ISSN 0385-6844

有明工業高等専門学校紀要

第 16 号

昭和 55 年 1 月

Research Reports of the Ariake Technical College

No. 16

January 1980

Published by the Ariake Technical College

Omuta, Japan

目　　次

FACOM 230-25 による倍精度複素数演算（第1報）……山下　巖……1

ビルマ時代のジョージ・オウェル瞥見……吉富久夫……7

工業高専での歴史教育……丹後杏一……13

高専の機械設計製図教育についての一考察……池本憲義……21

本校の数学教育における到達目標（II）……荒木真 猿渡正樹 成富孝 向井昭三……41

18Cr－8Ni オーステナイト系ステンレス鋼X線応力測定データ処理法について（バックグラウンド補正なし放物線法）……宮川英明 大山司朗 小田明……59

The Performance of Flat-Plate Water Heaters with Natural Circulation.……Katsunori ISHIZAKI Akihiro MORITA Shinichi MATSUMOTO……63

層流境界層に関する Howarth の関数系の数表……木村剛三 星野スマ子……69

多翼送風機の翼流入角が特性に及ぼす影響（第3報）……清森宏之助……81

線形むだ時間系の集中定数系近似について……川崎義則 岩井善太……89

加，減圧併用濾過装置の試作……石橋助吉 中橋正行 黒田節雄……97

フジックスSP5500の使用についての報告……石橋助吉……99

ポリウレタンの熱分解に関する研究　第5報 線状ポリウレタンの熱分解（その3）……吉武紀道 木下実 南忠義 江崎昌昭……101

ポリウレタンの熱分解に関する研究　第6報 線状ポリウレタンの熱分解（その4）……吉武紀道……105

体操と歌手……寺本匡謨……111

全国高専生の幼・少年時代の遊びについて（第2報）……寺本匡謨……115

バスケット・ボール審判の一考察（1）……仁田原元 美山泰夫……117

近代我の源をもとめて（2）……松尾保男……123

ヴィクトリア時代の人々　その3……品川尚司 川本敬之……134

1976年7月以降学内外に発表された研究論文リスト（1979年6月まで）……165

FACOM 230-25による倍精度複素数演算（第1報）

山　下　　巖

＜昭和54年9月11日　受理＞

An Idea of Double Precision Complex Computation by FACOM 230-25(Part 1)

In this paper, an idea of double precision complex computation by FACOM 230-25 is presented. The computation is based on the method of the four operations in arithmetic with a higher degree of accuracy.

Though it takes a little time to calculate, this procedure produces results improving the accuracy. By this device, it is possible to have a function of computer larger than FACOM 230-25.

Iwao YAMASHITA

§1．まえがき

FACOM 230-25による通常の演算は整数，実数，倍長整数，倍精度実数および複素数演算と論理演算に限られる．整数および実数型演算は，本システムに備わる倍長整数および倍精度実数型演算を行なうことにより，十分な精度向上を達成することが可能である．しかしながら，複素数演算に於ては，システム中に倍精度複素数演算の命令を備えていないので，精度向上をはかるには，プログラム上で何らかの工夫を要する

そこで，複素数演算の精度向上の一手法として，通産省電子技術総合研究所　戸田英雄博士および東京都立農芸高校　小野令美教諭両氏の考案による多倍長精度の四則演算プログラム* を利用した倍精度複素数の四則演算プログラムを作成したので発表する．

§2．流れ図およびプログラム

本プログラムは通産省電子技術総合研究所　戸田英雄博士および東京都立農芸高校　小野令美教諭らによって考案された多倍長四則演算法利用による倍精度複素数の四則演算の一手法で，計算時間はある程度かかるが，有効桁数40桁まで精度を維持できる．

まず，多倍長の四則演算ルーチン，和を求めるTASU（X, Y, Z, N），差を求めるHIKU（X, Y, Z, N），積を求めるKAKERU（X, Y, Z, N）および商を求めるWARU（X, Y, Z, N）と，これら多倍長演算ルーチンの中で用いられている小数点移動のためのルーチンSHIFT（X, N, J）および所要の桁数にまるめるためのルーチンMARUME〈X, N, M, I〉の概略の説明と使用法を説明する．

こゝに用いる全ての数は浮動小数点型の実数として，一次元の倍長整数型の配列，たとえばXとして，その要素一個に数字8桁ずつを配分し，X(1)には符号ビットを正であれば0，負の場合1と与え，X(2)には指数部のビット，X(3)から以後に正規化された仮数部を8桁ずつに区切って，所要の桁が完全に納まるまで配列寸法を用い表わす．たとえば，−0.00345 78050452165は，まず正規化した数として，

$$-0.0034578050452165$$

$$=-0.34578050452165\times10^{-2}$$

の如く表わす．この数は負であるのでX(1)←1，指数部は−2乗であるのでX(2)←−2，あと仮数部を8桁毎にとってX(3)←34578050，X(4)←45216500と与える。このような方式を取れば，非常に小さな数（指数部−9999999）から大きな数（指数部99999999）まで取扱うことができる．

TASU（X, Y, Z, N）ルーチンは被加数，加数を前述の方式で，それぞれ配列X，Yに入力すれば，その和が配列Zに同様の方式で格納される．Nは計算の際の所要の桁数である．計算は，まず符号ビット，指数部ビットの処理を行ない，次に小数点の位置合わせを行なうためにSHIFT(X, N, J)ルーチンのXに被加

*昭和50年度文部省上級情報処理技術者研修会に於て，御教示戴いたプログラム．

数あるいは加数を与え，Nに計算に要する桁数，Jに左あるいは右への小数点移動の桁数(左移動は負の数，右移動は正の数）を与える．そして小数点の位置合わせを終わった段階では，シフトすることにより全体の仮数部ビットの伸縮が発生する．そこで，MARUME（X, N, M, I）ルーチンを用いてXに被加数あるいは加数を与え，N桁をM桁（Iに1を与えれば切捨て，2は切上げ，3は四捨五入による.）にまるめて，被加数あるいは加数の仮数部ビットの全体の幅をN桁にそろえて，被加数(X)，加数(Y)の，それぞれの仮数部が入った対応する配列要素どおしの和を求め，その結果を配列Zの対応する配列要素に格納する．Nは計算に要する有効桁数で精度がN桁まで確保できることを示す．

二つの数の差を求める HIKU（X, Y, Z, N）ルーチンは，和を求める TASU ルーチンを応用したもので，各パラメータX，Y，ZおよびNは上と同様の意味を持つ．

KAKERU（X, Y, Z, N）ルーチンは配列X，Yに，それぞれ被乗数，乗数を置き，その結果を有効桁数N桁まで配列Zに求める．X，YおよびZへの置数法はTASU などの場合と同様である．計算は，まず符号，指数部ビットの処理を行ない，乗数の仮数部ビットの先頭8桁が入ったY（3）に，被乗数の仮数部の配列要素を順次 X(3)，X(4)，… と取り出し所要の桁まで掛けてゆく．この際，予備の桁として配列要素一個を追加して所要の桁よりも8桁余分に求めておく．それと同時に桁上がりの処理がなされる．その後，対応する配列要素 Z(3)，Z(4)，… などに順次格納する．乗数Y(4)にはX(3)，X(4)，… とY(3)に掛けた個数より一個少ない個数の配列要素を，Y(5)には，更に一個少ない被乗数の仮数部ビットが入った配列要素を掛け，この手順を乗数Yの所要の桁まで，桁上がり処理と並行して繰り返す．そして，対応する配列要素 Z(3)，Z(4)，… などに格納してゆく．最後に，最下位桁から Z(4) までの桁上がり処理，SHIFT ルーチンによる Z(3) の先頭のゼロ消去，即ち仮数部の正規化処理，それによって発生する桁の伸縮に伴なう所要の桁へのまるめ処理を MARUME ルーチンにより行なえば配列Zに積が格納される．

WARU（X, Y, Z, N）ルーチンに於てもX，Yに，それぞれ被除数，除数をセットすれば，有効桁数N桁までの商がZに求まる．X，Y，Zの置数法は前述の通りである．計算は，最初に符号ビット，指数部ビットの処理を行なってから，被除数（X）の配列要素X（3）と除数（Y）の配列要素 Y(3) の商を求める．これが最終結果の商の最上位の数を表わす．この商による被乗数（X）の各配列要素X(4)，X(5)，… などの剰余を求める．次に，この剰余X(3)にX(4)の8桁の数をひとまとめにして，一つの数とする．そして，X(5) 以下の配列の内容を順送りに一つ前の配列要素の中に移動する．その後，上と同じ操作により商と各配列要素の剰余を算出する．この商が更に一つ下の位の数を表わす．このようにして求めた数を順次上位から下位に並べると最終結果の商が得られる．

以上が倍精度複素数四則演算の中で用いられる多倍長四則演算に関するルーチンの概略の説明である．現在，筆者が前述の戸田英雄博士および小野令美教諭の御好意で頂戴して所有している多倍長演算のプログラム使用法を以下に記し，くわしい流れ図およびプログラムの掲載はこゝでは省略する．

二つの数の和を求めるには，

CALL TASU(X, Y, Z, N)

というステートメントを使用する．X，Y，Zは倍長整数型の1次元配列，Nは計算に要する有効桁数を示す．実引数X，Y，Zの配列の寸法は（N/8＋2）の大きさである．被加数X，加数Yに浮動小数点方式で正規化した数を与えると，Zに浮動小数点方式の正規化した数が和としてN桁の有効桁まで求められる．たとえば，

－ 0.005432 ＋ 125.302

の和を求めるには，

$$-0.005432 = -0.5432 \times 10^{-2}$$
$$125.302 = 0.125302 \times 10^{3}$$

と浮動小数点方式で表わし正規化した数に変換後，

符号ビット　X(1)＝1　(∵符号　負)，
指数部ビット　X(2)＝－2，
仮数部ビット　X(3)＝54320000
(∵一配列要素8桁)，

符号ビット　Y(1)＝0　(∵符号　正)，
指数部ビット　Y(2)＝3，
仮数部ビット　Y(3)＝12530200
(∵一配列要素8桁)，

の如き方式で配列要素に入力すると，その和は

符号ビット　Z(1)＝0，
指数部ビット　Z(2)＝3，
仮数部ビット　Z(3)＝12529657

の如く求まる。X(3)，Y(3) 以降の配列要素の使用個数は有効桁数Nの指定に左右されて増減する．

二つの数の差，積および商を求めるにも，同様の手法で被演算数をX，演算数をYに与えると有効桁数N桁まで，その結果をZに格納する．主プログラム上でこれらを使用するには，差，積および商に関してそれぞれ，

CALL HIKU（X, Y, Z, N）
CALL KAKERU（X, Y, Z, N），
および
CALL WARU（X, Y, Z, N）
のステートメントをかけばよい．

次に，これらの多倍長四則演算を利用した倍精度複素数四則演算方式を説明し，その流れ図およびプログラムを後にあげる．

複素数の四則演算法は，よく知られている通り，加法に於ては実部は実部どおし，虚部は虚部どおしの加算を行なえばよい．即ち，被加数

$X = a + bi$　　$(i=\sqrt{-1},\quad a, b$ は実数），

加数

$Y = c + di$　　$(i=\sqrt{-1},\quad c, d$ は実数），

を与える時，その和は

$Z = X + Y = (a+c) + (b+d)i$

として求めることである．減法に於ても実部どおし，虚部どおしの演算をすればよい．乗法は前述の通り，

$X = a + bi$

$Y = c + di$

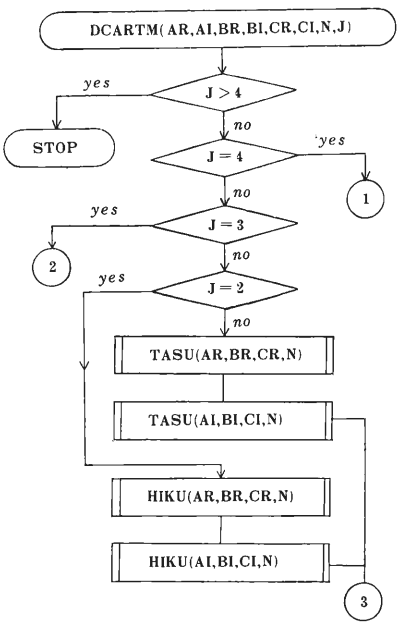
とした時，その積

$Z = X \cdot Y = (ac - bd) + (ad + bc)i$

として計算する．除法では

$$Z = X / Y = (ac + bd)/(c^2 + d^2) + \{(bd - ad)/(c^2 + d^2)\}i$$

とすれば計算できる．



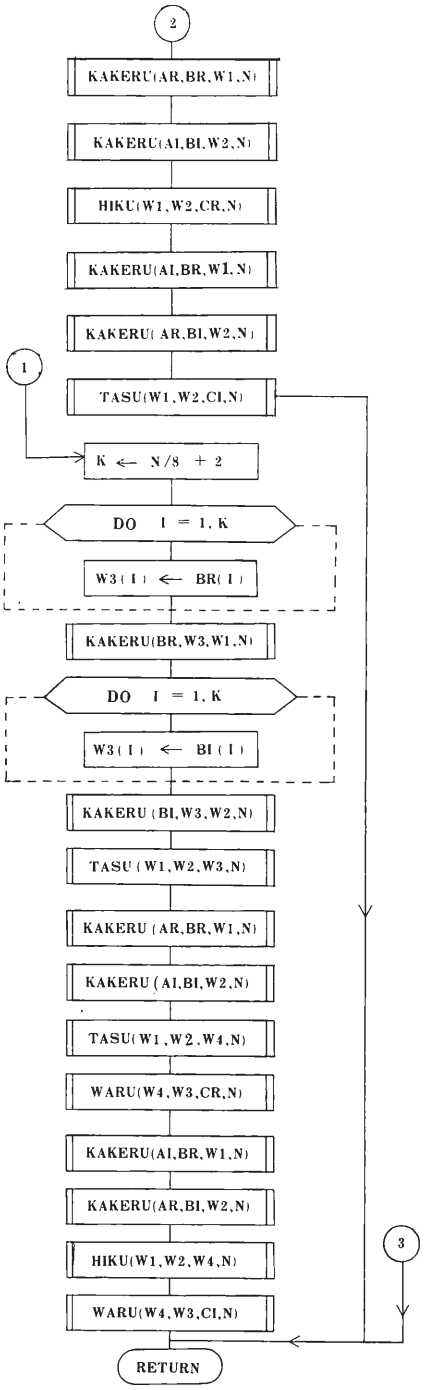


図1　流　れ　図

本サブルーチンの流れ図およびプログラムを，それぞれ図1および図2に示し，その構造を図2のプログラムを中心に参照しながら説明してゆく．このサブルーチン名は DCARTM となづける．流れ図およびサブルーチンの中で用いられるパラメータ AR と AI は

```
      SUBROUTINE DCARTM(AR,AI,BR,BI,CR,CI,N,J)
      DOUBLE INTEGER BR(1),BI(1),W1(7),W2(7),
     1               W3(7),W4(7)
      IF(J.GT.4) STOP
      IF(J.EQ.4) GO TO 3
      IF(J.EQ.3) GO TO 2
      IF(J.EQ.2)GO TO 1
      CALL TASU(AR,BR,CR,N)
      CALL TASU(AI,BI,CI,N)
      GO TO 4
    1 CALL HIKU(AR,BR,CR,N)
      CALL HIKU(AI,BI,CI,N)
      GO TO 4
    2 CALL KAKERU(AR,BR,W1,N)
      CALL KAKERU(AI,BI,W2,N)
      CALL HIKU(W1,W2,CR,N)
      CALL KAKERU(AI,BR,W1,N)
      CALL KAKERU(AR,BI,W2,N)
      CALL TASU(W1,W2,CI,N)
      GO TO 4
    3 K=N/8+2
      DO 10 I=1,K
   10 W3(I)=BR(I)
      CALL KAKERU(BR,W3,W1,N)
      DO 20 I=1,K
   20 W3(I)=BI(I)
      CALL KAKERU(BI,W3,W2,N)
      CALL TASU(W1,W2,W3,N)
      CALL KAKERU(AR,BR,W1,N)
      CALL KAKERU(AI,BI,W2,N)
      CALL TASU(W1,W2,W4,N)
      CALL WARU(W4,W3,CR,N)
      CALL KAKERU(AI,BR,W1,N)
      CALL KAKERU(AR,BI,W2,N)
      CALL HIKU(W1,W2,W4,N)
      CALL WARU(W4,W3,CI,N)
    4 RETURN
      END
```

図2　プログラム

，それぞれ被演算数である複素数の実部と虚部を示す，パラメータBR，BI は演算数である複素数の実部と虚部，パラメータCR，CI は演算結果の複素数の実部と虚部を表わす．Nは所要の有効桁数，J は演算の種類を表わす．1は加法，2は減法，3は乗法，4は除法を示す．

パラメータJの数によって演算の種類をまず選択し，J＝1のときは多倍長演算 TASU ルーチンを用いて，複素数の実部あるいは虚部どおしを加算し，それぞれ CR，CI に格納する．最後に文番号4に飛んで RETURN 文の実行により副プログラムから主プログラムへ制御を戻しておく．J＝2ならば文番号1に飛んで，HIKU ルーチンを用いて，複素数の実部あるいは虚部どおしを減算し，それぞれCR，CI に格納する．最後，文番号4に飛んで RETURN 文により制御を主プログラムに復帰させておく．J＝3ならば，文番号2に飛んで，KAKERU ルーチンを用いて，まず複素数の実部どおし，虚部どおしを乗算し，それぞれ作業領域W1，W2に格納する．そして HIKU ルーチンを使い，求めたW1とW2の減算をして，それを複素数乗算の実部CR とする．被乗数の複素数の虚部と乗数の複素数の実部の乗算，次に被乗数の実部と乗数の虚部の乗算を KAKERU ルーチンを使って行ない，それぞれ作業領域W1，W2に格納する．その後，TASU ルーチンを使ってW1とW2の加算結果 CIを求めれば，複素数乗算の虚部CI が求まる．そして，文番号4に飛び主プログラムへ制御を返す．J＝4ならば文番号3に飛んで除数の複素数の絶対値の2乗を求めるために，最初除数の複素数の実部を作業領域W3に一時格納する．KAKERU ルーチンによって除数の実部とW3との積を作り，その結果をW1に格納しておく．次に除数の虚部を作業領域W3に一時格納後，KAKERU ルーチンにより除数の虚部とW3の積を作り，W2に格納する．これらの求まったW1とW2の和を TASU ルーチンを使って求め，W3に格納する．これが除数である複素数の絶対値の2乗である．

KAKERU ルーチンにより被除数と除数の実部どおしの積を求めW1に格納し，虚部どおしの積を求めW2に格納後，TASU ルーチンによって W1とW2の和を求めW4に格納する．そして，WARU ルーチンを使いW4と先に求めたW3との除算を行ない，複素数除算の実部CR に格納する．さらに，KAKERU ルーチンによって被除数の虚部と除数の実部との積をW1に，被除数の実部と除数の虚部との積をW2に，それぞれ格納し HIKU ルーチンによってW1とW2の差を求めW4に格納する．そして，WARU ルーチンによりW4とW3の除算をし，複素数除算の虚部CI に格納する．終りに文番号4の RETURN 文を実行する．

サブルーチンサブプログラム DCARTM 使用にあたって注意すべき制約条件をのべる．本サブルーチンに使用される仮引数 AR, AI, BR, BI, CR, CI は倍長整数型の1次元配列名である．従って，主プログラムで使用する際，これらに対応する実引数は倍長整数型の1次元配列として宣言し，寸法は仮引数Nに関して（N/8＋2）で与える．仮引数Nは整数型の単純変数で実引数として，$1 \leqq N \leqq 40$ の範囲の数を与えることができる．即ち有効桁数40桁まで計算可能であることを意味する．また，指数部の取れる値の範囲は－9999999 から 99999999 までである．仮引数Jは整数型単純変数で実引数として，$1 \leqq J \leqq 4$ の範囲の数を与えるが，J＞4なる数を与えた時は予防措置として演算が停止されるようにしている．

§3．計算例および精度

本サブルーチンの有効性の検証に用いた計算は，次の二例である．

第一例．

$$x / y - z + xy .$$

第二例．

$$(x+2y) / \{x^2(x+y)^2\} + y / (x+z).$$

以上の二例の計算が本校の FACOM 230-25 と九州大学大型計算機センター FACOM M-190 を用いてなされた．FACOM 230-25 による本サブルーチンを

用いた40桁の有効桁をもつ計算結果とFACOM M-190による四倍精度複素数演算[1]結果との比較をしてみよう．

```
 ﾃﾞｰﾀ |     X            Y            Z
            REAL  IMAG   REAL  IMAG   REAL  IMAG
            1.0   1.0    3.0   2.0    1.0   5.0

EXAMPLE 1 --- X/Y-Z+X*Y
          ｹ ｲ ｻ ﾝ ｹ ﾂ ｶ
                REAL PART                                          IMAGINARY PART
FACOM 230-25    0.3846153846153846153846153846153846153850D 00    0.7692307692307692307692307692307692307700D-01
FACOM M-190     0.3846153846153846153846153846153846153459     @+00    0.7692307692307692307692307692307976 8     @-01

EXAMPLE 2 --- (X+2.0*Y)/(X*(X+Y))**2+Y/(X+Z)
          ｹ ｲ ｻ ﾝ ｹ ﾂ ｶ
                REAL PART                                          IMAGINARY PART
FACOM 230-25    0.3436000000000000000000000000000000000000D 00   -0.4852000000000000000000000000000000000000D 00
FACOM M-190     0.3436000000000000000000000000000000000     @+00   -0.4851999999999999999999999999999999970     @+00
```

表1　計算結果

計算結果は表1に与えられる．表からわかる通り，その精度は四倍精度複素数演算以上の精度を持つ．もっとも精度を十分持たせるには計算時間の方を犠牲にしなければならないが，本サブルーチンとこのサブルーチンに関連のある多倍長演算ルーチンをメーカ提供の科学用サブルーチンライブラリーと同様の方式で，必要時にだけ主記憶上に呼び出し用いることができるようディスクまたは磁気テープ上にファイル[2]として登録しておけば，主プログラム中のCALL文でルーチン名を呼出すと即，倍精度複素数四則演算が実行される．たとえば，上記四則演算例に於ては，磁気テープ上のファイルを参照後，計算するのに要した時間は第一例では145秒，第二例では150秒であった．

本校FACOM 230-25　システムに於ては複素数演算は単精度，即ち有効桁数7桁内外の精度しか出なかった．それが本サブルーチンを使用すれば，40桁位までとることが可能である．計算時間が少々かかるのはやむを得まい．しかしながら，この一つの工夫により，FACOM 230-25の一機能を，それより大きな規模の計算機システムの機能まで拡張できることの方がより有益ではあるまいか．筆者は，その点に於て，この一手法をこゝに提案した．ひきつづき，この手法を応用して，倍精度の複素数の関数計算ルーチンの整備・充実をはかって行きたい．

§4．あとがき

昭和49年5月，電子計算機FACOM 230-25　システム導入当時，本システムは中型電子計算機として最良かっ優秀なシステムとして採用[3]されたが，電子計算機も超LSIを使用したシステムが出まわり始めた最近では，本校のシステムの規模も小型電子計算機として位置付けされる状能となった．この小型電子計算機に有効かつ十分な機能を発揮させるためには，出来得る限り中型電子計算機に備わる程度のソフトウェア機能に近づける工夫をしなければならない．その一つとして，筆者は既に本校記要第13号に「中型電子計算機のためのガンマ関数の倍精度計算」*を発表した．本論文も，そういう試みの一環として，演算自体にはオリジナル性を有していないけれども，本校システムのソフトウェアの拡充，中型システムへの機能的接近をはかる目的で，倍精度複素数の四則演算の一手法を発表した．今後は，倍精度複素数の関数計算ルーチンを研究して行きたい．そして，現在本校が所有するシステムを，より規模の大きなシステムと同程度のソフトウェア機能に近づけることが出来れば幸いである．

本論文作成にあたり，本校電子計算機室室長　荒木三知夫教授には磁気テープ操作，サブルーチンサブプログラムのライブラリー作成について色々御教示を戴いた．前電子計算機室室長　木村剛三教授には有益な御助言を戴いた．こゝに記して謝意を表する．

尚，本論文の数値計算は本校のFACOM 230-25および九州大学大型計算機センターFACOM M-190によって行なわれたことを付記する．

参考文献

1）富士通：FACOM OS IV FORTRAN 文法書，第2版，昭和51年11月．
2）富士通：FACOM 230 BOS サポート・ユーティリティ文法編，第2版，昭和48年4月．
3）電子計算機導入委員会・荒木他4名：電子計算機導入について，有明工業高等専門学校紀要，第11号，昭和50年11月，pp. 109～120．

*発表当時，FACOM 230-25は中型電子計算機として位置付けされていた．

ビルマ時代のジョージ・オーウェル瞥見

吉　富　久　夫

＜昭和54年9月18日　受理＞

Some Notes on George Orwell and Burma

George Orwell went to Burma in 1922, at the age of 18, to join the Indian Imperial Police and spent there five years. He wrote his first novel 'Burmese Days' in 1933 ~34. But he doesn't seem to have decided to become a writer before around the end of his service in Burma, though he returned to England , it seems , with a definite will and resolution to become one.

Hisao YOSHITOMI

George Orwell, 即ち Eric Arthur Blair (1903～1950) は，1921年のクリスマスに Eton 校を卒業した。18才の時である。彼はその後，周知のように，Eton を始めとする他の有名な Public School 卒業生の殆んどが進学する Oxford あるいは Cambridge に進まず，約半年後に 'インド帝国警察' (the Indian Imperial Police) に入るための試験を受け，その年の10月英国を出発してビルマに向うことになる．

大学に行くのを何故断念したのか，その間の事情は Eton の1年先輩である C.Hollis によると次のようになる。Orwell は Eton においても，その前の Preparatory School, St. Cyprian's においても，家庭が裕福でないために，奨学生として過し，有形無形の冷遇と侮蔑に耐えて来た。St Cyprian's 在学中が特にそうであった。しかし，と Hollis は云う，Orwell が大学進学を止めたのは，家庭の経済状態とは何の関係もなかった，なぜなら Eton 校はその種の貧困な学生に奨学金を与えるのに寛大であったので，Orwell がその気にさえなっていたら，大学に行くことは容易であったという．本当の理由はより内的な，屈折したものであった。'君はもう一応の教育を受けたのだから，就職して外国へ行き，世間を見たらどうだ' と，卒業に際してある教師から忠告され，Orwell はそれを受入れたのである．

There were perhaps cross purposes in the spirit in which this advice was given and taken. The master perhaps thought that the form which Orwell's intellectual development had taken was unhealthy alike for him and for his companions and therefore advised him to throw himself up against the realities, fancying that such experience might knock out of him the nonsense which would only grow rank in a University hot-house. Orwell, on the other hand, in an iconoclastic mood was ready to reject the Universities simply because it was the normal thing to go to them.(1)

Orwell は1903年，インド．ベンガル州の Motihari に生れている．父，Richard は1875年，18才の時から約37年間インド行政府アヘン局 (the Opium Department of the government of India) に勤めた官吏であった。Orwell は4才の時から母親と一緒に英国に住んでいて．直接にインド・ビルマの生活体験は幼児期を除いては無いのであるが，家族と東洋との関係はもともとこのように深いのである。従って，Eton を卒業した時に Orwell と家族が，彼の東洋行きをすでに決意していたわけではないにしても，翌22年の1月には Hope という人物の所に通って，'インド帝国警察' の就職試験に備えて勉強を始めているのを見ると，東洋行きが短期間のうちにすらすらと決ったのが分るし，そしてそれはむしろ自然な成行きであったと云えるかもしれない．

試験は6月から7月にかけて8日間行われた。英語，歴史，数学，続いて仏・独語のうち1つ（彼は仏語の方を受ける)，続いてラテン語，ギリシャ語，物理学，化学，科学概論．高等数学．スケッチの7科目のうちから3科目選択（ラテン語，ギリシャ語，スケッチの試験を Orwell は受ける)．この試験は，その大部分が

陸，海，空軍の士官採用試験と同一のものであった．受験資格は22才以下である．

Orwell の成績は12,400点満点の8,463点で，'インド帝国警察' へ就職を希望する志願者中7番であった．そして Orwell の赴任希望地の第1はビルマであったが，それは認められた．(ちなみに，合格者は全部で25人であり，その後の乗馬テストでは23位の成績であったという)．(2)

こうして彼はビルマに赴任し，1923年暮から24年の春頃まで Mandalay の Training School で同時に赴任した他の同僚二人と共に訓練を受け，24年春にイラワジ川河口のデルタ地帯にある Myaungmya という，電気も通じていない土地に地方監督補助官 (Assistant District Superintendent) として任務につく．その後7ヶ月程して，同じくデルタ地域の Twante に転勤し，9ヶ月後少し離れた Syriam に転勤する．25年9月に Rangoon から10マイル程北部の Insein という製油工場の所在地に移り，デルタ地域から脱出する．1年後に彼の母，Ida の家族・親族が何世代にも互って住みついている中都市で港のある Moulmein に移り，8ヶ月後最後の勤務地となる Mandalay 北方の小さな町 Katha に移る．1927年4月のことである．(3)

この年の11月に彼は丁度5年間の勤務を終えることになり，長期休暇をとる資格を与えられる筈であるが，4月に Katha に赴任後間もなく病気になったので，正式の休暇が得られる6ヶ月前に休暇を申請して許可される．1927年7月 Orwell は Rangoon を出航し，8月末英国に到着する．こうして Orwell の5年足らずの，正確に云えば4年9ヶ月に及ぶビルマ滞在は終ることになる．

彼は英国到着後，'インド帝国警察' に辞表を提出するが，この後約5年間，即ち1932年6月に長編としては処女作の *Down and Out in Paris and London* の出版が決定し，翌33年1月に Gollancz 社から刊行されるまで，苦しくて厳しい作家修行生活を強いられることになる．

Orwell の長篇第2作 *Burmese Days* は *Down and Out in Paris and London* が出版された翌34年10月25日，ニューヨークの Harpers 社から出版された．(Gollancz がこの作品がビルマとインドを怒らせると考えて出版を拒否したためである)．そしてこの Harpers 本がこの作品の定本となっているそうであるが，英国では小改変が加えられて，翌35年6月にやはり同じく Gollancz 社から出版された．(4)

彼は，エッセイ *Why I Write* (1946年) の中で，*Burmese Days* は30才の時，つまり1933年から34年にかけて書かれたものであるが，それよりもずい分前から構想を立てていたものだと云っているが(5)，ビルマ時代の後期あたりから作家になろうという決意を固めて，ビルマをテーマにした小説を書こうと考えていたと仮定すれば，その頃から約8年余りの時間が経過したことになる．

直接ビルマについて書かれた作品は，*Burmese Days* の外には *A Hanging* と *Shooting an Elephant* の二篇のエッセイのみである．共に Orwell の名を高めたエッセイとして有名であるが，執筆は前者が1931年，後者が36年であった．そしてこの3つの作品に加えて，Harold Laski や Gollancz などを中心に作られた Left Book Club 依嘱のドキュメンタリー *The Road to Wigan Pier* (1937年) 第2部における，ビルマ，インドに対する英国の植民地支配糾弾がある．(この最後の作品は，英国の *Colonialism* と *Imperialism* を激しく弾劾していると同時に，いわゆる Socialism 対しても忌憚のない攻撃を加えているので，出版者 Gollancz がわざわざ Leff Book Club 会員に対して長文の釈明の序文をつけ加えているということも付言しておきたい)．

今ここで問題になるのは，*Burmese Days* が実際に執筆された32年以前であるが，前述の Orwell の言葉にもあるように，ビルマから帰った直後も，あるいはその数年間も，ビルマを題材とした作品を執筆しようとする表立った活動は見られないようである．

Stansky = Abrahams によれば，帰国後の Orwell は33年1月まで2つの大きな命題をかかえていた．その1つは〝作家になること〟作家として社会的に認知される作品〝小説を出版すること〟であり，もう1つは 'インド帝国警察' に勤務した間に彼が感じていた罪悪感を '償う' —— Orwell 自身の言葉によれば '*expiate*' する—— 必要であった．この二つの命題が結合した結果がより直接的には前記の *A Hanging* であり，*Down and Out in Paris and London* であるが(6)，後述するように，この中に *Burmese Days* をも含めるべきであろう．

ビルマをテーマとする作品はやはりどうしても書かれねばならなかった．彼の死後公表された，日付のない原稿の中に，*My Epitaph by John Flory* と題する断片的草稿があるそうである．その執筆時期については意見が分れていて，ビルマ在住時代とする説，帰国後の27，8年とする説があるが，原稿の流揚な文体から察すると，文章技法のかなりの進歩が考えられるから，1930年初期とするのが妥当ではないかというのが Stansky = Abrahams の意見である．(7) *Down and*

Out in Paris and London が書かれたのが，30年から31年にかけてであり，29年にはパリのホテルで皿洗いをやり，またその年の暮にロンドンに帰った後も時々2，3日浮浪者の群れに入って，いわゆる社会の〝底辺〟体験を重ねていたのが，30年という時期であるから，前期の草稿断片がもし30年始めに書かれたものであるなら，Orwell はその頃ましまだ *Down and Out in Paris and London* を本気で執筆しようとは考えていなかったかもしれない．換言すれば，*Burmese Days* の萌芽は少しずつ含らんでいて，その時すでに主人公の名も決っていたことになるが，まだ十分に構想は熟していなかったのであろう．Orwell の筆はこの1，2年間に身近に，直接に経験した痛切で強烈な，まだその生々しい記憶も新たな，パリ，ロンドンの〝底辺体験〟に向けられることになる．

Burmese Days という作品を考える時，Orwellの，いろいろな意味における，ビルマ体験を素通りすることは出来ないであろう．いろいろな意味というのは，簡単に云えば，思想的，形而上的な面からビルマの自然，風土，民族あるいは歴史的な側面からという意味である．文学作品を論じる際に，作品と作品の思想的側面だけを重視し，それだけを抽出するのは愚かしい．文学は何よりも先ず，人間という空間と時間の多種多様な要素によって形成され，影響され，また自らの内なる肉体と精神によって，周囲の自然と人間に働きかける生きた具体的存在を描き出すものだからである．

事実 Orwell は，この作品を完成して10数年後に書いたエッセイの中で，*Burmese Days* について，細密な描写と魅力あるたとえ，さらにまた言葉がある程度その響きのためだけに用いられている名文に満ちた小説，自然主義的な大作を書きたかったのだと云っている(8)Orwellの本来の文学的な意図も構想も恐らくこのようなものであったに違いない．純粋な小説としては第一作であるだけになおこの志向は強かったに違いない．ある思想を盛り込むために，換言すればプロパガンダのためだけに小説を書くことは，1片の文学的良心を持つ者の為し得る事柄ではないからである．

しかし，小説というジャンルは，作者の感情，思想その他一切のものを表出出来る無限に自由な広い場所でもある．Orwell のように倫理意識と政治意識の強烈な人物が，このような場所を与えられて，いわば，それを無意識のうちに利用しない筈はないであろう．*Burmese Days* 創作の本来の文学的意図が前に引用したような純粋に芸術的なものであったにしても，実を云えば，その意図が作品の芸術的完成を保証することにはならないのである．意図と結果が一致する幸福は Orwell でなくとも，一般になかなか得られないのが通例であるらしい．

いや，もしかしたら Orwell は文学としても十二分に完成した〝自然主義的な〟作品を書きたいと念じながら同時に，英国‘帝国主義’の歯車の1つとして究極的に彼の身内に堆積することになる‘罪悪感’を軽減する役割をも果す作品，つまり文学・道徳・政治の三者を踏まえたのかもしれない．そうでなければ，*The Road to Wigan Pier*(1937年) 第2部のビルマ体験に関する記述と，前記した *Burmese Days* 創作意図の余りにも純粋な文学性，芸術性を重ね合わせることば出来ないからである．換言すれば，いい意味での，開き直った八方やぶれの姿勢がそこにはある．この姿勢は，表現を迫る圧迫を内にかかえた，しかも強烈で鋭い倫理感を持った作家の卵にふさわしいものと云えるであろう．

I was in the Indian Police five years, and by the end of that time I hated the imperialism I was serving with a bitterness which I probably cannot make clear.(9)

It is not possible to be part of such a system without recognising it as an unjustifiable tyranny. Even the thickest-skinned Anglo-Indian is aware of this.(10)

When I came home on leave in 1927 I was already half determined to throw up my job, and one sniff of English air decided me. I was not going back to be a part of that evil despotism But I wanted much more than merely to escape from my job. For five years had been part of an oppressive system, and it had left me with a bad conscience,(11)

I was conscious of an immense weight of guilt that I had got to expiate. I suppose that sounds exaggerated; but if you do for five years a job that you thoroughly disapprove of, you will probably feel the same. I had reduced everything to the simple theory that the oppressed are always right and the oppressors are always wrong: a mistaken theory, but the nartural result of being one of the oppressors

yourself. I felt that I had got to escape not merely from imperialism but from every form of man's dominion over man. (12)

Orwell の '*expiation*' は幾つもの方法で実践される．前述したように，社会の底辺に入り込んで最下層と目されている連中と仕事と生活を共にすること，スペインに内乱が起きて，共和政治が危機にさらされるや否や即刻義勇軍の一人として参加することなどは，その最たるものであるが，同時に彼は自らの信ずる '正義と公正さ' を世に訴えることを執ように続けて行く．どこかで云っているように，'pamphleteer' たる意識をも生涯捨てきれない．

この引用からも窺われるように，彼が18才から23才まで過したビルマでの体験は強烈，深刻なものであった．そしてこの体験がビルマ時代の見聞に根ざした，直接の経験から生れる *A Hanging* や *Shooting an Elephant* のみではなく，*Burmese Days* にも深い，そして強い影を落していることは想像に難くない．'自然主義的な' そして '詳細な描写にあふれている'，それだけに終始した作品を彼が書く筈はないのである．G.Woodcock はこの作品の性格を要約して次のように云う．

Even *Burmese Days* is largely a didactic novel, interspersed with informative or homiletic passages about imperialism and its effects, and aimed much more deliberately than *A Passage to India*, with which it is often compared, at inducing a political reaction in its readers. (13)

それでは，この作品の背景となる1920年前後のビルマはどのような情況に置かれていたか．

ビルマが英国と接触するようになったのは19世紀に入ってからであるが，1824年，52年，85年の両者の戦いはみないずれも英国の勝利に終って，その後ビルマ全土は英国の植民地になってしまう．ビルマ人は例えばインド人と違って，全体としては，より柔和な民族であり，国家意識も民族意識も弱く，英国の統治をさして抵抗なく受入れていた．それは黄金時代と云われる第一次大戦後の1920年まで続いていたのである．

しかし，その間ビルマ人達は中国人やインド人，あるいはヨーロッパ人の事業家達による経済的収奪に対して，徐徐に疑惑と苛立ちの眼を向け始めていたし，民族主義的感情も高まりつつあった．そして，1919年インドに両頭政治制 (Dyarchy) が認められたのに対して，ビルマにその制度を導入することが拒否されるに及んで，ビルマの民族主義運動と感情は一挙に高まることになる．1906年に創設されて，1910年代は親英的であった，青年仏教者協会が民族主義運動の一大中心となるのであるが，英国も事態を放置出来ず，結局1923年にビルマにも Dyarchy 制度 が認められる．

この制度によって，18才以上のビルマ人は男女とも国会議員の被選挙権を得ることになった．ただしビルマ人が選ぶ国会議員は総数の四分の三であり，残り四分の一は英国行政庁の指名に依らなければならなかった．そしてビルマの財政を握る閣僚は勿論英国側の任命によるものであった．地方行政，教育，厚生，農業，税務担当の閣僚は，ビルマ人の選出する議員達の間から選ばれたのであるが，いわば全体の要である財政とか治安部門は英国側が手放しはしなかったのである．

だが，世界史をふりかえるまでもなく，一度目ざめた民族主義的感情は最終の目的を達成するまでは消えることがない．そしていわゆる宗主国が植民地に何程かの政治的自由を与える時に，恐らく必ずと云っていい程起る現象は，被植民地民族が与えられた政治的自由の限界と狭小さをより鋭く意識して，さらにより大きな自由を得ようとすることである．宗主国側はそれに対して継えずじりじりと後退して行く外はない，被植民地民族の覚醒と運動は強くなって行くばかりである．

明白な広範囲の独立運動，いやその民族の相当な部分にはっきりした独立への意識が見られない時期でさえも，宗主国側に対して潜在的な敵意が向けられる．植民地支配のためには，ビルマにおけるように財政，経済，行政，治安を宗主国側が押さえる必要があるから，それらの部門には，統治する国側から当然 '本国人' 達が現地に送り込まれるのであるが，この潜在的な敵意は当然直接間接にそれらの現地支配層に向けられるであろう．それは殆んどの場合，あからさまではなく穏微で，しかも挑発的な形をとる．

Five High School boys came down the road abreast. Ellis saw them comig, a row of yellow, maliciou faces—epicene faces, horribly smooth and young, grinning at him with deliberate insolence. It was in their minds to bait him, as a white man. Probably they had heard of the murder, and — being Nationalists, like all schoolboys — regarded it as a victory. They grinned full in Ellis's face as they passed him. They were trying openly to provoke him and

knew that the law was on their side. Ellis felt his breast swell.(14)

In the end the sneering yellow faces of young men that met me everywhere, the insults hooted after me when I was at a safe distance, got badly on my nerves. The oung Buddhist priests were the worst of all. There were several thousands of them in the town and none of them seemed to have anything to do except stand on street corners and jeer at Europeans.
I thought that the greatest joy in the world would be to drive a bayonet into a Buddhist priest's guts,(15

最初の引用文は *Burmese Days* からであるが，この後英国人の Ellis が激怒の余り，持っていた杖で1人の高校生の顔面を殴りつける．ビルマ人医者の手当が不適切なためもあって，その高校生は失明するが，その町のビルマ人達が怒って，町にある英国人クラブを数百人で取り囲み，投石を始めるという経過をたどる．

次の引用文は有明な *Shooting an Elephant* の一節であるが，この事件に Orwell がかかわったのは，1926年9月から翌年の3月まで勤務した港湾都市 Moulmein においてであった．彼が英国の植民地支配について深い疑問を持つようになったのは，この年があるいはその前年あたりからである．彼は自らがその一員である，いわゆる英国の帝国主義的支配に疑惑と不信の眼を向けざるを得なくなると同時に，日常の感情的側面では，ビルマ人の不断の挑発的言動に対して腹わたの煮える思いをさせられる．深刻なジレンマである．

Orwell がビルマで勤務していたのは，このような時であった．もう数年早ければ‘寛容な’英国統治の下で，ビルマ人達ははるかに秩序正しい，温容な姿を見せていたに違いないが，特に都市部におけるビルマ人の反英感情は年年強まって行くばかりであった．加えて彼の職業は，配下に多くのビルマ人をかかえた幹部とはいえ，警察官である．ビルマ人の側から云えば，抑圧者であり，帝国主義的支配と収奪の先兵に外ならない．それに幹部ではあっても，一般のビルマ人大衆や容疑者，犯罪者と常住不断に接触していなければならず，これが Orwell に次第に負担となって，耐えられぬ状態になって行く．

Say what you will, our criminal law is a horrible thing. It needs very insensitive people to administer it. The wretched prisoners squatting in the reeking cages of the lock-ups, the grey cowed faces of the long-term convicts, the scarred buttocks of the men who had been flogged with bamboos, the women and children howling when their menfolk were led away under arrest — things like these are beyond bearing when you are in any way directly responsible for them. I watched a man hanged once; it seemed to me worse than a thousand murders. I never went into a jail without feeling (most visitors to jails feel the same) that my place was on the other side of the bars. I thought then — I think now, for that matter — that the worst criminal who ever walked is morally superior to a hanging judge.(16)

彼一流の端的で直截な，一片の感傷をも交えない文章ではあるが，むしろこれは悲鳴に近い．英国のビルマ植民地支配を否定する最も強力な契機となったものは，恐らくこのような，職務遂行にまつわる日常の情景であったのかもしれない．観念と思想が先行したのではなく，支配者側の必要に応じて作られた法律と，それを保障し施行する機構，そしてその延長線上で愚かしくもみじめに浮遊するビルマ人達，その現場に否応なしに立合わされる機構の歯車の一つである自己の姿が先ず何よりも先にそこにあった．

ビルマ時代の Orwell には作家になろうとする意志も欲求もまだ明確でなかった．それは無意識界の底に横たわったままの冬眠状態にあった．むしろその欲望を作為的に抑えつけていた．彼はその5年間に家族や友人達に手紙を書くことも非常に少なかった．もし彼に作家になろうという野心なり，止み難い欲求があれば日々の，その時々の経験や事件を書き記した大量の書簡なり，ノートが残っている筈であるが，そのような形跡は全くないのである．1927年以降の彼のいわゆる作家修行時代の最も初期に書き散らされた残存する原稿を見ると，文章と語法の面から判断する限り彼の才能は豊かとは云い難く，あるいは少くともまだ未開発の状態であるということから，その間の事情が浮び上って来るのである．

Orwell が1930年頃から書評やエッセイを投稿し始め，作家としての履歴を踏み出す上で大きな勵しとなった文学雑誌に‘Adelphi’がある．30年代に‘Adel-

phi'の編集者であったRichard Rees に Orwell が語ったところによると，ビルマ時代に 'Adelphi' を読んだとこがあるが，'scurrilous rag' としか思わず，ライフルの標的にしたということである.(17)彼はこの話をにこりともしないで語ったそうであるが，勿論一つの笑話として受取られれるべきであろう．しかしこの話を字義通りに受入れることは出来ない．彼は幼少時より心に漠として抱いていた，作家たらんとする希望と欲求に止めの一撃を加えようとしたのであろうか，それとも Eton 時代の友人達が英国の文壇に登場し始めている状況と対照される自身の現状に，焦燥と忿懣をそこにぶっつけたのであろうか．

彼は書くことを放棄し，作家たらんとする願いを断念してはいたが，勤勉な読書家であった．しかし彼が手にとる作品は Rangoon, Mandalay, Moulmein の書店に並んでいるものであった．20年代は新しい文学運動が澎湃として起っている時期ではあったが，その衝撃，影響，あるいは実際の作品がスエズ運河以東に及ぶことは先ずなかったのである．先の 'Adelphi' の例を見ても分るように，同時代の遥か離れた本国における新しい運動に対しては先ず忌避の感情が先立っていたのかもしれない．あるいはまた，それらの運動自体も，運動の旗手達の作品も自己の資質と才能に合っていないことを感じとって，それらに対して嗜好も興味も湧かなかったのかもしれない．

1．Christopher Hollis, *The Study of George Orwell*, (London, 1956), p. 26.
2．Peter Stansky and William Abrahams, *The Unknown Orwell*, (London, 1972) pp. 129～130.
3．同書 pp. 146～176.
4．Sonia Orwell and Ian Angus ed., *The Collected Essays and Journalism and Letters of George Orwell*, Vol. I (London, 1968) p.547.
（以下 *C.E.*，と略称）
5．*C.E.*, Vol. I, p. 3.
6．*The Unknown Orwell*, p. 187.
7．同書 p. 189.
8．*C.E.*, Vol. I, p. 3.
9．G.Orwell, *The Road to Wigan Pier*, (London, 1965) p. 145.
10．同書 p. 146.
11．同書 p. 149.
12．同書 p. 149.
13．George Woodcock, *The Crystal Skirit*, (Boston, 1966) p. 85.
14．George Orwell, *Burmese Days*, (London, 1934) p. 242.
15．*C.E.*, Vol. 1, p. 236.
16．*The Road to Wigan Pier*, p.148.
17．*The Unknown Orwell*, p.172.

工業高専での歴史教育

——高専教育3年の経験に基く雑感的小論——

丹　後　杏　一

＜昭和54年8 月17日受理＞

The Historical Education at Technical College.

Kyōichi TANGO

はじめに——高専教育の特異性と歴史教育——

高等専門学校の教育は，筆者の30余年にわたる教員生活のなかでのはじめての経験であり，着任以来3年の余をへた現在においても，何かと途惑いを覚えることが多い．普通高校と職業高校，男子校と女子校とで若干のニュアンスの差違はあれ，教育体系の基本線を共通にし，教員に対してほぼ一定した行動様式が要求されている高等学校の場合とは異なり，工業高専での教育は，その歴史の浅さや教師相互間の心理的なコミュニケーション不足のゆえもあって，未だに定型を成さず，すべてが試行錯誤の段階にあるように思われる．そして，その高専教育の中での一般教科の教育は主として高校の学令に相当する低学年に配当されており，教育課程の上でのごく大まかな基準こそ与えられているものの，指導要領に該当する内容のものは存在せず，各学校，各教官それぞれの自主性に委ねられているのである。文系，とりわけ歴史などの社会系科目に対する扱いにおいてとくにその感を深くする．

工業高専での歴史教育は社会系科目の中に属してその時間数を4単位と定められており，それは多くの場合低学年に配当されている．そして，その4単位の授業での指導内容については，上記のごとく指導要領も別に作成されず，担当教官の自由な裁量に任されているのである．勿論，歴史担当の専任教官の配当は各校1人宛にすぎず，その専攻分野も日本史，東洋史あるいは西洋史とそれぞれ異なっている[①]ので，おそらく各高専ごとにほとんど違った内容の授業が行なわれているのではないかと推察される．また，教科書についても，別に特定のものの使用を強制されているというわけでもないので，各校ごとに文部省検定済の高校教科書，全国の高専教官の編集・執筆に成る概説書，[②]あるいは通史的内容の市販の単行本の類[③]などを担当者自身の判断に基づいて採用・使用しているという現況である．

以上のような高専での歴史教育の所与の現状のなかで，担当の教官はそれなりに努力し，模索している．他校の教官との間の教育や研究に関しての話し合いの機会も皆無に等しいという現在の状況のなかで，それにもかかわらず，一応の努力を傾けているのである．以下は，高専の歴史教育を担当する筆者が，この3ヵ年の間，完全な五里霧中ともいうべき状況下で試行錯誤をくり返しながら考えてきた構想の一部であり，いわばその中間報告ともいうべきものである．他の高専で歴史を担当しておられる教官各位の率直な批判を仰ぎたい．

Ⅰ　学生の歴史に対する興味・意識の状況

たとえ中間報告という形のものにせよ，高専での歴史教育のあり方なり方法なりについてふれようとする場合，そこには，おのずから，現在の高専の学生の歴史的な興味や意識の状況についての実態把握が前提として用意されていなければならない．そのようなわけで，筆者は，本年6月，本校の2年生全員を対象として一種の歴史意識調査を行なってみた．調査項目等に関して十分に検討する余裕がなかったため，いたって不備，不完全なものではあるが，それなりに今後の教育実践に裨益すべき何らかの素材にはなりうると思う。調査項目および調査結果を集計した結果を要約すれば次の通りである。

〔歴史に対する興味・意識ならびに歴史の授業に対する希望等の調査〕

実施年月——昭和54年6月

調査対象——本校2年各科学生　145人

1．歴史への興味

㋐興味がある　49%　㋑興味がない　10%　㋒どちらでもない　41%

全体の半ばに達する学生が歴史への興味を示している。

2．歴史の中の興味のある分野

（1）地域

㋐郷土　16%　㋑日本　48%　㋒外国　36%

日本史への興味を示す者が多い.

◎外国ではどの地域に興味をもつか.

ヨーロッパ　50%　アメリカ大陸　23%　東アジア　14%　その他　7%　興味なし　6%

あまりにも欧米志向が強すぎる.明治以来の日本の国家的姿勢あるいはそれに伴うわれわれの教育の結果というべきであろうか.

（2）時代

㋐原始　13%　㋑古代・中世　30%　㋒近世・近代　44%　㋓現代　13%

近世・近代という比較的近い時代に興味を示す者が多いが，現代が少ないのは意外とされてよい.

（3）興味をもつ主題

㋐政治・戦争史　40%　㋑社会・経済史　6%
㋒思想・文化史　20%　㋓産業・技術史　13%
㋔人物中心の歴史20%　㋕その他　1%

この年令の学生としてほぼ当を得た関心度といえる．産業技術史に興味をもつ者が比較的多いのは本校の特殊性に負うものといえよう。

（4）もっとも興味のある具体的なテーマを1つあげよ.

第2次大戦　27人　明治維新　13人　邪馬台国　5人　戦国時代・フランス革命　各4人　キリスト教・ルネサンス・日清戦争　各3人

3，歴史上の人物について

（1）尊敬する人物を1人あげよ.

豊臣秀吉　6人　ナポレオン　5人　エジソン・ヒトラー・ダ・ヴィンチ・キリスト・坂本竜馬・野口英世　各3人

政治家や科学者が多いが，とくに特定の人物への集中はみられない．年令のせいか，未だ人間の内面的な偉大さを理解するまでにはいたらず，ごく表面的な観察に終わっているようにみうけられる.

（2）興味をもつ人物を1人あげよ.

ヒトラー　19人　源義経　5人　卑弥呼・聖徳太子　各4人　キリスト・クレオパトラ・織田信長　徳川家康　各3人

ヒトラーという人物の度しがたいまでの妖しげな魅力のほどにおどろかされる．最近の民主主義離れの社会相の反映とみるべきであろうか.

4．物心ついて以来現在までの間におこった内外の事件の中でもっとも印象にのこっているものを1つあげよ.

（1）国内の事件

3億円事件　21人　浅間山荘事件　19人　ロッキード事件　10人　よど号のっとり事件・石油ショック・万博　各3人

（2）国外の事件

アポロ11号月面着陸　11人　ベトナム戦争　7人　イラン革命　4人　中越戦争・毛沢東の死・ガイアナ集団自殺　各3人

ロッキード事件やダグラス事件のような政界汚職問題よりも，むしろ3億円事件や赤軍派の過激な行動のような劇的性格のあざやかな出来事の方が現代の若者の心に大きな刻印をのこしているらしい。

5．　歴史の進歩についてどう考えるか.

㋐進歩する　65%　㋑かわらない　20%　㋒退歩する　10%　㋓その他　5%

ほぼ予想通りの結果といえる．勿論，この「進歩」という言葉の意味についてはさまざまな解釈の仕方がありうるであろう.

6．歴史的伝統や文化財の保存・維持についてどう考えるか.

（1）伝統やしきたりの保存の是非

㋐保存すべし　65%　㋑保存しなくてもよい　15%　㋒わからない　14%　㋓その他　6%

（2）文化財の保存の是非

㋐保存すべし　89%　㋑保存しなくてもよい　4%　㋒わからない　5%　㋓その他　2%

（3）郷土の方言の保存の是非

㋐保存すべし　65%　㋑標準語に統一せよ　8%
㋒わからない　15%　㋓その他　12%

これはまことになすもがなの質問であったといえる。とくに，保守志向が強まりつつある今日，伝統保存論が大半を占めるという結果はある程度予想されたことであった.

7．好きな国と嫌いな国

（1）好きな国

スイス　23人　アメリカ　22人　オーストラリア　15人　イギリス　12人　カナダ　7人　フランス　イタリア　各6人　オーストリア　5人　ドイツ　スエーデン　中国　各4人

相も変わらぬ欧米志向の傾向が気になる．とりわけ，アジア，アフリカ，中南米諸国に対する無

関心の傾向は早急にただすべきであろう．

（2）嫌いな国

ソ連　55人　中国　18人　朝鮮　10人　アメリカ　南阿　各6人　イラン・ベトナム　各4人

ソ連に極端に集中している．また，中国や朝鮮に対する戦前以来の嫌悪意識の根強さにはおどろかされる．これはその国民や国土，その文化などに対する嫌悪ではなくて，そのイデオロギー性や政治体制に対するそれによるものであろう

8．人類の未来像について

○機械の時代　○没個性的で非情冷酷な人間の世界　○公害の増大と自然の荒廃　○核戦争で滅亡する　○食糧危機　○原始時代への逆転　○階級のきびしい時代　○人間時代の終わり（以上悲観論）

○宇宙開発の進行と太陽系への進出　○自由で平和な世界　○人種の別がなくなる　○飢えや貧困がなくなる（以上楽観論）

この問題については，悲観的な見方をする者の方が圧倒的に多く，現在の大人達のそのような気分の反映とうけとれる．世界をより明るい方向へと動かし，青少年に希望と生き甲斐を与えるべきわれわれ成人者の使命を痛感させられる次第である．

9．日本の将来について

○資源・エネルギーの不足で経済的に破綻する　○先進国から脱落する　○米ソに従属し植民地同然となる　○自然破壊と戦争で滅茶々々になる　○工業の不振で農業国になる　○核戦争でほろびる（以上悲観論）

○壁にぶつかつてもうまくのり切る　○中国やアジア諸国に進出する（以上楽観論）

この問題についても，人類の未来像より以上に悲観的な見方をする者が多い．このように日本の将来の姿を何となく絶望的なものとしてうけとっている限り，若者には夢も希望もなく，そして瞬間々々をバイクの暴走やインベーダー・ゲームのような刹那的なよろこびに燃焼させるしかなくなるのである．その意味で，われわれは，青少年の精神的な育成という使命を果すべきことをとくに現代日本の指導者達に要望する．

10．高専での歴史の授業のあり方について

（1）高専の特殊性を考慮すべきか

㋐考慮すべし　46%　㋑考慮しなくてもよい　30%　㋒どうでもよい　24%

高専の特殊性を考慮せよとの提起は，そのまま科学史や産業技術史を重視せよとの考え方につながるであろう．

（2）授業の方法に対する希望

㋐講義式　69%　㋑自己展開方式　24%　㋒その他　7%

格別従来と異なる方法を求めないという点で，今日の一般の高校における傾向と変わりはない．

（3）科学技術史をとりあげるべきか

㋐とりあげるべし　38%　㋑とりあげる必要なし　32%　㋒わからない　30%

それ程強い要望ではないが，ある程度は考慮すべきであろう．

以上の調査結果から本校の学生の歴史的な興味や意識の状況について綜括してみた場合，およそ次のようなことが云えるのではないか．

1）全体的にみて，きわめて保守的，守旧的であり，伝統的な思考の枠をほとんどはみ出していない．最近，若年層の意識の保守化ということがよく云われているが，まさにその通りの状況といえよう．

2）日本経済の高度成長期に生を享けて，その停滞とゆきづまりの時期に青年期を迎えたかれらにとって，未来とは希望のないカタストロフであり，歴史の進歩を信じつつも，その進歩の行方を見つめるまなざしはいささかペシミスティックである．

3）工業技術の専門学校という本校の性格からして当然のことともいえようが，一般に文学，芸術，思想などの人文的な分野に対する関心が薄く，読書領域もきわめて狭い．人物に対する興味の程度などは中学生ぐらいのレベルでしかない．

Ⅱ　指導内容について

〔1〕日本史中心か世界史中心か

高専での「歴史」という教科目は，その内容が高校や大学におけるごとく，「日本史」と「世界史」，あるいは「国史」「東洋史」「西洋史」という風に明確には区分されず，どのような内容をとり扱うかということも教授者の自由に任されている．教官相互間の教授上の意見交換や研修の機会もほとんど与えられていないため，各校における実状を把握することはきわめて困難であるが，教官のなかでの日本史専門家の割合いがかなり高いという事実に徴してみた場合，多くの学校ではおそらく日本史を中心とする指導が行なわれているのではないかと推察されるのである．勿論，学校によっては4単位を2分して世界史と日本史を各2単位宛教授するというカリキュラムを作成しているところもある由である[④]が，このような細分化は実際面からみてあまり得策とはいえない．むしろ，日本史，世界史のいずれかに重点をおいて指導した方がより大きな効果を期待できるものと筆者は考える．

では，それならば，日本史と世界史のいずれにより

多くの比重をもたせるべきであろうか．この点については，前記の調査結果における学生の興味の方向――日本史に興味をもつものが48%を占める――といささか矛盾するような答ではあるが，やはり世界史の方を重視すべきではないかと思う．というのは，小・中学校での教育において与えられた歴史の知識がかなり日本史に偏っている以上，外国の歴史を学ぶことによってその欠を補うことがとくに必要であり，また，工業技術者としての将来を期待される高専の学生にとっては，現代の科学技術の源流をなす欧米文化の歴史的発展の推移を理解把握することが肝要だと考えるからである．さらにまた，今後の日本のあるべき方向としての後進国への技術援助の増大ということを考慮に入れた場合，技術者の海外進出の機会はますます多くなるものと予想されるのであり，その意味からも，世界各国の事情を知るための一助として世界史を学ぶことの必要性が痛感されるのである．

もっとも，ここで筆者の云わんとするのは，決して日本史を軽視せよということではない．日本史の分野も，とりわけ幕末・維新以後の近現代史については，世界史の流れと緊密に関連づけながらかなり詳細にとりあげるべきであろう．世界史の学習を通じて，外国の事情を理解させるとともに，日本および日本民族が世界の中で占めてきた位置，その歴史的特殊性を過不足なく正しく認識させることこそ，われわれの歴史教育に科せられた重大な使命といえる．このような考え方に立脚して，筆者は，高専での「歴史」科の指導内容につき次のように提言したい．

○第１年次～第２年次（２単位）

ギリシア・ローマから中世末にいたるまでのヨーロッパ史を中心に，中東・インド・中国などのアジア世界にもふれながら展開する。

○第２年次～第３年次（２単位）

ルネサンス以後のヨーロッパ近現代史をとり扱う．とくに，後半においては，幕末・明治維新以後の日本の近代史を軸として展開する．

以上のような指導内容の排列の仕方について別に確信めいたものをもっているというわけではないが，現に筆者自身ほぼこの通りに実践している．他校の教官各位の率直な御意見をうけたまわりたい．

〔２〕工業高専向きの内容を考えるべきか否か

歴史教育における工業高専向きの内容とは，すなわち，産業技術史あるいは科学技術史の分野を指すものと一応考えてよい。これらの分野については，前記の調査結果によれば，現在の高専の学生もある程度の関心をもち，学び知ることの必要性を実感としてうけとめているように思われる．もっとも，この産業あるいは科学技術史の内容は，それぞれの専門科目の中で扱うか，それとも別に独立の科目を設けて指導することにでもすればともかく，一般科目としての歴史の授業の中で本格的にとり扱うについては，次のようにいろいろと問題点が多い．

１）現行のように僅か４単位という限られた時間数のなかで，一般史的内容のほか産業・科学技術史の領域にまで立入って納得のゆく指導をすすめることは至難の業である．

２）自然科学や技術上の諸問題についてのずぶの素人である歴史の教師が，このような問題にまで深入りして果して自信のある指導ができるか否か疑問とされる．

とするならば，ここでわれわれが与えられた条件と種々困難な制約のもとで産業・科学技術史の内容をとりあげようとする場合，それはおのずから以下のような程度のものとならざるをえまい．すなわち，低学年で４単位の授業という現状では，正面から大上段にふりかぶるようなとり組み方をさけ，むしろ一般史（とくに世界史）の展開の中である程度科学技術や産業の問題にウェイトをおいて指導するというのが本筋であり，そのためにも，指導する教師の側でそれなりに高専教育の実情をふまえた独自の指導計画を作成すべきである．そして，そのような指導計画の作成にあたっては，およそ次のような事項について重点的な配慮を行なうべきであろう。

○　古代オリエントにおける実用的知識・技術の発生と展開．

○　ギリシア・ヘレニズム時代の自然哲学および自然科学の成長と展開，ならびにその歴史的性格．

○　イスラム科学技術の成立と発展，その影響．

○　ルネサンスの科学技術．

○　近代における科学的研究方法の成立と発展――合理論と経験論の展開――

○　17世紀の「科学革命」とヨーロッパ近代科学の形成．

○　産業革命と生産技術の進展，その社会的影響．

○　近代日本における産業技術発展の歩み．

○　戦争と軍事技術の推移．

いずれにせよ，筆者の体験に基づく感触によれば，工業高専の学生が歴史の授業の中での産業や科学技術の問題に相当以上の関心をいだいていることは事実であり，指導にあたる教官の側においても，そのような実態を十分にふまえた上で，それに即応する教育計画を立案せねばならぬものと考える．その意味において，歴史担当の教官としても，高校とも大学とも異なる工業高専の教育の独自性なるものをよく把握し，工学や

科学技術の今日の水準などをもある程度は消化した上で教育にあたらねばならぬこと，もとより云うを俟たないのである．

〔3〕高学年での選択科目の内容をどうするか

昭和52年度以来の教育課程の改訂によって，高専における社会系科目の内容は高校の社会科のそれに準ずるものとするように改編され，その結果，おのずから，従来高学年に配当されてきた倫理哲学，法学，経済学などの諸科目は姿を消すにいたっている．ところで，本校でも，このような高校型のカリキュラムを採用したことにより，社会系科目の大半は3年以下の低学年に下ろされたが，その代わりに5年次に人文社会科学特論という2単位の新科目が設定され，その枠内で3～4の社会系科目の選択が行なわれることになった。その選択科目の種別，内容を如何にするかについては，具体的実施の段階が昭和56年度以降のことなので，未だ明確な成案を得ているわけではないが，ほぼ次のような線で考えている．

1）科目の種類，内容はその年度ごとに社会系科目を担当する専任教官の得意とする専攻分野によって決める．たとえば，現在の状況からすれば，それは，哲学，歴史学，人文地理学の3科目に基づくものとなろう．その時々の状況次第で，法学，経済学，あるいは社会学，心理学などになることも考えられる．

2）上記の諸科目（各2単位）は同一時間に同時展開することとし，学生はそのいずれかの1科目を自由に選択するものとする．

ついで，以上のような人文社会科学特論のなかでの選択科目としての歴史学の内容をどのように考えるかということが問題となる．結論から先に云えば，それは結局はその時々の担当教官の専攻分野の線に基づき，その自由な裁量に任せるの外はないであろうが，それにしても，一応の基本的な考え方はあってしかるべきものと思う．その意味において，若干の私見を開示すれば次の通りである．

1）大学に相当する学年に配当された科目である以上，低学年での「歴史」の場合とは異なり，それはまず，学術的に高度な内容のものでなければならない．

2）しかし，それとともに，大学とは異なる工業高専の特殊性を考え，しかも，この科目が卒業直前の学年に配当されているという状況を考慮した場合，それは学生の技術者としての将来の生活に役立つものでなければならない．

3）筆者の意見としては，ここでは西洋文化史，とくに近代以降の科学思想の展開や産業技術の推移を中心とする思想文化史を扱ったらどうかという風に考える．また，特定の国や地域を中心に展開するのも一つの方法であろう（例 ——ドイツ近代文化史，中国技術文化史など）．日本史的分野をとりあげる場合には，近世以降の外来思想やその技術文化の受容の歩みなどを扱うのも興味あるテーマである．[5]

Ⅲ　指導の方法について

〔1〕講義中心の正統派授業の是非

工業高等専門学校は高等学校と短期大学の両課程を結合したそれなりの一ケの完成教育機関であり，大学の後期専門課程への編入学を志す一部の者を除き，その学生の大半は企業等への就職をめざしている．したがって，そこには，とくに人文系の科目においては，高等学校の教育を否応なしに大きくゆがめているいわゆる受験指導に伴う弊害なるものはおよそ存在しない．つまり，考え方によっては，高専では，大学受験というものに一切左右されず，教科書の隅から隅まで，それこそ重箱の底をほじくるような細かな事項まで学生の頭につめこまねばならぬという義務感もなしに，悠々と理想的な本来の歴史教育を展開できるともいえるのである．かく云う筆者自身も，3年前に本校に着任した当初は，そのような教育におけるのぞましい理想像をえがいたのであった．ところが，3年間，実際に指導にあたってみると，ことは必ずしもそう理想通りに運ぶわけではなく，いろいろと困難な問題にぶち当つているというのが現状である．

歴史の授業の方法としては，おそらく大部分の教師によって行なわれている伝統的な講義式の授業と，それに対して学生・生徒の自主的な学習活動を機軸としてすすめられるいわゆる自己展開学習との2つの形態が考えられよう．後者の自己展開学習とは，すなわち，大正時代に一時流行したダルトン・プランの系譜につながり，戦後米軍占領下の教育改革のもとで強力に推進された授業の形態であり，学生・生徒の個人またはグループが教科書の内容を1小単元宛分担して研究し，その成果を発表するという仕方で授業をすすめるのである．そして，この方法では，教師の役割は事前の研究の分担割，各グループ等への研究上の指導・助言，文献紹介，そして発表後の綜括と後始末などに限定され，一見楽になったようにみえるが，その実，真剣に対応するとなると講義式授業よりもかえって重い負担を負わされることになる．[6]　筆者自身，高校においてこの方式をしばしばくり返し実践してきたのであるが，指導上の怠慢ということもあって思うような成果をあげることができなかった．本校の学生に対しての前記の調査結果によれば，全体のほぼ4分の1程度の者がこの自己展開方式の学習をのぞんでいるようである．が，筆者は高専の授業でのこの方式の採用には反対で

ある．というのは，これを現実に実行するとなると，専門科目の多い，理数系科目の学習上の負担が大きいこの学校では，高校の場合より以上にさまざまな障害に阻まれて不成功に終わる功算が多いように思われるからである．工業高専での歴史等の人文系諸科目の授業は，その全教科の中で占める位置，役割や学生の学習負担能力などから綜合的に考えてみた場合，やはり，あくまでも，教師自身による講義中心の授業形態を主とすべきであろう．勿論，そこでは，単なる教師側からの一方通行的な講義に終始するというのではなく，時としては学生の研究発表を交えたり，視聴覚的な方法を利用するもよし，能う限り教師と学生集団との間の自由で人間的な対話という雰囲気をまもりながら，臨機応変にどのような方式にも変えてゆくだけの融通性をもつことがのぞましい．すなわち，高専の授業では，講義中心の伝統的な方式を主にしながらも，さまざまの他の方式を随意に併用しつつ，縦横自在の授業展開をはからねばならぬという．ある意味では高校でのそれ以上に高度の教授技術を要するものと考えるのである．

〔2〕読書指導との関連

本校に着任して以来の筆者の痛切な実感は，工業高専の学生が一般的常識に乏しく，とりわけ文学や芸術などを含む人文的・社会科学的な教養をいちじるしく欠いているということであった．勿論，この点については，何も高専だけの問題ではなく，テレビや漫画で育てられた最近の高校生や大学生の世代に共通して云える傾向ともうけとれるであろうが，それにしても，本校生の現状はひどすぎると思う．一世代以前のふつうの高校生であれば多分半数程度が読んでいるか，少なくとも見聞きしていたと思われる高名な文学作品――デュマの『モンテ・クリスト伯』やユーゴーの『レ・ミゼラブル』など――を知っている者が本校の２年生程度で皆無に近いのである．文学作品にしてすらそのような状況であるからには，まして歴史，哲学関係あるいは政治，経済などの社会科学の領域にいたっては，その知識の程度がおよそ察せられるであろう．

また，前記の調査結果に徴しても云えることであるが，高専の学生の社会的意識・傾向がきわめて保守的，現状維持的で，平均的日本人の伝統志向型のパターンをほとんどはみ出していないというのにはおどろかされる．[7] これは，最近ジャーナリズム等でかまびすしく云われているように，世の中一般の現状維持を求めるムード，戦後30年をへた段階での青少年の意識における一種の世代返りの傾向，あるいは保守化した大人の意識の反映ともうけとることができようが，それにしても，指導するわれわれの側としては，若者らしい現状打破の意欲を欠いた学生達の姿に一種の喰い足りなさの感を禁じえない．このような状況では，将来企業等に就職した場合，従順な従業員にはなりうるであろうが，今日のような世界的エネルギー不足という難局に直面した工業の現場において，かれら中級技術者の立場からの発意を結集した形で起死回生の再生をはかることなど，およそ不可能と断じてよいであろう．折角高専という学校ができたからには，その卒業生が今後の日本の工業の成長と転換に果すべき役割というものを強く期待するがゆえに，とくにこの感を深くするのである．そのような意味において，筆者は，国語科のみならず歴史科においても，読書による教育指導をより一層推進すべきことを強調したい．

高専における読書指導の問題については，すでに本校では，国語科の棚町知弥教授（現長岡技科大教授）により集団指導の実践が行なわれ，その成果に対しては一応の評価が与えられている．[8] 筆者自身も高校在職中かなり長期にわたって学校図書館の運営を担当してきた関係上，この読書指導の効果についてもある程度心得ており，とりわけ高専のように受験体制のない学校での人文・社会系の諸教科にあっては，読書を通じての教育実践を強化・拡大してゆくことが必要なのではないかと考えている．その実践の仕方については，担当する教師各々の考えに基づくそれぞれの効果的な方法があろうが，筆者なりに頭に浮かべたことなどを羅列すれば次の通りである．

1）まず第一に，図書館を管理運営する側と教科指導にあたる教官側との間の不断の連繋を密にし，図書館側の最大限の便宜供与がえられるようにしておくこと――この点については，国立学校の場合，公立学校とは異なった面倒な問題を生ずる可能性も予測される．

2）教科の年間指導計画に基づいて指導内容の個々の主題（単元）ごとに関連のある参考図書，あるいは伝記書，文学書等の目録（一種の件名目録）を作成し，できれば印刷して学生に配布しておくこと．図書館の閲覧室内に単元書架を特設して関係の図書を集中配架し，学生の自由な利用に供するという方法もある．なお，教師が授業中に適宜関係図書の紹介を行なうというやり方の方が効果的との考え方もある．

3）時折り（とくに夏休中等には），課題としてレポートまたは読書感想文の提出を強制するというのも，読書指導を効果あらしめるための一つの方法である．その場合には，当然，参考図書の検索の仕方その他について事前指導が行なわれるべきであろう．

4）低学年での歴史教育の場合，最初から文学作品を利用した指導計画をたてるというのも一案であり，

中途半端な読書指導よりもむしろ効果があるかもしれない．このことについては，松田至弘氏の貴重な実践研究[9]や文部省の教科調査官星村平和氏の編修に成る詳細な指導例[10]などが参考になる．

5）このような指導をすすめるための前提としては，方法をどうするかという問題よりも何よりも，まず，歴史を担当する教師自身が自己の狭い専門領域にのみ局蹐することなく，内外の歴史や文学，芸術，人文，社会の諸科学，現代の諸問題などひろい分野にわたって関心をもち，不断に読書による知識の吸収と自己陶冶を怠らぬことが先決肝要事であり，それによってこそ，真に魅力のある読書指導と歴史の授業ができるようになるというものである．

おわりに――高専での歴史教育の意味を問いつつ，指導内容と方法における自由な展開をのぞむ――

高専での歴史教育の問題に関しては，以上のほか，なお，視聴覚資料の利用や評価法のことなど論議の対象たりうる多くのテーマが存するのであるが，すでにあまりにも駄弁を弄しすぎたきらいなしとせず，いささか自戒の念にかられ，このあたりで筆をおくことにする．そこで，最後に，筆者自身がこの3年間の経験の中で考え，毎日の授業の中である程度実践していることなどをかいつまんでのべることにしたい．もとより，そのなかに，現に実践できていなくても他日必ず試みたいと願っていること，あるいは筆者なりに心にえがく理想の授業の姿などが含まれるのは云うまでもないことである．

すでに冒頭の「はじめに」においても言及したごとく，工業高専の教育は，設立以来約15年というその歴史の浅さのなかで未だ定型を成さず，一種の試行錯誤のくり返しとも云えるような状況にある．教育課程全体の中での専門教科目と一般教科目との配合などにもなお適切とは云い難い面があり，その点の解決をはかるためには，双方の教官の間の心的な交流を円滑ならしめ，ほどよき調整を行なうことが早急に果すべき最肝要事であろう．一般教科目の中でも，数学や物理，化学などは各専門教科の教育と密接な関係があり，双方の間の連繋を緊密化することによって大いなる教育効果が得られるのは云うまでもないことであり，各校においてもそのような形での研究がすすめられていることと思う．しかし，それが歴史のような人文・社会系の科目となると，専門教科目との連繋をはかるなどそう簡単にすすめられるものではない．勿論，たとえば地理や政治経済などでは，公害や環境汚染の問題をとりあげることによって，とくに工業化学科の教育との結びつきを強めることもできようが，歴史の場合には，前述のごとく，産業や科学技術史の問題を人類文化の向上発展という視点からとらえる以外には，適当なアプローチの仕方を見出すことはできないのである．

筆者の意見を結論から先に云うならば，工業高専での歴史教育あるいは歴史の授業は，高校や大学などで行なわれている既成の体系にとらわれることなく，内容的にも方法的にも，能う限り自由に展開すべきだと思う．すなわち，世界史であれば，一応ヨーロッパ史の体系に則って授業をすすめつつも，時宜に応じて臨機応変に日本史の問題や中国・東南アジア・中東などを含むアジア地域の諸問題に入ってゆくのもよし，また，新聞雑誌やラジオ・テレビなどを通じてわれわれの耳目をそばだてさせている内外の事件を必要に応じてとりあげることも，現代人のための現代史教育の一環として大切なことであろう．さらに，方法においても，教師の講義中心の授業展開を主としつつも，学生の興味関心の状況や反応次第では，教師側からの発問，学生側からの質問，集団討議，それに学生の研究発表などの諸形式を交えながらできる限り授業の形式に変化をもたせること．そして，時と場合によっては，教科書や固定したテキストのみにとられることなく，ひろく哲学，文学，社会科学，自然科学などの一般書の共同講読を通じて文化史や思想史上のより高度な内容の問題を論議の対象とするもよし，映画，テレビ等の観賞によって得られた最新の知識や情報を授業中の話題たらしめてもよい．つまり，時に応じ機に即して種々様々な素材を自在に駆使しつつ，可能な限り自由な授業展開を行なうこと，そして，学生達に対して人文的，社会的な問題への関心をいだかせ，読書を通じて自発的，能動的な学習研究の意欲をめざめさせること，そのような指導のすすめ方のなかに，高校や大学の教師とは異なる高専の歴史担当教師としての独自性が存するのではないか．このように考え，少なくともこのような指導のあり方を一つの理想としてめざしつつ，不十分な実践のくり返しに終わっているというのが，この3年間の筆者の状況である．

もっとも，このような指導のあり方，授業展開の仕方をその理想としてめざそうとする場合，工業高専の歴史担当の教師は，おのずから，一ケのオールマイティたることを自らに要求せざるをえなくなるであろう．が，そこまで云うのは極論であるにしても，少なくとも，単なる狭い領域の専門家の域にとどまることなく，ひろく人文的，社会的分野の全体にわたって関心をもち，場合によっては自然科学や産業技術等の諸問題，文学・芸術や映画・演劇・スポーツなどの人類文化のあらゆる部面に対しても相応の知見を有することが必要な前提条件となる．つまり，高専の歴史教師こそは，

一方において，自己の専門分野でのすぐれた研究業績をきづき上げるとともに，他方，ひろい範囲にわたって知識と見聞を深め，学生にとっての知的な導きの星たるの役割を果す存在であらねばならぬというのが筆者の考える理想像である．そのためにも，不断の自己研鑽を怠らぬことがわれわれに与えられた最大の課題といえる．

註① 全国の工業高専の歴史担当専任教官の専攻分野別分類――『国立高専教官名鑑』(昭和47年現在)による.――
日本史 28校 東洋史 6校 西洋史 5校
不明 4校

② 歴史教育資料研究会編『歴史学概説』(上・下)中教出版

③ たとえば，次のような書物が使用されているようである．
上原専禄編『日本国民の世界史』，岩波書店
林健太郎『世界の歩み』(上・下)，岩波新書
仝上 『歴史の流れ』， 新潮文庫
堀米庸三『歴史を見る眼』， ＮＨＫブックス
鈴木 俊『東洋史要説』， 吉川弘文館
今来陸郎『西洋史要説』， 仝上
猪谷文臣ほか『西洋史通論』， 創元社

④ 昭和52年度の西日本地区での各校別教育課程(案)表によれば，4単位を2単位ずつ日本史と世界史とに分割していたのは27校中8校であった．(和歌山高専での高等専門学校教員研究集会のさいの調査表による)

⑤ 他校で高学年に配当されている歴史関係選択科目の例――文明史，自然科学史，東洋近現代史など．

⑥ この自己展開学習については，昭和30年代における東京都立日比谷高校の実践例や学生紛争当時の都立上野高校の実践例などが参考とされよう．

⑦ 好きな国，嫌いな国の調査結果における極端な欧米志向型の傾向から，戦前とそれほど異なるところのないかれらのアジア蔑視観がうかがわれて興味深い．

⑧ 中村康治・穴山健,『即読書指導という現代国語の実践――有明高専「棚町方式」の評価――』(『国語教育誌』，第18集)

⑨ 松田至弘『世界史教育の方法と実践』,教育出版センター．

⑩ 星村平和編『文学作品を利用した世界史学習』学事出版

有明高専の機械設計製図教育について

池　本　憲　義

＜昭和54年9月18日　受理＞

On Teaching the Machine Design and Drafting in Ariake College of Technology

The Following is the summary of the report on teaching the machine design in the Educational Meeting of Machine Design and Drafting in the College of Technology in Western Japan, and in Ariake College, adding some consideration upon the educational efficiency of the teaching.

