

ISSN 0387-1150

研 究 紀 要

第 19 号

昭 和 58 年 度

奈 良 工 業 高 等 專 門 学 校

目 次

ねじ旋削における往復台の早戻し法の最適化	加賀 勝也・押田 至啓・奥島 啓式	1
撃撃波管を用いた境界層測定	岸 下 晴 亮・松 岡 一 起	5
光ファイバを用いたレーザ・ドップラ速度計による振度測定	阪部 俊也・中谷 登・山田 朝治	11
旋削加工における切りくず処理に関する研究(第3報)	和田任 弘	15
PtTiO ₂ -PVA 複合系の電気的光学的性質	京兼 純・泉 生一郎・吉野 勝美・犬石 嘉雄	19
文字の配置と概形情報を用いた署名照合実験	中 村 善 一・上 田 勝 彦	25
A Bidirectional S-type Negative Resistance Circuit using Photo-coupled FETs	Haruo Takahashi and Yoshihiro Yamamoto	31
レインボウホログラムの記録と再生過程における光学的条件	宮 田 正 幸	35
遺跡出土木材の保存法に関する基礎的研究(第1報)	石 垣 昭	39
不均一系光触媒プロセスによる界面活性剤溶液の処理	泉 生一郎・京 兼 純	43
タリウム(Ⅲ)イオンによるプロピレンの液相酸化反応	梅 原 忠	47
気泡塔のガスホールドアップ	河 越 幹 男	51
意識の流れと概念	木 村 倫 幸	62
The Theatricals in <i>Mansfield Park</i>	Shozo Nakanishi	63
体力・運動能力の縦断的考察	中和田 武	71
総合実習への取組み	小島耕二・和田任弘・梶嶋忠男・島岡武道・山本藤三郎・ 中川哲男・柏井廣志・池内由卓・市瀬辰己	89
Weierstrass の定理をどのように教えるか	入 江 隆	93
W. Somerset Maugham	梶 嶋 忠 雄	97
『ランベスのライザ』と写実的作品	梶 嶋 忠 男	113
<論文抄録>		
Influence of Hardness Varied by Surface-Treatment on Delayed Fracture	Strength of High Tension Steel	Yasuyoshi IWAI and Junichi ARIMA 117
X-Ray Investigation of Stress Measurement on Heat Resisting Materials	Junichi ARIMA and Yasuyoshi IWAI	118
炭素鋼の焼もどし温間鍛造	関口 秀夫・小島 耕二・小坂田宏造・久 保勝司	119
Stress Analysis around Circular Hole in Infinite Plate with Rigid Disk	(Case of Load Applied to Disk)	Iwao MIZUSHIMA and Minoru HAMADA 120
円孔列を有する帯板の引張り	浜田 実・水嶋 巖・渋谷 陽二	121
平行2円板間のはく離を伴う放射状流れと熱伝達	望 月 貞 成・矢 尾 匡 永	122
光結合FETを用いたS形負性抵抗回路のオプトロニック制御機能	高 橋 晴 雄	123
Optically Controllable S-Type Negative Resistance Presented by a Combinational	Connection of Photocoupled FET's	Haruo TAKAHASHI 124
酸性水溶液中、二酸化鉛電極上でのチオフェンのアノード酸化によるマレイン酸生成	泉 生一郎・山 本 績	125
教官研究活動状況一覧表(抄録)		127

正 誤 表

頁	行	誤	正
目次	上から2行目	撃撃波管	衝撃波管
目次	下から5行目	Controllaqle	Controllable
9	表1	ζ_2	ρ_2
114	左上から4行目	flcor	floor
115	左上から21行目	'are	'ave
128	右上から13行目	電子工学科	電気工学科
130	左上から20行目	酸性水溶液中、二酸化鉛 電極上でのチオフェンのアノード 酸化によるマレイン酸生成 電気化学および工業物理化学 51巻P 333-337 (1983年3月)	重複につき削除
130	左上から25行目	電極上の	電極上での
裏表紙	上から3行目	Shoek	Shock
	上から5行目	Microribrafion	Microvibration
	上から14行目	Recordig	Recording
	上から19行目	UEHARA	UMEHARA
	下から14行目	KOBATA	KOBATAKE
	下から11行目	wich	wjth
	下から6行目	EETs	FETs
	下から5行目	EET's	FET's
	下から3行目	Anedic	Anodic

ねじ旋削における往復台の早戻し法の最適化

加賀 勝也・押田 至啓・奥島 啓式*

Optimization for Quick Return Method of Carriage in Screw Cutting

Katsuya KAGA, Yoshihiro OSHIDA and Keiji OKUSHIMA

ねじ旋削の間接時間のうち、往復台の戻し時間について、従来から行われている2つの方法（すなわち、親ねじ逆転法とねじ追い車法）と筆者らの考案して実験によってためして来たいくつかの方法とを比較検討した。

その結果、ラックとピニオンによる戻し法に、待ち時間短縮装置と半割ナットかみ合わせ時期を検出する装置をつけたものが、現行の装置および今まで考えて来た装置の中では最も好ましいものであるという結論に達した。

1. 緒 言

旋盤によるねじ切りは、バイトに何回も往復運動を与えて、逐次ねじ山をつくっていくので時間がかかる。この場合の間接時間は往復台の戻し時間とそれ以外の操作時間（切込みと寄せ、およびねじの切り上げに要する時間）であるが、後者についてかつて行った実験では約3.5秒¹⁾であったが、これは自動化によって1秒以内に短縮できる。

本研究は往復台の早戻しを中心に、現在まで筆者らが試みて来たいくつかの方法について検討を加え、推奨できる方法を探究するものである。

2. 運 動 法

ねじ切り作業は旋盤の基本作業の中で、最も困難なものである。その理由は、何回かバイトに往復運動を与え、逐次ねじ山を成形していくため、ねじの切りはじめの位置で、毎回バイトを正しく導入しなければねじ山がこわされてしまうからである。

運動法は、往復台の戻し行程においても、切削行程のようにハーフナットを親ねじにかみ合わせたままで戻す方法で、主軸と親ねじとが連動しているため、ねじの切りはじめの位置で、毎回バイトは正しく導入できる。

従来から行われている運動法は、往復台の戻し時に親ねじを逆転して戻す方法（親ねじ逆転法）で、往復台は切削時と同じ移動速度で戻される。親ねじ逆転法による往復台の戻し時間 t (秒) は次式であらわされる。

親ねじがメートルねじのとき

$$t = \frac{60\ell}{np} \quad (\text{秒}) \quad (1)$$

親ねじがインチねじのとき

$$t = \frac{300w\ell}{127n} \quad (\text{秒}) \quad (2)$$

ここで

ℓ : 切削長 (mm)

n : 主軸の毎分回転数

p : 工作物のねじのピッチ (mm)

w : 工作物のねじのインチについての山数

切削長 $\ell=100\text{mm}$ とした場合の、親ねじ逆転法による往復台の戻し時間²⁾を表1に示す。表2は表1より往復台の移動速度を算出したものである。

表1 親ねじ逆転法における往復台の戻し時間 (秒)

工作物の ねじピ チ \ n	77	120	191	301	468
8山/インチ	24.5	15.7	9.9	6.3	4.0
16山/インチ	49.2	31.5	19.8	12.6	8.1
1mm	78.0	50.0	31.4	20.0	12.8
4mm	19.5	12.5	7.9	4.9	3.2

運動法における早戻し方法について、試みた2つの方法は片側駆動法と駆動軸切換法である。

片側駆動法は、つねに主軸側（または親ねじ側）だけを駆動する方法で、図1にこれを示す。

片側駆動法においては、戻し速度を望ましい値にするには、 $U_0 = ku$ （ここで U_0 : 望ましい戻し速度, u : 切削速度, k : 定数）によって k を求め、変速装置によ

*京都大学工学部名誉教授

表2 往復台の移動速度 (cm/秒)

工作物のねじピッチ	77	120	191	301	468
8山/インチ	0.41	0.64	1.01	1.59	2.5
16山/インチ	0.20	0.32	0.51	0.79	1.23
1mm	0.13	0.20	0.32	0.50	0.78
4mm	0.51	0.80	1.27	2.04	3.13

てレバーを切換えなければならない。

つぎに駆動軸切換法は、切削時には主軸側を駆動し、ねじの切りはじめの位置まで往復台を戻すときには、親ねじ側に駆動軸を切換え、工作物のねじのピッチに無関係に、望ましい速度で戻す方法で片側駆動法の欠点を補っている。

図2はモータ1つで往復台を定速で戻す装置を示すもので、実験に使った往復台の移動速度は約2cm/秒 ($l=100\text{mm}$ を約5秒で移動)である。表1、表2の親ねじ逆転法とくらべれば速くなっていることがわかる。歯車の組合わせをかえると、さらに速く戻せるが、連動法では多くのかみ合った歯車列を動かしているので、大きな慣性に打勝って往復台を動かさなければならないという欠点がある。

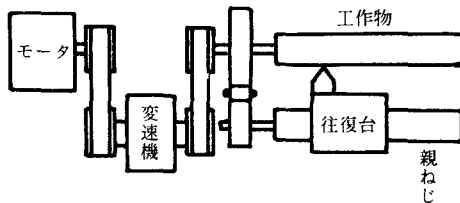


図1 片側駆動法

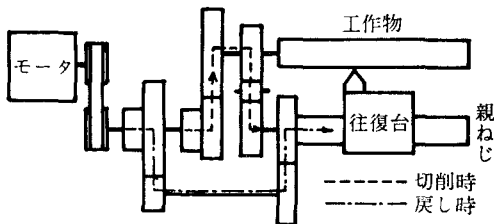


図2 駆動軸切換法

この他、連動法においては、往復台の戻し行程の終末において、往復台の運動エネルギーが親ねじに吸収されることになるので、最も精度を要求される親ねじを傷めることになる。これを防止するため、ダンパを取り付けて運動エネルギーを吸収させる工夫が必要である。

3. 断続法

断続法は往復台の戻し行程において、ハーフナットを

親ねじからかみ合いを外して戻し、毎回ねじの切りはじめの位置で、かみ合わせる時期を検出する方法であるが、従来から使われている方法は、おもにねじ追い車を使って、ハーフナットを親ねじにかみ合わせるべき時期を検出する方法(ねじ追い車法)である。この方法は上述の親ねじ逆転法に優先して使われているが、その理由は往復台の戻し時間のはやいことにある。切削長 $l=100\text{mm}$ とすると、往復台の移動の速さは1.4(秒)(約7cm/秒の速度)である。表2の親ねじ逆転法とくらべるとかなりの速さである。この方法の欠点は、ねじの切りはじめの位置で毎回ハーフナットを親ねじにかみ合わせるべき時期を検出しなければならぬために疲労を伴うことと、待ち時間のあることである。待ち時間については、同種ねじ切り(親ねじと工作物のねじとが、ともにメートル系またはともにインチ系)の場合には短くて支障は少ないが、異種ねじ切り(親ねじがメートル系で工作物のねじがインチ系、又は親ねじがインチ系で、工作物のねじがメートル系)の場合、またはウォームねじ切りの場合⁵⁾には、かなり長い時間となって時間の短縮をはかる必要がある。

待ち時間の短縮と半割りナットかみ合い時期の検出

図3は待ち時間短縮装置⁶⁾の回路図、図4は検出装置⁷⁾の原理図であるが、往復台をねじの切りはじめの位置に戻した時点で、必要があれば出来るだけはやく親ねじを回転し、半割りナットを親ねじにかみ合わせるべき時期の到来する寸前で親ねじの回転を下げ、半割りナットを親ねじにかみ合わせる。

往復台がねじの切りはじめの位置に戻ったとき、リミットスイッチLSを押すと、リレーCR₁を働かせる。このとき、もしマイクロフォトMP₂のBの位置であればMP₂は働かない。すなわち親ねじは高速回転によって待ち時間を短縮する。ところが、MP₂がAの切欠き部分に入ると、MP₂が働いてCR₃への電流は断たれ

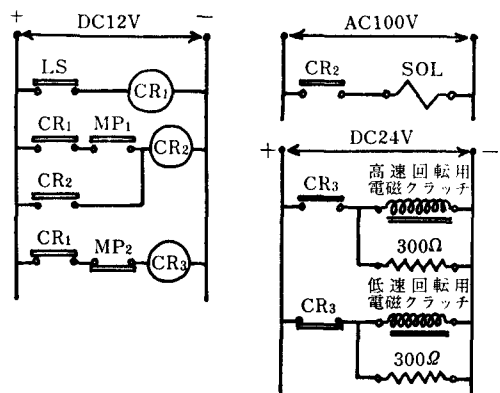


図3 待ち時間短縮装置の回路図

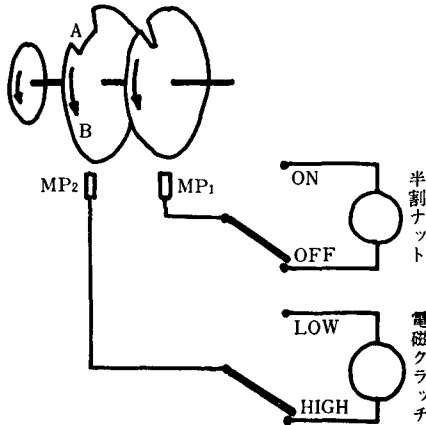


図4 検出装置の原理図

るから、電磁クラッチは高速回転用から低速回転用に切りかわる。すなわち、親ねじは低速回転となって切削の体勢を整える。

さらに、MP₂のAの部分の終端まで回転してくると、MP₁の切欠き部分があらわれるので、リレーCR₂が働き、SOLが作動して、半割ナットレバーを押す。すなわち、往復台は縦方向に移動をはじめると、

このようにして、待ち時間を短縮し、半割ナットを親ねじにかみ合わせるべき時期を検出することができる。

つぎに、断続法による早戻し法について述べる。

断続法によれば親ねじを傷めることはない。この方法について筆者らの取組んだ早戻しの方法はつぎの3つである。すなわち、

- (1) シリンダとピストンによる方法
- (2) ねじ棒とスリーブによる方法
- (3) ラックとピニオンによる方法

3.1 シリンダとピストンによる方法⁹⁾

ねじ切削行程では、親ねじに半割ナットをかみ合わせる通常の方法によって往復台を移動させるが、往復台の戻し行程では、空気シリンダ内のピストンと往復台とを連結し、圧縮空気の力を利用してピストンを押すことにより、往復台をねじ切り開始点まで早戻しをさせる。これらの動作を、リレー回路を使い、電磁弁の開閉によってシーケンス制御を行う。往復台の移動の距離—速度線図の一例をあげると図5のようになり、他の方法にくらべると、移動速度の最高点は高いが、平均戻し速度は他の断続法とあまりかわらない。

この装置では、力を空気圧で、制御を電気で行うため、順序を誤ると故障を起す可能性が高い。

この欠点を補う方法として、力・制御ともに電気で行う次の2つの方法を試み成功している。

3.2 ねじ棒とスリーブによる方法⁹⁾

図6はこの方法による早戻し装置を示す。ねじの切り終り時に、往復台に取付けたドッグがリミットスイッチLS₂を押すと、EMC₁の電磁クラッチが作動し、軸Ⅲに回転が伝わってねじ棒を回す。すると、スリーブはその案内に取付けられたピンによって回転を止められているため右に押し出され、往復台をねじ切り開始点に早戻しする。スリーブは高速で動くので、往復台がねじ切り開始点に来たとき、電磁ブレーキEMBを作動させることによってすばやく停止させる。往復台に取付けられたドッグがリミットスイッチLS₁を押すと、電磁クラッチEMC₁は切れ、同時にEMC₂が作動し、ねじ棒は逆転してスリーブを引戻す。スリーブに取付けられたドッグがリミットスイッチLS₃を押すと、スリーブは定位置に止められる。なお、往復台が切削状態に入る際には、ブレーキEMBの両側のクラッチは切れていて、EMBのみが働く。

この方法では、スリーブを往復させる必要があるため、ダブルクラッチを要して装置がやや高価となるばかりでなく、往復台とスリーブとが一体化できないので、

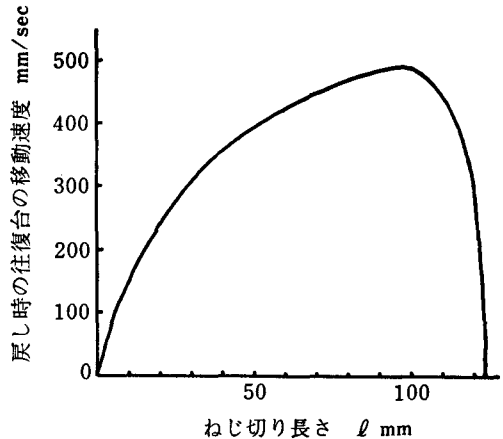


図5 往復台移動距離—速度線図
(シリンダ径 40mm, 供給圧力 2 kg/cm²)

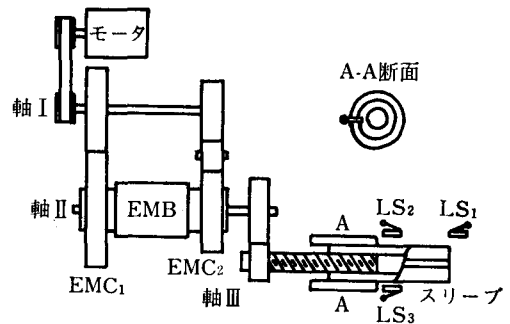


図6 ねじ棒による早戻し装置

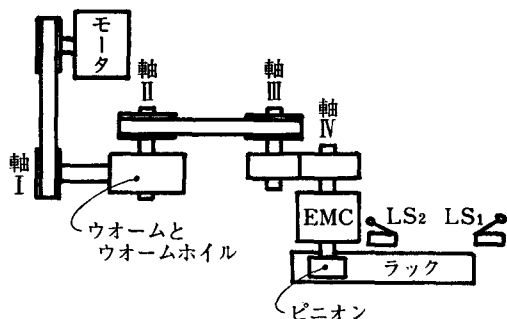


図7 ピニオンとラックによる早戻し装置

往復台の戻し時にショックが避けられぬという欠点を持っている。この方法による往復台の移動速度は10~17 cm/秒で、ねじ追い車法の約7 cm/秒にくらべると早くなっている。

3.3 ピニオンとラックによる早戻し法¹⁰⁾

図7はこの方法の早戻し装置を示すものである。

切削行程の終りで、往復台に取付けてあるドッグが、リミットスイッチ LS₂ を押すと、電磁クラッチ EMC が作動してピニオンを回し、ラックを水平方向に移動させて、往復台をねじ切り開始点に早戻しをする。往復台に取付けたドッグはリミットスイッチ LS₁ を押し、電

磁クラッチ EMC を切るので、切削状態に転じると往復台がラックを押して行く。この装置では、クラッチが1つ少なくすみ、さらに往復台とラックとを一体化できるので、ショックの問題もなくすぐれている。

この方法での往復台の移動速度は13 cm/秒で、ねじ追い車法の約2倍の速さになっている。

4. 結 言

断続法は早戻しという点では連動法よりもはるかに早く、しかも親ねじを傷めない点でもすぐれている。また、待ち時間短縮装置と判割ナットかみ合わせ時期検出装置をつけることによって、断続法の持つ待ち時間と疲労の問題とを解決すれば、1本の親ねじで、同種・異種の各種ねじ切りが可能である。

文 献

- 1) 2) 4) 加賀他：奈良高専研究紀要，第3号，9.
- 3) 加賀他：奈良高専研究紀要，第13号，22.
- 5) 6) 7) 加賀他：奈良高専研究紀要，第14号，8.
- 8) 加賀他：奈良高専研究紀要，第15号，11.
- 9) 10) 加賀他：奈良高専研究紀要，第16号，5.

衝撃波管を用いた境界層測定

岸下晴亮・松岡一起

Measurements of a Boundary Layer Structure Using a Shock Tube

Haruaki KISHIGE Kazuoki MATSUOKA

An experimental method for measurements of the compressible boundary layer structure is presented. (1) When a shock wave passes over a flat plate inserted in a shock tube, temperature distribution in the unsteady boundary layer were measured. (2) Temperature distribution on the two dimensional super sonic nozzle were measured. This experimental method is used the fact that He-Ne laser (3.39 μm) was absorbed into the CH_4 molecules and that have the relation to the temperature.

The results of the experiments were compared with (1) Blasius-type solution and (2) Burke's empirical equation, after the numerical calculation. Even through there were some dispersion, it was shown that we can estimate the boundary layer thickness.

1. まえがき

低圧室の試料気体を高温に加熱し、その反応を測定しようとする化学衝撃波管においても、また衝撃波管々端から衝撃波加熱された気体を急膨張・急冷却させるノズル流れにおいても境界層効果は無視できないものを持っている。この温度分布や速度分布を持つ領域は、衝撃波管内の物理量や超音速ノズル流れ内での物理量に影響し実験条件を変化させる。そこでこれら境界層内での温度分布を実験的に測定しその境界層厚さを見積ることを試みた。温度分布は、 CH_4 分子の振動の ν_3 モードが He-Ne レーザー (3.39 μm) の光を吸収し、その吸光係数が温度依存を持つことを利用して測定した^{1),2),3)}。この実験法を用いて衝撃波管内に平板を設置し、入射衝撃波により形成される非定常平板境界層内での温度分布を測定した。また、衝撃波管々端に設けた二次元ノズル内で反射衝撃波背後の気体を貯気槽とする超音速流れ内に形成される境界層内温度分布を測定した。さらにこれら実験結果と簡単な数値計算結果とを比較検討した。

2 記号

A ; ノズル断面積

b_P ; 吸光の圧力拡がり

b_D ; 吸光のドップラー拡がり

c ; 光速

f ; 無次元流れ関数

g ; 無次元エネルギー

h ; エンタルピ

H_t ; 全エンタルピ

I ; He-Ne レーザー透過強度

I_0 ; He-Ne レーザー発振強度

k ; ボルツマン定数

M ; 衝撃波マッハ数

M_x ; 二次元ノズル x 点でのマッハ数

m ; 質量

n ; 吸光係数の温度依存を表わす指数

P ; 吸光係数

p ; 圧力

p_a ; 分圧

T ; 温度

t ; 時間

U ; 衝撃波速度

u ; x 方向流速

v ; y 方向流速

x ; 距離 (流れ方向)

y ; 距離 (流れに垂直な方向)

β ; 二次元ノズル開き角

δ ; 境界層厚さ

η ; 無次元座標

μ ; 粘性係数

ξ ; 距離 (= x)

ρ ; 密度

ϕ ; 濃度

ψ ; 流れ関数

- ω ; 発振の周波数
 ω_0 ; 吸光中心の周波数
 添字
 0 ; 零次近似解
 1 ; 低圧室
 2 ; 入射衝撃波背後
 4 ; 高圧室
 5 ; 反射衝撃波背後
 e ; 境界層端
 r ; 参照点
 w ; 壁面
 η ; 変換座標 η に関する微分

2. 実験装置

2.1 測定原理

CH_4 分子は図1に示す様な4つの振動モードを持っている。この ν_3 モードが He-Ne レーザー (3.39 μm) の光を吸収する。 ν_3 モードの基準振動数と He-Ne レーザーの振動数には多少の相異が存在するが、振動-回転帯での吸収が有効に働く。それ故この吸光係数は、圧力・密度・温度に依存しており、実験的にもその依存性が求められている³⁾。境界層内では、境界層方程式より流れ垂直方向には圧力一定を仮定できる。さらに状態方程式の成立を認めれば、吸光係数の変化を測定することにより温度変化を求めることができる。

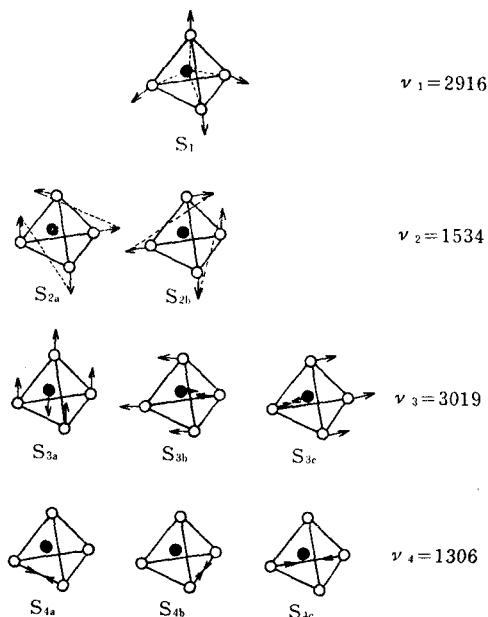


図1 CH_4 の振動モード

2.2 実験装置

実験に使用した衝撃波管装置の概要を図2に示す。主要寸法は衝撃波管内径 81.1mm, 高圧室長さ 1m, 低圧

室長さ 5.34m である。実験は、入射衝撃波通過による非定常平板境界層の測定と、反射衝撃波背後の気体を貯気槽とする二次元超音速ノズル流れでのノズル壁面上の境界層測定を行なった。

2.2.1 平板境界層測定

平板境界層測定のための平板模型を図3に示す。この平板模型の先端を衝撃波管低圧室管端より 90cm の位置に固定した。He-Ne レーザーは、平板先端より 18.9cm の位置に設けた CaF_2 窓より入射し、平板模型上を通過した後、出射側 CaF_2 窓より赤外線検知器に導き吸収割合を測定した。He-Ne レーザーは出力 1mW, ビーム径 1mm の日本科学エンジニアリング社製 NR-31型を用いた。この He-Ne レーザーの出射光を焦点距離 20cm と 5cm の CaF_2 凸レンズでビーム径の小さな平行光線として平板上に導いた。平板上を平板に平行に通過したレーザー光を出射側の CaF_2 窓より赤外バンド・パス・フィルター (3.2~3.5 μm) を通過させ、InSb 赤外線検知器によりレーザー強度を測定した。平板上での吸光係数の分布を求めるためにレーザービームを固定し、平板が上下に移動できるように設置した。

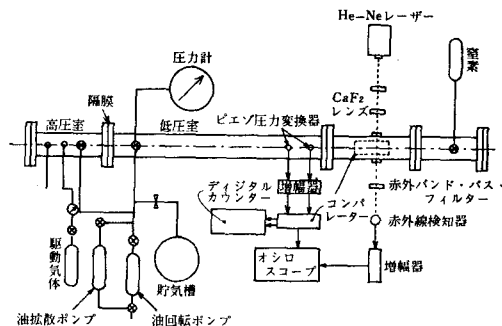


図2 実験装置概要

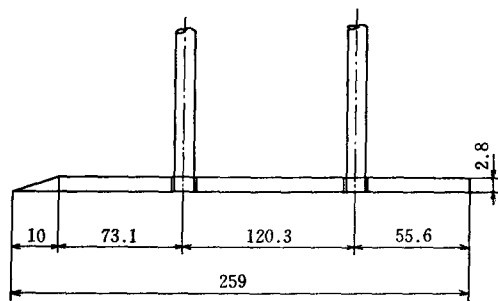


図3 平板模型

2.2.2 ノズル境界層測定

平板境界層の測定での平板設置場所に図4に示す2種類の二次元ノズル模型を設け、反射衝撃波背後の高温気体を貯気槽とする超音速二次元ノズル流れを実現した。He-Ne レーザーを、ノズルスロートより 59.5mm の位

置に設けた CaF₂ 窓より入射させる事により、平板境界層測定と同様の光学系で吸収係数を求められる。壁面垂直方向への吸光係数変化は、レーザーと赤外線検知器を共に平行に移動させることにより測定した。ノズル主要寸法は、幅 54mm, スロート幅 2mm, 開き角 10°と 15°としたものを用いた。急激なノズル膨張流れを実現するためノズル入口に隔膜を設け、低圧室とノズル部を隔離し、個別に真空排気を可能にした。

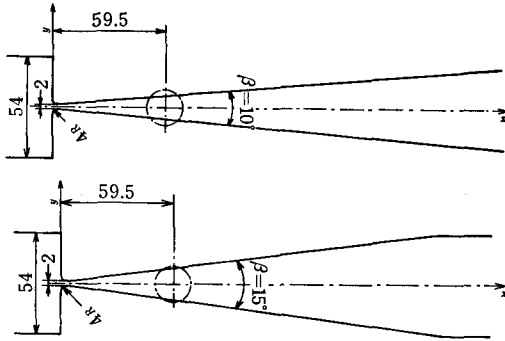


図4 二次元ノズル模型

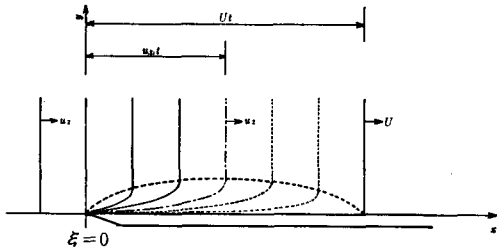


図5 非定常平板境界層

3. 平板境界層

入射衝撃波により形成される平板境界層は図5に示す様に衝撃波の進行と共に形成される非定常な部分と、平板先端より形成される定常な部分とに分けることができる。この非定常性に注目し、実験的・理論的な報告も行なわれている^{4),5)}。本報告では、実験上の時間分解能の不十分さから非定常性を十分に測定できなかったので、平板先端から発生する定常部について測定および数値計算により解析した。

平板に対する境界層方程式より、定常平板境界層内の温度分布を求めた。平板上での座標を図5の様に取れば平板境界層基礎方程式は、次の様になる。

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

$$\rho u \frac{\partial u}{\partial x} + \rho v \frac{\partial u}{\partial y} = -\frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y}(\mu \frac{\partial u}{\partial y}) \quad (2)$$

$$\frac{\partial p}{\partial y} = 0 \quad (3)$$

$$\begin{aligned} \rho u \frac{\partial h}{\partial y} + \rho v \frac{\partial h}{\partial y} &= u \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{\mu}{Pr} \frac{\partial h}{\partial y} \right) \\ &+ \mu \left(\frac{\partial u}{\partial y} \right)^2 \end{aligned} \quad (4)$$

ここに(1)式は質量保存, (2), (3)式は運動量保存, (4)式はエネルギー保存を示している。ここで Pr はプラントル数である。この境界層方程式に対し座標変換

$$\xi = x \quad (5)$$

$$\eta = \sqrt{\frac{u_e}{\rho_e \mu_e \xi}} \int \rho dy \quad (6)$$

を用い、無次元流れ関数

$$f = \psi / \sqrt{\rho_e \mu_e \xi u_e} \quad (7)$$

を導入すると質量保存則は自動的に満足され、運動量保存則は第零次近似として⁶⁾

$$f \sigma_{\eta\eta\eta} + \frac{1}{2} f \sigma f \sigma_{\eta\eta} = 0 \quad (8)$$

またエネルギー保存則は $g = Ht/Hte$ として、

$$g \sigma_{\eta\eta} + \frac{1}{2} f \sigma g \sigma_{\eta\eta} = 0 \quad (9)$$

の常微分方程式が得られる。ここで $Ht = \frac{1}{2} u^2 + h$ である。(8), (9)式は壁面上と境界層端での境界条件を満足する様に、ルンゲ・クッタ・ギル法を用いて数値計算を行った。

4. ノズル境界層

ノズル壁面に発達する境界層厚さを Bunke の円錐ノズルに対する実験式と比較したのでそれを示しておく⁷⁾。

$$\begin{aligned} \delta &= C_1 F_1^{-0.3} y \\ C_1 &= 0.49 (T_5 v^* \rho^* / \mu_5)^{-0.3} \end{aligned} \quad (10)$$

$$F_1 = T_x / (T_r^2 A / A^*)$$

$$T_r = 0.22 (T_5 - T) + 0.5 (T_w + T)$$

ここに*はノズルロートでの値を示している。

5. 吸光係数

気体分子の光吸収は、気体圧力・密度・温度に直接関係しており以下の様に記述することができる。

$$\begin{aligned} I/I_0 &= \exp(-P x \rho a) \\ P &= P' \frac{a}{\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\exp(-z^2)}{a^2 + (\zeta - z)^2} dz \end{aligned} \quad (11)$$

$$a = b_p / b_D (\ln 2)^{1/2}$$

$$\zeta = \frac{\omega - \omega_0}{\omega_0} \left(\frac{mc^2}{2kT} \right)^{1/2}$$

$\omega = \omega_0$ の様に吸収線と共振線がほぼ一致する場合は $\zeta = 0$ と表わせ

$$P = P' \exp(a^2) \left[1 - \frac{2}{\sqrt{\pi}} \text{erf}(a) \right] \quad (12)$$

で近似できる。P' は参照点での温度を T₀, 吸光係数を

Po' として実験結果より(13)式で提案されている。

$$P'/Po' = (T/T_0)^n \quad (13)$$

(11)~(13)式を用いて透過率 I/I_0 より温度 T を求める事ができる。ただし、

$$Po' = 1.34 \times 10^2 \text{ cm}^{-1} \text{ atm}^{-1} \text{ at } T_0 = 288 \text{ K} \quad (14)$$

$$n = -3.43$$

また

$$a = (4.23 \times \phi_{Ar} + 8.0 \times \phi_{CH_4}) P/T \times 5.46 \times 10^2 \quad (15)$$

を用い $\omega = \omega_0$ の仮定をした時、実験条件下での温度と吸光係数の関係を図6に示す。これは2% CH_4 と98% Ar の混合気体について圧力 22800Pa における透過率 I/I_0 と温度の関係を示している。

6. 実験および数値計算結果

図7に CH_4 2.5%, Ar 97.5%混合気体を低圧室に、 He を高圧室に封入し破膜させた時の低圧室と高圧室の初期圧力変化による衝撃波マッハ数と理想気体を仮定した数値計算結果を示す。測定は管端附近に設けた二つのピエゾ型圧力変換素子よりの圧力変動信号をコンパレータによりパルス化し、デジタル・カウンタによる時間差として衝撃波速度を求めた。数値計算結果との間には系統的なずれが存在するものの同様の傾向を示しており、実在気体効果の結果と思われる。

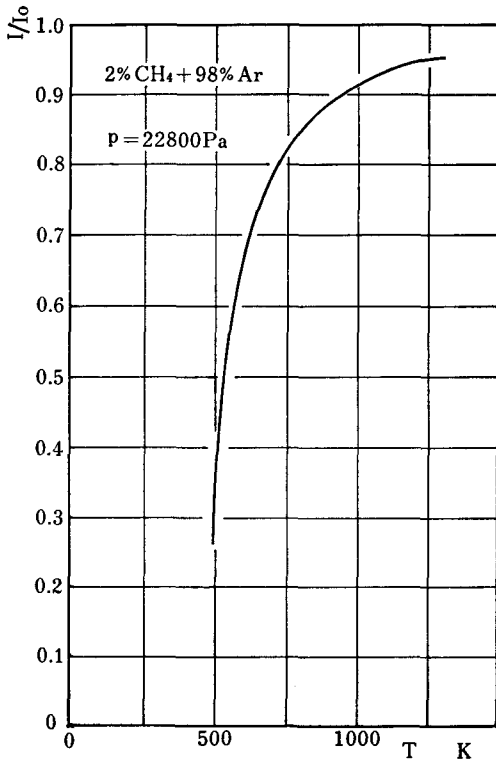


図6 吸光係数温度依存

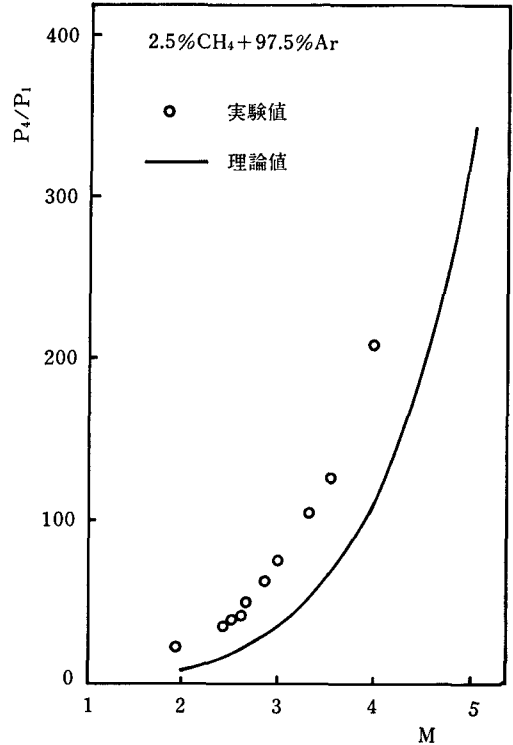


図7 初期圧力比と衝撃波マッハ数

6.1 平板境界層内温度分布測定および数値計算結果

図2に示した実験装置を用いて表1に示す実験条件の下に測定を行なった。測定した入射衝撃波マッハ数を用いて入射衝撃波背後での流速 u_2 、温度 T_2 、圧力 p_2 、密度 ρ_2 、粘性係数 μ_2 を求めた。これら添字2を持つ量を境界層端の物理量とし、($Pr=1$ として)境界層方程式の数値計算を行った。

透過率より実験的に求めた温度分布と数値計算結果との比較を図8,9に示す。測定はレーザーの光軸を固定し、平板模型を0.5mmづつ移動させて行なった。測定した温度分布には多少のばらつきが存在するものの、温度境界層厚さを見積る事は可能である。図8,9ともその境界層厚さは2.5mm程度である。

6.2 ノズル壁面境界層内の温度分布測定

平板模型の場合と全く同様の実験方法で二次元ノズル壁面上に形成される温度境界層を測定した。表2にその実験条件を示す。低圧室には2.5% CH_4 と97.5% Ar の混合気体を用いており、高圧室には He 気体を用いている。

この実験ではレーザーの光軸を上下させる事により、透過率の変化を測定した。 Te で無次元化した温度分布を図10,11に示す。測定はノズル開き角10°, 15°の二種類について、ノズルロートより59.5mmの位置で行な

表1 平板境界層実験条件

	1% CH ₄ +99% Ar	2% CH ₄ +98% Ar
M	3.34	3.05
T_2	1190 K	1000 K
P_2	27450 Pa	22800 Pa
U_2	413 m/s	375 m/s
ζ_2	0.111 kg/m ³	0.110 kg/m ³
μ_2	4.8×10^{-4} kg/ms	4.4×10^{-4} kg/ms

表2 ノズル境界層実験条件

	貯気槽条件	測定点 $Mx=4.17$ $\beta=10^\circ$	測定点 $Mx=4.7$ $\beta=15^\circ$
Te (K)	2890 3970	425 584	346 475
Pe (Pa)	96300 147300	800 1220	476 728
ρ_e (kg/m ³)	0.160 0.178	9.02×10^{-3} 10.0×10^{-3}	6.61×10^{-3} 7.35×10^{-3}

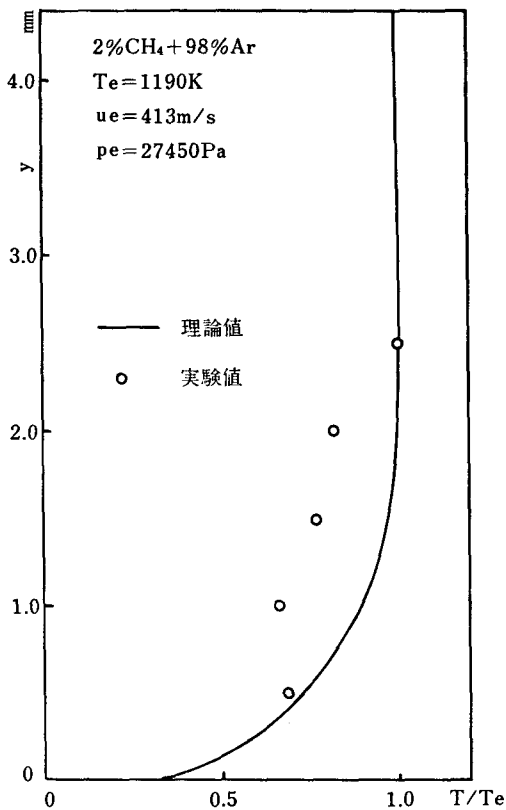


図8 平板境界層内温度分布

った。境界層端の物理量(添字 e)は貯気槽条件により、理想気体のノズル流れとして求めた表2に示した値

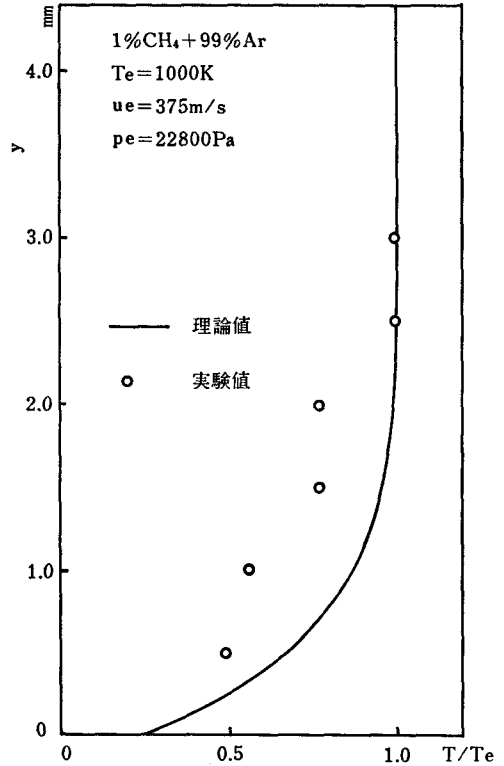
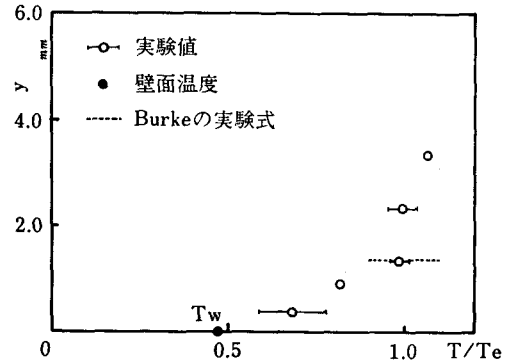
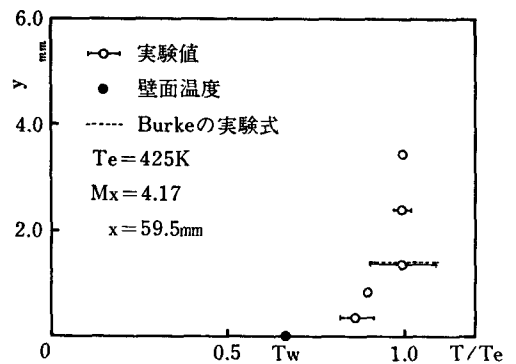


図9 平板境界層内温度分布



$\beta = 10^\circ$ 2.5%CH₄+97.5%Ar

図10 ノズル境界層内温度分布

を用いた。なお壁面温度 T_w は 288K とした。Burke の実験式は円錐ノズルに対するものであり、境界層厚さを示すのみであるが、図中に併記した。

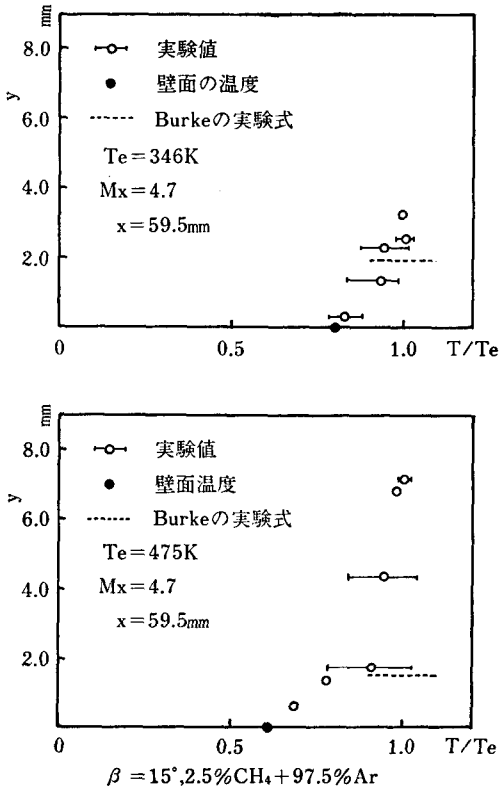


図11 ノズル境界層内温度分布

7. あとがき

CH_4 分子の振動の ν_3 モードが He-Ne レーザーを吸収し、その吸光係数が温度依存を持つことを利用して、平板境界層とノズル境界層内温度分布を実験的に求め、数値計算結果と比較した。その結果、測定値は多少のばらつきを有するものの以下の点を改良すれば温度分布を有する気体流れの局所的な温度を精度よく測定できる事が明らかとなった。

- 1) 透過率と温度の関係が最も敏感な領域で測定できる様な濃度と圧力の下で実験を行う。
- 2) He-Ne レーザーの出力を安定させる。
- 3) 赤外での光軸あわせを確実なものにし、測定点の位置決めに必要な可動部を少なくする。
- 4) 吸光係数の温度依存は正確には $\omega = \omega_0$ でないためその資料を整える必要がある。

8. 文 献

- 1) G. Hubbert, T. G. Kyl and G. J. Troup, J. Q. S. R. T., 9 (1469) 1969.
- 2) J. McMahon, G. J. Troup and G. Hubbert, J. Q. S. R. T., 12 (797) 1972.
- 3) W. M. Heffington, G. E. Parks, K. G. P. Sulzmann and S. S. Penner, J. Q. S. R. T., 16 (839) 1976.
- 4) T. Akamatsu and H. Urushidani, Bulletin of J. S. M. E., 12 (793) 1969.
- 5) 赤松英明, 日本機械学会誌, 72 (1408) 1969.
- 6) H. Blasius, Z. Math. U. Phys., 56 (1) 1908.
- 7) A. F. Burke, Cornell Aeronautical Laboratory Report, 118, 1961.

光ファイバを用いたレーザ・ドップラ 速度計による振動測定*

阪部 俊也・中谷 登**・山田 朝治**

Fiber-Optic Laser Doppler Velocimeter for Measurement Microvibration

Toshiya SAKABE, Noboru NAKATANI, Tomoharu YAMADA

本研究は光ファイバを用いたレーザドップラ速度計による振動測定への応用について検討した。光ファイバシステムとして単一光ファイバによる方法であり、レーザ光射出部にマイクロレンズを装着することにより平行光とし、被測定物体による反射光とマイクロレンズ端間での反射光を基準光とし光電面上で重ね合わせた。加振器による鏡の振動測定は安定した良好なドップラ信号が得られ、このことからドップラ周波数の測定に簡便なf-vコンバータ素子により測定した結果、非接触振動計による振幅と良く一致した。測定可能距離は被測定物体の反射率により変わるが反射率が良い場合、5mW_レのレーザ出力に対して1.5m程度まで可能である。また反射率の低い物体の振動測定も可能で透明ガラスなどの振動も良好な結果が得られた。これらの測定面積はおよそ直径0.2~0.4mmで微小物体の測定も可能である。

1. 緒 言

レーザ光を用いた各種の計測が考案され、実用化されている。レーザドップラ速度計(L. D. Vと略す)についても各方面で利用されている。しかしながら測定点を移動するためには測定対象自身を動かすか、レーザおよび測定系を移動する方法によらねばならず大変面倒であるとともに測定精度にも影響することが考えられる。そこで光ファイバを用いることにより測定点が自由に取ることが出来るなど利点が多く各方面で研究が行なわれている。光ファイバを直接血管内に挿入し血流速度計を行なったもの¹⁾、あるいは、二本の光ファイバを束ね照射光と散乱光受光をそれぞれの光ファイバで行い半透明流体の流速測定が試みられている²⁾。これらは特殊な測定への応用であるが流れのなかに光ファイバを入れる事から一般には流れを乱すことから問題である。従来L. D. Vの構成をそのまま光ファイバに置き換える方法も試みられているがまだ十分ではない。単一の光ファイバにより照射光と散乱光受光を行なう方法が試みられている^{3,4)}。この方法は光プローブ先端での反射光を参照光として利用していることから装置が簡単であり、しかも高精度であることから有望である。本研究では単一光ファイバを用いる速度計による振動測定への応用につい

て検討した。光ファイバL. D. Vによる振動測定は非接触測定であると同時に、狭い間隙での計測、引火爆発等の危険雰囲気下での計測など多くの特長がある。またドップラ信号の処理がやゝ面倒であるがスペクトルアナライザを用い周波数スペクトル幅から振動を求める方法³⁾や周波数トラッカを用いる方法⁴⁾が試みられている。しかし固体の振動の場合、散乱光は比較的強く、またドップラ信号が安定していることから信号処理として簡便なf-vコンバータ素子を用いることが測定可能と考えられ、測定条件などの検討を行なった。

2. 原 理

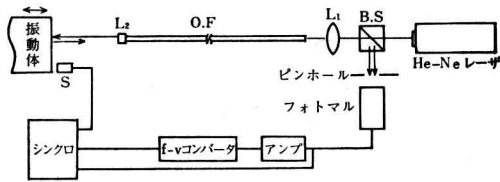
レーザ光を移動する物体に照射すると、その散乱光の周波数はドップラ効果により、元の周波数から偏移するこのドップラ周波数 f_d は、移動物体の速度ベクトル V と入射光、散乱光の波数ベクトル K_0, K_s を用いて表わすと

$$f_d = \frac{(K_s - K_0) \cdot V}{2\pi} \quad (1)$$

で与えられる。したがって f_d を測定することで速度 V が測定出来る。この原理に基づいて、光学系を構成する際光伝送路および信号ピックアッププログに光ファイバを用いた速度計が光ファイバL. D. Vである。この構成図を図1に示す。レーザ光源(He-Neレーザ, 5mW, 波長 $\lambda=632.8\text{nm}$)から出射されたレーザ光はビームスプリッタBSに入射する。このときビームスプリッタの

* 第21回SICE学術講演会にて一部発表

**大阪大学工学部精密工学科



レーザ光源He-Ne 5mw B.S: ビームスプリッタ
L1:集光レンズ 光ファイバ:GI型 コア径50 μ m 全長2m
L2:マイクロレンズ SLW- ϕ 1.8-0.25P
S:非接触振動計(うず電流型) D=10 ϕ

図1 光ファイバ LDV システム

性質から直進する光と90°上方に進む光に二分される。直進したレーザー光は集光レンズ L₁により集光され光ファイバに入射する。ファイバ内を通過した光はファイバ出口のマイクロレンズによりほぼ平行光として、またはレンズを取り付けることにより光プローブ前方に焦点を結ぶように出射され被測定物体に照射される。被測定物体によりドップラシフトを受けた散乱光の一部が光プローブに再び入射する。また光プローブから光が出射する際、光プローブでフレネル反射された光は周波数変化のない参照光として光プローブ内を戻ることになる。これらの参照光と散乱光は光ファイバを経てビームスプリッタにより光電面上で重ね合わせることになる。光学的にヘテロダイン検波された出力信号の周波数は、参照光と散乱光のビート周波数、すなわちドップラ周波数 f_d となり、式(1)は式(2)となる。

$$f_d = \frac{2V}{\lambda} \cos\theta \quad (2)$$

ここで、Vは被測定物体の速度、 λ はレーザー光の波長、 θ は照射光の方向と被測定物体の速度方向とのなす角である。ドップラ周波数 f_d を測定することにより速度Vが求まる。

3. 実験方法

本研究での光ファイバLDVシステムは図1に示すものである。光ファイバはグレートインデックス型(GI型)でコア径50 μ mを用いた。出射端には屈折率分布型マイクロレンズ(SLW- ϕ 1.8-0.25P)を装着することにより平行光線とした。振動測定への応用を考え、被測定物体としては加振器による鏡の正弦波振動の測定を行なった。光電子増倍管上に重ね合わされたドップラ信号はD.Cアンプで増幅後、周波数-電圧変換器(f-vコンバータ, 10KHz-10V, テレダイン社製4702)によりドップラ周波数を読み取った。また同時に比較のため非接触振動計(うず電流型, 感度1V/0.2mm, 直径D=10 ϕ)により比較測定をした。次に実際の振動測定に際しての本測定法の利点である非接触測定において、測

定可能距離の検討を行なった。またもう一つの大きな特徴である狭部における測定の可能性として、鏡面上にスリットを設けることにより検討をした。

4. 実験結果

4.1 振動波形

加振器による正弦波振動を被測定物体として鏡を取付けた場合の非接触振動計による変位波形とこの時の光ファイバLDVの出力であるドップラ波形さらにドップラ波形をf-vコンバータによりドップラ周波数に対応した電圧に変換した波形を示したものが図2である。この

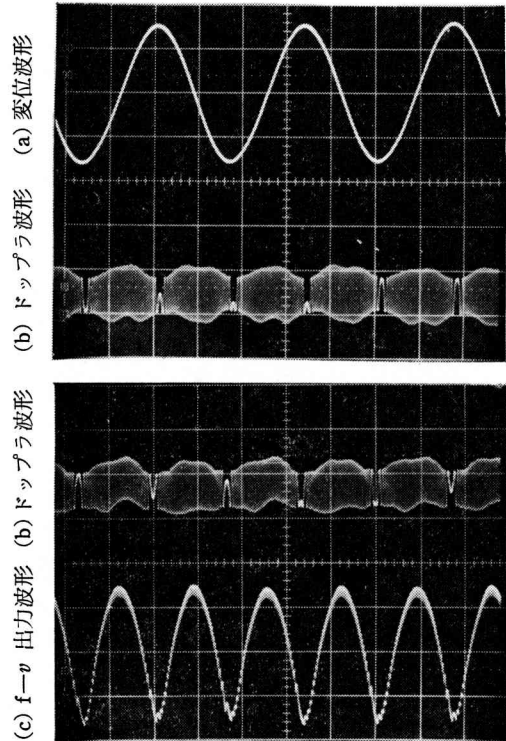


図2 振動波形

時の振動周波数 $f_s=60$ Hz, 振幅 $a=5\mu$ m であり, 振動方向すなわち速度方向は出射レーザー光と同方向である。式(2)において $\theta=0$ の条件である。また光プローブ前方の被測定物体までの距離(測定距離Lと呼ぶ) $L=10$ mmにおける振動状態測定結果である。振動変位波形に対しこれの微分値である速度の大きさに対応した良好なドップラ波形が得られていることがわかる。このドップラ波形をf-vコンバータによりドップラ周波数に対応した電圧として出力した波形が図2(c)である。ドップラ周波数零のとき、f-v出力電圧は最小値を示し、その中間点で最大値を示す。この時、速度Vの方向性は判別出来ないため、変位波形に対して全波整流した形となり現われる。いま振動は正弦波振動であるから振動数 f_s

と速度Vの最大値より振幅aは次式より求まる。

$$a = \frac{f_{dmax} \cdot \lambda}{4\pi f_s} \quad (3)$$

式(3)より算出した振幅と非接触振動計による振幅とを振動周波数 $f_s=20\text{Hz}$ の場合について比較したのが図3である。振動振幅を変化させた場合、両者は良い一致を

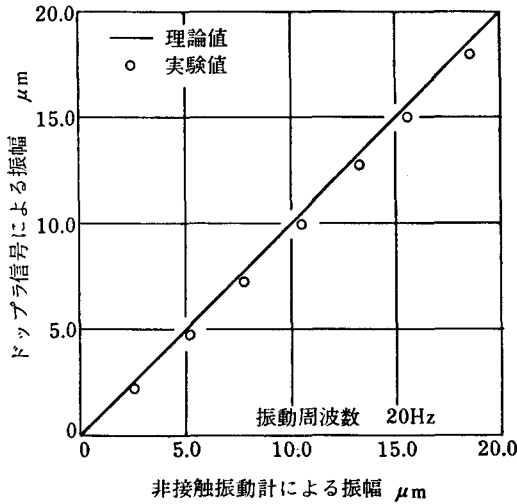


図3 振幅の較正図

示し、ドップラ信号ならびに $f-v$ コンバータが正確に振動に追従していることがわかる。振幅の最大値は $f-v$ コンバータの性能 (10KHz-10V) により制限され、振動周波数 $f_s=20\text{Hz}$ の場合、最大ドップラ周波数 10KHz より $25\mu\text{m}_{p-p}$ である。また最小振幅は同じく $f-v$ コンバータの最小周波数は 0.5KHz 程度であることから $1.7\mu\text{m}_{p-p}$ 程度である。このことからドップラ周波数に合った $f-v$ コンバータ素子を選ぶ必要がある。100KHz-10Vの場合、それぞれは10倍の値となる。

4.2 $f-v$ コンバータの追従性

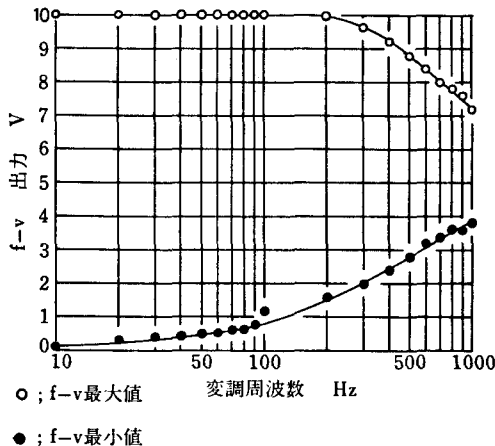


図4 $f-v$ コンバータ特性

振動周波数 f_s が低い場合正確にドップラ周波数に追従した $f-v$ 出力が得られることがわかったが、振動周波数が高くなった時の追従性について検討した。この場合各パラメーターを一定にし振動周波数のみ変化させるのは困難である。そこで二つの信号発生器を用い最大周波数 10KHz、最小周波数 0、一定とし、振動周波数 f_s を変化させた場合 $f-v$ コンバータの出力が10Vを示すかどうかを検討した。つまり振幅一定における周波数変調波を発生し $f-v$ コンバータの出力の最大値と最小値を読んだ結果が図4である。変調周波数 (振動の場合振動数 f_s) が高くなるにつれて、0~10KHzの周波数変化に対して $f-v$ コンバータが追従しなくなることがわかる。変調周波数 $f_s=200\text{Hz}$ 付近までは正確に最大周波数 10KHz に対し 10V を示すがそれ以上になると次第に低くなる。また最小周波数 0Hz に対しては変調周波数が高くなるが、今回の場合特には問題とならないが周波数シフトをするなど検討が必要である。同様の実験を (100KHz-10V) のコンバータ素子について行なった結果、2KHz まで最大周波数は追従し正確な値が得られた。振動数に応じた $f-v$ コンバータを選択する必要がある。

4.3 測定可能距離

光プローブからの照射光が平行光の場合、光プローブから被測定物体までの測定可能距離は、光プローブからの光ビームの拡がり角と被測定物体の反射率により決定されると考えられる。図5に光プローブ出射光と反射光との関係図を示す。ここで光プローブ端面での反射光が x だけ戻り、基準光となるとすると、被測定物体へ進む光は、光プローブ出口での光強度を1とすると $(1-x)$ となる。反射率 η の被測定物体によりドップラ効果を受けた光強度は $(1-x)\eta$ として再び光ファイバに向か

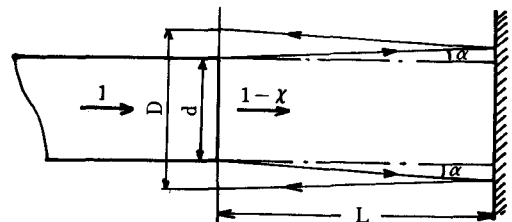


図5 出射光と反射光

う。この反射光は広がりを持つため、光ファイバに再び入射する光は減少する。光ファイバプローブ出口の面積 S_1 とすると、 $S_1 = \pi d^2/4$ (d : 光プローブ出口直径) となる。光ビームの広がり角 α とすると、戻って来た時の面積 S_2 は、直径 $D = (d + 4L \tan \alpha)$ となることから $S_2 = \pi D^2/4$ となる。このうち、面積 S_1 分のみが光ファイバに入射すると考えられる。光強度はガウス性の強度分布を持っているが、広がった光の中心部分を受けてい

ることから単純に S_1/S_2 を受光効率と考える。基準光強度とドップラ効果を受けた光強度との比を相対強度比 Φ とすると

$$\Phi = \frac{S_1/S_2(1-x)^2\eta}{x} \quad (4)$$

となる。本研究で用いた屈折率分布型マイクロレンズは SLM- $\phi 1.8-0.25p$ で平行ビーム発散角 $2\alpha=1.0$ 度である。また光プローブ出口直径 $d=1.8mm$ とする。マイクロレンズ端面での基準光となる反射率は正確には測定が出来なかったがおよそ $x=0.01\sim 0.03$ と考えられる。被測定物体の反射率 η は鏡であるから $\eta=1$ と考えられる。測定距離 L に対する相対強度比 Φ の関係を式(4)より求めた結果を図6示す。実験値は被測定物が無い場合の光電子増倍管出力電圧 V_1 を基準光強度とし被測定物体がある場合の測定距離 L に対する光電子増倍管出力電圧 V_2 より、相対強度比 $\Phi = (V_2 - V_1)/V_1$ として求めた。実験値と理論値は良く似た傾向を示すことがわかる。反射光の相対強度比は測定距離 L が増加するに従って指数関数的に減少する。測定距離 $L=500mm$ において相対強度比 $\Phi=0.25$ 、さらに $L=1000mm$ においては $\Phi=0.15$ 程度となり $L=1500mm$ では $\Phi=0.1$ 程度に減少するがドップラ波形は幅は小さくなるが良好なものが得られ、測定可能である。本研究では測定可能距離は被測定物体の反射率が高い場合 $1500mm$ 程度までであ

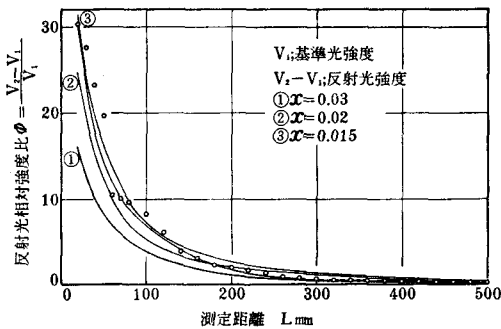


図6 反射光相対強度化

る。ドップラ波形の振幅は基準光強さと被測定物体による反射光の強度の積として表わされることから基準光強さを強くすることにより、より離れた物体の振動測定も可能と考える。

次に被測定物体の反射率の低い場合について検討する。相対強度比 Φ が0.1程度まで可能であることから、本研究の場合、基準光の光強度は図6より0.02程度であることから被測定物体の反射率は測定距離 L が短い時には、 $\eta=0.002$ 程度まで測定可能と考えられる。低い反射率の物体として透明ガラスを加振器に取り付け測定したところ、測定距離 $L=300mm$ までは良好なドップラ信号が得られ測定可能であった。

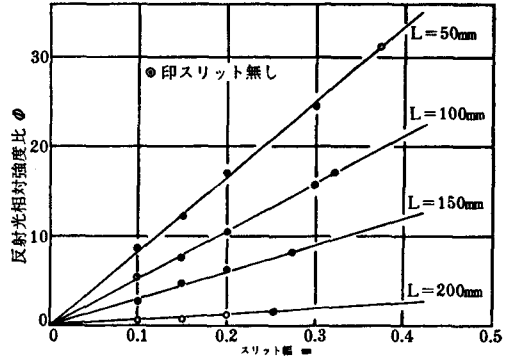


図7 スリット幅と反射光強度比

4.4 測定面積

本流定法の特徴の一つである細い物体や狭い場所での測定条件について鏡にスリットを取り付けることにより検討した。測定距離 L により最小スリット幅は変わるが測定距離 $L=300mm$ においてスリット幅 $S=0.1mm$ の場合良好なドップラ信号が得られた。測定距離が短くなればさらに細い物体でも測定可能である。さらに被測定物体が曲面の場合も反射光さえ得られれば測定可能であり、直径 $0.75mm$ の針の測定を行なったが良好なドップラ信号が得られた。次に測定面積について検討する。被測定物体からの反射光は拡がる為一部のみが光ファイバプローブに入射する。測定距離が長くなる程小さくなると考えられ、各測定距離に対してスリット幅を変化させ、相対光強度比 Φ を測定した結果を図7に示す。図よりスリットのない場合の相対光強度比 Φ になる値を求めると、およそ直径 $0.2\sim 0.4mm$ 程度と考えられるがさらに詳細については検討する必要があるがレーザー光の照射が平行光線ではあるが測定面積はかなり小さい領域を測定することが出来ることがわかる。

5. 結 言

以上の結果より単一光ファイバLDVにより振動測定は非常に有効でありその特徴である非接触測定において測定距離は約 $1.5m$ まで可能であり、測定面積も直径が $0.2\sim 0.4mm$ 程度である。また反射率の低い透明ガラスなども測定可能であり、従来では測定不可能であった物体や狭い領域、細い物体の振動測定が可能になった。

参考文献

- 1) F. Danel : Proceeding of the LDA-Symposium (1975) 490.
- 2) 大場他 : 機械学会関西支部第55回講演論文集(1980) 52.
- 3) K. Kyuma et al : Appl opt 20 (1981) 2424.
- 4) 久間他 昭和57年度応用物理学会予稿集 99p-w-5.

