

ISSN 0385—6844

# 有明工業高等専門学校紀要

第 35 号

平成 11 年 1 月

Research Reports  
of the  
Ariake National College of Technology  
No. 35  
January 1999

Published by Ariake National College of Technology  
Omura, Japan

## 目 次

教育用パーソナルコンピュータの維持・管理 .....	堀 田 孝 之	1
	山 下 巍	
本校学生のパソコン利用傾向とコンピュータリテラシ教育への考察 .....	山 下 巍	5
	松 野 良 信	
電子情報工学科における低学年情報教育の検討と組織間ネットワーク演習 .....	山 崎 直 子	11
	羽 根 由 恵	
Note on Linear Holomorphic Maps .....	本 田 龍 広	15
有心2次曲線のグラフから未知係数の幾何学的構成—橿円の場合— .....	川 上 龍 男	21
	森 山 恵 香	31
	松 岡 高 弘	
パルスパワーを用いた排ガス処理 .....	塚 本 俊 介	47
—ガス組成と水分が NO <sub>x</sub> 処理に及ぼす効果— .....	秋 山 秀 典	
	瀬 ャ 浩 俊	
教育・研究用移動ロボットの研究 (1) .....	堀 切 淳 一	53
—全体構想、最初のモデルとリアルタイム制御— .....	石 井 康太郎	
	川 崎 義 則	
表面窒化処理を施した熱間鍛造型の熱軟化に関する研究 .....	南 明 宏	59
	木 下 正 作	
廃食油からのリサイクル石けん製造プラントの設計・製作 .....	多 田 隆 秀	67
	上 原 弘	
	川 崎 義 則	
Teaching Intonation in Japanese Classrooms .....	安 部 規 子	79

# 教育用パーソナルコンピュータの維持・管理

堀田孝之・山下巖

〈平成10年9月30日受理〉

A Method of Maintenance and Management  
for  
the Personal Computer System at Our School

Takayuki HORITA and Iwao YAMASHITA

In this paper, it is proposed that the personal computer system for the education of computer literacy has been able to maintain the original definite performance, by means of some methods of management using POLICY SERVER SYSTEM together with Net Ware-operating system.

As a result, we have succeeded in reducing the unfair computer access and the loading of software for game install, etc.

## はじめに

平成8年、情報処理センターに50台のWindows95システムの教育用パーソナルコンピュータが整備された(図1)。同年4月より学生利用を開始したところ、利用者の増加(時間の経過)とともに環境設定の変更、管理側の把握していないプログラムのインストールなど不都合を及ぼしている。こういった問題に対して本校の情報処理センターにおいてどういった対応策を講じているかを報告する。

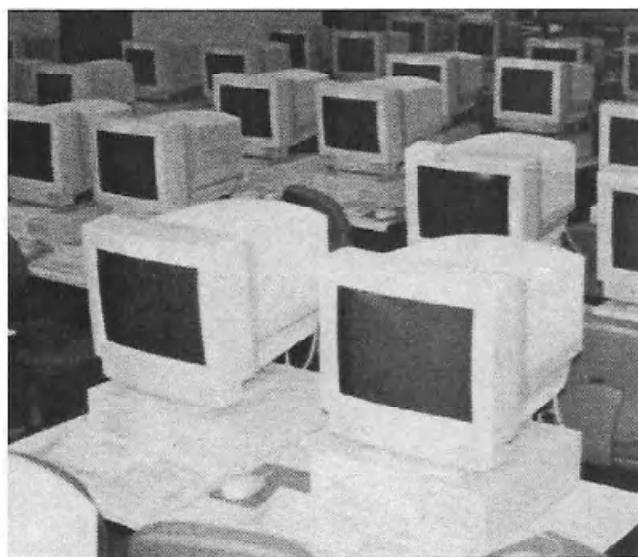


図1. パーソナルコンピュータ群

## 現在の環境

学生の利用するコンピュータのハードウェアとそれそれにインストールしているソフトウェアの主なものを示す。

### ハードウェア

- 1) DOS/V (Fujitsu FMV-5100D5) : 50台  
(Windows95)
- 2) プリンタ (Fujitsu XL-5200) : 4台
- 3) プリンタ LAN カード (FMLBP-LN 3) : 4枚
- 4) DOS/V (Fujitsu FMV-5166T 3) : 1台  
(Netware server) (図2)



図2. Netware server

## ソフトウェア

- 1) Microsoft Office Professional
- 2) Microsoft Works
- 3) Visual Basic Version 4.0
- 4) Visual C ++ Version 4.0
- 5) Winbiff
- 6) Netscape Navigator
- 7) その他

## 教育施設利用での課題

一斉授業を考慮するときまず必要なことは、利用環境が全体で統一されていることである。また、安定なシステムが要求される。現在OSはWindows95であり、GUI環境により簡単なマウス操作で作業を行うことができ、個人の好みの環境を作ることも可能であるが、同時に複数の利用がある施設では、一台一台の環境が変わってしまい、授業での指導にはその変更しだいでファイルの階層構造に相違があったり、あるべきものがなかったりと不都合が生じ易い。また、システム関連のファイルの移動、削除が行われる可能性があり恶意のない簡単な操作で次回からシステムが起動しない恐れがある。

また初心者には見た目が隣りと同一でない不安を感じるようであり、そういった意味ではデスクトップ環境も統一した方が望ましい。

## 利用者、管理者の求めるもの

次に、利用者(学生、指導者)、管理者それぞれがどのようなことを求めるのかを整理しておく。

### 利用者(学生、指導者)

1) 利用者は基本的にコンピュータを自由に使いたい、使わせたい、と思っているが、指導者にとって、授業中のゲームの起動、関係ないプログラムの起動などは必要ない。2) 安定なシステム。3) 学生はいろいろなデータ(ファイル)を展開したい、インストールしたい。4) 印刷をしたい。5) 全体に配布したいファイル、1ヶ所に提出したいファイルがある場合の対応、といったものがあげられる。

### 管理者

1) なるべく自由に使わせたい。2) 安定なシステムを提供したい。3) 勝手にプログラムをインストールされては困る。4) ネットワーク資源(ディスク、プリンタ)の利用権限管理をしたい、などがある。

## 要望に応えるために

### 1) ネットワークサーバ

Netware serverを導入し、クライアント起動時に求

められるユーザ名とパスワードを管理し、ネットワーク資源(ディスク、プリンタ)へのアクセス権限を管理している。

設定作業時はクライアントからサーバにアクセスし、Netware administratorでユーザ管理、資源管理をする。ネットワーク資源へのアクセス権はユーザごと、グループごとに設定が可能であり、これにより指導者は読み書きが可能、それ以外は読むだけ、あるいは書き込むだけ、といった共有ディスクを提供できる。

ネットワークプリンタを使うためにも利用している。プリントサーバとしての機能はLANカードに任せ、ファイルサーバとして利用している。

設定はプリンタLANカードに添付されているユーティリティディスクを利用し、MS-DOSから、

### (1) 動作モードの設定

```
lpconfig |lan card serial number| n = e mode = PS
```

### (2) インストーラの起動

```
psinstal
```

ファイルサーバ、Lanカードシリアル番号、プリントサーバ名、プリントキュー名の設定を行う。

### 2) 設定ファイル(図3)

Poledit.exe(Windows95 OS CD-ROM)で作成したファイル(config.pol)をネットワークサーバのディレクトリ(sys ¥ pub ¥)において。これによりコンピュータが起動の度に設定を読み込み設定環境を実現する。

設定は複数のユーザごと、コンピュータごとに行う。これにより容易な管理を実現した。

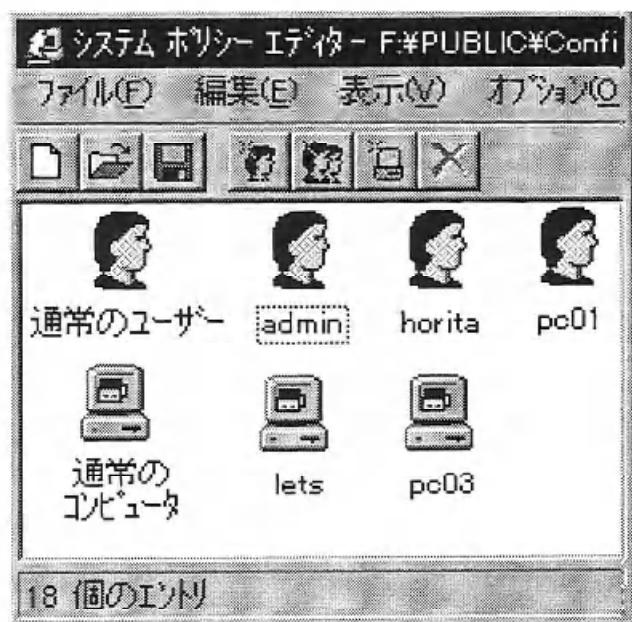


図3. 設定ファイルを開いた様子

また、設定ファイルをネットワークサーバにおくことで、一つのファイルを操作するだけで環境変更が可能となった。

現在は実行可能アプリケーションの指定、環境設定変更制限、スタートメニューの変更を行っている。その他には、起動時の実行プログラム指定（利用者調査プログラム（後述））を行っている。

ここで、Poledit.exeによる設定の様子を示す。

#### (1) 実行許可アプリケーション指定（図4）

実行可能なプログラムを指定することでそれ以外の起動を制限する。これによりファイルの展開をすることも禁止できるし、勝手にプログラムをインストールすることを禁止することも出来る。

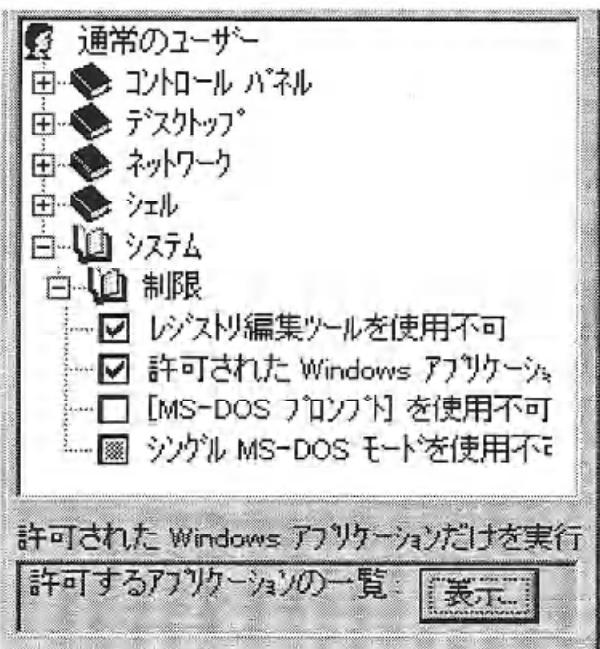


図4. 許可アプリケーション指定

#### (2) 環境設定変更制限（図5）

コントロールパネルの中の項目を制限することを可能とする。画面のプロパティーについては起動時は同じ画面を表示させるような設定としている。

#### (3) スタートメニュー変更（図6）

メニューから“設定”項目を削除している。プリンタの追加、削除を禁止し、(2)で示したコントロールパネルを操作できないものとしている。

以上の設定はユーザごと、コンピュータごとに設定することが出来ることから管理者と一般ユーザと区別することで管理しやすいものとなっている。

なお、ここで設定したファイルはNetware serverのsys\$\pub\$にconfig.polという名前で置く。

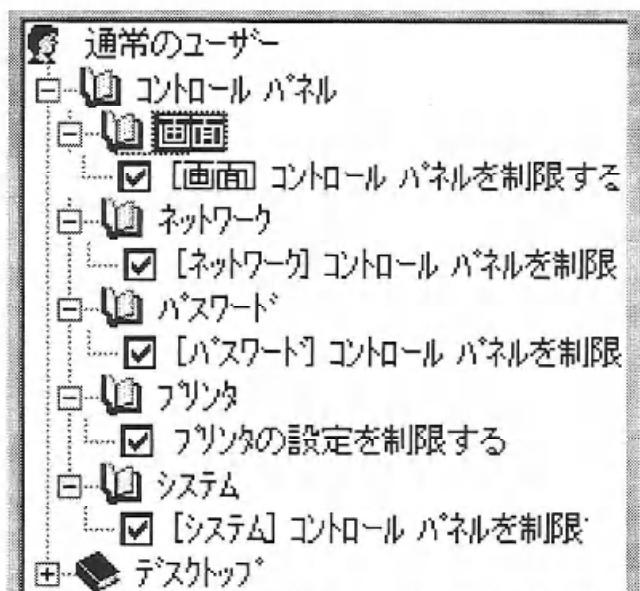


図5. 環境設定変更制限



図6. スタートメニュー

#### 利用者調査プログラム（図7）

ネットワークディスクに調査プログラムをおき、クライアント（利用者）がコンピュータを起動するたびに調査プログラムが起動する。ただし、このプログラムは、起動時の時間をみて授業時間には何もしないで終了する。それ以外の時間では利用者名、クラス、学科、利用目的などの情報の入力を求める。なおこのプログラムはVisual Basicで自作したものである。

調査ログは、日時、曜日、時間帯、コンピュータ名、使用者、クラス、学年、目的を記録する。この記録は月単位でファイルに保存されており、表計算プログラムで解析できる（表1）。

### 残された課題と今後

これだけの方法をとってもシステム関連のファイルを移動・削除されたり名前を変更されてしまうと安定

な環境を提供するという目的は達成できない。

今後は平成12年2月にハードウェアのリプレースを迎えるので、教育に適したシステムや管理環境の在り方を検討していく予定である。

### 参考文献

- 1) Windows95 : Microsoft Windows 95
- 2) Netware server : Novell-Netware 4.11J

図7. 利用調査プログラム起動画面

表1. 調査ログ

日付	曜日	時間	時間帯	学年	クラス	番号	氏名	利用マシン	目的
1	wed	12:44:44	lunch	5	m	32	matuo sin	PC46	etc
1	wed	12:45:09	lunch	5	m	32	matuo sin	PC45	etc
1	wed	12:47:15	lunch	5	m	8	salamoto	PC08	etc
1	wed	12:50:10	lunch	4	c	40	re mo	PC17	wed
1	wed	12:51:09	lunch	5	m	32	matuo sin	PC47	etc
1	wed	12:52:08	lunch	2	m	5	asai	PC18	mail
1	wed	12:55:13	lunch	1	e	6	umezaki	PC40	club
1	wed	12:57:44	lunch	1	c	29	nakamura	PC43	etc
1	wed	12:57:49	lunch	1	e	7	egashira	PC41	etc
1	wed	12:58:00	lunch	1	c	39	yamamoto k	PC44	wed
1	wed	12:58:33	lunch	1	e	43	Y Yoshitani	PC48	wed
1	wed	12:58:36	lunch	1	a	41	Wonder	PC35	kadai
1	wed	12:59:31	lunch	1	c	5	ikeda K	PC45	etc
1	wed	12:59:33	lunch	3	i	12	sakai	PC11	etc
1	wed	12:59:38	lunch	3	e	8	kimura	PC12	etc

# 本校学生のパソコン利用傾向と コンピュータリテラシ教育への考察

山下 巖

〈平成10年9月30日受理〉

On a Trend of the Personal Computer Access  
and  
the Education for Computer Literacy of Our School

Iwao YAMASHITA

In this paper, we have investigated a trend of the computer access by the students of our school. As a result, it was found that we must modify the approach of computer literacy. Therefore, an idea on the education for computer literacy of our school is proposed.

## 1. はじめに

本校では、平日及び土曜日の平常授業時間外にパソコン室の学生への自由使用を認めている。そこで、パソコン室の利用の管理方法とその利用状況把握の統計集積方法を工夫した。そして、その集計結果から、判断される最近の学生のコンピュータへの関心の傾向を分析して、今後のコンピュータリテラシー教育への方向性を本校での情報処理教育担当者との議論と関連させながら検討して、一つのコンピュータリテラシー教育のモデル案を作る。

さらに、ハード面からの考察で、次期情報処理教育用パソコンシステム構築への検討も考える。

## 2. パソコン利用状況統計システム

パソコン室は、平日は、授業として使用しない昼休み12時40分から13時30分と16時20分から20時（図書館棟と同一建屋のために、図書館の夜間開館時間と合わせている）までは、本校の教職員・学生は自由に使用できるような制度を作り運用している。土曜日は、午前10時から16時まで、これも図書館開館時刻と同期させている。

本校では、パソコンのOSをWindows95を用いてい

図1 利用登録画面

る。パソコンの電源を投入すれば、Windows95がスタートして、初期登録用の画面が表示されるので、所定の登録をしなければ、アプリケーションソフトを使えないようにした。本システムは、Visual Basicを用いて作成したもの（システム制作は本校情報処理センター堀田孝之技官）であり、設定画面は図1の通りである。

このようにして、登録したデータは学生の教育用ネットワークサーバ上に蓄積集積されてExcelなどのスプレッドシートのソフトを使って、統計処理ができる。その結果の一例が表1である。

\* 本論文は、平成10年8月25日奈良市で開催の「第18回高専情報処理教育研究委員会研究発表会」（主催：高専情報処理教育研究委員会）で発表したものと骨子とする。

表1. パソコン利用集計

平成8、9、10年度パソコン室時間外利用状況

	8年度	9年度	10年度	合計
1年	210	891	951	2052
2年	54	463	799	1316
3年	19	418	313	750
4年	8	365	337	710
5年	24	245	335	604
その他		69	163	232
合計	315	2451	2898	5664
留学生	1	143	161	305
土曜日	1	214	214	429

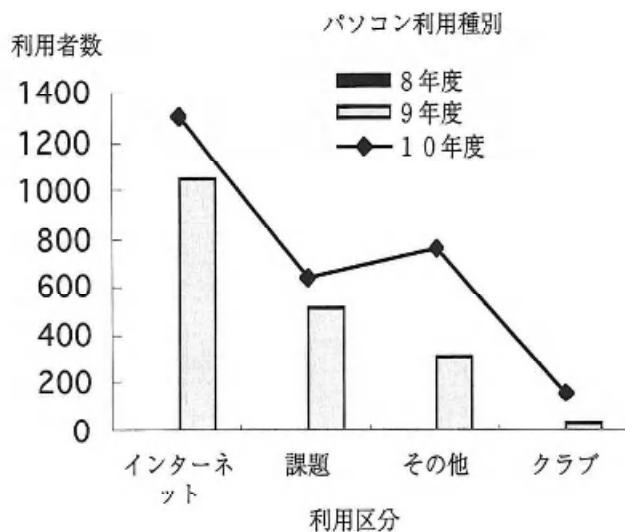


図3 パソコン利用種別

パソコン利用区分

	8年度	9年度	10年度	合計
インターネット		1055	1309	2364
課題		526	644	1170
その他		312	771	1083
クラブ		43	164	207

### 3. 分析結果と利用傾向

上記のように、月々に集計されたデータは平成8年4月から平成9年12月半ばまでは学生が利用申請した用紙を集計して、平成9年12月半ば以降から平成10年6月までは前期の初期登録画面から集積したデータをもとに整理したものが図2と図3である。

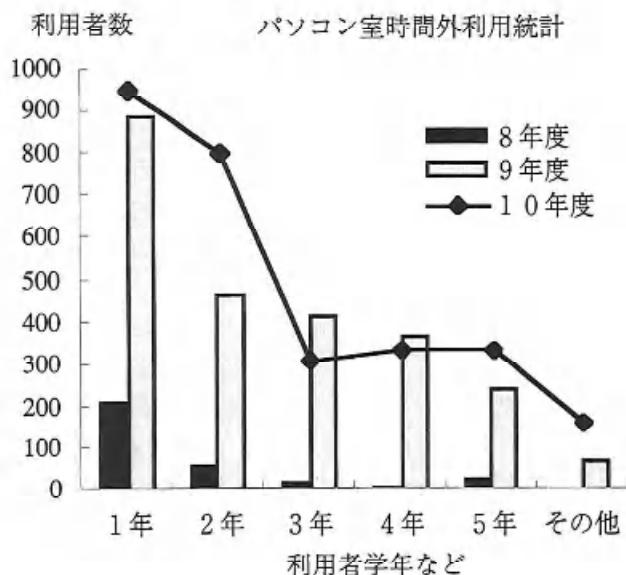


図2 パソコン利用統計

傾向を見てみると明らかのように、低学年の利用とWebページ検索や電子メールなどのインターネット関係の利用が圧倒的に他を上回っている。低学年の利用が多いのは、本校でのWindows教育が平成8年度入学生からあることに依存していると思われるが、他方では、耳さとい高学年の学生も聞きつけて、早くマスターしている者が、知らない人へ教え合いながら、自学自習でマスターして、Webの検索、ワープロ、表計算などは利用している状況である。関心があれば、特別の指導なしでも操作をマスターしていく状態が現出している。これは、低学年のWebページ検索への関心についても、同じ状況が生まれ、ことさら教えなくても、早くマスターした者が知らない者へ伝授して、マスターしていく教育効果はすばらしいものがあるを感じている。ただ、そこには興味からだけの操作技術マスターがあるので、系統的な情報処理教育としての学問的なまとめを示唆してやる必要はあるようであるが、とにかくも関心があれば、学ぶ動機・未知のものへの興味の道しるべは簡単につけさせることが出来るようである。

このような動機付けが、将来の専門学科での情報処理教育へ滑らかに接続できる情報処理基礎教育の在り方をどこにおくべきかのヒントが得られる。Web検索以外の他の面へのコンピュータ利用の関心へ導く糸口として使えると思われる。そこで、次節では、本校で取り組んでいる情報処理基礎教育と専門学科での情報教育との接続性の検討と他の学会<sup>1)</sup>や文献<sup>2)</sup>で論じられている情報教育の内容と関連させて、本校コンピュータリテラシ教育への考察を行ってみる。

#### 4. 本校コンピュータ教育への考察

本校では、情報処理基礎教育部分を、出来る限り一人の教官で主に1年生の間に学科横断的に共通科目として持つというシステムを平成6年度から実施してきた。そして、2年生以上の専門学科での情報処理教育へ接続させていくような情報教育システムを確立して、現在に至っている。

この際、基礎教育に必要な内容が、学科の専門性に係わるバックグラウンドの違いによって、まちまちであり、共通科目として位置づける難しさが生じる。他方、中学の情報教育の完成度にも中学によって違いがあり、どの辺に内容の精粗を置いたらよいかが例年迷う所である。

小学校においては、平成11年度までにパソコンが1校あたり22台、中学校と高等学校はそれぞれ、42台の環境構築が目標であり、ネットワークの環境は平成13年度までにすべての中・高等学校に、平成15年度までにすべての小学校にインターネット環境を整えるという構想がある<sup>3)</sup>。中、中学校でタイピングはすでにマスターしてくるのか、あるいは通り一辺の情報教育で終わってくるのか、または指導者が不足気味でどれくらいの熟練した情報教育が施されてくるのかがまだはつきりしない。また、普通高校でも平成9年11月に出された教育課程審議会の中間まとめ<sup>1), 3)</sup>によると、情報教育が本格的に導入されるという。そうなれば、コンピュータを誰もがごく自然に扱って、情報の處理及付加価値を持つ情報へと加工することができるようになる。

このように周囲の環境が動いていることを考慮しながら、高専としての独特の情報処理教育を確立する必要性がある。

そこで、最近本校で情報教育への各学科の考え方につき情報交換した経過を紹介してみる。学科により、情報教育に関する考え方、重点の置き方はまちまちである。以下にそれぞれの専門学科での情報教育の内容をあげて比較してみる。

以下に、アンケートの回答として、各学科から出された原文に沿って載せているので、書式が統一したものにならない点お許し願いたい。

#### 機械工学科

4 M コンピュータの歴史、ハードウェア構成、2進数計算、アセンブラー、電子メール、インターネットを用いた情報検索、簡単なアルゴリズムと情報理論

5 M 数値計算プログラム（ポケコンとC言語）方程

式、補間、近似、多変数回帰、数値積分、微分方程式、行列

#### 電気工学科

##### [2 E 情報処理]

最初は、ハードウェアや専門用語等の基礎的な知識や、telnetの使用に際し、必要なunixの極々基礎的な事項に関して講義を行っている。6月頃から、C言語について講義、演習を行っている。C言語は、分岐や反復構造を用いた簡単なプログラム、配列を用いたプログラミング程度の基礎的な部分について、授業は、講義（教室）、演習（情報処理センター）が半々程度。  
[3 E 情報処理]

2年生からの続きでC言語について授業を行っている。具体的には、前期はユーザ関数の作成、ポインタなどについて、後期は簡単な数値計算などを例にとり実用的なプログラム作成を行う。

##### [4 E 情報処理]

表計算ソフトを用いて数値計算の基礎に関して授業・演習を行っている。昨年度の内容は、表計算の使い方、浮動小数点形式、Newton法を用いた方程式の求解、台形公式を用いた数値積分、Euler法を用いた微分方程式の解法など。数学・応用数学の応用と電磁気・電気回路の計算演習を兼ねた内容を目指したが、そこまで至らなかった。

5 E 「計算機工学」、「計算機工学特論」等の専門科目あり。

#### 電子情報工学科

1 I コンピュータ概論、Windowsの基本操作、ネットワークの利用、平行して「情報演習」でタイピング、WordとExcelを行う。

2 I ワークステーション演習、コンピュータネットワーク演習、構造化プログラミング、C言語（データ型、制御構造、関数）。

3 I C言語（配列とポインタ、構造体・共用体、ライブラリー関数、ファイル操作、応用）。

4 I, 5 I 「算法概論」、「数値計算法」、「言語処理系」、「システムプログラム」、「データベース」等の専門科目多数あり。

#### 物質工学科

2 C Excelの表計算機能、グラフ機能、データベース機能など基本的な使用法を修得させる。

3 C Excelのさらに発展的な機能を活用し、効率よく作業をすすめるテクニックを修得させる。

**建築学科**

(建築学科2年生前期)

**◎情報処理概要**

- ・情報処理と建築との関連について
- ・PCに関する基本的な用語や操作  
(例:OSについて・FDの取り出しやフォーマットの仕方・アイコンとはetc.)

**◎インターネット関連(電子メール&WWW)**

- ・インターネットの仕組み  
(ビデオなども利用)
- ・インターネット関連アプリケーションの使用方法  
(例:添付ファイルつきメールの送信方法etc.)

**◎プライムタッチ**

- ・定期的に試験をして到達度の確認

**◎表計算**

- ・表計算に関する一般事項(必要であればビデオを利用)
- ・表計算ソフトの建築への応用
- ・実験実習や卒業研究において簡単なデータ処理ができるように表計算ソフトの利用方法と基本的な操作方法の取得

**◎論文作成**

- ・論文作成に関する一般事項
- ・論文作成ソフトの建築への応用
- ・図およびグラフを挿入した簡単な論文が作成できるように論文作成ソフトの利用方法と基本的な操作方法の取得(論文作成ソフト以外からデータの挿入も含む)
- ・基本的な論文の書き方

(建築学科2年生後期)

**◎建築におけるプログラミング能力習得の意義、高級言語の種類と特徴、MS-DOSなど****◎Visual C++による、プログラミング演習(コマンドライン・コンパイラを使うことにより、これまでのMS-DOSでの演習と同様なことができる)**

以上から、分かることおり、機械、電気と電子情報工学科以外は、プログラミング言語の教育には、さほど重点をおいていない。一応、専門で使用されている言語の骨格を教えておけばよい程度の取り扱いである。アプリケーションソフトによる専門に関係したデータ処理法と技術レポート作成能力が培われれば良いということである。

機械、電気、電子情報工学科においても、言語をいくつもやるというよりも、精選して構造化の容易なC

言語あたりをしっかりとじっくり理解できるまでやるというスタンスを取っている。上で述べた内容の修得と並行してパソコンの動作原理、仕組み、用語などをマスターさせると考へて教育がなされている。

一方、本校の現在の情報処理基礎の教育内容は、以下の通りに行われている。

**情報処理基礎 2単位**

機械工学科	1年／2年
電気工学科	通年
物質工学科	通年
建築学科	通年

1年生(電子情報工学科を除く、平成10年度より電子情報工学科教官で基礎教育を担当)を対象に、情報機器に慣れ親しむ機会を与え、コンピュータとその応用の仕方を教え、「使う」習慣を身につけさせる事を目標とする一般情報処理教育を行う科目と位置づけ実施されている。

基礎的事項を初心者にわかりやすくするために、講義と演習とを並行して行う。基本システムとしてのWindows95の概要と基本操作、ファイル管理についての授業を行う。TYPEQUICKによるタイピングの練習を行い、コンピュータ利用の重要な応用プログラムとして、ワープロ、表計算の利用を行っている。また、ネットワークの利用として、wwwのアクセス、メールの使用を行う。

後期は、オブジェクト指向言語によるプログラミングの実習を行う。

前述の専門学科の考え方とこの基礎教育との間の整合性を考えるという観点で、両者の情報担当の関係者との研究懇談会\*で出された意見を集約すると、基礎教育におけるコンピュータリテラシはコンピュータに慣れ親しむことと基本的なコンピュータの仕組み、用語、ハードの取り扱い法などを十分マスターさせる方が適当である。専門学科でのコンピュータ教育の導入としてのパソコン用語、装置の取り扱い法などがきちんと理解できていることが重要であり、そこをしっかりと教えてもらっておけば十分であるとの意見が多かった。

情報関係の授業が現在検討中のカリキュラム総単位数削減のあおりを受けると、余裕をもって情報処理に費やせる時間が不足してくることになり、基礎教育の

\* アンケートに基づく資料収集と各学科の情報教育担当者による情報交換会議

段階でプログラミングまで手を伸ばせないのでないかとの意見が大勢である。前述の情報化社会の基盤整備が進められると、中学校でも、現在より以上にコンピュータ操作を体験することから考えても、もっと根本的なコンピュータ教育を徹底した方がよい。中学から受け入れる高校などの教育法を横目に見ながら検討を重ねていくべきであるとの意見集約がなされた。

そこで、私案であるが、私が昨年度と本年度の2年度にかけて2単位の基礎教育内容を作成してみた。昨年度から今年度にかけての機械工学科1年生から2年生対象の教育で採用しているところである。

#### 「1年機械工学科」 1単位

##### ○コンピュータ概論

歴史、コンピュータの仕組み、主要ハードウェアの説明、ソフトウェアの説明

##### ○情報の取り扱い

情報の定義、デジタルとアナログ情報の違い、情報の単位、情報の記憶方法

##### ○情報と通信、ネットワーク社会

##### ○インターネットの仕組みとモラル

##### ○Windows95の操作

##### ○キーボードの操作

##### ○タイピング習熟

#### 「2年機械工学科」 1単位

##### ○ワープロソフトの仕組みと操作

##### ○お絵かきソフトの仕組みと操作

##### ○表計算ソフトの仕組みと操作

##### ○3種のアプリケーションソフトの連携使用

##### ○インターネットの仕組みとネチケット

##### ○Web検索、電子メール操作

##### ○Web検索を利用した調査研究

(グループ作業・個人研究)

##### ○プレゼンテーション

(上記研究内容を班毎にプレゼンテーション資料を作成し発表)

プログラムに関しては、プログラムの必要性は講義で話すが、実際のプログラム作成技術に関しては講義ができるだけ後回しにしていく。専門教育の段階で集中的に重点的に実施していくのがよい。

#### 5. 次期システム更新への考察

本校のパソコンシステムはレンタルである。後2年で更新時期をむかえる。そのとき、どのようなシステムにするかは、各高専のレンタルリプレース状況を参考にして、検討してみたい。一応の考えでは、OSに

WindowsNTを考えている。ネットワーク構築の容易性とシステム管理や学生の悪戯防止策の面でポリサーバの構築の容易さから好都合であるので、採用を検討中である。高専だから、コンピュータの原理や動作の仕組みを教えることを目的としたシステムであればいい。パソコン操作の容易な、素人が使いやすいパソコンである必要はないであろうという考え方からの検討である。今後、各学科の専門教育との関連を考慮して、情報処理センター運営委員会で議論を重ね、よりよい教育システムへ再構築してゆくつもりである。

#### 6. おわりに

本校の学生のパソコン時間外利用状況を分析すると、低学年の利用が多く、最近のパソコン普及の傾向から予測されたことではあるが、インターネット利用が非常に多かった。

従って、これらの傾向を情報教育への関心の動機付けに使って、教育内容を検討することは非常に大切なことであろう。パソコン拒絶症を起こさずに高度な情報教育の内容への導入口として、パソコンへの関心をつなぎ止め得るものとして考慮する価値は大いに存在する。

そこで、本校の一部で採用されているように、情報基礎教育の内容をインターネットを中心に設定した教材を工夫して、情報教育担当者の意見を考慮しながら、筆者なりの基礎教育のモデル案を提案してみた。さらに、将来のパソコンは情報教育の容易性のみならず、ネットワークの構築やシステムの維持・管理の容易性を確保できるOSを採用する方が妥当であるとの方針を一応確認している。

情報処理教育界の動向はめまぐるしく変遷するハードウェア、ソフトウェア環境に依存する。そのために、常に、情報教育によりよい最適・最新のハードウェア、ソフトウェアを整備することを検討していくべきで、それと並行して教育内容・方法の改善を怠れないのが、情報教育界の今後の姿と思われる。その意味で基礎教育に何を捉えるかは毎年でも検討していくかなければならない問題であろう。これからも、各学科の情報教育担当者間の研究交流会を持つことが、本校の情報処理教育を確立していく上で大切なことであろうと思われる。情報教育担当者間での意見交換が高まる 것을期待したい。情報処理センターはそのインターフェース役を果たしていくつもりである。

最後に、本論文は、本校情報処理センター堀田孝之技官の援助と情報処理センター運営委員会および情報教育担当者の有益な議論のもとに構成されたことを付記して謝意を表したい。

## 参考文献

### 1) 日本高専学会において配布された資料

田中喜美（東京学芸大学）：

「情報教育」をめぐる政策動向と技術・職業教育の課題、技術教育研究会第23回公開研究会（1998年5月17日）

田中喜美（東京学芸大学）：

「情報教育」と技術教育、特集2 教育課程改革の焦点

代表岡本敏雄 平成9年度文部省科学研究費補助金 基盤（A）（1）「高度通信社会での教師教育に関わる内容・制度・形態の総合的研究」：

高等学校普通科における独立教科としての“情

報”教科書の内容に関する意見書（中間報告）、日本教育工学会シンポジウム資料（1998年2月14日）

### 2) プロジェクト担当；関東信越地区国立工業高等専門学校

主管校；木更津工業高等専門学校：

低学年教育における教育内容及び指導方法の在り方、国立高等専門学校協会 教育方法改善共同プロジェクト 平成9年度中間報告書、平成10年3月

### 3) 清水康敬（東京工業大学）：

特集 情報ネットワークを活用した新しい学校教育 「海外の情報教育」、文部時報（1998年3月、NO. 1457, pp. 22~27）

# 電子情報工学科における低学年情報教育の検討と 組織間ネットワーク演習

松野良信・山崎直子・羽根由恵

〈平成10年9月30日受理〉

A Study of Education on Basic Computer Science at Dept. of Electronics and Information Engineering, and Communication Exercises on the Internet

Yoshinobu MATSUNO, Naoko YAMASAKI and Yoshie HANE

Today, the area of computers and computer networks is growing very rapidly. Education on computer science needs to follow this growing. Particularly, the education for lower grades students is more important, and contents of the education must be studied and improved continuously. In this paper, we present the improved contents of education on basic computer science at department of electronics and information engineering. This improvement has been carried out since April 1998, and affected 3 subjects. In addition, the contents have a survey of computer networks with exercises. Since 1996, the exercises have contained communication practices on the Internet. We also show the brief of this practice.

## 1. はじめに

近年のコンピュータおよびコンピュータネットワークの進歩は極めて目覚しいものがある。これに伴い、基礎的な情報関連教育についても、従来からのプログラミングを中心とした「電子計算機としてのコンピュータ」に関する内容にとどまらず、「道具としてのコンピュータ」も必要とされるようになり、コンピュータリテラシが情報処理基礎教育に含まれるようになっている。

有明高専電子情報工学科では、情報系学科として、低学年の情報関連教育について、プログラミング教育とコンピュータリテラシ教育の統合に向けて検討し、段階的に変化させてきている。特に平成10年度からは、1年次における教育内容の改編を行った。本稿では、この改編内容について概要を紹介し、今後について検討する。

また我々は、コンピュータリテラシ教育の一環として、平成8年度より組織間ネットワーク演習にも取り組んでいる。これは有明高専と豊橋技術科学大学、富山商船高専、都立航空高専の地理的に離れた組織の学生間で、主としてインターネットメールを用いた情報交換を行う演習である[1]～[6]。平成10年度は、同様の演習を参加学生を増員して実施した。ここでは、

有明高専電子情報工学科の立場から見たこの組織間ネットワーク演習についても報告する。

## 2. 現在までの経緯

今回かなり大きな教育内容の改編を行った。その内容を示す前に、これまでの状況と改編に至った経緯について述べる。

有明高専電子情報工学科では、学科設置(平成元年度)から平成6年度までの低学年での情報関係科目においては、基本的に1年次でPascal, 2年次でC言語, 3年次でアセンブラーを用いたプログラミングを中心とした内容を実施していた。この間は、独立した科目毎に内容を充実させていた。

しかし、年度毎に異なる言語を用いるためプログラミング教育自体が中途半端になる傾向がどうしても解消できないという問題が明らかになってきた。また、同時期に情報処理教育に対するコンピュータリテラシ教育の要求も高まってきた。そこで、学科のEWS環境が整備されたのに伴い、平成7年度からは、3年次で実施していたアセンブラプログラミングを、工学実験での実習と計算機工学(4年次)の一部に吸収し、2, 3年次の2年間でC言語のプログラミング教育を行うことにした。これと同時に、時間的な余裕ができたのを利用して、2年次のプログラミングに、専門学科に

おける導入教育として UNIX を用いたリテラシ教育も取り入れることにした[3]:

さらに、平成 8 年度からは有明高専の校内 LAN の整備および情報処理センタの教育用システムのリプレイスに伴い、全校的な 1 年次の情報処理系科目が、他学科と内容をほぼ統一して、共通専門で実施されるようになった。この科目では、学科にとらわれず工学基礎としてプログラミングよりもコンピュータリテラシーを重要視した内容となっていた[7], [8]。有明高専電子情報工学科では、情報処理基礎がこの科目に相当している。

そして、平成 10 年度からは上記のような経緯を踏まえ、情報系学科として低学年での情報系科目の内容をさらに充実させる目的で、内容の構成に変更を加えた。

### 3. 教育内容の検討

前節で述べたように、平成 10 年度から 1 年次の科目の内容に変更を行ったわけだが、具体的には今までの 1 ~ 3 年までの情報関連科目(情報処理基礎・プログラミング)に、1 年次の工学演習も含めて統合的に連続性を考慮しながら内容を検討した。これにあわせて、従来共通専門の教官が担当していた 1 年次の情報処理基礎を専門学科の教官の担当に変更した。

この改編の結果により、1 年~3 年までの内容は大まかに次のようになった(情報系の内容のみ)。

#### 情報処理基礎(1 年次)

- ・コンピュータの歴史と概念
- ・Windows95 の基本操作
- ・ネットワークマナーの概要
- ・電子メール送受信
- ・Web ブラウジング
- ・プログラミング入門

#### 工学演習(1 年次)

- ・タイピング
- ・文書処理と画像入力
- ・表計算
- ・ポケットコンピュータの操作

#### プログラミング(2 年次)

- ・OS の概念
- ・UNIX の基本操作
- ・基本的ネットワークマナー
- ・ネットワークの活用
- ・基礎プログラミング

#### プログラミング(3 年次)

- ・UNIX の応用操作
- ・応用プログラミング

ここで、各科目に含まれるプログラミングに使用する言語は、すべて C 言語に統一した。これは、数多くの言語を教える場合、プログラミング教育が文法を中心とした内容になりがちで概念的な理解が難しく、また前述のように各プログラミング言語についても中途半端な理解に終わる可能性が高いためである。むしろ、あるプログラミング言語を十分に理解できてさえいれば、他のプログラミング言語を修得することは比較的容易であるので、授業として複数の言語を扱うよりも有効であると考える。

また、2, 3 年次の科目では、前回の変更時から大きな構成変更是行っておらず、実質的に授業内容が、前倒しになる形となっている。これにより、プログラミング教育にも時間的なゆとりが生まれ、演習などの充実が可能になると考えられる。

さらに、各科目間では多少重複する内容が含まれていることが分かる。これは、繰り返し指導することで、学生の理解を含める目的である。

### 4. 組織間ネットワーク演習

前述の 2 年次のプログラミングの中には、「ネットワークマナー」と「ネットワークの活用」に関する項目が含まれている。これらの内容は、近年のインターネットなどの普及により、急激に必要とされるものと考える。しかし、講義と従来型のクラス・教室内のでの演習では、実感的に理解することが難しく、操作方法が中心になりがちと思われる。

そこで、我々は平成 8 年度から豊橋技術科学大学を中心とし、有明高専、富山商船高専、都立航空高専の組織間で、主として電子メールを使った情報交換を行う演習を試みている[1]~[6]。平成 9 年度の演習では、豊橋技科大の知識情報工学実験(3 年生 50 名)の「情報基礎・作文技術」のグループ課題でのメーリングリストに、有明高専電子情報工学科(2 年生 46 名)、富山商船電子制御工学科(2 年生 46 名)、航空高専電子工学科(5 年生 6 名)の 3 高専の学生も加わり、電子メールを利用して議論・情報交換を行い、最後にレポートを作成させた。

これは、有明高専の学生にとって、実際に地理的に距離の離れた組織の学生と情報交換を行うことで、実体験に基づくネットワークの理解の助けになったのではないかと考えている。

平成 10 年度も同様の演習を行ったが、平成 9 年度までとはメンバの構成、学生に対する課題の提示などが、富山商船と航空高専で変更された。さらに、一部には香港理工大学の学生も参加した。

#### 4.1 演習の概要

先に述べたように、演習はメーリングリストを使った電子メールによる情報交換がメインとなる。メーリングリストは、表1のようなメンバで、組織の枠を超えた16個のグループ(16~18人程度の学生とTA及び指導者)を構成し、豊橋技科大の教育用計算機システムに、XX@edu.tut.ac.jp(XXはグループ名)のように用意してもらった[9]。また、演習の後半からは、こ

表1 メーリングリストのメンバー

豊橋技術科学大学 知識情報工学系	3年生: 51名 TA: 4名 指導: 河合
有明高専 電子情報工学科	2年生: 41名 指導: 松野, 山崎, 羽根
富山商船高専 電子制御工学科	2年生: 42名 1年生: 46名 指導: 梶, 早勢
都立航空高専 電子工学科	2年生: 92名 指導: 鈴木

のうちの4つのグループに、それぞれ11~12名の香港理工大学の学生(計46名)も加わった。

このメーリングリストで、自己紹介から始まり、各種情報を交換する演習である。課題は各組織でのこの演習の位置付けにより異なり、有明高専では「高専」、「技科大」、「香港」に関係した主題の選定から、資料集め等を行い、最終的には4000字程度の文章を作成する課題を与えた。参考までに、豊橋技科大では5000字程度の作文が課題として出されており、富山商船・航空高専では特に文章作成の課題は提示されていなかったようである。いずれの組織の場合も、電子メールの送受信を行うことは最低限の条件であることについては同一である。

#### 4.2 有明高専電子情報工学科での位置づけ

この演習に、有明高専は電子情報工学科の2年次のリテラシ教育の一環として参加することにしたのは前述の通りである。特にインターネットをより現実的に体験できると考え、電子メールをはじめとするネットワークツールの利用法などを講義を交えて学びながら、ネットワークマナーの習得を目指した。また当然メーリングリストでの議論を進めながら文書を作成すること自身も、有益な体験となると考えている。これらより、有明高専としてのこの演習における主な目的は、昨年度と同様に、

- ・インターネット上のコミュニケーションの実体験およびその理解
  - ・インターネット上のマナーなどの習得
  - ・文書作成技術の体験
- とした。

#### 4.3 演習の結果と検討

演習は5月始めよりメーリングリストが開設され、実際に電子メールが流れ、約2ヶ月弱にかけて電子メールを使った議論や情報交換が行われた。この期間にメーリングリストに出された電子メールの総数を表2に示す。

表2 電子メールの数

年 度	電子メールの数
平成8年度	880
平成9年度	756
平成10年度	749

これを見るとわかるとおり、電子メールの数が、平成9年度とほぼ同じであることが分かる。これは、意味のないメールを含めた総数であり、参加学生数がかなり増加した(国内4組織で平成9年度比1.87倍、香港の学生を含むと2.15倍)ことを考えると、むしろ半減に近い状況であるといえる。

メールの総数で演習の成果を判断するのは、正確でないかもしれない。しかし、このメール総数の減少は、我々が演習を行っている時期に「例年に比べて情報交換が活発でない」と感じていたものを、その一側面ではあるが、ある程度表しているといえるだろう。

過去に比べて情報交換が活発になされなかつた原因を考察すると、1) 平成9年度よりも技科大と有明高専の進度に差が生じたことや、2) 富山商船と航空高専がネットワークの実体験に専念したことなどが挙げられる。今後実施する際には、ある程度共通の話題で議論できるような環境を整備する必要がある。また、参加学生の増加にスタッフ側の対応できていなかつた可能性もある。このような点を上げると、平成10年度の演習は成功したとは言い難い。

しかし、学生のネットワークに関する興味や実体験に基づく理解は、組織間演習を行わない場合よりも、はるかに効果的であったと考える。有明高専の学生は4000字程度の文章を作成したわけだが、そのための情報収集には電子メールの交換だけでなく、Web等のネットワーク上の情報をはじめとして、書籍等も活用しそれらを有機的に関連付けていたようである。また、提出された文章では、テーマを「高専」、「技科大」、「香港」に関することにしたことで、自分自身の立場を再考する学生が相当数見られた。これらのことを考えると、有明高専としては、ある程度目的は達成できたものといえる。

## 5. まとめ

本稿では、有明高専電子情報工学科で検討し改編した低学年における情報関連科目の内容と、その中でコンピュータネットワークのリテラシ教育の一環として実施した組織間演習を報告した。

情報系科目の内容や構成については、今後もモデルカリキュラム等[10]を参考にしながら検討を行う必要がある。その際、コンピュータネットワークに関する教育は必要不可欠であると考える。そのためにも実体験に基づく演習は、きわめて有効なものであり、改善しながらカリキュラム中に含めるのが望ましいと考える。

今後については、組織間演習や今回の情報関連科目の内容・構成変更が、さらに有効に生かされるよう検討していきたい。

## 謝辞

情報処理基礎の変更に際して、有明高専電子情報工学科森紳太朗助教授、有明高専共通専門山下巖教授、同河村豊實助教授には大変なご尽力をいただき、誠にありがとうございました。また、組織間演習を、我々と共に実現してくださった豊橋技術科学大学河合和久助教授、富山商船高専早勢欣和講師、同梅伸司講師、都立航空高専鈴木弘助教授に心より感謝いたします。さらに指導をサポートしていただいた豊橋技科大のTAの方々、ならびに関係各位に心よりお礼申し上げます。

## 参考文献

- [1]松野、河合、早勢、梅、鈴木：“情報教育におけるネットワークの利用,” 情報処理教育研究発表会論文集, 第 16 号, pp.23-26, 1996.
- [2]早勢、梅、河合、松野、鈴木：“教育とコンピュータネットワーク,” 情報処理教育研究発表会論文集, 第 16 号, pp.19-22, 1996.
- [3]松野、羽根、河合、早勢、梅、鈴木：“コンピュータネットワークと情報基礎教育,” 情報処理教育研究発表会論文集, 第 17 号, pp.179-182, 1997.
- [4]松野、山崎、羽根、河合、梅、早勢、鈴木：“情報リテラシ教育と組織間ネットワーク演習,” 情報処理教育研究発表会論文集, 第 18 号, pp.190-193, 1998.
- [5]梅、早勢、河合、松野、鈴木：“マーリングリストを用いた複数校での共同学生実験,” 平成 9 年度情報処理教育研究集会, 1997.
- [6]松野：“情報教育の導入段階におけるネットワークの利用,” 有明工業高等専門学校紀要, 第 33 号, pp. 1-5, 1997.
- [7]河村、山下、前川：“情報処理基礎教育へのパソコン・システムの利用と管理,” 情報処理教育研究発表会論文集, 第 16 号, pp.31-34, 1996.
- [8]河村、堀山：“Windows 環境下での情報処理教育,” 情報処理教育研究発表会論文集, 第 17 号, pp.119-122, 1997.
- [9] <http://www.ita.tutkie.tut.ac.jp/~kawai/pro-exp/98h10/>
- [10]情報処理学会，“短期高等教育における情報処理教育の実態に関する調査研究,” 文部省委嘱調査研究 平成 6 年度報告書, 1995.

# Note on Linear Holomorphic Maps

Tatsuhiro HONDA

〈Received 30 September, 1998〉

## 1. Introduction

The aim of this paper is to prove the following theorem.

**Main Theorem.** Let  $\|\cdot\|$  be a norm on  $C^n$  and let  $B = \{z \in C^n; \|z\| < 1\}$  be the open unit ball. Assume that every boundary point  $p \in \partial B$  is a complex extreme point of the closure  $\bar{B}$  of  $B$ . Let  $f: B \rightarrow B$  be a holomorphic map with  $f(0) = 0$ . Assume that there exist an open subset  $U$  of  $B$  and a totally real, real analytic  $(n-1)$ -dimensional submanifold  $X$  of  $U$  such that there exists a point  $a \in X$  with  $0 \notin a + T_a(X) \oplus iT_a(X)$ . If  $C_B(f(0), f(w)) = C_B(0, w)$  or  $\|f(w)\| = \|w\|$  holds for every  $w \in X$ , then  $f$  is linear on  $C^n$ .

Let  $\Delta = \{z \in C^n; |z| < 1\}$  denote the open unit disc in the complex plane  $C$ . Let  $f: \Delta \rightarrow \Delta$  be a holomorphic map with  $f(0) = 0$ . According to the classical Schwarz lemma, the inequality  $|f(z)| \leq |z|$  holds for all  $z \in \Delta$ . Moreover, if there exists a single point  $z_0 \in \Delta \setminus \{0\}$  such that the equality  $|f(z_0)| = |z_0|$  holds, then  $f(z) = \lambda z$  with a complex number  $\lambda$  such that  $|\lambda| = 1$ . This states a characterization of linear isometry.

We consider a generalization of the above classical Schwarz lemma to the open unit ball  $B = \{z \in C^n; \|z\| < 1\}$  in  $C^n$  for some norm. About the first part, by the Hahn-Banach theorem, we have  $\|f(z)\| \leq \|z\|$  for all  $z \in B$ .

About the second part, there exist counterexamples on  $C^n$ . That is, there exists a norm on  $C^n$  such that the second part does not hold.

As a generalization of the second part, J.P. Vigué [11, 12] showed that if every boundary point of the unit ball  $B$  in  $C^n$  with respect to some norm is a complex extreme point of  $\bar{B}$  and  $C_B(f(0), f(w)) = C_B(0, w)$  on an open subset  $U$  of  $B$ , then every holomorphic map  $f: B \rightarrow B$  with  $f(0) = 0$  is a linear automorphism of  $C^n$ , where  $C_B$  denotes the Carathéodory distance on  $B$ .

H. Hamada [3, 4] generalized the above classical Schwarz lemma by replacing an open subset  $U$  of  $B$  in the Vigué's assumption with some local complex submanifold of codimension 1. We note that a single point  $z_0 \in \Delta \setminus \{0\}$  is a complex submanifold of codimension 1 in  $C$ .

The author [6, 7] extended their results by replacing  $U$  with a subset mapped onto a non-pluripolar subset in the projective space. We note that an open subset is non-pluripolar.

Now we investigate a condition so that  $f$  is a linear holomorphic map on  $C^n$ .

## 2. Preliminaries

Let  $\Delta$  be the open unit disc in the complex plane  $C$ . The Poincaré distance  $\rho$  on  $\Delta$  is defined by

$$\rho(z, w) = \frac{1}{2} \log \frac{1 + \left| \frac{z-w}{1-\bar{z}w} \right|}{1 - \left| \frac{z-w}{1-\bar{z}w} \right|} \quad (z, w \in \Delta).$$

Let  $D$  be a domain in  $\mathbb{C}^n$ . We denote by  $Hol(D, \Delta)$  the space of all holomorphic mappings from  $D$  into  $\Delta$ . The Carathéodory distance  $C_D$  on  $D$  is defined by

$$C_D(p, q) = \sup \{ \rho(f(p), f(q)); f \in Hol(D, \Delta) \} \quad (p, q \in D).$$

A holomorphic map  $\psi : \Delta \rightarrow D$  is called a *complex geodesic* on  $D$  if

$$C_D(\psi(z), \psi(w)) = \rho(z, w) \quad (\text{for all } z, w \in \Delta).$$

The following propositions are well-known results (c.f. S. Dineen [2], M. Jarnicki-P. Pflug [8], E. Vesentini [9, 10]).

**PROPOSITION 2.1.**  $\psi \in Hol(\Delta, D)$  is a complex geodesic on  $D$  if and only if there exist distinct points  $z \neq w \in \Delta$  such that  $C_D(\psi(z), \psi(w)) = \rho(z, w)$ .

**PROPOSITION 2.2.** Let  $E$  be a complex Banach space with norm  $\|\cdot\|$ . Let  $B$  be the open unit ball of  $E$  for the norm  $\|\cdot\|$ . Then  $C_B(0, x) = C_\Delta(0, \|x\|)$  for all  $x \in B$ .

This proposition implies that the conditions  $\|f(x)\| = \|x\|$  and  $C_B(f(0), f(x)) = C_B(0, x)$  are equivalent.

Let  $V$  be a convex subset of  $\mathbb{C}^n$ . A point  $x \in V$  is called a *complex extreme point* of  $V$  if  $y = 0$  is the only vector in  $\mathbb{C}^n$  such that the function :  $\zeta \mapsto x + \zeta y$  maps  $\Delta$  into  $V$ . The following proposition implies the uniqueness of the complex geodesic on  $B$ .

**PROPOSITION 2.3.** Let  $\|\cdot\|$  be a norm on  $\mathbb{C}^n$  and let  $B = \{z \in \mathbb{C}^n; \|z\| < 1\}$  be the open unit ball. Assume that every boundary point  $p \in \partial B$  is a complex extreme point of the closure  $\bar{B}$  of  $B$ . Then for every complex geodesic  $\psi$  on  $B$  with  $\psi(0) = 0$ , there exists a  $y \in B \setminus \{0\}$  such that  $\psi(\zeta) = \zeta \frac{y}{\|y\|}$  for all  $\zeta \in \Delta$ .

The following proposition is showed in H.Hamada [3, 4], T. Honda [6, 7], J.P. Viguée [11, 12].

