

研 究 紀 要

第 10 号

昭和 49 年度

奈良工業高等専門学校

目 次

多結晶金属の高温負荷時のX線測定について	岩井保善・有間淳	1
ねじ旋削法の有利性に関する研究	加賀勝也・奥島啓式	7
側壁付着形素子のまき込み効果について	阪部俊也・若林敏夫	15
A Study on New Metal Forming Process	Hideo SEKIGUCHI and Koji KOBATKE	21
噴流衝突面の熱伝達特性（第2報、付着噴流の場合）	中 谷 洵	29
弱電離平板境界層における電子密度測定について	松岡一起・岸下晴亮	35
2列円孔列を持つ無限平板の応力集中係数	水 嶋 巖	39
歯車の理論歯厚に関する考察	若林敏夫・阪部俊也	45
測定データの最適量子化	上田勝彦・中倉幸久	51
FORTRAN の構文解析について	世 古 忠	55
An Optronic Negative Resistance Circuit	Haruo TAKAHASHI and Masayoshi YAMAUCHI	61
充填塔によるエチレンの液相酸化反応	梅 原 忠	65
初期作品に見られるコンラッドの変貌	中 村 元 一	69
子規の用語「意匠」と「趣向」	小 谷 稔	78
工業高専の教育目標、特に技術教育について	今 西 周 藏	85
電卓で扱える範囲について	笠 野 卓 夫	89
S+V+O+to Infinitive の文型	中 村 元 一	95
教官研究活動一覧表		101
教官研究活動状況一覧表（抄録）		115

奈良工業高等専門学校 紀要 第10号

正 誤 表

頁	行(列)	誤	正
30	4	電 在	電 圧
	図 2	Kcal/m ² h deg	α_x Kcal/m ² h deg
32		ただし……	文章1字下げる
"	図 8	Nue/sin O-H/Ao	Nue/sin θ -H/Ao
	文献 (1)	Bredfe lat	Bredfe lt
38	文献 (4)	Shorman	Sherman
48	右列上から11	数しい	新しい
95	表題	S+V+O+to Infinitive	S+V+O+to-Infinitive
"	左列11~12	to Infinitive	to-Infinitive
115	1	(抄録)	(抄録) 昭和48年10月1日～ 昭和49年9月30日
目 次	2	※	・
"	4	KOBATKE	KOBATAKE
"	17	S+V+O+to Infinitive の	S+V+O+to-Infinitive の
CDN TENTS	1	Polycrsta lline	Polycrystalline
	2	Temperature.	・トル
	3	ef	of
	4	Kenji	Keiji
	26	thel	the
	27	S+V+O+to Infinitive の	S+V+O+to-Infinitiveの

多結晶金属の高温負荷時のX線測定について

岩 井 保 善
有 間 淳 二

X-ray Measurement of Polycrystalline Metal under the Load at an Elevated Temperature.

by

Yasuyoshi IWAI and Junichi ARIMA

There have been considerably metallographic studies by X-ray diffraction technic so far carried out for the creep, but almost all of them were reported by the experimental results at a room temperature after amounting to the fixed creep strain or creep rate by reason of technical difficulties of the direct measurement of creep deformation process.

In the case of metallographic investigations on the creep at an elevated temperature, however, it is important to obtain the informations under the testing load and temperature so as to observe practical creep behavior.

As the first stage, the authors designed a new device suitable for this problem, and by preliminary experiments with several specimens, this procedure has been found to be efficient for the above purpose.

1. 緒 言

従来クリープに関してX線回折技術を用いた金属組織学的研究^{(1)~(2)}はかなりなされてきてはいるが、そのいずれもがクリープ変形中に通常のX線回折装置で直接X線測定することが技術的に困難であるため、例えば所定のひずみ或いはひずみ速度に達した後の常温下での回折結果である。しかしながら高温におけるクリープ変形に関して金属組織学的な取扱いをする場合、実際の試験温度、試験荷重下での情報を得ることが真のクリープ挙動を知る上で重要である。そこで本研究ではこの問題に関する第一段階として高温負荷状態で直接X線照射できる油圧駆動方式の一定荷重型の負荷装置を試作検討し、上記の目的にかなうX線測定の可能性を見出したのでそのことについて述べる。

2. 実験方法

2.1 試作装置の概要

試作した一定荷重型試験機は通常のX線回折装置に容易に装着しうるよう軽量かつ小型とし、負荷機構に油圧を採用した。これによると試験片への負荷部と荷重発生制御部に分離でき回折装置への取付けは試験片負荷部のみでよいこと、また比較的大きな荷重が得られるという長所がある。Fig.1は引張（あるいは圧縮）荷重一定の

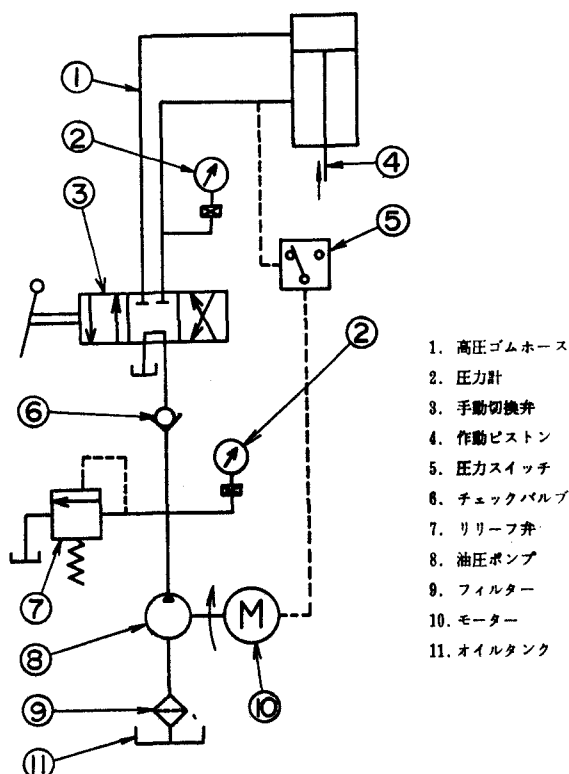


Fig. 1. Block diagram of constant load hydraulic circuit.

油圧回路を示すブロック線図であり、この機構は設定圧力に達するとプレッシャスイッチとリレーによりモーターを停止させ、試験片の変形やわずかな油の漏れによる圧力低下が生じた場合にのみ瞬間的にポンプを起動させ

所定の圧力を得るようになっている。そのため動力の節約、油の加熱を防ぎ長時間の一定荷重試験が行える。

次に試験片引張部を Fig.2 に示す。ここで使用した油圧シリンダは内径 40cm 最高使用圧 140kg/cm² で最大出

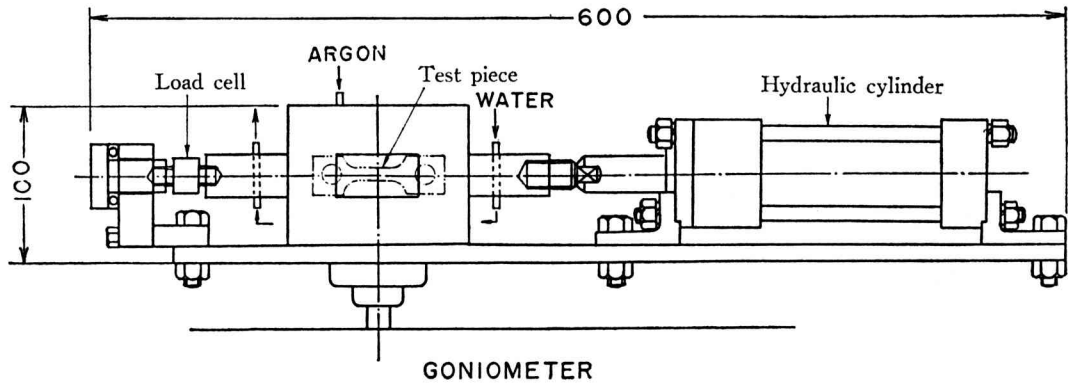


Fig. 2. Loading device on the goniometer

力は 1ton である。試験片は回折装置のゴニオメータの回転中心上でシリンダロッドに取付けたチャックを介してセットされ、荷重はロードセルにより検出される。試験片の変形量はチャック間距離の変化からダイヤルゲージで測定する。また加熱炉は箱型とし試験片周囲にニクロム線発熱体を置き炉内はアスベストで断熱した。温度測定は試験片表面に接触させた熱電対により検出し、温度制御はトランジスタ式自動温度調節器により行う。X線照射に際し入射および回折X線をなるべく障害なく取出すため炉の前面に厚さ 15 μ のアルミ箔を貼りつけた窓がきつてある。さらに試料表面の高温での酸化を防ぐため、0.1kg/cm² の圧力で炉内にアルゴンガスが流入できるようにになっている。なお熱の伝導によるシリンダ内の油温の上昇を防ぐためチャック部は炉外で水冷される。Fig. 3 は試験片引張部をX線回折装置に取付けた写真である。

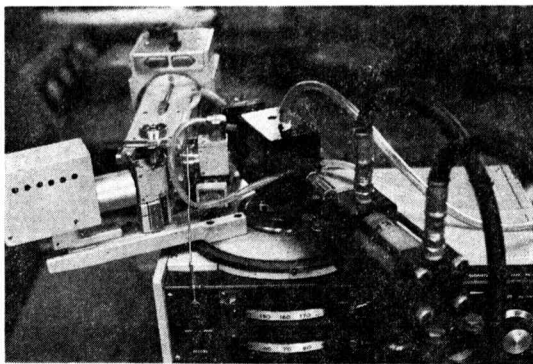


Fig. 3. X-ray diffractometer and loading device

2.2 試験片および実験手順

本実験に使用した材料は市販 S15C 板材で Fig. 4 に示す形状寸法に加工したのち、950°C30 分真空炉にて完全焼鈍を施したものを試験片として採用した。主な機械的性質は引張強さ 42.7kg/mm²、降伏強さ 28.8kg/mm²、伸び 50.0%、絞り 70.6% である。まず(b)の試験片では

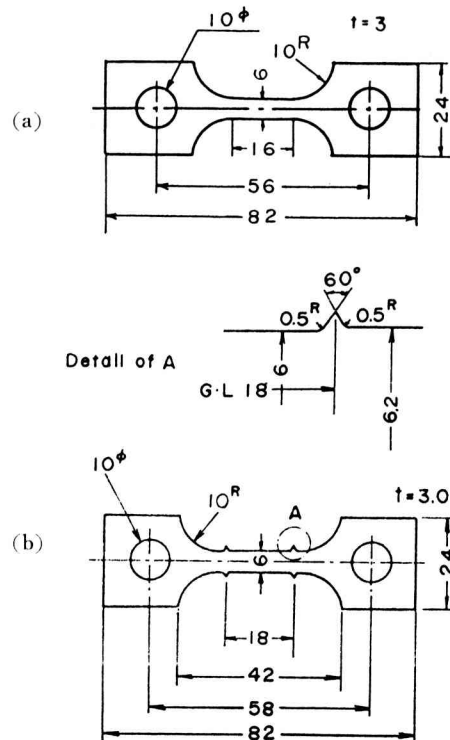


Fig. 4. Shapes and dimensions of specimen.

3ton 単テコ式クリープ試験機による 400°C での引張荷重とひずみの関係を求め、続いて同じ条件で(a)試験片による試作試験機での再現性を確かめたのちX線回折試験を実施した。本研究に使用したX線回折装置はディフラクトメータ(島津VD-1)で使用X線はCrK α 特性線、入射角 90°一定とし(211)面の回折強度曲線を求めることとした。

3. 実験結果とその考察

実験はまず試作装置のアルミ箔およびアルゴンガスの回折強度に及ぼす影響を調査したが、Fig. 5は試験片から直接得られたプロファイルで回折条件は管電圧 30KV、管電流 6mA、フルスケール 500cps、時定数 10sec、ゴニオメータ送り速度 1/2°/min である。この時回折角 2 θ は

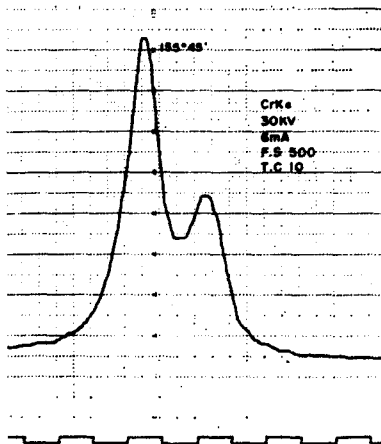


Fig. 5. X-ray diffraction line profile of annealed specimen.

155°45' と測定された。次に炉の表面に貼付けしたアルミ箔を通過させた場合、Fig. 6 のごとく回折強度はおよそ

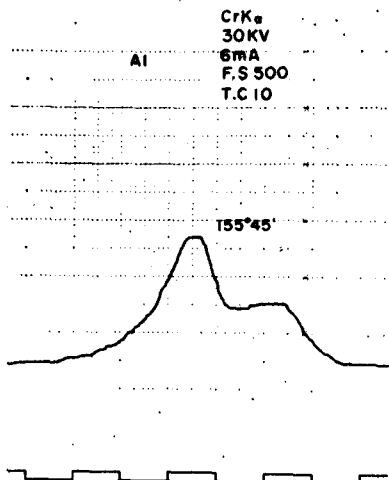


Fig. 6. X-ray diffraction line profile through aluminium leaf.

1/2に低下する。しかしながら管電流を 10mA に引上げることにより Fig. 7 のように最初の約 2/3 の強度が得られる

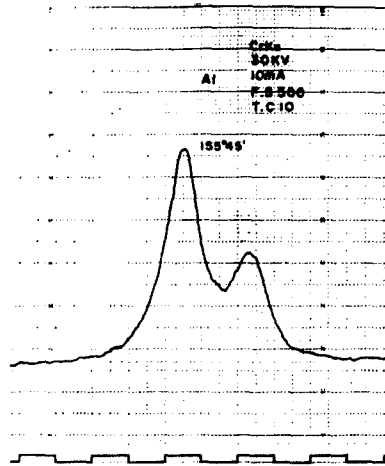


Fig. 7. X-ray diffraction line profile of tube current 10mA.

ようになる。さらに高温下でのX線測定に際し、酸化を防ぐため試料周囲に不活性ガスを流入するがこゝでは炉内にアルゴンガスを充満させ得られたプロファイルが、Fig. 8 である。こゝで明らかなように回折強度はさらに

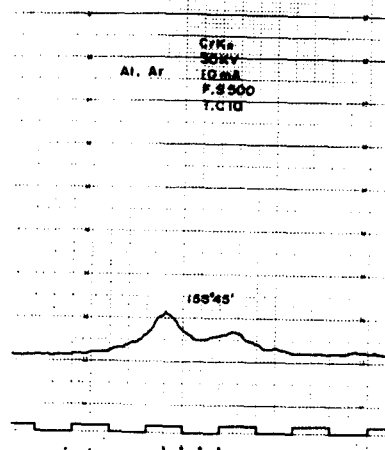


Fig. 8. X-ray diffraction line profile through aluminium leaf and argon gas.

低下し Fig. 7 の 1/2 となってほとんど解析不可能となる。このように障害物によってX線の通過及び反射強度が減少するのは当然であるがピーク位置(2 θ)、半価幅等の測定或いはプロファイル解析の誤差を少なくするためさらに測定条件を変化させ解析可能な状態に回復させねばならない。そこでフルスケールを 200cps、時定数 20sec とすると Fig. 9 のごとくかなり明瞭な回折線が得られ、2 θ の値もアルゴンガスの影響を受けていないことがわかる。次に試験片温度を 100°C ごとに 400°C まで上昇させそ

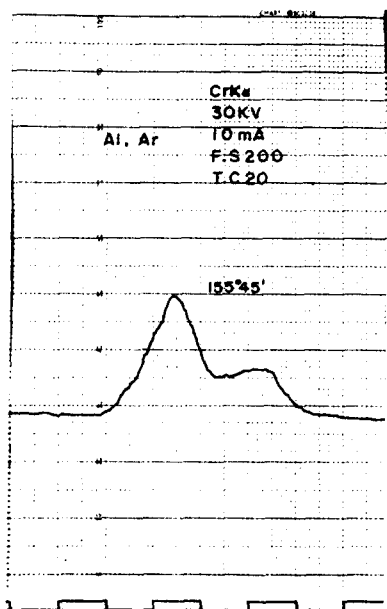


Fig. 9. X-ray diffraction line profile of F.S 200 and T.C20

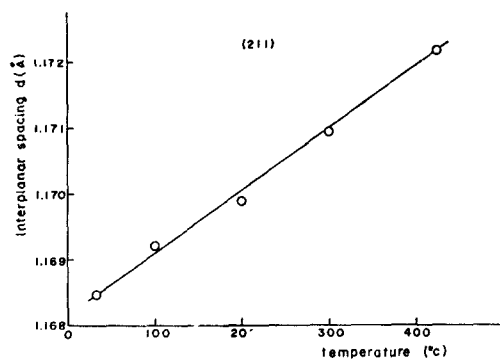


Fig. 10. Relation between interplanar spacing and temperature.

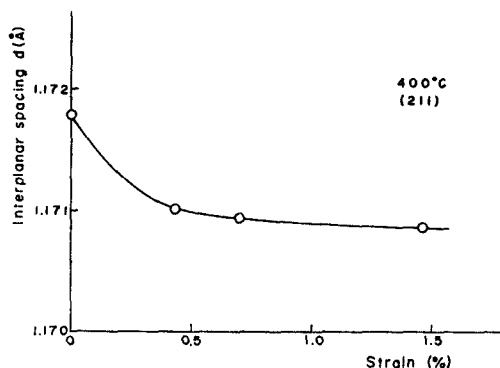
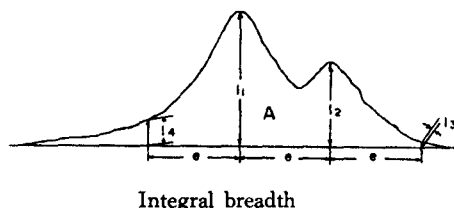


Fig. 11. Relation between interplanar spacing and strain

それぞれの温度での回折角から Bragg の式により (211) 面の格子面間隔を求めた。その結果 Fig. 10 に示すとおり温度と格子面間隔は一次的な増加を示し、この直線の勾配よりこの面における線膨張係数は $9.89 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ で鋼の値とほぼ一致した値が得られた。Fig. 11 は 400°C で引張ひずみを与えたときの格子面間隔の変化を示したものでおよそひずみが 0.5% までは急に減少し、その後さらに 1.5% までわずかに減少する傾向を示している。

得られたプロファイルの積分幅 B は Fig. 12 より全体の面積 A を ka_1 線および ka_2 線の高さ l_1, l_2 からそれぞれ e の距離の高さ l_3, l_4 を引いた値で割ることによ



$$B = \frac{A}{(l_1 + l_2) - (l_3 + l_4)}$$

Fig. 12. Determination of integral breadth.

て求められるが、 B はその際測定装置等により導入される、instrumental な broadening と物理的な意味をもつ真の broadening の二つに分離されねばならない。従って本実験では instrumental な broadening を表わすものとして、無負荷 400°C で得られた積分幅を用いた。そこで真の broadening β は回折線プロファイルの形をガウス分布と仮定することによって、

$$\beta = \sqrt{B^2 - B_0^2} \quad B_0: \text{無負荷 } 400^{\circ}\text{C} \text{ の積分幅}$$

として求め、この β から Stokes—Wilson らにより提唱された有効ひずみ $\bar{\epsilon}$ および有効結晶粒度 η を次式から計算した。

$$\bar{\epsilon} = \beta \cot \theta \quad \eta = \lambda / \beta \cos \theta$$

ここで θ は回折角、 λ は使用 X 線の波長である。

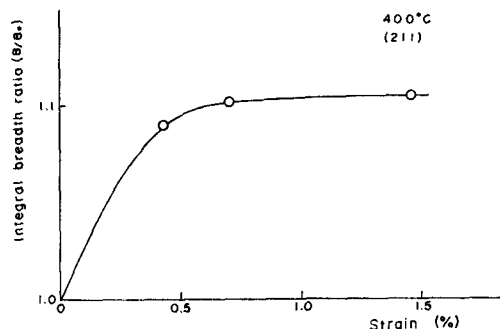


Fig. 13. Relation between integral breadth ratio and strain.

Fig. 13は縦軸に積分幅比、横軸に引張ひずみをとって表わしたもので400°Cでの積分幅比のひずみに対する変化を示したものである。図より明らかなごとく積分幅比は初期に急増し以後漸増する傾向を示している。

Fig. 14は有効ひずみと引張ひずみの関係を示したもので上記積分幅比の変化と極めてよい一致を示し、積分

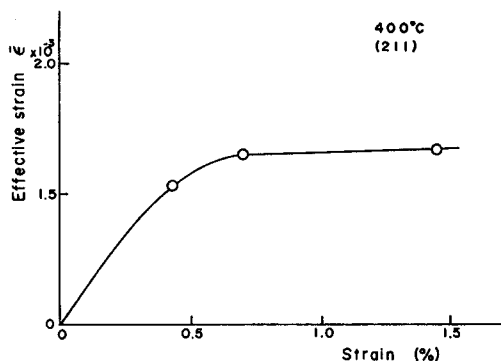


Fig. 14. Relation between effective strain and strain

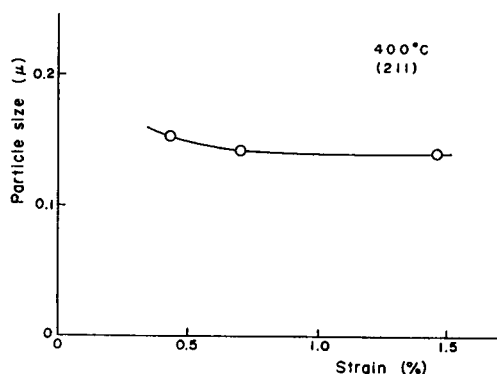


Fig. 15. Relation between particle size and strain.

