

呉工業高等専門学校

## 研 究 報 告

第29巻 第1号 (通巻第52号)

平成5年8月 (1993)

## 目 次

1. メカトロ化への対応 —マイコン制御による実習用 「ロボット・ハンド機」の製作—	山根光夫 宅明紘一 大東由喜夫	1
2. 学生疲労に関する調査研究 (第1報) —疲労自覚症状の類型化について—	榎孝雄 石嶋篤司	11
3. モータコントローラによる自動倉庫の制御	野原 稔	41
4. 管路・ダクト内層流過渡流れの助走区間における流れ場の解析 (第2報, 円管内層流定常助走流に関する一考察)	赤尾不二雄 小倉邦雄	51
5. アルゴングロー放電からのOHラジカル発光スペクトル	山崎 勉	65
6. 一面せん断試験による不攪乱まさ土の強度特性	石井 義明	75
7. 今昔物語集傑作選 (五)	大林 潤	83
平成4年度本校教官による他誌発表論文一覧表		99

# メカトロ化への対応

—マイコン制御による実習用「ロボット・ハンド機」の製作—

(学生課)	山	根	光	夫
( 〃 )	宅	明	紘	一
( 〃 )	大	東	由	喜 夫

## A Step for Application of Mechatronics

—Production of “Robot-Hand Machine” Controlled by Microcomputer—

Mitsuo YAMANE  
Koichi TAKUMYO  
Yukio OHIGASHI

We are introducing the application of mechatronics into workshop practice as a part of the practical education which is main distinction in College of Technologys.

In order to advance it, “robot-arm machine” with three axes controlled by microcomputer was produced.

It can be considered to be widely useful for the purpose of a giving a better understanding of the principle and the function of robots to students.

In this report, the contents which we are using this robot-hand machine in the lesson of mechatronics of the workshop practice are described.

### § 1 緒 言

科学技術の進歩は著しく、特にメカトロニクス化には目を見張るものが多い。今日のような技術革新の激しい時、時代の流れへの対応が学校の技術教育にも重要である。本校の工作実習に関する施設や設備を企業のそれと比較すると相当なギャップがある。

我々工作実習の技術指導に携わる者として、このギャップを無くす必要性を認識できても、施設、設備の改善は容易に望めないのが現状である。高専教育の最大の特徴である実践的教育の展開を外れてはならないと考え、可能な限りの工夫と努力によって、メカトロ化を進め技術の向上を図り学生的工作実習に役立てている。

ロボットの原理、機能を機械的に理解させる目的で、教育用として汎用性のある「3軸のロボット・ハンド機」の製作を行った。このロボット・ハンド機は工作実習のメカトロニクス実習のひとつに利用しているもので、その内容を報告する。

## § 2 開発の目標

今回のロボット・ハンド機の製作にあたり以下のことを目標とした。

- 1) ソフトとハードの両方が勉強できる。
- 2) フローチャートからマシン語に変換できる。
- 3) フローチャートから BASIC 言語に変換できる。
- 4) ロボットの原理, 機能が理解できる。
- 5) 短時間 (実習時間内) で理解できる。

## § 3 ハードウェア

このロボット・ハンド機は原理, 機能を理解し易くする目的で3軸制御に開発したもので, しかも短時間のうちにロボットとしての動作が理解できることが狙いである。

### 3.1 システム概要

図1にロボット・ハンド機本体の外観を示す。写真1, 写真2にその動作を示す。

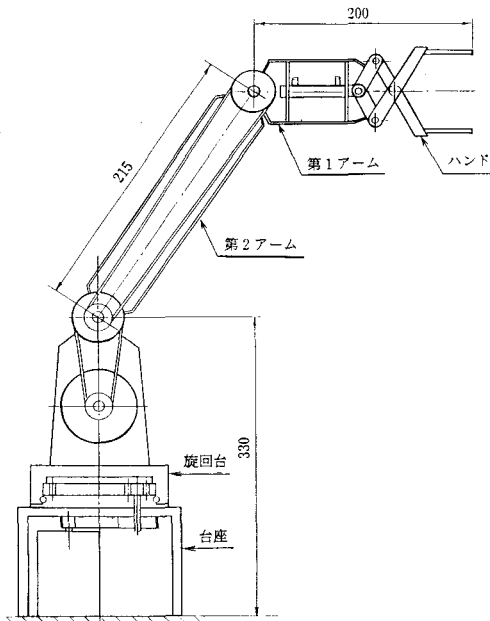


図1 ロボットハンド機本体

表1 本体の設計仕様

回転範囲	300°
第1アーム長さ	115mm
第2アーム長さ	205mm
ハンド長さ	110mm
繰り返し位置決め精度	±0.1mm
駆動モータ	ステッピングモータ
ハンド力	エア
可搬重量	2.0kg

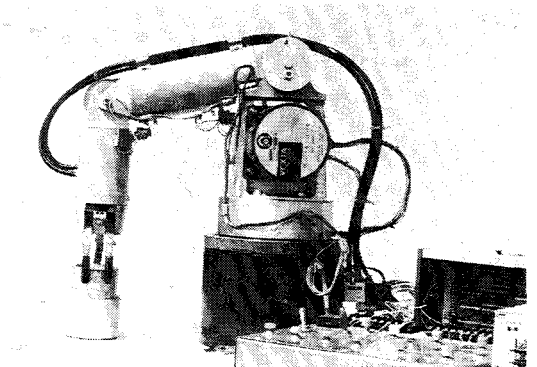


写真1 ロボットハンド機の動作(1)

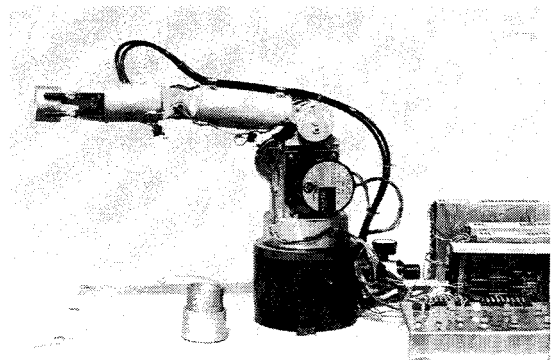


写真2 ロボットハンド機の動作(2)

構成は①ロボット・ハンド機本体、②制御装置、③操作盤から成る。表1に本体の設計仕様を示す。本体の構成は、台座、旋回台、第1アーム、第2アーム、ハンドから成っている。旋回台の内部にはインナーギヤーが組み込まれており、ステッピングモータの駆動で旋回する。アームの上下運動はアームの両サイドに取り付けられているステッピングモータ2台の回転で行う。

### 3・2 行動範囲

駆動は自動と手動が可能で、トグルスイッチ(1)でどちらかを選択して行われる。自動動作の場合は第1アーム、第2アーム、旋回の各々の原点から始動し、それぞれ異なる3ヶ所の位置への移動が押釦スイッチで選択できる。

手動では、旋回台、第1アーム、第2アームの動きを押釦スイッチの選択で任意の回転移動が1動作ずつできる。ハンドはトグルスイッチ(2)で ON, OFF が可能である。また、旋回は約  $300^{\circ}$  が可能で、直立時の高さは約745mmある。

### 3・3 ハンド

ハンドの詳細は図2に示す。3指でつかむ構造になっている。エアーを使用してシリンダを動かし、通常直径50mmをつかめるように設計されている。

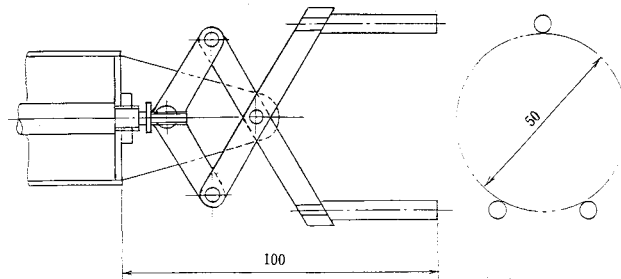


図2 ハンド詳細図

表2 制御装置の設計仕様

品 名	規 格
第1アーム駆動用ステッピングモータ	5 PHASE 0.72 DEG/STEP DC1.15 A 3.25Ω
第2アーム駆動用ステッピングモータ	5 PHASE 0.72DEG/STEP DC 2.8A 1Ω
旋回台駆動用ステッピングモータ	5 PHASE 0.72DEG/STEP DC 1.4A 2.3Ω
ハンド用電磁弁	AC100V ~7 kg f/cm <sup>2</sup>
エアーシリンダ	チューブ内径 15mm ストローク φ15mm
マイクロスイッチ	ローラーレバー形 5個
制御用コンピュータ	ワンボードマイコン (8ビットCPU)
	NEC パソコン (PC - 9801)

### 3・4 制御装置の設計仕様

制御装置の設計仕様を表2に示す。旋回台、アームはいずれもステッピングモータで駆動する。ハンドは、電磁弁を使ってエアーシリンダの駆動で行われる。位置決めにはマイクロスイッチを使用しコンピュータはワンボードマイコン(8ビットCPU)とパソコン(PC-9801)を使用している。

## § 4 ソフトウェア

このロボット・アーム機の制御は、フローチャートから①マシン語、②BASIC言語でのプログラミングが理解出来ることが主な課題である。

#### 4・1 フローチャート

図3にフローチャートを示す。この図3、表3、表4からBASIC言語でプログラミングを行う。BASIC言語でのプログラミングはパソコン(PC-9801)を使用する。次に、図3と表3からマシン語に変換するためのフローチャート図4を作成する。この図4以降なくてはマシン語に変換できない。なお、マシン語でプログラミングしたものはROM Writerを使って、EP-ROMチップへ書き込みワンボードマイコンへ挿着して使用する。

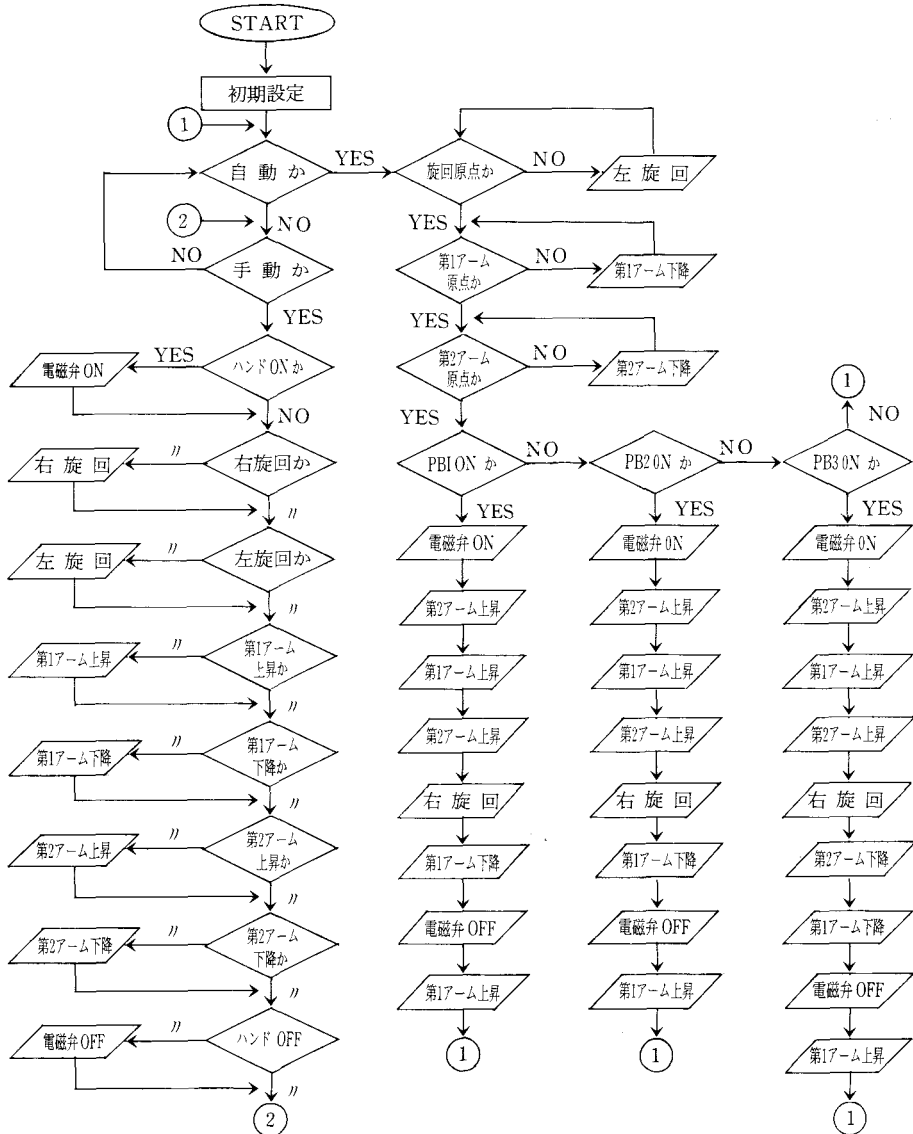


図3 フローチャート

## 4.2 I/O ポートマップ

表3に入力ポートと検出器の接続と動作を示す。表4に出力ポートと出力機器の接続とその動作を示す。これらの表によって、センサ、アクチュエータとI/Oポートとの連絡が理解できる。

## 4.3 動作

ロボット・ハンド機の動きを図3フローチャートから説明する。

スタートから初期設定が行われる。これはI/Oポートへの動作指令に必要なコントロールワードが決定される。次に自動か手動かの選択が行われる。

### 4.3.1 自動動作の選択

①自動動作の選択（トグルスイッチ・1）で、旋回台は左回転し、マイクロスイッチ・1がONされるまで持続される。

②次に第1アームが下降を始めてマイクロスイッチ・2がONされて下降が停止する。

③続いて第2アームが下降してマイクロスイッチ・3をONしたら停止する。なお、スタート時

表3 入力ポートと検出器の関係

入力ポート	ビット	検 出 器	動 作 目 的	設 置 場 所
Aポート	0	押 釦 ス イ ッ チ .1	右 旋 回	操 作 盤
〃	1	〃 .2	左 旋 回	〃
〃	2	〃 .3	第1アーム上昇	〃
〃	3	〃 .4	〃 下降	〃
〃	4	〃 .5	第2アーム上昇	〃
〃	5	〃 .6	〃 下降	〃
〃	6	トグルスイッチ2.上	ハ ン ド ON	〃
〃	7	〃 2.下	〃 OFF	〃
Bポート	0	マイクロスイッチ.1	旋 回 原 点	旋 回 台
〃	1	〃 .2	第1アーム原点	第1アーム
〃	2	〃 .3	第2アーム原点	第2アーム
〃	3			
〃	4	押釦スイッチB-1	移 動 位 置 1	操 作 盤
〃	5	〃 B-2	〃 2	〃
〃	6	〃 B-3	〃 3	〃
〃	7			
Cポート	0	トグルスイッチ.1上	自 動	〃
〃	1	〃 .1下	手 動	〃
〃	2			

表4 出力ポートと出力機器の関係

出力ポート	ビット	出 力 機 器	動 作	設 置 場 所
Bポート	0	ステッピングモータ	右 旋 回	旋 回 台
〃	1	〃	左 旋 回	〃
〃	2	〃	第1アーム上昇	第 1 ア ー ム
〃	3	〃	〃 下降	〃
〃	4	〃	第2アーム上昇	第 2 ア ー ム
〃	5	〃	〃 下降	〃
Cポート	0	電 磁 弁	ハ ン ド ON	エアシリンダと連絡

のアームの高さ位置によって、②、③動作を何回か繰り返す。この動作で各関節が原点になり、自動動作の開始状態（押釦スイッチ押し待ち）となる。

- ④これから移動位置 1・2・3 の選択が押釦スイッチを ON することによって行われる。
- ⑤押釦スイッチ・B-1 の ON によって移動位置・1 の選択が行われる。
- ⑥すると、ハンド ON 指令によって電磁弁が開いてエアシリンダが働き、物体をつかむ。
- ⑦そして第 2 アームが微上昇 ( $15^\circ$ ) する。
- ⑧その後、第 1 アームが上昇 ( $85^\circ$ ) する。
- ⑨次に、定位置高さ迄第 2 アームが上昇 ( $75^\circ$ ) する。
- ⑩その後、右旋回して原点より一定角度 ( $16^\circ$ ) 回転して停止する。
- ⑪そして、第 1 アームは物体の定位置高さ迄下降 ( $53^\circ$ ) して停止する。
- ⑫すると、ハンド OFF を指令して電磁弁が閉じて物体を開放する。
- ⑬その後、第 1 アームが上昇 ( $53^\circ$ ) する。
- ⑭そして、左旋回 ( $16^\circ$ ) して原点位置角度で停止する。
- ⑮その後、②、③を繰り返して原点で停止する。

この状態で、移動位置 1, 2, 3 の選択と同時に自動、手動の選択が行われる。

#### 4.3.2 手動動作の選択

- ①手動動作の選択はトグルスイッチ・2 を下げることによって可能となる。
  - ②押釦スイッチ・1～6 までを選択 ON することによって、旋回台・第 1 アーム・第 2 アームを動作させることができる。
  - ③アームを右に旋回させる場合は、押釦スイッチ・1 を押すことによって、ステッピングモータに 1 パルスずつパルスが送られて、 $1^\circ/15.5$ パルスの回転がなされる。左旋回は押釦スイッチ・2 で動作する。
  - ④第 1 アームの動作は押釦スイッチ・3 で上昇、4 で下降する。 $1^\circ/3$ パルスの回転をする。
  - ⑤第 2 アームの動作は上昇が押釦スイッチ・5, 6 で下降する。 $1^\circ/2.5$ パルスの回転をする。
  - ⑥物体の着脱はトグルスイッチ・2 を上下させると動作する。
- なお、第 1 アーム、第 2 アームを一定の角度以下に下降させると、構造に過負荷がかかる、そのための保護対策として、一定角度以下になると全機能停止命令がかかるようになっている。

#### 4.3.3 回転角度当りのパルス数

機体の動作は、ハンド以外はステッピングモータを使用している。表 5 にそれぞれの回転角度 1 度当りのパルス数を表す。

### § 5 指導要点

メカトロ実習におけるロボット・ハンド機の指導要点を以下に示す。

表 5 1 度当りのパルス数

名 称	パルス数
旋 回 台	15.5
第 1 アーム	3
第 2 アーム	2.5

#### 5.1 マシン語による動作

- ①図 3 フローチャートより全体の動作が理解できる。
  - ②図 3 から図 4 マシン語変換用フローチャートへの変更を修得。
- 図 3 からマシン語には変更できないので図 4 への変化、つまりマシン語変換のためのフローチャート (図 4) を作成する。
- ③図 4 マシン語変換用フローチャートからマシン語への変換はマ

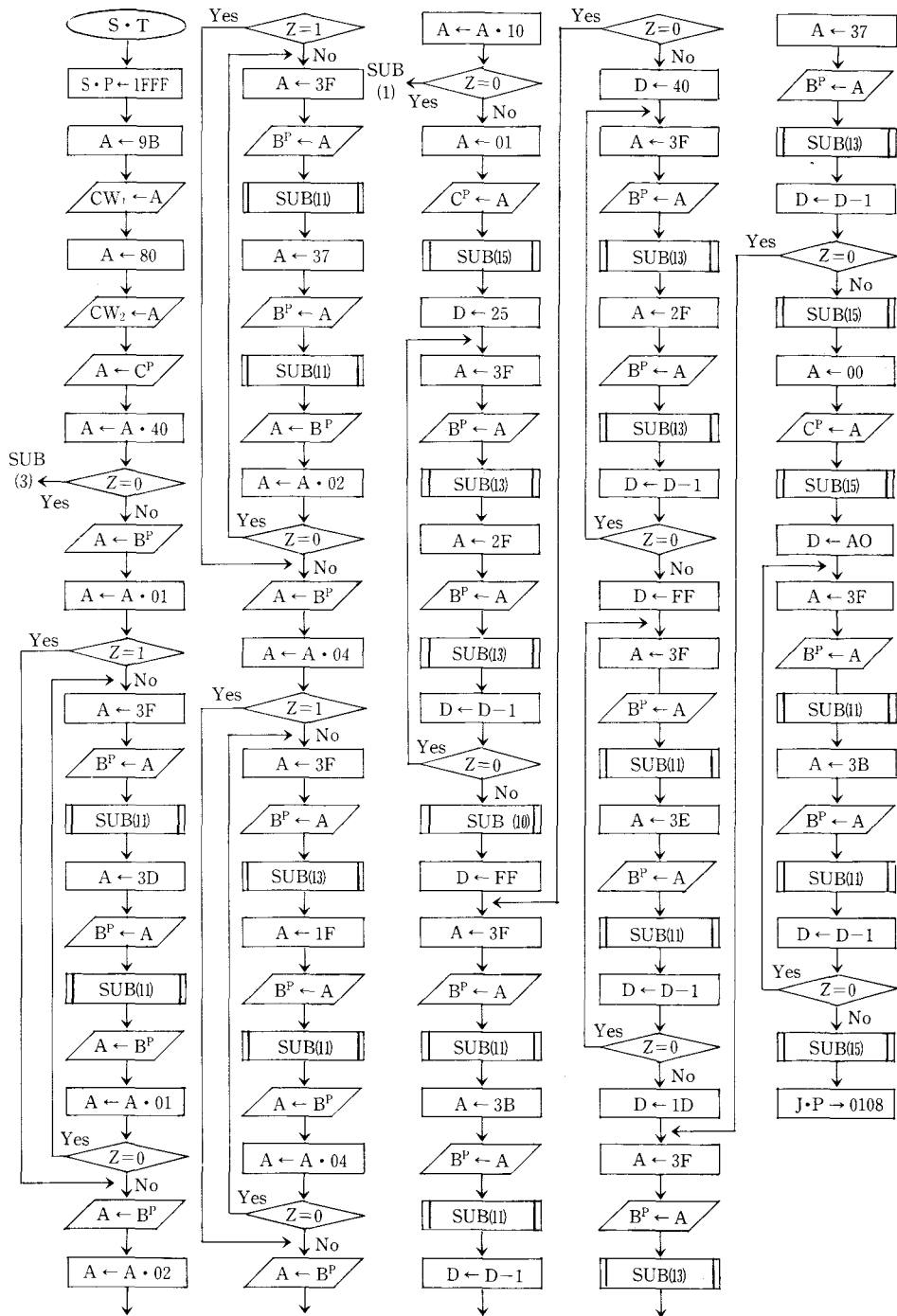


図4 マシン語変換のためのフローチャート

シン語表を使って行う。

実習時間の関連で、短時間内にフローチャートからマシン語へ変換し、さらにキーボード操作によってマイコンに入力して、本体の動きを確認する方法を行う。高水準言語による方法をとると、使用する言語の修得に多くの時間を費やすので、実習時間内で行うことはできない。

## 5.2 構造（ハード）の解説

ロボット・ハンド機全体のハードを機械科の学生がどのように理解するか、また、機械的要素がどこまで盛り込まれているかを考える必要がある。①旋回台の構造と動き、②アームの動き、③第1アームと第2アームの連結と動作等が、マシンの中でどのように働くかを考える。

## 5.3 センサの働き

センサの働きと使用方法について考える。センサからの電気信号が入力ポートにどのように流れていくか、各ポートから制御部のレジスターへの連絡等をパネルを使って説明する。

## 5.4 インタフェースの動作

センサからの信号が入力ポートを通してマイコン内部に入り、出力信号として出力ポートからインタフェースを経てアクチュエータを動かす。この信号はDC5Vであるから実際に使用するアクチュエータはAC100Vで動作するので、これでは動かすことはできない。そこで、出力信号DC5VでAC100Vを動作させるインタフェースが必要になる。つまりDC-AC変換装置が必要になる。このインタフェース装置について解説を行う。

## 5.5 アクチュエータの動き

アクチュエータは種々なエネルギー源から機械的仕事を行うもので、電気指令でそれを行う。それには電磁力を利用するものが殆どである。電気モータ、空気圧シリンダ、油圧シリンダ、ソレノイド等が代表的である。これらを動作させる説明を行う。

## § 6 結 言

本校の工作実習でメカトロニクスに関して、第1学年ではリレーシーケンス制御で旋盤の電気配線回路図の解説を行う。続いて第2学年でNC工作機の制御方法を行う。第3学年でマイコンによる制御機器の制御実習を行っている。

マイコン制御では、エアシリンダパネル、重量選別機、自動切断機、リフトマシン等の機器を使用して実習を行っているが、今回のロボット・ハンド機の導入によって、マイコン制御の学習がより充実するものと思う。

### 6.1 ロボット・ハンド機の製作での特徴としては

- ①実習時間の関連で、短時間内でハードとソフトの両方が理解出来るように最大限の配慮を行った。
- ②メカトロニクスの基礎を重視し、市販品にみられるような複雑な動作機構は対象としなかった。
- ③動作は簡単であっても、実際感覚の迫力を出すために把握力にエアーを利用した。

### 6.2 開発の目標に掲げた5点について

- ①「ソフトとハードの両方の学習」については満足のいくものと考えられる。
- ②「フローチャートからマシン語への変換」は完全に行えた。

- ③「フローチャートから BASIC 言語への変換」は難しかったが駆動することが出来た。
- ④「ロボットとしての原理・機能」については少し物足りなさを感じた。
- ⑤「短時間（実習時間内）で理解」については、実習時間と学生の理解度の関係ですべてに満足の行くことは出来なかった。

マイコンによるメカトロニクス化への試みは、すでにいくつも報告されている<sup>(1~5)</sup>。FA 化が進み CAD, CAM 化それに CIM へと進行中の現在、新しい技術の吸収が一層要求されていることを我々技術指導者は痛感している。そのため、日頃の精進を怠ることのないようさらに努力を重ねたい。

なお、この「ロボット・ハンド機」の開発の一部に平成 3 年度科学研究費補助金（奨励研究（B））の助成を受けて行ったことを付記する。

#### 参考文献

- ①小森勝夫外 7 名：「機械工学科総合実習の一環としてのメカトロニクス実技教育方法の開発に向けての試行」高専教育第 9 号（1986.3），126
- ②小森勝夫外 6 名：「マイコン制御によるハンドロボットの試作」豊田工業高等専門学校研究紀要第 20 号（1987.12），101
- ③近藤英二外 3 名：「教育用ロボットシステムの開発」高専教育第 12 号（1989.2），94
- ④鶴崎明外 9 名：「CNC 旋盤の試作について」石川工業高等専門学校紀要第 22 号（1990.2），9
- ⑤松本匡以：「機械工学科のメカトロニクス教育について」高専教育第 14 号（1991.2），60

（平成 5 年 4 月 15 日受付）

# 学生疲労に関する調査研究（第1報）

－疲労自覚症状の類型化について－

（一般科目） 榎 孝 雄  
石 嶋 篤 司

## Research and Investigation of Student Fatigue(Report 1)

－A classification of subjective symptoms－

Takao ENOKI  
Tokushi ISHIJIMA

In the research and investigation of student fatigue, a change in individual bodily function was examined. An attempt was made to detect the various causes associated with the problems of completing tasks. This study indicated that 'conscious fatigue' affected individual's capabilities for completing a task and it contributed to other changes in bodily function. The subjective symptoms of fatigue have been standardized to give the 'Subjective Symptom Survey' table.

I would like to analyse the investigative material based on our students by applying a 'factor analysis' to discover what kind of pattern the 'conscious fatigue' condition presents. My aim is to establish a classification for 'conscious fatigue' and clarify the degree of similarity between the various types of symptoms.

### 1. はじめに

学生疲労の調査については、いろいろな生体機能の変化を測定し、学習や運動を構成する諸要因との関係で問題となる状態を検出しようとするが、そのとき疲労の自覚感の上でどうであったかは、重要視されなければならない。疲労の自覚感は、そうした判定にあたっての経験上の一つのよりどころとなるばかりではなく、自覚された疲労感が学習や運動能力、その他の生体機能の変化に影響を及ぼしているはずである。

また、本校学生の形相や形態をとっても、眠そうな眼つきや返事の応答・なまあくび・机や椅子にもたれ掛かった姿勢など、授業中の表情や動作に疲労状態が実在されてきた。その時点で学習意欲は低下し、学習効果も期待できない。このような時期で学生に疲労感の自覚調査を実施すれば、「全身がだるい」「考えがまとまらない」「肩がこる」といった訴えが多くなってくる。このように、疲労の自覚症状が生じているか否かを調べることによって疲労の有無を判定することが可能となり、各種の疲労調査やフリッカー検査などについても疲労自覚症状調査が必ずといってよいほど用いられるようになった。そうした意味から、疲労の自覚症状調査の方法を標準化しようとしたものが、日本産業衛生協会・産業疲労委員会選定による「自覚的症状調査表」である。

この自覚的症狀調査表を用いた調査結果は、その後多岐にわたって研究されており、酒井・狩野氏による規準評点の提案もあって、広く用いられるようになった。この方法は、疲労の自覚症狀を列挙し、該当する症狀に回答させ、その回答を手がかりにして回答数あるいは回答の多い項目などから疲労の自覚感の度合いや特徴及び構造を分析し判定しようとするものである。このように被験者が疲労を感じると訴えれば、その訴えを正當に評価することが重要視されなければならない。そこで、同調査表による調査資料については、疲労の訴え率に注目するとともに、さまざまな角度から因子分析法による解析を行い、疲労自覚症狀がどのような因子パターンを持っているかを調べることで、それによってどの程度共通しているかを明らかに資することが、この研究の目的である。

## II. 方法

### (イ) 調査項目

疲労自覚症狀の調査は、日本産業衛生協会・産業疲労研究会の疲労自覚症狀調査表検討小委員会の「自覚症狀しらべ」を用いて実施されたが、調査資料の素材に示すように、A・B・C各3群のそれぞれ10項目からなる調査表であって、調査時点においてそれぞれの項目に該当するか、しないかを記入させる質問紙法のものである。30項目に付した項目番号のうち、1～10がA群「ねむけとだるさ」

疲 労 自 覚 症 状 し ら べ					
平成 年 月 日 ( )					
授業前・授業後 (どちらかに○印をつけなさい) _____ 学科 氏名 _____					
いまのあなたの状態について、おききます。					
つぎのようなことが(あったら○・ない場合は×)のいずれかを、□のなかにつけて下さい。					
A		B		C	
1 頭がおもい		1 1 考えがまとまらない		2 1 頭がいたい	
2 全身がだるい		1 2 話をするのがいやになる		2 2 肩がこる	
3 足がだるい		1 3 いらいらする		2 3 腰がいたい	
4 あくびがでる		1 4 気がちる		2 4 いき苦しい	
5 頭がぼんやりする		1 5 物事に熱心になれない		2 5 口がかわく	
6 ねむい		1 6 ちよつとしたことが 思い出せない		2 6 声がかすれる	
7 目がつかれる		1 7 することに間違いが 多くなる		2 7 めまいがする	
8 動作がぎこち なくなる		1 8 物事が気にかかる		2 8 まぶたや筋が ピクピクする	
9 足もとがたより ない		1 9 きちんとしてられない		2 9 手足がふるえる	
1 0 横になりたい		2 0 根気がなくなる		3 0 気分がわるい	

の要素（身体的症状）、11～20がB群「注意集中をの困難」の要素（精神的症状）、21～30がC群「局在した身体違和感」の要素（神経感覚的の症状）にあたると考察されている。このうち1～9・11～19・21・22・24・25・27～29の計25項目は、1954年の産業疲労委員会選定の「自覚的の症状調査表」に該当項目として存在するが、1項目の中で2あるいは3個の表現を併記することを避けて1つの表現になっている。この試案作成に際して新たにつけ加えられた項目は、A群の10「横になりたい」・B群の20「根気がなくなる」・C群の23「腰がいたい」・26「声がかすれる」・30「気分がわるい」の5項目である。

各項目の記入方法としては、項目ごとに5段階評定法などをとることも考えたが、従来の調査表との比較を試みる意味もあって一応該当する症状の有無を回答させ2段階評定法で実施し、回答数あるいは回答の多い項目などから疲労の自覚感の度合いや特徴を判定しようとするものである。

#### （ロ）調査対象及び人数

調査対象者は本校学生で下記の第2学年の4学科について、いずれの場合も授業前と授業後に記入させ、対象者は調査結果からそれぞれ適当数は無作為に抽出したものである。

#### 調査対象学科と人数

機械工学科 30名 電気工学科 30名 土木工学科 30名 建築学科 30名

#### （ハ）調査期間

11月と12月の4週間（土・日曜日を除く5日間）にわたり、それぞれ4週間については、a…通常授業・b…試験前一週間・c…試験中・d…試験後1週間として調査を実施した。これらによって、A・B・C各症状群および各症状項目の訴え率が学科別においてどのような出現のしかたをするかを試みた。

#### （二）判定方法の内容

各症状項目の訴え率（％）を調べる。

A・B・C各症状群の訴え率（％）を調べる。

授業前の訴え率（％）と授業後の訴え率（％）との関係。

各週について訴え率の変動をみていく。

#### （ホ）判定の算出方法

項目の訴え率

$$\frac{\text{その対象集団の総訴え数（すなわち「○」印の総数）}}{\text{項目の数} \times \text{対象集団ののべ人数}} \times 100 (\%)$$

のべ人数＝調査対象者の数×調査日数

小項目各個の訴え率

$$\frac{\text{訴えた項目数}}{\text{被験者数}} \times 100 (\%)$$

大項目（A・B・C）の訴え率

$$\frac{\text{訴えた項目数}}{10 \times \text{被験者数}} \times 100 (\%)$$

表1 疲労自覚症状訴え率

学 科 別		機械工学科						電気工学科					
症 状 項 目		授 業 前						授 業 前					
		月	火	水	木	金	計	月	火	水	木	金	計
A	1 頭がおもい	23.3	13.3	10.0	6.7	10.0	12.7	13.3	20.0	10.0	13.3	26.7	16.7
	2 全身がだるい	36.7	36.7	13.3	16.7	20.0	24.7	26.7	26.7	16.7	20.0	20.0	22.0
	3 足がだるい	23.3	20.0	10.0	20.0	13.3	17.3	13.3	20.0	20.0	16.7	—	14.0
	4 あくびがでる	26.7	16.7	26.7	20.0	23.3	22.7	56.7	46.7	33.3	36.7	40.0	42.7
	5 頭がぼんやりする	26.7	13.3	13.3	10.0	13.3	15.3	30.0	20.0	16.7	26.7	30.0	24.7
	6 ねむい	40.0	33.3	30.0	23.3	33.3	32.0	66.7	50.0	43.3	43.3	36.7	48.0
	7 目がつかれる	46.7	46.7	43.3	53.3	30.0	44.0	56.7	40.0	46.7	56.7	46.7	49.3
	8 動作がぎこちなくなる	10.0	13.3	13.3	6.7	23.3	13.3	13.3	20.0	6.7	10.0	16.7	13.3
	9 足もとがたよりない	23.3	13.3	10.0	10.0	26.7	16.7	20.0	20.0	23.3	13.3	—	15.3
	10 横になりたい	63.3	46.7	36.7	33.3	30.0	42.0	43.3	63.3	76.7	70.0	43.3	59.3
Aの平均		32.0	25.3	20.7	20.0	22.3	24.1	34.0	32.7	29.3	30.7	26.0	30.5
B	11 考えがまとまらない	20.0	20.0	10.0	—	6.7	11.3	43.3	36.7	26.7	33.3	16.7	31.3
	12 話をするのがいやになる	6.7	10.0	—	6.7	6.7	6.0	30.0	30.0	—	16.7	—	15.3
	13 いらいらする	—	10.0	20.0	13.3	10.0	10.7	20.0	10.0	—	20.0	10.0	12.0
	14 気がちる	20.0	10.0	13.3	—	13.3	11.3	23.3	23.3	10.0	10.0	6.7	14.7
	15 物事に熱心になれない	20.0	—	10.0	10.0	13.3	10.7	23.3	20.0	13.3	16.7	10.0	16.7
	16 ちよつとしたことが思 い出せない	20.0	10.0	13.3	—	—	8.7	20.0	6.7	—	13.3	—	8.0
	17 することに間違いが多 くなる	16.7	—	—	—	—	3.3	23.3	13.3	13.3	20.0	—	14.0
	18 物事が気にかかる	20.0	23.3	26.7	13.3	10.0	18.7	23.3	20.0	30.0	13.3	16.7	20.0
	19 きちんとしていられな い	13.3	10.0	10.0	3.3	13.3	10.0	—	—	—	—	—	—
	20 根気がなくなる	—	—	—	—	—	—	6.7	—	—	—	—	1.3
Bの平均		13.7	9.3	10.3	4.7	7.3	9.1	21.3	16.0	9.3	14.3	6.0	13.4
C	21 頭がいたい	16.7	10.0	6.7	—	13.3	9.3	10.0	6.7	6.7	10.0	20.0	10.7
	22 肩がこる	23.3	13.3	23.3	13.3	10.0	16.7	20.0	23.3	23.3	23.3	26.7	23.3
	23 腰がいたい	16.7	16.7	20.0	20.0	13.3	17.3	20.0	6.7	10.0	26.7	13.3	15.3
	24 いき苦しい	10.0	—	6.7	—	6.7	4.7	16.7	16.7	—	—	33.3	13.3
	25 口がかわく	10.0	10.0	—	—	6.7	5.3	13.3	13.3	6.7	20.0	—	10.7
	26 声がかすれる	6.7	—	—	—	—	1.3	13.3	—	—	—	—	2.7
	27 めまいがする	13.3	10.0	10.0	16.7	6.7	11.3	13.3	10.0	6.7	6.7	—	7.3
	28 まぶたや筋がピクピク する	—	—	—	—	—	—	13.3	10.0	10.0	—	6.7	8.0
	29 手足がふるえる	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	30 気分がわるい	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Cの平均		9.7	6.0	6.7	5.0	5.7	6.6	12.0	8.7	6.3	8.7	10.0	9.1

### III. 結果と考察

表1・表2は通常授業における授業前の訴え率を各項目ごとに比較すると、まずA症状群の20%以上と36.7%以下の項目について述べると、1項目の「頭が痛い」については、機械工学科の月曜日、電気工学科の火・金曜日、2項目の「全身がだるい」については、機械工学科の金曜日、電気工学科の月・火・木・金曜日、土木工学科の月・火・水・木曜日、建築学科の月・火・水・金曜日、3項目の「足がだるい」については、機械工学科の月・火・木曜日、電気工学科の火・水曜日、土木工学科の火曜日、建築学科の月・水曜日、4項目の「あくびがでる」については、機械工学科の月・水・木・金曜日、電気工学科の水曜日、土木工学科の月・火・木曜日、建築学科の水・木曜日、5項目の「頭がぼんやりする」については、機械工学科の月曜日、電気工学科の月・火・木・金曜日、土木工学科

表2 疲労自覚症状訴え率

学 科 別		土木工学科						建築学科					
症 状 項 目		授 業 前						授 業 前					
		月	火	水	木	金	計	月	火	水	木	金	計
A	1 頭がおもい	6.7	6.7	—	10.0	—	4.7	10.0	10.0	33.3	16.7	13.3	16.7
	2 全身がだるい	20.0	23.3	26.7	20.0	—	18.0	23.3	20.0	30.0	16.7	23.3	22.7
	3 足がだるい	6.7	20.0	13.0	6.7	13.3	12.0	20.0	13.3	20.0	6.7	—	12.0
	4 あくびがでる	30.0	30.0	36.7	30.0	13.3	28.0	43.3	36.7	33.3	33.3	10.0	31.3
	5 頭がぼんやりする	26.7	30.0	16.7	26.7	20.0	24.0	26.7	13.3	16.7	10.0	60.0	25.3
	6 ねむい	33.3	40.0	33.3	26.7	30.0	32.7	56.7	43.3	46.7	36.7	33.3	43.3
	7 目がつかれる	56.7	60.0	46.7	46.7	60.0	54.0	40.0	43.3	46.7	53.3	50.0	46.7
	8 動作がぎこちなくなる	30.0	20.0	20.0	13.3	20.0	20.7	—	20.0	16.7	16.7	—	10.7
	9 足もとがたよりない	6.7	20.0	16.7	13.3	—	11.3	16.7	16.7	16.7	6.7	—	11.3
	10 横になりたい	40.0	36.7	46.7	26.7	33.3	36.7	40.0	40.0	43.3	40.0	53.3	43.3
Aの平均		25.7	28.7	25.7	22.0	19.0	24.2	27.7	25.7	30.3	23.7	24.3	26.3
B	11 考えがまとまらない	36.7	30.0	20.0	16.7	20.0	24.7	13.3	6.7	20.0	10.0	—	10.0
	12 話をするのがいやになる	26.7	13.3	10.0	6.7	20.0	15.3	—	6.7	—	—	16.7	4.7
	13 いらいらする	20.0	10.0	26.7	20.0	10.0	17.3	—	20.0	10.0	13.3	—	8.7
	14 気がちる	16.7	20.0	23.3	10.0	10.0	16.0	—	—	6.7	13.3	—	4.0
	15 物事に熱心になれない	16.7	16.7	23.3	13.3	16.7	17.3	16.7	16.7	13.3	—	—	9.3
	16 ちょっとしたことが思い出せない	20.0	6.7	13.3	20.0	—	12.0	6.7	—	—	—	—	1.3
	17 することに間違いが多くなる	20.0	13.3	13.3	—	—	9.3	23.3	10.0	—	—	—	6.7
	18 物事が気にかかる	26.7	20.0	23.3	—	—	14.0	10.0	6.7	20.0	16.7	—	10.7
	19 きちんとしていられない	16.7	13.3	20.0	6.7	20.0	15.3	6.7	10.0	13.3	6.7	10.0	9.3
	20 根気がなくなる	—	13.3	10.0	—	—	4.7	20.0	—	—	—	—	4.0
Bの平均		20.0	15.7	18.3	9.3	9.7	14.6	9.7	7.7	8.3	6.0	2.7	6.9
C	21 頭がいたい	—	—	—	10.0	23.3	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	—	5.3
	22 肩がこる	33.3	33.3	33.3	16.7	—	23.3	23.3	23.3	16.7	13.3	—	15.3
	23 腰がいたい	23.3	23.3	13.3	26.7	26.7	22.7	13.3	10.0	6.7	13.3	26.7	14.0
	24 いき苦しい	—	—	—	16.7	13.3	6.0	16.7	—	—	6.7	—	4.7
	25 口がかわく	20.0	16.7	—	—	13.3	10.0	20.0	6.7	6.7	13.3	23.3	14.0
	26 声がかすれる	—	13.3	—	—	—	2.7	—	—	—	—	—	—
	27 めまいがする	—	10.0	—	—	6.7	3.3	10.0	6.7	—	—	10.0	5.3
	28 まぶたや筋がピクピクする	10.0	13.3	—	6.7	—	6.0	—	—	—	—	10.0	2.0
	29 手足がふるえる	6.7	6.7	—	—	—	2.7	10.0	—	6.7	6.7	—	4.7
	30 気分がわるい	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Cの平均		9.3	11.7	4.7	7.7	8.3	8.3	10.0	5.0	4.3	6.0	7.0	6.5

の月・火・木・金曜日、建築学科の月曜日、6項目の「ねむい」については、機械工学科の火・水・木・金曜日、土木工学科の月・水・木・金曜日、建築学科の金曜日、7項目の「目がつかれる」については、機械工学科の金曜日、8項目の「動作がぎこちなくなる」については、機械工学科の金曜日、電気工学科の火曜日、土木工学科の月・火・水・金曜日、建築学科の火曜日、9項目の「足もとがたよりない」については、機械工学科の月・金曜日、電気工学科の月・火・水曜日、土木工学科の火曜日、10項目の「横になりたい」については、機械工学科の木・金曜日、土木工学科の木・金曜日、36.7%以上と53.3%以下の項目について述べると、2項目の「全身がだるい」については、機械工学科の月・火曜日、4項目の「あくびがでる」については、電気工学科の火・木・金曜日、土木工学科の水曜日、建築学科の月・火曜日、6項目の「ねむい」については、機械工学科の月曜日、電気工学科

の火・水・木・金曜日、土木工学科の火曜日、建築学科の火・水・木曜日、7項目の「目がつかれる」については、機械工学科の月・火・水曜日、電気工学科の火・水・金曜日、土木工学科の水・木曜日、建築学科の月・火・水・金曜日、10項目の「横になりたい」については、機械工学科の火・水曜日、電気工学科の月・金曜日、土木工学科の月・火・水曜日、建築学科の月・火・水・木曜日、53.3%以上の項目について述べると、4項目の「あくびがでる」については、電気工学科の月曜日がしめされた。5項目の「頭がぼんやりする」については、建築学科の金曜日、6項目の「ねむい」については、電気工学科の月曜日、建築学科の月曜日、7項目の「目がつかれる」については、機械工学科の木曜日、電気工学科の月・木曜日、土木工学科の月・火・金曜日、建築学科の木曜日、10項目の「横になりたい」については、機械工学科の月曜日、電気工学科の火・水・木曜日、建築学科の金曜日が認められた。