Noriyoshi IKEMOTO

1．ま　え　が　き

工業高専の教育については，新たに昭和52年度の新教育課程の標準に則とり，本校においても各学科の教科単位配当時間が検討審議されて既に実施中である．

従って機械工学科においても各教科単位時間がきめられており，そのうちで図学，設計製図の各学年別の配当時間については，別表（1）の西日本地区高専の設計製図関係教育課程（学年別週単位時間）下段の通りに実施されている．

思うに機械工学科の教育課程は，将来の中堅機械技術者を養成するに必要な学科課程のうち，特に体験的，実践的学習としての工学実験，工作実習，並らびに設計製図の教育は，最近の学生のように学力の低下を来している学生の教育には，特に意を用いねばならない事柄であると思われるが，就中，設計製図の教育については，既に以前から各高専においても関心をもたれて来た事であり，さきに昭和40年8月，久留米高専において，九州地区の高専（久留米，大分，佐世保，有明）と高松高専ならびに九州大学の大久保教授出席のもとに，第一回の図学，製図教育研究会が発足して以来，それが現在では西日本地区19高専の研究会として発展して，本年度（54年度）は津山高専において，第13回の研究会が開催されるに至った．

この研究会は特に機械工学科を主体とした図学，設計製図教育に関する研究会であるが，設計製図を担当している小官は，52年8月の鹿児島高専における第12回の研究会にひきつづき，津山高専における54年8月1日の第13回の研究会に参加出席したので，(第12回の報告は既に鹿児島高専より詳細にわたり発表されているが)，西日本地区高専における図学，設計製図教育の現状について，第13回研究会の資料をもとにしてその概要を報告する（次の頁，表1以下参照）と共に本校，機械工学科の設計製図教育の現状について，各担当教官の意見を聴取し，併せて担当教官を代表して，次の三項目についてまとめてみることにする．

1．現在実施中の図学，設計製図教育について．

2．卒業研究として取り上げている，ＸＹプロッタ（電算機）による製図の研究．

3．特に本校が総合的実験実習教育の第一次プロジェクトに取りあげている「環境風洞の設計，製作および実験」のテーマにおいて，環境風洞およびその付属設備の（製作をともなった）設計製図とその教育的効果について．

2．西日本地区高専における図学，設計製図教育の概要

2－1　教育課程（学年別週単位時間）

52年度の新教育課程の標準によれば，設計製図は図学を含めて18時間であるが，西日本地区17高専の現状では表（1）のように，1年の図学では（2年までを含んで）1時間の処4校，2時間の処9校，製図に図学を含んでいる処4校になっているように，殆んどの学校が（13／17）図学の時間を別に設けている．

設計法は3時間の処が11校，4時間以上3校，2時間の処3校であり，その内容は明記してないが，おおよそ，機械要素の基礎理論と設計計算法についてであると思う．

設計製図は，図学を含めると18時間より多い処が9校，18時間が3校，それ以下の処が5校になっていて現状では半数以上が標準より多くの時間をとっているが，これは各学校の内情にもよるし，学生の学力の低下を考慮しての要素と，またこの設計製図に重点をおいている証拠でもあると思う．

表（1）　教育課程（学年別週単位時間）

ただし昭和54年度

学校	科目	1年 前期	1年 後期	2年 前期	2年 後期	3年 前期	3年 後期	4年 前期	4年 後期	5年 前期	5年 後期	合計	備考
明石	図学法		2									1	
	設計図						2	2	2			3	
	設計製図	3	3	3	3	3	3	4	4	6	6	19	
阿南	図学法	2	2									2	
	設計図						2	2	2			3	
	設計製図	3	3	3	3	3	3	3	3	6	6	18	
大分	図学法												
	設計図						2	1	3			3	
	設計製図	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	15	図学を含む
鹿児島	図学法	2										1	
	設計図					1	1	2	2			3	
	設計製図	3	3	3	3	3	3	3	3	5	5	17	
北九州	図学法	2	2									2	
	設計図					2	2	2	2			4	
	設計製図	3	3	3	3	3	3	4	4	5	5	18	
久留米	図学法			2	2							2	
	設計図							2	2	2		3	
	設計製図	2	2	3	6	3	3	3	3	3	3	15.5	
呉	図学法	1	1	1	1							2	
	設計図					1	1	1	1			2	
	設計製図	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	16	
高知	図学法												
	設計図					2	2	2				3	
	設計製図	4	4	3	3	3	2	3	3	3	3	16	図学を含む
佐世保	図学法	2	2									2	
	設計図					2	2	3	3			5	
	設計製図	3	3	3	3	2	3	4		6		13	
高松	図学法												
	設計図						2	2	2	(2)		3(4)	( )は選択科目
	設計製図	3	3	3	3	3	3	4	4	6	6	19	図学を含む
津山	図学法	2										1	
	設計図					1	1	2	2			3	
	設計製図	1	3	3	3	3	3	4	4	5	5	17	
徳山	図学法	2	2									2	
	設計図							3	3	2	2	5	
	設計製図	2	2	2	2	2	2			2	2	8	製図を含む
新居浜	図学法												
	設計図							2	2			2	
	設計製図	4	4	4	4	4	4	3	3	6	6	21	図学を含む
松江	図学法	1	1	1	1							2	
	設計図					2	2	2				3	
	設計製図	2	2	3	3	3	3	3	5	4	5	16.5	
米子	図学法	2	2									2	
	設計図							2	2			2	
	設計製図	2	2	3	3	3	3	3	3	6	6	17	
和歌山	図学法	2	2									2	
	設計図					1	1	2	2			3	
	設計製図	3	3	3	3	3	3	3	3	6	4	17	
有明	図学法	1	1									1	
	設計図						2	2	2			3	
	設計製図	3	3	3	3	3	3	3	3	6	6	18	

※　以上の54年度　には都城高専・宇部高専の資料を含まず

2－2　図学教育

図学教育では，講義内容および課題についてその項目別に（○講義のみ，◎講義・課題共，△課題のみ）について採用校数の集計をしてみると，表（2・1）および表（2・2）のようになる．

（各校毎の項目別の○，◎，△の区分内訳については省略），但し（有）は有明高専で実施している項目である．さらに章区分別に集計すると，表（2・3）のようになる．

2－3　学年別，設計製図教育課題

低学年の製図課題については，表（3）を参照すると，1年では全高専で共通しているのは文字，線および製図基礎（15），次にねじ，ボルトナットが多く（11）インボリュート，サイクロイド曲線（5），Vブロック（4），スパナ（4），ハンドル類（5）が之につぎ，曲管（3），立体図（3），電動機軸（2）などとなっている．

2年では，フランジ継手（12），歯車（11），軸受類（12）が多く，溶接接手（8），ベルト車（7），トースカン（7）が之につぎ，ねじ，ボルトナット（4），ジャッキ類（4），玉形弁（4），クラッチ類（4），万力（4）などが次の課題を占めている．

3年では，玉形弁（10），歯車ポンプ（9），万力（7）が多く，歯車（4），軸受類（4），ジャッキ類（3）などがこれについでいる．この中で2年および3年になると，スケッチ課題として取扱われるものが多くなってくる．

表（2・1） 図学教育　講義内容および課題

数字は採用校の数　　○：講義のみ

（18校中）　◎：講義，課題共

（有）は有明高専実施　△：課題のみ

章	項目	○	◎	△
いろいろな平面図形の作図法	直線ABのn等分	5	7	1(有)
	直線ABの垂直二等分	5	3	1(有)
	一辺を与えられた正方形	3	2	
	ABに垂直なる直線CDの引き方	6	1	
	円周上の一点における接線	4	3	
	交わる二直線に接する円	3	3	1(有)
	図の上に交点のない二直線に接する円	2	3	
	円弧の長さに等しい直線	4	9(有)	
	円周の長さに等しい曲接	7	6(有)	1
	直線の長さに等しい円弧	6	7(有)	
	n辺正多角形の描き方	4	9(有)	
	半円周の長さに等しい直線	2	2	
	二つの円に外接する円	1	1	
	角の四等分			
	角のn等分		1	
円すい曲線	焦点と準線を与えた放物線	1	12(有)	
	与えた直線に接し1点Pを通る放物線	3	4	1
	弦と同弦を二等分する直線と頂点を与えた放物線	4		
	交わる二直線上の二点にて接する放物線	3	2	
	長軸と二焦点を与えただ円	5	9(有)	
	長軸と短軸を与えただ円	2	13(有)	
	一対の共役直径を与えただ円	7	2	
	弧成だ円	1	2	
	軸および二焦点を与えた双曲線	2	10	
	二頂点および曲線上の1点Pを与えた双曲線	1	5	1
	正弦および余弦曲線		1	
	円すい曲線の定義と性質	1		
インボリュートサイクロイド	普通サイクロイド	4	13(有)	
	トロコイド	7	7(有)	
	外転および内転サイクロイド	6	7	
	高および低外転トロコイド	8	3	
	高および低内転トロコイド	7	3	
	インボリュート	4	13(有)	
	インボリュート歯形およびサイクロイド歯形	6		1
	アルキメデスのうずまき線	1		
投影	投影	16(有)	2	
	投影面	16(有)	1	
	投影面の回転	14	4(有)	
	第一角投影および第三角投影	15(有)	3	
	点の投影	5	12(有)	
	直線の投影	6	11(有)	

（　）内数字は採用件数を表わす

表（2・2）　注：都城高専は52年度の資料による

章	項目	○	◎	△
副投影	点の副投影	7	9(有)	
	直線の副投影	5	10(有)	
直線の問題	直線の傾きと実長	4	13(有)	
	直線の投影の読み方	14(有)	2	
	直線の交わり	8(有)	9	
	平行直線	11	5(有)	
	互いに垂直なる直線	9	7(有)	
	多角形の実形	1	2	
	両投影面に傾く直線		2	
平面	平面の表わし方	14(有)	3	
	平面上の点および直線	6	11(有)	
	三角形の投影の読み方	12(有)	3	
	平面と直線の交わり	5	12(有)	
	平面の間の角	8	9(有)	
	平面と平面の交わり	7	10(有)	
	副投影による平面形の実形	7	9(有)	
	一点を通り二直線に平行な平面，傾いた正多角形の実形		1	
	平面と直線のなす角		1	
	平行二平面ならびに平面と平行な直線		1(有)	
	平面に垂直な直線		1(有)	
立体	正面図に対する各種の副投影	6	6	
	平面図に対する各種の副投影	5	7	
	立体の1つの副投影に対する第2，第3の副投影	4	11(有)	
	立体の正面，平面，側面，下面，背面図の関係	9(有)	5	
	正多面体の投影	1	3(有)	
	傾いた正多角柱および円筒の投影		4	
	接平面，曲面の接触		1	
	円すいに関する問題		1(有)	
立体の切断	いろいろな立体の切断法について	6	11(有)	
	画投影面に傾く平面による切断	1	3	
	切断面の実形	1	8	
相貫体	立体と直線の交わり	7	11(有)	
	相貫体	3	15(有)	
	軸が投影面に平行な位置にある回転体と球の交切線	6	7(有)	
	四角すいと四角柱，円すいと円柱，三角柱と五角柱の交切線		5	
立体の展開	正多面体の展開	8	7	
	斜角すいの展開	4	11(有)	
	球の展開	6	6	
	正六角すいの切断後の展開	1	4	
	円すいの展開	1	4	
軸測投影	軸測投影	8(有)	4	
	等測投影	10(有)	4	
	等測図	5	11(有)	
	斜投影	4	8	
透視投影	透視投影	9	3	
	点の透視図	7	3	
	直線の透視図	7	3	
	消点	8	2	
	階段の透視図		2	1
	立体の透視図		2	

表（2・3）図学教育（章区分別，採用件数）

18校

	章区分	○	◎	△	小計	有明(小計)
1	いろいろな平面図形の作図法	52	57(4)	4(3)	113	(7)
2	円すい曲線	30	60(3)	2	92	(3)
3	インボリュート，サイクロイド	43	46(3)	1	90	(3)
4	投影	73(3)	33(3)	0	105	(6)
5	副投影	12	19(2)	0	31	(2)
6	直線の問題	47(2)	40(3)	0	87	(5)
7	平面	59(2)	61(7)	0	120	(9)
8	立体	25(1)	38(3)	0	63	(4)
9	立体の切断	8	22(1)	0	30	(1)
10	相貫体	16	38(3)	0	54	(3)
11	立体の展開	20	32(1)	0	52	(1)
12	軸測投影	27(2)	27(1)	0	54	(3)
13	透視投影	31	15	1	47	
	合計	442	488	8	938	平均52
	（有明，合計）	(10)	(34)	(3)		(47)

（ ） 内数字は有明高専，実施

2—4 スケッチ課題　　表（4）参照

主に2年および3年ではスケッチ製図の課題として表（4）の部品を取扱っている．

2年ではフランジ継手（5），歯車（4），軸受類（5），トースカン（6）が多く，万力（2）がこれについでいる．3年では歯車ポンプ（6），万力（5），玉形弁（4），軸受類（3）が多く，渦巻ポンプ（2），コネクチングロッド（2）がこれについでいる．

表（4）スケッチ課題

課題＼学年	1年	2年	3年	4年	5年
溶接接手		1			
Vブロック		1			
ベルト車		1	1		
フランジ継手		5	1		
歯車		4	1		
軸受類		5	3		
トースカン	1	6	1		
ジャッキ類		1	1		
ばね		1	1		
玉形弁		1	4		
コック		1			
ピストン		1			
コネクチングロッド		1	2		
歯車ポンプ		1	6		
万力		2	5	1	
渦巻ポンプ			2		
エンジン				1	
ウインチ			1		
工作機械			1		
ブロワー			1		

表（3）学年別設計，製図教育課題

学年別欄の数字は採用件数　　（17校の集計）

No. 課題＼学年	1 文字	2 線	3 インボリュート・サイクロイド	4 製図基礎	5 リベット・リベット接手	6 溶接接手	7 Vブロック	8 スパナ	9 ねじ・ボルト・ナット	10 ハンドル類	11 ベルト車	12 フランジ継手	13 歯車	14 軸受類	15 トースカン	16 ジャッキ類	17 ばね	18 キーコック類	19 玉形弁	20 コック	21 ピストン・コンロッド	22 クランク軸	23 運動機軸	24 クラッチ類	25 歯車ポンプ	26 万力	27 安全弁	28 減速機	29 渦巻ポンプ	30 ブロワー	31 エンジン	32 ウインチ	33 工作機械	34 油圧回路	35 曲管	36 立体図	37 自動製図	38 卒業設計	39 空気圧縮機	40 タービン	41 天井走行クレーン	42 ボイラー	43 治具設計	44 プレス部品	45 鉄道台車
1年	※3 14	17	5	15	2	1	4	4	11	5	2	2	1		1	1		1					2											3	3	1								
2年				2	3	8	1	2	4		7	12	11	12	7	4	2	1	4	3	2	1		4	1	4	2									2								
3年					1	2				1	2	1	4	4	1	3	2	3	10	1	2	1			9	7	2	1	2	1		3	2		3	1							
4年						1					1		1					1			1	1		2		1		5	4		1	11	3	1		1	2		1		2	2	1		
5年											1					2					1	1						1	0	2	11				1	1	2	1		2	1	1	1		

文字　※＋3（宿題）

2－5　高学年の設計製図課題　　表（5）参照

3年では簡単な設計計算を伴った製図課題として，表（5）の3年の欄の部品があるが，4年　5年では設計計算を伴なう所謂，設計製図で，機械としてまとまったものを取扱っている．その中で，4年ではウインチ（10），減速機（5），渦巻ポンプ（3），工作機械（3），天井走行クレーン（2），が主なものである．

5年では渦巻ポンプ（10），エンジン（9）が断然多く，天井走行クレーン（2），卒業設計（2），ジャッキ類（2）が之についでいる．

2－6　まとめ

以上のような課題の外に低学年では墨入れの問題があるが，全然実施していない学校は少く，1年で実施している処が多い．

製図用紙については，ケント紙とトレース紙を併用している学校が半数を占めている．（有明では2年まではケント紙，3，4，5年はトレース紙を使用）．

また現在，自動製図機を備えている学校は久留米，鹿児島・明石・米子・呉・大分・津山の7校であり，主として卒業研究として利用されている外，数官の研究用と，各学年の授業にも一部使用されている．

その他，各高専では前記の研究会において二，三の研究発表が行われたように，それぞれに色々と工夫をされて教育効果をあげておられるように見うけられる．

従って高専の設計製図教育について益々研究を重ねられて，充分の教育効果をあげられんことを切に望むものである．

因みにこの研究会の第1回から第13回までの経過，（開催年度，開催月日，会場校ならびに参加校）についてまとめられたものを表（6）にあげる．

表（5） 設計，製図課題

課題＼学年	1年	2年	3年	4年	5年
リベット接手			1		
ねじ・ボルト・ナット		1			
ベルト車			2		
フランジ継手			1		
歯車			2	1	
軸受類			1		
ジャッキ類		2	2		2
キー・コッタ			2		
クラッチ類				2	
歯車ポンプ			2		
万力			1		
安全弁		1			
減速機			1	5	1
渦巻ポンプ				3	10
プロワー					1
エンジン				1	9
ウインチ			3	10	
工作機械				3	
立体図			1		
卒業設計					2
空気圧縮機				1	1
天井走行クレーン				2	2
ボイラー				1	1
治具設計				1	1
プレス部品					1

表（6） 西日本地区工業高専図学，製図教育研究会　経過表　　特：特別会員

No.	開催年度	開催月日	会場校	参加校	校数
1	昭和40年	8／2～3	久留米	久留米，大分，佐世保，有明，高松，九大（大久保教授）	高専＋(特) 5＋1
2	昭和41年	8／23～24	大分	北九州，佐世保，久留米，有明，鹿児島，都城，大分，高松，九大(大久保教授)	8＋1
3	昭和42年	8／3～4	佐世保	呉，高松，宇部，北九州，久留米，有明，大分，都城，鹿児島，佐世保，九大（大久保教授）	10＋1
4	昭和43年	8／9～10	有明	北九州，大分，久留米，都城，佐世保，宇部，呉，高松，新居浜，有明，九大（大久保教授）	10＋1
5	昭和44年	8／12～13	都城	高知，阿南，高松，新居浜，呉，宇部，大分，久留米，有明，鹿児島，都城，九大（大久保教授）	11＋1
6	昭和45年	7／27～28	高松	東京都立（新井），久留米，大分，都城，松江，津山，有明，鹿児島，北九州，呉，新居浜，阿南高知，明石，米子，高松，九大（大久保教授）	15＋2
7	昭和46年	7／29～30	呉	久留米，大分，有明，北九州，佐世保，鹿児島，高知，高松，新居浜，阿南，宇部，津山，米子，松江，明石，呉，福大（大久保教授），近畿大（岡野）	16＋2
8	昭和47年	7／24～25	高知	明石，阿南，有明，宇部，大分，北九州，呉，高松，新居浜，高知 その他の校未着，（台風しゅう来のため交通途絶し，会議は取止められた）	
9	昭和48年	8／3～4	宇部	大分，鹿児島，北九州，久留米，有明，佐世保，阿南，高知，高松，新居浜，明石，和歌山，呉，津山，松江，米子，宇部，福大（大久保教授）	17＋1
10	昭和49年	8／1～2	松江	久留米，北九州，有明，鹿児島，大分，佐世保，高松，新居浜，高知，阿南，宇部，呉，津山，米子，明石，和歌山，松江，福大(大久保教授)，特（谷村），特（新道国男）	17＋3
11	昭和50年	7/31～8/1	久留米	明石，阿南，大分，鹿児島，北九州，久留米，宇部，呉，高知，高松，津山，徳山，佐世保，新居浜，松江，米子，和歌山，有明，佐賀大（横手教授），福大（大久保教授）	18＋2
12	昭和52年	8／2～3	鹿児島	大分，北九州，久留米，有明，佐世保，明石，呉，高知，高松，徳山，津山，新居浜，松江，米子，都城，鹿児島，福大（大久保教授）	16＋1
13	昭和54年	8／1～2	津山	鹿児島，大分，佐世保，北九州，有明，久留米，高知，新居浜，高松，阿南，徳山，呉，松江，米子，和歌山，明石，津山，特（谷村）	17＋1
14	次回		米子		

3．有明高専機械工学科の図学，設計製図教育について

3－1　本校，機械工学科の設計製図教育の陣容と設備．

機械工学科は1学級編成であり，5名の教官で各学年の設計製図を分担している．設計法については，5名のうちの2名で3年と4年の授業を受持っている．

1年の図学については，他科に所属の専任教官が担当している．これについては次にのべる．

製図室は1年・2年・3年共用の製図室1室と，4年・5年共用の製図室があり，1～3年までは組立式製図台40台余りに，各学生個人専用の製図板（600×900）3学年分を備え，4，5年は図板（750×1050）付のドラフタ40台を共用しているので，別に図板（750×1050）40枚余りをおいて，ドラフタの使用がかち合うときに備えている．またあとで述べる5年の卒業研究としての設計製図には，このうちの予備ドラフタを使用させている．

3－2　図学教育（1年）

図学については専任教官に依託してあり，教科内容については，前にあげた表（2・1）および表（2・2）において（有）と記したものがその項目である．

図学教科書は　第三角法による図学
大久保正夫著（朝倉書店）

週1時間の授業で，その不充分なところはO.H.Pなどを使って工夫している．

3－3　機械製図の基礎と課題（1年）

週3時間の授業のうち，原則として1時間を製図基礎の講義（解説）および之に関する課題演習にあてている．

教科書は実教出版の「機械製図」を使用し（この教科書は2年，3年は勿論4，5年まで参考書として使用させている．

製図基礎の講義内容はおよそ次の通りである．

3－3－1　製図基礎

1．機械製図と製図規格，図面に使われる線と文字
2．製図用具とその使い方
3．投影法および三角法と一角法について
　三角法投影図のかきかたおよび演習
4．立体の展開図，相貫体とその展開図
5．製作図について線の用法と図の配置
6．断面図示法および特殊な図示法
7．寸法記入法
8．仕上程度，仕上記号と表面あらさの記入法
9．寸法公差とはめあいについて
10．製作図のつくり方（形式，尺度，表題，部品欄，材料記号）
11．機械部品の製図について
　1）スケッチおよび製作図のかき方
　2）ねじの規格とボルト，ナット製図

3－3－2　製図課題（1年）

あとの週2時間では製図演習として次の課題を与えている．

課題	時間	摘要
1．文字（宿題）		練習帖の頁を一定範囲ごとに区切って毎週の宿題．
2．線	4	製図例2，各種の線の練習
3．円筒相貫体とその展開図	6	相貫体展開図の演習．
4．等角図を三角法製図へ．	5	等角図を三角法製図へかきかえ，正面図，平面図，側面図の関連を覚えさせる．
5．投影図の補足演習	2	三角投影図の不足している部分を補足記入させる．
6．投影図から展開図へ	3	与えられた投影図を展開して展開図をかく．
7．支持台	4	図例5．寸法スケールを与えて製図．
8．支持台	6	図例8．寸法の記入された正式の図面の通りに製図．
9．電動機軸	8	図例9．表面あらさ，加工方法の図示，はめあい寸法公差の数値を表より求めて記入させる．
10．フランジ形固定軸継手	6	図例13の製図
11．単一部品スケッチ製図	12	簡単な部品についてスケッチおよび製図．部品として段付軸，ハンドル把手，フランジ，ねじ棒，弁棒，ピストンなどその他雑多なものがあり，学生各人1個あて別々になるように心掛けて与えている．
12．墨入れ（夏休宿題）		教科書49頁の図例（円の周24等分と対角線）を参照して円周22，23等分と対角線の作図の上，墨入れ演習
13ペーパテスト	4	年4回（60分×4回）の定期試験に製図基礎について試験を行う．

以上の要約したもの，および5年までの製図課題をまとめたものを表（7）に示す．　〔27頁参照〕

3－4　基礎製図およびスケッチ（2年，3年）

3－4－1　2年の課題

課題	時間	摘要
1．円すいクラッチ	9	図例17，製図
2．フランジ形たわみ軸継手	12	図例14，ＪＩＳ規格にならって寸法を変えて作図（5名1組，同一寸法）
3．ころがり軸受	12	図例19，製図
4．平歯車かさ歯車	18	図例20と21，製図
5．すべり軸受	39	軸受内径φ45，要点説明
スケッチ		スケッチ6，製図33時間

（注）上記の機械要素については，要点を簡単に説明してから製図にかかからせている．以下も同じ

3－4－2　3年の課題

1．玉形弁	8	図例29，寸法の記入された部品図を組合わせて，組立図作図．
2．万力スケッチ	26	小形万力，口幅75
		スケッチ6，製図20時間
3．サイフォンポンプスケッチ	20	ロータ径65×幅50
		スケッチ6，製図14時間
4．渦巻ポンプスケッチ	36	0.2m³×17m×1750rpm
		スケッチ12，製図24時間

3－5　製図コンテスト参加（1・2・3年）

トンボ鉛筆（株）主催，全国工校製図コンテストに応募参加させる．課題は次の通り（54年度の例）

1年，正六角柱の切断と展開　　用紙，トレース紙
正面図，平面図，右側面図　　A－3，1枚
補助投影図および展開図

2年，フランジ形たわみ軸継手　　用紙，トレース紙
（JISB 1452）継手外径160　　A－3，3枚
組立図と部品図，一品一葉　　A－4，1枚

3年，青銅10キロ，ねじ込玉形弁
（JISB 2021）　　用紙，トレース紙
呼び1½，の組立図と　　A－3，1枚
部品図，一品一葉　　A－4，7枚

上記の製図は主に夏休中に，かかせるか，遅くとも9月末までに，時間外で完成させて，そのうちの優秀なものから各学年，金賞1人，銀賞1人を選んで，校内での入賞作品とし，全国製図コンテストにはその中の金賞のものを出品させる．なお作品の優秀なものは模範製図として製図室に展示する．

表（7）　機械工学科　学年別製図課題表

1年（3／週）			2年（3／週）			3年（3／週）			4年（3／週）			5年（6／週）		
課題	時間	摘要	課題	時間	摘要	課題	時間	摘要	課題	時間	設計製図	課題	時間	設計製図
1．文字※	宿題	練習帳（毎週）	円すいクラッチ	9	図例17 製図	玉形弁	8	部品図（図例29）より組立図作図	手巻ウインチ	90	設計法の説明と設計計算に30 製図 60	渦巻ポンプ（前期）	90	夏休に時間を追加して製図をやらせる
2．線	4	線の練習												
3．円筒相貫体とその展開	6	展開図の演習	フランジ形たわみ軸継手	12	図例14 ＪＩＳ規格にならって寸法をかえて作図	万力スケッチ	26	スケッチ6 製図20	巻上荷重 1.0～2.5 t 揚程 15～40m					
4．等角図を三角法製図へ	5	等角図を三角法製図												
5．投影図の補足演習	2	三角投影図の補足記入												
6．投影図から展開図へ	3	展開図	ころがり軸受	12	図例19 製図	サイフォンポンプスケッチ	20	スケッチ6 製図14				天井走行クレーン（後期）	80	吊金具およびクラブの巻上減速機と横行装置
7．支持台	4	図例5 製図												
8．支持台	6	図例8 製図	平歯車かさ歯車	18	図例20 図例21 製図	渦巻ポンプスケッチ	36	スケッチ12 製図24						
9．電動機軸	8	製図および記号 演習												
10．フランジ形固定軸継手	6	図例13 製図	すべり軸受スケッチ	39	スケッチ6 製図33									
11．単一部品スケッチ	12	スケッチ製図												
12．墨入れ	夏休宿題	円の円周等分と対角線作図												
◎製図基礎	34	講義および課題演習												
計 90（＋4） ◎（ペーパテスト年4回）			計 90			計 90			計 90			前期 機械設計演習 ポンプ編（パワー社） 後期 天井クレーンの設計製図（上巻） 石川・須藤共著（パワー社）		
教科書および参考書		機械製図（実教出版） ※JISによる製図用文字練習帳（森北出版）	同 機械製図			同 機械製図			手巻ウインチの設計 新井泰司著（パワー社）					

3－6　スケッチ用具，その他

3－6－1　スケッチ用具

（外パス，内パス，30㎜鋼スケール，ノギス）16組

（半径ゲージ，ねじゲージ，すきまゲージ）6組

3－6－2　製図用紙

1，2年はケント紙　3，4，5年はトレース紙

3－6－3　製図用鉛筆の選択

普通の製図用鉛筆を使わせ，鉛筆の濃さは，ケント紙では太い外形実線，寸法数字などはFまたはH，細線は2Hを選ばせている．トレース紙になると（多少，紙の質にもよるが），Hと3Hを選ばせる．

4，5年になるとシャープペンシルの使用を許容しているが，太い線と細い線の区別が判然としないきらいがある．またトレース紙の図面はコピー原紙として，また複写（青写真）して工作用図面に使用されることを考えると，濃淡がないように濃い鉛筆　FかHで，明確に線を出す練習をさせることも必要である．

3－7　手巻ウインチの設計製図（4年）

設計仕様1．巻上荷重　1.0～2.5t

2．揚程　　15m～40m

以上を組合わせて，学生各人に別々の仕様を与える．先ず，教科書の設計法について講義しながら計算の手順を説明し，各人に設計仕様を与えて教科書の計算例題にならい，仕様に従って計算をすすめさせ，学生と一緒に計算を点検してゆく．

計算書　提出期限　7月10日前後（夏休に入る前）

設計図　先ず組立図をかかせて　10月末提出させる

部品図（第1回目）12月中旬提出

部品図（第2回目）2月末提出とする

部品図は範囲を2回に分けて，かかせる．　年間の課題時間90時間のうち，設計法の説明と設計計算に30時間，製図60時間を与えている．

教科書，手巻ウインチの設計　　新井泰司著

（パワー社）

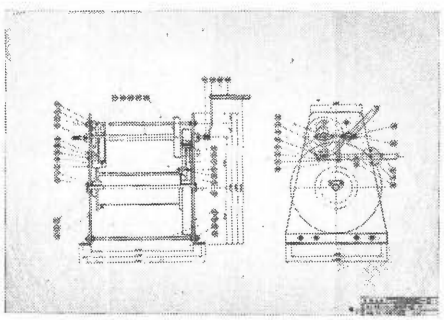


図7－1

学生の設計図面の実例を下に掲げる．

図7-1 巻上荷重 2.0t ×揚程38m 手巻ウインチ組立図

図7-2　同　手巻ウインチ部品図

図7-3　同　手巻ウインチブレーキ部分組立図

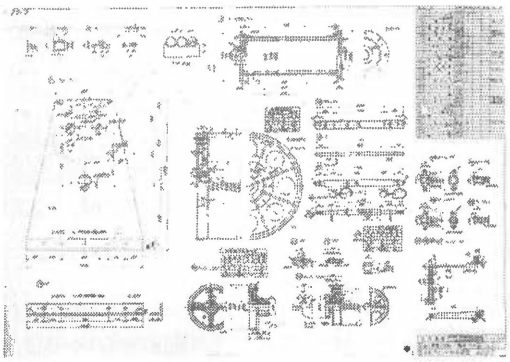


図7－2

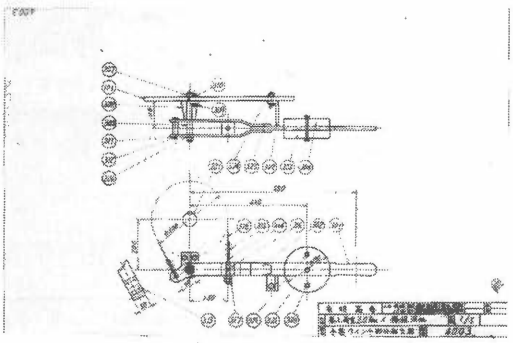


図7－3

3－8　機械設計法（3年後期と4年）

3年の後期より4年前期と後期に，機械要表の基礎理論および設計計算法について，週2時間の講義を行なう．教科書は　機械要素設計　吉沢武男編（裳華房）を使用し，更にプリントで補足している．

3－8－1　講義内容（3年）

1．設計概論（機械設計の心得）

2．ねじ，ボルト，ナット

3，リベットおよび溶接接手

4．軸継手

（4年）

5．軸およびキー

6．ブレーキ

7．ころがり軸受，すべり軸受

8．歯車（平歯車，転位歯車，はすば歯車，かさ歯

車，ウォームギヤ，遊星歯車装置，変速歯車装置）

9．巻掛伝動（平ベルト，Vベルト，鎖伝動装置）

3－8－2　定期試験

年4回の定期試験には90分の試験を行うのを原則とし，殆んど設計計算問題を出題している．

3－9　渦巻ポンプの設計製図（5年前期）

設計仕様

1．吐出量　　0.2～0.6m³/min

2．揚　程　　6.8～18.8m

3．回転数　60%，4P又は50%，4Pのモータにスリップを見込んだ回転数とする．

以上の3要素を組合せて

Ns＝ 120～ 240 (m・m³/min・rpm)

になるような仕様を与える．

課題時間，前期90時間に対して実際は夏休中に時間を追加して製図をさせている．

設計計算書　　中間提出期限　6月末（一次）

設計図（A-1）　組立図（ベッドを含む）1枚

部品図　　3～4枚

計算書，設計図　提出期限　9月末

教科書は，機械設計演習，ポンプ編．（パワー社）以上ポンプの理論としては，流体機械の講義（授業）と併行して説明をしている．

学生の設計図面の実例を次に掲げる．

図9－1　0.6m³/min×12m　渦巻ポンプ組立図

図9－2　同　上　渦巻ポンプ部品図（1）

図9－3　同　上　渦巻ポンプ部品図（2）

図9－4　同　上　渦巻ポンプ部品図（3）

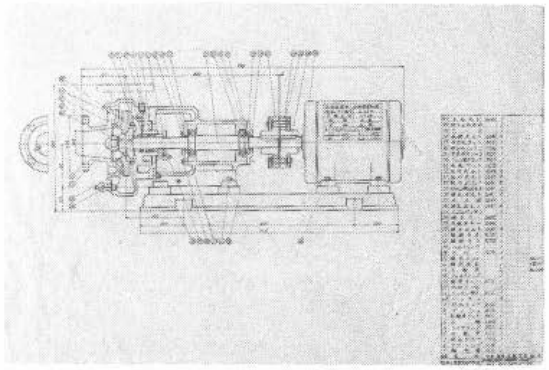


図9－1

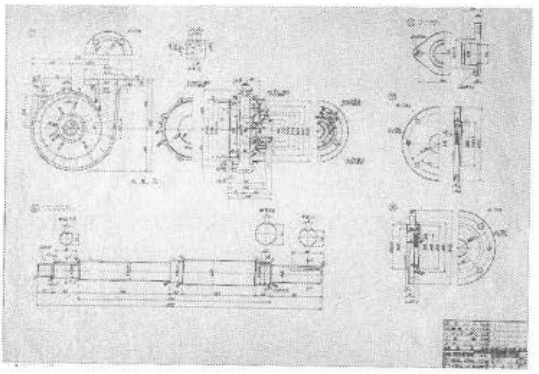


図9－3

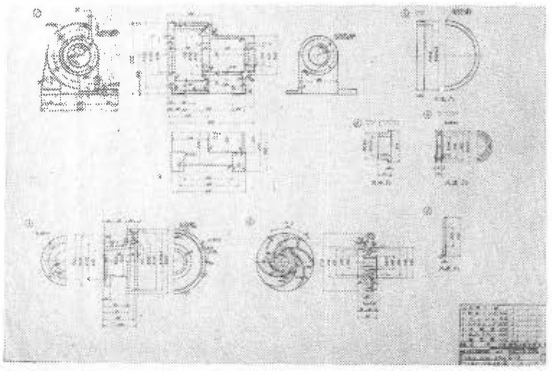


図9－2

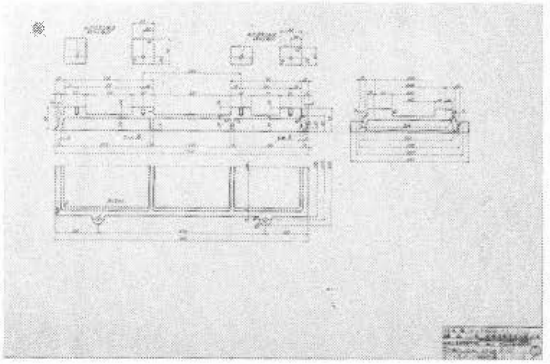


図9－4

3—10　天井走行クレーンの設計製図（5年後期）

1）設計仕様

教科書に巻上容量30 t の計算例題があるので，巻上荷重（定格荷重）7.5，10，15，20，25，40，50，60t

これに JIS 規格標準仕様（天井クレーン JISB 8801）にならって，スパン，揚程，クラブ巻上速度（補巻装置不含），横行速度ならびに走行速度の数値を組合わせて設計仕様をつくり，学生各人にはそれぞれ少しづつ違った設計仕様を与えている．

2）設計計算要目　（設計計算書提出期限，1月初旬

1．ワイヤロープの選定
2．フックの応力計算
3．吊金具のトラニオン
4．スラストベアリング
5．みぞ車
6．みぞ車軸
7．車輪
8．巻胴および巻胴軸
9．巻上用原動機の出力
10．巻上ギヤ減速比
11．巻上ギヤ第一段
12．巻上ギヤ第二段
13．巻上ギヤ第三段
14．巻上減速機一段軸
15．巻上減速機二段軸
16．巻上減速機三段軸
17．ころがり軸受の選定
18．横行用原動機の出力
19．横行ギヤ減速比
20．横行ギヤ第一段
21．横行ギヤ第二段
22．横行装置一段軸
23．横行装置二段軸
24．同上用ベアリングの選定
25．その他車輪軸，軸受

但し電源は60%とする

3）設計製図の範囲　（設計図提出期限　2月初旬）

1．吊金具組立図
2．クラブの巻上減速機組立図および部品図．
3．横行装置　組立図および主要部品図．

（1，2は教科書の巻末に参考図面が付いているが，3は教科書になく別の参考書などを見て考案する必要がある（応用設計）

4）教科書，天井クレーンの設計製図（上巻）

石川，須藤　共著（パワー社）

学生の設計図面の実例を次に掲げる

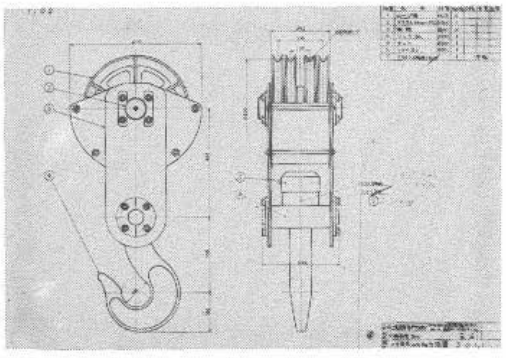


図10— 1 定格荷重20 t 吊金具組立図

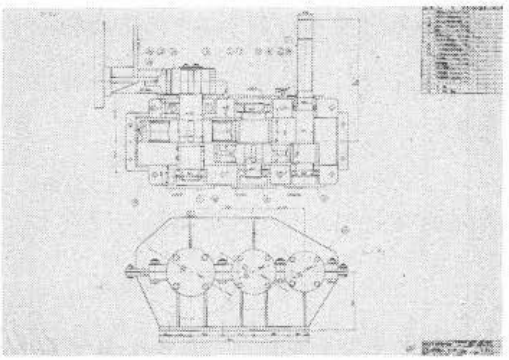


図10— 2 定格荷重20 t 巻上減速機組立図

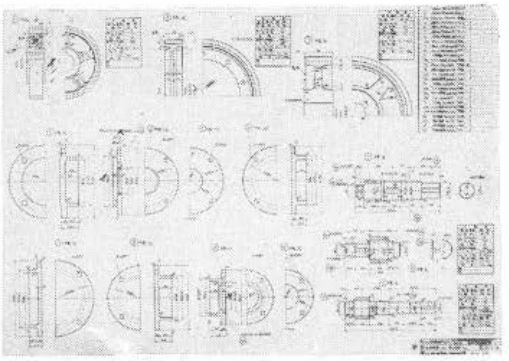


図10— 3 定格荷重20 t 巻上減速機部品図（1）

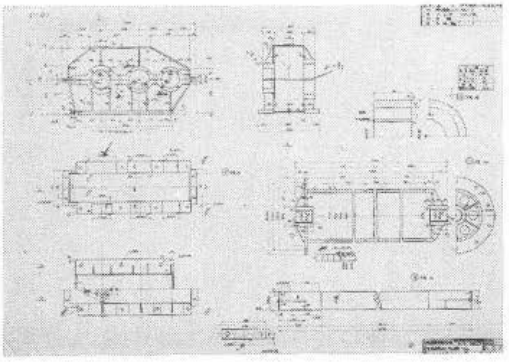


図10— 4 定格荷重20 t 巻上減速機部品図（2）

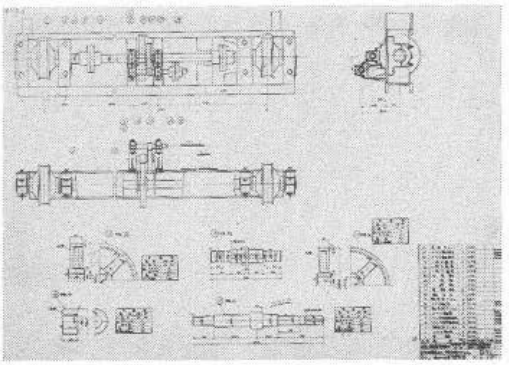


図10— 5 定格荷重20 t 横行装置組立図，部品図

4．卒業研究（5年）
XYプロッタ（電算機）による製図研究

本校の電子計算機室に備えてある電子計算機（FACOM 230-25）の設備と（本来ならば自動製図機を用いるべきであるが，本校にはその設備がないので差し当って）付属のＸＹプロッタ（作図の最大広さ 270×35,000，精度 0.1㎜）を用いて FORTRAN プログラムにより図形処理を行わせる製図研究を，52年度より機械工学科で卒業研究のテーマとして取り上げているので，その一部を茲に紹介する．

これは最近の自動製図機と原理は似ているが，製図用としてのサブルーチンが不足しているので，プログラムは面倒ではある．

4－1　ＸＹプロッタによる作図法の概要

扨て，先ず機械部品の殆んどの平面図形を見ると，直線と円，円弧の組合わせによってなり立っている．

従って図形の，パンチカードで入力した各点（ＸＹ座標点）を追跡してＸＹプロッタのペンをアップ，ダウンして追従させると，図形ができあがる．

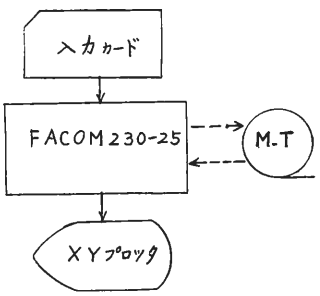
円および円弧については，円の方程式（曲線の方程式）に従った座標点の解析によって曲線を追跡して，また，あらかじめ作製した曲線のサブルーチンの利用により図形を完成させることができる．

更に，設計計算を伴なう図形では，電算機によって計算を行わせながら図形を処理し，作図を完了することとができる．

以下，ＸＹプロッタによる作図の実例をあげながら簡単な説明を述べることにする．

（FORTRAN プログラムは省略する）

ＸＹプロッタによる製図システム



図A

（上図A参照）

ＸＹプロッタによる作図時間が長くなる場合には，プロッタを使わない他のジョブが流せなくなるのでバイパスとして破線のようにＭ．Ｔにおとして，プロッタ，にかかせるようにしておくと他のジョブは並行して流すことができる．

ＸＹプロッタの仕様（要約）

型式　　Ｆ－６２０１Ｂ

速度　　400 step／s（XY方向）

ペンの上下　10回／秒

プロット方式　Ｘ方向　ドラムの回転

Ｙ方向　ペンの移動

4－2　　卒業研究テーマおよび担当

ＸＹプロッタ（電算機）による機械部品の製図について　　指導　　製図　　池本教官

同　　電算機　　山下教官

学生　52年度　　53年度　　54年度

松尾　昇，　上野　茂，　茂見　訓

4－3　　作図実例の一部

（作図の図例は，あとに掲げる）

図－1　ナット

図－2　ボルト

図－3　小ねじ　（丸小ねじ，丸さら小ねじ）

図－4　支持台

図－5　フランジ形固定軸継手

図－6　インボリュート曲線

図－7　平歯車Ｍ＝10，Ｚ＝10，ＰＡ＝20°

図－8　平歯車Ｍ＝10，Ｚ＝16，ＰＡ＝20°

図－9　平歯車Ｍ＝10，Ｚ＝17，ＰＡ＝20°

図－10　平歯車Ｍ＝10，Ｚ＝18，ＰＡ＝20°

図（11）平歯車Ｍ＝10，Ｚ＝10，ＰＡ＝20°

図（12）平歯車Ｍ＝10，Ｚ＝17，ＰＡ＝20°

4－4　　作図の概要説明

図－1　ナット　Ｄ（ねじ外径）＝80

面とり部の円弧半径R_1＝80

R_2＝0.300Ｄ

図－2　ボルト　呼び径＝50　長さℓ＝154

図－3　（1）丸小ねじ　呼びＭ１×（10倍）

長さ　５×（10倍）

（2）丸さら小ねじ

呼びＭ１×（10倍）

長さ　５×（10倍）

図－4　機械製図（実教出版）製図例８支持台

横幅寸法165　高さ115

図－5　フランジ形固定軸継手　寸法一部記入、

フランジ外径180　（JISB 1451）

図－6　インボリュート曲線（基礎円直径＝30）

これは次のインボリュート歯形の歯車を描かせる場合に関係する参考図である．

図―７以下の平歯車の作図は所謂，機械製図ではなく，ラック形カッタ（ホブカッタ）による創成歯切の場合のカッタの移動軌跡により歯形を形成する状態を図形化したもので，　モジュールの定まったラック形カッタ（圧力角20°）の歯溝の形を，下図（B）のようにピッチ円に配置し，歯数を定めてこの歯溝の形を，基礎円をもとにしたインボリュート曲線に沿って左方向または右方向へ少しづつ，次次に展開させることによって一枚の歯形ができあがり，歯の枚数によって全円周に歯形のそろった歯車の図が形成される．

但し図７，８，９，10は，カッタの歯先の丸みがなく，かどがある場合のものによって作図したもの

なお，Z＝10の図は　カッタの歯先によるアンダカットの状態がみられる．　Z＝17の図は理論上の(圧力角＝20°)，アンダカット限界歯数のもので，その前，後のZ＝16とZ＝18の場合と比較したものである．但しカッタの歯先にかどがあると，

Z＝17の図でもアンダカットが少しあらわれている．（図では細部については，分かりにくいが）

さらに，カッタの歯先の丸みを（歯車用ホブの標準歯先丸みはR＝0.375Mであるが）

R＝0.38Mとして作図すると．

図（11）M＝10，Z＝10および図（12）M＝10，Z＝17の図になるが，これらの図では歯元のすみ肉曲線が前のものと比らべて変化しているとともに，Z＝17ではアンダカットが無くなっている．

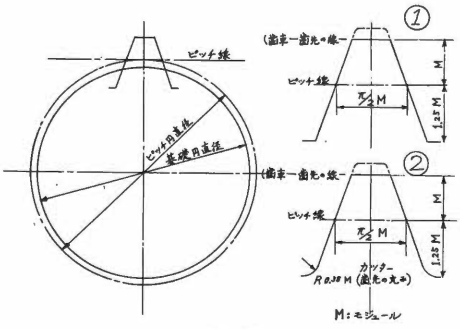
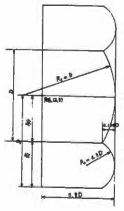
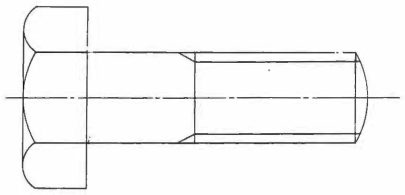


図　B

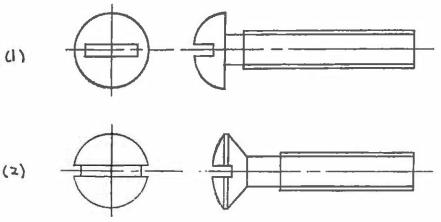
以下に図例を掲げる．



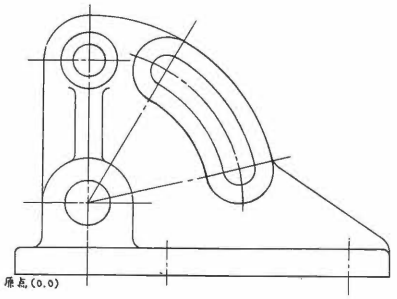
図―１



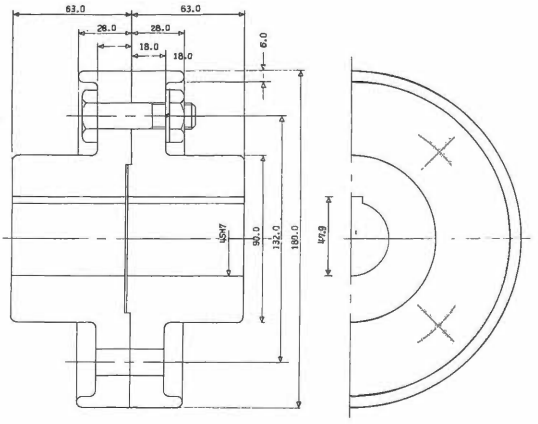
図―２



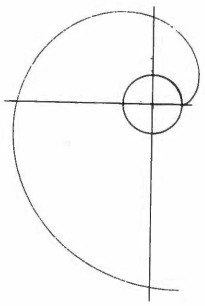
図―３



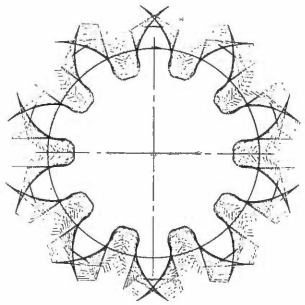
図―４



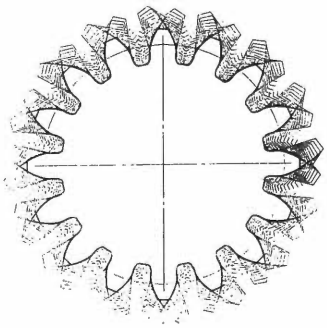
図―５



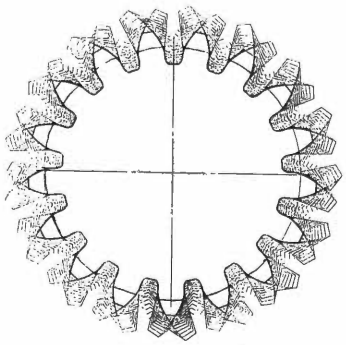
図－6



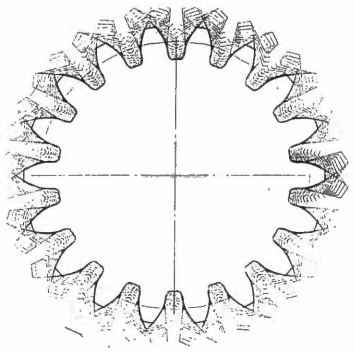
図－7



図－8



図－9



図－10

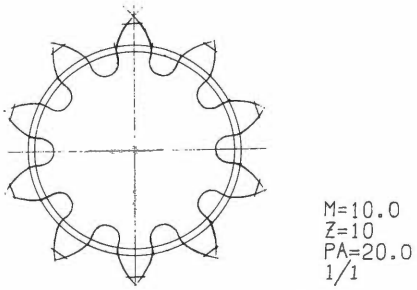


図 (11)

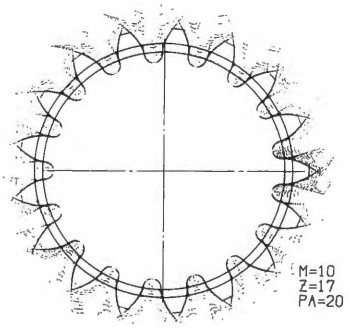


図 (12)

4－5　　54年度の研究続行予定について

（1）　インボリュート平歯車歯形の作図研究

インボリュート標準並歯平歯車の基本寸法に従って歯形を示す計算式を電子計算機によって計算させ，その結果をＸＹプロッタにかかせて，平歯車の作図をまとめてゆく予定である．

歯形を求める基本式としては，（歯形は）

1．歯先円　　2．インボリュート歯面

3．すみ肉曲線　　4．歯底円

この四つの部分の組合わせから成り立っているものとして，これらを関係づけてその計算式を電子計算機に計算させることである．

（2） 次に，ベベルギヤと，ウォームギヤの作図についても，こころみる考えである．

5．総合実習における設計製図

5－1 はじめに

本校では，先頃から総合的実験実習教育について，計画が進められてきたが，その第一次プロジェクトとして「環境風洞の設計製作および実験」が取りあげられ，現在は総合実習工場の建設（設計施行）を略ぼ完了し，環境風洞の製作が続行されている所である．これは4学科の3年・4年・5年を一体とした総合的実験実習として進められてきたものであるが，その工程の進行に伴なって5年の卒業研究に実技として取り入れられてきた．その中で特に機械科5年の卒業研究の一部としての，風洞およびその付属設備の設計製作についての各テーマは所謂，紙の上の無味乾燥な設計ではなく学生の勉学意欲を振起するに充分な，現物化教育であり，生きた教育としてその教育的効果は大いに期待されるものがあると信ずる．従って設計製図教育としての立場から，その経過を振り返ってみることにする．

5－2 風洞設計製作のための基礎実験（卒研）

環境風洞の製作に関しての資料および予備知識などを得るための研究として，先ず横型風洞の設計製作の基礎実験が下記のように進められてきた．

1） 整流網の実験について
昭和47年度 指導 木本教官，清森教官
学生 中田 隆，松尾洋二

2） 吸込口の形状と格子の位置に関する基礎実験
昭和48年度 指導 木本教官，清森教官
学生 布志木和雄，木下裕治

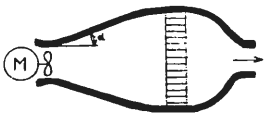
3） ノズル吐出し側乱れの測定実験
昭和49年度 指導 木本教官，清森教官
学生 鳥巣吉夫，高橋雅弘

4） 風洞モデル実験
昭和50年度 指導 木本教官，清森教官
学生 西田幸博，渕上誠志

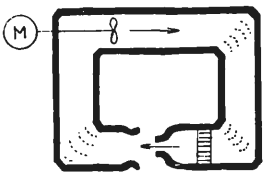
5－3 風洞型式の検討

風洞の型式決定について，上記の基礎実験と併行して49年度に木本教官，清森教官指導のもと，学生2名宛×3組の計6名によって，エッフエル型，ゲッチンゲン型，ＮＰＬ型（吸込式）の三型式の検討が行われ，計画設計の結果ＮＰＬ型を選定することになつた．

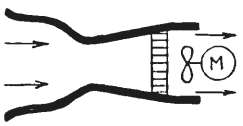
この三型式については，その略図を次に掲げる．



吹き流し式(エッフェル型)



循環式(ゲッチンゲン型)



吸込み式(NPL型)

5－4 風洞の設計

1） NPL型風洞の設計

ＮＰＬ型風洞について50年度に，次の設計仕様に従って設計製図（組立図および部品図）を実施した．

昭和50年度 指導 木本教官，清森教官
学生 西田幸博，渕上誠志

設計仕様
口径 φ1600mm
風量 1950m³／min
送風機全圧 50mmAq
風速 2～20m／s
回転数 85～850rpm
電動機出力 25kw

2） 風洞設計の一部変更

前記の風洞を環境風洞になおして乱流格子部を取りつけるため，測定部の断面積（1800×900）を拡げて1800×1200にし，次のように設計仕様を変更した．

設計仕様
口径 φ1600mm 51年度学生
風量 1950m³／min 内田信行
送風機全圧 50mmAg 塚本寿敏
◎ 測定部風速1.5～15m／s
◎ 回転数 75～750rpm
電動機出力 25kw

3）　風洞の設計完了および製作

風洞の設計については52年度になって更に一部分の設計変更（これは風洞組立用走行クレーンの揚量が，1ｔであるため，1ブロックの重量を1ｔ以内に細分割する必要から）があったが，同年度から製作を開始し，現在続行中である．

製作担当　（卒業研究）

昭和52年度

指導　　内野技官，中村技官，多田隈技官

学生　　下御領創一，段本正二郎，山崎英雄

昭和53年度

学生　堺義明，島崎敬祥，原田義史，福永誠

昭和54年度

学生　上原重信，鶴大三郎，横尾雅之，薮内稔

なお，製作指導については主に上記の技官他，実習工場の技官が一体となって当り，各学科の3年，4年，5年の総合実習として風洞の製作を行い，建築関係の工事は建築科教官の指導により，また電気関係の工事は電気科教官の指導により進められてきた．

環境風洞の組立図を下に掲げる

5－5　風洞の製作に当っての総合実習工場設備開設について

1）　工作室作業定盤の設置工事（51年4～6）

風洞の製作開始に先立って先ず工作室の設備，および作業定盤の据付工事が行われた．

作業定盤の寸法

鋼板1524×6096×ｔ36×4枚

2）　工作室用天井走行クレーンの設計

設計仕様

型式　オーバヘッド型

揚量　　0.5t

スパン　　6640mm

揚程　　4ｍ

巻上速度　　10.6m／min

（電動チェンブロック方式）

巻上用モータ出力1kw

横行速度　　手動

走行速度　　12m／min

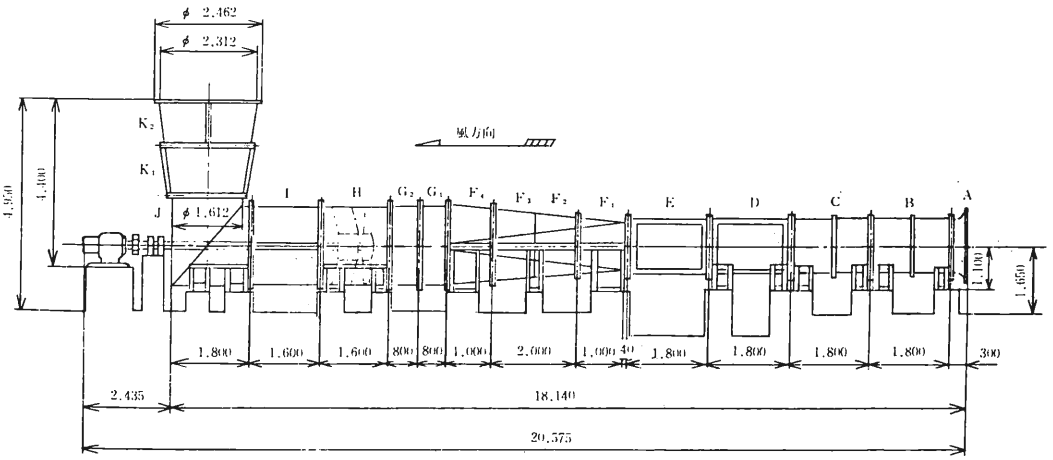
走行用モータ出力0.4kw

走行レール　　22kg／m

（電源　60%　220V　3相）

昭和50年度　　設計指導　　池本教官

学生　　荒牧三洋，海谷裕，吉川治雄



環　境　風　胴　組　立　図

上記，工作室用天井走行クレーンの製作は年度予算上，外注により製作・据付を行ない昭和51年３月に完成した．

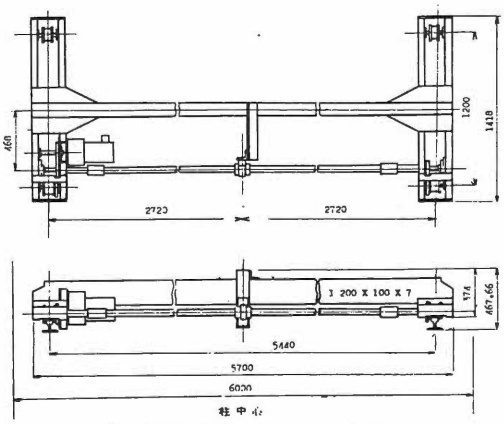
3）風洞組立用天井走行クレーンの設計製作

設計仕様

型式	オーバヘッド型
揚量	1.0t
スパン	5540mm
揚程	4 m
巻上速度	7.3m / min
	（電動チェンブロック方式）
巻上用モータ出力	1.4kw
横行速度	手動
走行速度	26.8m / min
走行用モータ出力	0.4kw
走行レール	22kg / m

昭和50年度　設計指導　池本教官
学生　上野茂，野田司

昭和51年度　製作指導　内野技官，他
実習工場技官
学生　江崎光二，道園裕次



風洞組立用走行クレーン組立図

4）　手動油圧プレスおよび曲げ治具の設計製作

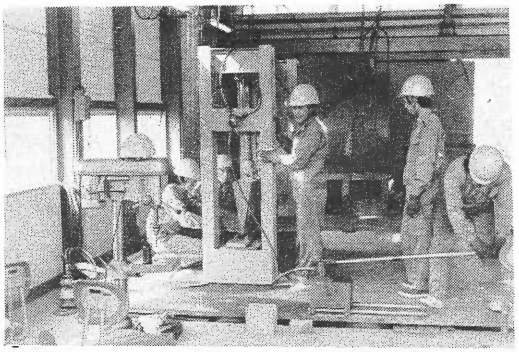
前年度（51年）に20ｔ×322（ストローク）の油圧ラム２基を購入し，これを利用して設計製作，

油圧プレス仕様

最大使用荷重	40ｔ　（ゲージ圧600kg / cm²）
ストローク	322mm
最大曲げ幅	1400mm
総重量	1100kg

昭和52年度　設計指導　田口教官
製作指導　中村技官，多田隈技官，他
学生　坂本真治，野田秀二

下の写真は曲げ治具を装着したところを示す



手動油圧プレス

5－6　環境風洞測定部実験設備の設計製作

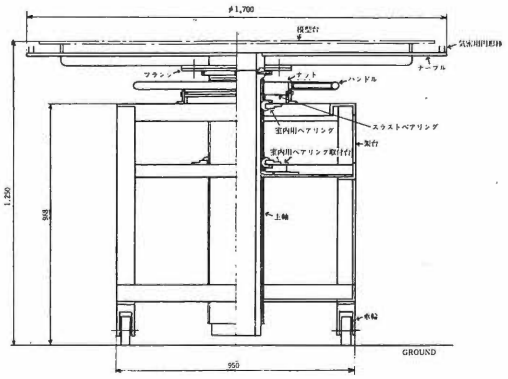
1）－1．模型支持台（ターンテーブル）の設計製作

設計仕様　（但し下図は最終仕様の図である）

1．テーブル直径　1700mm
2．テーブルの最低高さ　1250mm
3．テーブルの上下移動距離　650mm
（テーブルの上下操作は手動ハンドル式）
4．テーブルの回転角　360°

備考，風圧測定用パイプの取出し口はテーブルの中央部に設けてフランジ部より取出すこと．
また，フランジ部よりテーブルと支持台を切りはなしできること．

昭和52年度　設計指導　猿渡教官
学生　疋田新一



環境風洞用ターンテーブル組立図

1)−2．模型支持台（ターンテーブル）の改良設計および製作

52年度に設計完了した模型支持台は，主軸の上下操作に問題点があるので，改良設計を行なってから製作に着手し，54年3月に製作を完了した．（従って最終的に，前記の仕様に落ちついた）．

昭和53年度　設計指導　木本教官，猿渡教官
製作指導　内野技官，他
学生　中島和広，松井利治

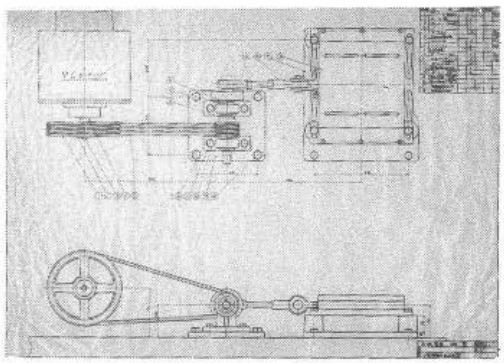
2)　模型実験用振動台の設計，製作

構造物模型の固有振動数を求めたり，その他簡単な模型の共振時における振動モードを観察するなどの目的で，振動台の設計製作に着手し，その翌年改良設計を行ない53年度末に製作を終了した．

昭和52年度　設計指導　大山教官
製作指導　内野技官
学生　前田孝一
昭和53年度　設計指導　大山教官
学生　小嶺秀明，竹下祐次

振動台の基本仕様

適用振動数範囲　10〜90%
可変振幅　0.1〜0.5mm
模型最大重量　10kg



振　動　台

3)　センサー移動装置の設計製作

基本仕様

座標系　直交座標系
駆動方法　手　動　式
設置場所　風胴外部（測定部の上部）
移動距離　X軸　1200mm
Y軸　1200mm
Z軸　1200mm
位置決め精度（各軸とも）±1/20mm
（移動1mmにつき）

風胴測定室内に設けたターンテーブル上に模型を置き，これに風を作用させてその模型におよぼす風の影響を調べる測定器具を3次元空間の任意の点に精度よく位置決めする必要があるため，このセンサー移動装置の設計に着手した．

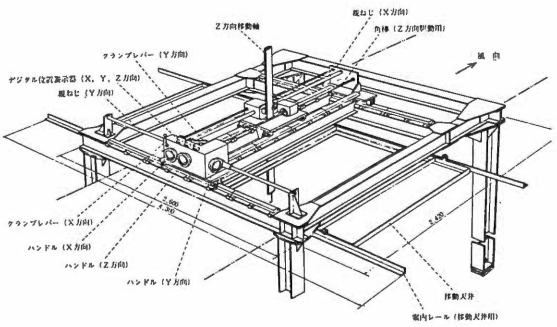
昭和52年度　設計指導　川崎教官
学生　川西重義，河野勝義

上記の主要部については52年度に一応の設計が終ったが，それに基ずいて53年度には細部にわたり検討して，設計改良を行い，Z軸関係部品の製作を終った．

昭和53年度　設計製作指導　田口教官
学生　犬塚　正

ひき続き昭和54年度，前半に残りの製作図を終り，同年度中に製作を完了する予定である．

設計指導　木本教官
学生　鹿毛信吾，渡瀬啓文



センサー移動装置

以上をもって，総合実習における，環境風胴の設計製作および之に付随した設備の設計，製作についてその経過と概要の説明を終るが，この設計製図の教育効果については次に考察する．

6．む　す　び

6−1　先般，津山高専にて行われた研究会に出席してその資料をもとにして西日本地区高専の図学，設計製図教育について考察したが，各校ともそれぞれ特色を発揮して真摯に研究され，その教育効果を充分にあげておられることが窺い知られる．

只，この資料の集計に誤りがないかを怖れる．若し誤りがあれば，関係の方々からご叱責を賜わるよう，お願いする次第である．

6－2　有明高専の設計製図教育について

先ず1年から5年までの課題について考えるに，特に1年では製図の基礎について学生が白紙の状態から分かり易く説明して指導してゆかねばならないので，非常に苦労である．また学生がかいて提出した図面は克明に検図して誤りまたは不良個処を指摘，訂正してなるべく速かに返してやる事が大切であることは言うまでもない．兎に角，機械製図の基礎を1年の時期に体験的に覚えさせて，課題の目標を達成させることは1年製図担任教官の重責であると思う．

次に2年，3年になると図面に製図規格の条件が増加して，次第に複雑になってくるので，検図が一段と厄介になる．またスケッチ製図の指導は，工作法も加味されるので，学生の製図練習としては最適であるがそれに伴って検図も面倒になる．しかし学生の製図の理解度を見るには好適の時期であると言える．

4年の設計製図については例えば工作上の穴，軸のはめあい・寸法公差およびその表示について学生の理解がなかなか得られない．また管用ねじやSGP管の認識も不確実であり，一般用圧延鋼材その他加工用工具の種類寸法等についても特に教育する必要がある．

5年になると互に図面を交換させて，検図をやらせているが，検図の要領を説明して検図をさせても，読図の能力が乏しいので，これは練習の域を脱し得ないが，しかし検図の要領を指導することは大切である．

翻かえって教える側においても，機械製図規格の改正，製図法の国際化（例えばISO規格のJISへの導入）に順応して教え方も変えてゆかねばならない．また特に最近の「形状および位置精度の規格（許容値と図示方法）」のように新しい製図規格についても認識を新たにしてゆく心掛けも勿論必要である．また各学年の製図課題については，時に応じて改善してゆくことを考えておかねばならない．

6－3　総合実習における設計製図教育について

1）これは卒業設計として，かねての設計製図の授業では体得できない，ほんとうに生きた教育ができることである．

2）設計し，製作する現場が其処にあり，設計したものが実際の「モノ」になるという意気込みがあるのでこれに取り組む時の心構えが違ってくるし，従って充実感がある．

3）模索し，創造し，思索して学生は責任を感じて仕事に打ち込んでいる様子が窺われる．

4）次に設計指導が，ほんとうのマン．ツー．マン方式で直接できることである．

設計指導について例をのべると，設計の手順として，構想図―計画図―部分組立図―総組立図および部品図の順に設計をやらせてゆく場合先ず設計資料として第一に何を準備すべきかを教える．

構想をねり，手順を教えて設計させてゆくと，学生は今，何が分っていないか，その分っていない点を，教える側でも確認できて，つぎの講義にフィードバックして製図教育の要点を強化することもできる．

設計製図と製作の両方を卒業までに体験できた学生は，製作の指導をうけてみて，自分の設計図の不備な点につき当る．例えば中心線は何故必要か，また寸法の基準位置はどこであるべきかなど，確実に体得できる．即ち製作図面の正しいかき方の要点を会得できることは，無味乾燥がちな設計製図が生きてきて，学生の設計能力の啓発に大いに貢献することになる．

また例えば製缶または鋼板加工溶接設計では，熱ひずみの発生を実際に体験できて，溶接設計および工作のむずかしさを認識することができる．

更に，学生自身が設計製図に携っていなくとも，先輩のかいた図面によって実際に工作に当るときは，設計図を真剣に読む訓練ができること，即ち読図と検図能力の養成に役立つことになる．

総合実習における設計製図および製作は主として，卒業研究で取り上げているので，一部の学生だけが設計に携ったことになる．しかし他の学生も総合実習として，何らかの形で「モノ」の製作に携わり，兎角，無味乾燥になり勝ちな一般の設計製図よりも，実学を体験できるので従来の他の如何なる方法でも達成できなかった貴重な教育が実現できるものと思われる．

6－4　XYプロッタによる作図研究その他について

電算機付属のXYプロッタによる作図の研究は，本校では卒業研究に取り上げてきたが，一部の高専においては，自動製図機が備えられ，設計製図の研究に用いられ始めている．

因みに企業では最近の設計生産技術として電算機と自動製図機およびグラフィック，ディスプレイなどを用いた自動設計システムが研究され，特に船舶，航空機，自動車などの生産には重宝されている面も多い．

また，設計諸元の判然としている標準部品の設計・見積計算に用いて，高能率を発揮している例も出始めている[21]．しかし，これらの装置が高価なこと，またプログラム編成の複雑さなどのために，一般の生産工場では容易に利用の段階には至らないのが実情であろう．

扨て，高専の設計製図教育の将来について考えてみると，企業側でCADおよびCAMなどの設備が普及し，それが広く活用される時が若し近く来るとして，現在学校で教育している「鉛筆」と「人の手」による

製図は不必要ではないか，それらは機械に任かせて，もっと有用なことに切り換えるべきではないかと疑問を懐く向きもある。

しかし，高専における設計製図教育は，工学啓発の最も初歩的教育として，また工学人としての性格涵養の場として最も重要な勉学の課程であると確信する．

思うに，我々が取扱う存在の事物は数次元以上の現象が複雑に関連し合っていて，それを有用な「モノ」に化するには，その次元数以上の観察から総合して得られる創意工夫以外にはない．そのような工学入を養成するのが我々の第一の目標ではないだろうか．(22)

従って，電算機による情報処理と併わせれば，工学人としての基盤が涵養されていたら，状況が如何に変化しても，それに適応できるだけの技術は，容易に身につけられるものと思う．

終りに，ある企業での「学校の製図教育に対する要望」の一端を記して結びとしたい．

即ち「機構学・図学による立体感の養成と機械要素の設計・組立が渾然一体となるよう，彼等の目を開かせる教育が肝要であろう」ということである．

参　考　文　献

● 西日本地区高専図学，製図教育研究会関係

1　第12回西日本地区高専図学,製図教育研究会報告
　　—鹿児島高専研究報告第12号（別冊）

2　工業高専基礎製図教育の現状調査ならびに標準カリキュラム試案．久留米高専助弘教授，他
　　日本設計製図学会講演論文集 (No.75．S50年10

3　第13回西日本地区高専図学,製図教育研究会資料
　　会場校　津山高専（S54年8月）

● 高専の機械設計製図教育関係

4　高松高専の機械工学科における設計製図教育
　　高専教育　第2号　1979．2

5　高等専門学校教育方法改善試行
　　（設計製図・工作実習について）
　　高松工業高等専門学校

6　機械工学科における「設計」を中心とした教育方法の改善　S54年3月
　　小山工業高等専門学校

● XYプロッタ（電算機）による製図研究関係

7　XYプロッタ・ルーチンを利用した自動作図
　　明治大学　光成豊明
　　日本設計製図学会講演論文集　No.76－2

8　インボリュート歯形を持つ平歯車の自動製図（第1報，直線刃を持つラック型工具の場合）
　　明治大学　光成豊明，他
　　日本設計製図学会講演論文集　No.75－2

9　XYプロッタ・ルーチンによる自動作図（その2）—グラフィック・システム—
　　日本設計製図学会誌「設計製図」VOL.12No.59

10　FORTRAN応用（機械要素設計，設計製図，生産技術）
　　和歌山高専　野田宏，田縁正幸　共著
　　（パワー社発行）

● 有明高専の総合実習関係

11　総合実習センター計画の概要
　　有明工業高等専門学校　昭和48年7月

12　総合的実験実習—新しい工学教育をめざして—第1号　有明工業高等専門学校
　　総合実習センター　昭和52年3月

13　総合的実験実習—新しい工学教育をめざして—第2号　有明工業高等専門学校
　　総合実習センター　昭和53年3月

14　総合的実験実習—新しい工学教育をめざして—第3号　有明工業高等専門学校
　　総合実習センター　昭和54年3月

● 其の他

15　製図用鉛筆の変遷
　　（株）トンボ鉛筆　川崎勲
　　日本製計製図学会誌　VOL.14No.70S54年7月

16　技術者の学校教育における製図力と企業教育について
　　東京芝浦電気株式会社府中工場　小田哲也
　　日本設計製図学会誌　VOL.13No.62S53年3月

17　学校と企業における機械設計製図教育のあり方　岐阜工業高等専門学校　遠藤博宣
　　日本設計製図学会誌　VOL. 7No.27S47年4月

18　企業内における製図教育について
　　東京芝浦電気株式会社府中工場　小田哲也
　　日本設計製図学会講演論文集　No.76－2

19　設計製図教育の課題
　　—学校と企業との関連において—
　　北海道倶知安高等学校　高橋淳一
　　日本設計製図学会誌　VOL. 4No.15S44年12月

20　製図教育におけるシャープペンシルの使用について　福岡大学工学部　江崎丈巳
　　日本設計製図学会誌　VOL. 9No.39S49年5月

21　熱交換器用フランジの自動設計製図と見積計算システム　住友金属工業中央技術研究所森田喜保他，（設計製図VOL.14，No.70S54年7月

22　納得の工学 － 発想の転換 － 自在研究所編
　　森政弘　監修

本校の数学教育における到達目標（Ⅱ）

荒木　眞・猿渡正樹
成冨　孝・向井昭三

＜昭和54年9月18日受理＞

The Objective to Achieve in Mathematical Education at Our College (Ⅱ)

We set up the mimimum standard of scholarly attainments in the mathematical education at our college.

Makoto ARAKI　　Seizyu SARUWATARI
Takashi NARITOMI　　Syōzō MUKAI

1．はしがき

さきの報告〔1〕において，「教育課程編成のための基礎資料」（以下では，「基礎資料」と略記する.）と本校学生の実態とを考え併せて第1学年の教科内容と到達目標について報告した．今回は主として第2学年の教科内容のうち代数・幾何の部分，「ベクトル」，「空間図形と方程式」，「行列」，「行列式」等の教材の取り扱い方，その程度（到達目標）について考察する．

高専の第1学年から第3学年までの一般科目としての数学は主として後期中等教育段階における普通教育として通常必要と考えられる授業科目であり，内容，程度については高等教育レベルのものまで含むことは当然であると，昭和51年7月7日に発表された「高等専門学校教育課程の改善について」に示されている．こういう要請からやゝもすると高校に比較して過重な教育課程になりがちである．ところが，本校の学生の実態は報告〔1〕で述べたものと現在でも変りはない．そこで高校で教授されている教育内容，その程度，配当時間数を調べ，これと高専のそれらとを比較検討する．その結果を参考にして，更に，高専で教えるべきだとされている教科内容およびその程度を検討し，学生に適合した試案を作成し報告する．なお，学生の教科内容の理解度は勿論だが特に本校ではその定着性に問題があるのでそれに対する対策を考えたい．

2．高専と高校の教育内容の比較

高校の教育について基本となるのは指導要領であるが，その細目，時間数については指導要領では不明である．そこで，われわれはその具体化されたものである教科書をできるだけ多く集め，その内容と配当時間について調べた．また，高専の教育内容については，「基礎資料」〔2〕に示されているが，これは従来の文部省の「教育課程の標準」と異なり，各学校を拘束せず共通の理解のもとに最低限と思われる内容を示しているだけである．やはり，その具体化された高専用教科書，特に本校で採用している教科書を中心に,「基礎資料による教育課程編成の一例」〔3〕等を参考にして，内容，配当時間数を調べた．その結果を基にして，「ベクトル」，「空間図形と方程式」，「行列」，「行列式」の内容とそれに相当する高校の内容を比較したものが表Ⅲであり，第1学年から第3学年までの3年間に履習する内容を相当する項目毎にまとめ，その配当時間数を比較したものが表Ⅰである．

ここでは，表Ⅲにあげた項目「ベクトル」，「空間図形と方程式」，「行列」，「行列式」の内容とその配当時間数を検討するのが主目的であるが，まず，いま第1学年から第3学年までの指導項目について高専と高校との各項目毎に配当された時間数（表Ⅰ）を，その内容までを考慮に入れて比較しておく．

次のようなことがいえるであろう．

Ⅰ）「数と式」については全く同じである．

Ⅱ）「方程式と不等式」については，高専用が，分数方程式，無理方程式，2次と2次の2元連立方程式などを含んでいることを考えると殆んど差はない．

Ⅲ）「写像とグラフ」については高専用は，べき関数，対数計算，計算図表を余分に含んでいることからすると，高専では少し時間不足ではないか．

Ⅳ）「三角関数」については，高校は加法定理を含まない時間数であり，高専用は，加法定理はもちろん，和，積公式，単振動の合成，逆三角関数を余分に含んでの時間数であることから，この時間数では高専にとって無理である．

Ⅴ）「図形と方程式」についてはベクトルと関係が

あるので後で述べる．

Ⅵ）「集合と論理」については殆んど差がない．

Ⅶ）「確率と統計」（順列組合せを含む）については，高専では相関関係・２変数の同時分布，和差の平均・分散，点推定法など余分に含んだ時間数であることから，高校に比べて時間不足である．

Ⅷ）「数列，級数」，「微分」，「積分」の３つのそれぞれの項目についての高専と高校との配当時間数には，かなりの差があるが，合計した時間数でみれば殆んど差はない．しかし，高専の場合は，偏微分，重積分，微分方程式等高校で取り扱わない内容が大巾に多くこれらを理解させ定着させるとすれば時間不足であり，他の部分に皺寄せせざるを得ないのが実情である．

次に，「ベクトル」，「空間図形と方程式」，「行列」，「行列式」の内容と配当時間数について，高専と高校の比較検討を行う．表Ⅰ，Ⅲより次のことがいえる．

１）高専の教材は高校の教材をすべて含む．

２）高専の教材のうち，高校の教材にないものは次の通りである．

内容については
１．複素数のベクトル表示
２．ベクトルの外積
３．いろいろの曲面（球面を除く）
４．円柱座標，極座標
５．行列式
６．固有値とその応用
７．２次形式と主軸変換
である．

用語については
１．スカラー
２．自由ベクトル
３．幾何ベクトル
４．n 次元ベクトル
５．１次独立，１次従属
６．ベクトルの基底
７．平面の方向比，方向余弦
８．対角行列，転置行列，対称行列，交代行列，直交行列，直交変換
である．

３）「図形と方程式」については，高専の場合時間数はやゝ少ない上に，２次曲面，円柱座標，極座標など，高校にない内容がある．

４）「ベクトル（外積を除く）」については高専の場合，時間数はやゝ少ない上に，高校では取り扱わない１次独立，１次従属がある．

５）「外積」は高校では取り扱わない．極く簡単に取り扱うにしても「ベクトル」の項目に入れるとすれば，高校より時間数が大巾に不足する．

６）「行列」については，内容には殆んど差がないが，高専の場合は，時間数は極端に少ない．

７）「行列式」は高校では取り扱わない．高専では25時間程度配当されているが，内容からみて，学生に理解させるにはもっと多くの時間が必要であろう．

以上の比較検討から，高専の１年から３年までの間に履習する教材は，高校のそれに比べて大巾に多く，配当された総時間数は同じであることがわかる．そのために，各項目毎の配当時間数では，高専の方が，高校より極端に少ない部分が生じている．つまり，高専では，盛り沢山の内容を，しかもあまり時間をかけないで，学生に与えていることになる．可成りの教材の整理と教授法の工夫が必要であろう．

３．本校の試案（教育内容と目標）

前述のことから高専では第１学年では高校と比べて無理はないとしても，第２学年，第３学年と学年が進行するにしたがって学生の指導内容に対する消化不良の度合が深まることになるのは明らかである．勿論，可成りの数学的素質があり，勉学意慾も高い学生にとっては放課後の学習などを十分することによって，それらの内容を理解しマスターすることが可能であろうが，そのような学生は本校では数少ない．そのことは報告〔１〕で触れていたが現在でも変りない．多くの学生は極く普通の高校生と同じであって，現在までのような内容と配当時間数では，われわれが手とり足とり指導を行なったとしても消化不良をおこすのは避けられない．大胆な教育課程の改善が必要である．今回は，報告〔１〕に引き続いて「ベクトル」，「空間図形と方程式」，「行列」，「行列式」の部分について配当時間数および到達目標を検討し，試案として，表Ⅳのように定めた．

報告〔１〕では第１学年の部分は基礎数学であり高校と比較しても殆んど変りないので，各項目の配当時間数には触れなかったが，今回取りあげた内容は他の内容とも関連があるので，高専の「基礎資料」〔２〕と本校の実情を考え併せ，更に高校も参考にして第１学年から第３学年までの配当時間数の大枠を決め表Ⅱに示す．

次に，表Ⅳは，「ベクトル」，「空間図形と方程式」，「行列」，「行列式」の指導内容と到達目標を掲げたものである．指導内容の取り扱いについて各項目毎に次に述べる．

「ベクトル」の取り扱い方については，次の通りであ

る．普通は「平面のベクトル」を学習した後にその拡張として「空間のベクトル」を学習するのであるが，高専では配当時間数が少ないことから，本校では次のように考えた．第1学年において平面上の「図形と方程式」の項目について十分な指導を行なっている関係から，新しい概念である「ベクトル」を用いて既習の平面上の図形の方程式が容易に導かれることを示すことによって「ベクトル」の有用性が割合短時間に理解されると思われるし，また，その理解があれば，空間における図形を「ベクトル」を用いて調べることに，そう抵抗感はないであろう．そこで平面，空間と区別しないで並列的に指導することにした．この場合，留意した点は，代数的に処理して得られた結果は，できるだけ適切な図を用いて，再度説明し，イメージの定着を図り，平面空間を並列して扱うことに無理がないようにしたことである．こうすることによって時間数の節減も実現できる．

また，「行列」の取り扱いについては，次の通りである．高校の「行列」に配当された時間数38時間に対して本校の場合配当できるのは25時間で，かなりの教材の整理が必要である．そこで，1次変換については．やゝ軽く取り扱い三角関数の加法定理は1年の三角関数のところで詳しく指導した．

「行列式」の取り扱いについては表Ⅱに示したように時間数の関係で第3学年で指導することにし，内容についてはできるだけ簡単にした．しかし，将来学生が更に高度の部分を独習する場合の基礎力を養うようにした．

終りに，到達目標として掲げたものは，各項目毎にすべての学生に修得させ定着させるべき最低の基準を問題例で示したものである．

4．今後の対策

以上の試案をもとに，今後の指導を実施し，教科内容の理解度を随時点検することは勿論であるが，特に留意して行きたいのは，その定着性である．そこで，その具体的な対策としては，全学年を対象に，年2回ぐらい．それ以前に履習した内容を試案に示した到達目標の程度で再度自学自習させてテストし定着度を調べて行く．その結果を見て試案も再度検討して改善をはかりたい．

表Ⅰ　高専と高校との各指導項目毎の配当時間数の比較（1年～3年まで，単位は時間）

項　　目	高　　専	高　　校
数と式	24	24
方程式と不等式	36	26～30
写像とグラフ（指数関数・対数関数を含む）	48	29～33
三角関数	30	22～26
図形と方程式	30	32～36（平面21，空間11～15）
順列組合せ・確率	72（順列12，確率60）	62（1年22，3年40）
集合・論理	12	13
ベクトル	30	39（1年14，2年25）
行　列	20	38
行列式	25	0
数列・級数	24	45～49（2年28～32，3年17）
微　分	84	103（2年30，3年73）
積　分	102	76（2年26，3年50）
平面幾何	0	15～19

表Ⅱ　本校の指導項目と配当時間数の大枠　6　単　位　（180時間）

	6　単　位　（180時間）			
一年	数と式	24		
	方程式と不等式	36		
	関数とグラフ（指数関数・対数関数を含む）	45		
	三角関数	40		
	平面図形と方程式	35		
二年	4単位（120時間）		2単位（60時間）	
	微分，積分	120	ベクトル	25
			空間図形と方程式	10
			行列	25
三年	3単位（90時間）		3単位（90時間）	
	微分，積分	90	行列式	25
			微分方程式，確率・統計	65

（註）表Ⅰについて：

高校の場合は，調査した各教科書について180時間を各項目毎のページ数に比列配分した時間数の平均値を求め，これと2，3の教授資料と比べて殆んど差がないものについてはこの平均値を，かなり差があるものについては巾をもたせて記載した．

高専の場合は，「基礎資料」の各項目毎の時間数を，6/5倍したものである．

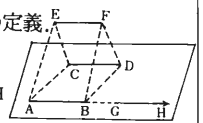
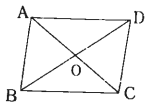
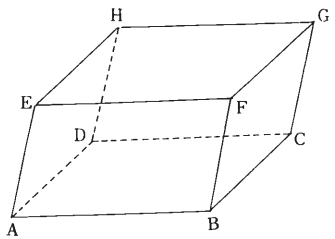
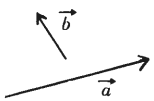
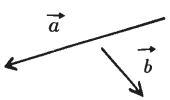
表Ⅲ　高専と高校との指導項目・内容の比較（ベクトル，空間図形，行列，行列式について）

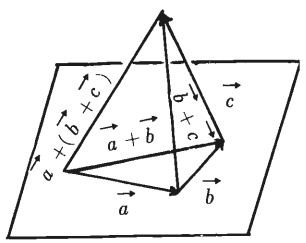
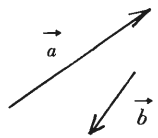
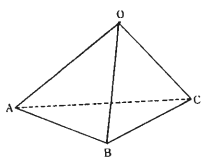
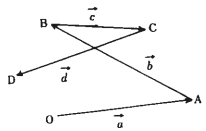
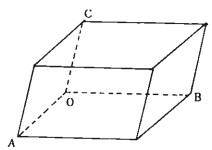
ベクトルおよび空間図形の方程式	
指　導　項　目・内　容	
ベクトルとその演算	○
●ベクトルの意味	○
有向線分，単位ベクトル，零ベクトル	○
ベクトルの相等	○
●ベクトルの演算	○
ベクトルの加法，減法	○
ベクトルと実数との積	○
ベクトルの平行	○
（以上は平面・空間のベクトル）	
平面上のベクトル	○
●ベクトルの成分	○
基本ベクトル，ベクトルの有向直線上への正射影	○
ベクトルの成分表示（相等，加法，減法，実数倍）	○
●ベクトルの内積	○
$\vec{a}\cdot\vec{b}=\lvert\vec{a}\rvert\times\lvert\vec{b}\rvert\times\cos\theta$　で定義	○
内積の性質（図で確認）	○
基本ベクトルの内積	○
内積の成分表示	○
●ベクトルの応用	○
位置ベクトル	○
自由ベクトル	
線分を定比に内分する点の位置ベクトル	○
直線のベクトル方程式	○
直線の媒介変数表示	○
ヘッセの標準形	○
複素数のベクトル表示	
空間におけるベクトル	○
●空間座標	○
●ベクトルの成分	○
基本ベクトル	○
ベクトルの成分表示	○
ベクトルの方向余弦	○
●ベクトルの内積	○
$\vec{a}\cdot\vec{b}=\lvert\vec{a}\rvert\times\lvert\vec{b}\rvert\times\cos\theta$ で定義	○
基本ベクトルの内積	○
内積の成分表示	○
直線・平面の基本性質を内積を用いて証明	○
●図形への応用	○
線分を定比に内分する点の位置ベクトル	○
直線のベクトル方程式	○
平面のベクトル方程式	○
平面の方程式のヘッセの標準形	○
球面のベクトル方程式	○
●ベクトルの外積	
外積の定義	
基本ベクトルの外積	
外積の成分表示	
ベクトルの１次独立と１次従属	
●数ベクトル	
n次元ベクトル	
幾何ベクトル	
●１次独立と１次従属	
●ベクトルの基底	
基底に関するベクトルの成分	
空間における直線と平面	○
●直線の方程式	○
二直線の平行・垂直条件	○
●平面の方程式	○
平面の方向比と方向余弦	
平面の法線ベクトル	○
直線と平面，平面と平面の平行・垂直条件	○
二平面の交線	○
いろいろな曲面	
●柱面・錐面・回転面	
●球面	○
球面の接平面	
●２次曲面	
●円柱座標・極座標	
行列と行列式	
指　導　項　目・内　容	
行列	○
●行列の定義	○
●いろいろな行列 対角行列・転置行列	
単位行列	○
行ベクトル・列ベクトル	○
●行列の和と差	○
行列の相等	○
行列の和と差	○
●行列の数との積	○
対称行列・交代行列	
１次変換と行列の積	○
●１次変換	○
変換の行列	○
恒等変換	○
●１次変換の合成と行列の積	○
●積の演算規則	○
乗法の交換法則は必ずしも成立しない	○
結合法則・分配法則	○
いろいろな行列の計算	○
●逆行列	○
２次の正方行列の逆行列	○
逆変換	○
●直交行列	
直交変換	

行列式および固有値とその応用（２次形式・主軸変換）などは，高校では取り扱っていない．

（註）各項目は本校で使用している高専用教科書によるもので，○印はその項目又は内容が高校でも取り扱われていることを示す．

表Ⅳ　本校の試案

指導項目	指導内容	到達目標	（問題例）
空間の基本図形	●平面の決定条件 （異なる3点，1直線とその上にない1点，交わる2直線，平行な2直線） ●2直線のなす角（ねじれの位置，平行，垂直） ●直線と平面の位置関係（平行，垂直） ●2平面のなす角（平行，垂直）	1．次の（1）～（7）のうち，正しいものはどれか．ただし，a，b，cは直線を表し，α，β，γは平面を表す． （1）$a \parallel b$，$a \parallel c$ならば，$b \parallel c$ （2）$\alpha \parallel \beta$，$\beta \parallel \gamma$ならば，$\alpha \parallel \gamma$ （3）$a \parallel \alpha$，$a \parallel \beta$ならば，$\alpha \parallel \beta$ （4）$a \perp b$，$a \perp c$ならば，$b \parallel c$ （5）$a \parallel b$，$b \perp \alpha$ならば，$a \perp \alpha$ （6）$\alpha \perp \beta$，$\beta \perp \gamma$ならば，$\alpha \parallel \gamma$ （7）$a \perp \alpha$，$a \perp \beta$ならば，$\alpha \parallel \beta$	2．次の点のxy平面，yz平面，zx平面に関する対称な点の座標を求めよ． （1）　（1，−1，2） （2）　（3，1，2）
空間座標	●基本的な用語（座標軸，座標，座標平面など）		
ベクトルの意味	●速度・力・変位・図形の平行移動などは，大きさと向きをもった量で，このような量をベクトルということ． ●ベクトルを表現するのに有向線分が用いられること． （記号：$\overrightarrow{AB}$，$\vec{a}$，$\lvert\overrightarrow{AB}\rvert$，$\lvert\vec{a}\rvert$） ●ベクトルの相等の意味を理解させる． ●単位ベクトルの定義． $\overrightarrow{AB}=\overrightarrow{CD}=\overrightarrow{EF}=\overrightarrow{GH}$  	1．一直線上にない2つのベクトル$\overrightarrow{AB}$，$\overrightarrow{CD}$が等しいとき，図形ＡＢＤＣはどんな四角形か． 2．$\lvert\vec{a}\rvert=\lvert\vec{b}\rvert$は$\vec{a}=\vec{b}$であるための何条件か． 3．$\vec{a}=\vec{b}$，$\vec{b}=\vec{c}$ならば，$\vec{a}=\vec{c}$であることを説明せよ． 4．下の図の平行四辺形ＡＢＣＤにおいて，次のベクトルのうちで，どれとどれが等しいか． $\overrightarrow{AD}$　$\overrightarrow{AO}$ $\overrightarrow{BO}$　$\overrightarrow{OC}$ $\overrightarrow{OD}$　$\overrightarrow{BC}$  	5．下の平行六面体で，$\overrightarrow{AB}=\vec{a}$，$\overrightarrow{AD}=\vec{b}$，$\overrightarrow{AE}=\vec{c}$であるとき，平行六面体の各辺の表すベクトルのうちで，$\vec{a}$，$\vec{b}$，$\vec{c}$に等しいものをそれぞれ求めよ． 
ベクトルの加法と減法	●力・図形の平行移動の合成などの例により，ベクトルの加法を理解させる．（三角形の法則，平行四辺形の法則） ●ベクトルの加法の逆演算として，ベ	1．2つのベクトル$\vec{a}$，$\vec{b}$が，次のように与えられたとき，$\vec{a}+\vec{b}$および$\vec{a}-\vec{b}$を図示せよ． （1）  （2）  	6．4つのベクトル$\vec{a}$，$\vec{b}$，$\vec{c}$，$\vec{d}$が下の図のように与えられたとき，和$\vec{a}+\vec{b}+\vec{c}+\vec{d}$を表すベクトルを図示せよ．また，$\vec{a}+\vec{b}+\vec{c}+\vec{d}+\vec{e}=\vec{o}$をみたすベクトル$\vec{e}$を図示せよ．

指導項目	指導内容	到達目標（問題例）
ベクトルの加法と減法	クトルの減法を理解させる． $\vec{b}+\vec{x}=\vec{a}$ をみたすベクトル $\vec{x}$ を $\vec{a}$ から $\vec{b}$ を引いた差 といい， $\vec{a}-\vec{b}$ で表す。 ●逆ベクトル・零ベクトルの定義． （記号：$-\vec{a}$，$\vec{o}$） ●零ベクトル（または逆ベクトル）と任意のベクトルの和． $\vec{a}+\vec{o}=\vec{o}+\vec{a}=\vec{a}$，$\vec{o}-\vec{a}=-\vec{a}$ $-\vec{o}=\vec{o}$，$\vec{a}+(-\vec{b})=\vec{a}-\vec{b}$ ●加法についての交換・結合 法則 $\vec{a}+\vec{b}=\vec{b}+\vec{a}$ $(\vec{a}+\vec{b})+\vec{c}=\vec{a}+(\vec{b}+\vec{c})$  	（3）  2．図を利用して，次の等式が成り立つことを確かめよ． （1）$\vec{a}+(-\vec{b})=\vec{a}-\vec{b}$ （2）$-(\vec{a}+\vec{b})=-\vec{a}-\vec{b}$ 3．長方形ＡＢＣＤにおいて，$\overrightarrow{AB}=\vec{b}$，$\overrightarrow{AD}=\vec{d}$ とする．次のベクトルを $\vec{b}$，$\vec{d}$ で 表せ． （1）$\overrightarrow{DC}$　（2）$\overrightarrow{BC}$　（3）$\overrightarrow{AC}$ （4）$\overrightarrow{BD}$ 4．三角錐ＯＡＢＣにおいて，$\overrightarrow{OA}=\vec{a}$，$\overrightarrow{OB}=\vec{b}$，$\overrightarrow{OC}=\vec{c}$ とするとき，$\overrightarrow{AB}$，$\overrightarrow{BC}$，$\overrightarrow{CA}$ をそれぞれ $\vec{a}$，$\vec{b}$，$\vec{c}$ を用いて表せ．  5．四辺形ＡＢＣＤにおいて，$\overrightarrow{AB}=\vec{a}$，$\overrightarrow{BC}=\vec{b}$，$\overrightarrow{CD}=\vec{c}$，$\overrightarrow{DA}=\vec{d}$ とする． $\vec{a}+\vec{c}=\vec{o}$ ならば，この四辺形はどんな四辺形か．また，その場合 $\vec{b}+\vec{d}=\vec{o}$ であることを示せ．	 7．△ＡＢＣにおいて，次のことを示せ． （1）$\overrightarrow{AB}+\overrightarrow{BC}+\overrightarrow{CA}=\vec{0}$ （2）$\overrightarrow{AC}+\overrightarrow{CB}+\overrightarrow{BA}=\vec{0}$ 8．図において，$\overrightarrow{OA}=\vec{a}$，$\overrightarrow{OB}=\vec{b}$，$\overrightarrow{OC}=\vec{c}$ とするとき，次のようにして $\vec{a}+\vec{b}+\vec{c}$ を作ってみよ． （1）$(\vec{a}+\vec{b})+\vec{c}$ （2）$(\vec{b}+\vec{c})+\vec{a}$ （3）$(\vec{c}+\vec{a})+\vec{b}$  9．流れの速さ毎秒２ｍの川がある．いま，この川を流れの方向に垂直に毎秒１ｍの速さで横切りたい．どの方向にいくらの速さで進んだらよいか．

ベクトルの実数倍

● ベクトルと実数との積の定義

● 実数倍についての結合・分配 法則

$m(n\vec{a}) = (mn)\vec{a}$

$= n(m\vec{a})$

$(m+n)\vec{a} = m\vec{a} + n\vec{a}$

$m(\vec{a}+\vec{b}) = m\vec{a} + m\vec{b}$

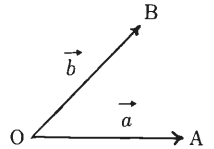
● ベクトルの平行条件

(簡単な図形の性質を調べる.)