幅の変化は有効ひずみの変化によく対応していることがわかった。Fig. 15は有効結晶粒度とひずみの関係を示したもので一般に積分幅の増加の一要因にこの有効結晶粒の大きさが挙げられるが、ここにおいても0.5%前後で積分幅の変化と一致した傾向が認められた。

4. 結 言

本研究では通常のX線回折装置を使用して高温負荷中のX線測定の可能性に主眼をおいて実施したが以上より得られた結論をまとめると次のようになる。

1. 試作した油圧駆動方式による負荷装置はX線用一定荷重引張または圧縮型試験機として充分実用に供し得ることが確認され、長時間のクリープ試験中のX線照射も可能である。
2. 高温でのX線測定では回折X線強度は不活性ガスによりかなり低下するが回折条件を変化させることによって、また入射X線強度を高めることにより解析可能なプロファイルが得られる。
3. X線入射用に炉の前面に貼付けうる金属箔の厚さは高々15μ程度である。
4. 高温引張時の積分幅の広がり機械的ひずみ、有効ひずみとよい相関関係にある。

参 考 文 献

- (1) 平, 中西, 学術講演会前刷, (昭42) 125
- (2) 平, 中西, X線材料強度シンポジウム, 7 (昭43) 7
- (3) 平, 中西, X線材料強度シンポジウム, 8 (昭44) 35
- (4) 中西, X線材料強度に関する討論会, 6 (昭44) 70
- (5) STOKES, A. R., WILSON, A. J. C., Proc. Phys. Soc. 56 (1944) 174

ねじ旋削法の有利性に関する研究

加 賀 勝 也

*奥 島 啓 式

A Study on Advantageousness of Methods of Thread Cutting in a Lathe

Katsuya KAGA

Keiji OKUSHIMA

As thread cutting by means of a tool takes time, we think it necessary to contrive the means for reducing the time.

In this paper, we take up the way in which to shorten the time excepting that of thread cutting in one cycle. As a result, we assort the methods of thread cutting on the lathe into the following three.

- (1) the method of driving one axis only.
- (2) the method of changing the axis for the other in driving.
- (3) the on and off method.

Then, we clarify the merits and demerits of the above three methods.

1. 緒 言

普通旋盤によるねじ切りの長所は、各種のねじの手軽に得られること、および長尺ねじの得られることにある。しかし、バイトによるねじ切りは時間がかかるので、時間の短縮を図る必要がある。そこで、本研究は、ねじ旋削に関して、1サイクル当たりの所要時間（作業者のある動作より、1回のねじ切りを終わって再びもとの動作に移るまでの時間）のうち、切削時以外の時間の短縮に関する考察を行なうものである。

2. ねじ旋削法の分類

切削時以外の時間に差異を生ずるのは、バイトによるねじ切りの原理の相違による。ねじ旋削法においては何回かバイトに往復運動を与えて、逐次ねじ山を成形して行くので、ねじの切り始めの位置で、毎回バイトを正しく導入する必要がある。ねじの谷にバイトを正しく導入する原理によって、ねじ旋削法を分類すると、つぎのようになる。

1. 材料の回転運動と、バイトの縦方向の移動との間の関係を断たないで、終始する方法（連動法）。
2. もどり時にはこの関係を断ってもどし、ねじの切り始めの位置で、毎回バイトを正しく導入する方法（断続法）。

連動法については、さらに、駆動する軸によって、

- (i) 常に主軸側（または送り側）だけを駆動する方法（片側駆動法）
- (ii) 切削時には主軸側を駆動し、バイトをもどすときには、送り側に駆動軸を切換える方法（駆動軸切換え法）

とが考えられる。

さらに、バイトをもどす場合に、もどり速度の基準の取り方によって、

- a. 切削時のバイトの平均移動速度を基準にして、その何倍かでもどす方法（倍率もどり法）
- b. 切削時のバイトの平均移動速度とは無関係に、常に一定の速度でもどす方法（定速もどり法）

とが考えられるので、以上をまとめて表示すれば、表1のようになる。

表1. ねじ旋削法の分類

1. 連動法	(i) 片側駆動法…… a. 倍率もどり法
	(ii) 駆動軸切換え法
2. 断続法	… b. 定速もどり法

バイトをもどす場合に、半割りナットを親ねじにかみ合わせたままで親ねじを逆転させて行なう常用の方法(親ねじ逆転法)、および、クリダシ型旋盤による方法は、1 (i) aに属し、もどり時には半割りナットと親ねじとのかみ合いをはずし、縦送りハンドルを回して往復台をもどす常用の方法(合い印法)は、2 bに所属する。以下に、片側駆動法・駆動軸切換え法・断続法の三者についての優劣の比較検討を試みる。そこで、まず、それぞれの1サイクル当たりの所要時間の解析を行なう。

3. 基本式

いま、片側駆動法・駆動軸切換え法の1サイクル当たりの所要時間をそれぞれ T_1 、 T_2 (sec)、断続法における待ち時間なしの1サイクル当たりの所要時間を T_3 (sec)とすれば、

$$T_1 = \left(\frac{1}{u} + \frac{1}{ku} \right) l + t_{o1} \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$T_2 = \left(\frac{1}{u} + \frac{1}{u_r} \right) l + t_{o2} \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$T_3 = \left(\frac{1}{u} + \frac{1}{u_R} \right) l + t_{o3} \quad \dots\dots\dots (3)$$

で表わすことができる。

ここで

- k : 早もどり倍率
- l : ねじ切り長さ (mm)
- u : 切削時のバイトの平均移動速度 (mm/sec)
- u_r, u_R : もどり時のバイトの平均移動速度 (mm/sec)
- t_o : ねじの切り始めと切り終わりの位置における操作時間 (sec)

断続法の場合には、半割りナットを親ねじにかみ合わせることのできる時期は周期的にやってくる。その周期を T_d (sec)とすると、次式になりたつ。

$$T_d = \frac{L}{u} \quad \dots\dots\dots (4)$$

ここで

L : 合い印の合致する周期に対応するねじ切り長さ (mm) (半割りナットと親ねじとがかみ合っていると仮定したときに、 T_d の時間にバイトの縦方向へ移動する長さ)

なお、 L はつぎのようにして求めることができる。すなわち、親ねじのピッチを P (mm)、工作物のねじのピッチを p (mm) [c/d : 既約分数]、また、インチ系については、親ねじおよび工作物のねじのインチについての山数をそれぞれ W 山/インチ・ w 山/インチとすると、次式になりたつ。

$$\frac{p}{P} = \frac{W}{w} = \frac{127}{5wP} = \frac{5Wc}{127d} \left(= \frac{a}{b} : \text{既約分数} \right) \quad \dots\dots\dots (5)$$

a は T_d の間における親ねじの回転数を表わし、親ねじがメートル系の場合には $L=aP$ 、親ねじがインチ系の場合には $L=127a/5W$ で表わすことができる。

つぎに、以上の各方法のグラフを l - T 線図上に描けば、図1のように連動法のグラフは t_{o1} または t_{o2} を切片とする直線となり、断続法のグラフは(3)式の表わす直線のグラフを基底とし、 $T=T_d$ 、 $T=2T_d$ ……との交点を繰上がり点とする階段状のグラフで表わすことができる。いま、OAの長さのねじ切りをする場合には、ABが待ち時間なしの1サイクル当たりの所要時間であり、BCは半割りナットを親ねじにかみ合わすべき時期までの待ち時間を表わしている。したがって、OA₁のねじ切り長さのときには、待ち時間はB₁C₁となって短くなり、ねじ切り長さがOA₂を越えれば、半割りナットを親ねじにかみ合わせうつぎの時期まで待たなければならない。したがって、S₁、S₂、S₃……は繰上がり点で、(4)式より明らかなように、 L の小さなほどその時期が早くやってくる。また、図1の下に示した帯状グラフが、それぞれの方法の時間的に有利な範囲を示すが、このグラフより明らかなように、 l_{cm} ($mT_d=T_1$ または $mT_d=T_2$ のときの l 座標： m は自然数)より l_{sm} ($mT_d=T_3$ のときの l 座標)の間が断続法の有利領域である。

以上の l - T 線図をもとにして、時間的な面よりの優劣の比較検討を行なうことができるが、これを行なう前に、倍率もどり法と定速もどり法とのもどり速度の適否よりの優劣を明らかにする。

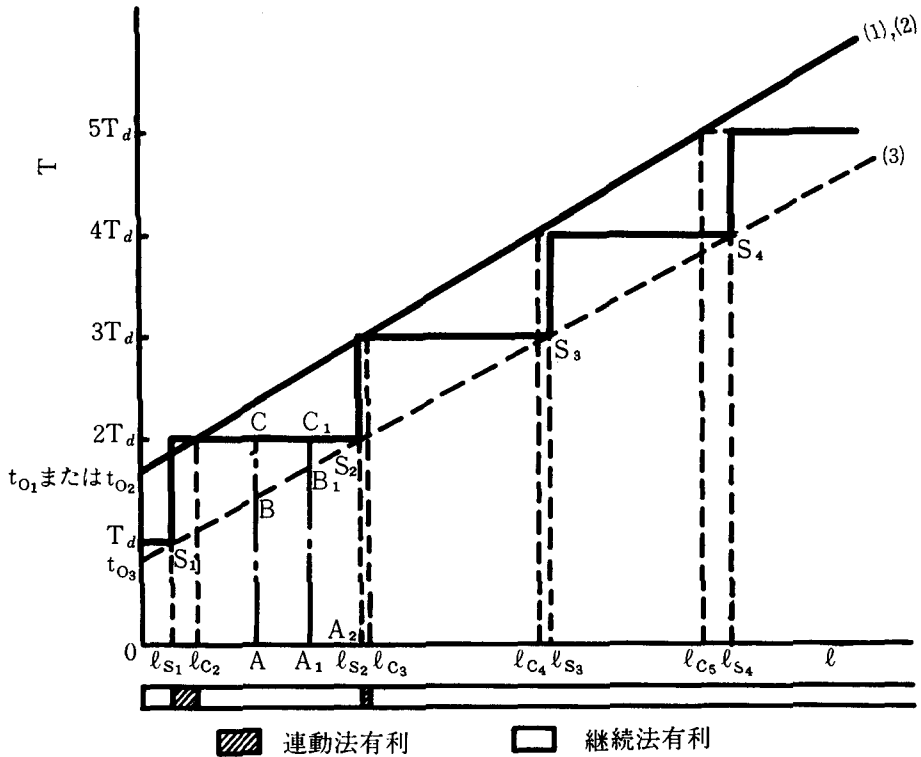


図1 $l - T$ 線 図

4. 倍率もどり法と定速もどり法との
もどり速度の適否よりの優劣

図2は $l-u$ 線図上にバイトの先端の運動の様子を描

かせたものであるが、OABCは切削時で、CDEOはもどり時を示す。 $|u_0|$ は許容域内での最高速度で、この速度でもどすことが望ましい。(立上りの部分 CD_3 、および

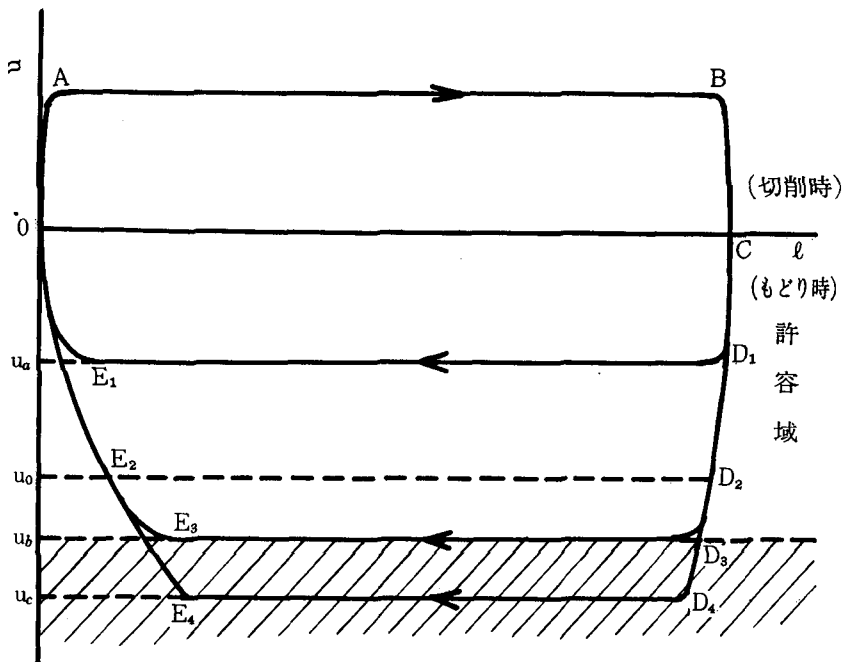


図2 バイトの先端の運動

減速時の部分 E_3O のために、平均速度 $|u_0|$ は $|u_b|$ よりも低い値になる。) $|u_0|$ はそれぞれの機械によって異なるものであるから、機種が変われば許容域は変化する。

$|u_0|$ は $|u_b|$ に達しない場合で、まだ速度を高めうる余地がある。たとえば、親ねじ逆転法(片側駆動法において $k=1$ のとき)で工作物のねじのピッチの小さいときには、このようなことが起こりうる。

また、 $|u_0|$ は $|u_b|$ 以上のもどり速度になった場合で、往復台の突起物のために人体に対して危険性を生じたり、材料に無理(破損、ねじ部の摩耗など)を生じたりして適切ではない。(片側駆動法において工作物のねじのピッチが大きく、 $k \geq 1$ の場合に起こりうる。)したがって、 $|u_0|$ でもどすためには、倍率もどり法(片側駆動法)では、 $ku = |u_0|$ になるように計算をする必要がある。この点、定速早もどり法(駆動軸切換え法または断続法)では、切削時のパイトの移動速度とは無関係にもどり速度を決めることができるので、 $|u_0|$ でもどしうる。このように、駆動軸切換え法・断続法では望ましいもどり速度を得ることが可能であるので、この点においては片側駆動法よりもすぐれている。また、片側駆動法と駆動軸切換え法とはともに連動法としての長所短所を備えているので、結局、片側駆動法よりも駆動軸切換え法の方が、もどり速度の適否について考察した結果より、理論的にすぐれている。そこで、以下に駆動軸切換え法と断続法との比較をする。

5. 駆動軸切換え法と断続法との優劣

まず、もどり速度のみ相違する場合を考え、 $t_{02} = t_{03}$ ($=t_0$) と仮定する。 u の広い範囲で両者の有利性を考

えるためには、 $\ell-u$ 線図上にこれを示す必要があるが、この場合に、図1より明らかなように、ある u に対して ℓ_{cm} より ℓ_{sm} の間が断続法の有利領域である。

図1における繰上がり点の ℓ 座標 ℓ_{s1} , ℓ_{s2} , ℓ_{s3} ……、 ℓ_{sm} の $\ell-u$ 線図上の軌跡を求めるために、(3)、(4)より $mT_d = T_3$ とおくと、

$$u = u_R \left(-1 + \frac{mL + t_0 u_R}{\ell + t_0 u_R} \right) \dots\dots\dots (6)$$

また、 $T = mT_d$ と(2)式との交点の ℓ 座標の $\ell-u$ 線図上の軌跡は、 $mT_d = T_2$ とおくと、

$$u = u_r \left(-1 + \frac{mL + t_0 u_r}{\ell + t_0 u_r} \right) \dots\dots\dots (7)$$

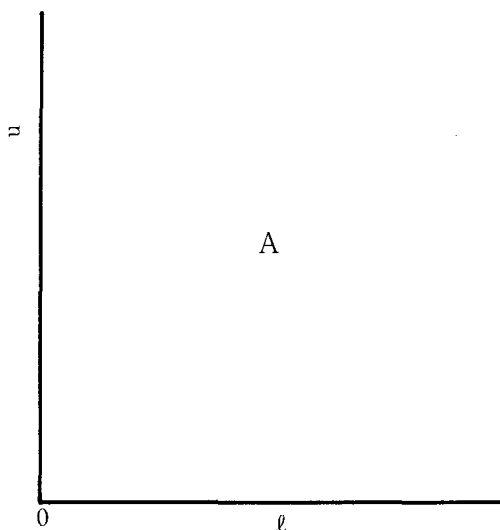
(6)、(7)より m を消去すると、有利領域の境界線の方程式の一つがつぎのように得られる。

$$\ell = 0, \quad u = 0 \dots\dots\dots (8)$$

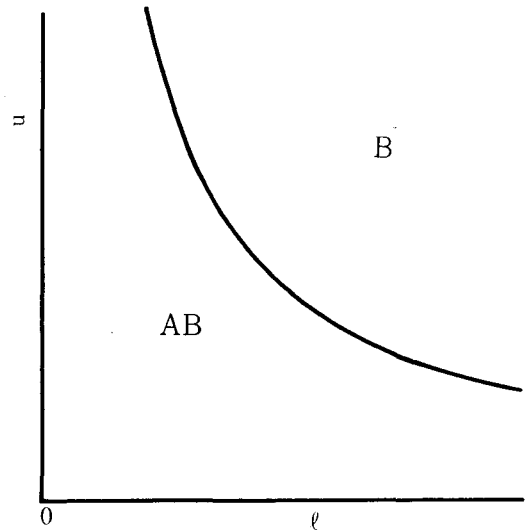
さらに、 $u = f(\ell_{cm+1})$ と $u = f(\ell_{sm})$ とより m を消去すると、境界線の方程式の他の1つが次式のように得られる。

$$\ell u = \frac{L}{1/u_r - 1/u_R} \dots\dots\dots (9)$$

(8)、(9)より両者の時間的有利領域分布を描けば、図3のようになる。以後の図において、時間的有利領域を簡単に表わすために、駆動軸切換え法の有利領域をA、断続法の有利領域をB、AとBとの混合領域をABで表わすものとする。もどり速度が、駆動軸切換え法の方が断続法よりも大きい場合等しければ、図3(a)のように、前者が有利($u_R = u_r$ のときに繰上がり点の軌跡上では両者は等しい)となり、断続法の方が駆動軸切換え法よりも大き



(a) $u_R \leq u_r$ のとき

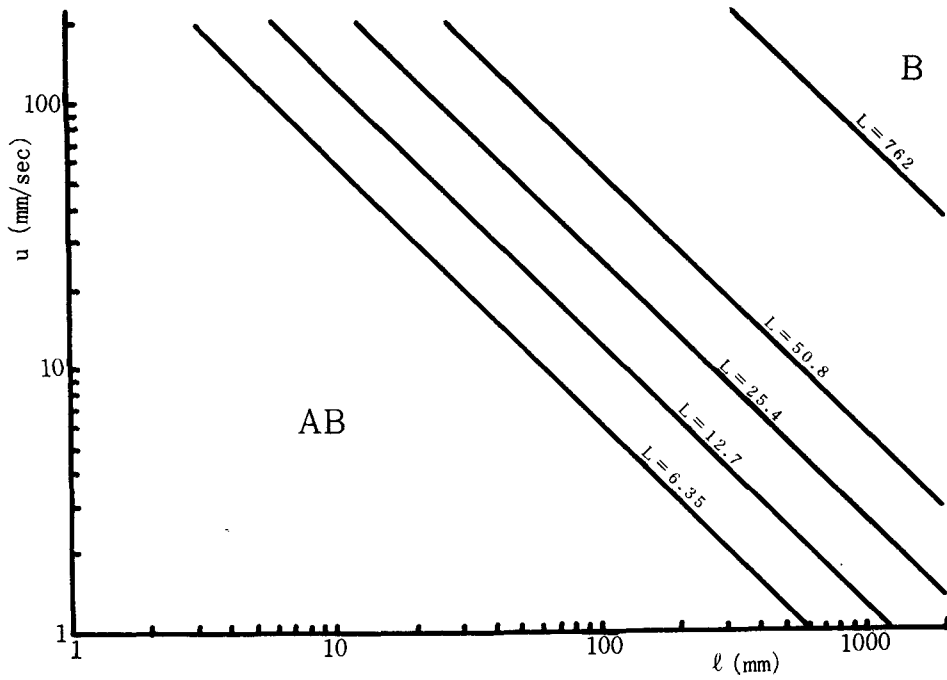


(b) $u_R > u_r$ のとき

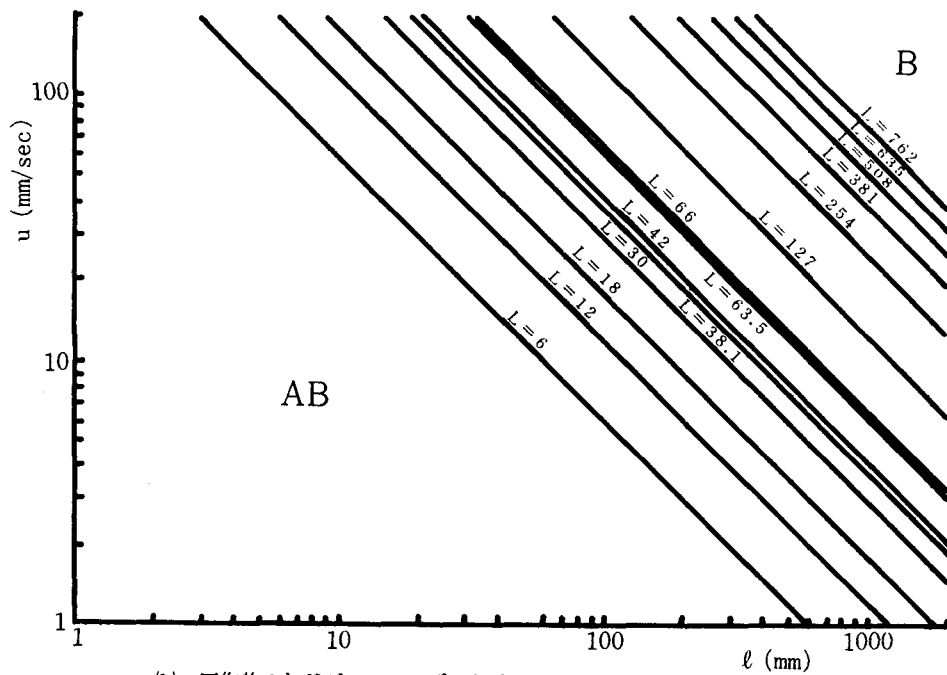
図3 $\ell-u$ 線図上における時間的有利領域分布(駆動軸切換え法と断続法)

いもどり速度の得られるときにのみ、図3(b)のようにB領域が存在する。そして u_r を小または u_B を大にすれば

B領域は増加する。また、 L が小さいほどB領域は増加する。逆に、 L が大きいたときには、図4より明らかなよう



(a) 工作物のねじがインチ系の場合



(b) 工作物のねじがメートル系の場合

図4 有利領域分布 ($u_r = 50\text{mm/sec}$
 $u_B = 100\text{mm/sec}$)

に、B領域がはるかに右上部に行くので、断続法は L の大きな値の場合には不向きである。表2は、参考までに、 L について、同種ねじ切り（親ねじと工作物のねじが、ともにメートル系、または、ともにインチ系の場合のねじ切り）、および、異種ねじ切り（親ねじと工作物のねじの一方がメートル系で他方がインチ系の場合のねじ切り）の一例を示したものである。

表2 L の値の一例

工作物がメートル系の場合
同種ねじ切り ($P: 6\text{mm}$)

a	$L (=aP)$
1	6
2	12
3	18
5	30
7	42
11	66

異種ねじ切り ($W: 4\frac{1}{4}/\text{インチ}$)