小項目における20%以上と36.7%以下の訴え率の項目について述べると、2項目の「全身がだるい」については、機械工学科・電気工学科・建築学科、4項目の「あくびがでる」については、機械工学科・土木工学科・建築学科、5項目の「頭がぼんやりする」については、電気工学科・土木工学科・建築学科、6項目の「ねむい」については機械工学科・建築学科、8項目の「動作がぎこちなくなる」については、土木工学科、36.7%以上と53.3%以下の項目について述べると、4項目の「あくびがでる」については、電気工学科、6項目の「ねむい」については、電気工学科・建築学科、7項目の「目がつかれる」については、機械工学科・電気工学科・建築学科、10項目の「横になりたい」については、機械工学科・土木工学科・建築学科、53.3%以上の項目についてのべると、7項目の「目がつかれる」については、土木工学科、10項目の「横になりたい」については、電気工学科が認められたが、他の学科については、結果が認められない。

大項目における20%以上と36.7%以下の訴え率の項目について述べると、土木工学科の金曜日以外のすべてにおいて示され、36.7%以上の項目については各学科・曜日とも認められない結果が示唆された。

B症状群の各項目ごとについて20%以上と36.7%以下の訴え率の項目について述べると、11項目の「考えがまとまらない」については、機械工学科の月・火曜日、電気工学科の水・木曜日、土木工学科の火・水・金曜日、建築学科の水曜日、12項目の「話をするのがいやになる」については、電気工学科の月・火曜日、土木工学科の月・金曜日、13項目の「いらいらする」については、機械工学科の月・木曜日、土木工学科の月・水・木曜日、建築学科の火曜日、14項目の「気がちる」については、機械工学科の月曜日、電気工学科の月・火曜日、土木工学科の火・水曜日、15項目の「物事に熱心になれない」については、機械工学科の月曜日、電気工学科の月・火曜日、土木工学科の水曜日、16項目の「ちょっとしたことが思い出せない」については、機械工学科の月曜日、電気工学科の月曜日、土木工学科の月・木曜日、17項目の「することに間違いが多くなる」については、電気工学科の月・木曜日、土木工学科の月曜日、建築学科の月曜日、18項目の「物事が気にかかる」については、機械工学科の月・火・水曜日、電気工学科の月・火・水曜日、土木工学科の月・火・水曜日、建築学科の水曜日、19項目の「きちんとしていられない」については、土木工学科の水・金曜日、20項目の「根気がなくなる」については、建築学科の月曜日、36.7%以上と53.5%以下の項目について述べると、11項目の「考えがまとまらない」については、電気工学科の月・火曜日、土木工学科の月曜日が占められたが、他の学科については認められない。53.3%以上の項目については、各学科・曜日とも認められない。

小項目における20%以上と36.7%以下の訴え率の項目について述べると、11項目の「考えがまとまらない」については、電気工学科・土木工学科、18項目の「物事が気にかかる」については、電気工学科、36.7%以上の項目については、各学科に該当するものはない。

表3 疲労自覚症状訴え率

学 科 別		機械工学科						電気工学科					
症 状 項 目		授 業 後						授 業 後					
		月	火	水	木	金	計	月	火	水	木	金	計
A	1 頭がおもい	6.7	13.3	6.7	10.0	13.3	10.0	13.3	6.7	23.3	13.3	20.0	15.3
	2 全身がだるい	20.0	16.7	10.0	16.7	20.0	16.7	13.3	10.0	26.7	20.0	23.0	18.7
	3 足がだるい	—	23.3	10.0	13.3	13.3	12.0	20.0	20.0	20.0	20.0	—	16.0
	4 あくびがでる	36.7	23.3	26.7	23.3	20.0	26.0	50.0	50.0	46.7	36.7	36.7	44.0
	5 頭がぼんやりする	6.7	10.0	16.7	13.3	20.0	13.3	23.3	26.7	40.0	36.7	36.7	32.7
	6 ねむい	36.7	36.7	30.0	30.0	36.7	34.0	53.3	43.3	60.0	40.0	40.0	47.3
	7 目がつかれる	63.3	53.3	56.7	53.3	20.0	49.3	73.3	50.0	56.7	70.0	70.0	64.0
	8 動作がぎこちなくなる	—	—	6.7	—	16.7	4.7	10.0	20.0	13.3	—	—	8.7
	9 足もとがたよりない	16.7	20.0	6.7	13.3	43.3	20.0	16.7	20.0	20.0	30.0	30.0	23.3
	10 横になりたい	26.7	36.7	33.3	36.7	26.7	32.0	50.0	60.0	66.7	70.0	43.3	58.0
Aの平均		21.3	23.3	20.3	21.0	23.0	21.8	32.3	30.7	37.3	33.7	30.0	32.8
B	11 考えがまとまらない	23.3	10.0	16.7	6.7	6.7	12.7	30.0	30.0	46.7	16.7	30.0	30.7
	12 話をするのがいやになる	13.3	10.0	—	—	—	4.7	23.3	13.3	—	13.3	—	10.0
	13 いらいらする	10.0	10.0	6.7	10.0	16.7	10.7	16.7	16.7	20.0	10.0	13.3	15.3
	14 気がちる	10.0	6.7	10.0	10.0	16.7	10.7	20.0	10.0	16.7	16.7	20.0	16.7
	15 物事に熱心になれない	16.7	10.0	10.0	—	6.7	8.7	16.7	16.7	20.0	13.3	13.3	16.0
	16 ちょっとしたことが思い出せない	13.3	—	—	—	—	2.7	20.0	—	6.7	—	—	5.3
	17 することに間違いが多くなる	10.0	6.7	—	13.3	—	6.0	33.3	16.7	13.3	13.3	—	15.3
	18 物事が気にかかる	43.3	30.0	20.0	30.0	16.7	28.0	23.3	16.7	23.3	13.3	26.7	20.7
	19 きちんとしていられない	13.3	10.0	10.0	13.3	—	9.3	13.3	10.0	13.3	16.7	23.3	15.3
	20 根気がなくなる	—	—	—	—	—	—	—	—	6.7	6.7	—	2.7
Bの平均		15.3	9.3	7.3	8.3	6.3	9.3	19.7	13.0	16.7	12.0	12.7	14.8
C	21 頭がいたい	10.0	6.7	—	6.7	13.3	7.3	10.0	10.0	13.3	10.0	16.7	12.0
	22 肩がこる	33.3	20.0	16.7	16.7	10.0	19.3	30.0	10.0	20.0	20.0	30.0	22.0
	23 腰がいたい	10.0	10.0	16.7	26.7	10.0	14.7	16.7	10.0	26.7	16.7	—	14.0
	24 いき苦しい	6.7	—	—	—	13.3	4.0	20.0	6.7	23.3	16.7	33.3	20.0
	25 口がかわく	—	16.7	—	10.0	—	5.3	6.7	—	13.3	13.3	6.7	8.0
	26 声がかすれる	13.3	—	—	—	—	2.7	—	10.0	—	6.7	—	3.3
	27 めまいがする	10.0	13.3	16.7	10.0	16.7	13.3	13.3	—	13.3	13.3	—	8.0
	28 まぶたや筋がピクピクする	10.0	13.3	—	6.7	—	6.0	6.7	—	6.7	—	—	2.7
	29 手足がふるえる	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	30 気分がわるい	—	—	—	—	—	—	—	—	6.7	—	—	1.3
Cの平均		9.3	8.0	5.0	7.7	6.3	7.3	10.3	4.7	12.3	9.7	8.7	9.1

大項目における20%以上と36.7%以下について述べると、電気工学科の月曜日、土木工学科の月曜日が示されたが他の各学科については認められない。36.7%以上の項目については、各学科・曜日に該当するものはない。

Cの症状群の各項目ごとについて20%以上と36.7%以下の訴え率の項目について述べると、21項目の「頭がいたい」については、電気工学科の金曜日、土木工学科の金曜日、22項目の「肩がこる」については、機械工学科の月・水曜日、電気工学科の月・火・水・木・金曜日、土木工学科の月・火・水曜日、建築学科の月・火曜日、23項目の「腰がいたい」については、機械工学科の水・木曜日、電気工学科の月・木曜日、土木工学科の月・火・木・金曜日、建築学科の金曜日、24項目の「いき苦しい」については、電気工学科の金曜日、25項目の「口がかわく」については、電気工学科の木曜日、

表4 疲労自覚症状訴え率

学 科 別		土木工学科						建築学科					
症 状 項 目		授 業 後						授 業 後					
		月	火	水	木	金	計	月	火	水	木	金	計
A	1 頭がおもい	10.0	20.0	16.7	16.7	16.7	16.0	10.0	16.7	6.7	10.0	10.0	10.7
	2 全身がだるい	20.0	36.7	26.7	20.0	13.3	23.3	30.0	23.3	10.0	13.3	20.0	19.3
	3 足がだるい	10.0	10.0	6.7	6.7	—	6.7	10.0	16.7	16.7	13.3	13.3	14.0
	4 あくびがでる	40.0	36.7	40.0	23.3	33.3	34.7	30.0	33.3	30.0	20.0	10.0	24.7
	5 頭がぼんやりする	33.3	23.3	36.7	26.7	30.0	30.0	30.0	43.3	43.3	33.3	33.3	36.7
	6 ねむい	60.0	36.7	40.0	23.3	30.0	38.0	40.0	53.3	43.3	30.0	30.0	39.3
	7 目がつかれる	73.3	73.3	46.7	53.3	53.3	60.0	46.7	63.3	63.3	53.3	50.0	55.3
	8 動作がぎこちなくなる	13.3	20.0	13.3	—	20.0	13.3	—	6.7	6.7	13.3	10.0	7.3
	9 足もとがたよりない	13.3	—	20.0	26.7	20.0	16.0	16.7	13.3	13.3	6.7	26.7	15.3
	10 横になりたい	30.0	30.0	46.7	26.7	26.7	32.0	43.3	26.7	43.3	40.0	50.0	40.7
Aの平均		30.3	28.7	29.3	22.3	24.3	27.0	25.7	29.7	27.7	23.3	25.3	26.3
B	11 考えがまとまらない	20.0	30.0	26.7	13.3	20.0	22.0	23.3	26.7	16.7	13.3	16.7	19.3
	12 話をするのがいやになる	13.3	16.7	13.3	6.7	6.7	11.3	13.3	26.7	16.7	—	6.7	12.7
	13 いらいらする	20.0	20.0	26.7	16.7	10.0	18.7	13.3	16.7	6.7	16.7	6.7	12.0
	14 気がちる	30.0	13.3	26.7	6.7	23.3	20.0	10.0	26.7	10.0	6.7	13.3	13.3
	15 物事に熱心になれない	33.3	13.3	23.3	10.0	26.7	21.3	10.0	13.3	6.7	13.3	13.3	11.3
	16 ちよつとしたことが思い出せない	23.3	20.0	13.3	6.7	—	12.7	—	—	—	—	13.3	2.7
	17 することに間違いが多くなる	20.0	13.3	—	23.3	13.3	14.0	10.0	6.7	—	—	—	3.3
	18 物事が気にかかる	36.7	20.0	13.3	—	13.3	16.7	33.3	13.3	—	10.0	26.7	16.7
	19 きちんとしていられない	20.0	23.3	16.7	13.3	23.3	19.3	13.3	20.0	6.7	20.0	13.3	14.7
	20 根気がなくなる	—	—	6.7	—	—	1.3	23.3	—	—	—	—	4.7
Bの平均		21.7	17.0	16.7	9.7	13.7	15.7	15.0	15.0	6.3	8.0	11.0	11.1
C	21 頭がいたい	10.0	16.7	6.7	6.7	20.0	12.0	10.0	10.0	13.3	6.7	13.3	10.7
	22 肩がこる	36.7	33.3	40.0	23.3	16.7	30.0	23.3	13.3	16.7	20.0	20.0	18.7
	23 腰がいたい	13.3	16.7	20.0	30.0	26.7	21.3	10.0	6.7	26.7	6.7	13.3	12.7
	24 いき苦しい	—	10.0	—	6.7	13.3	6.0	6.7	6.7	13.3	—	20.0	9.3
	25 口がかわく	20.0	6.7	—	6.7	—	6.7	6.7	10.0	20.0	6.7	10.0	10.7
	26 声がかすれる	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	27 めまいがする	—	—	—	10.0	6.7	3.3	—	13.3	13.3	16.7	10.0	10.7
	28 まぶたや筋がピクピクする	6.7	—	10.0	6.7	6.7	6.0	10.0	6.7	6.7	—	10.0	6.7
	29 手足がふるえる	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	30 気分がわるい	—	—	—	6.7	—	1.3	6.7	6.7	—	—	—	2.7
Cの平均		8.7	8.3	7.7	9.7	9.0	8.7	7.3	7.3	11.0	5.7	9.7	8.2

土木工学科の月曜日、建築学科の月・金曜日が認められた。36.7%以上の項目については、各学科・曜日とも該当するものはない。

小項目における20%以上と36.7%以下の訴え率の項目について述べると、22項目の「肩がこる」については、電気工学科・土木工学科、23項目の「腰がいたい」については土木工学科が認められた。36.7%以上の項目については、各学科とも認められない。

大項目における20%以上の訴え率の項目については、各学科・曜日とも認められない。

表3・表4は通常授業における授業後の訴え率を各項目ごとに比較すると、まず、A症状群の20%以上と36.7%以下の項目について述べると、1項目の「頭がおもい」については、電気工学科の水・金曜日、土木工学科の火曜日、2項目の「全身がだるい」については、機械工学科の月・金曜日、電

気工学科の水・木・金曜日、土木工学科の月・水・木曜日、建築学科の月・火・金曜日、3項目の「足がだるい」については、機械工学科の火曜日、電気工学科の月・火・水・木曜日、4項目の「あくびがでる」については、機械工学科の火・水・木・金曜日、土木工学科の木・金曜日、建築学科の月・火・水・木曜日、5項目の「頭がぼんやりする」については、機械工学科の金曜日、電気工学科の月・火曜日、土木工学科の月・火・木・金曜日、建築学科の月・木・金曜日、6項目の「ねむい」については、機械工学科の水・木曜日、土木工学科の木・金曜日、建築学科の木・金曜日、7項目の「目がつかれる」については、機械工学科の金曜日、8項目の「動作がごちなくなる」については、電気工学科の火曜日、土木工学科の火・金曜日、9項目の「足もとがたよりない」については、機械工学科の火曜日、電気工学科の火・水・木・金曜日、土木工学科の水・木・金曜日、建築学科の金曜日、10項目の「横になりたい」については、機械工学科の月・水・金曜日、土木工学科の月・火・木・金曜日、建築学科の火曜日、36.7%以上と53.3%以下の項目について述べると、2項目の「全身がだるい」については、土木工学科の火曜日、4項目の「あくびがでる」については、機械工学科の月曜日、電気工学科の月・火・水・木・金曜日、土木工学科の月・火・水曜日、5項目の「頭がぼんやりする」については、電気工学科の水・木・金曜日、土木工学科の水曜日、建築学科の火・水曜日、6項目の「ねむい」については、機械工学科の月・火・金曜日、電気工学科の火・木・金曜日、土木工学科の火・水曜日、建築学科の月・水曜日、7項目の「目がつかれる」については、電気工学科の火曜日、土木工学科の水曜日、建築学科の月・金曜日、9項目の「足もとがたよりない」については、機械工学科の金曜日、10項目の「横になりたい」については、機械工学科の火・木曜日、電気工学科の月・金曜日、土木工学科の水曜日、建築学科の月・水・木・金曜日、53.3%以上の項目について述べると、6項目の「ねむい」については、電気工学科の月・水曜日、土木工学科の月曜日、建築学科の火曜日、7項目の「目がつかれる」については、機械工学科の月・火・水・木曜日、電気工学科の月・水・木・金曜日、建築学科の火・水・木曜日、10項目の「横になりたい」については、電気工学科の火・水・木曜日が認められた。

小項目における20%以上と36.7%以下の訴え率の項目について述べると、2項目の「全身がだるい」については、土木工学科、4項目の「あくびがでる」については、機械工学科・土木工学科・建築学科、5項目の「頭がぼんやりする」については、電気工学科・土木工学科、6項目の「ねむい」については機械工学科、9項目の「足もとがたよりない」については、機械工学科・電気工学科、10項目の「横になりたい」については、機械工学科、土木工学科、36.7%以上53.3%以下の項目について述べると、4項目の「あくびがでる」については、電気工学科、5項目の「頭がぼんやりする」については、建築学科、6項目の「ねむい」については、電気工学科・土木工学科・建築学科、7項目の「目がつかれる」については、機械工学科、10項目の「横になりたい」については、電気工学科、53.3%以上の項目について述べると、7項目の「目がつかれる」については、電気工学科・土木工学科・建築学科、10項目の「横になりたい」については、電気工学科が認められた。

大項目における20%以上と36.7%以下の訴え率の項目については、各学科とも認められた。

B症状群の各項目ごとについて20%以上と36.7%以下の訴え率の項目について述べると、11項目の「考えがまとまらない」については、機械工学科の月曜日、電気工学科の月・火・金曜日、土木工学科の月・火・水・金曜日、建築学科の月・火曜日、12項目の「話をするのがいやになる」については、電気工学科の月曜日、建築学科の火曜日、13項目の「いらいらする」について電気工学科の水曜日、土木工学科の月・火・水曜日、14項目の「気がちる」については、電気工学科の水曜日、土木工学科の月・水・金曜日、建築学科の火曜日、15項目の「物事に熱心になれない」については、電気工学科の水曜日、土木工学科の月・水・金曜日、16項目の「ちょっとしたことが思い出せない」については、電気工学科の月曜日、土木工学科の月・火曜日、17項目の「する事に間違いが多くなる」については、

電気工学科の月曜日, 土木工学科の月・木曜日, 18項目の「物事が気にかかる」については, 機械工学科の火・水・木曜日, 電気工学科の月・水・金曜日, 土木工学科の火曜日, 建築学科の月・金曜日, 19項目の「きちんとしていられない」については, 電気工学科の金曜日, 土木工学科の月・火・金曜日, 建築学科の火・木曜日, 20項目の「根気がなくなる」については, 建築学科の月曜日, 36.7%以上と53.3%以下の項目について述べると, 11項目の「考えがまとまらない」については, 電気工学科の月曜日, 18項目の「物事が気にかかる」については, 機械工学科の月曜日, 土木工学科の月曜日, 53.3%以上の項目については, 各学科・曜日とも認められない。

小項目における20%以上と36.7%以下の訴え率の項目について述べると, 11項目の「考えがまとまらない」については, 電気工学科・土木工学科, 14項目の「気がちる」については, 土木工学科, 15項目の「物事に熱心になれない」については, 土木工学科, 18項目の「物事が気にかかる」については, 機械工学科・電気工学科, 36.7%以上の項目については, 各学科とも認められない。

大項目における20%以上と36.7%以下の訴え率の項目について述べると, 土木工学科の月曜日, 36.7%以上の項目については, 各学科・曜日とも認められない。

C症状群の各項目ごとについて20%以上と36.7%以下の訴え率の項目について述べると, 21項目の「頭がいたい」については, 土木工学科の金曜日, 22項目の「肩がこる」については, 機械工学科の月・火曜日, 電気工学科の月・水・木・金曜日, 土木工学科の火・木曜日, 建築学科の月・水・金曜日, 23項目の「腰がいたい」については, 機械工学科の木曜日, 電気工学科の水曜日, 土木工学科の火・木・金曜日, 建築学科の水曜日, 24項目の「いき苦しい」については, 電気工学科の月・水・金曜日, 建築学科の金曜日, 25項目の「口がかわく」については, 土木工学科の月曜日, 建築学科の水曜日, 36.7%以上53.3%以下の項目について述べると, 22項目の「肩がこる」については, 土木工学科の月・水曜日, 53.3%以上の項目については, 各学科・曜日とも認められない。

小項目・大項目における20%以上の訴え率の項目については, 各学科・曜日とも認められない。

表5・表6は試験1週間前における授業前の訴え率を各項目ごとと比較すると, まず, A症状群の20%以上と36.7%以下の訴え率の項目について述べると, 1項目の「頭がおもい」については, 機械工学科の金曜日, 電気工学科の水・木・金曜日, 2項目の「全身がだるい」については, 機械工学科の月・木・金曜日, 電気工学科の火・金曜日, 土木工学科の月・水曜日, 4項目の「あくびがでる」については, 機械工学科の月・火・水・木・金曜日, 電気工学科の月・金曜日, 土木工学科の月・水・木・金曜日, 建築学科の月・火・水・木・金曜日, 5項目の「頭がぼんやりする」については, 機械工学科の金曜日, 電気工学科の月・火・水・木曜日, 土木工学科の月・火・水・金曜日, 建築学科の月・火・水曜日, 6項目の「ねむい」については, 機械工学科の月・火・木・金曜日, 電気工学科の月曜日, 土木工学科の月・水・金曜日, 建築学科の月・火・金曜日, 7項目の「目がつかれる」については, 機械工学科の月・火曜日, 8項目の「動作がぎこちなくなる」については, 電気工学科の月・金曜日, 土木工学科の月・水・木曜日, 9項目の「足もとがたよりない」については, 機械工学科の火・水・木・金曜日, 電気工学科の火・水・木・金曜日, 土木工学科の月・水・金曜日, 建築学科の月曜日, 10項目の「横になりたい」については, 機械工学科の月・火・木・金曜日, 土木工学科の火・水・木・金曜日, 建築学科の火・金曜日, 36.7%以上と53.3%以下の項目について述べると, 2項目の「全身がだるい」については, 電気工学科の木曜日, 4項目の「あくびがでる」については, 電気工学科の火・水・木曜日, 土木工学科の火曜日, 5項目の「頭がぼんやりする」については, 電気工学科の金曜日, 建築学科の木曜日, 6項目の「ねむい」については, 機械工学科の水曜日, 電気工学科の火・水・木・金曜日, 土木工学科の火曜日, 建築学科の水・木曜日, 7項目の「目がつかれる」については, 機械工学科の水・木・金曜日, 電気工学科の月・木・金曜日, 土木工学科の月・水曜日, 9項目の「足もとがたよりない」については, 機械工学科の月曜日, 10項目の「横になりたい」につ

表5 疲労自覚症状訴え率

学 科 別		機械工学科						電気工学科					
症 状 項 目		授 業 前						授 業 前					
		月	火	水	木	金	計	月	火	水	木	金	計
A	1 頭がおもい	10.0	13.3	6.7	16.7	20.0	13.3	16.7	13.3	23.3	23.3	23.3	20.0
	2 全身がだるい	23.3	16.7	13.3	20.0	20.0	18.7	16.7	20.0	16.7	36.7	23.3	22.7
	3 足がだるい	13.3	13.3	10.0	10.0	10.0	11.3	16.7	10.0	13.3	13.3	10.0	12.7
	4 あくびがでる	20.0	20.0	26.7	23.3	26.7	23.3	30.0	43.3	40.0	50.0	33.3	39.3
	5 頭がぼんやりする	6.7	13.3	10.0	16.7	23.3	14.0	26.7	20.0	20.0	30.0	43.3	28.0
	6 ねむい	30.0	30.0	36.7	33.3	33.3	32.7	33.3	43.3	40.0	50.0	43.3	42.0
	7 目がつかれる	33.3	30.0	46.7	40.0	40.0	38.0	50.0	60.0	53.3	50.0	43.3	51.3
	8 動作がぎこちなくなる	6.7	10.0	6.7	13.3	—	7.3	20.0	13.3	10.0	16.7	26.7	17.3
	9 足もとがたよりない	40.0	20.0	20.0	23.3	23.3	25.3	—	26.7	23.3	30.0	26.7	21.3
	10 横になりたい	23.3	30.0	16.7	23.3	33.3	25.3	36.7	56.7	43.3	56.7	50.0	48.7
Aの平均		20.7	19.7	19.3	20.0	23.0	29.0	24.7	30.7	28.3	35.7	32.3	30.3
B	11 考えがまとまらない	10.0	13.3	6.7	13.3	16.7	12.0	16.7	20.0	30.0	23.3	16.7	21.3
	12 話をするのがいやになる	6.7	—	—	—	10.0	3.3	13.3	—	6.7	—	—	4.0
	13 いらいらする	20.0	13.3	6.7	13.3	—	10.7	20.0	20.0	13.3	16.7	20.0	18.0
	14 気がちる	16.7	10.0	—	10.0	6.7	8.7	13.3	16.7	16.7	16.7	6.7	14.0
	15 物事に熱心になれない	6.7	6.7	6.7	6.7	—	5.3	13.3	20.0	16.7	10.0	13.3	14.7
	16 ちょっとしたことが思い出せない	—	—	—	—	—	—	—	—	6.7	—	—	1.3
	17 することに間違いが多くなる	10.0	—	—	—	—	2.0	6.7	20.0	16.7	—	—	8.7
	18 物事が気にかかる	—	13.3	33.3	10.0	26.7	16.7	20.0	13.3	36.7	26.7	16.7	22.7
	19 きちんとしていられない	10.0	13.3	6.7	6.7	13.3	10.0	13.3	20.0	16.7	13.3	13.3	15.3
	20 根気がなくなる	—	—	—	—	—	—	10.0	—	—	—	—	2.0
Bの平均		8.0	7.0	6.0	6.0	7.3	6.9	12.7	13.0	16.0	10.7	8.7	12.2
C	21 頭がいたい	—	—	6.7	10.0	10.0	5.3	6.7	23.3	16.7	10.0	13.3	14.0
	22 肩がこる	13.3	20.0	16.7	13.3	16.7	16.0	16.7	16.7	20.0	20.0	23.3	19.3
	23 腰がいたい	6.7	10.0	13.3	10.0	16.7	11.3	13.3	23.3	23.3	10.0	—	14.0
	24 いき苦しい	—	—	10.0	10.0	13.3	6.7	13.3	23.3	16.7	26.7	26.7	21.3
	25 口がかわく	—	—	—	—	—	—	6.7	20.0	13.3	13.3	6.7	12.0
	26 声がかすれる	—	—	—	—	10.0	2.0	20.0	13.3	10.0	10.0	6.7	12.0
	27 めまいがする	6.7	13.3	13.3	13.3	16.7	12.7	3.3	10.0	13.3	10.0	10.0	9.3
	28 まぶたや筋がピクピクする	—	6.7	—	6.7	—	2.7	—	—	—	—	6.7	1.3
	29 手足がふるえる	—	—	—	—	—	—	10.0	—	—	—	—	2.0
	30 気分がわるい	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Cの平均		2.7	5.0	6.0	6.3	8.3	5.7	9.0	13.0	11.3	10.0	9.3	10.5

いては、電気工学科の月・水・金曜日、土木工学科の月曜日、建築学科の水曜日、53.3%以上の項目について述べると、7項目の「目がつかれる」については、電気工学科の火・水曜日、土木工学科の火・木・金曜日、建築学科の月・火・水・木・金曜日、10項目の「横になりたい」については、電気工学科の火・木曜日が認められた。

小項目における20%以上と36.7%以下の訴え率の項目について述べると、1項目の「頭がおもい」については、電気工学科、2項目の「全身がだるい」については、電気工学科、4項目の「あくびがでる」については、機械工学科・土木工学科・建築学科、5項目の「頭がぼんやりする」については、電気工学科・土木工学科・建築学科、6項目の「ねむい」については、機械工学科・土木工学科・建築学科、9項目の「足もとがたよりない」については、機械工学科・電気工学科・土木工学科、10項

表6 疲労自覚症状訴え率

学 科 別		土木工学科						建築学科					
症 状 項 目		授 業 前						授 業 前					
		月	火	水	木	金	計	月	火	水	木	金	計
A	1 頭がおもい	—	10.0	10.0	10.0	16.7	9.3	—	10.0	10.0	10.0	—	6.0
	2 全身がだるい	26.7	13.3	20.0	10.0	16.7	17.3	16.7	13.3	16.7	10.0	10.0	13.3
	3 足がだるい	—	6.7	10.0	10.0	10.0	7.3	10.0	10.0	10.0	6.7	10.0	9.3
	4 あくびがでる	23.3	40.0	33.3	26.7	26.7	30.0	26.7	33.3	23.3	33.3	30.0	29.3
	5 頭がぼんやりする	23.3	20.0	23.3	10.0	33.3	22.0	23.3	30.0	30.0	36.7	10.0	26.0
	6 ねむい	26.7	40.0	23.3	16.7	26.7	26.7	33.0	23.3	36.7	36.7	26.7	31.3
	7 目がつかれる	43.3	56.7	50.0	66.7	56.7	54.7	70.0	80.0	63.3	70.0	80.0	72.7
	8 動作がぎこちなくなる	20.0	13.3	20.0	20.0	—	14.7	—	—	10.0	—	10.0	4.0
	9 足もとがたよりない	20.0	13.3	26.7	13.3	26.7	20.0	20.0	—	10.0	6.7	—	7.3
	10 横になりたい	43.3	20.0	20.0	20.0	30.0	26.7	16.7	33.3	36.7	16.7	30.0	26.7
	Aの平均	22.7	23.3	23.7	20.3	24.3	22.9	21.7	23.3	24.7	22.7	20.7	22.6
B	11 考えがまとまらない	20.0	—	20.0	20.0	10.0	14.0	23.3	16.7	13.3	16.7	10.0	16.0
	12 話をするのがいやになる	10.0	10.0	23.3	30.0	10.0	16.7	—	—	23.3	—	10.0	6.7
	13 いらいらする	10.0	13.3	16.7	—	20.0	12.0	13.3	16.7	10.0	—	10.0	10.0
	14 気がちる	10.0	13.3	16.7	10.0	16.7	13.3	10.0	—	6.7	—	10.0	5.3
	15 物事に熱心になれない	10.0	10.0	16.7	10.0	16.7	12.7	—	10.0	6.7	—	10.0	5.3
	16 ちよとしたことが思い出せない	—	20.0	10.0	10.0	—	8.0	20.0	16.7	—	—	—	7.3
	17 することに間違いが多くなる	—	10.0	—	20.0	—	6.0	—	10.0	20.0	—	26.7	11.3
	18 物事が気にかかる	10.0	—	16.7	13.3	—	8.0	—	20.0	—	30.0	26.7	15.5
	19 きちんとしていられない	10.0	10.0	10.0	6.7	26.7	12.7	—	—	16.7	6.7	10.0	6.7
	20 根気がなくなる	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Bの平均	8.0	8.7	13.0	12.0	10.0	10.3	6.7	9.0	9.7	5.3	11.3	8.4
C	21 頭がいたい	13.3	20.0	10.0	10.0	20.0	14.7	—	10.0	10.0	16.7	10.0	9.3
	22 肩がこる	23.3	16.7	10.0	23.3	20.0	18.7	26.7	—	16.7	10.0	—	10.7
	23 腰がいたい	20.0	26.7	30.0	30.0	—	21.3	23.3	33.3	10.0	26.7	13.3	21.3
	24 いき苦しい	10.0	20.0	20.0	20.0	10.0	16.0	—	—	10.0	20.0	—	6.0
	25 口がかわく	10.0	6.7	—	6.7	—	4.0	—	10.0	20.0	—	30.0	12.0
	26 声がかすれる	—	—	6.7	—	—	1.3	—	—	—	—	—	—
	27 めまいがする	10.0	—	—	—	—	2.0	10.0	—	10.0	—	10.0	6.0
	28 まぶたや筋がピクピクする	6.7	—	—	—	10.0	3.3	—	—	16.7	6.7	10.0	6.7
	29 手足がふるえる	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	30 気分がわるい	—	—	—	—	—	—	10.0	—	6.7	6.7	10.0	6.7
	Cの平均	9.3	9.0	7.7	9.0	6.0	8.2	7.0	5.3	10.0	8.7	8.3	7.9

目の「横になりたい」については、機械工学科・土木工学科・建築学科、36.7%以上と53.3%以下の項目について述べると、4項目の「あくびがでる」については、電気工学科、6項目の「ねむい」については、電気工学科、7項目の「目がつかれる」については機械工学科・電気工学科、10項目の「横になりたい」については、電気工学科、53.3%以上の項目について述べると、7項目の「目がつかれる」については、土木工学科・建築学科が認められた。

大項目における20%以上と36.7%以下の訴え率の項目について述べると、機械工学科の火・水曜日を除くすべての項目で示され、36.7%以上の項目については、各学科に該当するものはない。

B症状群の各項目ごとについて20%以上と36.7%以下の訴え率の項目について述べると、11項目の「考えがまとまらない」については、電気工学科の火・水・木曜日、土木工学科の月・水・木曜日、

建築学科の月曜日、12項目の「話をするのがいやになる」については、土木工学科の水・木曜日・建築学科の水曜日、13項目の「いらいらする」については、機械工学科の月曜日、電気工学科の月・火・金曜日、土木工学科の金曜日、15項目の「物事に熱心になれない」については、電気工学科の火曜日、16項目の「ちょっとしたことが思い出せない」については、土木工学科の火曜日、建築学科の月曜日、17項目の「することに間違いが多くなる」については、電気工学科の火曜日、土木工学科の木曜日、建築学科の水・金曜日、18項目の「物事が気にかかる」については、機械工学科の水・金曜日、電気工学科の月・木曜日、建築学科の火・木・金曜日、19項目の「きちんとしていられない」については、電気工学科の火曜日、土木工学科の金曜日、36.7%以上と53.3%以下の項目について述べると、18項目の「物事が気にかかる」については、電気工学科の水曜日が示され、53.3%以上の項目については、各学科・曜日とも認められない。

小項目における20%以上と36.7%以下の訴え率の項目について述べると、11項目の「考えがまとまらない」については、電気工学科、18項目の「物事が気にかかる」については、電気工学科が示され、36.7%以上の項目については、各学科とも認められない。

大項目における20%以上の訴え率の項目については、各学科・曜日とも該当するものはない。

C症状群の各項目ごとについて20%以上と36.7%以下の訴え率の項目について述べると21項目の「頭がいたい」については電気工学科の火曜日、土木工学科の火・金曜日、22項目の「肩がこる」については、機械工学科の火曜日、電気工学科の水・木・金曜日、土木工学科の月・木・金曜日、建築学科の月曜日、23項目の「腰がいたい」については、電気工学科の火・水曜日、土木工学科の月・火・水・木曜日、建築学科の月・火・木曜日、24項目の「いき苦しい」については、電気工学科の火・木・金曜日、土木工学科の火・水・木曜日、建築学科の木曜日、25項目の「口がかわく」については、電気工学科の火曜日、建築学科の水・金曜日、26項目の「声がかすれる」については、電気工学科の月曜日が認められた。36.7%以上の項目については、各学科・曜日とも認められない。

小項目における20%以上と36.7%以下の訴え率の項目について述べると、23項目の「腰がいたい」については、土木工学科・建築学科、24項目の「いき苦しい」については、電気工学科が認められた。36.7%以上の項目については、各学科とも認められない。

大項目における20%以上の訴え率の項目については、各学科・曜日とも認められない。

表7・表8は試験1週間前における授業後の訴え率を各項目ごとに比較すると、まず、A症状群の20%以上と36.7%以下の訴え率の項目について述べると、1項目の「頭がおもい」については、機械工学科の木・金曜日、電気工学科の金曜日、土木工学科の月・木曜日、建築学科の水・金曜日、2項目の「全身がだるい」については、機械工学科の木・金曜日、電気工学科の月・木・金曜日、土木工学科の月・木曜日、建築学科の水・木・金曜日、3項目の「足がだるい」については、建築学科の金曜日、4項目の「あくびがでる」については、機械工学科の月・水・木曜日、土木工学科の火・水・木・金曜日、建築学科の月・水・木・金曜日、5項目の「頭がぼんやりする」については、機械工学科の火・金曜日、電気工学科の水・木・金曜日、土木工学科の月・火曜日、建築学科の月・水・木曜日、6項目の「ねむい」については、機械工学科の月・木・金曜日、土木工学科の水・木・金曜日、建築学科の月・火・木・金曜日、7項目の「目がつかれる」については、電気工学科の金曜日、8項目の「動作がぎこちなくなる」については、機械工学科の木曜日、電気工学科の金曜日、9項目の「足もとがたよりない」については、電気工学科の月・水・木曜日、土木工学科の月曜日、建築学科の月・金曜日、10項目の「横になりたい」については、機械工学科の月・木・金曜日、土木工学科の月・火・水曜日、建築学科の月・火・水・金曜日、36.7%以上と53.3%以下の項目について述べると、4項目の「あくびがでる」については、電気工学科の月・火・水・木・金曜日、土木工学科の月曜日、5項目の「頭がぼんやりする」については、電気工学科の月曜日、建築学科の火曜日、6項目の「ね

表7 疲労自覚症状訴え率

学 科 別		機械工学科						電気工学科					
症 状 項 目		授 業 後						授 業 後					
		月	火	水	木	金	計	月	火	水	木	金	計
A	1 頭がおもい	10.0	6.7	10.0	20.0	20.0	13.3	13.3	10.0	10.0	13.3	20.0	13.3
	2 全身がだるい	16.7	10.0	10.0	20.0	20.0	15.3	30.0	16.7	16.7	23.3	23.3	22.0
	3 足がだるい	13.3	6.7	6.7	16.7	13.3	11.3	13.3	10.0	10.0	6.7	10.0	10.0
	4 あくびがでる	26.7	16.7	30.0	30.0	13.3	23.3	43.3	40.0	40.0	43.3	43.3	42.0
	5 頭がぼんやりする	13.3	23.3	16.7	16.7	23.3	18.7	43.3	16.7	23.3	30.0	26.7	28.0
	6 ねむい	30.0	16.7	36.7	33.3	26.7	28.7	40.0	43.3	43.3	36.7	40.0	40.7
	7 目がつかれる	50.0	56.7	46.7	56.7	63.3	54.7	66.7	66.7	50.0	50.0	33.3	53.3
	8 動作がぎこちなくなる	—	10.0	10.0	30.0	6.7	11.3	13.3	—	20.0	—	—	6.7
	9 足もとがたよりない	16.7	—	—	—	6.7	4.7	26.7	—	20.0	33.3	40.0	24.0
	10 横になりたい	33.3	46.7	36.7	30.0	26.7	34.7	53.3	40.0	43.3	50.0	36.7	44.7
Aの平均		21.0	19.3	20.3	25.3	22.0	21.6	34.3	24.3	27.7	28.7	27.3	28.5
B	11 考えがまとまらない	6.7	13.3	—	13.3	23.3	11.3	13.3	20.0	26.7	26.7	30.0	23.3
	12 話をするのがいやになる	—	—	20.0	6.7	13.3	8.0	—	—	—	13.3	—	2.7
	13 いらいらする	16.7	10.0	6.7	16.7	6.7	11.3	16.7	10.0	20.0	20.0	16.7	16.7
	14 気がちる	13.3	6.7	6.7	13.3	6.7	9.3	13.3	20.0	13.3	16.7	13.3	15.3
	15 物事に熱心になれない	10.0	6.7	6.7	10.0	10.0	8.7	16.7	20.0	23.3	16.7	20.0	19.3
	16 ちよつとしたことが思い出せない	—	6.7	—	—	—	1.3	—	—	—	—	—	—
	17 することに間違いが多くなる	—	—	—	6.7	—	1.3	—	—	—	—	—	—
	18 物事が気にかかる	13.3	23.3	20.0	26.7	30.0	22.7	10.0	23.3	26.7	13.3	33.3	21.3
	19 きちんとしていられない	13.3	10.0	—	13.3	10.0	9.3	16.7	—	13.3	20.0	23.3	14.7
	20 根気がなくなる	—	—	—	—	—	—	13.3	13.3	—	10.0	—	7.3
Bの平均		7.3	7.7	6.0	10.7	10.0	8.3	10.0	10.7	12.3	13.7	13.7	12.1
C	21 頭がいたい	—	—	10.0	16.7	16.7	8.7	13.3	20.0	20.0	6.7	13.3	14.7
	22 肩がこる	10.0	16.7	10.0	20.0	16.7	14.7	20.0	23.3	20.0	30.0	26.7	24.0
	23 腰がいたい	10.0	26.7	23.3	16.7	16.7	18.7	33.3	26.7	23.3	—	—	16.7
	24 いき苦しい	—	6.7	—	13.3	16.7	7.3	23.3	6.7	23.3	30.0	20.0	20.7
	25 口がかわく	—	—	—	—	—	—	20.0	6.7	6.7	6.7	6.7	9.3
	26 声がかすれる	—	—	—	—	—	—	6.7	13.3	13.3	10.0	16.7	12.0
	27 めまいがする	6.7	20.0	23.3	13.3	16.7	16.0	13.3	16.7	10.0	16.7	13.3	14.0
	28 まぶたや筋がピクピクする	6.7	—	—	13.3	—	4.0	6.7	—	—	10.0	—	3.3
	29 手足がふるえる	—	—	—	—	—	—	6.7	—	—	—	—	1.3
	30 気分がわるい	—	—	—	—	—	—	6.7	—	—	—	—	1.3
Cの平均		3.3	7.0	6.7	9.3	8.3	6.9	15.0	11.3	11.7	11.0	9.7	11.7

むい」については、機械工学科の水曜日、電気工学科の月・火・水・木・金曜日、土木工学科の月・火曜日、建築学科の水曜日、7項目の「目がつかれる」については、機械工学科の月・水曜日、電気工学科の水・木曜日、土木工学科の月曜日、建築学科の月曜日、9項目の「足もとがたよりない」については、電気工学科の金曜日、10項目の「横になりたい」については、機械工学科の火・水曜日、電気工学科の火・水・木・金曜日、土木工学科の金曜日、53.3%以上の項目について述べると、7項目の「目がつかれる」については、機械工学科の火・木・金曜日、電気工学科の月・火曜日、土木工学科の火・水・木・金曜日、建築学科の火・水・木・金曜日、10項目の「横になりたい」については、電気工学科の月曜日が認められた。

小項目における20%以上と36.7%以下の訴え率の項目について述べると、2項目の「全身がだるい」

表8 疲労自覚症状訴え率

学 科 別		土木工学科						建築学科					
症 状 項 目		授 業 後						授 業 後					
		月	火	水	木	金	計	月	火	水	木	金	計
A	1 頭がおもい	20.0	6.7	13.3	23.3	10.0	14.7	—	10.0	20.0	—	20.0	10.0
	2 全身がだるい	26.7	16.7	10.0	26.7	10.0	18.0	16.7	—	26.7	20.0	30.0	18.7
	3 足がだるい	—	10.0	—	6.7	6.7	4.7	—	10.0	13.3	16.7	20.0	12.0
	4 あくびがでる	40.0	33.3	26.7	20.0	33.3	30.7	30.0	13.3	20.0	23.3	20.0	21.3
	5 頭がぼんやりする	33.3	23.3	10.0	13.3	13.3	18.7	33.3	46.7	33.3	33.3	16.7	32.7
	6 ねむい	46.7	43.3	26.7	33.3	33.3	36.7	33.3	30.0	36.7	20.0	23.3	28.7
	7 目がつかれる	50.0	63.3	63.3	70.0	73.3	64.0	50.0	63.3	56.7	70.0	63.3	60.7
	8 動作がぎこちなくなる	20.0	20.0	20.0	20.0	—	16.0	—	10.0	—	—	10.0	4.0
	9 足もとがたよりない	20.0	10.0	—	10.0	13.3	10.7	20.0	—	10.0	—	26.7	11.3
	10 横になりたい	30.0	20.0	26.7	16.7	40.0	26.7	33.3	33.3	23.3	13.3	30.0	26.7
Aの平均		28.7	24.7	19.7	24.0	23.3	24.1	21.7	21.7	24.0	19.7	26.0	22.6
B	11 考えがまとまらない	30.0	26.7	10.0	—	—	13.3	23.3	33.3	20.0	20.0	20.0	23.3
	12 話をするのがいやになる	—	13.3	—	—	—	2.7	10.0	20.0	26.7	—	20.0	15.3
	13 いらいらする	20.0	20.0	20.0	13.3	20.0	18.7	10.0	13.3	13.3	10.0	20.0	13.3
	14 気がちる	13.3	16.7	20.0	16.7	20.0	17.3	—	13.3	13.3	10.0	13.3	10.0
	15 物事に熱心になれない	13.3	10.0	10.0	13.3	20.0	13.3	10.0	16.7	13.3	10.0	13.3	12.7
	16 ちよつとしたことが思 い出せない	—	13.3	—	13.3	—	5.3	26.7	13.3	6.7	10.0	10.0	13.3
	17 することに間違いが多 くなる	—	13.3	10.0	—	—	4.7	10.0	6.7	6.7	10.0	10.0	8.7
	18 物事が気にかかる	6.7	13.3	10.0	26.7	26.7	16.7	—	13.3	—	—	26.7	8.0
	19 きちんとしていられな い	23.3	23.3	20.0	16.7	13.3	19.3	6.7	23.3	—	13.3	16.7	12.0
	20 根気がなくなる	—	—	—	—	—	—	—	—	10.0	13.3	—	4.7
Bの平均		10.7	15.0	10.0	10.0	10.0	11.1	9.7	15.3	11.0	9.7	15.0	12.1
C	21 頭がいたい	20.0	13.3	20.0	20.0	6.7	16.0	13.3	10.0	—	23.3	—	9.3
	22 肩がこる	26.7	33.3	26.7	33.3	30.0	30.0	16.7	30.0	10.0	20.0	20.0	19.3
	23 腰がいたい	20.0	20.0	33.3	26.7	13.3	22.7	10.0	—	20.0	20.0	—	10.0
	24 いき苦しい	26.7	13.3	6.7	13.3	13.3	14.7	13.3	—	10.0	—	—	4.7
	25 口がかわく	—	—	—	13.3	—	2.7	—	20.0	—	—	—	4.0
	26 声がかすれる	—	—	—	—	—	—	—	10.0	—	—	20.0	6.0
	27 めまいがする	—	—	—	—	—	—	20.0	23.3	13.3	10.0	13.3	16.0
	28 まぶたや筋がピクピク する	10.0	10.0	—	—	—	4.0	—	10.0	10.0	—	10.0	6.0
	29 手足がふるえる	—	—	—	—	—	—	—	—	—	13.3	—	2.7
	30 気分がわるい	—	—	—	6.7	—	1.3	—	—	—	—	—	—
Cの平均		10.3	9.0	8.7	11.3	6.3	9.1	7.3	10.3	6.3	8.7	6.3	7.8