$\vec{a} /\!/ \vec{b} \rightleftarrows \vec{b} = m\vec{a}$

($\vec{a}$, $\vec{b} \neq \vec{o}$: mは実数)

1. $\vec{a}$, $\vec{b}$ が図のように与えられたとき, 次 のベクトルを図示せよ.



(1) $\frac{1}{2}\vec{a}$

(2) $\frac{1}{2}\vec{a} + 2\vec{b}$

(3) $2\vec{b} - \frac{2}{3}\vec{a}$

2. 次の計算をせよ.

(1) $(2\vec{a} - 3\vec{b}) + (3\vec{a} + 4\vec{b})$

(2) $3(2\vec{a} + \vec{b}) - 2(-\vec{a} + 4\vec{b})$

(3) $3(2\vec{a} - \vec{b} + \vec{c}) + 4(\vec{b} - \vec{a} + \vec{c})$

(4) $2(\vec{a} - 2\vec{b}) + \frac{1}{3}(\vec{a} + 4\vec{b}) - 3(\vec{a} - \vec{b})$

3. $\vec{x} = 2\vec{a} + 5\vec{b} - \vec{c}$, $\vec{y} = 3\vec{a} - \vec{b} + 2\vec{c}$ のとき, 次のベクトルを$\vec{a}$, $\vec{b}$, $\vec{c}$ を用いて表せ.

(1) $2\vec{x} - 3\vec{y}$

(2) $k\vec{x} + l\vec{y}$ (ただし, k, l は実数)

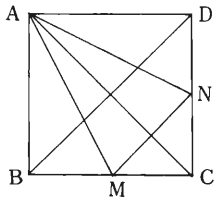
4. $3\vec{x} + 2\vec{y} = \vec{a}$, $2\vec{x} - 3\vec{y} = \vec{b}$ を同時 にみたす$\vec{x}$, $\vec{y}$を$\vec{a}$, $\vec{b}$ を用いて表せ.

5. 正方形ABCDの辺BC, CDの中点を それぞれM, Nとする. $\vec{AB} = \vec{a}$, $\vec{AD} = \vec{b}$ とおくとき, 次のベクトルを, $\vec{a}$, $\vec{b}$ を用 いて表せ.

(1) $\vec{AC}$ (2) $\vec{BD}$

(3) $\vec{AM}$ (4) $\vec{AN}$

(5) $\vec{MN}$



6. 平行六面体ABCD－EFGHにおいて, $\vec{AB} = \vec{a}$, $\vec{AD} = \vec{b}$, $\vec{AE} = \vec{c}$ とするとき, 次のベクトルを$\vec{a}$, $\vec{b}$, $\vec{c}$を用いて表せ.

(1) $\vec{AC}$, $\vec{AF}$, $\vec{AH}$, $\vec{AG}$

(2) CGの中点をLとするとき, $\vec{AL}$

7. △ABCの辺BC, CA, ABの中点を それぞれL, M, Nとする. $\vec{AB} = \vec{a}$, $\vec{AC} = \vec{b}$ として次のベクトルを$\vec{a}$, $\vec{b}$ で表 せ.

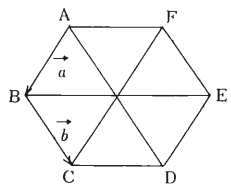
$\vec{LM}$, $\vec{MN}$, $\vec{NL}$, $\vec{AL}$, $\vec{BM}$, $\vec{CN}$

また, $\vec{AL} + \vec{BM} + \vec{CN} = \vec{O}$ を証明せよ.

8. 図の正六角形ABCDEFにおいて, $\vec{AB} = \vec{a}$, $\vec{BC} = \vec{b}$ とするとき, 次のベクトルを$\vec{a}$, $\vec{b}$ で表せ.

(1) $\vec{FC}$ (2) $\vec{DA}$

(3) $\vec{DF}$ (4) $\vec{BE}$

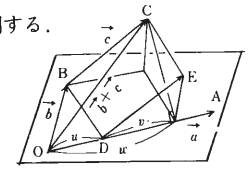
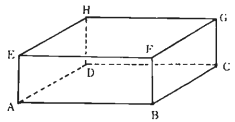


9. $\vec{OA} = \vec{a}$, $\vec{OB} = \vec{b}$, $\vec{OP} = 4\vec{a} - 3\vec{b}$ とするとき, P, A, Bは一直線上にあることを示せ.

10. △ABCにおいて$\vec{AB} = \vec{a}$, $\vec{AC} = \vec{b}$ とし, AB, ACの中点をそれぞれM, Nとする.

(1) $\vec{BC}$, $\vec{AM}$, $\vec{AN}$, $\vec{MN}$ を$\vec{a}$, $\vec{b}$ を用いて表せ.

(2) $MN /\!/ BC$, $MN = \frac{1}{2}BC$ であることを証明せよ.

指導項目	指導内容	到達目標（問題例）	
ベクトルの内積	●ベクトル$\vec{a}$, $\vec{b}$の内積を$\vec{a}\cdot\vec{b}=|\vec{a}||\vec{b}|\cos\theta$で定義し，これが$|\vec{a}|$と$\vec{b}$の$\vec{a}$上への成分との積になることを理解させる．── 仕事量との対比． ●内積についての交換・分配法則の理解． $\vec{a}\cdot\vec{b}=\vec{b}\cdot\vec{a}$, $(m\vec{a})\cdot\vec{b}=m(\vec{a}\cdot\vec{b})=\vec{a}\cdot(m\vec{b})$, $\vec{a}\cdot(\vec{b}+\vec{c})=\vec{a}\cdot\vec{b}+\vec{a}\cdot\vec{c}$, $(\vec{a}+\vec{b})\cdot\vec{c}=\vec{a}\cdot\vec{c}+\vec{b}\cdot\vec{c}$ 分配法則が成り立つことは下図を用いて説明する．  ●ベクトルの垂直条件――簡単な図形の性質を調べる． $\vec{a}\perp\vec{b} \rightleftarrows \vec{a}\cdot\vec{b}=o$ $(\vec{a}, \vec{b}\neq\vec{o})$	1．次の2つのベクトル$\vec{a}$, $\vec{b}$の内積を求めよ． （1）$\vec{a}$, $\vec{b}$の大きさが，それぞれ2，3で，なす角が$\frac{\pi}{4}$ （2）$\vec{a}$, $\vec{b}$の大きさが，それぞれ5，6で，なす角が120° 2．一辺が2である正三角形ABCの辺BCの中点をMとする．このとき，次の内積を求めよ． （1）$\vec{AB}\cdot\vec{AC}$　（2）$\vec{AB}\cdot\vec{BC}$ （3）$\vec{AB}\cdot\vec{AM}$　（4）$\vec{AM}\cdot\vec{BC}$ 3．下の直方体ABCD－EFGHにおいて，AB＝3，AD＝2，AE＝1とするとき，次の内積を求めよ． （1）$\vec{AB}\cdot\vec{AD}$　（2）$\vec{AE}\cdot\vec{GC}$ （3）$\vec{AD}\cdot\vec{BG}$  4．$(\vec{a}-\vec{b})\cdot\vec{c}=\vec{a}\cdot\vec{c}-\vec{b}\cdot\vec{c}$を示せ． 5．$(\vec{a}+\vec{b})\cdot(\vec{a}-\vec{b})=|\vec{a}|^2-|\vec{b}|^2$を証明せよ．	6．次の問に答えよ （1）$|\vec{a}\cdot\vec{b}|\leqq|\vec{a}||\vec{b}|$を証明せよ． （2）$|\vec{a}+\vec{b}|^2=|\vec{a}|^2+2\vec{a}\cdot\vec{b}+|\vec{b}|^2$を証明せよ． （3）(1)，(2)を利用して次の不等式を証明せよ． $|\vec{a}|-|\vec{b}|\leqq|\vec{a}+\vec{b}|\leqq|\vec{a}|+|\vec{b}|$ 7．$\vec{e_1}$, $\vec{e_2}$, $\vec{e_3}$は互いに垂直な単位ベクトルで，$\vec{u}=x\vec{e_1}+y\vec{e_2}+z\vec{e_3}$（$x$, y, zは実数）のとき，次の内積を求めよ． $\vec{u}\cdot\vec{e_1}$, $\vec{u}\cdot\vec{e_2}$, $\vec{u}\cdot\vec{e_3}$ 8．$|\vec{a}|=1$, $|\vec{b}|=3$, $|\vec{a}-\vec{b}|=7$のとき． （1）内積$\vec{a}\cdot\vec{b}$を求めよ． （2）$\vec{a}$, $\vec{b}$のなす角を求めよ． 9．$\vec{a}$, $\vec{b}$の大きさがそれぞれ4，10で，$\vec{a}$, $\vec{b}$のなす角が60°であるとき，$3\vec{a}-\vec{b}$の大きさを求めよ． 10．四面体OABCにおいてOA⊥BC，OB⊥CAならば，また，OC⊥ABでもあることを証明せよ． 11．二等辺三角形の頂点と底辺の中点を結ぶ直線は底辺に垂直である．ベクトルを用いて，これを証明せよ．
位置ベクトル	●位置ベクトルの定義と記号 P(p) ●A($\vec{a}$)，B($\vec{b}$)のとき，$\vec{AB}=\vec{b}-\vec{a}$となること． ●空間または平面における2点を結ぶ線分を定比に分ける点の位置ベクト	1．2点A($\vec{a}$)，B($\vec{b}$)に対して$\vec{AB}=\vec{b}-\vec{a}$を示せ． 2．3点A($\vec{a}$)，B($\vec{b}$)，P($\vec{p}$)の間に次の関係があるとき，点Pを図示し，$\vec{p}$を$\vec{a}$, $\vec{b}$で表せ． （1）$\vec{AP}=2\vec{PB}$　（2）$\vec{AP}=2\vec{BP}$	（3）$2\vec{AP}=\vec{BP}$ 3．A($\vec{a}$)，B($\vec{b}$)とする．ABを$m:n$ (m, $n>o$)に外分する点をPとするとき，$\vec{OP}$を$\vec{a}$, $\vec{b}$で表せ．

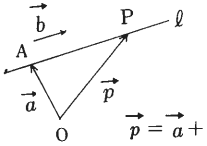
位置ベクトル

ルによる表示が同一であることを示す．

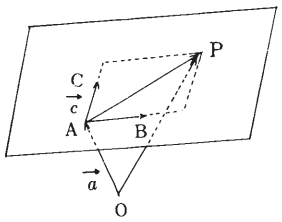
m：nに分ける点：$\vec{p}=\dfrac{n\vec{a}+m\vec{b}}{m+n}$

中点：$\vec{p}=\dfrac{\vec{a}+\vec{b}}{2}$

● 点 P（$\vec{p}$）が直線または平面 上にある条件から，それらのベクトル方程式が導かれることを理解させる．



$\vec{p}=\vec{a}+t\vec{b}$（t：実数）



$\vec{p}=\vec{a}+s\vec{b}+t\vec{b}$

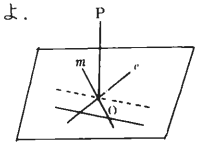
（s,t ：実数）

4．2点A（$\vec{a}$），B（$\vec{b}$）を結ぶ線分を次のように内分または外分する点をP（$\vec{p}$）とするとき，$\vec{P}$を$\vec{a}$，$\vec{b}$で表せ．

（1）ABを3：2に内分

（2）ABを3：2に外分

5．図のように直線POがOを含む平面α上の2直線ℓ，mに垂直であれば，α上の任意の直線gにも垂直であることを証明せよ．



6．$\overrightarrow{OA}=\vec{a}$，$\overrightarrow{OB}=\vec{b}$，$\overrightarrow{OC}=\vec{c}$とし，△ABCの重心をGとするとき，次の等式が成り立つ．

$$\overrightarrow{OG}=\frac{\vec{a}+\vec{b}+\vec{c}}{3}$$

7．四辺形ABCDと1点Oとがあって，$\overrightarrow{OA}+\overrightarrow{OC}=\overrightarrow{OB}+\overrightarrow{OD}$が成り立つとき，四辺形ABCDは平行四辺形であることを証明せよ．

8．空間に異なる4点A，B，C，Dがあるとき，AB，BC，CD，DAの中点をそれぞれP，Q，R，Sとすれば，四辺形PQRSは平行四辺形であることをA，B，C，Dの位置ベクトルを用いて証明せよ．

9．△ABCにおいて，PはABを3：2の比に内分し，QはACを3：1の比に内分している．△ABCの重心をGとするとき，P，G，Qは一直線上にあることを証明せよ．

10．一直線上にない異なる3点O，A，Bがある．

（1）点Pが直線AB上にあるための条件は，

$\overrightarrow{AP}=t\overrightarrow{AB}$　（tは実数）

が成り立つことである．これを証明せよ．

（2）$\overrightarrow{OA}=\vec{a}$，$\overrightarrow{OB}=\vec{b}$，$\overrightarrow{OP}=\vec{p}$とすれば，Pが直線AB上にあるための条件は，

$\vec{p}=(1-t)\vec{a}+t\vec{b}$（$t$は実数）

が成り立つことである．これを証明せよ．

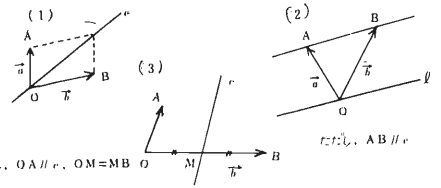
11．点A，B，Pの位置ベクトルをそれぞれ$\vec{a}$，$\vec{b}$，$\vec{p}$とし，$\vec{p}=(1-t)\vec{a}+t\vec{b}$（$t$は実数）とする．$t$が次の値をとるとき，Pの位置を説明せよ．

（1）$t=0$　（2）$t=\dfrac{2}{3}$　（3）$t=-2$

（4）$t=1$　（5）$t=3$

12．点A（$\vec{a}$）を通り，ベクトル$\vec{e}$に平行な直線のベクトル方程式を$\vec{a}$と$\vec{e}$を用いてつくれ．

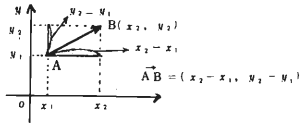
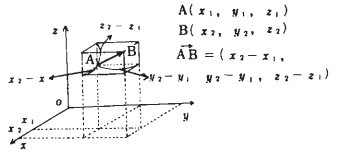
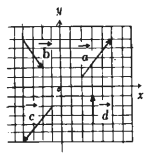
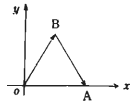
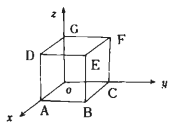
13．下の図の直線ℓのベクトル方程式を$\vec{a}$，$\vec{b}$および実数tを用いて表せ．ただし，ℓ上の動点Pについて$\overrightarrow{OP}=\vec{p}$とする．



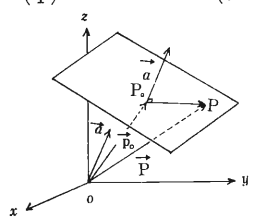
14．一直線上にない3点A（$\vec{a}$），B（$\vec{b}$），C（$\vec{c}$）を通る平面αのベクトル方程式は

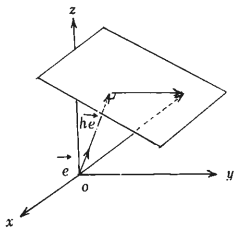
$\vec{p}=t\vec{a}+s\vec{b}+u\vec{c}$，$t+s+u=1$

で表されることを示せ．

指導項目	指導内容	到達目標（問題例）
ベクトルの成分	●座標平面または座標空間におけるベクトルの各座標軸への正射影をそれらの軸に関する基本ベクトルで表しベクトルの成分表示を導く． 位置ベクトルの成分表示 →任意のベクトルの成分表示 ●ベクトルの成分と座標との関係を理解させる．	1．右の図のベクトル $\vec{a}$，$\vec{b}$，$\vec{c}$，$\vec{d}$について，それぞれの成分表示とその大きさを求めよ．
	  	
	●上の図でベクトルの成分を再度説明すること． ●ベクトルの大きさ，相等，各演算と成分表示との関係を理解させる． $\vec{a}=(a_1, a_2, a_3)$，$\vec{b}=b_1, b_2, b_3)$ とする． ※$\lvert\vec{a}\rvert=\sqrt{a_1^2+a_2^2+a_3^2}$ → 距離の公式 ※$\vec{a}+\vec{b} \rightleftarrows a_1=b_1, a_2=b_2, a_3=b_3$ ※$\vec{a}\pm\vec{b}=(a_1, a_2, a_3)\pm(b_1, b_2, b_3)$ $=(a_1\pm b_1, a_2\pm b_2, a_3\pm b_3)$	2．右の図で，△OABは辺の長さが，2の正三角形である．次のベクトルの成分を求めよ． （1）$\vec{OA}$（2）$\vec{OB}$ （3）$\vec{BA}$
		
		3．右の図は，一辺の長さが2の立方体である．次の各ベクトルの成分表示とその大きさを求めよ． $\vec{OE}$，$\vec{AF}$，$\vec{CD}$，$\vec{BE}$
		
		4．2点A，Bの座標が，次のように与えられているとき，ベクトル$\vec{AB}$の成分とその大きさを求めよ． （1）A（3，6），B（−2，0） （2）A(0，1，−2)，B(−1，2，−3)
		5．次の2点間の距離を求めよ． （1）A（3，4），B（5，6） （2）A（−2，1），B（1，−2） （3）O(0，0，0），P(3，4，5) （4）P(2，5，7），Q(4，2，1) （5）P(2，−3，5），Q(5，0，−4)
		6．$\vec{a}=(1, -2)$，$\vec{b}=(-1, 3)$であるとき，次のベクトルの成分を求め，その大きさを求めよ．
		（1）$3\vec{a}$（2）$-2\vec{b}$（3）$\vec{a}+\vec{b}$ （4）$\vec{a}-\vec{b}$（5）$2\vec{a}+3\vec{b}$（6）$3\vec{b}-\vec{a}$
		7．$\vec{a}=(-3, 1, 2)$，$\vec{b}=(-2, 3, -5)$のとき，次のベクトルの成分を求め，その大きさを求めよ． （1）$\vec{a}-\vec{b}$（2）$3\vec{a}+2\vec{b}$ （3）$2(3\vec{a}-4\vec{b})-3(\vec{b}-\vec{a})$
		8．$\vec{a}=(1, -2, -1)$，$\vec{b}=(-2, -4, 3)$，$\vec{c}=(0, 0, -2)$のとき，次のベクトルを求めよ． （1）$\vec{a}+\vec{b}-\vec{c}$（2）$\vec{a}-2\vec{b}+3\vec{c}$
		9．次の関係をみたすベクトル$\vec{x}$を求めよ． （1）$\vec{a}=(3, 4)$，$\vec{b}=(1, -2)$のとき，$\vec{a}+3\vec{x}=2\vec{b}$ （2）$\vec{a}=(4, -2, 5)$，$\vec{b}=(7, 9, -8)$のとき，$2\vec{x}+\vec{b}=\vec{a}$
		10．$\vec{a}=(2, 3)$，$\vec{b}=(1, 2)$のとき，ベクトル$\vec{c}=(3, 5)$を$\ell\vec{a}+m\vec{b}$（ℓ，m実数）の形にかけ．また，平面上の任意のベクトル$\vec{p}=(p_1, p_2)$は，$x\vec{a}+y\vec{b}$（x，yは実数）の形でかけることを示せ．
		11．$\vec{a}=(1, 2, 3)$，$\vec{b}=(0, 2, 5)$ $\vec{c}=(1, 3, 1)$のとき，ベクトル$\vec{d}=(0, 3, 12)$を$p\vec{a}+q\vec{b}+r\vec{c}$（$p$，$q$，$r$は実数）の形にかけ．また，空間における任意のベクトル$\vec{p}=(p_1, p_2, p_3)$は$x\vec{a}+y\vec{b}+z\vec{c}$（$x$，$y$，$z$は実数）の形でかけることを示せ．

ベクトルの成分	※ $m\vec{a}=m\,(a_1,a_2,a_3)$ $=(ma_1,ma_2,ma_3)$ ※ $a\cdot b=a_1b_1+a_2b_2+a_3b_3$ (平面ベクトルについても同様) 特に，内積については余弦定理を利用せず，基本ベクトルの内積と分配法則などを利用して成分表示を導く．余弦定理を利用する方法は問題で与える． ● ベクトルの平行・垂直条件を成分で表す．分点の位置ベクトルの成分表示→簡単な図形の性質を調べる． ● ベクトルの一次結合など簡単にふれる．	12. $\vec{p}=(x,\ y,\ z)$ とする．このとき内積 $\vec{p}\cdot\vec{i}$，$\vec{p}\cdot\vec{j}$，$\vec{p}\cdot\vec{k}$ はどうなるか．また，その結果は図の上では，何を意味するか．（ただし，$\vec{i},\vec{j},\vec{k}$ は基本ベクトル） 13 次の2つのベクトルの内積を求めよ． （1）$\vec{a}=(-3,\ 2)$，$\vec{b}=(1,\ 4)$ （2）$\vec{a}=(3,\ -2)$，$\vec{b}=(-4,\ 6)$ （3）$\vec{a}=(3,\ 2,\ 1)$，$\vec{b}=(-4,\ 6,\ 2)$ （4）$\vec{a}=(1,\ 0,\ 1)$，$\vec{b}=(-1,\ 0,\ 1)$ 14. 次の2つのベクトルのなす角 θ を求めよ． （1）$\vec{a}=(2,\ 1)$，$\vec{b}=(1,\ 3)$ （2）$\vec{a}=(1,\ 2)$，$\vec{b}=(-2,\ 4)$ （3）$\vec{a}=(2,1,3)$，$\vec{b}=(3,-2,1)$ （4）$\vec{a}$ $(-1,0,1)$ $\vec{b}=(-1,2,2)$ 15. ベクトル $\vec{a}=(-3,\ 4)$ に対して （1）平行な単位ベクトル （2）垂直な単位ベクトル をそれぞれ求めよ．	16. $\vec{a}=(1,2,x)$，$\vec{b}=(-3,\ -2,\ x)$ が垂直であるように，x の値を求めよ． 17. $\vec{a}=(3,\ -4,\ 0)$，$\vec{b}=(-6,\ 4,1)$ がある．この2つのベクトルの両方に垂直な単位ベクトルを求めよ． 18. 2点A，Bの座標が次のように与えられたとき，線分ABの中点および3：5に内分する点の座標を位置ベクトルの公式を用いて求めよ． （1）A（−2，3），B（8，7） （2）A（2，1，1），B（−1，2，3） 19. A (x_1,y_1,z_1)，B (x_2,y_2,z_2)，C (x_3,y_3,z_3) のとき，△ABCの重心の座標を求めよ． 20. 平面および空間ベクトルについて，内積 $\vec{a}\cdot\vec{b}$ を $\|\vec{a}\|\,\|\vec{b}\|\cos\theta$ で定義するとき，余弦定理を用いて内積の成分表示を導け．
直線の方程式	● 座標平面または座標空間において，既に学んでいる平面上の直線の方程式が，そのベクトル方程式の成分表示を利用して導かれることとそれと同様にして，空間における直線の方程式も導き出すことができることを理解させる．	1．ベクトル方程式を用いて，点Aを通り，方向ベクトル $\vec{u}$ の直線の方程式を求めよ． （1）A（3，2），$\vec{u}=(0,\ 1)$ （2）A（2，3，5），$\vec{u}=(3,\ -1,\ 3)$ （3）$\vec{A}$（2，1，3），$\vec{u}=(-2,\ 3,\ 0)$	2．ベクトル方程式をもとにして，2点A(1,2,3) B(−3,0,5) を通る直線 g の方程式を求めよ．更に，次の点が，g 上にあるかどうかを調べよ． C（5，4，1），D(13，8，3)

指導項目	指導内容	到達目標（問題例）
	ベクトル方程式 $\vec{p}=\vec{a}+\vec{tb}$ 平面 $\begin{cases}x=a_1+tb_1\\y=a_2+tb_2\end{cases}$ → $\dfrac{y-a_2}{b_2}=\dfrac{x-a_1}{b_1}$ $(y-a_2=\dfrac{b_2}{b_1}(x-a_1))$ 空間 $\begin{cases}x=a_1+tb_1\\y=a_2+tb_2\\z=a_3+tb_3\end{cases}$ → $\dfrac{x-a_1}{b_1}=\dfrac{y-a_2}{b_2}=\dfrac{z-a_3}{b_3}$ $\vec{b}=(b_1, b_2)$ または $\vec{b}=(b_1, b_2, b_3)$：方向ベクトル ●方向余弦にふれる. ●直線の平行・垂直条件なども，ベクトルの平行・垂直条件から導かれることを理解させる. ●直線の平行・垂直条件などを用いていろいろの場合の直線の方程式を求める.	3．点A（1，2，3）を通り，次の条件を満たす直線の方程式を求めよ. （1）直線 $\frac{x}{2}=\frac{y}{3}=\frac{z}{4}$ に平行 （2）直線 $\frac{x-3}{2}=\frac{y-3}{3}=-z$ に平行 （3）直線 $x=2-3t$，$y=t+1$，$z=-t$ に平行 （4）2点（3，4，5），（6，−2，4）を通る直線に平行 （5）ベクトル $\vec{a}=(1,-1,0)$，$\vec{b}=(1,1,4)$ の両方に垂直 4．次の2直線のなす角 θ を求めよ. $\begin{cases}x=1-y=z-3\\x-2=\dfrac{y+1}{\sqrt{6}}=1-z\end{cases}$ 5．2直線 $-\frac{x}{2}=\frac{y+1}{3}=\frac{z+3}{5}$，$-x-2=\frac{y+3}{4}=\frac{z+4}{6}$ の交点の座標を求めよ. 6．2直線 $x=\frac{y}{-2}=\frac{z}{3}$，$\frac{x}{2}=\frac{2-y}{3}=\frac{z-2}{4}$ は，ねじれの位置にあることを示せ.
平面の方程式	●平面のベクトル方程式から，その成分表示によって，平面の方程式が x，y，z の一次方程式で与えられることを理解する. （1） $\vec{a}\cdot(\vec{p}-\vec{p}_0)=0$ ↓ $a(x-x_0)+b(y-y_0)+c(z-z_0)=0$ ↓ $ax+by+cz=0$ （平面の方程式） $\vec{a}$……法線ベクトル 	1．次の条件に適する平面の方程式をつくれ. （1）点A（−2，1，1）を通り，$\vec{n}=(1,-3,2)$ に垂直な平面 （2）点A（−1，2，3）を通り，点B（2，5，−3），C（1，1，0）を結ぶ直線に垂直 （3）点（1，−3，5）を通り，平面 $x-2y+3z-1=0$ に平行な平面 （4）A（1，2，3）を通り，z 軸に垂直な平面	（5）3点A（1，1，−1），B（−1，−1，0），C（−2，1，−4）を通る平面 2．ベクトル $\left(\frac{1}{\sqrt{3}}\cdot\frac{1}{\sqrt{3}}\cdot\frac{1}{\sqrt{3}}\right)$ に垂直で，原点との距離が4の平面の方程式を求めよ. 3．平面 $3x-2y+z+1=0$ に原点から下した垂線の足をHとするとき，OHの長さ，およびHの座標を求めよ. 4．点（2，1，0）を通り，2平面 $2x-3y+z=5$，$3x+2y-z=4$ の両方に垂直な平面.

	（2）ヘッセの標準形→点と平面との距離  $\vec{p}\cdot\vec{e}=\vec{h}$ ↓ $\ell x+my+mz=h$ ℓ，m，n……方向余弦 〔（1），（2）の関係にふれる.〕 ● 2平面のなす角，平行・垂直条件 ● 直線と平面のなす角，平行・垂直条件	5．直線$\frac{x-1}{5}=\frac{y-2}{4}=\frac{z-3}{3}$と平面$5x+3y-4z=-6$のなす角を求めよ. 6．直線$x-1=y=\frac{z+1}{2}$と平面$x+y+z=4$との交点の座標を求めよ.	7．2平面α_1：$3x-y-2z-4=0$，α_2：$x+2y-3z+1=0$がある．このとき，次の問に答えよ. （1）2平面の交線ℓの方程式を求めよ. （2）2平面のなす角θ（$0\leqq\theta\leqq\frac{\pi}{2}$）を求めよ.
二次曲面	● 三元二次方程式（標準形）によって表される曲面がどんな曲面となるかを，次の観点より調べる. （1）対称性 （2）各座標平面およびこれらに平行な平面との交線がどんな曲線となるか. ● $(x-a)^2+(y-b)^2+(z-c)^2=r^2$……球面 (接平面にも簡単にふれる.)	1．次の方程式で表される曲面はどんな曲面か. （1）$\frac{x^2}{a^2}+\frac{y^2}{b^2}+\frac{z^2}{c^2}=1$（楕円面） （2）$\frac{x^2}{a^2}+\frac{y^2}{b^2}-\frac{z^2}{c^2}=1$（一葉双曲面） （3）$\frac{x^2}{a^2}+\frac{y^2}{b^2}-\frac{z^2}{c^2}=-1$（二葉双曲面）	（4）$\frac{x^2}{a^2}+\frac{y^2}{b^2}=z$（楕円放物面） （5）$\frac{x^2}{a^2}-\frac{y^2}{b^2}=z$（双曲放物面）
行列の定義	● 具体的な例をあげて行列の意味を理解させる. ● 用語，記号の説明	1．$a_{ij}=i+j-1$（$i=1,2,3$；$j=1,2$）をi行j列の成分とする行列をかけ. 2．次の行列の行ベクトル，列ベクトルをいえ.	(1) $\begin{pmatrix}2&-5&9\\4&3&5\end{pmatrix}$　(2) $\begin{pmatrix}2&-3&4&-1\\1&5&-2&3\\4&7&0&5\end{pmatrix}$

指導項目	指導内容	到達目標 (問題例)	
	成分（要素），(i,j)成分，行，列，$m\times n$行列，行ベクトル，列ベクトル，正方行列		
行列の相等・和・差・実数との積	● 行列の相等A＝Bの定義 ● 行列の和A＋Bの定義 加法の交換法則：A＋B＝B＋A 加法の結合法則：(A＋B)＋C＝A＋(B＋C) ● 零行列Oの定義 零行列の性質：A＋O＝O＋A＝A ● 行列式の差A－Bの定義 加法の逆演算として減法を定義するO－Aを－Aで表わす． A＋(－A)＝(－A)＋A＝O 実数との積の定義 (－1)A＝－A，1A＝A，0A＝O， $h(k)A=(hk)A$ $(h+k)A=hA+kA$， $h(A+B)=hA+hB$	1．次の等式をみたすx，y，a，bの値を求めよ． $\begin{pmatrix}2x+y & a+b\\ x-3y & 2a-b\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}8 & 7\\ 11 & 2\end{pmatrix}$ 2．次の計算をせよ． (1) $\begin{pmatrix}0 & -3\\ 4 & -6\end{pmatrix}+\begin{pmatrix}0 & 1\\ -2 & -3\end{pmatrix}$ (2) $\begin{pmatrix}3 & -1\\ -2 & 0\\ 4 & 5\end{pmatrix}-\begin{pmatrix}3 & -1\\ -2 & 0\\ 4 & 5\end{pmatrix}$ (3) $\begin{pmatrix}3 & 2 & 0\\ 0 & 1 & -5\end{pmatrix}+\begin{pmatrix}-1 & 4 & 6\\ 2 & 7 & 1\end{pmatrix}-\begin{pmatrix}1 & 3 & -3\\ 1 & 4 & 2\end{pmatrix}$ 3．次の計算をせよ． (1) $(-2)\begin{pmatrix}-1 & -5\\ 3 & 6\end{pmatrix}$ (2) $\frac{1}{6}\begin{pmatrix}18 & -20 & -16\\ -12 & 24 & 12\end{pmatrix}$	(3) $2\begin{pmatrix}2 & -3\\ 4 & 0\end{pmatrix}+\frac{1}{3}\begin{pmatrix}-3 & 0\\ 6 & 9\end{pmatrix}$ (4) $-\begin{pmatrix}2 & 0 & 1\\ -5 & -2 & 0\end{pmatrix}+$ $2\begin{pmatrix}4 & -6 & 1\\ -1 & 3 & 1\end{pmatrix}-3\begin{pmatrix}-1 & 2 & 1\\ -1 & 3 & 1\end{pmatrix}$ 4 $A=\begin{pmatrix}2 & 3\\ -1 & 4\end{pmatrix}$，$B=\begin{pmatrix}1 & -2\\ 2 & -3\end{pmatrix}$，$C=\begin{pmatrix}5 & 1\\ 3 & 1\end{pmatrix}$ のとき，つぎの計算せよ． （1）－2B＋3C （2）2A－3B＋4C 5．$A=\begin{pmatrix}1 & 0\\ 0 & 1\end{pmatrix}$，$B=\begin{pmatrix}7 & 5\\ 0 & 1\end{pmatrix}$のとき，つぎの等式をみたす行列Xを求めよ． （1）3X＋A＝－2(X＋B) （2）2(X＋B)＝3{X＋$\frac{1}{2}$(X－A)}
行列の積	● 行列の積の定義 積の定義が不自然でないことを，例えば菓物の価格と個数により総額を求めることなどをあげて説明する． $(1,m)$型×$(m,1)$型→(ℓ,m)型×$(m,1)$型→$(1,m)$型×(m,n)型→(ℓ,m)型×(m,n)型	1．次の行列の積を求めよ． (1) $(2\ 4\ 1)\begin{pmatrix}1\\ 3\\ 5\end{pmatrix}$　(2) $\begin{pmatrix}1\\ 3\\ 5\end{pmatrix}(2\ 4\ 1)$ (3) $(10\ 15)\begin{pmatrix}3 & 5 & 4\\ 1 & 0 & 2\end{pmatrix}$　(4) $\begin{pmatrix}1 & 3\\ 2 & 4\end{pmatrix}\begin{pmatrix}3\\ 3\end{pmatrix}$	(5) $\begin{pmatrix}1 & 3\\ 2 & 1\\ -1 & 3\end{pmatrix}\begin{pmatrix}1 & 3 & 2\\ 0 & 1 & 5\end{pmatrix}$ (6) $\begin{pmatrix}1 & 0 & 3\\ 2 & -1 & 4\\ 0 & -2 & -5\end{pmatrix}\begin{pmatrix}1 & 4 & 7\\ 2 & 5 & 8\\ 3 & 6 & 9\end{pmatrix}$

	● 積については必ずしも交換の法則は成立しないことを理解させる ● 次の各法則が成り立つことを理解させる． 結合法則 $(AB)C=A(BC)$ 分配法則 $A(B+C)=AB+AC$ $(A+B)C=AC+BC$ $(kA)B=A(kB)=k(AB)$ ● 零因子の存在 ● 記号 A^n $A^mA^n=A^{m+n}$ $(A^m)^n=A^{mn}$ ● 単位行列Eの定義 $AE=EA=A$	(7) $\begin{pmatrix}1&0&3\\2&-1&4\\0&-2&-5\end{pmatrix}\begin{pmatrix}1&4&7\\2&5&8\\3&6&9\end{pmatrix}$ 2．$A=\begin{pmatrix}1&2\\-2&-4\end{pmatrix}$ $B=\begin{pmatrix}2&1\\-4&-2\end{pmatrix}$として，$(AB)C$および$A(BC)$を計算し，$(AB)C=A(BC)$であることを確めよ． 3．行列 $A=\begin{pmatrix}a&b\\c&d\end{pmatrix}$ $B=\begin{pmatrix}0&1\\1&0\end{pmatrix}$が等式$AB=BA$をみたすときAの要素の間にどんな関係があるか． 4．$A=\begin{pmatrix}0&-1\\-1&0\end{pmatrix}$ のとき，A^3およびA^4を求めよ．	5．$A=\begin{pmatrix}1&-2\\3&1\end{pmatrix}$ $B=\begin{pmatrix}2&0\\-1&1\end{pmatrix}$のとき，つぎの計算をせよ． (1) $A+B$　(2) AB (3) $(A+B)(A-B)$　(4) A^2+B^2 (5) $(A+B)^2$　(6) $A^2+2AB+B^2$ 6．次の表現を行列を用いずに表わせ． (1) $(x\ y)\begin{pmatrix}2&0\\0&8\end{pmatrix}\begin{pmatrix}x\\y\end{pmatrix}=32$ (2) $(x\ y)\begin{pmatrix}2&1\\1&1\end{pmatrix}\begin{pmatrix}x\\y\end{pmatrix}=1$ 7．$A=\begin{pmatrix}1&1\\0&1\end{pmatrix}$とするとき$A^n$ を求めよ．
逆　行　列	● 逆行列A^{-1}の定義 2次の正方行列を対象に扱う． ● 逆行列の存在（正則行列） $A^{-1}=\frac{1}{ad-bc}\begin{pmatrix}d&-b\\-c&a\end{pmatrix}$ $ad-bc\neq 0$ ● 逆行列の性質 $AA^{-1}=A^{-1}A=E$, $(A^{-1})^{-1}=A$, $(AB)^{-1}=B^{-1}A^{-1}$ ● Aが正則行列であるとき，$AX=B$なる行列XはX＝$A^{-1}B$で与えられる．	1．つぎの行列が逆行列をもつか．もしもつならば逆行列を求めよ． (1) $\begin{pmatrix}1&2\\2&5\end{pmatrix}$　(2) $\begin{pmatrix}3&2\\4&3\end{pmatrix}$　(3) $\begin{pmatrix}-4&2\\6&-3\end{pmatrix}$ (4) $\begin{pmatrix}1&-1\\1&0\end{pmatrix}$　(5) $\begin{pmatrix}\cos\alpha&-\sin\alpha\\\sin\alpha&\cos\alpha\end{pmatrix}$ 2．行列$\begin{pmatrix}3x&x+2\\4x+1&x+4\end{pmatrix}$は逆行列をもたないという．$x$の値を求めよ． 3．$A=\begin{pmatrix}2&3\\1&2\end{pmatrix}$ $B=\begin{pmatrix}4&7\\-1&-2\end{pmatrix}$とするとき，$(AB)(B^{-1}A^{-1})=E$であることを示せ．	4．2次の正方行列A，B，Cについて，行列Aの逆行列が存在するとき，次のことを証明せよ． （1）$AB=A$　ならば　$B=E$ （2）$AB=AC$　ならば　$B=C$ 5．2次の行列A，Bについて，$AB=O$　かつ　$B\neq O$　ならば　Aは逆行列をもたないことを証明せよ． 6．次の等式をみたす2次の正方行列Xを 求めよ． $\begin{pmatrix}2&5\\3&7\end{pmatrix}X=\begin{pmatrix}2&3\\5&7\end{pmatrix}$

指導項目	指導内容	到達目標（問題例）	
		7．$A=\begin{pmatrix}1 & -3\\ -2 & 7\end{pmatrix}$，$B=\begin{pmatrix}2 & 0\\ -1 & 3\end{pmatrix}$ であるとき， （1）Aの逆行列を求めよ．	（2）$AX=B$をみたす2次の正方行列 Xを求めよ． （3）$YA=B$をみたす2次の正方行列 Yを求めよ．
行列の簡単な応用	● 連立方程式（2元1次） $\begin{pmatrix}ax+by=p\\ cx+dy=q\end{pmatrix}\rightarrow$ $\begin{pmatrix}a & b\\ c & d\end{pmatrix}\begin{pmatrix}x\\ y\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}p\\ q\end{pmatrix}$ $\rightarrow AX=P$ （A：正則）$\rightarrow X=A^{-1}P$ ● 掃き出し法について簡単にふれる． ● 一次変換と行列 ○一次変換の定義と行列による表現 ○一次変換の合成および逆変換 ○簡単な一次変換の例	1．つぎの方程式を行列を用いてとけ． (1) $\begin{cases}x+3y=5\\ 3x+2y=1\end{cases}$ (2) $\begin{cases}ax-y=0\\ x+ay=1\end{cases}$ 2．連立一次方程式 $\begin{cases}ax+by=0\\ cx+dy=0\end{cases}$ が $x=0$，$y=0$ 以外の解をもてば $A=\begin{pmatrix}a & b\\ c & d\end{pmatrix}$ は逆行列をもたないことを示せ． 3．つぎの方程式を掃き出し法でとけ． (1) $\begin{cases}3x-7y=2\\ -2x+5y=-1\end{cases}$ (2) $\begin{cases}4x+3y=2\\ 3x+2y=1\end{cases}$ 4．つぎのように点A，Bを点A*，B* に移す一次変換を表わす行列を求めよ． (1) A=(1，0) → A*=(−2，3) B=(0，1) → B*=(1，−2) (2) A=(1，0) → A*=(1，−2) B=(1，3) → B*=(−7，5) (3) A=(3，1) → A*=(3，1) B=(2，3) → B*=(2，3)	5．一次変換 $A=\begin{pmatrix}-1 & 1\\ 0 & 1\end{pmatrix}$ によって，$y=2x$ 上の点は，それ自身に移されることを示せ． 6．一次変換 $A=\begin{pmatrix}2 & -1\\ -1 & 2\end{pmatrix}$ によって不変である点（x，y）の集合を求めよ． 7．次の行列はどんな一次変換を表すか． (1) $\begin{pmatrix}-1 & 0\\ 0 & -1\end{pmatrix}$ (2) $\frac{1}{2}\begin{pmatrix}1 & -\sqrt{3}\\ \sqrt{3} & 1\end{pmatrix}$ 8．原点の回りの角αの回転移動により点（x，y）が点（x'，y'）に移り，原点の回りの角βの回転により点（x'，y'）が点（x''，y''）に移る．回転移動の合成により正弦，余弦の加法定理をけ。
行列式	● 2元1次，3元1次の連立方程式の形式的な表現を行って行列式の導入をはかる．	1．つぎの行列式の値を求めよ． (1) $\begin{vmatrix}-3 & 2 & 1\\ 6 & -1 & 1\\ 3 & -2 & 3\end{vmatrix}$ (2) $\begin{vmatrix}a & d & d\\ b & e & e\\ c & f & f\end{vmatrix}$	(3) $\begin{vmatrix}a & d & a+d\\ b & e & b+e\\ c & f & c+f\end{vmatrix}$ (4) $\begin{vmatrix}2 & 0 & 2 & 3\\ 0 & 3 & 4 & 5\\ 0 & 5 & 0 & 0\\ 0 & 0 & 0 & 7\end{vmatrix}$

- 偶順列・奇順列（異なる2個または3個の数字の順列をもとにして考える．
- 行列式の定義（2次，3次）
  サラスの方法
- 行列式の性質（余因数展開を含めて）
- n次の行列式の定義および性質も2次，3次の行列式の場合と同様に取り扱われることにふれる．（4次の行列式のみ問題として取りあげる。）
- 3次の行列の逆行列（AX＝Bの解にふれる。）
- 連立一次方程式の解（クラーメルの公式，同次，非同次）
- ベクトルの外積（簡単に取り扱う。）

(5) $\begin{vmatrix} 2 & 3 & 1 & 5 \\ -1 & -3 & 2 & 1 \\ 1 & 2 & 2 & 1 \\ 3 & 4 & 2 & -2 \end{vmatrix}$

2．つぎの等式を証明せよ．

$$\begin{vmatrix} 1 & a & a^2 \\ 1 & b & b^2 \\ 1 & c & c^2 \end{vmatrix} = (a-b)(b-c)(c-a)$$

3．$A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & -2 \\ -1 & 3 & 0 \\ 0 & -2 & 1 \end{pmatrix}$ の逆行列を求めよ

4．行列式を用いて，つぎの方程式を解け．

$$\begin{cases} 2x + y - z = -1 \\ x - y + 2z = 1 \\ x - 2y + 3z = 0 \end{cases}$$

5．つぎの方程式が$x=y=z=0$以外の解をもつようなλの値を求めよ．また，$x:y:z$を求めよ．

$$\begin{cases} 2x - y + z = \lambda x \\ 6x - y = \lambda y \\ 6x - 2y + z = \lambda z \end{cases}$$

6．つぎのベクトルの外積を求めよ．

(1) $(1,1,0) \times (-1,1,0)$　(2) $(1,1,1) \times (1,1,2)$　(3) $(-1,-2,3) \times (4,5,-9)$

(4) $(1,1,3) \times (5,5,16)$

7．ベクトル（2，6，9）と（−6，7，6）を含む平面に垂直なベクトルを求めよ．

8．つぎの2つのベクトルを辺とする平行四辺形の面積を求めよ．

(1) (1，−1，0)，(0，1，−1)

(2) (1，0，−1)，(0，1，−1)

9．次のベクトルを3辺とする平行六面体の体積を求めよ．

(1，1，2)，(−1，2，−1)，
(3　−1，2)

参 考 文 献

〔1〕 本校の数学教育における到達目標　有明工業高等専門学校紀要　第14号

〔2〕 教育課程編成のための基礎資料　教育方法等改善調査会数学分科会　昭和52年3月31日

〔3〕 基礎資料による教育課程編成の一例　昭和51年11月

〔4〕 代数と幾何　大日本図書
高専の数学Ⅰ　森北出版
高専の数学Ⅱ　森北出版

数学Ⅰ　実数
高等学校　新数学Ⅰ　学図
新訂　新数学Ⅰ　啓林館
高等学校　改訂　新制数学Ⅰ　大教
改訂版　高等学校　新編数学Ⅰ　数研
三訂版　高等学校　数学Ⅰ　数研
高等学校　新数学Ⅰ　数研
高等学校　数学Ⅰ　三訂版　池田
高等学校　新編数学Ⅰ〔再訂版〕　旺文社
高等学校　新訂数学Ⅰ　学研
新訂　数学ⅡB　東書
数学ⅡB　実教
高等学校　数学ⅡB　改訂版　学図
改訂　数学ⅡB　啓林館
高等学校　改訂　新制数学ⅡB　大教
改訂版　高等学校　数学ⅡB　数研
高等学校　新編数学ⅡB　数研
高等学校　新数学ⅡB　数研
高等学校　数学ⅡB　改訂版　池田
高等学校　新編数学ⅡB〔新訂版〕旺文社
高等学校　改訂　数学ⅡB　学研
高等学校　新編数学Ⅲ　数研
改訂版　高等学校　数学Ⅲ　数研
高等学校　新数学Ⅲ　数研
高等学校　新編数学Ⅲ〔新訂版〕　旺文社

18Cr-8Niオーステナイト系ステンレス鋼X線応力測定データ処理法について

(バックグラウンド補正なし放物線法)

宮川英明・大山司朗・小田　明

＜昭和54年9月17日　受理＞

On the Method of Data Treatment for X-Ray Stress Measurement of 18Cr-8Ni Austenitic Stainless Steel (Parabola Fitting Method without Correction for Background)

The X-ray stress measurements from 18Cr-8Ni austenitic stainless steels with different half-value breadth were carried by the fixed ψ_0 and ψ_0 oscillation methods with CrK$\beta\gamma$(311) diffraction. The measurement of stress was performed by the parabola fitting method corrected for background and no corrected. Difference of the measured stress by these two methods was as small as under 1 kg/mm^2. Therefore, It seems that the parabola fitting method without background correction is useful for the X-ray stress measurement of two phase stainless steels, such as ferrite-austenitic stainless steel and strain-induced metastable austenitic stainless steel.

Hideaki MIYAGAWA
Shiro OYAMA
Akira ODA

1. 緒　　言

近年，X線応力測定技術はめざましい進歩をとげ，フェライト鋼については，残留応力測定の非破壊的測定手段として，さかんに活用され，材料の微視的現象の解明に役立っている．応力測定に適した回折面が，フェライト鋼に比べて，回折角度が小さく，かつ回折強度の低いCrKβ線を用いるオーステナイト鋼についても，CrKβ γ(311)回折面を用いて，精度よく測定できることが明らかになった[1]．また最近，電算機を用いた応力測定データ処理法もさかんに研究され，日本材料学会X線材料強度部門委員会でも，X線応力測定の自動化について研究中である．著者らも，さきにオーステナイト鋼X線応力測定データ処理の自動化について検討し，半価幅法，放物線法により，非常に精度よく応力値が得られることを明らかにした[2]．

電算機によるデータ処理では，作図法で困難である吸収補正[3]も，簡単に行なえるので，フェライト鋼に比べ，補正量の大きい[2]オーステナイト鋼では，特に望ましい処理法である．回折角度が小さいオーステナイト鋼では，高角度入射で傾きの大きいバックグラウンドを有するが，吸収補正を施こすと，バックグラウンドの傾きは殆んどなくなり，対称性のよいプロファイルとなる．このため，吸収補正を施こしたデータを用いると，バックグランド補正なしでも，かなり精度よく応力値が求まるものと思われる．本報では，18-8ステンレス鋼のX線応力測定を行ない，バックグラウンド補正をしないで，吸収補正のみを施こした放物線法によるデータ処理を試みた結果，精度よい応力値が得られたのでその結果を報告する．この方法は，従来の半価幅作図法[4]では，バックグラウンドが求まらないため，X線応力測定が困難であった2相ステンレス鋼のX線応力測定に適用できるものと思われる．

2. 実 験 方 法

供試材料は板厚3mmの18-8オーステナイト系ステンレス鋼冷延板，R材（旧JIS SUS 27CP，市販受け入れのまゝ，JIS結晶粒度番号7.2）と，半価幅の広い試料を得るため，同一材料を固溶化熱処理後，研削加工を施こしたG材[5]（乾式0.015mm切込み，0.09mm研削）の2種類である．

両供試材の5°おき各入射角における回折X線ピーク強度の変化を，半価幅とともにFig.1に示す．R材はピーク強度にばらつきがあり，かなり強い集合組織

Table I. Apparatus and condition for X-ray stress measurement.

Apparatus...Shimadzu X-ray diffraction stress analyzer SMX-50 Shimadzu tape puncher TP-20.	
Method ...$Sin^2\psi$ method.	
X-ray, diffraction plane	Cr Kβ, γ(311)
Measuring method	Fixed ψ_0 method, ψ_0 oscillation method (±2.5, ±5.0 deg)
Voltage, current	30 kV, 10 mA
Slit, irradiation mask	0.46 deg, 4.5 x 16 mm^2
Incident angle of X-ray	5, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 40 deg. 2 times
Scanning speed	2 deg/min
Recording chart ... Time constant	8 sec
Speed	40 mm/min
Tape puncher ... Preset time/sec	3 sec, 6 sec

を有しており，G材はR材の約半分の強度になっている，半価幅は，R材で約1度，G材では2.5度とかなり大きくなっている．

実験は，島津X線応力測定装置SMX-50とテープパンチャーTP-20の組合せで行なった．測定条件の詳細を Table I に示す．

電算機によるデータ処理は，すべて吸収補正を施こし，さらに，各角度での回折強度として，その両隣りを含む3個の強度の平均値を用いる Smoothing 処理を行なった．応力値の計算は，バックグラウンド補正を施こした放物線法と，バックグラウンド補正なし放物線法の2通り行ない，両方法により求めた応力値の差，および誤差について調べた．

バックグランドは，プロファイル両端で，それぞれ最端のデータを除いた5個，計10個のデータの最小二乗法近似直線とし，各角度での強度から，その角度におけるバックグラウンド強度を差し引いたデータによって放物線近似したものを，バックグラウンド補正放物線法とした．また，プロファイルの低角度側で，最端のデータを除いた5個の強度の平均値を，各角度での強度から差し引いた値によって放物線近似したものを，バックグラウンド補正なし放物線法とした．上述の2通りの計算において，ピークの最大値側から，最大強度の20%，30%，40%までのデータにより，放物線近似曲線を求め，最大値位置を回折角度とした，

3．実験結果と考察

CrKβ γ(311) 回折面を用いるオーステナイト鋼では，フェライト鋼と異なり，Kβ線と同時に，Kβ線より数倍強度の大きいKα線が同時に照射されるため，非常にバックグラウンド成分が大きく，S/N比が小

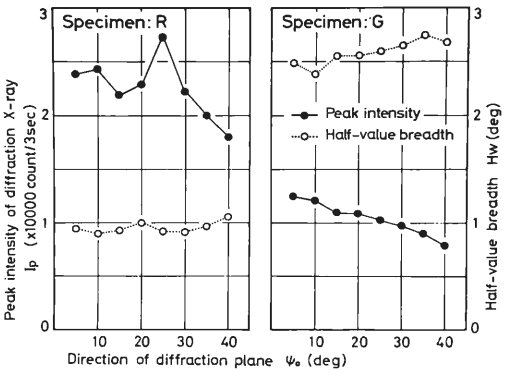


Fig. 1. Relationship between direction of diffraction plane and peak intensity of diffraction X-ray.

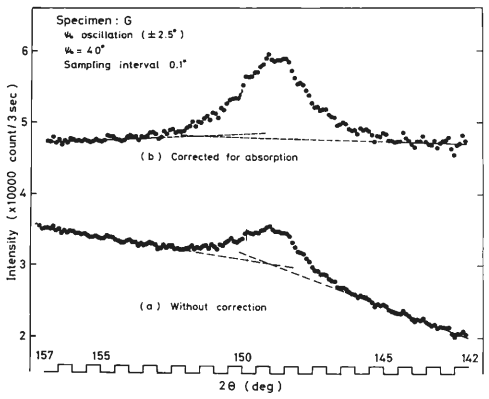


Fig. 2. Change in X-ray diffraction profile due to absorption factor from specimen G.

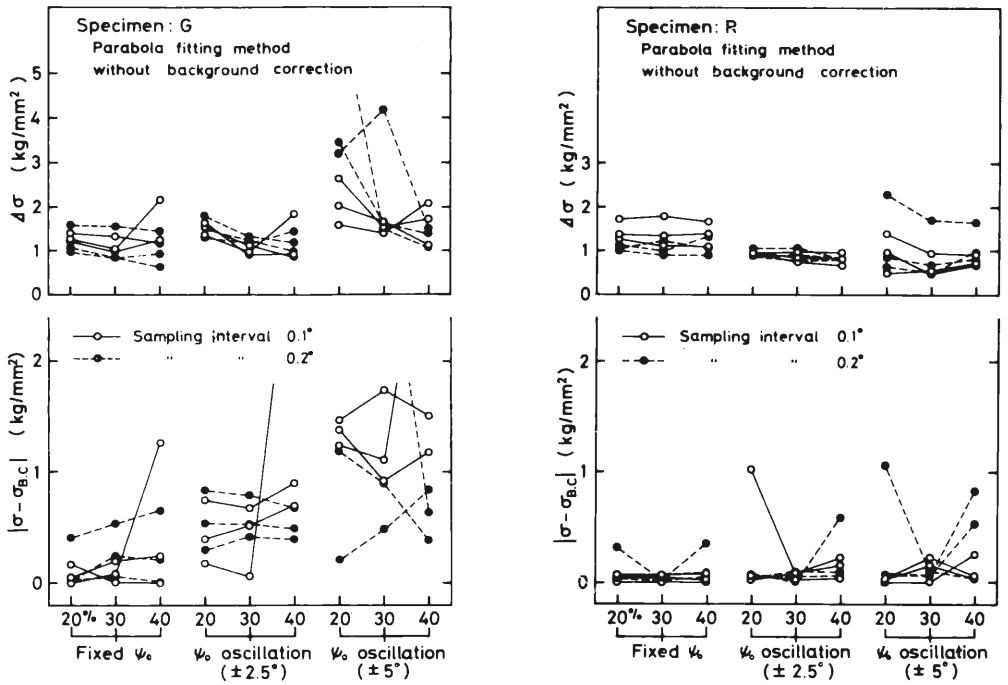


Fig. 3. Difference of stress values of background correcion and no correction parabola fitting methods, and errors in stress measurement by parabola fitting method without background correction.

さい．さらに，回折角2θが148.52度と小さいため，Fig. 2（a）に示すように，プロファイルは傾きの大きいバックグラウンドを有する．このため回折角度を求めるには，バックグラウンド補正はぜひ必要である．しかし，入射X線が試料表面となす角度によって，X線の試料による吸収量が異なることに対する補正，いわゆる吸収補正を施こすと，得られるプロファイルはFig. 2（b）図のように修正され，バックグラウンドの傾きはほとんどなくなる．したがって，バックグラウンド補正なしでも精度よい測定値が得られるものと思われる．

Table Ⅰに示す実験条件で，R材，G材の3回繰返し応力測定を行ない，バックグラウンド補正放物線法，および，バックグラウンド補正なし放物線法により，それぞれ応力値$\sigma_{B.C}$，σ，95%信頼限度における応力測定誤差$\triangle\sigma_{B.C}$，$\triangle\sigma$を求めた．その結果，両方法とも精度よい測定値が得られた，Fig. 3 に両処理法による測定応力値の差$|\sigma-\sigma_{B.C}|$，およびバックグラウンド補正なし放物線法による応力測定誤差$\triangle\sigma$を，各測定法に対してプロットした．半価幅が小さく，シャープなプロファイルを示すR材について見ると，バックグラウンド補正の有無による応力値の差$|\sigma-\sigma_{B.C}|$は，いずれの測定法でも1kg/mm²以下であり，特に30%放物線法では，0.2kg/mm²以下となっている．

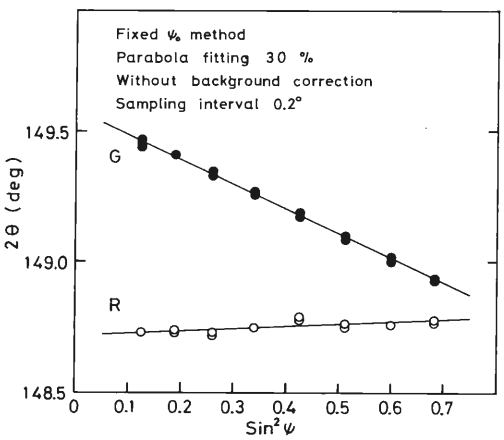


Fig. 4. $2\theta-\sin^2\psi$ diagram obtained of the parabola-fitting method without background correction.

$\triangle\sigma$も全体的に小さく，Fig. 1 でみたように，R材が集合組織を有するので，揺動効果のため，ψ_0 揺動法（揺動角±2.5°）で1kg/mm²程度と小さくなっている．半価幅約2.5°で，回折強度もR材の約半分程度であるG材では，R材に比べ，応力値の差も大きくなり，ばらつきも増大する．しかし，ψ_0 一定法，ψ_0 揺動法（揺動角±2.5°）測定では，20%あるいは30%放物線法でデータ処理を行なえば，応力値の差は1kg/mm²以下であり，$\triangle\sigma$も2kg/mm²以下となり，精度よく実用で

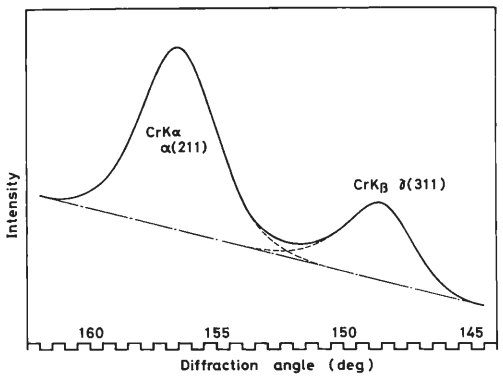


Fig. 5. Schematically illustrated X-ray diffraction profiles from two phase stainless steel.

きると思われる．Fig. 4 に，バックグラウンド補正なし放物線法による $2\theta - \sin^2\psi$ 線図の一例を示す．両供試材とも直線性がよく，応力測定が精度よく行なわれていることを示す．

α，γ の 2 相結晶組織を有する試料のX線応力測定において，オーステナイト量が非常に少ないか，あるいは半価幅の非常に大きな試料を除いて，得られるプロファイルは，CrKβ γ(311) 回折面によるプロファイルと，CrKα α(211) 面によるプロファイルの一部が重なり，Fig. 5 に示すような形を有する．このようなプロファイルからは，バックグラウンドが求まらないため，従来の作図法では，回折角を求めることができず，応力値の測定は困難である．しかし，上述した，吸収補正を施こしたデータによるバックグラウンド補正なし放物線法では，バックグラウンドが求まらなくても，精度よく応力値が求まる．そこで，この方法を 2 相ステンレス鋼に適用すれば，実用上充分な精度で応力測定ができるものと思われる．

4. 結　　言

ψ_0 一定法，ψ_0 揺動法により，18-8ステンレス鋼のX線応力測定を行ない．電算機を用いた放物線近似法により，応力値を求めた結果，バックグラウンドが求まらなくても，非常に精度よく応力値が求まることが明らかになった．この方法を適用すれば，α，γ 2 相の結晶組織を有する材料に対する応力測定が，実用上充分な精度で行なえるものと思われる．

参 考 文 献

1）小田　明，宮川英明，材料，27，226(1978)
2）宮川英明，大山司朗，小田　明，材料，（投稿中）
3）日本材料学会材料強度部門委員会，〝X線応力測定法標準追補〟(1977)
4）日本材料学会材料強度部門委員会，〝X線応力測定法標準〟(1973)
5）小田　明，田口紘一，宮川英明，材料，26，11 (1977)

THE PERFORMANCE OF FLAT-PLATE WATER HEATERS WITH NATURAL CIRCULATION

Katsunori ISHIZAKI
Akihiro MORITA *
Shinichi MATSUMOTO **

INTRODUCTION

The heating of water is a simple application of solar energy and up to the present time about the only commercially successful direct application. Solar collectors have been made for many years in many countries.

Solar collectors are conveniently classified as flat-plate collectors, which do not focus, and as focusing collectors. The flat-plate collectors are generally cheaper and they use heat from the diffuse solar radiation as well as from the direct radiation and can operate on bright cloudy days. The typical flat-plate collector uses one or more covers, which are usually made of glass but may be made of plastic films which can resist deterioration from both the ultraviolet radiation from the sun and the heat which comes from the absorber plate. The solar radiation transmitted by the cover glasses is absorbed by a metal plate, which may be made of copper, aluminum or steel, to give good heat conduction. The surfaces are blackened with dull paint which contains carbon black. Tubes or water passages are attached to the absorber plate to carry away the collected solar energy. Insulation is applied to the rear surface of the collector to minimize the loss of heat to the air behind the collector.

The detailed analysis of a solar collector is a very complicated problem. The theoretically derived Hottel—Whiller—Bliss equation as a guide to the design, developing, and testing of flat-plate solar collector is written:[1)]

$$Q_u = F_R A_C [(\tau\alpha)_e I - U_L (T_{f,i} - T_a)]. \quad (1)$$

The equation states that the total useful energy gain of the collector equals solar energy absorbed by the absorber, $A_C(\tau\alpha)_e I$, less the heat loss, $A_C U_L (T_{f,i} - T_a)$, multiplied by a factor related to the effectiveness of transferring the heat absorbed by the absorber plate to the heat removal fluid, F_R. At present, the above equation has been adopted from an American document[2)] because there is not the standard in order to evaluate the collector efficiency in Japan.

To estimate the efficiency of the solar water heater of our own making, we used the method which had been applied by Charles C. Smith and Thomas A. Weiss.[3)]

EVALUATION OF THE DESIGN FACTORS

Three sets of tests were conducted to determine the values of $(\tau\alpha)_e$, F_R and U_L. The effective transmittance—absorptance product, $(\tau\alpha)_e$, is determined as a function of incidence angle using a series of pyranometer measurements. The product $F_R(\tau\alpha)_e$ can be determined by a test in which the heat loss term, $U_L \times (T_{f,i} - T_a)$ is set equal to zero. The product $F_R U_L (T_{f,i} - T_a)$ can be determined by a test during which insolation, I, is zero. The tests were conducted with the collector of our own making. This collector has a wooden structual frame, a cover of polycarbonate, a black

* Nittetsu Plant Sekkei K.K.
** Tokyo Shibaura Denki K.K.

painted aluminum absorber plate under copper tubes of 28mm internal diameter, 125 mm apart, and insulation beneath the absorber. The heat removal fluid is water.

EFFECTIVE TRANSMITTANCE −ABSORPTANCE PRODUCT TEST

The effective transmittance−absorptance product was determined as a function of incidence angle based on a series of pyranometer measurements. The equation for determining $(\tau\alpha)_e$ is

$$(\tau\alpha)_e = \tau - [(I_r/I) - r]/\tau \,. \qquad (2)$$

The equation of incidence angle is written:

$$\cos\theta_T = \cos(\phi - s)\cos\delta\cos\omega + \sin(\phi - s)\sin\delta \qquad (3)$$

The reflectance of collector covers r is written:

$$r = \left\{\frac{(n-1)}{(n+1)}\right\}^2 \text{ (normal incidence)} \quad \begin{pmatrix}\text{unnormal}\\ \text{incidence}\end{pmatrix}$$

$$= \frac{1}{2}\left\{\frac{\sin^2(\theta_r - \theta_T)}{\sin^2(\theta_r + \theta_T)} + \frac{\tan^2(\theta_r - \theta_T)}{\tan^2(\theta_r + \theta_T)}\right\} \qquad (4)$$

The equation of refraction angle θ_r is written:

$$\theta_r = \sin^{-1}\left(\frac{\sin\theta_T}{n}\right) \qquad (5)$$

The index of refraction of polycarbonate is $n = 1.740$.

The disposition of the incoming insolation is shown in Fig. 1. Date collection consisted of parts: measuring τ, and measuring I_r/I. Transmittance was measured by use of the cover over the pyranometer and measuring insolation with and without the cover (Fig. 2). The cover used was 2 mm thick polycarbonate. The pyranometer was a Neo black and white pyranometer, model number MS−41. The results of the transmittance testing are shown in Fig. 3.

On the other hand, the transmittance and the absorptance of normal beam are shown as a function of wavelength using a series of spectrophotometer measurements (Fig. 4). The spectrophotometer was a Shimadze double beam spectrophotometer, model number UV−200S.

Next, the collector reflectance, I_r/I, was determined by alternately measuring I and I_r for the collectors. Incident insolation, I, was measured with the pyranometer parallel to and facing from the collectors (Fig. 5). Reflected insolation, I_r, was measured with the pyranometer parallel to and facing toward the collectors (Fig. 6). The collector reflectance, I_r/I, is also shown in Fig. 3.

The effective transmittance−absorptance product was computed for several incidence angles using the curves for τ and I_r/I presented in Fig. 3. The resulting curve for $(\tau\alpha)_e$ is also shown in Fig. 3. The variation of $(\tau\alpha)_e$ with incidence angle is about 28 per cent for θ_T from 0° to 60°.

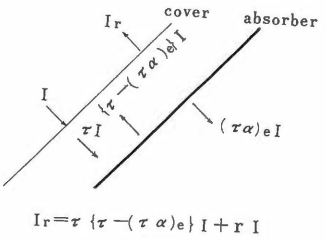


Fig. 1 Disposition of insolation on a flat−plate collector.

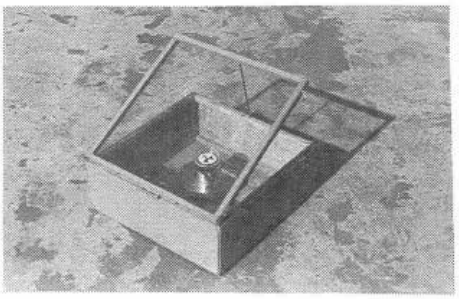


Fig. 2 Apparatus for measuring cover transmittance.

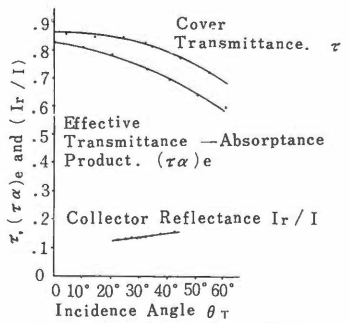


Fig. 3 Cover transmittance, effective transmittance−absorptance and collector reflectance for the ATC collector I.

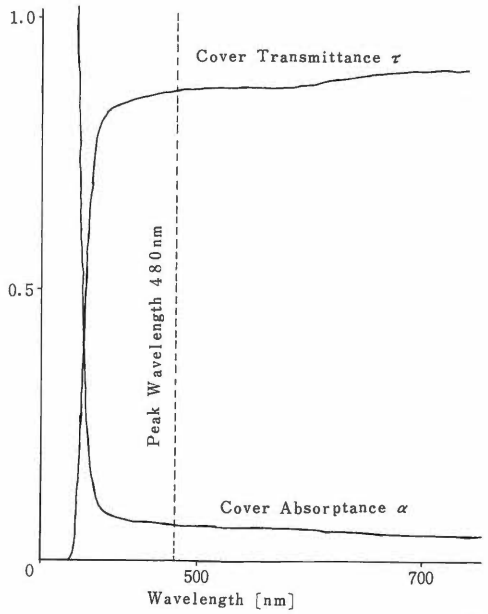


Fig. 4 Cover transmittance, absorptance by using spectrophotometer.

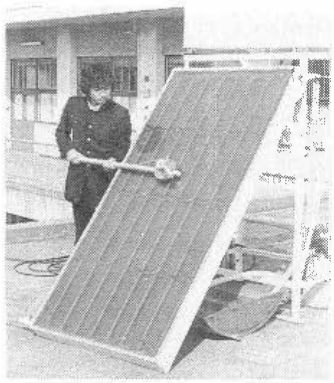


Fig. 5 Measuring incident insolation.

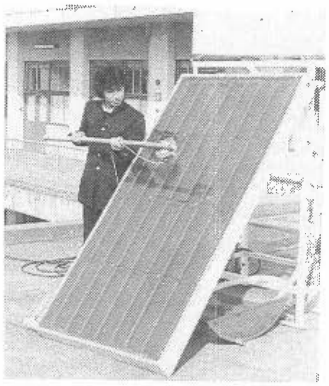


Fig. 6 Measuring reflected insolation.

NO HEAT LOSS TEST

The second test is conducted by keeping the fluid supplied to the collector equal in temperature to the ambient air. Equation (1) becomes

$$Q_u = F_R A_C (\tau\alpha)_e I . \qquad (6)$$

The ambient temperature can be precisely unequal to $T_{f,i}$ because it always change by the effect of the wind. However, if the condition of constant wind speed is obtained, heat loss is zero. This test is extremly simple with air heating collector, since the ambient air is supplied to the collector. The liquid collector is required to supply hot / cold water in order to make $T_{f,i}$ equal to T_a, The testing procedure was to run the pump and run cold water from the waterworks. The fluid inlet temperature was controlled by adjusting the flow rate of cold water. Useful heat gain is computed using the equation.

$$Q_u = \dot{m} C_P (T_{f,o} - T_{f,i}) . \qquad (7)$$

Insolation, I, was measured directly with a pyranometer mounted to the collector. A schematic of the test set up is shown in Fig. 7.

The measured value of $F_R(\tau\alpha)_e$ was 0.600 at an incidence angle of 20°. The resulting value of F_R was 0.757.

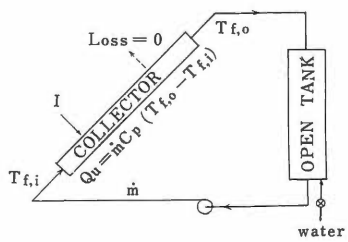


Fig. 7 Equipment layout for the no heat loss test.

NO INSOLATION TEST

The final test is to operate the collector at night to measure the heat loss with no incoming solar radiation. Equation(1) is reduced to:

$$Q_u = -F_R A_C U_L (T_{f,i} - T_a) . \qquad (8)$$

The useful gain is now negative. The effect

of wind speed on U_L is small when compared with the effect of plate temperature for wind speeds from 0 to 2 m/s. The testing procedure was to run the ATC collector I. Useful heat gain was determined in the same manner as for the no heat loss test. A schematic of the test set up is shown in Fig. 8.

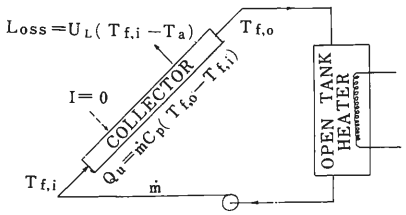


Fig. 8 Equipment layout for the no insolation test.

RESULT

In the condition of incidence angle $\theta_T=20°$, and flow rate 0.346 ℓ/s, the values derived as a result of these tests were $(\tau\alpha)_e=0.792$, $F_R=0.757$, $U_L=8.60$ W/ m² k. The curve obtained is shown in Fig. 9 as the efficiency based on net collector area. The value of $T_{f,i}=T_a$ displays the maximum efficiency and is equal to the product $F_R(\tau\alpha)_e$ and is 60 per cent. And the gradient displays the product $F_R U_L$.

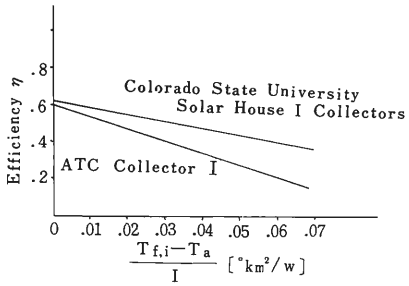


Fig. 9 Performance of the ATC collector I.

CONSIDERATION AND CONCLUSION

It was understood that the transmittance of cover, τ, derived by the pyranometer was nearly equal to τ derived by the spectrophotometer on the normal beam. This shows that if the pyranometer is used it will be sufficient.

In the curve showing the efficiency, the efficiency is good when the value of $T_{f,i}=T_a$, that is· $F_R(\tau\alpha)_e$, is large and the gradient, $F_R U_L$, is gentle. And in witer when the difference between the fluid inlet temperature and the ambient temperature is small the efficiency is good; in summer however when the difference is large it is bad. This is a fault of Hottel－Whillier－Bliss equation and room improved to suit a practice is left.

There is a float type flow meter to measure a little flow rate like a natural convection. If the flow rate is measured by this, the total useful energy gain of the collector is obtained by the experimental equation, $Q_u=\dot{m}C_p(T_{f,o}-T_{f,i})$. However when we intend the design of collector and improvement of it's efficiency, that suggestion is not given in the experimental equation. Therefore to seek experimentally for F_R, $(\tau\alpha)_e$ and U_L of the theoretical equation becomes significant.

NOMENCLATURE

Q_u	heat gained in the collectors, W.
F_R	collector heat removal factor.
A_c	net collector area, m².
τ	transmittance of collector cover.
$(\tau\alpha)_e$	effective transmittance－absorptance product.
I	total(beam and diffuse) radiation incident on the collector plane, W/m².
I_r	normal insolation reflected by collectors, W/m².
U_L	collector heat loss coefficient, W/m²·K
C_p	specific heat of collector fluid, J/kg·k.
$\dot{m}$	mass flow rate of collector fluid, kg/hr.
T_a	ambient air temperature, °K.
$T_{f,i}$	collector fluid inlet temperature, °K.
$T_{f,o}$	collector fluid outlet temperature, °K.
r	reflectance of collector cover.
ϕ	latitude.
s	the angle between the horizontal and the plane.
ω	hour angle.
δ	declination.

θ_T　incidence angle of beam radiation on collector, degrees.

REFERENCES

1). J.A. Duffie and W. A. Beckman: *Solar Energy Thermal Processes,* Wiley, New York (1974).

2). Applications of Solar Energy for Heating and Cooling of Building, ASHRAE GRP 170.

3). Charles C. Smith and Thomas A. Weiss: "Design Application of the Hottel－Whillier－Bliss Equation," *Solar Energy*, 19, 109 (1977).

層流境界層に関するHOWARTHの関数系の数表

木村剛三・星野スマ子*

＜昭和54年9月10日受理＞

Numerical Tables of HOWARTH's Functions for Laminar Boundary Layer Theory

In 1938 L. HOWARTH published a paper concerning the laminar boundary layer in two dimensions in the case where the velocity at the edge of the boundary layer decreases downstream linearly with respect to x, the arc length measured along the surface of the body. He obtained the solution of the problem in the form of an infinite series, namely a power series of x with coefficients of functions (abbreviated as HOWARTH's functions in the present paper) of y, the length normal to the surface of the body. He tabulated the first seven functions: first two to the fifth decimal places, and the remaining five to the fourth decimal places, at intervals of 0.1 of the argument.

In this paper, the computation was extended to the first eleven functions, and with the aid of an electronic computer they were tabulated to the sixth decimal places at intervals of 0.05 of the argument.

In the first section the governing equations are derived, and in the next section the method of numerical integrations due to RUNGE, KUTTA, and GILL of these equations is explained. In the last section construction of the numerical tables is described together with some discussions concerning with their accuracy. The numerical tables of HOWARTH's functions are attached at the end of the paper.

