ISSN 0385—6844

有明工業高等専門学校紀要

第 27 号

平成 3 年 1 月

Reserch Reports

of the

Ariake National College of Technology

No. 27

January 1991

Published by Ariake National College of Technology

Omuta, Japan

目　　次

The Synthesizer Generator を用いた Modula-2 の構造化エディタ …… 松野了二・近藤誠四郎・堤豊 1

オンラインマニュアル検索・提示システムに関する一つのアイデア …… 山下巌 7

研究ノート　1909年「開発及び道路改善基金法」分析 …… 高田実 11

言語教育支援システム …… 堤豊・松野了二 25

CAI ソフト作成用プログラムの開発 …… 坂西文俊 33

刻み幅が一定でない場合の数値微分の近似公式について …… 猿渡正樹 75

渦と多孔質物体との相互作用によって放射される音 …… 簑田登世子 83

円筒型石油タンク内の電位分布の計算 …… 浜田伸生 87

強誘電性有機薄膜の電気・光物性
——(2)真空蒸着膜の分極反転—— …… 永守知見・堀内俊寿・松重和美 93

減圧下の気液平衡測定値の補正法について …… 渡辺徹・本田克美・宗像健 99

ヨーロッパの医療と病院建築を訪ねて
——その1．フィンランド・スウェーデン—— …… 新谷肇一 105

A Study on the History of Architecture Planning of Hospitals in Japan since 1860's. (Summary) …… 新谷肇一 125

明治期から大正期におけるオフィスビルの変遷に関する研究 …… 北岡敏郎 137

爆発硬化した高マンガンオーステナイト鋳鋼のき裂伝播特性 …… 大山司朗 149

電気回路網のべき級数展開による時間領域解析について …… 近藤誠四郎・辻一夫 151

トランスビュータボードの開発とその応用 …… 原槇真也 155

プログラマブル・コントローラを用いた駐車場管理システム …… 須藤修一 161

超音波を用いた溶射皮膜の非破壊評価法に関する研究（第1報） …… 川瀬良一・椛島正美・吉富和也 167

ポリウレタンの熱分解に関する研究（第15報）—— PyHRGC-FTIR による α，γ-ジフェニルエチルアロファナートの熱分解生成物の検討 —— …… 吉武紀道・古川睦久 173

スポーツテストによる体力・運動能力の比較，検討
（本校バスケット部員，剣道部員，陸上部員について） …… 仁田原元 塚本邦重 井上仁志 179

On Aspects Which the Meanings of Events Themselves Express
— From the Relationship Between Present Perfect and Time Frame — …… 三戸健司 187

Mary Barton 試論 …… 品川尚司 193

Some Examinations on the Use of Negatives in Mark Twain's *The Diary of Adam and Eve* …… 池田茂 203

励振電流印加直後の磁歪振動の過渡特性 …… 小沢賢治 森武司 209

発表した論文・著書及び講演題目
（自1989年9月～至1990年9月） …… 215

The Synthesizer Generator を用いた Modula-2 の構造化エディタ

松野了二・近藤誠四郎・堤　豊

〈平成2年9月21日受理〉

The Language-Based Editor for Modula-2 with the Synthesizer Generator

The programming Language Modula-2 was developed in 1979 by Niklaus Wirth, who designed and implemented Pascal language. It is a powerful language, similar to a subset of Ada, designed for building a large software, and supports modular programming and provides facilities for separate compilation.

In this paper we describe the design of the language-based editor for Modula-2 with the Synthesizer Generator. The language-based editors built with the Synthesizer Generator can apply knowledge of context-free syntax in the language to ensure that programs being built are always syntactically well formed, and can reduce unnecessary compilations, and therefore is very useful in supporting modular programming.

Ryouji MATSUNO, Seishiro KONDO and Yutaka TSUTSUMI

1．はじめに

プログラミング言語 Modula-2[1)2)] は Pascal を設計した Niklaus Wirth によって設計された言語である．Modula-2 は Pascal の長所の部分を取り入れる一方，短所は切り捨てて，しかも，機能を大幅に拡張している．この拡張した機能のひとつにプログラムのモジュール化機能があり，モジュールと呼ばれるプログラム単位ごとに分離コンパイルすることが可能となっている．また，Modula-2 の分離コンパイル機能は C 言語や FORTRAN 言語の分離コンパイル機能とは根本的に違い，引数等の型の検査まで厳密に行うことができ，さらに並行処理機能も備え，Ada のサブセットともいえるほど強力な言語である．

一方，プログラム開発においてどれだけ強力な言語があったとしてもそれをとりまく環境が整わなければ折角の機能が生かしきれない．このようなことから我々は Modula-2 プログラミング開発支援のための構造化エディタを現在開発中である．この構造化エディタの開発にはアメリカのコーネル大学で開発された構造化エディタ生成ツールである The Synthesizer Generator[3)4)5)]（以下，SG と呼ぶ）を用いている．SG を用いて作成したエディタは，プログラム編集時に構文エラーと静的意味エラーを発見すると，その位置とエラー内容を即座に指摘するので無駄なコンパイル作業を避けることができる．さらに，C 言語とのインタフェースについても充分考慮されているので構造化エディタと組み合わせた他の支援ツールの開発も可能である[6)]．

本稿では，SG の概要と，それを用いた Modula-2 構造化エディタの設計と実現方法について述べる．

2．SG の概要

SG はコーネル大学の Thomas W. Reps, Tim Teitelbaum 等によって開発されたシステムであり，言語の属性文法に基づき構造化エディタを自動的に生成するツールである．(1984年に発表され，その後少しずつ改訂が行われ，現在 V3.3である)

SG でエディタを作成するには SSL（Synthesizer Specification Language）と呼ばれる言語を用いて以下の 5 つの部分についての仕様を記述する．

(1) 抽象構文（言語の構文規則）
(2) 文脈依存関係（意味規則）
(3) 出力書式定義
(4) 入力インタフェース（入力構文）
(5) テンプレートと変形名

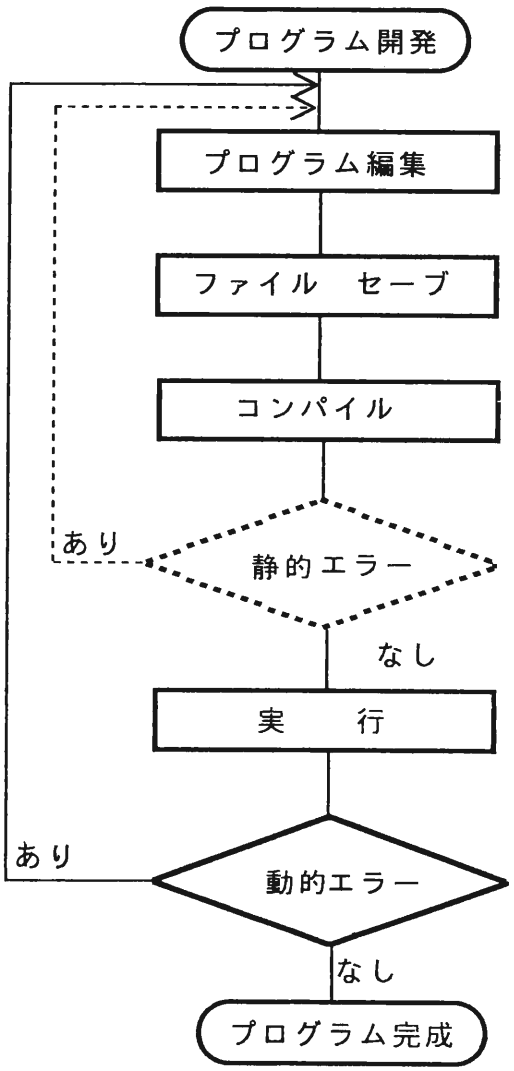
このうち(1)，(2)は構文検査，静的意味検査を行うのに使用され，(3)～(5)はユーザインタフェースを構築する

のに使用される．すなわち，SG には構造化エディタに必須の機能である構文検査と静的意味検査を行う機構やユーザインタフェース構築部がすべて用意されているのでエディタの設計者は SSL の文法に従って記述すれば構造化エディタを作成できる．

2．1　構造化エディタを用いる意義

我々がプログラムの開発を行う場合，通常次のような手順を取る．（図－1参照）

(1) emacs や vi 等のエディタを用いてプログラムを編集する．
(2) ファイルをセーブする．
(3) コンパイルを行う．

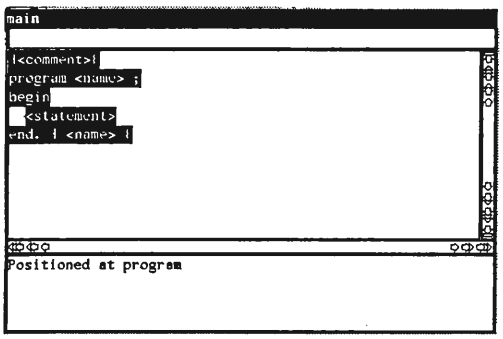


図－1　プログラム開発手順

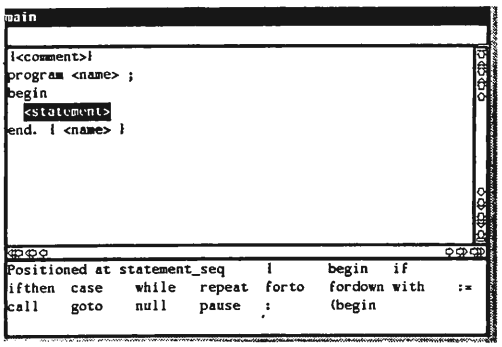
(4) コンパイラから構文エラーや静的意味エラーが報告されたら(1)に戻り繰り返す．
(5) プログラムを実行する．
(6) 動的エラー等の不具合が生じたら(1)に戻る．不具合がなければ完成．

一方，構造化エディタを用いれば図－1における破線の部分が不要となる．これは，プログラム編集時にエラーチェック機能が働くためであり，入力時のつまらない構文ミス（：＝とすべき所を＝としたとか；が抜けていたとか）や静的意味上のミス（Pascal において整数型の変数名に実数値を代入したり，未定義の変数名の使用など）を即座に指摘してくれるからである．

すなわち，構造化エディタを用いて編集したプログラムがコンパイラに渡るときには，静的な意味上のエラーと構文エラーは生じないことが保証されているので，あとは動的に生じるエラー（ゼロでわり算してしまったなど）やアルゴリズム上の誤りを訂正すればよい．このことはコンパイルに関する費用の削減を意味するばかりでなく，新たにコンパイラの開発を行わなければならない場合には，コンパイラの方では構文検査，静的意味エラーの検査を省略できることを意味し，



図－2(a)　起動画面
〈statement〉をマウスでクリック



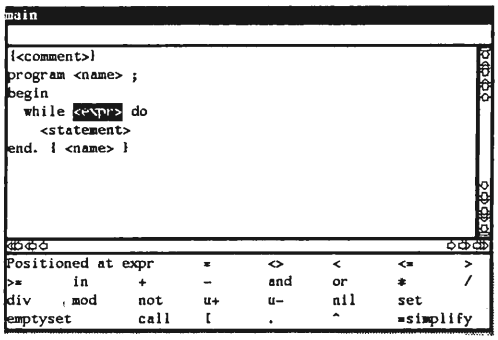
図－2(b)　編集対象の選択
ヘルプ画面の while をマウスでクリック

コンパイラ自体の開発費用も削減できることを意味する．

2．2　SG が生成した構造化エディタの使用例

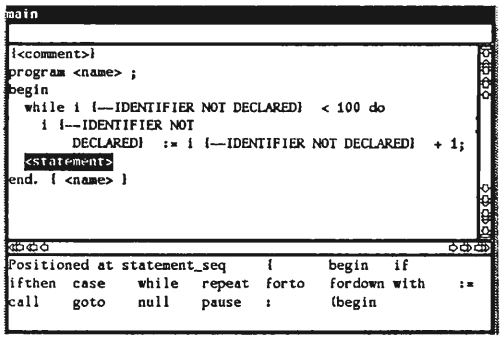
図－2(a)からも図－2(e)に SG を用いて作成された Pascal エディタの使用例を示す．

図－2(a)が起動画面であり，画面のいちばん上の main と反転表示されているのがバッファ名である．



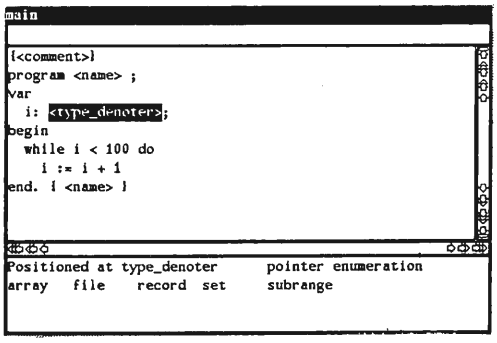
図－2(c)　テンプレートの使用

〈expr〉部に i＜100,
〈statement〉部に i:＝i+1 を入力



図－2(d)　未定義エラー

変数名に i を定義



図－2(e)　未定義エラー表示消滅

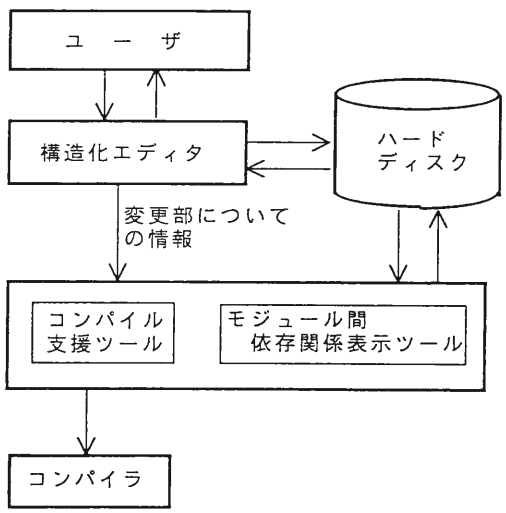
画面の窓は 3 つに分かれ，上からコマンドライン，オブジェクト窓，ヘルプ窓と呼ばれる．コマンドラインにはシステムメッセージなどが表示され，ヘルプ窓には現在どのような構文が編集対象となっているか，また，そこに入力できるのはどのような文かなどが表示される．オブジェクト窓にはバッファ内のプログラムの一部が表示され，編集対象となっている構文が反転表示されている．

図－2 からも分かるように SG を用いて作成されたエディタでは言語の構造に関する知識を利用して編集を行うので構文エラーと静的意味エラーは発生しない．また，ビットマップディスプレイ上でも PC-9801等のパソコン端末からでも使用できるように設計されている．(但し，パソコン端末の場合には機能が制限される)

3．Modula-2 構造化エディタ

3．1　構造化エディタの設計

Modula-2 の構文は拡張 BNF で記述されているので，SG を用いて構造化エディタを作成するのに都合がよい．構造化エディタを設計するに当たって気配りしなければならないのは，ユーザインタフェース部についてである．我々は，ユーザインタフェースとして図－2 に示した Pascal と同程度のものを考え設計した．ユーザインタフェースは使用経験を積まなければならない面があり，とにかく早急にプロトタイプ完成し，使用しながら改良していく必要がある．また，単に構造化エディタだけでは Modula-2 の機能を生かしきれないので文献 7）に示すような分離コンパイル



図－3　統合化環境

支援ツールやモジュール間の依存関係を図式表示するツールなどを統合化した開発環境（図－3）を目指す必要がある．

3．2　Modula-2 構造化エディタの実現

SG で構造化エディタを作成するには，1）言語の抽象構文　2）出力書式　3）テンプレートと変形コマンド　4）入力構文　5）言語の意味規則の順に SSL で記述していけばよい．以下にエディタを実現するための手続きについて述べる．

3．2．1　抽象構文の記述

抽象構文は SG がエディタを生成する際に核となる部分である．抽象構文は生成規則からなり次の形式で記述する．

$X_0 : OP(X_1\ X_2\ X_3 \cdots\cdots X_K)$;

ここで，*OP* はオペレーター名で，X_1〜X_K は文法の非終端記号に相当し，SSL ではフィラム（PYLUM）と呼ばれる．これは，文脈自由文法の

$X_0 \rightarrow X_1\ X_2\ X_3 \cdots\cdots X_K$

に対応させて書けばよい．

図－4 に Modula-2 のステートメント（文）に関する部分の一部を BNF で記述した例，図－5 にそれを基に SSL で記述した抽象構文を示す．

```
<stmnt_list> ::= <stmnt>  {  ';'  <stmnt> }
<stmnt>  ::=   <assign_stmnt>
                    ⋮
             |  <while_stmnt>
             |  <repeat_stmnt>
                    ⋮
<while_stmnt> ::= WHILE  <expr>  DO
                         <stmnt_list>
                  END
```

図－4　Modula-2 の BNF 記述例

```
list     stmnt_list;
stmnt_list  :    StatNil()
             |       StatList2( stmnt stmnt_list )
             ;
stmnt        :  Assign ( ident  expr )
                    ⋮
             |     While ( expr  stmnt_list )
             |     Repeat( stmnt_list  expr )
                    ⋮
```

図－5　Modula-2 の抽象構文記述例

3．2．2　出力書式の定義

出力書式の定義は，抽象構文木をテキストイメージに変換してユーザに分かりやすい形で画面に出力するために行う．

図－6 に Modula-2 のステートメント中の代入文と WHILE 文について記述した例を示す．

```
stmnt:   Assign    [ ^::= @  error " := "
                           @  assignError  ]
         |  While    [^:  "WHILE"   @  typeError
                      " DO "     "%t%n"
                        @        "%b%n"
                      "END"  ]
```

図－6　出力書式の定義

WHILE 文を例にとると，図－6 の記述により抽象構文はテキストイメージに変換されて図－7 のように出力される．

```
WHILE  <expr>  DO
     <stmnt>
END
```

図－7　画面表示例

3．2．3　テンプレートと変形名の記述

ここでは，あるオブジェクトに対するテンプレートを記述する．例えば，図－2(b)についての説明で「現在選択されているオブジェクトと置き換えることができる候補のリストがヘルプ窓に表示される」ことを示したが，この「候補」に当たる部分を記述する．

図－8 に記述例を示す．

```
transform      stmnt
     on     "assign"    <stmnt>:Assign(<ident>,<expr>),
     on     "while"      <stmnt>:While(<expr>,<stmnt>),
                              ⋮
```

図－8　変形名の記述

3．2．4　入力構文の記述

ここでは，出力構文とは逆にテキストイメージから抽象構文木に変換するための規則を記述するところであり，抽象構文におけるフィラムすべてについて，対応する入力構文を記述する．図－9 に記述例を示す．また，図－10に入力構文と出力構文（出力書式）がどのように関わっているかを示す．

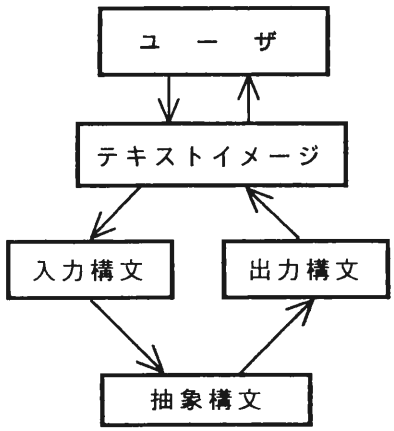
3．2．5　意味規則の記述

意味規則の記述は構文規則に静的な意味を付加し，プログラム編集時に静的意味上の誤りを発見できるよ

```
Stmnt_list   { synthesized     stmnt_list   abs}
Stmnt        { synthesized     stmnt   abs}
                    ⋮

Stmnt ::=           ⋮
      (WHILE  Expr  DO  Stmnt_list   END)
         {$$.abs  =  While(Expr.abs,Stmnt_list$2.abs)}
                    ⋮
```

図－9　入力構文記述例



図－10　入力構文 ― 出力構文

うにするために行う．例えば，Modula-2 の WHILE 文を例にとると

WHILE 〈expr〉 DO
〈stmnt list〉
END

で「〈expr〉は BOOLEAN 型でなければならない」などの型に関するエラー属性や，環境属性などを記述するのがこの部分である．図－11に Modula-2 における WHILE 文についてのエラー属性の記述を示す．

```
stmnt:      ⋮
            ⋮
        While  {
            local   STR   typeError;
            typeError =
                CheckTypes(expr.type,BoolTypeExpr)
                ?"(* Condition Must Be Boolean *)"
            :"";
        }
            ⋮
            ⋮
```

図－11　エラー属性の定義

4．おわりに

近年，エンジニアリングワークステーションを初めとするコンピュータのハードウェア，ソフトウェア両面に渡る進歩にともないプログラミング開発環境も進歩してきた．特に，ここで述べた SG は大画面のビットマップディスプレイとそれを支えるウィンドウシステムの下でこそ偉力を発揮できるシステムである．

我々が SG システムのライセンスを取得したのは1989年10月末であり，実験的に小さな言語を設計しエディタを作成した．今回は，この経験を基に Modula-2 のエディタに取り組んでいる．本文でも述べたが，本エディタが完成したら分離コンパイル支援ツールやモジュール間の依存関係表示ツールなどと組み合わせた統合化環境の構築に発展させていきたい．

なお，開発マシンは SUN 3／60である．

参考文献

1）Wirth, N., “Programming in Modula-2, 2d ed”, Springer-Verlag, (1983).
2）Ogilvie, J.(中村和郎訳)，“Modula-2 プログラミング”，マグロウヒル（1986）．
3）Reps, T. and Teitelbaum, T., “The Synthesizer Generator”, Proceedings of the ACM SIGSOFT/SIGPLAN (May 1984), pp. 42-48.
4）Reps, T. and Teitelbaum, T., “The Synthesizer Generator”, Springer-verlag, (1989).
5）Reps, T. and Teitelbaum, T., “The Synthesizer Generator Reference Manual, 3d ed”, Springer-verlag, (1989).
6）片山，篠田，他，“自分自身のためのプログラム言語の作り方”，サイエンス社，Computer Today 別冊　1988年11月号．
7）松野，平原，荒木，牛島，“分割コンパイル支援ツール ADAMAKE の設計と実現”，九州大学工学集報，第62巻第 3 号，(1989)．

オンラインマニュアル検索・提示システム に関する一つのアイデア

山　下　　巌

〈平成 2 年 9 月21日受理〉

An Idea on the Online Reference and Display System of a Manual

In this paper, an idea of the system is presented as follows. A database for the manual on some elementary computer operation is saved on the file server connected by the personal computer's network called by INLINE (made in NICHIBEI DENSHI Co., Ltd.). Then, a student will be able to refer and display a necessary learning item from the above-mentioned database on his personal computer terminal and master the computer operation by the study for himself.

This is not satisfactory system in this time. But, in the next time, I should like to improve to become the good system.

Iwao YAMASHITA

1．まえがき

情報化社会が進展する中で，本校の情報処理教育も多様化の道を模索しながら，一つの設備で 5 種類ぐらいのプログラミング言語教育を実施している．その中で，一つのクラスの学生が対象にするのは，一つの言語であり，それに対するマニュアルがその場で参照できれば好都合である．

そこで，本研究では現在本校で有している設備の範囲内で実現可能なマニュアル検索・提示システムの試作および将来的には実用化を計って行こうとするものである．

このシステムの実現により，学生が自学自習的にプログラム作成の自習をすることも可能であろうし，分厚いマニュアルを一つ一つ検索しなくても，参照事項の要点のみをこのシステムで参照すれば，懸案事項が解決できるであろう．

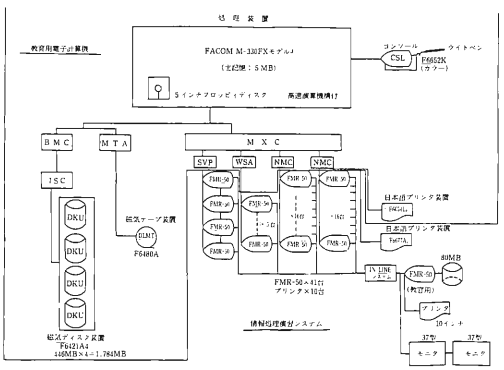
本論文は，4 節から成り，第 1 節は本節で「まえがき」，第 2 節では「本校の計算機のハードウェア環境とマニュアル検索・提示システムの概要と構造および使用法」を述べる．第 3 節で，「システムの今後拡充・改良すべき点」についてまとめる．第 4 節は「あとがき」である．

2．マニュアル検索・提示システム

2．1　本校パソコン室ハードウェア環境

本校には演習室 2 部屋に40台余りのパソコンと講師用のパソコン 1 台が設置されている．40台のパソコンと講師用のパソコンとは INLINE（日米電子株式会社製）と呼ばれるネットワークシステムによってネットが構成されている（図 1 参照）．

システム構成図



図－1　パソコンネットワークシステム

さらに，本ネットワークには80MB のハードディスクがファイルサーバとして付設されている．それ故，

講師用パソコン側から，いながらにして学生の演習状況のサーチができ，添削指導も可能であり，一方，講師の方から音声，データ，画像を学生側へ送信することが容易にでき，また学生が作成した演習用のファイルなどをファイルサーバに格納すること，あるいは格納しているファイルを学生が必要な時点でアクセスすることもできる．

このようなハードウェア環境を利用したマニュアル検索・提示システムを考案し，必要なときはいつでも手元のディスプレイまたはプリンターで，表示・プリントアウトして参照できるようなシステムを試作・実用化を計る．

ここで，報告するのはまだそれの途中段階でシステムとしては不十分ではあるが，その方法論とひとつの事例をあげて説明，記述する．

2．2　マニュアル検索・提示システムの概要

前述の通り，ファイルサーバを利用して，ファイルの保存，呼び出しが講師側と学生側とで自由にできるのがINLINEというパソコンネットワークの特徴である．

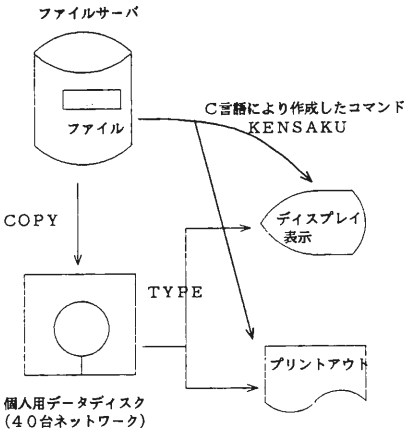
この特徴を生かして，マニュアルの内容をファイルサーバ上にデータベースとして保管しておけば，学生が必要なときに必要な部分を手元のパソコンのディスプレイ上あるいはプリンターへ表示・出力して参照することができ，教師の手を借りずにある程度自学的に，パソコンの利用法，簡単な言語の文法などを修得することが可能であろう．

INLINEというネットワーク上でファイルサーバを起動しておけば，MS-DOSライクなコマンド入力によってファイルサーバ上からファイルを検索することが可能であり，自分のフロッピーディスクに複写してあとで細かに参照することもできる．コピーできたファイルはディスプレイ上に表示するか，プリンターでプリントアウトするかは利用者の便宜上から工夫すれば良い．また，他方C言語を用いて，マニュアル検索からディスプレイ表示，プリントアウトまでを一つのプログラムとして作成し，システム化して，1コマンドでメニュー指示のもとに所要の目的を達成することができるようにした．

マニュアルとして盛り込みたい内容は「1．ディスケットをフォマットするには」「2．MS-DOS概説」「3．F-BASIC操作法」「4．PASCAL操作法」「5．C言語操作法」および「6．FORTRAN77操作法(PFD概説)」についての6項目のマニュアルのデータベースを蓄積したいと検討・研究試作中で，現在データベースについては完成半ばである．

2．3　マニュアル検索・提示システムの構造および利用法

本システムは2．2節で述べたように6項目についてのマニュアル検索・提示システムである．6項目のマニュアルのデータベースは80MBのハードディスク上にファイルとして保存される．講師用パソコンとファイルサーバは，常時電源を投入しておき，学生はネットワークを介して，いつでもファイルをアクセスすることが可能である．必要なファイルを自分で検索して自分専用のフロッピーディスク（データディスク）に，MS-DOSコマンドと似たCOPYあるいはTYPEコマンドを利用して，複写して参照または提示することができる（図2参照）．



図－2　本システム概念図

また，C言語を用いてEXECUTE形式のファイルを作り，コマンド化することにより検索を合理化できる．

利用の手順は後述の通りである．講師用パソコンとファイルサーバのハードディスクが利用可能状態であることを前提にする．

① 各利用者のパソコンでFBASICシステム（INLINEネットワークシステム付随）を起動させる．
② DIRコマンドでファイルサーバ上のマニュアル検索・提示用のデータベースのファイル名一覧を検索・表示する．
③ その中より，必要なマニュアルのファイルをCOPYまたはTYPEコマンドにより，自分のデータディスクに複写するか，ディスプレイ上

に表示するか，あるいはまたプリンターにプリントアウトするかしてマニュアルの内容を閲読する．

④ 他方，C 言語を用い，EXECUTE 形式のファイルで，必要ファイルのマニュアル参照プログラムを作成しているので，ひとつのコマンドで実行もできる．

```
#include<stdio.h>
#include <process.h>

   FILE *fp;
   FILE *fprt;

void sansyou(char *argv)
{

   char moji[80];     int cmoji;  int i=0;
   fprt=stdprn;
   fp=fopen(argv,"r");
 printf("file kara bunshou wo yomitorimasuYn");
 printf("Which do you display it on your crt or print it by your printer ? Yn");
 printf(" Answer the 1.(crt) or 2.(printer) !YnYn");
 scanf("%d",&cmoji);  clrscr();
if(cmoji==1){
while (fgets(moji,80,fp)!=NULL){ printf("%s",moji); ++i;
  if(i)20){ sleep(2); printf("Hit any key to continueYn");
getch();  clrscr(); i=0; } }  goto owari; }
 if(cmoji==2){
while (fgets(moji,80,fp)!=NULL){ fputs(moji,fprt);  }
  goto owari; }
owari:  fclose(fp);

}

main()
{
   int si; int ch;

clrscr();
     hajime:
       printf("Manual Index DisplayYn");
       printf("   1. The Method of Floppy Disk FORMATYn");
       printf("   2. Summary of how to MS-DOSYn");
       printf("   3. Operating Methods of F-BASICYn");
       printf("   4. Operating Methods of Turbo PASCALYn");
       printf("   5. Operating Methods of Turbo CYn");
       printf("   6. Operating Methods of FORTRAN77 ( Summary of PFD )Yn");
       printf("  Choose the referring number !YnYn");
       printf("  Input The number =");
  scanf("%d",&si);

   switch(si){
case 1:
sansyou("h:manual1");
case 2:
sansyou("h:manual2");
case 3:
sansyou("h:manual3");
case 4:
sansyou("h:manual4");
case 5:
sansyou("h:manual5");
case 6:
sansyou("h:manual6");
default:
    break;
   }

  printf("Do you refer another manual index ?Yn");
  printf("   Answer the 1.(yes) or 2.(no) !YnYn");
 scanf("%d",&ch);
   if(ch==1) goto hajime;

     owari:
    printf(" Normal terminate the manual reference system !!Yn");
sleep(1); printf("Hit any key to stopYn"); getch();
}
```

図－3　本システムのプログラム

マニュアルデータベースの一項目,「1．ディスケットをフォーマットするには」の，マニュアル検索・提示システムの C 言語によるプログラムのソースコードを図 3 に，その実行例を以下に示す．

実行例は，メニュー表示の遷移画面をもとに順に，簡単な説明をつける．

```
Manual Index Display
   1. The Method of Floppy Disk FORMAT
   2. Summary of how to MS-DOS
   3. Operation Methods of F-BASIC
   4. Operation Methods of Turbo PASCAL
   5. Operation Methods of Turbo C
   6. Operation Methods of FORTRAN77 ( Summ
  Choose the referring number !

  Input The number =
```

図－4　起動後の初期画面

図 4．は，KENSAKU コマンド起動後の初期メニュー画面で，マニュアル項目の内容表示と検索番号の入力が促される．

```
  Input The number =1
file kara bunshou wo yomitorimasu
Which do you display it on your crt or print
 Answer the 1.(crt) or 2.(printer) !
```

図－5　提示方法選択画面

図 5．は，検索番号入力後の，該当マニュアル項目のファイル呼び出しを実施し，その提示方法をディスプレイとプリンターのいずれで行うかの選択画面である．

```
file kara bunshou wo yomitorimasu
Which do you display it on your crt or pri
 Answer the 1.(crt) or 2.(printer) !

1
```

図－6　ディスプレイ表示指示画面

図 6．は，ディスプレイ表示を指示した画面である．

```
          ディスケットをフォーマットするには
    ***  （買ったディスケットを使えるようにす


[目的]
  ディスケット（フロッピーディスクともいう
りません。例えば、白紙のノートを買ってきた
かねばなりません。罫線を引くと言ってもディ
のではありません。ディスケットは磁性体でで
的に磁気を書き込むものです。これをフォーマ

[準備するもの]
  1．フォーマットしたいディスケット（新しく
  2．Ｆ－ＢＡＳＩＣシステムディスク（電算室
  にあります）。

[方法]
  1．Ｆ－ＢＡＳＩＣシステムディスクを０に入れ
  2．入力してくださいという表示がでたら、キー
      Returnキーを押します。そうすると画面にＡ
     ＤＯＳモードと呼びます。）
Hit any key to continue
```

図－7　マニュアル内容表示画面

図 7．は，検索したマニュアル内容がディスプレイに表示された画面例で，この場合は一画面に入りきれないので，続きを表示するかどうかの確認メッセージ

が最後に表示されている．

図８．は，続きの内容表示画面と別項目検索の意向の有無問合せである．

図９．は，別項目検索の意向ある時の初期画面表示である．

図10．は，別項目検索の意向無しのときの検索システム停止の確認画面である．

```
   ３．ＦＯＲＭＡＴ　Ｂ：と入力しＲｅｔｕｒ
   ４．メッセージに従い、１のスロットにフォ
       キーを何か押します。
   ５．ボリューム名を入れてくださいと言われ
       名前を入れます。いらなければそのまま
   ６．他のディスケットをフォーマットするか
       Ｎ（ｎｏ）かを押します。
   ７．６でＮを押せば画面にＡ＞が表示されま
       切ります。


Do you refer another manual index ?
   Answer the 1.(yes) or 2.(no) !
```

図－８　続きの内容表示と別項目選択画面

```
Do you refer another manual index ?
   Answer the 1.(yes) or 2.(no) !

1
Manual Index Display
   1. The Method of Floppy Disk FORMAT
   2. Summary of how to MS-DOS
   3. Operation Methods of F-BASIC
   4. Operation Methods of Turbo PASCAL
   5. Operation Methods of Turbo C
   6. Operation Methods of FORTRAN77 ( Summar
  Choose the referring number !

  Input The number =
```

図－９　初期メニュー画面

```
Do you refer another manual index ?
   Answer the 1.(yes) or 2.(no) !

2
  Normal terminate the manual reference syst
Hit any key to stop

B>
```

図－10　検索終了時のメニュー画面

３．マニュアル検索・提示システムの拡充・改良について

利用者が必要なとき必要な部分のマニュアルを自由にアクセスできるためには，本校の計算機ハードウェア環境に見合うだけのマニュアルのデータベースが整備されることが必要条件である．その点から考えると，本研究では，それは半ばしか達成されていない．今後は，本校で使用できるソフトウェアについてのマニュアル資料のデータベース化を早く確立すべきと思っている．

マニュアル検索・提示システムもメニュー方式として一応作成はしておるが，モノトーンであるのでカラーをもちいて見映えが良くなるように改良を重ねて，選択操作が容易にできるようなシステムへの改良を計ることが，パソコン操作に不慣れな初心者がこのシステムを一番必要とすることを考えれば，重要であろう．この点についても改良を研究中である．

とにかくも，今回はマニュアルの随時検索と提示法の方法論を簡単な事例をもとに提案したのみである．今後，上記の拡充・改良点を完成させ，完璧なシステムとして稼働に漕ぎつけたい．

４．あとがき

本研究は，初心者が分厚いマニュアルを参照していくには，かなりの要領と計算機に関する予備的な略語知識がないと読みこなせないのが現実で，その困難を解消する方策として思い付いた考案である．

そこで，本研究においては簡単ではあるが，初心者向けに基本的なパソコン操作の技術を自学的に獲得できるよう，パソコンの基本的操作についてのマニュアルを，ハードディスク上にファイルとしてデータベース化して，それを参照しながら，操作を覚えていけることを目指した．システムの完成はまだ不十分であるが，その考え方をまとめておく意味で，ここに方法論のみを整理した．そして，今後の拡充・改良点を洗い出し，完成したシステムとして来年度には実用化するつもりである．

おな，Ｃ言語における文字列の取り扱いについては，電子情報工学科堤豊講師に御教示願った．ここに記して謝意を表します．

参考文献

１）Borland：Turbo C　ユーザーズガイド　バージョン　２．０（FMR シリーズ），1989

２）Borland：Turbo C　リファレンスガイド　バージョン　２．０（FMR シリーズ），1989

３）日米電子株式会社：パソコン用ネットワーク制御装置取扱説明書，1988

４）河西朝雄著：Turbo C初級プログラミング上，下，技術評論社，1988

研究ノート

1909年「開発及び道路改善基金法」分析

高　田　　実

〈1990年 9 月21日受理〉

An Analysis of 'the Development and Road Improvement Funds Act 1909'

The purpose of this note is to show on what point 'the Development and Road Improvement Funds Act 1909' had importance in the context of the Liberal's imperialistic policy before the First World War. For that purpose, I summarized the contents of the Act, then clarified the points at issue on the Act in the parliamentary debates. From that analysis, I got the following results.

(1) The Act was closely related to the structure of British Imperialism, heavily depended on the overseas investment. As a great deal of overseas investment had resulted in the shortage of domestic capital, which had casused the problems of rural depopulation and uran unemployment, some solutions were needed at that time. The Liberal Government expected the Act to deal with these two problems at the same time.

(2) The Act must be interpreted in relation to the followings ; a) the centralization of finance and administration under the Liberal Government, b) the Small Holding and Allotments Act 1908, to create small holders of Denmark type, c) Irish Land Acts 1903, 1908, d) the realisation of the 'betterment principle' by means of 'recoupment', e) the genesis of 'Employment Policy'.

Minoru TAKADA

I　はじめに

1909年 4 月29日，蔵相ロイド・ジョージ D. Lloyd-George は「人民予算」People's Budget 予算演説 Budget Statement において国内開発と道路改善に言及し，この部分は同年12月に「開発及び道路改善基金法」Development and Road Improvement Funds Act という法律として成立する（以下「開発法」と略記）．同法の存在に触れたこれまでの研究としては，①エドワード期政治史，とりわけ当該期の自由党の性格分析の観点からする急進派の国内政策のひとつとしての言及やロイド・ジョージの伝記における位置づけ[1]，②財政史の観点から人民予算の歳出費目のひとつとしての開発計画の存在に触れた研究[2]，③「土地問題」の観点から小農創設や土地課税運動との関連で検討している研究[3]，④失業政策史研究の中で「雇用政策」の萌芽的形態として位置づけた研究が存在するが[4]，いずれも特定の観点から同法の一側面に光をあてたものにすぎず，史料紹介を除いてはこの法律自体に即した本格的研究は存在しないといってよい[5]．しかも，同法成立期がイギリス帝国主義の確立期であり，自由党政権の下で帝国主義政策が本格的に展開し始めた時期であるという段階的特質との関連において同法を位置づけた研究はごく一部にすぎない．イギリス帝国主義に関する最も総括的な研究業績たる吉岡昭彦氏の『近代イギリス経済史』においても，同法については全く言及されていない[6]．もちろん同法の歴史的意義を過大評価するつもりはないが，1909年が1907年恐慌により深刻化した国内的諸問題，とりわけ社会・労働問題に対する自由党的改革の収穫期であることを考える時，同法もその中で位置づけられなくてはならないであろう．その意味で「政策体系の総括的把握」の中で同法はどのように位置づけられるのかということを大きな問題関心としながら，本稿はそのための中間的サーヴェイである．

このような研究史の状況を踏まえ，本稿では議会討論を中心とした同法の成立過程と法律の内容という，法律それ自体に即した検討を行なうことによって，同法の歴史的意義を明らかにする上で不可欠となる視点を提示したい．いわば，法律それ自体から，同法の成立を必要ならしめた背景を逆照射することが本稿の課題となる．それを通じて，自由党政権の国内政策の性格理解の一視点を獲得したい．その際，何よりもイギリス帝国主義の構造的特質との関連に留意することが

重要となってくるであろう．

以下，まず法律の内容そのものを明らかにした上で，原法案が議会の審議過程においてどのような討論と修正を経て成立したのかを追跡することにより上記の課題へ迫りたい．

註

1） H. V. Emy, *Liberals, Radicals and Social Politics 1892-1914* (Cambridge UP, 1973), pp. 187-188 ; G. L. Bernstein, *Liberalism and Liberal Politics in Edwardian England* (Allen & Unwin, 1986), pp. 126-127 ; J. Grigg, *Lloyd George : The People's Champion 1902-1911* (University of Californis Perss, 1978), pp. 191-192 ; T. Jones, *Lloyd George* (Oxford UP, 1951). p. 37.

2） B. K. Murray, *The People's Budget 1909/10 : Lloyd George and Liberal Politics* (Oxford UP, 1988), pp. 146-147, 172, 201-202.

3） A. Offer, *Property and Politics 1870-1914 : the Landownership, Law, Ideology and Urban Development in England* (Cambridge UP, 1981), pp. 359-360 ; 佐藤芳彦「研究動向　A. オッファー『財産と政治　1870年-1914年』をめぐって」，『西洋史研究』，新輯14号，1985年；同「『人民予算』における土地課税の成立」，同誌，新輯第6号，1977年，29頁（以下，「土地課税」と略記）；B.B. Gilbert, 'David Lloyd George : Land, the Budget and Social Reform', *American History Review*, 81, 1976, pp. 1063-65.

4） J. Harris, *Unemployment and Politics : A Study in English Social Policy 1886-1914* (Oxford UP, 1972), pp. 334-347 ; J. Tomlinson, *Problems of British Economic Policy 1870-1945* (Methuen, 1981), pp. 77-78 ; G.C. Peden, *British Economic and Social Policy : Lloyd George to Margaret Thatcher* (Philip Allen, 1985), pp. 33-34（美馬孝人・千葉頼夫訳『イギリス経済社会政策史』，35-36頁）；拙稿「第一次大戦前におけるイギリス労働党の失業政策論 ── 『労働権』法案を中心として ──」，『西洋史研究』，新輯14号，1985年，77～79頁．

5） C. Hayes, *British Social Politiecs : Materials Illustrating Contemporary State Action for the Solution of Social Problems* (Books for Libraries Press, 1st pub. 1913, rep. 1972), pp. 314-346. 因みに同書においては，本法は「住宅及び土地問題」の章に編入されている．

図1　1909年「開発及び道路改善基金法」条文構成

第一部　開発
- 1　特定目的のために大蔵省により貸出されうる
- 2　開発基金の設置
- 3　開発委員会の構成
- 4　開発委員の権限と義務
- 5　特定目的のための土地獲得権限
- 6　農業及び農村工業の定義

第二部　道路改善
- 7　道路局の設置
- 8　道路局の権限
- 9　道路局によって建設される道路に関する諸規定
- 10　公道当局による新道建設に関する諸規定
- 11　土地の獲得
- 12　道路局の費用と収入
- 13　借入権限
- 14　議会に対する年次報告
- 15　ロンドンに対する適用
- 16　スコットランドに対する適用
- 17　アイルランドに対する適用

第三部　一般
- 18　雇用の状況と見通しを配慮する義務
- 19　公有地及び空き地に関する諸規定
- 20　略称

付帯条項

〔典拠〕 *The Chitty's Statutes,* vol. 16, 1909, pp. 640-651 より作成．

6） 吉岡昭彦『近代イギリス経済史』（岩波書店，1981年），第5章～第7章．

II　「開発及び道路改善基金法」の具体的内容

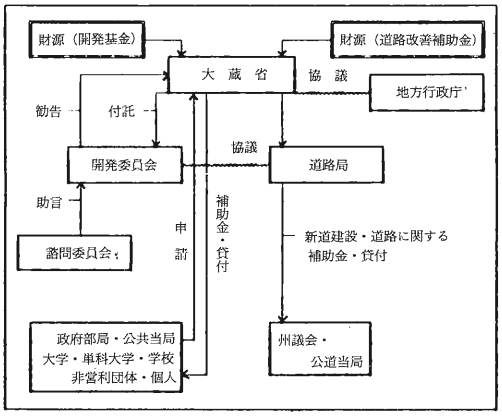
時間的には前後するが，まず成立した「開発及び道路改善基金法」の具体的内容を明らかにしておきたい．

法律の正式名称は「連合王国の経済発展と連合王国の道路改善を促進する法律」An Act to promote the Economic Development of the United Kingdom and the Improvement of Roads therein であり，全体の条文構成は図1に示したように，第一部「開発」，第二部「道路改善」，第三部「一般」の三部から構成され，それに「付帯条項」Schedule が付いている．前二者で「開発基金」Development Fund，「道路改善補助金」Road Improvement Grant それぞれの具体的運用が規定され，第三部では両者に関係する一般的規定がなされている．以下，各部毎に少し詳しく法律の内容を見て行きたい（図2参照）[1)2)]．

(1)　第一部　開発

まず機構に関しては開発，道路とも責任部局は大蔵

図２　1909年「開発及び道路改善基金法」概念図



〔典拠〕*Citty's Statutes vol.* 16, pp. 640-651より作成.

省であるが，開発に関しては，任期10年で５名の「開発委員」Development Commissioners が国王によって任命される．この委員は２年毎に一人ずつ改選され（重任可能），うち二人が有給で3000ポンド以内の給与を受ける．委員会の決定は多数決で行なわれ，必要な事務官を任命できる．開発委員，事務官の費用はすべて大蔵省による監督の上，開発基金から支払われる（第３条）．また必要な場合には，開発委員会は「諮問委員会」advisory committee を任命し，助言をうけることもできる（第４条）．

以上の機構を前提として，この開発委員会が運営の要となり，大蔵省が後述の「開発基金」を運用することによって，以下のような補助・貸付政策を展開する．第１条(1)項が規定するように，「大蔵省は，本法の下で任命される開発委員の勧告に基づいて，政府部局に対して，あるいは政府部局を通して，公共当局，総合大学，単科大学，学校，乃至は営利目的で経営されていない組織，人々の集まり，会社に対して，補助金方式か，借入れ方式によって，あるいは部分的に一方，部分的に他方によって，彼らが適切と考える条件に従って，以下の目的のために貸出を行う make advances ことができる」のであり，その目的として，(a)農業・農村産業の援助及び振興（調査，教育，試験的事業，農業技術，協同組合，小土地保拡張），(b)森林（調査，試験的事業，植林のための土地購入），(c)土地改良，灌漑，(d)農村交通改善（軽便鉄道含む），(e)港湾建設・改良，(f)国内水運施設の建設・改良，(g)森林開発・改良，及び「連合王国の経済発展を促進するように意図されたその他のあらゆる目的」があげられている．但し，1908年の「小土地保有・分与地法」Samll Holdings and Allotments Act に関連する貸出は，同法の規定を逸脱しない限りで認められた（第１条(3)項）．この目的から明らかなように，同法は主として農村地域と交通手段の改善を対象としている．具体的には，貸出の申請は大蔵省に対してなされ，申請を受けた大蔵省は，申請者が政府部局の場合は開発委員会に付託し，申請者がその他の団体，個人の場合には，関係政府部局に送付され，同部局の報告書を添えて開発委員会に付託される．付託された開発委員会はすべての申請について検討し，大蔵省に報告するが，必要ならば同委員会が調査する．その際，開発委員会は前述の諮問委員会に申請について助言を求めることもある．また，開発委員会は貸出がなされる事項に関して独自の計画を作成できる権限も有する．なお農村交通改良への貸出に関しては，第二部の「道路局」Road Board との協議が義務づけられる．このようにして，開発委員会は貸出申請事項に関して大蔵省へ勧告するが，その手続きに関しては大蔵省に年次報告書を提出し，それが大蔵大臣によって議会へ提出されて，議会のチェックを受けねばならなかった（第４条）．

上記の開発基金の基本的運営に付随して，開発委員会には重要な権限，すなわち強制的土地獲得命令発行権限が付与されていた．これに関係した第５条では，次のように規定されている．「本法のこの部（第一部）下で土地の獲得を含む目的に対して貸出がなされるところでは，貸出がなされる政府部局，申請団体，個人は，その目的のために土地を獲得及び保有できる．もし合意による土地獲得が不可能な場合には，申請者は開発委員会に対して，彼らが本法の付帯条項の規定に従って，強制的に土地を獲得できるような権限を与える命令を申請することができるし，委員会はこのような命令を作成する権限を有する」と．こうして，公園，庭園，娯楽地，住居付属地，地方当局資産，鉄道・ドック・運河・水道等公共施設，遺跡などを除く土地を強制獲得する可能性までも規定された．もっとも，この権限の濫用を制約するために，同一所有者乃至占有者からの不当量の土地獲得の禁止，一部分獲得の場合の付属農業施設との関連への配慮，更に獲得予定地における農業労働者，被雇用者の雇用確保への配慮などの制約が開発委員会に課せられていた（第５条）．

このような運営の軸心をなすのは何といっても開発基金の保証にあるが，これについては次のように規定されている．貸出は新設の開発基金からなされ，その財源としては，(a)「時につけ議会によって，本法の当部のために規定される金」（議定費，1909年度は20万ポンド），(b)「本条下において統合国庫資金 the Consolidated Fund から支払われる金」（既定費），(c)貸付返済金・利子，貸出支出による収益，の三つの財源が規定される．このうち既定費からは，1910年度及びそれ以

降の4年間に毎年50万ポンド，計250万ポンドの支出がなされる．同基金の運用に関しては大蔵省が一切の責任を負い，同省は前年度3月末日までの収支を翌年度9月末日までに会計検査院に提出し，それを会計検査院が確認した上で，大蔵省は翌年1月末日までに議会に収支報告を提出して，議会のチェックを受けることになっていた．また大蔵省は同基金を他の証券に投資して運用する権限も与えられていた（第2条）．

⑵　第二部　道路改善

第二部の目的は，後述の「道路改善補助金」により道路の改善を行なうことにあるが，運営機関として「道路局」が設置される．同局の構成員は，第一部の開発委員会と違って，その数及び人選は完全に大蔵省に任され，「大蔵省によって任命される」のであり，議長と副議長の二人だけが有給であった．第一部同様，同局は必要な事務官を任命でき，有給局員と事務官の給与は道路改善補助金から支出された（第7条）．

道路局は，開発委員会と異なって行政的権限を有する団体であり，大蔵省の認可の下に，⑷新道建設，既存道路改善に関して州議会及び「公道当局」highway authoritiesへ貸出を行なう権限と，⑹「道路交通促進のために必要であると道路局に思われる」新道を道路局自身が建設・維持する権限を有していた．まず前者については，道路局が地方の公道当局による新道建設を認可し，自らの規定する期間と条件で一定額を貸出すが，それ以外の費用は地方公道当局（＝地方議会）の負担となる（第10条）．他方後者の場合には，事前に大蔵省が地方行政庁と協議し，新道建設の通告が道路局によって地方公道当局に対してなされ，その意見が聴衆された．その上で道路局は地方公道当局と同じ権限で新道を建設し，維持することになっていた（第9条）．その際，道路局による新道建設に関連する費用は，収入の3分の1以内という制約があった（第8条⑶項）．要するに，地方を主体とした道路の建設・維持とそれへの財政援助という原則を維持しつつも，必要な場合には道路局自身が地方の利害に抵触しない形で新道の建設・維持に乗り出した．道路局の活動については，開発委員会同様の方法で議会への年次報告が義務づけられた（第14条）．

ところで，この道路の建設・維持のためには用地の獲得が必要となるが，それに関しては第一部の開発委員会の土地強制獲得権が利用された．すなわち，地方公道当局は道路の建設・維持に関して土地を獲得でき，道路局の場合は，大蔵省が同局による道路建設を認可する時に，道路局は道路敷地と共に道路の中心から片側220ヤード以内の土地，すなわち440ヤード以内の土地を獲得する権限が与えられたが，道路局，地方公道当局の「合意による土地購入」が不可能な場合には，開発委員会に「土地を強制的に獲得できる権限を与える命令を申請することができ」た．また，道路局にはこうして獲得された土地を販売，リースして，運営する権限まで与えられた（第11条）．

以上の道路行政を支える財政基盤として「道路改善補助金」が設置されるが，その財源について条文自体に明確な規定はないが，同年予算の規定から新設のガソリン税と引き上げられた自動車免許税の合計60万ポンドを財源にあてた．また，道路局は複数の年次にわたる支出については，道路改善補助金を担保として，利子を含めた弁済額が毎年200万ポンドを越えない範囲で借入れをすることができ，その弁済に道路改善補助金だけでは不十分な場合には，統合国庫（既定費）から支払われることになっていた（第13条）．道路局の全費用は道路改善補助金から支出され，全収入は同勘定に入る．同補助金の運用については，第一部の開発基金と同様の方法で，その報告が会計検査院の検査を経て，大蔵省によって議会へ提出される（第12条）．

⑶　第三部　一般

この部では法律全体に関する一般的規定がなされている．第19条は土地強制獲得が適用されない共有地・空き地に関する補足規定であるが，第18条は同法の性格理解の上において重要であり，以下のように規定されている．「本法の下におけるかなりの規模の労働者の雇用を含む事業に関する貸出金advancesの認可，執行，貸付に関して，無理なく実行できる限りにおいて，雇用の全般的状況と見通しに対して配慮が払われるべきである」．こうして，開発・道路事業と失業問題との関連が意識される．

⑷　付帯条項

ここでは土地の強制獲得に伴う細則が規定されている．「企画者」undertakersが所定形式の「命令草案」draft orderを提出し，土地獲得関連法の規定に従って，それらの諸法が適用されることで土地が獲得される．まず調停官が任命され，同人が強制購入費用を決定するが，その際調停官は強制購入に伴う付加的手当を認めないこと，強制購入により同一所有者へ利益が偏らないようにすること，部分購入の場合のその他の土地・施設に強制購入が影響しないこと，これらを配慮しなければならなかった．

註

1）9 Edw. 7, c. 47, in *The Chitty's Statutes,* vol. 16, pp. 640-651.　以下，法律の内容は同書による．

2）前掲拙稿（77～79頁）では本法の内容要約に不正

確なところがあり，失業問題という特定の視点からの理解という制約があった．

III 「開発及び道路改善基金法」の成立過程

前節では法律の内容そのものを些か詳しく紹介してきたが，それは同法の成立過程で論じられた論点との関係を明らかにするためであり，それを検討することによって，われわれは同法の歴史的意義の検討に必要な視点を確定することができるようになるであろう．以下，この法律の成立過程で議論された論点を明らかにしたい．

(1) 1909年 4 月29日ロイド・ジョージの予算演説

冒頭に記したように，この法律の起点は 4 月29日蔵相ロイド・ジョージの「人民予算」予算演説にある[1]．そこでの支出費目についての説明は，海軍費，老齢年金，保険問題，失業問題の順序で行なわれ，その後を受けて失業問題との関連から開発計画の説明がなされる．彼は次のように述べる．「結局のところ，社会と失業者自身の双方のためには，後者（失業者）が最も巧妙に計画された保険計画から給付を引きだしているよりも，後者が収益のある仕事に雇用されることが，明らかによりよいことである．この国は小さい ── 私はそれは世界で最も小さな大国であると思う ──．しかし我々は，健康的で生産的な雇用のために，その可能性を決して使い尽くしてはこなかった．仕事を創出することは政府の機能の一部ではない．しかし，人々が自分自身の国をできるたけうまく利用するようにすること，人々が自分自身の国をできるだけうまく利用することを認めること，そしてもし必要ならば，人々が自分自身の国をできるだけうまく利用するのを援助すること，これらのことに目を配ることは政府の仕事の不可欠の一部分である．……（略）……国家はその投資に関して，個人よりもより長期的でかつより広い見地に立ちうるし，立つべきである．国家自身の領域の荒廃した，やせた土地への再定住 resettlement は，国庫にその全費用を弁済するような直接的収益をもたらさないかもしれない．しかし，その資源の間接的な豊富化は，なんらかの明白で直接的な損失に対してより以上に国家に見返りを与える．個人は待つことはできないが，国家にはそれができる……（略）……この国を北から南へ，西から東へ行ったり来たりしたことのある人なら，このような密集した小さな島国において，潜在的な非常に多くの荒廃地や空き地があるのを見つけて当惑したに違いない．この国にはかつてほど耕されていない不毛の巨大な土地が，また1000年前よりも少ない人々に生活の糧を提供している巨大な土地がある．それらは海外では利益のある木々で覆われていたり，高度の耕作状態にさえある土地である．我々は，我々自身の国の資源を開発する点においてもっと多くのことをしたいと望む……（略）……．放置され忘れられたイギリスの土地への再定住のためには，なすべき多くの事がある．我々は過去 2 ～ 3 年間，我々が妨げたくはない事業に年間20～30万ポンドの金を支出してきた．私は，それがかなり大量の困窮を救済し，それが一時的移動や一時的便宜としてなされうる最良のことであることには疑いを持たない．……（略）……しかし，依然としてそれは浪費的支出である．時には，私は何かよいことをしたということに疑いを持たないが，あなたがたが仕事を創出するためだけにそうした時はいつでも，それは浪費的である．我々がこの問題における我々の責任についてより広い見地に立つ限り，我々は金ははるかに一層有益かつ利益的に支出されうると考える」[2]．

こうして，失業者への雇用提供という観点を含みつつ，国家的投資による開発事業の有効性が提起される．その具体的内容として，植林事業があげられる．イギリスの植林率は 4 %で，ドイツの26%を始めとしてヨーロッパ大陸から大きく遅れている現状にある．ドイツでは森林維持への支出によって加工業も含め400万人の人々の生計の維持に資しているが，イギリスも植林のために適する気候，土壌があり，ドイツ同様の効果を期待しうる故に，植林の試験的事業への着手が必要となっている．また農業に関しては，諸外国に比して農業奨励のための支出が非常に少ない状況にあり，食料の多くを輸入に頼っているが，輸入農作物の多くは国内で生産可能であり，このための支出を増やせば「豊富な食料」，「民衆にとってより安く，より良質な食料」を供給できるようになる．それは，統一党の主張する関税改革による「高い食料」よりも優れた政策であることが主張される．こうした農業振興策のための財政処置として，これまでの補助金を開発基金に統合し，それに20万ポンドの付加的金額が追加されるようにすること，またこの基金を統括する委員会に植林のような初期に多額の資本投下を必要とされる事業への借入権限が付与されること，更に全財政余剰金が開発基金に振り込まれること，これらの提案がなされた．こうして，これまで「人的資源の浪費」によって「世界史上ほとんど比類なく蓄積された富」を目の前にすることができたが，今やそのような浪費がやめられるのである[3]．

この開発計画に続いて，自動車交通と道路維持についての説明がなされる．イギリスの自動車産業は優秀

で市場競争力を有しており，今後の発展が期待されるが，そのための障害として道路維持問題がある．これまで道路行政は地方に依存してきたが，自動車の増大により地方の道路維持費は急増して国家的な道路行政が必要となっており，また住民の観点からは交通粉塵や交通事故の被害がでてきており，道路維持は「中央政府にとって即座の関心を要求する問題」となっている．このような国家の道路行政の欠陥に対して，自動車運転手自身によって負担される，経常支出とは区別された特別基金を設置し，それを利用して道路の維持・建設を行なうこと，更に道路建設による不労増価や収益を同特別財源に再利用することが提案された[4]．

こうして開発及び道路改善基金法の骨格が提示されたのであるが，ここで注意すべき点は，①国家の物的・人的資源の浪費を国家の財政処置により回避し，国家的開発事業を行なおうとすることがロイド・ジョージの第一義的課題であったこと，②逆に言えば，失業「救済」的公共事業自体は「浪費的」として否定され，開発事業に付随するものとして，すなわち経済開発の結果として雇用促進が意図されていたにすぎないこと，③農業を中心とする開発計画は「安いパン」供給へと帰結することで，統一党の関税改革論への対抗策としての意味合いも有していたこと，④「不労増価還元原則」が念願に置かれていたこと，これらの点である．

註

1）同法の起源については，筆者の準備不足から明らかにできなかった．ここではあくまで法律の成立に至る直接的過程に限定して検討したい．ただ，ここでの開発計画関連して注目すべきは，1908年末にチャーチル W.S. Churchill が提案した「社会的組織化」計画として掲げた項目である．(1)職業紹介所と失業保険，(2)国民健康保険と並んで提起されたのが(3)植林や道路のような「特殊な拡張可能性のある国家的産業」であった．G.C. Peden, *op. cit.*, p. 22.

2）*Parliamentary Debates, House of Commons*, 5th ser., vol. Ⅳ, 1909, cols. 489-491. 以下，*Parliamentary Debates* に関してはすべて1909年のものであり，'5th Ser'.と年号は省略し，巻数のみを表示し，庶民院は*'Commons'*，貴族院は*'Lords'*と略記する．

3）*Ibid.*, cols. 491-495.

4）*Ibid.*, cols. 495-498.

(2) 法案の提出と議会討論の論点

4月の予算演説での提案は閣内の準備を経て法案化

図3　1909年「開発及び道路改善基金法案」条文構成

第一部　開発
1　特定目的のための貸出権限
2　開発基金の設置
3　諮問委員会の構成
4　農務省の特定目的のための土地強制獲得権限
第二部　道路改善
5　道路局の設置
6　道路局の権限
7　道路局によって建設される道路に関する諸規定
8　公道当局による新道建設に関する諸規定
9　土地の獲得
10　道路局の費用と収入
11　借入権限
12　議会に対する年次報告
13　自動車交通の定義
14　スコットランドに対する適用
15　アイルランドに対する適用
第三部　一般
16　雇用の状況と見通しを配慮する義務
17　略称
付帯条項

〔典拠〕*Bill 312*, 1909より作成．

され[1]，8月17日に法案提出の意図が示された後[2]，8月26日ロイド・ジョージによって覚書とともに議会に上程された[3]．政府提出の法案の条文構成は図3の通りであるが，成立した法律の条文構成（図1）との相違に留意しつつ政府原案の特徴をあげれば次の点が指摘できる．①最大の特徴は政府原案では「開発委員会」が規定されていないことである．政府原案では，大蔵省が自らの任命で諮問委員会（複数の可能性あり）を設置し，大蔵省に対してなされた貸出金の申請を付託し，貸出の前にその勧告を検討することになっていた．従って，当然ながら開発委員会の権限と義務に関する条項もない．②開発基金からの貸付対象者に関しては「政府部局に対して，あるいはそれを通じて」という規定だけで，政府部局以外の貸付対象者が明確になっていない．③これと関連して第一部の土地強制獲得の主体が，原案では「農務省あるいはアイルランド農業・技術教育局」the Board of Agriculture and Fisheries, or the Department of Agriculture and Technical Instruction for Ireland という政府部局に限定されていること．④第二部に関しては，実現した法律では道路局の権限，とりわけ土地強制獲得権に対して諸条件が付加され，権限の制約が大きくなっている[4]．

この政府提案を受けて，9月6日庶民院の第二読会で議論が開始された．冒頭ロイド・ジョージは上述の

予算演説をもって法案提出理由に代えるとして，即座に討論に入った[5]．この第二読会では法案の原則に係わる議論がなされ，9月15～30日の「常設委員会C」Standing Committe C での逐条的討論を経た後[6]，10月7・8日の両日庶民院での「報告会」Report，第三読会が行なわれ[7]，貴族院に送られる．貴族院では10月14日の第二読会での原則に関する簡単な討論の後，10月21，26日の全院委員会，第三読会で法案を骨抜きにしようとする多数の法案修正が行なわれるが[8]，11月25日この貴族院修正を庶民院はことごとく否定し[9]，結果的には12月1日の貴族院の再討議を経て[10]，12月3日に法律が成立する[11]．こうして自由党の議会内多数を背景に比較的スムーズに法律が成立する[12]．議会審議の各段階では，ほとんど同じ論点をめぐって討論が繰り返されているので，以下論点ごとに問題を整理したい．

まず第一に機構に関しては，自由党が大蔵省を統括部局として，開発については諮問委員会，道路改善については道路局という「大蔵省により任命される」新設の国家機関の役割に期待しているのに対して，統一党は開発，道路改善双方とも地方当局を中心として既存の機関で充分対応できるのであり，新たな国家機関の設置による行政機構の拡張は，議会統制を弱め「官僚制的統制」を招くとともに，諮問委員会（後に開発委員会），道路局の自由裁量的運営により，自由党が自己の政治的支持獲得のために補助金を利用することで政治的汚職を生み出すとして激しく反対した．これに対して，ロイド・ジョージは国民の信頼を得る有能な人々で構成される諮問委員会は大蔵省への抑制機能を果たし，汚職を防止することができるとしつつも，統一党の批判に応えるために，政府は明確な権限を規定されていない諮問委員会を改めて，大蔵省に対して比較的強い発言権を持つ「独立の」開発委員会の設置を常設委員会で修正提案し，この開発委員会の設置と権限・義務に関する条項が新たに規定された（図4，第3条，第4条）．この結果，大蔵省は「開発委員会の勧告に基づいて」貸出を行なうことになった．しかし，統一党の反対はこれによっても緩和されず，自由党による開発委員会の大蔵省，議会からの「独立」の約束にもかかわらず，同委員会が大蔵省へ勧告する以前に議会の承認を得ることを要求し，貴族院ではその修正案を可決する．この修正案は法の運用のメリットを削減するものとして庶民院で否決されるが，貴族院は開発委員が「大蔵省による任命される」のでなく，国王により任命されるものとすることに成功する[13]．

次に道路局に関しては，道路の中央監督局自体の必要性はある程度共通に認められていたように思える．

図4　「開発及び道路改善基金法案（常任委員会C修正）」条文構成

第一部　開発
1　特定目的への貸出権限
2　開発基金の設置
3　開発委員会の構成
4　開発委員の権限と義務
5　特定目的のための土地獲得権
6　農業及び農村工業の定義
第二部　道路改善
7　道路局の設置
8　道路局の権限
9　道路局によって建設される道路に関する諸規定
10　公道当局による新道建設に関する諸規定
11　土地の獲得
12　道路局の費用と収入
13　借入権限
14　議会に対する年次報告
15　ロンドンに対する適用
16　スコットランドに対する適用
17　アイルランドに対する適用
第三部　一般
18　雇用の状況と見通しを配慮する義務
19　公有地及び空き地に関する諸規定
20　略称
付帯条項

〔典拠〕*Bill 330*, 1909より作成．

しかし統一党は，開発委員会との重複回避という「経済性」の観点から道路局そのものの存在を否定する議論を展開している．これに対して，自由党は開発委員会と道路局の性格の相違，すなわち前者が貸出申請の判定を行なう「判定的」judical なものであるのに対して，後者は自らが運営の中心となる「行政的」administative なものであり，道路に関する特別の知識を要することから，両部局の一元化に反対した．更にこの議論の中で注目すべきは，道路局設置賛成に立ったデーヴィッズ卿 Lord St. David's of Roch Castle の発言である．彼は国内的な反乱への対応という視点からであるが，「軍事的目的」のためにも道路の整備と責任当局として道路局が必要とされてきており，「軍事改良家」の間でもそのような議論がなされていると指摘している．このようにして，統一党は「自由党はかつては人民，議会の英知，地方自治の利点を確信していたものだが，しかしながら今やこれらのすべての古き信条が徐々に捨て去られつつある」として，地方を中心とした既存の機構と議会統制による開発行政を期待する[14]．

第二に，貸出対象者についてであるが，原法案には

「政府部局に対して，あるいはそれを通じて」という規定だけであったが，この曖昧さを庶民院第二読会で突かれ，常設委員会において「政府部局を通じて，公共当局，総合大学，単科大学，研究所乃至は営利を目的としない人々の組織や会社に対して」という形で明確化され，庶民院報告会で「研究所」が削除された後，貴族院での修正により「学校」schoolが追加された．議会ではこの「営利目的で経営されていない」'not trading for profit'という文言の挿入が議論の対象となった．統一党はこの文言削除の理由として，営利団体に補助金を交付した方が事業としてより成功すること，またそれによる利潤を開発基金に入れることで再投資資金が増大することをあげたが，政府は公金を私的利潤のために使うのは適切でなく，あくまで公的目的のために利用すべきであると主張して修正案を否定した．またここでは，協同組合や農業組織協会を貸出対象者とするか否かという議論が，後述のアイルランド土地法を前提として展開されている．統一党が両団体は営利団体として補助対象から排除されるかどうかと質問したのに対して，自由党側は協同組合は営利団体であるとして補助対象とならないと否定したが，農業組織協会に関しては自由党が営利団体でないと認めたにもかかわらず，アイルランド国民党のディロンJ. Dillonは，アイルランドの経験を基に，農業組織協会は間接的に営利を営んでおり，補助金を与えるべきでないと反論したのである[15]．

第三に，貸出目的については，「第一部　開発」ではほとんど原案どおりであるが，原法案ではその順番が１番目「植林」，２番目「農業」であったが，法案の性格を的確に表わすために庶民院報告会でこの順番が入れ換えられた．同法案はまさに「農業法案」であった．色々な利害から具体的な補助対象の追加（水道，軽便鉄道など）が要求されたことを別とすれば，統一党は補助目的に関連して，まず原則的なところでは，「連合王国の経済開発を促進するように計算されたその他のいかなる目的に対しても」という言葉に示されるように，開発に関して掲げられた目的はあまりに「曖昧」かつ「広範」であり，それが「既定費」から支出されるということは政府の思い通りの支出を許すことになり，ますます大蔵省の独走を認めることになると批判した[16]．

ついで，具体的な目的に関して最も議論が沸騰したのは「農業」についてであったが，その論点は以下の五点であった．①ロイド・ジョージはこの法案の主要な目的を次のように述べている．イギリスは文明国の中でも農業補助に関する支出が少ない．とりわけこの点ではデンマークは模範である．そこで「われわれが金を与えている目的に関して援助を効率的で，実質的なものにするためには，諸々の援助を体系化し，協調させ，組織化すること」こそが，最も求められていることであり，この法案の狙いである．それに関連して農村交通の改善が必要である．すなわち「市場がすべてである」が，デンマーク等は遠距離にもかかわらず輸送費が安いので，安価な農産物が供給可能なのである．従ってイギリスも農村交通の改善を行ない，農産物の市場競争力をつける必要がある，と．これに対して統一党は，デンマークの農業援助方式と法案のそれとの相違点を指摘して反論した．デンマーク農業は国家の補助金以前に地方税に依存しているし，補助金は農業組織や任意団体への直接交付方式をとっていて，法案とのアナロジーは見いだせないと反論し，既存の地方への補助金の充実による対応を求めた[17]．②続いて，デンマーク農業を範とするということは，その基礎にある小農の育成を目指すことを意味するが，そのためには「土地保有の安定」が必要であり，その意味で1908年小土地保有・分与地法を促進し，土地強制獲得権を利用して小農を育成すること，バーンズG.N. Barnesの言葉を借りれば「仕事がなく土地がない人々を土地と結びつけること」が提起された．スコットランドの現状を述べた自由党員フォーコナーJ. Falconerは農村の人口流出と都市の過密という事態は，地主の投資不足＝資金不足から生じているが，それは小農地保有によって再生する可能性があることを訴えた．そもそも原法案の農業援助の項目には「小保有地提供の拡張」という文言が含まれていた．これに対し統一党は現状維持の視点から，1908年法の下で補助金申請が低水準である現状であえて新たな機構を設けて農業補助をする必要はないとの論拠で，1908年法との重複補助の回避を訴えるとともに，小農創設を土地強制獲得権を行使しつつ実現しようとすることは，土地の「完全なる国有化」につながり，この国を社会主義へと導くものであると反論した．しかし，ここでもロイド・ジョージはデンマークの例をあげ，デンマークは社会主義ではなく，「農民的土地所有の国」であることを強調した．統一党は議会討論の各段階で，上述の「小保有地提供の拡張」という規定の削除を要求していく．結果的にこの規定は残るが，報告会で第１条(3)項として，1908年法を逸脱する貸付の禁止，すなわち同法と同様の条件でのみ貸付を認めることに成功した[18]．③他方，小農の育成には農業信用の改善が必要であった．後の「中央農業会議所」the Central Chamber of Agriculture議長で統一党員ステイナーB. Stanierは庶民院報告会で，ヨーロッパ諸国と比したイギリスの農業信用の遅れを指摘して，本法の補助目的として

「農業信用の発展」という項目を入れるという修正案を提案した．これに対して労働党のバーンズはスコットランドの例をあげながら，小農地法成立後期待通りの成果があがらない原因は土地購入資金の不足にあるとして修正案を支持したし，自由党員ヴァーニー F.W. Verney もアイルランドの例をあげつつ同様の主張をしている．政府は私個人への補助はできないとしてこの修正案を拒否したが，小農の育成には農業信用の拡大が不可欠であるという事実は各党によって認められていた[19]．④アイルランドとの関連では，そう長く論じられたわけではないが，自由党側が本法案が「アイルランドにおけるホレス・プランケット卿 Sir Horace Plunkett の政策を若干修正した形での再生物」であり，「農村再生の高貴な夢」を実現しようとする試みであること，従って保守党がアイルランドで行なってきたことをイングランドに適用しようとしたにすぎないことを指摘したが，統一党はイギリス国内とアイルランドでは状況が異なる故「アイルランド土地法の模倣」に反対した．また農業組織協会，協同組合への補助については前述のような理由で拒否されている[20]．⑤統一党にとってそもそも農業の衰退は外国競争によるものであり，関税改革こそが農業の再生に役立つ，あるいは本法案の「間接的で，浪費的な危険な方法」よりも関税改革の方が有益であると主張した．これに対しロイド・ジョージはまたしてもデンマークの成功例をあげながら，同国が関税に頼らずに，本法案のような方法で繁栄しているのみならず，「知性」と「自立心」の国になっていることを主張した[21]．

第四に，貸出目的のうち「第二部　道路改善」に関しては，①統一党はまず道路局の新道建設権限への疑念を呈した．自動車交通増大に対しては地方自治体を中心とした既存道路の改良が最優先されるべきであり，その費用に対して国家が補助金を与えるという従来の制度の拡大を求め，道路局による新道建設は長距離交通のため地方には何らの利益ももたらさず，建設・維持費用の地方負担を増やすのみであり，また同局の新道建設権限が地方の道路行政を統括することになり道路建設における地方自治が失われるとして，国家の新道建設という方法での道路行政関与を否定的に捉えた．これに対しロイド・ジョージは既存道路の改良が優先され新道建設は補助的であることを確認するが，この自動車道としての改善は地方によってだけなされうることではなく，国家の援助が必要であり，それが地方税納税者の救済にもなることを主張した．更に自動車用道路建設については，これが「国民の安全」にとって不可欠となっているが，これは地方では建設できないのであり，そのために道路局の強力な権限が必要となると強調した．また，統一党の危惧する道路局の強大化に関して，農務大臣キャリントン Earl Carrington は道路局員の良識，土地強制獲得への開発委員会の合意，大蔵省の合意という抑制がある故に恣意的運営はできないと主張している[22]．②道路に関するもうひとつの論点は，道路局の土地強制購入権と関連しつつ，道路建設が地価を増大するのか否かという論争であった．統一党は道路局の幅440ヤードにわたる広幅の土地獲得がなぜ必要か，またこのような広大な土地獲得権とその売却，リース，運用権限は「土地国有化」をめざすものであり，「政府は大地主をめざしている」として批判的になった．これに対して農務大臣は「新道の建設は農地についてさえもその価値を大きく増加させ，増価分 betterment が私的土地所有者のポケットに入る代わりに，政府はそれを手に入れるであろう」と説明して，道路建設による地価上昇は道路建設・維持費用を「埋め合わせ」recoup（後述の「控除」recoupment 規定参照）できると考えていたし，またクリュー伯 Earl of Crewe は増価分の政府収用方法が住宅法案と異なる方法であることを指摘していた（この増価分収用方法の相違のために計440ヤード幅の土地が必要となるが，この点は後述）．これと逆に統一党内には都市と違い「農村地区では」道路建設により農地所領が分断されるとともに，自動車交通の増大が道路粉塵や騒音，交通事故を増大させることで沿線の地価は低下し，費用の埋め合わせなどできないと否定する主張が存在した[23]．

第五に財政についてであるが，①何よりも注目すべきは，開発に関する財政運用の特徴は「既定費」からの支出にあった．その狙いは単年度ではなく，複数の年次にわたる支出（5年間で£250万）を規定することで，複数年次にわたる開発事業を政府が必要とする時にまとめて実施＝支出できるようにすることにあった．統一党はこれに対して，大蔵省の強大化を抑制する議会統制の必要という観点から，開発基金の議定費化を要求していくが，自由党政府が法案を骨抜きにするような要求に応じるはずはなかった[24]．②従って，イングランド，ウェールズ，スコットランド，アイルランドの地域間配分比率の固定化という統一党の要求に対しても，自由党政府は「地方のニーズに応じて」配分するし，必要なところに支出できることが本法案の利点であり，配分比率を固定化することは法案の目的を損なうことになるとして，これに反対している[25]．③第二部の道路改善補助金については，ガソリン税，自動車税によって財源が賄われることに関して，すなわち「受益者負担」の原則に対して両党とも基本的に合意しており，ほとんど議論にならなかった[26]．

第六に第18条の雇用状態への配慮既定に関して，統一党側は，この条項が「労働権」条項であり，社会主義者への譲歩であるし，少なくとも議会外ではそのように理解されていること，経済開発事業を失業救済事業に従属させることにより法案の積極的意味を喪失させること，失業救済事業自体が不毛であること，更に現実的にも本法案で規定された目的への都市不熟練労働者の雇用は不適合であることを根拠に，同条項の削除を求める修正案を提出した．これに対し自由党政府は，この条項があくまで付随的であること，すなわち経済開発事業に主眼があり，その実施時期に関して「できるだけ」雇用状態を配慮することが規定されているのであり，事業はあくまで経済開発の地域的必要性に基づいて実施されると反論した．しかし，ここで注目すべきは労働党議員バーンズの発言である．彼はこの条項を積極的に評価し，旧来の「失業救済事業」とは異なって「組織的変化とよばれる路線で失業を取り扱うためになされた最初の試み」であり，「失業の原因」に対処して「景気変動を予防し，産業活動を組織する」ことをめざしていると絶賛し，更に本法案は自由党の「職業紹介所法」Labour Exchanges Act や「国民保険法」National Insurance Act と一緒になって，購買力の増大に寄与すると主張している[27]．総じて，労働党は第一部，第二部についてはあまり発言をしていないが，本法案を失業政策＝「雇用政策」の側面から積極的に支持し，自由党の一連の政策が自党の「労働権」法案を実現するものとして評価している[28]．

最後に，イギリス帝国主義の構造と係わる論点として注目すべきは，シティの株式ブローカーで統一党員のバンベリ F. Banbury の発言である．彼はロンドンへの財政負担を述べた後，コンソルの国内価格が低下し，コンソル保有者に処分の傾向があること，またこの事態が続けば「誰も自分の金を国内証券に投資しなくなるであろう」ということ，そして「飢えた申請者に金を提供する無制限の権限が存在するならば，人々はこの種（国内）の株式を買わないであろう」という危惧を蔵相に伝えた．彼の議論はこうして開発補助金が汚職を招く可能性があることを批判したのであるが，我々の関心からすれば，ここに「海外投資型帝国主義」の国内的影響を見ることができるのである[29]．

註

1）法案の準備過程については，閣内での討論，官僚層の動きを踏まえて明らかにしなければならないが，筆者の準備不足からここでは明らかにできなかった．ただ，首相から国王への報告には，8月12日に開発基金にの運営機構の詳細な内容を，また8月19日には道路基金の運営機構を，各々内閣で検討中という記録がある．*Cabinet Reports by Prime Ministers to the Crown : Cabinet Letter at Windsor,* 1868-1916(Harvester Microform). R 30/51 & 52.

2） *Parliamentary Debates, Commons,*vol. IX, cols. 1354-1355.

3） *Ibid*., cols. 2309-2310, 2313-2315 ; *Memorandum dealing with the Development and Road Improvement Funds*(266).

4） Development and Road Improvement Funds Bill, (*Bill* 312), 1909.

5） *Parliamentary Debates, Commons,*vol. X, cols. 906-1064.

6） *Report from Standing Committee C on the Development and Road Improvement Funds Bill with the Proceeding of the Committee,* 1909（以下,'*Report from Standing Committe C*'と略記）.

7） *Parliamentary Debates, Commons*, vol. XI, cols. 2206-2336, 2347-2454.

8） *Parliamentary Debates, Lords*, vol. III, cols. 1225-1284 ; vol. IV, cols. 200-314, 443-478.

9） *Parliamentary Debates, Commons*, vol. XIII, cols. 372-445.

10） *Parliamentary Debates, Lords*, vol. IV, cols. 1347-1376.

11） *Ibid*., col. 1412.

12）政府の審議促進方法について統一党側は慎重審議を求める修正案を出している．常設委員会Cの設置に関しては議会開会中の午後4時以降の委員会討論が議事細則違反であるとし，また同委員会での討論のあり方については，これが政府による「討論打ち切り」guillotine の濫用であるとして，委員会再付託動議を提出している．更に，報告会への閣僚の不参加をめぐっては，閣僚とりわけ大蔵大臣の出席を求めている（*Parliamentary Debates, Commons*, vol. X, cols. 1932-1966 ; Vol XI, cols 2204-2212）.

13） *Parliamentary Debates, Commons,* vol. X cols. 935-937, 948-952, 960-961, 974-975, 988-990, 1023, 1032-1034 ; vol. XI, 2379-2396 ; vol. XIII, cols. 394-400 ; *Lords*, vol. III, cols. 1260-1261, 1272-1273 ; vol. IV, cols. 214-216 ; cols. 219-225 ; *Report from Standing Committee C*, pp. 46-49.

14） *Parliamentary Debates Lords,* Vol. III, cols.

1274, 1234-1235 : vol. Ⅳ, cols. 268-279.

15) *Parliamentary Debates, Commons,* vol. Ⅺ, cols. 2227-2242 ; *Lords*, vol. Ⅳ, cols. 203-205, 268-279 ; *Report from Standing Committee C*, p. 12.

16) *Parliamentary Debates, Commons,* vol. Ⅹ, cols. 922-923, 934-935 ; vol. Ⅺ 2224-2227, 2301-2312 ; *Lords*, cols.1235-38.

17) *Parliamentary Debates, Commons,* vol. Ⅹ, cols. 966-970, 996, 1000-1006, 1019-1020.

18) *Parliamentary Debates, Commons,* vol. Ⅹ, cols. 911-912, 932-933, 964, 982, 986, 998-999, 1021 ; vol. Ⅺ, cols. 2285-2299, 2333-2335 ; *Lords,* vol. Ⅲ, cols. 1263-64 ; *Report from Standing Committee C,* pp. 16-18,

19) *Parliamentary Debates, Commons,* vol. Ⅺ, cols. 2277-2285.

20) *Parliamentary Debates, Commons,* vol. Ⅹ, cols. 927-928, 992-993, 1009-1016.

21) *Ibid*., cols. 923, 964-965.

22) *Parliamentary Debates, Commons,* vol. Ⅹ, cols. 941-942, 958, 970-971 ; *Lords*, vol. Ⅲ, cols. 1231-1232, 1239-1244, 1248-1255, 1270-1271 ; vol. Ⅳ, cols. 253-257, 291-293.

23) *Parliamentary Debates, Commons,* vol. ⅩⅢ, cols. 410-420 ; *Lords*, vol. Ⅲ, cols. 1258, 1277-1278 ; vol. Ⅳ, cols. 290-298, 463-468.

24) *Parliamentary Debates, Commons,* vol. Ⅺ, cols. 2351-2358.

25) *Parliamentary Debates, Commons,* vol. Ⅹ, cols. 958, 973 ; vol. Ⅺ, cols. 2357-2374 ; *Lords*, vol. Ⅲ, col. 1279.

26) *Parliamentary Debates, Commons,* vol. Ⅹ, cols. 954-955.

27) *Parliamentary Debates, Commons,* vol. Ⅹ, cols. 954, 984-988, 999-1000 ; vol. Ⅺ, cols. 2445-2448 ; *Lords*, vol. Ⅲ, cols. 1233, 1241, 1244, 1247-1248, 1274-1275, 1280 ; vol. Ⅳ, cols. 303-304.

28) 労働党の対応,「労働権」法案との関連については，前掲拙稿（労働権），77～81頁を参照.

29) *Parliamentary Debates, Commons,* vol. Ⅹ, cols. 1038.

Ⅳ 結　　語

これまで法律の内容とその成立過程で議論された論点を紹介してきたが，最後に開発及び道路改善基金法の歴史的意義の検討のために不可欠となる論点，すなわち1909年時点でこの法律の成立を必要として理由はどこに求められるか，このために必要な論点を先行研究の成果を援用しながら整理したい.

まず何よりも同法はイギリス帝国主義の構造的特質と関連していた．1906年総選挙で帝国主義路線の対抗に政治的に決着をつけ構造的に定置された「海外投資型帝国主義」（＝「レントナー国家」）の下で，イギリス海外投資の増大は国内証券価値の低下＝国内投資の停滞を招き，1909年２月の議会では資本輸出を「資本の逃避」を見るか,「繁栄の証左」と見るかという「資本輸出論争」が開始されていた（本法案では前述のバンベリの発言参照）[1]．この国内投資の低下は，一方では農業の投資不足＝地主の資金不足として現れ，結果的には農業奨励金と保護関税に支えられた大陸諸国との市場競争への敗北と「安いパン」の輸入依存となり,「農村の人口流出」rural depopulation という社会問題を生み出していた．他方，同じく国内投資の低下と海外競争への敗北は工業部門では大量の失業を生み出し，1907年恐慌以後は国政問題となっていた．この国内投資の不足による「農村の人口流出」と「都市の失業問題」を国家的投資によって同時的に解決しようとしたのが，この法律であった．その際，統一党が関税改革による農業保護論を打ち出したのに対して，自由党はイギリスは国際貿易に立脚する「国際ビジネス」の国であり，国内市場は外国市場の利潤に依存する関係にあると現状を理解し，従ってこの基礎を崩壊させる関税改革には強く反対したのである．それでは，自由党は国内問題を海外からの利潤だけで解決しようとしていたのかというとそうではない．解決策は国内土地投資の回復に求められた．しかし，そのためには土地制度の整備が不可欠である．土地が少数者の享楽（狩猟）の対象となり，それにより農村の人口流出が生じている状況が続いているが，この土地への地主の投資が増大すれば農村の再生は可能である．それができなければ「失業率は外国の関税によってではなく，国内の地主によって増大する」ことになるであろう．更に，都市，農村双方の土地獲得の困難が建設業をはじめとする営業者の困難を作り出している．この土地制度を整備し，そこに現在海外投資に向かう資本の一部が投下されれば，その利潤によって更なる海外投資が可能となるばかりでなく，国内投資の利益性によって国内投資自体も回復するであろうと期待された．まさに，土地制度の整備こそが国内投資増大の鍵であった[2]．この関税改革に依存しない国内投資増大のための方策が開発及び道路改善基金法に他ならなかったのであり，その意味で同法はイギリス帝国主義の構造的特質により生み出された国内の農業・土地問題及び社会・経済

問題に対する自由党的解決手段であった.

次に，以上のような構造的な枠組の中で，それでは同法に規定された具体的な内容はいかなる問題を提起しているのか，この点を考えてみたい.

まず第一に機構面に関して，同法では大蔵省の権限が強化され，明らかに中央集権的財政が展開されている.地方自治体が事業を行ない，当該地方自治体へ「一般補助金」が与えられるのではなく，国家が貸出対象者へ，自己の下の国家機関を利用しつつ国家が判断する「ニーズに応じて」，適切な地域，適切な時期に，かつ多年次にわたって貸出を行なう.ここに当該期の行財政の中央集権化の傾向を看取しうるのであるが，この背景には地方主体の行財政の展開が地方財政の限界逢着により困難となって，「国家的サーヴイス」に対する国家的財政負担が求められるという現状があった.このため1908年4月旧来の「指定収入制度」の修正が行なわれ，国庫経由の補助金制度が実現し，それと平行して地方への一般的補助金ではない，「国家的サーヴイス」という「特定の目的のための補助金」への模索も開始されていた.こうした財政の中央集権化を背景にして，行政の中央集権化が実現していくのであるが，その統括部局たる大蔵省は中央集権的行政をも管轄していくことになる[3].補助金に関係する本法において，大蔵省の果たす役割は一層直接的かつ強力なものになっている.このような行財政の中央集権化という文脈の中ではじめて，本法の成立過程で看取された中央集権的行財政を志向する自由党と地方自治的行財政を志向する統一党の対抗関係が理解されうるのであり，行財政制度から見た本法の意義を確定しうるであろう[4].

第二に開発法の主要目的である農業に関しては，1908年の小保有地・分与地法とアイルランド土地法という自由党の農業・土地政策の観点が重要になる.ロイド・ジョージの発言から明らかなように，デンマーク的小農の育成がめざされているが，イギリスにおける前提は1908年小保有地・分与地法であった.同法では「公有地農民」の育成が意図され，そのために州議会は土地の強制獲得権を有していた.開発法制定時点ではこの法律は実施されたばかりであったが，小土地保有への申請は多かったものの，現実的には資金の不足，申請者の農業への不適合性によって，その問題点が認識され始めていた[5].開発法は，この事態を，小土地保有自体の拡張のみならず，農業教育，農業施設改善，農村交通改善という農業周辺部分をも含めて総体的に国家が関与することによって改善しようとしていた.ここに統一党が批判する補助目的の「多様性」の理由があった.ただし，農業信用の拡大は盛り込まれなかった.農業信用問題は「共同信用組合」や「農業信用組合」の欠如というイギリスの金融組織の特質とも絡みながら，解決を要する問題となっていた[6].ステイナー修正案の背景にはこのような事態が存在していたのである.ともあれ，開発法は小農地・分与地法の路線の延長線上で，地方を主体とした小農創設政策を国家の援助によって実質化しようとする法律であったといえよう.他方，アイルランドでは，統一党政権下においては「ウィンダム法」Wyndham Act 1903に表現される形で強制的土地購入を回避した「階級協調的・自作農創設優位の政策」が展開し，同時に補助金政策により農業協同組合の統括が図られた.この政策，とりわけ補助金政策を人格的に体言したのが，「農業組織協会」初代総督にして，1899年1月～1907年4月の農務省副総裁のホレス・ブランケットであった.アイルランドでは自由党は「バーレル法」Birrell Act 1909に表現される形で「反地主的・内地植民優位の政策」をとり，自作農創設にはあまり大きな役割を果たしていなかった.その意味でイギリス国内とアイルランドとでは土地問題の様相は逆であった.こうした事態を前提に統一党を椰揄したのが，開発法審議過程での発言であった.こうして開発法はアイルランド土地問題における保守党の政策展開を前提としており，強制的土地購入権の規定において自由党的であったとはいえ，統一党の政策を「若干修正した再生物」であったといえよう[7].

第三に同法は土地増価税問題を背景にしていた.「大不況」期に開始された土地の「不労増加価値」への課税をめざす土地課税運動は，統一党政権下における地方財政問題の深刻化を背景に新たな展開を見せていたが，自由党政権の成立に伴い院内の「地価グループ」と院外の「地価課税統一委員会」の結成によって高揚期を迎え，農地関係立法において土地課税要求を「一定の形」で実現していった.1906年「農地法」Agricultural Holding Actにより「借地農による投下資本（＝自己増価分）の完全補償（＝完全収用）」を実現し，1907（08）年小農地・分与地法において小農地・分与地の「不労増加価値の公共的当局への収用」が実現された.そして，本稿の対象とした開発法において，「一般法レヴェルにおいて『控除』規定による『増価還元原則』が実現された」のである.道路局による道路の中心から両側それぞれ220ヤードの土地強制購入権とその売却，リース，運用権は，増価還元原則の実現手段のひとつたる「控除」規定（「公共的改善の実施にあたって，それに必要であるよりも大きい財産（＝不動産）を予め購入しておき，公共的改善実施後にその不動産の一部を売却して増価分を収用する」）を意味していた.従って，議会審議において指摘された同年の住

宅及び都市計画法との増価分収用方法の相違とは，住宅法が増価還元原則の実現手段として「直接課税」(「公共的改善の実施による財産の将来の増価を，その財産の所有者への直接課税によって公共当局に収用する」)という方法をとっていたことを表わしていた．開発法はこうして土地課税運動の特定の形態での実現といえようが，同年の住宅法との関連において，都市を対象とする後者が「直接課税」方式をとったのに対して，農村を対象とする前者がなぜ「控除」方式をとったのか，こうした「土地増価還元原則」実現方式の相違という視点から開発法を考え直してみなければならないであろう[8]．

最後に失業問題の面から見れば，従来の公共事業＝失業救済事業論の意義を否定し，「雇用政策」の萌芽としての意味を持っていた．失業率は1908～09年の冬にかけてピークに達し10%弱という驚異的数字に昇った．これを背景として議会外の労働権運動は過激さを増し，自由党政府としても失業問題への本格的対応をせまられていた．その帰結が1909年職業紹介所法と1911年国民健康法であることは周知の事実である．この時期に商務省長官チャーチルは失業問題が循環的性格ばかりでなく「より恒久的な側面」をもっていること，すなわち失業の原因が「産業組織の欠陥」にあることに注意を喚起し，失業問題への政府責任を強調した．「永続的な存在で，有用であるが非競争的と認識される特定の産業が存在するはずである．例えば，植林のように，公共部局によって運営され，ちょうどあなた方がオルガンのペダルを簡単に踏んだりやめたりするように，労働市場にニーズに応じて拡張したり，縮小したりできる産業があるはずである．この方法であなた方は失業を排除しないであろうし，失業可能者の創出を確実には予防できないであろう．しかし，あなた方は失業の規模をかなり制限するであろうし，産業組織の振動を減じて，その安定性を増すであろう．そしてその方向で取り得るあらゆる手段によって，あなた方は価値のない苦悩と破滅から多くの同国人を解放し，さらに多くの人々を絶えず浮かぶ破滅の恐怖から解放するであろう」[9]．自由党政府は産業組織の欠陥から生じる失業にたいして，国家の労働市場介入による労働需要の調整の必要性を認識していた．もちろんそれは既存労働市場を前提とし，その需給のミスマッチを調整する職業紹介所法という形で実現するが，上述の認識には労働需要量自体の調整可能性も含まれていた．それが経済開発事業の議論に影響することで，法律の条文に規定されたのが本法第18条であった．本法では自由党閣僚が何度も言明しているように，農村再生を中心とする国内開発という主要目的に対して，雇用創出はあくまで「付随的なもの」にすぎないし，両者の結合関係も総体的ではありえない．この段階では，イギリス帝国主義の特質と関連した土地問題との関連においてのみ雇用創出問題が論じられており，その意味で限定的であるにすぎないが，前述の行財政の中央集権化の中で旧来の事後的な失業救済事業から脱皮し，国家による労働市場の組織化が開始されたことだけは確かである．「雇用政策」の文脈においては，第一次大戦前という段階的特質との関連でこの法律を位置づけなければならない[10]．

開発及び道路改善基金法の歴史的意義は以上の諸論点との関連において検討されなければならないであろう[11][12]．

註

1）井上　巽,「第一次大戦前夜におけるイギリス資本輸出論争」,『商学討究』(小樽商大)，第39巻第4号，1989年；A. Offer, Empire and Social Reform : British Overseas Investment and Domestic Politics 1908-1914, *Historical Journal*, vol. 26, 1983.

2）*The Problem of Unemployment : A Speech delivered by the Right Hon. D. Lloyd-George, M. P. in the Queen Hall on December 31st,* 1909 (the Liberal Publication Department, 1910), in the Archives of the British Liberal Party : Pamphlets and Leaflets of the British Liberal Party 1885-1911 (Harvester Microform).

3）佐藤芳彦「イギリス地方財政問題と1914年予算」,『アルテス・リベラレス』第46号，1990年，55～60頁；J. W. Grice, *National and Local Finance* (P. S. King & Son, 1909), pp. 95-117.

4）国民保険法での大蔵省の役割の増加も含め，なぜこの時期に，どのような理由で大蔵省が行政面でも中心的な果たすようになるかは重要な問題で多面的な検討を要するが，今後の課題としたい．

5）吉岡昭彦，前掲書，253～258頁；米川伸一「『土地問題』the Lnad Questionとイギリス議会1868～1911」,『歴史学研究』第337号，1968年，16～18頁；同「イギリス借地農業制度を廻る諸問題(二)――「近代」社会再検討のための作業過程の一環として――」,『人文科学研究』(一橋大)，1967年，130～154頁；C.S. Orwin & E. H. Whetham, *History of British Agriculture 1846-1914* (David & Charles, 1964), pp. 330-335.

6）吉岡昭彦，前掲書，256～257頁；同「帝国主義確立期における再生産＝信用構造の諸類型」,藤瀬浩

司・吉岡昭彦編『国際金本位制と中央銀行政策』（名古屋大学出版会，1987年）所収，36頁．

7）アイルランド土地政策については，全面的に高橋純一「1903年『アイルランド土地法』の歴史的性格」，『西洋史研究』新輯17号，1988年；同「アイルランドの農業＝土地政策と自治問題」，桑原・井上・伊藤編『イギリス資本主義と帝国主義世界』（九州大学出版会，1990年）所収，に依拠している．

8）土地増価問題に関しては，全面的に佐藤芳彦，前掲稿（「土地課税」）に依拠している．

9）W. S. Churchill, *Liberalism and Social Problem* (Hodder & Stoughton, 1909), pp. 189-210.

10）J. Tomlinson, *Employment Policy : The Crucial Years 1939-1955* (Oxford UP, 1987), Ch. 1 ; do., *op. cit.*, Ch. 1, Ch. 4, esp. pp. 77-78.

11）道路改善に関しては筆者の準備不足から論点を整理できなかったが，自動車数の増大は次の表の通りである．(C. H. Feinstein & S. Pollard, *Studies in Capital Formation in the United Kingdom 1750-1920*. Oxford UP, 1988, p. 320-322)

年次	台数	年次	台数
1902	10000	1914	271000
1905	45000	1917	294000
1908	88000	1921	476000
1911	171000		

この法律制定時点での自動車増加率の大きさから，自動車道の整備が求められる必要性は理解できよう．それと同時に1911～1914年，1917～21年の自動車数の増大を第一次大戦及びアイルランド独立問題との関連で検討してみる必要があろう．軍事輸送力の必要からの道路整備要請という問題と本法との関係を検討する必要がある．事実，道路改善補助金は1913～15年次に大きく伸びている（J. Harris, *op. cit.*, p. 381）．本法以前の道路補助金については，J.W. Grice, *op. cit.*, pp. 105-112参照．

12）「都市の過密問題」との関係では，1909年住宅及び都市計画法との関連での分析が必要となるが，この点は今後の課題としたい．

〈付記〉

本稿は1990年度文部省科学研究費補助金・奨励研究(A)による研究成果の一部である．

言語教育支援システム

堤　　豊・松　野　了　二

〈平成 2 年 9 月21日受理〉

A Prototype System for Language Education

This paper describes a prototype system for language education, especially Japanese and English. Although there are many students learning Japanese, there are not enough textbooks or dictionaries (in quality and/or quantity). This system assists teachers of both languages, supplying the enough volume of sentences with the translated sentences and the sentence retrieval method which is easy-to-use for the language teachers.

Yutaka TSUTSUMI and Ryoji MATSUNO

1．はじめに

世界における日本の経済力の比重が高まってきたおかげで外国人の日本語学習者が近年急激な勢いで増えてきている．一方，海外における日本語教育は，教師の不足，教材の質が良くないことなどの理由で学習者の学習意欲に充分に応えることができていない．これを人手をかけずにコンピュータで解決する方法として，CAI（Computer Aided Instruction）と，教育支援システムという 2 つが考えられる．前者は，学習者の手助けをコンピュータで行うもので，さまざまなものが発表されている[1),2),3)]．この種のシステムは，学習者の学習のレベルやペースを個別に設定することができる，自分の好きな時間に学習することができる，学習の記録をとることができる，などの利点があり，かなりの効果をあげているものもあるが，一方 CAI ソフトを凝ったものにしないと，学習者が飽きてしまう，あるいは学習者のやる気がないと役に立たないなどの問題点も報告されている[2)]．後者は，学習者ではなくむしろ教師を対象にしたシステムで，問題作り，話題の提供などをコンピュータで支援するものである．この方法では，学習者と直接対話することがないため，体裁を整えることよりも，いかに効率的に問題を作ることができるかということが課題である．しかし，この種のシステムは，今まで研究の対象としてはほとんど考えられていなかった[3)]．

本稿では，用例検索を中心にした言語教育支援システムを紹介する．このシステムは，現在日本語を対象にして試作済みであるが，容易に他の言語にも応用することができる．システムの特徴は，データとして文を格納した大規模なテキスト・データベースとそれを構文の類似により検索する用例検索サブシステムと類似性計算のアルゴリズムである．

2．システム概要

図 1 にシステム構成図を示す．このように本システムは，

(1) 膨大な例文とその対訳文（これらをまとめてここでは，用例と呼ぶことにする）を格納したテキストデータベース・サブシステム
(2) 高速に用例を検索する用例検索サブシステム
(3) 検索した用例をもとに教科書や練習問題を作成するコースウェア・サブシステム
(4) 辞書をオンライン化した辞書サブシステム
(5) コースウェアを音声や映像で表現する AV（Audio-Visual）サブシステム

の 5 つのサブシステムから構成されている．教師は，話題を決め，コースウェアに従って学習計画を立て，必要な用例を用例検索サブシステムを使ってテキストデータベースから検索する．練習問題なども用例検索

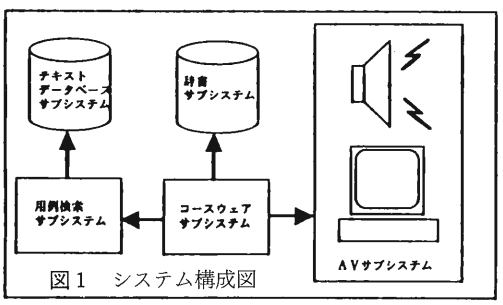


図 1　システム構成図

を使うことによって簡単に作ることができる．

3．テキストデータベース・サブシステム

テキストデータベースには，現在約5万の日本語文が形態素解析されて入っており，また，これらの日本語に対する英語の対訳文も入っている．この様子を図2に示す．日本語文の形態素解析は完全に自動化されているため，データベースへの追加は日本語文と対訳文のファイルを容易するだけで良い．このテキストデータベースは，用例検索サブシステムで利用されるほか，KWIC（Key Word In Context）などで検索することもできる．対訳文として英語ではなく他の言語（例えばドイツ語や，フランス語など）を入れておけば，日本語からその言語への翻訳支援としても使うことができる．

4．用例検索サブシステム

4．1　文の検索

用例を検索するための手法としては，KWICが良く使われている[4]．これは，図3に示すように，単語とその直前および直後の文脈で文の集合を整列させて表示する技術である．この方法の利点は，簡単に検索キーを指定できることがある．しかし，検索されるべき対象が膨大になると，単語1つだけでは，出力結果を絞り切れない，また，検索キーをAND／ORなどで指定するとその指定が難しくなる，あるいは指定が厳しすぎると出力が1つも出てこないなど，問題点が多い．さらに，「～ば～ほど」や「～の方が～より～」というような離れた単語の組み合わせの検索には不向きである．

検索のために一般のデータベース管理システム

文識別番号	原言語文 形態素解析結果 対訳文
10010	秋／は／さんま／が／うま／い 名／係／名　／格／形　／終 Samma is good taste in Fall.
12710	彼／は／テニス／が／うま／い 名／係／名　／格／形　／終 He is a good tennis player.
22454	食べ／れ／ば　／食べ／る　／ほど／太　／る 下一／仮／接助／下一／連体／副助／五段／終 The more you eat, the more you are fat.

図2　テキストデータベース・サブシステム

直前の文脈	単語	直後の文脈
世界における	日本	の経済力の比
げで外国人の	日本	語学習者が近
海外における	日本	語教育は、教
テムは、現在	日本	語を対象にし
現在約５万の	日本	語文が形態素
図２に示す。	日本	語文の形態素
れておけば、	日本	語からその言

検索キー「日本」でＫＷＩＣした例

図3　KWICの例

（DBMS）を使う方法では，細かい指定が可能であるが反面，文ごとに検索キーを予め設定しておかなければならない，検索の指定がDBMSを使える人でなければできないなどの問題点がある．

実際には，検索を行うのは，教師や学習者であるため検索の指定が簡単（あるいは直観的）である必要があり，また，検索キーを予め設定することは不可能であるため，DBMSを使うには無理がある．このようなことを踏まえ，われわれは，文からその特徴を抽出し，類似した文を検索する類似による用例検索を提案している[5),6)]．文と文の類似には何レベルか考えられる．

(1)　文と文の字面が似ている．
(2)　文と文の構文が似ている．
(3)　文と文の意味が似ている．

ここで，言語教育としてもっとも必要なものは同じ構文の例題である[7)]ので，文と文の構文による類似が必要であると思われる．

4．2　構文の類似を抽出するアルゴリズム

以下に構文が類似した文を抽出するためのアルゴリズムを示す．

(1)　検索入力文を形態素解析する．

(2)　テキストデータベースから検索する．もし，見つかれば以後の検索を中止し，結果を表示する．

(3)　検索入力を一般化規則を用いて一般化する．もし，これ以上一般化できなければ，検索は失敗と見なして終了する．

(4)　一般化した検索キーとテキストデータベースとのマッチングを行う．もし見つからなかった場合には，(3)(4)を繰り返す．

ここで，(1)の形態素解析部は，テキストデータベースを作成するときと同じ文法，辞書を使用することで，万一形態素解析を失敗しても検索できる可能性を高くすることができる．一般化規則の例を図 4 に示す．一般化規則は，ユーザーが自由に変更することができるように設計されている．例えば，図 5 では，一般化規則を変更して，自立語をできるだけ残すようにしたものである．このように，類似性の計算方法を変えることができるのも本システムの特徴の 1 つである．

4．3　検索の高速化

用例検索はデータとしてテキストデータベースを取り扱っているが，似た文を探すというプログラムの性質上，検索対象となるテキストデータベースに含まれている用例は多ければ多いほど良い．現在は上で述べたとおり 5 万文例格納されている．これを全件検索でかつ部分マッチングを行うためには膨大な時間がかかる．これを現実的な時間で検索できるように早見表を導入する．これは，あらかじめ全ての用例について含まれている単語をハッシュ表として登録したものである．特に本システムでは，日本語の特徴と検索要求の頻度を考慮し，格助詞および係助詞についてその論理積についてもあらかじめ計算し登録している．この様子を図 6 に示す．

```
代名詞　->　～
名詞　　->　～
「の」の削除
「に」　->　「へ」
動詞語尾の削除
動詞　　->　～
形容詞・形容動詞語尾の削除
形容詞・形容動詞->　～
修飾語の削除
格助詞の削除
```

図 4　一般化規則の例(1)

```
「の」の削除
修飾語の削除
形容詞・形容動詞語尾の削除
動詞語尾の削除
助動詞の削除
接続助詞の削除
格助詞の削除
形容詞・形容動詞->　～
代名詞　->　～
動詞　　->　～
```

図 5　一般化規則の例(2)

```
（a）データベース
#見出し
1　彼女は医者に行った。
2　彼は東京に行った。
3　彼は医者になった。
4　彼女は医者へ行った。

（b）　早見表
単語　#
医者　1、3、4
行く　1、2、4
彼女　1、4
彼　　2、3
た　　1、2、3、4
東京　2
なる　3
に　　1、2、3
は　　1、2、3
へ　　4
～は～に　1、2、3
～は～へ　4
```

図 6　早見表の例

4．4　用例検索の使用例

図 7 に用例検索の使用例を示す．前に述べたとおり，(a)の一般化規則では機能語をできるだけ残し構文そのものを抽出するように機能するが，(b)では，内容語と助詞の組み合せを残すようにしている．このように一般化規則が異なると，出力される結果も大きく異なっている．(a)は，ごく一般的な用例検索として使うのに向いているが，(b)は，ある単語がある格で用いられるときの使用方法を調べるような場合に有効である．

例としては提示しないが，入力として文ではなく単語を与えることによって，KWIC と全く同じ動作を期待できる(しかも高速である)ため，機能的には，KWIC を完全に包含しているといってもよい[5]．

```
====>    食べるほど太る
彼は大学生と思えない［ほど］幼稚な人間だ。
He's so immature that it's hard to believe he's a college student.
彼は酔う［ほど］におしゃべりになる。
The more he drinks, the more talkative he gets.
１００ドル［ほど］融通お願いできませんか。
Could you please lend me about 100 dollars?
彼は山［ほど］仕事を抱えている。
He is really piled up with work.
僕は君に質問が山［ほど］ある。
I have a bunch of questions to ask you.
海岸では真夏の太陽がじりじりと照りつけて、肌が痛い［ほど］だった。
The midsummer sun was so sizzling hot at the beach that my skin hurt.
猫の手も借りたい［ほど］忙しい。
I'm so busy it's enough to make my head spin.
彼の病気はもう手の施しようがない［ほど］ひどくなっている。
He's illness has gotten so bad that nothing can be done.


====>  私は学校に行く
今で［は］月［に行く］こともできる。
It's possible to go to the moon now.
両親［は］彼に大学［に行く］ように勧めた。
His parents advised him to go to college.
以前［は］大学［に行く］高校生は少なかった。
Few high school graduates used to go to
college.
父と私［は］よく魚釣り［に行く］。
My father and I often go fishing.
彼［は］私がそこ［に行く］べきだと頑張った。
He insisted that I go there.
```

（a）　一般化規則例（1）による検索結果

```
====>  食べるほど太る
彼女はよく［食べ］るのに、少しも［太］らない。
Even though she eats a lot, she doesn't gain any weight at all.
彼女はそんなに［食べ］ない。それでもあんなに［太］っている。
She doesn't eat so much. And yet look how fat she is.


====>  私は学校に行く
［私は］毎日歩いて［学校に］［行］きます。
I walk to school every day.
```

（b）　一般化規則例（2）による検索結果

図7　用例検索の使用例

5．コースウェア・サブシステム

コースウェアは，「レッスン」というページの集まりより構成される．各レッスンはハイパーテキスト[8]風のルック・アンド・フィールをもち，日本語特有の表現を学習者に提示する．各レッスンは次のようなフィールドから構成される．

〈Lesson, Title, Retrieval, Explanation, Exercise〉

ここで，Lessonとは，各レッスンに付けられる，通し番号である．Titleは，課題名を書く．Retrievalとは，用例検索サブシステムを呼び出すパートである．Explanationは，各レッスンに対する説明を書く場所である．Exerciseには練習問題を書いておく．このうちRetrievalの書き方としては，

ETOC-s〈文番号〉

もしくは，

ETOC “文” -d〈ドメイン〉-g〈レベル〉

である．ETOCとは，用例検索サブシステムにつけ

られている名称で「Easy TO Consult」からとられている．文番号は，テキストデータベースに格納されている用例に付けられている識別番号である．これを指定することにより，直接，データベースから検索することができる．“”でくくって文あるいは句を指定することで，類似検索をすることができる．〈ドメイン〉を指定して，ある決まった話題から検索を行ったり，〈レベル〉を指定して，そのレベル以下の文だけを出力することができる．コースウェアの概念図を図 8 に示す．また，レッスンの様子を図 9 に，レッスンファイルの例を図10に示す．これらは，学習者の母国語を英語とし，日本語を学んでいる場合のコースウェアである．このように，あるレッスンを学んでいて，関連するレッスンを呼び出すことが簡単に実現できるため，レッスンを作成する上での前後関係などをあまり考慮せずにテキストを作成していくことが可能である．

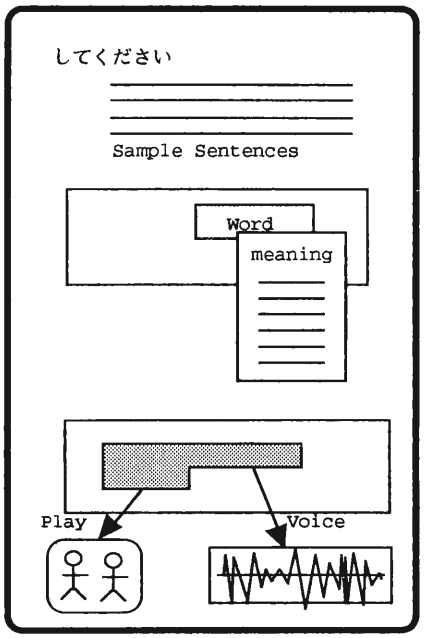


図 8　コースウェア概念図

6．辞書サブシステム

辞書サブシステムは各言語毎の辞書とそれを検索するための手続きを提供する．日本語の辞書としては，漢和辞典および国語辞典そして熟語辞典が使用可能である．使用方法は，コースウェア・サブシステム中で単漢字あるいは単語，熟語を指定することによって，簡単に呼び出すことができる．漢和辞典には，各漢字の筆順をリアルタイムで表示する機能も備えており，電子辞書ならではの使い方ができる（図 8 コースウェア概念図参照）．

7．AV サブシステム

AV サブシステムでは，コースウェア・サブシステムで作成したテキストに沿ってレーザーディスクを再生したり，音声出力装置を使用して指定されたテキストを読み上げることができる（図 8 ）．

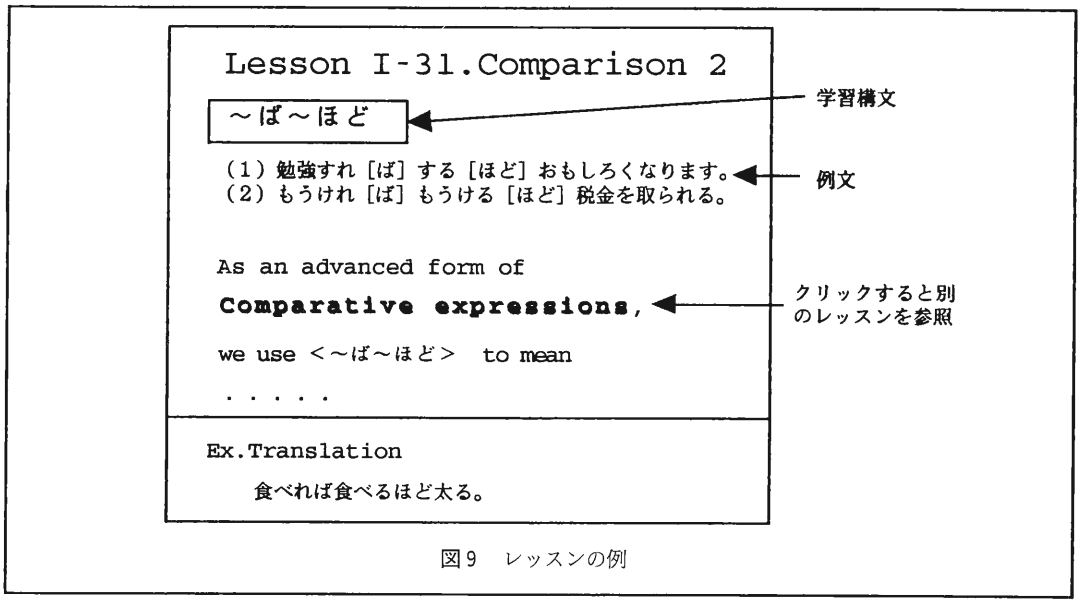


図 9　レッスンの例

```
:id.I-31
:title.Comparison 2
:etoc.ETOC "すればするほど"
:explain.As an advanced form of
{:lessonref=I-30,comparative expressions}
we use <～ば～ほど> to mean ...
:ex.trans="食べれば食べるほど太る。"
```

図10 レッスンファイルの例

8．システム稼働環境

現在本システムは，IBMパーソナルシステムPS／55モデル5570（CPU：80386，25MHz，16Mb）の上で動くOS／2上で稼働中である．用例検索を高速に実現している早見表を記憶域に展開するという手法をとっているために1タスク当たり16Mbの記憶領域を確保できるOS／2の使用は欠かせないものである．

用例検索のデータは現在5万文例（原言語，対訳言語それぞれ5万文）が格納されており，最大10万文例まで格納可能である．もちろん，データベースを切り替えるなどの方法をとれば，ディスクスペースの許す限りデータを格納することができるが，その場合は検索速度が犠牲になる．現在の検索速度は，平均約5秒であり，非常に高速であるということができる．これは，10万文例を格納したとしても早見表を使用しているため検索速度は，ほとんど変らないと予想される．

9．ま と め

以上，言語教育支援システムの概要を述べた．基本的に本稿では，日本語を中心に述べているが，用例検索サブシステム以外のほとんどがそのままで多言語に対応しているので，言語依存の部分は，用例検索サブシステムだけと言える．これも，形態素解析部を英文の構文解析システムと置き換えることによって，簡単に用例検索サブシステムは英語用として稼働させることができる．

本システムでは，出力装置としてレーザーディスクや音声出力装置を使用しているが，最近ようやくわが国でも普及のきざしが見えてきた，APPLE社のMacintoshあるいは，Steve Jobsが作ったNeXTマシンなどのマルチメディア指向のコンピュータを利用すれば，コンピュータの画面上にレーザーディスクから取り込んだ画面を表示したり，コンピュータそのものが音声を発したりすることが容易に実現できるため，より効果的な教育支援システムを作成することができるようになる．ただし，教育支援システムに限定し，CAIのことを全く考慮しないならば，AVサブシステムはほとんど必要がない．わずかに，外国人の教師が発音などを確認するための手段にしか使われないであろう．本システムでは，これを用いて作成したテキストとして本システムをインストールしたパソコンごと教室に持ち込むということを前提としている．こういう使い方をする場合には，より視覚に訴えるシステムの構築が必要となるであろう．

用例検索部については，より人間の感覚に近い類似検索を実現するために，ユニフィケーションを用いて構文的に近くかつ意味的に似ている文例を検索するアルゴリズムの検討をしている[9]．

謝　辞

貴重な夏休み期間中，ハードディスクの修復に専心していただいた近藤助教授に深謝いたします．

参考文献

1）池田“英語科CAI用プログラムの作成と活用”，有明工業高等専門学校紀要第26号，pp. 11-14，1990.