**PROPOSITION 2.4.** Let  $\|\cdot\|$  be a norm on  $\mathbb{C}^n$  and let  $B = \{z \in \mathbb{C}^n; \|z\| < 1\}$  be the open unit ball. Assume that every  $p \in \partial B$  is a complex extreme point of  $\bar{B}$ . Let  $f : B \rightarrow B$  be a holomorphic map with  $f(0) = 0$ . Let  $f(z) = \sum_{m=1}^{\infty} P_m(z)$  be the development off by  $m$ -homogeneous polynomials  $P_m$  in a neighborhood of 0 in  $\mathbb{C}^n$ . If  $C_B(f(0), f(w)) = C_B(0, w)$  or  $\|f(w)\| = \|w\|$  at a point  $w \in B \setminus \{0\}$  then  $P_m(w) = 0$  for all  $m \geq 2$ .

### 3 . Totally Real Submanifolds

Let  $X$  be a real submanifold of an open subset  $U \subset \mathbb{C}^n$ . Then  $X$  is said to be *totally real* if  $T_p(X) \cap iT_p(X) = \{0\}$  for all  $p \in X$ , where  $T_p(X)$  denotes the tangent space of  $X$  at  $p$ . The following lemma is proved in [5], when the dimension of  $X$  is  $n$  (cf. [1]).

**LEMMA 3.1.** Let  $U$  be an open set of  $\mathbb{C}^n$ . Let  $X$  be a totally real, real analytic  $(n-1)$ -dimensional submanifold of  $U$ . Then for every point  $a \in X$ , there exist an open subset  $\tilde{U}$  of  $U$  and an  $(n-1)$ -dimensional complex submanifold  $M$  of  $\tilde{U}$  such that  $a \in X \cap \tilde{U} \subset M \cap \tilde{U} = M$ .

*Proof.* From the condition of  $X$ , for every  $a \in X$ , there exist an open neighborhood  $\tilde{U}$  of  $a$  in  $\mathbb{C}^n = \{(w_1, \dots, w_n); w_j \in \mathbb{C}\}$  and an open neighborhood  $V$  of 0 in  $\mathbb{R}^{n-1} = \{(x_1, \dots, x_{n-1}); w_j \in \mathbb{R}\}$  and real analytic functions  $\psi_j (1 \leq j \leq n)$  on  $V$  such that  $\psi = (\psi_1, \dots, \psi_n) : V \rightarrow X \cap \tilde{U}$  is bijective with  $\psi(0) = a$ . Since  $\psi$  is real analytic, there exists a neighborhood  $W$  of 0 in  $\mathbb{C}^{n-1} = \{(z_1, \dots, z_{n-1}); z_j \in \mathbb{C}\}$  such that  $\psi$  is holomorphic on  $W$ . Then we obtain

$$\text{rank} \frac{\partial (\psi_1, \dots, \psi_n, \bar{\psi}_1, \dots, \bar{\psi}_n)}{\partial (x_1, \dots, x_{n-1})}(0) = n-1. \quad (3.1)$$

We set  $M = \{ \psi(z'); z' = (z_1, \dots, z_{n-1}) \in W \} = \psi(W)$ . We will show that  $M$  is an  $(n-1)$ -dimensional complex submanifold of  $\tilde{U}$ , shrinking  $M$  and  $\tilde{U}$ , if necessary.

Now, we have  $(\psi_* \frac{\partial}{\partial x_1})(a), \dots, (\psi_* \frac{\partial}{\partial x_{n-1}})(a) \in T(X) \otimes C_a$  and

$$\psi_* \frac{\partial}{\partial x_j} = \sum_{k=1}^n \frac{\partial \psi_k}{\partial x_j} \frac{\partial}{\partial w_k} + \sum_{k=1}^n \frac{\partial \bar{\psi}_k}{\partial x_j} \frac{\partial}{\partial \bar{w}_k}.$$

We put

$$\sum_{j=1}^{n-1} \alpha_j \frac{\partial \psi_k}{\partial x_j}(0) = 0 \text{ for } \alpha_j \in C, 1 \leq k \leq n. \quad (3.2)$$

Then

$$\begin{aligned} & \sum_{j=1}^{n-1} \bar{\alpha}_j \psi_* \frac{\partial}{\partial x_j} \\ &= \sum_{j=1}^{n-1} \bar{\alpha}_j \left( \sum_{k=1}^n \frac{\partial \psi_k}{\partial x_j} \frac{\partial}{\partial w_k} + \sum_{k=1}^n \frac{\partial \bar{\psi}_k}{\partial x_j} \frac{\partial}{\partial \bar{w}_k} \right) \\ &= \sum_{k=1}^n \left( \sum_{j=1}^{n-1} \bar{\alpha}_j \frac{\partial \psi_k}{\partial x_j} \right) \frac{\partial}{\partial w_k} + \sum_{k=1}^n \left( \sum_{j=1}^{n-1} \alpha_j \frac{\partial \bar{\psi}_k}{\partial x_j} \right) \frac{\partial}{\partial \bar{w}_k} \\ &= \sum_{k=1}^n \left( \sum_{j=1}^{n-1} \bar{\alpha}_j \frac{\partial \psi_k}{\partial x_j} \right) \frac{\partial}{\partial w_k} \\ &\in HT(X, C^n)a. \end{aligned}$$

Since  $X$  is totally real,  $HT(X, C^n) = \{0\}$ . So

$$\sum_{j=1}^{n-1} \bar{\alpha}_j \psi_* \frac{\partial}{\partial x_j} = 0.$$

From (3.1),  $\{\psi_* \frac{\partial}{\partial x_j}\}_{j=1}^{n-1}$  is linearly independent over  $C$ . Then we have  $\bar{\alpha}_j = 0, 1 \leq j \leq n-1$ . From (3.2),  $\{\frac{\partial \psi}{\partial x_j}(0)\}_{j=1}^{n-1}$  is linearly independent over  $C$ . Therefore

$$\text{rank} \frac{\partial(\psi_1, \dots, \psi_n)}{\partial(x_1, \dots, x_{n-1})}(0) = n-1.$$

Since  $\psi_1, \dots, \psi_n$  are holomorphic, we have

$$\text{rank} \frac{\partial(\psi_1, \dots, \psi_n)}{\partial(z_1, \dots, z_{n-1})}(0) = n-1.$$

Hence,  $M = \psi(W)$  is an  $(n-1)$ -dimensional complex submanifold of  $\tilde{U}$ , shrinking  $M$ ,  $\tilde{U}$  and  $W$ , if necessary. Q. E. D.

**Main Theorem.** Let  $\|\cdot\|$  be a norm on  $C^n$  and let  $B = \{z \in C^n ; \|z\| < 1\}$  be the open unit ball. Assume that every boundary point  $p \in \partial B$  is a complex extreme point of the closure  $\bar{B}$  of  $B$ . Let  $f : B \rightarrow B$  be a holomorphic map with  $f(0) = 0$ . Assume that there exist an open subset  $U$  of  $B$  and a totally real, real analytic  $(n-1)$ -dimensional submanifold  $X$  of

$U$  such that there exists a point  $a \in X$  with  $0 \not\in a + T_a(X) \oplus iT_a(X)$ . If  $C_B(f(0), f(w)) = C_B(0, w)$  or  $\|f(w)\| = \|w\|$  holds for every  $w \in X$ , then  $f$  is linear on  $C^n$ .

*Proof of Main Theorem.*

By Lemma 3.1, there exists an  $(n-1)$ -dimensional complex submanifold of an open subset  $\tilde{U} \subset C^n$  such that  $a \in X \cap \tilde{U} \subset M \cap \tilde{U} = M$ . Let  $f(z) = \sum_{m=1}^{\infty} P_m(z)$  be the development of  $f$  by  $m$ -homogeneous polynomials  $P_m$  in a neighborhood of 0 in  $C^n$ . By Proposition 2.4,  $P_m \equiv 0$  on  $X$  for all  $m \geq 2$ . Since  $P_m|_M$  is holomorphic, we have  $P_m \equiv 0$  on  $M$  for all  $m \geq 2$ . Since  $0 \not\in a + T_a(X) \oplus iT_a(X) = a + T_a(M)$ , by Proposition 2 of H. Hamada [3], there exists a neighborhood  $\Omega$  of  $a$  in  $C^n$  such that  $\Omega \subset CM = \{tz ; t \in C, z \in M\}$ . Then

$$\|P_m(tz)\| = |t|^m \|P_m(z)\| = 0.$$

So

$$P_m \equiv 0 \text{ on } CM \supset \Omega.$$

By the identity theorem,  $P_m \equiv 0$  on  $C^n$  for all  $m \geq 2$ . Therefore  $f = P_1$ , i.e.  $f$  is linear on  $C^n$ . Q. E. D.

REMARK. We set  $f(z) = (z_1, \dots, z_{n-1}, z_n^2)$ . Then  $f$  maps  $B$  into itself and  $f(0) = 0$ .

(1) Let  $X = \{(x_1 + iy_1, \dots, x_n + iy_n) \in B; x_n = y_1 = y_2 = \dots = y_n = 0\}$ .

Then  $X$  is a totally real, real analytic  $(n-1)$ -dimensional submanifold of  $B$  with  $0 \in a + T_a(X) \oplus iT_a(X)$  for any  $a \in X$ . We have  $\|f(w)\| = \|w\|$  for every  $w \in X$ . However,  $f$  is not linear. So the condition that  $0 \not\in a + T_a(X) \oplus iT_a(X)$  cannot be omitted in our theorems.

(2) Let  $X_{n-k} = \{x_{n-k+1} = b, x_{n-k+2} = \dots = x_n = y_1 = y_2 = \dots = y_n = 0\}$  for  $k \geq 2$ , where  $b \neq 0$ . Then  $X_{n-k}$  is a totally real, real analytic  $(n-k)$ -dimensional submanifold of  $B$ , and  $0 \not\in a + T_a(X_{n-k}) \oplus iT_a(X_{n-k})$  for any  $a \in X_{n-k}$ . We have  $\|f(w)\| = \|w\|$  for every  $w \in X_{n-k}$ . However,  $f$  is not linear. So the condition that the real dimension of  $X$  is  $n-1$  cannot be omitted in our theorems.

(3) In the case  $n=3$ , let  $X = \{(x_1 + iy_1, x_2 + iy_2, x_3 + iy_3) \in C^3; x_2 = b, x_3 = y_2 = y_3 = 0\} \cong R^2$ , where  $b \neq 0$ . Then  $X$  is a real analytic 2-dimensional submanifold, and  $0 \not\in a + T_a(X) \oplus iT_a(X)$  for any  $a \in X$ . We have  $\|f(w)\| = \|w\|$  for every  $w \in X$ . However,  $f$  is not linear. So the condition that  $X$  is totally real cannot be omitted in our theorems.

## REFERENCES

1. A. Andreotti and G.A. Fredricks, *Embeddability of real analytic Cauchy-Riemann manifolds*, Ann. Scuola Norm. Sup. Pisa 6 (1979), 285-304.
2. S. Dineen, *The Schwarz Lemma*, Oxford mathematical monographs, 1989.
3. H. Hamada, *A Schwarz lemma in several complex variables*, in *Proceedings of the Third International Colloquium on Finite or Infinite dimensionensional Complex Analysis*, Seoul, Korea (1995), 105-110.
4. H. Hamada, *A Schwarz lemma on complex ellipsoids*, Ann. Polon. Math. 67 (1997), 269-275.
5. H. Hamada and J. Kajiwara, *Ensembles totalement réels et domaines pseudoconvexes*, Mem. Fac. Sci. Kyushu Univ. 39-2 (1985) 243-247.
6. T. Honda, *A special version of the Schwarz lemma on an infinite dimensionensional domain*, Rend. Mat. Acc. Lincei 9-8 (1997), 107-110.
7. T. Honda, *Linear Isometries on Hilbert Spaces*, Complex Variables (to appear).
8. M. Jarnicki and P. Pflug, *Invariant distances and metrics in complex analysis*, de Gruyter, Berlin-New York, 1993.
9. E. Vesentini, *Variations on a theme of Carathéodory*, Ann. Scuola Norm. Sup. Pisa 7 (4) (1979), 39-68.
10. E. Vesentini, *Complex geodesics*, Compositio Math. 44 (1981), 375-394.

11. J.P. Vigué, *Un lemme de Schwarz pour les domaines bornés symétriques irréductibles et certains domaines bornés strictement convexes*, Indiana Univ. Math. J. 40 (1991), 239-304.
12. J.P. Vigué, *Le lemme de Schwarz et la caractérisation des automorphismes analytiques*, Astérisque 217 (1993), 241-249.

Tatsuhiro HONDA

Ariake National College OF Technology  
150 Higashihagio-MACHI, Omuta, Fukuoka, 836-8585, Japan  
Phone & Fax : + 81-944-53-8663  
E-mail honda @ ariake-nct.ac.jp



# 有心 2 次曲線のグラフから未知係数の幾何学的構成 — 楕円の場合 —

川上 龍男

〈平成 10 年 9 月 29 日受理〉

Geometric Constructions of the Unknown Coefficients from the Graphs of Central Conics — The case of the Ellipse —

Tatsuo KAWAKAMI

In an orthogonal coordinate plane, given the equation  $ax^2+2hxy+bx^2+2gx+2fy+1=0$ , then as the graph of this equation, we have a parabola, ellipse or hyperbola if the curve is proper.

In this paper, we consider the converse problem of the statement, Given the graph of the central quadratic curve (-Ellipse-), then we geometrically construct the unknown coefficients of the equation, For this geometric construction we use the segments calculation by D, Hilbert, and a description of circle in some cases.

## § 1. はじめに

従来の中等数学教育における関数および方程式の指導ではそのグラフを図示したり、グラフの持つ性質を調べたり、適当な条件のもとで代数的に未知係数を求めてその関数および方程式を決定してきた。

然るに座標平面上にグラフが先に与えられたときそのグラフに対応する関数および方程式の各未知係数は、同じ座標平面上の何処に作図されるのかという素朴な疑問を持つ。この疑問に答えようとしたのが本研究のスタートであった。

J. Metz<sup>[2]</sup> は、2 次関数  $y = ax^2 + bx + c$  のグラフから未知係数  $b$  を D. R. Snow<sup>[4]</sup> は放物線の焦点を幾何学的に構成する方法について論究している。我々はこれに示唆されて、まず 3 次関数  $y = ax^3 + bx^2 + cx + d$ , 4 次関数  $y = ax^4 + bx^3 + cx^2 + dx + e$  のグラフが与えられた時、未知係数  $a, b, c, d, e$  の幾何学的構成について論究した<sup>[5]</sup>。次に、固有 2 次曲線に目を向けて、放物線  $y^2 = 4px$ , 楕円  $x^2/a^2 + y^2/b^2 = 1$ , 双曲線  $x^2/a^2 - y^2/b^2 = 1$  のグラフが与えられた時の未知係数  $p, a, b$ , 更にはその焦点、準線、離心率の幾何学的構成について論究した<sup>[6]</sup>。そして、これまで  $x$  軸に平行な軸を持つ放物線  $(y - b)^2 = 4p(x - a)$ ,  $y^2 + fy + gx + c = 0$  について<sup>[7]</sup>、更に楕円  $(x - p)^2/a^2 + (y - q)^2/b^2 = 1$  と双曲線  $((x - p)^2/a^2 - (y - q)^2/b^2 = 1$  について<sup>[8]</sup>、同様に論究してきた。

1998 年 8 月に韓国で開催された「THE FIRST ICMI EAST ASIA REGIONAL CONFERENCE ON MATHEMATICS EDUCATION」で発表する機会を得て、これまでの研究結果を総合的にまとめ<sup>[9]</sup>、この幾何学的構成の考えが中等数学教育に及ぼす効果について認識できたことは幸いであった。同じ数学の分野であっても、発想を転換することで教育上最も重要視される「発見的学習」「創造的学習」につながる教育実践が可能となり、すでに数例の実践報告がなされている。そこで、本論文ではより一般化して「有心 2 次曲線  $ax^2 + 2hxy + by^2 + 2gx + 2fy + 1 = 0$  が楕円を表す場合に、その未知係数  $a, h, b, g, f$  をいかにして作図するか」について論究する

§ 2 では、楕円が  $x$  軸、 $y$  軸と共有点を持つ場合に未知係数の幾何学的構成について考える。

特に、 $h$  についてはその中心  $(x_0, y_0)$  が次の 3 通りの場合に分けて考える。

①  $y_0 \neq 0$ , ②  $x_0 \neq 0$ , ③  $x_0 = 0, y_0 = 0$

§ 3 では、楕円が  $x$  軸、 $y$  軸と共有点を持たない場合について同様なことを考える。

## § 2. 楕円 $ax^2 + 2hxy + by^2 + 2gx + 2fy + 1 = 0$ が $x$ 軸、 $y$ 軸と共有点を持つ場合。

本節で、2 次方程式  $ax^2 + 2hxy + by^2 + 2gx + 2fy + 1 = 0$  が楕円を表し、そのグラフが  $x$  軸、 $y$  軸と共有点を持つ場合について、その未知係数の作図法を述

べる。

### 2-1. 未知係数 $a$ の作図

1.  $y = 0$  として得られる2次方程式  $ax^2 + 2gx + 1 = 0$  の2解を  $\alpha, \beta$  とすると、これは椭円と  $x$  軸との共有点の  $x$  座標で  $\alpha + \beta = -2g/a, \alpha \beta = 1/a$  である（図2, 1a）。

2.  $x$  軸上の定点  $A_1(\alpha, 0), B_1(\beta, 0), E_1(1, 0)$  に対して、原点  $O$  を中心として半径  $OA_1$  の円を描き、 $y$  軸との交点のうちその座標が  $(0, \alpha)$  である点を  $A'_1$  とする。

点  $B_1(\beta, 0)$  を通り、直線  $E_1A_1'$  に平行な直線を引く

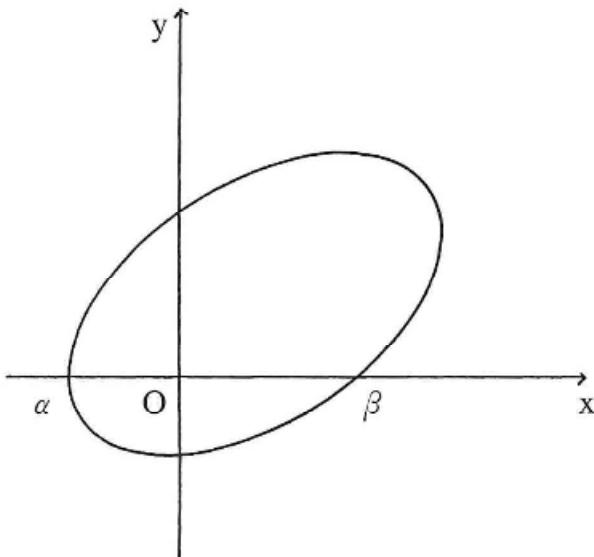


図2, 1a

き、 $y$  軸との交点を  $C_1$  とすると、 $C_1$  の  $y$  座標が、 $\alpha \beta$  すなわち  $1/a$  である（図2, 1b）。

3. 次に点  $(0, 1)$  を通り、直線  $E_1C_1$  に平行な直線と  $x$  軸との交点を  $D_1$  とすると、 $D_1$  の  $x$  座標が  $a$  である。よって、未知係数  $a$  が作図される（図2, 1c）。

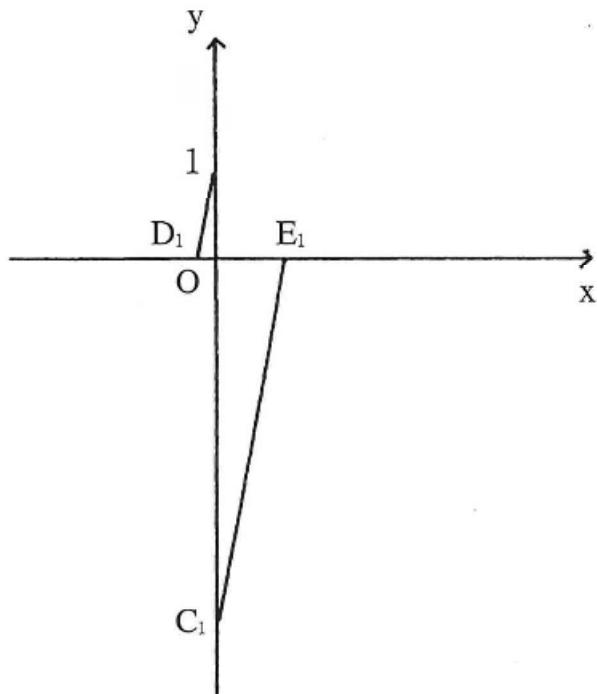


図2, 1c

### 2-2. 未知係数 $b$ の作図

1.  $x = 0$  として得られる2次方程式  $by^2 + 2fy + 1 = 0$  の2解を  $\gamma, \delta$  とすると、 $\gamma, \delta$  は椭円と  $y$  軸との交点で、 $\gamma + \delta = -2f/b, \gamma \delta = 1/b$  である（図2, 2a）。

2.  $y$  軸上の定点  $A_2(0, \gamma), B_2(0, \delta), E_2(0, 1)$  に対して、原点  $O$  を中心とし半径  $OA_2$  の円を描き、 $x$  軸との交点のうちその座標が  $(\gamma, 0)$  である点を  $A'_2$  とする。

さらに、点  $B_2$  を通り直線  $E_2A_2'$  に平行な直線を引き  $x$  軸との交点を  $C_2$  とすると、 $C_2$  の  $x$  座標が  $\gamma \delta$  すなわち  $1/b$  である（図2, 2b）。

3. 定点  $E_1(1, 0)$  を通り、直線  $E_2C_2$  に平行な直線を引き  $y$  軸との交点を  $D_2$  とすると、 $D_2$  の  $y$  座標が  $b$  である。よって、未知係数  $b$  が作図される（図2, 2c）。

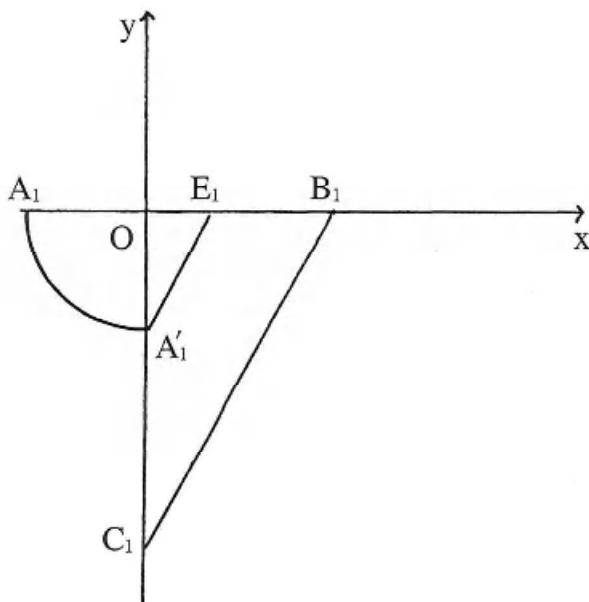


図2, 1b

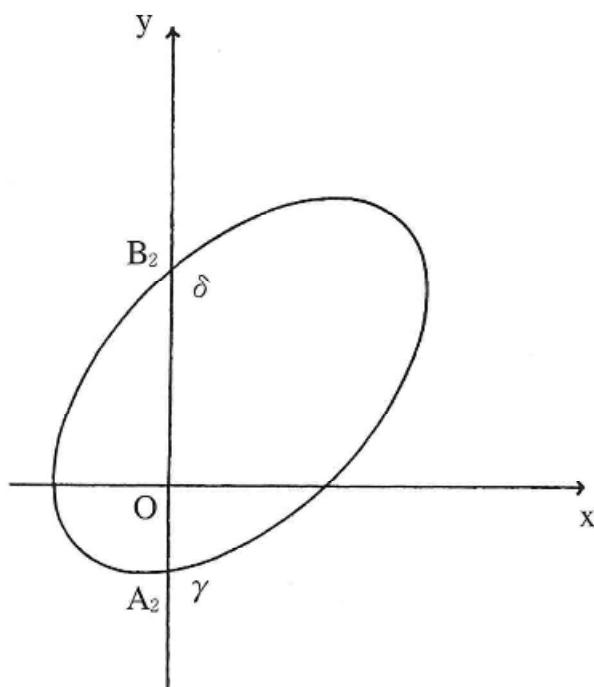


図 2, 2a

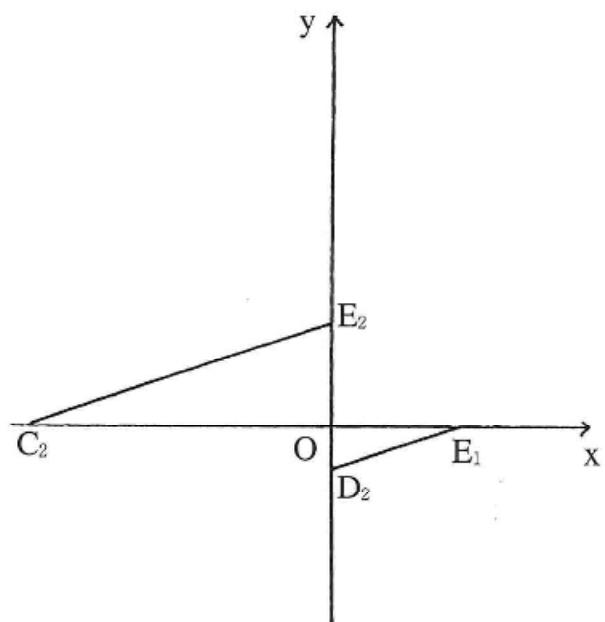


図 2, 2c

2-3. 未知係数  $g$  の作図

1.  $x$  軸に平行で  $x$  軸と異なる直線を  $\ell$  とする。直線  $\ell$  と  $y$  軸および直線  $x = \beta$  との交点を  $H_1, H_2$  とし、 $H_2$  を通り直線  $H_1A_1$  に平行な直線と  $x$  軸との交点を  $H_3$  とすると、 $H_3$  の  $x$  座標は  $\alpha + \beta$  である（図 2, 3a）。
2. 点  $H_3$  を通って 2 定点  $(-2, 0), (0, a)$  を通る直線に平行な直線と  $y$  軸との交点を  $G_1$  とすると、 $G_1$  に  $y$  座標が、 $-a(\alpha + \beta)/2$  すなわち  $g$  である、よって、未知係数  $g$  が作図される（図 2, 3b）。

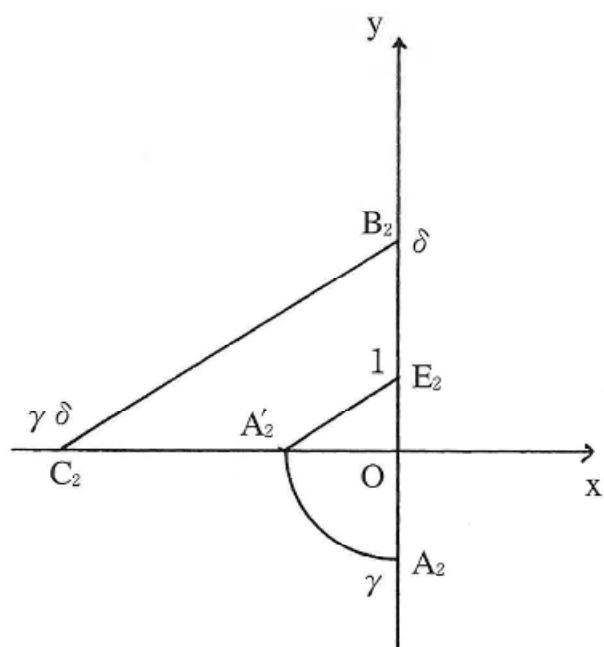


図 2, 2b

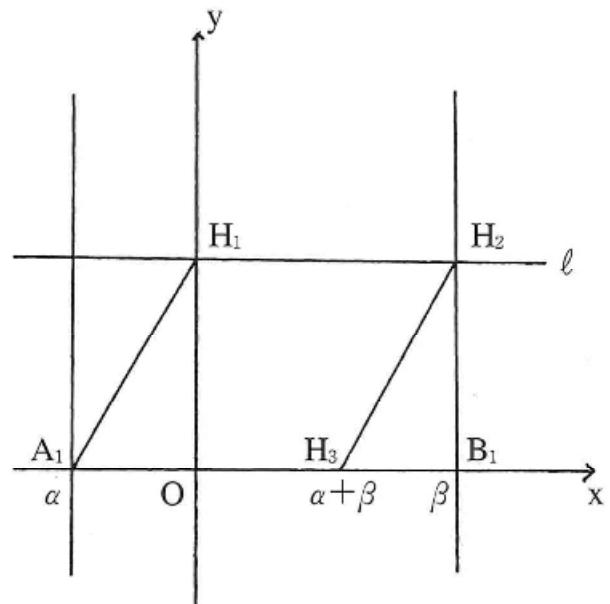


図 2, 3a

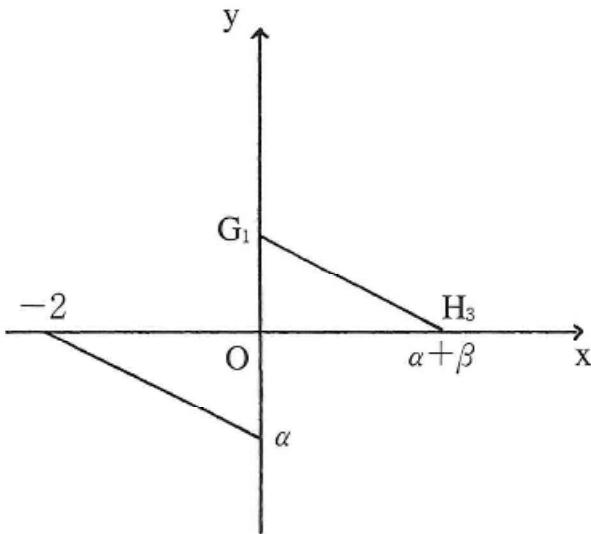


図 2, 3b

## 2-4. 未知係数 f の作図

1. y 軸に平行で y 軸と異なる直線を  $m$  とする。直線  $m$  と x 軸および直線  $y = \delta$  との交点を  $H_4, H_5$  とし、 $H_5$  を通り直線  $H_4A_2$  に平行な直線と y 軸との交点を  $H_6$  とすると、 $H_6$  の y 座標は  $\gamma + \delta$  である。(図 2, 4a)
2. 点  $H_6$  を通って、2 定点  $(0, -2), (b, 0)$  を通る直線に平行な直線と x 軸との交点を  $F_1$  とすると、 $F_1$  の x 座標が  $-b(\gamma + \delta)/2$  すなわち  $f$  である。よって未知係数  $f$  が作図される。(図 2, 4b)

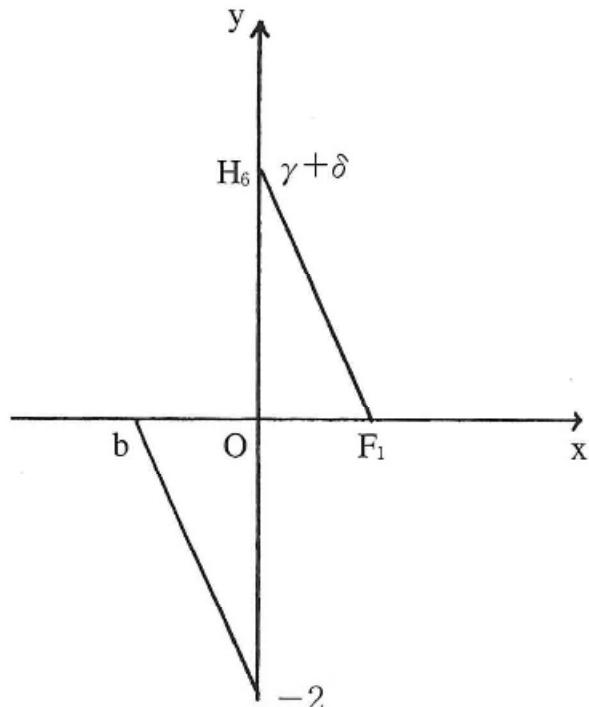


図 2, 4b

## 2-5. 未知係数 h の作図

椭円  $ax^2 + 2hxy + by^2 + 2gx + 2fy + 1 = 0 \dots \dots \textcircled{1}$   
について

## — 中心 P の作図 —

中心  $P(x_0, y_0)$  については

$$ax_0 + hy_0 + g = 0 \dots \dots \textcircled{2}$$

$$hx_0 + by_0 + f = 0 \dots \dots \textcircled{3} \quad \text{が成り立つ。}$$

点  $P$  は点  $A_2$  を通り y 軸に平行な直線と椭円との交点を  $I_1$ 、点  $B_2$  を通り x 軸に平行な直線と椭円との交点を  $I_2$  とし、線分  $A_1A_2, B_1B_2$  の各中点を通る直線と線分  $B_1I_1, A_2I_1$  の各中点を通る直線との交点として作図される(図 2, 5a)。

◎作図 I ( $y_0 \neq 0$  のとき)

1. 点  $P$  を通り y 軸、x 軸にそれぞれ平行な直線と x 軸、y 軸との交点を順に  $P_1, P_2$  とするとその座標は  $P_1(x_0, 0), P_2(0, y_0)$  である。原点  $O$  を中心とし半径  $OP_1, OP_2$  の円を描き y 軸、x 軸との交点で、座標が  $(0, x_0), (y_0, 0)$  である点をそれぞれ  $P'_1, P'_2$  とする(図 2, 5b)。
2. 点  $P'_1(0, x_0)$  を通り、2 点  $E_2(0, 1), D_1(a, 0)$  を通る直線に平行な直線と x 軸との交点を  $J_1$  とすると  $J_1$  の x 座標は  $ax_0$  である(図 2, 5c)。
3. 原点  $O$  を中心とし半径  $OG_1$  の円を描き x 軸と交点のうち、その座標が  $(g, 0)$  である点を  $G_2$  とする(図 2, 5d)。
4. 点  $G_2(g, 0)$  を通り y 軸に平行な直線と x 軸に平

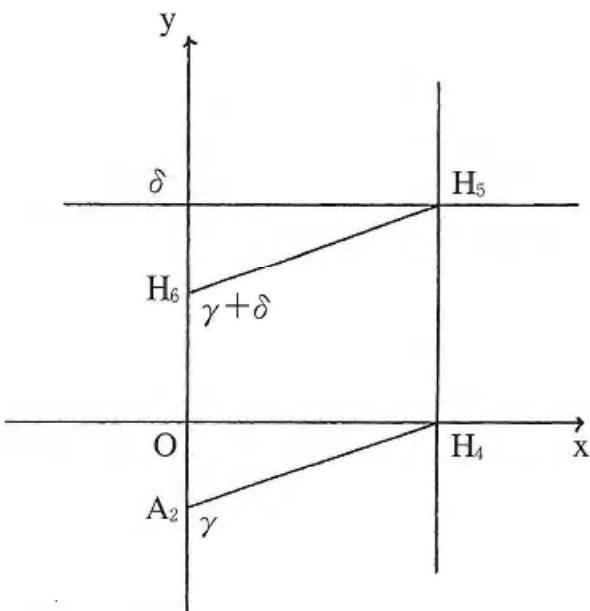


図 2, 4a

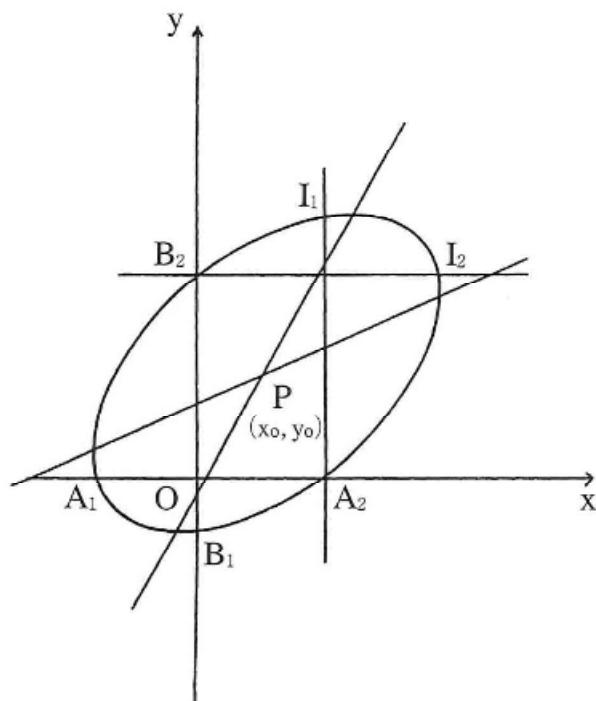


図2, 5a

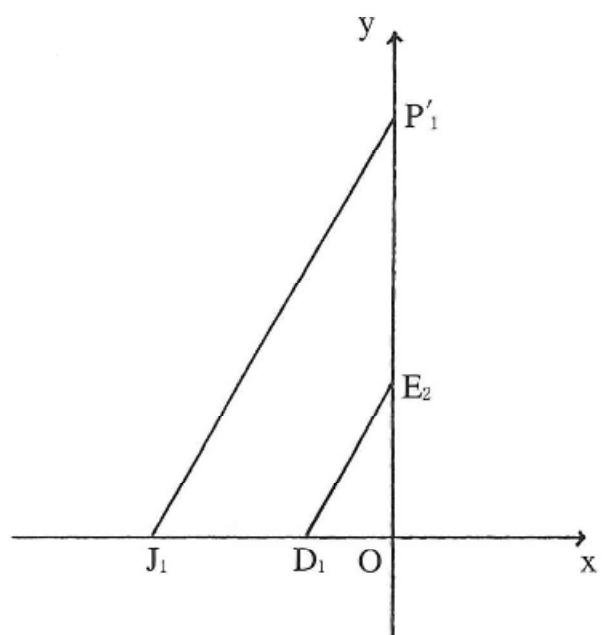


図2, 5c

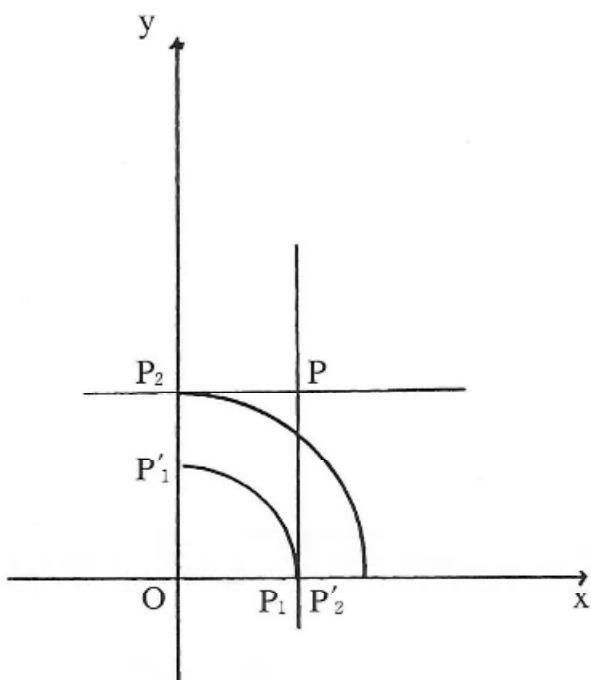


図2, 5b

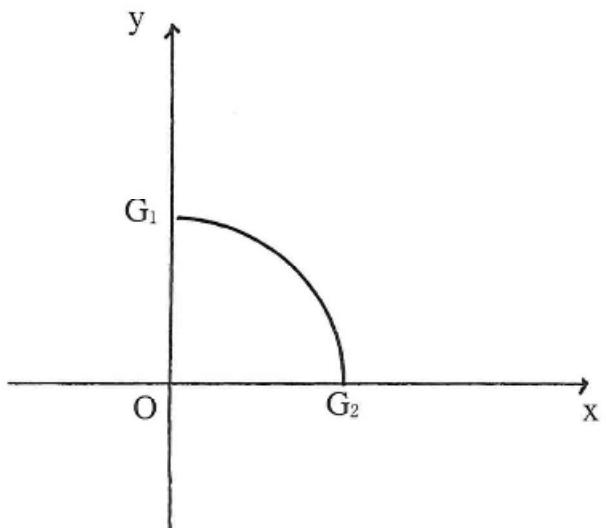


図2, 5d

行で  $x$  軸と異なる直線  $n$  との交点を  $K_1$  とし,  $J_1$  を通り直線  $OK_1$  に平行な直線と直線  $n$  との交点を  $K_2$  とする。

点  $K_2$  を通り  $y$  軸に平行な直線と  $x$  軸との交点を  $G_3$  とすると,  $G_3$  の  $x$  座標は  $ax_0 + g$  である (図2, 5e). 5.  $G_3 (ax_0 + g, 0)$  を通り, 2点  $(0, -1)$ ,  $P'_2 (y_0, 0)$  を通る直線に平行な直線と  $y$  軸との交点を  $L_1$  とすると,  $L_1$  の  $y$  座標が  $-(ax_0 + g) / y_0$  となり②よりこれは  $h$  である。

よって, 未知係数  $h$  が作図される (図2, 5f).

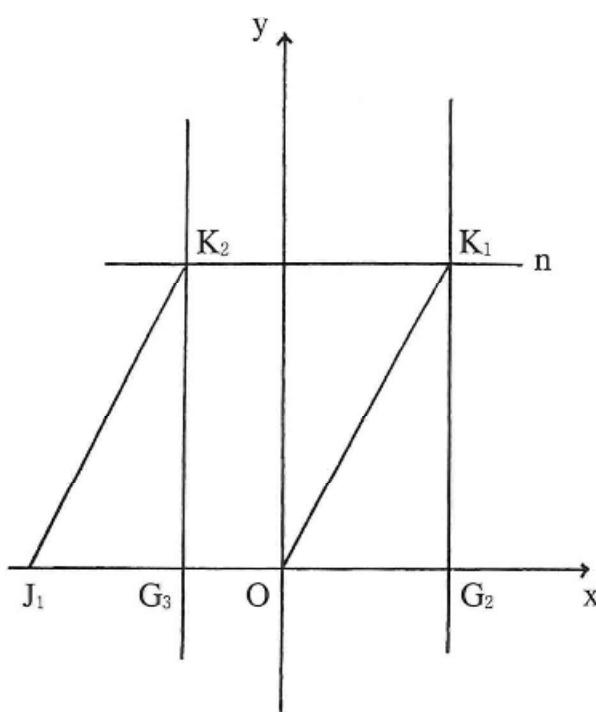


図 2, 5e

の交点のうち、その座標が $(0, f)$  である点を $F_2$ とする（図 2, 5h）。

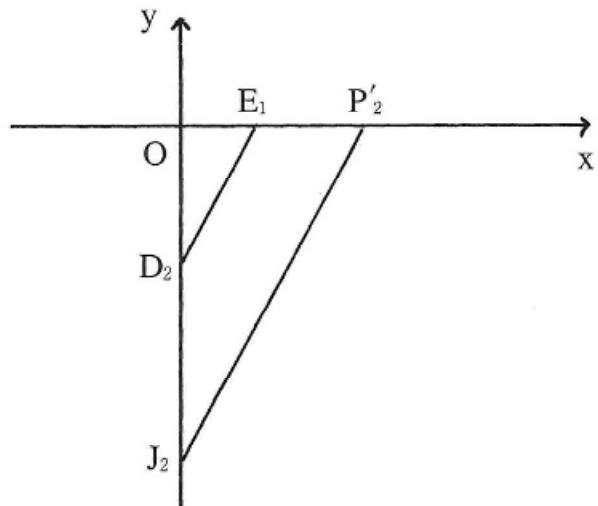


図 2, 5g

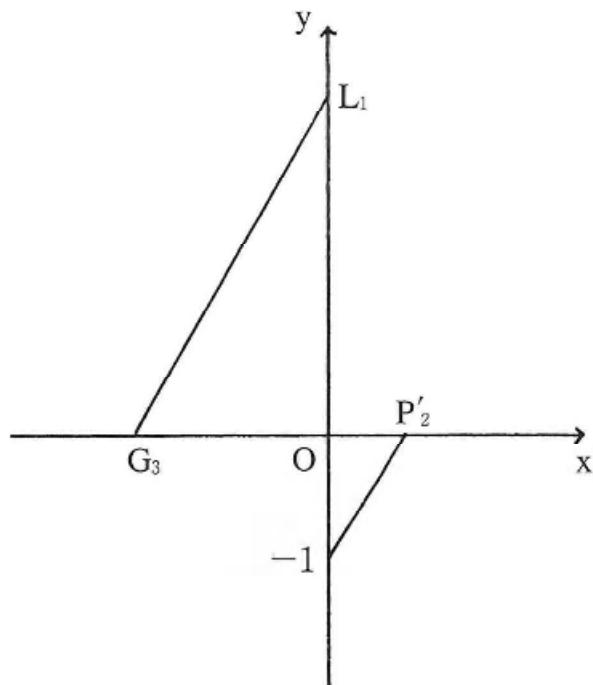


図 2, 5f

◎作図 II ( $x_0 \neq 0$  のとき)

1. 作図 I の 1 と同じ
2. 点  $P'_2 (y_0, 0)$  を通り、2 点  $E_1 (1, 0)$ ,  $D_2 (0, -f)$  を通る直線に平行な直線と  $y$  軸との交点を  $J_2$  とすると  $J_2$  の  $y$  座標は  $by_0$  である（図 2, 5g）。
3. 原点  $O$  を中心として半径  $OF_1$  の円を描き  $y$  軸と

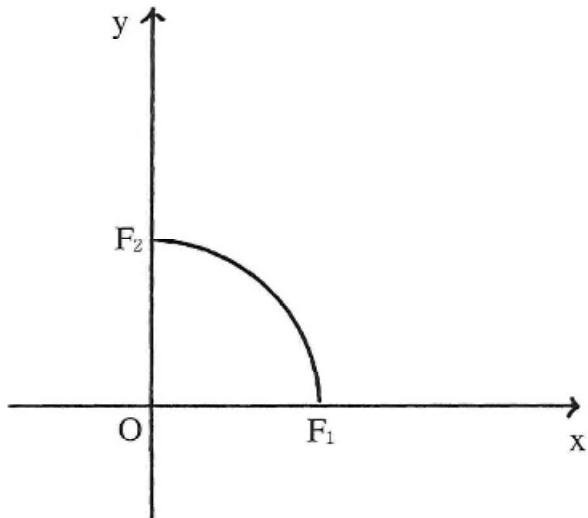


図 2, 5h

4. 点  $F_2 (0, f)$  を通り  $x$  軸に平行な直線と  $y$  軸に平行で  $y$  軸と異なる直線  $m$  との交点を  $K_3$  とし、点  $J_2$  を通り直線  $OK_3$  に平行な直線と直線  $m$  との交点を  $K_4$  とする。

点  $K_4$  を通り  $x$  軸に平行な直線と  $y$  軸との交点を  $F_3$  とすると、 $F_3$  の  $y$  座標が  $by_0 + f$  である（図 2, 5i）。

5. 点  $F_3 (0, by_0 + f)$  を通り、2 点  $(-1, 0)$ ,  $P'_2 (0, x_0)$  を通る直線に平行な直線と  $x$  軸との交点を  $L_2$  とすると、 $L_2$  の  $x$  座標が  $-(by_0 + f) / x_0$  となり③よりこれは  $h$  である。よって、未知係数  $h$  が作図される（図 2, 5j）。

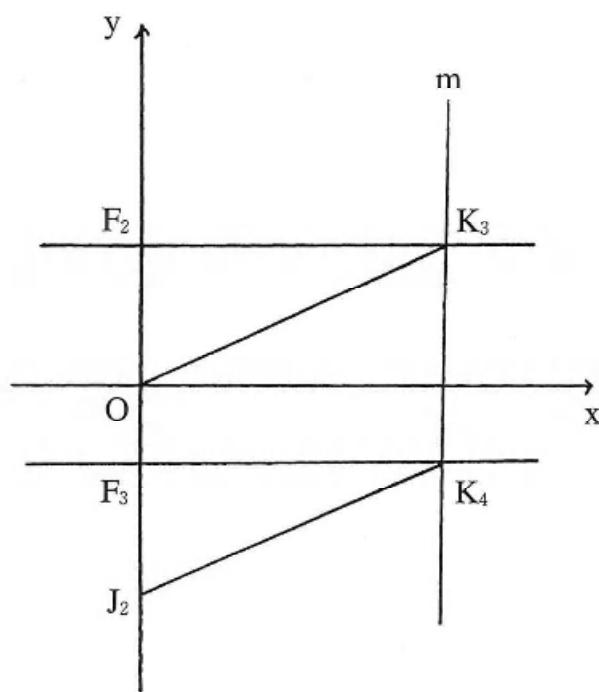


図2, 5i

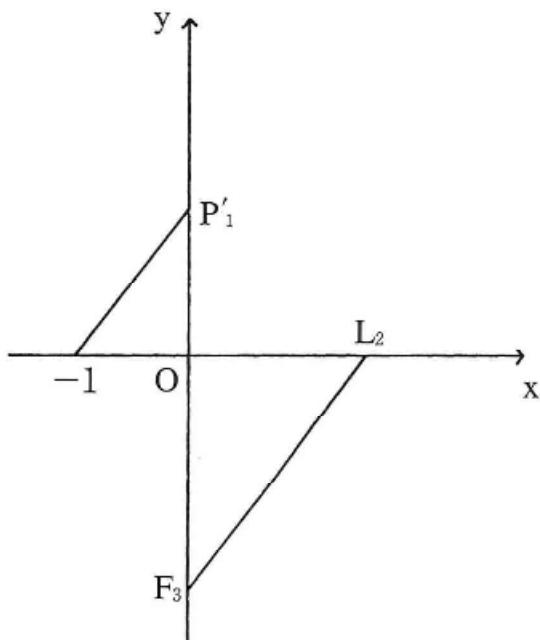


図2, 5j

れは橢円④とx軸の交点のx座標である。④をyについて解いて

$$y = \psi(x) = | -hx + \sqrt{h^2x^2 - b(ax^2 + 1)} | / b \text{ とおくと} \\ \psi(\alpha/2) > 0, \quad \psi(-\alpha/2) > 0 \text{ で}$$

$$a(\alpha/2)^2 + 2h(\alpha/2)\psi(\alpha/2) + b|\psi(\alpha/2)|^2 + 1 = 0 \quad \dots\dots \text{⑤}$$

$$a(-\alpha/2)^2 + 2h(-\alpha/2)\psi(-\alpha/2) + b|\psi(-\alpha/2)|^2 + 1 = 0 \quad \dots\dots \text{⑥}$$

⑤-⑥

$$h\alpha\{\psi(\alpha/2) + \psi(-\alpha/2)\} + b(|\psi(\alpha/2)|^2 - |\psi(-\alpha/2)|^2) = 0$$

$$\therefore |\psi(\alpha/2) + \psi(-\alpha/2)| \{h\alpha + b(\psi(\alpha/2) - \psi(-\alpha/2))\} = 0$$

$\psi(\alpha/2) + \psi(-\alpha/2) > 0, \quad \alpha \neq 0$ だから

$$h\alpha + b\{\psi(\alpha/2) - \psi(-\alpha/2)\} = 0$$

$$\therefore h = (-b/\alpha)\{\psi(\alpha/2) - \psi(-\alpha/2)\}$$

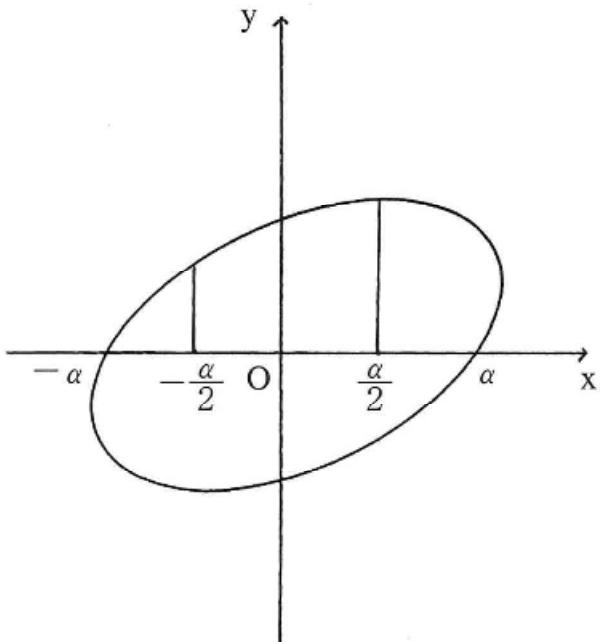


図2, 5k

よって、次の作図を得る。

- 与えられた橢円  $ax^2 + 2hxy + by^2 + 1 = 0$  と x 軸との交点を左から順に  $P_1(-\alpha, 0)$ ,  $P_2(\alpha, 0)$  とし、線分  $OP_1$ ,  $OP_2$  の中点を順に  $Q_1$ ,  $Q_2$  とするとその座標は  $Q_1(-\alpha/2, 0)$ ,  $Q_2(\alpha/2, 0)$  である。次に、点  $Q_1$ ,  $Q_2$  を通り  $y$  軸に平行な直線と橢円との交点を順に  $R_1R_2$  とすると、その座標は  $R_1(-\alpha/2, \psi(-\alpha/2))$ ,  $R_2(\alpha/2, \psi(\alpha/2))$  である（図2, 5i）。

◎作図III ( $x_0 = 0, y_0 = 0$  のとき)

$$ax_0 + hy_0 + g = 0$$

$hx_0 + by_0 + f = 0$  において

$x_0 = 0, y_0 = 0$  とすると、 $g = f = 0$  となり

この時、橢円①の方程式は

$$ax^2 + 2hxy + by^2 + 1 = 0 \dots\dots \text{④}$$

となる。④で  $y = 0$  として得られる  $x$  についての2次方程式  $ax^2 + 1 = 0$  の2実数解を  $\pm\alpha$  とすると、こ

2. 点  $R_1$  を通って  $x$  軸に平行な直線と直線  $R_2Q_2$  の交点を  $S$  とすると、 $S$  の座標は  $(\alpha/2, \psi(-\alpha/2))$  となり  $SR_2 = \psi(\alpha/2) - \psi(-\alpha/2)$  である (図 2, 5m).

3. 点  $R_2$  を通って直線  $OS$  に平行な直線と  $y$  軸との交点を  $T$  とすると、 $T$  の  $y$  座標が  $\psi(\alpha/2) - \psi(-\alpha/2)$  である (図 2, 5n).