については、電気工学科、4項目の「あくびがでる」については、機械工学科・土木工学科・建築学科、5項目の「頭がぼんやりする」については、電気工学科・建築学科が示された。6項目の「ねむい」については、機械工学科・建築学科、9項目の「足もとがたよりない」については、電気工学科が示された。10項目の「横になりたい」については、機械工学科・土木工学科・建築学科、36.7%以上と53.3%以下の項目について述べると、4項目の「あくびがでる」については、電気工学科、6項目の「ねむい」については、電気工学科・土木工学科、10項目の「横になりたい」については、電気工学科、53.3%以上の項目について述べると、7項目の「目がつかれる」については、機械工学科・土木工学科・建築学科が認められた。

大項目については、機械工学科の火曜日、土木工学科の水曜日、建築学科の木曜日以外の項目すべ

てにおいて20%以上と36.7%以下の訴え率が認められるが、36.7%以上の項目については各学科とも認められない。

B症状群の各項目ごとについて20%以上と36.7%以下の訴え率の項目について述べると、11項目の「考えがまとまらない」については、機械工学科の金曜日、電気工学科の火・水・木・金曜日、土木工学科の月・火曜日、建築学科の月・火・水・木・金曜日、12項目の「話をするのがいやになる」については、機械工学科の水曜日、建築学科の火・水・金曜日、13項目の「いらいらする」については、電気工学科の水・木曜日、土木工学科の月・火・水・金曜日、建築学科の金曜日、14項目の「気がちる」については、電気工学科の火曜日、土木工学科の水・金曜日、15項目の「物事に熱心になれない」については、電気工学科の火・水・金曜日、土木工学科の金曜日、土木工学科の金曜日、16項目の「ちょっとしたことが思い出せない」については、建築学科の月曜日、18項目の「物事が気にかかる」については、機械工学科の火・水・木・金曜日、電気工学科の火・水・金曜日、土木工学科の木・金曜日、建築学科の金曜日、19項目の「きちんとしていられない」については、電気工学科の木・金曜日、土木工学科の月・火・水曜日、建築学科の火曜日が示され、36.7%以上の項目については、各学科・曜日とも認められない。

小項目における20%以上と36.7%以下の訴え率の項目について述べると、11項目の「考えがまとまらない」については、電気工学科・建築学科、18項目の「物事が気にかかる」については、機械工学科・電気工学科、36.7%以上の項目については、各学科とも認められない。

大項目における20%以上の訴え率を示す項目については、各学科・曜日とも該当するものはない。

C症状群の各項目ごとについて20%以上と36.7%以下の訴え率の項目について述べると、21項目の「頭がいたい」については、電気工学科の火・水曜日、土木工学科の月・水・木曜日、建築学科の木曜日、22項目の「肩がこる」については、機械工学科の木曜日、電気工学科の月・火・水・木・金曜日、建築学科の火・木・金曜日、23項目の「腰がいたい」については、機械工学科の火・水曜日、電気工学科の月・火・水曜日、土木工学科の月・火・水・木曜日、建築学科の水・木曜日、24項目の「いき苦しい」については、電気工学科の月・水・木・金曜日、土木工学科の月曜日、25項目の「口がかわく」については、電気工学科の月曜日、建築学科の火曜日、26項目の「声がかすれる」については、建築学科の金曜日、27項目の「めまいがする」については、機械工学科の火・水曜日、建築学科の月・火曜日、36.7%以上の項目については、各学科・曜日とも認められない。

小項目における20%以上と36.7%以下の訴え率の項目について述べると、22項目の「肩がこる」については、電気工学科・土木工学科、23項目の「腰がいたい」については、土木工学科、24項目の「いき苦しい」については、電気工学科、36.7%以上の項目については、各学科とも認められない。

大項目における20%以上の訴え率の項目については、各学科・曜日とも認められない。

表9・表10は試験期間中における授業前の訴え率を各項目ごとに比較すると、まず、A症状群の20%以上と36.7%以下の訴え率の項目について述べると、1項目の「頭がおもい」については、機械工学科の金曜日、電気工学科の水・木曜日、土木工学科の火・水・木・金曜日、建築学科の火・木・金曜日、2項目の「全身がだるい」については、機械工学科の月・火・木・金曜日、電気工学科の水・木・金曜日、土木工学科の月曜日、建築学科の月・火曜日、3項目の「足がだるい」については、機械工学科の火・木・金曜日、建築学科の水曜日、4項目の「あくびがでる」については、機械工学科の火・水・木・金曜日、電気工学科の月曜日、土木工学科の月・火・木曜日、建築学科の月・火・水・木・金曜日、5項目の「頭がぼんやりする」については、機械工学科の木・金曜日、電気工学科の水・木・金曜日、土木工学科の水・木曜日、建築学科の火曜日、6項目の「ねむい」については、機械工学科の水曜日、電気工学科の月曜日、土木工学科の月・木曜日、建築学科の火・水・木・金曜日、7項目の「目がつかれる」については、機械工学科の金曜日、電気工学科の木曜日、建築学科の水・木

表9 疲労自覚症状訴え率

学 科 別		機械工学科						電気工学科					
症 状 項 目		授 業 前						授 業 前					
		月	火	水	木	金	計	月	火	水	木	金	計
A	1 頭がおもい	36.7	—	13.3	—	33.3	16.7	13.3	13.3	20.0	30.0	13.3	18.0
	2 全身がだるい	20.0	33.3	16.7	20.0	20.0	22.0	10.0	13.3	20.0	23.3	23.3	18.0
	3 足がだるい	—	20.0	—	20.0	20.0	12.0	6.7	—	10.0	6.7	6.7	6.0
	4 あくびがでる	—	26.7	30.0	33.3	23.3	22.7	26.7	43.3	40.0	40.0	53.3	40.0
	5 頭がぼんやりする	13.3	13.3	—	20.0	30.0	15.3	36.7	16.7	26.7	26.7	26.7	26.7
	6 ねむい	40.0	46.7	40.0	33.3	46.7	41.3	23.3	43.3	46.7	43.3	50.0	41.3
	7 目がつかれる	63.3	50.0	60.0	50.0	30.0	50.7	43.3	36.7	50.0	33.3	43.3	41.3
	8 動作がぎこちなくなる	—	—	13.3	10.0	—	4.7	13.3	—	—	—	—	2.7
	9 足もとがたよりない	—	—	—	23.3	26.7	10.0	20.0	16.7	—	—	—	7.3
	10 横になりたい	20.0	20.0	13.3	20.0	20.0	18.7	33.3	30.0	23.3	—	20.0	20.0
Aの平均		19.3	21.0	18.7	23.0	25.0	21.4	22.0	21.3	23.7	20.3	23.7	22.2
B	11 考えがまとまらない	—	—	—	—	—	—	26.7	23.3	—	23.3	16.7	18.0
	12 話をするのがいやになる	—	—	—	—	—	—	13.3	10.0	—	—	—	4.7
	13 いらいらする	10.0	26.7	30.0	33.3	23.3	24.7	16.7	20.0	6.7	6.7	10.0	12.0
	14 気がちる	10.0	—	26.7	16.7	10.0	12.7	6.7	10.0	—	—	13.3	6.0
	15 物事に熱心になれない	10.0	—	—	—	10.0	4.0	13.3	13.3	10.0	6.7	6.7	10.0
	16 ちよとしたことが思い出せない	10.0	—	—	—	—	2.0	13.3	—	10.0	—	13.3	7.3
	17 することに間違いが多くなる	—	—	—	—	—	—	13.3	—	—	6.7	6.7	5.3
	18 物事が気にかかる	30.0	20.0	20.0	16.7	10.0	19.8	26.7	10.0	26.7	33.3	10.0	21.3
	19 きちんとしていられない	13.3	16.7	13.3	13.3	6.7	12.7	23.3	33.3	23.3	36.7	26.7	28.7
	20 根気がなくなる	—	—	—	—	26.7	5.3	30.0	—	16.7	—	10.0	11.3
Bの平均		8.3	6.3	9.0	8.0	8.7	8.1	18.3	12.0	9.3	11.3	11.3	12.5
C	21 頭がいたい	—	—	23.3	—	—	4.7	20.0	13.3	—	20.0	13.3	13.3
	22 肩がこる	20.0	20.0	20.0	20.0	—	16.0	23.3	16.7	30.0	20.0	26.7	23.3
	23 腰がいたい	26.7	40.0	16.7	—	—	16.7	23.3	—	—	—	—	4.7
	24 いき苦しい	—	—	—	—	—	—	20.0	—	—	20.0	—	8.0
	25 口がかわく	20.0	—	—	—	—	4.0	26.7	—	—	6.7	—	6.7
	26 声がかすれる	—	—	—	—	26.7	5.3	20.0	16.7	20.0	20.0	10.0	17.3
	27 めまいがする	—	—	—	—	13.3	2.7	6.7	16.7	—	20.0	10.0	10.7
	28 まぶたや筋がピクピクする	—	—	—	10.0	13.3	4.7	6.7	—	—	—	—	1.3
	29 手足がふるえる	—	—	—	—	6.7	1.3	13.3	—	—	—	10.0	4.7
	30 気分がわるい	—	—	13.3	—	—	2.7	10.0	10.0	—	6.7	6.7	6.7
Cの平均		6.7	6.0	7.3	3.0	6.0	5.8	17.0	7.3	5.0	11.3	7.7	9.7

曜日、8項目の「動作がぎこちなくなる」については、土木工学科の月・水曜日、建築学科の木曜日、9項目の「足もとがたよりない」については、機械工学科の木・金曜日、電気工学科の月曜日、土木工学科の月・金曜日、10項目の「横になりたい」については、機械工学科の月・火・木・金曜日、電気工学科の月・火・水・金曜日、土木工学科の月曜日、36.7%以上と53.3%以下の項目について述べると、1項目の「頭がおもい」については、機械工学科の月曜日、4項目の「あくびがでる」については、電気工学科の火・水・木曜日、土木工学科の金曜日、5項目の「頭がぼんやりする」については、電気工学科の月曜日、6項目のねむいについては、機械工学科の月・火・水・金曜日、電気工学科の火・水・木・金曜日、土木工学科の火・水・金曜日、建築学科の月曜日、7項目の「目がつかれる」については、機械工学科の火・木曜日、電気工学科の月・火・水・金曜日、土木工学科の金曜日、

表10 疲労自覚症状訴え率

学 科 別		土木工学科						建築学科					
症 状 項 目		授 業 前						授 業 前					
		月	火	水	木	金	計	月	火	水	木	金	計
A	1 頭がおもい	13.3	26.7	20.0	23.3	33.3	23.3	13.3	20.0	10.0	23.3	23.3	18.0
	2 全身がだるい	20.0	—	—	16.7	10.0	9.3	23.3	20.0	10.0	10.0	10.0	14.7
	3 足がだるい	6.7	13.3	13.3	—	—	6.7	13.3	10.0	20.0	10.0	10.0	12.7
	4 あくびがでる	20.0	30.0	—	33.3	40.0	24.7	30.0	30.0	30.0	30.0	26.7	29.3
	5 頭がぼんやりする	16.7	13.3	23.3	26.7	13.3	18.7	16.7	33.3	13.3	10.0	10.0	16.7
	6 ねむい	33.3	40.0	43.3	33.3	40.0	38.0	36.7	23.8	26.7	33.3	33.3	30.7
	7 目がつかれる	60.0	76.7	56.7	56.7	46.7	59.3	63.2	43.3	33.3	26.7	40.0	41.3
	8 動作がぎこちなくなる	26.7	10.0	20.0	—	—	11.3	—	—	—	26.7	16.7	8.7
	9 足もとがたよりない	20.0	10.0	13.3	13.3	26.7	16.7	—	—	—	—	—	—
	10 横になりたい	30.0	—	40.0	16.7	—	17.3	36.7	10.0	—	—	10.0	11.3
Aの平均		24.7	22.0	23.0	22.0	21.0	22.5	23.3	19.0	14.3	17.0	18.0	18.3
B	11 考えがまとまらない	20.0	13.3	20.0	—	26.7	16.0	26.7	26.7	13.3	10.0	13.3	18.0
	12 話をするのがいやになる	33.3	—	10.0	—	—	8.7	—	10.0	13.3	—	—	4.7
	13 いらいらする	10.0	13.3	10.0	20.0	13.3	13.3	13.3	10.0	13.3	10.0	16.7	12.7
	14 気がちる	16.7	—	10.0	13.3	13.3	10.7	10.0	10.0	—	16.7	13.3	10.0
	15 物事に熱心になれない	16.7	—	—	30.0	13.3	12.0	10.0	—	—	—	—	2.0
	16 ちよとしたことが思い出せない	13.3	—	—	—	—	2.7	—	20.0	—	—	—	4.0
	17 することに間違いが多くなる	13.3	—	20.0	—	13.3	9.3	10.0	23.3	13.3	10.0	13.3	14.0
	18 物事が気にかかる	26.7	26.7	10.0	—	—	12.7	20.0	23.3	16.7	10.0	10.0	16.0
	19 きちんとしていられない	16.7	10.0	—	16.7	13.3	11.3	—	23.3	10.0	10.0	10.0	10.7
	20 根気がなくなる	20.0	—	20.0	—	—	8.0	—	—	26.7	10.0	13.3	10.0
Bの平均		18.7	6.3	10.0	8.0	9.3	10.5	9.0	14.7	10.7	7.7	9.0	10.2
C	21 頭がいたい	13.3	—	—	26.7	13.3	10.7	13.3	10.0	20.0	10.0	10.0	12.7
	22 肩がこる	20.0	13.3	16.7	13.3	26.7	18.0	13.3	13.3	13.3	13.3	20.0	14.7
	23 腰がいたい	26.7	—	33.3	33.3	23.3	23.3	23.3	—	—	—	—	4.7
	24 いき苦しい	16.7	—	—	—	10.0	5.3	—	10.0	—	—	—	2.0
	25 口がかわく	20.0	33.3	43.3	—	20.0	23.3	—	—	13.3	10.0	—	4.7
	26 声がかすれる	13.3	—	—	—	—	2.7	—	—	23.3	26.7	10.0	12.0
	27 めまいがする	13.3	—	—	13.3	10.0	7.3	—	23.3	—	—	—	4.7
	28 まぶたや筋がピクピクする	6.7	—	10.0	—	—	3.3	13.3	—	—	—	—	2.7
	29 手足がふるえる	13.3	10.0	—	13.3	—	7.3	13.3	10.0	10.0	10.0	13.3	11.3
	30 気分がわるい	10.0	10.0	—	—	—	4.0	—	—	—	—	—	—
Cの平均		15.3	7.3	10.3	10.0	10.3	10.5	7.7	6.7	8.0	7.0	5.3	6.9

建築学科の火・金曜日、10項目の「横になりたい」については、土木工学科の水曜日、建築学科の月曜日、53.3%以上の項目について述べると、4項目の「あくびがでる」については、電気工学科の金曜日、7項目の「目がつかれる」については、機械工学科の月・水曜日、土木工学科の月・火・水・木曜日、建築学科の月曜日が認められた。

小項目における20%以上と36.7%以下の訴え率の項目について述べると、1項目の「頭がおもい」については、土木工学科、2項目の「全身がだるい」については、機械工学科、4項目の「あくびがでる」については、機械工学科・土木工学科・建築学科、5項目の「頭がぼんやりする」については、電気工学科、10項目の「横になりたい」については、電気工学科、36.7%以上と53.3%以下の項目について述べると、4項目の「あくびがでる」については、電気工学科、6項目の「ねむい」について

は、機械工学科・電気工学科・土木工学科，7項目の「目がつかれる」については，機械工学科・電気工学科・建築学科，53.3%以上の項目について述べると，7項目の「目がつかれる」については，土木工学科が認められた。

大項目における20%以上と36.7%以下の訴え率の項目について述べると，機械工学科の火・木・金・計，電気工学科の月・火・水・木・金・計，土木工学科の月・火・水・木・金・計，建築学科の月曜日が示され，36.7%以上の項目については，各学科・曜日とも該当するものはない。

B症状群の各項目ごとについて20%以上と36.7%以下の訴え率の項目について述べると，11項目の「考えがまとまらない」については，電気工学科の月・火・木曜日，土木工学科の月・水・金曜日，建築学科の月・火曜日，12項目の「話をするのがいやになる」については土木工学科の月曜日，13項目の「いらいらする」については，機械工学科の火・水・木・金曜日，電気工学科の火曜日，土木工学科の木曜日，14項目の「気がちる」については，機械工学科の水曜日，15項目の「物事に熱心になれない」については，土木工学科の木曜日，16項目の「ちょっとしたことが思い出せない」については，建築学科の火曜日，17項目の「することに間違いが多くなる」については，土木工学科の水曜日，建築学科の火曜日，18項目の「物事が気にかかる」については，機械工学科の月・火・水曜日，電気工学科の月・水・木曜日，土木工学科の月・火曜日，建築学科の月・火曜日，19項目の「きちんとしていられない」については，電気工学科の月・火・水・金曜日，建築学科の火曜日，20項目の「根気がなくなる」については，機械工学科の金曜日，電気工学科の月曜日，土木工学科の月・水曜日，建築学科の水曜日，36.7%以上と53.3%以下の項目について示すと，電気工学科の木曜日，53.3%以上の項目については，各学科・曜日とも認められない。

小項目における20%以上と36.7%以下の訴え率の項目について述べると，13項目の「いらいらする」については，機械工学科，18項目の「物事が気にかかる」については，電気工学科が示された。19項目の「きちんとしていられない」については，電気工学科，36.7%以上の項目については，各学科とも認められない。

大項目における20%以上の訴え率の項目については，各学科・曜日とも該当するものはない。

Cの症状群の各項目ごとについて20%以上と36.7%以下の訴え率の項目について述べると，21項目の「頭がいたい」については，機械工学科の水曜日，電気工学科の月・木曜日，土木工学科の木曜日，建築学科の水曜日，22項目の「肩がこる」については，機械工学科の月・火・水・木曜日，電気工学科の月・水・木・金曜日，土木工学科の月・金曜日，建築学科の金曜日，23項目の「腰がいたい」については，機械工学科の月曜日，電気工学科の月曜日，土木工学科の月・水・木・金曜日，建築学科の月曜日，24項目の「いき苦しい」については，電気工学科の月・木曜日が示された。25項目の「口がかわく」については，機械工学科の月曜日，電気工学科の月曜日，土木工学科の月・火・金曜日，26項目の「声がかすれる」については，機械工学科の金曜日，電気工学科の月・水・木曜日，建築学科の水・木曜日，27項目の「めまいがする」については，電気工学科の木曜日，建築学科の火曜日，36.7%以上と53.3%以下の項目について述べると，23項目の「腰がいたい」については，機械工学科の火曜日，25項目の「口がかわく」については，土木工学科の水曜日，53.3%以上の項目については，各学科・曜日とも認められない。

小項目における20%以上と36.7%以下の訴え率の項目について述べると，22項目の「肩がこる」については，電気工学科，23項目の「腰がいたい」については，土木工学科が示された。25項目の「口がかわく」については，土木工学科，36.7%以上の項目については，各学科とも認められない。

大項目における20%以上の訴え率の項目については，各学科・曜日とも該当する結果が認められない。

表11・表12は試験期間中における授業後の訴え率を各項目ごとと比較すると，まず，A症状群の20%以上と36.7%以下の訴え率の項目について述べると，1項目の「頭がおもい」については，電気工

表11 疲労自覚症状訴え率

学 科 別		機械工学科						電気工学科					
症 状 項 目		授 業 後						授 業 後					
		月	火	水	木	金	計	月	火	水	木	金	計
A	1 頭がおもい	13.3	16.7	13.3	13.3	—	11.3	16.7	—	20.0	23.3	26.7	17.3
	2 全身がだるい	26.7	26.7	13.3	36.7	36.7	28.0	23.3	10.0	23.3	16.7	33.3	21.3
	3 足がだるい	13.3	—	36.7	—	13.3	12.7	—	6.7	—	10.0	6.7	4.7
	4 あくびがでる	23.3	30.0	36.7	33.3	36.7	32.0	33.3	40.0	40.0	43.3	33.3	38.0
	5 頭がぼんやりする	20.0	13.3	20.0	20.0	13.3	17.3	30.0	23.3	26.7	33.3	30.0	28.7
	6 ねむい	36.7	36.7	36.7	43.3	30.0	36.7	30.0	36.7	36.7	33.3	36.7	34.7
	7 目がつかる	33.3	46.7	36.7	30.0	73.3	44.0	40.0	46.7	46.7	40.0	16.7	38.0
	8 動作がぎこちなくなる	—	—	—	—	—	—	13.3	—	20.0	16.7	23.3	14.7
	9 足もとがたよりない	—	—	—	10.0	13.3	4.7	16.7	13.3	20.0	26.7	30.0	21.3
	10 横になりたい	26.7	16.7	—	13.3	13.3	14.0	6.7	6.7	10.0	10.0	13.3	9.3
	Aの平均	19.3	18.7	19.3	20.0	23.0	20.1	21.0	18.3	24.3	25.3	25.0	22.8
B	11 考えがまとまらない	—	—	—	—	—	—	20.0	26.7	20.0	23.3	23.3	22.7
	12 話をするのがいやになる	—	—	—	—	—	—	13.3	16.7	—	—	10.0	8.0
	13 いらいらする	13.3	23.3	33.3	23.3	36.7	26.0	16.7	10.0	10.0	6.7	13.3	11.3
	14 気がちる	10.0	16.7	16.7	20.0	20.0	16.7	10.0	16.7	16.7	—	10.0	10.7
	15 物事に熱心になれない	—	—	—	—	—	—	6.7	16.7	16.7	—	10.0	10.0
	16 ちよつとしたことが思い出せない	—	—	—	—	—	—	13.3	20.0	13.3	13.3	23.3	16.7
	17 することに間違いが多くなる	—	—	—	—	—	—	20.0	13.3	20.0	13.3	26.7	18.7
	18 物事が気にかかる	20.0	20.0	13.3	13.3	13.3	16.0	33.3	13.3	20.0	16.7	16.7	20.0
	19 きちんとしていられない	6.7	—	10.0	6.7	—	4.7	16.7	26.7	20.0	6.7	23.3	18.7
	20 根気がなくなる	—	—	—	—	—	—	—	—	—	16.7	—	3.3
	Bの平均	5.0	6.0	7.3	6.3	7.0	6.3	15.0	16.0	13.7	9.7	15.7	14.0
C	21 頭がいたい	13.3	—	—	—	—	2.7	6.7	16.7	10.0	16.7	20.0	14.0
	22 肩がこる	13.3	26.7	13.3	13.3	13.3	16.0	26.7	23.3	20.0	13.3	20.0	20.7
	23 腰がいたい	36.7	33.3	26.7	16.7	13.3	25.3	16.7	—	—	—	13.3	6.0
	24 いき苦しい	—	—	13.3	13.3	—	5.3	10.0	6.7	10.0	—	—	5.3
	25 口がかわく	—	—	—	—	—	—	—	6.7	10.0	—	—	3.3
	26 声がかすれる	—	—	—	—	—	—	26.7	13.3	—	—	6.7	9.3
	27 めまいがする	13.3	13.3	13.3	26.7	—	13.3	10.0	23.3	—	—	6.7	8.0
	28 まぶたや筋がピクピクする	13.3	13.3	20.0	10.0	—	11.3	—	—	—	—	13.3	2.7
	29 手足がふるえる	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	30 気分がわるい	—	—	—	—	—	—	—	6.7	—	10.0	—	3.3
	Cの平均	9.0	8.7	8.7	8.0	2.4	7.4	9.7	9.7	5.0	4.0	8.0	7.3

学科の水・木・金曜日、土木工学科の火・水・木・金曜日、建築学科の火曜日、2項目の「全身がだるい」については、機械工学科の月・火曜日、電気工学科の月・水・金曜日、土木工学科の金曜日、建築学科の火・水・木曜日、4項目の「あくびがでる」については、機械工学科の月・火・木曜日、電気工学科の月・金曜日、土木工学科の月・火・木曜日、建築学科の火曜日、5項目の「頭がぼんやりする」については、機械工学科の月・水・木曜日、電気工学科の月・火・水・木・金曜日、土木工学科の月・火・水・木曜日、建築学科の月・火曜日、6項目の「ねむい」については、機械工学科の金曜日、電気工学科の月・木曜日、土木工学科の月・金曜日、建築学科の月曜日、7項目の「目がつかる」については、機械工学科の月・木曜日、建築学科の火・金曜日、8項目の「動作がぎこちなくなる」については、電気工学科の水・金曜日、土木工学科の月曜日、9項目の「足もとがたよりな

表12 疲労自覚症状訴え率

学 科 別		土木工学科						建築学科					
症 状 項 目		授 業 後						授 業 後					
		月	火	水	木	金	計	月	火	水	木	金	計
A	1 頭がおもい	13.3	30.0	30.0	23.3	26.7	24.7	36.7	23.3	13.3	—	13.3	17.3
	2 全身がだるい	13.3	—	—	6.7	20.0	8.0	—	30.0	26.7	26.7	13.3	19.3
	3 足がだるい	6.7	—	10.0	—	6.7	4.7	—	—	16.7	—	—	3.3
	4 あくびがでる	20.0	30.0	10.0	30.0	40.0	26.0	16.7	30.0	16.7	13.3	43.3	24.0
	5 頭がぼんやりする	30.0	33.3	33.3	26.7	13.3	27.3	20.0	33.3	16.7	—	13.3	16.7
	6 ねむい	26.7	46.7	50.0	43.3	33.3	40.0	30.0	36.7	36.7	40.0	40.0	36.7
	7 目がつかれる	40.0	73.3	83.3	70.0	70.0	67.3	16.7	30.0	43.3	46.7	23.3	32.0
	8 動作がぎこちなくなる	20.0	—	—	—	10.0	6.0	—	10.0	16.7	—	—	5.3
	9 足もとがたよりない	23.3	—	—	—	—	4.7	46.7	—	—	23.3	—	14.0
	10 横になりたい	26.7	—	10.0	13.3	6.7	11.3	26.7	—	13.3	50.0	13.3	20.7
Aの平均		22.0	21.3	22.7	21.3	22.7	22.0	19.3	19.3	20.0	20.0	16.0	18.9
B	11 考えがまとまらない	13.3	—	—	—	13.3	5.3	30.0	13.3	23.3	—	—	13.3
	12 話をするのがいやになる	20.0	—	—	—	26.7	9.3	23.3	—	13.3	16.7	13.3	13.3
	13 いらいらする	16.7	—	—	13.3	16.7	9.3	20.0	23.3	—	16.7	16.7	15.3
	14 気がちる	16.7	—	—	10.0	13.3	8.0	10.0	—	—	10.0	—	4.0
	15 物事に熱心になれない	16.7	—	—	10.0	—	5.3	10.0	—	13.3	13.3	10.0	9.3
	16 ちよつとしたことが思い出せない	30.0	—	—	—	—	6.0	20.0	—	—	10.0	—	6.0
	17 することに間違いが多くなる	26.7	—	—	—	—	5.3	13.3	—	—	10.0	10.0	6.7
	18 物事が気にかかる	30.0	26.7	26.7	20.0	10.0	22.7	26.7	13.3	10.0	10.0	10.0	14.0
	19 きちんとしていられない	20.0	—	—	13.3	10.0	8.7	13.3	10.0	13.3	10.0	10.0	11.3
	20 根気がなくなる	13.3	—	—	20.0	20.0	10.7	—	—	—	—	—	—
Bの平均		20.3	2.7	2.7	8.7	11.0	9.0	16.7	6.0	7.3	9.7	7.0	9.3
C	21 頭がいたい	13.3	—	23.3	16.7	20.0	14.7	13.3	16.7	30.0	—	13.3	14.7
	22 肩がこる	16.7	26.7	26.7	26.7	10.0	21.3	20.0	13.3	—	16.7	13.3	12.7
	23 腰がいたい	33.3	40.0	43.3	23.3	10.0	30.0	16.7	10.0	16.7	—	13.3	11.3
	24 いき苦しい	26.7	—	—	10.0	—	7.3	16.7	13.3	—	—	—	6.0
	25 口がかわく	26.7	23.3	—	—	6.7	11.3	—	—	—	—	—	—
	26 声がかすれる	26.7	—	—	—	—	5.3	—	20.0	10.0	—	—	6.0
	27 めまいがする	6.7	—	—	—	10.0	3.3	—	—	—	—	20.0	4.0
	28 まぶたや筋がピクピクする	13.3	—	—	10.0	10.0	6.7	13.3	10.0	10.0	13.3	26.7	14.7
	29 手足がふるえる	13.3	—	13.3	10.0	10.0	9.3	13.3	10.0	—	10.0	10.0	8.7
	30 気分がわるい	6.7	13.3	23.3	6.7	—	10.0	—	—	—	—	—	—
Cの平均		18.3	10.3	13.0	10.3	7.7	11.9	9.3	9.3	6.7	4.0	9.7	7.8

い」については、電気工学科の水・木・金曜日、土木工学科の月曜日、建築学科の木曜日、10項目の「横になりたい」については、機械工学科の月曜日、土木工学科の月曜日、建築学科の月曜日、36.7%以上と53.3%以下の項目について述べると、1項目の「頭がおもい」については、建築学科の月曜日、2項目の「全身がだるい」については、機械工学科の木・金曜日、3項目の「足がだるい」については、機械工学科の水曜日、4項目の「あくびがでる」については、機械工学科の水・金曜日、電気工学科の火・水・木曜日、土木工学科の金曜日、建築学科の金曜日、6項目の「ねむい」については、機械工学科の月・火・水・木曜日、電気工学科の火・水・金曜日、土木工学科の火・水・木曜日、建築学科の火・水・木・金曜日、7項目の「目がつかれる」については、機械工学科の火・水曜日、電気工学科の月・火・水・木曜日、土木工学科の月曜日、建築学科の水・木曜日、9項目の「足もと

がたよりない」については、建築学科の月曜日、10項目の「横になりたい」については、建築学科の木曜日、53.3%以上の項目について述べると、7項目目の「目がつかれる」については、機械工学科の金曜日、土木工学科の火・水・木・金曜日が認められた。

小項目における20%以上と36.7%以下の訴え率の項目について述べると、1項目の「頭がおもい」については、土木工学科、2項目の「全身がだるい」については、機械工学科・電気工学科、4項目の「あくびがでる」については、機械工学科・土木工学科・建築学科、5項目の「頭がぼんやりする」については、電気工学科・土木工学科、6項目の「ねむい」については、電気工学科、7項目の「目がつかれる」については、建築学科、9項目の「足もとがたよりない」については、電気工学科、10項目の「横になりたい」については、建築学科、36.7%以上と53.3%以下の項目について述べると、4項目の「あくびがでる」については、建築学科、6項目の「ねむい」については、機械工学科・土木工学科・建築学科、7項目の「目がつかれる」については、機械工学科・電気工学科、53.3%以上の項目について述べると、7項目の「目がつかれる」については、土木工学科が認められた。

大項目における20%以上と36.7%以下の訴え率の項目について述べると、機械工学科の木・金曜日、電気工学科の月・水・木・金曜日、土木工学科の月・火・水・木・金曜日、建築学科の水・木曜日、36.7%以上の訴え率の項目については、各学科・曜日とも認められない。

B症状群の各項目ごとについて20%以上と36.7%以下の訴え率の項目について述べると、11項目の「考えがまとまらない」については、電気工学科の月・火・水・木・金曜日、建築学科の月・水曜日、12項目の「話をするのがいやになる」については、土木工学科の月・金曜日、建築学科の月曜日、13項目の「いらいらする」については、機械工学科の火・水・木曜日、建築学科の月・火曜日、14項目の「気がちる」については、機械工学科の木・金曜日、16項目の「ちょっとしたことが思い出せない」については、電気工学科の火・金曜日、土木工学科の月曜日、建築学科の月曜日、17項目の「することに間違いが多くなる」については、電気工学科の月・水・金曜日、土木工学科の月曜日、18項目の「物事が気にかかる」については、機械工学科の月・火曜日、電気工学科の月・水曜日、土木工学科の月・火・水・木曜日、建築学科の月曜日、19項目の「きちんとしていられない」については、電気工学科の火・水・金曜日、土木工学科の月曜日、20項目の「根気がなくなる」については、土木工学科の木・金曜日、36.7%以上と53.3%以下の項目について述べると、13項目の「いらいらする」については、土木工学科の金曜日、53.3%以上の項目については、各学科・曜日とも認められない。

小項目における20%以上と36.7%以下の訴え率について述べると、11項目の「考えがまとまらない」については、電気工学科、13項目の「いらいらする」については、機械工学科、18項目の「物事が気にかかる」については、電気工学科・土木工学科、36.7%以上の項目については、各学科とも認められない。

大項目における20%以上と36.7%以下の訴え率の項目について述べると、土木工学科の月曜日、36.7%以上の項目については、各学科・曜日とも認められない。

C症状群の各項目ごとについて20%以上と36.7%以下の訴え率の項目について述べると、21項目の「頭がおもい」については、電気工学科の金曜日、土木工学科の水・金曜日、建築学科の水曜日、22項目の「肩がこる」については、機械工学科の火曜日、電気工学科の月・火・水・金曜日、土木工学科の火・水・木曜日、建築学科の月曜日、23項目の「腰がいたい」については、機械工学科の火・水曜日、土木工学科の月・木曜日、24項目の「いき苦しい」については、土木工学科の月曜日、25項目の「口がかわく」については、土木工学科の月・火曜日、26項目の「声がかすれる」については、電気工学科の月曜日、土木工学科の月曜日、建築学科の火曜日、27項目の「めまいがする」については、機械工学科の木曜日、電気工学科の火曜日、建築学科の金曜日、28項目の「まぶたや筋がピクピクする」については、機械工学科の水曜日、建築学科の金曜日、30項目の「気分がわるい」については、

表13 疲労自覚症状訴え率

学 科 別		機械工学科						電気工学科					
症 状 項 目		授 業 前						授 業 前					
		月	火	水	木	金	計	月	火	水	木	金	計
A	1 頭がおもい	23.3	10.0	13.3	10.0	20.0	15.3	20.0	10.0	10.0	13.3	26.7	16.0
	2 全身がだるい	26.7	23.3	16.7	13.3	30.0	20.0	16.7	23.3	13.3	16.7	23.3	18.7
	3 足がだるい	—	10.0	16.7	16.7	10.0	10.7	6.7	20.0	6.7	10.0	13.3	11.3
	4 あくびがでる	16.7	23.3	36.7	16.7	33.3	25.3	40.0	33.3	50.0	50.0	50.0	44.7
	5 頭がぼんやりする	16.7	20.0	13.3	26.7	33.3	22.0	36.7	16.7	23.3	23.3	30.0	26.0
	6 ねむい	36.7	43.3	53.3	50.0	33.3	43.3	40.0	46.7	46.7	40.0	36.7	42.0
	7 目がつかれる	26.7	56.7	73.3	66.7	53.8	55.3	66.7	66.7	86.7	80.0	43.3	68.7
	8 動作がぎこちなくなる	—	13.3	—	—	16.7	6.0	—	—	—	—	23.3	4.7
	9 足もとがたよりない	—	—	—	—	—	—	—	—	—	13.3	23.3	7.3
	10 横になりたい	16.7	36.7	13.3	33.3	20.0	24.0	26.7	26.7	40.0	46.6	23.3	32.7
Aの平均		16.3	23.7	23.7	23.3	25.0	22.4	25.3	24.3	27.7	29.3	29.3	27.2
B	11 考えがまとまらない	—	—	13.3	13.3	13.3	8.0	13.3	23.3	6.7	6.7	30.0	16.0
	12 話をするのがいやになる	—	—	—	—	—	—	—	—	10.0	20.0	6.7	7.3
	13 いらいらする	16.7	10.0	10.0	10.0	23.3	14.0	10.0	6.7	20.0	16.7	13.3	13.3
	14 気がちる	16.7	13.3	10.0	—	20.0	12.0	13.3	10.0	—	16.7	13.3	10.7
	15 物事に熱心になれない	13.3	13.3	—	—	—	5.3	16.7	10.0	10.0	16.7	13.3	13.3
	16 ちょっとしたことが思い出せない	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6.7	1.3
	17 することに間違いが多くなる	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20.0	4.0
	18 物事が気にかかる	—	—	—	—	13.3	2.7	13.3	13.3	13.3	13.3	13.3	13.3
	19 きちんとしていられない	13.3	—	—	—	10.0	4.7	16.7	13.3	20.0	16.7	13.3	16.0
	20 根気がなくなる	—	—	—	—	6.7	1.3	—	—	—	—	—	—
Bの平均		6.0	3.7	3.3	2.3	8.7	4.8	8.3	7.7	8.0	10.7	13.0	9.5
C	21 頭がいたい	16.7	10.0	13.3	10.0	20.0	14.0	10.0	10.0	—	6.7	16.7	8.7
	22 肩がこる	—	10.0	—	—	10.0	4.0	26.7	30.0	20.0	30.0	16.7	24.7
	23 腰がいたい	53.3	23.3	26.7	23.3	—	25.3	40.0	30.0	—	13.3	10.0	18.7
	24 いきやすい	—	—	—	—	—	—	20.0	10.0	6.7	10.0	13.3	12.0
	25 口がかわく	16.7	—	—	—	—	3.3	6.7	6.7	—	6.7	6.7	5.3
	26 声がかすれる	—	—	—	—	10.0	2.0	—	—	—	—	—	—
	27 めまいがする	—	13.3	—	10.0	—	4.7	—	—	—	—	13.3	2.7
	28 まぶたや筋がピクピクする	—	—	—	—	6.7	1.3	—	—	—	—	23.3	4.7
	29 手足がふるえる	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	13.3	2.7
	30 気分がわるい	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Cの平均		8.7	5.7	4.0	4.3	4.7	5.5	10.3	8.7	2.7	6.7	11.3	7.9

土木工学科の水曜日、36.7%以上と53.3%以下の項目について述べると、23項目の「腰がいたい」については、機械工学科の月曜日、土木工学科の火・水曜日、53.3%以上の項目については、各学科・曜日とも認められない。

小項目における20%以上と36.7%以下の訴え率の項目について述べると、22項目の「肩がこる」については、電気工学科・土木工学科、23項目の「腰がいたい」については、機械工学科・土木工学科、36.7%以上の項目については、各学科とも認められない。

大項目における20%以上の訴え率の項目については、各学科・曜日とも該当する結果が認められない。

表13・表14は試験後1週間における授業前の訴え率を各項目ごとに比較すると、まず、A症状群の20%以上と36.7%以下の訴え率の項目について述べると、1項目の「頭がおもい」については、機械

表14 疲労自覚症状訴え率

学 科 別		土木工学科						建築学科					
症 状 項 目		授 業 前						授 業 前					
		月	火	水	木	金	計	月	火	水	木	金	計
A	1 頭がおもい	16.7	20.0	13.3	13.3	26.7	18.0	16.7	10.0	16.7	—	20.0	12.7
	2 全身がだるい	23.3	—	16.7	33.3	20.0	18.7	26.7	—	16.7	30.0	26.7	20.0
	3 足がだるい	6.7	—	—	—	13.3	4.0	16.7	—	—	—	10.0	5.3
	4 あくびがでる	16.7	20.0	33.3	20.0	33.3	24.7	33.3	33.3	36.7	26.7	23.3	30.7
	5 頭がぼんやりする	20.0	16.7	23.3	36.7	26.7	24.7	40.0	23.3	30.0	33.0	13.3	28.0
	6 ねむい	30.0	40.0	33.3	46.7	33.3	36.7	46.7	40.0	46.7	53.3	30.0	43.3
	7 目がつかれる	60.0	73.3	43.3	53.3	40.0	54.0	50.0	66.7	46.7	73.3	46.7	56.7
	8 動作がぎこちなくなる	10.0	6.7	—	—	20.0	7.3	—	—	—	—	—	—
	9 足もとがたよりない	20.0	20.0	—	13.3	13.3	13.3	—	—	—	—	20.0	4.0
	10 横になりたい	33.3	26.7	30.0	20.0	20.0	26.0	36.7	40.0	36.7	43.3	30.0	37.3
Aの平均		23.7	22.3	19.3	23.7	24.7	22.7	26.7	21.3	23.0	26.0	22.0	23.8
B	11 考えがまとまらない	13.3	—	13.3	—	—	5.3	—	—	—	—	—	—
	12 話をするのがいやになる	20.0	16.7	13.3	—	—	10.0	—	—	10.0	—	—	2.0
	13 いらいらする	—	6.7	10.0	23.3	10.0	10.0	10.0	20.0	20.0	10.0	23.3	16.7
	14 気がちる	—	6.7	10.0	—	16.7	6.7	—	—	—	—	23.3	4.7
	15 物事に熱心になれない	13.3	26.7	10.0	—	13.3	12.7	—	—	—	10.0	—	2.0
	16 ちよつとしたことが思い出せない	—	10.0	—	—	13.3	4.7	—	—	—	—	—	—
	17 することに間違いが多くなる	16.7	—	—	—	13.3	6.0	—	—	—	—	10.0	2.0
	18 物事が気にかかる	20.0	10.0	13.3	—	26.7	14.0	10.0	26.7	10.0	20.0	10.0	15.3
	19 きちんとしていられない	10.0	—	13.3	13.3	16.7	10.7	—	—	—	—	23.3	4.7
	20 根気がなくなる	—	—	13.3	13.3	—	5.3	—	—	—	—	10.0	2.0
Bの平均		9.3	7.7	9.7	5.0	11.0	8.5	2.0	4.7	4.0	4.0	10.0	4.9
C	21 頭がいたい	20.0	16.7	13.3	16.7	20.0	17.3	16.7	10.0	—	—	16.7	8.7
	22 肩がこる	16.7	13.3	13.3	30.0	26.7	20.0	—	10.0	—	16.7	10.0	7.3
	23 腰がいたい	23.3	6.7	13.3	—	20.0	12.7	40.0	36.7	46.7	33.3	—	31.3
	24 いき苦しい	6.7	30.0	—	23.3	6.7	13.3	—	—	—	—	—	—
	25 口がかわく	6.7	—	—	—	10.0	3.3	—	—	—	—	—	—
	26 声がかすれる	—	—	—	—	6.7	1.3	—	—	—	—	—	—
	27 めまいがする	6.7	—	13.3	13.3	6.7	8.0	16.7	—	—	—	—	3.3
	28 まぶたや筋がピクピクする	—	—	—	—	6.7	1.3	—	—	16.7	—	—	3.3
	29 手足がふるえる	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10.0	2.0
	30 気分がわるい	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Cの平均		8.0	6.7	5.3	8.3	10.3	7.7	7.3	5.7	6.3	5.0	3.7	5.6

工学科の月・金曜日、電気工学科の月・金曜日、土木工学科の火・金曜日、建築学科の金曜日、2項目の「全身がだるい」については、機械工学科の月・火・金曜日、電気工学科の火・金曜日、土木工学科の月・木・金曜日、建築学科の月・木・金曜日、3項目の「足がだるい」については、電気工学科の火曜日、4項目の「あくびがでる」については、機械工学科の火・金曜日、電気工学科の火曜日、土木工学科の火・水・木・金曜日、建築学科の月・火・木・金曜日、5項目の「頭がぼんやりする」については、機械工学科の火・木・金曜日、電気工学科の水・木・金曜日、土木工学科の月・水・金曜日、建築学科の火・水・木曜日、6項目の「ねむい」については、機械工学科の金曜日、土木工学科の月・水・金曜日、建築学科の金曜日、7項目の「目がつかれる」については、機械工学科の月曜日、8項目の「動作がぎこちなくなる」については、電気工学科の金曜日、土木工学科の金曜日、9