2）坂西“数学のCALソフト作成について”，有明工業高等専門学校紀要第26号，pp. 19-30，1990.

3）田中“日本語教育シラバスとCMI”，文部省科学研究費研究“パソコンによる外国人のための日本語教育支援システムの開発”，1988.

4）長尾編“日本語情報処理”，コロナ社，1984.

5）E. Sumita and Y. Tsutsumi “A Translation Aid System Using Flexible Text Retrieval Based on Syntax-Matching”. In Proc. of the Second International Conference on Theoretical and Methodological Issues in Machine Translation of Natural Languages, in Proceedings Supplement, June 1988.

6）堤，隅田“用例検索による日本語教師支援システム”，情報処理学会コンピュータと教育研究会4－3，1989.

7）R. A. Russell. “Japanese Language Education and Second Language Aoquisition Theory”, In Proc. of the International Symposium on Recent Issues on Japanese Language Education, pp. 5-23, November 1988.

8）“Hypertext ’87 Papers”, The University of North Carolina, November 1987.

9）堤，隅田“ユニフィケーションを用いた用例検索”情報処理学会第39回全国大会，1989.

CAI ソフト作成用プログラムの開発

坂　西　文　俊

〈平成 2 年 9 月21日受理〉

The Development of a CAI supporting System

I attempted to develop the soft programs in order to make the CAI teaching materials. This paper describes the management of those soft programs.

Fumitoshi SAKANISHI

0．はじめに

パソコンの普及にともない，教育用教材として，パソコンを利用した CAI の活用は盛んになりつつあり，その意義については［1］に述べた通りである．

しかし，高校以上の教科内容については，各学校の授業内容に完全に適合した CAI ソフトは，余り多くない．とりわけ，普通高校とはカリキュラムの異なる高専となると，授業に適した CAI ソフトはほとんど流通していないといってよい．従って，高専教育に CAI を活用しようとするならば，独自にそのソフトを開発しなければならない．しかし，ひとことに CAI ソフトの開発といっても，それには，プログラミングの知識とかなりの労力を要するのが必然である．

そこで今回，筆者は，プログラミングの知識なしに CAI 教材を作成するプログラムの開発を試みた．これは，プログラミングの知識などはなくても，基本的には，ワープロ（とくに「一太郎」）での文書作成ができれば，それを CAI 教材に作り換えることができるものである．すなわち，学習内容の原稿（下地の文章）をワープロで作成し，それを，この CAI 作成用プログラムで，着色したり文字の大きさを変えたり，問題部分や例題部分を設定したりして加工できるわけである．

この論文では，この CAI 作成用プログラムの概要と，操作方法について述べる．

1．加工プログラムの概要と思想

この CAI 作成用プログラム（以下，「加工プログラム」と呼ぶ）の目的は，CAI 作成の労力を減らすこと，および，プログラミングの知識があまりないコンピュータの初心者でも CAI 作成を可能にすることである．

このプログラムを使用して CAI を作成する場合の基本的な作業は，次の通りである．

(1)　ワープロで原稿を書く

ワープロはできれば「一太郎」を用いて作成する（文書をテキストファイルとして保存するものならば何でもよい）．学習内容の説明，例題，問題およびその正解などを全て記述しておく．

(2)　「加工プログラム」で加工する

ワープロで作成した原稿を，「加工プログラム」を用いて，文字に色を付けたり，文字の大きさを変えたり，実行時に入力を促す解答部分を指定するなどの加工を施す．

この「加工プログラム」の機能については後で説明するが，その操作方法に関しては，コマンドのメニュー選択方式などを採用した．このことは，CAI 作成のためにプログラミングを要しないから，CAI 作成の労力を激減することになる．また，コンピュータの初心者でもワープロを使用して文書を作成できれば，それを加工して CAI を作成することが可能である．

2．CAI 教材作成のための前準備

2．1　使用機器とプログラム言語

本校電子計算機室には，富士通 FMR-50が40台余り設置されており，実際の CAI 活用にはこれを利用しているため，この CAI 作成用プログラムも同機種を使用し，言語は FBASIC を用いている．

2．2　ディレクトリとファイル

ここで扱う CAI は，CAI を実行するための［メインプログラム］と，学習内容の［データファイル］から構成されている．つまり，根底には［メインプログラム］が流れており，学習項目を選択することにより，その項目の［データファイル］を結び付けて，選択し

た学習項目の内容を学習するようになっている．従って，ワープロで作成した原稿を加工し，実際にCAIとして使用するためには，FBASICが起動するディスクに以下のファイルが必要である．

【加工のためのファイル】（●プログラムリスト参照）
・加工メインプログラム　［KAKOU.BAS］
・加工サブプログラム　［START.BAS］
・データファイルのためのディレクトリ
　学習内容ディレクトリ＜￥NAIYOU＞
　属性ディレクトリ　＜￥ZOKUSEI＞
　数値ディレクトリ　＜￥SUUCHI＞
　問題ディレクトリ　＜￥MONDAI＞
　例題ディレクトリ　＜￥REIDAI＞
　処理ディレクトリ　＜￥SHORI＞
　付加ディレクトリ　＜￥SUBPROG＞
・データファイル
　(a)「一太郎」で作成するデータファイル
　　学習項目一覧のファイル［KOUMOKU.JXW］
　　学習内容のファイル　［￥NAIYOU￥Knn.JXW］
　(b)「加工プログラム」で作成されるデータファイル
　　［￥ZOKUSEI￥Knn.JXW］
　　［￥SUUCHI￥Knn.JXW］
　　［￥MONDAI￥Knn.JXW］
　　［￥REIDAI￥Knn.JXW］
　　［￥SHORI￥Knn.JXW］
　　［￥SUBPROG￥Knn.JXW］
　※ nnは学習項目の項目番号
【CAI実行のためのファイル】
・自動起動のためのファイル
・CAIメインプログラム［MAINPROG.BAS］

2．3　ディスクのセットについて

2．2のように準備したディスクをセットするドライブについて言及しておく．
・「一太郎」使用時……Bドライブ
・「加工プログラム」による加工時……Bドライブ
・CAI実行時……Aドライブ

3．「一太郎」を用いたデータファイル作成

ここからは，各学習項目毎に行う作業を述べる．

この節で行う作業は，ワープロ「一太郎」を用いて，いくつかの文書ファイルを作成することである．ただし，各作業において，印刷スタイルなどにいくつかの条件があることを注意する．また，作成後は，ディスクの容量の節約のため，［＊.JXW］以外のファイルすなわち［＊.ATR］，［＊.CTL］は，削除した方がよい．

3．1　学習項目名の登録

まず，学習項目名とその主な内容を列記したファイルを作成する．
●ファイル名：［B：KOUMOKU.JXW］
●条件：
・印刷スタイル：1行文字数77
・1行に1項目ずつ（項目名と主な内容を）記述する．
・1行目が項目番号0，2行目が項目番号1……と項目の番号が付けられていく．
・CAIの学習内容を1項目ずつ作成していく場合には，その都度1行ずつ追加していけばよい．
・1行目（項目番号0）には，特別に便宜上「終了」という項目を記述しておく．
●形式：項目名（16文字以内）

項目名	主な項目内容

↑1列　↑17列　77列↑

※　1行目（項目番号0）

終了	＊＊＊＊のCAIを終了します

（＊＊＊＊：教科名）

3．2　学習内容の原稿の作成（「原稿ファイル」参照）

「加工プログラム」で加工する原稿（学習内容となる文章）を作成する．説明文，例題や問題，その正解などすべて記述しておく．
●ファイル名：［B：￥NAIYOU￥Knn.JXW］（nn：項目番号）
　例：項目番号1…＞［B：￥NAIYOU￥K01.JXW］
●条件：
・印刷スタイル：1ページ行数17，1行文字数78
・CAI実行時は，原稿の1ページが1画面となる
・各行の終わりは，↵（リターンキー）を記述する
・最終ページが17行に満たないときは，↵のみを17行になるまで記述する．
・数値に乱数を使うときなどの記述法は，後述（5．《原稿》参照）

3．3　その他のデータファイルの初期作成

これは，各学習項目の原稿の加工を初めて行うとき前もって行う作業である．一度，加工を行った原稿に対しては，行う必要はない．つまり，初めて加工を行う時のためのダミーファイルを作成するわけである．
●操作：
・「加工プログラム」使用する場合
(1)　［加工メインプログラム］（［B：KAKOU.BAS］）をロードする……LOAD “B：KAKOU.BAS” ↵
(2)　20000行からを実行……RUN 20000↵

・「一太郎」で作成する場合
(1)　□178700@↵を17×(頁数) 個記述した文書をファイル名［B：￥ZOKUSEI￥Knn.JXW］で保存
(□：空白，nn：項目番号)
(2)　%↵を（頁数）個記述した文書を，4つのファイル［B：￥SUUCHI￥Knn.JXW］，［B：￥MONDAI￥Knn.JXW］，［B：￥REIDAI￥Knn.JXW］，［B：￥SHORI￥Knn.JXW］で保存
(3)　20000 GOTO＊内容↵と記述した文書をファイル名［B：￥SUBPROG￥Knn.JXW］で保存

4．「加工プログラム」による基本的な加工

さて，ワープロで作成した文書をCAIに加工する作業について述べる．ここでは，最も基本的な加工，すなわち，文字の着色，問題部分の設定，問題をランダム表示させる方法，および，実行テストと加工したデータファイルの保存方法について述べる．他の加工については，次の節で解説する．

【操作の基本】
●作業のメニュー選択：→←↑↓で選択，↵で決定
●作業の取消（前段階に戻る）：ESC を押す

≪加工画面の表示≫
(1)「加工メインプログラム」をロードし，実行
(RUN “B：KAKOU.BAS” ↵)
…＞画面に，項目名の一覧が表示される
(2)　加工する項目内容の［項目名］を選択
…＞画面上部にワープロで作成した原稿が表示され，画面下部に加工の作業名一覧(ルートメニュー)が表示される．

≪文字の着色≫
●機能：文字を着色する
●操作：［属性］-［文字着色］-［表示色］-［背景色］-［アトリビュート］-始点-終点（-始点-終点…）-ESC-…-ESC
●操作手順詳細：
(1)　ルートメニューで［属性］を選択する．
…＞属性に関するサブメニューが表示
(2)　サブメニューで［文字着色］を選択する．
…＞表示色（8色）の一覧が表示
(3)　［表示色］を選択
…＞背景色（8色）の一覧が表示
(4)　［背景色］を選択
…＞アトリビュート（8種）の一覧が表示
(5)　［アトリビュート］を選択する．
…＞始点と表示され，画面上にカーソルが点滅
(6)　着色したい部分の［始点］を指定する．
…＞終点と表示され，画面上にカーソルが点滅
(7)　着色したい部分の［終点］を指定する．
…＞(5)が終った時点になる
(8)　同じ色で着色したい部分があれば，再び(6)，(7)を繰り返す．色を変える場合は，ESC を押す毎に前段階に戻るのでそこからやり直す．
(9)　着色を終るときは，ルートメニューに戻るまで ESC を押す．
●注意：・始点，終点の指定は1行内で行う
・終点は，始点より右側でなければならない

≪問題部分の設定≫
●機能：問題の解答欄部分を設定する
●操作：［問題］-［問題設定］-［問題番号］-始点-終点-［問題補助番号］(-問題番号…)-ESC-…-ESC
●操作手順詳細
(1)　ルートメニューで［問題］を選択する．
…＞問題に関するサブメニューおよび問題に関して現在設定されているデータが表示
(2)　サブメニューで［問題設定］を選択する．
…＞問題番号が表示され，カーソルが点滅
(3)　前行，次行キーにより［問題番号］を選択する．
…＞始点が表示され，画面上にカーソルが点滅
(4)　問題の解答欄の始点を指定する．
…＞終点が表示され，画面上にカーソルが点滅
(5)　問題の解答欄の終点を指定する．
…＞(2)が終った時点になる
(6)　別の部分を解答欄にするときは(3)～(5)を繰り返す．
問題の設定を終るときは，ルートメニューに戻るまで ESC を押す．
●解説：・補助番号は，1問内で解答欄が離れる場合などのために設定する．通常は0
●例：「原稿」　x2＋2x－8＝(x＋4)(x－2)
「加工」　(1)　問題番号1，補助番号0
x2＋2x－8＝(x＋4)(x－2)
(2)　問題番号2，補助番号1
x2＋2x－8＝(x＋4)(x－2)
(3)　上付1/4（後述）
x^{2}＋2x－8＝(x＋4)(x－2)
［実行］　x^{2}＋2x－8＝(x＋■)(x－■)

≪置換≫
●機能：原稿内容の表示場所を部分的に入れ換える
●操作：［置換］-［置換式設定］-［式番号選択］-［始

点］-［終点］-［始点］(-始点-…) -ESC-…ESC

●解説：・問題をランダムに表示するときに利用する
・置換部分は，同一の形式であることが必要
・最初の始点終点で，置換部分の長さを設定
・次からの始点で，置換部分を複数個設定

●例による操作手順詳細：

「原稿」 問題 次の日本語を英訳しなさい
(a)ペン［pen］ (b)鉛筆［pencil］
(c) 机 ［desk］ (d)いす［chair］
(e)少年［boy］ (f)少女［girl］

［置換設定］
(1) ルートメニューで［置換］を選択
…>置換に関するサブメニューおよび置換に関して現在設定されているデータが表示
(2) サブメニューで［置換式設定］を選択する．
…>置換式番号が表示され，カーソルが点滅
(3) 前行，次行キーにより［置換式番号］を選択する．
…>始点が表示され，画面上にカーソルが点滅
(4) 最初の置換部分の［始点］を指定する
…>終点が表示され，画面上にカーソルが点滅
(5) ［終点］を指定する
例： ↓始点 ↓終点
(a)ペン［pen］ (b)鉛筆［pencil］
(c) 机 ［desk］ (d)いす［chair］
(e)少年［boy］ (f)少女［girl］
…>始点が表示され，画面上にカーソルが点滅
(6) 2番目の置換部分の［始点］を指定する
…>始点が表示され，画面上にカーソルが点滅
(7) 3番目の置換部分の［始点］を指定する
以下，6番目の置換部分の［始点］までを指定する
例： (a)ペン［pen］ (b)鉛筆［pencil］
(c)_机 ［desk］ (d)いす［chair］
(e)少年［boy］ (f)少女［girl］
…>始点が表示され，画面上にカーソルが点滅
(8) ESC を押す
…>置換式が設定され，置換部分が画面に緑色の枠で囲まれる
(9) ルートメニューに戻るまで，ESC を押す

［実行］ 問題 次の日本語を英訳しなさい
(a)少女［girl］ (b)ペン［pen］
(c)少年［boy］ (d)いす［chair］
(e)机 ［desk］ (f)鉛筆［pencil］

●補足：［ ］の中を［問題設定］で，解答欄に設定すれば，CAIとなる

≪実行テスト≫

●機能：実際の実行状態をテストする
●操作：［実行テスト］-（テスト）-ESC
●操作手順詳細
(1) ルートメニューで，［実行テスト］を選択
…>CAI実行時の状態になる．
(2) 実行状態をチェックする．
(3) 元に戻るときは，ESC を押す．

≪保存≫
●機能：加工に関するデータを保存する
●操作：保存-↵
(1) ルートメニューで，［保存］を選択する．
…>確認のメッセージが表示
(2) データを保存するなら↵，しないなら ESC を押す
…>（データを保存して）ルートメニューに戻る

5．「加工プログラム」のコマンド機能について

この節では，前節以外の「加工プログラム」のコマンド機能や操作方法について解説する．筆者が本校で数学を担当しているため，数学を例にして説明する

まず，原稿について述べる．

≪原稿≫
●解説：・原稿はワープロ（「一太郎」）で作成する
・説明，例題，問題，その解答すべて書く
・1/2改行する部分は，下の行に書く
（［属性］-［行&字設定］-［n：半&＊＊＊＊］の加工により1/2改行に設定する）

【原稿の特殊記号】（6．原稿例参照）
＜数値代入：¥＞（［数値］参照）
●解説：数値番号を設定することにより，実行時には数値（乱数）が代入される
＜表示桁揃え：%＞
●解説：¥に2桁以上の数値が代入された場合，原稿のその行の¥より右の部分は表示位置がずれてくる．これを調整するのが%である．すなわち，%より右の部分は原稿の位置通りに表示される．
＜枠表示：@＞
●形式：@SCNNN…N
・・・・・・・・・・・・
・・・・・・・・・・・・
@
(S：種類，C：表示色，NNN…N：文字列)
●解説：・原稿の説明部分に枠を表示する
・@の行から次の@までの行を枠で囲む

・種類は，3種類(1：定義，2：定理，3：注意)
・表示色は，BASICの色番号
・文字列は，枠内のタイトル(半角62字以内)

それでは，加工におけるコマンドの説明を行う．
全作業を通じてのキー操作の規約を，簡単に再記しておく．

【規約】
●メニュー選択：→←↑↓で選択し，↵で決定
●メニュー選択取消（前段階へ戻る）：↵を押す
●作業の取消：・通常はESC
・文字列入力の時は，¥↵
・Gカーソル使用時は，枠外で↵
●終点の指定：始点の行で，始点より右側
（ただし，Gカーソル使用時は除く）

【コマンド機能の説明】
以下の説明で，ファイルはデータ格納ファイル名のことであり，形式はデータ形式のことである．

≪項目変更≫
機能：加工する学習項目を変更する
操作：[項目変更] -↵- [項目選択]

≪Pageの変更≫
機能：加工する学習内容のページを変更する
操作：[Page変更] - [加工ページ選択]

≪属性≫
解説：・以下のような各種属性の設定，解除行う
・データは行単位で格納される
・属性のデータは，¥への数値代入による表示位置のずれを自動的に調整して実行される
ファイル：[¥ZOKUSEI¥Knn.JXW]
形式：…@Z…@Z…@……Z…@
（Z：属性識別子；n,T,t,L,l,O,o,I,i,U,u,¥）
＜[属性] - [属性初期化]＞
機能：指定した行の全ての属性（行&字）を解除する
操作：始点（行指定）
解説：・指定した行に設定された行&字に関する属性を全て取り消す．(着色データは取り消さない)
＜[属性] - [着色]＞
機能：文字に色をつける
操作：[表示色] - [背景色] - [アトリビュート] - [始点] - [終点]
解説：・着色の初期化は始点1列，終点78列で設定
形式：…XXLLFBA…@
（XX：始点水平位置，LL：着色文字列の長さ，
F：表示色，B：背景色，A：アトリビュート）
＜[属性] - [行&字取消]＞
機能：指定した始点と終点の間に設定されている属性のうち，指定した種類の属性を解除する
操作：[属性種類選択] - [始点] - [終点]
解説：・属性種類については＜行&字設定＞を参照
＜[属性] - [行&字設定]＞
機能：行と文字に関する属性を設定する
解説：・行に関する属性は2種類
[1&＊＊＊]…通常の行表示
[半&＊＊＊]…1/2行分上に表示
・文字に関する属性は以下の6種類
[＊＊&通常]，[＊＊&上付]，[＊＊&下付]
[＊＊&ルート]，[＊＊&積分]，[＊＊&横線]
・従って，行と文字に関する属性は12種類
形式：…@Z…@Z…@Z……@
（Z：属性識別子……属性種類を表す）
例：次の積分の公式を作成してみる．

$$\int \frac{1}{\sqrt{x^2+A}}dx=\log|x+\sqrt{x^2+A}|+C$$

「原稿」 1
x2+Adx=log|x+ x2+A|+C
[n：半&通常]
機能：指定した範囲を1/2行上に表示する
操作：[始点] - [終点]
解説：・分数の等式などのとき設定する
形式：n……XXLL……@
（XX：始点水平位置，LL：文字列の長さ）
例：
$$\frac{1}{x2+A}\underline{dx=\log|x+\ x2+A|+C}$$

[T：1&上付]/[t：半&上付]
機能：指定した範囲の文字を上付1/4角文字で表示
操作：[始点] - [終点]
解説：・半角文字のみ対象
形式：Z……XXLL……@
（Z：T/t，XX：始点水平位置，LL：文字列の長さ）
例：
$$\underline{x^2}+A\ dx=\log|x+\ \underline{x2}+A|+C$$

[t：半&上付]
[T：1&上付]
[L：1&下付]/[l：半&下付]
機能：指定した範囲の文字を下付1/4角文字で表示
操作：[始点] - [終点]

解説：・半角文字のみ対象
形式：Z……XXLL……@
（Z：L/l，XX：始点水平位置，LL：文字列の長さ）
［O：1＆ルート］/［o：半＆ルート］
機能：指定した範囲にルート記号を表示する
操作：［表示色］-［UD選択］-［始点］-［終点］
解説：・UDは，ルートの横線を上に上げるドット数
通常は0，2行にまたがるときは16
・原稿は半角1文字分あけておく
形式：Z……XXLLFUU……@
（Z：O/o，XX：始点水平位置，LL：ルートの長さ，F：表示色 UU：UD）
例：$\frac{1}{\sqrt{x^2+A}}dx=\log|x+\sqrt{x^2+A}|+C$
［o：半＆ルート］，［UD＝0］
［O：1＆ルート］，［UD＝0］
［I：1＆積分］/［i：半＆積分］
機能：指定した位置に積分記号を表示する
操作：［表示色］-［始点（表示位置）］
解説：・原稿は半角1文字分あけておく
形式：Z……XXC……@
（Z：I/i，XX：始点水平位置，F：表示色）
例：$\int\frac{1}{\sqrt{x^2+A}}dx=\log|x+\sqrt{x^2+A}|+C$
↑［i：1＆積分］，始点
［U：1＆横線］/［u：半＆横線］
機能：指定した範囲にアンダーラインを引く
操作：［線スタイル］-［表示色］-［始点］-［終点］
解説：・線スタイルは5種類
・分数の横線を引くときなどに利用
形式：Z-XXLLSC……@
（XX：始点水平座標，LL：文字列の長さ，
S：線スタイル，C：表示色）
例：［U：1＆横線］
$\int\frac{1}{x^2+A}dx=\log|x+\sqrt{x^2+A}|+C$

≪数値≫
解説：・¥への数値代入に関する設定，解除を行う
・データは関係式1つにつき1行で格納される
ファイル：［¥SUUCHI¥Knn.JXW］
ただし，数値番号は［¥ZOKUSEI¥Knn.JXW］
＜［数値］-［数番号設定］＞
機能：原稿の¥記号に数値番号を設定する
操作：［始点（¥位置指定）］-［数値番号選択］
解説：・実行時には，¥に数値が代入され表示される
・始点は¥以外では受け付けない
・加工画面では，赤色で番号を表示
データ形式：……Z……NN……@
（Z：¥，NN：数値番号）
＜［数値］-［数値式設定］＞
機能：¥に代入される数値の関係式を設定する
操作：［数値式入力］
解説：・¥に数値番号を設定しただけでは，代入される数値は1～9までの乱数である．これらの代入された数値の関係式を設定して，表示される数値を調整する
形式：Vnn＝AmmEAmmEAmm……Amm
（Vnn：数値番号nnの数値，E：演算子；^，＊，/，＋，－，
Amm：Vmm……数値番号mmの数値
Rab……aからbまでの乱数
□ ab……数値ab　　）

例：原稿　x2＋¥x＋¥＝(x＋¥)(x＋¥)
数値番号 V 1　2　3　4　のとき
数値式1　V3＝R15　…V3は1～5までの乱数
数値式2　V4＝R24＋10　…V4は12～14までの乱数
数値式3　V1＝V3＋V4　…V1はV3とV4の和
数値式4　V2＝V3＊V4　…V2はV3とV4の積

≪問題≫
解説：・問題の解答部分などを設定，解除する
・1問の解答欄が分離しているときのために，1問に付き0～9までの補助番号を設定する
・データは1問単位で格納される
ファイル：［¥MONDAI¥Knn.JXW］
＜［問題］-［問題設定］＞
機能：問題の解答部分を設定する
操作：［問題番号］-［始点］-［終点］-［補助番号選択］
解説：・設定部分は，CAI実行時に解答入力を促す解答欄になる
・補助番号は，同一問題内で解答欄が分離しているときなどのために設定．通常は0
・画面では，問題部分を青線で表示し，問題番号を緑色で，補助番号を黄色で表示
形式：……XXLLYY……
（XX：始点水平位置，YY：始点垂直位置
LL：設定部分の長さ）
＜［問題］-［問題削除］＞
機能：設定した問題部分を解除する
操作：［問題番号選択］-［始点（解除部分指定）］
解説：1問全体の解除は，問題式削除で行う

≪例題≫
解説：・例題部分を設定する
・データは，１部分単位で格納される
ファイル：［￥REIDAI￥Knn.JXW］
＜［例題］－［例題設定］＞
機能：例題部分を設定する
操作：［設定番号選択］－［始点］－［終点］
解説：・設定部分は，CAI 実行時に，非表示になり↵入力時になる．↵入力後，正解表示される
・画面では，例題部分を紫線で表示し，設定番号を緑色で表示
形式：XXLLYY
（XX：始点水平位置，YY：始点垂直位置，
LL：設定部分の長さ）
＜［例題］－［例題部変更］＞
機能：設定した例題部分を変更する
操作：［設定番号選択］－［始点］－［終点］

≪処理≫
解説：・様々な処理を設定する
・CAI 実行時には，これらの処理を順番に実行して行く
ファイル：［￥SHORI￥Knn.JXW］
＜［処理］－［例題］＞
機能：CAI 実行時に，↵入力待になる例題部分の個数を設定する
操作：［例題］－［長さ］－［処理番号］
解説：・CAI 実行時には，↵入力後，設定した長さの分だけ例題の正解が表示される
形式：R……（長さの個数分）
＜［処理］－［サブルーチン］＞
機能：［付加］で設定するサブルーチンへの移行を設定
操作：［ラベル番号］－［処理番号］
解説：・［付加］で，CAI 実行時にメインプログラムと結合するサブプログラムを設定できるが，そこに書かれたサブルーチンへの移行を設定する
・サブルーチンのラベルは＊ Fmm の形
・この mm を設定する
形式：Fmm（mm：ラベルの番号）
＜［処理］－［アンダーライン］＞
機能：指定範囲にアンダーラインを引く
操作：［線スタイル］－［表示色］－［始点］－［終点］－［処理番号］
解説：・線の種類は 5 種類
・CAI 実行時に，次の処理が［例題］の時は，黄色で表示され，↵入力後，表示色で表示
形式：USCYYXXLL……
（S：線スタイル，C：表示色，XX：始点水平位置
LL：線の長さ，YY：始点垂直位置）
＜［処理］－［線］＞
機能：始点から終点まで線を引く
操作：［線スタイル］－［表示色］－［始点］－［終点］－［処理番号］
解説：・線の種類は 5 種類
・始点終点は，グラフィック画面の座標で設定（G カーソルによる指定）
・始点終点の取消は，枠外を指定する
データ形式：GLSCXXXYYYxxxyyy
（GL：識別子，S：線スタイル，C：表示色，
XXX：始点水平座標，YYY：始点垂直座標，
xxx：終点水平座標，yyy：終点垂直座標）
＜［処理］－［円］＞
機能：指定した箇所に円を描く
操作：［表示色］－［始点（中心）］－［終点］－［処理番号］
解説：・始点を中心とし，終点までの距離が半径
・始点，終点は G カーソルによる指定
形式：GC CXXXYYYRRR
（GC：識別子，C：表示色，XXX：中心水平座標，YYY：中心垂直座標，RRR：半径）
＜［処理］－［塗色］＞
機能：指定した箇所を指定色で塗る
操作：［塗色］－［境界色１］－［境界色２］－［始点］－［処理番号］
解説：・始点で指定した箇所を，境界色まで塗る
形式：GP CXXXYYYAB
（GP：識別子，C：塗色，XXX：始点水平座標，
YYY：始点垂直座標，A：境界色１，B：境界色２）
＜［処理］－［SYMBOL］＞
機能：入力した文字を1/4角の大きさで表示する
操作：［表示色］－［始点位置］－［文字入力］－［処理番号］
形式：GS CXXXYYYNNN……
（GS：識別子，C：表示色，XXX：始点水平座標，YYY：始点垂直座標，NNN……：文字例）

≪解答順序≫
機能：解答の順序に関する設定を行う
ファイル：［￥SHORI￥Knn.JXW］
＜［解答順序］－［解順式設定］＞
操作：［式入力］
解説：・問題の解答において，解答の順序の制約がな

い場合がある．たとえば，因数分解など．この様なとき，解答の順序を入れ換えたものを正解として判定するように，解答順序を設定する
・設定には，問題の補助番号を使用する
・下の形式の時，補助番号がaからbまでの部分とcからdまでの部分を入れ換える

形式：KmmZablcd@……
（K：識別子，mm：問題番号，a/b/c/d：補助番号
Z：種類；C……表示桁数が同じの時，入換え可能
N……無条件で，入換え可能）

例：　$x^2+¥xy+¥y^2=(x+¥y)(x+¥y)$
　　↑ ↑ ↑　↑ ↑ ↑
　　0 1 2　3 4 5
問題番号1　補助番号
解順設定　K 1N012@N315@C02135
実行時は　（¥y＋x）（x＋¥y），
（¥y＋x）（¥y＋x）等も正解となる

≪置換≫
解説：・原稿内容の表示場所をランダムに変更する
・置換部分は，同一の形式であることが必要
ファイル：［¥TIKAN¥Knn.JXW］
＜［置換］－［置換式設定］＞
機能：原稿にいくつかの部分を入れ替える
操作：［式番号選択］－［始点］－［終点］－［始点］（－始点……）－ESC
解説：・最初の始点終点で置換部分の長さを設定
・次からの始点で，置換部分を複数個設定
形式：TLLXXYYX1Y1……
（LL：置換部分の長さ，XX/X1…：始点水平位置
YY/Y1…：始点垂直位置）

≪付加≫
ファイル：［¥SUBPROG¥Knn.JXW］
＜付加-付加式設定＞
機能：メインプログラムに，結合するサブプログラムを設定する
操作：［式番号選択］－［プログラム文入力］
解説：・CAI実行時に，「CAIメインプログラム」だけでは行えない処理を，ここにプログラミングして行うことができる
・ここに書かれたプログラムは，CAI実行時に，学習項目の選択後，メインプログラムにCHAIN MERGEされる
・ラベル名＊Fmmのサブルーチンを使用するとCAI実行時に，各ページから随時，そのサブルーチンを実行できる
（［処理］－［サブルーチン］参照）
・プログラム文は，20000行から書き始める
・プログラムの結合は，学習項目選択後に行われる
形式：nnnn……
（nnnnn：行番号，……プログラム文）

≪実行テスト≫
機能：実際のCAI実行時の模擬をテストする
操作：［実行テスト］
解説：・テストから元に戻るときはESC

≪保存≫
機能：設定したデータをファイルに保存する
操作：［保存］－↵

≪その他のコマンドメニュー≫
＜＊＊式編集＞
機能：設定したデータを手動で編集する
操作：［＊＊式編集］－［式番号］－［データ入力］
解説：・設定したデータを形式を参考に編集する
・既存のデータの一部のみの変更に便利
・編集取消は¥↵
＜＊＊式入換＞
機能：設定したデータの順番を入れ換える
操作：［＊＊式入換］－［式番号1］－［式番号2］
解説：・式番号1と式番号2のデータを入れ換える
＜＊＊式削除＞
機能：指定した式番号のデータを削除する
操作：［式削除］－［式番号］
解説：・削除した式番号には，後続の式番号のデータが順次，置き換えられる

6．原稿，データおよび実行時の例

筆者が作成中の数学のCAIの例を挙げる．

●原稿ファイル：[¥NAIYOU¥K11.JX¥]

```
#27 2次方程式 ax  +bx+c=0 の解法
                                  −b± b2−4ac
(*) 因数分解して解く         (**) 解の公式 x=      2a       を使う
@
 例題  次の2次方程式を解きなさい
(1) 6(x+1)2=7x+12                (2) −0.3x2−0.5x+0.1=0
   展開整理して 6x2+5x−6=0          両辺 −10倍して 3x2+5x−1=0
   左辺因数分解して (2x+3)(3x−2)=0   解の公式より
              3   2                  −5± 52−4·3·(−1)   −5± 37
   よって x=−2, 3                  x=       2·3       =   6

 問題  次の2次方程式を解きなさい
(1) x2+¥x+¥=0  左辺因数分解 (x+¥)(x+¥)=0 よって x=¥, ¥
(2) ¥x2+¥x+¥=¥x+¥        $              ¥± ¥
    整理 ¥x2+¥x+¥=0      $解の公式より x=  ¥
(3) ¥(x+¥)2=¥x+¥          $              ¥±¥ ¥i
    整理 ¥x2+¥x+¥=0      $解の公式より x=  ¥
 問題  次の2次方程式を解き、解を下の [a]~[j] で答えなさい
(1) x(x+¥)=¥x+¥           $[a]  (2) x2+¥x+¥=0           $[b]
(3) (x+¥)(x+¥)=¥x+¥       $[c]  (4) x2+¥x+¥=0           $[d]
(5) ¥x2+¥x+¥=0            $[e]  (6) ¥x2+¥x+¥=¥(x+¥)     $[f]
(7) x(x+¥)=¥x+¥           $[g]  (8) (x+¥)(x+¥)=¥x+¥     $[h]
(9) ¥x(x+¥)=¥x+¥          $[i]  (0) ¥x2+¥x+¥=0          $[j]

[a] x=¥, ¥                      $[b] x=¥, ¥

[c] x=¥, ¥                      $[d] x=¥± ¥
       ¥  $ ¥                   $       ¥  $ ¥
[e] x=¥  $, ¥                   $[f] x=¥  $, ¥
       ¥± ¥                     $      ¥±¥ ¥i
[g] x=  2                        [h] x=  2
       ¥±¥ ¥                    $      ¥± ¥i
[i] x=  ¥                       $[j] x=  ¥
```

●属性ファイル：[¥ZOKUSEI¥K11.JX¥]


```
178700@
178070@05412 10@T57 10U481800@
178070@n 14767 6@
178700@
178500 1 60300@
178700 1 350040 3500@T13 151 1@
178700 412800441560@T20 163 1@
178700 4166004412600@
178700@05314 1374 3 13@U17 10721 10748190769 807@T55 1@
178700 4 6800@n 41344 467 2@
178700@
178500 1 60700@
178700 1 3500211280052 6800@T 7 1@¥151613141112@
178700 1 350049 5710@052 2 17@U49 507@T 8 1@¥172223242518180@
178700 5 460032126001015710@T13 1@n3217@¥17202117@
178700 1 350049 8710@053 2 17@U49 807@T13 1@¥353233342772829@
178700 5 460032126001015710@T13 1@n3217@¥353031350@
178500 1 607039104000@
178700 1 350040 350034 440073 4400@T46 1@¥13141518190@
178700 1 350040 350034 440073 4400@T46 1@¥222324252829@
178700 1 350040 350034 440073 4400@T47 1 8 1@¥333435394041424300@
178700 1 350040 350034 440073 4400@¥464748525354550@
178700 1 350040 350034 440073 4400@T47 1@¥5661826367868800@
178700@
178700 1 440040 4400@¥11121617@
178700@
178700 1 440040 4400@o52 2 17@n 1134021@¥2021262770@
178700@U10 10717 10749 10756 107@¥313237380@
178700 1 440040 4400@n 1 940 9@¥30303636@
178700@U49 80710 507@013 2 1753 2 17@¥444548505100@
178700 1 440040 4400@n 1 940 9@
178700@U49 70710 607@014 2 1752 2 17@¥635863856800@
178700 1 440040 4400@n 1 940 9@¥56840@
178700@
```

●数値ファイル：[¥SUUCHI¥K11.JXW]

```
          :
          :
-----------------------
V11= -1^R12*R15
V12= -1^R12*R29
V13=  0-V11
V14=  0-V12
V15=V13+V14
V16=V13*V14
V17=  2^R12
V18=R12*  2+  1
V18= -1^R12*V18
V19=R12*  8-  3
V20=  0-V18*  2
V21=V18^  2-V19
V21=V21/V17
V22=V20+V24
V23=V25+V21
V30=  0-V27*  2
V35=  2
V29=R12*  2+  1
V28=R13*  2+  1
V27=R13*  2+  1
V27= -1^R12*V27
V30=  0-V27*  2
V31=V28^  2*V29+V27^  2
V31=V31/  2
V33=V32*  4-V30
V34=V32^  2*  2-V31
%
-----------------------
V11= -1^R12*R15
V12= -1^R12*R29
V13=V14-V11-V12
V15=V11*V12
V15=  0-V15
V16= -1^R12*R15
V17= -1^R12*R29
V18=V16+V17
V18=  0-V18
V19=V16*V17
V20= -1^R12*R15
V21= -1^R12*R29
V24=V20+V21+V22+V23
V25=V22*V23-V20*V21
V28=R13*  2+  1
V28= -1^R12*V28
V28=V28*  2
V28=  0-V28
V27=V28^  2-V29
V30=  2^R12
V31=R13*  2+  1
V31= -1^R12*V31
V32=R14*  2-  1
V32= -1^R12*V32
V33=V30^  2
V34=V31*V30+V32*V30
V34=  0-V34
V35=V31*V32
V38=  2^R12
V37=R13*  2+  1
V37= -1^R12*V37
V38=R14*  2-  1
V38= -1^R12*V38
V39=V36^  2
V42=V37*V36+V38*V38+V40
V41=V42*V43+V37*V38
V44=R12*  2-  1
V44= -1^R12*V44
V47=V44+V46
V48=R13*  2-  1
V45=V44^  2+V48*  4
V99=R13
V98=R13
V97=R12
V49=V99*  2+  1
V50=V98*  2+  1
V51=V97*  4-  1
V54=V49+V52+V53
V55=V98^  2+V98
V55=V55*V51+V99+V97
V55=V52*V53-V55-V99^  2
V58=  2*R23
V58=R12*  2+  1
V63=V58^  2-V56
V61= -1^R12*V61
V62=V63*  2+V56*V61
V96=R12
V65=V96*  2+  1
V65= -1^R12*V65
V68=  0-V65
V95=R12
V68=V95*  4-  1
V67=V96^  2+V96+V95
V64=V67*  2
V69=  1
%
          :
          :
```

●付加ファイル：
[¥SUBPROG¥K11.JXW]
20000 GOTO *内容

●問題ファイル：[¥MONDAI¥K11.JXW]

```
          :
          :
-----------------------
35 51342 513
63 11368 113
101215
51 11549 11453 114
101217
52 11749 11652 11654 318
%
-----------------------
35 2 2
74 2 2
35 2 3
74 2 3
35 2 4
74 2 4
35 2 5
74 2 5
35 2 6
74 2 6
%
-----------------------
          :
          :
```

●例題ファイル：[¥REIDAI¥K11.JXW]

```
          :
          :
-----------------------
1715 7
22 6 8
30 6 8
15 310
17 1 9
21 110
21 1 9
6015 7
55 310
48 5 9
5413 9
72 110
69 5 9
75 2 9
%
-----------------------
%
-----------------------
          :
          :
```

●処理ファイル：[¥SHORI¥K11.JXW]

```
          :
          :
-----------------------
K 1C011
K 2C011
GS 0248 192
U10 6 518
R
U10 71712
RR
U10 821 8
RR
U10 829 8
RR
U10 6t4423
R
U10 76015
RRR
U10104819
RRR
%
-----------------------
T33 5 2 5 3 5 4 5 5 5 644 244 344 444 544 6
%
-----------------------
          :
          :
```

●「加工」中の画面と「CAI 実行」時の画面

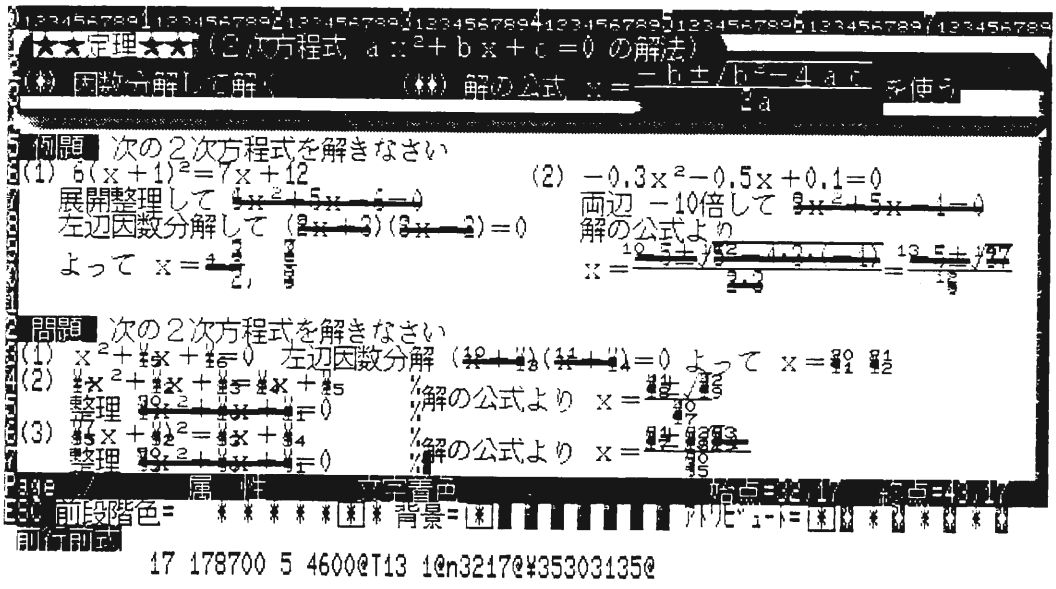


図 1

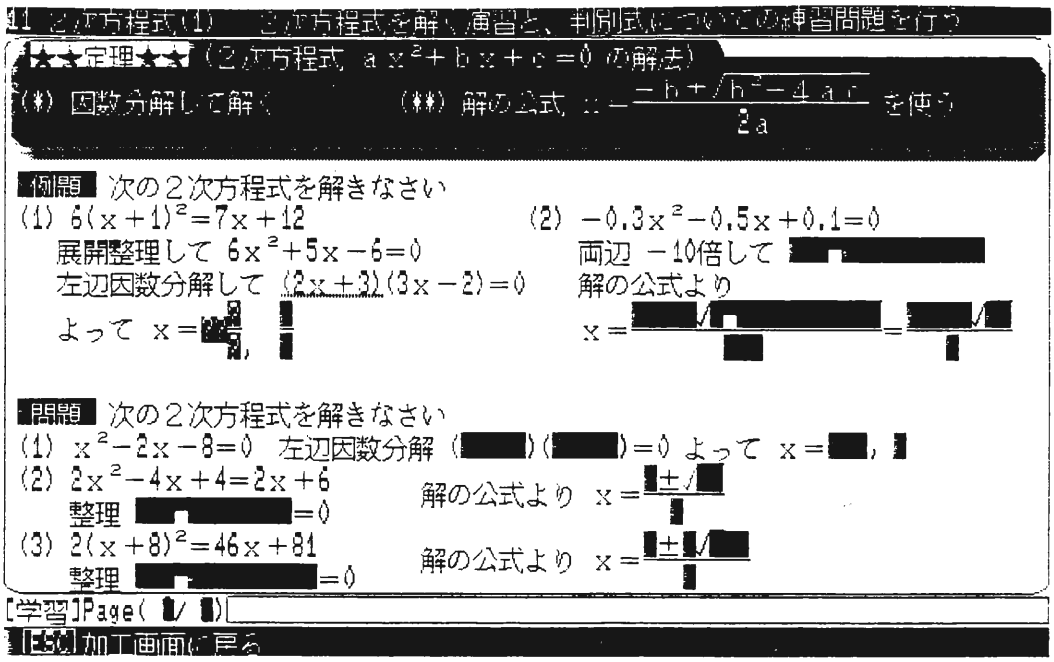
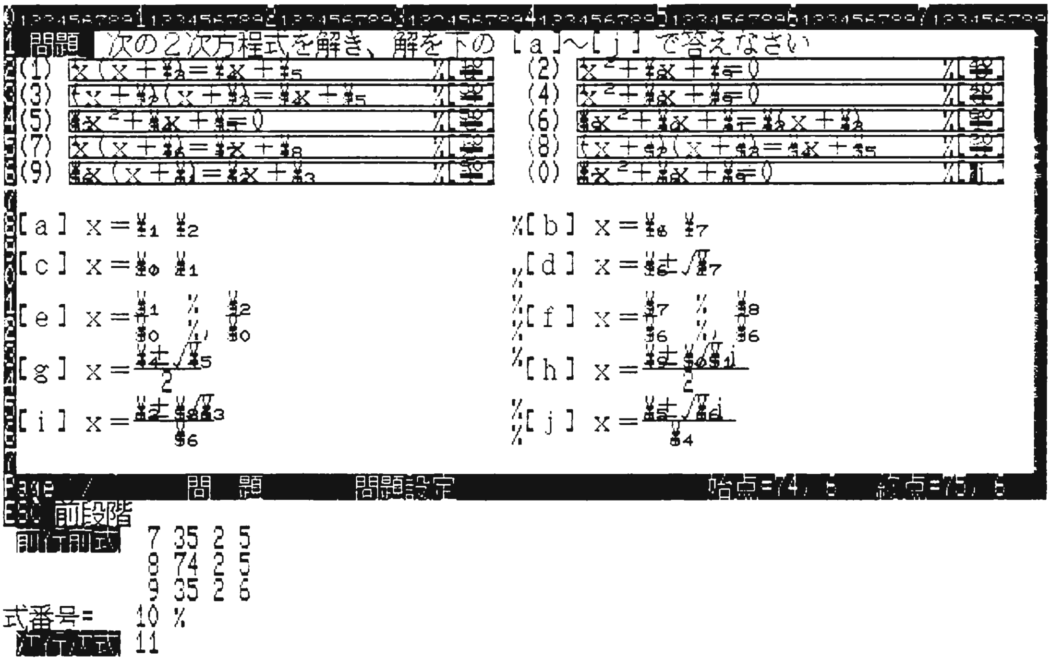
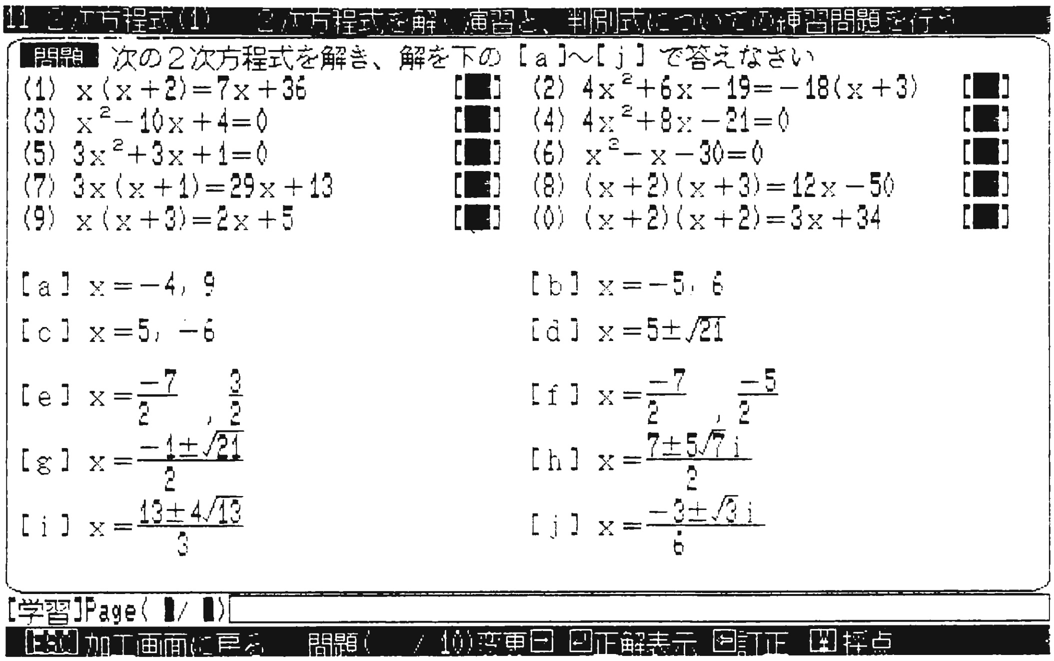


図 2



問題 次の２次方程式を解き、解を下の [a]～[j] で答えなさい
Page
問題
問題設定
前段階
前行判式
7 35 2 5
8 74 2 5
9 35 2 6
式番号= 10 %
次行判式 11

図 3



11 ２次方程式(1) ２次方程式を解く演習と、判別式についての練習問題を行う
問題 次の２次方程式を解き、解を下の [a]～[j] で答えなさい
(1) x(x+2)=7x+36
(2) 4x²+6x−19=−18(x+3)
(3) x²−10x+4=0
(4) 4x²+8x−21=0
(5) 3x²+3x+1=0
(6) x²−x−30=0
(7) 3x(x+1)=29x+13
(8) (x+2)(x+3)=12x−50
(9) x(x+3)=2x+5
(0) (x+2)(x+2)=3x+34
[a] x=−4, 9
[b] x=−5, 6
[c] x=5, −6
[d] x=5±√21
[e] x=−7/2, 3/2
[f] x=−7/2, −5/2
[g] x=(−1±√21)/2
[h] x=(7±5√7 i)/2
[i] x=(13±4√13)/3
[j] x=(−3±√3 i)/6
[学習]Page(
ESC 加工画面に戻る 問題(/ 10)変更 正解表示 訂正 採点

図 4

7．問題点と将来の展望

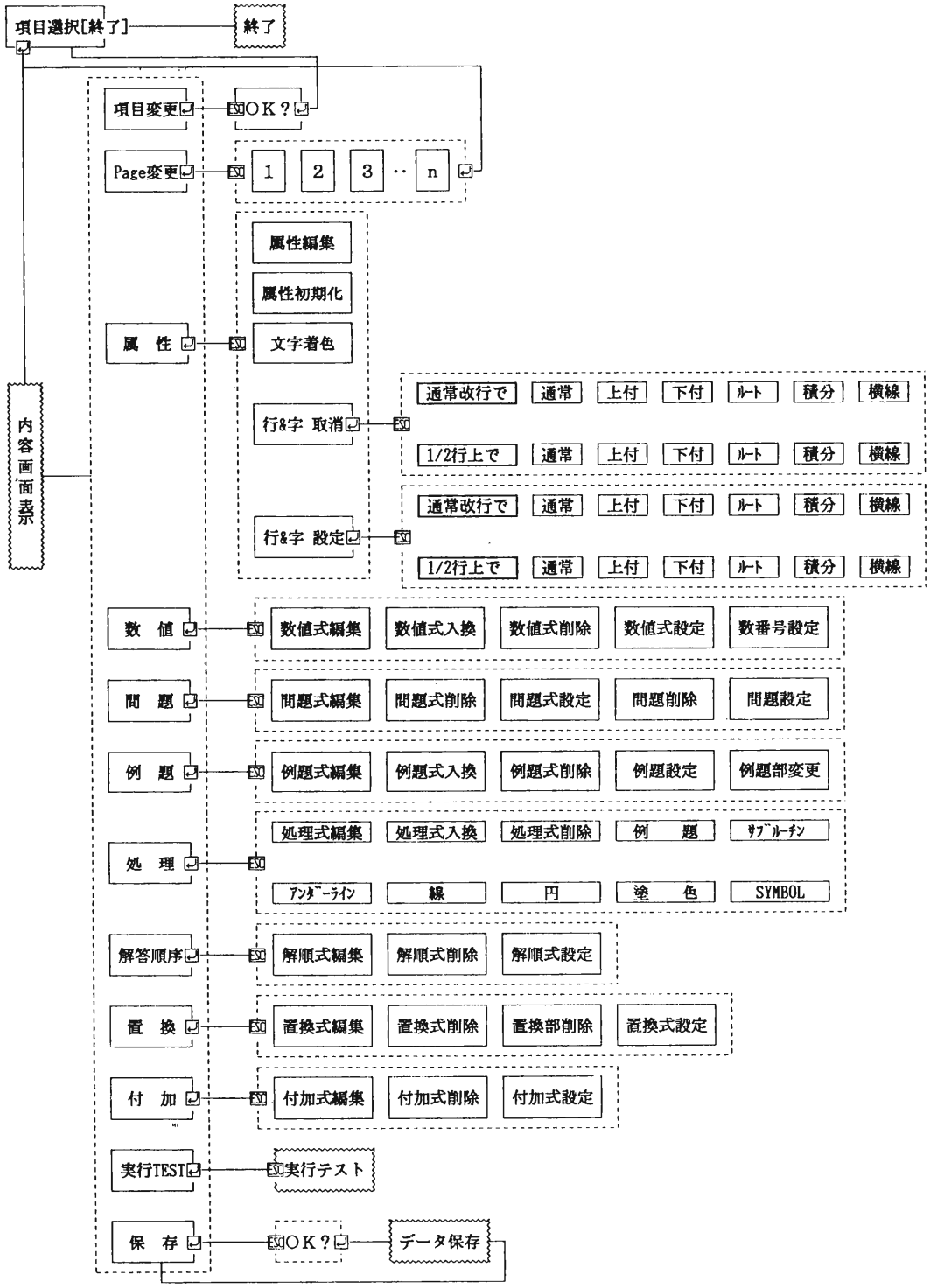
この「加工プログラム」の意義は，CAI 教材をより簡単に作成できることにある．ただし，この「加工プログラム」で設定されたデータは，CAI メインプログラム［MAINPROG.BAS］で実際の CAI を行うときのみ有効である．従って実際の CAI 実行では，この［MAINPROG.BAS］の仕様に完全に影響され，この仕様に即さない CAI は作れないことになる．しかし，この仕様にこだわらなければ，数学に限らず，他の教科の CAI も同様の手順で作成できる．

また，［MAIN. PROGBAS］による処理は限られているが，プログラミングの知識があれば，［付加］コマンドにより，より高級な処理の設定が可能になることを注意しておく．

