田市)
- [6] 平尾隆行 (中電技術コンサルタント), 下所諭 (国土環境), 福原和顕 (中電技術コンサルタント), 蔦川徹 (〃), 森脇武夫, 小松登志子 (埼玉大) : 海面管理型廃棄物処分場の底面遮水工に及ぼす基礎杭打設の影響 : 第38回地盤工学研究発表会発表講演集, pp. 1213-1214, (2003, 秋田市)
- [6] 森脇武夫, 弥勒昌史 (広島大), 宇根川祐一 (〃) : 粘土基礎地盤中の剛体構造物に作用する側方土圧の及ぼす盛土形状の影響 : 第38回地盤工学研究発表会発表講演集, pp. 1637-1638, (2003, 秋田市)
- [6] 加納誠二 (広島大), 佐々木康 (〃), 西本大介 (〃), 森脇武夫, 海堀正博 (広島大) : 無降雨期間を考慮した降雨データベースの構築に関する検討 : 土木学会第58回年次学術講演会講演概要集, CD-ROM, 3-204, pp. 407-408, (2003, 徳島市)
- [6] 森脇武夫, 弥勒昌史 (広島大), 宇根川祐一 (〃) : 粘土地盤中の抗土圧構造物に作用する側方土圧に関する研究 : 土木学会第58回年次学術講演会講演概要集, CD-ROM, 3-363, pp. 725-726, (2003, 徳島市)
- [6] 下所諭 (国土環境), 小松登志子 (埼玉大), 福原和顕 (中電技術コンサルタント), 蔦川徹 (〃), 森脇武夫 : 海面型最終処分場の粘土ライナーにおける化学物質の拡散移動 : 土木学会第58回年次学術講演会講演概要集, CD-ROM, 7-156, pp. 309-310, (2003, 徳島市)
- [6] 蔦川徹 (中電技術コンサルタント), 福原和顕 (〃), 平尾隆行 (〃), 下所諭 (国土環境), 森脇武夫, 小松登志子 (埼玉大) : 管理型処分場の底面遮水工における汚染物質の拡散防止効果に関する研究 : 第14回廃棄物学会研究発表会講演論文集, Vol. 2, pp. 1102-1104, (2003, つくば市)
- [6] 森脇武夫, 舩田智江 (日本植生), 松本賢弥 (広島大) : 粘土の強度・変形特性に及ぼす高温履歴の影響 : 土木学会中国支部第55回研究発表会発表概要集, pp. 291-292, (2003, 福山市)
- [6] 森脇武夫, 弥勒昌史 (広島大), 宇根川祐一 (〃) : 粘土地盤中の抗土圧構造物に作用する側方土圧に関する研究 : 土木学会中国支部第55回研究発表会発表概要集, pp. 303-304, (2003, 福山市)
- [6] 森脇武夫, Yosep Erwin, S. (広島大), 繁富宣和 (〃) : 貫通と不貫通 SCP による組合せ改良地盤の圧密沈下挙動 : 土木学会中国支部第55回研究発表会発表概要集, pp. 307-308, (2003, 福山市)
- [6] 森脇武夫, 白元珍 (広島大), 平井修 (〃) : バーチカルドレーン打設地盤内部の三次元圧密挙動 : 土木学会中国支部第55回研究発表会発表概要集, pp. 309-310, (2003, 福山市)
- [7] 森脇武夫, 福原和顕 (中電技術コンサルタント), 平尾隆行 (〃) : 多重被膜材から成る杭の打設方法及びその杭構造 : 特願2003-377725, (2003)
- [7] 森脇武夫, 福原和顕 (中電技術コンサルタント), 平尾隆行 (〃) : 被膜材を形成した杭の打設方法及びその杭構造 : 特願2003-378152, (2003)
- [1] 島袋淳 (徳山高専), 橋本堅一, 鱸洋一 (五大開発㈱), 矢富盟祥 (金沢大) : 種々の弾性係数比をもつ等方弾性体中の界面き裂の進展特性 : 材料, Vol. 52, No. 9, pp. 1129-1134, (2003)
- [1] 島袋淳 (徳山高専), 橋本堅一, 鱸洋一 (五大開発㈱), 矢富盟祥 (金沢大) : 最大エネルギー解放率クライテリアを用いた圧縮荷重下にある界面き裂の進展挙動 : 応用力学論文集, Vol. 6, pp. 505-512, (2003)