4. 3 定点  $P_1(-\alpha, 0), T(0, \psi(\alpha/2) - \psi(-\alpha/2)), (b, 0)$  に対して、点  $(b, 0)$  を通って直線  $TP_1$  に平行な直線と  $y$  軸との交点を  $U$  とすると  $U$  の  $y$  座標が

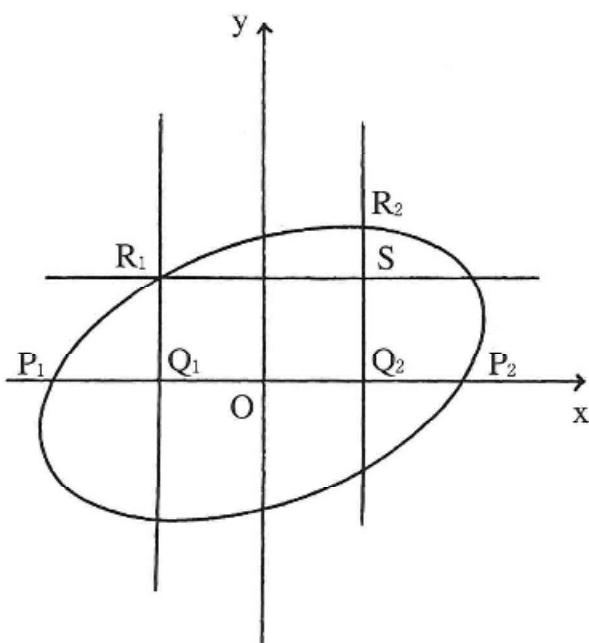


図 2, 5l

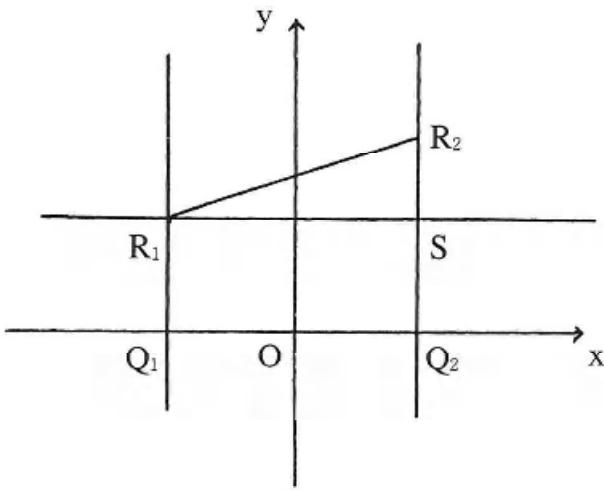


図 2, 5m

$(-b/\alpha) |\psi(\alpha/2) - \psi(-\alpha/2)|$  となる。これは  $h$  だから、 $U$  の  $y$  座標として  $h$  が作図される (図 2, 5o).

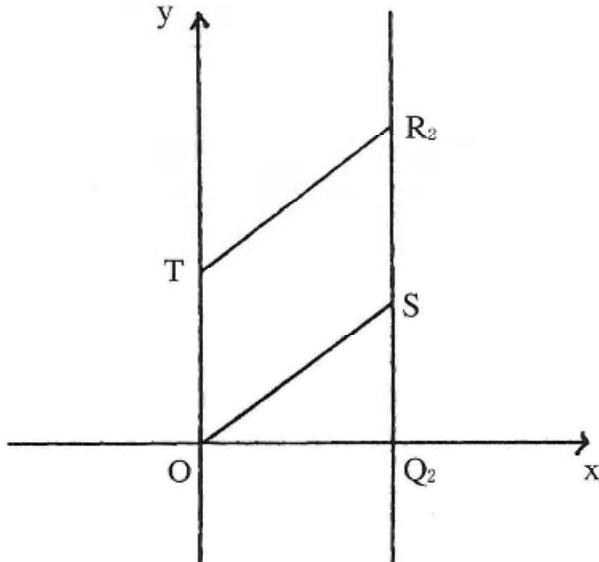


図 2, 5n

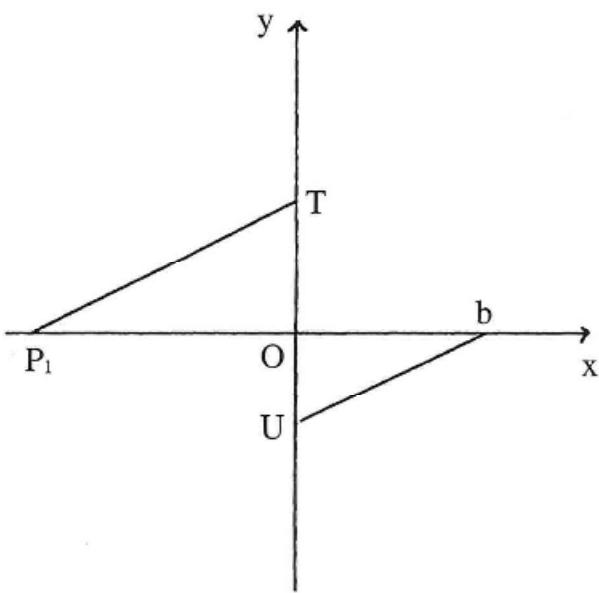


図 2, 5o

### § 3. 楕円が $x$ 軸または $y$ 軸と共有点を持たない場合

与えられた楕円の内部に定点  $O'(x_1, y_1)$  をとる、点  $O'$  を通り  $x$  軸、 $y$  軸に平行な直線をそれぞれ新座標軸として  $X$  軸、 $Y$  軸とすると、旧座標  $(x, y)$  と新座標  $(X, Y)$  の間に次の関係式が成り立つ。

$$X = x - x_1 \quad \dots\dots (7)$$

$$Y = y - y_1 \quad \dots\dots (8)$$

与えられた橢円を新座標 (X, Y) について  
 $aX^2 + 2hXY + bY^2 + 2gX + 2fY + 1 = 0 \dots\dots ⑨$   
 とおくと、§ 2 の結果から未知係数 a, h, b, g, f が幾何学的に構成される。

これらの未知係数が構成されたところで ⑨ に ⑦, ⑧ を代入すると

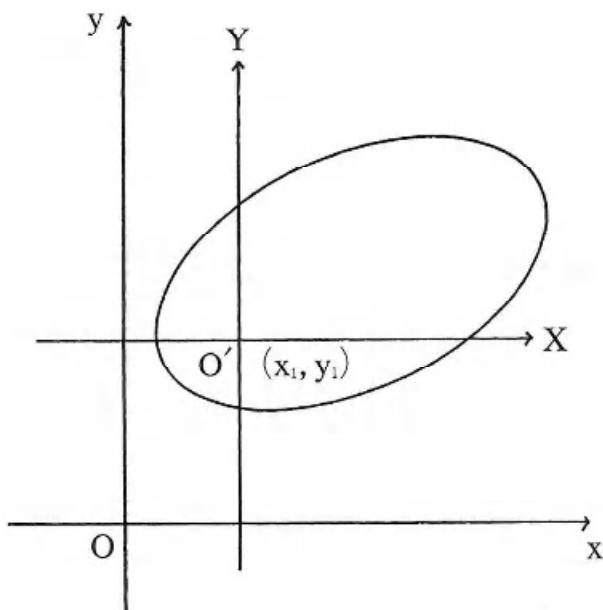
$$a(x - x_1)^2 + 2h(x - x_1)(y - y_1) + b(y - y_1)^2 + 2g(x - x_1) + 2f(y - y_1) + 1 = 0$$

展開して整理すると

$$ax^2 + 2hxy + by^2 + 2(g - ax_1 - hy_1)x + 2(f - by_1 - hx_1)y + ax_1^2 + 2hx_1y_1 + by_1^2 - 2gx_1 - 2fy_1 + 1 = 0$$

となり曲線の方程式が決定される。

よって、この場合も未知係数は作図される。



### 引用・参考文献

- [1] D. Hilbert, Grundlagen der Geometrie, 9, Aufl., B, G, Teubner, Stuttgart, 1962.
- [2] J. Metz, Seeing b in  $y=ax^2+bx+c$ , Mathematics Teacher, 87, No.1, (1994), 23-25.
- [3] 本部 均, 解析幾何学(基礎数学講座4), 共立出版, 1959.
- [4] D. R. Snow, Foci found, Mathematics Teacher, 87, No.8(1994), 587.
- [5] K. Yamaguti and T. Kawakami, A study of teaching materials of high school mathematics from geometric viewpoint-Geometric construction of the coefficients from the graphs of cubic functions and quartic functions-, J, Fac. Intern'l Stud, Culture, Kyushu Sangyo Univ., No.3 (1995), 103-116.
- [6] 川上龍男, 固有2次曲線の標準方程式のグラフから, 未知係数, 焦点, 離心率, 準線の幾何学的構成について, 有明工業高等専門学校紀要第32号 (1996), 21 - 26.
- [7] 川上龍男・山口 清, x 軸に平行な軸をもつ放物線から方程式の係数および焦点, 準線の幾何学的構成, 有明工業高等専門学校紀要第33号 (1997), 25 - 31.
- [8] 川上龍男, 橢円・双曲線のグラフから未知係数, 焦点, 離心率および準線の幾何学的構成, 有明工業高等専門学校紀要第34号 (1998), 11 - 17.
- [9] T. Kawakami, GEOMETRIC CONSTRUCTIONS OF THE COEFFICIENTS, FOCI, ECCENTRICITIES, DIRECTRICES FROM THE GRAPHS OF EQUATION OF PROPER QUADRATIC CURVES WHOSE AXIS IS PARALLEL TO THE X-AXIS, PROCEEDINGS OF ICMI-EARCOME 1(1998), 613-636.



# 旧立花家住宅(御花)の設計について

森山 恵香・松岡 高弘

〈平成10年9月30日受理〉

A Study of the Planning and Design of the Former House of Tachibanas

Keiko MORIYAMA and Takahiro MATSUOKA

The former house of Tachibanas stands in Yanagawa city, Fukuoka Prefecture. It is generally reputed that the original house was built in 1697. As days went by, the form was changed, and the present house was brought to completion in 1912.

The purpose of this paper is to make clear the design procedure of it. We researched a lot of design drawings preserved in the house. By examining the drawings, we presumed that it was composed of 4 parts, namely, the receiving part, the household management part, the dwelling rooms, and the rest -the kitchen and the maid-servants' rooms-.

First of all, we classified all the drawings into each kind of them. Next, we compared the main 12 drawings in each part above and studied the historical renovation from 1903 to 1912.

As the result, we noticed that there were principal changes in each part. The most important point is that the main entrance was innovated from the Japanese style to the magnificent Western style. The guest room was enlarged and more importance was attached to. The kitchen in the receiving part was not drawn in 1903, then it was plotted in the following period. In addition, the dwelling rooms and the rest part were extended in the improved plan.

## 1. 序

福岡県柳川市新外町にある、立花家14代立花寛治伯爵の旧住宅は「御花」と呼ばれ、館内は柳川藩をしのぶ資料館にもなっている。邸の南側に位置する仙台松島を模したと言われる園池「松濤園」は国の名勝に指定されている（写真-1）。

柳川藩の4代目城主、立花鑑虎が元禄10年（1697）に別邸を構え、「集景亭」と名付けられた。「集景亭」が創設された当時の庭は現在の東の庭園に多少、面影を残しているが、現在の庭園・建物は14代寛治により構築されたもので、明治45年（1912）に全てが完成したと言われている。

旧立花邸（以下、御花と称する）には建物に関する図面が数多く所蔵されている。本稿ではこれらの図面に基づいて、どのような設計変更を経て完成したのかを考察する。

## 2. 図面の分類

調査した図面は全部で134枚あり、そのうち御花に関する図面は130枚であった。それらを図面の種類別



写真-1 南面

に分類すると平面図49枚、立面図14枚、矩計図13枚、詳細図26枚、透視図2枚、伏図3枚、小屋組図1枚、軸組図10枚、配線図6枚、その他6枚であった。

次に130枚の図面の分類結果を示す。まず、西洋館のみを描いた35枚の図面は平面図1枚、立面図5枚、詳細図15枚、軸組図10枚、伏図1枚、配線図2枚、その他1枚であった。そして、和館に関する84枚の図面は平面図47枚、立面図4枚、矩計図13枚、詳細図10枚、透視図2枚、伏図1枚、小屋組図1枚、配線図

4枚、その他の図面2枚であった。また、和館・西洋館以外の11枚の図面は平面図1枚、立面図5枚、詳細図1枚、伏図1枚、その他3枚であった。

尚、和館を描いた47枚の平面図の中で、建物全体を描いたもの、また、それに準ずるものは22枚あり、本稿では13枚を対象とした。

130枚の図面の中で年代が記された図面は9枚ある。最も古いのは「明治廿一年三月改」であるが、それがどの部分を描いた図面であるかは判然としない。次に古いのが「明治三十六年三月 家扶立花通誠謹草」と記された平面図である。西洋館に關係する3枚の図面には明治42年とある。また、配線図には「大正貳年五月」や「大正貳年六月」と記され、4枚とも「古川画」とある。

### 3. 図面の概要

明治45年の完成当時の建物群は、A. 客間・西洋館の接客部分、B. 立花家を運営する家政局・家従詰所等、それに付随した諸部屋、C. 殿様居間・奥様居間・若殿居間等の日常の居住部分、そしてD. 台所・女中部屋等のその他、に大きく別れる。以下、各図面をA～Dごとに説明する。

#### 3.1 図面I (図-1)

現在の住宅に直接関連する図面の中で、年代を記したものとして「明治三十六年三月 家扶立花通誠謹草」とある図面Iが最も古い。裏面には「不用圖 古設計平面圖」とあり、縮尺は5分を1間とする。

図面の上方を南とし、下辺には「御門」・「御門番所」・「御藏」がある。「御門」から真っ直ぐ上に、式台を設けた「御玄関」がある。その東に「中御玄関」、西には別の「御玄関」があり、「洋館造」への直接の出入りに供されたのであろう。従って、最初の「御玄関」が正式な玄関と考えられ、「應接所」や「家従詰所 同表掛詰所」、「家丁詰所」等がまわりに配置されている。「洋館造」(以下、西洋館と称する)は「御二階御客間下應接所」と記され、中央の大広間には「上 參拾式下 式拾壹」と朱書があり、規模を畳数で表している。そして、北側に「下 九」(朱書)と記された前室を設ける。

玄関の南に「舛形」を隔てて客間がある。「東御客間」は床の間・違棚・付書院を備えた15畳で、その西に15畳の「中御客間」、そして床の間・違棚を備えた10畳の「西御客間」が続く。客間の3室の南北に「御附」が並び、その外側には半間幅の廊下が付く。「西御客間」の西は「御通り」で、その西に「舛形」

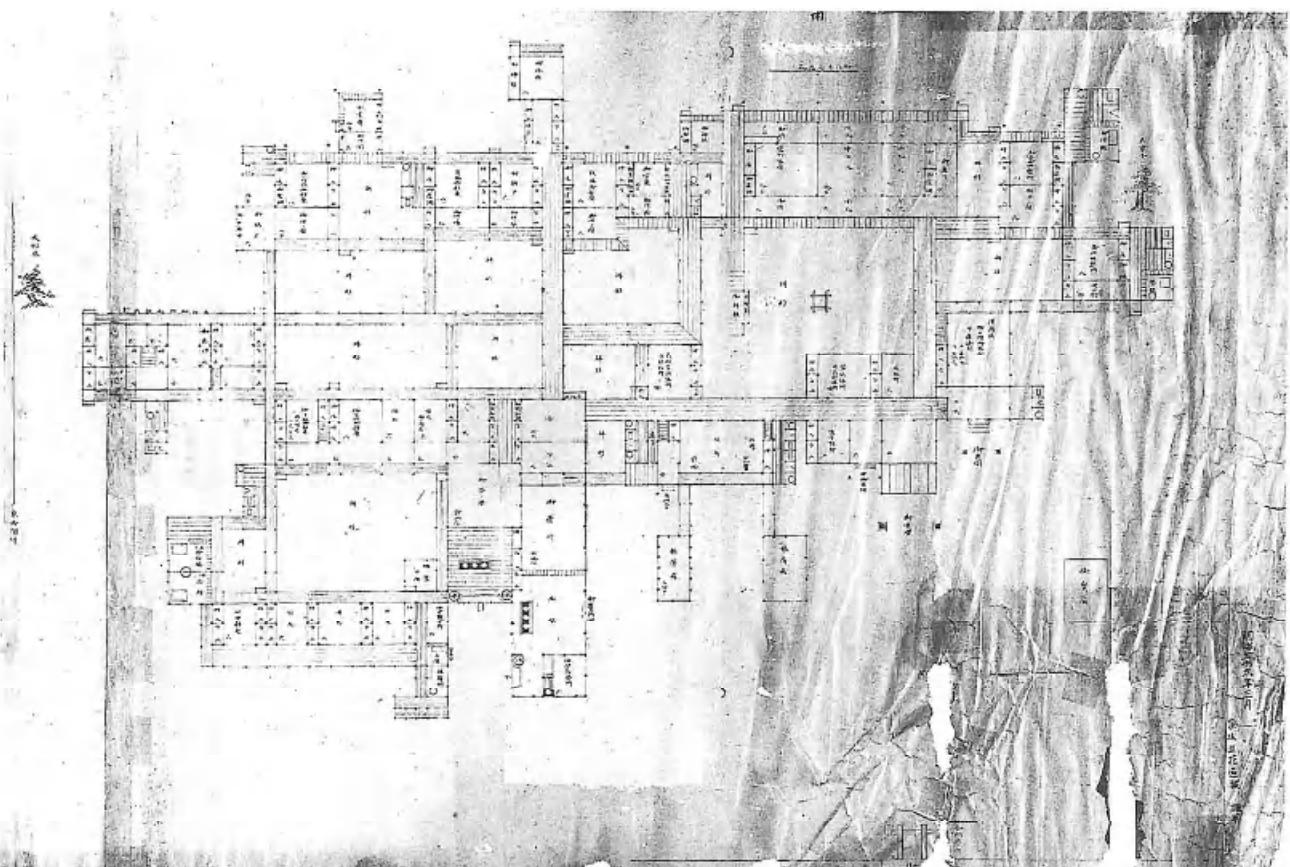


図-1 図面I (明治36年3月)

を隔てて「御客御休憩所」を配置し、南西部に「御浴殿」等が設けられている。北西部には別棟で「御供休憩所」があり、西端に浴室や便所等がある。

2つの浴室の近くに「大樟木」が描かれている。この木に相当する楠は現在もあり、この木の位置から客間は現状と同様な位置に計画されており、以下の図面でも大きく移動していないと考えられる。

玄関の東には2階建の「役所」(20畳)があり、東に「役所入口」を設ける。玄関から続く1間幅の廊下の南に「表掛家從詰所 家從詰所」(10畳)があり、その南面に付いた廊下を南へ折れると客間・殿様居間へと到る。そして、役所から北に伸びる2本の廊下の突き当たりにそれぞれ「帳簿藏」があり、東側の蔵には「四坪半」の朱書がある。

客間の東端の1間幅の廊下を隔てて東に「御神殿」があり、その北東部に4.5畳の「御書齋」と8畳の「殿様御居間」が並ぶ。

殿様居間の東に8畳の「奥様御部屋」・6畳の「御納戸」、東の「舛形」を隔てて8畳の「御前様御部屋」、南に4.5畳の「御書齋」がある。

御前様部屋の北東部に「於静殿御始御部屋」がある。前室を付設する6畳3室等で構成され、2ヶ所に階段がある。東には「大松木」が描かれている。

「於静殿御始御部屋」の北西部に「御子様御部屋」が配置される。東西に続く4室から成り、東端の6畳に

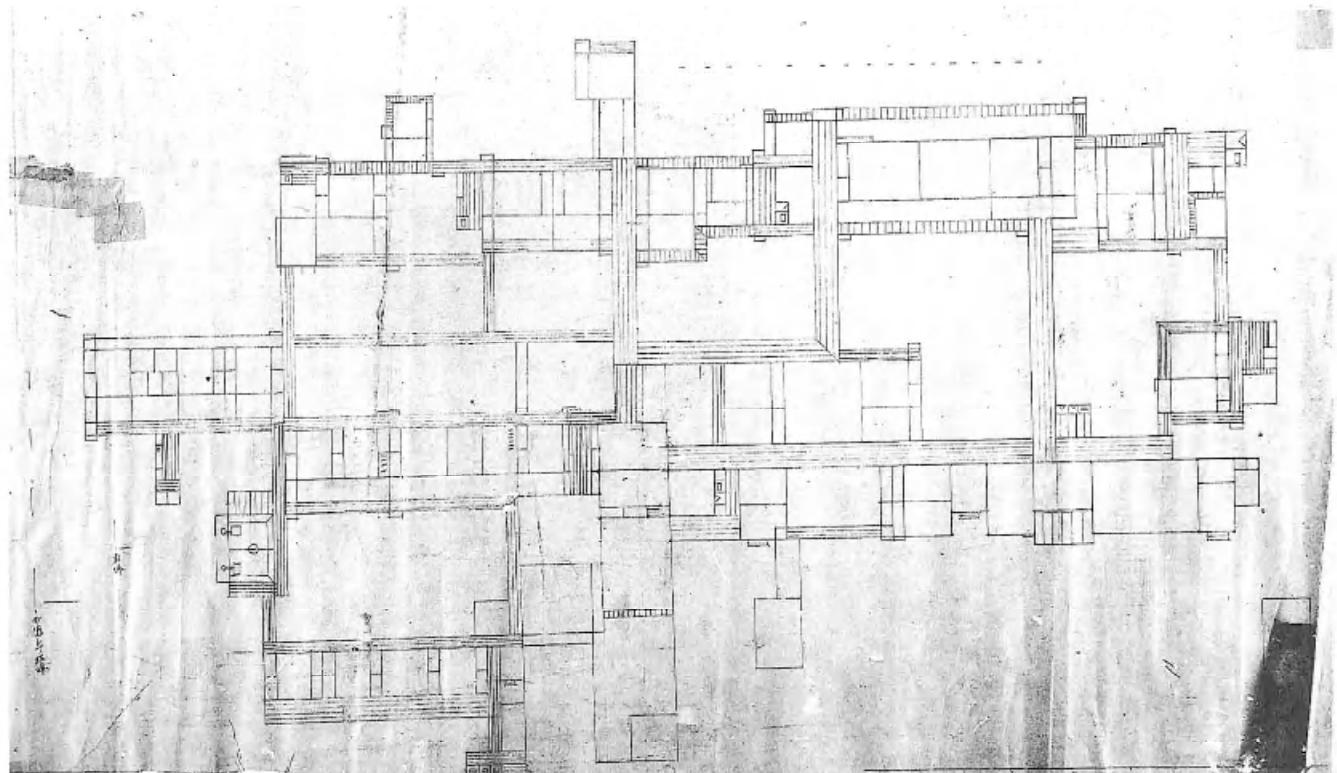
は「御子様御部屋 御二階造」と記され、「上六 下六」と朱書がある。その西に8畳・6畳・6畳が並び、各々に「御子様御部屋」・「同左」・「同左 御二階造」と墨書されている。

日常の居住部分の中で「殿様御居間」・「奥様御部屋」・「御前様御部屋」は南に庭園を臨み、北は「舛形」を隔て、北の「御部屋」や「役所」・「家從詰所」等から離れた位置に計画されている。

「御子様御部屋」の西には「御膳部棚」を備えた6畳・4畳が続き、その北に「御茶ノ間」、板敷の部屋がある。茶ノ間の南西部には「溜」が2室、南北に並んでおり、その北に「御臺所」、そして西に「御臺所口」を設けた「十間」が続く。十間の北西隅には「仲間宿番所」を設ける。

茶ノ間・台所部分の北東部に「女中部屋」が配置されている。女中部屋は東西に続く4室から成り、東端の部屋は6畳で、その西に6畳・8畳・6畳と並ぶ。女中部屋の南東部に「上 御浴殿」・「次 浴殿」を設ける。また、女中部屋の西には「女中對面所」、西に入口を設けた「土間」、「洗濯所」が続き、その北に便所がある。尚、「女中對面所」の南に廊下を介して「物置」が配置されている。

客間の東端の廊下の北端に「御神殿」がある。但し、神殿の左部分の描写が省略されており、後述する図面I bの紙と合わせて平面が完成することから、図面I



図一2 図面I a



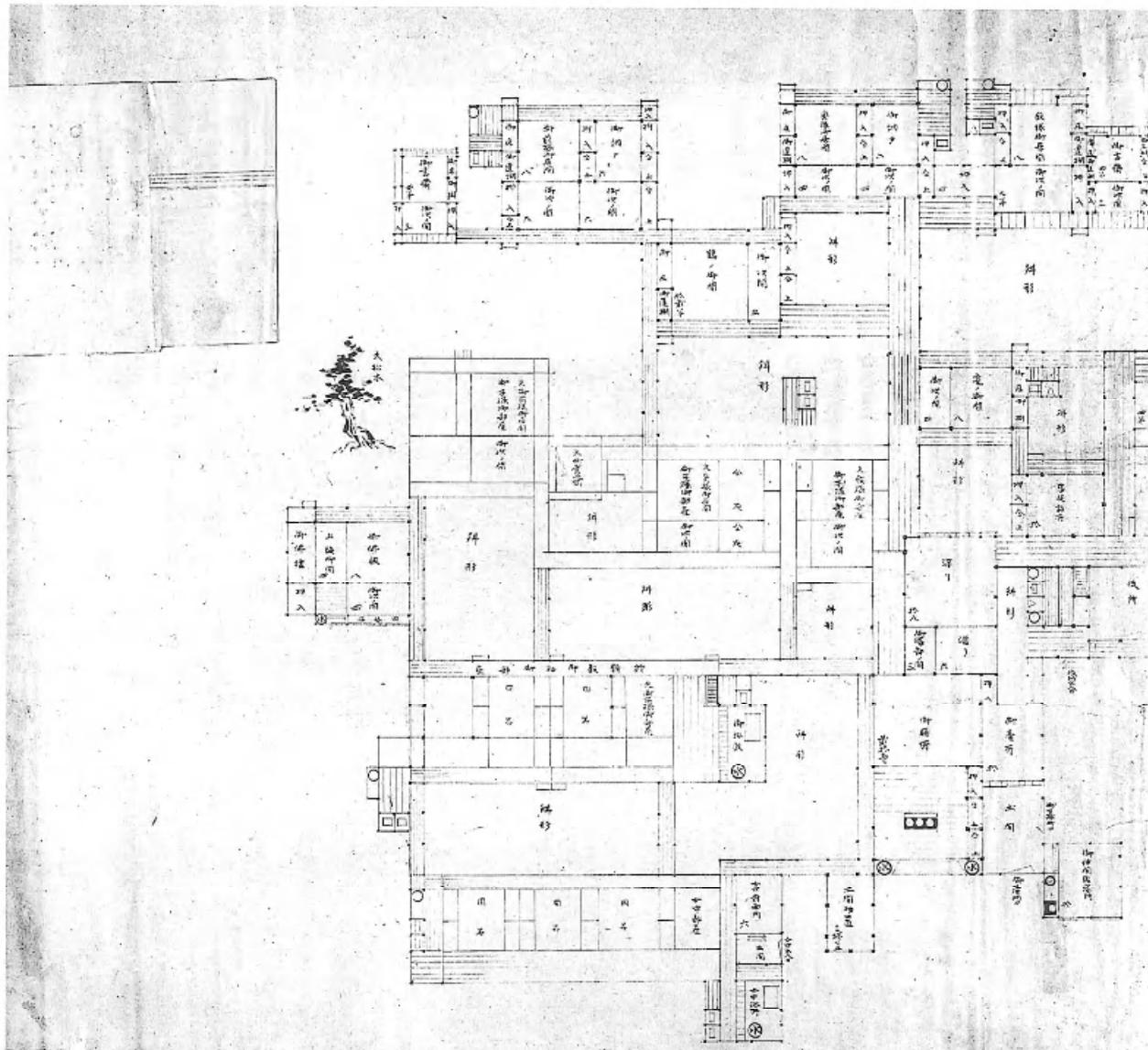


図-3 図面I b

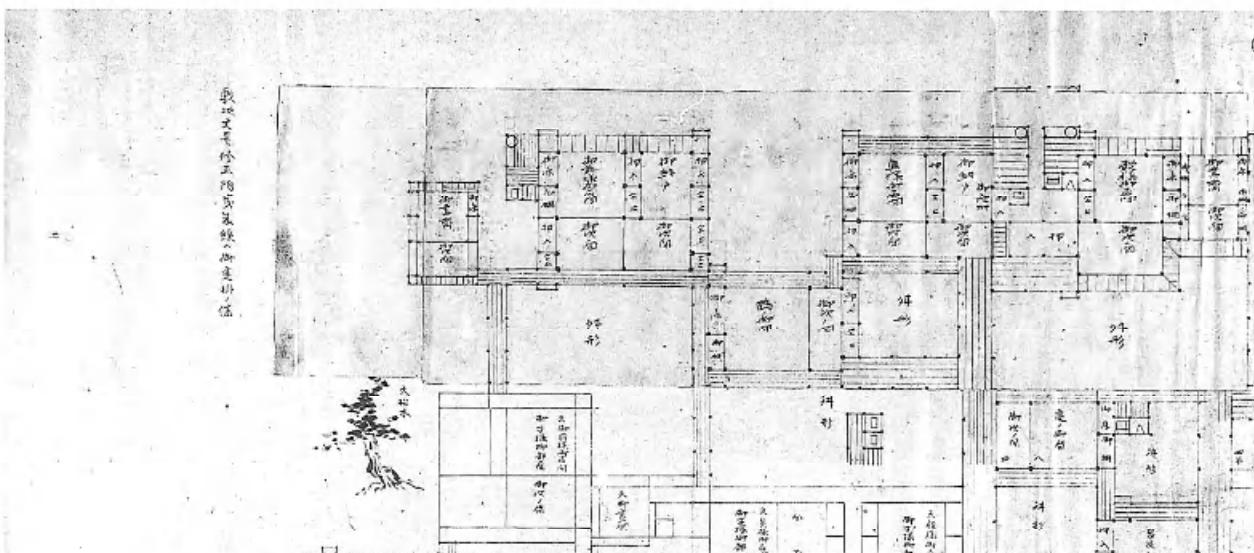


図-4 図面I b' (図面I b 修正部分)

張の部屋と「土間」の北面が揃い、土間には北と西に「御臺所口」が設けられる。土間の北西部には「御仲間宿番所」が張り出し、整然とまとまっていた図面Iの台所平面と異なる。また、御膳所の南に2ヶ所の「溜り」と「御膳部ノ間」がある。図面Iでは「溜り」と分離された形で「御膳部棚」を設けた部屋が配置されているが、図面I bでは「溜り」と「御膳部ノ間」が一緒に配置される。

東端の御子様御部屋（「元御前様御居間」）の北東部に「御佛殿」が描かれ、図面Iとは位置・規模とも異なる。

尚、図面I bは図面上部の一部を貼り紙で修正しており、その修正は図面IIの左部分とほぼ等しい（図一4）。修正部分は日常の居住部分で、修正点は以下の通りである。

- 1) 図面上部（殿様居間・奥様居間・鶴ノ間・御前様居間等）が全体的に半間程、北側に移動し、それに伴い「舛形」が狭くなった。
- 2) 御前様居間・書斎と御子様御部屋を繋ぐ廊下が更に1本付けられた。
- 3) 廊下を付けたために、御前様居間の東にある書

斎が半間程、東側にずれた。

- 4) 殿様居間・書斎では、変更前は北の舛形に面した濡縁が真っ直ぐ延びており、変更後、部屋の南に付いた濡縁が真っ直ぐ描かれている。それに伴い、北の舛形が狭くなった。

### 3.4 図面II（図-5）

図名の表記はないが、図面の裏に「不用圖 古設計平面圖」とある。縮尺は5分を1間とする。

玄関や西洋館・客間等、大部分が図面Iに類似する。しかし、西洋館の西に「御臺所」が配置され、客間の西に別棟であった「御客御休憩所」と「御供休憩所」が隣り合わせに配置された。その西端に浴室等がある。

台所から客間や西洋館、休憩所等に至る1間幅の廊下が伸びている。「御臺所」には「御給仕控所」や「御料理監督控所」等が設けられている。

そして、役所及び家從詰所・日常の居住部分・その他の部分は図面I bと殆ど等しい。尚、「御子様御部屋」・御部屋（「元御子様御部屋」）・「女中部屋」も朱線で描かれ、その部分が移築計画であったことが分かる。

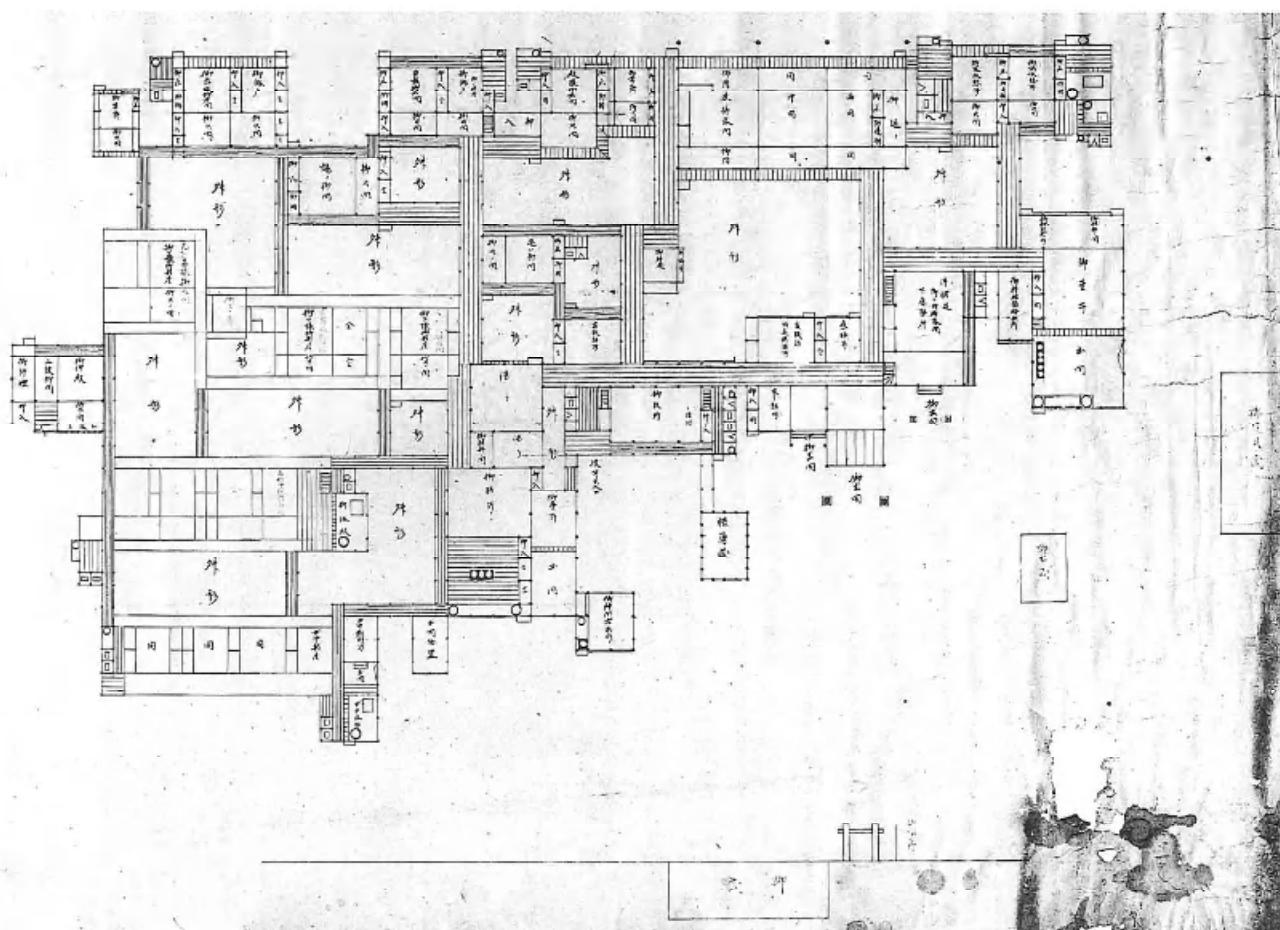


図-5 図面II

## 3.5 図面III (図-6)

図面IIIは玄関・西洋館・客間等、図面の右部分が簡略化された表現となっており、縮尺は1寸を1間とする。これらは「御住居家平面之略圖」とある図面IIIa (図-7) に詳しく描かれ、また、柳川古文書館所蔵の類似の図面IIIb (図-8) と文書から内容が把握さ

れる。

玄関は2ヶ所あり、正式な玄関には「御車寄」と記され、その建物の中央に位置する。西洋館では「昇降所」と記されている。和館部の諸部屋の配置は整然とし、建物の輪郭はほぼ左右対称をなす。「御車寄」、「中玄関」、「應接所」や「家從詰所」、「家丁詰所」等

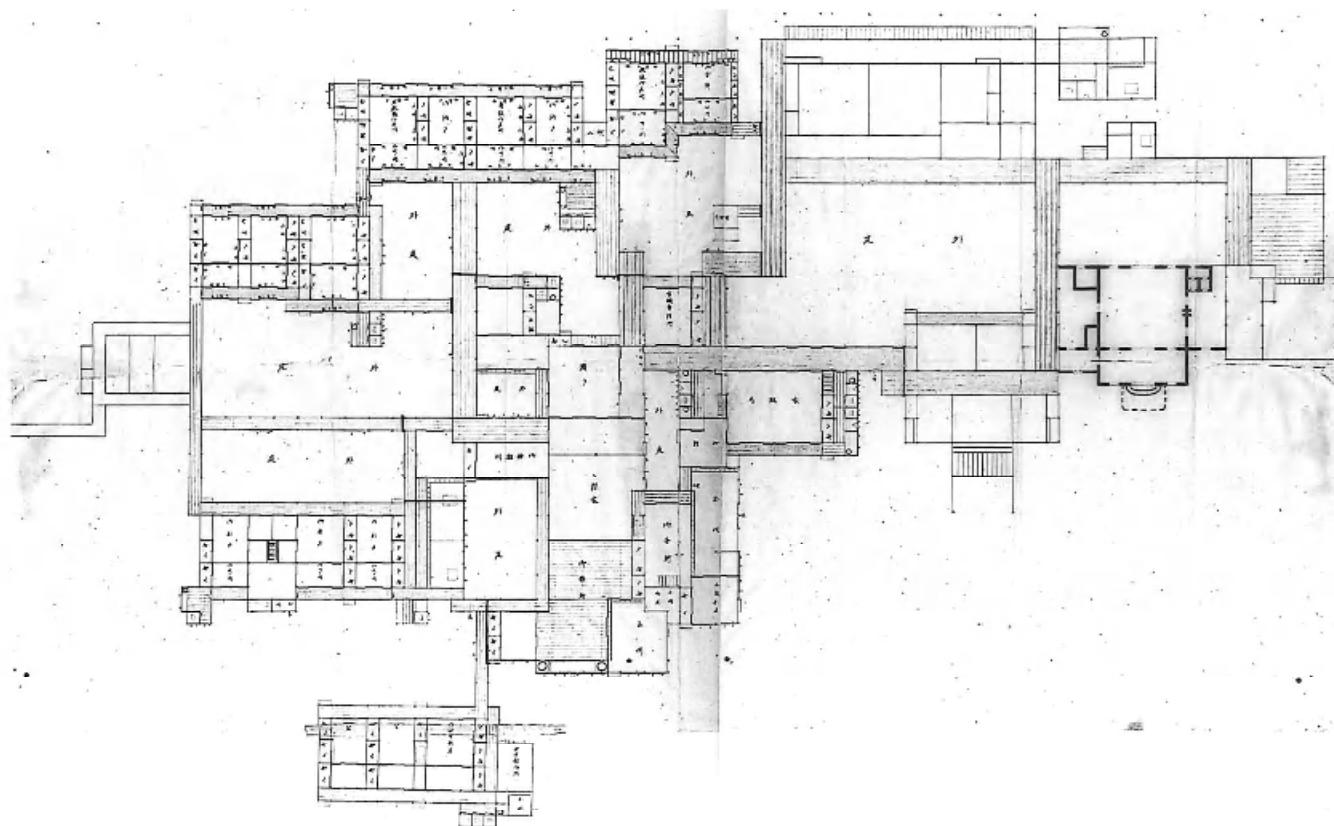


図-6 図面III

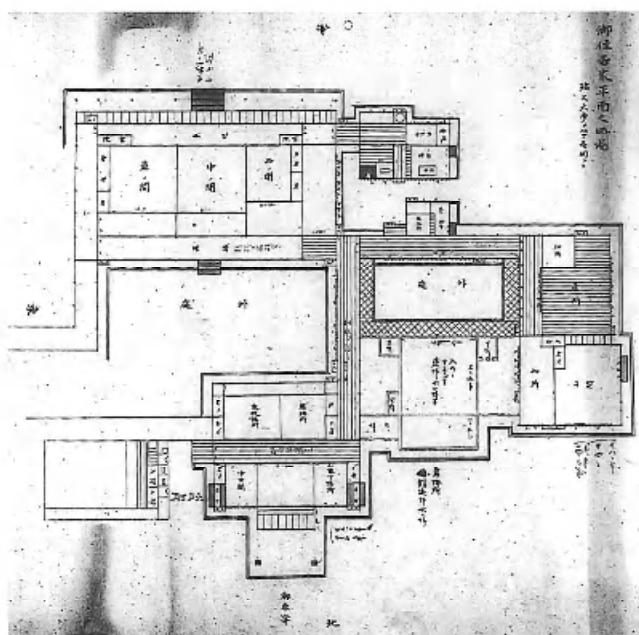


図-7 図面IIIa (御住居家平面之略圖)

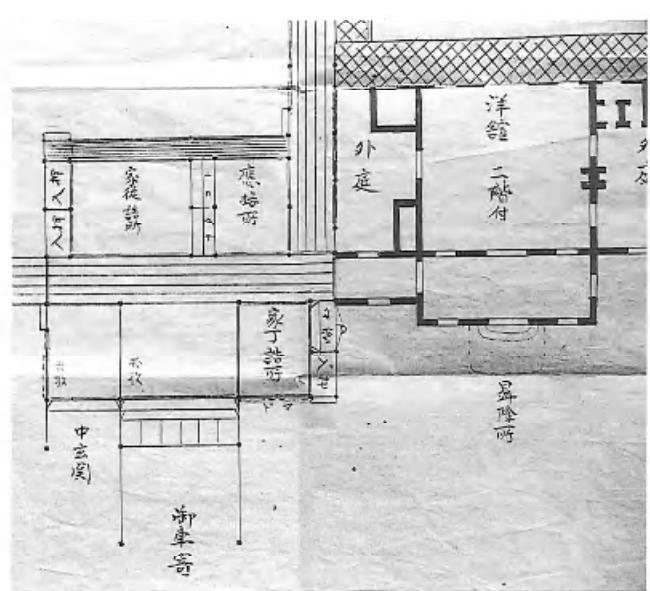


図-8 図面IIIb (柳川古文書館所蔵)

があり、構成は図面Ⅰ・Ⅱと類似する。

玄関から客間へと続く廊下の東の柱通りは、客間の西側柱通りと一致する。

図面Ⅲbには「洋館 二階付」とあり、「一西洋館 式階建 式拾七坪五分 一全 平家建 七坪七分五厘」と記した文書から、中央の大広間とその左右にある1間四方が二階部分であると考えられる。

客間では「東ノ間」と「中ノ間」は18畳となり、「西ノ間」は広さは10畳と変わらないが、南面に付書院が付けられ、北の「御附」が広くなっている。また、客間の北に付けた廊下の幅も1間と広く、「西ノ間」の西側部分が1.5間幅と広くなっている。客間の西に「浴室」等があるが、図面Ⅱにあった休憩所等は設けられていない。

西洋館の西にある「臺所」部分は、図面Ⅱと類似の構成であるが、平面は異なる。そして、「臺所」と客間を繋ぐ1間幅の廊下の南に「浴室」や「脱衣所」等がある。その廊下の面する「外庭」の西・北・東の3面に四半敷を廻らす。

家政局・家従詰所では、図面Ⅱの「御役所」が図面Ⅲで「家政局」となり、規模も20畳から24畳と大きくなる。家政局の北東部に「扣所」を配する。図面Ⅱでは役所の東に入口があったが、図面Ⅲでは扣所の南の土間に西入りで「出入口」を設ける。図面Ⅱの家従詰所は図面Ⅲで「家従奥詰所」となり、「亀ノ御間」は図面Ⅲにはない。

日常の居住部分では、客間の東端の廊下から1間程離れて「殿様御居間」・「御書齊」<sup>(マツ)</sup>が鍵状に配置されている。その東に「奥様御居間」や「若殿様御居間」等が並ぶ。図面Ⅱにあった「御前様御居間」はなく、「若殿様御居間」が「御前様御居間」に対応する。従って、以上の3つの居間の各平面構成は図面Ⅱに類似するものの、御部屋全体での配置は図面Ⅱと異なる。尚、この御部屋の平面構成は以降、殆ど変わらない。

「若殿様御居間」の北東部に御子様御部屋が配置される。東西に並ぶ3室等から成り、図面Ⅱの御子様御部屋全体とは異なる構成であるが、その西側部分（元奥様御居間・元殿様御居間）と部屋の構成や部屋の南北に付く廊下が類似する。

御部屋の北東部には佛殿があり、図面Ⅱとほぼ対応している。尚、廊下と佛殿は朱線で描かれる。その平面構成は以降、殆ど変わらず、位置はやや南にずれ、御部屋に近くなる。

佛殿の北西部に二階建の「御部屋」がある。東西に続く6畳・8畳・6畳等から成り、西端に浴殿が2室設けられている。その平面構成は図面Ⅰの「於静殿御部屋」と類似するが、階段の西の「御部屋」の規模

や階段の北側、便所の配置等が異なる。そして、図面Ⅱに描かれている朱線部分とは別の平面である。

鶴ノ間については、「奥様御居間」・「若殿様御居間」から北に伸びる1間幅の廊下に、御子様御部屋から西へ伸びる廊下が突き当たる箇所の西に8畳の部屋がある。部屋名等の記述はないが、図面Ⅳ・Ⅴに描かれている鶴ノ間と位置・規模とも類似する。但し、図面Ⅱの「鶴ノ御間」とは規模は等しいものの、平面構成や位置が異なる。

そして、御部屋の北に二階建の女中部屋があり、1階は東西に続く3室と、西に「出入口」を設けた「土間」や「女中對面所」等から成る。その平面は図面Ⅱや図面Ⅲcとは異なり、女中部屋の位置も台所から5間程、北にある。

台所は図面Ⅱよりも規模が大きく、諸部屋の平面・構成も異なる。図面Ⅱの「御仲間宿番所」が「小使部屋」となり、「御臺所」の西に、小使部屋の西側柱通りまで「土間」を新たに設け、整然とした納まりとなる。その土間の西に家政局部分とも兼ねた入口を設け、建物の入口としての体裁を整える。御臺所も図面Ⅱより規模が大きく、その北に「土間 物置」を新たに設ける。その北東部に広い「土間」を配置し、その東に図面Ⅱと異なる「御膳所」が続く。御膳所の北側は図面Ⅱに類似するが、その東に新たに6畳（図面V・Vaには「女中食事所」とある）を設けている。御臺所の北と東に階段があり、御膳所の南の部屋には「二階家」と墨書きがある。その東に図面Ⅱより規模の大きい「御膳部間」を北の「外庭」に面して配置する。

尚、客間の北東部に描かれた「御神殿」は図面Ⅱと構成は類似するが、位置が異なる。

### 3.6 図面Ⅲc（図-9）

図面Ⅲに類似し、全体平面を描いている図面Ⅲcがある。図名の表記はなく、部屋名も記入されていない。縮尺は5分を1間とする。図面Ⅲとは左部分が異なるが、右部分は客間及びそれに付随した部分（浴室等）が異なるのみで、図面Ⅲに対応させれば部屋名が分かる。また、図面の左部分についても、図面Ⅱとの類似から、図面Ⅱの部屋名をあてはめることは出来る。

玄関・西洋館（線書で描かれている）・台所等は図面Ⅲと殆ど等しい。客間は東ノ間が図面Ⅲとほぼ等しく、中ノ間と西ノ間、その西の御通り部分は図面Ⅱとほぼ等しい。但し、東ノ間の東面が異なり、西ノ間の南面に付書院が付き、中ノ間・西ノ間の御附が1.5間幅と広くなる。従って、客間については図面Ⅲcは図面Ⅱと図面Ⅲとの間に位置すると考えられる。尚、客間西の浴室等の構成は図面Ⅲと類似するが、客間との位置関

係が異なる。

家政局・家從奥詰所、台所の南側は図面IIと異なり、図面IIIに類似する。

日常の居住部分は、図面III cでは殿様居間と奥様居間が廊下を介して雁行形に配置され、廊下に沿って便所等を一列に並べ、整然とした配置となっている。尚、殿様居間・書斎の平面構成は図面IIに類似し、図面IIIとは客間との位置関係や東の便所が異なる。殿様居間の北東部に御部屋が4室並び、その平面構成は図面IIと異なり、図面IIIと類似する。但し、西端の部屋の規模や押入等、便所の配置が異なる。尚、鶴ノ間は位置・規模とも図面IIIに類似する。

図面IIIの若殿様居間に対応する部屋の北東部に御部屋が雁行形に配置されており、図面IIIと異なる平面である。御部屋は図面IIに朱線で描かれた「御子様御部屋」とも異なり、御佛殿との位置関係もずれている。

佛殿の北西部に御部屋が3室並び、構成は図面IIの朱線で描かれた部屋と部分的に類似する。但し、図面IIで4室並んでいた御部屋の西端の部屋が変更され、浴室も異なる。

女中部屋は、図面IIと部分的に類似するが、東端に新たに部屋を1室設け、部屋の北や西も変更されている。図面IIIと比較すると、構成は部分的に類似するが、部屋数が変わる等、相違点が見られる。

図面III・III cとも図面IIの朱線部分とは異なり、こ

の時に旧来の建物を移築しようという設計があったかどうかは判然としない。

台所は図面IIと異なる平面で、諸部屋の構成は図面IIIに類似する。但し、台所の北面が女中部屋とほぼ並び、図面II・IIIとも異なる。

そして、客間と家政局（或いは役所）を繋ぐ廊下の途中に張り出した部分は図面IIIの神殿に相当するものであろう。

### 3.7 図面IV（図-10）

図面の裏に「基本平面圖」とあり、縮尺は5分を1間とする。図面左に「御佛殿ヨリ凡拾七間半」と記述がある。その距離に該当する破線に「生垣線」、その1.5間北の平行線に「河岸線」とあり、その2本の線間に「通路」と記される。

図面I～IIIの玄関の位置に描かれた建物は、扉の開閉や窓の表現から西洋館だと考えられる。部屋名はないが、図面IIIの玄間に類似した平面構成であり、後述の図面Vの西洋館にも類似する。北に張り出した部分の四半敷や、西側面に出入口を設けることも図面Vと同様である。但し、脇階段ではなく、表階段の東は2分され、マントルピースの描写もない。また、図面Vよりも南に位置する。

尚、図面IVに類似する図面として図面IV a（図-11）がある。図面IV aの西洋館は図面IVと殆ど同じ平

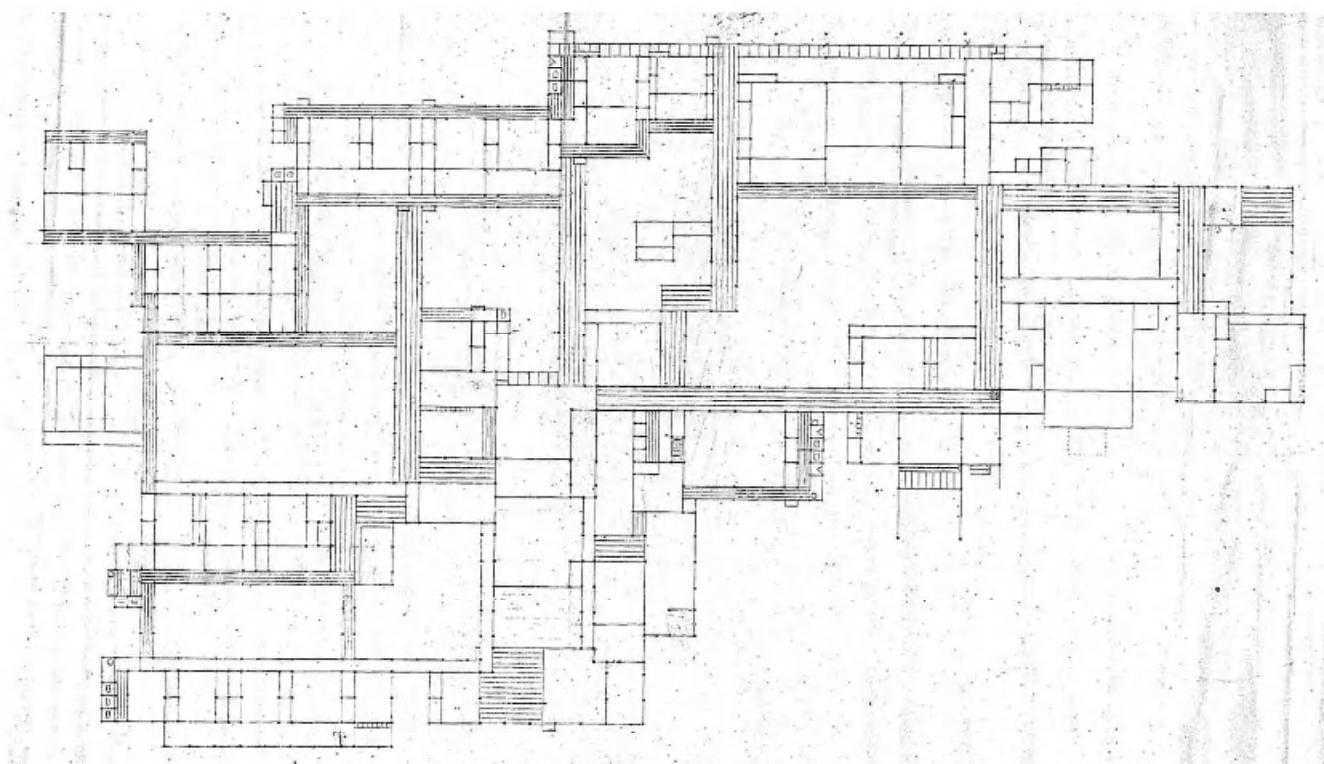


図-9 図面III c

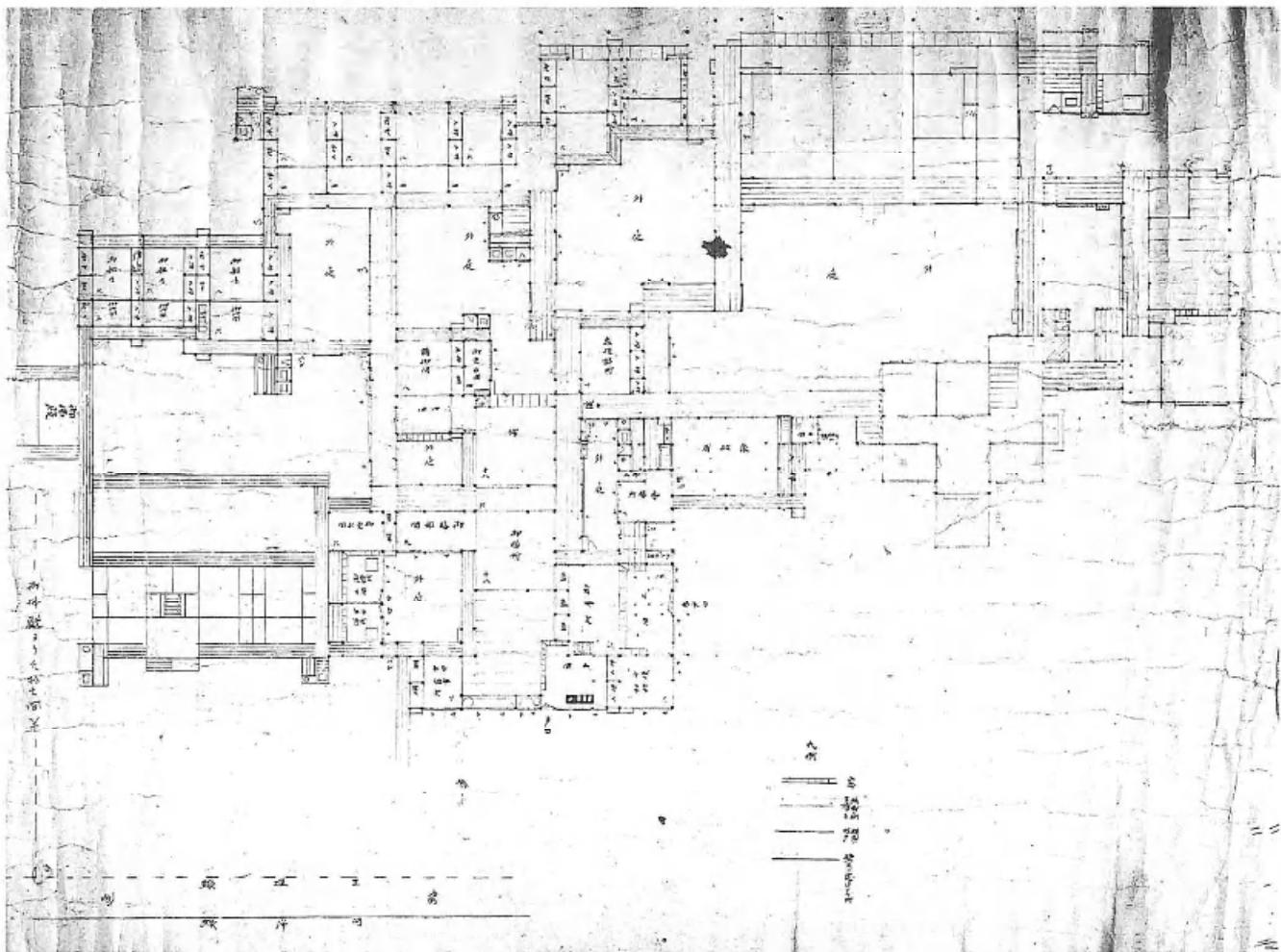


図-10 図面IV

面であり、部屋名も記されている。このことから、図面IV aの部屋名をあてはめることは出来る。

客間は図面IIIと殆ど同じであり、客間の西にある浴室等も図面IIIとほぼ等しい。

台所も平面構成が図面III・IV aに類似するが、各部屋の規模や細部の納まりが異なる。また、図面IIIで設けられた、台所と客間を繋ぐ廊下の南の浴室等はない。

家政局も全体的には図面IIIに類似する。但し、家政局北東部の部屋が図面IIIでは「扣所」とあるが、図面IVには「應接所」と記される。その北の廊下を介して続く土間や小使扣所が廊下の分だけ北にずれ、小使扣所の北面が西の土間と並ぶ。家政局の東の外庭に面した1間幅の廊下を真っ直ぐ御臺所まで通し、そこにあった階段をなくす等、より整然とした平面になる。