旋削加工における切りくず処理に関する研究

—第3報、種々の回転工具を利用した場合—

和田 任 弘

Study on Chip Control in Turning

—3rd Report, Application of Various Propelled Rotary Tools—

Tadahiro WADA

In order to find an effective chip control method in finish-turning of the carbon steel, various propelled rotary tools are applied for it. The tools are a carbide end mill, a center drill, etc. They obtain the rotary motion from an external source. The tool axis coincides with the direction of depth of cut. The effects of the peripheral speed of tool on both the configuration of chip and the surface roughness are experimentally investigated. Experiments show that the shape of chip and the surface roughness are affected by the peripheral speed of tool.

1. 緒 言

連続した切りくずが切削作業に悪影響を及ぼすことは周知のとおりである。鋼材の旋削時の切りくず処理性を向上させるために、チップブレイカが一般的に利用される。一般汎用のチップブレイカでは送りが小さいと切りくずが薄く柔軟になるため切りくずが折れにくくなり、送りを大きくしなければならぬ。このため送りが比較的小さい仕上旋削では、チップブレイカは有効な切りくず切断の方法とはいえない。

仕上旋削に対する切りくず折断の方法として、被削材の表面に溝や切欠きをあらかじめ機械加工しておき、この溝などの部分で切削を不連続にして切りくずを切断する方法¹⁾、また回転するシェルエンドミルによって、回転する被削材の外周を外装状に切削する装置²⁾に代表されるように、本来の主軸以外にもう一つの回転軸を付加することにより切削を不連続にして切りくずを切断する方法などがある。

上述の二つの切りくず処理法では、必然的に切りくずが切断される利点があるが、切削の不連続性のために工具摩耗や仕上面あらさなど解決されなければならない多くの問題を含み、実用化された事例は少なく、種々の方法が試みられているのが現状である。

そこで本報では、エンドミルなどの回転工具を切込み方向を軸として強制的に回転させながら旋削することによって切削を不連続にし、切りくずを切断する方法を試

みた。なお本報では、本切削法がはじめての試みであるので、工具の回転数、主軸回転数、切削速度、送り、切込みが切りくず形状および仕上面あらさに及ぼす影響を実験的に調べ、本切削法の可能性を検討した。

2. 実験装置および方法

図1に実験装置の概略を示す。使用旋盤（森精機製作所製 高速精密旋盤）の複式刃物台を外し、実験装置を取付けた。使用モータは、0.75kwの防滴保護型四極三相標準モータで、電源周波数変換装置でこのモータの無段変速を行なった。モータの回転をフレキシブルシャフト（インナーシャフトの呼び径：20mm、伝達動力：2.2kw（40s⁻¹時））を介して、回転軸に伝達した。回転部分には剛性が高く、また軸受の負荷能力の大きい円すいころ軸受を二個相対して用いた。回転工具は図2に示す三つのタイプを用いた。

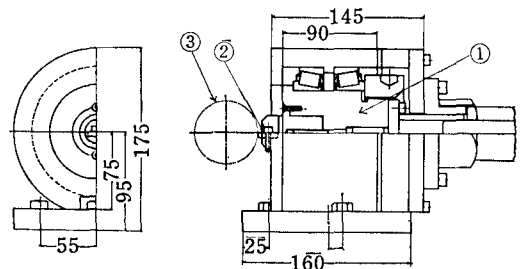
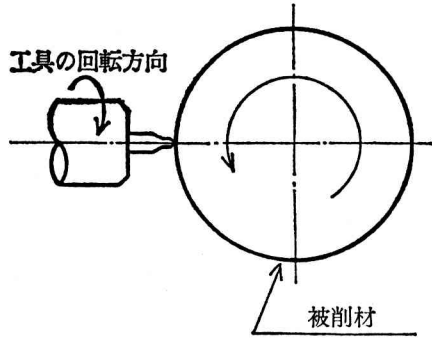
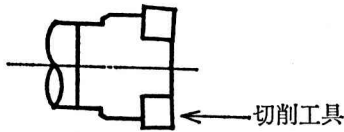


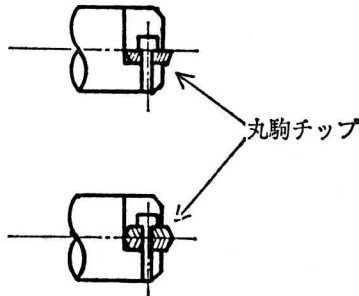
図1 工具を回転させるための装置
1: 回転軸, 2: 工具, 3: 被削材



(a) センタ穴ドリル



(b) 超硬チップ付三枚刃エンドミル



(c) 丸駒チップ

図2 回転工具

表1 切削条件

切削速度 V_w m/s	0.48 ~ 3.32
切込み t mm	0.1
送り* f mm/rev	0.186
主軸回転数 N rps	2.9 ~ 20.3
工具の回転数 n rps	9.7 ~ 33.8
切削方式	乾式**, 湿式***
工具材種	M30+, P20+, SKH9***
被削材	S35C

*往復の送り

**超硬チップ付三枚刃エンドミル, 丸駒チップ

***センタ穴ドリル, 12枚刃エンドミル

(スピンドル油50%+軽油50%の切削油)

*超硬チップ付三枚刃エンドミル

**丸駒チップ

表1に示す切削条件でS35C丸棒の外丸削りを行い、切削条件による切りくずならびに切削仕上面を比較検討

した。なお主軸回転数と工具の回転数は、ストロボ式の回転計により求めた。

3. 実験結果および考察

3.1 センタ穴ドリル

センタ穴ドリルを用いた場合に得られた切りくずは非常に小さい不連続形(最大寸法: 1 mm 以下)であるが切削油といっしょに流すことにより周囲への飛散を防止できた。

図3にセンタ穴ドリルを用いた場合に得られた切削仕上面を示す。工具の回転数が多いほど、あるいは切削速度が多いほど良好な仕上面が得られる。しかし、いずれの切削条件であっても、光沢のある仕上面となっていない。

図4に触針式表面あらさ計を用いて得られた送り方向の仕上面のプロフィールを示す。仕上面のプロフィールは、通常の旋削時にみられるような送りマークではなく、あらさ曲線の変動幅ならびに周期が不規則となっている。切削速度を 2.20m/s に大きくして実験を行ったところ良好な仕上面が得られたが、図5に示すように工具摩耗が著しく大きくなった。工具摩耗が大きくなった

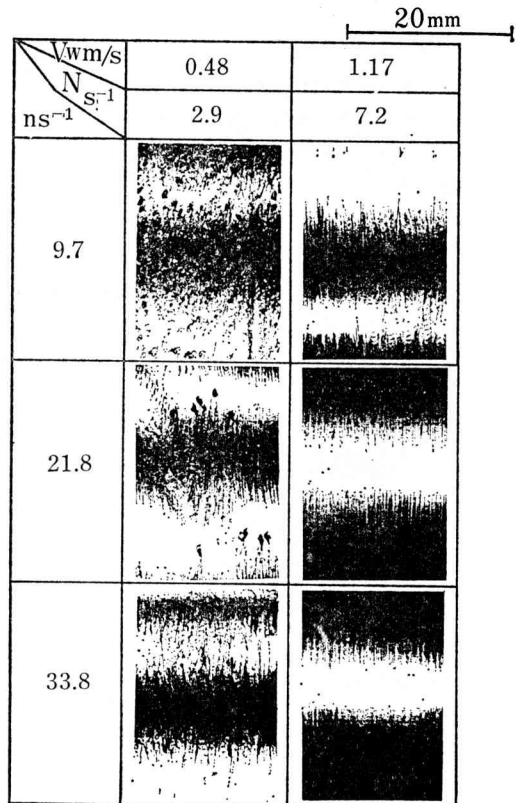


図3 切削仕上面(センタ穴ドリル)

切込み: 0.1mm, 送り: 0.186mm/rev, 切削方式: 湿式 (スピンドル油50%+軽油50%)

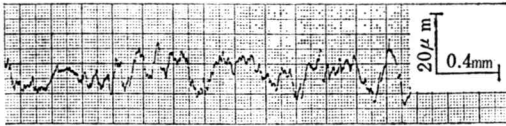


図4 仕上面のプロフィール (センタ穴ドリル)

切削速度：1.17m/s, 工具の回転数：33.8S⁻¹, 切削方式：湿式 (スピンドル油50%+軽油50%)

のは次の理由によると思われる。高速度鋼は焼入れ処理により刃物材としての硬度を与えられているものであり、切削温度が焼もどし温度以上になれば硬度は急激に低下する³⁾。切削速度が2.20m/sであり、高速度鋼の常用切削速度0.6~1.2m/sよりかなり大きい。このため切削温度が上昇し、ノーズ部分全体が軟化し、削りとられた。

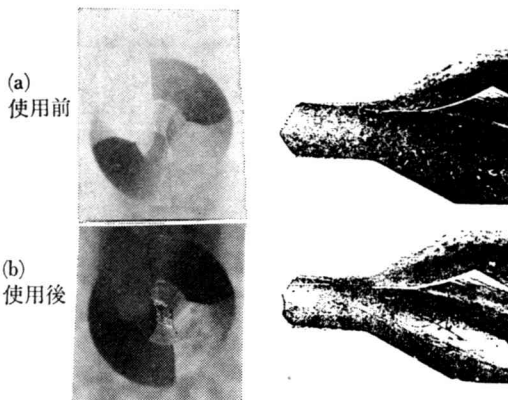


図5 工具摩耗形態 (センタ穴ドリル)

切削速度：2.22m/s, 切込み：0.1mm, 送り：0.186mm/rev, 工具の回転数：33.8rps, 切削時間：120s, 切削方式：湿式 (スピンドル油50%+軽油50%)

3.2 超硬チップ付三枚刃エンドミル

超硬チップ付三枚刃エンドミルを用いて得られた切りくずは、通常のエンドミル切削時に得られるような不連続形切りくずである。表1に示す切削条件の範囲では、いずれの条件でも図6に示す切りくずと大差なかった。切りくずをルーペで観察をし、また切りくず平均重量を測定した結果、主軸回転数が大きいほど、あるいは工具の回転数が小さいほど、わずかではあるが切りくず平均重量(切りくず1個あたりの重量)は、大きくなっている。このような小さい不連続形切りくずを生成する場合に問題となるのは、切りくずの周囲への飛散であるが、本実験ではとくに問題とならなかった。

図7に、切削仕上面の状態を工具の回転数と主軸回転数を変化させて示す。工具の回転数と主軸回転数によって仕上面の形態は変化している。

3.3 直径20mmの丸駒チップ

図2に示す工具ホルダを用いて、丸駒チップを単体で用いた場合、2個重ね合わせて用いた場合について実験を行なった。いずれの場合であっても切削開始後数分で丸駒チップにチッピングが生じ切削不能となった。これは次の理由によると思われる。

(1) みかけのノーズ半径が最大10mmから0mmまで、また横切刃角も変化するので切削面積が変動する。さらにノーズ半径が最大10mmと大きいと背分力が大きくなる。以上より背分力の変動幅が大きくなり、ビビリが発生しやすくなる。このことは、実際の切削でもビビリが生じていたことからわかる。

(2) 工具が回転しているの、大きな負のすくい角で切削するのと同じとなる。

工具材種が超硬P20種であり、比較的靱性の小さいこの工具材種では、以上2つの影響を受けやすいため、チッピングを生じたものと思われる。

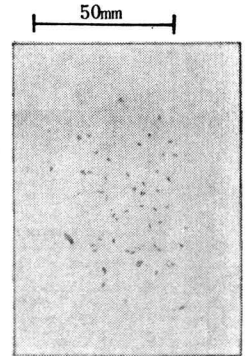


図6 切りくず形状

切削速度：0.48m/s, 切込み：0.1mm, 送り：0.186mm/rev, 切削方式：乾式

		20mm			
V _m /s N _s ⁻¹ ms ⁻¹		0.48	1.17	2.20	3.32
		2.9	7.2	13.5	20.3
9.7					
21.8					
33.8					

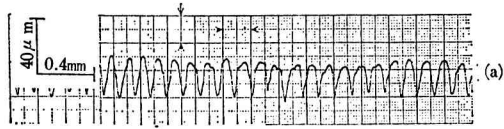
図7 切削仕上面 (超硬チップ付三枚刃エンドミル)

切込み：0.1mm, 送り：0.186mm/rev, 切削方式：乾式

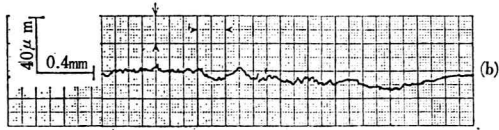
3.4 12枚刃の高速度鋼エンドミル

3.2節で記述したように超硬チップ付三枚刃エンドミルを用いた場合、仕上面あらさはかなり大きくなる。

ここでは仕上面あらさを小さくするための一つの方法として、直径 30mm の12枚刃の高速度鋼エンドミルを用いた場合を述べる。得られた送り方向の仕上面のプロフィールを図8に示す。ただし往復台の送りは 0.186mm/rev である。



(a) $n=33.8\text{s}^{-1}$, $N=20.3\text{s}^{-1}$



(b) $n=33.8\text{s}^{-1}$, $N=2.9\text{s}^{-1}$

図8 仕上面のプロフィール (12枚刃の高速度鋼エンドミル)

切込み : 0.1mm, 切削方式 : 湿式

4. 結 言

得られた主な結果は次の通りである。

- (1) センタ穴ドリルを用いた場合、通常の旋削とくらべ仕上面あらさがあまり低下せず、しかも切りくずが切断される。しかしそのような切削条件では工具寿命が短くなる。
- (2) 超硬チップ付三枚刃エンドミルを用いた場合、工具寿命ならびに切りくず処理性は問題ない。しかし仕上面あらさが大きくなる。
- (3) 丸駒チップ (直径 20mm) を用いた場合、チップングを生じやすい。

文 献

- 1) たとえば、狩野勝吉ら：プレグループによる切りくず処理法，昭和54年精機学会 春季大会学術講演論文集，137.
- 2) 栗田肇ら：シェルエンドミルによる外周切削における仕上面に関する二，三の考察，精密機械，43 (1977) 10, 1198.
- 3) 白井英治：切削・研削加工学上一切削加工一，共立出版株式会社，昭53, 154.

PtTiO₂-PVA 複合系の電気的光学的性質

京兼 純・泉 生一郎・吉野 勝美*・犬石 嘉雄*

Electrical and Optical Properties in PtTiO₂ doped PVA-polymer

Jun KYOKANE, Ikuichiro IZUMI, Katumi YOSHINO* and Yoshio Inuishi*

本研究は、半導体と金属の組み合わせによる光触媒粉末（塩化白金酸と二酸化チタンを合成し白金担持二酸化チタン触媒—PtTiO₂）を作製し、これを高分子材料（ポリビニルアルコール；PVA）に分散させ、主に新しく機能性を持たせた光素子として開発するのを目的としている。こうした観点から、PVA と PtTiO₂ 触媒との混合比を変え、フィルム状の試料（約 100 μ m）を作り、吸収スペクトル、電圧—電流特性、光電流などの測定を行いキャリア輸送過程を明らかにしている。

1. はじめに

これまで高分子材料に色素を少量混入させたり、あるいは電荷移動錯体を形成させることにより、光電導性増感を目的とした高分子—低分子複合系でのキャリア移動機構に関する研究がなされている^{1),2)}。この応用としては本質的に絶縁体であることが要求される電子写真用感光体としてである。例えば IBM ではポリビニルカルバゾール (PVC₂) とトリニトロフルバレン (TNF) との電荷移動錯体を作り、キャリア移動度の温度、電界、組成依存性を調べている^{3),4)}。組成が定まった場合、移動度の温度 (T)、電界 (E) 依存性は、試料の電極の仕事関数を U、ボルツマン定数を k、 β を定数として $\mu ae \exp[-(U-\beta E^2)/kT]$ なるショットキー形となるとし、かつ、組成依存性は $\mu a \rho^2 \exp(-2\rho/\rho_0)$ で表わされるとしている。ここに、 ρ_0 はカルバゾール基または TNF 分子間の平均距離で、正孔はカルバゾール基の間を、電子は TNF 分子間をホッピングすると考えている。Xerox ではポリカーボネート (PC) に N-イソプロピルカルバゾール (NIPC₂)、あるいはトリフェニルアミン (TPA) をドーブした試料に対し、光電導性の温度、電界依存性を調べているが、その結果各々の場合の電流波形が CTRW 論に従うことが明らかとなった。そこでこのキャリアは、TPA 上をホッピングしているものとして捉えているが、ドーブした低分子が光電導性を荷うと同時に、キャリアに対してトラップとして作用する可能性

をも示唆している⁵⁾⁻⁷⁾。また色素増感として Xerox では、表面電位減衰法を用いて TCA—PC 系にローダミン B (RB) をドーブした材料で、照射光に対する感度と RB 色素量の関係を求めている。RB 量が少ない場合、RB 量増加につれて感度が増すが、ある量で極大となり、高濃度になるとかえって低下するようになる。これは高濃度になると RB がキャリアをトラップする結果によるとしている⁸⁾。別の観点から IBM ではテトラチアフルバレン (TTF) の電荷移動錯体を電子線レジストに用いようとしている。導電性薄膜は電子線レジストとして好ましい特性であり、1 μ m 以下の高解像度が得られるので、TTF とハロゲの錯体を注目し、特に TTF—Br 系で数多くの研究が成されている^{9),10)}。

こうした一連の流れの中で、本研究では光触媒粉末を高分子材料に分散させた系を取り扱い、新しく機能性を持たせた光素子として開発していく。また、この素子は成形可能であり、かつフィルム状に出来ることも特徴としている。そして、このような半導体触媒による光エネルギーの電気、化学エネルギーの変換は、太陽エネルギーの有効利用を目的とし、光合成のみならず、さらに電気エネルギーへの変換システムとして、ますます今目的は重要性をもちつつある。しかしながら、こうした分野の研究はまだ始まったばかりであり、現在もお未解決な多くの問題をかかえ、材料探索も緒についたところといった状況にある。ここでは、基礎研究として電気的光学的性質ならびに光キャリアの動特性を調べたので報告を行う。

2. 実験方法

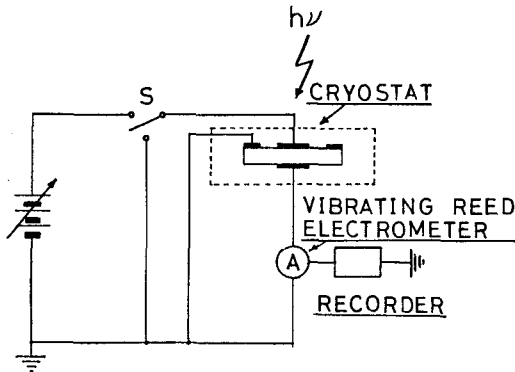
本実験で使用する白金担持二酸化チタン触媒 (PtTi

*吉野勝美, *犬石嘉雄: 大阪大学工学部

本論文の内容は「応用物理学会誌・論文誌; Jpn. J. Appl. Phys.」に投稿中である。

O₂)の合成は、共同研究者泉らの論文¹⁾に詳細に記述しているのここでは省略する。合成された灰黒色 PtTiO₂をPVAに一様に分散させ、混合比(重量比)を1:1, 2, 3, 5; 2:1, 3:3:1, 2の8種類に分け蒸留水を加えてフィルム状にした。得られた試料の厚さは100 μ m前後のものであった。さらに、半導体触媒の影響を明確にするため、同様な方法でTiO₂とPVAの分散試料も作製した。両部料に金蒸着を施し、これを電極とした。金電極試料をクライオスタット($\sim 10^{-6}$ Torr)に入れて、吸収スペクトル、電圧-電流特性、キャリア移動度などの測定を行った。

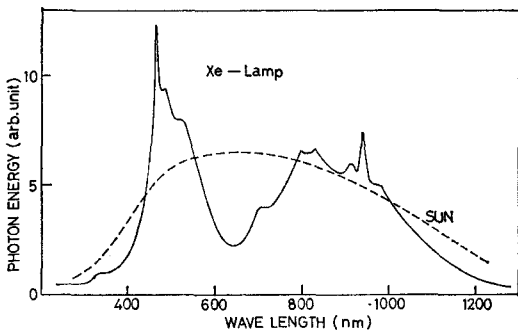
吸収スペクトルや電圧-電流特性などの計測には、第2.1図に示している系で振動容量型電位計(タケダ理研TR-8411)を用いて、また光キャリア移動度測定にはN₂レーザ、テクトロニクス CRO(SS-468)を使用した。



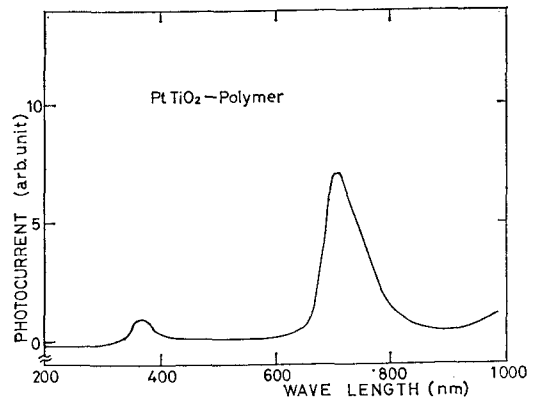
第2.1図 電圧-電流測定回路図

3. 実験結果および検討

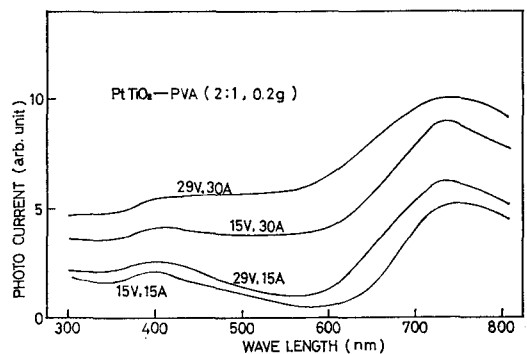
第3.1図に示した曲線は、今回使用したXeランプの光子エネルギーの波長依存性を第2.1図の装置を用いて測定したものである。図中の点線は参考のため、このエネルギー値に換算した太陽光のスペクトルを示したものである。



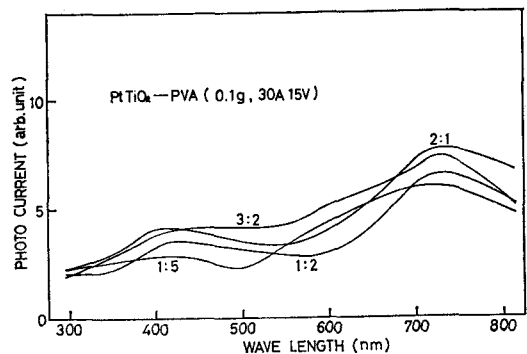
第3.1図 Xe-ランプの分光分布曲線



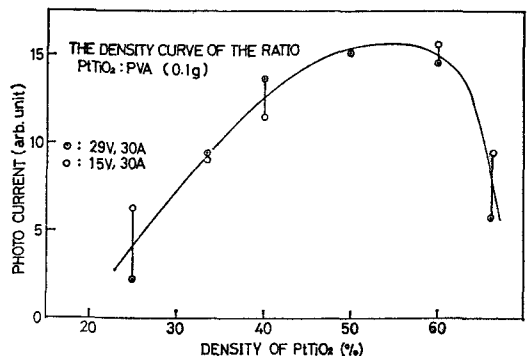
第3.2図 PtTi₂-PVA 吸収スペクトル特性



第3.3図 厚さの相違による吸収スペクトル曲線



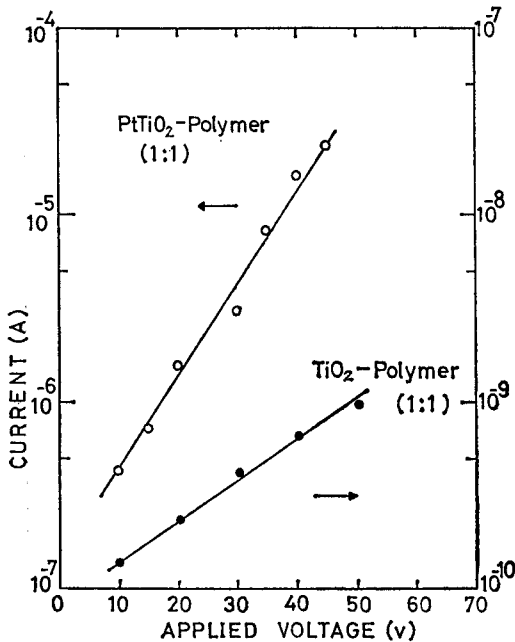
第3.4図 濃度差による吸収スペクトル曲線



第3.5図 PtTiO₂の濃度変化に対する吸収スペクトル値

この光源を用い、混合と厚さが一定の場合に得られた PtTiO₂-PVA 系の代表的吸収スペクトル曲線を第 3.2 図に示す。図より明らかなように、波長 350, 730nm 付近で吸収が生じていることが分かる。特に 730nm では非常に大きい吸収となっている。しかしながらこの吸収値が PtTiO₂-PVA 固有の現象であるのか、あるいはマトリックスのポリマーの影響なのか不明なため、これらを明確にする観点から TiO₂-PVA, PVA のみの吸収スペクトルを測定した。その結果 TiO₂-PVA 系では PtTiO₂-PVA と同様に同じ波長域で僅かに吸収が現われているが、PVA ではほとんど生じていない。これらのことから、白金を担持することにより、非常に高効率なキャリア生成が行なわれていることが示唆される。波長が 350nm, すなわち 3.55eV という高いエネルギー値における吸収は TiO₂ それ自身のバンド内遷移によるものと考えられるが、とりわけ 730nm (1.77eV) での低エネルギー値では、白金を担持したことによりギャップエネルギーの低下が生じているものと考えられる¹¹⁾。さらに、PVA の電子系間と金属間の相互作用により、バリアーの変化をもたらし、光吸収による電子、正孔の生成が容易になっているものと思われる。これに関し、例えばフタロシアニン結晶のように、 π 電子間や π 電子系と金属間などの相互作用によって電気伝導を行うものにハロゲン元素をドーピングして錯体を形成することにより、母体のフタロシアニン中に多数のキャリアが生成できることを報告している¹²⁾。

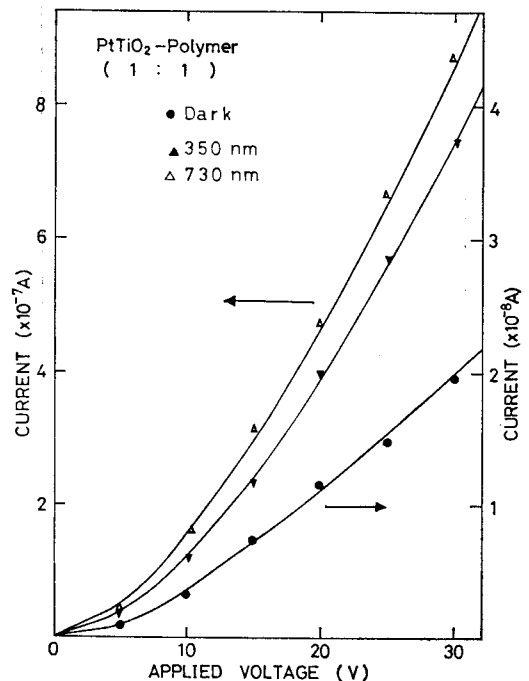
この特徴的な吸収スペクトル曲線は、Wランプの場合



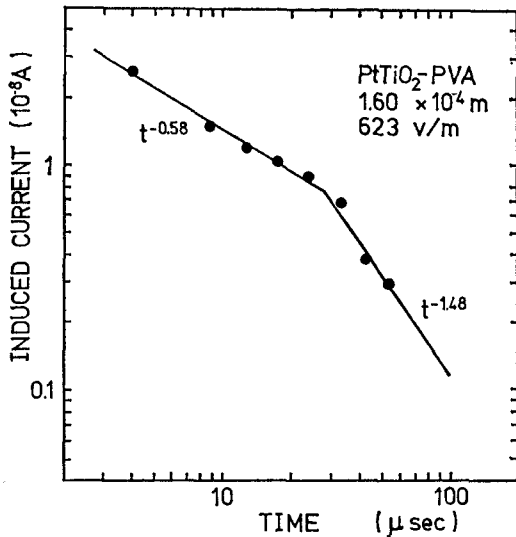
第 3.6 図 PtTiO₂; TiO₂-PVA 系の電圧—電流特性

でも全く同じ傾向になった。また試料厚さ、濃度によるスペクトル曲線の相違は第3.3図, 3.4図より明らかなように大差はなかった。しかし混合比による最大吸収値は第3.5図のように大きく変化し、キャリア発生の最大効率率は PtTiO₂ と PVA が 1 : 1 の場合に起こることがわかった。そこで以下の実験においては主に 1 : 1 の試料を用いて行った。

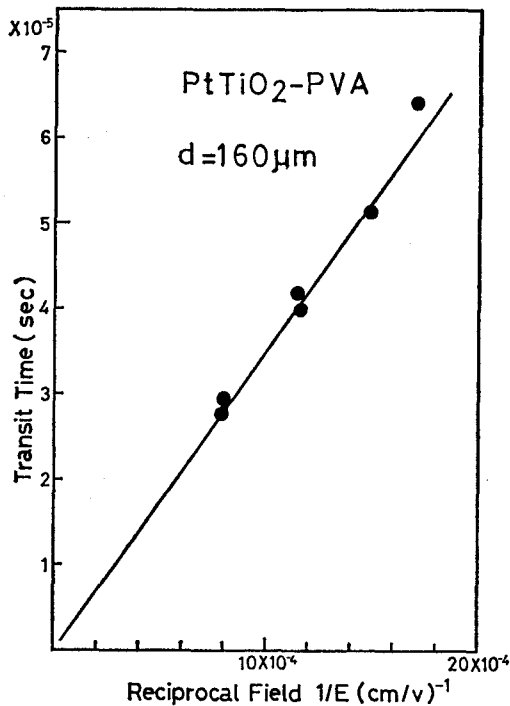
第 3.6 図 は最も基本となる PtTiO₂-PVA 系の、電圧—電流特性の測定結果を示したものである。図より、光電流は 10^{-6} ~ 10^{-5} A なる値が得られ、TiO₂-PVA 系の光電流 10^{-10} ~ 10^{-8} よりかなり大きい値となっている。このことは先の吸収スペクトルの結果を満足するものである。さらに、こうした実験結果を裏付けるため、分光器 (日本分光: CT50) で 350, 730nm の波長に合わせ、Xe ランプを用いて電圧—電流特性をとった。これを第 3.7 図に示す。光電流は、暗流に比し約 2 桁程度の大きい電流が流れており 350, 730nm で吸収が起っていることを示唆するものである。Wランプの場合も同様となった。次に電圧—電流測定より求めた固有抵抗であるが、PtTiO₂ の濃度比によってある値を境 (最大) にして変化している。当然 PVA の混合比が多いほど固有抵抗値が大きくなるものと思われたが、2 : 1 の値より 1 : 1 の値の方がより大きくなり、これをピークにして共に減少している。これは PVA に混合する PtTiO₂ の量が少ない場合、PtTiO₂ の量の増加につれて導電性が增大 (固有抵抗が減少) していくが、1 : 1 で極大となり、そ



第 3.7 図 各波長における光電流特性



第3.8図 誘起電荷波形の両対数プロット



第3.9図 キャリア走行時間の電界依存性

れより高濃度になるとかえって導電率が減少（固有抵抗が増大）し、キャリアをトラップする結果だと考えられる。これは先に触れた Xerox の実験を示唆するものであり⁸⁾、また上記第3.4図の結果を裏付けるものである。

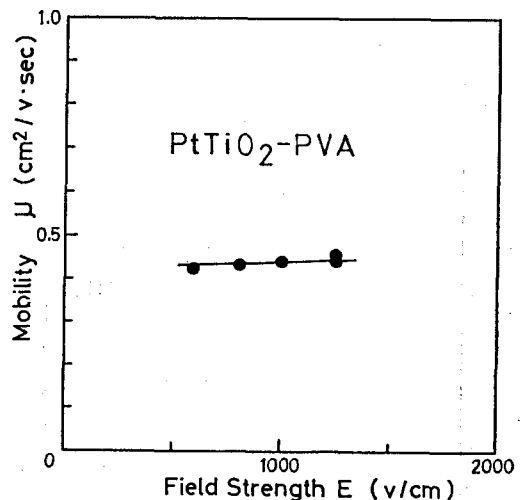
さらに光キャリアの動特性を測定するため、 N_2 レーザ光 (3371\AA ; 1 nsec) を照射し、テクトロニクスCROで誘起波形を観測した。この波形には、いわゆる電極間を走行するキャリアに対応する肩が生じなかった¹³⁾。そ

れ故、キャリア走行を明らかにするため、これまでポリエチレンを始めとして絶縁性高分子材料に対して行ってきた CTRW 理論を用いてキャリア移動度の解析をした¹⁴⁾。得られた誘起電荷波形を時間微分し、電流と時間の両対数プロットをとると、第3.8図のようにある時間 T_r で折れ曲がりが生じ、この傾きの和をとるとほぼ2となった。第3.8図の折れ曲がり点 T_r をキャリアの電極間走行時間とみなすと、第3.9図のように電界の逆数に比例した。さらに、この T_r は試料厚さに依存することもわかった。以上のことから、 N_2 レーザで試料表面に一樣に生成されたキャリアは、CTRW 理論に従うことから、トラップデトラップを繰り返して時間分散しながら相手電極に到達するものと考えられる。こうしたことから、キャリアの見かけの移動度を次式から算定する

$$\mu = \frac{d^2}{T_r \cdot V}$$

ここに、 d : 厚さ、 T_r : キャリア走行時間、 V : 印加電圧である。

と $\sim 10^{-1} \text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{sec}$ となった。この値は、バンド伝導に近いものであるが、ここで用いている試料が複合系であるため、状態密度の裾の部分 (Band Tails) に非常に多くの局在準位が生じ、かつ準位間の距離も短くなった状態に対応しており、アモルファスでありながら有機結晶に近い比較的大きい移動度になったものと考えられる。このようにして生じた局在準位間を、光キャリアは時間分散しながらホッピングにより伝導しているものと捉えられる。以上のことから $\text{PtTiO}_2\text{-PVA}$ 系においても、CTRW 型伝導が起っていることが明らかとなった。すでに、我々は各種高分子材料にハロゲン元素をドーパした場合にも CTRW 型伝導があることを示しており¹⁵⁾、さらに最近 Xerox では PC に NIPC、あるいは TPA



第3.10図 見かけの移動度の電界依存性

をドーブした材料に対し光電導測定等の研究を行っているが、結果として CTRW 理論に従うとしている⁵⁾⁻⁷⁾。

第3.10図は見かけの移動度の電界依存性であるが、図より明らかなように電界に対しあまり大きい依存性は現われなかった。これは IBM などが行っている、光増感を目的とした高分子—低分子複合系での実験から得られる移動度がショットキー型を示す場合とは対照的なものとなった^{13),14)}。この現象は、我々のポリシチレンの論文に¹⁶⁾、また田中氏のパルス電圧法によってポリエチレンのキャリア移動度を論じた論文にもみられる¹⁷⁾。

4. 結 論

新しく機能性を持たせた光素子を開発する観点から、PtTiO₂-PVA 複合系の試料を作製し、その光電流、吸収スペクトルならびに電荷輸送過程について考察を加えた。得られた結果をまとめると次のようになる。

(i) 吸収スペクトル特性から、波長 350, 730nm で吸収が生じ、最大効率混合比 1 : 1 の時に生じることがわかった。

(ii) 光電流から得られる導電率は、濃度比によって極大値が現われてくる。これは(i)の結果を支持するものである。比抵抗は $2 \times 10^{12} \Omega \text{cm}$ であった。

(iii) 誘起電荷波形から時間微分し、両対数プロットするとある時間 T_r で折れ曲がりを生じる。この T_r は試料厚さ、印加電界の逆数を比例することから、光キャリアの電極間走行を示す時間とみなせるので、移動値が算定できる。厚さ $160 \mu\text{m}$ 、電界 $1 \times 10^8 \text{V/cm}$ で $10^{-1} \text{cm}^2/\text{V} \cdot \text{sec}$ となった。移動度の電界依存性はみられなかった。

謝 辞

本研究は昭和58年度文部省科学研究費試験研究の援助によって成されたものである。ここに感謝する。

また本研究の遂行にあたり、実験等の協力を戴いた山本善啓技官、卒業研究生の根木大助君、後藤 博君なら

びに岡田 浩君に感謝します。

文 献

- 1) 吉田：電子写真とその装置、日刊工業新聞社(1967)。
- 2) R. B. Comizzoli, G. S. Sozier and P. A. Ross; Proc. IEEE, **60**, 348 (1972).
- 3) R. M. Schaffent; IBM J. Rev. Develop., **15**, 75 (1971).
- 4) W. D. Gill; J. Appl. Phys., **43**, 503 (1972).
- 5) J. Mort, G. Pfister and S. Grammatica; Solid state Commun., **18**, 693 (1976).
- 6) G. Pfister, S. Grammatica and J. Mort; Phys. Rev. Letters, **37**, 1360 (1976).
- 7) G. Pfister; Phys. Rev., **B16**, 3676 (1978).
- 8) S. Grammatica and J. Mort; J. Chem. Phys., **67**, 528 (1977).
- 9) E. M. Engler, Y. Tomkiewity, J. D. Kuptsis, R. G. Schad, V. Patel, M. Hatya Kis; Am. Chem. Soc. LasVegas Meeting, (1980).
- 10) 伊東, 横山, 斎藤, 亀井; 電子技術総合研究所調査報告, **204**, (1980).
- 11) I. Izumi, W. W. Dunn, K. O. Wilbourn, F. Fan, A. J. Bard; J. Phys. Chem. **84**, 3207 (1980).
- 12) G. H. Heilmeyer and S. E. Harrison; Phys. Rev., **132**, 2010 (1963).
- 13) J. Kyokane, S. Harada, K. Yoshino and Y. Inuishi; Jpn. J. Appl. Phys., **18**, 1479 (1979).
- 14) H. Sher and E. W. Montroll; Phys. Rev., **B12**, 2455 (1975).
- 15) K. Yoshino, S. Harada, J. Kyokane, S. Iwakawa and Y. Inuishi; J. Appl. Phys., **51**, 2714 (1980).
- 16) 京兼, 吉野, 犬石, R. Coelho; 電気学会論文誌, **A102**, 89 (1982).
- 17) 田中, J. H. Colderwood; 電気学会論文誌, **A93**, 473 (1973).

文字の配置と概形情報を用いた署名照合実験

中村 善一・上田 勝彦

Experiments of Signature Verification Using the Features on Location and Outward Form of Characters

Yoshikazu NAKAMURA and Katsuhiko UEDA

既に書かれてある署名を自動照合するための基礎実験を行なった。対象とする署名は、一定枠内に横書きに書かれた楷書署名とし、偽物は、本物を真似たり、なぞったりせずに書かれたものとした。照合に用いる特徴量として、署名文字の大きさや配置に関する量と、文字の概形を表わす距離パターンと呼ぶ量を提案し、これら特徴量の評価を分散分析を用いて行なった。その結果、提案した特徴量の有効性が確認された。さらに、この結果を基に、簡単な距離計算に基づく照合実験を行なった結果、2種類の実験データに対して、照合率は、96.7%以上であった。

1. まえがき

個人を特定する問題は、従来より金融機関を始め様々な分野で重要な位置を占めてきた。特に近年のコンピューター技術の発展により、銀行の現金取引装置に代表されるオンライン・サービスが一般に普及し、それを利用する場合、利用者が登録されている本人であるかどうかの確認を正確かつ迅速に行なう必要が生じてきた。

このような個人の照合の方法としては、従来より個人を代替するカードや印鑑などによる方法と、顔や声、署名などの個人の物理的特性による方法とがある。個人の照合を考えた場合、後者の方法がよりよいことは明らかであるが、照合技術の自動化が確立されていないという問題があり、その確立が期待されている¹⁾。そこで、筆者らは、個人の物理的特性のなかでも習慣上なじみの深い署名を取り上げ、その自動照合技術の確立を試みる。

署名の自動照合を行なう場合、オンラインで署名を入力し照合する方式と、既に書かれてある署名を入力し照合する方式がある。前者は、筆記の形状以外に筆順、書字速度などの書字運動に関する量を測定できるという利点がある。しかし、この方式では、署名の入力に特殊なペンや装置が必要になるという欠点がある。それに比べて後者の方式は、得られる情報量は少ないが、特殊なペンなどを用いず通常の筆記用具で署名ができ、より現実的な方式である。既に書かれてある署名の自動照合に関しては、Nagel ら²⁾の研究があるが、これを直接、漢字と仮名で構成される日本の署名に適用することはできな

い。また、日本においても、既に書かれてある文字に対して、その筆記者が、登録されている人の中の誰であるかを特定する、筆者識別の立場からの研究が行なわれている^{3)~5)}。しかし、既に書かれてある署名を自動照合しようとする試みは、筆者らの知る限りでは行なわれていない。

そこで筆者らは、その基礎実験として、簡単な特徴量を用いて、まず明らかに偽物と判定できる署名を分類するという立場から、つぎのこを行なった。問題を簡単にするために、対象とする署名を一定枠内に横書きで書かれた楷書署名とし、偽物は、本物を真似たり、なぞったりせずに書かれたものとした。これら署名の個性を表わす特徴量として、署名枠に対して、どのような大きさの文字が、どのように配置されているかを表わす特徴量と、文字の概形を表わすと共に文字線の構造を反映する、文字の切り出し枠からストロークまでの距離パターンの相関係数を提案し、これら特徴量の評価を分散分析により行なった。さらに、分散分析の結果を基に、簡単な距離計算により照合実験を行なった。

2. 特徴量の定義

署名照合を行なう際用いる特徴量は、個性をよく表わしていることはいままでのないが、機械化を考える場合は、その計測が容易な量でなければならない。また、署名において個性が表われる特徴としては、各署名文字自体の特徴の他に、署名枠に対して、どのような大きさの文字が、どのように配置されているかという特徴も重要

になってくる。

以上のような考えから、つぎに述べる署名文字の大きさや配置に関する特徴量と、文字の概形に関する特徴量を定義した。なお、これら特徴量は、署名の原パターンをITVカメラから入力し、文字部分を1に、背景部分を0にした2値化画像 $f(x, y)$ 、あるいは、この $f(x, y)$ の x, y 方向への射影を基に切り出された各署名文字に対して計測される。

2.1 署名文字の大きさや配置に関する特徴量

図1に示す諸量を基に、つぎのような署名文字の大きさや配置に関する特徴量を定義する。

(1) x 方向の重心

$$g_x = \frac{\sum_x \sum_y x \cdot f(x, y)}{\sum_x \sum_y f(x, y)}$$

(2) y 方向の重心

$$g_y = \frac{\sum_y \sum_x y \cdot f(x, y)}{\sum_y \sum_x f(x, y)}$$

(3) x 方向の2次モーメント

$$m_{2x} = \frac{\sum_x \sum_y (x - g_x)^2 \cdot f(x, y)}{\sum_x \sum_y f(x, y)}$$

(4) y 方向の2次モーメント

$$m_{2y} = \frac{\sum_y \sum_x (y - g_y)^2 \cdot f(x, y)}{\sum_y \sum_x f(x, y)}$$

(5) 枠幅と署名幅との比

$$x_{sw} = S_x / W_x$$

(6) 枠高さや署名高さとの比

$$y_{sw} = S_y / W_y$$

(7) 枠面積と署名面積との比

$$S_{sw} = S_s / W_s$$

(8) 署名の縦横比

$$S_{xy} = S_x / S_y$$

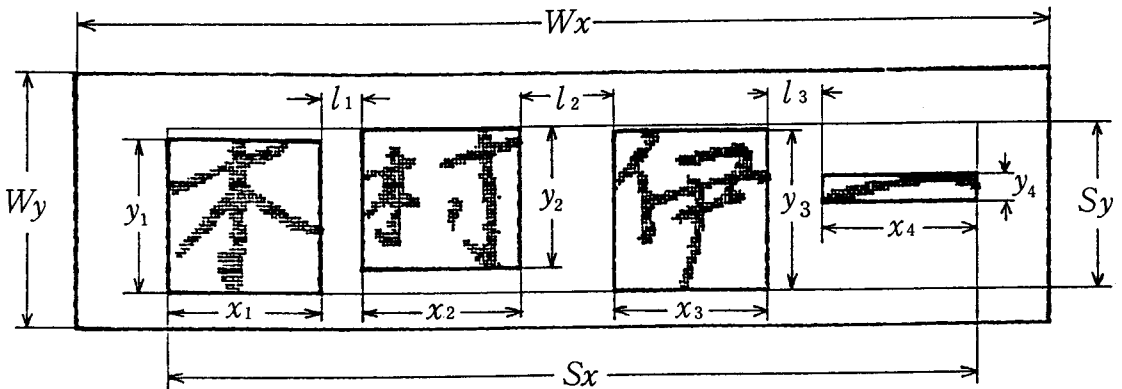
(9) 文字間隔と署名幅との比

$$l_{is} = l_i / S_x \quad (i=1, 2, \dots, n-1 \quad n: \text{文字数})$$

(10) 文字間隔と枠幅との比

$$l_{iw} = l_i / W_x \quad (i=1, 2, \dots, n-1)$$

(11) 文字幅と署名幅との比



W_x : 署名枠幅

S_x : 署名幅

x_i : 文字幅

l_i : 文字間隔

W_y : 署名枠高さ

S_y : 署名高さ

y_i : 文字高さ

$W_s = W_x \cdot W_y$: 署名枠面積

$S_s = S_x \cdot S_y$: 署名面積

$S_i = x_i \cdot y_i$: 文字面積

図1 諸量の定義



図2 距離パターンの例

$$x_{i_s} = x_i / S_x \quad (i=1, 2, \dots, n)$$

02) 文字幅と枠幅との比

$$x_{i_w} = x_i / W_x \quad (i=1, 2, \dots, n)$$

03) 文字高さや署名高さとの比

$$y_{i_s} = y_i / S_y \quad (i=1, 2, \dots, n)$$

04) 文字高さや枠高さとの比

$$y_{i_w} = y_i / W_y \quad (i=1, 2, \dots, n)$$

05) 文字面積と署名面積との比

$$S_{i_s} = S_i / S_s \quad (i=1, 2, \dots, n)$$

06) 文字面積と枠面積との比

$$S_{i_w} = S_i / W_s \quad (i=1, 2, \dots, n)$$

07) 文字の縦横比

$$x_{y_i} = x_i / y_i \quad (i=1, 2, \dots, n)$$

2.2 文字の概形に関する特徴量

一般に、丸みのある字、角ばった字、右肩上りあるいは下りの字など、その概形に関する特徴が書き手の個性を表わしていると考えられる。さらに、筆跡鑑定分野においては、文字を形作っている字画線の大きさ、角度、間隔などに個性が表われるといわれている⁹⁾。しかし、文字線構造の複雑な漢字に対して、各字画線の長さや角度、間隔などを計測することは、処理時間あるいは、ストローク抽出とその対応付けの困難さなどにおいて問題がある。そこで、文字の概形を表わすと共に、字画線の構成や特徴を反映し、しかも計測が容易な距離パターンなる量を提案する。

距離パターンとは、文字の概形をその外接矩形からの距離で抽出しようとするものであり、つぎのようにして求める。まず、2値化され外接矩形領域で切り出された各文字を $f_i(x, y)$ (ただし、文字部分において $f_i(x, y) = 1$ 、背景部分において $f_i(x, y) = 0$) とする。つぎに、外接矩形の左上隅を原点とし、時計回りに外接枠から垂直方向に文字部分に出合うまでの距離、すなわち、 $f_i(x, y) = 0$ の個数を求め、外接矩形の周屈長 (1画素を単位とする) で規格化する。このようにして周屈長に相当する個数サンプルされた距離の系列を、さらに 100個のサンプルに線形に伸縮する。このようにして得られた距離パターンの例を図2に示す。

距離パターンを2.1で述べた特徴量と同等に扱い照合に用いるために、距離パターン d と標準の距離パターン d_s (学習サンプルの平均値) との相関係数 C_i を特徴量として用い、次式で定義する。

$$C_i = \frac{\frac{1}{100} \sum_{j=1}^{100} (d_j - \bar{d}) \cdot (d_{s_j} - \bar{d}_s)}{\sqrt{\frac{1}{100} \sum_{j=1}^{100} (d_j - \bar{d})^2} \sqrt{\frac{1}{100} \sum_{j=1}^{100} (d_{s_j} - \bar{d}_s)^2}} \quad (1)$$

ここで、

$$\bar{d} = \frac{1}{100} \sum_{j=1}^{100} d_j, \quad \bar{d}_s = \frac{1}{100} \sum_{j=1}^{100} d_{s_j}$$

$$i=1, 2, \dots, n \quad n: \text{文字数}$$

である。

3. 実験

3.1 実験に用いたデータ

今回の実験に用いたデータは、縦 15mm、横 60mmの署名枠内に、成人男子11人が楷書体で署名したものである。使用した姓名は、「木村伊一」という比較的的文字線構造の簡単な4文字姓名と、「京兼純」という文字線構造の複雑な3文字姓名である。これら2種類の姓名に対して、本人からは、それぞれ100個の署名を収集した。残りの10人からは、本物を真似たりなぞったりせず、「木村」、「京兼」それぞれについて、10個づつ計100個の署名データを収集した。なお、収集したデータの奇数番目を学習サンプル、残りを照合サンプルとした。図3にデータの一部を示す。

このようにして集められたデータは、ITVカメラから濃淡8ビット、256×64画素の大きさで入力され、文字部分(1)と、背景部分(0)に2値化される。さらに、この2値化画像の x, y 方向への射影を基に、署名の各文字が切り出され、各特徴量が計測される。

3.2 分散分析による特徴量の評価

前章で定義した各特徴量を評価するために、本物、偽物2水準による一元配置分散分析を、学習サンプル(本物50個、偽物50個)に対して行なった。その結果を表1に示す。

分散分析においてF比が大きいうことは、水準間の平均値の差が大きく、水準内の変動が小さいことを意味する。よって、F比が大きいく程、その特徴量が本物と偽物の差をよく表わしていると考えることができる。このことを基に表1に対して若干の検討を加える。

まず、「木村」について検討する。 C_2, C_3 のF比が100を越え、他の特徴量に比べて大きくなっている。これは、「村」、「伊」という2文字の概形、あるいは字画線の構成に個性がよく表われていることを示している。また、 x_{4w} もF比が95.46と他の特徴量に比べて大きくなっている。実際、原データを調べてみると、「一」の長さが偽物に比べて長いという傾向がある。

つぎに、「京兼」について検討してみると、 m_{2y} のF比が407.95と非常に大きい。また、 m_{2y} の他にF比が200を越える特徴量が $m_{2x}, x_{1w}, S_{1w}, l_{2w}$ と4つある。このことは、本物が署名枠一杯に大きな字で書かれ、「兼」と「純」との文字間隔が広いという特徴をよく反映している。

2つの署名を通していえることは、距離パターンの相関係数が全体的に大きなF比を持つことである。これ

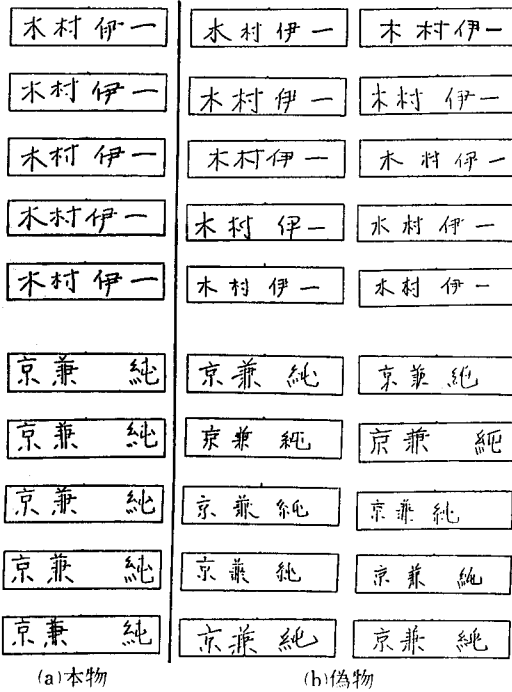


図3 署名データの一部

は、距離パターンが文字の概形を表わし文字線構造を反映する量であること、また、その情報量の多さを考えると当然の結果といえる。しかし、「木村」の C_4 のF比が4.90と小さいことでも明らかなように、文字線構造の単純な文字や国がまえなどの文字に対しては有効な特徴量とはなり得ない。

また、定義した特徴量のほとんどが有意水準5%のF比の限界値 $F(1, 98, 0.05) = 3.94$ より大きく、これら特徴量は大なり小なり本物と偽物との差を表わしていると考えられる。

3.3 距離の尺度と閾値の設定

署名照合は基本的には、与えられた未知署名を本物、偽物の2つのクラスに分類する問題である。しかし、一般の2クラス分類問題とは、つぎの相違点がある。つまり、一般の2クラス分類問題では、あらかじめそれぞれのクラスの性質が解っている場合が多い。しかし、署名照合においては本物の性質は既知であるが、偽物の性質は予測できない。よって、署名照合を行なう場合は、本物の署名から得られる情報だけに基いて真偽の判定をする必要がある。このような立場から Nagelら²⁾は、比較的簡単で解り易い判定基準を設けているので、筆者らもこれを採用することにした。

まず、照合のための距離をつぎのように定義する。

$$D = \left[\sum_{i=1}^m \left(\frac{f_i - \mu_i}{\sigma_i} \right)^2 \right]^{1/2} \quad (2)$$

ここで、 m は特徴量の数、 f_i は未知署名の*i*番目の特徴量、 μ_i 、 σ_i はそれぞれ本物の学習サンプルから計算した*i*番目の特徴量の平均値と標準偏差である。そして、この距離*D*が、ある閾値*T*に対して、 $D \leq T$ ならば本物、 $D > T$ ならば偽物と判定するわけである。

この閾値*T*の設定をつぎのように行なう。まず、 $z = (f_i - \mu_i) / \sigma_i$ とおき、全ての*i*に対して $z \leq z_0$ とすると(2)式は、

$$D \leq \sqrt{m} \cdot z_0 \quad (3)$$

となる。ここで、本物の各特徴量が平均 μ_i 、標準偏差 σ_i の正規分布をすると仮定すると、 z は標準正規分布をなす。そこで、未知サンプルを偽物とする棄却率 α に対する z の値を z_α として、次のように*T*を設定する。

$$T = \sqrt{m} \cdot z_\alpha \quad (4)$$

なお、本実験では棄却率を10%、5%、1%、0.5%の4種類に設定し、これらに対応する閾値を、それぞれ $T_{10} = 1.64\sqrt{m}$ 、 $T_5 = 1.96\sqrt{m}$ 、 $T_1 = 2.58\sqrt{m}$ 、 $T_{0.5} = 2.81\sqrt{m}$ とした。

3.4 照合実験

「木村」、「京兼」両署名とも、本物の署名データのうち奇数番目を学習サンプル(50個)、残りを照合サンプル(本物50個、偽物100個)として、前節で述べた方法に従って照合実験を行なった。実験に用いた特徴量は、分散分析の結果F比が有意水準1%のF比の限界値 $F(1, 98, 0.01) = 6.90$ を越えるものとした。ただし、 x_{is} と x_{iw} 、 S_{is} 、あるいは l_{is} と l_{iw} など相関が強いと考えられる特徴量の組合せがあるので、各特徴量間の相関係数を計算し、相関係数の絶対値が0.8以上の組合せについては、F比の大きい方を採用した。その結果、使用した特徴量の数は、「木村」については21個、「京兼」については14個となった。

表2に照合サンプルに対する照合実験の結果を示す。なお、学習サンプルについては、「木村」、「京兼」とも誤り率は0%であった。以下、簡単に検討を加える。

総合誤り率でみると、「京兼」については閾値 $T_{0.5}$ のとき0.7%で最小、 T_{10} で7.3%最大と比較的良好な結果を得た。これは、分散分析の結果、F比が100を越える特徴量が13あり、本物と偽物との差が使用した特徴量で十分表わされた結果と考えられる。しかし、「木村」については閾値 T_{10} で3.3%最小、 $T_{0.5}$ で45.3%最大と閾値が大きくなるにつれて、急激に誤り率が上昇している。これは、「木村」が文字線構造の比較的簡単な文字からなる署名であり、使用した特徴量では十分個性が表わされず、本物と偽物との距離があまり離れなかったためと考えられる。

また、「木村」の実験結果からも明らかなように、今

表1 分散分析結果
*は有意水準5%, **は有意水準1%で有意

特 徴 量	F 比		特 徴 量	F 比	
	「木 村」	「京 兼」		「木 村」	「京 兼」
g_x	48.12 **	46.79 **	y_{2s}	5.16 *	7.71 **
m_{2x}	38.35 **	273.26 **	y_{3s}	19.17 **	51.43 **
g_y	9.93 **	48.79 **	y_{4s}	15.86 **	—
m_{2y}	22.70 **	407.95 **	y_{1w}	48.72 **	99.66 **
x_{sw}	38.05 **	216.77 **	y_{2w}	41.00 **	65.04 **
y_{sw}	26.31 **	54.84 **	y_{3w}	1.03	134.64 **
S_{sw}	4.86 *	202.38 **	y_{4w}	6.19 *	—
S_{xw}	64.32 **	43.52 **	xy_1	62.72 **	12.94 **
l_{1s}	33.55 **	62.34 **	xy_2	65.78 **	5.50 *
l_{2s}	7.70 **	159.96 **	xy_3	58.21 **	110.61 **
l_{3s}	6.90 *	—	xy_4	13.52 **	—
l_{1w}	27.20 **	18.99 **	S_{1s}	0.65	0.31
l_{2w}	5.35 *	251.25 **	S_{2s}	0.46	3.09
l_{3w}	3.15	—	S_{3s}	37.45 **	48.76 **
x_{1s}	0.74	0.63	S_{4s}	41.11 **	—
x_{2s}	3.78	6.33 *	S_{1w}	3.97 *	117.46 **
x_{3s}	26.36 **	140.74 **	S_{2w}	0.52	100.01 **
x_{4s}	72.61 **	—	S_{3w}	16.97 **	22.32 **
x_{1w}	7.14 **	82.30 **	S_{4w}	34.29 **	—
x_{2w}	14.34 **	67.43 **	C_1	84.30 **	85.24 **
x_{3w}	61.02 **	6.24 *	C_2	182.67 **	162.16 **
x_{4w}	95.46 **	—	C_3	141.57 **	193.73 **
y_{1s}	20.72 **	11.48 **	C_4	4.90 *	—

表2 照合実験結果 (誤り率)

誤りの種類	「木 村」				「京 兼」			
	T_{10}	T_5	T_1	$T_{0.5}$	T_{10}	T_5	T_1	$T_{0.5}$
本物→偽物	2%	0%	0%	0%	4%	2%	0%	0%
偽物→本物	4%	26%	58%	68%	0%	0%	4%	11%
総 合	3.3%	17.3%	38.7%	45.3%	1.3%	0.7%	2.7%	7.3%

回用いた照合の方法は、考え方は合理的で解り易いが、偽物に対する事前情報を全く用いないため、どのようにして最適な閾値を設定するのかという問題がある。

4. む す び

既にかかれてある署名の自動照合のための基礎実験として、一定枠内に楷書横書きで書かれた本物を真似たりなぞったりしていない偽署名に対する照合実験を行なった。まず、署名の個性を表わす特徴量として、文字の大きさや配置に関する特徴量と、文字の概形を表わし文字線構造を反映する距離パターンの相関係数を定義し、これらの評価を一元配置分散分析を用いて行なった。この結果、定義した特徴量は大なり小なり何らかの個性を表わすことが明らかになった。また、簡単な距離計算による照合実験の結果、閾値の設定に問題はあるが、総合誤り率が「京兼」では最小0.7%、「木村」では3.3%と比較的良好な結果を得た。

今後の課題としては、つぎのようなものがある。

- (1) 実験データを大幅に増し、本照合方式の照合能力、閾値設定について十分な検討を行なう。
- (2) 照合に使用する特徴量の最適な組合せについての検討を行なう。
- (3) 今回用いた照合方式以外にも検討を行な

う。

(4) 精巧に偽造された署名の照合問題を扱うための基礎準備を行なう。

(5) 本実験の筆跡鑑定への応用を検討する。

最後に、日頃御指導頂く大阪大学産業科学研究所豊田順一教授に感謝いたします。また、データ収集に御協力頂いた本校電気工学科教職員の皆様に感謝いたします。

文 献

- 1) 白井：「個人の識別技術」，計測と制御，**20**，1，(1981).
- 2) R. N. Nagel, A. Rosenfeld: "Computer Detection of Freehand Forgeries", IEEE Trans. Comput. **C-26**, 9, pp. 895-905, (1977).
- 3) 吉村 他：「わく内自由手書き片仮名の筆者識別法の比較」，信学論(D)，**J63-D**，10, (1980).
- 4) 吉村 他：「筆者識別に影響する要因の分析」，信学論(D)，**J66-D**，1, (1983).
- 5) 尺長 他：「手書き文字の筆者識別」，信学技報，**PRL 82-94**, (1983).
- 6) 町野：「筆跡人間学」，サンケイ出版，(1978).

A Bidirectional S-type Negative Resistance Circuit using Photo-coupled FETs

Haruo Takahashi and Yoshihiro Yamamoto

ABSTRACT

A bidirectional negative resistance circuit constructed with a combinational connection of photo-coupled FETs is proposed, in which S-type negative resistance characteristics for both directions can be optically controlled by only an external light input.

Moreover, an application of the present circuit to the phase control operation of an alternatively applied voltage is demonstrated.

1. INTRODUCTION

Optocouplers are generally used in digital circuits as interface elements between circuits with different power supplies and without common ground, and as level translators for different logic families.

We have investigated the use of optocoupler as optronic functional elements [1,2] and demonstrated that an optocoupler with photo-Darlington configuration at the output side can be a one-port active device with a current controlled negative resistance by simple connection of the primary side to the second side in cascade [3].

A bilateral FET type optocoupler (a photo-coupled FET) was proposed by R. C. Chen and W. H. Sham which provided the advantages of optical isolation to the analog electronic functions of a linear, electrically variable, resistor and a bilateral a. c. switch [4].

It is the purpose of this paper to present a bidirectional negative resistance circuit constructed with only photo-coupled FETs by using the bilateral function of the FET [5,6].

The circuit indicates S-characteristics for both cases when the applied voltage is positive and negative, and holds the function to be controlled the S-characteristics for both directions at the same time with only an external light input.

An application of the present circuit to an optoelectronic phase control operation of an alternatively

supplied voltage is also demonstrated.

2. CHARACTERISTICS OF A PHOTO-COUPLED FET AND A NEGATIVE RESISTANCE CIRCUIT

A photo-coupled FET is an optocoupler which consists of an infrared emitting GaAs diode (LED) coupled to a symmetrical, bilateral silicon photo detector (FET).