- [5] Ken-ich HASHIMOTO : Consideration on Evaluation of Fracture Toughness and Testing Methods : Research Reports of The Tokuyama College of Technology, No.27, pp.17-22, (2003)
- [1] 市坪 誠, 山田宏 (呉高専専攻科), 堀口至, 竹村和夫 : トンネル内部のコンクリートの汚れに関する研究 : コンクリート工学年次論文報告集, 第25巻第1号, pp.1829-1834, (2003.6)
- [2] M. Ichitsubo, H. Yamada (呉高専専攻科), H. Maruoka (〃), S. Ishihara (広島国際大), K. Ishihara (〃), T. Nishino (〃) and M. Nagamachi (〃) : A Study on The Visual Evaluation of Changes in Bridge Structure : Proceedings of the IEA 2003, The Ergonomics Society of Korea, Vol.3, pp.523-526, (2003.8, ソウル)
- [2] M. Ichitsubo, T. Yamaguchi, I. Horiguchi and K. Takemura : The Recycle of Inorganic Materials for Environmental Impact Reduction : The 1st International Symposium Green Energy Revolution Proceedings, pp.133, (2004.1, 長岡)
- [4] 市坪 誠 : ボールパーク ヤフーBBスタジアム : 土木学会誌, Vol.88, No.11, pp.64-65, (2003.11)
- [4] 谷平 考 (ノナ計画設計), 亀岡 健 (竹中工務店), 市坪 誠 : 見せる空間づくり : 土木学会誌, Vol.88, No.12, pp.50-51, (2003.12)
- [4] 谷平 考 (ノナ計画設計), 亀岡 健 (竹中工務店), 市坪 誠 : 見て魅せる空間づくり : 土木学会誌, Vol.89, No.1, pp.66-67, (2004.1)
- [4] 市坪 誠 : 教育界からの展望 : コンクリート工学, Vol.42, No.1, pp.44-47, (2004.1)
- [4] 市坪 誠 : 百年ダムの再生 : 土木学会誌, Vol.89, No.2, pp.49-52, (2004.2)
- [4] 市坪 誠, 斉藤文彦 (電源開発), 沢野嘉延 (中央復建) : さよなら親土木入門 : 土木学会誌, Vol.89, No.2, pp.72-73, (2004.2)
- [6] 市坪 誠, 長町三生 (広島国際大), 今田寛典 (呉大), 山口隆司, 丸岡弘晃 (呉高専専攻科) : 河川空間における満足度評価に関する一考察 : 第55回土木学会中国支部研究発表会発表概要集, pp.347-348, (2003.5)
- [6] 掛 園恵 (日本ミクニヤ), 大森誠紀 (〃), 徳岡誠人 (〃), 田中秀宜 (〃), 山口隆司, 市坪 誠, 今田寛典 (呉大), 長町三生 (広島国際大) : 瀬戸内沿岸域の環境評価に関する一考察 : 第55回土木学会中国支部研究発表会発表概要集, pp.375-376, (2003.5)
- [6] 市坪 誠, 竹村和夫, 堀口 至, 山口隆司, 丸岡弘晃 (呉高専専攻科), 山田 宏 (〃) : トンネル内の汚れ実態に関する基礎的研究 : 第55回土木学会中国支部研究発表会発表概要集, pp.533-534, (2003.5)
- [6] 市坪 誠, 長町三生 (広島国際大), 白木 渡 (香川大), 今田寛典 (呉大), 丸岡弘晃 (呉高専専攻科) : 河川と親しむ活動の実態評価について—中国地方の河川— : 土木学会年次学術講演会講演概要集 第4部門, pp.467-468, (2003.9)
- [6] 市坪 誠, 山田 宏 (呉高専専攻科), 上尾ゆかり (呉高専本科) : 近代土木遺産「本庄水源地」の設置経緯に関する研究 : 土木学会年次学術講演会講演概要集 第4部門, pp.659-660, (2003.9)
- [1] 山崎慎一 (高知高専), 山口隆司, 荒木信夫 (長岡高専), 原田秀樹 (長岡技科大) : UASB-接触酸化下

水処理システムによる有機物と窒素の同時除去特性：土木学会論文集，第Ⅶ部門，135-142，(2003)

- [1] N. ARAKI(長岡高専), T. YAMAGUCHI, S. YAMAZAKI(高知高専), H. HARADA(長岡技科大) : Quantification of amoA gene abundance and their mRNA levels in activated sludge by Real-Time PCR : Proceedings of IWA Asia-Pacific Regional Conference, ASIAN WATERQUAL 2003, Oral presentation (accepted) CD-ROM, Session B : 1Q2B05, (2003.10, バンコク)
- [1] 押木守(長岡高専専攻科), 荒木信夫(長岡高専), 山口隆司, 山崎慎一(高知高専), 原田秀樹(長岡技科大) : amoA mRNA の発現量に基づいた in-situ におけるアンモニア酸化活性の評価 : 環境工学研究論文集, 40, pp. 63-70, (2003)
- [1] 角野晴彦(広島産科研), 山口隆司, 谷川大輔(呉高専専攻科), 岡崎優子(熊本大学生), 荒木信夫(長岡高専), 川上周司(長岡高専専攻科), 山崎慎一(高知高専), 原田秀樹(長岡技科大) : 前段 UASB と後段好気槽を組み合わせたシステムの硫黄酸化還元サイクルを利用した下水処理 : 環境工学研究論文集, 40, pp. 431-440, (2003)
- [1] 荒木信夫(長岡高専), 井口晃徳(長岡技科大学生), 山口隆司, 山崎慎一(高知高専), 原田秀樹(長岡技科大) : T-PCR 法を用いた硝化汚泥中の amoA 遺伝子の転写量に関する研究 : 水環境学会誌, 26(9), pp. 595-600, (2003)
- [1] 角野晴彦(広島産科研), 山口隆司, 長野晃弘(三機工業), 荒木信夫(長岡高専), 山崎慎一(高知高専), 原田秀樹(長岡技科大) : UASB と好気槽による硫黄サイクル活性型の低温低濃度廃水処理 : 用水と廃水, 46(2), pp. 156-162, (2004. 2)
- [2] T. YAMAGUCHI, H. SUMINO(広島産科研), D. TANIKAWA(呉高専専攻科), Y. OKAZAKI(熊本大学生), N. ARAKI(長岡高専), S. YAMAZAKI(高知高専), H. HARADA(長岡技科大) : Ecological Significance of Sulfate-Reducing Bacteria and Sulfur-Oxidizing Bacteria in Sulfur Redox Reactors System Treating Domestic wastewater : Proceedings of IWA Asia-Pacific Regional Conference WATERQUAL, pp.80, (2003.10)
- [2] H. SUMINO(広島産科研), T. YAMAGUCHI, A. NAGANO(三機工業), S. YAMAZAKI(高知高専), H. HARADA(長岡技科大) : TREATMENT OF LOW STRENGTH WASTEWATER BY ACTIVATED SULFUR-REDOX ACTION AT LOW TEMPERATURES : Proceeding of the 21st Century's COE First Symposium on Global Renaissance by Green Energy Revolution, pp.124, (2004.1, Nagaoka)
- [2] T. YAMAGUCHI, M. ICHITSUBO, K. SYUTSUBO(国立環境研), A. MIYA(荏原総合研), Y. NAGAYA(〃), N. ARAKI(長岡高専), H. SUMINO(広島産科研), H. HARADA(長岡技科大) : Acid formation in thermophilic anaerobic condition : Proceeding of the 21st Century's COE First Symposium on Global Renaissance by Green Energy Revolution, pp.125, (2004.1, Nagaoka)
- [2] S. YAMAZAKI(高知高専), T. YAMAGUCHI, N. ARAKI(長岡高専), H. SUMINO(広島産科研), H. HARADA(長岡技科大) : SIMULTANEOUS REMOVAL OF ORGANIC AND NITROGEN BY A COMBINED SYSTEM OF UASB REACTOR AND AEROBIC BIOFILM REACTOR : Proceeding of the 21st Century's COE First Symposium on Global Renaissance by Green Energy Revolution, pp.135, (2004.1, Nagaoka)
- [2] N. ARAKI(長岡高専), T. TAGAWA(神鋼パンテック), T. YAMAGUCHI, H. HARADA(長岡技科大) : Quantification of Methanosaeta thermophila During a Start-up Period of Thermophilic Upflow Anaerobic