日常の居住部分は全体的に図面IIIに類似する。但し、殿様居間の東が図面IIIの押入から4.5畳の部屋に変わっている。「御佛殿」の北西部の御部屋は図面IIIと類似するが、西端から2番目の部屋の規模が異なる。また、鶴ノ間の西にある御更衣間が広くなり、便所の配置が異なる。そして、鶴ノ間や御膳部間・御更衣間

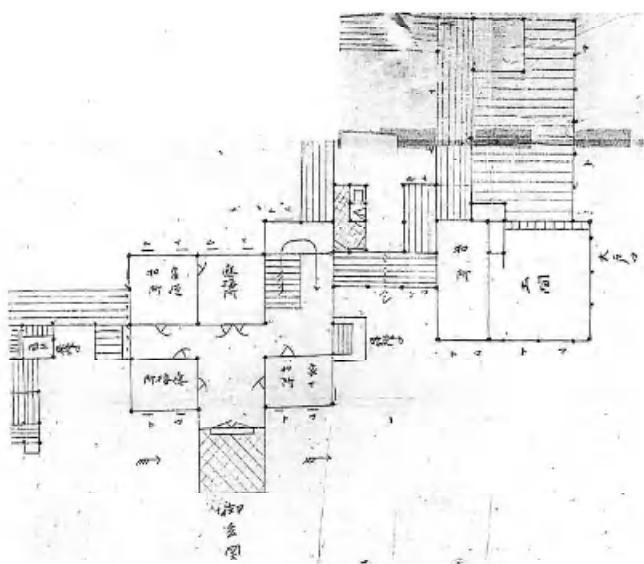


図-11 図面IV a

の位置が図面IIIより半間北にずれ、佛殿北西部の御部屋の西の浴所等が南北に狭く、その北に付く廊下の配置も異なる。

尚、女中部屋の描写は省略され、台所は全体的には

は図面Ⅲに類似する。そして、客間と家政局を繋ぐ廊下に面して配置されていた神殿はなくなっている。

### 3.8 図面V (図-12)

図名の表記はないが、図面の裏に「全平面図」とある。縮尺は6分を1間とする。

明治45年の完成に近い状態を描いていると考えられる。図面Ⅳと同様、玄関が1ヶ所になり、図面Ⅲで玄関があった位置に西洋館が配置されている。1階は「御車寄」を通って「西洋館」の「御玄関」を入れると、玄関左脇は「應接所」、右脇に「家從詰所」、正面に「食堂」があり、中庭を隔てて西洋館の南に「御客間」を配置する。

「御客間」は東西に続く3室から成り、東の部屋は

「御上ノ間」と記され、床の間や違棚、付書院を備えた18畳の部屋である。中央も18畳で、西端の部屋は床の間や違棚、付書院を備えた12畳の部屋である。これら3室の南北には1間幅の畳敷の部屋がある。その北に付いた1間幅の廊下は中庭に面しており、南は庭園に面して更に濡縁を付けている。「御客間」の西に7.5畳の部屋があり、「使者ノ間」と記されている。その西に「御浴室」や「御脱衣ノ間」等がある。

「西洋館」から「御客間」に至る廊下は、西側の「御臺所」から伸びる1間幅の廊下と2ヶ所で繋がっている。「御臺所」の北には「炊事室」があり、その東にある部屋は図面Vaに「扣所」とある。

家政局では、客間の東端の廊下が真っ直ぐ伸びて家政局の南に付いた1間幅の廊下に突き当たり、図面

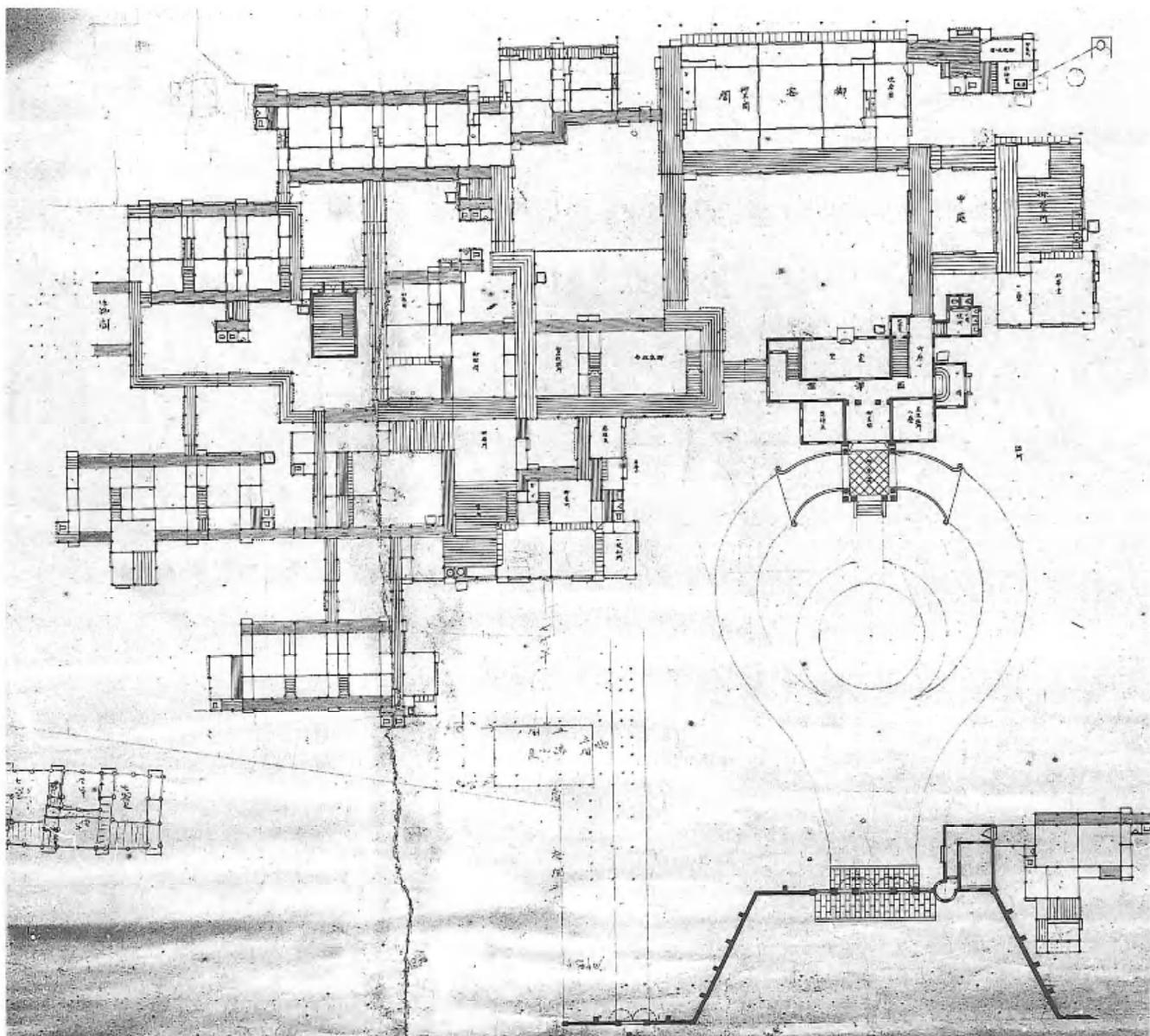


図-12 図面V

III・IVで家従詰所があった部分は広い中庭になる。その「御家従詰所」は「御家政局」の東に移り、これら2室の北に付いた廊下を介して北に「應接室」が配置される。そして、図面IIIで家政局と台所部分を隔てていた外庭はなく、代わりに応接室と御膳所の間に中庭を置く。尚、家政局の南にある中庭の南面には堀が描かれている。

日常の居住部分は図面IVと殆ど一致する。相違点としては、「御佛間」の南西部にある御子様御部屋の西端の部屋が6畳に、3室の御部屋の次ノ間が4.5畳になり、北に付く廊下が真っ直ぐ東西に伸び、便所の位置も変わる。尚、「御子様御部屋平面圖」と標記がある別の図面に、図面Vと類似の平面が描かれている。

また、「御鶴ノ間」・更衣間の南端の便所も異なる。

「御佛間」の北西部にある御部屋では、図面IVと階段の位置等が異なり、部屋の北側部分の間取りも変更される。図面IVでは廊下を介して御部屋に付設されていた浴室が、御部屋の西の庭を隔てて配置され、便所の位置も変わる。尚、この部分についても「御部屋平面圖」と標記された別の図面に類似の平面が描かれ、それに鉛筆で加筆・修正された箇所を清書した平面が図面Vと殆ど等しい。

女中部屋では図面IIIと基本的な構成は類似するが、西端の部屋の規模が変わり、女中部屋の東側も異なる。また、御部屋と女中部屋とを繋ぐ廊下が図面IIIは1本であったが、図面Vでは廊下が2本付く。

台所部分では、御膳所の北の板張部分に「御茶ノ間」と記され、その西面に図面IVでなくなっていた階段が設けられ、土間から2階への階段が2ヶ所ある。台所の西側は図面IVと異なり、応接室から昇降口の北の便所部分まで西面が揃っており、北西隅の小使扣所だけが西に張り出している。西入りの昇降口が広くなり、御膳部間が畳敷から板張に変わる。中庭を隔てて東にある浴室部分には東端の廊下の東に便所があり、浴室・更衣間とも東西方向に広くなる。

そして、御子様御部屋の北西部に衣裳蔵が新たに描かれ、蔵のまわりの廊下も多少、変更している。

### 3.9 図面V a (図-13)

図面Vに類似する図面として図面V aがあり、裏に「全平面図」と記されている。尚、佛殿の一部が省略されている。

西洋館は表階段下の洗面室を除いて図面Vと等しい。接客部分の台所も図面IVとは異なり、図面Vと同じ平

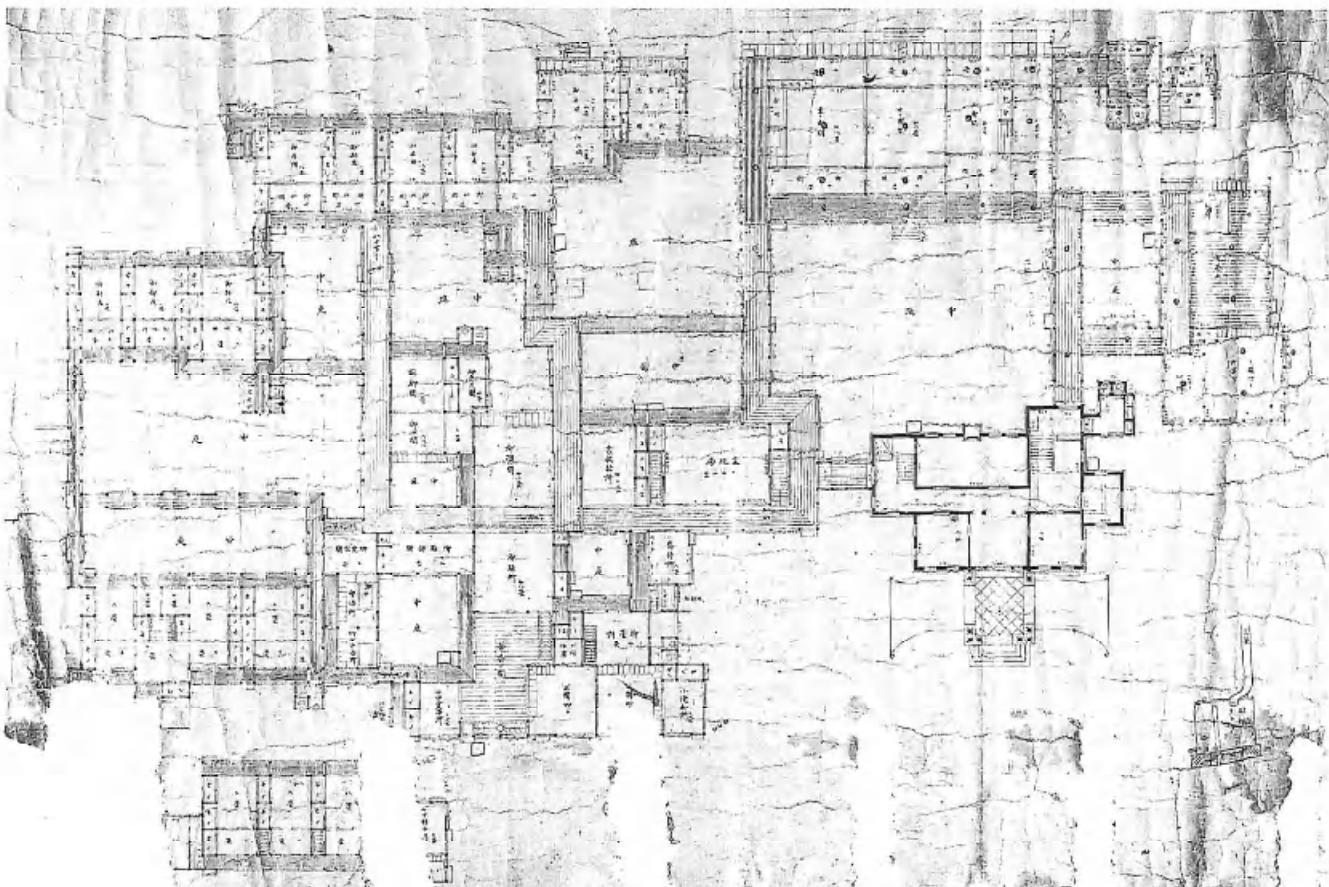


図-13 図面V a

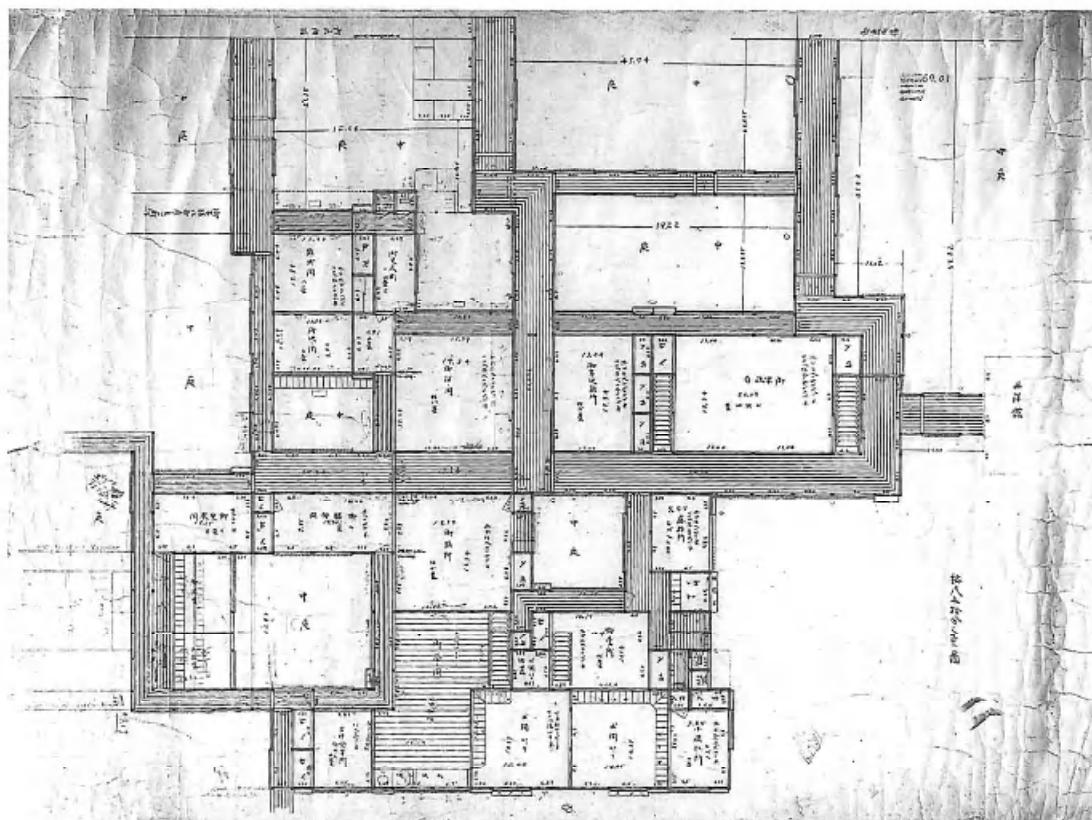


図-14 図面V b

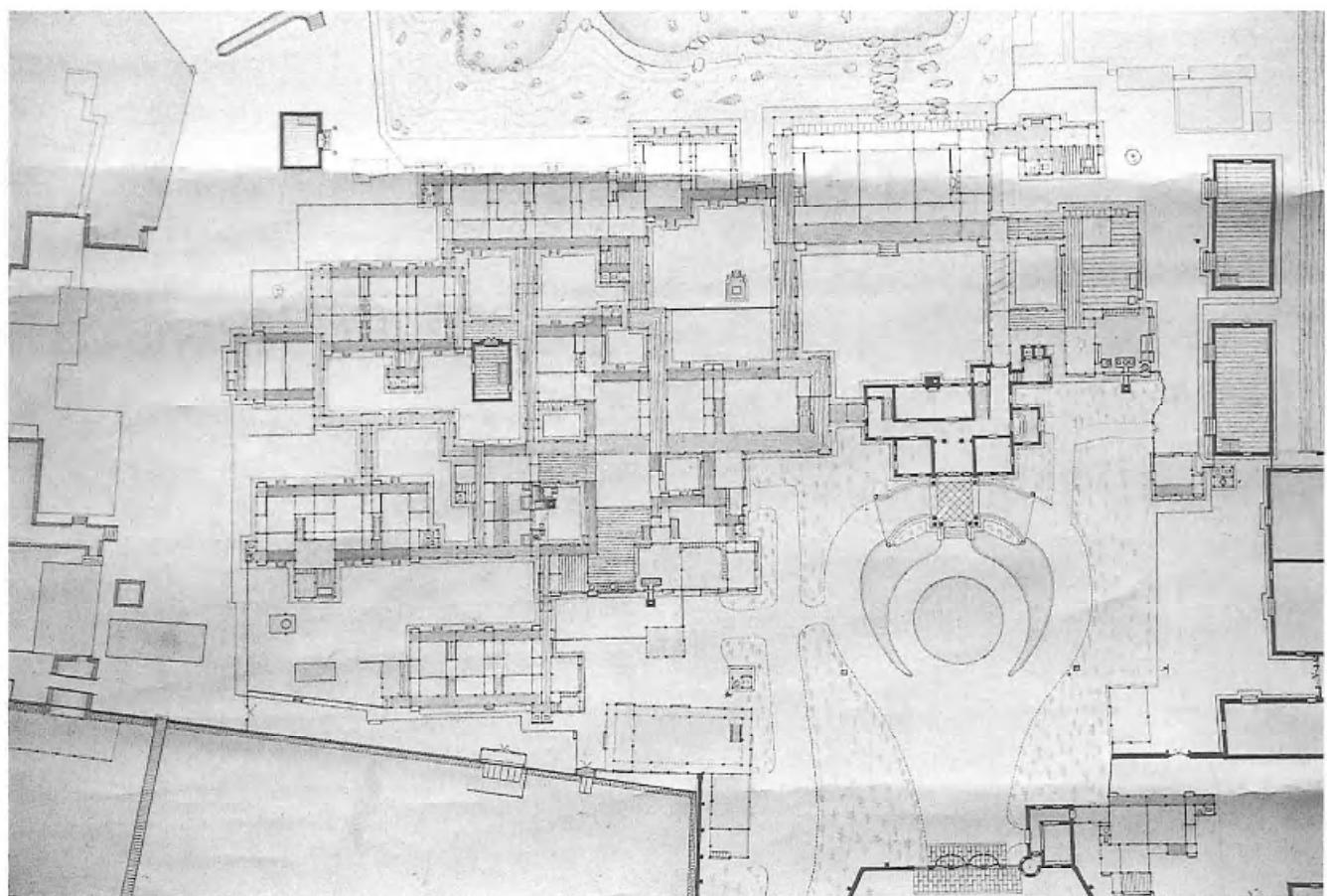


図-15 図面VI

面を示す。客間に付随した浴室等は図面IVと類似し、図面Vと殆ど同じである。但し、客間については図面IVと変わらない。

家政局は図面Vと殆ど類似する。但し、図面V aで家政局の南にある中庭の南面に廊下が付いており、図面Vの堀とは異なる。

日常の居住部分については、全体的に図面IVに類似する。但し、客間と御部屋西端の書斎との距離が図面IVよりも広く、図面Vと同じである。

女中部屋は一部、欠損しているが、図面IIIにはほぼ類似する。図面Vとも構成は類似するが、部屋の規模や東側が異なる。尚、御部屋と女中部屋とを繋ぐ廊下は図面IIIと等しく1本である。

台所は御膳所の北の板張部分やその西面に階段が設けられた点等、図面Vとほぼ等しい。そして、図面IIIでは応接所と台所の土間・小使扣所の西面が揃っていたが、図面V aでは応接所の西面から奥まで昇降口が設けられ、昇降口の北の便所部分までの西面が揃っており、北西隅の小使扣所が西に張り出している。

### 3.10 図面V b (図-14)

図面V・V aに類似する図面V bには図名の表記がないが、図面の裏に「江頭請負工事ノ分平面圖」とあり、家政局や家従詰所、台所等を描いている。縮尺は1/50である。

家政局では、南の中庭の南面に半間幅の廊下が付き、図面V aと等しい。また、「鶴ノ御間」・「御更衣間」の南の便所も鉛筆で加筆され、その箇所が図面Vで墨書きされている。他にも、鶴ノ間の北西部にある「御溜ノ間」の西面や「御茶ノ間」の北面、「御浴室」やその東の便所にも鉛筆書きで修正が見られる。

のことから、図面V bは図面V aから図面Vへ到る途中の段階で描かれた図面であろうと推察される。但し、この図面V bには柱間寸法や柱の大きさ等、詳しい寸法が記述され、実施図面に近い段階で描かれたものであろう。

### 3.11 図面VI (図-15)

建物完成後を描いたと推定される図面VIは彩色され、軸装されている。図面Vで省略されていた「御佛殿」や女中部屋北西の建物を描いている。両者で異なるのは女中部屋への廊下の数である。

## 4. 設計変更

以上、説明をした図面から図面III a・III b・IV aを除いたものをA～Dの各部分ごとに比較し、その設計変更をまとめた。

### 4.1 各図面の位置付け

図面Vは明治45年の完成に近い状態を描いており、図面VIは建物完成後を描いたと推定される。従って、「明治三十六年三月」と年記がある図面Iの方が図面V・VIよりも古い。

尚、明治36年の図面Iと明治45年の図面V・VIとでは、西洋館を立派にしようという流れが認められる。図面Iと図面IIでは西洋館は同じであり、図面I aは図面Iと異なる。図面I aが図面Iと図面IIとの間に位置すると考えることは可能だが、西洋館の変化から考えると、図面I aは図面Iの前に置くことが妥当であろう。このことは玄関部分にもあてはまるであろう。

図面Iには接客部分に台所がなく、台所を設けている図面IIの方が新しい図面であろう。また、図面Iの中程にある半円と対応し、図面IIの左部分と殆ど等しい図面I bは図面Iと図面IIとの間に位置すると考えられる。

図面IVは図面Vと類似しており、西洋館の形から図面IVの方が古いであろう。図面V a・V bは西洋館や家政局から図面IVよりも新しく、家政局の南の中庭に付いた廊下や鶴ノ間部分から図面Vよりも古いであろう。両者を比較すると、台所の西側の平面や鉛筆書きの加筆等から、図面V bが図面V aよりも新しい設計図であろう。

図面IIIと図面IVとでは玄関が2ヶ所ある図面IIIの方が古いであろう。そして、図面IIと図面IIIでは玄関や客間、日常の居住部分から図面IIIの方が新しいであろう。尚、図面III cについては、図面の左部分が図面IIIよりも古く、客間の構成から図面IIと図面IIIとの間に位置するであろう。

従って、図面はI a→I→I b→II→III c→III→IV→V b→V a→V→VIの順で設計変更されたと考えられる。

### 4.2 接客部分

まず、客間を見ると、図面I・IIでは東から15・15・10畳であるが、図面III・IVでは18・18・10畳となり、図面Vで18・18・12畳と変化している。また、図面I・IIではなかった西ノ間の付書院が図面IIIで付けられ、北の廊下も図面I・IIで半間幅であったのが図面IIIで1間幅となる。更に、西の「御通り」が図面IIIから1.5間幅となり、図面Vでは「使者ノ間」と記され、通路から一つの部屋となつたと考えられる。

次に、玄関と西洋館では、図面I・II・IIIとも中庭を隔てて客間の正面に玄関があり、客間へのアプローチを考えると正式な玄関であることが分かる。そして、図面IIIで玄関・西洋館の平面が充実し、左右対称の形

を示すようになる。更に、図面IVでは玄関の位置に西洋館が設けられ、玄関が一つになった。その西洋館の平面構成は図面IIIの玄関に類似し、図面Vの西洋館とも類似する。西洋館が建物全体における玄関として位置付けられ、その1階の基本的な平面構成は図面IIIの玄関に由来し、「應接所」や「家從詰所」は図面Iに起源をもつ。

図面IIから台所が設けられたのは、接客部分にも必要であったためであろう。しかし、図面I・II・IIIの西洋館には食堂がなく、図面IIIでは台所との繋がりがよくない。図面IVでは西洋館に直接繋がる廊下を設けた。尚、図面IVの西洋館に食堂があるかどうかは判然としないが、図面Vでは大きな食堂が1階に設けられている。

#### 4.3 家政局・家從詰所

図面I・IIの役所が、図面III以降、家政局に変わる。役所のときは北入りであるが、玄関・西洋館とは異なる単独のアプローチとして区別されていた。図面III以降、西入りとなり、玄関・西洋館側からのアプローチに変更される。

諸部屋の規模や配置は変わるが、基本的な構成は図面Iに起源をもつ。二階建であることは変わらず、役所の時は20畳、家政局に変更された時に24畳となり、図面Vで家從詰所と家政局が東西に並ぶ。

#### 4.4 日常の居住部分

殿様居間・奥様居間・若殿様居間は図面Iでは各部屋ごとに舛形を配し、快適な居住空間として計画されていた。図面IIIから御前様居間がなくなり、奥様居間と若殿様居間が並べて配置され、殿様居間を含めて7室がまとまって配置されている。

御子様御部屋は、図面Iで既に二階建の部屋として設計され、前室を付設した東西に続く4室から構成されている。その東南部に二階建の於静殿御始御部屋が配置され、御部屋は前室を付設した東西に続く3室等から成る。尚、図面Iは朱線で描かれていないが、移築計画がなかったとは言えないであろう。

そして、図面I b・IIでは元御前様居間・元書斎・元奥様居間・元殿様居間を御子様御部屋として、また、於静殿御<sup>(マサ)</sup>初御部屋も元御子様御部屋を移築する計画となる。その朱線で描かれた御部屋は図面Iと別の平面であり、位置・規模とも異なる。

図面Iの大松木のそばにある「於静殿御始御部屋」は、図面I b・図面IIではそこに御子様御部屋が配置され、佛殿の北西部に変更されている。そこは図面Iの御子様御部屋の位置に当たる。従って、図面Iから

図面IIの間で御部屋と御子様御部屋の配置が入れ替わった。

図面III・IVでは御子様御部屋・御部屋とも図面IIと異なる位置・規模となる。但し、御子様御部屋では図面IIの西側部分(元奥様居間・元殿様居間)と平面構成や部屋の南北の廊下の付き方が類似する。また、御部屋については、図面IIとは階段部分を除いて構成が類似し、図面Iの於静殿御始御部屋とは部分的に相違点が認められるが、構成は殆ど類似する。但し、この段階での移築計画の有無については判然としない。

尚、図面IIと図面IIIの間に位置付けられるであろう図面III cでは、配置や諸部屋の構成から、御子様御部屋は図面IIの御子様御部屋の東側部分(元御前様居間・元奥様居間)と類似し、御部屋は図面IIの御部屋と西端部分を除いて殆ど等しい。

図面Vは御子様御部屋・御部屋とも図面IIIと基本的な構成は類似するが、部分的に規模や配置等の変更がなされ、整然とした形を示す。

鶴ノ間は図面I bで設けられ、日常の居住部分に置かれていたが、図面III以降、より玄関に近い家政局部分に配置された。また、亀ノ間は役所と居住部分との中間に配置されていたが、図面IIIから部屋がなくなる。

#### 4.5 その他

女中部屋は、図面Iでは東西に続く4室等から構成される。図面I b・IIでは朱線で描かれているが、その平面は図面Iと殆ど等しい。しかし、図面IIIから二階建となり、部屋の配置や規模が異なる。それ以降は部分的な変更はあるものの、部屋の構成は変わらない。

尚、図面Iでは女中部屋の近くに「上 御浴殿」・「次 浴殿」があり、「上 御浴殿」は於静殿御始御部屋・御子様御部屋に付設すると考えられる。図面I bでは女中部屋の西に女中浴所が設けられ、御浴殿は於静殿御<sup>(マサ)</sup>初御部屋の西に移り、御子様御部屋からも近くなる。また、女中部屋の南の、日常の居住部分を隔てている舛形も図面Iよりも南北に狭くなり、女中部屋から日常の居住部分へのアプローチの改善が見られる。そして、図面III以降では台所の東端に女中食事所を設ける等、便宜を圖っている。

従って、女中部屋の建物全体における配置は図面Iから殆ど変わらず、二階建の基本的な形は図面IIIで決まり、それ以後、部屋数や部分的な平面・配置は変わるもの、大きな変更はないと言えよう。

台所は図面I・IIでは単純な平面構成であったが、図面IIIで規模が大きくなり、台所の西に家政局部分と兼ねた入口を設け、玄関・西洋館側からのアプローチをとることで、建物の入口としての体裁を整える。入

口を入って左手に台所の諸部屋が配置され、その位置・規模の基本的な構成は図面Ⅲで決まり、その後、変更の度に使い勝手が良くなる。そして、図面Ⅴで家政局部分や女中部屋との繋がりを考慮した、まとまりのある配置が決定した。

佛間は図面Ⅰから描かれており、図面Ⅰbで東端に変更され、規模が大きくなる。但し、東を向いて拵むことは変わっていない。以後は配置がやや南にずれていくが、大きな変化はない。

## 5 まとめ

明治36年から幾多の変更を経て、完成していった。主要な変更をまとめると、以下のようなになる。

客間・西洋館の接客部分における大きな変化は、主要な玄関が和館から西洋館に変わったことである。西洋館を建てる考えは図面Ⅰの明治36年からあったが、玄関の位置に移動し、屋敷全体の玄関としての体裁を整えた。但し、その平面構成は図面Ⅲの玄関を引き継いだ部分がある。

次に、客間が広くなり、座敷飾りを整え、客間の役割がより重要視されたことである。また、図面Ⅰになかった台所が図面Ⅱで設けられ、以後、大きく変化していない。

日常の居住部分では、図面Ⅰb・Ⅱで御子様御部屋

と御部屋の移築計画があり、両者の配置が変わった。尚、その後の移築計画については判然としない。居住部分の基本的な平面構成は図面Ⅲで決まり、部分的な変更はあるものの、その構成を継承している。

女中部屋も図面Ⅲから二階建の基本構成が決まり、その後、部分的な変更を経て、図面Ⅴで整然とした平面を示す。

台所は図面Ⅲで家政局や女中部屋との繋がりを考慮した基本的な平面が決まり、その後、規模が大きくなり、使い勝手を考えた平面に変更されていった。

以上、述べたように、図面Ⅲで各部分の基本的な平面が決まった。

尚、今後の課題は、日常の居住部分における移築計画の有無を明らかにしていくことである。また、本稿では触れなかったが、明治36年の図面Ⅰ以前を描いていると考えられる図面もあり、その図面との比較検討も行いたい。

## おわりに

本稿の作成にあたり、御花資料館館長 北島清恵氏に貴重な図面をお貸しいただき、立花家文書の閲覧に際しては柳川古文書館の皆様の御協力を得た。ここに深く感謝の意を表します。

# パルスパワーを用いた排ガス処理 —ガス組成と水分が NOx 処理に及ぼす効果—

塚本俊介・秋山秀典\*

〈平成10年9月30日受理〉

Pollution Control of Combustion Flue Gases Using Pulsed Power  
—Effects of Gas Composition and Moisture on NOx Removal Performance—

Shunsuke TSUKAMOTO and Hidenori AKIYAMA

There are several important environmental problems in the world. One of them is the acid rain caused by combustion flue gases from thermal power plants, factories and automobiles. Pollution control is now a very important subject in the world.

Different kinds of gas discharge, such as surface discharge, dc and ac corona discharge, silent discharge, and electron beam controlled discharge, have been studied for the removal of NOx and SO<sub>2</sub> from flue gases. The recent development of repetitive pulsed power generators gives the pulsed streamer corona discharges a chance of success in the removal of NOx and SO<sub>2</sub>. Pollution extraction by the pulsed power is a promising candidate for the removal of NOx and SO<sub>2</sub> due to its economic advantage.

Several experiments on the removal of NOx were performed using pulsed power and simulated gas in our laboratory. The experimental results suggest that O<sub>2</sub> oxidizes NO into NO<sub>2</sub> and OH radical made from H<sub>2</sub>O plays a dominant role for NO removal.

## 1. まえがき

現在、地球上には早急に解決しなければならないいくつかの重大な環境問題が存在するが、その一つに酸性雨がある。大規模な森林枯渇や湖沼生物の死滅の原因となる酸性雨は、その多くが人間の文明生活を支えるために排出する燃焼排ガスに起因している。火力発電所や大規模工場、自動車などから排出される窒素酸物(NOx)や硫黄酸化物(SOx)が酸性雨の主たる原因となる。

わが国の火力発電所等では、排煙脱硫・脱硝装置の設置が義務づけられ、NOx・SOxの放出量は諸外国に比べ、非常に低くなっている。火力発電所では、SO<sub>2</sub>の除去には湿式石灰石膏法、NOxの除去にはアンモニア接触還元法が一般的に用いられ、それらに対するわが国の技術は世界のトップクラスにある。しかし、それらの設置に必要な費用は甚大であり、発電所建設の際に経済的な理由で、排煙脱硫、脱硝装置を設置しない国も多い。建設費の高いことが、排ガス処理装置の

世界全体への普及を妨げているのである。

そのような状況の中で、近年放電プラズマも用いた排ガス処理法が広く研究されている。これらは、低コストの排ガス処理装置を目指しての研究である。コロナ放電、無声放電、誘電体バリア放電、電子ビーム制御の放電など、異なる種類の放電が、排ガス中のNOxやSO<sub>2</sub>除去のために研究されてきた<sup>[1~9]</sup>。また、NOx・SO<sub>2</sub>のほかCO<sub>2</sub>やその他の有害ガスについても放電を用いた処理法が研究されている<sup>[10,11]</sup>。

その中でも、パルス放電を用いた排ガス処理は、そのエネルギー効率が高いので、実用化をにらんだ取り組みのもとで、研究が行われている<sup>[1~5,9]</sup>。パルス放電を用いると、大気圧中で広範囲にストリーマ状の放電を発生させることができる。また、極短パルスを用いるとアーケに転移しにくく、高電界を印加可能である。その結果、化学反応を促進する活性種(ラジカル)が多量に生成されることから、大規模な排ガス除去能力が期待できる。さらに、高電界ではあっても、半値幅が100ns以下と極めて短い高電圧パネルによる放電で

\*熊本大学工学部教授

あるから、イオンや中性分子を加熱する事なく、エネルギー効率の高い排ガス処理が期待できる<sup>(1)</sup>。低成本の排ガス処理装置の実用化を念頭に置いた場合、放電方式においてはランニングコストの主要因であるエネルギー効率の向上が最大の鍵となる。パルスパワーによる放電で生成するプラズマを用いる排ガス処理は、大規模・高効率の排ガス処理の可能性を大きく秘めている。

この論文では、パルスパワー電源を用いて生成した放電プラズマによるNO<sub>x</sub>処理の実験結果について述べる。今回検討した項目は、(1)ガス成分の違いによるNO<sub>x</sub>除去特性、(2)NO<sub>x</sub>処理における水分の効果、の二つである。それらの結果から、O<sub>2</sub>はNOのNO<sub>2</sub>への酸化を大きく促し、H<sub>2</sub>Oは解離されて生成したOHラジカルによって、NO<sub>2</sub>の除去に大きな役割を果たしている事がわかった。

## 2. パルスパワー電源と排ガス処理理論

### 2.1 パルスパワー電源

図1にパルスパワー電源として製作した3段のブルームライン線路を示す。

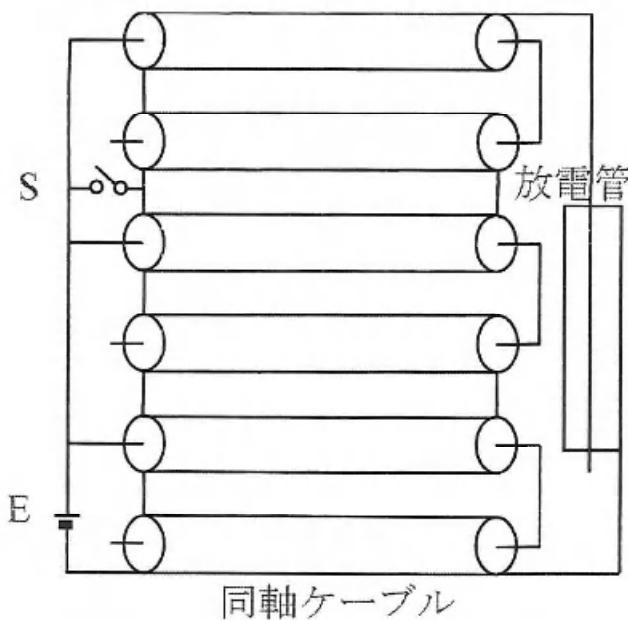


図1. 3段ブルームライン線路の接続図

ブルームライン線路は、同軸ケーブルの分布定数回路で構成されたパルス成形線路の一つである<sup>(12,13)</sup>。分布定数回路のキャパシタンス成分に高電圧電源によって蓄えられた電気エネルギーは、投入スイッチの動作により、線路に接続された負荷に方形波パルスの形で供給される。このときのパルス幅は、線路の長さと伝搬速度によって決まる<sup>(13)</sup>。今回使用したブルームライン線路はケーブルの長さ12 m、パルス幅120 nsのもの

である。同軸ケーブルは高周波用ケーブルRG-213/Uを使用した。その電流電圧波形を図2に示す。これらは実際にガスの除去実験を行っているときの放電管の印加電圧と、放電電流である。充電電圧20 kVに対して約50 kVの電圧が印加され、約80 Aの放電電流が流れている。

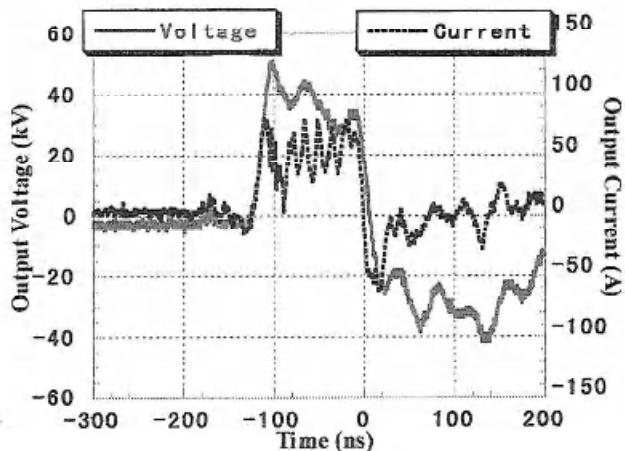


図2. 電圧電流波形

### 2.2 排ガス処理の理論

パルスパワーを印加したときの、放電管内のストリーマ状放電の例を図3に示す。放電管の軸方向から撮影した写真である。

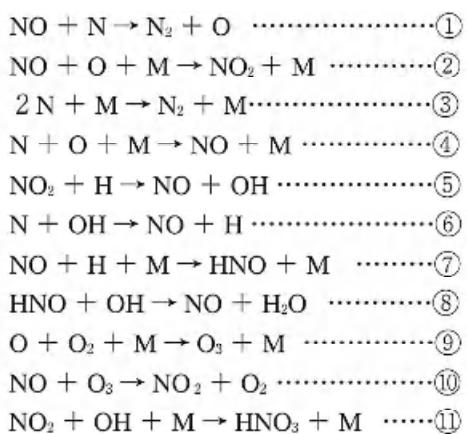


図3. ストリーマ状放電の様子

1発のパルス電圧印加で、多数のストリーマが放電管内に均一に広がっている様子が分かる。このストリーマの先端は非常に高電界となっており、電子はこの高電界に加速されて10eVを超すエネルギーを持った電子となる。この高エネルギー電子が、例えばNO分子に衝突すると、NOは解離され、NとO原子になる。また、これらの高エネルギー電子は、排ガスに含まれる水や酸素・窒素の分子をも解離して、OH, HO<sub>2</sub>,

H, O, Nなどの反応性に富むラジカルを多数生成する。その後、結合反応によって、NOはN<sub>2</sub>やO<sub>2</sub>あるいはHNO<sub>3</sub>、NO<sub>2</sub>などに変換されて排出される。

このプラズマ中において生じると思われる主なプラズマ化学反応は次のとおりである。



なお、Mは直接反応には与からない第三体分子である。

### 3. 実験と結果の検討

#### 3.1 実験装置

図4に排ガス処理装置全体図を示す。

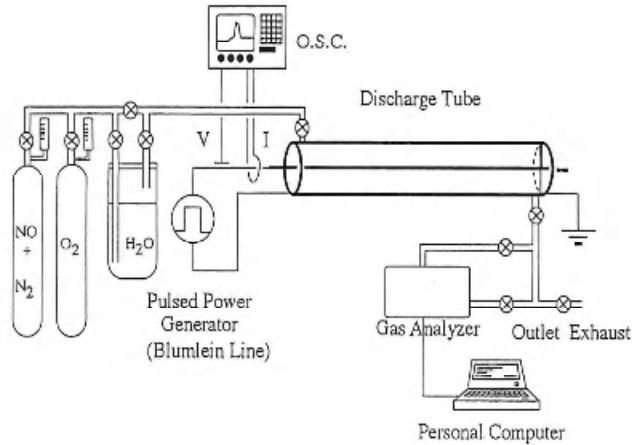


図4. 排ガス処理装置系統図

実験用模擬ガスは、N<sub>2</sub>希釈のNO 200 ppmを使用し、それに酸素あるいは水分を加え、後述の3種類の組成で除去実験を行った。この模擬ガスは放電管に導かれ、パルスパワー電源から高電圧パルスを印加され、放電プラズマ中で処理される。

放電管は外側電極に内径76 mm、長さ500 mmの銅管、内側電極に直径1 mmのタンクステン線を用いた同軸円筒電極を用いた。

放電管を出たあとのガスは排ガス測定器（テストターム社製・testo33）で濃度を測定し記録した。模擬

ガスの流量は1.94 l/minで、大気圧、室温で行った。放電管に注入されたエネルギーは、印加電圧と放電電流の積を時間積分して求めた。印加電圧の測定には抵抗分圧器を、放電電流の測定にはロゴスキーコイル（ピアソン社製・model-110 A）を用い、オシロスコープ（HP54512A）でモニターした。

#### 3.2 ガス成分の違いによる除去特性

次の3つのガスを使用して排ガス処理を行い、その除去特性を比較した。ガスの流量・パルスパワー電源の充電電圧も一定に保ちながら行った。

(1) N<sub>2</sub> + NO

(2) N<sub>2</sub> + NO + O<sub>2</sub>

(3) N<sub>2</sub> + NO + O<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O

なお、添加したO<sub>2</sub>濃度は約10%，H<sub>2</sub>O濃度は約4%である。図5～図7にその結果を示す。横軸はパルスの繰り返し周波数 (pps : pulses per second)，縦軸は除去率 (%) である。除去率とは次の式で表される。

$$\text{除去率} = (\text{処理前濃度} - \text{処理後濃度}) / \text{処理前濃度} \times 100 \text{ (%)}$$

また、NO<sub>x</sub>濃度とは (NO + NO<sub>2</sub>) の濃度である。

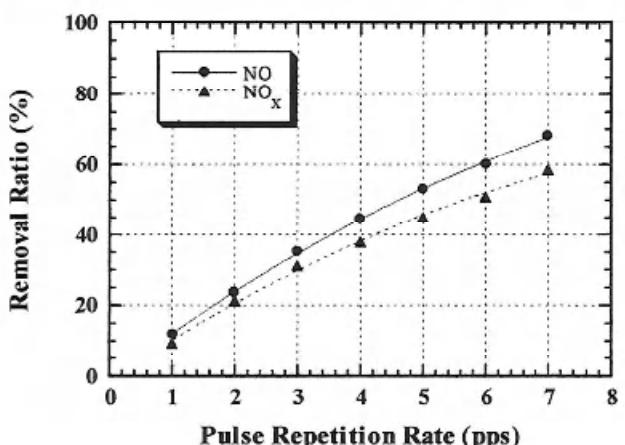


図5. ガス組成 (N<sub>2</sub> + NO) 時の除去率

図5のN<sub>2</sub> + NO 200 ppmガスにおける結果では、周波数7 ppsにおいてNO約70%が除去された。この時の主な反応としては、前述の反応式①が考えられる。NO<sub>x</sub>除去率は約60%となり、上記70%との差10%が反応式②に基づくNOの酸化によるNO<sub>2</sub>の生成を表している。

図6では、NO除去率は最高で90%を超えたがNO<sub>x</sub>除去については負の除去率となった。これはNOの除去量以上にNO<sub>2</sub>が生成されたことを示している。反応式②に加えオゾンによる酸化反応⑩などが活発に行われたものと思われる。



「水なし」の結果は、前述の NO が  $\text{NO}_2$  に酸化される反応と同様である。その結果以上に「水あり・前添加」において NO 除去率が向上していることは、式群(2)のプラズマ化学反応が進行していることを示している。「水あり・後添加」が「水なし」よりも、NO 除去率が低下しているのは、生成した 3 個の  $\text{NO}_2$  分子が⑫の反応でトラップされるときに、1 個の NO 分子を生成したためである。

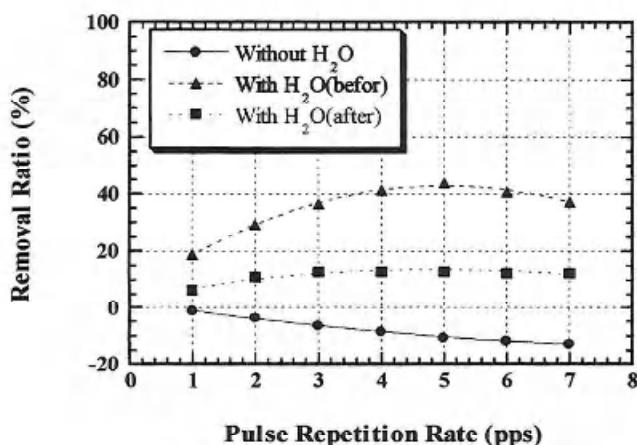


図 10. 水分の効果・NOx 除去率

図 10 の NOx 除去率を見ると、除去率の高い順で

1. 水あり（前添加）
2. 水あり（後添加）
3. 水なし

の結果となった。「水なし」の場合、NO 除去量以上に  $\text{NO}_2$  を生成して NOx 除去率が負になっているのに対し、「水あり・後添加」の場合、除去率は正に転じている。これは反応式⑫による  $\text{NO}_2$  のトラップが生じたためである。NOx 除去率においても「水あり・前添加」が一番良い結果となっているのは、ガス中に水分が存在することによって、式群(2)に示した OH や  $\text{HO}_2$  のラジカル反応が進行したことを裏付けている。

これらのことから、排ガス中に含まれる水分は、排ガス処理に大きな役割を果たしており、プラズマ化学反応を数多く行わせるために、放電処理前に含ませるのが有効であることが分かった。

このことは、実際の火力発電所等から排出される排ガスは、数%の水分を含んでいることが分かっており、燃焼排ガス処理への本法の実用化に、誠に好都合であることを示している。

#### 4. むすび

パルスパワーを印加して生成した放電プラズマ中を、有害な排ガスを通過させる間に、プラズマ化学反応を起こさせ、無毒なガスに変換する排ガス処理の実験を

行った。その結果次のようなことが分かった。

- (1) 排ガス中に水分が含まれないと、存在する  $\text{O}_2$  は NO を酸化し  $\text{NO}_2$  を多量に生成する。  $\text{N}_2$  や  $\text{O}_2$  の解離した N, O 原子による NO の生成反応も存在するので、初期からあった NO の除去量以上に  $\text{NO}_2$  が生成し、NOx 除去率が負の値を示す。
- (2) 排ガス中に水分が含まれていると、 $\text{H}_2\text{O}$  の解離で生成した OH や  $\text{HO}_2$  ラジカルの反応で、NOx 除去反応が増大し、 $\text{O}_2$  が存在しても NOx 除去率が大幅に改善される。
- (3) 排ガス処理に水分の存在は大きな役割をすることが分かったが、燃焼排ガスにはほとんど水分が含まれており、本法を実用化するときに好都合である。

#### 参考文献

- (1) 増田閃一, 吳 彦 “極短パルスコロナ放電による燃焼排ガスの脱硝について”, 静電気学会誌, 12, 4 (1988) p.277-283
- (2) S. Masuda and H. Nakao “Control of Nox by Positive and Negative Pulsed Corona Dischagcs”, IEEE Trans. on Ind. Appl. Vol. 26, No.2 (1990) p.374-382
- (3) J. Sidney Clements, A. Mizuno, W. C. Finney and R. H. Davis “Combined Removal of SO<sub>2</sub>, NOx, and Fly Ash from Simulated Flue Gas Using Pulsed Streamer Corona”, IEEE Trans. on Ind. Appl. Vol.25, No.1 (1989) p.62-69
- (4) G. Dinelli, L. Civitano and M. Rea “Industrial Experiments on Pulse Corona Simultaneous Removal of Nox and SO<sub>2</sub> from Flue Gas”, IEEE Trans. on Ind. Appl. Vol.26, No.3 (1990) p.535-541
- (5) J. J. Lowke and R. Morrow “Theoretical Analysis of Removal of Oxides of Sulphur and Nitrogen in Pulsed Operation of Electrostatic Precipitators”, IEEE Trans. on Plasma. Sci. Vol.23, No.4 (1995) p.661-671
- (6) A. Chakrabarti, A. Mizuno, K. Shimizu T. Matsuoka and S. Furuta “Gas Cleaning with Semi-Wet Type Plasma Reactor”, IEEE Trans. on Ind. Appl. Vol.31, No.3 (1995) p.500-506
- (7) K. Urashima, J. S. Chang and T. Ito “Reduction of Nox from Combustion Flue Gases by Superimposed Barrier Discharge Plasma Reactors”, IEEE Trans. on Ind. Appl. Vol.33, No.4 (1997) p.879-886
- (8) B. M. Penetrante, M. C. Hsiao, B. T. Merritt, G. E. Vogtlin and P. H. Wallman “Comparison of Electrical Discharge Techniques for Nonthermal Plasma Processing of NO in N<sub>2</sub>”, IEEE Trans. on Plasma Sci. Vol.23, No.4 (1990) p.679-687

- (9) 川村, 塚本, 竹下, 勝木, 秋山 “誘導型パルスパワー電源を用いたNO<sub>x</sub>除去”, 電学論A, Vol.117 No.9 (1997) p.956-961
- (10) I. Maezono and J. S. Chang “Reduction of CO<sub>2</sub> from Combustion Gases by DC Corona Torches”. IEEE Trans. on Ind. Appl. Vol.26, No.4 (1990) p.651-655
- (11) M. G. Grothas, R. K. Hutcherson, R. A. Korzekwa and R. Roush “Coaxial Pulsed Corona Reactor for Treatment of Hazardous Gases”, Proc. of 9th IEEE Pulsed Power Conf., Vol.1 (1993) p.180-183
- (12) 原雅則, 秋山秀典, “高電圧パルスパワー工学” 森北出版 (1991)
- (13) 京都ハイパワーテクノロジー研究会, “パルスパワー工学の基礎と応用” 近代化学社 (1992)

# 教育・研究用移動ロボットの研究（1）

—全体構想、最初のモデルとリアルタイム制御—

瀬々浩俊・堀切淳一・石井康太郎・川崎義則

〈平成10年9月30日受理〉

A Study of the Mobile Robot for Education and Research (1)

Hirotoshi SESE, Junichi HORIKIRI,  
Kotaro ISHII and Yoshinori KAWASAKI

We would like to have the mobile robot for the use of the education and the test bed of digital system units. First, the function and the specification for those purposes are discussed. Second, the outline and the status of the first step model : ARSE-1 are described and the plan after this is expressed.