参考文献とプログラムリスト

［1］坂西文俊；数学の CAL ソフト作成について　有明工業専門学校紀要，第26号，1990，p 19-30

●「加工プログラム」コマンド体系



● [KAKOU. BAS]

```
1000 '************************************
1010 '*                                  *
1020 '*     基礎数学Ⅰ　ＣＡＩ           *
1030 '*                                  *
1040 '*       by　有明高専数学科         *
1050 '*                                  *
1060 '************************************
1070 '
1080 'save "KAKOU.BAS"
1090 CHAIN MERGE "B:START.BAS",20000,ALL,DELETE 20000-
1100 '<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<< MAIN ROUTINE >>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>
1110 *準備:GOSUB *準備.SET
1120 *項目:GOSUB *項目.SCR:GOSUB *項目.INP:IF 項目%=0 THEN STOP
1130 *開始:GOSUB *材料.READ:GOSUB *PAGE.INIT
1140 *加工:HM%=0:ME%=0:GOSUB *加工.SCR:GOSUB *H.材料
1150 *MENU:GOSUB *ME0:ME%=ME2%:IF ANS%=&H1B THEN GOTO *MENU
1160  IF ME%=0 THEN GOSUB *OK.INP:IF ANS%=&H1B THEN GOTO *ME0 ELSE GOTO *項目
1170  IF ME%>1 AND ME%<10 THEN GOSUB *H.UD
1180  ON ME% GOSUB *ME1,*ME2,*ME3,*ME4,*ME5,*ME6,*ME7,*ME8,*ME9,*ME10,*ME11
1190 '    PAGE,ZOKUSEI,SUUCHI,MONDAI,REIDAI,SHORI,KAIJUN,TIKAN,FUKA,TEST,HOZON
1200  GOTO *MENU
1210 '************************************************************************************
1220 *ME0:'(ROOT MENU)
1230 GOSUB *ACLS:ME%=0:XY$="11":GOSUB *ME.INP:RETURN
1240 *ME1:'(PAGE変更)
1250 XY$="00":TME%(ME%)=TP%-1:GOSUB *ME.INP:IF ANS%=&H1B THEN RETURN
1260 P%=MEZ%+1:GOSUB *PAGE.INIT:RETURN *加工
1270 *ME2:ME%=2:'(属性)
1280 XY$="00":GOSUB *ME.INP:IF ANS%=&H1B THEN RETURN
1290 ON MEZ%+1 GOSUB *EQC,*Z01,*Z02,*Z03,*Z04:GOTO *ME2
1300 *ME3:'(数値)
1310 XY$="00":GOSUB *ME.INP:IF ANS%=&H1B THEN RETURN
1320 ON MEZ%+1 GOSUB *EQC,*EQP,*EQD,*EQS,*SU4:GOTO *ME3
1330 *ME4:'(問題)
1340 XY$="00":GOSUB *ME.INP:IF ANS%=&H1B THEN RETURN
1350 ON MEZ%+1 GOSUB *EQC,*EQD,*MD2,*MD3,*MD2:GOTO *ME4
1360 *ME5:'(例題)
1370 XY$="00":GOSUB *ME.INP:IF ANS%=&H1B THEN RETURN
1380 ON MEZ%+1 GOSUB *EQC,*EQP,*EQD,*RE3,*RE3:GOTO *ME5
1390 *ME6:'(処理)
1400 XY$="11":GOSUB *ME.INP:IF ANS%=&H1B THEN RETURN
1410 ON MEZ%+1 GOSUB *EQC,*EQP,*EQD,*SH3,*SH4,*SH5,*SH6,*SH7,*SH8,*SH9:GOTO *ME6

1420 GOTO *ME6
1430 *ME7:'(解順)
1440 XY$="00":GOSUB *ME.INP:IF ANS%=&H1B THEN RETURN
1450 ON MEZ%+1 GOSUB *EQC,*EQD,*EQS:GOTO *ME7
1460 *ME8:'(置換)
1470 XY$="00":GOSUB *ME.INP:IF ANS%=&H1B THEN RETURN
1480 ON MEZ%+1 GOSUB *EQC,*EQD,*TI2,*TI3:GOTO *ME8
1490 *ME9:'(付加)
1500 XY$="00":GOSUB *ME.INP:IF ANS%=&H1B THEN RETURN
1510 ON MEZ%+1 GOSUB *EQC,*EQD,*EQS:GOTO *ME9
1520 *ME10:'(実行テスト)
1530 RETURN *TEST
1540 *ME11:'(保存)
1550 GOSUB *OK.INP:IF ANS%=&H0D THEN GOSUB *製品.SAVE
1560 RETURN
1570 '============================================================================
1580 *EQC:'(式編集)
1590 *EQCA:GOSUB *NO.INP:IF ANS%=&H1B THEN RETURN
1600 *EQCB:GOSUB *IN.INP:IF ANS%=&H1B THEN GOTO *EQCA
1610 GOSUB *EQC.SET:GOTO *EQCA
1620 *EQP:'(式入換)
1630 *EQPA:GOSUB *NO.INP:IF ANS%=&H1B THEN RETURN
1640 NO1%=EQ%:COLOR 13:LOCATE 10,19:PRINT NO1%;:COLOR 5
```

```
1650 *EQPB:GOSUB *NO.INP:IF ANS%=&H1B THEN GOTO *EQPA ELSE NO2%=EQ%
1660 GOSUB *EQP.SET:GOTO *EQPA
1670 *EQD:'(式削除)
1680 *EQDA:GOSUB *NO.INP:IF ANS%=&H1B THEN RETURN
1690 IF EQ%=TEQ% THEN BEEP:GOTO *EQDA
1700 GOSUB *EQD.SET:GOTO *EQDA
1710 *EQS:'(式設定)
1720 *EQSA:GOSUB *NO.INP:IF ANS%=&H1B THEN RETURN
1730 *EQSB:GOSUB *AN.INP:IF ANS%=&H1B THEN GOTO *EQSA
1740 GOSUB *EQS.SET:GOTO *EQSA
1750 '
1760 *Z01:'(属性初期化)
1770 *Z01A:GOSUB *TB.INP:IF ANS%=&H1B THEN RETURN
1780 GOSUB *Z01.SET:GOTO *Z01A
1790 *Z02:'(文字着色)
1800 *Z02A:GOSUB *FC.INP:IF ANS%=&H1B THEN RETURN
1810 *Z02B:GOSUB *BC.INP:IF ANS%=&H1B THEN GOTO *Z02A
1820 *Z02C:GOSUB *AC.INP:IF ANS%=&H1B THEN GOTO *Z02B
1830 *Z02D:GOSUB *TB.INP:IF ANS%=&H1B THEN GOTO *Z02C
1840 *Z02E:GOSUB *TE.INP:IF ANS%=&H1B THEN GOTO *Z02D
1850 GOSUB *Z02.SET:GOTO *Z02D
1860 *Z03:ME%=12:EQ%(ME%)=EQ%(2):'(行&字取消)
1870 *Z03A:XY$="11":GOSUB *ME.INP:IF ANS%=&H1B THEN RETURN
1880 *Z03B:GOSUB *TB.INP:IF ANS%=&H1B THEN GOTO *Z03A
1890 *Z03C:GOSUB *TE.INP:IF ANS%=&H1B THEN GOTO *Z03B
1900 GOSUB *Z03.SET:GOTO *Z03B
1910 *Z04:ME%=12:EQ%(ME%)=EQ%(2):'(行&字設定)
1920 *Z04A:XY$="11":GOSUB *ME.INP:IF ANS%=&H1B THEN RETURN
1930  ON (MEZ% MOD 6)+1 GOSUB *Z040,*Z040,*Z040,*Z041,*Z042,*Z043:GOTO *Z04A
1940  *Z040:'(NORMAL/TOP INDEX/LOW INDEX)
1950  *Z040A:GOSUB *TB.INP:IF ANS%=&H1B THEN RETURN
1960  *Z040B:GOSUB *TE.INP:IF ANS%=&H1B THEN GOTO *Z040A
1970  GOSUB *Z04.SET:GOTO *Z040A
1980  *Z041:'(ROOT)
1990  *Z041A:GOSUB *FC.INP:IF ANS%=&H1B THEN RETURN
2000  *Z041B:GOSUB *UD.INP:IF ANS%=&H1B THEN GOTO *Z041A
2010  *Z041C:GOSUB *TB.INP:IF ANS%=&H1B THEN GOTO *Z041B
2020  *Z041D:GOSUB *TE.INP:IF ANS%=&H1B THEN GOTO *Z041C
2030  GOSUB *Z04.SET:GOTO *Z041C
2040  *Z042:'(INTEGRAL)
2050  *Z042A:GOSUB *FC.INP:IF ANS%=&H1B THEN RETURN
2060  *Z042B:GOSUB *TB.INP:IF ANS%=&H1B THEN GOTO *Z042A
2070  GOSUB *Z04.SET:GOTO *Z042B
2080  *Z043:'(YOKOSEN)
2090  *Z043A:GOSUB *LS.INP:IF ANS%=&H1B THEN RETURN
2100  *Z043B:GOSUB *LC.INP:IF ANS%=&H1B THEN GOTO *Z043A
2110  *Z043C:GOSUB *TB.INP:IF ANS%=&H1B THEN GOTO *Z043B
2120  *Z043D:GOSUB *TE.INP:IF ANS%=&H1B THEN GOTO *Z043C
2130  GOSUB *Z04.SET:GOTO *Z043C
2140 *SU4:'(数値番号設定)
2150 GOSUB *ACLS:GOSUB *H.UD:ME%=2:EQ0%=EQ%:GOSUB *H.EQ
2160 *SU4A:GOSUB *TB.INP:IF ANS%=&H1B THEN ME%=3:EQ%=EQ0%:GOSUB *PCLS:RETURN
2170  IF MID$(内容$(P%,CYB%),CXB%,1)<>"¥" THEN BEEP:GOSUB *H.GYO:GOTO *SU4A
2180 *SU4B:GOSUB *NB.INP:IF ANS%=&H1B THEN GOTO *SU4A
2190 GOSUB *SU4.SET:GOSUB *ACLS:GOSUB *H.UD:EQ%(ME%)=CYB%:GOSUB *H.EQ:GOTO

2200 *MO2:'(問題式設定),(問題設定)
2210 *MO2A:GOSUB *NO.INP:IF ANS%=&H1B THEN RETURN
2220 *MO2B:GOSUB *TB.INP:IF ANS%=&H1B THEN GOTO *MO2A
2230 *MO2C:GOSUB *TE.INP:IF ANS%=&H1B THEN GOTO *MO2B
2240 *MO2D:GOSUB *NB.INP:IF ANS%=&H1B THEN GOTO *MO2C
2250 GOSUB *MO2.SET:GOTO *MO2A
2260 *MO3:'(問題削除)
2270 *MO3A:GOSUB *TB.INP:IF ANS%=&H1B THEN RETURN
2280 GOSUB *MO3.SET:GOTO *MO3A
2290 *RE3:'(例題設定),(例題部変更)
2300 *RE3A:GOSUB *NO.INP:IF ANS%=&H1B THEN RETURN
2310 *RE3B:GOSUB *TB.INP:IF ANS%=&H1B THEN GOTO *RE3A
2320 *RE3C:GOSUB *TE.INP:IF ANS%=&H1B THEN GOTO *RE3B
2330 GOSUB *RE3.SET:GOTO *RE3A
2340 *SH3:'(例題数)
```

```
2350 *SH3A:GOSUB *NO.INP:IF ANS%=&H1B THEN RETURN
2360 *SH3B:GOSUB *RL.INP:IF ANS%=&H1B THEN GOTO *SH3A
2370 GOSUB *SH3.SET:GOTO *SH3A
2380 *SH4:'(ｻﾌﾞﾙｰﾁﾝ)
2390 *SH4A:GOSUB *NO.INP:IF ANS%=&H1B THEN RETURN
2400 *SH4B:GOSUB *SR.INP:IF ANS%=&H1B THEN RETURN
2410 GOSUB *SH4.SET:GOTO *SH4A
2420 *SH5:'(ｱﾝﾀﾞｰﾗｲﾝ)
2430 *SH5A:GOSUB *LS.INP:IF ANS%=&H1B THEN RETURN
2440 *SH5B:GOSUB *LC.INP:IF ANS%=&H1B THEN GOTO *SH5A
2450 *SH5C:GOSUB *TB.INP:IF ANS%=&H1B THEN GOTO *SH5B
2460 *SH5D:GOSUB *TE.INP:IF ANS%=&H1B THEN GOTO *SH5C
2470 *SH5E:GOSUB *NO.INP:IF ANS%=&H1B THEN GOTO *SH5D
2480 GOSUB *SH5.SET:GOTO *SH5C
2490 *SH6:'(線)
2500 *SH6A:GOSUB *LS.INP:IF ANS%=&H1B THEN RETURN
2510 *SH6B:GOSUB *LC.INP:IF ANS%=&H1B THEN GOTO *SH6A
2520 *SH6C:GOSUB *GB.INP:IF ANS%=&H1B THEN GOTO *SH6B
2530 *SH6D:GOSUB *GE.INP:IF ANS%=&H1B THEN GOTO *SH6C
2540 *SH6E:GOSUB *NO.INP:IF ANS%=&H1B THEN GOTO *SH6D
2550 GOSUB *SH6.SET:GOTO *SH6C
2560 *SH7:'(円)
2570 *SH7A:GOSUB *FC.INP:IF ANS%=&H1B THEN RETURN
2580 *SH7B:GOSUB *GB.INP:IF ANS%=&H1B THEN GOTO *SH7A
2590 *SH7C:GOSUB *GE.INP:IF ANS%=&H1B THEN GOTO *SH7B
2600 *SH7D:GOSUB *NO.INP:IF ANS%=&H1B THEN GOTO *SH7C
2610 GOSUB *SH7.SET:GOTO *SH6B
2620 *SH8:'(塗色)
2630 *SH8A:GOSUB *FC.INP:IF ANS%=&H1B THEN RETURN
2640 *SH8B:GOSUB *C1.INP:IF ANS%=&H1B THEN GOTO *SH8A
2650 *SH8C:GOSUB *C2.INP:IF ANS%=&H1B THEN GOTO *SH8B
2660 *SH8D:GOSUB *GB.INP:IF ANS%=&H1B THEN GOTO *SH8C
2670 *SH8E:GOSUB *NO.INP:IF ANS%=&H1B THEN GOTO *SH8D
2680 GOSUB *SH8.SET:GOTO *SH8A
2690 *SH9:'(SYMBOL)
2700 *SH9A:GOSUB *FC.INP:IF ANS%=&H1B THEN RETURN
2710 *SH9B:GOSUB *GB.INP:IF ANS%=&H1B THEN GOTO *SH9A
2720 *SH9C:GOSUB *AN.INP:IF ANS%=&H1B THEN GOTO *SH9B
2730 *SH9D:GOSUB *NO.INP:IF ANS%=&H1B THEN GOTO *SH9C
2740 GOSUB *SH9.SET:GOTO *SH9A
2750 *TI2:'(置換部分削除)
2760 *TI2A:GOSUB *NO.INP:IF ANS%=&H1B THEN RETURN
2770 *TI2B:GOSUB *TB.INP:IF ANS%=&H1B THEN GOTO *TI2A
2780 GOSUB *TI2.SET:GOTO *TI2A
2790 *TI3:'(置換式設定)
2800 *TI3A:GOSUB *NO.INP:IF ANS%=&H1B THEN RETURN
2810 *TI3B:GOSUB *TB.INP:IF ANS%=&H1B THEN GOTO *TI3A
2820 *TI3C:GOSUB *TE.INP:IF ANS%=&H1B THEN GOTO *TI3B
2830 *TI3D:IN$=置換$(P%,EQ%):IF IN$="%" THEN IN$="T"+NL$
2840 *TI3E:IN$=IN$+CXB$+CYB$:CO$="160 019終了":GOSUB *H.TMAE
2850 *TI3F:GOSUB *TB.INP:IF ANS%=&H1B THEN GOTO *TI3H
2860 *TI3G:IN$=IN$+CXB$+CYB$:GOTO *TI3F
2870 *TI3H:GOSUB *TI3.SET:GOTO *TI3A
2880 '
2890 '<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<< SCREEN & INPUT >>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>
2900 *矢印.INP:CX0%=CX%:CY0%=CY%:CZ0%=CZ%
2910  *ARR.INK:ANS$="":WHILE(ANS$=""):ANS$=INKEY$:WEND:ANS%=ASC(ANS$)
2920 IF ANS%<>&H0D AND ANS%<>&H16 AND ANS%<>&H17 AND (ANS%<&H1B OR ANS%>&H1F)
     THEN BEEP:GOTO *ARR.INK
2930 IF ANS%=&H1C OR ANS%=&H1D THEN CX%=(CX%+XX%+2-2*(ANS%-&H1C)) MOD (XX%+1)
2940 IF ANS%=&H1E OR ANS%=&H1F THEN CY%=(CY%+YY%+2-2*(&H1F-ANS%)) MOD (YY%+1)
2950 IF ANS%=&H16 OR ANS%=&H17 THEN EQ%=(EQ%+TEQ%+2-2*(&H17-ANS%)) MOD (TEQ%+1)
2960 RETURN
2970 *OK.INP
2980 C$="160 119よろしいですか？　よければ 05 そうでなければ 06 を押して下さい"
2990 GOSUB *CLP
3000  *OK.INK:ANS$="":WHILE(ANS$=""):ANS$=INKEY$:WEND:ANS%=ASC(ANS$)
3010  IF ANS%<>&H1B AND ANS%<>&H0D THEN BEEP:GOTO *OK.INK
3020 XCLS%=0:YCLS%=19:GOSUB *LCLS:RETURN
3030 *項目.SCR:WID%=20:GOSUB *WID.INIT
3040 DR$="E5 1 37917   8 8":GOSUB *DR:DR$="E7 8 272 3   8 8":GOSUB *DR
```

```
3050 PDINT(0,0):DRAW"C5T16,15BU15C4T128,15BU15C7T496,15"
3060 XY%=0:XX%=3:YY%=12:XB%=4:YB%=4:XD%=19:YD%=1
3070 FOR CX%=0 TO XX%:FOR CY%=0 TO YY%:GOSUB *LXY.SET:LX%=LX%-2
3080  C$="15 C"+RIGHT$(STR$(CZ%),2):GOSUB *CLP
3090  C$="71 C"+LEFT$(項目$(CZ%),16):GOSUB *CLP
3100 NEXT CY%,CX%
3110 C$="47210 2処理する項目を選んで下さい  ":GOSUB *CLP
3120 C$="16 C ①1 ①2 ①3 ①4 で選んで ①5 で決定 ":GOSUB *CLP:RETURN
3130 *項目.INP:CX%=KMX%:CY%=KMY%:ANS%=0
3140 WHILE(ANS%<>&H0D)
3150  GOSUB *LXY.SET:C0$=LEFT$(項目$(CZ%),16):C$="14 C"+C0$:GOSUB *CLP
3160  LOCATE 0,0:COLOR 1:PRINT RIGHT$(STR$(CZ%),2)+項目$(CZ%);
3170  GOSUB *矢印.INP:LX%=LX0%:LY%=LY0%:C$="71 C"+C0$:GOSUB *CLP
3180 WEND:KMX%=CX%:KMY%=CY%:項目%=CZ%:IF CZ%>T項目% THEN BEEP:GOTO *項目.INP
3190 RETURN
3200 *加工.SCR:WID%=25:GOSUB *WID.INIT
3210 PDINT(0,0):DRAW"C1T639,303":PDINT(8,16):DRAW"C0T623,271"
3220 FOR I=0 TO 7:LOCATE I*10,0:COLOR 7:PRINT USING "#";I;
3230 SYMBOL(I*80+8,6),"12345678",1,1,7:NEXT I
3240 FOR J=1 TO T行%:LOCATE 0,J:PRINT RIGHT$(STR$(J),1);:NEXT J
3250 LX%=0:LY%=T行%+1:C$="7  CPage"+STR$(P%)+"/"+STR$(TP%):GOSUB *CLP:RETURN
3260 '
3270 *ME.INP:COLOR 4,0,,0
3280 IF ANS%=&H1B AND HM%>0 THEN LOCATE 13*HM%,18:PRINT SPC(12);:HM%=HM%-1
3290 GOSUB *H.EQ:C0$="4  1019作業=":GOSUB *H.TMAE
3300 XY%=VAL(LEFT$(XY$,1)):YY%=VAL(RIGHT$(XY$,1)):XX%=INT(TME%(ME%)/(YY%+1))
3310 YB%=LY%:XD%=LEN(ME$(ME%,0))+1:YD%=0:CY%=MEY%(ME%)
3320 IF ME%=0 THEN C$="4  019作業=":GOSUB *CLP:XB%=LX%+1:YB%=LY%
3330 GOSUB *H.ME:IF YY%>0 THEN LX%=LX%+1:C$="16 C03304":GOSUB *CLP
3340 CX%=MEX%(ME%):CY%=MEY%(ME%):ANS%=0:EQ%=EQ%(ME%):TEQ%=TEQ%(ME%)
3350 WHILE(ANS%<>&H0D AND ANS%<>&H1B)
3360  GOSUB *LXY.SET:C0$=ME$(ME%,CZ%):C$="C  C"+C0$:GOSUB *CLP:GOSUB *矢印.INP
3370  LX%=LX0%:LY%=LY0%:C$="5  C"+C0$:GOSUB *CLP
3380  IF ANS%=&H16 OR ANS%=&H17 THEN EQ%(ME%)=EQ%:GOSUB *H.EQ
3390  IF ANS%=&H1E OR ANS%=&H1F THEN GOSUB *H.ME
3400 WEND:MEX%(ME%)=CX%:MEY%(ME%)=CY%:ME%(ME%)=CZ%:MEZ%=CZ%
3410 IF ME%=0 AND ANS%=&H1B THEN BEEP:GOTO *ME.INP
3420 GOSUB *LCLS:IF ANS%=&H1B THEN RETURN
3430 HM%=HM%+1:LOCATE 13*HM%,18:COLOR 12:PRINT ME$(ME%,CZ%);:RETURN
3440 *FC.INP:C0$="4  1019色=":GOSUB *CC.INP:FCS$=CC$:RETURN
3450 *C1.INP:C0$="4  3019境界1=":GOSUB *CC.INP:C1$=CC$:RETURN
3460 *C2.INP:C0$="4  5419境界2=":GOSUB *CC.INP:C2$=CC$:RETURN
3470 *CC.INP:GOSUB *H.TMAE:XX%=7:XD%=2
3480 FOR I=0 TO XX%:CUR$(I)=RIGHT$(STR$(I),1)+"00C*":NEXT I
3490 CUR%=CC%:GOSUB *CUR.SCR:CC%=CUR%:CC$=CUR$:RETURN
3500 *BC.INP:C0$="4  3019背景=":GOSUB *H.TMAE:XX%=7:XD%=2
3510 FOR I=0 TO XX%:CUR$(I)=FCS$+RIGHT$(STR$(I),1)+"0C*":NEXT I
3520 CUR%=BCS%:GOSUB *CUR.SCR:BCS%=CUR%:BCS$=CUR$:RETURN
3530 *AC.INP:C0$="4  5219アトリビュート=":GOSUB *H.TMAE:XX%=7:XD%=2
3540 FOR I=0 TO XX%:CUR$(I)=FCS$+BCS$+RIGHT$(STR$(I),1)+"C*":NEXT I
3550 CUR%=ACS%:GOSUB *CUR.SCR:ACS%=CUR%:ACS$=CUR$:RETURN
3560 *LS.INP:C0$="4  1019スタイル=":GOSUB *H.TMAE:XX%=4:XD%=4
3570 FOR CX%=0 TO XX%:GOSUB *LXY.SET
3580  FOR J=0 TO 4:LINE(8*LX%,DT*LY%+J+6)-STEP(24,0),PSET,7,,LS(CX%,J):NEXT J
3590 NEXT CX%:CUR%=LS%:GOSUB *CUR.INP:LS%=CUR%:LS$=CUR$:RETURN
3600 *LC.INP:C0$="4  4019色=":GOSUB *H.TMAE:XX%=7:XD%=4:CY%=0:YD%=0
3610 FOR CX%=0 TO XX%:GOSUB *LXY.SET
3620  FOR J=0 TO 4:LINE(8*LX%,DT*LY%+J+6)-STEP(24,0),PSET,CX%,,LS(LS%,J):NEXT J
3630 NEXT CX%:CUR%=LC%:GOSUB *CUR.INP:LC%=CUR%:LC$=CUR$:RETURN
3640 *CUR.SCR:YY%=0:YD%=0
3650 FOR CX%=0 TO XX%:GOSUB *LXY.SET:C$=CUR$(CX%):GOSUB *CLP:NEXT CX%
3660 *CUR.INP:YY%=0:XY%=0:CX%=CUR%:CY%=0:XB%=XB%+INT(XD%/2)-1:ANS%=0
3670 WHILE(ANS%<>&H0D AND ANS%<>&H1B)
3680  GOSUB *LXY.SET:LOCATE LX%,LY%,1:GOSUB *矢印.INP:LOCATE ,,0
3690 WEND:CUR%=CX%:CUR$=RIGHT$(STR$(CUR%),1)
3700 PDINT(8*LX%-4,DT*LY%):DRAW"C4D16,15":RETURN
3710 *TB.INP:CT$="5418始点=":XX%=77:YY%=T行%-1:XB0%=1:YB0%=1
3720 CX%=CXB%-1:CY%=CYB%-1:GOSUB *T.INP:CXB%=LXT0%:CYB%=LYT0%:CXB$=LX$:CYB$=LY$
3730 IF ANS%=&H1B THEN RETURN
3740 CXB=8*CXB%+1:CYB=DT*CYB%+1:PDINT(CXB,CYB):DRAW "C2T4,13":RETURN
3750 *TE.INP:CT$="6718終点=":XX%=78-CXB%:YY%=0:XB0%=CXB%:YB0%=CYB%:CX%=0:CY%=0
```

```
3760 GOSUB *T.INP:IF ANS%=&H1B THEN POINT(CXB,CYB):DRAW"C014,13":RETURN
3770 CXE%=LXT0%:CYE%=LYT0%:NL$=RIGHT$(STR$(CXE%-CXB%+1),2)
3780 IF ME%=2 OR ME%=12 THEN EQ%=CYB%:EQ%(ME%)=EQ%
3790 RETURN
3800 *T.INP:C0$="0007819":GOSUB *H.TMAE:XB%=XB0%:YB%=YB0%:XD%=1:YD%=1:ANS%=0
3810 C$="162"+CT$:GOSUB *CLP:LXT%=LX%:LYT%=LY%
3820 C$=" 1 C"+SPACE$(79-LX%):GOSUB *CLP
3830 WHILE(ANS%<>&H1B AND ANS%<>&H0D):GOSUB *LXY.SET
3840  LOCATE LXT%,LYT%:COLOR 13:PRINT LX$;",";LY$;
3850  LOCATE LX%,LY%,1:GOSUB *矢印.INP:LOCATE ,,0
3860 WEND:LXT0%=LX%:LYT0%=LY%
3870 IF ANS%=&H1B THEN C$="110"+CT$+SPACE$(5):GOSUB *CLP:RETURN
3880 C$="14 "+CT$:GOSUB *CLP:RETURN
3890 *GB.INP:CG$="5418始点":GOSUB *G.INP:IF ANS%=&H1B THEN RETURN
3900 GXB=GXG:GYB=GYG:GXB$=GXG$:GYB$=GYG$:PSET(GXB,GYB),2:GX0=GXB:GY0=GYB:RETURN
3910 *GE.INP:CG$="6718終点":GOSUB *G.INP:IF ANS%=&H1B THEN RETURN
3920 GXE=GXG:GYE=GYG:GXE$=GXG$:GYE$=GYG$:PSET(GXB,GYB),0:GX0=GXE:GY0=GYE:RETURN
3930 *G.INP:C0$="0007819":GOSUB *H.GMAE:C$="162"+CG$:GOSUB *CLP
3940 LXG%=LX%:LYG%=LY%:GCURSOR (GX0,GY0),(GXG,GYG):GOSUB *G.CHECK
3950 GXG$=RIGHT$(" "+STR$(GXG),3):GYG$=RIGHT$(" "+STR$(GYG),3)
3960 IF ANS%=&H1B OR LEFT$(CG$,1)="6" THEN C$="110"+CG$:GOSUB *CLP:RETURN
3970 C$="14 "+CG$:GOSUB *CLP:RETURN
3980  *G.CHECK:ANS%=0
3990   IF GXG<8 OR GXG>631 OR GYG<8 OR GYG>18*DT-1 THEN ANS%=&H1B
4000  RETURN
4010 *NB.INP:C0$="番号=":YY%=9:NMX%=NBX%:NMY%=NBY%:GOSUB *NM.INP
4020 NBX%=NMX%:NBY%=NMY%:NB%=NM%:NB$=NM$:RETURN
4030 *UD.INP:C0$="UP DOT=":YY%=9:NMX%=UDX%:NMY%=UDY%:GOSUB *NM.INP
4040 UDX%=NMX%:UDY%=NMY%:UD%=NM%:UD$=NM$:RETURN
4050 *RL.INP:C0$="長さ=":YY%=0:NMX%=RL%:NMY%=0:GOSUB *NM.INP
4060 RL%=NM%:RL$=NM$:RETURN
4070 *SR.INP:C0$="サブルーチン番号=":YY%=4:NMX%=SRNBX%:NMY%=SRNBY%:GOSUB *NM.INP
4080 SRNBX%=NMX%:SRNBY%=NMY%:SRNB%=NM%:RETURN
4090 *NM.INP:C0$="4001019"+C0$:GOSUB *H.TMAE:XX%=9:CY%=NMY%:XD%=3:YD%=0:XY%=1
4100 GOSUB *H.NM:CX%=NMX%:ANS%=0
4110 WHILE(ANS%<>&H0D AND ANS%<>&H1B)
4120  GOSUB *LXY.SET:C0$=RIGHT$(STR$(CZ%),2):C$="C  C"+C0$:GOSUB *CLP
4130  GOSUB *矢印.INP:LX%=LX0%:LY%=LY0%:C$="5  C"+C0$:GOSUB *CLP
4140  IF ANS%=&H1E OR ANS%=&H1F THEN GOSUB *H.NM
4150 WEND:IF ANS%=&H1B THEN GOSUB *LCLS
4160 NMX%=CX%:NMY%=CY%:NM%=CZ%:NM$=RIGHT$(STR$(NM%),2):RETURN
4170 *NO.INP
4180 NOC$="023式番号=":IF ME%=2 OR ME%=12 THEN NOC$="1020行番号="
4190 C0$="402"+NOC$:GOSUB *H.TMAE:LXN0%=LX%+1:LYN0%=LY%:GOSUB *H.EQ
4200 XX%=0:YY%=TEQ%(ME%):EQ%=EQ%(ME%):XD%=0:YD%=0:ANS%=0
4210 WHILE(ANS%<>&H0D AND ANS%<>&H1B)
4220  LOCATE LXN0%,LYN0%,1:GOSUB *矢印.INP:LOCATE ,,0
4230  IF ANS%=&H16 OR ANS%=&H17 THEN EQ%(ME%)=EQ%:GOSUB *H.EQ
4240 WEND:EQ%(ME%)=EQ%:EQ$=RIGHT$(STR$(EQ%),2)
4250 IF ANS%=&H1B THEN GOSUB *LCLS:RETURN
4260 C$="400"+NOC$:GOSUB *CLP:RETURN
4270 *IN.INP:INC$="023":IF ME%=2 OR ME%=12 THEN INC$="021"
4280 C0$="402"+INC$+"編集":GOSUB *H.TMAE:GOSUB *H.EQ:COLOR 6
4290 LOCATE 13,23:IF ME%=2 OR ME%=12 THEN LOCATE 13,21
4300 INPUT "",IN$:ANS%=0:IF RIGHT$(IN$,1)="¥" THEN ANS%=&H1B
4310 IF ME%=2 OR ME%=12 THEN IN$=" "+TN$
4320 C$="400"+INC$+SPACE$(4):GOSUB *CLP:RETURN
4330 *AN.INP:C0$="4021019入力=":GOSUB *H.TMAE
4340 LOCATE XB%,YB%:COLOR 6,0,,0:INPUT "",AN$
4350 ANS%=0:IF RIGHT$(AN$,1)="¥" THEN ANS%=&H1B
4360 GOSUB *LCLS:RETURN
4370 '<<<<<<<<<<< *.SET (DEFINITION:INITTALIZE:SETTING:FILE READ/SAVE) >>>>>>>>>
4380 *WID.INIT:DT=400/WID%:COLOR 4,0,,0:WIDTH 80,WID%:CONSOLE 0,19,0:CLS
4390 GOSUB *WV.INIT:LOCATE ,,0,0,DT-1:RETURN
4400 *WV.INIT:WINDOW(0,0)-(639,399):VIEW(0,0)-(639,399):RETURN
4410 *LXY.SET:LX%=XB%+XD%*CX%:LY%=YB%+YD%*CY%:LX0%=LX%:LY0%=LY%
4420 LX$=RIGHT$(STR$(LX%),2):LY$=RIGHT$(STR$(LY%),2)
4430 CZ%=(1-XY%)*(CX%*(YY%+1)+CY%)+XY%*(CY%*(XX%+1)+CX%):RETURN
4440 *項目.READ:OPEN "I",#1,"B:KOUMOKU.JXW":KM%=-1:'LINE INPUT #1,KM99$
4450 WHILE(EOF(1)<>-1):KM%=KM%+1:LINE INPUT #1,項目$(KM%):WEND
4460 CLOSE #1:T項目%=KM%:RETURN
```

```
4470 *項目.SET:FOR I=1 TO 60:項目$(I)=LEFT$(項目$(I)+SPACE$(80),77):NEXT I
4480 KM$=MID$(項目$(0),18):項目$=KLEFT$(KM$,KINSTR(KM$,"を")-1):RETURN
4490 *HAIRETU.DEF
4500 DIM 内容$(T頁%,T行%),属性$(T頁%,T行%),数値$(T頁%,T式%),問題$(T頁%,T式%)
4510 DIM 例題$(T頁%,T式%),処理$(T頁%,T処理%),解順$(T頁%,T式%),置換$(T頁%,T式%)
4520 DIM 付加$(T式%):RETURN
4530 *PHAIRETU.DEF
4540 DIM P問題$(T式%),P例題$(T式%),P解順$(T式%),解答$(T式%):RETURN
4550 *材料.READ:GOSUB *H.待て:FIL$="¥K"+RIGHT$(STR$(100+項目%),2)+".JXW"
4560 ERASE 内容$,属性$,数値$,問題$,例題$,処理$,解順$,置換$,付加$
4570 GOSUB *HAIRETU.DEF
4580 OPEN "I",#1,"B:¥NAIYOU"+FIL$:I=1
4590 WHILE(EOF(1)<>-1):I=0
4600  WHILE(J<T行%):J=J+1:LINE INPUT #1,N$:内容$(I,J)=N$:WEND:TP%=I:I=I+1
4610 WEND:CLOSE #1
4620 ZFIL$="B:¥ZOKUSEI"+FIL$:OPEN "I",#1,ZFIL$:I=1
4630 WHILE(EOF(1)<>-1):J=0
4640  WHILE(J<T行%):J=J+1:LINE INPUT #1,Z$:属性$(I,J)=Z$:WEND:I=I+1
4650 WEND:CLOSE #1
4660 VFIL$="B:¥SUUCHI"+FIL$:OPEN "I",#1,VFIL$:I=1
4670 WHILE(EOF(1)<>-1):J=0:V$=""
4680  WHILE(V$<>"%"):J=J+1:LINE INPUT #1,V$:数値$(I,J)=V$:WEND
4690  数値$(I,0)=STR$(J):I=I+1
4700 WEND:CLOSE #1
4710 MFIL$="B:¥MONDAI"+FIL$:OPEN "I",#1,MFIL$:I=1
4720 WHILE(EOF(1)<>-1):J=0:M$=""
4730  WHILE(M$<>"%"):J=J+1:LINE INPUT #1,M$:問題$(I,J)=M$:WEND
4740  問題$(I,0)=STR$(J):I=I+1
4750 WEND:CLOSE #1
4760 RFIL$="B:¥REIDAI"+FIL$:OPEN "I",#1,RFIL$:I=1
4770 WHILE(EOF(1)<>-1):J=0:R$=""
4780  WHILE(R$<>"%"):J=J+1:LINE INPUT #1,R$:例題$(I,J)=R$:WEND
4790  例題$(I,0)=STR$(J):I=I+1
4800 WEND:CLOSE #1
4810 SFIL$="B:¥SHORI"+FIL$:OPEN "I",#1,SFIL$:I=1
4820 WHILE(EOF(1)<>-1):S$="":JS%=0:JK%=0:JT%=0
4830  WHILE(S$<>"%"):LINE INPUT #1,S$:SO$=LEFT$(S$,1)
4840   IF SO$="K" THEN JK%=JK%+1:解順$(I,JK%)=S$
4850   IF SO$="T" THEN JT%=JT%+1:置換$(I,JT%)=S$
4860   IF SO$<>"K" AND SO$<>"T" THEN JS%=JS%+1:処理$(I,JS%)=S$
4870  WEND:JK%=JK%+1:JT%=JT%+1:解順$(I,JK%)="%":置換$(I,JT%)="%"
4880  解順$(I,0)=STR$(JK%):置換$(I,0)=STR$(JT%):処理$(I,0)=STR$(JS%):I=I+1
4890 WEND:CLOSE #1
4900 FFIL$="B:¥SUBPROG"+FIL$:OPEN "I",#1,FFIL$:J=0
4910 WHILE(EOF(1)<>-1):J=J+1:LINE INPUT #1,付加$(J):WEND:付加$(0)=STR$(J)
4920 CLOSE #1:RETURN
4930 *製品.SAVE:GOSUB *H.待て
4940 KILL ZFIL$:OPEN "O",#1,ZFIL$
4950 FOR I=1 TO TP%:FOR J=1 TO T行%:PRINT #1,属性$(I,J):NEXT J,I:CLOSE #1
4960 KILL VFIL$:OPEN "O",#1,VFIL$:FOR I=1 TO TP%:I=1
4970 WHILE(数値$(I,J)<>""):PRINT #1,数値$(I,J):J=J+1:WEND:NEXT I:CLOSE #1
4980 KILL MFIL$:OPEN "O",#1,MFIL$:FOR I=1 TO TP%:I=1
4990 WHILE(問題$(I,J)<>""):PRINT #1,問題$(I,J):I=J+1:WEND:NEXT I:CLOSE #1
5000 KILL RFIL$:OPEN "O",#1,RFIL$:FOR I=1 TO TP%:J=1
5010 WHILE(例題$(I,J)<>""):PRINT #1,例題$(I,J):J=J+1:WEND:NEXT I:CLOSE #1
5020 KILL SFIL$:OPEN "O",#1,SFIL$:FOR I=1 TO TP%
5030  J=1:WHILE(解順$(I,J)<>"%"):PRINT #1,解順$(I,J):J=J+1:WEND
5040  J=1:WHILE(置換$(I,J)<>"%"):PRINT #1,置換$(I,J):J=J+1:WEND
5050  J=1:WHILE(処理$(I,J)<>"") :PRINT #1,処理$(I,J):J=J+1:WEND
5060 NEXT I:CLOSE #1
5070 *FFIL.SAVE:KILL FFIL$:OPEN "O",#1,FFIL$:J=1
5080 WHILE(付加$(J)<>""):PRINT #1,付加$(J):J=J+1:WEND:CLOSE #1:RETURN
5090 RETURN
5100 *PAGE.INIT:ME%=0:CXB%=1:CYB%=1
5110 RESTORE *PAGE.INIT:FOR I=0 TO TME%:READ FO%(I):NEXT I
5120 DATA 0,0,1,1,1,1,1,1,1,1,0,0,1
5130 TEQ%(2)=T行%:TEQ%(3)=VAL(数値$(P%,0)):TEQ%(4)=VAL(問題$(P%,0))
5140 TEQ%(5)=VAL(例題$(P%,0)):TEQ%(6)=VAL(処理$(P%,0)):TEQ%(7)=VAL(解順$(P%,0))
5150 TEQ%(8)=VAL(置換$(P%,0)):TEQ%(9)=VAL(付加$(0)):TEQ%(12)=T行%
5160 RETURN
5170 *EQC.SET:E%=EQ%:E$=IN$:EQ%=0:E1%=0:GOSUB *EQ.SET
```

```
5180 GOSUB *H.TEST:GOSUB *H.EQ:RETURN
5190 *EQP.SET:E%=0:E$=STR$(TEQ%):EQ%=NQ2%:E1%=NQ2%:GOSUB *EQ.SET:E2$=EQ$
5200 EQ%=NQ1%:E1%=NQ2%:GOSUB *EQ.SET:E%=NQ1%:E$=E2$:EQ%=0:E1%=0:GOSUB *EQ.SET
5210 E2$="":GOSUB *H.TEST:GOSUB *H.EQ:RETURN
5220 *EQD.SET:TEQ%=TEQ%-1:TEQ%(ME%)=TEQ%:E%=0:E$=STR$(TEQ%)
5230 FOR I=EQ% TO TEQ%+1:EQ%=I+1:E1%=I:GOSUB *EQ.SET:NEXT I
5240 GOSUB *H.TEST:GOSUB *H.EQ:RETURN
5250 *EQS.SET:TEQ%=TEQ%+1:TEQ%(ME%)=TEQ%:E%=0:E$=STR$(TEQ%)
5260 FOR I=TEQ%-1 TO EQ% STEP -1:EQ%=I:E1%=I+1:GOSUB *EQ.SET:NEXT I
5270 E%=EQ%:E$=AN$:EQ%=0:E1%=0:GOSUB *EQ.SET:GOSUB *H.TEST
5280 EQ%=EQ%+1:EQ%(ME%)=EQ%:GOSUB *H.EQ:RETURN
5290 *EQ.SET
5300 IF ME%=2 OR ME%=12 THEN 属性$(P%,E%)=E$:EQ$=属性$(P%,EQ%):属性$(P%,E1%)=EQ$

5310 IF ME%=3 THEN 数値$(P%,E%)=E$:EQ$=数値$(P%,EQ%):数値$(P%,E1%)=EQ$
5320 IF ME%=4 THEN 問題$(P%,E%)=E$:EQ$=問題$(P%,EQ%):問題$(P%,E1%)=EQ$
5330 IF ME%=5 THEN 例題$(P%,E%)=E$:EQ$=例題$(P%,EQ%):例題$(P%,E1%)=EQ$
5340 IF ME%=6 THEN 処理$(P%,E%)=E$:EQ$=処理$(P%,EQ%):処理$(P%,E1%)=EQ$
5350 IF ME%=7 THEN 解順$(P%,E%)=E$:EQ$=解順$(P%,EQ%):解順$(P%,E1%)=EQ$
5360 IF ME%=8 THEN 置換$(P%,E%)=E$:EQ$=置換$(P%,EQ%):置換$(P%,E1%)=EQ$
5370 IF ME%=9 THEN 付加$(E%)=E$:EQ$=付加$(EQ%):付加$(E1%)=EQ$
5380 RETURN
5390 *ZQ1.SET:Z$=属性$(P%,CYB%)
5400 Z%=INSTR(Z$,"¥"):Z9$="":IF Z%>0 THEN Z9$=MID$(Z$,Z%)
5410 IN$=LEFT$(Z$,INSTR(Z$,"@"))+Z9$:GOSUB *EQC.SET:RETURN
5420 *ZQ2.SET:Z$=属性$(P%,CYB%):Z%=INSTR(Z$,"@"):Z9$=MID$(Z$,Z%)
5430 Z1$=LEFT$(Z$,Z%-1):Z5$=CXB$+NL$:IF Z5$=" 178" THEN Z1$=""
5440 IN$=Z1$+Z5$+ECS$+BCS$+ACS$+Z9$:GOSUB *EQC.SET:RETURN
5450 *ZQ3.SET:Z$=属性$(P%,CYB%):GOSUB *GMD:IF Z%=0 THEN BEEP:RETURN
5460 Z1$=LEFT$(Z$,Z%):Z5$=MID$(Z$,Z%+1):Z5%=INSTR(Z5$,"@"):Z9$=MID$(Z5$,Z5%)
5470 Z59$=LEFT$(Z5$,Z5%-1):Z5$=""
5480 WHILE(Z59$<>""):LX%=VAL(LEFT$(Z59$,2))
5490  IF LX%<CXB% OR LX%>CXE% THEN Z5$=Z5$+LEFT$(Z59$,ZD%)
5500  Z59$=MID$(Z59$,ZD%+1)
5510 WEND:IF Z5$="" THEN Z1$=LEFT$(Z1$,LEN(Z1$)-2)
5520 IN$=Z1$+Z5$+Z9$:GOSUB *EQC.SET:RETURN
5530 *ZQ4.SET:Z$=属性$(P%,CYB%):GOSUB *GMD:IF Z%=0 THEN ZZ0$="@"+ZQ$+ZZ0$:Z%=1
5540 ZZ%=INSTR(Z%,Z$,"@"):TN$=LEFT$(Z$,ZZ%-1)+ZZ0$+MID$(Z$,ZZ%):GOSUB *EQC.SET
5550 RETURN
5560  *GMD:ZQ$=LEFT$(ME$(ME%,MEZ%),1):Z%=INSTR(Z%,ZQ$):ZD%=4:ZZ0$=CXB$+NL$
5570  IF (MEZ% MOD 6)=3 THEN ZD%=7:ZZ0$=ZZ0$+UD$+ECS$
5580  IF (MEZ% MOD 6)=4 THEN ZD%=3:ZZ0$=CXB$+ECS$
5590  IF (MEZ% MOD 6)=5 THEN ZD%=6:ZZ0$=ZZ0$+LS$+LC$
5600  RETURN
5610 *SU4.SET:N$=内容$(P%,CYB%):Z$=属性$(P%,CYB%)
5620 Z%=INSTR(Z$,"¥"):IF Z%=0 THEN Z$=Z$+"¥" ELSE Z$=LEFT$(Z$,LEN(Z$)-1)
5630 VN%=0:FOR I=1 TO KLEN(LEFT$(N$,CXB%)):IF KMID$(N$,I,1)="¥" THEN VN%=VN%+1
5640 NEXT I:Z%=INSTR(Z$,"¥"):Z1$=LEFT$(Z$,Z%):Z9$=MID$(Z$,Z%+1)+SPACE$(40)
5650 Z9$=LEFT$(Z9$,2*VN%-2)+NB$+MID$(Z9$,2*VN%+1)
5660 WHILE(RIGHT$(Z9$,1)=" "):Z9$=LEFT$(Z9$,LEN(Z9$)-1):WEND
5670 属性$(P%,CYB%)=Z1$+Z9$+"@":GOSUB *H.GYO:RETURN
5680 *MQ2.SET:M$=問題$(P%,EQ%)
5690 IF EQ%=TEQ% OR MEZ%=2 THEN AN$=CXB$+NL$+CYB$:GOSUB *EQS.SET:RETURN
5700 IN$=LEFT$(M$,6*NB%)+CXB$+NL$+CYB$+MID$(M$,6*NB%+1):GOSUB *EQC.SET:RETURN
5710 *MQ3.SET
5720 FOR I=1 TO TEQ%(4):M$=問題$(P%,I):FOR J=1 TO LEN(M$) STEP 6
5730  LX0%=VAL(MID$(M$,J,2)):NL0%=VAL(MID$(M$,J+2,2)):LY0%=VAL(MID$(M$,J+4,2))
5740  IF LY0%=CYB% AND LX0%<=CXB% AND CXB%<=LX0%+NL0% THEN GOSUB *M.DEL
5750 NEXT J,I:IF TN$="" THEN GOSUB *EQD.SET ELSE GOSUB *EQC.SET
5760 RETURN
5770  *M.DEL:IN$=LEFT$(M$,J-1)+MID$(M$,J+6)
5780  J=LEN(M$):I=TEQ%(4):RETURN
5790 *RE3.SET:AN$=CXB$+NL$+CYB$
5800 IF MEZ%=3 THEN GOSUB *EQS.SET:RETURN
5810 IF MEZ%=4 THEN IN$=AN$:GOSUB *EQC.SET:RETURN
5820 RETURN
5830 *SH3.SET:AN$=STRING$(RL%,"R"):GOSUB *EQS.SET:RETURN
5840 *SH4.SET:AN$="F"+RIGHT$(STR$(SRNB%+100),2):GOSUB *EQS.SET:RETURN
5850 *SH5.SET:S$=処理$(P%,EQ%):SU0$="U"+LS$+LC$:SU$=CYB$+CXB$+NL$
5860 IF LEFT$(S$,3)=SU0$ THEN IN$=S$+SU$:GOSUB *EQC.SET:RETURN
5870 AN$=SU0$+SU$:GOSUB *EQS.SET:RETURN
```

```
5880 *SH6.SET:AN$="GL"+LS$+LC$+GXB$+GYB$+GXE$+GYE$:GOSUB *EQS.SET:RETURN
5890 *SH7.SET:R$=RIGHT$("    "+STR$(INT(SQR((GXE-GXB)^2+(GYE-GYB)^2))),3)
5900  AN$="GC "+FCS$+GXB$+GYB$+R$:GOSUB *EQS.SET:RETURN
5910 *SH8.SET:AN$="GP "+FCS$+GXB$+GYB$+C1$+C2$:GOSUB *EQS.SET:RETURN
5920 *SH9.SET:AN$="GS "+FCS$+GXB$+GYB$+AN$:GOSUB *EQS.SET:RETURN
5930 *TI2.SET
5940 IN$=置換$(P%,EQ%):NL%=VAL(MID$(IN$,2,2)):IN1$=LEFT$(IN$,3):IN9$=MID$(IN$,4)

5950 FOR I=1 TO LEN(IN$)/4:LX%=VAL(LEFT$(IN9$,2)):LY%=VAL(MID$(IN9$,3,2))
5960  IF CYB%<>LY% OR LX%>CXB% OR LX%+NL%<CXB% THEN IN1$=IN1$+LEFT$(IN9$,4)
5970  IN9$=MID$(IN9$,5)
5980 NEXT I:IN$=IN1$:GOSUB *EQC.SET:RETURN
5990 *TI3.SET
6000 IF 置換$(P%,EQ%)="%" THEN AN$=IN$:GOSUB *EQS.SET ELSE GOSUB *EQC.SET
6010 RETURN
6020 '<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<< COMMAND (簡易コマンド) >>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>
6030 *CLP:'(COLOR:LOCATE:PRINT)
6040 FC=VAL("&H"+LEFT$(C$,1)):BC=VAL(MID$(C$,2,1)):AC=VAL(MID$(C$,3,1))
6050 IF MID$(C$,4,1)<>"C" THEN LX%=VAL(MID$(C$,4,2)):LY%=VAL(MID$(C$,6,2))
       :C9$=MID$(C$,8)+"@0" ELSE C9$=MID$(C$,5)+"@0"
6060 WHILE(C9$<>"")
6070  C9%=KINSTR(C9$,"@"):C91$=KLEFT$(C9$,C9%-1):C91%=LEN(C91$):C91=8*C91%-1
6080  CK%=VAL(KMID$(C9$,C9%+1,1))
6090  IF BC>0 THEN POINT(8*LX%,DT*LY%):DRAW"C=BC;T=C91;,15;"
6100  LOCATE LX%,LY%:COLOR FC,,,AC:PRINT C91$;:LX%=LX%+C91%:KL%=0
6110  ON CK% GOSUB *R.KEY,*L.KEY,*U.KEY,*D.KEY,*CR.KEY,*ESC.KEY,*BS.KEY,*YEN.KEY

6120  LX%=LX%+KL%:C9$=KMID$(C9$,C9%+2)
6130 WEND:COLOR 4,0,,0:RETURN
6140 *DR:'(DRAW)
6150 DZ$=LEFT$(DR$,1):BC=VAL(MID$(DR$,2,1)):IF DZ$="E" THEN DZ$="T":DR%=1
6160 BL=VAL(MID$(DR$,11,1)):BR=VAL(MID$(DR$,12,1))
6170 BU=VAL(MID$(DR$,13,2)):BD=VAL(MID$(DR$,15,2))
6180 BX=8*VAL(MID$(DR$,3,2))-BL:BY=DT*VAL(MID$(DR$,5,2))-BU
6190 DX=8*VAL(MID$(DR$,7,2))+BR-1-BX:DY=DT*VAL(MID$(DR$,9,2))+BD-1-BY
6200 POINT(BX,BY):DRAW"C=BC;"+DZ$+"=DX;,=DY;"
6210 IF DR%=0 THEN RETURN ELSE DR%=0
6220 FOR I=0 TO 2:LINE(BX+I,BY+I)-STEP(DX-2*I,DY-2*I),PSET,1,B,&H5555:NEXT I
6230 RETURN
6240 *WV:'(WINDOW:VIEW)
6250 WXB=VAL(MID$(WV$,1,3)):WYB=VAL(MID$(WV$,4,3))
6260 WXE=VAL(MID$(WV$,7,3)):WYE=VAL(MID$(WV$,10,3))
6270 VXB=8*VAL(MID$(WV$,13,2)):VYB=DT*VAL(MID$(WV$,15,2))/2
6280 VXE=8*VAL(MID$(WV$,17,2)):VYE=DT*VAL(MID$(WV$,19,2))/2
6290 IF VXE>639 THEN VXE=639
6300 IF VYE>399 THEN VYE=399
6310 WINDOW(WXB,WYB)-(WXE,WYE):VIEW(VXB,VYB)-(VXE,VYE):RETURN
6320 *DR.KEY:'(KEY表示)
6330 POINT(8*LX%-LXKD,DT*LY%):DRAW"C=BC;"+DR$:LXKD=0:RETURN
6340 *R.KEY:KL%=2:DR$="T15,15BE14C=FC;Q13,13BL11BU7R8G3E3F3":GOTO *DR.KEY
6350 *L.KEY:KL%=2:DR$="T15,15BE14C=FC;Q13,13BL3BU7L8H3E3F3":GOTO *DR.KEY
6360 *U.KEY:KL%=2:DR$="T15,15BE14C=FC;Q13,13BL7BU3U8H3E3G3":GOTO *DR.KEY
6370 *D.KEY:KL%=2:DR$="T15,15BE14C=FC;Q13,13BL7BU11D8F3H3E3":GOTO *DR.KEY
6380 *CR.KEY:KL%=2:DR$="T15,15BE14C=FC;Q13,13BL4BU11D4G2L5E2G2H2":GOTO *DR.KEY
6390 *ESC.KEY:KL%=5:DR$="T39,15BL35BU15C=FC;Q31,15":GOSUB *DR.KEY
6400  LOCATE LX%+1,LY%:COLOR FC:PRINT "ESC";:RETURN
6410 *BS.KEY:KL%=2:DR$="T15,15BE14C=FC;Q13,13BL11BU7E3D2R6D2L6D2F3":GOTO *DR.KEY

6420 *YEN.KEY:KL%=3:DR$="T23,15BL19BU14C=FC;Q15,13":GOSUB *DR.KEY
6430  LOCATE LX%+1,LY%:COLOR FC:PRINT "¥";:RETURN
6440 *ACLS:XCLS%=0:FOR YCLS%=19 TO 24:GOSUB *LCLS:NEXT YCLS%:RETURN
6450 *PCLS:XCLS%=0:FOR YCLS%=21 TO 23:GOSUB *LCLS:NEXT YCLS%:RETURN
6460 *LCLS:POINT(8*XCLS%,DT*YCLS%):DRAW"C0T640,15"
6470 COLOR 4,0,,0:LOCATE XCLS%,YCLS%:PRINT SPC(79-XCLS%);:RETURN
6480 '
6490 '<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<< H.* (表示) >>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>
6500 *H.材料:CXB0%=CXB%:CYB0%=CYB%
6510 FOR CYB%=1 TO T行%:GOSUB *H.GYO:NEXT CYB%
6520 GOSUB *H.TMONDAI:GOSUB *H.TREIDAI:GOSUB *H.TTIKAN
6530 CXB%=CXB0%:CYB%=CYB0%:RETURN
6540 *H.ME:CX0%=CX%
```

```
6550 FOR CX%=0 TO XX%:GOSUB *LXY.SET:C$="5  C"+ME$(ME%,CZ%):GOSUB *CLP:NEXT CX%
6560 CX%=CX0%:RETURN
6570 *H.NM:CX0%=CX%
6580 FOR CX%=0 TO XX%:GOSUB *LXY.SET:C$="5  C"+RIGHT$(STR$(CZ%),2):GOSUB *CLP
6590 NEXT CX%:CX%=CX0%:RETURN
6600 *H.UD
6610 C$="16  120前行":GOSUB *CLP:C$="61 C前式":GOSUB *CLP
6620 C$="16  124次行":GOSUB *CLP:C$="61 C次式":GOSUB *CLP:RETURN
6630 *H.MAE:IF ME%=0 THEN RETURN
6640 C$="400 019"+SPACE$(10):GOSUB *CLP
6650 C$="06  019"+ES$:GOSUB *CLP:C$="6  C前段階":GOSUB *CLP
6660 XCLS%=VAL(MID$(C0$,4,2)):YCLS%=VAL(MID$(C0$,6,2)):GOSUB *LCLS
6670 C$=C0$:GOSUB *CLP:XB%=LX%+1:YB%=LY%:RETURN
6680 *H.TMAE:ES$="ESC ":GOTO *H.MAE
6690 *H.GMAE:ES$="枠外":GOTO *H.MAE
6700 *H.IMAE:ES$="¥05 ":GOTO *H.MAE
6710 *H.GYO:CYB0%=0:IF CYB%<T行% THEN Z$=属性$(P%,CYB%+1)
6720 IF ME%>0 AND CYB%<T行% AND (INSTR(Z$,"n")>0 OR INSTR(Z$,"L")>0 OR INSTR(Z$,
"t")>0 OR INSTR(Z$,"n")>0 OR INSTR(Z$,"j")>0) THEN CYB0%=1
6730 FOR LY%=CYB% TO CYB%+CYB0%
6740  N$=内容$(P%,LY%):Z$=属性$(P%,LY%):COLOR 4,0,,0:LOCATE 1,LY%
6750  IF N$<>"@" THEN POINT(8,DT*LY%):DRAW"C0T623,15":PRINT SPC(78):
6760  GOSUB *色.SET:GOSUB *属性.SET:PZ$(LY%)=Z$
6770  LX%=1:NL%=78:GOSUB *行表示.SUB:Z$=属性$(P%,LY%):GOSUB *H.記号:GOSUB *H.VNO

6780 NEXT LY%:RETURN
6790 *H.TEST:CYB9%=CYB%
6800 IF ME%=2 OR ME%=12 THEN CYB%=EO%:GOSUB *H.GYO
6810 IF ME%=3 AND MEZ%=4 THEN CYB%=EO%:GOSUB *H.GYO
6820 IF ME%=4 THEN GOSUB *H.MONDAI
6830 IF ME%=5 THEN GOSUB *H.REIDAI
6840 IF ME%=6 THEN GOSUB *H.SHORI
6850 IF ME%=8 THEN GOSUB *H.TIKAN
6860 GOSUB *H.TMONDAI:GOSUB *H.TREIDAI:GOSUB *H.TTIKAN:CYB%=CYB9%:RETURN
6870 *H.VNO:Z$=属性$(P%,LY%):VZ%=INSTR(Z$,"¥"):IF VZ%=0 THEN RETURN
6880 VZ$=MID$(Z$,VZ%+1):VZ$=LEFT$(VZ$,INSTR(VZ$,"@")-1)
6890 N$=内容$(P%,LY%):VZ1%=KINSTR(N$,"¥")
6900 WHILE(VZ1%>0):LX%=LEN(LEFT$(N$,VZ1%))
6910  NH=0:IF ASC(MID$(PZ$(LY%),LX%,1))>&H60 THEN NH=DT/2
6920  LX=8*LX%:LY=DT*LY%-NH+DT/2:SYMBOL(LX,LY),LEFT$(VZ$,2),1,1,2
6930  VZ$=MID$(VZ$,3):VZ%=VZ1%:VZ1%=KINSTR(VZ%+1,N$,"¥")
6940 WEND:RETURN
6950 *H.TMONDAI:IF TEQ%(4)=1 THEN RETURN
6960 BC=1:FOR Q%=1 TO TEQ%(4)-1:MRT$=問題$(P%,Q%):HNB%=0
6970 WHILE(MRT$<>""):GOSUB *H.MRT:MRT$=MID$(MRT$,7):HNB%=HNB%+1:WEND
6980 NEXT Q%:RETURN
6990 *H.TREIDAI:IF TEQ%(5)=1 THEN RETURN
7000 BC=3:FOR Q%=1 TO TEQ%(5)-1:MRT$=例題$(P%,Q%):GOSUB *H.MRT
7010 NEXT Q%:RETURN
7020 *H.TTIKAN:IF TEQ%(8)=1 THEN RETURN
7030 BC=4:FOR Q%=1 TO TEQ%(7)-1:MRT$=MID$(置換$(P%,Q%),2)
7040 NL$=LEFT$(MRT$,2):MRT$=MID$(MRT$,3)
7050 WHILE(MRT$<>"")
7060 MRT$=LEFT$(MRT$,7)+NL$+MID$(MRT$,3):GOSUB *H.MRT:MRT$=MID$(MRT$,7)
7070 WEND:NEXT Q%:RETURN
7080 *H.MRT:LX%=VAL(LEFT$(MRT$,2)):LX=8*LX%:NL=8*VAL(MID$(MRT$,3,2))-3
7090 LY%=VAL(MID$(MRT$,5,2)):NH=0:IF ASC(MID$(PZ$(LY%),LX%,1))>&H60 THEN NH=DT/2

7100 LY=DT*LY%-NH:POINT(LX,LY)
7110 IF BC<>4 THEN DRAW"C=BC;BD8BR1T=NL;,2"
7120 IF BC=4 THEN DRAW"C=BC;BD10=NL;,13"
7130 SYMBOL(LX-8,LY),RIGHT$(STR$(Q%),2),1,1,4
7140 IF BC=1 THEN SYMBOL(LX+8,LY),RIGHT$(STR$(HNB%),1),1,1,6
7150 RETURN
7160 *H.MONDAI:FOR GG%=1 TO T行%:FOR QQ%=1 TO TEQ%(4)-1:MRT$=問題$(P%,QQ%)
7170 WHILE(MRT$<>"")
7180 IF VAL(MID$(MRT$,5,2))=GG% THEN CYB%=GG%:GOSUB *H.GYO:GOTO *H.MCONT
7190 MRT$=MID$(MRT$,7):WEND:NEXT QQ%
7200 *H.MCONT:NEXT GG%:RETURN
7210 *H.REIDAI:FOR GG%=1 TO T行%:FOR QQ%=1 TO TEQ%(5)-1:MRT$=例題$(P%,QQ%)
7220 IF VAL(MID$(MRT$,5,2))=GG% THEN CYB%=GG%:GOSUB *H.GYO:GOTO *H.RCONT
```

```
7230 NEXT QQ%
7240 *H.RCONT:NEXT GG%:RETURN
7250 *H.TIKAN:FOR GG%=1 TO T行%:FOR QQ%=1 TO TEQ%(7)-1:MRT$=置換$(P%,QQ%)
7260 MRT$=MID$(MRT$,4):WHILE(MRT$<>"")
7270 IF VAL(MID$(MRT$,3,2))=GG% THEN CYB%=GG%:GOSUB *H.GYO:GOTO *H.TCONT
7280 MRT$=MID$(MRT$,5):WEND:NEXT QQ%
7290 *H.TCONT:NEXT GG%:RETURN
7300 *H.TSHORI:S%=1:S$=""
7310 WHILE(S$<>"%"):S$=処理$(P%,S%):GOSUB *H.処理:S%=S%+1:WEND:RETURN
7320 *H.SHORI:S$=処理$(P%,EQ%):GOSUB *H.処理:RETURN
7330 *H.処理:SO$=LEFT$(S$,1)
7340 IF SO$="U" THEN GOSUB *S下線.SUB
7350 IF SO$="G" THEN GOSUB *S描画.SUB
7360 RETURN
7370 *H.EQ:IF ME%<2 OR ME%=10 OR ME%=11 THEN RETURN
7380 EQ%=EQ%(ME%):TEQ%=TEQ%(ME%)
7390 IF ME%=2 OR ME%=12 THEN GOSUB *H.GEQ ELSE GOSUB *H.NEQ
7400 RETURN
7410 *H.GEQ:GOSUB *PCLS:LOCATE 10,21:COLOR 5:PRINT EQ%;
7420 LOCATE 13,21:COLOR 7:PRINT 属性$(P%,EQ%);:RETURN
7430 *H.NEQ:EQB%=EQ%-3:IF ME%=6 THEN GOSUB *RND.CAL
7440 FOR J=0 TO 4:EQNO%=EQB%+J:LOCATE 10,20+J:COLOR 5:PRINT USING "##";EQNO%;
7450  IF EQNO%<1 OR EQNO%>TEQ% THEN PRINT SPC(60);:GOTO *H.EQ.CONT
7460  IF ME%=3 THEN EQC$=数値$(P%,EQNO%)
7470  IF ME%=4 THEN EQC$=問題$(P%,EQNO%)
7480  IF ME%=5 THEN EQC$=例題$(P%,EQNO%)
7490  IF ME%=6 THEN EQC$=処理$(P%,EQNO%)
7500  IF ME%=7 THEN EQC$=解順$(P%,EQNO%)
7510  IF ME%=8 THEN EQC$=置換$(P%,EQNO%)
7520  IF ME%=9 THEN EQC$=付加$(EQNO%)
7530  LOCATE 13,20+J:COLOR 7:PRINT SPC(60);:LOCATE 13,20+J:PRINT EQC$;
7540  IF LEFT$(EQC$,1)="R" THEN COLOR 3:RNO%=RNO%+LEN(EQC$):PRINT "(";RNO%;")";
7550 *H.EQ.CONT:NEXT J:RETURN
7560 *RND.CAL:RNO%=0:SB%=EQB%:IF SB%<1 THEN SB%=1
7570 FOR I=0 TO SB%-1:S$=処理$(P%,I):IF LEFT$(S$,1)="R" THEN RNO%=RNO%+LEN(S$)
7580 NEXT I:RETURN
7590 '
7600 '<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<< TEST (実行テスト) >>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>
7610 *TEST:GOSUB *FFTL.SAVE
7620 CHAIN MERGE FFIL$,20000,ALL,DELETE 20000-
7630 *画面:GOSUB *開始.SCR:GOSUB *内容.INIT:GOSUB *内容.SCR:GOSUB *内容表示.SUB
7640 *処理:S%=1:IF GS%=0 THEN GOSUB *H.共通KEY:IF RT%>0 THEN GOSUB *H.処理KEY
7650 *処理DO:IF 処理$(P%,S%)="%" THEN GOTO *問題
7660  S$=処理$(P%,S%):SO$=LEFT$(S$,1):S1$=処理$(P%,S%+1)
7670  IF SO$="U" THEN GOSUB *S下線.SUB
7680  IF SO$="G" THEN GOSUB *S描画.SUB
7690  IF SO$="F" THEN GOSUB *S付加.SUB
7700 *例題:R$=S$:IF R%<R0% THEN GOTO *例題正解
7710  GOSUB *H.QUES
7720 *例題INP:LOCATE RLX%,RLY%,1:ANS$=""
7730  WHILE(ANS$=""):ANS$=INKEY$:WEND:LOCATE ,,0:ANS%=ASC(ANS$)
7740  IF ANS%<>&H1B AND ANS%<>&H0D AND ANS%<>&H1C THEN BEEP:GOTO *例題INP
7750  IF ANS%=&H1B THEN GOTO *加工
7760  IF ANS%=&H1C THEN R0%=999
7770 *例題正解:GOSUB *H.例題正解
7780 *処理CONT:S%=S%+1:GOTO *処理DO
7790 *問題:GOSUB *H.共通KEY:MT%=TEQ%(4)-1:IF MT%=0 THEN GOTO *問題なし
7800  GOSUB *H.問題KEY:M%=M0%
7810 *問題解答:MMM$=P問題$(M%):GOSUB *正解.SET:GOSUB *H.解答欄
7820 *問題INP:LOCATE MLX%,MLY%,1:ANS$=""
7830  WHILE(ANS$=""):ANS$=INKEY$:WEND:LOCATE ,,0:ANS%=ASC(ANS$)
7840  IF ANS%=&H1B THEN GOTO *加工
7850  IF ANS%=&H1F THEN GOTO *問題INP
7860  IF ANS%=&H1C OR ANS%=&H1D THEN GOSUB *CHE.問題
7870  IF ANS%=&H08 THEN GOSUB *H.文字消去
7880  IF ANS%=&H5C THEN GOSUB *H.採点
7890  IF ANS%=&H0D THEN GOSUB *H.正解
7900  GOSUB *文字変換.SET:GOSUB *解答.SET:K$=解答$:BC0$="4":GOSUB *H.解答
7910  IF LEN(解答$)>=LEN(SEIKAI$) THEN GOSUB *CHE.正解判定
7920  GOTO *問題INP
7930 *問題なし:ANS$="":WHILE(ANS$=""):ANS$=INKEY$:WEND:ANS%=ASC(ANS$)
```

```
7940  IF ANS%=&H1B THEN GOTO *加工 ELSE GOTO *問題なし
7950 *CHE.問題 :K$=解答 $(M%)+SPACE$(80):FC0$="7":BC0$="1":GOSUB *H.解答
7960  M%=M%-2*(ANS%-&H1C)+MT%:M%=(M% MOD MT%)+1:RETURN *問題解答
7970 *CHE.正解判定 :SEI%=0:FOR I=1 TO TSEI%:IF 解答 $=正解 $(I) THEN SEI%=SEI%+1
7980  NEXT I:IF SEI%>0 THEN ANS%=&H1C:GOTO *CHE.問題 ELSE BEEP:RETURN *問題解答
7990 '
8000 *開始 .SCR:COLOR 4,0,,0:CLS:WID%=20:GOSUB *WID.INIT:CONSOLE 1,T行 %
8010 PAINT (0,0):DRAW "C5T16,15BU15C4T128,15BU15C7T496,15"
8020 C$="100 0 0"+RIGHT$(STR$(項目 %),2)+項目 $(項目 %):GOSUB *CLP
8030 WXD=WXE0-WXB0+2:WYD=WYE0-WYB0+2:PAINT(WXB0-1,WYB0-1):DRAW"C4Q=WXD;,=WYD;"
8040 GOSUB *H.枠角 :C$="400 018[学習]":GOSUB *CLP
8050 C$="500CPage(      )":GOSUB *CLP
8060 LXMSG%=LX%+1:LYMSG%=LY%:LXP%=LX%-6:LYP%=LY%
8070 PAINT(8*LX%,DT*LY%):NL=639-8*LX%:DRAW"C4Q=NL;,16":RETURN
8080 *H.枠角 :DR$="C0T8,8"
8090 PAINT(WXB0-1,WYB0-1):DRAW DR$:CIRCLE STEP(0,0),8,4,,1/2,3/4
8100 PAINT(WXE0-7,WYB0-1):DRAW DR$:CIRCLE STEP(-8,0),8,4,,3/4,0
8110 PAINT(WXE0-7,WYE0-7):DRAW DR$:CIRCLE STEP(-8,-8),8,4,,0,1/4
8120 PAINT(WXB0-1,WYE0-7):DRAW DR$:CIRCLE STEP(0,-8),8,4,,1/4,1/2:RETURN
8130 *内容 .SCR:COLOR 4,0,,0:CLS 1:LINE(WXB0,WYB0)-(WXE0,WYE0),PSET,0,BF
8140 GOSUB *H.枠角 :COLOR 4:LOCATE LXP%,LYP%:PRINT USING "##";P%;
8150 COLOR 5:PRINT "/";:PRINT USING "##";TP%;:GOSUB *H.最終行 :RETURN
8160 *内容表示 .SUB
8170 FOR LY%=1 TO T行 %
8180  N$=内容 $(P%,LY%):Z$=属性 $(P%,LY%)
8190  GOSUB *内容 .SET:P内容 $(LY%)=N$:P属性 $(LY%)=Z$
8200  Z$=P属性 $(LY%):GOSUB *色 .SET:FC$(LY%)=FC$:BC$(LY%)=BC$:AC$(LY%)=AC$
8210  Z$=P属性 $(LY%):GOSUB *属性 .SET:PZ$(LY%)=Z$
8220 NEXT LY%
8230  GOSUB *置換 .SUB
8240 FOR LY%=1 TO T行 %
8250  N$=P内容 $(LY%):Z$=PZ$(LY%):FC$=FC$(LY%):BC$=BC$(LY%):AC$=AC$(LY%)
8260  LX%=1:NL%=78:GOSUB *行表示 .SUB:Z$=P属性 $(LY%):GOSUB *H.記号
8270 NEXT LY%:RETURN
8280 *置換 .SUB:TT%=VAL(置換 $(P%,0)):IF TT%=1 THEN RETURN
8290 FOR I=1 TO TT%:FOR J=0 TO 9:TI%(J)=J:NEXT J:TI$=置換 $(P%,I)
8300 NL%=VAL(MID$(TI$,2,2)):TI$=MID$(TI$,4):TTK%=LEN(TI$)/4
8310 FOR K=1 TO TNT(RND*100)+100:TT1%=INT(RND*TTK%):TT2%=INT(RND*TTK%)
8320 SWAP TI%(TT1%),TI%(TT2%):NEXT K:TTK%=TTK%-1
8330 FOR J=0 TO TTK%:LX%=VAL(MID$(TI$,J*4+1,2)):TY%=VAL(MID$(TI$,J*4+3,2))
8340 TN$(J)=MID$(P内容 $(TY%),LX%,NL%):TZ$(J)=MID$(PZ$(TY%),LX%,NL%)
8350 TFC$(J)=MID$(FC$(TY%),LX%,NL%):TBC$(J)=MID$(BC$(TY%),LX%,NL%)
8360 TAC$(J)=MID$(AC$(TY%),LX%,NL%):NEXT J
8370 FOR J=0 TO TTK%:TI%=TI%(J)
8380  LX%=VAL(MID$(TI$,TI%*4+1,2)):TY%=VAL(MID$(TI$,TI%*4+3,2))
8390  TN$=P内容 $(TY%):P内容 $(TY%)=LEFT$(TN$,LX%-1)+TN$(J)+MID$(TN$,LX%+NL%)
8400  TZ$=PZ$(TY%):PZ$(TY%)=LEFT$(TZ$,LX%-1)+TZ$(J)+MID$(TZ$,LX%+NL%)
8410  TFC$=FC$(TY%):FC$(TY%)=LEFT$(TFC$,LX%-1)+TFC$(J)+MID$(TFC$,LX%+NL%)
8420  TBC$=BC$(TY%):BC$(TY%)=LEFT$(TBC$,LX%-1)+TBC$(J)+MID$(TBC$,LX%+NL%)
8430  TAC$=AC$(TY%):AC$(TY%)=LEFT$(TAC$,LX%-1)+TAC$(J)+MID$(TAC$,LX%+NL%)
8440 NEXT J:RETURN
8450 *行表示 .SUB:IF LEFT$(N$,1)="@" THEN GOSUB *H.専項枠 :RETURN
8460 WHILE(N$<>"")
8470 Z0$=LEFT$(Z$,1):FC0$=LEFT$(FC$,1):BC0$=LEFT$(BC$,1):AC0$=LEFT$(AC$,1)
8480  FC0=VAL("&H"+FC0$):BC0=VAL(BC0$):AC0=VAL(AC0$)
8490  FOR I=1 TO 80:IF MID$(Z$,I,1)=Z0$ AND MID$(FC$,I,1)=FC0$ AND
       MID$(BC$,I,1)=BC0$ AND MID$(AC$,I,1)=AC0$ THEN NEXT I
8500  NL0%=I-1:NL0=8*NL0%-1:N0$=LEFT$(N$,NL0%)
8510  FC=FC0:BC=0:AC=AC0:IF BC0>0 THEN BC=BC0
8520  IF Z0$="N" THEN GOSUB *通常表示 .SUB ELSE GOSUB *特殊表示 .SUB
8530 *行表示 CONT:N$=MID$(N$,NL0%+1):Z$=MID$(Z$,NL0%+1):FC$=MID$(FC$,NL0%+1)
8540  BC$=MID$(BC$,NL0%+1):AC$=MID$(AC$,NL0%+1)
8550 WEND:N$="":Z$="":FC$="":BC$="":AC$="":RETURN
8560 *通常表示 .SUB:LX=8*LX%:LY=DT*LY%
8570 'IF N0$<>SPACE$(LEN(N0$)) OR BC<>0 THEN PAINT(LX,LY):DRAW"C=BC;T=NL0;,15"
8580 IF BC>0 OR S%>0 THEN PAINT(LX,LY):DRAW"C=BC;T=NL0;,15"
8590  LOCATE LX%,LY%:COLOR FC,,,AC:PRINT N0$;:LX%=LX%+LEN(N0$)
8600 RETURN *行表示 CONT
8610 *特殊表示 .SUB
8620 NH=0:IF Z0$="n" OR Z0$="t" OR Z0$="L" THEN NH=DT/2
```

```
8630 HHY=1:IF Z0$="n" THEN HHY=2
8640 DY=0:IF Z0$="L" OR Z0$="L" THEN DY=DT/2
8650 WHILE(N0$<>""):C%=KTYPE(N0$,1)
8660  FOR I=1 TO KLEN(N0$):IF KTYPE(N0$,I)=C% THEN NEXT I
8670  LX=8*LX%:LY=DT*LY%-NH+DY:HY=HHY+C%*(1-HHY):NN$=KLEFT$(N0$,I-1)
8680  WX=8*LEN(N0$)-1:WY=15:IF BC=1 OR BC=3 OR BC=4 THEN WY=8*HY*(C%+1)-1
8690  IF BC>0 OR S%>0 THEN POINT(LX,LY):DRAW"C=BC;T=WX;,=WY;"
8700  IF C%=0 THEN SYMBOL(LX,LY),NN$,1,HY,FC ELSE SYMBOL2(LX,LY),NN$,1,HY,FC
8710  N0$=KMID$(N0$,I):LX%=LX%+LEN(NN$)
8720 WEND:RETURN *行表示CONT
8730 *S下線 .SUB
8740 U$=S$:UC0=VAL(MID$(U$,3,1)):IF LEFT$(S1$,1)="R" THEN UC=6 ELSE UC=UC0
8750 GOSUB *H.下線 :IF WID%=25 THEN RETURN ELSE RETURN *処理CONT
8760 *S描画 .SUB:GWID=(45-WID%)/20
8770 LS%=VAL(MID$(S$,3,1)):LXB=VAL(MID$(S$,5,3)):LYB=VAL(MID$(S$,8,3))*GWID-2
8780 GZ$=MID$(S$,2,1):LXE=VAL(MID$(S$,11,3)):LYE=VAL(MID$(S$,14,3))*GWID-2
8790 GC=VAL(MID$(S$,4,1)):GC1=VAL(MID$(S$,11,1)):GC2=VAL(MID$(S$,12,1))
8800 IF GZ$="L" THEN FOR J=0 TO LS%:LINE(LXB+J,LYB+J)-(LXE+J,LYE+J),PSET,GC,,LS(
LS%,J):NEXT J
8810 IF GZ$="C" THEN CIRCLE(LXB,LYB),LXE,GC
8820 IF GZ$="P" THEN PAINT(LXB,LYB),GC,GC1,GC2
8830 IF GZ$="S" THEN SYMBOL(LXB,LYB),MID$(S$,11),1,1,GC
8840 IF WID%=25 THEN RETURN ELSE RETURN *処理CONT
8850 *S関数 .SUB:FNO%=VAL(MID$(S$,2))
8860 ON FNO% GOSUB *F01,*F02,*F03,*F04,*F05,*F06,*F07,*F08,*F09,*F10,
                   *F11,*F12,*F13,*F14,*F15,*F16,*F17,*F18,*F19,*F20,
                   *F21,*F22,*F23,*F24,*F25,*F26,*F27,*F28,*F29,*F30
8870 RETURN
8880 *内容 .INIT:S%=0:RT%=0:MT%=0:RO%=1:MO%=1:R%=1:M%=1
8890 ERASE P問題$,P例題$,P解順$,解答$:GOSUB *PHAIRETU.DEF
8900 GOSUB *数値 .SET:GOSUB *問題 .SET:GOSUB *例題 .SET:GOSUB *解順 .SET:RETURN
8910 *数値 .SET:TV%=VAL(数値$(P%,0))-1:IF TV%=0 THEN RETURN
8920 FOR I=1 TO T式%:数値%(I)=1+INT(RND*9):NEXT I
8930 FOR I=1 TO TV%
8940  VV$=数値$(P%,I):VR$=MID$(VV$,5):VV%=VAL(MID$(VV$,2,2)):C%=0
8950  WHILE(INSTR(VR$,")")>0):IR%=INSTR(VR$,")"):GOSUB *V.複計算 :WEND
8960  V$=VR$:GOSUB *V.単計算 :数値%(VV%)=A%(C%)
8970 NEXT I:RETURN
8980 *V.複計算 :VL%=1:WHILE(MID$(VR$,IR%-VL%,1)<>"("):VL%=VL%+1:WEND
8990 IL%=IR%-VL%:V$=MID$(VR$,IL%+1,VL%-1):GOSUB *V.単計算
9000 VR$=LEFT$(VR$,IL%-1)+"A"+STR$(C%)+MID$(VR$,IR%+1):RETURN
9010 *V.単計算 :IF LEN(V$)<4 THEN A$=V$:GOSUB *V.数値 :A%(C%)=A%:RETURN
9020 E%=INSTR(V$,"^"):IF E%<>0 THEN GOSUB *V.2:A%(C%)=AL%^AR%:GOTO *V.CONT
9030 E%=INSTR(V$,"*"):IF E%<>0 THEN GOSUB *V.2:A%(C%)=AL%*AR%:GOTO *V.CONT
9040 E%=INSTR(V$,"/"):IF E%<>0 THEN GOSUB *V.2:A%(C%)=AL%/AR%:GOTO *V.CONT
9050 E%=INSTR(V$,"+"):IF E%<>0 THEN GOSUB *V.2:A%(C%)=AL%+AR%:GOTO *V.CONT
9060 E%=INSTR(V$,"-"):IF E%<>0 THEN GOSUB *V.2:A%(C%)=AL%-AR%:GOTO *V.CONT
9070 *V.CONT:V$=LEFT$(V$,E%-4)+"A"+STR$(C%)+MID$(V$,E%+4):C%=C%+1:GOTO *V.単計
     算
9080 *V.2:A$=MID$(V$,E%-3,3):GOSUB *V.数値 :AL%=A%
9090       A$=MID$(V$,E%+1,3):GOSUB *V.数値 :AR%=A%:RETURN
9100 *V.数値 :A1$=LEFT$(A$,1):A%=VAL(MID$(A$,2))
9110 IF A1$="R" THEN R1%=VAL(MID$(A$,2,1)):R2%=VAL(MID$(A$,3,1)):RR%=R2%-R1%+1:
     :A%=INT(RND*RR%)+R1%:RETURN
9120 IF A1$="V" THEN A%=数値%(A%):RETURN
9130 IF A1$="A" THEN A%=A%(A%):RETURN
9140 RETURN
9150 *問題 .SET:FOR Q%=1 TO TEQ%(4):P問題$(Q%)=問題$(P%,Q%):NEXT Q%:RETURN
9160 *例題 .SET:FOR Q%=1 TO TEQ%(5):P例題$(Q%)=例題$(P%,Q%):NEXT Q%:RETURN
9170 *解順 .SET:FOR Q%=1 TO TEQ%(7):KJ$=解順$(P%,Q%)
9180 P解順$(VAL(MID$(KJ$,2,2)))=MID$(KJ$,4):NEXT Q%:RETURN
9190 *内容 .SET:Z%=INSTR(Z$,"¥"):IF Z%=0 THEN RETURN
9200 ZV$=MID$(Z$,Z%+1):Z$="@C"+LEFT$(Z$,Z%-1):N$="  "+N$+SPACE$(9)+"%":N9$=N$
9210 M$="@M":FOR Q%=1 TO TEQ%(4):MO$=P問題$(Q%)
9220  FOR HNB=0 TO LEN(MO$)/6-1:LY$=MID$(MO$,6*HNB+5,2):LN$=MID$(MO$,6*HNB+1,4)
9230   IF VAL(LY$)=LY% THEN M$=M$+LN$+RIGHT$(STR$(Q%),2)+RIGHT$(STR$(HNB),1)
9240  NEXT HNB,Q%:M$=M$+"@"
9250 R$="@R":FOR Q%=1 TO TEQ%(5):RO$=P例題$(Q%)
9260  IF VAL(MID$(RO$,5,2))=LY% THEN R$=R$+LEFT$(RO$,4)+RIGHT$(STR$(Q%),2)
9270 NEXT Q%:R$=R$+"@"
9280 WHILE(N9$<>""):GOSUB *行内容 .CUT:WEND:N$=LEFT$(N$,LEN(N$)-1)
```

```
9290 WHILE(KRIGHT$(N$,1)=" "):N$=KLEFT$(N$,KLEN(N$)-1):WEND
9300 N$=MID$(N$,3):Z$=MID$(Z$,3)
9310 M$=MID$(M$,3):M$=LEFT$(M$,LEN(M$)-1):R$=MID$(R$,3):R$=LEFT$(R$,LEN(R$)-1)
9320 FOR I=0 TO LEN(M$)-1 STEP 7
9330  Q%=VAL(MID$(M$,I+5,2)):HNB=VAL(MID$(M$,I+7,1)):M0$=P問題$(Q%)
9340  P問題$(Q%)=LEFT$(M0$,6*HNB)+MID$(M$,I+1,4)+MID$(M0$,6*HNB+5)
9350 NEXT I
9360 FOR I=0 TO LEN(R$)-1 STEP 6:Q%=VAL(MID$(R$,I+5,2)):R0$=P例題$(Q%)
9370  P例題$(Q%)=MID$(R$,I+1,4)+MID$(R0$,5)
9380 NEXT I
9390 RETURN
9400 *行内容.CUT:N%=KINSTR(N$,"%"):N1$=KLEFT$(N$,N%):N9$=KMID$(N$,N%+1)
9410 WHILE(KINSTR(N1$,"¥")>0):NV%=KINSTR(N1$,"¥"):GOSUB *数値.REP:WEND
9420 N$=LEFT$(N1$,LEN(N1$)-1)+" "+N9$:RETURN
9430 *数値.REP:N1=LEN(N1$)-2:NO=LEN(KLEFT$(N1$,NV%))-2:MAE$=KMID$(N1$,NV%-1,1)
9440 J%=JIS(KMID$(N1$,NV%+1,1)):VNO%=VAL(LEFT$(ZV$,2)):V%=数値%(VNO%)
9450 V$=MID$(STR$(V%),2):ZV$=MID$(ZV$,3)
9460 IF MAE$="+" AND V%<0 THEN MAE$="-"
9470 IF V%<0 AND (MAE$="=" OR MAE$="(" OR MAE$="[" OR MAE$="「" OR MAE$=" ")
       THEN FUGO$="-" ELSE FUGO$=""
9480 IF (J%)&H2341 OR (J%)&H40 AND J%<&H5B) OR (J%)&H60 AND J%<&H78)) AND V$="1"
       THEN V$=""
9490 V$=FUGO$+V$:DN%=LEN(V$)-1:N1$=KLEFT$(N1$,NV%-2)+MAE$+V$+KMID$(N1$,NV%+1)
9500 IF DN%<>0 THEN GOSUB *属性例問.REP
9510 RETURN
9520 *属性例問.REP
9530 IF DN%=-1 THEN N1$=LEFT$(N1$,LEN(N1$)-1)+"%"
9540 IF DN%>0 THEN N1$=LEFT$(N1$,LEN(N1$)-1-DN%)+"%"
9550 ZRM$=Z$:GOSUB *ZRM.REP:Z$=ZRM$:ZRM$=M$:GOSUB *ZRM.REP:M$=ZRM$
9560 ZRM$=R$:GOSUB *ZRM.REP:R$=ZRM$:RETURN
9570 *ZRM.REP:Z1%=0:Z2%=1
9580 WHILE(INSTR(Z1%+1,ZRM$,"@")>0):Z2%=INSTR(Z1%+1,ZRM$,"@")
9590 Z5$=MID$(ZRM$,Z1%+1,Z2%-Z1%-1):Z5%=LEN(Z5$):Z1$=LEFT$(Z5$,1):ZD%=4
9600 IF Z1$="C" OR Z1$="O" OR Z1$="o" OR Z1$="M" THEN ZD%=7
9610 IF Z1$="R" OR Z1$="U" OR Z1$="u" THEN ZD%=6
9620 IF Z1$="I" OR Z1$="i" THEN ZD%=3
9630 FOR I=2 TO Z5% STEP ZD%
9640  Z50$=MID$(Z5$,I,ZD%):ZX%=VAL(LEFT$(Z50$,2)):ZI%=VAL(MID$(Z50$,3,2))
9650   IF Z1$="I" OR Z1$="i" THEN ZI%=0
9660  IF ZX%+ZI%<NO OR ZX%>N1 THEN GOTO *ZRM.CONT
9670  IF ZX%<=NO AND ZX%+ZI%>NO THEN ZI%=ZI%+DN%:IF ZI%>78 THEN ZI%=78
9680  IF ZX%>NO THEN ZX%=ZX%+DN%
9690  Z50$=RIGHT$(STR$(ZX%),2)+RIGHT$(STR$(ZI%),2)+MID$(Z50$,5)
9700   IF Z1$="I" OR Z1$="i" THEN Z50$=RIGHT$(STR$(ZX%),2)+MID$(Z50$,3)
9710  Z5$=LEFT$(Z5$,I-1)+Z50$+MID$(Z5$,I+ZD%)
9720 *ZRM.CONT:NEXT I:ZRM$=LEFT$(ZRM$,Z1%)+Z5$+MID$(ZRM$,Z2%):Z1%=Z2%
9730 WEND:RETURN
9740 *色.SET:Z%=INSTR(Z$,"@"):ZC$=LEFT$(Z$,Z%-1)
9750 FC$=STRING$(78,"7"):BC$=STRING$(78,"0"):AC$=BC$
9760 WHILE(ZC$<>""):ZC0$=LEFT$(ZC$,7):ZC$=MID$(ZC$,8)
9770  FC0$=MID$(ZC0$,5,1):BC0$=MID$(ZC0$,6,1):AC0$=MID$(ZC0$,7,1):GOSUB *C.SET
9780  AC$=LEFT$(AC$,LX0%-1)+STRING$(NL0%,AC0$)+MID$(AC$,LX0%+NL0%)
9790 WEND:IF WID%=25 THEN RETURN
9800 FC0$="1":BC0$="1":FOR NB=1 TO TEQ%(4):ZC$=P問題$(NB)
9810 WHILE(ZC$<>""):ZC0$=LEFT$(ZC$,6):ZC$=MID$(ZC$,7)
9820 IF VAL(MID$(ZC0$,5,2))=LY% THEN GOSUB *C.SET
9830 WEND:NEXT NB
9840 FC0$="3":BC0$="3":FOR NB=1 TO TEQ%(5):ZC0$=P例題$(NB)
9850 IF VAL(MID$(ZC0$,5,2))=LY% THEN GOSUB *C.SET
9860 NEXT NB:RETURN
9870 *C.SET:LX0%=VAL(MID$(ZC0$,1,2)):NL0%=VAL(MID$(ZC0$,3,2))
9880  FC$=LEFT$(FC$,LX0%-1)+STRING$(NL0%,FC0$)+MID$(FC$,LX0%+NL0%)
9890  BC$=LEFT$(BC$,LX0%-1)+STRING$(NL0%,BC0$)+MID$(BC$,LX0%+NL0%):RETURN
9900 *属性.SET:NZ$=STRING$(78,"N"):Z%=INSTR(Z$,"@"):Z$=MID$(Z$,Z%+1)
9910 WHILE(Z$<>""):GOSUB *Z.ANAL:Z$=MID$(Z$,Z%+1):WEND
9920 Z$=NZ$:RETURN
9930 *Z.ANAL:NZ0$=LEFT$(Z$,1):Z%=INSTR(Z$,"@"):ZO$=MID$(Z$,2,Z%-2)
9940 IF NZ0$="O" OR NZ0$="o" OR NZ0$="I" OR NZ0$="i" OR NZ0$="U" OR NZ0$="u"
       OR NZ0$="¥" THEN RETURN
9950 WHILE(ZO$<>"")
9960  LX0%=VAL(MID$(ZO$,1,2)):NL0%=VAL(MID$(ZO$,3,2)):ZO$=MID$(ZO$,5)
```

```
9970  NZ$=LEFT$(NZ$,LX0%-1)+STRING$(NL0%,NZ0$)+MID$(NZ$,LX0%+NL0%)
9980 WEND:RETURN
9990 *例題位置 .SET:Q$=P例題$(Q%):GOSUB *PO.SET:RETURN
10000 *問題位置 .SET:Q$=MID$(M$,6*HNB+1,6):GOSUB *PO.SET:RETURN
10010 *PO.SET:LX0%=VAL(LEFT$(Q$,2)):LY0%=VAL(MID$(Q$,5,2))
10020  NL0%=VAL(MID$(Q$,3,2)):RETURN
10030 *正解 .SET:ERASE 正解$,ZKAI$:DIM 正解$(64),ZKAI$(9):MM$=MMM$
10040 LSEI$=" 0":SEIKAI$="":ZS$="":HNB=0:LX1%=0:LY1%=0:NL1%=0:HNB1=0
10050 WHILE(MM$<>""):GOSUB *正解部分 .SET:HNB=HNB+1:MM$=MID$(MM$,7):WEND
10060 TSEI%=1:正解$(1)=SEIKAI$:ZKAI$(HNB1)="     "+RIGHT$(LSEI$,2)
10070 KJ$=P解順$(M%)+"@":IF KJ$="@" THEN RETURN
10080 WHILE(KJ$<>""):KJZ$=LEFT$(KJ$,1):KJ$=MID$(KJ$,2)
10090  KJ%=INSTR(KJ$,"@"):KJ0$=LEFT$(KJ$,KJ%-1):KJ$=MID$(KJ$,KJ%+1)
10100  KJ0%=INSTR(KJ0$,"|"):KJR$=MID$(KJ0$,KJ0%+1):KJL$=LEFT$(KJ0$,KJ0%-1)
10110  KJLB%=VAL(MID$(LSEI$,2*VAL(LEFT$(KJL$,1))+1,2))
10120  KJLE%=VAL(MID$(LSEI$,2*VAL(RIGHT$(KJL$,1))+3,2)):KJLD%=KJLE%-KJLB%
10130  KJRB%=VAL(MID$(LSEI$,2*VAL(LEFT$(KJR$,1))+1,2))
10140  KJRE%=VAL(MID$(LSEI$,2*VAL(RIGHT$(KJR$,1))+3,2)):KJRD%=KJRE%-KJRB%
10150  IF KJZ$="N" OR (KJZ$="C" AND KJLD%=KJRD%) THEN GOSUB *SET.REP
10160 WEND:RETURN
10170 *SET.REP
10180 FOR I=1 TO TSEI%:SEI$=正解$(I)
10190  KJ1$=LEFT$(SEI$,KJLB%):KJ2$=MID$(SEI$,KJLB%+1,KJLD%)
10200  KJ3$=MID$(SEI$,KJLE%+1,KJRB%-KJLE%):KJ4$=MID$(SEI$,KJRB%+1,KJRD%)
10210  KJ5$=MID$(SEI$,KJRE%+1):正解$(TSEI%+I)=KJ1$+KJ4$+KJ3$+KJ2$+KJ5$
10220 NEXT I:TSEI%=TSEI%*2:RETURN
10230 *正解部分 .SET:M$=MMM$:GOSUB *問題位置 .SET:LX%=LX0%:LY%=LY0%:NL%=NL0%
10240 SEIKAI$=SEIKAI$+MID$(P内容$(LY%),LX%,NL%):ZS$=ZS$+MID$(PZ$(LY%),LX%,NL%)
10250 IF LY%<>LY1% OR LX1%+NL1%<>LX% THEN ZKAI$(HNB1)=LEFT$(MM$,2)+MID$(MM$,5,2)
+RIGHT$(LSEI$,2):HNB1=HNB1+1
10260 LSEI$=LSEI$+RIGHT$(STR$(LEN(SEIKAI$)),2)
10270 LX1%=LX%:LY1%=LY%:NL1%=NL%:RETURN
10280 *文字変換 .SET:IF ANS%=&H2E OR (ANS%>&H2F AND ANS%<&H3A) THEN RETURN
10290  IF (ANS%<&H41 OR ANS%>&H5A) AND (ANS%<&H61 OR ANS%>&H7A) AND ANS%<>&H2B
       AND ANS%<>&H2D THEN BEEP:RETURN *問題INP
10300  NLK%=LEN(解答$)+1:IF NLE%=NLK% THEN BEEP:RETURN *問題INP
10310  MZ$=MID$(ZS$,NLK%,1):IF MZ$<>"N" AND MZ$<>"n" THEN RETURN
10320  MZ$=MID$(ZS$,NLK%+1,1):IF MZ$<>"N" AND MZ$<>"n" THEN BEEP:RETURN *問題INP

10330  IF LEN(SEIKAI$)-LEN(解答$)<=1 THEN BEEP:RETURN *問題INP
10340  IF ANS%=&H2B THEN ANS$=KNJ$(&H2150):RETURN
10350  IF ANS%=&H2D THEN ANS$=KNJ$(&H2160):RETURN
10360  ANS$=KNJ$(&H2300+ANS%):RETURN
10370 *解答 .SET:解答$=解答$+ANS$:解答$(M%)=解答$:RETURN
10380 *H.最終行 :LOCATE 0,WID%-1:PRINT SPC(79);:POINT(0,399-DT):DRAW"C7T640,17"
10390 FOR J=-1 TO 16:BY=400-DT+J:LINE(-20+J,BY)-(650+J,BY),PSET,4,,&H5555:NEXT J

10400 RETURN
10410 *H.ESC:C$="160 11906":GOSUB *CLP:C$="61 C"+ESC$:GOSUB *CLP:RETURN
10420 *H.待て :C$="16217197ファイル処理中です。しばらくお待ち下さい．．．"
10430 GOSUB *CLP:RETURN
10440 *H.共通KEY:GOSUB *H.最終行 :GOSUB *H.ESC:LX0%=LX%+1:LY0%=LY%:RETURN
10450 *H.処理KEY:LX%=LX0%:LY%=LY05:C$="16 C05":GOSUB *CLP
10460 C$="61 C例題正解表示 ":GOSUB *CLP:LX%=LX%+1:C$="16 C01":GOSUB *CLP
10470 C$="61 C問題へ ":GOSUB *CLP:RETURN
10480 *H.問題KEY:LX%=LX0%:LY%=LY0%:C$="16 C02":GOSUB *CLP
10490 C$="61 C問題(   /"+RIGHT$(" "+STR$(MT%),3)+")変更 ":GOSUB *CLP
10500 LXM%=LX%-12:LYM%=LY%:C$="16 C01":GOSUB *CLP
10510 LX%=LX%+1:C$="16 C05":GOSUB *CLP:C$="61 C正解表示 ":GOSUB *CLP
10520 LX%=LX%+1:C$="16 C07":GOSUB *CLP:C$="61 C訂正 ":GOSUB *CLP
10530 LX%=LX%+1:C$="16 C08":GOSUB *CLP:C$="61 C採点 ":GOSUB *CLP:RETURN
10540 *H.QUES
10550 FOR Q%=R% TO R%+LEN(R$)-1:GOSUB *例題位置 .SET:LX%=LX0%:LY%=LY0%:NL%=NL0%
10560  N$=STRING$(NL%,"?"):Z$=MID$(PZ$(LY%),LX%,NL%):EC$=STRING$(NL%,"6")
10570  BC$=STRING$(NL%,"3"):AC$=STRING$(NL%,"0"):GOSUB *行表示 .SUB
10580 NEXT Q%:Q%=R%:GOSUB *例題位置 .SET:RLX%=LX0%:RLY%=LY0%:RNL%=NL0%
10590 RETURN
10600 *H.例題正解 :IF LEFT$(S1$,1)<>"R" THEN UC=UC0:GOSUB *H.下線
10610 WHILE(R$<>""):Q%=R%:GOSUB *例題位置 .SET:LX%=LX0%:LY%=LY0%:NL%=NL0%
10620  N$=MID$(P内容$(LY%),LX%,NL%):Z$=MID$(PZ$(LY%),LX%,NL%):UZ$=LEFT$(Z$,1)
10630  USUP=0:IF UZ$="T" OR UZ$="n" OR UZ$="L" THEN USUP=DT/2-2
```

```
10640  IF UZ$="t" THEN USUP=DT-2
10650  FC$=STRING$(NL%,"3"):BC$=STRING$(NL%,"0"):AC$=BC$:GOSUB *行表示.SUB
10660  FOR J=0 TO US
10670   LINE(8*LX%,DT*LY%+15-USUP+US+J)-STEP(-8*NL%,0),PSET,UC0,,LS(US,J)
10680  NEXT J:R$=MID$(R$,2):R%=R%+1
10690 WEND:RETURN *処理CONT
10700 *H.解答 :K$=K$+" ":AC0$="0":IF SET%=0 THEN FC0$="2"
10710 IF BC0$="4" AND 解答$<>"" THEN FC0$="1"
10720 FOR H0=0 TO HNB1-1:IF K$<>"" THEN GOSUB *H.部分
10730 NEXT H0:RETURN
10740 *H.部分 :M$=MMM$:ZK$=ZKAI$(H0)
10750 LX%=VAL(MID$(ZK$,1,2)):LY%=VAL(MID$(ZK$,3,2))
10760 NLB%=VAL(MID$(ZK$,5,2)):NLE%=VAL(MID$(ZKAI$(H0+1),5,2))
10770 NL%=NLE%-NLB%:N$=LEFT$(K$,NL%):NK$=N$:Z$=MID$(ZS$,NLB%+1,NL%)
10780 FC$=STRING$(NL%,FC0$):BC$=STRING$(NL%,BC0$):AC$=STRING$(NL%,AC0$)
10790 GOSUB *行表示.SUB:K$=MID$(K$,NL%+1)
10800 IF K$="" THEN MLX%=LX%-1:MLY%=LY%:NOKORI%=LX%-MLX%
10810 RETURN
10820 *H.問番号 :LOCATE LXM%,LYM%:COLOR 4,0,,0:PRINT USING "###";M%;:RETURN
10830 *H.解答欄 :GOSUB *H.問番号 :K$=解答$(M%)+SPACE$(80):解答$=""
10840 FC0$="7":BC0$="4":GOSUB *H.解答
10850 HNB=0:M$=MMM$:GOSUB *問題位置.SET:MLX%=LX0%:MLY%=LY0%:RETURN
10860 *H.文字消去 :IF LEN(解答$)=0 THEN BEEP:RETURN *問題INP
10870 解答$=KLEFT$(解答$,KLEN(解答$)-1):K$=解答$:解答$(M%)=K$
10880 FC0$="1":BC0$="4":GOSUB *H.解答 :RETURN *問題INP
10890 *H.正解 :K$=SEIKAI$:解答$(M%)=K$:ANS%=&H1C:GOTO *CHE.問題
10900 *H.事項枠 :IF N$="0" THEN RETURN
10910 JZ%=VAL(MID$(N$,2,1)):JC=VAL(MID$(N$,3,1)):J$=MID$(N$,4):JZ$=事項$(JZ%)
10920 JY%=LY%+1:WHILE(LEFT$(内容$(P%,JY%),1)<>"@"):JY%=JY%+1:WEND
10930 LY=DT*LY%:JY=DT*JY%:BXM=8*LEN(JZ$+J$)+56:BXB=4:BXE=636
10940 LINE(BXB,LY-1)-(BXE-4,JY+4),PSET,7,BF
10950 BX=BXB:BY=JY+4:BXD=5:BYD=-5:GOSUB *L.CUT:BX=BXE-4:BXD=-5:GOSUB *L.CUT
10960 FOR I=LY-1 TO JY+11 STEP 2:FOR J=0 TO 1
10970 LINE(BXB+J,I+J)-(BXE+J,I+J),PSET,JC,,&H5555:NEXT J,I
10980 LINE(BXM,LY-1)-(BXE+1,LY+8),PSET,0,BF
10990 BX=BXB:BY=LY-1:BXD=8:BYD=16:GOSUB *L.CUT:BY=JY+12:BYD=-12:GOSUB *L.CUT
11000 BX=BXE:BXD=-5:BYD=-5:GOSUB *L.CUT:BY=LY+8:BXD=-8:BYD=8:GOSUB *L.CUT
11010 BY=LY+12:BXD=-4:BYD=6:GOSUB *L.CUT:BX=BXM:BY=LY-1:BYD=8:GOSUB *L.CUT
11020 JL=8*LEN(JZ$):POINT(16,LY):DRAW"C0T=JL;,15"
11030 LX%=2:IC$=RIGHT$(STR$(JC),1):C$=IC$+"04C"+JZ$:GOSUB *CLP
11040 C$="04C (":+J$+") ":GOSUB *CLP:RETURN
11050 *L.CUT:BX1=BXD/ABS(BXD):BY1=BYD/ABS(BYD)
11060 CONNECT(BX,BY)-STEP(0,BYD)-STEP(BXD,-BYD)-STEP(-BXD,0),2,PSET
11070 PAINT(BX+BX1*2,BY+BY1*2),2,2
11080 CONNECT(BX,BY)-STEP(0,BYD)-STEP(BXD,-BYD)-STEP(-BXD,0),0,PSET
11090 PAINT(BX+BX1*2,BY+BY1*2),0,0
11100 RETURN
11110 *H.下線 :U9$=MID$(U$,4):US=VAL(MID$(U$,2,1))
11120 WHILE(U9$<>""):UY%=VAL(MID$(U9$,1,2)):UX%=VAL(MID$(U9$,3,2))
11130  UL=8*VAL(MID$(U9$,5,2)):UY=DT*UY%+15+US:UX=8*UX%:UZ$=MID$(PZ$(UY%),UX%,1)

11140  IF UZ$="T" OR UZ$="n" OR UZ$="L" THEN UY=UY-DT/2
11150  IF UZ$="t" THEN UY=UY-DT+2
11160  FOR J=0 TO US:LINE(UX,UY+J)-STEP(UL,0),PSET,UC,,LS(US,J):NEXT J
11170  U9$=MID$(U9$,7)
11180 WEND:RETURN
11190 *H.記号
11200 OTU%=1:Z0$="0":GOSUB *H.OTU:Z0$="@":GOSUB *H.OTU
11210 OTU%=2:Z0$="I":GOSUB *H.OTU:Z0$="1":GOSUB *H.OTU
11220 OTU%=3:Z0$="U":GOSUB *H.OTU:Z0$="u":GOSUB *H.OTU:RETURN
11230 *H.OTU:Z%=INSTR(Z$,Z0$):NH=0:IF Z%=0 THEN RETURN
11240 IF ASC(Z0$)>&H60 THEN NH=DT/2
11250 Z5$=MID$(Z$,Z%+1):Z5$=LEFT$(Z5$,INSTR(Z5$,"@")-1):LY=DT*LY%-NH
11260  WHILE(Z5$<>""):LX=8*VAL(MID$(Z5$,1,2)):NL=8*VAL(MID$(Z5$,3,2))
11270  ON OTU% GOSUB *H.ROOT,*H.TNNT,*H.YOKO
11280 WEND:NH=0:RETURN
11290 *H.ROOT:NL=NL-8:DY=VAL(MID$(Z5$,5,2)):BC=VAL(MID$(Z5$,7,1))
11300 LX0=LX+8:LY0=LY-DY*5/4:POINT(LX,LY):DRAW"C=BC;BD12H2M=LX0;,=LY0;R=NL;"
11310 Z5$=MID$(Z5$,8):RETURN
11320 *H.TNNT:BC=VAL(MID$(Z5$,3,1)):LX0=LX+6:LY0=LY+22
11330 POINT(LX,LY):DRAW"C=BC;BR6BU6F2G2M=LX0;,=LY0;G2F2":Z5$=MID$(Z5$,4):RETURN
```

```
11340 *H.YOKO:LS%=VAL(MID$(Z5$,5,1)):BC=VAL(MID$(Z5$,6,1))
11350 LY1=LY+17:IF WID%=25 THEN LY1=LY+15
11360 FOR J=0 TO LS%:LINE(LX,LY1+J)-STEP(NL,0),PSET,BC,,LS(LS%,J):NEXT J
11370 Z5$=MID$(Z5$,7):RETURN
11380 '
19990 *SUBPROG:'<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<< SUBPROG >>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>
20000 *DT.FILE.INIT:'(データファイル初期設定)
20010 CLS:LOCATE 0,0:COLOR 6:INPUT "項目番号";KM%
20020 FIL$="¥K"+RIGHT$(STR$(100+KM%),2)+".JXW"
20030 OPEN "I",#1,"B:¥NAIYOU"+FIL$:I=-1
20040 WHILE(EOF(1)<>-1):I=I+1:LINE INPUT #1,N$:WEND:CLOSE #1
20050 TP%=INT(I/17)+1:Z$=" 1787000":S$="%":F$="20000 GOTO *画面"
20060 OPEN "O",#1,"B:¥ZOKUSEI"+FIL$
20070 FOR I=1 TO 17*TP%:PRINT #1,Z$:NEXT I:CLOSE #1
20080 OPEN "O",#1,"B:¥SUUCHI"+FIL$:FOR I=1 TO TP%:PRINT #1,S$:NEXT I:CLOSE #1
20090 OPEN "O",#1,"B:¥MONDAI"+FIL$:FOR I=1 TO TP%:PRINT #1,S$:NEXT I:CLOSE #1
20100 OPEN "O",#1,"B:¥REIDAI"+FIL$:FOR I=1 TO TP%:PRINT #1,S$:NEXT I:CLOSE #1
20110 OPEN "O",#1,"B:¥SHORI"+FIL$:FOR I=1 TO TP%:PRINT #1,S$:NEXT I:CLOSE #1
20120 OPEN "O",#1,"B:¥SUBPROG"+FIL$:PRINT #1,F$:CLOSE #1
20130 STOP
```

● [MAINPROG. BAS]

```
1000 '************************************
1010 '*                                  *
1020 '*  基 礎 数 学  C A L              *
1030 '*                                  *
1040 '*       by 有明高専  数学科        *
1050 '*                                  *
1060 '************************************
1070 '
1080 'save "KISOSU.BAS"
1090 '
1100 '<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<< MAIN ROUTINE >>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>
1110 *開始:GOSUB *開始.SET:GOSUB *開始.SCR:GOSUB *名前.INP:GOSUB *開始.SAVE
1120 *項目:GOSUB *項目.SCR:'================================================
1130 *項目選択:GOSUB *項目.INP:IF ANS%=&H1B THEN GOSUB *一覧.SUB:GOTO *項目
1140  IF 項目%=0 THEN GOSUB *終了.INP:ON 終了%+1 GOTO,*終了,*項目選択
1150 *データ:P%=1:GOSUB *項目.SAVE:GOSUB *データ.READ:GOSUB *付加.MER:'============
1160 *画面:GOSUB *画面.SCR:'================================================
1170 *内容:GOSUB *内容.INIT
1180  IF 続行%=0 THEN GOSUB *内容表示.SUB ELSE 続行%=0:GOSUB *続行表示.SUB
1190 *処理:S%=1:R%=1:M%=1:GOSUB *H.共通KEY:'================================
1200  TR%=VAL(例題$(P%,0))-1:IF GS%=0 AND TR%>0 THEN GOSUB *H.例題KEY
1210  *DO処理:S$=処理$(P%,S%):SO$=LEFT$(S$,1)
1220   IF S$="%" THEN GOTO *問題
1230   IF SO$="U" THEN GOSUB *S下線.SUB
1240   IF SO$="G" THEN GOSUB *S描画.SUB
1250   IF SO$="F" THEN GOSUB *SROUT.SUB
1260  *例題:R$=S$:'------------------------------------------------------------
1270   IF GS%=1 OR R%<R0% THEN GOTO *例題正解 ELSE GOSUB *H.QUES
1280  *例題INP:LOCATE RLX%,RLY%,1:ANS$=""
1290   WHILE(ANS$=""):ANS$=INKEY$:WEND:LOCATE ,,0:ANS%=ASC(ANS$)
1300   IF ANS%<>&H1B AND ANS%<>&H1F AND ANS%<>&H1C AND ANS%<>&H0D
          THEN BEEP:GOTO *例題INP
1310   IF ANS%=&H1B THEN GOSUB *CHN.別処理:GOSUB *例題.CONT
1320   IF ANS%=&H1F THEN GOSUB *CHN.ページ:GOSUB *例題.CONT
1330   IF ANS%=&H1C THEN R0%=999:GOTO *例題正解
1340  *例題正解:GOSUB *H.例題正解
1350 *CONT処理:S%=S%+1:GOTO *DO処理
1360 *問題:'------------------------------------------------------------------
1370  GOSUB *H.共通KEY:TM%=VAL(問題$(P%,0))-1
1380  IF TM%<=0 OR GS%=1 THEN GOTO *問題なし ELSE GOSUB *PSPK.INIT
1390  GOSUB *H.T解答:GOSUB *H.問題KEY:M%=M0%
1400  *問題解答:MMM$=P問題$(M%):GOSUB *正解.SET:GOSUB *H.解答欄
1410  *問題INP:LOCATE MLX%,MLY%,1:ANS$=""
```

```
1420   WHILE(ANS$=""):ANS$=INKEY$:WEND:LOCATE ,,0:ANS%=ASC(ANS$)
1430   IF MSG=1 THEN GOSUB *H.MSG
1440   IF       ANS%=&H1B        THEN GOSUB *CHN.別処理:GOSUB *問題.CONT
1450   IF       ANS%=&H1F        THEN GOSUB *CHN.ページ:GOSUB *問題.CONT
1460   IF ANS%=&H1C OR ANS%=&H1D THEN GOSUB *CHN.問題
1470   IF       ANS%=&H08        THEN GOSUB *H.文字消去
1480   IF       ANS%=&H5C        THEN GOSUB *H.採点
1490   IF       ANS%=&H0D        THEN GOSUB *H.正解
1500   GOSUB *文字変換.SET:GOSUB *H解答.SUB
1510   IF LEN(解答$)>=LEN(正解$) THEN GOSUB *H.P解答:GOSUB *CHN.解答
1520  GOTO *問題INP
1530 '
1540 '=============================================================================
1550 *終了:GOSUB *終了.SCR:GOSUB *終了.SAVE
1560  ANS$="":WHILE(ANS$<>CHR$(&H0D)):ANS$=INKEY$:WEND:CLS:SYSTEM
1570 '
1580 *問題なし:ANS$="":WHILE(ANS$=""):ANS$=INKEY$:WEND:ANS%=ASC(ANS$)
1590  IF ANS%<>&H1B AND ANS%<>&H1F THEN BEEP:GOTO *問題なし
1600  IF ANS%=&H1B THEN GOSUB *CHN.別処理
1610  IF ANS%=&H1F THEN GOSUB *CHN.ページ
1620  GOSUB *H.共通KEY:GOTO *問題なし
1630 '
1640 '<<<<<<<<<<<<<< *.SUB,*CHN,* ( SUB ROUTINE,CHANGE ROUTINE ) >>>>>>>>>>>>>>
1650 *一覧.SUB:GOSUB *一覧.SCR:GOSUB *一覧.INP:RETURN
1660 *内容表示.SUB:GOSUB *内容.SCR:GOSUB *H.待て:WA%=0:GOSUB *H.WAIT
1670  FOR LY%=1 TO T行%:N$=内容$(P%,LY%):Z$=属性$(P%,LY%)
1680   GOSUB *内容.SET:P内容$(LY%)=N$:P属性$(LY%)=Z$
1690   Z$=P属性$(LY%):GOSUB *色.SET:FC$(LY%)=FC$:BC$(LY%)=BC$:AC$(LY%)=AC$
1700   Z$=P属性$(LY%):GOSUB *属性.SET:PZ$(LY%)=Z$:WA%=LY%:GOSUB *H.WAIT
1710  NEXT LY%:GOSUB *置換.SET
1720 *続行表示.SUB:GOSUB *内容.SCR
1730  FOR LY%=1 TO T行%:N$=P内容$(LY%)+SPACE$(80)
1740   N$=LEFT$(N$,78):Z$=PZ$(LY%):FC$=FC$(LY%):BC$=BC$(LY%):AC$=AC$(LY%)
1750   LX%=1:NL%=78:GOSUB *H行.SUB:Z$=P属性$(LY%):GOSUB *H記号.SUB
1760  NEXT LY%:RETURN
1770 *H行.SUB:N1$=内容$(P%,LY%):IF LEFT$(N1$,1)="@" THEN GOSUB *H.事項枠
          :IF N1$="@" THEN RETURN
1780  WHILE(N$<>"")
1790   FC0$=LEFT$(FC$,1):BC0$=LEFT$(BC$,1):AC0$=LEFT$(AC$,1)
1800   FC0=VAL("&H"+FC0$):BC0=VAL(BC0$):AC0=VAL(AC0$):Z0$=LEFT$(Z$,1)
1810   FOR I=1 TO 80:IF MID$(Z$,I,1)=Z0$   AND MID$(FC$,I,1)=FC0$ AND
                        MID$(BC$,I,1)=BC0$ AND MID$(AC$,I,1)=AC0$ THEN NEXT I
1820   NL0%=I-1:NL0=8*NL0%-1:N0$=LEFT$(N$,NL0%)
1830   FC=FC0:BC=BC0:AC=AC0:GOSUB *BC.CHECK
1840   IF Z0$="N" THEN GOSUB *H.NORMAL ELSE GOSUB *H.SPECIAL
1850   *H行.CONT:N$=MID$(N$,NL0%+1):Z$=MID$(Z$,NL0%+1)
1860   FC$=MID$(FC$,NL0%+1):BC$=MID$(BC$,NL0%+1):AC$=MID$(AC$,NL0%+1)
1870  WEND:RETURN
1880  *BC.CHECK:BCC%=0:BCD=LY%
1890   FOR I=LY% TO T行%:IF KLEFT$(内容$(P%,I),1)="@" THEN BCD=I:I=T行%
1900   NEXT I:IF 内容$(P%,BCD)="@" THEN BCC%=1
1910   RETURN
1920 *H.NORMAL:LX=8*LX%:LY=DT*LY%
1930  IF BC>0 OR (BCC%=0 AND S%>0) THEN POINT(LX,LY):DRAW"C=BC;T=NL0;,15"
1940  LOCATE LX%,LY%:COLOR FC,,,AC:PRINT N0$;:LX%=LX%+LEN(N0$):RETURN *H行.CONT
1950 *H.SPECIAL
1960  NH=0:IF Z0$="n" OR Z0$="t" OR Z0$="L" THEN NH=DT/2
1970  HHY=1:IF Z0$="n" THEN HHY=2
1980  DY=0:IF Z0$="L" OR Z0$="L" THEN DY=DT/2
1990  WHILE(N0$<>""):C%=KTYPE(N0$,1)
2000   FOR I=1 TO KLEN(N0$):IF KTYPE(N0$,I)=C% THEN NEXT I
2010   LX=8*LX%:LY=DT*LY%-NH+DY:HY=HHY+C%*(1-HHY):NN$=KLEFT$(N0$,I-1)
2020   WX=8*LEN(N0$)-1:WY=15:IF BC=1 OR BC=3 OR BC=4 THEN WY=8*HY*(C%+1)-1
2030   IF BC>0 OR (BCC%=0 AND S%>0) THEN POINT(LX,LY):DRAW"C=BC;T=WX;,=WY;"
2040   IF C%=0 THEN SYMBOL(LX,LY),NN$,1,HY,FC ELSE SYMBOL@(LX,LY),NN$,1,HY,FC
2050   N0$=KMID$(N0$,I):LX%=LX%+LEN(NN$)
2060  WEND:RETURN *H行.CONT
2070 *H記号.SUB
2080  OIU%=1:Z0$="O":GOSUB *H.OIU:Z0$="o":GOSUB *H.OIU
2090  OIU%=2:Z0$="I":GOSUB *H.OIU:Z0$="i":GOSUB *H.OIU
2100  OIU%=3:Z0$="U":GOSUB *H.OIU:Z0$="u":GOSUB *H.OIU:RETURN
```

```
2110  *H.DIU:Z%=INSTR(Z$,Z0$):NH=0:IF Z%=0 THEN RETURN
2120   IF ASC(Z0$)>&H60 THEN NH=DT/2
2130   Z5$=MID$(Z$,Z%+1):Z5$=LEFT$(Z5$,INSTR(Z5$,";")-1):LY=DT*LY%-NH
2140   WHILE(Z5$<>""):LX=8*VAL(MID$(Z5$,1,2)):NL=8*VAL(MID$(Z5$,3,2))
2150    ON DIU% GOSUB *H.ROOT,*H.INNT,*H.YOKO
2160   WEND:NH=0:RETURN
2170  *H.ROOT:NL=NL-8:DY=VAL(MID$(Z5$,5,2)):BC=VAL(MID$(Z5$,7,1))
2180   LX0=LX+8:LY0=LY-DY*5/4:POINT(LX,LY):DRAW"C=BC;BD12H2M=LX0;,=LY0;R=NL;"
2190   Z5$=MID$(Z5$,8):RETURN
2200  *H.INNT:BC=VAL(MID$(Z5$,3,1)):LX0=LX+6:LY0=LY+22
2210   POINT(LX,LY):DRAW"C=BC;BR6BU6F2G2M=LX0;,=LY0;G2E2"
2220   Z5$=MID$(Z5$,4):RETURN
2230  *H.YOKO:LS%=VAL(MID$(Z5$,5,1)):BC=VAL(MID$(Z5$,6,1)):LY1=LY+17
2240   FOR J=0 TO LS%:LINE(LX,LY1+J)-STEP(NL,0),PSET,BC,,LS(LS%,J):NEXT J
2250   Z5$=MID$(Z5$,7):RETURN
2260 *S下線 .SUB:U$=S$:UC0=VAL(MID$(U$,3,1))
2270  UC=UC0:IF LEFT$(処理$(P%,S%+1),1)="R" THEN UC=6
2280  GOSUB *H.下線 :RETURN *CONT処理
2290 *S描画 .SUB:GWID=(45-WID%)/20:GZ$=MID$(S$,2,1):LX%=VAL(MID$(S$,3,1))
2300  LXB=VAL(MID$(S$,5,3)):LYB=VAL(MID$(S$,8,3))*GWID-2
2310  LXE=VAL(MID$(S$,11,3)):LYE=VAL(MID$(S$,14,3))*GWID-2
2320  GC=VAL(MID$(S$,4,1)):GC1=VAL(MID$(S$,11,1)):GC2=VAL(MID$(S$,12,1))
2330  IF GZ$="C" THEN CIRCLE(LXB,LYB),LXE,GC
2340  IF GZ$="P" THEN PAINT(LXB,LYB),GC,GC1,GC2
2350  IF GZ$="S" THEN SYMBOL(LXB,LYB),MID$(S$,11),1,1,GC
2360  IF GZ$="L" THEN FOR J=0 TO LS%:LINE(LXB+J,LYB+J)-(LXE+J,LYE+J),PSET,GC,,LS
(LS%,J):NEXT J
2370  RETURN *CONT処理
2380 *SROUT.SUB:FF%=VAL(MID$(S$,2))
2390  ON FF% GOSUB *F01,*F02,*F03,*F04,*F05,*F06,*F07,*F08,*F09,*F10,
                   *F11,*F12,*F13,*F14,*F15,*F16,*F17,*F18,*F19,*F20,
                   *F21,*F22,*F23,*F24,*F25,*F26,*F27,*F28,*F29
2400  RETURN *CONT処理
2410 *正解 .CHECK:OK%=0:FOR I=1 TO TSEI%:IF 解答$=正解$(I) THEN OK%=OK%+1
2420  NEXT I:RETURN
2430 *H解答 .SUB:解答$=解答$+ANS$:解答$(M%)=解答$
2440  K$=解答$:FC0$="1":BC0$="4":GOSUB *H.解答 :RETURN
2450 '
2460 *CHN.別処理 :GOSUB *別処理 .INP:IF ANS%=&H1B THEN RETURN
2470  SGS%=GS%:ON 別%+1 GOTO *CAL.終了 ,*他 .項目 ,*他 .項目 ,*参照 .終了
2480  *CAL.終了 :GOSUB *終了 .INP:IF 終了%=1 THEN RETURN
2490   P0%=P%:GOSUB *PAGE.SAVE:RETURN *終了
2500  *他 .項目 :GS%=別%-1:項目$(0)=項目99$:S項目%=項目%
2510   *TA.INP:GOSUB *項目 .SCR:KX%=0:KY%=0:GOSUB *項目 .INP
2520    IF ANS%=&H1B THEN GOSUB *一覧 .SUB:GOTO *TA.INP
2530    IF 項目%=0 THEN GS%=SGS%:項目%=S項目%:続行%=1:PSPK%=1:RETURN *両面
2540    IF SGS%=0 AND 別%=1 THEN P0%=P%:GOSUB *PAGE.SAVE
2550    IF SGS%=0 AND 別%=2 THEN SKM%=S項目%:SP%=P%:SR%=R%:SM%=M%
                                 :FOR I=1 TO T式%:S数値%(I)=数値%(I):NEXT I
                                 :FOR J=0 TO 9:STI%(J)=TI%(J):NEXT J
2560    RETURN *データ
2570   *参照 .終了 :GS%=0:項目%=SKM%:RETURN *データ
2580 *CHN.ページ :P0%=P%:GOSUB *PAGE.INP:GOSUB *H.LAST
2590  IF ANS%=&H1B THEN P%=P0%:RETURN
2600  IF ANS%=&H0D THEN GOSUB *PAGE.SAVE:RETURN *内容
2610 *例題 .CONT:GOSUB *H.共通KEY:GOSUB *H.例題KEY:RETURN *例題INP
2620 *問題 .CONT:GOSUB *H.共通KEY:GOSUB *H.問題KEY:GOSUB *H.問番号
2630  RETURN *問題INP
2640 *CHN.問題 :GOSUB *H.P解答
2650  M%=M%-2*(ANS%-&H1C)+TM%:M%=(M% MOD TM%)+1:RETURN *問題解答
2660 *CHN.解答 :SK%=SK%+1:PK%=PK%+1:TK%=TK%+1
2670  PK$=LEFT$(PK$,M%-1)+"1"+MID$(PK$,M%+1)
2680  IF OK%>0 THEN GOTO *SEIKAI.SUB ELSE GOTO *FUSEIKAI.SUB
2690  *SEIKAI.SUB
2700   SS%=SS%+1:PS%=PS%+1:TS%=TS%+1:PS$=LEFT$(PS$,M%-1)+"1"+MID$(PK$,M%+1)
2710   MSG%=INT(RND*4)+1:GOSUB *H.MSG:ANS%=&H1C:GOTO *CHN.問題
2720  *FUSEIKAI.SUB:ER%=0
2730   FOR I=1 TO KLEN(正解$)
2740    IF KMID$(解答$,I,1)<>KMID$(正解$,I,1) THEN ER%=ER%+1
2750   NEXT I:IF ER%>5 THEN ER%=5
2760   MSG%=4+ER%:GOSUB *H.MSG:BEEP:RETURN *問題解答
```

```
2770 '
2780 '<<<<<<<<< *.SET:( DEFINITION.INITIALIZE.SETTING.FILE READ/SAVE ) >>>>>>>>>
2790 *WID.INIT:DT=400/WID%:COLOR 4,0,,0:WIDTH 80,WID%:CONSOLE 0,WID%,0:CLS
2800  GOSUB *WV.INIT:LOCATE ,,0,0,DT-1:RETURN
2810 *WV.INIT:WINDOW(0,0)-(639,399):VIEW(0,0)-(639,399):RETURN
2820 *配列.DEF:DIM 内容$(T頁%,T行%),属性$(T頁%,T行%),数値$(T頁%,T式%)
2830  DIM 問題$(T頁%,T式%),例題$(T頁%,T式%),処理$(T頁%,T処理%),解順$(T頁%,T式%)
2840  DIM 置換$(T頁%,T式%),付加$(T式%):RETURN
2850 *P配列.DEF:DIM P問題$(T式%),P例題$(T式%),P解順$(T式%)
2860  TM%=VAL(問題$(P%,0))-1:FOR I=0 TO TM%:P問題$(I)=問題$(P%,I):NEXT I
2870  TR%=VAL(例題$(P%,0))-1:FOR I=0 TO TR%:P例題$(I)=例題$(P%,I):NEXT I
2880  FOR I=0 TO VAL(解順$(P%,0))-1:KJ$=解順$(P%,I)
2890  P解順$(VAL(MID$(KJ$,2,2)))=MID$(KJ$,4):NEXT I:RETURN
2900 *LXY.SET:LX%=XB%+XD%*CX%:LY%=YB%+YD%*CY%:CZ%=CX%*(YY%+1)+CY%
2910  LX0%=LX%:LY0%=LY%:RETURN
2920 *開始.SAVE
2930  OPEN "A",#1,GFIL$:PRINT #1,"%";名前$;" ";DATE$;" ";BTIME$:CLOSE #1:RETURN
2940 *項目.SAVE:IF GS%=1 OR 別%=3 THEN RETURN
2950  GOSUB *H.待て:OPEN "A",#1,GFIL$:PRINT #1,"K"+STR$(項目%):CLOSE #1:RETURN
2960 *PSPK.INIT:IF PSPK%=1 THEN PSPK%=0:RETURN
2970  SS%=0:SK%=0:PS%=0:PK%=0:PS$=STRING$(TM%,"0"):PK$=PS$:RETURN
2980 *データ.READ:GOSUB *H.待て:FIL$="¥K"+RIGHT$(STR$(100+項目%),2)+".JXW"
2990  OPEN "I",#1,"¥NAIYOU"+FIL$:I=1
3000  WHILE(EOF(1)<>-1):J=0
3010   WHILE(J<T行%):J=J+1:LINE INPUT #1,内容$(I,J):WEND:TP%=I:I=I+1
3020  WEND:CLOSE #1
3030  OPEN "I",#1,"¥ZOKUSEI"+FIL$:I=1
3040  WHILE(EOF(1)<>-1):J=0
3050   WHILE(J<T行%):J=J+1:LINE INPUT #1,属性$(I,J):WEND:I=I+1
3060  WEND:CLOSE #1
3070  OPEN "I",#1,"¥SUUCHI"+FIL$:I=1
3080  WHILE(EOF(1)<>-1):J=0:V$=""
3090   WHILE(V$<>"%"):J=J+1:LINE INPUT #1,V$:数値$(I,J)=V$:WEND
3100   数値$(I,0)=STR$(J):I=I+1
3110  WEND:CLOSE #1
3120  OPEN "I",#1,"¥MONDAI"+FIL$:I=1
3130  WHILE(EOF(1)<>-1):J=0:M$=""
3140   WHILE(M$<>"%"):J=J+1:LINE INPUT #1,M$:問題$(I,J)=M$:WEND
3150   問題$(I,0)=STR$(J):I=I+1
3160  WEND:CLOSE #1
3170  OPEN "I",#1,"¥REIDAI"+FIL$:I=1
3180  WHILE(EOF(1)<>-1):J=0:R$=""
3190   WHILE(R$<>"%"):J=J+1:LINE INPUT #1,R$:例題$(I,J)=R$:WEND
3200   例題$(I,0)=STR$(J):I=I+1
3210  WEND:CLOSE #1
3220  OPEN "I",#1,"¥SHORI"+FIL$:I=1
3230  WHILE(EOF(1)<>-1):S$="":JS%=0:JK%=0:JT%=0
3240   WHILE(S$<>"%"):LINE INPUT #1,S$:SO$=LEFT$(S$,1)
3250    IF SO$="K" THEN JK%=JK%+1:解順$(I,JK%)=S$
3260    IF SO$="T" THEN JT%=JT%+1:置換$(I,JT%)=S$
3270    IF SO$<>"K" AND SO$<>"T" THEN JS%=JS%+1:処理$(I,JS%)=S$
3280   WEND:JK%=JK%+1:JT%=JT%+1:解順$(I,JK%)="%":置換$(I,JT%)="%"
3290   解順$(I,0)=STR$(JK%):置換$(I,0)=STR$(JT%):処理$(I,0)=STR$(JS%):I=I+1
3300  WEND:CLOSE #1:RETURN
3310 *付加.MER:CHAIN MERGE "¥SUBPROG"+FIL$,20000,ALL,DELETE 20000-:RETURN
3320 *終了.SAVE:OPEN "A",#1,GFIL$:PRINT #1,STR$(TS%):STR$(TK%):ETTME$:CLOSE #1
3330 RETURN
3340 *PAGE.SAVE:GOSUB *H.待て
3350 PSDAT%=0:FOR I=1 TO TM%:IF MID$(PS$,I,1)="1" THEN PSDAT%=PSDAT%+1
3360 NEXT I
3370 PKDAT%=0:FOR I=1 TO TM%:IF MID$(PK$,I,1)="1" THEN PKDAT%=PKDAT%+1
3380 NEXT I
3390 IF GS%=1 OR PKDAT%=0 THEN RETURN
3400 OPEN "A",#1,GFIL$:PRINT #1,"P"+STR$(P0%);STR$(TM%);
3410 PRINT #1,STR$(PSDAT%);STR$(PKDAT%);STR$(PS%);STR$(PK%):CLOSE #1:RETURN
3420 '
3430 *内容.INIT:S%=0
3440  IF 続行%=1 THEN R0%=R%:M0%=M%:RETURN
3450  IF 別%=3 THEN PSPK%=1:GOSUB *参照.SET ELSE GOSUB *数値.SET:R0%=1:M0%=1
3460  ERASE P問題$,P例題$,P解順$:GOSUB *P配列.DEF
3470  IF GS%=0 AND 別%<>3 THEN ERASE 解答$:DIM 解答$(T式%)
```

```
3480  RETURN
3490 *参照 .SET
3500  FOR I=1 TO T式%:数値%(I)=S数値%(I):NEXT I:P%=SP%:R0%=SR%:M0%=SM%:RETURN
3510 *数値 .SET:TV%=VAL(数値$(P%,0))-1:IF TV%=0 THEN RETURN
3520  RANDOMIZE VAL(RIGHT$(TIME$,2))
3530  FOR I=0 TO VAL(MID$(TIME$,4,2)):A=RND:NEXT I
3540  FOR I=1 TO T式%:数値%(I)=1+INT(RND*9):NEXT I
3550  FOR I=1 TO TV%:VV$=数値$(P%,I):VR$=MID$(VV$,5):VV%=VAL(MID$(VV$,2,2))
3560   C%=0:WHILE(INSTR(VR$,")")>0):IR%=INSTR(VR$,")"):GOSUB *V.FUKU:WEND
3570   V$=VR$:GOSUB *V.TAN:数値%(VV%)=A%(C%)
3580  NEXT I:RETURN
3590  *V.FUKU:VL%=1:WHILE(MID$(VR$,IR%-VL%,1)<>"("):VL%=VL%+1:WEND
3600   TL%=IR%-VL%:V$=MID$(VR$,TL%+1,VL%-1):GOSUB *V.TAN
3610   VR$=LEFT$(VR$,TL%-1)+"A"+STR$(C%)+MID$(VR$,IR%+1):RETURN
3620  *V.TAN:IF LEN(V$)<4 THEN A$=V$:GOSUB *V.1:A%(C%)=A%:RETURN
3630   E%=INSTR(V$,"^"):IF E%<>0 THEN GOSUB *V.2:A%(C%)=AL%^AR%:GOTO *V.CONT
3640   E%=INSTR(V$,"*"):IF E%<>0 THEN GOSUB *V.2:A%(C%)=AL%*AR%:GOTO *V.CONT
3650   E%=INSTR(V$,"/"):IF E%<>0 THEN GOSUB *V.2:A%(C%)=AL%/AR%:GOTO *V.CONT
3660   E%=INSTR(V$,"+"):IF E%<>0 THEN GOSUB *V.2:A%(C%)=AL%+AR%:GOTO *V.CONT
3670   E%=INSTR(V$,"-"):IF E%<>0 THEN GOSUB *V.2:A%(C%)=AL%-AR%:GOTO *V.CONT
3680   *V.CONT:V$=LEFT$(V$,E%-4)+"A"+STR$(C%)+MID$(V$,E%+4):C%=C%+1:GOTO *V.TAN
3690   *V.2:A$=MID$(V$,E%-3,3):GOSUB *V.1:AL%=A%
3700        :A$=MID$(V$,E%+1,3):GOSUB *V.1:AR%=A%:RETURN
3710   *V.1:A1$=LEFT$(A$,1):A%=VAL(MID$(A$,2))
3720    IF A1$<>"R" AND A1$<>"V" AND A1$<>"A" THEN RETURN
3730    IF A1$="V" THEN A%=数値%(A%):RETURN
3740    IF A1$="A" THEN A%=A%(A%):RETURN
3750    R1%=VAL(MID$(A$,2,1)):R2%=VAL(MID$(A$,3,1)):RR%=R2%-R1%+1
3760    A%=INT(RND*RR%)+R1%:RETURN
3770 *内容 .SET:IF LEFT$(N$,1)="@" AND LEN(N$)>1 THEN GOSUB *事項 .SET:RETURN
3780  Z%=INSTR(Z$,"¥"):IF Z%=0 THEN RETURN
3790  ZV$=MID$(Z$,Z%+1):Z$="@C"+LEFT$(Z$,Z%-1):N$="  "+N$+SPACE$(9)+"%":N9$=N$
3800  M$="@M":FOR Q%=1 TO TM%:M0$=P問題$(Q%)
3810  FOR HNB=0 TO LEN(M0$)/6-1:LY$=MID$(M0$,6*HNB+5,2):LN$=MID$(M0$,6*HNB+1,4)
3820   IF VAL(LY$)=LY% THEN M$=M$+LN$+RIGHT$(STR$(Q%),2)+RIGHT$(STR$(HNB),1)
3830  NEXT HNB,Q%:M$=M$+"@"
3840  R$="@R":FOR Q%=1 TO TR%:R0$=P例題$(Q%)
3850   IF VAL(MID$(R0$,5,2))=LY% THEN R$=R$+LEFT$(R0$,4)+RIGHT$(STR$(Q%),2)
3860  NEXT Q%:R$=R$+"@"
3870  WHILE(N9$<>""):GOSUB *行 .CUT:WEND:Z$=MID$(Z$,3):N$=LEFT$(N$,LEN(N$)-1)
3880  WHILE(KRIGHT$(N$,1)=" "):N$=KLEFT$(N$,KLEN(N$)-1):WEND:N$=MID$(N$,3)
3890  M$=MID$(M$,3):M$=LEFT$(M$,LEN(M$)-1):R$=MID$(R$,3):R$=LEFT$(R$,LEN(R$)-1)
3900  FOR I=0 TO LEN(M$)-1 STEP 7
3910   Q%=VAL(MID$(M$,I+5,2)):HNB=VAL(MID$(M$,I+7,1)):M0$=P問題$(Q%)
3920   P問題$(Q%)=LEFT$(M0$,6*HNB)+MID$(M$,I+1,4)+MID$(M0$,6*HNB+5)
3930  NEXT I
3940  FOR I=0 TO LEN(R$)-1 STEP 6:Q%=VAL(MID$(R$,I+5,2)):R0$=P例題$(Q%)
3950  P例題$(Q%)=MID$(R$,I+1,4)+MID$(R0$,5):NEXT I
3960  RETURN
3970  *行 .CUT:N%=KINSTR(N$,"%"):N1$=KLEFT$(N$,N%):N9$=KMID$(N$,N%+1)
3980   WHILE(KINSTR(N1$,"¥")>0):NV%=KINSTR(N1$,"¥"):GOSUB *数値 .REP:WEND
3990   N$=LEFT$(N1$,LEN(N1$)-1)+" "+N9$:RETURN
4000   *数値 .REP
4010    N1=LEN(N1$)-2:N0=LEN(KLEFT$(N1$,NV%))-2:MAE$=KMID$(N1$,NV%-1,1)
4020    J%=JIS(KMID$(N1$,NV%+1,1)):V%=数値%(VAL(LEFT$(ZV$,2)))
4030    V$=MID$(STR$(V%),2):ZV$=MID$(ZV$,3)
4040    IF MAE$="+ " AND V%<0 THEN MAE$="- "
4050    IF V%<0 AND (MAE$="= " OR MAE$="(" OR MAE$="{" OR MAE$="[" OR MAE$=" ")
           THEN FUGO$="- " ELSE FUGO$=""
4060    IF (J%>&H2341 OR (J%>&H40 AND J%<&H5B) OR (J%>&H60 AND J%<&H7B)) AND
           V$="1" THEN V$=""
4070    V$=FUGO$+V$:N1$=KLEFT$(N1$,NV%-2)+MAE$+V$+KMID$(N1$,NV%+1)
4080    DN%=LEN(V$)-1:GOSUB *属性例問 .REP:RETURN
4090   *属性例問 .REP:IF DN%=0 THEN RETURN
4100    IF DN%=-1 THEN N1$=LEFT$(N1$,LEN(N1$)-1)+"%"
4110    IF DN%>0 THEN N1$=LEFT$(N1$,LEN(N1$)-1-DN%)+"%"
4120    ZRM$=Z$:GOSUB *ZRM.REP:Z$=ZRM$:ZRM$=M$:GOSUB *ZRM.REP:M$=ZRM$
4130    ZRM$=R$:GOSUB *ZRM.REP:R$=ZRM$:RETURN
4140   *ZRM.REP:Z1%=0:Z2%=1
4150    WHILE(INSTR(Z1%+1,ZRM$,"@")>0):Z2%=INSTR(Z1%+1,ZRM$,"@")
4160     ZS$=MID$(ZRM$,Z1%+1,Z2%-Z1%-1):ZS%=LEN(ZS$):Z1$=LEFT$(ZS$,1):ZD%=4
```

```
4170      IF Z1$="C" OR Z1$="M" OR Z1$="O" OR Z1$="o" THEN ZD%=7
4180      IF Z1$="R" OR Z1$="U" OR Z1$="u" THEN ZD%=6
4190      IF Z1$="I" OR Z1$="i" THEN ZD%=3
4200      FOR I=2 TO ZS% STEP ZD%:ZS0$=MID$(ZS$,I,ZD%):ZX%=VAL(LEFT$(ZS0$,2))
4210       ZL%=VAL(MID$(ZS0$,3,2)):IF ZD%=3 THEN ZL%=0
4220       IF ZX%+ZL%<NO OR ZX%>N1 THEN GOTO *ZRM.REP.CONT
4230       IF ZX%<=NO AND ZX%+ZL%>NO THEN ZL%=ZL%+DN%:IF ZL%>78 THEN ZL%=78
4240       IF ZX%>NO THEN ZX%=ZX%+DN%
4250       ZS0$=RIGHT$(STR$(ZX%),2)+RIGHT$(STR$(ZL%),2)+MID$(ZS0$,5)
4260        IF ZD%=3 THEN ZS0$=RIGHT$(STR$(ZX%),2)+MID$(ZS0$,3)
4270       ZS$=LEFT$(ZS$,I-1)+ZS0$+MID$(ZS$,I+ZD%)
4280      *ZRM.REP.CONT:NEXT I:ZRM$=LEFT$(ZRM$,Z1%)+ZS$+MID$(ZRM$,Z2%):Z1%=Z2%
4290     WEND:RETURN
4300 *事項.SET:JZ%=VAL(MID$(N$,2,1)):JC=VAL(MID$(N$,3,1))
4310  J$=MID$(N$,4):JZ$=事項$(JZ%):N$="  "+JZ$+"  "+J$+" "
4320  Z1$=" 2"+RIGHT$(STR$(LEN(JZ$)+2),2)+RIGHT$(STR$(JC),1)+"04"
4330  Z1$=Z1$+RIGHT$(STR$(LEN(JZ$)+4),2)+RIGHT$(STR$(LEN(J$)+2),2)+"040"
4340  Z$=Z1$+MID$(Z$,INSTR(Z$,"@")):RETURN
4350 *色.SET:Z%=INSTR(Z$,"@"):ZC$=LEFT$(Z$,Z%-1)
4360  FC$=STRING$(78,"7"):BC$=STRING$(78,"0"):AC$=BC$
4370  WHILE(ZC$<>""):ZC0$=LEFT$(ZC$,7):ZC$=MID$(ZC$,8)
4380   FC0$=MID$(ZC0$,5,1):BC0$=MID$(ZC0$,6,1):AC0$=MID$(ZC0$,7,1):GOSUB *C.SET
4390   AC$=LEFT$(AC$,LX0%-1)+STRING$(NL0%,AC0$)+MID$(AC$,LX0%+NL0%)
4400  WEND
4410  FC0$="1":BC0$="1":IF GS%=1 THEN FC0$="7"
4420  FOR Q%=1 TO TM%:ZC$=P問題$(Q%)
4430  WHILE(ZC$<>""):ZC0$=LEFT$(ZC$,6):ZC$=MID$(ZC$,7)
4440   IF VAL(MID$(ZC0$,5,2))=LY% THEN GOSUB *C.SET
4450  WEND:NEXT Q%
4460  FC0$="3":BC0$="3":FOR Q%=1 TO TR%:ZC0$=P例題$(Q%)
4470   IF VAL(MID$(ZC0$,5,2))=LY% THEN GOSUB *C.SET
4480  NEXT Q%:RETURN
4490  *C.SET:LX0%=VAL(MID$(ZC0$,1,2)):NL0%=VAL(MID$(ZC0$,3,2))
4500   FC$=LEFT$(FC$,LX0%-1)+STRING$(NL0%,FC0$)+MID$(FC$,LX0%+NL0%)
4510   BC$=LEFT$(BC$,LX0%-1)+STRING$(NL0%,BC0$)+MID$(BC$,LX0%+NL0%):RETURN
4520 *属性.SET:NZ$=STRING$(78,"N"):Z%=INSTR(Z$,"@"):Z$=MID$(Z$,Z%+1)
4530  WHILE(Z$<>""):GOSUB *Z.ANAL:Z$=MID$(Z$,Z%+1):WEND:Z$=NZ$:RETURN
4540  *Z.ANAL:Z%=INSTR(Z$,"@"):Z0$=LEFT$(Z$,Z%-1):NZ0$=LEFT$(Z$,1)
4550   IF NZ0$="O" OR NZ0$="o" OR NZ0$="I" OR NZ0$="i" THEN RETURN
4560   IF NZ0$="U" OR NZ0$="u" OR NZ0$="¥" THEN RETURN
4570   WHILE(LEN(Z0$)>1)
4580    NZ0$=LEFT$(Z$,1):LX0%=VAL(MID$(Z0$,2,2)):NL0%=VAL(MID$(Z0$,4,2))
4590    NZ$=LEFT$(NZ$,LX0%-1)+STRING$(NL0%,NZ0$)+MID$(NZ$,LX0%+NL0%)
4600    Z0$=LEFT$(Z0$,1)+MID$(Z0$,6)
4610   WEND:RETURN
4620 *置換.SET:TT%=VAL(置換$(P%,0)):IF TT%=1 THEN RETURN
4630  FOR I=1 TO TT%:FOR J=0 TO 9:TI%(J)=J:NEXT J:TI$=置換$(P%,I)
4640  NL%=VAL(MID$(TI$,2,2)):TI$=MID$(TI$,4):TIK%=LEN(TI$)/4
4650  IF 別%<>3 THEN GOSUB *TI.SET ELSE FOR J=0 TO 9:TI%(J)=STI%(J):NEXT J
4660  TIK%=TIK%-1
4670  FOR J=0 TO TIK%:LX%=VAL(MID$(TI$,J*4+1,2)):TY%=VAL(MID$(TI$,J*4+3,2))
4680   TN$(J)=MID$(P内容$(TY%),LX%,NL%):TZ$(J)=MID$(PZ$(TY%),LX%,NL%)
4690   TFC$(J)=MID$(FC$(TY%),LX%,NL%):TBC$(J)=MID$(BC$(TY%),LX%,NL%)
4700   TAC$(J)=MID$(AC$(TY%),LX%,NL%)
4710  NEXT J
4720  FOR J=0 TO TIK%
4730   TI%=TI%(J):LX%=VAL(MID$(TI$,TI%*4+1,2)):TY%=VAL(MID$(TI$,TI%*4+3,2))
4740   TN$=P内容$(TY%):P内容$(TY%)=LEFT$(TN$,LX%-1)+TN$(J)+MID$(TN$,LX%+NL%)
4750   TZ$=PZ$(TY%):PZ$(TY%)=LEFT$(TZ$,LX%-1)+TZ$(J)+MID$(TZ$,LX%+NL%)
4760   TFC$=FC$(TY%):FC$(TY%)=LEFT$(TFC$,LX%-1)+TFC$(J)+MID$(TFC$,LX%+NL%)
4770   TBC$=BC$(TY%):BC$(TY%)=LEFT$(TBC$,LX%-1)+TBC$(J)+MID$(TBC$,LX%+NL%)
4780   TAC$=AC$(TY%):AC$(TY%)=LEFT$(TAC$,LX%-1)+TAC$(J)+MID$(TAC$,LX%+NL%)
4790  NEXT J:RETURN
4800  *TI.SET:FOR K=1 TO INT(RND*100)+100:TI1%=INT(RND*TIK%):TI2%=INT(RND*TIK%)
4810  SWAP TI%(TI1%),TI%(TI2%):NEXT K:RETURN
4820 *正解.SET:ERASE 正解$,P正解$:DIM 正解$(64),P正解$(9):MM$=MMM$
4830  LSEI$=" 0":正解$="":ZS$="":HNB=0:LX1%=0:LY1%=0:NL1%=0:HNB1=0
4840  WHILE(MM$<>""):GOSUB *P正解.SET:HNB=HNB+1:MM$=MID$(MM$,7):WEND
4850  TSEI%=1:正解$(1)=正解$:P正解$(HNB1)="    "+RIGHT$(LSEI$,2)
4860  KJ$=P解順$(M%)+"@":IF KJ$="@" THEN RETURN
4870  WHILE(KJ$<>""):KJZ$=LEFT$(KJ$,1):KJ$=MID$(KJ$,2)
```

```
4880  KJ%=INSTR(KJ$,"@"):KJO$=LEFT$(KJ$,KJ%-1):KJ$=MID$(KJ$,KJ%+1)
4890  KJO%=INSTR(KJO$,"!"):KJR$=MID$(KJO$,KJO%+1):KJL$=LEFT$(KJO$,KJO%-1)
4900  KJLB%=VAL(MID$(LSEI$,2*VAL(LEFT$(KJL$,1))+1,2))
4910  KJLE%=VAL(MID$(LSEI$,2*VAL(RIGHT$(KJL$,1))+3,2)):KJLD%=KJLE%-KJLB%
4920  KJRB%=VAL(MID$(LSEI$,2*VAL(LEFT$(KJR$,1))+1,2))
4930  KJRE%=VAL(MID$(LSEI$,2*VAL(RIGHT$(KJR$,1))+3,2)):KJRD%=KJRE%-KJRB%
4940  IF KJZ$="N" OR (KJZ$="C" AND KJLD%=KJRD%) THEN GOSUB *SEI.REP
4950 WEND:RETURN
4960 *SEI.REP
4970  FOR I=1 TO TSEI%:SEI$=正解$(I)
4980   KJ1$=LEFT$(SEI$,KJLB%):KJ2$=MID$(SEI$,KJLB%+1,KJLD%)
4990   KJ3$=MID$(SEI$,KJLE%+1,KJRB%-KJLE%):KJ4$=MID$(SEI$,KJRB%+1,KJRD%)
5000   KJ5$=MID$(SEI$,KJRE%+1):正解$(TSEI%+I)=KJ1$+KJ4$+KJ3$+KJ2$+KJ5$
5010  NEXT I:TSEI%=TSEI%*2:RETURN
5020 *P正解.SET:M$=MMM$:GOSUB *M.POS
5030  正解$=正解$+MID$(P内容$(LY%),LX%,NL%):ZS$=ZS$+MID$(PZ$(LY%),LX%,NL%)
5040  IF LY%<>LY1% OR LX1%+NL1%<>LX% THEN PSEI$=LEFT$(MM$,2)+MID$(MM$,5,2)
        :P正解$(HNB1)=PSEI$+RIGHT$(LSEI$,2):HNB1=HNB1+1
5050  LSEI$=LSEI$+RIGHT$(STR$(LEN(正解$)),2)
5060  LX1%=LX%:LY1%=LY%:NL1%=NL%:RETURN
5070 *文字変換.SET:IF ANS%=&H2E OR (ANS%>&H2F AND ANS%<&H3A) THEN RETURN
5080  IF (ANS%<&H41 OR ANS%>&H5A) AND (ANS%<&H61 OR ANS%>&H7A) AND ANS%<>&H2B
        AND ANS%<>&H2D THEN BEEP:RETURN *問題INP
5090  NLK%=LEN(解答$)+1:IF NLE%=NLK% THEN BEEP:RETURN *問題INP
5100  MZ$=MID$(ZS$,NLK%+1,1):IF MZ$<>"N" AND MZ$<>"n" THEN BEEP:RETURN *問題INP
5110  MZ$=MID$(ZS$,NLK%,1):IF MZ$<>"N" AND MZ$<>"n" THEN RETURN
5120  IF LEN(正解$)-LEN(解答$)<=1 THEN BEEP:RETURN *問題.INP
5130  IF ANS%=&H2B THEN ANS$=KNJ$(&H215C):RETURN
5140  IF ANS%=&H2D THEN ANS$=KNJ$(&H215D):RETURN
5150  ANS$=KNJ$(&H2300+ANS%):RETURN
5160 '
5170 '<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<< *.SCR, *.INP (画面表示,入力) >>>>>>>>>>>>>>>>>>>
5180 *矢印.INP:CX0%=CX%:CY0%=CY%:CZ0%=CZ%
5190  *ARR.INK:ANS$="":WHILE(ANS$=""):ANS$=INKEY$:WEND:ANS%=ASC(ANS$)
5200   IF ANS%<>&H0D AND (ANS%<&H1B OR ANS%>&H1F) THEN BEEP:GOTO *ARR.INK
5210   IF ANS%=&H1C OR ANS%=&H1D THEN CX%=(CX%+XX%+2-2*(ANS%-&H1C)) MOD (XX%+1)
5220   IF ANS%=&H1E OR ANS%=&H1F THEN CY%=(CY%+YY%+2-2*(&H1F-ANS%)) MOD (YY%+1)
5230   RETURN
5240 *項目.SCR:COLOR 4,0,,0:CONSOLE 0,WID%:CLS
5250  DR$="ES 1 37917  8 8":GOSUB *DR:DR$="E7 8 272 3  8 8":GOSUB *DR
5260  POINT(0,0):DRAW"C5T16,15BU15C4T128,15BU15C7T496,15"
5270  XX%=3:YY%=12:XB%=4:YB%=4:XD%=19:YD%=1:YY0%=YY%
5280  FOR CX%=0 TO XX%:FOR CY%=0 TO YY%:GOSUB *LXY.SET:LX%=LX%-2
5290   C$="15 C"+RIGHT$(STR$(CZ%),2):GOSUB *CLP
5300   C$="71 C"+LEFT$(項目$(CZ%),16):GOSUB *CLP
5310  NEXT CY%,CX%:GOSUB *H.LAST:RETURN
5320 *項目.INP:ESC%=1:GOSUB *H.ESC
5330  C$=GSC$(GS%)+"7210 2"+GS$(GS%)+"する項目を選んで下さい  ":GOSUB *CLP
5340  C$="16 C @1 @2 @3 @4 で選んで @5 で決定 ":GOSUB *CLP
5350  XX%=3:YY%=12:XB%=4:YB%=4:XD%=19:YD%=1:YY0%=YY%
5360  CX%=KX%:CY%=KY%:ANS%=0
5370  WHILE(ANS%<>&H0D AND ANS%<>&H1B)
5380   GOSUB *LXY.SET:C0$=LEFT$(項目$(CZ%),16):C$="14 C"+C0$:GOSUB *CLP
5390   C$="1  0 0"+RIGHT$(STR$(CZ%),2)+項目$(CZ%):GOSUB *CLP
5400   GOSUB *矢印.INP:LX%=LX0%:LY%=LY0%:C$="71 C"+C0$:GOSUB *CLP
5410  WEND:KX%=CX%:KY%=CY%:項目%=CZ%
5420  IF ANS%=&H0D AND CZ%>T項目% THEN GOTO *項目.INP
5430  DR$="E7 8 272 3  8 8":GOSUB *DR:LOCATE 0,2:PRINT SPC(79);:RETURN
5440 *一覧.SCR:COLOR 4,0,,0:CLS
5450  DR$="ES 0 38017  8 8":GOSUB *DR:DR$="E7 8 272 3  8 8":GOSUB *DR
5460  C$=GSC$(GS%)+"7010 2各項目の主な内容は、以下の通りです  ":GOSUB *CLP
5470  C$="16 C@3":GOSUB *CLP:C$="61 C前項目":GOSUB *CLP:LX%=LX%+2
5480  C$="16 C@4":GOSUB *CLP:C$="61 C次項目":GOSUB *CLP
5490  GOSUB *H.LAST:ESC%=3:GOSUB *H.ESC:RETURN
5500 *一覧.INP:XX%=0:YY%=3:XB%=0:YB%=4:XD%=0:YD%=1:CX%=0:CY%=0:CZ%=0:ANS%=0
5510  WHILE(ANS%<>&H1B)
5520   FOR J=0 TO YY0%:KM%=CY%*(YY0%+1)+J:C$="1  C"+RIGHT$(STR$(KM%),2)
5530    LX%=0:LY%=YB%+J:GOSUB *CLP:C$="71 C"+LEFT$(項目$(KM%),16):GOSUB *CLP
5540    C$="17 C"+MID$(項目$(KM%),17):GOSUB *CLP
5550   NEXT J:GOSUB *矢印.INP
5560  WEND:RETURN
```

```
5570 *終了.INP:GOSUB *H.LAST:C$="46  119"+SPACE$(78):GOSUB *CLP
5580  C$="1621519本当に終了しますか？  ":GOSUB *CLP
5590  XX%=1:YY%=0:XB%=LX%:YB%=19:XD%=13:YD%=0
5600  FOR CX%=0 TO XX%:GOSUB *LXY.SET:C$="71 C"+終了$(CX%):GOSUB *CLP:NEXT CX%
5610  CX%=0:CY%=0:ANS%=0
5620  WHILE(ANS%<>&H0D)
5630   GOSUB *LXY.SET:C0$=終了$(CX%):C$="14 C"+C0$:GOSUB *CLP
5640   GOSUB *矢印.INP:LX%=LX0%:LY%=LY0%:C$="71 C"+C0$:GOSUB *CLP
5650  WEND:終了%=CX%:GOSUB *H.LAST:RETURN
5660 *終了.SCR:ETIME$=TIME$:COLOR 4,0:CONSOLE 0,WID%-1:GOSUB *WV.INIT:CLS
5670  BB%=60*VAL(LEFT$(BTIME$,2))+VAL(MID$(BTIME$,4,2))
5680  EE%=60*VAL(LEFT$(ETIME$,2))+VAL(MID$(ETIME$,4,2))
5690  IF TK%=0 THEN TH=0 ELSE TH%=TS%/TK%*1000:TH=TH%/10
5700  DR$="E7 5 075 5":GOSUB *DR:C$=科目$+"終了":LX=8*(40-LEN(C$)):LY=24
5710  FOR I=0 TO 7:SYMBOL@(LX-I,LY-I),C$,2,2,I:NEXT I
5720  MSG$="お疲れさまでした・・・":
5730  FOR I=1 TO LEN(MSG$) STEP 2:LY%=3:LX%=15+2*I:C$="17 C"+MID$(MSG$,I,2)
5740  GOSUB *CLP:FOR J=0 TO 999:NEXT J,I
5750  DR$="E5 6 77514   8 8":GOSUB *DR:DR$="F420 660 7   8 8":GOSUB *DR
5760  C$="14 28 6あなたの学習データです":GOSUB *CLP
5770  C$="71 15 8学籍番号":GOSUB *CLP:C$="1  C "+名前$:GOSUB *CLP
5780  C$="71 1510学習月日":GOSUB *CLP:C$="1  C "+DATE$:GOSUB *CLP
5790  C$="71 3510学習時間":GOSUB *CLP:C$="1  C"+STR$(EE%-BB%)+"分":GOSUB *CLP
5800  C$="71 1512全解答数":GOSUB *CLP:C$="1  C"+STR$(TK%):GOSUB *CLP
5810  C$="71 3512全正答数":GOSUB *CLP:C$="1  C"+STR$(TS%):GOSUB *CLP
5820  C$="71 5512 正答率 ":GOSUB *CLP:C$="1  C"+STR$(TH)+" %":GOSUB *CLP
5830  DR$="E7 1157919":GOSUB *DR
5840  C$="47  516この次のがんばりましょう":GOSUB *CLP
5850  C$="37 C  S E E  Y O U  A G A I N  S O O N":GOSUB *CLP
5860  C$="160 517 05 を押すと電源は自動的に切れます。"
5870  C$=C$+"その後でディスクを取り出して下さい ":GOSUB *CLP:RETURN
5880 *画面.SCR:COLOR 4,0,,0:CLS:CONSOLE 1,T行%
5890  POINT(0,0):DRAW "C5T16,15BU15C4T128,15BU15C7T496,15"
5900  C$="100 0 0"+RIGHT$(STR$(100+項目%),2)+項目$(項目%):GOSUB *CLP
5910  WXD=WXE0-WXB0+2:WYD=WYE0-WYB0+2
5920  POINT(WXB0-1,WYB0-1):DRAW"C"+GSC$(GS%)+"0=WXD;,=WYD;":GOSUB *H.枠角
5930  C$=GSC$(GS%)+"00 018["+GS$(GS%)+"] ":GOSUB *CLP
5940  C$="500CPage(      ) ":GOSUB *CLP:LXMSG%=LX%:LYMSG%=LY%:LXP%=LX%-7:LYP%=LY%

5950  POINT(8*LX%,DT*LY%):NL=639-8*LX%:DRAW"C"+GSC$(GS%)+"0=NL;,16":RETURN
5960 *内容.SCR:COLOR 4,0,,0:CLS 1:LINE(WXB0,WYB0)-(WXE0,WYE0),PSET,0,BF
5970  GOSUB *H.枠角:COLOR 4-GS%:LOCATE LXP%,LYP%:PRINT USING "##";P%;
5980  COLOR 5:PRINT "/";:PRINT USING "##";TP%;:GOSUB *H.LAST:RETURN
5990 *別処理.INP:GOSUB *H.LAST:ESC%=9:GOSUB *H.ESC:C$="61 C"+GS$(GS%)+"続行"
6000  GOSUB *CLP:LX%=LX%+1:C$="162C 処理は？  ":GOSUB *CLP:XB%=LX%:YB%=LY%
6010  C$="16 C"+SPACE$(79-XB%):GOSUB *CLP:XX%=2+GS%:YY%=0:XD%=13:YD%=0
6020  FOR CX%=0 TO XX%:GOSUB *LXY.SET:C$="71 C"+別$(CX%):GOSUB *CLP:NEXT CX%
6030  CX%=0:CY%=0:ANS%=0
6040  WHILE(ANS%<>&H1B AND ANS%<>&H0D)
6050   GOSUB *LXY.SET:C0$=別$(CX%):C$="14 C"+C0$:GOSUB *CLP
6060   GOSUB *矢印.INP:LX%=LX0%:LY%=LY0%:C$="71 C"+C0$:GOSUB *CLP
6070  WEND:別%=CX%:RETURN
6080 *PAGE.INP
6090  GOSUB *H.LAST:ESC%=9:GOSUB *H.ESC:C$="61 C取消(@4以前へ)":GOSUB *CLP
6100  LX%=LX%+1:C$="162C移動 Page=? ":GOSUB *CLP:XB%=LX%:YB%=LY%
6110  C$="16 C"+SPACE$(79-XB%):GOSUB *CLP:XX%=TP%-1:YY%=0:XD%=4:YD%=0
6120  FOR CX%=0 TO XX%
6130   GOSUB *LXY.SET:C$="71 C"+LEFT$(STR$(CX%+1)+"  ",3):GOSUB *CLP
6140  NEXT CX%:CX%=P%-1:CY%=0:ANS%=0
6150  WHILE(ANS%<>&H1B AND ANS%<>&H0D)
6160   GOSUB *LXY.SET:C0$=LEFT$(STR$(CX%+1)+"  ",3):C$="14 C"+C0$:GOSUB *CLP
6170   GOSUB *矢印.INP:LX%=LX0%:LY%=LY0%:C$="71 C"+C0$:GOSUB *CLP
6180  WEND:P%=CX%+1:RETURN
6190 '
6200 '<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<< H.*(各種表示) >>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>
6210 *H.LAST:LOCATE 0,WID%-1:PRINT SPC(79);:POINT(0,399-DT):DRAW"C7T640,17"
6220  FOR J=-1 TO 16:LINE(-20+J,400-DT+J)-STEP(670,0),PSET,4-GS%,,&H5555:NEXT J
6230  RETURN
6240 *H.待て:C$="処理中です。しばらくお待ち下さい。。。 ":C%=39-LEN(C$)/2
6250  C$="162 119"+SPACE$(C%)+C$+SPACE$(C%):GOSUB *CLP:RETURN
6260 *H.WAIT:C0$="=> ":COLOR 4,,,0:LOCATE ,10:CC$=""
```

```
6270  IF WA%>0 THEN LOCATE 10+3*WA%:PRINT CO$;:RETURN
6280  LOCATE 13:COLOR 2,,,2:FOR I=1 TO T行%:CC$=CC$+CO$:NEXT I:PRINT CC$;:RETURN

6290 *H.枠角
6300  POINT(WXB0-1,WYB0-1):DRAW"C0T8,8":CIRCLE STEP(0,0),8,4-GS%,,1/2,3/4
6310  POINT(WXE0-7,WYB0-1):DRAW"C0T8,8":CIRCLE STEP(-8,0),8,4-GS%,,3/4,0
6320  POINT(WXE0-7,WYE0-7):DRAW"C0T8,8":CIRCLE STEP(-8,-8),8,4-GS%,,0,1/4
6330  POINT(WXB0-1,WYE0-7):DRAW"C0T8,8":CIRCLE STEP(0,-8),8,4-GS%,,1/4,1/2
6340  RETURN
6350 *H.事項枠:IF N1$="@" THEN RETURN
6360  JZ%=VAL(MID$(N1$,2,1)):JC=VAL(MID$(N1$,3,1)):J$=MID$(N1$,4):JZ$=事項$(JZ%)

6370  JY%=LY%+1:WHILE(LEFT$(内容$(P%,JY%),1)<>"@"):JY%=JY%+1:WEND
6380  LY=DT*LY%:JY=DT*JY%:BXM=8*LEN(JZ$+J$)+56:BXB=4:BXE=636
6390  LINE(BXB,LY-1)-(BXE-4,JY+4),PSET,7,BF
6400  BX=BXB:BY=JY+4:BXD=5:BYD=-5:GOSUB *L.CUT:BX=BXE-4:BXD=-5:GOSUB *L.CUT
6410  FOR I=LY-1 TO JY+11 STEP 2:FOR J=0 TO 1
6420  LINE(BXB+J,I+J)-(BXE+1,I+J),PSET,JC,,&H5555:NEXT J,I
6430  LINE(BXM,LY-1)-(BXE+1,LY+8),PSET,0,BF
6440  BX=BXB:BY=LY-1:BXD=8:BYD=16:GOSUB *L.CUT:BY=JY+12:BYD=-12:GOSUB *L.CUT
6450  BX=BXE:BXD=-5:BYD=-5:GOSUB *L.CUT:BY=LY+8:BXD=-8:BYD=8:GOSUB *L.CUT
6460  BY=LY+12:BXD=-4:BYD=6:GOSUB *L.CUT:BX=BXM:BY=LY-1:BYD=8:GOSUB *L.CUT
6470  JL=8*LEN(JZ$)+16:POINT(16,LY):DRAW"C0T=JL;,15":RETURN
6480  *L.CUT:BX1=BXD/ABS(BXD):BY1=BYD/ABS(BYD)
6490   CONNECT(BX,BY)-STEP(0,BYD)-STEP(BXD,-BYD)-STEP(-BXD,0),2,PSET
6500   PAINT(BX+BX1*2,BY+BY1*2),2,2
6510   CONNECT(BX,BY)-STEP(0,BYD)-STEP(BXD,-BYD)-STEP(-BXD,0),0,PSET
6520   PAINT(BX+BX1*2,BY+BY1*2),0,0:RETURN
6530 *H.ESC:C$="160 119@6":GOSUB *CLP:C$="61 C"+ESC$(ESC%):GOSUB *CLP:RETURN
6540 *H.PAGE:C$="16 C@4":GOSUB *CLP:C$="61 CPage変更":GOSUB *CLP:RETURN
6550 *H.問番号:LOCATE LXM%,LYM%:COLOR 4,0,,0:PRINT USING "###";M%;:RETURN
6560 *H.共通KEY:GOSUB *H.LAST:ESC%=2:GOSUB *H.ESC:LX%=LX%+1:GOSUB *H.PAGE
6570  LXC%=LX%+1:LYC%=LY%:RETURN
6580 *H.例題KEY
6590  LX%=LXC%:LY%=LYC%:C$="16 C@5":GOSUB *CLP:C$="61 C例題正解表示":GOSUB *CLP
6600  LX%=LX%+1:C$="16 C@1":GOSUB *CLP:C$="61 C問題へ":GOSUB *CLP:RETURN
6610 *H.問題KEY:LX%=LXC%:LY%=LYC%:C$="16 C@2":GOSUB *CLP
6620  C$="61 C問題(   /"+RIGHT$(" "+STR$(TM%),3)+")変更":GOSUB *CLP
6630  LXM%=LX%-12:LYM%=LY%:C$="16 C@1":GOSUB *CLP
6640  LX%=LX%+1:C$="16 C@5":GOSUB *CLP:C$="61 C正解表示":GOSUB *CLP
6650  LX%=LX%+1:C$="16 C@7":GOSUB *CLP:C$="61 C訂正":GOSUB *CLP
6660  LX%=LX%+1:C$="16 C@8":GOSUB *CLP:C$="61 C採点":GOSUB *CLP:RETURN
6670 *H.採点:LOCATE LXMSG%,LYMSG%:COLOR 7:PRINT "正答数";:COLOR 5:PRINT "/";
6680  COLOR 7:PRINT "解答数";:COLOR 5:PRINT "=";:COLOR 6:PRINT "正解率%";
6690  SH=0:IF SK%>0 THEN SH=100*SS%/SK%
6700  PH=0:IF PK%>0 THEN PH=100*PS%/PK%
6710  COLOR 5:PRINT "[¥-¥:";:COLOR 7:PRINT USING "###";SS%;:COLOR 5:PRINT "/";
6720  COLOR 7:PRINT USING "###";SK%;:COLOR 5:PRINT "=";
6730  COLOR 6:PRINT USING "###.#";SH;
6740  COLOR 5:PRINT "]Page:";:COLOR 7:PRINT USING "###";PS%;:COLOR 5:PRINT "/";

6750  COLOR 7:PRINT USING "###";PK%;:COLOR 5:PRINT "=";
6760  COLOR 6:PRINT USING "###.#";PH;:COLOR 5:PRINT "]";
6770  MSG=1:SS%=0:SK%=0:RETURN *問題INP
6780 *H.MSG:LX=8*LXMSG%+8:LY=DT*LYMSG%+DT/2
6790  IF MSG=1 THEN MSG=0:LOCATE LXMSG%,LYMSG%:PRINT SPC(79-LXMSG%);
                    :PAINT(LX,LY),0,3,4:RETURN
6800  ZM=MSG% ¥ 5:BCM=7-ZM*5:IF MSG%=0 THEN BCM=6
6810  PAINT(LX,LY),BCM,3,4:LOCATE LXMSG%,LYMSG%:COLOR 1+6*ZM:PRINT MSG$(MSG%);
6820  MSG=1:RETURN
6830 *H.QUES
6840  FOR Q%=R% TO R%+LEN(R$)-1:GOSUB *R.POS
6850   N$=STRING$(NL%,"?"):Z$=MID$(PZ$(LY%),LX%,NL%):FC$=STRING$(NL%,"6")
6860   BC$=STRING$(NL%,"3"):AC$=STRING$(NL%,"0"):GOSUB *H行.SUB
6870  NEXT Q%:Q%=R%:GOSUB *R.POS:RLX%=LX%:RLY%=LY%:RNL%=NL%:RETURN
6880 *H.例題正解:IF LEFT$(処理$(P%,S%+1),1)<>"R" THEN UC=UC0:GOSUB *H.下線
6890  WHILE(R$<>""):Q%=R%:GOSUB *R.POS
6900   N$=MID$(P内容$(LY%),LX%,NL%):Z$=MID$(PZ$(LY%),LX%,NL%)
6910   FC$=STRING$(NL%,"3"):BC$=STRING$(NL%,"0"):AC$=BC$:GOSUB *H行.SUB
6920   UZ$=LEFT$(Z$,1)
6930   IF UZ$="T" OR UZ$="n" OR UZ$="L" THEN USUP=DT/2-2
```

```
6940    IF UZ$="t" THEN USUP=DT-2
6950    FOR J=0 TO US
6960      LINE(8*LX%,DT*LY%+15-USUP+US+J)-STEP(-8*NL%,0),PSET,UC0,,LS(US,J)
6970    NEXT J:R$=MID$(R$,2):R%=R%+1
6980   WEND:RETURN *CONT処理
6990 *R.POS:Q$=P例題$(Q%):GOSUB *PO.SET:RETURN
7000 *M.POS:Q$=MID$(M$,6*HNB+1,6):GOSUB *PO.SET:RETURN
7010 *PO.SET:LX%=VAL(LEFT$(Q$,2)):LY%=VAL(MID$(Q$,5,2)):NL%=VAL(MID$(Q$,3,2))
7020  RETURN
7030 *H.T解答:FOR M%=1 TO TM%:IF 解答$(M%)<>"" THEN GOSUB *H.P解答
7040  NEXT M%:RETURN
7050 *H.P解答:MMM$=P問題$(M%):GOSUB *正解.SET:GOSUB *正解.CHECK
7060  BC0$="1":FC0$="2":IF OK%>0 THEN FC0$="7"
7070  K$=解答$(M%)+SPACE$(80):GOSUB *H.解答:RETURN
7080 *H.解答欄:GOSUB *H.問番号
7090  解答$=解答$(M%):GOSUB *正解.CHECK:FC0$="2":IF OK%>0 THEN FC0$="7"
7100  BC0$="4":K$=解答$(M%)+SPACE$(80):GOSUB *H.解答:K$="":GOSUB *H.解答
7110  M$=MMM$:HNB=0:GOSUB *M.POS:MLX%=LX%:MLY%=LY%:解答$="":RETURN
7120 *H.文字消去:IF LEN(解答$)=0 THEN BEEP:RETURN *問題INP
7130  K$=解答$:K$=KLEFT$(K$,KLEN(K$)-1):解答$=K$:解答$(M%)=K$:
7140  FC0$="1":BC0$="4":GOSUB *H.解答:RETURN *問題INP
7150 *H.正解:SK%=SK%+1:PK%=PK%+1:TK%=TK%+1
7160  PK$=LEFT$(PK$,M%-1)+"1"+MID$(PK$,M%+1):MSG%=0:GOSUB *H.MSG
7170  解答$(M%)=正解$:ANS%=&H1C:GOTO *CHN.問題
7180 *H.解答:K$=K$+" ":AC0$="0"
7190  FOR H0=0 TO HNB1-1:IF K$<>"" THEN GOSUB *H.KAI
7200  NEXT H0:RETURN
7210  *H.KAI:M$=MMM$:ZK$=P正解$(H0)
7220   LX%=VAL(MID$(ZK$,1,2)):LY%=VAL(MID$(ZK$,3,2))
7230   NLB%=VAL(MID$(ZK$,5,2)):NLE%=VAL(MID$(P正解$(H0+1),5,2)):NL%=NLE%-NLB%
7240   N$=LEFT$(K$,NL%):NK$=N$:Z$=MID$(ZS$,NLB%+1,NL%)
7250   FC$=STRING$(NL%,FC0$):BC$=STRING$(NL%,BC0$):AC$=STRING$(NL%,AC0$)
7260   GOSUB *H行.SUB:K$=MID$(K$,NL%+1)
7270   IF K$="" THEN MLX%=LX%-1:MLY%=LY%
7280   RETURN
7290 *H.下線:U9$=MID$(U$,4):US=VAL(MID$(U$,2,1))
7300  WHILE(U9$<>"")
7310   UY%=VAL(MID$(U9$,1,2)):UX%=VAL(MID$(U9$,3,2)):UL=8*VAL(MID$(U9$,5,2))
7320   U9$=MID$(U9$,7):UY=DT*UY%+15+US:UX=8*UX%:UZ$=MID$(PZ$(UY%),UX%,1)
7330   IF UZ$="T" OR UZ$="n" OR UZ$="l" THEN UY=UY-DT/2+2
7340   IF UZ$="t" THEN UY=UY-DT+2
7350   FOR J=0 TO US:LINE(UX,UY+J)-STEP(UL,0),PSET,UC,,LS(US,J):NEXT J
7360  WEND:RETURN
7370 '
7380 '<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<< 簡易コマンド >>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>
7390 *CLP:'( COLOR:LOCATE:PRINT )
7400  FC=VAL(LEFT$(C$,1)):BC=VAL(MID$(C$,2,1)):AC=VAL(MID$(C$,3,1))
7410  IF MID$(C$,4,1)<>"C" THEN LX%=VAL(MID$(C$,4,2)):LY%=VAL(MID$(C$,6,2))
        :CC$=MID$(C$,8)+"@0" ELSE CC$=MID$(C$,5)+"@0"
7420  WHILE(CC$<>"")
7430   CC%=KINSTR(CC$,"@"):CCC$=KLEFT$(CC$,CC%-1):CCC%=LEN(CCC$):CCC=8*CCC%-1
7440   CK%=VAL(KMID$(CC$,CC%+1,1))
7450   IF BC>0 THEN POINT(8*LX%,DT*LY%):DRAW"C=BC;T=CCC;,15"
7460   LOCATE LX%,LY%:COLOR FC,,,AC:PRINT CCC$;:LX%=LX%+CCC%:KL%=0
7470   ON CK% GOSUB *R.KEY,*L.KEY,*U.KEY,*D.KEY,*CR.KEY,*ESC.KEY,*BS.KEY,*EN.KEY
7480   LX%=LX%+KL%:CC$=KMID$(CC$,CC%+2)
7490  WEND:RETURN
7500 *DR:'( DRAW )
7510  DZ$=LEFT$(DR$,1):BC=VAL(MID$(DR$,2,1)):IF DZ$="E" THEN DZ$="T":DR%=1
7520  BL=VAL(MID$(DR$,11,1)):BR=VAL(MID$(DR$,12,1))
7530  BU=VAL(MID$(DR$,13,2)):BD=VAL(MID$(DR$,15,2))
7540  BX=8*VAL(MID$(DR$,3,2))-BL:BY=DT*VAL(MID$(DR$,5,2))-BU
7550  DX=8*VAL(MID$(DR$,7,2))+BR-1-BX:DY=DT*VAL(MID$(DR$,9,2))+BD-1-BY
7560  POINT(BX,BY):DRAW"C=BC;"+DZ$+"=DX:,=DY;"
7570  IF DR%>0 THEN DR%=0:FOR I=0 TO 2:LINE(BX+I,BY+I)-STEP(DX-2*I,DY-2*I),PSET,
                  1,B,&H5555:NEXT I
7580  RETURN
7590 *WV:'( WINDOW:VIEW )
7600  WXB=VAL(MID$(WV$,1,3)):WYB=VAL(MID$(WV$,4,3))
7610  VXB=8*VAL(MID$(WV$,13,2)):VYB=DT*VAL(MID$(VW$,15,2))/2
```

```
7620  VXE=8*VAL(MID$(WV$,17,2)):VYE=DT*VAL(MID$(VW$,19,2))/2
7630  IF VXE>639 THEN VXE=VXE=639
7640  IF VYE>399 THEN VYE=VYE=399
7650  WINDOW(WXB,WYB)-(WXE,WYE):VIEW(VXB,VYB)-(VXE,VYE):RETURN
7660 *DR.KEY:POINT(8*LX%-LXKD,DT*LY%):DRAW"C=BC;"+DR$:LXKD=0:RETURN
7670 *R.KEY:KL%=2:DR$="T15,15BF14C=FC:Q13,13BL11BU7R8G3F3E3":GOTO *DR.KEY
7680 *L.KEY:KL%=2:DR$="T15,15BF14C=FC:Q13,13BL3BU7L8H3F3E3":GOTO *DR.KEY
7690 *U.KEY:KL%=2:DR$="T15,15BF14C=FC:Q13,13BL7BU3U8H3F3G3":GOTO *DR.KEY
7700 *D.KEY:KL%=2:DR$="T15,15BF14C=FC:Q13,13BL7BU11D8F3H3E3":GOTO *DR.KEY
7710 *CR.KEY:KL%=2:DR$="T15,15BF14C=FC:Q13,13BL4BU11D4G2L5F2G2H2":GOTO *DR.KEY
7720 *ESC.KEY:KL%=5:DR$="T39,15BL35BU15C=FC:Q31,15":GOSUB *DR.KEY
7730  LOCATE LX%+1,LY%:COLOR FC:PRINT "ESC";:RETURN
7740 *BS.KEY:KL%=2:DR$="T15,15BF14C=FC:Q13,13BL11BU7F3D2R6D2L6D2F3":GOTO *DR.KEY

7750 *EN.KEY:KL%=3:DR$="T23,15BL19BU14C=FC:Q15,13":GOSUB *DR.KEY
7760  LOCATE LX%+1,LY%:COLOR FC,,,0:PRINT "¥";:RETURN
20000 '<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<< 開始処理 >>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>
20010 *開始.SET:STOP OFF:WID%=20:GOSUB *WID.INIT
20020 *変数配列.DEF:T頁%=12:T行%=WID%-3:T処理%=150:T式%=100:DTM項目$(60)
20030  GOSUB *配列.DEF:DIM P内容$(T行%),P属性%(T行%),数値%(T式%),S数値%(T式%)
20040  DIM 解答$(T式%):GOSUB *P配列.DEF
20050  DIM PZ$(T行%),FC$(T行%),BC$(T行%),AC$(T行%),正解$(64),P正解$(9),LS(4,4)
20060 *配列変数.INIT:GFIL$="GAKUSYUU.DAT"
20070  RESTORE *項目.DAT:READ KM$:項目99$=LEFT$(KM$+SPACE$(80),77)
20080  OPEN "I",#1,"KOUMOKU.JXW":KM%=-1
20090  WHILE(EOF(1)<>-1):KM%=KM%+1:LINE INPUT #1,項目$(KM%):WEND:CLOSE #1
20100  FOR I=0 TO 60:項目$(I)=LEFT$(項目$(I)+SPACE$(80),77):NEXT I:T項目%=KM%
20110  KM$=MID$(項目$(0),18):科目$=KLEFT$(KM$,KINSTR(KM$,"を")-1)
20120  RESTORE *LS.DAT  :FOR I=0 TO 4:FOR J=0 TO 4:READ LS(I,J):NEXT J,I
20130  RESTORE *ESC.DAT :FOR I=0 TO 3:READ  ESC$(I):NEXT I
20140  RESTORE *GS.DAT  :FOR I=0 TO 1:READ   GS$(I),GSC$(I):NEXT I
20150  RESTORE *別.DAT  :FOR I=0 TO 3:READ   別$(I):NEXT I
20160  RESTORE *事項.DAT:FOR I=1 TO 3:READ 事項$(I):NEXT I
20170  RESTORE *終了.DAT:FOR I=0 TO 1:READ 終了$(I):NEXT I
20180  RESTORE *MSG.DAT :FOR I=0 TO 9:READ  MSG$(I):NEXT I
20190  WXB0=1:WYB0=19:WXE0=638:WYE0=399-01*2-2
20200  RETURN
20210 *開始.SCR:COLOR ,3:CLS:COLOR ,0
20220 FOR J=0 TO 399 STEP 2:LINE(0,J)-(640,J),PSET,7,,&H5555
20230 LINE(-1,J+1)-(639,J+1),PSET,7,,&H5555:NEXT J
20240 DR$="E7 S 175 4   8 8":GOSUB *DR:LX=8*(40-LEN(科目$))\2:LY=DT+6
20250 FOR I=0 TO 7:SYMBOL@(LX-I,LY-I),科目$,2,2,I:NEXT I
20260 C0$="がんばって勉強しましょう":LY%=3
20270 FOR I=1 TO LEN(C0$) STEP 2:LX%=15+2*I:C$="1  C"+MID$(C0$,I,2):GOSUB *CLP
20280 FOR J=0 TO 999:NEXT J,I
20290 DR$="T4 2 5781744 3 3":GOSUB *DR:DR$="T0 2 67817   1 1":GOSUB *DR
20300 C$="1  31 5*** 操作の説明 ***":GOSUB *CLP
20310 C$="15  2 6 << 項目などの選択肢は、@1@2@3@4で選んで @5で決定して下さい(緑枠を採択) >>  ":GOSUB *CLP
20320 C$="15  2 7 << 学習画面では、学習内容の解説と、例題、練習問題が表示されます >>          ":GOSUB *CLP
20330 C$="4   3 8 *":GOSUB *CLP:C$="5 4C 例題は、":GOSUB *CLP:C$="63 C????":GOSUB *CLP:C$="5 4C が表示されますから、@5を押して下さい。正解が表示されます":GOSUB *CLP
20340 C$="4   4 9 *":GOSUB *CLP:C$="5 4C 練習問題は、緑色の解答欄 ":GOSUB *CLP:C$="14 C    ":GOSUB *CLP:C$="5 4C が示されますから、解答をして下さい":GOSUB *CLP
20350 C$="15  210 << 画面下部にキーの説明が表示されます。(必要に応じて使用して下さい) >>     ":GOSUB *CLP
20360 C$="4   311 * ":GOSUB *CLP:C$="16 C@6":GOSUB *CLP:C$="5 4C ・・・主な学習内容一覧の表示や、学習中は別の処理への移行を行います":GOSUB *CLP
20370 C$="4   312 *   ":GOSUB *CLP:C$="16 C@4":GOSUB *CLP:C$="5 4C  ・・・ページを変更します(頁番号が表示されますから、選択して下さい)":GOSUB *CLP
20380 C$="4   313 * ":GOSUB *CLP:C$="16 C@2":GOSUB *CLP:LX%=LX%+1:C$="16 C@1":GOSUB *CLP:C$="5 4C ・・・練習問題の解答位置を変更します(@2で前問へ、@1で次問へ移ります)":GOSUB *CLP
20390 C$="4   314 *   ":GOSUB *CLP:C$="16 C@5":GOSUB *CLP:C$="5 4C  ・・・例題、練習問題の正解を表示します":GOSUB *CLP
20400 C$="4   315 *   ":GOSUB *CLP:C$="16 C@7":GOSUB *CLP:C$="5 4C  ・・・解答の入力を間違えたときの訂正を行います(左1文字消去)":GOSUB *CLP
20410 C$="4   316 *  ":GOSUB *CLP:C$="16 C@8":GOSUB *CLP:C$="5 4C  ・・・それまでの解答数、正答数、正答率を表示します":GOSUB *CLP
```

```
20420 DR$="E7 1187919   8 8":GOSUB *DR
20430 C$="472 218あなたの学籍番号は？ ":GOSUB *CLP:C$="17 C(例:1M01@5) ":GOSUB *
CLP:C$="14 C       ":GOSUB *CLP:LXN%=LX%-5:LYN%=LY%
20440 LX%=LX%+1:C$="16 C 最後は @5を押して下さい (訂正は@7) ":GOSUB *CLP:RETURN
20450 *名前.INP:AA$="":COLOR 1
20460   WHILE(ANS%<>&H0D OR LEN(AA$)<=0)
20470  *名前.INK:LOCATE LXN%+LEN(AA$),LYN%,1:ANS$=""
20480    WHILE(ANS$=""):ANS$=INKEY$:WEND:ANS%=ASC(ANS$):LOCATE ,,0
20490    IF ANS%<&H30 AND (ANS%>&H39 OR ANS%<&H41) AND (ANS%>&H5A OR ANS%<&H61)
           AND ANS%>&H7A AND ANS%<>&H0D AND ANS%<>&H08 THEN BEEP:GOTO *名前.INK
20500    IF (ANS%=&H08 AND LEN(AA$)=<0) THEN BEEP:GOTO *名前.INK
20510    IF ANS%=&H08 THEN ANS$="":AA$=LEFT$(AA$,LEN(AA$)-1)
20520    IF ANS%>&H60 AND ANS%<&H7B THEN ANS$=CHR$(ANS%-&H20)
20530    IF LEN(AA$)<4 THEN GOSUB *H.名前 ELSE IF ANS%<>&H0D THEN BEEP
20540   WEND:名前$=AA$:BTIME$=TIME$:RETURN
20550  *H.名前:AA$=AA$+ANS$:LOCATE LXN%,LYN%:PRINT LEFT$(AA$+"    ",4);:RETURN
20560 '================================= DATA ================================
20570 *LS.DAT
20580  DATA &HFFFF,&H0000,&H0000,&H0000,&H0000
20590  DATA &H5555,&H5555,&H0000,&H0000,&H0000
20600  DATA &HFFFF,&H0000,&HFFFF,&H0000,&H0000
20610  DATA &HC0C0,&H3333,&H0C0C,&H0000,&H0000
20620  DATA &HCCCC,&H3333,&H0000,&HCCCC,&H3333
20630 *項目.DAT
20640  DATA "別の処理 取消   別の処理を取り消して、元の画面(ESC以前)へ戻ります"

20650 *ESC.DAT
20660  DATA "ESC取消","項目内容一覧","別の処理(終了)","項目選択へ戻る"
20670 *GS.DAT
20680  DATA "学習","4","参照","3"
20690 *別.DAT
20700  DATA "ＣＡＬ終了","他の項目学習","他の項目参照","  参照終了  "
20710 *事項.DAT
20720  DATA "☆☆定義☆☆","★★定理★★","※※注意※※"
20730 *終了.DAT
20740  DATA "終了する","終了しない"
20750 *MSG.DAT
20760  DATA "がんばって！"
20770  DATA "たいへんよくできました。"
20780  DATA "ＴＨＡＴ' Ｓ  ＲＩＧＨＴ"
20790  DATA "ＯＫ！  ＯＫ！  ＯＫ！"
20800  DATA "ピンポンッ！  正解でーす"
20810  DATA "おしいーっ"
20820  DATA "ちょっと違うみたいだよ"
20830  DATA "そうかな？  よく考えて"
20840  DATA "残念！  もう一度やり直して下さい"
20850  DATA "ブーッ！  まちがいでーす"
```