Gozo KIMURA and Sumako HOSHINO

1. まえおき

1938年 L. HOWARTH は層流境界層の新しい解法を提示した.[1] その方法の基礎として，彼がとりあげた問題は次の通りである．すなわち，流れに平行に置かれた板に沿って，圧力が流れを減速する方向に，しかも板の前縁からの距離に関して直線的に変化している場合に，板の上の境界層は，下流に進むに従ってどの様に変化するか？

原論文の符号を使って述べると，境界層外縁の速度分布Uが，板の前縁からの距離xに関して

$$U = b_0 - b_1 x \tag{1.1}$$

の形に表わされる場合に，境界層の性質を明らかにすることが，与えられた問題である．ただし，b_0，b_1は正の常数である．そこで流れ関数ψについて，次のような展開式を仮定する．

$$\psi = b_0^{1/2}\, \nu^{1/2}\, x^{1/2}\{f_0(\eta) - (8x^*) f_1(\eta) + (8x^*)^2 f_2(\eta) - (8x^*)^3 f_3(\eta) + (8x^*)^4 f_4(\eta) - \cdots\}, \tag{1.2}$$

ここに，νは流体の動粘性係数．またyを板に垂直に測った長さとして，ηとx^*とは

$$\eta = (b_0/\nu x)^{1/2} y/2, \quad x^* = b_1 x/b_0 \tag{1.3}$$

で定義される．この流れ関数を用いて，x，y方向の流れの速度成分u，vを同じ様な展開式で表わし，これを境界層の方程式

＊　九州大学応用力学研究所技官

$$u\frac{\partial u}{\partial x}+v\frac{\partial u}{\partial y}=-\frac{1}{\rho}\frac{\mathrm{d}p}{\mathrm{d}x}+\nu\frac{\partial^2 u}{\partial y^2}\,, \tag{1.4}$$

及び

$$-\frac{1}{\rho}\frac{\mathrm{d}p}{\mathrm{d}x}=U\frac{\mathrm{d}U}{\mathrm{d}x}=-b_1(b_0-b_1x) \tag{1.5}$$

に代入して，x^*の同じ冪の係数を比較すると，次の連立方程式が得られる．pとρとは流体の圧力ならびに密度，またダッシュはηに関する微分を示す．

$$f_0'''+f_0f_0''=0, \tag{1.6}$$

$$f_1'''+f_0f_1''-2f_0'f_1'+3f_0''f_1=-1, \tag{1.7}$$

$$f_2'''+f_0f_2''-4f_0'f_2'+5f_0''f_2=-\tfrac{1}{8}+2f_1'^2-3f_1''f_1, \tag{1.8}$$

$$f_3'''+f_0f_3''-6f_0'f_3'+7f_0''f_3=6f_1'f_2'-5f_1''f_2-3f_2''f_1, \tag{1.9}$$

$$f_4'''+f_0f_4''-8f_0'f_4'+9f_0''f_4=8f_1'f_3'+4f_2'^2-7f_1''f_3-5f_2''f_2-3f_3''f_1, \tag{1.10}$$

$$f_5'''+f_0f_5''-10f_0'f_5'+11f_0''f_5=10f_1'f_4'+10f_2'f_3'-9f_1''f_4-7f_2''f_3-5f_3''f_2-3f_4''f_1, \tag{1.11}$$

$$f_6'''+f_0f_6''-12f_0'f_6'+13f_0''f_6=12f_1'f_5'+12f_2'f_4'+6f_3'^2-11f_1''f_5-9f_2''f_4-7f_3''f_3$$
$$-5f_4''f_2-3f_5''f_1, \tag{1.12}$$

$$f_7'''+f_0f_7''-14f_0'f_7'+15f_0''f_7=14f_1'f_6'+14f_2'f_5'+14f_3'f_4'-13f_1''f_6-11f_2''f_5$$
$$-9f_3''f_4-7f_4''f_3-5f_5''f_2-3f_6''f_1, \tag{1.13}$$

$$f_8'''+f_0f_8''-16f_0'f_8'+17f_0''f_8=16f_1'f_7'+16f_2'f_6'+16f_3'f_5'+8f_4'^2-15f_1''f_7$$
$$-13f_2''f_6-11f_3''f_5-9f_4''f_4-7f_5''f_3-5f_6''f_2-3f_7''f_1, \tag{1.14}$$

$$f_9'''+f_0f_9''-18f_0'f_9'+19f_0''f_9=18f_1'f_8'+18f_2'f_7'+18f_3'f_6'+18f_4'f_5'-17f_1''f_8$$
$$-15f_2''f_7-13f_3''f_6-11f_4''f_5-9f_5''f_4-7f_6''f_3-5f_7''f_2-3f_8''f_1, \tag{1.15}$$

$$f_{10}'''+f_0f_{10}''-20f_0'f_{10}'+21f_0''f_{10}=20f_1'f_9'+20f_2'f_8'+20f_3'f_7'+20f_4'f_6'+10f_5'^2-19f_1''f_9$$
$$-17f_2''f_8-15f_3''f_7-13f_4''f_6-11f_5''f_5-9f_6''f_4-7f_7''f_3-5f_8''f_2-3f_9''f_1, \tag{1.16}$$

…… ……

当然のことながら，(1.6) から (1.14) までは，HOWARTHの導いた基礎方程式（5）から (13)（原論文，pp. 550－551）と，右辺の項の排列の順序を除いて，完全に一致している．(1.15) と (1.16) とは，新たに書き下された方程式である．左辺は (1.7) 以下，右辺は (1.9) 以下，まことに規則正しく変化していることが，容易に見られるであろう．$f_0(\eta)$，$f_1(\eta)$，$f_2(\eta)$，…を，本論文では簡単のため，HOWARTH の関数系と呼ぶことにする．

方程式に対する境界条件は，また次の通りである．先ず，$\eta=0$のとき，

$$f_r=f_r'=0 \qquad (r=0,\ 1,\ 2,\ 3,\ \cdots), \tag{1.17}$$

また，$\eta \to \infty$に対しては，

$$f_0' = 2,\quad f_1' = \tfrac{1}{4},\quad f_2' = f_3' = f_4' = \cdots = 0. \tag{1.18}$$

HOWARTH はこれらの方程式を解いて，f_0，f_0'，f_0''；f_1，f_1'，f_1''；f_2，f_2'，f_2''；…；f_6，f_6'，f_6''の数値を0.1刻みのηに対して，$\eta = 0$から4.4まで（$r = 0$，1，2，3，4），または4.0まで（$r = 5, 6$）にわたって表示すると共に，f_7 とf_8 とについて推測を試みている．

上に掲げた方程式は，順を追うに従って，規則的とは言いながらも，加速度的に複雑な形をとるので，電子計算機の出現以前に，この段階まで計算を遂行した HOWARTH の業績は賞讃に値する．然し，現時点に於て批評することが，もし許されるならば，その数表には尚二三の瑕瑾が目につかないわけではない．（1）f_0とf_1 とは小数点以下5位まで示されているが，既に発表された更に正確なf_0 の数表と比較してみると，[2] f_0及びその1階，2階の導関数には最後の桁で最大2単位の誤差が見られること．（2）f_2，f_3，…，f_6 は小数点以下4位までの表示に止まること，などがそれである．

電子計算機の発達に伴い，過去に作製された数表の多くが改訂されつつあり，境界層の分野も，その例外ではない．然し，筆者の知る限りでは，HOWARTH の関数系の数表に対して，それを精密化する試みは，未だ発表されていないようである．すなわち，筆者が今回この問題を採り上げた所以である．

この作業は，筆者の一人木村が，九州大学応用力学研究所岡部研究室と共同で行なっている，境界層の数値解析的研究の一部をなすものであり，企画，計算法の全般的な指導，及び報告のとりまとめは木村が，また具体的なプログラミング，計算機の操作，及び資料の整理は岡部研究室の星野が担当した．原稿執筆に当たり助言を与えられた応用力学研究所岡部淳一教授及び井上進助手に謝意を表する．

2．数値積分の方法

$f_0(\eta)$から$f_6(\eta)$ まで計7個の関数を表示するために HOWARTH が行なった計算を，延長かつ精密化して，この報告では$f_0(\eta)$から$f_{10}(\eta)$ まで計11個の関数の値を，3階11元の連立常微分方程式（1.6）～（1.16）の解として求める．各々の解$f_r(\eta)$（$r = 0$，1，2，…，10）を一意的に決定するのに必要な3個の境界条件のうち，2個は$f_r(\eta)$と$f_r'(\eta)$ との初期値 $f_r(0)$と $f_r'(0)$ として，(1.17) の形で与えられるが，残りの1個は，$f_r''(\eta)$ の初期値 $f_r''(0)$に関してではなく，(1.18) の様に，逆に積分の終点に於ける $f_r'(\eta)$の値 $f_r'(\infty)$に対して与えられている．即ち

$$f_r'(\infty) = g_r \quad (r = 0,\ 1,\ 2,\ \cdots,\ 10), \qquad \text{但し } g_0 = 2,\ g_1 = \tfrac{1}{4},\ g_2 = g_3 = \cdots = g_{10} = 0. \tag{2.1}$$

この様な場合，Hよりも大きいηに対して，$f_r'(\eta)$と定数 G_r との差が，予め指定されている誤差 E_r の範囲内に在ることが常に確認されるとき（従ってHは E_r に関係する），G_r を$f_r'(\infty)$ の近似値と見做すのが通例であるが，われわれの計算ではその方式を採らず，簡便のため，逆にHを充分大きい値に予め固定し，具体的には$\eta = 8$に於ける $f_r'(\eta)$ の値を以て$f_r'(\infty)$ の代用とした．[3]

そこで実際に $f_r(\eta)$を計算するには，$\eta = 0$に於て与えられた $f_r(0)$，$f_r'(0)$ の値のほかに，適当に仮定された $f_r''(0)$ の値を追加し，計3個の初期条件から出発して，$f_r(\eta)$ の微分方程式を$\eta = 8$まで数値的に積分する．積分法としては，RUNGE－KUTTA－GILLの方法を使う．別に指定されている小さな値 ε_r に対して，$f_r'(8)$が

$$|f_r'(8) - g_r| < \varepsilon_r \qquad (r = 0,\ 1,\ 2,\ \cdots,\ 10) \tag{2.2}$$

の範囲に収まるか否かを検査し，収まらない場合は $f_r''(0)$ をいろいろに変化させて積分を繰返し，成功するまで続ける．

方程式（1.6）はf_0 だけを未知関数として含む．その解f_0 を方程式（1.7）に代入すると，未知関数 f_1だけの方程式となる．それから f_1を決定して，解f_0，f_1 を方程式（1.8）に代入すると，未知関数f_2 だけの 方程式を得る．以下同様にして，最後に，解f_0，f_1，…，f_9を方程式(1.16)に代入して，未知関数f_{10}を計算することができる．然しながら，電子計算機を用いて実際に計算を行なうには，既に知られたf_0 を（1.7）に代入するよりも，（1.6）

と (1.7) とを連立方程式として改めて解き直すのが便利である．但しその際，与えられた初期値 $f_0(0)$，$f_0''(0)$，$f_1(0)$，$f_1'(0)$ のほか，$f_0''(0)$ に対しては前段で既に決定された値を用い，$f_1'(\eta)$の収斂条件，$|f_1'(8)-g_1|<\varepsilon_1$，を満足させるために調節すべきものは，$f_1''(0)$ のみとする．以下同様に，f_r の計算に当たっては，$(r+1)$ 個の連立方程式を，与えられた $f_0(0)$，$f_0'(0)$，$f_0''(0)$; …; $f_{r-1}(0)$，$f'_{r-1}(0)$，$f''_{r-1}(0)$; $f_r(0)$，$f_r'(0)$ と，新たに調節すべきただ 1 つの $f_r''(0)$，以上 $3(r+1)$ 個の初期条件に対して解くことにする．
尚また，前記 3 階 $(r+1)$ 元連立方程式を1階 $3(r+1)$ 元連立方程式に変形して取扱うことは，数値積分法の常套手段である．

方程式 (1.6) はよく知られた BLASIUS の方程式である．$f_0(\eta)$ を計算するためのフロー・チャートを図 1 に示す．$f_1(\eta)$ 以下の計算もほぼ同様の手続きで実行することができる．但し，収斂条件 (2.2) を満足させること，即ち $f_r''(0)$ を適当に選んで $f_r'(8)$ を定数 g_r をはさむ狭い範囲 $g_r \pm \varepsilon_r$ の中に入れる作業は，r が大きくなるに伴なって累積的に困難となる．われわれは，種々の試行の後に，最終的にはε_rを次の様に選んだ．

$$r=0,1,2,\cdots,7 \text{ に対しては } \varepsilon_r=10^{-9}, \tag{2.3}$$

$$\varepsilon_8=10^{-8},\quad \varepsilon_9=10^{-7},\quad \varepsilon_{10}=0.5\times10^{-6}$$

この様に $f_r'(\eta)$ の収斂が r と共に困難の度合を増すのは，RUNGE-KUTTA-GILL 法で使用する関数計算用サブルーチンの 1 回の計算が，f_0''' に対しては加減算 0 回と乗算 1 回，f_1''' では加減算 3 回と乗算 6 回，f_5''' ではそれぞれ28回と58回，f_7''' では49回と 102 回，f_8''' では62回と 129 回，f_9''' では76回と 158 回，更に f_{10}''' では92回と 191 回，という風に，演算回数が r が進むに従って急激に増加することによるものと思われる．

収斂条件 (2.2) を満足させるような $f_r''(0)$ $(r=0,1,2,\cdots,10)$ の値を推定するに当たって，$r=0$ から 8 までに対しては，HOWARTH の計算結果（原論文，p.551）を参考にしてスタートし，逐次その精度をあげて行ったが，$r=9$ と10とには，その便宜がないので，単なる試行からスタートせざるを得なかった．
計算機として，初期の予備計算の段階は，当時応用力学研究所に設置されていた FACOM 230-48 を使用したが，途中で計算機の機種が変更されたので，新たに設置された MELCOM-COSMO 900 を用いて本計算を実施した．使用言語は FORTRAN (倍精度)．RUNGE-KUTTA-GILL 法のサブルーチンは，富士通㈱提供の SSL の SRKGD を，計算機変更後も一貫して使用した．

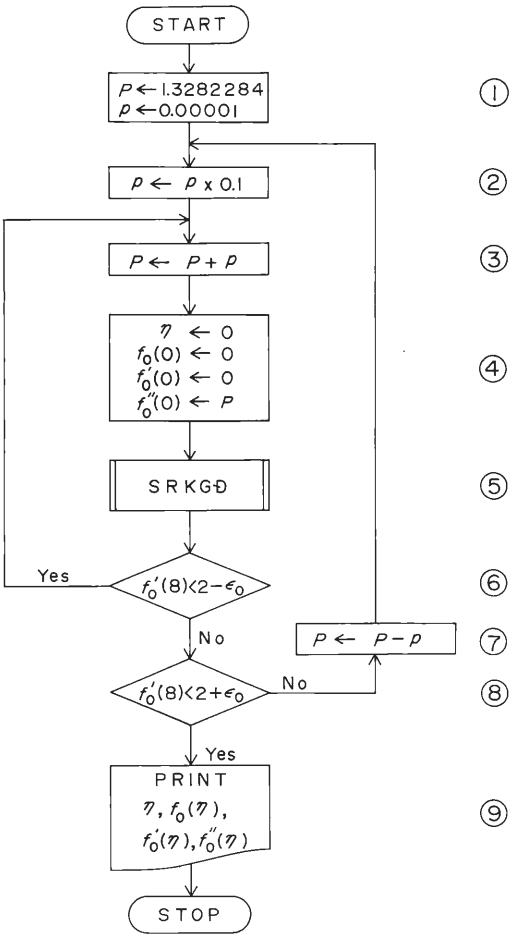


図 1　$f_0(\eta)$ のフロー・チャート

① Pは $f_0''(\eta)$ の初期値 $f_0''(0)$ に代入する値．p は Pを変化させるときの刻み．$P=1.3282284$，$p=0.00001$ でスタートする．
② pを0.1倍する．
③ Pを p だけふやす．
④ η，$f_0(0)$，$f_0'(0)$，$f_0''(0)$ に初期値 $(0.0,0.0,P)$ を入れる．
⑤ RUNGE-KUTTA-GILL法のサブルーチンを呼び出し，方程式 (1.6) を $\eta=0$ から 8 まで，0.025刻みで積分する．
⑥ $f_0'(8)<2-\varepsilon_0$ $(\varepsilon_0=10^{-9})$ ならば，③に戻って Pを p だけふやして，もう一度やり直す．$f_0'(8)\geqq 2-\varepsilon_0$ ならば ⑧へ進む．
⑦ Pを p だけへらして，②へ進む．
⑧ $f_0'(8)<2+\varepsilon_0$ ならば計算終了．$f_0'(8)\geqq 2+\varepsilon_0$ ならば，⑦へ進む．
⑨ η，$f_0(\eta)$，$f_0'(\eta)$，$f_0''(\eta)$ をプリントする．

本計算では，数値積分の刻みを0.025とし，その結果を1つおき，即ち0.05刻みで，小数点以下6位に丸めて印刷した．

3．数表とその誤差

層流境界層に関するHOWARTHの関数系に対してこの様にして作製された数表を報告の終りにまとめて掲げる．但し，電子計算機による印刷の便宜上，次の略号を用いる．矢印の左が本文中，右が数表中の記号．$\eta \rightarrow$ ETA，$f_0(\eta) \rightarrow$ F 0，$f_0'(\eta) \rightarrow$ DF 0，$f_0''(\eta) \rightarrow$ DDF 0，以下同断．

積分の終点を$\eta = 8$に選んだことは，前節に述べた処であるが，小数点以下6位までに丸める限り，$f_2(\eta)$，$f_3(\eta)$，…，$f_{10}(\eta)$の数値は1階，2階の導関数を含めて，ηが5を超えるあたりから，それぞれ一定の値を示すに至る．そこでこれらの関数の表示は一様に$\eta = 5.50$で打ち切ることとした．$f_0(\eta)$，$f_1(\eta)$及びその導関数の値は終点8まで表示する．ηの大きい値の範囲で，$f_0(\eta)$，$f_1(\eta)$が直線的に変化しているのは，表について見られたい．

さて，これらの数表はどの程度の精度をもつであろうか．次にその問題に移ろう．(1) 一定の長さの積分領域を刻みhで分割し，RUNGE-KUTTAの積分法を繰返し使用したとき，積分の終点に於ける誤差はh^4に比例する．[4] $h = 0.025$と採ると，h^4は0.4×10^{-6}の程度である．(2) 予備計算として，われわれはhを0.05と0.1とに選んで，本計算と全く同じ作業を前もって実施しておいた．それと本計算（$h = 0.025$），以上3種の場合について，$f_r(\eta)$，$f_r'(\eta)$，$f_r''(\eta)$（$r = 0, 1, 2, \cdots, 10$）の計算結果を，すべて小数点以下6位までに丸め，ηの0，0.5，1.0，1.5，2.0，2.5，3.0，3.5，4.0，4.5，5，6，7，8の14個の値に対して，並記して検査した．その結果，刻みを0.05と採った場合と0.025に選んだ場合とで，数値の差は全部のf_r，f_r'，f_r''を通じて，高々小数点以下6位目の1単位に過ぎないことを認めた．

以上2つの考察から，以下に掲げた数表の誤差は，高々小数点以下6位目（数表の最終桁）の1単位程度に止まるものと期待している．[5]

最後に念のため，HOWARTHの数表（原論文，TABLE I）と新しい数表との読み合せを行なった．その結果，両者の喰違いは，(1) f_0，f_0'，f_0''；f_1，f_1'，f_1''については高々彼の表の最終桁（小数点以下5位目）の2単位，(2) f_2，f_2'，f_2''；f_3，f_3'，f_3''；f_4，f_4'，f_4''については高々最終桁（小数点以下4位目）の1単位，(3) f_5，f_5'，f_5''；f_6，f_6'，f_6''については高々最終桁（小数点以下4位目）の5単位，に止まることが判明した．これを要するに，HOWARTHの数表は当時としては，まことに驚くべき精度をもつものであったと言わねばならない．

参考文献及び註

1) L. HOWARTH: On the solution of the laminar boundary layer equations, Proc. Roy. Soc. A, 164 (1938), 547-579, esp. 550-555.

2) 例えば，J.-i. OKABE and G. KIMURA: Numerical tables of SEBAN-BOND solution for equation of laminar boundary layer on a circular cylinder in axial incompressible flow, Reports of Research Institute for Applied Mechanics, Kyushu University, vol. XV, no. 49 (1967), 49-64 を見よ．この論文の TABLE 2 でA，$A1$，$A2$はそれぞれf_0，f_0'，f_0''に対応する．

3) 8という値を選んだのは，HOWARTHの論文で，f_0からf_4までは$\eta = 4.4$で，f_5とf_6とは$\eta = 4.0$で，表示が打ち切られていること（計算もまた同時に打ち切られたかどうかは明らかでない）を参考にしたものである．但し，HOWARTHはどういう条件によって表示（または計算）を打ち切ったかを明示していないので，われわれの目的に対して8が果して充分大きいか否かは尚検討を要する．然し，$f_r(\eta)$はηの大きい範囲で指数関数的に減少することが予想されるので，HOWARTHの数表の上限の約2倍として，一応8という値を採用したのである．われわれの計算法を踏襲しても，計算の終点として8より大きな値を選び（それはE_rを更に小さく選ぶことに対応する），ε_rとして（2.3）より小さな値を指定すれば，更に精密な計算結果に到達するはずである．然しながら，その労力は当然飛躍的に増大する．

4）例えば，山内二郎，森口繁一，一松信共編，電子計算機のための数値計算法 I（数理科学シリーズ1），培風館(1965)，第6章，6.2，127を見よ．

5）以上述べた処——とくに（2.3）を参照され度い——から明らかな様に，われわれの計算の精度は，一般にrの増大と共に低下する．このことはHOWARTHの計算についてもあてはまることで，それは彼の数表が$r=0,1$に対しては小数点以下5位まで，$r=2,3,\cdots,6$に対しては4位までに丸められていること，しかも新しい数表と読み合せをすると，彼の数表の誤差がrの進むに伴なって増大すること，からもうかがわれる．その意味から言って，われわれの数表で，精度について最も不安があるのは$r=10$の場合，$f_{10}(\eta)$である．小数点以下6位の数表を作製することを念頭におくと，$f_{10}(\eta)$の計算に際しては，ε_{10}を少くともε_9と同じく10^{-7}に選ぶことが望ましい．数多くの試行にも拘らず，然しながら，何れも$f'_{10}(8)$を指定の範囲に収斂させることに成功せず，結局ε_{10}を0.5×10^{-6}(2.3)に緩めざるを得なかった．

その結果として，表には省略されているが，$\eta=7.65$から8.00に至る8個所で，$f''_{10}(\eta)$に-0.000001という値が現われた．このことから見ても，$f_{10}(\eta)$の計算の精度は稍々不充分であったと言わざるを得ない．

ETA	F 0	DF 0	DDF 0
.00	.000000	.000000	1.328229
.05	.001660	.066411	1.328193
.10	.006641	.132816	1.327935
.15	.014941	.199197	1.327237
.20	.026560	.265528	1.325879
.25	.041493	.331771	1.323644
.30	.059735	.397875	1.320317
.35	.081277	.463780	1.315688
.40	.106108	.529418	1.309557
.45	.134213	.594708	1.301731
.50	.165572	.659560	1.292028
.55	.200160	.723877	1.280286
.60	.237949	.787552	1.266357
.65	.278903	.850474	1.250115
.70	.322982	.912524	1.231462
.75	.370139	.973579	1.210322
.80	.420321	1.033514	1.186654
.85	.473469	1.092202	1.160447
.90	.529518	1.149516	1.131724
.95	.588396	1.205333	1.100546
1.00	.650024	1.259531	1.067006
1.05	.714320	1.311997	1.031237
1.10	.781193	1.362621	.993404
1.15	.850550	1.411306	.953704
1.20	.922290	1.457964	.912367
1.25	.996311	1.502519	.869646
1.30	1.072506	1.544910	.825819
1.35	1.150765	1.585088	.781177
1.40	1.230977	1.623019	.736026
1.45	1.313029	1.658687	.690678
1.50	1.396808	1.692089	.645441
1.55	1.482201	1.723238	.600622
1.60	1.569095	1.752163	.556512
1.65	1.657381	1.778906	.513388
1.70	1.746950	1.803522	.471505
1.75	1.837699	1.826081	.431091
1.80	1.929525	1.846659	.392345
1.85	2.022333	1.865346	.355437
1.90	2.116030	1.882236	.320504
1.95	2.210528	1.897431	.287647
2.00	2.305746	1.911036	.256936
2.05	2.401607	1.923161	.228411
2.10	2.498040	1.933914	.202079
2.15	2.594978	1.943405	.177920
2.20	2.692361	1.951742	.155890
2.25	2.790134	1.959029	.135924
2.30	2.888248	1.965367	.117935
2.35	2.986657	1.970853	.101826
2.40	3.085321	1.975579	.087485
2.45	3.184204	1.979629	.074793
2.50	3.283274	1.983084	.063627
2.55	3.382503	1.986015	.053861
2.60	3.481868	1.988491	.045367
2.65	3.581346	1.990571	.038024
2.70	3.680919	1.992311	.031711
2.75	3.780572	1.993758	.026314
2.80	3.880291	1.994956	.021728
2.85	3.980064	1.995942	.017851
2.90	4.079882	1.996751	.014594
2.95	4.179737	1.997411	.011871
3.00	4.279621	1.997948	.009608
3.05	4.379529	1.998378	.007738
3.10	4.479457	1.998725	.006201
3.15	4.579401	1.999003	.004944
3.20	4.679357	1.999223	.003922
3.25	4.779322	1.999398	.003096
3.30	4.879296	1.999536	.002432
3.35	4.979275	1.999644	.001901
3.40	5.079260	1.999728	.001478
3.45	5.179248	1.999793	.001144
3.50	5.279239	1.999843	.000881
3.55	5.379232	1.999882	.000675
3.60	5.479227	1.999911	.000514
3.65	5.579223	1.999934	.000390
3.70	5.679220	1.999951	.000294
3.75	5.779218	1.999964	.000221
3.80	5.879216	1.999973	.000165
3.85	5.979215	1.999980	.000123
3.90	6.079214	1.999986	.000091
3.95	6.179214	1.999990	.000067
4.00	6.279213	1.999993	.000049
4.05	6.379213	1.999995	.000036
4.10	6.479213	1.999996	.000026
4.15	6.579213	1.999997	.000019
4.20	6.679213	1.999998	.000013
4.25	6.779213	1.999999	.000010
4.30	6.879212	1.999999	.000007
4.35	6.979212	1.999999	.000005
4.40	7.079212	2.000000	.000003
4.45	7.179212	2.000000	.000002
4.50	7.279212	2.000000	.000002
4.55	7.379212	2.000000	.000001
4.60	7.479212	2.000000	.000001
4.65	7.579212	2.000000	.000001
4.70	7.679212	2.000000	.000000
4.75	7.779212	2.000000	.000000
4.80	7.879212	2.000000	.000000
4.85	7.979212	2.000000	.000000
4.90	8.079212	2.000000	.000000
4.95	8.179212	2.000000	.000000
5.00	8.279212	2.000000	.000000
5.05	8.379212	2.000000	.000000
5.10	8.479212	2.000000	.000000
5.15	8.579212	2.000000	.000000
5.20	8.679212	2.000000	.000000
5.25	8.779212	2.000000	.000000
5.30	8.879212	2.000000	.000000
5.35	8.979212	2.000000	.000000
5.40	9.079212	2.000000	.000000
5.45	9.179212	2.000000	.000000
5.50	9.279212	2.000000	.000000

ETA	F 0	DF 0	DDF 0
5.55	9.379212	2.000000	.000000
5.60	9.479212	2.000000	.000000
5.65	9.579212	2.000000	.000000
5.70	9.679212	2.000000	.000000
5.75	9.779212	2.000000	.000000
5.80	9.879212	2.000000	.000000
5.85	9.979212	2.000000	.000000
5.90	10.079212	2.000000	.000000
5.95	10.179212	2.000000	.000000
6.00	10.279212	2.000000	.000000
6.05	10.379212	2.000000	.000000
6.10	10.479212	2.000000	.000000
6.15	10.579212	2.000000	.000000
6.20	10.679212	2.000000	.000000
6.25	10.779212	2.000000	.000000
6.30	10.879212	2.000000	.000000
6.35	10.979212	2.000000	.000000
6.40	11.079212	2.000000	.000000
6.45	11.179212	2.000000	.000000
6.50	11.279212	2.000000	.000000
6.55	11.379212	2.000000	.000000
6.60	11.479212	2.000000	.000000
6.65	11.579212	2.000000	.000000
6.70	11.679212	2.000000	.000000
6.75	11.779212	2.000000	.000000
6.80	11.879212	2.000000	.000000
6.85	11.979212	2.000000	.000000
6.90	12.079212	2.000000	.000000
6.95	12.179212	2.000000	.000000
7.00	12.279212	2.000000	.000000
7.05	12.379212	2.000000	.000000
7.10	12.479212	2.000000	.000000
7.15	12.579212	2.000000	.000000
7.20	12.679212	2.000000	.000000
7.25	12.779212	2.000000	.000000
7.30	12.879212	2.000000	.000000
7.35	12.979212	2.000000	.000000
7.40	13.079212	2.000000	.000000
7.45	13.179212	2.000000	.000000
7.50	13.279212	2.000000	.000000
7.55	13.379212	2.000000	.000000
7.60	13.479212	2.000000	.000000
7.65	13.579212	2.000000	.000000
7.70	13.679212	2.000000	.000000
7.75	13.779212	2.000000	.000000
7.80	13.879212	2.000000	.000000
7.85	13.979212	2.000000	.000000
7.90	14.079212	2.000000	.000000
7.95	14.179212	2.000000	.000000
8.00	14.279212	2.000000	.000000

ETA	F 1	DF 1	DDF 1
.00	.000000	.000000	1.020541
.05	.001255	.049777	.970541
.10	.004936	.097054	.920541
.15	.010919	.141831	.870541
.20	.019077	.184108	.820544
.25	.029288	.223886	.770553
.30	.041424	.261164	.720576
.35	.055362	.295944	.670629
.40	.070977	.328227	.620734
.45	.088144	.358018	.570925
.50	.106738	.385322	.521251
.55	.126635	.410147	.471775
.60	.147711	.432504	.422579
.65	.169844	.452411	.373765
.70	.192912	.469889	.325454
.75	.216793	.484967	.277793
.80	.241369	.497682	.230945
.85	.266523	.508078	.185096
.90	.292139	.516212	.140451
.95	.318107	.522147	.097226
1.00	.344319	.525962	.056652
1.05	.370669	.527744	.015964
1.10	.397061	.527594	-.021605
1.15	.423399	.525623	-.056824
1.20	.449595	.521954	-.089479
1.25	.475568	.516721	-.119371
1.30	.501243	.510066	-.146330
1.35	.526553	.502139	-.170216
1.40	.551438	.493097	-.190927
1.45	.575847	.483100	-.208401
1.50	.599735	.472311	-.222620
1.55	.623068	.460892	-.233611
1.60	.645817	.449003	-.241448
1.65	.667963	.436798	-.246248
1.70	.689494	.424426	-.248168
1.75	.710405	.412026	-.247402
1.80	.730698	.399727	-.244179
1.85	.750381	.387645	-.238749
1.90	.769468	.375884	-.231384
1.95	.787976	.364534	-.222368
2.00	.805929	.353670	-.211988
2.05	.823352	.343353	-.200530
2.10	.840274	.333630	-.188273
2.15	.856726	.324535	-.175482
2.20	.872739	.316087	-.162403
2.25	.888346	.308295	-.149260
2.30	.903579	.301159	-.136252
2.35	.918472	.294665	-.123551
2.40	.933056	.288796	-.111304
2.45	.947362	.283525	-.099626
2.50	.961418	.278822	-.088608

ETA	F 1	DF 1	DDF 1
2.55	.975253	.274652	-.078317
2.60	.988892	.270976	-.068794
2.65	1.002358	.267760	-.060059
2.70	1.015675	.264959	-.052117
2.75	1.028860	.262535	-.044955
2.80	1.041934	.260451	-.038547
2.85	1.054910	.258668	-.032859
2.90	1.067805	.257153	-.027846
2.95	1.080630	.255873	-.023462
3.00	1.093396	.254798	-.019654
3.05	1.106112	.253899	-.016370
3.10	1.118788	.253153	-.013558
3.15	1.131430	.252536	-.011165
3.20	1.144044	.252030	-.009143
3.25	1.156634	.251617	-.007445
3.30	1.169207	.251281	-.006029
3.35	1.181764	.251010	-.004855
3.40	1.194308	.250792	-.003888
3.45	1.206844	.250618	-.003097
3.50	1.219371	.250480	-.002453
3.55	1.231892	.250371	-.001932
3.60	1.244408	.250285	-.001514
3.65	1.256921	.250218	-.001180
3.70	1.269430	.250166	-.000914
3.75	1.281938	.250125	-.000705
3.80	1.294443	.250094	-.000540
3.85	1.306947	.250071	-.000412
3.90	1.319450	.250053	-.000313
3.95	1.331952	.250039	-.000236
4.00	1.344454	.250029	-.000177
4.05	1.356955	.250021	-.000132
4.10	1.369456	.250016	-.000098
4.15	1.381957	.250011	-.000072
4.20	1.394457	.250008	-.000053
4.25	1.406958	.250006	-.000039
4.30	1.419458	.250004	-.000028
4.35	1.431958	.250003	-.000020
4.40	1.444458	.250002	-.000015
4.45	1.456958	.250001	-.000011
4.50	1.469458	.250001	-.000007
4.55	1.481959	.250001	-.000005
4.60	1.494459	.250001	-.000004
4.65	1.506959	.250000	-.000003
4.70	1.519459	.250000	-.000002
4.75	1.531959	.250000	-.000001
4.80	1.544459	.250000	-.000001
4.85	1.556959	.250000	-.000001
4.90	1.569459	.250000	-.000000
4.95	1.581959	.250000	-.000000
5.00	1.594459	.250000	-.000000
5.05	1.606959	.250000	-.000000
5.10	1.619459	.250000	-.000000
5.15	1.631959	.250000	-.000000
5.20	1.644459	.250000	-.000000
5.25	1.656959	.250000	-.000000
5.30	1.669459	.250000	-.000000
5.35	1.681959	.250000	-.000000
5.40	1.694459	.250000	-.000000
5.45	1.706959	.250000	-.000000
5.50	1.719459	.250000	-.000000
5.55	1.731959	.250000	-.000000
5.60	1.744459	.250000	-.000000
5.65	1.756959	.250000	-.000000
5.70	1.769459	.250000	-.000000
5.75	1.781959	.250000	-.000000
5.80	1.794459	.250000	-.000000
5.85	1.806959	.250000	-.000000
5.90	1.819459	.250000	-.000000
5.95	1.831959	.250000	-.000000
6.00	1.844459	.250000	-.000000
6.05	1.856959	.250000	-.000000
6.10	1.869459	.250000	-.000000
6.15	1.881959	.250000	-.000000
6.20	1.894459	.250000	-.000000
6.25	1.906959	.250000	-.000000
6.30	1.919459	.250000	-.000000
6.35	1.931959	.250000	-.000000
6.40	1.944459	.250000	-.000000
6.45	1.956959	.250000	-.000000
6.50	1.969459	.250000	-.000000
6.55	1.981959	.250000	-.000000
6.60	1.994459	.250000	-.000000
6.65	2.006959	.250000	-.000000
6.70	2.019459	.250000	-.000000
6.75	2.031959	.250000	-.000000
6.80	2.044459	.250000	-.000000
6.85	2.056959	.250000	-.000000
6.90	2.069459	.250000	-.000000
6.95	2.081959	.250000	-.000000
7.00	2.094459	.250000	-.000000
7.05	2.106959	.250000	-.000000
7.10	2.119459	.250000	-.000000
7.15	2.131959	.250000	-.000000
7.20	2.144459	.250000	-.000000
7.25	2.156959	.250000	-.000000
7.30	2.169459	.250000	-.000000
7.35	2.181959	.250000	-.000000
7.40	2.194459	.250000	-.000000
7.45	2.206959	.250000	-.000000
7.50	2.219459	.250000	-.000000
7.55	2.231959	.250000	-.000000
7.60	2.244459	.250000	-.000000
7.65	2.256959	.250000	-.000000
7.70	2.269459	.250000	-.000000
7.75	2.281959	.250000	-.000000
7.80	2.294459	.250000	-.000000
7.85	2.306959	.250000	-.000000
7.90	2.319459	.250000	-.000000
7.95	2.331959	.250000	-.000000
8.00	2.344459	.250000	-.000000

ETA	F 2	DF 2	DDF 2
.00	.000000	.000000	-.069753
.05	-.000089	-.003619	-.075486
.10	-.000367	-.007547	-.081613
.15	-.000849	-.011777	-.087535
.20	-.001550	-.016295	-.093154
.25	-.002483	-.021085	-.098378
.30	-.003662	-.026125	-.103117
.35	-.005099	-.031388	-.107288
.40	-.006804	-.036843	-.110809
.45	-.008788	-.042456	-.113605
.50	-.011052	-.048190	-.115604
.55	-.013604	-.054002	-.116740
.60	-.016453	-.059849	-.116954
.65	-.019591	-.065682	-.116191
.70	-.023020	-.071451	-.114408
.75	-.026734	-.077105	-.111568
.80	-.030727	-.082590	-.107649
.85	-.034989	-.087851	-.102639
.90	-.039508	-.092836	-.096543
.95	-.044267	-.097488	-.089382
1.00	-.049250	-.101757	-.081195
1.05	-.054436	-.105591	-.072040
1.10	-.059801	-.108946	-.061997
1.15	-.065322	-.111778	-.051166
1.20	-.070970	-.114051	-.039667
1.25	-.076717	-.115736	-.027639
1.30	-.082533	-.116809	-.015237
1.35	-.088388	-.117256	-.002630
1.40	-.094248	-.117072	.010001
1.45	-.100084	-.116259	.022471
1.50	-.105864	-.114830	.034596
1.55	-.111557	-.112808	.046193
1.60	-.117135	-.110223	.057089
1.65	-.122571	-.107113	.067128
1.70	-.127839	-.103526	.076170
1.75	-.132916	-.099515	.084101
1.80	-.137784	-.095136	.090830
1.85	-.142425	-.090453	.096297
1.90	-.146825	-.085528	.100471
1.95	-.150975	-.080427	.103347
2.00	-.154866	-.075215	.104953
2.05	-.158496	-.069952	.105340
2.10	-.161862	-.064700	.104583
2.15	-.164967	-.059512	.102776
2.20	-.167815	-.054438	.100031
2.25	-.170413	-.049522	.096470
2.30	-.172770	-.044802	.092222
2.35	-.174897	-.040309	.087419
2.40	-.176805	-.036067	.082192
2.45	-.178508	-.032095	.076670
2.50	-.180020	-.028403	.070970
2.55	-.181353	-.024999	.065205
2.60	-.182524	-.021882	.059471
2.65	-.183546	-.019050	.053854
2.70	-.184434	-.016494	.048426
2.75	-.185200	-.014203	.043247
2.80	-.185858	-.012164	.038360
2.85	-.186421	-.010362	.033799
2.90	-.186898	-.008779	.029585
2.95	-.187302	-.007397	.025729
3.00	-.187641	-.006200	.022232
3.05	-.187925	-.005168	.019089
3.10	-.188160	-.004285	.016288
3.15	-.188355	-.003534	.013812
3.20	-.188516	-.002899	.011640
3.25	-.188647	-.002365	.009750
3.30	-.188754	-.001920	.008118
3.35	-.188840	-.001550	.006719
3.40	-.188910	-.001244	.005527
3.45	-.188965	-.000994	.004520
3.50	-.189010	-.000789	.003675
3.55	-.189045	-.000624	.002970
3.60	-.189073	-.000490	.002387
3.65	-.189094	-.000383	.001907
3.70	-.189111	-.000298	.001515
3.75	-.189125	-.000231	.001196
3.80	-.189135	-.000178	.000939
3.85	-.189143	-.000136	.000734
3.90	-.189148	-.000104	.000570
3.95	-.189153	-.000078	.000440
4.00	-.189156	-.000059	.000338
4.05	-.189159	-.000044	.000258
4.10	-.189161	-.000033	.000196
4.15	-.189162	-.000025	.000148
4.20	-.189163	-.000018	.000111
4.25	-.189164	-.000013	.000083
4.30	-.189165	-.000010	.000061
4.35	-.189165	-.000007	.000045
4.40	-.189165	-.000005	.000033
4.45	-.189166	-.000004	.000024
4.50	-.189166	-.000003	.000018
4.55	-.189166	-.000002	.000013
4.60	-.189166	-.000001	.000009
4.65	-.189166	-.000001	.000007
4.70	-.189166	-.000001	.000005
4.75	-.189166	-.000000	.000003
4.80	-.189166	-.000000	.000002
4.85	-.189166	-.000000	.000002
4.90	-.189166	-.000000	.000001
4.95	-.189166	-.000000	.000001
5.00	-.189166	-.000000	.000001
5.05	-.189166	-.000000	.000000
5.10	-.189166	-.000000	.000000
5.15	-.189166	-.000000	.000000
5.20	-.189166	-.000000	.000000
5.25	-.189166	-.000000	.000000
5.30	-.189166	-.000000	.000000
5.35	-.189166	-.000000	.000000
5.40	-.189166	-.000000	.000000
5.45	-.189166	-.000000	.000000
5.50	-.189166	-.000000	.000000

ETA	F 3	DF 3	DDF 3
.00	.000000	.000000	.055960
.05	.000078	.002798	.055960
.10	.000280	.005596	.055960
.15	.000630	.008394	.055958
.20	.001119	.011192	.055947
.25	.001749	.013988	.055919
.30	.002518	.016783	.055863
.35	.003427	.019574	.055767
.40	.004475	.022359	.055614
.45	.005663	.025134	.055386
.50	.006988	.027896	.055064
.55	.008452	.030639	.054627
.60	.010052	.033356	.054051
.65	.011787	.036041	.053311
.70	.013655	.038684	.052384
.75	.015655	.041276	.051243
.80	.017782	.043804	.049860
.85	.020034	.046257	.048212
.90	.022404	.048621	.046273
.95	.024894	.050880	.044021
1.00	.027492	.053017	.041435
1.05	.030194	.055017	.038501
1.10	.032991	.056861	.035207
1.15	.035877	.058532	.031548
1.20	.038841	.060010	.027530
1.25	.041874	.061279	.023162
1.30	.044965	.062321	.018466
1.35	.048102	.063121	.013473
1.40	.051273	.063664	.008224
1.45	.054464	.063940	.002771
1.50	.057662	.063939	-.002826
1.55	.060853	.063656	-.008498
1.60	.064023	.063089	-.014169
1.65	.067158	.062240	-.019759
1.70	.070243	.061116	-.025185
1.75	.073265	.059726	-.030364
1.80	.076211	.058085	-.035217
1.85	.079069	.056211	-.039668
1.90	.081829	.054126	-.043653
1.95	.084479	.051854	-.047115
2.00	.087011	.049424	-.050010
2.05	.089419	.046863	-.052307
2.10	.091696	.044203	-.053989
2.15	.093838	.041475	-.055053
2.20	.095843	.038708	-.055512
2.25	.097709	.035933	-.055389
2.30	.099436	.033178	-.054720
2.35	.101027	.030469	-.053550
2.40	.102485	.027831	-.051934
2.45	.103812	.025282	-.049931
2.50	.105015	.022843	-.047604
2.55	.106098	.020526	-.045018
2.60	.107070	.018344	-.042237
2.65	.107935	.016305	-.039324
2.70	.108702	.014413	-.036338
2.75	.109379	.012671	-.033333
2.80	.109972	.011079	-.030357
2.85	.110489	.009634	-.027451
2.90	.110938	.008332	-.024652
2.95	.111325	.007167	-.021987
3.00	.111657	.006131	-.019478
3.05	.111940	.005216	-.017141
3.10	.112180	.004414	-.014985
3.15	.112383	.003715	-.013016
3.20	.112553	.003109	-.011233
3.25	.112695	.002589	-.009632
3.30	.112813	.002143	-.008208
3.35	.112911	.001765	-.006951
3.40	.112991	.001446	-.005850
3.45	.113056	.001178	-.004893
3.50	.113109	.000954	-.004067
3.55	.113152	.000769	-.003361
3.60	.113187	.000616	-.002760
3.65	.113214	.000491	-.002254
3.70	.113236	.000390	-.001829
3.75	.113254	.000307	-.001475
3.80	.113267	.000241	-.001183
3.85	.113278	.000188	-.000943
3.90	.113286	.000146	-.000748
3.95	.113293	.000113	-.000589
4.00	.113298	.000086	-.000462
4.05	.113302	.000066	-.000360
4.10	.113304	.000050	-.000279
4.15	.113307	.000038	-.000214
4.20	.113308	.000028	-.000164
4.25	.113309	.000021	-.000125
4.30	.113310	.000016	-.000095
4.35	.113311	.000012	-.000071
4.40	.113312	.000009	-.000053
4.45	.113312	.000006	-.000040
4.50	.113312	.000005	-.000029
4.55	.113312	.000003	-.000022
4.60	.113313	.000002	-.000016
4.65	.113313	.000002	-.000012
4.70	.113313	.000001	-.000008
4.75	.113313	.000001	-.000006
4.80	.113313	.000001	-.000004
4.85	.113313	.000000	-.000003
4.90	.113313	.000000	-.000002
4.95	.113313	.000000	-.000002
5.00	.113313	.000000	-.000001
5.05	.113313	.000000	-.000001
5.10	.113313	.000000	-.000001
5.15	.113313	.000000	-.000000
5.20	.113313	.000000	-.000000
5.25	.113313	.000000	-.000000
5.30	.113313	.000000	-.000000
5.35	.113313	.000000	-.000000
5.40	.113313	.000000	-.000000
5.45	.113313	.000000	-.000000
5.50	.113313	.000000	-.000000

ETA	F 4	DF 4	DDF 4
.00	.000000	.000000	-.037184
.05	-.000044	-.001859	-.037183
.10	-.000186	-.003718	-.037174
.15	-.000418	-.005576	-.037149
.20	-.000744	-.007433	-.037101
.25	-.001161	-.009286	-.037020
.30	-.001672	-.011134	-.036898
.35	-.002275	-.012975	-.036727
.40	-.002969	-.014806	-.036497
.45	-.003755	-.016623	-.036200
.50	-.004631	-.018424	-.035825
.55	-.005597	-.020204	-.035363
.60	-.006651	-.021959	-.034806
.65	-.007793	-.023683	-.034143
.70	-.009019	-.025372	-.033365
.75	-.010329	-.027018	-.032464
.80	-.011720	-.028616	-.031429
.85	-.013190	-.030158	-.030253
.90	-.014735	-.031638	-.028927
.95	-.016352	-.033048	-.027445
1.00	-.018038	-.034380	-.025799
1.05	-.019789	-.035626	-.023987
1.10	-.021599	-.036776	-.022003
1.15	-.023465	-.037823	-.019847
1.20	-.025380	-.038758	-.017520
1.25	-.027339	-.039572	-.015026
1.30	-.029335	-.040258	-.012371
1.35	-.031362	-.040807	-.009568
1.40	-.033413	-.041212	-.006629
1.45	-.035481	-.041468	-.003576
1.50	-.037557	-.041568	-.000430
1.55	-.039635	-.041510	.002781
1.60	-.041706	-.041290	.006024
1.65	-.043761	-.040907	.009266
1.70	-.045794	-.040364	.012467
1.75	-.047795	-.039662	.015588
1.80	-.049757	-.038807	.018588
1.85	-.051673	-.037806	.021426
1.90	-.053536	-.036668	.024062
1.95	-.055338	-.035404	.026460
2.00	-.057074	-.034026	.028586
2.05	-.058739	-.032550	.030414
2.10	-.060328	-.030990	.031922
2.15	-.061837	-.029363	.033093
2.20	-.063263	-.027687	.033921
2.25	-.064605	-.025977	.034404
2.30	-.065861	-.024252	.034550
2.35	-.067030	-.022528	.034370
2.40	-.068114	-.020820	.033886
2.45	-.069113	-.019144	.033121
2.50	-.070029	-.017512	.032105
2.55	-.070865	-.015937	.030869
2.60	-.071624	-.014428	.029450
2.65	-.072309	-.012994	.027882
2.70	-.072924	-.011642	.026201
2.75	-.073474	-.010376	.024442
2.80	-.073963	-.009198	.022639
2.85	-.074396	-.008112	.020822
2.90	-.074774	-.007116	.019019
2.95	-.075109	-.006209	.017254
3.00	-.075389	-.005389	.015549
3.05	-.075649	-.004653	.013919
3.10	-.075865	-.003996	.012379
3.15	-.076050	-.003414	.010938
3.20	-.076208	-.002900	.009603
3.25	-.076341	-.002451	.008378
3.30	-.076454	-.002061	.007263
3.35	-.076548	-.001723	.006258
3.40	-.076627	-.001433	.005358
3.45	-.076692	-.001186	.004560
3.50	-.076746	-.000976	.003856
3.55	-.076790	-.000799	.003242
3.60	-.076826	-.000650	.002709
3.65	-.076856	-.000526	.002250
3.70	-.076879	-.000424	.001858
3.75	-.076898	-.000340	.001525
3.80	-.076914	-.000271	.001244
3.85	-.076926	-.000215	.001009
3.90	-.076935	-.000169	.000814
3.95	-.076943	-.000133	.000652
4.00	-.076949	-.000103	.000520
4.05	-.076953	-.000080	.000412
4.10	-.076957	-.000062	.000324
4.15	-.076959	-.000048	.000254
4.20	-.076962	-.000036	.000198
4.25	-.076963	-.000028	.000153
4.30	-.076964	-.000021	.000118
4.35	-.076965	-.000016	.000090
4.40	-.076966	-.000012	.000069
4.45	-.076966	-.000009	.000052
4.50	-.076967	-.000006	.000039
4.55	-.076967	-.000005	.000029
4.60	-.076967	-.000003	.000022
4.65	-.076967	-.000003	.000016
4.70	-.076968	-.000002	.000012
4.75	-.076968	-.000001	.000009
4.80	-.076968	-.000001	.000006
4.85	-.076968	-.000001	.000005
4.90	-.076968	-.000000	.000003
4.95	-.076968	-.000000	.000002
5.00	-.076968	-.000000	.000002
5.05	-.076968	-.000000	.000001
5.10	-.076968	-.000000	.000001
5.15	-.076968	-.000000	.000001
5.20	-.076968	-.000000	.000000
5.25	-.076968	-.000000	.000000
5.30	-.076968	-.000000	.000000
5.35	-.076968	-.000000	.000000
5.40	-.076968	-.000000	.000000
5.45	-.076968	-.000000	.000000
5.50	-.076968	-.000000	.000000

ETA	F 5	DF 5	DDF 5
.00	.000000	.000000	.027054
.05	.000034	.001353	.027053
.10	.000135	.002705	.027046
.15	.000304	.004057	.027027
.20	.000541	.005408	.026989
.25	.000845	.006756	.026927
.30	.001214	.008100	.026833
.35	.001655	.009438	.026701
.40	.002168	.010769	.026524
.45	.002752	.012090	.026296
.50	.003388	.013398	.026009
.55	.004071	.014690	.025658
.60	.004838	.015962	.025234
.65	.005667	.017212	.024733
.70	.006558	.018434	.024148
.75	.007510	.019625	.023473
.80	.008520	.020780	.022702
.85	.009587	.021894	.021830
.90	.010709	.022961	.020853
.95	.011882	.023977	.019768
1.00	.013106	.024936	.018570
1.05	.014375	.025832	.017260
1.10	.015688	.026660	.015835
1.15	.017040	.027414	.014296
1.20	.018428	.028088	.012646
1.25	.019847	.028677	.010889
1.30	.021294	.029175	.009040
1.35	.022763	.029578	.007077
1.40	.024250	.029881	.005042
1.45	.025749	.030081	.002935
1.50	.027256	.030174	.000772
1.55	.028765	.030158	-.001430
1.60	.030270	.030030	-.003653
1.65	.031766	.029792	-.005873
1.70	.033248	.029444	-.008070
1.75	.034709	.028986	-.010218
1.80	.036144	.028423	-.012292
1.85	.037549	.027759	-.014268
1.90	.038919	.026998	-.016121
1.95	.040248	.026149	-.017828
2.00	.041532	.025218	-.019367
2.05	.042768	.024215	-.020719
2.10	.043953	.023150	-.021869
2.15	.045082	.022032	-.022804
2.20	.046155	.020873	-.023517
2.25	.047169	.019684	-.024004
2.30	.048123	.018476	-.024265
2.35	.049017	.017261	-.024306
2.40	.049849	.016049	-.024136
2.45	.050622	.014851	-.023767
2.50	.051335	.013676	-.023216
2.55	.051990	.012532	-.022502
2.60	.052589	.011428	-.021645
2.65	.053133	.010370	-.020668
2.70	.053627	.009363	-.019593
2.75	.054071	.008412	-.018443
2.80	.054469	.007519	-.017241
2.85	.054824	.006688	-.016008
2.90	.055139	.005919	-.014764
2.95	.055416	.005211	-.013528
3.00	.055661	.004565	-.012315
3.05	.055874	.003979	-.011139
3.10	.056060	.003451	-.010012
3.15	.056220	.002977	-.008942
3.20	.056358	.002555	-.007938
3.25	.056476	.002182	-.007003
3.30	.056577	.001854	-.006140
3.35	.056662	.001567	-.005351
3.40	.056734	.001318	-.004636
3.45	.056795	.001102	-.003992
3.50	.056845	.000917	-.003417
3.55	.056887	.000759	-.002908
3.60	.056921	.000625	-.002460
3.65	.056950	.000512	-.002069
3.70	.056973	.000418	-.001730
3.75	.056992	.000339	-.001438
3.80	.057007	.000273	-.001189
3.85	.057019	.000219	-.000977
3.90	.057029	.000175	-.000798
3.95	.057037	.000139	-.000648
4.00	.057043	.000110	-.000523
4.05	.057048	.000086	-.000420
4.10	.057052	.000067	-.000336
4.15	.057055	.000052	-.000266
4.20	.057057	.000040	-.000210
4.25	.057059	.000031	-.000165
4.30	.057060	.000024	-.000129
4.35	.057061	.000018	-.000100
4.40	.057062	.000014	-.000077
4.45	.057063	.000010	-.000059
4.50	.057063	.000008	-.000045
4.55	.057064	.000006	-.000034
4.60	.057064	.000004	-.000026
4.65	.057064	.000003	-.000019
4.70	.057064	.000002	-.000014
4.75	.057064	.000002	-.000011
4.80	.057064	.000001	-.000008
4.85	.057064	.000001	-.000006
4.90	.057064	.000001	-.000004
4.95	.057064	.000000	-.000003
5.00	.057064	.000000	-.000002
5.05	.057064	.000000	-.000002
5.10	.057064	.000000	-.000001
5.15	.057064	.000000	-.000001
5.20	.057064	.000000	-.000001
5.25	.057064	.000000	-.000000
5.30	.057064	.000000	-.000000
5.35	.057064	.000000	-.000000
5.40	.057064	.000000	-.000000
5.45	.057064	.000000	-.000000
5.50	.057064	.000000	-.000000

ETA	F 6	DF 6	DDF 6
.00	.000000	.000000	-.021040
.05	-.000024	-.001052	-.021040
.10	-.000105	-.002104	-.021034
.15	-.000237	-.003155	-.021019
.20	-.000421	-.004205	-.020988
.25	-.000657	-.005254	-.020938
.30	-.000944	-.006299	-.020863
.35	-.001287	-.007340	-.020758
.40	-.001680	-.008374	-.020617
.45	-.002124	-.009401	-.020436
.50	-.002620	-.010417	-.020209
.55	-.003166	-.011421	-.019931
.60	-.003762	-.012409	-.019597
.65	-.004406	-.013379	-.019202
.70	-.005099	-.014328	-.018742
.75	-.005839	-.015252	-.018213
.80	-.006624	-.016148	-.017610
.85	-.007453	-.017012	-.016930
.90	-.008325	-.017840	-.016171
.95	-.009236	-.018628	-.015328
1.00	-.010187	-.019371	-.014401
1.05	-.011173	-.020067	-.013389
1.10	-.012192	-.020709	-.012291
1.15	-.013243	-.021294	-.011109
1.20	-.014321	-.021818	-.009844
1.25	-.015423	-.022277	-.008499
1.30	-.016547	-.022667	-.007081
1.35	-.017689	-.022984	-.005594
1.40	-.018844	-.023225	-.004046
1.45	-.020010	-.023388	-.002447
1.50	-.021182	-.023469	-.000808
1.55	-.022356	-.023468	.000858
1.60	-.023527	-.023383	.002539
1.65	-.024693	-.023214	.004218
1.70	-.025847	-.022962	.005879
1.75	-.026987	-.022627	.007505
1.80	-.028109	-.022212	.009078
1.85	-.029207	-.021721	.010580
1.90	-.030280	-.021156	.011994
1.95	-.031322	-.020523	.013302
2.00	-.032331	-.019828	.014490
2.05	-.033304	-.019076	.015544
2.10	-.034238	-.018276	.016451
2.15	-.035131	-.017434	.017203
2.20	-.035980	-.016558	.017793
2.25	-.036784	-.015657	.018217
2.30	-.037546	-.014739	.018474
2.35	-.038260	-.013812	.018569
2.40	-.038927	-.012885	.018504
2.45	-.039548	-.011964	.018290
2.50	-.040124	-.011058	.017937
2.55	-.040654	-.010173	.017457
2.60	-.041142	-.009314	.016864
2.65	-.041586	-.008488	.016175
2.70	-.041991	-.007698	.015406
2.75	-.042357	-.006948	.014572
2.80	-.042687	-.006242	.013691
2.85	-.042982	-.005580	.012779
2.90	-.043245	-.004964	.011850
2.95	-.043479	-.004395	.010919
3.00	-.043686	-.003872	.009998
3.05	-.043867	-.003395	.009097
3.10	-.044026	-.002962	.008227
3.15	-.044164	-.002571	.007396
3.20	-.044284	-.002222	.006608
3.25	-.044387	-.001910	.005869
3.30	-.044475	-.001634	.005183
3.35	-.044551	-.001391	.004549
3.40	-.044615	-.001178	.003970
3.45	-.044669	-.000993	.003445
3.50	-.044714	-.000832	.002972
3.55	-.044752	-.000695	.002550
3.60	-.044784	-.000577	.002175
3.65	-.044810	-.000476	.001844
3.70	-.044832	-.000392	.001556
3.75	-.044850	-.000320	.001304
3.80	-.044864	-.000261	.001088
3.85	-.044876	-.000211	.000902
3.90	-.044886	-.000170	.000744
3.95	-.044893	-.000136	.000610
4.00	-.044899	-.000109	.000497
4.05	-.044904	-.000086	.000403
4.10	-.044908	-.000068	.000325
4.15	-.044911	-.000053	.000261
4.20	-.044913	-.000042	.000208
4.25	-.044915	-.000032	.000165
4.30	-.044917	-.000025	.000130
4.35	-.044918	-.000019	.000102
4.40	-.044919	-.000015	.000080
4.45	-.044919	-.000011	.000062
4.50	-.044920	-.000008	.000048
4.55	-.044920	-.000006	.000037
4.60	-.044920	-.000005	.000028
4.65	-.044921	-.000004	.000021
4.70	-.044921	-.000003	.000016
4.75	-.044921	-.000002	.000012
4.80	-.044921	-.000001	.000009
4.85	-.044921	-.000001	.000007
4.90	-.044921	-.000001	.000005
4.95	-.044921	-.000001	.000004
5.00	-.044921	-.000000	.000003
5.05	-.044921	-.000000	.000002
5.10	-.044921	-.000000	.000001
5.15	-.044921	-.000000	.000001
5.20	-.044921	-.000000	.000001
5.25	-.044921	-.000000	.000000
5.30	-.044921	-.000000	.000000
5.35	-.044921	-.000000	.000000
5.40	-.044921	-.000000	.000000
5.45	-.044921	-.000000	.000000
5.50	-.044921	-.000000	.000000

ETA	F 7	DF 7	DDF 7
.00	.000000	.000000	.017148
.05	.000021	.000857	.017147
.10	.000084	.001715	.017142
.15	.000193	.002571	.017130
.20	.000343	.003427	.017105
.25	.000536	.004282	.017063
.30	.000771	.005133	.017001
.35	.001049	.005981	.016913
.40	.001369	.006824	.016797
.45	.001731	.007660	.016646
.50	.002135	.008488	.016459
.55	.002580	.009306	.016229
.60	.003065	.010110	.015954
.65	.003591	.010900	.015630
.70	.004155	.011672	.015252
.75	.004758	.012424	.014818
.80	.005397	.013153	.014325
.85	.006072	.013856	.013770
.90	.006782	.014529	.013151
.95	.007525	.015170	.012465
1.00	.008299	.015775	.011712
1.05	.009102	.016340	.010891
1.10	.009932	.016863	.010002
1.15	.010787	.017339	.009047
1.20	.011665	.017766	.008026
1.25	.012563	.018141	.006942
1.30	.013478	.018459	.005801
1.35	.014408	.018720	.004605
1.40	.015349	.018919	.003363
1.45	.016299	.019055	.002081
1.50	.017254	.019127	.000768
1.55	.018210	.019132	-.000567
1.60	.019166	.019070	-.001912
1.65	.020116	.018941	-.003256
1.70	.021059	.018745	-.004585
1.75	.021989	.018483	-.005888
1.80	.022906	.018156	-.007149
1.85	.023804	.017769	-.008355
1.90	.024682	.017322	-.009493
1.95	.025535	.016821	-.010549
2.00	.026363	.016269	-.011512
2.05	.027162	.015671	-.012370
2.10	.027929	.015034	-.013115
2.15	.028664	.014362	-.013739
2.20	.029365	.013662	-.014236
2.25	.030030	.012940	-.014603
2.30	.030659	.012204	-.014840
2.35	.031250	.011459	-.014947
2.40	.031805	.010711	-.014929
2.45	.032322	.009968	-.014791
2.50	.032802	.009234	-.014541
2.55	.033245	.008515	-.014188
2.60	.033653	.007817	-.013743
2.65	.034027	.007142	-.013219
2.70	.034368	.006496	-.012626
2.75	.034677	.005880	-.011979
2.80	.034957	.005299	-.011291
2.85	.035208	.004752	-.010573
2.90	.035432	.004242	-.009837
2.95	.035633	.003768	-.009096
3.00	.035810	.003332	-.008358
3.05	.035966	.002932	-.007634
3.10	.036104	.002568	-.006931
3.15	.036224	.002239	-.006255
3.20	.036328	.001942	-.005612
3.25	.036419	.001677	-.005006
3.30	.036496	.001441	-.004439
3.35	.036563	.001232	-.003915
3.40	.036620	.001049	-.003433
3.45	.036668	.000888	-.002993
3.50	.036709	.000749	-.002595
3.55	.036744	.000628	-.002238
3.60	.036772	.000524	-.001919
3.65	.036796	.000436	-.001637
3.70	.036816	.000360	-.001388
3.75	.036832	.000296	-.001171
3.80	.036846	.000243	-.000982
3.85	.036857	.000198	-.000820
3.90	.036866	.000160	-.000680
3.95	.036873	.000129	-.000562
4.00	.036879	.000104	-.000461
4.05	.036883	.000083	-.000376
4.10	.036887	.000066	-.000306
4.15	.036890	.000052	-.000247
4.20	.036892	.000041	-.000198
4.25	.036894	.000032	-.000159
4.30	.036896	.000025	-.000126
4.35	.036897	.000019	-.000100
4.40	.036898	.000015	-.000078
4.45	.036898	.000011	-.000061
4.50	.036899	.000009	-.000048
4.55	.036899	.000007	-.000037
4.60	.036899	.000005	-.000028
4.65	.036900	.000004	-.000022
4.70	.036900	.000003	-.000017
4.75	.036900	.000002	-.000013
4.80	.036900	.000002	-.000009
4.85	.036900	.000001	-.000007
4.90	.036900	.000001	-.000005
4.95	.036900	.000001	-.000004
5.00	.036900	.000000	-.000003
5.05	.036900	.000000	-.000002
5.10	.036900	.000000	-.000002
5.15	.036900	.000000	-.000001
5.20	.036900	.000000	-.000001
5.25	.036900	.000000	-.000001
5.30	.036900	.000000	-.000000
5.35	.036900	.000000	-.000000
5.40	.036900	.000000	-.000000
5.45	.036900	.000000	-.000000
5.50	.036900	.000000	-.000000

ETA	F 8	DF 8	DDF 8
.00	.000000	.000000	-.014461
.05	-.000018	-.000723	-.014461
.10	-.000072	-.001446	-.014457
.15	-.000163	-.002169	-.014446
.20	-.000289	-.002890	-.014424
.25	-.000452	-.003611	-.014388
.30	-.000650	-.004329	-.014335
.35	-.000885	-.005044	-.014260
.40	-.001155	-.005755	-.014160
.45	-.001460	-.006459	-.014032
.50	-.001800	-.007157	-.013872
.55	-.002175	-.007846	-.013677
.60	-.002585	-.008524	-.013443
.65	-.003028	-.009190	-.013167
.70	-.003503	-.009840	-.012846
.75	-.004011	-.010474	-.012479
.80	-.004551	-.011087	-.012061
.85	-.005120	-.011679	-.011592
.90	-.005718	-.012246	-.011069
.95	-.006344	-.012785	-.010491
1.00	-.006996	-.013294	-.009857
1.05	-.007673	-.013770	-.009167
1.10	-.008372	-.014209	-.008420
1.15	-.009093	-.014611	-.007619
1.20	-.009833	-.014970	-.006763
1.25	-.010589	-.015286	-.005857
1.30	-.011361	-.015555	-.004902
1.35	-.012144	-.015776	-.003904
1.40	-.012937	-.015945	-.002868
1.45	-.013738	-.016062	-.001799
1.50	-.014543	-.016125	-.000705
1.55	-.015349	-.016132	.000406
1.60	-.016155	-.016084	.001526
1.65	-.016957	-.015979	.002644
1.70	-.017752	-.015820	.003751
1.75	-.018538	-.015605	.004835
1.80	-.019311	-.015337	.005885
1.85	-.020070	-.015017	.006891
1.90	-.020812	-.014648	.007840
1.95	-.021535	-.014234	.008724
2.00	-.022235	-.013777	.009532
2.05	-.022912	-.013282	.010254
2.10	-.023563	-.012753	.010884
2.15	-.024186	-.012196	.011415
2.20	-.024782	-.011614	.011842
2.25	-.025348	-.011013	.012164
2.30	-.025883	-.010399	.012378
2.35	-.026387	-.009777	.012485
2.40	-.026861	-.009152	.012489
2.45	-.027303	-.008530	.012394
2.50	-.027714	-.007915	.012205
2.55	-.028094	-.007311	.011930
2.60	-.028445	-.006723	.011577
2.65	-.028767	-.006154	.011157
2.70	-.029061	-.005608	.010679
2.75	-.029328	-.005087	.010153
2.80	-.029570	-.004593	.009590
2.85	-.029788	-.004129	.009001
2.90	-.029983	-.003694	.008394
2.95	-.030158	-.003289	.007780
3.00	-.030313	-.002916	.007167
3.05	-.030450	-.002572	.006563
3.10	-.030871	-.002259	.005974
3.15	-.030676	-.001975	.005406
3.20	-.030768	-.001718	.004864
3.25	-.030848	-.001488	.004351
3.30	-.030918	-.001282	.003871
3.35	-.030977	-.001100	.003424
3.40	-.031028	-.000939	.003012
3.45	-.031071	-.000798	.002635
3.50	-.031108	-.000675	.002292
3.55	-.031139	-.000569	.001984
3.60	-.031165	-.000476	.001707
3.65	-.031187	-.000397	.001461
3.70	-.031205	-.000330	.001244
3.75	-.031220	-.000272	.001054
3.80	-.031233	-.000224	.000888
3.85	-.031243	-.000183	.000744
3.90	-.031251	-.000149	.000620
3.95	-.031258	-.000121	.000514
4.00	-.031263	-.000098	.000424
4.05	-.031268	-.000078	.000348
4.10	-.031271	-.000063	.000284
4.15	-.031274	-.000050	.000231
4.20	-.031276	-.000039	.000186
4.25	-.031278	-.000031	.000150
4.30	-.031279	-.000024	.000120
4.35	-.031280	-.000019	.000095
4.40	-.031281	-.000015	.000075
4.45	-.031282	-.000011	.000059
4.50	-.031282	-.000009	.000046
4.55	-.031283	-.000007	.000036
4.60	-.031283	-.000005	.000028
4.65	-.031283	-.000004	.000022
4.70	-.031283	-.000003	.000017
4.75	-.031283	-.000002	.000013
4.80	-.031284	-.000002	.000010
4.85	-.031284	-.000001	.000007
4.90	-.031284	-.000001	.000005
4.95	-.031284	-.000001	.000004
5.00	-.031284	-.000000	.000003
5.05	-.031284	-.000000	.000002
5.10	-.031284	-.000000	.000002
5.15	-.031284	-.000000	.000001
5.20	-.031284	-.000000	.000001
5.25	-.031284	-.000000	.000001
5.30	-.031284	-.000000	.000000
5.35	-.031284	-.000000	.000000
5.40	-.031284	-.000000	.000000
5.45	-.031284	-.000000	.000000
5.50	-.031284	-.000000	.000000

ETA	F 9	DF 9	DDF 9
.00	.000000	.000000	.012516
.05	.000016	.000626	.012516
.10	.000063	.001252	.012512
.15	.000141	.001877	.012502
.20	.000250	.002502	.012484
.25	.000391	.003125	.012452
.30	.000563	.003747	.012405
.35	.000766	.004365	.012340
.40	.000999	.004980	.012252
.45	.001263	.005590	.012140
.50	.001558	.006194	.012000
.55	.001883	.006790	.011829
.60	.002237	.007376	.011625
.65	.002620	.007952	.011385
.70	.003032	.008514	.011106
.75	.003471	.009061	.010786
.80	.00393A	.009592	.010423
.85	.004430	.010103	.010016
.90	.00494A	.010593	.009563
.95	.005489	.011059	.009062
1.00	.006053	.011498	.008514
1.05	.006638	.011909	.007917
1.10	.007243	.012284	.007273
1.15	.007867	.012636	.006582
1.20	.008506	.012947	.005845
1.25	.009161	.013219	.005064
1.30	.009828	.013452	.004244
1.35	.010505	.013643	.003386
1.40	.011191	.013790	.002496
1.45	.011884	.013892	.001579
1.50	.012580	.013948	.000641
1.55	.013278	.013956	-.000312
1.60	.013975	.013917	-.001271
1.65	.014668	.013829	-.002229
1.70	.015357	.013694	-.003177
1.75	.016037	.013512	-.004105
1.80	.016707	.013284	-.005005
1.85	.017365	.013012	-.005867
1.90	.018008	.012698	-.006683
1.95	.018634	.012345	-.007442
2.00	.019241	.011955	-.008137
2.05	.019829	.011532	-.008760
2.10	.020394	.011080	-.009305
2.15	.020936	.010603	-.009767
2.20	.021454	.010105	-.010141
2.25	.021947	.009590	-.010426
2.30	.022413	.009064	-.010619
2.35	.022853	.008530	-.010722
2.40	.023266	.007993	-.010737
2.45	.023652	.007458	-.010667
2.50	.024012	.006928	-.010517
2.55	.024345	.006407	-.010294
2.60	.024653	.005899	-.010003
2.65	.024935	.005408	-.009654
2.70	.025194	.004935	-.009254
2.75	.025429	.004483	-.008812
2.80	.025642	.004054	-.008336
2.85	.025835	.003650	-.007837
2.90	.026008	.003271	-.007322
2.95	.026162	.002918	-.006798
3.00	.026300	.002591	-.006274
3.05	.026422	.002290	-.005756
3.10	.026529	.002015	-.005250
3.15	.026624	.001765	-.004760
3.20	.026706	.001539	-.004292
3.25	.026778	.001335	-.003848
3.30	.026840	.001154	-.003430
3.35	.026894	.000992	-.003041
3.40	.026940	.000849	-.002681
3.45	.026979	.000723	-.002351
3.50	.027012	.000613	-.002051
3.55	.027041	.000518	-.001779
3.60	.027064	.000435	-.001535
3.65	.027084	.000364	-.001317
3.70	.027101	.000303	-.001125
3.75	.027115	.000251	-.000955
3.80	.027126	.000207	-.000807
3.85	.027136	.000170	-.000679
3.90	.027143	.000139	-.000567
3.95	.027150	.000113	-.000472
4.00	.027155	.000091	-.000391
4.05	.027159	.000074	-.000322
4.10	.027162	.000059	-.000264
4.15	.027165	.000047	-.000215
4.20	.027167	.000037	-.000174
4.25	.027168	.000030	-.000140
4.30	.027170	.000023	-.000113
4.35	.027171	.000018	-.000090
4.40	.027172	.000014	-.000072
4.45	.027172	.000011	-.000057
4.50	.027173	.000009	-.000044
4.55	.027173	.000007	-.000035
4.60	.027173	.000005	-.000027
4.65	.027174	.000004	-.000021
4.70	.027174	.000003	-.000016
4.75	.027174	.000002	-.000012
4.80	.027174	.000002	-.000009
4.85	.027174	.000001	-.000007
4.90	.027174	.000001	-.000005
4.95	.027174	.000001	-.000004
5.00	.027174	.000000	-.000003
5.05	.027174	.000000	-.000002
5.10	.027174	.000000	-.000002
5.15	.027174	.000000	-.000001
5.20	.027174	.000000	-.000001
5.25	.027174	.000000	-.000001
5.30	.027174	.000000	-.000000
5.35	.027174	.000000	-.000000
5.40	.027174	.000000	-.000000
5.45	.027174	.000000	-.000000
5.50	.027174	.000000	-.000000

ETA	F 10	DF 10	DDF 10
.00	.000000	.000000	-.011055
.05	-.000014	-.000553	-.011055
.10	-.000055	-.001105	-.011052
.15	-.000124	-.001656	-.011043
.20	-.000221	-.002210	-.011026
.25	-.000345	-.002760	-.010998
.30	-.000497	-.003309	-.010956
.35	-.000676	-.003856	-.010898
.40	-.000883	-.004399	-.010820
.45	-.001116	-.004937	-.010720
.50	-.001376	-.005470	-.010595
.55	-.001663	-.005996	-.010443
.60	-.001976	-.006514	-.010261
.65	-.002314	-.007022	-.010047
.70	-.002676	-.007518	-.009799
.75	-.003066	-.008001	-.009516
.80	-.00347A	-.008469	-.009194
.85	-.003912	-.008920	-.008833
.90	-.004369	-.009352	-.008432
.95	-.004847	-.009762	-.007990
1.00	-.005345	-.010150	-.007505
1.05	-.005862	-.010512	-.006979
1.10	-.006396	-.010847	-.006410
1.15	-.006946	-.011153	-.005801
1.20	-.007511	-.011427	-.005152
1.25	-.008088	-.011667	-.004466
1.30	-.008677	-.011873	-.003744
1.35	-.009275	-.012041	-.002991
1.40	-.009880	-.012171	-.002210
1.45	-.010491	-.012262	-.001405
1.50	-.011106	-.012311	-.000582
1.55	-.011722	-.012320	.000252
1.60	-.012337	-.012286	.001093
1.65	-.012950	-.012211	.001932
1.70	-.013557	-.012093	.002762
1.75	-.014158	-.011935	.003575
1.80	-.014750	-.011736	.004364
1.85	-.015331	-.011499	.005120
1.90	-.015899	-.011225	.005834
1.95	-.016453	-.010916	.006501
2.00	-.016990	-.010576	.007111
2.05	-.017510	-.010206	.007660
2.10	-.018011	-.009811	.008141
2.15	-.018491	-.009393	.008549
2.20	-.018950	-.008957	.008882
2.25	-.019386	-.008506	.009137
2.30	-.019800	-.008045	.009313
2.35	-.020191	-.007576	.009410
2.40	-.020558	-.007105	.009430
2.45	-.020901	-.006634	.009377
2.50	-.021221	-.006168	.009253
2.55	-.021518	-.005710	.009065
2.60	-.021792	-.005263	.008818
2.65	-.022045	-.004829	.008519
2.70	-.022276	-.004412	.008175
2.75	-.022486	-.004012	.007794
2.80	-.022677	-.003633	.007383
2.85	-.022850	-.003274	.006949
2.90	-.023005	-.002938	.006500
2.95	-.023144	-.002625	.006044
3.00	-.023268	-.002334	.005586
3.05	-.023378	-.002066	.005132
3.10	-.023475	-.001820	.004688
3.15	-.023560	-.001597	.004257
3.20	-.023635	-.001394	.003845
3.25	-.023700	-.001212	.003452
3.30	-.023756	-.001049	.003083
3.35	-.023805	-.000903	.002738
3.40	-.023847	-.000775	.002418
3.45	-.023883	-.000661	.002124
3.50	-.023913	-.000562	.001856
3.55	-.023939	-.000475	.001613
3.60	-.023961	-.000400	.001395
3.65	-.023979	-.000335	.001200
3.70	-.023995	-.000280	.001026
3.75	-.024007	-.000232	.000874
3.80	-.024018	-.000192	.000740
3.85	-.024027	-.000158	.000623
3.90	-.024034	-.000129	.000522
3.95	-.024040	-.000106	.000436
4.00	-.024045	-.000086	.000361
4.05	-.024048	-.000069	.000298
4.10	-.024051	-.000056	.000245
4.15	-.024054	-.000045	.000200
4.20	-.024056	-.000035	.000163
4.25	-.024058	-.000028	.000132
4.30	-.024059	-.000022	.000106
4.35	-.024060	-.000017	.000085
4.40	-.024061	-.000014	.000068
4.45	-.024061	-.000011	.000054
4.50	-.024062	-.000008	.000042
4.55	-.024062	-.000006	.000033
4.60	-.024062	-.000005	.000026
4.65	-.024063	-.000004	.000020
4.70	-.024063	-.000003	.000016
4.75	-.024063	-.000002	.000012
4.80	-.024063	-.000002	.000009
4.85	-.024063	-.000001	.000007
4.90	-.024063	-.000001	.000005
4.95	-.024063	-.000001	.000004
5.00	-.024063	-.000000	.000003
5.05	-.024063	-.000000	.000002
5.10	-.024063	-.000000	.000002
5.15	-.024063	-.000000	.000001
5.20	-.024063	-.000000	.000001
5.25	-.024063	-.000000	.000001
5.30	-.024063	-.000000	.000000
5.35	-.024063	-.000000	.000000
5.40	-.024063	-.000000	.000000
5.45	-.024063	-.000000	.000000
5.50	-.024063	-.000000	.000000

多翼送風機の翼流入角が特性に及ぼす影響（第3報）

清　森　宏之助

＜昭和54年7月20日　受理＞

On Influence of the Inlet Angle of the Blades on the Fan Performance of Multi－blade Fan (3rd Report)

In the previous Experiments on an impeller of the multi－blade fan, it was confirmed that the larger inlet angle must be given to the blade to develop the pressure under the condition of the same exit angle.

Now the present research on five impellers with different inlet angle of the blades has been made in order to investigate the influence of the inlet angle on the fan performance as a whole.

In conclusion it is clear that the fan performance of the impeller with the inlet angle of 95 degrees should be better than with any inlet other angle, because the swirling velocity at the exit side of an impeller is larger.

And the calculated value of the total pressure obtained by using the 5－holes probe is almost in accord with the measured one.

The outcomes are as follows.

Kounosuke KIYOMORI

1．まえがき

一般の流体機械の場合と同様に多翼送風機においても，翼性能に大きな影響を与えるものに翼の取付角度がある．著者は前回翼の出口角を一定とし，入口角のみを4通りかえた羽根車を設計・製作し，翼流入角が風量・風圧特性に及ぼす影響およびこれに関連して翼流入直前，流出直後の流動状態とを調べ第2報で報告した．風圧上昇に関するEulerの理論式によれば，翼出口角が一定の場合には翼流入角を大きくとった方が発生する全圧 $P_{th\infty}$ が小さくなるにかゝわらず，特性曲線上からは逆に風圧が上昇するといふ結論を得た．

実験結果によれば，翼流入角を大きくとるにしたがって，入口側の旋回速度が回転方向に対し負の向きに大きくなり，一方出口側の旋回速度は回転方向に順次大きく変化していることが認められ，圧力が上昇した理由が裏付けられた．しかもこの場合，流れを2次元と見做しEulerの式を用いて求めた計算値と特性曲線上の測定値とが可成り一致していることも判明した．

しかしながらこの実験は羽根車の特定断面位置についてのものであって，円周方向の他の断面位置について，さらにこれを確かめる必要がある．一方特性曲線上より入口角β_1を95°と最も大きくとった羽根車Dの風圧曲線は飽和したとは認められない．

よって今回はこれらを究明する目的で羽根車Dより入口角を大きくとった供試翼を製作して実験をおこない総合的にまとめた．

2．Eulerの式と全圧Pとの関係

完全流体で翼数無限大における全圧上昇 $P_{th\infty}$ はEulerの式よりつぎのように示される．

$$Pth\infty = \frac{\gamma}{g}\ (U_2\ C_{U2} - U_1\ C_{U1}\ )$$

こゝで添字1は羽根入口直後，2は出口直前を示す．

U ：羽根車の周速　m/s

C_U ：絶対速度Cの円周方向分速度　m/s

γ ：流体の単位体積重量　kg/m³

g ：重力の加速度　m/s²

本実験は周速一定の条件下で吐出し側の速度三角形を一定とし，すなわちC_{U2} をかえずに入口側の速度三角形に示されるβ_1(周速と相対速度のなす角)が全圧Pに与える影響を調べたものである．ところで入口角β_1 を大きくすることは速度線図上 C_{U1} を回転方向に大きくとることであり，Eulerの理論式によれば第2項目が大きくなり，$P_{th\infty}$ は逆に小さくなることを意味する．

つぎに実際の羽根車においては翼数が有限であるため流れの旋回にすべりが生ずる．また流体がケーシング内に流入し，その外部に流出するまで各種の損失を伴う．よって実際発生する全圧Pは以上2つの影響をうけ，すべり係数μとデイフューザをも含めた圧力計効率 η_M を考慮した $P_{th\infty}\cdot\eta_M\cdot\mu$ に圧力が低下するはずである．本実験では理論全圧上昇 $P_{th} = P_{th\infty}\cdot\mu$

は5孔ピート管により計測される施回速度の実測値より求め，一方近似的に $\eta_M \fallingdotseq \eta_h$ （η_h ：羽根車の流体効率）とおいて得られる $P_{th}\eta_M$ の計算値と特性曲線上より求まる全圧Pとの比較をおこなった．

3．実験装置および実験方法

実験装置と方法は従来と同一であり，5.5KW 4Pの電動機をVプーリにより増速して 1,900rpm とし，増速軸の他端に羽根車を取付け，軸の中間にトルクメータを挿入して吐出し側測定をおこなった．風量・風圧はJIS規格に準じピトー管法により求め，静圧はファン吐出し直後約2Dの位置で計測した．軸動力はトルクメータと回転計により求め，風圧上昇の比較は風量85m³/min の点でおこなった．

測定位置は図1に示すように吸込ベルマウス側よりみて左右上下の翼直前の位置ABCDとこれに対応する翼直後の位置EFGHとを組合せ，AE，BF，CG，DHの4断面位置で計測した．流動状態の測定にはあらかじめ検定したコブラ型5孔ピトー管を用い，供試羽根車の測定部位置にプローブ先端を挿入し，羽根前縁より10mm内側の位置，また羽根後縁より10mm外側の位置で軸方向に10mm間隔で調べた．

各供試翼の主板と側板との翼巾は150 mmである．なお測定にあたって，ヨー角の基準面は測定点とファン軸線を含む平面をとつた．またピトー・プローブ検定部の構造上，ピッチ角が45°以上では検定時に流れが不安定となるので，これ以上の角度の流れについては実験をおこなっていない．

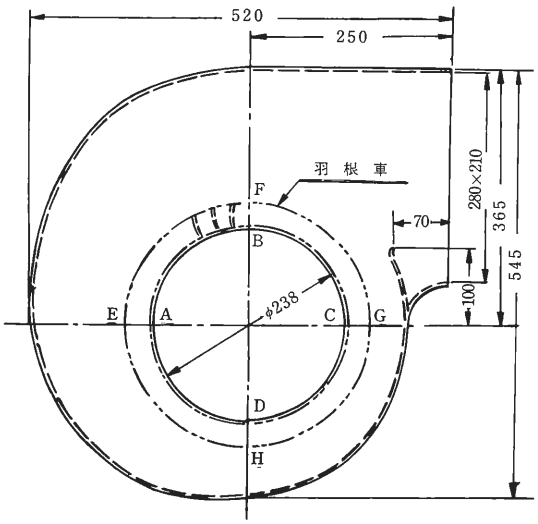


図1 測定位置

4．速度ベクトル成分

速度ベクトル成分を図2に示す．いま測定点0における流れの絶対速度Vが3次元の場合，その大きさをODで示す．これをメリディアン方向OA，円周方向OB，軸方向OCに分け，各分速度をCm, Cu, Ca，とする．まず5孔ピトー管を用い，速度Vを含む平面OCDEを求め，∠CDGをヨー角，その平面上の∠ODCをピッチ角と定義する．

ヨー角は計測時に求まる角であり，ピッチ角と流速V（動圧Pd）とはあらかじめ作成した検定曲線図より求め得る．風圧上昇計算にはこのCuを用いる．よってCm, Cu, Ca はつぎの計算式により算出でき任意点での流れの分速度が求まる．

$$Cm = V \times \cos（ピッチ角）\times \cos（ヨー角）$$
$$Cu = V \times \cos（ピッチ角）\times \sin（ヨー角）$$
$$Ca = V \times \sin（ピッチ角）$$

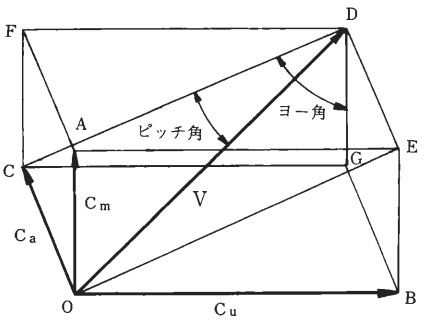


図2 速度ベクトル成分

5．供　試　翼

多翼送風機に関しては，他の遠心式，軸流式流体機械において発表されたような各種の設計資料がなく，また確固たる設計方法もない．現在未だ手さぐりの状態であって，わずかにいくつかの設計値に相似法則を用いて設計を繰返している現状である．したがって基準の羽根車を設計・製作するにあたってつぎの想定のもとで羽根車を設計することにしたが，各種の仮定が含まれているので，製作後に特性試験をおこないまた流れの状態を計測してみなければ，性能および流動状態を予測することは頗る困難である．

まず設計にあたってつぎの仮定を設けた．(1)

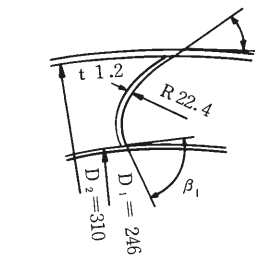
（1）他の流体機械の場合と同じく流体は半径方向より流入する．したがって羽根車入口の絶体速度の周方向分速度は0となる．

（ii）翼が薄く主板と側板が平行で流体が翼巾方向に互って充満して流れ，かつ一様な流入・流出のメリディアン速度をもっている．

（iii）翼入口・出口の相対速度を同一にとる．

$(W_1 = W_2)$

（iv）周速Uと相対速度Wのなす角をβとし，β_1 $\beta_2 = 90°$（添字1は入口側，2は出口側）とす。この値より小さくなると，翼の背面にはく離が発生し，性能向上の面より望ましくない．



羽根車	A	B	C	D	E
β_1	51°35′	66°35′	8 90°	95°	100°

図3　供試翼断面図

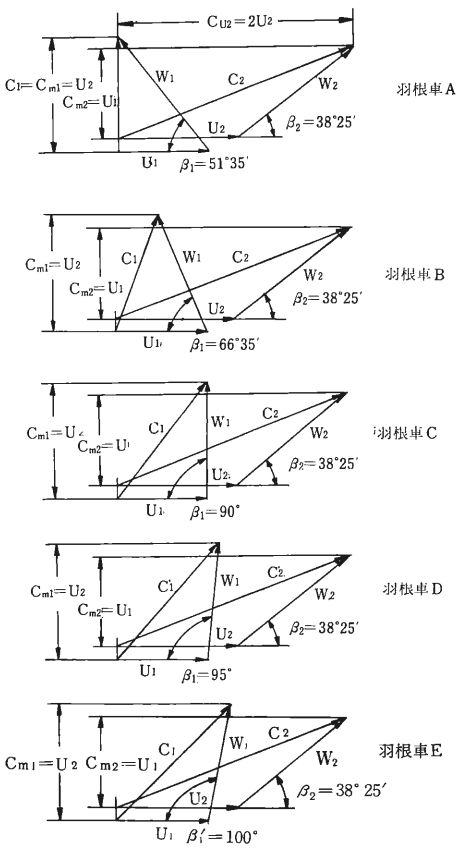


図4　供識羽根車の入口出口速度線図

以上の仮定のもとで羽根入口，出口について連続の式を適用するとつぎの関係式が得られる．

$$C_1 = C_{m1} = U_2,\ C_{u2} = 2U_2$$

$$Cm_2 = U_1,\ C_2^2 = Cm_2^2 + Cu_2^2 = U_1^2 + Cu_2^2$$

こゝでCmは絶対速度のメリディアン分速度を示す．

これらの式を Euler　の式に代入すると Pth∞ はつぎのうになる．

$$\mathrm{Pth}\infty = \frac{\gamma}{g}(U_2\ Cu_2 - U_1\ Cu_1) = \frac{\gamma}{g}U_2\ Cu_2 = \frac{\gamma}{2g}C_{u2}^2$$

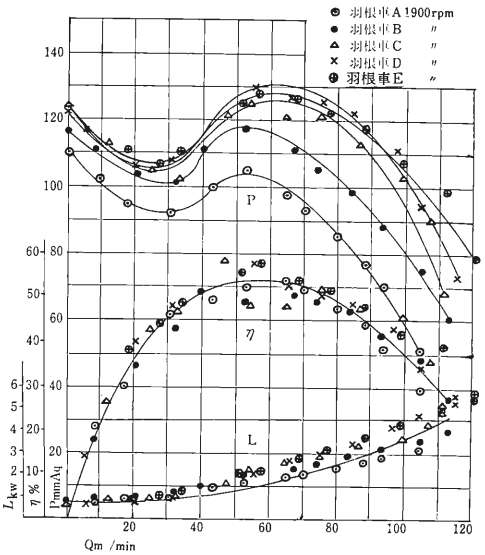


図5　特性曲線図

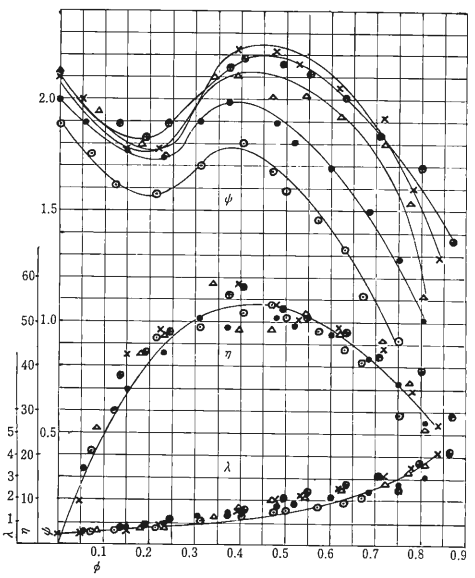


図6　特性曲線図

またこの条件のもとでは $\tan\beta_1=\frac{D_1}{D_2}$，$\tan\beta_2=\frac{D_1}{D_2}$ となる．設計上羽根内径D_1＝246，外径D_2＝310，翼巾＝150，回転数 1,900rpm，風量85m³/minと定めると，β_1＝51°35′，β_2＝38°25′となる。これを基準の羽根車Aとする．

設計上翼の他の諸元はかえず図3に示すようにβ_1のみ5通りかえた．（羽根車A，B，C，Dについては前回報告ずみ）

今回新規に羽根車Eを製作した．翼の主板，側板への取付は鋲かしめである．図4に各供試翼の速度線図を示す．

6．実験結果

供試羽根車の規定回転数 1,900rpmにおける特性曲線図を図5，図6に示す．図5は風量に対する送風機全圧，軸動力，効率の曲線で，図6はこれらの無次元表示である．

こゝで

圧力係数は $\psi=\dfrac{P}{\frac{\gamma}{2g}U_2^2}$

流量係数は $\phi=\dfrac{Q}{\frac{\pi}{4}D_2^2U_2}$

動力係数は $\lambda=\dfrac{L}{\frac{\gamma}{2g}\frac{\pi}{4}D_2^2U_2^3}$

で定義する．したがって$L=\frac{PQ}{\eta}$の関係から$\lambda=\phi\psi/\eta$となる．

流動状態の測定風量は85m³/minの点でおこなった．その結果によれば，各供試翼のメリディアン速度は最高効率点附近において，翼直前の位置では略一様と認められるが，翼直後の位置では主板側で大きく，側板に近づくにしたがって小さくなり，逆流している領域もある．実測の結果より吐出し側の翼有効作動巾を翼巾の⅓と定めた[2]．また翼直前の位置では軸方向分速度Caは主板側で小さく，主板より側板に向って大きくなっている．また円周方向速度Cuは翼直前ではいずれの測定点も回転方向に対し負の向きをとり，翼直後では回転方向に向いていることが認められた．

7．全圧Pの計算手順

完全流体で翼数無限大における理論全圧上昇を Hth∞（ヘツドで示す），有限翼の理論全圧上昇を Hth，羽根入口および通路中の全損失を△h_ℓ，渦形室での損失を△h_D，ディフューザをも含めたファンの圧力計効率をη_M，すべり係数をμとすればつぎの関係式があり，これを図7に示す．

$$\mu=\frac{Hth}{Hth\infty}$$

$$\eta_M=\frac{H}{Hth}=\frac{Hth-(\triangle h_\ell+\triangle h_D)}{Hth}$$

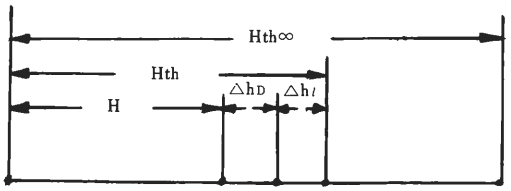


図7　Hth∞，Hth，Hの関係図

一方送風機の全効率ηは流体効率をη_h，機械効率をη_m，体積効率η_vとすれば　$\eta=\eta_h\cdot\eta_m\cdot\eta_v$ の関係がある．η_hは漏れと機械損失をのぞく他のすべての流体損失による効率の低下であって，厳密な意味では圧力計効率η_Mとは異なり，たとえば円板摩擦損失はη_hに含まれるから一般にはη_Mの方がη_hより大きいはずである．しかし本計算では近似的に$\eta_h\fallingdotseq\eta_M$とおくことにする．そこで$\eta_m$＝98%，$\eta_v$＝95%と仮定すれば，$\eta=\eta_h\times0.98\times0.95=0.93\eta_h$となる．