$p(\text{mm})$	a	$L (=127a/5W)$
0.3	6	38.1
0.35	7	44.45
0.4	8	50.8
0.45	9	57.15
0.5	10	63.5
0.6	12	76.2
0.7	14	88.9
0.75	15	95.25
0.8	16	101.6
0.9	18	114.3
1	20	127
1.25	25	158.75
1.5	30	190.5
1.75	35	222.25
2	40	254
2.5	50	317.5
3	60	381
3.5	70	444.5
4	80	508
4.5	90	571.5
5	100	635
5.5	110	698.5
6	120	762

工作物がインチ系の場合

同種ねじ切り ($W: 4\frac{1}{4}/\text{インチ}$)

a	$L (=127a/5W)$
1	6.35
2	12.7
4	25.4
8	50.8

異種ねじ切り ($P: 6\text{mm}$)

a	$L (=aP)$
127	762

つぎに、駆動軸切換え法は連動法であるから、ねじの切り始めの位置での待ち時間を必要としないこと、および、同種ねじ切りは申すまでもなく、異種ねじ切りに対しても、制限なく可能であることが長所としてあげられるが、親ねじを使用してのねじ切りの場合に、もどり時における往復台の停止位置において、摩擦制動のために親ねじをいためることのないように、運動エネルギーの吸収についてのくふうを必要とすること（したがって、早もどりをするときには、この点からも速度に制限をうけること）が短所としてあげられる。この点が解決されれば、駆動軸切換え法はすぐれたねじ切り法である。

6. t_o の時間短縮の有利領域分布に及ぼす影響

つぎに、ねじ切りの始点および終点での操作時間 t_o の短縮について考察をする。図5は、駆動軸切換え法と断続法との両者の t_o の等しい場合を基準として、 t_{o2} と t_{o3} との差の変化の時間的有利領域分布に及ぼす影響を示したもので、境界線の方程式は次式で表わされる。

$$u=0, \quad l = -\frac{t_{o3} - t_{o2}}{1/u_R - 1/u_r} \dots\dots\dots (10)$$

$$u = -\frac{L}{(1/u_R - 1/u_r) l + t_{o3} - t_{o2}} \dots\dots (11)$$

図中、破線は t_{o2} または t_{o3} をゼロに限りなく近づけたときの極限の図を示すものである。

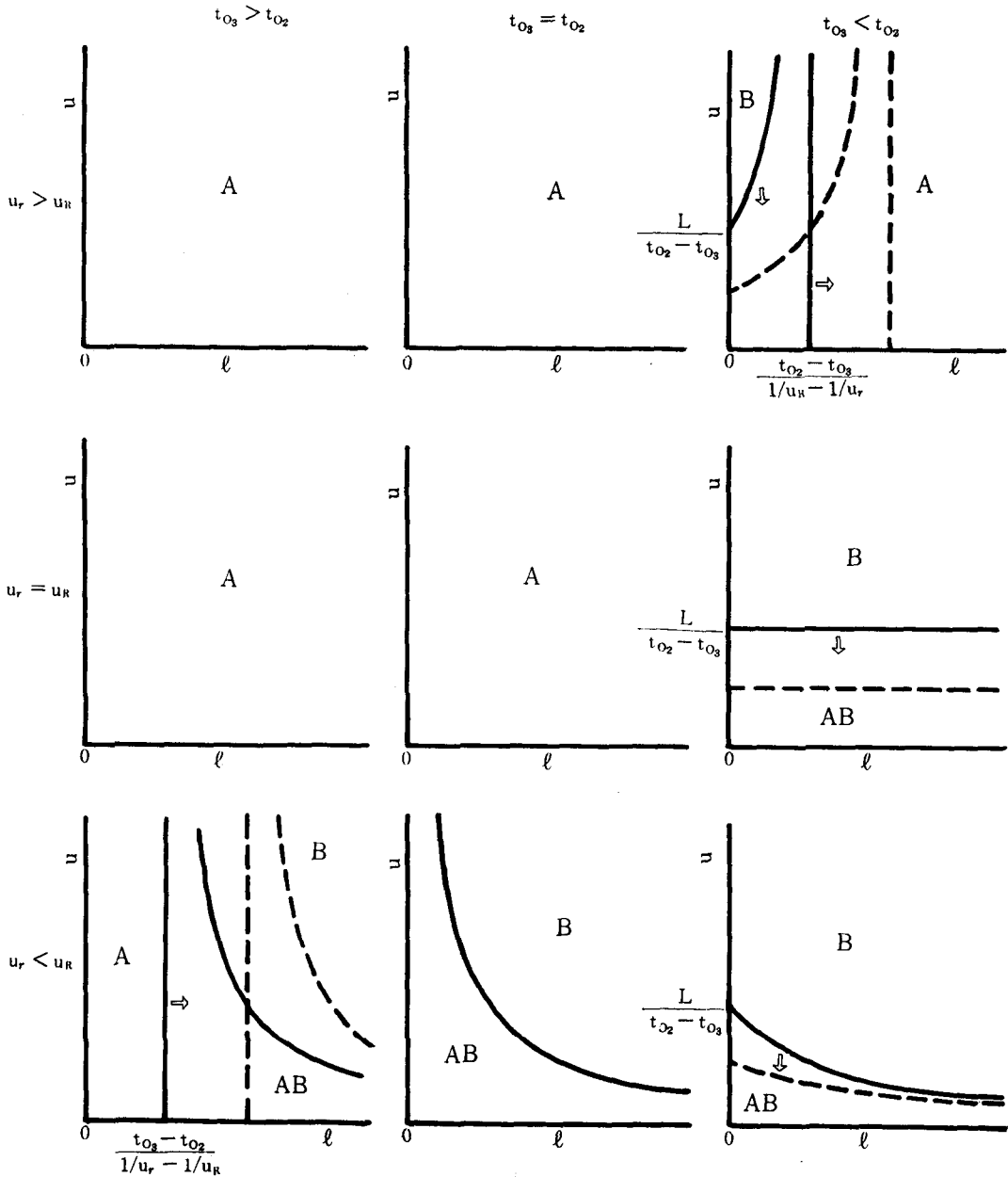


図5 有利領域分布の変化（駆動軸切換え法と断続法）

7. クリダン型旋盤によるねじ切り法の考察

クリダン型旋盤によるねじ切り法は前述のように片側駆動法であるが、バイトを用いてのねじ切り法としてはすぐれたねじ切り法といわれているので、つぎに考察をする。

まず、短所としてあげられることは、

- ① 削り行程ともどり行程との比が常に一定であるた

め、バイトの平均移動速度は切削時またはもどり時のどちらか一方を適切な値にすれば、他方は適切な値よりも低い値にせざるを得ないこと

- ② カムのストロークによりねじ切り長さに制限をうけ、長尺ねじ切りには不向きであること
- ③ 換え歯車の取換え、チャックのつめの位置調整、回転数変換および送り速度変換用レバー操作に要する時間のほかにカムの取換えなどクリダン型旋

盤特有の準備時間が必要になり、準備に時間が多くかかること

である。

つぎに、長所としてあげられることは、

- (i) 各種のねじが換え歯車の掛けかえで得られること
- (ii) 連動機構外に変速機が取付けられているため、連動を保ちながら、しかも変速が可能であること
- (iii) カムを使用しているため、親ねじのようにいたむ心配が少なく、往復台をはやく動かせること
- (iv) t_0 がカムの1回転の時間のうちに含まれているため、1サイクル当たりの時間が短縮されていること

である。

以上より、カムのストローク内の限られた長さで、かなり数量のまとまった各種のねじを必要とするときには、①のような短所はあっても、(ii), (iii), (iv)の長所によってこの短所はカバーされているため、すぐれたねじ旋削法といえる。これらの長所は旋盤の改良点として参考にされるべきである。

8. 結 言

以上をまとめると、片側駆動法・駆動軸切換え法・断

続法の三者の優劣については、

- ① 片側駆動法（倍率もどり法）では、望ましいもどり速度を得るためには計算を必要とする不便さがあり、この点、駆動切換え法および断続法の定速もどり法では常に望ましいもどり速度を得ることが可能な点ですぐれている。
- ② 断続法は、もどり速度が駆動軸切換え法よりも速くて、しかも L の小さいねじ切りを行なう場合に限りときには有利領域が存在するが、 L の大きな場合には、待ち時間が長くて不向きである。
- ③ 駆動軸切換え法は、断続法と比較をすると、もどり速度が断続法よりも速いときは申すまでもないが、等しい場合においても、 $\ell-u$ 線図の全域にわたって時間的に有利である。また、駆動軸切換え法は連動法であるから待ち時間が必要でなく、同種・異種いずれのねじ切りも制限なく可能であるので、早もどりの往復台のエネルギーの吸収の問題が解決できれば、三者のうちで最もすぐれた方法である。

（クリダン型法では、この点が改良されている。）

また、断続法にしても、駆動軸切換え法にしても、自動化などによって t_0 の短縮を行なうと、時間的有利領域を拡げうることを明らかにした。

側壁付着形素子のまき込み効果について

阪部 俊也・若林 敏夫

On the Entrainment Effect of the Wall Attachment Amplifier

Toshiya SAKABE, Toshio WAKABAYASHI

The operation of the wall attachment amplifier is generally affected by its construction such as jets, splitter, setback and so on. These effects have been investigated by various authors from different points of view. In the present study, the average pressure of the attachment bubble (entrainment pressure), is discussed on the basis of experiment results.

Main result of this study can be summarized as follows;

- 1) The entrainment pressure, which relates the entrainment coefficient, depends on the average jet velocity of the supply nozzle, still more, depends on the boundary layer in the main nozzle.
- 2) According as boundary layer thickness in the main nozzle thins the absolute value of the entrainment pressure indicates the large value.

1 緒 言

フルイデックスは、ある時期非常に過大に評価され、エレクトロニクスに変わるものとして宣伝されたが、最近、エレクトロニクスに変わるものとしてではなく、エレクトロニクス、或いは、空気圧、油圧といった技術のあいだを埋めるものとしての評価が定着しつつあるように思われる。フルイデックスの代表的なものとしては噴流の付着現象を利用した側壁付着形素子があり、実用例も多く見られる。しかしながら、その動作機構について十分解明されているわけではなく、実際の応用においても、試行錯誤的な要素を含んでいる。付着噴流とこれに関連した特性については、おびただしい数の実験報告と理論報告がされている。付着噴流の付着点位置の決定は Bourque と Newmann らの研究⁽¹⁾に端を発している。これは素子の幾何学的条件が与えられたとき、噴流の付着点位置を決定することで、以来その手法の適用範囲の拡張⁽²⁾がなされて来た。さらにこれらと側壁付着形素子の入力特性、切換点、出力特性などに関連したものも発表され⁽³⁾ている。しかしながら、これらの解析においては最終的に実験値との比較において、各種の流量係数や拡散係数を適当に選んでやる必要があり、およそ検討をつける上には、これらの報告は非常に有用であるが、細かな点については不十分である。これは四方を抱束された空間内での噴流の挙動について十分研究されていない

ことによる。拘束噴流に関して荻原ら⁽⁴⁾が研究を行なっている。また、主噴流ノズルでの境界層と付着距離については、Bourque の報告⁽⁵⁾がある。ところがこれらは、噴流の特性と素子の特性との関連が明白ではない。そこで本研究では側壁付着形素子の特性と主噴流ノズル出口における噴流特性、すなわち境界層厚さ、コア領域の長さなどとの関連について実験的に検討した。主噴流ノズルの噴流特性としては素子形状の状態では流路が狭く、測定が不可能であるためノズル出口において切断し、自由噴流として測定した。また素子特性としては入力静特性、とくに噴流のまき込みによって形成される低圧渦領域の平均圧力に注目して検討したので報告する。

2 素子形状

素子は側壁付着形素子でベント無しである。図1にこの形状を示す。素子の材質はアクリル樹脂板で製作した。市販されている素子を参考にして製作した素子の諸元を表1に示す。素子No.1からNo.7までは主噴流ノズル形状は図1に示すごとく直線形のノズルである。これらの素子は各ブロックを機械加工し、サンドイッチ法により製作し、所定の寸法には万能投影機により合わせた。なお、これらの素子はアスペクト比が同じものは三次元的に、異なるものは二次元的に相似形状である。次にNo.8からNo.16については主噴流ノズル形状が曲線状に絞ったも

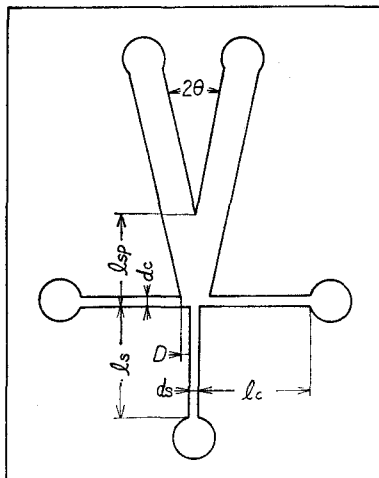


図1. 素子形状

表1 素子諸言

素子No.	d_s	A.R	d_{ic}/d_s	単位 mm
1	2	1	15	$\frac{d_{ic}}{d_s} = 15$
2	2	2.5	15	
3	2	5	15	
4	1.25	4	15	$\frac{D}{d_s} = 1$
5	2.5	10	15	
6	0.4	5	15	
7	1	10	15	$\frac{l_{sp}}{d_s} = 10$
8	4	1	$l = 0$	
9	4	1	$l = 20$	
10	4	1	$l = 40$	$\frac{d_c}{d_s} = 1$
11	2	1	$l = 0$	
12	2	1	$l = 10$	
13	2	1	$l = 20$	

 $\theta = 12.5^\circ$

ので図2に示す。この曲線の式は、圧力勾配が一定である条件より求められる式 $y = y_2 / \{1 + \{ (y_2/y_1)^2 - 1 \} x/l\}$ により形状を決定した。これら曲線形ノズル素子については現尺の4倍程度の図面より彫刻機を用いて製作した。また、製作された素子については、動作状態での右、左側へ付着において左右の付着渦領域の平均圧力がほぼ等

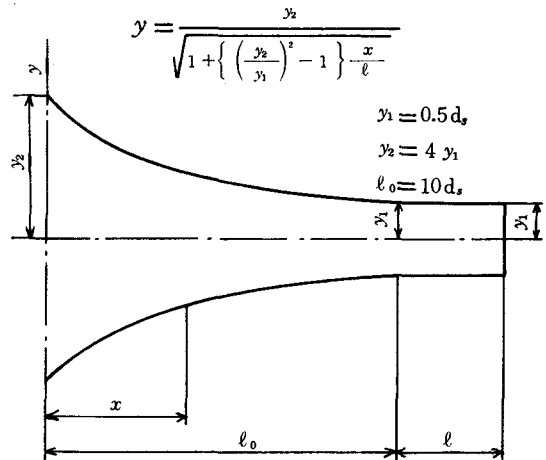


図2 曲線状ノズル

しいものは、所定の寸法に製作されているとした。

3 実験方法

3.1 入力静特性実験

入力静特性実験の測定回路を図3に示す。作動流体と

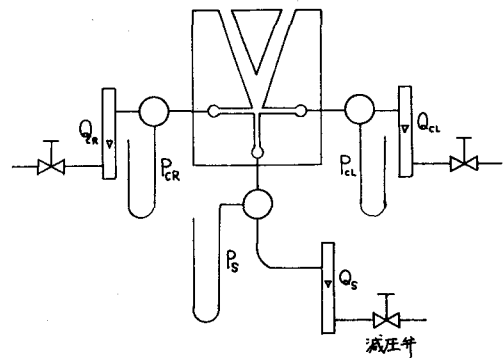


図3. 入力静特性回路図

しては圧縮空気を用了。圧力測定はU字管マンオメータでゲージ圧力 P として求め、流量は浮遊式流量計により体積流量 Q として求めた。各設定圧力において、付着し一方の出口ポートから流出している噴流が他方の出力ポートに切換わるまでの制御圧力 P_c 、流量 Q_c を測定した。この場合、非付着側の制御ポートは全閉の状態で行なった。これは全閉、全開の場合の特性に与える影響は切り替わり点が全開の場合、遅くなるだけで、途中の特性はほとんど変わらないことによる。また、付着側の低圧渦領域の平均圧力(これをまき込み圧力 P_{ent} と呼ぶ)は制御流量計が零の状態での制御圧力として測定した。

3.2 流速分布の測定

図4に流速分布測定の回路を示す。緒言でも述べたが

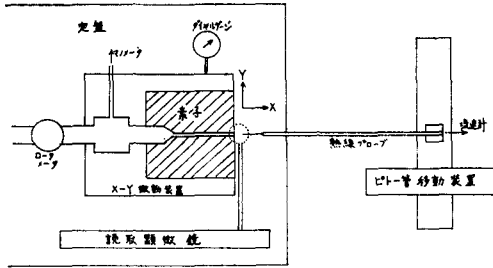


図4. 流速測定回路図

素子形状の状態では測定不可能であるため、主噴流ノズル出口の部分から先を切断し、自由噴流として流速分布を測定したが、この様にしても得られるものは決して少なくないと考えられる。流速測定は定温度式熱線流速計を用いた。プローブはフィラメントの長さ 1 mm、直径 0.5μ のものを使用し、校正用風洞により流速を校正した上で測定を行なった。噴流方向を X としノズル出口より熱線でプローブまでの距離は、測定ピッチ $0.25d_s$ で $0.25d_s$ から $10d_s$ までを読取顕微鏡により測定点を決定した。なお、この $10d_s$ は素子のスプリッタ距離が通常 $10d_s$ であるため、これまでの特性が問題となる。Y 方向ノズル幅方向は X-Y 微動装置を用いてミクロンダイヤルゲージにより、 $0.025d_s$ のピッチで測定した。

4 実験結果および考察

4.1 入力静特性

相似形素子の入力静特性の一例を図 5 に示す。入力静特性は供給圧力 P_s がある程度大きい場合、供給圧力には

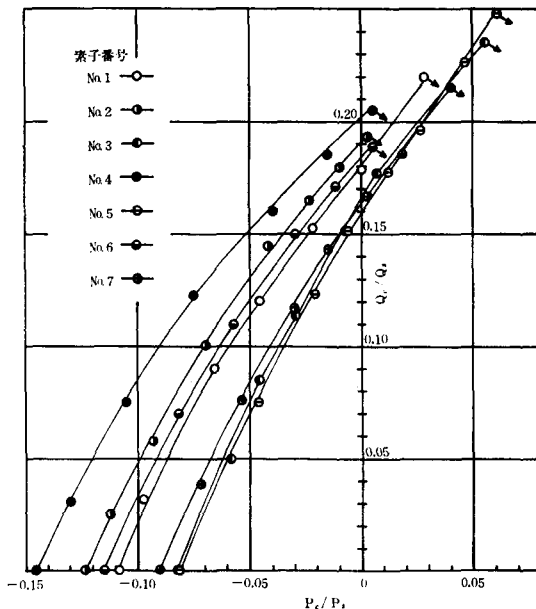


図5 入力静特性

依存しない⁽⁶⁾ のでここでは、 $P_s=100\text{mmHg}$ におけるものを示した。横軸は制御圧力 P_c を主噴流圧力 P_s で、縦軸は制御流量 Q_c を供給流量 Q_s で無次元化して表わしてある。また、図中の矢印は噴流の切換わり点を示している。

制御流量 Q_c が零の時の値(これをまき込み係数 C_{ef} と云う)が各素子により異なっているが、特性の傾向はほぼ良く似たものとなっている。横軸に対して平行移動すればほぼ重なると思われる。ただ、切換点については多少異なる様で、まき込み係数の絶対値が小さいほど切換圧力、流量とも大きくなる傾向が見られる。つまり、まき込み係数の動向が非常に重要である。すなわち、まき込み圧力 P_{ent} がどのような要因によって決定されるかを知る必要がある。

4.2 主噴流ノズル平均流速とまき込み圧力

これらの関係については先にも報告し⁽⁶⁾、近似式を求めているが、本実験での値を図 6 に示す。平均流速 V は

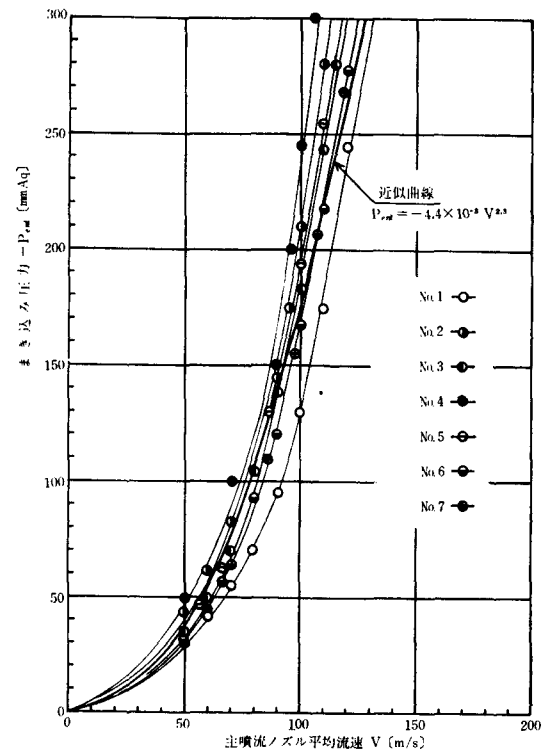


図6 平均流速とまき込み圧力

噴流流量 Q_s をノズル断面積で割った値を用いた。まき込み圧力の近似式は次の様になる。

$$P_{ent} = KV^{2.3}$$

ここで、 P_{ent} : まき込み圧力 (mmHg)

K : 係数 $-4.4 \times 10^{-8} [\text{Kg} \cdot \text{s}^2 / \text{m}^4]$

V : 主噴流ノズル平均流速 (m/s)

本実験値はこの近似式にほぼ一致している様に見える。しかしながら具体的な値で見るとかなりの差がある。例えば、 $V=100\text{m/s}$ におけるNo.1素子のPentの絶対値は130mmAqであるが、一番差の大きいNo.4素子の同じ流速におけるPentの絶対値は245mmAqとほぼ2倍に近い値である。普通市販されている素子の使用流速は60m/s~120m/s程度のものが多いことを考えると非常に問題である。この差違の原因は素子形状にも関連があると思われるが、主噴流ノズルにおける主噴流自身の特性、つまり境界層厚さ、コア長さなどに起因する所が大きいと考えられる。

4.3 主噴流の噴流特性とまき込み圧力

噴流特性について、実験方法の項に示した各位置における流速を測定したが、ここではこれらより求めたものを表2に示す。流速は100m/sにおけるもので境界層厚さは $X/d_s=0.25$ の位置におけるもので、厚さの決定は、

表2 境界層厚さとコア長さ

素子番号	δ/d_s	P_{ent} mmAq	C_b/d_s	C_L/d_s	C_L/C_b
1	0.345	130	0.310	2.8	9.03
2	0.225	210	0.550	4.2	7.34
3	0.288	182	0.424	3.8	8.44
4	0.180	245	0.640	4.7	7.25
5	0.240	195	0.520	4.0	7.57
6	0.300	168	0.400	3.7	8.70
7	0.325	168	0.350	3.3	8.80