Fig. 1(a) illustrates the circuit construction of this optocoupler and Fig. 1(b) plots the V-I characteristics, depending on the current I_D applied to the LED. The curve trace when I_D is zero is such that the output current is very small as long as the terminal voltage is below a certain voltage and suddenly increases due to the avalanche breakdown of

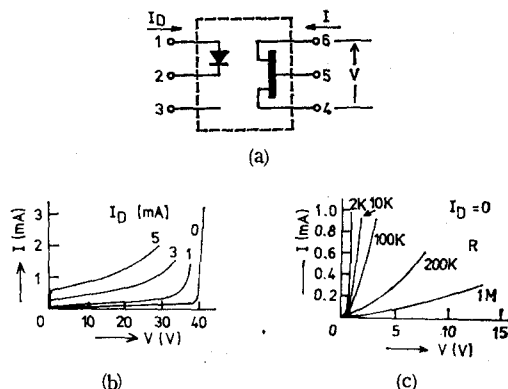


Fig. 1 Circuit construction of a photo-coupled FET (a), and V-I characteristics depending on I_D and on inserted resistance R between the terminals 5 and 4 (c).

the FET when the voltage reaches the sustaining voltage. Fig. 1(c) shows the changes of the V-I characteristics depending on the inserted resistor R between the terminals 5 and 4 (corresponding to the gate and the source) when the current I_D is kept at zero. This implies that the output current increases and the terminal voltage decreases with the decrease of the magnitude of the resistor.

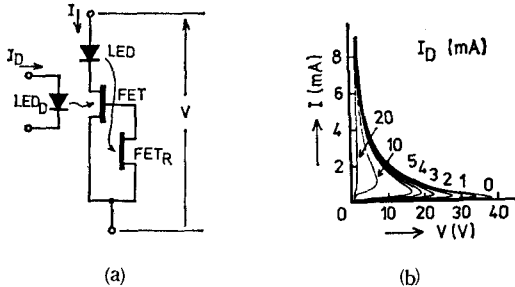


Fig. 2 Negative resistance circuit connection (a) and changes of the S-characteristics depending on I_D (b).

A negative resistance circuit may be constructed as shown in Fig. 2(a) with a combination of two optocouplers in such a way that the resistor inserted between terminals 5 and 4 is replaced with the same kind of the FET. The FET has the function of an electrically variable resistor, and the LED coupled optically to it is used for an optical positive feedback loop.

Fig. 2(b) shows the changes of the S-characteristics depending on the current I_D .

3. A BIDIRECTIONAL NEGATIVE RESISTANCE CIRCUIT

The FET used in the experiments holds a bilateral function having the electrically similar characteristics when the terminals 4 and 6 (corresponding to the drain and the source) are interchanged with each other. Hence the negative resistance circuit shown in Fig. 2(a) can be modified to a bidirectional negative resistance circuit by constructing the optical feedback loop for both directions when the applied voltage is positive or negative.

Fig. 3 shows the configuration of an optically controlled bidirectional negative resistance circuit (hence referred to as BNRC).

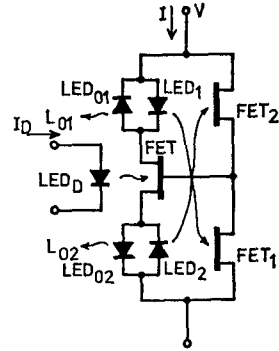


Fig. 3 A bidirectional negative resistance circuit using photo-coupled FETs [BNRC].

When the applied voltage is positive and reaches the avalanche breakdown voltage of the FET assuming that the external light input L_D , equivalently the current I_D , is zero, the FET may be turned on with the regenerative switching action of the optical feedback loop from LED₁ to FET₁. The current of the FET flows through the LED₀₂ connected inversely in parallel to the LED₂, because it prevents the current to flow for the positively applied voltage, and LED₀₂ emits the light output L_{02} . The BNRC indicates the same function as the circuit shown in Fig. 2(a).

On the other hand, when the applied voltage is negative, another optical feedback loop from LED₂ to FET₂ is formed and the current of the FET passes through the LED₀₁ added to the LED₁ in parallel, causing the light output L_{01} . The circuit presents the S-characteristics in the opposite direction when the applied voltage is negative.

As described above, functions of LED₀₁ and LED₀₂ in the present circuit are the same as those opposed to non-light emitting diodes, and LED₀₁ and LED₀₂ are employed in order to get light outputs.

Fig. 4 indicates the changes of the bidirectional S-characteristics due to the current I_D generating the external light input I_D .

It is observed that breakover voltage of both directions can be similarly controlled at the same time with only an external light input L_D (the current I_D).

This function presented by L_D may be applied to the optical control of the turn-on voltage level for an alternatively applied voltage.

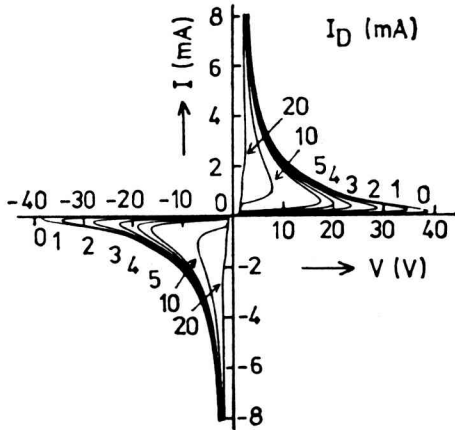


Fig. 4 Changes of the bidirectional S-characteristics depending on I_D .

4. APPLICATION TO PHASE CONTROL OPERATION

The function of the bidirectional negative resistance circuit [BNRC] shown in Fig. 3 is such that the external light input L_D changes the breakover voltages of the bidirectional S-characteristics at the same time, and can be then used for phase control operation of an alternatively applied voltage.

Fig. 5 shows the circuit diagram for phase control operation. The BNRC becomes ON and emits the phase controlled output light from both LED₀₁ and LED₀₂ when the instantaneous voltage levels for both directions of the supplied alternative voltage exceed the magnitudes of both positive and negative breakover voltages corresponding to the current I_D applied to the LED_D. Then the turn-on level (the phase angle) of the alternative voltage can be adjusted with the magnitude of the current I_D . Fig. 5 (b) plots the measured relation between the phase angle θ of the alternating voltage and I_D for the case of a positively applied voltage. A similar

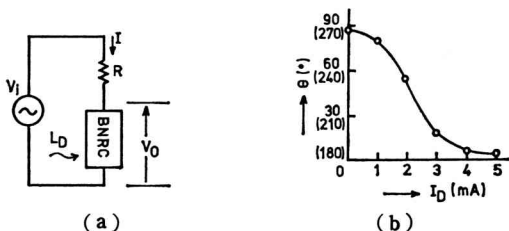
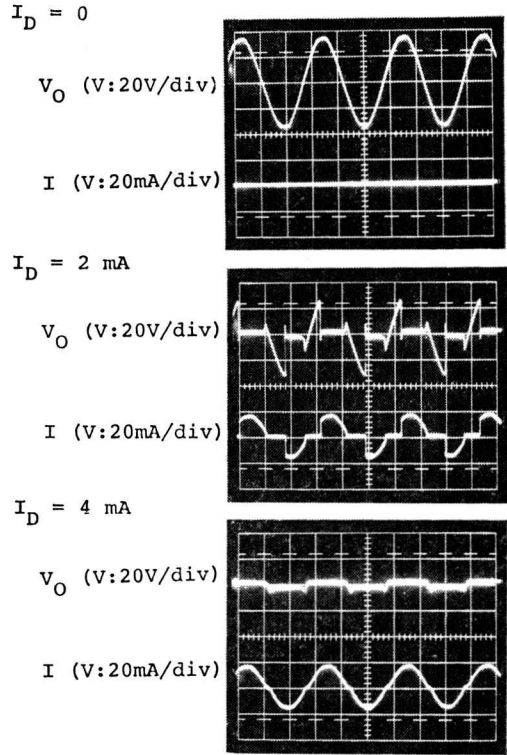


Fig. 5 Circuit diagram for phase control operation (a) and phase angle dependence on I_D (b).

curve trace can be obtained for a negatively applied voltage.

The operating waveforms depending on I_D when $R=2K\Omega$ and $V_i=25V$ (r.m.s.) are shown in Fig. 6.



$V_i=25V$ (r.m.s.), $R=2K\Omega$
(H: 5ms/div)

Fig. 6 Operating waveforms depending on I_D when $R=2K\Omega$ and $V_i=25V$ (r.m.s.): $I_D=0$ (a), $I_D=2mA$ (b) and $I_D=5mA$ (c).

5. CONCLUSION

In this paper, we have demonstrated that photo-coupled FET type optocouplers originally designed as circuit coupling devices can be utilized as optoelectronic functional elements with optically controlled negative resistance by a simple combinational connection of these optocouplers.

It has been shown that the present negative resistance circuit has the bilateral negative resistance characteristics, independent to the polarity of the applied voltage. It has been experimentally confirmed that the breakover voltage for both directions can be widely controlled with only an external light input, and that the optoelectronic phase control operation

ration can be easily realized.

ACKNOWLEDGEMENT

The authors would like to thank the professor J. Koyama and the associate professor H. Nishihara of Osaka University, the professor E. Shimizu of Osaka City University and the professor Y. Kitahama of Osaka Electro-Communication Institutes, for their continued encouragement and advice during this study.

REFERENCES

- [1] H. Takahashi and Y. Kitahama, "An optronic negative resistance circuit", IEEE J. Solid-State Circuits, (U.S.A), SC-9, 2. p79. April 1974.
- [2] H. Takahashi and M. Yamauchi, "Negative resistance characteristics of optocouplers", Trans. I.E.C.E., Japan, 60-c, 1, p62. Jan. 1977.
- [3] R. C. Chen and W. H. Sham III, "A bilateral analog FET optocoupler", IEEE Trans. Consumer-Electronics, CE-24, 3. p247. Aug. 1978.
- [4] H. Takahashi, M. Yamauchi and Y. Kitahama, "A negative resistance circuit constructed with an optocoupler and its applications", Trans. I.E.C.E., Japan, 61-2, 8. p497. Aug. 1978.
- [5] H. Takahashi, "Optronic controllable functions of S-type negative resistance circuits using photo-coupled. FETs", Trans. I.E.C.E., Japan. 66-c, 3. p234. March 1983.
- [6] H. Takahashi, "Optically controllable S-type negative resistance presented by a combinational connection of photo-coupled FETs", IEEE Trans. Electron-Devices, (U.S.A.). ED-30, 6. p647. June 1983.

レインボウホログラムの記録と再生過程 における光学的条件

宮 田 正 幸

Optical Conditions on Recordig and Reconstructing Process in the Rainbow Hologram

Masayuki MIYATA

本研究は、レインボウホログラムの色分散に関するH. CHEN氏の理論式を基に、その式の定量的解析を行った。これにより実際にレインボウホログラムの作成過程時における諸条件を決定するための評価基準が可能になった。

1. まえがき

イメージホログラムは、再生時にホログラム乾板前後に近接した像が観察される。このため再生時における色分散が比較的小さくできるので白色光あるいは比較的周波数帯域の広いスペクトルでも再生が可能となる。しかしイメージホログラムではホログラフィの特色である立体感が失なわれる。この欠点を解決するものとして1969年 S. A. Benton によりレインボウホログラムが考案された。このレインボウホログラムは縦方向の情報をカットし、比較的鮮明な像を白色光等により再生が可能となる。本研究はレインボウホログラムの色分散に関するH. CHEN の理論を基にレインボウホログラム作成時における諸条件を定量的に決定することを試みたものである¹⁾。

2. TWO-STEP Rainbow ホログラム

レインボウホログラムを作成するためには2段階の光学系を設定せねばならない。まず第1段階として3次元フレネルホログラムを作成する(以下これをマスターホログラムと呼ぶ)。次にマスターホログラムを再生し再生像をレインボウホログラムの近傍に結像させこれに参照光を与えてレインボウホログラムを作成する²⁾。このとき縦方向の情報をカットするため図1に示す様にマスターホログラムの後方に接してスリットを配置して実像を再生する。ここでO点は実像点Rは参照光が収れんする点、SLはスリット、H₁はマスターホログラム、H₂はレインボウホログラム、λ₁は単色光源の波長Wはスリットの幅、Sはマスターホログラムとレインボウホログラ

ムの距離をそれぞれあらわしている。

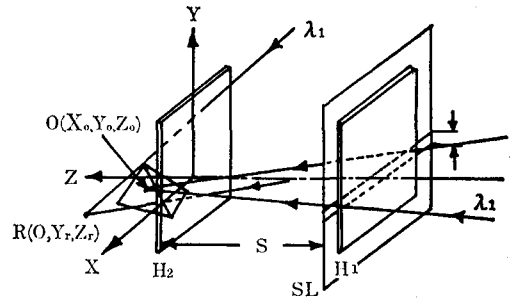


図1 レインボウホログラムの作成過程

2.1 レインボウホログラムの再生

図1の様にして作成されたレインボウホログラムにR点(O, Yr, Zr)より波長λの単色光源によって照射すると虚像I点(Xi, Yi, Zi)が再生される。作成時のマスターホログラムによる実像、波長λ₁、再生時の虚像、波長λの間には次の様な関係がある。ここで計算を簡単化するためη=1/Z, ζ=Y/Z, ξ=X/Zとおく以下の理論式は全てCHEN氏の理論に合せてある。

$$\eta_1 = \eta_r \left(1 - \frac{\lambda}{\lambda_1}\right) + \frac{\lambda}{\lambda_1} \eta_0 \quad (1)$$

$$\zeta_1 = \zeta_r \left(1 - \frac{\lambda}{\lambda_1}\right) + \frac{\lambda}{\lambda_1} \zeta_0 \quad (2)$$

$$\xi_1 = \frac{\lambda}{\lambda_1} \xi_0 \quad (3)$$

2.2 色分散に関するCHEN理論

レインボウホログラムが、作成時の参照光と共役なる位置より白色光源で照らされるとき、白色光に含まれる各々の波長成分は、各々の波長に相当する像を異った位置に再成する。そして全ての再生像は白色光源のスペク

トルにより波長分散を生ずる。この波長分散 $\Delta\lambda$ の基本式を CHEN 氏の理論で計算する。

ホログラム面から L なる距離に目があるとし、目のひとみの上端は高さ $Y = -P$ 、下端は高さ $Y = -P - D$ 、ここで D はひとみの直径とする。I 点 (X_i, Y_i, Z_i) が波長 λ に対する像であり、I' 点 (X_i', Y_i', Z_i') は波長 $\lambda' = \lambda + \Delta\lambda$ の像である。そして I_{α} 点 $(X_{\alpha i}, Y_{\alpha i}, Z_{\alpha i})$ をスリット上端の像点とし、 I_{β} 点 $(X_{\beta i}, Y_{\beta i}, Z_{\beta i})$ をスリット下端の像点とする。今解析を簡単にするため $Y-Z$ 平面に限定する。又スリットの上端点 α ($O, W/2, -S$) と下端点 β ($O, -W/2, -S$) を定める。ただ

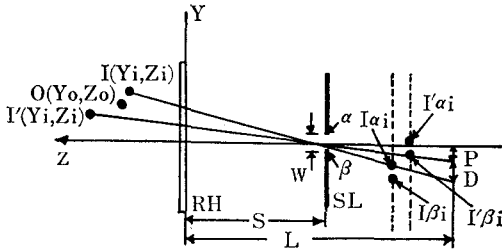


図2 波長幅 $\Delta\lambda$ に関する幾何学図

し W はスリット幅、 S はスリットからホログラム面までの距離である。(図2) $I(Y_i, Z_i)$ 、 $I'(Y_i', Z_i')$ はひとみに入ることのできる最小波長 λ の像及び最大波長 λ' の像点、 O 点 (Y_o, Z_o) はマスタ H より再生された実像点、 $I_{\alpha i}$ は波長 λ のスリットの上端で $I_{\beta i}$ は下端である。同様に $I'_{\alpha i}$ 、 $I'_{\beta i}$ は波長 λ' に対するスリットの上端及下端の再生像を示す。スリットに関する像点は式(1)~(3)において i を α_i 、 β_i とおき O を α 、 β とおけば全く同じ式で表わすことができる。このことより波長 $\lambda' = \lambda + \Delta\lambda$ における像は次式で与えられる。

$$\eta_i' = \eta_i + \Delta\eta = \eta_i + \frac{\Delta\lambda}{\lambda_1} (\eta_o - \eta_r) \quad (4)$$

$$\zeta_i' = \zeta_i + \Delta\zeta_i = \zeta_i + \frac{\Delta\lambda}{\lambda_1} (\zeta_o - \zeta_r) \quad (5)$$

$$\xi_i' = \xi_i + \Delta\xi_i = \xi_i + \frac{\Delta\lambda}{\lambda_1} \xi_o \quad (6)$$

図2において、もし波長 λ の光で観測者の目が像点 O を見る際にその波長が最小波長ならば I 点 (Y_i, Z_i) からの光線はスリット上端の像点 $I_{\alpha i}$ を通ってひとみの下端 P_1 ($-P-D, -L$) に、一方波長 $\lambda' = \lambda + \Delta\lambda$ としてもそれが最大波長なら I' (Y_i', Z_i') からの光線はスリット下端の像点 $I'_{\beta i}$ を通ってひとみの上端 P_u ($-P, L$) に入らねばならない。これより次の関係式が得られる。

$$(\zeta_i' + \rho\eta_i') (1 + L\eta'_{\beta i}) = (\zeta'_{\beta i} + \rho\eta'_{\beta i}) (1 + L\eta'_i) \quad (7)$$

$$\{\zeta_i + (P+D)\eta_i'\} (1 + L\eta_{\alpha i}) = \{\zeta_{\alpha i} + (P+D)\eta_{\alpha i}\} \times (1 + L\eta_i) \quad (8)$$

以上の式より次の関係式が得られる。

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = - \frac{(D+W)Z_o Z_r + LWZ_o + DSZ_r + \frac{\lambda}{\lambda_1} LW(Z_r - Z_o)}{\frac{\lambda}{\lambda_1} L \{S(Y_r - Y_o) - Y_o Z_r + Y_r Z_o\}} \quad (9)$$

2.3 像の色分散

再生像の位置は照明光源の波長に依存しその扱いは不鮮明な再生像の原因となる。図3において2つの像点 I 、 I' を観測者が区別するなら再生像は不鮮明にみえる。目から I と I' の垂直方向の分離距離を ΔS_y とすると次式で与えられる。

$$\Delta S_y = \frac{Z_o Z_r \{S(y_o - y_r) + Y_o Z_r - Y_r Z_o\}}{\left\{Z_o \left(1 - \frac{\lambda}{\lambda_1}\right) + Z_r \frac{\lambda}{\lambda_1}\right\}^2 \{(S+Z_o)^2 + Y_o^2\}^{1/2}} \cdot \frac{\Delta\lambda}{\lambda} \quad (10)$$

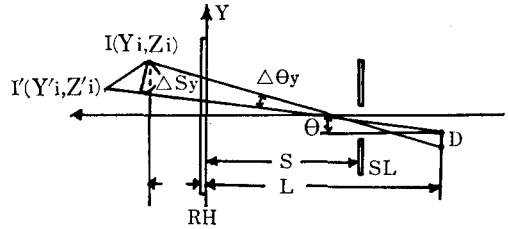


図3 垂直方向のレインボウホログラムの色分散

図3より $\Delta\theta_y$ の値は次式の様にする。

$$\Delta\theta_y \approx \frac{S + Z_o}{(L + Z_o) \{(S + Z_o)^2 + Y_o^2\}^{1/2}} \cdot \Delta S_y \quad (11)$$

同様に水平方向の色分散は次式となる。

$$\Delta\theta_y \approx \frac{Y_o Z_o Z_r (S + Z_r)}{(S + Z_o) (L + Z_o) \left\{Z_o \left(1 - \frac{\lambda}{\lambda_1}\right) + Z_r \frac{\lambda}{\lambda_1}\right\}^2} \cdot \frac{\Delta\lambda}{\lambda} \quad (12)$$

もしホログラム像が光学軸に近いとき ($X_o \approx O$) で水平軸方向の色分散は生じない。

3. 具体的な数値例

高品質のレインボウホログラムを作成する条件は $\Delta\lambda$ 、 ΔS_y 、 $\Delta\theta_y$ 等を出るだけ小さくすれば良い。そのためには各々の関数に含まれる変数間の関係を知りその最適値見つけ出さねばならない。ホログラムの作成に当っては実際に用いる光学装置によって種々の制約をうけるので、筆者の研究室の実験装置を例にとって具体的な数値を表1の様決定した。これらの値をもとにして具体的な数値計算を行った。

(1) $(S + Z_o)$ について……………図4(a)

$$\Delta\lambda = \frac{-\lambda_1 Z_r D}{Y_r (S + Z_o) + C_1} + \frac{-\lambda_1 Z_r D W Z_o}{Y_r (S + Z_o) \{(S + Z_o) + C_1\}} - \frac{\lambda Z_r D W}{Y_r (S + Z_o)}$$

$$= \frac{2962}{(S+Z_0)+17.5} - \frac{3949}{(S+Z_0)\{(S+Z_0)+17.5\}} + \frac{1863}{(S+Z_0)} \quad (\text{\AA})$$

表1 グホロラム作成のための設定例

$\lambda_1 = 6328 \text{\AA}$	(He-Ne Laser 出力 20mW)
$\lambda = 5970 \text{\AA}$	(白色光源の任意の波長)
$D = 0.3 \text{cm}$	(ひとみ直径)
$S = 19.5 \text{cm}$	$W = 0.2 \text{cm}$
$Y_0 = 0 \text{cm}$	$Z_0 = -2 \text{cm}$
$Y_r = -50 \text{cm}$	$Z_r = 75 \text{cm}$
$L = 37 \text{cm}$	

$$\Delta S_y = \left| \frac{Z_0 Y_r Z_r}{\left\{ Z_0 \left(1 - \frac{\lambda}{\lambda_1} \right) + Z_r \frac{\lambda}{\lambda_1} \right\}^2} \frac{1}{\lambda} \right| \Delta \lambda$$

$$= 2.420 \times 10^{-4} \Delta \lambda \quad (\text{cm})$$

$$\Delta \theta_y = \left| \frac{1}{(S+Z_0)+C_2} \right| \Delta S_y$$

$$= \frac{1}{(S+Z_0)+15.5} \frac{180}{\pi} \Delta S_y \quad (^\circ)$$

(2) Wについて………図4(b)

$$\Delta \lambda = 501.7W + 80.04 \quad (\text{\AA})$$

$$\Delta S_y = 2.420 \times 10^{-4} \Delta \lambda \quad (\text{cm})$$

$$\Delta \theta_y = 1.638 \times \Delta S_y \quad (^\circ)$$

(3) Y₀について………図4(c)

$$\Delta \lambda = 2023 \times \frac{1}{(11.22 - Y_0)} \quad (\text{\AA})$$

$$\Delta S_y = 4.84 \times 10^{-6} \frac{75.00 Y_0 - 875.0}{(306.3 + Y_0^2)^{1/2}} \Delta \lambda \quad (\text{cm})$$

$$\Delta \theta_y = 0.6 \frac{1}{(306.3 + Y_0^2)^{1/2}} \frac{180}{\pi} \Delta S_y \quad (^\circ)$$

以下同様にして Z₀, Z_r, Lについて求めたものを図4(d)(e)(f)に示す。図の縦軸の値はグラフ上の読み値に対し Δλ は700Å倍, ΔS_y は0.14cm倍, Δθ_y は0.14倍したものを表わす。

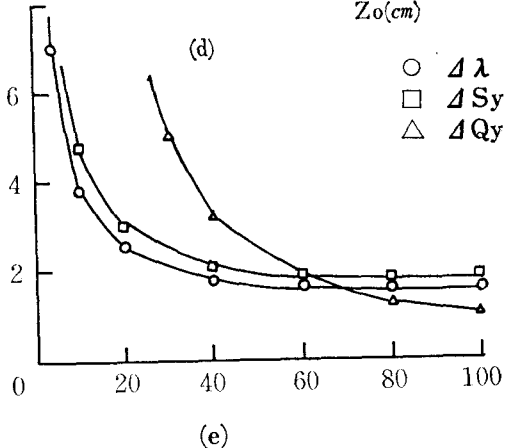
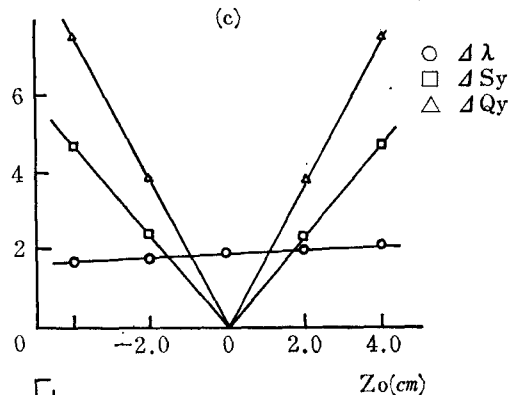
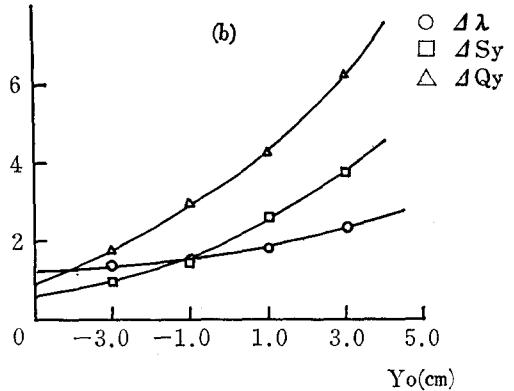
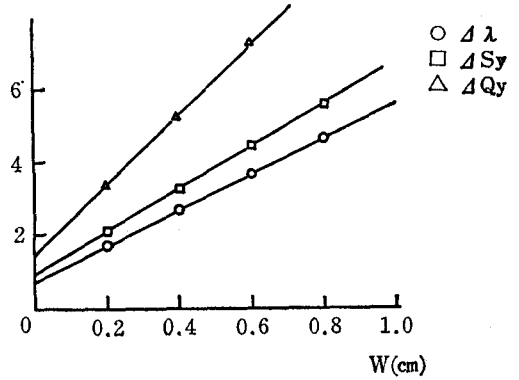
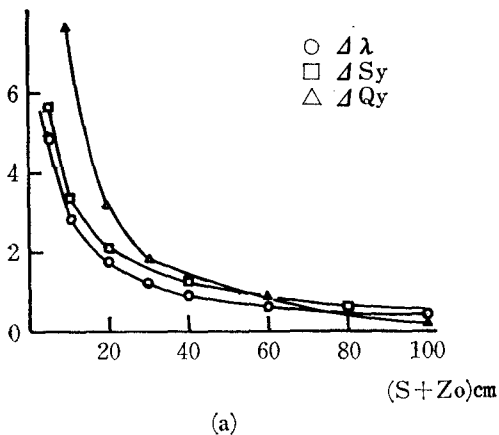


図4 種々の変数に対する色分散

以上のグラフから不鮮明さの度合が直観的に把握することが出来る。又回折効率に関係すると思われる W については一次関数的変化しその定量的な値が示された。

4. む す び

H. CHEN 氏の理論にもとずいてレインボウホログラムを作成する場合における種々の変数について計算して来た。今後実際ホログラムを作成する場合種々の変数とホログラムの特性との関連について考察する。(1)明るい再生像が得られることいいかえると回折効率の高いホログラムを作成することでありこれにはスリット幅が関係してくる。(2)立体感をより強調するためには Y_e , Z_0 を

考えればよい。(3)視域の大きなホログラムに対しては Y_r , Z_r , L 等の変数に注目すればよい。これらの変数に対して一応の評価基準が得られたものと思われる。

なお、ご協力をいただいた唐橋聡君に感謝の意を表します。

文 献

- 1) Hsuan Chen : Color blur of the rainbow hologram, APPLIED OPTICS VOL. 17, (1978).
- 2) 齊藤, 岩田, 鈴木 : 良いレインボウホログラムを作るために, 光学 8 (1979)。

遺跡出土木材の保存法に関する基礎的研究(第1報)

出土木材のPEG含浸過程について

石 垣 昭

Fundamental Study on The Conservation Method of Waterlogged Wood. I. Study on The Impregnation Process of Waterlogged Wood with PEG.

Akira ISHIGAKI

Cubic test pieces (3×3×3 cm³) of waterlogged hardwood specimens have been impregnated in 20% aqueous PEG solution. Weight changes of the test pieces suspended in the PEG solution have been measured. The relationship between the weight change and the elapse of time can be derived as following equation.

$$[m_{\infty} - m(t)] / [m_{\infty} - m_0] = e^{-t/\tau}$$

The τ value is a characteristic index of the wood specimen for rate of the impregnation.

1. 緒 言

我が国のように雨量が多く、しかも保水性の粘土質の地層が広く分布している地域では、含水率の高い地層から、古代の木製遺物が出土する場合がある。これらの遺物は外気と遮断され、酸素欠乏状態で存在するため、地表にある場合に比較して空気中の酸素や太陽光線、気象の変化の影響を受けることが少なく、また人為的損壊や好気性微生物および菌類による腐食作用から保護されているため、比較的埋没当時の原形を維持して出土する。例えば、大阪府下で発掘された木製修羅や、近時奈良県下の山田寺東回廊跡で発掘された飛鳥時代の木造建築用材等の出土遺物は考古学、歴史学、建築史等の未解明の空白部を埋める貴重な文化遺産として社会的に、学問的に大きな注目を集めた。

しかし、これらの出土木材は長期間の埋没中に嫌気性微生物による分解作用を受け、また地下水の浸透による分解物の流失によって木材の骨格となる繊維細胞の主成分であるセルロースとヘミセルロースの大部分を欠き、比較的微生物による分解を受けにくい繊維細胞間の充填物であるリグニンを残して、かろうじてその形態を維持している。この傾向は針葉樹よりも広葉樹において顕著であり、山田寺回廊跡から出土した連子窓の用材である檜は崩壊の程度が少ないが、これと比較してエンタシスの様式を示して注目された柱の用材は樟であるため、極めて崩壊しやすい状態となっており、移送時には発泡ウ

レタンを周囲に注入して処理しなければならなかったとされている。

このように木製の出土遺物は極めてもろい空隙の多い状態となっており、出土時はこの空隙中に水分が充満しその量は絶乾物の重量の200~1500%に達することが報告されている¹⁾。そのまま放置すると外力により損傷しやすく、また空気酸化を受けて表面から変色し、同時に自然乾燥により収縮して変形したり、割れや反りを生じて容易に原形に復元することができなくなる¹⁾。

出土した木製遺物は出土時の形態を正確に保って保存する必要があり、これまで各種の処理法が検討されてきた。現在、小型の出土遺物についてはヒープチルアルコール凍結乾燥法およびアルコールエーテル樹脂法やその改良法が実用化されている。大型の遺物についてはPEG含浸法が現時点で最善の方法とされている²⁾。しかし、これらの方法は決して完全な方法ではなく、欠点も持っている。特にPEG含浸法の最大の難点は含浸処理に長時間を要することで、遺物が大型化するほど処理に要する期間が長くなる。例えば直径10cmの丸太で1.5年、さらに大型の遺物では数年を要するとされている。

現在、山田寺東回廊跡をはじめとして木製の大型出土遺物がつぎつぎと発掘されており、それらの遺物を処理するための装置の大型化と同時に処理時間の短縮化が文化財保存上の大きな関心事となりつつある。

本研究は出土木材のPEG含浸過程についての基礎的実験を行ない、含浸時間の短縮化に必要な知見を深め、

短縮化の可能性を追求することを目的とする。

本報告ではこれまで余り解明されていない含浸速度を支配する因子を解明するための基礎となる指標を求める方法を検討し、その指標を用いて界面活性剤添加の含浸時間短縮効果の判定に応用した結果について報告する。

2. 実験方法

2.1 試料片の作製と含水率の測定

試料として奈良国立文化財研究所より提供された広葉樹の出土材を使用した。同一試料の辺材部より約 1 cm 周辺の内部より試料片を 1 辺 3 cm の立方体として数個切りとり実験用試料片とした。同時に、この近傍より約 2 g の小片を 5 個切りとり含水率測定用試料とし、105°C で恒量に達するまで乾燥し絶乾重量を測定した。初期重量と絶乾重量の差を後者で割ってその平均値を含水率とした。

2.2 含浸過程の経時的重量変化の測定

試料片を PEG4000(和光純薬 K K 試薬, 分子量 3,000) の 20% 溶液に浸漬し、液中に吊り下げた状態での重量を一定時間毎に測定した。天秤は島津電子天秤 LIBROR-EB 280 (感度 1mg) を使用し、床下秤量法により測定した。

3 個の試料片の含浸処理時間をそれぞれ 1 週間、2 週間、3 週間に設定し、この間の重量の経時変化を比較するためデータを採取した。何れの試料片も木口面を上下にして含浸した。

含浸槽は温度を $25 \pm 0.3^\circ\text{C}$ に保つため恒温槽に入れ、水分の蒸発による PEG 溶液の濃度変化を防ぐため、重量測定時以外はサランラップをかぶせて蒸発を防いだ。

2.3 界面活性剤の添加効果の測定

界面活性剤の中から浸透性に優れ、湿潤剤、乳化剤として広く用いられている dioctyl sodium sulfosuccinate (商品名 Aerosol OT 和光純薬 K K 試薬) を選び、20% PEG 水溶液に 0.1% 含有させ、界面活性剤を含まない液を対照液として含浸速度に差があるかどうかを比較検討した。

3. 結果と考察

3.1 試料の含水率と比重

試料の含水率はサンプリングした 5 個のサンプルの平均値として 860% の値を得た。これは広葉樹の出土材としては一般的な数値である¹⁾。

表 1 に含浸過程の基礎的検討に最初に使用した試料材より調製した試料片の重量と 25°C の水中に吊り下げたときの重量およびこれより計算したみかけの体積と比重を示す。この結果より各試料片のみかけの体積は 1 辺が 3 cm の立方体より予想される 27cm^3 よりやや大きめと

なっている。

各比重は 20% PEG4,000 の 25°C での比重の実測値 1.032 より僅かに大きく、かろうじて試料片が浸漬液に沈む程度である。ただし、ここに示す試料片の重量は表面からの水分の蒸発によって変化したり、測定時の表面の濡れの程度により変化するので、これらの数値をもとにした体積と比重の値は参考値にとどめる必要がある。

表 1 試料片の重量, 体積, 比重

試料No.	重量 g	水中の重量 g	体積 cm^3	比重 (25°C)
1	31.79	1.42	30.37	1.047
2	30.76	1.39	29.37	1.047
3	31.48	1.46	30.02	1.049

3.2 PEG 含浸過程の重量変化

出土木材の含浸過程を重量の変化で追跡することは、保存処理の研究上重要な手段である。この実験方法は保存技術の研究者らによって原理的に確立されている。一般的には含浸液に浸漬した状態での試料片の重量の変化を求める方法がとられている。

ただし、従来の測定結果は比較的感度の低い天秤を用いているので定量的な再現性のある結果として精密な議論をする対象とはなっていない³⁾。

本研究ではマイクロコンピュータを内蔵した電子天秤を用いて感度 1mg で 3.2 秒間に 16 回の繰返し測定を自動的に行ない平均値を瞬時に表示する方式により、飛躍的に精度を高め、結果に対する定量的考察を可能とした。図 1 にその結果を示す。

3 個の試料は No. 1 が 1 週間、No. 2 が 2 週間、No. 3 が 3 週間とそれぞれ処理時間を異にしているが、No. 1

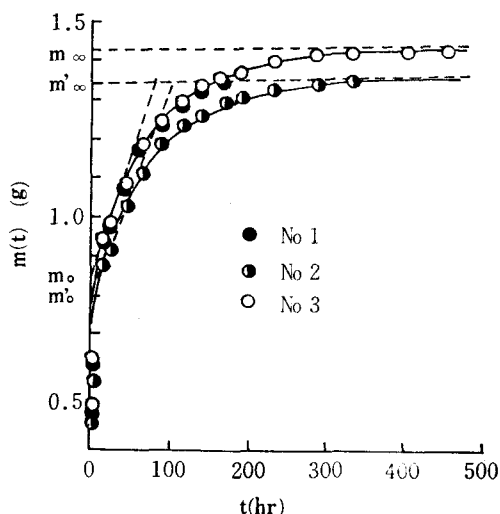


図 1 20% PEG 含浸過程の重量 $m(t)$ の変化(1), 25°C

と No. 3 の試料はほぼ同じような重量変化曲線を示す。しかし、No. 2 は表 1 に示すように重量が他の二者よりは、やや小となっているので、その重量変化曲線も低めとなっている。

このように試料片の重量のバラツキによって各試料の重量変化は異った経過をとるが、出土木材のような崩壊しやすい材料から形態や重量が均一にそろった試料を多数用意することは難かしい。そこで重量や形に多少の差があっても、重量変化曲線から同一原材料から切り出した試料片に固有の値を指標として求めることができれば大きな意義がある。そこで図 1 の曲線から重量増加の上限となる値 m_{∞} と含浸初期の重量増加曲線の傾きより求めた m_0 (図 1 参照) の値から次式に示す函数 $f(t)$ を定義し、その時間 t との相関を求めた。

$$f(t) = \ln \left\{ \frac{m_{\infty} - m(t)}{m_{\infty} - m_0} \right\} \dots\dots\dots(1)$$

$m(t)$: 時間 t における重量値

$f(t)$ と t の相関を図 2 に示す。この図から明らかのように 3 個の試料片の含浸曲線より得られたすべての値が原点を通る同一の直線上に集まる事が判明した。ただし、No. 1 と No. 3 の測定値は同一曲線上に存在するので図 2 には No. 2 と No. 3 で代表して示した。

この結果 3 個の試料片の含浸曲線は次式に従う。

$$f(t) = -t/\tau \quad (\tau \text{ は定数}) \dots\dots\dots(2)$$

(1), (2) 式より (3) 式を得る。

$$\frac{m_{\infty} - m(t)}{m_{\infty} - m_0} = e^{-t/\tau} \dots\dots\dots(3)$$

この式は含浸過程の研究にとってどのような意味を持っているのであろうか。 $t = \tau$ のとき右辺は e の逆数となり 0.368 となる。これは 20% PEG に浸漬した直後、試料の表面の水分が急速に置換し、その後ほぼ定常的に

内部への PEG の浸透と内部からの水分の滲出が安定状態で開始された状態の重量 m_0 から、完全に内部の水分が含浸液と置換した状態の重量 m_{∞} に達するまでの変化を 100% とすると τ 時間後には 63.2% まで含浸が進行した状態となっていることを示す。

また左辺を 0.5 と置くと、50% の含浸状態となるまでの時間 $T_{1/2}$ を定義することができる。

$$T_{1/2} = 0.693 \tau \dots\dots\dots(4)$$

これに類する値に放射性元素の崩壊反応の半減期があり、この値によってその試料の含浸処理における処理速度を定量的に判定するための指標とすることができる。これらの値は単に 20% PEG を含浸液とする場合のみならず、他の含浸液を使用する場合にも応用可能である。

図 2 の結果から明らかなように、25°C で処理した同一出土木材より切り出した試料片の $T_{1/2}$ が一致することから、同一の材より調整した互に近い部位にある試料片であれば多少の形や重量の違いはあっても、表層を除く試料片の水分の 50% が含浸液で置換される時間は、処理条件が同じであれば同じ $T_{1/2}$ であらわすことができる。図 1 に示す試料片の場合、図 2 より τ 値は 80 時間となり、 $T_{1/2}$ は 55.4 時間という結果が得られる。

このように原材料に固有の時間の単位を有する指標が得られることは重要な意味を持つ。例えば、界面活性剤の含浸液への添加が処理時間の短縮に有効かどうか、また、含浸温度や含浸液の粘度が処理速度にどのような影響があるか等を定量的に判定するための手がかりをこの指標は与えてくれる。この τ 値を **含浸速度指数** と称する。

3.3 界面活性剤添加の含浸時間短縮効果の判定

出土木材の含浸処理時間短縮のために含浸液に界面活性剤を添加することは既に検討されている。沢田氏らは含浸液中に代表的な湿潤剤であるスルホサクシネート型アニオン活性剤サンモリン OT (三洋化成 K. K 製) を添加し、無添加の対照試料と比較しながら重量変化曲線を調べている。しかし、効果がある可能性はあるが、はっきり効果があるかどうかは問題がある。出土木材を一種の多孔体と考えると多孔体への液の浸透は多孔体を濡らしやすいほど強く、いわゆる優先浸透現象によって濡れの弱い液は強い液におしのけられるとされている⁴⁾。したがって界面活性剤の添加によってより濡れやすい性質があらわれれば含浸速度が大となる可能性はある。

この点を明らかにするために湿潤浸透効果が大きいとして現在最も汎用されているスルホサクシネート型アニオン活性剤について再度検討し、無添加の場合の含浸速度指数と比較することとした。使用した Aerosol OT はサンモリン OT と同じ成分を含んでいる。

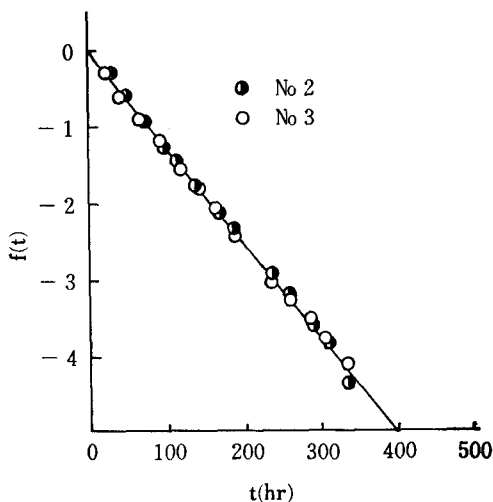


図 2 函数 $f(t)$ と時間 t の相関関係(1), 25°C

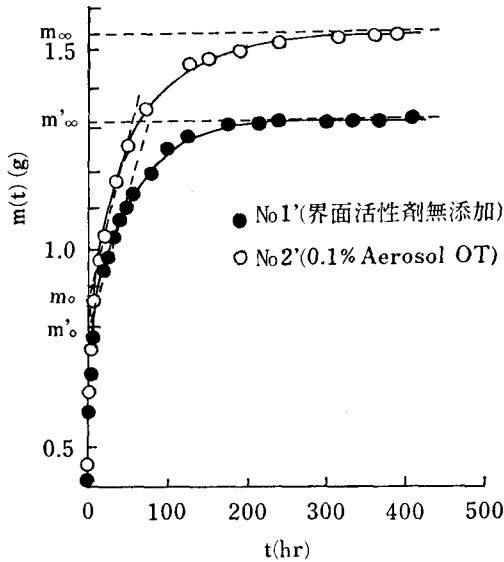


図3 20% PEG 含浸過程の重量 $m(t)$ の変化(2), 30°C

出土木材試料として奈良国立文化財研究所より提供して載いた広葉樹材の試料片 ($3 \times 3 \times 6 \text{ cm}^3$, 含水率840%, みかけ比重1.021) を二分し, 試料片No. 1' (30.28 g) とNo. 2' (34.93 g) を調整し, No. 1' を無添加, No. 2' を界面活性剤添加の20% PEG溶液に含浸し, その重量変化曲線から含浸速度指数 τ を求め比較した。なお, 含浸温度は室温の関係から 30°Cで行なった。結果を図3および図4に示す。

図4より 30°Cでの界面活性剤を添加しない場合の τ 値は55.3時間であるのに対して, 0.1% Aerosol OT 添加の場合の τ 値は58.9時間となりほとんど差がないが, 逆に無添加の方が含浸速度が若干大となる傾向になっている。このことから界面活性剤のすべてに効果がないとはいえないが, この活性剤の添加による含浸時間の短縮は余り期待できないと判定できる。ただ, 25°Cの τ 値が

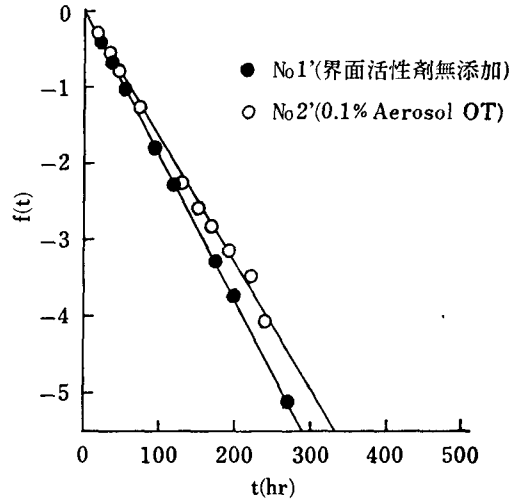


図4 函数 $f(t)$ と時間 t の相関関係(2), 30°C

80時間であることから, むしろ含浸温度を高めることの方が含浸時間短縮に有効と考えられる。ただし使用した試料に若干違いがあるのでさらに検討を要する。

謝 辞

本研究は昭和57年度特定研究経費によって行ったものである。研究にあたり実験ならびに試料等について, ご教示や便宜を載いた奈良国立文化財研究所沢田正昭氏ほか所員の皆様に厚くお礼申し上げる。

文 献

- 1) 松田, “考古学・美術史の自然科学的研究” p. 602 (1980) 日本学術振興会
- 2) 沢田, 化学の領域, **31**, 1082 (1977)
- 3) 増沢, 西山, 保存科学研究室紀要, **3**, 39 (1974)
- 4) 日本化学会編 “界面化学” p. 114 (1956) 丸善

不均一系光触媒プロセスによる界面 活性剤溶液の処理*

泉 生 一 郎 ・ 京 兼 純

Heterogeneous Photocatalytic Oxidative Decomposition of Surfactant*

Ikuichiro IZUMI, Jun KYOKANE

ABSTRACT

The heterogeneous photocatalytic decomposition of surfactant on platinized TiO_2 was studied mainly from the viewpoint of solar energy utilization for removing pollutants in waste streams. For photodecomposition with increased reactivity due to partial coverage of n-type semiconducting powder particles with platinum, the catalyst powders proved to be most efficient in the presence of molecular oxygen. Laurylbenzenesulfonate, one of anionic surfactants, was photocatalytically decomposed via hydroxylation process to carbon dioxide with a Xe light source. A mechanistic interpretation based on miniature short-circuit photocell processes occurring on the particle is proposed.

1. 緒 言

太陽エネルギーの化学的変換利用に関する研究は、今日もっとも重要な課題の一つとなっている。不均一系光触媒反応による、バイオマスからの水素製造¹⁾や光合成²⁾に関する研究も、そのような観点から活発に行われている現状である。しかし、太陽エネルギーを利用する限り、その光強度において基本的に弱点を有しているため、迅速性を要する目的には適さないであろう。むしろ、反応が遅くとも確実に、そして経済的に有害物質が処理できるならば、不均一系光触媒が廃水処理の分野に応用される可能性が大きいと考えられる。このような意味から、すでに n 型半導体粉末触媒を用いて、 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ の Cr^{3+} への光触媒還元³⁾、 CN^- と SO_3^{2-} の OCN^- と SO_4^{2-} への光触媒酸化^{4),5)}などの研究が報告されている。なお、著者らは Pt を担持した TiO_2 粉末触媒によって、ベンゼンや種々のアルカンが CO_2 にまで完全酸化され得ることを明らかにしている^{6),7)}。これは難分解性有機化合物の処理が可能であることを示唆している。そこで本研究では、上記半導体触媒を用い、酸素雰囲気下で界面活性剤溶液の光分解処理を試み、一応の成果を得たのでここに報告する。

2. 実 験

2.1 半導体粉末触媒の調製

本実験で使用した Pt 担持 TiO_2 粉末触媒は、Bard 法⁸⁾と同様にアナターゼ型 TiO_2 粉末上に Pt をメッキする方法により、以下のようにして調製した。

まず、塩化白金酸 2.0g を 60ml 酢酸に溶かし、2 回蒸留水で約 120ml に希釈した溶液を炭酸ナトリウムで pH 5~6 に調整する。この溶液に TiO_2 粉末を懸濁させ、かくはんしながら 30 分間窒素通気を行った後、さらに窒素通気を続けながら、1 kW Xe ランプで上澄液が無色透明になるまで光照射を行った。得られた触媒粉末を蒸留水で十分に洗浄して吸引ろ過し、ろ液が無色になるまで 1 N 塩酸で、続いて 30ml 濃塩酸で、さらに蒸留水で、そして最後に 100ml メタノールでそれぞれ洗浄して、50°C で乾燥させて、実験に供した。

2.2 界面活性剤溶液の光分解処理

界面活性剤溶液の光分解処理の実験は、パイレックス製ナス型フラスコ内に半導体粉末触媒を懸濁させた界面活性剤溶液を入れ、スターラーでかくはんしながら 1 kW Xe ランプで光照射することによって行った。発生した気体を、0.2M 水酸化ナトリウム溶液に水酸化バリウムを飽和させて作ったアルカリ性水酸化バリウム溶液に通じ、炭酸バリウムの沈殿量より、発生した炭酸ガス量を重量法で求めた。

*昭和58年4月日本化学会第47春季年会(京都)にて一部発表

なお、アニオン界面活性剤については、溶液内に残存する界面活性剤の量をメチレンブルー法¹⁰⁾で求めた。すなわち、水 500ml に硫酸 12g を除々に加え、冷却後、メチレンブルー 0.03g と無水硫酸ナトリウム 50g を溶解し、水を加えて 1l としたメチレンブルー溶液 10ml に、クロロホルム 10ml と光照射後の処理液 3ml を加え、分液ロートで十分振とうした後、静置分層させて得られたクロロホルム層について分光分析を行って定量した。

2.3 線型電位走査法によるボルタンメトリー

既報¹⁰⁾と同様の方法でボルタンメトリーを実施した。光電気化学測定では、ガラスセル内の作用極に、平らな照射窓を通じて 500W 超高圧水銀燈から集光しない状態で光照射して行った。作用極は、金属 Ti 板 (1.2cm²) を空気雰囲気下、600°C の電気炉内で処理して作られた TiO₂ 薄膜電極で、対極には平滑 Pt 板 (3.1cm²) を使用した。支持電解質には 1M 硫酸カリウムを用い、30°C で測定を行った。

3. 実験結果と考察

3.1 光触媒による界面活性剤の分解

アニオン界面活性剤としてラウリルベンゼンスルホン酸ナトリウム*1 (以下 LBS と略す) を採用し、その 100ppm 溶液 100ml に Pt 担持 TiO₂ 粉末触媒 (重量比で 1:10) 0.2g を懸濁させ、酸素通気下で 1kW Xe 光を照射した場合の LBS の分解効率を Fig. 1 に示した。メチレンブルー法により未反応 LBS を定量することから求めた分解効率 (Decomposition efficiency) は、8 時間の光照射でほぼ 100% に達している。また、界面活性剤の特徴ともいえるかくはんによる泡立ち、約 4 時間の光照射で完全に消滅した。一方、LBS に含まれる全炭素数のうち炭酸ガスにまで酸化分解された炭素数の割合として表わした脱炭酸効率 (Decarboxylation efficiency) は、8 時間光照射でさえ 42% であった。このように分解効率と脱炭酸効率との間に大きな差異を生じるのは、LBS が光触媒上で炭酸ガスにまで直接分解するのではなく、安息香酸や種々のアルカンの光触媒酸化でみられるように^{10,11)}、アルコール類のようなヒドロキシル化された中間生成物を経て完全分解に至っているためと考えられる。

Fig. 2 には、25% LBS 含有の市販合成洗剤 100ppm 溶液 100ml について同様な実験を行った結果を示した。図から明らかなように、光照射 5 時間ですでに分解効率 100%、脱炭酸効率 75% に達した。LBS 分子中の直鎖炭素原子が占める割合は最高 67% 弱であることから、後

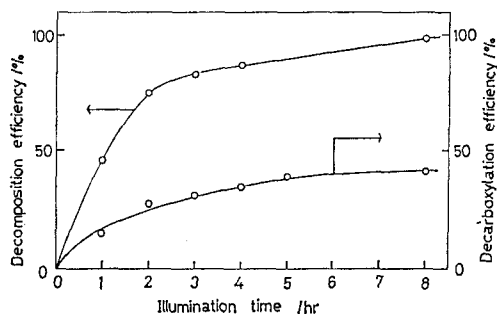


Fig. 1 Decomposition and decarboxylation efficiencies of LBS on platinized TiO₂ with 1kW Xe light
Solution: 100ml of 100ppm LBS solution
Catalyst: 0.2g platinized TiO₂

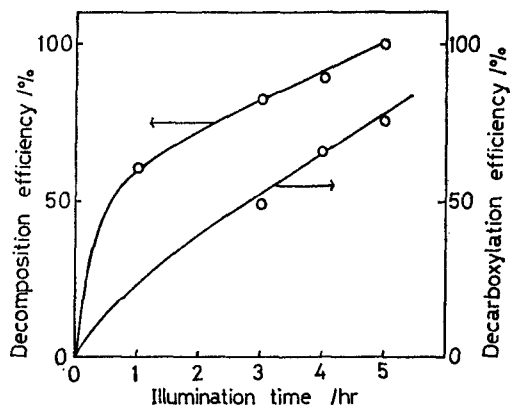


Fig. 2 Decomposition and decarboxylation efficiencies of synthetic detergent (containing 25% LBS) on platinized TiO₂ with 1kW Xe light
Solution: 100ml of 100ppm synthetic detergent solution
Catalyst: 0.2g platinized TiO₂

者の効率には LBS 分子の芳香環の開裂をも意味しており、分子全体が完全酸化され得ることを示唆するもので、非常に興味ある重要な結果である。

次にいくつかの制限した条件下における LBS の分解について検討を行った。Table 1 の結果はいずれも 1000 ppm LBS 溶液 100ml について 3 時間反応させたものである。そこで明らかなように、LBS は酸素雰囲気下での光触媒反応によって分解が最も効率良く起こっている。なお、カチオン界面活性剤であるラウリルアミン塩酸塩について、LBS 分解の最適条件下で光分解を試みたが LBS に比べて 1/3 程度の低い脱炭酸効率であった。このことから、光触媒上に界面活性剤分子のアニオン部分が吸着し、酸化分解を受けるものと見られた。


*1 C₁₂H₂₅--SO₃Na 和光純薬製

Table 1 Control experiment (reaction time : 3hr)

surfactant	condition	decomposition efficiency/%	decarboxylation efficiency/%
anionic (LBS)	most favorable condition (O ₂ , 0.2g platinized TiO ₂ , illuminated with 1kW Xe light)	83.0	30.2
	N ₂ substituted for O ₂ (0.2g platinized TiO ₂ , illuminated with 1kW Xe light)	53.9	10.3
	no catalyst added (O ₂ , illuminated with 1kW Xe light)	17.2	5.3
	dark (O ₂ , 0.2g platinized TiO ₂)	28.0	8.7
cationic	most favorable condition for LBS	—	11.4

3.2 光電気化学特性

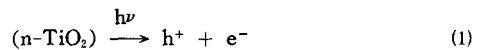
1 M硫酸カリウムを基礎液にして、TiO₂ 薄膜電極と Pt 電極での線型電位走査法によるボルタンメトリーをそれぞれ実施し、得られた電流-電位曲線から Pt 担持 TiO₂ 粉末の光触媒活性について考察を加えた。500W 超高压水銀燈で照射した TiO₂ 光アノード上での水の分解は、-0.4V vs SCE からの光電流として観察され、暗所でのアノード電流の立ち上がり電位 (約2.0V) よりも大巾に負電位側で起こっている。他方、暗所および光照射下における Pt カソード上では、-0.1V 付近で Pt 酸化層および溶存酸素の還元が起こり、さらに -0.4V より負電位においてプロトンの還元が起こり、水素発生に至っている。また基礎液に 1 ppm LBS を含む溶液でも、基礎液と本質的に同じ結果が得られ、単に LBS の

電極上への吸着によってアノード電流とカソード電流がいくぶん減少するだけであった。従って、水素発生から酸素発生に至るまでの電位領域において、LBS 自身の電極との電荷移動過程はないものと考えられる。

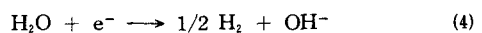
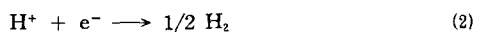
以上の結果で特に注目すべきことは、TiO₂ 光電極上でのアノード酸化が、Pt 電極上でのカソード還元 (溶存酸素の還元) よりも負電位側で起こっている事実である。Fig. 3 の概略図で示すように、外部電圧を加えなくとも TiO₂ 光電極上での酸化反応と Pt 電極上での還元反応が容易に起こる、いわゆる光電池の機能をもった電極の組み合わせとなっている。これらのことから、Pt 担持 TiO₂ 粉末触媒は Bard¹¹⁾ が称した微小短絡光電池 (miniature short-circuit photocell) を作り、本研究では酸素雰囲気下でその機能が有効に働いているものと見られた。

3.3 界面活性剤の分解機構

Pt 担持 TiO₂ 粉末触媒に、TiO₂ (n 型半導体) のバンドギャップに相当する 3.0 eV よりも高いエネルギーをもつ光 (341nm 以下の波長光) を照射すると、光励起されて価電子帯に電子 (e⁻)、伝導体に正孔 (h⁺) が生じる。



半導体表面でできたこれらの電子-正孔対は空間電荷層中の電場によって分離され、伝導体中の電子は半導体のバルクに移行し、ついで電子が集まりやすく還元反応に対する触媒作用をもつ Pt にまで移っていく。この電子が、溶液内から触媒表面に拡散してきたプロトン、酸素、水などによってトラップされて(1)式の電荷分離を促



すことになる。一方、半導体表面の正孔も、水酸イオン

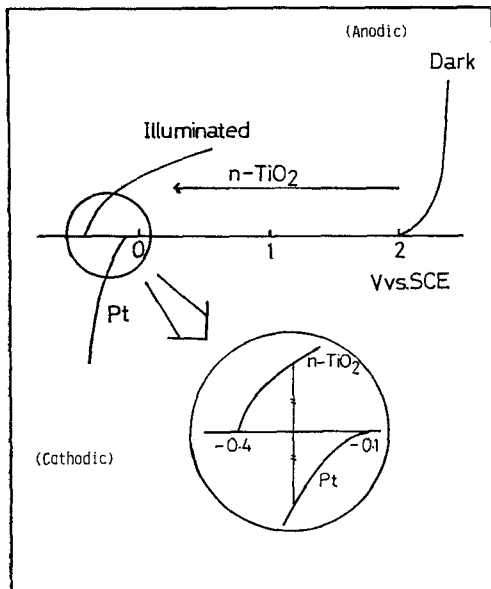
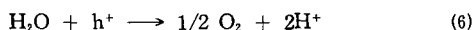


Fig. 3 Photoelectrochemical system

や水によってトラップされ電荷分離を促している。



酸素雰囲気下では、前項で述べたように(3)式の酸素の還元が起こり、触媒粉末が微小短絡光電池として有効に作用する。こうして触媒表面上には、酸化反応 ((5)式) と還元反応 ((3)式) の両者から生じた活性中間体 ($\cdot\text{OH}$, $\text{HO}_2\cdot$) が効率良く生じ¹²⁾、表面に吸着してきた界面活性剤分子と反応してヒドロキシル化反応を起こし、分解に至らしめるものと推定される。以上の分解機構を模式的に表わすと Fig. 4 のようになる。

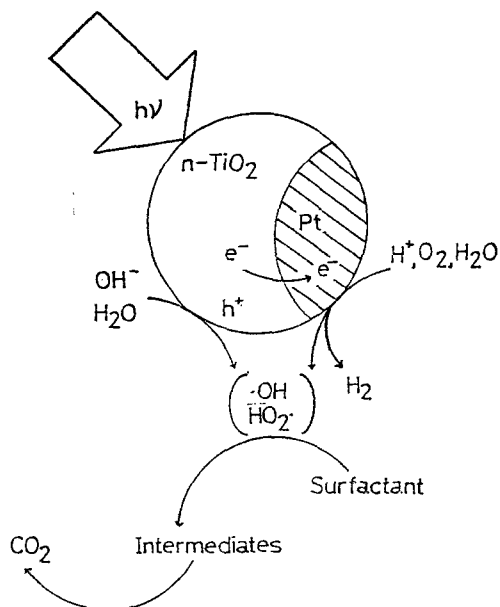


Fig. 4 Catalytic process based on miniature short-circuit photocell

これらは界面活性剤の分解に特有なものではなく、水と酸素があれば、光触媒によってたいいていの難分解性有機化合物の処理に適用できるものと思われ、廃水処理への応用が期待される。

4. 結 言

Pt 担持 TiO_2 粉末触媒を用いた不均一系光触媒プロセスによる界面活性剤溶液の処理を試み、以下の結論を得た。

(1) アニオン界面活性剤である LBS の 100ppm 溶液 100ml に、0.2g 触媒粉末を懸濁させ、酸素通気下で 1 kW Xe 光を照射した場合、LBS の分解効率は 8 時間ではほぼ 100% に達し、脱炭酸効率は 42% であった。また、かくはんによる泡立ちは約 4 時間の光照射で完全に消滅した。分解効率と脱炭酸効率との大きな差異は、LBS

がヒドロキシル化された中間生成物を経て炭酸ガスにまで完全分解されていくためであると考えられた。

(2) LBS 含有の市販合成洗剤についての実験から、LBS 分子の直鎖アルキルでの酸化分解だけではなく、芳香環の開裂をも生じ、分子全体が完全酸化され得ることが示唆された。

(3) LBS の分解は、酸素雰囲気下での光触媒反応によって最も効率良く起こることが分った。

(4) 光電気化学特性の検討から、 TiO_2 光電極上でのアノード酸化が、Pt 電極上でのカソード還元 (溶存酸素の還元) よりも負電位側で起こることが判明した。このことから、酸素雰囲気下で Pt 担持 TiO_2 粉末触媒は微小短絡光電池として働いているものと考えられた。

(5) 界面活性剤は、 TiO_2 サイトでの酸化反応と Pt サイトでの還元反応から生じた活性中間体 ($\cdot\text{OH}$, $\text{HO}_2\cdot$) によって攻撃を受け、分解されるものと推定された。

本研究を行うに当たって、実験に協力していただいた本校大西康幸技官を始め、伊田隆、岡野肇司、尾華徹の諸氏に深く感謝致します。なお、本研究の一部は昭和 58 年度科学研究費補助金 (試験研究) で行った。付記して感謝致します。

文 献

- 1) 坂田忠良, 川合知二, 有合化誌 **39**, 589 (1981)。
- 2) 化学増刊 83 “明日のエネルギーと化学——人工光合成”, 化学同人 (1979)。
- 3) H. Yoneyama, Y. Yamashita, H. Tamura, *Nature* **282**, 817 (1979)。
- 4) S. N. Frank, A. J. Bard, *J. Phys. Chem.* **81**, 1484 (1977)。
- 5) K. Kogo, H. Yoneyama, H. Tamura, *J. Phys. Chem.* **84**, 1705 (1980)。
- 6) I. Izumi, W. W. Dunn, K. O. Wilbourn, F. F. Fan, A. J. Bard, *J. Phys. Chem.* **84**, 3207 (1980)。
- 7) I. Izumi, F. F. Fan, A. J. Bard, *J. Phys. Chem.* **85**, 218 (1981)。
- 8) B. Kraeutler, A. J. Bard, *J. Am. Chem. Soc.* **100**, 4317 (1978)。
- 9) JIS K3362 (1978)。
- 10) I. Izumi, M. Ōue, A. Kunugi, *Mem. Fac. Eng., Osaka City Univ.* **21**, 131 (1980)。
- 11) A. J. Bard, *J. Photochem.* **10**, 59 (1979)。
- 12) 曾川義寛, 鋤柄光則, 泉 生一郎, 平野克比古, A. J. Bard, 第 1 回固体および固体表面の関与した光化学に関する討論会講演要旨集 No. 120 (1981)。

タリウム(Ⅲ)イオンによるプロピレン の液相酸化反応

梅 原 忠

Kinetics of Oxidation of Propylene with Thallium (III) ion

Tadashi UMEHARA

The kinetics of oxidation of propylene with thallium (III) ion was studied by using a stirred vessel with flat gas-liquid interface in a diffusion controlled region.

From the observed absorption rates of propylene, the over-all reaction rate was found to be the first-order with respect to both propylene and thallium (III) ion.

The rate constants were determined from the experimental data and analyzed on the basis of the chemical absorption theory for consecutive reversible reaction.