つぎに各供試羽根車の設計風量85m³/minにおける全効率ηは特性曲線上より略48%とみなされるから，これを前式に代入すれば$\eta_M\fallingdotseq\eta_h$＝0.516 となる．Euler の式に示される$H_{th\infty}$は無限翼数の場合について展開されたもので，すべりと損失が全くないとみなされて誘導された式である．

しかし有限翼の場合はすべりを伴ない，Cu_1，Cu_2とは異なった$C\acute{u}_1$，$C\acute{u}_2$にかわり，これが入口，出口の実際の旋回速度であり，5孔ピトー管によって測定可能である．

また流体は粘性をもっているから，前述のような各種の損失があり，ディフューザ流出直後の全圧上昇Pはつぎのようになる．

$$P=\eta_M\cdot Pth=\eta_M\times\frac{\gamma}{g}(U_2C\acute{u}_2-U_1C\acute{u}_1)\quad(1)$$

これより任意風量点の全圧Pは$C\acute{u}_2$，$C\acute{u}_1$，η_Mを与えることによって半理論的に求めることができる．

こゝで$\frac{\gamma}{g}\fallingdotseq0.1225kg^{s^2}/m^4$ とおいた．

8．全圧Pの計算結果

前述のように風量85m³/min近傍において吸込側では略一様に流入しており，一方吐出し側では一様流出の条件をとみれば主板よりに略33%の翼巾が有効とみなせる．よってデータの整理をつぎのように2通りか

表1　各供試翼の旋回速度より求めた全圧計算一覧表（測定位置B，Fの組合せ）

分類	羽根車 ＼ 測定位置	B	F	Pth mmAq	η_M	全圧の計算値 $P=Pth\,\eta_M$ mmAq	特性曲線上の実則全圧 Pmm Aq	すべり係数 $\mu=\frac{Cu'_2}{Cu_2}$ %
		旋回速度 Cu'_1 m/S	Cu'_2 m/S					
I	A	−2.6	40.5	160.8	0.516	83	80	65.8
	B	−4.1	53.1	178.7	〃	92	100	71.7
	C	−5.3	56.4	217.8	〃	112	116	86.9
	D	−5.8	55.5	230.6	〃	119	120	91.8
	E	−3.5	55.7	220.7	〃	114	117	90.5
II	A	−2.6	39.5	156.8	0.516	81	80	64.1
	B	−4.1	43.8	177.9	〃	92	100	71.4
	C	−5.3	54.0	219.6	〃	113	116	87.8
	D	−5.8	56.3	229.8	〃	119	120	91.3
	E	−3.5	55.0	218.3	〃	113	117	89.2

表2　羽根車Eの旋回速度より求めた全圧計算一覧表（（円周方向4個所）

羽根車E	旋回速度 Cu'_1 m/S	Cu'_2 m/S	Pth mmAq	η_M	全圧の計算値 $P=Pth\,\eta_M$ mmAq	特性曲線上の実測全圧 PmmAq	すべり係数 $\mu=\frac{Cu'_2}{Cu_2}$ %
測定位置	A	E					
I	−3.4	54.7	216.7	0.516	112	117	88.7
II	−3.4	54.2	214.8	〃	111	〃	87.8
測高位置	B	F					
I	−3.5	55.7	220.7	0.516	114	117	90.5
II	−3.5	55.0	218.3	〃	113	〃	89.2
測定位置	C	G					
I	−5.5	55.7	226.7	0.516	117	117	90.3
II	−5.5	56.0	227.2	〃	117	〃	90.8
測定位置	D	H					
I	−1.2	57.0	220.1	0.516	114	117	92.4
II	−1.2	56.0	215.1	〃	111	〃	90.7

えて計算結果をまとめた．

（I）吸込側測定値Cu'_1全部の平均と吐出し側の主板より10mm，50mm間の5個の測定値Cu'_2の平均値との組合せ．

（II）吸込側測定値Cu'_1全部の平均値と吐出し側の主板直前と60mm間の7個の測定値Cu'_2の平均値との組合せ．

計算結果を表1に示すが，これは各供試翼のBF断面についてのものである．表1の中でCu'_1の値がいずれも負になっているのは回転方向を正としているからである．なおU_2，U_1の値は外径が310，内径が246，回転数1,900 rpmより$U_2=30.8$m/S，$U_1=24.5$m/Sとなる．これらの値と前述の$\eta_M=0.516$および$\frac{\gamma}{g}\cong 0.1225$kg S²/m⁴ を（1）式に代入して全圧の計算値を求めた．

また円周方向4断面（AE，BF，CG，DH）の測定を羽根車Eについてのみおこなったのでその結果を表2に示す．なお測定値からCu'_1はCu'_2に比しorderが1桁小さいので，これを無視してすべり係数を$\mu\cong Cu'_2/Cu_2$で定義し，この計算値を表1，表2の最後の欄にまとめた．この場合設計上$Cu_2=2U_2=61.6$m/sとおいた．

9．実測による羽根車の流入角β'_1と流出角β'_2

各供試翼の設計上の流入角β_1，流出角β_2は図4に示している．5孔ピトー管を用いての実測によれば，測定点は吸込み，吐出し側共に3次元の流れであり，しかもその3分速度は供試翼についての差があるのは勿論のこと，同一供試翼についても翼巾方向で全く異

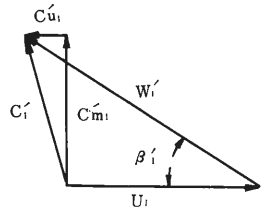


図8　入口側速度三角形の実測値

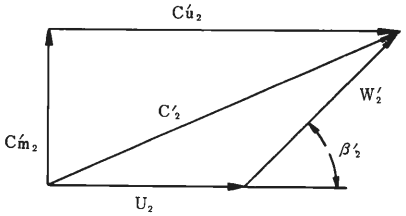


図9　出口側速度三角形の実測値

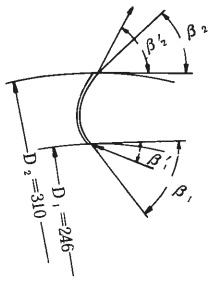


図10　設計値β_1，β_2 と実測値β'_1・β'_2 との関係

表3　実測による各供試翼の流入角β'_1（定位置B点）

羽根車	A	B	C	D	E
Cm'_1 m/s	32.8	41.9	31.7	28.0	25.1
Cu'_1 m/s	−2.6	−4.1	−5.3	−5.4	−3.5
β'_1	50°30′	55°40′	46°50′	43°10′	42°
設計値β_1	51°35′	66°35′	90°	95°	100°

表5　実測による羽根車Eの流入角B'_1

測定位置	A	B	C	D
Cm'_1 m/s	21.1	25.1	18.5	18.5
Cu'_1 m/s	−3.4	−3.5	−5.5	−1.2
β'_1	37°10′	42°	31°40′	36°
β_1	100°			

なった流れであることが認められる．一般に供試翼の流入角については設計上流体の絶対速度がC_1で旋回速度は同一のCu_1であるのに対し，実際の旋回速度Cu'_1は翼巾方向に測定点毎に異なっている．測定結果ではCu'_1は回転方向に対し負の向きをとり，概して主板側で大きく，供試翼からみれば羽根車Aより羽根車Eに向って漸次大きくなる傾向をもっている．

一方メリディアン速度Cm'_1は比較的平均化されているが，矢張り同じではない．そこで本計算ではCu'_1，Cm'_1ともに測定値全部を平均して考えることにした．

表4　実測による各供試翼の流出角β'_2（測定位置F点）

羽根車	A		B		C		D		E	
分類	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
Cm'_2 m/s	16.9	14.6	30.3	27.8	27.9	27.3	29.2	27.6	24.3	23.3
Cu'_2 m/s	40.5	39.5	44.1	43.9	53.5	54.0	56.5	56.3	55.7	55.0
β'_2	60°	59°10′	60°20′	60°50′	50°40′	49°40′	48°40′	47°20′	44°20′	43°50′
設計値β_2	38°20′									

表6　実測による羽根車Eの流出角β'_2

測定位置	E		F		G		H	
分類	I	II	I	II	I	II	I	II
Cm'_2 m/S	19.9	18.7	24.3	23.3	0.68	0.98	11.7	11.0
Cu'_2 m/S	54.7	54.2	55.7	55.0	55.7	56.0	57.0	56.0
β'_2	39°40′	38°40′	44°20′	43°50′	1°30′	2°10′	24°	23°40′
β_2	38°25′							

また軸方向分速度 Ca も存在しているがこれを無視して2次元的に取扱い図8に示す通りの流れをしているものとみなし，入口側の速度三角形より β'_1 を求めた．

計算式は次式の通り．

$$\tan\beta'_1=\frac{Cm'_1}{U_1+Cu'_1}$$

こゝで U_1 は羽根入口側の周速で $U_1=24.5\mathrm{m/S}$ をとった．この式を用いての各供試翼の計算値 β'_1 を表3に示す．

つぎに流出角であるがこの場合いずれの供試翼も流体の絶対速度 C_2 は同一であり，前述のように $Cu_2=2U_2$ になるように設計している．測定結果では矢張り3次元流れであり吸込側の場合と同じく，Cu'_2 は翼巾方向に異なると同時に一般に羽根車Aより羽根車Eに向って大きくなっている．そこで8項での説明通り吐出し側の有効翼巾を33%とみなしデータの整理も2通りかえて(I)，(II)にわけてそれぞれの平均値 Cu'_2，Cm'_2 を求めて計算をおこなった．計算は吸込側の場合と同じく，軸方向分速度を無視し，2次元的に考え図9に示すような流れをしているものとして β'_2 を求めた．

計算式は次式の通り．

$$\tan\beta'_2=\frac{Cm'_2}{Cu'_2-U_2}$$

こゝで U_2 は羽根出口側の周速で $U_2=30.8\mathrm{m/S}$ をとった．この式を用いての各供試翼の計算値 β'_2 を表4に示す．また実測値 β'_1,β'_2 と設計値 β_1,β_2 とを結びつけた関係を図10に示す．

以上の計算は各供試翼の流入直前B点と流出直後F点においてまとめたものである．同様の計算を羽根車Eの円周4断面についてまとめ，その結果を表5，表6に示す．

10. 結果の検討

(i)羽根車Eの全圧Pは特性曲線図よりみて大風量域では向上しているが，風量90m³/min 以下の領域では羽根車Dより明らかに低下している．よって本実験では流入角を95°にとった羽根車Dが風圧上昇の限界と考えられる．

(ii)表1の全圧Pの計算値と特性曲線上の実測値とが非常に近い値をとっており，本実験のまとめが略正しかったと考えている．しかし羽根車Bの場合可成り差があるが，これは測定時における読みの誤差のため Cu'_2 が小さくなり，その結果計算値が小さくでたものと思われる．Cu'_1 は Cu'_2 に比較して order が1桁小さい．よって Cu'_1 を Cu'_2 に対し無視し近似的に $\mu=\frac{\mathrm{Hth}}{\mathrm{Hth}\infty}\cong Cu'_2/Cu_2$ とおいて最後の欄にまとめた．

すべり係数 μ が大きいほど全圧Pが高くなっており，前述の通り η_M 一定の条件下で理論と一致している．

(iii)同上の計算を1つの羽根車Eにつき円周方向においてまとめたものが表2である．概して計算値と実測値とがよく一致しているのは Cu'_2 と Cu'_1 の絶対値が大きい場合であり，小さいときには計算値の方が小さくなる傾向をもっている．しかしながら5%の誤差範囲を許容すれば略計算値と実測値とが一致しているとみなしてよいだろう．

(iv)各供試翼の吸込側B点と吐出し側F点における流体の流入角 β'_1 と流出角 β'_2 とを5孔ピトー管による測定値より求めたものが表3表4である．まず吸込側の場合，羽根車Aより羽根車Eに向って設計値 β_1 は順次大きくとっているが，実測結果によれば β'_1 は逆に小さくなっている．これは翼前縁部背面で大きな剝離が発生していることを意味し，その傾向は羽根車E側の方が大きい．この点では羽根車Aは $\beta_1\equiv\beta'_1$ で設計値と実測値とが略一致している．羽根車Bの β'_1 は大きいが，これは Cm'_1 が大きいため，計算上そうなのでのであって計測上のミスであり，この表よりみて恐らく $\beta'_1=48°\sim49°$ となるのが妥当な値と思われる．

他方吐出し側においては各供試翼とも設計値 β_2 は一定である．実測値 β'_2 は羽根車Aより羽根車Eに向って順次小さくなっており，風圧がこの順序で向上していることを示している．ただし羽根車Bの β'_2 が大きいのは(ii)に述べた通り Cu'_2 が小さいためであり，$\beta'_2=55°$ 前後が略正しい値であろう．すなわち吐出し側では羽根車E側の供試翼の方が設計値に近い流れであり，逆に羽根車Aに近い方は翼後縁部背面で大きな剝離をしていることになる．

(v)同上の計算を1つの羽根車Eにおいて円周方向につきまとめたものが表5，表6で表5は実測の流入角 β'_1，表6は流出角 β'_2 を示す．表5によれば各測定点では設計値 $\beta_1=100°$ に対して β'_1 は小さく大きな迎え角で流入していることになり，吸込側ではどの位置においても流入直後は翼背面で大きな剝離が発生していることになる．

一方表6によればE点の β'_2 は設計値 β_2 によく一致しているが，F点では Cm'_2 が比較的大きいため β'_2 が大きくなっており，またGHの2点では Cm'_2 が小さいため β'_2 が小さくなっている．GH点はケーシング舌部に近い位置にあるため流れの抵抗となって Cm'_2 が小さくなったためであろう．しかし圧力に関係する項 Cu'_2 は各

測定点とも同一の order である．他方β'_2はCm'_2に支配されて大きく変ることが考えられる．すなわち測定位置により風速には差があるけれども，規定の風圧は発生しているとみなしてよい．

11，あ と が き

本実験により翼流入角を大きくとることによる全圧向上の理由づけが Euler の式と実測値とにより説明できた．同時に多翼送風機においては翼吸込側の剝離を発生させても，吐出し側の剝離が小さい方が所期の風圧発生には有利であることが判明した．

設計に用いた基準羽根車Aは$\beta_1 = 51°35'$，$\beta_2 = 38°25'$であり，$D_1 = 246$より$D_2 = 310$まで1つの円弧$R = 22.4$で結んだ．しかし他の供試翼B，C，D，EはD_1 D_2，Rを同一にとったため翼前縁部，後縁部に8mm以下下の直線部を設けた．したがって正確には夫々翼型が異なっていることになる．このRの影響を調べるため過去の実験を参照として$\beta_1 = 95°$，$\beta_2 = 10°$，$D_1 = 246$，$D_2 = 310$は同一とし，Rの異なった2つの羽根車を設計・製作して実験をおこなう予定である．

最後に本実験にあたり，終始御懇切な指導を給わりました九州大学生井教授並びに実験に熱心な協力をされた本校技官ならびに学生諸君に厚く御礼申し上げます．

参考資料

(1) 生井武文著　遠心軸流送風機と圧縮機
(2) 有明工業高等学校紀要　No14　多翼送風機の有効翼巾について

線形むだ時間系の集中定数系近似について

川崎義則・岩井善太*

＜昭和54年9月18日　受理＞

On Lumped Parameter Approximation of Linear Time-Delay System

ABSTRACT

In this paper, lumped parameter approximation techniques which are useful in the analysis of linear systems with pure time delay are considered. First, it is shown that linear time-delay system can be expressed by partial differential equation. Next, the typical lumped parameter approximation methods of distributed parameter system (difference method, Padé approximation method and MWR) are considered from the state space point of view.

As results, the mean of state variables and initial states defined in these approximations can be clarified.

Yoshinori KAWASAKI and Zenta IWAI

1．緒　　言

一般に系の中にむだ時間要素を含む場合，厳密には編微分方程式で表わされるため，その取り扱いが極めて難しくなる．したがって，実際的な立場からは，このむだ時間要素を含む部分を何らかの集中定数系化の近似手法を利用して集中定数系とみなして扱うことが必要と思われる．

集中定数系化近似手法の代表的なものとして
1) 差分法，2) Padé 近似法，3) 重みつき残差法
などが知られている．

本報告では，これら各手法についてⅰ）状態方程式表示における状態変数，ⅱ）初期値および初期関数，ⅲ）近似精度などについて述べる．特にs-領域における近似手法である差分法，Padé 近似法について現代制御論でいう状態空間的なイメージを明確に与えることは重要であると考えられる．それは集中定数系化近似がなされた後においては，これまですでに幅広く開発されている集中定数系に対する多くの制御方式が適用可能となるからである．

2．むだ時間系の偏微分方程式による表現[1),2)]

いま，Fig. 1に示すように，u(t) なる入力を加えたときu(t-τ)なる出力が得られるむだ時間系について考察する．ここに，τ（＞0）は純粋なむだ時間である．ただし

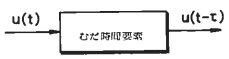


Fig. 1

$$u(t)=\varphi(t),\quad -\tau \leqq t < 0 \qquad (1)$$

であるとする．この$\varphi(t)$はいわゆる初期関数と呼ばれるものである．このむだ時間要素に対し，Fig. 2に示すような距離$x(\in[0,\ell])$を導入することにより，要素内の任意の点のuを，場所x，時間tの関数$u(x,t)$と表示できる．入力，出力は，それぞれ$u(0,t)$，$u(\ell,t)$で表わされる．

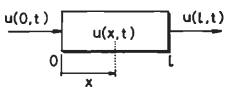


Fig. 2

この系の$u(x,t)$の挙動は

$$\frac{\partial u(x,t)}{\partial t}=-v\frac{\partial u(x,t)}{\partial x} \qquad (2)$$

なる偏微分方程式によって規定される．ただし$v=\ell/\tau$（速度）である．（付録1．参照）

さて，(2)式を時間tについてラプラス変換して

$$\frac{d}{dx}U(x,s)+\frac{s}{v}U(x,s)=\frac{1}{v}u(x,o) \qquad (3)$$

を得る．つぎに，xについてラプラス変換して整理すれば

$$U(\lambda,s)=\frac{\frac{1}{v}u(\lambda,o)}{\lambda+\frac{s}{v}}+\frac{U(o,s)}{\lambda+\frac{s}{v}} \qquad (4)$$

である．これをλについてラプラス逆変換して

$$U(x,s)=e^{-\frac{s}{v}x}U(o,s)+\mathcal{L}^{-1}\left[\frac{\frac{1}{v}u(\lambda,o)}{\lambda+\frac{s}{v}}\right] \qquad (5)$$

を得る．したがって$u(x,o)=0$なる場合，$u(o,t)$から$u(\ell,t)$にいたる伝達関数$G(s)$は

$$G(s)=\frac{U(\ell,s)}{U(o,s)}=e^{-\frac{s}{v}\ell}=e^{-\tau s} \qquad (6)$$

で表わされる．これから，つぎのことがいえる．

* 工博　熊本大学工学部機械工学科　助教授

1)（2）式で表わされる系において，$u(o, t)$から$u(\ell, t)$にいたる信号伝達特性が，ちょうどむだ時間特性(Fig. 1の$u(t) \rightarrow u(t-\tau)$）のそれに相当する．
2) この系の応答$u(\ell, t)$が確定するためには，$u(o, t)$および$u(x, o)$が与えられなければならない．ここに，$u(x, t)$は初期関数$\varphi(t)$に依存して決定されるものである．すなわち，Fig. 3から明らかなように$\varphi(t)$を矢印方向に$u-x$平面に投影したものが$u(x, o)$に対応している．

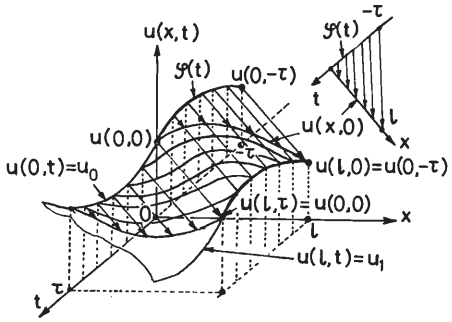


Fig. 3

3．分布定数系の集中定数系化近似

2．で述べたように，Fig. 1で示される純粋なむだ時間をもつ系の入出力関係とFig. 2に示す場所xの導入により求められた方程式である（2）式が表わす入出力関係の信号伝達特性がそれぞれ等しいことがわかった．しかしながら，（2）式を状態変数表示する場合，一般に無限次元系となるため，通常は何らかの方法により処理可能な次元まで降下し有限次元に置き換える，いわゆる集中定数系化近似が行われる．

3.1 差分法

Fig. 4に示すように，$x=o$から$x=\ell$の区間をn等分し，各xに対応するuを，$u_o, u_1, u_2, \cdots u_{n-1}, u_n$と置き，$x$に関する偏微分

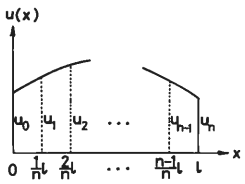


Fig. 4

を最も簡単な差分で表わすことにすれば，(2)式の関係を用いて

$$\begin{aligned} \frac{du_1}{dt} &= -v\frac{u_1-u_o}{\frac{\ell}{n}} \\ \frac{du_i}{dt} &= -v\frac{u_i-u_{i-1}}{\frac{\ell}{n}} \quad , \ i=2,3,\cdots,n \end{aligned} \tag{7}$$

が得られる．または，$\varepsilon=\tau/n$とおいて

$$\begin{aligned} \varepsilon\frac{du_1}{dt} &= -u_1+u_0 \\ \varepsilon\frac{du_i}{dt} &= -u_i+u_{i-1} \quad , \ i=2,3,\cdots,n \end{aligned} \tag{8}$$

で表わされる．

i）状態方程式表示：　(7)式（または(8)式）

状態変数：$\begin{bmatrix} u_1(t) \\ u_2(t) \\ \vdots \\ u_n(t) \end{bmatrix}$

原系（2）との対応

$$\begin{bmatrix} u_1(t) \\ u_2(t) \\ \vdots \\ u_n(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} u(t-\frac{\tau}{n}) \\ u(t-2\frac{\tau}{n}) \\ \vdots \\ u(t-\tau) \end{bmatrix}$$

すなわち

$$\begin{aligned} u_i(t) &= u(i\tfrac{\ell}{n}, t) \\ &= u(t-i\tfrac{\tau}{n}) \\ i &= 1, 2, \cdots, n \end{aligned}$$

ii）初期値：

$$\begin{bmatrix} u_1(t) \\ u_2(t) \\ \vdots \\ u_n(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} u(-\frac{\tau}{n}) \\ u(-2\frac{\tau}{n}) \\ \vdots \\ u(-\tau) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \varphi(-\frac{\tau}{n}) \\ \varphi(-2\frac{\tau}{n}) \\ \vdots \\ \varphi(-\tau) \end{bmatrix}$$

⇧
原系の初期関数

iii）近似精度：

系(7)より

$$\frac{U_1(s)}{U_o(s)} = \left(\frac{1}{1+\frac{\tau}{n}s}\right)^n \tag{9}$$

を得る．一般に

$$\lim_{n\to\infty}\left(\frac{1}{1+\frac{\tau}{n}s}\right)^n = e^{-\tau s} \tag{10}$$

がいえることからも，差分法は，上式のnを有限で打切って近似したものといえる．したがってnを増加（Fig. 4において，$x=o$, ℓ 間の分割数を増加）することにより精度向上を図ることができる．
なお本手法を用いたものとして，むだ時間系の近似最適制 御問題，[3),4)] 安定性の解析[5)] などの研究がある．

3.2 Padé 近似法

Padé近似法は$e^{-\tau s}$のべき級数

$$e^{-\tau s} = 1-s\tau+\frac{s^2\tau^2}{2!}-\frac{s^3\tau^3}{3!}-+\cdots \tag{11}$$

に対して

$$G_p(s) = \frac{T_1(s)}{T_2(s)} \tag{12}$$

を対応させる．ここに$T_1(s)$, $T_2(s)$はそれぞれ適当な次数をもつsに関する多項式である．$T_1(s)$, $T_2(s)$の各係数を(11)式の右辺の第何項かまでのそれに一致させるように決定したものがPadé近似法である．しかしながら，この立場からのPadé近似法における状態変数表示の考察は避け，ここでは，つぎのように考える．

Fig. 5に示すように，$x=o$におけるuをu_o，この勾配$\partial u/\partial x|_{x=o}$を$u_o'$とし，$x=\ell$における$u$を$u_1$とす

る．ただし t は固定するものとする．

いま，簡単のため，$T_1(s)$，$T_2(s)$ がともに1次の場合について考える．この場合は Padé 近似表によれば

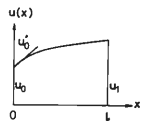


Fig. 5

$$G_{p11}(s)=\frac{1-\frac{\tau}{2}s}{1+\frac{\tau}{2}s} \tag{13}$$

で与えられる．

この(13)式が，$u(x)$ をつぎの2次式(注1)

$$u(x)=ax^2+bx+c \tag{14}$$

で近似したものに対応することを示そう．$u(x)$ の x に関する偏微分は

$$u'(x)=2ax+b \tag{15}$$

ここに $u'(x)=\partial u/\partial x$ である．ここで $u(o)=u_o$，$u'(o)=u'_0$，$u(\ell)=u_1$ なることから

$$a=\frac{u_1-u_0-u'_0\ell}{\ell^2},\quad b=u'_0,\quad c=u_0 \tag{16}$$

が得られ，これらを(15)式に代入すれば

$$u'(x)=2\frac{u_1-u_0-u'_0\ell}{\ell^2}x+u'_0 \tag{17}$$

である．上式は $x=\ell$ のとき

$$u'(\ell)=\frac{2}{\ell}(u_1-u_0-u'_0\ell)+u'_0 \tag{18}$$

である．ここで(2)式

$$\frac{\partial u}{\partial t}=-v\frac{\partial u}{\partial x}=-\frac{\ell}{\tau}u'$$

から

$$u'(x,t)=-\frac{\tau}{\ell}\frac{\partial u}{\partial t}=-\frac{\tau}{\ell}\dot{u}(x,t) \tag{19}$$

を得る．よって

$$u'(\ell,t)=-\frac{\tau}{\ell}\dot{u}(\ell,t)=-\frac{\tau}{\ell}\dot{u}_1 \qquad (20\cdot a)$$

$$u'(o,t)=-\frac{\tau}{\ell}\dot{u}(o,t)=-\frac{\tau}{\ell}\dot{u}_0 \qquad (20\cdot b)$$

であり，これらを(18)式に代入して整理すれば

$$\frac{\tau}{2}\dot{u}_1+u_1=-\frac{\tau}{2}\dot{u}_0+u_0 \tag{21}$$

となり，(21)式の $u_0\sim u_1$ 間の伝達関数が(13)式と一致していることがわかる．

つぎに，$T_1(s)$ が1次，$T_2(s)$ が2次の場合は

$$G_{p12}(s)=\frac{1-\frac{\tau}{3}s}{1+\frac{2}{3}\tau s+\frac{1}{6}\tau^2s^2} \tag{22}$$

であるが，この場合は $u(x)$ を

$$u(x)=ax^3+bx^2+cx+d \tag{23}$$

なる3次式で近似することになる．前と同様に

$$u'(x)=3ax^2+2bx+c,\quad u''(x)=6ax+2b \tag{24}$$

両端の u_0，u'_0，u_1，u'_1 により

$$\left.\begin{aligned}&a=\frac{1}{\ell^3}(u'_1\ell+u'_0\ell+2u_0=2u_1),\\&b=\frac{1}{\ell^2}(-u'_1\ell-2u'_0\ell+3u_1-3u_0)\\&c=u'_0,\ \mathrm{d}=u_0\end{aligned}\right\} \tag{25}$$

これらより

$$u''(x)=\frac{6}{\ell^3}(u'_1\ell+u'_0\ell+2u_0-2u_1)x+\frac{2}{\ell^2}(-u'_1\ell-2u'_0\ell+3u_1-3u_0) \tag{26}$$

であり，$x=\ell$ のとき

$$u''(\ell)=u''_1=\frac{1}{\ell^2}(4\ell u'_1+2\ell u'_0-6u_1+6u_0) \tag{27}$$

(2)式から

$$\left.\begin{aligned}&u'_0=-\frac{1}{v}\dot{u}_0=-\frac{\tau}{\ell}\dot{u}_0,\ u'_1=-\frac{1}{v}\dot{u}_1=-\frac{\tau}{\ell}\dot{u}_1\\&u'_1=\frac{1}{v^2}\ddot{u}_1=\frac{\tau^2}{\ell^2}\ddot{u}_1\ (\text{注2})\end{aligned}\right\} \tag{28}$$

(28)式を(27)式に代入して整理すれば

$$\frac{\tau^2}{6}\ddot{u}_1+\frac{2}{3}\tau\dot{u}_1+u_1=-\frac{\tau}{3}\dot{u}_0+u_0 \tag{29}$$

を得ることができこの $u_0\sim u_1$ 間の伝達関数も(22)式に一致している．

（1次／1次）の場合

i）状態方程式表示：

この場合，$G_{p11}(s)$ はプロパーな有理関数ではないので1入力，1出力をもつような状態方程式表示は不可能である．したがって2入力形式で表わせば

$$\dot{u}_1=-\frac{2}{\tau}u_1+\left[-\frac{2}{\tau},\ -1\right]\begin{bmatrix}u_0\\ \dot{u}_0\end{bmatrix} \tag{30}$$

状態変数：$u_1(t)$

(注1) この次数は(13)式の分子，分母の次数の和で与えられる．

(注2) $\ddot{u}_1=-\frac{1}{v}\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{\partial u_1}{\partial t}\right)=-\frac{1}{v}\frac{\partial}{\partial t}\left(\frac{\partial u_1}{\partial x}\right)=-\frac{1}{v}\frac{\partial}{\partial t}\left(-\frac{1}{v}\frac{\partial u_1}{\partial t}\right)=\frac{1}{v^2}\ddot{u}_1$，第2式⇨第3式の微分順序の交換は $u_1(x,t)$ が，x，t について連続な2階偏導関数をもてば可能である．

原系との対応

$$u_1(t) = u(\ell, t) \tag{31}$$

ii）初期値：$u_1(o) = u(\ell, o)$

$$= u(o, -\tau)$$

$$= \varphi(-\tau) \Leftarrow \text{原系の初期関数} \tag{32}$$

（1次／2次）の場合

i）状態方程式表示

この場合の$G_{P12}(s)$はプロパーであるから，例えば1つの状態方程式表示の例として

$$\begin{bmatrix} \dot{u}_1 \\ \dot{u}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -6/\tau^2 & 4/\tau \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} -2/\tau \\ 14/\tau^2 \end{bmatrix} u_o \tag{33}$$

を得ることができる．ここに$u_2 = \dot{u}_1$である．

状態変数：$\begin{cases} u_1(t) = u_1 \\ u_2(t) = \dot{u}_1 \end{cases}$

原系との対応

$$\begin{cases} u_1(t) = u(\ell, t) \\ u_2(t) = \dot{u}(\ell, t) = -\dfrac{\ell}{\tau} u'_1 = -\dfrac{\ell}{\tau} \dfrac{\partial u(x, t)}{\partial x} \Big|_{x=\ell} \end{cases} \tag{34}$$

ii）初期値：$\begin{cases} u_1(o) = u(\ell, o) = \varphi(-\tau) \\ u_2(o) = -\dfrac{\ell}{\tau} \dfrac{\partial u(x, t)}{\partial x} \Big|_{\substack{x=\ell \\ t=o}} \end{cases}$ (35)

これから，Padé 近似法を用いた場合の状態変数の初期値は，近似の次数が増加するにしたがって$u(\ell, o)$そのxに関する偏微係数$\partial u/\partial x|_{\substack{x=\ell \\ t=o}}$，$\partial^2 u/\partial x^2|_{\substack{x=\ell \\ t=o}}$，…により決定されることがわかる．$u(\ell, o)$，$\partial u/\partial x|_{\substack{x=\ell \\ t=o}}$，$\partial^2 u/\partial x^2|_{\substack{x=\ell \\ t=o}}$，…は，初期関数$\varphi(t)$に依存して決まるので，初期値は初期関数にしたがって決定される．(Fig. 6 参照)

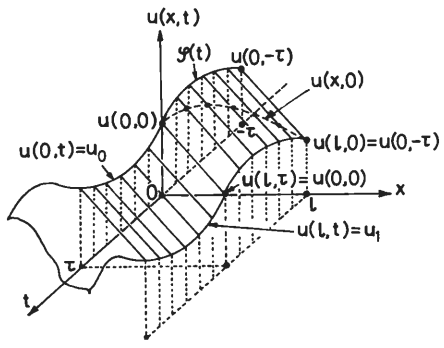


Fig. 6

iii）近似精度

方程式(21)，(29)両式は，むだ時間系の入力u_0と出力u_1の時間的な挙動を規定するものである．Fig. 6 の左端がu_0，右端がu_1をそれぞれ示している．近似精度については，任意の時間t_1における曲線$u(x, t_1)$がxに関する何次の方程式で近似されるかによって決定することになる．たとえば，（1次／1次）の場合，放物線近似していることになるが，もはや放物線では近似できなくなった場合は精度低下をきたす．この場合（1次／2次）を用いなければならない．Padé 近似の分子$T_1(s)$，分母$T_2(s)$の次数の和が，xに関して何次の関数近似しているかを示している．そのうち分子$T_1(s)$の次数は，その次数を増すことは，入力情報$u(o, t)$，$\dot{u}(o, t)$，$\ddot{u}(o, t)$，…を積極的に用いることに相当していることがわかる．

この Padé 近似手法をむだ時間系へ適用したものとして，未知むだ時間をもつ系のモデル規範型適応制御[6]，適応オブザーバの構成[7]などの研究がある．

3.3 重みつき残差法

重みつき残差法（Method of Weighted Residuals 以下，略称してMWR）は，元来微分方程式の初期値問題などの近似解法として用いられていたものであるが，最近，熱交換器の設計，解析などにさかんに適用されているものである．

MWRは，(2)式の解$u(x, t)$をつぎの式により近似する．

$$u(x, t) \cong u^*(x, t) = u(o, t) + \sum_{k=1}^{m} a_k(t)\, \phi_k(x) \tag{36}$$

ここに，$\phi_k(x)$は線形独立な任意の近似関数，$a_k(t)$はのちに示される微分方程式から導かれる未知関数，またmは近似の個数を示す正の整数である．

方程式および初期値の残差（すなわち，真の解を用いた場合と(36)式で与えられる近似解を用いた場合の差異）は，それぞれ

$$R(u^*) \triangleq \frac{\partial u^*(x, t)}{\partial t} + v \frac{\partial u^*(x, t)}{\partial x}$$

$$= \dot{u}(o, t) + \sum_{k=1}^{m} \dot{a}_k(t)\, \phi_k(x) + v \sum_{k=1}^{m} a_k(t) \frac{\partial \phi_k(x)}{\partial x} \tag{37·a}$$

$$R_0(u^*) \triangleq u(x, o) - u(o, o) - \sum_{k=1}^{m} a_k(o) \phi_k(x) \tag{37·b}$$

である．$u^*(x, t)$が真値であれば，この残差は零である．MWRでは，この残差の重みつき積分を零とおく．すなわち，重み関数をw_jとするとき

$$< w_j, R(u^*) > = o \tag{38·a}$$

$$< w_j, R_0(u^*) > = o \quad j = 1, 2, \cdots, m \tag{38·b}$$

ここに，記号< , >は

$$< w, v > \triangleq \int_o^{\ell} wv\, dx \tag{39}$$

を意味する．ここで，重み関数w_jの選び方により．

1）選点法

$w_j=\delta(x-x_j)$, ただしδ は dirac の delta であり

$$\int_0^{\ell}\delta(x-x_j)f(x)dx=f(x)\mid_{x=x_j} \tag{40}$$

なる関係がある．

2）ガレルキン法

$w_j=\phi_j(x)$

3）最小二乗法

$w_j=\partial R(u^*)/\partial\phi_j(x)$

がある．ここでは，1)の選点法について述べれば，(37)式を(38)式に代入することにより，未知関数$\tilde{a}(t)$に関する方程式

$$\dot{\tilde{a}}(t)=A\tilde{a}(t)+b\tilde{u}(t) \tag{41·a}$$

$$\tilde{a}(o)=\bar{A}\tilde{u}_0+b\,u(o) \tag{41·b}$$

が得られる．ここに

$$\tilde{a}(t)=\begin{bmatrix}a_1(t)\\a_2(t)\\\vdots\\a_m(t)\end{bmatrix},\quad \tilde{u}_0=\begin{bmatrix}u(x_1,o)\\u(x_2,o)\\\vdots\\u(x_m,o)\end{bmatrix},$$

$\tilde{u}(t)=\dot{u}_0=\dot{u}(o,t)$,

$A=-v\Phi^{-1}\partial\Phi$, $b=-\Phi^{-1}Jm^T$, $\bar{A}=\Phi^{-1}$,

$$\Phi=\begin{bmatrix}\phi_1(x_1)\cdots\phi_m(x_1)\\\phi_1(x_2)\cdots\phi_m(x_2)\\\vdots\quad\vdots\\\phi_1(x_m)\cdots\phi_m(x_m)\end{bmatrix},\quad \partial\Phi=\begin{bmatrix}\left.\frac{\partial\phi_1}{\partial x}\right|_{x=x_1}\cdots\left.\frac{\partial\phi_m}{\partial x}\right|_{x=x_1}\\\left.\frac{\partial\phi_1}{\partial x}\right|_{x=x_2}\cdots\left.\frac{\partial\phi_m}{\partial x}\right|_{x=x_2}\\\vdots\quad\vdots\\\left.\frac{\partial\phi_1}{\partial x}\right|_{x=x_m}\cdots\left.\frac{\partial\phi_m}{\partial x}\right|_{x=x_m}\end{bmatrix},$$

$$Jm=\underbrace{[1,\ 1,\ \cdots,\ 1]}_{m}$$

である．（付録２．参照）

i）状態方程式表示：(41·a)式

状態変数：

$$\tilde{a}(t)=\begin{bmatrix}a_1(t)\\a_2(t)\\\vdots\\a_m(t)\end{bmatrix}$$

ii）初期値：(41·b)式⇐ 初期関数$\varphi(t)$に依存して決定する．

iii）近似精度：

選点法では重み関数を，$w_j=\delta(x-x_j)$ に選ぶということは，Fig. 7 に示すように，$x=o\sim\ell$ 間の任意のm個の点$x_j(j=1,2,\cdots,m)$で強制的に真の解との残差を零とすることに対応している．よって近似精度は，この選点の数mの大きさに依存することがわかる．

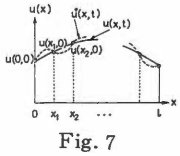


Fig. 7

本手法を用いたものとして，ガレルキン法の最適制御問題への適用[8]や熱交換器への適用[9]などがある．

4．数　値　例

つぎに，簡単な数値例を示す．いま，プラントが

$\dot{x}_1(t)=x_2(t)$

$\dot{x}_2(t)=-2x_1(t)-x_2(t)-x_1(t-\tau)+u(t)$

$y(t)=x_1(t)$

なる方程式で表わされている場合について，入力が

$u(t)=2\sin 3t+3\cos 5t$

の場合の出力$y(t)$のシミュレーション結果がFig. 8 である．差分法，Padé 近似法，MWRともに2次系で近似している．それぞれ

差分法：

$$G(s)=\frac{1}{(1+\frac{\tau}{2}s)^2}$$

Padé 近似法：

$$G_{p02}(s)=\frac{1}{1+\tau s+\frac{\tau^2}{2!}s^2}$$

MWR：

近似関数　$\phi_1(s)=\sin\frac{\pi}{6}$,

$\phi_2(s)=\sin\frac{2}{3}\pi$

である．ただし$\tau=1.0$[sec]，$x(o)=o$，$\varphi(t)=o$ の場合である．シミュレーション結果からは3手法の応答の良否は判別し難いが，Padé 近似法が比較的良好な応答を示しているといえよう．

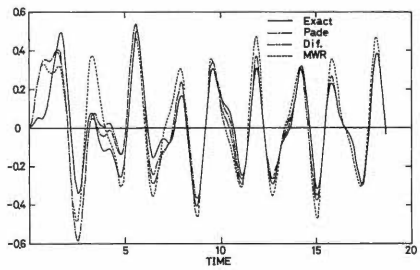


Fig. 8

5．結　　言

本報告では，むだ時間を含む系が偏微分方程式系(2)で表わされることを示し，この分布定数系の集中定数系化の近似手法のうち代表的な差分法，Padé 近似法，MWR（ここでは選点法）の3手法について状態変数の立場から考察した．これより

1）状態方程式表示における状態量のもつ意味づけを

よりはっきりとすることができる．

2） 3手法について，いずれも初期状態量は何らかの関係をもちながら，結果的には初期関数に依存して決定される．

3） 近似の精度については，差分法では分割の個数，Padé 近似法では $u(x)$ の関数近似の次数，MWR では 点の個数をそれぞれ増すことで精度向上が図られる．

ことなどがわかった．

参 考 文 献

1） 示村悦二郎：むだ時間を含む系の最適制御，計測と制御，8-8，526／536（1969）

2） 田川遼三郎：むだ時間特性の状態変数，第6回 SICE 学術講演会予稿集，153／154（1967）

3） Sannuti P.：Near optimum design of time-lag systems by singular perturbation method, Proc. JACC, Atlanta, GA., June, 489／496 (1970)

4） Inoue K., H. Akashi, K. Ogino and Y. Sawaragi: Sensitivity approaches to optimization of linear systems with time-delay, Automatica, 7, 671／679 (1971)

5） 岩井善太，川崎義則：時間おくれ形低次モデルを利用する Decoupling 制御系構成における安定性の解析，熊本大学工学部研究報告，28-2，89／96（1979）

6） 真野和生，岩井善太，若宮龍市，吉村隆之：未知のむだ時間を含む系に対するモデル規範形適応制御，第18回 SICE 学術講演会予稿集，463／464（1979）

7） Iwai Z. and Y. Kawasaki：Adaptive observer for systems with pure time delay, Electronics Letters, 15-11, 329／331 (1979)

8） 藤川英司，示村悦二郎：むだ時間系の最適制御問題への Galerkin 法の適用，計測自動制御学会論文集，12-1，84／88（1976）

9） 嘉納秀明：ガレルキン法による熱交換器動特性の近似，第13回 SICE 学術講演会予稿集，223／224（1974）

≪付　録≫

1．

この方程式は，一般の一定速度での輸送問題を表わしており，ある物質の x 方向の分速度 u が場所 x，および時間 t の関数として $u=u(x,t)$ で表わされるとき，その加速度が零であることから

$$\frac{du}{dx}=\frac{\partial u(x,t)}{\partial t}+\frac{\partial u(x,t)}{\partial x}\frac{\partial x}{\partial t}=o$$

より $$\frac{\partial u}{\partial t}=-v\frac{\partial u}{\partial x}$$

が得られる．なお，ここでは $x\in[o,\ell]$ で定義しているが，$x\in[0,1]$ でもよい．ただし，このときは，入力 $u(o,t)$，出力 $u(1,t)$，$v=1/\tau$ である．

2．

(37･a) 式を (38･a) 式に代入し，(40)式の関係を利用すれば

$$\int_0^{\ell}\delta(x-x_j)\{\dot{u}(o,t)+\sum_{k=1}^{m}\dot{a}_k(t)\phi_k(x)+v\sum_{k=1}^{m}a_k(t)\frac{\partial\phi_k(x)}{\partial x}\}dx=o$$

$$\dot{u}(o,t)+\sum_{k=1}^{m}\dot{a}_k(t)\phi_k(x_j)+v\sum_{k=1}^{m}a_k(t)\frac{\partial\phi_k(x)}{\partial x}\Big|_{x=x_j}=o$$

より

$$\sum_{k=1}^{m}\dot{a}_k(t)\phi_k(x_j)=-v\sum_{k=1}^{m}a_k(t)\frac{\partial\phi_k(x)}{\partial x}\Big|_{x=x_j}-\tilde{u}(t)\quad(A\cdot1)$$

ここに，$\tilde{u}(t)=\dot{u}(o,t)\,(=\dot{u}_0(t))$ である．

(A･1) 式について，$j=1$ のとき

$$[\phi_1(x_1),\cdots,\phi_m(x_1)]\begin{bmatrix}\dot{a}_1(t)\\ \vdots\\ \dot{a}_m(t)\end{bmatrix}=-v\left[\frac{\partial\phi_1(x)}{\partial x}\Big|_{x=x_1},\cdots,\frac{\partial\phi_m(x)}{\partial x}\Big|_{x=x_1}\right]\begin{bmatrix}a_1(t)\\ \vdots\\ a_m(t)\end{bmatrix}-\tilde{u}(t)$$

以下，$j=2$，3，$\cdots$，m のときも順次求められるので，これらをまとめれば

$$\begin{bmatrix}\phi_1(x_1)\cdots\phi_m(x_1)\\ \phi_1(x_2)\cdots\phi_m(x_2)\\ \vdots\quad\ddots\quad\vdots\\ \phi_1(x_m)\cdots\phi_m(x_m)\end{bmatrix}\begin{bmatrix}\dot{a}_1(t)\\ \dot{a}_2(t)\\ \vdots\\ \dot{a}_m(t)\end{bmatrix}=-v\begin{bmatrix}\frac{\partial\phi_1}{\partial x}\Big|_{x=x_1}\cdots\frac{\partial\phi_m}{\partial x}\Big|_{x=x_1}\\ \frac{\partial\phi_1}{\partial x}\Big|_{x=x_2}\cdots\frac{\partial\phi_m}{\partial x}\Big|_{x=x_2}\\ \vdots\qquad\qquad\vdots\\ \frac{\partial\phi_1}{\partial x}\Big|_{x=x_m}\cdots\frac{\partial\phi_m}{\partial x}\Big|_{x=x_m}\end{bmatrix}\begin{bmatrix}a_1(t)\\ a_2(t)\\ \vdots\\ a_m(t)\end{bmatrix}-\begin{bmatrix}1\\ 1\\ \vdots\\ 1\end{bmatrix}\tilde{u}(t)$$

ここで

$$\Phi=\begin{bmatrix}\phi_1(x_1)\cdots\phi_m(x_1)\\ \phi_1(x_2)\cdots\phi_m(x_2)\\ \vdots\qquad\qquad\vdots\\ \phi_1(x_m)\cdots\phi_m(x_m)\end{bmatrix},$$

$$\partial\Phi=\begin{bmatrix}\left.\frac{\partial\phi_1}{\partial x}\right|_{x=x_1}\cdots\left.\frac{\partial\phi_m}{\partial x}\right|_{x=x_1}\\ \left.\frac{\partial\phi_1}{\partial x}\right|_{x=x_2}\cdots\left.\frac{\partial\phi_m}{\partial x}\right|_{x=x_2}\\ \vdots\qquad\qquad\vdots\\ \left.\frac{\partial\phi_1}{\partial x}\right|_{x=x_m}\cdots\left.\frac{\partial\phi_m}{\partial x}\right|_{x=x_m}\end{bmatrix},$$

$$J_m=\underbrace{[1,\ 1,\ \cdots,\ 1]}_{m},$$

$$\tilde{a}(t)=[a_1(t),\ a_2(t),\ \cdots,\ a_m(t)]^T$$

とおけば

$$\Phi\dot{\tilde{a}}(t)=-\nu\,\partial\Phi\,\tilde{a}(t)-J_m^T\tilde{u}(t)$$

より

$$\dot{\tilde{a}}(t)=-\nu\,\Phi^{-1}\partial\Phi\,\tilde{a}(t)-\Phi^{-1}J_m^T\tilde{u}(t)$$
$$=A\tilde{a}(t)+b\tilde{u}(t)$$

を得る．ここに，$A=-\nu\,\Phi^{-1}\partial\Phi$，$b=-\Phi^{-1}J_m^T$ である．（41·b）式についても，同様にして

$$\Phi\tilde{a}(o)=\tilde{u}_0-J_m^Tu(o)$$

より

$$\tilde{a}(o)=\Phi^{-1}\tilde{u}_0-\Phi^{-1}J_m^Tu(o)$$
$$=\bar{A}\tilde{u}_0+b\,u(o)$$

を得る．ここに，$\bar{A}=\Phi^{-1}$ である．

加圧、減圧併用ろ過装置の試作　その1

石橋助吉・中橋正行・黒田節雄

＜昭和54年9月18日　受理＞

A Trial Installation of the Filter for Both Pressure and Decompression. (Ist. Report)

Here is presented a plan on an installation of the filter for both pressure and decompression to press and decompress at the same time, more effectively and in a shorter time, leaving out the aspirator used for decompressing through a reducing filter.

Sukeyoshi Ishibashi, Seiko Nakahashi, Setuso Kuroda

1．ま　え　が　き

ろ過の各方法の中で，加圧ろ過はコンプレッサ，減圧ろ過は真空・減圧ポンプやアスピレータ等の加圧装置や吸引装置がそれぞれ単独で用いられている．ここでは，コンプレッサ空気吸入部の吸引作用を利用して減圧作用と同時に同機で加圧を行い，加圧や減圧ろ過装置をそれぞれ独立で用いるよりもろ過時間の短縮や，アスピレータ等の吸引装置を省略出来て，より経済的でより効果的なろ過を図るために，加圧，減圧併用ろ過装置の試作を試みた，この度その概要を述べる．

2．試作の理由と装置の概略

本校で重金属についての排水処理装置における真空ろ過装置は10ℓ 程度のスラリーを3～6時間を要していた

依って，その改良と，加圧と減圧との両装置を用いることでろ過時間の短縮は出来るが，これが1台では出来ぬかということを考えた．そこで，様々な検討と予備的実験を行い次の様な結果を得た．

改良については，ろ過速度が初期と終りの段階では全く異なることから，敷金の穴を2倍にしたが殆んど効果がないので，ろ布と敷金が密着し液の通路を塞ぎ，吸引が十分な効果をあげ得ないものとみて，金網をろ布と敷金の間に置いた結果，従来の所要時間に比べて，⅓以下の時間に短縮することが出来た

加圧については，上記のろ過装置を加圧が出来るようにして利用し，1・2及び3気圧の加圧で，減圧ろ過と比較するとそれぞれ，2～5％，7～15％及び30～40％程度の時間の短縮をみることが出来た．そこで自動車の空気入用ミニコンプレッサを用い，30φ のガラスフィルター，防御用筒，減圧用ろビン等で粘度の高い微粒子溶液で実験を行い．同じ溶液，同容量でアスピレータによる減圧ろ過との比較で，3気圧＋減圧の方が40％～50％時間短縮が出来た．以上の結果から図1のような装置を試作した．図の概要は，ろ液貯溜

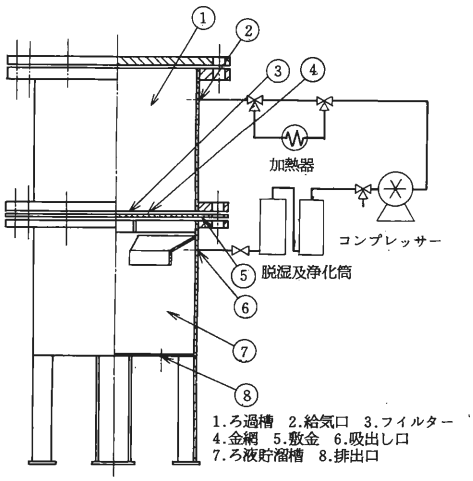


図1 加圧，減圧併用ろ過装置

槽の吸出し口は脱湿筒を通ってコンプレッサーの空気吸入部に連結して吸引作用を受け貯溜槽は減圧される．コンプレッサーからの圧縮空気はろ槽内のスラリーを加圧し，スラリー中の液体はフィルターを通り抜け金網を介して敷金の穴から貯溜槽に入る．以上からアスピレーター等の特別な装置の必要がない．

3．実　　験

ここに実験の1例を示す．本実験では，加圧，減圧及び加圧，減圧併用の場合を行なった．

使用流動体：*Ni* 廃液を寿工業 K.K. の排水処理装置で処理した際の沈澱物

容　　量：5ℓ / 回

濃　　度：2.35g /ℓ

使 用 圧 力

加　　圧：1，2，3気圧

減 圧 度：10～20 mmHg

併　　用：1，2，3気圧と減圧との組合せ

槽の容量：ろ過槽，貯溜槽共に21ℓ

ろ過終了とみなす時点

加　圧：圧力が減じ始める時点

減　圧：圧力が上昇を始める時点

併　用：上記いずれかの時点

所要時間と圧力の関係を図2，3に示す．

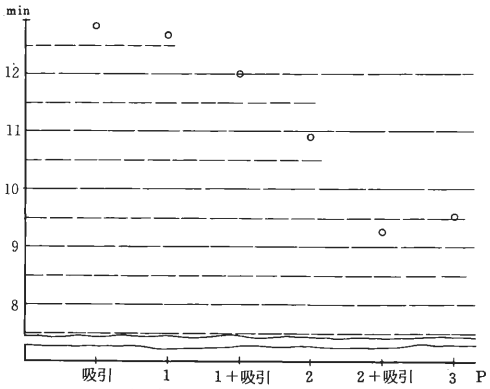


図2　各圧力と時間の関係

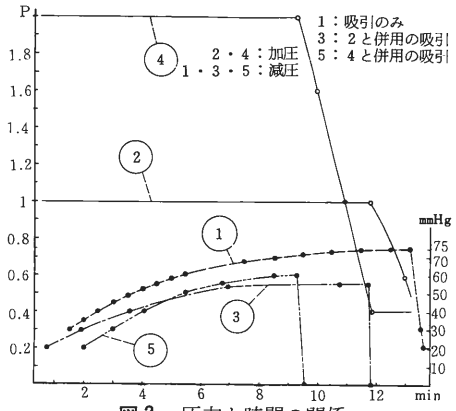


図3　圧力と時間の関係

4．結　　果

$$\frac{dv}{dt}=\frac{\triangle Pgc}{(\bar{\alpha}u/kA^2)V+(Rwu A)}$$

V　：スラリー量　　t　：時間

$\triangle P$：ろ滓層についての圧力差

$\bar{\alpha}$　：比抵抗　　u　：液の粘度

gc　：重力換算係数　　A　：ろ過面積

$1/k$　：ろ液量のろ滓量への換算係数

Rw　：ろ材についての抵抗係数

式から時間は量に比例するので少量でよいと考えていたが，ろ滓が2.5㎜程度と薄く，液量を2～3倍程度との比較を試みる必要がある．

加圧と減圧とではろ過が終了した時点で，ろ滓の状態が異なる．

ろ滓の間隙を空気は抜けているが，加圧ではろ滓表面の液は十分な除去がなされず，5分程度通気してもろ滓をろ布から取り除くのに尚湿度の程度が高くて手間がかかった．

減圧ろ過の場合

殆んど終了時点で割れ目が走るが，割れ目も小さく少ないので，そのまま減圧を続ければ段々亀裂状態は著しく多くの亀裂を生じる．吸引の為に底部の湿度が低く，加圧のときより剝離作業が楽であった．

2気圧＋吸引の場合

終了後はろ布を曲げるとろ滓の⅓程度はポロリと剝げ落ちる状態で，残りも簡単に採れる．但し，　スラリーの種類によっては剝離は大変困難な場合もある．

この装置の効果は、

a．吸引装置の省略という経費の節約

b．コンプレッサの加圧＋1気圧程度と同じ加圧効果が得られる．

c．bのことは逆に，1気圧程度低い加圧で済み，ろ槽の材料の節約，取扱いも幾らか容易になる．

d．ろ布の洗浄が大変簡単に出来る．

e．時には，液の種類に応じて加圧，減圧のそれぞれに用いることも出来る．

5．結　　び

この度は，一応概略を述べたが，容器の設計で，スラリーの状態を観察するのに覗き用の透明部を設けなかったのは落度であった．次報ではこの部分を設け，容積速度，濃度によるがスラリーを容器のどの高さまで入れたらよいか，圧力との関係等を報告したい．

この装置の製作に当って，多大の便宜を図って頂いた機械科の小田教授，予算の都合で無理な作業を大変多忙な時間の合間を縫ってこころよく直接製作に当って頂いた，機械工場の内野豊作，中村平技官や他の技官の方々，その他多大の御協力を頂いた金子馨事務官，実験に携ってくれた化学科5年の竹元布敬，濱崎一彦君に対して，ここに厚く感謝の意を表します．

参 考 文 献

1．藤田重文，東畑平一郎編，化学工学II，東京化学同人　P166　(1963)

フジックスSP5500の使用についての報告

石　橋　助　吉

＜昭和54年9月18日　受理＞

Report on Fujics SP5500 as an Audio-Visual Aid in Classes Teaching.

I reported in the previaus paper on the effective use of several audio-visual appliances, particularly on the OHP's. I'm this paper I'd like to report on the wore efficient use of Fujics SP5500 and SP5000 put together with them and the possibility of teaching more successfully in classes.

Sukeyoshi Ishibshi

1．ま　え　が　き

本校紀要9号で，授業への視聴覚機器の導入について述べた．その折予算不足からOHPの使用について記し，予算に応じて他の機器を準備し，教育効果をより十分に向上させたい旨を附記しておいた．今回は一応の準備も出来，一部授業への利用が出来たので，此事について述べたい．それが，標題のSP5500とOHPの併用で行う授業であり，教育である．

2．フジックスSP5500とは

フジックスSP5500の姉妹機としてSP5000があるが，前者の方に使用に当って幾らか自由度が大きいという程度の差がある．特徴について概略を述べる．

a．教育機器の重要条件である所の明室用である．
b．画面と音声の同調した完全自動映写が出来る．
c．テープの信号で，任意の時間だけ画像を停止することが出来る「ステップ」機構付き．
d．コンパクトで持運びが便である．
e．マガジンの原図，テープは教師の自製が可
f．各コマは内蔵スクリーンに映写される．スクリーンの寸法は，146×203mm
g．コマ送りはマニュアルでもよし，一コマ送り（順，逆送り）。又連続で順送り，逆送りも出来る．
h．リモコンで一コマ前進可能
j．マガジンは150コマまで編集出来る．

3．SP5500を採用した理由

教育現場の状況は，他の者には分らず，級，授業課目，学生と教官等により千差万別であろう．形式，方法の良否についても一概に言えるものでもない．生身の人間同士の一種の戦いでもあり，簡単には状況をも断定し難く，授業の裁量は教官個人の力量と努力に委ねられる．授業目標の設定は大体枠があっても，それを理解，整理統合させ，更に深く，広く押し進め，創造性を育くむまで授業方法の工夫改善に努力するのも教官の責任である．その一方法として，数年掛りで漸くSP5500を揃えることが出来た．6～7名の小人数当りに一台の割りで，テープには各プロジェクター毎に格差をつけた説明を録音して目標に到達出来るように工夫し，総括的に，又質問に対する説明や応用問題の為にOHPを併用する方法である．既ち出来るだけ教育効果を高めるため，班→級単位への授業の展開と整理，社会人的教育の達成の為の一方法としてSP5500を採用したものである．

4．或る講演の印象から

教育は親が子へ，土地の古老，或は智恵者が地域住民へ，次に寺小屋式，熟，学校へと方法は移って来た．近代教育は制度化され，年月の経過と共に科学は発展し諸々の利器が発明発見されて至極便利な世になったが，物質文明の極度な発展と共に一般の価値観の変化を斉し，そこには繁栄が，即民族衰退の途を歩むのではないかというような皮肉な現実の一面が感じられる．

精神的面の育成を疎かにし，あくことなき物質文明の発展と物質的欲望の追求，義務なき権利の主張は，敬けんと懼れを知らぬ傲慢な社会を育み，平和を目指した筈の民主々義が争いの名分に用いられるという矛盾の一要素でもある．此等に対する責任が教育界にないとは言えず，又簡単に時代の潮流として見過さるべき問題でもなく，真剣に対処すべき事柄である．教育は大人の慾意の儘に行うべきものではなく，子供の持てる能力を開花させるための手助けとこそ考えるべきものである．筆者は，一昨年秋或工業高の創立記念講演を聞く機会を持った．その折に，40才余りの卒業生の講演を聞く生徒の余りにも真剣な様子を眼前にして，日頃の生活態度からは到底想像も出来ない姿勢に，自

分等の平素の授業方法は何だったのだろうかと言って述懐された教師の表情を思い出す．

教育では，此の雰囲気を作り出すことが重要であり，それが出来たときは教育の目的が或る面達成出来たものと言えることである．

5．本来の教育のために

教育を受けるのは子供であり青年である．教育は受講生個人の為であり，教官の為でもある．教官も亦教える時又教えられ人格を作ってゆく．総て帰する所は個人の進歩発展，全人格の向上を目的とする．精神面と物質面との融合した人間，個々人が人生観を持った人間としての生き様を認識出来る人間を育てることである．其の素地を育てることが学校の役目であろう．然し乍ら言うは易く，実効果を上げるのはまことに難しい．巷間，教育に関する記事を目にしない日はないが，教育現場で鋭意努力している教師に真に理解ある記事に乏しいのは遺憾である．教育のことは教育現場に参画しなければ仲々理解出来ない．教育行政も現場見直しから出発することの大切さを忘れるべきではない．

大人が子供に抱く期待と，子供が野心に燃えているときは子供の希望とは概ね相反する．然し乍ら現代の学生生徒には野心が少なく，規格化された嫌いがある．

画一的である．個性がなく，自主性に乏しい，このことが若しも教育の力不足ということであれば教育界にとっては由々しき問題である．此等を思うとき教育の重大さを痛感する．歴史をさかのぼれば多くの賢人たちの足跡をたどることが出来る．教育に関しての宣言，法律，それに則った制度，組織等があり，運営の方法がある．偉大な賢人達の教育の跡をたづねてよりよい効果の向上を図りたい．教育方法改善の一方法として機器を利用し，時間を有効に利用し，所謂教育を行いたい為である．

6．SP5500使用に関して

フジックス SP5500 と OHP は明室で学生の反応に随時応待が出来て，適当なアドバイスと，学生の思考方法の育成に役立つ．但し或る程度の前向きの態度の学生について言えることであり，そうでない者については適当な指導を行う必要がある．

SP 5500 の利用の方法は，図１～図５までを18～25コマ程度に分割してマガジンを編集する．５～７名単位に一台を備え．理解度に応じた説明をテープで行う．

自動と手動を問はず随時停止が出来て，充分考える時間と質問が出来る．グループ毎に討論も出来る．その後，OHP で時には応用問題も用いて充分な説明を行なう．一例として，交わる二平面の間の角を求める問題をとりあげてみた．

図１は，二平面T_1，T_2がＡＢを交線とし，Ａは直立面上，Ｂは水平面上にあり，T_1，T_2両平面はそれぞれ直立面とT_1t_1'，T_2t_2'，水平面とT_1t_1，T_2t_2で交わり，ABの平面図，立面図は，$ab-a'b'$である．

図２は，ABに垂直な任意の平面Ｓを補助面とした図で，水平面とSS，二平面T_1，T_2と夫々CD，ED で交わり，求める角が∠CDEであることを示す．このときABの平面abとSSとの交点をＨとすると，HD⊥AB である．

図３は，ABの水平面への投射面△AaBをabを軸にして水平面まで回転し$A_1B\perp HD_1$としHDの実長を知る．

図４は，SSを軸として△CDEを水平面まで倒したとき，前図でHDの実長が求まっているので△CDE の実形がかけた図である．このときDはab上にD_2として求まる．

図５は，図１～図４までの投影図である．

7．結　　び

教育方法には現場教師の相当の努力の上に教育機器の多用化が進むと言えるが，現実に教材の作成の為の時間が余りにも要し過ぎるので，或る程度の工夫が必要である．又採用しようにも予算の壁が大きく実行出来ないのが実状であるので，この面の改善と学生々徒の進路選択の自由度の大きい政策を望みたい．

参　考　文　献

教育権の理論　兼子仁　勁草書房
教育社会学　　麻生誠　東京大学出版部
史料日本の教育　　神田修　山住正己編　学陽書房
立体図による図学と，製図への視聴覚機器の導入について　　石橋助吉　有明高専紀要９号
教育権と教育行政　　兼子仁　学陽書房

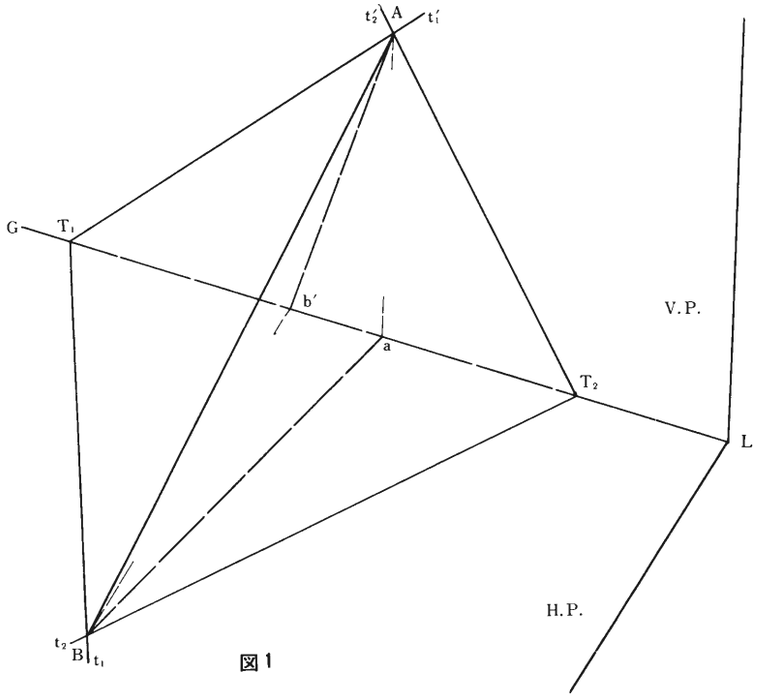

t'2
A
t'1
G
T1
b'
a
T2
L
V.P.
H.P.
t2
B
t1

図 1

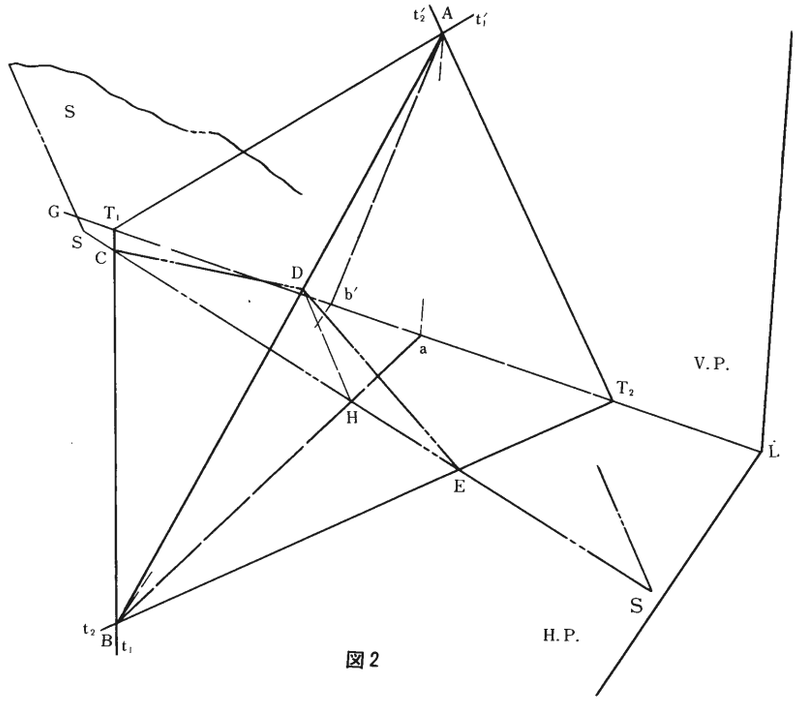

t'2
A
t'1
S
G
T1
S
C
D
b'
a
T2
V.P.
L
H
E
S
t2
B
t1
H.P.

図 2

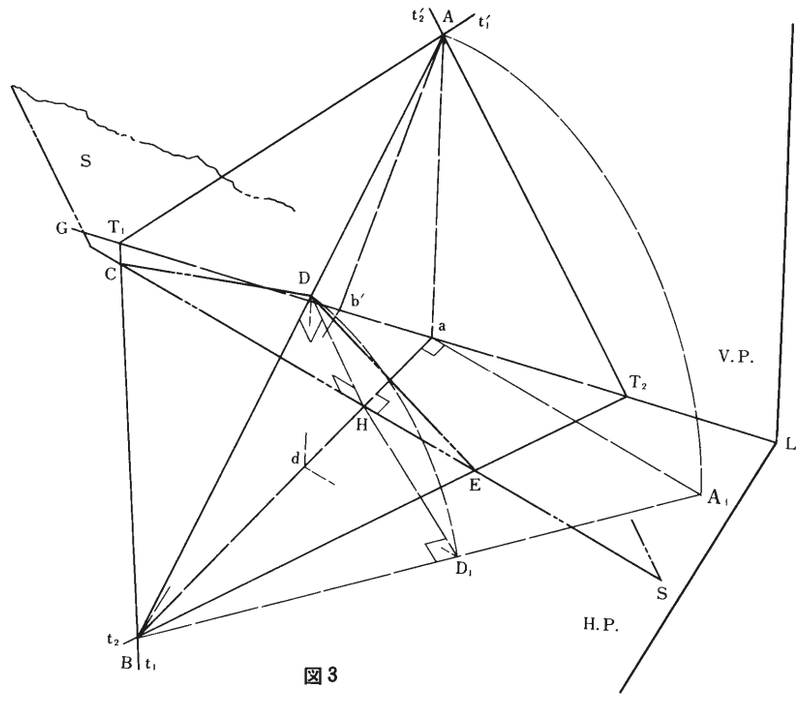

t'2
A
t'1
S
G
T1
C
D
b'
a
T2
V.P.
L
H
d
E
A1
D1
S
t2
B
t1
H.P.

図 3

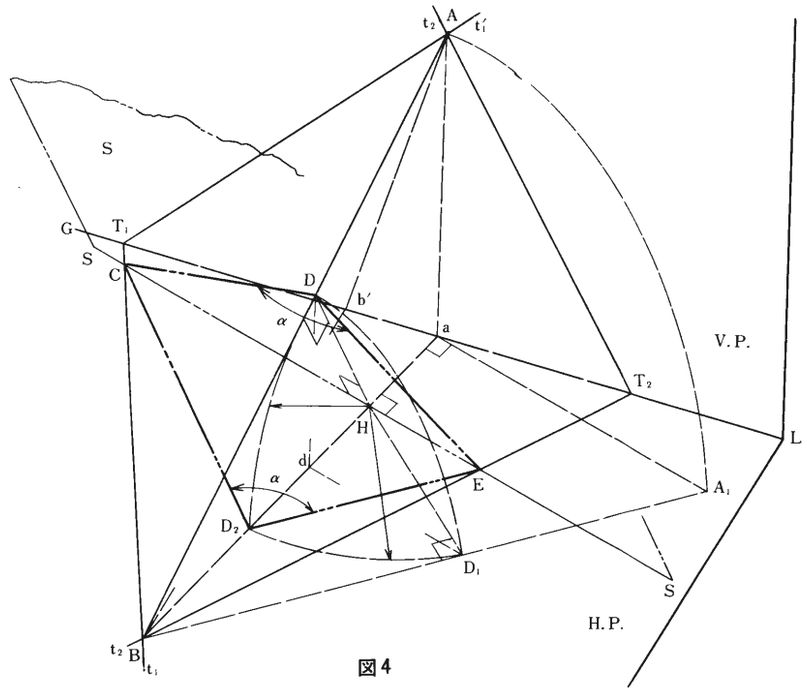

t2
A
t'1
S
G
T1
S
C
D
b'
α
a
T2
L
H
d
α
E
A1
D2
D1
S
t2
B
t1
H.P.

図 4

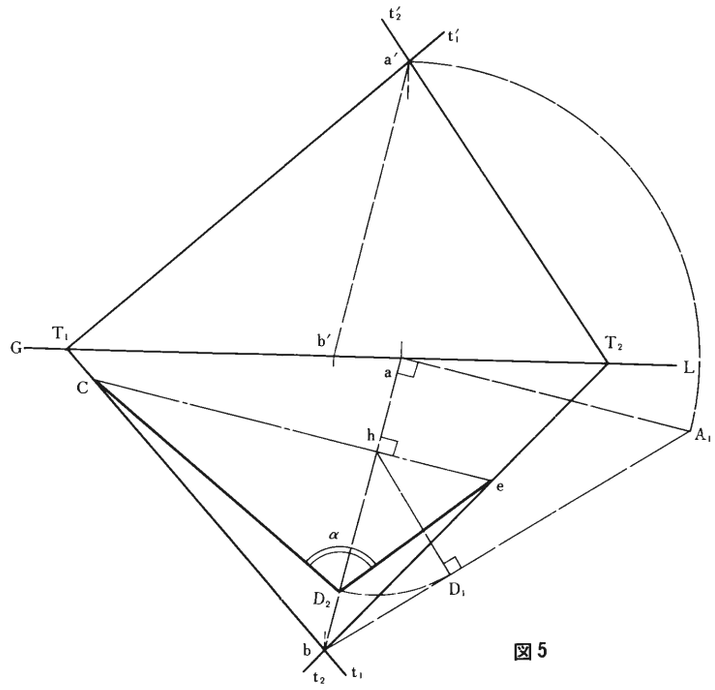

t'2
t'1
a'
G
T1
b'
T2
L
C
a
h
A1
e
α
D2
D1
b
t2
t1

図 5

ポリウレタンの熱分解に関する研究、第5報

線状ポリウレタンの熱分解（その3）

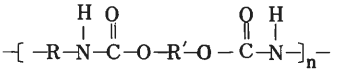
吉武紀道・木下実*・南忠義*・江崎昌昭*

＜昭和54年9月18日　受理＞

A Study of Thermal Degration of Polyurethanes(V)
Thermal Degradation of Linear Polyurethanes(Part3)

The present article gives the results of the effect of the substituent on the thermal degradation of polyurethanes.

From a consideration on the effect of the substituent on diisocyanate side, it can be said that the quantity of evolution of olefin and CO_2 shows the following order.



R: TDI > MDI > HMDI > NDI

Linear polyurethanes of EG and BD system were also pyrolysed at these various temperatures, 300, 400, 500, 600°C.

Norimichi YOSHITAKE, Minoru KINOSHITA, Tadayoshi MINAMI, and Masaaki ESAKI

1. 緒　　言

前報にひきつづき，第5報では，ジイソシアナートの影響について，二酸化炭素とオレフィンの熱分解時における生成量より，熱安定性の比較をおこなった．

これまでに，これら気体成分の生成量は，

MDI＞NDI[2]，TDI＞MDI＞NDI[3]

また文献より，TDI＞HMDI[4]などの結果を得ている．

今回は，4種のジイソシアネートにおける．気体成分の生成量を比較した．

その結果，ジイソシアナート側の置換基の影響は，熱分解温度によって異なっており，400℃においては，

R：TDI＞MDI＞HMDI＞NDI

であるという結果が得られた．

2. 実　　験

(2-1)　合　　成

前報[1,2]までの方法に従った．

(2-2)　実験装置

これまで通り，島津GC−1C型ガスクロマトグラフに，熱分解装置PYR－1A型を接続して用いた．

検出器は，脱炭酸反応に着目して，考察をおこなうため，熱伝導度型検出器（TCD）を用いた．

充填剤は，気体成分の検出に有効な，シリカゲル（60／80mesh）を用いた．

(2-3)　熱分解温度

熱分解温度は，これまで通り，400℃でおこなったが，熱分解温度の変化による脱炭酸反応を知るために，300℃，400℃，500℃，600℃と変化させ，EG系，BD系の場合について実験をおこなった．

3. 結 果 と 考 察

(3-1)　ジオール側は一定とし，ジイソシアナートを種々変化させた場合（表1）

測定条件は次のとおりである．

(a)　充填剤　シリカゲル

(b)　カラムの長さ　1.5m

(c)　カラムの温度　100℃

(d)　キャリアーガス　He 30mℓ／min

(e)　試料量　3mg

(f)　検出器　熱伝導度検出器（TCD）

(g)　熱分解温度　400℃

各線状ポリウレタンより，1本，ないし2本のピークが得られ，第2のピークは，共通であり，2.60〜2.93までの間に得られる．このピークにより，脱炭酸反応の比較検討をおこなった．

EG系の場合，TDI＞HMDI＞MDI＞NDI

PG系の場合，TDI＞MDI＞HMDI＞NDI

BD系の場合，MDI＞HMDI＞TDI＞NDI

DEG系の場合，TDI＞MDI＞HMDI＞NDI

という結果となり，

平均的に，TDI＞MDI＞HMDI＞NDI　の順となった．つまり，脱炭酸反応のおこりやすさをあらわしている．

TDIの場合が最も生成量が大であることと，NDIの場合最も小であることは，はっきりしているが，HMDI，MDIの場合，かなり接近しておりどちらという結論はだしがたいが，MDIの方が，やや大きいということはいえなくはない．

(3-2)　熱分解温度を種々変化させた場合．（表2〜4，図1，2）

(3-2-1)　熱分解温度　300℃（表2）

EG系について，Rt 2.9の付近に，ひとつの大きなピークを確認した．

BD系では，ジイソシナートの変化により，気体生成検出のRtが，それぞれ異なり，ゆるやかなピークが得られた．ピークの数は1本である．

〈3-2-2〉　熱分解温度　400℃（表3）

表1の結果によった．2本のピークを得た．

〈3-2-3〉　熱分解温度　500℃（表4）

Rt 1.00付近，2.00付近，2.60前後の3本のピークを得た．2.60のピークが，脱炭酸ピークである．

〈3-2-4〉　熱分解温度　600℃（表5）

2～6本のピークを得た．

〈3-2-5〉　熱分解温度による変化について．(図1，2)

300℃でのBD系では，Rt 2.50～3.00にあらわれるはずの脱炭酸ピークが，生じていず，そのかわりに，3.80～4.90付近になだらかなピークを有す．

この場合，二酸化炭素に基づくピークは，検出されては，おらず，脱炭酸反応以外の分解が考えられるが，単純な熱解離反応ではないかと，考えられる．

温度を，400～600℃へとあげていくと，検出される気体成分の種類は多くなってくる．

これは，その温度以下では，液体成分であったものが，高温下で，二次的な熱分解を起こし，炭素領のそう長くない気体成分となり，検出されたものと考えられる．

熱分解温度の変化により，EG系では，MDI，NDIの場合，脱炭酸が，おこりやすくなる傾向にあり，TDI，HMDIでは，最大値が認められた．

BD系では，EG系の場合と異なり，変化の度合が小さいようにおもえる．

4．結　　論

1．400℃における熱分解において，ジイソシアナートの脱炭酸反応の大きさにおよぼす影響は，ジオールの場合ほど，明確ではないが，

TDI＞MDI＞HMDI＞NDI　の順が得られた．この大きさは，逆に，熱安定性の小さいものから大きいものへの順序をあらわしている．つまり，TDIの場合，もっとも不安定で，NDIの場合，最も熱安定性がよいといえる．

2．熱分解温度の変化による影響をEG系，BD系について検討した結果，それぞれについて，懸著な特徴が認められた．この点については，今後の課題にしたい．

以上で，熱分解ガスクロマトグラフィー（PGC）による400℃における熱分解において，各置換基の検討は，終了したことになるが，更に，綿密な研究を重ねなければならないと思っている．

5．文　　献

1．吉武，福島，有明高専紀要第10号　37（1974）

2．吉武，江川，関，古川，有明高等紀要第12号 41（1976）

3．篠崎，平川，有明高専卒業論文（1973年度）

4．ウクライナ共和国科学アカデミー編　（西島靖訳）：ポリウレタン，ソ連の研究報告集，科学情報社 P133～139（1970）

*本校　工業化学科 第9期生

表1　線状ポリウレタンの熱分解生成物の保持時間（Rt）とピーク高さ(P.h.)（熱分解温度 400℃）

試料	Rt		P.h.	
	1	2	1	2
HMDI－EG	1.12	2.67	1.0	252.0
TDI	1.00	2.60	2.0	276.0
NDI	1.02	2.03	2.5	208.0
MDI	1.00	2.67		224.0
HMDI－PG		2.66		115.0
TDI	1.07	2.68	1.5	174.0
NDI		2.71		106.0
MDI		2.67		152.0
HMDI－BD		2.81		71.0
TDI	1.04	2.72	3.5	60.0
NDI		2.71		49.0
MDI	1.01	2.77	1.2	84.0
HMDI－DEG	1.05	2.88	1.2	22.5
TDI	1.05	2.78	12.5	68.0
NDI		2.84		22.0
MDI		2.93		33.0

表2　線状ポリウレタンの熱分解生成物の保持時間（Rt）とピーク高さ(P.h.)（熱分解温度 300℃）

試料	Rt		P.h.	
	1	2	1	2
HMDI－EG	3.04		104.0	
TDI	2.94		165.0	
NDI	2.91		104.0	
MDI	3.01		140.0	
HMDI－BD		4.62		10.0
TDI		3.96		13.5
NDI		3.80		4.5
MDI		4.91		118.0

表3　線状ポリウレタンの熱分解生成物の保持時間（Rt）とピーク高さ(P.h.)（熱分解温度 400℃）

試料	Rt		P.h.	
	1	2	1	2
HMDI－EG	1.12	2.67	1.0	252.0
TDI	1.00	2.60	2.0	276.0
NDI	1.02	2.03	2.5	208.0
MDI	1.00	2.67		224.0
HMDI－BD		2.81		71.0
TDI	1.04	2.72	3.5	60.0
NDI		2.71		49.0
MDI	1.01	2.77	1.2	84.0

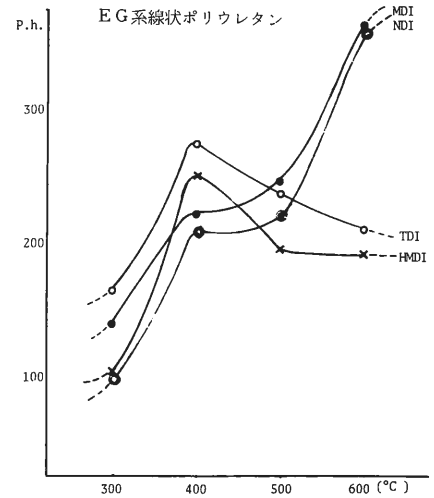


図1　熱分解温度によるCO_2，オレフィン生成量の変化I

表4　線状ポリウレタンの熱分解生成物の保持時間（Rt）とピーク高さ(P.h.)（熱分解温度 500℃）

試料	Rt			P.h.		
	1	2	3	1	2	3
HMDI－EG	0.93	2.05	2.53	6.0	1.0	196.0
TDI	0.98	1.99	2.50	11.0	1.0	236.0
NDI	0.95	1.93	2.49	12.0	2.5	220.0
MDI	1.01		2.50	2.1		248.0
HMDI－BD	0.97	1.97	2.60	13.0	1.5	44.0
TDI	0.91	2.00	2.61	7.0	1.5	56.0
NDI	0.91		2.60	1.0		26.0
MDI	0.99	1.93	2.62	4.0	1.0	101.0

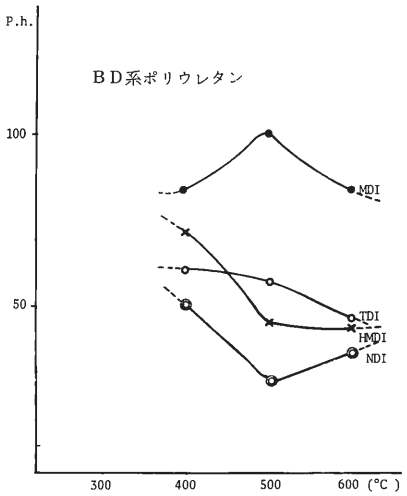


図2　熱分解温度によるCO_2，オレフィン生成量の変化II

表5　線状ポリウレタン熱分解生成物の保持時間（Rt）とピーク高さ（P.h.）（熱分解温度 600℃）

試料	Rt						P.h.					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
HMDI－EG	0.70	0.84	1.93	2.50	2.74	4.60	1.2	169.0	24.5	194.0	80 .0	1.0
TDI	0.83	0.92	1.94	2.48			50.0	53.0	3.0	212.0		
NDI	0.85	0.95	1.95	2.42		5.10	59.5	61.0	6.0	364.0		3.3
MDI	0.86	0.93	2.04	2.44			32.0	23.5	3.0	374.0		
HMDI－BD	0.70	0.86	1.94	2.55	2.80	4.50	1.0	155.0	22.0	42.5	33.5	2.0
TDI	0.86	0.94	1.94	2.60			21.5	29.0	2.0	45.0		
NDI		0.84		2.60				9.0		35.0		
MDI		0.89	1.96	2.55				11.0	1.0	84.0		

ポリウレタンの熱分解に関する研究、第6報

線状ポリウレタンの熱分解（その4）

吉　武　紀　道

＜昭和54年9月18日　受理＞

A Study of Thermal Degradation of Polyurethanes [Ⅵ]
Thermal Degradation of Linear Polyurethanes (Part 4)

Thermal degradation of linear polyurethanes has been investigated by thermal analysis method, espetially TG and DTG methods.

Judging from the effect of the substituent of polyurethanes it can be said that thermal stability of the substituent of the polyurethanes shows the following order.