This project would be continued for three years in future.

## 1. まえがき

卒業研究などに使える面白いもので、デジタル制御システムブロックのテストベッドとなるものが欲しいというのが本研究をやろうとしたとした発端である。また、中学生などの当学科見学時のデモンストレーション用としても使えるものが欲しいということも動機の一つである。

ロボットが場所を選ばず自由に且つ人間の側を動き回るということは一つの夢であるが、まだ多くの課題

を抱えている。そこで、次のような制約条件をつけてみた。電子情報工学科棟は鉄筋コンクリート5階建である。各階への移動手段としてエレベータと階段が使用できる。階段での移動を考えると、ロボットが機構的にも難しくなる。そこで水平面だけを移動することに限定し、次のような目標を掲げた。“電子情報工学科棟内の廊下をエレベータを利用して動き回ることができるビル用自律走行型の案内・警備ロボット”を作ろう。これを経済的に、出来るだけ手近で入手しやすいものを利用して、数年かけて実現してみようということである。

ここでは全体構想とその最初のモデル：ARSE-1 (Ariake-nct Robot Sese - 1)について述べる。ARSE-1は走行機能を実現するもので、次の段階への拡張性を考慮している。

## 2. 必要機能と目標仕様

ここでは全体構想として最終的に必要とする機能と目標仕様について検討している。

### 2.1 ロボットの必要機能

ロボットに関してはアシモフのロボット3原則があるが、もう少し具体的に“電子情報工学科棟内の廊下をエレベータを利用して動き回ることが出来るビル用自律走行型の案内・警備ロボット”を

表-1 ロボットに必要とする機能

(1)廊下を走行する 移動する 位置の検出をする エネルギー源を持っている 人や物と衝突しない 倒れない	(2)案内する 案内目標を認識する 目標場所に移動する 音声で説明する	(3)（夜間）警備する 人間を察知し、識別する 学科棟内を時間スケジュールで動く リモート監視する	(4)面白そうでなくてはいけない 人間に近い形とする 人間に近い動作をする プログラムが容易である	(5)テストベッドとして利用できる 部分を置き換え可能である インターフェースが明確である ソフトウェア開発がしやすい	(6)安全でなければならない 人やものに危害を与えない ロボット自身が壊れない	(7)エレベータに乗れる エレベータを呼ぶ エレベータに乗り込む 行き先を指示する 目標階で停止を確認する エレベータから出る
---	--	--	--	--	---	--

作るとしてどんな機能が必要になるかをあげてみたのが表-1である。

主な機能は、廊下を走行できる、エレベータに乗れる、人を案内できる、夜間の警備が出来る、面白そうである、テストペッドとして使える、安全である、などである。

この中で最重要課題は、安全であることである。即ち、ロボットが暴走して人や物にぶち当たったり、人の方からロボットにぶち当たったりした時に、人に危害を与えないようにすることであろう。また、ロボット自身も壊れないことが望まれる。

## 2.2 ロボットの目標仕様

出来るだけ手近で入手しやすいものを使って作るとして、目標仕様を検討した。これを表-2に示す。目標仕様は研究の進行につれて変わることがある。予想される大きな問題は、全体の重量が過大になることとエレベータに乗ることであろう。また、腕の部分についての詳細が未検討である。腕がなければ重量は何とかなりそうであるがエレベータの操作が出来ないなどでテーマの面白さが半減する。視覚認識によるエレベータの操作、乗り降りは大きな課題となる。

表-2 ロボットの目標仕様 (ARSE-4)

(1)機械系

車輪走行方式の人間模擬外形

総重量60Kg程度、身長160cm程度

走行2軸、首動作2軸、右手3軸、左手3軸

(2)電力系及び駆動系

エネルギー：バッテリーDC12V

インバータでAC100Vに変換

動作時間：24時間と言いたいが当面1時間程度以上

(3)制御・センサ系

走行系：二輪走行（2駆動輪、2従動輪）

前進－後退、右旋回－左旋回、右曲がり－左曲がり  
タッチ機械センサ（8方向）、超音波センサ（8対）

ジャイロセンサ、傾斜センサ

頭系：右旋回－左旋回、上向き－下向き

右CCDカメラ、左CCDカメラ

右マイク、左マイク

右スピーカ、左スピーカ

腕系：右腕 上げ－下げ、手首回転、指押し－指放す  
指圧センサ

左腕 上げ－下げ、手首回転、掴む－放す

掴み圧センサ

(4)情報処理系

DOS/Vパソコン、リアルタイムLinux

制御系とは制御系BUSで接続

情報処理系が複数台必要なときはイーサネットで接続

無線LANで監視系とイーサネットで接続

(5)監視系

UNIXマシン又はWindowsマシン

イーサネットでロボットと接続

リモート監視制御

機構の実現と難しさを考慮して、走行を主体とした制御目標を表-3に示す。まずはプログラム走行モードを走行系、頭系、腕系について段階的に実現し、それから自律走行モードを目指すこととした。

表-3 走行を主体とした制御目標

- ①手動操作モード（試験用）
- ②コマンドモード（試験用）
- ③プログラム走行モード  
ロボット言語で記述したプログラムで走行制御
- ④ライントレース走行モード  
走行ラインを検出し、それにそって走行制御
- ⑤地図走行モード  
内臓地図と照合し走行制御
- ⑥自律走行モード  
外部状況をセンサで検出し、知識データベースを活用して制御

## 3. 最初のモデル：ARSE-1

モデル ARSE-1 は最初の目標：胴体の製作と走行制御を実現するもので、その後のモデル作成の基礎となるものである。バッテリー容量、モータ容量、収納スペース等などは次の段階への拡張性を一応は考慮している。

概略の外観図を図-1に示す。

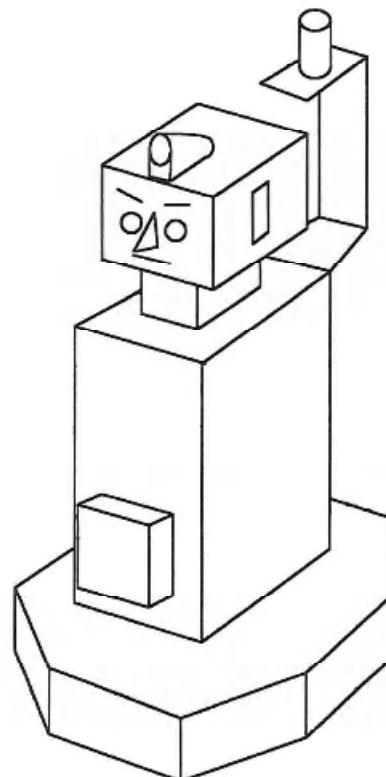


図-1 ARSE-1：外観概略図

### 3.1 全体構成

全体のブロックダイヤグラムを図-2に示す。システムはロボット本体とリモート監視・操作盤で構成されている。ロボット本体にはエネルギー源のバッテリー、AC100Vに変換するインバータ、走行用モータとドライブ装置、走行を制御する制御システム、情報処理をするパソコン、イーサネットインターフェース（実際には、資金の関係でイーサネットとの接続は無線LANではなく10Base-Tケーブルで試験している）などがある。ビデオカメラ1台、マイク1台、スピーカ2台を搭載しているが頭部は固定である。

#### (1)ボディーと走行部メカ

ボディーは取りあえず加工の容易性からベニヤ板を使用し、床部、胴体、首、頭部とした。

車輪は荷物運搬用のキャスターを使用することにした。固定輪キャスターに加工を加えて歯車を取り付け、これにモータを取り付けた減速歯車ユニットを製作し、噛み合せて駆動輪とする。車輪は4輪で、2個の駆動輪と2個の従動輪を使用する方式である。この方式は2個の駆動輪が常に床に接地している必要があり、床の平面度が良いことが要求されるが、駆動モータが2個ですむので経済性と重量が軽減される利点がある。荷物運搬用キャスターはゴムタイヤをはいており、多少の凹凸には対応できるのではと考え、とりあえず4

個ともそのまま固定した。問題があれば、従動輪をばねで固定して凹凸に耐える構造に改良する予定である。

#### (2)電力系及び走行系

バッテリーを何にするかは相当悩むところである。入手と取り扱いの容易さから完全密閉型の鉛蓄電池を選んだ。自動車関連で使用されるものが安いのではないかとバッテリーは12V、インバータもDC12V入力としたが、DC部分の電流容量が多くなり、DC24Vにした方がよかったかも知れない。

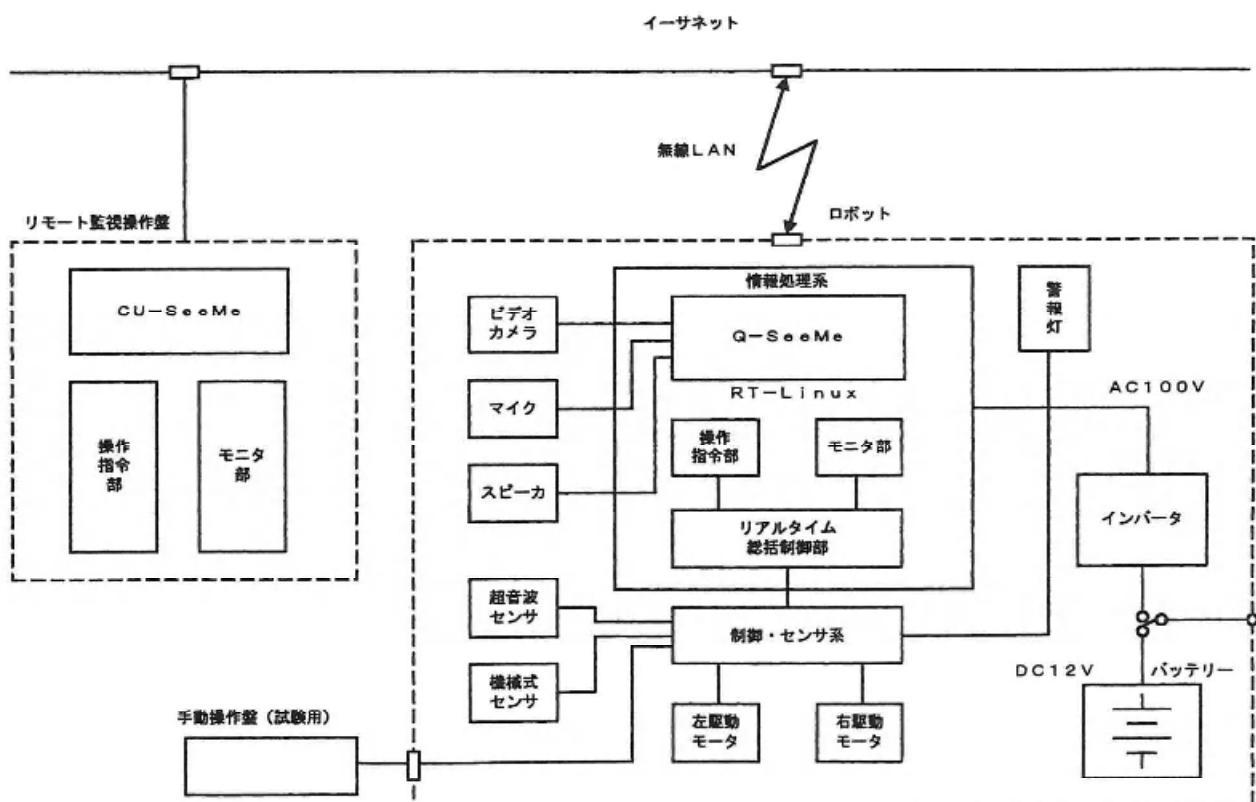
モータはブラシレスサーボモータを使用し、ドライバユニットもモータに対応した既製品である。

わざわざ、インバータを使用して、AC100Vを主電源としたのは、既製品使用での電源供給の容易さからである。

#### (3)制御・センサ系と手動操作盤

走行制御部は走行指令を受けて、指令に応じたパルス列を各モータドライブに出す。モータドライブはパルス列を受けてそのパルス数に比例した距離を移動するようモータに電流を流す。走行制御部については新アーキテクチャのディジタル制御システムユニットをテストする予定である。

また、ペンダント型の手動操作盤を置き、試験時及び運搬時の便をはかっている。手動操作のための制御回路、センサ系信号、情報処理系とのインターフェー



スもここにある。

#### (4)情報処理系

最初、携帯型パソコンを使用したらと考えたが、取り扱いの容易な DOS/V パソコンを購入し、ばらしてロボットに搭載することにした。ハードディスクと CD-ROM は衝撃をさけるためのクッションを介して取り付けることにした。ロボットに取り付けの操作用ディスプレイはロボットの後部に TFT 液晶ディスプレイを取り付ける。マウスはトラックボール型、キーボードも小型のものを予定している。

将来複数台のプロセッサが必要になれば、イーサネット HUB を搭載し、複数台のパソコンを搭載すればよいと考えている。

#### (5)リモート監視系

手持ちの学内 LAN に接続しているパソコンを使用した。すでに CU-SeeMe を実装している富士通製パソコンで、OS は Windows-NT である。UNIX 系 OS で LAN に接続してあり、CU-SeeMe が実装してあればそれでもよい。

### 3.2 リアルタイム OS と制御プログラムの構成

ロボットに搭載する統括制御部のコンピュータとして何を使用し、どんな OS を使用するかは大変重要で

ある。プログラム開発の便利さとフリーソフトウェアということでリアルタイム Linux を採用することにした。Linux は Unix OS の一つで、詳細については参考文献 [2], [3] を参照して欲しい。

#### (1)リアルタイム性の実現原理

リアルタイム Linux は Linux OS の下層にリアルタイム層を追加したもので、リアルタイム層を優先実行しその空き時間に通常の Linux OS 部を実行するようになっている。リアルタイム部と Linux OS 部はリアルタイム FIFO と共有メモリーでデータを交換する。この為、リアルタイム部が CPU の負荷を 100% 取ってしまうと、Linux OS は実行されない。リアルタイム部でプログラムがハングアップすると全システムが止まってしまう。したがって、リアルタイム部のプログラム作成とデバッグには細心の注意が必要である。リアルタイム Linux については例えば参考文献 [4] を参照のこと。

#### (2)制御プログラムの構成

制御プログラムの構成を図-3 に示す。情報処理用コンピュータは概略 3 つのプロセスを持っている。ロボット・コマンド・インターフェース・プロセス (RCMIF), 実時間統括制御プロセス (RRTCN), モニター系・プロセス (RMOT)。

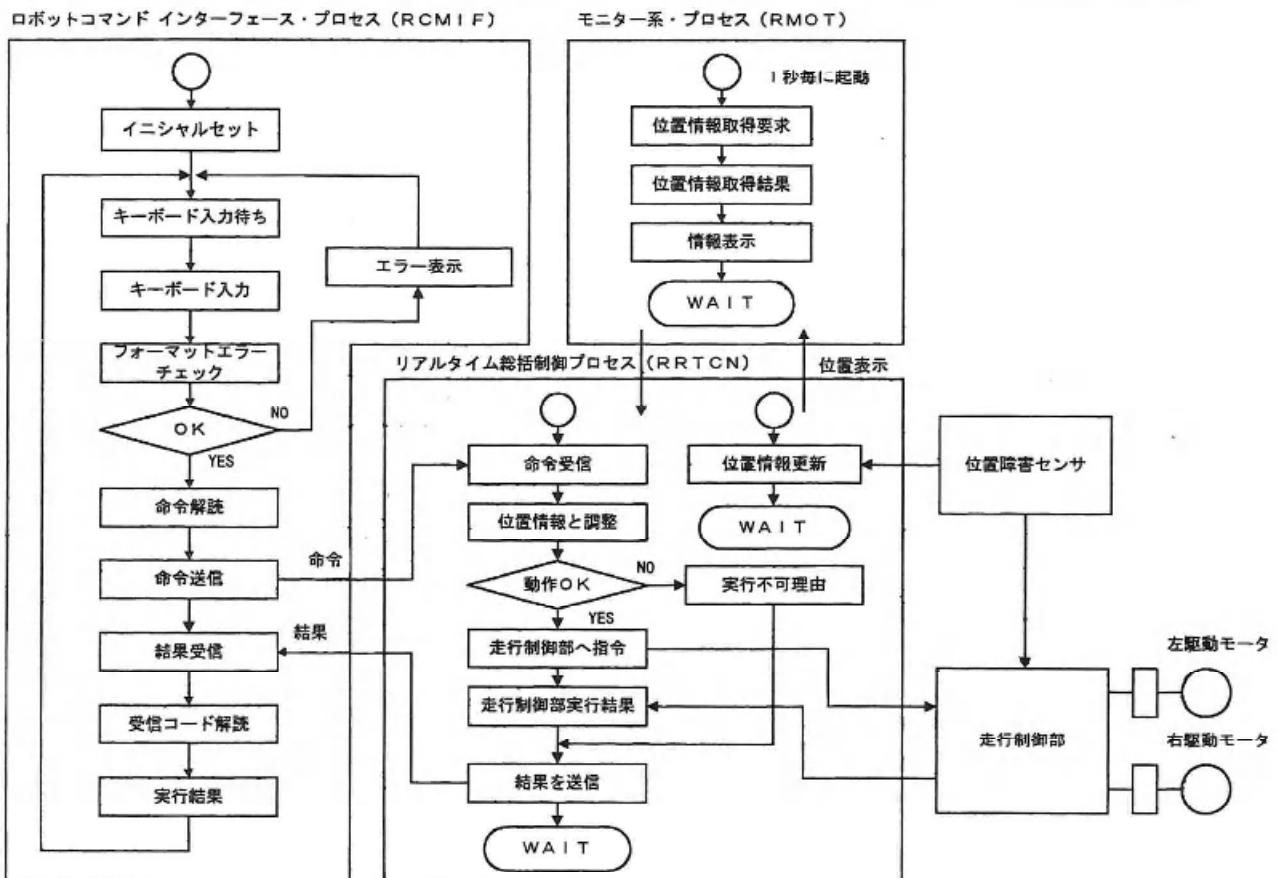


図-3 ARSE-1: プログラム構成



## 参考文献

- [1] J. L. Jones, A. M. Flynn, Mobile Robots Inspiration to Implementation, A. K.. Peters, Ltd(1993)  
熊切康雄訳、「移動ロボット—基礎科学と応用—」  
トッパン (1996)
- [2] 海上忍, Turbo Linux ではじめる PC-UNIX, 技術評論社 (1998)
- [3] Randolph Bentson, INSIDE LINUX : A Look at Operating System Development  
Specialized Systems Consultants, Inc.(1996)  
桧山正幸 監訳, 「INSIDE LINUX」, レーザー5 出版局 (1997)
- [4] Michael Baravanob, A Linux-based Real-Time Operating System (1997)  
<http://rtlinux.os.nmt.edu/~baraban/thesis/>
- [5] R.M.Stallman, Using and Porting GNU CC for version 2.7.2.1(1996)
- [6] Nelson Minar, How to do CU-SeeMe under Linux  
<http://www.santafe.edu/~nelson/cuseemelinux/>  
(1997)<nelson@santafe.edu>
- [7] Q-SeeMe Home Page  
<http://www.pangea.org/~mavilarqseeme.html>  
(1998)<mavilarqseeme@pangea.org>
- [8] BTTV-A Linux driver for Bt848 based frame grabbers  
<http://www.thp.uni-koeln.de/~rjkm/linuxbtv.html>  
(1998)<rjkm@thp.uni-koeln.de>
- [9] Patrick Reynolds, The cqcamb home page  
<http://www.cs.virginia.edu/~patrick/cqcamb>  
(1998)<patrick@virginia.edu>

# 表面窒化処理を施した熱間鍛造型の熱軟化に関する研究

南 明宏

〈平成10年9月30日受理〉

Study on Thermal Softening in Hot Forging Die with Nitrided Surface Layer

Akihiro MINAMI

In hot and warm forging processes, dies are subjected to temperature rise due to the contact between the die and hot material. The rate of temperature can be attributed to several factors such as temperature of die and hot material, contact time and contact pressure.

In the present investigation, dynamic thermal softening and temperature distribution in the die during warm and hot forging were analyzed by FEM together with experimental simulation. The tempering test was carried out to clarify the thermal softening of nitrided surface of the die and the results applied to dynamic loading. The thermal softening equation is produced by using master tempering curve, which is generated by a tempering parameter  $R = \log_{10}t + 0.0157$  ( $T=786.0$ ), where  $t$  and  $T$  are tempering time (hr) and temperature (K) respectively.

## 1. 緒言

十数年ほど前から国際的に、鍛造後の後加工、後処理が極力少ない、もしくは不要となるニアネットシェイプ (near-net shape) およびネット (net shape) 成形の要求が高まって来ている。これらは精密鍛造に近い成形法と言える。この精密鍛造の主な目的は、①切削仕上げ加工の困難な複雑形状の成形を行うこと、②鍛造独自の鍛造流線を有効に活かして部品を高強度化し、寸法と重さを低減すること、③削る箇所を減らしたり削り代を小さくして材料歩留まりを高めること、④生産性の向上、などが挙げられる。これらの精密鍛造は他の鋳造、切削加工等と激しい競合を展開している。

このような大勢の中で特に、熱間鍛造型に求められる条件は益々過酷で厳しい状況となっている。金型材としては従来から SKD61, SKD62などの温・熱間用合金工具鋼、セミハイス、超硬などが用いられるが、熱軟化やヒートクラック等に耐えて数千から数万回の鍛造を満足に行うことは容易ではない。また、昨今の鍛造現場における若手技術者の不足あるいは鍛造従事者の経験不足は今後も深刻な問題となることが予想される。従って、所要の目的の鍛造を達成するためにはいかなる金型を選択し、どのような鍛造条件（鍛造成形速度、冷却・潤滑条件、鍛造温度、金型と鍛造材料間の接触面圧など）の下で加工を行えば最適であるかを

示すデータベースを蓄積するための基礎実験ならびに現場の経験不足を補足するための鍛造シミュレーション解析を行うことが必要不可欠となってくる<sup>1), 2), 3)</sup>。

本研究では、温・熱間鍛造金型材である SKD61相当材に真空焼き入れ+焼き戻しの熱処理を行った金型（以後熱処理型と呼ぶ）とその型表面に硬質被膜処理（浸炭、窒化、軟窒化および PVD, CVD 等）の代表であるイオン窒化処理を施した金型（これを窒化型と呼ぶ）とを用いてモデル鍛造機による鍛造試験を行い、金型内部の温度履歴に関する情報を得ると共に鍛造試験終了後の金型の熱軟化の様子を把握する。また、金型材について静的な焼き戻し軟化実験をも行い、熱軟化式を作成する。この熱軟化式はモデル鍛造試験データを基にして鍛造数値シミュレーション解析を行う際に型の硬度を見積るために利用される。これらのモデル鍛造試験ならびに焼き戻し軟化実験結果は硬質被膜の最適条件に関する情報を蓄積するために重要な要素となる<sup>4), 5), 6)</sup>。これらの実験および数値解析結果について報告する。

## 2. 実験方法

### 2.1 モデル鍛造試験

モデル鍛造試験<sup>7)</sup>に使用した金型材質は SKD61相当材 [DAC 日立金属株] である。表1に示すように金型に真空焼入れ（1070°C で20min 保持後 N<sub>2</sub>ガスで

強制空冷) および焼戻し (585°Cで1hr保持後空冷を2回) の熱処理を施した。熱処理後の平均硬度は535HVである。また、イオン窒化処理は表2のような条件を行った。窒化処理後の窒化型の平均硬度は1080HVであり、このときの窒化層の膜厚は約0.2mmである。鍛造材料はS45C母材先端表面にステンレス肉盛り溶接を行ったものを用いた。図1にモデル鍛造試験用金型の形状を示す。金型は割型にして片側に放電加工により溝を掘り、そこに温度計測用の直径0.1mmの熱電対を4組スポット溶接した。金型の熱負荷試験は鍛造材料初期温度:T<sub>mo</sub>=1150°C、接触面圧:P=55.2MPa、

表1 金型および焼き戻し軟化試験片熱処理条件  
Heat treatment(Quenching + Tempering)

	Composition	Heat treatment	Hardness
Model forging die	C 0.38% Si 1.00% Mn 0.40% P ≤ 0.03% S ≤ 0.01%	1070°C N <sub>2</sub> gas quenching and twice 585°C tempering	535HV (average) HRC51 ~52
	Cr 5.15% Mo 1.40% V 0.80%		540HV (average) HRC51 ~52

表2 イオン窒化処理条件

	放電電流(A)	放電電圧(V)	処理圧力(Torr)	処理温度(°C)	使用ガス	ガス比率	処理時間(Hour)
窒化型	40	200	4~6	520	N <sub>2</sub> , Hz	3:2	18
窒化チップ	20	460	4~6	520	N <sub>2</sub> , Hz	3:2	28

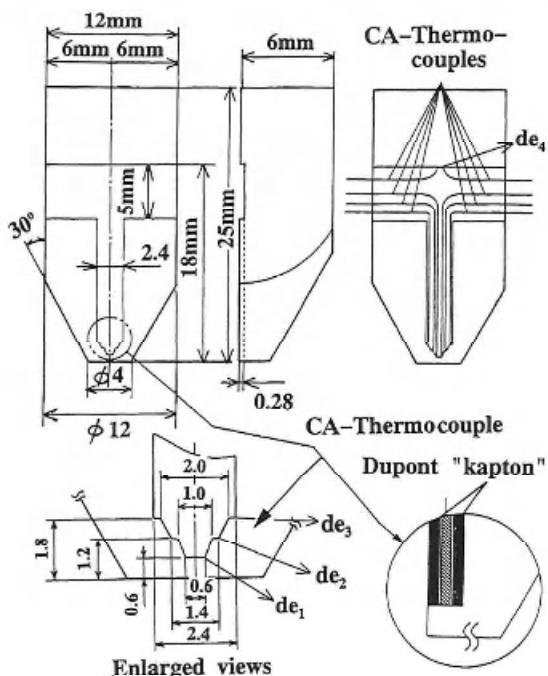


図1 モデル鍛造金型試験用工具形状および熱電対装着位置

サイクル時間:t<sub>cy</sub>=2.0sec (型と材料の接触時間:t<sub>c</sub>=0.51sec, 0.54sec, 0.64sec, 冷却時間:t<sub>cool</sub>=1.36sec, 1.46sec, 1.49sec) で20000回鍛造した。試験終了後、型表面の形状および硬度測定にて劣化や軟化の度合いを調べた。また、接触面圧の違いによる金型温度履歴を得るために面圧をP=13.6MPa~55.2MPa、鍛造材料初期温度:T<sub>mo</sub>=800°C, 1000°C, 1150°Cと変えて型温度および鍛造材料温度測定をも行った。

## 2.2 焼き戻し軟化実験

焼き戻し軟化実験および窒化層部の物性値測定に使用した試験片材質はいずれもSKD61相当材であり、これらにモデル鍛造試験用の金型と同じ条件で真空焼入れおよび焼戻しを行った。イオン窒化処理条件は表2のとおりである。モデル鍛造試験用の窒化型と比べて放電電流や放電電圧および処理時間が異なるのは両者の形状や寸法の違いによるものである。試験片の寸法は軟化実験用が5mm×10mm×5mm、物性値測定用がφ5×0.4mmである。熱処理および窒化処理後の平均硬度はそれぞれ540HV, 1110HVである。また、窒化層の膜厚は約0.2mmである。図2に示すようにセラミック炉(内径φ32×外径φ89×長さ305mm)の片方より中央部までCA熱電対を挿入し、炉内雰囲気温度が設定温度になった後、もう片方から試験片(熱電対を試験片に直接スポット溶接)を入れる。試験片温度が設定値に到達してから所定時間焼き戻す。各所定時間経過後、炉から試験片を取り出し、常温まで油

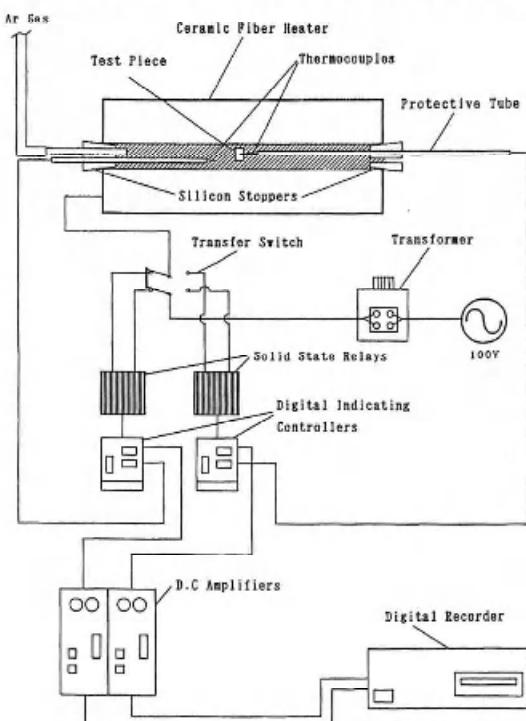


図2 静的焼き戻し軟化実験装置概要図

冷する。その後表面をアルミナ研磨剤を用いてラッピングし、鏡面仕上げした後硬度測定する。今回の軟化実験では焼き戻し温度は600°C, 650°C, 680°C, 700°Cの4種類とし、焼き戻し時間は20分, 40分, 60分, 100分, 200分, 400分および800分までの累計時間とした。

物性値測定において、比熱および温度拡散率の測定原理はそれぞれ内熱式入力補償型、レーザフラッシュ法を採用した。

### 3. 実験および計算結果と考察

窒化型の鍛造サイクル中の温度履歴を図3に示す。  
サイクル回数: N = 1800 (1hr 経過後) 後における 1

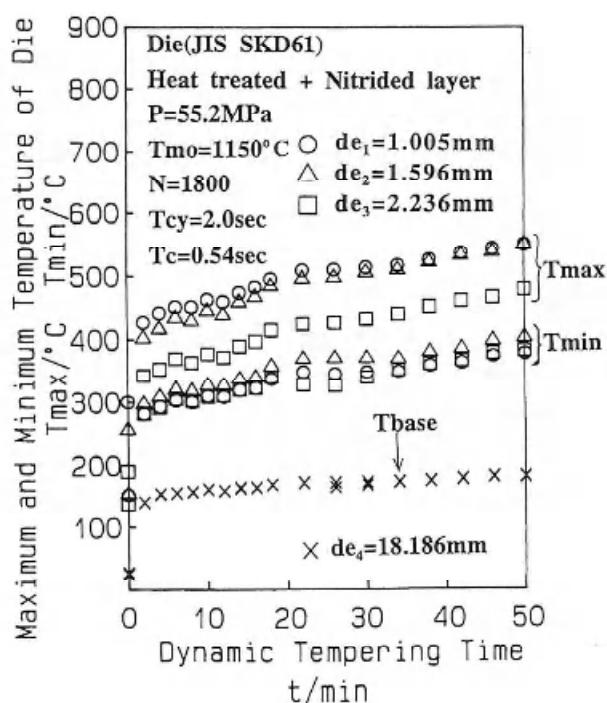
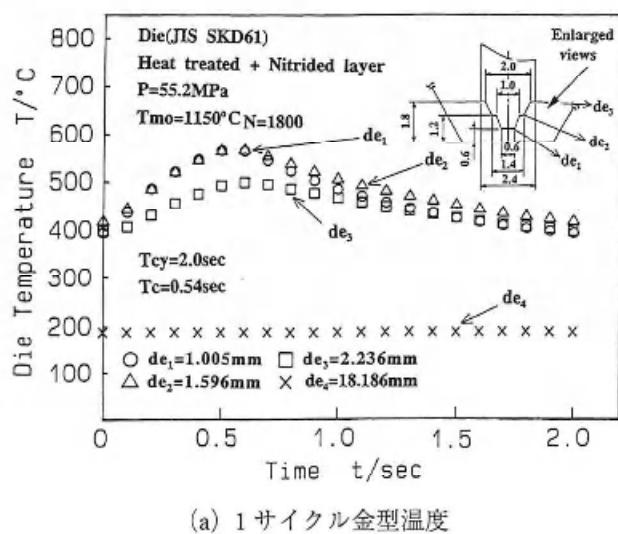


図3 鍛造サイクル中における温度履歴

サイクル温度履歴を見てみると金型と鍛造材料の接触終了時における最高到達温度: Tmax は表面に最も近い測温点で600°C近くに達している。自然空冷冷却終了時における最低温度: Tmin は金型表面近傍で400°Cとなっている。これより、金型母材の線膨張率  $\alpha$  を  $13 \times 10^{-6} \text{ °C}^{-1}$  とすると表面層は温度振幅:  $\Delta T = Tmax - Tmin$  は約200°Cであり、約0.26%の熱ひずみ振幅を受けていることになる。また、金型基準温度は約200°Cではほぼ一定である。

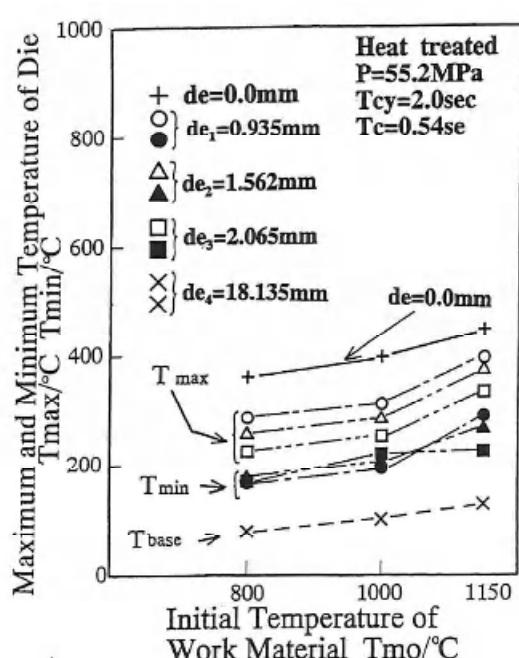
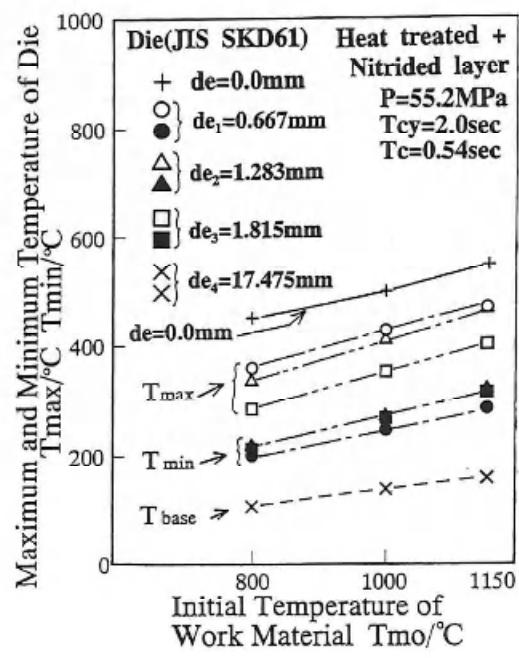


図4 鍛造材料初期温度と Tmax, Tmin との関係

鍛造材料の初期表面温度を800°C, 1000°C, 1150°Cにして鍛造試験を行った場合の各測温点(4点)におけるT<sub>max</sub>およびT<sub>min</sub>の軌跡をプロットしたのが図4である。窒化型の場合、最高および最低温度も鍛造材料初期温度が上昇するにつれて直線状に上昇している。一方、熱処理型の場合には800°Cから1000°Cまでは僅かに上昇し、そこから1150°Cまでは上昇の度合いが大きくなっている。金型先端位置のd<sub>e</sub>=0.0mmにおける温度は実験データとFE解析によって求めたものである。この図から分かるように窒化型の最高および最低温度は熱処理型のそれよりも大きくなっている。

実験後の金型硬度は割型表面中心軸線上および中心軸を含むA-A断面で中心軸から深さ方向に3通り測定した(図5)。この図を見ると型先端から中心軸線に沿って約2.5mmまで熱軟化の影響が見られ、先端近傍では窒化表面層の硬度は600HVとなっている。これは窒化初期硬さの約55%であり、厳しい熱負荷が与えられたことが分かる。また、t<sub>b</sub>=0.1mmの領域では

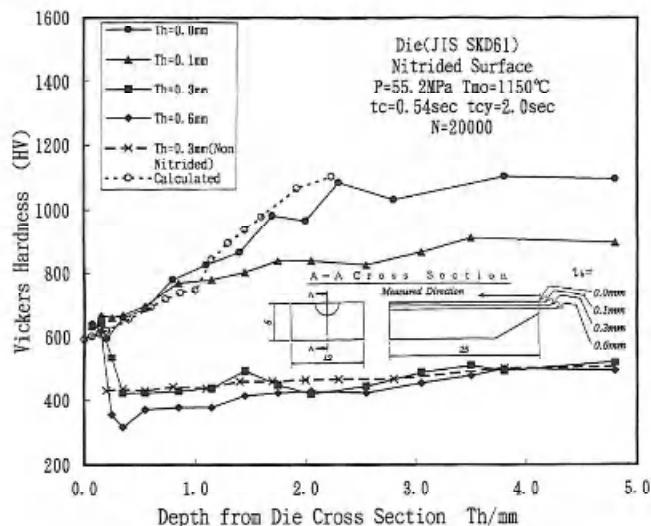


図5 N = 20000における窒化型硬度分布

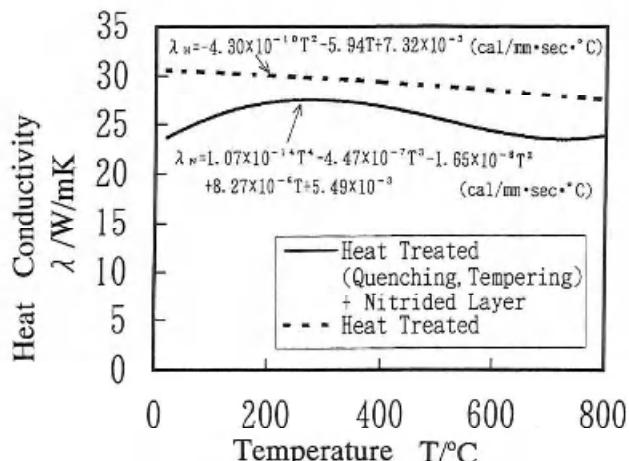


図6 窒化型および熱処理型の熱伝導率曲線

窒化層が存在する(今回使用した金型の窒化層の深さは約0.2mmである)ので同様の軟化傾向が見られる。t<sub>b</sub>=0.3mmおよびt<sub>b</sub>=0.6mmの場合は型先端面から約0.2mmまで窒化層があるので表層部は600HV以上の硬度があり、0.2mmを過ぎると窒化層部から母材部へと移行するにつれて約0.3mmまで急激に硬さも落ち軟化が進行している。その0.3mmを過ぎると軟化の影響を受けなくなるので、再び金型先端から距離が遠くなる程硬度が上昇していき約3mmで金型母材初期硬度、つまり窒化処理後の硬度値と同じ約1080(HV)になっている。

窒化層の比熱および温度拡散率等を測定し、熱伝導率を見積もった(図6)。図中には熱処理型の熱伝導率も併記している。両者を比較すると窒化層部の熱伝導率は熱処理型に比べて約5%~12%程度低いことが分かる。

金型と鍛造材料の接触面圧および材料温度を変化させたときの熱処理型ならびに窒化型の温度を比較すると準定常状態ではあるが窒化型の方が高い傾向を示している。このことは図6の結果からも明らかのように熱処理型よりも窒化型の方が熱伝導率が低い傾向(密度および比熱はほぼ同じ)にあるにもかかわらず窒化型の方がサイクル中に熱が多く入ってきていることを意味している。そこで、有限要素法による非定常温度解析を試みた。解析に用いた金型モデルには熱電対装着のために放電加工溝および窒化層の存在を考慮に入れて計算を行った。また、実験後の型先端およびテーパ部の状態が熱処理型(灰色)に比べて窒化型は黒色

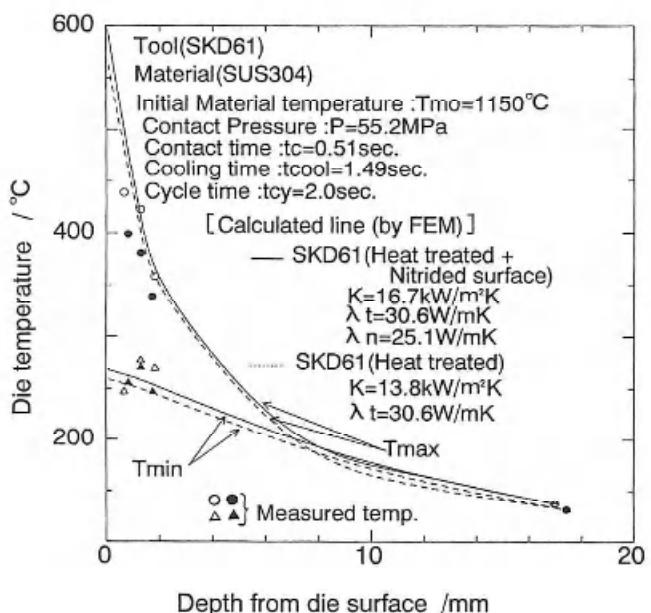
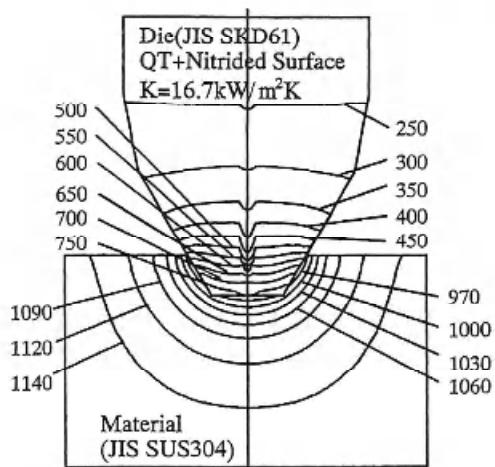


図7 FE解析によるT<sub>max</sub>およびT<sub>min</sub>(T<sub>mo</sub> = 1150°C, N = 450)

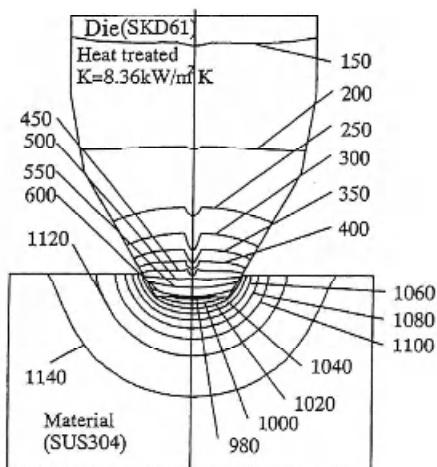
となっていたので両者の輻射率が異なると判断されたのでこの影響も計算条件の中に取り入れた。計算結果を実験における測定点と合わせて示す(図7)。実験計測温度として準定常段階における値を用いたためにやや精度に問題があるが測定結果と比較的良好な一致が得られている。

図8はモデル鍛造実験で得られた温度履歴をもとに数値解析を行った際の熱処理型および窒化型と鍛造材料との等温線である。最高温度時( $t_c = 0.51\text{sec}$ )で型先端近傍温度は窒化型が $600^\circ\text{C}$ 、熱処理型が $565^\circ\text{C}$ となり前者の方が約 $35^\circ\text{C}$ 高い。このときの型の鍛造材料へのめり込み量は $0.1\text{mm}$ である。 $N = 20000$ 後の窒化型と熱処理型のそれらはそれぞれ型先端近傍で約 $770^\circ\text{C}$ 、約 $700^\circ\text{C}$ 前後となった。

また、同じ接触熱コンダクタンスの条件で温度解析を試みた結果を図9に示す。この場合、型先端表面近傍温度は窒化型が中心軸線上およびコーナ部でそれぞれ $750^\circ\text{C}$ 、 $788^\circ\text{C}$ 、熱処理型の場合が $770^\circ\text{C}$ 、 $818^\circ\text{C}$ と

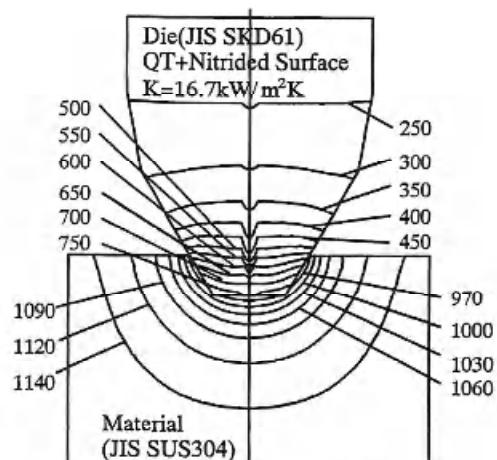


(a) 窒化型の場合

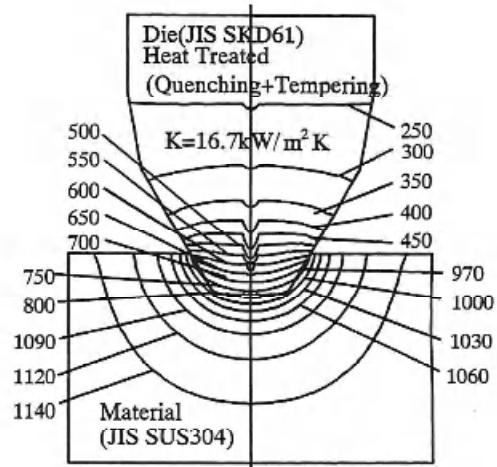


(b) 热処理型の場合

図8 金型および鍛造材料の等温線



(a) 窒化型の場合



(b) 热処理型の場合

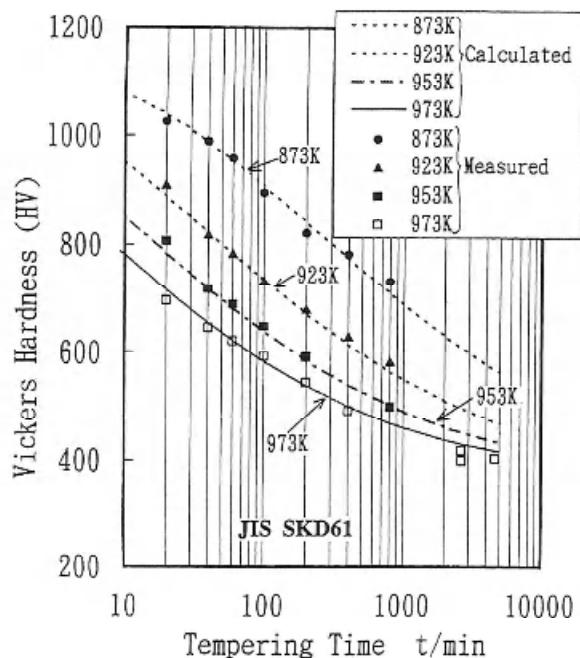
図9 金型および鍛造材料の等温線  
(接触熱コンダクタンス一定)

図10 窒化層部焼き戻し条件と硬さ

なり後者の方がそれぞれ20°C ~30°C 高くなっている。これは窒化層の熱伝導率が母材のそれよりも低いので型と鍛造材料との接触面で窒化層が酸化膜が存在するときと同様熱抵抗膜の作用をしているためと推察される。

一方、焼き戻し軟化実験によって得られた焼き戻し硬さを図10に、本研究室で従来より用いられている焼き戻しパラメータ R で整理した母曲線を図11に示す。図11実線は R パラメータを含む軟化式も合わせて載せている。これらの両図から実測硬度値と軟化式による硬度値の最大誤差は熱処理のみおよび窒化した場合のどちらも約20HV 以内であり、かなり良好な精度で一致しているのが分かる。

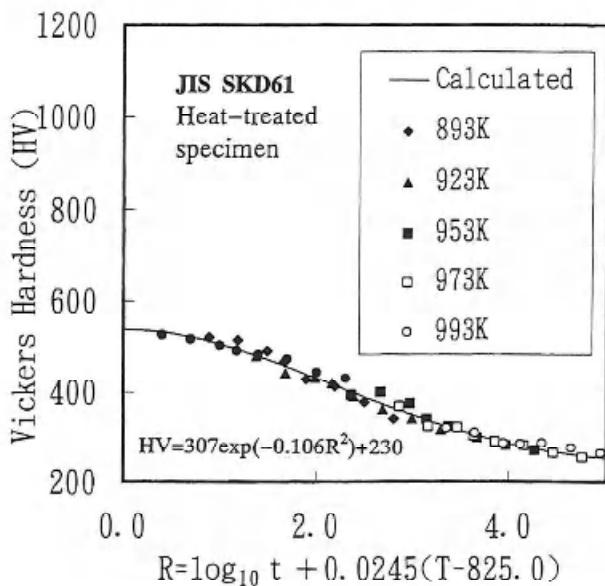
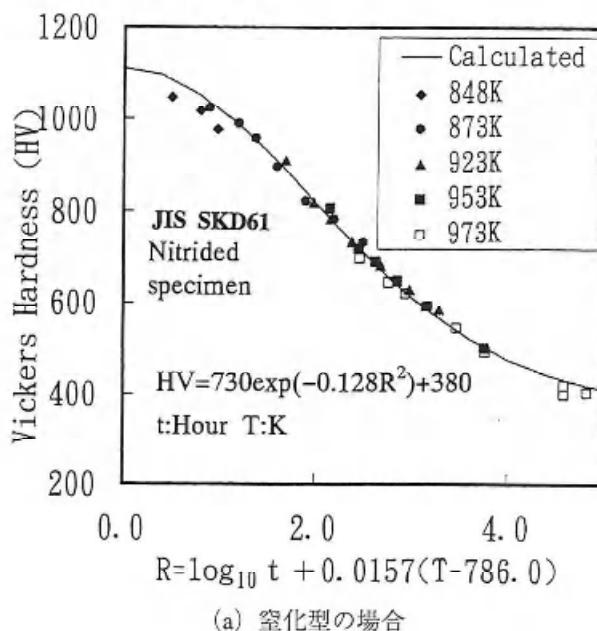


図 11 R パラメータによる焼き戻し母曲線

モデル鍛造寿命試験による温度履歴をもとにして軟化式で計算した硬度と実測硬度とを比較してみた(図5)。この図から計算値と実測値はほぼ一致しており、作成した軟化式が動的熱軟化にも適用できる可能性が導けた。

#### 4. 結言

温・熱間鍛造用金型材として使用頻度の高いSKD61材を用いてモデル鍛造試験を行った。その際に窒化および熱処理型について各種鍛造パラメータ(接触面圧、材料温度、接触・冷却時間等)を変更して詳しく調べた。また、静的焼き戻し軟化実験および物性値測定を行った。さらに、鍛造試験ならびに軟化実験データを基にして温度FE解析を試みた。これらの結果以下のようない結論が得られた。

(1) 窒化型の熱伝導率は熱処理型のそれよりも約5%~12%低く、同一条件の熱負荷を金型に与えた場合には型先端近傍の温度は熱処理型の方が高くなる。これは熱伝導率の低い窒化層が酸化抵抗膜と同等の作用をしているものと考えられる。

(2) 同一条件の熱負荷を型に与えた場合には窒化型の方が熱処理型よりも表面の劣化および熱軟化の度合いが小さい。

(3) 窒化層部の焼き戻し軟化を従来より使用している R パラメータを含む以下の式で表示することができた。すなわち、

$$HV = 730 \exp(-0.128R^2) + 380 \text{ (HV)}$$

ここで、 $R = \log_{10} t + 0.0157 (T - 786.0)$

(4) 作成した軟化式により計算された硬度値と実測硬度値は良好な一致が得られた。

#### 謝 辞

本研究は平成9年度教育研究プロジェクト経費および天田金属加工機械技術振興財団に援助を受け行いました。ここに深く感謝致します。また、卒業研究において加来明徳、平川 誠、堀 隆之、矢野敦之諸氏に実験協力して頂きました。記して謝意を表します。

#### 参考文献

- 1) 南・済木他:温・熱間鍛造における型の熱的接触・冷却条件の評価法、塑性と加工、30-336 (1989), 51-56, 1989. 1.
- 2) 南・済木他:温・熱間鍛造における熱的接触問と金型の熱負荷、鍛造技報、14-39, 1-18, 1989. 10.
- 3) 南・済木他:熱間鍛造型の熱負荷シミュレーション

- ンの効率化, 日本機械学会地方講演論文集,  
No.968-2, 58-60, 1996. 7.
- 4) 南・済木他: 表面窒化処理を施した温・熱間鍛造  
金型の熱負荷解析, 第46回塑性加工連合講演会, 249-250, 1995. 9.
- 5) 南・済木他: 表面窒化処理を施した熱間鍛造金型  
の熱軟化予測, 塑性加工春季講演会, 210-  
211, 1996. 5.
- 6) A. MINAMI, H. SAIKI. Effect of Surface Hardening  
by Nitriding on Thermal Softening and Deterioration  
of dies in Warm and Hot Forging, Proceeding of the  
5th International Conference on Techonlogy of  
Plasticity, vol. 1, 389-392, 1996. 10.
- 7) 南: 温・熱間鍛造用金型の熱軟化に関する研究.  
有明工業高等専門学校紀要第31号(1995), 107-  
111.



# 廃食油からのリサイクル石けん製造プラントの設計・製作

木下正作・多田隈秀憲・上原 弘・川崎義則

〈平成10年9月30日受理〉

Design and Production of a Manufacturing Plant for Reclaimed Soap using  
Cooking Oil Waste

Shousaku KINOSHITA, Hidenori TADAKUMA, Hiroshi UEHARA  
and Yoshinori KAWASAKI

This report presents the technical cooperation which we are asked for from Ohmura Employment Development Center in design and production of a reclaimed soap manufacturing plant. This technical cooperation, one of our college's regional collaboration activities, is concerned with improvement of reaction, mixture and grinder plant.