It was found that π -complex forming reaction was irreversible and the reaction rate was faster than π - σ -complex rearrangement one.

1. 緒 言

低級オレフィンを直接液相で酸化し、アルデヒドおよびケトンを合成する Wacker 法が開発されて以来、均一系金属錯体触媒を用いる液相酸化反応の研究は活発になった。Grinstead¹⁾は、タリウム塩によるオレフィンの液相酸化を試み、グリコールおよびカルボニル化合物が生成されることを見出した。筆者は、一連のオレフィンに対するタリウム塩による液相酸化反応の研究を行ってきた^{2,3)}。ここでは、プロピレンのタリウム塩による反応吸収速度を、定界面接触式攪拌槽を用いて測定し、反応次数および反応速度定数を決定すると共に、反応機構に対して若干の検討を加えた。

2. 実 験

2.1 試 薬

プロピレンガスは製鉄化学工業製の高純度プロピレン(99.5%以上)を、硝酸タリウム(3水塩)およびその他の試薬は市販の特級品をそのまま使用した。

2.2 実験装置

使用した実験装置は、塩化パラジウムによるプロピレンの液相酸化反応の研究⁴⁾に使用した装置と同一である。従って、操作法も同じである。

3. 実験結果

3.1 プロピレンの溶解度および拡散係数

反応吸収理論を用いて、プロピレンのガス吸収速度を解析するには、プロピレンの反応溶液に対する溶解度および拡散係数の値が必要である。そこでプロピレンの反応溶液に対する溶解度は、タリウムイオンを含まない溶解度の値を用いることとし、混合電解質溶液へのガスの溶解度の測定⁵⁾に用いた装置で測定した。その結果を表1に示した。次にプロピレンの溶液内拡散係数は、物理吸収実験で得た次の実験式を用いて、実測物質移動係数より推算した。その結果も表1に示した。

$$[k \cdot l / D_A] = 0.11 [\rho d^2 N / \mu]^{0.89} \cdot [\mu / \rho D_A] \quad (1)$$

Table 1 Experimental results of solubility of propylene and diffusion coefficient

Temp. (K)	Conc. of HClO ₄ (mole/m ³)	Conc. of NaClO ₄ (mole/m ³)	Solubility (mole/m ³)	Diffusion coefficient (m ² /sec) x 10 ⁹
298	0.6 × 10 ³	0.6 × 10 ³	4.488	0.64
308	0.6 × 10 ³	0.6 × 10 ³	3.288	1.60
308	0.9 × 10 ³	0.3 × 10 ³	3.810	1.06
308	1.2 × 10 ³	0.0	4.061	1.40
318	0.6 × 10 ³	0.6 × 10 ³	2.256	2.09

触媒溶液によるプロピレンの反応吸収実験の一例を、図1に示した。図より明らかなように、本実験条件下で

はプロピレンの反応吸収速度は、時間の経過と共に漸減した。そこで筆者は、比較的容易に解析が行えるという理由から、初期反応吸収速度を求め反応吸収時の物質移動係数を算出した。

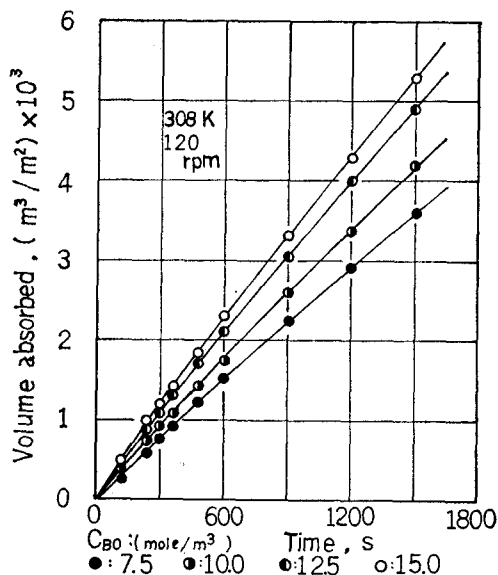


Fig. 1 Chemical absorption of propylene into catalytic solution

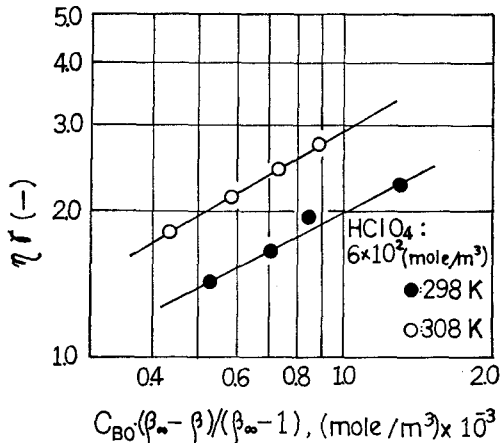


Fig. 2 Relation between $\eta\gamma$ and $C_{BO}(\beta_{\infty} - \beta)/(\beta_{\infty} - 1)$

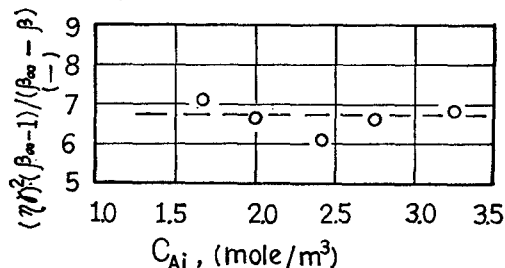
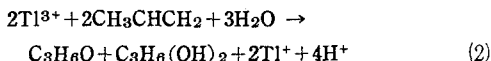


Fig. 3 Relation between $(\eta\gamma)^2 \cdot (\beta_{\infty} - 1)/(\beta_{\infty} - \beta)$ and C_{A_i}

4. 考 察

4.1 総括反応次数および反応速度定数

プロピレンとタリウム (■) イオンによる液相酸化反応は、総括的に次式で示される。



この反応を総括的にプロピレン(A)に対しm次, タリウム (■) イオン(B)に対しn次の (m+n) 次不可逆反応と仮定した。そして反応の初期において擬定常的に取り扱え、液本体中の未反応プロピレン濃度を零とする。これは、液本体中のプロピレン濃度をガスクロマトグラフ (島津製, GC-4BPTF 型) を用いて確認した。これらの結果より、反応係数は次の式で与えられる。

$$\beta = \gamma\eta / \tanh \gamma\eta \quad (3)$$

$$\gamma = \sqrt{[2/(m+n)] k C_{BO}^n D_A C_{A_i}^{m-1} / k^* L} \quad (4)$$

$$\eta = \{(\beta_{\infty} - \beta) / (\beta_{\infty} - 1)\}^{n/2} \quad (5)$$

$$\beta_{\infty} = 1 + (D_B/D_A) \cdot (C_{BO}/C_{A_i}) \quad (6)$$

これらの式より次式が得られる。

$$\log(\eta\gamma) = \frac{1}{2} \log \{2 k C_{A_i}^{m-1} D_A / (k^* L)^2 \cdot (m+1)\} + (n/2) \log(C_{BO}(\beta_{\infty} - \beta) / (\beta_{\infty} - 1)) \quad (7)$$

(7)式の関係を用いて、まずタリウム (■) イオンに対する次数を決定し、その結果を用いてさらに、プロピレンに対する次数を決定した。その結果を図2および図3に示した。その結果タリウム (■) イオンおよびプロピレンに対して、それぞれ1次であることがわかった。次に、この反応に対する水素イオンの影響を調べるために、水素イオン濃度を変化させた場合の総括2次不可逆反応速度定数を求め図4に示した。図より水素イオンは、この反応に対して影響を及ぼさないことがわかった。(この実験では過塩素酸ナトリウムを加えイオン強度を一定に保った。)

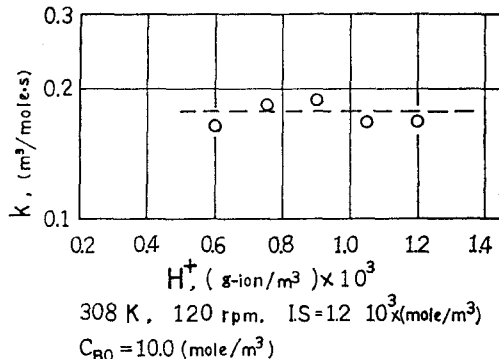
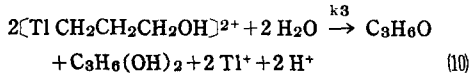
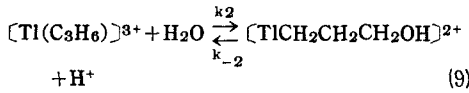
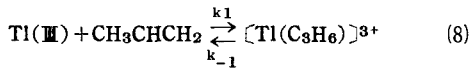


Fig. 4 Effect of hydrogen ion on over-all reaction rate constant

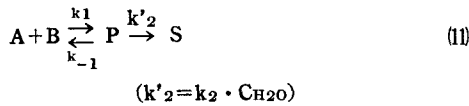
4.2 カルボニル化反応機構について

この反応は、 π 錯体生成反応, π - σ 錯体転位反応お

よび σ 錯体分解反応から成る逐次反応と考えられている⁶⁾。



この反応の律速段階は、 π 配位プロピレンのオキシタリウム化過程〔(9)式〕であると考えられている。筆者の実験結果では、この反応に対する水素イオンの影響が観測されなかったことより、 k_{-2} は k_2 に比して充分小さいと思われる。そこで筆者は、(9)式が律速であると仮定して、反応速度定数の決定を試みた。この反応を次の2段階逐次反応と考える。



ここでAはプロピレン、Bはタリウムイオン、Pは π 錯体をあらわす。この可逆反応を伴う2段階逐次反応を、タリウムイオンによるイソブテンの液相酸化反応の研究²⁾と同様に、第1段正反応速度定数 k_1 を $k_2/k_1 (=K')$ 、 $k_{-1}/k_1 (=K)$ および $D_P/D_A (=W')$ をパラメータとして算出した。その結果の一例を図5に示した。図より次のことが言えるだろう。まず k_1 は k_2/k_1 が小さい場合には、 k_{-1}/k_1 が比較的小さい領域で一定値を示す。また k_2/k_1 が非常に大きい値の場合には、 k_{-1}/k_1

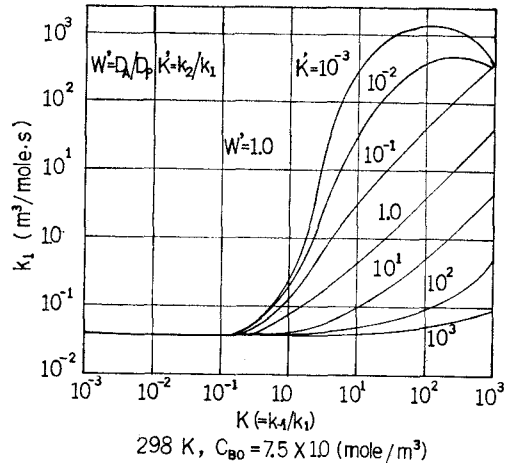


Fig. 5 Relation between k_1 and $k_{-1}/k_1 (=K)$

とは無関係に一定値を示す傾向がある。後者の場合Kは、 π - σ 錯体転位反応が、 π 錯体生成反応と比較して非常に速いことを示す。この仮定は合理的でない⁶⁾。そこで前者の π 錯体生成反応の逆反応速度定数が、正反応速度定数に比較して、かなり小さく不可逆反応とみなし得るであろうと考えた。さらにこのようにして求めた反応速度定数 k_1 は、拡散係数比 D_P/D_A の値の変化により若干変化した。 k_1 は本来拡散係数比に無関係のはずである。そこで D_P/D_A をパラメータとして、速度定数を反応速度定数比 (k_2/k_1) に対してプロットし図6に示した。より k_2/k_1 が10前後で D_P/D_A の値と無関係に一定値を示した。このことより、 π 配位プロピレンのオキシタリウム化過程は、 π 錯体生成反応より若干速いと思われる。

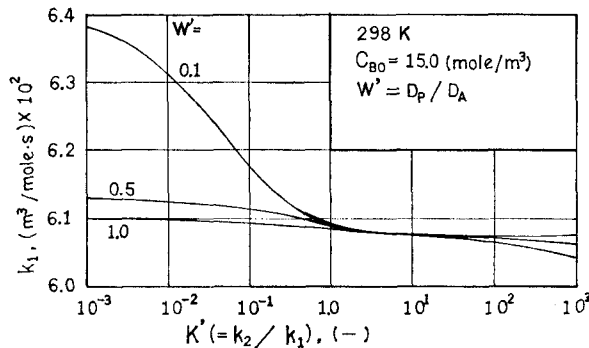


Fig. 6 Relation between k_1 and k_2/k_1

5. 結 言

タリウム(Ⅲ)イオンによるプロピレンの液相酸化反応は、総括的にプロピレンおよびタリウム(Ⅲ)イオンに関して、それぞれ1次の2次不可逆反応であると考えられた。さらにこの反応を、 π 錯体生成反応、 π - σ 錯体転位反応および σ 錯体加水分解反応から成る逐次反応とみなして解析を行なった結果、 π 錯体生成反応は不可逆であり、 π - σ 錯体転位反応より若干遅いと考えられることができた。

なお、本報告中の計算は本校計算機室を利用して行なった。付記して謝意を表する。

(1978年4月, 化学工学協会第43年会発表)

Nomenclature

A	: propylene	(-)
B	: thallic ion	(-)
C _{Ai}	: concentration of propylene in gas-liquid interface	(mole/m ³)
C _{Bo}	: concentration of thallic ion in liquid bulk	(mole/m ³)
D _A	: diffusion coefficient of propylene in liquid	(m ² sec)
D _B	: diffusion coefficient of thallic ion in liquid	(m ² /sec)
D _P	: diffusion coefficient of π -complex in liquid	(m ² /sec)
d	: wing length	(m)
k [*] _L	: liquid-film mass transfer coefficient for physical absorption	(m/sec)

k₁, k₋₁, k₂, k₋₂, k₃, k'₂: reaction rate constants defined eqns. (8), (9), (10) and (11)

	(m ³ /mole · sec)
l	: diameter of agitated vessel (m)
m, n	: reaction order (-)
N	: revolution number (r. p. s)
P	: π -complex (-)
S	: products (-)
β	: reaction factor (-)
β_{∞}	: reaction factor for instantaneous chemical reaction (-)
γ	: dimensionless parameter defined by eqn. (4) (-)
η	: dimensionless parameter defined by eqn. (5) (-)
μ	: viscosity (kg/m · sec)
ρ	: density (kg/m ³)

References

- 1) R. Grinstead, *J. Org. Chem.*, 26, 238 (1961).
- 2) T. Yano, T. Suetaka, T. Umehara and S. Siotani, *Nippon Kagaku Kaishi*, No. 8, 1577 (1974).
- 3) T. Umehara, Research Reports of Nara Technical College, No. 13, 133 (1977).
- 4) T. Yano, T. Suetaka, T. Umehara and A. Horiuchi, *Nippon Kagaku Kaishi*, No. 6, 1226 (1973).
- 5) T. Umehara, *Research Reports of Nara Technical College*, No. 12, 105 (1976).
- 6) P. M. Henry, *J. Amer. Chem. Soc.*, 87, 4423 (1965).

気泡塔のガスホールドアップ

河 越 幹 男

Gas Holdups in A Bubble Column

Mikio KAWAGOE

Gas holdups in a bubble column were measured. The liquids used were water, several electrolyte solutions, and 1 wt% CMC solution which is a non-Newtonian liquid. The data of gas holdups for air-water system agreed well with the results of earlier investigators. For electrolyte solutions, the gas holdups in each solution were found to be different from each other, even if the ionic strength of the solutions was the same. For the non-Newtonian liquid, the gas holdups obtained were higher than the ones calculated from a previous correlation for Newtonian liquids. In addition, it was found for water and electrolyte solutions that transition from bubbly flow to churn turbulent flow occurred in the range of the superficial gas velocity from 0.02 to 0.03 m/s.

緒 言

気泡塔は構造が簡単で安価であるため、気液反応装置として工業的に広く用いられている。また可動部分がないので、大型化し易く、かつ密閉が容易で汚染が起きにくいため、近年醗酵装置としても注目されている。気泡塔の流動、ガスホールドアップ、気液界面積、物質移動などの諸特性に関しては数多くの研究がなされているが、現象が複雑で、影響する因子が多いため、検討すべき点がなお多く残されている¹⁾。

本研究では、気泡塔のガスホールドアップについて検討した。特に、液の種類の影響について調べた。ガスホールドアップは、微妙な界面物性の影響を受けるため、密度、粘度、表面張力のような物性値のみでは液の種類の影響を十分表現することができない。ここでは数種類の電解質水溶液系、および非ニュートン流体であるCMC (Carboxymethyl cellulose) 溶液のガスホールドアップを測定し、系の違いの影響を実験的に検討した。

1. 実験装置及び方法

用いた気泡塔は、内径 0.159 m、高さ 2 m のパイレックスガラス製である。ガス分散板には孔径 2 mm、孔数 61 個、開孔比 0.965%、厚さ 2 mm のステンレス製多孔板を用いた。

実験は液回分式で行なった。ガスとして空気を用い、コンプレッサーによって圧送した。ガスホールドアップは、水系及び電解質水溶液系の場合には、マンメータ法

から求めた。塔壁に 300 mm 間隔で 6 ケ所に取り付けたタップにマンメータを連絡し、静圧分布を測定した。ガスホールドアップが一定の場合、ガスホールドアップ ε とマンメータの液柱の高さ ΔM の間には次の関係がある。

$$\Delta M = \varepsilon \cdot \Delta z \quad (1)$$

ここで、 Δz は基準点（最下端のタップ）からの塔軸方向の高さである。Eq. (1) は ΔM 対 Δz のプロットが直線となり、その勾配が ε であることを示している。本研究では、偏流などによる塔底及び塔頂部における端効果の影響を除くため、塔中央部（高さ 0.6~1.5 m）のデータのみから最小二乗法によって ε を求めた。CMC 溶液系の場合には、粘度が非常に高いため、マンメータが定常値を示すのに要する時間が非常に長くなるので、全層高 H_t と清澄液深 H_i を測定し、層膨張率から ε を算出した ($\varepsilon = (H_t - H_i) / H_t$)。

実験系は、Table 1 に示したように、水、8 種類の電解質水溶液、及び 1.0 wt% CMC 水溶液の合計 10 種類である。電解質水溶液の場合、KCl の場合のみイオン強度 I を 1/2, 1, 2 と変化させ、残りの塩については、イオン強度はすべて 1.0 にした。Table 1 に、用いた系の物性値を示した。

2. 実験結果及び検討

2.1 流動状態

空気-水系の場合、流動状態はガス流速によって次のように変化する。低ガス流速では、直径 6~10 mm 程度

Table 1 Physical properties of solutions used, critical gas velocities u_{gc} and values of ϕ in the bubbly flow region and turbulent flow region (temperature = 25°C) : * at 30°C (from Nakanoh et al⁶⁾)

Systems	Symbols	I kmol/m ³	ρ kg/m ³	μ mPa·s	σ mPa·m	u_{gc} m/s	ϕ in the bubbly flow region	ϕ in the Turbulent flow region
Water	○	0	998	1.005	72.75	2.5	1.0	1.0
KCl	▲	0.5	1022	1.002	73.45	2.4	1.13	1.15
KCl	△	1.0	1044	1.000	74.15	2.0	1.08	0.99
KCl	▲	2.0	1088	1.007	75.55	3.3	1.03	1.15
NaCl	□	1.0	1038	1.100	74.39	1.8	1.10	1.05
KNO ₃	▽	1.0	1060	0.970	73.79	2.3	0.99	0.95
NaNO ₃	⊠	1.0	1054	1.057	73.93	2.9	1.15	1.25
K ₂ SO ₄	▽	1.0	1044	1.090	73.63	1.9	1.17	1.07
Na ₂ SO ₄	⊠	1.0	1058	1.170	73.66	3.1	1.24	1.31
CMC	●	(1 wt%)	1010*	42-61*	68.4*	4.0	—	—

の気泡が多孔板の一部から発生し、偏流を起す。気泡の発生個所は数秒間隔で変化するので、十分長い時間で考えれば、気泡の発生は多孔板面全体にわたって平均していると見なすことができる。偏流の影響は多孔板面から40~50cmの範囲にとどまり、それ以上の高さでは、気泡は塔全体にわたり、ほぼ均一に分布している(気泡流動)。この領域では、気泡はそれぞれ独立に上昇しているが、中には直径20~30mm程の大気泡を中心にして上昇する気泡集団もある。ガス流速が増加するにつれて気泡集団の発生頻度も多くなる。さらにガス流速が増加すると、大気泡が塔中心部を吹き抜けるようにして上昇し、これに伴って起る液の循環流動¹⁰⁾のため、小気泡が壁近傍の下降流中を漂っているのが観察されるようになる(攪乱流動)。

電解質溶液系の場合も流動状態の大略は上述の水系の場合と同様であるが、水系の場合にはほとんど認められなかった直径100 μ m以下の微細気泡が発生する。高ガス流速では、この微細気泡が非常に多くなり、液は白濁したような状態になる。微細気泡の発生量は電解質の種類によって異なり、また濃度が大きくなる程多くなる傾向が認められた。

CMC溶液系の場合には、流動状態は上述の二つの系とは全く異なっていた。低ガス流速においても比較的大きな気泡が生成され、小気泡の個数は非常に少ない。高ガス流速領域では直径10cm程度の気泡が塔中央部を上昇し、若干の小気泡を含んだ液が壁近傍を下降している。下降液中の小気泡の液に対する相対速度は小さく、ほぼ液の流れに伴っているようであった。

2.2 水及び電解質水溶液系のガスホールドアップ

Fig. 1に空気-水系のガスホールドアップ ε 対空塔がス流速 u_g の関係をプロットした。 u_g が2cm/s以下で

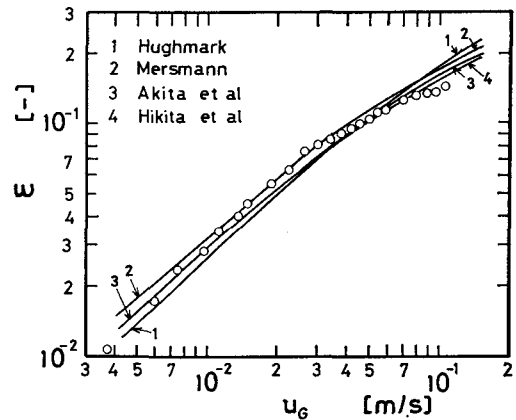


Fig. 1 Gas holdup for air-water system as a function of gas velocity

は ε は u_g にほぼ比例して増加しているが、 u_g が3cm/s以上になると、大気泡の個数が多くなるため、 ε の u_g による増加率は減少する。Fig. 1には、比較のため、従来の研究者による ε の値(1,3,4,5)も併せて示した。水系に対する本実験結果は文献値と良く一致している。

各電解質水溶液系の ε 対 u_g の関係をFig. 2に示した。イオン強度が同じであっても、電解質の種類によって ε の値が異なっていることが、このプロットからわかる。KNO₃溶液系の場合には、 ε は水系の場合とほとんど同じであるが、Na₂SO₄溶液系の場合には水系の ε よりも約30%大きくなっている。その他の電解質の場合には上述の両電解質の中間に位置している。Table 1に示したように、これら電解質水溶液の密度 ρ 、粘度 μ 、表面張力 σ はほとんど変わっていない。この事は、 ε が ρ 、 μ 、 σ 以外の物性値の影響を受けていることを示している。

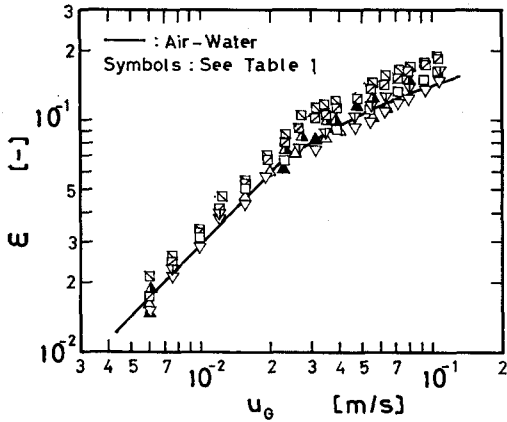


Fig. 2 Gas holdup for air-electrolyte solutions as a function of gas velocity

2.3 CMC 溶液系のガスホールドアップ

Fig. 3 に示したように、CMC 溶液系の ϵ は水系の ϵ に比べて約30%低い。しかし、この差は、両系の流動状態が非常に異なっていたことを考慮すると、意外なほど小さい。これは次のような理由によるものと考えられる。CMC 系の有効粘度 μ_e は u_g によって変化し、本実験範囲では 42~61 mPa・s の範囲にあり⁶⁾、水の粘度の40~60倍である。高粘度になるほど気泡の合体が促進され、大気泡が生成されるが、その上昇速度は高粘度のため、それほど大きくならない。すなわち、この両者の相殺効果によって、 ϵ にはそれ程大きな変化が現われなかったものと考えられる。

Fig. 3 には、比較のため、Schumpe ら⁸⁾ (多孔板, CMC 濃度 ≥ 0.8 wt%) 及び Franz ら²⁾ (孔径 3mm, 1.0 wt%) の値を示した。全気液混相高さは、Schumpe らの場合は約 270cm, Franz らの場合は 36cm, 本実験の場合は約 170cm である。本実験結果は Franz らの結果とはほぼ一致しており、Schumpe らの値より小さいこと

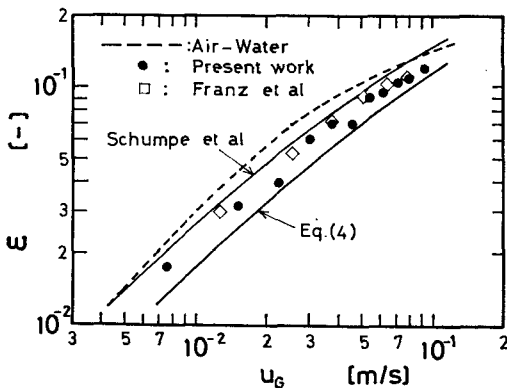


Fig. 3 Gas holdup for air-1 wt% CMC solution as a function of gas velocity

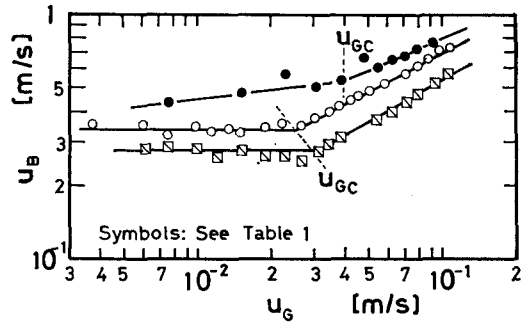


Fig. 4 Average bubble rising velocity as a function of gas velocity

がわかる。

2.4 平均気泡上昇速度

気泡の平均上昇速度 u_b は次式から算出される。

$$u_b = u_g / \epsilon \tag{2}$$

Fig. 4 に、水系、電解質の影響が最も顕著な Na_2SO_4 系、及び CMC 系の u_b 対 u_g の関係を示した。水系及び Na_2SO_4 系の場合、 u_g が臨界ガス流速 u_{gc} 以下の気泡流動域では u_b はほぼ一定値を示し、 $u_b > u_{gc}$ の攪乱流動域では u_b は u_g と共に増加する。Table 1 に各系の u_{gc} の値を示した。水系及び電解質溶液系の u_{gc} は 1.8~3.3 cm/s の範囲にあることが Table 1 からわかる。したがって、一般的に、 $u_g < 2\text{cm/s}$ は気泡流動領域、 $u_g > 3\text{cm/s}$ は攪乱流動領域と見なすことができる。

CMC 系の場合にも、 u_b の u_g に対する依存性が変化する臨界ガス流速 u_{gc} が存在し、Fig. 4 から u_{gc} は 4 cm/s と求まった。この場合、水及び電解質溶液系の場合とは異なり、 $u_g < u_{gc}$ の領域でも u_b は一定にはならず、 u_g と共に増加する。この事は、 $u_g < u_{gc}$ であっても、気泡間には相互作用があり、純然たる気泡流動ではないことを示しているものと考えられる。

3. 考 察

(1) 電解質溶液系について

各電解質のガスホールドアップに及ぼす影響を、水のガスホールドアップを基準にして次式で定義した ϕ で表わした。

$$\phi = \frac{(\epsilon)_{\text{electrolyte}}}{(\epsilon)_{\text{water}}} \tag{3}$$

Table 1 に気泡流動域及び攪乱流動域における ϕ の平均値を示した。この結果から、同種の陰イオンをもつ Na 塩と K 塩の ϕ を比較すると、前者の方が後者よりも大きいことがわかる。また、同一陽イオンの塩の比較から、Na 塩の場合、 ϕ の値は $\text{SO}_4^- > \text{NO}_3^- > \text{Cl}^-$ の順になっており、K 塩の場合には $\text{SO}_4^- > \text{Cl}^- > \text{NO}_3^-$ の

順になっている。さらに、気泡流動域と攪乱流動域における ϕ の値の比較から、前者の方が後者よりも大きいグループ (I) とその反対のグループ (II) に分類できることがわかる。グループ (I) には KCl (1 M), NaCl, KNO₃, K₂SO₄ が属し、グループ (II) には NaNO₃, Na₂SO₄ が属している。 ϕ の値はグループ (II) に属する電解質の方が大きい。

秋田ら¹⁾は $\phi=1.25$, 疋田ら²⁾は $\phi=1.1$ ($I > 1 \text{ kmol/m}^3$) を得ている。彼らは電解質の種類による差異には言及していないが、 ϕ は本結果とほぼ一致している。

(2) CMC 溶液系について

ニュートン流体に対して得られた秋田ら¹⁾の相関式 Eq.(4)の適用性について検討する。

$$\frac{\varepsilon}{(1-\varepsilon)^4} = 0.2 \left(\frac{g D_c^2 \rho}{\sigma} \right)^{1/6} \left(\frac{g D_c^3 \rho^2}{\mu^2} \right)^{1/2} \left(\frac{u_G}{\sqrt{g D_c}} \right) \quad (4)$$

非ニュートン流体の場合、粘度として有効粘度 $\mu_e (= \tau/\dot{\gamma})$ が一般に用いられている。 μ_e は剪断速度 $\dot{\gamma}$ の関数であり、 μ_e と $\dot{\gamma}$ の関係は文献⁶⁾から求めた。 $\dot{\gamma}$ と u_G の関係は、西川ら⁷⁾によって、 $\dot{\gamma} = 5000 u_G$ ($u_G > 0.04 \text{ m/s}$)、及び $\dot{\gamma} = 1000 u_G^{1/2}$ ($u_G < 0.04 \text{ m/s}$)で与えられている。

Fig. 3に、粘度として μ_e を用いてEq.(4)から算出した ε の計算値と実測値の比較を示した。実測値は計算値よりも約10~40%大きい。中野ら⁸⁾も単一ノズルを用いた気泡塔において同様の傾向を認めている。

結 言

水、電解質水溶液、及び非ニュートン流体であるCMC水溶液系のガスホールドアップを測定した。水系の場合は文献値とよく一致した。電解質水溶液系の場合は、電解質のガスホールドアップに及ぼす影響は電解質の種類によって異なることがわかった。また、CMC水溶液系の場合、ニュートン流体に対して得られた相関式から有効粘度を用いて算出した計算値よりも、実測値は約10~40%大きくなることを明らかにした。

(謝辞) 本研究には寺西秀量氏(現ユニテカ)の協力を得ました。記して感謝いたします。

Nomenclature

D_c	= column diameter	[m]
g	= gravitational acceleration	[m/s ²]
I	= ionic strength	[kmol/m ³]
u_B	= average rising velocity of bubbles	[m/s]
u_G	= superficial gas velocity	[m/s]
u_{GC}	= critical gas velocity	[m/s]
$\dot{\gamma}$	= shear rate	[s ⁻¹]
ε	= fractional gas holdup	[-]
μ	= viscosity of liquid	[Pa · s]
μ_e	= $\tau/\dot{\gamma}$, effective viscosity	[Pa · s]
ρ	= density of liquid	[kg/m ³]
σ	= surface tension	[Pa · m]
τ	= shear stress	[Pa]

Literature cited

- 1) Akita, K. and F. Yoshida : Ind. Eng. Chem. Proc. Des. Dev., **12**, 76 (1973).
- 2) Franz, K., R. Buchholz and K. Schügerl : Chem. Eng. Commun., **5**, 187 (1980).
- 3) Hikita, H., S. Asai, K. Tanigawa, K. Segawa and M. Kitao : Chem. Eng. J., **20**, 59 (1980).
- 4) Hughmark, G. A. : Ind. Eng. Chem. Proc. Des. Dev., **6**, 218 (1967).
- 5) Mersmann, A. : Ger. Chem. Eng., **1**, 1 (1978).
- 6) Nakanoh, M. and F. Yoshida : Ind. Eng. Chem. Proc. Des. Dev., **19**, 190 (1980).
- 7) Nishikawa, M., H. Kato and K. Hashimoto : Ind. Eng. Chem. Proc. Des. Dev., **16**, 133 (1977).
- 8) Schumpe, A. and W. -D. Deckwer : *ibid*, **21**, 706 (1982).
- 9) Shah, Y. T., B. G. Kelkar and S. P. Godbole : A. I. Ch. E. J., **28**, 353 (1982).
- 10) Ueyama, K. and T. Miyauchi : *ibid*, **25**, 258 (1979),

The Stream of Consciousness and Concepts
 —A Study of William James' Epistemology

Tsuneyuki KIMURA

木村倫幸

意識の流れと概念

—ウィリアム・ジェームズの認識論に関する考察

「意識の流れ」を出発点とするウィリアム・ジェームズの認識論は、その内に意識の自発性、意志をも含む独自の世界を構築することによって、事実上彼の哲学体系の骨組みを成していると言っても過言ではないであろう。

周知のようにジェームズにとっては、彼がその著作の様ざまな個所で述べている如く、それまで支配的であった一元論的世界観の形式的固定的な世界構造こそが克服されるべき対象であったのであり、彼はこれに対して自らの立場を「根源的経験論」(Radical Empiricism)と称することで、より包括的かつ柔軟な世界構造を目指した。その意味から言えば、認識論はジェームズにその後の哲学の展開に関する基礎を与え、その性格に決定的な特徴づけをなす役割を果たすものである。

というのは、ジェームズの世界構造は、彼がその後多元的宇宙論、神秘的世観へと進むことで、非合理的な性格を有するものとなり、そしてこのことが、かの有名な真理論とともにジェームズの本質的特徴として見なされることになるのであるが、かかる結末にいたるそもその根源には、認識論が存在しているからである。そしてまさしく認識論の中に、しかもその中心をなす「意識の流れ」にこそ、ジェームズの思想を把握する上での決定的な環が存在するのであり、このことを明らかにすることによって、ジェームズの、結果として出てきた非合理的世観の本質が実はその出発点に於て既に含まれていたこと、従ってその後の発展は、いわばこの萌芽が展開したものに他ならないことを跡づけることができる。考えられるのである。

ジェームズは、「意識の流れ」の立場から世界を全体として把握することの意義と重要性を強調し、事物の本質が諸部分の単なる集合以上のものであることを繰り返して主張している。そしてかかる主張が現代哲学に与えた衝撃は決して無視することができない。しかしそれとともにこの把握の仕方があくまでも主観的意識の枠を超えたものではないということも、しばしば指摘されているところである。

この小論は、以上の問題意識を踏まえて、ジェームズの認識論の中心をなす「意識の流れ」を解明し、それに関わる我々の意識の自発性、すなわち「意識の流れ」の、ある部分に焦点を合わせ、それを切り取り、対象化する機能の特質を浮

き彫りにすることを通じて、ジェームズの思想を貫く本質を考察することを目的とするものである。

二

ジェームズは主張する。

「我々にとって、それから心理学者としての、第一の事実は、ある種の思考(thinking of some sort)が進行中であるということである。」^①

この「考えの進行」という事実は、あたかも「雨が降る」(it rains)とか「風が吹く」(it blows)と表現されるように、it thinks と表現されればジェームズの言わんとした意図に最も近くなるとされる。かかる「意識の事実」がジェームズの大前提となる。ところが後述されるように、意識に関しては持主のない意識はあり得ず、何人かの個人的意識の一部というかたちでしか存在し得ない。従って it thinks とは言うことができません。「ただ単に考え(thought)が進行中であると言わなければならない」(P. p. 220)とされる。

この前提からも理解される通り、ジェームズの端緒は「考えの進行」であり、我々は既にここにジェームズの思想の枠組みを見て取ることができる。すなわちそれは、「意識活動の事実」をまず承認することでその範囲内に於ける事項のみを探究の対象にするという主観的意識の枠組みの承認なのである。

従ってジェームズにとっては、意識は次のような意味を持つ。

「知覚の流れ(Perceptual flux)は、そのようなものとしては、何ものをも意味しない。それはただ直接に存在しているところのものでしかない。そしてそのいかに小さな束が取り上げられようとも、それはいつも多即一(much-at-once)で、無数の様相と特徴をもつ」^②のであるから、これについての出所、起源は問わないということなのである。すなわち「事実自分自身を何とくとして形成する。そして我々の仕事は、それがどこから或は何故ということよりは、はるかにむしろそれが何であるかということに関わっているのである。」(SPP. p. 30)

かくしてジェームズにとって意識に関する探究は、その内容と連関を解明することにあるとされるが、それは意識の最重要な問題を形成する起源の問題を欠いたまま行なわれることとなる。この点はジェームズの「考えの進行」する事実という立場からの探究の致命的な点として残されるのである。

さてジェームズは、意識の特徴を次のように述べる。^③

④ 各々の思考は、個人的意識の一部であるという傾向を有している。

- ② それぞれの個人的意識の内部に於て、思考は絶えず変化している。
- ③ それぞれの個人的意識は連続して感じられている。
- ④ それはいつもそれから独立した対象と関係を有するもののように思われる。

⑤ それは、これらの対象のある一部分に関心を持ち、他の部分を排除する。そしてその間中、歓迎したり拒絶したりする——一言でいえば、それらの諸対象を選択する。

これらは、ジェームズの言うところの「考えの進行」の考察から生じたものであるが、一見して明らかな通り、「個人的意識」すなわち主観的意識の内部における「意識活動の事実」がまず問題とされるのである。このことをジェームズは、右の第一番目の項目との関連で強調する。

「我々が自然的に取り扱う唯一の意識状態は、個人的意識、心、自我、具体的で特殊な私と君、の中に見出される。これらの心のそれぞれは、自分自身に対して自分の考えを保持する。それらの間に供与や交換はない。」(P. p. 221) 従って「すべての考えは所有されているから、基本的な精神的事実は、考えとかこの考えとかあの考えとかではなくて、私の考えということであるかのように思われる」(同) 或は「普遍的な意識の事実は、『感じや考えが存在する』ことではなく、『私が考える』そして『私が感ずる』ことである」(同)と。

それ故以下に於てジェームズが意識について語る時、我々はそれがこのようなものであることを絶えず銘記していなければならない。このことを前提としてのみ我々は、ジェームズの「意識の事実」を明確に把握することができるのである。

三

さて先述したように、意識は「ただ直接に存在しているところのものでしかない」とされるが、しかし同時に常に変化しているものでもある。「ひとたび過ぎ去ったいかなる状態も繰り返され得ないし、それが以前あったところのものと一致し得ない」(P. p. 224) 或は「感覚(sensation)の全歴史は、別個に受け取った二つの感覚が正確に同様であるかどうかを告げることができないことについての説明である」(P. p. 226) 等々の叙述に見られるように、「同一の身体的感覚が、かつて我々によって二度得られたといういかなる証拠もない」(P. p. 226) であって、「厳密に言えば、与えられた事実について我々が持つすべて

の考えは、比類のないもので」(P. P. 227)——というのは一度現われたのと同じ感覚が再度現われるためには、我々の状態そのものを、その感覚を未だ経験していない状態に置かなければならないが、これは矛盾であり、不可能なことであるから——「ただ同一事実についての我々の他の考えと種類について類似を有しているに過ぎない」(同)とされるのである。

ここではシェームズは、意識の変化について、それが一瞬たりとも同じでないことを強調するのみであるが、しかしこのことはプラグマティズムに於ける観念、知識、真理のあり方に重要な示唆を与える。すなわちこれらは常に完成途上にあるものとして位置づけられねばならないのであるが、その際には右の意識の変化という側面がその底に存するのであって、いわばプラグマティズムの最も端的な特徴を窺い知ることができるのである。しかしここでは問題は、この変化の事項よりも、それとともに感じられていた次の項目にある。

そこで意識のもう一つの重要な性質である連続性に関して見るならば、シェームズはこの考察にあたって、「意識は断片に切り刻まれて姿を現わすものではない。『鎖』(chain)とか『列』(train)のような語は、それが最初の瞬間に出現する時に、適切に表現しない。それはつなぎ合わされた(jointed)ものではない。『川』(river)或は『流れ』(stream)が、それによって最も自然にそれが言い表わされる比喩である」(P. P. 233)と述べて、これを「考えの流れ」「意識の流れ」「主観的生活の流れ」と名づける。

すなわちここに於て意識は、諸単位或は諸部分の集まりとしてではなく、間隙や切れ目なく流れていくものとして扱えられねばならないのであって、この流れを流れとしてそのままに把握することにより、意識は、認識するものと認識されるものととの区別以前のものとして、生き生きと我々に感じられるのである。

しかしこの流れは均一的等質的なものではなく、先程述べたように絶えず変化しているとともに、相対的に速度の速い部分と遅い部分とによって構成されている。シェームズはこれを「鳥の生活」にたとえて、「飛行と休止」(flights and perchings)が絶えず交替しているようなものであるとする。

「休止の場所は通常ある種の感覚的想像に占められている。そしてその特徴は、時間の制限なく心に対して保持され得るといふことである」(P. P. 236)とされ、これが「意識の流れ」の「実体的部分」(substantive parts)とよばれる。そしてこれに対して「飛行」の部分、静的か動的かの関係の意識をもった「過渡的部分」(transitive parts)と称される。

この場合シェームズの「意識の流れ」の立場からすれば、最も重要な意義を有するのは、後者の「過渡的部分」への注目である。というのもこの部分を把握することの困難さがそれに伴っているからである。それは「流れ」として感じられはするが、しかし我々がそれが何であるかを考察する時には、既に「過渡的」なものではなくして、「実体的」なものとなってしまう、関係そのものの感覚ではなくなくなってしまっているからである。まさしく「暖い手に捕えられた雪片は、もはや雪片ではなくて水滴である」(P. P. 237)のように、「過渡的部分」は消え去るのである。

この事情から、従来の哲学に於ては、「過渡的部分」の存在を否定し、そこから心の外に存在する関係の実在を否定する「感覚主義」(Sensationism)——例えばヒューム等——と、その関係の実在を否定し得ずに、しかも「過渡的部分」を明確に主張もせず、その関係をより高い超越的理性等に帰する「主知主義」(Intellectualism)が生じた。

しかしシェームズによればこれらはいずれも誤りであって、「もし感じのようなそういうものが仮にもあるとするならば、自然物に於て事物間の関係が確かに存在すると同様に、そしてそれ以上確かに、これらの関係がそれに対して知られる感じが存在する」(P. P. 238)であり、「意識の流れ」の立場からして、「客観的に言うならば、それは現われた実際の関係であり、「主観的に言うならば、それはその客観的關係の各々に、それ自身の内的な色彩によって応じる意識の流れである」(同)とされるのである。

つまりここでは本来の「意識の流れ」が主観、客観の両側面からとらえられているのであるが、それは明確に認識される時には、このように分離されるとはいえ、元々それは感じられるものでしかあり得ず、しかも確として存在していることが疑い得ない故に、主観、客観に分離された後も、「意識のこの自由な水」(this free water of consciousness)として心像の周囲を取り巻き続けるのである。

かくして我々は、「意識の流れ」が絶えず変化しつつ切れ目なく流れる主観的意識状態であり、その流れが考察の対象とされるや否や対象化の困難なものとなってしまう性質のものであることを確認した。しかしまた同時に我々は、日常生活に於て絶えず「意識の流れ」を切断して我々の生活を営んでいるという事実にも直面しているのであり、ここに流れを切断し、対象化する機能を検討することが次の課題となる。それは具体的には、意識の注意作用と概念機能の問題である。

四

さて右で見てきたように、ジェームズは「意識の流れ」こそがあらゆる考察の基点であることを確認しつつも、その意識が選択機能を有するということを第五番目の項目としてあげている。この機能は、我々の日常生活の意識を作り出すものであって、「まさしく我々の感覚そのものが……選択器管以外の何であるか」(P. P. p. 273)という生理学的次元に根を発している。すなわち「我々がある器官から受け取る感覚が、器官の末端の適合によって選び出されたという原因を有するとすれば、注意 (attention) は、他方で供給されたすべての感覚の中から、更に注目価値あるものを選び出し、残りのものをすべてを削除する」(P. P. p. 274)のである。つまりその際大きな役割を果たすものが注意作用であるとされる。ジェームズの言葉を借りれば、「ある人間の経験的思考は、彼が経験した事物に依存している。しかしこれら経験的事物であるところのものは、かなりの程度まで注意の習慣によって決定される」(P. P. p. 275)のである。

換言すれば、「私の経験は、私が注意を払うことに同意したところのものである。私が注目するあれらの事柄のみが、私の精神を形成する——選択的関心がなければ経験は全くの混沌 (chaos) である。ただ関心のみが、強勢と強調、陰影、背景と後景を与える——一言でいえば、知的な概観を与えるのである。」(P. P. p. 380~381)

我々が出会うすべての瞬間の感覚からその一部を取り出し、焦点を合わせるこの作用が、我々の意識の混乱状態を救い出すものであるが、同時にそこには注意を引かない無数の他の感覚も存在することはしている。「外的秩序の無数の事項が私の感覚に対して存在している。そしてそれらは当然のことながら私の経験には決して入って来ない。何故か。何故ならそれらは私にとって関心がないからである。」(同)

以上のことから我々は、関心の有無が注意を生じるか否かの基準になることを知り得るのであるが、しかしその関心、注意の根源的な原因が何であるのかは、ここでは示されない。ただ一面に於てそれが我々の生理的神経的狀態に関わることを示唆されるのみである。

ここでも我々は、ジェームズが「経験」「注意」「事物」と言う時、それが主観的意識過程に他ならず、まさにこの枠内のみ限定されたものであることを再度確認することができるのである。従っていかなる対象であろうとも、「意識」の視野に

入ってはじめて問題とされるのであって、最初から主観的意識から独立に存在し発展する対象は度外視されているのである。

それ故にまたひとたび事物が意識の視野に入った場合には、これに対して我々が注意作用を向ける努力を行なうことによつて、それに影響を及ぼすことができるとされる。そのことをジェームズは、こう述べる。

「それは、他の場合には急速に消え去ってしまうであろう無数の観念の意識内での潜在を、より深くし長びかせるであろう。その獲得された引きのばしは、それ故持続に於て一秒を越えないかもしれない——しかしその一秒が決定的なのである。」(P. P. p. 428)というのも、二つの観念の連合体系が同等の勢力で現われて、いずれかが力を得、他方が排斥されるのは一秒かそのらの時間なのであって、「それが発展する時、それは我々を行動させ、その行動が我々の運命を決定する」(同)からである。

この個所に於ては明らかに我々の意識の自発性ともよぶべきものが主張され、我々が自らの運命を決定することのできる存在として位置づけられているのである。これは、ジェームズの自由意志の問題に關わる重要な根拠となるが、このジェームズの立場が、主観的意識の枠内での自由意志であることは明らかであり、ジェームズはいわば意識という枠を作った上で、その中で主体性を、自らの決意、努力によつて打ち立てようとしているのである。従つてそれは「信じる意志」(the will to believe)にはなり得ても、あくまでも主観的意識に過ぎないのではないかという問題を残すが、しかしこれについては稿を改めて論じたいと考える。

以上見てきた如く、我々の「意識の流れ」は、注意作用によつてその対象を選択する地点にまで至った。そしてここで「意識の流れ」は、ただ感じられるだけの世界にとどまるのではなく、秩序的整合的な概念の世界の入口へと近づいたと言えることができる。つまり雑多な乱雑極まりない連続的世界から、それぞれに分離され構成される世界が検討の対象となるのである。

五

さて続いて概念機能の検討が課題となるが、それは「意識の流れ」を切断する作用であつて、「意識の流れ」が多様性に於ける統一、融合であるのに対して、「無数の様相や特徴を概念が選び出し、分離し、その後いつもそれに意味を与え得る。」(SPP. p. 32)すなわち「この土着の感覚的多様性から、注意が諸対象を刻み

、そしてそれを概念が名づけ、いつも同一視する」(同)のである。

換言すれば、「我々がそれによって数的に区別された、そして不変な思想主題を同一視する機能を概念とよぶ」(P. P. 436)のであって、「我々は何(what)を感覚的連続体(sensible continuum)のそれぞれの部分であるという。そしてこれらの分離された何(abstracted what)が概念」(SPP p. 33)なのである。

それ故概念は、「意識の流れ」とは異なって固定的なものであり、それは心が常に同一物を考えることを志向し、かつそのことを自覚することができるという事実に関わっている。この結果、「意識の流れ」に適用される概念は、「我々が思考する物が何であったとしても、我々の概念はその物の概念であって、他の何物でもあり得ない」(P. P. 436)し、「各々の概念は永遠にそれがあがままにとどまり、決して他の概念にはなり得ない」(P. P. 437)とされる。

そしてここに、我々が世界を考察し、その構造を説明するにあたっての概念機能の本質が指し示されることになる。そのことは取りも直さず連続的な「意識の流れ」と概念との関係の問題であり、ただそこに存在し感じられるがままの前者を、我々の知性に明確に示された後者にかに移しかえるかの問題である。しかし既に述べたように、これら両者の間には著しい差異が存在しているのである——例えば、連続性と不連続性、統一性と多様性、流動性と固定性等々——これらを相互に関連させることは、元々矛盾を含むものであると言わざるを得ない。しかしジェームズは、その点を矛盾としてではなく、実在の解釈に必要な方法として次のように位置づける。

「我々は、我々の感覚が絶えず我々の進路に起こす美しい異様な光景に質問する。そこでのその項目は、ある静的な配列に於ける概念のかたちをとった解釈するもの(interpretable)に我々を注目させる。そしてその概念のかたちをとった解釈するものは、我々の精神がその概念のみから既につくっていたものである。こうして解釈するものは、感覚の代りとなり、かくて感覚は合理的に解釈されるのである。『説明する』とは、知覚の流れに属する何かこれ(these)と概念の多様さの何(whats)とを、どちらがどちらであれ、一対一で対等にすることを意味する。」(SPP p. 42)

「我々」これらの何(those whats)——概念のこと——引用者によって我々は、すべての我々の何かこれ(our these)——知覚の流れのこと——引用者を理解する」(SPP p. 34)であり、「人間の知的生活は、殆んどもっぱら彼の経験が

元来そこに現われる知覚的秩序を概念的秩序で代用することにある」(SPP p. 33)ということなのである。

ジェームズによれば、我々が世界を理解し説明できるのは、まさに知覚の感じられるがままの事実を概念によって置きかえることを通じてであり、これ以外には何物も合理的に説明理解され得ない。これら両者によってはじめて実在が全体として把握されることになる。しかしこのように「意識の流れ」を概念に置きかえたところで、ジェームズの立場が変化した訳ではないことは、次の文章で明らかであろう。

「知覚と概念との大きな相違は、知覚が連続的であり、概念が不連続であるということである。概念はその存在(being)に於て不連続なのではない。何故なら行為(act)としての概念作用は、感覚の流れの一部であるからである。」(SPP p. 32)

ここから理解されるように、概念といえども何か客観的に意識から独立した存在ではなくて、あくまでも「意識の流れ」に乗ったものであって、その枠内での構成要素に他ならない。従ってそのような構成要素から成るジェームズの世界は、何ら客観的価値を有するものではなく、「意識の流れ」という基礎の上に構築された世界に過ぎないのである。

「知覚された秩序のまわりに建てられ、それを理論的に説明する、思考された自然の秩序は、我々が言うように、仮説的に想像されたあれ(thats)の体系に他ならない。そしてこうしたあれの何(whats)は、我々が直接に知覚するところのいかなるあれの何と調和的に結合する。」(SPP p. 40)⑥

これらの叙述が、ジェームズの世界がいかなるものであるかを如実に示している。まさしく「まわりに建てられた」世界としての概念の世界の主観的性格こそがジェームズの世界の本来の性格なのである。

六

以上のように構成された概念の世界は、しかしながらジェームズにとっては有用な世界として位置づけられ、日常生活に於て我々を導く役割を担うものとして評価されるのである。このためにジェームズは、概念の「機能(function)」と「内容(content)」の区別に注目する。ジェームズによれば、例えば「人」という概念は次の三つの事柄を含んでいる。①言葉そのもの、②人のかたちをした漠然たるイメージ、③ある対象を記号で表わすための手段、である。⑥

このうち、①と②は「実体的な意義」「実体的内容」、③は「機能的な意義」であるとして、概念にとつては、後者の方がより重視されるべきであると主張される。すなわち「概念の実体的部分がいかに美しく、或はさもなければいかに静止した観念の価値を有するものであつても、その意義のより重要な部分は、当然それが導いていく結果であると考へられてよい。これらの結果は、我々を思考させる仕方、もしくは行為させる仕方のうちにある。」(SPP. p. 37)

つまり概念とは「実体的な適応の手段」(a means of practical adaptation)なのであり、「獸が考慮に入れるよりもより大きい環境に対して、我々を現実に適応させる際に役立つように、我々の裸の知覚的意識の上に付け加えられた能力」(SPP. p. 38)に他ならない。「我々は、知覚的な実在を我々の目的に対してよりよく駆り立てるために、それに概念という輓具をつけるのである。」(同)我々は概念を使用することによって、我々の行動の見通しを立て、その範圍を拡大し、有用、有利な方向へと導くことができる、というのがジェームズの主張となるのである。

従つて概念は、右に述べた「実体的内容」に関わりなく、その「機能的な意義」のみによって評価されることになる。そしてまたここから概念の意味についての「プラグマティズムの規則」(the pragmatic rule)も定義するのである。すなわち、「ある概念の意味は、もしその概念が直接に感知するある感覚的事項に見出されないならば、人間の経験の過程に於てその概念が真であるということが作り出すであろうある特有の相違のうちに常に見出される。」(SPP. p. 38) 概念は、それが導き、我々に与える結果によつて判定されるといふこの規則こそ、ジェームズが概念の世界を構築するにあつて中心命題としたものであつて、「特有の結果こそ、概念の意味の唯一の基準であり、そしてその真理に関する唯一の試金石である」(SPP. p. 38)との主張はこのことを裏づけているのである。

我々はこのような概念を用いて行動し、巨大な拡大された環境に適応していくことができる。またその概念は、個々の結果によつて真偽の判定を下されると共に次第に広範な性格を有するものとなり、遂には「その使用によつて我々は人生を再評価する」(SPP. p. 42)とまで言われるのである。

かくして我々は、ジェームズに従つて概念の役割を次のようにまとめることができる。

- ① それらは毎日実際に我々を導く。それは事物の諸要素間の諸関係についての広大な地図を提供する。

- ② それらは我々の知覚的生活に新しい価値をもたらし、我々の意志の元気を回復させ、我々の行動を新しい強調点に向けさせる。
- ③ 精神が概念から組み立てた地図は、一旦組み立てられてしまつた時には、独立的な存在も有する対象となる。

ここで明らかなように、「意識の流れ」と異なり、概念は、翻訳された時には前者の連続的現在の性格を失うが、その代りに未来への見通しと過去に対する総括を得るのである。いわば生き生きとした印象の代りに、秩序整然たる知識を得るのである。そしてジェームズによれば、我々はこれら両者のいずれかを絶対的に選択すべきであるのではなく、「概念が理解を助ける時にはそれを使用し、理解を妨げる時にはそれを捨てよ。そして実在をそれが現れたところの全く知覚的なかたちに於てそっくりそのまま完全に哲学の中に取り入れよ」(SPP. p. 38)と言われているように、その時どきの状況に応じて世界についての理解の仕方を変えるべきなのである。「そうすれば、ある目的のためには一方が、他の目的のためには他方が、より高い価値を有することを理解する。生きることを理解することでは、どちらが絶対的により良いかということ、即座に誰が決定することができるのか。」(SPP. pp. 43~44)

ジェームズは右のような世界認識を主張することで、概念による場合にも、その周囲や背後に「意識の流れ」の存在を強調するのであるが、このことはまた、ジェームズの出発点以来一貫しているものが、この「意識の流れ」であることを物語っている。ジェームズにとつては、概念の世界もまた姿を変えた「意識の流れ」とも名づけるべきものであつたと言えよう。

これに関連してジェームズはこう述べる。

「概念的な知識は、知られるべき実在の十全さに対しては永久に不十分である。何故なら、実在は、本質や普遍的なものや分類名から構成されていると同じく、経験的な個々の事項から構成されている。そして経験的な事項については、我々は知覚の流れに於てのみ知るようになるからである。この流れは取りかえられ得ない。我々の認識作業の耐え難い終点に至るまで、この流れを共に持ち運ばなければならないのである」(SPP. p. 45)と。

七

以上我々は、ジェームズの認識論をその「意識の流れ」を中心に検討してきた訳であるが、その中で我々は、ジェームズの出発点である「意識の流れ」が終始この

認識論の基盤を形造っており、内容を規定していることを明らかにした。そして我々は、そもそもジェームズのいう「経験」が、すべて我々の主観的意識を通じてその枠内でのものであることを今一度確認しなければならぬ。すなわちそこに存在し、感じられるがままの「意識の流れ」は、各個人の主観から独立して存在するものではなく、あくまでも個々の主観的意識がそれに関わる限りにおける「意識の流れ」として把握されているのである。それ故ジェームズにとっては、「意識の流れ」を抜きにした、従って個人的主観を抜きにした世界の構造は考えられることができず、逆に、主観的意識が世界に関わるが故に、世界に対して寄与することができる、そのことを通じて世界をも自己自身をも変化させていくことのできる世界の構造が設定されるのである。このことがいわゆる「信じる意志」の主張へと連なるものとなることは周知の事柄であるが、ジェームズは自由意志の問題をこのようなかたちで理解することで、主観の能動的機能を強調することになるのである。

しかし同時にこの立場は、主観的意識の外部にそれは独立して存在発展する物質存在を否定し、それを「群の感覚」(certain grouped sensations)として知られるものとして片付けてしまう主観的観念論へと通じるものであつて、ジェームズの「物質」という言葉が要求し得る唯一の意味は、それがこうした感覚やその集団になったことを表わしているということである。それらがその言葉の確認できるただ一つの側面である」(SPP, p. 65)という言葉は、かのバークリーの、「存在することは知覚されることである」或はこのすぐ後に続く「我々が感官によつて知覚するところの事物を除いて、上述の事物(家や山や川などのすべての感覚的事物——引用者)は何であるのか。そして我々自身の観念或は感覚の他に我々は何を知覚するのか。またこれらの観念或は感覚のどれかが、或はそれらの何らかの結合が、知覚されないままに存在するということは、明らかに矛盾ではないのか」^①という主張と比較する時、まさしく同類のものとして理解されるのである。

それ故ジェームズが後年に於て神秘的な世界観へと移行したところの非合理的な芽は、この主観的観念論に発していると言ふことができよう。ジェームズは、主観的な「意識の流れ」の枠内に於ける世界を構想したのであって、彼が概念の世界の合理性を主張する時にも、この枠を出ることはないのである。

そしてこのことから、ジェームズが世界の合理性を主張するために必要とされる基準が、その思想的立場とは無関係な所から示されることもまた理解されるの

である。すなわちそれが「プラグマティズムの規則」なのであつて、この規則は、ジェームズの「意識の流れ」が実は主観的意識に過ぎないという事実を、客観的効用性の側面から補完する役割を担っているのである。要するにジェームズの世界はどこまで行つても「意識の流れ」を基盤とした、そこから離れることのできぬ世界であり、それだけではバークリーの主観的観念論と同様、客観性を持ち得ない。そこでこれに客観性を持たせるために提起されるのが、「概念の意味」すなわち概念の有効性、有用性の規則であり、この結果ジェームズの立場に客観性が装われることになるのである。しかしながら既に見てきたように、この客観性は、「意識の流れ」に外部から付け加えられた付け焼刃的なものでしかあり得ないの明らかである。

かくしてジェームズの立場は、主観的観念論に客観的経験論を加えた折衷主義的なものとして特徴づけられることになる。しかしその本質は、非合理的、主客未分のな「意識の流れ」に存するのであつて、そこから意識が注意すべき概念機能は、何ら合理的説明を得ぬまま放置される。このことは探究の範囲を主観的意識の枠内に限定した当然の結果であると言えようが、その現実の結果するものは、日常生活、体験——これがジェームズの「経験」と称せられる——にのみ対象を限定する概念機能、知的作業であつて、概念化された世界、知性は、この枠そのものを決して疑うことはないということなのである。それ故この枠内の有効性、有用性が、概念、知性の価値として位置づけられ、評価されることになるのである。

我々は、プラグマティズムの代表的思想家としてのジェームズの本質を右のように理解しなければならない。そしてそれが果たした社会的役割が、まさしくアメリカ社会に於ける日常の絶えず変化発展する状況「意識の流れ」に対処する有効性、有用性の強調にあつたことをここで再度確認しなければならないのである。

註

① William James: The Principles of Psychology, Volume I, Harvard U. P., 1981, p. 219.

以下本書からの引用は、P. P. と略記する。

② W. J.: Some Problems of Philosophy, H. U. P., 1979, p. 32.
以下本書からの引用は、SPP と略記する。

- ③ cf. P. P. p. 220.
- ④ 参考のためにこの個所の原文を次に掲げる。
 “The conceived order of nature, built round the perceived order and explaining it theoretically, as we say, is only a system of hypothetically imagined *that*s, the *whats* of which harmoniously connect themselves with the *what* of any *that* which we immediately perceive”.
- ⑤ cf. SPP p. 36.
- ⑥ cf. SPP p. 43.
- ⑦ The Works of George Berkeley, Edited by A. A. Luce and T. E. Jessop, Vol. 2, p. 42.
 尚ジェームズ自身同書の引用後、その物質的実体の批判に賛意を表明してゐることは周知の事柄である (cf. SPP p. 65.)

The Theatricals in *Mansfield Park*

Shozo Nakanishi

The episode of the theatricals at Mansfield Park has been puzzling to readers. Various explanations have been suggested to clarify the effect that Jane Austen intended to achieve by making all the main characters go through the theatricals. Lionel Trilling says that she intended to put the assumption of roles under the attack as being dangerous to the integrity of the self as a moral agent.¹ But his role-taking theory does not seem to explain the episode as a whole, though it may throw light on such characters as are trying to satisfy their real-world wants under the guise of their theatrical parts like Maria Bertram. But both to Fanny Price the heroine and to Sir Thomas Bertram the theatricals are the very realities at Mansfield Park to which they have to react with no masks on.

We could not imagine that Jane Austen intended to condemn an amateur acting, because she herself was a lover of acting,² and Fanny is interested in playacting in her own way though she is against the Mansfield project. Jane Austen put the episode in her novel "to present almost all the characters with an occasion in common, when they must make proper choices, with varying degrees of awareness, from a variety of personal circumstances, at an unusual time."³ Everyone at Mansfield Park is involved in the project, and there are three approaches for them to take to it. One is to try to get as much theatrical pleasure as possible from the project, another is to make use of the project to attain one's real-world purposes, and the last is to take the project as a moral crisis to Mansfield Park and oppose it. The project reveals not only each character in his thought and action but also the mores at Mansfield Park in its entire aspect. Through their participation in the project the Mansfield people come into new interrelations.

I

At Mansfield Park it becomes necessary for Sir Thomas Bertram the head of the house to go to Antigua to supervise his holding there. He has to "leave his daughters to the direction of others at their most interesting time of life." (32) Sir Thomas cannot expect that Lady Bertram his wife will fill his place during his absence. He hopes that Mrs. Norris Lady Bertram's older sister and Edmund Bertram his younger son will take care of the family.