項目の「足もとがたよりない」については、電気工学科の金曜日、土木工学科の月・火曜日、建築学科の金曜日、10項目の「横になりたい」については、機械工学科の木・金曜日、電気工学科の月・火・金曜日、36.7%以上と53.3%以下の項目について述べると、4項目の「あくびがでる」については、機械工学科の水曜日、電気工学科の月・水・木・金曜日、建築学科の水曜日、5項目の「頭がぼんやりする」については、電気工学科の月曜日、土木工学科の木曜日、建築学科の水曜日、6項目の「ねむい」については、機械工学科の月・火・木曜日、電気工学科の月・火・水・木・金曜日、土木工学科の火・木曜日、建築学科の月・火・水曜日、7項目の「目がつかれる」については、電気工学科の金曜日、土木工学科の水・金曜日、建築学科の月・水・金曜日、10項目の「横になりたい」については、機械工学科の火曜日、電気工学科の水・木曜日、建築学科の月・火・水・木曜日、53.3%以上の項目について述べると、6項目の「ねむい」については、機械工学科の水曜日、建築学科の木曜日、7項目の「目がつかれる」については、機械工学科の火・水・木・金曜日、電気工学科の月・火・水・木曜日、土木工学科の月・火・木曜日、建築学科の火・木曜日が認められた。

小項目における20%以上と36.7%以下の訴え率の項目について述べると、2項目の「全身がだるい」については、機械工学科・建築学科、4項目の「あくびがでる」については、機械工学科・土木工学科・建築学科、5項目の「頭がぼんやりする」については、機械工学科・電気工学科・土木工学科・建築学科、10項目の「横になりたい」については、機械工学科・電気工学科・土木工学科、36.7%以上と53.3%以下の項目について述べると、4項目の「あくびがでる」については、電気工学科、6項目の「ねむい」については、機械工学科・電気工学科・土木工学科・建築学科、10項目の「横になりたい」については、建築学科、53.3%以上の項目について述べると、7項目の「目がつかれる」については、機械工学科・電気工学科・土木工学科・建築学科が認められた。

大項目における20%以上と36.7%以下の訴え率の項目について述べると、機械工学科の月曜日、土木工学科の水曜日を除く全ての項目において認められた。

B症状群の各項目ごとについて20%以上と36.7%以下の訴え率の項目について述べると、11項目の「考えがまとまらない」については、電気工学科の火・金曜日、12項目の「話をするのがいやになる」については、電気工学科の木曜日、土木工学科の月曜日、13項目の「いらいらする」については、機械工学科の金曜日、電気工学科の水曜日、土木工学科の木曜日、建築学科の火・水・金曜日が示された。14項目の「気がちる」については、機械工学科の金曜日、建築学科の金曜日、15項目の「物事に熱心になれない」については、土木工学科の火曜日、17項目の「すること間違いが多くなる」については、電気工学科の金曜日、18項目の「物事が気にかかる」については、土木工学科の月・金曜日、建築学科の火・木曜日、19項目の「きちんとしていられない」については、電気工学科の水曜日・建築学科の金曜日が認められた。

小項目・大項目における20%以上の訴え率の項目については、各学年・曜日とも認められない。

C症状群の各項目ごとについて20%以上と36.7%以下の訴え率の項目について述べると、21項目の「頭がいたい」については、機械工学科の金曜日、土木工学科の月・金曜日、22項目の「肩がこる」については、電気工学科の月・火・水・木曜日、土木工学科の木・金曜日、23項目の「腰がいたい」については、機械工学科の火・水・木曜日、電気工学科の火曜日、土木工学科の月・金曜日、建築学科の木曜日、24項目の「いき苦しい」については、電気工学科の月曜日、土木工学科の火・木曜日、28項目の「まぶたや筋がピクピクする」については、電気工学科の金曜日、36.7%以上と53.3%以下の項目について述べると、23項目の「腰がいたい」については、電気工学科の月曜日、建築学科の月・火・水曜日、53.3%以上の項目について述べると、23項目の「腰がいたい」については、機械工学科の月曜日が認められた。

小項目における20%以上と36.7%以下の訴え率の項目について述べると、22項目の「肩がこる」に

表15 疲労自覚症状訴え率

学 科 別		機械工学科						電気工学科					
症 状 項 目		授 業 後						授 業 後					
		月	火	水	木	金	計	月	火	水	木	金	計
A	1 頭がおもい	20.0	26.7	16.7	—	10.0	14.7	16.7	23.3	10.0	13.3	26.7	18.0
	2 全身がだるい	30.0	23.3	40.0	16.7	36.7	29.3	16.7	30.0	13.3	13.3	26.7	20.0
	3 足がだるい	20.0	—	—	—	10.0	6.0	6.7	13.3	10.0	10.0	16.7	11.3
	4 あくびがでる	26.7	26.7	40.0	43.3	36.7	34.7	36.7	33.3	46.7	43.3	33.3	38.7
	5 頭がぼんやりする	36.7	33.3	33.3	23.3	6.7	26.7	20.0	33.3	33.3	30.0	46.7	32.7
	6 ねむい	63.3	70.0	66.7	76.7	36.7	62.7	30.0	43.3	50.0	53.3	40.0	43.3
	7 目がつかる	63.3	50.0	46.7	50.0	—	42.0	50.0	70.0	63.3	70.0	90.0	68.7
	8 動作がぎこちなくなる	13.3	13.3	10.0	—	—	7.3	26.7	—	13.3	—	6.7	9.3
	9 足もとがたよりない	—	10.0	16.7	23.3	26.7	15.3	13.3	—	13.3	13.3	33.3	14.7
	10 横になりたい	—	10.0	—	40.0	10.0	12.0	50.0	33.3	53.3	56.7	30.0	44.7
Aの平均		27.3	26.3	27.0	27.3	17.3	25.1	26.7	28.0	30.7	30.3	35.0	30.1
B	11 考えがまとまらない	—	—	—	—	—	—	10.0	10.0	10.0	20.0	40.0	18.0
	12 話をするのがいやになる	—	—	—	—	—	—	20.0	—	—	—	13.3	6.7
	13 いらいらする	—	—	—	—	36.7	7.3	16.7	36.7	13.3	16.7	10.0	18.7
	14 気がちる	—	—	—	—	16.7	3.3	13.3	10.0	10.0	10.0	10.0	10.7
	15 物事に熱心になれない	—	—	—	—	—	—	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
	16 ちょっとしたことが思い出せない	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	16.7	3.3
	17 することに間違いが多くなる	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	16.7	3.3
	18 物事が気にかかる	—	—	—	—	13.3	2.7	20.0	20.0	6.7	6.7	13.3	13.3
	19 きちんとしていられない	10.0	—	—	—	13.3	4.7	10.0	10.0	13.3	13.3	20.0	13.3
	20 根気がなくなる	—	—	—	—	16.7	3.3	—	—	—	—	13.3	2.7
Bの平均		1.0	—	—	—	9.7	2.1	10.0	9.7	6.3	7.7	16.3	10.0
C	21 頭がいたい	16.7	—	13.3	—	—	6.0	10.0	13.3	6.7	10.0	16.7	11.3
	22 肩がこる	—	23.3	—	—	10.0	6.7	16.7	23.3	13.3	26.7	23.3	20.7
	23 腰がいたい	13.3	30.0	26.7	26.7	20.0	23.3	33.3	46.7	26.7	13.3	13.3	26.7
	24 いき苦しい	—	—	—	—	—	—	16.7	23.3	13.3	6.7	10.0	14.0
	25 口がかわく	—	—	—	—	—	—	—	—	16.7	6.7	—	4.7
	26 声がかすれる	—	—	—	—	20.0	4.0	—	—	—	—	13.3	2.7
	27 めまいがする	—	—	—	—	13.3	2.7	—	—	—	—	10.0	2.0
	28 まぶたや筋がピクピクする	—	—	—	—	13.3	2.7	—	—	—	13.3	13.3	5.3
	29 手足がふるえる	—	—	—	—	6.7	1.3	—	—	—	—	10.0	2.0
	30 気分がわるい	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Cの平均		3.0	5.3	4.0	2.7	8.3	4.7	7.7	10.7	7.7	7.7	11.0	8.9

については、電気工学科・土木工学科、23項目の「腰がいたい」については、機械工学科・建築学科、36.7%以上の項目については、各学部とも認められない。

大項目における20%以上の訴え率の項目については、各学科・曜日とも該当する結果が認められない。

表15・表16は試験後1週間における授業後の訴え率を各項目ごとに比較すると、まず、A症状群の20%以上と36.7%以下の訴え率の項目について述べると、1項目の「頭がおもい」については、機械工学科の月・火曜日、電気工学科の火・金曜日、土木工学科の月・火・金曜日、建築学科の水・金曜日、2項目の「全身がだるい」については、機械工学科の月・火曜日、電気工学科の火・金曜日、建築学科の月・木曜日、3項目の「足がだるい」については、機械工学科の月曜日、4項目の「あくびがでる」については、機械工学科の月・火曜日、電気工学科の火・金曜日、土木工学科の水・木・金

表16 疲労自覚症状訴え率

学 科 別		土木工学科						建築学科					
症 状 項 目		授 業 後						授 業 後					
		月	火	水	木	金	計	月	火	水	木	金	計
A	1 頭がおもい	20.0	20.0	16.7	—	23.3	16.0	10.0	10.0	23.3	10.0	23.3	15.3
	2 全身がだるい	16.7	6.7	13.3	—	16.7	10.7	30.0	16.7	10.0	20.0	10.0	17.3
	3 足がだるい	—	6.7	6.7	—	6.7	4.0	10.0	6.7	—	—	16.7	6.7
	4 あくびがでる	13.3	36.7	23.3	33.3	20.0	25.3	26.7	30.0	36.7	33.3	20.0	29.3
	5 頭がぼんやりする	36.7	23.3	46.7	16.7	33.3	31.3	76.7	53.3	26.7	47.0	26.7	44.7
	6 ねむい	30.0	40.0	33.3	66.7	36.7	41.3	33.3	40.0	33.3	43.3	33.3	36.7
	7 目がつかれる	50.0	63.3	73.3	90.0	56.7	66.7	46.7	63.3	60.0	76.7	33.3	49.3
	8 動作がぎこちなくなる	23.3	16.7	13.3	—	13.3	13.3	23.3	—	10.0	—	—	6.7
	9 足もとがたよりない	20.0	—	36.7	—	33.3	18.0	23.3	—	—	—	20.0	8.7
	10 横になりたい	13.3	13.3	53.3	33.3	36.7	30.0	20.0	30.0	30.0	36.7	20.0	27.3
Aの平均		22.3	22.7	31.7	24.0	27.7	25.7	30.0	25.0	23.0	26.0	20.3	24.9
B	11 考えがまとまらない	10.0	13.3	13.3	—	20.0	11.3	—	20.0	20.0	—	26.7	13.3
	12 話をするのがいやになる	20.0	—	6.7	—	16.7	8.7	—	6.7	20.0	—	20.0	9.3
	13 いらいらする	—	6.7	23.3	—	6.7	7.3	—	—	10.0	—	10.0	4.0
	14 気がちる	10.0	23.3	16.7	—	13.3	12.7	—	6.7	—	—	6.7	2.7
	15 物事に熱心になれない	16.7	6.7	6.7	16.7	6.7	10.7	13.3	6.7	—	—	6.7	5.3
	16 ちょっとしたことが思い出せない	—	—	—	—	20.0	4.0	—	6.7	10.0	20.0	16.7	10.7
	17 することに間違いが多くなる	—	13.3	—	—	20.0	6.7	—	20.0	—	—	20.0	8.0
	18 物事が気にかかる	—	33.3	13.3	—	20.0	13.3	—	23.3	20.0	23.3	16.7	16.7
	19 きちんとしていられない	23.3	20.0	10.0	—	10.0	12.7	—	—	10.0	—	—	2.0
	20 根気がなくなる	—	—	—	—	16.7	3.3	—	16.7	10.0	—	20.0	9.3
Bの平均		8.0	11.7	9.0	1.7	15.0	9.1	1.3	10.7	10.0	4.3	14.3	8.1
C	21 頭がいたい	20.0	20.0	13.3	13.3	20.0	17.3	13.3	10.0	10.0	10.0	10.0	10.7
	22 肩がこる	20.0	26.7	26.7	16.7	23.3	22.7	10.0	20.0	10.0	13.3	13.3	13.3
	23 腰がいたい	13.3	16.7	26.7	16.7	23.3	19.3	30.0	33.3	23.3	10.0	—	19.3
	24 いき苦しい	10.0	23.3	13.3	—	20.0	13.3	—	13.3	—	—	10.0	4.7
	25 口がかわく	10.0	6.7	10.0	—	36.7	12.7	—	6.7	—	—	30.0	7.3
	26 声がかすれる	—	—	—	—	26.7	5.3	23.3	—	—	—	—	4.7
	27 めまいがする	13.3	6.7	6.7	—	6.7	6.7	—	—	—	—	23.3	4.7
	28 まぶたや筋がピクピクする	—	6.7	10.0	—	20.0	7.3	—	—	—	—	10.0	2.0
	29 手足がふるえる	6.7	—	—	—	16.7	4.7	—	—	—	—	—	—
	30 気分がわるい	—	—	—	13.3	6.7	4.0	—	—	—	—	—	—
Cの平均		9.3	10.7	10.7	6.0	20.0	11.3	7.7	8.3	4.3	3.3	9.7	6.7

曜日、建築学科の月・火・木・金曜日、5項目の「頭がぼんやりする」については、機械工学科の火・水・木曜日、電気工学科の月・火・水・木曜日、土木工学科の火・金曜日、建築学科の水・金曜日、6項目の「ねむい」については、電気工学科の月曜日、土木工学科の月・水曜日、建築学科の月・水・金曜日、7項目の「目がつかれる」については、建築学科の金曜日、8項目の「動作がぎこちなくなる」については、電気工学科の月曜日、土木工学科の月曜日、建築学科の月曜日、9項目の「足もとがたよりない」については、機械工学科の木・金曜日、電気工学科の金曜日、土木工学科の月・金曜日、建築学科の月・金曜日、10項目の「横になりたい」については、電気工学科の火・金曜日、土木工学科の木曜日、建築学科の月・火・水・金曜日、36.7%以上と53.3%以下の項目について述べると、2項目の「全身がだるい」については、機械工学科の水・金曜日、4項目の「あくびがでる」につい

では、機械工学科の水・木・金曜日、電気工学科の月・水・木曜日、土木工学科の火曜日、建築学科の水曜日、5項目の「頭がぼんやりする」については、機械工学科の月曜日、電気工学科の金曜日、土木工学科の月・水曜日、建築学科の木曜日、6項目の「ねむい」については、機械工学科の金曜日、電気工学科の火・水・金曜日、土木工学科の火・金曜日、建築学科の火・金曜日、7項目の「目がつかれる」については、機械工学科の火・水・木曜日、電気工学科の月曜日、土木工学科の月曜日、建築学科の月曜日、9項目の「足もとがたよりない」については、土木工学科の水曜日、10項目の「横になりたい」については、機械工学科の木曜日、電気工学科の月曜日、土木工学科の金曜日、建築学科の木曜日、53.3%以上の項目について述べると、5項目の「頭がぼんやりする」については、建築学科の月・火曜日、6項目の「ねむい」については、機械工学部の月・火・水・木曜日、電気工学科の水曜日、土木工学科の木曜日、7項目の「目がつかれる」については、機械工学科の月曜日、電気工学科の火・水・木・金曜日、土木工学科の火・水・木・金曜日、建築学科の火・水・木曜日、10項目の「横になりたい」については、電気工学科の水・木曜日、土木工学科の水曜日が認められた。

小項目における20%以上と36.7%以下の訴え率の項目について述べると、2項目の「全身がだるい」については、機械工学科・電気工学科、4項目の「あくびがでる」については、機械工学科・土木工学科・建築学科、5項目の「頭がぼんやりする」については、機械工学科・電気工学科・土木工学科、10項目の「横になりたい」については、土木工学科・建築学科、36.7%以上と53.3%以下の項目について述べると、4項目の「あくびがでる」については、電気工学科、5項目の「頭がぼんやりする」については、建築学科、6項目の「ねむい」については、電気工学科・土木工学科・建築学科、7項目の「目がつかれる」については、機械工学科・建築学科、10項目の「横になりたい」については、電気工学科、53.3%以上の項目について述べると、6項目の「ねむい」については、機械工学科、7項目の「目がつかれる」については、電気工学科・土木工学科が認められた。

大項目における20%以上と36.7%以下の訴え率の項目について述べると、機械工学科の金曜日を除く全ての項目で示され、36.7%以上の項目については、各学科・曜日とも認められない。

B症状群の各項目ごとについて20%以上と36.7%以下の訴え率の項目について述べると、11項目の「考えがまとまらない」については、電気工学科の木曜日、土木工学科の金曜日、建築学科の火・水・金曜日、12項目の「話をするのがいやになる」については、電気工学科の月曜日、土木工学科の月曜日、建築学科の水・金曜日、13項目の「いらいらする」については、土木工学科の水曜日、14項目の「気がちる」については、土木工学科の火曜日、16項目の「ちょっとしたことが思い出せない」については、土木工学科の金曜日、建築学科の木曜日、17項目の「することに間違いが多くなる」については、土木工学科の金曜日、建築学科の火・金曜日、18項目の「物事が気にかかる」については、電気工学科の月・火曜日、土木工学科の火・金曜日、建築学科の火・水・木曜日、19項目の「きちんとしてられない」については、電気工学科の金曜日、土木工学科の月・火曜日、20項目の「根気がなくなる」については、建築学科の金曜日、36.7%以上と53.3%以下の項目について述べると、11項目の「考えがまとまらない」については、電気工学科の金曜日、13項目の「いらいらする」については、機械工学科の金曜日、電気工学科の火曜日、53.3%以上の項目については、各学科・曜日とも認められない。

小項目・大項目における20%以上の訴え率については、各学科・曜日とも認められない。

C症状群の各項目ごとについて20%以上と36.7%以下の訴え率の項目について述べると、21項目の「頭がおもい」については、土木工学科の月・火・金曜日、22項目の「肩がこる」については、機械工学科の火曜日、電気工学科の火・木・金曜日、土木工学科の月・火・水・金曜日、建築学科の火曜日、23項目の「腰がいたい」については、機械工学科の火・水・木・金曜日、電気工学科の月・水曜日、土木工学科の水・金曜日、建築学科の月・火・水曜日、24項目の「いき苦しい」については、電

気工学科の火曜日、土木工学科の火・金曜日、25項目の「口がかわく」については、建築学科の金曜日、26項目の「声がかすれる」については、機械工学科の金曜日、土木工学科の金曜日、建築学科の月曜日、27項目の「めまいがする」については、建築学科の金曜日、28項目の「まぶたや筋がピクピクする」については、土木工学科の金曜日、36.7%以上と53.3%以下の項目について述べると、23項目の「腰がいたい」については、電気工学科の火曜日、25項目の「口がかわく」については、土木工学科の金曜日、53.3%以上の項目については、各学科・曜日とも認められない。

小項目における20%以上と36.7%以下の訴え率の項目について述べると、22項目の「肩がこる」については、電気工学科・土木工学科、23項目の「腰がいたい」については、機械工学科・電気工学科、36.7%以上の項目については、各学科とも認められない。

大項目における20%以上と36.7%以下の訴え率の項目について述べると、土木工学科の金曜日、36.7%以上の項目については、各学科・曜日とも該当する結果が認められていない。

#### IV. まとめ

まず「自覚症状しらべ」の項目別の訴え率にどのような特徴があるのか、それぞれの週において分析および考察した結果は下記の通りである。

通常授業における授業前のA症状群（身体的症状）について述べると、電気工学科で訴え率が多く「あくびがでる」「ねむい」「目がつかれる」「横になりたい」、建築学科では「ねむい」「目がつかれる」「横になりたい」、機械工学科・土木工学科では「目がつかれる」「横になりたい」で訴え率が集中していることが認められた。B症状群（精神的症状）については土木工学科で訴え率が多く示されたが、電気工学科の「考えがまとまらない」以外は、取り上げるほどの訴え率は認められなかった。C症状群（神経感覚的症狀）については電気工学科で訴え率が多く示されたが他の学科同様に取り上げるほどの訴え率は認められなかった。授業後のA症状群（身体的症状）について述べると、電気工学科で訴え率が多く「あくびがでる」「ねむい」「目がつかれる」「横になりたい」、建築学科では「頭がぼんやりする」「ねむい」「目がつかれる」、土木工学科では「ねむい」「目がつかれる」、機械工学科では「目がつかれる」で訴え率が集中していることが認められた。B症状群（精神的症狀）については土木工学科で訴え率が多く示されたが、電気工学科の「考えがまとまらない」以外は、取り上げるほどの訴え率は認められなかった。C症状群（神経感覚的症狀）については電気工学科で訴え率が多く示されたが、土木工学科の「肩がこる」以外は、取り上げるほどの訴え率は認められなかった。以上の結果からみると通常授業の授業前・授業後の関係については、機械工学科・建築学科のA症状群（身体的症狀）以外は、授業後の訴え率がわずかであるが増大傾向を示している。

試験前1週間における授業前のA症状群（身体的症狀）について述べると、電気工学科で訴え率が多く「あくびがでる」「ねむい」「目がつかれる」「横になりたい」、他の学科においては「目がつかれる」で訴え率が集中していることが認められた。B症状群（精神的症狀）・C症状群（神経感覚的症狀）についても電気工学科で訴え率が多く示されたが他の学科同様に取り上げるほどの訴え率は認められなかった。授業後のA症状群（身体的症狀）について述べると、電気工学科で訴え率が多く「あくびがでる」「ねむい」「目がつかれる」「横になりたい」、他の学科においては、「目がつかれる」に訴え率が集中していることが認められた。B症状群（精神的症狀）については電気工学科・建築学科で訴え率が多く示されたが、他の学科同様に取り上げるほど訴え率は認められなかった。C症状群（神経感覚的症狀）については電気工学科で訴え率が多く示されたが、土木工学科の「肩がこる」以外は、他の学科同様に取り上げるほどの訴え率は認められなかった。以上の結果からみると試験前の1週間の授業前・授業後の関係については、機械工学科・電気工学科のA症状群（身体的症狀）以外は、授業後の訴え率がわずかであるが増大傾向を示している。

試験中における授業前のA症状群(身体的症状)について述べると、土木工学科で訴え率が多く「目がつかれる」「ねむい」、機械工学科についても「目がつかれる」「ねむい」、電気工学科では「目がつかれる」「ねむい」「あくびがでる」、建築学科では「目がつかれる」に訴え率が集中していることが認められた。B症状群(精神的症状)については電気工学科で訴え率が多く「きちんとしていられない」に訴え率が集中し、他の学科においては取り上げるほどの訴え率は認められなかった。C症状群(神経感覚的症状)については土木工学科で訴え率が多く示されたが、他の学科同様に取り上げるほどの訴え率は認められなかった。授業後のA症状群(身体的症状)について述べると、電気工学科で訴え率が多く「あくびがでる」「ねむい」「目がつかれる」機械工学科・土木工学科では「ねむい」「目がつかれる」、建築学科では「ねむい」に訴え率が集中していることが認められた。B症状群(精神的症状)についても電気工学科で訴え率が多く示されたが、他の学科同様に取り上げるほどの訴え率は認められなかった。C症状群(神経感覚的症状)については土木工学科で訴え率が多く「腰が痛い」に訴え率が集中し、他の学科については取り上げるほどの訴え率は認められなかった。以上の結果からみると試験中の授業前・授業後の関係については、機械工学科のA症状群(身体的症状)、電気工学科のC症状群(神経感覚的症状)、土木工学科のA症状群(身体的症状)・B症状群(精神的症状)、建築学科のB症状群(精神的症状)は、授業前の訴え率がわずかであるが多い傾向を示している。

試験後1週間における授業前のA症状群(身体的症状)について述べると、電気工学科で訴え率が多く「あくびがでる」「ねむい」「目がつかれる」、建築学科では「ねむい」「目がつかれる」「横になりたい」、機械工学科・土木工学科では「ねむい」「目がつかれる」に訴え率が集中していることが認められた。B症状群(精神的症状)についても電気工学科で訴え率が多く示されたが、他の学科同様に取り上げるほどの訴え率は認められなかった。C症状群(神経感覚的症状)については土木工学科で訴え率が多く示されたが他の学科同様に取り上げるほどの訴え率は認められなかった。授業後のA症状群(身体的症状)については電気工学科で訴え率が多く「あくびがでる」「目がつかれる」「ねむい」「横になりたい」、建築学科では「頭がぼんやりする」「ねむい」「目がつかれる」、機械工学科・土木工学科では「ねむい」「目がつかれる」に訴え率が集中していることが認められた。B症状群(精神的症状)については電気工学科で訴え率が多く示されたが、他の学科同様に取り上げるほどの訴え率は認められなかった。C症状群(神経感覚的症状)については電気工学科で訴え率が多く示されたが、建築学科の「腰がいたい」以外は、取り上げるほどの訴え率は認められなかった。以上の結果からみると試験後の1週間の授業前・授業後の関係については、機械工学科のB症状群(精神的症状)・C症状群(神経感覚的症状)以外は、授業後の訴え率がわずかであるが多い傾向を示している。

上述の結果、いずれの週においても疲労自覚症状の訴え率は、A症状群に集中し、「ねむい」「目がつかれる」「横になりたい」といった『ねむけとだるさ』が認められ、次いでB症状群で「物事が気にかかる」「考えがまとまらない」といった『注意集中の困難』が認めた。そしてC症状群では「肩がこる」「腰が痛い」といった『局在した身体違和感』が認められ、また授業前においてどの週においても、授業後の訴えが増大傾向であり、授業状況に即応したあらわれ方をしているように認められた。

おわりに、以上の報告は分析も考察も不十分で、しかも不確実な点もあり、第2報では症状のもつ性質をあらゆる角度から分析し、データを多面的に考察し研究を進めていきたい。

#### 《引用・文献》

- 1) 産業疲労—自覚症状からのアプローチ 吉竹 弘著者
- 2) 疲労の研究 大島正光著者
- 3) 労働科学—労働と生活に関する総合的研究— Vol.46 No.1, No.4, No.5, No.10
- 4) 最新体力測定法 名取礼二, 横堀 栄, 木村邦彦, 小川義雄共著

(平成5年4月15日受付)

# モータコントローラによる自動倉庫の制御

(機械工学科) 野 原 稔

## Operation Control of Automatic Warehousing by PC Controller

Minoru NOHARA

Recently there are many cases to use PC controller on the machine in order to make the production process operate automatically through the computer control.

The author previously manufactured the overhead crane controlled by micro computer and the micro milling machine which was controlled by PC controller.

In this paper, the automatic warehousing of stacker crane system could be designed and by means of PC controller this system carry in and out the necessities easily by inputting the coordinates of stacks.

### § 1. 緒 言

最近の工場内物流は、多くの場合、多種類の品物を少量かつ、多様なルートに応じて供給することが要求される。これに応じて、自動倉庫は製造工程の中心部に据えられることが多い。工場内における床面積やスペースの有効利用、管理の向上は無論のこと、これに増して生産ラインとの結びつきを強くし、生産ラインへの追従性のよいことが求められている。また、F A現場において、C I M化への対応力を促進するためのプログラマブルコントローラ (P C) は、シーケンスコントローラとしての機能や取扱い面で扱い易いため、非常に多く使用されてきている。さらに、最近の技術革新によるP Cの高性能化および低価格化により、一層その需要分野は拡大してきている。

これまで筆者は、マイクロコンピュータによって動作する天井クレーンやP Cによるマイクロフライス盤を製作し、それらの制御を行ってきた<sup>(1)(2)</sup>。

本研究では、P Cの支援によって棚の座標値を入力することにより、必要な物品を搬入搬出できるスタッククレーン方式の自動倉庫を製作したので、その結果について報告する。

### § 2. 自動倉庫システムの構成

スタッククレーン方式を採用した場合の自動倉庫の構成要素には、物品を運搬するスタッククレーンおよび物品を搬入搬出する装置、物品の格納棚等が必要である<sup>(3)</sup>。図1は自動倉庫を示している。一般的に、自動倉庫には一つの棟に一つのスタッククレーンが設置されているが、ここでは5段からなるA棟およびB棟の二つの棟をもつ倉庫で、スタッククレーンはA棟およびB棟で共通して使用できる構造の自動倉庫とした。

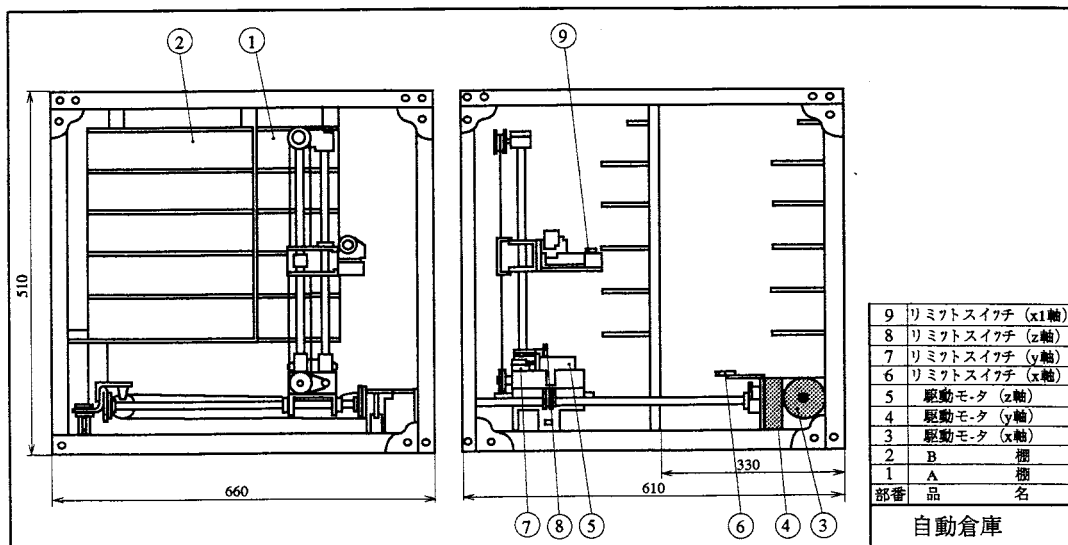


図1 自動倉庫

## 2.1 スタッカークレーン

図2は、上下(z軸)方向に製品を移動させるスタッカークレーンを示している。図に示すように、下端にステッピングモータを配置し、これとベルトを介してスプロケットチェーンを回転させて、スプロケットチェーンの両端を固定している搬入搬出装置を2本の円筒形のガイドに沿って動かす機構としている。

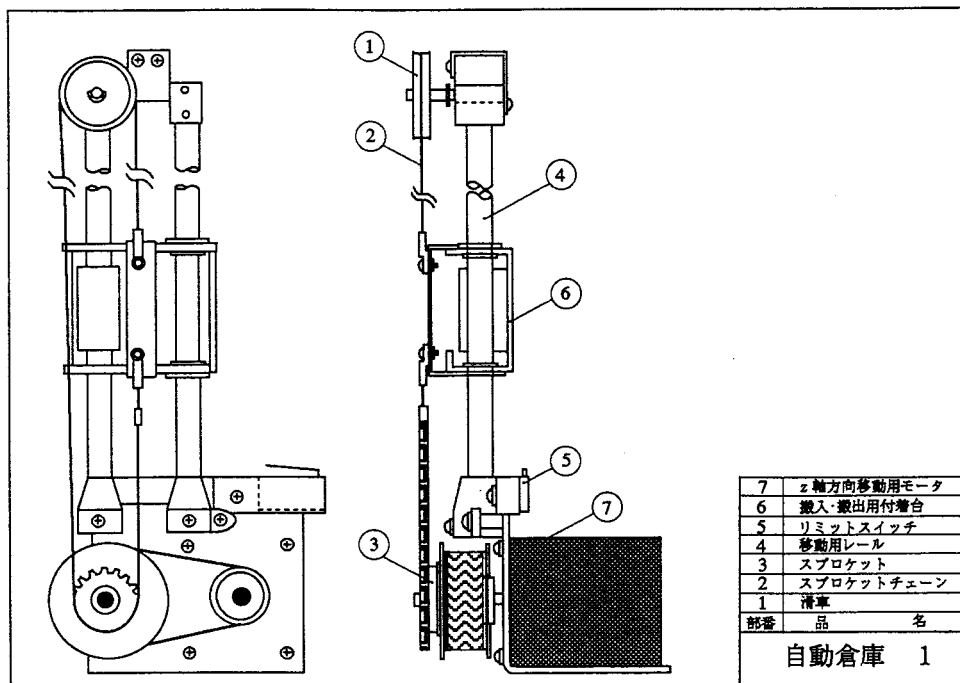


図2 スタッカークレーン

## 2.2 X軸およびY軸方向の移動機構

図3は、スタッククレーンをX軸およびY軸方向に移動させる機構を示している。X軸方向およびY軸方向の移動機構は、ステッピングモータにベルトを介してスプロケットチェーンを回転させ、スプロケットチェーンの両端を固定しているX軸方向の移動テーブルおよびY軸方向の移動テーブルをガイドに沿って動かす機構としている。

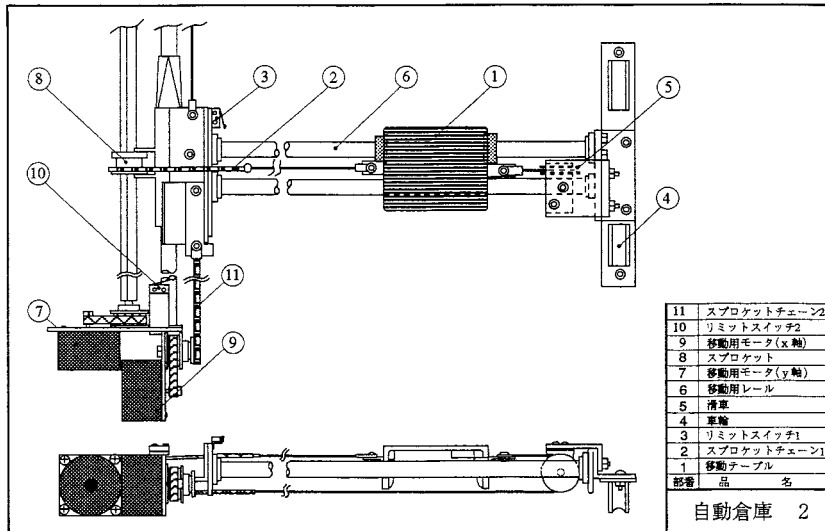


図3 X軸およびY軸方向移動機構

## 2.3 搬入搬出装置

図4は、物品を搬入搬出する装置で、モータで減速器を回転させてラックを取り付けた板を左右に移動できる。また、板の一端にはソレノイドを、装置の両端にはリミットスイッチを設置している。棚の物品を搬出する方法は、モータを回転させて板を移動させ板がリミットスイッチに接触してリミットスイッチがONになるとモータが停止する。その後、ソレノイドをONとして物品（磁石に吸着するもの）を吸着する。そして、再びモータを逆回転させて物品を板上に引込むと同時に板を移動させ、もう一方の端のリミットスイッチがONになるとモータが停止する機構としている。

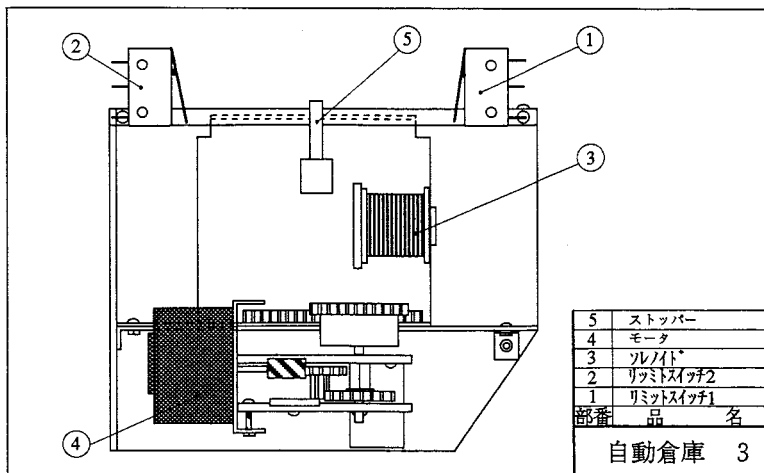


図4 物品の搬入搬出装置

## 2.4 格納棚

物品の移動には、必要な物品を棚の中から取り出して特定の位置まで搬出することや、特定の位置から指定された棚まで物品を搬入することなどが考えられる。このためには、座標系を設定すると便利である。図5は、A棟およびB棟が並ぶ方向をx軸、棟の長手方向をy軸、棟の高さ方向をz軸とした自動倉庫の座標系を示している。

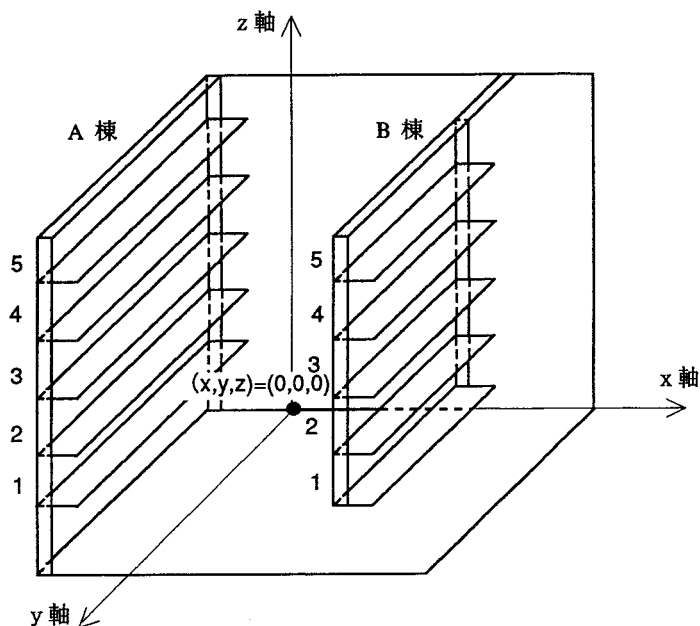


図5 自動倉庫の座標系

## § 3. プログラマブルコントローラ (PC)

PCは前報<sup>(2)</sup>で使用したのと同じミニパイロ電機製のMPC-01を使用した<sup>(4)</sup>。MPC-01は、リレー、カウンタ、タイマを組合せて構成する論理回路の信号処理を、マイクロコンピュータに行わせるもので、入出力部を通じて各種装置を制御して実行するための命令を、内部記憶するプログラマブルなメモリを使用した装置である。また、制御距離の設定および移動距離の表示が可能となっている1軸コントローラである。

## § 4. ステッピングモータドライバー

本システムに使用している3CHドライバーは、PCとの組合せにより1台のPCで3個のステッピングモータを時間分割コントロールすることが可能であることや、動作内容が同じでよい場合には、3個のステッピングモータを同時に動かすことも可能である<sup>(5)(6)</sup>。また、I/O入出力ポートを各8CHずつ内蔵しており、PCからの命令によりシーケンス制御が可能となっている。

## §. 5 自動倉庫の組立

### 5.1 システムの制御方法

図6は、PCを中心とした自動倉庫全体の模式図を示している。PCは、パソコンとRS232Cを通じてデータの転送や編集が可能であり、指定された棚の座標値の入力や座標値の変更もパソコン上で可能で、データをPCに転送して実行させることができる。また、パソコンを分離してPCのみでも座標値の入力や変更も可能である。PCから出された指令は、3CHドライバーに接続された3個のステッピングモータを時間分割方式で順次、規定の回転をさせ指定の棚まで移動させる。そして、入出力ポートから出された信号を処理して、再び、3個のステッピングモータを時間分割方式で順次、回転させて動作を終了する。図7は、搬入出力装置を動作させるために必要なモータ、ソレノイド、リミットスイッチおよびリレーの配線図を示している。

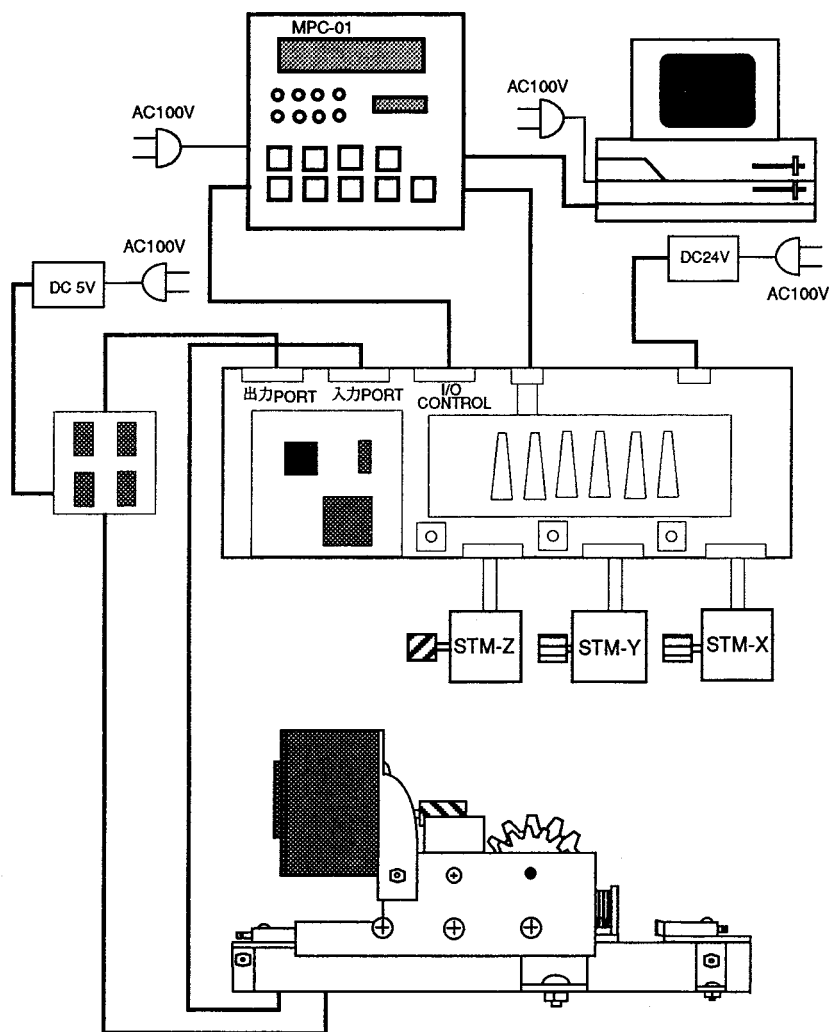


図6 自動倉庫の模式図

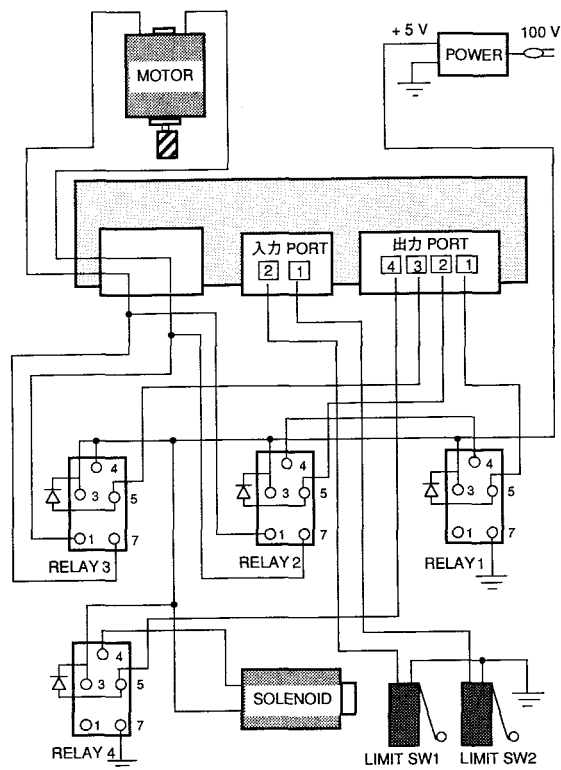


図7 搬入搬出装置を動作させる配線図

## 5.2コントロールボックス

図8は、倉庫を自動化させるために必要なコントロールボックスの写真を示す。コントロールボックスは、PC、3CHドライバー、リレーおよび5Vと24V供給用電源等から構成されており、コンパクトなワンボックスにまとめて前面から操作できるようにしている。図9は自動倉庫とコントロールボックスを組合せた状態を、図10はその写真を示している。