Sludge Blanket Reactor by Real-time PCR : Proceeding of the 21st Century's COE First Symposium on Global Renaissance by Green Energy Revolution, pp.128, (2004.1, Nagaoka)

- [2] M. OSHIKI(長岡高専専攻科), N. ARAKI(長岡高専), T. YAMAGUCHI, S. YAMAZAKI(高知高専) : Relationship between amoA mRNA Level and Ammonia Oxidizing Activity in Nitrification Processes : Proceeding of the 21st Century's COE First Symposium on Global Renaissance by Green Energy Revolution, pp.129, (2004.1, Nagaoka)
- [2] Y. TSUKAMOTO(長岡高専専攻科), N. ARAKI(長岡高専), A. NAGANO(三機工業), T. YAMAGUCHI, S. YAMAZAKI(高知高専) : Quantification of Nitrite Reductase (nirS) Gene Abundance in Nitrogen Removal Fluidized Bed Reactor Treating Municipal Sewage : Proceeding of the 21st Century's COE First Symposium on Global Renaissance by Green Energy Revolution, pp.130, (2004.1, Nagaoka)
- [2] K. ABE(長岡高専専攻科), N. ARAKI(長岡高専), H. SUMINO(広島産科研), T. YAMAGUCHI, S. YAMAZAKI(高知高専) : Diversity of Sulfate-Reducing Bacteria Based on Adenosine-5'-phosphosulfate (APS) Reductase Gene in the UASB Treating Low Sewage : Proceeding of the 21st Century's COE First Symposium on Global Renaissance by Green Energy Revolution, p.131, (2004.1, Nagaoka)
- [2] S. KAWAKAMI(長岡高専専攻科), N. ARAKI(長岡高専), H. SUMINO(広島産科研), T. YAMAGUCHI, S. YAMAZAKI(高知高専) : Quantification of Sulfur Oxidizing Bacteria in the Sewage Treatment Process Enhancing a Sulfur Redox Cycle Action : Proceeding of the 21st Century's COE First Symposium on Global Renaissance by Green Energy Revolution, pp.132, (2004.1, Nagaoka)
- [6] 川上周司(長岡高専専攻科), 塚本雄介(〃), 荒木信夫(長岡高専), 山口隆司, 山崎慎一(高知高専), 原田秀樹(長岡技科大) : 硫黄の酸化還元サイクル機能を活性化した新規下水処理システム内の微生物層解析 (1. 好気槽における硫黄酸化細菌相) : 第37回日本水環境学会年会講演集, pp. 50, (2003. 3, 熊本)
- [6] 阿部憲一(長岡高専専攻科), 塚本雄介(〃), 荒木信夫(長岡高専), 山口隆司, 山崎慎一(高知高専), 原田秀樹(長岡技科大) : 硫黄の酸化還元サイクル機能を活性化した新規下水処理システム内の微生物層解析 (2. 嫌気槽における硫黄還元細菌相) : 第37回日本水環境学会年会講演集, pp. 51, (2003. 3, 熊本)
- [6] 谷川大輔(呉高専本科), 岡野弘典(〃), 山口隆司, 山崎慎一(高知高専), 荒木信夫(長岡高専), 原田秀樹(長岡技科大) : 嫌気・好気反応槽を融合した新規下水処理バイオリアクターの微生物生態評価 : 第37回日本水環境学会年会講演集, pp. 173, (2003. 3, 熊本)
- [6] 岡崎優子(呉高専本科), 山口隆司, 文後佳久(呉高専本科), 山崎慎一(高知高専), 荒木信夫(長岡高専), 原田秀樹(長岡技科大) : 上向流嫌気性反応槽と好気性流動床を融合したバイオリアクターによる下水処理特性評価 : 第37回日本水環境学会年会講演集, pp. 174, (2003. 3, 熊本)
- [6] 押木守(長岡高専専攻科), 竹林賢(豊橋技科大院生), 荒木信夫(長岡高専), 山口隆司, 山崎慎一(高知高専) : アンモニア酸化細菌の amoA mRNA ダイナミクスに関する研究 : 第37回日本水環境学会年会講演集, pp. 430, (2003. 3, 熊本)
- [6] 山浦修一(長岡高専本科), 今井達也(〃), 荒木信夫(長岡高専), 山口隆司, 原田秀樹(長岡技科大) : Real Time PCR 法を用いた高温種 Methanosaeta 属細菌の定量 : 第37回日本水環境学会年会講演集, pp. 432, (2003. 3, 熊本)
- [6] 谷川大輔(呉高専専攻科), 山口隆司, 市坪誠, 荒木信夫(長岡高専), 山崎慎一(高知高専), 原田秀樹(長岡技科大)