R: TDI＜MDI＜HMDI＜NDI

R′: EG＜PG ＜BD＜DEG

These results were good agreement with the PGC method at 400°C

Norimichi YOSHITAKE

1．緒　　言

著者は，前報[1.2]までに，ポリウレタン，特に，線状ポリウレタンの熱分解機構の検討を，熱分解ガスクロマトグラフィー（PGC）で，おこなってきた．

熱分解法には，Madorsky 等[3]が，おこなった，マクロな熱分解法と共に，近年になって，富みに，エレクトロニックス化が進んできた，PGC法[4]や，TG－DTA法[5-7]を始めとする．ミクロな熱分折法が，考えられる．

このような熱分解研究法の極限の形として，ＰＧＣに，質量分析計（ＭＳ），コンピューターを接続した，ＰＧＣ－ＭＳ－Computer　がすでに完成の域に達っしており，多くの研究機関，事業所において，広く利用され，成果をあげてきている．[8.9]

工業化学科では，昭和51年度から昭和52年度にかけて，熱分析装置の設備更新をおこなった．その内容は，ＤＴＡ，ＴＧ，ＤＴＧ，それにＤＳＣで，それぞれ単独使用も可能であるが，その複合的な利用によって，利用価値は高くなり，得られる情報の量は，豊かになっている．

ここで，ポリウレタンを始めとする．一般高分子の熱分解研究法を分類してみると，次のようになる．

(1)　マクロ熱分解法

(2)　ＰＧＣ法，PGC－ＭＳ－Computer 法

(3)　熱分析的な方法（TG－DTA 法など）

があるが，それぞれ，その得られる情報の質は，少しづつ異なっている．

(1)は，いわゆるガラス製の熱分解容器を，電気炉でかなりの量の試料を，分解した後，気体，液体，固体残査をとりだし熱分解生成物を，ＭＳ，ＩＲ，ＮＭＲ等で，同定するものである．以下，ポリウレタンの場合の文献を綜説[10.11]とともに掲載する．[12-21]

(2)は，ミクロな量の試料で，自動的に分離，定性，定量をおこなう方法である．一定温度において，瞬時，あるいは，一定時間加熱する．[22-29]

(3)では，ＤＴＡ，ＤＳＣと，ＴＧ，ＤＴＧ，とでは，情報の質は，少し異なり，ＴＧ，ＤＴＧは，(1)，(2)に近いといえなくはないが，一定昇温速度で，熱分解をおこなうもので，加熱方法が異なっている．その間の重量減少，あるいは，その微分曲線を知るものである．ＤＴＡ，ＤＳＣは，昇温（他に，降温，一定温度の測定もできなくはないが）過程の熱分解温度を知る以外に，融点，二次転移温度，そのほか，種々の転移温度の測定が可能であるが，熱分解の研究には，熱分解温度をきめる以外には（これは，ＴＧ，ＤＴＧでも測定可能である.）利用価値はややおとる．

しかし，ＤＴＡはともかく，ＤＳＣは定量が可能なので，例えば，熱分解ピークより，分解熱の測定などの報告がないわけではない．しかし融解温度などのようには，正確ではない．[30-39]

他にも，種々の方法があるが，これらの３つの方法は，ポリウレタンを始めとする高分子の熱分解機構を研究する代表的な方法であるといえる．

著者が，これまでにおこなってきた方法は，ＰＧＣ，と今回のＤＴＡ－ＴＧ－ＤＴＧであるが，研究手段として，ＰＧＣの場合は，Rtにたよっており，厳密には，十分といえない．しかしながら，これまで，数多くの研究が，この方法でおこなわれてきている．

今回は，ＤＴＡ－ＴＧ－ＤＴＧによって，これまで使用した，線状ポリウレタンを用いて，熱分解機構を，検討した．その結果を報告する．

2．実　　験

〔2-1〕 線状ポリウレタンの合成

前報[1.2]に既に述べているので，ここでは，省略する．

〔2-2〕 合成結果

合成した，線状ポリウレタンの構造と，その略号についても，既に，前報に記しているので，省略する．

〔2-3〕 使用した装置とその実験条件

熱分析装置は，理学電機製ＴＧ－ＤＴＡ標準形に，微分回路（デリバトグラフ，ＤＴＧ）を，付設したものを使用した．

設定条件は，以下のように設定した．

1）ＤＴＡ Range	100μV
2）昇温速度	20K/min
3）チャート速度	10mm/min
4）ＴＧ Range	5mg
5）ＤＴＧ感度	1.0
6）試料重量	4.0mg
7）雰囲気	空気中（但し静止状態での測定）
8）試料の状態	アルミパンに精秤し，クリンパーにて成型して実験に供した．
9）測定温度	室温より500℃まで．

3．結　果　と　考　察

実験結果を表１～２と，図１～16までに掲載した．その結果に基ずき，考察をおこなった．

〔3-1〕 ジイソシアナートを一定にして，ジオールを種々に変化させた場合（表１）

ジイソシアナート別に，第１分解ピークをみていくと，ＥＧ，ＰＧの場合，ＢＤ，ＤＥＧの場合よりも，低い熱安定性を示すが，ＥＧ，ＰＧで，ＨＭＤＩの場合，283，307℃，ＴＤＩの場合，275，281℃，ＮＤＩで，301，305℃，ＭＤＩ，283，288℃，というように．

ＴＤＩ＜ＭＤＩ＜ＨＭＤＩ＜ＮＤＩ

の順である．

又 ＤＥＧ，ＢＤ，で比較すると，ＨＭＤＩ，321，336℃，ＴＤＩ，302℃，353℃，ＮＤＩ，350～１℃，ＭＤＩ，333，344℃である．これらの結果から．

ＴＤＩ≦ＨＭＤＩ＜ＭＤＩ＜ＮＤＩ

の順になり，各々の場合を考慮すると．

ＴＤＩ＜ＭＤＩ＜ＨＭＤＩ＜ＮＤＩ……〔１〕

という順序が得られる．

〔3-2〕 ジオールを一定にして，ジイソシアナートを種々に，変化させた場合（表２）

あきらかに，ＥＧ，ＰＧの場合，低い熱安定性を示し，275～307℃に，その第１ピークを有する．

ＢＤ，ＤＥＧ，において，321～336℃と，30～45℃の熱安定性に差がみられる．

ＥＧ，ＰＧ，では，その差はあまり認められないが，いく分ＥＧの方がＰＧより，低い第１ピークを有す．ＢＤ，ＤＥＧ，でも，あまり差は認められない．その結果

ＥＧ＜ＰＧ＜ＢＤ≒ＤＥＧ　〔２〕

という順序がえられる．

この違いは，〔3-1〕における結果に比べて，明瞭である．

〔3-3〕 前報[(1.2)]における．ＰＧＣの結果との比較

ＰＧＣ，400 ℃における結果と比較してみると，オレフィン，CO_2の発生順序は，

ジオールを一定にしたとき，

ＴＤＩ＞ＭＤＩ＞ＨＭＤＩ＞ＮＤＩ　〔３〕

ジイソシアナートを一定にしたとき

ＥＧ＞ ＰＧ＞ ＢＤ＞ＤＥＧ　〔４〕

であった．[40]

ＰＧＣ（400 ℃）における結果と，ＤＴＧとの結果は，不等号は，逆であるが，傾向は一定である．

この結果から，オレフィン，CO_2の発生しやすさは，つまり，脱炭酸反応は，熱解離反応より，低温でおこっていることがわかると共に，熱安定が低いということになることがわかった．

〔3-4〕 第２～第４ピークについて

ＤＴＧのピークは，各々１～４本のピークが存在するが，第１ピーク温度は，脱炭酸，熱解離反応の温度をあらわすのに対し，第２～第４ピーク温度は，二次的分解に基ずくピークと推定される．

即ち，ジイソシアナートよりのガルボジイミドとCO_2の発生，又，ジオールの脱水，ＨＭＤＩの場合，鎖の分解等の複雑な反応が，おこなわれて，より小さな，フラグメントに分かれていっているものと，考えられる．

脱炭酸反応の場合も，生成した，第１，第２アミンが，更に高温下における．分解をおこしていっているものと推定されるが，現在の段階では明確ではない．

〔3-5〕 500℃における残査について（ＴＧより）

500℃において，

ＨＭＤＩ　12～16%　　ＴＤＩ　17～26%

ＮＤＩ　52～57%　　ＭＤＩ　39～44%

の熱重量残査量を示すが，その順序は

ＨＭＤＩ＜ＴＤＩ＜ＭＤＩ＜ＮＤＩ　〔５〕

であるが，これは，ジイソシアナートの分子量によるものと考えられる．しかし，各イソシアナートの分子量は，

ＨＭＤＩ＜ＴＤＩ＜ＮＤＩ＜ＭＤＩ　〔６〕

であり，ＮＤＩとＭＤＩの順序が，おきかわっている

が，これは，ＮＤＩのナフタレン核とＭＤＩのベンゼン核をむすぶ，メチレン橋による屈曲性によっており，ＮＤＩの方が，より多くの残査量を有するものと考えられる．

4．結　　論

ＤＴＧ，ＴＧ，より熱分解機構を検討した．今回はとくにＤＴＧを中心に検討し，ＴＧは参考にとどめ，ＤＴＡは，チャートには，記載したがこれについては特に，検討はしなかった．

ジイソシアナート，ジオールの熱安定性におよぼす影響は，

ジイソシアナート側で．

ＴＤＩ＜ＭＤＩ＜ＨＭＤＩ＜ＮＤＩ

の順序で，又，ジオール側では．

ＥＧ　＜ＰＧ　＜ＢＤ≒ＤＥＧ

という順に，熱安定性は，よいことがわかる．

その影響の大きさは，ジオール例の影響の方が，より大きくあらわれるという結論を得た．

又，ＤＴＧは，ＰＧＣと共に分解の過程を，容易に刻明に描くことができ，すぐれた方法であることがわかった．

今後，それぞれのピークについて再検討，又は定量的研究も可能ではなかろうかと考える．

5．謝　　辞

本研究は，以下における，第10，第11，第12回生の卒研生の協力を得た．記して感謝の意を表す．

第10回生

安部昌伸，坂本　誠，西村修男，三良清吾

第11回生

木野竜二，佐藤辰吉

第12回生

杉本千代喜，原口喜代美

又，河野公一，宮本信明，両助手には，種々御協力載いたことを付記する．

6．文　　献

1．吉武，福島：有明高専紀要第10号　Ｐ37（1974）

2．吉武，江川，関，古川：有明高専紀要第12号　Ｐ41（1976）

3．S.L. Madorsky “Thermal Degradtion of Organic Polymers ” Interscience Publishers, New York （1964）

4．武内次夫，拓植新：“高分子の熱分解ガスクロマトグラフィー”化学同人（1977）

5．W.W. Wendtlandt, “Thermal Methods of Analysis, Wiley, New York （1964）〔笛木，柳田，高橋訳，熱的分析法，産業図書（1967）〕：2nd ed, （1974）

6．L. Reich and S.S. Stivala “Elements of Polymer Degradation” Mcgraw-Hill, New.York （1971）〔岡村，山岡，辻共訳，ポリマーの分解　化学同人（1974）〕

7．神戸博太郎編〝熱分析〟講談社（1975）

8．土屋利一編〝ＧＣ－ＭＳとその応用〟講談社（1974）

9．立松，宮崎，鈴木：医学と薬学のためのマススペクトロメトリー　講談社（1975）

10. Mathur G, Kresta JE, Frisch K.C, Adv Urethane Sci Technol （USA） 6　103～172 （1978）

11. Fabris H.J. · Adv Urethane Sci Technol （USA） 6　173～196 （1978）

12. E. Dyer and G.E. Newborn Jr. J. Am. Chem. Soc., 80　P5496 （1958）

13. E. Dyer and G.E. Newborn Jr. : J. Am. Chem. Soc., 81　P2138 （1959）

14. E. Dyer and D.W. Osborne. J. Polym. Sci., 47　P349 （1960）

15. E. Dyer and R.E. Reed, J. Org. Chem., P26 4388 （1961）

16. H.C. Beachel and C.P. Ngoc Son, J. appl. Polym. Sci. 7. P2217 （1963）

17. H C. Beachel and C.P. Ngoc Son, J. Polym., Sci. A 2　P4773 （1964）

18. V.A. Orlov and O.G. Tarakanov, Soviet Plast No. 6　P16 （1966）

19. V.A Orlov and O.G. Tarakanov, Soviet Plast No. 5　P18 （1966）

20. O.G. Tarakanov, V.A. Osborne, J. Polym Sci., 47　P349～359 （1960）

21. Barbalata A, Caraculacu, A.A, Iurea, Eur Polym. J. （GBR） 14［6］P427～430 （1978）

22. 益子，越前，仲尾，工化　68　1206 （1965）

23. W. Fisher, H. Meuser, Gummi Asbest, Kunst. 19　P1229 （1966）

24. T. Takeushi, S. Tsuge, T. Okumoto, J. Gas. Chromatog., 6　P542 （1968）

25. E. Hagen, Plaste Kaut., 15　P711 （1968）

26. E. Kullik, M. Kaljurand, M. Koel, J. Chromatog., 112　P297 （1975）

27. D. T. Burns, E.W. Johnson, RF. Mills, J. Chromatog., 105　P43 （1975）

28. F.D. Hileman, K.J. Voorkees, L.H. Wojck.

Table. 1 . 熱分解開始温度・ピーク温度（℃）500℃における分解残査（%） ジイソシアナート側

試　　料	熱分解開始温度	ピーク・1	ピーク・2	ピーク・3	ピーク・4	500℃ における分解残査
HMDI－EG	232	283	394	480		14
－PG	246	307	407	492		12
－BD	258	336	359	396	470	15
－DEG	288	321	351	394	479	16
TDI－EG	228	275	405			17
－PG	217	281	419			21
－BD	269	353				26
－DEG	253	302	337			
NDI－EG	257	301	353			52
－PG	241	305	360			57
－BD	305	351	398			54
－DEG	271	350	379			43
MDI－EG	239	283	315	433		42
－PG	234	288	315	393		39
－BD	299	344				44
－DEG	305	333	361			39

Table. 2 . 熱分解開始温度・ピーク温度（℃）500℃における分解残査（%） ジオール側

試　料　名	熱分解開始温度	ピーク・1	ピーク・2	ピーク・3	ピーク・4	500℃ における分解残査%
HMDI－EG	232	283	394	480		14
TDI－	228	275	405			17
NDI－	257	301	353			52
MDI－	239	283	315	433		42
HMDI－PG	246	307	407	492		12
TDI－	217	281	419			21
NDI－	241	305	360			57
MDI－	234	288	315	393		39
HMDI－BD	258	336	359	396	470	15
TDI－	269	353				26
NDI－	305	351	398			54
MDI－	299	344				44
HMDI－DEG	288	321	351	394	479	16
TDI－	253	302	337			
NDI－	271	350	379			43
MDI－	305	333	361			39

M.M. Birky, P.W. Ryan, and I.N. Einhorn, J. Polym. Sci., Polym. Chem. Edition Vol. 13, P571～584 (1975)

29. Voorhees K.J., Hileman F.D, Einhorn I.N. Futrell J.H.; J. Polym. Sci., Polym. Chem. Ed (USA) 16〔I〕P213～228 (1978)

30. J.E. Engel, S.L. Reegen and P.Weiss, J. appl. Polym. Sci. 7, P1679～1689 (1963)

31. C.H. Smith, J.appl. Polym. Sci., 9, P3851 (1965)

32. J.H. Saunders and J.K. Backus, Rubber. Chem. Technol., 39 P491 (1966)

33. J.K. Backus, D.L. Bernard, W.C. Darr, and J.H. Sanders, J. appl. Polym. Sci. Vol. 12 P1053～1078 (1968)

34. Y. Iwakura, K.Uno, and N. Kobayasi, J. Polym. Sci., PartA－1 Vol. 6, P2611～2620 (1968)

35. L.P. Rumao and K.C. Frisch, J. Polym. Sci., A. 1, 10 P1499 (1972)

36. Koscieleka：Int Polym. Sci. Technol 2〔12〕P23～27 (1975)

37. J. Fergason and Z. Petrovic, Eur Polym. J. Vol.12 PP177～181 (1976)

38. Zochniak A：J. appl. Polym. Sci. (USA) 22〔1〕P215～226 (1978)

39. Grassie N. Zulfigar M：J. Polym. Sci. Polym. Chem. Ed (USA) 16〔7〕P1563～1574 (1978)

40. 吉武，木下，南，江崎，有明高専紀要第16号 P107～109 (1980年度)

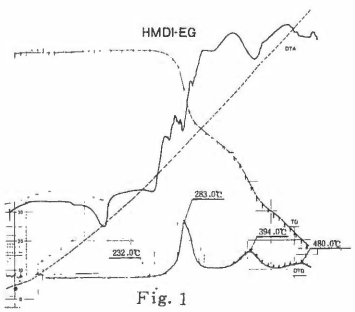


Fig. 1

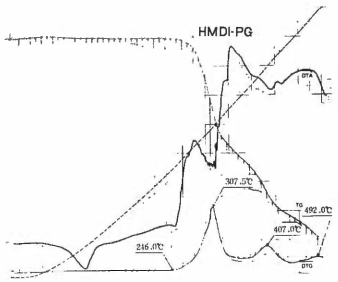


Fig. 2

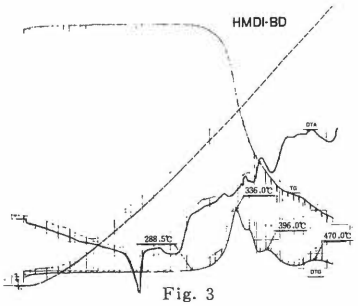


Fig. 3

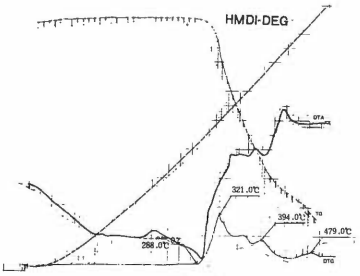


Fig. 4

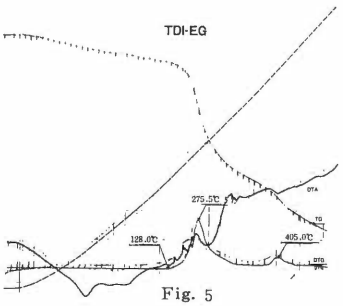


Fig. 5

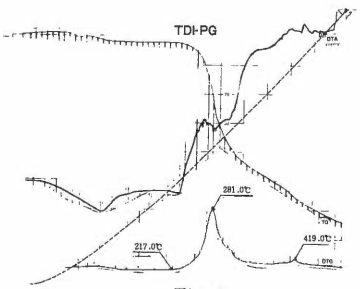


Fig. 6

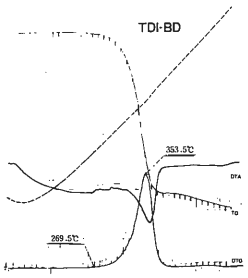


Fig. 7

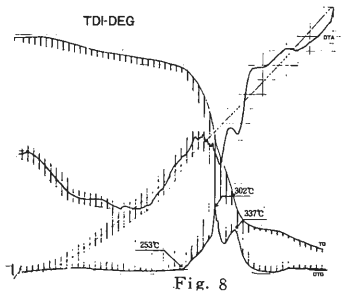


Fig. 8

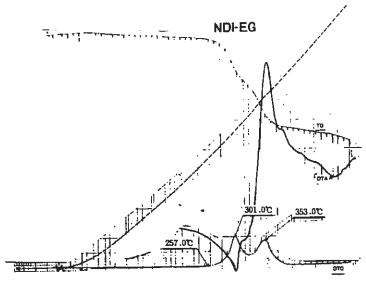


Fig. 9

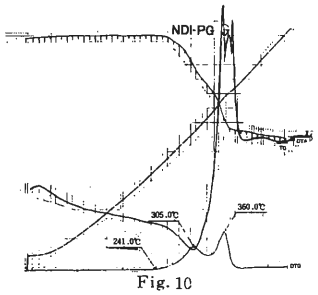


Fig. 10

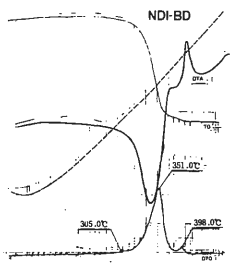


Fig. 11

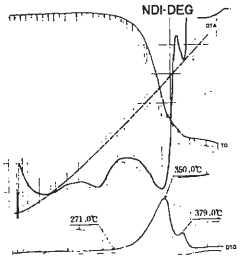


Fig. 12

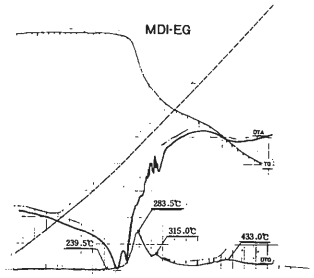


Fig. 13

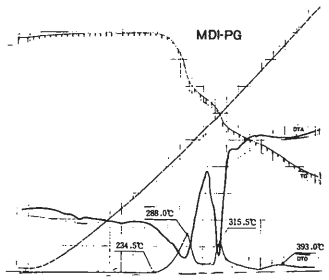


Fig. 14

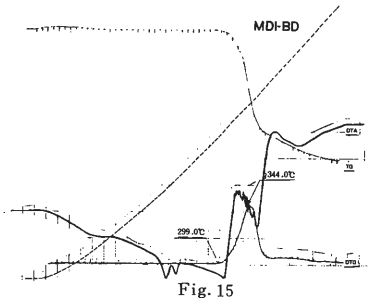


Fig. 15

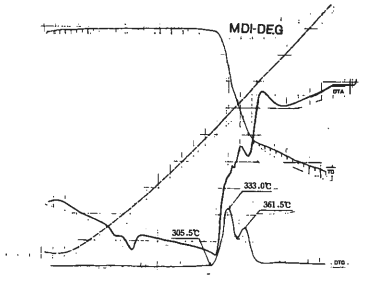


Fig. 16

体操と歌手

寺本匡謨

＜昭和54年8月15日　受理＞

Physical exercises and singers.

Most of the young popular singers look as if they were taking physical exerices while they are singing. Here I want to consider the relation between physical functions and education, comparing the gestures of young singers with those of old ones.

Masaaki TERAMOTO

はじめに

家庭の茶の間にあるテレビに毎日何回となく放映されている歌謡曲を見聞していると各歌手ともよく動きまわって歌っているのはきづかない人はないだろう．ただ一見してみると何となく見ればそれまでである．しかしよく体育的に見てみると徒手体操をよく上手に，組合わせて取り入れてあると私は感心している．よく分析して見るとその歌手夫々の特徴のある個性的な点が見いだされる．歌い乍ら体操をしているものである．その徒手体操とはどんなものかを簡単に説明し，その体操にまつわる起源をほり起して現代の歌謡曲を歌う歌手とその以前の歌謡曲を歌った歌手とを比較しながら私の考えていることを述べて見たい．

Ⅰ．体操への道

子供でも大人でも，人は感情的に愉快なときや嬉しいときは，知らず識らずのうちに腕を振り，脚を動かし，遂にその極地においてはこおどりまでもして，手の舞い足の踏むところをしらずといった状態になる．原始人は唱うことと踊ることを通して，彼等の喜びの感情は言葉や表情では満足することが出来ないで，身振りとしてそのまま表はした．それは，音楽と体育によって彼等の生活そのものを Enjoy した人間の本能であり，またそれが実は彼等の自然の欲求であったのである．それは，唱うことと踊ることはわれわれが生れながらにもっている，からだのうごきそのもの，律動感であり，歓喜の表情としての満足感に外ならない．一切の雑念から解放されて，唱い踊ることこそ人間最高の喜びであり，同時にまた人間最上のけだかい境地でなければならない．原始人は，そうした生活のなかに彼等の心情を楽しんだのである．

そして，あの素朴にして原始的な踊りのうちから魔術的なものを排除して，美しく科学的な現代の体育として体系づけをしたものは，優れた知性と芸術をもつギリシャ精神であった．音楽と体操を重要科目として，原始素朴な肉体と精神に高い教養を植えつけようとしたのも，そうした理由からであった．芸術を理解する人間の知性こそ，また生活を楽しむ人間性の要求であると思うのである．

何物にもとらわれない自由自発のからだのうごき，そして動きの律動，美しくまたうるわしい姿態と表現，それは男性であろうと女性であろうと人間の心からなる激しい欲求である．体育とは，そのような人間の内部意欲の躍動から出発しなければならない．喜びに満ち溢れて健康を讃美し，おかれている生活を楽しむことの底には，常にこのような自己の身体についての関心から開始されなければならないと思う．

体操は，人間の内部意欲の躍動を契機として，より健康的価値を追求する科学の基礎のうえに立つ合理的な修練であるから，そこには激しいエネルギーの消耗に伴う苦しさがあるかもしれない．しかしながら同時にまた体操は，人間の望み得る最高なる美と力としての身体の形成を成就するものであるから，そこには無上の喜びと楽しさが湧発するであろう．人間社会をよりよく建設してゆこうとする世界観の基底には，先ず，生きることそのものを喜びあい．健康を讃え，生命の躍動を祝福することから出発しなければならない．ここにおいて，体操は無条件に歓喜であり，喜悦であり，生命の躍動そのものであると思うのである．

Ⅱ　体操の発生と考察

体操の発生は，おそらく自然発生的なスポーツとしての陸上競技よりも，ずっと遅れてギリシャ初期に発達したものということができる．当時のギリシャは文化の発祥地として，高度な生活をしていたことは歴史の教えるところである．しかし国民全体が恵まれた文化生活の恩典に浴していたものではなく，主として貴族たちの間に進歩的な教育が行われ，その重要課目のなかに，体操と音楽が二大教科として取りあげられていた．ギリシャ文化の源流は，美と力に満ちた肉体と，社会的教養としての音楽から湧発しているということが出来るであろう．おそらく当時のギリシャに於ける体操は，美しい立派なからだをつくることが主要な目的であったに違いないことは想像に難くない．さらに体操は，ずっと時代を異にして緯度を北上した北欧寒冷の国に発達した．勿論，体操が近代教育の形態のなかに，教育として登場してきたのは，18世紀末葉に於ける汎愛学派の人々の功績であった．明治，大正時代は兵式体操の名のもとに，その根幹はやはりスエーデン体操が支配的であった．昭和６年，デンマークのニルス・ブックの来朝以来俄かにブック体操が抬頭し，体操の革命時代を現出した．しかし，当時の学校体操の主流は何といってもリング体操に終始したといえよう．第二次世界大戦に突入するに及んで，体操も戦力増強の渦巻にまき込まれたとはいいながら，やはりリング体操やブック体操はかろうじて余命をつないでいたのである．日本の歴史的運命としての敗戦は，当時としては到底体操どころの騒ぎではなかった．加うるに，アメリカ教育の直訳は，スポーツ万能，スポーツ至上主義としてむしろ体操軽視の現象を来たしたのである．アメリカは持てる国，豊かな国であり，そのくにがらがもつ国民性からスポーツを強調するのは当然であろう．また，敗戦という厳しい現実にたって，混乱と虚脱にさまよう日本が，あまつさえ占領政策下にある身であるならば，それに追随したのも無理からぬことといわなければならない．アメリカ側のスポーツ強調をとがめもしなければ当時これを受入れねばならなかった日本の立場をせめようとも毛頭思はぬ．一切は戦争という人類の悲劇を深刻に考えるのみである．

Ⅲ　徒手体操とは

下肢の運動

下肢の運動は，その練習目的が下肢にある．即ちからだの部位的な名称であって，駈歩足踏や両脚跳などは運動の物理的構成からみれば立派な跳躍運動であるが，修錬の直接目的は下肢の柔軟性弾力性を増して，下肢の血行と機能とを高めるものである．総じて下肢の運動とは，下肢を屈げ，伸し，出し，振り，挙げ或は跳んだり，はねたりして直接に下肢を修錬発達させるものと解釈したらよいと思う．

上肢の運動

これは下肢と同様に，上肢を練習目的の主眼とすることで，主として肩を中心に運動せしめ，肩関節の可動性を重視する．

顎の運動

この運動の直接目的は顎を自由にすることであって，顎のために行う運動である．自由にすることは真直，屈伸，捻転等凡て自由であり，然も強い顎であることを意味する．そして運動時に於ける顎部の血行を促進し，更に脳への血液循環を調整せしめるのである．

胸の運動

胸の運動とは，主として胸部前面に強く影響する運動を総称するものであるが，強いていえば胸の前面は勿論のこと，胸の側面や背面をも含むべきである．
総じて胸の運動は，胸廓の拡張と胸椎部の伸展に関するものを指すものである．

腹の運動

腹の運動というが，一体どの部分を腹というのか．腹部臓器の蔵められている腹腔の意味か，軀幹下部という意味か，そして腰は腹部にはいるか否か，という風にその限界は区々であろうが，ここにいう腹とは直接軀幹下部の前面を意味し，これが内臓は主として消化・吸収・排泄系統に属す腹部諸臓器を目標とするものである．であるから腹の運動とは腹部諸筋の収縮伸展或は抵抗等の能力の増大を通して，腹部諸臓器の機能向上を図ることがその主要目標となる．

体側の運動

これは軀幹側方の諸筋を対象として，胸部及び腹部に於ける内臓と背柱の錬磨を目標とするものである．従って，側方といってもその含まれるものは胸の部分と，腹の部分と全軀幹の側方の運動とに区別することができる．

背の運動

背骨を中心として背部諸筋を直接の対象とし，胸部，腹部への影響を考えるものである．従って，背面的胸の運動，背面的腹の運動ともいえるであろう．もし腰の運動とか肩の運動とかいう名称を用いるならば，腰の運動は一部分は軀幹側方の部に属し一部分は背の部に属する．とにかく腰や肩の修錬は背の運動と密接な関係がある．背柱及び胸，腹の内臓諸器への練習的効果は胸の運動，腹の運動と相挨って両面的一体の完全を期すべきである．殊に背部諸筋に於ける深層部の修錬を通して，背柱の可焼的弾力性を豊富にすることは，この運動の最も特徴とするところであって，体験全体

の上から背中の弾力性を修練することが至大の価値のあることである限り，背の運動が体操全体の上から極めて意義深いものであることも至当に考えられるのである．

四肢の運動

四肢の運動というのは，上肢と下肢とを同時に動かして，直接には上肢下肢の目的を達すると共に，次第に上肢下肢との同格的調和を高めつつ全身運動としての効果を挙げようとするものである．人間の原始的というか，素朴な自然的生活を考えてみるならば，手や足を同時に使って活動していたのであって，体操の見地から見ても，上肢下肢とを同時に動かす四肢の運動として，綜合的に全身一体のものと考えるのが適当であると思う．四肢の運動を考えない下肢，上肢の運動は分析にすぎず綜合的全一性としての生命の立場を忘却したものと謂わなければならない．

平均運動

これは，全身の平衡的調節性の向上を図る運動であって，神経的な訓練を筋肉的反応動作することは，体操に於ける凡ての運動に共通に重視されなければならない．就中，この平均運動は，平衡的調節性の能力を主眼としたる組織を以て修練することは，体操全体の上から重要なことであるという見解から，平均運動という部類が生れるのである．

呼吸運動

凡ての運動に呼吸はつきもので，呼吸循環を考えない運動は体操として成立しない．呼吸作用は自ら無意識的に筋肉的燃焼作用によって旺盛になり，或は静弱ともなるが，また意識的にもある程度まではこれを左右することも可能である．

Ⅳ　徒手体操と歌手

テレビの普及に依り日夜放映されている．何時チャンネルを合せても必ず歌はあっている．正式な番組でなくてもコマーシャルでも歌はつきものである．その歌には徒手体操がつきものである．特にこの２～３年来はげしくなっている．今後も益々はげしくなるだろう．歌手もあれだけ歌いながら体操すれば疲れると同時に自分の身体のためにもよかろうと私は思う．昔は直立不動の姿勢で歌った東海林太郎を代表に灰田勝彦，高峰三枝子，渡辺はま子，藤山一郎，音丸，勝太郎，市丸，美ち奴，と数知れず歌手が正しい姿勢でマイクに向って歌ったものだ．その当時の歌手は今放映されても昔のままの姿勢で歌っている．上肢，下肢，胸，腹の体操はやらない．時には顎の運動を少々する位である．この正しい姿勢で歌うのが歌手であると私は考えていた．所がこの数年来の歌手は一変して徒手体操をやって歌わねば歌手ではない様である．代表的なのがフォーリーブスの４人組，アパッチ３人娘，ピンクレディー，などである．之らは個人ではなく複数である．この４人～２人組の歌と徒手体操がよくもスムーズに揃っているのに感心の他はない．オリンピックとか日本選手権の床運動まがいである．まずフォーリーブスは特にはげしく回転運動はおろか空中回転までやっている．まさしく床運動の一流選手である．ＮＨＫで毎週日曜日６時より放映しているレッゴーヤングの歌手は特別の激しい動きである．ピンクレディー，アパッチ３人娘はやはり女性である故か線が細やかで，しなやかな四肢の表現と腹・背・顎の運動をうまく組み合わせている．個人の歌手は畠山みどりの体操は活発で男性的な所があり又服装も男性的である．都はるみ，青江みな，榊原郁恵は一種どくとくの徒手体操の組合わせである．美空ひばりは古風な気品のある体操の組合せではなかろうか．女性歌手で正しい姿勢で余り体操をとり入れていないのが島倉千代子，淡谷のり子，二葉あき子などではあるまいか．（Ⅲ）で述べた体操の基本をうまくとり入れて如何にも楽しそうに而も時にはエロチックに表現した歌手の姿勢，変動する姿こそ現代歌手であろう．要するに現代の歌はみな凡て大なり小なりの徒手体操をとり入れた歌手である．昔の歌手と違ってどうして現代の歌手は体操をとり入れたのだろうか……．

それは私の考えでは世界全体の流れと日本人が平和の中に何か刺激を求める一面ではなかろうか，又一面現代の若人がエネルギー発散の欲求にあるとも考える．社会の誤楽遊びの中にあるのも一致した点ではなかろうか．今一つは若人が好む「かっこいい」姿を求めているのが受けて表現されているとも考える．（Ⅰ）に述べたように古来の徒手体操の発生の時のように自然的に人間の生活の場で感情的に愉快な時には知らず知らずのうちに四肢を動かし歌をうたう姿にかえったのだろう．平和日本の姿であるようで結構なことであるが同じ年代で30数年前日本の前途を案じ後につづくものを信じた特攻隊員の犠牲があればこそ現在の日本がある事を万人の人が感ずるだろう．私はそれを考える時現代の若人が頼もしくもあり，うらやましくもある．複雑な感にうたれる今日此の頃である．

引用参考文献

中村基著　　徒手体操の学習指導法

全国高専生の幼・少年時代の遊びについて

（第2報）

寺　本　匡　謨

＜昭和54年8月15日　受理＞

Games the *Kosen* College Students Played in Their Childhood

Playing is vital to children in their process of growth. So I collected and studied those games that the *Kosen* college students played in their childhood, concering their kinds, amounts and ways, by selecting 15 students from each of 58 *Kosen* colleges.

Masaaki TERAMOTO

はじめに

前回紀要15号で第1報として発表したのは全国高専生の幼・少年時代の遊びの種類・数量・方法などを列挙しただけで，此の様な遊びがあったと云うだけの意味しかなかった．それだけでは後仕末が悪く，私が意図する所にいたっていないので第2報は各地から数量的に遊びの多いものを10位迄を選びそれを分析して幼年時代と少年時代にわけて地域別，全国的に概説したものである．

1．私の見解

幼年期の遊びは体育の始まりであると私は確心している．少年期については小学校に於いて一定の法則により教育されるが，下校時の遊びは自分の自由意思により仲間のルールを守り共に人間性と個性を発揮し自由種目の体育を学んでいるものである．そして人間は成長して行くものであろう．本校紀要15号第1報として出したなかで全部集計すると1429種目の遊びを発表した．その中には重複している種目もあるがしかし全国にはまだまだたくさんの遊びの種類がある事は云うまでもない．

2．数量的整理

此の度まとめた全国高専生の幼・少年時代の遊びについてみると全国高専生の各校15名が出した遊びの人員は8125人で遊びの種類は1429種目でその内容は幼・少時代が3112人小学校時代が5013人であった．幼・少時代についてみると九州地方396，中国地方242，四国地方344，東海地方378，関東地方633，信越地方445，東北地方674，であった．小学時代についてみてみると九州地方640，中国地方440，四国地方398，東海地方632，関東地方720，信越地方722，東北地方1216であった．種目別に人員の多いのを各地方10位迄えらんでみると，次の表になる．

幼少時代

九州地方

順位	種目	人員数
1．鬼ごっこ		38
2．かくれんぼ		35
3．砂あそび		26
4．ビー玉		23
5．めんこ		22
6．積木		17
7．ままごと		15
8．ちゃんばら		11
9．かんけり		10
10．ぱっちん		9

中国地方

順位	種目	人員数
1．かくれんぼ		43
2．鬼ごっこ		35
3．砂あそび		21
4．めんこ		16
5．ビー玉		14
6．ままごと		13
7．かんけり		12
8．三輪車		11
8．ぶらんこ		11
10．積木		8

四国地方

順位	種目	人員数
1．かくれんぼ		44
2．ビー玉		28
3．めんこ		21
4．鬼ごっこ		20
5．かんけり		13
6．三輪車		12
6．魚つり		12
6．こままわし		12
6．砂遊び		12
6．ままごと		12

東海地方

順位	種目	人員数
1．かくれんぼ		63
2．鬼ごっこ		44
3．積木		24
4．かんけり		22
5．めんこ		21
6．ビー玉		14
7．砂あそび		13
7．三輪車		13
7．ままごと		13
10．おっかけっこ		10

関東地方

順位	種目	人員数
1．鬼ごっこ		64
2．かくれんぼ		53

信越地方

順位	種目	人員数
1．かくれんぼ		66
2．鬼ごっこ		56

3．砂あそび	45	3．めんこ	31
4．めんこ	31	4．ままごと	29
5．ビー玉	27	5．積木	22
6．積木	26	6．ビー玉	20
7．三輪車	23	7．かんけり	19
8．かんけり	22	8．ぶらんこ	14
9．なわとび	11	9．ちゃんばら	16
9．いしけり	11	10．三輪車	12

少年時代

東北地方

順位	種目	人員数
1．かくれんぼ		112
2．鬼ごっこ		104
3．めんこ		43
4．かんけり		33
5．ビー玉		29
5．ままごと		29
5．砂あそび		29
8．積木		24
9．ぶらんこ		16
10．三輪車		15

九州地方

順位	種目	人員数
1．ソフトボール		49
2．野球		44
3．ドッチボール		42
4．ビー玉		41
5．サッカー		39
6．陣とり		34
7．めんこ		32
8．こままわし		26
9．馬のり		19
9．かくれんぼ		19

中国地方

順位	種目	人員数
1．ソフトボール		76
2．ドッチボール		43
3．野球		28
4．かんけり		19
5．自転車		17
6．なわとび		13
6．ろくむし		13
8．ビー玉		12
8．かくれんぼ		12
10．サッカー		11

四国地方

順位	種目	人員数
1．ソフトボール		51
2．野球		47
3．ドッチボール		36
4．自転車		25
5．サッカー		19
6．めんこ		18
7．ビー玉		14
8．陣とり		13
8．ろくむし		13
10．鉄棒		12

東海地方

順位	種目	人員数
1．ソフトボール		85
2．ドッチボール		81
3．野球		45
4．かんけり		37
5．サッカー		32
6．めんこ		31
7．ビー玉		28
8．魚つり		16
8．水泳		16
10．かくれんぼ		15

関東地方

順位	種目	人員数
1．ソフトボール		89
1．野球		89
3．ドッチボール		88
4．かんけり		55
5．めんこ		50
6．ビー玉		39
7．なわとび		27
8．鬼ごっこ		21
9．かくれんぼ		18
9．自転車		18

信越地方

順位	種目	人員数
1．ソフトボール		80
2．ドッチボール		66
3．野球		58
4．サッカー		57
5．めんこ		40
6．ビー玉		37
7．かんけり		32
8．かくれんぼ		25
9．鬼ごっこ		16
10．スキー		14

東北地方

順位	種目	人員数
1．野球		124
2．ソフトボール		109
3．サッカー		77
4．ビー玉		67
5．ドッチボール		65
6．めんこ		63
7．鬼ごっこ		59
8．かんけり		38
9．スキー		33
10．なわとび		31

3．概　　説

この調査発表は今行っているので現在の高専生を対稱にしたものであるから15・16年前の幼・少時代のものであることを前もって一言しておきたい．だから現在とは相当かけはなれていることだろう．特に昭和40年頃より各家庭にテレビが普及しているし，又一方では現在の様に幼・少年時代より塾に行かせる家庭が多いこと．交通関係の発達，空地が少くなっていること，など事情は相当変化しているものとおもわれる．数量的整理でも発表したように幼・少時代においては東北地方の 674 を最高に関東地方の 633 信越地方の 445 で最低が中国地方の 252 で終っている．小学校時代においては東北地方の1216が最高で関東地方の 920 信越地方 722 最低が四国地方の 398 である．

全国的にみて東北地方が幼少・小学校を通じて一番であり如何に東北地方の子供の遊びが多いかがしられる．四国地方・中国地方が全体的にみて低いことがしられる．数量的にみては九州は大体中間位にあるのをしるが気候その他の条件からみて，もっと多いかと予想したがその的はずれたことは意外であった．又他面種目においては面白い結果が出ている．これを細かくみてみると幼少時代に於いて第1位をしめる〔鬼ごっこ〕が九州関東であり〔かくれんぼ〕が中国・四国東海・信越・東北　の地方が全国的にみて〔かくれんぼ〕が最高であることがしられる．第2位は〔鬼ごっこ〕が中国・東海・信越・東北地方で〔かくれんぼ〕が九州・関東・東北地方であり第2位は〔鬼ごっこ〕であることがしられる．第3位については〔砂あそび〕が九州・中国・関東地方で〔めんこ〕が四国・信越・東北地方で大体半々位の全国的で〔砂あそび〕と〔めんこ〕になっている．幼少時代に於いては〔かくれんぼ〕〔おにごっこ〕〔砂あそび〕〔めんこ〕〔ビー玉〕とつづいているようである．

小学校　時代になると一変してしまい第1位が〔ソフトボール〕が九州・中国・四国・東海・関東・信越地方ともっとも多く，次が東北地方の野球である．第2位が〔野球〕で九州・四国・関東・東北地方〔ドッチボール〕が中国・東海・信越地方で大体〔ドッチボール〕と〔野球〕の様である．第1位の〔ソフトボール〕と第2位の〔野球〕との内容の差は余りないのではないかと考えられる．そこで小学校時代においては〔ソフトボール〕と〔野球〕は凡ての子供がやっていることが全国的にみて解明できる．第3位が〔野球〕中国・東海・信越地方で〔ドッチボール〕が九州・四国・関東地方で〔サッカー〕が東北地方となっている．〔野球〕と〔ドッチボール〕は大体半々位であった．相対的に子供の遊びについては，幼少時代と小学校時代を考えてみればその種目に差はあれど〔鬼ごっこ〕〔かくれんぼ〕〔砂あそび〕〔ビー玉〕〔めんこ〕で年令が上がれば肉体的なあそびと変化して〔ソフトボール〕〔野球〕〔ドッチボール〕〔サッカー〕となっている．

この関係をみれば日本人の全国的な遊びの上位は大体同じ傾向にあることが分かる．特に年令的にみても平均した傾向であることも分かる．而しこれは現在よりも15・16年位前の集計であり現在の幼少・小学校時代の子供はどんな遊びで喜んでいるのか，又悲しんでいるのかそれは世代の変化，社会の進歩で之また楽しい研究の第一歩となるだろう．而し今回の様な全国的調査は仲々こんなんなことであろう．

4．提　　言

幼児の生活の大半は遊びを中心として展開してゆくのであってそれを通して子供の身体的，運動的発達がまず促進される．又子供の内部にうっ積している過剰エネルギーを健全に発散させ，欲求不満や神経質になることから防いでくれるのも遊びである．そればかりではない．遊びにはもっと積極的な意味がある．想像すること，創意工夫すること，自分で考え，判断することなど．さらに社会性の発達や道徳教育の面においても遊びのもつ意味は大きい．仲間達に適応すること，友達同志で協力しあったり，ゆづりあったりすること，又友人のために自分を役立たせようとすること，ルールを守り，責任を引受けることなど．之らはいずれも楽しい遊びの中で自らに養われてゆくのである．試験にだけ強い，足腰の弱いもやしっ子をつくらないためには，幼児期における遊びの意味をもう一度よく考え直して見る必要がある．一方遊びの喪失は，学習塾やおけいこごと，テレビ，都市化による遊び場不足などがあげられるが遊びを復権するにはどうしたらよいか．その一つの原因はテレビにあるかも知れない．

学校から帰って二時間や三時間テレビを見ると遊ぶ時間がない．塾にはすべての子供がいついるわけではない．それに毎日ということではないので塾が遊びを奪ったとか，家庭での勉強で遊ぶ時間がなくなったということではなくて，テレビが入りこんだ生活様式にあると思う．遊びの基本というのは，必ず二人以上で遊ぶもの，そうすると遊びというのは社会的なもの．ところが今の子供は家に帰ってからの遊び友達が少いのである．例えばアパート1つみても，隣はあっても隣り近所のつき合いは少いという傾向では遊び友達は生れにくいものである．家でテレビやマンガを見る生活が多くなる．友達と遊ぶ中で新しい遊びの内容や方法を考え，相互に遊びを学ぶ中で楽しい遊びを通して社会連帯意識も身についてくる．復権させるには子供相互の仲間を作ること．周囲の大人が仲間作りを援助してやる．地域には子供会があるから．遊び場は少くなったかも分らないが公園などはある．それを利用しよう．少年時代の体力を作ると云うことについて学校教育で考えて見ると保健体育面の充実だと思う．例えば体育の授業で40人が1人づつ跳び箱をとぶとする，そうすると40回に1回しかとべない．あとはながめるだけ，といったやり方は問題がある．現代の体育の状況をみると，楽しむ体育，球技といったものは多いけれども筋力や敏捷性を鍛える基礎訓練の必要な苦しさをともなう機械運動や陸上競技などの運動はどちらかといえば見逃がされるような傾向にある．球技は悪いと云う意味ではないが社会全体的な風潮としてスポーツといえば楽しむものだという一般的な考えがあって体力の問題にも関係していると思う．体力低下は自分の子供には少しでも危ない遊びをさせまいとする親の過保護的な気持ちが背景にあるのではないかと思う．アメリカでは公園で，10人位の子供がさか立ちをしたり，砂遊びをしたり自由に遊ぶ．それを母親達が見守って危いというような時にはじめて注意する．体力は子どもの遊びにかかわりあっているのだから母親達が機会をとらえて出来る丈け遊びの時間や場を与えてやるべきだと思う．

バスケット・ボール審判の一考察（1）

仁田原　元・美山泰夫*

＜昭和54年9月14日　受理＞

A Study of Basketball Refereeing(1)

There are lots of arts in basketball refereeing. The training of reliable officials is carried on in the training courses at the National Chief Officials Meeting and other great meetings held by the Rule—Judge Section of National Associ—ation. Here will be on some discussion about the arts of refereeing at the fast break. It will give an official more confidence to study the arts and tactics of basket—ball in understanding the application of rules.

Hajime NITAHARA　Yasuo MIYAMA

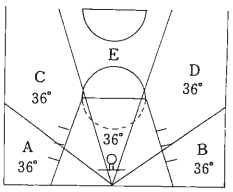
（1）はじめに

バスケット・ボール審判には多くの技術があり，それらの統一と，一貫性の確立を目標として，日本協会の規則審判部においては，全国審判長会議，各大会等で研修及び講習会を通して，信頼される審判員の育成が実施されている．そこでルールの適用をするさいの，理解力において，バスケット・ボール技術及び，戦術を学ぶ事が判定により自信が得られると考え，今回速攻について考察してみた．

（2）Rebounding

学生に（表1）の解1position から，　J.S で決まらなかった．ボールの落下地点を記録した．（表2～6）方法として，所要時間15分～20分で1回のショット100本として，決まらなかったショットだけを記録した，平均100本中，65本～75本が決まっていたので，3～4日間で100本の落下地点を記録として使用した，対人でリング下方からのバウンズ・パスを受けてからのジャンプ・ショットである．ショット距離はリング真下から，A・B地点のショット位置は，5～6mであり，C・D・E地点においては，6～7mである．

（表1）∠36°



（表2）A position

	A	B	C	D	E
No 1	36	40	11	9	4
No 2	38	30	16	10	6
No 3	36	43	10	3	8
No 4	40	31	12	8	9
No 5	34	42	15	7	2
%	36.8	37.2	12.8	7.4	5.8

（表3）B position

	A	B	C	D	E
No 1	45	31	2	11	11
No 2	46	35	4	7	8
No 3	46	33	7	10	4
No 4	44	40	5	7	4
No 5	50	34	4	9	3
%	46.2	34.6	4.4	8.8	6.0

（表4）C position

	A	B	C	D	E
No 1	10	8	34	28	20
No 2	3	1	42	30	24
No 3	7	9	40	28	16
No 4	5	2	34	40	19
No 5	4	1	39	33	23
%	5.8	4.2	37.8	31.8	20.4

（表5）D position

	A	B	C	D	E
No 1	6	9	24	33	28
No 2	4	2	34	40	20
No 3	3	1	30	39	27
No 4	5	1	31	35	28
No 5	5	5	28	33	29
%	4.6	3.6	29.4	36.0	26.4

（表6）E position

	A	B	C	D	E
No 1	2	1	35	25	37
No 2	1	0	33	24	42
No 3	3	1	30	30	36
No 4	4	2	27	30	37
No 5	8	3	38	14	37
%	3.6	1.4	32.6	24.6	37.8

※ 福岡大学体育学部運動学研究室

結果として，前記の記録を参考にして，rebound-ing における注意として，エンド・ライン(endline)の審判は[解3] rebound の攻防すなわち[解4] screen out 及び position の争いに注意せねばならない．持に shot のボールを追って，リング下の攻防を見落す事のない様にする．side ling の審判がゴールの成否及び[解5] interfere のを確認する様互に協力をする．rebounding 技術も空中のボールを「く」の字に曲げて保持する jack knife や肘を張ったり，相手の腕上に自分の腕をおく等からおこる※6 personal contact は前後の play を確認する事によりどんな影響を与えたかで判定の基準が生まれてくる．又リング下においては近年平面的動きに加え，スピード，高さ，ジャンプ力等の進歩により立体的 play が多くなったので，上下視野が充分確認出来る位置への移動が必要である．

（3）速攻（fast break）

○速攻の使用の一般論

※ディフェンス（defense）のリバウンドを取った時．

※インターセプト（[解7] intercept）をした時．

※ルーズ・ボール（loose ball）を取った時．

※オフェンシブ・プレィヤー（offensive player）のバイオレーション（[解8] violation）の後．

※ジャンプ・ボール（[解9] jump ball）の後．

※フリー・スロー（[解10] free throw）の後．

上記の場合速攻が使用される事を頭に入れて，ゲーム（game）にのぞまなければならない．特にリード・オフシャル（[解11] reed official）になる場合 violation の判定をした後の速攻に注意せねばならない．

バック・コート（[解12] back court）における violation は記録されず，近いサイドから相手のスロー・イン（throw in） でイン・プレイ（[解13] in play）されるから不必要なジェスチャー及び，次の展開に対する準備が出来ていないとプレーと審判が分離して判定する為に必要な確認出来る位置が遅れてしまう．又トレイール・オフシャル（[解14] trail official） は，オフシャル・ベンチのチャージド・タイム・アウト（[解15] charged time out）に注意する．

○[解16] Outlet pass

リバウンドしての pass out 及び先行する為に動くプレイヤーに出す最初のパスであるから，速く・短く・正確でなくてはならない．他のプレイヤーは次のプレーに対して速く反応し，ボール保持者から離れすぎて走らないように三線を作り出す．又2対1，3対2の場合は break して，ディフェンスの数が多くなった場合は slow down する．

○ 2対1

offense player は defense を容易にさせない為に接近しすぎてはならない．ball 保持者は defense を引きつけるように dribble しながら Basket へ進み，defens が mark に来れば[解17] assist pass を mark がなければ shot をして出来るだけ，lay up shot を使用する．

○ 3対2

ミドルマン（[解18] middle man）と両ウィングマン（[解19] wing man） とで，トライアングル（triangle）を作り，ディフェンスが middle man に mark がない場合は，カット・イン（cut in）で攻める． wing は middle man に mark がついている場合は両 wing で2対1で攻める．原則として ball は middle man が保持する．

○ 4対3

二次攻撃として middle man は pass した wing に cut した後，トレイラー（[解20] trailer）が参加する，原則として trailer は middle man と wingの中間のコースを前の三人に続いて位置し，最後にセフテーマン（[解21] safty man）が参加する．

上記が速攻に対する一般的技術であろう，ゲームにおいては各種のパターン（pattern）で攻撃が実施されるが，アウト・ナンバー（[解22] out number）してからの速攻について考えてみた．

審判としてはミドル・レーン（[解23] middle lane）における動き，defnder のボール・チェック（ball check） 及びコース・チェック（[解24] course check）等に対して reed official．trail official の協力でよい位置で確認して的確な判定と処置をする事が必要である．

（4）審判員として

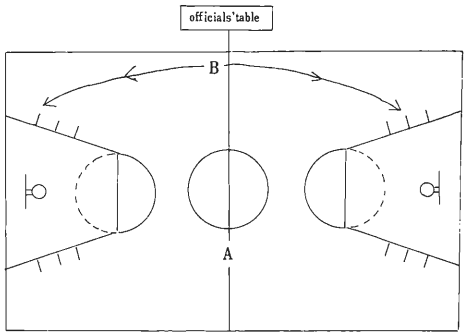
審判員はバスケット・ボール・プレイヤーと同じ様に体力と精神があって，その上に技術と経験が加えられて信頼される審判員となるであろう．必要に応じたフット・ワーク（foot work） として急に止まる（sudden slop)， 方向変換（chang of direction)，後方への足の踏み出し（back slep)，全速力（full speed） 等でこれらは常に笛をくわえた練習が効果があり，計時においても3秒，5秒，10秒は各自，動きの中で正確に秒数が確認出来る練習が平素から必要で

ある．

審判は判定をプレイヤー及び bench，観衆に知らせねばならない，伝達方法は統一され rule book に収録されている，判定を徹底させる為には timing 良く判定の理由を身振りで説明し，音声豊かな審判であれば伝達の補足として利用すべきであり，excite game や close game においては，小心，目立っことを恐れる気持等からその場から逃避して審判としての力量を弱めてしまう事のないように努力せねばならない．

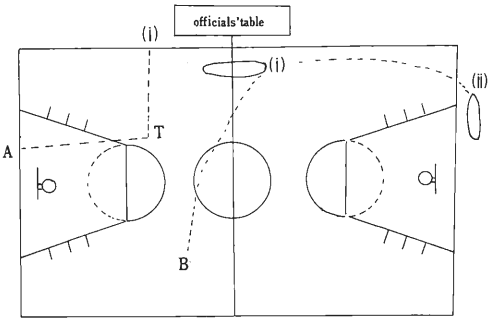
動きについては図（1）（2）（3）で説明する．

図（1） センタージャンプの位置と動き



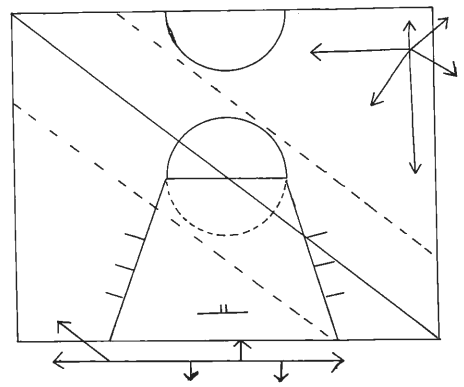
Aは主審であり，センター・サークルでトスをする，特にジャンパーが大型化しているのでジャンプしてもとどかない高さに充分注意をしておかねばならない，なぜならばトスが最高点に達する前にタップする習慣をジャンパーにつける恐れがあるし，又ジャンプ・ボールのバイオレーションを犯す原因を作り出す事になるからである．Bは副審であり，オフシャルズ・テーブルの近くに位置し，この時Aのトスがタイマーから充分確認出るか，又B自身タイマーの妨げにならないかを注意して，Aにトス・アップしても良い事を，目か手で合図する．Bはプレーがどの方向に移動しようと追って原則として先導審判となり，Aは後続審判の役目をする．他のジャンプ・ボールの場合も原則的動きは同じであるが，前のプレーが激しい状態でジャンプ・ボール又はヘルド・ボールの場合は，プレイヤーの興奮状態を静める意味でタイミングを考え，声を使ったり，ジャンパーを見つめる事により平静な態度で次の展開に備えるであろう．

図（2） ファウル後の動きと位置
（T）ファウルが起きた場所



Bが判定した場合は（ⅰ）でオフシャルズ席又はオフシャルズ席から充分確認出来る位置で規定の処置をスムーズにして，次のプレーで当然動くであろう位置（ⅱ）で，Aにイン・プレイ出来る合図を出す．Aは判定後速やかにファウルが起きた一番近いサイド（ⅰ）でボールを保持してプレー開始の準備をする．又Aが判定した場合はAとB前記の通り逆の動きをすれば良い．

図（3） 一方のエンドでの位置と動き



原則的には，コートを対角線で二等分した領域を又半線は共通の分担として相互の動きにも注意し，プレーを直角的な視野で確認できるように協力して行こなう．視野をさまたげられずプレーを接近して見られる事，プレーヤーの敏速な動きをさまたげない事である．

用語解説

解1　ポジション（position）攻防における位置の事．

解2　J.S（Jump. shot）跳び上って行こなう ショットの事.

解3　リバウンド（rebound） ショットが失則して，リングやバスケットにボールがはね返る事.

解4　スクリー・アウト（screen out） 自分の身体で相手をしめ出す事で，同じような意味で block out 等が使われる.

解5　インター・フェア（inter fere）妨害の意味で，規則第29条攻撃側のバスケット，インターフェア，防禦側のインターフェアで説明されている.

解解6　パーソナル・コンタクト(personal contact) 身体接触の意味で，第79条パーソナル・コンタクトとして，以下第80条まで説明されている.

解7　インターセプト（intercept） ボールを途中で奪い取る事で，cut と同じでこの場合 pass cut. dribble cut を意味する.

解8　バイオレーション（violation）身体の触れ合い又はスポーツマンらしくない行為を除くすべての違反の事である．この場合第64条違反のあとのイン・プレイの方法（1）アウトからのスロー・インによっての項目を意味する.

解9　ジャンプ・ボール（Jump ball）相対する二人のプレイヤーに審判がボールをトス・アップしてイン・プレイする方法で，第26条に説明されている.

解10　フリー・スロー （free throw） フリー スロー・ラインの位置から，妨げられずに行なう自由投の事であり，第70条～73条に説明されている.

解11　リード・オフシャル（reed official） 先行する審判の事で，この場合プレーに先行してエンド・ライン側に入る事を意味する.

解12　バック・コート（back court） 自チームのリング側からセンター・ラインまでの事で，第5条にセンター・ライン，フロント・コート，バック・コートで説明されている.

解13　イン・プレイ（in play） 開始の意味で，この場合第38条，ボールがアライブになるとき（3）アウトからスロー・インの場合，ボールがコート内のプレイヤーに触れたとき，を意味する.

解14　トレイール・オフシャル（trail official） 後続する審判の事で，この場合ボールの跡を追うようにして動く審判を意味する.

解15　チャージド・タイム・アウト（charged time out）試合中，ベンチのタイム・アウトの事で，第41条～42条で説明されている.

解16　アウトレット・パス（outlet pass） ディフェス側がリバウンド・ボールを獲得後先行しているプレイヤーに最初に行こなうパスの事.

解17　アシスト・パス（assist pass） 助けるパスの事で，この場合直接得点に結びつけるためのパスを意味する.

解18　ミドル・マン（middle man） コートにおいて，中央のコースを走るプレイヤーの事である.

解19　ウィング・マン（wing man） ボール保持者のサイドに位置するプレイヤーの事である.

解20　トレイラー（trailer）ボール保持者の後方より必要に応じて手助けするプレイヤーの事で，この場合第一線の三人に続いてくる四人目のプレイヤーを意味する.

解21　セフテー・マン（safety man） 攻撃の最後方に安全の為に5人目のプレイヤーとして配置されるプレイヤーの事で，この場合トレイラーの役目と逆速攻を防ぐ役目をするプレイヤーを意味する.

解22　アウト・ナンバー（out number） ディフェンスの数より，オフェンスの数が多くなっている攻防の状態の事である.

解23　ミドル・レーン（middle lane） コートの中央走路の事で，この場合速攻の主要とした走路を意味する.

解24　コース・チェック（course check） 相手プレイヤーの進路を積極的に防ぐ動きをする事である.

（参考文献）

The Art of OFFICATING SPORTS：John. W. Bunn.

1977～1980バスケット・ボール競技規則：日本バスケット・ボール協会.

バスケ ット・ボールのコーチング基礎技術編：吉井四郎（大修館書店）

近代我の源をもとめて（2）

松　尾　保　男

＜昭和54年9月18日　受理＞

In Search of the Origin of Modern Self (2)

T. Hardy had a strong influence on modern English literature. One of its traits seems to have been the birth of modern self. There will be some discussion as to how it came into being.

Yasuo MATSUO

I

『森林地の人々』のウインタボーンやマーティの生活環境はリッル・ヒントックを中心とする森林地帯であった．冒頭で，久しぶりに町から訪れて来た理髪師には，この樹木に覆われた寒村を一度訪れると，「こうもりやふくろうから憂鬱にされるなどして，帰宅後元の自分に帰るのに二日はかかる」※ところであった．ヒントックお屋敷に住むチャーモンド未亡人も周囲の陰気さに耐えきれず，不在地主同然である．他の唯一の外来者フイッピアーズ青年医師も余暇をもてあそび，村人達から異人あつかいされ，彼等の理解の及ばぬ存在である．あとは一度チャーモンド夫人を探しに来た外国人以外には，郵便配達夫などが時折り回って来る程度の土地柄である．

リンゴ園の散在する樹木の丘陵に位置するこの村里は「現実世界の門外にあり」辺鄙な社会を構成しているが，時には「そこに住む人々の凝集した情熱と密に織り成された相互依存の故に演じ出される」（5）劇の舞台と化する場所でもあった．

ここでも，あの「現実世界の門」の内側同様ハーディの炯眼は一木一草の髄にまで達し，「都市貧民窟の退廃した群集の中同様に生を生たらしめている『未完の意図』」が歴然としているのを洞察している．葉は歪み，梢はさえぎられ，苔が付いて茎は活力を失ない，蔦は伸び若木にからみ，絞め殺す光景も現存する．(62)

季節がめぐれば，リンゴ園の豊饒の樹海に囲まれ，絢爛たる秋の風景の中を道は通っている．この季節が一度廻ってくれば，果樹園にかこまれて生まれ育った人々には，得もいわれぬ魅力をかもし出すリンゴ酒の香気がたちこめ，撓められた枝が放たれるようにたち返えり，五感は虚飾のない大自然に突然たち戻り，歓喜するところでもあった．

...everywhere about him that atmosphere of cider which at its first return each year has such an indescribable fascination for those who have been born and bred among the orchards. Her heart rose from its late sadness like a released bough; her senses revelled in the sudden lapse back to Nature unadorned. (260)

この森林地はまた，閉鎖的な自足的社会であり，血族結婚もかなりの頻度で行なわれていたこともあり，努力で産をなした材木商メルベルとリンゴ搾り業のウインタボーンの間には，夫々先方に当然というやり方で相互に援助し合うという不文律があり，互に協力しあっていた．

次第に末端まで浸透して来る産業革命の影響はこの寒村にまで達し，ハーディが1912年に付け加えた序文には「農業に鉄の器具を採用し，藁屋根が廃止されたので，その方面の木工作業に従事していた人々は殆んど姿を消している」と断っている．マーティの夜間作業もできなくなったのであろう．ウインタボーンのリンゴ搾りに関しても，リンゴの主産地では既に自家用の施設があり，彼は周辺の零細農家を巡回していたのが実状である．(221)

ウェッセックス小説のなかで近代自我の起源を求めるとき，先ず気づくことは，故郷を離れたものは必ず不幸を招くということである．ハーディの世界では生きとし生けるものが，意識的であれ無意識的であれ，自分の存在を全うするよう努めている．定住所をもた

ない根無し草は幸福という土壌に根を下すことを認められていない．現実の人生に直面して，それに耐えて乗り切ることができないことの現われである．解決を他所に求める安易さが心にすきを生じさせ，不幸がそれに乗じるのであると作品を通して示しているように思われる．先に見たように森林地に移住してきた者が，結局そこの生活になじめなかったのもこの傾向を物語っている．

しかし，われわれが求めようとしている近代我の源は，産業革命がもたらした社会構造の変質に端を発しているもので，既成社会，既成のあらゆるものから離れ，うごめいている新しい社会の変動に身をさらし，その過程で自分なりの新しい生活様式を獲得しながら形成されるものであった．存在の奥から発する内的衝動にかられ，未知の世界にのめり込んで行ってこそ，振り返ってみれば，近代自我の確立の軌跡としてなぞることかできるのである．

『森林地に住む人々』(原題は *The Woodlanders*)では，題名が示すように，中心人物がおらず，森に住む人々のうち数人に焦点を合わせた構成になっている．そのうち，初めに見たように，チャーモンド夫人とフィッピアーズ医師はこの村落にとって外来者である．彼等は，外部の都会の新思潮にかぶれているように描かれているのが共通点である．

われわれの主題からすれば，最も関心を抱かせられるのは材木商の娘グレースである．村人達の中では彼女だけが故郷を去り，町の生活を経験して帰郷してくる．

新しい時代に適応するのに敏な材木商は娘を「当世風な学校」に寄宿させ，家庭教師の仕事もこなせる教養を修得させ，婚期を迎えて帰省させたのである．彼の人夫の一人は主人の育て方を評して「学問は家屋敷より結構なものである」(30)という．これは，家屋敷という不動産，財産としての物よりも，学び修めたもの，個人の精神的な所有物としての学問を高尚であるとする一面だけでかたずけられない重要性を秘めている．

父親のメルベリ自身にとっては，娘に高い教育費を払って学校に出したのは，教育投資という考えが働いていた．家畜や穀物への投資と同じ程度に金がかかっても「お前からはもっと高い収益があるだろう」(110)といってはばからなかった．

不動産は特定の時間的空間的条件を満たしてはじめてその効力を発揮できる．他方学問はそれを修めた個人の内部に蓄えられるもので，時空に束縛されることがなく，どこへでも自由に移動できる．自分の属する社会階級をも越えることが可能である．

グレースの場合がそうであった．帰郷にあたり，典型的な村人で暗々裡に自分の婚約者とみなされていたウインタボーンの出迎えを受ける．彼女は自分のことを知りたがる幼馴染に野暮ったい不粋さを感取し，自分でもよく心得ており，さらに啓発しようと意気込み，最大の関心を持っている自己のことには決して触れようとしなかった．生まれ故郷，旧き良きヒントックの風習は捨て去っていたのである．

... cultivation had so far advanced in the soil of Miss Melbury's mind as to lead her to talk of everything save of that she knew well, and had the greatest interest in developing : herself. She had fallen from the good old Hintock ways.(51)

都会の寄宿学校で修得した教養は森林地の風習などに目をとめなどしなかった．帰路についても，ウインタボーンは沿道の果樹園に目を注いでいたが，彼女は優雅な衣服をまとった中流階級の生活者の情景を眼前に想い浮かべていた．郷土に錦を飾るにふさわしい高慢さをのぞかせていた．生来従順な彼女は帰省すると高慢さは旅装と共にぬぎ捨てるが，彼女に宿る「近代神経」は，いわば第二の天性として彼女を支配していた．生来具えている「原始感覚」を通して森林地の世界に共感できるのみで，もはや自分を故郷に同化させてゆくことはできなくなっている．彼女の中では，学問がいわば，培養基となり「近代神経」を中枢神経系にまで進化させていたといえよう．

ウインタボーンもグレースのこの変化を察知していた．彼が話題にしようと思うことには全々興味を示さなかったからである．「以前グレースの心を感動させていた知識や興味は彼女から全く消えうせていた」(49)彼女を馬車で出迎えに行く途中，マーティに追い付き，脇に乗せて行くが，彼女の父の容態を知りたくてたまらない．実は彼女に会う前に，ハーディはウイタボーンの潜在意識の一端を読者に示し，「もし彼が自分の内的自我を見てみたら」「困難に直面しながら判断力のみならず感情までも冷静に保ち得ることに誇りを感じたことであろう」(39)といっている．どのような困難に直面していたのか，マーティへの質問で明らかである．ためらいながら尋ねたのは，病状そのものを心配したからではない．彼の収入の半分は彼の家屋敷から得ており，彼女の父にもしものことがあれば，それ等の家どころか，自分の住居すら失なうことになる借用権（lease）が切れるからであった．そうなればグレースとの結婚は絶望的である．冷静を保つほかなかった．

ほどなくしてマーティの父は，圧迫感を与えていた

木が伐り倒されると，後を追うように他界してしまった．それ以後ウインタボーンは，自分からは近寄り難いグレースの「新味に心をひかれ」(353)ながら，時には万一を頼む時があっても，大勢がどう進展するか，無意識のうちに読み取っていた．

他方，旧家出身の医師，フィッピアーズ先生にとついだグレースは，上流階級の一夫人の座におさまる．しかし，夫の放縦な異性関係に苦しめられ，豊饒な自然を再発見し，再びウインタボーンに憬れるが，既に都会的教養と引き替えに「旧き良きヒントックの風習」を捨てた彼女には，観念的に希求するのみで，村人達の境地にはもはや達することができない根無し草のような上流婦人であった．

グレースの継母は，ウインタボーンの貧しさに関して,「愛情があの人の貧しさの埋め合せをしてくれますよ」(18) と思うけれども，手鍋を提げてでも，という情熱はウインタボーンにもグレースにも見当たらない．互いにひかれながら，意識の底では，二人とも強い自意識がそれぞれ逆方向に働いている．ハーディはグレースに同情的に見えるが，自然との調和は永久に峻拒している．

グレースは観念的な人生観については夫のフィッピアーズと一致する点があった．彼女との結婚は，田舎医師が無聊に苦しんだあげく，彼女と結婚して，村人たちのように森林地に融けこみ，平凡に暮してみようか，とふと思ったことから始まった．

The secret of happiness lay in limiting the aspirations; these men's thoughts were conterminous with the margin of the Hintock woodlands, and why should not his be likewise limited—a small practice among the people around him being the bound of his desires? (172)

フィッピアーズ先生の思い付きの考えからハーディの暗示している幸福の条件を引き出してみたい．いうまでもなく「幸福の秘訣は自分の野望を制限する」ということである．自分のおかれた境隅に求めず，欲望に駆られた生活の行きつくところには必ず破滅が待ち構えている．グレースも「私の知っているヒントック以外では何の幸福も得たことがありません」(280)と父に告白している．

彼女は森林地を離れ，教育を受けて帰郷し，教養という手形で階級をこえ，上流階級に仲間入りするのには成功した．しかし，その階級で成就したかに見えた自我の実現は結婚生活の破綻から，再び村人たちに加わろうと望んでも，一旦彼女に棲みついた“modern”さに，引き返す道はふさがれている．「五感は虚飾なき大自然に突然たち戻って歓喜」しても，ウインタボーンやマーティの在り方に回帰してゆける人間ではなくなっていた．地に足を付けた生活ができない．

新婚旅行から帰ると，夫は義父の家屋の一翼を借り，階下を診察室に当て,「家族と交るのを固く禁じて」(231) 二階に世帯を構えていたが，彼女は心理的にも「いわば社会の二つの階層の間で宙づりにされたような特異な状況」(273)におかれていた．一人娘を村から町の寄宿学校に出し，良縁を狙った父親は娘を窮地に追いやったばかりでなく，親子とも，森林地に浸透してくる新しい時代の思潮の波に足をさらわれている．

He had entirely lost faith in his own judgment. That judgment on which he had relied for so many years seemed recently, like a false companion unmasked, to have disclosed unexpected depths of hypocrisy and speciousness where all had seemed solidity. (283)

フィッピアーズも観察していたように，森の人々の「考えはヒントックの森の周辺までに限られていた」し，生活はジャイルズのように原始的 (primitive) で因襲的なおきてに支配されていたし，そののりを越えることは思いもよらぬことであったが，そこにそれなりの幸福もあったのである．

グレースは結婚生活に失敗したけれども，結婚そのものを批判的に検討してみることはなく，よりふさわしい配偶者を求めるのが当然とみなしていた．他方娘マーティは「いつも欲望を義務の犠牲にするよう運命づけられていた」(186)彼女は人知れずウインタボーンを思慕しているのに，彼がグレースの「新味さに心をひかれている」のを見てとり，諦めるのを義務と心得ていた.「彼は私に愛のことは一言もいってくれませんでした．私もそうでした」という．(416)

グレースは自分の身勝手さがウインタボーンの死を招いたと思い，マーティの話を聞いて初めて，如何に自分がマーティのように，ウインタボーンを理解できずにいたか，やっと分り，心に恥じた．

Marty South alone, of all the women in Hintock and the world, had approximated to Winterborne's level of intelligent intercourse with Nature. (415)

マーティのみがウインタボーンの人格の最良の理解

者である．彼等は現代の意味での教養には乏しかったが，「自然との知的交感」の域に達していた．「樹液と木葉の織りなす不可思議な世界」のより細やかな神秘さをありふれた知識のように体得し，「森の象形文字を普通の書物のように読むことができた」のである．(415)彼等には，自分の生まれ合わせた境涯に調和を見い出すよう自分を適合させてこそ自分の自我が保たれるのである．自我を成就させるためには先ず自我を殺さねばならない．自然との調和をかちとるということは，また，自然の一部でもある人と人との間でも相互扶助的な愛他精神に基ずく調和を維持するのは自明のことであった．無視するのは悲劇を意味していた．このような真摯な生活に彼等は生命の価値と尊厳を見いだしていた．

グレースとマーティは毎週二回ウインタボーンの墓に詣でることにしていたが，グレースはそのうち脱落した．ハーディはマーティに彼はグレースの故に死んでしまったのに，遂に彼を忘れてしまったと信じさせ，今こそ彼を心の中で独占させている．

グレース夫妻はヒントックに背を向け，町に去った．点景人物であったスークたちも外国へ去る．マーティはウインタボーンのなきあと一人孤塁を守らねばならなかった．『森林地の人々』のエピローグとなっている彼女のウインタボーンに捧げる挽歌は，同時に，新しい時代思潮に侵蝕される旧き良きヒントックへの挽歌でもあったというべきではあるまいか．

'Now, my own, own love,' she whispered, 'you are mine, and only mine; for she has 'forgot 'ee at last, although for her you died! But I —— whenever I get up I'll think of 'ee, and whenever I lie down I'll think of 'ee again. Whenever I plant the young larches I'll think that none can plant as you planted; and whenever I split a gad, and whenever I turn the cider wring, I'll say none could do it like you. If ever I forget your name let me forget home and heaven! ... But no, no, my love, I never can forget 'ee; for you was a good man, and did good things!'(460)

マーティには彼はグレース故になくなったということで十分であった．死の原因を細かくせんさくしても死者は蘇るはずがない．しかし，グレースにはそうはいかない．とかくするうち「森には興味がなくなりグレースは殆んど家にとじこもり，読書」(431)で時を過して，フイッピアーズとの間で縒が戻り始めると，教養に支えられた彼女の良心は，自らにのしかかっている罪の意識が正当であるか否か確かめ，できればそれからの解放を求めている．あの悪天候にもかかわらず彼を野宿させ，彼の家に泊ったのが致命的であったか否かということである．職業上の学識では絶対の信頼をよせている自分の夫の判断では，断定はできないが，既に煩っていた病気（typhoid）による可能性が大であると聞き出すと，間接的にしろ直接的にしろ死の原因であったという自責の念より，むしろ安堵の胸をなでおろしている．(427)良心の自由という見地からすれば，人の死に直面してのマーティの受取り方にも，グレースの態度にも非難さるべき余地はない．しかし意識の有様には天と地の開きがある．

作品中マーティに関する描写は使い走りの端役に与えられる分量しかない．それにもかかわらず彼女の与える印象の強烈さはグレースのそれに劣らないのはこの辺に起因していると思われる．

精神的に「社会の二っの階層」のどちらともつかなかったグレースのなかで，伝統に守られてきた超個人的生活共同体的自我，愛他的自我への憧憬は作品が終りに近づくに従って後退し，主我主義，自己中心的近代合理主義が浮上してくる．彼女の知的傾向が夫の職業的学識に追随した形で現れてくる．ウインタボーンの自己犠牲的自我への崇拝は夫の学識への崇拝と入れ替ってしまう．したがって死因の究明は後悔の念をうすらがせ，逆に自己保存の手段と化している．彼女が覚えた安堵には主知主義への信仰さえ感取できる．

The relief which came to Grace lay almost as much in sharing her knowledge of the particulars with an intelligent mind as in the assurances Fitzpiers gave her.(427)

こうしてフイッピアーズは彼女を森林地から誘い出すのに成功する．教養を否定し，「ヒントック以外で幸福であったことがない」と断言してはばからなかったグレースは，森にも興味を失ない，ウインタボーンをも忘れ，古い時代の象徴であるヒントックを去り，「現実世界の門」をくぐり，中にはいって行く．仕掛けられた人捕罠に彼女がかかっつたのは，都会に出ても，安住の地は無いということを暗示しているようでもある．

フイッピアーズが町一番のホテルに泊ろうとすると，ぼろぼろの服をつくろい，着のみきのままのグレースは人前が気になってしかたがない．「真実が正しければ，体裁などどうでもかまいません」と主張した近代自我は，「ブラシも櫛も何も持ち合わせがありません」(450)

とためらう，今ではどの街角にも見受けられる平凡な新妻におさまっていた．これは，ハーディの意識の中で，彼の近代自我観が世紀末に既に市民化されていたことの証しである．

Ⅱ

ものごころがついてからのテスは細腕一つを頼りに短い生涯を農場労働者として渡り歩かなければならなかった．親許を離れるまでは自然のふところで育ったテスには，現実の世界とは生まれ育ったブラック・ムーア谷のことであり，グレースの生まれ故郷のヒントックからほど遠くないところである．谷の一部をなすマーロットの門から殆んど外部へ出たことがなく，谷の向うの塔や白い邸宅やシャストンの町の全景は子供の時と同じく今も神秘なたたずまいをしていた．

父はただの行商人であり，酒びたりで，母は彼との間に九人の子供（二人は既に死亡）をあげ，長女のテス（16·7才）に子沢山の貧乏一家の手伝いをさせ，バラードを口ずさむ楽天家である．テスは近所の農場で乾草作りや収獲を手伝い，手先も器用で乳搾りやバター作りが好きであった．

家族の貧困状態もかえりみない多産型の母をもつテスはマルサス派の立場にたっていた．酩酊した父に代って夜道を市場へ行く彼女には，数ある星のうちでもこの地球は「虫喰いもの」の一つに思われた．それを確証するかのように，乗っている馬車馬を事故で失なう．悲嘆にくれる一家をよそに，彼女だけは悟った心境で「顔はひからび，蒼白で，あたかも自分を女人殺し（murdress）とみなしているようであった」(39)（これも数年後には確証されるのだが）

グレースと比べると，次に見るように学問らしい学問は受けておらず，特に一家の原動力であった馬を失って以来，日毎に家計の重荷が彼女の肩に重くかかってくる．「精神的には母親より年上」の彼女は諦念を通して現実生活を直視しなければならなかった．額に汗しながら自分の頭で考えなければならなかった．

ロンドン仕込みの女教師の下で国民学校6年を首席で卒業したテスは，一時教職を希望したこともあり，家庭では家族のものと同じ方言を用い，家庭外や身分のある人には普通の英語というように二つの言語を遣い分けていた．(22) 旧態依然として保持されてきたこれまでの社会は加速度的に変化し始め，産業革命に端を発する旧秩序の解体と，新たな社会への適応性の発見の必要が社会構造の末端である家庭生活の中にまで浸透してきている様子が浮き彫りにされている．ことあるごとに占いの本を開き，消え去りかけている迷信や民間伝承に囲まれている母親と「改訂教育法の下で国民教育と標準知識を修得しているテスの間には普通認められている通り二百年のギャップがあった」(25) とハーディは述べている．現実生活のみならず精神的にもテスは二重構造の渦中におかれていたことは彼女の人格形成に大きな影響を与えている．

いま一つ，テスを理解するのに，忘れられないことがある．妙齢の娘が親許を離れ，農場労働者として家計を支えるには，恵まれているが故に，現実には不利に作用する特質があった．初対面でアレックの心を奪ったのもこの特質であった．テスは母から豊満な容貌と完全な成熟した体を受けついでいる．性格はそうでなかった．テスはそれを意識し，心を悩ますときがあり，野良着で目立たなくするよう余儀なくされたほどである．

グレースは寄宿学校にこそ出されたが純然たる箱入娘であった．他方，好むと好まざるとにかかわらず，生身で社会の底辺を歩かねばならなかったテスは，独立独歩（Miss Independence）(81) を旨としたが，その分だけ根無し草の状況下で，自我の実現に苦闘を免れることができない．

『森林地の人々』ではグレースのなかに同居していたとすると「不本意な」がらという心情はだれにでも起こることである．しかしテスは，特に感性の点で，その自制の間隙を縫って「快楽への欲求」がしばしば本性を表わしている．この官能性は，ハーディの後期作品に現れている顕著な傾向で，彼のリアリズムの一面を如実に裏書きしている．この欲望は，実は，ハーディの作品ではテスばかりでなく生きとし生けるもの全てに行きわたり，潮流がたよりない藻草をなびかせる「原始的感覚」と「近代神経」に注目してきた．テスでは異性に対する「なかば喜び，なかば不本意な心情」(a half-pleased, half-reluctant state) (48) が彼女の心理の基調をなしているように思われる．

家庭経済の逼迫を前にして，異和感，孤独，心身の圧迫と危険を克服するには己れの意に反することも，自制しながら一つ一つ解決してゆかなければならないように，人類を自分の目的に向ってなびかせ，その恐るべき力は，社会の法規を漠然と思索するぐらいでは抑制できるものではない．

> The 'appitite for joy' which pervades all creation, that tremendous force which sways humanity to its purpose, as the tide sways the helpless weed, was not to be controlled by vague lucubrations over the social rubric. (246)

母の死を契機に改宗し，伝導者になっていたアレッ

クを，テスと再び視線を合わせただけで，もとの放蕩者にまで突き落したのもテスのこの特性とすれば，テス自身を破滅の淵までおとしいれたのもこのテス自身の欲望であったといえよう．アレックの欲望の餌食となったのは事実であるが，テスにもそれに対応する欲望，一種の親和力が外部へと作用していたに違いない．テスの感覚は義務感に抑えられ「なかば不本意」であるけれども「なかばよろこんで」自我の解放を求めていたように思われる．

トラントリッヂの新興荘園を初めて訪れ，アレックに来訪目的を問われたとき，テスは返事に窮し，彼を恐れ，居心地が悪かったのに，「彼女のバラ色の唇をまげ，微笑らしき表情にし，故に浅黒いアレキサンダーを少からず魅惑した」(46) し，彼女の歓心を買うつもりで摘み取ったオランダイチゴのヘタを握り，彼女の口許に差し出すと，

'No——no!' she said quickly, putting her fingers between his hand and her lips. 'I would rather take it in my own hand.'