● [START. BAS]

```
20000 '<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<< DATA >>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>
20010 GOTO *準備
20020 *準備.SET
20030 WID%=20:GOSUB *WID.INIT
20040 *変数配列.DEF
20050 T頁%=12:T行%=WID%-3:T処理%=150:T式%=100:DIM 項目$(60):GOSUB *HAIRETU.DEF
20060 DIM P内容$(T行%),P属性$(T行%):GOSUB *PHAIRETU.DEF:DIM 数値%(T式%)
20070 DIM PZ$(T行%),FC$(T行%),BC$(T行%),AC$(T行%),正解$(64),ZKAI$(9),LS(4,4)
20080 *変数配列.INIT
20090 GOSUB *項目.READ:GOSUB *項目.SET
20100 RESTORE *LS.DAT:FOR I=0 TO 4:FOR J=0 TO 4:READ LS(I,J):NEXT J,I
20110 RESTORE *ESC.DAT:READ ESC$
20120 RESTORE *事項.DAT:FOR I=1 TO 3:READ 事項$(I):NEXT I
20130 *ME.DEF:'(MENU DEF. & INIT)
20140 TME%=12:DIM TME%(TME%)
20150 DIM ME%(TME%),MEX%(TME%),MEY%(TME%),ME$(TME%,12),FG%(TME%),TEG%(TME%)
```

```
20160 RESTORE *ME.DAT:FOR I=0 TO TME%:READ TME%(I):NEXT I
20170 FOR I=0 TO TME%
20180  ON I+1 GOSUB *D0,*D1,*D2,*D3,*D4,*D5,*D6,*D7,*D8,*D9,*D10,*D11,*D12
20190  FOR J=0 TO TME%(I):READ ME$(I,J):NEXT J
20200 NEXT I
20210 P%=1:WXB0=1:WYB0=18:WXE0=638:WYE0=399-DT*2-2
20220 RETURN
20230 'ME% :  0 |  1 |  2 |  3 |  4 |  5 |  6 |  7 |  8 |  9 | 10 | 11 | 12 |
20240 'MENU:MENU|Page|属性|数値|問題|例題|処理|解順|置換|付加|TEST|保存|行字|
20250 'TME%: 11 | 12 |  4 |  4 |  4 |  4 |  9 |  2 |  3 |  2 |  0 |  0 | 11 |
20260 '================================= DATA ================================
20270 *LS.DAT
20280 DATA &HFFFF,&H0000,&H0000,&H0000,&H0000
20290 DATA &H5555,&H5555,&H0000,&H0000,&H0000
20300 DATA &HFFFF,&H0000,&HFFFF,&H0000,&H0000
20310 DATA &HC0C0,&H3333,&H0C0C,&H0000,&H0000
20320 DATA &HCCCC,&H3333,&H0000,&HCCCC,&H3333
20330 *ESC.DAT
20340 DATA "加工画面に戻る"
20350 *事項.DAT
20360 DATA "☆☆定義☆☆","★★定理★★","※※注意※※"
20370 *ME.DAT
20380 DATA 11,12,4,4,4,4,9,2,3,2,0,0,11
20390 *D0:RESTORE *D0:RETURN
20400 DATA "項目変更","Page変更","属　性","数　値","問　題","例　題"
20410 DATA "処　理","解答順序","置　換","付　加","実行TEST","保　存"
20420 *D1:RESTORE *D1:RETURN
20430 DATA " 1"," 2"," 3"," 4"," 5"," 6"," 7"," 8"," 9","10","11","12"
20440 *D2:RESTORE *D2:RETURN
20450 DATA "行属性編集","属性初期化","文字着色 ","行&字 取消","行&字 設定"
20460 *D3:RESTORE *D3:RETURN
20470 DATA "数値式編集","数値式入換","数値式削除","数値式設定","数番号設定"
20480 *D4:RESTORE *D4:RETURN
20490 DATA "問題式編集","問題式削除","問題式設定","問題削除 ","問題設定 "
20500 *D5:RESTORE *D5:RETURN
20510 DATA "例題式編集","例題式入換","例題式削除","例題設定 ","例題部変更"
20520 *D6:RESTORE *D6:RETURN
20530 DATA "処理式編集","処理式入換","処理式削除","　例題　","ｻﾌﾞﾙｰﾁﾝ "
20540 DATA "ｱﾝﾀﾞｰﾗｲﾝ","線:LINE ","円:CIRCLE ","塗色:PATNT","SYMBOL "
20550 *D7:RESTORE *D7:RETURN
20560 DATA "解順式編集","解順式削除","解順式設定"
20570 *D8:RESTORE *D8:RETURN
20580 DATA "置換式編集","置換式削除","置換部削除","置換式設定"
20590 *D9:RESTORE *D9:RETURN
20600 DATA "付加式編集","付加式削除","付加式設定"
20610 *D10:RESTORE *D10:RETURN
20620 DATA ""
20630 *D11:RESTORE *D11:RETURN
20640 DATA ""
20650 *D12:RESTORE *D12:RETURN
20660 DATA "N:1 &通常","T:1 &上付","L:1 &下付","O:1 &ﾙｰﾄ","T:1 &積分","H:1 &横
線"
20670 DATA "n:半&通常","t:半&上付","l:半&下付","o:半&ﾙｰﾄ","i:半&積分","h:半&横
線"
20680 STOP
```

刻み幅が一定でない場合の数値微分の近似公式について

猿　渡　正　樹

〈平成 2 年 9 月20日受理〉

On the Approximate Expression of Numerical Differentiation in case of Inconstant Step-Size.

When we calculate differential coefficients by method of numerical differentiation in the neighborhood of singular point of functions, it would be better for us to calculate them by formulas in which the step-siges are inconstant. In this paper, we will show approximate expressisns when we variously change step-siges.

Seiju SARUWATARI

1．まえがき

力学的問題には第 1 階微分係数，第 2 階微分係数を用いることが多い．その場合，数値データまたは微分するのが面倒なときには，数値微分法が極めて有効である．

実用上，わりあいによく使われる数値微分の公式は刻み幅が一定なものが多く，関数が特異点をもちかつその近傍で微分係数を求める場合のように，刻み幅を変えたほうがよいようなときには，あらたに計算式を導き出さなければならない．

一般に，多くの場合，予備計算等で特異点の存在は見当がついているのが普通であり，その場合刻み幅は予め設定しておくことができる．そこで，あらかじめ必要と考えられる計算式を作っておけば，プログラム作成の際，大変能率的である．

数値微分の公式を導き出す方法としては，補間多項式を利用するか，または，関数のテーラー展開式を利用するなどの方法が考えられが，ここでは後者の方法によって計算式を導くことにする．

2．$f_k'=f'(x_k)$ を求める近似式について

関数 $f(x)$ は区間 $[a,\ b]$ で，$n+1$ 回微分可能とする．いま，区間 $[a,\ b]$ を n 個の小区間に分割し，端点および分点を

$x_0=a,\ x_1,\ x_2,\ \cdots\cdots,\ x_{n-1},\ x_n=b$

とし，上の各点における関数の値および微分係数をそれぞれ

$f_i=f(x_i),\ f_i'=f'(x_i)\quad (i=0,\ 1,\ 2,\ \cdots\cdots,\ n)$

とおく．各 $k(k=0,\ 1,\ 2,\ \cdots\cdots,\ n)$ に対して

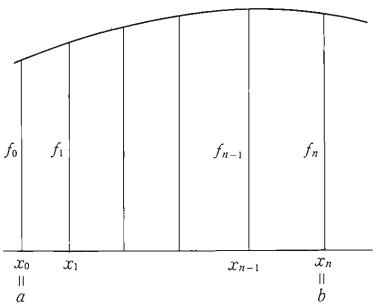
$f_i=f(x_i)=f(x_k+(x_i-x_k))$

$(i=0,\ 1,\ 2,\ \cdots\cdots,\ k-1,\ k+1,\ \cdots,\ n)$

を $x=x_k$ のまわりにテーラー展開すれば，

$$f_i=f_k+\frac{f_k'}{1!}(x_i-x_k)+\frac{f_k''}{2!}(x_i-x_k)^2+\cdots\cdots+\frac{f_k^{(n)}}{n!}(x_i-x_k)^n+R_{k,i}$$

（ただし，$f_k^{(r)}=f^{(r)}(x_k)$，$R_{k,i}$ は乗余項）



（図 1）

これらの n 個の式から，$\frac{f_k''}{2!}, \frac{f_k'''}{3!}, \cdots\cdots, \frac{f_k^{(n)}}{n!}$ を消去し，f_k' を求める近似式を導く．

まず，

$$\begin{vmatrix} f_k-f_0+f_k'(x_0-x_k)+R_{k,0} & (x_0-x_k)^2 & (x_0-x_k)^3\cdots\cdots(x_0-x_k)^n \\ f_k-f_1+f_k'(x_1-x_k)+R_{k,1} & (x_1-x_k)^2 & (x_1-x_k)^3\cdots\cdots(x_1-x_k)^n \\ \cdots\cdots & & \\ \cdots\cdots & & \\ f_k-f_{k-1}+f_k'(x_{k-1}-x_k)+R_{k,k-1} & (x_{k-1}-x_k)^2 & (x_{k-1}-x_k)^3\cdots\cdots(x_{k-1}-x_k)^n \\ f_k-f_{k+1}+f_k'(x_{k+1}-x_k)+R_{k,k+1} & (x_{k+1}-x_k)^2 & (x_{k+1}-x_k)^3\cdots\cdots(x_{k+1}-x_k)^n \\ \cdots\cdots & & \\ \cdots\cdots & & \\ f_k-f_n+f_k'(x_n-x_k)+R_{k,n} & (x_n-x_k)^2 & (x_n-x_k)^3\cdots\cdots(x_n-x_k)^n \end{vmatrix}=0$$

が成り立つ．これから，

$$f_k\begin{vmatrix} 1 & (x_0-x_k)^2 & (x_0-x_k)^3\cdots\cdots(x_0-x_k)^n \\ 1 & (x_1-x_k)^2 & (x_1-x_k)^3\cdots\cdots(x_1-x_k)^n \\ & \cdots\cdots & \\ & \cdots\cdots & \\ 1 & (x_{k-1}-x_k)^2 & (x_{k-1}-x_k)^3\cdots(x_{k-1}-x_k)^n \\ 1 & (x_{k+1}-x_k)^2 & (x_{k+1}-x_k)^3\cdots(x_{k+1}-x_k)^n \\ & \cdots\cdots & \\ & \cdots\cdots & \\ 1 & (x_n-x_k)^2 & (x_n-x_k)^3\cdots\cdots(x_n-x_k)^n \end{vmatrix}-\begin{vmatrix} f_0 & (x_0-x_k)^2 & (x_0-x_k)^3\cdots\cdots(x_0-x_k)^n \\ f_1 & (x_1-x_k)^2 & (x_1-x_k)^3\cdots\cdots(x_1-x_k)^n \\ & \cdots\cdots & \\ & \cdots\cdots & \\ f_{k-1} & (x_{k-1}-x_k)^2 & (x_{k-1}-x_k)^3\cdots(x_{k-1}-x_k)^n \\ f_{k+1} & (x_{k+1}-x_k)^2 & (x_{k+1}-x_k)^3\cdots(x_{k+1}-x_k)^n \\ & \cdots\cdots & \\ & \cdots\cdots & \\ f_n & (x_n-x_k)^2 & (x_n-x_k)^3\cdots\cdots(x_n-x_k)^n \end{vmatrix}$$

$$+f_k'\begin{vmatrix} (x_0-x_k) & (x_0-x_k)^2 & (x_0-x_k)^3\cdots\cdots(x_0-x_k)^n \\ (x_1-x_k) & (x_1-x_k)^2 & (x_1-x_k)^3\cdots\cdots(x_1-x_k)^n \\ & \cdots\cdots & \\ & \cdots\cdots & \\ (x_{k-1}-x_k) & (x_{k-1}-x_k)^2 & (x_{k-1}-x_k)^3\cdots(x_{k-1}-x_k)^n \\ (x_{k+1}-x_k) & (x_{k+1}-x_k)^2 & (x_{k+1}-x_k)^3\cdots(x_{k+1}-x_k)^n \\ & \cdots\cdots & \\ & \cdots\cdots & \\ (x_n-x_k) & (x_n-x_k)^2 & (x_n-x_k)^3\cdots\cdots(x_n-x_k)^n \end{vmatrix}+\begin{vmatrix} R_{k,0} & (x_0-x_k)^2 & (x_0-x_k)^3\cdots\cdots(x_0-x_k)^n \\ R_{k,1} & (x_1-x_k)^2 & (x_1-x_k)^3\cdots\cdots(x_1-x_k)^n \\ & \cdots\cdots & \\ & \cdots\cdots & \\ R_{k,k-1} & (x_{k-1}-x_k)^2 & (x_{k-1}-x_k)^3\cdots(x_{k-1}-x_k)^n \\ R_{k,k+1} & (x_{k+1}-x_k)^2 & (x_{k+1}+x_k)^3\cdots(x_{k+1}-x_k)^n \\ & \cdots\cdots & \\ & \cdots\cdots & \\ R_{k,n} & (x_n-x_k)^2 & (x_n-x_k)^3\cdots\cdots(x_n-x_k)^n \end{vmatrix}=0 \tag{2.1}$$

上の式を f_k' について解いたものを

$$f_k'=A_{k,0}f_0+A_{k,1}f_1+\cdots\cdots+A_{k,k-1}f_{k-1}+A_{k,k}f_k+A_{k,k+1}f_{k+1}+\cdots\cdots+A_{k,n}f_n+E_k \tag{2.2}$$

とおき，(2.1)式の各行列式を第1列について展開し，Vandermonde の行列式

$$\begin{vmatrix} 1 & x_1 & x_1^2\cdots\cdots x_1^{n-1} \\ 1 & x_2 & x_2^2\cdots\cdots x_2^{n-1} \\ & \cdots\cdots & \\ & \cdots\cdots & \\ 1 & x_n & x_n^2\cdots\cdots x_n^{n-1} \end{vmatrix}=(-1)^{\frac{n(n-1)}{2}}\prod_{\substack{1\le l,m\le n \\ l<m}}(x_l-x_m)$$

を利用して，$A_{k,0}$，$A_{k,1}$，……，$A_{k,k-1}$，$A_{k,k}$，$A_{k,k+1}$，……，$A_{k,n}$ および E_k を求める．まず，行列式

$$\begin{vmatrix} f_0 & (x_0-x_k)^2 & (x_0-x_k)^3\cdots\cdots(x_0-x_k)^n \\ f_1 & (x_1-x_k)^2 & (x_1-x_k)^3\cdots\cdots(x_1-x_k)^n \\ & \cdots\cdots & \\ & \cdots\cdots & \\ f_{k-1} & (x_{k-1}-x_k)^2 & (x_{k-1}-x_k)^3\cdots(x_{k-1}-x_k)^n \\ f_{k+1} & (x_{k+1}-x_k)^2 & (x_{k+1}-x_k)^3\cdots(x_{k+1}-x_k)^n \\ & \cdots\cdots & \\ & \cdots\cdots & \\ f_n & (x_n-x_k)^2 & (x_n-x_k)^3\cdots\cdots(x_n-x_k)^n \end{vmatrix}$$

を第1列について展開すると，f_0，f_1，……，f_{k-1}，f_{k+1}，……，f_n の係数が，

$$f_0\text{の係数}=\begin{vmatrix} (x_1-x_k)^2 & (x_1-x_k)^3\cdots\cdots(x_1-x_k)^n \\ (x_2-x_k)^2 & (x_2-x_k)^3\cdots\cdots(x_2-x_k)^n \\ \cdots\cdots & \\ \cdots\cdots & \\ (x_{k-1}-x_k)^2 & (x_{k-1}-x_k)^3\cdots(x_{k-1}-x_k)^n \\ (x_{k+1}-x_k)^2 & (x_{k+1}-x_k)^3\cdots(x_{k+1}-x_k)^n \\ \cdots\cdots & \\ \cdots\cdots & \\ (x_n-x_k)^2 & (x_n-x_k)^3\cdots\cdots(x_n-x_k)^n \end{vmatrix}=\prod_{\substack{0\leqq l\leqq n\\ l\neq 0,k}}(x_l-x_k)^2\begin{vmatrix} 1 & x_1-x_k & (x_1-x_k)^2\cdots\cdots(x_1-x_k)^{n-2} \\ 1 & x_2-x_k & (x_2-x_k)^2\cdots\cdots(x_2-x_k)^{n-2} \\ & \cdots\cdots & \\ & \cdots\cdots & \\ 1 & x_{k-1}-x_k & (x_{k-1}-x_k)^2\cdots(x_{k-1}-x_k)^{n-2} \\ 1 & x_{k+1}-x_k & (x_{k+1}-x_k)^2\cdots(x_{k+1}-x_k)^{n-2} \\ & \cdots\cdots & \\ & \cdots\cdots & \\ 1 & x_n-x_k & (x_n-x_k)^2\cdots\cdots(x_n-x_k)^{n-2} \end{vmatrix}$$

$$=(-1)^{\frac{(n-1)(n-2)}{2}}\prod_{\substack{0\leqq l\leqq n\\ l\neq 0,k}}(x_l-x_k)^2\prod_{\substack{0\leqq l,m\leqq n\\ l,m\neq 0,k\\ l<m}}(x_l-x_m)$$

以下，同様にして，

$$f_i\text{ の係数}=\begin{cases}(-1)^{i+\frac{(n-1)(n-2)}{2}}\displaystyle\prod_{\substack{0\leqq l\leqq n\\ l\leqq i,k}}(x_l-x_k)^2\prod_{\substack{0\leqq l,m\leqq n\\ l,m\neq i,k\\ l<m}}(x_l-x_m) & (i=0,\,1,\,2,\,\cdots,\,k-1\text{ のとき}) \\ (-1)^{i+1+\frac{(n-1)(n-2)}{2}}\displaystyle\prod_{\substack{0\leqq l\leqq n\\ l\neq i,k}}(x_l-x_k)^2\prod_{\substack{0\leqq l,m\leqq n\\ l,m\neq i,k\\ l<m}}(x_l-x_m) & (i=k+1,\,k+2,\,\cdots,\,n\text{ のとき})\end{cases}\tag{2.3}$$

であることが導かれる．また，

$$\begin{vmatrix} x_0-x_k & (x_0-x_k)^2 & (x_0-x_k)^3\cdots\cdots(x_0-x_k)^n \\ x_1-x_k & (x_1-x_k)^2 & (x_1-x_k)^3\cdots\cdots(x_1-x_k)^n \\ \cdots\cdots & & \\ \cdots\cdots & & \\ x_{k-1}-x_k & (x_{k-1}-x_k)^2 & (x_{k-1}-x_k)^3\cdots(x_{k-1}-x_k)^n \\ x_{k+1}-x_k & (x_{k+1}-x_k)^2 & (x_{k+1}-x_k)^3\cdots(x_{k+1}-x_k)^n \\ \cdots\cdots & & \\ \cdots\cdots & & \\ x_n-x_k & (x_n-x_k)^2 & (x_n-x_k)^3\cdots\cdots(x_n-x_k)^n \end{vmatrix}=\prod_{\substack{0\leqq l\leqq n\\ l\neq k}}(x_l-x_k)\begin{vmatrix} 1 & x_0-x_k & (x_0-x_k)^2\cdots\cdots(x_0-x_k)^{n-1} \\ 1 & x_1-x_k & (x_1-x_k)^2\cdots\cdots(x_1-x_k)^{n-1} \\ & \cdots\cdots & \\ & \cdots\cdots & \\ 1 & x_{k-1}-x_k & (x_{k-1}-x_k)^2\cdots(x_{k-1}-x_k)^{n-1} \\ 1 & x_{k+1}-x_k & (x_{k+1}-x_k)^2\cdots(x_{k+1}-x_k)^{n-1} \\ & \cdots\cdots & \\ & \cdots\cdots & \\ 1 & x_n-x_k & (x_n-x_k)^2\cdots\cdots(x_n-x_k)^{n-1} \end{vmatrix}$$

$$=(-1)^{\frac{n(n-1)}{2}}\prod_{\substack{0\leqq l\leqq n\\ l\neq k}}(x_l-x_k)\prod_{\substack{0\leqq l,m\leqq n\\ l,m\neq k\\ l<m}}(x_l-x_m)\tag{2.4}$$

であるから，(2.2)式の係数 $A_{k,0}$，$A_{k,1}$，$A_{k,2}$，……，$A_{k,k-1}$，$A_{k,k+1}$，……，$A_{k,n}$ は(2.3)式÷(2.4)式を計算して，

$$A_{k,i}=\frac{\displaystyle\prod_{\substack{0\leqq l\leqq n\\ l\neq i,k}}(x_k-x_l)}{\displaystyle\prod_{\substack{0\leqq l\leqq n\\ l\neq i}}(x_i-x_l)}\ (i\neq k\text{ のとき})\tag{2.5}$$

また，$A_{k,k}$ については，(2.1)式から，次のように表されることが容易に導かれる．

$$A_{k,k}=-\sum_{\substack{0\leqq i\leqq n\\ i\neq k}}A_{k,i} \tag{2.6}$$

次に，(2.2)式の E_k については，(2.1)式，(2.6)式から，

$$E_k=-(A_{k,0}R_{k,0}+A_{k,1}R_{k,1}+\cdots\cdots+A_{k,k-1}R_{k,k-1}+A_{k,k+1}R_{k,k+1}+\cdots\cdots+A_{k,n}R_{k,n}) \tag{2.7}$$

がいえる．従って，(2.5)式，(2.6)式によって定まる定数 $A_{k,i}(i=0,\ 1,\ 2,\ \cdots\cdots,\ n)$ を用いて，

$$f'_k\fallingdotseq A_{k,0}f_0+A_{k,1}f_1+A_{k,2}f_2+\cdots\cdots+A_{k,k}f_k+\cdots\cdots+A_{k,n}f_n \tag{2.8}$$

として，$x=x_k$ における微分係数 f'_k の近似値を求めれば，その打ち切り誤差は(2.7)式の E_k によって与えられる．

3．刻み幅と計算式

いま，小区間の幅を $h_i=x_i-x_{i-1}$ $(i=1,\ 2,\ 3,\ \cdots\cdots,\ n)$，$h_0=0$ とおけば，

$$x_i=x_0+\sum_{l=0}^{i}h_l$$

であるから，近似式(2.8)における各係数 $A_{k,0},\ A_{k,1},\ \cdots\cdots,\ A_{k,n}$ は，(2.5)および(2.6)より

$$A_{k,i}=\frac{\displaystyle\prod_{\substack{0\leqq l\leqq n\\ l\neq i,k}}\left(\sum_{j=0}^{k}h_j-\sum_{j=0}^{l}h_j\right)}{\displaystyle\prod_{\substack{0\leqq l\leqq n\\ l\neq i}}\left(\sum_{j=0}^{i}h_j-\sum_{j=0}^{l}h_j\right)}\ (i\neq k\text{のとき}),\quad A_{k,k}=-\sum_{\substack{0\leqq i\leqq n\\ i\neq k}}A_{k,i} \tag{3.1}$$

で与えられる．

従って，刻み幅 h_i が与えられたとき，(3.1)によって各 $A_{k,i}$ を求めて(2.8)より $x=x_k$ における微分係数 f'_k の近似値を求めるとよい．

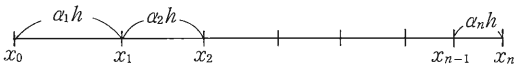
特に，刻み幅を予め設定できる場合には，図2のように，$\alpha_1,\ \alpha_2,\ \cdots\cdots,\ \alpha_n$ を整数として，各小区間の幅の比が，

$$\alpha_1:\alpha_2:\alpha_3:\cdots\cdots:\alpha_n$$

となるように設定しておけば，各小区間の幅は，$h_i=\alpha_i h$ と表され，

$$\beta_0=0,\quad \beta_i=\sum_{l=1}^{i}\alpha_l$$

として，(3.1)は $\beta_0,\ \beta_1,\ \cdots\cdots,\ \beta_n$ を用いて，



$$h=\frac{x_n-x_0}{\alpha_2+\alpha_2+\cdots+\alpha_n}$$

(図2)

$$\begin{cases}A_{k,i}=\dfrac{1}{h}B_{k,i}\\ A_{k,k}=\dfrac{1}{h}B_{k,k}\end{cases}\qquad \text{ただし，}B_{k,i}=\frac{\displaystyle\prod_{\substack{0\leqq l\leqq n\\ l\neq i,k}}(\beta_k-\beta_l)}{\displaystyle\prod_{\substack{0\leqq l\leqq n\\ l\neq i}}(\beta_i-\beta_l)}\quad (i\neq k\text{ のとき}),\ B_{k,k}=-\sum_{\substack{0\leqq i\leqq n\\ i\neq k}}B_{k,i} \tag{3.2}$$

で与えられる．(3.2)を(2.8)に代入して，微分係数 f'_k の近似値を求める計算式

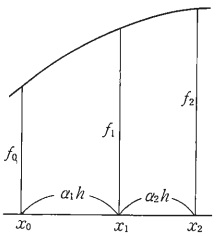
$$f'_k\fallingdotseq\frac{1}{h}(B_{k,0}f_0+B_{k,1}f_1+\cdots\cdots+B_{k,k}f_k+\cdots\cdots+B_{k,n}f_n) \tag{3.3}$$

が得られる．

(3.3)の各 $B_{k,i}(i=0,\ 1,\ 2,\ \cdots\cdots,\ n)$ は予め定まつた定数 $\alpha_1,\ \alpha_2,\ \cdots\cdots,\ \alpha_n$ によって決定されるから，区間に左右されない．このことは，プログラムを作成するのに大変好都合である．

次に，分割数 n が，$n=2,\ 3,\ 4$ の場合の各 $B_{k,i}$ と近似公式をあげる．

(1)　3 点公式（分割数 $n=2$，刻み幅の比 $\alpha_1:\alpha_2$，$h=\dfrac{x_2-x_0}{\alpha_1+\alpha_2}$）



（図 3）

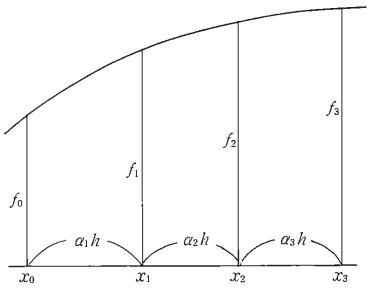
- $hf_0' \fallingdotseq \sum_{i=0}^{2} B_{0,i} f_i$，$B_{0,0}=-(B_{0,1}+B_{0,2})$，$B_{0,1}=\dfrac{\alpha_1+\alpha_2}{\alpha_1\alpha_2}$，$B_{0,2}=-\dfrac{\alpha_1}{(\alpha_1+\alpha_2)\alpha_2}$
- $hf_1' \fallingdotseq \sum_{i=0}^{2} B_{1,i} f_i$，$B_{1,1}=-(B_{1,0}+B_{1,2})$，$B_{1,0}=-\dfrac{\alpha_2}{\alpha_1(\alpha_1+\alpha_2)}$，$B_{1,2}=\dfrac{1}{(\alpha_1+\alpha_2)\alpha_2}$
- $hf_2' \fallingdotseq \sum_{i=0}^{2} B_{2,i} f_i$，$B_{2,2}=-(B_{2,0}+B_{2,1})$，$B_{2,0}=\dfrac{\alpha_2}{\alpha_1(\alpha_1+\alpha_2)}$，$B_{2,1}=-\dfrac{\alpha_1+\alpha_2}{\alpha_1\alpha_2}$

(2)　4 点公式（分割数 $n=3$，刻み幅の比 $\alpha_1:\alpha_2:\alpha_3$，$h=\dfrac{x_3-x_0}{\alpha_1+\alpha_2+\alpha_3}$）

- $hf_0' \fallingdotseq \sum_{i=0}^{3} B_{0,i} f_i$，$B_{0,0}=-(B_{0,1}+B_{0,2}+B_{0,3})$

$$B_{0,1}=\frac{(\alpha_1+\alpha_2)(\alpha_1+\alpha_2+\alpha_3)}{\alpha_1\alpha_2(\alpha_2+\alpha_3)},\quad B_{0,2}=-\frac{\alpha_1(\alpha_1+\alpha_2+\alpha_3)}{(\alpha_1+\alpha_2)\alpha_2\alpha_3}$$

$$B_{0,3}=\frac{\alpha_1(\alpha_1+\alpha_2)}{\alpha_3(\alpha_2+\alpha_3)(\alpha_1+\alpha_2+\alpha_3)}$$



（図 4）

- $hf_1' \fallingdotseq \sum_{i=0}^{3} B_{1,i} f_i$，$B_{1,1}=-(B_{1,0}+B_{1,2}+B_{1,3})$

$$B_{1,0}=-\frac{\alpha_2(\alpha_2+\alpha_3)}{\alpha_1(\alpha_1+\alpha_2)(\alpha_1+\alpha_2+\alpha_3)}$$

$$B_{1,2}=\frac{\alpha_1(\alpha_2+\alpha_3)}{(\alpha_1+\alpha_2)\alpha_2\alpha_3}$$

$$B_{1,3}=-\frac{\alpha_1\alpha_2}{\alpha_3(\alpha_2+\alpha_3)(\alpha_1+\alpha_2+\alpha_3)}$$

- $hf_2' \fallingdotseq \sum_{i=0}^{3} B_{2,i} f_i$，$B_{2,2}=-(B_{2,0}+B_{2,1}+B_{2,3})$

$$B_{2,0}=\frac{\alpha_2\alpha_3}{\alpha_1(\alpha_1+\alpha_2)(\alpha_1+\alpha_2+\alpha_3)},\quad B_{2,1}=-\frac{(\alpha_1+\alpha_2)\alpha_3}{\alpha_1\alpha_2(\alpha_2+\alpha_3)},\quad B_{2,3}=-\frac{\alpha_2(\alpha_1+\alpha_2)}{\alpha_3(\alpha_2+\alpha_3)(\alpha_1+\alpha_2+\alpha_3)}$$

- $hf_3' \fallingdotseq \sum_{i=0}^{3} B_{3,i} f_i$，$B_{3,3}=-(B_{3,0}+B_{3,1}+B_{3,2})$

$$B_{3,0}=-\frac{\alpha_3(\alpha_2+\alpha_3)}{\alpha_1(\alpha_1+\alpha_2)(\alpha_1+\alpha_2+\alpha_3)},\quad B_{3,1}=\frac{(\alpha_1+\alpha_2+\alpha_3)\alpha_3}{\alpha_1\alpha_2(\alpha_2+\alpha_3)},\quad B_{3,2}=-\frac{(\alpha_2+\alpha_3)(\alpha_1+\alpha_2+\alpha_3)}{(\alpha_1+\alpha_2)\alpha_2\alpha_3}$$

(3)　5 点公式（分割数 $n=4$，刻み幅の比 $\alpha_1:\alpha_2:\alpha_3:\alpha_4$，$h=\dfrac{x_4-x_0}{\alpha_1+\alpha_2+\alpha_3+\alpha_4}$）

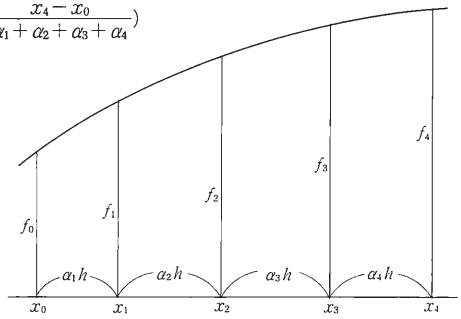
- $hf_0' \fallingdotseq \sum_{i=0}^{4} B_{0,i} f_i$，$B_{0,0}=-(B_{0,1}+B_{0,2}+B_{0,3}+B_{0,4})$

$$B_{0,1}=\frac{(\alpha_1+\alpha_2)(\alpha_1+\alpha_2+\alpha_3)(\alpha_1+\alpha_2+\alpha_3+\alpha_4)}{\alpha_1\alpha_2(\alpha_2+\alpha_3)(\alpha_2+\alpha_3+\alpha_4)}$$

$$B_{0,2}=-\frac{\alpha_1(\alpha_1+\alpha_2+\alpha_3)(\alpha_1+\alpha_2+\alpha_3+\alpha_4)}{\alpha_2(\alpha_1+\alpha_2)\alpha_3(\alpha_3+\alpha_4)}$$

$$B_{0,3}=\frac{\alpha_1(\alpha_1+\alpha_2)(\alpha_1+\alpha_2+\alpha_3+\alpha_4)}{(\alpha_2+\alpha_3)(\alpha_1+\alpha_2+\alpha_3)\alpha_3\alpha_4}$$

$$B_{0,4}=-\frac{\alpha_1(\alpha_1+\alpha_2)(\alpha_1+\alpha_2+\alpha_3)}{\alpha_4(\alpha_3+\alpha_4)(\alpha_2+\alpha_3+\alpha_4)(\alpha_1+\alpha_2+\alpha_3+\alpha_4)}$$



（図 5）

- $hf_1' \fallingdotseq \sum_{i=0}^{4} B_{1,i} f_i$，$B_{1,1}=-(B_{1,0}+B_{1,2}+B_{1,3}+B_{1,4})$

$$B_{1,0}=-\frac{\alpha_2(\alpha_2+\alpha_3)(\alpha_2+\alpha_3+\alpha_4)}{\alpha_1(\alpha_1+\alpha_2)(\alpha_1+\alpha_2+\alpha_3)(\alpha_1+\alpha_2+\alpha_3+\alpha_4)},\quad B_{1,2}=\frac{\alpha_1(\alpha_2+\alpha_3)(\alpha_2+\alpha_3+\alpha_4)}{\alpha_2(\alpha_1+\alpha_2)\alpha_3(\alpha_3+\alpha_4)}$$

$$B_{1,3}=-\frac{\alpha_1\alpha_2(\alpha_2+\alpha_3+\alpha_4)}{\alpha_3(\alpha_2+\alpha_3)(\alpha_1+\alpha_2+\alpha_3)\alpha_4},\quad B_{1,4}=\frac{\alpha_1\alpha_2(\alpha_2+\alpha_3)}{\alpha_4(\alpha_3+\alpha_4)(\alpha_2+\alpha_3+\alpha_4)(\alpha_1+\alpha_2+\alpha_3+\alpha_4)}$$

- $hf_2' \fallingdotseq \sum_{i=0}^{4} B_{2,i} f_i$，$B_{2,2}=-(B_{2,0}+B_{2,1}+B_{2,3}+B_{2,4})$

$$B_{2,0}=\frac{\alpha_2\alpha_3(\alpha_3+\alpha_4)}{\alpha_1(\alpha_1+\alpha_2)(\alpha_1+\alpha_2+\alpha_3)(\alpha_1+\alpha_2+\alpha_3+\alpha_4)},\quad B_{2,1}=-\frac{(\alpha_1+\alpha_2)\alpha_3(\alpha_3+\alpha_4)}{\alpha_1\alpha_2(\alpha_2+\alpha_3)(\alpha_2+\alpha_3+\alpha_4)}$$

$$B_{2,3}=\frac{\alpha_2(\alpha_1+\alpha_2)(\alpha_3+\alpha_4)}{\alpha_3(\alpha_2+\alpha_3)(\alpha_1+\alpha_2+\alpha_3)\alpha_4},\quad B_{2,4}=-\frac{\alpha_2(\alpha_1+\alpha_2)\alpha_3}{\alpha_4(\alpha_3+\alpha_4)(\alpha_2+\alpha_3+\alpha_4)(\alpha_1+\alpha_2+\alpha_3+\alpha_4)}$$

● $hf_3' \fallingdotseq \sum_{i=0}^{4} B_{3,i} f_i$, $B_{3,3} = -(B_{3,0}+B_{3,1}+B_{3,2}+B_{3,4})$

$$B_{3,0} = -\frac{\alpha_3(\alpha_2+\alpha_3)\alpha_4}{\alpha_1(\alpha_1+\alpha_2)(\alpha_1+\alpha_2+\alpha_3)(\alpha_1+\alpha_2+\alpha_3+\alpha_4)}\ ,\ B_{3,1} = \frac{(\alpha_1+\alpha_2+\alpha_3)\alpha_3\alpha_4}{\alpha_1\alpha_2(\alpha_2+\alpha_3)(\alpha_2+\alpha_3+\alpha_4)}$$

$$B_{3,2} = -\frac{(\alpha_2+\alpha_3)(\alpha_1+\alpha_2+\alpha_3)\alpha_4}{\alpha_2(\alpha_1+\alpha_2)\alpha_3(\alpha_3+\alpha_4)}\ ,\ B_{3,4} = -\frac{\alpha_3(\alpha_2+\alpha_3)(\alpha_1+\alpha_2+\alpha_3)}{\alpha_4(\alpha_3+\alpha_4)(\alpha_2+\alpha_3+\alpha_4)(\alpha_1+\alpha_2+\alpha_3+\alpha_4)}$$

● $hf_4' \fallingdotseq \sum_{i=0}^{4} B_{4,i} f_i$, $B_{4,4} = -(B_{4,0}+B_{4,1}+B_{4,2}+B_{4,3})$

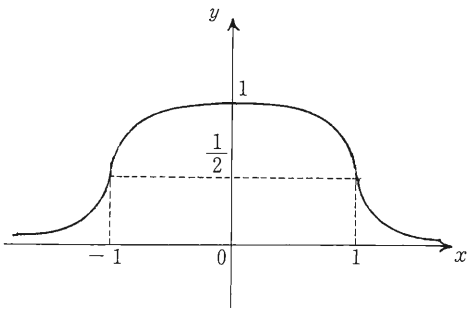
$$B_{4,0} = \frac{\alpha_4(\alpha_3+\alpha_4)(\alpha_2+\alpha_3+\alpha_4)}{\alpha_1(\alpha_1+\alpha_2)(\alpha_1+\alpha_2+\alpha_3)(\alpha_2+\alpha_2+\alpha_3+\alpha_4)}\ ,\ B_{4,1} = -\frac{\alpha_4(\alpha_3+\alpha_4)(\alpha_1+\alpha_2+\alpha_3+\alpha_4)}{\alpha_1\alpha_2(\alpha_2+\alpha_3)(\alpha_2+\alpha_3+\alpha_4)}$$

$$B_{4,2} = \frac{\alpha_4(\alpha_2+\alpha_3+\alpha_4)(\alpha_1+\alpha_2+\alpha_3+\alpha_4)}{\alpha_2(\alpha_1+\alpha_2)\alpha_3(\alpha_3+\alpha_4)}\ ,\ B_{4,3} = -\frac{(\alpha_3+\alpha_4)(\alpha_2+\alpha_3+\alpha_4)(\alpha_1+\alpha_2+\alpha_3+\alpha_4)}{\alpha_3(\alpha_2+\alpha_3)(\alpha_1+\alpha_2+\alpha_3)\alpha_4}$$

4．計　算　例

関数 $f(x)=1/(x^{2n}+1)$ は，n が十分大きいとき（図 6）に示すように，$x=\pm1$ の近傍で急激に変化する．この関数を対象として，$n=5$, $n=10$ の場合，$x=-1$ の近傍での微分係数を 3．で示した 3 点公式，4 点公式，5 点公式によって求めた．（表 1），（表 2）が計算結果である．3 点公式，4 点公式，5 点公式の順に近似の精度は良くなっているが，区間の左端の点における近似値の誤差が他の点におけるものより大きくなっていることに注目したい．なお，区間と刻み幅は，各公式による計算結果が比較できるように次のように設定した．

	区　間	刻み幅の比
3 点公式	$[-1.03, -1]$	$\alpha_1 : \alpha_2 = 2 : 1$
4 点公式	$[-1.07, -1]$	$\alpha_1 : \alpha_2 : \alpha_3 = 4 : 2 : 1$
5 点公式	$[-1.15, -1]$	$\alpha_1 : \alpha_2 : \alpha_3 : \alpha_4 = 8 : 4 : 2 : 1$
		（いずれの場合も $h=0.01$）



（図 6）

表 1　$f(x)=\dfrac{1}{x^{10}+1}$

x の値	計算値			真値	誤差 ただし，（ ）内の数は相対誤差%		
	3 点公式	4 点公式	5 点公式		3 点公式	4 点公式	5 点公式
−1.15			0.1387×10^{1}	0.1382×10^{1}			0.5612×10^{-2} (0.40)
−1.07		0.2080×10^{1}	0.2088×10^{1}	0.2088×10^{1}		-0.8148×10^{-2} (0.39)	0.7836×10^{-4} (0.00)
−1.03	0.2385×10^{1}	0.2376×10^{1}	0.2375×10^{1}	0.2375×10^{1}	0.1026×10^{-1} (0.43)	0.1043×10^{-2} (0.04)	-0.1319×10^{-3} (0.00)
−1.01	0.2465×10^{1}	0.2469×10^{1}	0.2469×10^{1}	0.2469×10^{1}	-0.3619×10^{-2} (0.14)	-0.5449×10^{-3} (0.02)	0.4264×10^{-4} (0.00)
−1.00	0.2505×10^{1}	0.2501×10^{1}	0.2500×10^{1}	0.2500×10^{1}	0.5666×10^{-2} (0.22)	0.1054×10^{-2} (0.04)	0.2620×10^{-4} (0.00)

表 2　$f(x)=\frac{1}{x^{20}+1}$

x の値	計算値			真値	誤差 ただし，( )内の数は相対誤差%		
	3 点公式	4 点公式	5 点公式		3 点公式	4 点公式	5 点公式
−1.15			0.1362×10^{1}	0.9438×10^{0}			0.4178×10^{0} (30.69)
−1.07		0.2921×10^{1}	0.3026×10^{1}	0.3050×10^{1}		-0.1290×10^{0} (4.42)	-0.2373×10^{-1} (0.78)
−1.03	0.4530×10^{1}	0.4472×10^{1}	0.4457×10^{1}	0.4454×10^{1}	0.7732×10^{-1} (1.71)	0.1825×10^{-1} (0.41)	0.3204×10^{-2} (0.07)
−1.01	0.4873×10^{1}	0.4893×10^{1}	0.4901×10^{1}	0.4902×10^{1}	-0.2844×10^{-1} (0.58)	-0.8752×10^{-2} (0.18)	-0.1230×10^{-2} (0.03)
−1.00	0.5044×10^{1}	0.5015×10^{1}	0.5002×10^{1}	0.5000×10^{1}	0.4448×10^{-1} (0.88)	0.1495×10^{-1} (0.30)	0.1788×10^{-2} (0.04)

（計算は，本校計算機：FACOM-M330-FX を使用，倍精度計算）

5．あ と が き

今回，以上の通り関数のテーラー展開を利用して刻み幅が一定でない場合の微分係数を求める近似式を導き出したが，特に，予め刻み幅が設定できるものについてはプログラムを作成するとき便利であると考えられる．

しかし，当然のことであるが，公式の適用にあたっては，誤差や刻み幅の設定について慎重な配慮が必要である．今後の課題として更に検討したい．

渦と多孔質物体との相互作用によって放射される音

簑　田　登世子

〈平成２年９月21日受理〉

Acoustic Wave from Interaction of a Vortex Ring with a Porous Material

Sound waves emitted from a vortex ring approaching a fixed large plate of polyurethane foam have been studied experimentally. The vortex ring has a translational speed of about 23 m/s and a radius of about 6.4mm. The observed sound is of dipole radiation type having the axis in the direction of the vortex motion. On the other hand, the sound from the interaction of the vortex with a rigid body shows the feature of quadrupole like that of the head on collision of two vortex rings. The amplitudes of these two cases are same order.

Toyoko MINOTA

１．はじめに

固体の振動によらず，流体の流れの変動によって発生する噴流等の音は，空気力学的な音と呼ばれている．この音源の特徴は，４重極放射の性質を持っており，放射音の大きさは流れの速度の４乗に比例している[1]．一方風の中の送電線から生ずる音や送風器，ジェットエンジン等の騒音は，流れと物体とが相互作用して生ずる音で，物体が流れの中で振動せずに固定されているときでも生ずる音である．この放射音は，物体の大きさ，形状によって固有の特徴を示すことが知られている[2),3)]．又物体との相互作用音は，その物体の境界条件（ハードかソフトか）によってもその特徴を異にすると考えられる．

物体と渦とが相互作用して生じる音の特徴を見るために，これまで渦輪を用いて色々の大きさ，形状の剛体物体について調べてきた．その主な結果は，小さな物体では，その放射音の特徴は２重極性で大きさは速度の２乗に比例し[4)]，大きな物体（半無限平板）の場合はその強さがカーディオイド形の方向分布を持ち大きさは速度の3/2乗に比例する[5)]．また放射音の波長は物体の大きさに比例する．これらの特徴及び波形は，渦音理論を用いて計算した波形と良く一致している．

一方剛体以外の物体についての実験的な研究は，殆どなされていない．この論文では，１例として多孔質物質であるポリウレタンホーム平板を取り上げた．ポリウレタンホームは，細い繊維が編目状に連なっており，渦がこれに近づくと編目状内の空気が渦の運動に影響を与え，その表面で渦速度は０にならず，剛体物体の境界条件（物体の表面で渦の速度が０）とは異なっている．

多孔質物質は色々の機器の中で吸音材として使用されているが，近年，機器のコンパクト化に伴って，これらの吸音物質から逆に音が発生することが問題となっており，ポリウレタンホームからの放射音を調べることは，その意味でも興味がある．

境界条件の違いによる放射音の特徴を明かにするため，ポリウレタンホーム平板と共に剛体平板についても実験を行った．剛体無限平板と渦との相互作用音については理論的な研究がなされており[6)]，この場合は渦の鏡像を考えることによって，２渦輪の正面衝突と同じ４重極音となることが示されている．

２．実験装置及び方法

渦輪の生成や，放射音の測定などは，文献４），５）等と殆ど同じである．渦輪は衝撃波管を使用して作られる．衝撃波管の高圧部は，内径40ϕ，長さ100mm，低圧部は，内径38ϕ，長さ１ｍで，低高圧部はセロファン膜で仕切られている．低圧部の端には，内径10ϕのポリエチレン製のパイプが取り付けられ，外辺の長さが2.5m の立方体の無響箱に引き入れられている．このパイプは内径９ ϕ，長さ760mm の直線ノズルに連結されており，生成された衝撃波は，パイプを通ってノズルから空気中に放出される．渦輪は，放出された衝撃波のインパルスによって，ノズル出口で周りの空気を引き込んで作られる．生成された渦輪は，自己

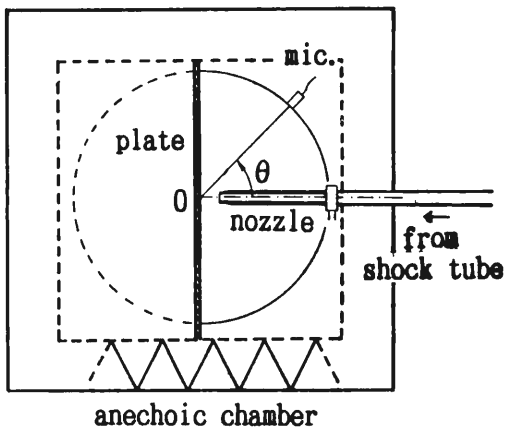


図1　実験配置図

誘導速度で直進し，無響箱を2分するように設置されたポリウレタンホーム平板（または，アルミニューム製の平板）に衝突する（図1）．

渦輪が平板と相互作用し衝突していく過程で音が放射される．この放射音は，平板に垂直な面内，点Oを中心にした620mmの円周上で10°おきに4本の1/2″コンデンサ・マイクロフォン（B＆Kタイプ4165）によって受信された．受信音は，騒音計（B ＆ Kタイプ2209）で増幅され，A/D変換されてデジタルメモリに記録される．記録された音圧波形の1例（これは半無限剛体平板からの放射音の1例であり，現在の実験でもまったく同様に行われる）を図2の(a)に示している．縦軸は音圧を横軸は記録開始後の時刻を示している．最初に現れている大きな振幅の高周波信号は，衝撃波がノズルから放出されたときの音で，これは，今問題としている平板との相互作用音ではノイズと考えられる．これらのノイズを消去するために，ノズルのすぐ外側に小さな棒を置いて同様な実験を行う．生成された渦輪は棒によって壊されて，渦輪と物体との相互作用音は生じない．得られた波形は図2の(b)で，波形(a)から(b)を差し引くことによって放射音の波形(c)が得られる．この波形は，パーソナルコンピュータに転送され，同じ実験を10回行って得られた波形の平均をその方向の音圧とした．

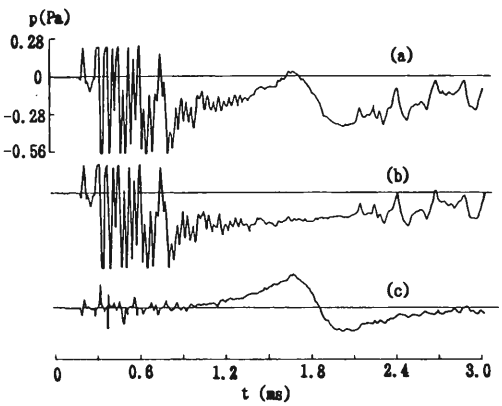


図2　衝突音の分離方法（半無限平板の場合）

渦の通過時刻と距離はフォトセンサーによって測定され，それから渦輪の速度が得られる．また渦輪の大きさもフォトセンサーからの信号によって求めた．生成された渦輪は，半径6.4mm，速度23m/sであった．

図3は使用したポリウレタンホーム（INOAC MF-20）の表面の顕微鏡写真である．セルの平均の大きさは約1.2mm，繊維の大きさは0.01mm，セル数は20±4個/25mmである．空気はこれらセルの中を自由に動くことができる．この平板(厚み30mm，幅1 m，長さ1.8m)の上下はアクリル板で固定されて，内法1.8mの無響箱の中央に無響箱を二分するように設置された．

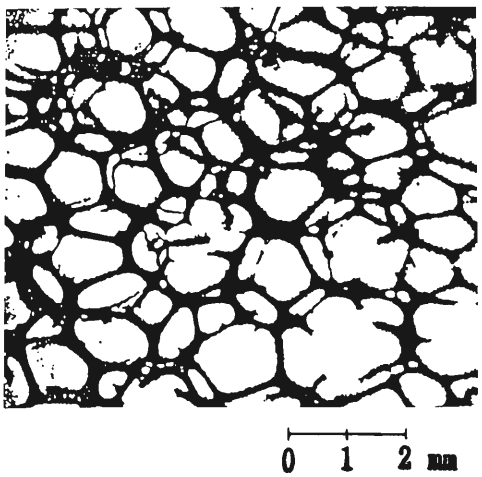


図3　ポリウレタンホームの表面写真

3．実験結果

(a)　ポリウレタンホーム平板との相互作用音

図4は，ノズル軸方向を0°として10°おきに測定して得られた音圧の平均波形の一部を描いたものである．図中右列の波形は，ノズルが設置されている側で測定された波形を，左列は平板の裏側で測定された波形を示し，それぞれ平板に対して対称な角度の波形結果が描かれている．ノズル軸（θ）に対して音圧波形は対称であること，及び平板の裏側で観測される音は，表側で観測される音と振幅は殆ど同じで位相が反転していることが分かる．即ち

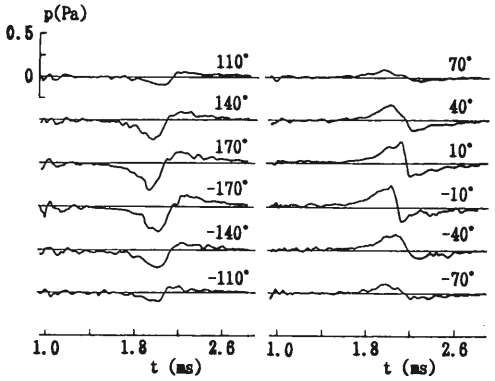


図4　音圧の平均波形（ポリウレタンホーム平板）

$$p(\theta, t)=p(-\theta, t),\ p(\theta, t)=-p(\pi-\theta, t). \quad (1a, 1b)$$

また放射音はノズル軸方向 $(0, \pi)$ で最大の振幅を，平板の面方向 $(\pi/2, -\pi/2)$ で最小の振幅を示している．以上の結果から，放射音は $\cos\theta$ の方向性を示すであろうと思われる．

放射音の方向成分を明らかにするために，この実験は軸対称現象であることを考慮して，測定された音圧 $p(\theta, t)$ は方向 (θ) の球関数展開で表されると仮定する：

$$p(\theta, t)=\sum_{n=0}^{N} a_n(t)P_n(\cos\theta). \quad (2)$$

ここで $P_n(\cos\theta)$ は n 次のルジャンドル多項式で，$P_0=1$，$P_1=\cos\theta$，$P_2=(3\cos^2\theta-1)/2$，$P_3=(5\cos^3\theta-3\cos\theta)/2$ 等を表す．各時刻で，測定された36の方向の音圧データを用いて最小２乗法により N＝8 までの係数 a_0，a_1，a_2，……を求めた結果を図５に示している．$a_0(t)$ はどの方向にも一様に放射される単極音を，$a_1(t)$ は $\cos\theta$ の方向分布を示す２重極音を，$a_2(t)$ は P_2 の方向分布を示す４重極音を表す．図から放射された音の主成分は２重極音であり，４重極音は放射の前半部分から少し生じていることが分かる．多重極音 $a_6(t)$，$a_7(t)$，$a_8(t)$ は，殆ど０であった．

放射音の方向依存性を見るために，６時刻に於ける各角度の音圧を極座標で表示したものが図６である．図中の小さな○及び◎印は実測音圧で，正圧及び負圧をそれぞれ表す．太実線は得られた係数 $a_n(t)$ (n＝0～6) を用いて式(2)により計算した音圧を示し，細実線は(2)式で係数 a_1 及び a_2 のみを用いて計算した音圧である．

(b)　剛体（アルミニウム）平板との相互作用音

剛体平板との相互作用音は 5° おきに測定されて，平板の裏側 $(\pi/2<|\theta|<\pi)$ にはまったく放射されないこ

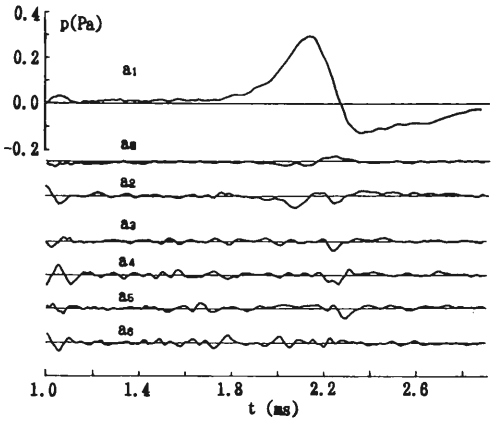


図5　放射音の構成成分

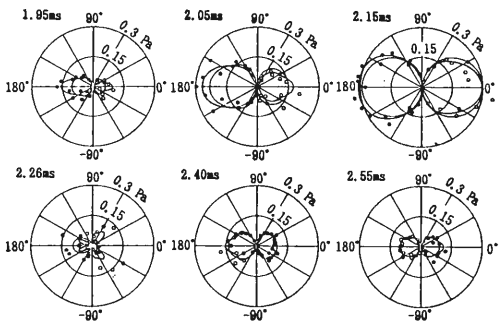


図6　放射音の方向分布

とが確認された．測定された平均音圧を図７に示している．音圧の対称性(1a)式がここでも成り立っている．最大振幅は 0° 方向で，$\theta=55°$ 方向には殆ど放射されておらず，$P_2(\cos\theta)$ で表される方向性をもつ４重極音の特徴が現れている．剛体面の境界条件（面上で速度ポテンシャルが０）を考慮すると，前節の放射音圧式(2)の係数の内，奇数次の項は０と考えられる．偶数

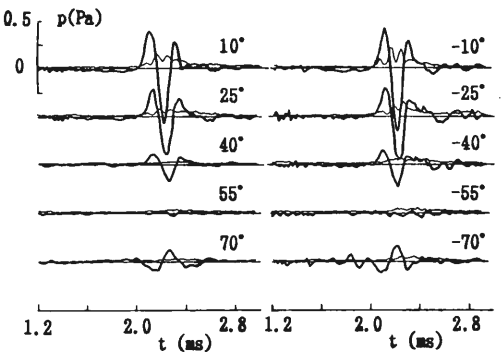


図7　放射音の平均波形

次の項のみで表されると仮定して展開係数を求めた結果を図8に示す．4重極音を表す係数 $a_2(t)$ が主成分であることが分かる．渦輪が平板に接近し衝突する付近から放射される音では他の成分も無視できない．

図9はある6時刻で θ 分布を見たものである．

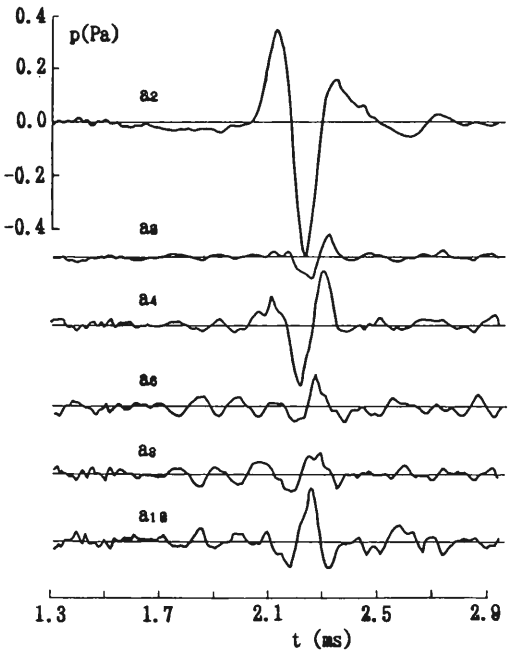


図8　放射音の構成成分

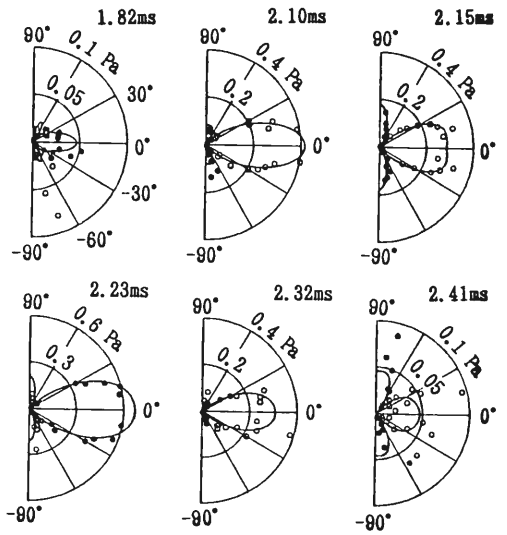


図9　放射音の方向分布

4．総　　括

ポリウレタンホーム平板と渦とが相互作用すると音が放射され，その方向分布は主に2重極の性質を示すことが分かった．剛体平板と渦との相互作用音は4重極性音であり，境界条件の違いによって放射の性質が変わることが分かる．剛体平板による音の振幅は，渦輪が平板に接近，衝突し分裂する時に大きくなり，ポリウレタンホーム平板による発生音よりも大きいが，同じオーダーである．また振動数はポリウレタンホーム平板による音の振動数（約1 Hz）の約2倍である．ポリウレタンホーム平板による音の最大振幅0.3Paは，音の実効値に換算すると83.5dBで，耳で聴くと相当に大きな音である．放射効率（渦が初期に持っていた運動エネルギーのうち，どれだけのエネルギーが放射音として放出されたか）は，ポリウレタンホーム平板が 0.31×10^{-4} で，剛体平板は 0.16×10^{-4} であり，ポリウレタンホーム平板の方が効率がよい．この効率から，音はごく少量のエネルギーで発生することが分かる．ノイズ（騒音）が発生し易く，消去しにくい理由はこれである．

放射音の音源は渦運動であるため，音源と発生音との関係を明らかにするには，渦の運動状態を詳しく測定しなければならない．また，理論的な解析をするためにも渦運動の測定データが必要になる．しかし渦は物体に近づくと変形し分裂し，崩壊していくためフォトセンサーでは測定不可能であり，写真計測など可視化測定が有効となるであろう．この測定は今後の課題である．またある種類のポリウレタンホームでは，音が放出されないとも言われておりこれらを調べることも今後の課題である．

参考文献

1）Lighthill, M. J. 1952 Proc. R. Soc. Lond. A211, 564.
2）Crighton, D. G. 1975 Prog. Aerospace Sci. 16, 31.
3）Obermeier, F. 1980 J. Sound & Vib. 72, 39.
4）Minota, T. & Kambe, T. 1987 J. Sound & Vib. 119, 509.
5）Kambe, T., Minota, T. & Ikusima, Y. 1985 J. Fluid Mech. 155, 77.
6）Powell, A. 1960 J. Acoust. Soc. Am. 32, 982.

円筒型石油タンク内の電位分布の計算

浜　田　伸　生

〈平成２年８月９日受理〉

Calculation of Electrostatic Potential Distribution in a Cylindrical Oil Tank

When oil is put into a tank, the oil is electrified by its rubbing agaisnt the surface of a pipe or passing through microfilters. As a result of this the electostatic potential in the tank increases and forms the electrostatic field among the inner wall of the tank. It is known that owing to these phenomena the electrified oil is in danger of discharging, firing and explosion. This parer shows the basic data on the state of variations of the elctrostatic potential distribution in the process of putting oil into a tank.

Nobuo HAMADA

1．まえがき

石油をタンクに注入する際に配管内を流動してくることにより管との摩擦によって電荷が発生し石油は帯電する．この帯電量は流体の抵抗率，誘電率，流速，管直径などに依存するので流速を制限したり，帯電防止剤を添加して抵抗率を小さくするなどの対策が施されている．一方高分子物質を素材にしたマイクロフィルタが開発され，フィルタの性能は向上したものの，これが逆に静電気の発生を促進させ，帯電量を増大させる結果となっている[1]．さらに最近の石油精製技術の向上に伴って高分子物質特有の性質である抵抗率が大きい傾向を示すようになり，一方精製純度が上がっても誘電率はほぼ一定であるから帯電石油の電荷の緩和時間つまり時定数が大きくなる．この結果，いったん蓄積された電荷はなかなか消滅しないことになる[2]．これらの電荷により電位を生じ，タンク内壁面との間に電界が形成される結果，気体の絶縁破壊が生じ放電が起こる．

可燃性物体からの放電が着火，爆発を誘発するかどうかは，そのエネルギーが液体燃料の着火エネルギーより大きいかどうかにより決まるが，この放電が着火源となって，タンカー，タンクローリ等の着火，爆発を誘発したことが報告されている[1][2]．しかし，この現象は予測が難しく再現実験などによって確認することはきわめて困難であると言われる[1]．

そこで基礎的なデータを得るために，本稿では石油が配管内を流動して一定の電荷密度に帯電しながらタンクに注入されていく場合の電位分布について，電荷の緩和時間が石油の注入速度より充分長いと考え静的問題として扱い，差分法により計算した．これはその計算結果の報告である．

2．計算の準備

想定する円筒型タンクの形状としては直径20m，高さ25m とし，電荷密度は実際起こり得る値として10^{-6}（C/m³），石油の比誘電率は2.13を採用した．この帯電石油がタンクに注入されていく場合の，1/10レベルごとの注入直後の電位分布を考える．

差分法により計算を行うに当たって，領域の分割は半径方向および軸方向にそれぞれ40分割，50分割とした．したがって格子間隔は半径方向で0.25m，軸方向で0.5m となる．また各差分式が収束したかどうかの判定方法として，各回における電位の計算結果が単調増加として，10回ごとの40×50分割全点の計算値が，前回の結果に対して増加率10^{-6}以下になると計算を打ち切るという方法を取った．この場合，収束を速めるため加速係数 ω を用いたが，ここでは1.6を採用した．

なお計算およびその結果の図は Turbo C コンパイラによった．

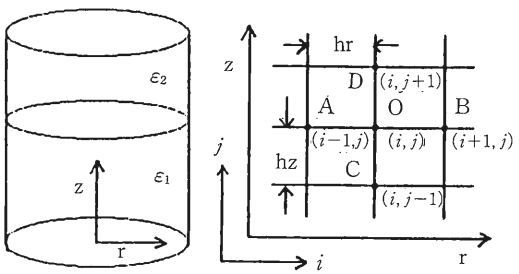
3．差分法による数値解

電位，電界に関して領域空間を支配する方程式は

$$\nabla \cdot \mathbf{E} = \rho/\varepsilon \qquad (1)$$

$$\mathbf{E} = -\nabla\phi \qquad (2)$$

$$\therefore \nabla^2\phi = -\rho/\varepsilon \quad （ポアソン方程式） \qquad (3)$$



(a)石油タンク概念図　　(b)領域の格子点

図1　石油タンク内の領域分割

ただし **E**：電界（V/m）　ρ：媒質の電荷密度（C/m^3）

ϕ：電位（V）　ε：媒質の誘電率（F/m）

であり，(3)式を軸対象円筒座表系に適用すると

$$\frac{\partial^2\phi}{\partial r^2}+\frac{1}{r}\frac{\partial\phi}{\partial r}+\frac{\partial^2\phi}{\partial z^2}=-\frac{\rho}{\varepsilon} \tag{4}$$

ただし　r：中心軸からの距離（m）

が求まる．そこで図1－(a)にようなタンクの内部領域を図1－(b)のように格子で分割し，ポアソン方程式(4)を各格子点の電位を未知数とした差分方程式を導く．ただし h_r，h_z はそれぞれ半径，軸方向の格子幅である．この格子幅が領域に比べ充分に小さければ，

$$[\partial\phi/\partial r]_{OA}\fallingdotseq(\phi_{i,j}-\phi_{i-1,j})/hr \tag{5}$$

$$[\partial\phi/\partial r]_{BO}\fallingdotseq(\phi_{i+1,j}-\phi_{i,j})/hr \tag{6}$$

$$\therefore[\partial\phi/\partial r]_{BA}\fallingdotseq\{[\partial\phi/\partial r]_{BO}+[\partial\phi/\partial r]_{OA}\}/2$$
$$=(\phi_{i+1,j}-\phi_{i-1,j})/(2hr) \tag{7}$$

$$[\partial^2\phi/\partial r^2]_{BA}\fallingdotseq\{[\partial\phi/\partial r]_{BO}-[\partial\phi/\partial r]_{OA}\}/hr$$
$$=(\phi_{i+1,j}-2\phi_{i,j}+\phi_{i-1,j})/hr^2 \tag{8}$$

同様にして

$$[\partial^2\phi/\partial z^2]_{DC}\fallingdotseq(\phi_{i,j+1}-2\phi_{i,j}+\phi_{i,j-1})/hz^2 \tag{9}$$

これらの関係を式(4)に適用するが，つぎの4つの場合に分けて考える必要がある．

①　一般領域（中心軸および液相部気相部境界面を除く）

(5)～(9)式と(4)式から $\phi_{i,j}$ を求めると

$$\phi_{i,j}=k_1(\phi_{i+1,j}+\phi_{i-1,j})+k_2(\phi_{i,j+1}+\phi_{i,j-1})$$
$$+k_1hr(\phi_{i+1,j}-\phi_{i-1,j})/(2r)+k_1hr^2\rho_{i,j}/\varepsilon \tag{10}$$

ただし $k_1=1/[2\{1+(h_r/h_z)^2\}]$, $k_2=1/[2\{1+(h_z/h_r)^2\}]$ また $\rho_{i,j}$ は場所の関数であり，液相部でその電荷密度，気相部で0とおく．

②　中心軸上（液相部気相部境界面を除く）

中心軸上では r=0 であるから(10)式が使えない．しかしこの特異点では，対称性から $\partial\phi/\partial r=0$ でもあるから，(4)式の第二項は不定形となる．そこでロピタルの定理を使えば(4)式は

$$2\left[\frac{\partial^2\phi}{\partial r^2}\right]_{r=0}+\frac{\partial^2\phi}{\partial z^2}=-\frac{\rho_{0,j}}{\varepsilon} \tag{11}$$

この式に(8)，(9)を適用し，かつ $\phi_{i+1,j}=\phi_{i-1,j}$ であることを考慮すれば，

$$\phi_{i,j}=2\ \phi_{i+1,j}/k_3+(\phi_{i,j+1}+\phi_{i,j-1})/k_4$$
$$+h_r^2/\{4+2(h_r/h_z)^2\}\cdot\rho_{0,j}/\varepsilon \tag{12}$$

ただし $k_3=1/\{2+(h_r/h_z)^2\}$, $k_4=1/\{2+4(h_z/h_r)^2\}$

③　液相部気相部境界面（中心部を除く）

境界条件としてはタンク壁画で電位0であるが液相部と気相部の境界は特異面となり上記2式が使えない．境界面における条件は一般に

$$\mathbf{n}\times(\mathbf{E}_1-\mathbf{E}_2)=0 \tag{13}$$

$$\mathbf{n}\cdot(\mathbf{D}_1-\mathbf{D}_2)=0 \tag{14}$$

$$\mathbf{D}_1=\varepsilon_1\mathbf{E}_1,\ \mathbf{D}_2=\varepsilon_2\mathbf{E}_2 \tag{15}$$

ただし　**n**：境界面法線単位ベクトル

$\mathbf{E}_1$, $\mathbf{E}_2$：液相部，気相部電界（V/m）

$\mathbf{D}_1$, $\mathbf{D}_2$：同　　上　電束密度（C/m^2）

で与えられる．(13)式は境界面の両側において電界の接線成分は等しいことを示すが，ここでは(14)，(15)式を用いて，

$$\mathbf{n}\cdot(\varepsilon_1\mathbf{E}_1-\varepsilon_2\mathbf{E}_2)=0 \tag{16}$$

よって　$\varepsilon_1E_{1n}-\varepsilon_2E_{2n}=0$ (17)

ただし E_{1n}, E_{2n} は液相部，気相部の電界の法線方向成分である．

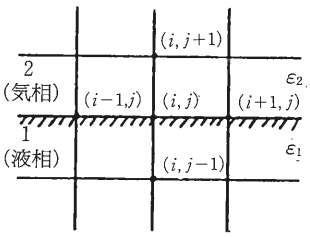


図2　境界面の格子点

ここで図2を参考にして各点の電位を(18)式に適用すると

$$\varepsilon_1\{\phi_{1(i,j+1)}-\phi_{i,j-1}\}/(2hz)$$
$$=\varepsilon_2\{\phi_{i,j+1}-\phi_{2(i,j-1)}\}/(2hz) \tag{18}$$

ただし $\phi_{1(i,j+1)}$，$\phi_{2(i,j-1)}$ は実在しない仮定電位である．(10)式にこの仮定電位にのみ添え字を付してこれらを求めると

$$\phi_{1(i,j+1)}=\phi_{i,j}/k_2-k_1/k_3\cdot(\phi_{i,j+1}+\phi_{i-1,j})$$
$$-\phi_{i,j-1}-k_1hr/(2rk_2)\cdot(\phi_{i+1,j}-\phi_{i-1,j}) \tag{19}$$

$$\phi_{2(i,j-1)}=\phi_{i,j}/k_2-k_1/k_2\cdot(\phi_{i+1,j}+\phi_{i-1,j})$$
$$-\phi_{i,j+1}-k_1hr/(2rk_2)\cdot(\phi_{i+1,j}-\phi_{i-1,j}) \tag{20}$$

上記3式から

$$\phi_{i,j}=k_1(\phi_{i+1,j}+\phi_{i-1,j})+2k_2/(\varepsilon_1+\varepsilon_2)$$
$$\times(\varepsilon_1\phi_{i,j-1}+\varepsilon_2\phi_{i,j+1})+k_1hr/(2r)\cdot(\phi_{i+1,j}-\phi_{i-1,j}) \tag{21}$$

④　液相部，気相部境界面中心

液面中心では $\rho_{i,j}=0$ とおき，③と同様にして(11)式を液相部，気相部に適用し，仮定電位にのみ添え字を付して $\phi_{1(i,j+1)}$，$\phi_{2(i,j-1)}$ を求め，これらと(18)式とから

$$\phi_{i,j}=2k_3\phi_{i+1,j}+2k_4/(\varepsilon_1+\varepsilon_2)\times(\varepsilon_1\phi_{i,j-1}+\varepsilon_2\phi_{i,j+1}) \quad (22)$$

これらの差分方程式を逐次加速緩和法（SOR 法）により求める．これは最初に境界条件などの適当な値を与えて，差分式から新しい ϕ を求め，その結果を次の出発値として次々に計算を進め，同時に繰り返しごとの変化量を，加速係数 ω を用い過評価して真の値に近づけるものである．(10)，(13)，(22)，(23)式を SOR 法により書き表すと

$$\phi_{i,j}^{(k+1)}=\phi_{i,j}^{(k)}+\omega R_{i,j}^{(k)} \quad (23)$$

$$R_{i,j}^{(k)}=\phi_{i,j}^{(k),(k+1)}-\phi_{i,j}^{(k)} \quad (24)$$

ただし $\phi_{i,j}^{(k),(k+1)}$ は計算の順序が図 1 －b のように左→右，下→上であるとすると $\phi_{i,j}^{(k+1)}$ を求めるために $R_{i,j}^{(k)}$ を計算するにあたって，$\phi_{i,j}^{(k+1)}$，$\phi_{i,j-1}^{(k+1)}$ がすでに求まっているので，これらを前回の計算値 $\phi_{i-1,j}^{(k)}$，$\phi_{i,j-1}^{(k)}$ の代わりに用いることを示す．

4．計算の結果と検討

タンクに石油が注入されていく過程で電位分布を考慮するレベルは1/10～10/10までの1/10の幅で各レベルにおいて 40×50＝200 点の計算を行ったが，ここではそのうちレベル2/10，5/10，8/10の 3 例について示す．図 3 は各レベルにおいて，半径方向 1 m ごとで軸方向50点の電位の大きさを，そのレベルにおける最大電位 V_{max} で規格化したものである．図から明らかなように最高電位は液中に存在し，レベルの上昇とともにその位置はタンク中心に近づいていく．また液体表面は等電位面でないことが解る．

さらに各レベルにおける最高電位，液面中央電位および液面中央部と上部端面中央間の平均電界強度の様子を図 4 に示す．この場合，最高電位と液面の中央電位は各レベルの最高電位の最高電位 (Vmax)max＝1187(kv) で，また電界強度はレベル 9 における値 E_9＝259(kv/m) で規格化してある．さらに各レベルにおける液面半径方向の電位を図 5 に示す．図 4 より液中に存在する最高電位はレベルの上昇とともに大きくなるがレベル 9 で最大となり，レベル10では外壁の影響により小さくなっている．これに対し液面中央の電位はレベル 7 で最大となるものの，以後は上記と同様に壁面の影響で急激に小さくなることが解る．液面半径方向電位も同様の様子を示している．また液面中央部とタンク上部壁面中央間の電界強度もレベルが高いほど大となる．したがってここに突起があれば電気力線が集中する結果，電界強度がきわめて大きくなり，気体の絶縁破壊が起こり放電を誘発する可能性がある．

つぎに，これらの計算結果から，文献（2）を参考

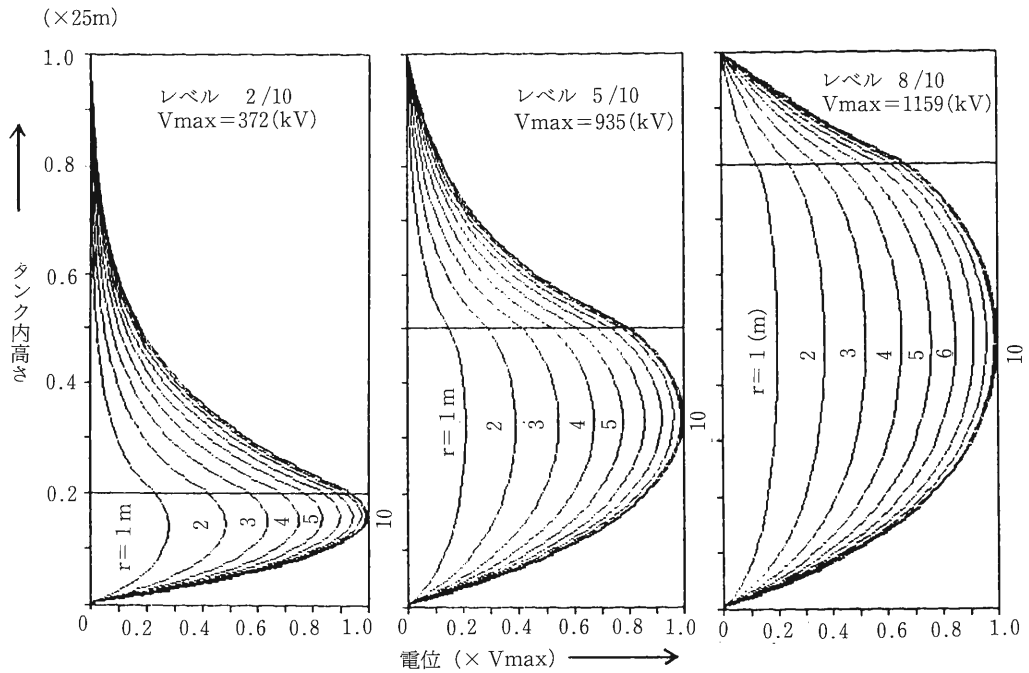


図 3　各レベル注入後の電位分布

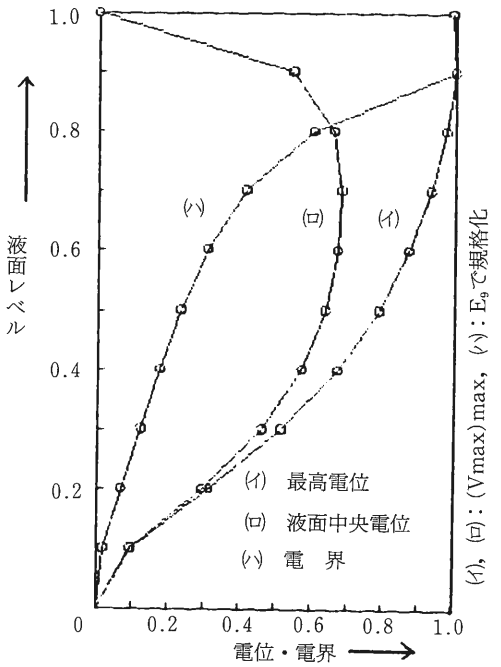


図4　最高電位，液面中央電位

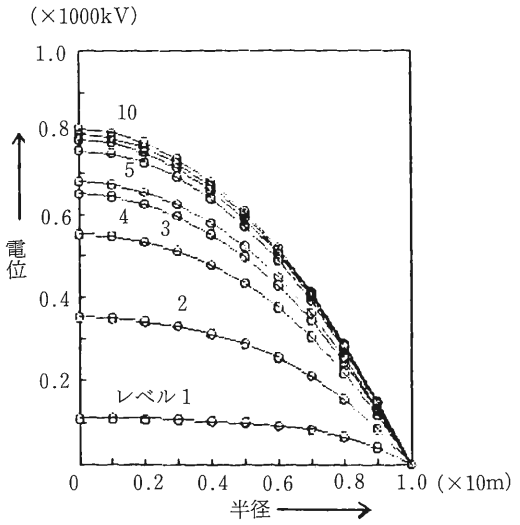


図5　液面電位

にして次のような等電位面探索のプログラムを開発した．収束後の計算結果はデータファイルとして予め別に作成しておき，探索プログラムより P(i, j) として読み込み，最高電位を Vmax とする．つぎに探索したい電位が (i, j) のどの値の範囲にあるかを調べて，最初の出発は右向きとする．探索したい電位を Px とすると P(i, j)≦Px＜P(i+1, j) かその逆であれば (i, i+1) 間にその電位が必ず存在するので，この間を一次補間法により補間しこの点を出発点とする．そして次の探索は (i, j)−(i, j+1)，(i, j+1)−(i+1, j+1)，(i+1, j+1)−(i+1, j) 間で同様に行う．この場合，図6のように基点を探索方向の左下にとり，それを新ためて (i, j) とおき再帰関数を作る．脱出条件としては初めの出発点に戻るか，または中心軸上からの出発であった場合は軸上に戻ったときである．タンク内に突起物がない上記のような場合 Px≦Vmax でありさえすれば，探索したい電位は必ず軸上に存在するので出発点の j は 0 である．

この探索方法により石油がタンクに注入されていく過程で，順次，レベル2/10，5/10，8/10になる場合についての同電位面を図7に示す．この図からも前記と同様に，最高電位は中心軸上の液中に存在し，またその位置はレベルの上昇とともにタンク中心部に近づいていくことが解る．

ここで問題となるのは解の妥当性である．可能なことは形状の似たもの，この場合は比誘電率 $\varepsilon_r=2.13$ の媒質が充満している無限長円筒の解析解との比較である．無限長円筒の場合(4)式は

$$\frac{\partial^2\phi}{\partial r^2}+\frac{1}{r}\frac{\partial\phi}{\partial r}=-\frac{\rho}{\varepsilon} \qquad (26)$$

となり，これはすぐに積分できて

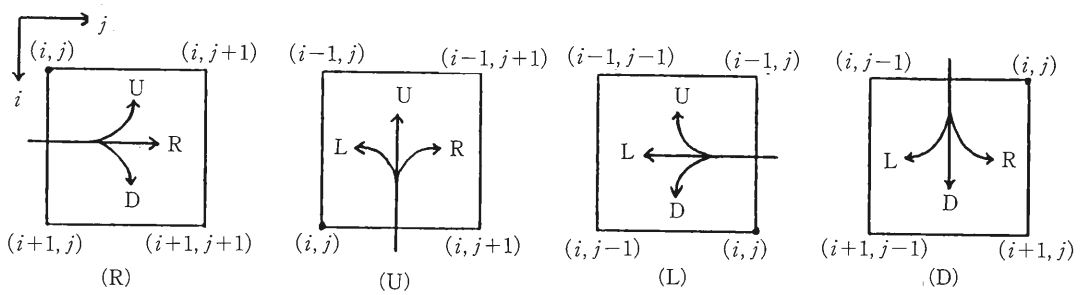


図6　同電位点探索の概念

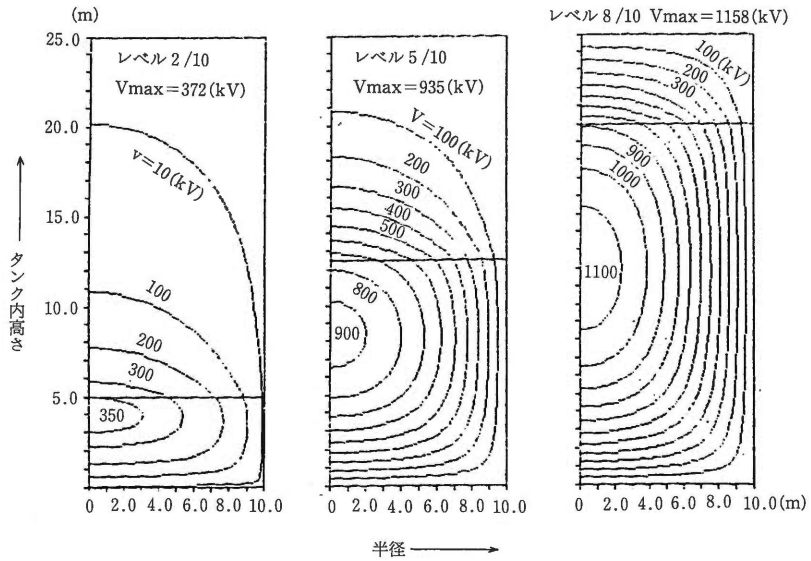


図7　タンク内同電位面図

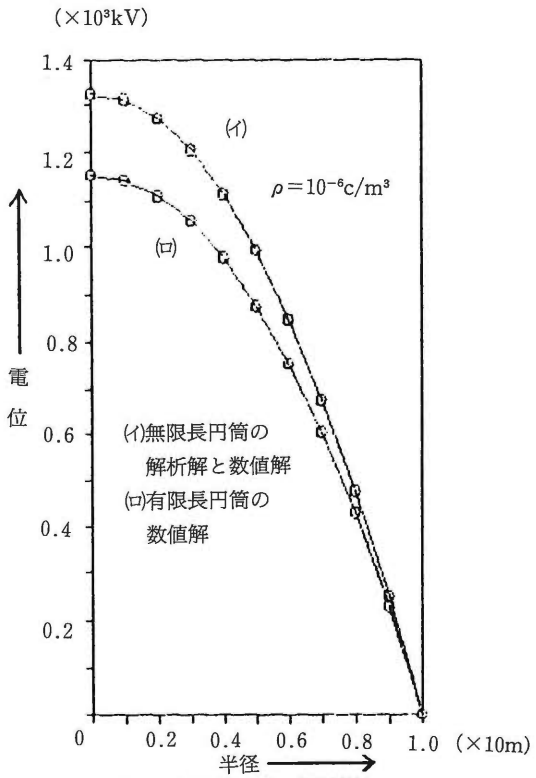


図8　無限長円筒の解析解と
有限長円筒の数値解

$$\phi(r)=\rho/(4\varepsilon)\cdot(R^2-r^2) \qquad (27)$$

R：円筒半径 (m)

と求まる．ここで $\rho=10^{-6}(C/m^3)$, $\varepsilon=\varepsilon_0\varepsilon_r$, $\varepsilon_r=2.13$ とした場合の半径方向の電位を図 8 に示している．またこの無限長円筒について半径方向に40分割した場合の数値解を同図に示しているが解析解とよく一致している．前報[4] で述べたように空間電荷が存在しないラプラスの場で精度良く計算するためには相当大きな分割数を必要としたが，このような空間電荷が存在するポアソンの場ではラプラスの場に比べて，分割数は小さくても計算結果の精度は良いものと思われる．

また，有限長円筒の電位分布と無限長円筒のそれとを比較すると，前者はタンク上下壁面の影響で後者の場合より小さくなっており，数値解は妥当な値であろうと思われる．

5．あとがき

石油が一定の電荷密度に帯電しながらタンクに注入されていく場合，タンク内の電位分布がどのように変化して行くかの計算を行った．この問題は電荷の緩和時間との関係で一概に結論づけられないものの，半径 10m，高さ25m 程度のタンクでも非常に大きな電位分布となる可能性があることが解った．タンク半径が小さくなれば，電位はその 2 乗に比例して小さくなるので，今後は適当な大きさのモデルタンクを考えて実験を行う予定である．

なお計算に当たっては山形大学工学部浅野和敏教授の論文（文献(2)）を参考にさせて頂きました．ここに深く感謝いたします．

6．参考文献

1）静電気学会編「静電気ハンドブック」オーム社
2）浅野「石油タンク内の電界計算」静電気学会誌１，２（1977）
3）同　「電荷のまわりの電界計算法　第Ⅲ稿　差分法による解法」静電気学会誌　第11巻　第３号（1987）
4）浜田「差分法による同軸円筒電極内の電位計算」有明工業高等専門学校紀要　第25号（1989）

強誘電性有機薄膜の電気・光物性
——(2)　真空蒸着膜の分極反転——

永守知見・*堀内俊寿・*松重和美

〈平成2年9月21日受理〉

Photo-Electrical Properties of Ferroelectric Organic Films
—(2)　Polarization Reversal in Evaporated Thin Films—

Recently, several attempts have been made to get molecularly oriented thin films, especially electrically active thin films. In order to investigate the possibility of dipole orientation in evaporated thin films, it is necessary to develop the method for evaluating the degree of dipole orientation and to solve the mechanism of the polarization reversal. It is well known that a measurement of polarization reversal (D-E hysteresis measurement) is one of the most suitable methods for this purpose. However, it may be difficult to employ this method for such thin and soft films, because serious damages are likely to be induced in organic thin films during the electrode-making evaporation processes, causing an electric brake-down upon application of high electric field.