- 岡技科大)：嫌気・好気生物反応槽を融合した新規下水処理システムの微生物生態評価：平成15年度土木学会中国支部研究発表会講演概要集，pp. 613-614，(2003. 5，福山市)
- [6] 岡野弘典(長岡技科大学学生)，山口隆司，市坪誠，荒木信夫(長岡高専)，山崎慎一(高知高専)，原田秀樹(長岡技科大)：高温嫌気性微生物の酸発酵特性に関する研究：平成15年度土木学会中国支部研究発表会講演概要集，pp. 615-616，(2003. 5，福山市)
- [6] 文後佳久(呉高専専攻科)，山口隆司，市坪誠，荒木信夫(長岡高専)，山崎慎一(高知高専)，原田秀樹(長岡技科大)：上向流嫌気性反応槽とスポンジリアクターによる不凍液廃水処理：平成15年度土木学会中国支部研究発表会講演概要集，pp. 619-620，(2003. 5，福山市)
- [6] 岡崎優子(熊本大学生)，山口隆司，市坪誠，荒木信夫(長岡高専)，山崎慎一(高知高専)，原田秀樹(長岡技科大)：上向流嫌気性反応槽と好気性流動床を融合したバイオリアクターによる下水処理：平成15年度土木学会中国支部研究発表会講演概要集，pp. 621-622，(2003. 5，福山市)
- [6] 中野芙季(高知高専本科)，山崎慎一(高知高専)，多賀谷宏三(〃)，山口隆司：ろ紙吸光法を用いた高知市江の口川の水質評価：第9回土木学会四国支部技術研究発表会講演概要集，p. 371-372，(2003. 5)
- [6] 篠原鉄治(高知高専本科)，山崎慎一(高知高専)，多賀谷宏三(〃)，山口隆司：ろ紙吸光法を用いた水質調査に関する研究：第9回土木学会四国支部技術研究発表会講演概要集，p. 369-370，(2003. 5)
- [6] 久米可菜子(高知高専本科)，山崎和範(〃)，山崎慎一(高知高専)，山口隆司：浦戸湾流域における排出負荷と将来水質の予測：第9回土木学会四国支部技術研究発表会講演概要集，p. 367-368，(2003. 5)
- [6] 山崎和範(高知高専本科)，久米可菜子(〃)，山崎慎一(高知高専)，山口隆司：四万十川流域における排出負荷と将来水質の予測：第9回土木学会四国支部技術研究発表会講演概要集，p. 365-366，(2003. 5)
- [6] 久米可菜子(高知高専本科)，山崎和範(〃)，山崎慎一(高知高専)，山口隆司：四万十川流域におけるBOD，窒素，リンの排出負荷：3回四万十・流域圏学会学術研究発表会概要集，p. 33-34，(2003. 5)
- [6] 谷川大輔(呉高専専攻科)，山口隆司，山崎慎一(高知高専)，荒木信夫(長岡高専)，原田秀樹(長岡技科大)：嫌気性処理を主体とした新規下水処理バイオリアクターの微生物生態評価：土木学会第57回年次学術講演会講演概要集Ⅶ部門，CD-ROM，DISC2，Ⅶ-306，pp. 607-608，(2003. 9，徳島)
- [6] 荒木信夫(長岡高専)，押木守(長岡高専専攻科)，山口隆司，山崎慎一(高知高専)：活性汚泥内におけるアンモニア酸化細菌の amoA mRNA 転写量とアンモニア酸化速度の関係：第19回日本微生物生態学会講演要旨集，pp. 102，(2003. 10，大阪)
- [6] 米樹宏(長岡高専本科)，塚本雄介(長岡高専専攻科)，荒木信夫(長岡高専)，竹林賢(豊橋技科大院生)，山口隆司，山崎慎一(高知高専)：環境因子の変動による活性汚泥内の脱窒素細菌の亜硝酸還元酵素遺伝子 nirS mRNA 転写特性：第40回環境工学研究フォーラム講演集，pp. 67-69，(2003. 11，和歌山)
- [6] 文後佳久(呉高専専攻科)，谷川大輔(〃)，山口隆司，荒木信夫(長岡高専)，山崎慎一(高知高専)，原田秀樹(長岡技科大)，長野晃弘(三機工業)：上向流嫌気性反応器-スポンジリアクターによる低温廃水処理特性：第40回環境工学研究フォーラム講演集，pp. 76-78，(2003. 11，和歌山)
- [6] 霜崎敏(コトブキ技研工業)，角野晴彦(広島産科研)，長野晃弘(三機工業)，山口隆司：パイロットスケールUASBと好気性処理による下水処理の実証テスト1：第38回日本水環境学会年会講演集，pp. 354，(2004. 3，札幌)