測定点における流速 U を最高流速 U_0 で割った値、すなわち $U/U_0=0.98$ までの厚さを δ とした。コア領域の幅 C_b は、 $d_s-2\delta=C_b$ とした。またコア長さ C_L については主噴流ノズル中心線上での流速の減衰直線と $U/U_0=1$ との交点より求めた。素子の厚さ方向(Z方向)の測定点はノズル高さの中心である。しかしながらプローブのフィラメントは長さが1mmあるため、この1mmの高さの平均値として表われている。Pentについては図6に示されている値である。ここで δ/d_s とPentとの関係を見ると δ/d_s の値が小さいほど、まき込み圧力Pentの絶対値は大きくなっていることが判る。この関係を図7に示す。この図より δ/d_s が増加するにつれてほぼ直線的にPentが減少することがわかる。つまりまき込み圧力Pentは主噴流ノズル出口における境界層厚さ δ に強く影響されると考えられる。次にコア長さ C_L については、 δ/d_s が小さい程 C_L/d_s は大きくなる。しかしこれは出口における境界層厚さについては考慮されていない。そこでコア長さ C_L をコア幅 C_b で無次元化したもので見ると、 δ/d_s が小さいほど

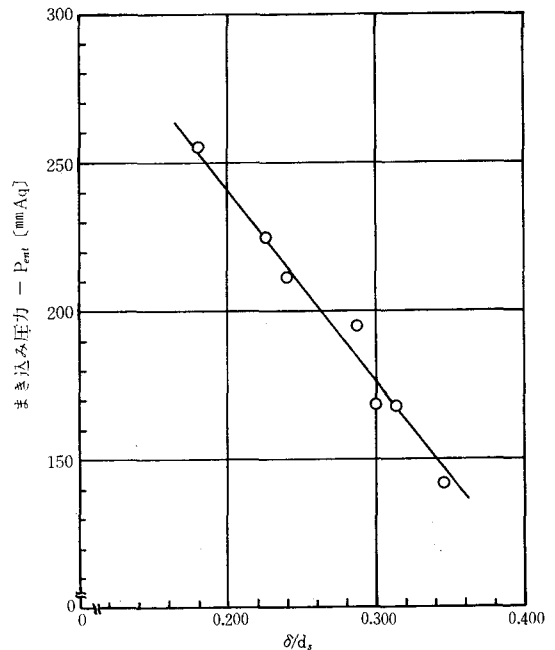
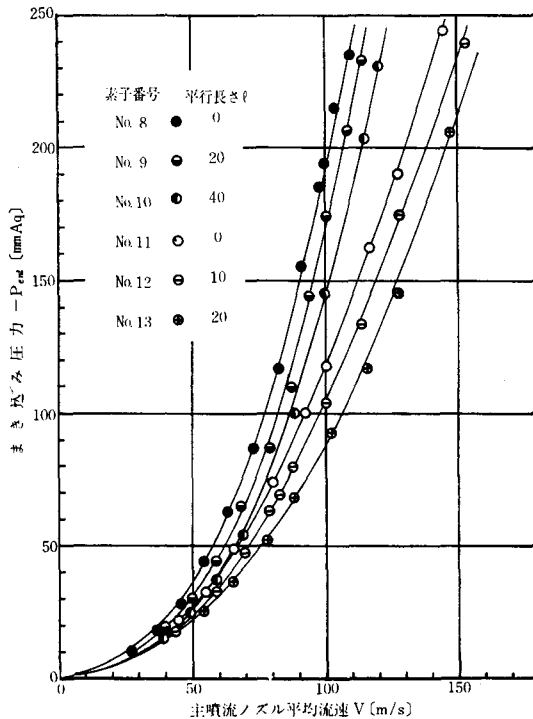


図7 まき込み圧力と境界層

C_L/C_b の値は小さくなっている。つまりノズル出口での発達した境界層が厚い程、コア領域から噴流端までの速度勾配はゆるく、このためコア領域が長く保たれ、まき込み効果が減少するものと考えられる。

4.4 曲線形ノズル形状の特性

以上に述べたごとく、まき込み圧力Pentは主噴流ノズル出口における境界層厚さにより大きく影響される。そこで素子の大小による特性の相似性を検討するためには、ノズル出口の境界層厚さが零、もしくは無視出来る様になるノズル形状を決定すれば良い。そこで、主噴流ノズル形状を曲線形状として、実験方法に述べた曲線を選び実験を行なった。まず平行部の長さ ℓ とまき込み圧力の関係を図8に示す。この図から明らかなように、ノズル平行部長さ ℓ が長くなるにつれてまき込み圧力Pentの絶対値は小さくなっていることがわかる。つまり前節に述べたことを裏づけている。ここで注目されるのは、ノズル幅4mmの場合と2mm, 1mmの場合では平均流速に対するまき込み圧力Pentの傾向が異なることである。これは噴流の速度分布の差違によると考えられる。つまり、ノズル幅が小さい場合、ノズル出口より $2X/d_s$ の位置附近より、速度分布の中央部にくぼみが表われる。この様子の一例を図9に示す。これはくぼみ量 $4U$ を最高流速 U_0 の比で表わしている。これらの現象はノズル出口からの位置が、 $2X/d_s=4\sim 10$ の間で見られる。これ

図8 ノズル平行部長さ l の影響

はノズル形状を曲線状に絞ったことにより現われたと考えられる。が、ノズル幅の比較的に広い場合にはほとんど現われていないものが、ノズル幅が小さくなると現わ

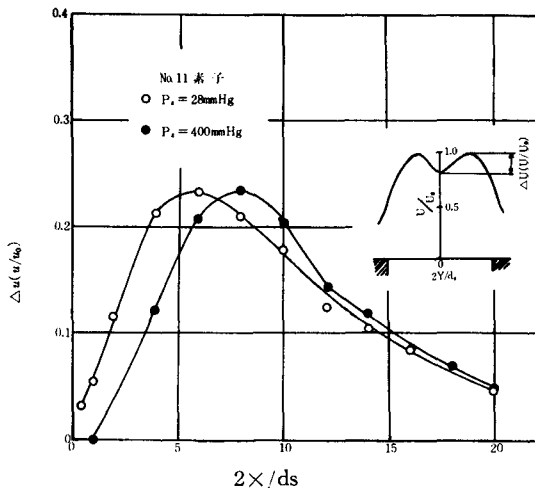


図9 流速分布におけるくぼみ量

れるところに、相似則を考える上に、またノズルの形状を決定する上に非常に問題があり、さらに検討を加えねばならない。なお本実験範囲内では初期の目的とした、ノズル出口における境界層を零にすることは出来なかった、これについては絞り比、長さ l を適当に選定する事

により可能であると考えられるが、くぼみの現象と相まって複雑な様相を示しそうである。

5 結 言

以上の結果を要約すると次のようになる。

- (1) 付着側低圧渦領域の平均圧力 P_{ent} は主噴流ノズル流速に依存するが、ノズル出口における境界層厚さ δ にかなり影響を受け、 δ/d_s が小さい方が P_{ent} の絶対値は大きくなる。
- (2) 主噴流ノズル形状の曲線状の場合、ノズル幅が小さくなると、速度分布にくぼみが現れることがあり、形状決定に注意する必要がある。特に、流速分布を測定せず要素特性を検討する場合注意せねばならない。

謝辞

本研究に当り、平素より御指導いただいている神戸大学工学部米持政忠教授ならびに同研究室の方々に、お礼申し上げます。

文 献

- (1) Bourque, C. and Newman, B. C., Aeronautical Quarterley, Vol. 11, (1960), p.201.
- (2) Brown, F. T., Trans. ASME, Ser. D, (1964), p.175.
- (3) 木村誠, 計測と制御, Vol 10, No.4 (昭46), p.289
- (4) 荻原辰弥, 多田嘉明, 純流体要素子シンポジウム資料, Vol. 5. (1970), p.37.
- (5) Bourque, C., Fluidics Quarterley, Vol. 3. No.3 (1973) p.1,
- (6) 阪部俊也, 若林敏夫, 米持政忠, 奈良高専研究紀要 第7号 (昭和46年) p.29.

A Study on New Metal Forming Process

— Dieless Drawing —

Hideo SEKIGUCHI and Koji KOBATAKE

Summary

A new metal forming process termed "dieless drawing" which uses no die or container has been developed. The metal bar is fixed at one end and is locally heated to a high temperature by an induction coil. It is then pulled at the other end at a constant velocity V_1 , while the induction coil is moved in the opposite or same direction at a constant velocity V_2 .

Larger reductions of area can be obtained even if the material has low workability, since the process is frictionless and is a type of hot working. The reduction of area is fixed by the ratio of the velocities, V_1/V_2 .

Some applications of the process are demonstrated experimentally, such as production of smooth uniform bars (solid and hollow), tapered bars, and bars of various cross-sections.

1. Introduction

"Dieless drawing" is a new technique of metal forming without use of dies. The drawing bar (solid or hollow) is fixed at one end and is locally heated to a high temperature by an induction heating coil. It is then pulled at the other end at a constant axial velocity V_1 , while the induction coil is moved in the opposite or same direction at a constant velocity V_2 . Since the heated zone of the bar has a low flow stress, necking occurs only in this region. Necking, however, is diffused out by the continuous motion of the induction coil, yielding a straight uniform bar.

Dieless drawing has many advantages:

- (1) the absence of a die makes the process less expensive as compared to conventional processes,
- (2) the process is suitable for a material which has a high strength and/or a high frictional resistance since it is a frictionless process,
- (3) a large reduction of area can be obtained in a single pass,
- (4) the reduction of area is determined solely by the ratio of the velocities V_1 and V_2 , and

(5) if the velocity, V_1 or V_2 , is continuously or abruptly changed during the process, various cross-sections can be produced.

There are many factors that determine the success of this process: the temperature, the cooling rate, the reduction of area, the drawing velocity and the material properties. It has been found experimentally, however, that it is very easy to produce smooth uniform bars with the large reductions of area characteristic of this process. Carbon steel and stainless steel in particular behave well. Some applications of dieless drawing to produce various cross-sections are demonstrated experimentally.

2. Experimental Procedure

The materials used in these experiments on dieless drawing are 0.10% and 0.45% carbon steel, 18% Cr-8% Ni stainless steel, and pure titanium. Each drawing specimen is 250 mm long and 8 mm in diameter. No preliminary heat treatment was done. An Instron testing machine with a capacity of 5,000kg was used as the pulling equipment.

Induction heating is superior to other heat source in view of the requirement of local

heating, the ability to produce high heating rates, and the controlling of temperature. A high frequency induction heating device used in this experiment has maximum power of 3 KW and frequency of 2 MHz. The temperature of the material depends on factors such as the power of the induction heating source, the the distance between the coil and the material, and the material's physical constants (specific heat, density, thermal conductivity, permeability). The shape of the induction coil in this experiment is shown in Fig. 1. The coil can

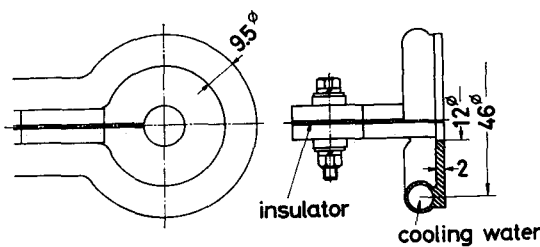


Fig. 1 The shape of the induction coil.

heating time, the shape of the induction coil, be moved at speeds of 0~300 mm/min by a servomotor transferring system.

It is necessary to cool the deformed region rapidly. An air-cooler shown in Fig. 2. is

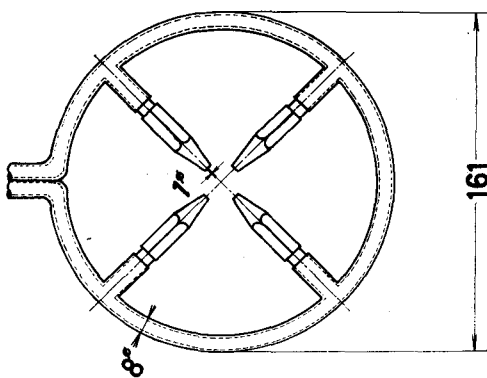


Fig. 2 The shape of the air-cooler.

attached under the induction coil. The distance between the coil and the nozzle of the air-cooler is kept at 11 mm, and the nozzle is located at a point 2 mm from the surface of the specimen. Air pressures from 0.25 to 2

kg/cm² are used.

The variation of temperature along the length of the bar and the radial direction of the bar are both obtained during drawing using Chromel-Alumel thermocouples of 0.3 mm in diameter. These thermocouples are fixed on the surface or interior of the bar by percussion welding, and the measured temperature is recorded on an oscillograph through a low pass filter to eliminate inductive noise.

3. Results and Discussion

Smooth Uniform Bars

Fig. 3 represents two typical arrangements for dieless drawing. A_1 and A_2 are, respectively, the area before and after deformation. While the bar is pulled at the velocity V_1 , the induction coil is transferred in the opposite or same direction at a constant velocity V_2 .

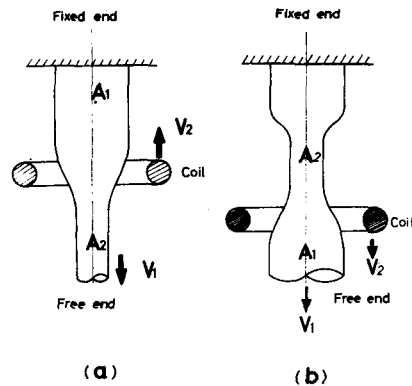


Fig. 3 Two typical arrangements for dieless drawing.

From the law of the constant volume, the relation,

$$A_1 V_2 = A_2 (V_1 + V_2) \quad (1)$$

holds, when steady state is reached in the arrangement in Fig. 3 (a). The reduction of area, r , is given as

$$r = 1 - A_2/A_1 \quad (2)$$

$$= V_1/(V_1 + V_2) \quad (3)$$

In the arrangement in Fig. 3 (b), the velocities are related to the areas as

$$A_1(V_2 - V_1) = A_2 V_2 \quad (4)$$

and the reduction of area is given as

$$r = V_1/V_2 \quad (5)$$

The arrangement in Fig. 3 (a) is more effective to obtain a large reduction of area, but the latter seems to be a unique process. Though these two processes have been accomplished successfully, the process of Fig. 3 (a) is mainly described in this paper.

Other factors such as the temperature distribution affect the success of the process: an insufficient cooling rate produces a broken bar, and an insufficient temperature causes cracks to form on the surface of the bar. That is to say, the transition from an unstable state to a steady state is affected by many factors. If

the selection of the conditions is not suitable, necking will not diffuse uniformly and a broken or non-uniform bar will be obtained.

The suitable conditions have been found experimentally for carbon steels, stainless steel and titanium. For stainless steel and titanium, the maximum power of the induction heating device is supplied, and a power of 1.2 KW (40% of its capacity) is used for carbon steels. The experiments are conducted under the tensile velocities from 10 mm/min to 50 mm/min. The pre-heat period before the deformation is 30 sec, and in the case of stainless steel, temperature increases to about 900°C in this time period.

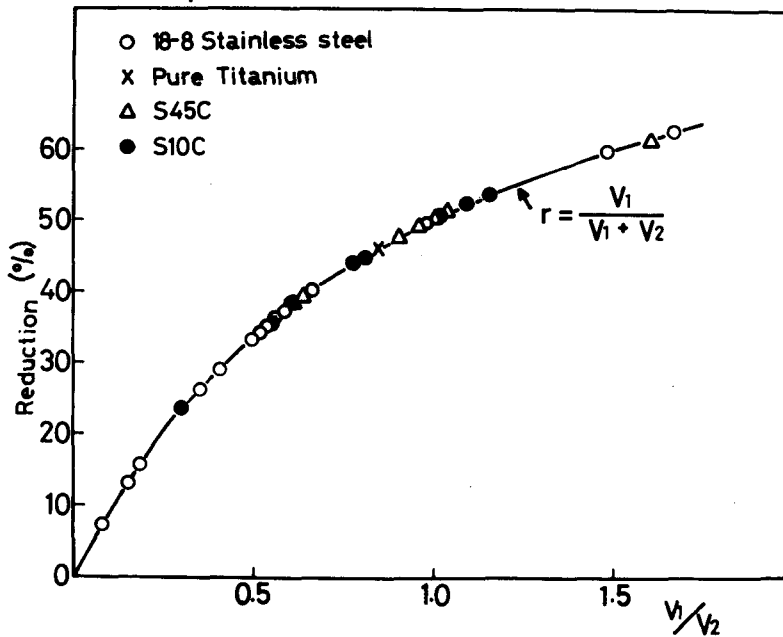


Fig. 4 The relationship between the reduction of area, r , and the velocity ratio, V_1/V_2 .

Fig. 4 shows the relationship between the reduction of area, r , and the velocity ratio, V_1/V_2 . All the experimental results are in good agreement with the calculated values by Eq. (3). The maximum values of the reduction in a single pass are 61% and 60.2%, respectively, for stainless steel and 0.45% carbon steel.

The surfaces of the drawn steel bars are very clean with little oxide films, but titanium

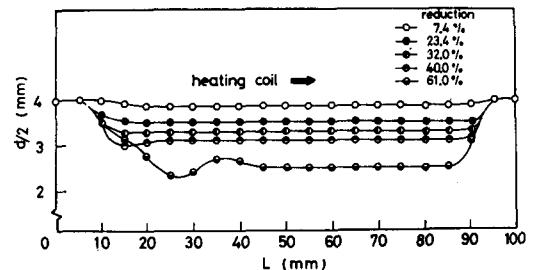


Fig. 5 The profiles of the deformed specimens in stainless steel.

has a rough surface. Fig. 5 represents profiles of some specimens after deformation. In the range of the steady state, there is no variation

in diameter. The actual profiles of the smooth uniform bars can be seen in Fig. 6.

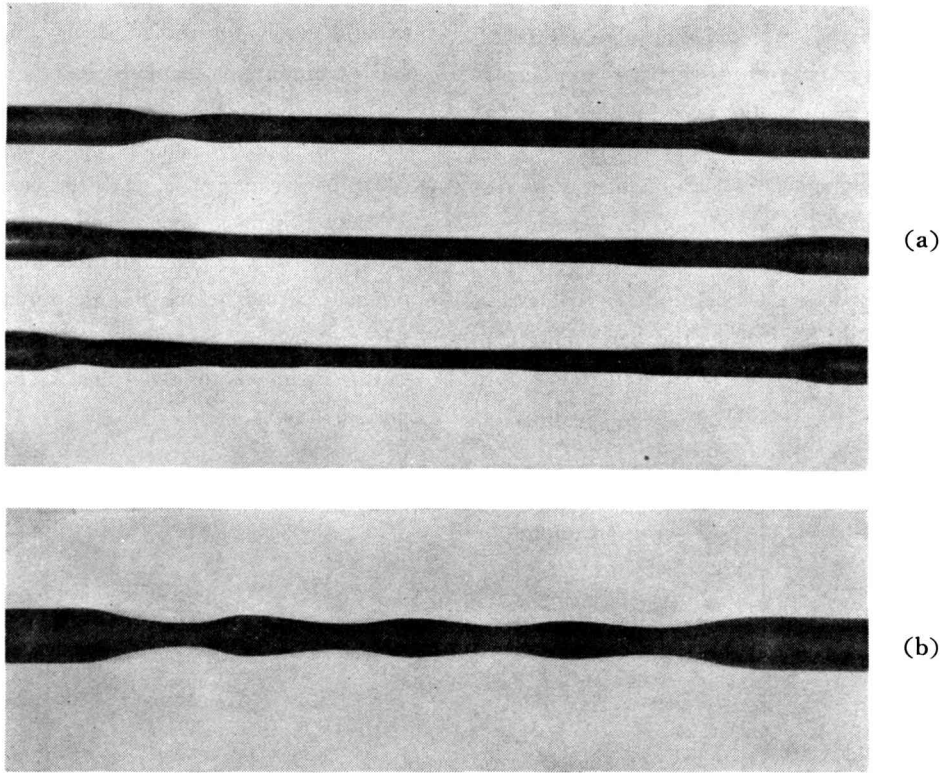


Fig. 6 The drawing bars in 0.45% carbon steel.

- (a) from upper, 1st pass: $r=51.0\%$, 2nd pass: $r=66.2\%$, and 3rd pass: $r=75.0\%$
 (b) a non-uniform bar ($V_1=15\text{mm/min}$, $V_2=8.3\text{mm/min}$)

The more suitable the operational parameters, the larger is the reduction of area obtained in a single pass. The specimen of carbon steel shown in Fig. 6 (b), for example, was expected to produce a reduction of 64%, but instead the diameter varies as a sinusoidal function. If a larger value of the velocity V_2 is set at the beginning and then the velocity is continuously changed to a smaller value, a smooth uniform bar is obtained.

Figs. 7 (a) and (b) show the temperature distribution in stainless steel specimens at time intervals in the pre-heating period. The pressure of the cooling air is 1 kg/cm^2 and the coil stays at the point $z = 0$. The maximum

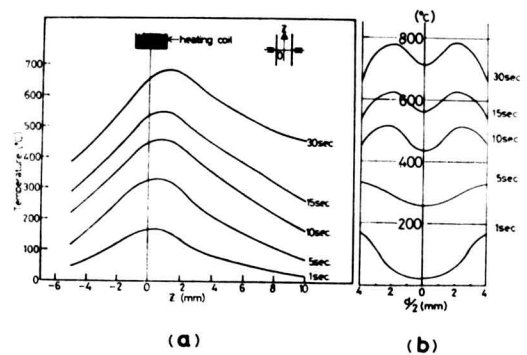


Fig. 7 The temperature distribution in stainless steel.

- (a) the surface temperatures in the longitudinal direction.
 (b) the inner temperatures in the radial direction.

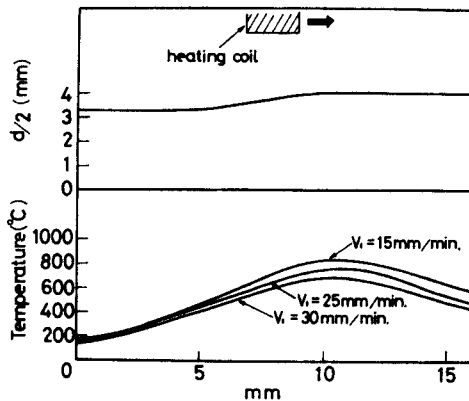


Fig. 8 The variation of the surface temperature during deformation in stainless steel ($r=36\%$).

temperatures increase with the pre-heating time, and the surface temperatures are lower than the inner temperatures because of radiant heat loss.