In this study, a new type of D-E measuring system was specially designed and developed for evaporated organic ultra-thin films. The electrode and the spacer made by sputtering metals with Aℓ on an optically polished SiO_2 glass. The D-E hysteresis measurement were conducted for ferroelectric polymers, such as VDF/TrFE copolymer thin films formed by the vacuum evaporation as well as casting method, and the temperature changes in the D-E hysteresis loops were examined.

Tomomi NAGAMORI, *Toshihisa HORIUCHI and *Kazumi MATSUSHIGE

1．はじめに

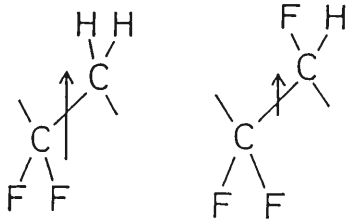
極性を持つ有機蒸着膜は興味ある電子機能性が期待されるため，近年その作製・物性・機能に関し様々な研究がなされている．特に，光照射下における特異な分極反転現象についても新しいタイプの有機非線形光情報素子への展開の可能性を秘めており，今後の研究の進展が期待されるが，現在のところ，超薄膜の電子物性に関しては測定セルの開発を含めまだ問題点が多い．そこで昨年，有明工業高等専門学校紀要第26号において，強誘電性有機薄膜の電気・光物性を明らかにするために，分極反転の電気的観測の一つとして使われるヒステリシス曲線を取り上げた．今回は，その延長として光物性を解明する上で必要な試料の薄膜化を行い，真空蒸着膜による測定を試みた．試料として，強誘電性高分子 VDF と TrFE の共重合体である P（VDF/TrFE）の真空蒸着膜を作成した．その結晶構造，分子配向と双極子の相関を明らかにするために，特に超薄膜用に設計した電極を有するD-E測定セルを開発した．さらにその有効性と超薄膜化による分極反転の温度効果を調べた．

* 九州大学工学部応用理学教室

2．強誘電性高分子フィルムの分極反転

物質が電場や応力などの外場のない自然の状態で，自発的に電気分極（自発分極）をもち，外部電界により分極の向きを反転するものを強誘電体という．

高分子の中で初めて強誘電性が存在することが見いだされたのは，ポリフッ化ビニリデン(PVDF)の β 型結晶である．図1にフッ化ビニリデンとトリフルオロエチレン（TrFE）の構造単位の双極子モーメントを示す．電気陰性度の大小関係により，Fはマイナス，Hはプラスに帯電し，分子鎖とは垂直方向に大きな双極子モーメントを持つことを示している．ほぼ平面ジグザグ構造の分子鎖はc軸方向に並び，b軸方向に自発分極を持つ．外から－b軸方向に逆電場を印加してやることにより分子鎖はc軸の回りを回転し，自発分極



(a)フッ化ビニリデン　(b)トリフルオロエチレン

図1　高分子強誘電体
構造単位の双極子モーメント

が反転する．結晶ではその分子配列から60°回転をステップとして回転する．

今回試料として用いたVDFとTrFEのランダム共重合体P(VDF/TrFE)は，VDFが40～80%程度の共重合比の領域ではじめから強誘電性を持つβ型結晶が出来る．構造単位あたりの双極子モーメントは，VDFに比べてTrFEは1／2で，そのためTrFEの%の増加とともに結晶の自発分極P_sは減少する．

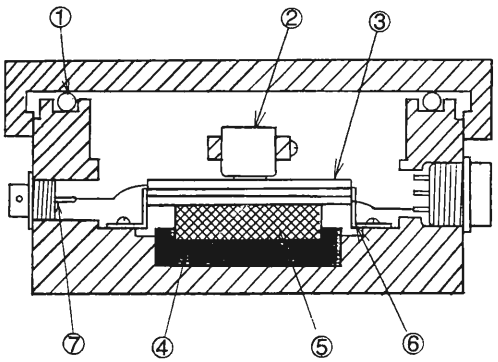
なお，フィルム状のPVDF，P(VDF/TrFE)は多結晶体である．そのためフィルム全体の分極を揃えるためには，高い直流電場でポーリングする必要がある．強誘電性の測定にはこのようなフィルムに対して，分極反転スイッチングとD-Eヒステリシスがある．ここでは，試料に大きな振幅の三角波を加え，分極反転によって生ずるDと電場Eの関係を示すループ（ヒステリシス曲線）を観測するD-Eヒステリシスの方法で実験を行った．この方法では，抗電界や残留分極量の評価が可能である[1)2)]．

3．実験方法

3．1　実験回路および実験セル

D-Eヒステリシスを観測するための回路として，2個のオペアンプLF356，AD515を使った回路を用いた[3)]．AD515は超低入力バイアス電流のオペアンプで今回のような微小電荷の測定に適している．また，この実験用に発振器の低周波の三角波を増幅するアンプをトランジスタとオペアンプで，また温度コントローラをAD590を用いて製作した．

図2は今回の超薄膜測定のために製作したアルミ製円筒セルの断面図である．図で③の位置に試料および電極を蒸着した2枚の石英ガラスを置き右側から三角波を印加し，左側より測定回路に接続するようになっている．また，真空引や絶縁ガスの封入もできるようになっている．



①Oリング　②ソレイノド　③試料ガラス
④テフロン台　⑤銅板(ヒータ)⑥ガイド
⑦BNC端子(測定回路へ)

図2　実験セル概略図

3．2　実験電極構造

図3はこれまで実験に使用してきた電極構造であるが，今回のように蒸着膜を試料として実験する場合，次のような欠点がある．試料が蒸着膜のように数十nm厚と薄くなると，蒸着時に分子鎖切断等で構造的

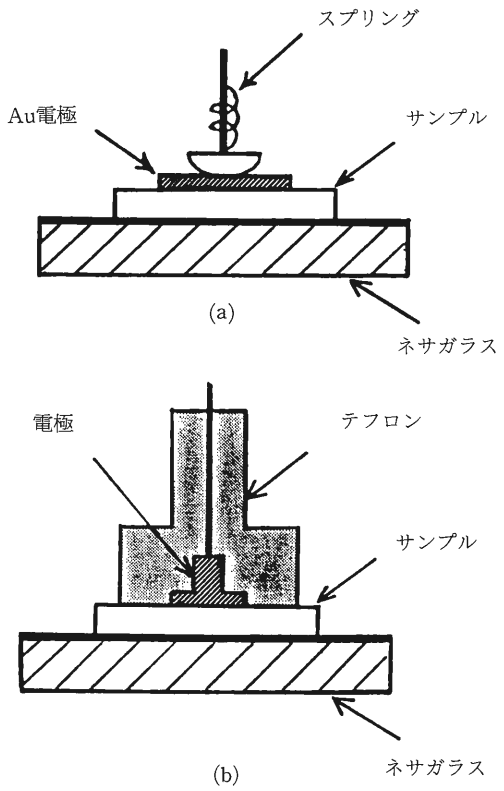


図3　これまでの電極構造

にも不安定で強度も低下した超薄膜試料上に，さらに電極を蒸着すれば，熱のために試料が破壊されて電界を加えるとショートを起こしやすく，また薄膜試料中の分子の動きは制約され動きにくくなる．一方，図3(b)のように電極を保持するテフロンを同一平面にして試料に接触させる方法では電極と試料との接触面の平行性が確保できない．

そこで今回考案した電極構造の断面図と概略図を図4および図5に示す．30×50㎜の二枚の石英ガラスに電極およびスペイサーを蒸着後，最後に試料を蒸着する．電極，スペイサーにはAℓを用いた．このスペイサーには膨張率が小さいことが必要であるが，試みに膨張率の極めて小さいFe-Ni合金のインバーを使ってみたが蒸着面が荒くなりスペイサーの役割を果たさなかった．Aℓを使用したこの電極構造では上部電極が試料に対して一定の位置関係を保つことが可能となった．

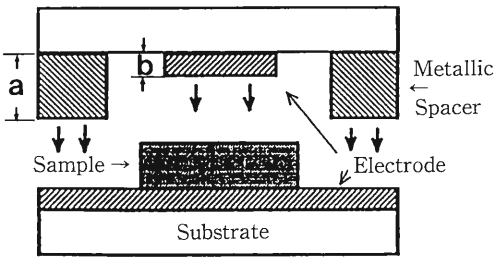


図4　蒸着膜用電極構造

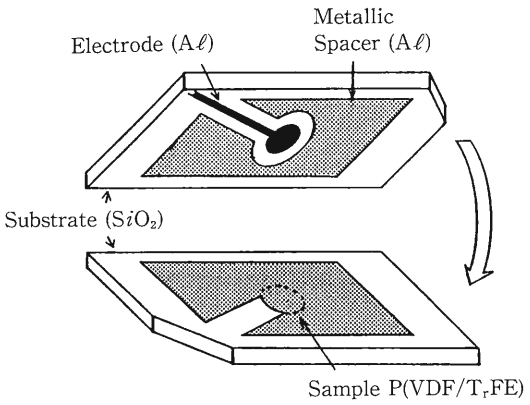


図5　蒸着膜用電極概略図

3．3　蒸着装置

電極および試料の蒸着には，蒸着装置としてターボ分子ポンプを備えた高真空蒸着装置を使用した．図6に蒸着装置ベルジャ内の詳細図を示す．今回の実験では使用しなかったが蒸着時に電界を印加し，構造制御ができるように電極を備えている．下方より試料を加熱して上方に固定した石英ガラス基板上に蒸着した．蒸着時の真空度は最高で 4×10^{-7} Torr，平均で $1\sim3\times10^{-6}$ Torr，蒸着速度は0.3Å／sec程度で行った．

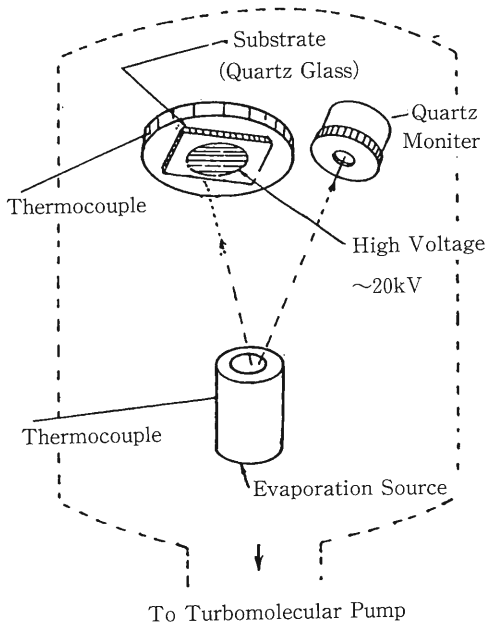


図6　蒸着装置図

表1　実験試料の蒸着条件(a，bは図4におけるスペイサーおよび電極の厚み)

試料 No.	VDF/TrFE	膜厚 (Å)	a (Å)	b (Å)	基板温度 (°C)	蒸着速度 (Å/sec)	真空度 ($\times10^{-6}$Torr)
1	73/27	3600	5100	1800	60	0.36	3.3
2	73/27	3900	5100	1200	65	0.36	2.8
3	73/27	2600	3700	1200	65	0.26	1.6
4	73/27	4000	5100	1800	80	0.55	2.7
5	54/46	4950	5100	1200	85	0.80	3.3
6	65/35	2400	3700	1200	85	0.06	1.0

3．4　実験試料

試料として，ダイキン工業より提供していただいたVDF/TrFE共重合体を使用した．表1に試料の厚み，電極とスペイサーの厚みおよび蒸着条件を記す．(膜厚は蒸着時の膜厚計の読み，真空度は平均を表す)

4．実験結果

まず，フィルム試料と蒸着膜試料の比較をするために，P(VDF/TrFE)のキャストフィルム試料(73mol %，25μm)の測定を行った．

図7に600Åのau電極を両面に蒸着した試料を，120℃で1時間熱処理した後，0.1Hzの三角波を印加した時の電界による変化を示すが，典型的なヒステリシス曲線を描いている．電極の構造は図3(a)の方法を用いた．これにより，製作した測定回路が正常に動作していることが確認された．

次に蒸着膜試料のために設計したセルを用い，蒸着膜試料の測定した結果を述べる．まず，測定系の動作の確認を行うために，次の2つの予備実験を行った．第一は電極だけを蒸着し，試料を蒸着しない状態での低電界時におけるリニアな領域でのQ-Vの傾きから電極間の空気の誘電率の測定を行った．これによりスペイサーを用いた今回の電極構造が正常な値を示すことが確認された．

さらに，第二は試料をはさんだ2枚の石英ガラスにおいて，上部電極と試料の間の位置関係を一定に保つ

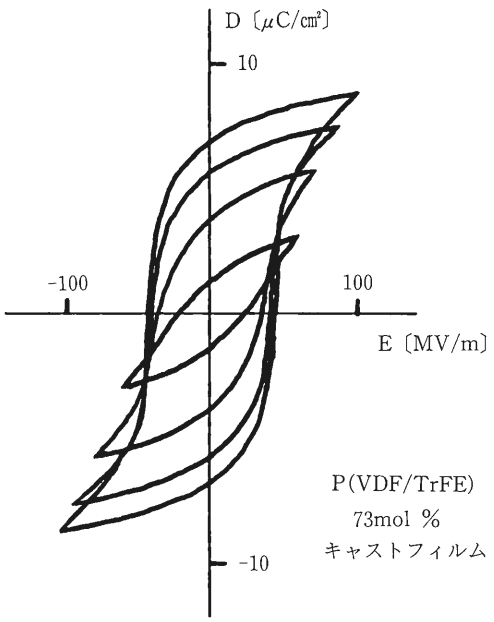


図7　キャストフィルム試料のD-E履歴曲線

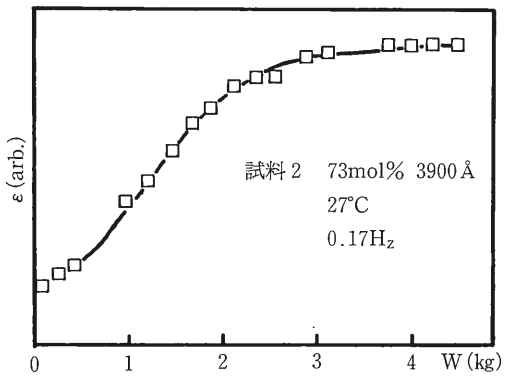


図8　荷重による誘電率の傾きの変化

ために低電界下でガラスの上に荷重をかけていき，Q-Vの傾きを観察した．図8にその結果を示すが，荷重とともに傾きが増加しある一定値に落ち着くことがわかる．

これは，試料と電極の間の隙間がなくなるか，あるいは隙間があっても一定の間隔に保たれた状態になったことを意味している．これにより，一定値に達したところの荷重をかけて測定を行った．

表1の試料で6番目の65mol %の試料は薄すぎたためショートしてデータがとれなかったので，それ以外の測定結果を図9に示す．(1)〜(4)は73mol %の試料を0.17Hzでほぼ同じ温度で測定した結果である．薄膜化により，多少のばらつきはあるもののフィルムに比べて曲線の形状が角張っているのに対し，先端部では逆に丸みを帯びている．また，同じ電界下では膜厚が薄くなるにつれて，例えば(3)のようにふくらみが減少し直線的になる傾向が得られた．これは，薄くなるほど基板の影響を受け，双極子の動きが束縛されるのに対して，厚くなるほど影響が小さく動きやすくなるためと思われる．ここで，座標軸が(4)以外ではD-EではなくQ-Vになっているのは，試料と電極の間に空気の隙間がないように計算して実験したにもかかわらず，実際に電圧を印加していくとVの値が非常に大きくなったためで，D-Eと相対的な関係にあるQ-Vを座標軸とした．これは空気中のほこりや，試料－電極間の平行性に問題があり，試料と空気がコンデンサの直列回路を形成し，実際に試料に印加される電圧ではなく空気の隙間の分の電圧も含まれているため大きくなっているものと思われる．また，隙間がない状態での測定においても残留分極の値がキャストフィルムに比べて1／100程度となった．

今回の実験ではモル比の比較はデータが少なくできなかったが，(5)の54mol %の試料にあるように上下の

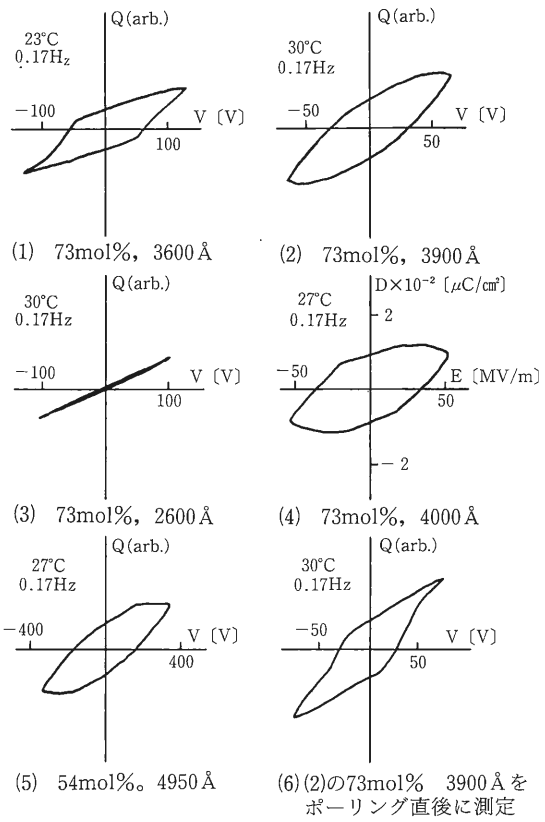


図 9　蒸着膜のD-E履歴曲線

部分がかなり直線的になる特徴的な曲線も得られた．また，試料を充分ポーリングして，結晶化を上げることにより，例えば表１の２番の試料では(6)のように先端部が鋭い曲線が得られた．

5．ま と め

強誘電性有機薄膜の電気・光物性を明らかにするための第二段階として，昨年同様D-Eヒステリシスに関する実験を行ってきた．今回の実験から得られた結果をまとめると次のようになる．

製作したセルおよび電極構造により，蒸着膜のヒステリシス曲線の観測は可能であり，蒸着膜は薄くなるにつれて，基板の影響を強く受けるものの，ほぼキャストフィルムと同じ様な傾向を示す事が今回の実験から推察される．しかしながら，次の２つの点で問題が残った．

(1)　電極と試料のあいだの隙間があれば，空気の影響が大きく，直接にD-E曲線は観測できず，最終的にQ-Vの関係からD-Eの関係に直す必要がある．

(2)　隙間がない場合には，キャストフィルムと同等の電界で分極反転を起こすが，残留分極の値は１／100程度と小さくなった．

(1)に関しては，本研究で得られた結果およびマイカでフィルムをはさんでD-E曲線の実験を行った報告[4]などから判断して，やはり隙間のない状態で実験することが望ましいようである．しかしながら，実際問題として隙間をなくすことはかなり困難である．そこで現在，電極構造を改良し，試料を測定する際同じガラス上に補助電極を設け，同一条件下で同時に空気と試料の静電容量を測定し，それにより，実際に試料に印加されている電圧などを求め，D-Eの関係に直すことを試みている．

(2)については測定系の問題よりも試料そのものに問題があるものと思われる．つまり，今回の実験で蒸着した試料はAℓ電極に対して分子鎖がほぼ垂直にスタッキングしており，双極子モーメントが小さく，キャストフィルムと同様の残留分極を得るためには，分子鎖が基板に対して，平行配列にする工夫が必要である．そのために，電極材料および蒸着方法も含めて検討中である．これらについての実験結果は応用物理学会九州支部学術講演会にて発表予定である．

最後に，実験機器の製作にあたりまして，ご援助をいただきました九州大学応用理学教室工作室の百田繁治氏，生田竜也氏の両氏に厚く御礼申し上げます．

文　　献

1）和田八三久：材料科学，1988，11月，p. 159.
2）和田八三久：日本レオロジー学会誌，Vol.，16，1988，p. 139.
3）永守知見，堀内俊寿，松重和美：有明工業高等専門学校紀要第26号，p. 31.
4）G. T. Davis，M. G. Broadhurst，A. J. Lovinger and T. Furukawa : Ferroelectrics，Vol.，57，73 (1984)

減圧下の気液平衡測定値の補正法について

渡辺　徹・本田克美・宗像　健

〈平成2年9月21日受理〉

A Method for Correcting Vapor-Liquid Equilibrium Data at Low Pressure.

In measuring vapor-liquid equilibrium relation at low pressure, concentration of lower boiling component at liquid surface falls in comparison with that of the bulk liquid due to surface evaporation. Therefore it is difficult to measure a thermodynamicaly consistent vapor-liquid equilibrium data.

In this paper, we propose a method for correcting vapor-liquid equiribrium data by taking into account mass transfer rate in liquid.

Toru WATANABE, Katsumi HONDA and Tsuyoshi MUNAKATA

1．緒　　言

ポットスチル型の気液平衡測定装置による低圧気液平衡測定においては，液深による沸点上昇が無視できなくなり，常圧の様には沸騰が起こりにくく，表面蒸発になりやすい．そこで，攪拌をかなり強力にしても液深方向に濃度分布を生じる．そのため，気相組成は液相本体組成とは平衡にはなく，液表面組成と平衡関係を維持しているものと考えられる．このことについては前報[1]で述べたように，n-ヘプタン-トルエン系（全圧 $\pi=760$，200，50mmHg）は全圧が下がるにつれて健全から次第に不健全の度合いが大きくなったことからも推察された．

また，前報[1]で示したように液相組成誤差が生じても理想溶液では不健全と判定されやすく，非理想溶液では健全と判定されやすいということがわかっている．著者の行った実験でも理想溶液に近いシュウ酸エチル-サリチル酸メチル系（$\pi=50$，20，10mmHg）ではすべて不健全，非理想溶液のエチルベンゼン-nブチルアルコール系では50mmHgで健全，20mmHgでやや不健全と判定された．

そこで，本報では液相内の物質移動速度を考慮して[3]液相界面組成を求める関係式を誘導し，それを用いて測定値を補正し，正しい気液平衡関係を推定する方法について検討した．

また，本法により求めた気液相の組成に対し，Herington[2]の方法で健全性の判定を行い，ほぼ満足できる結果を得た．

2．物質移動モデル

前述したように，低圧下の気液平衡測定用スチルにおいては表面蒸発になりやすいため，液表面付近ではFig. 1のように濃度勾配が生じ，界面での低沸点成分の濃度は液本体のそれより小さくなると考えられる．一方，蒸気相では発生した蒸気はそのまま凝縮器に流れて凝縮されるので，Fig. 1の様に界面近傍に濃度勾配はないと考えられる．

従って，この様な混合液体の蒸発に対し，蒸発面液

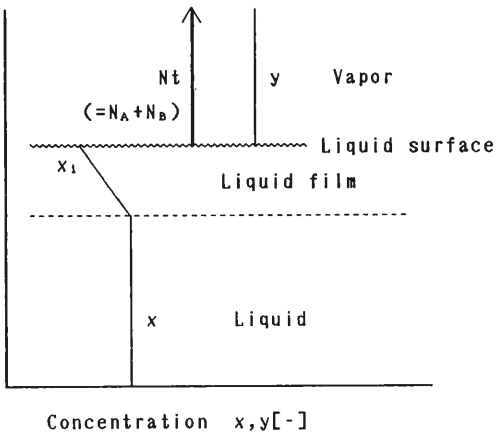


Fig. 1　Physical model of mass transfer

側境膜内で蒸発面に垂直方向の物質流束の効果を考慮して低沸点成分Aの物質収支をとると次式となる[4]．

$$N_A=N_t y = k\dot{x}(x-x_i)+N_t x_i \quad (1)$$

ここで，$N_t(=N_A+N_B)$ は蒸発速度［mol/cm²・s］である．また，$k\dot{x}$ は高物質流束を伴う液側物質移動係数で，境膜理論によれば，物質移動流束 N_t が小さい場合の物質移動係数 k_x と次式により関係づけられる[4]．

$$k\dot{x}=N_t e^{Nt/k\dot{x}}/(e^{Nt/k\dot{x}}-1) \quad (2)$$

この式で，$N_t\to 0$ の時 $k\dot{x}\to k_x$ となる．

また，界面での液組成 x_i は(1)式より次式で与えられる．

$$x_i=(yN_t-xk\dot{x})/(N_t-k\dot{x}) \quad (3)$$

ところで，界面では気液が平衡状態にあると仮定すれば界面での液組成 x_i は y と平衡にあることになる．そこで実測される液本体組成 x を x_i に置き換えることによって平衡関係を知ることが可能となる．液本体と界面での組成の差，すなわち液側組成の補正量を $\Delta x=x-x_i$ とおけば(3)式より

$$\Delta x=N_t(x-y)/(N_t-k\dot{x})$$
$$=K'(y-x) \quad (4)$$

但し，$\mathbf{K'=1/(k\dot{x}/N_t-1)}$ (5)

ここで，望ましい操作条件について検討すると以下のようになる．

(5)式において，例えば

Ⅰ）$N_t\to 0$ または $k\dot{x}\to\infty$ の時には $K'=0$ となり，$x_i=x$ で液側に濃度勾配は生じない．

Ⅱ）$N_t\to\infty$ または $k\dot{x}\to 0$ の時には $K'=-1$，$x_i=x=y$ となり，この場合全体蒸発と考えられ気液の組成差はなくなる．

なお，循環式の気液平衡測定装置においては N_t，$k\dot{x}$（撹拌，物性，蒸発速度の関数）は有限の値をとると考えられるので $\Delta x\neq 0$ であり，Δx は有限値をもつことになる．したがってⅠ）に近い条件で実験をする必要がある．即ち，$N_t\to 0$ は静置方式の気液平衡測定に相当するが，循環式の場合には撹拌の速度を大きくして（k_x を大）実験をする必要がある．

つまり，正しい気液平衡データを得るためには蒸発速度を遅くし，撹拌速度を速くした方が良いのであるが，蒸発速度を遅くすると，沸点に達せず正しい気液平衡データが得られない[5]．また，撹拌速度が速すぎると，液が飛び散って壁に当たってそのまま蒸発するのであまり速くできない．蒸発速度，撹拌速度は上述の範囲内で操作するが，それでも健全なデータが得られないこともあるため，気液平衡データの補正を行うことが必要になる．

3．物質移動モデルによる気液平衡データの検討

3．1　対象とした気液平衡データ[1]

前述した物質移動モデルによる検討で対象とした気液平衡データは，前報[1]の n-ヘプタン-トルエン系の 200，50mmHg におけるものである．この系に対する Herington の方法[2]による健全性の判定結果は

50㎜Hg　：$I=-2.13\times10^{-3}$　$\Sigma=0.0840$
　　$T_{max}=308.5$　$T_{min}=300.2$　$\theta_T=8.3$
　　$D=56.5$　$J=4.16$
200㎜ Hg：$I=-0.351$　$\Sigma=0.0643$
　　$T_{max}=341.3$　$T_{min}=332.0$　$\theta_T=9.3$
　　$D=54.6$　$J=4.20$

ここで　$D=100|I|/\Sigma$ (6)

$$I=\int_0^1 \log(\gamma_1/\gamma_2)dx \quad (7)$$

$$\Sigma=\int_0^1 |\log(\gamma_1/\gamma_2)|dx \quad (8)$$

$$J=150\theta_T/T_{min} \quad (9)$$

$$\theta_T=T_{max}-T_{min} \quad (10)$$

いずれも $D>J+10$ となり不健全であった．（後述の Fig. 2，Fig. 3 に示している．）

また，この系に対しては，圧力が下がるほど，D と J の差は大きくなる傾向がみられた．

3．2　実測値からの K'および Δx の推算

実測値 x，y などから Δx を知るには(4)，(5)式からわかるように K'すなわち N_t と $k\dot{x}$ を推定する必要がある．N_t は操作条件としての蒸発速度から求められる．一方 $k\dot{x}$ は(2)式によれば k_x と N_t を含んでいるが，k_x の推定は直接実測されないので難しい．そこで k_x の推定法として，疋田らの気液定界面式撹拌槽における水中への CO_2 吸収実験に対する次式で表される相関式[6]を適用した．

$$k_xD/(cD_L)=0.322(d^2n\rho_L/\mu_L)^{0.7}(\mu_L/\rho_LD_L)^{1/3} \quad (11)$$

但し　D：槽径［cm］　n：回転数［r. p. s］
　　d：撹拌翼径［cm］　μ_L：液粘度［g/(cm・s)］
　　ρ_L：液密度［g/cm³］　D_L：液拡散係数［cm²/s］
　　c：モル密度［mol/cm³］

ここで用いた気液平衡測定装置，操作条件については D＝7.5cm，d＝ 4 cm，n＝8.33r. p. s，$N_t=1.26\times10^{-5}$［mol/(cm²・s)］であった．

また，n-ヘプタン-トルエン系の物性値は以下の式[7]で求めた．

◎$\rho_L=0.89111-0.299949x+0.121338x^2+(-1.25727\times10^{-3}+2.46616\times10^{-3}x-2.59123\times10^{-3}x^2)t+(3.67890\times10^{-6}-2.61854\times10^{-5}x+2.86538\times10^{-5}x^2)t^2$［g/cm³］

◎$\mu_L=\{(-2.62+0.67x)t_L+537-133x\}\times10^{-5}$［g/(cm・s)］

◎$D_L=1.253\times10^{-5}(1+0.02t_L)$［cm²/s］

◎$c=\rho_L/M$　[mol/cm³]

$M=M_1x+M_2(1-x)$

$=100.21x+92.14(1-x)$

n-ヘプタン-トルエン系における測定値 x, y, t を用い，(11)式より k_xを求め，(2)式より kx を計算し，さらに(5)式より K'を求め，(3)，(4)式より x_i, Δx を得た．それらの結果を50mmHg，200mmHg に対して Table 1，Table 2 に示す．Δx は x に対し，無視できない大きさであり，また．K'の値は組成により幾分異なった値を示している．これは，組成が変わると沸点が変わり，物性値が変わるためである．

3．3　補正データに対する Herington の方法による熱力学的健全性の検討

低沸点成分，高沸点成分の活量係数の比を測定値に対して Γ とおき，補正値に対して Γ'とおけば，

$$\Gamma=\gamma_1/\gamma_2=y(1-x)p_2^\circ/\{x(1-y)p_1^\circ\} \quad (12)$$

$$\Gamma'=\gamma_1'/\gamma_2'=y(1-x_i)p_2^\circ/\{x_i(1-y)p_1^\circ\} \quad (13)$$

Γ'は x に Δx の補正を施したときの γ の比である．前報[1]より Δx に対して温度変化も多少あるが，温度変化に対して p_2°/p_1°の変化はほとんど無視できるため，結果として Δx に対して p_2°/p_1°の変化も無視できる．そこで p_2°/p_1°を(12)式と同様においている．ここで $x_i<x$ なので Γ<Γ'となる．

そこで，n-ヘプタン-トルエン系50mmHg のデータに対して Herington の方法で計算した．結果を Table 1，Fig. 2 に測定値と併せて示した．

ここで(12)，(13)式で用いた蒸気圧式は

n - Heptane：$\log p_1^\circ=6.90240-1268.115/(t+216.900)$

Toluene：$\log p_2^\circ=6.95334-1343.943/(t+219.377)$

判定結果は

$l=-3.68\times10^{-3}$　$\Sigma=0.092$

T max＝308.3　T min＝300.2　$\theta_T=8.1$

D＝4.00　J＝4.03

D<J を満たしており健全と判定される．

n-ヘプタン-トルエン200mmHg においても同様な計算をした結果を測定値と共に Table 2，Fig. 3 に示す．

判定結果は

$l=-7.17\times10^{-3}$　$\Sigma=0.0698$

T max＝341.1　T min＝332.1　$\theta_T=9.0$

D＝10.3　J＝4.10

π	t	x	x_i	Δx	y	k_x	kx	K'	$\log(\gamma_1'/\gamma_2')$	$\log(\gamma_1/\gamma_2)$
50.58	34.6	.0565	.0488	.0077	.0910	6.269E-05	6.921E-05	.2226	0.09169	0.02472
50.07	33.9	.0792	.0655	.0138	.1400	6.178E-05	6.830E-05	.2262	0.16735	0.07807
49.79	31.8	.1762	.1514	.0248	.2795	5.851E-05	6.503E-05	.2403	0.13674	0.05790
49.54	29.9	.3185	.2901	.0285	.4283	5.468E-05	6.122E-05	.2592	0.06115	0.00274
50.44	29.1	.4230	.3926	.0304	.5350	5.242E-05	5.897E-05	.2717	0.04764	−0.00711
50.19	28.4	.4620	.4347	.0273	.5602	5.144E-05	5.799E-05	.2776	0.01569	−0.03219
49.44	28.4	.5722	.5574	.0148	.6235	4.974E-05	5.630E-05	.2883	−0.08452	−0.11065
49.71	27.2	.7095	.6972	.0123	.7500	4.737E-05	5.394E-05	.3048	−0.08939	−0.11508
50.80	27.5	.7108	.6983	.0125	.7520	4.748E-05	5.406E-05	.3039	−0.08681	−0.11293
51.29	26.6	.8110	.8041	.0069	.8330	4.595E-05	5.254E-05	.3155	−0.12013	−0.13952
50.36	27.2	.9060	.9012	.0048	.9210	4.525E-05	5.184E-05	.3211	−0.09775	−0.12176

Table 1　Calculation of Δx by K' (presumed) at 50mmHg for n-Heptane-Toluene

π	t	x	x_i	Δx	y	k_x	kx	K'	$\log(\gamma_1'/\gamma_2')$	$\log(\gamma_1/\gamma_2)$
201.0	67.8	.0505	.0439	.0066	.0895	8.078E-05	8.724E-05	.1688	0.15569	0.09206
200.4	68.1	.0782	.0694	.0088	.1297	8.004E-05	8.650E-05	.1705	0.12605	0.07021
199.4	64.3	.1165	.1066	.0099	.1718	7.678E-05	8.325E-05	.1783	0.06319	0.01978
198.8	65.8	.1790	.1632	.0158	.2662	7.571E-05	8.218E-05	.1811	0.09354	0.04513
201.6	63.8	.3135	.2944	.0191	.4120	7.106E-05	7.755E-05	.1940	0.04782	0.00860
200.2	62.5	.4598	.4406	.0192	.5525	6.701E-05	7.351E-05	.2069	0.01703	−0.01666
201.0	61.2	.5730	.5574	.0156	.6448	6.411E-05	7.062E-05	.2172	−0.02027	−0.04784
201.9	61.1	.6760	.6659	.0101	.7210	6.219E-05	6.871E-05	.2246	−0.06633	−0.08620
200.4	60.2	.7076	.6996	.0080	.7428	6.128E-05	6.780E-05	.2283	−0.08629	−0.10295
201.2	60.3	.7120	.7040	.0080	.7472	6.125E-05	6.777E-05	.2284	−0.08529	−0.10210
200.1	59.0	.8084	.8014	.0070	.8380	5.923E-05	6.575E-05	.2371	−0.07270	−0.09206
198.7	59.3	.9070	.9043	.0027	.9180	5.802E-05	6.455E-05	.2426	−0.10672	−0.12045

Table 2　Calculation of Δx by K' (presumed) at 200mmHg for n-Heptane-Toluene

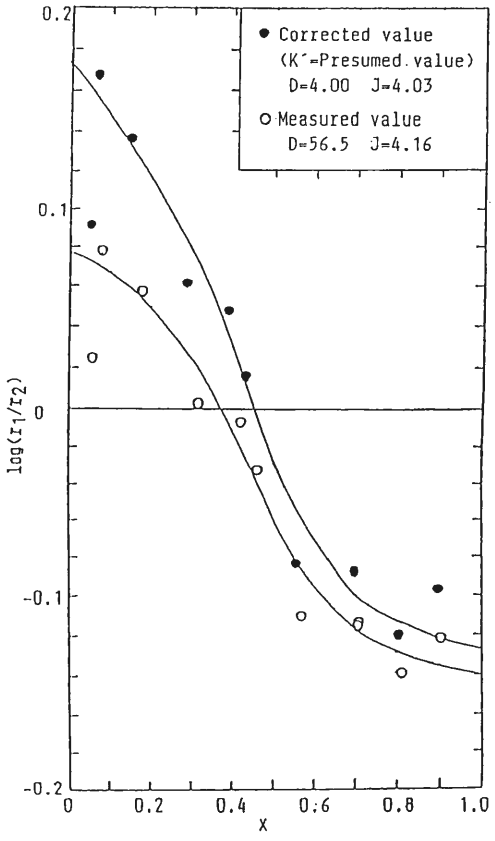


Fig. 2 x vs. $\log(\gamma_1/\gamma_2)$ for n-Heptane-Toluene at 50mmHg

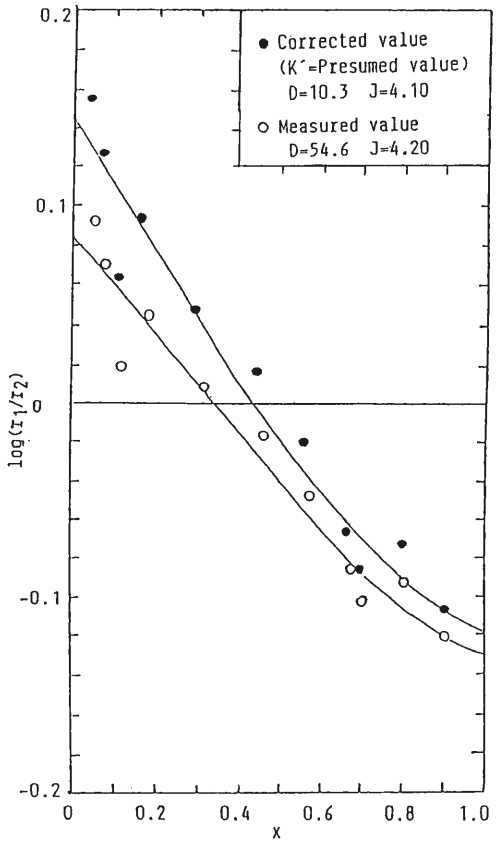


Fig. 3 x vs. $\log(\gamma_1/\gamma_2)$ for n-Heptane-Toluene at 200mmHg

D<J+10で健全と判定される.

50, 200mmHgで測定値データ(Fig. 2, Fig. 3中の○印)に対して不健全と判定されたが, 補正データに対しては健全と判定される範囲内に補正された.(同じく●印)

3.4 熱力学的に健全と見なせるときのK'の値

実験において蒸発速度や攪拌の条件などは, ほぼ同一にしているので, N_t, $k\dot{x}$ もほぼ同じ値をもつと考えられる. ただ, 組成, 温度の違いにより, 物性値が異なるのでその影響が考えられるがK'の組成による違いはTable 2, Table 3に示される程度である. 従ってK'も組成によらずほぼ一定値をもつと考えて良いであろう. そこでK'の値を適当に仮定してΓ'を求め, D= 0(この場合, Heringtonの方法で常に健全と判定される)となるK'の値を算定した.

n-ヘプタン-トルエン系について得られた結果は,

π=50mmHgのとき, K'=0.28

π=200mmHgのとき, K'=0.248となった.

これらの値は3.2で推定したK'の値(50mmHgでK'=0.22〜0.33, 200mmHgでK'=0.16〜0.25)とほぼ等しく前述の補正法が有効であったことを示している.

Fig. 4, Fig. 5は液相組成の補正値と気相組成の関係を3.2で得た結果及び実測値についても併せて示したものである. 前二者の補正値(図中の□と△印)の差はほとんど無視できるが, これらは実測値(図中の○印)よりもx-y曲線上で対角線との開きが大きくなっている.

4. 結　　言

減圧下の気液平衡を対象として, 液相内の物質移動速度を考慮して液相界面組成を求める関係式を誘導し, それを用いて測定値を補正した気液平衡関係を検討し, 以下の結論を得た.

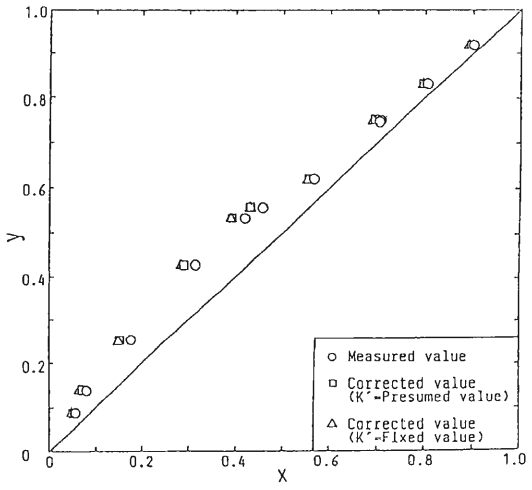


Fig. 4　x vs. y for n-Heptane-Toluene at 50 mmHg

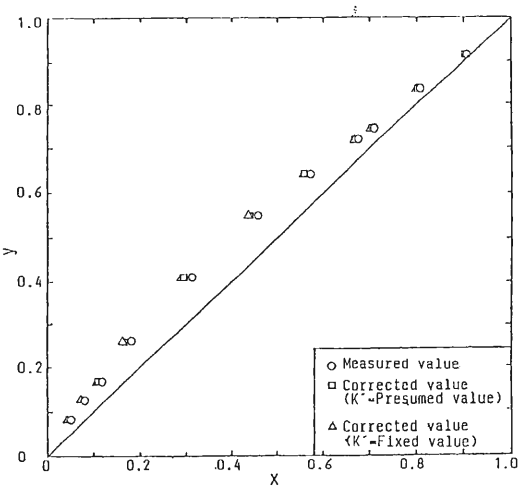


Fig. 5　x vs. y for n-Heptane-Toluene at 200 mmHg

液相組成を補正して得られた気液平衡関係は Herington 法により熱力学的に健全と判定された．信頼できる k_x を推定できれば，気液平衡データのより健全なデータを得ることが可能であろう．今後，他の条件（系，圧力など）で K'を推算して検討する必要がある．

Nomenclature

x＝mole fraction of more volatile component in liquid　[－]
y＝mole fraction of more volatile component in vapor　[－]
t＝temperature　[℃]
π＝total pressure　[mmHg]
γ＝activity coefficient　[－]
D＝defined in Eq.(6)　[－]
l＝defined in Eq.(7)　[－]
Σ＝defined in Eq.(8)　[－]
J＝defined in Eq.(9)　[－]
θ_T＝defined in Eq.(10)　[K]
Tmax＝highest boiling point in isobaric data　[K]
Tmin＝lowest boiling point in isobaric data　[K]
N_t＝evaporation rate　[mol/ (cm²•s)]
kx＝liquid phase mass transfer coefficients　[mol/ (cm²•s)]
kx'＝liquid phase mass transfer coefficients at high evaporation rate　[mol/ (cm²•s)]
〈subscript〉
1＝for more volatile component
2＝for less volatile component

Literature cited

1）渡辺徹：有明工業高等専門学校紀要　第21号，59（1985）
2）Herington, E. F. G.: J. Inst. Petrol., 37,457 (1951)
3）犬塚ら：化学工学論文集，11(4)，456（1985）
4）Bird, R. B., W. E. Stewart and E. N. Lightfoot: "Transport Phenomena", 663 (1960)
5）松田晃，宗像健，宮脇博行，渡辺徹：化学工学論文集，3(2)，183（1977）
6）疋田ら：化学工学論文集，1，45（1975）
7）宮下健二郎：九州大学修士論文（1977）

ヨーロッパの医療と病院建築を訪ねて
その１．フィンランド・スウェーデン

新　谷　肇　一

〈平成２年９月21日受理〉

The Health Care System and Hospital Architecture in Europe
Part 1.　Finland and Sweden

I visited Finland, Sweden, France, The United Kingdom, West Germany and The Netherlands for three months to study about the health care system and hospital buildings, especially ward planning in Autumn, 1989.

In this paper I mentioned about part 1 in Finland and Sweden.

Almost the health care services in Finland and Sweden developed through public initiative, so almost all the hospitals are managed by municipal bodies or communal federations in Finland, and provincial bodies in Sweden.

We can see several different features in the ward planning of some developed Western countries such as Finland, Sweden and Japan.　These hospitals have a smaller number of beds per nursing unit than those in Japan, so the overall floor area of the wards per bed in Finland and Sweden is larger than that in Japan.　The living spaces available for patients in hospitals in both countries are larger than those in Japan.

Choichi SHINYA

１．はじめに

1989年８月25日から11月30日までの約３か月余り，文部省在外研究員（短期）として，ヨーロッパ諸国の医療施設について研究する機会に恵まれた．

今回の留学の目的は，イギリスの北ロンドン工科大学（The Polytechnic of North London）の建築・インテリアデザイン学部にある医療施設研究部門（Medical Architecture Research Unit : MARU と称される）の医療施設計画（Health Facility Planning）の大学院コース（諸外国の留学生を対象）に約１か月間，籍をおいて講義やゼミに参加するとともに，イギリス，フィンランド，スウェーデン，西ドイツ，オランダ，フランス各地の医療施設（特に病院）について調査研究することであった．

北ロンドン工科大学の MARU の大学院コースの開講が10月１日からであったため，北欧，フランスを先に回り，イギリスのあとに西ドイツ，オランダを訪ねた．期せずして，西ドイツ滞在中に11月10日のあのベルリンの壁の崩壊という世界史的な事件に遭遇するというハプニングもあった．

留学中に見学・調査した病院は，フィンランド12病院，スウェーデン７病院，フランス４病院，イギリス６病院，西ドイツ４病院，オランダ９病院の合計42病院に達した．訪れた病院の種別は，大学病院，自治体病院，私立病院，あるいは一般病院，専門病院にわたり，病院以外にも若干のデイケアセンター，ナーシングホーム，ヘルスセンター等も見学することができた．そのほとんどは，留学前に連絡をとっていた各国の受入れ機関のお世話で実現できたものである．

２．調査の目的

わが国と欧州諸国の病院建築を比べると，その発展過程に大きな差異がある．ヨーロッパでは，概して，病院はキリスト教による修道院における病人の収容に起源があり，その後の長い歴史の中で，一貫して患者のための施設，患者を看護する施設としての位置づけが重要視されている．つまり，病院とは Intramural Institute（収容施設）であり，Extramural Institute（非

収容施設）である診療所，ヘルスセンターとは区別される．そして，患者を遇する見地は，英語の Hospital は Hospitality（お客を暖かくもてなすこと）という意味がこめられているし，ドイツ語では病院のことを Ziekenhuis(患者の家)，あるいは Gasthuis(お客の家)と表現されていることにも端的に示されている．

それに対して，日本は近代に入って西洋医学を本格的に導入し，それを行う施設として病院が発展したため，病院とは医師を養成するところ，診療を行う施設であるという医師中心の考え方が根づよく，患者の立場からの，あるいは看護の立場からの施設観は弱い．

また，医療制度をみても，ヨーロッパ諸国の場合，地域住民の一次医療については，開業医あるいはヘルスセンターの医師である主に一般医（General Practitioner)が担っており，二次，三次の高度医療は，専門医（Specialist）をかかえる地区病院あるいは，中央病院あるいはより上位の教育病院（大学病院）が担い，そのために各段階の医療圏が設定され，病院医療は救急を除き，より低次の医療機関からの紹介を通して行われているのが一般的である．

これに対して，わが国では，一次，二次，三次医療に対する医療機関の役割分担が明確でなく，それぞれ競合的関係にあるため，病診連携，病病連携は至って弱い．その結果，病院外来部に軽症患者も含めて患者が殺到する現象が一般的である．

このようなことから，診療施設や外来部門の設備はわが国が大きくリードしている反面，患者を看護する病棟部門やそれを支えるサービス部門，スタッフのための空間，患者の待ち合い空間などでは，逆に大きく立ち遅れていると言われている．

そこで，今回の調査研究の目的は，各国に医療制度と患者の立場に立った病院建築のあり方，特に，病棟部門の平面構成，看護単位，面積水準，病室の大きさ，病室まわりの設備，看護方式，患者サービス等について，その実情を把握することであった．

本稿では，その１として，フィンランド，スウェーデンの医療と病院建築，特に病棟計画について留学中の調査で得た知見を報告する．

３．フィンランドの医療と病院建築

フィンランドの医療は（図１）のように，国の統督と補助を受けて，自治体あるいは自治体連合によって経営される公的医療供給制度である．

医療の組織は，(図２)のように，５つの大学中央病院区とそれをさらに21に分割した中央病院区に分けられ，各々に大学中央病院と中央病院が１つづつ配置さ

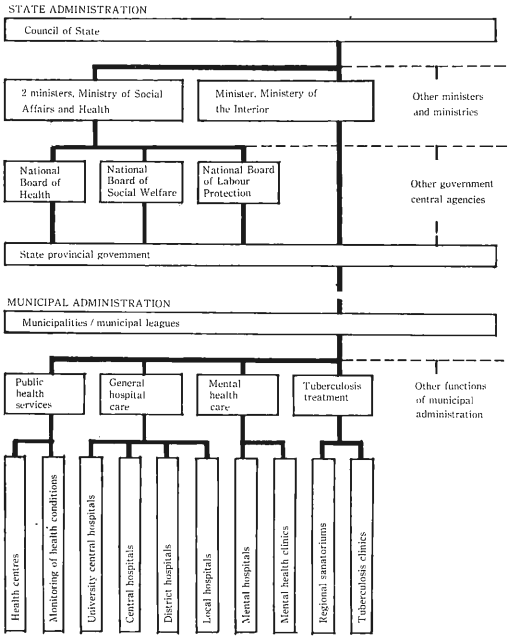


図１　フィンランドの医療システム

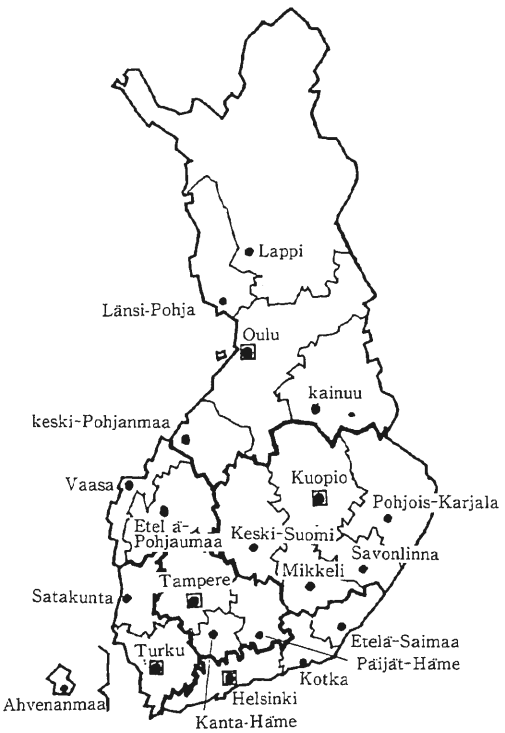


図２　フィンランドの医療圏

れている．(大学中央病院がある地区は，これが中央病院を兼ねる．)
中央病院の病床数は全部で約13,700床である．中央病院区はさらに27の地区病院区に分けられ，各々に地区病院がおかれている．地区病院の全病床数は，約4,500床である．地区病院区には，さらに市レベルの215のヘルスセンターと201のヘルスセンター病棟が配置され，全体は，図３のようなピラミッド型の組織となっている．

1972年に制定されたプライマリー医療法によって，従来のローカル病院が，ヘルスセンターの外来と病棟に転換され，プライマリー（一次）医療を強化している．

なお，フィンランドの国土面積は，約33万㎢で，日本よりやや狭いが，人口は約490万人と少なく，人口密度はわずか14.5人／㎢であり，日本の約１／20である．

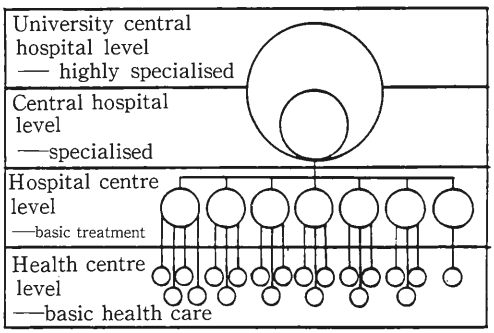


図３　フィンランドの医療のヒエラルキー

３．１　ヘルシンキ大学中央病院

私が最初に訪問したヘルシンキ大学中央病院は，フィンランドで最も重要な位置づけをもつ大学病院である．ヘルシンキ大学中央病院区は（図２）のように３つの中央病院区に別れているが，さらに（図４）のように，７つの地区病院区と市に分かれている．

1 Helsinki地区
2 Jorvi地区
3 Länsi-Uusimaa地区
4 Lohja地区
5 Peijas地区
6 Hyvinkää地区
7 Porvoo地区

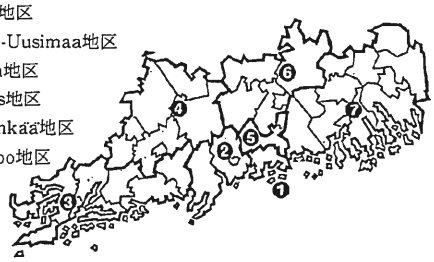


図４　ヘルシンキ大学中央病院地区

ヘルシンキ大学中央病院の組織は（図５）のように10の部門からなり，病院長は病院全体の管理者ということで，Medical Director より上位にランクされている．この点は，病院長は Medical Doctor でなければならない日本の制度と大きく異なっている．病院長のレランデル氏が，今回の私のフィンランドでの病院見学，調査の手はずを整えて下さった．

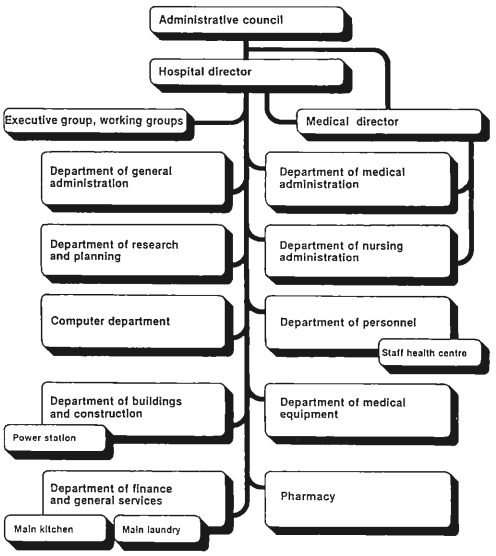


図５　ヘルシンキ大学中央病院の組織

ヘルシンキ大学中央病院の施設は，（図６）のように，Meilahti Hospital Complex にその大部分が集中され，主要病院としての Meilahti 病院以外に産婦人科，小児，眼科，耳鼻科，放射線科がそれぞれ独立の建物をもち，それらは地下道で結ばれている．この地区以外に郊外に Töölö 病院(外科，脳神経外科)，外科病院，内科病院，精神病院，アレルギー病院の５つの専門病院をもっている．以下，これらの病院について

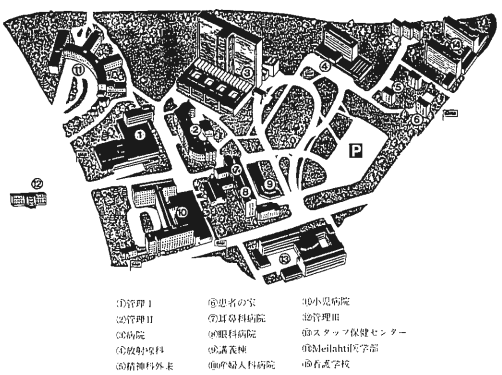
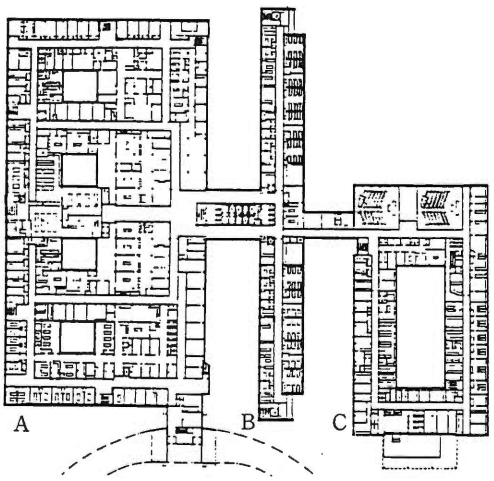


図６　Meilahti地区の病院

述べるが，私に同行して病院を案内してくれたのは，施設部の建築部門の責任者である女性建築家のルシラさんであった．

1）Meilahti 病院

Meilahti 病院は，1965年に完成した，14階建て，750床を有するメインの病院である．既に20年近く経ているが，内部はそれほど古さを感じさせない．（図７）のように病棟を間にして，治療棟と実験棟が配置されている．サービス部門は別棟になっている．



A　治療棟
B　病棟
C　実験棟

図７　Meilahti病院平面図*1

標準病棟は１フロアに２つの看護単位をもつ中廊下タイプで，南側に病室，北側に付属諸室をとり，看護単位の中央北側にナースステーション（NS）が置かれているが，廊下にガラス張りで張り出しているのが特徴である．

標準看護単位は当初６床室３室，３床室３室，２床室２室の28床であったが，その後，６床室を５床に変え，25床としている．隔離病棟は個室と４床室につくりかえ，３階の ICU 病棟は，（図８）のように，廊下に張り出したガラススクリーンによって NS からの見通しをよくした３床室の病室にかえていた．この ICU 病棟の病室以外の諸室をみると，スタッフの会議・休憩室（写真１）や収納スペース，ユーティリティがよく整っていることがわかる．10床が定員であるが普通は８床で，なんと看護婦（助手も含めて）が45人もいるという．

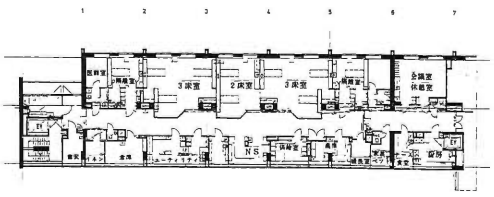


図８　Meilahti病院のICU病棟（改造）

写真１　ICU病棟のスタッフ会議室・休憩室

2）小児病院

小児病院は Uno Ullberg と Erkki Linnasalmi の設計で，1944年に完成した古い建物であるが，傾斜地に建てられた，半円弧を描く幹から翼がのびた面白いフィンガープランの病院である（図９）．1979年にリノベイションが行われて，新しい装いになっている．

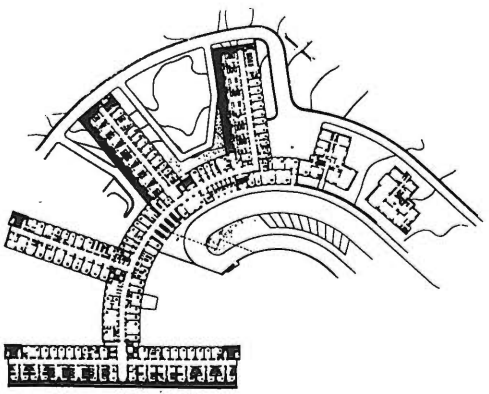


図９　小児病院（1944年）*2

２年前に，フィンガープランの中庭の部分に，外来部門，管理部門の増築が行われ，機能の成長・変化に対応している（図10）．

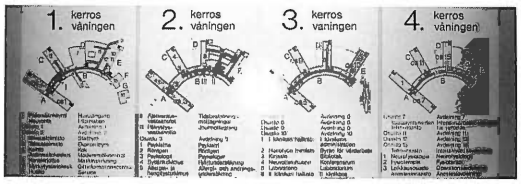


図10　小児病院の拡張プラン

3）眼科病院

眼科病院は，1952年に完成した旧建物に隣接して，新しくアネックスが完成していた．手術部とスタッフのためのスペースが主であるが，いずれもゆったりととられている．特にスタッフの執務室，休憩室が非常に快適であったのが印象深い．

次に，前述した郊外の病院について述べる．これらは，建築家のアルノ・パーテラ氏の事務所が設計あるいはリノベイションを担当したもので，エスポー市の事務所を訪ね，病院を案内していただいた．この事務所は，祖父の代から3代つづいている病院建築では，著名な事務所である．前述の Meilahti 病院は，父の代に後述するレイノ・コイブラ氏の事務所と協同で設計されたものであるし，前述の眼科病院のアネックスもこの事務所の設計である．

4）精神病院

この病院は，1841年に C. L. Engel の設計で建てられた最も古い病院であるが，パーテラ氏の事務所がリノベイションを担当して，（写真2）のように白い清潔な病院として生れかわった．残念ながら，内部は見れなかったが，海岸に面した景勝地に建つ105床の病院である．

写真2　ヘルシンキ大学中央病院（精神病院）
1841年設立

5）外科病院

この病院は，1888年に F. A. Sjöström の設計で建てられた古い病院で，100周年を迎えていた（図11）．

院内感染防止のため，両端の病棟は，中央の管理，診療棟からかなり長い廊下で分離された，H 型の石，レンガ造の2階建ての建物で，当時としては，病院建築の新しいデザインを代表していた．両端の病棟は，17床の大部屋病室で全部で8室あった．建物の構造はしっかりしており，たいへんメモリアルな建築であるので，内部のリノベイションをはかって再利用されることになった．大病室はフィンランドでは珍しくそのままの大きさで使用されている（写真3）．2床室2室を加え21床が一看護単位となっている．大病室をつなぐホールはデイルーム，食事室として使用され，病室とともに広いバルコニーがついている．

一看護単位の看護婦は，正15名，副5名で，ほかに5名の掃除，洗濯をするハウスキーパーがいる．

フィンランドではよくコーヒーを飲むが，病院でも，午後2時と夜7～8時にコーヒータイムをとり，患者にもコーヒーサービスを行っている．

この病院の外来は，もちろん救急以外は紹介制であるが，1日に50～100人位の患者であるという．ベッド

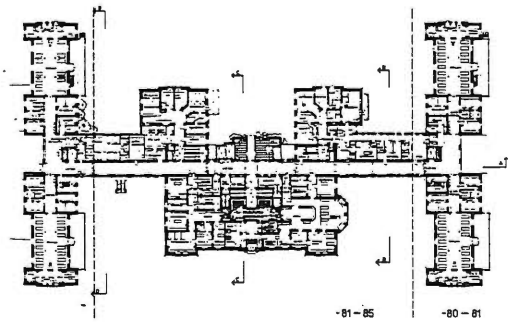


図11　外科病院平面図（1888年設立）*3

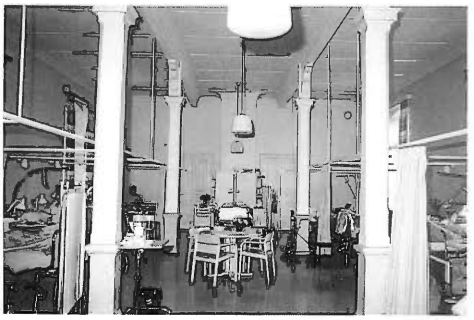


写真3　外科病院の大部屋病室

数は194床であるので，外来率は50%以下である．病院の開院時間は，朝7時半から夕方5時半までで，労働者の時間帯に合わせているのには感心した．

6）Töölö 病院

この病院は，1932年にパーテラ氏の祖父が設計した病院で，1960年に父の設計でアネックス（病棟等）がつくられ，1985年に彼の設計で，外来，ICU，診療科の増設等で大幅なリノベイションが行われ，三代続けて設計したという珍しい病院である．この病院は，特に交通事故や火傷などの三次対応の救急病院として重要な役割を果している．病床数は275床である．興味深いのは，手術前の待機病室で，ドクターの部屋と患者の部屋が一緒になった部屋である（写真4）．もう1つ驚いたのは，地下2階に戦時用の病室が用意されていたことである．いつでも使用できるように常に清潔に保たれている．もちろん，戦時のみでなく災害時にも使用するという．

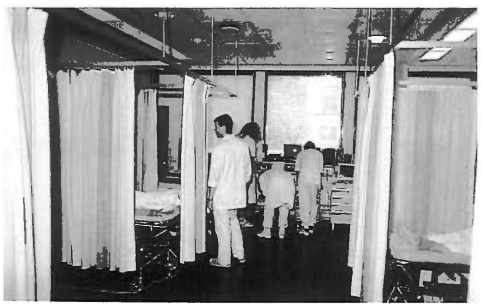


写真4　Töölö病院　手術前待機病室

7）アレルギー病院

この病院は，アレルギー性の疾患のために，1962年に建てられた70床の病院であるが，今度，新しく，パーテラ氏の設計で，外来部門，リハビリテーション，検査，X線等の部門とともに30床の増床のために拡張工事が始められていた．周囲が公園であるため，傾斜地を利用して，3階建ての低層の建物として計画されている．

3．2　ヨルビ病院

この病院は，ヘルシンキの西隣のエスポー市（図4参照）にある地区病院で，エスポー市をはじめ周辺6市の連合で経営されている病院で，各々の市が一定のベッド数を所有している病院である．

この病院は，フィンランドでの病院建築の設計では

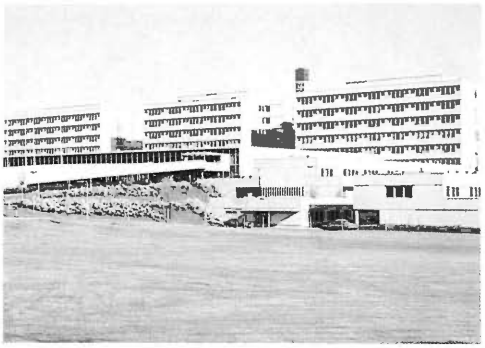


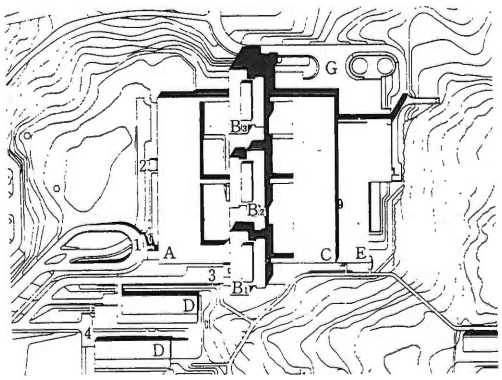
写真5　ヨルビ病院全景[*4]

第1人者であるレイノ・コイブラ氏の事務所がコンペで一等をとって設計した建物で，1976年に完成している（写真5）．

建物の規模は510床，延面積58,000㎡で，地区病院としては最大であり，中央病院と比べても十指に入る病院である．さらに，私が訪れた時には，新しく眼科病棟が開院される直前であった．

病院のブロックプランは，(図12)のように，正面入口から外来，管理，診療棟が並列して，管理棟の上に正面右より産婦人科，外科，内科と各々5層の病棟を分立させた明快なプランである．外来，入院のメイン入口を2階にとり，1階に救急入口をとっている．

この病院に入った時の第一印象は，建物のメンテナンスが良く，とても10数年も経過した建物とは思われ



A：外来診療棟
B_1：産婦人科病棟
B_2：外科病棟
B_3：内科病棟
C：治療棟
D：小児病棟
E：管理棟
G：サービスヤード
1：メインエントランス
2：救急入口
3：産科入口
4：小児病棟入口

図12　ヨルビ病院配置図[*5]

なかった．むしろ，人々が病院を使うことによって，空間をより美しく保ってきていると思われる．

清潔感あふれるすっきりとしたデザイン，落ちついたしかも明るいインテリア，ホテルのように広々としたロビー，あちこちに配置された観葉植物の美しさ等が印象深い(写真６)．延面積を病床数で割った１床あたりの面積は，約114m²になり，日本のそれと比べて倍近い値である．のびのびとしているはずである．

標準病棟は，(図13)のように，４床室５室，２床室３室，個室４室からなり，一看護単位は30床である．これを複廊下式のプランでまとめているので，廊下もそれほど長くなく，３ｍの廊下幅が広々とみえる．

病室の広さは，４床室の場合で間口が７ｍ，２床室，個室の場合で4.3m～4.5m ほどあり，面積でみると４床室が11.7m²／床，２床室が14.4m²／床，個室が28.8m²／床となり，日本の病院が今だに及ばない水準である．各病室には，WC，手洗，収納棚が備えられているが，この分散便所も，ようやく日本で普及し始めたものである．病棟のコア部には，洗浄室，浴室，WC，厨房，ダーティとクリーンに分けられたリフト，３台のエレベーターと良く整って，広さも充分である．ナースステーションは端部におかれて採光もとれている．カウンターには天井までのガラスがはめこまれ，内部も非常にすっきりとしている．そのほかデイルーム，治療室，スタッフ室（医師室のみでなく端部の２床室を看護婦の休憩室にしている（写真７））等もとられている．

看護婦の配置は，30床に対して正副あわせて28人であり，一日の割りふりは，日勤７人，準夜勤４人，夜勤３人であり，これ以外にクリーナーとセクレタリーがいて，患者に行き届いた看護がなされている．

病院の訪問には，レイノ・コイブラ氏の御子息で，現在事務所の中心となっているペッカ・コイブラ氏が自ら案内してくれた．有名なタピオラニュータウンに事務所を構えている．現在 Meilahti 病院のアネックスの設計が進められており，後述するオウル大学中央病院，ラップランド中央病院もこの事務所の設計である．

写真６　ヨルビ病院の外来部への入口

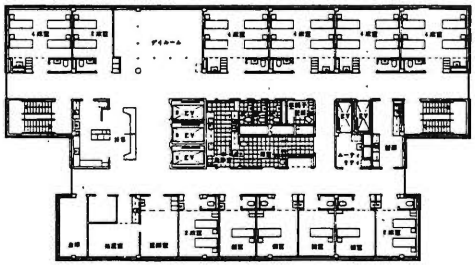


図13　ヨルビ病院の標準病棟平面図

写真７　ヨルビ病院の看護婦休憩室

３．３　トゥルク大学中央病院

トゥルクは19世紀初めまでフィンランドの首都であったところで，ヘルシンキから汽車で２時間程の人口約16万５千人の市である．町の中央に大きなアウル川が流れて，その川沿いと背後にそびえるトゥルク教会の美しさは格別であった．

１）トゥルク大学中央病院

トゥルク大学中央病院は，1958年に設立されたが，それまでは県病院であった．1968年に地上13階，地下２階，555床の新病院がつくられ，これがメインの建物である(写真８)．ほかに古い建物のリノベイション等で再利用をはかり全部で1,138床の病床をもっており，主要な建物は地下で結ばれている．これは空襲の際のシェルターでもあるという．

この新病院の病棟は，１フロアが３看護単位からなっている複廊下型のプランである．看護単位の構成は診療科によって異なるが，内科は，６床室１室，３床

写真８　トゥルク大学中央病院

室８室，個室３室と３床室が主体で全部で33床である．以前６床室であったところが３床室に分けられている．これに対してスタッフの数は，ドクター２名，正看護婦15名，副８名，クリーナー４名，クラーク１名，タイピスト１名と非常に充実している．日本に比べて，看護婦は看護の仕事に集中でき，しかも１人あたりの患者数がかなり少い．眼科では，さらに看護単位が小さく23床である．反対側は小児の伝染病棟で27床である．夜間はこの両者で一つの看護単位となる．

次にICU病棟をみると，CCUが６床，重症が４床で，これに対してスタッフは，ドクター２名，正看護婦19名，副11名，メディカルオフィサー１名，クリーナー４名，ヘルパー１名，クラーク２名とさらに充実しているのがわかる．日本の場合，いかに少ないスタッフでがんばっているかがわかる．

この病院では外来は小児と眼科のみを扱っており，内科，外科，救急は別の建物であった．

２）パイミオ病院

トゥルク大学中央病院の１つに有名なパイミオ病院がある．フィンランドが生んだ世界的な建築家であるアルバー・アアルトの初期の最も重要な作品である．もとは結核療養所（サナトリウム）であったため，トゥルクから30km，バスで約１時間程離れた田舎のモライネ丘の松林の中にある（写真９）．

1928年に行われたコンペで一等になり，完成したのが1933年であったが，あれから半世紀が過ぎているのに，全く古さを感じさせず，瑞瑞しい印象を与えるのには驚いた．もちろん，原形を尊重したリノベイションがなされてはいるが，いかに大切にまた誇りをもってこの病院が使用されているかがわかる（写真10）．

この病院は，丸柱，円弧をなした外来待合ホール，カーブした受付，階段の手すりの曲線，壁のコーナーの曲面等々，患者の立場にたったやさしい心づかいのデザインがディテールにまで行き届いている．

写真９　パイミオ病院(元パイミオ結核療養所)

写真10　パイミオ病院外来ホール

病棟は森に面してサービス空間，交通空間から切り離して建てられ，病室は２床室でつくられている．これは患者により静けさを与えるためであったという．病室の窓は新鮮な空気を入れるため開放的である．また病院には，当初から，食堂，レクレーション室，図書室，趣味室などが完備されている．

３．４　タンペレ大学中央病院

タンペレは，人口約17万５千人の新興の工業都市で，フィンランド第２の都会である．海岸都市トゥルクから汽車で２時間40分程，内陸部に入ったところにある．町の中央にタメルコスキー川が流れ，街路樹や公園，文化施設も豊富で工業都市を感じさせない．

タンペレ大学中央病院は，1981年にスタートしており，それまでは，地区中央病院であった．1972年にタンペレ大学医学部が開設されてからは教育病院を兼ねていた．

現在のサービス人口は，中央病院として約42万人であるが，他の４つの中央病院地区にも責任をもっており，それを含めると約110万人となる．

中央病院（写真11）は，1962年に竣工しているが，

写真11　タンペレ大学中央病院

写真13　廊下に張り出したナースステーション

その後，1982年に第１期拡張が完成し，さらに第２期拡張が完成間近という時であった．新しい増築部分は，手術部，放射線部，小児の ICU，検査部等であった．総ベッド数は1,242床である．

病院を案内してくれたのは，施設部長のレイジョネン氏とエンジニアのラウティオ氏であった．

広々とした明るいメインロビー(写真12)，患者のための食堂，売店，銀行，花屋等がとられていた．

標準病棟は，南側に病室，北側に付属諸室が並んだ中廊下タイプである．

１フロアに２つの看護単位があり，看護単位の構成は，３床室９室，２床室２室，個室１室で，全体で32床である．ナースステーションは，看護単位の中央北側におかれているが，廊下にガラス張りで張り出しているのが特徴である(写真13)．これはナースステーションの位置を明示するためと，廊下への見通しを良くするためで，ヘルシンキ大学中央病院の Meilahti 病院でもみられた．

スタッフは，ドクター２名，正看護婦11.5名，副８名，クリーナー3.5名，タイピスト１名である．正看護婦は修業年限によってスペシャルナースとノーマルナースに分かれていて，パートタイマーを含む．

この病院では，個室，２床室以外はまだ分散便所はとられていないが，デイルームの中に喫煙室が区画され，ユーティリティ関係やスタッフのミーティング室がよく整っていた．

3．5　ラップランド中央病院

ラップランド中央病院（写真14）は，北極圏のラップランド地方の中央病院である．

タンペレからこの病院があるロバニエミ市まで，夜行列車を利用して約９時間半かかった．ラップランドの玄関口であるこのロバニエミ市は，人口約３万人の小さな町であるが，世界的な建築家のアルバー・アアルトが設計した図書館やラッピアハウス等の代表作があることでも有名である．

中央病院は中心街より約２kmほど離れた，オウナスヨキ川を渡った反対側の丘，オウナスバーラの丘の南側の９ ha の広大な敷地の真中に建てられている．

レイノ・コイブラ事務所の設計で1976年から開始され，完成したのが1988年の新しい病院である．病院の

写真12　タンペレ大学中央病院メインロビー

写真14　ラップランド中央病院全景*6

延面積は20,341㎡で，病床数は341床である．1床あたりの面積は，112.9㎡／床と日本の2倍程である．前述のヨルビ病院も約114㎡／床であったが，これがフィンランドで通常の水準である．1床あたりの敷地面積も264㎡／床あり，日本で好ましい水準と考えられている，100㎡／床に比べて2.6倍以上もある．

建物は10mほどある高低差を利用して，地下2階，地上6階建てであり，1階に救急入口，2階にメインフロアをもってきているのは，ヨルビ病院と同じ手法である．

院内のデザインは，ヨルビ病院よりさらに洗練されたものであった．木製のがっしりとしたサッシ（ベネシアンブラインド埋込ペアガラスは同様），北欧の木製家具，ソフトなカラーコントロール，仕上げ材の巧みな組合せ，さらに豊富な観葉植物の配置などとても印象深い病院であった．また，アットホームな落ちついた外来待合室で特に目を引いたのが，患者の中で，待っている間に具合が悪くなった人のために，一郭にカーテンで仕切られたベッドが用意されていたことである（写真15）．患者の立場にたった配慮がうかがえる．

写真15　ラップランド中央病院の外来部待合室

病棟は2看護単位で1管理単位とした，変形複廊下型のプランである．中央部にエレベータホールをとり，それに面して2つのナースステーションを並べている（図14）．

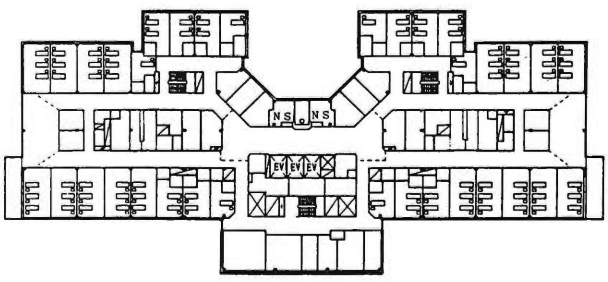


図14　ラップランド中央病院の病棟平面図

両側とも，当初40床で計画していたが，実際には，倉庫等をとって35床で運営している．産婦人科では，陣痛室，観察室をとるため，30床位になっている．

標準の40床の病棟では，3床室9室，2床室5室，個室3室の構成であるが，実際には，3床室1室を倉庫にし，もう1つ3床室を個室にしている．

スタッフの構成は，ドクター3名，正看護婦8名，副6名，クリーナー3名，クラーク1名，タイピスト1名である．看護婦の配置は，日勤：正3名，副3名，準夜勤：正2名，副2名，夜勤は2つの看護単位を合わせて正1名，副1名でやっている．ナースステーションを隣り合わせにとっているために，このような夜勤体制が可能になっている（写真16）．

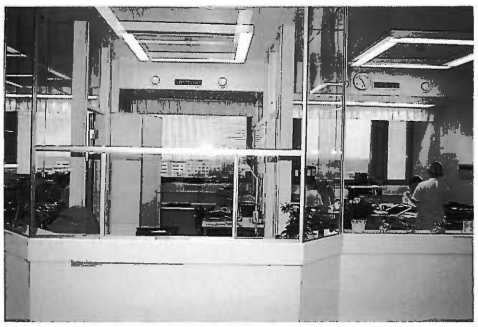


写真16　隣合ったナースステーション（ラップランド中央病院）

3．6　オウル大学中央病院

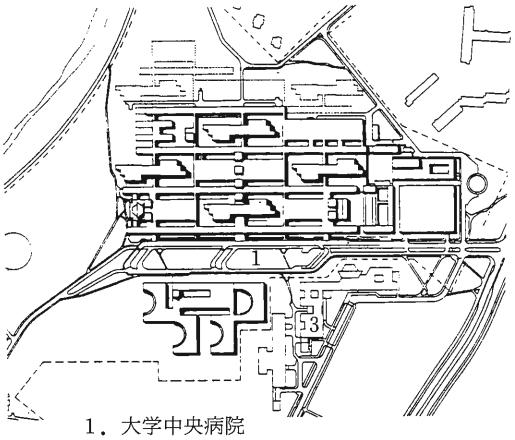
ロバニエミ市からオウル市まで汽車で約3時間である．オウルの駅は小さいが，町並みは整然として美しい．町の中心は石畳が多く，古い伝統的な建物と新しい建物が良く調和して落ちついた町である．

オウル大学中央病院の見学は当初の予定にはなかったが，ロバニエミ市からこの病院の施設部長に電話を入れて受け入れてもらった．

この病院は1966年のコンペで，レイノ・コイブラ氏の事務所が一等をとり，1968年から建設にとりかかって1973年に完成された．

大学中央病院の直接のサービス人口は約26万人であるが，ほかの4つの中央病院地区を含めると約66万人になる．サービス面積は，実にフィンランドの48％に達し，病院までの距離が長くなることが問題である．

病院は広大な松林の中に建てられている．総ベッド数は1,073床の大規模な病院であるが，病棟を4～5階建て，その他は2～3階建ての低層でまとめているのが特徴である．また，基本的なコンセプトとして，各々



1．大学中央病院
3．大学医学部

図15　オウル大学中央病院配置図*7

の診療科単位に必要な諸施設をまとめ，全体をホスピタルストリートによって結んでいる．小児病棟のみが例外で，離れたところに建てられ，トンネルで結ばれている（図15）．

病棟は，1つのフロアに2看護単位をもち，エレベーターホールをはさんで逆対称に配置された，複廊下型のプランである．

病室構成は，6床室1室，3床室4室，2床室4室，個室2室からなり，全部で28床である．各病室に便所，シャワーが配置され，デイルームと別に喫煙室がとられている．コア部分のつくりは，ヨルビ病院と基本的に同じである（図16）．

スタッフの構成は，ドクター10名，正看護婦15名，副7名，タイピスト1名，クリーナー4名であり，ドクターと看護婦の数がかなり多い．看護婦の配置は，日勤：正4名，副2名，準夜勤：正4名，副2名，夜勤：正2名，副1名であった．

小児病棟のみプランが異なり，2階建ての半円形のプランである．南に面して病室をとり，建物で風を防ぐために半円形の中庭が採用されている（図17）．

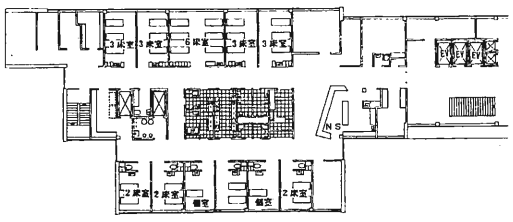


図16　オウル大学中央病院病棟平面図

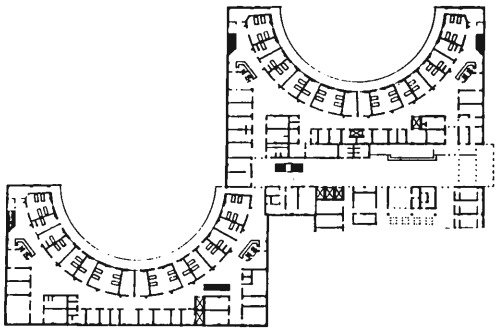


図17　オウル大学中央病院小児病棟平面図*8

各々，15床づつの2つの看護単位から構成されている．ナースステーションは両端にとられている．病室構成は4床室2室，2床室2室，個室3室の15床である．

スタッフ構成は，各看護単位にドクター2名，正看護婦13名，保母4名，タイピスト1名，クリーナー2名で，副看護婦はおかれていない．保母がおかれているのが興味深いが，Children Nurse という表現をしていたので，日本の保母とは異なるかもしれない．

4．スウェーデンの医療と病院建築

スウェーデンでは，保健，医療のための責任は，23の県議会と3大都市（イエーテボリ，マルト，ゴトランド）（人口範囲60万～150万人）にあり，社会福祉サービスと環境衛生のための責任は284の市（コンミューン）（人口範囲7千人～70万人）にあり，それらを国レベルの社会保健省と保健福祉庁が統轄している．

この中央政府の2つの機関は，いずれも国会と内閣の下に置かれ，前者は保健，医療，福祉の一般的ガイドラインを整備する，より包括的な役割をもち，後者は中央行政機関で，より実践的な役割をもっている．

スウェーデンは，地域医療システムが確立しており，全国を6つの医療圏（図18）（人口範囲100万人）に分け，各々の地域は1つか2つの大学に付属した高度の専門病院をもつ．

各々の県には，県立病院がおかれ，これには2種類ある．1つは15～20の専門診療をもつ中央病院で，通常，各県に1か所あり，もう1つは少なくとも4つの診療科（内科，外科，X線科，麻酔科）をもつ地区の段階の県立病院である．

地区レベルでは，プライマリーケアのための地区が設定され，各地区に1つあるいはそれ以上のヘルスケアセンターと少なくとも1つの長期療養のためのナー

図18　スウェーデンの医療圏

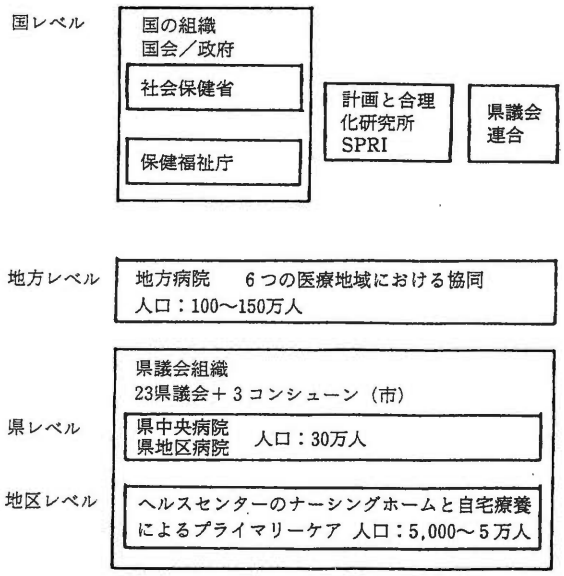


図19　スウェーデンの医療システム

シングホームをもっている．ヘルスセンターでは，地区の医師が診断，治療，アドバイスサービス，予防ケアを与える．

以上，スウェーデンにおける医療システムをまとめたのが（図19）である．

スウェーデンは，このような体系化された医療制度をもっているが，それだけではなく，スウェーデンには，医療をより効果的に，より充実して推進していくための頭脳集団，いわゆるシンクタンクがある．

それは，「The Swedish Planning and Rationalization Institute for the Health and Social Service：略称SPRI」と呼ばれるもので，日本語に翻訳すると「保健（医療）・福祉サービスに関する計画と合理化の研究機関」ということになる．

SPRIは1968年に，政府が１／３，残りの２／３を県議会（County Councils）連合が出資して設立された公的機関で，スウェーデンにおける保健・医療計画と合理化における援助・協力，医療に関する情報収集と公開，医療施設の建物・設備・運用の標準化，保健・医療と社会サービスとの協力促進等の機能を果している．

昨年，ストックホルムの地下鉄のスルッセンという駅の近くに新しい本部建物が完成していた．内部に巨大なアトリウムを有する魅力的な建物である（写真17）．

SPRIには，150人のスタッフが働いているが，そのうち100人が医療とは異った分野（計画，組織，経済学，社会学，エンジニア，建築家，メンテナンス等）の専門家である．医師は入っていないが，その都度，必要なプロジェクトに参加することになっている．

このSPRIで働く建築家のオ・ゴールマン氏が今回

写真17　SPRI本部アトリウム

の私のスウェーデンでの医療施設研究のお世話をして下さった．

さてSPRIは，15人で構成する理事会が最高意志決定機関であるが，政府から5名，県議会連合から10名が任命されている．3年単位でプロジェクトが決定され，1987〜1989年の活動プログラムは，次のような柱がたてられていた．すなわち，1）医療経済と技術評価，2）質とコスト効率，3）緊密に調整された資源の利用，4）組織的管理，5）予防医学のプログラム，6）医療施設のリノベイション，7）医療装置の安全性，8）医療材料の管理，9）標準化と製品情報である．

また，SPRIの協力組織として，SPRI Consultant, Inc., SPRI Laundry Consultants, Inc., SPRIMA, Inc. 等があり，それぞれ，医療コンサルタント業務，洗濯サービス，高度の技術的サービスのエキスパートとして，県議会，市（Commune），医療施設，私的企業からの具体的要請に応えている．

なお，SPRIを訪問した際に，オ・ゴールマン氏より，スウェーデンの医療施設について，インフォメーションサービスのエンブレムさんからSPRIの組織と活動について，研究員のコゲウス氏からスウェーデンの医療について，最後にやはり研究員のホロさんからスウェーデンの老人福祉についていろいろと説明していただいた．そして，ホロさんに，近くのセラフィメールのナーシングホームの見学を案内していただいた．

SPRIの図書館には，スウェーデンにおける医療に関する情報が体系的に集められていて資料の収集に大変役に立った．

4．1　エスキルスツナ中央病院

ストックホルム中央駅から汽車で2時間ほどでエスキルスツナ駅に着く．途中は森と湖の大自然が延々と続いている．駅につくと中央病院の技術部で働くブローデンさんが迎えに来てくれていた．彼女は元この病院で働いていた看護婦さんであるが，現在は技術部で施設計画の仕事をしているという．やはり看護婦としての知恵と経験が施設計画に求められていたのであろう．彼女自身も現在の仕事に非常にやりがいを感じておられた．日本でも検討されてよいやり方だと思う．

この病院には，セデルマン県の県立中央病院で，1914年から1980年代までの建物が共存している（写真18）．今回，案内してもらったのは，1970年代の後半から1980年に建てられた新館である．

新館は，地下1階，地上6階の建物で，大きく内科と外科に分かれており，外来・診療部の上に，病棟（4

写真18　エスキルスツナ中央病院*9

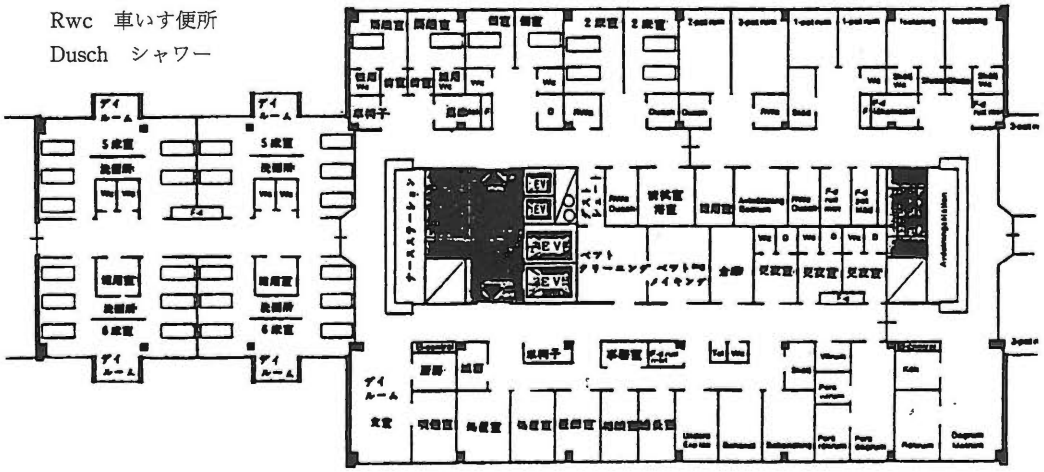


図20　エスキルスツナ中央病院病棟平面図

～６階）がのっている．構造は鉄骨で30cmグリッドで平面プランがつくられている．内科の外来部では医長のフリッツ氏が気さくに案内してくれた．診療，検査，治療の各室がすべて個室化され，中廊下形式で沢山の小部屋がつづき，待合室のとり方にも工夫がなく，どちらかといえば，日本の病院に似ており，フィンランドのヨルビ病院やオウル大学中央病院ようなデザインの良さはなかった．しかし，医療設備は充実しており，検査も外来専門の部門をもっていた．外来部にもスタッフ用の図書館がおかれていたが，別に病院全体の中央図書館があり，これは，スタッフ，患者，見舞人等が利用できるもので，後にもでてくるが，スウェーデンの病院にはよく整備されている．

病院の案内には病棟婦長のローゼンレンさんも加わり，特に病棟部門で詳しく説明してくれた．

標準病棟は，１フロアに２看護単位をもち，各単位は30床からなっている．病室構成は，端部に６床室２室，５床室２室，中央部に２床室２室，個室４室がおかれている（図20）．

病院の間口のスパンは，２床室，個室で3.6m，５床室，６床室で10.8mもあるのには驚いた．基本的に病室に便所，雑用，洗面のスペースがとられているがその配置のされ方は工夫がみられる．個室の場合は部屋に面しているが，２，５，６床の場合は洗面以外プライバシーの配慮から室外から利用するようになっている．５，６床室には，張り出しのデイルームのスペースをとっている．病室面積は付属室も入れて，個室約26m²／床，２床室約13m²／床，５床室約14m²，６床室約12m²となり，日本の２倍以上になっているが，広い分は生活スペースの部分である．ナースステーションは病棟群の中央部に置かれて看護作業に適している．デイルームに面して喫煙室，厨房がとられていることや，病室付属のシャワー室以外に浴室・清拭室があること，車椅子の患者用の便所やシャワー室が整備されていることなどが特徴である．また，２看護単位共通でベッドクリーニングとベッドメイキングの部屋まで備えられているのには驚いた．

スタッフの構成はドクター３～４名，正看護婦５名，副12～13名，クラーク１名である．看護婦には，75%，50%等のパートタイムの人も多いが，条件は，日本のようなパートタイマーと異なり同じように扱われている．

看護婦の配置は，日勤：正３名，副６名，準夜勤：正１名，副３～４名，夜勤：正１名，副１名である．看護方式はチームナーシングがとられて，日勤は２パートにわかれ，準夜・夜勤は１パートでやっている．

食事はできるだけデイルームでするようにすすめているが，患者は病室でとりたがるそうである．スウェーデンでもコーヒータイムの習慣があり，２時と夜の７～８時にコーヒーサービスをしている．

なお，旧館の高層棟の病棟は，1962年に完成されたもので，中廊下形式のものであるが80年代の前半にリノベイションが進められた．

４．２　ノルシェピング地区病院

SPRIの建築家，オ・ゴールマン氏の案内でストックホルム中央駅から汽車で２時間程のところにある，東ゴットランド県の県立病院であるノルシェピング病院を訪ねた．

前年に完成したばかりの初々しい姿をみせるレンガ造の病院で，８診療科，480床の規模をもちながら低層（３階建て）でまとめられている（写真19）．

写真19　ノルシェピング地区病院正面

全部で14個のそれぞれ異なるデザインの中庭を配し，全ての部屋に採光をとることができるとともに，患者やスタッフが容易に屋外で憩うことができるように考慮されている．

また，病院の廊下やホールには，沢山の絵画や彫刻が飾られて美術館のようであり，歩いていて楽しい．スウェーデンでは，病院建設の総工費の１%を別枠でこのような芸術品にあてることができるという．前述のエスキルスツナ中央病院では，気づかなかったので，最近の新しい病院に適用されているのであろうが，羨しい話である．病院の色彩計画にも一流のアーチストが参加しているという．設計者は，ストックホルムのBo Castenfors事務所であるが，デザイン的に非常にレベルの高い人間味のある病院である．

外来部では，小児のためのplay therapy室が注目される．ここは子供たちに病院での診断や治療で恐怖心を与えることなしに，遊ぶ行為をとり入れながら治療

する部門である．室内には，音楽，工作，絵画などの小道具がそろえられ，中庭にはたくさんの遊具がおかれている．その時見た情景で興味深かったのは，子供が手術衣を着て，ベッドに横たわる患者役の母親を相手に診療行為のまねごとをしていたことである．子供たちは，自分達が医師の役をすることによって，診療行為を怖がらなくなるという．ここには，病棟からもベッドに寝たまま運ばれてくる患者もいる．

標準病棟は，(図21)のように１看護単位28床をＬ字に14床づつ２つに分け，チームナーシングに適したプランである．

14床の構成は，４床室２室，２床室１室，個室４室（１室は隔離室）であり，各病室には便所がついている．４床室には，開口部を張り出してデイスペースをとっている(写真20)．Ｌ字の角の部分にゆったりとした，しかもレストランのようなデザインのデイルームと食堂（写真21）があり，その隣りには広い厨房がとられている．４人用テーブルを囲んで老人達が楽しそうに食事をしている姿が印象的であった．

ナースステーションに面して，薬庫とセクレタリー室がそれぞれ独立してとられているのも興味深い．また，喫煙室やスタッフ室なども確保されている．

看護婦の勤務は，日勤と準夜勤は２チームで行い，各チーム正１名，副２～４名であり，夜勤は１チームで行い，正１名，副１名である．クラークとクリーナーは28床で１名づつである．ドクターは，学生または助手を入れて３名である．

この病院では，リハビリテーションの施設もよく整っており，広い訓練室，大小のプール，その他個別治療室が備えられていた．

写真20　ノルシェピング地区病院の４床室

図21　ノルシェピング地区病院病棟平面図

写真21　ノルシェピング地区病院の病棟食堂

また，屋上には，患者移送用のヘリポートがとられていた．県内に島がたくさんあるからである．

4．3　セント・イエーラス地区病院

ストックホルム県は，11の病院地区に分かれているが，セント・イエーラス病院は，サバッツベルゴ病院とともに，中心地区の約30万人を対象とする県立病院であり，ストックホルム市内にある．

敷地内は，いくつかの単科病院で形成されており，最も大規模なものが外科病院で，1985年に完成している．ほかに，小児病院，精神病院，慢性リハビリテーション病院，救急病院（建設中）などがあり，総ベッド数は約800床である．

特に小児病院の外科は，高度の専門性をもち，単に地区内だけでなく，県内の全地区を対象としている．

病院の案内をしてくれたのは，県議会の職員で病院計画部門に勤めているレヴィさんであったが，彼女ももと看護婦であったという．

見学したのは，外科病院である．（写真22）のように，ウォールガーダーの外壁が大きくうねった，なかなか迫力のある建物である．外来部，診療部，病棟がブロック式に９階建てにまとめられている．病棟は５～９階におかれている．１階にやはり立派な中央図書館がおかれている（写真23）．この国ではこれらの病院図書館も公共図書館網に組み入れられている．

標準病棟は１フロアが２つの看護単位で構成され，中央のエレベーターホール，スタッフ更衣室，ベッドクリーニング室，ベッド置場，スタッフ室などを共有している（図22）．

看護単位の大きさは，24床で，病室構成は４床室４室，２床室１室，１床室６室（隔離室２室）からなり，各病室には，便所，シャワー室がついているが，やはりプライバシーの点から個室を除き，室外から利用するようになっている．

ナースステーションが看護単位の中央におかれて，12床づつの２チームにわけて看護できるようになっている．ナースステーションの奥にセクレタリーの部屋がわかれているが，それにしてもナースステーションのスペースが狭い．日本の場合はナースステーションにいろいろな機能を持ち込むので，雑然としているが，整理をすれば，これでいけるのであろう．処置室，薬庫，医師控室，看護婦休憩室は別にとられている．

食堂はやはりデイルームと一緒にとられて，患者はここで食事をするように指導されている．バルコニー付きのデイルームがもう１か所とられており，広い喫煙室もとられている．

看護婦の配置は，正看護婦５名，副10名である．日勤，準夜勤は別々になっているが，夜勤は２看護単位を１つにして，正１名，副が各々１名としている．

看護婦はもちろん３交替であるが，日勤は朝７時～午後４時まで，準夜勤は午後２時～９時半まで，夜勤は午後９時半から朝の７時までとなっている．

スウェーデンは，労働組合がよく組織されており，給料も高く，休暇も保障されている．そのためこの病院では，６，７，８月の３ケ月は３病棟を単位として，それぞれ１ケ月づつ交替で病棟を閉鎖して休みをとる

写真22　セント・イエラス地区病院

写真23　セント・イエラス地区病院中央図書館

という．つまり休暇の保障とともに人件費が高いのでそうせざるを得ないという側面もあるようだ．そのことは，病院をできるだけ，人手のかからないように機械化をすすめるということにもつながっている．施設や設備にお金をかけることは，人件費に比べれば安いという考えが定着している．労働条件とも関係するが，この病院のスタッフ食堂（写真24）が新しくつくられたが，そのすばらしさには目を見張った．

写真24　セント・イエラス地区病院のスタッフ食堂

4．4　ハムスタッド地区病院

スウェーデンの最南端に近い，ハランド県の県立病院の１つであるハムスタッド地区病院を訪ねた．ハムスタッド市は，デンマークと対峙するカテガット海峡に面する海岸都市で，スウェーデンの保養地でもある．ストックホルム中央駅から夜行の寝台列車を利用して12時間ほどかかった．

早朝の７時にもかかわらず，ハムスタッドの駅には病院のエンジニアのサムソン氏とやはり技術部で働くスカラレさんが迎えに来てくれていた．スカラレさんは，やはりもとハムスタッドの病院で看護婦として働いていたが，現在は，病院の施設計画の部署で働いておられる．

病院は駅から車で15分程離れた静かな住宅地にあり，レンガ造の建物が分散して建っている．本館の建物はなかなか格調がある（写真25）．

まず，技術部のオフィスで，朝食をよばれながら，説明をうかがった．この病院では，マスタープランに従って古い病院から徐々に近代的な病院へと整備計画が進められている．

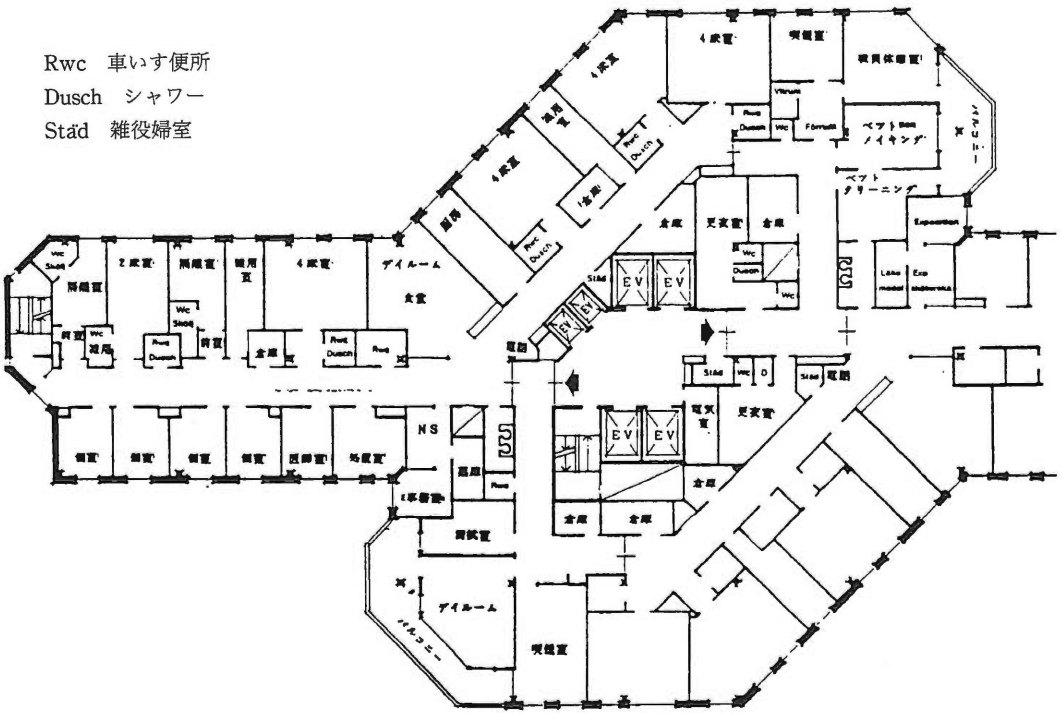


図22　セント・イエラス地区病院病棟平面図

写真25　ハムスタッド地区病院本館*10

写真26　ハムスタッド地区病院病棟*11

新しい病棟（写真26）は，1987年に2棟が完成しているが，今後，同じパターンであと2棟建てられる予定である．

外来部門は，前述の本館がメモリアルな建物であるのでこれをリノベイションによって活用することになり，工事が進行していた．

新病棟はL字型の看護単位でまとめられ，14床づつの28床が一単位である（図23）．

この病院ではこれをさらに2つに分けて，7床づつにしてプライマリーナーシングが採用されていた．すなわち，看護婦は自分が責任をもつ患者をもち，ケアプランを立てて，系統的に看護する体制である．この方式を採用しているのを聞いたのは，スウェーデンでは始めてであった．

病室構成は，3床室2室，2床室2室，個室4室の14床が2セットある．隣り合った3床室の間に便所とシャワー室がサンドイッチされ，さらに，共用のデイルームが張り出してとられているが，このデイルームは，両側に病室へのドアがあり，やや閉鎖的であった．個室，2床室の便所，シャワー室のつき方は，やや不規則である．

L字のコーナーに張り出してデイルーム兼食堂がとられているが，それに隣接して厨房をとり，カウンターサービスができるようにしてあるのは，工夫された

写真27　ハムスタッド地区病院の病棟食堂

良いプランである（写真27）．

看護婦の勤務は，日勤は7床を正1名，副1名で担当し，これが4グループにわかれる．準夜勤は14床を正1名，副1名で担当し，2グループにわかれる．そして夜勤は28床を正1名，副3名でみるという．

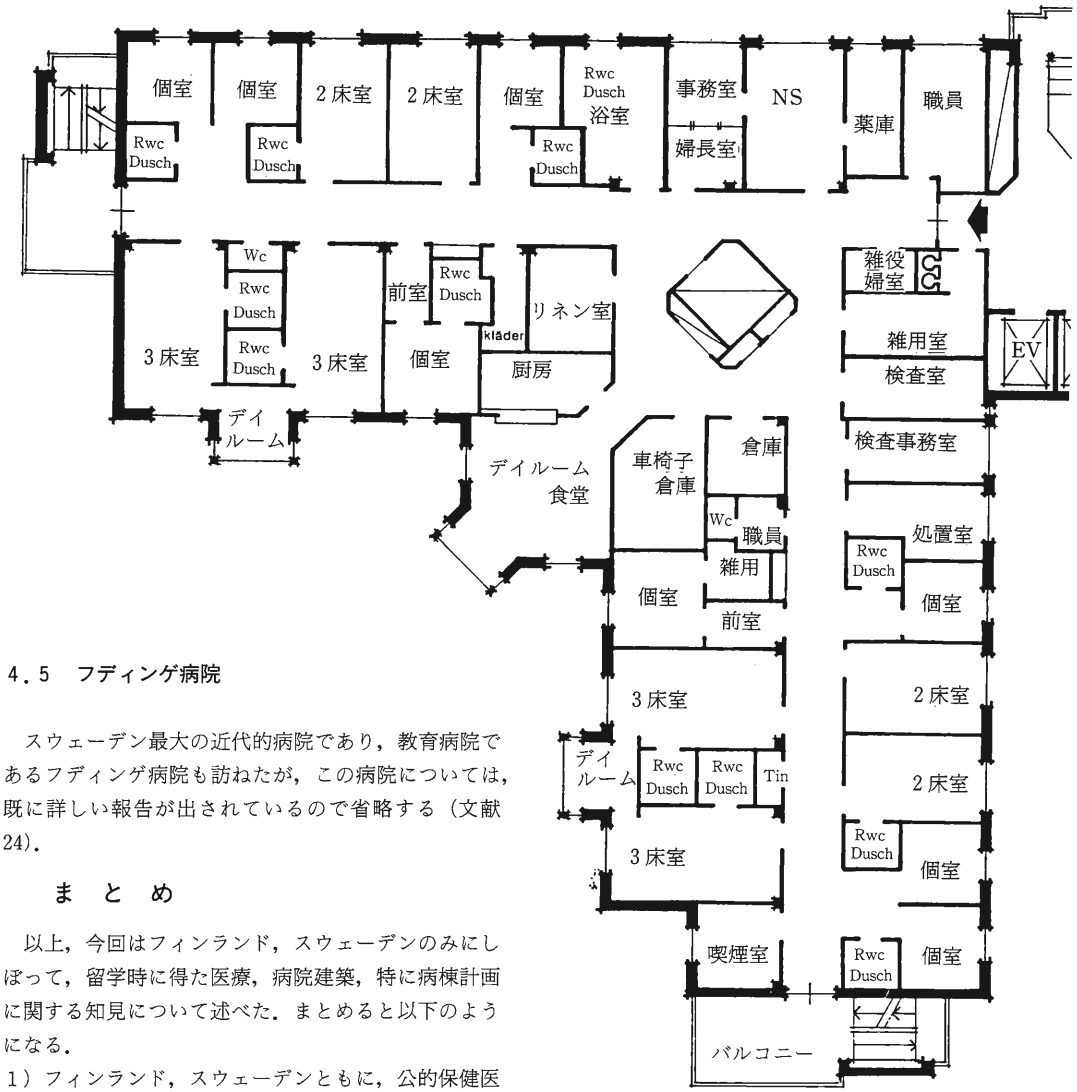
この病院の特徴は，夜勤は専任の看護婦があたっており，そのほかの人には夜勤はまわってこないので，楽であるという．夜勤専任の人が大変のようであるが，週に2日働いて4日間は休みであるので，それほどつらくはないと言っていた．スウェーデンはどこの病院もそうであったが，フルタイムの人とパートタイムの人をうまく組み合せてやっている．パートタイムの看護婦さんはレジスターナースも含まれており，時間が短いだけで，仕事の上ではベテランなのである．

ドクターは28床に対して2～3名，セクレタリーは，1.5人，クリーナーは1名であるという．

この病院のリハビリテーション施設はかなり充実しており，40人のテラピストがいる．面積は1,000㎡あり，毎日，病棟より40人，外来より30～35人が治療に来るという．夕方にはもう一度，病棟から60人の患者が利用するという．

大きなトップライトのついた中庭，プール，トレーニング室，手芸室，機織室等がよく整っている．

昼食時には，ハランド県のもう1つの病院とこの病院の両方の院長を務めているニルソン氏がこられて，昼食をごちそうしていただいた．院長は日本の病院にも非常に興味をもたれ，いろいろと質問をされたので日本の病院の資料をみせながら説明した．



Rwc　車いす便所
Dusch　シャワー

図23　ハムスタッド地区病院病棟平面図

4．5　フディンゲ病院

スウェーデン最大の近代的病院であり，教育病院であるフディンゲ病院も訪ねたが，この病院については，既に詳しい報告が出されているので省略する（文献24）．

ま と め

以上，今回はフィンランド，スウェーデンのみにしぼって，留学時に得た医療，病院建築，特に病棟計画に関する知見について述べた．まとめると以下のようになる．

1）フィンランド，スウェーデンともに，公的保健医療供給システムが確立している．フィンランドの場合は，市および市連合が医療供給の責任をもち，スウェーデンの場合は，県議会と3大都市が責任を負っている．国土をいくつかの医療圏にわけ，下からヘルスセンター，地区病院，中央病院，大学病院と段階構成の配置がなされ，紹介制度で下位から上位の医療を受けられる点は同じである．

2）両国とも，病院は入院医療と救急医療を主体にし，外来医療は紹介患者だけであるので，日本のように病院の外来部が混雑することはない．

3）両国とも人口が少なく，人口密度も小さいこともあるが，病院の敷地が日本の2～3倍位ある．また，病院の延面積も，1病床あたりで比較すると，日本の50～60㎡／床に対して，100～120㎡／床ぐらいあり，2倍程度の面積をもっている．

4）そのため，病棟部分も，日本に比べてはるかに余裕のあるプランになっている．まず病室が日本のように6床室が主体でなく，4床室，3床室，2床室が主体であり，個室の数も多い．次に，患者の生活スペースが日本の病院よりはるかに豊かであること．分散便所，シャワー室，浴室，厨房，デイルーム，食堂，喫煙室が整い，スウェーデンではベッドクリーニング室等もある．

5）医師や看護婦などのスタッフのための会議室，休憩室，更衣室などもよく整っている．
6）看護スタッフが日本より充実している．しかも看護単位が日本の40～50床に比べて，30床前後におさえているのが大きい．また，両国とも，クリーナーやセクレタリーが確立しているので，看護婦は患者の看護に専念できるという点も重要である．
7）ナースステーションがいずれもすっきりとしていて，日本のように混雑していない．スウェーデンではセクレタリー室は分けてとられている．
8）病院のデザインも，患者の立場にたった人間味のある，きめの細かさとゆとりを感じさせる．
9）メンテナンスが日本よりはるかによく，いつまでも新鮮さ，清潔さが保たれている．これは，日本のように外来部が混雑しないことや看護単位の患者数が少ないこと，スペースがゆったりあることも関係しているが，病院が大切に使用されていることや，清掃が行き届いていることもあげられる．
10）両国とも古い病院をリノベイションをしながら長く使いこなしていることは日本も学ばなければならない．

最後にフィンランド，スウェーデンをはじめ，本稿ではふれなかった国々も含めて，留学期間中，本当に沢山の方々にたいへんお世話になりました．特に本稿で対象としたフィンランド，スウェーデンにおいて，留学の受け入れから見学，調査の手はずまで整えていただき，訪欧時にとても暖かくもてなしていただいたフィンランド大学中央病院のレランデル院長，バイニオ施設部長，ルシラ建築課長，スウェーデンのSPRIの建築家オ・ゴールマン氏，研究員のホロさんには言い尽くせぬお世話になりました．ここに厚く感謝の意を表します．

また，このような貴重な機会を与えて下さった，文部省，有明高専校長をはじめ本校教職員の皆様に厚くお礼を申し上げます．

参考文献

1）HUCH Presentation, Helsinki University Central Hospital Information office, 1986
2）Helsinki University Central Hospital, 1987
3）The Children's Clinic of Helsinki, Arkkitenti no9, 10/1947
4）Health for All in Finland, Marja Seliger, Lääkintöhallitus Valtion Painatuskeskus
5）Architect Group Reino Koivula Inc and Companis References, Tapiola, Finland, 1989
6）Paatela & Paatela, Architects Hospital Designers,
7）Jorvi Hospital, Painoseppä ky-79,
8）Jorvi Hospital, Helsinki, 1987
9）Turun Yliopistollinen Keskussairaala, Martta Ja. Ragnar YPYÄ,
10）Alver Aalto Paimio, Alver Aaalto Museo Jyväskylä, 1988
11）Tampereen Yliopistollinen, 1988
12）Tampere University Central Hospital, 1982
13）Lapin keskus sairaala, Rovaniemi
14）Oulu University Central Hospital, 1975
15）The Oulu University Central Hospital, 1979
16）Health and Medical Care in Sweden, Fact Sheets on Sweden, 1989
17）スウェーデン報告，計画医療を推計するシンクタンク SPRI Nikkei Medical, 1982, 8
18）SPRI Rapport 42, Vårdavdelningar, 1980
19）SPRI Rapport 257, Vårdavdelningar II，1988
20）Centrallasarettet, Eskilstuna, 1984
21）Sodermanlands Läns Landsting, Centrallasarettet I Eskilstuna, 1981
22）Vrinnevisjukhuset I Norrköping Bo Castenfors Arkiktektkontor, 1984
23）Länssjukhuset I Halmstad Med Värdbyggnad C1, White Arkitekter AB
24）フディンゲ病院，粟原嘉一郎，病院建築26，病院建築協会，1975年

註1　参考文献6より転写
註2　参考文献3より転写
註3　参考文献6より転写
註4　参考文献8より転写
註5　参考文献8より転写
註6　参考文献13より転写
註7　参考文献14より転写
註8　参考文献14より転写
註9　参考文献20より転写
註10　参考文献23より転写
註11　参考文献23より転写

A Study on the History of Architecture Planning of Hospitals in Japan since 1860's. (Summary)

Choichi SHINYA Professor of Architecture
Ariake National College of Technology

(Received September 21, 1990)

We can classify hospital buildings in Japan in five types since 1860's, e. g., hospitals affiliated with medical schools, military hospitals, public hospitals, special hospitals and private hospitals.