- [6] 角野晴彦(広島産科研), **山口隆司**, 荒木信夫(長岡高専), 山崎慎一(高知高専) : パイロットスケール UASB と好気性処理による下水処理の実証テスト 2 : 第38回日本水環境学会年会講演集, pp. 355, (2004. 3, 札幌)
- [6] 谷川大輔(呉高専専攻科), **山口隆司**, 珠坪一晃(国立環境研), 宮晶子(荏原総合研), 原田秀樹(長岡技科大) : 高温メタン発酵における中間代謝物の生成・分解特性の評価 : 第38回日本水環境学会年会講演集, pp. 188, (2004. 3, 札幌)
- [6] 文後佳久(呉高専専攻科), **山口隆司**, 荒木信夫(長岡高専), 山崎慎一(高知高専), 原田秀樹(長岡技科大) : 上向流嫌気性反応槽および散水ろ床を組み合わせたシステムによる低温排水処理に関する研究 : 第38回日本水環境学会年会講演集, pp. 253, (2004. 3, 札幌)
- [6] 阿部憲一(長岡高専専攻科), 荒木信夫(長岡高専), **山口隆司**, 山崎慎一(高知高専), 角野晴彦(広島産科研) : 硫酸還元機能遺伝子を用いたリアクター内の硫酸還元菌相解析 : 第38回日本水環境学会年会講演集, pp. 240, (2004. 3, 札幌)
- [6] 高橋康晴(長岡高専本科), 荒木信夫(長岡高専), **山口隆司**, 谷川大輔(呉高専専攻科), 珠坪一晃(国立環境研) : 高温嫌気性分解に関与する硫酸還元菌種の特定 : 第38回日本水環境学会年会講演集, pp. 236, (2004. 3, 札幌)
- [6] 押木守(長岡高専専攻科), 荒木信夫(長岡高専), **山口隆司**, 長野晃弘(三機工業), 山崎慎一(高知高専) : シーケンス曝気運転による溶存酸素濃度ストレスが硝化、脱窒素細菌の機能遺伝子の転写に及ぼす影響の解析 : 第38回日本水環境学会年会講演集, pp. 244, (2004. 3, 札幌)
- [6] 川上周司(長岡高専専攻科), 荒木信夫(長岡高専), **山口隆司**, 山崎慎一(高知高専), 角野晴彦(広島産科研) : 硫黄の酸化還元サイクルを活用した新規下水処理システムにおける硫黄酸化細菌の挙動 : 第38回日本水環境学会年会講演集, pp. 230, (2004. 3, 札幌)
- [6] 塚本雄介(長岡高専専攻科), 荒木信夫(長岡高専), **山口隆司**, 長野晃弘(三機工業), 山崎慎一(高知高専) : 流動床型脱窒リアクターの優先脱窒細菌種の特定と nirS 遺伝子の定量解析 : 第38回日本水環境学会年会講演集, pp. 243, (2004. 3, 札幌)
- [6] 西尾尚道(広島大), 倉本恵治(広島産科研), 角野晴彦(〃), **山口隆司** : 嫌気性反応槽とスポンジキューブ反応槽を組み合わせた多段嫌気高濃度排水処理システムの特性 : 2004年度日本農芸化学会, 3A24p17, (2004. 3, 東広島)
- [6] 甲斐友也(鳥取大), **重松尚久**, 多賀谷武史(呉高専研究生) : 軟弱地盤上を走行する履带式車両の走行性能に関する研究 : 第55回平成15年度土木学会中国支部研究発表会発表概要集, pp. 555-556, (2003年5月, 広島)
- [6] 井原大介(呉高専専攻科), **重松尚久**, 多賀谷武史(呉高専研究生) : 砂質地盤におけるコーン貫入試験のコーン先端角と貫入抵抗の関係について : 第55回平成15年度土木学会中国支部研究発表会発表概要集, pp. 271-272, (2003年5月, 広島)
- [1] **山岡俊一**, 塚原真理子(名工大), 藤田素弘(〃) : コミュニティ・ゾーン形成事業に対する住民意識と支払意志額の因果構造に関する研究 : 土木計画学研究・論文集, Vol. 20, pp. 183-190, (2003年)
- [1] **山岡俊一**, 坂本淳(呉高専専攻科) : 利用者の意識と行為に基づく交差点環境の評価に関する基礎的研究 :

交通工学, 第39巻2号, pp. 77-87, (2004年)

- [6] 山岡俊一, 安藤亜沙子(奈良交通(株)): 利用者意識に基づく鉄道新駅のバリアフリー評価: 土木学会中国支部研究発表会発表概要集, 第55回, pp. 389-390, (2003年5月, 福山市)
- [6] 中井孝秀(呉高専専攻科), 山岡俊一, 坂本淳(呉高専専攻科): 地方都市圏における中枢都市への交通に着目した公共交通の利用実態分析: 土木学会中国支部研究発表会発表概要集, 第55回, pp. 413-414, (2003年5月, 福山市)
- [6] 坂本淳(呉高専専攻科), 山岡俊一: 利用者の意識に基づく交差点環境の評価: 土木学会中国支部研究発表会発表概要集, 第55回, pp. 427-428, (2003年5月, 福山市)
- [6] 山岡俊一: 地方部の福祉型鉄道駅のあり方に関する調査研究 - JR 呉線新広駅を事例に - : 日本福祉のまちづくり学会全国大会概要集, 第6回, pp. 99-102, (2003年7月, 高山市)
- [6] 下森保幸(立命館大), 山岡俊一: 生活道路整備に対する住民の参加意識に関する基礎的研究: 土木学会年次学術講演会講演概要集, 第58回, pp. 487-488, (2003年9月, 徳島市)
- [6] 坂本淳(呉高専専攻科), 山岡俊一: 利用者の意識に基づく交差点環境の評価に関する基礎的研究: 土木学会年次学術講演会講演概要集, 第58回, pp. 555-556, (2003年9月, 徳島市)
- [6] 山岡俊一: 地方部における鉄道新駅のバリアフリー評価に関する基礎的検討: 土木学会年次学術講演会講演概要集, 第58回, pp. 591-592, (2003年9月, 徳島市)
- [6] 中井孝秀(呉高専専攻科), 山岡俊一, 坂本淳(呉高専専攻科): 地方都市圏における地方中枢都市への交通手段特性分析: 土木学会年次学術講演会講演概要集, 第58回, pp. 815-816, (2003年9月, 徳島市)
- [1] 堀口至, 佐伯昇(北大): コンクリートの水密性および曲げ特性に対する形状寸法の異なる鋼繊維の補強効果: 土木学会論文集, No. 746/V-61, pp. 129-140, (2003. 11)
- [1] 堀口至, 市橋哲之(北大), 佐伯昇(〃), 竹村和夫: 微小鋼繊維補強コンクリートの水密性および力学特性: コンクリート工学年次論文集, Vol. 25, No. 1, pp. 299-304, (2003. 7)
- [6] 堀口至, 佐伯昇(北大), 市坪誠, 竹村和夫: 長短の繊維で補強したコンクリートを用いた構造物の水密性の算定: 第57回セメント技術大会講演要旨, pp. 218-219, (2003. 5, 東京)
- [6] 市橋哲之(北大), 堀口至, 佐伯昇(北大), 竹村和夫: 微小鋼繊維補強コンクリートの強度特性: 平成14年度土木学会北海道支部論文報告集, 第59号, pp. 784-785, (2003. 2, 苫小牧)