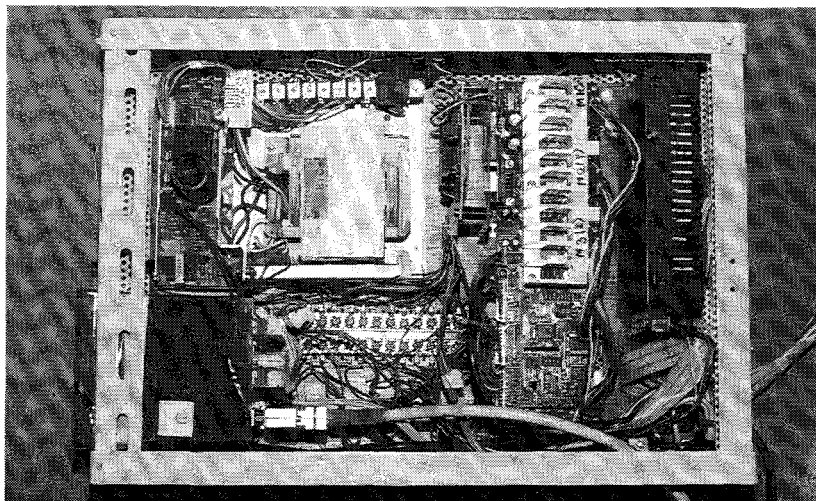


図8 コントロールボックス

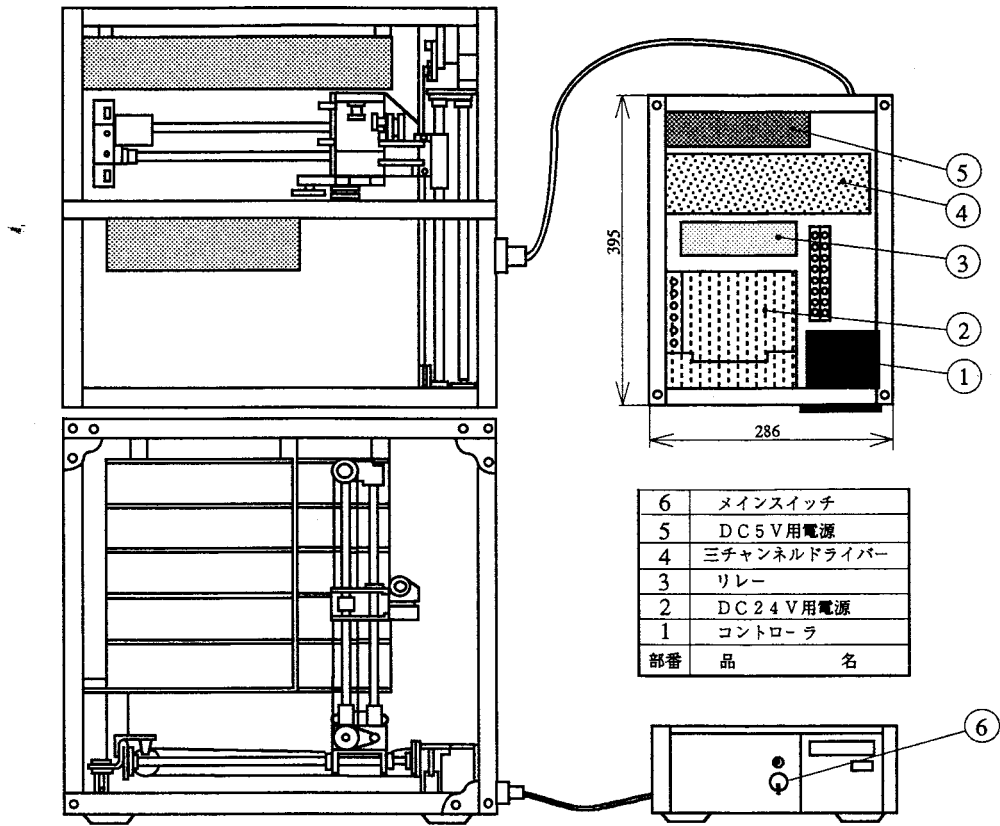


図9 自動倉庫とコントロールボックスの組合せ

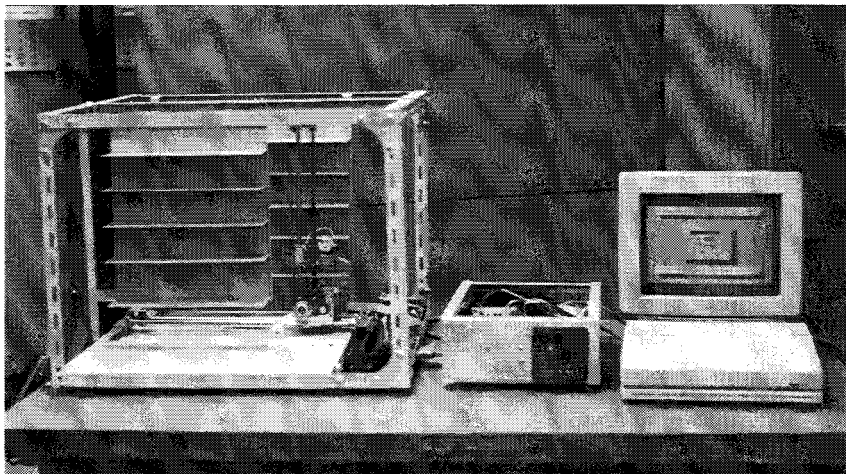


図10 自動倉庫とコントロールボックス

### 5.3 動作プログラム

いま、一例として、原点から指定された棚までスタッカクレーンを移動させ、棚から物品を搬出して再び原点に復帰する動作内容を表1に、そのプログラムのチャート図を図11に示す<sup>(7)</sup>。まず、指定された棚番号を参照し、この棚番号に対応したx, y, zの値を入力する。入力値はアブソリュート方式で行った。ここで、A棟にある物品を移動させる場合を考えると、x軸の移動はなくすぐy軸を駆動させてA棟に移動し、指定された高さにz軸を駆動させる。そして、物品をスタッカクレーン上に搬入して先の工程を逆に移動して原点に帰る。また、物品を棚に搬入する場合も、プログラムのソレノイドの吸着部分を修正すれば、搬入の場合と同様に使用できる。さらに、PCには8個のバンクがあり、それぞれのバンクにおいてモータの回転速度を変えることができるため、より変化に富んだプログラムも可能である。

表1 スタッカクレーンの動作内容

行	コマンド	動作内容
1-00	ORG1	仮想原点に行く
1-01	FUN318	全モータ非選択 (初期化)
1-02	FUN319	"
1-03	FUN320	"
1-04	FUN218	X軸モータ動作選択
1-05	0.00	0.00mm動作
1-06	FUN318	X軸モータ動作非選択
1-07	FUN219	Y軸モータ動作選択
1-08	240.00	240.00mm動作
1-09	FUN319	Y軸モータ動作非選択
1-10	FUN220	Z軸モータ動作選択
1-11	340.00	340.00mm動作
1-12	FUN320	Z軸モータ動作非選択
1-13	FUN210	搬入出用モータ回転
1-14	FUN010	入力ポート0がLOWになるまで待つ
1-15	FUN310	モータ停止
1-16	FUN212	ポート2のリレーONで4-7に切替
1-17	TIM010	1秒待つ
1-18	FUN211	ポート1のリレーONで4-7に切替
1-19	TIM010	1秒待つ
1-20	FUN213	ポート3のリレーONで4-7に切替でソレノイドをON
1-21	TIM010	1秒待つ
1-22	FUN210	搬入出用モータ回転
1-23	FUN011	入力ポート1がLOWになるまで待つ
1-24	FUN310	モータ停止
1-25	FUN313	ポート3のリレーOFFで4-1に切替でソレノイドをOFF
1-26	FUN220	Z軸モータ動作選択
1-27	240.00	240mm動作
1-28	FUN320	Z軸モータ動作非選択
1-29	FUN219	Y軸モータ動作選択
1-30	0.00	0.00mm動作
1-31	FUN319	Y軸モータ動作非選択
1-32	FUN218	X軸モータ動作選択
1-33	0.00	0.00mm動作
1-34	FUN318	X軸モータ動作非選択
1-35	FUN500	表示クリア
1-36	END	終了

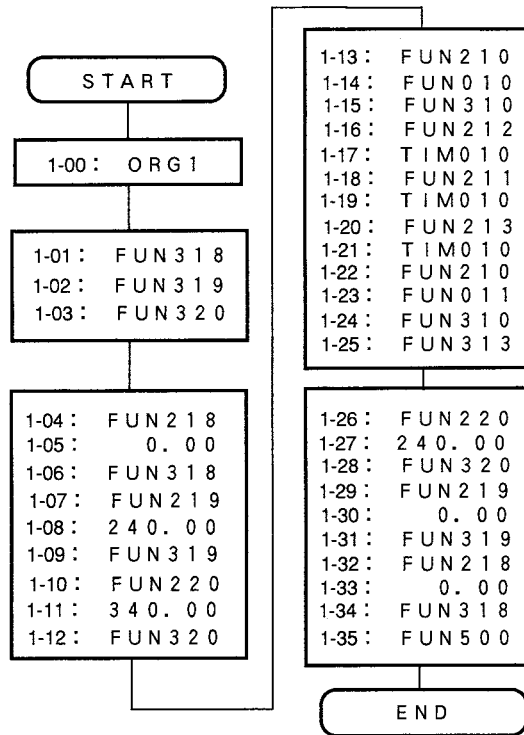


図11 スタッカクレーンを動作させるチャート図

## § 6. 結 言

自動倉庫を，PCコントローラを使用して製作した結果についてまとめると，以下のようになる。

1. プログラムの作成が非常に容易であるため，プログラムの作成時間およびプログラムミスにもなう時間が大幅に削減できた。
2. リードリレーを使用したリレーシーケンス制御を行った結果，予期した動作が可能となった。
3. PCを使用し制御できるスタッカクレーン方式の倉庫を設計することができた。

最後に，本研究は大石および北橋の卒業研究としておこなわれたことを付記し，両氏に感謝します。

## 〈参考文献〉

- (1) 野原，マイクロコンピュータによる天井クレーンの制御，呉高専研究報告，27-1，(1991)
- (2) 野原，モータコントローラによるマイクロフライス盤の制御，呉高専研究報告，(1992)
- (3) メカトロニクス研究会編，電子機械応用，(1992)，93，コロナ社
- (4) ㈱ミニパイロ電機，ステッピングモータコントローラ取扱説明書
- (5) 真壁，ステッピング・モータの制御回路設計，(1990)，CQ出版
- (6) ㈱ミニパイロ電機，3CHDR-01取扱説明書
- (7) ㈱ミニパイロ電機，MPC-01専用コントロールソフト取扱説明書

(平成5年4月15日受付)

# 管路・ダクト内層流過渡流れの 助走区間における流れ場の解析

(第2報, 円管内層流定常助走流に関する一考察)

(機械工学科) 赤 尾 不 二 雄  
(株横田製作所) 小 倉 邦 雄

## Analysis of Transient Laminar Flows in the Entrance Regions of Ducts and Circular Pipes

(2nd Report, Consideration on Laminar Steady Inlet Flows in Circular Pipes)

Fujio AKAO  
Kunio Ogura

The numerical solutions of the vorticity transport equation for laminar steady inlet flows in circular pipes are obtained by using successive overrelaxation method. The values of Reynolds number ranged from 1 to 2000. The developments of velocity fields and the entrance lengths are presented. In addition, the accuracies of the approximate vorticity transport equations are examined.

### 1. はじめに

既報<sup>(1)</sup>では平行平板および円管内層流ステップ流れの助走区間における特性を、差分法を用いて計算し、速度ならびに圧力の発達過程、助走距離、Oseen 近似を適用した解析解の精度などについて検討を行った。しかし、そこで得られたおもな結果はレイノルズ数のオーダーが $10^2$ 程度以上である場合に対しては妥当であると考えられるものの、レイノルズ数がそれよりも小さい場合に対する検討は今後の課題として残されていた。すなわち先の計算では、管横断面内の圧力を一定と仮定し、さらに管軸方向速度成分  $u$  に関する運動方程式中の  $\partial^2 u / \partial x^2$  なる項が他の項に比べて十分小さいものとして無視したが、はたしてこれらの仮定がどの程度のレイノルズ数まで妥当性を有しているのかについては、著者らが知る限り、非定常流に関してはもとより、定常流に関してもいまのところ明確にはされていないようである。例えば、最も基本的かつ重要である円管内層流定常助走流の場合でも、これまでに非常に多くの研究が行われており、近年、Vrentas ら<sup>(2)</sup>, Friedmann ら<sup>(3)</sup>, McDonald ら<sup>(4)</sup>, 中野・酒谷<sup>(5)</sup>などにより、まったく近似を加えない基礎式をもとにした数値解が提示されるに至っては、もはや数値計算上の問題に関して検討すべき課題は残されていないように思われる。しかしながら、これらの論文<sup>(2)~(5)</sup>から圧力分布や二次流れの大きさなどがレイノルズ数に依存してどのように変化する

るのかを系統的に把握することは難しく、任意のレイノルズ数に対して助走距離を評価することのできる式も提示されていない。また、運動方程式を構成する各項の大きさを具体的に比較した結果もみあたらず、したがって例えば、前述した  $\partial^2 u / \partial x^2$  なる項の大きさがレイノルズ数および入口からの距離によってどのように変化するかを知ることもできない。

以上のことから、本報告では助走区間における過渡流について厳密な計算を実施するのに先立ち、まずその基礎資料を得るため、円管内層流定常助走流に関し、上記したようなまだ十分には明確化されていないと思われる事項に対して若干の検討を行ったのでその結果を報告する。

## 2. 使用記号

ここで用いたおもな記号は以下のとおりである。

$$Le : \text{助走距離}, Le' = \frac{Le}{R \cdot Re}$$

$$p : \text{圧力}, p' = \frac{p}{\rho u_m^2}$$

$$R : \text{円管の内半径}$$

$$Re : \text{レイノルズ数} = \frac{2R\rho u_m}{\mu}$$

$$r : \text{半径方向座標}, r' = \frac{r}{R}$$

$$u : \text{管軸方向速度成分}, u' = \frac{u}{u_m}$$

$$u_{cl} : \text{管中心速度}, u_{cl}' = \frac{u_{cl}}{u_m}$$

$$u_m : \text{横断面平均速度}$$

$$v : \text{半径方向速度成分}, v' = \frac{v}{u_m}$$

$$x : \text{管軸方向座標}, x' = \frac{x}{R}$$

$$\alpha : \text{座標変換式 (9), (10) における係数}$$

$$\mu : \text{粘性係数}$$

$$\xi : \text{式 (9), (10) で定義される無次元管軸方向座標}$$

$$\rho : \text{流体の密度}$$

$$\psi : \text{式 (6) で定義される無次元流れ関数}$$

$$\omega : \text{式 (5) で定義される無次元過渡}$$

### 3. 解析方法

温度場や外力場の影響を受けない非圧縮性ニュートン流体の円管内層流定常流れの助走区間における流れ場は、座標系を図1のように定めれば、以下に示す無次元化した運動方程式(1), (2)および連続の式(3)を連立して解くことにより解析することができる<sup>(2)(3)(4)</sup>。

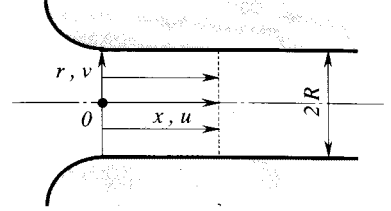


図1 座標系

$$u' \frac{\partial u'}{\partial x'} + v' \frac{\partial u'}{\partial r'} = -\frac{\partial p'}{\partial x'} + \frac{2}{Re} \left\{ \frac{\partial^2 u'}{\partial x'^2} + \frac{1}{r'} \frac{\partial}{\partial r'} \left( r' \frac{\partial u'}{\partial r'} \right) \right\} \dots\dots\dots (1)$$

$$u' \frac{\partial v'}{\partial x'} + v' \frac{\partial v'}{\partial r'} = -\frac{\partial p'}{\partial r'} + \frac{2}{Re} \left[ \frac{\partial^2 v'}{\partial x'^2} + \frac{\partial}{\partial r'} \left\{ \frac{1}{r'} \frac{\partial}{\partial r'} (r' v') \right\} \right] \dots\dots\dots (2)$$

$$\frac{\partial u'}{\partial x'} + \frac{\partial v'}{\partial r'} + \frac{v'}{r'} = 0 \dots\dots\dots (3)$$

$$\left. \begin{aligned} u' &= \frac{u}{u_m}, v' = \frac{v}{u_m}, x' = \frac{x}{R}, r' = \frac{r}{R}, \\ p' &= \frac{p}{\rho u_m^2}, Re = \frac{2R\rho u_m}{\mu} \end{aligned} \right] \dots\dots\dots (4)$$

式(1), (2)より圧力項を消去した式を求め、次式で定義される無次元の過度  $\omega'$  および流れ関数  $\psi'$  を用いて同式を変形すれば、式(7)を得る。

$$\omega' = \frac{\partial v'}{\partial x'} - \frac{\partial u'}{\partial r'} \dots\dots\dots (5)$$

$$u' = \frac{1}{r'} \frac{\partial \psi'}{\partial r'}, v' = -\frac{1}{r'} \frac{\partial \psi'}{\partial x'} \dots\dots\dots (6)$$

$$\frac{1}{r'} \left( \frac{\partial \psi'}{\partial r'} \frac{\partial \omega'}{\partial x'} - \frac{\partial \psi'}{\partial x'} \frac{\partial \omega'}{\partial r'} + \frac{\omega'}{r'} \frac{\partial \psi'}{\partial x'} \right) - \frac{2}{Re} \left( \frac{\partial^2 \omega'}{\partial x'^2} + \frac{\partial}{\partial r'} \left\{ \frac{1}{r'} \frac{\partial}{\partial r'} (r' \omega') \right\} \right) = 0 \dots\dots (7)$$

また式(6)を式(5)に代入すれば

$$\omega' + \frac{1}{r'} \frac{\partial^2 \psi'}{\partial x'^2} + \frac{1}{r'} \frac{\partial^2 \psi'}{\partial r'^2} - \frac{1}{r'^2} \frac{\partial \psi'}{\partial r'} = 0 \dots\dots\dots (8)$$

ここでは、上記した式(7)および(8)を基礎式として用い、解析を行うことにするが、具体的な計算にあたっては、 $x' = \infty$ での境界条件を適用する必要がある。そこで、管軸方向座標  $x'$  に以下のような2種類の変数変換<sup>(2),(5),(6)</sup>を施し、実際の解析範囲  $0 \leq x' \leq \infty$  を  $0 \leq \xi \leq 1$  に写像して計算を行うことにした。

$$\xi = \tanh(\alpha x') \dots\dots\dots (9)$$

$$\xi = 1 - \frac{1}{1 + \alpha x'} \dots\dots\dots (10)$$

いずれの式を用いても、 $\xi$  を等分割した場合、実際の  $x'$  の分割は入口部で細かく、下流に行くにしたがって粗くなるので差分計算には非常に便利である。しかし、式(9)はレイノルズ数が大

きいとき、逆に式(10)はレイノルズ数が小さいときに任意係数 $\alpha$ の値をどのように選んでも助走区間の全域にわたって合理的に格子点を配置することが困難となる。そこで本報ではレイノルズ数が100以下の場合に式(9)を、それ以外の場合は式(10)を用いることにした。式(7), (8)にこれらの変換を施せば

$$\frac{1}{r'} \frac{d\xi}{dx'} \left( \frac{\partial \psi'}{\partial r'} \frac{\partial \omega'}{\partial \xi} - \frac{\partial \psi'}{\partial \xi} \frac{\partial \omega'}{\partial r'} + \frac{\omega'}{r'} \frac{\partial \psi'}{\partial \xi} \right) - \frac{2}{Re} \left( \left( \frac{d\xi}{dx'} \right)^2 \frac{\partial^2 \omega'}{\partial \xi^2} + \frac{d^2 \xi}{dx'^2} \frac{\partial \omega'}{\partial \xi} + \frac{\partial}{\partial r'} \left\{ \frac{1}{r'} \frac{\partial}{\partial r'} (r' \omega') \right\} \right) \dots\dots\dots (11)$$

$$\omega' + \frac{1}{r'} \left\{ \left( \frac{d\xi}{dx'} \right)^2 \frac{\partial^2 \psi'}{\partial \xi^2} + \frac{d^2 \xi}{dx'^2} \frac{\partial \omega'}{\partial \xi} + \frac{\partial^2 \psi'}{\partial r'^2} - \frac{1}{r'} \frac{\partial \psi'}{\partial r'} \right\} = 0 \dots\dots\dots (12)$$

となり、式(9)に対しては

$$\frac{d\xi}{dx'} = \alpha(1-\xi^2), \quad \frac{d^2 \xi}{dx'^2} = -2\alpha^2 \xi(1-\xi) \dots\dots\dots (13)$$

また式(10)に対しては

$$\frac{d\xi}{dx'} = \alpha(1-\xi)^2, \quad \frac{d^2 \xi}{dx'^2} = -2\alpha^2 (1-\xi)^3 \dots\dots\dots (14)$$

が成立する。以下、非線形連立偏微分方程式(11), (12)をつぎに示す境界条件 (一様流入条件)

$$\left. \begin{aligned} \xi = 0 (x' = 0) & : \quad \omega' = -\frac{1}{r'} \left( \frac{d\xi}{dx'} \right)^2 \frac{\partial^2 \psi'}{\partial \xi^2}, \quad \psi' = \frac{r'^2}{2} \\ \xi = 1 (x' = \infty) & : \quad \omega' = 4r', \quad \psi' = r'^2 - \frac{r'^4}{2} \\ r = 0 & : \quad \omega' = 0, \quad \psi' = 0 \\ r' = 1 & : \quad \omega' = -\frac{\partial^2 \psi'}{\partial r'^2}, \quad \psi' = \frac{1}{2} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (15)$$

のもとでSOR法によって数値解を求める。具体的な計算にあたっては、管軸および半径方向の分割数をそれぞれ40および20とした等分割差分格子を採用したが、実際の $x'-r'$ 平面上での格子点は、例えば図2に示すように、管軸方向に不等分割されたものとなっている。基礎式の離散化にあたっては、管軸方向は3点、半径方向は高精度化を図る意味で5点の格子点を用いることにした。実際に使

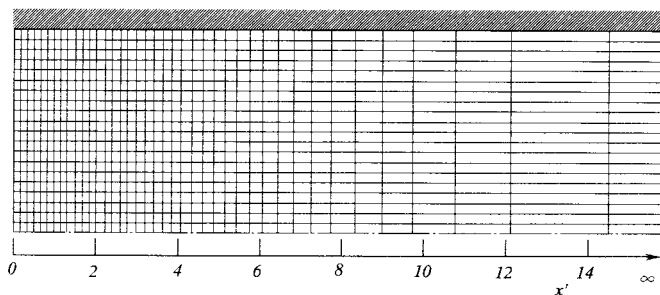


図2 差分格子の概要 (Re=100,  $\alpha=0.15$ , 変換式(9)を用いた場合)

用した差分式に関しては紙面の都合上ここでは詳細には記載できないが、例えば、管壁での  $\omega$  を評価する際には、次式を用いることになる。

$$\omega \Big|_{r'=1} = \frac{415\psi_{j,k} - 576\psi'_{j,k-1} + 216\psi'_{j,k-2} - 64\psi'_{j,k-3} + 9\psi'_{j,k-4}}{72\Delta r'^2} \dots\dots\dots(16)$$

ここで、添字  $j, k$  は管軸および半径方向の格子点番号を表す。なお、計算はレイノルズ数の範囲を 1～2000 までとし、収束判定はすべての格子点での  $\omega, \psi$  値が、誤差 0.05% 以下となる条件とした。また、収束性に関しては、予測値の良否にかなり依存するため一般的な論議はできないが、レイノルズ数の増加に伴って発散傾向が強くなるので、レイノルズ数が大きい場合、 $\omega, \psi$  の緩和係数をかなり小さくする (under-relaxation) が必要となる。

#### 4. 計算結果および検討

##### 4.1 速度分布

まず本計算値の精度を検討する意味で、これまで報告されている多くの解析結果の中から一例として、McDonald ら<sup>(4)</sup>の計算値と本結果とを比較し、その結果を図 3 に示す。McDonald ら<sup>(4)</sup>は流れが完全に発達するであろうと考えられる仮想距離をあらかじめ定め、入口からこの仮想距離までを等分割した差分格子を用いているため、入口近傍を精度良く計算するためにはかなり細かい差分格子を用いる必要があり、具体的には管軸方向および半径方向の分割数を  $300 \times 20$  としている。本計算は分割数を  $40 \times 20$  として得られたものであるが、格子点数に大きな違いがあるにもかかわらず、中心速度  $u_{cl}'$  に対する両計算値は非常に良く一致している。このことは本計算方法の妥当性を裏付けるとともに、先に示した座標変換の有用性を明確に示すものである。一般に、助走区間における流れの場を差分計算によって解析する場合、入口から数えて数番目程度までの壁近傍の格子点の値が最も重要で、この領域での計算精度が計算値全体に大きな影響を及ぼす。したがって、本計算では、McDonald ら<sup>(4)</sup>のように分割数を増やすことによってではなく、格子点配置を決定する座標変換式 (9), (10) における係数  $\alpha$  の最適値を各レイノルズ数に対して試行錯誤によって求めるとともに、半径方向の差分近似式の高精度化を図ることによって計算精度の向上をねらった。

軸方向速度成分  $u'$  および半径方向速度成分  $v'$  の流れ場全体における分布を代表的な 6 種類の  $Re$

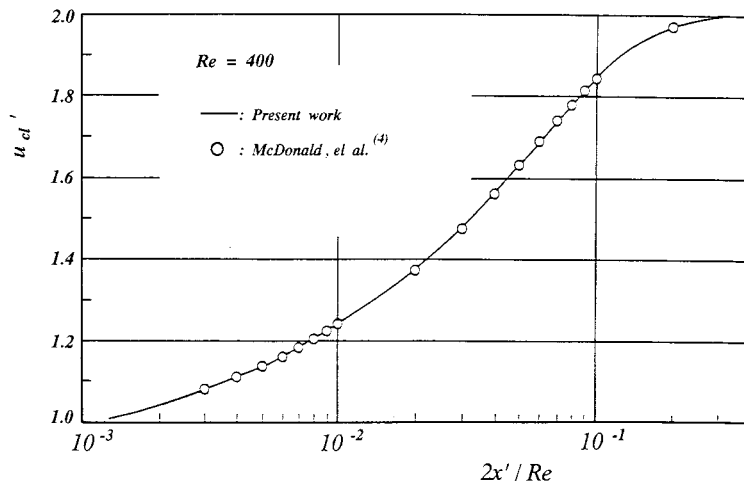
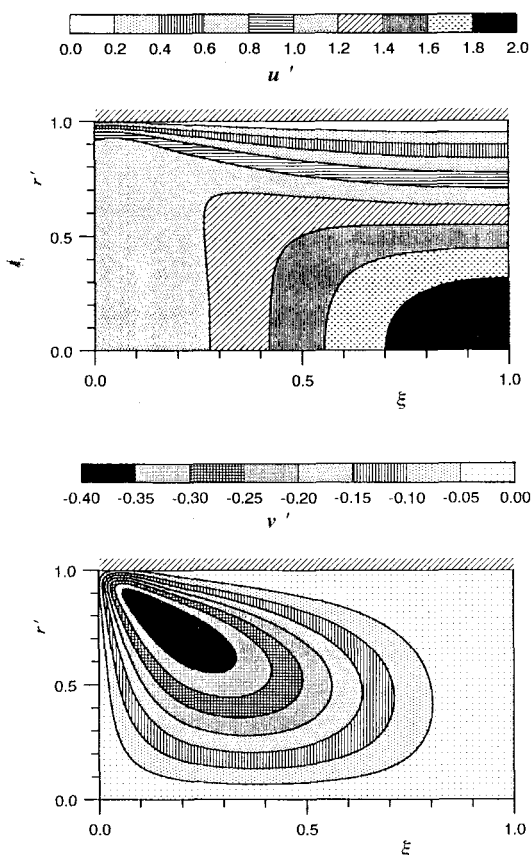
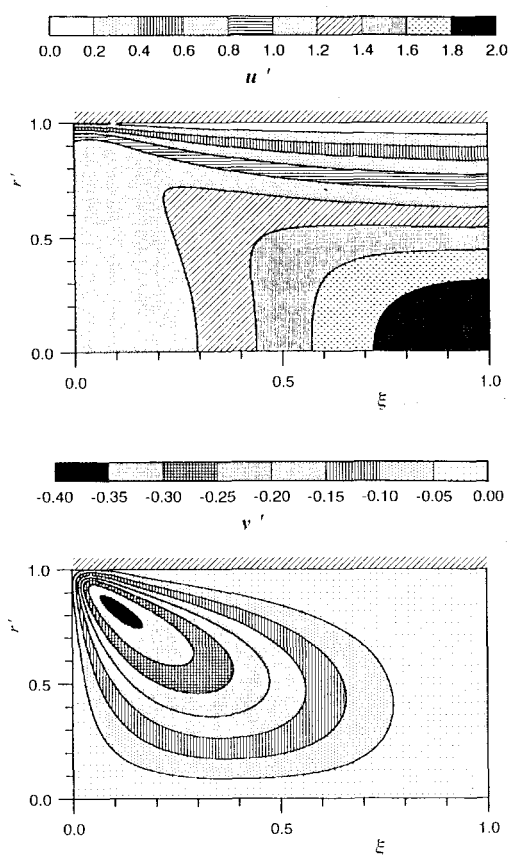
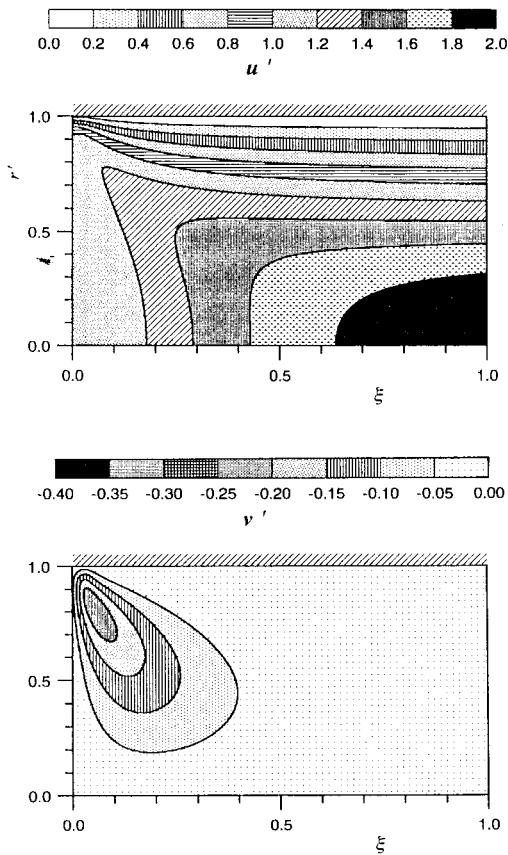
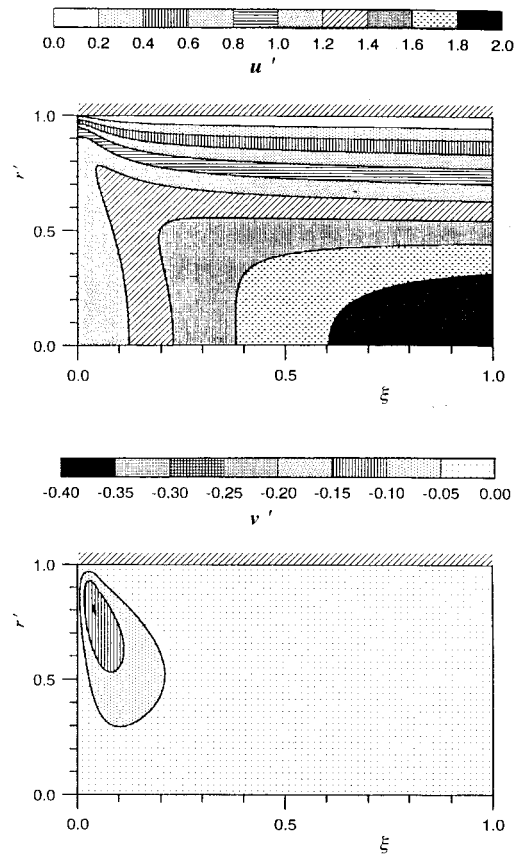


図 3 中心速度の管軸方向への変化

図4 等速度線図 ( $Re = 1$ )図5 等速度線図 ( $Re = 10$ )

数の場合について等速度線図の形で図4～9に示した。なお、各図の横軸は図を整理する関係上、変換座標値 $\xi$ でとってあるため実距離 $x'$ をこの図から直接読み取ることはできないが、 $Re = 1, 10, 50, 100$ の各場合は $\alpha = 1.20, 0.95, 0.30, 0.15$ を、また、 $Re = 500, 1000$ に対しては $\alpha = 0.30, 0.15$ なる値をそれぞれ式(9)、(10)に代入すれば、容易に実距離 $x'$ を知ることができる。まず、 $u'$ の分布に着目してみると、いずれの $Re$ 数の場合にも、入口付近では管中心よりも管壁側の方が高い値を示しているが、 $u'$ が極大値をとる位置やその大きさは $Re$ 数に依存してかなりの相違が認められる。 $u'$ の分布形状は当然のことであるが、 $v'$ の分布と密接に関連しているので、つぎに $v'$ の分布を検討してみよう。

流体の粘性に基づく排除効果が壁側の流体を加速することによって2次流れが生ずるのであるから、 $v'$ 自体の大きさは $Re$ 数の増加に伴って減少することは明らかであるが、分布形状そのものも $Re$ 数によって相当の違いが認められる。 $Re$ 数が1, 10と小さい場合、 $|v'|$ の最大値は管横断面平均速度 $u_m$ の40%程度におよび、しかも助走区間のほぼ全域にわたって無視し得ないほどの値を示している。これに対し、 $Re$ 数が100の場合には、 $|v'|$ の最大値は管横断面平均速度 $u_m$ の20%にも満たぬものであり、その大きさは下流に向かって急激に減少する。さらに $Re$ 数が500, 1000に増加すれば、 $|v'|$ は入口ごく近傍でのみ比較的大きな値を示すものの、それ以外の領域ではほとんど無視してよいことがわかる。

図6 等速度線図 ( $Re = 50$ )図7 等速度線図 ( $Re = 100$ )

#### 4.2 助走距離

従来、助走距離  $Le$  は中心速度  $u_{cl}'$  の値が完全に発達した位置での値の99%，すなわち円管では1.98となる管軸位置  $x$  として定義されている。この  $Le$  を管半径  $R$  とレイノルズ数  $Re$  の積で除した値  $Le'$  は、例えば線形化法を用いた Langhaar<sup>(7)</sup> や Sparrow ら<sup>(8)</sup> の近似解析によれば0.114, 0.112, また Christiansen ら<sup>(9)</sup> や著者らが前報<sup>(1)</sup> で示した管横断面内の圧力分布を考慮しないいわば一次元的な差分計算では0.111なる値が得られている。しかし、図10をみれば明かなように、 $u_{cl}'$  の発達する様相は  $x/Re$  というただ1つのパラメータだけではまったく整理できず、したがって  $Le'$  値は定数とはならない。前記したように、厳密な基礎式をもとにして求められた  $Le'$  の値はすでに Friedmann ら<sup>(3)</sup> によって報告されているが、彼らの計算は  $0 \leq Re \leq 500$  の範囲の10種類の  $Re$  数についてのみ行われており、特に  $Re$  数が小さいところの計算値が乏しいために、この結果からだけでは任意の  $Re$  数に対して  $Le'$  の値を正確に知ることはできない。ここでは、 $1 \leq Re \leq 2000$  の範囲の14種類の  $Re$  数について  $Le'$  の値を求め、その結果を図11に示した。Friedmann ら<sup>(3)</sup> による結果は、ここで得られた値よりも非常にわずかではあるが高い値を示している。彼らの計算方法は前述した McDonald ら<sup>(3)</sup> と同様のものであるが、具体的に用いた差分格子の大きさや収束判定条件など計算に関する詳細が記載されていないため、本計算値との優劣はつけ難い。

ところで、 $Le'$  の数値であるが、Friedmann ら<sup>(3)</sup> は  $Re = 0$  の場合について解析的な漸近解を得て

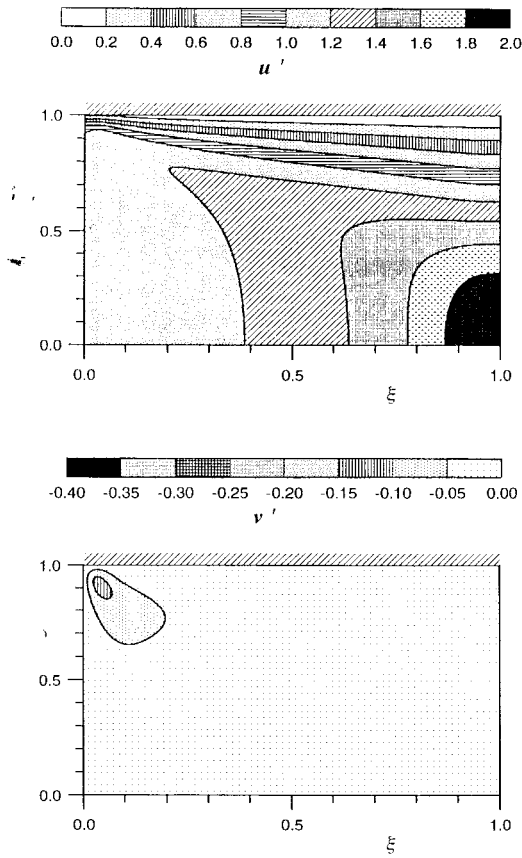
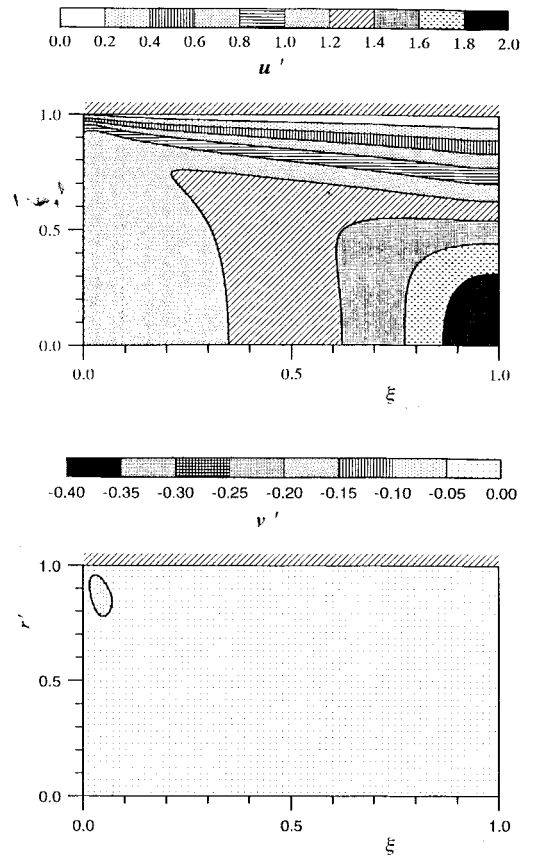
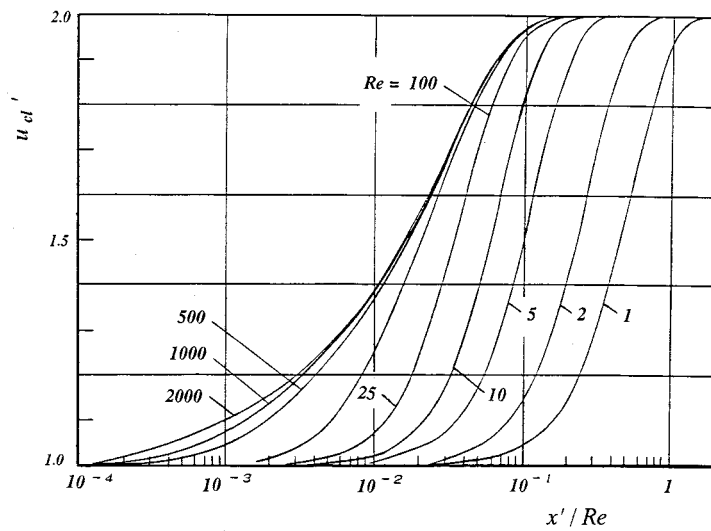
図8 等速度線図 ( $Re = 500$ )図9 等速度線図 ( $Re = 1000$ )