Sir Thomas has left home with Tom Bertam his eldest son, but his daughters do not feel sad at all. "Their father was no object of love to them, he had never seemed the friend of their pleasures, and his absence was unhappily most welcome. They were relieved by it from all restraint; and without aiming at one gratification that would have been forbidden by Sir Thomas, they felt themselves im-

mediately at their own disposal, and to have every indulgence within their reach." (32-33)

Mrs. Norris is unable to come up to Sir Thomas' expectation. Though she has been severe to Fanny, she has no moral influence on her nieces. She only tries to keep up her self-importance by "promoting gaieties for her nieces, assisting their toilettes, displaying their accomplishments and looking about for their future husbands." (34) Edmund, who has been a moral instructor to Fanny, is too much involved in his own troubles to think of others. Mansfield Park is placed in a moral void by Sir Thomas' absence.

As if to fill the void the waves of newer worldly way of life visit Mansfield Park and the life there is precipitated into series of events; the visit to Sotherton, the theatricals, Henry Crawford's proposal, and so on. In each episode the characters reveal themselves and the story develops further to the realization of its theme.

The theatricals are suggested by Tom, who has come back before his father. He has got the idea from John Yates, who is his visiting friend. Tom is a "spendthrift playboy"⁴ at Mansfield Park, and has caused Sir Thomas to pay for his great extravagance.

Tom's proposal is jumped at by young people at Mansfield Park. They are bored with their everyday life and are looking for any chance to discharge their pent-up feelings and energy. They decide to carry out the project without considering whether it is proper to plan such an amusement during Sir Thomas' absence. Edmund and Fanny are against the plan, but the others do not pay any attention to them. Though they have set about making their plan in good spirits, they have a lot of troubles first in choosing a play which will meet each one's expectation. Because, as Fanny notes, they cannot coordinate efforts towards producing a play. They are too selfish to think of others. They think only of the effect they will have in their own roles. Finally they choose *Lovers' Vows* as a play to be performed by them.

II

While casting the parts for their play, Maria and her younger sister Julia Bertram clashes with each other. Each wants to take the part of Agatha in order to play opposite Henry, who has taken the part of Agatha's son Frederick, for there is a very affectionate scene in which they embrace each other.

Each waits in silence, looking anxious and "hoping to have it pressed on her by the rest."⁽¹³³⁾ The business is soon settled by Henry, who says,

"I must entreat Miss *Julia* Bertram not to engage in the part of Agatha, or it will be the ruin of all solemnity. You must not, indeed you must not—(turning to her.) I could not stand your countenance dressed up in woe and paleness. The many laughs we have had together would infallibly come across me, and Frederick and his knapsack would be obliged to run away."⁽¹³³⁾

Henry spoke pleasantly and courteously, but Julia is not fooled by his manner of speech. Julia thinks that she has grasped his real intention by glancing at Maria, who is trying to suppress a smile of triumph. Julia cannot but conclude that Maria is

preferred by Henry as his real-world option. In spite of a little effort on Henry's side to pacify Julia, she is angry and quits the project.

Julia is rejected through the process of casting. To her Henry's preference for Maria has an unmistakable real-world meaning that she has to give up Henry as her sweetheart. Maria rejoices in his preference for herself. Both the girls behave with their real-world emotions in their theatrical worlds. They are not engaged in playacting.

Henry is understood by both of the sisters as showing his real-life preference for Maria. He does not seem to us to be showing his true feelings, for he has expressed his opinion as a member of the theatrical project and we know that he is, as his sister Mary Crawford says⁽⁴³⁾, such a horrible flirt that we cannot think that his preference has any serious meaning.

Regardless of whether Henry has intended to recommend Maria for the part of Agatha with a pure theatrical intention or to show his true preference for her by his recommendation, Julia takes his suggestion as his last word for her. Maria and Henry set about enjoying themselves in their rehearsals of the affectionate scene under the pretense of playing the mother and son. Julia suffers from being rejected by Henry and nobody but Fanny notices her suffering. Julia "could never see Maria distinguished by Henry Crawford, without trusting that it would create jealousy, and bring a public disturbance at last."⁽¹⁶³⁾

The important thing is that the Henry-Maria and Julia relation undergoes a crucial change through their assumptions of roles. Henry's double flirtation is stopped regardless of his real intention. "Henry thinks of himself as a man who is quite his own master and a manipulator of others,"⁵ but he is obliged to put himself in a smaller range of action. Maria, who is convinced arbitrarily that Henry will save her from her horrible engagement to Mr. Rushworth, takes an irretrievable step forward to her ruin, while Julia begins to flirt with John Yates revengefully. Here are laid the sub-plots for the sisters' destinies in the latter part of the story.

The naively enthusiastic way Henry is absorbed in playacting, as Marvin Mudrick points out, seems unconvincing,⁶ for he has experienced almost all

kinds of amusement urban young people can enjoy. But his enthusiasm in playacting seems to be part of his performance.

III

Among the Mansfield people only two are against the Mansfield theatricals. One of them is Edmund Bertram. He is the leading opponent to the project, but he changes his attitude to it as it goes on. He tries to stop it four times, but he finally gives up his opposition and is drawn into the project, thinking that he will be able to have a voice in the project through his participation.

When the project is proposed by Tom, he listens "with alarm" (124) and offers opposition to it on the ground that he cannot approve of amateurism in playacting and that he hates "the raw efforts of those who have not been bred to the trade." (ibid.) He thinks that one has to abandon one's "education and decorum" (ibid.) to playact. In his opinion one's integrity is endangered by playacting. His "alarm" does not seem to mean that he thinks of the propriety of the Mansfield theatricals at that time. Edmund, as Julia points out, is an earnest theater goer and nobody takes his opposition seriously.

Next Edmund tries to make Tom realize the impropriety of the project, saying,

"I think it would be very wrong. In a *general* light, private theatricals are open to some objections, but as *we* are circumstanced, I must think it would be highly injudicious, to attempt any thing of the kind. It would show great want of feeling on my father's account, absent as he is, and in some degree of constant danger; and it would be imprudent, I think, with regard to Maria whose situation is a very delicate one, considering every thing, extremely delicate." (125)

But Tom dismisses his oppositions, assuring him that their project is "little amusement among themselves" (ibid.) with "no audience" (ibid.) and that his sisters shall "do nothing to distress" (127) his father, and that he will not hurt his house by any alteration to make a theater. Tom ends by saying that Edmund need not act if he does not like it. (128)

When *Lovers' Vows* is chosen as their play and Maria is cast for the part of Agatha, he tries to

persuade her out of taking the part and stop the project through her influence. He says to her,

"I must now, my dear Maria, tell you, that I think it exceedingly unfit for private representation, and that I hope you will give it up.--I cannot but suppose you will when you have read it carefully over.--Read only the first Act aloud, to either your mother or aunt, and see how you can approve it. --It will not be necessary to send you to your father's judgment, I am convinced." (140).

Maria talks back by pointing out that they see things differently and that she sees nothing objectionable in *Lovers' Vows* and that she is in a safer position than her sister Julia because of her engagement to Mr. Rushworth. Their talks only show Edmund's lack of understanding of Maria's mental state.

The project proceeds and they think of asking an outsider to take the part of Anhalt who plays opposite Mary Crawford. Edmund cannot keep detached from the project any longer. He decides to take the part of Anhalt, but he feels it necessary to have his decision endorsed by Fanny before he announces his decision to them. Edmund, who has educated Fanny, visits her room and asks her for her advice. He says,

"This acting scheme gets worse and worse you see. They have chosen almost as bad a play as they could; and now, to complete the business, are going to ask the help of a young man very slightly known to any of us. This is the end of all the privacy and propriety which was talked about at first." (153)

Then he tells her his decision that he will prevent the escalation of the project by taking the part of Anhalt himself. Seeing that Fanny cannot understand him fully, he adds, referring to his awkward situation, "no man can like being driven into the *appearance* of such inconsistency. After being known to oppose the scheme from the beginning, there is absurdity in the face of my joining them *now*, when they are exceeding their first plan in every respect; but I can think of no other alternative." (154)

Fanny does not show so much sympathy as he has expected. He thinks that she is less aware than he is of the mischief the enlargement of the project

will bring about. He asks Fanny to put herself in Mary's place and "consider what it would be to act Amelia with a stranger." (154) He further adds that "she has a right to be felt for, because she evidently feels for herself" (*ibid.*) and that "her feelings ought to be respected." (155)

But Fanny does not feel so sorry imagining Mary acting opposite a stranger as to see Edmund drawn in such a dilemma. He tries to set Fanny's mind at ease by saying, "If he can be the means of restraining the publicity of the business, of limiting the exhibition, of concentrating our folly, I shall be well rewarded." (*ibid.*) He emphasizes his strategy of making their project less extravagant but he does not mention a special feeling he has come to entertain towards Mary. But to Fanny's eye it is clear that the change of his mind has been brought about by the influence Mary has caused through her assumption of her theatrical part.

Edmund leaves her room, thinking that he has got Fanny's approval. She is left in a miserable state of mind:

He had told her the most extraordinary, the most inconceivable, the most unwelcome news; and she could think of nothing else. To be acting! After all his objections—objections so just and so public! ...Edmund so inconsistent. Was he not deceiving himself? Was he not wrong? Alas! it was all Miss Crawford's doing. She had seen her influence in every speech, and was miserable. (156)

To their great joy, Edmund joins them and every part is cast. The project goes on further. One day Mary comes to Fanny's room and asks her to rehearse her third act with her. While they are rehearsing Edmund visits her room. He also has come to ask Fanny to rehearse with him and help him prepare for the evening rehearsals without knowing that Mary is in the room on the same business.

Edmund and Mary begin to rehearse playing opposite each other before Fanny. Edmund has decided to take part in the project, saying that he will play badly. But he is absorbed wholeheartedly in rehearsing the scene in which they confess their love to each other. Fanny cannot watch them quietly. She cannot but be "agitated by the increasing spirit of his manner." (170) Edmund, who is to maintain the moral values at Mansfield Park, has

given priority to Mary's cause, to be more exact, to his own relationship with her. Edmund loves Mary and imagines that she loves him.

IV

Fanny Price who is the eldest daughter of Lady Bertram's youngest sister Mrs. Price has been brought up at Mansfield Park since she was ten years old. She is put under Mrs. Norris' supervision. Mrs. Norris is severe and always reminds Fanny of "her dependent status as a poor relation."⁷ She is also mortified by her female cousins' treatment of her. (35) She has great troubles adapting herself to life at Mansfield Park. But she thinks too lowly of her own claims that she does not feel injured by the treatment she receives. (152)

Fanny is timid and taciturn, but she comes to talk more in public as the story goes on. Before the Mansfield theatricals she has grown into a respectable young lady who has the same sense of moral values as Edmund. Edmund has been very kind to her and has done a great deal to encourage and educate her. There is no doubt that she owes what she is to Edmund, but she also learns a lot by herself from Mrs. Norris who gives her almost no freedom to act and throws her back upon herself.⁸

Fanny has been a person of no importance and "had no share in the festivities of the season" (35), but she is not allowed to sit back and watch the theatricals quietly. Because of being an unimportant person, she is not confined in the one role as an actress, but she has a unique participation in the project.

Fanny watches young people at Mansfield go in for the project with the same sense of uneasiness as Edmund. While listening to him discuss the propriety of their project with Tom, she sympathizes with him in her heart. As for playacting, however, she has never seen any theatrical performance and cannot help being interested in their project. She has mixed feeling about it:

Fanny looked on and listened, not unamused to observe the selfishness which, more or less disguised, seemed to govern them all, and wondering how it could end. For her own gratification she could have wished that something might be acted, for she had never seen even

half a play, but every thing of higher consequence was against it. (131)

It is when she is asked to take the part of Cot-tager's wife that she expresses herself with decision:

"Me!" cried Fanny, sitting down again with a most frightened look. "Indeed you must excuse me. I could not act any thing if you were to give me the world. No, indeed, I cannot act." (145)

Mrs. Norris reproaches her severely for being "a very obstinate, ungrateful girl, if she does not do what her aunt and cousins wish her--very ungrateful indeed, considering who and what she is." (147) Fanny is greatly distressed. Even when she is alone later in her room, it is difficult for her to pull herself together and is lost in painfully reflective thought:

Was she *right* in refusing what was so warmly asked, so strongly wished for? what might be so essential to a scheme on which some of those to whom she owed the greatest complaisance, had set their heart? Was it not ill-nature--selfishness--and a fear of exposing herself? And would Edmund's judgment, would his persuasion of Sir Thomas's disapprobation of the whole, be enough to justify her in a determined denial in spite of all the rest? (153)

Fanny is motivated to oppose their project and to refuse to join them by her warm regard for her uncle's feelings (160) and she is convinced that she is right in her decision.

She does not join their enterprise as an actress and she seems to have "no share in any thing" at a certain stage of their program (*ibid.*), but she is involved in it in more important ways. She is the only observer of the whole project, for everyone else is concerned with himself or herself too much to pay attention to others. She is not a passive observer but an active one. She experiences the project not only by watching the participants' attitudes and behaviors but also through assisting them in various ways.

Her unique position in the project makes it possible for her to become the eye through which Jane Austen describes the Mansfield theatricals. Maria's desperate flirtation, Julia's loneliness and Edmund's dilemma are critically seen through her eyes. Fanny herself progresses to her new status in the real

world at Mansfield Park through her participation in the project.

V

The aftermath of the Mansfield theatricals, which have come to an end with Sir Thomas' unexpected early return, is full of implications. Sir Thomas' experience of the Mansfield project begins with his confrontation with a stranger "almost hallooing" (182) in his house. After the happy family reunion Sir Thomas goes to his room without any minute information of the theatricals. He is quite surprised to find his room in disorder. But he is not allowed to stop to wonder at the state of the room. He is more astonished at the sound coming from the next door.

Entering there, he "found himself on the stage of a theater, and opposed to a ranting young man." (182) Tom, who has come to them in time, helps Sir Thomas and the stranger, John Yates, introduce each other. "Sir Thomas received Mr. Yates with all the appearance of cordiality which was due to his own character," (183) but he is really angry in his mind "on finding himself thus bewildered in his own house, making part of a ridiculous exhibition in the midst of theatrical nonsense, and forced in so untoward a moment to admit the acquaintance of a young man whom he felt sure of disapproving." (*ibid.*) He cannot but pass his judgment on the project before he gets a report in detail about it.

Sir Thomas comes back to the drawing room "with an increasing gravity" (184). Here again he is tormented by Yates, who talks about their project engrossedly without considering the listeners' feelings at all. Sir Thomas is disgusted with his story and "looked with inquiring earnestness at his daughters and Edmund, dwelling particularly on the latter and speaking a language, a remonstrance, a reproof, which *he* felt at his heart." (185)

His sons and daughters read his mind, but they are silent and let Yates talk on. Sir Thomas knows not from his children but from Yates how they have been engaged in the project. Yates ends his long story by beseeching Sir Thomas for his indulgent interest in their project. But Sir Thomas declares, "My indulgence shall be given, sir, but without another rehearsal." (*ibid.*) Their project is actually

stopped. The important thing is that there is no effort made either on the father's or on his children's side at communication between them.

It is true that Edmund tells his father about the whole acting scheme, and acknowledges "that his concession had been attended with such partial good as to make his judgment in it very doubtful," (187), but it does not seem that Sir Thomas sees anything new in his story to revise his idea of the Mansfield theatricals which he has already made on the basis of his direct experience of their theatrical activities and Yates' story.

"Sir Thomas is always a commanding figure, his weight of manner is genuine and effective. We grant the sincerity and firmness of his motives, and never questions his position as first defender of Mansfield Park."⁹ But he has his own troubles in the management of his house. Mrs. Norris "dominates"¹⁰ his house. "His children do not love him and he does not understand them."¹¹

Mrs. Norris takes more initiative at Mansfield Park than Sir Thomas the head of the house. She "arranges Maria's disastrous marriage, encourages the dangerous theatricals,"¹² and promotes "the superficial and unprincipled education of the Bertram children."¹³ Mrs. Norris gains so much ascendancy partly because of "Lady Bertram's sofa-bound inertia"¹⁴ but much more because Mrs. Norris has something in common with Sir Thomas. It is their acquisitive motives.¹⁵ Sir Thomas' acquisitiveness is seen in his idea of education and marriage. Their acquisitive motives corrupt the moral aspect of Mansfield Park.

His children take Sir Thomas as the severe father. Sir Thomas, "though actually an anxious father," (19) is awkward at being affectionate toward them. His severity estranges his children. On the other hand, the education his children have received gives them self-esteem and pride, and induces them to think and act independently of their father. Though they repress themselves, they try to have their own way behind his back. As for their education, Sir Thomas is later driven to bitter repentance because of its faults.

We readers are told by the narrator that Sir Thomas is severe. But his severity is not dramatized until he stops the Mansfield theatricals decisively. Until then his severity does not seem to

come out as the result of his behaviors, but it seems to work as a protective cover for him. He really appears to be passive or defensive. David Monaghan says that Sir Thomas suffers from "a kind of shyness --or even apathy."¹⁶ But Sir Thomas' apparent passiveness should be attributed to his good will and his hesitation due to his lack of knowledge about the new ways of life his children have been reacting to in each one's way.

Sir Thomas is lonely as head of the house. He cannot find a person whom he can talk to and who would listen to him either in Lady Bertram or in Mrs. Norris. He cannot have intimate relations with his children, either. Mansfield Park is pervaded with uncommunicativeness.

Sir Thomas has to deal with the theatricals in loneliness. He does not imagine what they have planned their project for. He regards it as another example of Tom's way of indulgence. The countermeasure he can think of is to stop it on the spot and put his house in order. Therefore "The suppression of the scheme itself is not the consequence of communicated sentiments between father and children, the reasoned debate of people who open their hearts to each other, but another cold fiat in a relationship where so much is outward show."¹⁷ He fails to get a truer image of the Mansfield theatricals because of his arbitrary decision. The project reveals a great deal to us, but Sir Thomas learns nothing from it.

Sir Thomas appears to be the more lonely because of Jane Austen's way of representing him. He is not allowed to have a confidant, nor are we allowed to enter his consciousness except in just a few cases. Sir Thomas is made by the writer to act by himself. But Jane Austen's way of his representation is her criticism of the way he thinks and acts.

VI

Lovers' Vows was among the most popular plays in Jane Austen's days. It is a German play translated into English. The author Kotzebue (1761-1819) "was a Romantic, one of the early socialist and free thinker. He believed in free love and was only a Deist in religion, if not an atheist."¹⁸ Encyclopaedia Britannica says, "his popularity, not merely on the German but on the European stage, was unprece-

dented. Kotzebue possessed an extraordinary facility in the invention of effective situations, and an unerring instinct for the theater.¹⁹ In spite of his popularity, he "was condemned by a good many writers, including Wordsworth, de Quincey, Coleridge and Scott."²⁰ *Lovers' Vows* is mostly regarded as rubbish.²¹

Here are the program for the Mansfield theatricals and a capitulation of the drama *Lovers' Vows*.²²

Mary Bertram	Agatha Friburg (who was seduced and abandoned by Baron Wildenhaim when young)
Henry Crawford	Frederick (Agatha's natural son)
John Yates	Baron Wildenhaim
Mary Crawford	Amelia Wildenhaim (the Baron's daughter)
Edmund Bertram	Anhalt (the parson and Amelia's tutor)
Mr. Rushworth	Count Cassel (an unsuccessful suitor to Amelia)
Tom Bertram	{ Verdun the Butler (at the Baron's castle) Cottager (who took kind care of Agatha)
Mrs. Crawford	Cottager's wife

Frederick a young soldier comes back to his village and finds his mother Agatha dying in the streets for want. They are very glad to meet each other and an affectionate scene follows (which Henry and Maria are absorbed in rehearsing).

Frederick has come back to get the certificate of his birth from the church book. But he is told that he has no certificate because he is a natural son. He knows about his mother's life. They are too poor to take care of themselves and Cottagers give them kind protection.

Baron Wildenhaim lives with his daughter Amelia in his castle. She is now being proposed by Count Cassel who is rich and of consequence without sense and virtue. Amelia, who loves Anhalt, tries to avoid marriage with the Count. The Baron asks her what she thinks of the Count. While answering his questions, she expresses her liberal opinions about marriage. (Fanny is dismayed at that question-answer scene.)

The Baron tells Anhalt to talk to Amelia about marriage, and he goes out hunting with the Count. When Anhalt visits Amelia to do his duties, he is

proposed by her. He also declares his love to her (Edmund has joined their project to act that scene with Mary.)

While hunting, the Baron is blackmailed by a young man (Frederick) who has been roaming begging for money. The young man is arrested and taken to the castle. The Baron knows from the interview with the young man that he himself is the young man's father and that his mother is suffering in the cottage.

The Baron is urged to marry Agatha, and he decides to do so. At the last scene the Baron asks Agatha to forgive him and she forgives him. They embrace each other. Frederick is recognized by the Baron as his son, and Amelia is allowed to marry Anhalt.

Margaret Kirkham asserts that Jane Austen laughed at the last scene of *Lovers' Vows*. As she puts it, Kotzebue shows no moral insight into the Baron's scandal, nor does he refer to the deprived life Agatha and her son have been forced to lead. Agatha is represented as an object of pity.²³

It would be a long story to enumerate various explanations suggested by critics about Jane Austen's intention of using *Lovers' Vows* in her novel. But there seems little need for us to know about *Lovers' Vows* to understand her novel. What we can know about *Lovers' Vows* from what each character in the novel thinks of it and how they use it in the Mansfield theatricals is enough for our purpose.

The way Edmund and Fanny approach to the Mansfield theatricals and *Lovers' Vows* seems to be too serious. Everyone at Mansfield Park, however, is sure that the project would not have been planned if Sir Thomas had been at home. We need not discuss the propriety of Sir Thomas' idea of playacting. We have only to take it as a fact. The fact that Sir Thomas would not admit playacting in his house, and that Edmund and Fanny are against the program considering Sir Thomas who is always in some danger can be taken as the premise on which we understand the theatricals at Mansfield Park.

The Mansfield theatricals develop following their own inner logic. The theatrical chapters are represented in dialogue and we can go into their project without any preliminary knowledge. We can see

with our own eyes how the crisis comes into being and the morally weak sides of Mansfield Park are exposed. The people at Mansfield Park reveal themselves through their participations in the project and by their recollections of their project stopped by Sir Thomas, and go into new relationships with each other. "There is no doubt that the chapter of theatricals is the most masterly part of Mansfield Park."²⁴ The end of the unfinished theatricals is the very beginning of a new real-world drama of moral regeneration at Mansfield Park.

Notes

The numbers in parentheses in the text refer to the pages of the Novels of Jane Austen III Mansfield Park, ed. R. W. Chapman, 1953.

1. Lionel Trilling, *'Mansfield Park', The Opposing Self* (New York and London, 1978), p. 192.
2. R. W. Chapman, *Jane Austen: Facts and Problems* (Oxford, 1948), p. 197.
3. Stuart M. Tave, *Some Words of Jane Austen* (Chicago and London, 1973), p. 184.
4. P. J. M. Scott, *Jane Austen: A Reassessment* (London, 1982), p. 125.
5. Stuart M. Tave, op. cit., p. 166.
6. Marvin Mudrick, *Jane Austen: Irony as Defense and Discovery*, (Princeton, 1952), p. 168.
7. P. J. M. Scott, op. cit., p. 124.
8. Ibid., p. 135.
6. Marvin Mudrick, op. cit., p. 175.
10. Stuart M Tave, op. cit., p. 174.
11. Gilbert Ryle, "Jane Austen and the Moralists," *Critical Essays on Jane Austen*, ed. B. C. Southam (London, 1968), p. 113.
12. Tonny Tanner, 'Jane Austen and "The Quiet Thing"--A Study of Mansfield Park', *Critical Essays on Jane Austen*, ed. B. C. Southam (London, 1968), p. 144.
13. Ibid.
14. Ibid.
15. John Odmark points out Mrs. Norris' acquisitiveness in his *An Understanding of Jane Austen* (Oxford, 1981), p. 93.
16. David Monaghan, *Jane Austen: Structure and Social Vision* (London, 1980), p. 93.
17. P. J. M. Scott, op. cit., p. 133.
18. Ibid., p. 128.
19. *Encyclopaedia Britannica* (1963).
20. Margaret Kirkham, *Jane Austen: Feminism and Fiction* (New Jersey, 1983), p. 93.
21. Marvin Mudrick says *Lovers' Vows* is a threadbare melodrama in his book above-mentioned, p. 160. Kingsley Amis says it is 'innocuous rubbish' in his *What became of Jane Austen?* (Penguin edition, 1981), p. 13.
22. *Lovers' Vows* printed in Jane Austen's work above-mentioned is used as the text.
23. Margaret Kirkham, op. cit., p. 111.
24. Marilyn Butler, *Jane Austen and the War of Ideas* (Oxford, 1975), p. 229.

Bibliography

The works which are not referred to in the text are given here.

1. F. W. Bradbrook, *Jane Austen and Her Predecessors* (Cambridge, 1967).
2. M. Lascelles, *Jane Austen and her Art* (London, 1963).
3. K. L. Moler, *Jane Austen's Art of Allusion* (Lincoln, 1968).
4. J. Nardin, *Those Elegant Decorums: The Concept of Propriety in Jane Austen's Novels* (Albany, 1973).
5. F. B. Pinion, *A Jane Austen Companion* (London, 1979).

体力・運動能力の縦断的考察

中和田 武

A Study of Students' Physical Strength and Athletic Ability

Takeshi NAKAWADA

本校学生の体力・運動能力は、全国・奈良県の同年齢者と比較して平均値レベルでは劣るが、年間の増加量においては本校がすぐれているとの仮説を基に、昭和52年度入学の本校学生を対象に動きとしての発達現象を同一学生の入学時から5ヶ年間、加齢にともなう増加率を基に縦断的考察を試みた。

その結果、全国高校、奈良県高校、全国大学、全国高専と比較する中で、体格は15歳において3項目とも劣位にあり、そのうち体重、胸囲は、加齢につれても劣位は変わらず19歳においても劣っている。身長は加齢につれてその差がみられなくなっている。体力は15歳においてすべての項目で劣位にあり、17・19歳では反復横とび、立立体前屈がすぐれた傾向を示しているが、それ以外においては劣位にある。運動能力は15・17歳においてハンドボール投げ、懸垂腕屈伸を除く項目において劣位にあり、19歳では50m走、ハンドボール投げにおいてすぐれている。体力・運動能力のバランスは、15歳では大巾に劣っており、運動能力にたいする体力のアンバランスがみられる。17歳では若干の発達がみられるが、全国値にはほど遠い。しかしながら体力・運動能力はややバランスのとれた傾向となってきた。19歳では全国高専には劣るが、全国大学を上まわる発達がみられ、やっと体力・運動能力にバランスのとれた安定がみられた。のび率からみると、体格は17歳でのび率が大きく、19歳では胸囲がすぐれたのび率を示している。体力は17歳で総合的に高いのび率となっているが、握力は指数100を下まわっている。19歳では全般に若干ののびしかみられない。運動能力は17歳で懸垂腕屈伸を除く他の項目において、低いのび率となっている。19歳では逆に懸垂腕屈伸を除く他の項目において高いのび率となっている。17歳で指数100を下まわる項目は、全国高校の1500m走のみであったのが、19歳においてはそれぞれ増加し、項目は異なるが全国大学・全国高専ともに10項目、本校は5項目において指数100を下まわる傾向がみられた。年間増加量の累積からみると、体格は高率を示し、全国よりもすぐれている。体力は、すべての項目で高い増加率を示しており、特に立立体前屈27.41%、背筋力18.31%、踏み台昇降運動15.8%、反復横とび10.1%と大幅な累積増加率の差がみられ本校がすぐれている。運動能力は、走り幅とびを除くすべての項目において高い増加率を示しており、特に懸垂腕屈伸37.29%の高率で、50m走4.07%、1500m走-39.5%差で本校がすぐれた結果を得られた。

緒 言

現代社会における青少年の体力・運動能力の発達傾向は、12歳から17～18歳の間において急激な発達傾向がみられ、体力においては17～18歳、運動能力においては17～18歳ごろと、22～23歳ごろにそのピークが見られる。

この発達傾向の後半年齢に位置する本校学生の体力・運動能力は、前回の研究結果からみると全国平均値を下まわり、運動部所属学生で、やっと全国レベルに位置する低い状態にあることが明らかとなった。この原因は、中学時代にスポーツ経験の浅かった学生が多いこともその一因として考えられるか、特に15歳までの学生達の生活環境、運動環境が大きく作用しており、入学時の質的

量的な面でのハンディは5ヶ年を経過しても解消されないう状態であった。しかしながらこれらのことは、各年令を横断的に比較検討した結果の考察であって、ただ単に本校が全国よりも劣位にあるというだけではかたづけられない問題である。

そこで本研究は、体力・運動能力の変量がいずれも成長発達に依存するものであり、特に成長期の被検者を対象とする場合、各変量の記録が縦断的にどのように変動するかということについての知見が極めて重要であることから、昭和52年度入学の本校学生を対象に、動きとしての発達現象を、同一学生の入学時から5ヶ年間追跡的観察を試み、本校学生の体力・運動能力は、全国その他と比較すると平均値レベルでは劣るが、年間の増加量に

おいては本校がすぐれているとの仮説を基に、加令にともなう増加率から5ヶ年の経過の中で、どの程度の向上がみられるかを明らかにし、その結果を今後の学生達の体力意識向上および体力・運動能力の増進の基礎的データとして活用するため縦断的考察を試みた。

研究方法

1. 測定年月日

1977年～1981年 各年4月中旬～5月初旬に測定を実施した。

2. 調査対象

1977年4月本校に入学し、1982年3月に卒業するまでの5年間を通して在学した148名のうち、全項目について追跡観察された96名である。

3. 測定項目

測定項目は、体格・体力・運動能力の3領域より15項目である。

1) 体格の項目—身長、体重、胸囲

2) 体力の項目

- ①敏しょう性—反復横とび
- ②瞬 発 力—垂直とび
- ③筋 力—背筋力、握力
- ④持 久 性—踏台昇降運動
- ⑤柔 軟 性—伏臥上体そらし、立位体前屈

3) 運動能力の項目

- ①走 力—50m走
- ②跳 力—走り幅とび
- ③投 力—ハンドボール投げ
- ④筋 持 久 力—懸垂屈体伸
- ⑤全身持久力—持久走(1500m走)

4. 測定方法

体格の3項目は、毎年4月の定期健康診断の身体計測結果を利用し、体力・運動能力に関する12項目は、

すべて文部省「スポーツテスト」の実施要項に従って実施した。

5. 比較対象

本校学生の体格・体力・運動能力の現状および年間増加率を把握するために、全国および地域レベルと比較検討した。

体格については、各年とも文部省の体力・運動能力調査報告書ならびに、奈良県教育委員会の学校保健統計調査を利用し、体力・運動能力については、各年とも文部省体力・運動能力調査報告ならびに奈良県児童生徒体力運動能力調査を利用した。15～17歳までは全国高校男子生徒と奈良県高校男子生徒の平均値を、18,19歳は全国大学、全国高専の平均値を基準にして、入学年度が期を一にする同一年齢者の年齢移行による比較検討である。

6. 計算処理方法

平均値、標準偏差、その他の算出は、すべて本校電算機室メルコン30F型コンピューターによって行った。

結果と考察

1. 体格について

身長、体重、胸囲について、年齢別に平均値および標準偏差を求めると表一の通りであり、それらをグラフに表したのが図一である。この結果をもとに体格の特徴を考察するため項目ごとに平均値の差をT検定した。その結果は表二の如くである。

15・16・17歳を全国高校(以下「全高」という)、奈良県高校(以下「県高」という)と比較すると、身長は15・16歳で本校が劣っているが17歳では僅かにすぐれている。特に15歳では全高と1.43cm、県高と1.93cmの差がみられる。体重、胸囲はすべての年齢において劣っており、15歳で体重において全高と3.72kg、県高とは3.62

表一 体格の平均値と標準偏差

項目	年齢 区分	15歳			16歳			17歳			18歳			19歳			
		N	M	SD	N	M	SD	N	M	SD	N	M	SD	N	M	SD	
身長 (cm)	全国高校		166.4		944	168.69	5.44	931	169.29	5.32	全国大学	499	170.03	5.27	607	170.46	5.55
	奈良県高校		166.9			168.6			169.3		全国高専	596	170.42	5.66	596	170.39	5.52
	本校	96	164.97	7.20	96	168.28	6.39	96	169.75	6.18	本校	96	170.35	6.17	96	170.46	6.15
体重 (kg)	全国高校		55.8		940	58.01	7.33	930	60.00	7.31	全国大学	498	60.99	7.28	604	61.90	7.64
	奈良県高校		55.7			58.3			60.1		全国高専	596	61.46	6.89	597	61.27	6.81
	本校	96	52.08	6.97	96	57.17	6.53	96	59.37	6.39	本校	96	60.34	6.58	96	60.41	6.84
胸 囲 (cm)	全国高校		82.1		930	83.72	5.08	914	85.65	4.72	全国大学	482	86.15	4.56	472	86.90	4.95
	奈良県高校		81.5			83.4			84.9		全国高専	592	86.29	4.49	591	86.58	4.57
	本校	96	79.44	5.15	96	82.14	4.28	96	83.72	4.45	本校	96	84.62	4.81	96	85.66	5.21

表一 2 体格における全国・県と本校の平均値の有意差検定

項目	年齢 区分	15歳		16歳		17歳		18歳		19歳					
		有意性		有意性		有意性		有意性		有意性					
		D _M	t	D _M	t	D _M	t	D _M	t	D _M	t				
身長	全国高校	-1.43		-0.41	0.60	0.46	0.70	全国大学	0.32	0.47	0.00	0.00			
	奈良県高校	-1.93		-0.32		0.45		全国高専	-0.07	0.10	0.07	0.10			
体重	全国高校	-3.72		-0.86	1.21	-0.63	0.90	全国大学	-0.65	0.87	-1.49	1.94			
	奈良県高校	-3.62		-1.13		-0.73		全国高専	-1.12	1.53	-0.86	1.14			
胸囲	全国高校	-2.66		-1.58	3.37	**	-1.93	1.18	全国大学	-1.53	2.87	**	-1.24	2.14	*
	奈良県高校	-2.06		-1.26		-1.18		全国高専	-1.67	3.18	**	-0.92	1.63		

(注) 表中平均値差がマイナスになっているのは本校学生が劣ることを示す。

*は5%水準で、**は1%で有意差があることを示す。空欄は有意差がないことを示す。

kg, 胸囲においては全国と2.66cm, 県高とは2.06cmの差がみられる。特に16歳の全高胸囲とは1%水準の有意差が認められた。18・19歳を全国大学(以下「全大」という), 全国高専(以下「全専」という)と比較すると, 身長は18歳で全専に劣り, 全大には僅かにすぐれている。19歳では全大と同値を示し, 全専よりは僅かにすぐれている。体重, 胸囲は18・19歳とも本校が劣っており, 特に18歳の全大, 全専の胸囲とは1%水準の有意差が, 19歳の全大胸囲とは5%水準の有意差が認められた。

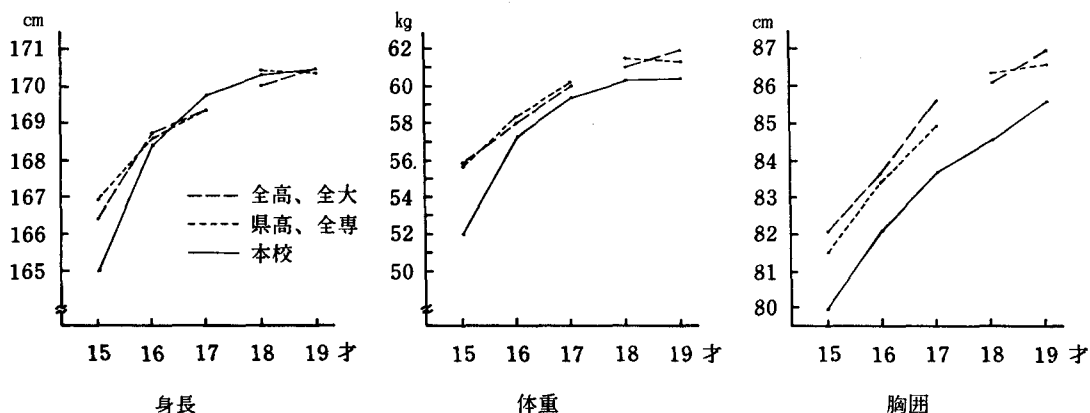
全体を通してみると, 身長は15歳において全高, 県高よりも劣位にあるが, 年令が進むにつれてほとんど差がみられない。しかしながら, 体重, 胸囲においては本校が各年令において劣位にあり, 15歳での大きな差位は, 年令進行につれても平行線をたどる傾向を示し, なかでも15歳の体重, 胸囲の大きな差は見逃すことのできない問題である。

2. 体力について

体力の7項目についての測定結果は表一3の通りであり, それを項目ごとにグラフで表したのが図一2である。項目ごとに平均値の差をT検定した結果は表一4の

通りである。

15・16・17歳を全高・県高と比較すると, 反復横とびは15・16歳で全高より劣っているが, 17歳では1%水準の有意差が認められ本校がすぐれている。15歳では5%水準の有意差が認められ, 県高とでは各年令とも本校がすぐれており, 15・16歳では5%水準の有意差が認められた。背筋力は本校が各年令において劣っており15歳で平均値差19kg, 16歳で32~34kgの平均値差がみられ, 特に16歳の大きな差は測定器具の精度の問題とも考えられ信頼できる測定値ではないように思われるが, あまりにも差位がありすぎる。各年令とも1%水準の有意差が認められた。立位体前屈は全高とでは15歳でやや本校が劣っており, 16・17歳ではすぐれている。県高とでは各年令とも本校がすぐれており, 16歳で1%水準の有意差が認められた。踏台昇降運動は全高と比べ15歳で4.79, 17歳で3.09と平均値差で本校が劣っており, 15歳で1%水準, 17歳で5%水準の有意差が認められた。県高とでは各年令において本校が劣っている。垂直とび, 握力, 伏臥上体そらしは本校が各年令において劣っている。垂直では15・17歳で全高よりも3cm前後の平均値



図一 1 体格の項目別平均値の比較

表一三 体力の平均値と標準偏差

項目	年 齢 区 分	15歳			16歳			17歳				18歳			19歳		
		N	M	SD	N	M	SD	N	M	SD		N	M	SD	N	M	SD
反復横とび (点)	全国高校	943	43.5	3.97	946	46.49	4.74	932	46.24	4.78	全国大学	503	47.03	4.46	564	46.39	4.44
	奈良県高校	2,126	41.8	4.51	2,318	45.1	4.55	2,265	45.6	4.79	全国高専	596	48.99	4.08	598	48.42	3.85
	本 校	96	42.57	3.64	96	45.81	3.19	96	47.91	3.48	本 校	96	49.10	3.64	96	50.14	3.61
垂 直 と び (cm)	全国高校	941	58.9	7.12	943	61.18	7.20	928	62.87	7.04	全国大学	504	61.56	7.24	602	60.79	7.11
	奈良県高校	2,133	57.3	7.06	2,327	59.5	6.96	2,271	62.0	7.46	全国高専	596	62.98	6.45	597	63.16	6.61
	本 校	96	55.91	7.28	96	58.45	5.98	96	59.53	6.90	本 校	96	60.17	6.36	96	60.72	7.43
背 筋 力 (kg)	全国高校	943	123.1	23.01	945	130.35	23.30	932	139.61	23.32	全国大学	502	131.91	22.01	539	140.35	26.38
	奈良県高校	2,142	123.3	25.15	2,262	131.5	24.37	2,271	137.6	27.02	全国高専	596	145.92	23.05	596	141.84	24.62
	本 校	96	104.04	18.75	96	97.46	27.67	96	129.74	19.73	本 校	96	132.71	19.35	96	133.91	24.31
握 力 (kg)	全国高校	941	42.0	6.62	937	44.44	5.82	923	46.29	6.16	全国大学	455	46.56	6.33	582	46.41	6.10
	奈良県高校	2,147	41.7	6.35	2,338	44.3	6.22	2,280	46.4	6.72	全国高専	594	47.79	6.40	596	47.50	6.18
	本 校	96	39.09	4.78	96	38.65	6.89	96	33.13	6.08	本 校	96	43.60	5.63	96	41.54	5.36
伏臥上体 そらし (cm)	全国高校	942	55.7	9.01	945	58.39	8.25	932	59.37	8.76	全国大学	505	58.75	7.82	596	58.29	7.67
	奈良県高校	2,133	55.8	7.94	2,325	58.3	8.05	2,252	60.1	8.51	全国高専	596	58.84	7.30	598	58.67	7.58
	本 校	96	52.23	6.83	96	55.90	7.38	96	57.76	6.21	本 校	96	58.01	7.19	96	57.81	7.25
立位体前屈 (cm)	全国高校	937	13.7	5.32	945	15.11	5.49	931	15.35	5.50	全国大学	502	15.64	5.70	624	13.31	7.39
	奈良県高校	2,067	12.4	5.87	2,326	14.1	5.98	2,258	14.7	6.12	全国高専	595	15.07	5.61	598	15.18	5.42
	本 校	96	13.07	5.23	96	15.92	5.60	96	15.58	5.59	本 校	96	15.46	5.54	96	16.26	5.38
踏み台 昇降運動 (指数)	全国高校	927	66.1	12.54	924	68.30	12.23	747	66.17	11.81	全国大学	468	61.86	11.22	496	58.70	9.24
	奈良県高校	2,023	63.8	12.48	2,319	67.6	13.90	2,234	64.8	12.64	全国高専	589	65.77	11.37	550	64.30	11.60
	本 校	96	61.31	12.66	96	66.51	12.60	96	63.08	13.28	本 校	96	65.30	12.64	96	63.30	12.05

表一4 体力における全国・県と本校の平均値の有意差検定

項目	年齢 区分	15歳			16歳			17歳			18歳			19歳			
		D _M	t	有意性	D _M	t	有意性	D _M	t	有意性	D _M	t	有意性	D _M	t	有意性	
		有意性			有意性			有意性			有意性			有意性			
反復横とび	全国高校	-0.93	2.36	*	-0.68	1.88		1.67	4.30	**	全国大学	2.07	4.91	**	3.75	9.07	**
	奈良県高校	0.77	2.00	*	0.71	2.09	*	2.31	6.25	**	全国高専	0.11	0.27		1.72	4.29	*
垂直とび	全国高校	-2.99	3.84	**	-2.73	4.17	**	-3.34	4.50	**	全国大学	-1.39	1.91		-0.07	0.08	
	奈良県高校	-1.39	1.83		-1.05	1.67		-2.47	3.42	**	全国高専	-2.81	4.00	**	-2.44	3.03	**
背筋力	全国高校	-19.06	9.27	**	-32.89	11.24	**	-9.87	4.58	**	全国大学	0.8	0.36		-6.44	2.35	*
	奈良県高校	-19.26	9.68	**	-34.04	11.85	**	-7.86	3.75	**	全国高専	-13.21	6.03	**	-7.93	2.96	**
握力	全国高校	-2.91	5.45	**	-5.79	7.94	**	-13.16	20.15	**	全国大学	-2.96	4.57	**	-4.87	8.08	**
	奈良県高校	-2.61	5.15	**	-5.65	7.90	**	-13.27	20.85	**	全国高専	-4.19	6.63	**	-5.96	9.88	**
伏臥上体そらし	全国高校	-3.47	4.58	**	-2.49	3.11	**	-1.61	2.31	*	全国大学	-0.74	0.91		-0.48	0.59	
	奈良県高校	-3.57	4.97	**	-2.40	3.11	**	-2.34	3.55	**	全国高専	-0.83	1.04		-0.86	1.07	
立位体前屈	全国高校	-0.63	1.12		0.81	1.35		0.28	0.46		全国大学	-0.18	0.29		2.95	4.72	**
	奈良県高校	0.67	1.22		1.82	3.11	**	0.88	1.50		全国高専	0.39	0.63		1.08	1.82	
踏み台昇降運動	全国高校	-4.79	3.53	**	-1.79	1.32		-3.09	2.17	*	全国高校	3.44	2.47	*	4.60	3.54	**
	奈良県高校	-2.49	1.88		-1.09	0.82		-1.72	1.24		全国高専	-0.47	0.34		-1.00	0.75	

(注) 表中平均値差がマイナスになっているのは、本校学生が劣ることを示す。

*は5%水準で、**は1%水準で有意差があることを示す。空欄は有意差のないことを示す。

差があり、1%水準の有意差が認められ、県高とは17歳で1%水準の有意差がみられ本校が平均値差で2.5cm前後劣っている。握力は16歳で全高と5.79kg、県高と5.65kg、17歳で全高と13.16kg、県高と13.27kgと大きな差がみられ、各年齢とも1%水準の有意差が認められた。上体は15歳で全高と3.47cm、県高と3.57cmの差がみられ、17歳の全高とは5%水準、その他においては1%水準の有意差が認められた。18・19歳を全大・全専と比較すると反復横とびは本校がすぐれ、特に19歳では全大よりも3.75回と大きく上まわっている。18歳全専を除くすべてにおいて1%水準の有意差が認められた。背筋力は18歳で全大より僅にすぐれている他は、本校が劣っている。全大の19歳では5%水準、全専の18・19歳では1%水準の有意差が認められた。立位体前屈は18歳で全大よりもやや劣っているが、その他においては本校がすぐれている。特に19歳では全大と約3cm平均値差がみられ1%水準の有意差で本校がすぐれている。踏み台昇降運動は全専に比して本校が18・19歳とも劣っているが、全大とは18歳で3.44、19歳では4.60と平均値差ですぐれ、18歳で5%、19歳で1%水準の有意差がみられた。垂直とび、握力、伏臥上体そらしは15~17歳同様、本校が全大・全専よりも劣っている。垂直とびでは全専より18・19歳で平均値差2.5cm前後劣り、1%水準の有意差がみられる。握力では全専よりも18歳で4.19

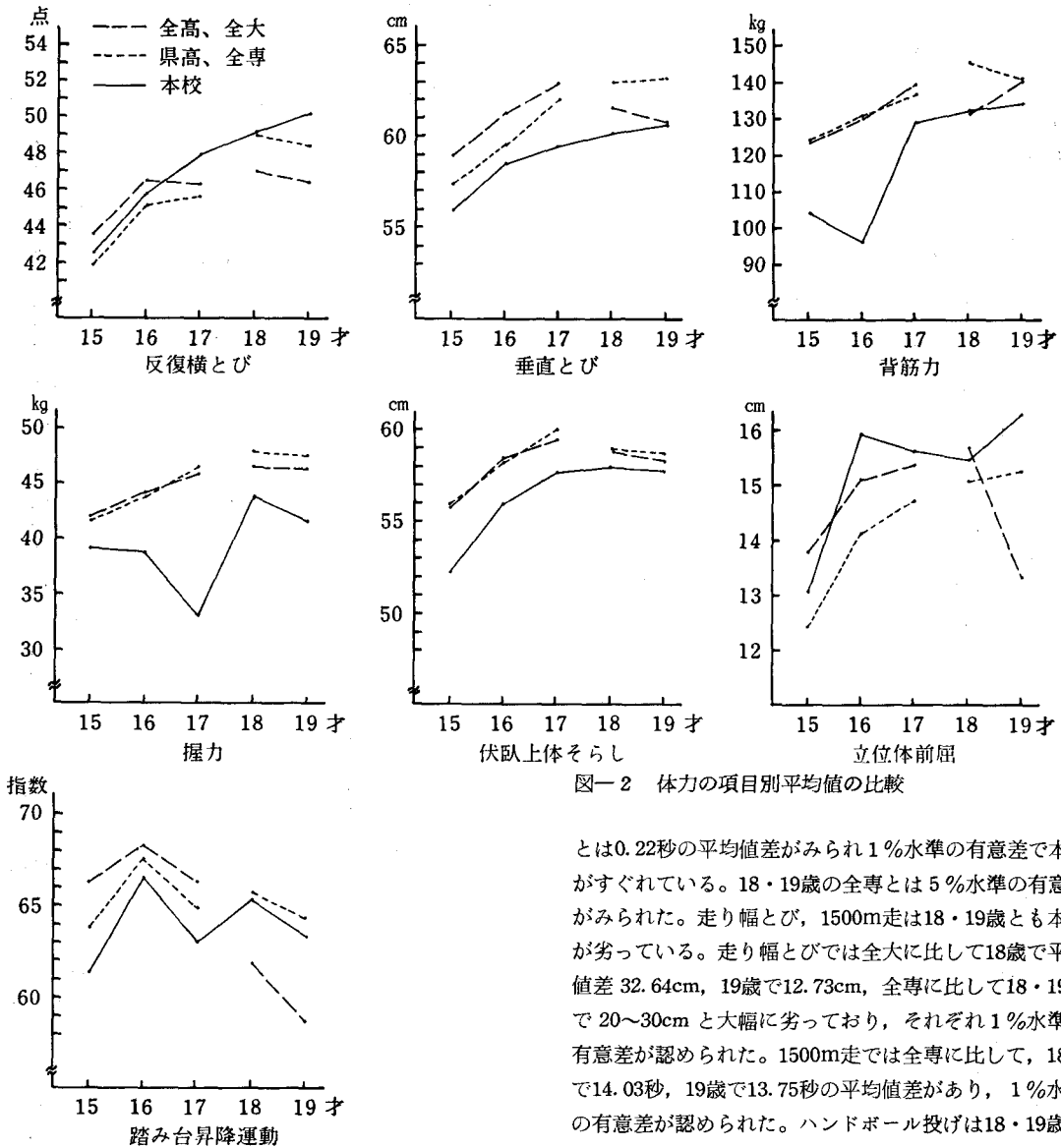
kg、19歳で5.96kg、19歳で全大よりも4.87kgと大巾な差がみられ、それぞれ1%水準の有意差が認められた。

全体を通してみると、本校は反復横とび、立位体前屈において全高の15・16歳、立位体前屈の15・18歳が全高および全大よりも劣位にあるが、その他の年齢においては優位にある。垂直とび、背筋力、握力、伏臥上体そらしはすべての年齢において、劣位にあるが、握力を除いて本校は年齢が進むにつれて上昇傾向がみられる。本校の垂直とび、背筋力は19歳がピークとなり、握力・伏臥上体そらしは18歳がピークでその後停滞現象を示している。踏み台昇降運動では県高・全専と同じ傾向を示し、17歳までは全高・県高よりも劣っているが、18・19歳では全専には劣るが全大よりもすぐれた傾向を示している。

3. 運動能力について

運動能力の5項目についての測定結果は表一5の通りであり、それを項目ごとにグラフに表したのが図一3である。項目ごとに平均値の差をT検定した結果は表一6の通りである。

15・16・17歳を全高・県高と比較すると、50m走は15・16才で全高より劣っており、16歳の全高とは5%水準の有意差が認められた。17歳では1%水準の有意差で本校が劣っている。走り幅とび、1500m走は各年齢において本校が劣っており、走り幅とびの16歳の全高で5%水準、17歳の県高で5%水準、全高17歳で1%水準の有意



図一 2 体力の項目別平均値の比較

差が認められた。1500m走では全高とは15・16・17歳で10秒程の平均値差がみられ本校が劣っている。15・16歳で1%, 17歳で5%水準の有意差がみられる。県高とは17歳でやはり12秒近い差がみられ本校が劣っており、5%水準の有意差が認められた。ハンドボール投げは16歳の全高を除き各年齢で本校がすぐれている。特に15歳では75cm、県高に比して16歳では100cmと大巾にすぐれ5%水準の有意差が認められた。懸垂腕屈伸は16歳の全高より劣っているが、その他は本校がすぐれている。特に16歳の全高で1%, 17歳の県高で5%水準の有意差が認められた。

18・19歳を全大・全専と比較すると、50m走は、18歳で本校が劣っているが19歳ではすぐれており、特に全大

とは0.22秒の平均値差がみられ1%水準の有意差で本校がすぐれている。18・19歳の全専とは5%水準の有意差がみられた。走り幅とび、1500m走は18・19歳とも本校が劣っている。走り幅とびでは全大に比して18歳で平均値差32.64cm、19歳で12.73cm、全専に比して18・19歳で20~30cmと大幅に劣っており、それぞれ1%水準の有意差が認められた。1500m走では全専に比して、18歳で14.03秒、19歳で13.75秒の平均値差があり、1%水準の有意差が認められた。ハンドボール投げは18・19歳とも本校がすぐれている。特に18歳で全大よりも82cmと大幅にすぐれ、19歳で全大と1%水準の有意差がみられる。懸垂腕屈伸は19歳で全専に劣る以外は本校がすぐれている。特に18・19歳では全大より1回以上の差がみられ、18歳で5%、19歳で1%水準の有意差がみられた。

全体を通してみると、50m走では18歳まで本校が劣位にあるが、19歳では逆転し本校が優位になっている。走り幅とび、1500m走では各年齢とも劣位にあり、特に走り幅とびの18歳での下降現象は発達曲線からみても一考を要するところである。ハンドボール投げは16歳で全高に少し劣る以外は優位にあり、特に19歳の値はすばらしいものである。懸垂腕屈伸では16歳の全高、19歳の全専を除き優位にあり、ハンドボール投げ同様順調な伸びを示している。

表一五 運動能力の平均値と標準偏差

項目	年 齢 区 分	15 歳			16 歳			17 歳				18 歳			19 歳		
		N	M	SD	N	M	SD	N	M	SD		N	M	SD	N	M	SD
50m 走 (秒)	全国高校	943	7.4	0.40	946	7.29	0.46	932	7.27	0.38	全国大学	498	7.30	0.41	436	7.36	0.39
	奈良県高校	2,120	7.5	0.45	2,314	7.4	0.45	2,259	7.2	0.35	全国高専	596	7.22	0.37	598	7.24	0.38
	本 校	96	7.48	0.38	96	7.40	0.40	96	7.40	0.37	本 校	96	7.33	0.41	96	7.14	0.35
走り幅とび (cm)	全国高校	943	433.6	41.11	946	446.79	45.35	932	453.98	41.38	全国大学	500	458.75	43.84	432	449.90	46.12
	奈良県高校	2,127	426.7	42.26	2,320	440.2	42.65	2,254	449.3	44.79	全国高専	596	459.33	39.70	598	460.37	41.65
	本 校	96	426.12	35.58	96	437.11	41.79	96	439.03	39.87	本 校	96	426.11	41.80	96	437.17	41.22
ハンドボール 投げ (m)	全国高校	940	25.8	4.54	946	28.52	4.64	932	29.17	4.57	全国大学	500	28.73	4.64	432	28.00	4.80
	奈良県高校	2,137	26.1	4.51	2,325	27.3	4.45	2,282	28.8	4.59	全国高専	596	29.40	4.76	598	29.24	4.59
	本 校	96	26.55	3.91	96	28.36	4.02	96	29.53	4.34	本 校	96	29.55	4.91	96	29.86	4.63
懸垂腕屈伸 (回)	全国高校	939	6.4	3.52	941	8.77	4.35	925	8.77	4.33	全国大学	496	8.50	4.19	373	7.92	3.94
	奈良県高校	2,137	5.9	3.83	2,322	7.1	3.78	2,281	8.1	4.10	全国高専	594	9.30	4.02	598	9.63	4.14
	本 校	96	6.48	3.30	96	7.72	3.19	96	9.00	3.89	本 校	96	9.53	3.89	96	9.12	3.84
持 久 走 1,500m (秒)	全国高校	918	359.0	29.98	941	355.13	35.41	929	361.39	35.20	全国大学	496	367.03	34.83	415	373.31	35.08
	奈良県高校	2,010	368.9	44.61	2,060	364.3	37.40	1,854	361.2	37.18	全国高専	594	360.70	37.44	596	363.79	36.73
	本 校	96	377.50	39.39	96	372.12	42.98	96	373.05	47.69	本 校	96	374.73	45.10	96	377.54	44.40

体力・運動能力の縦断的考察

表一六 運動能力の全国・県と本校の平均値の有意差検定

項目	年 齢 有 意 性 区 分	15 歳			16 歳			17 歳				18 歳			19 歳		
		D _M	t	有意性	D _M	t	有意性	D _M	t	有意性		D _M	t	有意性	D _M	t	有意性
50m 走	全国高校	-0.08	1.95		-0.11	2.53	*	-0.13	3.26	**	全国大学	-0.03	0.65		0.22	5.45	**
	奈良県高校	0.02	0.50		0	0		-0.20	5.19	**	全国高専	-0.11	2.45	*	0.10	2.56	*
走り幅とび	全国高校	-7.48	1.93		-9.68	2.14	*	-14.95	3.48	**	全国大学	-32.64	60.17	**	-12.73	24.20	**
	奈良県高校	-0.58	0.15		-3.09	0.70		-10.27	2.45	*	全国高専	-33.22	61.77	**	-23.20	45.62	**
ハンドボール 投げ	全国高校	0.75	1.76		-0.16	0.36		0.36	0.11		全国大学	0.82	1.51		1.86	3.53	**
	奈良県高校	0.45	1.09		1.06	2.52	*	0.73	0.23		全国高専	0.15	0.27		0.62	1.21	
懸垂腕屈伸	全国高校	0.08	0.22		-1.05	2.95	**	0.23	0.54		全国大学	1.03	2.34	*	1.2	2.71	**
	奈良県高校	0.58	1.67		0.62	1.85		0.90	2.21	*	全国高専	0.23	0.53		-0.51	1.19	
持久走 (1,500m)	全国高校	-18.5	4.46	**	-16.99	3.74	**	-11.66	2.33	*	全国大学	-7.7	1.58		-4.23	0.87	
	奈良県高校	-8.6	2.07	*	-7.82	1.75		-11.85	2.39	*	全国高専	-14.03	2.89	**	-13.75	2.87	**

(注) 表中平均値差がマイナスになっているのは、本校学生が劣ることを示す。

*は5%水準で、**は1%水準で有意差があることを示す。空欄は有意差のないことを示す。

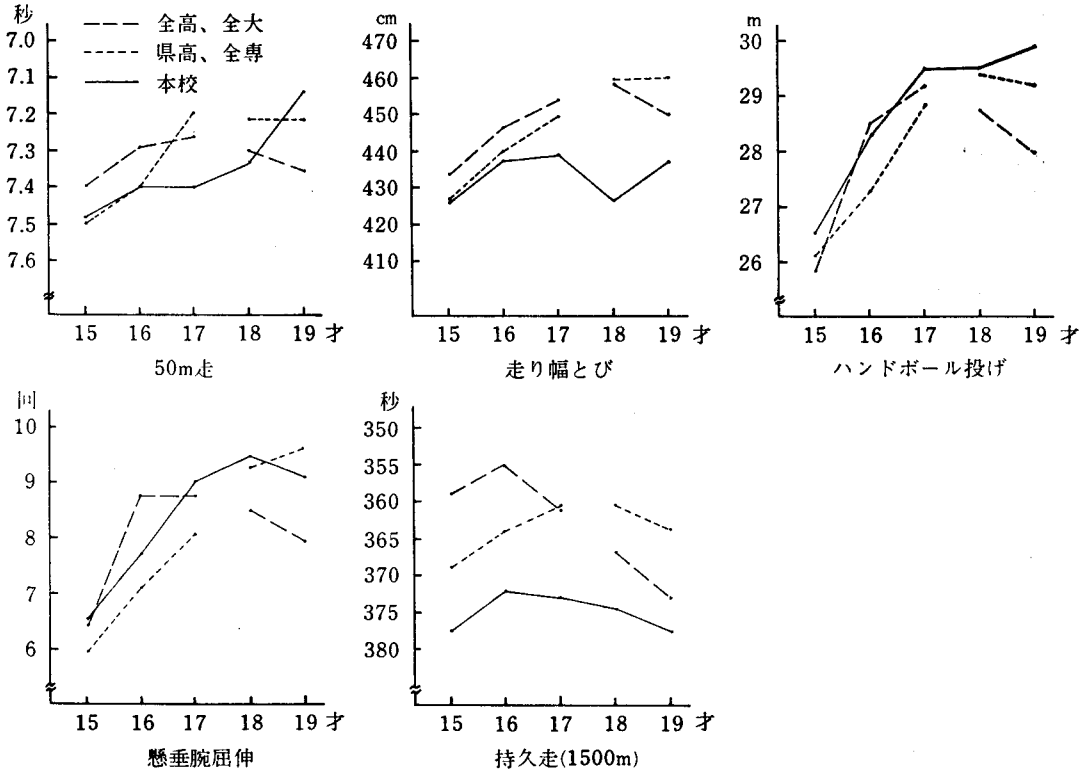


図-3 運動能力の項目別平均値の比較

4. 体力・運動能力のトータル比較

次に、総合的な面から体力と運動能力のバランスについてみたのが図-4である。この数値は体力・運動能力における各項目のTスコア値(表-7)をトータルし、平均した値である。実線が本校をあらわし、県高・全専を点線で、破線で全高・全大を表している。全高・全大を基準として算出したTスコア値であるから、全高・全大の平均は体力・運動能力とも50点の位置である。

15歳は体力・運動能力において全高より劣位にあり、体力で4.0、運動能力で1.6の差がみられる。県高との差は体力で2.42と本校が劣っておりこの体力の低位は背筋力が他の項目に比べて41.7と低いことが、その一因となっているようである。運動能力においては県高とほぼ同値となっている。16才は15歳と同じ傾向を示しているが、県高の運動能力が向上しているにもかかわらず、本校は低下している。実に体力において全高と4.7、県高とは3.5の大幅な差がみられるが、この体力の低下は、背筋力35.8、握力40.0の最低値に原因があるように思われる。運動能力は県高よりやや優位にあるが、全高とは2.46の差がみられ、全項目の低位がトータルの低位を物語っている。17歳は体力・運動能力とも全高、県高より劣位にある。県高は17歳で全国レベルにほぼ到達してい

るが、本校は体力で全高に34.5、運動能力で1.9と劣っている。体力面では握力が35.8と全体を通して最も低値であることがその一因として考えられる。しかしながら、17歳で本校はやっと体力・運動能力のバランスがとれてきている。18歳は体力において全大と同値に達し、運動能力においても近い数値になってきている。しかしながら全専とでは体力において2.3、運動能力では2.7と大きな差がみられ、15~17歳に比べて18歳は体力にたいして運動能力が低い逆現象が現われている。19歳は体力・運動能力とも全大をやっと追越し、総合的にすぐれた傾向がみられる。しかしながら全専とは体力において1.9、運動能力において1.3の差がみられまだ本校は劣位にある。

全体を通してみると、本校は18歳を除いて運動能力よりも体力が劣る傾向にあり、17歳までは体力・運動能力とも全高より劣位にあり、17歳では県高にも劣っているが、15・16歳で運動能力においては県高よりややすぐれた傾向にある。特に16歳の本校の落込みについては今後一考を要する問題である。18・19歳は体力・運動能力とも全専より劣位にあるが、体力は18歳で全大と並び、運動能力は僅かの差で接近し、19歳では完全に全大を上まわり、総合的にすぐれた傾向を示している。しかしながら全専とはまだ差がみられる。