## 建築学科

- 
- [6] 西村光正, 芳賀保夫(福山大) : 水平力を受ける群杭の効率 : 日本建築学会中国支部研究報告集, 第26巻, pp. 171-174, (平成15年3月)
- [6] 荒川知輝(呉高専専攻科), 西村光正, 門前勝明, 芳賀保夫(福山大) : 応答変位法による沖積層, 杭の水平変位 1) 土性とモデル地盤 : 日本建築学会中国支部研究報告集, 第26巻, pp. 175-178, (平成15年3月)
- [6] 荒川知輝(呉高専専攻科), 西村光正, 門前勝明, 芳賀保夫(福山大) : 応答変位法による沖積層 : 杭の水平変位 2) 結果とその考察 : 日本建築学会中国支部研究報告集, 第26巻, pp. 179-182, (平成15年3月)
- [6] 荒川知輝(呉高専専攻科), 西村光正, 門前勝明, 芳賀保夫(福山大) : 応答変位法による沖積層, 杭の水平変位 3) 上部構造の慣性力の効果 : 日本建築学会中国支部研究報告集, 第26巻, pp. 183-186, (平成15年3月)
- [6] 西村光正, 門前勝明, 芳賀保夫(福山大) : 応答変位法による木造建物の地盤と振動 : 日本建築学会中国支部研究報告集, 第27巻, pp. 89-92, (平成16年3月)
- [3] 中村雄治(広島大), 松尾彰(〃), 玉井宏章(〃), 藤谷義信(〃), 澤田樹一郎(〃), 南宏一(福山大), 中山昭夫(〃), 横井友幸(〃), 高松隆夫(広島工大), 福原安洋, ほか4名 : 改定「おもしろ構造物探訪(中国・四国編)」: 社団法人 日本鉄鋼連盟発行, (2003年7月)
- [5] 福原安洋, 阪井憲二(㈱塩見) : 加工砂製造時に生じる廃棄泥分の利用について : 呉工業高等専門学校研究報告, 第65号, pp. 45-50, (平成15年8月)
- [5] 福原安洋, 倉田浩充(㈱塩見) : 学生寮の構造耐震診断とその耐震性向上のための対策について : 呉工業高等専門学校研究報告, 第65号, pp. 51-58, (平成15年8月)
- [6] 澤田樹一郎(広島大), 松尾彰(〃), 南宏一(福山大), 横井友幸(〃), 高松隆夫(広島工大), 野添久視(〃), 森村毅(近畿大), 原田洋臣(福山工高), 福原安洋 : 大学および高専の建築鋼構造教育に関するアンケート調査 : 日本建築学会中国支部研究報告集, 第26巻, pp. 297-300, (平成15年3月)
- [6] 福原安洋, 藤本由紀(呉高専専攻科), 山原哲治(㈱塩見), 有知山幸恵(呉高専本科), 山下淑子(〃) : 既存RC建物の構造耐震指標の分析 : 日本建築学会中国支部研究報告集, 第26巻, pp. 437-440, (平成15年3月)
- [6] 福原安洋, 松野一成, 平井久美子(呉高専本科), 村上貴希(〃), 松尾彰(広島大), 野添久視(広島工大), 原田洋臣(福山工高), 南宏一(福山大), 高松隆夫(広島工大), 森村毅(近畿大), ほか2名 : 鉄筋コンクリート系構造の学習項目について : 日本建築学会中国支部研究報告集, 第26巻, pp. 453-456, (2003年3月)
- [6] 松嶋亜希子(呉高専専攻科), 福原安洋, 松野一成, 中山善敬 : 呉市の斜面居住地域における住環境改善のための研究 : 日本建築学会中国支部研究報告集, 第27巻, pp. 757-760, (平成15年3月)
- [6] 正野崎昭二, 松野一成, 竹内謹治(T & P設計), 鎌田修就(呉高専本科) : ハニカムコア合板の壁材としての耐力について : 日本建築学会中国支部研究報告集, 第26巻, p. 131-134, (平成15年3月, 近畿大)