The variation of the surface temperature during deformation also was measured for a reduction of 36% as shown in Fig. 8. The profiles of the deformed specimen and the temperature distribution in the longitudinal direction are presented. A slight difference in the temperature distribution, which is caused by a different tensile velocity, does not have an effect on the profile in the necked region of the specimen. A suitable temperature configuration which is mainly determined by the shape of the coil and the cooling process, however, is essential for establishing a stable deformation.

As mentioned above, the same value of V_1/V_2 can be obtained with different velocities of V_1 and V_2 . A higher tensile speed results in an increase of the working force during deformation as shown in Fig. 9. It is important to supply a sufficient cooling rate in the case of high speed deformation. When the tensile speed is condition higher than 50 mm/min under the same in Fig. 9, the specimen is broken because of a short cooling period after deformation.

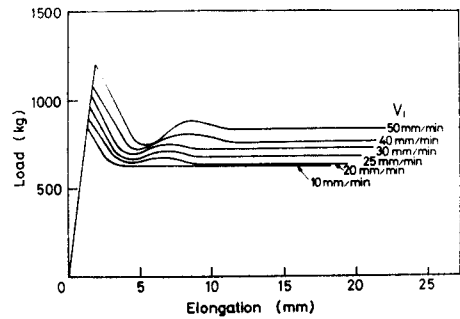


Fig. 9 The load-elongation diagrams in 0.45% carbon steel ($r=40\%$, air pressure 1 kg/cm^2).

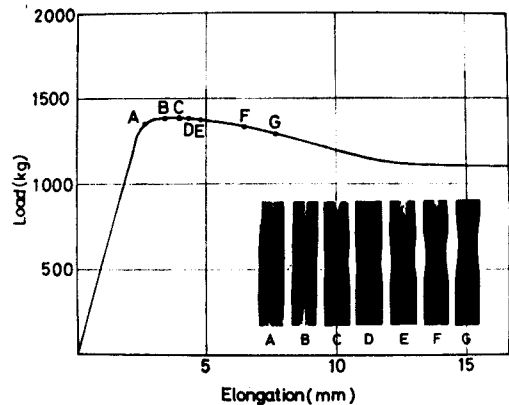


Fig. 10 The load - elongation diagram in stainless steel ($V_1=10\text{mm}/\text{min}$, $V_2=17.8\text{ mm}/\text{min}$, $r=36\%$).

Fig. 10 is a typical load-elongation diagram, which shows the progress of necking and its diffusing process.

Tapered Bars

If the velocity V_1 or V_2 is continuously changed at a constant rate during deformation, a tapered bar will be obtained. A controller is used to change the coil velocity V_2 to a desired rate, using a phototransistor and a DC motor.

Smooth tapered bars are easily produced and some examples are shown in Fig. 11 (a). The conditions to obtain the desired degree of the taper can be established theoretically in terms of a function of the increment of the velocity V_2 .

Varied Cross-Section Bars

Bars having varied cross-sections can be

produced in dieless drawing,

- (a) when a bar is drawn partially or in several passes,
- (b) when the velocity, V_1 or V_2 , is abruptly or intermittently changed, or
- (c) when an unstable deformation occurs regularly.

The first and second methods are useful for making a varied cross-section bar such as a spindle, and it is easy to control the diameter with a prescribed program. Sometimes an unsuitable condition for making a uniform bar produces an interesting shape, as in Fig. 6 (b). An insufficient cooling rate cannot restrict the deformation in the necked region, and necking does not diffuse uniformly. Wavy bars, for example, are useful for wire used in producing pre-stress concrete, and some decorations.

The working conditions to produce varied cross-section bars can be found theoretically and experimentally, and the mass production of them will be possible.

Uniform Hollow Bars

Dieless drawing also can be applied to produce a hollow bar shown in Fig. 11 (c). Steel pipes, which have an outer diameter of 8 mm and an inner diameter of 6 mm, are used for the specimens. There is a straight line relationship between the thickness and the outer diameter after deformation, and the surface is extremely smooth.

Drawn Bars of Composite Materials

A stainless steel hollow bar and a carbon steel solid bar were drawn simultaneously by this process. The outer diameter of the pipe is 8.0 mm and the inner diameter is 6.0 mm. The solid bar has the diameter of 5.8 mm, which has been drawn from the original diameter of 8.0 mm in this process.

The composite materials are deformed to the outer diameter of 7.4 mm at a tensile velocity

of 15 mm/min, and the good result is seen in Fig. 11 (d). In order to examine the strength of the composite of these two materials, a shearing test is conducted. The composite bar has little resistance to separation by shear, but this method is useful to obtain a clad wire which has resistance to corrosion.

Other Applications

The mechanical properties of the dieless drawing bars have not been extensively investigated. Hardness tests are carried out. Drawn steels have the almost the same hardness values as those of the as-received materials, and no variation in hardness is seen in the radial direction. This means they have been annealed after deformation.

It is possible to give a heat treatment to the material during or after drawing, because both the heating rate and the cooling rate are controllable; direct quenching, annealing, ausforming and so on can be applied effectively in this process.

As a small hole on a bar is elongated longitudinally, the process is useful for making a long and narrow hole on the drawn bar. It is also confirmed that a steel plate can be shaped by this process.

4. Conclusion

"Dieless drawing" has been developed as a new metal forming process, and the process has many advantages.

- (1) Dieless drawing is suitable for a material which has a high strength and/or a high frictional resistance, since it is a type of hot working and a frictionless process.
- (2) The working force in the process is very small.
- (3) A large reduction of area can be obtained in a single pass.
- (4) The reduction of area is determined solely by the ratio of the axial velocity and the coil

velocity.

(5) There are little oxide films on the surface of the drawing bar.

(6) It is possible to give some kinds of heat treatments to the materials during and after drawing.

(7) The process can be applied to produce a tapered bar, a varied cross-section bar and others.

However, it has also some disadvantages.

(1) The suitable temperature distribution must be found experimentally.

(2) In the present position, high speed drawing is not realized because of the time required

to heat and cool the material.

More applications of dieless drawing are possible and the mechanical properties of the drawing bars should be extensively investigated.

From a manufacturing point of view, the process seems to be available and a practical dieless drawing machine will be made in the near future.

Acknowledgement

The authors would like to thank Professor M. Oyane of Kyoto University for his advice.

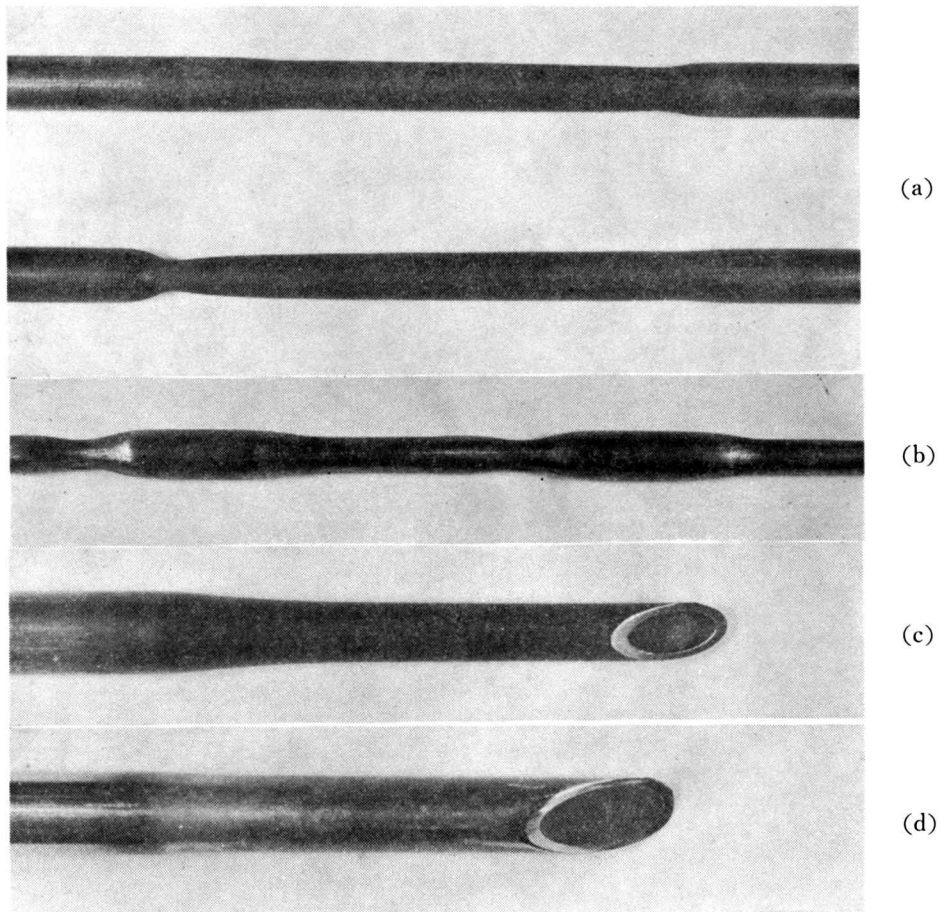


Fig. 11 Some applications of dieless drawing in carbon steel.

- (a) tapered bars (upper: $V_1=15\text{mm/min}$, $V_2=60\rightarrow6.7\text{ mm/min}$, lower: $V_1=15\text{mm/min}$, $V_2=15\rightarrow68.2\text{mm/m.n}$)
- (b) a varied cross-section bar
- (c) a smooth hollow bar ($V_1=15\text{mm/min}$, $V_2=30\text{mm/min}$)
- (d) a clad wire with stainless steel

噴流衝突面の熱伝達特性

(第2報, 付着噴流の場合)

中 谷 洵

Characteristic of Heat Transmitting

Surface with Impingement of Jet

(2nd Report, Case of Plane Jet Reattached to a Surface)

Makoto NAKATANI

抄 録

噴流衝突面の熱伝達に関する一連の研究を行なっているが、今回はオフセット流れ、つまり Coanda 効果による噴流付着面の熱伝達に関する実験的な研究を行なった。その結果局所熱伝達率の最大点は常に噴流付着点において現われ、しかも著者らの研究範囲 ($15 < H/A_0 < 35$) においては最大点の現われる位置はオフセット比 H/A_0 の増大とともに噴流吹き出し口から直線的に遠ざかっていく。そしてその値は

$$N_{u,0} = f(R_e \cdot H/A_0 \cdot \theta)$$

なる関係で与えられる。また局所熱伝達率は岐点およびそれ以外の点においても垂直噴流の場合と同様レイノルズ数の 0.58 乗に比例することが明らかとなった。

1 は し が き

生産工程などにおいて作業者を有害ガスやじんあいから守るためにエア・カーテンがしばしば用いられる。このカーテン噴流は壁面の近くにおいて面に平行に噴出する場合、Coanda 効果によって壁面に付着することが知られている。著者らは以前このような付着平面噴流が下方から熱対流の影響を受ける場合の偏向特性に関する研究を行ない良好な成果を納めた^{(1),(2)}。しかしこの研究において噴流と付着面との間の熱伝達は流れに平行に置かれた平板の熱伝達に近似できるものとして理論的な解析を行なった。その結果流動特性の解析においては一応の成果を得たが、噴流と壁面間の熱伝達を問題とする装置においてはこの近似では不十分であることは明らかである。すなわち付着噴流の場合噴流衝突面の熱伝達と同様、噴流付着点においてかなり高い局所熱伝達が与えられるものと考えられる。しかしその値は噴流が伝熱面に垂直

に当たる場合の岐点熱伝達よりいくらか小さいことが予想される。したがって熱交換を主目的とする場合は付着噴流よりむしろ面に垂直に当たる衝突噴流を用いるべきであろう。付着噴流の場合はむしろ前述のように有害ガスなどのシャ断が目的であって、高い局所的な伝熱がかえって不利益をもたらすことが多いと思われる。

さて付着噴流の流動特性については流体素子の開発にともなうかなり研究が進んでいる⁽³⁾が熱伝達に関する研究は熊田ら⁽⁴⁾の報告以外は皆無にちかい。そこで今回は噴流衝突面の熱伝達に関する研究の一環として付着噴流を取り上げて実験的な研究を行ない、良好な成果を得たので報告を行なう。

2 記 号

この報文において用いた記号は下記の通りである (図 1 参照)

- A_0 : 主噴流吹き出し口幅
- B : 主噴流吹き出し口横幅
- H : 主噴流吹き出し口中心から付着面までの距離
- l : 吹き出し口長さ
- $N_{u,0}$: 岐点ヌセルト数 ($= \alpha_0 A_0 / \lambda$)
- $N_{u,x}$: 局所ヌセルト数 ($= \alpha_x A_0 / \lambda$)
- P : 付着面上の静圧
- R : 付着点の描く円弧半径
- R_e : レイノルズ数 ($= U_0 A_0 / \nu$)
- U_0 : 主噴流吹き出し速度
- x : 付着面方向距離
- X_a : 噴流付着距離
- z : 岐点より付着面方向距離
- α_0 : 岐点熱伝達率
- α_x : 局所熱伝達率

- θ : 噴流付着角
 λ : 熱伝導率
 ν : 動粘性係数

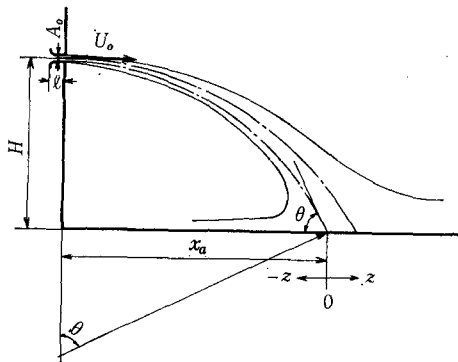


図1. 記 号

3 実験装置と実験方法

噴流付着面は幅 100 mm, 長さ 1000 mm の平板を用い, この中央に幅 50 mm で厚さ 30μ のステンレス箔をはりつけた。伝熱量はこのステンレス箔を交流電流によって直接加熱し, 加えた電圧と電流を測定することによって求めた。また局所熱伝達率はステンレス箔裏面に取り付けた $0.1\text{ mm}\phi$ の C-C 熱電対によって測定すると同時に吹き出し噴流の温度を測定することによって求めた。なお熱電対を $0.1\text{ mm}\phi$ と細くしたのは熱電対を伝って熱が逃げるのを防ぐためであり, また熱が伝熱面裏方向に伝導によって流出するのを防ぐために厚さ 5 mm の発泡スチロール板を挿入した。

噴流媒体としては空気を用い, 噴流の吹き出し口は入口部に $A_0/2$ すなわち 5 mm の丸みをつけ, 流れがはく離するのを防いだ。なお吹き出し口の寸法は幅 $A_0=10\text{ mm}$, $B=100\text{ mm}$ および長さ $l=20\text{ mm}$ とし, オフセット比 H/A_0 は 15~35 に変化させうる構造とした。

測定はまず各流速において流れが吹き出し口から伝熱面に平行にかつ一様速度で吹き出しているかを確認した後, 前述のオフセット比の範囲すなわち 15, 20, 25, 30 および 35 について噴流の吹き出し速度を 5, 10, 15 および 20 m/s に変化させて局所熱伝達率の測定を行なった。さらに噴流の付着点を求めるために伝熱面と同一寸法で面中央部に静圧測定穴を有する平板によって伝熱面上の静圧分布の測定を行ない, これまで報告されているオフセット比 H/A_0 と付着距離 x_a の関係の確認を行なうとともに, 局所熱伝達率の分布と噴流付着点の関係を調べた。

4 実験結果とその考察

4.1 付着面上の局所熱伝達率 オフセット比および噴流吹き出し速度を変化させた場合の局所熱伝達率の分布を測定した結果の一部を図 2 および図 3 に示す。図 2 は噴流吹き出し速度 $U_0=10\text{ m/s}$ 一定とし, オフセット比 H/A_0 を 15~35 に変化させたときの測定値である。

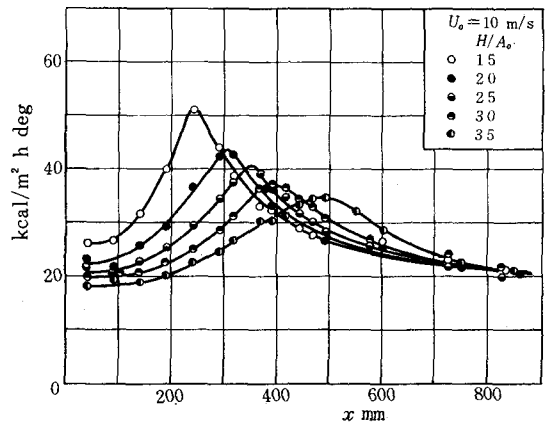


図2. 局 所 熱 伝 達 率

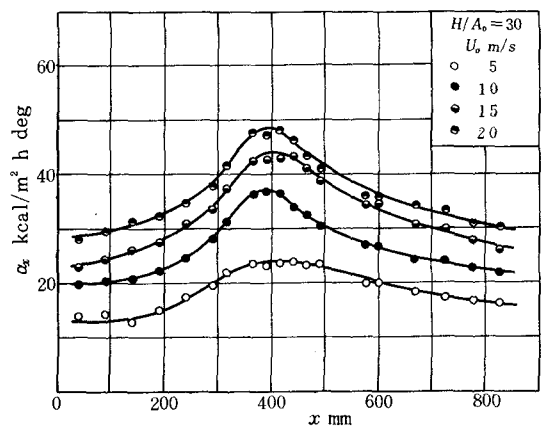


図3. 局 所 熱 伝 達 率

図から明らかなように H/A_0 が大きくなるほど, つまり付着点が吹き出し口から遠くなるほど局所熱伝達率の最大値すなわち岐点熱伝達率 α_0 の値が低下している。この研究における H/A_0 は比較的大であるため噴流はせん移領域を過ぎてから面に付着していることになる。これは前報⁽⁵⁾で報告した噴流が平面壁に垂直に当たる場合の $H/A_0 > 8$ の範囲に相当する。図 3 はオフセット比 $H/A_0 = 30$ のとき噴流吹き出し速度を 5~20 m/s に変化させた場合の局所熱伝達率の分布を示す。図よりわかるように局所熱伝達率の最大値を示す位置は噴流の吹き出し速度には無関係に常に一定であることがわかる。この最大値を示す位置が噴流の付着点であることは後程示す図からも明らかである。また局所熱伝達率の分布はなだらかな山の形をなしているが, 下流域側と低圧うず領域側で

はいくぶん違った分布を示している。すなわち垂直噴流の場合のように左右対称の分布とはならない。

4.2 静圧分布と付着距離 噴流の付着点を求めるために付着面上の静圧分布の測定を行なった。その測定値の一例を図4に示す。この図において静圧 P は噴流の

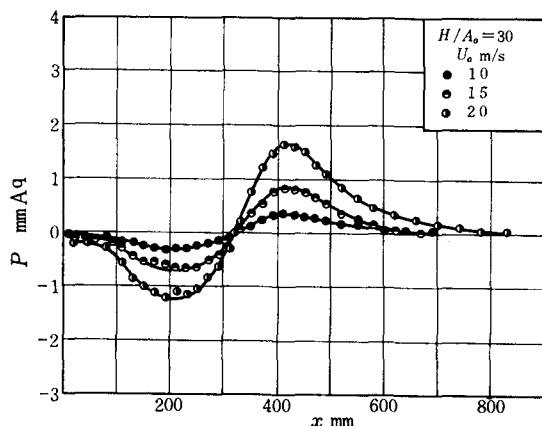


図4. 静圧分布

吹き出し速度 U_0 の減少とともに低下するが、この静圧 P の最大値の現われる位置は噴流の吹き出し速度に無関係に一定であり、この点が噴流の付着点である。このことはこれまで多くの研究者らによっても明らかにされている。また低圧うず領域の負圧も吹き出し速度の減少とともに低下し、最大負圧の現われる位置も U_0 に無関係に一定であることがわかる。

そこでこの静圧最大値の現われる位置を付着点と考え測定値を整理すると図5の通りである。なお図中の○印

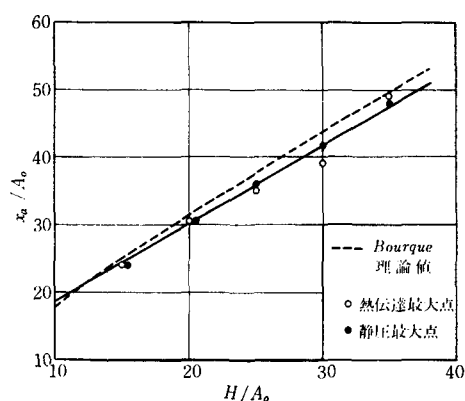


図5. 噴流付着距離

は局所熱伝達率の最大値すなわち α_0 の現われる位置であり、付着点と一致していることがわかる。また図中の破線はBourqueら⁽⁶⁾の理論値であり、測定値がかなりよく一致している。また赤川ら⁽⁷⁾の測定結果は著者らの測定値とほぼ同じ値を示している。すなわち我々の測定結

果によると H/A_0 が15~35の範囲においては付着距離 x_a/A_0 はほぼ直線的に変化しており

$$x_a = 7.01A_0 + 1.149H \quad \dots(1)$$

なる実用式を用いて付着距離が求められる。

4.3 熱伝達率の式表示 岐点熱伝達率 α_0 を無次元数(ヌセルト数)表示し、オフセット比との関係を示すと図6のようになる。すなわちこの図は噴流吹き出し速度

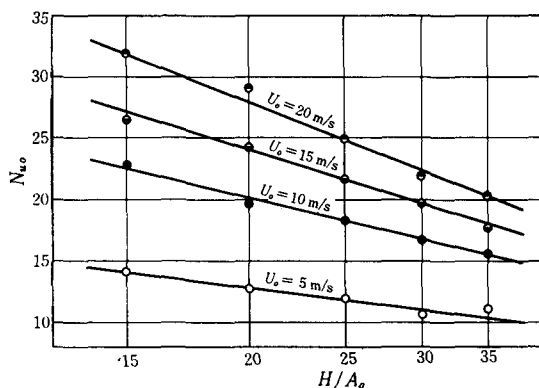


図6. 岐点熱伝達率とオフセット比の関係

をパラメータとし、 Nu_0 と H/A_0 の関係を示したものである。なおここで用いたヌセルト数 Nu_0 は $\alpha_0 A_0 / \lambda$ であり、 λ は伝熱面と噴流の平均温度における流体つまり空気の熱伝導率である。この図より明らかなように熱伝達率はオフセット比 H/A_0 に反比例していることがわかる。すなわち H/A_0 が増大するほど Nu_0 は低下しており、その傾向は吹き出し速度が増大するほど著しいことがわかる。熊田⁽⁴⁾らの物質伝達による研究によると、この関係は吹き出し速度には無関係に同じ勾配で変化するとして

$$Nu_0 = f(R_e \cdot H/A_0) \quad \dots(2)$$

なる関係を導びいている。しかし著者らの実験によると吹き出し速度によって勾配の異なる傾向を示した。したがってこの結果からは熊田らの求めた関係式は求まらない。そこで噴流の付着点近傍を考えると図7のように噴