The hospitals affiliated with medical schools have been the most influential in Japan. These hospital buildings has been developed according to the contradictory relations with hospital functions and operation systems under the influences of various elements, that is to say, the development of medical science, nursing, and architectural technology.

1. *Hospital affiliated with medical schools*

The development of hospitals affiliated with medical schools can be classified in five stages;

1) Germinal Stage (1722～1867)
2) Formative Stage; The clinic systems for general medical practices (1868～1877)
3) Specialized Stage; The clinic systems for special practices (1878～1893)
4) Systematic Stage (1894～1917)
5) Independent departments Stage (1918～1945)

1) Germinal Stage (1722～1867)

(1) Koishikawa hospital by Tokugawa Shogunate in 1722.

This was a first Chinese medical style hospital in Japan. It had 40 beds for inpatients at first, and it had 150 beds in 1729 (fig. 1).

(2) Establishment of many medical schools by each feudal clans in late Edo.

Almost all the haspitals were Chinese medical schools, but a few of them were adopting Western medical science and constructed hospitals after the pattern of Nagasaki Yojosho (fig. 2).

(3) The first modern Western style hospital in Japan — the Nagasaki Yojosho.

Nagasaki Yojosho, the first Western style

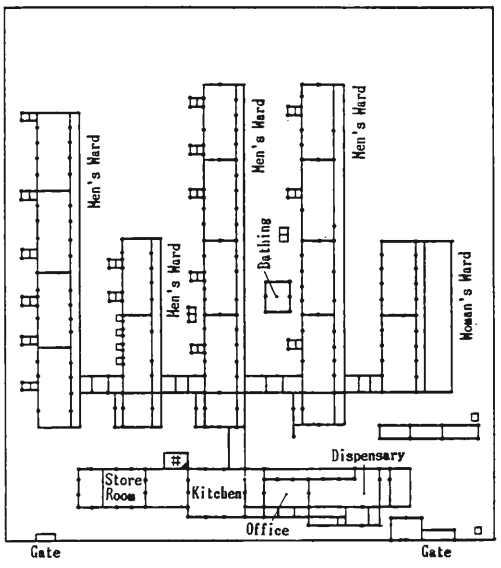


Fig. 1 Koishikawa Yojosho (1729)

hospital with modern medical school in Japan was built in Nagasaki in 1861, designed by a Dutch army surgeon named Pompe van Meerdervoort (fig. 3).

The hospital buildings were H-shaped wooden building composed of two-storied double pavilion wards and a one-storied central building, equipped with 124 beds and medical installations (fig. 4 and 5).

Dr. Pompe presented the planning project of hospital (fig. 6) to Tokugawa Shogunate (the then government) at the time of construction.

We can find some similarities in the methods of planning hospitals between the project by Pompe and "Handleiding tot de kennis der Burgerlijkeen Militaire Bouwkunst" by Storm van's Gravesande (1850) and "Notes on Hospitals" by Florence Nightingale (1859), that is, the conditions of suitable hospital construction sites and the principle of hospital layout and H-shaped planning were similar.

The scale of Yojosho on the first stage was as large as Nightingale's ward, but the constructed

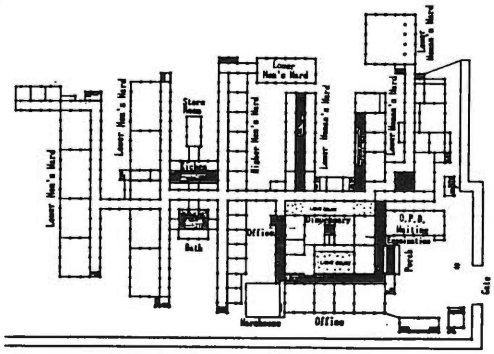


Fig. 2 Utatuyama Yojosho (1867)

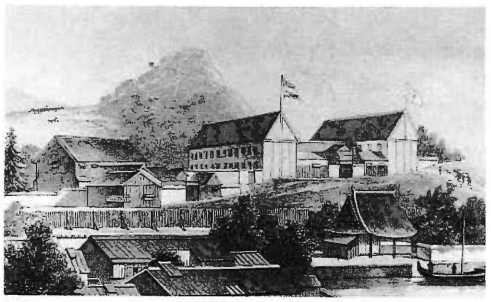


Fig. 3 Nagasaki Yojosho (print) (1861)

Fig. 4 Nagasaki Yojosho (photograph)

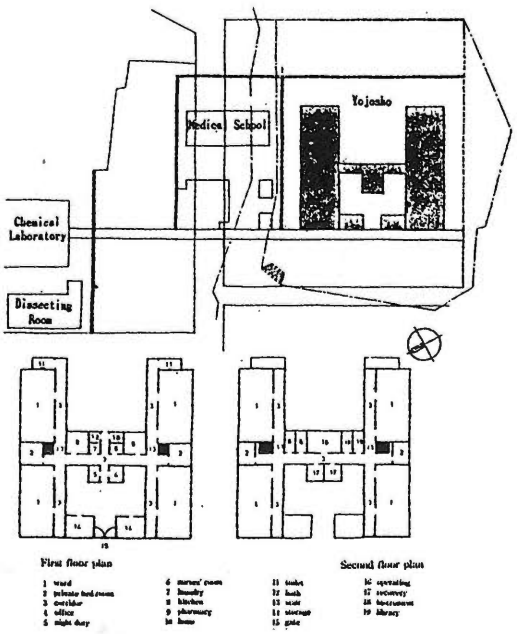


Fig. 5 Site Plan and Presumptive Floor Plan of Nagasaki Yojosho

buildings were not so large because of some reasons.

The ward planning of Yojosho started with balcony type. This was close to "Handleiding" ward, but was very different from Nightingale's ward.

The operation of Yojosho hospital had a lot of difficulty with Japanese social position system and our life style, but Pompe helped them to promote this operation. Yojosho hospital had a very large infuluence upon the early Western style hospitals affiliated with medical schools in Japan.

(4) Field hospitals during Meiji Restoration War (1867).

A lot of temples and houses were used as field hospitals, and it was proved that Western Medical Science, especially surgical treatments was superior to Chinese Medicine.

2) Formative Stage; The clinic systems for general medical practices (1868～1877)

The Japanese Government adopted Western Medical Science officially and founded a medical school and a hospital in Tokyo and devoted efforts to the training of physicians by inviting army surgeon and physician from Germany (fig. 7).

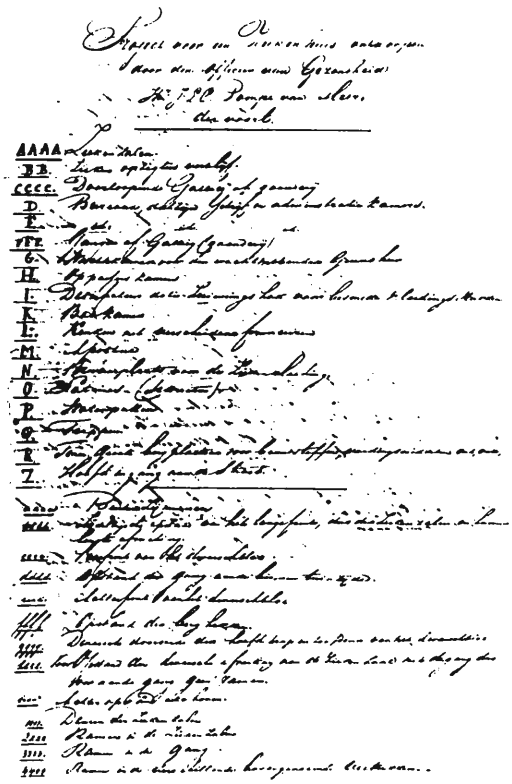


Fig. 6　Project for Hospital (Nagasaki Yojosho)

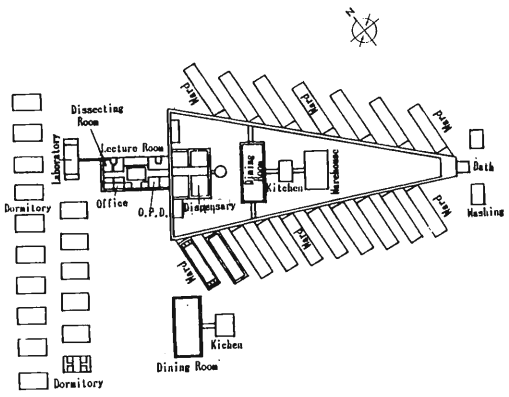


Fig. 7　Picture of Touko (1870)
(Tokyo Medical School and Hospital)

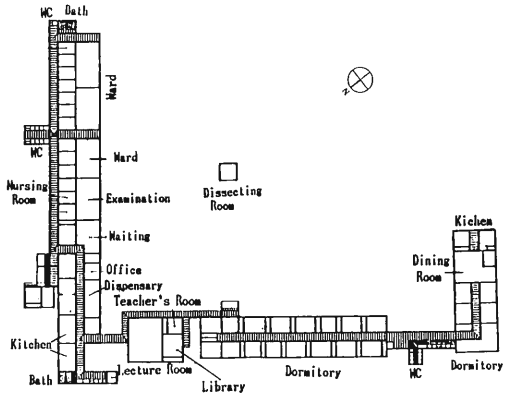


Fig. 8　Niigata Medical School and Hospital (1873)

Local self-government also established their medical schools and affiliated hospitals respectively, inviting physicians from Europe and America (fig. 8).

These hospitals in the early ages of the 1870's were reconstructed by the existing buildings, for instance, Daimyo (feudal lord) mansions or temples, etc (fig. 9). Almost all the hospitals in local areas were under influences of the Dutch Medical Science in spite of Tokyo medical school and hospitals influenced under German Medical Science and the clinic systems were for general medical practices. The various functional spaces were not separated except dispensary and the size of hospitals were not so large.

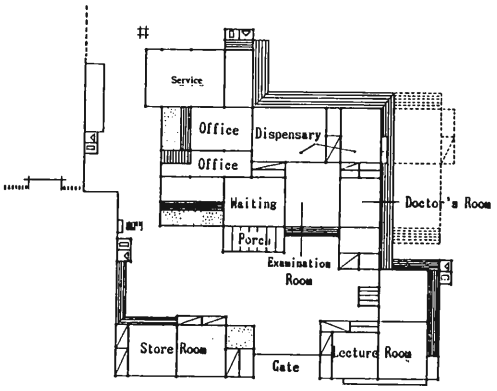
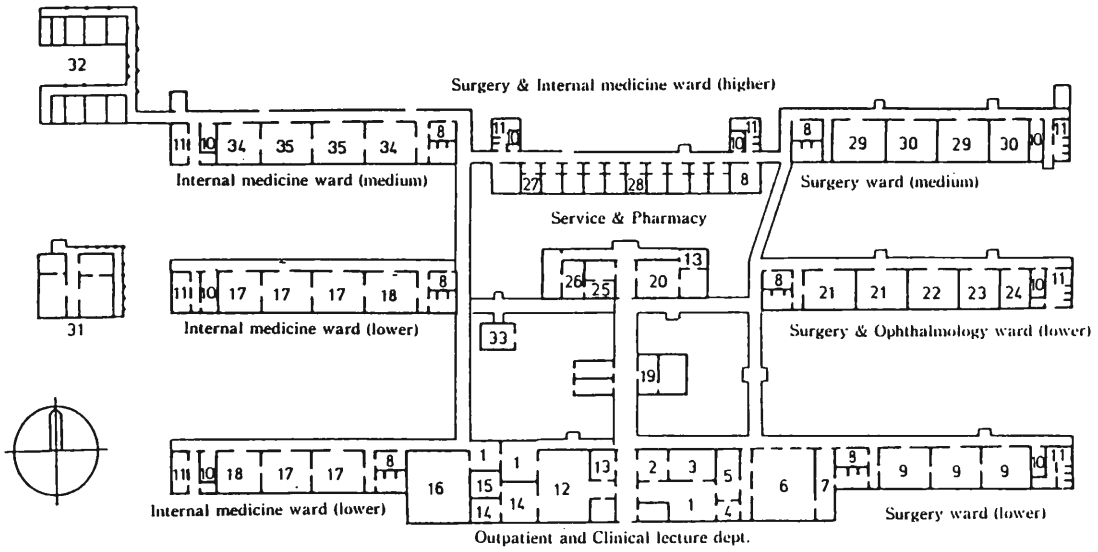


Fig. 9 Chikuma Prefecture Medical School and Hospital (1872)

3) Specialized Stage; The clinic systems for special practices (1878~1893)

The then government officers in charge of medical school had a plan which German medical



First floor plan

1 examination
2 office
3 doctors' lounge
4 professor's room
5 instrument
6 surgery lecture room
7 preparation
8 nurses' room
9 surgery lower bed-room
10 bath
11 toilet
12 O. P. D waiting
13 servants
14 ophthalmology examination
15 dark room
16 internal medicine lecture room
17 internal medicine lower bed-room (m)
18 internal medicine lower bed-room (f)
19 waiting
20 pharmacy
21 surgery lower bed-room (m)
22 surgery lower bed-room (f)
23 ophthalmology bed-room (m)
24 ophthalmology bed-room (f)
25 washerman room
26 laundry
27 internal medicine higher bed-room
28 surgery higher bed-room
29 surgery medium bed-room (m)
30 surgery medium bed-room (f)
31 autopsy
32 infectious disease ward
33 storage
34 internal medicine medium bed-room (m)
35 internal medicine medium bed-room (f)

Fig. 10 Medical Department of Tokyo University and it's affiliated Hospital (1877)

the university. The Tokyo medical school and hospitals developed into the Medical Department of Tokyo University and affiliated hospitals in 1877 (fig. 10). These were constructed on the model of German University and affiliated hospital. This hospital was composed of one-storied wooden buildings of almost bilaterally symmetrical fingerplan type with axes.

After the Medical School Act in 1882, many hospitals affiliated with medical schools were constructed in local area. The Act prescribed that medical schools had to own their affiliated hospitals and these were under the obligation to employ more than three Bachelors of Medicine, who graduated from Tokyo University. As an inevitable consequence, the clinic systems were for separate medical practices under the German Medical Science and diagnostic and treatment departments, particularly operating theaters were separated. (fig. 11 and 12).

Tokyo University hospital held a powerful control over other hospitals through the dispatch of talents (physicians) and had the most influential among all of them in Japan.

4) Systematic Stage (1894～1917)

Tokyo University was raised to the Imperial University in 1886 and The Imperial University Act prescribed the lecture systems in 1893. The departments of hospital were under the lecture systems and each clinic was independent.

Tokyo Imperial University hospital which constructed in 1896 was a typical example of this type, that is, educational, researches, treatment and hospitalization functions were gathered under the lecture systems, and outpatient functions were separated (fig. 13).

Kyoto Imperial University Hospital which constructed in 1899 was another typical example, that is, educational, researches, treatment and outpatient functions were gatherd under the lecture systems, and hospitalization functions was separated (fig.

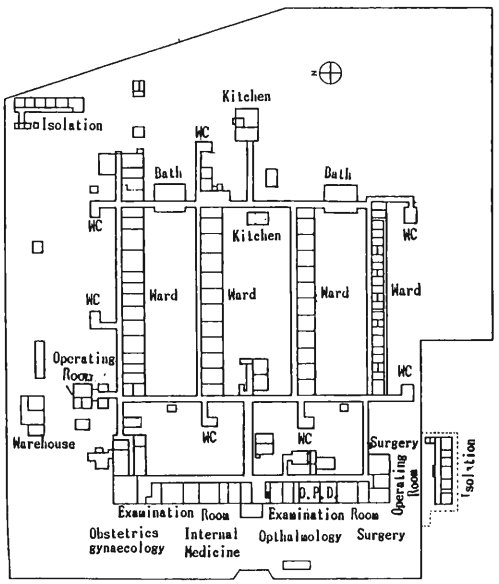


Fig. 11 Okayama Prefecture Medical School and it's affiliated Hospital (1891)

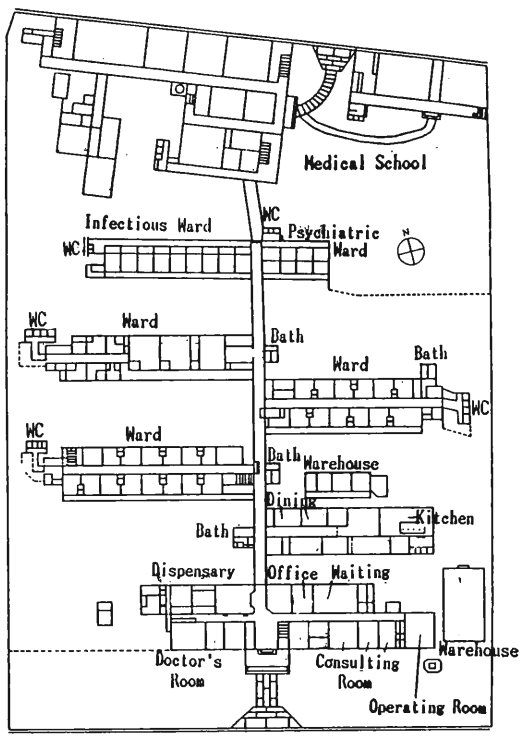


Fig. 12 Osaka Prefecture Medical School and it's affiliated Hospital (1889)

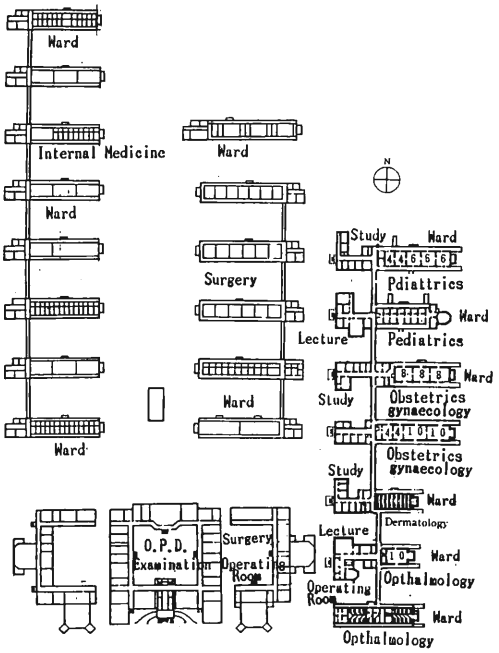


Fig. 13 Tokyo Imperial University Medical College and it's affiliated Hospital (1896)

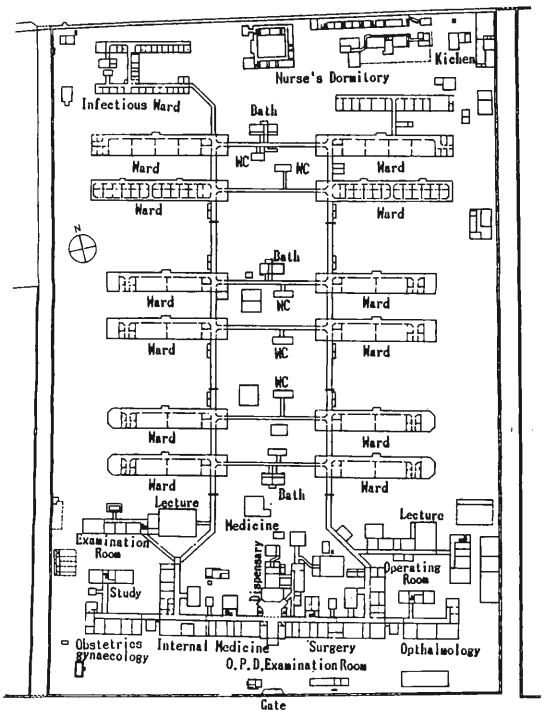


Fig. 14 Kyoto Imperial University Medical College and it's affiliated Hospital (1907)

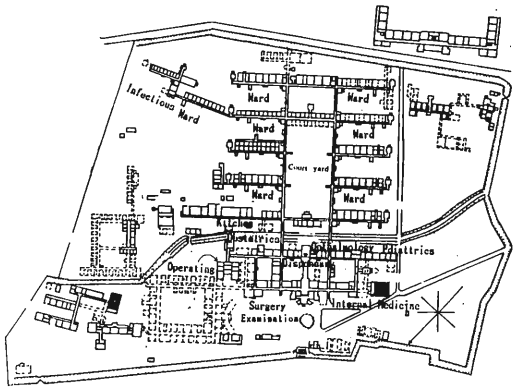


Fig. 15 Kumamoto Medical College and it's affiliated Hospital (1907)

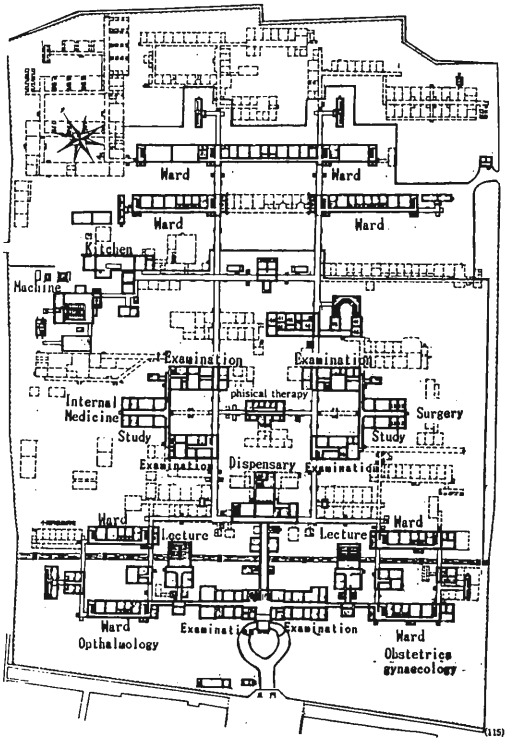


Fig. 16 Kanazawa Medical College and it's affiliated Hospital (1905)

14).

After that, other hospitals affiliated with medical schools were built under the influences of these two types (fig. 15 and 16).

5) Independent departments Stage (1918～1945)

After World War I, the University Act was issued in 1918. By the Act, Medical Colleges were raised to Medical Universities and private Medical Universities were authorized, so the facilities of education and study were very prepared.

The system of doctor's offices was established by the University Degree Act in 1920. In accordance with them, the layout and floor planning of the University hospitals developed.

Only outpatient functions of each clinic were independently gathered, on the contrary other departments were separated under the lecture systems as Tokyo Imperial University (fig. 17) and Aichi University (fig. 18), etc.

For another type, each clinic was completely independent and all functions, i. e. educational, researches, treatments, outpatients and hospitalization were gathered under the lecture systems as Kyoto, Kyushu

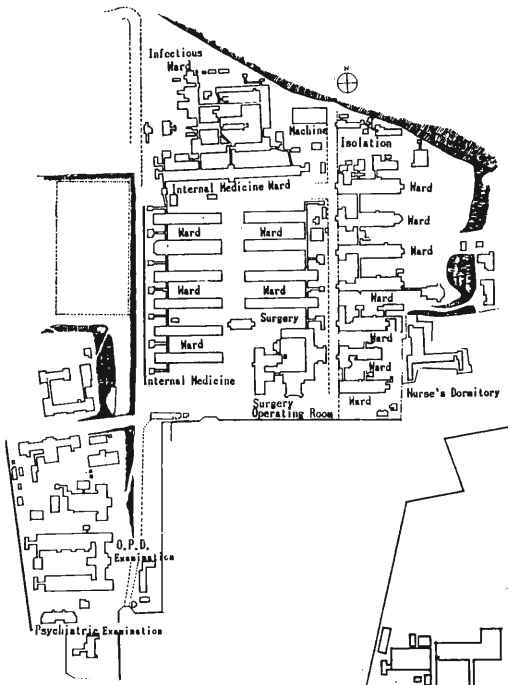


Fig. 17 Tokyo Imperial University Medical College and it's affiliated Hospital (1916)

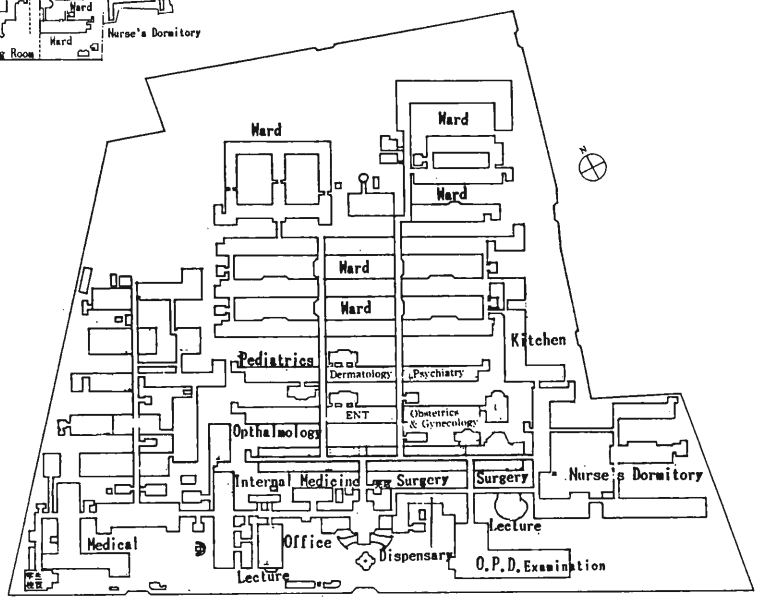


Fig. 18 Aichi Medical College and it's affiliated Hospital (1927)

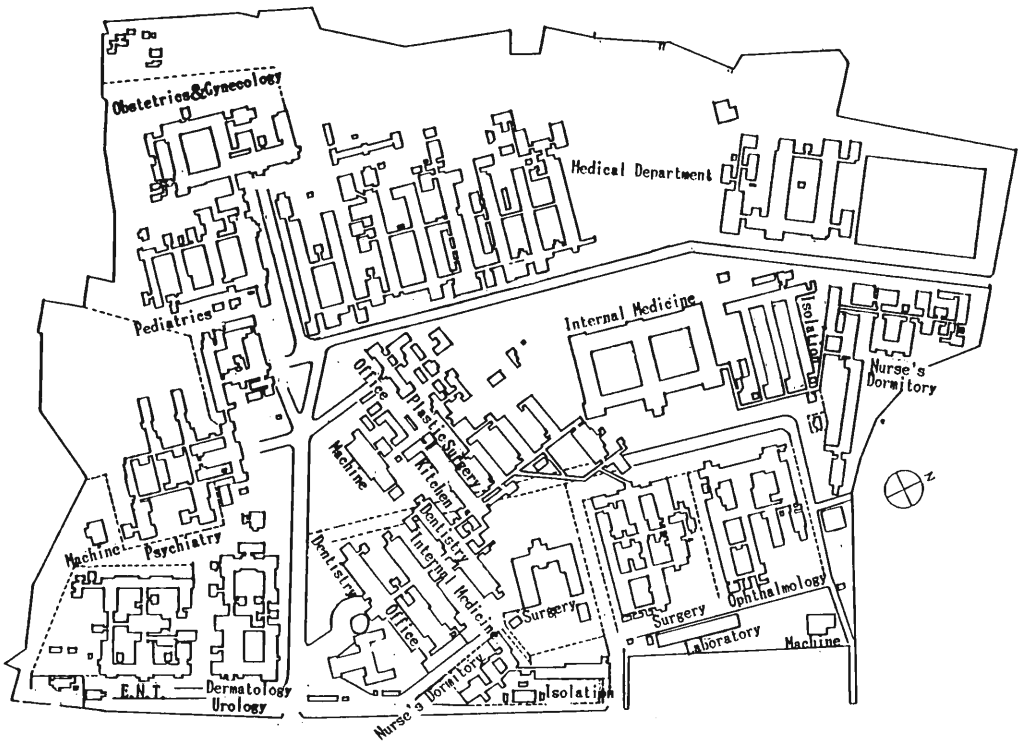


Fig. 19 Kyushu Imperial University Medical College and it's affiliated Hospital (1931)

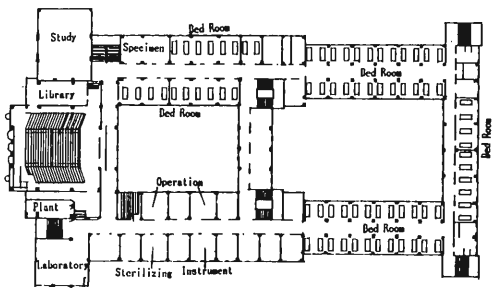


Fig. 20 Tokyo Jikeikai Medical College and it's affiliated Hospital (1930)

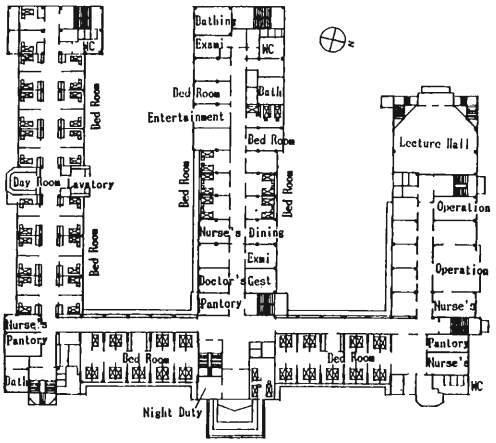


Fig. 21 Medical Department of Keiougijuku University and it's affiliated Hospital

Imperial University (fig. 19) and Chiba University.

Regarding the treatment facilities, X-ray rooms and physical therapy rooms developed into each independent clinic.

These independence of the outpatient functions and centralization of some treatment facilities mean that clinics were partly failed in their independence.

Concerning the hospitalization facilities, central corridor type and large open patient room with simple partition increased as the types of wards (fig. 20).

And patient's living functions were improved, for instance, dayrooms, recreation rooms, dining rooms, etc. were made. (fig. 21).

2. *Military Hospitals during the Meiji Era (1868～1911)*

1) Military Garrison Hospitals

Military hospitals was very important in Japan during the Meiji Era.

The Meiji Government founded the army and navy under the national policy to enrich and strengthen country. Armies were stationed throughout the country, where medical treatment facilities were systematically constructed.

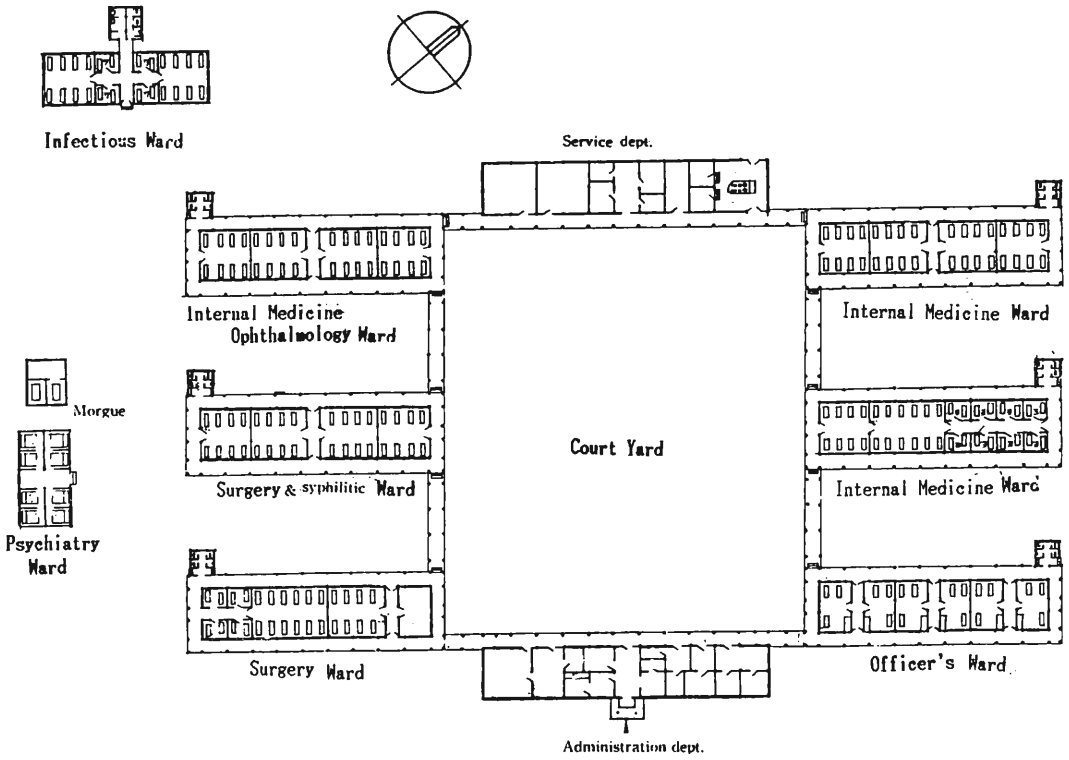


Fig. 22 Kumamoto Military Garrison Hospital (1875)

In 1871, the image plan for military hospitals was made by Ryojun Matsumoto who was the director of Surgeon Administration Department. His plan was reasonable and interesting because of constructing some appropriate hospitals (100 beds) instead of a large hospital, but they were not realized.

In 1874, the model plan for the military hospitals was made under the guidance of a French Military engineer, named Charles Jourdan, who adopted a rational method of determining the scale of the hospital according to the number of soldiers in the garrison.

Kumamoto Garrison Hospital (in 1875) (fig. 22), a typical example of the military hospitals built in those days, was composed of one-storied wooden buildings of bilaterally symmetrical finger plan type with two axes and equipped with a large courtyard in the center.

In 1893, the standard planning for the military hospitals was made under the influences of German Medical Science, which was the first important standard of hospital architecture in Japan. Most of the military hospitals which constructed afterwards were based on this standard.

2) Military Reserve Hospitals

In addition to these Garrison Hospitals, many reserve hospitals were built during the war, for instance, the Sina-Japanese War and the Russo-Japanese War.

These hospitals were one-storied temporary wooden buildings of pavilion type modeled principally on Nightingale Ward.

The Hiroshima Military Reserve Hospital (fig. 23 and 24) was a typical example.

We can see a model plan which was made after the Rosso-Japanese War (fig. 25).

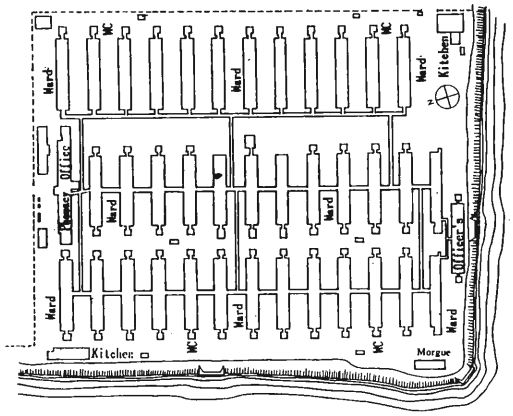


Fig. 23 Hiroshima Military Reserve Hospital (1894)

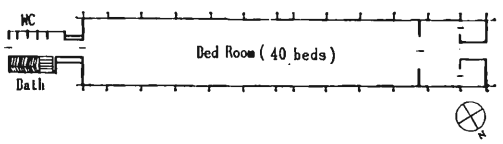


Fig. 24 Hiroshima Military Reserve Hospital (Ward Plan) (1894)

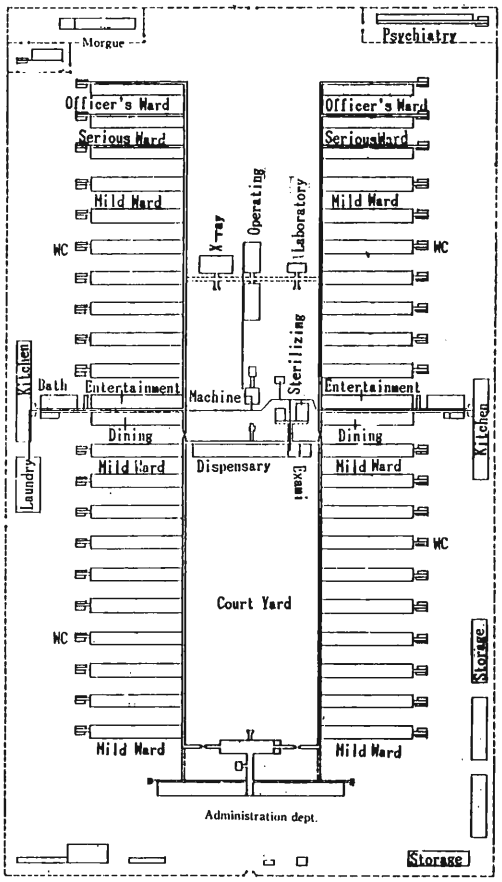


Fig. 25 Model Plan of Military Reserve Hospital (1905)

3. *Public Hospitals from 1868 to 1945*

The public hospitals were general hospitals established by the prefectural, municipal and town authorities, not the hospitals affiliated with medical schools, company hospitals and special hospitals.

The public hospitals had been developed under the various influences of the hospitals affiliated with medical schools. Time was about ten or twenty years behind.

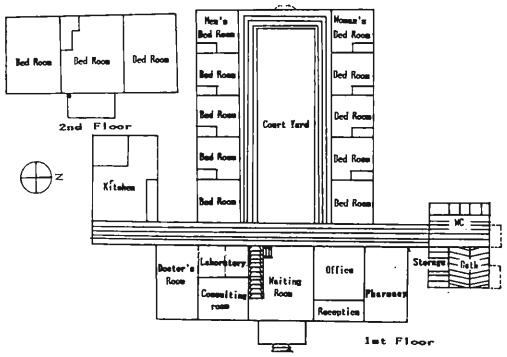


Fig. 26　Karita Public Hospital (1885)

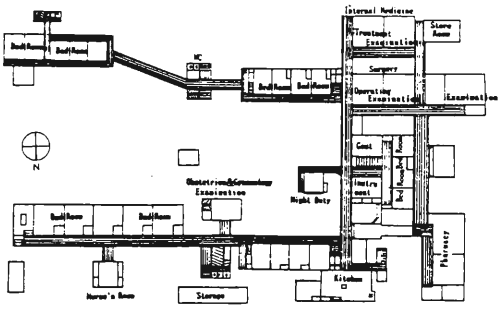


Fig. 27　Fukushima County Hospital (1894)

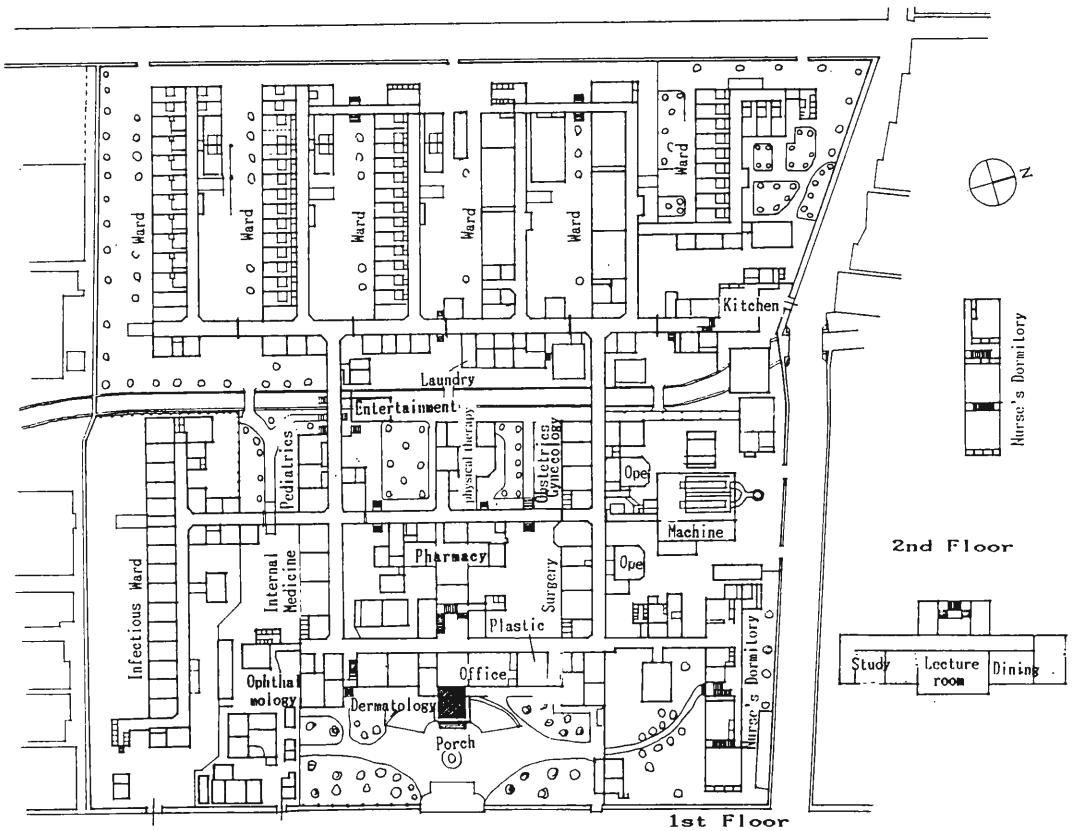


Fig. 28　Yamanashi Prefecture Hospital (1915)

The development of the layout and floor planning of the public hospitals can be classified in following three stages, as follows:

1) Non-Specialized Stage (1868~1887)

The public hospitals in this stage were not so large and covered all functions of hospitals except hospitalization and services into the main building, and hospital functions were not specialized in each clinic.

One of the most typical hospitals was the Karita Public Hospital (fig. 26).

2) Specialized Stage (1888~1910's)

The public hospitals in this stage became larger and complex, and all functions of hospitals except administration and dispensary were separated from the main building by the specialized clinic systems.

The typical hospital in this stage was the Fukushima County Hospital (fig. 27).

3) Systematic Stage (1910's~1945)

The public hospitals in this stage were composed of specialized departments with their own clinical facilities, for instance, examination rooms, treatment rooms, waiting rooms, operating rooms, etc.

The typical hospital in this stage was the Yamanashi Prefectural Hospital (fig. 28).

Reinforced concrete buildings were constructed after the Kanto Earthquake in 1923, most of which, however, were mostly intensive plan-type buildings shaped like the Japanese character 日 or 田 and had problems with respect to flow planning, sunshine, and ventilation, etc.

The Gifu Prefectural Hospital was the successful example of one of the reinforced concrete buildings (fig. 29).

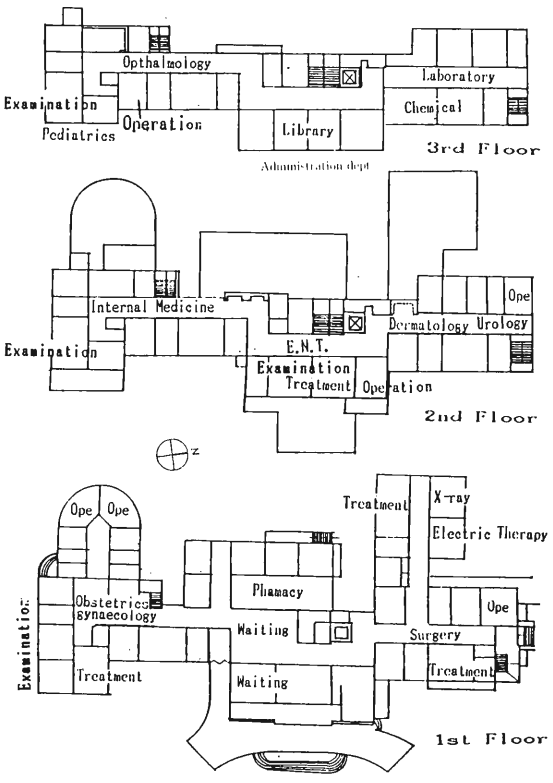


Fig. 29 Gifu Prefecture Hospital (1931)

明治期から大正期におけるオフィスビルの変遷に関する研究

北　岡　敏　郎

〈平成 2 年 9 月21日受理〉

A Study on the Changes in the Types of Office Buildings from the Meiji Era through the Taisho.

The purpose of this paper is to clarify how the office buildings were planned from the Meiji era through the Taisho in Japan. What is observed is as-follows. In this period were seen two types of office buildings : each of the buildings of one type was divided into some blocks by the walls, whereas that of the other showed no division. But the economical plans of the office buildings were demanded, which meant the necessity of the enlargement in the areas of the floors, and caused the increase in the buildings of the latter type. The original building which introduced these two types was 'Mitsubishi Building 1', and the central-corridor model, which is typical of the latter, had already shown it's appearance in the Meiji era.

Toshiro KITAOKA

1．はじめに

オフィスビルの歴史は大正半ば以降については論究されているが，それ以前について述べられているものは少なく，一般に，経済効率の追求から敷地いっぱいに広がり，「自然の採光・通風条件のもとで口，日，田の字型平面を構成」というところから始まっていた[文-1]．ようやく，最近になって明治期についても論究がなされ，「棟割長屋」形式なるものの存在も紹介されている[文-2]．しかし，これは建物の分割形式を指しており，田の字型という平面の構成形式とは全く異なる範疇のものである．いずれにせよ，この「棟割長屋」形式なるものが当時において一定の根拠を得たオフィスビルの構成形式であったのか，さらに，この形式も含め，オフィスビルに求められる要求，経済性の追求が明治・大正期にどのようなかたちで求められ，それらにより，実際にどのような変遷をしてきたのかが体系的にとらえられていない．本研究は以上のような視点にもとづき，明治期から大正期におけるオフィスビルの変遷を明らかにすることを目的とする．

さて，ここでオフィスビルのおおまかな流れを概観する．オフィスビルの第一号は明治 4 年の第一国立銀行で，三井が清水組に依頼して「バンク」として建設（三井組ハウス）したものである．しかし建物完成後，銀行組織が国の政策として取りまとめられ，第一国立銀行が設立されると，そのための施設として譲渡された．銀行そのものの位置付けが不明確であった当時の状況を反映し，建物は「為替方，勘定方の区別もなく」「銀行としては不適当」[文-3]とあるように，木造で住宅に近い間取りの中庭型であった．その後，周辺にいくつかの自社ビルが建設されたがその構成は不明である．また，明治22年に銀座煉瓦街が建設され，明治23年には丸の内一帯の払い下げを受けた三菱が貸ビルの建設に乗り出す．すなわち，明治27年に煉瓦造 3 階建ての三菱 1 号館を建設し，以後大正までに20棟あまりが建設された．貸ビルの誕生である．この平面構成をみると，建物をいくつかに壁で区切っており，これを縦ブロック形式と定義する．また一方，大正 1 年には三井貸営業所が 6 階建て，鉄骨造で建設され，大正15年には 9 階建て鉄骨造の丸ビルが完成する[*1]．これら二者はいずれも建物を壁で分割することをせず，各階のフロアーを室区分する形式で，これをフロアー区分形式とする．

このようにオフィスビルの構成は構造技術との関わりが深く，また，その平面構成においては大きく縦ブロック形式（分割型）と，フロアー区分形式（非分割型）が存在していたといえる[*2]．

そこで，本研究の課題と方法を次のように設定する．まず，建物の分割方式とは別に，そもそもオフィスビルの変遷の中で経済合理性がどのように追求されてきたのかをマクロに把握すること，次にオフィスビルを分割型の縦ブロック形式と非分割型のフロアー区分形

式にわけ，各々の変遷過程とそれぞれの特徴を明らかにする．その際，一般的には規模の大きいビルの流れの中で建築技術的発展が捉えられるが，規模の小さいビルも存在しているのであり，それらの構成にも留意する必要がある．

2．経済合理性追求の主たる側面

ここではオフィスビルに要求される経済合理性の側面をその変遷から検討する．

資料としては，当時の建物の平面や構造，面積規模などを比較的に詳しく掲載している「建築雑誌」を使用する*3．なお，対象とするオフィスビルは貸ビル，自社ビル，その中間的な形態の準自社ビル（自社ビルで一部を貸室にしているもの）であるが，それ以外にもこれらのオフィスビルに影響を与えたと考えられる庁舎建築，公的機関の建築なども含めて分析する*4．

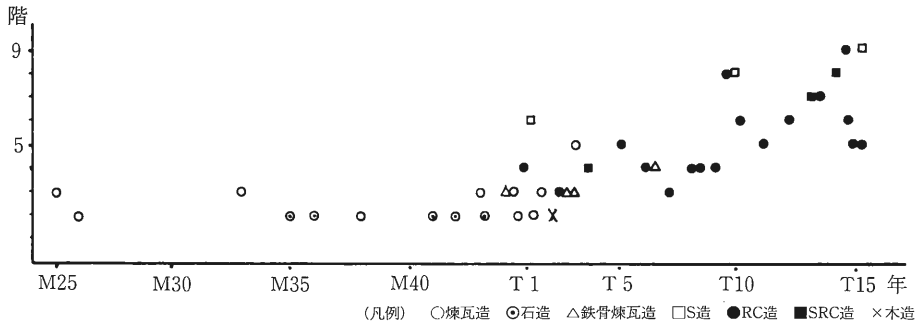
2．1　構造技術の発達と高層化，規模増大化

煉瓦造は明治以前から一部で採用されていたが，明治22年にはその耐火性能と権威主義的意図から大蔵省土木寮による銀座煉瓦街の建設が着手された．

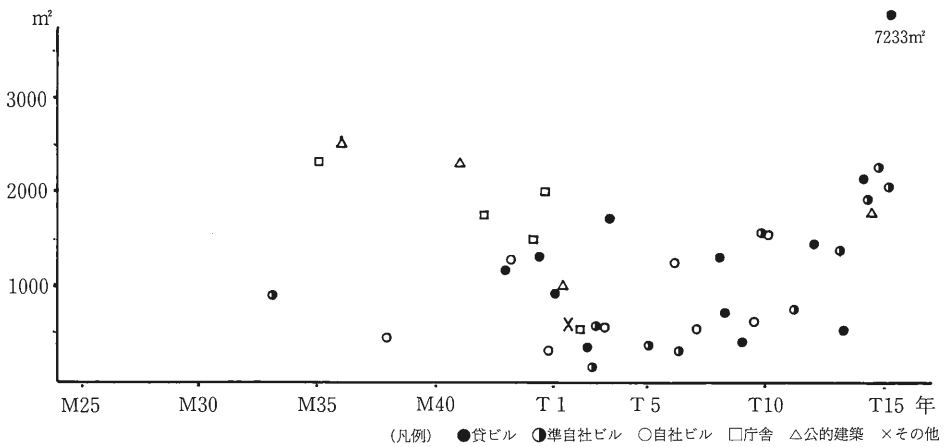
わが国初の鉄骨構造は明治27年秀英社印刷工場が海軍造船技師若山弦吉により建築された[文-4]．建築家による本格的なものとしては明治35年に三井銀行本店が横河民輔により設計されたが，帳壁構造として採用されたのは佐野利器による明治42年の丸善が最初といわれる．

また，鉄筋コンクリート構造は明治39年の東京倉庫株式会社の倉庫が土木技師の白石真治により設計されたが，同じく建築家では明治44年の三井物産横浜支店１号館が最初で，特にこの鉄筋コンクリート造の本格的建設はその耐震性能から関東大震災以降といわれる．

そこで対象を時系列にみてみると明治期の煉瓦造・石造，その終りの時期には鉄骨煉瓦造，明治44年に鉄筋コンクリート造，大正１年には鉄骨造がみられ，その後は鉄筋コンクリート造が主流となっている（図－１参照）．つまり，オフィスビルはそれらの構造技術の変遷をよく体現しており，当時の先端技術が投入された様子がうかがえる．しかし，その耐震性能と共に，鉄筋コンクリート造は煉瓦造に比較し「壁厚を減じ得るを以て貸し部屋の方はそれだけ大きく営業上好都合



図－１　構造種別と階数



図－２　建築面積

である」*5という経済的合理性の評価も働いている．

階数は当初２～３階建てで，明治44年の三井物産横浜支店で４階建てが登場し，大正１年の三井貸営業所が６階建てとなるが，大正半ばまで４～５階建てが主である．大正９年には８階建てが出現し，それ以降は主に５～９階建てへと移っていく．地階のないものは３例のみであり，当初は機械室，倉庫といったものへの使用であるが，大正半ばには店舗や食堂等にも使用されており，地階空間の利用価値が高まっている．

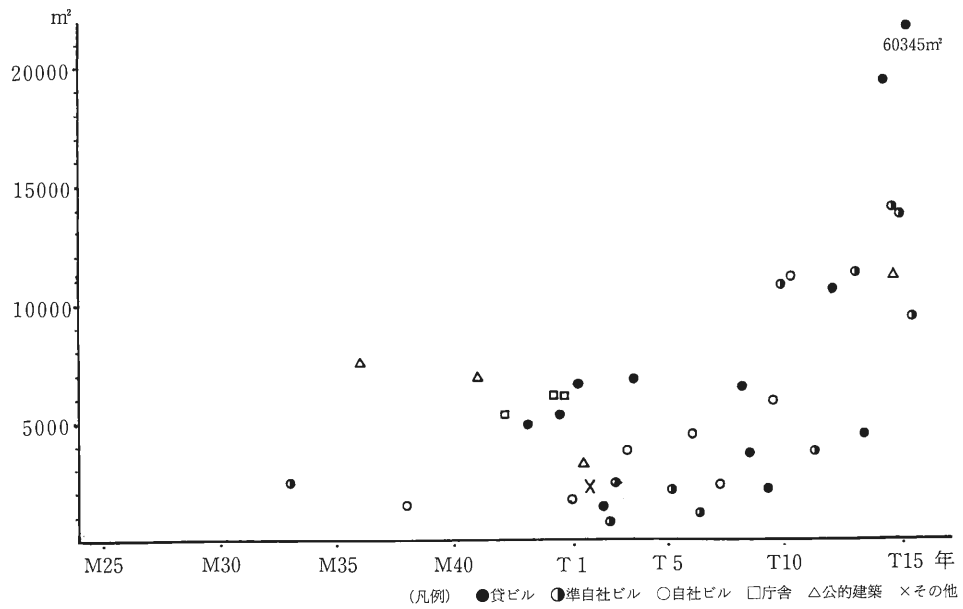
建築面積は明治35年にすでに2000m²を超えているものもみられるが，庁舎および，公的建築であり，これらを除くと，大正３年までは1500m²以下，それ以降は2000m²以下で，大正14年以降になると明治期の庁舎建築同様2000m²を超えるものが多くなる（図－２参照）．特に大正15年の丸ビルに至っては7000m²を超えているが，概してその増加傾向はやや低めである．

延べ床面積では明治40年以前の例数は少ないが公的建築を除くと3000m²以下，それ以降は1000～7000m²と広がる（図－３参照）．しかし，大正９年の第一生命ビル以降は10000m²を超えるものが多く，前述の丸ビルに至っては60000m²を超える．つまり，建築面積に比し，着実に延べ床面積の増加傾向は大きくなっている．

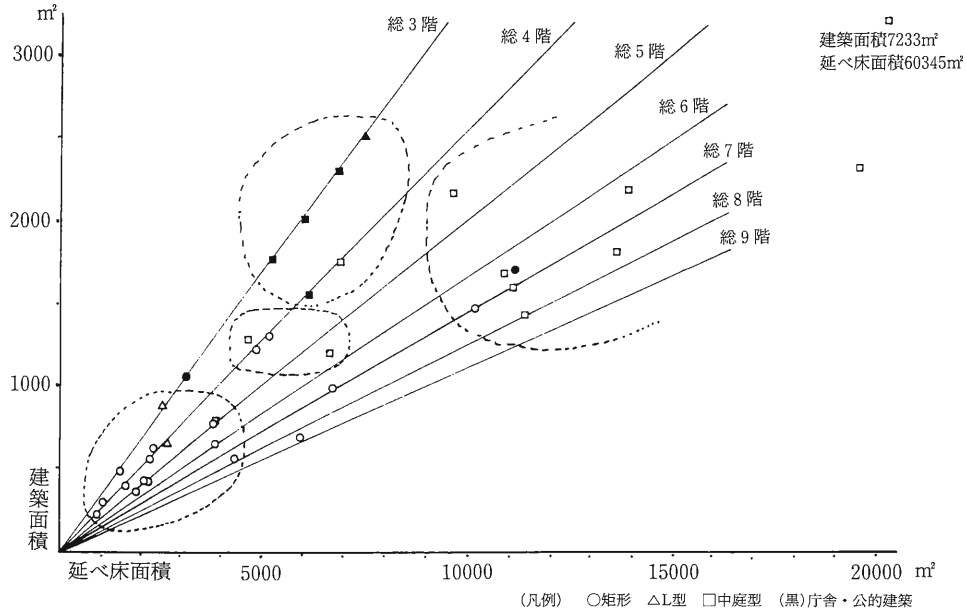
これらの時期的誤差はあるが，おおよそ以下のようにまとめられる．すなわち，明治末期から大正初期にかけては新技術に対する既存技術の補強の枠内での階数増加，延べ床面積の増加であるが，それ以降は新技術の駆使により，高層化・大規模化（建築面積および延べ床面積の増加）の変容がみられる．まさに構造技術の進展に負うところ大であるが，逆にみれば，経済合理性の追求が高層化・規模増大要求となって，それを可能とする技術的発展が促されたとみてもよかろう．

２．２　高層化，規模増大化に対する計画技術的側面の対応

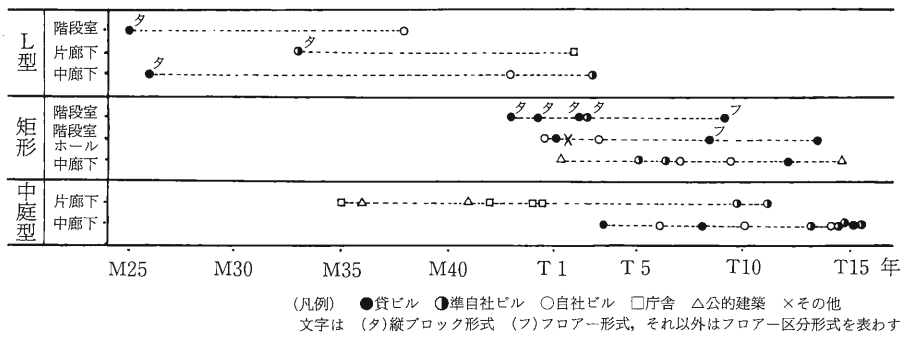
次に，これらに対し，平面形態の変遷をみてみる．当初Ｌ型であり，中庭型も早くからみられるが，明治44年までのものは庁舎および公的建築であることから大正期からは矩形か，中庭型へと大きく２つに分れる．平面形態は個々の敷地形状に影響されるが，規模にも規定されると考えられる．そこで時系列をはずして，建築面積，延べ床面積とクロスしてみると，いくつかのグループに分れる（図－４参照）．すなわち小規模の建築面積（1000m²以下）では矩形・Ｌ型で，その階数を増やしても延べ床面積は7000m²程度以下であるが，建築面積が大きくなると矩形とともに中庭型が登場し，さらに1500m²程度以上では中庭型により延べ床面積10000m²以上がとられている．なお，建築面積1500m²以上で延べ面積6000～7000m²程度の中庭型の一群があるが，これは主に庁舎および公的建築であり，オフィスビルの特性ときわめて異なっている．従って，当初矩形あるいはＬ型であったが，さらに要求される高層化・大規模化は，中庭型という手法により達成されている．もちろん，自然採光・自然換気に頼っていた当時としては部屋の奥行が限定されることから，これらの矛盾の解決としてだされた手法といえよう．



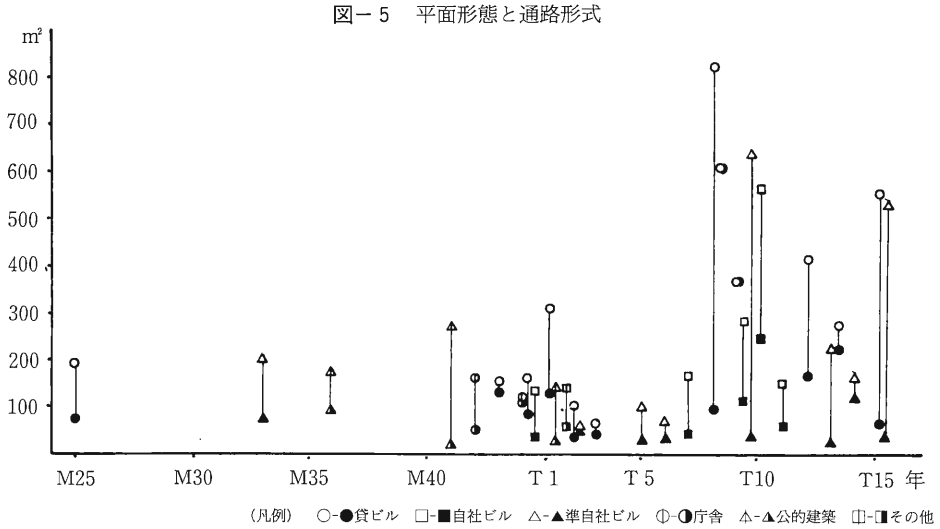
図－３　延べ床面積



図－4　面積規模と平面形態



図－5　平面形態と通路形式



図－6　部屋規模（上：最大室，下：標準室）

通路形式は，当初より種々の形式がとられているが，比較的に階段室型は明治末から大正初期にかけて階段室ホール型に移行し，片廊下型は同様に中廊下型に移行しているようにもとれる(図－５参照)．この片廊下型は庁舎建築にみられ（オフィスビルでは大正後期に２例のみ),従って廊下形式のオフィスビルは中廊下型に集中している．これも庁舎建築とは異なる点である．一般に片廊下に対し中廊下は居住性では劣るが，経済性ではまさる．この点でも経済的合理性の追求がみられる．これを建築面積，平面形態と関連してみると，規模の小さいＬ型は種々の通路形式となっているが，矩形では階段室・階段室ホール型が多く，規模1500㎡以上で中廊下型がとられている．中庭型は建築面積が大きく廊下形式となりやすいが，このうち前述のごとく庁舎建築で片廊下型であるので，ほぼ中庭型では中廊下型といえる．つまり後半にみられる規模の大きいオフィスビルは中庭型で，かつ中廊下型という経済合理性が追求されている．

床面積の増大化という流れの中で，部屋規模をみると，一つの建物でも大小種々の部屋がとられている．ここではその建物で最も数の多い部屋を標準室とし，これと最も大きい部屋（最大室）とを比較する（図－６参照)．大正７年頃までは２例ほど300㎡前後がみられるが,他は最大室でも200㎡以下で標準室との差も少ない．しかし大正８年頃より最大室のとられ方が大きくなり，300㎡前後，600㎡前後，中には800㎡を越えるものまである．標準室は，同一規模のフロアー形式を除けば，250㎡程度まで大きいものもでてくるが，ばらつきが大きく，100㎡程度以下も多い．従って，大正期の後半からは小部屋を配置しつつ，一方で大きい部屋の拡大が著しいことになる．

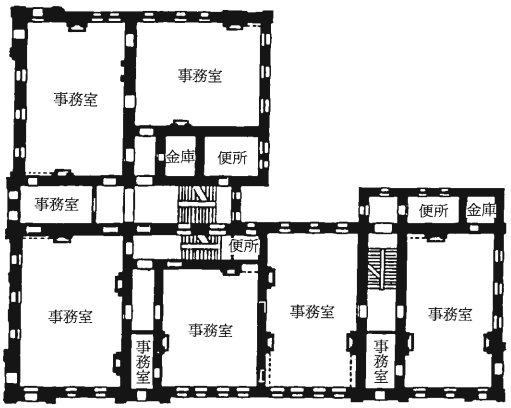
ここで，縦ブロック形式とフロアー区分形式についてみると縦ブロック形式は非常に数が少なく，明治27年から大正２年までの７例でしかない．他は圧倒的にフロアー区分形式で，その特殊例のフロアー形式（非分割型で，フロアーも細かく区分しない形式）が２例みられる．時期的には明治期の庁舎建築を除くと明治の末から大正初頭に縦ブロック形式からフロアー区分形式へと移行している．

３．縦ブロック形式

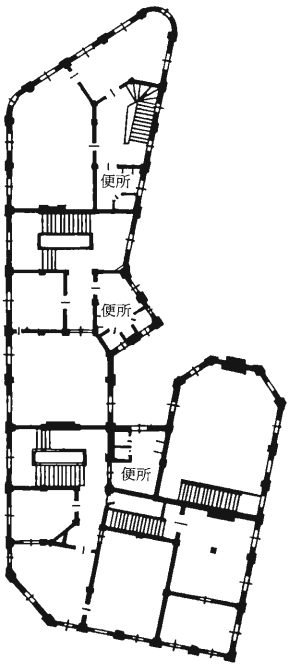
３．１　縦ブロックの典型

三菱12号館は明治43年竣工であるがその平面をみると，縦ブロックの典型的な形態を示す（図－７参照)．すなわち，建物を３ブロックにわけ，それぞれに専用の出入口，階段，便所，裏口，ドライエリアを備えている．又，大正２年竣工の大阪株式取引所貸家でも同様に，建物を５ブロックに壁で区切り，それぞれに専用の階段，便所，出入口を備えている（図－８参照)．まさに階段室型の小規模のオフィスビルが集合したものといえる．これらの特徴はそれらの専用性にあり，その意味では自社ビルに限りなく近い形式である．

この形式の採用に際し，三菱12号館の設計者の保岡は，階段，出入口，便所，便器の個数がふえることは不経済ではあるが,「日本人は共同入口といふことを嫌って各自専有入口を欲するから」という施主の意向に従って設計を行なったと説明している*6．この考え方



図－７　三菱12号館（２階）

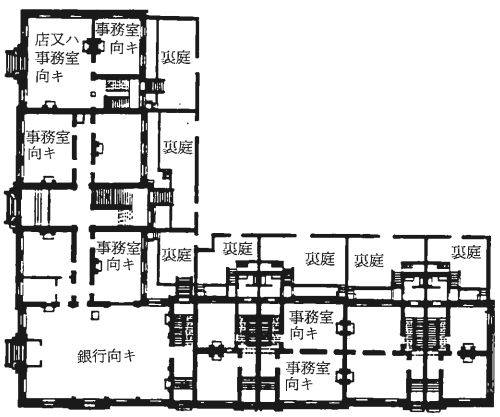


図－８　大阪株式取引所貸家（２階）

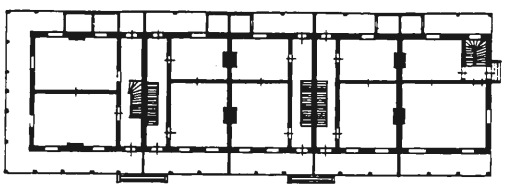
が当時一般的であったかといえばそうではなく，すでに自社的ではない貸ビルの別の方式もあり，保岡はその方が経済的には有利であると考えていることが読み取れる．つまりそのような状況の中で「あえて」経済性を無視してこの方式が採用されたということである．しかも，いくら自社的とはいえ，ブロックごとの専用性であり，ブロック内では共用となる．つまりそのブロックの全部を借りきれるテナントにとってのみ専用化できるわけであり，一般には半専用と考えるほうが妥当であろう[*7]．従って，この方式は，対応するテナントの規模によって性格が異ならざるを得ない．

3．2　三菱1号館における2つの側面と貸ビルの概念

前述のごとく，三菱１号館は貸ビルの第１号である（図－９参照）．設計者はイギリス人コンドルと弟子の曽禰達蔵であり，煉瓦造３階建ての「英国風」の様式といわれる[文-2]．その平面をみると，大きく３つのブロックにわかれ[*8]，その一つはまた細かいブロックに分割されている．しかも，それぞれのブロックに，出入口，階段，便所のほかにドライエリア，裏口，裏庭までついており，三菱12号館以上に専用性の高い縦ブロック形式である．これが貸ビルの第１号であり，設計者がイギリス人であり，建築様式も「英国風」であることからイギリスのオフィスビルがその源流ではあろう．しかし，ここではより立ち入ってその平面構成をみると，次の２点で特徴がみられる．



図－９　三菱1号館（１階）



図－10　造幣寮北下等洋人館

第１点は各ブロックの中の構成がそれぞれに異なる点である．左上側のブロックは部屋内に階段があるタイプである．しかし中央はかなり大きなブロックになっているため，部屋数も多く，中廊下型になっている．仮にこのブロックを複数テナントが賃貸すれば，このブロック内ではフロアー区分形式と何らかわることがないタイプである．さらに，右側のブロック群は分割は細かいが，階段室型であり，上記のブロック群のなかでは三菱12号館に最も近い形式である．しかし，その形態はかなり異なり，矩形を輪切りにした形，まさに「長屋」に近い形態である．図－10は造幣寮に雇われた外国人の宿舎であり，明治５年にイギリス人のキンドルの監理下で建設されたものである．三菱１号館の右側のブロック群の構成と比較してみると，きわめて類似しており，それらのブロック群は当時の煉瓦造による集合住宅の形式を取り入れていることがわかる．これは建物を貸す場合，当時はまだ「家を貸す」という概念であり，それは三菱12・13号館やその後の大阪株式取引所でも「貸家」という名称を付けていることでも明らかである．そのような状況の中で集合住宅の形式が取り入れられるのは不自然なことではない．

特徴の第２点は各ブロック毎に，さまざまな大きさの部屋を用意しているが，各部屋の用途設定を一定行っていることである．銀行向き，事務室向き，店又は事務室向きである．それらをブロック毎にゾーニングして配置している．従って，ブロック分割の意味には異種用途のものを分離させる機能もあったと考えられる．

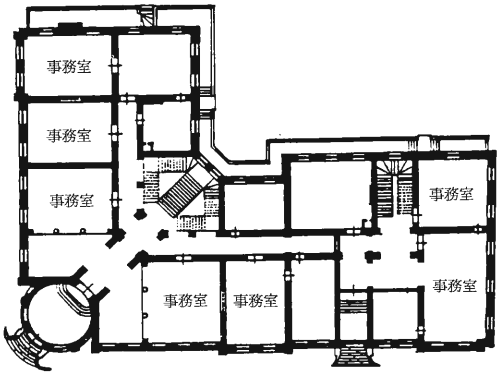
つまり建築形式としてはイギリスの様式を取り入れながらも，平面構成においては細かく分割することにより異種用途を分離させ，かつ「家」的な自社ビルに近い形式をとったものと考えてよかろう．しかし，一部には中廊下によるフロアー区分「的」形式も採用されており，その意味では貸ビルを構成する原理が確立しておらず，まさに種々の思惑の中での産物と位置づけてよかろう．それは三菱２号館の平面でさらに理解できる．

3．3　２つの側面の分化

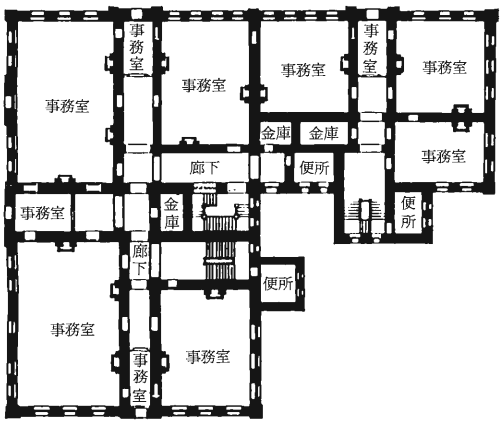
三菱２号館は１号館の翌年に竣工している（図－11参照）．これは貸ビルではあるが，当初から３保険会社の入居が決まっていたと考えられる．大きくは２つにブロック分けされた縦ブロック形式ではあるが，各々の中は中廊下であり，左側のブロックには２社が入り，フロアー区分形式的利用となっている．つまり，ここでは，三菱１号館にみられた，縦ブロックによる専用性はかなり薄まっている．これは，テナント数が３社と少なく，しかも各会社の関連性もあったからではな

いかと思われる．

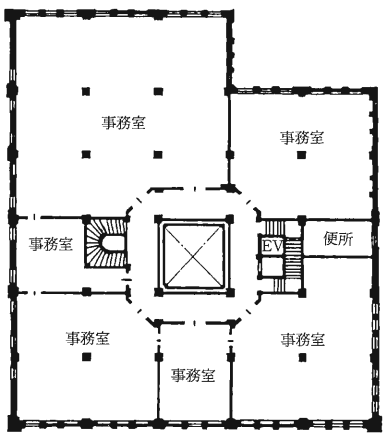
次に三菱12号館の翌年に竣工した三菱13号館は，さすがに12号館とよく似た平面である(図－12参照)．一見，３つのブロックにわかれ，それぞれに専用の便所，階段，出入口を有しているかのようである．しかし，



図－11　三菱2号館（三保険会社）（１階）



図－12　三菱13号館（２階）



図－13　三井貸営業所（６階）

よくみると，２つのブロックに相当する部分が中廊下でつながっており，厳密には２ブロック分割である．つまり，ここでは縦ブロック形式の専用性を保持しつつ，一定の共用化も加味することにより，その融通性のなさをカバーしようとしているとみることができる。しかし，それは逆に縦ブロックの不経済性を残し，フロアー区分形式の共用性も徹底できないことでもある．

明治33年竣工の三菱神戸ビルと大正２年竣工の大阪窯業社屋は時期的には少し離れているが，ともに２分割の縦ブロック形式である[*9]．これらはいずれも準自社ビルであり，自社使用部分と貸室部分とを分離するために用いており，異種機能の分離といえる．

従って，三菱１号館でだされた縦ブロックの２つの側面のうち，専用性を重視した自社ビル的側面は三菱12号館，同13号館，大阪株式取引所に受け継がれ，もう一つの異種機能の分離という側面は三菱２号館，三菱神戸ビル，大阪窯業社屋に受け継がれていったといえる．特に，後者の側面からすれば，通路形式はあえて階段室型にこだわる必要もなく，三菱２号館，三菱神戸ビルでは廊下形式となっている．

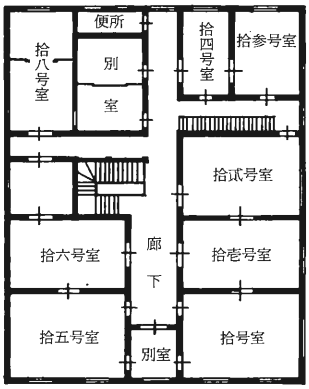
３．４　縦ブロック形式の特徴

この形式の特徴をまとめると，建築面積では230～1300m²程度で，やや幅は広いが，階数が３～４階程度と限られるため，延べ面積では1300～5000m²でしかない．対応する平面形態は矩形ないしＬ型で中庭型はない．機能では，階段，便所，出入口等が専用化できるため貸室というより自社ビルに近いというイメージの良さが創出でき，異種用途の分離にも適していた．従って，貸ビルか準自社ビルにのみ採用された．しかし，施設・設備の分散化は不経済であり，その後の大規模化，特に高層化には対応できにくい欠点であった．また階段室型では，部屋規模も不揃いになりやすい．

４．フロアー区分形式

4．1　フロアー区分形式の発生と特性

フロアー区分形式は「アメリカ式」の中廊下型の導入によるもので，大正１年の三井貸営業所がその最初といわれている[文-5](図－13参照)が，それは当時の鉄骨造の高層ビル，大規模ビルにおいてのみあてはまることである．というのも前述のごとく，三菱１号館の一つのブロックの中ですでにフロアー区分「的」形式がとられていたし，次の三菱２号館ではより進展している．また，純然たるフロアー区分形式は，小規模な木造ではあるが，明治44年の日比谷貸事務所に採用されており，しかも通路形式は中廊下型であった（図－14)．明治期の庁舎建築が片廊下型であった点と比較して，フロアー区分形式では当初から中廊下型である点



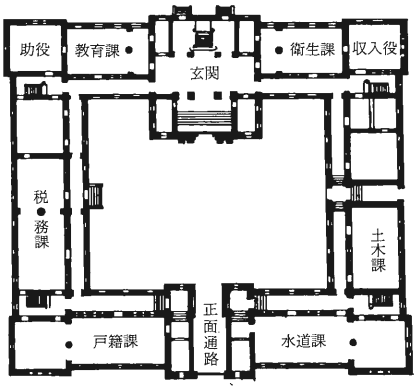
図－14　日比谷貸事務所（2階）

で，経済的合理性の追求が貫徹していたといえる．

フロアー区分形式は各フロアーの中を室区分することであるが，一方で，出入口，階段，便所，手洗い，給湯などを共用することが大きな特徴である．それにより各々の個数を減らすことができ，個々に専用化させるよりも無駄がない．このことは，高層化・規模増大化にも有利である．しかも，出入口，階段の数が少なければ，その分意匠的にも，空間的にも充実したものにできる．これは階段室型から階段室ホール型の台頭でよくわかる．その意味では先の三井貸営業所はこの階段室ホール型の特殊例と考えてよい．また，その後の中庭型でもメインの出入口はその建物の象徴的空間となっており，この権威主義は当時の庁舎建築により明確である．しかし，それにより空間の価値が高まるのであれば，このことも縦ブロックに対するフロアー区分形式の有利性であろう．

4．2　中庭型の変遷

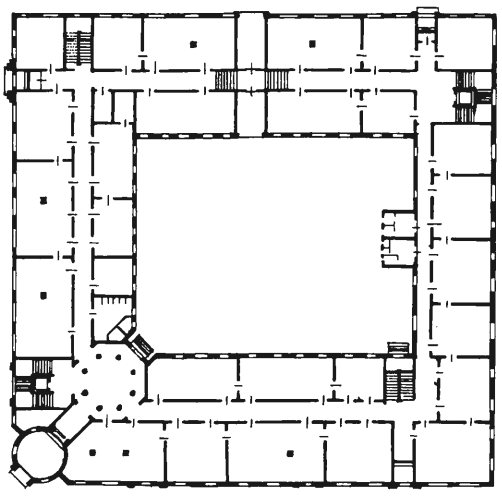
フロアー区分形式は，大規模になると中庭型となる．この中庭のとられ方についてさらに検討を加える．



図－15　神戸市役所（1階）

明治期に建てられた庁舎建築は中庭型であったが，しかもそのほとんどが1・2階とも同じ口の字型であり，典型化されていたことがわかる*10（図－15参照）．これに対しオフィスビルでは，大正3年の三菱21号館で中庭型が初めて登場するが，庁舎建築と類似した口の字型の総3階で広い中庭を有していた（図－16参照）．しかし，すでに大正6年の九州電燈株式会社社屋では1階には中庭がなく，上階は日の字型となっている．同様のことは大正11年の大川田中事務所でもみられ，上階は口の字型である（図－17参照）．つまり，同じ中庭型でも庁舎建築とは，空間価値の高い1階の利用形態で大きく異なっている．しかも，中庭の規模においても，採光・通風の確保のみという性格が強く，まさに光庭・ライトウェルである．中庭型の集大成ともいえる大正15年の丸ビルでは，1・2階は田の字型で，商店街としてその収益価値を最大限に高め，3階以上は日の字型，9階は矩形と空間価値の高い順により収益性の高いプランで構成されている（図－18参照）．ここにオフィスビルの中庭型の経済合理性による変遷を読み取ることができる．

2．2節でみたとおり，建物の規模増大にともない，区分された部屋規模も増大した．そこで近年典型となっている間仕切りの自由度の高い，連続した矩形のオープンな空間の設定の流れをみてみる．明治41年の大阪中之島税務署・税務監督局でオープンの連続室が一定みられ，庁舎建築ではすでにこの時期から採用されていたものと思われる．オフィスビルでは，大正6年の九州電燈株式会社社屋で部分的に採用され，大正8年の丸の内仲15号館，大正10年の三菱仮本社増築部分ではほぼ全面的に採用されている（図－19参照）．部屋



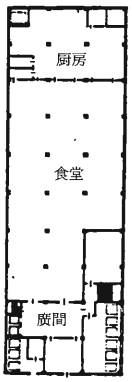
図－16　三菱21号館（1階）

の間仕切りに自由度をもたせる発想はすでに明治43年の三菱12号館の時点であったが，しかしそれは単に規模拡大にとどまり，この連続室の手法は大正期に確立されてきたといえよう．

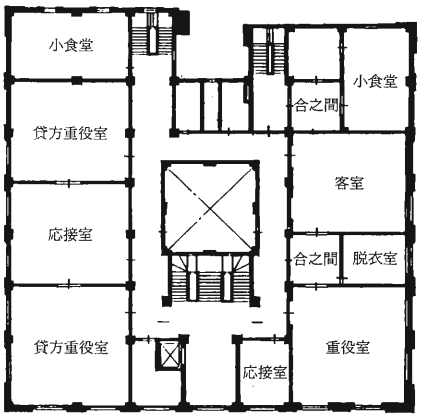
しかし，中庭型は小部屋配置には有利であるが，大部屋とくに連続室配置にすると片廊下となり不経済である．また，建築面積，延べ床面積の大規模化には一定有利であったが，設備や動線の分散による不経済性が内在していたため，特により以上の高層化においては限界も有していたといえる．

4．3　矩形，L型の変遷

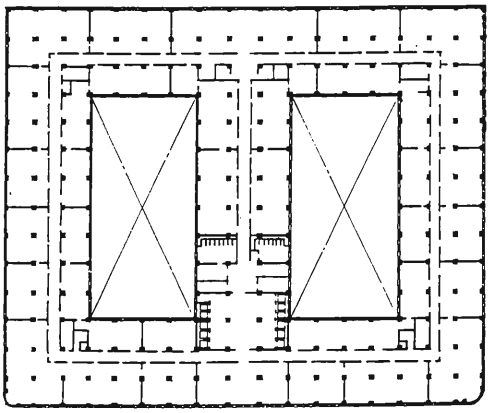
一方，矩形ないしL型の中小規模のオフィスビルにおいても経済合理性が要求されたが，これらの変遷はそれほど複雑ではない．中廊下型では，日比谷貸事務所にみられるごとく，複数方向に廊下が通るなどやや複雑な構成をしていたが，大正期には共用部分の設備空間を集め，より単純化し，整然とした並びを構成するものもみられる(図－20参照)．それに対し，階段室型・階段室ホール型は小部屋の多数配置には適さず，そのような場合には一定広いホールをとらざるを得なかった(明治44年三井物産横浜支店)．これはすでにみ

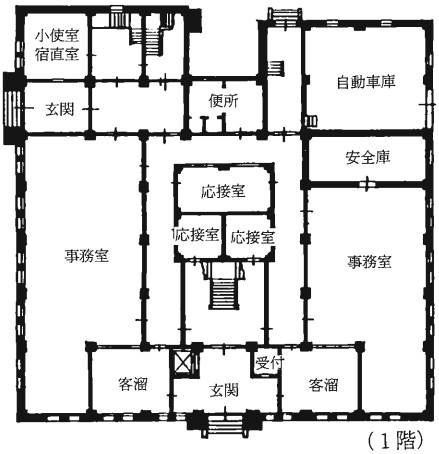


（9階）



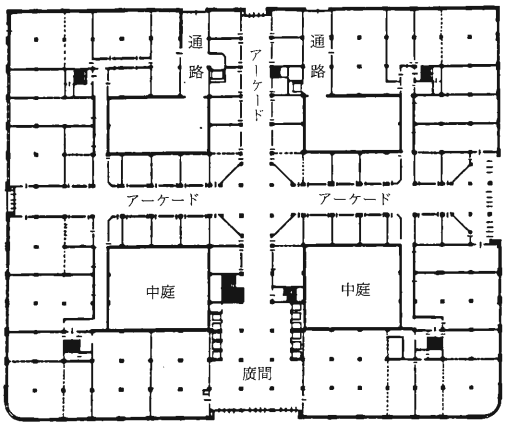
（2階）


（3階）



（1階）

図－17　大川田中事務所

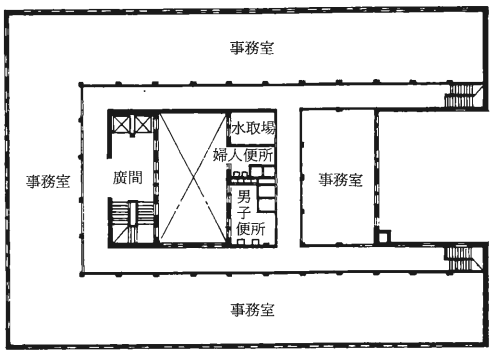


（1階）

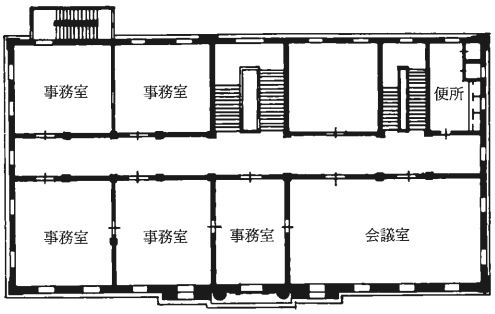
図－18　丸ビル

たとおり出入口空間の象徴化とも結び付いていたと思われる．しかし，この型は設備部分の集中化及びそれらを含めた共用部分の集約化では最も有利であるため，前述のごとく，部屋規模の増大化や間仕切りのフレキシビリティ，高層化の要求の中で，フロアー形式を形成する．大正８年の三菱仲12号館，大正９年の三菱仲２号館がそれである（図－21参照）．コア形式の出現は，昭和以降であるがこれらの平面をみると，設備の集中及び動線の集約化などその先駆けとみてよい*11．

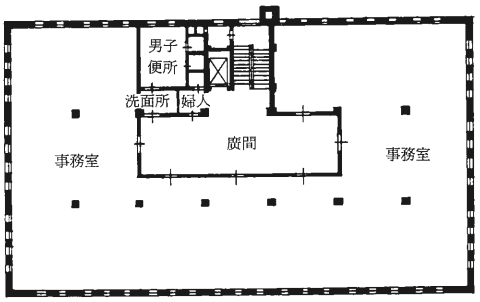
5．ま　と　め



図－19　丸の内仲15号館（２～４階）



図－20　古河商事大阪支店（２階）



図－21　三菱仲２号館

積の増大にあり，明治末から大正期にかけての新技術の導入により，建築面積，階数を増加させ，延べ床面積の増大を行なっている．その典型的手法がフロアー区分形式の中廊下型・中庭型である．

２）貸ビルの第一号である三菱１号館は分割型の縦ブロック形式であるが，二つの側面，自社ビル的施設・設備の専用化と異種用途の分離の機能を併せもっていた．とくに前者の側面は貸ビルの概念というよりも貸家的概念がその根底にあった．その後の縦ブロック形式はそれらの側面が分化した形で展開されたが，経済合理性の追求の中で分割型のフロアー区分形式に圧倒された．

３）フロアー区分形式の中廊下型も部分的適用ではあるが，縦ブロック形式同様三菱１号館にまでさかのぼることができ，大正期に初めて導入されたものではない．

４）フロアー区分形式は大正期に中庭型を展開するが，そこにも経済性追求の独特の積層化が行なわれた．

５）一方，規模増大化と同時に部屋規模も増大してゆくが，すでに明治の末には間仕切りの自由度の確保が問題となり，大正半ばにはフレキシビリティーの高い均一な連続室も設定されている．

６）階段室ホール型の発展形であるフロアー形式も，すでに大正期の後半にはみられた．

なお，本研究の資料収集において，平成１年度卒業研究生の林光院武一郎君の協力を得た．記して感謝します．

引用・参考文献

文-１　建築計画　宮川英二他著　理工図書　1979
文-２　オフィスルネサンス　林昌二他著　彰国社　1986
文-３　清水建設百五十年史　清水建設　1953
文-４　日本近代建築技術史　村松貞次郎　彰国社　1976
文-５　新建築学大系34事務所・複合建築の設計　彰国社　1982

注

＊１　丸ビルは一度大正12年に竣工するが直後に関東大震災で被害を受け，大正15年に改修を終わる．収集した図面が改修後のものであったのでここでは後者を竣工年とした．

＊２　後述のように非分割型にはフロアー形式もあるが，ここでは分割型と対比するため，フロアー区分形式で代表させている．

＊３　使用したものは建築雑誌の第28号から42巻509号までで，分析には竣工年で大正期までのものを対象にした．

＊４　公的建築は税務所・日銀支店，日本赤十字社，

中央電信局などで，その他の建築は生命保険会社協会である．

＊5　建築雑誌295号 p43

＊6　同上295号 p42

＊7　同上295号 p42において「金庫のかく大きいのは，一部屋ずつも亦は一階全部をも借り切りにすることができるようになって居るからである．」と述べており，貸し方は大きくてもせいぜいブロック内の各階毎のようである．従って出入口，階段等は共用とならざるを得ない．

＊8　建築雑誌第72号の図では３ブロックとなっているが，「図面でみる都市建築の明治」（鈴木博之他，柏書房，1990）では２ブロック分割（図－９の左上のブロックと中央のブロックが中廊下でつながっている．）で，くい違っている．しかし，ここで述べている特性についてはかわらないので，一応前者の３ブロックで検討している．

＊9　大阪窯業社屋は地階，１階，２階の半分を自社で使用し，２階の残りと３階を貸室とし，厳密には２階の部分のみが壁で分離され，それぞれに専用の出入口，階段，便所がつけられている．

＊10　明治35年兵庫県庁舎，明治42年神戸市役所，明治44年横浜市役所，明治44年長崎県庁舎など．但し，庁舎ではないが，公的建築で，明治41年の大阪中之島税務署・税務監督局では１階日の字型，２階Ｅの字型となっているものもある．

＊11　コア形式の出現は昭和２年の大阪ビル１号館が最初で，耐震コアの要素も含めたコアシステムの完成は昭和32年の東京都庁舎といわれる．

爆発硬化した高マンガンオーステナイト鋳鋼のき裂伝播特性

大　山　司　朗

〈平成 2 年 9 月20日受理〉

Fatigue Crack Propagation Characteristics of Explosion Hardened High Manganese Austenitic Cast Steel

Explosion hardened high manganese austenitic cast steel rail crossings are now put to trial. The hardness, the residual stress, the resistance to wear, and the like have been examined. This is a study on fatigue crack propagation characteristics of the steel under repeated pressure load.

Shiro OYAMA

1．まえがき

表面を爆発硬化させた高マンガンオーステナイト鋳鋼 SCMnH3がレールクロッシングとして試験的に敷設されており，これまでにこの材料の硬さ[1]，残留応力[2]，耐摩耗性[3] 等が調べられてきた．今回は繰り返し荷重を受ける場合のその疲労き裂伝播特性について実験したので，その結果を報告する．

2．き裂伝播特性評価法

平滑材の強度評価は，その部材に生じている応力でなされる．しかしき裂材については，き裂先端の曲率半径がゼロに近くなり，その部分の応力は非常に大きくなる訳であるが，実際には材料の破壊には至らないことも多い．そこでき裂材の強度（危険度）評価には応力の代わりに応力拡大係数 K が使われる．応力拡大係数は一般に $K=\sigma\sqrt{a}$（σ：平均応力，a：き裂長さ）の形で表わされ，K が大きくなるということは応力またはき裂が大きくなるということで，それだけ危険度が高いということを意味する．また荷重の繰り返し作用におけるき裂進展に対しては，応力拡大係数幅 $\triangle K=\triangle\sigma\sqrt{a}$（$\triangle\sigma$：繰り返し負荷応力幅）が使われ，これも繰り返し荷重を受けるき裂材の危険度を表わす．さらに材料のき裂伝播が速いか遅いかは，それぞれの材料における同一状態 $\triangle K$ におけるき裂伝播速度 da/dN（a：き裂長さ，N：荷重負荷回数）の大きさで比較される．

3．試験片および実験

試験片は ASTM 規格の CT 試験片（図 1）を使用した．この試験片の応力拡大係数幅は，次式で与えられる．

$$\triangle K=\frac{\triangle P}{B\sqrt{W}}\frac{2+\alpha}{(1-\alpha)^{3/2}}(0.886+4.64\alpha-13.32\alpha^2+14.72\alpha^3-5.6\alpha^4) \quad (1)$$

ここで　$\alpha=a/W$，$\triangle P=Pmax-Pmin$（荷重幅）である．

次にき裂伝播速度の求め方について説明する．試験片の背面にひずみゲージを貼り，これから荷重負荷時に検出される背面ひずみ ε と，このときのき裂長さ a との関係をあらかじめ実験により調べ，負荷荷重 P と背面ひずみ ε からき裂長さが計算できる実験式 $a=f(P, \varepsilon)$ を作った．これは繰り返し荷重をかけながら，ストレーンメータを通してパソコン画面に表示される背面ひずみがある値進む毎に，機械から試験片を取りはずして，顕微鏡とマイクロメータでき裂長さを測定した．本実験ではこの式を使って機械を止めること無

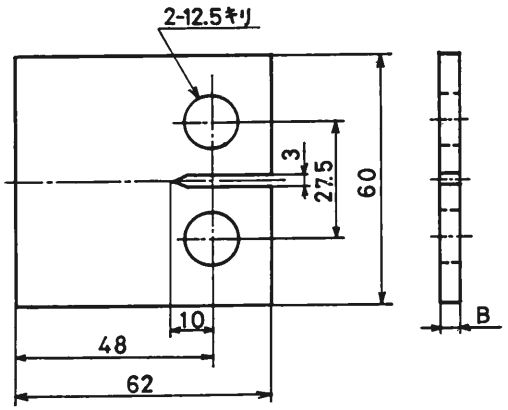


図 1　試験片形状および寸法

表1　実験条件及び試験片寸法(A，B，C，Dは素材，E，F，Gは爆発硬化材)

試験片	最大荷重	最小荷重	荷重比	負荷周波数	試験片厚さ
	P_{max} N	P_{min} N	$R=P_{min}/P_{max}$	H_z	B mm
A	6860	490	0.07	2	6.48
B	6860	490	0.07	2	5.48
C	2940	490	0.17	5	3.75
D	2940	490	0.17	5	3.70
E	6860	490	0.07	2	5.66
F	6860	490	0.07	2	6.26
G	2450	490	0.20	5	4.00

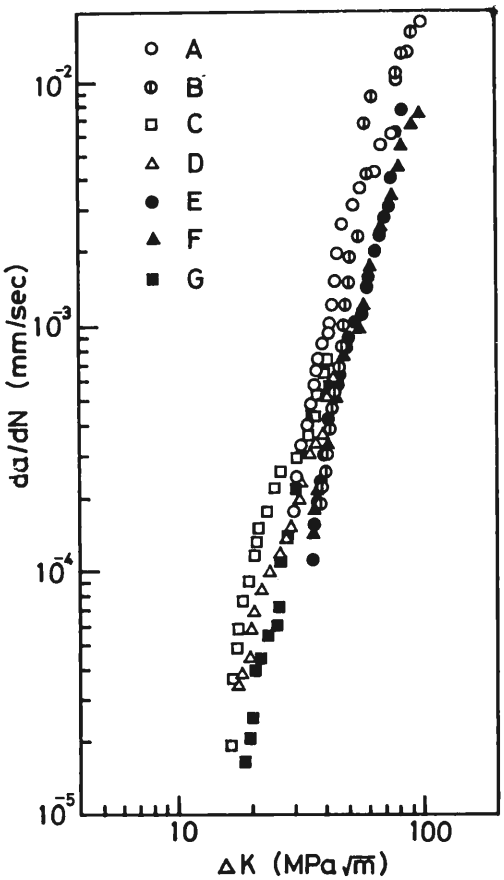


図2　き裂伝播特性

しに，き裂がある長さ進む毎に，その時の荷重負荷回数 Ni とき裂長さ a_iをパソコンで自動的に記録していった．荷重負荷回数 Ni におけるき裂伝播速度 da/dN は，Ni の前後それぞれ3点(計7点)を使って a を N の2次式で近似し，これを微分した式に Ni を代入して求めた．そして荷重負荷回数 Ni における応力拡大係数幅△ Ki を(1)式により計算し，△ K と da/dN の関係を両対数グラフにプロットした．これを高マンガンオーステナイト鋳鋼素材4個と表面を爆発硬化したもの3個について行った．それらの実験条件と試験片寸法を表1に示す．

4．実験結果および考察

実験結果を図2に示す．図から素材と爆発硬化材とを比べると，爆発硬化したものの方が若干右下に位置する．このことは，同じ危険度△ K に対して爆発硬化材の方が少しではあるが，き裂の進展速度が遅いということになる．すなわち表面の爆発硬化により，き裂伝播特性は微弱ではあるが向上したと言える．

5．結　　び

試験片の厚さが薄いことから，この表面に爆薬を塗り爆発させると．材料の損傷がひどく試験片として採用出来ないものが数多くでた．その為試験片の数が少なくなったが，疲労き裂伝播の特性はおおよそ求められたと思われる．なお試験片製作について御協力いただきました旭化成工業㈱化薬事業部の御好意に厚く感謝致します．

参考文献

1）小田明　材料33，370（1984）
2）小田明　宮川英明，大山司朗　材料33，367（1984）
3）小田明　材料34，380（1985）

電気回路網のべき級数展開による時間領域解析について

近　藤　誠四郎・辻　　一　夫

〈平成 2 年 9 月21日受理〉

On the Time Domain Analysis of Electrical Networks by Power Series Expansion

This paper presents a numerical analysis of electrical networks by modified power series expansion, and the equivalent circuits of recurrence formula are considered. According to our experience, it is difficult to introduce the response of electrical netwerks for students without enough knowledge of mathematics. We believe that to solve the response by power series expansion can help the insight into the electrical networks.

Seisiro KONDO and Kazuo TSUJI

1．まえがき

電気回路の応答について講義するとき，最初の導入のところで応答の解をべき級数展開で示し回路の状態，立ち上がりの様子などについて検討させると効果が上がる．通常教科書に書かれているような導入では，次に示すような理由により不適切と思われる．

1）数学の知識が不十分で，学生は数式に振り回され物理的な理解が得られない．
2）独立閉路 2 程度の簡単な回路でも答えを求めるのに相当時間がかかる．
3）解を求めるとそれで満足し，現象を考察しようとしない．

このような理由から筆者は状態変数をパラメータ α を持つ級数で表し，その係数についての漸化式を求め考察した結果次のような利点があることが判明した．

1）抵抗回路の計算でよい．
2）ポケコンの利用が容易である．
3）インダクタンス電流（または磁束），キャパシタンス電圧（または電荷）の変化について物理的，数値的考察ができる．

以上のような利点の他，パラメータ α を適当に選べばべき級数展開（$\alpha=0$ に相当する）に比べて近似度が改善されることが判った．このことについては次の機会に報告したいと思う．

2．漸化式とその等価回路

状態変数としてインダクタンス電流 i_{lp}，及びキャパシタンス電圧 V_{cq} を選び

$$\mathbf{x}=[i_{l1}\cdots i_{lp}\ v_{c1}\cdots v_{cq}]^t$$

とする．ここで p，q はそれぞれインダクタンス，キャパシタンスの個数でインダクタンスだけからなるカットセット及びキャパシタンスだけからなる閉路は無いものとする．また，t は転置を表す．バシュコフ行列を A とすれば状態方程式は

$$d\mathbf{x}/dt=\mathbf{A}\mathbf{x}+\mathbf{b}w$$

と書ける．ここで w は入力である．状態変数 x が時間 t の関数 $f_n(t)$ の級数で表せると仮定すれば

$$\mathbf{x}=\sum_{n=0}^{\infty}\mathbf{x}_n f_n$$

と表せる．ここで $\mathbf{x}_n$ は係数ベクトル．

$$f_n(t)=t^n e^{-\alpha t}$$

とし，また，入力 w も同様に表せるものとして，これを(2)式に代入して整理すれば

$$\sum_{n=1}^{\infty}(n\mathbf{x}_n-\alpha\mathbf{U}\mathbf{x}_{n-1}-\mathbf{A}\mathbf{x}_{n-1}-\mathbf{b}w_{n-1})f_{n-1}=0$$

上式が任意の時間 t について常に成り立つためには（　）内が 0 であればよい．また，上式で $\mathbf{U}$ は p+q 次の単位行列である．これより

$$n\mathbf{x}_n=(\alpha\mathbf{U}+\mathbf{A})\mathbf{x}_{n-1}+\mathbf{b}w_{n-1}$$

なる漸化式を得る．

$\alpha=0$ の場合について上式を考察する．まず回路の基準木を選び各基本閉路について KVL により方程式を求めると，リンクが L である閉路についてだけ微分が現れる．また KCL を適用し基本カットセット方程式を導くと木枝が C であるときだけ微分が現れる．初期値 X_0 が与えられ X_{n-1} まで求まったと仮定すれば，基本閉路方程式ではリンクが L のときこれを抵抗 nL

で置き換え，この閉路に属する他の木枝の電圧は既知であるから電圧源で置き換える．基本カットセット方程式については以上の双対である．以上の方程式を整理してAが求まる．

またαを考慮してW_nは$W(t)e^{\alpha t}$のテーラー展開より求めればよい．

3．簡単な例題

RC直列回路とRLC直列回路の応答について計算例を示す．

3．1　RC直列回路

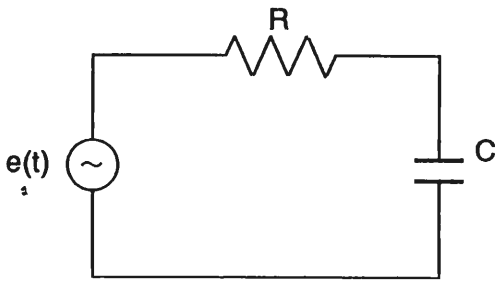


図1　RC直列回路

R＝1(Ω)，C＝1(F)として単位ステップ電圧を印加した場合，漸化式は直ちに

$V_{n+1}=(-V_n+E_n)/(n+1)$

と書ける．αを考慮すれば

$V_{n+1}=\{(\alpha-1)V_n+\alpha^n/n\}/(n+1)$

となる．この漸化式を

$V_0=0$

$E_0=1$，$E_n=0$，$n>1$

n＝3までで計算した結果を図2及び表1に示す．

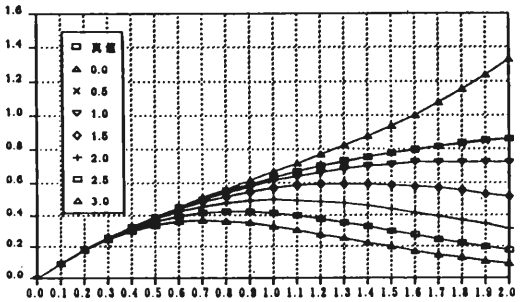


図2　3次近似による1次回路の応答

3．2　RLC直列回路

R＝0.2(Ω)，L＝1(H)，C＝1(F)とし単位ステッ

表1　3次近似による1次回路の計算結果

Time		パラメータ α						
[sec]	真値	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
0.0	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
0.1	0.09516	0.09517	0.09516	0.09516	0.09514	0.09511	0.09505	0.09495
0.2	0.18127	0.18133	0.18127	0.18121	0.18101	0.18054	0.17974	0.17855
0.3	0.25918	0.25950	0.25918	0.25892	0.25800	0.25602	0.25278	0.24821
0.4	0.32968	0.33067	0.32968	0.32890	0.32636	0.32112	0.31294	0.30200
0.5	0.39347	0.39583	0.39346	0.39172	0.38626	0.37554	0.35962	0.33934
0.6	0.45119	0.45600	0.45116	0.44783	0.43788	0.41926	0.39293	0.36101
0.7	0.50341	0.51217	0.50335	0.49766	0.48144	0.45255	0.41363	0.36874
0.8	0.55067	0.56533	0.55056	0.54159	0.51725	0.47594	0.42297	0.36481
0.9	0.59343	0.61650	0.59323	0.57997	0.54567	0.49019	0.42248	0.35172
1.0	0.63212	0.66667	0.63180	0.61313	0.56712	0.49623	0.41385	0.33191
1.1	0.66713	0.71683	0.66664	0.64139	0.58210	0.49505	0.39875	0.30760
1.2	0.69881	0.76800	0.69809	0.66504	0.59111	0.48770	0.37878	0.28067
1.3	0.72747	0.82117	0.72645	0.68437	0.59471	0.47521	0.35539	0.25266
1.4	0.75340	0.87733	0.75200	0.69968	0.59346	0.45859	0.32983	0.22477
1.5	0.77687	0.93750	0.77498	0.71123	0.58793	0.43875	0.30316	0.19788
1.6	0.79810	1.00267	0.79561	0.71929	0.57866	0.41654	0.27625	0.17258
1.7	0.81732	1.07383	0.81410	0.72413	0.56619	0.39270	0.24978	0.14927
1.8	0.83470	1.15200	0.83062	0.72599	0.55102	0.36789	0.22426	0.12813
1.9	0.85043	1.23817	0.84534	0.72513	0.53363	0.34266	0.20006	0.10923
2.0	0.86466	1.33333	0.85839	0.72179	0.51447	0.31747	0.17743	0.09254

プ電圧を引加した場合について計算する．等価回路1より α を考慮して

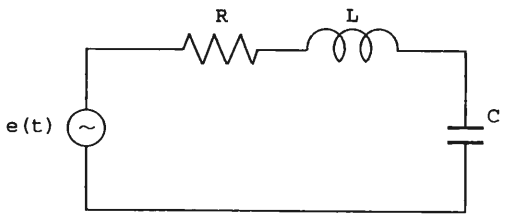


図3　ＲＬＣ直列回路

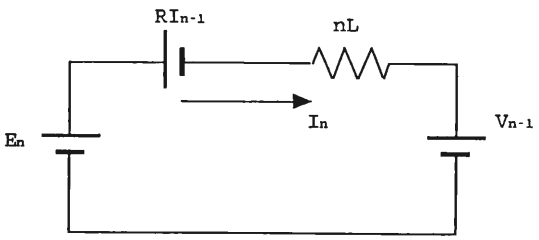


図4　漸化式を求める等価回路1

$I_{n-1}=\{(\alpha-0,2)I_n-V_n+\alpha^n/n\}/(n+1)$

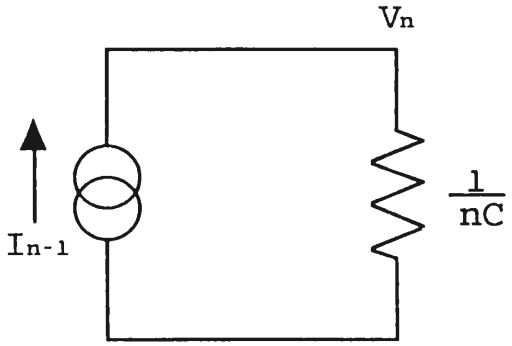


図5　漸化式を求める等価回路2

等価回路2より α を考慮して

$V_{n+1}=(I_n+\alpha V_n)/(n+1)$

なる漸化式が求まり，これを初期条件 $I_0=V_0=0$ で $n=3$ まで求め近似計算を行った結果を図6，表2に示す．

4．考　　察

RC, RLC 直列回路ともに3次近似で計算をした．一次回路では α の値を0.4～0.5に選べば時定数の2倍

表2　3次近似による2次回路の計算結果

Time		パラメータ α					
[sec]	真 値	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
0.0	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	.00000
0.25	0.24132	0.24125	0.24131	0.24137	0.24143	0.24148	0.24151
0.50	0.45624	0.45500	0.45600	0.45694	0.45779	0.45849	0.45901
0.75	0.63300	0.62625	0.63123	0.63585	0.63987	0.64312	0.64546
1.00	0.76276	0.74000	0.75554	0.76961	0.78156	0.79098	0.79759
1.25	0.83993	0.78125	0.81872	0.85181	0.87925	0.90032	0.91475
1.50	0.86239	0.73500	0.81176	0.87787	0.93134	0.97140	0.99817
1.75	0.83146	0.58625	0.72672	0.84474	0.93785	1.00590	1.05026
2.00	0.75162	0.32000	0.55674	0.75076	0.90005	1.00650	1.07421
2.25	0.63008	−0.07875	0.29589	0.59539	0.82018	0.97653	1.07356
2.50	0.47626	−0.62500	−0.06084	0.37908	0.70117	0.91970	1.05201
2.75	0.30106	−1.33375	−0.51764	0.10313	0.54646	0.83988	1.01320
3.00	0.11614	−2.22000	−1.07789	−0.23050	0.35981	0.74094	0.96058
3.25	−0.06680	−3.29875	−1.74428	−0.61928	0.14519	0.62665	0.89735
3.50	−0.23676	−4.58500	−2.51882	1.06021	−0.09339	0.50059	0.82640
3.75	−0.38408	−6.09375	−3.40289	−1.54995	−0.35192	0.36607	0.75030
4.00	−0.50092	−7.84000	−4.39730	−2.08489	−0.62648	0.22612	0.67126
4.25	−0.58169	−9.83875	−5.50234	−2.66119	−0.91332	0.08346	0.59118
4.50	−0.62323	−12.10500	−6.71781	−3.27492	−1.20887	−0.05951	0.51165
4.75	−0.62496	−14.65375	−8.04306	−3.92204	−1.50977	−0.20070	0.43395
5.00	−0.58870	−17.50000	−9.47704	−4.59849	−1.81293	−0.33834	0.35912

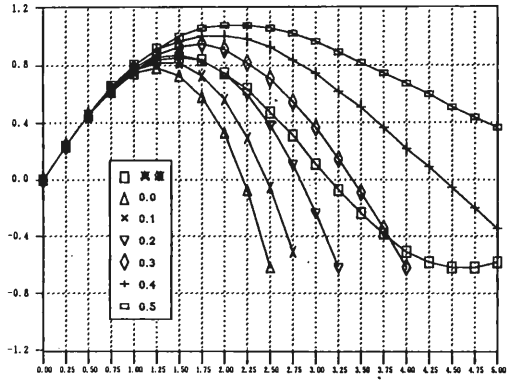


図6　3次近似による2次回路の応答

程度の時間範囲でほぼ理論値に近い値が得られることが判った．二次回路では回路の固有周波数の実部の1/2程度にαの値を選べば近似範囲が最も広がる．動的自由度の大きい回路についても有効であるのか，また有効であればいかにαの値を選べばよいかについては今後の課題である．

例題でも明らかなように講義に現れる程度の回路では漸化式を求めるのは簡単でポケコンを利用すれば短時間で応答の計算ができる．教室内で具体的な数値実験ができるので前書きのところで述べたように過渡応答の導入部で有効であると考える．

謝辞　例題の図面，表，グラフは電子情報工学科の堤豊講師にマッキントッシュにより出力していただいたことをこの紙面を借りてお礼申しあげます．

文　献

1）C. A. Desoer, E. S. Kuh（松本訳）：“電気回路入門（下）”，ブレイン図書出版（1977）
2）R. A. Rohrer（斉藤，篠崎訳）：“回路理論―状態変数解析入門―”，学献社（昭48）

トランスピュータボードの開発とその応用

原　槇　真　也

〈平成 2 年 9 月18日受理〉

Development of Transputer Board Added on Personal Computer and Applications to Mechanical Systems

The computing power requirement becomes the most important factor to realize real time, high speed and accurate control of mechanical systems. Most of the control methods can not be applied to actual control systems, because these algorithms are complex, and it is difficult to calculate in a restricted sampling period. In order to achieve the demands mentioned above, Transputer T800 has been used in this study, which delivers about 1.5Mflops, 10 million instructions per second and easy extension to parallel processing with serial links. Transputer board suited to our applications has been developed, and it has been used to compute for inverse kinematics and inverse dynamics problem of a six degrees of freedom manipulator, using the C programming language. 3 times computing power are obtained in comparison to the other type 32 bits microprocessor with numerics coprocessor.