- [6] 正野崎昭二, 福森大造(呉高専専攻科), 松野一成 : 間伐材の床材としての耐力について : 日本建築学会中国支部研究報告集, 第27巻, p. 161-164, (平成16年3月, 福山大)
- [6] 正野崎昭二, 光井周平(呉高専専攻科), 松野一成, 竹内謹治(T & P設計) : ハニカムコア合板入り壁の耐力について : 日本建築学会中国支部研究報告集, 第27巻, p. 177-180, (平成16年3月, 福山大)
- [1] 篠部 裕, 砂本文彦(広島国際大), 加藤咲菜(呉高専専攻科) : 地域社会と連携した建築専門教育の試行と評価 呉市豊栄東公園再整備計画を事例として : 日本建築学会技術報告集 第18号, pp. 399-402, (2003年12月)
- [6] 加藤咲菜(呉高専専攻科), 砂本文彦(広島国際大), 篠部 裕, 間瀬実郎 : 公園づくりワークショップにおける「まちづくりデザインかるた」の提案と検証 : 日本建築学会中国支部研究報告集第26巻, pp. 781-784, (2003年3月, 広島工大)
- [6] 伊野睦子(呉高専専攻科), 砂本文彦(広島国際大), 篠部 裕 : 斜面住宅地における電動機付自転車に関する基礎的研究 : 日本建築学会2003年度大会(東海)学術講演梗概集F-1, pp. 129-130, (2003年9月, 中部大)
- [6] 加藤咲菜(呉高専専攻科), 篠部 裕, 砂本文彦(広島国際大) : 地域社会と連携した建築専門教育の試行と評価 その1 公園再整備計画と演習課題の概要 : 日本建築学会2003年度大会(東海)学術講演梗概集E-2, pp. 761-762, (2003年9月, 中部大)
- [6] 篠部 裕, 砂本文彦(広島国際大), 加藤咲菜(呉高専専攻科) : 地域社会と連携した建築専門教育の試行と評価 その2 演習課題の学習効果と今後の諸課題 : 日本建築学会2003年度大会(東海)学術講演梗概集E-2, pp. 763-764, (2003年9月, 中部大)
- [6] 佐藤友梨(呉高専本科), 篠部 裕 : 小中学校におけるまちづくり教育の現状と課題 呉市を事例として : 日本建築学会中国支部研究報告集第27巻, pp. 729-732, (2004年3月, 福山大)
- [6] 伊野睦子(呉高専専攻科), 篠部 裕, 砂本文彦(広島国際大) : 呉市斜面住宅地における電動自転車の利用実態と課題 : 日本建築学会中国支部研究報告集第27巻, pp. 781-784, (2004年3月, 福山大)
- [6] 岡田裕美(呉高専本科), 篠部 裕, 嶋田浩二(呉高専専攻科), 三谷佳代(呉高専本科) : 日本の現代建築における屋上庭園の系譜に関する研究 その1 屋上庭園の設置階と建築用途 : 日本建築学会中国支部研究報告集第27巻, pp. 969-972, (2004年3月, 福山大)
- [6] 三谷佳代(呉高専本科), 篠部 裕, 嶋田浩二(呉高専専攻科), 岡田裕美(呉高専本科) : 日本の現代建築における屋上庭園の系譜に関する研究 その2 屋上庭園の断面形態と構成内容 : 日本建築学会中国支部研究報告集第27巻, pp. 973-976, (2004年3月, 福山大)
- [6] 嶋田浩二(呉高専専攻科), 篠部 裕, 岡田裕美(呉高専本科), 三谷佳代(〃) : 日本の現代建築における屋上庭園の系譜に関する研究 その3 屋上庭園の設計意図 : 日本建築学会中国支部研究報告集第27巻, pp. 977-980, (2004年3月, 福山大)
- [6] 門前勝明, 西村光正, 荒川知輝(呉高専専攻科) : 工学的基盤から評価される設計用地震動の検討 : 日本建築学会中国支部研究報告集, 第26巻, pp. 167-170, (平成15年3月)
- [6] 門前勝明, 西村光正 : 広島県における地盤の増幅特性 : 日本建築学会中国支部研究報告集, 第27巻,



pp. 85-88, (平成16年3月)

- [4] 岡本二郎, 山本高裕(呉高専本科) : 小樽市の近代建築とその保存方法について : 日本建築学会中国支部研究報告集, 第26号, pp. 873-876, (2003)
- [6] 長野和雄(九大), 石井 仁, 堀越哲美(名工大), 橋本 剛(〃), 宇野勇治(愛産大) : 山口県祝島集落における「ネリヘイ」の環境調整性能調査 その1 夏季・秋季・冬季における集落気候観測 : 日本建築学会大会学術講演梗概集 (東海), D-1, 603-604, (2003. 8, 愛知)
- [6] 長野和雄(九大), 石井 仁, 堀越哲美(名工大), 橋本 剛(〃), 宇野勇治(愛産大) : 伝統的の石塀住宅の夏季室内熱環境実測 : 日本生気象学会雑誌, 40(3), 46, (2003. 10, 兵庫)
- [6] 長野和雄(九大), 石井 仁, 堀越哲美(名工大), 橋本 剛(〃), 宇野勇治(愛産大) : 瀬戸内島嶼集落における気候観測調査 : 第27回人間-生活環境系シンポジウム報告集, 173-176, (2003, 山梨)
- [1] 松野一成, 福原安洋, 門前勝明, 村上幸 (豊橋技科大院生) : 鋼構造露出型柱脚の耐震性と補強法 : 鋼構造年次大会論文報告集第11巻, pp. 459-464, (2003年11月)
- [1] 松野一成, 西村光正, 藤井健, 福原安洋, 正野崎昭二, 岡本二郎, 門前勝明, 間瀬実郎, 石井仁, 富田英夫 : 全国高等専門学校建築シンポジウムの教育効果 : 平成15年度高専教育論文講演論文集, pp. 129-132, (2003年8月)
- [6] 松野一成, 角徹三(豊橋技科大), 天野穰(呉高専本科), 前原加代子(〃), 山本太郎(〃) : 正負繰返し载荷を受ける連続繊維シートで補強された RC 部材の付着割裂強度 : 日本建築学会中国支部研究報告集, 第26巻, pp. 425-428, (2003年3月)
- [6] 松野一成, 角徹三(豊橋技科大) : 連続繊維シートで補強されたRC部材の付着割裂強度 その10. 正負繰返し载荷による付着性状の劣化 : 日本建築学会2003年度大会 (東海) 学術梗概講演集 C-2構造Ⅳ, p. 811-812, (2003年9月)
- [6] 松野一成, 角徹三(豊橋技科大), 秋保輝行(呉高専本科), 大久保圭三(〃), 福永亮(〃) : 連続繊維シートで補強された RC 部材の正負繰返し载荷時の付着性状 : 日本建築学会中国支部研究報告集, 第27巻, pp. 325-328, (2004年3月)
- [1] 富田英夫, 杉本俊多(広島大) : ハンネス・マイヤーの建築作品における雁行型構成の意義について - ドイツ労働組合総連合連合学校の造形方法の分析 : 日本建築学会計画系論文集, 第566号, pp. 201-207, (2003年4月)
- [6] 富田英夫 : ドイツ・モダニズム建築における形態構成手法に関する研究 - ヴァルター・グロピウスのゾマーフェルト邸 - : 日本建築学会中国支部研究報告集, 第26巻, pp. 1009-1012, (2003年3月, 広島)
- [6] 岡本暁彦(呉高専本科), 富田英夫 : ハンネス・マイヤーのドイツ労働組合総連合連合学校の設計過程に関する研究(1) - 設計過程案の CG 再表現 - : 日本建築学会中国支部研究報告集, 第26巻, pp. 1013-1016, (2003年3月, 広島)
- [6] 富田英夫, 岡本暁彦(呉高専本科) : ハンネス・マイヤーのドイツ労働組合総連合連合学校の設計過程に関する研究(2) - 造形の変遷と造形理論の対照 - : 日本建築学会中国支部研究報告集, 第26巻, pp. 1017-1020, (2003年3月, 広島)