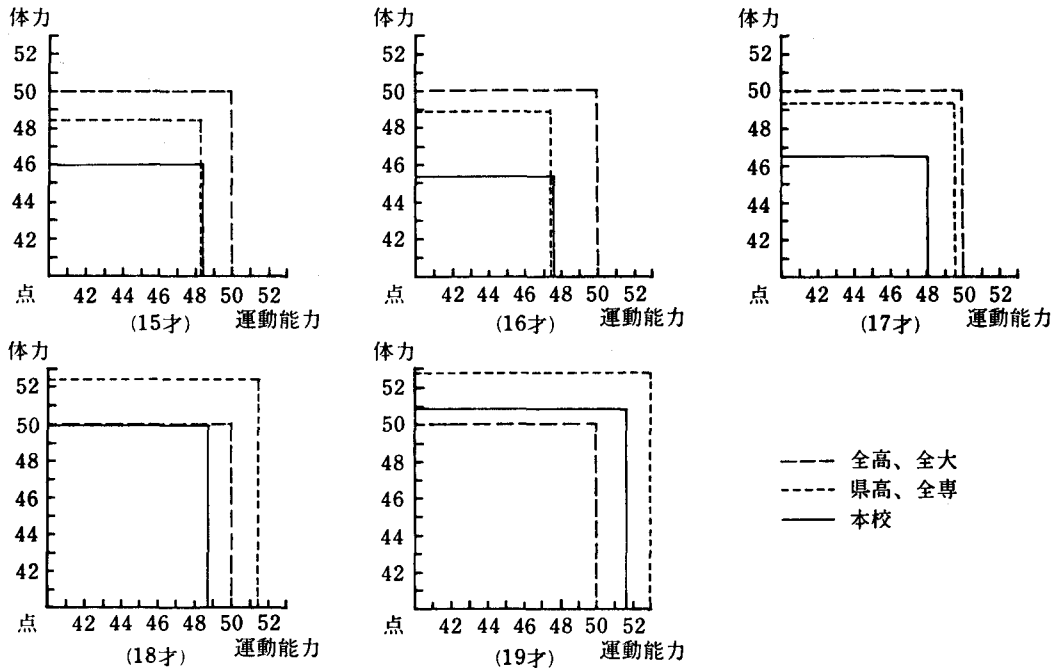


図-4 体力，運動能力のトータル比較

表-7 体力・運動能力における各項目のTスコアー値

年齢	種別 項目 区分	体 力							運 動 能 力					
		反復横とび	垂直とび	背筋力	握力	伏臥上体そらし	立位体前屈	踏み台昇降運動	50m走	走り幅とび	ハンドボール投げ	懸垂腕屈伸	垂直腕屈伸	持久走(1500m)
15 歳	奈良県高校 本 校	45.7	47.7	50.0	49.5	50.1	47.5	48.1	47.5	48.3	50.6	48.5	46.6	
		47.6	45.8	41.7	45.6	46.1	48.8	46.1	48.0	48.1	51.6	50.2	43.8	
16 歳	奈良県高校 本 校	47.0	47.6	50.4	49.7	49.8	48.1	49.4	47.6	48.5	47.3	46.1	47.4	
		48.5	46.2	35.8	40.0	46.9	51.4	48.5	47.6	47.8	49.6	47.5	45.2	
17 歳	奈良県高校 本 校	48.6	48.7	49.1	50.1	50.8	48.8	48.8	51.8	48.8	49.1	48.4	50.0	
		53.4	45.2	45.7	35.8	48.1	50.4	47.3	46.5	46.3	50.7	50.5	46.6	
18 歳	全国高専 本 校	54.3	51.9	56.3	51.5	50.1	49.0	53.4	51.9	50.1	51.4	51.9	51.8	
		54.6	48.0	50.3	45.3	49.0	49.6	53.0	49.2	42.5	51.7	52.4	47.7	
19 歳	全国高専 本 校	54.5	53.3	50.6	51.7	50.4	52.5	56.0	53.0	52.2	52.5	54.3	52.7	
		58.4	49.9	47.5	42.0	49.3	53.9	54.9	55.6	47.2	53.8	52.9	48.7	

5. 15・18歳の記録を基礎としたのび率の比較

体格・体力・運動能力の各項目について、15歳の記録を100とした時の17歳の指数値および18歳の記録を100とした時の19歳の指数値を求めると表-8の通りであり、それらをグラフに表したのが図-5・6である。実線が本校をあらわし、県高・全専は点線で、破線で全高・全大をあらわしている。

15歳→17歳で、本校が全高・県高よりののび率の高い項目は、体格の3項目、体力の反復横とび、背筋力、伏臥上体そらし、立位体前屈、踏み台昇降運動および運動能

力の懸垂腕屈伸である。のび率の低いものは、体力で垂直とび、握力、運動能力では50m走、走り幅とびである。この中で握力は指数100を大幅に下まわっている。また全高より高く県高より低いものには1500m走、全高より低く県高より高いものにハンドボール投げがある。特に10%以上ののび率を示しているものは、体格では体重、体力では反復横とび、背筋力、立位体前屈、伏臥上体そらし、運動能力ではハンドボール投げ、懸垂腕屈伸が挙げられる。このうち反復横とび、背筋力、立位体前屈は、全高・県高よりも大幅に高い傾向を示している。

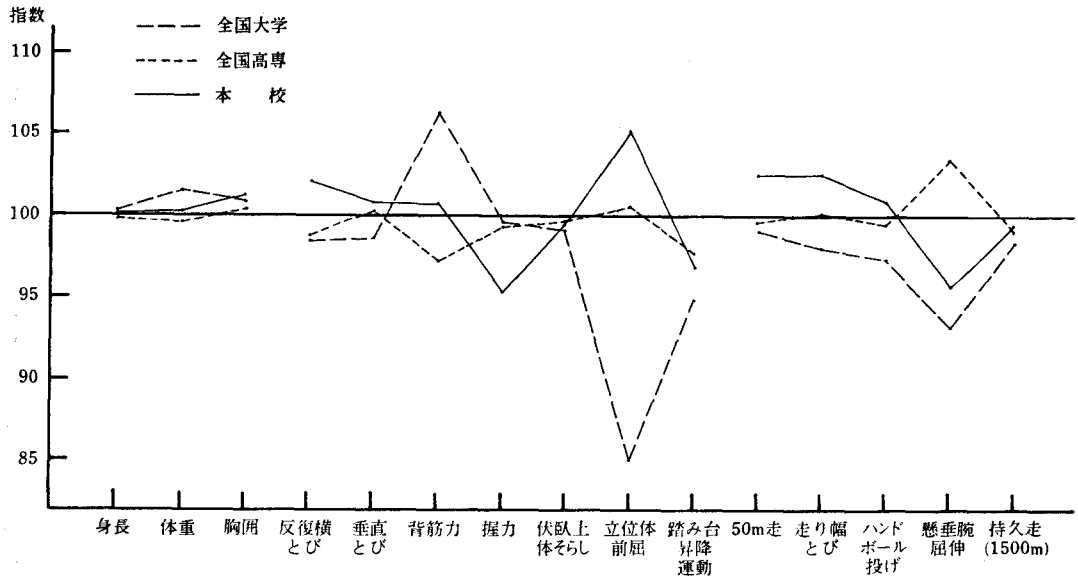
18歳→19歳で、全大、全専よりも本校がのび率の高いものは、体格では胸囲、体力では反復横とび、垂直とび立位体前屈、運動能力では50m走、走り幅とび、ハンドボール投げ、1500m走である。全専より劣っており、のび率の低いものは握力、全大よりすぐれ全専より劣っているものは伏臥上体そらし、踏み台昇降運動、懸垂腕屈伸、全大より低く全専より高いものに背筋力、身長、体重があげられる。また全大・全専・本校とも100を割っている項目が握力、伏臥上体そらし、踏み台昇降運動、1500m走とかなりみられ、本校のみ指数100を割っているものには、全大同様懸垂腕屈伸がある。

全体を通してみると、17歳で体格は全高・県高よりも大幅な発達を示し、体力においても総合的には高いのび率を示している。反面、運動能力は懸垂腕屈伸を除き、全高・県高に比べてのび率は低い。19歳では体力・運動能力のすべての項目において低いのび率しかみられない。全高・県高・全大・全専よりものび率の低い面からみると、17歳では垂直とび、握力、50m走、走り幅とびであったのが19歳では握力のみとなっている。また本校は17歳においては握力を除き100以上の指数であるのにたいし、19歳では指数100を下まわる項目が握力、伏臥上体そらし、踏み台昇降運動、懸垂腕屈伸、1500m走と

表一 8 15・18歳の記録を基礎としたのび率の比較

年 齢		15 歳	17 歳		18 歳	19 歳
項 目						
身 長	全 国 高 校	100	101.73	全 国 大 学	100	100.25
	奈 良 県 高 校	100	101.43	全 国 高 専	100	99.98
	本 校	100	102.89	本 校	100	100.06
体 重	全 国 高 校	100	107.52	全 国 大 学	100	101.49
	奈 良 県 高 校	100	107.89	全 国 高 専	100	99.69
	本 校	100	113.99	本 校	100	100.11
胸 囲	全 国 高 校	100	104.32	全 国 大 学	100	100.87
	奈 良 県 高 校	100	104.17	全 国 高 専	100	100.33
	本 校	100	105.38	本 校	100	101.22
反 復 横 と び	全 国 高 校	100	106.29	全 国 大 学	100	98.63
	奈 良 県 高 校	100	109.09	全 国 高 専	100	98.83
	本 校	100	112.54	本 校	100	102.11
垂 直 と び	全 国 高 校	100	106.74	全 国 大 学	100	98.74
	奈 良 県 高 校	100	108.20	全 国 高 専	100	100.28
	本 校	100	106.47	本 校	100	100.91
背 筋 力	全 国 高 校	100	113.41	全 国 大 学	100	106.39
	奈 良 県 高 校	100	111.59	全 国 高 専	100	97.20
	本 校	100	124.70	本 校	100	100.90
握 力	全 国 高 校	100	110.21	全 国 大 学	100	99.67
	奈 良 県 高 校	100	111.03	全 国 高 専	100	99.39
	本 校	100	84.75	本 校	100	95.27
伏 臥 上 体 そ ら し	全 国 高 校	100	106.58	全 国 大 学	100	99.21
	奈 良 県 高 校	100	107.70	全 国 高 専	100	99.71
	本 校	100	110.58	本 校	100	99.65
立 位 体 前 屈	全 国 高 校	100	112.04	全 国 大 学	100	85.10
	奈 良 県 高 校	100	118.54	全 国 高 専	100	100.72
	本 校	100	119.20	本 校	100	105.17
踏 み 台 昇 降 運 動	全 国 高 校	100	100.10	全 国 大 学	100	94.89
	奈 良 県 高 校	100	101.56	全 国 高 専	100	97.76
	本 校	100	102.88	本 校	100	96.93

50m走	全国高校	100	101.75	全国大学	100	99.17
	奈良県高校	100	104.00	全国高専	100	99.72
	本校	100	101.06	本校	100	102.59
走り幅とび	全国高校	100	104.70	全国大学	100	98.07
	奈良県高校	100	105.29	全国高専	100	100.22
	本校	100	103.02	本校	100	102.59
ハンドボール投げ	全国高校	100	113.06	全国大学	100	97.45
	奈良県高校	100	110.34	全国高専	100	99.45
	本校	100	111.22	本校	100	101.04
懸垂腕屈伸	全国高校	100	137.03	全国大学	100	93.17
	奈良県高校	100	137.28	全国高専	100	103.54
	本校	100	138.88	本校	100	95.69
持久走 (1500m)	全国高校	100	99.33	全国大学	100	98.28
	奈良県高校	100	102.08	全国高専	100	99.14
	本校	100	101.17	本校	100	99.25



図一5 18歳の記録を100とした時の19才の指数値

増加している。しかしながら全大の19歳をみると、100を下まわる項目は体格の3項目および背筋力、立位体前屈を除くすべてにおいて下まわっており、全専は垂直とび、立位体前屈、走り幅とび、懸垂腕屈伸、胸囲を除くすべてにおいて下まわっており、本校は総合的にみて19才においては、全大・全高よりもよい結果があらわれているように思われる。

6. 年間増加量の比較

次に、体格・体力・運動能力の各項目について年間増加量および増加率を求めた結果は表一9・10・11であり、これを基礎として5ヶ年間の累積増加率をグラフであらわしたのが図一7・8・9である。実線で本校をあらわ

し点線で全高・全大（以下「全国」という）をあらわし破線で県高をあらわしている。

体格についてみると、身長は全国・県高・本校ともに15～16歳間において最大増加率を示している。各年間増加率では17～18歳および18～19歳間で全国より劣っている以外本校がすぐれている。体重は身長同様の最大増加率を示している。各年間増加率では17～18歳と18～19歳間において、全国より劣り、全専より優位であるほかは、本校がすぐれた増加量を示している。特に15～16歳間にかけての9.77%はすばらしい増加率である。胸囲は県高・本校ともに15～16歳間で最大増加率を示しているが、全国は16～17歳間である。各年間では16～17歳間で

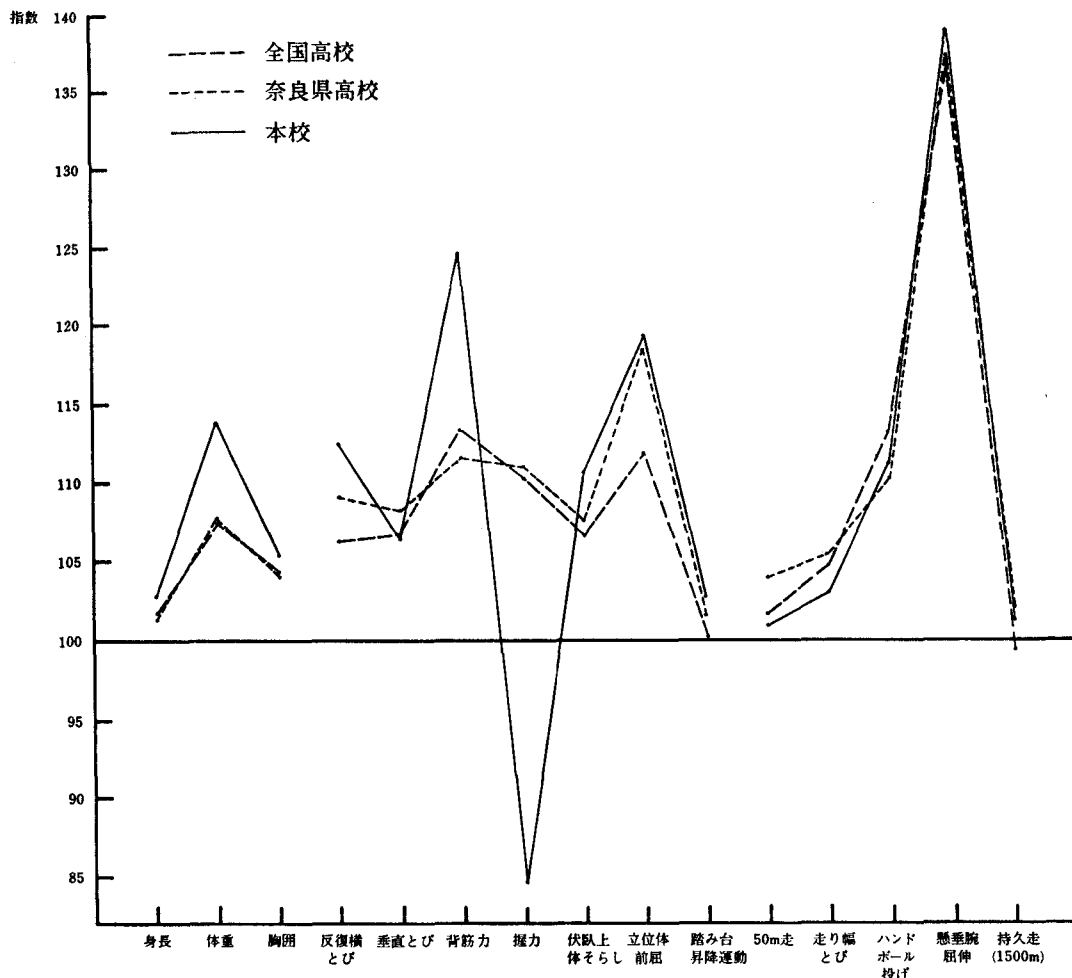


図-6 15歳の記録を100とした時の17歳の指数値

全国よりやや劣り、県高よりややすぐれている以外は、本校が優位の増加率を示している。

全体を通してみると、全国の胸囲が16~17歳間で最大増加率を示しているほかは、すべて15~16歳で最高の発達が見られる。増加率累積からみると、身長、体重、胸囲ともに本校は全国より高率を示しその発達のあとがうかがえる。

体力についてみると、反復横とびで最大増加率を示しているのは全国・県高・本校とも15~16歳間であり、7%前後の増加が見られる。15~16歳間では本校が県高よりやや劣っているが、その他の年間においては全国・県高・全専より高い増加率を示している。特に16~17歳間では4.58%と他を3%以上引離し高い増加が認められた。垂直とびで最大増加率を示しているのは全国・本校とも15~16歳間であり、県高では16~17歳間である。各年間の増加率をみると本校は16~17歳間で県高・全国より低増加が見られ県高とは2.36%の差が見られるが、そ

のほかの年間においては本校が全国・県高・全専より高い増加が認められた。背筋で最大増加率を示しているのは全国では18~19歳間で8.44%と高く、県高では15~16歳間で6.65%、本校は16~17歳間で33.12%となっている。各年間の増加率をみると15~16歳間において全国・県高の増加量に比べ本校は低率を示し、県高との差は12.97%と大幅なマイナス増加をしている。18~19歳間においては全国の増加量と7.22kgの差が見られ、そのほかは本校が高い増加率を示している。伏臥上体そらしでは、すべて15~16歳間で最大増加が見られる。各年間の増加率では18~19歳間でマイナス増加が見られ、全専より劣っているがそのほかの各間では本校が高い増加率を示し、特に15~16歳間において2%以上の高率となっている。立位体前屈は上体そらし同様の最大増加率を示し、本校では実に21.8%の高率増加が認められた。しかしながら、他の年間においては18~19歳間で全専より低く、16~17歳、17~18歳間でマイナス増加が見られる。

は全国・県高においては15～16歳間が最大増加率を示しているが、本校では17～18歳間で31.60%と高い増加率がみられる。各年間の増加率をみると17～18歳間を除く各間でマイナス増加を示し、特に16～17歳間では-14.28%と他に比べ大幅なダウンが認められる。踏み台昇降運動は伏臥上体そらし、立位体前屈同様の最大増加率を示

し、本校では15～16歳間で8.48%と高率を示している。各年間の増加率をみると15～16歳、17～18歳間を除き、全国・本校・県高・全専ともマイナス増加を示しており、そのなかでも本校は特に低率となっている。

全体を通してみると、垂直とびで県高16～17歳間、背筋力で全国18～19歳間、本校の16～17歳間、握力の本校

表-9 体格の年間増加量および増加率

項目	区分	15～16		16～17		17～18			18～19	
		増加量	増加率	増加量	増加率	増加量	増加率		増加量	増加率
身長	全 国	2.29	1.37	0.60	0.35	0.74	0.43	全 国	0.43	0.25
	奈 良 県 校	1.70	1.01	0.70	0.41			全 専	-0.03	-0.01
	本 校	3.31	2.00	1.47	0.87	0.60	0.35	本 校	0.11	0.06
体重	全 国	2.21	3.96	1.99	3.43	0.99	1.65	全 国	0.91	1.46
	奈 良 県 校	2.60	4.66	1.80	3.08			全 専	-0.19	-0.30
	本 校	5.09	9.77	2.20	3.84	0.97	1.63	本 校	0.07	0.11
胸 囲	全 国	1.62	1.97	1.93	2.30	0.50	0.58	全 国	0.75	0.87
	奈 良 県 校	1.90	2.33	1.50	1.79			全 専	0.29	0.33
	本 校	2.70	3.39	1.58	1.92	0.90	1.07	本 校	1.04	1.22

表-10 体力の年間増加量および増加率

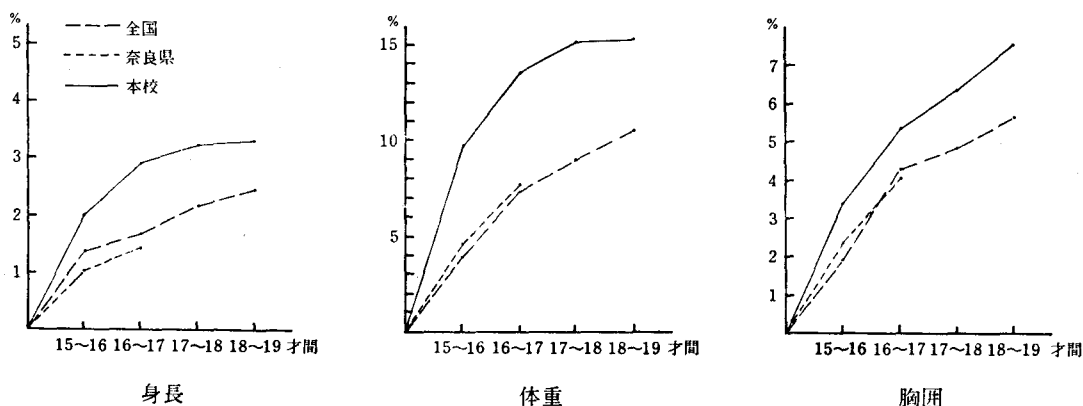
項目	区分	15～16		16～17		17～18			18～19	
		増加量	増加率	増加量	増加率	増加量	増加率		増加量	増加率
反復横とび	全 国	2.99	6.87	-0.25	-0.53	0.79	1.70	全 国	-0.64	-1.36
	奈 良 県 校	3.30	7.89	0.50	1.10			全 専	-0.57	-1.16
	本 校	3.24	7.61	2.10	4.58	1.19	2.48	本 校	1.04	2.11
垂直とび	全 国	2.28	3.87	1.69	2.76	-1.31	-2.08	全 国	-0.77	-1.25
	奈 良 県 校	2.20	3.83	2.50	4.20			全 専	0.18	0.28
	本 校	2.54	4.54	1.08	1.84	0.64	1.07	本 校	0.55	0.91
背筋力	全 国	7.25	5.88	9.26	7.10	-7.70	-5.51	全 国	8.44	6.39
	奈 良 県 校	8.20	6.65	6.10	4.63			全 専	-4.08	-2.79
	本 校	-6.58	-6.32	32.28	33.12	2.97	2.28	本 校	1.20	0.90
握力	全 国	2.44	5.80	1.85	4.16	0.27	0.58	全 国	-0.15	-0.32
	奈 良 県 校	2.60	6.23	2.10	4.74			全 専	-0.29	-0.60
	本 校	-0.35	-0.89	-5.52	-14.28	10.47	31.60	本 校	-2.06	-4.72
伏臥上体そらし	全 国	2.69	4.82	0.98	1.67	-0.62	-1.04	全 国	-0.46	-0.78
	奈 良 県 校	2.50	4.48	1.80	3.08			全 専	-0.17	-0.28
	本 校	3.67	7.02	1.86	3.32	0.25	0.43	本 校	-0.20	-0.34
立位体前屈	全 国	1.41	10.29	0.24	1.58	0.29	1.88	全 国	-2.33	-14.89
	奈 良 県 校	1.70	13.70	0.60	4.25			全 専	0.11	11.00
	本 校	2.80	21.80	-0.34	-2.13	-0.12	-0.77	本 校	1.14	7.37
踏み台昇降運動	全 国	2.20	3.32	-2.13	-3.11	-4.31	-6.51	全 国	-3.16	-5.10
	奈 良 県 校	3.80	5.95	-2.80	-4.14			全 専	-1.47	-2.23
	本 校	5.20	8.48	-3.43	-5.15	2.22	3.51	本 校	-2.00	-3.06

表一11 運動能力の年間増加量および増加率

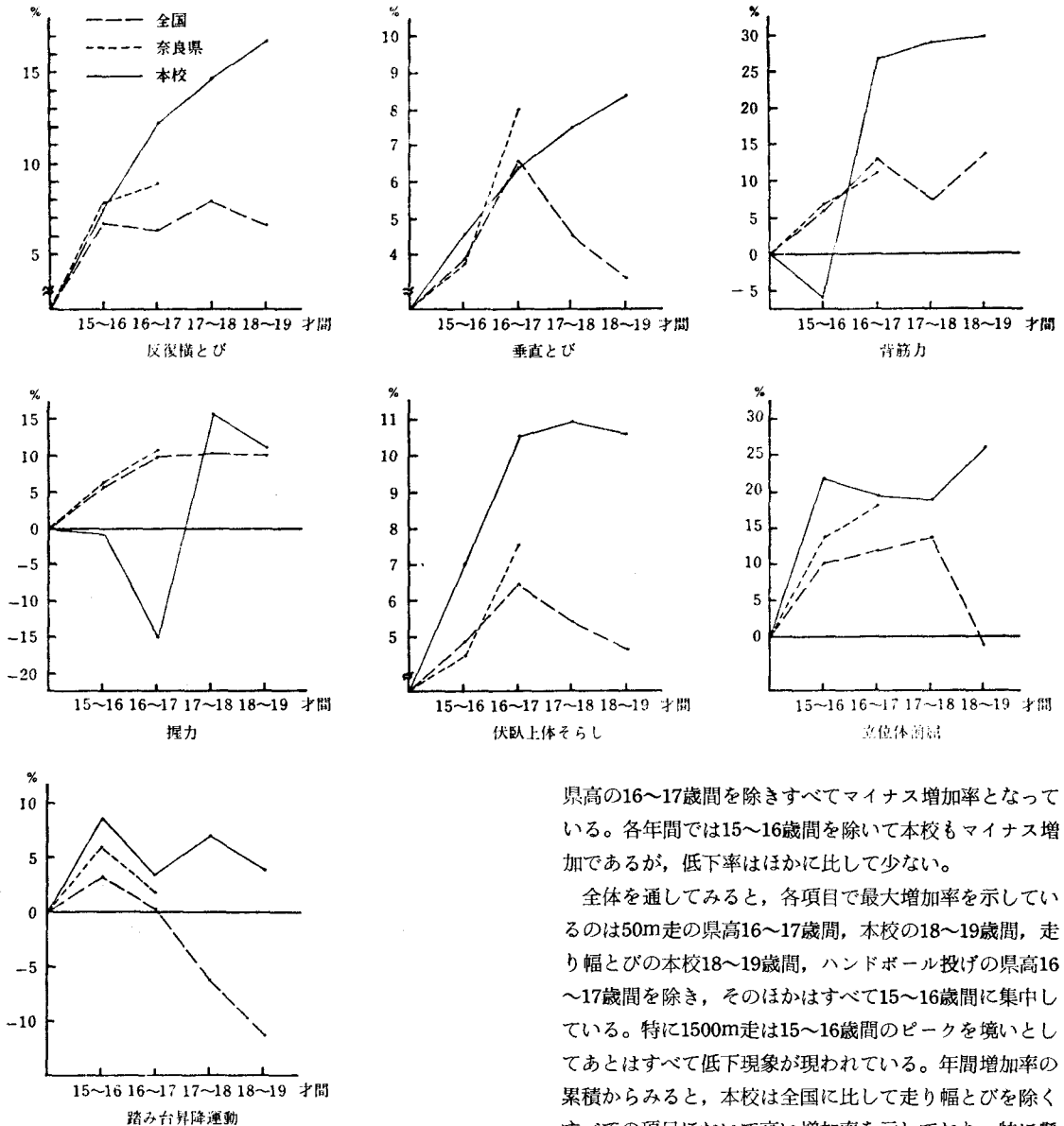
項目	区分	15~16		16~17		17~18		18~19		
		増加量	増加率	増加量	増加率	増加量	増加率	増加量	増加率	
		歳間量・率		歳間量・率		歳間量・率		歳間量・率		
50 m 走	全 国	0.11	1.48	0.63	8.64	-0.03	-0.41	全 国	-0.06	-0.82
	奈 良 県	0.10	1.33	0.20	2.70			全 専	-0.02	-0.27
	本 校	0.08	1.06	0	0	0.07	0.94	本 校	0.19	2.59
走り幅とび	全 国	13.19	3.04	7.19	1.60	4.77	1.05	全 国	-8.85	-1.92
	奈 良 県	13.50	3.16	9.10	2.06			全 専	1.04	0.22
	本 校	10.99	2.57	1.92	0.43	-12.92	-2.94	本 校	11.06	2.59
ハンドボー ル投げ	全 国	2.72	10.54	0.65	2.27	-0.44	-1.50	全 国	-0.73	-2.54
	奈 良 県	12.0	4.59	1.50	5.49			全 専	-0.16	-0.54
	本 校	1.81	6.81	1.17	4.12	0.02	0.06	本 校	0.31	1.04
懸垂腕屈伸	全 国	2.37	37.03	0	0	-0.27	-3.07	全 国	-0.58	-6.82
	奈 良 県	1.20	20.33	1.00	14.08			全 専	0.33	3.54
	本 校	1.24	19.13	1.28	16.58	0.53	5.88	本 校	-0.41	-4.30
持 久 走 (1500m)	全 国	3.87	1.07	-6.26	-1.76	-5.64	-1.56	全 国	-6.28	-1.71
	奈 良 県	4.60	1.24	3.10	0.85			全 専	-3.09	-0.85
	本 校	5.38	1.42	-0.93	-0.24	-1.68	-0.45	本 校	-2.81	-0.74

17~18歳間を除き、全国・県高・全専・本校ともに15~16歳間で最大増加率を示している。そのなかで特に、握力、踏み台昇降運動が17~18歳間を除きマイナス増加がみられ、立位体前屈においても16~17歳、17歳~18歳間でマイナス増加がみられる。また全国・県高・全専・本校ともにマイナス増加を示しているのは18~19歳間の握力、伏臥上体そらし、および踏み台昇降運動の16~17歳18~19歳間である。年間増加率の累積からみると、本校はすべての項目において全国よりも高い増加率を示しており、特にその差は、立位体前屈で27.41%、背筋力で18.31%、踏み台昇降運動で15.18%、反復横とびで10.1%と大幅な累積増加率の差がみられ本校がすぐれた増加率を示している。

運動能力についてみると、50m走で最大増加率を示しているのは全国で15~16歳間、県高で16~17歳間であり、県高は実に2.70%の増加となっている。本校は18~19歳間で2.59%の高率となっている。各年間の増加率を比較すると、本校は15~16歳、16~17歳間においては全国・県高よりも劣位にあるが、17~18歳、18~19歳間においてはすぐれており、特に18~19歳間では0.9秒ちままっている。走り幅とびは本校が18~19歳間で最大増加率を示しているが、全国・県高においては15~16歳間である。各年間増加率では本校は18~19歳間で全国・全専よりもすぐれている以外は最低増加率を示している。特に17~18歳間においてマイナス増加がみられる。ハンドボール投げの最大増加率は、全国・本校においては15~



図一7 体格の項目別累積増加率



図一 8 体力の項目別累積増加率

16歳間，県高では16~17歳間である。各年間増加率をみると，本校は17~18歳，18~19歳間において全国・全専よりも高い増加率を示しているが，15~16歳間では全国より低く県高よりは高く，16~17歳間では県高より低く全国より高い率を示している。懸垂腕屈伸の最大増加率をみるとすべて15~16歳間である。各年間では16~17歳，17~18歳間において本校がすぐれているが，15~16歳，18~19歳間においては劣っている。特に18~19歳間では-4.30回とマイナス増加となっている。1500m走では，すべて15~16歳間で最小増加率を示しているほかは

県高の16~17歳間を除きすべてマイナス増加率となっている。各年間では15~16歳間を除いて本校もマイナス増加であるが，低下率はほかに比して少ない。

全体を通してみると，各項目で最大増加率を示しているのは50m走の県高16~17歳間，本校の18~19歳間，走り幅とびの本校18~19歳間，ハンドボール投げの県高16~17歳間を除き，そのほかはすべて15~16歳間に集中している。特に1500m走は15~16歳間のピークを境としてあとはすべて低下現象が現われている。年間増加率の累積からみると，本校は全国に比して走り幅とびを除くすべての項目において高い増加率を示しており，特に懸垂腕屈伸では37.29%の高率で全国とのその差は10.65となっており，50m走では4.07%，1500m走では-3.95%差となっている。

要 約

昭和52年度入学の本校学生を対象に，体格・体力・運動能力について縦断的考察を試みてきたが，体格について総括すると，15歳においては3項目とも全高・県高より劣位にあり，身長は年齢が進むにつれて差がみられなくなっている。しかし体重，胸囲においては，年齢が進むにつれても劣位はかわらず差がみられ，15歳でのハンディが19歳においてもまだ残存しているようであ

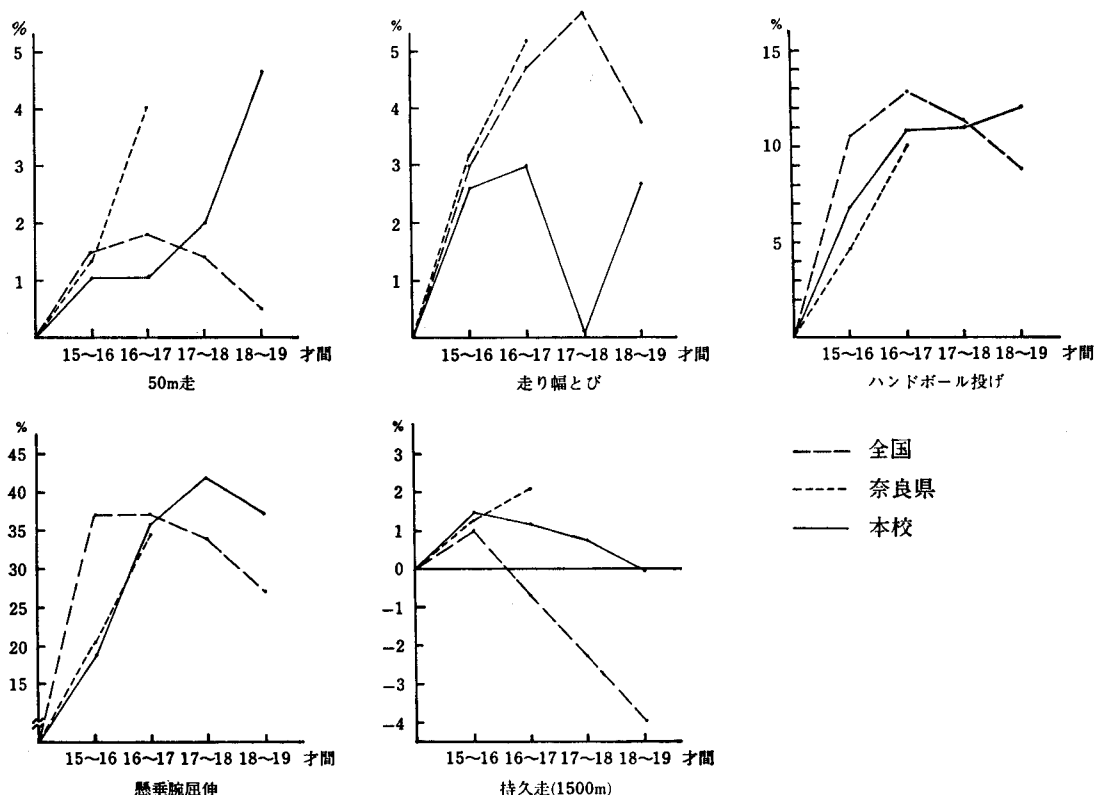


図-9 運動能力の項目別累積増加率

る。

体力は各年齢段階において、ほとんどの項目で劣っている。各年齢段階別に整理すると、15・16歳では立位体前屈で15歳の県高、15・16歳の全高よりすぐれている他はすべての項目で劣位にある。17歳では反復横とび、立位体前屈を除きすべての項目で全高・県高より劣位にある。18歳では反復横とびで、全大・全専よりも優位にあり、立位体前屈は全大に劣るが全専よりも優位にあり、踏み台昇降運動は全専に劣るが全大より優位にある。そのほかは劣位にある。19歳では反復横とび、立位体前屈が全大・全専より優位にあり、踏み台昇降運動は18才同様であり、それ以外の項目においては劣位にある。

運動能力は15・17・18歳とも同傾向にあり、懸垂腕屈伸、ハンドボールにおいては本校がすぐれ、50m走、走り幅とび、1500m走においては劣っている。16歳は本校がハンドボール投げがすぐれている以外は劣位にあり、19歳では、50m走がすぐれているほかは劣っている。

本校学生の体力・運動能力のバランスは、15・16歳が同一傾向にあり、体力・運動能力とも大幅に劣っている。特に16歳では体力の落込みがみられる。運動能力にたいする体力のアンバランスが目立つ同一タイプを示している。17歳では県高が全高により近い数値に向上して

いるにもかかわらず本校は、やや上昇しているがまだまだ全高値にほど遠い数値である。しかしながら17歳はややバランスのとれた傾向がみられる。また18歳は独特の傾向を示しており、他の年齢に比べ体力が運動能力よりもすぐれたタイプである。18歳では全専が全大をはるかに上まわる傾向にあるが、本校もやっとここで全大に近い傾向となり向上が認められる。19歳は全専には劣るが全大を上まわる傾向がみられ、やっと平均的なバランスのとれた安定がみられる。

本校学生の傾向をのび率からみると、体格は17歳で本校が全高・県高に比べのび率は高く、19歳では胸囲のみとなっている。体力は17歳で全高・県高よりも総合的に高いのび率を示しているが、握力は指数100を大幅に下まわっている。19歳では、総合的に若干ののびしかみられない。反復横とび、垂直とび、立位体前屈は全大・全専より上まわりのびているが、反面、握力、伏臥上体せらし、踏み台昇降運動ののび率は指数100を下まわり、低下をきたしている。運動能力は17歳では、全体的にのびているが、特に懸垂腕屈伸は全高・県高・本校ともすばらしいのび率を示している。19歳では懸垂腕屈伸、1500m走が指数100を割る低下を示しているが、その他は若干ののびしかみられない。特に指数10%以上ののび率を示し

ているものは、17歳の体格で体重、体力で反復横とび、背筋力、立位体前屈、伏臥上体そらし、運動能力では、ハンドボール投げ、懸垂腕屈伸である。このうち反復横とび、背筋力、立位体前屈は大幅に高いび率が認められた。17才で100を下まわる項目は、全高の1500m走のみであるが、19才においては全大・全専・本校とも100を下まわる項目が増加し、項目はことなるが全大・全専ともに10項目、本校は5項目において100を下まわっており、一般的な発達傾向のピークが認められる。特に19歳の後半期においては全大・全専よりも本校は総合的に高いび率が認められ好結果をもたらしている。

次に年間増加量からみると、体格は各項目とも15～16歳間において最大増加率を示しており、全高・県高よりすぐれている。増加率累積からは3項目ともに、本校は全国より高率を示し、その発達のあとがかうかがえる。体力は、反復横とび、垂直とび、伏臥上体そらし、立位体前屈、踏み台昇降運動においては15～16歳間で最大増加率を示し、背筋力では16～17歳間、握力では17～18歳間において最大増加を示している。年間増加率の累積からみると、本校はすべての項目において全国よりも高い増加率を示し、すぐれている。運動能力は、50m走、走り幅とびにおいて18～19歳間で最大増加を示している。ハンドボール投げ、懸垂腕屈伸、1500m走は15～16歳である。年間増加率の累積からみると、本校は全国に比して

走り幅とびを除くすべての項目において、高い増加率を示している。

以上のごとく本校学生の体格・体力・運動能力について、仮説を基に検討してきたが、その結果、仮説通り平均値レベルでは劣位にあるが、年間増加量においては、本校がすぐれた結果がみられた。このことからスタート時点の15歳においては、全国に比べ全15項目のうち13項目において最低値であったのが、19歳では8項目と減少しており、その結果は体力・運動能力のトータルバランスに現われている通りである。16歳での落込みを除き、除々にではあるが、順調な年間上昇がみられ、19歳において全国値を上まわる結果となっている。これは、はじめの予想以上の発達傾向であり、5ケ年の経過の中で、15歳のスタート時の質的なハンディをよく乗り越えて、僅かずつではあるが向上のあとが認められた。しかしながら、18・19歳において全専と比較するならば、まだまだそのレベルに到達するにはほど遠く、このレベルへの到達こそ今後の課題である。

文 献

- ・和田貞男：体力統計，道和書院（1976）。
- ・水野忠文：日本人体力標準表，東京大学出版会（1980）。
- ・岡田泰栄：統計，共立出版社（1968）。

総合実習への取り組み

小島 耕二・和田 任弘・梶嶋 忠男・島岡 武道・山本藤三郎
中川 哲男・柏井 廣志・池内 由卓・市瀬 辰己

A New Educational System in Workshop Practice

Koji KOBATAKE, Tadahiro WADA, Tadao KAJISHIMA,
Takemichi SHIMAOKA, Tozaburo YAMAMOTO,
Tetsuo NAKAGAWA, Hiroshi KASHII,
Yoshitaka IKEUCHI and Tatsumi ICHISE

1. はじめに

機械工学における工作実習の目的は基本的な加工技術を取得させることであるが、作業中に経験するさまざまな現象や結果に対して考察を加えさせることが重要である。また与えられた課題に対していろいろな工夫をさせることも必要である。しかしこれまでの本校の工作実習では、課題に対する作業手順等を標準化しており、「考えさせる実習」を行なわせるには問題がある。学生は教官の指示通りに身体を動かすことに精一杯で、工夫を凝らしたり興味のある作業をさらに深く学習する時間的余裕がないのが現状である。

そこで、学生が積極的に授業に参加し、しかも興味をもって実習に望むことができるような実習の形態を検討した。学生の興味をひくには使用目的がはっきりしたまとまった製品を作らせることが必要であり、課題には自由度を与え、製品の機構や工作の方法などを考えさせる必要がある。このような実習方法は「総合実習」または「考案実習」として数校の高専ですでに実施されており、教育的な効果が大きいとの報告^{1)~4)}がある。本校でも過去に卓上ボール盤の製作などの総合実習を試行した経験をもつが、定着させ得なかったのは、2クラスの合併授業が弊害となり工作機械の台数などの制約によって満足し得る実習を行うことができなかったためである。しかし、57年度からの第3学年の実習では、単クラス授業が可能となったので新しい授業方法としての総合実習を定着させることを考えた。3学年の前期は従来通り合併授業で基礎的な実習を行い、前期の設計・製図の授業時間に総合実習のための準備を行なわせた。57年度の課題は「カムならい装置」とした。

2. 総合実習のねらい

総合実習のねらいをまとめると次のようになる。

- (1) 生産の流れを体験させる………構想→スケッチ→設計→製図→加工→組立て→性能試験に至る過程を経験させる。
- (2) 座学の知識の活用………設計、製図、機械工作法、材料学、材料力学などの知識を活用させる。
- (3) 考えさせる実習………設計および製作の過程で細部にわたる助言を与えず、考えさせる実習を行う。
- (4) 創造能力の開発………創意工夫することの喜びを与える。
- (5) グループ活動………グループにおける仲間意識から協調性を養い、目的を達成しようとする行動の中に積極性を発揮させる。さらに、グループ内での作業分担により各自に責任感を養なわせる。

3. 総合実習の計画

3.1 設計・製図と実習との組合せ

第3学年の前期14週においては従来の基礎的な実習を2クラスの合併授業で行い、後期13週で総合実習を行うこととした。後期13週すなわち39時間内で設計から製作、性能試験を行うには時間的に困難であり、十分な指導を行うことができないので前期の設計・製図（設計・製図と実習の授業担当が同一の教官）の時間内にカムならい装置の製作に必要なすべての図面と作業工程表を作成させた。なお、設計・製図の授業の前半においては機械要素としてのカムに関する基礎的な講義を行った。

3.2 総合実習の内容

昭和57年度の課題であるカムならい装置の原理を図1に示す。カムならい装置とは、旋盤によって板カムの輪郭切削を行なわせることができる装置のことであり、マシニングセンターで切削加工したマスターカム（みぞカム）によりバイトの動きを制御する。マスターカムの回転は

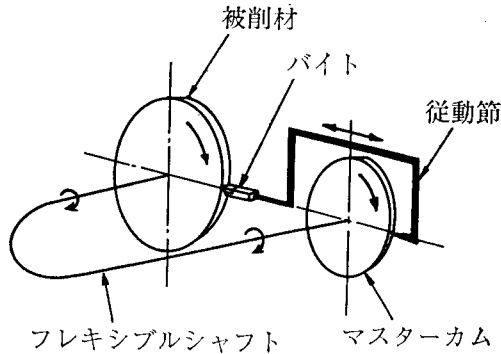
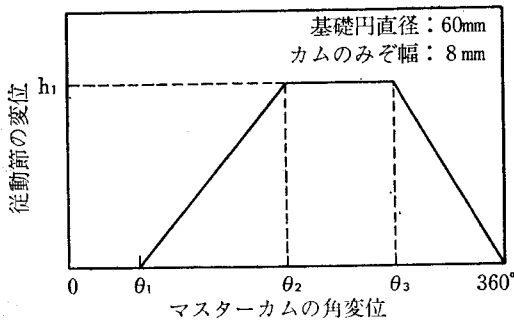


図1 カムならい装置の原理図



班	θ, h_1	θ_1	θ_2	θ_3	$h_1(\text{mm})$
1	40°	180°	240°	8.5	
2	50°	180°	230°	8	
3	60°	180°	220°	7.5	
4	70°	180°	210°	7	
5	80°	180°	200°	6.5	
6	90°	180°	190°	6	

図2 マスターカムのカム線図と設計諸元

被削材の回転と同期させる必要があるため、旋盤の主軸（被削材を取付けたマンドレルの軸端）にフレキシブルシャフトを取付けてカムならい装置を駆動させる。図2は班ごとに与えたマスターカムの設計諸元を示したものである。本年度は装置全体の機構に重点をおき各班ごとに創意工夫をさせた。なお各班が全くの自由に装置を設計すればいろいろな不都合が生じるので、いくつかの制約を設けた。すなわち、使用する工作機械は本校に設置しているものだけに限り、工具類も準備可能なものをリストにしてその範囲内で使用するよう指導した。また装置の製作に必要な金属材料や既製の部品（ボルト、ナットなど）については形状、寸法、材質の異なるものを数種類用意した。このような制約は自由な設計の防げになるかもしれないが、材料や工具の購入経費や準備の都合上、現状ではやむを得ないことである。このことは今後の検討課題でもある。

総合実習の班編成については、それぞれのクラスを6

班編成とし、分け方については学生の希望を尊重した。1クラスを6班編成としたのは、各種工作機械の台数を念頭においてのことであり、1班あたりの学生数が6～7名であれば比較的まとまりやすいと考えた。

各班の作業状況を円滑にするため以下のような役割分担を定めた。

- 班長（1名）……班の代表者であり、班のまとめ役である。毎回の総合実習の作業予定表を作成し、教官への連絡をとる。
- 副班長（2名）……班長の役割を補佐し、班長とともに作業予定表を作成する。
- 班長補佐……作業の進行状況表および前回の作業（1～2名）の報告書を作成する。
- マシニング……マシニングセンタを担当し、マスターカムを切削するためのNCプログラムを作成し加工を行う。

図3に総合実習の流れを示す。また作業予定については以下のように定めた。

- 第1回実習 } 機械加工
- ↓
- 第9度実習 } 組立て
- 第10回実習 } 組立て
- 第11回実習 } カムならい装置の精度検査と切削実験
- 第12回実習 } 反省会の準備（図面および装置のスライドの作成、発表の準備）
- 第13回実習 } 反省会（2クラス合同で各班ごとに成果の発表を行う）

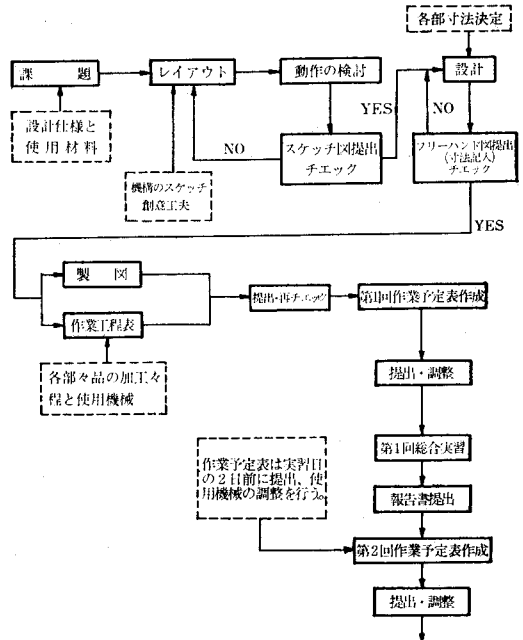


図3 総合実習における作業の流れ

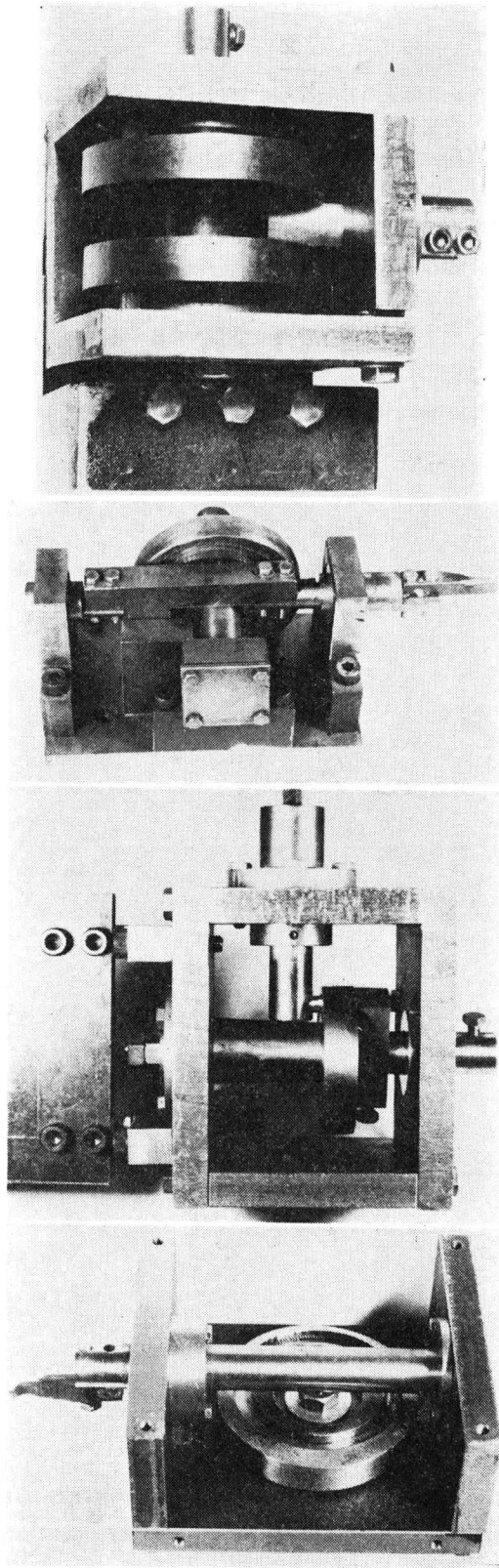


図4 カムならい装置

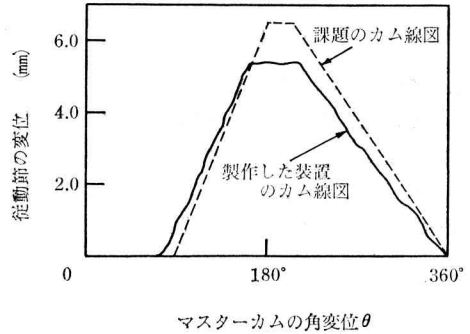


図5 性能検査例(カム線図)

4. 総合実習の成果

図4に製品例を示す。図4(a)の作品は、カムを2個備えており従動節のピンに作用するモーメントを解消するための工夫が見られる。また(b)では、一枚のベース板に装置を組み立てており他の班にない工夫がみられる。その他の班の多くは(c)または(d)に似た形式のものを製作している。いずれの班も予定した時間内に製品を完成させているが、個々の部品の加工精度が悪く組立てに相当の苦勞をしている。図5は、カムならい装置の性能を検査した例であるが、各部の加工精度が悪いため設計仕様通りの機能を備えていない。2クラス12班中、課題通りにバイトが作動したのは $\frac{1}{3}$ 程度であった。しかし旋盤に装置を取付け実切削を行った段階では満足できるものは一つもなかった。各製品とも部品間の摩擦抵抗が大きすぎるのがその原因であった。

設計仕様にあった製品を作るという点では、今回の総合実習は極めて不十分であるが、1～2年の実習とは異なる新たな実習の中から多くの事柄を学び取ってくれたと考える。ここで総合実習を通じての学生の感想のいくつかを紹介する。

- 自分たちの力で一つのことを成し遂げるといことは、とても自分たちにとって良い経験になった。このことは将来、就職してからも役に立つだろう。
- 作業中ある程度失敗が減ったのは一人一人が責任を持って行動することが身についたからであろう。
- 完成した装置が実際にうまく作動しなかったのは、大変残念である。
- 僕達の班の6名は「寄せ集めの班」と言われながらも、常に「Simple is best.」をモットーに頑張ってきた。そのため他の班より早く出来上がり、外見は良くないがバイトはスムーズに動いた。
- 班のメンバーが一つの目的を達成するために互に助け合い、協力しあったことが今回の実習の大きな収穫である。

5. おわりに

設計・製図と実習を組合せた総合実習を実施した。その結果、満足できる製品は皆無であったが、「総合実習のねらい」という観点からみれば当初の目的はほぼ達成できたものと思われる。しかしながら、改善すべき点はまだ色々あり、今後十分な検討を積み重ねていきたい。

文 献

- 1) 川勝邦夫 外7名：組合せ教育の試み，舞鶴高専研究紀要 第11号 (1976).
- 2) 河口勘治 外6名：機械工学科における総合実習の実践報告，高専教育 第5号 (1982).
- 3) 有明高専総合センター：総合的実験実習，有明高専報告書 (1977).
- 4) 高木健作 外7名：総合実習を実施して，高専教育 第6号 (1983).

Weierstrass の定理をどのように教えるか

入 江 隆

How to Teach Weierstrass Theorem

Takashi IRIE

1.

解析学に、Weierstrass の定理と呼ばれる定理はいくつもあるが、ここでは「閉区間で連続な関数は最大値、最小値をとる。」という定理のこととする。

私は、微分積分学の講義をするたびに、この定理を、直観的に明らかなこととして、証明を教えないことで、何となく気持の悪い思いをして来た。そして、このような思いを経験される数学教官は案外多いのではないかも思ってきた。Rolle の定理の証明には、Weierstrass の定理を用いるし、それにつづく平均値の定理の証明は、Rolle の定理を必要とする。しかも、両定理とも証明は短いが、高専生にとっては、そんなになじみ易い論法ではない。特に、平均値の定理の証明で用いる関数

$$F(x) = f(x) - f(a) - \frac{f(b) - f(a)}{b - a}(x - a)$$

は、「藪から棒」の感じがするのではないかと思う。

Taylor の定理も、Rolle の定理を使って証明するものの一つであるが、 n 階までの微分可能性を仮定する証明は、藪から棒以上の思いを抱かせるに相違ない。それにもかかわらず、Weierstrass の定理を既知とした上で、この三定理の証明は教えて来た。こういうやり方に、気持の悪い思いをさせられる原因があるのである。証明を教えられる事には確かに限度がある。また、高専の学生の多くは、面倒なことはなるべく省略して、計算の仕方だけを教える傾向がある。証明を苦手とし、試験に際して記憶すべき事が多いのは御免だと思っている学生は多い。しかし、中には証明を気にする学生もいるのであって、私は、双曲線関数はなぜ双曲線関数という名称が付けられたのかという質問を受けたことがあるが、こういう態度の学生にとっては、Weierstrass の定理の証明は興味を持てることではないだろうかと思うのである。

2.

さて、そこで、Weierstrass の定理に、理論的なコメ

ントを加えるとすると、何を既知として、何をどこから証明するか。その手順としてはまず次の様になるであろう。

1°) 数の集合が上に有界ならば上限が存在し、下に有界ならば下限が存在する。

(これも Weierstrass の定理)

2°) 閉区間で連続な関数は有界である。

3°) 閉区間で連続な関数は最大値、最小値をとる。

このように並べてみて、あらためて、Weierstrass の定理の証明を教えることの厄介さを感じるのであるが、気を取り直して取りかかってみよう。

1°) は当面既知としておいてよい。ただし、有界、上に有界、下に有界、上限、下限といった用語の説明はしておかなければならないし、またそうすることとは易しい。今はどうか知らないが、我々がその昔、大学へ入った時、微分積分学の講義(解析学の講義ではない。)では、悪名高いとよく言われる、 ϵ 、 δ -論法などと共に「実数の集合が上に有界ならば上限が存在し、下に有界ならば下限が存在する。」という話から教えて貰った。何度も何度も聞かされて、今は故人となられたが、その先生の講義の声、口調など今でもまねが出来るくらいである。だんだん年をとったのか、そういう事がなつかしい。解析概論式に、デデキントの切断から1°)を証明するのはもっとも後になってからのことと記憶している。

次に2°)の証明をどうするかはちょっと問題である。しかし、この証明をしないのなら3°)の証明も省略してよいのではないかということにもなりかねない。とりあえず2°)の証明はしばらく置くことにして、3°)の証明のために必要な準備をして、それで出来れば、2°)の証明をすることにしたらよい。これらの準備をすることで、その後の講義をするのに色々都合が良い事も多いのである。

3.

ここでは準備として教えておくべきことがら、ついでに話しておくといふことがらを列挙することにしよう。

(1) 集合 S が上に有界で, M が上界ということ;

$$(S \ni \forall s)(\exists M)(s \leq M)$$

集合 S が下に有界で, N が下界ということ;

$$(S \ni \forall s)(\exists N)(N \leq s)$$

そして上にも下にも有界のとき, 単に有界という。

(2) α が S の上限とは;

$$(S \ni \forall s)(s \leq \alpha) \text{ を満たし, かつ} \\ (\forall \varepsilon > 0)(\alpha - \varepsilon < s_0, \exists s_0 \in S) \text{ なること}$$

α が S の下限とは;

$$(S \ni \forall s)(\alpha \leq s) \text{ を満たし, かつ} \\ (\forall \varepsilon > 0)(s_0 < \alpha + \varepsilon, \exists s_0 \in S) \text{ なること,}$$

上限は上界のうちで最も小さいもの, 下限は下界のうちで最も大きいものであるから, ここのところは, 最小公倍数, 最大公約数に注目するのと同じような考え方で案外受け入れられ易いのではないだろうか。

(3) 関数の連続性

これを, ε, δ を使って話しておく, 色々都合が良い。そして, ε, δ を使ったついでに, 数列の収束と関数の収束についても次の様なことを話しておくといのではないかと思う。

$f(x)$ が $x=a$ で連続, $\lim_{x \rightarrow a} f(x) = f(a)$ とは

$$(\forall \varepsilon > 0)(\exists \delta > 0)(|x-a| < \delta \Rightarrow |f(x) - f(a)| < \varepsilon)$$

(4) その他

$$\lim_{x \rightarrow \alpha} f(x) = A \text{ とは}$$

$$(\forall \varepsilon > 0)(\exists \delta > 0)(0 < |x-a| < \delta \Rightarrow |f(x) - f(a)| < \varepsilon)$$

$$\{a_n\} \text{ について, } \lim_{n \rightarrow \infty} a_n = \alpha \text{ とは}$$

$$(\forall \varepsilon > 0)(\exists N)(n \geq N \Rightarrow |a_n - \alpha| < \varepsilon) \\ (\varepsilon, N\text{-論法})$$

などを教えておいてもよいのではないか。面白がって聞いてくれるであろう。最近では大学へ編入学を希望する学生も相当数あるので, そういふ者はこういった事も知っておいたらよいのではないだろうか。

4.

少し話が横道にそれるが, ε, N -論法というのは, 高専ではあまり使っていないのではないかと思うが, 次のようなことに用いると役に立つのではないだろうか。

$\lim_{n \rightarrow \infty} (1 + \frac{1}{n})^n = e$ つまり $\left\{ (1 + \frac{1}{n})^n \right\}$ の収束の証明に関し, 「上に有界な単調増加数列の上限への収束」を用いなければならないから,

$\{a_n\}$ が上に有界な単調増加数列とすれば, $\{a_n\}$ は上限をもつから, それを α とすると, $a_n \leq \alpha$ 。

$$\forall \varepsilon > 0 \text{ に対して } \exists N \text{ して } a_n > \alpha - \varepsilon \\ n \geq N \text{ とすると, } a_n \geq a_n \text{ で } a_n \geq (a_n) > \alpha - \varepsilon \\ \therefore \alpha + \varepsilon > \alpha \geq a_n > \alpha - \varepsilon \\ (\forall \varepsilon > 0)(\exists N)(n \geq N \Rightarrow |a_n - \alpha| < \varepsilon)$$

これは上限の理解, ε, N 論法の理解に良い演習問題ではないだろうか。

5.

(3) の, いわゆる ε, δ -論法については,

$$a - \delta < x < a + \delta \Rightarrow f(a) - \varepsilon < f(x) < f(a) + \varepsilon$$

としておいて,

$$f(a) > 0 \text{ のとき, } \varepsilon = \frac{1}{2} f(a) \text{ として, } a \text{ の近くで}$$

$$f(x) > 0 \text{ となり,}$$

$$f(a) < 0 \text{ のとき, } \varepsilon = -\frac{1}{2} f(a) \text{ として, } a \text{ の近くで}$$

$$f(x) < 0$$

となることを教えておくと色々都合であろう。

ご承知のように,

$$f(a+h) = f(a) + f'(a)h + \frac{1}{2!} f''(a+\theta h)h^2 \quad (0 < \theta < 1)$$

から, $f(x)$ が 2 回連続微分可能で, $f'(a) = 0$ のとき,

$f''(a) > 0$ ならば $f(a)$ が極小値であり, $f''(a) < 0$ ならば $f(a)$ が極大値とやれるなどはよい例であろう。そして, この a の近くで $f(a)$ と同じ符号をもつという性質が, 2 の 2° の証明に使える。こういう性質が式を用いて説明できることに興味を持っている学生も居ることを忘れてはならない。最近 3 年生のクラスで話した経験から私はそのようなことを考えている。

2° の証明は省いてもよいと思うが, もし教えるとするならば, 以上の準備からは, 次のようになるだろうか。

連続関数 $f(x)$ が $[a, b]$ で定義されているとき, 上に有界なことを示そう。

$x=a$ の近くで $f(x)$ は $f(a)$ に近いから, a の近くの ξ に対して, $a \leq x \leq \xi$ なる x で, $f(x) \leq f(a) + M$ (M は定数, $M > 0$) 即ち $f(x)$ は $[a, \xi]$ で上に有界。そして, $\xi \leq b$ つまり $\{\xi\}$ は上に有界だから, このような $\{\xi\}$ には, 上限 c が存在する。実は $c=b$ である。それは, $a < c < b$ とすると, c の近くで $f(x)$ は $f(c)$ に近いから $[c-\delta, c+\delta]$ ($\delta > 0$, 十分小) で $f(x) \leq f(c) + N$ (N は定数, $N > 0$)

$\therefore f(x)$ は $[a, c+\delta]$ で上に有界, c は $[a, \xi]$ で $f(x)$ が上に有界となる $\{\xi\}$ の上限だから矛盾である。

$\therefore c=b$ である。下に有界なことも同様に証明できるから $f(x)$ は $[a, b]$ で有界となる。

これは高専生には教えなくてよいことだろうか。

6.

さて、最後に本番の Weierstrass の定理の証明となるのであるが、 $f(x)$ が閉区間 $[a, b]$ で連続とすれば、有界。まず上に有界の方から考える。上限が存在するからこれを M とする。 $f(c)=M$ なる c が存在する。何故ならば、もしこのような c が存在しなければ、 $M-f(x) \neq 0$ であるから、

$$\frac{1}{M-f(x)}$$

は $[a, b]$ で連続で、従ってまた上限が存在し、これを A とすると

$$\frac{1}{M-f(x)} \leq A \text{ つまり } f(x) \leq M - \frac{1}{A}.$$

即ち、 $f(x)$ は上限 M より小さい上界をもつことになって不合理である。従って、 $f(c)=M$ となる c は $[a, b]$ に存在する。この M が最大値である。

最小値をとることの証明も同様で済ませてもよいが、

$f(x)$ が下に有界で下限が m のとき、 $f(d)=m$ となる d が存在しないとすれば、 $[a, b]$ で $f(x) \neq m$ 。

$$\frac{1}{f(x)-m}$$

は $[a, b]$ で連続であるから有界。上にも有界であるから、上限を B とすると

$$\frac{1}{f(x)-m} \leq B \text{ つまり } f(x) \geq m + \frac{1}{B}$$

即ち $f(x)$ は、その下限 m より大きい下界をもつことになって矛盾である。従って、 $f(d)=m$ となる d があるから、 $f(x)$ は最小値をもつ。

7.