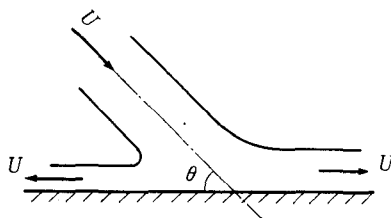


図7. 付着点近傍

流は伝熱面に対して θ の角度をなしている。いま噴流の吹き出し速度 U_0 が一定で、噴流吹き出し口から伝熱面までの距離が同じであれば噴流軸が伝熱面に垂直な場合

すなわち $\theta=90^\circ$ のとき伝熱面の静圧は最大となり、したがって局所熱伝達率も最大となる。しかし噴流軸が伝熱面に対して傾斜するに従って伝熱面上の静圧は低下していくと考えられる。そこで岐点ヌセルト数 N_{uo} が傾斜角 θ の関数であると仮定し $N_{uo}/\sin\theta$ をオフセット比 H/A_o で整理すると図8のようになる。ただしこの関係

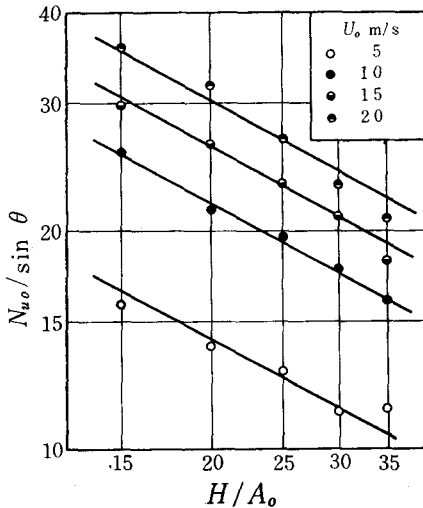


図8. $Nue/\sin \theta$ - H/A_o

は著者らの実験範囲 $63^\circ < \theta < 73^\circ$ において近似的に成立するもので θ が0に近づいても N_{uo} が0に近づくことはない。なおここで用いた傾斜角 θ は付着点が H/A_o の増大とともに円弧を描いて増大すると仮定して付着距離 x_a から幾何学的に求めた(図1参照)。すなわち円弧の半径を R とすると

$$H = R(1 - \cos \theta) \quad \dots(3)$$

$$x_a = R \sin \theta = (H(2R - H))^{1/2} \quad \dots(4)$$

なる関係が成り立つ。

図より明らかなように各噴流吹き出し速度 U_o に対する $N_{uo}/\sin\theta$ と H/A_o の関係は両対数線図で示すと同じ傾きをもった直線で与えられる。この図より直線の勾配を求めると -0.55 となり $N_{uo}/\sin\theta$ が $(H/A_o)^{-0.55}$ に

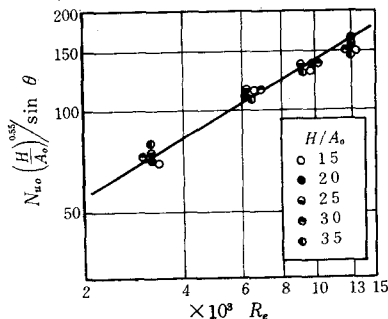


図9. 岐点熱伝達率

比例することがわかった。そこで測定値を $(N_{uo}H/A_o)^{-0.55}/\sin\theta$ と R_e の関係で整理すると図9のようにな一本の直線で与えられる。

ただし R_e は $U_o A_o/\nu$ であり、動粘性係数 ν は熱伝導率 λ と同様伝熱面と噴流の平均温度における空気の数を用いた。この図より岐点熱伝達率を与える実験式を求めると

$$N_{uo} = 0.678 R_e^{0.58} \left(\frac{H}{A_o}\right)^{-0.55} \sin \theta \quad \dots(5)$$

なる形で与えられる。この式よりわかるように岐点ヌセルト数は前報に報告した噴流が伝熱面に垂直に当たる場合と同様レイノルズ数の0.58乗に比例している。

次に付着点より下流および上流(低圧うず領域側)面の局所熱伝達率について考察する。前述のように付着噴流においても岐点熱伝達率が垂直噴流の場合と同様レイノルズ数の0.58乗に比例しているので、岐点より下流および上流においてもこの関係が成立するものと仮定して $N_{uz}/R_e^{0.58}$ を z/A_o の関係で整理すると図10および図11のようになる。ただし距離 z は付着点を原点とし、

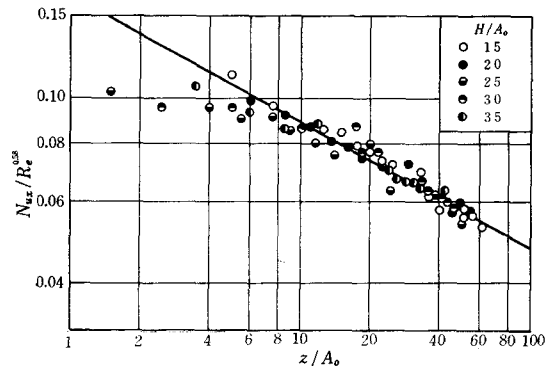


図10. 下流域局所熱伝達率

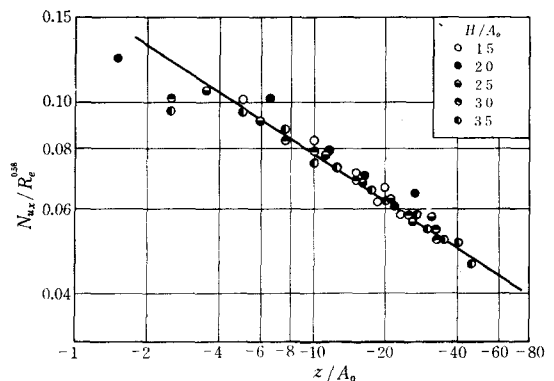


図11. 低圧うず領域局所熱伝達率

下流側を(+), 低圧うず領域側を(-)とする(図1参照)。これらの図より岐点近傍を除いて両対数線図でそれぞれ一本の直線と与えられ、 $R_e^{0.58}$ に比例するという仮定の正しいことがわかる。したがってこの結果を用いて岐点両側に対する熱伝達率を与える実験式を求めると、岐点より下流域に対して

$$Nu_x = 0.1657 Re^{0.58} \left(\frac{z}{A_0} \right)^{-0.271} \quad \dots(6)$$

低圧うず領域側に対して

$$Nu_x = 0.1647 Re^{0.58} \left(\frac{z}{A_0} \right)^{-0.325} \quad \dots(7)$$

となる。

付着噴流による付着面上の局所熱伝達率は以上述べた各実験式によってかなり正確に推定が可能ながわかった。そして作業者を有害ガスやじんあいから守り、しかも熱損失の少ないエア・カーテンを設計する場合は可能ながざりオフセット比 H/A_0 を大きくすることが望ましく、交換熱量の増大を計りたい場合は逆に H/A_0 を小さくすればよいといえる。

5 む す び

Coanda 効果による噴流付着面の熱伝達に関し実験的に研究した結果、オフセット比が15~35の範囲に対し次のことが明らかとなった。

- 1) 局所熱伝達率の最大値は常に噴流付着点に現われ、その位置はオフセット比のみによって決まり、噴流の吹き出し速度には無関係である。

- 2) 噴流付着点は

$$x_a = 7.01 A_0 + 1.149 H$$

なる実用式でかなり正確に求められる。

- 3) 岐点熱伝達率はレイノルズ数の0.58乗に比例し、

$$Nu_0 = 0.678 Re^{0.58} \left(\frac{H}{A_0} \right)^{-0.55} \sin \theta$$

で与えられる。

- 4) 付着点下流および上流域に対しても局所熱伝達率はレイノルズ数の0.58乗に比例し、下流側に対し

$$Nu_x = 0.1657 Re^{0.58} \left(\frac{z}{A_0} \right)^{-0.271}$$

上流側に対し

$$Nu_x = 0.1647 Re^{0.58} \left(\frac{z}{A_0} \right)^{-0.325}$$

で与えられる。

おわりにこの研究に協力を願った松下電産KKの生駒光博君、川崎重工KKの倉本保博君に謝意を表します。

参 考 文 献

- (1) 加藤・中谷：空気調和・衛生工学，第45巻 第3号，（昭46—3，129.）
- (2) 加藤・中谷：空気調和・衛生工学，第45巻 第7号，（昭46—7，513.）
- (3) 例えば R.A. Sawyer：Journal of Fluid Mechanics, Vol. 9, Part. 4, (1963—3)，543.
- (4) 熊田他2名：機械学会誌，第76巻 第655号，（昭48—7），822.
- (5) 中谷：奈良高専研究紀要，第8号，（昭47），23.
- (6) C. Bourque & B. G. Newman：The Aeronautical Quarterly, Vol. XI, (1960—8)，201.
- (7) 赤川他2名：日本機械学会論文集，36巻 287号，（昭45—7），1126.

弱電離平板境界層における電子密度測定について

松 岡 一 起
岸 下 晴 亮

Measurement of Electron Number Density on the Flat Plate Boundary Layer in a Partially Ionized Gas

Kazuoki MATSUOKA
Haruaki KISHIGE

A combined experimental and numerical investigation was conducted on the flat plate boundary layer flow of a partially ionized argon gas. A cylindrical Langmuir probe was used to measure electron number density distributions in the boundary layer. Numerical profiles of electron number density compared favorably with experimental results. In the theoretical calculation, electron-ion recombination was considered, and the boundary condition at the wall was used the value of the experimental data.

1. ま え が き

電離気体の研究は宇宙物理、飛翔体の大気圏再突入問題等にとって重要である。プラズマ境界層の研究は多くの研究者によってなされてきた。Bredfeldt ら⁽¹⁾と Tseng ら⁽²⁾は平板を使って実験を行っている。彼らは円筒プローブとフラッシュ・プローブを用いて境界層内のイオン密度分布を求めている。特に Tseng らは電子温度とプラズマ電位を求めている。Back⁽³⁾は弱電離平板境界層の熱伝達に関連した研究を行ったが解析にあたり全ての粒子が同じ温度であると仮定している。Sherman ら⁽⁴⁾はシースの効果を考慮して電子温度を求めこの結果を Saha の平衡式に用いて電子密度分布を求めている。Tseng ら⁽²⁾は三体再結合を仮定して電子温度とイオン密度分布の計算を行っている。最初は電子エネルギーを直接とかずに円筒プローブ測定による電子温度分布を用いて荷電粒子の密度分布を求め、繰り返し計算を行っている。本研究では境界層内の電子密度を円筒プローブ、フラッシュ・プローブを用いて測定し、理論値と比較したものである。

2. 記 号

本報告で用いるおもな記号はつぎのとおりである。

c : イオン濃度 ($=\rho_i/\rho$)
 c_p : 定圧比熱 ($=5k/2m_A$)
 D_a : 両極性拡散係数
 E : 両結合当り電子がうばうエネルギー
 f : 無次元流れ関数
 g : 無次元全エンタルピー

k : ボルツマン定数
 L : 非弾性衝突によるエネルギー移動量
 ℓ : Chapman-Rubens 数 ($=\rho\mu/\rho_e\mu_e$)
 M : マッハ数
 m : 質量
 n : 数密度
 P_r : プラントル数 ($=\mu c_p/\lambda$)
 Q_{ij} : i -粒子, j -粒子間の衝突断面積
 R : 弾性衝突によるエネルギー移動量
 S_e : シュミット数 ($=\mu/\rho D$)
 T : 温度
 u : x 方向の速度
 v : y 方向の速度
 $\dot{W}$: イオン生成速度
 x : 平板にそった距離
 y : 平板に垂直な距離
 z : 無次元濃度
 β : 再結合係数
 γ : 比熱比
 η : 変換座標
 θ : 無次元電子温度 ($=T_E/T_{Ee}$)
 θ : 無次元ガス温度 ($=T_A/T_{Ae}$)
 μ : 粘性係数
 ξ : 変換座標
 ρ : 密度
 Ψ : 流れ関数
添字
 A : 原子

E : 電子
 e : 境界層端
 I : イオン
 w : 壁面
 ∞ : 自由流

3. 理論解析

気体が一部電離している非平衡境界層を考える。このようにときにはソースの厚みは境界層厚さにくらべて非常に薄く電離気体は両極性拡散を行う。解析をするにあたりつぎのような仮定をおく。

- (1) 気体はアルゴン原子、イオン、電子より成立つ。
- (2) 電離度は1に比べて非常に小さい。
- (3) イオンと原子は熱的平衡にある。
- (4) 定常流れである。

3・1 基礎方程式

図1のように座標軸をとると境界層の基礎方程式として次式がえられる。なお電離度が1に比べて非常に小さいため、重い粒子の基礎式は荷電粒子によって変化をうけないため一般に用いられている式を用いる。

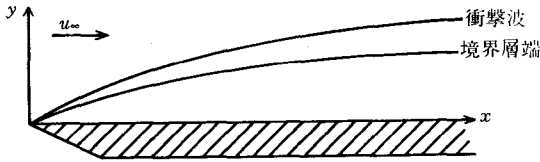


図1 平板上の流れ

電子—イオン対保存式

$$\rho u \frac{\partial c}{\partial x} + \rho v \frac{\partial c}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial y} (\rho D_a \frac{\partial c}{\partial y}) + \dot{W} \quad (1)$$

電子エネルギー保存式

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{3}{2} n_E k u T_E \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{3}{2} n_E k v T_E \right) = \frac{\partial}{\partial y} \left(\lambda_E \frac{\partial T}{\partial y} \right) - \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} \right) + R + L \quad (2)$$

(2)式における $\dot{W}$

$$\dot{W} = m_I \frac{dn_E}{dt} \quad (3)$$

または dn_E/dt はつぎのように表わされる。

$$\frac{dn_E}{dt} = -\beta n_E^2 \quad (4)$$

ここで β は再結合係数で $1000^\circ K \leq T_E \leq 4000^\circ K$, $10^{11} \leq n_E \leq 10^{14}$ のときは次式で与えられる。

$$\log_{10} \beta = \sum_{i=0}^3 \sum_{j=0}^2 A_{ij} (\log_{10} \frac{n_E}{10^{11}})^i$$

$$\left(\frac{1000}{T_E} \right)^{\frac{j}{2}} \quad (5)$$

ここで A は定数である。 R , L は弾性衝突, 非弾性衝突によるエネルギー移動量でそれぞれつぎのように表わされる。

$$R = 12 \sqrt{2} n_E^2 \left(\frac{m_E k T_E}{\pi} \right)^{1/2} \cdot$$

$$\frac{k(T_A - T_E) Q_{EE}}{m_A} \quad (6)$$

$$L = \beta n_E^2 E \quad (7)$$

光学的に薄いプラズマに対してCohen⁽⁵⁾が求めた値を用いる。

3・2 座標変換

相似解をうるためにつぎのような座標変換を行う。

$$\xi(x) = x, \eta(x, y) = \left(\frac{u_e}{\rho_e \mu_e \xi} \right)^{1/2} \int \rho dy \quad (8)$$

$$f(\xi, \eta) = \frac{\Psi}{(\rho_e \mu_e u_e \xi)^{1/2}} \quad (9)$$

(8), (9)式を(1), (2)式に用い, $\partial/\partial \xi$ の項を省略すると電子—イオン対保存式

$$\left(\frac{l}{S c_a} z' \right)' + \frac{1}{2} f z' = \xi \frac{n_E}{u_e} z \left(\frac{z}{\theta} \beta - \beta_e f' \right) \quad (10)$$

電子エネルギー式

$$\begin{aligned} \theta'' + \left(\frac{5\theta'}{2\theta} - \frac{\theta'}{\theta} + \frac{a}{2} \frac{z\theta f}{\theta^{5/2}} \right) \theta' + \frac{a}{3} \\ \cdot \frac{\theta f}{\theta^{5/2}} \left(\frac{3}{2} z' + \frac{z\theta'}{\theta} \right) \theta + b \xi \frac{z^2}{\theta^4} \left(\frac{\theta}{\tau} \right. \\ \left. - \theta \right) + b \xi \left(1 - \frac{1}{\tau} \right) \frac{\beta}{\beta_e} \frac{z}{\theta} = 0 \end{aligned} \quad (11)$$

ここで τ は T_{Ee}/T_{Ae} を示す。また a, b は境界層端の輸送諸量で表わされる定数である。⁽⁶⁾ 上式で ξ はパラメータとして取扱う。気体の温度 θ (ガス温度)は次式で与えられる。

$$\theta = g + \frac{1}{2} (\gamma - 1) M_e^2 (g - f'^2) + \Gamma (g - z) \quad (12)$$

ここで Γ は

$$\Gamma = c_e \frac{I}{m_A} \frac{1}{c_p T_{Ae}} \quad (13)$$

また電子密度 n_E は

$$n_E = n_{Ee} \frac{z}{\theta} \quad (14)$$

である。中性粒子の運動量保存式, エネルギー式はそれぞ

れ次式を用いる。

$$\left(\ell f'''\right)' + \frac{1}{2} f f'' = 0 \quad (15)$$

$$\left(\frac{\ell}{Pr} g'\right)' + \frac{1}{2} f g' = 0 \quad (16)$$

3・3 境界条件

境界層端における境界条件は

$$f'(\infty) = 1, g(\infty) = 1, \theta(\infty) = 1$$

$$\theta(\infty) = 1, z(\infty) = 1$$

壁面における境界条件は

$$f(0) = 0, g(0) = g_w, \theta(0) = \theta_w$$

$$\theta(0) = \theta_w, z(0) = z_w$$

であり、これらの値は実験値をもってあてる。

3・4 数値計算

電子密度 n_E を最終的に永めるわけであるが(10)~(16)式はお互いに関連している。これらの式を境界条件を用いて数値計算を行うに当り $\ell = 1$, $Pr = \frac{2}{3}$ を用い Sc_a はまず1とおき再結合を考えないで近似計算を行い逐次計算を行い n_E を求める方法をとった。数値計算はRunge—Kutta—Gill法で η の巾は0.01きざみにとり京大大型計算機FACOM 230—75を用いて行った。

4. 実 験

実験は京都大学低密度プラズマ・ジェット風洞を用いて行った。図2に実験装置を示す。ノズルから出たアルゴンプラズマ流が平板上に吹きつけるようになってい

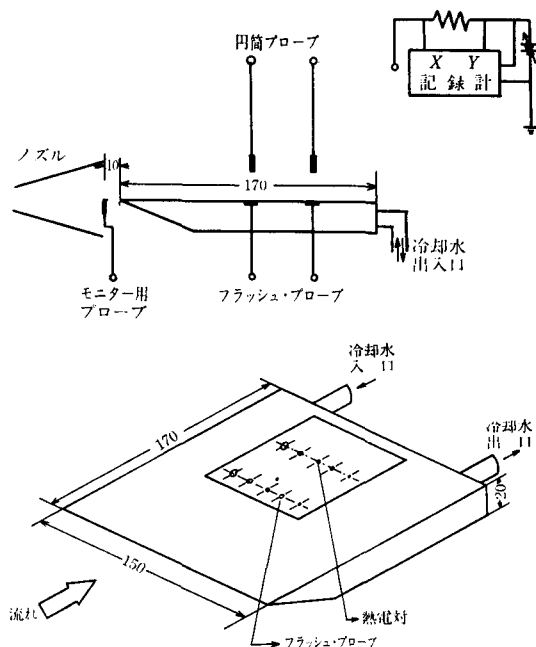


図2 実験装置・図3 平板模型

る。平板の先端はノズル出口から10mmの所に設置されていて風洞全体と電気的に浮いた状態にしてある。また平板の壁温を一定にするために水冷却をした。プラズマ流はどうしても実験中に不安定になるためノズル出口にモニター用の平面プローブをおき、プローブに捕集されるイオン電流が一定になるときのみ測定を行うようにした。これをチェックすることは同時に岐点圧と測定室圧が一定になることを確認することにもなる。平板の先端から87mm, 127mmの位置で円筒プローブを上下させプローブの電流—電圧特性をとり電子密度分布を求めた。また壁面での電子密度は平板に埋め込まれたフラッシュ・プローブにより求められるようにした。これらの特性はすべてX—Yレコーダーで記録した。円筒プローブの材質はタングステンでプローブ半径0.125mm, 長さ10.5mm, モニター用平面プローブは同じくタングステン製でプローブ半径0.375mmであり、いずれのプローブもパイレックスガラスで保護してある。平板に埋め込んだフラッシュ・プローブは銅製でベークライト板で電気的に絶縁されるようになっている。図3に平板模型が示されている。平板は黄銅製で長さ170mm, 巾150mm, 厚さ20mm, 先端の開先は22°にとってある。先端から87mm, 127mmのところに大きさ8mm ϕ , 4mm ϕ , 2mm ϕ , 1mm ϕ のフラッシュ・プローブが一列に配置され、中心に壁温測定用の熱電対が埋め込まれている。実験にあたってはノズル中心上にフラッシュ・プローブがくるように平板を移動させて中心線上の境界層の実験ができるようにした。表1に実験条件を示す。

表 1

アルゴン流量 (g/sec)	0.099
岐点圧 (mmHg)	7.65
測定室圧 (mmHg)	0.12
M_∞	4.56
u_∞ (cm/sec)	1.675×10^5
$T_{A\infty}$ (°K)	389
T_{AW} (°K)	313

5. 実験および計算結果

図4は $x = 87\text{mm}$ における電子温度およびガス温度分布を示す。ガス温度分布は超音速流特有の長ぐつ型の分布を示している。これは理論計算の結果で比較的強い衝撃波と境界層の干渉理論から M_∞ を算出して(12)式より求めたものである。電子温度はフラッシュ・プローブによる実験値を壁面の境界条件として(14)式により求めた。電子温度の熱層は非常にあつく変化もゆるやかである。実験値は理論値よりも一般に低い値を示しているが傾向は

よく合っている。このずれはフラッシュ・プローブによる電子温度の実験値が低いためである。図5はシュミット数の理論値を示している。 $x=87\text{ mm}$, $x=127\text{ mm}$ の両方とも略同じ傾向を示す。この曲線はガス温度と同じ型となっており、0.5~1.0の間の値をとる。図6は電子密度分布の実験値と理論値を示している。実験値は理論値よりもはやく収束する。これは理論計算に電子温度が関連しており電子の熱層が伸びている影響をうけている。また実験におけるプラズマ流は円錐流を形成しており平板より相当上では測定室の真空状態の空間へ拡散が行なわれているために電子密度が低くなっていると考えられる。平板後方では前方よりも一般に電子密度が低い値を示している。これは円錐流による拡散によるためである。理論値と実験値はいずれも比較的良好に合っているとみられる。

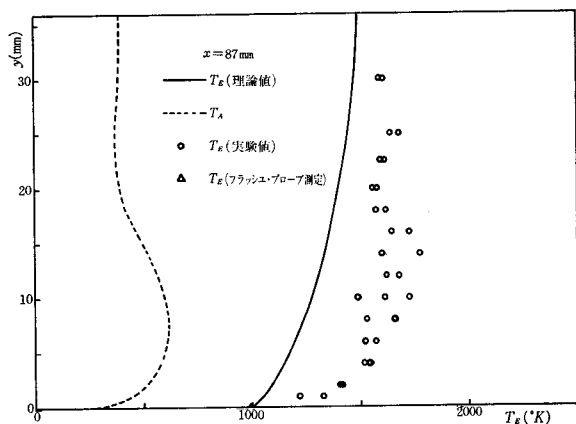


図4 電子温度分布

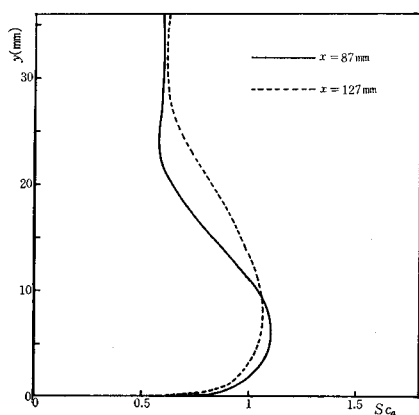
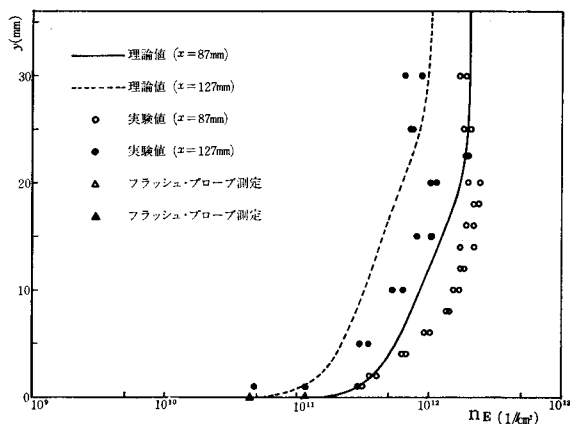
図5 Sc_s 分布

図6 電子密度分布

6. 結 論

電子密度分布の測定と理論計算を行った結果つぎのようなことが結論として言える。

- (1) 平板境界層ではガス温度とシュミット数の分布状態はよくあっておりその値は0.5と1.0の間にある。
- (2) 平板後方での電子密度は前方の約1/2程度である。
- (3) 電子密度の理論値と実験値は比較的良好に合う。
- (4) フラッシュ・プローブ測定による値を理論計算における境界条件として利用できる。

文 献

- (1) Bredfelat, H.R., Scharfman, W.E., Guthart, H., & Morita, T., AIAA J, 1(1967), 91.
- (2) Tseng, R.C. & Talbot, L., AIAA Paper, No.70-86, (1970).
- (3) Baek, L.H., Phys. Fluids, 10(1967), 807.
- (4) Shorman, A. & Reshotko, E., AIAA J, 4 (1969), 610.
- (5) Cohen, I.M., Phys. Fluids, 6(1963), 1492.
- (6) 松岡・岸下, 奈良高専研究紀要, 第9号(昭和48年) 69.