図10 中心速度の管軸方向への変化

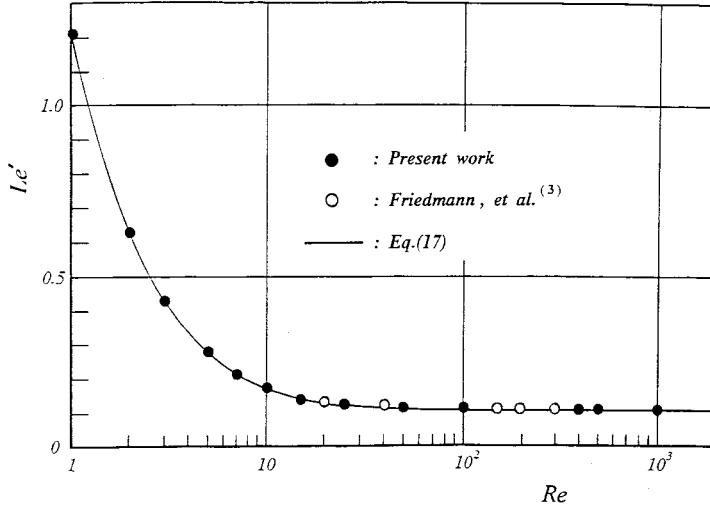


図11 助走距離

おり、その値は  $Le' = 1.2$  である。本計算は最も  $Re$  数が小さい 1 の場合、 $Le' = 1.21$  となった。したがって、 $Re \leq 1$  では  $Le' = 1.2$  としてよいであろう。また  $Re$  数が大きい場合、例えば  $Re = 100$  で  $Le' = 0.110$ 、 $Re = 500, 1000, 2000$  で  $Le'$  はいずれも 0.108 となった。そこでここではつぎのような  $Le'$  の計算式を提案する。

$$0 < Re \leq 1 \quad : \quad Le' = 1.2$$

$$1 < Re \leq 100 \quad : \quad Le' = \sum_{n=0}^4 a_n (\log Re)^n$$

$$a_0 = 1.209, a_1 = -2.546, a_2 = 2.343, a_3 = -0.9959, a_4 = 0.1618$$

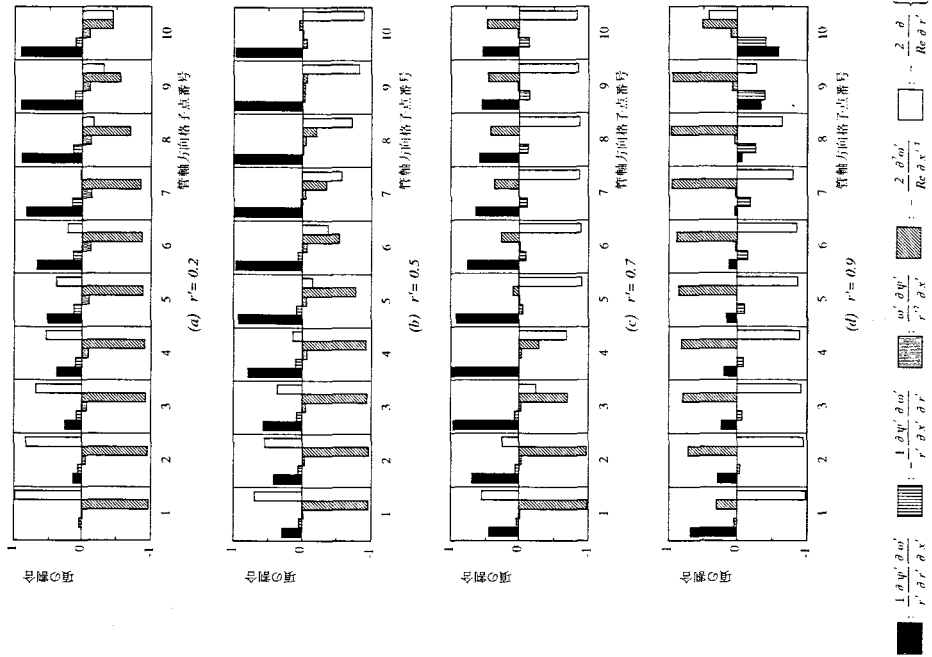
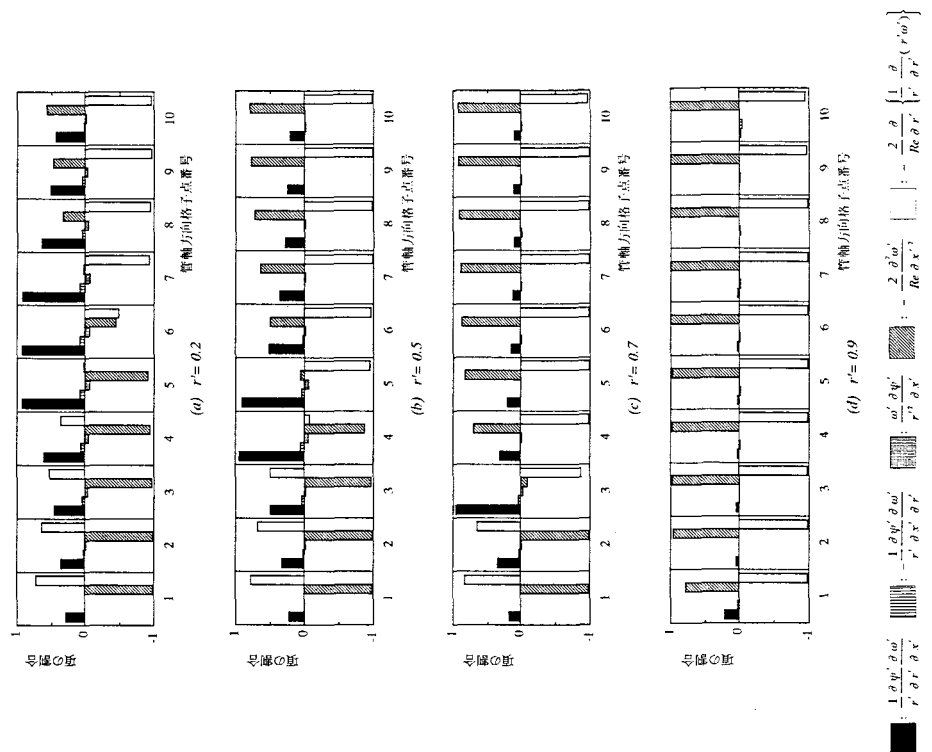
$$Re > 100 \quad : \quad Le' = 0.11$$

$$\cdots (17)$$

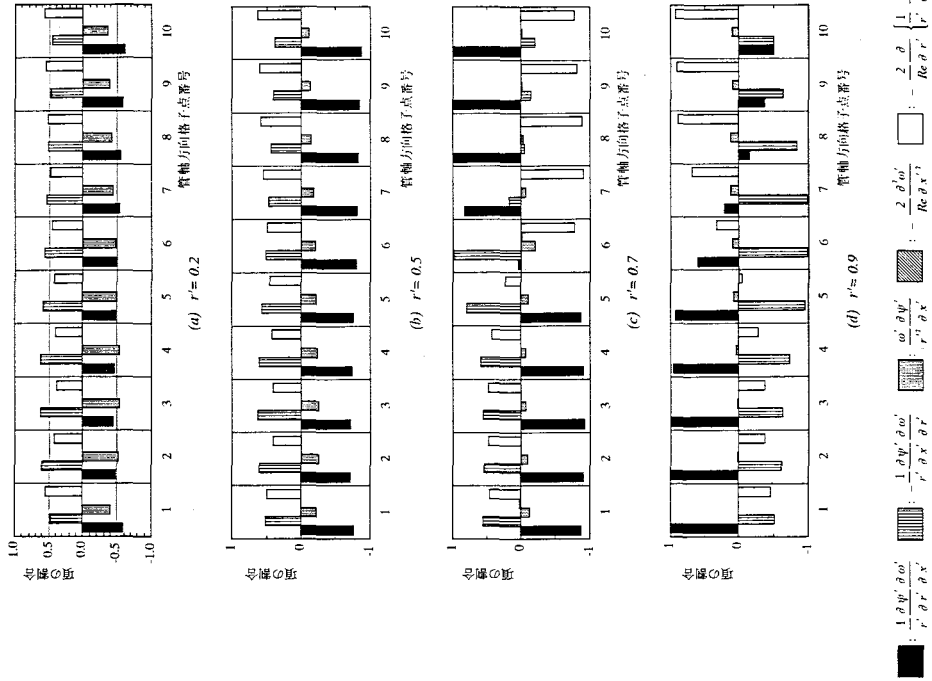
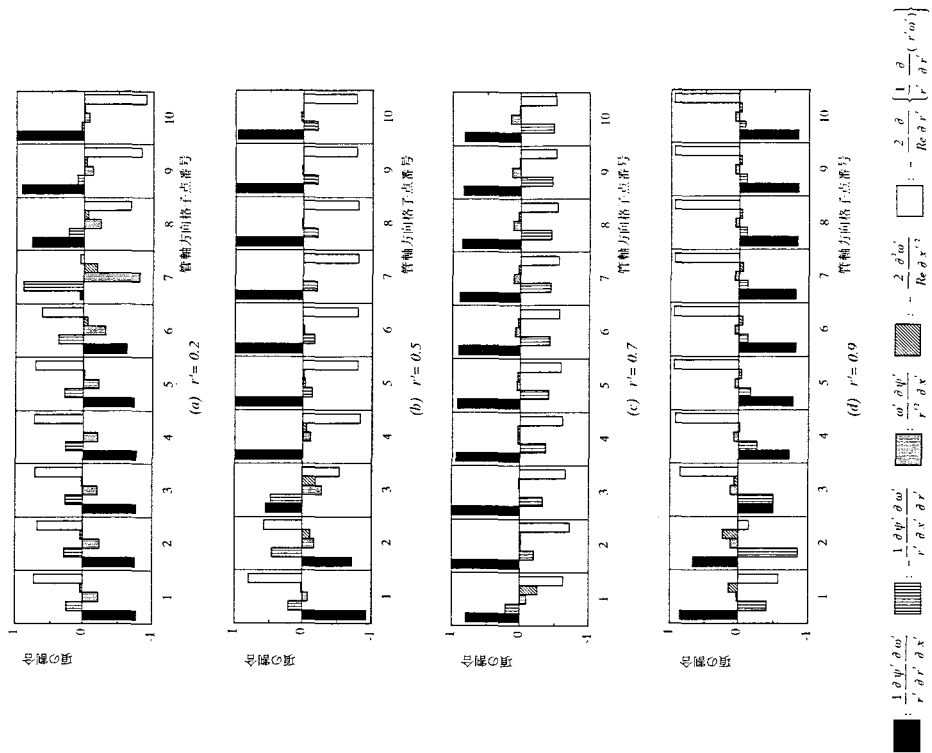
#### 4.3 過度輸送方程式を構成する各項の大きさ

前掲の過度輸送方程式(7)を構成する各項の大きさが  $Re$  数および入口からの距離に依存して変化する様相を図12～15に示した。各図の縦軸は、各格子点において式(7)を構成する 5 項を正値および負値をとるグループに分類し、それぞれのグループにおける各項の占める割合を示したもので、項の大きさそのものを表していないことに注意されたい。まず、 $\partial^2 \omega / \partial x^2$  を含む第4項目に着目してみると、 $Re$  数が小さい場合には非常に大きな割合を占めているものの、 $Re$  数が100, 1000と増加するにしたがってその寄与は急激に減少している。例えば、 $Re = 100$  の場合、入口ごく近傍の壁側付近を除けば、ほとんど無視できることがわかる。そこでこの第4項目を 0 として計算を行いその精度を検討してみた。図16はその結果を軸方向速度成分  $u'$  の計算値を例にとって示したものであるが、 $Re = 100$  の場合、予測どおりかなり良い近似となっている。また、 $Re = 50$  の場合は、とくに壁近傍の計算値に比較的大きな誤差が生ずることになる。したがって、 $Re$  数が100以上であれば  $\partial^2 \omega / \partial x^2 = 0$  とする近似、換言すれば、運動方程式(1), (2)における  $\partial^2 u' / \partial x^2$ ,  $\partial^2 v' / \partial x^2$  なる項を 0 としても大きな誤差

4.

図12 過度輸送方程式 (7) における各項の大きさの比較 ( $Re = 1$ )図13 過度輸送方程式 (7) における各項の大きさの比較 ( $Re = 10$ )

4.


図15 過渡輸送方程式 (7) における各項の大きさの比較 ( $Re = 1000$ )

図14 過渡輸送方程式 (7) における各項の大きさの比較 ( $Re = 100$ )

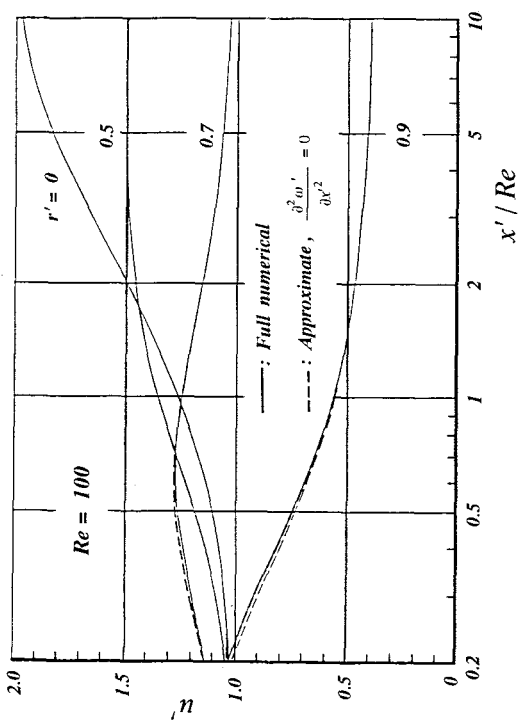
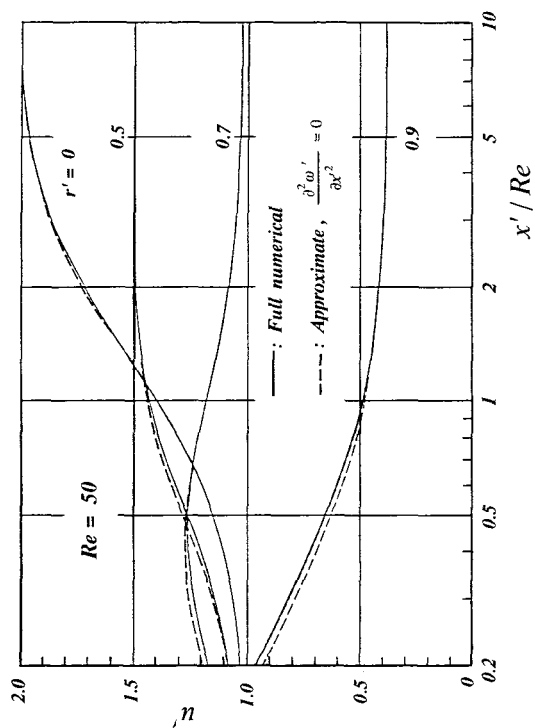
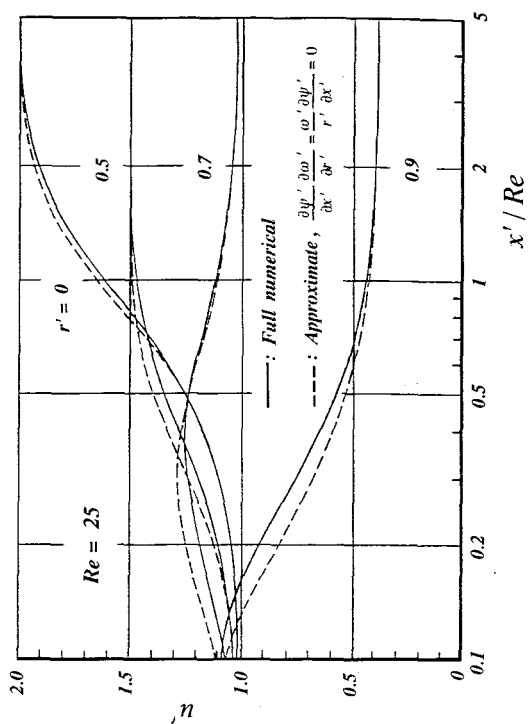
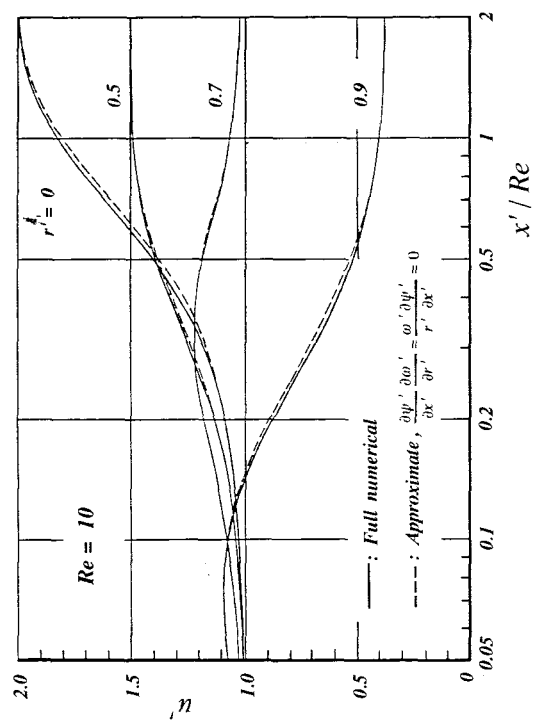


図16 近似数値解の精度

図17 近似数値解の精度

は生じないことが理解できる。

つぎに  $\partial\psi/\partial x$  を含む第2項および第3項についてみると、 $Re$  数が小さいとき、その大きさはともに小さく、しかも互いを相殺する関係にあることがわかる。そこで、この2項を0とおいて先と同様の比較を行った結果を図17に示す。同図より  $Re$  数が10程度以下であれば式(7)におけるこの2項の寄与は無視し得るといえよう。

なお、Vrentas ら<sup>(2)</sup>は式(8)中の第2項  $(1/r)\partial^2\psi/\partial x^2$  を  $Re>250$  では無視しても良い近似となると指摘している。もしこのことが成立すれば先に示したように、式(7)の第4項も無視できるので、 $x$  に関する2階の微分項はすべてなくなり、計算は非常に簡便になる。そこで実際に  $Re=500, 1000$  の場合について検討を行ったところ、彼らが指摘したように助走区間のほとんどすべての領域でこの項を0としても差し支えないものの、入口ごく近傍の壁側付近では無視し得ない値をとることが判明した。したがって、このようなところでこの項を0として計算を行うと、 $\psi$  に大きな誤差が生じ、その誤差は下流の計算値に重大な影響を及ぼすことから、結局まったく良い近似とはならない。

## 5. まとめ

管路・ダクト内層流過渡助走流に対して解析を行うのに先立ち、その基礎資料を得るために円管内層流定常助走流に関して計算を行った結果をまとめると以下のようなになる。

- (1) 代表的な6種類の  $Re$  数の場合についてその速度場の発達過程を図によって示した。同図を参考にすれば、他の  $Re$  数の場合について計算する際の初期値を比較的容易に予測することができる。  
また、 $1 \leq Re \leq 2000$  の範囲のいかなる  $Re$  数の場合にも、軸方向速度成分の横断面上の分布には入口近傍で極大点が生ずる。
- (2) 任意の  $Re$  数の流れに対し、その助走距離を簡単に知ることができる計算式を提示した。
- (3)  $Re$  数が100以上であれば、渦度輸送方程式中の  $\partial^2\omega/\partial x^2$  なる項を無視しても計算結果に大きな誤差は生じない。また、 $Re$  数が10以下であれば、同式中の  $\partial\psi/\partial x$  を含む2項の寄与は非常に小さい。

## 参考文献

- (1) 赤尾・井口, 呉高専研究報告, 22-1 (1986), 37.
- (2) Vrentas, J.S., ほか2名, A.I.Ch.E.J., 12-5 (1966), 837.
- (3) Friedmann, M., ほか2名, Appl.Sci.Res., 19 (1968), 426.
- (4) McDonald, J.W., ほか2名, Trans.ASME, J.Appl.Mech., 4 (1972), 873.
- (5) 中野・酒谷, 油圧と空気圧, 9-3 (昭53-3), 62
- (6) Wang, Y.L. and Longwell, P.A., A.I.Ch.E.J., 10-3 (1964), 323.
- (7) Langhaar, H.L., Trans. ASME, J.Appl. Mech., 9 (1963), 804.
- (8) Sparrow, E.M., ほか2名, Trans. ASME, Ser. D, 89-1 (1967), 116
- (9) Christiansen, E.B. and Lemmon, H.E., A.I.Ch.E.J., 11-6 (1965), 995.

(平成5年4月15日受付)

# アルゴングロー放電からの OH ラジカルの発光スペクトル

(電気工学科) 山 崎 勉

## Emission Spectra of OH radical in the Argon Glow Discharge

Tsutomu YAMAZAKI

Emission spectra of OH radicals, as is impurity in an argon glow discharge, were investigated experimentally. OH radicals are produced by dissociations of impurity water by electron impact, collision with an argon metastable atom and photo-dissociation. Most of OH radicals are excited into the state  $A^2\Sigma^+$ , then make a transition to the ground state  $X^2\Pi$ ; spontaneously with band spectra in the ultra violet region.

In these band spectra, one of the most strongest emission spectral intensities, OH(0,0) were analysed to calculate rotational temperatures. Using Q- and P-branches, rotational temperatures in a cylindrical positive column plasma of 36mm in diameter and 450mm in length showed almost constant value about 0.27eV, 3100K, when discharge current increased from 10 to 180mA at the argon gas pressure 13Pa. And in the cylindrical negative glow plasma of 19.4mm i.d. and 96mm length, rotational temperature increased from 0.30 to 0.36eV for the same current change at 18Pa. These values are ten times higher than the working gas temperature about 300K, 0.026eV. These results support the production process of OH radicals to be the dissociation from water.

### § 1. まえがき

アルゴングロー放電の紫外波長域の発光スペクトル分布について以前よりいくつか報告してきた<sup>(1)</sup>。そして、その波長域に現れていた窒素分子や窒素分子イオンの帯スペクトルについて、その回転温度を求め、放電プラズマとの関係について報告した<sup>(2)</sup>。同じ波長域に OH ラジカルの強い発光帯も観測されていたが、スペクトル分布が複雑なため、そのままになっていた。

今回、OH の発光スペクトル帯のうち最も強い発光を示していた波長域 306~325nm の回転スペクトル分布に注目し、その解析を試みたのでここに報告する。OH の回転スペクトル分布の解析は T.Tanaka らの報告<sup>(3)</sup>が知られているが、その後に編集されたそれに関する各種のデータ<sup>(4,5)</sup>を比較してみるとあまりよい一致が得られない。一方この回転スペクトルはアーク放電の気体温度の測定に利用されることもあり<sup>(6)</sup>、グロー放電でのその可能性について検討する。

## § 2. 実験方法とOH 回転スペクトル分布の解析

放電気体中に含まれている水は電子衝突や励起原子との衝突により解離し、水素原子とOH ラジカルを生成する<sup>(7)</sup>。この時OH 電子励起準位 ( $A^2\Sigma^+$ ) にあり、自然放射により基底準位 ( $X^2\Pi; i=1/2, 3/2$ ) に遷移する。これに伴って、分子スペクトル (帯スペクトル) を発する。一方、水素原子の第一励起準位は10.19eV と高く、解離で生じた水素原子は基底準位にあると考えられる。水を不純物として含むアルゴングロー放電の発光スペクトル分布にはOH の分子スペクトルとともに水素原子の発光スペクトルも観測された<sup>(1)</sup>。これは解離後の水素原子や不純物として混入していた水素が電子衝突により励起された結果として考えられる。

OH の発光はアルゴン (99.9 %) グロー放電の陽光柱と負グローの両方で観測されていた<sup>(1)</sup>。その一例を図1に示す。ホローカソード放電の負グロー中心部の発光で、気圧18.7Pa, 放電流90mA, 放電電圧390V の放電条件である。

実験は図2に示すように、真空排気装置に取り付けた二組の電極により陽光柱プラズマと負グロープラズマを生成した。陽光柱プラズマは、内径26mm, 長さ100mmのステンレス製ホローカソードと内径40.5mm, 長さ40mmの黄銅管 (排気装置側) を陽極とし、その両電極間に内径36mmのガラス管を置き、

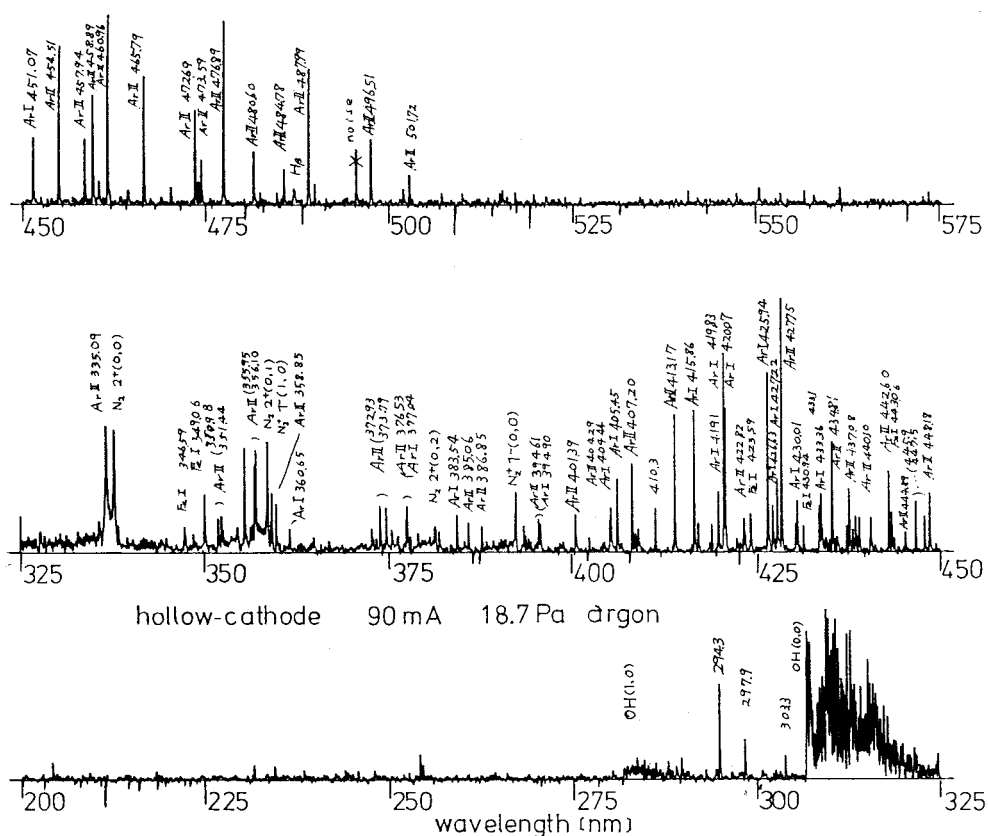


図1 アルゴングロー放電の発光スペクトル分布 アルゴン純度99.9%, 18.7Pa 放電電流90mA, 内径19.4mm, 長さ96mmの円筒形ホローカソードの中心軸の発光, 測定系の分光特性のため500nm以上では感度が悪い。

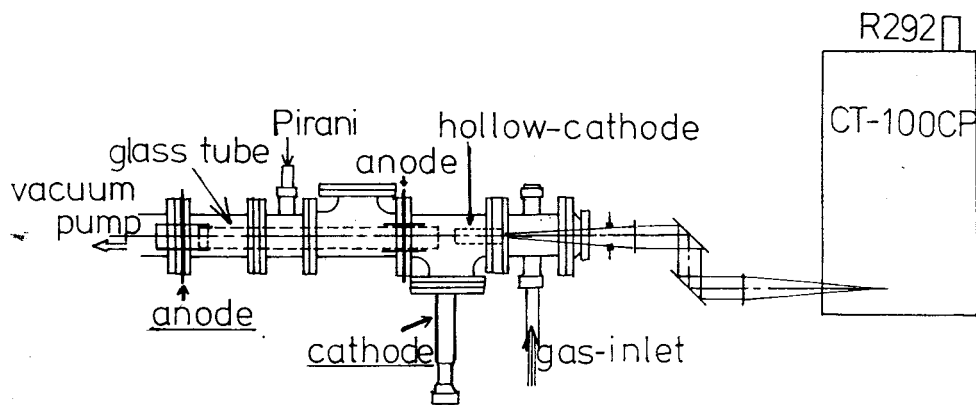


図2 放電装置と測定系 陽光柱プラズマは内径36mm、長さ45mmのガラス管(破線)内に生成される。放電に用いた電極は図中下線が引いてある。負グロープラズマは、ホローカソード内に生成され、この時陽光柱は現れない。各発光の中心部を軸方向より測定した。

その中に生成した。負グロープラズマは、内径19.4mm、長さ96mmのステンレス製ホローカソードと内径40.5mmの黄銅製の陽極(ホローカソード側)の間で放電し、ホローカソード内に生成した。この時に、陽極はガラス管の外側にあるため陽光柱は現れない。測定は円筒形プラズマ(陽光柱、負グロー)の中心軸方向の発光をレンズ(焦点距離10cmまたは25cm石英製)と平面鏡により自記分光分析装置<sup>(8)</sup>に導いて行った。分光器(日本分光工業CT-100CP)は平面回折格子ブレース波長300nm有効刻線数1200本/mmを使用し、光電子増倍管R292(浜松ホトニクス)により光電測光し、XYレコーダで記録した。測定条件は、分光器スリット幅×高さとして0.012mm×1mm一定とし、走査速度15nm/minまたは0.60nm/minとした。分光感度特性は300nm~400nmではほぼ平坦と推定されるが<sup>(9)</sup>、適当な光源がないため校正していない。ここでのデータは平坦な特性と考えるものとする。(光電子増倍管と回折格子の分光特性より<sup>(10)</sup>)

図1には主な発光線、中性アルゴン(Ar I)、アルゴンイオン線(Ar II)について、その波長を示してある。負グローの場合にはイオン線が現れるが、陽光柱の場合それは消滅する<sup>(11)</sup>。その他窒素分子などの発光も現れている。400nm以上の波長域ではアルゴンイオン線の他に窒素分子(第二正帯2+)や窒素分子イオン(第一負帯1-)が現れている。OH発光は283~293nm、306~325nmに強く現れている。その他陰極材料の鉄(Fe I)なども現れているが未同定の波表で比較的強く現れているものを挙げると、294.3, 397.9(アルゴンの再結合によるものか)、303.3, 410.3( $H_\beta$ ), 433.1, 445.9, 447.5である。水素原子の発光は $H_\beta$ が観測される。分光感度が悪くなる600nm以上は省略したが、アルゴン中性線や $H_\alpha$ が強く発光しているものと予想される。

OHの分子スペクトルは電子的遷移の他に振動遷移や回転遷移が同時に生じている<sup>(4)</sup>。 $(A^2\Sigma^{+1/2} - X^2\Pi_{1/2,3/2})$ 。振動遷移の上準位と下準位の振動量子数えそれぞれ $v'$ と $v''$ とすると、この振動遷移( $v'v''$ )に回転スペクトル分布が重なり帯スペクトルになる。図1に現れていた帯スペクトルも最も強い発光の306~325nmの(0, 0)の他312~330nmの(1, 1)や283~293nmの(1, 0)などが挙げられる。ところで、OH分子のポテンシャル曲線によると<sup>(5)</sup>、この遷移に関係する振動準位に対し、 $A^2\Sigma^+$ の振動準位 $v' = 3, 4$ はともに解離可能な曲線と交わっている。それ以下ではOとHの原子間距離があまり変わらない所でポテンシャル曲線が極小値を持ち安定に分子を形成している。そこで、 $v', v''$ が4以下の領域で振動遷移のフランク・コンドン係数の試算を行った。ポ

テンシャル曲線と振動準位の二つの交点の中央を振動の平衡点とする調和振動子として近似し、計算を行った<sup>(4)</sup>。その結果を下の表1に示す。これによると(0, 0)が最も大きい値を示し、 $\Delta v = v' - v'' = -1$ の系列が次に大きくなっている。この値が大きいほど遷移確率が大きく、強い発光となることが期待される。測定では、 $\Delta v = -1$  はほとんど観測されていないが、(0, 0)は最も強く現れていた。各振動遷移の帯スペクトル分布の最も短い波長の値も表1に同時に示してある。

表1 OH フランク・コンドン係数の近似値  $A^2\Sigma^+ - X^2\Pi_i$  (%) と最短波長(nm)

上準位 $v'$	0	1	2	3	4
下準位 $v'' = 0$	45.38% 306.52nm	29.28 280.76	4.40 260.24	0.08 243.61	0.00 232.48
1	40.47 344.18	8.55 312.02	28.63 286.89	5.55 266.81	0.06 250.53
2	16.60 389.78	39.49 349.04	3.21 317.89	24.59 293.48	4.45 273.85
3	2.76 445.10	24.72 393.38	41.03 354.25	4.76 295.17	18.78 300.42
4	0.01 516.34	3.41 447.21	26.98 397.31	48.21 359.83	13.23 330.82

OH 分子のエネルギー準位は、電子励起の他、振動、回転の励起がありそのエネルギー値Tは各励起エネルギーの和で表される。<sup>(4)</sup>

$$T = T_e + G(v) + F_v(j)$$

$$G(v) = \omega_e(v + \frac{1}{2}) - \omega_e x_e(v + \frac{1}{2})^3 \quad \dots \text{振動}$$

$$F_v(j) = [B_e - \alpha_e(v + \frac{1}{2})] j(j+1) = B_v j(j+1) \quad \dots \text{回転}$$

$A^2\Sigma^+$  と  $X^2\Pi_i$  に対する各定数の値を表2に示す。

表2 OH の回転の振動等の定数 ( $\text{cm}^{-1}$ )

	$T_e$	$\omega_e$	$\omega_e x_e$	$\omega_e y_e$	$B_e$	$\alpha_e$	$T_e$	$\omega_e$	$\omega_e x_e$	$B_e$	$\alpha_e$
$A^2\Sigma^+$	32682.5	3180.5	94.93	[-0.647]	17.355	0.807	32684	3178.9	92.9	17.36	$0.79 \times 10^{-3}$
$X^2\Pi_i$	0	3735.21	82.81	—	18.871	0.714	126.2	3737.8	84.9	18.91	$0.724 \times 10^{-3}$
					G.Herzberg <sup>(4)</sup> より		( $\frac{1}{2}$ )			B.M.Smirnov <sup>(5)</sup> より	

基底準位は全角運動量  $i = 1/2, 3/2$  の二つがあり、そのエネルギー差がある。 $v=0$  に対してカップリング定数  $A_0 = -139.7$  が与えられている。また、Herzberg の文献<sup>(4)</sup>によると高次の補正項も示されている。すなわち  $B_v$  に対し  $0.0035(v + \frac{1}{2})^2$  の追加と

$$F_v = B_v j(j+1) + D_v j^2(j+1)^2, D_v = (18.8 - 0.3(v + \frac{1}{2})) \times 10^{-4}$$

である。この式を用いると回転、振動のスペクトル分布の波長を計算できる。回転遷移は、電気双極子の遷移の選択則により  $j' - j'' = -1, 0, 1$  の三つが許され、それぞれP枝、Q枝、R枝と呼ばれる。Q枝とP枝は回転量子数の増加に対し、波長の長い方に向かって順番に出現し、R枝は一度短波長側に向い、最も短い波長となった後再び増加して長波長側に広がってゆく。エネルギー値の計算に用いる定数の選び方により、R枝の波長や各波長の値が少しずつ異なる。例えば、R枝の最短波長はR(0),

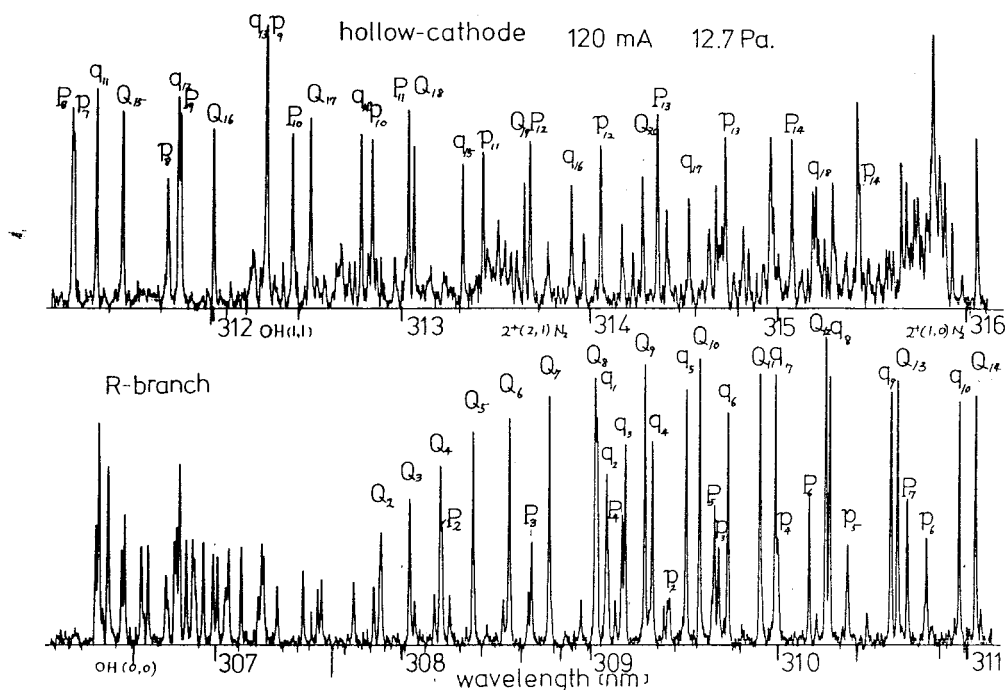


図3 OH ( $A^2\Sigma^+ - X^2\Pi$ ) の帯スペクトル分布 最も強い発光帯  $v' = 0$  から  $v'' = 0$  の振動遷移に伴う回転スペクトル分布。  $i = 3/2$  への遷移は Q 枝, P 枝, 各記号の添字は下準位の回転量子数に対応。  $i = 1/2$  については小文字 p, q で表す。 R 枝については確定していない。

R(8), R(11) が表 2 の Herzberg の値とその補正項も考慮した場合<sup>(4)</sup>, Smirnov の値<sup>(5)</sup> にそれぞれ対応する。

今回測定した OH (0, 0) の発光スペクトル分布を図 3 に示す。放電電流 120 mA, 電圧 440 V 気圧 12.7 Pa である。OH (0, 0) の他に 312 nm より OH (1, 1) が弱く現れている。また 315.8 nm から短波長側に窒素第二正帯  $v' - v'' = 1$  の系統が現れている<sup>(2)</sup>。316 nm 以上の波長域にも OH (0, 0) の P 枝 Q 枝は続いているが、放電電流が小さい場合には OH (0, 0) 以外のスペクトル線との区別が難しくなるのでこの波長までを扱うことにした。

さて、回転エネルギー項を上準位  $F'(j)$ , 下準位  $F''(j)$  ここで  $j$  は回転量子数とすると各枝は、次のように表される。<sup>(4)</sup>

$$P(j) = F'(j-1) - F''(j) + \nu_0 \quad \nu_0 = T_e(A) - T_e(X) + G_A(0) - G_X(0)$$

$$Q(j) = F'(j) - F''(j) + \nu_0 \quad v' = 0, v'' = 0 \text{ 遷移}$$

$$R(j) = F'(j+1) - F''(j) + \nu_0 \quad A \text{ の振動項 } G_A(v), X \text{ の振動項 } G_X(v) \text{ とする。}$$

ただし、 $F(j)$  は条件があり、 $F(j) = B_v[j(j+1) - \mathcal{Q}]$  で表されこの値は正となる。ここで  $\mathcal{Q} = |A + \Sigma|$  で表され、 $A^2\Sigma^+$  の場合には  $1/2 X^2\Pi$  の場合には  $1/2, 3/2$  となる。また、 $j \geq \mathcal{Q}$  に限り存在可能となる。 $\mathcal{Q}$  は分子を構成する原子を結ぶ直線のまわりの全角運動量を表し、軌道角運動量  $A$  とスピン角運動量  $\Sigma$  の和である。その結果  $A^2\Sigma_{3/2}^+ - X^2\Pi$  では  $P(j), Q(j), R(j)$  と  $j \geq 2, A - X^2\Pi_{1/2}$  では  $Q(j), R(j)$  に対し  $j \geq 1, P(j)$  に対しては  $j \geq 2$  となる。これより図 3 の中に各枝の回転量子数  $j$  を示す事ができる。 $X^2\Pi_{3/2}$  に対しては大文字 P, Q で、 $X^2\Pi_{1/2}$  に対しては小文字 p, q で表

した。Q 枝 (q 枝) について、回転量子数  $j$  の増加とともに長波長側にスペクトル線が出現し、P(p) 枝はより波長の長いところから始まり広い波長域に広がって分布している。Q (2) と q (2), P (2) と q (2) のエネルギー差を測定結果より求めると約  $124.6\text{cm}^{-1}$  となり、表 2 の  $X^2\Pi_{3/2}$  と  $X^2\Pi_{1/2}$  のエネルギー差 (Smirnov のデータ) <sup>(5)</sup>  $126.2$  とほぼ一致している。R 枝は帯頭を形成し、長波長側に拡がり同時に発光は弱くなってゆき、Q 枝、P 枝の出現する波長あたりでは相当弱くなっている。これに対する回転量子数の決定は、正確な R 枝の波長の計算と測定を必要とするが、ここでは条件が不十分のためそれは行わない。

### § 3. 実験結果と放電特性との関係

スペクトル線が明確にできた Q 枝と P 枝を用いて、窒素分子の場合と同様にして OH 分子の回転温度を求めてみる。スペクトル線強度  $I_j$  とその上準位の回転量子数  $j$  の関係は、回転準位の占有密度分布が温度  $T$  のボルツマン分布をする場合次式で表される<sup>(4)</sup>。

$$I_j \propto (2j' + 1) \exp\left(-\frac{hc}{kT} B v j'(j' + 1)\right)$$

ここで、 $h$  プランク定数、 $k$  ボルツマン定数、 $c$  光速である。また P 枝または Q 枝に対し、それぞれ  $j' = j - 1$ ,  $j' = j$  である。Q 枝 (白丸), q 枝 (黒ヌリ) に対するボルツマンプロット ( $\ln(I_j/(2j' + 1))$  対回転準位のエネルギー値) を図 4 に示す。また同一放電条件での P 枝 (白丸), P 枝 (黒ヌリ) に対するそれを図 5 に示す。放電電流 90mA, 電圧 436V, 気圧 12.6Pa である。各枝ともほぼ一直線上に並びボルツマン分布をしている。図 3 からわかるように、スペクトル線が重なっている場合に

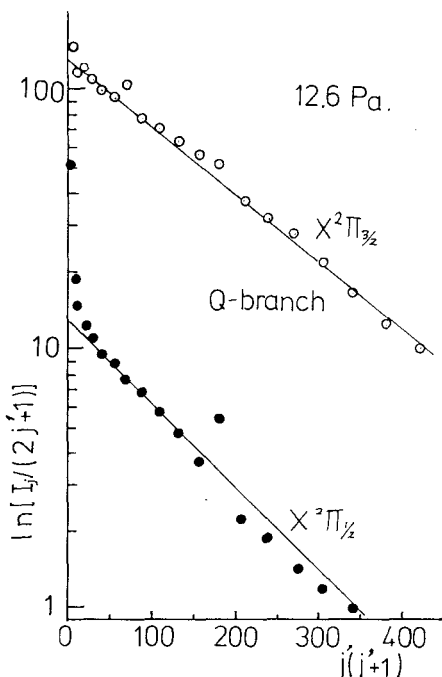


図 4 Q 枝のボルツマンプロット 負グロー、放電電流 90mA, 電圧 436V, 気圧 12.6Pa, 白丸は  $X^2\Pi_{3/2}$  へ、黒丸は  $X^2\Pi_{1/2}$  への遷移。直線から著しくはずれた値を除くと、ほぼ一直線上に並び、回転温度は 0.3486 (白丸), 0.2369 (黒丸) である。

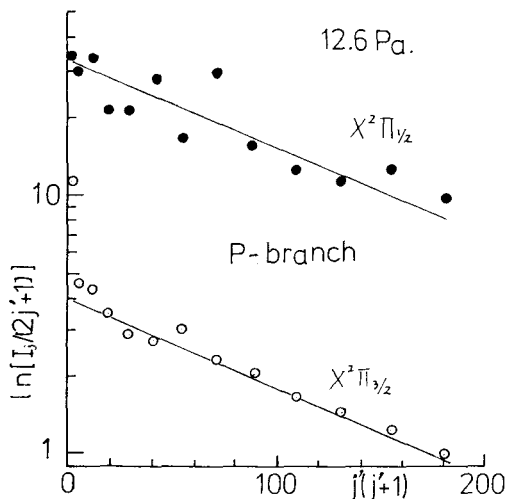


図 5 P 枝のボルツマンプロット 図 4 と同じ放電条件, 白丸が  $X^2\Pi_{3/2}$  へ、黒丸は  $X^2\Pi_{1/2}$  への遷移。測定点が広く分散したのは、他のスペクトル線との重なりが多いのと Q 柱に比べ発光が弱い。回転温度は 0.229 (白丸), 0.3335 (黒丸) である。

は発光強度が大きく現れている。たとえばQ(2), Q(8)はR枝, q(1)と重なっている。なお発光強度  $I_j$  は図3の最大振幅を用いて表した。Q枝の場合約20個のデータ数, P枝の場合は13個のデータ数で, その最小自乗法により直線の傾き(回転温度)を算出した。その結果はQ, q, P, Pに対しそれぞれ0.3486, 0.2369, 0.229, 0.3335eV となった。スペクトル線が重なった値を修正してやると, 0.3596, 0.2600, 0.2736, 0.3392, となりqとPは大きくなり, Q, Pの値に近づいた。ただし, OH(1, 1)や窒素分子スペクトルと重なりは考慮していないため, これを考えるともう少し低い値になると思われる。

一方, R枝について最も強い発光を示す回転スペクトル線の回転量子数の値が  $j = 10, 11$  の時, 測定結果図3のようなR枝のスペクトル分布を示すことが計算される。前述の発光強度の式より, BvとしてSmirnovのデータ(5)を用いると回転温度と上準位回転量子数  $j$  に対し次式が求まる。

$$\frac{kT}{e} \approx 0.00215 \left( j + \frac{1}{2} \right)^2 \quad [\text{eV}]$$

ここで  $e$  は素電荷  $j = 10, 11$  に対し, 0.2370, 0.28434eV となる。この値はQ枝やP枝で得られた値に近い。各枝とも同じ上順位の占有密度分布から発しているので, 同じ回転温度をもつと考えられる。測定上の誤差や温度計算に用いたデータの誤差, 分光系の分光感度特性などを考えると, 回転温度はほぼ0.27eV位であると推定される。

4つの各枝より求めた回転温度の放電電流依存性を図6に示す。陽光柱と負グローの場合についてそれぞれ示している。Q枝(白丸), q枝(黒丸), P枝(三角), p枝(黒三角)で表している。スペクトル線の重なりに対する補正をしていないため, Q枝とP枝は高めに, q枝とP枝は低めに現れる。陽光柱の場合, 気圧は約13Paである。図より, 放電電流に対し回転温度は各枝ともほとんど

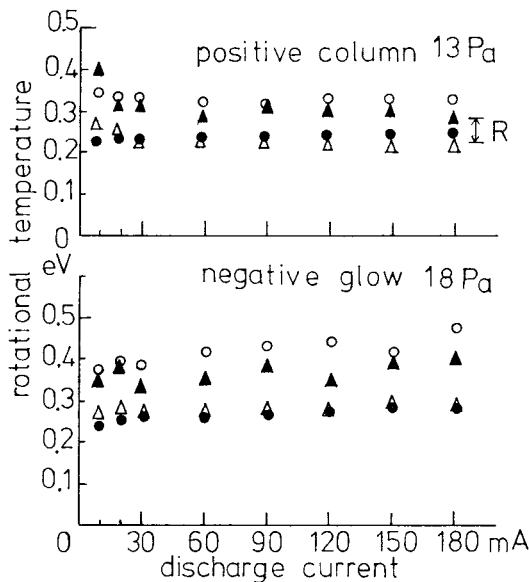


図6 回転温度の放電電流依存性 Q(白丸), q(黒丸), P(三角), p(黒三角)は同じ上準位から発しているのので, 同じ回転温度をもつ。R枝の発光ピークが回転量子数10, 11付近の場合の回転温度が上側の図に示してある。陽光柱では放電電流によらず約0.27eV, 負グローでは0.30から0.36eVへ増加している。

変化せず一定のようである。この傾向はR枝の回転スペクトル分布においても同様に現れていた。回転温度の値はほぼ0.27eV, 約3100Kである。負グローの場合, 気圧は約18Paである。放電電流が10mAから180mAまで増加する時, 回転温度は各枝とも増加の傾向を示し, 4つの平均値でみると0.30eVから0.36eVまで変化している。これに伴ってR枝の分布の変化もみられ, 電流の増加により回転量子数の大きいスペクトル線が増加してきた。これらの回転温度の値は周囲の気体温度300Kに比べるとかなり高い(0.026eV)。これは, 回転スペクトルを発するOH( $A^2\Sigma^+$ )が放電中の水の解離によって生成された結果である。そして上準位の回転準位占有密度分布がボルツマン分布でよく近似できる理由として, 解離ポテンシャル曲線の形状が反映された結果<sup>(4)</sup>であると推定される。その他, OHとアルゴン基底原子との衝突による緩和も考えられる<sup>(3)</sup>がこの効果は少ないものと考えられる。すなわち放電時の気圧が低い事と気体温度が低く衝突数はあまり多くないと考えられるためである。

回転スペクトル分布の1つのスペクトル線の

発光強度の放電電流依存性を図7に示す。同図には放電維持電圧(三角)も示す。白ヌキの印が陽光柱, 黒ヌリのものは負グローの場合である。ともにホローカソード放電であるため電圧電流特性は異常グロー放電であるため正時性を示す。放電条件は図6の場合対応している。発光は放電電流に比例して強くなっている。用いたスペクトル線は $Q_{(2)}$ である。陽光柱と負グローではプラズマ長が5倍位異なっているため発光強度もそれに対応している。発光強度は解離で励起された $OH(A^2\Sigma^+)$ の数に比例する。放電電流は電子密度に比例する。アルゴン励起原子, 特に準安定原子は電流に対しその増加の割合は電子密度よりは小さい。解離による $OH$ の生成は電子衝突, アルゴン準安定原子の衝突突<sup>(12)</sup>の両方とも可能なわけであるが, この発光強度の増加のようすからみると, 電子衝突が主であるのかもしれない。またアルゴン準安定原子による場合にはそのエネルギーかほぼ一定値(励起準位)のため特定のスペクトル線を中心

に発光が強くなると考えられるが, 図1からもわかるように, これに相当する波長325nm, 回転量子数 $j' = 31$ , 付近にめだった変化はなく単調に変化しているようである。

#### § 4. まとめ

アルゴングロー放電中に観測される不純物 $OH$ の発光スペクトルについて実験により調べた。 $OH$ は放電中の水が, 電子衝突やアルゴン励起原子との衝突や光解離により解離されてつくられる。解離で生じた $OH$ のほとんどは電子的励起, 分子振動・回転励起され,  $A^2\Sigma^+$ の状態にあり, 紫外域に帯スペクトルを強く発して自然放射遷移により基底準位に移る。これらの帯スペクトルの中で最も強い発光を示した $OH(0, 0)$ についてスペクトル構造を明らかにし, それを用いて $Q$ 枝,  $P$ 枝の回転温度を導出した。内直径36mm, 長さ450mmの円筒形陽光柱プラズマ軸上の回転温度は, 約0.27 eV, 3100 K一定値を示した。この時, アルゴン気圧約13Pa, 放電電流10~180mAである。内径19.4 mm, 長さ96mmの円形負グロープラズマの軸上の回転温度は電流10~180mA, 気圧約18Paで0.30~0.36 eVと増加していた。このような回転温度の値は気体温度300 K (0.026 eV) に比べ10倍大きい。これは $OH(A^2\Sigma^+)$ の生成が水の解離によるものが主であることを実証している。

#### 参考文献

- (1) 山崎勉: 呉高専研究報告27-2, 29 (1992)
- (2) 山崎勉: 呉高専研究報告28-2, 63 (1993)
- (3) T.Tanaka, Z.Koana: Proc. Phys. Math. Soc. Jpn.16, 365 (1934)
- (4) G.Herzberg "Spectra of Diatomic Molecules" 2nd ed. Van-Nostrand Reinhold Company (1950) p212, 205, 391, 560
- (5) A.A.Radzig B.M.Smirnov, "Reference Data on Atoms, Molecules, and Ions" Springer-Verlag (1980) p350,

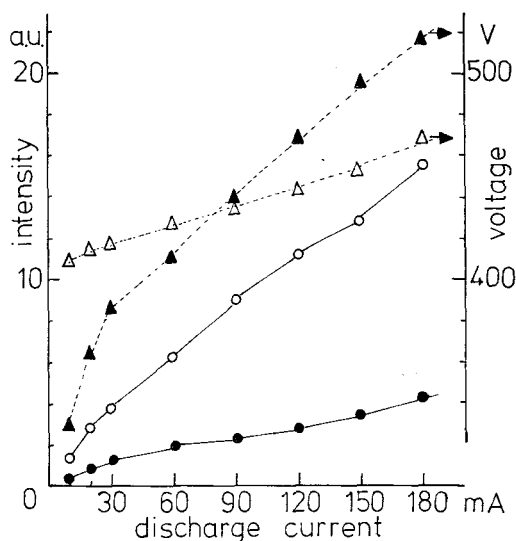


図7 放電の電圧電流特性と発光強度 $Q_{(2)}$ の電流依存性  
発光強度は電流に比例している。白ヌキは陽光柱13Pa, 黒ヌリは負グロー18Pa。

386, 373

- (6) 高井正弘, 有安富雄: 電気学会論文誌 A, Vol92-A(11), 524 (1972, 昭和47年)
- (7) G.Herzberg "Electronic Spectra of Polyatomic Molecules" Von-Nostrand Reinhold Company (1966) p496, 459
- (8) 山崎勉: 呉高専研究報告23-2, 27 (1988)
- (9) 山崎勉: 呉高専研究報告27-1, 19 (1991)
- (10) 工藤恵栄「分光の基礎と方法」オーム社 (1985, 昭和60年) p 434, 583
- (11) 山崎勉: 呉高専研究報告26-1, 75 (1990)
- (12) C.M.Ferreira, J.Loureiro, A.Ricard: J Appl, Phys. 57 (1) 82 (1982)
- (13) H.S.W.Massey "Electronic and Ionic Impact Phenomena" Clarendon Press (1971) II, p818, 1039, III, p1883, 2110

(平成 5 年 4 月15日受付)

# 一面せん断試験による不攪乱まさ土の強度特性

(土木工学科) 石 井 義 明

## On the Strength Property of Undisturbed Decomposed granite Soils by a Direct Shear Test

Yoshiharu ISHII

In this paper, the writer has dealt with a strength properties of undisturbed decomposed granite soils and partly is the disturbed one. The experiment was carried out by using a direct shear test.