So far, design, production and test run of reaction plant, and design of mixing plant have been finished, then the first practical report of some results obtained are presented here in detail.

## 1. 緒言

(財)大牟田雇用開発センターは、1982年、産業構造転換に伴う雇用状況等厳しい地域情勢のなか、高齢者、障害者、母子家庭等の雇用の開発と促進を図り、生活安定、福祉向上に寄与することを目的として大牟田市により創立された。創立以来、受託事業と独自事業の2つを柱に運営されているが、中でも、高齢者の生きがいと障害者の自立を積極的に展開する後者の独自事業の1つが、廃食油を原料とした石けん製造事業であり、1989年から開始されている。

1995年秋、同センターが大牟田勤労身体障害者教養文化体育施設で毎年開催するサン・アビリティまつりに、本校のNHKロボコン出場ロボットの実演依頼があった際、このリサイクル石けんプラントに関する技術相談を受けたのが、同センターと本校との交流の始まりである。

海や河川の汚染原因の一つとして合成洗剤や廃食油の家庭からの流出があげられて久しい。同センター内の高齢者生きがい創造センター、石けん研究室では市内の各家庭、および業者から収集した廃食油を原料に石けんを製造し、リサイクルショップで廃食油と交換、公共施設での利用、ショップでの販売も行っている。現在の製造プラントは、いわゆる炊き込み法と呼ばれる方式に基づいているが、ほとんどが不要となった物

品や製造設備に手を加えた(リサイクル)ものから構成されている。

したがって、現プラントは、効率、操作性、製品の品質、作業の環境および安全性いずれにしても決して良好とは言えず、高齢者、障害者に対する所期の目的を達成する環境整備ができていない。このようなりサイクル石けん製造プラントの改善、これが私共が技術相談を受けた課題である。

現場を調査させていただき、この問題は学生の卒業研究のテーマとして最適であると考え、平成8年度より機械工学科の卒業研究の1テーマとして取り上げることにした。それは、本テーマがプラントの設計・製作という単なるハード面の課題の解決ということのみならず、同センターの設立趣旨、環境問題、福祉の問題等、学生に対して、生きた教育を体験させてくれると考えたからである。

幸いなことに、同センターは、本校から近く、学生にも調査その他の行動にも便利である。平成8年度より着手、まず学生には、現場実習体験を実施し、問題点を肌で感じてもらうことから始まった。その後、問題の分析を、センタースタッフ、卒研学生、指導教官・技官で行った。その結果、問題が1)反応器、2)混合器、3)粉碎機の3点に絞られた。各工程間の接続については当然考慮することにした。

以下、各問題について、詳細に示すが、全般にわ

たって、効率、操作性、製品の品質、作業の環境および安全性に配慮した設計を行った。製作に関して特記すべきは、すべて本校の設備で製作できること、できなければできるよう設計変更することを基本としたことであり、ここから数多くの工夫が生まれた。

本報告は、これら一連の活動の実践報告である。反応器については、平成9年10月初旬に完成し、稼働中である。また、混合器については、設計完了、平成10年度に製作完了の予定である。今回は平成10年3月までの分に関しての中間報告である。

## 2. 石けん製造プロセス

### 2.1 石けんについて<sup>1)</sup>

石けんは油脂にアルカリを作用させることによってできる高級脂肪酸のアルカリ金属塩で、特にナトリウム塩を石けんという。石けんは界面活性剤の一種で陰イオン系、カルボン酸塩( $R-COO Na$ )に分類される。界面活性剤とは2層の界面の張力を低下させる有機化合物の総称で、1分子中に親水基と呼ばれる水になじみやすい部分と親油基または疎水基と呼ばれる油になじみやすい部分からなっている。

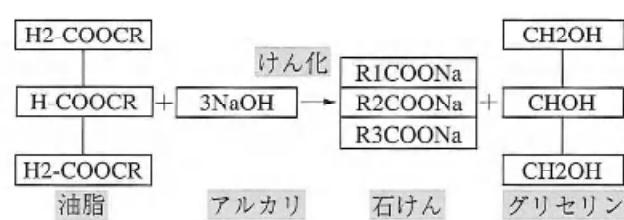
界面活性剤の水溶液には

- ①浸透潤湿作用
- ②乳化作用（液体中に溶け合わない物体が細粒として分散すること）
- ③分散作用
- ④可溶化作用
- ⑤気泡作用

があり、①～⑤が総合されて洗浄作用となる。石けんは親油基の部分が油を取り囲み、さらに親水基が外側をおおうようにし、油を水に親しみやすい形にして、汚れを水中に分離させる。親油基が油を包み込んでいたので再び繊維内等に付着するのを防止する。

### 2.2 石けんの反応

油脂に対して28～33%の水酸化ナトリウムを入れ加熱すると石けんとグリセリンに分かれ次のような反応が起こる。



油脂が酸（硫酸）やアルカリ（水酸化ナトリウム・水酸化カリウム）と一緒に加熱されると、油脂を構成

している脂肪酸とグリセリンに分かれ。これは水が加わって分かれエステルの加水分解で、このようなエステルの加水分解を広い意味では全てけん化といふ。狭い意味では石けん化のところだけをけん化といふ。

### 2.3 使用する原料

区分	品 名	詳 細	反応仕込み量
原 料	廃食油	大豆油、なたね油等混合物主体	137kg
薬 品	カセイソーダ(NaOH)	45%水溶液	20kg
	炭酸ソーダ(ソーダ灰)	99%無水粉状	75kg
補 助 薬 品	香料	レモンオイル(高砂香料株式)	1kg
そ の 他	水		47kg
		1回反応仕込み量合計	280kg

### 2.4 製造プロセス

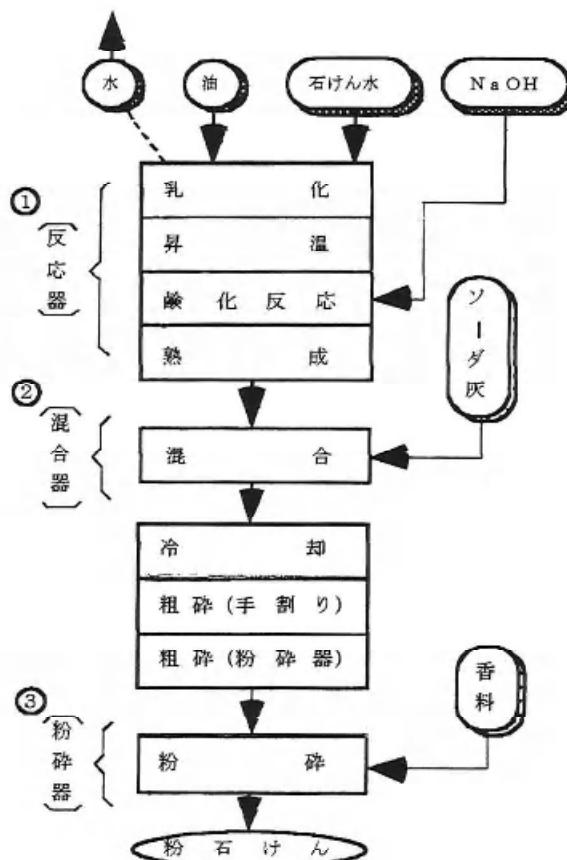


図1 粉石けん製造プラント工程

ここで採用される炊き込み法は、けん化反応後、塩析による石けんの精製を行わない製造方式である。

- (1) 各家庭より廃食油を収集し、沈降槽で固形物分や腐水分等を分離させる。
  - (2) 反応器に廃食油と石けん水を入れ約 90 [°C] まで昇温させる。つぎに昇温した廃食油と石けん水の混合液にカセイソーダ (NaOH) を混入し 115 [°C] まで昇温させると 1 時間でけん化反応し、さらに 1 時間で熟成する。
  - (3) 次に混合器中で反応器から送られた原料にソーダ灰を入れて混合する。混合器から原料を取り出し、床の上に広げて自然冷却させる。
  - (4) ある程度冷却して硬くなった原料をスコップを使って粉碎器混入口に入るくらいの大きさに粉碎する。そのまま 1 日放置して乾燥させる。
  - (5) その後、粉碎された原料をさらに粉碎器で 2 回にわたって粉碎し、それに香料を混入し粉石けんができる。
- ・図 1 の粉石けん製造プラント工程を参照のこと。

### 3. 旧プラントの概要

#### 3.1 旧反応器の概要（主要部品のみ記す）

（図 2 参照）

形式	縦型円筒（軟鋼製）
形状及び寸法	円筒状 直径 1000 mm 高さ 1000 mm
板厚	6 mm
搅拌方式	可搬式プロペラ 0.8 kw × 2 台
加熱方式	釜の下方よりガスバーナーで加熱
モーター出力	0.75 kw
羽根枚数	4 枚
回転数	100 から 200 rpm
所要時間	約半日

#### 3.2 旧反応器の問題点

- (1) 加熱方式が小ガスバーナ 1 台のため、原料の加熱に時間がかかり、けん化反応までに半日かかっている。
- (2) また、本体容器の底部を直接小ガスバーナで加熱しているため、原料が焦げ付きやすい。
- (3) 搅拌方式は、セメント搅拌用 4 枚羽根 2 台で行っていたが、一応搅拌はできるが原料を均等搅拌しきれていない。
- (4) 反応器から混合器への原料（硬めのゼリー状）の搬送は、ひしゃくで汲み出す方法で、高齢者及び障

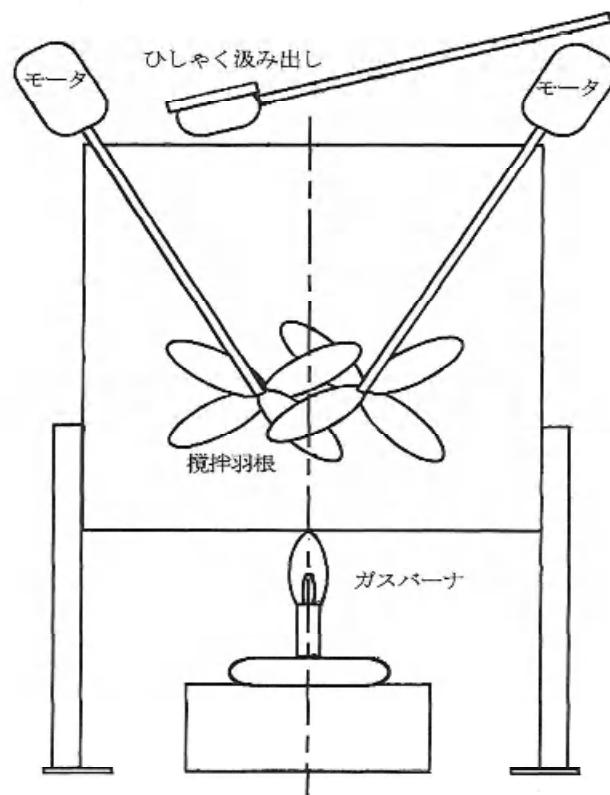


図 2 旧反応器

害者には重労働となっている。また、底部の組み出しには人が釜の中に入りて行われていて、原料の不純化及び危険労働となっている。

#### 3.3 旧混合器の概要（図 3 参照）

形式	水平溝型搅拌方式（軟鋼製）
横長さ	1000 mm
縦長さ	600 mm
高さ	900 mm
回転数	82 rpm
羽根枚数	4 枚
モーター出力	2.2 kw
取り出し方法	下方排出弁による排出
所要時間	2 時間程

#### 3.4 旧混合器の問題点

- (1) 混合羽根の形状および本体と混合羽根の隙間が大きく原料をむらなく混合できていない。
- (2) また、旧反応器よりの原料を混合してもこぶし大の大きさまでしか粉碎されないため、取り出し後スコップで細かく碎く必要がある。
- (3) 新反応器よりの原料はゴルフ玉程度の大きさまでは粉碎されるが、もっと小さく粉碎（おから状に）できることが希望である。
- (4) 原料が固いゼリー状のため、ソーダ灰を入れても

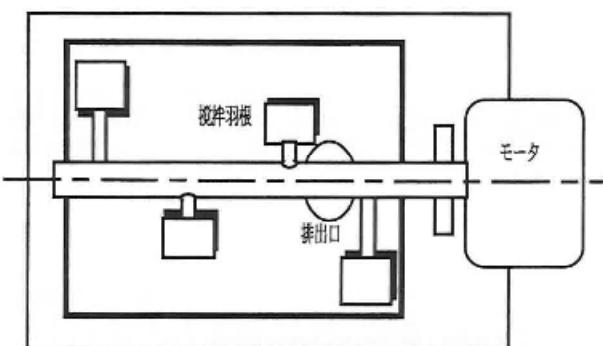


図3 旧混合器

混合されにくく、室内にソーダ灰が飛散する悪環境の作業場である。

#### 4. 新プラントの概要

##### 4.1 新反応器の概要（図4参照）

形式	縦円筒型ポンプ排出式（ステンレス製）
形状及び寸法	直径 1142 mm 内径 840 mm
加熱方式	内部螺旋伝熱管による加熱
モーター出力	0.75 kw
回転数	0.5から 30 rpm
攪拌方式	2段式・各 2枚羽根方式
所要時間	2 時間程

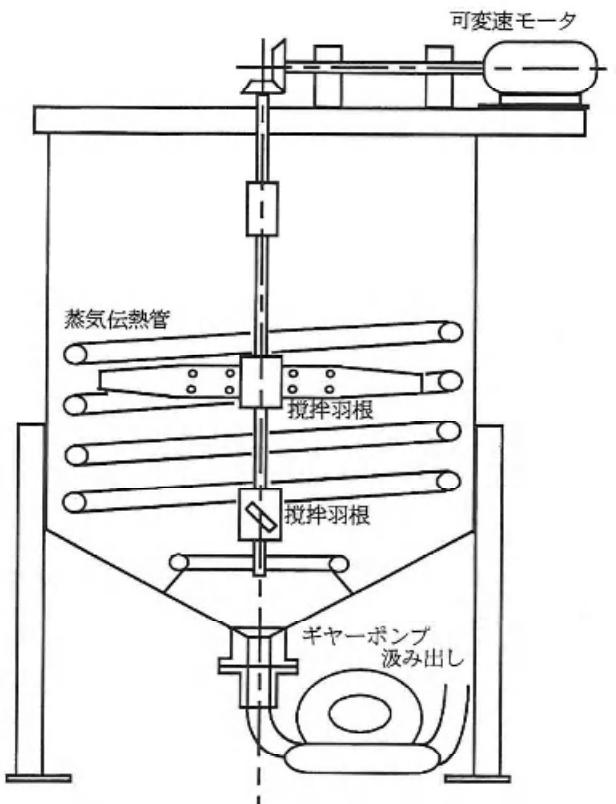


図4 新反応器

##### 4.2 新反応器による新たな問題点

反応器の改善により旧反応器の半固体の状態から半液体（蜂蜜状）へと変化してしまったため、旧混合器では十分な混合反応ができず旧反応器よりも大幅な時間増となった。

また、半液体から固体への状態変化のとき粘性抵抗が大きすぎるため、現在の羽根ではモーター出力の範囲を超えてしまいモーターが焼き付こうとした。そのため、1回の混合量を減らすことによりそれに対処している。反応器の改善が旧混合器に負担をかけているため、プラントの改善というのは一部でなく全工程の流れを十分検討して取り組まなければならない。

##### 4.3 新混合器の概要（図5参照）

形式	水平U型攪拌方式（ステンレス製）
形状及び寸法	横長さ 1000 mm 縦長さ 500 mm
板厚	5 mm
羽根枚数	24 枚
モーター出力	2.2 kw
取り出し方法	胴体回転による排出
所要時間	10 分目標

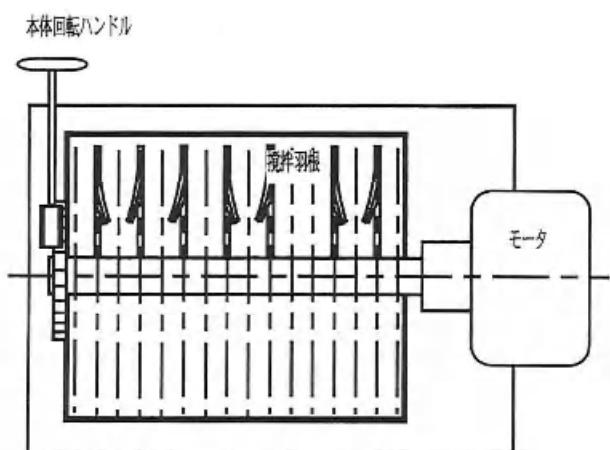


図5 新混合器

#### 5. 新プラント設計

##### 5.1 新反応器の設計

###### 5.1.1 旧反応器の改良点

- (1) 旧反応器の小ガスバーナ加熱方式を、原料の昇温能率・反応能率の向上を図る装置に設計する。
- (2) 原料の焦げ付きをなくし、製品の品質向上が図れる装置に設計する。
- (3) 旧反応器から旧混合器への原料搬送は、ひしゃくによる重労働作業をなくし、作業者の負担を軽減し、

かつ安全に搬送できる装置に設計する。

- (4) 旧反応器に使用していた、セメント用攪拌器では、羽根が小さいなど攪拌能率が悪かった。新反応器に対応した攪拌能率の良い羽根を設計する。

### 5. 1. 2 各要素の設計

#### (1) 加熱装置

- ①容器内に蒸気を通す螺旋状の伝熱管を設ける。
- ②円錐底部には、洗浄もできる蒸気噴射管を別に設ける。
- ③蒸気をボイラーにより発生させ、伝熱管により熱交換する蒸気加熱方式とした。
- ④伝熱管の材質は、石けん品質悪化防止・腐食防止のためステンレス（SUS304）管とする。

#### (2) 原料搬送装置

- ①円錐底部に取り付けたパイプからギヤポンプによって排出搬送する。

#### (3) 攪拌羽根部

- ①上羽根・下羽根の二層羽根方式とする。
- ②下羽根は、軸方向に45°傾け、羽根の回転により上部に攪拌し舞い上がるようとする。
- ③上羽根は、軸に平行に取り付け、下羽根で上部へ攪拌し舞い上がってきたものを、また、攪拌し循環運動を起こさせる。
- ④各羽根自体とも、回転軸への取付部（2分割固定式）と羽根部に分解できるようにする。

#### (4) 本体容器部（釜部）

- ①本体容器の材質は石けん原料の品質悪化防止のため、ステンレス（SUS304）とする。
- ②形状は縦円筒型と円錐底の組み合わせ型とする。
- ③板厚は現有設備の関係により2mmとし、上下部、円錐部等に二重巻き補強を施す。
- ④外面には、保温材を施工し、その上からカラートタン板を巻くこととする。

#### (5) 脚部

- ①脚は75mm角パイプを3本使用し、円錐底部よりの原料排出をしやすくする。
- ②200kg近い原料の攪拌による振動に耐えるように、脚の各下部に補強パイプを入れる。
- ③脚は、床にアンカーボルトで固定する。
- ④脚部と本体容器部は分解可能とする。

#### (6) その他

- ①蒸気や原料に接するボルト・ナット類は腐食防止・製品の品質悪化防止のため、すべてステンレス製とする。

### 5. 2 新混合器の設計

#### 5. 2. 1 旧混合器の改良点

- (1) 旧混合器の混合羽根はへら状になっているため、反応器から送られてくる硬めのゼリー状（粘り気のある柔らかい状態）の原料を練り上げているという方が適切な表現といえる。

そのため、原料が大きなままなので放熱面積が小さく混合に2時間位かかるてしまう。また、次工程の粉碎機に入る場合、入口が38mm×50mmと小さいので入りにくい。

また、ソーダ灰を混合しても混合の状態が悪い。従って混合とせん断の両方を併せ持った羽根の設計とする。

- (2) 旧混合器の下方排出方式では、原料が容器の中に付着して残り、作業時間もかかり、作業者の負担を軽減化し、原料を効率よく排出できる装置の設計とした。

#### 5. 2. 2 各要素の設計

##### (1) 本体容器部

- ①1回の混合量を50リットルと設定した。
- ②作業者の経験から混合羽根軸心より100mm位下の所まで原料が入る容器とした。
- ③旧混合器は軟鋼製6mmの板厚であるが、新混合器は、新反応器製作の経験を十分に考慮し、長さ1000mm、R250mm曲げ可能なステンレス板厚を4mmと決定した。

##### (2) 混合羽根部

- ①せん断と混合を併せ持つ混合羽根の設計が、この混合器では最重要点と思われる。

そこで、調査検討し、耕運機のロータリのナタが理想に近いのではとの結論に達し、それに相似な羽根を設計した。

- ②羽根の取り付け位置は、一様に攪拌でき、しかも、原料が一方向へ片寄らないことを考慮し、羽根軸を60°等配とし、1ピッチ60mm毎に60°ずらして取りつけることを基本とした。

\*溶接構造の羽根軸の作り直しを避けるためには、①、②の条件を確実なものにすることであり、短時間で設計図の尺度1/2の新混合器模型を作成し実験することとした。

##### (3) 排出方法

- ①一度に原料を取り出し、作業の単純軽減化として、ハンドル回転式ウォームギア可傾式排出とする。
- ②容器自体の回転、羽根軸と容器の関係等、回転物に対する十分な安全対策を行う。

## (4) 架台部

- ①作業者にとって旧混合器と同様の大きさが作業性が良いとのことから、ほぼ同じ大きさで設計する。
- ②高さは、ハンドル回転式ウォームギア可傾式にするので、原料をバケット(高さ 200 mm)に移しやすい高さとした。
- ③可傾式にした為、架台上面横フレームが 1 本入れられないで、脚下部に十分な補強フレームを入れた。
- ④脚底板をアンカーボルトで固定し、架台全体の振動を防ぐこととした。

## 5. 3 新混合器羽根の実験

## 5. 3. 1 目的

羽根の取り付け方の違いによる混合器内での原料の流れ・粉碎状態の違いを知り、混合器に適した羽根及び羽根の配置を決定する。

## 5. 3. 2 実験方法

- (1) 設計した新混合器の尺度 1/2 の模型を製作する。  
(模型の駆動はハンドルによる手動で行う。)
- (2) 羽根位置については、考えられるいくつかのルールに従って配置し実験を行った。
  - ①同方向折れ曲がり羽根螺旋型（写真 1）
    - ・羽根の折れ曲がり方向はすべて駆動部の反対の方向へ折れ曲がっている型
    - ・羽根軸を 60° 等配したものに 1 ピッチ (60 mm) 每に 60° ずらして配置した。

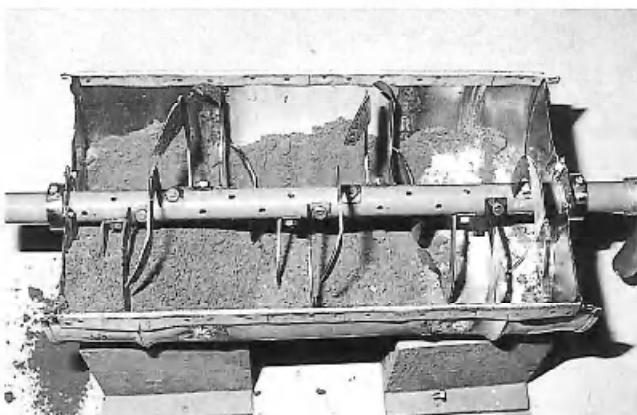


写真 1

## ②交互相殺螺旋型（写真 2）

- ・①の折れ曲がり羽根方向の交互に向かい合わせた型

## ③二重螺旋型

- ・①にもう一つ全ての駆動側に折れ曲がり羽根を螺旋状に取り付けた型

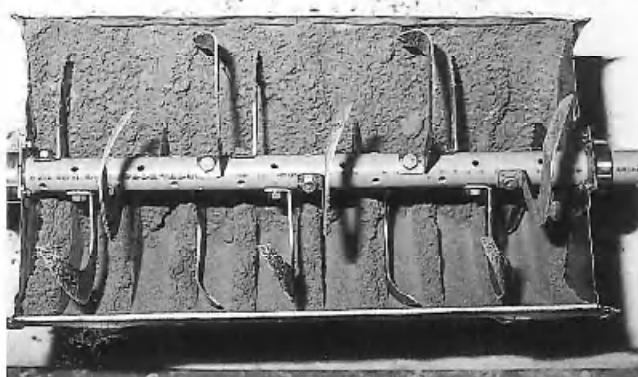


写真 2

## ④改良型 A（写真 3）

- ・③の不要と思われる羽根を取り除いた型

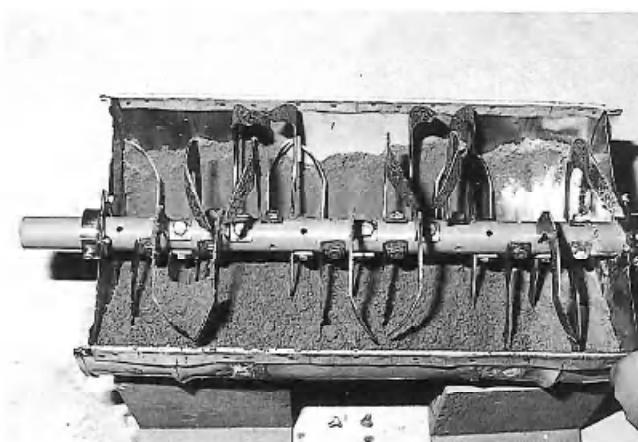


写真 3

## ⑤改良型 B（写真 4）

- ・④の実験を考察し、更に改良した型

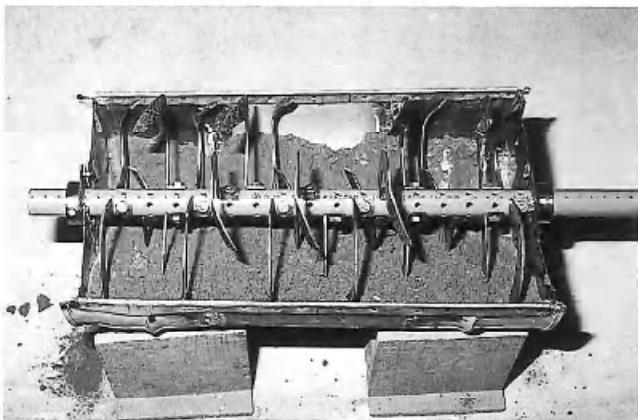


写真 4

- (3) 石けん原料の代わりに鉄物砂を入れ混合状態を、また、パーティング粉を入れ流れの様子を検討する。

- (4) 粉碎機に入れる前のこぶし大の石けんを入れ細かく粉碎できるか実験する。

- (5) 実物の蜂蜜状態の石けん原料を入れて実験する。

### 5.3.3 実験結果

#### (1) 5.3.2の(3)の結果

##### ①同方向折れ曲がり羽根螺旋型

- ・均等に混合できるが、鋳物砂が駆動軸と反対方向へ流れてしまう。
- ・駆動側に置いたパーティング粉の一部は2,3回転で反対の端まで流れていった。

##### ②交互相殺螺旋型

- ・均等に混合でき、鋳物砂の横流れもなくなったが交互に向かい合わせた間に残耕が残ってしまう。

##### ③二重螺旋型

- ・均等に混合でき、鋳物砂の横流れもなく残耕もなくなった。
- ・しかし、羽根の枚数が32枚と多いため実際の石けん原料を混合した場合、粘度が高くなつた時の抗力が大きくなり、モータ負荷過大が考えられる。

##### ④改良型A

- ・羽根が同じ角度のところで交互(互いに内側)に折れ曲がっているため、鋳物砂をスプーンでくい上げるようなことが時々あり、実際の石けん原料を混合した場合、粘度が高くなつた時に石けん原料が頻繁に羽根に挟まることが考えられる。

##### ⑤改良型B

- ・①から④までの全ての問題点を考慮し、羽根数を25枚と減らして混合を行つた。結果は横流れ、残耕、すくい上げもなくなり最良と考えられる。
- \*①から⑤の結果から⑤を採用することに決定した。
- \*また、容器壁面と羽根の隙間が20mm程度だったため、容器壁面に鋳物砂が残りやすく、容器壁面と羽根の隙間は最小にしたほうが良いと考えられる。

#### (2) 5.3.2の(4)の結果

- ・③二重螺旋型と⑤改良型Bを中心に、こぶし大の固まつた石けん原料を混合してみた。
- ・両方ともゴルフボールの半分程度まで粉碎されたが、混合時の抗力は鋳物砂の実験通り⑤改良型Bが小さかつた。

#### (3) 5.3.2の(5)の結果

- ・実物の蜂蜜状の石けん原料を入れて実験する予定だったが、予定の原料は得られず固めのゼリー状になつた石けん原料を使用した。
- ・混合時の抗力をハンドルに取り付けたバネ秤で測定。所要トルクは混合始め0.7kgf·m、反応中0.9kgf·m、粉碎完了状態0.5kgf·mであった。
- ・思ったより抗力は大きかつたが、混合、粉碎とも良好でおから状になるまで5分程度だった。(写真5)



写真5 おから状になった石けん原料

- ・以上の結果より実物の蜂蜜状の石けん原料では、更に効率よく細かく粉碎できるものと考えられる。
- ・鋳物砂では全く横流れがなかったように見えたが、この実験で若干の横流れが発生したため、更に羽根の枚数を減らし改良した。

## 6. 新反応器の製作

### 6.1 全体的な製作留意点

#### (1) 曲げ加工

- ・現有設備のローラ曲げ機では、手動のため一度に曲げようとすると、重くてうまくいかない。そのため、上ローラを少しづつ降ろし、前後による曲げ回数を増やして曲げる。
- ・曲げの確認は、内側をRゲージにて確認するがスプリングバックを生じることが多いので少し強めに曲げておく方が良い。
- ・現有設備のアムスラー万能試験機(プレス式による曲げ)では、曲げ個所の間隔をなるべく小さくして行う。

#### (2) 溶接

- ・板厚2mmのステンレス板を溶接する場合は、ステンレス溶接棒(TYPE:D308-16)2.6mmで80Aの電流で溶接する。
- ・板厚4mmのステンレス板を溶接する場合は、ステンレス溶接棒(TYPE:D308-16)3.2mmで110Aの電流で溶接する。
- ・小さな溶接補修をする場合は、ステンレス溶接棒(TYPE:D308-16)2.0mmで80Aの電流で溶接する。
- ・基本的には、まず溶接位置を合わせて仮溶接を行い、つぎに本溶接を行う。
- ・溶接位置を合わせたらシャコ万力で固定して溶接する。
- ・本溶接は、溶接ひずみの分散化を図るために、後退

法にて溶接する。

- ・常に下向き溶接できるよう、溶接材料の方を動かして行う。

## 6. 2 主要部の製作

### (1) 本体容器部 ( $\phi$ 842 mm × L 800 mm)

- ①現有設備のローラ曲げ機（本校製）の関係により、L 2639 mm × W 400 mm × t 2 mm のステンレス板を、両端にある上ローラ上下ハンドルを均等に下げ、ステンレス板を前後にゆっくり移動させる。
- ②上ローラの下げと前後の移動を繰り返し、内側がR 420 mm に均等になるよう、R 420 mm ゲージ（ブレーキ板で製作）に合わせ  $\phi$  842 mm 円筒とした。
- ③円筒となった突き合わせ面部の R が曲げローラの間隔により、直線的になるので仮付け溶接後、ソフトハンマにて修正した。
- ④以上の要領で 2 個製作し、円筒 2 個を合わせ、仮溶接後、外周を溶接棒  $\phi$  2.6 mm, 80 A の低い電流と溶接ひずみを少なくするため、後退法で本溶接した。

### (2) 円錐底部

- ①円錐底部の曲げ前の展開形状は、中心から外周まで幅が 519 mm と長いため、2 分割とし、それぞれ 5° 間隔の放射線をマーカで書きく。
- ② $\phi$  30 mm 丸鋼 3 本（上からの押し 1 本、下での受け 2 本）を使った曲げ治具を製作し、書きいた放射線に上から押さえる丸鋼の位置を合わせ少しづつ万能試験機にて圧力をかけ、大きい R 420 mm ゲージ、小さい R 210 mm ゲージにそれぞれ合わせて円錐底を大小 2 個製作する。（図 6）

- ③円錐底曲げ突き合わせ面外周を仮溶接する。
- ④大小 2 個の円錐底部突き合わせ面外周を仮溶接後、全周本溶接をする。

### (3) 蒸気噴射管部（写真 6）

- ①羽根軸受金物 A、蒸気噴射管固定板 B、蒸気噴射管を U ボルト 3 本で、それぞれ B の蒸気噴射管固定板が 3 等配になるように、芯出し調整し固定する。
- ②A と B の上下各 2 面を本溶接する。
- ③円錐底部に  $\phi$  400 mm の 3 等配位置に幅 4° のマーカ線を引き B の端面と幅 40 mm を合わせる。A の中心に羽根軸を差しこみ円錐底穴  $\phi$  80 mm の中心にあるか確認後、B の端面底を仮溶接する。
- ④B の端面底の外周と内周を本溶接する。

### (4) 伝熱管部（写真 7）

- ① $\phi$  22.2 mm 長さ 5.5 m のステンレス管を本体容器

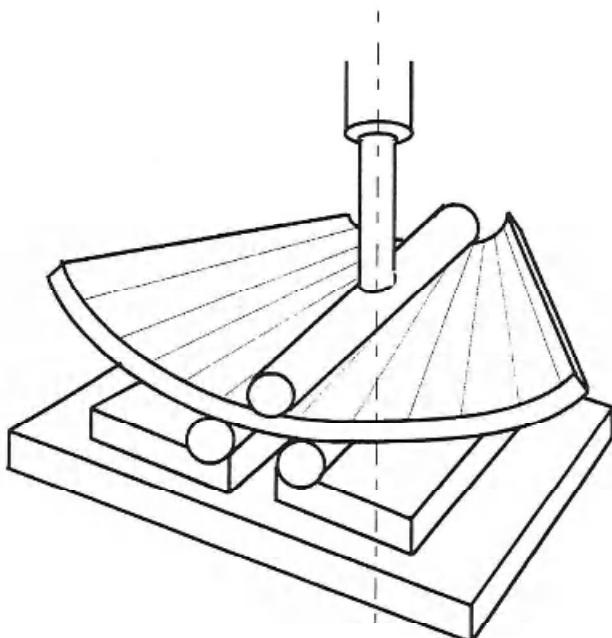


図 6 万能試験機での円錐曲げ

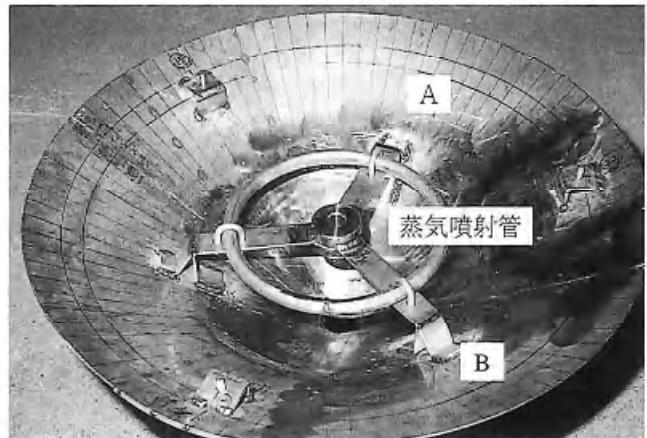


写真 6 蒸気噴射管部

を曲げたローラ曲げ機で、ローラ軸に対して 3° ほど傾斜させて、R 339 mm ゲージと巻尺でコイル径を確認しながら、コイル状に曲げていった。 $\phi$  22.2 mm と比較的に小径のため、曲げは簡単にできた。

- ②5.5m を 1 本では 4.25 回巻きのコイル状はできず、コイル状に巻いた後に、突き合わせ全周本溶接した。また、コイルの出口、入口には R 1 / 2 インチの配管ネジを同じく本溶接した。
- ③コイル状伝熱管を 70 mm ピッチで固定するため、コイル状外周に 3 等配させた固定板に U ボルトで締付け各配管継手を取付け 20kgf/cm<sup>2</sup> の水圧テストを行った。配管継手の締付け位置とシールテープの巻き数が上手く合わず 2 個所より小さ

な漏れが生じた。

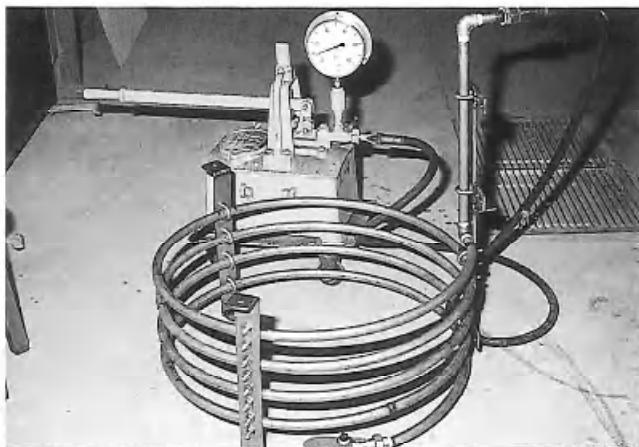


写真7 水圧テスト中の伝熱管

#### (5) 本体容器外周補強板（写真8）

- ①本体容器直系  $\phi 842$  mm が溶接ひずみ等により変形したため、パイプにナットを溶接した簡易ジャッキを3本製作し、 $\phi 842$  mm の均等径になるように内径に張らせて調整した。
- ②L 684 mm × W 100 mm × t 4 mm のステンレス板をローラ曲げ機でR 421 mm に曲げる。
- ③本体容器の外周に補強板が隙間なく密着するようシャコ万力でクランプし、点溶接する。
- ④以上の要領で、上部補強板と縦補強板を点溶接する。



写真8 外周補強板クランプ中の本体容器

#### (6) 円錐底部のフランジ及び補強板溶接

- ①定盤に円錐底部を伏せ、その頂点  $\phi 80$  mm にフランジを乗せ水準器で水平を出す。
- ②フランジ外周を仮溶接後、本溶接する。
- ③伏せた状態のままの円錐底部に3等分のマーカ線を描き、補強板を密着するようにシャコ万力でクランプする。

- ④補強板を、溶接長さ 20 mm、ピッチ 50 mm 程度のスミ肉溶接する。

\*補強板スミ肉溶接により、補強板 t 4 mm に円錐底部 t 2 mm が引き寄せられ  $\phi 842$  mm の本体容器との合わせ面が変形してしまった。

- ⑤フランジの底にゴムパッキンと止め蓋でシールし、円錐底を元に返し、上縁より 8 分目まで水を溜め、水漏れ試験をした。

#### (7) 本体容器と円錐底部の接合溶接

- ①本体容器に円錐底部を伏せて乗せたところ、円錐底部補強板溶接による変形で本体容器と円錐溶接面に隙間が 2 mm 程度出た。ソフトハンマで修正したが補強板の板厚が円錐部の 2 倍のため修正できなかった。

- ②2 mm のステンレス板を R 421 mm に曲げ隙間の部分にはめ込む。

- ③外周を仮溶接後、本溶接する。

- ④本体容器を横に倒し、内周を本溶接する。

#### (8) 本体容器の水漏れ試験

- ①本体容器に脚を取付けて立て、本体容器の 8 分目まで水を張り静的な水圧水漏れ試験を行った。翌日の水漏れチェックでは水漏れなし。

- ②羽根（2枚羽根を2段）を取り付け、30 rpm で水を搅拌させると動圧がかかり、すぐに円錐底部より水漏れが発生した。

- ③水を入れたまま水漏れ個所外周よりの溶接を試みるが、溶接熱による水蒸気の発生があり、プローホールができ水漏れが止まらなかった。

- ④水を抜き、局部照明と虫眼鏡を使い水漏れ個所をマークングし、内外を乾燥させ  $\phi 2$  mm の溶接棒にて補修を行った。

#### (9) 羽根取付部

- ①  $\phi 70$  mm ×  $\phi 25$  mm × L 70 mm の旋盤加工したステンレスに軸方向に 2 分割できるよう全周に亘り書線を描く。

- ②スコヤを使いバンドソーの刃に 2 分割書線が合うように固定し、バンドソーにて 2 分割する。合わせ面に英字刻印する。

- ③羽根軸締付け板 L 64 mm × W 30 mm × t 6 mm の L 64 mm の面に C 4 mm の開先面取りをする。

- ④2 分割した羽根取付本体を大シャコ万力で正直台に固定する。その後、羽根軸締付け板を羽根取付本体に合わせ中シャコ万力で固定する。その際、羽根軸締付け板にはスパッターがつかないよう、鋼板を同時に固定する。（写真9）

- ⑤羽根取付本体と羽根締付け版をスミ肉溶接する。

- ⑥もう半分の羽根取付本体合印で合わせて大シャコ

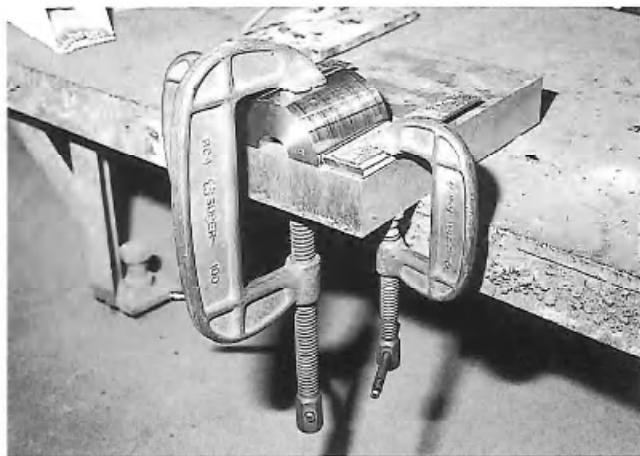


写真 9

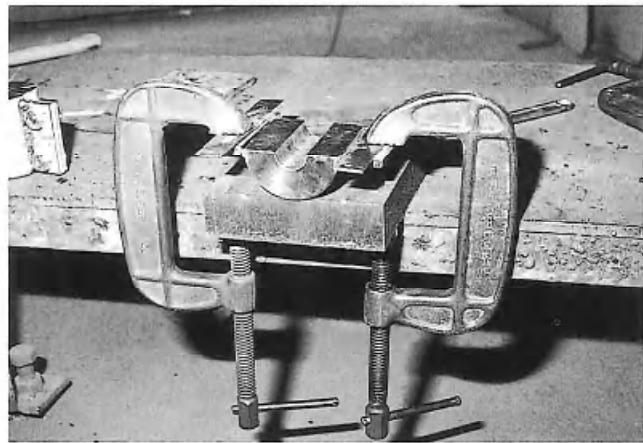


写真 11

万力で固定する。羽根締付板を羽根取付本体に合わせながら、M 10 の 2 本ボルト・ナットで締付固定する。(ボルトの締付穴のズレを防ぐ) (写真 10)

⑦羽根取付本体と羽根締付板をスミ肉溶接する。  
(写真 11)

溶接で出張ったところをグラインダーにて削る。  
⑨羽根固定板の位置と直角度が決まるように 6 mm のエンドミルで深さ 5 mm の溝加工を行う。  
⑩図のように、羽根固定板を取り付け、スケールにて羽根固定板の芯出しを行い仮溶接後、スミ肉溶接する。

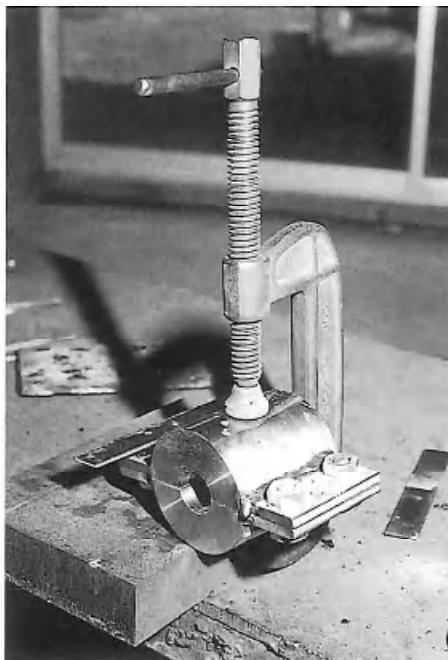


写真 10

## 7. 改善後の効果

### 7. 1 反応器の改善効果

反応器を改善したことによって得られた効果として、

- ①反応時間の短縮
- ②石けん原料の品質の向上
- ③労働の軽減化
- ④安全性の向上

などが言える。

もっと具体的にいうと、

- ・反応時間の短縮という点では旧プラントでは約半日程かかっていたのが、反応容器下部からのガスバーナーによる加熱方式から蒸気式内部伝熱管による全体からの加熱に変えたことにより約 2 時間の反応時間ですむようになった。この 2 時間は反応に 1 時間かかり、あとの 1 時間は熟成(タイムラグが起こるため余分な時間をとり、反応を全体に行き渡らせること)を行うためである。
- ・旧反応器では、反応容器下方からの加熱で加熱の偏りができてしまい反応の終わったところと未反応のところで差ができる品質の低下が起きていた。反応が終わってしまったところでは過加熱ということになり石鹼製造時における注意事項である石けんに着色・着臭ということが起こる。新反応器ではそのことを改善するために蒸気式内部伝熱管による全体からの加熱に変更したことにより加熱の偏りが起きにくくなり品質の均一化による品質の向上となった。
- ・また、旧反応器は軟鋼製だったため、ここでも石けんに酸化鉄分の混入による着色・着臭ということが起こっていたが、ステンレス製に変更したことにより着色・着臭ということがなくなった。
- ・旧反応器では原料の搬送をひしゃくによる汲み出しで行っており高齢者及び障害者にはかなりの重

労働となっていた。また、底部の汲み出しには人が反応器の中に入り行われていて、原料の不純化及び危険労働となっていた。その点を反応器下部からのポンプによる排出方式（搬送の自動化）に変更したことにより、搬送時の高温の原料を人の手で運ぶ必要がなくなり安全面でも格段に向上了。

## 7.2 混合器の改善効果

私共が現在設計を行っている混合器は旧混合器に比べ以下のような改善効果が得られると思われる。

- ①混合時間の短縮化
- ②品質の向上
- ③労働の軽減化

・混合時間の短縮としては旧混合器の混合時間が約2時間程かかっていたのに対し模型は約5分程度で反応を終了した。これは羽根の変更により旧混合器にはなかった切るという動作が羽根に加わったためだと考えられる。この動作が加わったことにより旧混合器ではなかなか小さくならなかった原料のサイズが早い時間で細かく粉碎されるためソーダ灰との混合が早くなったと思われる。

・品質の向上という面では、粉石けんの品質を表す条件のひとつとして粉の細かさがある。この粉の細かさというのは粉石けんの水溶性を表すものであり、混合時の状態で、ほぼ大きさが決まってしまうため旧混合器では十分な細かさまでに粉碎することができずいた。

混合羽根の改善により従来の物に比べかなり細かくすることができた。しかし、あまり細かいと今度は水に溶けたあともう一度固まるという現象が起こるため、目安として混合後、粉碎器にかけた粉石けん粒子0.6mm程を目標としている。

・労働力の軽減化の面では旧混合器では混合終了後、粉碎機の入口に入る大きさまで原料をスコップによって粉碎していたが、新混合器では混合終了時の状態で粉碎機の入口に入る状態になっているためスコップによる粉碎が必要なくなると思われる。

## 8. 結 言

本報告では、地元大牟田市の雇用開発センターから技術協力依頼を受けた廃食油からのリサイクル石けん製造プラントの設計・製作に関する実践の中間報告を行った。平成8年度から卒業研究の1テーマとして取組み、平成9年10月8日、その第1期として完成した反応器の火入れ式が、当センターの木下栄助理事長と本校の山藤馨校長の手によりとり行われた。

センター内の多くの高齢者、障害者の立会いの元で行われた新反応器の第1回操業が旧反応器から数えて丁度100回目という節目に当り、また、本校が同年9月に産学官の連携を深め技術向上を目的に発足させた地域連携推進センターとしての第1号の事例ともなった。このタイムリーなニュースは、同年3月30日、124年の歴史を終えた三池炭鉱閉山後の町づくりを模索する地元大牟田市と本校の関係強化を印象づけるものとして新聞紙上で大きくとりあげられた。（写真12）

大学・高専と一般企業、研究所等の共同研究・開発が産学官連携の本流で、私共の事例は少数派の部類に入ると思われるが、この交流を通じて多くのことが得られた。

それらは、

- (1) 卒業研究のテーマに最適として取り上げたが、高専の学生に課題解決型の実践教育ができたこと。フィールドワークによる調査から、問題の抽出、改善案提出、具体化、そして運転評価に至るまでの体験ができたこと。
- (2) 環境問題、福祉問題に関わるテーマであり、本テーマに取り組むことで、これらの重要な問題を体験を通して学ぶことができたこと。環境・福祉の問題は若い時に体験を通して考えさせることが重要である。
- (3) センタースタッフ、高齢者、障害者、技官、教官のなかに学生が入っていくことで通常の学生生活で学べない人的交流が活性化され、学生の人間として



写真-12 火入れ式での木下理事長（左）と山藤校長

の幅を広げることが助長されたこと。

- (4) テーマ研究に技官が積極的に加わることで、物づくりに関する技術向上はもとより、学生、教官を含めて、外注は一切せず、いかにして作るかの工夫の姿勢が促進されたこと。得られた多くのデータは固有の財産である。これらは通常の実験実習では決して得られない。

等である。

### 謝 辞

(財)大牟田市雇用開発センター木下栄助理事長、堀内韶前事務局長、内野富士明現事務局長、塙本晃氏、月成寿郎氏他センターの皆様には、多くの場面でご援助いただきました。ここに心より御礼を申し上げます。

おわりに、本テーマで熱心に活動してくれた卒業研究生、霍田孝之・西村健児両君（平成8年度）、平川勉・松藤良太両君（平成9年度）にも謝意を表します。

### 参考文献

- 1) 小林一也他、工業基礎、実教出版、(1993)、220

# Teaching Intonation in Japanese Classrooms

Noriko ABE

〈Received 10 August, 1998〉

## 1. INTRODUCTION

This paper is an investigation of how intonation has been taught in Japanese textbooks, followed by a comparison of the treatment with the discourse intonation (DI) approach, which has been called, "the most promising approach to the neglected area of teaching intonation" (Caudwell & Allen 1997 p.10). Finally, a discussion is offered as to whether or not the DI approach is helpful to Japanese students.

Abe (1980) writes about the British poet and essayist James Kirkup's experience in America, in which the poet, from their intonation, interprets shop-assistants' response "uh-huh" to his "Thank you" as "I don't require your thanks." It might be the problem of a regional intonation difference but we cannot overlook how intonation expresses attitude or emotion.

In my experience, when Japanese students say, "Thank you," as an answer to "Thank you," they often fail to put stress on "you." I think this happens partly because of the difference of the two languages. As Kubozono (1994 p.5) points out, unlike English, Japanese accents are free from sentence-level modification by discourse factors such as contextual emphasis. We sometimes repeat the same sentence just as the first speaker said, or more usually we use a different phrase meaning "on my part."

It would be useful to find out some method to improve teaching intonation for successful communication in English.

## 2. APPROACHES TO INTONATION

2.1 Several researchers have defined intonation in different ways, and as for its functions Roach (1983 p.163) divides them into four: attitudinal function, accentual function, grammatical function and discourse function. Of the four functions, Leech & Svartvik (1975 p.35) emphasize grammatical function, saying, "features of intonation are important for signalling grammatical distinctions such as that between statements and questions." They categorize intonation and meaning as follows:

Figure 1. Leech & Svartvik's Categories

Tone	Meaning	Sentence form
The falling tone	Certainty, completeness, independence	Straightforward statements WH-questions
The rising tone	Uncertainty, incompleteness, dependence	Yes-no questions Parenthetical and subsidiary information encouraging or polite denial, command, invitations, greetings, farewells
The fall-rise tone	The combination of the two Suggestion that there is something else to say	

Halliday (1985 p.281) says that in English falling pitch conveys certainty, known and rising pitch uncertainty, unknown. He categorizes as follows:

Figure 2. Halliday's Categories

Tone	Meaning	Sentence form
1 Falling tone	Known	Statements, WH-questions
2 Rising tone	Unknown	Yes-no questions
3 Level tone	Not (yet) decided whether known or unknown	
4 falling-rising	Seems certain but turns out not to be	
5 rising-falling	Seems uncertain but turns out to be certain	

There are some other attempts to describe intonation from different points of view. Hawkins (1984 p.198) explains, "Halliday in particular sees intonation as playing a major role in the grammar, though Cruttenden (1970) and Brazil (1975) both emphasize the difficulties of distinguishing 'grammatical' from 'attitudinal' meaning". Brazil (1994 Teacher's Book p.16) suggests any intonation feature reflects the speaker's assessment of the present state between the speaker and the listener. In his discourse intonation approach, he always takes the context into consideration and avoids isolated sentences. He divides tones into two: "proclaiming tone" (falling tone) and "referring tone" (rising tone and fall-rise tone) which can be applied to various cases depending on whether speakers assume an *unshared perspective* or a *shared perspective* with regard to the content of the tone unit.

Because in some data the DI approach cannot fully confirm the hypothesis proposed and the more traditional grammar-based hypothesis can account it for better, Hawkins (1984) concludes much remains to be done before we understand intonation choices fully.

2.2 Let us now discuss the subject from the viewpoint of English teaching in Japan. It can be said that phonology has been neglected most in Japanese classrooms. After being presented with some basic rules, Japanese students are usually left to learn on their own. When students use English intonation as they do in their mother tongue, they may not cause serious misunderstanding because there are several similarities of rising and falling patterns among English and Japanese. Abe (1955) lists similarities between the two languages as follows:

1. Colorless statements fall.
2. Nonfinality is conveyed by a rise. This is found in declarative sentences used as questions and in tentative expressions like *Tabun* "Probably."
3. Straightforward commands fall, but commands may rise for courtesy.
4. Medial rising or raised pitch may denote something to come or may be a demand for attention.
5. WH-questions normally fall, but may use a C-type profile for courtesy or a terminal rise to call for repetition (reclamatory question).

For Japanese students, whose native tongue is a syllable-timed language in which syllables have the same length, it is not easy to acquire rhythm and stress of English, a stress-timed language. It often happens when Japanese students say English sentences, they do not sound like English. One of the reasons is that he gives the same interval to every sound and add a vowel after every consonant, for example "sutoraiku" instead of "strike."

Besides, English education in Japan traditionally placed its focus on reading in order to absorb as much knowledge as possible from industrialized Western countries. It is only recently that this biased policy was cast doubt on. As the country is becoming internationalized and people have more chances of taking part in spoken communication, there has been stronger criticism against the grammar-translation method. After years of studying, even if students can read, they cannot say the easiest things in English. The subject named "Oral Communication" was introduced to high school in 1994 and English education reform began. But because of the problems on teachers' part and the entrance exam system, only very slowly is the situation changing.