'Nonsense!' he insisted; and in a slight distress she parted her lips and took it in. (48)

結局テスはアレックの計略に陥ることになるが，アレックをして狡猾な手段にうったえてでも征服欲を満たさせようと誘う自我の叫びがテスに秘められていたといえないであろうか．あの森の中の出来事以降，トラントリッヂの奉公先を脱出するまでの数週間をテスが如何に過したか，言及は僅かだが，ハーディははっきり示している．隙に乗じられたのは事実であるが「それから一時的に彼の熱情的な態度に目か眩らみ，しばし心を乱して身を任せた」事実はあまり読者にかえりみられていない．

She had dreaded him, winced before him, succumbed to adroit advantages he took of her helplessness; then temporarily blinded by his ardent manners, had been stirred to condused surrender awhile: had suddenly despised and disliked him, and had run away. (106)

テスの一側面に少しこだわり過ぎたようであるが，地上的な存在としての人間の証し—リアリズム—として強調しただけのことである．ハーディに即していえば，テスには天上的なものは何もなく「すべてが真の生命力であり，真の温かさであり，真の現身であった」「一抹の不完全さこそ，ひとりよがりの完全さに甘味を与えるのである．何となれば，それこそ人間味を与えるからである」(194)

テスの受苦の発端はマックベスの悲劇のそれを想い出させる．マックベスは三人の魔女達から「コーダ城主」であり，「王」になると予言され，野心のとりことなり，身を滅ぼすことになった．『テス』でも，のんだくれの父が，牧師から「サー・ジョン」と呼びかけられ，古い騎士の家柄ダーバヴィル家の唯一の直系と聞かされ，名ばかりの誇りに酔いしれた．母は同姓の金持の婦人がトラントリッヂの荘園に住んでいるのに目を付け，娘テスを通して接近を図る．同一家系のよしみが一家の窮状を救ってくれるという期待のみならず，娘を高貴な紳士の嫁にやれる，良縁にあやかろうと望んだのである．

得意の絶頂に立たされたテス一家は　アレック達は北部から移住してきた成金で，同じ姓を僭称しているのだとは気づくはずがない．テスだけはこの計画に反対であった．貧乏な親類の役を果すより，何か他に仕事をさがしたかった．が，馬を殺した責任上，出かけざるをえない．

既に見たように，五ヶ月足らずで逃げ帰って来るのであるが，すでにアレックの子を宿していた．美くしい故郷へ帰る道すがら，去る時には気づかなかったのに，今では，小鳥が楽しくさえずる所でへびがシッと音を立てているのが判り，自分の人生観がすっかり変ってしまったのを自覚する．

先ず，盲信的な宗教への批判に目覚めている．路傍で，宗教家が壁にペンキで，THOU, SHALL, NOT, COMMIT——などと書いているのを見て，犯すとはいえ，自分から求めた罪ではないのならば，一体どうなるのかと反論し，「神がそのようなことを言ったとは信じない」と軽蔑的につぶやいた．彼女の幼児が病気になり，牧師を呼ぼうとすると，世間体を気にする父の反対に合い，自から洗礼を施してやった．洗礼と嫡出性を欠ぐ名なしの子どもが息を引きとるのを無為に座視するにはテスの宗教心があまりにも清純すぎた．

彼女は，自分でも驚くほどの決心をしていた．ハーディは「常識が彼女に光明を投じた」というが，孤立無援の無経験な「幼な母」(girl mother) があらゆる後悔の念をなめつくして達した自我の境地である．「どんな代価を払っても，新たな，甘味な独立を味わったほうがよい．過去は過去である」(117) と考えている．世間の人々が自分の立場に対して否定的な関心しかはらっていないと自分が想うのは幻想ではないか，というのである．自分の経験，情熱，感覚組織は自分自身を形成するものであり，他の誰のものでもあり得ない．

他の全人類にはただ束の間の関心事にすぎない，という考えに達している．

She was not an existence, an experience, a passion, a structure of sensations, to anybody but herself. To all humankind besides Tess was only a passing thought.（117）

自分の人生を冷静にみつめ，それにまつわる幻想を一枚一枚そぎおとしていった．「テスの精神的苦悩の大部分は彼女の因襲的な面から生みだされたのであり，彼女生来の感覚からではなかった」(117)とハーディは付言している．こうして，彼女は授乳かたわら「品位を失わず」に畑仕事に出ていった．幼児の洗礼を牧師の手を借ることができず，自分で敬虔かっ荘厳裡に行なったのも因襲にとらわれない生来的感覚の典型であろう．

テスの優しさと品位は新来の教区牧師の心を動かし，彼女の施した洗礼の効力を認めさせている．「彼の心の中で人間と聖職者がたたかい，勝利は人間側にあった」と著者はいう．自然法，生まれながらの感覚の復権を示す宣言とみなすべきであろう．人間性の復権という立場からもう一つ付け加えれば，牧師である父に意見するクレアの宗教観も傾聴に価する．彼に大学教育を受けさせ「神の名誉と栄光のために」役立てるよう貯蓄していたのに進学を拒絶され，無駄になったと嘆く父に「それは人間の名誉と栄光のために利用されてもよいでしよう」(152)と反駁する．形骸化した宗教へのハーディの批判の露頭ともいえる．

このようにしてテスは「単純な娘から複雑な女に変った」(127)経験とは期間の長さではなく生活の激しさによって充実するのである．顔にも熟慮のかげが見られ，社会生活の第一歩で人生の激しい波頭にたたされ，何事にもたじろがない魂がみがきあげられてゆく．「彼女の過ぎ去ってゆく肉体的災難は精神的収獲」(162)となっていた．

テスは長い間再出発の機会を待っていた．過去を過去たらしめ，抹殺するには，マーロットの故郷を去らなければならないと悟っていた．トラントリッヂの荘園に出かけたのは，外的必要に迫られてのことであった．今度は独立するため，自我を自我たらしめるための内的必要に駆られ，自から求めて故郷を後にした．人生の希望にもえ，熱意に満ちて農場労働者の旅に出た．この旅立ちは新しい時代に新しい安住の地を求める巡礼，いわば近代自我確立のための巡礼であった．

「自分に向けられている不愉快な視線が自分の周囲にはもうなく，新しい場面にいるという感覚は彼女の魂をすばらしく高揚させた」(135)が，同時に根無し草の不安はたえず揺曳している．テスは「自分の新しい人生の夢と行為にダーバアヴィルという旧家意識の空中楼閣があってはならず，乳搾り娘テスになり，それ以外の何ものでもない」(128)と決心していた．

時あたかも春，森羅万象が魂をふきかえすとき，テスはタルボセイズの酪農場につき，そこで期せずしてエンジエル・クレアと再会する．彼は幼時からさびれた田園に親しみ，「現代都市生活に克服し難い，殆んど不合理な嫌悪をいだき」(152)宗教的職業につくのもさけ，将来農場を経営する目的で，実習生としてこの酪農場で見習い中であった．知的自由を犠牲にせず，独立を与えてくれるものとして農業を選んでいたのである．

ハーディの世界で理想的な生活環境は，社会的に見れば，「あらゆる社会階級のうちで最も幸福な位置は，貧窮の終わる線より上で，『因習的儀礼』が自然な感情を束縛しだす線，いくらあっても満足できない陳腐な当世風の心理的圧迫感が生ずる線」(167)よりも下にある．このような洋風桃源郷の一つがトルボセイズの酪農場であった．ここの安楽で，平穏な，楽しい田園生活のなかでテスとエンジエルは「一つの谷間の二つの流れのように，抵抗できない法則にしたがって次第に一つに合流していった」(167)

クレアは「ここでの生活をその内面から見ることのできる自分の力」に驚き，聖職者の両親との生活や学生時代の後だけに「当木と包帯を投げ捨てたような」解放感にひたっていた．ここには地主が定住しておらず，「英国農村社会の人々の気分を抑える唯一の習慣的な束縛さえ」(218)感じていなかった．

テスはクレアの学識を高く評価していたが，グレースと違い自分では彼のような教養は望まなかった．彼女は，それよりも，生きていることの不条理，読書では解決できない現世の不可思議を前にして，自分の自我の存続を守り通すのが急務であると思っていた．自分のアイデンティテイをしっかりにぎりしめておくことが，即ち生きることである．知識の量ではいかんともしがたく，テスは，学問としては既に学んでいるもの以上の必要性は感じていない．クレアが勉強の手伝いを申し出，例えば歴史はどうかと水を向けると，断ってしまう．自分が他の大勢の中の一人であることを知っても愚かなことで，自分に似た昔の人のことを知り，その真似をして生きているのは悲しいことであり，一等大事なのは，自分の性質と自分の過去の行為は何千何万の人達のと全く似ていたとか，これからの生活と行為は何千何万の人達のと似ていることなどは忘れてしまうことですと主張する．

Because what's the use of learning that I am one of a long row only —— finding out that there is set down in some old book somebody just like me, and to know that I shall only act her part; making me sad, that's all. The best is not to remember that your nature and your past doings have been just like thousands' and thousands', and that your coming life and doings '11 be like thousands' and thousands'. (164)

クレアがテスを全人的な一人の女性としては見ず，神話のなかの女性になぞらえて彼女を呼ぶと，「私をテスと呼んで下さい」(Call me Tess)(170)とよく抗議したものである．社会，歴史，経済，教育，宗教，家系などを通して人を見るのではなく，テスだからテスと呼ばれたいことを如何に切望したかこの一言が雄弁に物語っている．

ありのままの自分を理解してもらいたいという望みは，ついに結婚式の夜自分の過去のあやまちを告白するようかりたてた．容れられなければ最後まで償なおうと固く決心していた．クレアにも過去の罪がありながら，「彼女の過去の自己保存的な気持」(296)にこだわり，「罪を犯したというよりも犯されたのだ」(299)とは認めても，要するに，彼は，「桃色の頬」「田園の純潔」(306)を夢みていたのであった．

タルボセイズの酪農場の楽園生活は，春に始まり，夏，秋で，年が明けるとテスはクレアと離別，実家にもいたたまれず，次の春と夏は別の酪農場で臨時労働者．冬は酪農は休閑期で仕事はなく，タルボセイズとは全く対照的な，フリントンコーム・アッシュという荒涼とした農場に行く．そこでテスは季節的にも精神的にも冬の時代を迎え，人間性解体の苦悩にさいなまれた．夫からもらった何がしかの金は実家に入れあげ，極貧のなかで不如意を極めた．

テスの生まれ故郷マーロットでの麦の収穫では，「太陽は金髪の輝く温和な目をした神の如き生きもので，自分に興味に満ちた地球を，青春の活力と一途さで眺め下していた」麦畑でも，赤くぴかぴか塗った麦刈機は「いなごが求愛するように，きちきち音を立てていた」(a ticking like the love-making of the grasshopper)(112)し，農夫達は心地よい疲労感をおぼえながら労働の楽しみをかみしめていた．テスもそのうちの一人である．

他方，フリントンコーム・アッシュでは，麦の脱穀には「ベルトや車輪のついた『赤い暴君』である脱穀機が主人公で，忍耐力のある女性たちがこの暴君に奉仕させられた．食事以外の休息時間はなく，一定量の麦の供給を怠たれば，うなりが高まり，話し声も聞えなくなる．「脱穀機は，動いている間中，横暴に，人の筋肉と神経の忍耐を要求しつづける」(418)機械文明の象徴として扱われている．

農民たちは，従来，自分の家庭をも意味していた農場で一生涯過していたのだが，新しく発生した農場労働者の間では毎年2月2日のキャンドルマスの契約変更日には，農場から農場へと移動するものが多くなり，よりよい条件を求めていたが，結果は気休めに過ぎなかった．すぐ上の階級である二次産業にたずさわる人々も「終身借地」や「長期借用」期限が切れると合理化のため立退きを要求され，村のバックボーンをなす人々まで流動的となり，大きな町や都市への人口移動が始まり，逆に田舎では過疎化現象がこのようにして始まっていた．ハーディはこのような都市への人口流出を自然の性質に反する行為，「機械で無理に水を丘の上へと流れさせる傾向」(455)であるとみている．テスの家族も例外ではなく，父の死とともに終身借地権もきれ，文字通り路頭に迷はされている．

テスは，自分の罪は自分から求めたのではなく，無知故の不注意によるのである，とブラジルに行っている夫に訴え，エンジエルも，人の真価はなしたことによってではなく，その意図によって評価さるべきであると悟り，急拠帰国し，テスの許に走る．しかし浅薄な「改宗者」アレックに彼女は再び付け狙われ「一度犠牲にされると，いつも犠牲にされる——それがおきてである」(427)と慨嘆しながら，赤貧の一家を救うため，夫の消息もないまま，アレックの資力に身を任せたあとのことである．再びエンジエルを目の前にしたテスは完全に自分のアイデンティテイを失なってしまった．「テスは，いま彼の前にある自分の肉体を精神的に自分のものであると認めることをやめ，潮流に漂よう死体のように，生きた意志とは無関係な方向へ，漂ようがままにまかせていた」(491-2)

テスはエンジエルの許しを得，確実に彼を自分のものにするために，アレックの生命を奪うこともあえてした．すぐ彼の後を追い，いつまで続くかわからない逃避行のうちに，可能な限りの現身の愛の証しを手にいれることができた．南ウエセックスの地方を縦横に歩き続け，生きとし生けるものの楽しみも——僅かであったが——悲しみも味わい尽したテスは，もはや歩くには及ばなかった．ニュー・フオレストで見つけた空き館で，クレアが延命策を提案するごとに，彼女は移動するのに気が進まなかった．心の中に解放感を見いだしていたからである．「内には愛情があり，和合があり，過失が許され，外には無慈悲があった」(507)発見

を恐れ，そこを去り，ストーンヘンジまで来ると尚もクレアは先を急ごうとしたが，テスは既に達観していた．

ハーディはこの作品を七っの「相」(phase) に分け最後の「相」を「成就」(Fulfilment) としている．われわれはそれをテスにおける近代自我の「成就」と読みとることはできないであろうか．彼女はこれまで宗教上のことで，クレアの思想に異和感をいだいたことはなかった．が，確かめておきたいことがあった．即ち,「死後わたしたちは再び会えるでしょうか」と尋ねるが，彼は返答をさけ，その代りに口ずけした．再会を願っていた彼女は声を抑えてしのび泣きした．(512) ハーディは彼女を落胆させたのではない．彼女のなき後は，自分の短所はなく，長所だけの人柄である下の妹リザ・ルーを彼に託し，結婚させることになっていからである．従ってテスには「死さえ自分達を分かったことはない」(512) と思えた．

青春時代を根無し草で過したテスが，やっと我が家にいる気持になり (So now I am at home. (511))，安心立命の地を得たのは彼女の祖先が昔住んでいたところであったのは，故郷喪失者の向うところとして興味深い．

テスにとってストーンヘンジには無慈悲はなかった

彼女にあったのは空だけであった．古代人がたてた石の祭壇の上に横になっていると，そこが気に入ってきた．

'I like very much to be here,' she murmured. 'It is so solemn and lonely —— after my great happiness —— with nothing but the sky above my face. It seems as if there were no folk in the world but two; and I wish there were not ——except 'Liza –Lu.' (511)

しばらく睡ったテスの目に朝日がさし，眼覚めると追手に取り囲まれているのに気がついた．立ち上って衣服をはらい，前に進みながら「覚悟はできています」(514) とおちついて言った．

※ Thomas Hardy: *The Woodlanders* Macmillan. London. 1951 (Pocket Edition) p. 453 (以下この版からの引用は本文中に頁を示す)

参考文献　(追加分)

Jean Brooks: *Thomas Hardy*: The Poetic structure. Cornell University Press, New York, 1971

Ian Gregor: *The Great Wed* The Form of Hardy's Major Fiction. Faber and Faber, London, 1974

ラム　(Salem)　校の厳格な校長。

（九二）　（一八二四―一九〇三）　視学監、教育評論家。『講演と教育』(*Lectures and Teaching*)　『教育の目的と方法』(*Educational Aims and Methods*)

（九三）　Edward　（一七七九―一八四九）　ノリッジ　(Norwich)　の司教。教育問題に大きな関心があった。

（九四）　G・エリオットの精神的自叙伝とも言うべき傑作。なお、タリバーは同水車小屋の主人。

（九五）　「その一」　注（六六）参照。

（九六）　Arthur Hugh　（一八一九―六一）　詩人。ラグビー校に一八二九年から三六年まで在学。のちベイリオル学寮へ進む。

（九七）　信仰を盛んにすると同時に肉体を強健にして快活に世を送ることを主義とするキリスト教。

（九八）　人身保護の目的で拘禁の事実・理由などを聴取するため被拘禁者を出廷させる命令書。

（九九）　不詳。

（一〇〇）　不詳。

（一〇一）　George Edward Lynch　（一八一三―六六）　カルカッタの司教。ラグビー校寮監（一八三七―五二）。モールバラ校々長（一八五二―八）。

（一〇二）　「その一」　注（二七）参照。

（一〇三）　「その一」　注（四）参照。

（一〇四）　（一八〇六―六三）　政治家、作家。『政治における観察と論理の方法に関する考察』(*A Treatise on the on the Methods of Observation and Reasoning in Politics*)

（一〇五）　George William Frederick Villiers　（一八〇〇―七〇）　政治家。

（一〇六）　「その二」　注（六九）参照。

（一〇七）　Benjamin　（一八一七―九三）　ギリシャ語学者。ベイリオルで一八四二年から七〇年までチューターを勤む。

（一〇八）　「その二」　注（三七）参照。

（一〇九）　William Hepworth　（一八一〇―八六）　トリニティ校教師（一八六六―八六）、ケンブリッジ大ギリシャ語教授（一八五三―六七）。パブリック・スクール委員会委員を勤む（一八六一―四）。

（一一〇）　イングランド北西部の州。一部は湖水地方を成す。

（一一一）　Frederick Denison　（一八〇五―七二）　自由主義神学者、社会改革家。

（一一二）　《米史》　好隷の使用を認めない土地。

（一一三）　（一八一九―九一）　米国の詩人、文芸批評家、外交官。『ビッグロー・ペーパーズ』(*Biglow Papers*)

（一一四）　ロンドン南部の自治区。

（一一五）　次章に詳述する。

（一一六）　ロンドン北西部、オックスフォード通り北側の自治区。

なお、注の作成に当っては、以下の書を参考にさせていただいた。記して謝意を表する。

○ *Modern English Biography* (Frank Cass and Co. Ltd. 1965)
○ *Reader's Encyclopaedia* (Thomas Y. Crowell Company)
○ *Concise Dictionary of National Biography* (Oxford University Press)
○研究社英和大辞典
○研究社英米文学辞典

（六四）　**Richard Henry**（一八八〇―一九六二）インド生れの英国経済学者、歴史家。***Religion and the Rise of Capitalism***（一九二六）は一六、七世紀時代のプロテスタンティズムと経済発展の関係についての古典的な研究。

（六五）　注（五一）参照

（六六）　ペリシテ人、紀元前十二世紀頃、パレスチナ南西部に定住していた非セム族の戦闘的人種。この民族は多年に互りイスラエル人を圧迫した。マシュー・アーノルドの著作『教養と無秩序』から、文学、芸術に理解のない実利主義者、俗物を指すようになった。

（六七）　（一八五六―一九五〇）アイルランドの劇作家、批評家、社会改革者、政治経済社会主義、創造的革命、動物生体解剖反対、菜食主義等々の運動の創始者。**Fabian Society** の創立メンバー。代表作 ***Man and Superman, Major Barbara*** 作品多数、大作コメディー、***Buoyant Billions*** 執筆中に九四才で歿。

（六八）　（一八五四―一九〇〇）詩人、小説家、劇作家、アイルランド生まれ。ウォルター・ペイターの弟子として**ART FOR ART'S SAKE**を唱える耽美主義運動のリーダー。長髪で奇抜な衣服をまとい、手に花を持って講演し聴衆の注目を集めた話は有名。同性愛者として重労働の刑罰に服し、後 **Sebastian Melmoth** の名でパリで不遇、苦難の生涯を閉じる。***Happy Prince and Other Tales***（一八八八）、***The Picture of Dorian Gray***（一八九一）など作品多数。

（六九）　（一八二二―九六）法律家、社会改良家、作家。キリスト教社会主義者で貧民の生活向上のため奔走。

（七〇）　***Tom Brown's School Days***, ***Tom Brown at Oxford***（一八六一）**Van Dieman's Land** Tasmaniaの旧称。オーストラリア南方の島で他の諸島と共にオーストラリアの一州をなしている。東インド諸島の総領事 **Antony Van Dieman** の命を受けて、オランダ人の海洋探検家の **Abel Tasman** が発見した島なので、一八五三年まではこの呼び名があった。

（七一）　（一七九五―一八四二）教育家、歴史家。ラグビー校の名校長。マシュー（**Matthew**）の父。

（七二）　（一八〇七―八八）経済学者。一八三二年から五二年までラグビー校で数学を教える。

（七三）　「その一」注（八八）参照。

（七四）　「その一」注（四四）参照。

（七五）　「その一」注（六五）参照。

（七六）　「その一」注（二一）参照。

（七七）　「その一」注（一一）参照。

（七六）　トマス・ヒューズがラグビー校をモデルにして描いた彼の代表的小説（一八七五年）。

（七九）　（一七七三―一八五二）校長として生徒の人気があったが、また、その厳格なしつけは有名であった。

（八〇）　**Charles John**（一八一六―九七）ハロー校の校長を一八五九年まで勤め、のちランダフ（**Llandaff**）教区監督など聖職に就く。

（八一）　（一八一五―七五）レプトン校々長（一八五四―七四）。同校の生徒を五十人から三百人に増やした。

（八二）　「その一」注（一三）参照。

（八三）　**Jean Jacques**（一七一二―七八）スイス生れのフランスの哲学者、著述家、社会改良家。『エミール』**Emile** で一種の性善性を説き、「自然に還れ」とする教育論を展開した。

（八四）　「その一」注（五）参照。

（八五）　**Arthur Christopher**（一八六二―一九二五）教育家、著述家。

（八六）　「その二」注（五四）参照。

（八七）　「その一」注（七）参照。

（八八）　軽快な書簡文の形式で、教養精神と伝統主義を説いた批評論集（一八七一年）。

（八九）　ヘンリー二世からリチャード三世にいたるまで（一一五四―一三九九）の英国の王家。

（九〇）　すなわち、文化の象徴。J・スウィフト『本戦争』（***The Battle of Books***）M・アーノルド『教養と無秩序』（***Culture and Anarchy***）にある。

（九一）　自伝的要素の濃い傑作。クリークルはディヴィッドを虐待するセイ

Law Rhymes（一八三一）

（四〇）（一八一〇―八九）軽妙で道徳的な *Proverbial Philosophy* は五〇版を重ね、国際的な人気を博した。

（四一）（一八一九―一九〇〇）批評家、特に美術評論では John Turner を評価した。

（四二）George John （一八二一―七八）小説家、エピソード風の狩猟小説 *Market Haborough* は有名。

（四三）「その一」注（六）参照

（四四）古代エジプト王の稱号

（四五）ランカシャーの州都、綿織物業の中心。近郊に炭鉱。人口約一二万。（一九五一）

（四六）ヨークシャーの州都、鉄鋼業都市、人口約一四万

（四七）ノーザムバランドの州都、造船、石炭、鉄、窯業、化学工業都市。史蹟あり。

（四八）スコットランドの古都。印刷、出版業の中心地。学園都市。

（四九）ダラム州都。造船、漁業、石炭、製紙、化学、陶器の町。人口約一八万（一九五一）

（五〇）ディケンズの小説 *Christmas Carol* に登場する主人公の爺さん。

（五一）John Maynard （一八八三―一九四六）男爵、経済学者。新経済学の創始者。Cambridge 大学教授。パリ平和条約政府代表を務める。ルーズベルト大統領の経済復興計画に大きな影響を与える。第二次大戦後は世界銀行の設立に寄与する。

（五二）Saturnalia 古代ローマでは Saturn（農業神）の祭りで、一二月一七日から一九日までは役所、法廷、学校などが一斉に休んだ。戦争も中止し、罪人も罰を免かれ、奴隷も解放された。いわゆる無礼講が許された祭り。

（五三）Galilei （一五六四―一六四二） イタリアの天文、物理、哲学者振子の等時性（一五八三）、大陽黒点（一六一〇）等、世界的な物理的発見の業績が多い。

（五四）（一七四九―九二） フランス革命党政治家、雄弁家。フランス革命の最初二年間で重要な特徴となった立憲君主制は彼が英国に範を取って唱えたもの。

（五五）Arthur Wellesley （一七六九―一八五二） Iron Duke として有名。 Sir John Moore （一七六一―一八〇九）の死後、最高司令官。ウィーン会議（一八一四―一五）の英国代表。Waterloo でナポレオンを撃破、国民的英雄、一八二八―三〇まで首相。

（五六）Sir Issac （一六四二―一七二七） Method of fluxions, the law of the composition of light, the law of universal gravitation. を *PRINCIPIA* に発表。りんごの話はヴォルテールがニュートンの姪から聞いた話と云われる。

（五七）不詳。

（五八）Sir Richard （一七三二―九二） 英国の綿業家、紡績機械の発明家

（五九）Michel. （一七六九―一八一五） フランス陸軍元帥、ナポレオン軍総司令官。ルイ一八世から貴族に列せられたが、ナポレオンがエルバ島から帰ると彼につき、Waterloo でナポレオン一世親衛隊を指揮する。百日天下の後、反逆罪で銃殺刑。

（六〇）（一八一三―七五） 各種政府委員、バス勲爵士。Prince Albert 公の演説推稿役を女王に委嘱される。*Thoughts in the cloister and crowds* （一八三五）など匿名の著書もあり。

（六一）Richard Brinsley, （一七五一―一八一六） 劇作家、雄弁家、政治家。洗練され風刺の利いた Comedy of Manners を書き、*The Rivals, St. Patrick's Day, The Duenna* の演出で、問口の広い劇作家としての地位を確立。代表作 *The School for Scandal*

（六二）Alphonse Marie Louis de, （一七九〇―一八六九） フランスの詩人、作家、政治家。フランス文学最高のロマン派詩人。*Les Premieres meditations* （一八二〇） *Les Harmonies poetiques et religieuses* （一八二三） 等作品多数、自由主義者ながら、政治的には急進的共和主義者となり、一八四八年の革命後は実質的に臨時政府の代表となる。一八五二年のナポレオン三世のクーデターで失墜。

（六三）有明工業高等専門学校紀要第十五号「ヴィクトリア時代の人々――その二」（以下「その二」と略す）注（五九）参照

ンバーの息子、兄と共に出版界で活躍、著書多数 *Traditions of Edinburgh, Biographical dictionary of eminent Scotsmen*

（八）本文参照。

（九）不詳。

（一〇）（一七三〇―九五）英国の陶芸家、末子ヘンスリーは法律家、言語学者として著名

（一一）（一八〇九―六五）水彩画家。英国の田園風景、フランスの海岸風風景を得意とする。外にロンドン生活スケッチなど。

（一二）不詳。

（一三）（一七八一―一八四六）英国の技師、蒸気機関車発明。独り息子ロバートは有明な橋梁技師。

（一四）イングラント、Yorkshire の州都、人口約五〇万（一九五一年）織物機械、金属、ガラス工芸、陶器、家具、化学等の工業都市。リーズ大学の所在地。

（一五）George（一八一二―八八）出版界で活躍、The Railway library という名前でシリング本を売り出し、この版で *Uncle Tom's Cabin* を一〇万部売る。リットン卿の版権を二万ポンドで買った話がある。

（一六）William R.（一八〇八―九二）出版者 Lawrence Sterne の未発表書簡集の編集出版、旅行ハンドブックの出版。

（一七）（一七五四―一八三三）女流作家、博愛主義者、社会改良家、*Coelebs in Search of a Wife*（一八〇九）その他の著作あり。

（十八）Thomas Nelson（一七八〇―一八六一）創立の出版社。息子 William, Thomas と共同経営。神学文学、少年少女文学、地図、*Family Treasury* などを出す。

（一九）（一八三二―九九）少年文学作家、ユニテアリアン派の牧師の息子、一時パリで反逆的な放浪生活を送る。余生は新聞少年の家にすべてを捧げて生きる。*Tattered Tom Series*（一八七一）

（二〇）「その一」注（二三）参照

（二一）（一五〇五―七二）スコットランドの社会改革運動家、長老派教会の創始者、ジュネーブで二度カルヴィンと個人的に接触。*Blasts of the Trumpet Against the Monstrous Regiment of Women*（一五五八）は有名、これはエリザベス女王の逆鱗に触れる。

（二二）Robert（一七七一―一八五八）ウェールズ生れの英国の社会主義者、博愛家

（二三）「その一」注（四一）参照。

（二四）不詳。

（二五）中世ドイツ以来の名門貴族、この王子は Louis Ⅲ（一八〇六―七七）の王子か？

（二六）不詳。

（二七）「その一」注（二七）参照

（二八）「その一」注（四九）参照

（二九）イスラム教典 Koran とはアラビア語で読物の意、語源は quran 天子ガブリエルがマホメッドに傳えた神の言葉を一一四章にまとめたもの。口傳の傳統があったが、語り部が戦死し、この傳統は第三代カリフの時代に杜絶える。

（三〇）チェコスロバキヤの州名、地味肥沃

（三一）ユーゴースラビアの北西部地方でユーゴースラビア連邦の一州

（三二）（一七九七―一八七五）宗教家、傳道使節としてアメリカに行く（一八五三）

（三三）不詳。

（三四）（　）内筆者註。

（三五）「その一」注（二六）参照

（三六）オーガスタス・シーザー治政下のローマ文学黄金時化を指して言うここからオーガスタス時代とは国民文学隆盛の時代を言い、従って十八世紀のスウィフト、ポープの時代を英国散文学のオーガスタス時代と言う。

（三七）Samuel Taylor Chadwick のこと

（三八）（一七二三―九〇）スコットランドの経済学者、倫理学者 *The Wealth of Nations*（一七七六）

（三九）（一七八一―一八四九）Corn-Law Rhymer と言われた詩人。労働階級に厳しい Corn-Law に悪態をつく詩が多く、この法律の廃止に影響を与える。*Village Patriarch*（一八二九）、*Corn-*

ドが心を奪われたある企てに反応を見せ始めていることは意義深いことである。アーノルドは一八二九年に次のように書いている。「我々がこれからさらに十五年生きるとして、もし私がそこで教師となり、私の骨をカンガルーと袋ネズミの国に埋めてもらえるとすれば、私は喜んで（オーストラリアの）スワン川に諸君と共に行きたいと思うであろう。……伝道がもっとも効果をあげるのは、未開の若い社会に健全にして健康な血を注ごうとする場合である。」

ヒューズははるかなテネシーの彼の開拓地を「ラグビー」と名付け、その中心に、母校のまんなかにあったラグビー校礼拝堂の役をさせるべく、教会を建てた。そこには、さすがにビッグサイド軍はなかったけれど、テニスクラブがあった。そして、毎月出す雑誌の名は『ラグビー人』であった。ヒューズが一八八〇年に初めてその開拓地を訪問に出かけたとき、彼はそこで国を捨てた五人の英国人に迎えられたが、彼らはすべて、かってのパブリック・スクール、すなわち、イートン、ハロー、ウェリントン、及びラグビー校の出身であった。しかしテネシーにはトマス・アーノルド的人物はおらず、開拓地は失敗に帰した。夢だけが——死ぬときまでヒューズにとりついていた英国ラグビー校についての、昔からくり返し見た夢だけが残った。そして、彼が没する二年前の一八九四年に出版された彼の最後の本はラグビー校、及び労働者大学の双方に捧げられた。

「とりついていた」という言葉は不正確である。ヒューズは亡霊にとりつかれるには熱心すぎ、活動的でありすぎ、楽観的すぎた。と言うより、立派な母校に五十年前と同じ忠誠心を抱く「大運動場に立つ成人した学童」であった。彼は並みの産物ではなかった。パブリック・スクールも、政治的運動も変えることのできぬ抑え難い気質、すなわち陽気な性質は非常なものであって、またその性質は注意深く作りあげた性格の裏に存在していた。ローエルは一八七〇年に彼と初めて会見したのち、「私は彼と別れを言うのが実に悲しかった。それは太陽の光にさようならを言うことだったから。」と書いている。太陽はいつも照り輝いていた。次のような非常に共感を呼ぶ血の叫びを発しているのは、素顔のトム・ヒューズであって、人が変ったのちのトム・ブラウンではなかったのである。

私は放浪者を愛する。但し、金持ちの放浪者ではなく、貧乏な放浪者の方が良い。供の者や小間使い、大きな旅行カバンに旅行用馬車は私の大嫌いなものである。私はそんな連中は御免こうむる。しかし、汚れ太郎や、あの素晴らしいフランスの歌にある、背中に

かたつむりよろしく

荷物全部、家具一式を、

つまり家そのものを載せて

動き回る善良な人々すべてには幸運のあらんことを。そしてまた、路傍の宿やスイスの別荘（シャレー）、ホッテントットの村、その他彼らが行きたいところのどこででも楽しい冒険と暖かい夕食のあらんことを。

どんな学校も、改革の済んだパブリック・スクールでさえ、こういう少年を型にはめることはできまい。

注

（一）原文には the Elysian fields とある。Elysium とはギリシャ神話で、祝福された者の住いという意味で、ここから the Elysian fields 即ち the Paradise とか Happy land of the poets という言葉がある。Elysian とは Happy または delightful の意である。

（二）（一八一二—一九〇四）本文参照

（三）詳細不明、書名。

（四）サミュエル・スマイルズの代表的な著書、詳細は本文参照

（五）（一八〇九—九九）政治家、一八六五年オーストリアとの通商交渉に当る。オーストリア税制調査委員。

（六）有明工業高等専門学校紀要第十四号「ヴィクトリア時代の人々——その一」（以下「その一」と略す）注（三六）参照

（七）ウィリアム・C（一八〇〇—八三）弟とジャーナリズムで活躍 ***Chambers's Edinburgh Qaural*** の編集者、**Peebles** に図書館（一万冊）を寄贈、**The Chambers Institution** 設立・準男爵。ロバート・C（一八〇二—七一）木綿製造業者ジェイムズ・チェイ

偽りなき、正当な、真実の大義名分が。
ジョンよ、他の誰が拍手をしてくれなくとも
君だけは拍手をしてくれるだろうね。

アメリカ南北戦争は、ラグビー校の教えをさらに強めることになり、その戦争のせいでヒューズはいっそう英国の労働階級の人々に接近した。そして彼らはその戦争を通して、新たな良心に目ざめ、新たな活力を与えられたのである。

その戦争の始まらぬうちから、ヒューズは成長期にある、労働者の自発的な組織、労働組合に関心を示していた。労働組合はパブリック・スクールと同様に、保護を受ける国民的組織になるはずであった。一八六〇年〝社会科学協会〟(the Social Science Association)のある集会で、彼は新しい組合が労働界において代表的性格を有し、それを取りしきることになるかもしれぬことを結構なことだと述べた。組合は国の生産力の差配人のみならず、社会の平和を保証するものともなり得よう。ヒューズは組合を支持し、北軍の大義名分を支持したために〝ロンドン労働評議会〟(the London Trades Council)の指導者たちと親しく交わることになったが、その指導者たちが彼を一八六五年に議会に立候補させ、ランベス(Lambeth)選挙区で第一位で当選させるに当って大きな原動力となった。[一四] トム・ブラウンは労働階級の指導者になったわけである。彼の対抗馬の一人は、「ヒューズは職人にとり入って、好意を勝ち取るコツを知っている。まさしく大衆の指導者だ。」と書いている。

彼が指導した人々は社会主義者というわけではなかったが、不十分な市民権しか与えられていないことに怒りを抱いていた。彼らは投票権と、組合の保護とを求めた。「労働者は戸口のところまで来て、『戸を開けて下さい』とうやうやしく頼んでいる。」ヒューズはすでに内側から戸を開けようと試みていた。議会の一員として、また、その後一八六七年には労働組合問題勅任委員会(the Royal Commission on Trade Unions)の一員として、彼は労働者のために、その社会的、政治的権利を熱心に主張した。同委員会の委員をしているあいだ、彼は労働組合の指導者、ロバート・アップルガース(Robert Applegarth)[一五]と常に接解を保ち、委員の仕事が終ったとき、彼は組合側の観点を主張する少数派の報告書に署名した。「各自が自分の利益をおだやかに追求することは万人の権利、と言うより、義務であるとする制度の下にあっては、労働組合主義は自由競争と何ら変わるものではないと我々には思われる。」彼が示唆した合法的改革論は一八七〇年代の新しい労働組合の規約の基礎となった。

ヒューズが勅任の委員会の一員であった時期が、彼の政治的な経歴のもっとも華やかな時期であった。一八七〇年から一八七五年にかけ、彼は組合の闘士を辞め、組合の利益を求めて粉骨砕身し、組合と共に歩むこともはやなかった。一八七四年の総選挙において、彼はマラルボン(Marylebone)[一六]で最下位となり、そして、ディズレーリの率いる新たな、不人気の勅任委員会の一員となって労働組合法を調査することになったとき、ヒューズは組合に対する裏切者だと見なされた。労働組合主義者たちがヒューズの過去の業績に賛辞を呈したのは、一八七五年にディズレーリが組合の力を十分にわかって、ヒューズの予想した以上の手を彼が打ったときのことであった。そのころにはヒューズはすでに組合の力に不安を覚え、英国の社会的雰囲気がすっかり変ってしまったことを悟っていた。「彼らの将来は事実上、働く人々の手の中にある。……そして今や働く人々が新たに上座に着き、そして、自分たちの階級のことよりも国のことを第一に考えることができる愛国者であり、真の英国人であり得ることを示すべきときである。」ラグビー校はそれだけの教育をしてきた。「新しい世代が新しいものを賛美することになるのはまったく当然である。そして私はその事実を悲しいとも思わねば、また残念とも思わない。」

一八六七年に選挙法改正法案が通ったことは、ヒューズが大した役割を果たせない新世界を作り出した。都市労働者が完全な政治的市民権を得たことは彼らとヒューズとの間柄を親密にするどころか、縁遠いものにした。そこで彼は大きな社会から小さな社会に目を移し、海外の大きな新しい世界の中の未開拓の社会に希望をつないだ。彼はテネシーに開拓地を開く計画を持っていたが、そこで成人したトム・ブラウンとでも言うべき人々が、時代錯誤ではなく、ほんとうに自らの手で新しい社会を産み出し得ることを証明しようというのであった。英国はもはやブラウンやイーストに安住の場を提供できるほど大きくもなければ、また、冒険心を満たせる場でもなくなっていた。「高度の教養を求める心と商売気とは一致せぬもの。パブリック・スクールで修得した理念や習慣がもっとも役に立つとする人は、また、その理念や習慣のために商売人としては成功しない。」さらにまた、組合指導者にもなれない。開拓者になら、堅固な主義主張をもっていれば、なれるであろう。ヒューズが、何年も前にアーノル

と対等の条件で扱ってくれることに面喰らい、彼にどう対処したらいいかまったくわからなかった。ウェストモーランド(Westmorland)[二一〇]の彼の家近くに住むある老婦人は、「あの人はよく私の家へやって来て、まるで私が貴婦人であるかのようなもの言いをなさったものです」と語っている。その会談には保護者的なところはまったくなかったと言ってよかろうが、対等な関係のものとはいささか言いかねる。事実、十九世紀初めの英国で階級間の真の対等を見出すことは難しかった。と言うのは、「貴婦人」とか「紳士」とかの言葉そのものが、真の理解へ通じるための道ではなく、障壁である。

ヴィクトリア中期の、上のものを敬う気持は、そのための真剣な企てがなされたときでさえも、頭から破壊することは不可能であった。障壁を一掃するには下からの民主主義的な盛り上りが必要であった。アーノルドは民主主義理論を無条件に信じる者では決してなかったが、しかしまた、民主主義の最初の波を破壊しようもしなかった。十九世紀も後期になり、民主主義の潮が高まってからやっと、パブリック・スクールの中で反民主主義的立場をとる学校も現われた。生徒たちの中には現状肯定的立場を捨て、反逆者となる方を選んで、民主主義運動と同盟を結ぶ者もいたのは事実だが、ふつうの生徒たちは次第に自己満足的に、また、誇り高くなっていった。「母校のスクールカラーのネクタイ」を締めている者は、中味は馬鹿でも紳士であるということになり、そしてまた、このころには、腹話術師の声のように、外に聞こえる声はトマス・アーノルドの声とはまったく異ったものとなっていた。

あまり軽々しく一般論を展開することは危険であるし、また実際、十九世紀中期（この時期に社会の層の形成のことがもっともかまびすしく語られた）に、産み出されるものが完全に規格化されていることなどあり得るはずもなかった。トマス・ヒューズ自身の経歴がまさしく、彼の時代のパブリック・スクールが、有能ではあっても傑出していると言うほどではない少年を鋳型にはめるのにいかに成功し、また、いかに失敗したかを表している。実在のトム・ブラウン（訳注　すなわちヒューズのこと）が、その時代の社会問題へいかに接近したかは、神格化されたアーノルドの接近の仕方と同様に、注目に値いする。

ヒューズは家庭とラグビー校によって「育てられた」。彼の父は「大衆への真の共感」を持つ郷士であったが、同時に、真のトーリー党員であって、召使いには「厳しい服従と尊敬の念」とを強請した。学校の校長も父親と同様に、威厳に満ちた重大な影響力を持った。十才から十八才までの大切な時期、彼はラグビー校とアーノルドとの呪文に縛りつけられていた。そして、半世紀のあいだ「一度としてそのことで神に感謝するのを忘れたことはなかった」。

オックスフォードで彼は急進派になった――「民主主義の高尚な面が私の心を拉し去った」というわけである。一八四八年の革命の年、スマイルズは賢明にも政治から自主独立を提唱する方へと変わり始めていたころに、ヒューズはF・D・モーリス(Maurice)[二一一]の率いるキリスト教的社会主義者の仲間に加わった。資本家の競争という教義に対し、彼は協働的なチームという倫理で対抗した。彼は法律を職業とし、大半の時間を「主義」、特に協同組合、及び〝労働者大学運動〟(Working Men's College Movement)に捧げた。しかし彼は、急進派であったとしても、反逆者ではなかった。ラグビー校の教えに導かれて、彼はオックスフォードでの勉強よりも、ロンドンの労働者の中での社会奉仕の方に励んだ。彼は講師として招かれることは多かった。彼はロンドンカレッジで学生たちに、「ねこ背、薄い胸、固い手足は、文法や算術で間違うのと同じくらいにけしからぬことだ」と語った。挙闘術は、ラグビー校においてそうであったように、ロンドンでも人を治める学問への欠くべからざる序曲である、というわけであった。

一八五〇年代、及び六〇年代にヒューズはさらに闘争的なキリスト教徒となり、逆に教条主義的な社会主義者という影は薄くなったが、労働者に対する信頼の念は捨てなかった。一八五九年に彼は〝志願兵運動〟(the Volunteer Movement)に加わり、〝労働者大学〟から二中隊を組織した。アメリカ南北戦争の期間は彼は北軍の忠実な支持者であった。「もし北軍が敗れれば、それは歴史上かってなかったほどの不幸なことになろう」。正か邪かは、アメリカの政治についてもアーノルド先生がラグビー校におられたときと同じように明確に規定できる。「私は、自由土地論者はあくまでも正しく、奴隷制度賛成者はあくまで間違っていると思う」。これこそ、ラグビー校が彼に教えた判断の下し方であった。ヒューズの定期的な文通相手であり、また相談相手の一人でもあったジェームズ・ラッセル・ローエル(James Rusell Lowell)[二一三]は一八五九年に次のように述べている。

ジョンよ、我等には大義名分がある。

験を採用してはいたが、しかしまた、両者共に紳士を求めるという理想が依然、支配的であった。学校の改革は公務員機構の改革につながり、また、同機構の改革が学校の改革につながると信じられた。スタフォード・ノースコート卿は次のように述べており、また、彼の意見は多くの校長によって唱えられたところでもある。すなわち「公務員任用を選抜試験によって公開のものとすることほど教育制度を押し広げていくものはないであろう。」

新しいパブリック・スクールや大学には、能力があるだけでなく人格も立派な人物を与えてもらえるだろうと期待することができた。ベイリオル学寮の教師ジャウィット(Jowett)[一〇七]は、大学の経験から言えば「二十人のうち、十九人以上は学識があると同時に人格者でもある。こういう例は多い」と自慢し、一方、ノースコートとトレベリアン[一〇八]は公務員機構においてもそれが事実であることを確証した。公開の競争で選ばれた若者は、ひいきによって選ばれた者よりも「紳士」になる率は高いと主張された。

公開競争はこのようにして安全なのである。というのは、それがパブリック・スクールや大学の制度にうまく適合するものであるからである。トムソン[一〇九](Tompson)教授が指摘したように、試験に出題される学科がよくできるか否かということは、「志願者が社会的にどのくらいの位置にあるのかを十分に教えてくれるであろう」、あるいは、少なくとも志願者が紳士らしい感情を導き出してくれる力のあるものに触れたことがあるか否かを証明してくれるであろう。民主主義の影がすでに地平線にぼんやりと姿を見せつつある時代にあっては、ボーンやジャウィットやトレベリアンのような人々は学識ある紳士を豊富に供給する必要を悟っていた。トレベリアンは「時代の抗しがたい傾向で、社会の下層階級の持つ政治力が活動を始めようとしているときに」〝上流階級〟が知的な怠惰に慢然とつかっているとすれば、それは非常に危険なことになろう、と主張した。イートン校の大先輩である控訴院判事長J・T・コールリッジ(Coleridge)卿は次のように書いている。「我々は自らの教育に勤勉につとめねばならぬ。古い伝統や昔の特権の上にあぐらをかいているのでは駄目である。もし我々が指導者たらんとすれば、自らをそれにふさわしいものとしなければならぬ。たとえ時の流れに浮ぶだけを望んでも、流れの下に沈むまいとすれば、我々は訓練や練習によって我々の知力を、最強にして、また最高の訓練をつんだものに投げつける方法を学ばねばならぬ。森の下ばえが我々の周囲一面に元気な新芽を伸ばしているときに我々自身がじっと成長を止めていいものか。そんなことをすればおそらく我々は伸び負けて、窒息してしまうであろう。」

五

社会的均衡が変りかけているという意識は十九世紀中期の多くの思索者の心を捉え、また、不安を感じさせた。パブリック・スクールを弁護する人たちは大衆を閉め出している学校側の言い分を懸命に支持しようとしていた。彼らは特権階級と他の人々との関係をどのように考え、また、学校問題に対し、大人の答えだと言えるどのような態度をとったのであろうか。

学校という立場から言えば答えは簡単であった。というのは、理想的な紳士とは、立派な作法のみならず、社会的義務感をも持っているべきだからである。アーノルドは非常に苦労して、教育ある人間がこの義務感という面を有すべきことを主張した。彼はラグビー校の礼拝堂ではもちろん、新しくできた鉄道の連絡駅の近くの小さな伝道区でも説教を行った。彼はまた自分の学校の六年生だけではなく、地方の技術者養成所の教壇にも立った。彼はまた生徒たちの教室だけでなく、貧しい人々の家庭をも訪れた。彼は労働階級のジャーナリズムに協力することさえし、早くも一八三一年には、彼が「シェフィールド新聞」(Sheffield Courant)に寄稿した書幹集は、英国最大の工業都市の一つであるその町の「技術者や労働階級の人々に大いなる興味をもって読まれた。」

アーノルドの貧しい人に対する態度は下のものにへりくだるという調子のものでもなく、また、上に立って保護してやるという調子のものでもなかった。スタンリーはこう書いている。「上流階級と下層階級との開きが大きすぎることが原因の、悪であると同時に避けがたい災いでもあると思われることをアーノルドは鋭く嗅ぎ取ると、彼は貧しい人々を救うつもりなのか教育するつもりなのか、いつもわからぬようにして、隣人である彼らを訪問したいと望み」、そして、上流階級の人々にはよけいな口出しだと思われるようなことをつい言ってしまうことになった。時としては彼は「善良なる貧しき人々」とそうでない人々とを分け隔てすることがあったが、それはただ単に彼もその時代の他のすべての人と同じ振る舞いをしていたにすぎない。と言っても、概して彼は他の社会奉仕家よりはるかに抜きん出ていた。貧しい人々は時として彼が自分たちを彼

ノースコート卿(一〇六) (Sir Stafford Northcote) もまたパブリック・スクールの有名な弁護者であった。

委員会は九つの古いパブリック・スクール、すなわち、イートン、ハロー、ウィンチェスター、シュローズバリ (Shrewsbury)、ウェストミンスター、セント・ポール (St. Paul's)、マーチャント・テイラーズ (Merchant Taylors')、チャーターハウス (Charterhouse)、及び、ラグビーの各校の状況を苦労して徹底的に調査し、一八六四年の春に報告書を公表した。運営管理面でも、また、教育課程の面でも改革が提案されたが、パブリック・スクール制度の大きな特色への批判はなかった。選抜試験は良しとされ、また、公的な仕事のできる能力のある新入生を確保する必要が強調された。しかし同時に、パブリック・スクールは本質的な英国人気質、すなわち「他者を治め、自らを制御する能力、自由と秩序とを一体化させる素質、公けを第一に考える精神、活力あふれ男らしい性質、世論を大いに尊重はするが、しかしそれに隷属することのない気性、健康なスポーツや運動への愛情」を培っているとして賞讃された。

委員たちはある学校の校風が別の学校のそれとは違っていること、また、各学校の先生たちが「学校に暖かい愛着を抱いているために活動的であるだけでなく、学校の教育体系、不文律となっている習慣、その他各学校で学校独自のものだという印を押されたあらゆるものに完全に精通している」ことを結構なことだと感じ入った。愛校心そのものが人格形成の本質的な要素であった。学校は概して、

> 国を治める人たちの主たる養成所であった。その養成所において、また、それを真似た学校において、それぞれの職業や経歴につくべく運命づけられた、英国社会を構成するすべての階級の人々が、社会的に平等であるという感情にのっとって育てられてきた。そしてまた、彼らはそこにおいて一生続く不滅の友情を契り合い、また一生消え去ることのない習慣のいくつかを身につけた。パブリック・スクールは英国紳士の性格を形造るに多分もっとも大きな役割を果してきたと言えるであろう。

一八六八年になってやっとパブリック・スクール法は委員会の提案をうけいれるべく、議会を通過した。議会の任命による実行委員会ができて、パブリック・スクールを管轄する行政機関を確保するための新しい制度を打ち立て、また、新しい法規を作成する準備をすることになった。保守党員の中には、学校とは「時間と自然の産物」であり、実利主義的な世代の人にかき乱されるべきではないと主張して、いかなる改革にも強く反対する者もいた。一方、自由党員の中には、抜本的な改革を主張し、このパブリック・スクール法が「かって本邦で提案されたことのないほどの詭弁的、反動的な法案の一つ」であると考える者もいた。だが、その法案は委員たちが当時の支配的な意見と同じ調子の言葉で論点を主張したのであるから当然議会を通過するはずであったが、また事実それは議会を通過した。

あらゆる英国の国民的機関と同じように、パブリック・スクールもまた、極端な人々にではなく、自由的保守主義者たちに、その支持を頼っていた。あるトーリー党の批評家は「イートンやハローやラグビーのような学校を創設することは、一国を産み出すことと同じくらい難しい」とかって主張したことがあった。しかし、九校の古いパブリック・スクールに次いで、すでに多くの新しいパブリック・スクールが続々と建てられていた。チェルテナム (Cheltenham)、モールバラ、ロサル (Rossall)、及びラドリー (Radley) 校はすべて一八四〇年から一八五〇年のあいだに設立されており、ウェリントン (Wellington) 校が一八五三年、それに続いた。そして、一八六二年のわずか一年間にクリフトン (Clifton)、モールバン (Malvern)、及びヘイリベリ (Haileybury) 校が設立された。ヴィクトリア中期の繁栄の高まりの上で作られた新しい上流中産階級は自分らのたくさんの子弟のために新しい学校を要求し始めていたが、その新しい学校は古い学校、それも改革の済んだ古い学校にできるだけ似せたものを求めていた。同時に、交通機関の発達のおかげで子供たちは家庭から遠い学校へ通うことも可能になりつつあった。パブリック・スクールという制度は教育に一つの層を作ると同時に、教育の国民化をもなしとげ始めており、そして、親たちはたちまち「良い学校というのは、その立派さにほとんど正比例して金がかかる傾向がある」ことを悟ることになった。

賭けられていたものは親たちの利益だけではなかった。公務員機構(官公庁)の改善が進むか否かもまた、パブリック・スクールや大学から有能で健康な若者が豊富に供給されるかどうかにかかっていた。パブリック・スクールの改革と公務員機構の改革は常に綿密に結びついていた。すなわち、両者共に選抜試

を述べたが、これは十九世紀中期の特徴である自由的保守主義をよく表わしている。

彼にどれだけのことができるかは、一部は自分を助けてくれる教師の選び方にもよるが、主として彼自身の意志の力次第であった。教師たちは、生徒たちと同様に「キリスト教徒でかつ紳士」であることを要求され、教師は「高潔な仕事の場」で働くものであって、教師の地位を全うできる者は「全身全霊でもって我々の制度の精髄の中にとけ込む」ことを喜ぶ者だけである、と説き伏せられた。アーノルドは明らかに名指導者であり、急ぎもせず、かと言って、また、滞ることもない精勤な人という印象を与えた。彼の時代の他のすべての偉人と同様に、彼は精力を出しきることと活動的であることとを賞讃した。一日の仕事を終えたあとでも彼は、自分はまだ二十人の秘書に同時に命令を下せるような気がする、と洩らすことがときどきあった。そのようなエネルギーの持ち主は学校よりもっと大きな機関をも動かし得たろうが、アーノルドにとっては学校でも完全なものにするには大きすぎるものであった。彼は「私はラグビー校に多くの学校改革案をもってやって来た。しかし、私はまもなくパブリック・スクールの改革は私が予想していた以上に難しいことだと気付いた」と述べている。彼はまた別の機会にこうつけ加えている。「私は本校が宗教を尊ぶ学校だと呼ばれるのを恐れる。私はこの学校が本当の意味でそう呼ばれるためにはまだまだどのくらいのことをなさねばならぬかを知っている。」

アーノルドの慎み深さはヒューズの誇りと対比する必要がある。トム・ブラウンが変ったこと自体が、ラグビー校内部の古い悪習が終り、抵抗する者はまだ多少は残っていたが、反抗的少年と現状肯定的「世論」との連合軍に対するアーノルドの戦いがうまく進んでいたという証拠であった。校風の変化は校長としての彼の説教の中にたどることができる。赴任しての最初の数年間、彼は校内の考え方の邪悪さとキリスト教の道徳律の純粋さとの余りの対照に心を奪われていた。しかるに、最後の数年間は彼はむしろ勧告的になって、個々の欠点をとりあげることはせず、一般的な美徳の賞讃に重点を置くようになった。

彼の方法は、ヴィクトリア朝中期全体の特色である行儀作法の改革と軌を一にしたものであった。彼はテニスンと同じくらい熱心に真実の大切さを主張した。少年の言葉は誓いの言葉として受け取られ、その結果、アーノルドに嘘をつくのは恥である、というのは彼は嘘を信じるからだ、という一般的な風潮ができあがった。校風が変ったことをこれ以上に雄弁に物語るものはあるまい。

ラグビー校の変化は、大学、及び、他のパブリック・スクールの双方で、衝撃をもって受けとられた。もっとも、イートン校はグラッドストン[二〇三]の言葉を借りれば、「本校に関係のない、いかなる力にも敏感に反応する」ことなどなかったのではあるが。アーノルドがラグビー校へ任命される前、彼を推す推薦状の一つに、もし彼が任命されれば、「彼は英国中のパブリック・スクールにおける教育の様相を一変させるであろう」と述べられていた。その予言は的中した。もっとも、というより、おそらくはこのことのために彼は成功したのであろうが、彼は学校運営の方法や組織を変えたことはほとんどなかった。彼の影響力は、目的が単純明快であることと彼の個性の力強さから来ている。校風や気風の改善がなかったなら、果してパブリック・スクールが一八六〇年代の危機的な試練を生き延びていたかどうかは疑問である。アーノルドはパブリック・スクールの本質的な特徴は残しながら、その悪弊を一掃した。「私がある地位、ある人、ある機関をどのくらい愛しているかは、私がそれらをどのくらい改革したいかという気持で正確に計られる」と彼はスタンリーに書き送っている。改革が行われたために、他の人々はさらにますますその地位や機関を愛するようになったのである。

四

一八六〇年代の学校問題の調査は、その十年間の初年度の定期刊行物に現われた文学論争と、パーマストン[二〇三]内閣の国務大臣、ジョージ・コーンウォール・ルイス[二〇四]（George Cornwall Lewis）による一年後の調査委員会の設立とで始った。政府はすでに一八五〇年代に大学の調査を終えていた。そして今や、パブリック・スクールはもはや修道院的施設でもなければ、私企業でもなく、「英国の偉大な学問の府であり、その繁栄、成長は帝国自体に大いに関係する」という論拠の下に、政府はパブリック・スクールの調査にとりかかった。しかし、委員会のメンバーはたいていパブリック・スクールの支持者たちであった。委員長のクラレンドン卿[二〇五]（Lord Clarendon）は他の多くの委員たちより批判的であったが、彼もイートン校出身の父を持ち、ハロウ校へ通う子の父であった。また、公務員機構（官公庁）の改革にかって大いに関心を示したスタフォード・

るとは何と残念なことか、と不満を洩らす人々に、彼は人格を陶冶する場として学校がどんなに重要であるかと穏かながらも断固とした調子でもって言い返した。彼は校長という職を別の仕事へ移るまでの腰かけであるとか、昇進へのパスポートであるとは考えずに、全力を打ち込むべき、また、それだけの報いのある職業であると考えた。自らの使命を確信していたアーノルドは学校の仕事の一つ一つにそれ相応の重みを置かなかったことはなく、ましてや使命を忘れるなどということは一度もなかった。彼は「統治という大仕事は成熟した心がこの世で望む最高の願望である」といつも主張していた。彼は政治家が国を統治する際の強い責任感をもって学校を統治した。まさしく『トム・ブラウンの学校生活』において教師の一人の台詞にあるように「おそらく我々の学校だけが今、大英帝国の中で、完全に、賢明に、また強力に治められている唯一の場所であろう。」

しかし、スタンリーが見たように、彼の統治は独裁的なものではなく、彼の政策は英国人的特徴とヴィクトリア朝的特徴を有していた。アーノルドは一八二九年に次のように書いている。「もしプロシア王でも私ほどの誠実な自由の愛好者であれば、彼は国民に憲法を与えるであろう。というのは、私の願いは生徒たちに自分で自分を支配するということを教えたいからである。それは、私が彼らをうまく支配するよりはるかに優れたことである。」できるだけ多くのことを生徒たちはなすべきであって、彼らのためにしてやることは可能な限り少ない方が良い。アーノルドは、パブリック・スクールは過去にしっかりと根付いているのみならず、学校が少年たちの自治に大いに依存しているという理由でパブリック・スクールは国民的機関であると理解していた。彼は専制君主や看守として生徒を支配することを拒み、最年長で、最強で、もっとも賢明な三十人の六年生に権限を委任する方法をとった。このように権限を移譲したことは少年たち自身のあいだに規則による自治を生み出して、無政府状態、換言すれば腕力による無法な暴政という悪をしりぞけることになった。一八二九年以降、彼と上級生たちは、ほとんど対等な関係で、ときどき面談し、学校を改善する方法を考え合った。彼は校長室のすぐそばに旗を掲げさせることさえしたが、それはそういう時は生徒は誰でも話しをしに自分のところへ来てよいという合図であった。六年生は彼の誇りであった。彼はある告別の辞で「六年生に信頼がおける限り、英国には私がこの校長職ととり替えたいと思う職はない。もし彼らが私を支持しなければ、私はこの職を捨てる」と叫んだ。

六年生を頼りにしたからと言って、アーノルドは別にこと新しい行動をしていたわけではない。彼はむしろ、パブリック・スクールという制度の伝統的な面、つまり、上級生が実質的に独立している点を、自分の目的に合うように改めていたのである。伝統的なものが驚くほどみごとに理想的なものへと変えられた。一八四三年に『ラグビー校文集』(*Rugby School Miscellany*) に次の文を書いたのは当時の少年一人である。

> 六年生は才能豊かで立派な貴族である。生れや勢力や腕力によって作られた貴族ではない。それ（訳注、アーノルドの方法）は名案であり、少年に少年を治めさせることを最初に考え出し、また、何かの騒ぎのときにはその首謀者となったはずの生徒たちを、組織化された責任感の強い貴族に代えて、その力と特権とを守り続けることを可能にした人（訳注、すなわち、アーノルドのこと）が、するどい洞察力の持ち主であったことは彼のやり方が証明している。

ヒューズのおかげで我々は、スタンリーと同じくらいはっきりと、アーノルドが昔ながらのものを新しい制度に変えたやり方がよくわかる。アーノルドには真に革新的なものはほとんどなかった。すなわち、彼は古い方法を破壊するのではなく、それをキリスト教にかなったものにする、つまり、古い皮袋に新しい酒を盛る、ということを始めた。彼は校長に任命されたすぐあと、ある友人に、「私の改革をあまり恐れることはいりません」と書き送っている。彼が授業料を大幅に値上げし、入学の条件に厳格な規制を加えたことは事実だが、彼は学校と過去とをつないでいる諸習慣や諸制度を、それらが良俗や訓育に著しく有害なものでない限り、維持し続けようといつも心をくばっていた。彼はラグビー校一校にとどまらず、彼の母校のウィンチェスター校の、いや、もっと言えば、パブリック・スクール制度全体の「長い歴史を有するいろんな団体に、また、長い歴史を持っていることの美しさ」に敬意を抱いていた。保守主義には深い不信感を持っていたが、彼は「学校制度」としては別の立派な制度があるのかも知れぬ。しかし、私はこの制度の中に置かれているのであり、だから、その中でどれだけのことができるかやってみるしかない」という意見

ん距離をおいて、チームの戦いぶりをよく見てはいた。しかし、アーノルドはゲームを勉学と等しいものとすることはまったくせず、また、彼のあとラグビー校の校長となった人たちも同様であった。彼は、十九世紀末のゲーム崇拝が知的勉学を俗化し、また、自己否定を自己陶酔に代え、また、それが、しばしば権威を行使するにはもっとも不適当な生徒を命令者、有力者の位置に置くという理由で、ゲーム崇拝に賛意を示さなかったのであろう。アーノルドは古典的平行教育法[一〇〇]の愛好者であって、スパルタ的訓練を排し、また、奨励される運動競技に団体精神の萌芽ではなく、「獣的精神」を見たのであった。

なるほどヒューズはラグビー校在学時代のゲーム崇拝を誇張して書いてはいるが、彼は多くの新しいパブリック・スクール、及びいくつかの古いパブリック・スクールにおける傾向は誇張していない。団体精神は運動場での方が養いやすかったし、また、それは、知的に秀でることや、個々人が崇高な霊的経験をすることなどよりも理解もしやすく、教えやすくもあった。それで、多くのパブリック・スクールの教師たちはこぞって団体精神を教えることに満足を感じていた。それには限界があるということは過度な感傷と「なつかしきわが学舎（まなびや）――英国一の学寮にして、英国一の学校――」への敬慕の中にかすんでしまった。愛校心がありすぎるあまりに団体精神の目的が何であるかを綿密に調べてみることがなお去りにされた。アーノルドの弟子であったコットン[一〇一] (Cotton) はモールバラ (Marlborough) 校という新設校で一八五一年から七〇年にかけて、団体競技をうまく使って、反抗的で乱暴ものの生徒たちを訓練し、立派なしつけのできた共同体を作りあげた。ヒューズが小説の中で、当時ラグビー校の助手であったコットンを大いなる賛辞をもって描いているのはおもしろい。こうしてモールバラ校ではゲーム信奉は、まったく意識的、かつ慎重に規則へと結晶した。

ヒューズの中にも、また、その規準を彼の著作に求めた学校にも、アーノルドが心に持っていた目標である学校の知的目標についての言及はほとんどない。読者はあらゆる印象の中でもっとも愉快なものである次のような印象を抱く。すなわち、パブリック・スクールの第一の仕事は、健康な生き物を作り出すこと、彼らに楽しい仲間と忠実な友人を与えること、及び、彼らに人格の基本となるものを教えることである、という印象を抱く。

この印象はアーノルドを批判する人たちから受ける印象とはまったく異っている。というのは、彼らの多くは、少年たちをまだその時が到らぬのに一人前の大人にする――まったくもって「子供と大人のあいだにしばらくは少年期という自然な時期があってしかるべきである」ということを忘れている、としてアーノルドを非難した。それはまた、スタンリーの『アーノルド博士伝』(*Life of Dr. Arnold*) (この本はラグビー校の有力な研究書の第二のものであり、『トム・ブラウンの学校生活』とこの本とは対立するものと言うより、補い合うものとしてみるのが良いのであるが) に述べられた印象とも違っている。十分な資料を意のままに駆使し、また、アーノルドとの個人的な親しい友情の思い出をもとにして、スタンリーは同校長の心中にはいり込み、ヒューズ以上に適確に彼の意図をさぐることができた。人生に対する健全な畏敬と大胆な熱意とを有するヒューズはラグビー校の少年の生活の「裏面」を思い出したが、一方スタンリーの方は自分はまったくその面は知らなかったと述べた。事実スタンリーは『トム・ブラウンの学校生活』を読んだとき、彼はそれが「完全なスッパ抜き」であり、「私にはとても近いものであったのに私がまったく知らなかった世界」を見せるものだと感じた。

スタンリーはアーノルドの違った面を知っていた。スタンリーは、他の幼いパブリック・スクールの生徒にはなかなか見出し得ないのだが、人生の目的を求める真剣さと非常なまじめさとをもって、オックスフォード大学へ進んだ数少いラグビー校の生徒のうちの一人であった。敵に言わせれば、アーノルドのまじめな「弟子たち」は「気取り屋」であった。しかし一方、本人たちに言わせれば、自分らは、スタンリーのいわゆる「偶像崇拝的愛情」でもって校長と結びついている献身的な生徒たちであった。アーノルドについてのスタンリーの描写は著者自身のもつ尊敬の念がはっきりあらわれている。そして、その描写は力強いけれども、ヒューズの気取らない描写で補われてはじめて完全なものとなるのである。スタンリーがアーノルドの心の中の出来事を見たとすれば、ヒューズは多くの生徒たち、すなわち、学校の多数派を構成するすべてのトム・ブラウンの心の中の出来事を見たのであった。

スタンリーは、アーノルドが自己の目的を自ら選んだ分野で高潔に追究して行ったことをヒューズよりも鮮かに示してくれた。校長の職を引き受ける際に、アーノルドはその職は他のいかなる職業からも得られない好機を自分に与えてくれると信じた。政治家になるにふさわしい人間が生徒を教える仕事に用いられ

神を崇拝すること」がちょうど学校の上に人生が位するように、大事であることを悟ったのである。そして博士は死んだが、トムの活動的な人生は始まるのである。

死神が門のそばで見張っている。
しかし人生はその奥にしかない。

ヒューズにとって人生とは活動的な人生を意味した。アーノルドのもっと知的な弟子であるクラフ(九六)（Clough）やスタンリーのような者にとっては、アーノルドの死は、彼らを「そこに住む者はいのちある限り、その思い出を大事にしていかねばならぬ小さな思い出の島」に住まわせることになった。

三

ラグビー校について、また、同校でのアーノルドの業績についてのヒューズの説明はどの程度正確なものなのか、また、ヴィクトリア中期のパブリック・スクールの美点と欠点にどの程度正確な評価を与えているのであろうか。

ヒューズ自身は、スタンリーやクラフといった、アーノルド博士と精神的、知的なきづなで密接に結ばれていた利発な少年から成るラグビー校の小さな内輪のサークルの一人になったことは一度もなかった。彼は生れつき人の上に立つ人物ではあったが、比較的平凡な少年であった。彼はフットボールではビッグサイド（Bigside）軍の主将であり、また、クリケットチームの主将でもあって、「例えばギリシャ語の詩の弱強調とか、ラテン語のアルカイオス詩形とかの修養といった低俗な勉強に向ける時間がほとんどなかった」のは当然と言えなくもない。学校に対する彼の興味は学問の緒にもつかぬところで止まってしまったし、また、彼は学校での成否を学業面で測ったこともなかった。『トム・ブラウンの学校生活』において、ベイリオル校への奨学金を獲得したグレイ（Gray）は、「タイムズ」が同書をはじめて批評したときに指摘したように、目立たぬ人物である。「いつかベイリオル校への奨学金を得るようになることよりも、学寮対抗試合で続けて二回勝ってみせることの方を僕は選ぶ」とビッグサイド軍の主将ブルックス（Brookes）は叫ぶ。一方、イーストはと言えば、グレイの殊勲のおかげで学校は半日休暇となるのだが、学校が休みになることの方が学問的業績がいかに立派なものであったかということそのことより重要なのだと確信するありさまであった。

ヒューズはトマス・アーノルドの影響というよりもチャールズ・キングズリーの影響で、戦いや筋肉的キリスト教に(九七)子供らしい好意をもっており、アーノルド博士が考える以上に試合が重大であると明らかに考えていた。「ラグビーで三十分間もみ合うことは一年分の平凡な生活に値いする」と彼は述べている。トムはある教師に、クリケットは単なるゲームではなくて「おきてなのです」と言う。また、トムが本にあまりに没頭することから救った少年であるアーサーは、クリケットは「老いも若きも含めて英国の男子の生得権なのです。ちょうど人身保護令状(ハベアス・コルプス)(九八)と陪審制度が英国人の生得権であるようなものです」とつけ加える。「クリケットが教えてくれる規律と、お互いへの信頼は非常に貴重なものだ」と教師は答える。「クリケットはそういう自分を殺す非個人的ゲームでなければならぬ。それは個人を十一人の中に沈めてしまう。選手は、自分が勝つのではなく、チームが勝つようにプレイするのだ」

以上のようなクリケット賛美は新しいパブリック・スクールの特徴であって、学校はゲームを単なる運動や娯楽ではなく、人格形成の手段に変えた。一八五〇年代と六〇年代に多くのゲームのルールが集大成されたことは重要である。ラグビーについては、ラグビー校式ルールは早くも一八四六年に制定されたが、一世代遅れてそれを強化したレプトン校ルールの方がより標準的なものになった。挙闘のクイーンズベリー（Queensbury）規則は一八六七年に制定された。ウィスデン(九九)（Wisden）は一八六四年に始まる。全国的に生じたものと学校内で生じたものとのあいだに相互作用があった。例えばラグビー校ルールは一八七一年の全国ラグビー協会規則に譲歩した。学校間の試合は愛校心と熱狂のはけ口となり、イートン校でも、川の中でこれまでは騒ぎ遊んでいたものが、ボートの八人のクルーの一人になろうと激しい戦いを演じるように変りつつあった。ゲームは単なるゲーム以上のものになった。ゲームはおきてとなって、子供の世界で成長して行く少年のエネルギーを吸収し、「ゲームの値打ち」と団体精神――これらはちょうどスマイルズの言う実業家や熟練労働者にとっては競争が重大であったように、紳士にとって重要なものであったが――を教え込むことによって、実人生のいろんな状況に立ち向う準備をさせたのである。

ヒューズはこういう面で学校が発展して行くことをアーノルド以上に明確に予見していた。アーノルドも運動を好み、時として運動場へ行っては、いくぶ

いとされた主張でも、きさくな一般大衆の賛成を得て、さらに正しさを強化する必要がある。トマス・ヒューズの作品はその後のパブリック・スクールを扱ったフィクションのすべてに影響を与えたのみならず、日々の学校生活そのものにも影響を及ぼしたが、彼はパブリック・スクールのもっとも有力な支持者であったし、今もそうである。彼に微妙な言い回しがないことが利点として働いた。というのは、彼の華やかなメロドラマ的手法はアーノルドの説教集以上の、また、授業時間表の移りかわりのすべてをたどり、建物のレンガ一枚一枚の置き方を記録するほど愛情を込め細心に集大成した各校の校史以上の賞讃を勝ち得たからである。

『トム・ブラウンの学校時代』における学校の描写は実に単純なものである。トムが自我に目醒め、その性格をかたちづくっていく背景はラグビー校である。そこでの彼の経験はここに要約しておくだけの価値がある。彼は不屈の精神を持つブラウン家の一員である。ブラウン一家は、「日の没することのない、そしてまたそういうように国が全世界にあまねく広がっていることがすなわち国の安定の第一原因だと考えられる大英帝国全体に、広がっている」彼の父親は小郷士であって、息子をラグビー校へ送る前に息子に、真理を大切にし、勇敢でやさしい心を養うように言う。そして父親自身は、息子をラグビー校へ入れた理由は立派な学者にするためではないのだと考えている。―「わしはギリシャ語の文法などまったくどうでもいい。母親も同意見だ。ただ、勇敢で人のためになり、真実を語る英国人に、紳士に、キリスト教徒になること、それだけがわしの望みだ」

真実を語ること、勇敢さ、そして紳士としての礼儀さえもラグビー校では無数の試練と冒険を経たあとでないと獲得されないが、それを手に入れる過程はトムが校門をくぐり、「ラグビー校の生徒であることを早くも誇りに感じ」始めると同時に始まる。彼はアーノルド博士の初の説教を聞くとアーノルドの生徒の一人になったことを、同じようにこれまた誇りに思い始める。彼は「博士を見習い、ついて行こう」と真剣に決心する。そして、「全身全霊を込めてそうしようとする彼を妨げるものはただ一つ、臆病さ(そういう少年の心にあっては、すべての悪は臆病さに集約されて現われるものであるが)以外に何もないと感じる。

年長の生徒の中には、博士の徳性よりも、「昔ながらのやり方」、つまり、先生たちとの機知の戦いを好むものもいる。しかし、トムは先生たちに劣らず友人にも助けられて、生死を賭けた悪との戦いこそ決定的な戦いなのだと理解し始める。戦いの調子が主流を占める。「つまるところ、戦いのない人生とは何なのだろう。…揺りかごから墓場まで正しい意味の戦いは仕事である。戦いはあらゆる男子の真に最高の、またもっとも正直な仕事である。」トムは精神及び肉体両面の戦いによって成長する。彼は「しばしば泥にまみれ、自己との果てしない苦しい戦いを行うけれども新しい少年に変りかけ、また、勇敢で、立派につけられた少年がすべて必ずそうなるように、日に日に男らしく思慮深くなりかけていた。ちょうどそのころ、彼は自分が自己と悪魔とを相手に取っ組み合いをしているのだと初めて意識する。」

物語の危機はトムがラテン語の翻訳の参考にしようとトラの巻を使ったことで始まる。トムの客観化された意識として登場する級友の一人であるアーサー(Arthur)は彼にトラの巻を捨てて自分自身を頼りにするように言う。トムの「自然」の声である親友イースト(East)は、生徒と先生の関係は「腕くらべなんだ。ちょうどフットボールや戦争のようなもんさ。……我々(生徒と先生)は学校ではもともと敵同志なんだ。――それが現実さ」とトムに言う。トラの巻は公正な武器であって、ペテンの道具なんかじゃない。それを使わないのは学校内の道徳をすべて根こそぎすることになる。「君は友達同志の助け合い、兄弟のような愛、つまり俗に言う〝翻訳の出し合いっこ〟を捨て去ることになるんだ。僕はそれこそ最高の美徳の一つにしたいと思っているのに」トムは二つの道徳のあいだで揺れ動く。つまり仲間うちの道徳とアーノルド博士のそれとのあいだで。しかし彼の良心は博士の側につく。アーサーがイーストに勝つわけである。トムはさらに厳しい学校生活を送る覚悟をするが、そこでは常にそういう選択に迫られるのである。

すべての人、すべての国民に態度を決めねばならぬ時が一度は訪れる。
真実と虚偽との戦いで、善に組するか悪に組するかを決定する時が。

博士を喜ばすには、トラの巻を破り捨て、自分の若い心の奥をさぐり、「その偉大な厳格な人(博士のこと)を訪問し、トマス・カーライルの心をも満足させるほどの英雄崇拝者」になればよい。

物語は、一段と成長し、賢明になったトムがアーノルドの墓に詣でるところで終る。彼は「校長を英雄として崇拝するよりも、英雄の王であり主人である

長が威厳を保つためになくてはならぬものだと考えられた外面を飾るいろんなものには、まったく頼ってはいなかった」それは内面からにじみ出てくる威厳であった。

同様の指摘はアーノルドに対してもしばしばなされた。彼がどのような校長であったかのもっとも良い説明は、『英国人名辞典』(*Dictionary of National Biography*) 中の、彼に関する叙述の中にあるが、それはアーノルドが死んだとき、その学校の最優等生であったセオドー・ウォールロンド (Theodore Walrond) が書いたものである。ウォールロンドはアーノルドが生徒たちの心を把握していたのは、一部には彼が「目に見えぬ世界を現実のものにしてみせる並はずれた感覚」によるものだとの説明を強調している。キリスト教的価値が社会の中心的価値であり、深刻な個人の問題がすべてキリスト教的道徳と結びつけられた時代にあっては、アーノルドの精神的なものを見通す洞察力の鋭さは根本的に重要なものであった。

もし、アーノルドの影響がかっての生徒たちや、他のパブリック・スクールの昔の同僚たちを通して世に伝えられたとすれば、それ以上にはるかに多くの大衆に彼の影響を伝えたものは、二つの活字となった証明書、つまり、一八四四年に書かれたスタンリー教区監督[九二] (Dean Stanley) の『トマス・アーノルドの生涯と書幹集』(*Life and Correspondence of Thomas Arnold*) と、一八五八年初版のトマス・ヒューズの『トム・ブラウンの学校時代』であった。『トム・ブラウンの学校時代』という作品では、同校長を強力で、公正で、恐れを知らぬ親分というふうに単純化しているが、このように単純化された姿は複雑な当人よりも影響力を有していた。というわけは、このように大胆であるが、明快な姿勢が国民的施設としてのパブリック・スクールが発展するためには不可欠であったからである。かってラグビー校の生徒であり、急進派であるトマス・ヒューズがパブリック・スクールに対し、好意的な、というより、熱烈な賛意を表明したという事実は、パブリック・スクールの地位を確立するという点で重要であったが、それはちょうど二十年前、自由主義者のアーノルドがイートン校のような学校に対し、また、古いパブリック・スクールの古典的な教育課程の偏狭さに対して攻撃を加える一団に加わりそうなものなのに、それらを弁護するためにもっとも積極的な役割を果したという事実が重要であったのとよく似ている。ヒューズは他のいかなる文筆家以上に、パブリック・スクール以外の生徒たち（彼は巻末の結びの句で彼らを「穏かなる読者」とか、さらには「素朴なる読者」などと呼びかけている）に、ラグビー校の生活や教育を知らせるために尽力した。『トム・ブラウンの学校時代』の初版は一八五八年のはじめに出、次いで第二版が七月に、三版が九月に、四版が十月に、五版が十一月に出た。一八五九年一月の初めまでに一万一千部が売れた。『トム・ブラウンの学校生活』は外国語版も含めてその後ずっと売れ続けている。例えば、あるアメリカの読者はその本にたいへん感銘を受けて、一八六〇年にラグビー校へ尊敬のしるしとして大きなビロードの旗を贈った。

ヒューズがその小説を書いたのは、八才になり学齢に達した息子の教育問題に彼が夢中になったときであった。彼はアーノルドが校長をしていたころにラグビー校にいたため、『フロス河畔の水車小屋』[九四] (*The Mill on the Floss*) のタリバー (Tulliver) 氏のした苦労をまったくせずに済んだ。「どの学校を選ぶかというのはたいへんな問題である」からである。ヒューズがラグビー校だけをふさわしい志望校であるとしていたのは明白であったが、そのわけはそれが立派な古い学校であるのみならず、「上背のある凛々しい姿、光り輝く瞳。その声は時にフルートの低音のように柔らかで、時に軽装歩兵のラッパのように澄んで感動的な」アーノルドがかってそこに居たからである。その小説にヒューズは少年の時の熱情を注ぎ込んだ。たとえ我々が時にはアーノルドに対する筆者の描写の信頼性を、少なくともその描写の完璧さを多少は疑うことが許されるとしても、トマス・ヒューズ自身が、大いに理想化されてはいるが実在のトム・ブラウン、大人になったトム・ブラウン（但し、生徒時代をあまりにも愛していたため、終生いく分かは生徒のままであった）であることを疑うことは許されない。その小説には真剣な人生への予感が記されていて、過去への単なる郷愁の小説ではない。同書が出てほどなく、チャールズ・キングズリー[九五]は次のように書いている。「あらゆる人々――玉座にすわる美しき婦人から、騎兵、学童に到るまでのあらゆる人々から私が聞いたのはたった一言、すなわち、この本は彼らがかって読んだことのないほどの楽しい本だという言葉である」

パブリック・スクールを中産階級の読者層に、ついで労働階級の読者層に身近なものと感じさせるには愉快な本が必要であった。それはちょうどキリスト教を信じる知的な人々にパブリック・スクールを正当に評価してもらうためにはスタンリーの真面目な伝記が必要であったのと同じである。学校等の国民的な諸機関はさまざまなレベルで弁護する必要がある。たとえ論争において正し

とか、また、自主独立の習慣という性質を生徒たちに与えることに成功した。こういう性質は、貴族や上流階級の子弟にとっては、ちょうど実利主義的な下層階級にとって「優美と明知」[九〇]がそうであったように、重要なものであった。

階級を混ぜ合わす際に、パブリック・スクールは貴族の派手好みと中産階級の安逸とを抑止するものとして、この「質素な生活を全員が実行すること」を支持した。その生活は時にはたいそう厳格なもので、文筆家たちは救貧院や牢獄に住む者の方がイートン校に学ぶものよりうまいものを食べ、良い生活をしていると不平を洩らすほどであった。古いパブリック・スクールも新しいパブリック・スクールも生れや財産を重視することはしなかった。新旧双方のパブリック・スクールが重視したのは、生徒たちに責任をもって人に奉仕することを理想とするように教えることであった。この理想は技術的な専門知識や考え方の独創性とはほとんど無縁のものであった。従って、それは知的職業や官公庁の仕事にたずさわる者の威信を高めはしたが、産業界を活発にしたり、学問の世界に光明を与えることには失敗した。やがて、それは国がめざす新しい理想に特異な色合いを与えることになった。

このような理想には限界があるということが十九世紀の終るまえ、中流及び上流階級が労働階級に対して新たな保守的同盟を結びはじめるころにははっきりとしたものになった。しかし、十九世紀の中期にはその限界は、その直接の効能に比べるとほとんど問題ではなかった。もし、チャールズ・ディケンズの『ディヴィッド・コパーフィールド』[九一] (*David Copperfield*) に描かれているブラックヒース (Blackheath) のクリークル (Creakle) 氏の学校が中産階級の求めていたすべてであったとしたら、また、改革前のイートン校が貴族社会の理想的な学校だとしたら、ヴィクトリア時代の社会はいかなる均衡も見出してはいなかったろうし、また、ヴィクトリア時代の政府は首尾一貫した責任ある方向を見つけ出してはいなかったであろう。均衡と、それを保持するに必要な人格すぐれた人を作り出すことにおいて、パブリック・スクールは中心的施設であった。そして、パブリック・スクールが変化することが、少なくともある程度は、新しい必要に合うように古い諸制度が変ったことに関係している。

学校の考え方が、国民の考え方に、ときには直接に影響を与えた。ジョシュア・フィッチ (Joshua Fitch)[九二]はトマス・アーノルドについて次のように語っている。

どうやら彼は、例えば、自分の学校であるラグビー校のような土台の上に立つキリスト教徒の国というが理想であると考えていたようだ。つまり、精力的で、神を恐れ、賢明な治安判事と、また一種の最上級生として牧師と貴族が居て大きな影響力を使って悪を抑え善を奨励する、そして社会全体は必ずしも同じ意見ではないが、一人の立派な主人の下に働く召使いたちのように、みんなが崇拝の念をもって喜んで働くというような国を理想としていたようである。

二

トマス・アーノルドは決してパブリック・スクールの最初の改革者ではなかったが、しかし、他の誰より以上に、改革の根本理想を押し進め、他の校長たちに自分の例にならうよう激励する責任にあった人である。彼は一八四二年に他界したが、それは一八六一年に設立されたパブリック・スクール調査委員会が、英国の九つの最古参校のうちの何校かが持つ学校の組織及び教育の面の重大な欠陥を明らかにするおよそ二十年前のことであった。アーノルドの影響力が実を結んだのは彼の存命中ではなく、十九世紀の中期であって、同委員会の委員は「アーノルド博士、及び、他の偉大な教師たちの個人的影響と尽力に対し、賛辞を呈した。アーノルドの弟子の多くは他の学校に職を得、今度は彼らが自分たちの弟子を作り出したので、改革運動には自然な連続性があった。例えば、一八四四年から一八五九年までのハロー校の校長C・J・ボーンはアーノルドの弟子で、「アーノルド的教育体系を遂行する能力も持っているし、また、その意志もあった。」ボーンの下で寮監の一人であったピアズが一八四五年にレプトン校の校長となって改革を進めていたころ、ピアズの片腕とたのむ同僚メシター (Messiter) はラグビー校の出身であった。メシターはアーノルド校長時代のフットボールの主将で、ピアズとメシターは並んで教育哲学を聴講した仲であった。

ボーンもピアズも使命感に燃えた人物で、自分たちの仕事の困難さにおじけづくことはなかった。例えばピアズは長い間、座して頭を抱えこむようなことはなかった。アーノルドと同様に、彼は精力的にキリスト教的紳士の養成に全力を尽した。アーノルドと同じく、彼は生れながらに上に立つ者であった。「彼の威厳は、かって校

教師たちの配慮の下にあるパブリック・スクールが少年たちに活動的な人生を送るための準備をさせ、また、社会の有力な代行機関として作用し得る唯一の共同体であった。その準備は実践へつながるものであった。人格形成という、学校のもつ役割は厳しい知的鍛練以上に重大だと考えられた。カーライル(八四)やスマイルズと同じく、アーノルドも仕事が大事であることを信じ、また、試練を経て人格を形成することが大事であると信じていた。仕事は神聖な勤めであった。アーノルドの監督の下にラグビー校は、カーライルの言葉を借りれば、「勤勉な平和の寺院」となった。精励恪勤する努力家は変りものの天才におとらず大切にされた。アーノルドは、「単なる知的な鋭敏さは包容力、偉大さ、善良さを欠いている場合が非常に多くある。それは私にはメフィストフェレスの心とほとんど同じものだと思われる。私にはそれは手のほどこしようのない低能さより以上に不愉快なものだ」と非難したが、これはその時代の気持をよく代弁したものである。学問的に成功するか失敗するかは、道徳的、あるいは宗教的信念ほど大切ではない。「もしこの世に何か一つ真に賞讃に値いするものがあるとすれば、それは生れつき力の劣る者が正直に、正しく、熱心に学んできたことを、神の大智が祝福なさるのを見ることである。」立派な人格でもって能力の不足に打ち勝ったある生徒について、アーノルドはかって、自分はその生徒には脱帽する、と語ったことがあった。

こういうふうに人格の陶冶を熱心に説くからと言って、傑出した能力を軽視するというのではまったくなく、アーノルドも、そして、一流のパブリック・スクールもそれを大いに奨励した。しかし、一八五〇年代と六〇年代に創設された多くの新しいパブリック・スクールにおいて、教育論全体の中心的目的であったのは人格形成であった。この原則に力点を置いたことは、このころは人格が能力ほどに天賦のものではないとされていたこと、また、古いパブリック・スクールにおいては、人格を以前は陶冶することなどなく、男子はもっぱら好きなことをするがままにされていたことを示唆している。人格に力点を置くことの是非が真に問題となったのは、十九世紀も後半になったとき、つまり、言い換えると、人格よりも能力の方が珍らしい資質となり、パブリック・スクールが、A・C・ベンソン(八五)(Benson)の言葉によれば、「身なりもよく、行儀も立派で、理性的で、男らしく、皆が同じ考え方をし、皆が同じことをする少年たち」、つまり、高度に発展した、ないしは顕著な性格を持つ生徒よりも、法に従順に従う生徒を作り始めてからのことであった。人格の標準化が個性を枯渇させた。そのころにはすでにパブリック・スクールの反対者も、その弁護者も、この世紀中期の論争とはまったく別の論争を行いはじめていた。

パブリック・スクールがきわだって重要であった第二の点は、旧家の出である生徒と新しい中産階級の子弟とをパブリック・スクールが混ぜ合わせたことである。この社会的合金は、かっては分離していた古い支配層と新しい支配層とを固く塗り合わせたのである。労働階級は概して、二十世紀にあってもそうであるように、学問からはのけ者にされたが、しかし、一八四〇年代の、地主と商人との間の大きな社会的断層には橋がかけられた。その結果、パブリック・スクールは徐々に各階級を融合し、各階級が共通の価値観を信奉することとなった。「単なる地位とか富とかに対する奴隷状態が、こんなに完全になくなったところは国中のどこにもない」とチャールズ・ディケンズ(八六)は書いている。また、ラグビー校のアーノルド博士の息子であるマシュー(Matthew)・アーノルド(八七)は誇りをもって『友情の花輪』(八八)(*Friendship's Garland*)の中で、アーミニアス(Arminius)にある手紙でもって次のように語っている。

この有益で、ためになる階級間の融合が行われるのはただ英国においてだけである。酒屋の息子とプランタジネット家(八九)のものが仲良く育てられているところを見よ。ここではあの馬鹿げた差別もなければ、縁故の多さを示すために七十二個もの紋章を自家の紋に組み込むこともいらない。酒屋の息子が貴族となって一生を終ることも大いにありそうである。

しかし、もしマシュー・アーノルドがパブリック・スクールの独得な特徴に気付いておれば、彼はその限界についておだやかな皮肉の一つも言い得よう。アーミニアスとのある対談のときに、彼は紋切型の言葉で、貧しい人と「教育ある知的な階級」との間にある恐ろしいギャップについて大いに不満を洩らした。「あなたの言われる教育ある知的な人たちとはいったいどこに居るんです…私はその人たちに会いたいものです。」とアーミニアスはあざけって言った。学校の欠陥は貴族制度全般の欠点を反映したものであった。つまり、理念への鈍感さである。しかし、学校は生れや育ちがもっとも与えそうにない例の性質、すなわち、一種の共同体的な仲間意識とか、質素な生活を全員が実行すること

まかり通ることを望んでいた。ラグビー校は、トマス・アーノルドが一八二九年に校長として着任する前は、氷のような規律にしばられていた。教師のある者は校長に「生徒というのは池に住む小動物にできるイボですよ。」と陽気に述べる有様であった。生徒たちは、父兄の何人かは毎学期、シングル、またはダブルベッドの特別料金を支払っていたのに、六人用の共同ベッドに寝ているなどということは多々あった。どんなに厳しい規律をもってしても、そういう状態の学校を統制することはできるはずがなかった。校長たちが役職上の心配ごとのために過労になって倒れるのはしょっ中のことであった。C・J・ボーン(八〇)(Vaughan)　が一八四四年に着任したハロー校も、同様のひどい状態であって、その学校のことで一生を棒に振ることがないように彼に言ってくれる人も居るほどであった。スチュアート・アドルファス・ピアズ(八一)(Stuart Adolphus Pears)　が一八五二年にレプトン（Repton）　校へはじめて赴任したとき、「彼はしばらくのあいだ、暗たんたる将来の見通しにぼうぜんとなった」。彼は自ら始めた仕事の大きさに呆然自失した人のように頭をかかえ込んで机についた。

しかしながら、一八五二年までにはその状態は、外部からと言うよりは内部からの、特にラグビー校のトマス・アーノルドのような人々に影響を受けて、変化し始めていた。特権的な教育、また、社会に階層を生み出す教育を嫌う、パブリック・スクールの急進的な反対者が外部からの改革の試みに失敗したのに対し、古いパブリック・スクールを内部から改革しようとする穏当な試みが行われた。パブリック・スクールの本質的な性格は残されたが、その悪弊の多くは克服された。新しい学校が時代の支配的理念に歩調を合わせて設立され、古い学校と新しい学校とが共同して、必要と伝統との調和を生み出した。アーノルドがそれを生み出すのに重要な役割を果したとは言え、その調和はおそらく彼なしでも達成されたであろう。ヴィクトリア中期の英国のような社会においては、学校問題は大いに重要なものであり、その問題が生み出した解決法はいわゆる「ヴィクトリア中期の妥協(八二)」の特徴をすべて有していた。

古いパブリック・スクールはさまざまな時期にさまざまな目的で、また、さまざまな組織のもとで作られた。しかし、それらはすべて学校を能率的に維持するために、寄付金に頼っていた。十九世紀の半ばに出現した新しいパブリック・スクールは古い歴史を持つ一流の先輩校の伝統に匹敵する伝統を作り出すことを熱望していた。この二つのタイプの学校は、ともに学問の場としてのみならず、国民的施設だとみなされはじめた。それで一八六八年に、十年にわたる調査と論争に終止符を打つパブリック・スクール法の成立を目の前にして、レズリー・スティーブンは「英国の陪審制度も、貴族院も、英国国教会も、いや、専制君主制そのものも、パブリック・スクールほどわれら同胞の心の中で深く愛されはすまい」と書き得たのである。