Principal conclusions obtained from the results of the experiment are as follows;

- (1) Under vertical load  $\sigma$  is smaller than compressive yielded stress  $P_c$ , the angle of shear resistance  $\phi_d$  is larger than that the vertical one is  $\sigma > P_c$ .
- (2) When the water content is lower the effect of sample disturbance is larger

### § 1 まえがき

呉市周辺山麓は表層がまさ土で覆われているため、過去にたびたび集中豪雨による土砂災害を生じている。このため呉市の災害に関する多くの調査研究がなされ災害発生と降雨量の関係などが明らかにされている<sup>1)</sup>。しかし、まさ土の強度特性と降雨量の関係の研究は少ない。これは不攪乱まさ土の試料採取ならびに強度試験方法が確立されていないためである。

災害発生の予知に一步でも近づくためには特に強度特性の把握が必要である。このため著者は以前よりまさ土の物理、力学特性を調べその結果の一部はすでに発表して来ている<sup>2)</sup>。しかし、その後も一面せん断試験機を用い強度と含水比、密度、間げき比等との関係を調べるとともに、データのばらつき原因を考えより正確な強度を得るため、試料の攪乱が強度特性に与える影響も調べたのでこれらを報告する。

### § 2 試料および試験の方法

試料は呉市休山周辺山麓で採取した不飽和な不攪乱まさ土である。試料の物理的性質は採取した場所、日時等により異なるが含水比は5～25%の範囲に、土粒子の密度は2.57～2.66 g/cm<sup>3</sup>の範囲に、間げき比は0.4～1.1の範囲にあった。

一面せん断試験に用いる不攪乱試料は圧密試験の供試体成形用のカッターリングを現位置の地盤にゆっくり押し込み採取した。これを実験室に持ち帰り、カッターリングに入れたまま、高さを26～30 mmとなるよう両端面を仕上げせん断箱に押し込みセットした。不攪乱土の強度特性を調べる場合はただちにせん断するが、攪乱が強度特性に与える影響を調べる場合は試料の中心部の一定面積を釘で突

き攪乱後にせん断をした。この他、試料全体の攪乱の影響を知るためビニール袋の中に入れ少し押しつぶしたり、乳ばち内ですり潰した試料を用いたせん断試験も行った。せん断速度は1 mm/minである。

一面せん断試験における垂直荷重は標準圧縮試験を行い決定した。これは圧縮に対する降伏荷重を境にしてまき土の土粒子の破碎により変形、強度特性が異なるとされるためである。このため圧密試験機による圧縮試験を行い、得られた間げき比 $e$ と荷重 $P$ の関係を示すと図1のようである。圧密の場合と同様の手法により降伏荷重 $P_c$ を求めると図中に示すような値となった。このため本研究に用いた試料の平均的な圧縮降伏荷重を $P_c=1.0\text{kg/cm}^2$ とみなし、せん断試験の垂直荷重 $\sigma$ は $P_c$ 以下（低圧側）の場合は $\sigma=0.2\sim0.8\text{kg/cm}^2$ を用い、 $P_c$ 以上（高圧側）の場合は $\sigma=1.6\sim6.4\text{kg/cm}^2$ を載荷した。

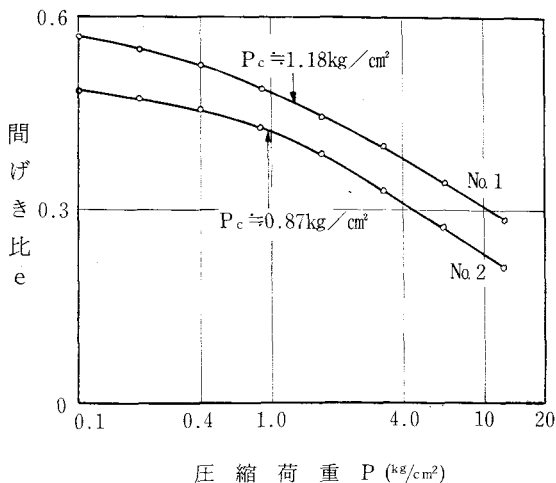


図1 不攪乱まき土の圧縮降伏荷重

### § 3 実験の結果と考察

#### 3.1 不攪乱まき土の強度特性

図2はせん断応力 $\tau$ と垂直応力 $\sigma$ の関係で含水比 $w$ を概略2つに分けプロットしたものである。間げき比や密度は無視しているためばらつきが大きい、当然の事ながら $w$ が小さいほうが $\tau$ は大きい。 $\sigma$ の小さい時の破壊線の傾斜角 $\phi_d$ が大きく、 $\sigma$ が大きくなるほど $\phi_d$ は小さくなり破壊線は折れ曲がる。 $w$ の大きい場合はそれほど顕著ではないが同様な傾向がみられる。これについて中岡<sup>3)</sup>らは松山市郊外の不攪乱まき土の三軸圧縮試験を行い $P_c$ より低圧側（過圧密）と高圧側（正規圧密）

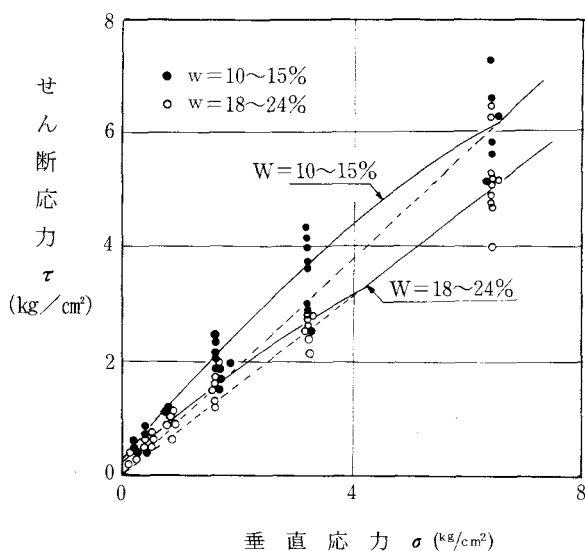
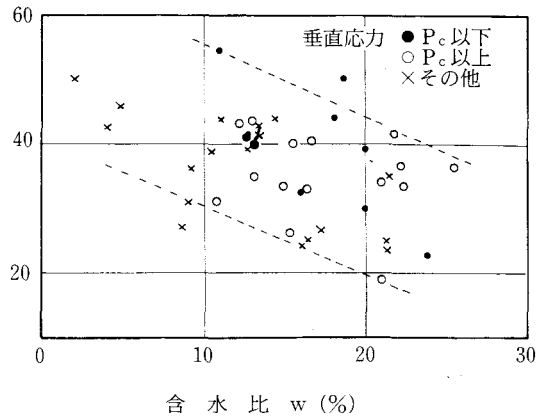


図2 含水比と破壊線の関係

では破壊機構が異なり、低圧側は直線とならず過圧密粘土と同様な傾向を示すとしている。本実験の場合も図に実線で示すように原点を通る直線とならず過圧密粘土と同様な傾向を示している。また $w$ が小さいほうが顕著な曲線となるのはせん断にともなう土の流動性が低く土粒子が移動しにくく破碎しやすいためと思われる。

一般にせん断抵抗は含水比 $w$ の影響を強く受けるとともに、これは摩擦成分と粘着成分から成り立っている。そこでせん断抵抗角 $\phi_d$ と $w$ の関係を示すと図3のようである。それぞれ試料の密度や間げき比が異なるのを無視し全体的みると破線で示すような傾向にあると思われる。圧縮降伏応力 $P_c$ に注目すると $P_c$ 以下の垂直荷重 $\sigma$ のもと（低圧側）でせん断した場合が $P_c$ 以上の垂直荷重のもと（高圧側）でせ

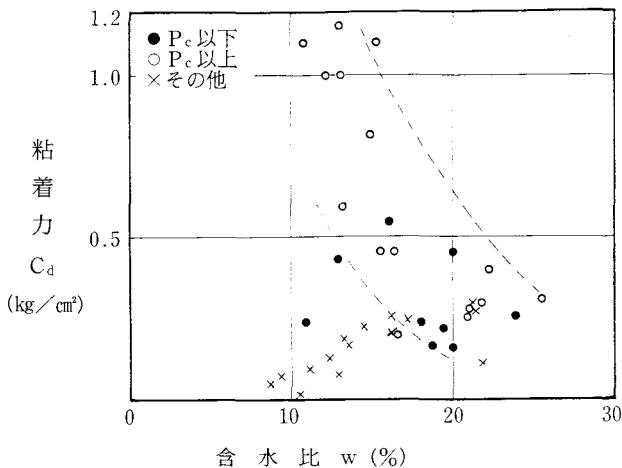
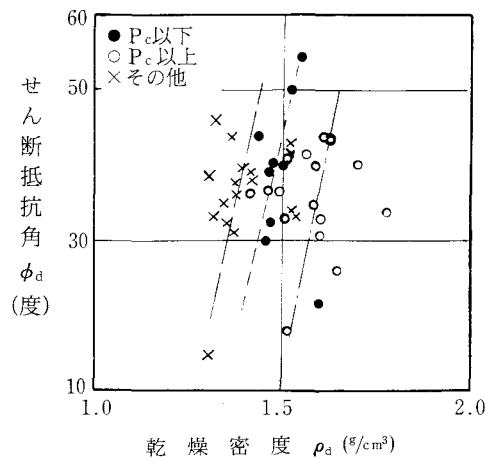
せん断した場合より  $\phi_d$  はやや大きい。また高圧側では  $w$  の増減に比し  $\phi_d$  の変化は小さい。これは  $\sigma$  が低圧であるとせん断にともなう体積の増減、粒子の移動が容易なため粒子相互の接触摩擦を発揮しやすいことが考えられる。あるいは高圧の場合は土粒子の破碎によりせん断抵抗が減少していることなども考えられる。しかし  $w$  が20%以上では  $P_c$  による差は認められない。これは  $w$  が増大すると土の流動性が高くなり土粒子は移動しやすく土粒子の破碎が少なくなるためではないかと思われる。なお図中のその他のデータは以前に調べた時の結果であるが、 $\sigma$  が  $P_c$  以下か以上か確認していないデータである。

図3 含水比が  $\phi_d$  に与える影響

降雨の少ない時季の呉市周辺山麓の表層土の平均的な自然含水比は10~15%であるのに対し、降雨の多い時季の降雨直後は22~25%ぐらいになるから、図を参考にすると、約20%  $\phi_d$  が減少することになる。

図4は粘着力  $C_d$  と  $w$  の関係で破線で示すように全体的には  $w$  が増大すると  $C_d$  も減少している。また  $P_c$  に注目すると  $w = 10 \sim 20\%$  の範囲では  $P_c$  以上の高圧側でせん断したほうの  $C_d$  が大きい。しかし  $w$  がさらに増大するとその差は減少している。これは  $w$  の増大とともに粒子間かくが広がり粒子間の接触が減少するとともに結合力も低下するためと思われる。一方、西田<sup>4)</sup>はまき土の浸水が強度特性に与える影響を調べ、正規領域では  $\phi_d$  のみが減少し  $C_d$  は無関係としている。しかし、本実験では  $w$  の増大とともに  $C_d$  も減少する結果を得た。一方、過圧密領域については  $\phi_d$ 、 $C_d$  とも浸水により減少し、特に浸水によるサクシジョンの解放が  $\phi_d$ 、 $C_d$  の減少に大きな影響を与えるとしている。本実験は浸水ではないが  $w$  の増大を浸水の増大とみなすと、 $w$  の大きい時はサクシジョンが急減し  $\phi_d$ 、 $C_d$  とも減少し、 $P_c$  の大小とは関係がなくなると考えられる。

図5は  $\phi_d$  と乾燥密度  $\rho_d$  の関係で  $\rho_d$  の増大とともに  $\phi_d$  も増大し  $P_c$  以下でせん断したほうが  $\phi_d$  は

図4 含水比が  $C_d$  に与える影響図5  $\phi_d$  と  $\rho_d$  の関係

大きい。また  $\rho_d$  のわずかな変化に対し  $\phi_d$  は大きく変化し、 $P_c$  以下の低圧側の場合のばらつきが小さい。

図6は  $C_d$  と  $\rho_d$  の関係である。破線で示すように  $\rho_d$  の増大とともに  $C_d$  も急激に増加している。 $P_c$  に注目すると  $P_c$  以下については  $\rho_d$  の変化の範囲がせまく明確でないが、 $P_c$  以上については  $\rho_d$  の増大とともに  $C_d$  は急増している。また  $\rho_d = 1.5 \text{ g/cm}^3$  近辺では  $P_c$  による差はみられない。以上、図5、6を合わせみると  $P_c$  の大小は  $\phi_d$  には影響するが、 $C_d$  に対する影響は小さいようである。

図7は  $\phi_d$  と間げき比  $e$  の関係である。全体としては破線で示すよう  $e$  の増加とともに  $\phi_d$  は減少している。ここで  $P_c$  に注目すると  $P_c$  以下の場合がやや大きな  $\phi_d$  を示し  $e$  の減少とともに  $\phi_d$  も減少の傾向にあるが、 $P_c$  以上の場合には横軸に平行しているかのように変化が小さい。これは  $P_c$  以上では既述したように垂直応力が大きいため粒子の破碎が生じているためではないかと考えられる。

図8は  $C_d$  と  $e$  の関係である。全体的には破線で示すように  $e$  の減少とともに  $C_d$  は増大している。また  $P_c$  に注目すると  $e = 0.65 \sim 0.75$  の範囲では  $P_c$  とは無関係のようである。しかし  $e$  の小さい時の  $P_c$  以下のデータが無いため、更にデータを積み重ねてから考察したい。

### 3.2 攪乱まき土の強度特性

まき土は破碎性であるため不攪乱土の強度試験を実施する場合は多くの注意を払わなければならない。これは試料の採取、成形にともなう攪乱による強度低下を少なくし、より正確な強度を得るためである。しかし、攪乱による強度特性の変化が明らかであれば試験に必要な以上に神経や労力を費やさなくてもよいし、埋め立てや盛土などの設計、施工にも役立つ。そこで不攪乱試料をセットにした後、図9のように供試体中央部の一定面積を太さ5mmの釘で所定回数突くことにより局部的に攪乱し強度特性の変化を調べた。攪乱面積としては  $2.5 \text{ cm}^2$ 、 $7.5 \text{ cm}^2$  の2種類とし、突き数は攪乱面積が  $2.5 \text{ cm}^2$  に対しては15回、 $7.5 \text{ cm}^2$  に対しては3倍の45回とした。

せん断時の垂直荷重が  $P_c$  以上では土の構造が破壊される事も考えられるので  $P_c$  以下で調べた。 $\tau$  と  $\sigma$  の関係を攪乱面積をパラメータとして示すと図10のようである。含水比の相違を無視してプロットしているため大きくばらついているが概ね攪乱面積が増大すると  $\tau$  は減少している。

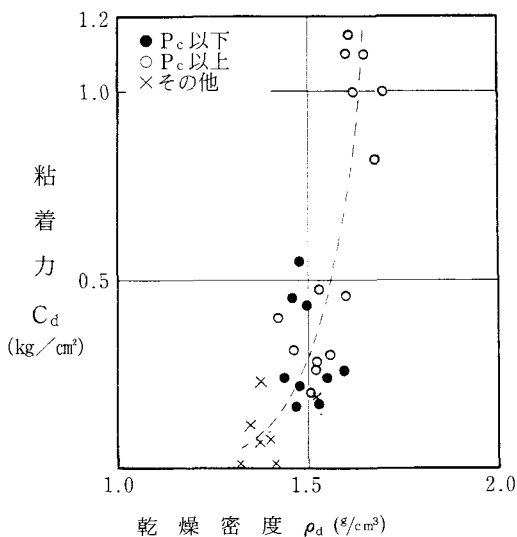


図6  $C_d$  と  $\phi_d$  の関係

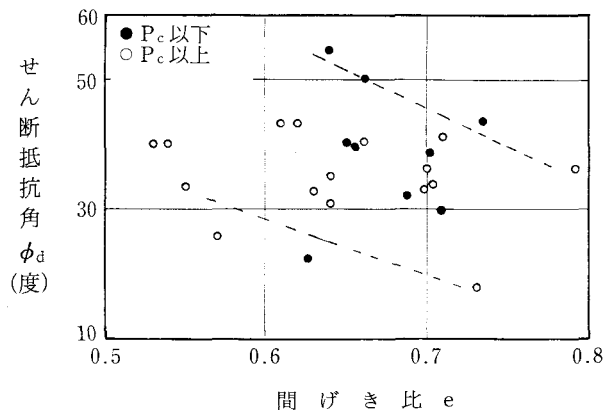


図7  $\phi_d$  と  $e$  の関係

$\tau$  は  $\phi_d$  と  $C_d$  の成分から成っているので、試料の攪乱が  $\phi_d$  に与える影響を調べた結果が図11である。全体としては破線で示す傾向にあり、 $w$  が20%以下では  $P_c$  以下の低圧側の不攪乱土の  $\phi_c$  が最も大きな値を示している。しかしこれを攪乱した  $P_c$  以下の場合は  $\phi_d$  は約20~30%減少している。一方、 $P_c$  以上の高圧側の結果をみると不攪乱土の  $\phi_d$  がやや大きいとその差はわずかである。これは  $\sigma$  が大きいため不攪乱土とは言っても構造の一部が破壊されているため、局部攪乱と同様となるためと思われる。この他、攪乱面積に注目すると、 $P_c$  以下の場合は  $2.5\text{cm}^2$  のものが  $7.5\text{cm}^2$  よりやや大きな

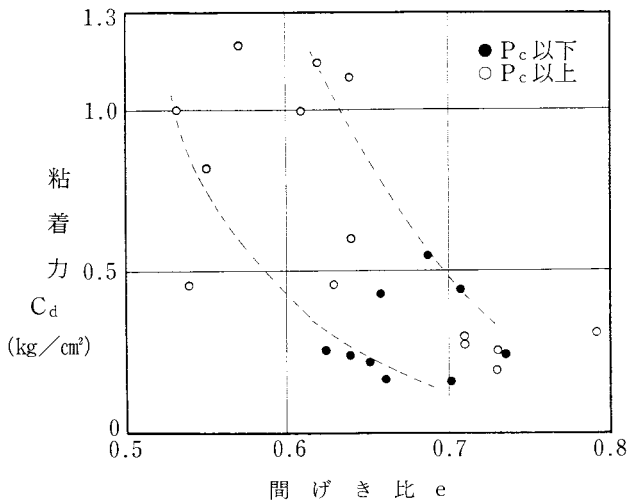
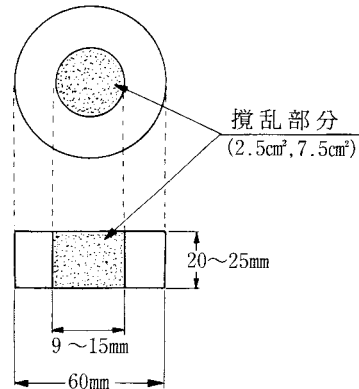
図8  $C_d$ と $e$ の関係

図9 攪乱場所と攪乱面積

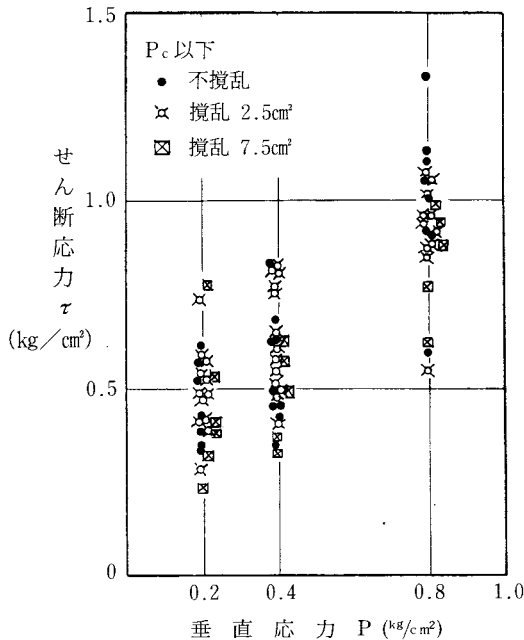
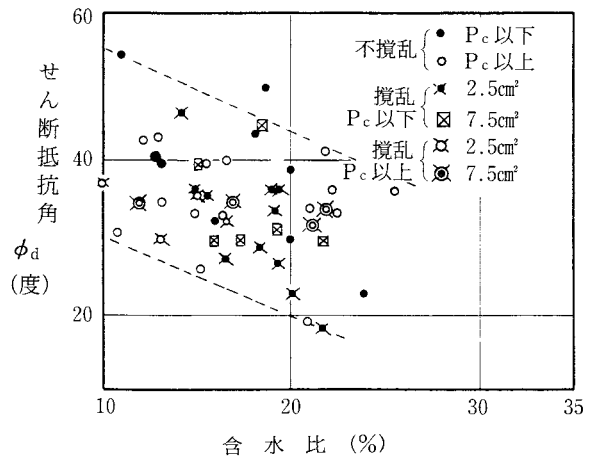


図10 攪乱土の破壊線

図11 攪乱土の  $w$  と  $\phi_d$  の関係

値となっている。しかし高圧側の  $P_c$  以上の場合はその差はほとんどみられない。従って  $P_c$  以上の垂直応力のもとで一面せん断試験を実施する場合、成形などによる攪乱は無視できると言える。

図12は  $C_d$  と  $w$  の関係で  $w$  の増大とともに  $C_d$  は減少し、攪乱、不攪乱に関係なく  $C_d$  はほぼ2本の破線の範囲内にある。しかし  $P_c$  以下の低圧側では攪乱したほうが  $C_d$  が大きいものもある。これは攪乱するため釘で突くことが土を突き固めることになり密度が増大しこのような結果になったとも考えられる。これは  $P_c$  以上の場合も同様の傾向がみられる。この他攪乱面積の大小による影響をみると、 $P_c$  以下については攪乱面積  $2.5\text{cm}^2$  に比し  $7.5\text{cm}^2$  の  $C_d$  が30%程小さい。 $P_c$  以上についてはデータ数が少なく比較しにくいとその差は小さい。特に  $w = 20\%$  以上では攪乱による  $C_d$  の減少は小さい。

試料の攪乱は以上のような局所的な攪乱と試料全体が攪乱される場合とがある。例えば試料採取や成形にともなって生ずる割れ目などは局所的な攪乱である。これに対し斜面がすべ面に沿って徐々に破壊が進行する時のすべり面近傍の土とか、盛土をした斜面などの土は掘削、運搬、締固めにより全体が攪乱されるため、強度は局所的な攪乱をした土より低いと考えられる。そこで全体の攪乱がどの程度強度特性に影響を与えるかについて調べた。試料全体を攪乱する方法としてビニール袋に入れた試料を周辺から数秒間手で圧力をかける方法をとった。もう一つの方法は試料を乳鉢に入れ乳鉢内で数分間すりつぶす方法である。攪乱中の含水比の変化は小さいが、間きき比は一定となるよう努力してもセットする度に変化するの避けられなかった。

図13はまさ土試料を乳鉢内で砕き細粒化して行く時の粒度分布の変化を示している。図中の1回目(III)は試料約300gを乳鉢内で約30秒程度乳棒により全体を軽くすり潰した後ふるい分け試験をした

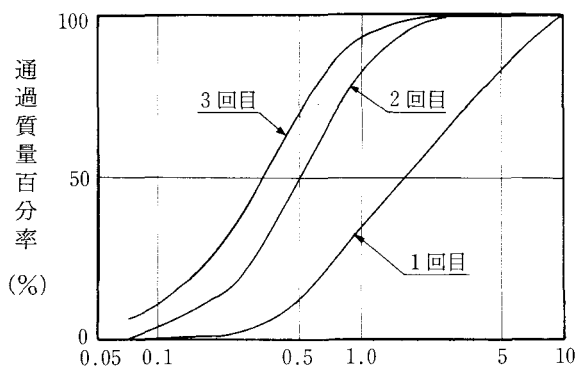


図13 完全攪乱土の粒度曲線

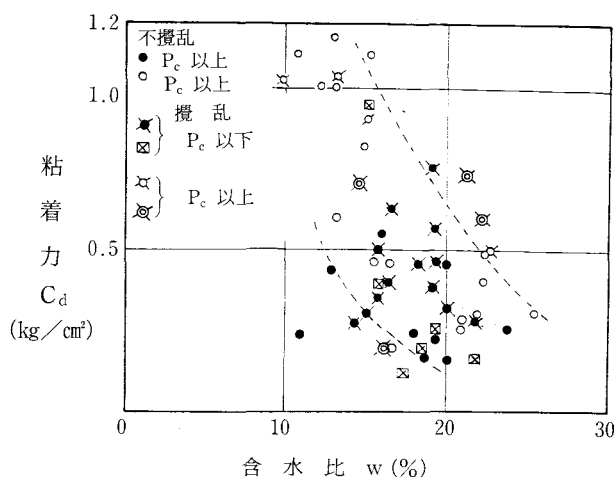
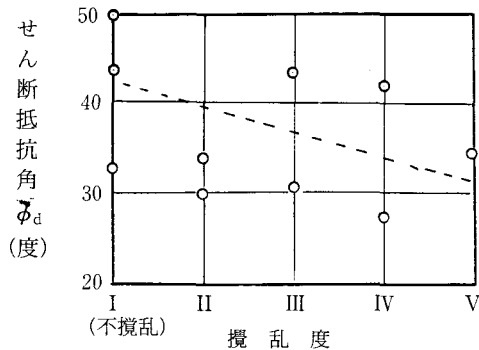
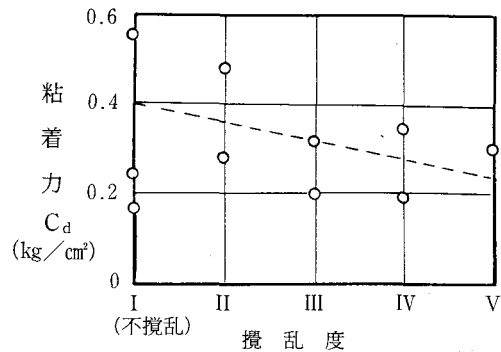


図12 攪乱土の  $w$  と  $C_d$  の関係

結果である。2回目(IV)は1回目に使った試料を、さらに3分程度乳鉢内ですり潰したもの、3回目(V)は2回目に使った試料をさらに3分程度乳鉢内ですり潰した後、ふるい分け試験をした結果である。均等係数は4.1~5.5の範囲にあり、すり潰して細粒化(完全攪乱)が進むほど粒径のそろった粒度分布の悪い土となることが分かる。

上述の攪乱方法を定量化する事は困難なため不攪乱まさ土の攪乱度をIとし、ビニール袋内で押し潰した場合をII、これをせん断後乳鉢内で30秒程度乳棒により軽くすり潰した場合をIII、さらにIIIの試料せん断試

図14 完全攪乱土の攪乱度と $\phi_d$ の関係図15 完全攪乱土の攪乱度と $C_d$ の関係

験をした後に乳鉢内ですり潰したものをIV、同様に試験後さらに3分程すり潰したものをVとし $\phi_d$ との関係を示すと図14のようである。

供試体2つ準備し $P_c$ の低圧側で調べた結果である。平均的な所を比較するとIIはIの不攪乱土より約13%減少しており、攪乱度がそれ以上増しても $\phi_d$ の増減は少ない。毎回密度を同じ程度の大きさとなるよう直感に頼り大小があったためか結果のばらつきが大きくIIよりむしろIII、IVの $\phi_d$ のほうが大きくなっている。一般的には破線のような傾向に考えられることから、さらにデータを集積する必要がある。尚、他の図に比し不攪乱土のプロット数が少ないのは含水比が攪乱土は15.1~16.4%であるため、攪乱度Iのデータも $w = 13.5 \sim 19.5\%$ の範囲のもののみをプロットしたためである。

図15は $C_d$ と攪乱度の関係である。攪乱度の増加とともに $C_d$ は減少するようであるが下側の点を見るとさほどの変化はみられない。従って全体が攪乱され強が低下した場合はそれ以上攪乱が進んでも、残留強度に近くなるためか $\phi_d$ 、 $C_d$ とも大きく減少しない。しかし試験の箇数が少ないため、さらにデータを集積してから考察したい。

#### 4 まとめ

以上の実験結果の主なものを要約すると次のようである。

- (1) せん断抵抗角 $\phi_d$ は圧縮降伏応力 $P_c$ 以下の垂直応力の $\sigma$ でせん断したほうが $P_c$ 以上でせん断した時より大きい。
- (2) 不飽和で低含水比のまき土ほど攪乱の影響が大きい。しかし含水比が高いと攪乱の影響は小さい。
- (3) 攪乱によって $C_d$ が大きくなる場合がある。
- (4)  $P_c$ 以下のせん断のほうが攪乱に対し敏感である。

今回の実験結果は量的、質的にもまだ十分なものでないため、さらに研究を継続するつもりである。最後に本研究の実験、調査に協力してくれた平成3年度卒業生三上、野村君平成4年度卒業生藤井、渡辺君に謝意を表します。

#### 参考文献

- 1) 網干寿夫：集中豪雨とまき土斜面の崩壊，施工技術，Vol. 5，No11，pp44~45，1972
- 2) 石井，星，吉国：呉市休山周辺の斜面災害特性，地盤と建設，Vol. 3，No 1，pp67~77，1985
- 3) 中岡，八木，矢田部：不かく乱まき土の力学特性，第37回土木学会講演概要集，pp301~302，1982
- 4) 西田一彦：風化残積土の工学的性質，鹿島出版会，pp47~49，昭和61

(平成5年4月15日受付)

た説話であろうか。中国、日本に流布されている類話は多く、「老い」は昔も今も共通なテーマであると感じさせられる作品である。

## §7 おわりに

平成二年の春、本高専の研究報告に「今昔物語集の教材化」という教育論文を掲載し、そこで高専国語の古典教材として、「今昔物語集」の採択を提案してみた。（注1）そしてその後、「今昔物語集」の一千数十話の説話群の中から二十話を選んで、頭注を付したテキストを作成し、（注2）かたわら本高専三年生の古典教材として実際に使用してみた。一年次にことこまかな文法指導はしなかったが、大体講読演習は可能であり、試験の成績もきわめて良好だった。板書による演習、マンガ入りのノート作成などを通して国語表現の学習もできた。なお、指導の途上、語法上の点では、接続助詞「ば」の機能が理解できなかったこと、打消の助動詞「ぬ」（「ず」の連体形）と完了の助動詞「ぬ」の見分けのできなかったことが挙げられる。また、内容上の点では、教材の選択が日本の世俗説話に偏重しており、震旦部からは一作のみ、天竺部は皆無であったことが挙げられる。後者については、小山高専の小林祥次郎先生の御教示もあり、今後検討して、バランスをとりたいと思う。

古典の時間が固苦しく、重い雰囲気にならないことを願って試みたこの企画に対し、国語の先生方の御批判を賜りたい。

注1 拙稿「今昔物語集の教材化」（呉高専研究報告第25巻第2号）

注2 拙稿「今昔物語集傑作選（一）」（同第26巻第2号）、「同（二）」（同第27巻第2号）、「同（三）」（同第28巻第1号）、「同（四）」（同第28巻第2号）、「同（五）」（同第29巻第1号）

（平成五年四月十五日 受付）

(16) 女盗賊(巻29第3話 人に知られざる女盗人のものがたり)

ある侍が得体のしれぬ女の情夫となった。女は、実は盗賊の頭目で、男はいつまにか盗賊の手下にされていく。盗賊の一味となった男は、忠実に働き、女と幸せな日々を送るが、二年(三年)後、女も、女と暮らした家もすべて行方しれずとなり、謎の中に包まれてしまう。芥川龍之介の「偷盗」の原作であるが、この原作の方が構想の焦点が明確であり、説話全体の雰囲気も怪異性が漂っている。

(17) 羅城門(巻29第18話 羅城門にて上層に登り、死人を見るものがたり)

朱雀大路南端の羅城門を舞台に、平安時代末期の暗黒世界を生きる盗人、老婆のすさまじい生活ぶりを描いた作品である。芥川龍之介の「羅城門」の原作である。

(18) 好色(巻30第1話 平定文、本院の侍従に仮借するものがたり)

好色者、平定文が、当世の佳人といわれた本院侍従に言い寄り、ことごとく撃退されて、おう悩のはてに焦がれ死にするという平中好色譚の一つ。二人の恋の駆け引きがおもしろく、二転三転していく展開に読者はハラハラさせられる。同話は「世継物語」(「小世継」)、「宇治拾遺物語」(第五十話)にある。芥川龍之介の「好色」、谷崎潤一郎の「少将滋幹の母」は本説話に依拠したものである。

(19) 葦刈り(巻30第5話 身貧しき男の去りし妻、摂津守の妻となるものがたり)

貧しい夫婦が赤貧のあまりに離別して、それぞれ開運を求める。その後、夫はますます零落して、摂津の国で農奴となり、一方、妻は摂津の国守の後妻となる。二人は偶然にも難波の浦で再会するが、言葉をかかわすこともできず、和歌に心情を託して、そのまま別れていく。この葦刈り説話は他に類話が多いが、原話から本説話と「大和物語」(二四八)の両方向へと流布されていたものだろうか。近くは谷崎潤一郎の「芦刈」がある。

(20) 姨母棄て(巻30第9話 信濃国の姨母棄て山のものがたり)

信州姨捨山の地名起源ともなった有名な棄老説話。親同様に扶養してきた老叔母を、妻に責められて山の峰に捨てた男が、満月を眺めているうちに耐えられなくなり、また連れもどしたという話。大和物語(一五六)か、またはその類話から流布され、伝承されている。

対照がユーモラスに描かれていておもしろい。更に当時の地方武士の様子もうかがうことができ、佳作である。芥川龍之介の「芋粥」はこの作品をもとにしたものだが、いささか理屈に凝っており、この作品の方が素直に読める。同話は「宇治拾遺物語」（第十八話）にもある。

(12) 浅茅が宿（巻27第24話）人の妻、死にて後、もとの形となりて旧夫に会ふものがたり

貧窮の故に妻を捨て、任国に下った男が、旧妻と都で再会する。荒れはてた廃屋で迎えてくれた妻と一夜をともし明かすが、翌朝目覚めてみると、傍に横たわっていたのは、枯れ枯れとした白骨であったという怪異譚。類話は「発心集」（第五）にある。本集(5)六の宮の姫君（巻19第5話）とともに「雨月物語」（巻二浅茅が宿）の素材にもなっている作品である。

(13) 稲荷詣で（巻28第1話）近衛舎人どもの稲荷詣でに、重方、女にあふものがたり

伏見稲荷の祭礼に出かけた好色者の茨田重方が、行きずりの美女を口説いたのだが、実はそれは変装した重方の妻であった。重方は平素からの浮気心を公衆の前で暴かれ、散々にとつちめられたという笑い話。前半の重方の口説きから後半の妻のしつぺ返しへと巧みに急転回する構成の妙がみごとであり、楽しく読むことができる。滝井孝作の「舎人の失敗」の原作である。

(14) 鼻（巻28第20話）池尾の禅珍内供の鼻のものがたり

異様に長い赤鼻を持つ禅珍内供が、その治療に腐心したり、食事時に弟子に鼻持上げをさせて失敗するなどの滑稽話がおもしろおかしく語られている。芥川龍之介の出世作「鼻」の原作である。同話は「宇治拾遺物語」（第二十五話）にある。

(15) 受領根性（巻28第38話）信濃守藤原陳忠、御坂に落ち入るものがたり

藤原陳忠という受領（国守）が、任国からの帰途、御坂峠で棧道から谷に落ちる。その郎等たちが旅籠を下して、助け上げようとしたところ、陳忠は旅籠一杯に平茸をつんで上がってきた。そして、郎等たちの失笑をよそに、受領たらん者の処生法をいかにも得意げに語った。その当時の受領階級の強欲さがよく表わされた笑い話である。

たい論である。

(7) 初恋 (巻22第7話 高藤内大臣のものがたり)

内大臣藤原高藤の青春譚。高藤がまだ若かった頃、鷹狩りの途上、雨宿りに立ち寄った宿で愛らしい少女と一夜をともにし、再会を約束する。その後、六年の歳月を経て、二人は再会し、めでたく結ばれるという、いかにも王朝風のロマンス物語である。同話は「勸修寺縁起」などにある。

(8) 保昌と袴垂 (巻25第7話 藤原保昌朝臣、盗人袴垂にあふものがたり)

盗人の大將軍袴垂が剛勇の人、藤原保昌を、その人とも知らず襲撃するが、その威圧感に押されて果たせず、居宅までついて行く。そこで保昌から綿衣一枚をめぐんでもらい退散するという話。武勇譚の一つだが、情景、心理描写ともに精細で迫力がある。同話は「宇治拾遺物語」(第二十八話)にある。

(9) 馬盗人 (巻25第12話 源頼信朝臣の男、頼義、馬盗人を射殺すものがたり)

源頼信、頼義父子が暗黙の中に一体となった行動をとって、馬盗人から名馬を奪い返す話。武士の俊敏な行動の魅力が緊迫感の中に生き生きと簡潔に描き出されている。武士階級に対する作者の好感的な態度がみられる作品である。

(10) 猿神 (巻26第8話 飛騨国の猿神、生贄を止むるものがたり)

飛騨国の隠れ里に回国修行僧が紛れ込み、人身御供の娘の身代わりとなって猿神を退治し、村里の難儀を救うという猿神伝説の一つ。数多くある猿神伝説の中でも、この説話は夫婦の愛情もからませて、構想上も変化のある長編作品にしたてられている。

(11) 芋粥 (巻26第17話 利仁將軍、若き時京より敦賀へ五位をゐて行くものがたり)

地方武士藤原利仁に謀られて、敦賀までついて行った貧乏貴族の五位が、豪勢な接待を受け、膨大な芋粥の馳走にあずかり、へきえきしてしまつて、芋粥への食欲を減退させたという話。強大な豪族を背景にした剛勇武士の利仁と卑小でこっけいな貧乏貴族の五位の

の後、蛇道に落ちた僧と女を道成寺の老僧が供養して成仏させたという話。愛欲の執念のすさまじさが炎のごとく伝わってくる作品である。「日本法華験記」（巻下、一二九）を出典とする。「道成寺縁起」等を通じ、安珍、清姫の物語として広く世間に流布されている説話である。

(3) 源信僧都の母（巻15第39話 源信僧都の母の尼、往生のものがたり）

わが子源信僧都の大成を願った母尼が、修行中の下山を拒み、僧都の修行を精神的に支える。九年後、母尼の臨終を予感し、下山した僧都は母尼と再会し、母尼は僧都の引導でめでたく往生を遂げるという話。一方で堅固な仏道心を説きながらも、母と子のあたたかな心の交流が巧みに描写されていて、好編となっている。

(4) 藁しべ長者（巻16第28話 長谷に参る男、観音の助けによりて富を得るものがたり）

貧しい若侍が長谷の観音から一本の藁しべを授かり、それが観音のあらたかな靈験により次々に換えられて、しまいに田一町の財を得るに至るという致富話。長谷寺靈験譚として、同話が「宇治拾遺物語」（第九話）、「古本説話集」（下、第五十八）にある。また、類話が昔話「藁しべ長者」として広く流布しており、柳田国男氏の「昔話と文学」に詳しい。

(5) 六の宮の姫君（巻19第5話 六の宮の姫君の夫、出家のものがたり）

六の宮の姫君と陸奥守の子息の悲恋話。「万葉集」（巻十六）3811～3813の恋夫君歌、「拾遺和歌集」（巻十四、恋四）の和歌をもとに構成した歌物語的な説話である。崩れてゆく寝殿を背景に、没落してゆく平安貴族の落魄ぶりが哀感をもって描かれている。同話は「古本説話集」（上、第二十八）にあり、芥川龍之介の「六の宮の姫君」はこの説話に取材した作品である。