A lot of researchers insist on the need for phonology in classrooms. Ishigami (1977 p.179), from the result of the tests

about sentence stress he gave Japanese high school students, discovered that they learned intonation of a few example sentences through “mimicry memorization practice” without systematic meanings of intonation. He suggests intonation is more important than segments in daily conversation and more attention should be paid to intonation closely related to meaning.

Enomoto (1994 p.257) measured and compared the intonations between Japanese students and native speakers and found out there are some similarities among Japanese students which native speakers don't have. He says that Japanese characteristics of intonation will cause problems in communication with native speakers and suggests both teachers and students realize the importance of intonation, as well as of segments.

Kageura (1996 p.30), points out, out of 11 phonological items of (a) segmental phoneme—vowels and consonants, (b) suprasegmental phoneme—stress, pitch, juncture, (c) consonant cluster, (d) linking, (e) assimilation, (f) sound reduction, (g) mute letter, (h) contraction, (i) accent and stress, (j) stress and rhythm, (k) intonation, only (a)(g)(i) have been taught properly, the others tend to be neglected in Japanese classrooms.

All these Japanese researchers unanimously suggest more suprasegment-oriented phonology teaching. With this point in mind, we can now go on to consider what is really happening in classrooms. I will examine Japanese textbooks to see how intonation is treated in them.

### 3. METHODOLOGY

I choose the following three textbooks for Japanese students to see how intonation is treated there.

- (A) Mainstream The New Comprehensive English Course 1 (Zoshindo 1998)
- (B) New Horizon English Course 1 (Tokyo Shoseki 1998)
- (C) Listen To America LL English Course (Taishukan 1993)

Of course these three books are not written only for teaching pronunciation. In Japanese high schools, textbooks usually cover several skills of the language: reading, writing and listening. (A) and (B) are authorized by Japanese Ministry of Education and are to be published in April, 1998. I chose them as the newest examples of Japanese textbooks. In each lesson after the reading material come several sections such as comprehension quiz, grammatical points and pronunciation. It is in the pronunciation section that intonation is taught. (C) is written exclusively for listening comprehension. I am interested in discovering how intonation is treated in this type of textbook. In this book, intonation again comes at the end of each lesson, in the section titled “Listening Strategy”, following the main listening material and listening comprehension quizzes and dictation exercises. After looking at these textbooks in detail, I am going to turn to *Pronunciation for Advanced Learners of English* (Brazil 1994).

Before starting the examination, we have to make it clear that Japanese books and PALE are written for different students. Japanese high school students have studied English as a foreign language for three years with Japanese teachers. Over 40 students study in a monolingual classroom, even though ALTs (assistant language teachers, young native speakers) occasionally visit classrooms. Even during lessons teachers and students usually talk in Japanese, and when they talk in English, their interaction is different from that between native speakers.

On the other hand, PALE is written for advanced learners and they are expected to learn that “the conditions governing spoken interaction (e.g., it takes place in real time, face to face, it is ephemeral) mean that in their move towards that target state, speakers build their message bit by bit, in tone units” Cauldwell & Allen (1997 p.10). Thus, it can be easily imagined that there will be a wide gap between the Japanese books and PALE. However the comparison will be useful in giving us new ideas which can be put into practice in Japanese classrooms.

#### 4. ANALYSIS OF TEXTBOOKS

4.1 First I am going to analyze the organization of phonological items in each textbook.

Figure 3. The Organization of Selected Japanese Textbooks

MAINSTREAM		NEW HORIZON	LISTEN TO AMERICA	
L.1	-----	word stress	L. 1, 2	vowels
2	vowels / rhythm	sentence stress / rhythm	3, 4	consonants
3	consonants / rhythm	intonation (1)	5, 6	linking
4	vowels / intonation (1)	intonation (2)	7, 8	assimilation
5	vowels / intonation (2)	contraction	9,10	elision
6	consonant / linking	consonant cluster	11,12	sound reduction
7	vowels / linking	intonation (3)	13	stress
8	vowels / assimilation	assimilation	14,15	contraction
9	consonants / compound word	function word pronunciation	16,17,18	contrastive stress
10	consonants / British pronunciation vs American pronunciation	linking	19	rhythm
			20	intonation (1)
			21	intonation (2)
			22	intonation (3)
11	consonants / revision	accent in phrases (1) verb+adverb (2) adverb+adjective (3) adverb+adverb	23	pause
12	consonants / revision	accent in phrases (1) adjective+noun (2) participle+noun		

In addition to the sections above, *Mainstream* and *New Horizon* spare some more space for better understanding of phonology. In *Mainstream* there is a column titled “Intonation and Rhythm” in which their importance is emphasized. In *New Horizon* six pages are used for “Communication of Information”: (a) Sentence-meaning and speaker-meaning, (b) Speech and written text, (c) Information units and tone units, (d) Information focus, (e) Meaning and stress, (f) Given information and new information.

Now let us see intonation sections in detail in each textbook.

Figure 4. Intonation Sections in Japanese Textbooks

MAINSTREAM	NEW HORIZON	LISTEN TO AMERICA
1. How's everything ↘? Good morning ↘, Mr. Smith ↗. She speaks English ↗, German ↗ and French.	1. a) Falling tone 1. Statement 2. WH-question 3. Imperative 4. Exclamatory b) Rising tone Question c) Rise + fall Selective question Listing	1. Three kinds of intonation a) rising b) falling c) level 2. Meanings of intonation a) You are a doctor ↗? [question] b) My fever is gone →, but I still have a cough ↘. c) Could you give me a hand? Not now →. [may be later] d) They bought a new car. Did they ↗? [surprise] e) The photos I took during the trip → turned out to be a big success ↘. 3. Contrastive intonation a) You like jazz, don't you? Rise--expecting Yes / No b) I beg your pardon. Rise-- Say it again. Fall-- I apologize to you. c) What are you doing? Rise--a kind question to a child Level-- anger d) I thought it would rain. Fall -- but it didn't. Rise -- and it did. e) He has two daughters who live in America ↘. [more than two daughters] He has two daughters ↘, who live in America ↘. [only two daughters]
2. Would you like tea ↗ or coffee ↘? Would you like tea or coffee ↗? Did you meet my sister ↘, Mary ↗? Did you meet my sister Mary ↗?	2. Intonation in complex sentences	
	3. Tag questions a) Rising tone Expecting Yes / No b) Falling tone Expecting agreement	

4.2 I would like to look at the similarities and differences of these three textbooks. What is common among them is that the phonological material to be highlighted in each lesson is not taken from the main text. It is independent and not connected with what is learned in the text. Each textbook has a tape for listening, and in intonation sections isolated sentences with no context are recorded. Concerning the kinds of intonation, two of the books teach "falling tone" and "rising tone" and the other one adds "level tone". None of them teaches "fall-rise tone". Next, I will evaluate each textbook's features one by one.

The characteristic of the first book *Mainstream* is that it treats pronunciations of individual phonemes first. It contrasts pronunciations such as θ / s, ð / z, f / h, b / v, which Japanese students find difficult to recognize. As for intonation, it is treated at a rather early stage. I cannot say, from the few example sentences, whether the writer tries to teach students the system of intonation, though the importance is emphasized in the column.

The second book, *New Horizon*, is edited with much more emphasis on phonology. The notions described in the column "Communication of Information" have never been taught in high school textbooks. In this sense, this book can be innovative. Ito, the chief writer, says (personal communication 1997) these ideas are based on *An Introduction to Functional Grammar* (Halliday 1991) and *A Communicative Grammar of English* (Leech and Svartvik 1975). He insists students' knowledge of these ideas is indispensable for their future English communication. In this book too, intonation is taught in the early chapters. The kind of intonation is based on grammatical sentence patterns. For example, statements are falling tone.

In the third book, *Listen To America*, the arrangement of phonological items is more traditional, segments first, sound

reduction, assimilation, elision and intonation last. As far as intonation is concerned, I think this book is trying to teach something different from the other two, that is, the meanings intonation has. It introduces three kinds of intonation but does not follow Leech & Svartvik or Halliday's categories. Instead, meanings the intonation implies are shown.

The problem is, however, they are presented at random and there is hardly any systematic explanation to help understand why a particular intonation has a certain meaning in not only students books but teachers' manuals.

It would be very helpful if there were any explanation like, "Level tone means there is something more to say." Therefore in the dialogue 'Could you give me a hand?' 'Not now→,' implies that he cannot help the other person now but may be later he can. In the case of the sentence "I thought it would rain" too, it would embarrass teachers and students to present these examples without any explanation.

4.3 I would like to examine *Pronunciation for Advanced Learners for English* (Brazil 1994). As the title shows this book is written for advanced learners, "who, having achieved an advanced stage of competence in written English, feel the need for a structured programme of improvement in speaking it" ( Teacher's book p.1). Let us look at it in detail to see how it is organized.

Figure 5. The organization of PALE

1.	The tone units Prominence	Target Position 1. Prominent syllables: simple vowels and diphthongs
2.	Falling and rising tones	Target Position2. Sounds at the beginning of prominent syllables: simple plosive and fricative consonants Voiced and voiceless consonants
3.	Fall-rise tones	Target Position 3. Sounds at the end of prominent syllables which are also at the end of tone units : simple vowels and diphthongs Target Position 2 (continued). Sounds at the beginning of prominent syllables: nasal, lateral and approximant
4.	Tones used when asking and replying	Target Position 3 (continued). Sounds at the end of prominent syllables which are also at the end of tone unit single consonants and two consonant clusters
5.	The different meaning of the rising and fall-rise tones	Protected and unprotected vowels
6.	Some special uses of the rising and fall-rise tones	Target Position 2 (continued). Sounds at the beginning of prominent syllables: consonant clusters
7.	Prominence and selection	Unprotected vowels (continued)
8.	High key	Target Position 4. Single consonants and consonant clusters that follow the vowel prominent syllables but do not end the tone unit
9.	Two ways of reading aloud Low key	The pronunciation of words which have two prominent syllables in their citation form
10.	Revision	

One of the differences between PALE and the three Japanese books is that in PALE intonation and individual phonemes are not separated and students can learn their interdependence. The author refers to it as a special feature of the book (p. 3). Another thing is that the focused phonological feature of each unit is based on the recorded discourse, which enables students to understand the context and feel the feature directly.

4.4 In this section let me devote a little space to describing my experience of working through PALE. Before I read it, my understanding of intonation was limited in spite of the years of teaching English. What I learned as a student in a Japanese classroom was all I taught to my students: (1) statement, WH question = fall (2) question = rise (3) the difference of rise and fall in tag questions and "I beg your pardon?" (4) listing, A ↗, B ↘ and C ↙. My knowledge seems to have a lot in common with *New Horizon*, which means grammatical function of intonation.

Reading and listening to PALE gave me an experience of examining intonation from a different point of view. The idea of discourse intonation led me to integrate bits of knowledge I had into a whole picture. The rules that Yes/No questions have rising tones and WH-questions have falling tones were modified to a better understanding that a "making-sure" enquiry has a fall-rise tone while a "finding-out" enquiry has a falling tone. It depends on previous expectations (Teacher's Book p.58).

I thought the ideas of tone unit, prominence, falling and rising tones were easy to understand and also not too difficult to catch or to demonstrate. However, "fall-rise tone" I found quite challenging. It was a long time before I began to recognize the slight difference between a rising tone and a fall-rise tone. It is a relief to know it is difficult for the ears of native speakers. (Caudwell & Allen 1997 p.28, 29)

## 5. DISCUSSION

5.1 By reviewing some researchers' intonation categories and looking at phonological sections in the Japanese textbooks, we can say at present they are now moving slowly to a new direction, still leaving much to be improved. There seem to be some reluctance among Japanese researchers and teachers to tackle the problem of teaching intonation. The researchers I referred to in 2.2 are all advocates of teaching intonation better. However, they do not give specific idea of what to teach and how to teach it. No textbooks I examined treat "fall-rise tone", which may show the conclusion that "fall-rise" tone is beyond Japanese students' reach.

In the textbook *Mainstream*, the author, emphasizing the importance of intonation, offered nothing much about the intonation system. *New Horizon* attaches importance mainly to grammatical function, paying little attention to attitudinal function, though it uses several pages to introduce new ideas of phonology. Perhaps Ncma's (1996 p.167) words explain their feeling well. He says, "In order to avoid complexity, I would try not go too deeply into mental attitudes intonation expresses. I introduce some intonation which can be predicted simply from their grammatical forms."

Lack of contact with native speakers of English precludes the possibility that Japanese students could master the whole intonation system. Brazil (1994 Student's book p.2) says that it is not enough simply to be "exposed". Roach (1983 p.135) also expresses a negative view about students learning intonation without direct experience of English communication. However, for Japanese high school students, its understanding to some extent will be useful. Even if they cannot control the intonation like a native speaker, other paralinguistic elements such as facial expressions, gestures, and vocal effects also facilitate their communication, and intonation will serve as one of those useful tools. The question is, then, how they can learn. In the next section I am going to discuss this point.

5.2 There are several problems in Japanese classrooms such as the class-size and teachers limited competence, but the biggest one is that students feel no obligation to make their meaning known. This is a consequence of the monolingual classroom, in which a student can always convey meaning in Japanese if he/she wants to. Consequently, oral activities in textbooks are fabricated ones and dull.

Some books give teachers in such unfavourable classrooms ideas of useful activities to urge students to pay more attention to intonation. One of them is *Clear Speech* (Gilbert 1993), where the author takes account of foreign students' language background and offers plenty of useful games. One example is "Checking Information" in which students learn to ask, "Where did *who* go?" to the teacher's question, "Where did mmmmmmmmm go?" (p.40) This kind of knowledge will be practically useful for job interviews or business conferences.

Kenworthy (1987) also offers suggestive ideas for teaching intonation. She insists teachers should be sensitive to the intonation students use and people on the tapes use and comment on its meaning. When a tag question appears in a text, the teacher might stop the tape and ask: 'What answer does the speaker expect?' It is not too difficult for Japanese teachers

to do this. She concludes, "Keeping learners constantly 'alive' to the use of intonation is one way to ensure that this aspect of language is well integrated into lessons" (p.118).

It would be helpful to use A/V equipment. The students will find it interesting to watch some scenes of movies, in which attitudinal function is easily observed, and analyze the intonation and discuss in what situation a particular intonation was used. This kind of activity might help develop students' awareness to intonation.

From these examples, we can say that there are a lot of more things we can do than just to have students listen to the recording of isolated sentences such as "I thought it would rain." At the same time, teachers are also expected to learn more about intonation. They need to study intonation so that they can teach it with confidence. The present textbooks reflect teachers' limited knowledge. When teachers change, textbooks will surely change.

## 6. CONCLUSION

In this paper I have tried to research how English intonation is practised in Japanese classrooms, and have examined textbooks and discussed the treatment of intonation there. I also evaluated whether the introduction of discourse intonation, which casts light on the intonation system from a different angle, is of any help to Japanese students.

First I looked at different views of categories of the intonation system. Some researchers look at it in terms of grammatical patterns, while others insist intonation is more closely related to the context in which a discourse is happening. I think although neither of them is perfect, basic ideas of discourse intonation are helpful to students.

Next, I extended the observation into English education in Japan. There, teaching English had more emphasis on reading skill for a long time. Several researchers reflect how intonation was not been paid enough attention to in the past, and propose putting it in the centre in teaching oral communication. There is no disagreement on this point that intonation is important in communication and students should learn intonation.

In the following chapter, I examined three Japanese textbooks for high school students and found each of them has different characteristics. From the analysis it is reasonable to suppose a positive change is happening within intonation teaching. There must be problems to be solved. What kind of intonation is useful to Japanese students? Is it worth the effort? I think the knowledge of discourse intonation is of great help for Japanese students, as well as that of pronunciation, vocabulary and grammar.

The inadequacy of teacher training in Japan has resulted in many teachers who have little experience of teaching intonation except rising-tone and falling-tone. If they have to manage everything by themselves, they might be panicked. They would rather choose textbooks with no intonation pages. The textbook *Mainstream* may mirror such feelings.

Apart from teachers' training, what should be done urgently is to have practical ideas how to teach intonation in everyday lessons. Even if a teacher says, "Intonation is very important!" the students will not learn to speak with an appropriate intonation or interpret the other person correctly if the teacher teaches its system. I introduced some books in which Japanese teachers can find useful activities to raise students' understanding of the intonation system.

In conclusion I would like to emphasize the importance of teaching the English intonation system in accelerating the progress in English education in Japan.

## References

- Abc, I. (1955). Intonational Patterns of English and Japanese. *Word*, 11: 386-98
- Abe, I. (1980). How Vocal Pitch Works. In Waugh, L. R. and van Schooneveld, C. H.(Eds.), *The Melody of Language*. Baltimore: University Park Press.
- Brazil, D. (1994). *Pronunciation for Advanced Learners of English*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Caudwell, R. & Allen, M. (1997). *Phonology*. Birmingham: University of Birmingham.
- Enomoto, Y. (1994). Nihonjin no Eigo Gakushusha no Hanasu Eigo no Onchou ni Tuite. In Fukushima, T. (Ed.) *Kotoba no Oto to Katachi*. Tokyo: Kobian Shobo.
- Gilbert, J. B (1993). *Clear Speech*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hawkins, P. (1984). *Introducing Phonology*. London: Routledge.
- Halliday, MAK. (1985). *An Introduction to Functional Grammar*. London: Edward Arnold.
- Ishigami, M. (1977). Imi ni Chokketsushita Onsei Shidou. In Sasaki & Koizumi (Eds.), *Shin Gengogaku Kara Eigo Kyouiku e*. Tokyo: Taishukan.
- Kageura, O. (1996). *Shin Gakuryokukan ni Tatsu Eigoka no Jugyou Kaizen*. Tokyo: Meiji Tosho.
- Kenworthy, J. (1987). *Teaching English Pronunciation*. Harlow: Longman.
- Kubozono, H. (1994). Temporal Regulation of Phonological Prominence. In Fukushima, T. (Ed.) *Kotoba to Oto no Katachi*. Tokyo: Kobian Shobo.
- Leech, J. and Svartvik, J. (1975). *A Communicative Grammar of English*. Harlow: Longman.
- Nema, H. (1996). *Eigo no Hatsuon to Rizumu*. Tokyo: Kaitakusha.
- Roach, P. (1983). *English Phonetics and Phonology*. Cambridge: Cambridge University Press.



# 研究活動概要

## 発表した論文・著書及び講演題目

(自 1997 年 10 月～至 1998 年 9 月)

論文題目又は著書名	著 者	掲載誌名・巻号	年月	
E-J characteristics and a. c. Losses in a superconducting Bi (2223) hollow cylinder	(T. Wakuda) (M. Iwakuma) ( M. Takeo ) ( Y. Yamada )	(T. Nakano) (K. Funaki) K. Yamafuji (S. Yasuhara)	Cryogenics, Vol.37, No.7	平成 9 年
Generalized critical state model in high-Tc superconductors	K. Yamafuji ( T. Kiss )	(T. Wakuda)	Cryogenics, Vol.37, No.8	平成 9 年
Current-voltage characteristics near the glass-liquid transition in high-Tc superconductors	K. Yamafuji	( T. Kiss )	Physica, Part C, Vol.290	平成 9 年
Current-voltage characteristics in a mixed state of high-Tc superconductors	( T. Kiss ) (K. Hasegawa) ( M. Inoue ) ( F. Irie )	(T. Nakamura) (M. Takeo) K. Yamafuji	Proc. Applied Superconductivity, Vol.30	平成 9 年
人工ピン導入型 NbTi 超伝導線材の臨界電流密度と磁気相図	(松本 要) (三浦大介) (船木和夫) (松下照男)	(田中靖三) (岩熊成卓) 山藤 鑿	日本金属学会誌, 第 61 卷第 9 号	平成 9 年
酸化物高温超伝導材料の電流・電圧特性	山藤 鑿		低温工学会誌, 第 32 卷第 8 号	平成 9 年
資材管理倉庫用クレーンプラットホーム停止制動制御に関する研究－非干渉制御手法による搬送車の運動・振動制御－	川崎義則		平成 9 年度受託研究, 研究成果報告書	平成 10 年 3 月
次数未知の多出入力系に対する適応モデル出力追従制御系構成法（第 1 報）基本的な制御系構成法	高橋将徳 (岩井善太)	(水本郁朗)	日本機械学会論文集 C 編第 64 卷第 617 号	平成 10 年 1 月
苦味を呈するアミノ酸の味覚センサを用いた味の定量化	永守知見	(都甲 潔)	九州大学大学院システム情報科学研究科報告, 第 3 卷第 1 号	平成 10 年 3 月
ヒューズを用いた誘導型パルスパワー電源の高繰り返し化	塙本俊介 (勝木 淳)	(秋山秀典)	電気学会論文誌 (A) 第 118 卷第 4 号	平成 10 年 4 月

Influence of Anion on the Production Efficiency in Pulsed Electroreduction of CO <sub>2</sub> on Metal and Alloy Electrodes	(R. Shiratsuchi) (G. Nogami)	S. Ishimaru	Proceedings of the 4th International Conference on Carbon Dioxide Utilization	平成10年2月
Effects of Surface Structures of Au Electrodes on the Pulsed Electroreduction of CO <sub>2</sub>	(R. Shiratsuchi) (G. Nogami)	S. Ishimaru	電気化学および工業物理化学, Vol.66, No.6	平成10年6月
Repetitively operated plasma opening switch using laser-produced plasma	(H. Akiyama) (E. Nagata) S. Kohno	(U.Katschinski) (S. Katsuki)	Rev. Sci. Instrum., Vol.68, No.6	平成9年6月
Variations in vacuum gap location in a microsecond plasma opening switch	(I. V. Lisitsyn) (T. Kawauchi)	S. Kohno	Appl. Phys. Lett., Vol.71, No.16	平成9年10月
Interferometer Measurements in Pulsed Plasma Experiments	(I. V. Lisitsyn) (T. Kawauchi) (S. Katsuki)	S. Kohno ( T. Sueda ) (H. Akiyama)	Jpn. J. Appl. Phys., Vol.36, No.11	平成9年11月
A novel scheme of laser interferometer-refractometer with high spatial and temporal resolutions	(I. V. Lisitsyn) (H. Akiyama)	S. Kohno	Rev. Sci. Instrum., Vol.68, No.12	平成9年12月
Effects of laser beam deflection on the accuracy of interferometer measurements	(I. V. Lisitsyn) (S. Katsuki) (H. Akiyama)	S. Kohno	Rev. Sci. Instrum., Vol.69, No.4	平成10年4月
Microsecond conduction time POS plasma characterization	(I. V. Lisitsyn) (T. Kawauchi)	S. Kohno (H. Akiyama)	11th IEEE Pulsed Power Conf., Vol.2	平成10年
Characterization of laser-produced plasma in a plasma opening switch	S. Kohno (T. Kawauchi) (S. Katsuki)	(I. V. Lisitsyn) (H. Akiyama)	11th IEEE Pulsed Power Conf., Vol.2	平成10年
Dynamic motion of a compressible vortex ring	T. Minota		Proc. of SPIE, Vol.3173	平成9年12月
Head-on collision of two compressible vortex rings	T. Minota (M. G. Lee)	(M. Nishida)	Fluid Dynamics Research, Vol.22, No.1	平成10年1月
平板に沿って進行する渦輪と衝撃波の相互作用	蓑田登世子		平成9年度衝撃波シンポジウム論文集	平成10年3月
衝撃波による渦列の発生と挙動	(高山文雄) (滝 史郎)	蓑田登世子 (桜井 明)	平成9年度衝撃波シンポジウム論文集	平成10年3月
Interaction of a shock wave with a vortex ring moving along walls	T. Minota		Proc. 21st Int. Symp. On Shock Waves	平成10年6月

スピノン法によるpn接合の作製	中村俊三郎	有明工業高等専門学校 紀要, 第34号	平成10年1月
FM復調PLL回路におけるノイズ共鳴現象 と非線形力学	(平井大博) (都甲潔)	松野哲也 山藤馨	九州大学大学院システム情報科学研究科報告, Vol.2
Chaotic Processes in Taste Recognition	(都甲潔) 山藤馨	松野哲也	Int. J. Intelligent Systems, Vol.2
表面プラズモン共鳴法を用いた脂質LB膜 と味物質の相互作用の検出	(安田隆一) (秋山秀之) 松野哲也 山藤馨	(都甲潔) (兼石崇弘) (江崎秀)	電子情報通信学会論文誌(C-II), 第80巻 J80-C-II
格子型光波ネットワークの再構成アルゴリズムについて	嘉藤学 (永持仁)	(河北隆二) (尾家祐二)	電子情報通信学会論文誌(B-I), 第80巻 第10号
認知心理学的アプローチに基づくソフトウェアの理解度計量法に対する実験的評価	山崎直子 (掛下哲郎)	(松原義継)	ソフトウェア工学の基礎(IV), 近代科学社
ポリウレタンの熱分解機構へのソフトメントの影響	吉武紀道 (古川睦久)	(和田求)	日本ゴム協会誌, 第71巻第1号
Liquid-Liquid Equilibria of Ternary Systems Containing Alkane, Methanol, and Ether	(H. Higashiochi) (Y. Arai)	T. Watanabe	Fluid Phase Equilibria, No.136
減圧下の気液平衡測定法に関する一考察	渡辺徹 (米澤節子)	(本田克美)	有明工業高等専門学校 紀要, 第34号
グループ寄与法(ASOG)のエントロピー項	渡辺徹 (福地賢治) (荒井康彦)	九州大学工学集報, 第71巻第2号	平成10年3月
Correlation of Infinitute Dilution Activity Coefficients of 1- and 2-Alkanols in Tetradecane and Hexadecane Using Modified ASOG	(K. Fukuchi) (S. Yonezawa)	T. Watanabe (Y. Arai)	Journal of Chemical Engineering of Japan, Vol.31, No.4
Measurement and Correlation of Infinitute Dilution Activity Coefficients of Ethers in Alkanols	(K. Fukuchi) T. Watanabe (Y. Arai)	(K. Miyoshi) (S. Yonezawa)	15th International Conference of Chemical Thermodynamics
溶射技術ハンドブック	川瀬良一 (他著)	新技術開発センター	平成10年
Molecular and Micro Structure of Thermal sprayed Heat and Corrosion-Resistant Plastic Coatings	R. Kawase	Proceedings of the 15th International Thermal Spray Conference	平成10年5月

有明高専生の実態について	水室昭三	高等専門学校の教育と 研究, 第2巻第4号	平成9年10月
ポリ(4-ヒドロキシスチレン)とポリ(2-ビニルピリジン)の溶液における相互作用に関する研究	水室昭三 (大瀧陽子)	高等専門学校の教育と 研究, 第3巻第3号	平成10年7月
Evaluation of Effect of Additive Salts on Response of Potassium-Selective Neutral Carrier Based Electrodes Using Ion-Sensitive Field-Effect Transistor	T. Masadome (S. Wakida)	(T. Tjang Kie) (K. Higashi) Analytical Communications, Vol.34	平成9年12月
Flow Injection Fluorometric Determination of Cationic Surfactants Using 3, 6-bis(dimethylamino)-10-dodecylacridiniumbromide	T. Masadome		Analytical Letters, Vol.31 平成10年4月
Potentiometric back-titration of sulfate ion using a tetraphenylborate derivative as a titrant and a titrant-sensitive plasticized poly(vinyl chloride) membrane electrode	T. Masadome	Y. Asano	Fresenius' Journal of Analytical Chemistry in press
機器分析の基礎, 第13章電気化学分析	正留 隆 (今任稔彦)	裳華房	平成10年
End-point Detection of Potentiometric Titration for Anionic Polyelectrolytes Using an Anionic Surfactant-Selective Plasticized Poly(Vinyl Chloride) Membrane Electrode and an Anionic Surfactant as a Marker Ion	T. Masadome Y. Asano	( T. Imato )	Fresenius' Journal of Analytical Chemistry in press
Additive-Salt Effect on Low Detection Limit and Slope Sensitivity in Response of Potassium and Sodium-Selective Neutral Carrier Based Electrodes and their Liquid-Membrane Based Ion-Sensitive Field-Effect Transistor	( S. Wakida ) ( T. Imato ) ( K. Yakabe )	T. Masadome ( Y. Shibutani ) ( T. Shono ) Y. Asano	Analytical Sciences in press
Determination of Sulfate Ion by Potentiometric Back-Titration Using sodium tetrakis(4-fluorophenyl) borate as a Titrant and a Titrant-Sensitive Electrode	T. Masadome	Y. Asano	Talanta in press
Continuous Monitoring For Cyanide Ion In Waste-Water With Amperometric Hydrogen Cyanide Sensor Using Purge System	(H. Hachiya) (Y. Fushinuki) Y. Asano	( S. Ito ) T. Masadome ( T. Imato )	Talanta in press

Effect of Replacement of the Amino and the Carboxyl Termini of Rat Testis Fructose 6-Phosphate, 2-Kinase : Fructose 2, 6-Bisphosphatase with Those of the Liver and Heart Isozymes	N. Tominaga (Y. Minami) (F. Watanabe) (K. Uyeda)	(T. Tsujikawa) (F. Wu R.) (R. Sakakibara)	Arch. Biophys. Biochim., Vol.347	平成 9 年
Characterization of a Human Placental Fructose-6-Phosphate, 2-Kinase/Fructose-2, 6-Bisphosphatase	(R. Sakakibara) (N. Okamura) (Y. Komada) (M. Shimojo)	(M. Kato) (T. Nakagawa) N. Tominaga (M. Fukasawa)	J. Biochem., Vol.122	平成 9 年
Inhibition of Fructose-6-phosphate, 2-kinase by N-Bromoacetylethanolamine Phosphate <i>In Vitro</i> and <i>In Vivo</i>	(Y. Harada) (M. Watanabe) (M. Ishiguro)	N. Tominaga (R. Shimokawa) (R. Sakakibara)	J. Biochem., Vol.121	平成 9 年
トピックス:生活に身近なプラスチックから出てくるエストロゲン	富永伸明		ファルマシア, 第 34 卷	平成 10 年
ウイルス感染とアポトーシス	富永伸明	(小林信之)	産科と婦人科, 第 77 卷	平成 9 年
イラスト医学&サイエンスシリーズ「アポトーシスと医学」	富永伸明	(小林信之)	羊土社	
すみ肉溶接継手の曲げ疲労強度に及ぼす板厚および残留応力の影響—荷重非伝達すみ肉溶接継手の曲げ疲労き裂の発生・進展に及ぼす板厚および残留応力の影響(第2報) —	原田克身	(三井宜之)	日本建築学会構造系論文集, 第 501 号	平成9年11月
プログラム荷重下におけるすみ肉溶接継手の曲げ疲労き裂の発生・進展	原田克身	(三井宜之)	有明工業高等専門学校紀要, 第 34 号	平成10年1月
Comparison of Community Annoyance from Railway Noise Evaluated by Different Category Scales	( T. Yano ) ( K. Izumi )	T. Yamashita	Journal of Sound and Vibration, Vol.205, No.4	平成 9 年
Comparison of community responses to road traffic noise between detached and apartment house residents: A survey In Sapporo, Japan	( T. Sato ) ( T. Yano )	T. Yamashita ( K. Kurosawa )	Proceedings of 1997 International Congress on Noise Control Engineering,	平成 9 年
公営住宅における高齢者世帯の構成と住まい方に関する研究	北岡敏郎		有明工業高等専門学校紀要, 第 34 号	平成10年1月
区域内・外図書館利用からみた図書館の登録と利用の特徴公共図書館の相互利用型ネットワークに関する研究	北岡敏郎 (竹下輝和)	(青木正夫)	日本建築学会計画系論文集, 第 508 号	平成10年6月

我が国の公共図書館におけるブラウジング コーナーの概念とその変遷について	北岡敏郎 (青木正夫) (竹下輝和)	日本建築学会計画系論文集, 第 509 号	平成10年7月
RC 造耐震壁の韌性を高めるための補強法 に関する実験的研究	(江崎文也) 上原修一	日本建築学会構造系論文集, 第 502 号	平成9年12月
RC 板要素せん断面の力学挙動に及ぼす垂 直ひずみ勾配の影響に関する実験的研究 (第4報) -鉄筋コンクリート試験体につ いて-	上原修一 (江崎文也)	九州共立大学工学部研 究報告, 第 22 号	平成10年3月
軸力・曲げモーメント・せん断力を受ける鉄 筋コンクリートせん断面の強度に関する研 究	上原修一 (江崎文也)	コンクリート工学年次 論文報告集, 第 20 卷 第 3 号	平成10年7月
フィラデルフィア万国博覧会における日本 の出品物の会場構成	(坂本久子) (川上秀人) 松岡高弘	近畿大学九州短期大学 研究紀要, 第 27 号	平成9年12月
旧合資会社松浦炭坑事務所の建築について	松岡高弘 (川上秀人)	有明工業高等専門学校 紀要, 第 34 号	平成10年1月
旧立花邸(御花) 洋館の家具に関する研究 九州の洋風家具に関する研究ーその 1	(飯田一博) 松岡高弘 (川上秀人) (松本誠一)	九州造形短期大学紀要, 第 20 号	平成10年3月
フィラデルフィア万国博覧会本館における 日本の出品物と会場構成	(坂本久子) (川上秀人) 松岡高弘	デザイン学研究, 第 129 号	平成10年9月
歴史的町並み地区における観光活動設計に 関する研究ー福岡県吉井町を事例としてー	大森洋子 (西山徳明)	1997 年度都市計画学 会学術研究論文集	平成9年11月
八女市福島伝統的建造物群保存対策調査報 告書	大森洋子 (西山徳明) (宮本雅明)	八女市教育委員会	平成10年9月
菅原道真作品研究ー「秋湖賦」注釈ー	焼山廣志	熊本大学文学部国語国 文学研究, 第 33 号	平成9年12月
紀長谷雄の賦についてー音韻・構造上の一 考察ー	焼山廣志	有明工業高等専門学校 紀要, 第 34 号	平成10年1月
紀長谷雄作品研究ー「柳化為松賦」注釈ー	焼山廣志	九州大谷国文第 27 号	平成10年7月
蔵原伸二郎研究	岩本晃代	双文社出版	平成10年9月
ジェントルマン資本主義、シティ、イギリ ス帝国主義、1880 ~ 1939 年	ピーター・ケイン著 高田 実	西洋史研究. 新輯, 第 26 号	平成9年11月
イギリス福祉国家史研究の新しい視点ー Pat Thane の業績を中心としてー	高田 実	西洋史学論集, 第 35 号	平成9年12月

非公式帝国とジェントルマン資本主義— 1914年以前のイギリス与中国	ピーター・ケイン著 高田実 共訳	(桑原莞爾)	熊本大学文学部論叢, 第26号	平成10年3月
Some Notes on the Language of Morality in <i>Fielding's Tom Jones</i>	K. Murata		有明工業高等専門学校 紀要, 第34号	平成10年1月
Analysis of Errors in Written Work by Japanese Students	N. Abe		有明工業高等専門学校 紀要, 第34号	平成10年1月
On a convergence theorem in $L^p$ -space and some of its applications	M. Araki	(S. Niizeki)	Mem. Fac. Kochi Univ. (Math.), Vol.19	平成10年3月
Existence of Hölder continuous weak solutions for degenerate quasi-linear elliptic systems	M. Araki		Commun. In Par. Diff. Equ. Vol.23, No.5 & 6	平成10年8月
楕円, 双曲線のグラフから未知係数, 焦点, 離心率, および準線の幾何学的構成	川上龍男		有明工業高等専門学校 紀要, 第34号	平成10年1月
The Spin orderings in the Ground State of S=1 ANNNI Model with the Single Ion Anisotropy	Y. Muraoka		有明工業高等専門学校 紀要, 第34号	平成10年1月
Ground-state phase diagram of A3NNI model with arbitrary spin quantum number	Y. Muraoka (T. Idogaki)	(M. Kanemura)	Journal of Magnetism and Magnetic Materials, Vol.177-181	平成10年
軸性第3隣接イジングモデルの有限温度磁 気相図	(金丸 誠) 村岡良紀	(田中彰則) (井戸垣俊弘)	九大工学集報, 第71 巻第3号	平成10年5月
On the extension of polynomials of weak type	T. Honda (M. Nishihara)	(M. Miyagi) (M. Yoshida)	Fukuoka Univ. Sci. Reports, Vol.27, No.1	平成9年
On the extension of holomorphic mappings of weak type	T. Honda (M. Nishihara)	(M. Miyagi) (M. Yoshida)	Fukuoka Univ. Sci. Reports, Vol.27, No.2	平成9年
A special version of the Schwarz lemma on an infinite dimensional domain	T. Honda		Rend. Mat. Acc. Lincei, s.9, Vol.8	平成9年
A characterization of linear isometries on some Hilbert spaces	T. Honda		Proceedings of the Fifth International Colloquium on Finite or Infinite Dimensional Complex Analysis	平成9年
Duality of a space of polynomials on locally convex spaces	T. Honda (N. Nishihara)	(M. Miyagi) (M. Yoshida)	Proceedings of the Fifth International Colloquium on Finite or Infinite Dimensional Complex Analysis	平成9年

A Characterization of Linear Automorphisms on the Unit Ball of $\mathbb{C}^n$	T. Honda	有明工業高等専門学校 紀要, 第34号	平成10年1月	
Holomorphic mappings into complex ellipsoids which are Kobayashi isometries at one point	(H. Hamada) T. Honda	Complex Variables, Vol.36	平成10年	
2変数の関数	Sean Dineen著 本田竜広(宮城光廣) (吉田守) 共訳	学術図書出版社	平成9年	
Effect of Pressure on the Electrical Resistivity of Co/Cu Magnetic Multilayers	T. Sakai ( F. Honda ) (K. Takanashi) (H. Fujimori)	H. Miyagawa ( G. Oomi ) ( K. Saito ) (H. Fujimori)	The Review of High Pressure Science and Technology, Vol.7	平成10年6月
Anomalous Pressure Dependence of the Giant Magnetoresistance for Co/Cu Magnetic Multilayers	T. Sakai ( G. Oomi ) ( K. Koki )	H. Miyagawa ( K. Saito ) (H. Fujimori)	Journal of Physical Society of Japan, Vol.67	平成10年9月
表面プラズモン共鳴現象を用いる計測法に 関する最近の話題	(橋本弘樹)	浅野泰一	Chemical Sensors, 第13 巻第3号	平成9年10月
Flow injection analysis for residual chlorine using Pb(II) ion selective electrode detector	(Y. Fushinuki) Y. Asano	( T. Imato )	Talanta, Vol.45	平成10年1月
Development of long-term stable ammonium ion sensor in conjunction with a microbial membrane	(H. Hachiya) ( T. Imato )	Y. Asano	Biosensors & Bioelectronics, Vol.13	平成10年
1998年度「PITT CON 雜感」	浅野泰一	Journal of Flow Injection Analysis	平成10年6月	
Potentiometric back-titration of sulfate ion using a tetraphenylborate derivative as a titrant and a titrant-sensitive plasticized poly (vinyl chloride) membrane electrode	T. Masadome	Y. Asano	Fresenius' Journal of Analytical Chemistry, Vol.15, No.1	in press
End-point Detection of Potentiometric Titration for Anionic Polyelectrolytes Using an Anionic Surfactant-Selective Plasticized Poly (Vinyl Chloride) Membrane Electrode and an Anionic Surfactant as a Marker Ion	T. Masadome Y. Asano	( T. Imato )	Fresenius' Journal of Analytical Chemistry,	in press

Additive-Salt Effect on Low Detection Limit and Slope Sensitivity in Response of Potassium-and Sodium-Selective Neutral Carrier Based Electrodes and their Liquid-Membrane Based Ion-Sensitive Field-Effect Transistor	( S. Wakida ) ( T. Imato ) ( K. Yakabe )	T. Masadome ( Y. Shibutani ) ( T. Shono ) Y. Asano	Analytical Sciences,	in press
Determination of Sulfate Ion by Potentiometric Back-Titration Using sodium tetrakis (4-fluorophenyl) borate as a Titrant and a Titrant-Sensitive Electrode		T. Masadome Y. Asano	Talanta	in press
Continuous Monitoring For Cyanide Ion In Waste-Water With Amperometric Hydrogen Cyanide Sensor Using Purge System	( H. Hachiya ) ( Y. Fushinuki )	( S. Ito ) T. Masadome Y. Asano ( T. Imato )	Talanta	in press
Effect of Substrate Temperature on Molecular Orientation in Evaporated Thin Films of Vinylidene Fluoride Oligomer	( Y. Yoshida ) K. Ishizaki ( K. Matsushige )	( K. Ishida ) ( T. Horiuchi )	Jpn. J. Appl. Phys., Vol.36, Part 1, No.12A	平成9年12月
孤立水面波安定性の数値的研究 第3報—孤立波極限波形のより精密な決定	山下 嶽 (木村剛三)	有明工業高等専門学校		平成10年1月

(注) 氏名欄 ( ) は学外者を示す

講演題目	講 演 者 名	発表した学会・講演会名	年 月
切り換え型非線形非干渉制御と適応制御を併用する旋回クレーン系の振れ止め制御 (岩井善太)	川崎義則 (岩井善太)	日本機械学会 Dynamics & Design Conference '98 in Hokkaido	平成10年8月
バックステッピング法による多入出力適応制御手法の並列倒立振子系への応用と応答改善 (岩井善太)	高橋将徳 (水本郁朗)	第16回計測自動制御学会九州支部学術講演会	平成9年11月
バックステッピング法にもとづく多入出力適応モデル出力追従制御系構成法 (岩井善太)	高橋将徳 (水本郁朗)	第18回適応制御シンポジウム	平成10年1月
味覚センサを用いたアミノ酸の味の定量化 塙本俊介	永守知見	電気学会化学センサシステム研究会	平成10年7月
パルスパワーを用いた排ガス処理 パルス幅のエネルギー効率に及ぼす効果ー <sup>+</sup> 塙本俊介		平成9年度電気関係学会九州支部連合大会	平成9年10月
パルスパワーを用いた火力発電所における実ガス処理 塙本俊介		平成10年電気学会全国大会	平成10年3月

水素還元による酸化チタン光触媒の活性化 （野上暁一）	石丸智士 (瀬戸口勝美)	電気化学会第65回大会	平成10年4月
Nano-sizing Effects on Catalytic Activity of Anatase Catalysts	(G. Nogami) S. Ishimaru	(K. Setoguchi) S. Ishimaru	12th International Conference on Photochemical Conversion and Storage of Solar Energy
Activation of Anatase Catalysts by Hydrogen Reduction	S. Ishimaru (G. Nogami)	(K. Setoguchi)	49th Annual Meeting of International Society of Electrochemistry
Electrochemical Properties of Nanocrystalline TiO <sub>2</sub> Thin Films	( L. Avalle ) ( T. Suzuki ) ( G. Nogami )	( S. Sonoda ) S. Ishimaru	49th Annual Meeting of International Society of Electrochemistry
高感度干渉法によるプラズマオーブニングスイッチのプラズマ密度測定	河野 晋 (川内敏範) (秋山秀典)	(I. V. Lisitsyn) (勝木 淳)	平成9年度(第50回)電気学会九州支部大会
400kA 級パルスパワー発生装置 ASO-X の特性	河野 晋 (勝木 淳)	(I. V. Lisitsyn) (秋山秀典)	日本物理学会第53回年会
パルスパワー発生装置 ASO-X における POS プラズマ密度計測	河野 晋 (寺本雄介) (秋山秀典)	(I. V. Lisitsyn) (勝木 淳)	日本物理学会1999秋の分科会
表計算ソフトを用いた数値計算教育の試み	福田浩人		第18回高等専門学校情報処理教育研究委員会研究発表会
Shock/vortex interaction in a flow field behind a shock wave emitted from a shock-tube	T. Minota		2nd Int. Workshop on Shock-Wave/Vortex Interaction
Shock/Vortex ring interaction : effects of an initial shock strength	T. Minota (M. Nishida)	(H. Kishige)	2nd Int. Workshop on Shock-Wave/Vortex Interaction
Numerical studies of shock/vortex ring interaction	(H. Kishige) (M. Nishida)	T. Minota	7th Asian Con. of Fluid Mechanics
平板に沿って進行する渦輪と衝撃波の相互作用	蓑田登世子		平成9年度衝撃波シンポジウム
高速渦輪の渦核構造と乱流渦への遷移	蓑田登世子		日本物理学会第53回年会

開放端から放出される衝撃波により誘起される渦輪の可視化	(岸下晴亮) (西田迪雄)	簗田登世子	機械学会宮崎地方講演会	平成10年7月
開放端から放出される衝撃波と渦輪の干渉	簗田登世子		機械学会第6期流体工学部門講演会	平成10年8月
衝撃波と渦輪の相互干渉現象	簗田登世子		数理科学研究会	平成10年9月
近赤外分光法による水溶液における溶質－水分子相互作用に関する研究	松野哲也 (都甲 潔)		電気関係学会九州支部連合大会	平成9年10月
情報リテラシ教育と組織間ネットワーク演習	松野良信 羽根由恵 (梅 伸司) (鈴木 弘)	山崎直子 (河合和久) (早勢欣和)	情報処理教育研究発表会論文集第18号	平成10年8月
Reconfiguration Procedures for Torus Lightwave Networks	M. Kato (Y. Oie)		IEEE International Conference on Communications '98	平成10年6月
認知心理学的アプローチに基づく静的なC++プログラムの理解コスト計量法	(泰松猛雄) (掛下哲郎)	山崎直子	情報処理学会九州支部研究会	平成10年3月
熱分解GC法によるポリウレタンの主原料分析	吉武紀道 (古川睦久)	(古川陸久)	第2回高分子分析討論会	平成9年11月
熱分解GC法による屋外暴露試験ポリウレタンの劣化状態の追跡	吉武紀道 (古川睦久)	(志垣拓人)	第3回高専シンポジウム	平成10年1月
熱分解GC法によるポリウレタンゴムの熱劣化現象の追跡	吉武紀道 (古川睦久)	(小瀬木 勇)	第3回高専シンポジウム	平成10年1月
熱分解GC法によるSBR(Styrene-Butadiene Rubber)の劣化状態の追跡	吉武紀道 (古川睦久)	(川村清拓)	第3回高専シンポジウム	平成10年1月
ゴムの不均質劣化に関する研究(3)熱分解ガスクロマトグラフィーによるSBRの劣化解析	吉武紀道 (古川睦久)	(川村清拓)	日本ゴム協会年会	平成10年5月
ASOGによるアルカン中のアルコール類の無限希釈活量係数の相関 —異性体の識別の試み—	(福地賢治) (米澤節子)	渡辺 徹 (荒井康彦)	化学工学会第63回年会	平成10年3月
エチレングリコール+エーテル系の相互溶解度の測定と相関	(東内秀機) 渡辺 徹	(坂口雄一郎) (荒井康彦)	化学工学会富山大会	平成10年7月
Molecular and Micro Structure of Thermal Sprayed Heat and Corrosion-Resistant Plastic Coatings	R. Kawase		The 15th International Thermal Spray Conference	平成10年5月

機能性高分子における水素結合の役割について	氷室昭三	水環境技術研究集会	平成9年12月
藻類を利用した水環境制御	氷室昭三	水環境技術研究集会	平成9年12月
ポリ(4-ヒドロキシスチレン)とポリ(4-ビニルピリジン)の溶液中の分子間相互作用の光物理学的研究	氷室昭三 (大淵陽子)	第3回高専シンポジウム	平成10年1月
ポリメタクリル酸メチルとポリ(4-ヒドロキシスチレン)の相溶性について	氷室昭三 (森 舞)	第3回高専シンポジウム	平成10年1月
高専生の実態調査	氷室昭三	日本機械学会第75期通常総会	平成10年4月
新しい環境問題について	氷室昭三	第2回水環境技術研究集会	平成10年5月
高専生の問題点と今後の方向性	氷室昭三	第4回日本高専学会総会	平成10年8月
電流測定式シアン化水素センサーを用いた溶液中シアンモニターの開発	(八谷宏光) (伊東 哲) 浅野泰一 正留 隆 (今任稔彦) (伏貫義十)	第59回分析化学討論会	平成10年5月
Application of Microbial Sensor to Quality Control of MeaT Freshness	(H. Hachiya) ( S. Ito ) ( Y. Yano ) Y. Asano T. Masadome ( T. Imato )	5th World Congress on Biosensor	平成10年6月
2-アミノペリミニン臭化水素酸塩を用いる硫酸イオンの電位差逆滴定	正留 隆 (今任稔彦) 浅野泰一	第34回化学関連支部合同九州大会	平成10年7月
分子生物学的手法を用いた水環境スクリーニング法	(浜田英水) (瀧口益史) 富永伸明 (有菌幸司) (有吉敏彦)	エコトキシコロジー研究会・バイオアッセイ研究会合同研究発表会	平成9年11月
線虫を用いた外因性内分泌搅乱化学物質評価系の確立	(高良真也) (松田芳郎) (有菌幸司) 富永伸明 (三井義則)	日本薬学会大会	平成10年3月
外因性内分泌搅乱物質の影響およびその評価法について	富永伸明	福岡県保険環境研究所	平成10年3月
環境ホルモン-歯科充填材ビスフェノールA-とは	富永伸明	筑紫野歯科医師会	平成10年5月
すみ肉溶接継手の曲げ疲労強度に及ぼす残留応力および板厚の影響	原田克身 (三井宣之)	日本建築学会研究報告九州支部第37号	平成10年3月

すみ肉溶接継手の曲げ疲労強度に及ぼす残留応力および板厚の影響	原田克身 (三井宣之)	日本建築学会大会学術講演梗概集	平成10年9月	
住宅タイプによる道路交通騒音に対する社会反応の比較研究	山下俊雄 (矢野 隆) (佐藤哲身) (泉 清人)	日本建築学会大会学術講演梗概集 D-1 環境工学(1)	平成9年	
戸建住宅と集合住宅居住者の道路交通騒音に対する反応の比較—スウェーデンにおける社会調査—	(佐藤哲身) 山下俊雄 (坂口瑞枝)	(矢野 隆) (泉 清人)	日本建築学会大会学術講演梗概集 D-1 環境工学(1)	平成9年
道路交通騒音に対する社会反応の異文化比較—熊本とイエーテボリでの戸建住宅と集合住宅居住者を対象とした社会調査—	(矢野 隆) (佐藤哲身) (坂口瑞枝)	山下俊雄 (川井敬二)	日本建築学会研究報告 九州支部第37・2号環境系	平成10年
バンコクでの道路交通騒音に関する社会調査	(矢野 隆) (佐藤哲身) (村瀬 巧)	山下俊雄 (川井敬二) (坂口瑞枝)	日本建築学会研究報告 九州支部第37・2号環境系	平成10年
居住環境の快適性に関する社会調査—集合住宅と戸建住宅での比較—	山下俊雄 (小林朝人)	(矢野 隆)	日本建築学会研究報告 九州支部第37・2号環境系	平成10年
住宅タイプの相違と道路交通騒音に対する住民反応の関係—イエーテボリにおける社会調査—	(佐藤哲身) (川井敬二)	(矢野 隆) 山下俊雄	日本音響学会騒音・振動研究会	平成10年
住宅タイプの相違と道路交通騒音に対する住民反応の関係—スウェーデンにおける社会調査—	(佐藤哲身) 山下俊雄	(矢野 隆) (川井敬二)	日本建築学会研究報告 北海道支部第71号	平成10年
地域居住環境の快適性に関する住民意識調査	山下俊雄 (小林朝人)	(矢野 隆)	日本建築学会大会学術講演梗概集 D-1 環境工学(1)	平成10年9月
公共図書館の開架フロアを構成する各コーナーの必要座席数について	北岡敏郎		日本建築学会大会学術講演梗概集	平成10年9月
RCせん断面降伏条件による柱部材の極限解析に関する研究	上原修一 (江崎文也)	日本建築学会九州支部研究報告第37号	平成10年3月	
RCせん断面のMNQ相關降伏条件の厳密解—等分布鉄筋がせん断面に直交する場合	上原修一 (江崎文也) (崎野健治)	日本建築学会大会学術講演梗概集	平成10年9月	
写真と挿絵にみるフィラデルフィア万国博覧会の日本の出品物	(坂本久子) 松岡高弘	(川上秀人)	日本デザイン学会第44回研究発表大会概要集	平成9年11月

旧貝島六太郎邸の建設の経緯についてー貝島家の住宅について（その1）－	松岡高弘 (川上秀人) (高畠秀)	日本建築学会九州支部 研究報告第37号・3	平成10年3月
旧貝島六太郎邸の家具についてー貝島家の住宅について（その2）－	(川上秀人) (松本誠一) (松岡高弘)	日本建築学会九州支部 研究報告第37号・3	平成10年3月
旧立花邸（御花）の建築と家具	(川上秀人) (飯田一博) (松本誠一)	松岡高弘 インテリプランナー ニュースVol.11	平成10年3月
三井港俱楽部の家具（その1）	(川上秀人) (松本誠一)	松岡高弘 インテリプランナー ニュースVol.12	平成10年5月
近代化遺産としての炭鉱主の住宅 その2 旧貝島六太郎邸	松岡高弘 (川上秀人)	西日本文化343	平成10年7月
旧松本家住宅の卓子の製作技術について (その3)	(松本誠一) (川上秀人) (松岡高弘)	日本建築学会大会学術 講演梗概集F-2	平成10年9月
旧貝島六太郎邸の建築についてー貝島家の住宅について（その3）－	松岡高弘 (川上秀人) (高畠秀)	日本建築学会大会学術 講演梗概集F-2	平成10年9月
旧貝島六太郎邸の復原についてー貝島家の住宅について（その4）－	松岡高弘 (川上秀人) (高畠秀)	日本建築学会大会学術 講演梗概集F-2	平成10年9月
公共建築のデザイン	大森洋子	福岡市技術者研修会	平成10年1月
吉井町歴史的景観地区における景観管理計画に関する研究（その5）戦後の町並み景観の変容	大森洋子 (西山徳明)	日本建築学会九州支部 研究報告第37号	平成10年3月
歴史的町並み地区における町並み保存の課題に関する研究ー福岡県八女市福島地区を事例としてー	大森洋子 (西山徳明)	日本建築学会大会学術 講演梗概集	平成10年9月
旧立花家住宅（御花）の接客空間の変遷についてー旧立花家住宅の設計図に関する研究（その1）－	森山恵香 松岡高弘	日本建築学会九州支部 研究報告第37号・3	平成10年3月
旧立花家住宅（御花）の西洋館の変遷についてー旧立花家住宅の設計図に関する研究（その2）－	森山恵香 松岡高弘	日本建築学会大会学術 講演梗概集F-2	平成10年9月
太宰府時代の菅原道真の漢詩についてー「菅家後集」試読（その1）－	焼山廣志	大牟田市教育委員会婦人学級合歓の会「文学」 講演	平成10年2月
太宰府時代の菅原道真の漢詩についてー「菅家後集」試読（その2）－	焼山廣志	大牟田市教育委員会婦人学級合歓の会「文学」 講演	平成10年3月