- [6] 佐本健(呉高専専攻科), 富田英夫, 篠原洋(呉高専本科) : CG 再表現を通した明治20年代における呉市の都市形成過程に関する研究 : 日本建築学会中国支部研究報告集, 第27巻, 2004年3月, pp. 937-940, (2004年3月, 広島)
- [6] 小坂崇(呉高専専攻科), 富田英夫 : CG 再表現を通したドイツ・モダニズム建築の形態構成手法に関する研究ーハンネス・マイヤーのペーターズシューレーー : 日本建築学会中国支部研究報告集, 第27巻, pp. 993-996, (2004年3月, 広島)
- [6] 貞重亜沙美(呉高専専攻科), 富田英夫 : CG 再表現を通したドイツ・モダニズム建築の形態構成手法に関する研究ーハンネス・マイヤーのADGB労働者銀行ー : 日本建築学会中国支部研究報告集, 第27巻, 2004年3月, pp. 997-1000, (2004年3月, 広島)
- [8] (監修)杉本俊多(広島大), (共同制作)富田英夫, 松井繁樹(塩見), 鳴海大輔(加藤建築事務所), 重白賢二(INAX) : CG アニメーション : Bauhaus1919-1933, バウハウス展, 主催 : 小海町立高原美術館(長野県), (2003年7月19日~10月13日)
- [8] 富田英夫 : スイスにおけるABCグループの建築作品調査, (2003年, スイス)
- [8] 富田英夫 : ドイツにおける建築家ハンネス・マイヤーの建築図面調査・収集, (2003年, ドイツ)
- [8] 富田英夫, 實成憲二 : 民家の実測調査, (2003年, 広島)

## 総合教育技術室

- [1] 大東由喜夫, 山田千鶴, 田村忠士, 岩本英久, 山根冠児(中国労災病院) : 地域の医療ニーズに応じた医工連携への取り組み : 脳神経外科手術椅子に取り付けるアームレストの開発 : 高専教育第26号, pp. 151-156, (2003)
- [1] 大東由喜夫, 山田千鶴, 田村忠士, 河野正来 : 時代変化に即した新たな工作実習手法の実践 : 高専教育第26号, pp. 429-434, (2003)
- [6] 大東由喜夫, 山田千鶴, 田村忠士, 岩本英久, 山根冠児(中国労災病院) : 微細作業用腕支持具の開発 : 東京大学総合技術研究会, pp. 1-28-1-30, (2003. 3. 6-7, 東京大学)
- [6] 大東由喜夫, 山田千鶴, 田村忠士, 江木賢宏, 岩本英久 : 医工連携による機器開発および商品化 : 第9回高専シンポジウム p. 225, (H16. 1. 17, 有明高専)
- [6] 大東由喜夫 : 医産学連携による商品化 : 第4回医療・福祉機器研究会 (H16. 3. 25, 広島弥生会館)
- [5] 中山善敬, 門前勝明 : 2001年芸予地震による鉄筋コンクリート造建物の変形とエキスパンションジョイントの被害 : 呉工業高等専門学校研究報告, 第65号, pp. 59-64, (平成15年8月)

## 編 集 委 員

野	村	利	英
小	助	川	元
小	山	通	榮
森		貞	雄
井	上	浩	孝
重	松	尚	久
岡	本	二	郎

呉工業高等専門学校

研 究 報 告

第66号(2004)

平成16年8月 印刷

平成16年8月 発行

編集者  
発行者

呉工業高等専門学校

〒737-8506 呉市阿賀南2丁目2-11

電話(0823)73-8406

印刷所

総合印刷 青木印刷所

〒729-2507 広島県豊田郡安浦町内海1581

電話(0823)84-2104

# MEMOIRS OF KURE NATIONAL COLLEGE OF TECHNOLOGY

No.66  
August, 16th Year of Heisei (2004)

## CONTENTS

1. Methods for Learning Essays in a Class All Together —Learning Examples by Rote And Giving a Presentation at Debate Games— .....	Ganta KOSUKEGAWA	1
2. Modernization of a Mountain Village and Dam Project —On Anti-Kawabe-River-Dam Movements in Itsuki Village— .....	Shigeya KIHARA	9
3. An Examination of Sports Injuries in Our College .....	Kazunori IWAI, Kensou TANIOKA, Takeshi SAGANO and Sachie YAMASHITA	17
4. Bamford and Literature .....	Makoto EGUCHI	25
5. Trial Manufacture of Automatic Grip Equipment .....	Minoru NOHARA	31
6. Tribological Properties of Biodegradable Lubricating Oils in Four-Ball Test .....	Masakazu NAKASAKO, Hiromasa NADANO, Masaki KOHNO and Ichiro MINAMI	37
7. Occurrence of Additional Vortices in Horizontal Rectangular Ducts with Free Convection for High Aspect Ratio .....	Takahiro NOMURA, Susumu KYOMEN	43
8. Measurement of Electron Temperature in a Miniature Hollow Cathode .....	Tsutomu YAMAZAKI	51
9. Effect and Application of the Piled-raft .....	Mitsumasa NISHIMURA, Katsuaki MONZEN and Yasuo HAGA	57
Research Activities in 2003 .....		63