2列円孔列を持つ無限平板の応力集中係数

水 嶋 巖

On the Stress Concentration Factor in the Infinite Plate with a
Double Row of Circular Holes

Iwao MIZUSHIMA

There have been hitherto many investigations on stress concentration problems treated by various numerical methods, and it has been proved that among them the boundary collocation method using the general form of the stress function expressed in the two dimensional polar coordinates is a very useful one. In this paper, this method is applied to the problems of infinite plates with a double row of circular holes subjected to uniaxial tension, and the stress concentration factors are summarized in diagrams which are considered to be useful for practical designing.

1. ま え が き

種々に配列された円孔を持つ平板の応力集中問題は設計上重要な基礎的問題である。これらの問題に関して、すでに多くの設計資料がまとめられている。しかし設計者の立場からいえば、これらの資料で十分とはいえない。そこで筆者らは多くの円孔が種々に配列された平板の応力集中問題について、まだ解の示されていない場合に対する応力集中係数の資料を充実することを目的として研

究を進めている。

本報告では2列円孔列を持つ無限平板が単軸引張を受ける場合の問題(図1, 2)を取扱い、一連の応力集中係数の値を線図として示す。

なお本解法は選点法に属するものであり、応力関数の一般形を用いて数値的に処理する解法である。

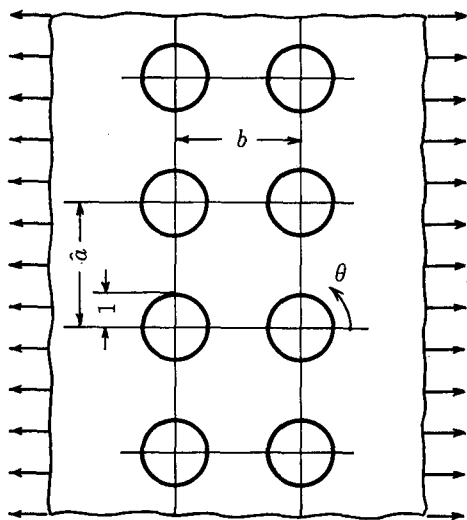


図1 2列円孔列(平行)を持つ無限平板

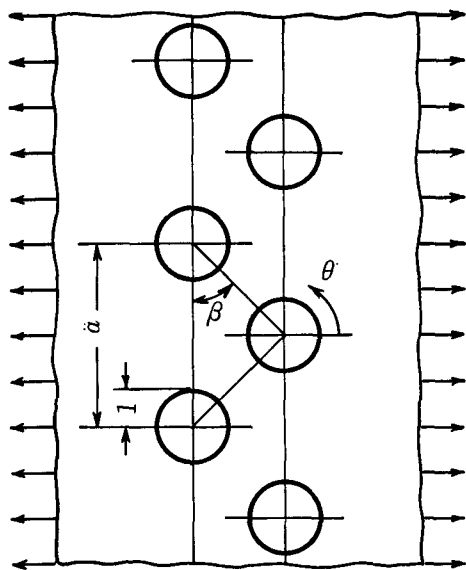


図2 2列円孔列(千鳥)を持つ無限平板

2. 解 法

応力関数を Φ とし、基礎方程式を極座標に関して表わすと

$$\left(\frac{\partial^2}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2}{\partial \theta^2} \right) \left(\frac{\partial^2 \Phi}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial \Phi}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 \Phi}{\partial \theta^2} \right) = 0 \quad \dots\dots\dots (1)$$

また、各応力成分 (σ_r , σ_θ , $\tau_{r\theta}$) と Φ の関係は

$$\left. \begin{aligned} \sigma_r &= \frac{1}{r} \frac{\partial \Phi}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 \Phi}{\partial \theta^2} \\ \sigma_\theta &= \frac{\partial^2 \Phi}{\partial r^2} \\ \tau_{r\theta} &= \frac{1}{r^2} \frac{\partial \Phi}{\partial \theta} - \frac{1}{r} \frac{\partial^2 \Phi}{\partial r \partial \theta} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (2)$$

である。

式(1)を満足する Φ は、一般につぎのように表わされる。⁽¹⁾

$$\begin{aligned} \Phi &= a_0 \log r + b_0 r^2 + c_0 r^2 \log r + d_0 r^2 \theta + a_0' \theta \\ &+ \frac{1}{2} a_1 r \theta \sin \theta \\ &+ (b_1 r^3 + a_1' r^{-1} + b_1' r \log r) \cos \theta \\ &- \frac{1}{2} c_1 r \theta \cos \theta \\ &+ (d_1 r^3 + c_1' r^{-1} + d_1' r \log r) \sin \theta \\ &+ \sum_{n=2}^{\infty} (a_n r^n + b_n r^{n+2} + a_n' r^{-n} + b_n' r^{-n+2}) \cos n\theta \\ &+ \sum_{n=2}^{\infty} (c_n r^n + d_n r^{n+2} + c_n' r^{-n} + d_n' r^{-n+2}) \sin n\theta \quad \dots\dots\dots (3) \end{aligned}$$

ここに、 a_0 , b_0 , $\dots\dots\dots$, c_n' , d_n' は未定係数である。

本解法においては、円孔のない場合の一樣引張状態 (これを膜状態とよぶ) からの差の応力状態を問題とし、

これを式(3)で与えることにする。このときは、無限遠で応力が消えなければならないこと、および変位と回転が1価であることから

$$\left. \begin{aligned} b_0 &= c_0 = d_0 = b_1 = d_1 = 0 \\ a_1 &= b_1' = c_1 = d_1' = 0 \\ a_n &= b_n = c_n = d_n = 0 \quad (n \geq 2) \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (4)$$

となることがわかる。これを式(3)に用いると

$$\begin{aligned} \Phi &= a_0 \log r + a_0' \theta + a_1' r^{-1} \cos \theta + c_1' r^{-1} \sin \theta \\ &+ \sum_{n=2}^{\infty} (a_n' r^{-n} + b_n' r^{-n+2}) \cos n\theta \\ &+ \sum_{n=2}^{\infty} (c_n' r^{-n} + d_n' r^{-n+2}) \sin n\theta \quad \dots\dots\dots (5) \end{aligned}$$

となる。式(5)を式(2)に代入すると

$$\left. \begin{aligned} \sigma_r &= a_0' r^{-2} - 2a_1' r^{-3} \cos \theta - 2c_1' r^{-3} \sin \theta \\ &- \sum_{n=2}^{\infty} \{n(n+1) a_n' r^{-n-2} + (n-1)(n+2) b_n' r^{-n}\} \cos n\theta \\ &- \sum_{n=2}^{\infty} \{n(n+1) c_n' r^{-n-2} + (n-1)(n+2) d_n' r^{-n}\} \sin n\theta \\ \sigma_\theta &= -a_0' r^{-2} + 2a_1' r^{-3} \cos \theta + 2c_1' r^{-3} \sin \theta \\ &+ \sum_{n=2}^{\infty} \{n(n+1) a_n' r^{-n-2} + (n-1)(n-2) b_n' r^{-n}\} \cos n\theta \\ &+ \sum_{n=2}^{\infty} \{n(n+1) c_n' r^{-n-2} + (n-1)(n-2) d_n' r^{-n}\} \sin n\theta \\ \tau_{r\theta} &= a_0' r^{-2} - 2a_1' r^{-3} \sin \theta + 2c_1' r^{-3} \cos \theta \\ &- \sum_{n=2}^{\infty} \{n(n+1) a_n' r^{-n-2} + n(n-1) b_n' r^{-n}\} \sin n\theta \\ &+ \sum_{n=2}^{\infty} \{n(n+1) c_n' r^{-n-2} + n(n-1) d_n' r^{-n}\} \cos n\theta \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (6)$$

となる。

さて本研究では、つぎのような方法により問題を取扱う。

(1)円孔に番号 1, 2, 3, ..., J, ...N を付し、まず膜状態に対して、個々の円孔の周縁の位置に生じる応力〔これを $(\sigma_r)_{J^{(1)}}$, $(\tau_{r\theta})_{J^{(1)}}$ とする〕を打消すように、それぞれ円孔の周縁の位置に荷重 $\{-(\sigma_r)_{J^{(1)}}, -(\tau_{r\theta})_{J^{(1)}}$

$$\left. \begin{aligned} (\sigma_r)_{J^{(2)}} &= \sum_{K=1}^N (\sigma_r)_{KJ^{(1)}} - (\sigma_r)_{JJ^{(1)}} \\ (\sigma_\theta)_{J^{(2)}} &= \sum_{K=1}^N (\sigma_\theta)_{KJ^{(1)}} - (\sigma_\theta)_{JJ^{(1)}} \\ (\tau_{r\theta})_{J^{(2)}} &= \sum_{K=1}^N (\tau_{r\theta})_{KJ^{(1)}} - (\tau_{r\theta})_{JJ^{(1)}} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (7)$$

(4)つぎに、ふたたびこれらの周縁応力 $(\sigma_r)_{J^{(2)}}$, $(\tau_{r\theta})_{J^{(2)}}$ を打消すように、それぞれ円孔周縁の位置に荷重

$$\left. \begin{aligned} (\sigma_r)_{J^{(3)}} &= \sum_{K=1}^N (\sigma_r)_{KJ^{(2)}} - (\sigma_r)_{JJ^{(2)}} \\ (\sigma_\theta)_{J^{(3)}} &= \sum_{K=1}^N (\sigma_\theta)_{KJ^{(2)}} - (\sigma_\theta)_{JJ^{(2)}} \\ (\tau_{r\theta})_{J^{(3)}} &= \sum_{K=1}^N (\tau_{r\theta})_{KJ^{(2)}} - (\tau_{r\theta})_{JJ^{(2)}} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (8)$$

の応力が生じる。

(6)以下この手続きを繰返して、円孔周縁の境界条件が満たされるようにする。

$$\left. \begin{aligned} \sigma_r &= A_0 + \sum_{n=1}^{\infty} (A_n \cos n\theta + B_n \sin n\theta) \\ \tau_{r\theta} &= C_0 + \sum_{n=1}^{\infty} (C_n \cos n\theta + D_n \sin n\theta) \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (9)$$

式(9)中の A_0 , A_n などの係数は円孔周縁上の多数の点の σ_r , $\tau_{r\theta}$ の値を計算し、いわゆる調和解析法によって求めることができる。

$$\left. \begin{aligned} a_0 &= A_0 \\ a_0' &= C_0 \\ a_1' &= -\frac{1}{2} A_1 \\ c_1' &= -\frac{1}{2} B_1 \\ a_n' &= \frac{1}{2(n+1)} \left\{ A_n - \frac{n+2}{n} D_n \right\} \\ b_n' &= -\frac{1}{2(n-1)} \left\{ A_n - D_n \right\} \\ c_n' &= \frac{1}{2(n+1)} \left\{ B_n + \frac{n+2}{n} C_n \right\} \\ d_n' &= -\frac{1}{2(n-1)} \left\{ B_n + C_n \right\} \quad (n \geq 2) \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (10)$$

3. 計算結果

各円孔の直径は等しいものとして、図 1, 2 に示すような記号を用いる。また無限遠における引張応力を σ_∞ 、円孔周縁に生じる最大応力を $\sigma_{\theta \max}$ とする。応力集中係数を $K = \sigma_{\theta \max} / \sigma_\infty$ の関係式で求め、一連の応力集中係

$J^{(1)}$ を与える。

(2)このときの各応力場を $\Gamma_{J^{(1)}}$ とし、それにより生ずる円孔 K の周縁の応力を $\{(\sigma_r)_{JK^{(1)}}, (\sigma_\theta)_{JK^{(1)}}, (\tau_{r\theta})_{JK^{(1)}}\}$ とする。

(3)このようにすると、円孔 J の周縁には $\Gamma_{J^{(1)}}$ を除く応力場 $\sum_{I=1}^N \Gamma_{IJ^{(1)}} - \Gamma_{JJ^{(1)}}$ による応力が生じる。

$\{-(\sigma_r)_{J^{(2)}}, -(\tau_{r\theta})_{J^{(2)}}\}$ を与える。

(5)円孔 J の周縁には

なお、このような計算を行なうとき、各円孔周縁における $(\sigma_r)_{J^{(l)}}$, $(\tau_{r\theta})_{J^{(l)}}$ ($l=1, 2, \dots$) の分布をつぎの形で表わす。

式(6)の第 1 式および第 3 式において $r=1$ (本報告においては円孔半径を 1 としている) としたものと、式(9)の両式との各係数を比較すると、つぎのようになる。

数の結果を図 3, 4 に示す。図 3, 4 には比較参考のために一列円孔列の場合の値⁽²⁾⁽³⁾ も示してある。

なお数値計算に際しては円孔周縁を 180 等分して、それらの各点の応力値を求め、これらのうち最大の値を $\sigma_{\theta \max}$ とした。

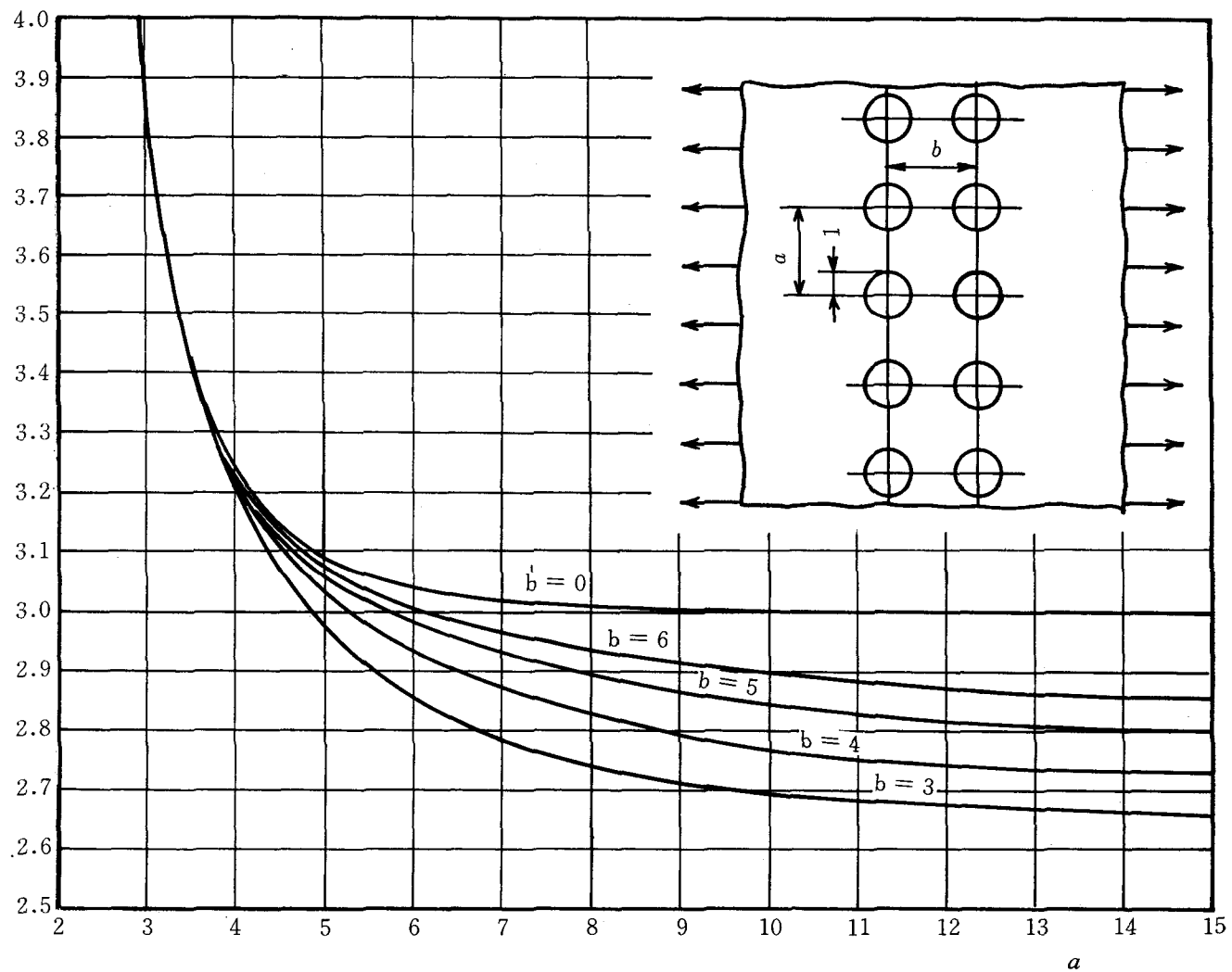
応力集中係数 $K = \sigma_{\theta \max} / \sigma_{\infty}$ 

図3 応力集中係数 (平行配列の場合)

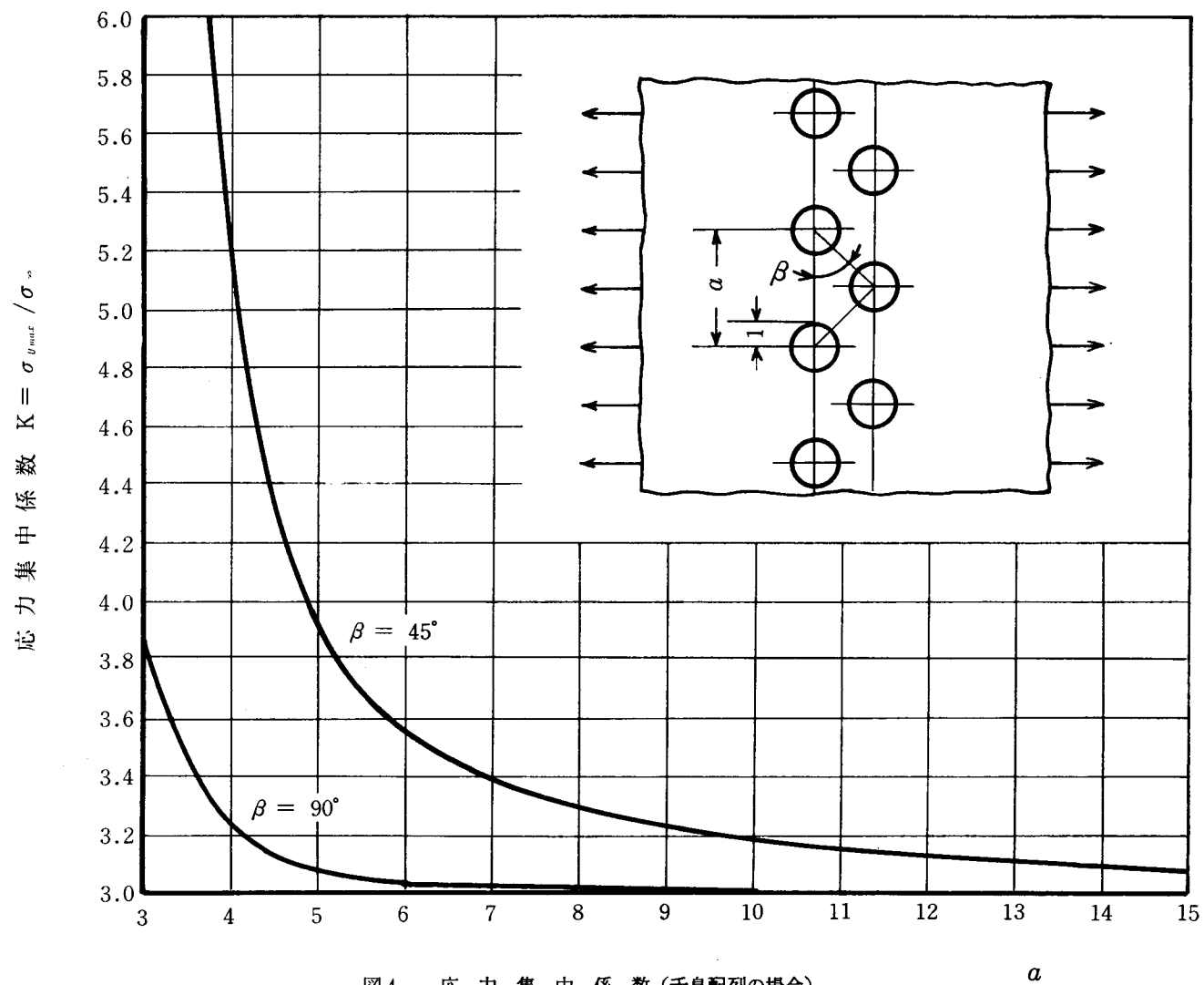


図4 応力集中係数 (千鳥配列の場合)