Shinya HARAMAKI

1．はじめに

近年，メカニカルシステムの制御において，高速高精度化の要求が高まりつつある．一方，これらの要求に応えるべき制御理論の分野においては，種々の制御方式[1]が提案されているものの，実際に適用されている例は少ないと言える．

その理由として，メカニカルシステムのディジタル制御においては所定のサンプリング時間内（一般にはmsオーダー）で複雑高度化した制御アルゴリズムの計算処理を行わなわなければならないことにある．

従って，これらの問題の解決には高速高精度の計算を行う演算処理システムが必要であると考えられる．アレイプロセッサ及びDSPによる演算処理の高速化[2]では，専用ハードウェア及びアセンブラ言語を用いているため開発時間や柔軟性の面で劣る．一方，汎用のマイクロプロセッサを用いた場合，高級言語を用いる事によって汎用性，開発効率を増すことはできるが，単体のマイクロプロセッサでは将来的にその処理能力には限界が発生する．よって，複数のマイクロプロセッサによる並列分散処理システムが考えられるが，汎用のマイクロプロセッサにはこのような機能が無いことから，複雑な周辺回路[3]が必要となる．

そこで本稿では，リンク接続だけで容易に並列処理システムへの拡張が可能な，しかも単体のみでも高速演算処理能力を持つ英国インモス社製32ビットマイクロプロセッサ[4][5]（トランスピュータ T800）を取り上げ，パーソナルコンピュータ上で動作させるアドインボードの開発を行った．さらに，開発したボードを多関節ロボット制御における逆運動学及び逆動力学の解法へ適用し，その高速演算処理能力を確認したので報告する．

2．トランスピュータについて

トランスピュータは64ビットの高速浮動小数点演算ユニット（1.5Mflops），並列処理用のスケジューラーであるシステムサービス，4 Kバイト高速アクセスRAMを内蔵した32ビットプロセッサーである．さらに，複数のトランスピュータによる並列分散処理を可能とするために，4チャンネル20Mbpsの高速双方向非同期シリアル通信インターフェース（リンクと呼ぶ）を内蔵している．この4本のリンクを用いることによって，従来のバスアビトレーション，共有メモリ等の回路を組み込むことなしに，任意のマルチマイクロプロセッサシステムが容易に構築できる特徴を持つ．さらに，周辺ハードウェアの設計開発を容易にするためのプログラマブル外部バスインタフェース回路も内蔵している．

一方ソフトウェア開発の面では，Occam，パラレルFortran，パラレルC等の並列処理記述可能な高級言語が揃っている．

3．ボードの回路設計と構成

3．1　ボード回路設計方針

今回，トランスピュータボードを開発するに当たり，次の項目に示す方針で回路設計を行った．

(1) パーソナルコンピュータ上での動作

パーソナルコンピュータの拡張ボードとして回路を構成することで，I／O通信回路のみでパーソナルコンピュータのI／O資源を有効に利用でき，さらにソフトウェア開発面においても従来のソフトウェアが活用できるメリットがある．

(2) 最小限の回路構成と拡張性

各種制御アルゴリズムの高速処理を目的としているため，これを実行する最小規模の回路構成とし，ボード製作の効率，信頼性を向上させる．また，将来必要とされるメモリやI／O機能を容易に外部拡張できる回路構成としておく．

(3) 並列分散処理への拡張性

トランスピュータの特徴である並列分散処理への拡張を行える様に，トランスピュータの持つ4本のリンクを全て外部接続できる回路構成とする．

図1に，開発したトランスピュータボードの回路ブロック図を示す．

3．2　インタフェース回路構成

パーソナルコンピュータとトランスピュータとのインタフェースはデータ変換部及びトランスピュータ制御信号部からなる．データ変換部ではパーソナルコンピュータ上の空きI／O空間上(D 0 H～D 6 H)にリンクアダプタと呼ばれるパラレルーシリアルリンク変換器C012をマッピングし，パーソナルコンピュータからの8ビットデータを20Mbpsのシリアルデータに変換，または，逆を行い，トランスピュータへのBootプログラム転送，プログラム実行中でのデータの授受を行う様にした．さらに，上記(3)を満たすために，インタフェースとなるリンクは外部との接続も可能なように切り替え式とした．一方，トランスピュータ制御信号部では上記パーソナルコンピュータ上のI／O空間の別領域(D 8 H，DAH)にマッピングした2ビットの出力ポートよりトランスピュータへリセット，アナライズ信号を送出する様にした．さらにD 8 Hにマッピングした1ビットの入力ポートにより，トランスピュータの各種エラー状態を取り込む様にした．

3．3　トランスピュータ周辺回路構成

トランスピュータの周辺回路構成として，上記(2)で述べた最小限の動作環境を満たすには，外部メモリ部，制御信号をコントロールするI／O部，更に上記(3)のトランスピュータ間通信用のリンク入出力部が必要となる．

トランスピュータは4 Gバイトの実アドレス空間を持ち，80000000H番地をベースアドレスとして，4バイト単位で直接アクセスされる．そこで，今回のボードでは，アドレス空間をRAM，I／O，及びROMの3つの空間に分け，それぞれ8 Mバイト，512Kバイト，1 Mバイトの領域を割り付けた．

RAMに関しては，トランスピュータ内蔵の4 Kバイトでは複雑多様な制御プログラムを記述することは不可能であると考え，これらを記述する必要最小限の

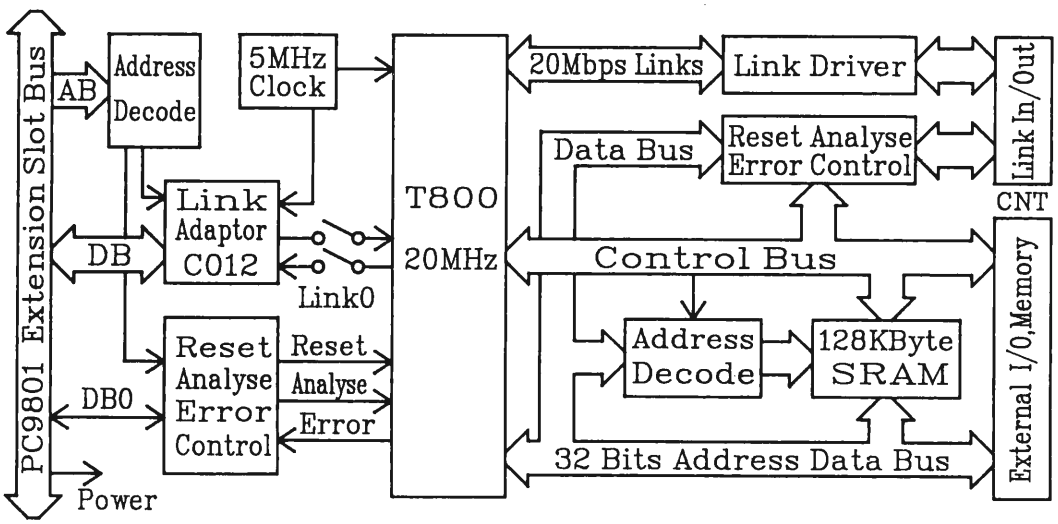


図1　トランスピュータボードの回路構成

メモリ容量として128K バイトの SRAM を外部メモリとしてボード上に搭載することにした．また，データ量の多いプログラムや機器組込みの為に，外部 I／O メモリコネクタを介して最大 8 M バイトの RAM 及び 1 M バイトの ROM をそれぞれ拡張することを可能とした．

本ボード上の I／O は，並列処理時にこれと接続される他のトランスピュータを制御するためのもので，3．2 と同様リセット，アナライズ出力用の 2 ビット，エラー状態入力用の 1 ビットを持たせた．さらに I／O 領域は上述の外部 I／O メモリコネクタで拡張できるようにした．

リンク信号線（内一本はパーソナルコンピュータとのインタフェース用との切り替え）はゲート遅延時間の短いリンクドライバーを通してリンクコネクタに出力し，他のトランスピュータをこれに接続することによって並列処理への拡張性を持たせた．

今回開発したトランスピュータボードの外観を写真 1 に示す．

4．トランスピュータボードの応用

4．1　6 軸ロボット逆運動学解法への応用

逆運動学とは，作業座標系においてロボットハンドの位置及びハンド姿勢が与えられた場合，それを実現する各関節角を求めることを言い，ロボット制御においては最も基礎的かつ重要な問題である．この逆運動学解法が高速に処理可能となれば上層の軌跡補間制御部より与えられたハンド位置の軌跡をより正確に追従制御することが可能となる．

ここでは，PUMA タイプのロボットである豊田工機 RA 6－2（図 2）を対象として，開発したトランスピュータボードによる逆運動学の解法を行った．逆運動学は次に示すアルゴリズムで行った．

関節角 θ_i とハンド位置 $\mathbf{p}_6$ の関係は，表 1 に示すリンクパラメータを用いた Denavit-Hartenberg 記法[6]に基ずく同次変換行列 $\mathbf{T}_i(\theta_i)$ により次式のように表される．

$$\mathbf{p}_6=\mathbf{T}_1(\theta_1)\mathbf{T}_2(\theta_2)\cdots\cdots\mathbf{T}_6(\theta_6)\mathbf{l}_6$$

$\mathbf{p}_6$ と θ_i との関係が非線形となり直接的に解を得ることができないため，次に示す Step により解を求める．

Step 1．ハンド先端 3 関節が Pieper[6] の条件を満たしていることを利用し，ハンド位置，ハンド姿勢回転行列 $\mathbf{R}_6$ より第 4 関節の原点位置 $\mathbf{p}_4$ を求める．

$$\mathbf{p}_4=\mathbf{p}_6-\mathbf{R}_6\mathbf{l}_6$$

ここで，$\mathbf{l}_6$ は第 6 関節座標系でのハンド先端の位置ベクトルである．

Step 2．一方，$\mathbf{p}_4$ は

$$\mathbf{p}_4=\mathbf{T}_1\mathbf{T}_2\mathbf{T}_3\mathbf{T}_4\,[0001]^T$$

と表され，これを次式のように変形する．

$$(\mathbf{T}_1\mathbf{T}_2)^{-1}\mathbf{p}_4=\mathbf{T}_3\mathbf{T}_4\,[0001]^T$$

$$(\mathbf{T}_1)^{-1}\mathbf{p}_4=\mathbf{T}_2\mathbf{T}_3\mathbf{T}_4\,[0001]^T$$

この 2 式より代数的に $\theta_1\theta_2\theta_3$ を求める．

Step 3．第 4 関節でのハンド姿勢回転行列 $\mathbf{R}_6$ と同次変換行列 $\mathbf{T}_i$ との関係は次式のように表される．

$$(\mathbf{T}_1\mathbf{T}_2\mathbf{T}_3)\mathbf{R}_6=\mathbf{T}_4\mathbf{T}_5\mathbf{T}_6$$

これより，$\theta_4\theta_5\theta_6$ を求める．

以上の手順をパラレル C[7] を用いてプログラムを作成し，作業座標系での円軌道の逆運動学を行った．また，同じプログラムを TurboC[8] を用いて汎用マイクロプロセッサである i80386＋387でも実行させた．双方の処理速度の結果を表 2 (a)に示す．表より同一クロックの i80386＋387に比べ 1／3 以下の処理時間で済むことが分かる．これより，ロボットの運動速度を落とすことなしに，運動の通過点を次段の各関節角度サーボ系に対し約 3 倍多く与えることができ，円弧軌道の場合，1 桁高い精度で追従できると予想される．

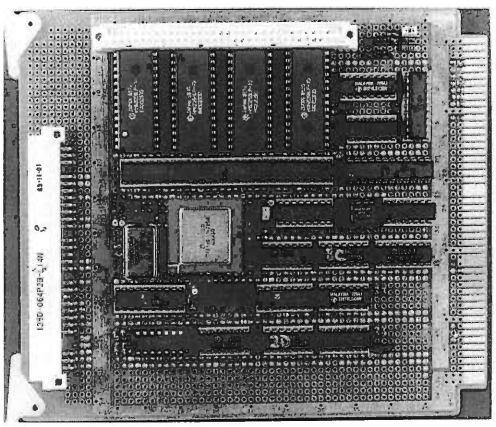


写真 1　開発したトランスピュータボード

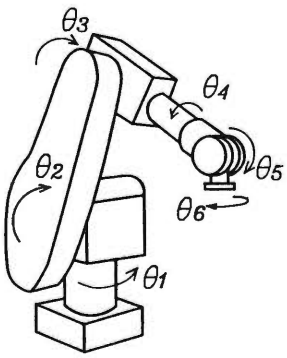


図 2　対象ロボット

i	a_{i-1} (mm)	α_{i-1} (rad)	d_i (mm)	θ_i
1	0	0	0	θ_1
2	0	$-\pi/2$	0	θ_2
3	500	0	0	θ_3
4	0	$-\pi/2$	500	θ_4
5	0	$\pi/2$	0	θ_5
6	0	$-\pi/2$	0	θ_6

表 1　リンクパラメータ

Processor (Clock)	386+387 (20MHz)	T800 (20MHz)
(a) Inverse Kinematics	1.90(msec)	0.61(msec)
(b) Inverse Dynamics	0.90(msec)	0.28(msec)

表2　逆運動学，逆動力学処理速度比較

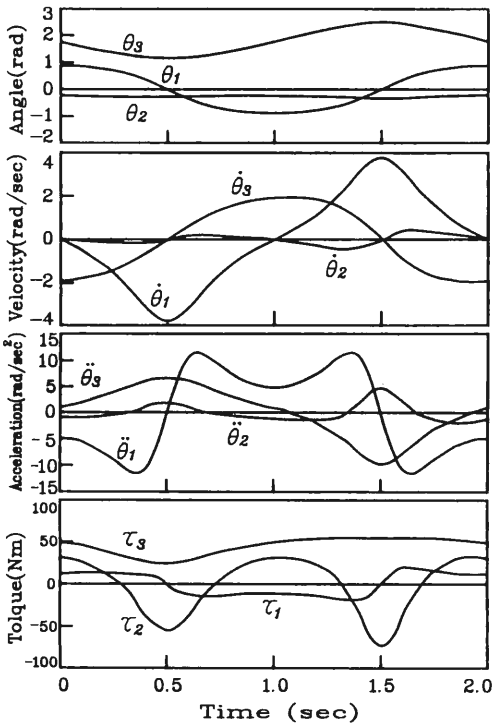


図3　逆動力学のシミュレーション結果

4．2　3軸ロボット逆動力学解法への応用

4．1においてはトランスピュータを用いることによって高速に各関節角を求めることができ，動作速度を低下させることなく高精度の軌跡制御が可能であることを示した．しかし，この場合次段のサーボ系が十分高速に位置制御できることを前提としたが，高速高精度かつ安定な動作を得るには，ロボットの姿勢変化による慣性項の変化や重力等のダイナミクスを考慮した制御を行わなければならない．つまり与えられた手先軌道条件より各関節に必要な駆動トルクを得る逆動力学の処理が必要となる．

そこで本稿では，上記のロボットにおいて最もダイナミクスの影響を受ける第1，2，3関節についての逆動力学の処理を，今回開発したトランスピュータボードを用いて行った．逆動力学の計算にはラグランジュ運動方程式より演算量，並列分散処理性の点において優るニュートン・オイラー運動方程式[9]を用いた．

以下に，上記ロボットの逆動力学解法の手順を示す．

$$\boldsymbol{\omega}_i=\mathbf{R}_i^T\boldsymbol{\omega}_{i-1}+\mathbf{e}_z\dot{\theta}_i$$

$$\dot{\boldsymbol{\omega}}_i=\mathbf{R}_i^T\dot{\boldsymbol{\omega}}_{i-1}+\mathbf{e}_z\ddot{\theta}_i+(\mathbf{R}_i^T\boldsymbol{\omega}_{i-1})\times\mathbf{e}_z\dot{\theta}_i$$

$$\ddot{\mathbf{p}}_i=\mathbf{R}_i^T[\ddot{\mathbf{p}}_{i-1}+\dot{\boldsymbol{\omega}}_{i-1}\mathbf{l}_{i-1}+\boldsymbol{\omega}_{i-1}\times(\boldsymbol{\omega}_{i-1}\times\mathbf{l}_{i-1})]$$

$$\ddot{\mathbf{s}}_i=\ddot{\mathbf{p}}_i+\dot{\boldsymbol{\omega}}_i\times\mathbf{a}_i+\boldsymbol{\omega}_i\times(\boldsymbol{\omega}_i\times\mathbf{a}_i)$$

$$\mathbf{f}_i=\mathbf{R}_{i+1}\mathbf{f}_{i+1}+\mathbf{m}_i\ddot{\mathbf{s}}_i$$

$$\mathbf{n}_i=\mathbf{R}_{i+1}\mathbf{n}_{i+1}+\mathbf{I}_i\dot{\boldsymbol{\omega}}_i+\boldsymbol{\omega}_i\times(\mathbf{I}_i\boldsymbol{\omega}_i)+\mathbf{a}_i\times(\mathbf{m}_i\ddot{\mathbf{s}}_i)+\mathbf{l}_i\times(\mathbf{R}_{i+1}\mathbf{f}_{i+1})$$

$$\tau_i=\mathbf{e}_z^T\mathbf{n}_i$$

ここで，$\boldsymbol{\omega}_i$：iリンク角速度ベクトル，$\mathbf{R}_i$：iリンク回転行列，$\mathbf{e}_z$：回転軸単位ベクトル，$\mathbf{p}_i$：iリンク原点位置ベクトル，$\mathbf{l}_i$：原点間ベクトル，$\mathbf{s}_i$：iリンク重心位置ベクトル，$\mathbf{a}_i$：重心ベクトル，$\mathbf{f}_i$：iリンクへの作用力ベクトル，$\mathbf{n}_i$：iリンクへのモーメントベクトル，τ_i：iリンクへのトルク，$\mathbf{I}_i$：iリンク重心の慣性行列，$\mathbf{m}_i$：iリンクの質量である．

図3に作業座標空間上で等速円運動（半径300mm，π rad/sec）を行わせたときの各関節の目標角度，角速度，角加速度及び逆動力学により得られた関節トルクの結果を示す．目標角度は4．1で述べた逆運動学より，目標角速度，角加速度はヤコビ行列より求めた．この時の逆動力学処理時間を4．1と同様にして双方の処理時間を測定し，表2(b)に示すような結果を得た．これより，逆運動学，逆動力学の双方の処理を行っても1 msec以下の時間で済み，ロボットのダイナミクスを考慮した高精度の実時間追従制御が可能であると考える．さらには6軸の逆動力学，インピーダンス制御への拡張も可能であると思われる．

5．ま　と　め

本研究では，メカニカルシステムの制御用を目的としてトランスピュータボードの開発を行った．開発したボードは，トランスピュータの特徴を活かすことによって簡単な回路構成で高性能な演算処理システムが構築でき，さらに必要に応じて並列分散処理による性能向上を可能とした．これを用いることによって，高速高精度が要求される分野へ各種制御アルゴリズムを適用することが可能であると考える．

最後に，本研究は昭和63年度文部省特定研究経費の一部により行われたことを付記し，謝意を表す．

参考文献

1）例えば吉川“計算トルク法によるディジタル制御”，日本ロボット学会誌，Vol. 7，No. 3，pp. 237-242，1989

2）吉川，中村，横小路“DSPによる多関節マニピュレータの動的制御のための実時間制御”，日本ロボ

ット学会誌，Vol. 6，No. 3，pp. 175-183，1988
3）R. Nigam and C. S. G. Lee, "A multiprocessor-based controller for the control of mechani-cal manipulators", IEEE J. Robotics and Automation, Vol. RA-1, No. 4, pp. 173-182, 1985.
4）INMOS Ltd., "IMST800 Transputer Engineering Data Sheet", INMOS Ltd., April, 1987.
5）木村，福島 "トランスピュータによる並列処理"，海文堂，1990
6）吉川 "ロボット制御基礎論"，コロナ社，1988.
7）3L Ltd., "Parallel C User Guide", 1988.
8）Borland International, "Turbo C reference guide", Microsoftware asociates, 1988.
9）美多，大須賀 "ロボット制御工学入門"，1989.

プログラマブル・コントローラを用いた駐車場管理システム

須藤修一

〈平成２年９月21日受理〉

A Study of a Sequence Control System of a Car Park using a Programmable Controller

A sequence control system using the programmable controller has been taken up as a graduation research.

This is a study on the construction of a car park control system. This system has eight functions : it serves to store the number of cars even if the electric power is off, to lead a car to the specified parking floor, and to do others available.

Syuichi SUDOH

1．まえがき

約20年前に誕生したプログラマブル・コントローラ（以下 PC という）は，電子・通信技術の進歩とともにますます発展し，工場で広く活用されており，重要な技術となっている．

筆者は数年前より「PC を応用したシーケンス制御」の学習を電気工学科学生に卒業研究の形で課してきている[1]．今回は立体駐車場の入出庫管理を目的として駐車場およびプログラムの製作を行ったので報告する．

2．立体駐車場モデルについて

2．1　製作したモデルの概要

今回の研究で製作したモデルは，３階建て直線斜路方式といわれるものである．（図１）（注）．取付け道路を含む全寸法は，幅62cm，奥行90cm，高さ35cmで，駐車台数は１階27台，２階24台，３階27台，合計78台である．

（注）この方式は，運転者にとって見通しがよく，また建築しやすい構造である．ただし十分な土地余裕がないと，斜路の傾斜が急となるおそれがある．

2．2　駐車管理システム

システムは，つぎのような構成となっている．

① 全体および各階について，満車か空車のどちらかであるかを常に表示すること．

このために，駐車場ゲートに反射型光電スイッチを設置し，入・出庫自動車数を加算し，データメモリに格納する．逆に１，２，３階の各階出口には透過型光電スイッチを設け，自動車が各階より出て行けば上記データメモリの内容を減算する．そして全収容能力74台と比較し，少なければ空車ランプを，そうでなければ満車ランプを点灯する．

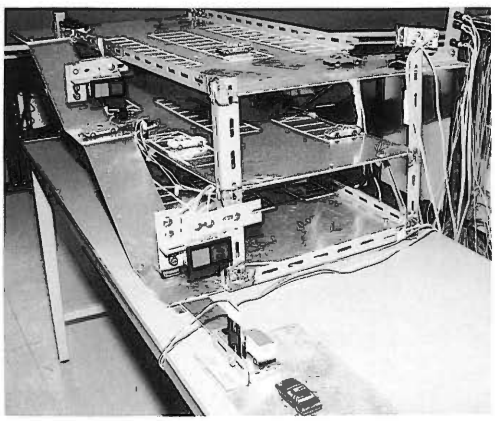


図１　駐車場モデル（手前はゲート部）

つぎに各階ごとの満車・空車ランプの表示について述べる．各階の入口（または出口）（注）に置いた透過型光電スイッチで自動車の進入（退出）を検出したら，加算（減算）し，各階ごとの満車台数と比較して満車ランプもしくは空車ランプを各階入口に点灯する．

（注）本報告では，１階入口と駐車場ゲートとは区

別している．後者は駐車場全体の入口のことで，これを通過して始めて1階入口と，2階への誘導路とが現れてくる．

② 自動車が連続して進入して来ると危険であるので，ある時間間隔をおいて1台ずつ進入するように，ゲートに青と赤のランプを設けたこと．

③ 進入した自動車はつねに下の階から優先して誘導されること．（図2）

このために1階と2階の入口部に，↑と→を表示した誘導ランプを各1個設置する．車を1階に誘導するときは1階ランプを→とする．2階へ誘導するときは，1階を↑，2階を→とし，3階に誘導するときは1・2階とも↑を点灯する．このようにして1階（27台収容）が満車になれば2階（20台収容）へ，2階も満車になればさらに3階（27台収容）へと誘導する．

仮に1階が満車のため2階に誘導中に，別の1台が1階より退去したとすると，1階の表示ランプは「満車」から「空車」に変り，誘導ランプは↑から→に変わる．このつぎ新たに進入してくる自動車からは，また1階に誘導することとなる．

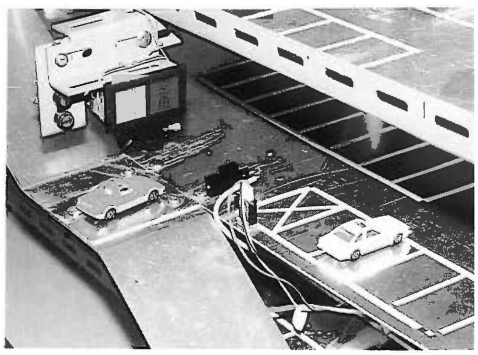


図2　2階入口付近の状況（「満車」「空車」ランプ，各階への誘導ランプ，2階入口の光電スイッチ，2階の駐禁帯とその光電スイッチなどが見える）

④ 停電対策を講じたこと．

駐車場の性格上，停電しても駐車台数が記憶されており，復電時に対処できるようになっていなければならない．

このために，電池バックアップ形のデータメモリと保持リレーを使用し，前者に駐車台数のデータを格納し，後者に「満車」「空車」の情報を入れるようにした．

⑤ 一定の高さ以上の自動車の進入を禁止するために車両高制限を設けたこと．

検出は，駐車場ゲートの外側に地上高48㎜に設けた反射型光電スイッチによっており，大型車が通過しようとすると，高さ制限ランプが0.1秒パルスで点滅するようにした．

⑥ 防災設備の設置を想定して，駐車禁止帯を2階に4か所設けたこと．

ここに駐車した場合は，壁側に置いた反射型光電スイッチで検出する．

3．モデルの主要構成部品

ここでは，本モデルに使用した主要な構成部品について説明する．表示ランプについては省略する．

3．1　プログラマブルコントローラ（PC）

本体としてO社製SYSMAC C200H型を使用した．ラダーチャート式，基本命令数12，応用命令数133，プログラム容量6974ワードの性能をもつ小型のPCである．

これに外部より信号を取り込むための入力ユニットとしてDC24V入力型のO社製C200H-ID212を使用した．またプログラムの指示によって各種ランプを点滅させるための出力ユニットとして，リレー接点型のO社製C200H-OC221およびOC222を使用した．（図3）

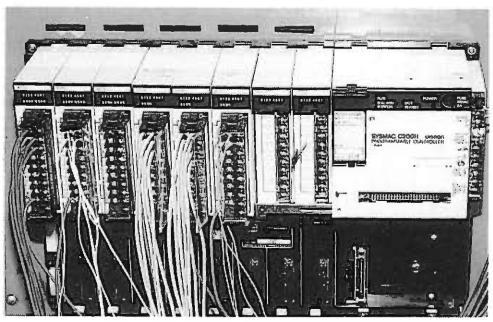


図3　PC（左側の8コは入出力ユニット）

3．2　検出用光電スイッチ

駐車場内外の車の情報を把握するためのセンサーとして，光電スイッチを使用した．

駐車場ゲート部に高さ制限用および進入検出用として反射型光電スイッチ（O社製　EE-SPY401型）を各1台設置した．

1，2，3階の入口と出口には通路をはさむ形で透過型光電スイッチ（O社製　EE-SPW301型）をそれぞれ設けた．また2階の駐車禁止帯には反射型光電スイッチ（O社製　EE-SPY401型）を壁際に設けている．

4．入出力その他の割付表

光電スイッチ（入力機器）およびランプ（出力機器）を，PC の入力部および出力部の何番目の端子に接続するかを決定したものが入出力割付表で，表１に示す．

また，データメモリと内部補助リレーの割付表を表２に示した．

表１　入出力割付表

	CH	端子番号	内　　容
入力ユニット	000	00～02	１～３階入口の光電スイッチ
		03～05	１～３階出口の光電スイッチ
	001	00	駐車場ゲートの光電スイッチ
		01～04	№１～４駐禁帯の光電スイッチ
		05	高さ制限検出用の光電スイッチ
出力ユニット	003	00，02	１，２階の「満車」ランプ
		01，03	１，２階の「空車」ランプ
		04，05	全体の「満車」，「空車」ランプ
	004	00，02	１，２階の誘導ランプ（㊀）
		01，03	１，２階の誘導ランプ（㊀）
		04，05	ゲート信号機（青，赤）
		06	高さ制限ランプ（赤）
	005	00～03	№１～４の駐禁帯表示ランプ

注：CHはチャンネルの意味

表２　データメモリ・内部補助リレー割付表

	番　号	内　　容
データメモリ	DM 0000	全駐車台数記憶用
	DM 0001 ～ 0002	１～２階の駐車台数記憶用
内部補助リレー（030 CH）	00、02	１，２階満車時のデータ保持
	01、03	１，２階空車時のデータ保持

5．プログラムとその説明

今回作成したプログラム（ラダーチャート式）を末尾の図４に示す．チャートの左端のNo.はプログラムの番地で，右端は制御内容の大要である．

駐車場は日常身近なものであるうえ，2.2 駐車管理システムで説明しているから，このプログラムは分かりやすいものであろう．

5．1　全体の収容状態表示（00000～00036番地）

① 00000～00005番地について：駐車場ゲートを車が１台通過すると光電スイッチが ON し00100が ON する．そしてデータメモリ DM0000(図４では D0000 と表示）の内容が１個加算される．

なお，「@INC」は入力00100の立上り（OFF → ON）時に１回のみ加算命令を実行する入力微分型命令である．これを使用せず単なる「INC」命令であると，車の通過時間がプログラム・スキャン時間よりはるかに長いため光電スイッチから何発も出力されるパルスをそのまま計数してしまい，誤差を生じてしまう．

つぎに１階～３階の出口を車が１台通過すると00003～00005のいずれかが ON し，データメモリの内容を１だけ減算する．このようにしてデータメモリ DM0000にはつねに現在の駐車台数が格納される．

② 00006番地～：つぎにこの DM0000の内容を全収容能力74台と比較し，もし現台数が74より大きいか等しいかすれば「満車」と判断し，特殊補助リレーの接点№25505または25506が ON して保持リレー H0000が ON し，同時に特殊補助リレー25502の働きにより全体の「満車」ランプが点滅する（00036番地）．

また現台数が74台より少なければ接点25507が ON し，「空車」と判断しランプが点灯する．

③ 00011番地の25313について：これは特殊補助リレーで常時 ON タイプのリレーである．これは00012番地以降の特殊補助リレー25505，25506，25507が母線に直接接続できないため，便宜的に挿入したものに過ぎない．

④ 00020番地その他にある25315について：PC の電源 ON 時，１スキャン時間分のみ ON する特殊補助リレーである．駐車場では朝開場して車がまだ１台も進入しない時点でも「空車」その他のランプを点灯していなければならない．そこでこの25315とキープ命令を用いて保持リレー H0001を ON し，車が進入しなくても点灯できるようにした．もし25315を使用しないときは，最初の自動車が進入してくるまではシステムが動作せず，ランプも点灯しないことになる．

5．2　ゲートの信号灯関係（00037～00050番地）

① 00038番地の DIFU（立上り微分）命令について：00038番地で H0001が ON となるときの立上り微分をとって，内部補助リレー22500を ON する．これで保持リレー H0002が ON しゲートの青ランプがつき(出力リレー00404)，赤ランプ(出力リレー00405)が消灯する．

「満車」になると H0001は一端 OFF となるが（00031番地），任意の階から自動車が退出する瞬間に「空車」になるから H0001は ON し，その立上り微分をキャッチして22500が ON，すなわちゲート青ランプが点灯することとなる．

② 00045番地の〝LD00100〟命令について：ゲートを

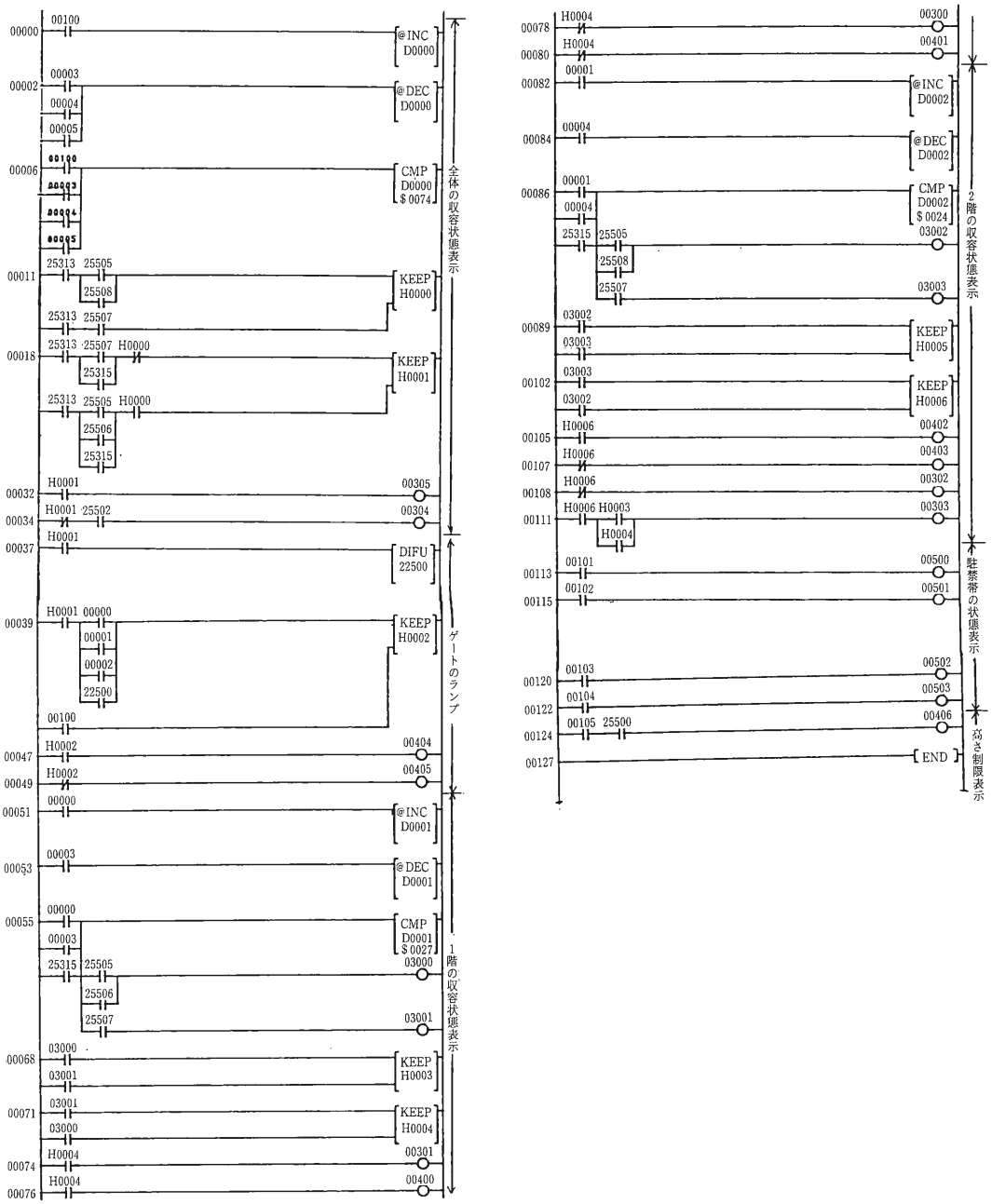


図4　プログラム（ラダーチャート）

車が通過すると00100がONし，保持リレーH0002をリセットする．これでゲートの青ランプが消灯し，赤ランプが点灯する．すなわちゲートを通過した車が1～3階入口のいずれかの光電スイッチで検出されるまでは，つぎの新しい車の進入を禁止するプログラムである．

5．3　1～2階の収容状態表示（00051～00115番地）

簡単なので説明は省略した．なお，3階については特別にプログラムは作成していない．1～2階の現収容台数から，3階の駐車余地については自明となるからである．

5．4　高さ制限表示（00124～00126番地）

高さ制限表示の25500は0.1秒クロックの特殊補助リレーの接点で，高さ制限ランプを点滅するのに使用する．

6．結　　論

シーケンス制御はその性格上，座学では教えにくいものである．しかしながら「駐車場のモデルを作り，実際に修正や変更を行いながら，システムを作り上げていく過程でシーケンス制御ならではのやり方を感じとることができた」とは，本卒研に従事した学生の感想であった．

プログラム的にはまだまだ未熟な点があり不満足ではあるが，しかし卒研の目的は十分に達成されたと考えている．

最後に本卒業研究に従事して完成してくれた電気工学科５年生古賀圭志君（現関西電力㈱），下条哲也君（現東芝メディカル九州サービス㈱），溝口裕一君（現横河エンジニアリング㈱）の３君に謝意を表する．

参考文献

1）須藤修一：有明工業高等専門学校紀要第24号（昭63.1）p 123

超音波を用いた溶射皮膜の非破壊評価法に関する研究（第１報）

川瀬良一・椛島正美*・吉富和也**

〈平成２年９月12日受理〉

Study on Non-destructive Evaluation Method of Thermal Sprayed Coatings Using Ultrasonic Wave (Report 1)

Abstract

The purpose of this study is to establish non-destructive eveluation method using ultrasonic wave for thermal sprayed coatings. Ultrasonic velocity and Young's modulus of thermal sprayed coatings were measured by the device built as a trial. Porosity of the coatings was evaluated by cross section photograpy.

Main results of the study are summarized as follows;

(1) Ultrasonic velocity and Young's modulus depend on spraying method and spraying condition.

(2) As porosity of the coatings increases, ultrasonic velocity and Young's modulus decrease.

(3) In case of alumina coatings, the above tendency was clearly recognized. However, in case of Ni-Cr coatings and WC-Co coatings, the precise tendency was not recognized.

Ryoichi KAWASE, Masami KABASHIMA, Kazuya YOSHIDOMI

１．緒　　言

溶射法は，線状，棒状又は粉状の固体に熱を与え，溶解あるいは半溶解の微粒子にして，素材表面に高速で吹き付け，皮膜を形成させる表面改質法の１つである[1]．溶射法の目的は，鉄鋼の防錆，肉盛，表面硬化，耐熱性の付与，電気絶縁性の付与及び導電性の付与など多岐にわたり，ジェットエンジン，各種プラント及び電子部品などに広く応用されている[1]．一般に実用されている溶射法は，溶射に用いる熱エネルギ源によって分類され，ガス溶射法，爆発溶射法，アーク溶射法及びプラズマ溶射法などがある[1]．溶射材料は，金属，プラスチック，セラミック，サーメットなど，ほとんどの材料が適用でき，被加工物の形状，大きさにかかわらず比較的短時間で施行できるなどの利点を持つ[1]．しかし，溶射によって形成された皮膜には溶融または半溶融粒子が積層されて形成するという生成メカニズム上，気孔や粒子間結合性が低い部分などの欠陥が内在している．これまで，この皮膜欠陥に対する非破壊評価法として，CS－パルスうず電流によるMCrAlY溶射皮膜の非破壊評価法[2]や溶射皮膜のthermal wave非破壊評価法システム[3]が研究されてきた．しかし，今だそれらは研究段階であり，確固たる非破壊評価法は見当たらない．そこで本研究は，物質内の音速は物質の緻密性に影響されること及び音速値よりヤング率などの物質値が算出できることなどに着目し，溶射皮膜内の音速を測定できる装置を使用し，溶射皮膜内の気孔や粒子間結合性を非破壊で迅速に評価する方法を開発することを目的として実施した．

２．試作装置と測定原理

Fig. 1は試作装置の構成を示したものである．本装置はトランスジューサー，送受信器，オシロスコープ及びＸ－Ｙレコーダから構成されている．送受信器は超音波の電気信号をトランスジューサーへ送り，また，受信した超音波の電気信号をオシロスコープへ送信する装置である．トランスジューサーは超音波を発信または受信する機器である．このトランスジューサーを試験片に密着させることにより，試験片内に超音波パルスを伝播する．このとき，トランスジューサーから試験片へ超音波をスムーズに伝播させるために接触媒質を使用する．すなわち，トランスジューサーと試験

* 現在　チッソ株式会社勤務　（平成２年３月有明工業高等専門学校　工業化学科卒業）
** 現在　京セラ株式会社勤務　（平成２年３月有明工業高等専門学校　工業化学科卒業）

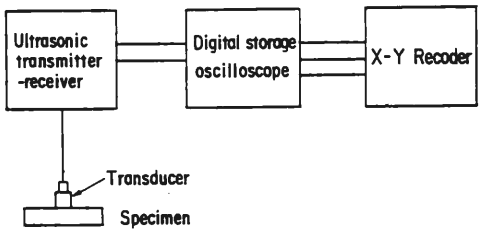


Fig. 1　Schematic diagram of ultrasonic measuring apparatus

片の間に空気層ができると，空気と試験片の極端なインピーダンスの違いにより，空気の層から試験片に超音波が入らずに全部反射される現象が起こる[4]．オシロスコープは送信されてきた電気信号（アナログ信号）をデジタル信号に変換し，ディスプレイ上に波形として表示する装置で，この波形から溶射皮膜内の超音波伝播時間を測定する．X－Yレコーダはオシロスコープ上の波形を記録する装置である．

超音波の特性として，物質間に密度差が存在すると，超音波の振動の一部は反射し，残りは透過していくという現象が存在する[5]．本装置はこの特性を利用して皮膜内の超音波伝播時間を測定した．Fig. 2に試験片中の超音波の挙動を時間経過を考慮して示し，また，本装置で得られた波形を示す．鋼板中に入った超音波は鋼板と溶射皮膜の密度差のため，境界で反射波と透過波に分かれる．反射波は鋼板内を通りトランスジューサーで受信され，送受信器を経由し，オシロスコープへ送信されディスプレイ上に表示される．この音が波形中のⒶである．一方，透過波は溶射皮膜と外部との境界で反射され，また，溶射皮膜と鋼板内を通り，トランスジューサーで受信される．オシロスコープにはⒷとして表示される．そこで，Ⓐ－Ⓑ間の時間，すなわち，溶射皮膜における超音波の往復伝播時間が測定できる．

溶射皮膜内伝播時間が測定されれば次式により，音速及びヤング率を求めることができる．

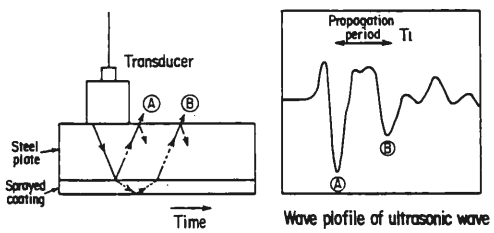


Fig. 2　Schematic diagram of ultrasonic method

(1)　音速　V(m/s)

$$V\ell = 2D/T\ell \quad \cdots\cdots(1)$$

$$Vt = 2D/Dt \quad \cdots\cdots(2)$$

ここで

$V\ell$：縦波音速 (m/s)

Vt：横波音速 (m/s)

D：膜厚 (m)

$T\ell$：縦波伝播時間 (s)

Tt：横波伝播時間 (s)

(2)　ヤング率　E(GPa)

$$E = \rho/g\{(3Vt^2V\ell^2 - 4Vt^4)/(V\ell^2 - Vt^2)\} \quad \cdots\cdots(3)$$

ここで

ρ：材料の密度 (kg/mm^3)

g：重力加速度 ($9800mm/s^2$)

なお，縦波とは音波の進行方向に対して平行に粒子が振動する疎密波のことであり，また，横波とは進行方向に対して垂直に粒子が振動するズレ波のことである[5]．

3．実験方法

Table 1に本装置を適用した溶射皮膜の作製方法を示す．セラミック材料としてアルミナ，金属材料としてニッケル・クロム及びサーメット材料としてタングステンカーバイト・コバルトを使用し，溶射法としてはプラズマ溶射法と爆発溶射法の2種を採用し，それぞれ3水準の溶射条件で溶射を行った．

素材は全ての実験において30×30×5 mmの寸法

Table 1　Spraying material, spraying method and spraying condition

Material	Method	Condition	
Al_2O_3	Plasma	Spraying distance Ls (mm)	100
			150
			200
	Detonation	Explosive gas flow rate Q_E (%/h)	4000
			5000
			6000
Ni－Cr	Plasma	Spraying distance Ls (mm)	100
			150
			200
WC－Co	Plasma	Spraying distance Ls (mm)	100
			150
			200
	Detonation	Explosive gas flow rate Q_E (%/h)	4500
			5500
			6500

の軟鋼を使用し，片面のみにブラストによる前処理と溶射を施した．

皮膜の断面組織を光学顕微鏡によって観察し，音速及びヤング率などの測定値と比較検討した．

溶射材料及び溶射皮膜に対して，X 線回折装置を用い，成分の定性分析を行い，溶射前後の成分変化を調査し，本装置の測定値及び皮膜断面組織観察結果と比較した．

4．実験結果と考察

4．1　音速及びヤング率の測定結果

Fig. 3 に縦波音速とヤング率の測定結果を示す．アルミナ溶射皮膜の場合，溶射条件の変化に対応して縦波音速とヤング率が変化することが判る．ニッケル・クロム溶射皮膜の場合，溶射条件の変化に対応して縦波音速とヤング率はわずかに変化している．タングステンカーバイト・コバルト溶射皮膜の場合，溶射条件の変化に対応してヤング率はかなり変化し，縦波音速もわずかであるが変化している．

次に，アルミナ溶射皮膜の場合の測定値と皮膜密度の相関を Fig. 4 に示す．この図より，皮膜密度が高くなると，縦波音速及びヤング率も高くなることが判る．

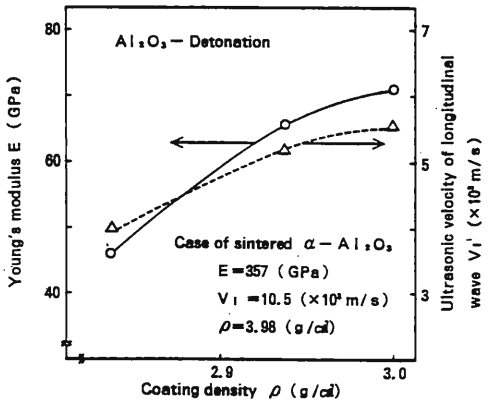


Fig. 4　Correlation between coating density and Young's modulus

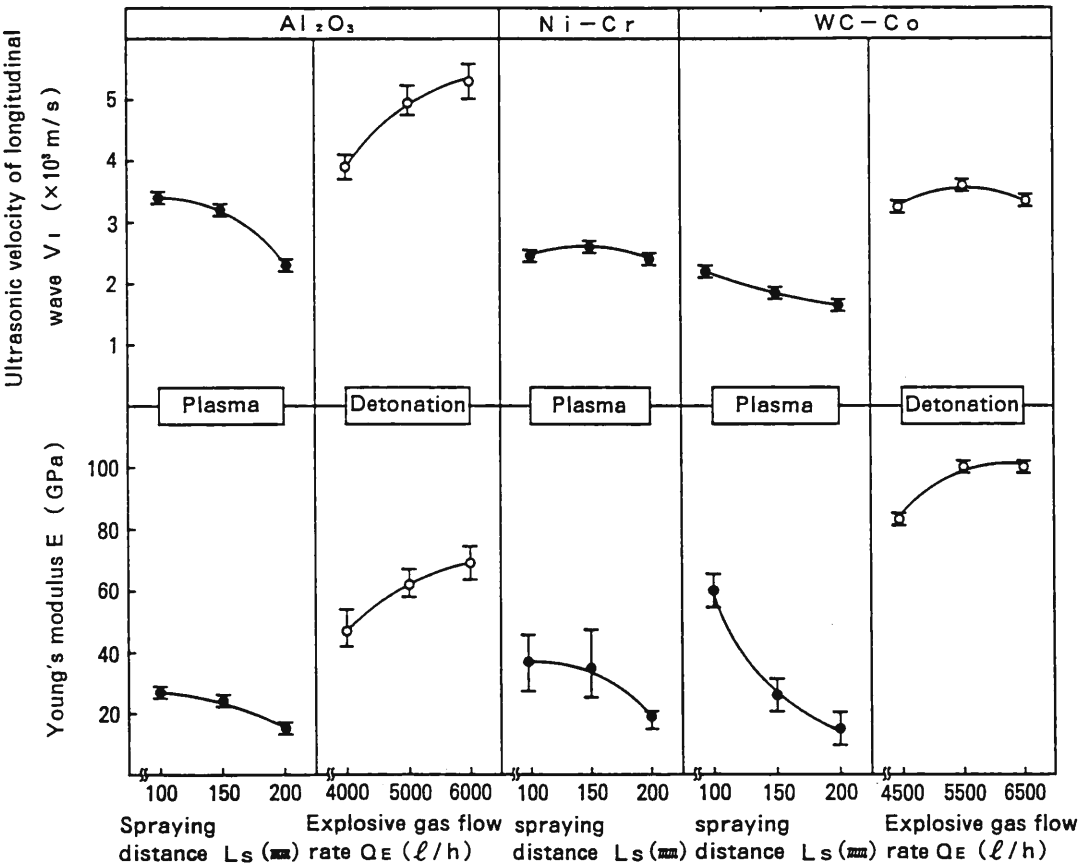


Fig. 3　Relationship between spraying condition and Young's modulus

しかし，焼成アルミナの密度，縦波音速及びヤング率と比較すると，溶射皮膜の場合それらはかなり低くなっていることが明らかになった．

4．2　皮膜断面組織観察結果

Fig. 5 にアルミナ溶射皮膜の断面組織を示す．写真中の黒い部分が気孔であり，A＜B＜C＜D の順に多くなっている．なお，縦波音速とヤング率は，A＞B＞C＞D の順に低くなっている．すなわち，溶射皮膜の気孔が増加すれば縦波音速とヤング率は低下することが明らかになった．

4．3　X線回折による皮膜成分の分析結果

Fig. 6 にアルミナ溶射皮膜の X 線回折結果を示す．溶射前の粉末材料は，α－アルミナであったが，プラズマ溶射の場合は溶射距離が増加すると α－アルミナは減少し，γ－アルミナが増加している．一方，爆発溶射の場合には爆発ガス流量が増加すると α－アルミナは減少し，γ－アルミナが増加している．この現象と縦波音速及びヤング率の増減とには相関は認められない．すなわち，本装置により測定された縦波音速とヤング率の変化は皮膜の成分変化と無関係であり，前述の気孔と深い関係があると推測される．

以上の実験結果より，本装置を用いて縦波音速やヤング率を測定すれば，溶射法や溶射条件の違いによる溶射皮膜の緻密性の変化を敏感に，かつ，非破壊で評価できることが明らかになった．なお，本評価法はアルミナのようなセラミック溶射皮膜に対しては有効で

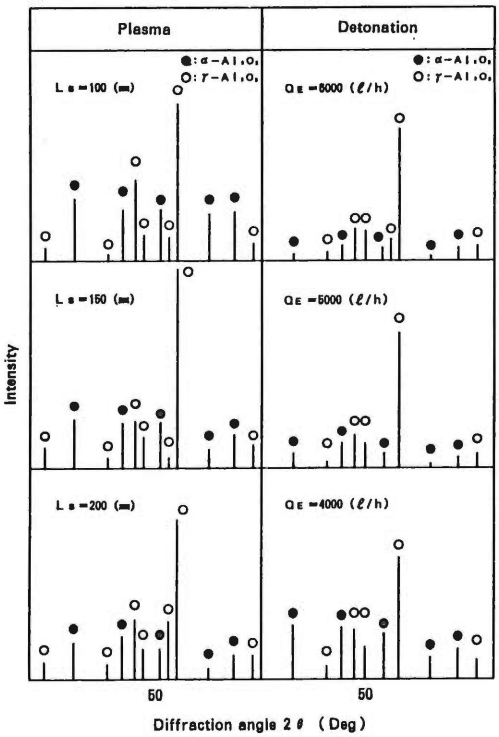


Fig. 6　X-ray diffraction patterns of Al_2O_3 coatings

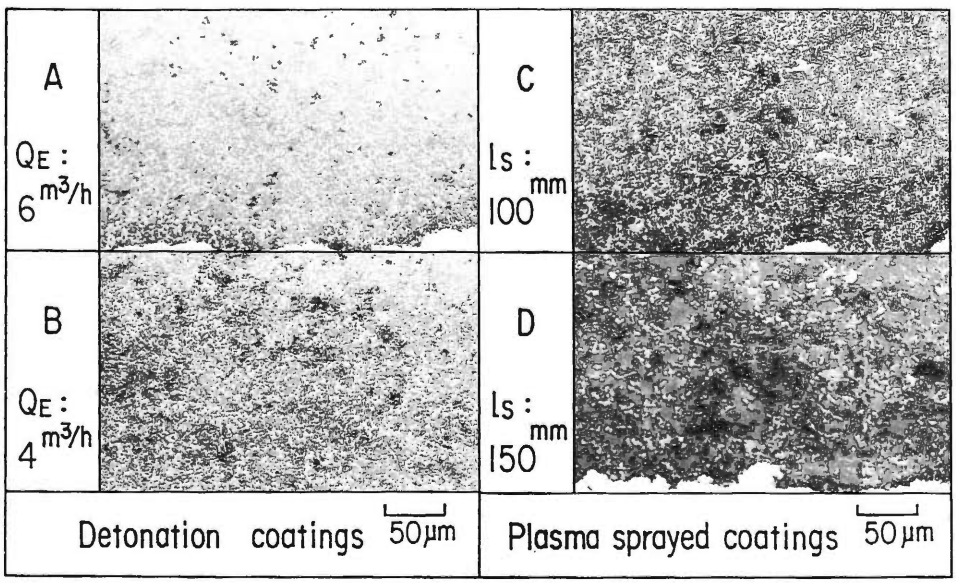


Fig. 5　Microstructures of Al_2O_3 coatings

あることが明らかになったが，金属溶射皮膜及びサーメット溶射皮膜に対してはさらに検討が必要である．

5．結　　言

超音波を用い，溶射皮膜の緻密性を非破壊で迅速に評価する方法を開発することを目的として，評価装置を試作し，その有効性を検討した．実験に用いた溶射皮膜はアルミナ溶射皮膜，ニッケル・クロム溶射皮膜及びタングステンカーバイト・コバルト溶射皮膜であり，溶射法はプラズマ溶射法と爆発溶射法であった．

得られた主要な事項は以下のとおりである．

(1)　溶射皮膜の音速とヤング率を測定することができた．

(2)　溶射法や溶射条件の変化に対応して音速とヤング率は変化した．

(3)　溶射皮膜内の気孔が増加すれば，音速とヤング率は減少した．

(4)　上記現象は，アルミナ溶射皮膜の場合に明確に認められたが，ニッケル・クロム溶射皮膜及びタングステンカーバイト・コバルト溶射皮膜の場合に明確には認められなかった．

参考文献

1）例えば　長坂；溶射加工技術の現状と将来，溶射技術別冊（1987）

2）H-A. Crostack ; Non-destructive quality evaluation of thermally MCrAlY protective coatings with the Cs-pulsed eddy current method, 12th ITSC (1989) paper 51

3）J. D. Morris ; Developments in thermal wave non-destructive testing systems for thermal spray coatings, 12th ITSC (1989) paper 99

4）伊藤；超音波のはなし，日刊工業新聞社（1981）49-50

5）藤森；やさしい超音波の応用，産業報知センター（1964）46，53

ポリウレタンの熱分解に関する研究（第15報）
── PyHRGC-FTIR による α, γ-ジフェニルエチルアロファナートの熱分解生成物の検討 ──

吉　武　紀　道・古　川　睦　久

〈平成元年 9 月21日受理〉

A Study of Thermal Degradation of Polyurethanes (15)
── Pyrolysis Products of α, γ-Diphenylethyl Allophanate by PyHRGC-FTIR Method ──

Synopsis

The thermal decomposition mechanism of α, γ-diphenylethyl allophanate as model compounds for the crosslinking site in polyurethane networks was investigated by PyHRGC-FTIR. The pyrolysis was performed at 250, 350 and 450°C. A 25m long capillary column coated by Silicone OV -1 was used.

The degraded products were identified by use of a reference system attached to FT-IR.

The primary degradation reaction was dissociation of allophanate into phenyl isocyanate and ethyl carbanilate followed by dissociation of ethyl carbanilate produced into phenylisocyanate and ethyl alcohol. However decarboxylation of the ethyl carbanilate fragment took also place slowly.

A small amount of diphenyl carbodiimide was observed when the pyrolysis temperature was 450°C.

Norimichi YOSHITAKE AND Mutsuhisa FURUKAWA

1．緒　　言

ポリウレタンの熱分解生成物は多種にわたり複雑でありこれらを直接分析することは困難である．従ってこの分析を円滑にするために，ポリウレタン原料成分の熱分解生成物やポリウレタンの構造の一部を含む低分子モデル化合物の分析を行って，ポリウレタン熱分解の基礎データを蓄積することが必要である．

ポリウレタンの熱分解は通常熱分解ガスクロマトグラフィー（PyGC）[1~6]，PyGC-MS[7~10]，直接熱分解マススペクトロメトリー（DP-MS）[11~16]，DSC，DTA，TGA 等により研究されてきた．

近年 GC は従来の充塡カラムに較べ高分解能，高感度であるキャピラリーカラムが多用されてきている．又検索機能を有した Fourier 変換赤外分光器も市販され，化合物解析の有力な手段となっている．しかし熱分解ガスクロマトグラフィー-Fourier 変換赤外吸収分光法による研究は，見あたらない．

最もポリウレタン分析に適していると考えられるシリコン OV-1（キャピラリーカラム：25m）を用いた PyHRGC-FTIR によるポリウレタンエラストマーの熱分解生成物の検出を試みたが，ピークの分離が悪く[17]，検索のデータベースの数の制限等もあってポリウレタンの多数の熱分解生成物（極性基を多くもつ熱分解生成物を含む）を同定することは困難であった．

本報告では，ポリウレタン網目構造の一つであるアロファナート結合を有する低分子モデル化合物である α，γ-ジフェニルエチルアロファーナート（DPEA）を用い，熱分解生成物の検討，熱分解生成物の熱分解温度による影響，熱分解機構を溶融シリカキャピラリーカラムを用いた高分解能熱分解ガスクロマトグラフィー-Fourier 変換赤外吸収分光法（PyHRGC-FTIR）で検討した．

2．実　　験

実験に供した試料は次のようにして作製した．

フェニルエチルカーバメート（PEC：別称エチルカバニレート）はフェニルイソシアナート（PI）と無水

エタノール（EA）から，α，γ-ジフェニルエチルアロファナート（DPEA）はKogonの方法[18]によりフェニルイソシアナートと無水エタノールにより合成した．これらの化合物の純度は元素分析，IR等により確認した．図1に本研究で使用された化合物の構造を示す．

装置は熱分解装置（島津製作所製：PYR-2A型），HRGC（同：GC-14A型）をFT-IR（米国ニコレー社製：FT-IR710型）とインターフェースで接続して用いた．PyHRGC-FTIRで得られた結果は，それぞれデータ処理装置（島津製作所製：CR-4AD，ニコレー社製：ワークステーション620型）で処理した．

熱分解温度は250，350，450°Cとしカラムの昇温は初期温度を40°Cとし，毎分10°Cで280°Cまで昇温した後，280°Cで測定終了まで保った．キャピラリーカラムはメチルシリコン系シリコンOV-1（25m）を用いた．

FT-IRではグラムシュミットレコンストラクション（IRクロマトグラム），ケミグラム（官能基別分析），ピークの検索等の処理を行い，熱分解生成物を同定し，検索はFT-IRに組み込まれたアルドリッチのデータベースにより行った．データベースの数は約5000であった．GCではRt(保持時間)，ピーク面積%を求めた．

試料，約3mgを電子天秤ではかり，既定の温度に達した水平型の熱分解装置に挿入し瞬間に熱分解させた．熱分解された試料は，まずGCのキャピラリーカラムで分離され，ついで凝縮されないよう280°Cに保温されたトランスファーラインを通りFT-IRの同じく280°Cに保温されたライトパイプに達しMCT検出器により検出され，ついで再びGCに戻りFID検出器で検出された．

それらの結果はGC，FT-IRのそれぞれのデータ処理装置によりプロッター，ディスプレイに記録または表示された．

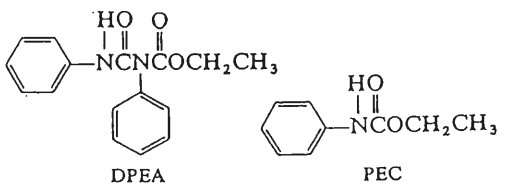


図1　試料の構造

3．結果と考察

3．1　IR，FIDクロマトグラムと定性分析

DPEA，PECのIR，FIDクロマトグラムを図2，3に示した．DPEAの250～450°Cでの熱分解では，図2から3ないし4成分に熱分解されることが分かる．熱分解温度350°Cでの，PECの熱分解においても3成分に分解することが分かる．（図3）

DPEAとPECのIR，FIDクロマトグラムに見られる強度の大きい3本（No.1,2,3）のピークはそれぞれ対応するものと考えられる．しかしDPEAの熱分解温度450°Cで，4番目の微小ピークが新たに現れた．（図2拡大図）

IRクロマトグラムに基づき同定を試みた，図4に，ピークNo.1,2,3の検索結果を示す．

ピークNo.1は，そのIRスペクトルの検索により（図4-I）EA，及び二酸化炭素（2300～2200cm^{-1}）の混合したものと考えられる．またEAは，1065～1049cm^{-1}（1050cm^{-1}：第1級アルコール）領域のケミグラム（図4-III）よりピークNo.1が拡大されており明らかである．FIDクロマトグラムでは検出器の特性上，二酸化炭素は検出されず，EAのみが検出されている．

ピークNo.2は検索によりPIであることが分かった．（図4-II）このピークとPIのスペクトルの比較により確実と考えられる．

ピークNo.3の検索では該当のスペクトルは含まれていなかった．このピークは従来得た結果[16]からPECと考えられるので，ウレタンのカルボニル基（1743～1697cm^{-1}）のケミグラム（図4-IV）においてピークNo.3のみにカルボニル基が認められた．またピークNo.3の2000～600cm^{-1}領域の三次元表示（図5）から，このピークに一成分のみしか含まれてないことが分かった．これらのことよりピークNo.3はPECであることが分かる．

図6にピークNo.4の検索結果を示す．2140cm^{-1}（2144～2098cm^{-1}：－N＝C＝N＝）のケミグラムでピ

表1　各ピークの保持時間及びピーク面積%の熱分解温度による影響
（FIDクロマトグラムによる）

熱分解温度	Peak No.	Rt(min)	Peak area (%)
Phenyl ethyl carbamate			
350°C	1	2.35	14.9
	2	6.53	17.9
	3	14.51	65.4
α,γ-diphenyl ethyl allophanate			
250°C	1	2.35	16.3
	2	6.77	61.0
	3	14.03	22.4
350°C	1	2.26	7.7
	2	6.96	53.0
	3	14.60	27.8
450°C	1	1.99	21.75
	2	6.73	69.52
	3	13.92	8.78
	4	16.62	0.06

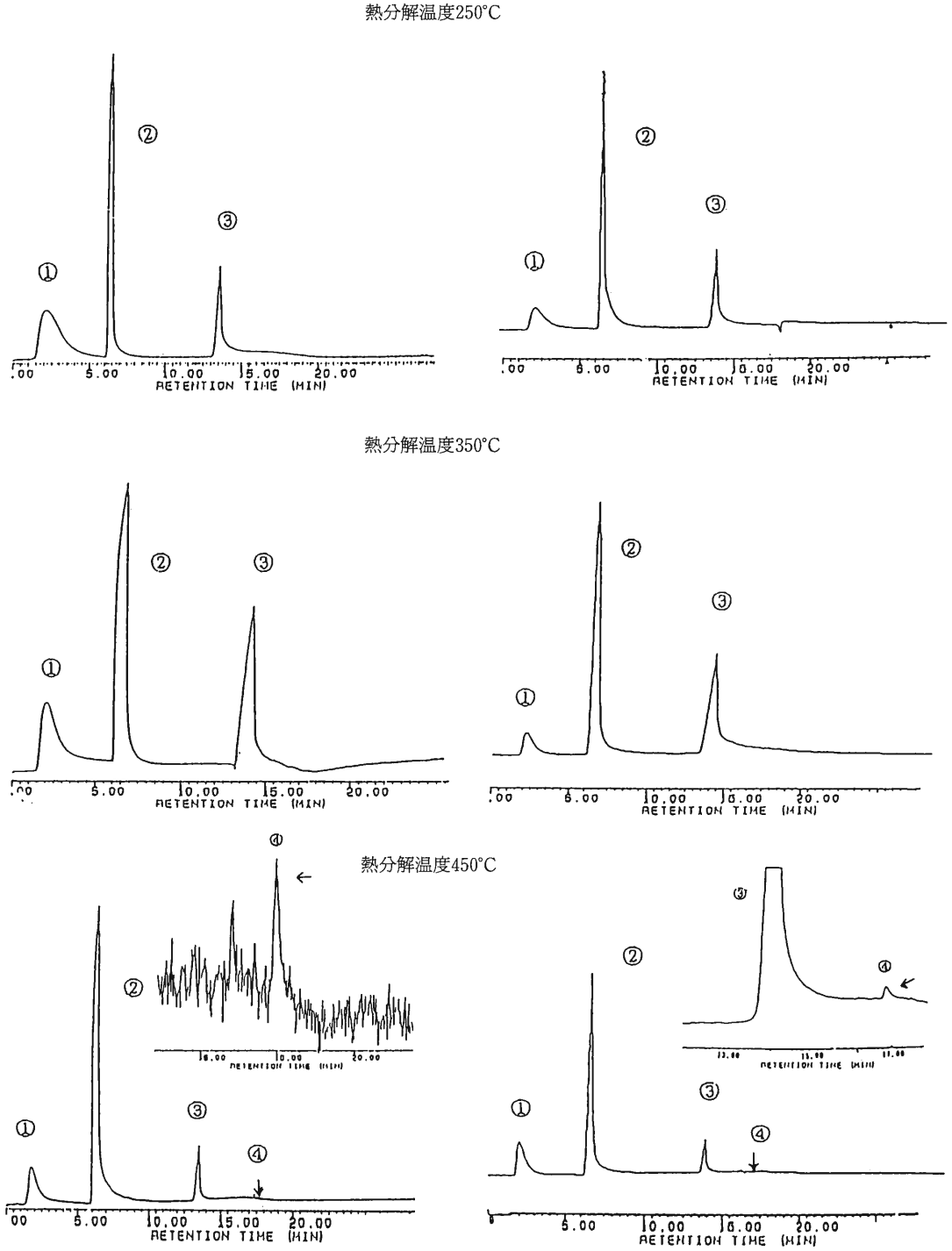


図2　DPEAの熱分解温度250, 350, 450°Cにおけるパイログラム
（左：IRクロマトグラム，右：FIDクロマトグラム）

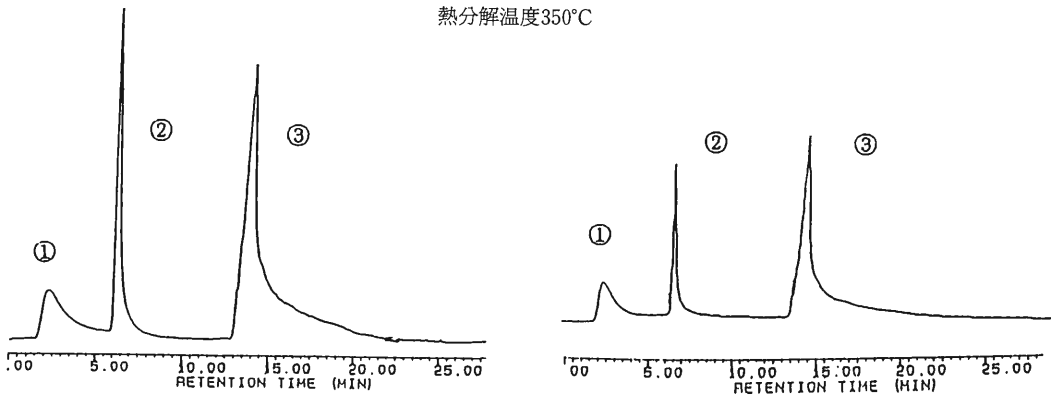


図3　PECの熱分解温度350におけるパイログラム
（左：IRクロマトグラム，右：FIDクロマトグラム）

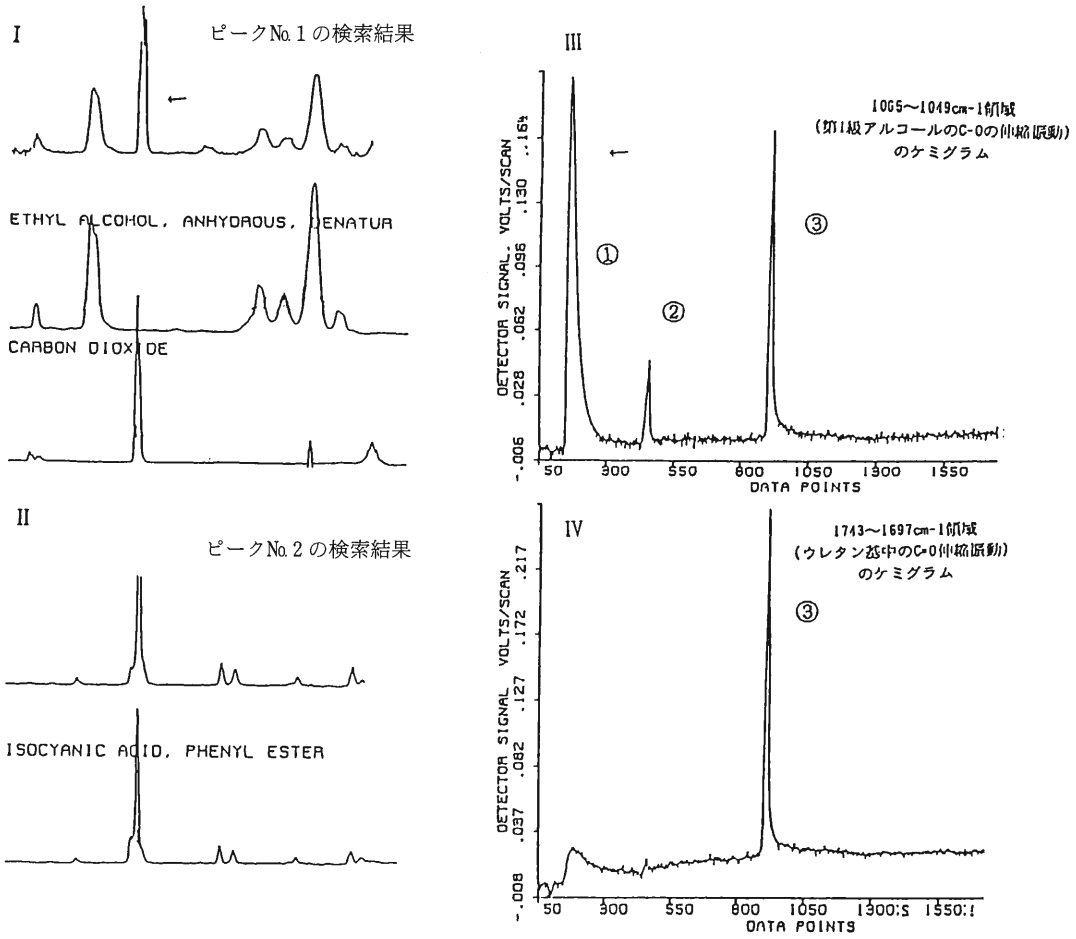


図4　ピークNo.1，2，3の同定について番号

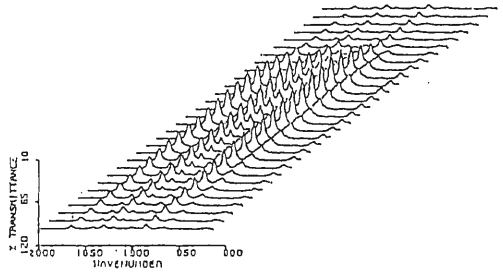


図5　ピーク 3 の三次元表示

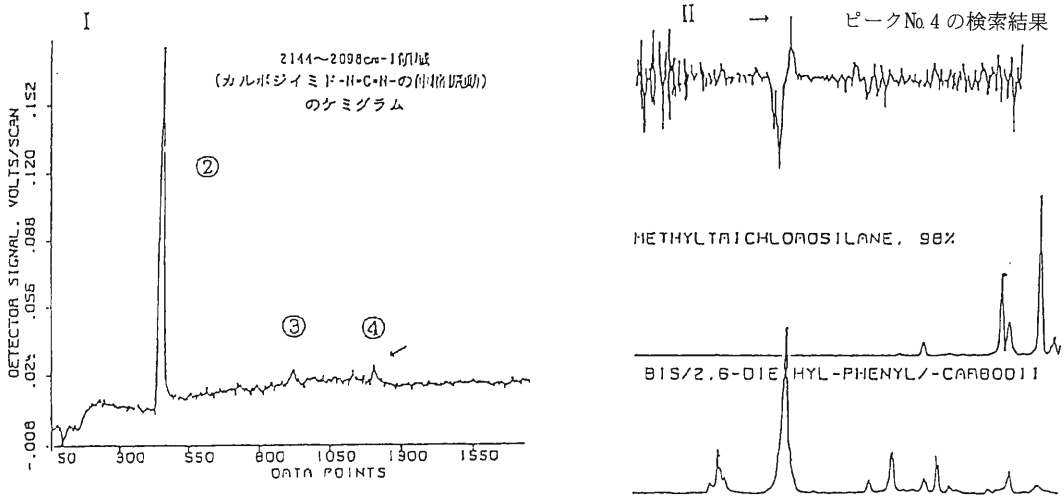


図6　ピークNo.4の同定について

ークNo.4が拡大されているが，このピークの検索でカルボジイミド化合物が検索された．(図6-I，II) 所有するデータベースの中にはカルボジイミドは2例しかなく該当する物はなかったが，カルボジイミド基はイソシアナート2分子より脱炭酸により生成することより，ピークNo.4はジフェニルカルボジイミド (DPCD) であろう．このジフェニルカルボジイミドの生成はDP-MSによる研究[16]では検出できなかった新しい知見である．

3.2　FIDクロマトグラムによる定量

FIDクロマトグラムではNo.1ピークはFIDの特性よりEAのみ検出されている．

表1におけるピーク面積%の比較より，EA及びPIは熱分解温度が250°Cから350°Cと上昇するにつれて減少し，450°Cで再び増加しているが，PECは逆に350°Cで増加し450°Cで減少していることが分かった．

これらのことから，分解機構を考えると(1)～(4)式で示される．

DPEA ·····> PI + PEC　　(1)

PEC ·····> PI + EA　　(2)

PEC ·····> アミン類等+CO_2　　(3)

2PI ·····> DPCD+CO_2　　(4)

DPEAはPIとPECに分解する．(1)ついでPECはPIとEAに分解する．(2)また記述したように二酸化炭素の生成も見られることよりPECの脱炭酸反応が少し起こっている(3)と考えられる．

250°Cでの分解に比べ，350°Cでは(1)の分解反応が素早く進み，PECが増加する．そのためPIとEAは相対的に減少する．450°Cでは分解反応が(1)に続き，(2)が進行し，PECは減少するがPIとEAが増加する．

生成するPI二分子から二酸化炭素を放出してカルボジイミド (DPCD) をわずかであるが生成した．(4)

4．結　　語

PyHRGC-FTIRにより α，γ-ジフェニルエチルアロファナートの熱分解を250，350，450°Cにおいて行い，熱分解生成物を同定し，熱分解機構を検討した．

その結果

1．アロファナートはエチルカルバニレートとフェニルイソシアナートに熱分解し，エチルカルバニレー

トは更にフェニルイソシアナートとエチルアルコールに解離した．

2．450℃では極めて僅かながらカルボジイミドを生成していた．

3．二酸化炭素は生成していたが，通常その結果生成するとされるアニリン，オレフィン，第二アミンの生成は認めることは出来なかった．

参考文献

1）R. Gnauck, Plaste Kautsch (DDR) **22** [10] p. 795 (1975)

2）K. Tsuge, K. Hashimoto, T. Matsuo, Nippon Gomu Kyokaishi Vol. 49 No. 8 p. 71 (1976)

3）F. Gaboriaud and P. Vantelon, J. Polym. Sci., Polym. Chem. Ed., **19**, 139 (1981)

4）F. Gaboriaud and P. Vantelon, J. Polym. Sci., Polym. Chem. Ed., **20**, 2063 (1982)

5）J. K. Haken and M. Millingen J. Chromatogr., **283**, p. 371 (1984)

6）M. Furukawa, N. Yoshitake, and T. Yokoyama, J. Chromatog., **435**, 1, 219 (1988)

7）T. Takeuchi, S. Tsuge, T. Okumoto, J. Gas. Chromatog., **6**, 542 (1968)

8）F. D. Hileman, K. J. Voorkees, L. H. Wojck. M. M. Birky, P. W. Ryan, and I. N. Einhorn, J. Polym. Sci., Polym. Chem. Edition **13** p. 571 (1975)

9）K. J. Voohees, F. D. Hileman, I. N. Einhorn and J. H. Futrell, J. Polym. Sci., Polym. Chem. Ed., **16** p. 213 (1978)

10）H. Ohtani, T. Kimura, K. Okamoto and S. Tsuge J. Anal. and Appl. Pyrolysis, **12**, 115 (1987)

11）S. Foti, M. Giuffrida, P. Maravigna, & G. Montaudo, J. Poly. Sci., Polym. Chem. Ed., **21** 1583 (1983).

12）J. M. Richards, W. McClennen, H. L. Meuzelaar, D. E. Gregonis, W. M. Reichert, & M. A. Helle, Macromolecules, **18** 486 (1985).

13）Ju-Li Fan, J. C. W. Chien, Poly. Deg. & Stab., **12** p. 43 (1985)

14）D. Garozza, M. Giuffrida, & G. Montaudo, Macromolecules, **19** 1643 (1986).

15）N. Yoshitake, M. Furukawa, & T. Yokoyama, Poly. Deg. and Stab., **18** 341 (1987).

16）M. Furukawa, N. Yoshitake, & T. Yokoyama, Poly. Deg. and Stab., **29** 341 (1990).

17）前田雅子“有明高等専門学校卒業論文”（1990）

18）I. C. Kogon, J. Org. Chem., **86** 176 (1964)

スポーツテストによる体力・運動能力の比較，検討
（本校バスケット部員，剣道部員，陸上部員について）

仁田原　元・塚本邦重・井上仁志

〈平成２年９月17日受理〉

Some Comparisons of the Physical Strength and the Capacity for Locomotion through Sports Tests.

The victory or defeat in sporting competitions depend upon and are decided by such factors as mentality, skill, and physical strength. Recently, the skill of competitors are highly developed by the popularization of videos, the coaching staff's appropriate advice, and informations on competitions. When we consider the well-balanced strengthening of the clbd members, we need to pay attention to their present condition. This paper shows the examination and comparisons of of the physical power and the capacity for locomotion of the students who belong to the basketball club, *kendo* club, and athletic club of the Ariake National College of Technology.

Hajime NITAHARA・Kunishige TSUKAMOTO and Hitoshi INOUE

研究目的

スポーツ競技において，その勝敗は心技体の表現で表わされるように，精神面，技術面，体力面等の要因によって競われるが，近年技術力についてはビデオの普及，コーチングのクリニック等で高度な修得あるいは情報を知る機会が多くなった．バランスのある強化，あるいは指導方法を考える場合，選手の現状を直視し，体力，運動能力の比較検討をバスケット，剣道，陸上のクラブ員から実施を試みた．

研究方法

1．対象者

対象者は，有明工業高等専門学校・全学生921名有効実施者902名内から，バスケットボール部員23名，剣道部員23名，陸上部員40名，男子学生計86名を対象とした．

2．測定期間

平成２年４月～６月

3．測定項目及び方法

(1) 体格：身長・体重
(2) 敏捷性：反復横とび
(3) 基礎運動技能：垂直とび・50m 走・走り幅とび・ハンドボール投．
(4) 静的筋力：背筋力・握力
(5) 循環機能：踏み台昇降運動
(6) 柔軟性：伏臥上体そらし，立位体前屈
(7) 持久走：1500m

方法は文部省スポーツテスト実施要領にて測定，なお測定誤差を少なくするため，事前に測定方法について被験者に説明を行い，担当する検者には，経験者を選んで実施した．

4．結果と考察

被験者の測定結果を表１で示し，福岡県高等学校の数値，日本人の数値を共に示した．表２においては，反復横とび，垂直とび，背筋力，握力，伏臥上体そらし，立位体前屈，踏み台昇降運動の項目をバスケット部，剣道部，陸上競技部での平均値を示す．表３においては，50m 走，走り幅とび，ハンドボール投，懸垂，1500m 持久走の項目をバスケット部，剣道部，陸上競技部での平均値を示した．表４においては各部のレギュラークラスの平均値を示している．＊印はレギュラークラスであり，グラフはレーダチャートで示している．表５においては，各クラブと福岡県，全国の比較を示した．なおレーダーチャートで示した線は次の通りである．

表1　各部のテストの平均値および標準偏差の結果

	バスケット			剣道			陸上			福岡県(17歳)		日本(17歳)	
	N	X̄	SD	N	X̄	SD	N	X̄	SD	X̄	SD	X̄	SD
身長	23	170.61	6.12	23	169.46	5.78	40	170.54	4.9	169.70	5.46	170.2	5.90
体重	23	59.51	8.47	23	60.39	6.32	40	60.56	7.39	59.40	7.79	61.2	8.25
反復横とび	23	47.48	4.31	23	45.30	5.56	40	46.1	4.91	45.12	4.83	46.6	5.90
垂直とび	23	63.87	5.64	23	63.17	7.64	40	65.18	6.56	61.30	7.85	62.2	8.09
背筋力	23	124.57	40.59	23	137.83	16.60	40	144.98	26.07	137.71	24.19	137.3	26.21
握力	23	40.57	7.18	23	47.96	5.65	40	45.05	6.9	45.19	6.44	45.8	6.73
伏臥上体そらし	23	54	6.86	23	54.24	9.49	40	54.33	7.42	55.97	8.73	57.6	9.44
立位体前屈	23	12.98	5.22	23	10.62	6.35	40	14.35	6.64	12.03	6.70	13.2	5.88
踏台昇降	23	77.20	14.71	23	72.94	10.62	40	69.49	11.84	69.58	12.35	70.3	13.04
50m走	23	7.30	3.95	23	7.41	3.96	40	7.16	0.56	7.29	0.47	7.2	0.56
走り幅とび	23	434.09	41.85	23	412.04	39.86	40	452.45	46.36	443.12	48.01	444.7	54.14
ハンドボール投げ	23	29.09	4.45	23	28.83	4.1	40	29.85	4.57	27.95	4.82	28.7	5.15
懸垂	23	5.78	2.91	23	7.22	2.58	40	8.18	4.35	8.23	4.54	8.5	4.93
1500m走	23	343.57	30.18	23	350.57	29.07	40	328.35	26.04	374.53	44.69	360.9	42.92

バスケット
剣道
陸上競技
福岡
全国

表1，において身長と各項目の回帰分析の結果を次の通り示す．

身長（X）：体重（Y）

Y 切片：	−61.39279
Y 評価値の標準誤差	5.3682641
R2乗	0.2458740
標本数	23
自由度	21
X 係数	0.7261562
X 係数の標準誤差	0.2775147

身長（X）：反復横とび（Y）

Y 切片：	46,067650
Y 評価値の標準誤差	3.6667425
R2乗	0.0003178
X 係数	0.0154884
X 係数の標準誤差	0.1895538

身長（X）：垂直とび（Y）

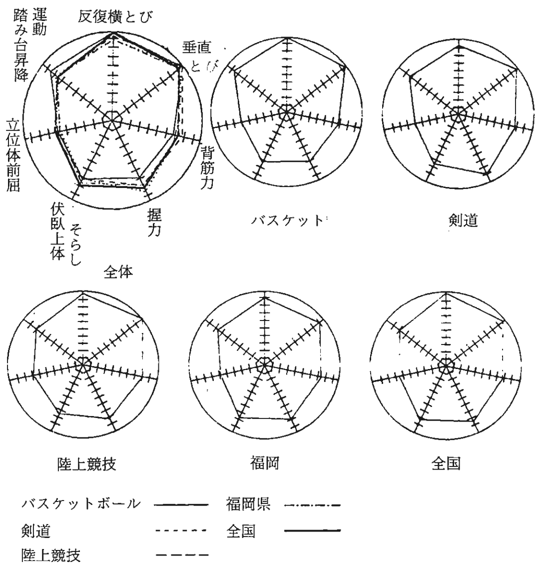
Y 切片	−16.11554
Y 評価値の標準誤差	6.7137667
R2乗	0.0844801
X 係数	0.4831382
X 係数の標準誤差	0.3470710

身長（X）：背筋力（Y）

Y 切片	−449.1433

表2　クラブ員の平均値

	バスケットボール	剣道	陸上競技	福岡県17歳平均値	日本人17歳平均値
反復横とび	50	46	48	46	49
垂直とび	49	49	50	47	48
背筋力	35	38	40	38	38
握力	36	44	41	41	42
伏臥上体そらし	37	37	37	39	41
立位体前屈	31	29	33	30	32
踏み台昇降運動	44	41	39	39	39



図－1

Y 評価値の標準誤差	23.277609
R2乗	0.2888256
X 係数	3.5142288
X 係数の標準誤差	1.2033460

身長（X）：握力（Y）

Y 切片	50.599171
Y 評価値の標準誤差	5.9507307
R2乗	0.0000229
X 係数	−0.006750
X 係数の標準誤差	0.3076255

身長（X）：伏臥上体そらし（Y）

Y 切片	41.047721
Y 評価値の標準誤差	7.6412820
R2乗	0.0025472
X 係数	0.0914780
X 係数の標準誤差	0.3950193

身長（X）：立位体前屈（Y）

Y 切片	41.656673
Y 評価値の標準誤差	6.3905967
R2乗	0.0115460
X 係数	−0.163621
X 係数の標準誤差	0.3303646

身長（X）：踏み台昇降（Y）

Y 切片	148.25321
Y 評価値の標準誤差	9.1471723
R2乗	0.0393315
X 係数	−0.438462
X 係数の標準誤差	0.4728670

身長（X）：50m 走（Y）

Y 切片	11.680010
Y 評価値の標準誤差	0.3433652
R2乗	0.1018050
X 係数	−0.027385
X 係数の標準誤差	0.0177504

身長（X）：走り幅とび（Y）

Y 切片	−4.332446
Y 評価値の標準誤差	0.4866312
R2乗	0.1693050
X 係数	0.0520446
X 係数の標準誤差	0.0251566

身長（X）：ハンドボール投げ（Y）

Y 切片	−66.31605
Y 評価値の標準誤差	4.4240800
R2乗	0.2309217
X 係数	0.5742908
X 係数の標準誤差	0.2287047

身長（X）：懸垂（Y）

Y 切片	9.0885673
Y 評価値の標準誤差	3.0893531
R2乗	0.0000429
X 係数	−0.004798
X 係数の標準誤差	0.1597054

身長（X）：1500m 走（Y）

Y 切片	668.41235
Y 評価値の標準誤差	26.471559
R2乗	0.0875981
X 係数	−1.943103
X 係数の標準誤差	1.3684586

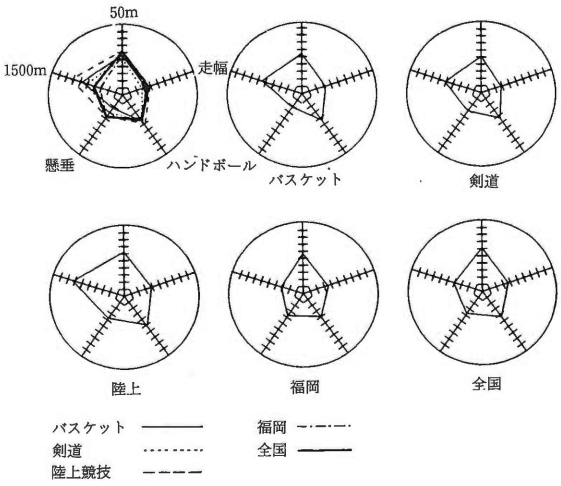
身長については，筋の屈伸領域が広く，弾性運動や跳躍などに有利である．瞬間的最大作業能力は身長に正比例している．又持久能力とは直接な関係はなく，1分間，30回で，30〜60秒運動継続した場合，1分間で運動前の脈拍状態に復帰したことと，ステップのリズムを変えると脈拍数にかなりの変化のある事を見出した．

次にクラブ相関での回帰分析の結果を示す．今回は各クラブのレギュラークラスについて実施した．

バスケット　反復横とび（X）：50m 走（Y）

表3　クラブ員の平均値

	バスケットボール	剣　道	陸上競技	福岡県17歳平均値	日本人17歳平均値
50m走	11.0	9.9	12.4	11.1	12.0
走り幅とび	6.7	5.6	7.6	7.1	7.2
ハンドボール投	9.1	8.8	9.9	8.0	8.7
懸　垂	4.8	6.2	7.2	7.2	7.5
持久走1500m	11.3	9.9	14.4	6.5	7.9



図− 2

Y 切片	7.4149681
Y 評価値の標準誤差	0.2861784
R2乗	0.0183448
標本数	7
自由度	5
X 係数	−0.009235
X 係数の標準誤差	0.0302138

剣道　反復横とび（X）：50m 走（Y）

Y 切片	10.8
Y 評価値の標準誤差	0.2611581
R2乗	0.6162177
標本数	7
自由度	5
X 係数	−0.075748
X 係数の標準誤差	0.0267340

陸上　反復横とび（X）：50m 走（Y）

Y 切片	8.6910994
Y 評価値の標準誤差	0.3083450
R2乗	0.1634315
標本数	9
自由度	7
X 係数	−0.039136
X 係数の標準誤差	0.0334665

バスケット　垂直とび（X）：背筋力（Y）

Y 切片	29.84375
Y 評価値の標準誤差	21.587525
R2乗	0.2084468
X 係数	1.7270833
X 係数の標準誤差	1.5051182

剣道　垂直とび（X）：背筋力（Y）

Y 切片	106.20140
Y 評価値の標準誤差	15.378320
R2乗	0.1411863
X 係数	0.6311475
X 係数の標準誤差	0.6961438

陸上　垂直とび（X）：背筋力（Y）

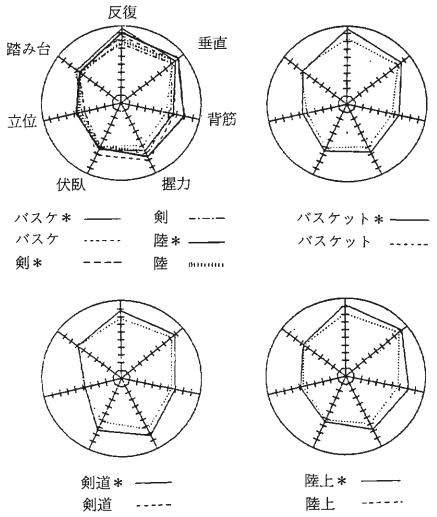
Y 切片	−44.08565
Y 評価値の標準誤差	25.167130
R2乗	0.4072253
X 係数	3.1676427
X 係数の標準誤差	1.4444902

バスケット　踏み台昇降（X）：1500m 走（Y）

Y 切片	295.86230
Y 評価値の標準誤差	26.032731
R2乗	0.0934257
X 係数	0.5481927
X 係数の標準誤差	0.7636892

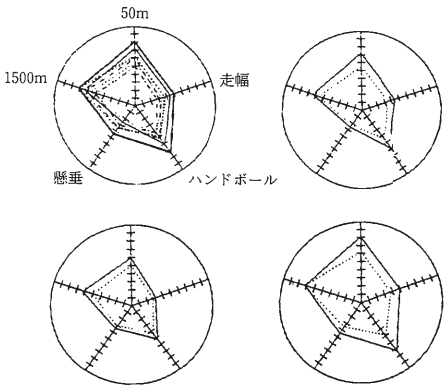
表 4　レギュラークラスの平均値

	バスケット＊	バスケット	剣道＊	剣 道	陸上競技＊	陸上競技
反復横とび	58	51	52	46	55	48
垂直とび	52	49	52	49	55	52
背筋力	40	35	41	38	49	40
握　力	41	36	49	44	46	41
伏臥上体そらし	40	37	44	37	38	37
立位体前屈	34	31	28	29	35	33
踏み台昇降運動	42	44	41	41	40	39



図－3

	バスケット＊	バスケット	剣道＊	剣 道	陸上競技＊	陸上競技
50m走	14.4	11.0	12.1	9.9	16.2	12.4
走り幅とび	8.9	6.7	6.3	5.6	10.0	7.6
ハンドボール投げ	12.3	9.1	10.6	8.8	14.8	9.9
懸　垂	5.3	4.8	6.9	6.2	9.1	7.2
持久走1500m	12.8	11.3	12.6	9.9	14.6	14.4



図－4

剣道　踏み台昇降（X）：1500m 走（Y）

Y 切片	670.84831
Y 評価値の標準誤差	17.812063
R2乗	0.5813753
X 係数	−4.566375
X 係数の標準誤差	1.7328887

陸上　踏み台昇降（X）：1500m 走（Y）

Y 切片	324.69747
Y 評価値の標準誤差	33.781621
R2乗	0.0000630
X 係数	0.0306920
X 係数の標準誤差	1.4614085

次に，バスケット，剣道，陸上競技の各クラブ員のレギュラークラス間において運動能力に差異があるかどうかを，分散分析法で F-検定を実施してみた．A をバスケット，B を剣道，C を陸上競技で示した．

50m 走	A	B	C	
	6.8	6.9	6.5	6.7
	7.0	7.5	6.8	6.9
	7.0	7.3	6.8	
	6.9	6.7	7.5	
	6.8	7.7	6.4	
	6.7	6.8	6.6	
	7.5	7.4	6.8	
SX	48.7	50.3	61.0	160
K	7	7	9	23
$\bar{X}$	6.7	7.2	6.7	6.9
SX^2	339.2	362.4	414.3	115.9

補正項：$C=160^2/23=1.113$

（全）平方和：1115.9−1113=2.9

（群）平方和：$48.7^2/7+50.3^2/7+61.0^2/9-1113$

$=0.6$

全体の自由度，22全体の平方和，2.9　群の自由度，2 平方和　0.6　平均平方　0.3　個の自由度　20平方和　2.3　平均平方　0.115

F=0.3/0.115=2.61

F_{20}^2= 5 %の水準で有意性なし

	B	C
SX	50.3	61.0
K	7	9
SX^2	362.4	414.3

補正項：C=774.2

（全）平方和：776.7−774.2=2.5

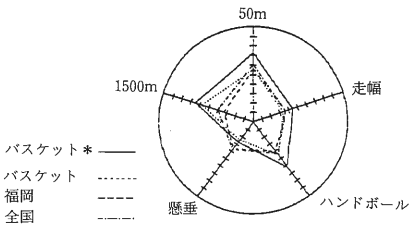
（群）平方和：$503^2/7+61.0^2/9-774.2=0.6$

全体の自由度　15　平方和　2.5　群の自由度　1　平方和　0.6　平均平方　0.6　個の自由度　14　平方和　1.9　平均平方　0.14

表5　各部と福岡・全国の比較

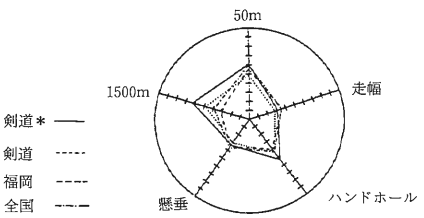
バスケット部と福岡・全国の比較

	バスケットボール*	バスケットボール	福岡県17歳平均値	日本人17歳平均値
50m走	14.4	11.0	11.1	12.0
走り幅とび	8.9	6.7	7.1	7.2
ハンドボール投げ	12.3	9.1	8.0	8.7
懸　垂	5.3	4.8	7.2	7.5
持久走1500m	12.8	11.3	6.5	7.9



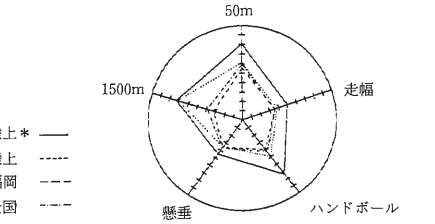
剣道部と福岡・全国の比較

	剣　道*	剣　道	福岡県17歳平均値	日本人17歳平均値
50m走	12.1	9.9	11.1	12.0
走り幅とび	6.3	5.6	7.1	7.2
ハンドボール投げ	10.6	8.8	8.0	8.7
懸　垂	6.9	6.2	7.2	7.5
持久走1500m	12.6	9.9	6.5	7.9



陸上部と福岡・全国の比較

	陸上競技*	陸上競技	福岡県17歳平均値	日本人17歳平均値
50m走	16.2	12.4	11.1	12.0
走り幅とび	10.0	7.6	7.1	7.2
ハンドボール投げ	14.8	9.9	8.0	8.7
懸　垂	9.1	7.2	7.2	7.5
持久走1500m	14.6	14.4	6.5	7.9



$F=0.6/0.14=4.29$

$F_{14}^{1}=5\%$水準で有意性なし

反腹横とび	A	B	C	
	47	52	52	46
	57	45	49	46
	48	45	47	
	50	51	49	
	46	47	56	
	52	52	47	
	47	42	48	
SX	347	334	440	1121
K	7	7	9	23
$\bar{X}$	49.6	47.7	48.9	48.7
SX^2	17291	16972	21596	55859

補正項：$C=1121^2/23=54636$

（全）平方和：$55859-54636=1223$

（群）平方和：$347^2/7+334^2/7+440^2/9-54636=12$

全体の自由度　22　全体の平方和　1223　群の自由度　2　平方和　12　平均平方　6　個の自由度　20　平方和　1211　平均平方　60.6

$F=6/60.6=0.099$

$F_{20}^{2}=0.1\%$水準で有意性なし

	A	B
SX	347	334
K	7	7
SX^2	17291	16972

補正項：$C=33125$

（全）平方和：$34263-18532=15731$

（群）平方和：$347^2/7+334^2/7-C=12$

$F=12/93.8=0.127$

$F_{12}^{1}=0.127$で有意でない

	B	C
SX	334	440
K	7	9
SX^2	16972	21596

補正項：$C=37442$

（全）平方和：$38568-37442=1126$

（群）平方和：$334^2/7+440^2/9-C=5$

全体の自由度　15　全体平方和　1126　群の自由度　1　平方和　5　平均平方　5　個の自由度　14　平方和　1121　平均平方　80.07

$F=5/80.07=0.062$

$F_{14}^{1}=0.062$で有意でない

握力	A	B	C	
	42	56	47	45
	42	50	55	49
	55	53	43	
	43	49	47	
	39	51	56	
	42	53	50	
	53	58	59	
SX	316	370	451	
K	7	7	9	
$\bar{X}$	45.1	52.8	50.1	
SX^2	14496	19620	22835	

補正項：$C=1137^2/23=56207$

（全）平方和：$56951-56207=644$

（群）平方和：$316^2/7+370^2/7+451^2/9-56207=215$

全体の自由度　22　全体の平方和　644　群の自由度　2　平方和　215　平均平方　107.5　個の自由度　20　平方和　529　平均平方　26.5

$F=107.5/26.5=4.057$

$F_{20}^{2}=3.49$　5％水準で有意である

	A	B
SX	316	370
K	7	7
SX^2	14496	19620

補正項：$C=686^2/14=33614$

（全）平方和：$34116-33614=502$

（群）平方和：$316^2/7+370^2/7-33614=208$

全体の自由度　13　平方和　502　群の自由度　1　平方和　208　平均平方　208　個の自由度　12　平方和　294　平均平方　24.5

$F=208/24.5=8.48$

$F_{12}^{1}=1\%$水準で有意である

	B	C
SX	370	451
K	7	9
SX^2	19620	22835

補正項：$C=821^2/16=42127$

（全）平方和：$42455-42127=328$

（群）平方和：$370^2/7+451^2/9-42127=30$

全体の自由度　15　平方和　328　群の自由度　1　平方和　30　平均平方　30　個の自由度　14　平方和　298　平均平方　21.3

$F=30/21.3=1.409$

$F_{14}^{1}=1\%$水準で有意でない

踏み台昇降	A	B	C	
	64	80	68	70.9
	92	67	67	65.1
	64	70.9	82	
	71	71	64.8	

	56	71	73
	81	75.6	64.4
	90	74.3	87.4
SX	518	509.8	642.6
K	7	7	9
$\bar{X}$	74	72.8	71.4
SX^2	39494	37232	46414

補正項：$C=1670.4^2/23=121314.6$

（全）平方和：$123140-121314.6=1825.4$

（群）平方和：$518^2/7+509.8^2/7+642.6^2/9-121314.6=27$

全体の自由度　22　全体の平方和　1825.4　群の自由度　2　平方和　27　平均平方　13.5　個の自由度　20　平方和　1799　平均平方　89.9

$F=13.5/89.9=0.150$

$F_{20}^2=3.49$有意でない．

	B	C
SX	518	509.8
K	7	7
SX^2	39494	37232

補正項：$C=1027.8^2/14=75455.2$

（全）平方和：$76726-75455.2=1270.8$

（群）平方和：$518^2/7+509.8^2/7=4.8$

全体の自由度　13　全体の平方和　1270.8　群の自由度　1　平方和　4.8　平均平方　4.8　個の自由度　12　平方和　1266　平均平方　105.5

$F=4.8/105.5=0.045$

$F_{12}^1=1$％水準で有意でない．

各クラブ間においては以上の結果を得た．レギュラークラスと部員との差異が大きいのは年令的に15才から20才の５ケ年間の差が考えられる一方，バスケット，及び剣道等においてはスポーツ教室等低年令すなわち，小学生時代から経験している場合と中学生時代の学校におけるクラブ活動から開始した差であろう，この点については追跡調査を必要とする．筋力において，バスケット部員の握力の低さと，懸垂の数値を分析する必要がある．本来剣道においては470g 以上の竹刀を自在に操作する筋力が必要であり，バスケットボールにおいては600～650g であり，バスケットの練習によって，基礎体力は増強されるが，筋力の増大，あるいは筋力維持は不十分であることが言える．

ま と め

バスケット部においては，技術の上達と筋力の発達の間には相関関係が少ないとされていたが，技術の器である，体力育成により科学的アプローチが必要であろう，サイドステップ，ハーバードステップ等はバスケットボール技術の発達と最も深い関係の基礎体力であり数値も高いことが判かる．

剣道部においては，全国高専のトップレベルであり今後は筋力は前腕の筋持久力の必要性と，R.M.R は非常に大きいと言われているので，持久力育成を計り，伝統的トレーニングによる鍛練的な精神要素と科学性との調和がなされれば万全なものであろう．

陸上競技部においても，全国高専のトップレベルに位置しており，数名ではあるが高い競技力を持っている，筋力トレーニングは計画的に実施している．静的筋力トレーニング（lsometric weight training），動的筋力トレーニング（Concentric weight training）の確立と，体力と技術を定着させるための段階ではなかろうか．以上各部とも質が高く，内容の豊富なものを目標にし，問題解決に当らなければならないと思う．

謝　意

本調査研究に，本校電気科辻一夫先生の数値計算の指導を受けたことを，ここに記してお礼申し上げます．

参考文献

1）体力，運動能力調査報告書　文部省体育局
2）体育測定法　著　松井　三雄
3）現代トレーニング法　著　松田　岩男
4）体育統計学　著　大石三四郎
5）運動生理学序説　共著　井上　章
　　共著　品川　嘉也
6）有明高専紀要　第23号，24号

On Aspects Which the Meanings of Events Themselves Express — From the Relationship Between Present Perfect and Time Frame —

Kenji MITO

〈Received August 29, 1990〉

1. Introduction

Mito (1990) suggests that Present Perfect itself is more or less not so complicated as Aspect or Phase, but that it offers something simpler, that is Time Frame only.

In this paper, we confirm from another point of view that Present Perfect is Time Frame ; concerning two kinds of aspects, one of which shows aspects which the meanings of events themselves express, the other of which shows grammatical or syntactical aspects, we take up some classifications of the former aspects which have so far been given, and investigate the relationship of them with Present Perfect, one of the latter aspects.

2. Time Frame

Before the main subject, the idea of Time Frame is briefly explained again. It can be figured as (1) below.

(1) (the diagonal part is Time Frame (the stage))

The figure (1) is Time Frame, from a certain point in the past up to a point of speech, where a topic can freely be moved by a hearer. In other words, Present Perfect offers a stage (Time Frame) in which a director (hearer) can freely shift a leading actor (topic) from one side (some point in the past) of the stage to the other (a point of speech). For more details of Time Frame, see Mito (1990).

In next chapter, we take up some classifications which have been given on aspects which the meanings of events themselves express, and at the same time investigate the relationship of them to Present Perfect.

3. Aspects Which the Meanings of Events Themselves Express

3.1 Statal (or Stative) Verb vs Actional (or Non-Stative) Verb

This classification is used by Ôta (1963), and the parenthesized terms are used by Lyons (1968). This is based on whether a verb denotes a state or an action. Some of the verbs are shown below.

(2) A. statal (or stative) verb .... hate, know, live, etc.
B. actional (or non-stative) verb .... drown, kick, sing, etc.

When we observe the relations of these verbs with Present Perfect, the meaning or aspect which (2) A. specifies in a Present Perfect sentence is generally an event which continues up to the point of speech, and (2) B. generally an event which completes before the point of speech, as in (3).

(3) a. He has lived in Tokyo for the past two years.
b. He has (just) kicked a ball.

But how about the following sentences?

(4) a. He has lived in Tokyo.
b. He has kicked balls for the past two hours.

As Thomson & Martinet (1986) and Leech (1987) say, (4) a. means an event which completes before the point of speech rather than an event which continues up to the point of speech; on the other hand, (4) b. means rather an event which continues or repeats up to the point of speech.

In summary, it turns out that the difference between A. and B. in the classification of (2) has no direct relationship to the meanings or aspects of Present Perfect. That is, as is seen in (3) and (4), the adverbial phrase *for (the past)* ～is the key to those meanings.

3. 2 Conclusive (or Telic) Verb vs Non-Conclusive (or Atelic) Verb

This classification is used by Jespersen (1931), and the parenthesized terms are used by Garey (1957) and Bauer (1970). Some of the verbs are shown below.

(5) A. conclusive (or telic) verb .... buy, persuade, sell, etc.
B. non-conclusive (or atelic) verb .... admire, sing, walk, etc.

To distinguish between A. and B. of (5), Garey (1957) shows the following test frame.

(6) Test Frame: 'If one was verbing, but was interrupted while verbing, has one verbed?'

This Test Frame means that if the answer is 'No', it is a telic verb, and if 'Yes', an atelic verb.

(7) a. Persuade (telic verb)
'If one was persuading, but was interrupted while persuading, has one persuaded?'
'No.'
b. walk (atelic verb)
'If one was walking, but was interrupted while walking, has one walked?'
'Yes.'