儀礼に見る現代ジャイナ教徒の姿－パリューション儀礼を中心に－(2)	山口英一	南アジア研究会	平成9年12月	
ジャイナ教研究に見る哲学と現象世界	山口英一	西日本インド学仏教学会	平成10年7月	
第一次大戦時イギリスの国家と社会:社会行政機構の再編を中心として	高田 実	混合福祉史研究会	平成9年10月	
イギリス「福祉国家」の形成と地方行政組織－20世紀初頭「自由党の社会改革」を中心として	高田 実	九州史学会	平成9年12月	
イギリス議会資料の基本的性格と利用方法	高田 実	イギリス議会資料研究会	平成10年6月	
<i>Tom Jones</i> の言語における語彙のパターンについて	村田和穂	熊本英語学談話会	平成10年8月	
Geometric Constructions of the Coefficients, Foci, Eccentricities, Directrices from the Graphs of Equation of Prober Quadratic Curves whose Axis is Parallel to the X-Axis	T. Kawakami	The First ICMI-EAST Asia Regional Conference on Mathematics Education	平成10年8月	
混合スピン ANNNI モデルの基底状態	村岡良紀	第103回日本物理学会 九州支部例会	平成9年11月	
競合系 A3NNI モデルの有限温度磁気秩序	(金丸 誠) 村岡良紀	(田中彰則) (井戸垣俊弘)	第103回日本物理学会 九州支部例会	平成9年11月
双二次交換相互作用を含む古典スピン系のモンテカルロシミュレーション	(永田英樹) 村岡良紀	(田中彰則) (井戸垣俊弘)	第103回日本物理学会 九州支部例会	平成9年11月
外磁場中の競合系 A3NNI モデルの有限温度磁気秩序	(金丸 誠) (田中彰則) (井戸垣俊弘)	(小田恭一郎) 村岡良紀	日本物理学会第53回年会	平成10年3月
拡張 ANNNI モデルの基底磁気相図	村岡良紀	日本物理学会第53回年会	平成10年3月	
双二次交換相互作用をもつ古典スピン系のモンテカルロシミュレーション	(永田英樹) 村岡良紀	(田中彰則) (井戸垣俊弘)	日本物理学会第53回年会	平成10年3月
双二次交換相互作用をもつ古典スピン系のモンテカルロシミュレーションⅡ	(永田英樹) 村岡良紀	(田中彰則) (井戸垣俊弘)	日本物理学会秋の分科会	平成10年9月
拡張 ANNNI モデルの秩序・無秩序転移	村岡良紀 (吉原伸一)	(笠間敏博) 西山治利	日本物理学会秋の分科会	平成10年9月

A Characterization of linear isometries	T. Honda	The Sixth International Conference on Finite or Infinite Dimensional Complex Analysis	平成10年7月	
Topologies on the space of all n-homogeneous polynomials of integral type on locally convex spaces	T. Honda (M.Nishihara)	(M. Miyagi) (M. Yoshida)	The Sixth International Conference on Finite or Infinite Dimensional Complex Analysis	平成10年7月
DyB <sub>6</sub> 単結晶の磁気転移点の圧力効果Ⅲ	酒井 健 (国井 晓)	(巨海玄道)	日本物理学会 1997 年秋の分科会	平成9年10月
金属人工格子 Co/Cu の巨大磁気抵抗に及ぼす圧力効果Ⅴ	酒井 健 (本多史憲) (高梨弘毅) (藤森啓安)	宮川英明 (巨海玄道) (齊藤今朝美)	日本物理学会 1997 年秋の分科会	平成9年10月
金属人工格子の巨大磁気抵抗効果における異常な圧力効果Ⅱ	(巨海玄道) (高梨弘毅)	酒井 健 (藤森啓安)	日本物理学会 1997 年秋の分科会	平成9年10月
高压・高磁場下における歪みゲージの特性	酒井 健 (巨海玄道)	(加賀山朋子)	日本物理学会 1997 年秋の分科会	平成9年10月
Application of Strain Gauge Method to the Thermal Expansion Measurement under High Pressure and High Magnetic Field	T. Sakai ( G. Oomi )	(T. Kagayama)	International Workshop on Industrial Applications of Explosion, Shock-Wave and High Pressure Phenomena (ESHP Workshop)	平成9年10月
巨大磁気抵抗の振動現象に及ぼす圧力効果Ⅲ	酒井 健 (巨海玄道) (齊藤今朝美)	宮川英明 (高梨弘毅) (藤森啓安)	日本物理学会九州支部 例会	平成9年11月
単結晶 DyB <sub>6</sub> の高压下における磁気相転移と磁気相図	酒井 健 (国井 晓)	(巨海玄道)	日本物理学会九州支部 例会	平成9年11月
高压下における重希土類六ホウ化物 DyB <sub>6</sub> の熱膨張と磁気相図	酒井 健 (国井 晓)	(巨海玄道)	平成9年度物性研究所短期研究会「軌道自由度, 電荷揺らぎ, 四重極子の強相関物理」	平成9年12月
DyB <sub>6</sub> 単結晶の磁気転移点の圧力効果Ⅳ	酒井 健 (毛利信男)	(巨海玄道) (国井 晓)	日本物理学会第 53 回年会	平成10年3月

Co/Cu 人工格子の巨大磁気抵抗における異常な圧力効果	酒井 健 (小阪 功) (高梨 弘毅) (藤森 啓安)	宮川 英明 (巨海 玄道) (斎藤 今朝美)	日本金属学会九州支部・日本鉄鋼協会九州支部共催平成 10 年度合同学術講演会	平成 10 年 6 月
Thermal expansion study of the structural phase transition in DyB <sub>6</sub> under high pressure	T. Sakai ( S. Kunii )	( G. Oomi )	Strongly Correlated Electron Systems '98	平成 10 年 7 月
Effect of Pressure on the Giant Magnetoresistance for Co/Cu with Different Cu-Layer Thicknesses	T. Sakai ( G. Oomi ) ( K. Takanashi )	H. Miyagawa ( K. Saito ) ( H. Fujimori )	Fourth International Symposium on Physics of Magnetic Materials (ISPM '98)	平成 10 年 8 月
重希土類六ホウ化物の熱膨張	酒井 健 (巨海 玄道)	(武富 太志) (国井 晓)	日本物理学会 1998 年秋の分科会	平成 10 年 9 月
Application of microbial sensor to quality control of meat freshness	Y. Asano ( T. Imato ) ( S. Ito )	( Y. Yano ) ( H. Hachiya )	IIIrd FRENCH-JAPANESE WORKSHOP ON BIOSENSORS	平成 9 年 12 月
電流測定式シアン化水素センサーを用いた溶液中シアンモニターの開発	(八谷 宏光) 浅野 泰一 (今任 稔彦)	(伊東 哲) 正留 隆 (伏貫 義十)	第 59 回分析化学討論会	平成 10 年 5 月
Application of Microbial Sensor to Quality Control of Meat Freshness	(H. Hachiya) ( Y. Yano ) T. Masadome	( S. Ito ) Y. Asano ( T. Imato )	5th World Congress on Biosensors	平成 10 年 6 月
2-アミノペリミンジン臭化水素酸塩を用いる硫酸イオンの電位差逆滴定	正留 隆 浅野 泰一	(今任 稔彦)	第 34 回化学関連支部合同九州大会	平成 10 年 7 月
電位計測式酸化還元ガスセンサによる味におい成分の計測法に関する検討	(田中 裕敏) (八谷 宏光)	(金木 則明) 浅野 泰一	化学工学会室蘭大会	平成 10 年 7 月
Application of Flow Injection Analysis to Quality Control of Taste for Soup	Y. Asano		9th International Conference On Flow Injection Analysis	平成 10 年 8 月
本校学生のパソコン利用傾向とコンピュータリテラシ教育への考察	山下 嶽		第 18 回高等専門学校情報処理教育研究委員会研究発表会	平成 10 年 8 月
本校のパソコンシステムの維持・管理について	山下 嶽	堀田 孝之	第 18 回高等専門学校情報処理教育研究委員会研究発表会	平成 10 年 8 月
教育用パソコンシステム管理の一事例	河村 豊實 (古川 善吾)		第 50 回電気関係学会九州支部連合大会	平成 9 年 10 月

拡張 ANNNI モデルの秩序・無秩序転移	村岡良紀 (吉原伸一)	(笠間敏博) 西山治利	日本物理学会	平成10年9月
本校のパソコンシステムの維持・管理について	山下 嶽	堀田孝之	第18回高等専門学校 情報処理教育研究委員会研究発表会	平成10年8月
教育用パソコンの維持・管理について	堀田孝之		平成10年度九州地区 国立工業高等専門学校 技術職員研修(情報系)	平成10年8月

### 【特許】

発明の名称	発 明 者	特許番号	取得年月日
全方向移動車両の走行制御装置	川崎義則 (岩井善太) (中尾 彰)	第2697397号	平成9年9月19日

### 【文部省在外研究員／内地研究員】

期 間	研 究 題 目	学 科	研究者名	留 学 先
平成10年5月 /	マイクロヒートパイプ列による電子機器 の冷却に関する研究	機械工学科	吉田正道	ドイツ連邦共和国
平成11年3月				
平成10年5月 /	有機薄膜を用いた機能性化学センシング デバイスの研究	電気工学科	永守知見	九州大学大学院シス テム情報科学研究科
平成11年2月				

### 【奨励研究(A)】

年 度	研 究 題 目	学 科	研究者名	金 領
平成10年度	強非線型結合振動子系における位相パ ターン情報力学に関する研究	電気工学科	松野哲也	700,000
平成10年度	線虫を用いた内分泌搅乱物質の簡便な生 物学的影響評価法の開発	物質工学科	富永伸明	1,500,000

### 【基盤研究(C)】

年 度	研 究 題 目	学 科	研究者名	金 領
平成10年度	ステレオシャドウグラフ法による渦と衝 撃波の三次元干渉現象の解明	電子情報工学科	蓑田登世子	1,600,000

平成 10 年度	水晶振動子マイクロバランス法を利用する界面活性剤および高分子電解質センターの開発	物質工学科	正留 隆	700,000
平成 10 年度	相互利用型ネットワークを形成する公共図書館の規模計画に関する研究	建築学科	北岡 敏郎	600,000

### 【奨学寄付金】

年 度	研 究 題 目	学 科	研究者名	金 額	寄付者名
平成 10 年度	メカニカルシステムへの適応制御の応用に関する研究	機械工学科	川崎 義則	200,000	(株)三井三池製作所
平成 9 年度～	窒化処理を施した熱間鍛造金型の熱軟化予測に関する研究	機械工学科	南 明宏	1,000,000	(財)天田金属加工・機械技術振興財団
平成 10 年度	Reconfiguration Procedures for Torus Lightwave Networks	電子情報工学科	嘉藤 学	270,000	(財)電気通信普及財団

### 【各種委員会委員等】

年 度	委 員 会 名 等	学 科	研究者名
平成 10 年度	熊本知能システム技術研究会研究協力者	機械工学科	川崎 義則
平成 5 年度～	先端材料技術交流会先端材料技術第 156 委員会委員	機械工学科	南 明宏
平成 10 年度	電気学会感性バイオセンサ調査専門委員	電気工学科	永守 知見
平成 10 年度	日本化学会九州支部高専フォーラム協議会有明高専世話人	物質工学科	宮本 信明
平成 10 年度	日本化学会九州支部高専フォーラム協議会有明高専世話人	物質工学科	吉武 紀道
平成 10 年度	日本高専学会理事および編集委員長	物質工学科	水室 昭三
平成 10 年度	日本建築学会九州支部構造委員会委員	建築学科	原田 克身
平成 10 年度	大牟田市商業近代化推進協議会委員	建築学科	北岡 敏郎
平成 10 年度	荒尾市都市計画審議会委員	建築学科	北岡 敏郎
平成 10 年度	日本建築学会九州支部計画委員会委員	建築学科	北岡 敏郎
平成 10 年度	日本建築学会九州支部構造委員会委員	建築学科	上原 修一

平成 10 年度	日本建築学会九州支部奨励研究助成審査員	建築学科	上原修一
平成 10 年度	大牟田市まちづくり交通計画調査委員会オブザーバー	建築学科	大森洋子
平成 10 年度	春日市都市計画審議委員会委員	建築学科	大森洋子
平成 10 年度	春日市都市計画マスター・プラン専門委員会委員	建築学科	大森洋子
平成 10 年度	大牟田市生涯学習まちづくり推進本部委員	一般教育科	焼山廣志
平成 10 年度	和漢比較文学会研究目録委員	一般教育科	焼山廣志
平成 10 年度	福岡市アジアの舞台公演実行委員	一般教育科	山口英一
平成 10 年度	文部省認定実用英語技能検定面接委員	一般教育科	安部規子
平成 10 年度	Talanta 編集委員	一般教育科	浅野泰一
平成 10 年度	大牟田市環境審議会委員	一般教育科	浅野泰一

### 【卒業研究】(平成 9 年度)

#### 機械工学科

研究題目	指導教官	学生名
硬さについて	石橋勝典	原芳昭・松井洋一
セラミックスと金属の拡散接合に関する研究	大山司朗	荒健一・土井義博
X 線応力測定装置の応力解析プログラムの解析と改良	大山司朗・原楨真也	矢ヶ部基・荒巻公一
表面窒化処理を施した熱間鍛造金型の軟化に関する研究	南明宏	堀隆之・矢野敦之
対向液圧による薄板成形に関する研究	南明宏	江藤栄城・田中健太郎
水中ポリエチレン溶射装置の開発研究	川崎義則	鹿児島弘規
食廃油からのリサイクル石鹼プラントの設計	川崎義則	平川勉・松藤良太
切換え型非干渉制御と適応制御を併用する旋回型クレーンの位置決め・振れ止め制御	川崎義則	森岡泰司・志岐佳謙
複合流路内気液二相流の流量配分に及ぼす流動障害物の影響	猿渡眞一	神代浩年・河野伸也
管内気液二相流のボイド率分布に及ぼす管の傾き角の影響	猿渡眞一	岡野英暁・深川純一郎

二相二重管熱サイフォン内の流動と熱伝達に及ぼす管径比の影響	吉田正道	アイザック・吉田義彦
二相偏心二重管熱サイフォン内の流動と熱伝達	吉田正道	岡部陽子・田中仁志
電動機制御の基礎研究	堤 清康	馬田雄一・井上勝治
無干渉制御方式による倉庫内搬送車の運動・振動制御	高橋将徳	中松大和・杉野隆広
ロボットによる移動体への追従制御の研究	原慎真也	田上哲也・畠田智宏
ネットワークを用いた制御に関する研究	原慎真也	川上 了・石川英直
体外式人工呼吸器の研究・開発	田口紘一・明石剛二	山口 勤・岡本 徹
曲がり制御深穴あけ法の開発研究	明石剛二・田口紘一	廣田豊和・土山正志
曲がり制御深穴ボーリング加工法の研究	明石剛二・田口紘一	松野正哉・小北亨弘

## 電気工学科

研究題目	指導教官	学生名
オンライン検索マニュアルシステムの構築	山下 巍	久家祐司・福山真理
映像信号処理（カラー・コレクター）	中川忠昭	鶴田義隆・林 義央
映像信号処理（Y/C 合成）	中川忠昭	佐田直樹・橋本孝文
ハイパーカードを用いた教育補助スタックの作成1	辻 一夫	今田裕子・大塚美和
ハイパーカードを用いた教育補助スタックの作成2	辻 一夫	岩田二朗・田中博之
CCD を用いた線径測定器の研究	近藤誠四郎	倉富和之・園田和之
IC テスターの製作	近藤誠四郎	古賀昭博・田中卓也
コロナ放電開始電圧特性	浜田伸生	尾川彰宏・龍 加奈子
フライバック型コンバータの効率とのひずについて	小澤賢治	長野善行・神保将志
フォワード型コンバータの効率とのひずについて	小澤賢治	持永響生・吉田 猛
強誘電性薄膜の電気物性	永守知見	松本卓朗・矢野茂主
強誘電性液晶の電気物性	永守知見	小田敏史・畠中良介
同軸ケーブルを用いたパルスパワー電源製作	塙本俊介	猿渡優一・野口洋一郎

パルスパワーを用いた排ガス処理のシミュレーション	塚本俊介	田中史郎
最終生成物の化学的分析	塚本俊介	武藤幹子
ナノ結晶半導体の光電気化学	石丸智士	吉永尚平
ナノ結晶半導体の有害物質分解への応用	石丸智士	久富弘毅
半導体界面状態に関する研究	石丸智士	松藤智仁
シミュレーションによる半導体デバイスの評価	石丸智士	中司 宏
プラズマ源に関する研究	河野 晋	江見勇作
プラズマオーブニングスイッチに関する研究	河野 晋	井上和也
www を利用した対話型教材の開発	福田浩人	片山 主
表計算ソフトを用いた数値計算教育に関する研究	福田浩人	松尾偉三郎

## 電子情報工学科

研究題目	指導教官	学生名
高機能型 Web ページ作成支援ソフトウェアの試作	松野良信	浦 理紗・堤 千賀子
GUI 型 Telnet クライアントの検討と試作	松野良信	柏原大人・木村甲希
光波ネットワークにおけるノード再配置問題—タブー探索・アニーリング法・遺伝的アルゴリズムの適用—	嘉藤 学	安藤由美・緒方千穂子 恒松由起
プログラミング教育用電子ホワイトボードの開発	嘉藤 学	今井俊介
加減算学習支援システムの開発	山崎直子	丸山幸子
日本人物史学習支援システムの開発	山崎直子	玉越一顕
プログラムに対する複雑度計量法の改良と実験的評価	山崎直子	須山誠一郎・吉田貴弥
オーラストンプリズム干渉法による干涉縞の解析	蓑田登世子	中村美穂・山下智子
シャドウグラフ法による渦運動の 3 次元的観測 —平板に沿って進行する渦輪—	蓑田登世子	石橋 修・宮原隆文
DC モータドライブ制御シミュレータ —制御部ハードウェアの評価—	堀切淳一	下田智則・村上弘隆
DC モータドライブ制御シミュレータ —制御部ソフトウェアの作成—	堀切淳一	磯田恵子・古賀友昭

多種の人工生命に関する基礎実験	森 紳太朗	下村貴司
PVM を用いた並列計算システムの構築	森 紳太朗	二見 綾
遺伝的アルゴリズム実験用アプリケーションの開発	森 紳太朗	池田昌代
遺伝的アルゴリズムの迷路探査への適用に関する実験	森 紳太朗	堀 英彰
電子掲示板システムの構築	河村豊實	古賀江里子・西原雄一
p チャネル MOSFET の試作Ⅱ	中村俊三郎	児玉智代・後藤麻衣子
E/E 型 pMOS インバータ回路の試作	中村俊三郎	黒肥地なおみ・松永明子
Teleoperation 技術の研究－ Force Sensing 技術－	石井康太郎	内田 拓・大橋カンナ
EMC (電磁両立性) の研究－データ収集システムの高精度化技術－	石井康太郎	大重秀実・山崎志奈子
アミューズメントロボットの研究V－全体制御ソフトウェアの仕様追加と手の制御の組み込み－	瀬々浩俊	大里明日香・坂田大輔
DDA 技術の応用研究 I － sin · cos 関数の発生－	瀬々浩俊	前原伸一
ハードウェア記述言語を用いたマイクロプロセッサの設計 －第4回 ASIC デザインコンテスト規定課題 A－	瀬々浩俊	角 佳代子

## 物質工学科

研究題目	指導教官	学生名
エーデルワイスとセンプリの組織培養に関する研究	三浦博史	井形由美子
メロンとディルの組織培養に関する研究	三浦博史	笹井亜紀子
アルカロイド含有植物の組織培養に関する研究	三浦博史	徳永真子
アカネとクルマバアカネの組織培養に関する研究	三浦博史	徳永倫子
ハマボウフウの色素生産培養細胞に関する研究	三浦博史	本田和子
熱分解 GC 法によるポリウレタンゴムの熱劣化の追跡	吉武紀道	小瀬木 勇
熱分解 GC 法による屋外暴露試験ポリウレタンの劣化状態の検討	吉武紀道	志垣拓人
熱分解 GC 法による追跡 SBR (Styrene Butadiene Rubber) の劣化状態の追跡	吉武紀道	川村清拓

カルボン酸型ポリ(ビニルアルコール)イオン交換体の調製	松本和秋	小宮幸代
多孔質ポリ(ビニルアルコール)ゲルの調製	松本和秋	平田紅美
ブルラン球体イオン交換体の調製と性質	松本和秋	水本慶隆
LiMn <sub>2</sub> O <sub>4</sub> の結晶構造とサイクル性	宮本信明	前田裕美
LiMn <sub>2-x</sub> M <sub>x</sub> O <sub>4</sub> (M=Co, Ni, Cr, Fe)のサイクル特性	宮本信明	国崎 愛
2価マンガン塩からの4V級二次電池用正極活物質の合成とその電池特性	宮本信明	黒木智子
ジメチルエーテル-メタノール-ヘプタン3成分系の液液平衡の測定及びプロット法によるタイラインデータの相関	渡辺 徹	緒方一止
MTBE-メタノール-ヘプタン3成分系の液液平衡の測定とUNIFAC式による推算	渡辺 徹	織田道博
エーテルアルコール-アルカン系の気液平衡の測定及びASOG式による推算	渡辺 徹	松原将英
セラミック溶射皮膜の封孔処理とその評価法に関する研究	川瀬良一	内村 香
ポリフェニレンサルファイドとアルミナの複合溶射材料開発	川瀬良一	吉村有希子
ポリエチレンとアルミナの複合溶射材料開発	川瀬良一	松本知子
水中ポリエチレン溶射法に関する研究	川瀬良一	西田真由美
ポリ(4-ヒドロキシスチレン)とポリ(2-ビニルピリジン)の溶液における相互作用に関する研究	氷室昭三	大淵陽子
ポリメタクリル酸メチルとポリ(4-ヒドロキシスチレン)の相溶性について	氷室昭三	森 舞
牛血清アルブミンとヘパリンの相互作用	氷室昭三	本田 文
DNAと色素との相互作用について	氷室昭三	梅野初美
硫酸イオンの電位差滴定法の検討	正留 隆	野川裕子
可塑化PVC膜型界面活性剤電極を検出器とする陰イオン性界面活性剤のフローインジェクション電位差分析	正留 隆	川口智未
硫酸イオンセンサの開発	正留 隆	ロベルト
有機性廃棄物の微生物利用処理に関する研究-食用油分解菌体の培養、単離及び観察-	笠木昭弘	猿渡和恵

有機性廃棄物の微生物利用処理に関する研究－活性汚泥中に存在する微生物による食用油の分解－

笹木昭弘

瀬戸沙織

## 建築学科

研究題目	指導教官	学生名
すみ肉溶接継手の曲げ疲労強度に及ぼす板厚および残留応力の影響	原田克身	相島朗功・築山 薫 平原貴志
病棟改築前後の看護作業の変化に関する研究	新谷肇一	宇都宮由理・山口貴子
精神的ストレスを解放する建築空間デザインの手法に関する研究－不知火病院・海の病棟の空間構成の評価－	新谷肇一	神原美保・田中にじ子 中村敦子
高層建築物の空力不安定性に関する基礎的研究－強制振動装置の開発および製作－	三宅昭春	入江智亮・鳥越しほり
タイにおける道路交通騒音に関する調査研究－バンコクにおける調査－	山下俊雄	尾本涼子・光安 瞳
住居環境の快適性に関する調査研究－主要道路に面する住宅と面さない住宅の比較－	山下俊雄	下川直樹・鍋田秀一郎
公共図書館における各コーナー空間の必要座席数について	北岡敏郎	梅毒祐希・近藤千活子
ファミリー利用からみた公共図書館のコーナー構成－児童書コーナーと一般書コーナーの配置構成について－	北岡敏郎	西原志保・満本亮子
RCせん断面降伏条件による柱部材の極限解析	上原修一	永松瑞穂
有明高専校舎の耐震診断－一般棟について－	上原修一	浜崎裕治・村上江里
三池炭鉱関連の2戸建社宅に関する研究	松岡高弘	村山実鈴
日田地方における浄土真宗寺院本堂の研究	松岡高弘	末吉美穂
旧高取伊好邸の建築に関する研究	松岡高弘	高倉英彰
旧貝島六太郎邸の建築に関する研究	松岡高弘	西崎直嗣
三池炭鉱関連の社宅に関する耐震調査	小野聰子	城戸悌司・久富木綿
教育用構造計算システムの開発－鉄筋コンクリート造の場合における仕様書作成－	小野聰子	村上牧子
履歴ダンパーを架構に装着した場合における地震応答解析－変位・時間による評価－	小野聰子	米村久弥

- 歴史的町並み地区における町並み保存と観光活動設計に関する研究 一八女市福島を事例として— 大森洋子 倉重美香・森山史朗
- 伝統的建造物群保存地区選定後の宿場町集落の景観変容に関する研究 一福島県大内宿を事例として— 大森洋子 一坪 博
- 旧立花邸(御花)の設計図に関する研究 森山恵香・松岡高弘 池田祐介

## 【学位論文】

学位記番号 熊本大学乙博工第五十四号  
授与年月日 平成十年三月十二日 授与

氏 名 高 橋 将 徳

学位論文題目

## バックステッピング法にもとづく多出入力適応制御系構成法に関する研究

### 論文要旨：

適応制御手法は、制御対象のパラメータ変化をオンラインで推定し、その結果をコントローラ設計に反映させることのできる先端的制御手法の一つとして知られている。しかし、モデル規範形適応制御手法やセルフチューニングレギュレータに代表される従来の適応制御手法の多くは、制御対象の次数を既知と仮定し、与えられた数学モデルの次数に依存した制御構造となっている。ところが、実プラントには非モデル化動特性が存在することから、プラント次数を正確に把握することは非常に困難であり、次数が既知であるという仮定は、現実的ではない。さらに、非モデル化動特性の存在により、実プラントと数学モデルとの間に次数ミスマッチが生じる場合、次数に依存した従来の適応制御手法では制御性能が著しく劣化し、ときには制御系の安定性に影響を及ぼす場合もある。

このようなプラント次数に依存した従来の適応制御手法に対し、最近、プラントが ASPR (Almost Strictly Positive Real)，すなわち、定数出力フィードバックで強正実 (SPR) 化可能であるという条件のもと、プラント次数に依存しない出力フィードバック形式の適応制御手法がいくつか提案されている。また、これらの適応制御系が、寄生要素、外乱、非線形性に対し高いロバスト性を有することも知られている。しかし、 $n$  次  $m$  入出力系が ASPR であるための十分条件は、(a) 最小位相系、(b) 相対 MacMillan 次数が  $(n-m)/n$  ( $1$  入出力系では相対次数  $1$  に相当)、(c) 高周波ゲイン行列が正定、となるため、この ASPR 条件は、実際には非常に厳しい制約となっている。そのため、上述の次数に依存しない適応制御系は、優れた制御性能を持ちながらも、極めて限られた状況でしか構成することはできないという問題があった。

この問題の解決策の一つとして、バックステッピング法の設計概念にもとづいた制御系構成法が最近注目されている。この設計法は、定常的な偏差を生じる並列フィードフォワード補償器を用いずに ASPR 条件の一つである相対次数の問題を解決することができる。しかしながら、この手法は、これまで  $1$  入出力系を中心に考察されており、多出入力系に対する一般的な考察はまだなされていない。

本論文では、バックステッピング法にもとづくプラント次数に依存しない適応制御手法を、一般的な多出入力系へと拡張した多出入力適応制御系構成法について論じている。本論文の内容は、以下のとおりである。

第 2 章では、対角型のインタラクタ行列 ( $1$  入出力系の相対次数に相当) をもつ次数未知の多出入力系に対し、バックステッピング法の設計概念を導入した、適応出力フィードバック安定化制御系構成法を提案し、これまでの多出入力適応制御系設計の問題点の一つであった相対 MacMillan 次数の制約が緩和できることを示している。さらに、バックステッピング法により構成された仮想プラントの ASPR 性にもとづき、得られた制御系の安定性が有界外乱の存在下でも保証され、特に外乱のない理想状態では、出力の零収束が達成されることを示している。一般的のプラントには、対角インタラクタをもたないプラントも多く存在する。ここでは、対象プラントが対角インタラクタをもたない場合についても上述の制御系構成法の適用が可能なことも示している。最後に数値シミュレーションで提案手法の有効性を検証している。

第 3 章では、前章で述べた次数未知の多出入力系に対する適応出力フィードバック制御系に、規範モデル出力との出力マッチングをフィードフォワード入力で実現する CGT (Command Generator Tracker) 理論を導入した、新しい適応モデル出力追従制御系構成法を提案している。ここでは、CGT 理論と仮想プラントの ASPR 性にもとづき、制御系の安定性および追従特性について解析し、規範入力がステップ入力で与えられる場合、出力誤差の零収束性が保証されることを示している。

第4章では、第3章の適応モデル出力追従制御手法を、不安定な3入出力メカニカルシステムである3自由度並列倒立振子系の位置制御に適用し、その有効性を検討している。ここでは、まず、振子の位置制御実験を行い、さらに提案手法の適応系としての有効性を検証するために、振子のパラメータを変化させた場合の数値シミュレーションを行っている。また、比較のため、通常の多入出力系でよく用いられている分散形PID制御手法についても同様の実験および数値シミュレーションを行い、提案手法との制御性能の比較を行っている。

第5章では、結論として、各章の結果の要約と今後の展望について述べている。

学位記番号 鹿児島大学工論第二号  
 授与年月日 平成十年三月十二日 授与  
 氏名 永田 良一

学位論文題目

## 酸素検出型酵素センサーに関する研究

酵素センサーは酵素の基質特異性を利用して酵素（主として固定化酵素）反応によって生成または消費された物質を測定して反応した基質量を知るものである。

酵素センサーの型には固定化酵素と電極を密着させた電極密着型および固定化酵素と検出器を分離したフローラシステム型がある。前者は、分子識別部の形状に制約を受ける、軽便である、バッチ的な利用に適している、などの特徴がある。後者は、分子識別部の形状や検出器の制約を受けにくい、大掛かりである、連続的な利用に適している、などの特徴がある。

酵素センサーに関する既往の研究においては、センサーの指示値が安定して使用できる期間は短いものが多い。本研究では、この点を改善することを念頭に、酸素生成/消費型の酵素反応系において酸素を検出することにより基質の濃度を測定する酸素検出型酵素センサーに関して、電極密着型の場合とフローラシステム型の場合について研究した。主たる反応系としては、ウリカーゼ・尿酸系を選んだ。尿酸は痛風の原因物質とされ、血清や尿中の尿酸濃度を知ることは重要である。電極密着型の場合については、従来のグルコースセンサー等で用いられている固定化酵素膜と電極の組み合わせではなく、固定化酵素粒子と電極を組み合わせてセンサーを構成した。さらに、ウリカーゼによる尿酸分解反応およびセンサーの利用としてグルコースセンサーを用いて、グルコースアノマーの異性化速度定数を測定した。これは、それまでに測定された例が見当たらなかった系である。

本論文の構成は、序論、酵素基礎反応としてウリカーゼによる尿酸の分解速度の解析、尿酸等を対象とした酸素検出型酵素センサーの作成とその特性、センサーの利用としてグルコースセンサーの利用、総括、の順とした。

序論では、酵素センサーのタイプと酸素検出型酵素センサーの応答値の理論的解析について概説した。さらに、酵素センサーに関する既往研究の21編の論文について概観した結果をまとめた。

ウリカーゼによる尿酸の分解速度の解析については、尿酸の分解初速度のみでなく尿酸分解の経時変化を表す速度式を得ることを目的とした。既往研究の速度式は初速度解析を対象とし、その表現も複雑であったがこれを簡略表現した。この簡略表現式にウリカーゼの活性低下を考慮して、上記目的の速度式を得た。

酸素検出型酵素センサーに関しては、はじめに、電極密着型の長期間、かつ、多数回使用が可能な酸素検出型酵素センサーの開発を目的とした。対象としては、ウリカーゼ・尿酸系を選んだ。ウリカーゼは失活しやすいが、オキシランアクリル粒子による固定化ウリカーゼの活性の安定性は著しく改善される。ウリカーゼを固定化したオキシランアクリル粒子を用いてマイクロベッドを作成し、市販の溶存酸素センサーより尿酸センサーを構成した。このセンサーを用いて所定条件下でセンサーの濃度応答特性および指示値の安定性を調べた。センサーは、尿酸濃度が0.18mM以下では直線的な検量線が得られ、不使用時には室温の緩衝液中で保存したが、指示値は、±5%の範囲内で250日間以上安定であった。

つぎに、尿酸分析のためのフローラシステム型の場合について、オキシランアクリル粒子固定化ウリカーゼおよび固定化カタラーゼ充填カラムによる尿酸濃度測定装置の開発を目的として研究した。この場合、ウリカーゼおよびカタラーゼの固定化粒子の充填カラムを直列に連結した。カラムに所定流量で所定の緩衝液を所定温度で連続的に供給し、その上流に尿酸溶液を注入した。流出液中の溶存酸素濃度を溶存酸素センサーで測定して、指示値の時間変化の積分値を求めた。その結果、所定の条件下で、積分値、緩衝液の流量、注入尿酸溶液の濃度と容積の間に化学量論関係が成立した。また、ウリカーゼカラムの活性は150日間安定であった。

つぎに、上記手法の他の酵素・基質系への適用の可能性について検討した。カタラーゼ、アスコルビン酸オキシダーゼ、グルコースオキシダーゼまたはウリカーゼ固定化粒子の充填カラムを用いて、各酵素と対応した基質（4種の反応系）について、溶存酸素センサーの初期指示値、カラムに流す緩衝液の液温、注入基質溶液の濃度と容積を変数として実験し、前述と同様にして積分値を求めた。その結果、反応系に関係なく化学量論関係から得られる同一の式で積分値が表現できた。

酵素センサーの一つであるグルコースセンサーの利用に関する研究については、D-グルコースの $\alpha$ -および $\beta$ -D-グルコースの2種の異性体の両者相互の異性化速度定数の測定を行った。測定にはコラーゲン膜固定化グルコースオキシダーゼと市販の溶存酸素センサーにより構成したグルコースセンサーを用いた。理論的考察と所定条件下での実験結果から得た $\alpha$ -と $\beta$ -D-グルコースの相互の異性化の速度定数の値を提示した。

最後に本研究について総括した。

学位記番号 熊本大学乙博工第五十二号  
授与年月日 平成十年三月十二日 授与

氏 名 原 田 克 身

学位論文題目

## すみ肉溶接継手の曲げ疲労挙動と疲労寿命推定に関する研究

### 主論文の要旨

1970年頃より広い分野にわたる多種の鋼構造物の疲労設計や疲労寿命・余寿命などの疲労の研究が盛んになつた。最近、鋼構造物の形式が多様化し、その規模が大きくなってきた。また使用される鋼材や溶接材料も多様化してきた。その間、疲労の研究においても様々な新しい知見が得られ、その手法としても破壊力学の適応がはかられるなど飛躍的な進歩を遂げた。

本論文は1975年より始めた鋼管通しガセットプレート継手の研究を皮切りに、鋼管分岐継手、素材およびリブT形すみ肉溶接継手の疲労に関する研究結果をまとめたものである。

本論文は、7章より構成されている。

第1章「序論」では、研究の背景と本論の構成について述べている。第7章は本論文の結論をまとめたものである。以下に、第2章から第6章における研究内容の要点を具体的に述べる。

第2章「鋼素材の低サイクル疲労特性」では、1節の「ひずみ制御低サイクル疲労におけるヒステリシスループの解析と寿命」において、SS400、SM490鋼素材およびそれら材料を母材とした溶接継手より砂時計形試験片を製作し、ひずみ制御低サイクル疲労試験を行い、平均応力が零の場合の引張圧縮繰返し挙動を明らかにし、さらにヒステリシスエネルギー、ループ形状について検討した。

2節の「平均応力のある低サイクル疲労寿命」では、SS400鋼の素材を用いて、平均応力のある場合の定応力低サイクル疲労試験を行い、平均応力のある場合の引張圧縮繰返し特性を調べるとともに、それらの結果より応力範囲と応力比を変数とした疲労寿命予測式を導いた。

第3章「荷重非伝達すみ肉溶接継手の曲げ疲労き裂の発生・進展に及ぼす板厚および残留応力の影響」では、はじめに疲労強度への影響が大きい溶接止端の形状寸法とそのばらつき性状を調べるとともにそれに及ぼす板厚、溶接条件などの影響について考察した。つぎに、素材の疲労試験およびエッジノッチ付試験片による疲労き裂進展試験を行い、素材の疲労特性を調べた。つづいて、リブT形すみ肉溶接継手の4点曲げ（純曲げ）の両振りおよび片振りの定荷重疲労試験を実施し、溶接止端における曲げ疲労き裂の発生・進展に及ぼす板厚の変化および溶接残留応力の有無（応力除去焼鉄）の影響を調べた。

以上の結果より、溶接継手の止端部における曲げ疲労き裂の板厚方向の進展速度と素材のき裂進展速度の対応ならびに溶接止端の形状寸法と素材の疲労特性から溶接継手の疲労き裂発生寿命を推定する方法について検討した。

つづいて、リブT形すみ肉溶接継手の溶接止端部近傍の残留応力をX線応力測定法とひずみゲージによる応力弛緩法により測定し、溶接止端部における残留応力の特性を明らかにした。つぎに、板厚方向へのき裂進展速度ならびに疲労強度に及ぼす残留応力の影響ならびに疲労強度に及ぼす板厚の影響について、既往の研究結果を取り入れながら検討した。

第4章「プログラム荷重下におけるすみ肉溶接継手曲げ疲労き裂の発生・進展」では、プログラム荷重の中でも最も基本的なブロック荷重を採用し、リブT形すみ肉溶接継手の4点曲げ（鈍曲げ）の両振りおよび片振り定荷重疲労試験を実施し、溶接止端における曲げ疲労き裂の発生・進展に及ぼすブロック数、ブロックの大きさ等の影響を調べた。

つぎに、ブロック内応力全振幅を等価応力全振幅に換算することにより、一定荷重疲労試験より得られたS-N曲線より疲労き裂発生寿命や疲労破壊寿命の評価が可能であることを示した。さらに Palmgren-Miner 則を適用した累積被害値について検討した。

第5章「送電鉄塔現場継手に用いる鋼管通しガセットプレート継手の疲労寿命」では、鋼管通しガセットプ

レート継手について両振り、片振り定荷重疲労試験を行い、継手の疲労特性を明らかにするとともに、き裂発生点における繰返しひずみ範囲と、鋼素材の繰返し応力範囲・ひずみ範囲関係を基にして、継手の疲労き裂発生寿命の推定が可能なことを示した。

第6章「すみ肉溶接継手の曲げ疲労寿命の推定と鋼管構造溶接継手の疲労解析への適用」では、すみ肉溶接継手の曲げ疲労試験を実施し、既報の素材の疲労き裂進展試験結果より、き裂進展の解析モデルを用いてすみ肉溶接継手の曲げ破壊寿命を推定する方法を提示し、得られた結果と実験ならびに既往の実験結果を比較し、その妥当性を検討した。

さらに、以上の結果を溶接継手止端部における曲げ疲労破壊が問題となる鋼管構造溶接継手の疲労挙動の解析に適用し、実験結果との対応を試みた。

第7章「結論」では、第2章～第6章で得られた結果をまとめて述べている。

学位記番号 九州大学数理学博乙第二十一号

授与年月日 平成十年三月二十七日 授与

氏 名 荒木 真

学位論文題目

## **Studies on the existence of Hölder continuous weak solutions for degenerate quasi-linear elliptic systems. (退化する準線形楕円型偏微分方程式系の Hölder 連続な弱解の存在についての研究)**

### 論文の要旨

退化する準線形楕円型偏微分方程式は、数学のみならず自然科学のさまざまな数理モデルとして現れる。例えば、この種の ( $|u|=0$  で退化する) 代表的な形は  $\nabla(|u|^{\tau} \nabla u) + \dots = f (\tau > 0)$  で、多孔質媒体内の流体の浸透、熱の伝導、ガスの流れなどの定常状態を表す方程式である。そして、このような方程式の数値解析を行う場合にも解の存在、正則性は近似解の精度を解析するのに重要な要因となる。また、多変数複素解析の研究にも境界で退化する楕円型偏微分作用素のポテンシャル論の研究が求められている。このように、退化する準線形楕円型方程式の研究、特に連立方程式の場合、Hölder 連続な解を持つかということは関心のもたれる問題の一つである。

本論文は  $R^n$  の有界な領域における、次の準線形楕円退化型偏微分方程式系の Dirichlet 問題の Hölder 連続な弱解の存在について考察する。

$$\sum_{i,j=1}^n \frac{\partial}{\partial x_i} |a_{ij}(x, u(x))| u'_j(x) - \sum_{j=1}^n b'_j(x, u(x)) u'_j(x) - b'_0(x, u(x)) = 0 \quad \text{in } \Omega \subset R^n,$$

ただし、 $i=1, \dots, N$  また

$$C_0 |u|^{\tau} |\xi|^2 \leq \sum_{i,j=1}^n |a'_{ij}(x, u)| |\xi_i \xi_j| \leq C_0^{-1} |u|^{\tau} |\xi|^2 \quad \text{for } (x, u, \xi) \in \bar{\Omega} \times R^N \times R^N, \tau > 0.$$

つまり、主要部分の係数が  $|u|=0$  のとき方程式の楕円性が失われる。この種の研究に関連して、Ladyzhenskaya, Ural'tseva, J.Serrin や N.S.Trudinger は、線形楕円型方程式の解の Hölder 連続性についての DeGiorgi と Moser の結果を、準線形の場合に示した。楕円性が退化する方程式の可解性については、M.I.Vishik や Ju.A.Dubinskii 等の結果があるが一般的な理論によっているために解の性質、構成については満足する結果が得られていなかった。そこで、N.N.Ural'tseva は連立だが低階項を持たない主要部分のみで  $l$  に依存しない係数  $a_{ij}$  をもつ方程式について Hölder 連続な弱解の構成を行った。N.Ikebe-Y.Ohara は単独で低階項を持つ方程式について非負値だが Hölder 連続な弱解の存在を示した。さらに Y.Mizutani は非負値解に限らないことを示した。その他、K.Hayasida-Y.Yokoi や Yue.Jingliang の境界の近傍での連続性の研究がある。以上の結果を低階項を持つ連立方程式の場合に拡張したのが M.Araki-N.Ikebe-Y.Mizutani であるが、まだ Ural'tseva 以来の係数に関する特殊性があった。本論文では係数についてのその条件を取り除くことが出来た。ところで、Ural'tseva は我々の方程式の主要部分のみの特別な係数を持つ、つまり  $a'_{ij} = a_{ij}$  となっている方程式について Hölder 連続の存在を示した。本論文は取り扱う方程式の主要部分の係数や低階部分の付加など、はるかに Ural'tseva の原論文より一般化されている。この、より一般化された方程式の取り扱いに成功したことの発端は、 $N$  個の解の組  $u^1, \dots, u^N$  を局所的に最小値（下限）の大きさによって分類し、分類した組のそれぞれのうちの一つ、例えば振動量が最大なものについて解の評価をすれば十分であることに気がついたことにある。これまでは、与えられた連立方程式を組み合わせて単独の方程式を導き、その解を評価することによって元の方程式の解の Hölder 連続性が示されていた。つまり、単独な方程式に纏められる為の条件が必要であったのである。しかし、本論文では連立な方程式を単独な方程式に直さないので、その制約から解放され、より一般的な係数を持つ方程式を取り扱うことが出来るようになった。また、証明は退化

指数  $\tau$  の大きさによって  $0 < \tau \leq 1$  と  $\tau > 1$  に分けた。これは、関数の値の大きさの比較や証明に用いる補助不等式が退化指数  $\tau$  にどうしても依存するからである。 $\tau > 1$  の場合は  $0 < \tau \leq 1$  の場合よりはるかに難しい、特に解  $u = (u^1, \dots, u^n)$  の Hölder 連続性を直接証明することが出来ないので、 $u^1|u|^{\tau-1}$  のそれをまず証明した。こう置いたのは関数  $u^1$  の値の大小関係を壊さない為である。これによってまた非負値解のみならずより広い範囲の解が取り扱われるよう成了った。

本論文では、方程式を一様橍円型方程式となるよう正規化した一連の近似方程式を作り、この近似方程式の一様に Hölder 連続な解の列の極限として、目的の解が得られることを示す。この正規化された方程式の解が一様に Hölder 連続であることを示す為に Ladyzhenskaya と Ural'tseva の補助定理が重要な役割を果たす。第一章第一節で考察する方程式を導入し、第二節で領域の境界や方程式の係数に関する条件、弱解の定義、この論文の主定理、さらに正規化された近似方程式について、第三節で証明に用いられる補助定理について述べる。第二章は退化指数が  $0 < \tau \leq 1$  の場合の定理の証明に取りかかる。まず第四節で定理の証明に用いる積分不等式の準備、次に第五節で正規化された方程式の解の Hölder 評価について、そして第六節で主定理の証明がなされる。後半の第三章では退化指数  $\tau > 1$  の場合について第二章と同じ手順で定理の証明がなされる。

学位記番号 熊本大学修工第三千二百三十二号

授与年月日 平成十年三月二十五日 授与

氏 名 塚本俊介

学位論文題目

## パルスパワーを用いた排ガス処理

地球上で大気汚染が始まったのは、13世紀頃の英國においてである<sup>[1]</sup>。その原因是暖房のための石炭の使用であった。19世紀の産業革命以降は、石炭が動力にも使われるようになり、大気汚染は急激に進んでいった。わが国においては、今世紀になって石炭、さらには石油の大量使用による大気汚染が進み、ぜんそくや光化学スモッグ等の公害が発生した。その後環境基準が制定され、国、地方自治体と共に各企業は大規模な予算を投入して、種々の環境保全対策を施してきた。その結果、局地的な被害は激減した。しかし近年における大気汚染は、局地的な問題から地球規模の問題へと変わりつつある。排出する場所に近い地域のみが被害を受けるのでなく、地球全体に被害を及ぼすのである。現在地球上には、早急に対策を施さねばならない三つの大きな環境問題が存在するといわれる。それらは、NOx・SOxを原因とする酸性雨、次にCO<sub>2</sub>などを原因とする地球温暖化、そしてフロン使用による成層圏オゾン層の破壊である。

その中で、酸性雨の原因となるNOx・SOxについて述べる。わが国の火力発電所等では、昭和40年代に排煙脱硫・脱硝装置の設置が義務づけられ、それ以後の対策によって、SO<sub>2</sub>については排出量はかなり低いレベルに抑えることができている。しかしNOxについては、産業界からの排出量抑制はある程度進んだものの、総量としては足踏み状態である。それは、ガソリンエンジンの自動車に対しては三元触媒が使用されるようになってNOxの排出量も減少したが、触媒の使用が難しいディーゼル車からのNOx排出に対しては対策が遅れたまま、40年代以降のモータリゼーションが発達してきたこと、また、窒素が8割も占める空气中で燃焼を行うこと自体がthermal NOx発生の原因であり対策が難しいこと、等があげられる。

また、開発途上国に目を向けると、火力発電所等建設の際、排煙脱硫・脱硝装置を設置しない例が多い。その最大の理由は経済的な面にある。わが国の脱硫・脱硝技術は世界のトップクラスにあり、技術輸出も行われてはいるが、そのコストも甚大であることが、開発途上国への全面的な普及を妨げている。

そのような状況の中で近年、放電プラズマを用いた排ガス処理法が広く研究されている<sup>[2]~[8]</sup>。これらは、低コストの排ガス処理装置を目指しての研究である。各種の放電を利用して大気中にプラズマを作り、その中を通過する有毒な排ガスに活発な化学反応を生じさせ、無害なガスに変化させて排出しようというものである。「パルスパワーを用いた排ガス処理」もその中のひとつである。パルス放電を用いると、ストリーマ状の放電を大気圧中で大容積に亘ってつけることができ、大規模・高効率の排ガス処理装置を比較的安価に実現できる可能性がある。この研究では、「既存の排ガス処理装置に代わる、安価で大規模・高効率の排ガス処理装置を開発すること」を最終的な目的としている。

「パルスパワーを用いた排ガス処理」と題したこの研究論文は、次のような順序で構成されている。まず第1章は序論で、研究の背景、目的について述べている。第2章では、酸性雨の原因となるNOx・SOx等の排出の現状について述べる。第3章では、大気汚染防止策の現状として、既存の排ガス処理装置の原理および自動車排出ガスの処理について述べる。第4章では、パルスパワー技術と題してパルスパワーの発生原理と応用分野について述べる。第5章では、パルスパワーを用いた排ガス処理の原理と特徴について述べている。第6章では、パルスパワー発生装置の高繰り返し化とパルス幅可変化について述べ、第7章で模擬ガスを用いた基礎実験として、模擬ガスの組成によるガス処理特性、ガス処理における水分の効果、同軸同筒電極サイズの最適化、パルス幅のエネルギー効率に及ぼす効果、ガス温度のガス処理に及ぼす影響、等について述べている。第8章に火力発電所における実ガス処理の結果を述べ、第9章が結論である。

この論文の結論は次に述べるようなことである。

(1) 誘導性パルスパワー電源の高繰り返し化として、ヒューズを用いた2つのオープニングスイッチを製作し、最高 6pps (pulses per second) において高繰り返し動作を行うことができた。また、高周波同軸ケーブルを

用いたブルームライン線路を、オープニングスイッチが不要のパルスパワー電源として製作し、さらにケーブル長の違う複数のブルームライン線路を作ることによってパルス幅を可変とし、排ガス処理実験に使用した。

- (2) 模擬ガス組成を、①N<sub>2</sub> + NO, ②N<sub>2</sub> + NO + O<sub>2</sub>, ③N<sub>2</sub> + NO + H<sub>2</sub>O の三種類に変化して排ガス処理を行うと、①ではNO, NO<sub>x</sub>ともに同じように除去される。②ではNOの酸化反応が盛んになり、NOが除去される分以上にNO<sub>2</sub>が生成し、NO<sub>x</sub>の除去率は負になる。③ではH<sub>2</sub>Oの働きで除去反応が増加し、NO<sub>x</sub>の除去も進む。
- (3) 模擬ガス中に水分子が存在すると、プラズマ反応によってH<sub>2</sub>Oが解離し、OH, HO<sub>2</sub>ラジカルが生成され、それらに関する反応が加わってNO<sub>x</sub>の除去も進む。NO<sub>x</sub>処理においては、この水分の効果は大きい。
- (4) 排ガス処理には処理用反応容器として、均一放電を作りやすく製作も容易な同軸同筒電極を使用するので、高効率処理のための電極サイズの最適化を行った。その結果、電極長3.5m、外部電極の内径85mmが最適という結果となった。内部電極については大きな違いはなかった。ただしこれらの値も、ガス流量2 l/min、ブルームライン線路の充電電圧20kVという、限定された条件下でのことである。
- (5) パルスパワー電源のパルス幅を変化して排ガス処理を行うと、パルス幅が短いほど除去率は悪くなるが、それ以上にエネルギー注入量も小さくなるので、除去のエネルギー効率は向上する。
- (6) ガス温度が高いと、NO<sub>x</sub>の除去は悪くなる。この理由は、温度が高いことは反応を促進するが、NO<sub>x</sub>除去反応以上にNO<sub>x</sub>生成反応が促進されるためであると思われる。
- (7) 火力発電所における実ガス処理実験では、300°Cという高いガス温度にもかかわらず約70%のNOが除去できた。このときのエネルギー効率は、670 μmol/Whで模擬ガスの場合とほぼ同様であった。

これらの結果は、パルスパワーを用いて排ガス処理が可能であるというばかりでなく、発電所などの大規模排出源に対して、既存の排煙脱硫・脱硝装置に対する代替装置として、その除去能力・経済性の見極めをするために必要な指標を与えてくれることに大きな意義がある。エネルギー効率において今回得られた結果は、既存の排煙脱硫・脱硝装置のそれに匹敵もしくは上回っている。このことは、放電プラズマを用いた排ガス処理は既存のガス処理法と比較して「エネルギー効率が低い」という実用化に向けての大きな課題をパルスパワーを用いることで解決し、実用化への可能性が一段と大きくなつたことを示唆している。

これまでの科学技術の進歩は、便利で豊かな文明社会を作りだし、我々は何不自由のない生活を送れるようになった。それと同時に、この地球に環境問題という、人類にとって重大な危機をも産み出してきた。しかしながら、今になってこの文明社会を後退させるということは難しい。これまでの科学技術が便利な文明社会を作り出してきたように、これからの中華技術は、人類が地球上の生き物として末永く安全に生きることのできる地球環境の創造を行わねばならない。それがからの工学に携わるエンジニアに課せられた、人類の重要なテーマのひとつである。

平成 10 年度 編集委員

委員長 田口 紘一 (教務主事・機械)  
委員 中本 潔 (図書館長)  
小澤 賢治 (電気)  
石井 康太郎 (電子情報)  
正留 隆 (物質)  
原田 克身 (建築)  
酒井 健 (一般教育)  
三戸 健司 (一般教育)

---

有明工業高等専門学校紀要

第 35 号 (1999)

平成 11 年 1 月 29 日発行

編集 有明工業高等専門学校紀要編集委員会  
発行 有明工業高等専門学校  
大牟田市東萩尾町 150  
電話 大牟田 (0944) 53-8613

---

## CONTENTS

A Method of Maintenance and Management for the Personal Computer System at Our School .....	Takayuki HORITA .....	1
	Iwao YAMASHITA	
On a Trend of the Personal Computer Access and the Education for Computer Literacy of Our School .....	Iwao YAMASHITA .....	5
A Study of Education on Basic Computer Science at Dept. of Electronics and Information Engineering, and Communication Exercises on the Internet .....	Yoshinobu MATSUNO .....	11
	Naoko YAMASAKI	
	Yoshie HANE	
Note on Linear Holomorphic Maps .....	Tatsuhiro HONDA .....	15
Geometric Constructions of the Unknown Coefficients from the Graphs of Central Conics — The case of the Ellipse — .....	Tatsuo KAWAKAMI .....	21
A Study of the Planning and Design of the Former House of Tachibanas .....	Keiko MORIYAMA .....	31
	Takahiro MATSUOKA	
Pollution Control of Combustion Flue Gases Using Pulsed Power — Effects of Gas Composition and Moisture on NO <sub>x</sub> Removal Performance .....	Shunsuke TSUKAMOTO .....	47
	Hidenori AKIYAMA	
A Study of the Mobile Robot for Education and Research (1) .....	Hirotoshi SESE, Junichi HORIKIRI .....	53
	Kotaro ISHII, Yoshinori KAWASAKI	
Study on Thermal Softening in Hot Forging Die with Nitrided Surface Layer .....	Akihiro MINAMI .....	59
Design and Production of a Manufacturing Plant for Reclaimed Soap using Cooking Oil Waste .....	Shousaku KINOSHITA .....	67
	Hidenori TADAKUMA	
	Hiroshi UEHARA	
	Yoshinori KAWASAKI	
Teaching Intonation in Japanese Classrooms .....	Noriko ABE .....	79