このように書きあげてみると、少々やっかいな感がないではない。しかし計算の練習に明け暮れて、論理的な面を知らないのが高専生ではあるまいかと思うと、勇気が出ないでもない。これだけの事を教えるのに、さほど多くの時間は要しないであろう。

参考文献

解析概論 (岩波, 高木貞治)
微分積分学 (培風館, 吉田洋一)

W. Somerset Maugham

悲劇の人生と宿命

梶 嶋 忠 男

The Tragic Life and Fatality of W. Somerset Maugham

Tadao KAJISHIMA

人生には、持って生まれた運、不運というものがある。つきまとう。その最も端的な例が親との死別、又は別離である。中には幼くして両親共、死別する人もある。特に幼少年期にととの母親との別離は、悲劇の代表的な例といって過言ではなからう。病弱のまま人並には働けずその一生を終える人もある。極度の貧困にあえぐ苦難の一生もある。日常、我々がよく口にするところの、今日は運が良かった、あるいは逆に全く運が悪かった、といったような単純な運、不運ではない。前述の不運、あるいはまた、不幸とも呼べるが、これはその人にとっての生涯、とり除くことの出来ない不運の十字架なのである。作家モームもこの十字架のいくつかを背おって90余年を生きた人間である。彼の場合には、なんといっても、まず、両親との死別、次いで病弱、さらに言語障害、貧困、結核と二重、三重の十字架である。さらには、イギリス人でありながら10才近くまで父の職業上、異国で育てている。以上の諸要素が少年モームの性格形成において大きな影響を及ぼした事は否定できない。青少年期に至ってもモームの言う“けちで、いやな叔父”に育てられたとてまいくつな日々、そして、青年期において体験した悲恋の物語、このように数々の悲劇の道を歩んだモームは、当然のことながら性格的には内向性になり、孤独になっていく。また、彼にとっては結婚も自己犠牲の精神によるものだった。自分が愛した女性とは結婚できず、気の進まぬ結婚にふみきり、その結果は失敗する。さらに、同性愛など、以上、ざっと述べた不幸の連続が、モームの人生の総てでもある。だが、神が彼に与えた不幸の十字架を、彼はうまく作品に利用した。その結果、彼が一番きらっていた貧乏からは救われて巨額の富を得たが、やがて、彼にも人生の末路がおとずれる。彼は最後に一言「私は少し長生きをしすぎたようだ。おれはバカだった。」こういった。その人の幸、

不幸はその人生の晩年にきまると人々はいう。ここでは、作家として成功した彼の業績によって隠れた数々の不幸や悲劇と、それらを浄化するために彼が書いた作品について論じてみたいと思う。

第1章 悲劇の生涯

(1) 幼少年期一母との死別

モームの人生の第一歩はフランスで誕生したことである。イギリス大使館邸の弁護人の子として四人目の末っ子で1874年1月25日に生まれている。ここはシャンゼリゼーに近く、この広場を彼はフランス人の子供と共に唯一の遊び場として少くとも8年間は、考えかたによっては、10年間は楽しい平和な日々を過ごしていたが、不運の神が彼にそっといたずらをした。8才で母を10才で父をあいついで亡くしたのである。上の三人の兄達は、イギリスの寄宿舎学校に送られていたために、末っ子のウィリアム・モームはまるで一人っ子同然で両親の愛、乳母の愛を独占していたが、その両親の死は彼の一生、忘れることの出来ない傷跡となって心に残る結果となり、モーム少年の人生の一大転換期を迎えることになった。この母との死別の様子を後に彼は *Of Human Bondage* の第1章に「可哀そうに、この子はどうなるのでしょうか。」と母が泣きくずれる様子をはじめ、病気の母から自分が引き離される様子等を切々と読者に訴えているのが印象に残る。彼の *The Summing Up* の第7章で「私はうわきで聞く以外は両親のことについては何も知らないが、母はたいへんな美人で、父は醜い男であった。そして、両親のことを当時のパリでは美女と野獣として知られており、母はみんなの賞賛的であった。」と述べている。*Of Human Bondage* では切々と母との死別を訴えてはいるものの *The Summing Up* では、美人の母として書きとめている。一人っ子同様に育てられた

モームにとって、両親との死別は彼の生涯にわたる大きな傷跡を心に残したと、モームの甥にあたるロビン・モームは彼の著 *Somerset and All the Maughams* の中で次のように説明する。

In September 1877, when Willie was nearly four years old, his three elder brothers were sent to boarding school in England, at Dover College, and the gap in age that divided them became wider still. During the next few years, except for the holidays, Willie had his mother and her love all to himself. I suppose that this was one of the most important periods in his long life, for though he was to write only a little about it in his reminiscences, his early boyhood and his mother's illness and her death had a profound effect on his character which endured to his own death. Her love, her protection, her physical beauty, her comfortable apartment, and her elegant pattern of living—all were suddenly torn away from him and replaced soon after by an environment so alien and bleak and so lacking in affection that it scarred his mind forever. (1)

サマセット・モームにとっては他のいかなる不幸にもまして、母との死別が忘れてはならぬ物になったようだ。彼の寝室用のたんすの中には母親の写真が三枚あり、少なくともその内の一枚は、彼が死亡した日に、そこにあったという。また、1945年、盲人のための録音本として *Of Human Bondage* の部の録音のときに、母親の死を語る個所になってくると50余年も才月が流れていたにもかかわらず、モームが感情をおさえきれなくなって、ついには嗚咽し録音が出来なくなったと言うことである。さらに、さきほどの甥のロビン・モームは晩年の叔父といっしょに食事をしているときに、叔父はロビンに向かって「母の死は絶対に忘れられない。絶対に忘れたりするものか。」と叫んだと言う。いかに母の死が、少年モームの心に大きな傷跡を残す結果となったかがうかがえる。

(2) 乳母との別離

このようにして母との死別の後、すぐ又、父とも死別、成人した兄達とは違い、モーム少年は、今となってはただ一人の自分を愛してくれる人、乳母と共にドウバー海峡を渡り、南英セント州のウィットスティブルの田舎で牧師をしていた叔父のヘンリー・マグドナルド・モームの所に引きとられることになり、事実上、孤児になったモーム少年は乳母と共にやってくるのであるが、叔父は乳母を雇っておく金銭的な余裕がないといってその日のうちに乳母をモーム少年から引き離す。今となって

は天下でただ一人モーム少年を愛してくれる人なのに、その人ともモーム少年には別離の運命が彼を待ち受けていた。ロビン・モームもこの乳母のことを書いてあるが、*Of Human Bondage* のモーム自身の表現を見よう。

"I'm going to take you down to Blackstable tomorrow," he said. "With Emma?" The child put his hand in hers, and she pressed it. "I'm afraid Emma must go away," said Mr. Carey.

"But I want Emma to come with me."

Philip began to cry, and the nurse could not help crying too.

But Philip went to her, and hid his face in her bosom, and wept as though his heart would break. And she, feeling that he was almost her own son—she had taken him when he was a month old—consoled him with soft words. (2)

乳母との別離はこのモーム自身の書いた *Of Human Bondage* の文が、忠実に乳母との別離の悲しさを説明している。

(3) 牧師館での苦痛

牧師館でのモーム少年の生活は、非常に苦痛な毎日であつたらしい。フランス語は話せるが、英語の不得手なモーム少年にとってのイギリスでの生活は外国での生活同様だったにちがいない。その叔父は気の小さい、世間体を人一倍気にする人で、毎日の生活もまずしく近所の人々と新聞ですら共同講読しており地主にはペコペコしていたという。パリでの快適な生活から急に變化した環境の中で、孤独と、どもりと、英語の不得手、きびしいケチな叔父と幾多の悪条件が重なってモーム少年の性格形成に大きく影響していった。モームは *Of Human Bondage* の中で、成長するにしたがって叔父の人格が解ってきた。牧師は説教としては、まじめな事をいいながら、自分ではそれを1回も実行していない事は、なんとしても理解できない。叔父は気の弱い、利己的で、最近では、毎日、叔父の死を待ちこがれている。ときびしい表現をしている。

ロビン・モームは同じくこのモームの叔父の事について *Somerset and All the Maughams* の中で次のように記述している。

"My uncle toadied to the local squire," Willie told me. "And the man was just a vulgar lout. He'd never have been tolerated in my mother's drawing room. My uncle was a cracking snob. I was never allowed even to speak to the local tradesmen." (3)

このように叔父に対するサマセット・モームの批評はたいへんきびしい。一家の離散後のモーム少年の生活が

いかに苦痛な毎日であったかがうかがわれる。だが、いやしくも10才以後のモームの育ての親なのだが……。批評家達の言うように、ブルータルなためか、シニカルなためか、ともかくもサマセット・モームは作品を通じて、何度となくこの叔父を酷評している。

(4) どもりの十字架

医学的な事は解らないが、モームには、生まれつき言語障害、つまり、どもりの癖があったと言う。少年時代の不幸に加えて英国人でありながらフランスで育ったために生じた英語の不得手、そして、身長が低いこと等の諸条件が一層モーム少年をどもりへと追いやったのだらう。彼の自伝的小説 *Of Human Bondage* ではこのどもりをえび足におきかえて表現しているが、その障害のために彼がうけた嘲笑と屈辱が、どんなに苦痛であったかという事が詳細に述べられている。特に自分のえび足を治してもらおうと、裸で神に祈り、最後には床のじゅうたんまでも、めくり上げて神に祈るところ等は、子供心のフィリップが痛々しい感じがする。後年、78才に出版した *The Vagrant Mood* の中で、イギリスの小説家のアーノルド・ベネットのどもりについて「アーノルドは、ひどいどもりに悩まされ言葉を出す時のあの苦闘ぶりは痛々しい。だが、こんな苦闘を理解する人は全くと言ってよいほどいないものだ。そのために彼の神経は寸断され、彼が受けた屈辱をほとんどの人は知らない。どもりがまき起す嘲笑のために彼は、しりごみし、無口になっていく。そして、人は彼の事を退屈な人間と思うだろうと考えると一層、気まづくなり適切な言葉が思い付きながらも口から出ずに終わってしまう。」と大要以上のように言っているが、フィリップのえび足と同様に自分のどもりの実感でもあろう。また、ロビンが言うには次のように汽車の切符を買う時の苦勞話をしている。

“One day,” he said, “I’d gone up to London for the day with my uncle, and late in the afternoon he decided that he would stay the night in town. But he wanted me to go back to Whitstable, so he sent me off to the station alone with the money for my ticket. But there was a long queue outside the third-class ticket office. So I took my place in the queue. But when it came to my turn to ask for my ticket to Whitstable I couldn’t get the word out. I just stood there stammering. People behind me were getting impatient, but I still couldn’t say “Whitstable.” Suddenly two men stepped out of the queue and pushed me aside. “We can’t wait tall night for you,” they said; stop wasting our time. “So I had to go to the back of the queue and start all over again. I’ll never

forget the humiliation of that moment—with everyone staring at me.” (4)

以上のような嘲笑に対する屈辱感、同病相哀れむ、と言って本当に自分がその身になってみないと解らないだろう。上記のアーノルドへの気持も、モームならでは解ってやれない苦しみなのであろう。モームのどもりは非常にひどいものであったらしく、1966年の『英語研究』3月号の龍口直太郎氏の投稿にも次のような表現がある。

「1959年の11月8日にまったく予定どおり、我がW・サマセット・モームはフランス船ラオス号で横浜のメリケン波止場に着いた。長い間、読んだり訳したりしてきた作家を初めて目のあたりに見たのだから、恋人に会ったみたいにうれしかった。この恋人は、86才の老人で、思ったより上背が低く、心持ちどもりだった。一中略ラオス号の記者会見ではさほど気にならなかったどもりが、東京に来ると、その騒音と交通ラッシュのためか、随分ひどくなって、秘書のアラン・サールが時たま助け舟を出さないと会話が中断するほどだった。そしてモームは“私かもしどもりでなかったら、また、背がもう4、5インチ高かったら、私の魂は全く違ったものになっていただろう”と言った。」(5)

どもりと背の低さに、あらためて驚いた様子がかがえる。さらに、アメリカのリチャード・A・コーデル氏はモームの数少ない友人の一人として有名であるが、このコーデル氏が1964年来日した際、日本のモーム研究家としてこれまた有名な田中睦夫氏が、昭和39年12月2日のNHKのFM放送のイングリッシュ・アワーで、“モームと語る”と題して放送された記録に次のようなものがある。

A few years later because the war started he came to the United States and he gave his first public talk in Chicago for the British war relief in 1941.

He had stammered badly but he had had treatment and thought he could finally address the audience and I introduced him to the audience in Chicago. (6)

モーム研究の大家ですら、いずれも彼と対面したときに、ひどいどもりだという印象を持っている事実がかがえる。上記の龍口直太郎氏が背が低いと言っておられたが、モーム自身もこれを自覚しており彼の1930年の覚えがきに、5フィート7インチの男にとっての世界は、6フィート2インチの男にとっての世界とは、全くちがったものになる。と『人間の絆』での表現と同様にここでもまた身長についての屈辱を表現している。

以上、述べてきたようにモーム少年の不幸を数えあげると限りがないように思える。彼にとっては幸福とは全

く縁のないものであった。彼の不幸を筆者が要約するよりも、甥のロビンとウィリー自身にやらせてもらおう。

WHEN Willie was ten years old, standing on the quayside at Dover holding up his hand and crying, "Porteur! Cabriolet!" the most bitter period of his life began.

"I shall never forget the misery of those next few years," he told me. (7)

フランスから両親の死後、乳母と共に海峡を渡りドゥバーに着いたときの事を思い出してのモームの言葉である。また、『作家の手帖』にもこんな文がある。

He had had so little love when he was small that later it embarrassed him to be loved. It made him feel shy and awkward when someone told him that his nose was good and his eyes mysterious. He did not know what to say when someone paid him a compliment, and a manifestation of affection made him feel a fool. (8)

両親との死別後、愛情というものをほとんど知らないがために、成人してからも、人から愛情を示されると、まるでバカにされたような感じがすると言う。やがて、人気作家として地位が確立してくると、過去の人生の数々の不幸な思い出が胸中によみがえり、食事のときでも、パーティのときでも、寝ているときですらも、その思い出が重くのしかかり、それらの総てを小説の形で書かなければ、何もできないし、平静な気持がもどってこないと思うようになってきたという。多感なモーム少年にとっては、上記の数々の不幸がいかに大きな傷跡となって彼の心に残ったかがうかがえる。

(5) 英仏海峡の悲劇

モームの両親にとっての祖国はイギリスである。国籍はイギリスでもモームの祖国はフランスである。彼の一生のうちで心から楽しくしあわせだったのは、8年間のフランスでの生活だけだった。乳母と共に渡ってきたドゥバー海峡は、彼にとっての幸と不幸の境界線だった。ドゥバー波止場に立って手をあげて「赤帽ノ二輪馬車ノ」とフランス語で叫んだ10才のモーム少年を、亡き母の霊がどんな姿で我が子を見つめていた事であろうか。将来、彼に訪れる数々の不幸を予知しつつ母の霊には涙が光っていたであろう。現実はその通りモーム少年をウィットスティブルや、キングズ・スクールでの苦難の道が両手を広げて待ち受けていたのであった。やがて、モームの心はイギリスや、イギリス人に対して次のような認識を持つようになる。

I am attached to England, but I have never felt myself very much at home there. I have always been

shy with English people. To me England has been a country where I had obligations that I did not want to fulfil and responsibilities that irked me. I have never felt entirely myself till I had put at least the Channel between my native country and me. Some fortunate persons find freedom in their own minds; I, with less spiritual power than they, find it in travel. (9)

さらに、Mrs. Craddock の序の中で次のように、英国とフランスを区別する。

The only excuse I can make for his attitude, besides his youth, is that for him England signified constraint and convention, whereas France signified freedom and adventure. (10)

モームは、ウィットスティブル地区で成人してからは、イギリス社会の因襲をきらって自由を求めた。画家のポール・ゴーギャンは、祖国の植民地政策に反対し、土着民の救済につくしたことは有名だが、このモームも間接的ではあるが、南海を舞台とする短編には、イギリスの植民地政策を暗に批判している作品が多い。事実、キングズ・スクールのモーム図書館の開館演説の時に、イギリス人に対する大きな憎悪の原因になっているパブリック・スクールの組織が死滅すればよい。キングズ・スクールが英語を話す世界の最古のパブリック・スクールであることなどは問題ではない。と言うような事を演説したとも聞いている。多くの作品を残し本もよく売れて巨額の富を手にしたモームではあるが、インテリ連中には通俗作家と敬遠されがちで、イギリス文学史上にもまして名を残していない。この事実はモーム自身の認めるところだが彼はそれでよいのだと言う。マモンに魂を売った男だと言われようと。俗物であろうとそんな事は、どうでもよいことだ。自分は石器時代の洞窟生活で焚火を囲んでおもしろい話をして聞かせみんなを楽しませるストーリーテラーだ。そして、自分はそれで金を儲けるんだと言う。だが、イギリス人でありながら、イギリスで人気のあがらないのは、彼の作品で、特に *Of Human Bondage* や *Cakes and Ale* においてモデルになっている英国の地名や人物、学校等を決して良くは描写していない事もいくぶんかは原因しているのだろう。『英語研究』1975年3月号で山本幸男氏が次のように言っている。

「英国では一般にモームへの反応が意外に冷たいと感じるのは、外国人の僻目だろうか。ハーディの生誕100年祭はドーチェスターを中心に華々しく催されたし、コンラッドの没後50年にあたる昨年は国際シンポジウムが開かれ、同じくバイロン没後150年記念の展示会がロンドンのビクトリア・アンド・アルバート記念館で人目を

集めているというのに、モーム生誕 100年の催しは、わずかにキングズ・スクールで、昨年の7月中、ほんの2、3日展示会があったにすぎない。」⁽¹¹⁾

この山本幸男氏の言葉がイギリス本国とモームの関係を端的に表現しているといえる。

(6) 貧困の苦痛

モームが貧困をきらった事は、あまりにも有名である。彼は貧乏は苦痛である。二度とあのような生活には戻りたくない、と牧師館生活をふり返り、学生生活をふり返り、彼の作品の『フレデリック夫人』が大当たりして世に出るまでの事を返りみて彼はよく言うのである。モームは貧乏に関して名セリフを残している。金は以後、彼の人生にとってはモームの守護神的な役目を果たしていると自分ではそう思って生きてきたのだ。彼の1900年の覚え書きの中にも、「自分は貧しかったなることならば屋根裏で、パン屑を食べて生きていきたいはなかった。金は第六感であり、それがなければ他の五感もうまく働かない。貧乏は人間に不正直と不誠実とを教える。また、あらゆる、いまわしい策略をも教える。貧乏は人間の誠実の総ての感覚をなくしてしまう。」と言う。また、*Of Human Bondage* の中でも画学校の校長の口から「自分の生活費でいつも心配することはほど屈辱的なことはない、金を軽蔑する人は、偽善者か、バカ者だ。貧乏は人をはてしのない屈辱にさらし、人の翼を切りとりそれはまるでがんにように人の魂の中に食い込んでいくものだ。」

大要このような事を言ってフィリップに説教をしているが、これもモーム自身の本音だろう。貧困に悪戦苦闘を重ねている他の芸術家を見てモームは一層、金銭の面で敏感になっていったともいえる。龍口直太郎氏は英語研究誌の中で、モームに会ったときのことを次のように語っている。

「私が編集者を“あなたの全集の担当者です”と紹介するとすぐさま“あれでずいぶんもうかっただろうね”ときいた。私は当惑し、編集者はちょっと頭に來たらしい。金を人間の第六感と考えている人の面目躍如の場面だった。」⁽¹²⁾

金に敏感な大阪商人のあいさつは“もうかりまっか” “いや、あきまへんわ”。これが常識だが、さしずめモームはイギリス版の浪速商人だと言えるだろう。そして、ついに望みを遂げ、巨額の富を手にしたモームは、*The Summing Up* でさらに次のように言う。

I was glad to earn a great deal of money as a dramatist. It gave me liberty. I was careful with it because I did not want ever again to be in a position when for want of it I could not do anything

I had really a mind to. ⁽¹³⁾

まさに、モームにとって“金は我が命”であった。そして、いつも大きなカバンに多額の100ドル紙幣の束をぎっしりとつめて秘書のアラン・サールが持ち歩いていたという。だが金が人生の幸せのすべてであったらうか？

(7) モームの孤独

以上、述べてきたようにモームには数々の不幸な人生が待ちうけていた。その結果、次第に苦渋にみちた自意識へと彼を追いやっていった。彼の多くの作品の中で何かと言えば顔がポッと赤くなるのを覚えたとか、特に毛の付け根まで赤くなったといった表現を、数々の登場人物にあてはめては描写している。彼の小説の中では顔が赤くなるという表現のない作品を探すのが困難なくらい多く使われている。人物を変え、場所を変えてもこれはモーム自身の事であり、彼の実感でもあろう。彼はこのように恐ろしいほどまでに内向的な性格を持っていたようだが、まず、彼自身の自己描写からみてゆきたい。

My sympathies are limited. I can only be myself, and partly by nature, partly by the circumstances of my life, it is a partial self. I am not a social person. I cannot get drunk and feel a great love for my fellow-men. Convivial amusement has always somewhat bored me. When people sit in ale-house or, drifting down the river in a boat start singing I am silent. I have never even sung a hymn. I do not much like being touched, and I have always to make a slight effort over myself not to draw away when someone links his arm in mine. I can never forget myself. ⁽¹⁴⁾

モームの内向的な性格を以上のように認めている。また、R・L・コールダー氏によればクラーク公がコールダー氏にモームのことを「30年以上もモームと交友関係にあったので、人生や文学について色んな事を話し合ったが、とても彼は神秘的で、たいへん傷つきやすい人物であった。しかも、そうとう疑い深い人間でもあった。」と大要、以上のような事をいったとの事である。さらにコールダー氏によれば、ジョン・コウルトンはモームのことを理解しがたい人間と考え「モームを本当に知っている人間というのは私にとっては想像もつかない。彼は紳士と礼儀作法の壁の背後で暮しているが、その壁をつき破った人を私は知らない。私が彼を好きなことも、彼が私を好きな事も解っているのだが、彼は彼と私に対して建てた城壁を、とうとう突き破ることができなかった。」と、これは大要だがこのようにいったと、コールダー氏は言っている。近親者のロビン・モームの見解に

よれば次のようである。

Willie died on December 16, 1965. Looking back, I realize that though I sometimes feared him, I was fond of him; but I am afraid I never understood him. Very few of his friends ever pierced the layers of morbid shyness caused by the the misery of his youth; few ever caught a glimpse of his real character. (15)

このように、作家モームの性格はいつもその中を見せない黒いベールによって覆い隠されていたようである。

(8) 結婚の犠牲

モームは「私は女性を愛した事はあっても、愛された事は一度もなかった。」と言う。多くの女性と交際はしたという。だが、心に残ったロウジーは去ってゆく、やがて、シリーと言う女性との間に二度目の子供を宿す。シリーが好きだから結婚するのではない。生まれてくる子供が父なし子になるのがかわいそうだ。もし、今、自分がここで結婚しなかったならば、一生涯それを悔いることになるだろう。と言って40代にして信義を重んじて結婚に踏みきったのである。両親のいなかったのみじめな自分の少年時代を回想して、自己犠牲による結婚をしたのにちがいない。モームは「結婚とは、どんなに良くみても、これは男女間の実に異様な関係だ。男女が法の下で同じ屋根の下で結びつけられていると信ずるのは、ごめんだ。それは私生活に対する侵入、個性の侵害、心の安らぎのぶちこわしであり、独立した思考と行動の妨害である。」と言う。このモームの思想は *The Moon and Sixpence* のストリックランドの結婚観による表現されている。*Of Human Bondage* のフィリップの結婚するときの決意にしてもそうである。明らかに自己犠牲による結婚だ。*Of Human Bondage* では、

His wedding present to his wife would be all his high hopes. Self-sacrifice! Philip was uplifted by its beauty, and all through the evening he thought of it. He was so excited that he could not read. He seemed to be driven out of his rooms into the streets and he walked up and down Birdcage Walk, his heart throbbing with joy. He could hardly bear his impatience. He wanted to see Sally's happiness when he made her his offer. (16)

ダーク・ストループと妻ブランシュの結婚もまた自己犠牲の結婚だ。そして *The Human Element* のギャラザースがベティに対していただいた結婚観も同じく自己犠牲だ。そのときのギャラザースの心境をモームは以下のように描写する。

up in him. Notwithstanding everything, though his love now was dead and he felt for her an almost physical repulsion, he would marry her. He laughed mirthlessly. What would his life be? He couldn't help that. He didn't matter. It was the only thing to do. He felt wonderfully exalted, and yet very humble. (17)

現実とフィクションが混同したようだが、モームが作品を創作するとき無から有を作り出すことはない。必ずその陰にはモデルとなる人物がいるはずである。それに血をつけ肉を付けていくのが彼の作品のすべてである。したがって上記、作品の引用にしてもモーム自身の心境を、あるいは経験を語っているのである。モームは言う。「私は他の多くの作家と違って無から有を作らない。したがって私の作り出した人物は神様のようににはならないのである。」(18)現実のシリーとの結婚も生まれてくる子供を父なし子にしないための、自分のあのみじめな少年期の二の舞を踏まさないための自己犠牲による結婚だ。コールドー氏も言う。「彼等の結婚は明らかに失敗だった。ウイリーとシリーは気質のからいっても合わず、生活のリズムも調和できなかった。結婚により自由を束縛され、彼にはガミガミ言うし、文句は言う、どうして彼がこんな女に愛情を持ち続けることが出来るだろう。彼女は彼に堪えがたい負担を負わせている。」と大要、こういつている。このように自己犠牲の結婚の結果、女の悪妻ぶりをいい加減にもてあましたのちに、遂に離婚に踏みきらざるをえなくなってしまった。まさに悲劇の結婚であった。モームがこのシリーと交際をはじめたのが彼が *Of Human Bondage* を執筆中の時であったというから、「私はこんな結婚をしてみたいと思って *Of Human Bondage* の最後に描いたのがサリーとの結婚像だ。」とモームが『サミング・アップ』で言っているように、もしも、シリーがこんな女性であってくれたならばという願いをこめて、このサリーを描いたのかもしれない。ともあれ、モームにとっては、この結婚は失敗だった。*The Moon and Sixpence* の取材旅行とはいえ、以後、急激に彼の旅行の回数が増加した。ある程度の富を得たことも原因するが、元来、旅行好きであった事も手伝って家庭に拘束される不自由さから、あるいは又、彼のいつもきびしく非難する、当時のイギリス社会の因襲から解放されんがために、モームの内面的欠点を補うためには欠かすことの出来なかった社交的で、モームの手足になった秘書のジェラルド・ハクストンと共に旅に出て、彼自身の自由を見出し、彼をとりまく拘束と因襲の絆から脱出していったのである。ロビン・モームが暗示しているように「彼はやがて、このアメリカ人でモームより20才も年の若い美青年の秘書と同性愛的傾向へ

_____ ; a passion of self-sacrifice welled

と流れを変えていった。」という。常に創作の宿命を背負って生きる芸術家にとっては、人並の家庭生活は最初から縁のないものであった。それがまた、芸術家の宿命でもある。

(9) 億万長者の末路

モームが受けた少年時代の幾多の傷痕、父母の死と一家の離散、牧師館やキングズ・スクールでの嘲笑から受けた屈辱感、青年時代の貧困と、作品を売り出し、名をなすまでの悪戦苦闘の約10年間、70年以上にもわたって結核の不安との戦い、生涯を通じての言語障害、深い愛情を持った唯一の女性とは結婚できず、数々の報われなかった恋、自己犠牲の結婚、ありとあらゆるこの世の不幸を経験したモームは貧困からだけは、何としても脱出したいと願ってきた彼は、作家としての成功のおかげで、そのよく売れた本のおかげで、彼は望みの巨額の富を得たが、彼の晩年の姿はどうであったろうか。金で解決の出来る人間の幸福には限度がある。人生の末期になって彼が一番恐れていたものは老衰によるたよりなさだったという。そして彼が65才の時には、ヘミングウェイのように自殺をするつもりであったが第二の秘書であるアラン・サールの献身のおかげで孤独のために狂人になったり、自殺したりせずすんだともいう。Of *Human Bondage* で彼の最もきらっていた叔父の最期をこう描写した。

The sick man turned his head a little and greeted him with a smile. Philip was astonished, for there was a change in him, an extraordinary change; his eyes had no longer the terrorstricken look, and the pinching of his face had gone: he looked happy and serene.

"I'm quite prepared now," he said, and his voice had a different tone in it. "When the Lord sees fit to call me I am ready to give my soul into his hands."

He knew he was going to die: he was resigned. He only said one thing more: "I shall rejoin my dear wife." (19)

臨終の言葉を以上のように結んでいる。それに対して、甥のロビン・モームは同じくロビンの叔父のW・S・モームの晩年の言葉として語るところによると、彼の友人の一人であったウインストン・チャーチルの死報が叔父に届いたときに叔父は、「私はなんともわびしい。なぜみんなが私を静かに死なさせてくれないのだ。」と号泣したという。巨額の富をかかえて、この老作家とロビンとの晩年の会話は以下のである。

I discovered a second reason for Willie's unhappiness a few days later during my stay on that occa-

sion at the Villa Mauresque.

We had dined alone together, and Marius, the butler, had come into the drawing room to clear away our coffee cups and to say good night. Willie had been silent for a while. I looked up and saw tears flowing down his wrinkled, sallow cheeks.

"I've been such a fool," he cried. "And the awful thing is that if I had my life all over again I'd probably make exactly the same mistakes." "What mistakes?" I asked.

"Mer-my greatest one was this," he stammered. "I tried to persuade myself that I was three quarters normal and that only a quarter of me was queer—whereas really it was the other way round."

For a while Willie was silent. Into his eyes had crept a look of intense sadness.

"I feel a deep sense of failure," he said, "complete and utter failure." (20)

このロビン・モームの言葉が真実だとすれば、何をかを考えさせられるW・S・モームの晩年の言葉でもある。また、巨額な彼の言う第六感の金を得て、金で得ることの出来る総てを得た彼が、その最期になって、モームの牧師の叔父の魂が喜んで愛する妻のもとへといったのに反して、それを語ったW・S・モームの魂は、なぜ、一生懸命続けた母のもとへ、あるいはまた、彼よりこの世を先だったロウジーのもとへと思いをよせなかったのだろうか？ 一生懸命、心からの祖国がなかった彼の人生と同様、彼の魂もまた、最後に行くべき所がなかったのだろうか。心理的にも悲劇的な芸術家の末路でもある。

第2章 モームが作品に求めた悲劇の浄化

The *Summing Up* で、「作家には大きな特権がある。それは、あのアリストテレスが言っているカタルシスを味わうことができるからだ。」とあって喜んだモームは、第1章で述べてきた悲劇の数々を小説に書くことによって、それらの悲しい思い出を彼の脳裏から浄化しようとした。少年時代の悲しみを『人間の絆』に、失恋の思い出を『お菓子とビール』に、啓示を受ける苦しみを『月と六ペンス』に、それぞれ表現した。この章では、これらの三つの作品について考察してゆきたい。

(1) 啓示を受ける人間の苦闘・『月と六ペンス』

芸術家と呼ばれる人達は、大なり、小なり、啓示を受けながら作品を完成していくのであるが、モーム自身はこのことについて *The Summing Up* の48節で、「自分が書きたいと思う時だけ書いていられる作家はいないはずだ。啓示が湧くまで待っていると無限に待つことにな

り、けっきょくは何も書けずに終わってしまう。だからプロの作家は自分でそのモードをつくりだすのだ。作家という者は啓示を待っているが、仕事の時間を規則正しくすることによって、その啓示を自由に制御したり、抑圧したりするのだ。」大要このようなことを言っているが、啓示を受けるのは、ある意味では一種の超能力である。人間、誰にだってこの啓示はあるのだが、ただ、その回数が多いか、少ないか、あるいは啓示を受けていても、それと気づかずに、タバコの煙のごとく、すぐ消失してしまう人もある。だが、創作を必要とする人達には必ず必要なものである。芸術家においては特に、この種の感受性が強く働く。モームの言葉をかりれば、「芸術家は新しい精神生活をもたらしてくれるところの啓示を待つ。芸術家は通常の仕事を忍耐強くしていると、その潜在意識が神秘的な業をはたしてくれる。そして、それから、突然に、どこからともなくある思想が湧き出てくるのである。」ということになる。世に言う天才と呼ばれる人には、この回数が多く、だが多ければ多い程、大きければ大きいほど、その肉体は苦しみもだえる。したがって第三者から見れば、時には気違いと思われるかもしれないし、変人と思われるかもしれない。だが、その本人は啓示を受けた“重荷”を取りのぞこうと努力をし、そして腕き苦しむ。その結果、彼は天才になったり、気違いになったりする。これをモームはうまく画家のポール・ゴーギャンに結びつけて啓示の受取者の“苦闘の一生”を描いたのが *The Moon and Sixpence* である。その序文で彼は、

I heard much about him. It occurred to me that there was in what I was told the subject of a novel, and I read the only life of him that at that moment existed. I kept the idea in my mind. I kept it for over ten years. When I went to Tahiti, it was with the notion of finding out what I could of Gauguin's life and here again I came across a number of persons who had been more or less connected with him. At last I found myself ready to write the novel I had so long contemplated. It was written during the summer of 1918 while I was recovering on a hill-top in Surrey from the tuberculosis I had contracted earlier in the war. ②

以上のように *The Moon and Sixpence* をかくにいたったいきさつを詳しく述べている。

『月と六ペンス』において、モームは靈感（啓示）を受ける人の苦しみを実に、忠実に、かつ自然な物語として、上手に描写している。啓示を受ける人にとっては、いつどこで、どんな形で啓示されるかわからない。一連の章句になる事もあろう。又、テレビジョンのように脳

裏に画像が映し出される場合もあろう。ただし、受けた以上は、何らかの形で、それを表現しなければならぬ。なぜならば、それを受けた人がその荷をおろすまで、本人にとっては、それが重くのしかかってきて、どうしてもそれを取り除かなければ苦しくってたまらなくなってしまう。それを取り除く方法はいろいろあるが、ある人は文学で、ある人は音楽で、また、ある人はこの『月と六ペンス』の主人公のストリックランドのように絵画で表現することにより、その重荷をおろすのである。啓示を受けて創作活動を続けているときの苦痛をモームは、創作するのは自分の魂を解放するためだと言う。それは、作家の創作本能が魂や肉体のいろいろな経験から少しずつ発展し、ついには重荷となって、それを除去しないではおれなくなってくる。そして、それらのすべてを書き終えたとき、解放感の喜びで、しばらくの間、平和にくつろげるのだ。と『サミング・アップ』でいう。

作品の分析にはいるが物語はまず、平凡なあるロンドン市民の中流階級の平和な家庭生活の描写からはじまる。その家庭の主人であり、この物語の主人公でもあるのが、チャールズ・ストリックランドと呼ばれる株式仲買人の平凡な中年男である。作品では、このストリックランドの事を次のように表現している。

“Is there a Mr. Strickland?” I asked.

“Oh yes; he's something in the city. I believe he's a stockbroker. He's very dull.

“Are they good friends?”

“They adore one another.

He's very quiet. He's not in the least interested in literature or the arts” “Why do nice women marry dull men?”

“Because intelligent men won't marry nice women.”

I could not think of any retort to this, so I asked if Mrs. Strickland had children.

“Yes; she has a boy and a girl. They're both at school.” ②

この時点では、ストリックランドの脳裏には、霧のようなものがかかっているだけで、本人にしてみれば、なんとなく陰気な気持で毎日をすごしており、まだ、この場合は啓示と言うものではなく、啓示を受けるための前準備を彼の創作の魂がしていたのだらう。しかし、本人にはまだ、それとは気が付かない時代だ。しばらくそんな生活をしてきた彼だったが、妻にはクラブでブリッジをしていると思わせておいて、実際には画家になるために、夜間の画学校に通うようになっていた。創作の魂が始動したのである。そうなると、彼の創作の魂が妻や二人の子供や、すなわち、家庭などはどうでもよか

ったと言うよりも、むしろじゃまになってきた。当然のことながら、家庭の全てをすてた。結婚して17年後のある夏の事であった。彼は妻子を捨ててパリへ行った。彼から妻へ一通の手紙が届いた。彼の手紙には次のように記してある。

My Dear Amy,

I think you will find everything all right in the flat. I have given Anne your instructions, and dinner will be ready for you and the children when you come. I shall not be there to meet you. I have made up my mind to live apart from you, and I am going to Paris in the morning. I shall post this letter on my arrival. I shall not come back. My decision is irrevocable.

Yours always,

CHARLES STRICKLAND. ㊦

このとき彼はすでに40才だった。だが、彼は40才だから、いよいよはじめるべきだと思ったのだと、この作品の語り手である第一称の“私”に言っている。いったい何のためかと聞かれると、絵を描きたいからだと言う。そして、それは自分ではどうしようもないのだ。人が水の中へ落ちたら、良くも、悪くも、どんな泳ぎかたをしても、水から出なければ、溺れてしまうだけだ。だから、自分が偉大な画家になれるチャンスは100万分の1だとしても、描くよりしかたないのだと主張する。こうなるとモームの言う、創作の苦しみを陣痛にたとえるあの描写のはじまりだ。「はくは描かねばならないんだと言っているだろう。そうするより他に手はないのだ。」これは、しごく簡単な表現だが、この短い章句に人生の宿命の意味を悟り、これらの言葉に深く感動する。人間は大なり、小なり、何かの宿命を持って、この世に命をもたらされる。モームのように両親に早く死別するのも宿命なら、かつてのリンカーンや、チャーチルのように大政治家になるのも宿命の一つである。レントゲンがX線により、人類に貢献するのも持って生まれた宿命だ。作品では、語り手の私に、モームは次のように説明させている。

But how strange it was that the creative instinct should seize upon this dull stockbroker, to his own ruin, perhaps; and to the misfortune of such as were dependent on him, and yet no stranger than the way in which the spirit of God has seized men, powerful and rich, pursuing them with stubborn vigilance till at last, conquered, they have abandoned the joy of the world and the love of women for the painful austerities of the cloister. Conversion may come under many shapes, and it may be brought about in

many ways. With some men it needs a cataclysm, as a stone may be broken to fragments by the fury of a torrent; but with some it comes gradually, as a stone may be worn away by the ceaseless fall of a drop of water. ㊦

それから数年後、ストリックランドは創作本能にかくらんされて、パリで人に知れずに苦闘するが、モームはここで、このストリックランドに救世主を遣わす、モームのよく使う手法である。Of Human Bondage のミルドレッドに対するフィリップのように、ここではダーク・ストループと呼ばれる通俗画家である。この画家はモームに言わせれば、天才画家のように、創作本能に悩やまされる人ではないが、彼の描いた絵は、たいへんよく売れていて生活も安定していた。そして、この画家のストループが、天才の卵であるストリックランドに対して救世主的な役割をはたしている。世の中に昼があり夜があり、陽があり陰があるように、このスポットライトを浴びない日陰の人間として、ストループを登場さす。このストループに対するモームの取り扱い方も、まさに強烈だと思うが、モームが自称するように、彼の20才のときは残忍だと言われたその片りんを、作品でのぞかせているのだろうか。ストリックランドが創作の啓示にとりつかれ悶え苦しんでいるとき、当然のことながら、経済的にも困ってくるが、そんな時、ストループに色々救いの手をさしのべさせている。ストリックランドが病気になるに重体になったときに、ストループが自分の家へ連れて帰って世話をしようとする。次のように妻に説得する。

“Dear child, he has genius. You don't think I believe that I have it. I wish I had; but I know it when I see it, and I honour it with all my heart. It's the most wonderful thing in the world. It's a great burden to its possessors. We should be very tolerant with them, and very patient.” ㊦

この表現は創作と啓示に苦しむ天才と、陰の力となるべき人の宿命を、端的に表現していると思う。天才だから、それが本人にとっては重荷なんだ。だから、我々凡人は、その人に対して寛容と忍耐をもって助けてやらなければいけないのだ。この言葉は実に名セリフであり、神がこの世に与えた人類への教訓でもあると思う。ストループの妻のブランシュは、夫のこの懇願に対して、「なぜか知らないし、解らないが、あの人がここへ連れてこられたならば、悪いことがおこり、きっと悪い結果になるでしょう。」と返答しているが、こじつけの理由と解されるかもしれないが、これは俗人に対する一種の啓示を受けたときの言葉である。モームはこのように、神と言う言葉を一さい使用せず、啓示をごく自然な形で

小説に、ずいしょで、自由に使いこなしている。『雨』、『赤毛』、『奥地駐屯所』等の短編等にも使用している啓示の表現法だ。妻ブランシュを説きふせて、ストリックランドを自宅で世話をしていたストループの家庭には、ブランシュの暗示したとおり、やがて破局がおとずれる。妻ブランシュは健康を回復したストリックランドと共にストループのもとを離れると言うのである。啓示に対する証明でもある。やがて健康を回復したストリックランドはストループのアトリエで彼の創作の魂とたたかっていた。ここでもモームは、又、俗人に対する啓示の表現をする。その後、数ヶ月がたってブランシュは自殺した。ストループがアトリエへもどった時、見付けた物は、皮肉にも妻ブランシュの裸体画だった。怒りに燃えたストループだったが冷静さをとりもどした彼は、ストリックランドの描いた妻の裸体画はすばらしい芸術品だと感嘆する。啓示と創作の魂に苦しめられてきたストリックランドは、やっと、その事を絵という媒介物でもって少しは表現したのだ。しかし、彼にはまだ、完成した開放感と安楽感はなかった。彼が受ける啓示と創作の魂は目に見えぬ糸にあやつられていた。ブランシュを自殺に追いやったストリックランドに、モームは創作宿命を背負った芸術家の姿を語らす。

"I don't want love. I haven't time for it. It's weakness. I am a man, and sometimes I want a woman. When I've satisfied my passion I'm ready for other things. I can't overcome my desire, but I hate it; it imprisons my spirit, I look forward to the time when I shall be free from all desire and can give myself without hindrance to my work. ⑥

啓示と創作の糸にあやつられながら彼は47才という年齢でフランスを一人で旅立ち創作力をかきたてた未知の世界を求めて流浪の旅を続け、南海の孤島タヒチにたどりつく。彼は安息の地をここに見つけたのだらう。モームは言う。「生まれながらにして故郷を持たない人がいる。幼ない時から住みなれた山や川や、町並も、その人にとっては、どことなくよそよそしく近親の中でもその人の全生涯を異邦人としてすごす。そして、人は未知の旅に出る。目には見えぬ糸にあやつられて、歴史の初期の闇の中に彼等の先祖の残した土地へもどっていくのだろうか？ 旅をしているあいだに、ある神秘の力で自分の故郷だと感じる場所に気がつくこともある。それは、その人が探し求めていた故郷であり、いままで見たことのない風景の中に、知らなかった人達の間に、生まれてこのかた彼等と親しかったかのように安住し、安息の地を見いだすのである。」このモームの思想のもとに、作品の主人公のストリックランドを、このタヒチが彼の啓示と創作の魂の安住の地として落ち付かせることにした

のだ。土人の娘のアタを妻としたストリックランドは、おれはしあわせだと言う。アタはおれを一人にしておいてくれるし、食事は作ってくれるし、おれの欲しい物は何でも与えてくれる。それ以外は、何も言わずに、何もせずに、そっと一人にしておいてくれるからしあわせだという。創作の啓示に追いまわされる芸術家にとっての女性観であり、望むべき家庭なのでもあろう。これはモームの望むべき事でもある。このようにして、ストリックランドは、このタヒチの中心街のパペーテから、およそ7マイル程離れた谷間に、アタといっしょに住んでいた。そして、ここで一気に、彼にとりついた啓示と創作の魂が、彼の肉体を使って最後の仕上げをする。やがてストリックランドは、ライ病にかかり、最後には失明するのだが、彼はその盲目のまま、約1年間、啓示と創作の魂のなすがまま絵ふでを取りつづけた。こうなると肉眼の目は、もはや必要ではない。神の示す啓示のまま、創作の魂の働くがままに、彼の肉体が、腕が、動き続けた。そして、最後には、彼の住んでいた家の壁や天井や全ての物が、画架になった。彼の肉体の一生を使徒としてきた啓示と創作の魂の灯が、電波が、最高に燃え続けた。それに伴い肉体も、又、動き続けた。こうなれば、もはやストリックランドの肉体は彼自身の物ではなかった。神と啓示によってあやつられる人形にすぎなかった。そして、啓示の火が燃えつきる時がきた。その時、苦しみ続けてきた彼の魂も、その肉体から離れていった。残されていった物は、腐敗するだけしか道のないストリックランドの死骸と、すばらしい芸術作品だけである。この絵の第一発見者であるクートラ医師にモームが言わせた言葉は次のようだ。

I had been thinking of it too. It seemed to me that here Strickland had finally put the whole expression of himself. Working silently, knowing that it was his last chance, I fancied that here he must have said all that he knew of life and all that he had divined. And I fancied that perhaps here he had at last found peace. The demon which possessed him was exorcised at last, and with the completion of the work, for which all his life had been a painful preparation, rest descended on his remote and tortured soul. He was willing to die, for he had fulfilled his purpose. ⑦

以上のように、この作品は終りを告げているが、モームが終始、語りつづけてきた人間は、何か不可解なもので、自分の意志によっては、行動出来ないかのように表現している。そして、その代表的人物がストリックランドである。神が、啓示が、創作の魂が人間の肉体を使って目的を完成させたその瞬間、今まで自由に、あやつ

てきた肉体を、まるで雑木林の木でも切るかのように、すぐに役に立たなくなった肉体をいともたやすく切り取ってしまうものだ。『月と六ペンス』の作品の中には、モームが人生に対していただいている人間の言語では表現しがたいもの、証明できないものがあると言うことを、主人公のストリックランドに、あるいは又、語り手に使用している“私”や、宿のおかみに、船長に、又、ストループにと、人を変え場所をかえては表現させている。そして、それを表現出来る最高の人として、モームは同じタヒチ島で没した、ポール・ゴーギャンを骨子に肉付けをしていった。作品『月と六ペンス』は、この意味において、活字化された、複雑な人間の中の天才に注目して、その“天才の持つ運命の宿因”を表現した作品であるといつてよい。また、「私にとっての執筆は病気のようなもので、私はその病気から解放される日を待ち望んでいる。」と晩年のモームが言ったように、この作品はモーム自身が受けた啓示の苦しさを表現する代表作ともいってもよい。

(2) 青少年期の悲劇の清算・『人間の絆』

W・Sモームもこの「人間の絆」を書くときだけは、読者の事は少しも頭には入れず、ひたすら、自分が今日まで思いぬぐらしてきた様々な不幸の思い出を振り払うために、心を清めるために、つまり、カタルシスを味わうためにのみ書いたのである。そうしなければ、もう一歩たりとも作家としての道を歩んではいけないと思った。そして、書き終えたモームは、しばしの間、休息にやすらぎを感じたのである。当然のことながら、この作品はモームの自伝的小説である。モームの数々の悲劇の中でも母との死別の印象が最も強いらしく、第1章から母との死別の様子を切実に表現している。『サミング・アップ』第7節にも両親との死別や、母がたいへん美人で人気があったことなど、非常に詳しく両親のことを書いている。いつの世にも、また、何才になっても親とは心のふるさとなのであろう。作品では、モーム自身をフィリップ・ケアリーという名で語られている。モームの^ども^りは一家の離散と共に、幼い頃のい^やな^な思^い出^の一つであったのだろう。作品ではこの^ども^りを^えび^足におきかえて、ストーリーを展開させている。モームは内向的な性格であったことは『サミング・アップ』にも出てくるが『人間の絆』にもさかんに出てくる。自分が^無口^{にな}って^いく^様子を作品では、フィリップの^えび^足が^まき^起す^嘲笑^を中心に痛々しいほどまでに読者に訴えている。^ども^りを^えび^足におきかえているとはいえこの作品のフィリップの描写はそのままモームにあてはめてよいと思う。『サミング・アップ』の第22節にも彼の内向性を示す文章が見られる。^ども^りに^苦しみ、父の職業の

関係からフランスで育っているために、ロンドンの叔父にひきとられてからも英語が苦手であった苦しみ、そして何よりも両親との死別という不幸が、彼を内向性へと導いていった過程を作品では切々と、語っている。青年に達したフィリップが、顔を赤らめたり、何かといえは引込み思案になったりしているが、これもモーム自身の事実だろう。作品ではやがて、フィリップの女性遍歴がはじまる。ここで彼は、いろんなタイプの女性と親しくなるが、主体は何といっても喫茶店の女給ミルドレッドである。この女性には何度となく裏切られるが、再度、フィリップの前に顔を出すミルドレッドを見ると、過去の事はすっかり忘れて彼女に没頭する。自分を忘れ自己犠牲の精神を発揮する。モームのよく使う手法だが、この作品の事実は、あくまでもフィクションであり、モーム自身の事ではないと思うがこの女性遍歴は、モーム自身の言う、この世のありとあらゆる全ての事を、それは、スポーツ、旅行、恋愛、女遊び、ぜいたく、飲食、社交等、出来るだけ多くの事を経験したい、というモームの欲望の現れに外ならないと思う。モームの女性観、結婚観は『サミング・アップ』の第52節にも出ているが、もっと端的に言うると、『月と六ペンス』の中でストリックランドのアタに対する女性観がすなわち、モームの女性観であり結婚観でもある。芸術家は、世のあらゆる邪念にまどわされず、創作一本に打ち込める日を待ち望んでいるのだ。だから愛だの、伴侶だのと言うそんな女性には我慢ならないのだ。これがモーム自身の事と言うよりも、創作活動を続ける人間の共通的な考えではあるまいか？ 作品では、やがて、フィリップに友人の一人であったヘイワードの死亡の一報が届く。ここでモームは“人生の絵模様”“貧乏”と並んで常に語り続ける“人間の不可解性”についてフィリップの口から論及する。「人が生まれ、子供を育て、苦しみ、そして死んでいく。」人間とはいったい何であるか。わずか5、60年の間に人それぞれの人生模様を織り込んでいく。そして、最後の死を持ってそれが完結する。人は自分の意志によって行動すると言われているが、それも、ある制限された範囲の中で自由に行動するだけのことだ。ちょうどそれは、檻の中に入れられたライオンのように、その中で自由に動き回るだけのことだ。それが何の理由によるのか、何が原因なのか、さっぱり解らない。人間とはいかに矛盾にみちた不可解な者なのだろう。このように、人間の不可思議性に対する疑問は、彼の常に語るころの主題でもある。目に見えぬ糸によって、あやつられる人形と、人間を形容するが、それが何であるのか解らない。何だろう？モームが彼の一生を通じて考えてきた問題でもある。彼が75才に出版した『作家の手帖』には「私は神を信じない。なぜならば神の存在を立証す

ることは出来ないし、逆にそれを否定する証明も出来ないからだ。」と大要以上のように述べているが、彼の生涯を通じて解決出来なかった問題なのであろう。当然の事ながら来世というようなものも認めてはいけない。だが、彼の作品の多くに靈感とか、啓示とか、あるいは又、善の神、悪の神といった語句がさかんに使用されている。これは単なる文章上のテクニクなのだろうか。たとえば、ホーソンのように、心から神を愛し信じきったならば、モームのような疑問は湧いてこないはずだ。人間の能力にも限界がある。世界中のごくわずかな人間にだけしか理解出来ない、持ち合わせない能力、これを人は超能力と称するが、この能力を持たない人はそれを持った人を嘲笑するのである。また、ホーソンのように空想作家と称されて一件落着する。だが、その中間の人間、すなわち凡人と超人との間の人間はモームのように、否定も肯定も出来ずに何か不思議なものがあると疑問を持つようになる。これはモームのよく言う“人生の絵模様”とは異った意味の“人類の絵模様”なのである。『人間の絆』の中でフィリップが神に自分のえび足を治してもらおうと、「ベッドの前のジュータンをめくって、ねまきをも脱ぎ捨て、むきだしの床板にひざまずいて、彼の全霊をこめて数日間お祈りをした。」大要だが、このように神に祈りをささげていたが、結果は黙目だった。そして、「神は山をも動かし、と言ったあの文は単なる文章上だけのことで、それが本当たと言った叔父の牧師は結局は悪ふざけをしていたのだ。」とあって、育ての親である叔父の牧師が自分の後継者としてフィリップに牧師になるように説得するが、フィリップがこれを聞き入れなかった原因でもあり、神を否定する原因にもなった。だが、神を否定したモームにしては同じく作品の中で校長のパーキンス先生からフィリップが神について説教される場面があるが、これは神を信じきった人の言葉でもある。

“I don't know any life that's so full of happiness as ours. I wish I could make you feel what a wonderful privilege it is. One can serve God in every walk, but we stand nearer to Him. I don't want to influence you, but if you made up your mind—oh, at once—you couldn't help feeling that joy and relief which never desert one again.”

“I wonder if you're not oversensitive about your misfortune, Has it ever struck you to thank God for it?”

“As long as you accept it rebelliously it can only cause you shame. But if you looked upon it as a cross that was given you to bear only because your shoulders were strong enough to bear it, a sign of

God's favour, then it would be a source of happiness to you instead of misery.” ☉

モームはこれをいかなる思想のもとで使ったのかはよく解らないが、これは悟りを開いた人の言葉でもある。作品では女性遍歴を続けていたフィリップはやがて、サリーと言う家庭的な女性に出会い、結婚しようと決意するが、この最後の章のサリーとの結婚の話は、当時のモームの空想だったのだ。だが、これはモームの本当の結婚観ではない。当時のモームは世の中の全てのものに対して疲れきっていた。そのために、ひと時の休息の場が欲しかった。この作品の結婚はモームのひと時の、とまり木にすぎなかった。モームは「恋は消え失せるものであり、死滅するものである。人は恋愛に完全な幸福を求めることは出来ない。」と『サミング・アップ』でも言っている。『人間の絆』でも、サリーとの結婚について悩んだときに「彼女への結婚の贈りものは、自分のいだいている高い希望にしよう。自己犠牲だ。フィリップは、そのことの美しさに心が高まるのをおぼえ一晚中そのことを考えた。」とも言っている。したがって心の底から結婚を望んでいたわけではなかった。モーム自身もこの大作を出版したその年に結婚しているが、芸術家の求める物は家庭の暖かさではなかった。結婚の翌年、10年間も暖めていたと言う『月と六ペンス』の取材のためタヒチ島をはじめ、南洋の島々を旅行している。また2年目にはロシア、ニューヨーク、横浜、シベリア等を旅行している。そして、結婚して14年たらずで離婚してしまった。家庭の暖かさを求めてはおれない創作活動を続ける芸術家の宿命なのだろうか。これを証明する言葉も作品の終り頃に出ている。それは次のようだ。

Lifel That was he wanted. At last he would come to close quarters with life. And perhaps, from Tokio or Shanghai it would be possible to tranship into some other line and drop down to the islands of the South Pacific. A doctor was useful anywhere. There might be an opportunity to go up country in Burmah, and what rich jungles in Sumatra or Borneo might he not visit? He was young still and time was no object to him. He had no ties in England, no friends; he could go up and down the world for years, learning the beauty and the wonder and the variedness of life. ☉

このように、モームは疲労をいやすための結婚、家庭という、とまり木が時には欲しかった。だが反面、いったん疲れがとれると、再び創作欲に燃え立つ彼は、そのとまり木にいつまでも止まっているわけにはいかなかった。これがモームの人生であり、宿命でもある。つまり彼の織りなす“人生の絵模様”なのである。カタルシス

を求めて書いたこの *Of Human Bondage* で浄化されたであろうモームの魂は、いよいよ彼の出世作となった *The Moon and Sixpence* の創作活動に入るのである。だが、第1章でも論じたように、この作品を書くことによって心の底からのカタシスは得られなかったのである。モームにとっては幼い頃からの不幸な思い出が、あまりにも深い傷跡となって彼の脳裏に深く刻みこまれすぎていたためでもあろう。

(3) モームの悲恋・『お菓子とビール』

「人生の一番の悲劇は、こちらが恋している人が自分を恋してくれなくなることだ。」とモームは言う。さらに、私はそうとう多くの恋をしてきたけれども、報われた恋を味わった事は一度もなかった。」とも言う。

晩年になって我が作家生活もこれで終りとばかりに、過去の作家生活を整理するために、彼の人生を洗いざらい書いたのが *The Summing Up* であり *A Writer's Notebook* なのであった。これには彼の苦勞話やら、あるいはまた、裏話にいたるまで何の遠慮も、何の恥らいもなく、さらりと書き流しているが、ただ一つ、これだけは書かずに“そっとしておこう”とした事柄があったらしい。それは彼が90才に近い1962年に *Looking Back* と題して執筆中と伝えられていた自伝の一部をアメリカの雑誌 *Show* の6月号から8月号に連載した彼の投稿である。これは *The Summing Up* にも *A writer's Notebook* にも何等、触れていない事である。朱牟田夏雄先生の作品 *W. Somerset Maugham* によると、この雑誌 *Show* にはモームと因縁の深かった二人の女性が登場するという。やはり、90才近くになるまでは人には知られたくなかったのだろうか？あるいはこの二女性の思い出だけは文章にしてこの世には残さず、冥土の土産に持って行きたかったのだろうか？だが、モームは *The Summing Up* でもいっているが、*Cakes and Ale* の序において「作家の脳裏にある人物は、まだ紙上に書きとめられない間は自分の持物のようで、常に心がその人物に帰ってゆく。そして、さまざまな生気をとめない生活を営んでくる。その中に、不思議な喜びを感じるものなのである。」

このモームの思想のもとに、一度、文章化してしまうと、その心に残っていた人物が、もう、自己の物ではなくなってしまう。それが彼には怖かったのかもしれない。あるいは、また、忘れたくなかったのかもしれない。さきほどの雑誌 *Show* でいう二人の女性とは次のような人物である。一人は *Rosie* という名の二流か三流の女優で気だてがよく、笑うと他に類を見ないような可愛さがあり、女性の方が先にモームに好意をもったが、誰とでもいっしょに寝るくせのある女、というよりも、あまり

にも気だてがよくて好意を持ち合った男女が晩餐をとるにしたあとならば、当然そうすべきものと信じて疑わない女で、はじめはモームの方はあまり気が進まなかったが、この女性との交際は1904年頃から8年間も続いた。そして、最後にモームの気が変わって、この女性に結婚を申し込む気になるが、一足ちがいで、女性の方はある貴族の息子と結婚して、モームはことわられてしまうのである。以上のような事が雑誌 *Show* にモームが連載した内容であると、朱牟田夏雄氏が *W. Somerset Maugham* の中で言っておられる。もう一人の女性の方はモームが結婚した *Syrie* という女性である。さてその雑誌 *Show* にモームが書いたという女性の *Rosie* だが、モームはそのロウジーを彼の *Cakes and Ale* の中で、その名もロウジーとしてとりあげている。序の中でモームは次のように言う。

I had long had in mind the character of Rosie. I had wanted for years to write about her, but the opportunity never presented itself; (8) P.i

そして、モームはこの作品の中でロウジーのことを太陽というよりもむしろ月のような青白い光を放ち、かりに太陽のようだとしたらそれは夜明け前の霧の中の太陽のようだ。あるいは、また、昔のイタリアの作曲家のつくった小奏鳴曲を思いおこさせる。そのような女性だと表現している。海外においてはR・L・コールダー氏が *Cakes and Ale* のロウジーがモームの恋人の原型であると次のように論じている。「モームがロウジーは実在した人物だと言明したのは1950年出版の *Cakes and Ale* のモダン・ライブラリ版において、この小説を書いた真の目的はモームが知っていたある美しい女性の性格を小説でとらえることにあった。」

そのモダン・ライブラリ版の序説は以下のようだ。

In my youth I had been closely connected with the young woman whom in this book I have called Rosie.

She had grave and maddening faults, but she was beautiful and honest. The connection came to an end as such connections do, but the memory of her lingered on in my mind year after year.

I knew that one day I should bring her into a novel. (9)

同じく彼の著書において、「その女性とは、女優で不幸な結婚をしたが、まもなく、モームと愛人関係になり8年間、交際が続いた。だが彼女の不義にたいしてときどきいや気がさしていたが、最後にモームがこの女優のロウジーに求婚するが拒否されてしまった。」とのべている。*A Writer's Notebook* にも以下のように表現する。この女性はロウジーとみてまず間違いない。

She had something of the florid colouring of Helena Fourment, the second wife of Rubens, that blonde radiancy, with eyes blue as the sea at mid-summer and hair like corn under the August sun, but a greater delicacy withal. ③

このように、モームの心の中にはいつもロウジーがいた。*The Moon and Sixpence* の原型が彼の脳裏に10年以上も保存されていたようにロウジーもまた長い間、モームの脳裏に保存されていたのだ。それはモームにとっては、彼の青春時代の甘い一ページだったのである。ロウジーの思い出を小説にたくした *Cakes and Ale* を中心に以下モームの悲恋の女性を見てゆきたい。長い間、心の中にあった Rosie を小説化するにあたりモームは次のように言っている。

But the more I thought of it the less inclined I was to waste my Rosie on a story even of this length. Old recollections returned to me. I would make her the wife of my distinguished novelist.

The Uncle William, Rector of Blackstable, and his wife Isabella, became Uncle Henry, Vicar, and his wife, Sophie. The Philip Carey of the earlier book became the I of *Cakes and Ale*. ④

このようにして、モームの心から離れないロマンスの女性ロウジーが登場するのである。『お菓子とビール』での私（アシエンデン）すなわちモームが、彼自身の言う“私のロウジー”を美化し、浄化した文に目を移し、モームがいかにもロウジーに身も心も寄せていたかを見てゆきたい。アシエンデンが21才、ロウジーが35才頃だったという。その時のアシエンデンの目に写ったロウジーとは以下のように表現された女性だった。

Her short nose was a little thick, her eyes were smallish, her mouth was large; but her eyes had the blue of cornflowers, and they smiled with her lips., very red and sensual, and her smile was the gayest, the most friendly, the sweetest thing I ever saw. She had by nature a heavy, sullen look, but when she smiled this sullenness became on a sudden infinitely attractive. She glowed, but palely, like the moon rather than the sun, or if it was like the sun it was like the sun in the white mist of dawn. ⑤

亡き母を思う心か、乳母を思う心か、それとも青年になったモームの持つ女性観からであろうか。ともかくもモームの目に映った年上のロウジーの美に対する表現だ。そして、作品中のアシエンデンは、私は恋をしているのではないのだと弁解する。ただ、彼女のそばに静かに座って、淡い金色の髪や肌を見ているだけでよいのだ、といって喜ぶ。いかにも野辺に、ひっそりと咲く一

輪の矢車草といった感じで、摘みとって自分の物にしようといった欲望はなく、そっとしておきたいモームの気持がよく出ている。だが、春の次に夏が来るのが自然界の掟であるように、愛の女神が彼等に、そっと、いたずらをする。彼女と初めて接物をしたのだ。「私は馬鹿みたいに彼女の接物を受け入れた。しばらくの間ぼんやりしていたが、向きをかえて私の下宿に帰った。」とアシエンデンは言う。彼の心は、恥らいを知った乙女心のものであったに違いない。だが、そんな野辺に咲く一輪の花のように思っていたかったロウジーに、気心さえ合えば誰とでも寝る癖のあるのを知って、何か裏切られたような気持になったアシエンデンは腹をたて、ロウジーに半ば抗議をするが、「他人のことで何も腹をたてることはない。あなたとだっただけで楽しく遊んでいるじゃないの。100才まで生きるわけじゃなし、生きている間に楽しく遊んでおくものなのよ。」と軽くあやされて納得する。だが、そんなアシエンデンに彼の知人達から、ロウジーは誰とでも寝るあはずれ女だとか、屈強な田舎娘のようであるとか、乳しぼりの女のようだとか、あるいはまた、白と黒の混血児のようだと色々批判されるのを聞いたアシエンデンは、彼女はヘーベのような人で、ただ、美しいだけではなくして、心までも美しい。そして、人を幸せにするのが好きで、愛を愛した人であり、それは、ちょうど太陽が熱を与え、花が香りを与えるのと同じように、彼女は彼女のからだを与えるのだ。といって必死になってロウジーはそんな女でないかと弁解する。さらに、

She was like a clear deep pool in a forest glade into which it's heavenly to plunge, but it is neither less cool nor less crystalline because a tramp and a gipsy and a gamekeeper have plunged into it before you.' ⑥

普通ならば男性を渡り歩く女として片付けられてしまいそうな女性を、このように美化され、浄化されて表現している。*Cakes and Ale* の序の中で“私のロウジー”と呼んでいるが、まさに忘れがたき、心の中に宿っていた女性、現実において8年間も交際があったというロウジーが、まさに、この *Cakes and Ale* のロウジーの原型なのである。だが、モームはこの女性とは結婚できなかった。それだけにモームにとっては一層忘れ得ぬ人となったのであろう。そして、彼の心に残るロウジーを“私のロウジー”と呼んだにちがいない。モームは「報いられぬ恋も、作家がそれを材料として書く事により、その不幸を克服することができる。」と大要このようなことを *The Summing Up* の50節でいっているし *Cakes and Ale* の26節末尾でもいっている。この“私のロウジー”を *Cakes and Ale* に書くことによって、ロウジーの

思い出をつまらぬ報いらぬ恋を清算したかったのだろう。モームの言う、まさに、むくわれぬ恋なのであり、かつ、女性の愛には縁のなかったモームの生涯を浮き彫りにした証拠とも言える。

謝 辞

本報告をまとめるにあたり終始、懇切なる指導を賜わりました山口大学教養部、柏原啓佐教授に深謝します。

なお、*The Summing Up, A Writer's Notebook* の邦訳にあたり、S. Maugham (IV), 南雲堂, 1966 を参考にさせていただいたことを付記して深謝します。

文 献

Robin Maugham: *Somerset and All the Maughams*, Greenwood, 1977.