In short, this classification is based on whether a verb has its own destination or goal as its own characteristic.

In this classification, (5) A. is included in (2) B. : non-stative verb, and (5) B. is equal to (2) A. : stative verb and at the same time is included in (2) B. : non-stative verb.

(8) A. telic verb $\subset$ non-stative verb
B. atelic verb = stative verb
atelic verb $\subset$ non-stative verb

Therefore, when we examine the relationship of this classification with Present Perfect, (8) A. has the same effect as (2) B.

(9) a. He has (just) bought a book.
b. He has bought books for the past many years.

(9) a. generally expresses an event which completes before the point of speech, and (9) b. generally an event which continues or repeats up to the point of speech. In (8) B., however, which is equal to (2) A. and is included in (2) B., the situation is not so simple as that of (8) A.

(10) a. He has (just) sung a song.
b. He has sung songs for the past two hours.
c. He has admired her for the past two years.
d. He has admired her.

(10) a. and (10) d. generally express an event which completes before the point of speech, and (10) b. and (10) c. generally an event which continues or repeats up to the point of speech.

From the fact mentioned above, it follows that the difference between A. and B. in this classification has no direct relationship to the meanings of Present Perfect. Here also, the adverbial phrase *for (the past)* ～ is the key to the meaning of a whole sentence.

3. 3 State Verb vs Event Verb

This is the part of the classification on verbs of Leech (1987); he classifies verbs into eight groups, but as to Present Perfect, he takes up state verbs, event verbs, and transitional event verbs, a subcategory of the event verbs. These state verbs correspond to statal (or stative) verbs of 3. 1., and these event verbs to actional (or non-stative) verbs of 3. 1., and these transitional event verbs are event verbs which denote the transition into a state : arrive, die, leave, stop, etc. He says that, concerning Present Perfect, the state verbs represent A. STATE-UP-TO-THE-PRESENT, the event verbs, B. HABIT-IN-A-PERIOD-LEADING-UP-TO-THE-PRESENT and C. (RECENT) INDEFINITE PAST, and that D. RESULTATIVE PAST is most clearly expressed by the transitional event verbs[1]. However, as is seen in both 1. 1. 2[2]. and 3. 1., it follows that the difference between the state and the event verbs is not directly related to the meanings of Present Perfect.

3. 4 State — Activety — Accomplishment — Achievement

(11) A. state .... desire, hate, want, etc.
B. activity .... run, swim, walk, etc.
C. accomplishment .... grow up, paint a picture, run a mile, etc.
D. achievement .... die, find, win (the race), etc.

This is the classification of Vendler (1967), and the remarkable point is that he classifies into four groups not only simple verbs but also verb phrases. The terms and their meanings are more or less different among scholars; for example, Kenny (1963) uses the same terms for (11) A. and (11) B., but 'performance' for (11) C. and (11) D. without distinguishing between them ; Bach (1981) uses the same term for (11) A., but 'process' for (11) B., 'protracted event' for (11) C., and 'instantaneous event' for (11) D., Mourelatos (1981) uses the same term for (11) A., but 'process' for (11) B. as Bach (1981), 'development' for (11) C., and 'punctual occurrence' for (11) D., and moreover he gives the term "event" to the terms 'development' and 'punctual occurrence' and this "event" probably corresponds to the term 'performance' of Kenny (1963), and furthermore he states as follows, regarding this "event" as "topic neutral."

(12) If there is a performance A, there is also an event A, but not vice versa.

He shows (13) as an instance of (12).

(13) I saw him run (or cross the street).

(13) expresses "event" only, neither 'development' nor 'punctual occurrence'.

Now, as the criterion of discriminating between A., B., C. and D. of (11), the following test frames are considered.

(14) a. (For) How long did you ～? (Test Frame of (11) A. and (11) B.)
b. How long did it take you to ～? (Test Frame of (11) C.)

c. (At) What time did you ～? (Test Frame of (11) D.)

Some examples of (14) are shown below.

(15) a. (For) How long did you desire it ?
I desired it for two years.
b. (For) How long did you run ?
I ran for two hours.
c. How long did it take you to paint a picture ?
It took me two hours to paint a picture.
d. (At) What time did you find it ?
I found it at three o'clock.

From the data mentioned above, (11) A. and (11) B. specify the states or actions themselves expressed by verbs or verb phrases, (11) C. not only the actions but also the destinations or goals, and (11) D. mainly the destinations or goals themselves.

Araki et al. (1977) point out that the test frame of (14) b. can be applied to (11) D. as well as (11) C.

(16) How long did it take you to reach the summit ? —— Araki et al. (1977)

And Araki et al. (1977) go on to indicate that the verb *die* in (11) D. cannot be applied to the test frame of (14) b.

(17) *How long did it take you to die ? —— Ibid.

This problem, however, can be solved by exchanging *you* for *him*, etc.

Besides, Mourelatos (1981) points out the interchanging possibility like (18)[3], as an another criterion of distinguishing between (11) C. and (11) D.

(18) a. start ((11) D.)
He started in two hours.
= He started after two hours.
b. paint a picture ((11) C.)
He painted a picture in two hours.
≠ He painted a picture after two hours.

We improve the test frames of (14), based on the above-mentioned facts, as the following.

(19) Test Frame of (11) A. (state) and (11) B. (activity)
⇨ a. (For) How long did he ～ ?
Test Frame of (11) C. (accomplishment)
⇨ b. How long did it take him to ～ ?
Test Frame of (11) D. (achievement)
⇨ c. (= b.) How long did it take him to ～?
⇨ d. (At) What time did he ～?

Only when a verb or a verb phrase can be applied to both (19) c. and (19) d., it belongs to (11) D.

Then, when we observe in view of the relationship of the classification of (11) with Present Perfect, the meaning which (11) A. and (11) B. represent in Present Perfect generally denotes an event which continues up to the point of speech, as in (20).

(20) a. He has desired it for the past two years.
b. He has walked for the past two hours.

Nevertheless, (21) commonly stands for an event which completes before the point of speech.

(21) a. He has desired it.
b. He has walked.

Next, in the case of "event" : (11) C. and (11) D., the meaning generally denotes an event which completes before the point of speech, as in (22).

(22) a. He has (just) painted a picture.
b. He has (just) won the race.

In (23), however, the meaning generally denotes an event which continues or repeats up to the point of speech.

(23) a. He has painted three pictures since this morning.
b. He has won three races since last year.

In (23), it is to be noted that though both of the sentences have a plural object, (23) a. still belongs to (11) C., but (23) b. has changed from (11) D. into (11) C. Yet, both of them remain "event".

From the data mentioned above, the classification of (11) itself is unique, but the difference between A., B., C. and D. of (11) has no direct relationship to the meanings of Present Perfect, because the same situation ((9) and (10)) as in the classification of (5) happens. Here also, it is seen that adverbial phrases such as *for (the past)* ～ or *since* ～ are the key to the meaning of a whole sentence.

3. 5 Telic Situation vs Atelic Situation

This classification is shown in Comrie (1976) and it means what is interpreted in a broader sense than in 3. 2. Whether a situation is telic or atelic depends not simply on a verb, but also on a whole sentence including the arguments (the subject and the object) : this depends upon whether or not an entire sentence has its own destination or goal.

The verb *drown*, for example, is a telic verb, but (24) a. expresses a telic situation and (24) b. an atelic situation.

(24) a. John is drowning. — Comrie (1976)
b. Cats drown if you put them in deep water. — Ibid.

And the verb *sing* is an atelic verb, but (25) a. signifies a telic situation and (25) b. an atelic situation.

(25) a. John is singing a song (or five songs). — Ibid.
b. John is singing songs. — Ibid.

To sum up, (24) is an example of telic verbs which have their own destinations or goals in the classification of 3. 2. and also an example of "event", a verb or verb phrase which essentially has its own destination or goal, in the classification of 3. 4., but here in the classification of 3. 5., (24) a. is a telic 'situation', a sentence which includes a destination or goal of its own as a whole, and (24) b. an atelic 'situation', a sentence which doesn't include its own destination or goal because of its subject ; on the other hand, (25) is an instance of atelic verbs which doesn't have their own destinations or goals in 3. 2., but in 3. 4., (25) a. is an instance of "event", and (25) b. 'activity', a verb or verb phrase which represents the action itself, and moreover here in 3. 5., (25) a. is a telic 'situation', and (25) b. an atelic 'situation'.

From the facts mentioned above, it is natural that the meanings of Present Perfect should be decided on the basis of a whole sentence including its verb or verb phrase, its subject, its adverbial phrase, etc.

From the point of view of Time Frame in 2., what has an important meaning on the relationship between aspects which the meanings of events themselves express and Present Perfect is, as repeatedly mentioned, such adverbials as *for (the past)* ～ or *since* ～. These adverbials can be regarded as the specification of

Time Frame, which is Present Perfect itself as stated in 2.

4. Final Remarks

It eventually follows that Present Perfect itself is not related to aspects which the meanings of events themselves express.

In summary, Present Perfect sets up (or offers) the stage (or Time Frame) where actors (or aspects which the meanings of events themselves express) are free to play (or move).

Notes

1) Leech (1987), pp. 36-39.

2) Mito (1990), p. 74.

3) According to Mourelatos (1981), an event with an "in N of T" adverbial such as "in two hours" has the implication that the event could somehow be sped up or slowed down.

References

Araki, Kazuo., Tsuneo Ono, and Hirozô Nakano. (1977)
Gendai No Eibumpô (12 vols.) Jodôshi (vol. 4), Tokyo : Taishûkan.

Bach, Emmon. (1981)
"On Time, Tense, and Aspect : An Essay in English Metaphysics," *Radical Pragmatics*, New York : Academic Press.

Bauer, Gero. (1970)
"The English 'Perfect' reconsidered," *Journal of Linguistics 6.*

Comrie, Bernard. (1976)
Aspect, London : Cambridge University Press.

Garey, H. B. (1957)
"Verbal Aspect in French", *Language 33*.

Jespersen, Otto. (1931)
A Modern English Grammar Ⅳ, London : George Allen and Unwin.

Kenny, Anthony. (1963)
Action, Emotion and Will, New York : Humanities Press.

Leech, G. N. (1987)
Meaning and the English Verb (Second Edition), London : Longman.

Lyons, John. (1968)
Introduction to Theoretical Linguistics, London : Cambridge University Press.

Mito, Kenji. (1990)
"Present Perfect — From the viewpoint of Time Frame —",*Research Reports of the Ariake National College of Technology (No. 26)*, Ômuta, Japan : Ariake National College of Technology.

Mourelatos, A. P. D. (1981)
"EVENTS, PROCESSES, AND STATES", *Syntax and Semantics, Tense and Aspect (Vol. 14)*, New York : Academic Press.

Ôta, Akira. (1963)
Tense and Aspect of Present-Day American English, Tokyo : Kenkyûsha.

Thomson, A. J. & A. V. Martinet. (1986)
A Practical English Grammar, London : Oxford University Press.

Vendler, Zeno. (1967)
Linguistics in Philosophy, Ithaca : Cornell University Press.

*Mary Barton*試論

品　川　尚　司

〈平成 2 年 9 月21日受理〉

An Essay on *Mary Barton*

Mary Barton is Mrs Gaskell's first full length novel. The story has two themes: one is John Barton's tragedy and the other Mary's true love. This is an essay on John's tragedy and what it tells us.

Hisashi SHINAGAWA

(1)

Mary Barton は Elizabeth Gaskell (1810～1865) ―― 以下 Mrs. Gaskell と記す ―― がいわゆる hungry forties といわれる時代前後の Manchester を舞台にして，紡績工場で働く労働者と家族が，激しく発展変化する時代の産物とも云うべき新興富裕階級に属する工場経営者の人格の貧困，成金趣味と利己主義の影響をまともに受け，翻弄され困窮を余儀なくされながら精神的，道徳的には彼等に優り，自己犠牲を厭わず，貧しくとも心豊かに真摯に生きようと努力した姿を，冷静な眼で，出来るだけ事実に即して，共感を込めて書いた社会小説である．

ところで，批評家が一様に指摘することだが，この作品には二つのテーマがある[1]．

一つは John Borton (以下 John と記す) の悲劇である．彼は Manchester の労働者の息子として生まれた根からの Manchester 子で，弱きを助け強き者の不正傲慢をくじく正義感に充ちた男で，最愛の妻をなくした痛手を忘れようと，労働組合活動に熱中するようになる．

やがて彼は，その人柄と能力を買われて組合の中で指導的な地位を占めるようになり，労働組合代表として National Petition (国会請願運動) にも参加する．John をこの一連の行動に駆り立てるものは，真面目に働きながら飢餓に苦しみ，家族の死を見送らねばならぬ労働者の悲憤を何処吹く風かと一顧だにしないで，贅沢三昧の生活をする工場経営者とその家族達の無神経な生き方に対する彼の苛立ちと義憤である．

しかし工場経営者と労働者の間の深い溝は広がるばかりで，彼の熱意は自らを追い込んでゆき，彼は遂に工場経営者の息子 Harry Carson を殺してしまう．そして自らが犯した罪の意識にさいなまれ，心身共に弱り果てた挙句，彼は被害者の父 Mr. Carson の前に罪を告白し，その許しを請うて死ぬのだ．

また一つは，Mary Barton (Mary と記すが，必要に応じて娘 Mary と云う，母娘同名のため，母親は母 Mary と記すことになる) と Jem Wilson の愛の物語である．

Mary は母親の急死後は，父親 John の世話をし，お針子の仕事をしながら，John の失業で苦しくなった家計を支えている．

彼女は人目を魅く容姿に恵まれた娘で，玉の輿を夢みる乙女心から，Harry Carson の享楽的な求愛に心動かされて，真面目な技術者 Jem Wilson (以下 Jem と記す) の愛を受けることが出来ない．Harry Carson の愛に疑問を持ち Jem の本心を知った時は時既に遅く，一旦離れて行った Jem の心を引き戻すことは難しい．

彼等にとってあり得べからざる事件が起る．John は Jem から借りた猟銃を使って Harry Carson を殺してしまったのだ．銃の持主 Jem は殺人事件の容疑者として法の裁きを受けねばならない．Mary は恋人の冤罪を晴らす為に東奔西走の活躍をし，Jem の容疑を消すことに成功する．そして二人は芽出たく結婚し，Canada に新天地を求めるのである．

以上，この物語の二つの主題の内容を簡単にまとめてみたが，構成上この二つのテーマは，物語のほゞ半ばで繋ぎ合された様にして，John から Mary の物語に移って行く．そして終幕近くで第一のテーマの主人公 John が再登場し，二つの主題が合流する．この様な物語の主題と展開にとかくの批評があるのは当然で，例えばこの作品が発表された直後，或る批評家は，'the

close of the story....seems to have been twisted out of shape, to serve the didactic purpose of the author'[2] と云い，又 Stephen Gill は One can go further and argue that much of the second part of the novel is similarly doubtful. It is not that it is boring, for the suspense story of the end of the murder plot is grippingly told. It is rather that one feels the second part to be in quite a different and a lesser genre from the first. It seems as if a complex re-creation of events, scenes and problems concerning the real circumstances of the 1840 has given way to a more simple fable which ends in a moral tableau[3].

と云うが，こうした意見はこの作品の主題と構成の無理，不自然さを適確についたもので当を得た意見である．そこで本稿では第一の主題，即ち John の悲劇に対稱を絞って，その内容と意味を考察し，そこから作者の世界の一端を窺ってみたいと考える．

(2)

Mrs. Gaskell の父 William Stevenson (1772－1829) と彼女の夫 William Gaskell (1805－84) は共に学識教養豊かな Unitarian (統一教会派) であったが，父 William は給料取りの牧師という職業に疑問を持つ人で，そのために多様な職業一例えば，古典学の教師，説教師，農業，編集業，役人等々一を経験した．一方夫の William は Unitarian の牧師であると同時に教育問題に深い関心をもつ人で，その方面でも活発な活動をした人物であった．

この様に，Mrs. Gaskell の人生に決定的な影響を与える二人の人物が，共に同じ信仰と価値観を持ち，また古典についても豊かな学識を持っていたということは彼女にとって非常に幸福なことであった．つまり彼女は物心ついた頃から結婚生活に入った後までも，一貫した価値のもとで，宗教的理性的な雰囲気に包まれて精神的に安定した生活を送ることができたのである．

しかし，彼女の人生が波乱のない平穏無事なものであった訳ではない．例えば 4 才の時，Mrs. Gaskell は母親を亡くしておばの世話になり，悲しい一時期を耐えた．そして結婚後は，熱病で幼い息子をなくすという不幸に見舞われ，悲嘆にくれた．

しかし母親として Mrs. Gaskell が味わったこの悲しみが *Mary Barton* が世に出るもととなったのだから，何が不幸で何が幸なのか分からない．夫 William はかねて妻の文才を認めていたので，悲しみを克服する様に彼女に創作活動にはいることをすゝめた．

この様な家庭環境の中で Mrs. Gaskell もまた，父や夫と同じように Unitarian としての信仰と豊かな教養を身につけていたのは当然至極の成り行きであった．このことは当時のイギリスの世情に照らしてみるときに特に重要な意味を持っている様に思われる．

新しい時代に人心が揺れる時，彼女は信頼する夫とともに確かな信仰を持ち続けるのである．

揺れ動くイギリスの世相はこの様なものであった．

例えば1832年は奇しくも彼女が夫 William と結婚し *Mary Barton* の舞台 Manchester に居を移した年であるが，同年 the Reform Bill (第一次選挙法改正案) が出て，イギリスの政治は新しい時代に移って行く節目に当り，生みの苦しみを味わっていた．the Industrial Revolution (産業革命) が始ってから約50年，半世紀を経て，蒸気機関に代表される科学技術の進歩発展は，産業経済及び政治体制の面でも大変革を強いることになる工場制大量生産方式を作り上げた．その結果 Manchester は Liverpool とともに世界の注目を浴びる一大工業都市へと変貌して行くのである．

当時のイギリスの俯瞰図を M.C.Frycksdedt の労作を借りて描くと次の様になる．

A nation whose prosperity and greatness were envied by the rest of Europe; a nation whose fleet and factories were unrivalled; a nation whose humanitarian ideas served as a loadstar to western countries. Yet her world supremacy rested on a foundation of misery, social distress, even starvation[4].

この象徴的な調子のいゝ表現の内容を具体的に説明すると，

This was a period of great social and economic changes and numerous reforms: an increase of population, industrialisation, the railway boom, sanitary, factory and constitutional reforms, Chartism and the Anti-Corn Law League. The population increase, which began at the end of the eighteenth century, continued unabated in the first half of the nineteenth, when England doubled her population.[5] Infant mortality decreased,[6] and life expectancy became longer due to improved living conditions such as drainage and pure water. Equally important, from a demographic point of view, is the great influx of country people to the towns mirrored both in *Mary Barton* and *North and South*. In each decade between 1821 and 1841 more than one million people moved into towns, and between 1841 and 1851 the figure rose to 1,800,000.[7] The majority of these people were drawn to the

towns by the prospect of employment in factories, mills and workshops. After 1815 weaving began in factories where powerlooms were driven by stream engines, and as early as the 1830s the cotton industry was responsible for almost half of Britain's exports.[8] To say that the opening of the first railway in 1830, from Manchester to Liverpool, marks the beginning of a new era is hardly an overstatement. The railway network grew rapidly, and by the middle of the century one could travel from London to Edinburgh in one day. Although the First Reform Bill of 1832 extended the electorate, the figure only rose from 435,000 to 652,000,[9] for the reform did not give the vote to the working classes, who remained unrepresented in Parliament. In 1838 William Lovett and Francis Place therefore drew up the People's Charter as the political programme of the London Working Men's Association, Chartism swept across the country, and in 1839 the Chartists presented a National Petition, to which Parliament refused even to listen.[10] This is what John Barton, one of the Chartist delegates, experiences in *Mary Barton*. The Second National Petition in 1842 was also a failure, and in 1848 Chartism ebbed out. It had, however, left a deep imprint on English political life, since it was the first widespread working-class movement directed towards parliamentary democracy.

While Chartism swept the working classes, the middle classes were involved in the Free Trade Movement. In 1838 the harvest failed, severe unemployment prevailed, wages fell and thousands of families lived on relief consisting of one shilling per person per week. This was the background of the Manchester Anti-Corn Law Association, formed in 1838, which became the Anti-Corn Law League the following year. Its aim was the repeal of the Corn Laws,[11] which were generally blamed for the high cost of bread, unemployment and reduced wages[5].

となる．つまりイギリスは人類の歴史上かってないほどの the contrast between commercial greatness and human misery[6] を出現させたのである．

遅しい蒸気機関車の響きに合せて新しい社会が展開し，人心も揺れた．この時代を支える考え方は自由放任，適者生存説，そして功利主義であるが，これは資本主義経済組織の大型化へと発展し，それによって新しい支配階級が生まれ，その支配階級の抬頭に比例して労働者の数もふえ，階層社会の再編成が起り，階層の多様化と新しい主従関係が生じた．

その変化する都市 Manchester の真只中で，Mrs. Gaskell は時代の激浪に洗われて周章狼狽するどころか，ヨーロッパ文化の基調をなしているキリスト教と古典的文化的伝統に拠って，そして又４才にして知った母の死の悲しみを忘れずに，時代と人の姿を冷静に精細に描いたのが *Mary Barton* である．

(3)

John の悲劇は，いってみれば世渡りが下手で，時代の波に弄ばれて破滅した男の話である．例えば Job Leigh の様に，分際を弁えて自分の趣味(珍しい動物収集）に我を忘れ，自分の考えに相反するものには一線を引いて取り合わず，自我の世界に生きることが出来ればいゝのだが，John にはそれが出来ない．

工場主 Hunter や Mr. Carson 等のような低級な雇主に巡り合った故に，悲惨な生活に苦しむ労働者の生活を少しでも改善するために，John は或る時は個人的に，或る時は組織の人間として，雇主に失望しながら更に努力し，自分自身と仲間に誠実であろうとする余り，敵方の一人を殺すという重大犯罪を犯してしまうのだ．

つまり John は自分の殻に収まって平穏に暮らすことに満足出来る人物ではない．病める人には薬を，飢える人にはパンを，という具合に他者への奉仕に積極的に行動する人物である．

更に John について見ることにする．娘 Mary に対する John の姿勢も興味深い．

先に述べた通り Mary は，母 Mary が急死した後は父の世話をしながら針仕事で家を支えている．彼女はおばの Esther に外見が非常によく似ていて，人目を魅く美しい容姿をしている．そして考え方にも共通性があり，Mary は Esther と同じように上級階級夫人の生活に憧れている．

Mary は特に Esther を真似ている訳ではないのだが，John はかねて Esther の派手な身なりと行動を快く思っていないので，Mary が紡績工場で働くことを許さないのだ．

その理由は単純明快である．娘が紡績工場で働くと自活出来る経済力が身につく．すると Esther の様に稼いだお金を自由に使って着飾ったりする．女は Alice の様につゝましく，奉仕の精神をもって生きるのがよいと John は考えるのだ．彼が Esther を憎むもう一つの理由がある．妻 Mary は妹 Esther の派手な身なりと行動に胸をいためていたので，その心痛が原因とな

って急死したと彼は信じている．

こうしてみるとJohnの道徳律が浮彫りにされてくる．誠実，相互扶助，奉仕，勤勉，慈善，親切は人としての徳目であり，これに女性の徳目として，貞淑，質素，忍耐が加えられると彼は考えているように思われる．

実はこゝにJohnの悲劇の出発点はあるのだ．CarsonやHunterは資金力に勝るだけで新しい支配階級の仲間入りが出来たにすぎず，彼等に多数の労働者を指導する人格と識見があるのではない．

工場経営の理念として項目を立てると基本的に幾つかのものが挙げられるだろうが，そこで働く労働者に関するものとしては，環境整備，勤労意欲をかき立てる適正な報酬，人間関係の調整等があるだろう．

さらに，経営者は多数の労働者を使う立場から，彼等自身と家族の生活に直接関わっているという認識は欠かせないのである．従って経営者は利己的恣意的に工場を運営出来ないことは当然なのだ．

しかし，Johnの時代にはCarsonやHunterの様な経営者が多数を占めていたのだ．彼等はJohnの徳目の幾つを持ち合せているのだろうか．

豪勢な邸宅を構え，贅を凝らして部屋を飾り，使用人に囲まれ豊かな生活を楽しむことに人生の意義を見た俗物根性丸出しのMr. Carsonの日常の一端を見てみよう．

Mr. Carson's was a good house, and furnished with disregard to expense. But, in addition to lavish expenditure, there was much taste shown, and many articles chosen for their beauty and elegance adorned his rooms[7].

もう一つの例を次に挙げよう．

"I'm the only lady this morning, papa, so you know you must make a great deal of me."

"My darling, I think you have your own way always, whether you're the only lady or not."

"Yes, papa, you're pretty good and obedient, I must say that; but I'm sorry to say Harry is very naughty, and does not do what I tell him; do you, Harry?"

"I'm sure I don't know what you mean to accuse me of, Amy; I expected praise and not blame; for did I not get you that eau de Portugal from town, that you could not meet with at Hughes', you little ungrateful puss?"

"Did you? Oh, sweet Harry; you're as sweet as eau de Portugal yourself; you're almost as good as papa; but still you know you did go and forget to ask Bigland for that rose, that new rose they say he has got."

"No, Amy, I did not forget. I asked him, and he has got the Rose, *sans rêproche*; but do you know, little Miss Extravagance, a very small one is half-a-guinea?"

"Oh, I don't mind. Papa will give it me, won't you, dear father? He knows his little daughter can't live without flowers and scents."

Mr. Carson tried to refuse his darling, but she coaxed him into acquiescence, saying she must have it, it was one of her necessaries. Life was not worth having without flowers[8].

実はこの情景については説明を要する．今ここに示した場面の背景には次の様な事件が関連している．

Carsonの工場は建て混んだ町の一角を占めていて，建物，機械設備ともに老朽化したもので，そこに火災が起り工場は焼失してしまう．Ashton[9]のような工場主ならば，労働者の立場を配慮して一日も早く工場再建に努力する筈であるが，Carsonと仲間の経営者達は失火を喜んでいるのだ．火災保険のお蔭で損失なしで済み，操業不能の状態は彼等には予期せぬ休日となり休業期間を利用して設備を一新すれば，新鋭工場が出来るというのが理由である．

一方この火災は労働者の側には決定的な打撃を与えているのだが，Carsonには上に挙げたAshtonの様な発想はない．

経営者の家族の様子をもう一例紹介しておくことにする．この場面もまた非常に緊迫した社会状況の中でのCarson家の様子なのだ．外では経営者と労働組合が対峙していて，命にかゝわる犠牲者が出るかも知れないという状況があるのだ．

It might be about eight o'clock that evening, and the three Miss Carsons were sitting in their father's drawing-room. He was asleep in the dining-room, in his own comfortable chair. Mrs. Carsons was (as was usual with her, when no particular excitement was going on) very poorly, and sitting upstairs in her dressing-room, indulging in the luxury of a headache. She was not well, certainly. "Wind in the head," the servants called it. But it was but the natural consequence of the state of mental and bodily idleness in which she was placed. Without education enough to value the resources of wealth and leisure, she was so circumstanced as to command both. It would have done her more good than all the ether and sal-volatile she was daily in

the habit of swallowing, if she might have taken the work of one of her own housemaids for a week ; made beds, rubbed tables, shaken carpets, and gone out into the fresh morning air, without all the paraphernalia of shawl, cloak, boa, fur boots, bonnet, and veil, in which she was equipped before setting out for an "airing," in the closely shut-up carriage.

So the three girls were by themselves in the comfortable, elegant, well-lighted drawing-room.... "O dear ! how tired I am ! Is Harry come in ? Tea will rouse one up a little. Are you not worn out, Helen ?"

"Yes ; I am tired enough. One is good for nothing the day after a dance. Yet I don't feel weary at the time ; I suppose it is the lateness of the hours."

"And yet, how could it be managed otherwise ? So many don't dine till five or six, that one cannot begin before eight or nine ; and then it takes a long time to get into the spirit of the evening. It is always more pleasant after supper than before."

"Well, I'm too tired to-night to reform the world in the matter of dances or balls. What are you copying, Amy ?"

"Only that little Spanish air you sing, 'Quien quiera.' "

"What are you copying it for ?" asked Helen.

"Harry asked me to do it for him this morning at breakfast-time—for Miss Richardson, he said."

"For Jane Richardson !" said Sophy, as if a new idea were receiving strength in her mind.

"Do you think Harry means anything by his attention to her ?" asked Helen.

"Nay, I do not know anything more than you do ; I can only observe and conjecture. What do you think, Helen ?"

"Harry always likes to be of consequence to the belle of the room. If one girl is more admired than another, he likes to flutter about her, and seem to be on intimate terms with her. That is his way, and I have not noticed anything beyond that in his manner to Jane Richardson.[10]"

こゝには余暇，浪費，享楽，安逸，放縦，倦怠，そして華美と虚飾，上滑りの教養といったものが充満していて，先に John の徳目として挙げたものの片鱗すら見つけることは出来ない．

イギリスは世界に展開分布する広大な植民地に産出する原料を製品に加工し，強大な海運力を利用して世界を相手に取引きをし，莫大な利益を得た．その結果富の配分を得た庶民は中産階級を作り，更に資力を得た者は Carson や Hunter の様に経営者としての地位にのし上った．

全般的に云えば，国民の収入は増え，経済的に豊かになったことは確かだが，経済力に富む者は，Carson の様に，人格見識は何うであれ，経営者となり支配体制を作っていったのである．こんな状況が Carlyle によって見事に表現されている．孫引きで恐縮だが引用する．

We have more riches than any Nation ever had before ; *we have less good of them than any Nation ever had before.* Our successful industry is hitherto unsuccessful ; a strange success, if we stop here ! In the midst of plethoric plenty, the people perish ; with gold walls, and full barns, no man feels himself safe or satisfied[11].

Carlyle は溢れる物に埋れ，哲学もなく徳目にも欠ける国は，充ちたりる事を知らず，心貧しくして亡びて行くことを警告するのだ．

(4)

Carlyle の警告を受けるに相応しい新興成金の姿を前章で紹介したが，こゝでは一転して，Carson の工場で働いていた Davenport の家族を例にして，労働者の生活を考えてみよう．

既に紹介しておいたことだが，無定見で利己的な Carson の経営姿勢の煽りを食って Davenport は失業する．John の友人 George Wilson（George と記す，Gem Wilson の父親で穏健な考え方をする）は失業と病苦に呻吟している会社の同僚 Davenport を見舞うために John を誘う．

Davenport の家は地下室にあって陰湿不潔，人間の住居としての最低限度を越えている．作者はそれを次の様に描いている．

You went down one step even from the foul area into the cellar in which a family of human beings lived. It was very dark inside. The window-panes, many of them, were broken and stuffed with rags, which was reason enough for the dusky light that pervaded the place even at mid-day. After the account I have given of the state of the street, no one can be surprised that on going into the cellar inhabited by Davenport, the smel was so foetid as almost to knock the two men down. Quickly recovering themselves, as those inured to such

things do, they began to penetrate the thick darkness of the place, and to see three or four little children rolling on the damp, nay wet brick floor, through which the stagnant, filthy moisture of the street oozed up; the fire-place was empty and black; the wife sat on her husband's lair, and cried in the dark loneliness[12].

作者は効果を狙ってDavenportの家族を極端な状況においたのではない．彼等と同様に劣悪な住居で生活していた者の数はManchesterに20,000人又は50,000人とも云われている[13]．

JohnはDavenportの家と暮しの余りの惨じめさに息を飲み，自宅に急行し，金目の品をかき集めて質屋に駆け込み，手にした5シリングをはたいて，当座の食料と燃料を買うと，Davenportの地下室へとって返す．

こゝに作者はJohnの善意と憐憫の情の発露を描くのだが，同時に個人の善意による物資的援助の限界があることを暗示している様に思われる．

極貧にあえぐDavenportの家族の姿を見たJohnはGeorgeにこう云う．

"Don ye think He's th' masters' Father, too? I'd be loth to have 'em for brothers."

"Eh, John! donna talk so; sure there's many and many a master as good or better nor us."

"If you think so, tell me this. How comes it they're rich, and we're poor? I'd like to know that. Han they done as they'd be done by for us?[14]"

Johnのこの素朴な疑問を笑うことはできない．彼はwhy are they so separate, so distinct, when God has made them all? It is not His will that their interests are so far apart. Whose doing is it?[15]と云い，現実の階級社会に存在する問題に宗教的根本的な疑問を投じているのだ．

ところで問題はCarsonとDavenport間に止まるものではないことは勿論である．社会的状況は労働者にとってますます苦しくなって行く．

Davenportに出会った事がJohnに大きな衝撃を与え，彼の意識に変化が生じて来たことは上に示すことからも分かるだろう．彼は個人の力の限界を痛感し，素朴な信仰を失って行くのだ．そしてこの延長線上に彼のChartist運動がある．

話題は前後するが，Johnは労働組合活動に深入りするにつれてshort-timeの仕事も失ってしまい，完全な失業者になる．娘のMaryのお針子の仕事が彼等の生活を支えている或る日のこと，Maryは父親に町当局の援助を申し出るように云うと，Johnは，I don't want money, child D-n their charity and their money! I want work, and it is my right. I want work[16]. と怒りを込めて娘の提案を拒否する．

Johnの窮状を知った労働組合は生活費の援助を申し出るが，彼はこれも拒む．その理由は組合の金は子供を抱えた貧困家族の援助に使うべきであると考えるからだ．

一方組合の考え方は機関優先の思想に拠っている．Johnの弁舌の才，判断力と指導力は経営者との交渉に必要なので，戦力にならぬ貧困家族に組合の資金を融通するのは組合資金の有効な利用法ではないというのである．

この考えにJohnは同調出来ない．家庭にあっては娘と意見が対立し，組合とも意見が合わないのである．しかし彼は組合からの離脱へ向うわけではない．いやむしろ彼の活動の場は全国的な運動へと移って行く．彼は組合の代表として国会請願に加わり，Londonに向うのである．労働組合が結束して国の中枢を相手にして，工業化社会が生み出した社会のひずみ，即ち罪のない労働者に強いられる苛酷な生活の苦しみを和らげようとするのだ．

しかしJohnのLondonへの旅は完全に失敗してしまう．Londonの政治の中枢部は彼等の請願を正当に評価しないのである．

Chartistの国会請願運動失敗の理由は要約すれば次の通りである．Chartistが分布する地域により，運動目的が異なり，従って全国運動を組織しても，地域特性が障害となり大きな勢力となり得なかったのである．具体的に云えば，1836年，London Working-men's Associationが運動草案を起草して作り上げたのだが，実はそれ以前から労働者の不満の声は所々方々から上がっていた．又1834年，新貧民救済法が北イングランドに導入されると，Toryと急進党の中間派はこれに反対する激しい抗議行動を起こすという具合であった．

この様に急進的な労働者の目的は地方によって多様なものであり，1838年になると，労働階級の構成員も多様化し，例えば高賃金の職人労働者と飢餓線上の手織職人，工場労働者と家内労働者，知的労働者と文盲労働者との間にはひどい収入格差が生じたので，地域の多様な不満を集めて全国運動を起こしても，長期的には，その多様性を反映して，運動は苦しくなっていったのである[17]．

組合代表として請願運動に参加したJohnは大いに威信を傷つけられ，屈辱感を味わった．Johnは貧しく学問もない一介の紡織工にしか過ぎない．しかし先にのべた様に，幾つもの徳目を身につけた，自分自身に

厳しい正義感の強い男である．

しかし学問の無い辛さ，彼は経験と感性によって物事を判断し行動するために，独断と偏見に陥り，時に後悔の念にかられて苦しむのである．例えば義妹の Esther に対してそうであった．華美を装う女は享楽的で娼婦の素質を持った女である，従って宗教によらねば彼女は救えない，自堕落な Esther が妻 Mary を殺したのだと決めつけた．実はその時 Esther は，ある男に恋をしていたに過ぎない．そして Esther は John から Mary の死は「お前のせいだ」と決めつけられた時から罪の意識に責められる彼女の一生が始まったのである．

真面目な人間が陥り勝ちなわながこゝにある．自分は正しいことをしているという大義名分を背にしている時に，実は我々は重大な過ちを犯すことがあることを作者は John を通して語るように思われる．

(5)

作者は15章から18章までを使って John の悲劇の山場としている．Chartist 運動について述べたことだが，Manchester の労働組合の問題は Manchester で解決しなければならない事情が発生する．

Manchester の紡績業界に大きな仕事が舞い込んだのである．一般的に言えば業界に朗報がもたらされたということになろう．作者はこうした状況の中で John の生き方を考える．

この仕事は，業界が挙って生産に協力しなければ，注文を消化しきれないという大きなものなのだ．経営者は夫々の利害にこだわっていては注文をこなせないという事情がある．実は同じ注文がヨーロッパ大陸のある町の同業者にも出されているので，競争に勝つためには二つの条件を充たさねばならない．即ち賃金と原材料費をできるだけ安くおさえ，早く仕事を仕上げるということである．

この注文仕事をやり遂げるために，経営者側は集って対応策を協議した．その結果得た成案はこの様な内容のものである．

経営者は労働者側に一歩も譲らぬ強い体制を貫くこと，この注文仕事について労働者に情報を流す必要はない，価格の決定は経営者の権利であること．

貿易量と雇庸数が落ち込んでいるという状況にあるので，彼等は事態は経営者の思惑通りに展開すると考え，労働者を確保する為にプラカードを立て，広く求人活動を展開する，というのだ．

経営者側で労働者に最も強硬な姿勢で臨んでいるのは Carson 父子である．上記の通り，状況は経営者に有利とみて，彼等は次の項目を掲げて組合との交渉に臨むことを決めた．1．特定の組合との交渉中止，2．組合員は雇傭の対象からはずされる，3．労働者は経営権妨害を目的とする組織に協力し，それを支持しないことを宣言文に署名することが雇傭の条件となる．4．以上の条件を充たし，当初の賃金で雇傭に応じる労働者は優遇されるというのだ．

労働者はこれにどう應酬したかと云えば，前にものべた様に，労働者が飢餓と隣合せの生活に苦しんでいる時に，経営者と家族達は安逸の生活を貪っていることへの恨みは深く，労働者の足元を見透して低賃金を押しつけてくる経営者のために働く位ならば，いっそ手を拱いて傍観し，死を賭しても経営者に痛手を負わせるべきだ，と労働組合は考えている．

Carson 父子が先頭に立って労働者に厳しい条件をつきつけてくる理由を作者は次の様に考える．

Carson 父子二世代の歴史は労働者が新興富裕階級へとのし上がって行く過程そのものなのだ．労働者から身を起こして豊かな生活が出来る資力と地位を手に入れてしまうと，Carson は過去を切り捨てゝしまい，自分自身を歴史的な時間の広がりの中で見ることが出来ない．そして息子 Carson にはこんな父親の過去と現在が持つ意味を考えようとする素振りも見えない．

もし彼等に自らの過去を振り返り，変わり行く時代の中で自らを冷静に分析するだけの知性があれば，労働者の姿に自分自身の姿を見ることが出来る筈であるが，彼等にその視点は望むべくもない．貧しい労働者，即ち過去の自分自身の姿は唾棄すべきものなのだ．

Carson に代表される思い上がった経営者に対して労働者側は激情した集団と化し，理性の抑制が利かなくなって行く．作者は without wisdom, evenlove, will all its effects too often works but harm[18]. といい，英知と愛が人間の心の脆弱さ故の愚行から我々を守るのだと言う．そして更に

The actions of the uneducated seem to be typified in those of Frankenstein, that monster of any human qualities, ungifted with a soul, a knowledge of the difference between good and evil[19].

と云い，我々人間は，理性的な善悪の判断力を喪失した時，獣性の虜になる救い難い存在なのだという．

さて作者は，一触即発のにらみ合いを続ける経営者と労働者の間に調停役を配して，お互いの妥協点を探ろうとはしないで，激情にかられて冷静さをなくし，更に自縛的な窮地に落ちて行く労働者の姿を描き，人間の救い難い一面を見せる．

Manchesterの周辺から各種団体の応援を得てストライキを構える労働組合は，スト破りに神経を尖らせている．この刺刺しい空気を知らぬ地方の労働者は，経営者の求人宣伝広告に応じてManchesterに集って来ると，労働組合は彼等に痛撃を加えて警察沙汰を引き起こすのだ．

例えばJonas Higginbothamはスト破りの男の顔に硫酸をかけ，その男を見るも無残な姿にし，以後の生涯を台無しにした．そしてこの事件は計らずもJohnと深く関わることになる．

獄中のJonasは自分が犯した罪の重大さに気付き，眠られぬ夜を過ごし，痛めつけた男にわびる手段を牧師に相談する．折悪しくも労働組合の集まりがある朝に，牧師はこの話をJohnに持ち込むので，その頼みを引受けたJohnは集会に遅れる．

遅刻の理由を詳しく説明した後，JohnはJonasの非道な行動を批判すると，労働組合の態度は冷たく，中にはJohnを卑怯者と決めつける者もいた．Johnは組合の意見と再び対立してしまうのである．

Johnが取った行動については視点によって評価が分れる．組合員としては組合の集会にきちんと出席することを第一に考えると，Johnの行動は機関統制に違反するということになる．一方Job Leighのような考えによれば，組合の考えはイギリスの伝統的自由を束縛するものとなる．というのは，労働組合は，組合と異なる意見の持主は愚者で，彼は組合に同化する様意識改革に努力すべきであって，それを怠る者は相当の懲罰的な仕返しを受けるのは当然である，つまり組合は統一した思想のもとに集まる共同体なので，個人の自由意志が制限されるのは当然と考えるのだ．

こゝで組合運動に積極的に活動して来たJohnの考えを確認しておくことにする．経営者と組合の交渉に出席し，不謹慎にもHarry Carsonが会議中に労働者の名誉を傷つける様な戯画をかいてふざけていたという事件の後のJohnの台詞を聞こう．

John Barton began to speak ; they turned to him with great attention. "It makes me more than sad, it makes my heart burn within me, to see that folk can make a jest of striving men ; of chaps who comed to ask for a bit o' bedding, and some warm clothing to the poor wife who lies in labour on th' damp flags ; and for victuals for the childer, whose little voices are getting too faint and weak to cry aloud wi' hunger. For, brothers, is not them the things we ask for when we ask for more wage? We donot want dainties, we want bellyfuls ; we donot want gimcrack coats and waistcoats, we want warm clothes ; and so that we get 'em, we'd not quarrel wi' what they're made on. We donot want their grand houses, we want a roof to cover us from the rain, and the snow, and the storm ; ay, and not alone to cover us, but the helpless ones that cling to us in the keen wind, and ask us with their eyes why we brought 'em into th' world to suffer?" He lowered his deep voice almost to a whisper—

"I've seen a father who had killed his child rather than let it clem before his eyes ; and were a tender-hearted man."

He began again in his usual tone. "We come to th' masters wi' full hearts, to ask for them things I named afore. We know that they've getten money, as we've earned for 'em ; we know trade is mending, and they've large orders, for which they'll be well paid ; we ask for our share o' th' payment ; for, say we, if th' masters get our share of payment it will only go to keep servants and horses—to more dress and pomp. Well and good, if yo choose to be fools we'll not hinder you, so long as you're just ; but our share we must and will have ; we'll not be cheated. *We* want it for daily bread, for life itself ; and not for our own lives neither (for there's many a one here, I know by mysel, as would be glad and thankful to lie down and die out o' this weary world), but for the lives of them little ones, who don't yet know what life is, and are afeard of death[20].

彼の組合活動の原点はこゝにあり，労働者が人間らしい自覚と誇りを持って生きることを願っているのでたとえ労働者に多少の異分子がいても，彼等に対して労働組合が強圧的な懲罰を加えるなどとは彼の発想にはない．

彼は再び組合の機関優先主義と衝突する．この帰結として，機関を離脱するか，考え直してそれに同調して行くかという二者択一の途が先づ考えられるが，彼は第三の道，即ち自分自身の考えと組合の考えとの接点を求めて行動する途を選ぶ．

そしてそれが具体的にはHarry Carson殺人事件となるのである．

Mrs. Gaskellは

It is a great truth that you cannot extinguish voilence by voilence. You may put it down for a time ; but while you are crowing over your imaginary success, see if it does not return with seven devils worse than its former self![21]

と力の制圧は結局は禍根を絶やすよりもかえって大きくすること，そして又

Of course the feeling between the masters and workmen did not improve under these circumstances.

Combination is an awful power. It is like the equally mighty agency of steam ; capable of almost unlimited good or evil. But to obtain a blessing on its labours, it must work under the direction of a high and intelligent will ; incapable of being misled by passion or excitement. The will of the operatives had not been guided to the calmness of wisdom[22].

と共同団結の力を賢く利用することの大切さと，それが理性の力で適当に導かれなければ，その禍根ははかり知れない程大きいことを説いている．しかし彼女はこゝで John に転向を求める描き方はしない．

(7)

遂に Harry Carson の殺人事件に発展した John の一連の行動の軌跡を要約すればこうなる．John は彼自身の経験から出発し，更に苛酷な生活の苦しみにあえぐ Devenport とその家族を見て心痛め，義憤にかられると，その原因は経営者の利己的営利主義と俗物性，そして人間についての認識の低劣さにあると考えた．仲間の苦難を救うために，彼は自己犠牲を厭わず，個人の能力の限界まで奉仕した．そして組織力を利用したが，失敗し，組織と自らの主張を行動に移すという考えのもとに，労働者の敵に打撃を与えて経営者の猛省を促すという発想から彼は殺人行為に及んだのである．

誠実な John は犯した罪の重さに苦悩し心身共に衰弱し，死を予感した時，自宅に帰り，被害者の父 Carson に自分自身が真犯人であることを名乗り出る．そして罪の許しをこうて彼の胸の中で息絶えるのだ．社会正義を貫こうとした激情家 John は，労働者の悲惨な現実を少しでも改善しようという熱意に駆られ，その大義名分のために殺人犯となるという皮肉な運命の悲劇の主人公となったこの物語をどう理解したらいゝのか．

経営陣の一人を犠牲にして，厚顔無知不遜の成り上り者集団の一角に楔を打ち込むという労働組合と John の筋書は計画通りに達成されたが，作者は John のいわば天誅的行為が経営陣に及ぼした影響，即ち社会的な視野に於けるその意味を描かないのは何故か．

John の行為は経営者に対する社会的制裁というよりも，彼個人の Carson に対する復讐に変化し，その結果，Carson は John の息子殺しに対し，裁判によって絞首刑の判決をもらうべく，John に対して復讐の鬼と化すという展開になる．

従って John が Carson に対して罪の許しを請い，その胸に抱かれて死ぬという展開は，この悲劇に社会問題が重大に関わっていなければ，それなりの結末となるが，John の悲劇の特徴を考えるとき，この結末は問題を残す．

これと同様に18章 ── 殺人事件の場面が，読者の想像に委ねられてしまうことは問題である．その第一の理由は，勿論殺人現場の血なまぐさい場面が写実的に描かれないのを不満とするのではない．問題は John の行動と彼の心理描写がないことである．John の行為は労働組合の同意もあり，彼自身の決意によるものとは云え，事は重大である．労働組合の立場からすれば天誅となろうが，計画的殺人行為である．この時，John の決意は固く，Carson の息子を撃てば，労働者の苛酷な現実と経営陣の姿勢を変えられると思って彼は迷わなかったのか，そして更に，彼程の徳目を備えた男ならば，Harry Carson を撃った後，冷静さを取り戻した時に，自分の一連の行動に悔恨の念が湧き出て，社会正義に燃えたつ男よろしく，司直の前に自ら進み出るということにならないだろうか．

しかし作者はこゝに来て John を逃亡者として描く．人は究極の場面では一人の弱い人間になるというのか，Carson が高額の懸賞金つきの捜索願いを出したにも拘わらず，彼はその網の目をくぐり抜けて身をひそめるのである．

作者は，Jem や Jonas の場合には捕われの身になった状況の中で，彼等の心境を語らせたが，John にはその手法を用いない．

作者は，Jem に法廷の場を用意する位ならば，John にもその場を設定して，彼の殺人事件を描くべきではなかったのか．そうすれば，1840年代に生きた無学だが真面目な労働者が，時代の浪に翻弄されながら，社会意識にめざめ悪戦苦闘の末に，自滅し，死を以て仇敵の心に信仰心を呼び戻したこの事件を，当時の法が如何に解釈し，その結論を提示したかが描かれたに違いない．

その時，この作品は，Mrs. Gaskell の創作の意図通りに，題名は John Barton とするに相応しく，物語の後半は緊張感で引きしまり，重厚な法廷小説といった色彩を帯びたものになったに違いない．

しかし Mrs. Gaskell は John の最期を次の様に描く．

The eyes of John Barton grew dim with tears. Rich and poor, masters and men, were then brothers

in the deep suffering of the heart ; for was not this the very anguish he had felt for little Tom, in years so long gone by, that they seemed like another life ?

The mourner before him was no longer the employer, a being of another race, eternally placed in antagonistic attitude ; going through the world glittering like gold, with a stony heart within, which knew no sorrow but through the accidents of Trade ; no longer the enemy, the oppressor, but a very poor and desolate old man[23].

この場面は John の精神の浄化を表し，彼が宗教的な救いを得たことを表していて，その美しさを否定するものではない．いやむしろ Mrs. Gaskell はこの場面を描くことが願いであったが，それにしては作品の展開に相当の無理があったという批評[24]に筆者も同調せざるを得ない．

とは言え，作者は，M.C.Fryckstedt が豊富な資料を存分に利用して証明している様に，当時の Manchester の質朴な労働者の生活と，俗物根性丸出しの支配階級を見事に描き出して，物語を生々としたものにした．W A Craik は Elizabeth Gaskell is a master of detail. Her wise use of it in the whole world she creates is extraordinary vivid and precise[25].と云うが，全くその通りである．

罪の意識でボロボロになってしまった John の肉体は Carson より先に滅びてゆくのだが，彼の死は心貧しき俗物経営者 Carson の心を神に導いたのである．

心貧しさのために低俗な趣味に現をぬかし，哲学を持たず，独善に陥る愚を知らぬ支配者が跳梁する社会に，正義感に燃える質朴な男が苦悩しつゝ自己犠牲も厭わず生きた姿を描いた Mrs. Gaskell の第一作 *Mary Barton* の John Barton の悲劇は，資本主義社会の組織と個人，経営者の社会的責任，労働者の自覚，基本的権利，道徳と宗教，哲学等々の問題を提供して作品の主題と構成の欠点を補い，時代を越えた警醒の書として生命力を持っている．

注

1）W. A. Craik：*Elizabeth Gaskell and the English Provincial Novel* (London : Methuen d Co. Ltd. 1975) p.5 に 2 つの主題について述べられている様に．

2）Elizabeth Gaskell：*Mary Barton A Tale of Manchester Life* (Penguin Books 1977)p.21 に It is that, in the words of one of the earliest reviewers, in the British Quarterly Review, 'the close of the story....'とある．

3）Loc. cit.

4）Monica Correa Fryckstedt：*Elizabeth Gaskell's Mary Barton and Ruth ; A Challenge to Christian England*(Stockholm : Almqvist & Wiksell Intornational Uppsala 1982) p.17

5）Ibid., pp.18-19（文中の数字は著者の引用を示す）

6）Elizabeth Gaskell：*Mary Barton* Knutsford Edition. *The Works of Mrs. Gaskell Vol. 1* (New York : AMS PRESS)（テキストとしてこの版を使用）p.74

7）Monica Correa Fryckstedt : op. cit. p. 21 に労働環境条件整備に最善を盡して名声を得た模範的工場経営者として紹介されている人物．

8）Ibid., pp.76-77

9）Monica Correa Fryckstedt : op. cit., p.21

10）Elizabeth Gaskell : *Mary Barton*, Knutsford Edition. op. cit., pp.233-235

11）Elizabeth Gaskell : *Mary Barton*, Penguin Books. op. cit., p.11

12）Elizabeth Gaskell : *Mary Barton*, Knutsford Edition. op. cit., pp.66-67

13）Monica Correa Fryckstedt : op. cit., pp.41-42

14）Elizabeth Gaskell : *Mary Barton*, Knutsford Edition. op. cit., p.72

15）Ibid., p.195

16）Ibid., p.131

17）*Encyclopedia Britanica* Vol.5 p.335, Chartism の項を参照した．

18）Elizabeth Gaskell : *Mary Barton* Knutsford Edition. op. cit. p.196

19）Loc. cit.

20）Ibid., pp.216-217

21）Ibid., p.209

22）Ibid., p.200

23）Ibid., p.425

24）注 2）．3）参照

25）W A Craik : op. cit., p. 4.

Some Examinations on the Use of Negatives in Mark Twain's *The Diary of Adam and Eve*

Shigeru IKEDA

〈平成 2 年 9 月20日受理〉

Introduction

The aim of this article is to examine some of the linguistic features in the works of Mark Twain's *The Diary of Adam* (1893) and *The Diary of Eve* (1903), with our attention focused on those which contribute to the presentation of the underlying theme — that of the simplicity, and the process of learning and growth, of the first two people on earth. Among the many lexical as well as grammatical features employed by the author in the first-person narrative of their observations and adventures, conspicuous is the use of a large number of negatives, the cumulative effect of which seems to serve to delineate the characters as naive, simple, and acquisitive, yet often ludicrous, in their process of growth as they learn in their primitiveness in the world[1].

I

1.0 In this chapter we will deal with the author's use of negation observed in the hero's diary.

1.1 First we will briefly look at the use of negative in the narrative of Adam recording his days. The earlier part of the diary by Adam, man first born on earth and characterized as quite contended with abiding all by himself and indulging in a conversation with himself, is devoted mostly to the description of his sundry encounters, under varied circumstances, with the first woman, and the impression a reader gets from the passages is of Adam shunning company and staying aloof from Eve. Adam relates thus:

> (At the very first entry in the diary, on Monday)
> This new creature with the long hair is a good deal in the way. It is always hanging around and following me about. I *don't* like this; I am *not* used to company. I wish it would stay with the other animals[2]. (342)

The bearing of Adam to Eve which is disclosed here at the outset is hereafter seen until the later stages of the course of the text, and the tone of his disinterested attitude toward her is carried in negatives which happen with a high frequency of occurrence in the language of Adam. He is heard revealing in his account his view for avoiding company — the loquaciousness he has to learn to wade through:

> (On Wednesday) Built me a shelter against the rain, but *could not have it to myself in peace*. The new creature intruded. When I tried to put it out it shed *water* out of the *holes* it looks with, and wiped it away with the back of *its paws*, and made *a noise* such as some of the other animals make when they are in distress. *I wish it would not talk; it is always talking*. (342-3)

The manifestation of his wish in the subjunctive, where the nominal clause expresses an unrealizable desire

of his, serves to suggest the annoyance of Eve's continuous use of speech and Adam's fret about it. His use of the progressive in the remark, which is sporadically seen in depicting Eve's wont elsewhere in the text, strongly hints at his feeling of irritation or a critical attitude towards her[3]. And this same attitude of disinterest is strengthened here by estrangement in which the words of his choice for specification are such as "water," "holes," "paws," and "noise," devoid of the seme [+human]. It may be worth noticing that all those troubles of Adam's apparently have to do with the introduction of speech. Adam is gifted with command of language of his own, but is seen time and again suffering from use of language, in which cases a note of humor is implied as is seen in his misnomers in the citation above, or in the passage of scrutinizing the validity of naming the animal "dodo."

1. 2 What attracts our attention in his discousal attitude in Adam's diary is that we are given descriptions of Adam often being subjected to some occurrences not on his own initiative, and naturally new to him, and recurrently unfolding what he has had to undergo, summarizing almost always with a short remark of observation of his own in words which are characterized by negatives and implied negatives, which serves to maintain the impression of his gruffness toward her (except, it may be mentioned, in the final paragraph of his diary). Typical is the example below:

> The new creature says its name is Eve. *That is all right, I have no objections.* Says it is to call it by, when I want it to come. I said it was *superfluous*, then. The word evidently raised me in its respect; and indeed it is a large, good word and will bear repetition. It says it is not an It, it is a She. This is probably *doubtful*; yet it is all one to me; *What she is were nothing to me if she would but go by herself and not talk.* (344)

Adam's response "That is all right," and the ensuing negative sentence "I have no objections," may be conceived as words to imply the hearer's acceptance of some issue proposed, hence are apparently at odds with Eve's informing him of a mere fact of her name being Eve, and lead to the portrayal of his lack of interest in her and also to a tone of humor in the passage. What adds to the description of his flat nonchalance and his reiterated wish of declination in the subjunctive is Adam's employment of the words "superfluous" and "doubtful," the former of a Latinate origin, in this instance, in particular, heightens humor by presenting an ironical contrast to his seemingly limited vocabulary which is to be inferred from his uses of words through the diary. We shall look into the similar instances of his detachment, and of irony below:

> (Adam, hearing Eve's naming of the geat waterfall Niagara Falls because it looks like Niagara Falls) "That is *not a reason*, it is *mere waywardness and imbecility.*" (342)/(Adam, hearing Eve say the park would make a tidy summer resort) "Summer resort — *another invention of hers* — just words, *without any meaning*. What is a summer resort? But it is best *not to ask her*, she has *such a rage for explaining.*" (344)/(Adam, hearing his pastime of going over the Falls in a barrel or a tub make her shudder, and having had his fig-leaf suit damaged) "Hence, *tedious complaints about my extravagance*, I *am too much hampered* here." (345)/(Adam hears Eve argue that the sort of teeth lions and tigers wear indicates that they are intended to eat each other) "This is *foolish*, because to do that would be to kill each other, ···" (345)/(Adam is told that Eve was made out of a rib taken from his body) "This is *at least doubtful*, if not more than that. I have *not missed* any rib." (346)/(Adam finds Eve continue to fasten names) "on to things that *didn't need them* and *don't come* when they are called by them, which is a matter of no consequence to her, she is *such a numskull*, anyway, ···" (346)/(Adam, puzzled at the nature of the little creature, hears Eve remark that it may be a relation) "That is what she thinks, but this is *an error*, in my judgment." (350)/(Adam sees bears are dangerous and offers to get Eve a kangaroo if she will let this one go) "···but it *did no good*···she

> is determined to run us into *all sorts of foolish risks*, I think. She was *not like this* before she *lost her mind*." (354)/(Adam wishes to stuff either one of the unknown creatures for his collection) "… but she *is prejudiced* against for some reason or other ; so I have relinquished the idea, though I think it is *a mistake*. It would be *an irreparable loss to science* if they should get away." (355)

1.3 Adam's use of negatives are most conspicuous and frequent in his rumination at the arrival of Cain. The observations written in the diary as seen through Adam's eyes seem to suggest that our author's purpose is the presenting of humor in the text, and conceivably, of the portraying of a father in the making — the first father on earth, and every one thereafter, in his puzzlement and enthrallment at a child's first arrival. The author produces in the passages an impression of bizaar comicality and estranged defamiliarization. In the following he has assumed that the creature is a fish, then doubts :

> (On Wednesday) It *isn't a fish*. I *cannot quite make out* what it is. It makes curious devilish noises when not satisfied and says "goo-goo" when it is. It is *not one of us*, for it *doesn't walk* ; it is *not a bird*, for it *doesn't fly* ; it is *not a frog*, for it *doesn't hop* ; it is *not a snake*, for it *doesn't crawl*, … (351)

The succession of the names of animals to be brought under examination in a construction of heavy parallelism of negative sentences are, it may be said, chosen with a little too much ludicrousness, and at the expense of the human child. There seems to be his almost deliberate and purposeful refusal of the true identification. In the passage below, in the description by Adam of the little creature in its growth may be seen his use of negative and implied negative :

> (Three Months Later) The perplexity augments instead of diminishing. I sleep but little. It has ceased from lying around, and goes about on its four legs now. Yet it differs from the other four-legged animals, in that its front legs are *unusually* short, consequently this causes the main part of its person to stick up *uncomfortably* high in the air, and this is *not* attractive. It is built much as we are, but its method of traveling shows that it is *not* of our breed.… (351-2)

It may be pointed out that a description concentrating on physical properties, both in the passage above and in the following examples, serves to produce the effect of estrangement and defamiliarization, and ludicrousness as well :

> The Kangaroo [the child] still continues to grow, which is very strange and perplexing. I never knew one to be so long *getting its growth*. It has *fur* on its head now ; not like kangaroo fur, but exactly like our hair except that it is much finer and softer, and instead of being black is red. I am like to lose my mind over *the capricious and harassing development of this unclassifiable zoological freak*.…(353)/It is not a kangaroo. No, for it supports itself by holding to her finger, and thus *goes a few steps on its hind legs*, and then falls down. It is probably some kind of a bear ; and yet it has *no tail* — as yet — and *no fur, except on its head*. (354)/I examined its mouth. There is no danger yet ; it has *only one tooth*. (354)

We have so far seen our author's use of the negative and implied negative in our text. It may safely be said that those uses serve to produce an impression of a portrayal, with a tinge of humor, of the mock reality of man's simplicity and of his heart and life at the earliest stage of the race, as observed and recorded from the progenitor's viewpoint.

II

2. 0 In this section we will deal with the negative in the description in Eve's Diary. The ample use of negation observed is of Eve's accounts of her wonderment at things around her and her endearment to Adam.

2. 1 First we will examine how she finds Adam. Eve describes in varied ways what she has observed in the course of her encounter with Adam at earlier stages before the Fall, where her attitude and use of negatives hints at her disappointment and sorrow which comes from Adam's disregard upon meeting. We will take up a typical example below. In the following passage Eve finds Adam up a tree and relates her critical assessment of him:

> It [Adam] has low tastes, and is *not kind*. When I went there yesterday evening in the gloaming it had crept down and was trying to catch the little speckled fishes that play in the pool, and I had to clod it to make it go up the tree again and let them alone. I wonder if '*that*' is what it is for? Has*n't* it *any heart*? Has*n't* it *any compassion* for those little creatures? Can it be that it *was designed and manufactured* for such *ungentle* work? It has the look of it. (363)

Such words of her choice as "kind," "heart," "compassion," and "gentle," — words of moral qualities, all of them joined with negation and some in her emotive negative interrogatives — shows her disheartenment and despondency, and serves her characterization, suggesting her moral standards abiding in her heart to judge a person by, and her very sweetness. The description "… was designed and manufactured" dehumanizes him and adds to her feeling of disfavor and sorrow. A similar instance is given:

> (On Monday) This morning I told him my name, hoping it would interest him. But he did *not care* for it. It is strange. If he should tell me his name, I would *care*. I think it would be *pleasanter* in my ears than any other sound.
>
> He talks very little. Perhaps it is because he is not bright, and is sensitive about it and wishes to conceal it. It is such *a pity* that he should feel so, for brightness is nothing; it is in *the heart* that the values lie. I wish I could make him understand that *a loving good heart* is riches, and riches enough, and that without it intellect is poverty. (366-7)

In this passage the sweetness of her character is likewise suggested by means of such words as "care," "pleasanter," "a pity," "the heart," and "a loving good heart." The first appearance of "care" combined with negation, in particular, gives rise, in contrast, to the prominence of its second appearance immediately after.

Interesting to note is the case where she illustrates her innocent complacence or gratification which is drawn from her misconception of his demeanor, bringing a humorous effect in the context. In the following passage she gloats over her service upon naming the dodo "dodo," thus:

> (After naming the bird) — I explained — *without seeming to be explaining* — how I knew it for a dodo, and although I thought maybe he was a little piqued that I knew the creature when he didn't, *it was quite evident that he admired me. That was very agreeable, and I thought of it more than once with gratification before I slept. How little a thing can make us happy when we feel that we have earned it*! (365)

Similar instances of the same sort are seen at intervals in our present text, and noticeably they have to do with their vocabulary and language use, as we shall see in the following:

(on next week Sunday)　All the week I tagged around after him and tried to get acquainted. I had to do the talking, because he was shy, but I didn't mind it. He seemed *pleased* to have me around, and I used *the sociable "we"* a good deal, because it seemed to *flatter* him to be included. (364)

The fact is she is unsophisticatedly innocent in her misconception, which we are told and know to be otherwise from Adam's diary. It may be said that these observations of hers − with words and phrases showing her kindly apprehension to him − serve to delineate the simplicity, naivety, and sweetness of Eve.

The growth and swell in her deliberation of sincere endearment to Adam is shown in paragraphs in the later stages of the text, and in these contexts may be observed the ample use of negative. In the following passage she argues why she loves him. The slight flavor of humor found at her supposition at the outset that the kind of love she feels for him is "not a product of reasoning and statistics," is gradually replaced with her honest sincerity created through the course of her argument by means of the employment of a heavy parallelism :

··· I love certain birds because of their song ; but *I do not love Adam on account of his singing − no, it is not that* ; the more he sings the more I do not get reconciled to it. ··· It sours the milk, but it *doesn't matter* ; I can get used to that kind of milk.

It is not on account of his brightness that I love him − no, it is not that. He is not to blame for his brightness, such as it is, for he did *not make* it himself ; he is as God made him, and that is sufficient.···

It is not on account of his gracious and considerate ways and delicacy that I love him. No, he has lacks in these regards, but he is well enough just so, and is improving.

It is not on account of his industry that I love him − no, it is not that. I think he has it in him, and I do not know why he conceals it from me. ··· it [his having a secret from her] shall *not trouble* my happiness, which is otherwise overflowing.

It is not on account of his education that I love him − no, it is not that. He is self-educated, and does really know a multitude of things, but they *are not* so.

It is not on account of his chivalry that I love him − no, it is not that. He told on me, but I do *not blame* him ; ···　(379-80)

In most of the paragraphs in the passage, a cleft sentence in negative is placed at the head, in which she disavows the possibility that her love comes from an attribute found in him, good and nice enough as it is. In the ensuing negative sentence she reiterates the untrueness of the proposition, and then goes on to expand on his deficiency of some sort or other, only to cancel out her disesteem. This heavy parallelism, not without a tendency towards circumlocution, creates an element of suspense, and serves to foreground her sweetness and love which she is to betray in the passages which follow immediately after, rightly matching the words of Adam at her grave, appended at the end of her diary.

2. 2　Finally we will take up instances of the use of negative when things in the Garden are experimented and causes for them are reasoned out in her mind. The employment of negation serves to portray Eve as a young woman naive, and often childish, in her argumentation, in which context a note of humor is created. We shall take up a typical example. In the following passage she writes :

I have learned a number of things, and am educated, now, but I wasn't at first. I was ignorant at first. At first it used to vex me because, with all my watching, I was never smart enough to be around when the water was running uphill, but now I do not mind it. I *have experimented and experimented* until now I know it *never* does run uphill, *except in the dark.* I know it does in the dark,

> because the pool never goes dry, which it would, of course, if the water didn't come back in the night. It is best to prove things by *actual experiment* ; then you '*know*' ; whereas if you depend on *guessing and supposing and conjecturing*, you will *never* get educated. (376)

What is noticeable in this passage is the way Eve tells us of her learning. The syntactic status is at odds with the informational weight in the two clauses of the complex sentence where the emphatic main clause "I have experimented and experimented" is less salient than the subordinate clause "until now I know it never does run uphill ···," which carries new information. In this subordinate clause, again, the position of the tone nucleus is at odds with the sequencing in which pieces of information are released. We see the focal point of tone unit naturally falls on the word of negation "never" in the clause of "until now I know it never does run uphill," making it the main focus of attention in this clause, whereas, in anti-climax, her finding is disproved by the phrase at the very end of the same clause, "except in the dark." The verb phrase "experimented and experimented" and the noun phrase "actual experiment" on the one hand, and the sequence of the nominalized verbs "guessing and supposing and conjecturing" on the other thus present an ironical contrast, serving to give us a picture of someone who is simple and undisciplined, and add to humor in the context. Her use of "never" in several places gives the description of the context a flavor of a reference to some state or habit on every occasion in the past or leading up to the present, and not just at some specified point of time, and, in addition, Eve's employment of "you" as the subject of the last few clauses in the passage gives us a hint that her statement is not of a mere personal opinion but of almost a generalized one, and serves to heighten the comicality of the inflated language of Eve.

Final Remarks

We have observed the use of negative in the descriptions of the diaries of Adam and Eve. In Adam's diary the repeated use of negative is seen in his description when he avoids her company and comments on Eve's use of speech. Adam shows reiterated use of negation also in his remarks which disclose his judgment or opinion. Lastly he employs negation in his description of the little creature in the family, often producing a humorous note (Ch I). In Eve's diary the use of negation is seen in her account of and endearment to Adam, and also in her observations of things in the Garden (Ch II). It may be said that the impression which the cumulative effect of their use of negative produces seems to suggest their simplicity and naivety in the primitiveness, and their process of learning and growth in the world new to them.

Notes

1. Our study is based on *The Writings of Mark Twain* (New York : Gabriel Wells, 1922)
2. The italics in all the quotations are added except those in single quotation marks, which show they are the author's.
3. G. Leech, *Meaning and the English Verb* (London : Longman, 1971), p. 29

励振電流印加直後の磁歪振動の過渡特性

小　沢　賢　治・森　　武　司

〈平成２年９月21日受理〉

Transient Characteristics Of Magnetostrictive Behavior Just After Affording Current To Exciting Coil

In this paper, the writer has simulated some transient magnetostrictive behaviors just after afforing a current to a exciting coil.

Mainly, transient behaviors of vibration depending on exciting length I have been inverstigated in the case of exciting current frequency f equal to 100Khz and exciting current phase θ equal to 0°, 45°, 90°.

Consequently, the followings have become clear.

The desirable exciting length ℓ is half size of the wavelength λ (at constant driving power) or twice in the measuring the propagating time in a material.

For transmitting a signal as honestly as possible, the desirable size of ℓ is equal to $\lambda/2$ (at constant driving power) or size of ℓ is equal to λ (at constant driving current).

Kenji OZAWA・Takeshi MORI

1．まえがき

磁歪振動は，その伝搬速度Ｖの小ささのゆえに，活発に利用されつつある．その内容は情報の遅延伝達に関するものと，試料中の振動の伝搬時間の測定に関するものとに大別できる．

前者においては，多数の周波数成分ｆと位相成分θの励振電流$i(=I_0\sin(2\pi ft+\theta))$に対して，忠実でなるべく振幅の大きい振動を得る必要がある．

後者においては，なるべく波形が急峻で振幅の大きい振動が好都合である．

このことから，いづれの分野においても，信号印加直後の振動の様子は検討に値する事と思われる．

検出コイルで得られる振幅の不規則なバースト波電圧の持つ振幅の最大値については，既に報告されているが[1]本稿では，実際の装置における信号印加直後の振動の様子が，単一の周波数成分からなる信号において，励振部領域長ℓ及び信号の位相θによって，どの様に影響を受けるかについて，計算機シミュレーションすることにより調べた．その結果いくつかの有用な結果が得られたので報告する．

* 現在　豊橋技術科学大学在学中（平成２年３月　有明工業高等専門学校　電気工学科卒業）

2．計算の対象及び計算

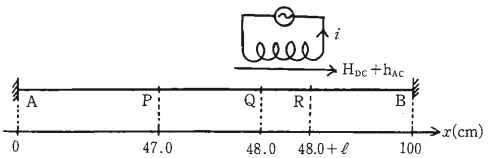


図１　対　象

図１に示した両端固定の磁歪線ＡＢ（ユニチカKK製アモルファス金属繊維 URQF，ヤング率Ｅ＝16.2×10^3kg重/㎟，密度ρ＝7.28g/㎤，半径ｒ＝50μm）を対象とする．

ただし，磁歪線ＡＢは熱処理により領域ＱＲにおいてのみ，磁歪効果を有する[2]．

図において，H_{DC}は流バイアス磁界であり，これに信号電流$i(=I_0\sin(2\pi ft+\theta))$による磁界$h_{AC}$を重畳させ，領域ＱＲにおいて，$x$軸に平行に磁歪力を発生させるものとする．

周波数ｆ＝100Khz 一定とし，位相角θをパラメータとしたときの，数種のℓについて，点Ｐにおける縦振動による試料の変位を取り扱う．

ここで，発生する波の波長に比べて，試料の直径２ｒは極めて小さいものとして，一次元の振動を適用す

る．また，信号磁界 h_{AC} による磁歪力 F は，一般に磁気損失等により，信号電流 i に対して位相遅れを示すが，これを無視する．

また，磁歪力 F は，一般に信号磁界 h_{AC} に対して偶効果として表わされるが，$lH_{DC}l > lh_{AC}l$ とすれば磁歪力 F の周期は，1/f と同一で試料に対して伸縮力として働くものと考えられるので，図2に示すように，領域 QR に働く力は，その中心点 S を境界として，領域 QS と SR とでは，位相が180度異なるものと思われる．

以上の事柄から，領域 QR における運動方程式は式(1)となる．

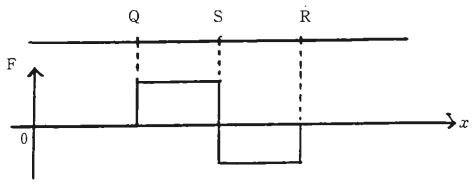


図2　磁歪力F

$$\rho\frac{\partial^2 u}{\partial t^2}=E\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}+F \qquad (1)$$

$F=F_0\sin(2\pi ft+\theta)$　　$(Q_0 \leqq X < S)$

$-F=F_0\sin(2\pi ft+\theta)$　　$(S < X \leqq R)$

F：領域 QR の単位断積・単位長あたりの磁歪力

U：変位

式(1)に差分法を適用すると式(2)となる[3]．

$$\rho(U_{i,j+1}-2U_{i,j}+U_{i,j-1})/k^2 = E(U_{i+1,j}-2U_{i,j}+U_{i-1,j})/h^2+F_{i,j} \qquad (2)$$

ただし，h 及び k は x 軸及び t 軸方向への刻み幅である．式(2)において，k の値は，信号の周期10μsec に対して充分小さくなるように，k＝0.1μsec とし，h の値は，安定条件[4] $0 < k/h \leqq 1/\sqrt{E/\rho}$ を満たすべく h＝1㎜とした．

次に，点 P，Q，R は次の様にしてその位置を定めた．伝搬速度 $V=\sqrt{E/\rho}=4.61\cdots$ km/sec であるので f＝100KHZ に対して波長 $\lambda=4.61\cdots$cm となる．しかし，x 軸方向の刻み幅 h を1㎜としたので，ℓ の値は㎜の整数倍として次の値を採用した．

$\ell=\lambda/4\fallingdotseq 11$㎜　　$\ell=\lambda/2\fallingdotseq 23$㎜

$\ell=\lambda\fallingdotseq 46$㎜　　$\ell=3/2\cdot\lambda\fallingdotseq 69$㎜

$\ell=2\lambda\fallingdotseq 92$㎜　　$\ell=5/2\cdot\lambda\fallingdotseq 115$㎜

$\ell=3\lambda\fallingdotseq 138$㎜

また，点 P に到来する反射波がなるべく遅くなるように，また計算時間を節約するために，AP＝47.0cm，AQ＝48.0cmとした．

なお，F＝7.853dyne/㎠とした．

3．計算結果

励振電流 i の位相角 $\theta=0°$，および $\theta=45°$，$\theta=90°$ について，時刻 t＝0～50μsec における振動の様子を，それぞれ図3－1～図3－7，図4－1～図4－7，図5－1～図5－7に示す．

t≧250μsec における各波形は同様の傾向となるので $\theta=0°$，$\ell=\lambda$（＝46㎜）の場合について図6に示す．

以上，図3～図5より，図7の T 及び Ut，Uc に相当するものを，それぞれ図8，図9，図10に，また Uc/

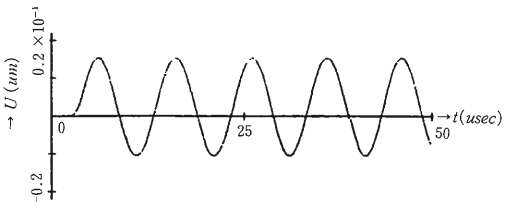


図3－1　$\theta=0°$, $\ell=\lambda/4$ のときの振動

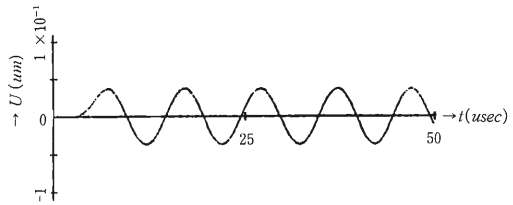


図3－2　$\theta=0°$, $\ell=\lambda/2$ のときの振動

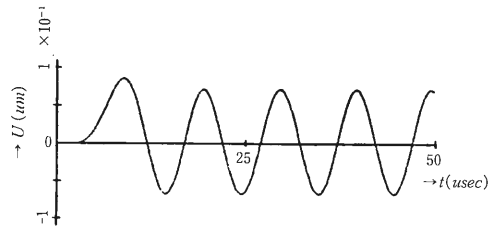


図3－3　$\theta=0°$, $\ell=\lambda$ のときの振動

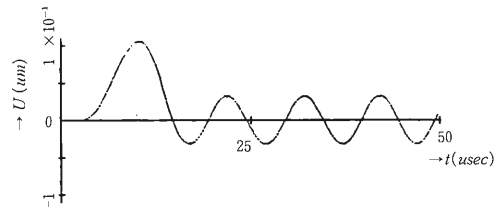


図3－4　$\theta=0°$, $\ell=1.5\lambda$ のときの振動

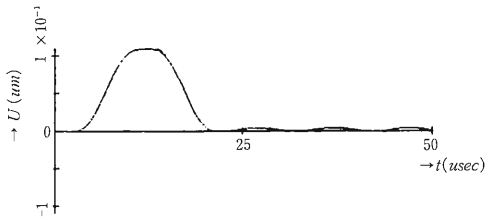


図3－5　$\theta=0°, \ell=1.5\lambda$ のときの振動

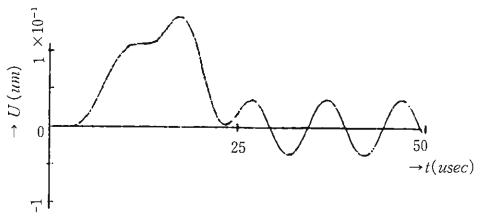


図3－6　$\theta=0°, \ell=2.5\lambda$ のときの振動

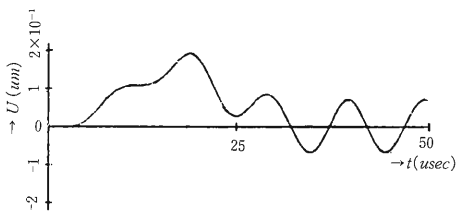


図3－7　$\theta=0°, \ell=3\lambda$ のときの振動

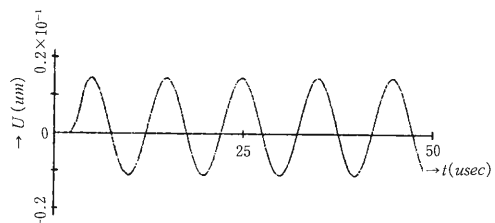


図4－1　$\theta=45°, \ell=\lambda/4$ のときの振動

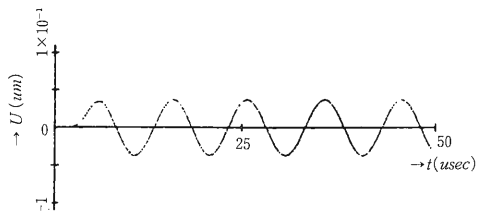


図4－2　$\theta=45°, \ell=\lambda/2$ のときの振動

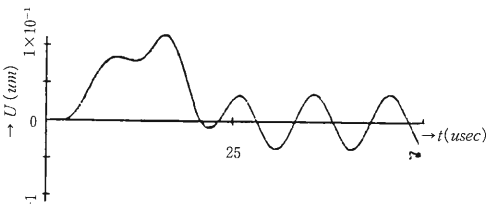


図4－6　$\theta=45°, \ell=2.5\lambda$ のときの振動

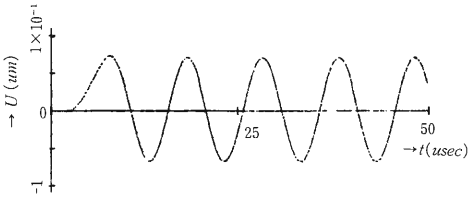


図4－3　$\theta=45°, \ell=\lambda$ のときの振動

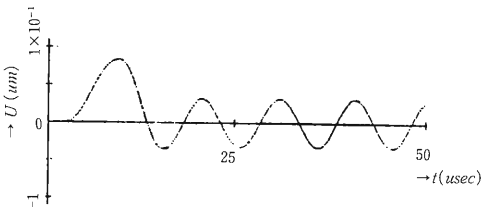


図4－4　$\theta=45°, \ell=1.5\lambda$ のときの振動

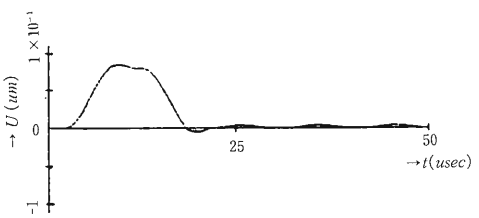


図4－5　$\theta=45°, \ell=2\lambda$ のときの振動

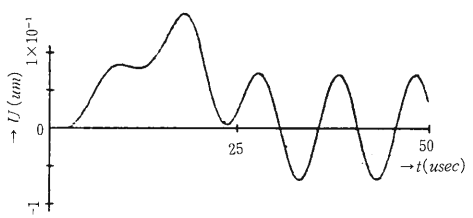


図4－7　$\theta=45°, \ell=3\lambda$ のときの振動

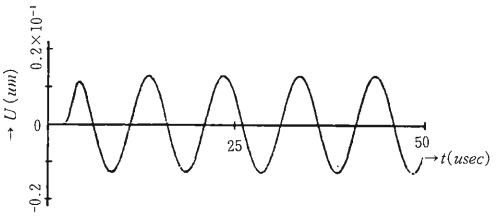


図5－1　$\theta=90°, \ell=\lambda/4$ のときの振動

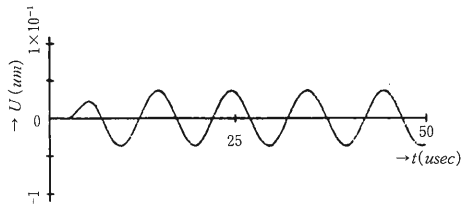


図5－2　$\theta=90°, \ell=\lambda/2$ のときの振動

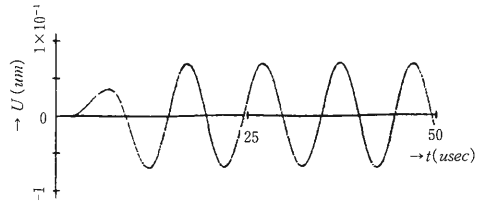


図5－3　$\theta=90°, \ell=\lambda$ のときの振動

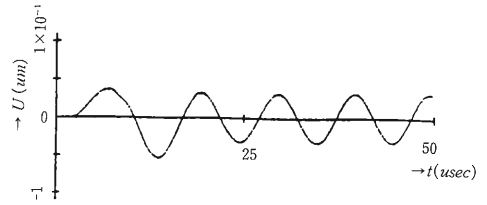


図5－4　$\theta=90°, \ell=1.5\lambda$ のときの振動

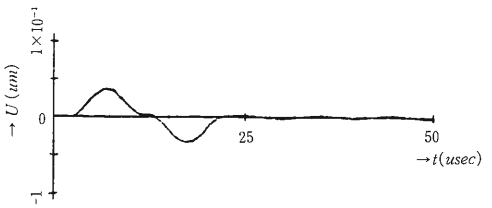


図5－5　$\theta=90°, \ell=2\lambda$ のときの振動

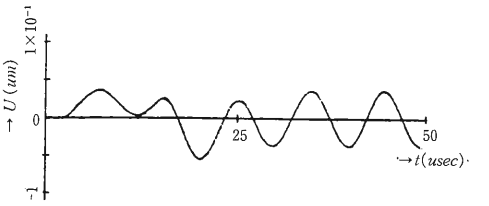


図5－6　$\theta=90°, \ell=2.5\lambda$ のときの振動

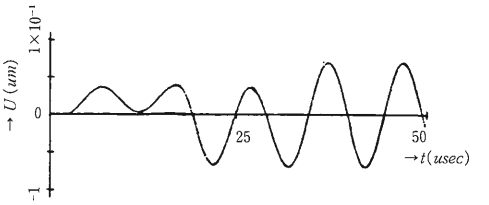


図5－7　$\theta=90°, \ell=3\lambda$ のときの振動

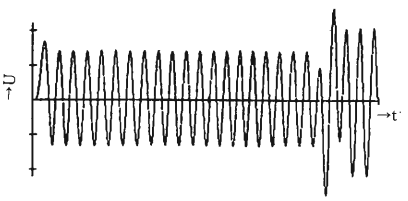


図6　$\theta=0°, \ell=\lambda$ のときの
$t=0\sim250usec$ における波形

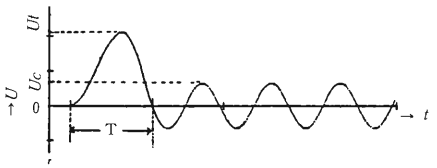


図7　信号印加直後の一般的な波形

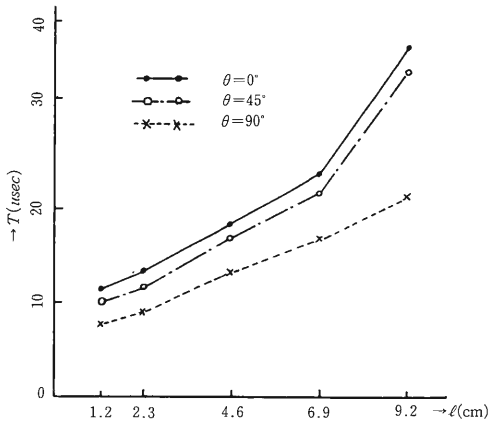


図8　T—ℓ

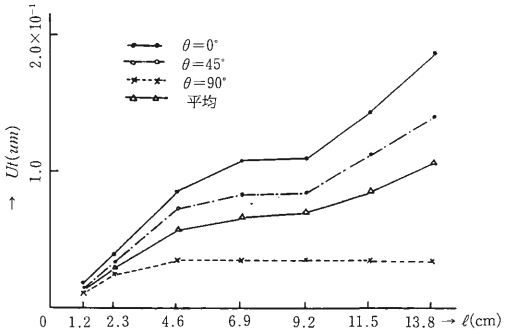


図9　Ut — ℓ

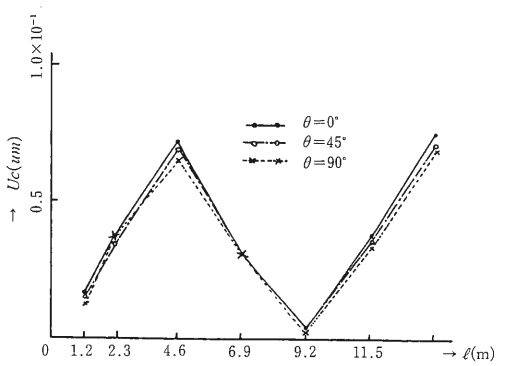


図10　Uc — ℓ

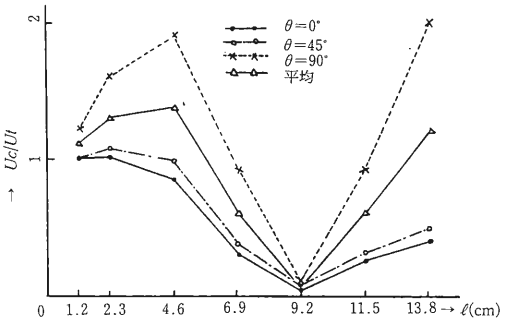


図11　Uc/Ut — ℓ

Ut 及び Ut/T をそれぞれ図11，図12に示す．

次に，ℓ＝46㎜の場合に励振部に働く合計力と同一の力が作用したとしたときの Ut，Uc の換算値 Ut'，Uc'及び Uc'/Ut'を，それぞれ図13，図14，図15に Ut'/T を図16に示す．

また，Ut，Uc/Ut，Ut'，Uc'/Ut'の θ に関しての平均値をそれぞれ図 9，図11，図13，図15に付記する．

更に，θ に関しての Ut 及び Uc のそれぞれの平均値に対する，θ の相違による平均値からの変化の最大量 △ Ut，△ Uc の比を図17に示す．

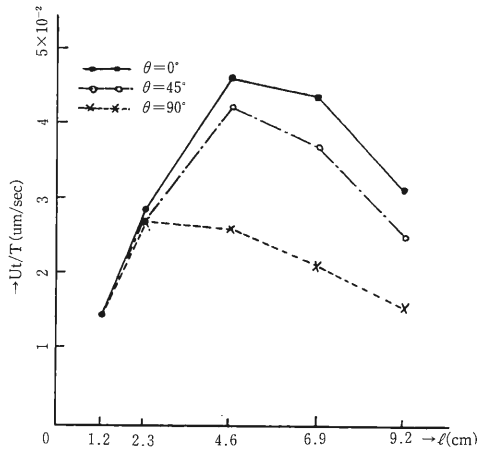


図12　Ut/T — ℓ

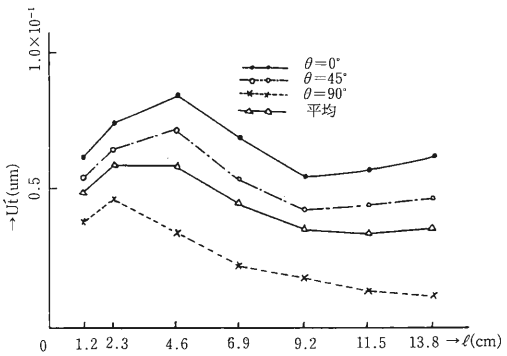


図13　Ut́ — ℓ

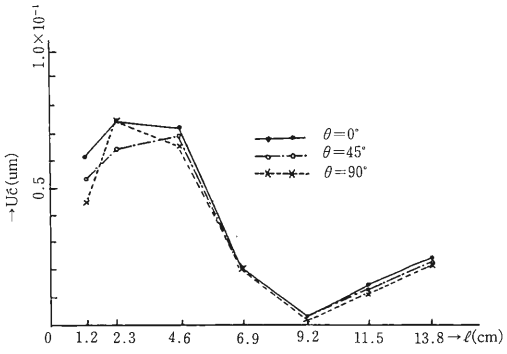


図14　Uć — ℓ

4．ま　と　め

良好な信号伝達（周波数成分は単一）のためには，なるべく Ut/Uc，Ut'/Uc'が 1 に近く，しかも Uc，Ut，Uc'，Ut'が大きく，更にそれらの位相角 θ による

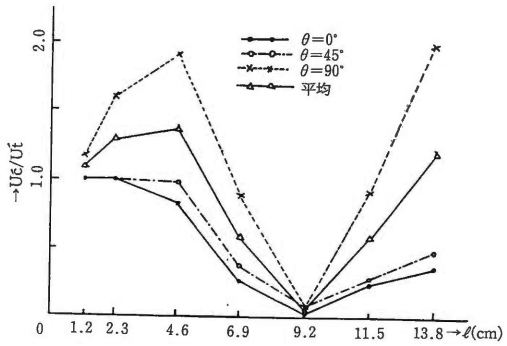


図15　Ūć/Ūt́ — ℓ

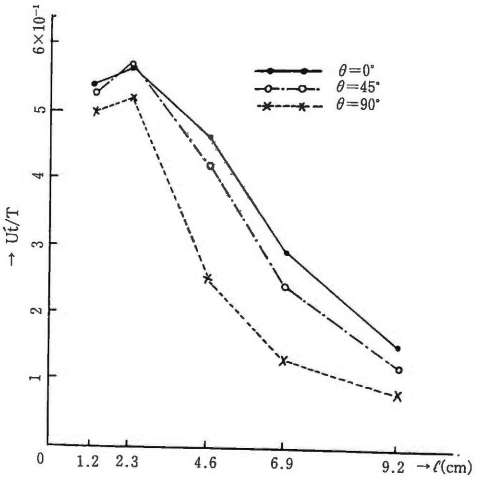


図16　Ūt́/T — ℓ

変化率の小さい事が必要である．

一定電流で駆動する場合，図9又は図10，及び図11より，振幅の大きさをある程度犠牲にすれば $\ell=\lambda/4\sim\lambda/2$ が好ましく，振幅の大きさにも考慮を払えば $\ell=\lambda$ 前後が好ましい．更に，過渡的な波をやむなく無視するときは，図10，図17より $\ell=\lambda\sim1.5\lambda$ が好ましい．

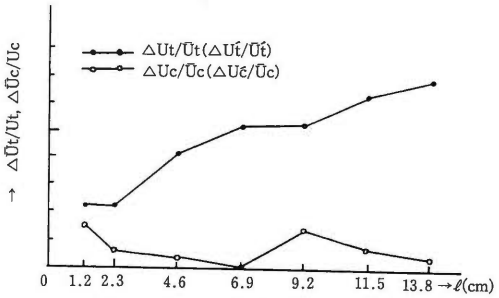


図17　△Ūt/Ūt, △Ūc/c — ℓ

定電力駆動においては，図13又は図14，及び図15，図17より，振幅の大きさをある程度犠牲にすれば $\ell=\lambda/4$ 近辺が，また犠牲にしなければ $\ell=\lambda/2$ 付近が好ましく，やむなく過渡波を無視すれば図14，図17より $\ell=\lambda/2$ 付近が好ましい．

伝送時間測定においては，過渡波の急峻さ F(=Ūt/T)，F'(=Ūt'/T) が大きく，更に Ūt，Ūt' が大きい事が要求され，定電流駆動の場合には図8，図9，図12，図17より，$\ell=\lambda/2\sim\lambda$ が，また定電力駆動においては，図8，図13，図16，図17より $\ell=\lambda/2$ 前後がよい．

また，エネルギー効率に重点をおけば，図3～図5より，不要の振動が極めて小さい $\ell=2\lambda$ が好ましい．

5．参考文献

1），2）角野他：非品質磁性線中の磁気弾性波発生に及ぼす熱処理効果とその応用，日本応用磁気学会誌，12(2)（1988）
3）たとえば，水本久夫：工業数学II，森北出版
4）松山実：基礎数値解析，昭光堂

発表した論文・著書及び講演題目

（自1989年9月，至1990年9月）

論文題目又は著書名	著　　者	発表した誌名	（巻号・年月）
Phase Transition of Lipid Multilamellar Aqueous Suspension under High Pressure V. Ultrasonic Measurements in Temperature Range from 4th Transition to Main one under High Pressure	(S. Utoh)，T. Takemura. (T. Oyama)	Jpn. J. Appl. Phsy Vol. 28. No. 4	平成元年4月
曲がり制御深穴あけ法の開発	田口紘一，近藤誠四郎 松野了二，明石剛二 (佐久間敬三)	日本機械学会論文集 (C編)56巻524号	平成2年4月
深穴加工における穴の曲がり−工具形状の影響(案内部形状)−	(甲木昭雄)，(鬼鞍宏献) (佐久間敬三)，田口紘一	日本機械学会論文集 (C編)56巻524号	平成2年4月
深穴加工における穴の曲がり ── ボーリングバーの影響 ──	(甲木昭雄)，(鬼鞍宏献) (佐久間敬三)，田口紘一	日本機械学会論文集 (C編)56巻527号	平成2年7月
温・熱間鍛造における熱的接触問題と金型の負荷	南　明宏，(済木弘行)	鍛造技報　第39号	平成元年10月
共振形コンバータの統一的解析法	(二宮　保)，中原正俊	電子通信学会論文誌 (B−1)Vol J-72-B-1 No10	平成元年10月
VniFied Analysis of Resonant Converters	(T. Ninomiya)，M. nakahara (T. higasi)，(K. Harada)	IEEJ IPEC7'90 Recrd	平成2年4月
Personal-Conmputer-Based Analysis of ResonantConberter With Parasitic Elements	(T. Ninomiya)，M. Nakahara (T. Higashi)，(K. Harada)	IEEJ　PESC'90 Record	平成2年6月
Full-Wave Voltage-Mode Resonant Converter EithMultiple Outputs	(T. Ninomiya)，M. Nakahara (T. Higashi)，(K. Harada)	IEEJ　PESC'90 Record	平成2年6月
二つの渦輪の斜交衝突によって放射される音	簑田登世子，(神部　勉)	日本流体力学学会誌 「ながれ」8巻別刷 (乱流シンポジウム講演論文集)	平成元年11月

Oblique Collision of Two Vortex Rings and its Acoustic Emission	(K. Kambe), T. Minota (T. Murakami), (M. Takaoka)	Topological Fluid Mechanics edited by H. K. Moffatt and A. Tsinober Cambridge Univ. Press.	平成2年6月
Study of the Thermal Decomposition of Diphenyl Alkyl Allophanates by Direct Pyrolysis Mass Spectrometry	(M. Furukawa), N. Yoshitake (T. Yokoyama)	Poly Deg and Stab 29	平成2年　月
Factors Related to the High Drain Discharge Characteristics of MnO_2 in Li-MnO_2 Primary Cells	(T. Nagaura), (M. Nagamine) N. Miyamoto, (I. Tanabe)	Progress in Batteries and Solar Cells Vol 8	平成元年12月
Synthesis of γ-Type CMD by Dry Oxidation and Its Discharge Properties	(I. Tanabe), N. Miyamoto	Progress in Batteries and Solar Cells Vol 8	平成元年12月
クロレート反応によるCMDの重質化処理とその生成物の物性	宮本信明，(田辺伊佐雄)	電気化学　第58巻第3号	平成2年3月
クロレート反応による重質化化学合成二酸化マンガンの放電特性	宮本信明，(田辺伊佐雄)	電気化学　第58巻第7号	平成2年7月
電池便覧	宮本信明，(分担執筆)	丸善	平成2年8月
Flow Injection Analysis of Nonionic Surfactants Using Ionic Surfactants-Selectine Electrode Detector	T. Masadome, (T. Imato) (N. Ishibashi)	Analytical Sciences Vol 6 No 4	平成2年9月
可塑化ポリ塩化ビニール膜型イオン電極検出器による非イオン性界面活性剤のフローインジェクション分析	正留　隆，(今任稔彦) (石橋信彦)	分析化学　第39巻第9号	平成2年9月
「第5回公衆衛生問題としての騒音に関する国際会議」における騒音の評価に関する研究の動向	(矢野　隆)，山下俊雄 (小林朝人)	熊本大学工学部研究報告第38巻第2号	平成元年9月
町家の保存を主眼とした環境保全に関する調査と方法	宮本達夫，(土田充義)	日本生命財団	平成2年3月
伊万里市吉永家住宅調査報告書	宮本達夫，(土田充義)	伊万里市教育委員会	平成2年3月
剛体ばね要素法による弾塑性解析のための一手法の提案とその手法の無筋コンクリート柱解析への適用	上原修一	構造工学における数値解析法シンポジウム論文集　第14巻	平成2年7月

X-Ray Profile Analysis and Thermal Orientation of Liquid Crystalline Polymers	K. Ishizaki, (T. Horiuchi) (K. Matsushige)	Rept. Progr. Polym. Phys. Japan Vol 32 平成元年10月
ワーズワースの時間意識について 純粋記憶と「時の諸点」……過去が蓄積される二つの形式	徳田 仁	熊本大学 英語英文学 33号 平成元年3月
道真の詩「早春侍宴仁寿殿同賦認春応製」「対鏡」の二詩をめぐって―道真の『白氏文集』からの摂取態度の一考察(その六)―	焼山廣志	国語国文学研究第26号 熊本大学文学部国語国文学会 平成2年9月
ベーテ格子に対する境界条件	村岡良紀，(井戸垣俊弘) (瓜生典清)	九州大学工学集報 第62巻第5号 平成元年10月

注・氏名欄（ ）は学外者を示す

講演題目	氏名	発表した学会・講演会名 年・月
剛体ばね要素法による弾塑性解析のための一手法の提案とその検討	上原修一	日本建築学会大会学術講演梗概集 平成2年10月
二成分混合媒体のプール核沸騰熱伝達(第2報，伝熱面粗さの影響)	(藤田恭伸)，(大田治彦) (筒井正幸)，庵原久夫 (周 占舟)	第27回日本伝熱シンポジウム 平成2年5月
曲がり制御深穴あけ法の開発	田口紘一，(明石剛二) (佐久間敬三)	日本機械学会第67期通常総会講演会 平成2年3月
曲がり制御深穴あけ法の開発(レーザによる曲がりのインプロセス測定精度)	(吉永 誠)，(小山正紀) 田口紘一，(明石剛二)	日本機械学会九州学生会第21回卒業研究発表講演会 平成2年3月
深リブ仕上加工用エンドミルの開発とその切削性能(工具形状の切りくず排出および切削力へ及ぼす影響)	(住吉幸二)，(西山貴之) 田口紘一，(明石剛二) (仙波卓弥)	日本機械学会九州学生会第21回卒業研究発表講演会 平成2年3月
深リブ仕上加工用エンドミルの開発とその切削性能	(小澤真次)，(久保田 稔) (大隈信一)，(江利明浩) 田口紘一，(仙波卓弥)	日本機械学会九州学生会第21回卒業研究発表講演会 平成2年3月
仕上げ加工用ボールエンドミル刃形の開発	(田中浩一)，(江利明浩) (仙波卓弥)，田口紘一	日本機械学会九州学生会21回卒業研究発表講演会 平成2年3月

ラゲール級数表現にもとづく連続時間適応制御	(石飛光章), (高橋広幸) (岩井善太), 川崎義則	第8回計測自動制御学会九州支部学術講演会	平成元年11月
The Extraction of Geothermal Energy by a Long Double Tube Thermosyphon	(H. Imura), M. Yoshida	7th International Heat Pipe Conference	平成2年5月
二相二重管熱サイホン内の流動と熱伝達	吉田正道, (井村英昭) (一法師茂俊)	日本機械学会九州支部佐賀地方講演会	平成2年7月
光ファイバーを利用した高圧回転機絶縁診断用測色素子の開発	塚本俊介, 須藤修一 (芳賀義昭), (坪根嘉房) (押山　孜)	平成2年電気学会全国大会	平成2年3月
強誘電性有機薄膜のD−E測定	永守知見, (堀内俊寿) (松重和美)	応用物理学会九州支部講演会	平成元年12月
強誘電性真空蒸着膜の作成と電気物性に関する研究	(吉田郵司), (川本　洋) (堀内俊寿), (松重和美) 永守知見	第37回応用物理学関係連合講演会	平成2年3月
PVDF真空蒸着膜の分極反転	永守知見, (堀内俊寿) (松重和美)	第39回高分子学会年次大会	平成2年5月
共振形コンバータの動作解析—高周波損失を含む場合と共振電流連続の場合—	(二宮　保), 中原正俊 (東　徹), (原田耕介)	電子情報通信学会技術研究報告 PE89−35	平成元年9月
共振形コンバータの特性解析	(二宮　保), 中原正俊 (東　徹), (原田耕介)	電気関係学会支部連合大会 No. 946	平成元年10月
共振形コンバータの解析プログラム：RESONAP	(二宮　保), 中原正俊 (原田耕介)	電子情報通信学会春季全国大会	平成2年3月
二つの渦輪の直交衝突とその放射音	簑田登世子, (神部　勉) (高岡正憲)	日本物理学会　秋の分科会	平成元年10月
2渦輪の斜交衝突による放射音	(津村徹也), 簑田登世子 (村上昭年)	応用物理学会九州支部大会	平成元年12月
クロレート反応によるCMDの重質化処理とその放電特性	宮本信明, (田辺伊佐雄)	第30回電池討論会	平成元年9月
重質化CMDを用いたリチウム二次電池	(田辺伊佐雄), 宮本信明	電気化学協会第57回大会	平成2年4月

非イオン性界面活性剤応答電極を用いる同界面活性剤のフローインジェクション分析	正留　隆，(今任稔彦)(石橋信彦)	日本分析学会第38年会	平成元年10月
PVC膜型電極及びカラム分離法を用いるイオン性界面活性剤中の非イオン性活性剤のFIA	正留　隆，(今任稔彦)(石橋信彦)	第12回フローインジェクション分析研究会講演会	平成元年12月
PVC膜型イオン電極検出器とイオン交換樹脂カラムを利用する陽イオン性界面活性剤のフローインジェクション分析	正留　隆，(今任稔彦)(石橋信彦)	第51回分析化学討論会	平成2年5月
爆発及びアーク溶射技術とその応用	川瀬良一	香川県工業技術センター・技術セミナー	平成元年11月
溶射技術	川瀬良一	愛媛県工業技術センター・研修会	平成2年2月
溶射皮膜試験法	川瀬良一	高温学会溶射部会	平成2月3月
Study on Elastic Constants and Resisual Stress Measurements of Ceramic Coatings	川瀬良一	1990National Thermal Spray Conference	平成2月5月
吊屋根の渦放出に関するレイノルズ数の影響	三宅昭春，(吉村　健)(牧野　稔)	日本風工学会年次研究発表会梗慨集	平成元年12月
吊屋根の渦励振に関する一考察(3次元模型の応答特性について)	三宅昭春，(吉村　健)	土木学会西部支部研究発表会講演概要集	平成2月3月
騒音のうるささの評定尺度について	山下俊雄，(矢野　隆)(小林朝人)	日本音響学会騒音研究会資料　資料番号N-89-48	平成元年11月
騒音のうるささの評定尺度について―その1	山下俊雄，(矢野　隆)(小林朝人)	日本建築学会中国・九州支部研究報告第8号	平成2年3月
騒音のうるささの評定尺度について―その2	山下俊雄，(矢野　隆)(小林朝人)	日本建築学会中国・九州支部研究報告第8号	平成2年3月
Community Response to Road Traffic Noise in Kumamoto	(T. Yano)，T. Yamashita (K. Izumi)	2nd Japan/Swedish Noise Symposium on Medical Effects	平成2年8月
町家の保存を主眼とした環境保全に関する研究	宮本達夫，(土田充義)(小山田善次郎)，(平嶋道行)(宮原種生)，(湯村　固)	日本建築学会中国・九州支部合同研究報告	平成2年3月

温度勾配によるサーモトロピック高分子液晶の分子配向	石崎勝典，(堀内俊寿)(松重和美)	第50回応用物理学会学術講演会　平成元年9月
サーモトロピック高分子液晶の温度勾配による分子配向に関するX線的研究	石崎勝典，(堀内俊寿)(松重和美)	応用物理学会九州支部学術講演会　平成元年12月
直鎖状有機分子真空蒸着膜の結晶構造評価	(川本　洋)，(吉田郵司)(堀内俊寿)，石崎勝典(松重和美)	第37回応用物理学関係連合講演会　平成2年3月
高温変形応力の変形経路依存性—材料特性による比較—	宮川英明，(中島英治)(吉永日出男)	日本金属学会第105回大会　平成元年9月
遷移階段における加工硬化率と回復速度の変化	宮川英明，(中島英治)(吉永日出男)	日本金属学会第106回大会　平成2年4月
固溶硬化合金の高温変形応力の変形履歴依存性	宮川英明，(吉武秀介)(中島英治)，(吉永日出男)	日本金属学会九州支部第71回学術講演会　平成2年6月
高温における固溶硬化合金の変形応力の変形経路依存性とその予測	宮川英明，(吉武秀介)(中島英治)，(吉永日出男)	日本金属学会第4回高温強化研究会　平成2年7月
ワーズワースの時間意識について—過去への執着—	徳田　仁	イギリス・ロマン派文学研究会第17回総会　平成2年8月
道真の詩「対鏡」に投影されている『白氏文集』の考察	焼山廣志	熊本大学文学部　黒髪古典研究会　平成2年7月
ケーリー・トリー上のイジングモデルのシミュレーションII	村岡良紀，(井戸垣俊弘)(瓜生典清)	日本物理学会秋の分科会　平成元年10月
高次のスピン間相互作用を持つイジングスピン系のモンテカルロシミュレーション	村岡良紀，(井戸垣俊弘)(瓜生典清)	第95回日本物理学会九州支部例会　平成元年11月
スリーサイト・フォースピン相互作用を持つイジングスピン系のモンテカルロシミュレーション	村岡良紀，(井戸垣俊弘)(瓜生典清)	日本物理学会第45回年会　平成2年3月

(注)・氏名欄(　)は学外者を示す

有明工業高等専門学校紀要

第 27 号 (1991)

平成 3 年 1 月31日 発行

編 集 有明工業高等専門学校紀要委員会

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) ㊸1011

印 刷 ㈾下田印刷
熊本県下益城郡松橋町古保山3511
電話 熊本 (0964) ㉜3131

CONTENTS

The Language-Based Editor for Modula-2 with the Synthesizer Generator
……Ryouji Matsuno, Seisiro Kondo, Yutaka Tsutsumi…… 1

An Idea on the Online Reference and Display System of a Manual
……Iwao Yamashita…… 7

NOTE : An Analysis of 'the Development and
Road Improvement Funds Act 1909' ……Minoru Takada…… 11

A Prototype System for Language Education
……Yutaka Tsutsumi, Ryouji Matsuno…… 25

The Development of a CAI supporting System ……Fumitoshi Sakanishi…… 33

On the Approximate Expression of Numerical Differentiation
in case of Inconstant Step-Size. ……Seiju Saruwatari…… 75

Acoustic Wave from Interaction of a Vortex Ring with a
Porous Material ……Toyoko Minota…… 83

Calculation of Electrostatic Potential Distribution
in a Cylindrical Oil Tank ……Nobuo Hamada…… 87

Photo-Electrical Properties of Ferroelectric Organic Films
— (2) Polarization Reversal in Evaporated Thin Films —
……Tomomi Nagamori, *Toshihisa Horiuchi and…… 93
*Kazumi Matsushige

A Method for Correcting Vapor-Liquid Equilibrium Data at Low Pressure.
……Toru Watanabe, Katsumi Honda, Tsuyoshi Munakata…… 99

The Health Care System and Hospital Architecture in Europe
— Part I. Finland and Sweden — ……Choichi Shinya…… 105

A Study on the History of Architecture Planning of Hospitals
in Japan since 1860's. (Summary) ……Choichi Shinya…… 125

A Study on the Changes in the Types of Office Buildings from
the Meiji Era through the Taisho. ……Toshiro Kitaoka…… 137

Fatigue Crack Propagation Characteristics of Explosion Hardened
High Manganese Austenitic Cast Steel ……Shiro Oyama…… 149

On the Time Domain Analysis of Electrical Networks by
Power Series Expansion ……Seisiro Kondo, Kazuo Tsuji…… 151

Development of Transputer Board Added on Personal Computer and
Applications to Mechanical Systems ……Shinya Haramaki…… 155

A Study of a Sequence Control System of a Car Park using
a Programmable Controller ……Syuichi Sudoh…… 161

Study on Non-destructive Evaluation Method of Thermal Sprayed
Coatings Using Ultrasonic Wave (Report1)
……Ryoichi Kawase, Masami Kabashima*, Kazuya Yoshidomi**…… 167

A Study of Thermal Degradation of Polyurethanes (15)
— Pyrolysis Products of α, γ-Diphenylethyl Allophanate by PyHRGC-
FTIR Method — ……Norimichi Yoshitake and Mutsuhisa Furukawa…… 173

Some Comparisons of the Physical Strength and the Capacity for Locomotion
through Sports Tests Hajime Nitahara, Kunishige Tsukanoto, Hitoshi Inoue…… 179

On Aspects Which the Meanings of Events Themselves Express
— From the Relationship Between Present Perfect and Time Frame —
……Kenji Mito…… 187

An Essay on *Mary Barton* ……Hisashi Shinagawa…… 193

Some Examinations on the Use of Negatives in Mark Twain's
The Diary of Adam and Eve ……Shigeru Ikeda…… 203

Transient Characteristics of Magnetostrictive Behavior just after
Affording Current to Exciting Coil ……Kenji Ozawa, Takeshi Mori…… 209