英国の十九世紀の社会史においてパブリック・スクールが重大であるのには二つの意味がある。第一に、パブリック・スクールは、サミュエル・スマイルズが自主独立を奉ずる主人公という一つのタイプの人間を生み出したように、「紳士」という明瞭な一つのタイプの人たちを作り出したことである。九校の古いパブリック・スクールの一つであるラグビー校のトマス・アーノルドは「わが校が三百人、いや百人にしろ、少年たちにとって学校である必要は必ずしもないが、キリスト教的紳士の学校であることはぜひ必要である」と書いている。それには注意深い養育が必要であった。少年たちは生れつき紳士というわけではないし、また、自然に紳士になるものでもない。さらに、生れつきキリスト教徒であると信じられるものでもない。アーノルドの言葉を借りれば、「彼らはキリスト教の教えを十分に、また、実生活において容易に受け入れるものではない。私は、規模こそ違うが昔がそうであったように、多方面にわたる道徳の最低規準を彼らに守らせることで良しとすべきではないかと思っている。というのは、そうすればそれは広い範囲にわたることになるし、また、私は少年というものはその程度のものだとしか思っていないから。」アーノルドはルソー(八三)(Rousseau)　ではなかった。彼はまた別のところで、「子供を裸の状態でおきっぱなしにしてみると、町全体で正しき行いの子供を十人も見出し得ぬのも無理からぬということがよくわかる」と書いている。それでも彼は未熟な少年のもう一つさきの、より成熟した成年を見ていたのである。学校は人格の訓練場であるべきだ。「もし我々が過去のみならず未来をも見るべしということを心にとどめていないならば、――もし我々が挫折した人間が再び勝利へ到るのに必要なものは無頓着さではなくて、試練を経た徳であることを思い出さないならば、学校での我々の仕事はまったくもって耐え難いものとなろう」と、彼はある説教の中で述べている。

強力な校長の監督と、それを補佐する「公共的精神に富み、自由主義的な」

第六章

トマス・ヒューズとパブリック・スクール

どんな生徒もしなければならぬ仕事があり、その仕事を立派にしとげることが自分のつとめであるのみならず、そこにまた幸福があるのだということを生徒は肌身に感じさせられた。こういうところから、人生に対する若い人人の気持に、激しい熱情がもち込まれることになったのである。……そして、こういうように自らの人生と自分自身を、また、この世での自分の仕事と使命とを大切にするように教えてきた教師に対する深い愛着の気持が生まれたのである。

ラグビー校のトマス・アーノルド[七一]（Thomas Arnold）について、ボナミー・プライス[七二]（Bonamy Price）

一

あるチェコの批評家にして、また、サミュエル・スマイルズの賛美者は『自主独立』（*Self-Help*）を評して、「国民は保育園から作り出される。そして、子供たちを指導する者は、政府の手綱を握る人々以上の力を行使し得る」と書いている。ヴィクトリア中期の人々に影響を与えた力を調べてみると、学校、特にパブリック・スクールが第一に重要なものであった。というのは、パブリック・スクールが社会の指導的立場にある人々の態度を決め、また、彼らの価値観を決定するのに大きな役割を果したからである。

寄宿制をとるパブリック・スクールが英国の教育制度の一大特徴である。「もしあらゆるパブリック・スクールの歴史を合わせれば、それは事実上、英国の歴史となろう。というのは、大英帝国は主として、パブリック・スクールの創設者たちと、それに加えて、知識をそこから得、自分の性格をそこで作られた生徒たちとによって作られてきたからだ」と述べられているが、これは確かに大げさな言い方ではあっても、決して意図的に誇張しようとしたものではない。

このような意見は、十九世紀初頭においては、正しい意見とはされなかったであろう。というのは、英国には他に抜きん出た九校の古い学校があって、少年たちにオックスフォード大学やケンブリッジ大学への入学準備をさせ、また、その寄宿制の学校生活に古典教育をとり込んではいたけれども、それらの学校は国民的指導者を訓練する過程においては支配的な役割を果すものではなかった。マコーレイ[七三]もテニソン[七四]もニューマン[七五]もディズレーリ[七六]もそういう学校で教育を受けはしなかった。一方、ロバート・ロウ[七七]はそういう学校で教育を受けたが、しかし、そのウィンチェスター校時代はいつも不幸であって、後年そのことを激しく非難した。

パブリック・スクールは明らかに不備な点を持っており、改革の機は熟していた。学校の基金はしばしば悪用され、その組織は非能率的で、その規律はたるんで、不安定なものであった。たいていの学校にあっては、校風を決めるのは教師というより、生徒であった。当時の言葉を借りれば、「世論への服従」とは、しばしば、ガキ大将の支配を意味し、「男の子らしさ」は瀕発する「流行病的騒動」とか、徹底した非協力という形であらわれた。いくつかの学校では、「厳しい名誉意識」とか、「愛国的情感」とかは、先生たちの影響というより、生徒の中の厳しい習慣の産物であった。その習慣は多くの場合、厳しいのみならず、弁護する余地のないほどのものであった。例えばウェストミンスター校では、六年生以下の生徒は歩いてはならぬという古い規則があった。もし場所を移動したいと思えば走らないといけなかった。その学校の歴史の記録者は、「なまけ者とガキ大将は恐れるものがなかったのに、理知ある者と勤勉家は、うとんじられたり嫌われたりしないようにと必死の戦いを演じた」と書いている。『トム・ブラウンの学校時代』[七八]（*Tom Brown's School Days*）にあるとおり、「たとえどんなに馬鹿げた、無意味なものであろうと、一定の方式や習慣を英国の学童ほどにがんこに守るものはいない」のである。

古い習慣を捨てるか、あるいは、それを無害なものにしようと試みる際に、教師自身がしばしばあやふやな方法に頼らざるを得なかった。イートン（Eton）校では、生徒の自主性が最大限度まで認められていたが、かの有名なジョン・キート[七九]（John Keate）（一八〇九年から一八三四年までの校長）は誰かれかまわず生徒をとらえては、彼らが嘘つきだとして歯に衣着せずによく非難したものであった。「諸君は嘘に慣れっこになっている」と彼は生徒たちに語った。それでも彼は、ある程度の嘘は「適度な尊敬を抱いていることのしるし」として

きは土蛍の光が地虫の居場所を暴くように、自らの価値の無さに注目を引くのに役立つだけだ、と彼は主張いた、と指摘した。「くだらぬ金持よりも清貧の人がはるかに立派で尊敬に値し、二輪馬車を持つ人当りのいゝ然るべき地位の悪党よりも、つゝましい寡黙の人が立派である。釣合いがとれ心豊かな人、地位は何であれ前途のある人生は、なみの世俗的な信用よりもはるかに大切なのだ」と彼は言った。

「自主独立」の「機知に富んだ生き生きとした」文体は、仕事第一主義と同じようにブラッチフォードの心を動かした。「それをよく読むと、大変恥しいことだが、私は必ず勤勉になった」と彼は言う。事実「自主独立」の物語は、怠け者が恥しくなり、行動する気を起こさせ、無精者を希望と勇気で元気づけるものであった。「主人公の言葉はトランペットの響きに聞こえ、作者の引き緊った燃えるような文体は、大鼓の響きに似て、血を沸かすのである」。何よりも、スマイルズは教えよりも行動で人を判断したのだ。彼は地位、名誉、富にはほとんど目をくれず、創造的な成果の有用性に注目した。

一般にスマイルズ哲学と考えられるものを持っていないのは確かな合理主義者、グラント・アレン（Grant Allen）の様な他の文筆家が、ブラッチフォードの賞讃に同調した。『職人列傳』（*Biographies of Working Men*）という一八八四年に出た小著の中で、アレンはスマイルズのお蔭をこうむっていると言い、ブラッチフォードがスマイルズの作品で含蓄があると思ったところを明らかにした。

> 勤勉と忍耐と立派な考え方によって存分に力を発揮し、低い身分から身を起して行った労働者の生き方を述べることがこの本の目的である。自立したのである。そうなのだ。しかし何処に目的があったか。目指すところは、たゞ単に富や地位などではなく、世俗的な尊敬や高い役職でもなく、後世の人々に為になる、あるはっきりとした世界なのだ。

しかし、アレンは「自主独立」が社会の万能薬でないことを認めていた。

> 社会の取決めが現行のまゝ続く限り、多数の人は必ずや生涯を労働者で終ることになろう。故に労働者を個々に本来の階層から専門職や商人階級に引き上げようと試みたところで、将来、全体として労働者のためには余りならない。

と言うのだ。有能な人物が向上することは適切かつ正しいことであった。しかし、社会改良のために法律を作る政治家を用意することも、同様にまた適切かつ正しいことであった。言い換えると、アレンはブラッチフォードと同様に、自主独立と社会主義は矛盾するものではなく、或る意味では補足し合うものと考えた。十九世紀末の他の社会主義者は、更に先に行き、補足的ではなくて統一的な理論を創造しようと考えていた。もっとも社会主義だけが純然たるしかも活発な個人主義に相応しい基礎を与えるのだ、と主張するのは、ジョージ・バーナード・ショウ[六七]（George Bernard Show）とオスカー・ワイルド[六八]（Oscar Wilde）に委ねられていたのだけれども。この様なパラドックスは、彼がロバート・オーエンの詭弁に驚いたと同じようにスマイルズを仰天させたかも知れないが、ブラッチフォードにはそれは自明のことと思われたでもあろう。

何故ならスマイルズの個人主義思想は、解放された唯美主義者や生命力に依存するのではなくて、自分自身の人格を作るめいめいの人に、つまり、「人生の栄光と冠」に依存するものであった。こういう人格は普通、学校よりも工場や家庭で作られたのである。「一番立派な教養は、在校中に先生から授かるよりは、むしろ一人前になって、自らの勤勉な自学自習で身につくものである。」とは言うものの、スマイルズは、英国にはラグビー校のアーノルド博士のように、己に頼り自分自身の積極的な努力によって実力を伸ばせ、と生徒に教える人が少しはいるのを認めていたのだ。

さて、教室で人格の陶治が平行的にどうして推し進められて行くのかを理解するためには、スマイルズからアーノルドへ、そしてアーノルドの業績を非常に積極的に一般に広めたトマス・ヒューズ[六九]（Thomas Hughes）のような文筆家に眼を向けなければならない。その転換は難しいことではない。というのは、アーノルドは「自主独立」の中で瀕繁に名前があがっているからである。そして何はともあれ、アーノルド自身が、男の子が自分の長所を伸ばそうと望みもしないのに、ぜいたくな暮しをするように、オクスフォードに送り込むくらいならば、自らのパンのために働かねばならぬヴァン・ディーメン[七十]の国にやった方がましだ、とかって言ったことがあるのだ。

願わくば皆、紳士らしくあれ

六

スマイルズが読者の生活状況に与えた助言も、十九世紀最後の二十五年間にはずれが生じて彼の人望も衰退した。産業組織に競争が少なくなり、個人的な色彩は以前に比べてうんと薄まり、社会の動向は、大人の世界の忍耐とか進取の気性より、教育に余計依存し始めていた。その結果、サミュエル・スマイルズの著作の主人公は二十年前と等しい名声に値しなくなってしまった。

批評家の一部の人は、一つの美徳にちがいない自力本願というものを、社会の犠牲を無視した、冷酷な成功を目指す意志にしてしまったとして、スマイルズを攻撃した。そして彼等はその失敗が強大な敵に抵抗して戦った結果ならば、そこに価値を認めた。

敗北を喫した運動の指導者を見よ
苦しみの十字架にかけられた姿を

またヴィクトリア朝中期の経済の主流全体を無視し始めていた批評家達は、スマイルズが経済進歩の挺子についてさかんに述べたことに論駁した。例えばA・F・マメリー（Mummery）とJ・A・ホブスン（Hobson）は、一八八九年に出た『産業の生理学』（*Phisiology of Industry*）の中で、取引不振の時には、貯蓄の行き過ぎは資本と労力の利用不足を招く責任があると主張した。倹約は美徳ではなく悪であり、少くとも健全な発展を妨げるものと考えられた。しかし正統派の学説は依然として強く、ホブスンの著書は「合理性の点で、地球が平担なことを証明する試みに等しい」という理由で、彼がロンドン大学拡大委員会で政治経済の講義をするのを認めなかった。しかし経済の組織全体が世界大戦と世界的不況の危機に瀕してしまった後では、様々な議論が余りおかしくないように見えた。そこで、スマイルズの時代の仮説に挑戦するR・H・トーニイ[六四]（Tawney）作『欲求の社会』（*The Acgusitive Society*）（一九二一）や、新しい経済学を作り上げたJ・M・ケインズの『雇庸、利潤、通貨概説』（*General Theory of Employment, Interest and Money*）（一九三六）などの著作が出るにふさわしい舞台作りが出来ていたのである。

スマイルズの時代以来、社会の枠組はほとんど認識出来ないくらい変ってしまった。そこで、社会の性格に関する彼の考えと当時の特殊な状況とを関連づけて考えてみるには奮発する必要がある。しかし大部分の彼の批評家達は、時として、彼に対してや、公正さに欠けることがあった。失策を冷笑すると彼を非難する人に対して、彼は成功の分析は冷たい身勝手を正当化するために計画したことではないと、正面切って答えることが出来た。彼の経済学を批判する連中には、仕事第一主義、即ち時代を問わず必要な思想を、拡大する経済と競い合う経済組織と平穏な社会状況が作り出す特殊な環境との結びつきで考えているに過ぎないのだ、と彼は答えた。二十世紀の一変した経済状況において、長期的には、あらゆる社会の運命が働き手の生産性に依存しているので、社会の仕事に対する態度が、社会が直面すべき最も重要な問題であるということは、依然として正しい。二十世紀の英国の計画経済の専門家達は今までのところ経済的な技術を用いて社会を補充するものを作り出せなかったのである。十九世紀にはスマイルズがこの難しい仕事に成功していたのだ。

彼は、自らのさゝやかな話を概括的な哲学という衣で包み込もうとせず、それをひとり手に語らせたので、うまく行ったのである。こうして哲学に欠けるところから、彼の著作の中には断片的な挿話や引用の寄せ集めと余り変らぬものもあるが、同時にそれによって多様な読者が種々な面からスマイルズを解釈することが出来るのである。実際、人それぞれに、自らの中に、各人各様のサミュエル・スマイルズを見出すことが出来るのである。

スマイルズの最も意外な讃美者の一人は、メリーイングランドの社会主義の先達ロバート・ブラッチフォード（Robert Blatchford）で、彼はスマイルズの人気が特に社会主義者の間で最低の時に出た『自主独立』について非常に興味深いエッセイを書いている。ブラッチフォードは、多くの社会主義者がスマイルズを、「ペリシテ人の頭目[六六]」と言い、彼の著作を「世間体、俗物社会、利己的略奪を礼讃するもの」というのを許したが、彼自身は社会主義者として筆をとり、スマイルズは「もっとも魅力のある正直な著述家」で、『自主独立』は「それに巡り合ったのは私の幸せであり、最も楽しく、勇気を鼓舞してくれる本の一つだ」と思った。そして彼は、スマイルズが豊かになるのは道徳的な価値の証明なのだといったことはない。いやむしろ、金持ちの輝

どっちつかずの重商主義者のぜいたくの効用、倹約の悪、怠情の善、仕事の悪という考え方に、スマイルズは強く反対した。彼は気晴らし（レクリエーション）の必要を認め、彼自身、立派な実業家なので、実話に時には下品で不道徳な話を混ぜたりしたが、仕事と遊びを峻別する堅固な清教徒的な考えを持っていた。

彼はシェリダン[六一]（Sheirdan）やラマルチーヌ[六二]（Lamartine）について語ったが、両者とも「借金の大家」で、後者は「すべての高潔な考えを否定するもの、つまり計算は大嫌いであった」と大胆に口にし、いくつもの財産を浪費した。

スマイルズは本来こういう事を非常に不満に思っていた。彼は目立った金使いの荒さに「英雄的な美徳」を見出す代りに、「借金の見苦しい側面」だけを見た。「自分の収入で維持出来ぬ豪奢な生活をしたり、今日のぜいたくな暮しのために次週の稼ぎを抵当に入れる必要はないのだ。」また誰も仕事中に、白昼夢を楽んで時を過す権利もなかった。

> 一人前の男として食料品商となる運命を背負っていたために、二・三年前に自殺した青年は、その事実から、彼の精神は食料品商の仕事の尊さに堪えきれなかったことを証明した。人間の社会では、その権利は自らの手で守ることが必要なのだ。

スマイルズは自分の議論は目新しいものではなく、それは仕事の面でも繰り返す必要があることを強調した。ヴィクトリア朝中期の英国の中では、のるかそるかの闘争は、人間の態度決定に当って、渦巻く派手な流行よりもはるかに効果があった。そしてミルが指摘したように、国民は個人的な楽しみにふける力はほとんどなく、従って一生懸命に働き、資本を蓄積することが出来たのである。しかし、多くの十九世紀の実業家と、加えてその息子や孫までが、資本主義以前の社会の理想的な人物に魅せられて、思い切って借金は背負い込まぬにしても、ともかく田園地方の比較的安逸な生活にはいって行った。優雅で、あくせくする必要もない地方の紳士社交界の魅力に抗することは困難であった。腕一本で立つ人と紳士の戦いでは、前者が自ら紳士となるか、その息子を紳士に仕立てる努力さえすれば、英国では彼の勝ちであった。

スマイルズは、自主独立の新しい英雄達がそういう紳士を気どる姿に心がゆらめくと、特に嫌な思いをした。彼は自主独立の人に自分がのし上って来た過程をよく記憶に留め、その過程と成功した姿とを関連づけて考えてもらいたかったのである。

> 成上り者も、もとはと言えば庶民で、その一部に過ぎず、お里は知れている。実際、彼等は庶民以外の何者でもない。この時代の大変な成上りの精神を理解するためには、簡単に言い換えると、労働の尊さ、勤勉の本当の姿、そして知性の力とを理解すればよいのだ。

成上りは「上流階級」の猿真似をせず、あくまで自らに忠実に行動し、紳士となった。「本物の紳士」とは世襲的特権が作るものではなくて、礼節を知り、忍耐強く、丁寧で、心豊かな人物であった。小作人であれ貴族であれ、その地位、階級は問わなかった。その他の紳士の定義は、どれもこれも、俗物根性に根ざすものであった。

スマイルズはトロロープ流の社会を区分けする巧妙な分割線は考えようとしなかった。すべての人が同じ規則に照らされ、同じ検査を受けて判定されたのである。本物の紳士は皆「お互にすぐお里が判る。彼等は視線を交わし、手を握り、本能的にお互を知り、その長所を評価する。」彼等は個人的な理由で自分の権力を利用することは思いもよらず、迂濶にも厳格な自己抑制を忘れたりはしない。つまり外見的な行動と内部の気持がいつも完全に関連していたのだ。

こういう姿は、観察に基づくものではなくて、道徳規範に対する深い信頼の念にもとづくもので、現実主義よりも理想主義に基づいていた。スマイルズが決定的な助言を見出すべく眼を向けたのは、悪魔的な紳士道のでっち上げを華華しく風刺したサッカレー[六三]（Thackeray）であった。

> 金持ち、貧之、善、悪は問わぬ
> 老いも若きも自らの役目を受け入れるのだ
> そして神の御心の前に頭を垂れて
> 真心をもって、それに堪えるのだ
> お賞めは誰に
> さあ、のるかそるか
> 成否はどうであれ

仲間のうちで最も理解力のある人物の指揮下で国の富を生み出す、つまり社会のためになる仕事をしている連中は、自分で考えていたよりも高い地位につく資格があるのだ。我々は働く男女のために「よき時代の到来」を信じている。その時は知的な雰囲気が彼等を支配し、彼等は社会のその他の階級の人々と同じように教養があり、礼儀をわきまえ、独立した存在となっているのだ。

スマイルズの文章の中の主要な主張が、日曜学校の褒美や独習者の指導書を通して、労働者階級に直接訴えられたことは、力説すべき重要なことである。彼は、職人にも労働者にも変らぬ暖かい讃美の気持を抱いていた。しかし、彼が不審に思ったことは、彼等に自信がないことであった。「彼等の給料日の夜は馬鹿騒ぎと無礼講の農神祭（サターネイリア）[五二]のようなものであった。」と彼はジョージ・スティーブンスンを助けた鉄道工夫について書いた。一方では協同運動のような組織がその評判を高めてはいたものの、この様な情景は、ほとんど挽回不可能なまでに、労働者の評判を損うものだ、とスマイルズは考えていた。労働階級の人々は繰り返し彼が説こうとする価値を認めるとあらゆることに共鳴した。

つゝましい人間の信条がスマイルズの全作品から輝き出て来る。彼は『生活と労働』(*Life and Labour*)の中で、優れた人物を社会的な血統によっていくつかの範疇に分類した。その結果出来た表は啓発的というより興味深いものであるが、非常に真面目に受取るよう考えられている。彼は「貴族、大地主」欄に、ガリレオ(Galileo)[五三]、ミラボー(Mirabeau)[五四]、ウェリントン(Wellington)[五五]を入れ、「中流階級」欄にはニュートン(Newton)[五六]、シェイクスピア(Shakespeare)、カーライルを、「労働階級」欄にはブリンドリー(Brindley)[五七]、スティーブンスン、アークライト(Arkwright)[五八]の様に有名な人物だけでなく、コロンブス(Columbus)、コペルニクス(Copernicus)マーシャル・ネイ(Marshal Ney)[五九]を入れた。彼は貴族階級と中流階級を分ける線を引くのは難しいことを認めたが、蒸気汽鑵の出現で登場した工場の無産階級と労働階級を同じには考えなかった。労働階級とは、「頭と手を使って働いている者すべて」を言うのであった。彼等は身分は低いかも知れないが、本当の未来の創造者であった。彼等は当初から兵役の魅力を物ともせずに、はるかに実用的な効果、つまり優秀な兵士より偉大な発明家、を生み出すことを考えた上流階級にまさるものを持っていた。速記法を用いる有利さをスマイルズに教えた友人で役人のアーサー・ヘルプス(Arthur Helps)[六十]の言葉を彼が引用したのは大賛成を得た。「発明だけとっても、下層階級の人々が英国のために成し遂げた業績を全部とりだし、もしそれが無かったら英国はどうなっていたか考えて見よ。」スマイルズは、うだつの上らぬ労働者のために、協同社会や貯蓄銀行のような健全な法人組織の価値を力説すると、それが独立への切符を与えることになった。彼は「立派な」労働組合主義者を賞讃した。というのは、彼等は個人の節制と相互扶助を奨励し、労働者は経済ストライキに貯金を利用するかも知れぬという理由から、貯蓄銀行の導入に反対する雇庸者を激しく攻撃したからである。

とりわけ、彼は階級間により大きな思いやりの精神を吹き込んだ。「思いやりの無さがすべての階層——貧民、労働、中流・上流階級——に浸透している。お互の間には、今なお、橋渡し出来ぬ多くの社会的な溝がある。」思いやりの精神を大きく育てることは、「貧しい人々に毛布、石炭などを与えること」つまり施(ほどこし)によって出来ることではなかろう。それは労働階級の独立を増進し、お互に共通の利益を理解し合うことによってのみ生まれるものであろう。このようにしさえすれば、社会の息吹きは穏やかに、浄らかになるのだ。」

五

しかし、スマイルズは自主独立の魅力の真価を知る職人衆や労働者達に先づ語りかけるにしろ、その言葉は一般的なものであった。仕事第一主義は労働者にも実業家にも等しく重要なもので、彼もまた働くか、さもなければ滅亡しなければならなかった。

人生はこれ全て戦いである。労働者仲間では、競争は高い賃金を目指して前進する戦いであり、一方使用者にとっては最高の利益を上げるための戦いだ。……競り合いは止めよ、個人主義の戦いは止めるのだと。……競い合うと、怠け者はいや應なしに努力をする。努力する意志がなければ、落伍は必然のこと。働かなければ、食わせてもらえない。皆のために充分のものはある。しかし、等分の仕事は義務なのだ。

このようにして貯蓄は個人の責任もしくは克己の成果であり、仕事に明け暮れる生活の危険や病気と老後の心配に対する保証を与えてくれた。こういう緊急の事態を考慮に入れておくことは個人の義務であった。国家は労働階級の生活の社会的偶発事故に全く責任はなかった。

この様な問題の解決に当ってみて、スマイルズは二〇世紀的な完全雇庸と社会保障の維持には全く関心を示さなかった。彼は完全雇庸の時代――景気のいい時――はあらゆる時代のうちで一番不景気なことが多いと考えた。

> 繁栄している時は製造工場は終日稼動している。大人も小人も賃金は高い。倉庫は荷がはけるとまた一杯になる。誰でも皆金持ちになり、裕福になって行く様に見える。しかし、男女を問わず皆一層賢くなり、教化され、身勝手をひかえ、宗教的な気持になって行くとは思われない。うわべだけの繁栄を細かに検討してみると、浪費がいたる所で増大していることがわかるだろう。高賃金の要求がある。賃金が上ると、稼いだと思ったら出て行くのだ。節度のない習慣がつく、一旦身についてしまうと、節度のない習慣は続くのだ。市民が軽薄で倹約もしないと、物質的繁栄は全く彼等のためにはならない。若し皆が先を見越して経済しないと、一転して「飢餓と破滅」の状態になるのだ。商売が落ち込んだ時、それは異常な繁栄の後に普通あり勝ちなことだが、繁栄の時代は永遠に続くという保証はなかったのかも知れぬという考えがふと浮んだとしても、貯め込んだであろう物を考えてみたところで、何の慰めにもならないのだ。

いわゆるヴィクトリア朝の好景気の時代でも、自然に完全雇庸に向う趨勢はなかった。そして一八六五年および一八六六年の経済危機の後は可成りの短期失業状態が続いた。しかし、スマイルズは景気、不景気の波の経済的な原因にはほとんど興味を示さず、景気の波よりも病気の流行の方を余程心配した。[四二]「商売には必ず好、不調の廻り年があるものである。例えばファラオの夢に現われる雄牛が痩せたり肥ったりように、――つまり爆発的な好景気の後には供給過剰、恐慌、貧苦が続くものなのだ。彼は景気の波が及ぼす「道徳的な」影響にもっぱら関心を寄せていた。彼の勤労主義の一部が主張するところは、一時の繁栄は、過剰投資が原因で起る場合が多いのみならず、盛んな産業、貿易が特徴をなしている現実の繁栄の一時代に楽に手にした利益は、個人の消費や目先のことしか考えぬことを助長するのに役立つだけならば、人心を乱してもいる、というのであった。

英国の一部の労働者が勤勉さよりはむしろ先見の明を欠くためスマイルズは彼等を非難し、その家族の人目を引く消費と、知的な専門職の人々が将来に備えた慎重な配慮とを比較した。彼はアメリカ南北戦争中のランカシャーの綿飢饉に関するチャドウィックの論評を引用した。即ち「家族が最も悲惨な状況になると、列をなして貧民救済所に行ったが、そうなる前の賃金総額は多くの牧師補の収入を上廻っていた。」賃金統計がブラックバーン(Blackburn)[四三]、ミドルバラ(Middlebrough)[四四]、ニューカッスル(Newcastle)[四五]、エヂンバラ(Edinburgh)[四六]、サンダーランド(Sunderland)[四七]から集められた。信頼性よりも、それが当時の議論の特質に投げる光明のため、興味深い集計なのだ。例えばミドルバラでは鉄道工夫が近衛歩兵連隊の陸軍中佐相当の賃金を、板金運び人夫は少佐相当を、荒作り人夫は中尉や副官相当をもらっていた。ブラックバーンでは、狼狽した庸主は自分の使用人が「約一月も前から羊、鮭、あひるの若鳥、グリーンピースなど季節の珍味を食べている」のに、自分はそんなものは買えそうにもないとこぼした。無論、その同じ使用人の食事も可成りむらがあり、一番身入りが少ない時は、ジャガ芋とかゆが主食なのだ。しかし、その連中でも、もう少し辛抱出来るならば、一年中ベイコンと豆が口にはいったかも知れないのだ。

スマイルズは私生活ではいつも相当切り詰めた消費を心がけていたが、倹約と強欲を混同しなかった。彼の嫌いな者は、吝嗇家、守銭奴、下劣な男だと言った。彼はスクールヂ(Scrooge)[四八]爺さんではなかった。ケインズ(Keynes)[四九]流の浪費を慎しむ八つの動機即ち、用心、先見、計算、進歩、独立、冒険心、誇り、欲求のうち、彼は最初から六項目を認めて、それを金文字で書き、残り二つは軽蔑を込めて拒否した。「倹約はどうしても欲求、高利貸、どん欲、自勝手とは結びつかない。事実それは今列挙した嫌な性質とは丸反対のものである。」もし労働階級の間であまねくそれが実行されるならば、彼等の社会的地位がそれによって向上しこそすれ、楽しみを奪い視野を狭めたりはしないのだ。スマイルズはリーズで初めて聴衆に語りかけた薄暗い部屋にまたもどって行った。

深入りはしなかった。彼は

国民全てを名射手にすると、
攻め手は来ない――皆こわいのだから

と言い、英国民に、「起て、銃の用意を」と説いた。

しかし、彼は次の様に書いている。

演習（ドリル）の魔力とは本当に素晴しいものだ。演習には訓練、鍛練、教育という意味がある。雨と降る弾丸、火を吐く大砲に向って着実に前進し、逆立つ銃剣に突進して行こうとする兵士達は、仕立屋、靴屋、職工、農夫が商売で、口をぽかんと開け、肩をすぼめ、足を引きずり、大ひれよろしく手を脇に垂らしていたのだ。しかし、今やその足取りはしっかりとして勇ましく、背筋を伸ばし、大地を揺がす歩調をとって音楽に合せて進んで行く。

フランスの危機が去り、クリミア戦争が終った後も、技術者と兵士にあけてある彼の桟敷には余猶があった。そこでは服従、従順、鍛練、勇気が激賞された。[四一] スマイルズはカーライルを引用したかったのかも知れないが、代りにラスキンの言葉を選んだ。

気性が粗く無骨な素材から力を全部引き出すことが出来るのは兵士の訓練だけである。環境が異なれば、無気力と放蕩に身を沈めたかも知れぬ男達が、精一杯体を使う軍務に従うことによって救われ、崇高な生き方をする様に変るのだ。

スマイルズは更に続けた。市民が国家に奉仕するために訓練を受ける志願兵運動に感銘を受けると、彼は本の一章をホワイト・メルヴィル[四〇](Whyte-Melvill)の言葉即ち「至高の者は部署につく歩哨である。」という言葉で始めた。

今、徴兵の義務の必要性を敢えて口にする人はほとんどいない。しかし国民の大多数が軍隊教育を否應なしに受けることになれば、国家は一層強力になり、安定し、倹約はさらに日常性を帯びることになろう。

四

スマイルズは、倹約について分析し、自らの社会論の大要を述べた。個人の貯蓄が国家資本の蓄積の基礎となった。そして国家的資本の蓄積が経済成長の継続に欠かせないのであった。しかし、倹約は経済的に必要というだけではない。つまりそれ自体が本質的に立派な社会的な目的であった。「倹約は資本を生み出す。そして資本は労働の成果が保存されたものなのだ。資本家とは労働の稼ぎを一部貯えている者を言うに過ぎない。彼は将来の報酬を楽しみに、現実の充足感を味うことをさし控えて置こうと思う人なのだ。」スマイルズは「英国人の主たる産業上の優秀性とは、先の目的のために現在を一生懸命努力する能力があることだ。」というジョン・スチュアート・ミル[四二]の意見に賛成した。賢明な洞察と自制は楽しみに優るのだ。スマイルズは資本家の大小・小金持ちと大投資家とを区別しなかった。またミルの様に、「英国人の大部分は仕事一途に生き、退屈しなければ仕事ばかりしている。」という面白くもない事を考えて気を揉むこともなかった。倹約家は賢くて立派な人物だと彼は考えた。そして彼は、銀行取引のある倹約家の中から労働階級の人々が理想とし、社会の範とすべき人物を見付けるよう、彼等にすゝめたいと切に望んでいた。勤勉さに分別が加わると、労働者でも資本家になることが出来るのだ。塵も積れば山となる。僅かな余分の金――賭け事や飲代に出る少しの金――があれば、個人の安全を保証出来るのだ。毎日一ペニー貯金を増やす可能性のある七つの方法を彼は細かに検討した。少し望みを大きくして計算すると、毎日グラス一杯のビール代が年間四五シリングになる。この額は一三〇ポンドの生命保険代となる。または預金しておくと、二〇年たてば一〇〇ポンドになるのだ。」

この様に貯金は人間の独立を保証することになるのだ。スマイルズの力点は貯金の経済面よりはむしろ道徳的な面にあった。一個人が貯めた僅かな資本が「いつも力の源なのだ。彼はもはや時と運命に奔弄されはしない。彼は正面から大胆に世の中を見ることが出来るのだ。自分の言葉でものが言えるのだ。彼は売買されず、安楽と幸福な老後を期待出来るのだ。」

は例外と条件の範囲を全部紹介する破目になった。特にベンタム主義者は、その世紀の中頃の著しい社会の不均衡を調整するために、国家機構を利用出来る可能性があることに魅力を感じた。

チャドウィックと同様、スマイルズにとっても、完全な自由放任は余りにも単純すぎる解答であった。両者ともに、身を引き成り行きまかせにする最悪の例を身をもって見ていたのである。両者ともに勤勉で不屈不撓の精神の持主なので自由放任と無為の楽しみを同一視出来なかった。社会的な無駄よりも病気のために、彼等は放任社会の欠点に眼を開いたのである。当時の人々の表現だが、「衛生観念」、つまり国民健康の効果的な組織を探究することの方が、経済上の個人主義の不満よりも彼等に刺激となった。「鉄道と衛生上の改革の時代になるまでは、牧歌的な田園生活は美しい神話であったが、政府役人はそれを全く台なしにしてしまった。」「政府役人」に対する忠告に役人達が應えないのは、惰性という抑えのきかぬ力のせいで、それが努力する気持に水を差し、注意力の足を引張ったのだ。スマイルズは声高に言った。「チフスやコレラが発生すると、誰の責任でもない、と彼等は言う。あの恐るべき無責任さ。無責任野郎の責任は大きい。世の中に無責任の災程大きいものはない。無責任野郎が食物に下らぬ混ぜ物を入れ、毒酒を盛り、溝もさらえず街を放っておく。お蔭様で豚小屋、感化院、刑務所は大繁生。無責任野郎が密猟者、盗人、酔拂いどもを作るのだ。無責任な男に自説、それもいまわしい自説もあったものではないのだ。それは二言で納まる。自由放任――放っとってくれ――というのである。パリの石膏にメリケン粉を混ぜて毒を盛られても、「放っておけ。」これが治療法なのだ。ものが判る連中は計られてから気付くがよい。買手危険負擔ということだ。人が不潔な家に住んでいようが構うものか、惨めになるがよい。命あっての苦しみさ、などと役人は言うのだ。」

この他人の不幸を喜ぶ無責任野郎を発見したことが、社会の核心にひそむ悪の姿を浮き彫りにした。しかも同時に、一般的には依然として、優しく眼に見えぬ手が、アダム・スミス(三八)(Adam Smith)の暗示する線に沿い、世のために個人の行動を導いている、と信じられていた。スマイルズは、多くの後継者と同様に、この二つの目に見えぬ力が結合する可能性について、思い悩むことはなかった。彼はその二つがそれぞれ影響を与える範囲について何も疑問を持っていなかった。それは互に絶えず争いを続ける相対する力で、一方は経済的な進歩を保証し、他方は社会の無秩序を生み出したのである。幸にも、ヴィクトリア時代の社会は汚れきっていたにも拘らず、英国の状態は健全なものであった。スマイルズは英国やアメリカのようなアングロ・サクソン国家とスペインのようなラテン国家の間には、一貫してヴィクトリア朝風の対照的な差があると信じていた。その差は気候風土ではなく社会の仕組にあった。「スペイン人は働くのが恥しく、物乞いは平気なのだ。」こういう価値判断の背後には、根本的にものを考える思想と清教徒思想とともに、自負の念もひそんでいた。「個人の精力的な行動に表われているように、自主独立の精神は時代を問わず英国民気質の著しい特徴をなしており、それが国家としての本当の力を与えてくれるのだ。」国内で無責任野郎を撲滅出来るならば、全国民がこぞって外敵挑戦に立てるのだ。

無責任を打破れぬ点が一つ――つまり社会主義への依存が――あった。スマイルズは煙の都リーズでオーエン派に会ったが感心しなかった。実生活と余りにもかけ離れていて、まじめに注目する価値もないオーエンの言う「世界の紡織機」に彼は反対であった。一八四七年に穀物条令に反対して詩を書いた詩人エビネーザ・エリオット(三九)(Ebenezer Elliott)に会い、競争は「神の偉大な社会法」であるという点で彼の意見に賛成した。「共産主義とは何ぞや。」とエリオットは詩の中で問うた。

稼ぎは違っていても、分前は同じにと願う徒輩よ。
怠け者か、盗人か、はたまたその両方を兼ねているのか。
一銭進上、お釣りは十倍おくれという調子のよさ。

スマイルズも全く同感であった。「社会主義形而上学は、人格は個人によってではなく個人のために形作られ、社会は望みのまゝに人格を作ることが出来る様に「環境」を整えることが出来るという原理で出来ていた。」と彼は書いている。スマイルズがお目にかゝりたい唯一の人格は自前のもので、彼は社会主義者になるくらいなら、陳腐な信条で育まれた異教徒になりたいと思った。

しかしながら、自主独立と個人の積極性を尊重し、軍事的な消費に経済資源を使うことを非常に嫌ったスマイルズが、組織的訓練、軍事訓練の魔力に抵抗出来なかったということは重要である。しかし、彼は『諺の哲学』(*Proverbial Philosophy*)の著者で大衆詩人のマーチン・タッパー(四十)(Martin Tupper)程

生来の本能ではなくて、経験や実例や先見から生まれるものなのだ。だから自助は人生の指導原理としては、他人の善意に頼ることや、カーライルが名付けたモリソンの丸薬(Morrison's Pills)、つまり不満の万能薬、即ち便利な政治的万能薬に頼ることより難しいことであった。

シーザー（偉大な指導者）を求めるものあれば、国民的自立を、あるいは議会立法を要求する者もいる。或る程度国民や階級の利益を考えてなされることは何であれ、単独行動する場合の状況や刺激を取除いてくれるものだ。法律は如何に厳しくとも、怠け者を働き者に、浪費家をつゝましく、そして酒飲みの酔をさますことは出来ない。このような改革は個人の実行、節約、自己否定によって、つまり大きな権利を行使するよりも、立派な習慣によってのみ効果を上げられるものだ。

それこそ、一八五三年にコブデンから来た一通の興味深い手紙の中で、スマイルズに力説された点であった。

確かに共同体が個人の問題にこのように徹底して干渉する根底には、独裁主義らしいところが伺える。それぞれ立場はあろうとも、自由のためには、そういうあらゆる組織に対抗して立たねば、我々は権利を獲得しないであろう。――個人の自由

スマイルズが言う「立派な習慣」が欠けていたのは度々のことであった。スマイルズは十八世紀の意気揚々としたオーガスタス時代の讃美者ではなかった。「庶民大衆の道徳および政治的節操の基準が低落することは避けられないのだ。」手抜き仕事、賭け事、詐欺、放縦、不正広告、眼から鼻に抜けるような策謀などが彼が描く実業界を支配していた。スマイルズの手になる社会道徳要覧は、社会悪要覧とともに、彼の社会哲学が五十年代、四十年代を背景にして最もよく出来たものと考えられているのと同じように、その右に出るものはないとみなされている。彼の手になる徳目表は、特殊な倫理的独善の産物ではなかった。眼を見はるような産業界の業績にも拘らず、それはなお無駄と効率の悪い分野が大きい社会の要求を反映していた。ヴィクトリア朝の人々は、自然を手なづけ、機械を有効に使う確固とした道徳的な秩序を手中にしていなかった。いや、むしろ、彼等は自らが要求するあの経済成長率を達成しなければならないとすれば、そういう秩序が必要なのであった。

スマイルズは、発展する社会の中で、独立独歩の人を夢見ることが、如何に現実離れしているかを知っていた。彼はこう書いている。「我々は、『知は力なり』という言葉をよく耳にするが、『無知は力なり』とは聞いたことがない。しかしながら、無知は知との比較において世の中で何時も強い力を発揮して来た。今までは知識が少数の人にのみ身近かであったために、無知文盲が優勢なのだ。」知識が大衆の心に拡がって行くことを彼は願った。なぜならば、教育が進めば酔拂いや無分別や犯罪が減ることになるからだ。しかしながら、独りの力では充分の成果は上らないのだ。つまり、教育を社会の全般的な改善の方向に向けるためには、義務と人格とが必要となる。スマイルズは、生涯を、授業が行なわれ、ものの価値を詳しく教えてくれる学校と見なした。しかし、その学校は、生徒達が、本を読むよりは活動し、誤りを犯せば処罰によらず、時間をたっぷり使って償いをする学校であった。

スマイルズは自分で定めた基準が社会の推進力となることを強調した。「国が衰亡する原因は、個々の怠慢、身勝手、そして悪徳であるように、国の進歩とは、一人一人の勤勉と活力と高潔さの総和なのだ。大きな社会悪として何時も非難しているものの大部分は、人類の誤った生き方の所産にしかすぎないということが判るだろう。」社会改良は個人の手で、しかも言葉ではなく行動によってのみ可能なのだ。地球の地質時代に山が出来たように、集団で人間を育てることは出来ない。人間は個人として扱わねばならない。何故ならば、個人の質を高めることだけが、大衆の質を効果的に高める唯一の方法だから。

このように彼が政治的な行動に疑問を持っていたことは、スマイルズが完全な「自由放任（レセフェール）」の信奉者であったと言うことにはならない。彼は事業問題を処理する場合に、余りにも邪魔が多いことに対する独立人の憤満を正当化することから手をつけたのだが、さらに進んで、ベンタム主義者チャドウィック(Chadwick)に劣らぬ熱意を以って、一定の限界を設けた国家の干渉形式を主張した。ヴィクトリア朝中期の自由放任に対する信仰から多くのことがなされた。その概念は、特にカーライルのような文筆家によっていつも疑問の的とされた。そしてそれを一般に広めた経済学者――主として低級な経済学者――

這上がるために必要な努力をしないうちに、その気になればその低い条件を不満に思うのは必定である。我が国で最も悲惨で苦しんでいる階級の一部の不名誉なことは、自分の状況に満足しているということである。彼等の言う満足とは光明を知らぬ盲人のそれなのだ」と一八四五年に彼は言った。

スマイルズは、晩年にこの点を何度も繰り返して主張し、多くの批評家から自らを守るためにそれを利用したが、それ以上のことはしなかった。事実、彼は公の問題から次第に身を引いて行き、その代り次第に文筆と事業に関りを深めて行ったが、一八四八年の革命後は特にその傾向が強くなった。一八四五年にリーズ・サークス鉄道(The Leeds and Thirks Railway)の代表となり、一八五七年には事業と文学的興味を結びつける好機となった鉄道の先駆者『ジョージ・スティーブンスンの生涯』(*The Life of George Stephenson*)という評判の第一作を生み出した。一八五年以降、文筆家として彼の将来は安定していて、会社を説得して自分の手紙や覚え書を書く面倒な仕事を省いてくれる速記者を庸うことにすると、彼は気がねなしに活発な文筆活動をするために全精力を蓄えた。ジョージ・エリオットが楽しみと実益のために読んだ『スティーブンスン』に二年遅れて『自主独立』が出た。一八六二年には、ヴィクトリア朝第一流の産業人を讃える文集『技術者の生涯』(*Lives of the Ehgieers*)が後に続く。バーミンガムの機械製作所のタンジィ(Tangye)は工員全部にこの本を一部づつ与え、女王陛下はヘス(Hesse)家のルイス(Louis)王子がアリス(Alice)王女と結婚した時、一部を彼に与えた。グラッドストンは「鎮静剤に毎日深夜に少しづつ」それを読んだ。グラッドストンは、スマイルズと同様に、はっきりと「我が国の技術者気質はイギリス人気質が非常に見事に特徴的に表れたものだ」ということを知っていた。そこで彼はマンチェスターに於ける講演でスマイルズのことに触れたりした。『工業家列傳』(*Industrial Biography*)の後に『ユグノー派』(*The Huguenots*)と『人格』(*Character*)が出た。この頃には、スマイルズは人格とは何かということを理解していた。一八七一年には発作に襲われて右手が麻痺し、固有名詞の記憶を失ったけれども、更めて字の書き方と記憶術を独習した。『倹約』を含む全著作のために、金持ちの後援者が自分達の事業に人々が寄せる讃辞を本にしてくれと熱心に頼んで来る申込みも含めて、二、三の執筆依頼を彼は断った。一部の足を引張る連中に、彼は「おそらく百万長者のことを書いたならば、私は実際はもっと成功していたかも知れない」とぴしゃりと言ってのけた。

スマイルズは静かな老後を送り、一九〇五年に歿したが、その頃は時代気質も一変していて、常識よりも逆説に関心が集っていた。彼の最終稿『品行』(*Conduct*)は出版者に没にされた。他の二つの民族と結婚に関する計画中の本は資料集めの段階で挫折した。根気強く仕事を続け常識を追求して行くに、彼は人生にさらに色彩を添えたのかも知れない多くのことを抑制し、我慢したのだった。しかし、彼自身、結局、記憶にとめてもらうだけの価値があるものは危険をはらむ仕事より著作であるということを認めた最初の人物であった。最大の光彩を放つものは、エジプトの大宮殿の壁面に、コーラン(Koran)ではなく『自主独立』からとって刻み込まれたアラビア語の彼の文章を賞讃するボヘミアかクロアチアから来た手紙であった。しかしフランス人やスペイン人はより懐疑的であった。スマイルズ自身はひだ飾りを工夫した職人を賞めるフランス人と、「シャツを工夫した人にも一部の功績があって当然と抜け目なく言う」ジョン・シンクレア卿(Sir John Sinclair)の話をしている。アングロ・サクソンの十九世紀哲学の基調をなすものは、シャツ、それもどちらかと言えば、木綿のシャツであり、飾りひだではなかったのである。

三

スマイルズの著作のうちで最も重要なものは『自主独立』(一八五九)、『人格』(一八七一)、『倹約』(一八七五)、および『義務』(*Duty*)(一八八七)である。全体としてはそれらが一番よく研究されているが、その理由は組立てや議論の方法が同じである——つまり人生や性格が挿話風に具体的に描かれている——ということにあるのではなく、共通の主題が展開されているからである。事実『倹約』の前書きで、スマイルズは、それが『自主独立』と『人格』の前篇として企画されたものだと書いている。つけ加えると、それは上記二作の導入として出てもよかったろう。というのは「倹約は自主独立の基であり、多くの非常に優れたものの基礎は人格にある。」と彼は言った。スマイルズは自分の理想は当然受け入れられるものとは考えなかった。彼は経験、観察の両方から、生来の気質と身につけようとしている社会的な性格の間に相克が起るのは当然であるという認識を持っていた。「浪費は倹約より人間の自然の行為であり、節約は

物語としては成功ものは好きではないというのにいつも非常に心苦しい思いをした。真心を込めた立派な仕事、不屈の人柄、確固とした独立心が、現世的な成功よりも大切なものであった。彼の伝記が指摘するように、もし彼が世俗的な成功にしか関心がなかったならば、彼は精選された一連の教訓ものよりは、むしろ「伝記製造工場」を作ったかも知れないのだ。

二

スマイルズ自身は自叙伝を書き渋ったし、「私の著作は、お粗末ながら、傳記的な紹介がなくても、必ずや自らを語るものものだ」という信念を持っていたが、彼自身の人生はその仕事との関りおいて、非常に興味深いものである。ところが、或る友人がスマイルズ夫人に、「御主人に人並みの事をするように言って下さい。」と止むなく手紙を書いたのも、トロロープの伝記が出たためであった。しかしながら、自叙傳は未完のままで、幸うじてそれが出たのも、スマイルズ歿後のことであった。

スマイルズはスコットランドでジョン・ノックス(John Knox)[二一]と同じ町で生まれた。若い頃、彼は「勉強よりは陽気に騒ぐ方が好き」で、倹約どころではなかった。「一番大事な金の使い方は無駄使いすることだと思う。」と彼は言った。彼はわざわざ苦労して貯めた少しばかりの小金をかき集めるために、食卓ナイフで貯金箱をこじ開けさえした。しかし彼の後半生は自己修練に励むことであった。彼は他人を陶冶する前に、先づ自己陶冶を始めた。おそらく、これが一人の人間として彼にまつわる最も重要なことではなかろうか。一八八五年、七三の時、彼は生涯の身の上と、成し遂げた多くの業績とを回顧してみた。そして、「これは私の人生が幸福だということか、それとも幸福な一生が過ぎたということか。」と自問した。しかし自らの設問に彼は答えなかった。むしろ彼はなすべきことが尚多く残っていることに不満をもらし、「忍耐はあらゆる美徳の要である。」というカーライルの金言に身を寄せた。「画家が作品に手を入れるように、自らの人生を修正する力があればいいのだが、私にはそれは出来ぬ。夢に見たことではなく、実際にやったことで、私の人生の運命は変るのだ。」と彼は言った。それは啓示的な説明である。

彼の行動の記録は数百頁の大著となった。彼は医者として世に出て、一八三六年には、『内科教育』(*Physical Education*)という最初の本を出したが、間もなく医学からジャーナリズムに転向し、スコットランドからイングランドに移った。一八三八年から一八五八年まで二十年にわたり、煙の多いヨークシャー産業の首都リーズで暮した。彼は飢餓の四十年代の急進的な政治に積極的に参加し、投票権の拡大、穀物条令の廃止と労働階級の教育改善を主張した。この政治的経験の跡がその後の人生にはっきりと残っていて、後の彼の社会哲学の背景となっている。アルジャーやその他の大方の「成功」物語作家とは異り、無知と貧困という状況の中で、皆が団結して努力することが不可能だと知った時、彼はやっと自主独立と倹約に眼を向けたのである。彼は後半生には政治にほとんど口をはさまず、社会主義と組織的な体制の改革に共鳴しなかったが、政治の内幕には通じていたし、政治方式が不適当なことに気付いていた。リーズの職工や製造業者達も、彼が「新鮮な生活、自由と幸福へと彼らを導いてくれるような或る壮大な原理を模索している」ことを知っていた。しかしそれは暗闇の手探りで、オーエン(Owen)[二二]流の社会主義に似て、そのゆらめく光は鬼火にしかすぎなかった。

> スマイルズがリーズの労働者に有名な話をしたのは四十年代の半ばで、五十年代の半ばではない。彼は聴衆にきっぱりと次のように話した。即ち、自主独立が現在よりも社会的に高い地位に諸君がつく手段としてだけ考えられることになるならば、それは間違いであり、労働階級の教育はもっとも高い観点に立ち少数の有能で鋭い人物をより高い地位に引上げることではなくて、階層全体を改善向上させる、つまり労働階級の全体の状況を振起させる手段として考えねばならない。その狙いとする大目的は、庶民を道徳的で知的で聡明な行儀のよい人にし、新しい喜びと幸せの源に目を開かせることでなければならない。知識はそれ自体最高の楽しみの一つなのだ。

要するに仕事第一主義は急進思想に根ざすもので、その毒を薄めるものとして考えられたものではない。「教育は悩みの原因をとり除く方法が判らず困っている人を教育することになろうが、それは必然的なことだ。そして、仮りにそうなると、彼等は社会的特権の低さに不満を抱くかも知れない。しかしこれは人間の進歩に必要な条件の一つなのだ。人間は地位が低ければ、そこから

サミュエル・スマイルズが警鐘を鳴らし、論陣を張った。スマイルズはカーライルの予言を教訓に変えた。そして、そのような予言や教訓の背後には、スマイルズが心の底から拠り所にしているソロモンの金言がひそんでいた。

スマイルズは非常にカーライルの影響を受けた。彼は『倹約』(*Thrift*)[八]の巻頭にカーライルの座右銘、即ち「我が王土は働くことにありて、物にあらず」という言葉を書いた。彼は「足許で声もたてず、後に従い、私に生命を与えてくれる退屈で忘れ去られた仕事がたくさんあること」を素晴しいことと思った。カーライルが修道院長サムソン[九]について静かに考えをめぐらせば、スマイルズは、ジョシア・ウェッヂウッド(Josiah Wedgwood)[十一]、ウィリアム・リー(William Lee)、ジェイムズ・ブリンドリー[十一](James Brindley)、ジョージ・スティーブンスン(George Stephenson)[十二]などの実話を語った。彼は毎日の科学の実用化の仕事にはそれなりのロマンがあることが判った。そして彼は技術者、発明家、企業家にも立派な人物がいることを知った。

彼はお告げを待つ熱心な聴衆に話をした。『自主独立』の材料は「相互の進歩発展」のために、自ら進んで夜学校を設立したリーズ[十四](Leeds)の約一〇〇人の若い職工達に最初に提示された。スマイルズは、「程度の差こそあれ、各人が独力でもやれそうな具体例として、心ときめくような他人の体験実例」を再三彼等に話してやった。講演は非常に受け、スマイルズは多数の聴衆を引きつけた。それを本にすることは、クリミア戦争中の出版事情の難しさのために、ルートリッヂ(Routeledge)[十五]から断わられたけれども、四年後にはジョン・ミュアリー[十六](John Murray)によって『自主独立』という題で印刷された。

その本は目覚しい成功を収めた。一年目に二万部売れ、五年目の終りには五万五千部、一八八九年には十五万部、そして一九〇五年までには二五万部を越えた。その売行きは十九世紀の優れた小説のそれをはるかに凌駕した。しかしさらに注目すべきことは、外国語版の人気であった。ドイツ語、フランス語、デンマーク語、オランダ語、イタリア語、日本語、アラビア語、トルコ語、そして「幾つかのインド方言」訳が出た。世界の津々浦々までその本が普及するにつれて、仕事第一主義は十九世紀のその他の一大伝道事業のいづれにも劣らぬくらい熱っぽく効果的に拡がって行った。時にはその種子が芽萌えぬこともあったが、特殊な場所に根付いたことも多かった。水晶宮にまつわる教訓よろしくこの教えはすべての人々のために考えられたのである。天性ではなく「単純な方法と平凡な資質を精力的に用いること」こそ本当に社会を改造する力なのだとその教えは大胆に主張する。かって仮設コレラ病院に使われた薄ぎたない講堂で、スマイルズが最初にリーズの勤労者グループに講義してから、彼の名声は遠くまで伝わっていた。それもコレラ顔負けの速さで。

伝播の速さの決め手は、社会環境とスマイルズの雄弁と物語の力とが、両々相まつものであった。自主独立主義は前世紀の社会よりもっと生々とした社会を予測した。十八世紀に、ハンナ・モア[十七](Hanna More)のような文筆家が、貧民層や中産階級のためにも小冊子を書いていた頃、彼等は、子供に柄にもなく教育を授けることは親切どころか苛いことと考えるような、比較的安定した階層分化社会を考えていた。「我等、常に貧しき人々と共にあり」というわけである。彼等は神の御心のまゝに自らの地位に満足しなければならないのだ。身分や富の差は危険なものではなくて有益なものであった。それはキリスト教の認めるところで、宗教と手を取り合って社会秩序の基礎作りをしたのだ。スマイルズは社会的経済的な拠り所を求め、物質的な進歩に信頼を寄せているもっと躍動的な社会を目指して書いていた。貧者の救済は彼等自身の手中にあったのである。貧しい人々と言えども一生懸命働き、倹約を心がけ、はっきりした自らの意志があれば、不可能なことはない。「神は自ら助くる者を助け給う。人に頼るなかれ。」というのだ。

十九世紀の半ばには、大西洋をはさんで、お告げだけではなく、都市生活問題に対する実用的な指針と、「成功する」ための正しい戦術を読者に授けるためにかゝれた「成功」ものが隆盛を極めていた。一八五二年、ロンドンで、ネルソン社[十八](Nelson and Sons)が出した『成功物語』(*Success in Life*)は、自主独立の思想を先取りして詳細に論していたが、匿名の著者は「この本の独特の考え方はあるアメリカの出版者がそれとなく教えてくれた」ことを認めた。後にホレイショー・アルジャー[十九](Horatio Alger)は、彼の成功物語の読者が五千万もいることがわかった。このような感情と熱意が一般的な動きとしてあったこととの関りにおいて、スマイルズは考えられなければならない。もっとも、彼はアルジャーよりはるかに堅実で、発言の内容は深みがあったけれども。つまり、スマイルズの物語には、アルジャーの多くの物語のように、つゝましい主人公が富と成功を得るのに手をかす妖精のような教父母は登場しなかった。そしてまた、そこには成功それ自体に対する無限の信頼の念もなかった。彼は

ヴィクトリア時代の人々——その三

（A Translation of "Victorian People" by Asa Briggs ——Part Ⅲ）

品川尚司
Hisashi SHINAGAWA
川本敬之
Toshiyuki KAWAMOTO

〈昭和五十四年九月十八日　受理〉

第五章

サミュエル・スマイルズと仕事第一主義

まじめに仕事に励むことは、すべての個人のためになる最も健康な修練であるように、それは国家の最良の規律でもある。立派な仕事ぶりは義務とともに同じ道を進むのだ。神の御心はその二つを幸福としっかりと結びつけ給うのだ。詩人は謳う、神々は楽園に至る道に労苦を配し給う。(一)

サミュエル・スマイルズ（Samuel Smiles）

すべての社会には、時代の要求に最も役に立つ独特の社会的性格を育てるべく、市民仲間を説得しようと試みる宣伝家が必ずいるものである。ヴィクトリア朝中期において最も重要な宣伝家の一人は、オートバイオグラフィ(三)（*Autobiography*）の編集者に、「英国産業の偉大さの基礎作りをした人々の、権威ある、敬虔な記録者」と称されたサミュエル・スマイルズであった。スマイルズは、最も有名な著書『自主独立』（*Self-Help*）(四)の序文に書いたように、

例の古くさいが、健全な教訓——それはいくら説いても言過ぎにならぬのだが——青年は愉しむために働かねばならないこと、勤勉でなければ確かなことは何も成し得ないこと、学生は困難にひるまず、忍耐を以ってそれを克服しなければならないこと、そして、なかんずく、それなくしては能力にも価値がなく、現世的な成功も無に等しい人格の高揚を求めるべきであること——を再び教え込み始めた。

そういう教訓が、ヴィクトリア朝中期には〝古い〟と考えられたことは興味深いことである。何故なら、多くの人々は、ヴィクトリア朝の人々が「仕事第一主義」を最初に宣言したか、或いはまた少くとも文章や物語の中で、最初にそれを組織的に述べたと言って来たからである。

その主義感覚は新しいものであったであろうが、その訓戒と黙示的な熱意は古いものであった。例えば、ウィリアム・ハットン（William Hutton）(五)は既に十八世紀にバーミンガム(六)（Birmingham）で働くことの重要性を宣言していた。即ち、一八三四年の新貧民救済法（the New Poor Law）はそれを煮詰めたものであった。『教養と娯楽』（*Miscellany of Instructive and Amusing Tracts*）のスポンサー、ウィリアム、ロバート・チェインバー兄弟 *William and Robert Chambers*）は、それを「三つの生活——上・中・下層階級——とか「確かな暮しの話」という短い教訓的な話にして普及させた。なかでも、トマス・カーライルは働くことを自らの哲学の基礎としたのだ。「無限の意味は働くことにある。そして正しく言えば真の仕事こそ宗教なのだ。」と彼は言い切った。カーライルが熱弁をふるうと

1976年7月以降学内外に発表された研究論文リスト（1979年6月まで）

教官名	論文題目	雑誌名	巻号	ページ	刊年
藤　一郎	高専教育関係研究文献目録　（その3） 藤　一郎，棚町知弥	有明工業高等専門学校紀要	第13号	1	1977
実態調査委員会 下村龍太郎 大山司朗 辻　一夫 永田良一 原田克身 樋口大成 中村安生 瀬戸　洋	学生の実態調査について	有明工業高等専門学校紀要	第14号	23	1978
小田　明	18Cr-8Ni　オーステナイト系ステンレス鋼研削加工層のX線残留応力測定 小田　明，田口紘一，宮川英明	材　料	第26巻 第28号	11	1977
	オーステナイト系ステンレス鋼のX線応力測定精度に及ぼす回折X線強度の影響 宮川英明，坂口　誠，小田　明	有明工業高等専門学校紀要	第13号	125	1977
	18Cr-8Ni　オーステナイト系ステンレス鋼のX線的弾性定数 宮川英明，小田　明	材　料	第27巻 第294号	226	1978
	高選度鋼（SKH52）の平面重研削加工 田口紘一，小田　明	有明工業高等専門学校紀要	第15号	101	1979
	18Cr-8Ni　オーステナイト系ステンレス鋼予ひずみ材のX線的弾性定数測定 宮川英明，小田　明	材　料	第28巻 第306号	218	1979
下村龍太郎	焼入れ急冷時の熱伝達 下村龍太郎，江藤　豊，松尾秀司	有明工業高等専門学校紀要	第15号	129	1979
池本憲義	ロスフィーダの設計について	有明工業高等専門学校紀要	第13号	131～133	1977
田口紘一	ソリッドボーリング加工（BTA方式）の研究――工具の挙動と工具案内部の効果―― 佐久間敬三，田口紘一，甲木昭雄	昭和51年度　精機学会秋季大会学術講演前刷		179	1976
	18Cr-8Niオーステナイト系ステンレス鋼研削加工層のX線残留応力測定 小田　明，田口紘一，宮川英明	材　料	第26巻 第28号	11	1977
	試作した深穴内面研削用動力計の特性について 概要：内面トラバース研削におけるトルクおよび半径方向荷重の測定の可能な歪ゲージ式動力計を試作し，特性を調べた．	有明工業高等専門学校紀要	第13号	135	1977
	ソリッドボーリング工具による深穴加工の研究（工具案内部の加工精度へ及ぼす影響） 佐久間敬三，田口紘一，甲木昭雄	日本機械学会講演論文集	No778-2	101	1977
	ソリッドボーリング工具による深穴加工の研究（工具材種の削性能へ及ぼす影響） 佐久間敬三，田口紘一，金城盛順 概要：鋼（S55C）切削における切削抵抗の特性，加工穴精度，工具寿命に及ぼす工具材種の影響について検討した．	日本機械学会論文集	第43巻 第371号	2793	1977

教官名	論文題目	雑誌名	巻号	ページ	刊年
田口紘一	ソリッドボーリング工具による深穴加工の研究（工具案内部の作用と加工精度への影響） 佐久間敬三，田口紘一，甲木昭雄	日本機械学会講演論文集	No775-2	384	1977
	Study on Deep-Hole-Drilling with Solid-Boring Tools —— The Effect of Tool Materials on the Cutting Performance —— Keizō Sakuma, Kōichi Taguchi Seijun Kinjō	Bulletin of the JSME	Vol 21 No153	532	1978
	ソリッドボーリング工具（ＢＴＡ方式）による深穴加工の研究——工具案内部の加工精度と振動へ及ぼす影響—— 佐久間敬三，田口紘一，甲木昭雄	昭和53年度　精機学会春季大会学術講演前刷		361	1978
	深穴加工の研究（ＢＴＡソリッドボーリング工具）——切削作用力の特性と案内部位置の影響—— 佐久間敬三，田口紘一，甲木昭雄 概要：工具の案内パッドの作用も含めた切削機構の特性について解析し，その加工精度との関連について考察した．	精密機械	第44巻 第６号	672	1978
	ソリッドボーリング工具（ＢＴＡ方式）による深穴加工の研究——工具の挙動と加工穴の形状—— 佐久間敬三，田口紘一，甲木昭雄 概要：ボーリングバーの曲げ振動，ねじり振動，軸心の挙動と加工穴形状との関係を解析し多角形穴の生成原因と機構を考察した．	精密機械	第44巻 第９号	1111	1978
	ＢＴＡ工具による深穴中ぐり加工の研究（工具の振動と案内部の作用） 佐久間敬三，田口紘一，甲木昭雄，中村裕継	精機学会　広島地方学術講演会前刷		19	1978
	高速度鋼（SKH52）の平面重研削加工 田口紘一，小田　明 概要：受入材と熱処理材を結合度の異なる三種類の砥石で加工を行い，研削力，砥石減耗状態等の特性を考察した．	有明工業高等専門学校紀要	第15号	101	1979
石崎勝典	「総合実習」と「E^3」との関係について	有明工業高等専門学校紀要	第14号	57	1978
猿渡真一	垂直管内流動水中における気ほうの挙動（第２部，Coring Bubble について） 佐藤泰生，本田　達，吉永俊雄，猿渡真一	熊本大学工学部研究報告	第25巻 第２号	107	1976
	気ほう流の研究（第２報　気ほうの挙動に及ぼす水流速と流路寸法の影響） 佐藤泰生，本田　達，猿渡真一，世古口言彦	日本機械学会論文集	第43巻 第370号	2288	1977
	二重管内気泡流の流れと伝熱に関する研究 猿渡真一，佐藤泰生，佐田富道雄	第16回　日本伝熱シンポジウム講演論文集		91	1979
山下巖	中型電子計算機のためのガンマ関数の倍精度計算	有明工業高等専門学校紀要	第13号	149	1977

教官名	論文題目	雑誌名	巻号	ページ	刊年
山下　巌	図書管理のシステム 山下　巌，宮川喜己，金子　馨	有明工業高等専門学校紀要	第13号	29	1977
	工業高等専門学校におけるコンパイラ言語教育に関する一考察	有明工業高等専門学校紀要	第14号	91	1978
宮川英明	18Cr-8Ni　オーステナイト系ステンレス鋼研削加工層のX線残留応力測定 小田　明，田口紘一，宮川英明	日本材料学会　第13回材料強度に関するシンポジウム前刷集	No.13	1	1976
	オーステナイト系ステンレス鋼のX線応力測定精度におよぼす回析X線強度の影響 宮川英明，坂口　誠，小田　明	有明工業高等専門学校紀要	第13号	125	1977
	18Cr-8Ni　オーステナイト系ステンレス鋼研削加工層のX線残留応力測定 小田　明，田口紘一，宮川英明	材　料	第26巻 第280号	11	1977
	18Cr-8Ni　オーステナイト系ステンレス鋼のX線的弾性定数測定 小田　明，宮川英明	日本材料学会　第14回材料強度に関するシンポジウム前刷集	No.14	5	1977
	18Cr-8Ni　オーステナイト系ステンレス鋼のX線的弾性定数 小田　明，宮川英明	材　料	第27巻 第294号	226	1978
	18Cr-8Ni　オーステナイト系ステンレス鋼予ひずみ材のX線的弾性定数測定 宮川英明，小田　明	日本材料学会　第15回材料強度に関するシンポジウム前刷集	No.15	83	1978
	18Cr-8Ni　オーステナイト系ステンレス鋼のX線的弾性定数におよぼす圧延集合組織の影響 宮川英明	有明工業高等専門学校紀要	第15号	95	1979
	18Cr-8Ni　オーステナイト系ステンレス鋼予ひずみ材のX線的弾性定数測定 宮川英明，小田　明	材　料	第28巻 第306号	218	1979
川崎義則	λ－変動を有する系に対する適応オブザーバの一設計法 岩井善太，川崎義則	計測自動制御学会論文集	第13巻 第2号	105	1977
	モデル低次元化手法における Marshall 法と特異摂動法との関係 川崎義則，岩井善太	第20回 自動制御連合講演会前刷集		87	1977
	モデル低次元化問題における Marshall 法と特異摂動法について 川崎義則，岩井善太	有明工業高等専門学校紀要	第15号	89	1979
	時間おくれを含む改良型Marshall model を用いた制御系設計における閉ループ系の安定解析の一手法 川崎義則，岩井善太	日本機械学会 講演論文集	798-1	94	1979
	線形むだ時間系に対するパーデ近似手法を用いた適応オブザーバの構成 川崎義則，岩井善太	日本機械学会講演論文集	798-2	37	1979

教官名	論文題目	雑誌名	巻号	ページ	刊年
川崎義則	Adaptive observer for systemes with pure time delay Zenta Iwai and Yoshinori Kawasaki	Electronics Letters	Vol.15 No.11	329	1979
浜田伸生	電気集塵装置放電線対平板電極におけるコロナ開始電圧特性 浜田伸生，永守知見，池末豊久，小山博美	有明工業高等専門学校紀要	第15号	141	1979
小沢賢治	$LaMn_{(0.8)}Co_{(0.2)}O_3$の導電現象	有明工業高等専門学校紀要	第15号	121	1979
吉武紀道	ポリウレタンの熱分解に関する研究　第4報 線状ポリウレタンの熱分解（その2） 吉武紀道，江川敏弘，関　康弘，古川進一 概要：ＭＤＩ，ＮＤＩ系線状ポリウレタンの熱安定性を熱分解ガスクロマトグラフィーでCO_2 オレフィンの発生量から検討した．	有明工業高等専門学校紀要	第12号	41	1976
	二，三の液晶物質のＤＳＣによる相転移熱量について 吉武紀道，岡田博之，森　哲也 概要：二，三の簡単な液晶物質を合成し，その相転移熱量をＤＳＣをもちいて，精密測定を試み，平均値と標準偏差値を求めた．	有明工業高等専門学校紀要	第15号	41	1979
松本和秋	ポリビニールアルコール球状粒子からのリン酸型イオン交換体の製造	有明工業高等専門学校紀要	第13号	93	1977
	橋かけポリアリルアルコールゲルの重合時における希釈剤のＧＰＣ能におよぼす影響	有明工業高等専門学校紀要	第15号	85	1979
	球状セルロースイオン交換体の調製 本里議明，松本和秋，平戸　勝	第39春季年会講演予稿集	（Ｉ）		1979
渡辺　徹	真空下における気液平衡関係の測定 松田　晃，宗像　健，宮脇博行，渡辺　徹 概要：圧力範囲，100～5 mmHg の気液平衡の測定を行ない，結果をHerington の方法により検討した．	化学工学論文集	第3巻第2号	1977	183
	定圧露点測定による気液平衡計算の検討 ―― 常圧下における測定 ―― 渡辺　徹，藤本光男，幾田英樹	有明工業高等専門学校紀要	第14号	1978	117
宮本信明	有明高専総合実習教育と地域環境 辻　直孝，宮本信明	九州地区化学教育研究協議会講演要旨集		1977	6
	Emission Spectra of Naphtolene Der：vatives by Contro lled Electron Impact T. Ogawa, N. Miyamoto and N Ishibashi	Bull. Chem. Soc. Jpn	Vol 51 No 2	1978	394
	大牟田，荒尾地域の大気汚染 辻　直孝，宮本信明	有明工業高等専門学校紀要	第14号	123	1978

教官名	論文題目	雑誌名	巻号	ページ	刊年
宮本信明	イオン交換膜型イオン選択性電極の選択係数の変動について 宮本信明，岩木敏文，城　昭典	日本化学会 第37回春季年会講演予稿集	I	218	1978
	ニュートラルキャリヤー型イオン選択性電極の選択係数の変動について 宮本信明	日本分析化学会27年会 講演要旨集		230	1978
辻　直孝	有明高専総合実習教育と地域環境 辻　直孝，宮本信明	九州地区化学教育研究協議会講演要旨集		6	1977
	大牟田，荒尾地域の大気汚染 辻　直孝，宮本信明	有明工業高等専門学校紀要	第14号	123	1978
河野公一	炭素数160までの高級n－パラフィンの融点－圧力関係 高見澤橄一郎，佐々木安子， 河野公一，占部美子	Polymer Preprints Japan	Vol 25 No 2	405	1976
	Pressure Dependence of Melting Points of Higher n-Paraffins up to $C_{160}H_{322}$ K. Takamizawa, Y. Sasaki, K. Kono, Y. Urabe 概要：高級n－パラフィン同族列の合成および精製法と，高圧ＤＴＡ測定による5 Kbarまでの融点の圧力依存性を報告．	Reports on Progress in Polymer Physics in Japan	XIX	285	1976
	n－ヘキサコンタヘクタンまでの高級n－アルカンの高圧下における融解 高見澤橄一郎，佐々木安子， 河野公一，占部美子，小川芳弘	Polymer Preprints Japan	Vol 25 No 5	913	1976
	ポリオキシエチレンの融点および融解熱の圧力依存性 河野公一，高見澤橄一郎 概要：定量高圧ＤＴＡ法による500MPa までの，低分子量ポリオキシエチレンの融点および融解熱の圧力依存性を報告．	第14回 化学関連支部合同九州大会 講演予稿集		31	1977
	定量高圧ＤＴＡ法による．n－アルカン，ポリエチレンおよびポリエチレンオキシドの融点および融解熱の圧力依存性 高見澤橄一郎，小川芳弘， 関東信明，河野公一 概要：熱量測定が可能な定量高圧ＤＴＡの概略を述べ，標題物質について高圧相転移を総括して論ずる．	第18回 高圧討論会 講演要旨集		177	1977
	ポリオキシエチレン結晶の融点および融解熱の圧力依存性 河野公一，高見澤橄一郎 概要：低分子量伸びきり鎖結晶の500MPa までの定量高圧ＤＴＡ測定から，平衡結晶の熱力学諸量の圧力依存性を推定．	Polymer Preprints Japan	Vol 27 No 3	391	1978
松島寛治	有明海沿岸地域に於ける民家形態の多様性と朝鮮半島の民家との関連についての考察	有明工業高等専門学校紀要	第13号	105	1977
	有明海沿岸地域に於ける民家屋根の多様性の由来に関する考察	日本建築学会中国・九州支部研究報告	第４号	77	1978

教官名	論文題目	雑誌名	巻号	ページ	刊年
松島寛治	日本住宅モデュール序論 （人間的尺度の見直しとメートル制移行の批判と展望）	有明工業高等専門学校紀要	第14号	137	1978
	有明海圏域開発計画の基本的構想 （海上空港を枢軸として）	有明工業高等専門学校紀要	第15号	13	1979
山口光臣	長崎の天主堂 —— その信仰と美 —— 山口光臣 共著	技報堂出版			1977
	長崎における幕末，明治初期 禁教時代の秘密教会について	日本建築学会九州支部 研究報告	第23号 2	357	1977
	長崎の天主堂の建設年代について	昭和52年度秋季大会 学術講演梗概集		1945	1977
	長崎の天主堂建築におけるゴシック様式の導入過程について	日本建築学会中国・九州支部研究報告	第4号 2	325	1978
	九州におけるカトリック教会堂 その1　佐賀・熊本・福岡県の教会堂について 山口光臣，畔柳武司	日本建築学会東海支部研究報告		209	1978
	長崎の天主堂建築におけるロマネスク風様式の導入過程について	日本建築学会九州支部研究報告	第24号 2	375	1979
	島の教会とド口神父	自然と文化	79夏季号	42	1979
玉野賓	Experimental Study on Fatigue Strength of Tubular U-Joints of Transmission Towers K.Hara, N.Satō, A.Miyake, M.Tamano	有明工業高等専門学校紀要	第13号	113	1977
	高軸力と動的せん断力を受ける鉄筋コンクリート柱の耐力及び変形性状	日本建築学会九州支部研究報告	第23号 1	177	1977
	変動軸力と動的繰返しせん断力を受ける鉄筋コンクリート柱材の耐力及び変形性状に関する実験的研究（その2　変動軸力と長柱のせん断破壊）	日本建築学会四国・九州支部研究報告	第4号 1	187	1978
	仝　上 （その3　変動軸力と長柱のせん断破壊）	日本建築学会大会学術講演梗概集（北海道）		1773	1978
	1975年大分県中部地震災害でみられた鉄筋コンクリート造長柱のせん断破壊性状について	第15回自然災害科学総合シンポジウム講演論文集 （福岡）		285	1978
	A Report on Damage to Reinforced Concrete Buildings During the Oita Earthquake of April 21, 1975 1975年大分県中部地震被害調査委員会 （富井政英，他8名）	日本建築学会刊			1979
	送電線鉄塔現場継手の疲労 （ボルトのせん断疲労寿命） 原田克身，玉野賓，足立一雄	日本建築学会九州支部研究報告	第24号 1	173	1979

教官名	論文題目	雑誌名	巻号	ページ	刊年
吉岡義雄	部分加熱を受ける モルタルの爆裂実験について	日本建築学会　昭和51年度 秋季大会学術講演梗概集 〈構造系〉		1791	1976
	モルタルの爆裂（その1） 吉岡義雄，相良睦男	有明工業高等専門学校紀要	第13号	163	1977
	部分加熱を受ける モルタルの爆裂実験について	日本建築学会九州支部研究報告	第23号 1	65	1977
	加熱を受ける モルタルの爆裂実験	日本建築学会　昭和53年度 秋季大会学術講演梗概集 〈構造系〉		2157	1978
原田克身	Experimental Study on Fatigue Strength of Tubular U-Joints of Transmission Towers by K. Harade, N. Satō, A. Miyake, M. Tamano	有明工業高等専門学校紀要	第13号	113	1977
	送電線鉄塔現場継手の疲労寿命推定 鋼管通しガセットプレートの場合（その2） 原田克身，黒羽哲明	日本建築学会中国・九州支部報告	第4号 1	263	1978
	送電線鉄塔現場継手の疲労（ボルトのせん断疲労寿命） 原田克身，玉野　実，足立一雄	日本建築学会九州支部研究報告	第24号 1	173	1979
新谷肇一	病院建築の計画史的研究 （愛知公立病院及び医学校について，その1，その2） 新谷肇一，青木正夫	日本建築学会大会学術講演梗概集		805	1976
	病院建築の計画史的研究 （石川県立金沢病院について）	日本建築学会九州支部研究報告	第23号 2	113	1977
	病院建築の計画史的研究 （明治以降の日本の県立病院について その1）	建築雑誌 （'77研究年報）	第93巻 第1137号	32	1978
	病院建築の計画史的研究 （県立熊本病院について）	日本建築学会中国・九州支部研究報告	第4号 2	125	1978
	病院建築の計画史的研究 （幕末当時のオランダに於ける陸軍病院建築について）	日本建築学会大会学術講演梗概集		1121	1978
	病院建築の計画史的研究 （明治以降の日本の県立病院について その2）	建築雑誌 （'78研究年報）	第94巻 第1148号	30	1979
	病院建築の計面史的研究 （明治初期の陸軍鎮台病院建築について）	日本建築学会九州支部研究報告	第24号 2	165	1979
三宅昭春	震央域の大きさと震央域に於ける最大加速度（その1） ―― 大分県中部地震の場合 ―― 表俊一郎，三宅昭春，甲斐直樹	日本建築学会学術講演梗概集		463	1976

教官名	論文題目	雑誌名	巻号	ページ	刊年
三宅昭春	送電用鋼管鉄塔のU形継手疲労強度 玉野 実，原田克身，三宅昭春， 佐藤典美，花井正美	日本建築学会学術講演梗概集		1147	1976
	Maximum ground acceleration in the epicentral area ——Field studies on the occasion of the Ohita Earthquake, Japan, of April 21, 1975 —— 表俊一郎，三宅昭春，檜橋秀衛	Sixth World Conference on Earthquake Engineering January 1977 New Delhi India		I－77	1977
	震央域における推定最大加速度と地震マグニチュードの対比 表俊一郎，三宅昭春，檜橋秀衛， 甲斐直樹	日本建築学会九州支部研究報告	第23巻	97	1977
	Experimental Study on Fatique Strength of Tubular U-Joints of Transmission Towers by K.Harada, N.Satō, A.Miyake, M.Tamano.	有明工業高等専門学校紀要	第13号	113	1977
	震源域地震最大加速度推定の認み 表俊一郎，三宅昭春，檜橋秀衛	日本建築学会中国・九州支部研究報告	第4号 1	79	1978
	Maximum ground acceleration in the epicentral area —— Field studies on the occasion of the Ohita Earthquake, Japan, of April 21, 1975 —— 表俊一郎，三宅昭春，檜橋秀衛	Bulletin of the International Institude of Seismology and Earthquake Engineering	Vol 15	67	1978
	震央域における地震動最大加速度 表俊一郎，三宅昭春，檜橋秀衛	日本建築学会大会学術講演梗概集		549	1978
	Estimations of the Earthquake Force Appeared in an Epicentral Area in the Case of Large Destructive Earthquake 表俊一郎，三宅昭春，檜橋秀衛	Proceedings of the Second South.Pacific Regional Conference on Earthquake Engineering Victoria University, Wellington, 1979			1979
北岡敏郎	子どもの生活環境に関する研究 —— 3．福岡市の都市公園の整備 水準と整備手法 —— 河野泰治，青木正夫，北岡敏郎	日本建築学会中国・九州支部研究報告	第4号 2	141	1978
	子どもの生活環境に関する研究 —— 4．福岡市の都市公園の 整備水準と整備手法 —— 北岡敏郎，青木正夫，河野泰治	日本建築学会中国・九州支部研究報告	第4号 2	145	1978
	子どもの生活環境に関する研究 —— 1．福岡市の都市公園の 整備水準と整備手法 —— 河野泰治，青木正夫，北岡敏郎	日本建築学会大会学術講演梗概集（北海道）		1093	1978
	子どもの生活環境に関する研究 —— 2．福岡市の都市公園の整備 水準の地域性について —— 北岡敏郎，青木正夫，河野泰治	日本建築学会大会学術講演梗概集 （北海道）		1095	1978

教官名	論文題目	雑誌名	巻号	ページ	刊年
北岡敏郎	子どもの生活環境に関する研究 —— 1．福岡市の都市公園の整備水準について —— 北岡敏郎，河野泰治	有明工業高等専門学校紀要	第15号	33	1979
山下俊雄	読みやすさと知覚対比 小林朝人，山下俊雄	昭和53年度　日本建築学会秋季大会学術講演梗概集（北海道）	第24号 2	65	1978
	明順応輝度評価のための　実験－6 村上泰浩，小林朝人，山下俊雄	日本建築学会九州支部研究報告		25	1979
穴山　健	山里歌集二篇	有明工業高等専門学校紀要	第14号	183	1978
	由縁斎貞柳書簡集 穴山　健，ふくおかてがみの会	資料と考証	第10号	49	1978
花田富二夫	仮名草子「見ぬ世の友」考	有明工業高等専門学校紀要	第14号	213	1978
	由縁斎貞柳書簡集 花田富二夫，ふくおかてがみの会	資料と考証	第10号	49	1978
	「語園」考－補遺	有明工業高等専門学校紀要	第15号	205	1978
丹後杏一	ハプスブルク帝国における啓蒙的絶対主義の政治構造 皇帝ヨーゼフ２世の改華 ——（その１）	有明工業高等専門学校紀要	第13号	14	1977
	ハプスブルク帝国における啓蒙的絶対主義の政治構造 —— 皇帝ヨーゼフ２世の改革 ——（その２）	有明工業高等専門学校紀要	第14号	22	1978
	ハプスブルク帝国における啓蒙的絶対主義の政治構造 —— 皇帝ヨーゼフ２世の改革 ——（その３）	有明工業高等専門学校紀要	第15号	12	1979
成富　孝	$\bar{x}$－管理図の経済設計 成富　孝，中山　尊，畠山亮介	下関商経論集	第20巻 第１号	79	1976
	連を併用する$\bar{x}$管理図の経済設計 成富　孝，中山　尊，畠山亮介	有明工業高等専門学校紀要	第13号	81	1977
	連を併用する$\bar{x}$管理図の経済設計(II) 成富　孝，中山　尊，畠山亮介	有明工業高等専門学校紀要	第14号	111	1978
	本校の数学教育の到達目標 荒木　真，猿渡正樹，成富　孝 向井昭三	有明工業高等専門学校紀要	第14号	67	1978
荒木　真	REMARK ON THE UNCONDITIONAL STABILITY OF A FINITE ELEMENT SCHEME FOR NONLINER PLATE PROBLEMS (Tetsuhiko MIYOSHI and Mâkoto ARAKI	Kumamoto Journal of Science Mathematics,	Vol 13 No 2	43	1979
樋口大成	本校における，一般化学教育目標案	有明工業高等専門学校紀要	第15号		1979
	高専の化学 樋口大成等高専教官共著	森北出版発行			1977

教官名	論文題目	雑誌名	巻号	ページ	刊年
寺本匡漠	高等専門学校における体育クラブ活動に関する調査報告書 寺本匡漠　他5名	社団法人全国高等専門学校体育協会	1	19	1976
	高専における保健体育授業時間と教官の実態	有明工業高等専門学校紀要	第13号	71	1977
	体育教官の構成について	体育研究会			1977
	全国高専生の体育クラブ活動の意識調査 寺本匡漠，仁田原元，塚本邦重	有明工業高等専門学校紀要	第13号	77	1977
	全国高専生の骨折事例集	有明工業高等専門学校紀要	第14号	1	1978
	全国高専生の幼・少年時代の遊びについて（第1報）	有明工業高等専門学校紀要	第15号	145	1979
	内務班残酷物語	毎日新聞社（日本の戦史）	第2巻	158	1979
	遊びの今昔考	体育研究会	第5巻	1	1979
松尾保男	近代我の源をもとめて	有明工業高等専門学校紀要	第13号	187	1977
瀬戸洋	アブデラの人々（1） 瀬戸　洋，上西川原章	有明工業高等専門学校紀要	第13号	218	1977
	アブデラの人々（2） 瀬戸　洋，上西川原章	有明工業高等専門学校紀要	第14号	225	1978
	アブデラの人々（3） 瀬戸　洋，上西川原章	有明工業高等専門学校紀要	第15号	215	1979

有明工業高等専門学校紀要

第 16 号 (1980)

昭和55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 ㊸ １０１１

印　刷　第一印刷工業所
〒836　大牟田市小浜町２丁目1の1
電話　(0944) ㊹ ８８８８

CONTENTS

An Idea of Double Precision Complex Computation by FACOM 230-25 (Part I) ..... Iwao Yamashita 1

Some Notes on George Orwell and Burma ..... Hisao Yoshitomi 7

The Historical Education at Technical College ..... Kyoichi Tango 13

On Teaching the Machine Design and Drafting in Ariake College of Technology ..... Noriyoshi Ikemoto 21

The Objective to Archieve in Mathematical Education at our College (II) ..... Makoto Araki, Seijyu Saruwatari, Takashi Naritomi, Syôzô Mukai 41

On the Method of Data Treatment for X-Ray Stress Measurement of 18Cr-8Ni Austenitic Stainless Steel (Parabola Fitting Method without Correction for Background) ..... Hideaki Miyagawa, Shiro Oyama, Akira Oda 59

The Performance of Flat-Plate Water Heaters with Natural Circulation ..... Katsunori Ishizaki, Akihiro Morita, Shinichi Matsumoto 63

Numerical Tables of HOWARTH's Functions for Laminar Boundary Theory ..... Gozo Kimura, Sumako Hoshino ... 69

On Influence of the Inlet Angle of the Blades on the Fan Performance of Multi-Blade Fan (3rd Report) ..... Kounosuke Kiyomori 81

On Lumped Parameter Approximation of Linear Time-Delay System ..... Yoshinori Kawasaki, Zenta Iwai 89

A Trial Installti on of the Filter for Both Pressure and Decompression (Ist Report) ..... Sukeyoshi Ishibashi, Masayuki Nakahashi, Setsuo Kuroda 97

Report on Fujics SP 5500 as an Audio Visual Aid in Classes Teaching ..... Sukeyoshi Ishibashi 99

A Study of Thermal Degradation of Polyurethanes (V) Thermal Degradation of Linear Polyurethanes (Part 3) ..... Norimichi Yoshitake, Minoru Kinoshita, Tadayoshi Minami, Masaaki Esaki 101

A Study of Thermal Degradation of Polyurethanes (VI) Thermal Degradation of Linear Polyurethanes (Part 4) ..... Norimichi Yoshitake 105

Physical Exercises and Singers ..... Masaaki Teramoto 111

Games the Kosen College Students Played in their Childhood ..... Masaaki Teramoto 115

A Study of Basketball Refereeing (I) ..... Hajime Nitahara, Yasuo Miyama 117

In Search of the Origin of Modern Self (II) ..... Yasuo Matsuo 123

A Translation of "Victorian People" by Asa Briggs (Part II) ..... Hisashi Shinagawa, Toshiyuki Kawamoto 134

List of papers published since July 1976 165