(6) 往生絵巻（巻19第14話 讃岐国多度の郡の五位、法を聞きて即ち出家するものがたり）

極悪非道の源大夫が阿弥陀仏を信ずるや否や、ただちに出家して、念仏を唱えながらひたすら西方の極楽浄土を目指し、ついに極楽往生を遂げるという悪人往生譚。一意専心した人間の求道心が感動的に語られている。類話は宝物集（巻七）、発心集（第三）、私聚百因縁集（巻九）にあり、芥川龍之介の「往生絵巻」は本作品に取材したものである。また、益田勝実氏の「説話文学と絵巻」は参照し

## §5 今昔物語集の概要

今昔物語集はわが国最大の説話集である。その成立は平安時代末期、およそ十二世紀初め頃といわれるが、成立年時はいまだ明確でない。また、編者（作者）も、源隆国をめぐって諸説あり、これもさだかでない。

全三十一巻のうち、第一巻から第五巻までが天竺（印度）の仏教説話、第六巻から第九巻までが震旦（中国）の仏教説話、第十巻が震旦の世俗説話、第十一巻から第二十巻までが本朝（日本）の仏教説話、第二十二巻から第三十一巻までが本朝の世俗説話という構成になっている。ただし巻八、十八、二十一の三巻は欠巻となっている。これらの各巻に記載されているおよそ一千数十話のうち、文芸的にみて傑作と思われる作品は、第二十二巻以降の本朝世俗説話に集中している。

この今昔物語集は成立後長くかえりみられず、近世以降になって、ようやく読本の作家たちの目にとまった。近代に入って、芥川龍之介等によって小説化され、文芸作品としての地位も高まったが、今日、中等教育（中学・高校）の古典教材を調査してみると、その採択数は少なく、教育の世界では、古典文学教材の片隅にしか置かれていない。そこで、ここに「今昔物語集傑作選」と題して、そのうち二十話を選び出してみた。楽しく読める古典文学教材として活用されることを願うものである。

なお、原文は宣命書きと称される漢字片仮名交じり文で表記されているが、それを読みやすい漢字平仮名交じり文に置きかえてみた。本文は朝日新聞社版の日本古典全書本を主に使用した。

## §6 各作品の解説

- (1) 卒堵婆（巻10第36話 嬬、日毎に卒堵婆に血の付くるを見るものがたり）

「山頂の卒堵婆に血がついた時、山は崩れて海になる。」という先祖からの言い伝えを信じていた老婆が、毎日山頂に登っては、卒堵婆を確かめていた。それを見ていた若者たちが、故意に卒堵婆に血を塗りつけたところ、本当に山は崩れ、海になってしまった。いち早く逃げた老婆とその一族は助かり、老婆を嘲笑した若者たちは命を落したという話。常識の世界に生きていた若者と、ひたすら信じて生きていた老婆の姿が対比されていておもしろい。同話は「宇治拾遺物語」（第三十話）にみられる。

- (2) 道成寺（巻14第3話 紀伊国の道成寺の僧、法華を写して蛇を救ふものがたり）

熊野に参詣に行く若い僧に深く恋慕した女が、僧の裏切りに怒り、大蛇となって後を追ひ、道成寺の大鐘に隠れた僧を焼き殺す。そ

- 5 聞くのも不快な話だなあ
- 6 いったものの（逆接）
- 7 不本意にも
- 8 疎略な扱いなど
- 9 無理矢理
- 10 あぐねて
- 11 さあ、おいでなさい
- 12 ありがたい法会がありますよ
- 13 「に……に」と重ねて具体的に述べる語法
- 14 おうい、おうい
- 15 自分の心はどうにも慰められない、姨母を棄ててきた更級の山に照り輝く月を見ていると。
- 16 もとからいる姨母に対し、新しく来た妻
- 17 つまらぬ考え
- 18 故事
- 19 姨母棄て山という以前は
- 20 冠の後部の高くつき出た部分

婦はいよいよこれをいとひて、今までこれが死なぬことと思ひて、夫に、「この姨母の心のきはめてにくきに、深き山にゐて行きて棄てよ。」といひけれども、夫いとほしがりて棄てざりけるを、妻あながちに責めいひければ、夫責められわびて、棄てむと思ふ心つきて、八月十五夜の月のいと明かりける夜、姨母に、「いざ、給へ、姫ども、寺にきはめてたふときとする、見せ奉らむ。」といひければ、姨母、「いとよきことかな、詣でむ。」といひければ、男かき負ひて、高き山の麓に住みければ、その山にはるばると峰に登り立ちて、姨母下り得べくもあらぬほどになりて、うちすゑて、男逃げて返りぬ。姨母、「をい、をい。」と叫べど、男答へもせで、逃げて家に返りぬ。

さて、家にて思ふに、妻に責められて、かく山に棄てつれども、年ごろ親のごとく養ひて、相そひてありつるに、これを棄つるがいと悲しくおぼえけるに、この山の上より、月のいと明くさし出でたりければ、終夜寝ねられず、恋しく悲しく思ひて、独言にかなむいひける。

<sup>15</sup> わが心なぐさめかねつ更科やをばすて山に照る月をみて

といひて、またその山の峰に行きて、姨母を迎へて来たりける。さて、もとのごとくぞ養ひける。されば、今の妻のいはむことにつきて、<sup>17</sup> よしなき心をおこすべからず。今もさることはありぬべし。さて、その山をばそれよりなむ姨母棄山といひける。なぐさめがたしといふたとへには、<sup>18</sup> 旧事にこれをいふにぞ。その前には冠山とぞいひける。冠の巾子に似たりけるとぞ語り伝へたとや。

だったからです

37

互いに悪くはなるまいと思つて別れたのに、どうしてあなたは難波の浦に住んで、葦など刈っているのですか。「あしからじ」は「悪しからじ」と「葦刈らじ」の掛詞

と。

君<sup>39</sup>なくてあしかりけりと思ふにはいとど難波の浦ぞ住みうき

北の方、これを見て、いよいよあはれに悲しく思ひけり。さて、男は葦刈らずして走り隠れにけり。

その後、北の方、このことをとかく人に語ることなくて止みにけり。

されば、みな前の世の報いにてあることを知らずして、愚かに身を恨むるなり。<sup>12</sup>これは、その北の方の年など老いて後に語りけるにや。それを聞き繼ぎて、世の末までかく語り伝へたとや。

38

なんと

39

あなたと別れてよくなかつた

と思うにつけ、いつそうこの難波の浦が住みづらく思われます。「あしかりけり」は

40 まったく

41 前世の因果の報い

42 現在のわが身の不運

「悪しかりけり」と「葦刈りけり」の掛詞

# § 4

(20) 姨母棄て（巻30第9話信濃国の姨母棄て山ものがたり）

1 長野県更級郡

2 夫方の伯母または叔母

3 妻の心

4 諸本欠字、「さがな」く（ね

じけて）か

今は昔、信濃の国更級といふ所に住む者ありけり。年老いたりける姨母を家にすゑて、親のごとくして養ひて、年ごろ相そひて過ごしけるに、その心にこの姨母をいといとはしくおぼえて、これが姑のごとくにて老い屈まりて居たるを、きはめてにくく思ひければ、常に夫にこの姨母の心の<sup>4</sup>く悪しきよしをいひ聞かせければ、夫、「むづかしきことかな。」といひて、この姨母のために心にあらでおろかなることども多くなりもて行きけるに、この姨母いといたく老いて、腰は二重にて居たり。

- 19 農夫  
20 諸本欠字、「さすが」か  
21 なじめない気がしたので  
22 野遊びさせて  
23 家来、一族の者  
24 品があつて、心ひかれる男  
25 見守ると  
26 見まちがい  
27 諸本欠字、「と」か  
28 相変わらず哀れな境遇の人だ  
29 なあ  
30 驚いて、あつけにとられて  
31 立つていたが  
32 接頭語  
33 裏のない単衣  
34 「よぼろ」は膝裏、ここは膝  
35 丈までの短い衣  
36 はしわくちやの烏帽子  
37 膝裏やすね  
38 情けなく哀れに思つて  
39 品があつて、心ひかれるよう  
40 に見えたので、かわいそう

をかしくおもしろきことなど見興じけるに、その浦に葦刈る下衆ども多かりけり。

その中に、下衆なれども、故ありて、あはれに見ゆる男一人あり。守の北の方、これを見て、よく  
まもれば、怪しくわが昔の夫に似たる者かなと思ふに、<sup>26</sup>僻目か<sup>27</sup>思ひて、あながちに見れば、まさしく  
それなりと見る。あさましき姿にて葦を刈り立てるを、なほ心疎くてもありける者かな、いかなる前  
の世の報いにてかかるらむと思ふにも、涙こぼるれども、さる気なくて、人呼びて、「かの葦刈る下衆  
の中に、しかじかある男召せ。」といひければ、使走り行きて、「かの男、御車に召す。」といひければ、  
男、思ひもかけねば、あさましく仰ぎ立ちけるを、使、「とく参れ。」と声を高くしておどせば、葦を刈  
りすてて、鎌を腰にさして、車の前に参りたり。

北の方、近くてよく見れば、げにそれなり。土に穢れてた黒なる、袖もなき麻布の帷の、よぼろもと  
なるを着たり。帽子のやうなる烏帽子をかぶりて、顔にも手足にも土つきて、きたなげなること限り  
なし。よぼろ、脛には蛭といふ物食ひつきて、血みどろなり。北の方、これを見るに、心疎くおぼえ  
て、人をもつて物食はせ、酒などのますれば、車にさし向かひて、いとよく食ひ居る顔、いと心疎し。  
さて、車にある女房に、「かの葦刈る下衆どもの中に、これが故ありて、あはれげに見えつるに、い  
とほしければなり。」とて、衣を一つ、車の内より、「これ、あの男に給へ。」とて取らするに、紙の端  
にかく書きて、衣に具して給ふ。

<sup>37</sup>あしからじと思ひてこそは別れしかなどか難波の浦にしも住む

と。

男、衣を給はりて、思ひかけぬことなれば、あさましと思ひて見れば、紙の端に書かれたる物あり。  
これを取りて見るに、かく書かれたれば、男、早う、これはわが昔の妻なりけりと思ふに、わが宿世  
いと悲しく恥づかしとおぼえて、「御硯を給はらむ。」といひければ、硯を給ひたれば、かく書きてな  
む奉りたりける。

## §3 (19) 葦刈り(巻30第5話 身貧しき男の去りし妻、摂津守の妻となるものがたり)

- 1 ごく普通の身分の者
- 2 親類
- 3 他人の家
- 4 主人からのおぼえ
- 5 もつとよい働き口
- 6 容貌も姿も
- 7 気だてもやさしかった
- 8 別れて、それぞれの運をため
- 9 してみようとと思うのだが
- 10 覚悟しよう
- 11 こんなにもひどいことばかり
- 12 続くので
- 13 別れて試してごらんなさい
- 14 再会を約束して
- 15 諸本欠字
- 16 かわいく思つて
- 17 自分の傍に寝かせたりして、
- 18 愛情も深まったので
- 19 家事一切をまかせて
- 20 しあわせな状態で
- 21 落ちぶれていつて

今は昔、京に極めて身貧しき生者ありけり。

相知りたる人もなく、父母、親類もなく、行き宿る所もなかりければ、人のもとに寄りて使はれども、それともいさかなるおぼえもなかりければ、もしよろしき所にもあると、所々に寄りけれども、ただ同様にのみありければ、宮仕へをもえせで、すべきやうもなくてありけるに、その妻、年若くして、形、有様よろしくて心風流なりければ、この貧しき夫にしたがひてありけるほどに、夫、よろづに思ひわづらひて、妻に語らひけるやう、「世にあらむ限りは、かくてもろともにこそは思ひつるに、日にそひては貧しさのみまさるは、もし、ともにあるが悪しきかと、おのおの試みむと思ふを、いかに。」といひければ、妻、「我はさらにさと思はず。ただ前の世の報いなれば、互に餓死なむことを期すべしと思ひつれども、それにかくいふかひなくのみあれば、実にともにあるが悪しきかと、別れても試みよかし。」といひければ、男、げにと思ひて、互にいひ契りて、泣く泣く別れたり。

その後、妻は年も若く、形、有様もよろしかりければ、<sup>13</sup>の<sup>14</sup>といひける人のもとに寄りて使はれるほどに、女の心極めて風流なりければ、あはれに思ひて使ひけるほどに、その人の妻失せにければ、この女を親しく呼び使ひけるほどに、傍に臥せなどして、思ひにくからずおぼえければ、さやうにて過しけるほどに、後はひとへにこの女を妻としてありければ、よろづをまかせてのみぞ過しける。しかる間、摂津守になりけり。女、いよいよめでたき有様にてなむ年ごろ過しけるに、もとの夫は、妻を離れて試みむと思ひけるに、その後はいよいよ身つたなくのみなりまさりて、つひに京にもえ居らで、摂津の国の辺に迷ひ行きて、ひとへに田夫になりて、人に使はれけれども、<sup>20</sup>に下衆のする田作り、畠作り、木など伐るなどやうのことをも、習はぬ心地なれば、えせでありけるに、使ひける者、この男を難波の浦に葦を刈りにやりたりければ、行きて葦を刈りけるに、かの摂津守、その妻を具して摂津の国に下りけるに、難波辺に車をとどめて、逍遙せさせて、多くの郎等、眷属とともに、物食ひ、酒のみなどして遊び戯れけるに、その守の北の方は、車にして、女房などとともに、難波の浦の

女

- 47 柏は単衣の上に着る肌着  
 48 表が紅梅、裏が青の襲かさね  
 49 濃紫色の袴  
 50 丁子染  
 51 見え隠れにあとをつけ  
 52 金漆のことが  
 53 やましく  
 54 そうもしておれない  
 55 熱帯原産の丁香香  
 56 欠字、「つつみ」か  
 57 薄黄色  
 58 親指  
 59 丸くなつて  
 60 これこそあの人の物であろう  
 61 合わせ薫物の一種たきもの  
 62 全く思いもよらなかった  
 63 頭のよい者で  
 64 ヤマノイモ科の芋  
 65 練り香のこと、黒方はその一種

あり。すべて心も及ばず。これは世の人にはあらぬ者なりけりと思ひて、これを見るにつけても、いかでこの人に馴れ睦むちびむと思ふ心、狂ふやうにつきぬ。宮を引き寄せて、少しひきすするに、丁字の香に染そみかへりたり。また、この木にさして、取り上げたる物を、先を少しなめつれば、苦にがくして甘し。かうばしきこと限りなし。

平中、心とき者にて、これを心得るやう、尿ゆばりとて入れたる物は、丁字を煮てその汁を入れたるなりけり。いま一つの物は、野老どろ、合あはせ薫たきものをあまづらにひぢくりて、大きな筆67づかに入れて、それより出させたるなりけり。これを思ふに、こは誰68もする者はないむ。ただし、これをすさびして見むものぞといふ心は、いかでか使はむ。されば、さまざまに極めたりける者の心はせかな。世の人にあらざりけり。いかでかこの人に会では止みなむと思ひ惑まどひけるほどに、平中病みつきにけり。さて、悩みけるほどに死にけり。

極めて益やくなきことなり。男も女もいかに罪深かりけむ。されば、女にはあながちに心を染むまじきなりとぞ、世の人謗そしりけるとなむ語り伝へたとや。

- 66 甘葛あまずらで調合して  
 67 筆の柄  
 68 こんな物は  
 69 どうして思い及ぼうか  
 70 あらゆることを知りつくした  
 71 人の氣くばりだなあ  
 どうしてこの人に逢わずにおれようか

- 29 よくぞ来たものだ  
 30 物陰  
 31 二時間  
 32 引戸の錠  
 33 それとなくたいた香の匂い  
 34 横になつて寝ている  
 35 ふすま  
 36 単衣と下袴だけをつけて  
 37 地団太ふんで泣きたいほど  
 38 自分をごんなに馬鹿者だと思  
 39 自分がここに泊まっていたこ  
 40 とを人に知られてもいい  
 41 無理矢理  
 42 起き出す  
 43 人目をばからず出ていくの  
 44 も  
 45 いやになるようなこと  
 46 便器  
 47 もてあそび  
 48 欠字、宇治拾遺「樋洗」(下

のもとに行きてさぐれば、障子の懸金はあり。引けば、彼方よりかけて、入りにけるなりけり。されば、平中、いはむかたなく妬くおぼえて、立ち踊り泣きぬべし。ものもおぼえて、障子にそひ立てるに、なんとなく涙こぼるること、雨に劣らず。かくばかり入れて謀ることは、あさましく妬きことなり。かく知りたらしめれば、そひて行きてこそかけさすべかりけれ。わが心を見むと思ひて、かくはしつるなりけり。いかにしれはかなき者と思はむとすらむと思ふに、会はぬよりも妬く悔しきこと、いはむ方なし。されば、夜明くとも、かくて局に臥したらむ。さありけりとも人知れかしとあながちに思へども、夜明け方になりぬれば、みな人驚く音すれば、隠れで出ても、いかにぞやおぼえて、明けぬ前に急ぎ出でぬ。さて、その後よりは、いかでこの人の心疎からむことを聞きて、思ひ疎みなばやと思へども、つゆさやうのこと聞こえねば、えもいはず思ひ焦がれて過すほどに、思ふやう、この人、かくめでたくをかしくとも、筥にし入れらむ物は、我らと同じ様にこそあらめ、それをかいすさびなどして見てば、思ひ疎まれなむと思ひ得て、<sup>46</sup>の筥洗ひに行かむをうかがひ、筥を奪ひ取りて見てしがなと思ひて、さる気なしにて局の辺にうかがふほどに、年十七、八ばかりの、姿、様体をかしくて、髪は柏丈に三寸ばかり足らぬ、瞿麦重ねの薄物の袖、濃き袴しどけなげに引き上げて、香染の薄物に筥をつつみて、赤い色紙に絵書きたる扇をさし隠して、局より出でて行くぞいみじくうれしくおぼえて、見継ぎ見継ぎに行きつつ、人も見ぬ所にて、走り寄りて筥を奪ひつ。女の童、泣く泣く惜しめども、情なく引き奪ひて、走り去きて、人もなき屋の内に入りて、内さしつれば、女の童は外に立ちて、泣き立てり。

平中、その筥を見れば、琴漆を塗りたり。つつみ筥の体を見るに、開けむこともいとほしくおぼえて、内は知らず、まづつつみ筥の体の人のにも似ねば、開けて見疎まむこともいとほしくおぼえて、開けで守り居たれども、さりとてあらむやと思ひて、おつおつ筥の蓋を開けたれば、丁子の香いみじく早う聞こゆ。心も得ず怪しく思ひて、<sup>36</sup>筥の内をのぞけば、薄香の色したる水、半らはかり入りたり。また、大指の大きさはかりなる物の黄黒ばみたるが、長さ二、三寸ばかりにて、三切ればかりうち丸がれて入りたり。思ふに、さにこそはあらめと思ひて見るに、香のえもいはずかうばしければ、木の端のあるを取りて、中を突きさして、鼻にあててかげば、えもいはずかうばしき黒方の香にて

- 9 藤原時平、正二位左大臣  
 10 未詳  
 11 気だて  
 12 わが身に替えんばかりに  
 13 懸想のあて字、求愛した  
 14 恋文  
 15 悲しんで  
 16 あわてて物にぶつかる  
 17 薄手の鳥の子紙  
 18 晦日  
 19 「さはあれ」の略、えい、ま  
 まよ  
 20 どんなに心を尽くしても無駄  
 だ  
 21 鬼のような冷たい心  
 22 目を刺されても  
 23 内裏から  
 24 なんとかして  
 25 侍従の部屋に  
 26 恋しあぐねて  
 27 自分の部屋へ退出することが  
 できません  
 28 こっそり私の方からおしらせ

わが消息に、「見つといふ二文字をだに見せ給へ。」と書きてやりたりつる、その「見つ」といふ二文字を破りて、薄様に押しつけて、遣せたるなりけり。平中、これを見るに、いよいよ妬く、わびしきこと限りなし。

これは二月の晦のことなりければ、さはれ、かくて止みなむ、心尽くしに無益なりと思ひ取りて、その後、音もせて過しけるに、五月の廿日余りのほどになりて、雨ひまなく降りて、いみじく暗かりける夜、平中、さりとて今夜行きたらむには、いみじき鬼の心持たる者なりとも、あはれとおぼしなむかしと思ひて、夜ふけて、雨音止まず降りて、目指すとも知らず暗きに、内よりわりなくして本院に行きて、局に前々いひ継ぐ女の童を呼びて、「思ひわびて、かくなむ参りたる。」といはせたりければ、童すなはち返り来ていはく、「ただ今は御前に人も未だ寝ねば、え下らず。今しばし待ち給へ。しのびて自ら聞こえむ。」といひ出したれば、平中、これを聞くに、胸騒ぎて、さればこそ、かかる夜来たらむ人をあはれと思はざらむや、賢く来にけりと思ひて、暗き戸の迫にかきそひて、待ち立てるほど、多く年を過す心地なるべし。

一時ばかりありて、みな人寝ぬる音するほどに、内より人の音して来て、遣戸の懸金をひそかに放つ。平中、うれしさに寄りて、遣戸を引けば、安らかに開きぬ。夢のやうにおぼえて、こはいかにしつることぞと思ふに、うれしきにも身震ふものなりけり。しかれども、思ひ静めて、やはら内へ入れば、空薫の香、局に満ちたり。平中歩み寄りて、臥所とおぼしき所をさぐれば、女なる、衣一重を着て、そびき臥したり。頭様、肩つきをかきさぐれば、頭様細やかにて、髪をさぐれば、水を延べたるやうに氷やかにて当たる。平中、うれしきにもおぼえねば、震はれて、いひ出でむこともおぼえぬに、女のいふやう、「いみじき物忘れをこそしてけれ。隔ての御障子の懸金をかけて来にける。行きて、あれかけて来む。」といへば、平中、げにと思ひて、「さは、疾くおはしませ。」といへば、女起きて、上に着たる衣をば脱ぎ置きて、単衣、袴ばかりを着て行きぬ。

その後、平中、装束を解きて、待ち臥したるに、障子の懸金かくる音は聞こえつるに、今は来むと思ふに、足音の奥さまに聞こえて、来る音もせて、やや久しくなりぬれば、怪しさに起きて、その障子

- 6 格子窓
- 7 ひきむしり
- 8 こいつめ
- 9 あわてふためいて
- 10 どこの老婆がそんなことをしているのか
- 11 死後の世話をする
- 12 頭髮にそえるかもじ
- 13 埋葬、火葬

§ 2 (18) 好色 (巻30第1話 平定文、本院の侍従に仮借するものがたり)

- 1 兵衛府の次官
- 2 平好風の子、歌人、延長元年  
(923) 没
- 3 平仲とも、由来は不明
- 4 身分もよろしく (桓武天皇五代の子孫にあたる)
- 5 容貌
- 6 様子
- 7 話しぶり
- 8 言い寄られない者は

盗人、これを見るに、心も得ねば、これはもし鬼にやあらむと思ひて、おそろしけれども、もし死人にてもぞある、おどして試みむと思ひて、やはら戸を開きて、刀を抜きて、「おのれは。」といひて走りよりければ、軀、手惑ひをして、手を摺りて迷へば、盗人、「こは何ぞの軀の、かくはし居たるぞ。」と問ひければ、軀、「おのれが主にておはしましつる人の失せ給へるを、あつかふ人のなければ、かくて置き奉りたるなり。その御髪おんかみの丈に余りて長ければ、それを抜き取りて、髪かみにせむとて抜くなり。助け給へ。」といひければ、盗人、死人の着たる衣きぬと軀の着たる衣と、抜き取りてある髪とを奪ひ取りて、下り走りて、逃げて去にけり。

さて、その上の層こしには、死人の骸かばねぞ多かりける。死にたる人の葬はなりなどえせぬをば、この門の上にご置きける。このことは、その盗人の人に語りけるを聞き継ぎて、かく語り伝へたとや。

今は昔、兵衛1の佐平定文すけ2 きたかみといふ人ありけり。字をば平中3 へいちゅうとなむいひける。品4 しなも賤しなしからず、形5、有様も美しかりけり。氣はひなむども、物いひもをかしかりければ、そのころ、この平中に勝れたる者世になかりけり。かかる者なれば、人の妻、娘、いかにいはむや、官仕へ人は、この平中に物いはれぬはなぐぞありける。

しかる間、その時に本院の大官おとどと申す人おはしけり。その家に侍従10の君といふ若き女房ありけり。形、有様めでたくて、心11ばへをかしき官仕へ人にてなむありける。平中、かの本院の大官おんもとの御許に常に行き通ひければ、この侍従がめでたき有様を聞きて、年ごろえもいはず身に替へて仮借13 けきうしけるを、侍従、消息14 せうそくの返事をだにせざりければ、平中歎きわびて、消息を書きてやりたりけるに、「ただ、見つとばかりの二文字をだに見せ給へ。」と、くり返し泣く泣くといふばかりに書いてやりたりける。

使の返事を持ちて返り来たりければ、平中、物に当りて出で会ひて、その返事を急ぎ取りて見ければ、

## 今昔物語集傑作選（五）

（一般科目） 大林 潤

Fine Stories from *Konjaku-monogatari-shū* (No. 5)

JUN ŌBAYASHI

This Paper is an annotation from *Konjaku-monogatari-shū*, which I have chosen as teaching materials. I have chosen twenty fine stories from this work. In this paper, four of these twenty stories are annotated; Rashōmon, A Lewd Man, A Fate, An Old Woman.

## § 1 (17) 羅城門（卷29第18話 羅城門にて上層に上り、死人を見るものがたり）

- 1 大阪府西部から兵庫県東部辺 今昔、摂津の国の辺より、盗みせむがために京に上りける男の、日の未だ暮れざりければ、羅城門の下に立ち隠れて立てりけるに、朱雀の方に人しげく行きければ、人の静まるまでと思ひて、門の下に待ち立てりけるに、山城の方より人どものあまた来たる音のしければ、それに見えじと思ひて、門の上層にやはらかきつき上りたりけるに、見れば、火ほのかに燃したり。
- 2 朱雀大路南端にあつた平安京
- 3 朱雀大路
- 4 羅城門の南方
- 5 二階

盗人怪しと思ひて、連子よりのぞきければ、若き女の死にて臥したるあり。その枕上に火を燃して、年いみじく老いたる嫗の白髪白きが、その死人の枕上に居て、死人の髪をかなぐり抜き取るなりけり。

## 平成4年度（1月～12月）本校教官による他誌発表論文一覧表

著 者 名	論 文 題 目	発表誌名または発表会名
岩根 三邦	アリストテレスにおけるディカイオシ ュネーとフィリア	第39回広島倫理思想史学会 (1992年8月3日 奈良)
西原 克浩(広大理) 横山 浩一(広大理) 開 康子(広大理) 三村功次郎(広大理) 植田 義文(徳山高専) 谷口 雅樹(広大理) 小山 通栄 松田 理(阪大理) 邑瀬 和生(阪大理)	a-GeSe <sub>2</sub> の逆光電子分光	第47回年会日本物理学会講演概要集 (1992年3月30日 横浜)
八方 直久(広大理) 西原 克浩(広大理) 吉本 光洋(広大理) 植田 義文(徳山高専) 小山 通栄 谷口 雅樹(広大理)	Mn/CdTe(110)界面の光電子分光	1992年秋の分科会講演予稿集(日本物 理学会)(1992年9月25日 目黒)
開 康子(広大理) 西原 克浩(広大理) 細川 伸也(広大理) 植田 義文(徳山高専) 小山 通栄 谷口 雅樹(広大理) 松田 理(阪大理) 邑瀬 和生(阪大理)	逆光電子分光による a-GeSe <sub>2</sub> の伝導 帯構造の研究	同 上
白川 洋二 他18名	EVERYDAY ENGLISH 1, 2, 3 (文部省検定教科書)	CHUKYO SHUPPAN 1993年3月1日発行
白川 洋二 他51名	THE JUNIOR EVERYDAY ENGLISH-JAPANESE DICTIONARY	同 上
灘野 宏正 河野 正来 寺内 喜男(福山大工) 太田 克哉(同和鉱業)	浸硫処理歯車のスコ어링強さに及 ぼす潤滑油の影響 (四球試験および歯車試験による実験 結果)	日本機械学会論文集 (C編), 58巻545号 (1992-1) pp.238~244.
灘野 宏正 河野 正来 長尾 純一(同和鉱業)	四球試験におけるすずめつき熱拡散処 理層の摩擦特性	日本機械学会第70期全国大会講演論文 集 (Vol.E), No.920-78 (1992-1, 信州大学), pp.285~287.

著 者 名	論 文 題 目	発布誌名または発表会名
河野 正来 灘野 宏正	二円筒試験における超仕上面の摩擦摩耗特性	日本設計工学会中国支部講演論集, No.11 (平成4年7月, 広島市) pp.29~33.
灘野 宏正 河野 正来	平歯車の動荷重や騒音に及ぼす歯形修整の影響	日本機械学会振動・音響新技術シンポジウム講演論文集, No.920-69 (1992-8, 広島市), pp.175~178.
灘野 宏正 河野 正来 長尾 純一(同和鉱業)	四球試験におけるすずめっき熱拡散処理層の摩擦特性	日本機械学会第論文集 (C編), 58巻553号 (1992-9) pp.2750~2754.
京免 進 碓井 建夫(阪大工)	層流加速流れの数値解析	ターボ機械, 第20巻, 第12号 (1992), p.51-58.
Yoshio TERAUCHI (福山大工) Kazuteru NAGAMURA (広島大工) Minoru NOHARA	Effect of Lubricating Oil on Rippling Failure	JSME International Journal Series III, Vol.35, No.1, 1992
Manabu IGUCHI (阪大) Gil-Moon PARK (朝鮮大) Fujio AKAO Fujio YAMAMOTO (福井大)	A Study on Velocity Profiles of Developing Laminar Oscillatory Flows in a Square Duct	JSME International Journal, Series II, Vol.35, No.2 (1992), 158.
岩本 英久 大崎 紘一(岡大工) 梶原 康博(岡大工) 関 洲二(岡大医)	手術作業支援エキスパートシステムの構築のための知識表現法	日本機械学会論文集 (C編), 58巻548号 (1992-4), pp.1304-1310.
ShuJi SEKI (岡大工) Hidehisa IWAMOTO Hirokazu OSAKI (岡大工)	System and Theory of Operation Technique for Postgraduate Education in surgery: Analysis of Suture Tracks and the Rule of Forceps in Better Suturing	Asian Journal of Surgery, Vol.15, No.3, July 1992 pp.139-145.
関 洲二(岡大医) 岩本 英久 大崎 紘一(岡大工) 古元 嘉昭(岡大医)	心臓外科(狭隘手術野)での運針術(縫合術)の理論-「指輪」と「左手」の法則	第22回日本心臓血管外科学会学術総会, (平成4年4月, 仙台)
野村 利英 山下 英生(広島大工) 中前栄八郎(広島県立大) 岡野 恭明(広島電機大)	溶解金属形状シミュレーションの基礎的考察	平成4年度電気・情報関連学会中国支部連合大会 (山口大学)

著 者 名	論 文 題 目	発表誌名または発表会名
山崎 勉	アルゴンホロー陰極放電中の不純物窒素の回転温度	日本物理学会第47年会（横浜）講演予稿集 4（27pZE10）
山崎 勉	アルゴン準安定原子による窒素分子の衝突励起	日本物理学会秋の分科会（東京）講演予稿集 4（26aE11）
T. OKITA (山大工) Y. KOBAYASHI R. KIMURA (三菱電機)	Frequency Analysis of Visco-elastic System and Application to Ground Vibration	The 24rd ISCIE Symposium on Stochastic System Theory and Its Applications, pp.69-72, 1992
小林 康秀 沖田 豪 (山大工)	構造が未知なシステムに対する同定のための最適入力	電気・情報関連学会中国支部講演論文集, 1992年, 宇部
小林 康秀 沖田 豪 (山大工)	最適な同定入力による構造が未知な線形系の一同定法	自動制御連合講演論文集, 1992年, 岡山
Y. KATO S. YAMAGUCHI (海保大)	A sytetematical study for psychological impression caused by fluctuating random noise based on fuzzy set theory	The Journal of the Acoustical Society of America Vol.91, No.5, 1992, pp.2748-2755.
山口 静馬 (海保大) 加藤 裕一 老松 建成 (海保大)	ファジィ理論による心理的騒音評価予測に関する一考察	日本音響学会講演論文集（平成4年3月, 東京）
山口 静馬 (山大工) 加藤 裕一 老松 建成 (海保大)	騒音のスペクトル情報に基づく心理的応答の一予測手法	8th Fuzzy System Symposium 講演論文集（平成4年5月, 広島）
加藤 裕一 山口 静馬 (山大工)	ファジィ推論による騒音の心理評価法	同 上
Y. KATO S. YAMAGUCHI (山大工)	An evaluation for annoyance to fluctuating random noise by use of fuzzy set theory	14th International Congress on Acoustics, H-46 (BEIJING, 1992/9)
加藤 裕一 山口 静馬 (山大工) 高木 興一 (京大工)	信号機周辺における道路騒音の簡易予測手法と実験的検討	日本音響学会講演論文集（平成4年10月, 長野）
山口 静馬 (山大工) 加藤 裕一 石原 茂和 (山大工) 老松 建成 (海保大)	信号機周辺の道路騒音計測に関する基礎的考察	同 上
加藤 裕一 山口 静馬 (山大工) 高木 興一 (京大工)	信号機周辺での簡易な道路騒音予測手法の提案と実験的検討	電気・情報関連学会中国支部連合大会講演論文集（平成4年10月, 宇部）

著 者 名	論 文 題 目	発表誌名または発表会名
山口 静馬(山大工) 加藤 裕一 石原 茂和(山大工) 老松 建成(海保大)	道路交通騒音の評価量測定に関する統計的考察	電気・情報関連学会中国支部連合大会講演論文集(平成4年10月, 宇部)
脇本 隆之 原田 達哉(日本工大) 柏木 康秀(日本工大)	インパルス測定用ディジタイザを用いたデジタル測定及び補正法	電気学会研究会資料 放電高電圧合同研究会 ED-92-87, HV-92-25 (92年, 6月, 熊本)
脇本 隆之 若宮 正明 原田 達哉(日本工大) 柏木 康秀(日本工大)	開閉インパルスのデジタル測定	平成4年電気学会電力・エネルギー部門全国大会講演論文集(論文II)(92年7月, 大阪)
脇本 隆之 若宮 正明 原田 達哉(日本工大) 柏木 康秀(日本工大)	インパルス用ディジタイザの非直線性測定法に関する検討-第2報-	同 上
脇本 隆之 原田 達哉(日本工大) 柏木 康秀(日本工大)	インパルス電圧のデジタル測定データの補正法に関する検討	電気学会研究会資料高電圧研究会 HV92-34 (92年8月, 東京)
脇本 隆之 若宮 正明 原田 達哉(日本工大) 柏木 康秀(日本工大)	インパルス電圧のデジタル測定データの補正精度	平成4年度電気・情報関連学会中国支部連合大会講演論文集(92年10月, 宇部)
中川 亮一(日本工大) 柏木 康秀(日本工大) 原田 達哉(日本工大) 佐伯 正盛(日本工大) 脇本 隆之 鎌田 譲 (日立製作所)	開閉インパルス電圧測定用分圧器の比較校正試験	同 上
横瀬 宏(広島工大) 横瀬 義雄	修正 DFT を使った交流電圧の周波数と振幅の測定法	第31回計測自動制御学会学術講演会予稿集(熊本)
横瀬 宏(広島工大) 本田 公韶(広島工大) 横瀬 義雄	コンデンサ励磁誘導発電機のシミュレーション	シミュレーション学会講演論文集(川崎)
横瀬 宏(広島工大) 横瀬 義雄	誘導電動機の発生する自励振動の防止法	電気学会全国大会講演論文集(千葉)
横瀬 宏(広島工大) 横瀬 義雄	拡張 $\alpha\beta$ 変換のアクティブフィルタへの応用	電気学会中国支部講演論文集(山口)

著 者 名	論 文 題 目	発表誌名または発表会名
横瀬 義雄 横瀬 宏(広島工大)	拡張 $\alpha\beta$ 変換による多相交流電圧の瞬時値の測定法	電気学会中国支部講演論文集(山口)
畠山 直隆(大阪産大工) 福本 武明(立命大理工) 竹下 貞雄(立命大理工) 西原 兒(福山大工) 芹生 正己(大阪産大工) 久武 勝保(近大理工) 桑山 忠(大同工大工) 石井 義明	最新土質力学	朝倉書店(1992年4月)
石井 義明	一面せん断試験における試料攪乱の影響	第44回土木学会中国四国支部研究発表会講演概要集(平成4年, 宇部)
竹村 和夫 米倉亜州夫(広大工) 市坪 誠(高知高専)	大型試験体による ASR を生じた RC 柱の一軸圧縮耐力	同 上
西谷 庸雄 米倉亜州夫(広大工) 森沢 努(広島ガス) 小林 靖典(日本舗道)	CFRP ロッドを用いた PC 梁の曲げ耐荷特性	同 上
小堀 慈久 有田 哲也(室蘭工大) 古田 賢司(西松建設) 中島 英司(地振整公団)	現場一面せん断強さと根系の関係について	同 上
小堀 慈久 山田 一臣(群馬大学) 垣内 啓弘(東広島市) 有田 哲也(室蘭工大)	まさ土地盤のコーン貫入試験機の適用性について	同 上
小堀 慈久 有田 哲也(室蘭工大) 垣内 啓弘(東広島市) 中島 英司(地振整公団) 古田 賢司(西松建設) 山田 一臣(群馬大学)	まさ土地盤のコーン支持力とせん断強度について	第27回土質工学研究発表会講演集(1992, 高知)
大橋 晶良 原田 秀樹(長岡技大) 桃井 清至(長岡技大) 大成 一雄(愛媛大)	河口の底泥内における剝離した河床付着藻類の生分解作用	第44回土木学会中国四国支部研究発表会講演概要集(平成4年, 宇部)

著 者 名	論 文 題 目	発表誌名または発表会名
大橋 晶良 原田 秀樹(長岡技大) 桃井 清至(長岡技大) 泰 育宏(山口大)	脱窒処理生物膜の生長に伴う膜内付着力分布変化	第44回土木学会中国四国支部研究発表会講演概要集 (平成4年, 宇部)
大橋 晶良 原田 秀樹(長岡技大) 桃井 清至(長岡技大) 寺垣内康平 (梶谷エンジニアリング)	河床礫付着生物の生分解活性と河川水窒素態の周日変化	土木学会第47回年次学術講演会講演概要集II (平成4年, 仙台)
大橋 晶良 原田 秀樹(長岡技大) 桃井 清至(長岡技大) 岡中 正三	脱窒処理生物膜の構造と付着力の発達	環境工学研究論文集 Vol.29
西尾 正志(広大工) 杉恵 頼寧(広大工) 藤原 章正	選好意識データに対する信憑性の時間変化	土木学会中国四国支部第44回研究発表会講演概要集 (4年, 宇部)
山本 満男(広大工) 杉恵 頼寧(広大工) 藤原 章正	交通機関に対する選好意識の経年変化	同 上
藤原 章正 杉恵 頼寧(広大工)	2時点で収集したPR データに対するSP モデルの予測精度の比較	土木学会第47回年次学術講演会講演概要集IV (平成4年, 仙台)
葛本 雅昭(NTT) 杉恵 頼寧(広大工) 藤原 章正	携帯型パソコンを利用した応答型選好意識調査方法の開発	同 上
羽藤 英二(日産自動車) 杉恵 頼寧(広大工) 藤原 章正	選好意識パネルデータを用いたダイナミック分析	同 上
羽藤 英二(日産自動車) 杉恵 頼寧(広大工) 藤原 章正	パネルデータを用いた交通機関選好意識のダイナミック分析	土木学会土木計画学研究・論文集 (No.10)
藤原 章正 杉恵 頼寧(広大工) 西尾 正志(広大工)	選好意識モデルの予測精度の時間変化	土木学会土木計画学研究・講演集 (No.15(1))
杉恵 頼寧(広大工) 藤原 章正 葛本 雅昭(NTT)	携帯型パソコンを用いた応答型選好意識調査の有効性	同 上
藤原 章正 杉恵 頼寧(広大工)	パネルデータを用いた新交通システムに対する選好意識の時間変化の分析	日本都市計画学会都市計画論文集 (No.27)

著 者 名	論 文 題 目	発表誌名または発表会名
芳賀 保夫(福山大工) 松浦 誠(近畿大工) 西村 光正	建物の不同沈下と障害 ―管内砂の圧力・ひずみ分布に関する 実験的研究―	中国地方基礎地盤研究会編 (1992年12 月発行)
小林 定教(福山大) 藤井 健 他	山陰・山陽地方における模型建物の熱 環境について 第4報	日本建築学会中国支部研究報告集第17 巻 (平成4年3月, 松江)
篠原 道正(広大工) 藤井 健 他	山陰地方の設計用外気温度について	同 上
福原 安洋 大田 和彦(近大工) 嶋津 孝之(広大工) 荒木 秀雄(広大工) 小倉 賢人(広大工)	構面の水平抵抗性状に関する実験的研 究	構造工学論文集 (Vol.38B, 1992, 3)
同 上	耐震要素の開発に関する基礎的研究 その5 改良型構面に関する基礎的 研究 その6 実験結果の考察	日本建築学会中国支部研究報告集第17 巻 (平成4年3月, 松江)
福原 安洋 小倉 賢人(広大工) 嶋津 孝之(広大工) 荒木 秀雄(広大工) 千原 久典(広大工) 大田 和彦(近大工)	耐震要素の開発に関する基礎的研究 その6 各種構面の実験方法 その7 各種構面の実験結果 その8 各種構面の実験結果の考察 その9 壁柱の実験	日本建築学会学術講演梗概集 (1992年, 北陸)
岡本 二郎	呉市内に現存するレンガ造り建物を生 かせ	地域創造への汗と知恵―中国地方の現 場より― 日本開発銀行広島支店 (平 成4年5月発行)
同 上	呉海軍のレンガ建造物	第26回軍事史学会大会 (平成4年6月, 呉)
同 上	呉市内に現存するレンガ建造物につ いて	産業考古学会(1992年度)全国大会研究 発表講演論文集(1992年11月, 福山)
間瀬 実郎	透視図法に関する一考察 ―アクソメ, オブリーグを媒介とした方法―	日本建築学会中国支部研究報告集第17 巻 (平成4年3月, 松江)
篠部 裕 瀬口 哲夫 (豊橋技科大)	企業都市における企業の都市施設整備 に関する研究 ―新居浜市を研究対象として―	同 上
同 上	中核企業の衰退を伴う企業都市の住宅 施設整備に関する研究 ―長崎県高島町を研究対象として―	日本建築学会大会学術講演梗概集 F (1992年8月, 新潟)

著 者 名	論 文 題 目	発表誌名または発表会名
篠部 裕 瀬口 哲夫 (豊橋技科大)	企業都市における企業の都市施設整備 に関する研究 －新居浜市を研究対象として－	日本都市計画学会都市計画論文集 (No.27.)

編 集 委 員

今	井		勲
石	井	淳	二
深	澤	謙	次
脇	本	隆	之
丸	上	晴	朗
門	前	勝	明

呉工業高等専門学校

研 究 報 告

第29巻 第1号 (1993)

(通 巻 第52号)

平成5年8月 印刷

平成5年8月 発行

編集者  
発行者

呉工業高等専門学校

〒737 呉市阿賀南2丁目2-11

電 話 (0823)71-9121(代)

印刷所 株式会社 ニシキプリント

〒733 広島市西区商工センター

7丁目5-33

電 話 (082)277-6954

# MEMOIRS OF THE KURE NATIONAL COLLEGE OF TECHNOLOGY

Vol. 29, No. 1 (Cnsecutive No. 52)  
August, 5th Year of Heisei (1993)

## CONTENTS

1. A Step for Application of Mechatronics —Production of 'Robot-Hand Machine' controlled by Microcomputer— .....	Mitsuo YAMANE Koichi TAKUMYO Yukio OHIGASHI	1
2. Research and Investigation of Student Fatigue (Report 1) —A classification of subjective symptoms— .....	Takao ENOKI Tokushi ISHIJIMA	11
3. Operation Control of Automatic Wavehousing by PC Controller .....	Minoru NOHARA	41
4. Analysis of Transient Laminar Flows in the Entrance Regions of Ducts and Circular Pipes (2nd Report, Consideration on Laminar Steady Inlet Flows in Circular Pipes) .....	Fujio AKAO Kunio OGURA	51
5. Emission Spectra of OH radicals in the Argon Glow discharge .....	Tsutomu YAMAZAKI	65
6. On the Strength Propertyts of Undisturbed Decomposed granite Soils by a Direct Shear Test .....	Yoshiharu ISHII	75
7. Fine Stories from <i>Konjakumonogatarishu</i> (No. 5) .....	Jun ŌBAYASHI	83
List of Papers Published or Read Outside The Kure National College of Technology in 1992 .....		99