Robert. L. Calder: *W. S. Maugham and the Quest for Freedom*, Heinemann, 1972.

朱牟田夏雄: *Somerset Maugham*, 研究社, 1966.

: 英語研究, 研究社出版K. K, 3, 1966.

テ キ ス ト

The Moon and Sixpence, 1966, *The Samming Up*, 1976,

A Writer's Notebook, 1979, *Cakes and Ale*, 1963,

Mrs. Craddock, 1967, *The Complete Short Stories V. I*, 1978, 以上, Heinemann.

Of Human Bondage, Modern Library, 1942.

(注)

- 1 *Somerset and All the Maughams*, p. 105.
 2 *Of Human Bondage*, p. 10.
 3 *Somerset and All the Maughams*, p. 120.

- 4 *id*, p. 121.
 5 英 語 研 究, p. 11.
 6 *id*, p. 12.
 7 *Somerset and All the Maughams*, p. 117.
 8 *A Writer's Notebook*, p. 261.
 9 *The Summing Up*, p. 95.
 10 *Mrs. Craddock*, p. xi.
 11 英 語 研 究, p. 44.
 12 *id*, p. 44.
 13 *The Summing Up*, p. 170.
 14 *id*, p. 76.
 15 *Somerset and All the Maughams*, p. 213.
 16 *Of Human Bondage*, p. 755.
 17 *The Complete Short Stories, V. II* p.1020.
 18 *The Summing Up*, p. 110.
 19 *Of Human Bondage*, p. 690.
 20 *Somerset and All the Maughams*, p. 207.
 21 *The Moon and Sixpence*, p. vii.
 22 *id*, p. 17.
 23 *id*, p. 37.
 24 *id*, p. 57.
 25 *id*, p. 104.
 26 *id*, p. 163.
 27 *id*, p. 241.
 28 *Of Human Bondage*, p. 80.
 29 *id*, p. 753.
 30 *Cakes and Ale*, p. i.
 31 *W. S. Maugham and the Quest for Freedom*, p. 267.
 32 *A Writer's Notebook*, p. 80.
 33 *Cakes and Ale*, p. ii.
 34 *id*, p. 177.
 35 *id*, p. 248.

『ランベスのライザ』と写実的作品

梶 嶋 忠 男

Liza of Lambeth

—W. S. Maugham and His Realistic Work—

Tadao KAJISHIMA

教師のあとをつぐことをきらい、医学校にび学ながらなおも、小説家への憧れをすてきれずに奮闘するモームは、肺結核療養のために1890年代、南フランスで過ごした頃に、ずいぶん多くの本を読んだという。その頃は、ギッシング、ムア、ハーディ、ベネット、ゴールズワージーらのリアリズムが当時の文学界の全盛時代であったことも、モームには多大な影響を与え、中でも、モーパッサンの作品なら全部読んだという。したがって、この肺結核の療養期間が、作家を志望する多感な青年のモームのリアリズムに与えた影響は大きい。この小論では、彼の処女長編である *Liza of Lambeth* の誕生の動機と、この作品のリアスティックな面について論及してゆきたいと思う。

(1)

モームには持って生まれた悲劇の十字架があった。幼くしての両親との死別、一家の離散、貧困、吃り、背の低さ、等からくる劣等感や屈辱感等が原因で、当然のことながら彼を内向的にし、想像と夢の世界に逃がれていたことは *Of Human Bondage* にも詳しいが、それが、逆に小説家としての素質を自然と養っていったともいえる。さらに、多読主義にも追いやっていた。そして、人間として、現実と真実を見つめる医学生の実験、そのうえ常に医学が持つ客観的な立場と見解が身につけていったモームは、「私が物を書きはじめたとき、私に一番大きな影響を与えたのはギー・ド・モーパッサンの小説であった。」(1)と告白しているように、自然主義文学の要素がモームに浸透していった。さらに、聖トマス病院附属医学校の4年生のとき実習のために産科の勤務を命ぜられ、この間に、彼は63人もの赤ん坊をとりあげたという。この実習生時代は、あまり熱心ではなかった授業の時とはちがって、実習生として、このスラム街住民の診療に当たるときだけは、生き生きとした興味に打たれたという。なぜならば、そこの住民には、見栄も、

いつわりもない、野性に満ちた赤裸々の人間の姿があったからだ。モームは、このスラム街のことを「ここは警官でも立ち入るのを、ちゅうちょするような怪しげな路地へと入っていかねばならなかったが、医者を示す黒かばんだだけが、私達の身を守ってくれた。」さらに、「実習生のとき、私は人間の死にざまもみた。苦痛に対する忍び方、希望、恐怖、安堵の表情もみた。絶望の顔もみた。」と『サミング・アップ』18節と19節で大要、以上のようにいっている。そして、後に、作家として成功しはてからも、「あの時の医師生活だけは、もう、3、4年続けたかった。」と実習生のときをふり返り、語ったともいう。このようにして、彼には醜悪と、悲慘を直視できる特異な興味を与えたランベス地区と、モーパッサンと、医学生としての数々の経験が、複雑にからみあって、この *Liza of Lambeth* が生まれたのである。そして、この作品が写実的になった理由を *The Summing Up* の中で以下のように説明する。

In *Liza of Lambeth* I described without addition or exaggeration the people I had met in the Out-Patients' Department at the Hospital and in the District during my service as an Obstetric Clerk, the incidents that had struck me when I went from house to house as the work called, or, when I had nothing to do, had seen on my idle saunterings. My lack of imagination obliged me to set down quite straightforwardly what I had seen with my own eyes and heard with my own ears. (2)

(2)

モームは当時のランベス地区の一種独特ともいえる共同体について1934年のハイネマン社、全集版の序において、その環境を次のように説明する。

The messenger led you through the dark and silent streets of Lambeth, up stinking alleys and into

sinister courts where the police hesitated to penetrate, but where your black bag protected you from harm. You were taken to grim houses, on each floor of which a couple of families lived, and shown into a stuffy room, ill-lit with a paraffin lamp, in which two or three women, the midwife, the mother, the "lady as lives on the floor below", were standing round the bed on which the patient lay. (3)

そして、さらに患者の寝ている同じ部屋で、産婆と共にお茶を御馳走になったり、夫と雑談をしたりしたが、当時のランベス地区は新聞は読まないし、レコード、映画も知らなかったという。この作品においてモームは虚構をほとんど用いなかった。そして、彼の見解をできる限り正確に筆にした、といっているが、事実、主人公の人氣娘、18才の快活な娘のライザも、恋人役のトムとの交際中にも一度として芸居や、映画にはつれていってもらえなかった。最後の愛人ジムとの交際の方も主として駅や公園のベンチが中心である。彼等はコックニイの器用な言葉で話すが、語いは少ないし、彼等の駆使する言語が制限されているために、感情も思想も単純なために、そのままでは作品にならないので、何かと空想を働かせて良い作品にしたかったが、当時のモームにはその力がなかった。それで、モームが尊敬していたモーパッサンの小説を手本にして、事実だけを書いていったと言う。このようなモームの言葉からして、作品のランベス地区はこの作品の中にあるような共同体とみてさしつかえがない。このような地区には、一種独特な雰囲気がある。作品では、路上でアコーディオンを一人の男が弾くと、どこからともなく人々が集ってきて、ビールを飲みながら若い男女が踊りはじめる。当然のことながら、ライザもそこに姿を見せ、その場の雰囲気にのまれて踊り狂って楽しんでいる。やがて、その場は狂乱化するにつれて魅力的な娘のライザにキスをしようと男達が追いまわす。このような事は、この共同体においては日常茶飯事である。特に、この当時のランベス貧民地区をまざまざと文章化されているものに、女性の苦しみがある。貧困と、多産と、男の暴力に泣く女の宿命が常にある。その表現として、この作品では、ライザの友人サリーが主人から受ける暴力、同じくスタンリー夫人が受ける暴力、ジムの妻に対する暴力、ライザとジムの妻との格闘場面における男達の冷酷で無情な態度等があげられる。ライザはジムの妻との格闘の結果として死を招くのだが、そのような格闘シーンを、まるでボクシングを見ているような態度で楽しんでいる男性達の姿は、この地区の人間の特徴を最もよく表現している。その格闘シーンは次のようである。

Liza looked round for help. At the beginning of

the altercation the loafers [about [the public-house had looked up with interest, and gradually gathered round in a little circle. Passers-by had joined in, and a number of other people in the street, seeing the crowd, added themselves to it to see what was going on. (4)

そして、その群集は両者に、いろいろなアドバイスを与えながら、この乱闘シーンを盛りあげていく。途中でレフェリー役の男が二人の中に入って、ある程度の制限を与え群集全体が歓喜するが、誰一人として制止する者はいない。全くのお祭り騒ぎである。さらに、作品の乱闘シーンは最終ラウンドに入る。

"Oh, she's got some pluck in'er, she'as!"

"Thet's a knock-ah!" they shouted as Mrs. Blakeston brought her fist down on to Liza's nose; the girl staggered back, and blood began to flow. Then, losing all fear, mad with rage, she made a rush on her enemy, and rained down blows all over her nose and eyes and mouth. The woman recoiled at the sudden violence of the onslaught, and the men cried:

"By God, the little 'un's gettin' the best of it!"

But quickly recovering herself the woman closed with Liza, and dug her nails into her flesh. Liza caught hold of her hair and pulled with all her might, and turning her teeth on Mrs. Blakeston tried to bite her. And thus for a minute they swayed about, scratching, tearing, biting, sweat and blood pouring down their faces, and their eyes fixed on one another, bloodshot and full of rage. The audience shouted and cheered and clapped their hands. (5)

事実だけを見つめて書いていった、というモームのリアリズムのよく現われているシーンでもある。

(3)

また、この種の共同体の特徴として、貧困からくる生活のみじめさと就学率の低さ、さらに親の子に対する冷淡さと愛情の欠乏があるが、これはライザ母子の姿によくその事実を表現されている。ライザの母は軍人の妻で今は年金と、わずかばかりの床ふきで暮らしており、毎晩のように酒浸りになっている。不品行な女で、神経痛とロイマチスに苦しんでいる。女工として近くの工場で働いている娘のライザの給金を、知らぬまに酒代に使ってしまう。また、ロイマチスのために足をさすらせたり、「母が苦しんでいるのに見殺しにするのか。いったい今ごろまでどこをほっつき歩いてたんだ。」等と娘に

よくごつを言う。さらに、「今月の給金はどこにしまつてあるのか。」等、いろんな事をいっては娘にからみつく。だが作品では、この母性愛の薄さを最高に表現しているところは、何といても娘のライザとジム夫人との格闘の結果、若きライザには悲しむべき人生の最期がおとずれる場面である。娘が格闘の結果、血まみれになって帰ってくるが、母親はあいかわらず酒びたりに、娘の悲惨な姿にはあまり気がつかず、二人がこれは上等の酒だといって飲みだす。空になると新しいのを買ってきて、母子の酒盛りは続く。そして「お酒って、元気がつくね、私には良く効くようだよ。」「酒は決して毒にはならないんだ。」と二人の健康を祝して乾杯するのだった。やがて二人の意識はもうろうとしてきて、二人共寝込んでしまう。翌朝、目をさました母親は、娘の傷だらけの変りてた姿を見て驚き、すぐに、ウイスキーの水割りを「これは良く効くのだ。」といって飲まそうとする。やがて、母は医者に娘のライザに余命のないことを知らされる。だが、その娘の枕もとで、産婆と母親と二人でブランディをくみかわしていた。その時の二人の会話は、この地区での母性愛の程度をよく現わしている。

“You 'are got'er insured, Mrs. Kemp?” asked the midwife. She could bear the silence no longer.

“Trust me fur thet!” replied the good lady. “I've 'ad'er insured ever since she was born. Why, only the other dy I was sayin'ter myself thet all thet money'ad been wisted, but you see it wasn't; yer never know yer luck, you see!”

“Quite right, Mrs. Kemp; I'm a rare one for insurin'. It's a great thing. I've always insured all my children.” (6)

これは、まだ娘のライザには息のあるときである。医者は娘の脈を取って手を離さない。そんなとき同じく母親は、もう、娘の葬儀の事について考えている。しかも、一番安くあがるところに……。

“Do you deal with Mr. Stearman?” asked Mrs. Hodges.

“No, Mrs. 'Odges, for undertikin' give me Mr. Footley every time. In the black line'e's fust an' the rest nowhere!”

“Well, thet's very strange now—thet's just wot I think. Mr. Footley does 'is work well, an'e's very reasonable. I'm a very old customer of 'is, an'e lets me 'ave things as cheap as anybody.”

“Does 'e indeed! Well, Mrs. 'Odges, if it ain't askin' too much of yer, I should look upon it as kind if you'd go an' mike the arrangements for Liza.”

(7)

同じく母親と娘の愛情関係を端的に表現している箇所でもある。

(4)

貧困、男の暴力、愛情の欠如、同時に多産であるというのもこの共同体における一つの特徴である。多産は文明の程度をあらわすとも言うが、作品のこの当時におけるランベス地区だけではなく、世界各国においても、文明程度の低い国ほど子供が多いという。作品のこのランベス地区にも、実に多くの子供が生まれ、逆に、多くの子供が死んでいく。それが日常茶飯事である。作品の冒頭から「赤ん坊の数はたいへんなもので、歩道にも戸口にも、母親のまわりにも、どこにでも子供達は這いまわっている。その女達はことごとく子供を抱いている。……」との表現がある。さらに後半に至ってライザの死を目前にして、ブランディをくみかわす産婆と母親のケンプ夫人との会話が、この地区の多産と死産の事実をよく証明している。

“I've been very unfortunate of lite,” remarked Mrs. Hodges, as she licked her lips, “this mikes the second death I've 'ad in the last ten days—women, I mean, of couse I don't count bibbies.” (8)

何の粉飾もこらされていないこの作品だけに、一層のこと、この地区における人間の姿がまざまざと浮き彫りにされており、リアリスティックであるがゆえに読者にはそのランベス地区の実態がよく写し出されてくる。したがって、それに対する反響も強い。例えば1897年9月16日発行の『ヴァニティ・フェア』誌の評は、

“It is many a long day since I got up from reading a book with a feeling of absolute disgust; ———— 中略 ———— Mr. Maughan has been nosing in the gutters, and has brought the result of his investigations so light; a rank result—unpleasant, unhealthy…….” (9)

また、ロビン・モーム氏が言うのには、叔父を尊敬していた母でさえ日記にこうかいたという。

Even my mother, who was devoted to him, wrote in her diary, “Willie's book came out, Liza of Lambeth, a most unpleasant story.” (10)

作品の内容が、あまりにも写実的であるがゆえの実感でもある。

(5)

この『ランベスのライザ』を出版したのは彼が23歳のときだったが、早熟のモームと人はよく彼のことを評するが、事実、後の作品でも主人公の恋する相手は必ず年上の人である。ライザの場合も妻を持つ中年の男性に心

を寄せていく。「なすべき手法を知らなかったから、ほとんど写實的にその姿を描いてみた。」と『サミング・アップ』にもいっているが、若きロマンスの相手のトムをすてて、妻子のある中年男に魅かれいったライザの姿を描いたモームには、彼が早熟であった事を裏づけている。年上の人を愛する主人公を描くモームには、もう一つ他の一面からの理由もあるのだが、それはここでは省略する。モームが後の作品でいう「人が生れ、子供をつくり、苦しみ、死んでいく。」⁽¹¹⁾という人生の絵模様の基礎をライザのこの短命な人生に圧縮表現している。また、不幸な人生の典型的な見本でもある。『人間の絆』のヘイワードの死と同じくライザの死もまた「今となっては、全くこの世に生まれてこなかったのも同然だ。人間とは何と不可解な動物なのだろう。」とモームが『人間の絆』の中で披露する人生に対する疑問が出てくるのだが23才のこの段階では、作品の中に彼の人生哲学を披露するまでには成長していなかったようだ。この作品では幸せな恋愛から楽しい人生を夢見て結婚していったライザの友人のサリーには、結婚後の男性が粗暴化してゆく姿を表現し、若き恋人のトムを捨てたライザには妻子ある中年男に対する恋愛の結末を、男性達には、当時の貧民街における、その男性の粗暴ぶりを、年輩の女性には過去に受けた貧困の苦痛と男性の暴力に泣いてきた悲しき生涯を、まざまざと表現している。さらに cockney の言葉を忠実に表現しているが、これは、あきらかに医学の実習時代に下町を出入したときの彼の観察力の鋭さを裏づける。例えば、“without” は “wthahit”, “that” は “thet” “you” は “yer”, “Say” は “sy” “stay” は “sty”, “waiting” は “witin” 等の言葉である。このようにして cockney の言葉は作品に一層、活気を湧かせる結果ともなっている。そして、この作品を読んで、イギリスの劇作家の Henry Arthur Jones が「モームはいつの日か現代を代表する立派な劇作家になるだろう。」⁽¹²⁾と予言した事は有名な話である。また、Klaus. W. Jonas 氏は *The World of Somerset Maugham* の中でもこの『ランベスのライザ』の作品が各頁にわたって活気に満ちていると次のように評する。

Despite its tragic conclusion it is not altogether a sombre novel. It has vitality, exuberance and a passion for life on every page. The account of a humble crowd of people enjoying their holiday conveys a real understanding of the lower classes. ⁽¹²⁾

前述のように酷評する者、また、クラウス氏のように好く評する者、いかなる作品においても賛否両論はあるが、モームが医学を捨て作家としての人生を歩む決心をさせた、彼の記念すべき作品でもあり、後年になって自分の一人娘に、ライザと名前をつけたのも、彼のこの処女長編小説を記念しての事だと言う。ともあれ、これは当時のフランス文学の自然主義を手本にしたモームにとっては、代表すべき自然主義の作品でもあり、作家への記念すべき第一歩でもあった。

謝 辞

本報告をまとめるにあたり終始、懇切なる御指導を賜りました山口大学教養部、柏原啓佐教授に深謝します。

参考文献

- Robin Maugham : *Somerset and All the Maughams*, Greenwood Press, 1977.
 Klaus W. Jonas : *The World of Somerset Maugham*, Greenwood Press, 1972.
 Robert Lorin Calder ; *W. S. Maugham and the Quest for Freedom*, Heinemann, 1972.

テキスト

W. S. Maugham ; *Liza of Lambeth*, Henemann, 1966.

(注)

- | | | |
|----|---|---------|
| 1 | <i>The Summing Up</i> , | p. 160. |
| 2 | <i>id</i> , | p. 161. |
| 3 | <i>The World of Somerset Maugham</i> , | p. 40. |
| 4 | <i>Liza of Lambeth</i> , | p. 104. |
| 5 | <i>id</i> , | p. 109. |
| 6 | <i>id</i> , | p. 134. |
| 7 | <i>id</i> , | p. 135. |
| 8 | <i>id</i> , | p. 132. |
| 9 | <i>Somerset and All the Maughams</i> , | p. 142. |
| 10 | <i>id</i> . | p. 142, |
| 11 | <i>Of Human Bondage</i> , | p. 759. |
| 12 | <i>The World of Somerset Maugham</i> , | p. 43. |
| 13 | <i>Somerset Maugham and the Quest for Freedom</i> , | p. 44. |

Influence of Hardness Varied by Surface-Treatment on Delayed Fracture Strength of High Tension Steel

(4 th Report, Fundamental Study on Delayed Fracture of High Tension Steel)

Yasuyoshi IWAI and Junichi ARIMA

Journal of the Society of Materials Science Vol. 32, No. 361, pp. 1114~1119 Oct. 1983.

In the previous paper, the results of delayed fracture tests on Cr-Mo high strength steel (SCM435) subjected to plastic deformation by surface-treatments were presented and the influence of surface roughness and compressive residual stress due to surface-treatments were discussed.

In this study, cantilever bending delayed fracture tests and static bending tests were performed to examine the effect of hardness on the delayed fracture strength of SCM 435 surface treated specimens. The methods used for surface-softening were decarburization and induction heating, and those for surface-hardening were nitriding, carburizing and induction hardening. The results for these specimens were compared with those without surface-treatment.

The main results obtained are as follows;

- (1) The delayed fracture life of the decarburized specimens was largely prolonged under high applied stress.
- (2) In the case of the induction softened specimens after the heat-treatment, the delayed fracture limit increased remarkably without reducing static strength level so much.
- (3) On the other hand, the susceptibility to hydrogen embrittlement for all the surface-hardened specimens mentioned above increased and it was affected by both hardness and its distribution in the vicinity of the surface. The effect of compressive residual stress caused by surface-treatment was not recognized.

X-Ray Investigation of Stress Measurement on Heat Resisting Materials

(On the X-Ray Elastic Constants and the Residual Stresses of Nickel Base Alloy)

Junichi ARIMA and Yasuyoshi IWAI

Journal of the Society of Materials Science Vol. 32, No. 354 pp. 277~283 Mar. 1983.

The elastic constants of nickel base alloy at high temperatures were studied by the X-ray method with a new apparatus consisting of a horizontal type tensile testing machine and a vacuum furnace. Residual stresses due to precipitation hardening were also studied. In connection with the above experiments, the authors performed the observations of microstructure of the material at various temperatures.

After the heat treatment for precipitation hardening, all the plate specimens of Inconel X were finished and then electropolished before being exposed to X-ray. The characteristic X-ray of CrK β was irradiated on them through a thin beryllium foil, and the strain was determined by measuring the diffraction from (311) atomic plane by means of the conventional $\sin^2\psi$ diagrams using counter technique.

The conclusions obtained are as follows;

(1) The elastic constants of Inconel X obtained by the X-ray technique are in good agreement with those measured mechanically within the experimental errors.

(2) The lattice spacings or lattice constants changed about 5.2 degree in 2θ from room temperature to 923K. Consequently, it is necessary to take great care of slight change in temperature for stress measurement by X-ray.

(3) For precipitation hardened Inconel X, the compressive residual stress is generated on the surface and remains from room temperature to about 700 K.

炭素鋼の焼もどし温間鍛造

Warm Temper-Forging of Carbon Steel

— A New Thermomechanical Treatment —

関口 秀夫・小島 耕二・小坂田宏造*・久保 勝司**

日本塑性加工学会誌「塑性と加工」, 24巻271号 (昭和58年—8), 873~879

製品の付加価値向上を目指して、鍛造などの二次加工に適用可能な新しい加工熱処理法を提案した。この方法は、焼入れた鋼材を温間領域に加熱し焼もどし過程で塑性変形を与える方法であり、焼もどし温間鍛造法と名付けた (図1)。

本論文では、S45C炭素鋼の焼もどし途中の温間変形における延性と、被加工材の機械的性質について検討するとともに、焼もどし温間鍛造の実用化を図るためにヘディング加工を試み、加工限界、加工力、加工後の機械的性質を調べた。

焼入れ材および焼なまし材について室温から700℃までの範囲で高温引張り試験を行い、破断ひずみと変形温度の関係を調べた結果を図2に示す。加熱時間はいずれも15秒である。焼入れ材の破断ひずみは室温で約0.02であったものが、200℃付近から温度とともに急激に増加する。変形温度が300℃から600℃の範囲では、焼入れ材は焼なまし材よりも大きな延性を示している。変形温度500℃における焼入れ材の破断ひずみは焼なまし材の破断ひずみに比べて約2.8倍にもなる。このように焼入れた材料をごく短時間加熱し、焼もどし過程の途中で変形させると、著しく大きな破断ひずみの得られることがわかった。したがって、焼もどし温間鍛造法は加工限界向上の点で有効な加工熱処理法であるといえる。

被加工材の機械的性質は加工温度、加熱時間、加工度によって影響を受ける。そこで焼もどし温間鍛造 (高温均一圧縮試験) した材料の室温における機械的性質を調べた。その結果、焼もどし温間鍛造材は通常の温間鍛造材や冷間鍛造材に比べて引張り強さが大きく、また同じ強度の焼入れ焼もどし材と比較すると延性が高いことがわかった。

焼もどし温間鍛造法をヘディング加工に適用した場合、焼もどし温間鍛造における加工力は通常の冷間鍛造の場合の約1/2であり、焼なまし材の温間鍛造とほぼ同程度であることがわかった。また焼もどし温間鍛造による製品は、均一な強度分布をもち、大きな衝撃強さを示す。

以上のことから、焼もどし温間鍛造法は材料の強じん化の点でも有効な加工熱処理法であることが確かめられた。

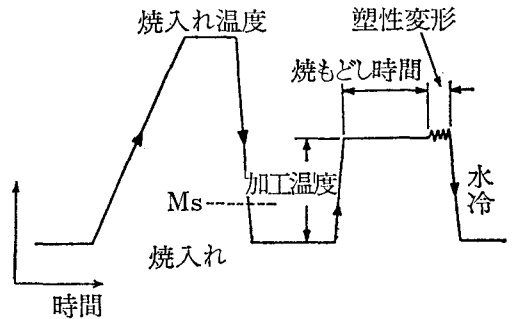


図1 焼もどし温間鍛造法の手法

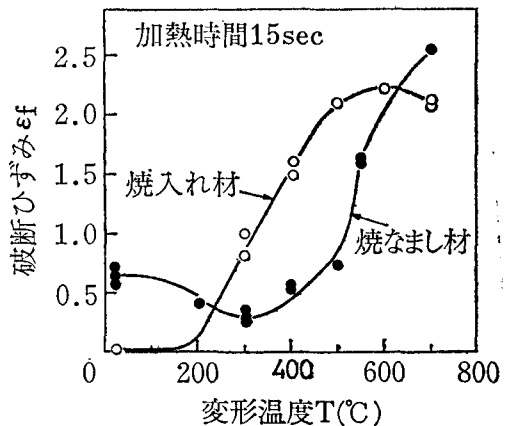


図2 破断ひずみと変形温度の関係

*神戸大学工学部 機械工学科

**名古屋工業技術試験所

Stress Analysis around Circular Hole in Infinite Plate with Rigid Disk (Case of Load Applied to Disk)

Iwao MIZUSHIMA and Minoru HAMADA*

Bulletin of the Japan Society of Mechanical Engineers, Vol. 26, No. 218 (1983—8), p. 1296~1301.

A contact stress problem of a plate with a disk inserted in a circular hole is one of the important and fundamental problems in machine design. The problems of an infinite plate subjected to uniaxial tension or compression were solved in authors' previous papers. The method of stress analysis adopted in these papers is a numerical one using a general solution of a stress function expressed in the polar coordinates, in which the values of coefficients of the stress function are adjusted recurrently so that the boundary conditions around the hole may be satisfied.

The case when an in-plane load is applied to the disk in the infinite plate as shown in Fig. 1 is treated in this paper. Stresses and displacements around the hole are analyzed numerically by the method used in the previous papers. It is assumed

that the disk is rigid and that the disk and the hole have identical diameters when unloaded. As shown in Fig. 1, the disk is separated partially from the plate by the load.

Distributions of stresses and displacements around the hole are calculated and are shown in some figures. The problem of a large circular plate fixed at the edge with a concentric hole where a rigid disk is inserted as shown in Fig. 2 is also solved in order to check the condition of support of the infinite plate. It is found that the results of the infinite plate almost coincide with those of the circular plate. The present results are also compared with other approximate solutions and experimental data.

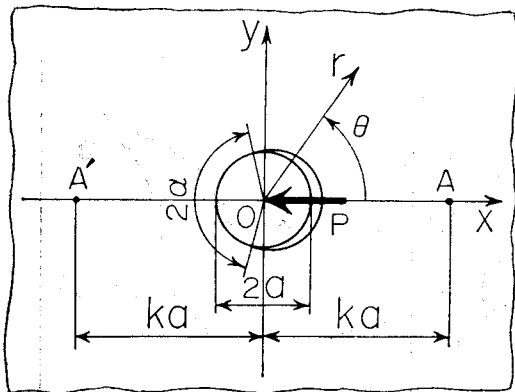


Fig. 1 Infinite plate with a rigid disk inserted in a circular hole

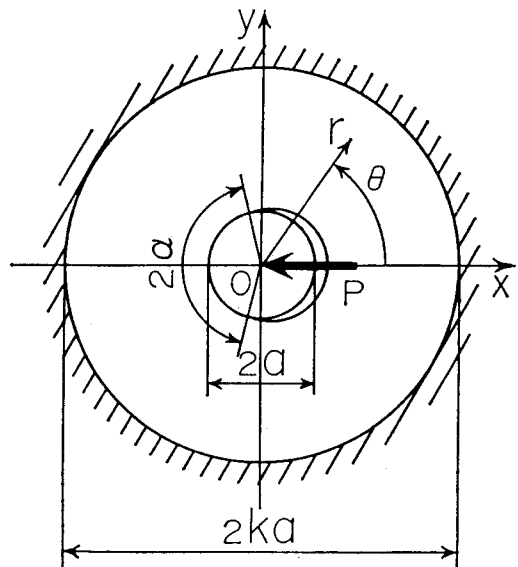


Fig. 2 Large circular plate with a rigid disk inserted in a concentric circular hole

* Professor, Faculty of Engineering, Osaka University.

円孔列を有する帯板の引張り

On the Stress Concentration in a Strip with a Single Row of Circular Holes Subjected to Tension

浜田 実*・水嶋 巖・渋谷 陽二**

日本機械学会論文集 (A編), 49巻 443号 (昭和58-7), p. 863~868.

円孔を有する帯板の一樣引張りによる応力集中問題は、機械設計における重要な基礎的問題の一つであるため、いままでに多くの理論的および実験的研究が行われている。しかし、円孔の数が2個から増すにつれて、応力集中係数の値がどのように変化していくかを明らかにした報告はまだないようである。

そこで本研究では、図1に示すような大きさの等しい有限個の円孔が等間隔で中心線上に配置されている帯板に引張り荷重が作用する場合の応力集中問題を解き、円孔の数が増加していく場合の応力集中係数の変化の状態を明らかにする。すなわち、円孔数が3~6個の場合について、帯板の幅に対する円孔の直径および中心間距離の比を種々に変えたときの応力集中係数の値を求め、それらの値を円孔数が1個、2個および無限個の場合に関する従来の研究結果と関連づけて線図にまとめる。また、ここに得られた結果の妥当性を確認するために、有限要素法による解も求める。

ここで用いる解法は、著者らが前報***で提案した数値解法を問題の対称性を考慮して簡単にしたものであり、フーリエ解析法を用い円孔縁の境界条件を満足させる過程と、フーリエ変換法を利用して帯板直線縁の境界条件を満足させる過程とを反復する方法である。

結果の一例として、円孔数が3個の場合に対する応力集中係数Kの値を図2に示す。図中のλとは板幅に対する円孔径と中心間距離の比を表し、また応力集中係

数の基準応力としては、帯板の最小断面における平均引張り応力をとるものとする。

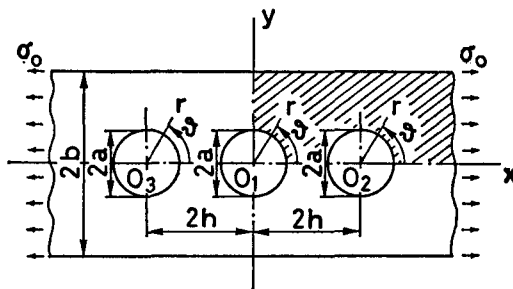


図1 解析モデル

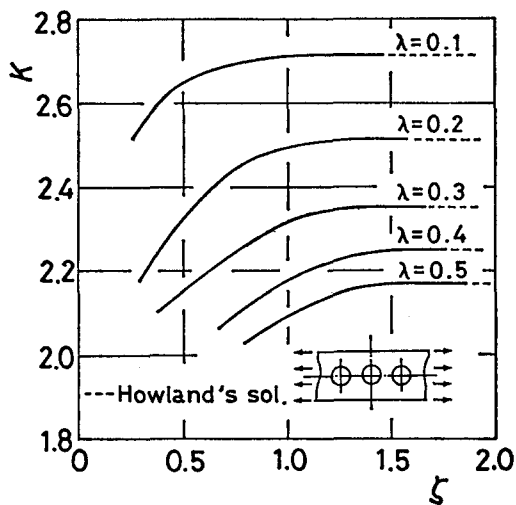


図2 応力集中係数 (3円孔)

* 大阪大学工学部

** 大阪大学大学院

*** 浜田・水嶋・増田, 日本機械学会論文集 (A編),

45-399 (昭54-11), 1332.

平行2円板間のはく離を伴う放射状流れと熱伝達

Flow Separation and Heat Transfer in Radial Flows between Two Parallel Disks

望月貞成*・矢尾匡永

日本機械学会論文集（B編），49巻438号（昭和58—2），p. 426～432.

平行2円板間の放射状流れにおいては流路断面積が流れ方向に増大するため，一般にあるレイノズル数以上になると流れにはく離が発生する。過去において，平行2円板間の放射状流れに関する研究は数多くなされているが，その大部分ははく離が存在しない場合か，あるいは存在してもはく離現象に考慮を払わずに問題を扱っている。従来，このはく離の形態については，はく離点およびはく離領域が2枚の壁面上の同一半径位置にそれぞれ軸対称かつ定常的に存在するものと考えられ，はく離がある場合の流れを扱った数少ない研究もこの前提の下に解析を行っている。

平行2円板間放射状流れに対する熱伝達に関する研究はさらに数少なく，著者らの知る限りでは，流れが十分発達した領域について平均ヌセルト数を計算したものがあに過ぎず，はく離と熱伝達との関係を扱った研究はなされていない。

本研究は，平行2円板間放射状流れの熱伝達特性を実験的に調べることを目的として行われたものである。しかし，その研究途上において得られた局所熱伝達率の半径方向分布の測定結果は，図1に示されるように，「貫流流量が比較的大きくなると，局所熱伝達率はある半径位置より下流にむかって急激かつ著しく上昇し，その半径位置は貫流流量の増大とともに次第に上流側へ移動する」という当初全く予想し得なかつたものとなり，また，これは平行2円板間の放射状流れに関して従来より得られている知見をもっては説明し難いものであった。そこで，本研究ではあらためて流れそのものを可視化実験により詳細に調べることを試みた。その結果，図2に示されるように，はく離は2枚の壁面上に交互に周期的に発生し，はく離したせん断層は順次下流に流されるにつれて巻き込み，下流域に規則正しく交互に並ぶ渦列を形成することがわかった。さらに，はく離が発生する位置はレイノズル数の増加とともに上流側へ移動するこ

とも明らかにされた。これらの結果は先の熱伝達実験の結果を極めて明快に説明するものであった。

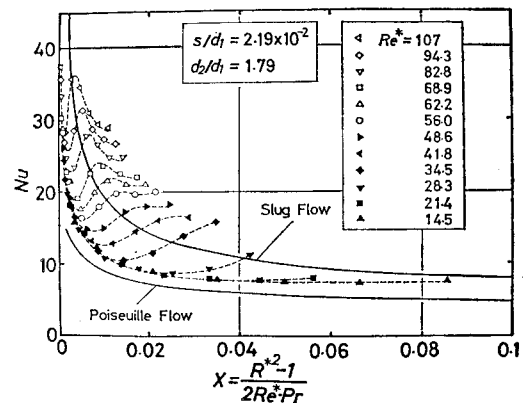


図1 局所ヌセルト数。実験結果と流れに一樣流速分母およびポアズユ流分布を仮定した計算結果との比較。

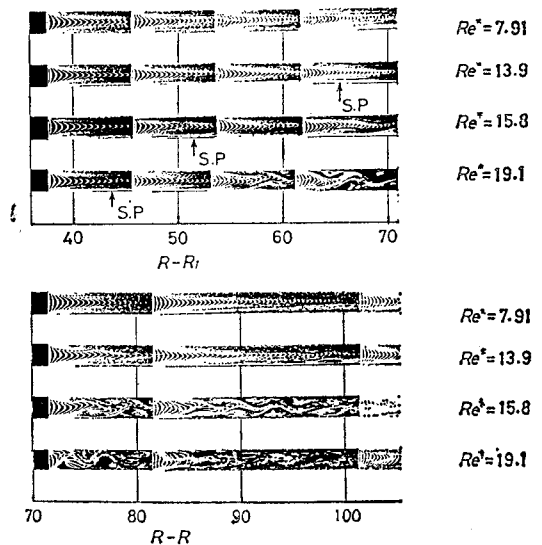


図2 円板間入口から出口に至るフローパタンのレイノズル数による変化

* 東京農工大学工学部

光結合FETを用いたS形負性抵抗回路の オプトロニック制御機能

Optronic Controllable Functions of S-Type Negative Resistance Circuits Using Photo-Coupled EETs

高 橋 晴 雄

電子通信学会論文集 (C) Vol. J66-C, No. 3 pp. 234~240 (1983, 05)

ホトカプラは本来回路結合機能を有し、インタフェース要素として利用されているけれども、1次側が発光ダイオードで、2次側がホトFETで構成されたホトカプラは、単に組み合わせ接続するだけで、光制御可能な電流制御形負性抵抗特性を呈示するオプトロニック機能要素として利用することができる。

本論文では、まず、このホトカプラを2個組み合わせた負性抵抗回路について述べ、次に、本回路が外部光によりターン・オン動作はもとより、ターン・オフ動作をも可能な可逆のスイッチング要素として利用できることを実験的に明らかにしている。更に、印加電圧の極性に依存しない双方向性の負性抵抗回路を提案し、外部光により負性抵抗特性の極性選択制御が行なえることを示し、交流電圧の導通開始電圧の位相制御及び双方向し張発振の発振制御をオプトロニック手法により行なった実験結果について述べている。

図1は、双方向S形負性抵抗回路の構成図を示したものであり、図2はその電圧-電流特性を示したものである。本回路は、印加電圧の極性の正及び負の方向にS形負性抵抗特性を呈示させることができ、しかも、双方の特性をただ1つの外部光制御入力(LED_Dの電流I_D)により、同時に変化させることができる。従って、交流の導通開始電圧の位相制御を簡単な回路構成で行なわせることができる。

図3はその構成図を示したものである。図4はI_Dを2mAにした場合の動作波形を示したものである。本回

路では、I_Dが0から5mAの範囲で、交流の正及び負の瞬時値を38Vから5Vの電圧レベルでターン・オンさせることができる。

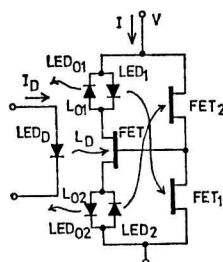


図1 双方向S形負性抵抗回路

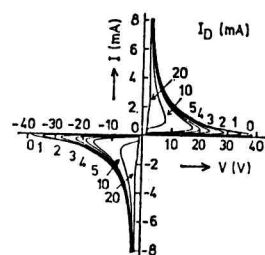


図2 双方向S形負性抵抗特性

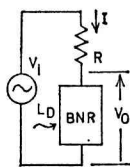
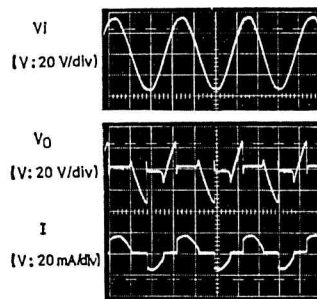


図3 交流電圧の位相制御回路の構成図



[I_D = 2 mA, R = 2 K Ω , H: 5 ms/div]

図4 動作波形

Optically Controllable S-Type Negative Resistance Presented by a Combinational Connection of Photocoupled FET's

Haruo TAKAHASHI

IEEE TRANSACTIONS ON ELECTRON-DEVICES (U.S.A.)

vol. ED-30. No. 6, pp. 647~652. June 1983.

A negative resistance circuit constructed with a combinational connection of photocoupled FET's is proposed, which indicates optically controlled S-type negative resistance characteristics.

The circuit can be used as a reciprocal switching element with two external light inputs and an application to optoelectronic flip-flop operation is presented. Moreover, a bidirectional S-type negative resistance circuit is proposed, in which three external light inputs may change widely the bidirectional S-characteristics. As applications of the circuit, phase control operation of an alternatively applied voltage, and bilateral relaxation oscillation are demonstrated.

In this paper, conclusions are summarized as follows;

It has been shown that photocoupled FET-type optocouplers originally designed as circuit coupling devices can be utilized as optoelectronic functional elements with optically controlled negative resistance by a simple combinational connection of these optocouplers. The present negative resistance circuit has the current controlled-type negative resistance characteristics and holds the ability not only to transform the circuit state from OFF to ON by an external light input, but also to reset from ON to OFF by another light input.

A bidirectional negative resistance circuit, independent to the polarity of the applied voltage, also has been proposed. It has been experimentally confirmed that the breakover voltage and the hold current for desired direction can be widely controlled with three external light inputs, and that application examples such as optoelectronic phase control operation and optically controlled bidirectional relaxation oscillation can be easily realized.

The switching speed and the current limitation of the present circuits are mainly restricted by the switching time of the FET ($15\mu\text{s}$) and the allowable current of the LED (60 mA).

酸性水溶液中、二酸化鉛電極上でのチオフェンの アノード酸化によるマレイン酸生成

Formation of Maleic Acid by the Anodic Oxidation of Thiophene at a Lead Dioxide Electrode in Aqueous Acidic Solution

泉 生 一 郎 ・ 山 本 績

電気化学および工業物理化学, Vol. 51, No. 3, 333~337 (1983)

硫酸溶液中における二酸化鉛電極でのチオフェンのアノード酸化について、主として回転円板電極 (RDE) による電流-電位曲線の測定と、定電流マクロ電解の結果から検討し、以下の結論が得られた。

(1) 電流-電位曲線から、1.75V 以下の低電位領域でのアノード電流は、チオフェン濃度とともに増大し、電極回転速度に無関係であった。したがって、このような低電位領域でのチオフェンのアノード酸化は、反応律速になっているものとみられた。他方、高電位になると、アノード電流が基礎液にほとんど一致し、また拡散の影響が支配的になってくることから、高電位領域では酸素発生が優先的に起こっているものと考えられた (Fig.1)。

(2) 反応律速となる低電位領域でのチオフェンおよび pH に関する反応次数は、それぞれ 1 次と 0 次であった。また、pH が中性に近い溶液では、アノード電流がほとんど基礎液と変らなかった。

(3) チオフェンのアノード酸化による生成物として、マレイン酸と SO₂ を確認した。マレイン酸の生成量は、電解時間と設定電流に比例し、電流効率率は 32~35% であった (Fig. 2)。なお、中性およびアルカリ溶液ではマレイン酸生成が認められなかった。

(4) 以上の結果から、チオフェンは酸性溶液中で電気化学的に再生される β-二酸化鉛によって、化学的に酸化されるものと推定し、反応機構を考察した。

(5) 二酸化鉛粉末による実験は、上記反応機構を支持するものであったが、フェントン試薬との反応からは、酸素発生の前駆種によるヒドロキシル化反応も一部起こっていることが考えられた。

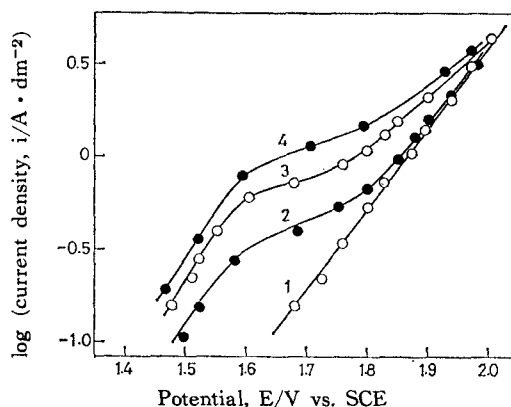


Fig. 1 Potential-current density curves of various concentrations of thiophene in 1M H₂SO₄ on lead dioxide electrode
Curve 1 : No thiophene, 2 : 2.1mM thiophene, 3 : 3.1mM thiophene, 4 : 6.3mM thiophene

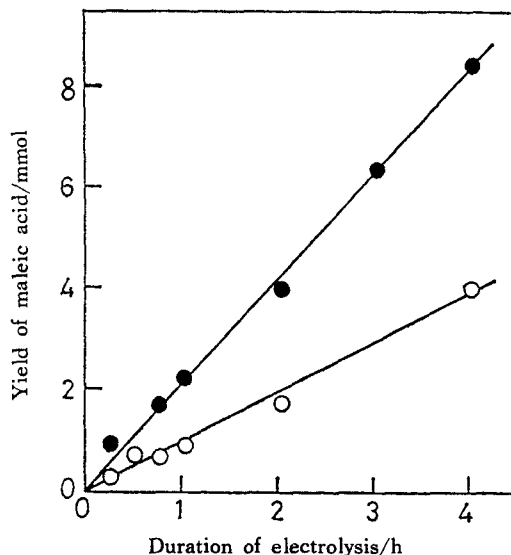


Fig. 2 Dependence of yield of maleic acid on duration of electrolysis
○ : 1A, ● : 2A

教官研究活動状況一覽表 (抄録)

(機械工学科)

衝撃波管におけるCO分子の赤外発光測定

岸下晴亮, 井上雅博 (京大・院), 手島光司 (京大・工)
日本機械学会・関西支第58期定期総会講演会
(昭和58年3月17日 講演)

水時計の水理学的研究

松岡一起, 岸下晴亮
昭和57年度特定研究成果報告書
(昭和58年3月)

教務から見た学生の実態調査について

松岡一起, 宮本止才雄, 泉生一郎
近畿地区国立高等専門学校教育改善研究会報告書
(昭和57年10月8日)

油圧工学入門

若林敏雄, 小笠原裕
パワー社
(昭和58年9月25日)

平行2円板間のはく離を伴う放射状流れと熱伝達

矢尾匡永, 望月貞成 (東農工大・工)
日本機械学会論文集 (B編), 49巻, 438号 p. 426-432
(昭和58年2月)

剛性円形充てん物を持つ無限平板の応力解析

(充てん物に荷重が作用する場合)
水嶋巖, 浜田実 (阪大・工)
日本機械学会論文集 (A編), 48巻436号
(昭和57-12), p. 1544-1550.

円孔列を有する帯板の引張り

浜田実 (阪大・工), 水嶋巖, 渋谷陽二 (阪大・院)
日本機械学会論文集 (A編), 49巻443号
(昭和57年7月), p. 863-868.

円孔列を持つ帯板の曲げ

浜田実 (阪大・工), 水嶋巖, 渋谷陽二 (阪大・院)

日本機械学会東海支部浜松地方講演会

(昭和58年6月17日 講演)

平板構造強度設計便覧 (関谷・浜田・角編)

水嶋巖一部執筆分担
朝倉書店 (昭和57年11月刊行)

Stress Analysis around Circular Hole in Infinite Plate with Rigid Disk (Case of Load Applied to Disk)

I. Mizushima and M. Hamada*
Bull. Jap. Soc. Mech. Eng., Vol. 26, No. 218 (1983-8), p. 1296-1301. (* Osaka Univ.)

高温変形と冷却の組合せ加工

関口秀夫
日本塑性加工学会 金属プロセス分科会
(昭和57年11月26日 講演)

金属系材料からみた新加工法の展望

宮川松男 (東大・工), 関口秀夫
機械技術 Vol. 31 No. 1 (昭和58-1) p. 34-39.

鉄鋼材料の新しい加工熱処理法

関口秀夫
日本塑性加工学会 冷間鍛造分科会
(昭和58年1月24日 講演)

新編塑性加工学 大矢根守哉監修

関口秀夫執筆分担
養賢堂発行 昭和58年4月

炭素鋼における延性の異方性

小坂田宏造 (神大・工), 城戸寿之 (神大・工), 関口秀夫
日本機械学会論文集A編第49巻第440号
(昭和58. 4) p. 530-538

パイプのダイレス曲げ (第2報, 加熱幅が加工限界と形状精度に与える影響)

市瀬辰己, 小島耕二, 関口秀夫, 小坂田宏造 (神大・工) 昭和58年塑性加工春季講演会
(昭和58年5月19日 講演)

これからの引抜き技術

関口秀夫

第85回塑性加工シンポジウム（日本塑性加工学会、
日本機械学会共催）

（昭和58年5月20日 講演）

焼きもどし温間ダイレス引抜きに関する研究

小島耕二, 関口秀夫, 小坂田宏造（神大・工）

昭和58年度塑性加工春季講演会

（昭和58年5月21日 講演）

加工熟処理マッピングの試み

関口秀夫

日本塑性加工学会金属プロセス分科会

（昭和58年6月21日 講演）

炭素鋼の焼きもどし温間鍛造

関口秀夫, 小島耕二, 小坂田宏造（神大・工）, 久保
勝司（名工試） 日本塑性加工学会誌（塑性と加工）

Vol. 24 No. 271（昭和58. 8）p. 873-879

Improvement of Cold Forgeability in Stress

H. Sekiguchi & K. Osakada (Kobe Univ) 1983 C.
I.R.P. General Assembly (U.K) Aug, 1983.

Warm Temper Forging of Carbon Steel

H. Sekiguchi, K. Kobatake & K. Osakada (Kobe Univ)

16th I.C.F.G. Plenary Meeting (France) Sept, 1983

耐熱金属材料のX線応力測定に関する研究（ニッケル基合金材の高温弾性定数、残留応力について）

有間淳一, 岩井保善

材料（日本材料学会）第32巻 第354号 p. 277~283（1983）

遅れ破壊強度に及ぼす表面処理硬度の影響について（高張力鋼の遅れ破壊に関する基礎的研究第4報）

岩井保善, 有間淳一

材料（日本材料学会）第32巻第361号 p. 1114~1119,（1983）

高強度鋼の水素ぜい化に及ぼす水素吸蔵方向の影響について

岩井保善, 有間淳一

日本材料学会第32期学術講演会

（昭和58年5月25日 講演）

Linear Approximation for the Massless Lorentz Gauge Field

S. Miyamoto, T. Nakano (Osaka City Univ), T. Ohtani (Kansai Univ) & Y. Tamura (Taisho High School)

Progress of Theoretical Physics Volume 69, Number 4, pp. 1236~1240 April 1983

（電子工学科）

配置と概形に関する情報を用いた署名照合実験

中村善一, 上田勝彦

電子通信学会「パターン認識と学習」研究会

（昭和58年6月17日 講演）

印影の自動照合実験とその解析

上田勝彦, 中村善一

電子通信学会「パターン認識と学習」研究会

（昭和58年6月17日 講演）

外重走査法による印影の自動照合

上田勝彦, 中村善一

情報処理学会第25回全国大会

（昭和57年10月20日 講演）

理解状態およびそのプロセスの科学的分析（5）

仁保寛二（大電通大）, 石桁正士（大電通大）, 上田勝彦, 下村武（武大電通大）, 田中邦宏（府立専）, 田中啓一（王寺工高）, 寺田弥須男（大工大）, 西川喜良（甲南大）, 穂積正人（塩原学園高）

日本科学教育学会年会

（昭和58年3月 講演）

ステートメントとプロトコールの研究（3）

石桁正士大（電通大）, 上田勝彦, 下村武（大電通大）, 田中邦宏（大府高専）, 田中啓一（王寺工高）, 寺田弥

須男 (大工大), 西川喜良 (甲南大), 仁保寛二 (大電通大), 穂積正人 (塩原学園高)

日本科学教育学会年会

(昭和58年8月 講演)

BASICによる情報処理演習

石桁正士 (大電通大), 原田啓二 (大阪府立高専), 上田勝彦, 田中邦宏 (大阪府立高専)

パワー社 (昭和58年4月)

PRECISE ANALYSIS OF THREE PHASE P.W.M. THYRISTOR INVERTER CIRCUIT WITH CAPACITIVE LOAD FOR LONGER CONDUCTING ANGLE

H. OKAMOTO (Sansha Elect. Manuf. Co., Ltd.)

H. ICHIDA (Kyoto Institute of Technology)

T. IKAI (Mitsubishi Elect. Corporation)

S. IMURA

(IPEC-Tokyo 1983)

電源と並列に転流回路を設けたチョッパ回路

井村栄仁, 市田博 (京工繊大), 岡本弘 (三社電機)

(昭和58年4月5日 講演)

光結合FETを用いた双方向S形負性抵抗回路の極性選択動作

高橋晴雄, 山本善啓

昭和57年度電気関係学会関西支部連合大会G12-15

(昭和57年12月4日 講演)

オプトロニックS形特性を用いた光検出回路の基礎実験

高橋晴雄

昭和57年度電気関係学会関西支部連合大会G12-16

(昭和57年12月4日 講演)

オプトロニックS形負性抵抗特性をもちいた光検出回路

高橋晴雄

昭和58年度電子通信学会総合全国大会 No. 970

(昭和58年4月4日 講演)

光結合FETを用いたS形負性抵抗回路

のオプトロニック制御機能

高橋晴雄

電子通信学会論文誌 (C) Vol. J66-C, No. 3 p. 234

~240 (昭和58年3月)

Optically Controllable S-type Negative Resistance Presented by a Combinational Connection of Photo-coupled FET's.

Haruo Takahashi

IEEE Transactions of Electron Devices (U.S.A.)

vol. ED-30, No. 6, pp. 647-652 (June 1983)

マイクロコンピュータの基礎

志水英二 (阪市大), 高橋晴雄, 成田紘一, 世古忠, 原田啓次 (府立高専), 大島勝也 (府立高専), 松井誠吾 (明石高専)

日刊工業新聞社 (昭和57年10月)

パルス工学

江村稔 (府立高専), 高橋晴雄

コロナ社 (昭和58年5月)

A consideration on Decay Process of an Accumulated Charge of Polymer Surfaces

Jun Kyokane, *Katumi Yoshino, *Yoshio Inuishi and **Roland Coelho

*Faculty of Engineering, Osaka University

**Laboratoire de Physique des Decharges, C. N. R. S., France electrical engineering in japan; scripta electronica japonica I 102-A, 25 (1983)

Effect of Double Doping on Electrical Conductivity of Poly-p-Phenylene-sulfide

Jun Kyokane, *Katsumi Yoshino, *Masanori Ozaki, *Mun Soo Yum and *Yoshio Inuishi

*Faculty of Engineering, Osaka University

Japanese Journal of Applied Physics; 22, L289 (1983)

PtTiO₂-Polymer分散系の電氣的光学的性質

京兼純, 泉生一郎

昭和57年電気関係学会関西支部連合大会

(昭和57年12月5日 講演)

PtTiO₂-Polymer 複合系のキャリア輸送過程

京兼純, 泉生一郎

昭和58年電気学会全国大会

(昭和58年4月6日 講演)

半導体粉末触媒による界面活性剤およびPCBの光分解処理に関する研究

泉生一郎, 京兼純

日本化学会第47春季年会

(昭和58年4月 講演)

ポリフェニレンサルファイドの電気伝導とドーピング効果

京兼純, 尾崎雅則 (阪大・工), 尹文洙 (阪大・工),

吉野勝美 (阪大・工), 大石喜雄 (阪大・工)

第19回電気絶縁材料シンポジウム

昭和58年9月26日 ポスターセッション

(化学工学科)

酸性水溶液中, 二酸化鉛電極上でのチオフェンのアノード酸化によるマレイン酸生成

電気化学および工業物理化学, 51巻 p. 333-337(1983年3月)

二酸化鉛電極上のチオフェンのアノード酸化によるマレイン酸生成

泉生一郎, 染井潤一 (徳島大・工)

第13回中部化学関係学協会支部連合秋季大会

(昭和57年10月 講演)

光電気化学システムの基礎知識

泉生一郎, 井田特殊機器(株)製品開発室

日本歯科新聞「ふあみりい」

(昭和57年9月~11月 解説)

光電気化学システムの応用

泉生一郎, 井田特殊機器(株)製品開発室

日本歯科新聞「ふあみりい」

(昭和57年12月~昭和58年2月 解説)

フェントン試薬による脂肪酸の酸化反応
山田隆行 (芝工大), 平野克比古 (芝工大), 浅見雄作 (芝工大), 高木亮一郎 (芝工大), 泉生一郎

電気化学協会第50回大会

(昭和58年3月 講演)

酸性水溶液中, 二酸化鉛電極上でのチオフェンのアノード酸化によるマレイン酸生成

泉生一郎, 山本續

電気化学および工業物理化学, Vol. 51, No. 3, p. 333-337 (1983) (昭和58年3月)

半導体粉末触媒による界面活性剤およびPCBの光分解処理

泉生一郎, 京兼純

日本化学会第47春季年会

(昭和58年4月 講演)

工業化学実験教材の研究 (2) 酒類アルコールの電極反応と電気化学分析への適用

大西康幸, 泉生一郎, 石川忠夫

日本化学会第47春季年会

(昭和58年4月 講演)

DBSを吸着した活性炭の再生—加熱再生—

梅原忠, P. Harriott (Cornell Univ.),

J. M. Smith (Univ. of California)

化学工学協会第48年会

(昭和58年4月5日 講演)

DBSを吸着した活性炭の再生—水蒸気によるガス化—

梅原忠, P. Harriott (Cornell Univ.),

J. M. Smith (Univ. of California)

化学工学協会第48年会

(昭和58年4月5日 講演)

DBSを吸着した活性炭の再生—循環使用について—

梅原忠, J. M. Smith (Univ. of California)

化学工学協会第17回秋季大会

(昭和58年9月29日 講演)

PVCライニング中へのメタノールの浸
入

井口高行, 奥田 聡 (同志社大・工)
化学工学協会第48年会

(昭和58年4月5日 講演)

(一般教科)

土屋文明「続々青南集」以後研究

小谷 稔
雑誌関西アララギ 昭和57年10月号

子規俳句合評

小谷 稔
雑誌アララギ 昭和58年6月号

吉田正俊歌集「流るる雲」研究

小谷 稔
雑誌 稔 昭和58年6月号

柴生田稔歌集「星空」 評 雑誌ポポオ
第23号

(昭和58年8月)

ラジオで歩く明日香道「万葉ベスト10」

解説
NHK奈良局FM放送 昭和58年5月26日
小谷 稔

ウィリアム・ジェームズの真理観について

木村倫幸
昭和57年度関西倫理学会
(昭和57年11月12日 講演)

座衆帳にうかがえる大和国中世村落の動
向

朝倉 弘
歴史手帳 11巻8号 名著出版社 昭和58年8月1日

筒井順慶とその一族

朝倉 弘
奈良学散歩
(昭和58年8月27日 講演)

奈良工業高等専門学校 研究紀要第19号

昭和59年2月28日発行

編集兼
発行者 奈良工業高等専門学校
大和郡山市矢田町22

印刷所 関西印刷株式会社
奈良市南半田中町19・20

RESEARCH REPORTS

of

NARA TECHNICAL COLLEGE

No. 19, 1983

CONTENTS

Optimization for Quick Return Method of Carriage in Screw Cutting Katsuya KAGA, Yoshihiro OSHIDA and Keiji OKUSHIMA.....	1
Measurements of a Boundary Layer Structure Using a Shoek Tube Haruaki KISHIGE and Kazuoki MATSUOKA.....	5
Fiber-Optic Laser Doppler Velocimeter for Measurement Microvibration Toshiya SAKABE, Noboru NAKATANI and Tomoharu YAMADA.....	11
Study on Chip Control in TurningTadahiro WADA.....	15
Electrical and Optical Properties in PtTiO ₂ doped PVA-polymer Jun KYOKANE, Ikuichiro IZUMI, Katumi YOSHINO and Yoshio Inuishi.....	19
Experiments of Signature Verification Using the Features on Location and Outward Form of CharactersYoshikazu NAKAMURA and Katsuhiko UEDA.....	25
A Bidirectional S-type Negative Resistance Circuit using Photo-coupled FETs Haruo Takahashi and Yoshihiro Yamamoto.....	31
Optical Conditions on Recordig and Reconstructing Process in the Rainbow Horogram Masayuki MIYATA.....	35
Fundamental Study on The Conservation Method of Waterlogged Wood. I. ...Akira ISHIGAKI.....	39
Heterogeneous Photocatalytic Oxidative Decomposition of Surfactant Ikuichiro IZUMI and Jun KYOKANE.....	43
Kinetics of Oxidation of Propylene with Thallium (III) ion.....Tadashi UEHARA.....	47
Gas Holdups in A Bubble Column.....Mikio KAWAGOE.....	51
The Stream of Consciousness and Concepts.....Tsuneyuki KIMURA.....	62
The Theatricals in <i>Mansfield Park</i>Shozo NAKANISHI.....	63
A Study of Students' Physical Strength and Athletic AbilityTakeshi NAKAWADA.....	71
A New Educational System in Workshop Practice.....Koji KOBATAKE, Tadahiro WADA, Tadao KAJISHIMA, Takemichi SHIMAOKA, Tozaburo YAMAMOTO, Tetsuo NAKAGAWA, Hiroshi KASHII, Yoshitaka IKEUCHI and Tatsumi ICHISE.....	89
How to Teach Weierstrass TheoremTakashi IRIE.....	93
The Tragic Life and Fatality of W. Somerset Maugham.....Tadao KAJISHIMA.....	97
<i>Liza of Lambeth</i> —W. S. Maugham and His Realistic Work—Tadao KAJISHIMA.....	113
Influence of Hardness Varied by Surface-Treatment on Delayed Fracture Strength of High Tension SteelYasuyoshi IWAI and Junichi ARIMA.....	117
X-Ray Investigation of Stress Measurement on Heat Resisting Materials Junichi ARIMA and Yasuyoshi IWAI.....	118
Warm Temper-Forging of Carbon Steel Hideo SEKIGUCHI, Koji KOBATA, Kozo KOSAKADA and Katsuji KUBO.....	119
Stress Analysis around Circular Hole in Infinite Plate with Rigid Disk (Case of Load Applied to Disk)Iwao MIZUSHIMA and Minoru HAMADA.....	120
On the Stress Concentration in a Strip wick a Single Row of Circular Holes Subjected to Tension.....Minoru HAMADA, Iwao MIZUSHIMA and Yoji SHIBUTANI.....	121
Flow Separation and Heat Transfer in Radial Flows between Two Parallel DisksSadanari MOCHITSUKI and Masanori YAO.....	122
Optronic Controllable Functions of S-Type Negative Resistance Circuits Using Photo-Coupled EETsHaruo TAKAHASHI.....	123
Optically Controllable S-Type Negative Resistance Presented by a Combinational Connection of Photocoupled EET'sHaruo TAKAHASHI.....	124
Formation of Maleic Acid by the Anedic Oxidation of Thiophene at a Lead Dioxide Electode in Aqueous Acidic Solution Ikuichiro IZUMI and Isao YAMAMOTO.....	125
Abstracts	127