4. あ と が き

2列円孔列を持つ無限平板が単軸引張を受ける場合の応力集中係数の資料を線図として示した。この結果、つぎのことがわかった。

平行配列の場合

- (1) a が 4 より小さい範囲では b の影響は小さくて、応力集中係数 K の値はどの場合もほぼ等しくなる。
- (2) a が 3.5 より大きい範囲では、 b が小さくなるほど応力集中係数 K の値は小さくなる。
- (3) a が 3.5 より小さい範囲では、 b が小さくなるほど応力集中係数 K の値は大きくなる。
- (4) 最大応力 $\sigma_{\theta \max}$ の発生位置は図 1 において $\theta = \pm 90^\circ$ 付近である。

千鳥配列の場合

- (1) 千鳥配列の場合は平行配列の場合に比べて、応力集中係数 K の値は大きい。
- (2) 最大応力 $\sigma_{\theta \max}$ の発生位置は図 5 のようである。

発生位置 θ 度

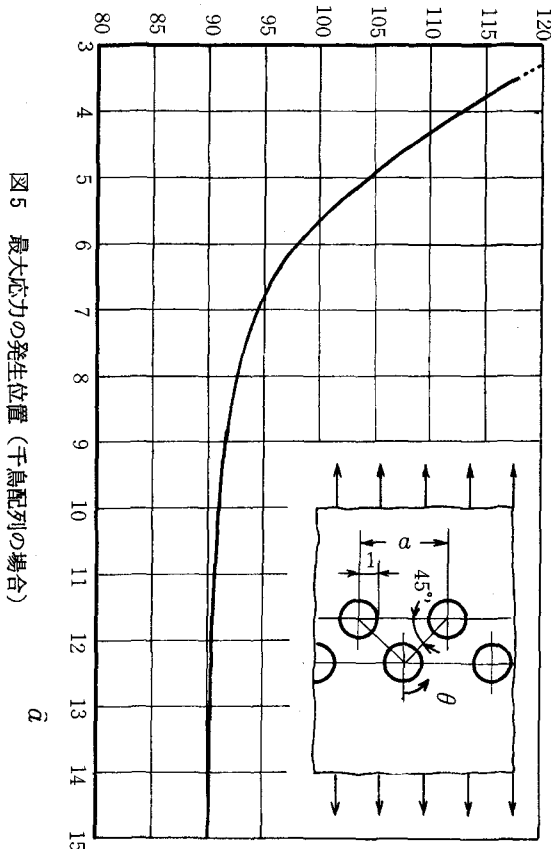


図 5 最大応力の発生位置 (千鳥配列の場合)

なお数値計算に際しては京都大学大型計算機センターを

利用した。

謝辞 平素よりご指導いただいている大阪大学工学部 浜田実教授に深謝します。

文 献

- (1) Timoshenko, S., and Goodier, J. N., Theory of Elasticity, McGraw-Hill, 1951, pp. 116.
- (2) Peterson, R.E., Stress Concentration Design Factors, John Wiley and Sons, 1953, pp. 95.
- (3) 水嶋, 奈良高専研究紀要, 第 8 号 (昭47), 43.

歯車の理論歯厚に関する考察

若 林 敏 夫

阪 部 俊 也

Studies on Theoretical Tooth Thickness of Gears

Toshio WAKABAYASHI

Toshiya SAKABE

In a process of producing gears of good quality at low cost, tooth thickness control is one of the important factors.

Generally, the process of handling tooth thickness must be theoretically correct. Moreover, in producing various kinds of gears, the process is desirable to be as simple as possible, and in their mass production it should be reasonable and efficient.

From this standpoint, in this paper, we led the theoretical value of overball tooth thickness of involute gears, now widely used, and designed a simple method of computing tangential tooth thickness of them. And then we studied statistic allowance which often comes into question in mass production.

1. 緒 言

必要な強度と耐久性を備え、騒音振動が少ない品質の良い歯車を製作するには、設計、材質、熱処理、工作、品質管理等にわたる多面的な条件が満たされねばならない。これら諸条件の一つとして正確にして合理的な歯厚管理が必要になる。現在最も広く実用されているインボリュート歯形に関する研究は極めて膨大なものがあり、その中で上に述べた歯厚理論値に関するものも数多く見られる。(1)(2) 現在インボリュート歯形の歯厚測定の手段としてオーバボール歯厚およびまたぎ歯厚が広く実用されていることはすでに周知の通りである。

一般に理論歯厚を取り扱う場合にはそれが正確であることが最も重要である。次にそれが正確さを損なわない範囲で簡便であることが望まれる。特に多種生産形態においては正確にして簡便な処理が必要である。さらにそれが合理的な裏付のある許容値をもつものでなければならない。特に多量生産形態においては統計理論の立場から合理性をもった歯厚許容公差を与えることが必要である。(3)

この度これらの事情を考慮し、かねて研究発表したものの(4)(5)を基礎にして新しく考察を加え、次に述べる理論歯厚に関する総合的研究を行なった。

1. インボリュート歯車のオーバボール歯厚に関し、その測定条件を考察しそれに基づく理論解を求めた。
 2. またぎ歯厚に関する厳密にして極めて簡単な簡易計算法を考案した。
 3. 噛合状態にある歯車の背隙量について統計理論に基づく考察を行ない、特に多量生産の時に必要な理論歯厚の統計公差を導いた。
- 次に各項目毎に述べる。

2. 記 号

この報告で用いた記号は次のとおりである。

0 ~

xyz ; 直角座標

A ; 固定球の中心

B, B' ; 動球の中心

C, D ; 点 A より基礎円へ引いた接線の接点

E, F ; 固定球と歯車歯面との接点

H ; 点 B' の xy 平面上への投影点

P ; 点 A, E, F を含む平面

S ; 動球の中心が描くつる巻線

T_e ; 噛合う歯車の中心距離の公差

T_{SN} ; " の法線背隙の公差

- T_v ; 噛合う歯車のまたぎ歯厚の公差
 T_s ; 平歯車のまたぎ歯厚
 V ; はすば歯車のまたぎ歯厚
 W ; はすば歯車のオーバボール歯厚
 W_1 ; 拘束力を与えない場合の2球間の中心距離
 W_2 ; 拘束力を与えた場合の2球間の中心距離
 Z ; 歯車の歯数
 l ; 噛合う歯車の中心距離
 m_N ; 歯直角モジュール
 n ; またぎ歯厚に用いる測定間歯数
 r ; ボールの中心より歯車中心線までの距離
 r_B ; ボールの半径
 r_G ; 歯車の基礎円筒半径
 s_N ; 法線背隙
 x_N ; 歯直角転位係数
 α ; 噛合う歯車の噛合圧力角
 α_N ; 歯直角圧力角
 α_s ; 軸直角圧力角
 β ; 刻み円筒上はすば角
 β_G ; 基礎円筒上はすば角
 β_R ; ねじ線Sのねじれ角
 γ ; $\angle xOB$
 δ ; $\angle xOH$
 η ; $\angle AoC = \angle AoD$
 θ ; 平面Pとxy平面との傾向
 $\lambda(\beta)$; はすば角によるまたぎ歯厚の増加関数
 ξ ; 式(1)で定まる値
 π ; 円周率
 σ_e ; 中心距離の標準偏差
 σ_v ; またぎ歯厚の標準偏差
 σ_{sN} ; 法線背隙の標準偏差

注1. 記号の前に△を付したものは基準値の近傍の微小変量を表わす。

2. 記号に添字 $i(1,2)$ を付したものは噛合う歯車の場合を示す。

図1参照

あたっては、ボールに働く重力、弾性変形および接触点における摩擦力の影響は極めて小さいので無視する。

3・2 歯厚測定時に接触点の満たすべき条件

2個のボールに測定圧のみを加えて測定を行なう場合、ボールの受ける外力が平衡を保つためにはその接触点に関して次の3つの条件が満たされねばならない。

- (a) それぞれのボールと互に平行な測定端面との2つの接触点は、2個のボールの中心連結線の延長線上に存在すること。
 (b) 各々のボールの中心は、それらと歯面および測定端面との3つの接触点を通る平面上に存在すること。
 (c) これら3つの接触点を通る円の接触点を含まない弧の長さが半円周に満たないこと。

これら3つの条件が満たされない場合には、ボールに働く外力の平衡が破れて測定が不可能となる。

3・3 オーバボール歯厚の理論解析

上記の条件に基づいて歯厚の理論値を求める。図1は

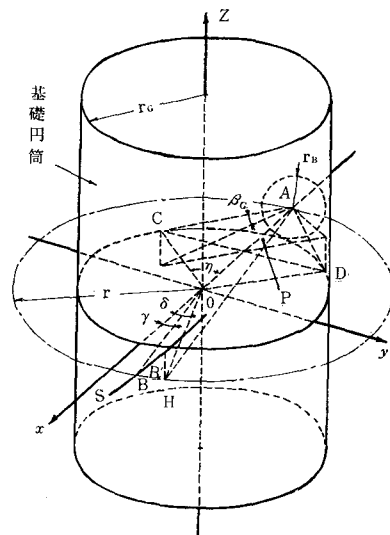


図1 理論歯厚の解析図

理論歯厚の解析図を示す。基礎円筒半径 r_G 、基礎円筒上はすば角 β_G 、歯数 Z なるインボリュートはすば歯車の中心線を直角座標 $0 \sim xyz$ の Z 軸に一致せしめ、かつこの歯車の xy 平面による断面歯形上の任意の歯みぞの中心線が、 x 軸の負側に一致するように置く。次に半径 r_B なるボールをその中心が x 軸上の負側に存在するようにして歯面に接触させる。その時のボールの中心を A とし、また xy 平面と基礎円筒の交りの円へ点 A より引いた接線の接点を C, D とし、 $\angle AoC = \angle AoD = \eta$ 、 $\overline{OA} = r$ と置けば、 η および r は歯形諸元とボールの半径 r_B が与えら

3. インボリュート歯車のオーバボール歯厚

3・1 オーバボール歯厚の解析条件

インボリュートはすば歯車の歯厚の一つとして相対する歯みぞにボールまたはローラを挿入し、その外側寸度を測定するいわゆるオーバボール歯厚が用いられる。この測定法の場合には、2個のボールに測定圧以外の拘束力を与えない方法と2個のボールの中心を被測定歯車の同一軸直角断面上に拘束する方法の2通りの場合が考えられる。

ここでは始めに前者の場合について解析する。解析に

れば次式によって定まる。

$$\text{inv.}\eta = \frac{1}{Z} \left(\frac{2r_B}{m_N \cos \alpha_N} + Z \text{inv.} \alpha_N + 2x_N \tan \alpha_N - \frac{\pi}{2} \right) \quad (1)$$

$$r = r_G \sec \eta \quad (2)$$

いまこの歯車の歯すじが右捩れであるものと仮定し、 $\overline{AC}$ またわ $\overline{AD}$ を通り x 軸に平行なる平面上において、点 A を通り $\overline{AC}$ またわ $\overline{AD}$ と β_G なる角度をなす直線を引き、この直線上において点 A より接触点のある側へ向って r_B なる距離にある 2 点を E, F とすれば、この 2 点はボールと歯面との接触点である。3 点 A, E, F を含む平面を P とすれば、平面 P は x 軸を含み次式で与えられる角度 θ だけ xy 平面に対して傾く。

$$\tan \theta = \sec \eta \tan \beta_G \quad (3)$$

次に平面 xy 上において、 $\overline{OA}$ に相対する歯みぞの中心線と、 xy 平面上の基礎円との交点を B 、 $\angle xOB = \gamma$ とすると γ は歯車の歯数によって次の値をとる。

$$\gamma = 0 \text{ (偶数歯)}, \gamma = \pi Z^{-1} \text{ (奇数歯)} \quad (4)$$

いまこの歯みぞに半径 r_B なるボールを挿入し、常に歯面と接触を保ちつつ動かすとき、ボールの中心は Z 軸を中心線とし、半径 r にして次式によって定まるねじれ角 β_B をもつる巻線 S 上を動く。

$$\begin{aligned} \tan \beta_B &= r r_G^{-1} \tan \beta_G \\ &= \sec \eta \tan \beta_G \\ &= \tan \theta \end{aligned} \quad (5)$$

いまこれら 2 個のボールの外側寸度を測定する時の接触点を考える場合には、点 B を固定し動球の中心がつる巻線 S 上のある位置において測定が行なわれるものとして取扱っても一般性を失わない。さて動球の中心をつる巻 S 上の任意の点 B' に置いたとき、点 B' の xy 平面への投影点 H が x 軸と張る中心角を δ とすれば、2 球の中心距離 W_1 は次式で与えられる。

$$W_1 = \{(\delta - \gamma)^2 \cot^2 \theta + 2(1 + \cos \delta)\}^{1/2} r \quad (6)$$

このときのオーバボール歯厚 W は

$$W = W_1 + 2r_B \quad (7)$$

次にこれら 2 つのボールが前述の条件 (b) を満たすためには、直線 $\overline{AB'}$ は平面 P 上に存在することが必要である。こゝで平面 P とつる巻線 S の交点における条件

式を求めると次式がえられる。

$$\delta - \gamma = \sin \delta \tan^2 \theta \quad (8)$$

また前述の条件 (c) から次式が得られる。

$$|\delta| + 2\eta < \pi \quad (9)$$

3・4 測定位置の吟味

次に測定位置を吟味する。式(7)を δ にて微分する。

$$\begin{aligned} \frac{dW}{d\delta} &= \{(\delta - \gamma) \cot^2 \theta - \sin \delta\} r \\ &\times \{(\delta - \gamma)^2 \cot^2 \theta + 2(1 + \cos \delta)\}^{-1/2} \quad (10) \end{aligned}$$

この式は、前述の動球が歯みぞに沿って動く場合の固定球の中心 A との中心距離 W_1 が極値をとるべき条件 $\frac{dW_1}{d\delta} = 0$ が、式(8)の示す条件と一致することを示す。一方 W_1 は常に正にして関数値が極値をとるとききの δ の値に関しては、 W_1 と $(W_1 r^{-1})^2$ とは全く一致するので、こゝでは測定位置とそれに対応する中心距離の相関を調べるために次式で示される $\xi(\delta)$ の値について吟味する。

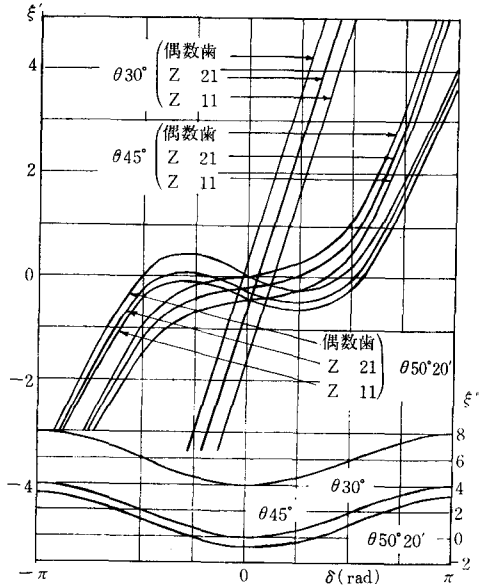
$$\xi(\delta) = (W r^{-1})^2 \quad (11)$$

θ の角度範囲に応じ、 δ の値に伴う $\xi(\delta)$ の極値について調べた結果を表 1 に示した。

表 1 δ の値による $\xi(\delta)$ の極値

θ	歯数	δ	$\xi(\delta)$
$\theta \leq \frac{\pi}{4}$	偶数	$\delta = 0$ $\delta \neq 0$	極小値 極値なし
	奇数	$\delta - \gamma = \sin \delta \tan^2 \theta, 0 < \delta < \pi$ $\delta - \gamma \neq \sin \delta \tan^2 \theta$	極小値 極値なし
$\theta > \frac{\pi}{4}$	偶数	$\delta = 0$ $\delta - \gamma = \sin \delta \tan^2 \theta, 0 < \delta < \pi$ $\delta - \gamma = \sin \delta \tan^2 \theta, 0 > \delta > -\pi$ $\delta - \gamma \neq \sin \delta \tan^2 \theta$	極大値 極小値 極小値 極値なし
	奇数	$\delta - \gamma = \sin \delta \tan^2 \theta, 0 < \delta < \pi$ $\delta - \gamma = \sin \delta \tan^2 \theta, 0 > \delta > -\pi$ $\delta - \gamma \neq \sin \delta \tan^2 \theta$	極小値 極大値および極小値または変曲点または極値なし 極値なし

また数種の歯車について δ の値の変化に伴う $\xi'(\delta)$ および $\xi''(\delta)$ の値の変化を図 2 に示した。

図2 $\xi' \xi''$ の値

3・5 まとめ

以上の解析によって、ボールに測定圧以外の拘束力を与えない測定法における理論歯厚は式(1), (2), (3), (4), (6), (7), (8), および(9)の諸式を用いなければならないことが解る。

ボールの代りにローラを使用する場合には、上述と同じような考察を行なうことにより、ボールを用いる場合の測定値と全く一致することが解る。従来用いられる歯厚の理論値は式(6)の W_1 の代りに次式で示される W_2 が用いられる。

$$W_2 = 2r \text{ (偶数歯)}, W_2 = 2rcos(0.5\gamma) \text{ (奇数歯)} \quad (12)$$

この式は2球の中心が常に同一軸直角断面上に存在するものとして導かれているが、測定圧以外の拘束力を与えない場合には常に必ずしも満足されないので留意を要する。

4. またぎ歯厚の簡易計算法

4・1 またぎ歯厚の理論値

インボリュート平歯車およびはすば歯車のまたぎ歯厚は式(3), (4)で与えられ、各式の右辺第1項は標準歯車の歯厚を、第2項は転位量による歯厚の増減量を示していることはすでに周知の通りである。

$$V_s = m_N \cos \alpha_N \{ \pi(n-0.5) + Z \text{inv.} \alpha_N \} + 2x_N m_N \sin \alpha_N \quad (13)$$

$$V = m_N \cos \alpha_N \{ \pi(n-0.5) + Z \text{inv.} \alpha_s \} + 2x_N m_N \sin \alpha_N \quad (14)$$

4・2 またぎ歯厚の計算式の考察

式(4)を次のように変形する。

$$\begin{aligned} V &= m_N \cos \alpha_N \{ \pi(n-0.5) + Z \text{inv.} \alpha_N \} \\ &\quad + Z \{ \text{inv.} \alpha_s - \text{inv.} \alpha_N \} + 2x_N m_N \sin \alpha_N \\ &= m_N \cos \alpha_N \{ \pi(n-0.5) + Z \text{inv.} \alpha_N \} \\ &\quad + 2x_N m_N \sin \alpha_N \\ &\quad + m_N Z \cos \alpha_N [\text{inv.} \{ \tan^{-1}(\tan \alpha_N \sec \beta) \} \\ &\quad - \text{inv.} \alpha_N] \\ &= m_N \cos \alpha_N \{ \pi(n-0.5) + Z \text{inv.} \alpha_N \} \\ &\quad + 2x_N m_N \sin \alpha_N + m_N Z \lambda(\beta) \end{aligned} \quad (15)$$

ただし、 $\lambda(\beta)$ は次式で定義する数値関数である。

$$\lambda(\beta) = \cos \alpha_N [\text{inv.} \{ \tan^{-1}(\tan \alpha_N \sec \beta) \} - \text{inv.} \alpha_N] \quad (16)$$

上記の変形から明らかなように、式(13), (15)の第1, 第2項はそれぞれ全く等しく、 β は式(15)の第3項のみに含まれることが解る。したがって右辺第3項ははすば角によるまたぎ歯厚の増加量(常に正なる故)と見做すことが出来る。

4・3 またぎ歯厚の簡易計算法

上記の経緯からすでに明らかなように、式(15)は式(13)を拡張しそれをその特殊な場合($\beta=0$)として有するまたぎ歯厚の一般式と見做すことが出来る。そしてその右辺第1項は標準平歯車の歯厚であり $m_N=1$ の値がその測定間歯数 n と共にすでに与えられている。右辺第2項および第3項はそれぞれ転位量によるまたぎ歯厚の増減量とはすば角によるまたぎ歯厚の増加量を示している。右辺第2項の関数 $\text{inv.} \alpha$ および関数 $\lambda(\beta)$ の値については紙面の都合で割愛する(文献(4), (5)を参照)が、これらを用いることにより歯厚計算は極めて簡易化される。

5. 歯車歯厚の統計公差

5・1 はすば歯車の噛合方程式

たがいに噛合う一対のはすば歯車の噛合方程式は次式で与えられる。

$$\text{inv.} \alpha = 2 \tan \alpha_N \frac{x_{N1} + x_{N2} + \frac{S_N}{2m_N \sin \alpha_s}}{Z_1 + Z_2} + \text{inv.} \alpha_s \quad (17)$$

$$l = \frac{Z_1 + Z_2}{2} \cdot \frac{m_N}{\cos \beta} \cdot \frac{\cos \alpha_s}{\cos \alpha} \quad (18)$$

5・2 中心距離と歯厚の公差に関する考察

一对の歯車が噛合う場合に生ずる背隙は、噛合機能に大きい影響を与える因子でありながら上式から解るように多くの要素に支配される性格をもっている。還言すれば、法線背隙 s_N は式(7), (8)によって定まる多変数の関数である。しかしながらこれらの中で背隙構成に直接的な影響を与えているのは、中心距離 ℓ と歯厚であり、他の因子はこれらに比べて一般的に小さい。こゝでは簡単のために既出のまたぎ歯厚を用いるものとすれば、式(7)に含まれる転位係数 x_{N1} , x_{N2} は式(4)を用いることによりまたぎ歯厚 V_1 , V_2 の関数と見做すことが出来る。

いま中心距離 ℓ および2個の歯車のまたぎ歯厚 V_1 , V_2 を独立変数、法線背隙 s_N をそれらによって定まる従属変数とし、これら4つの量を関係づけている式(7), (8)および(4)をそれらの基準値の近傍でTaylor展開し、それから得られる近似式を連立すれば、4個の微小変量 Δs_N , $\Delta \ell$, ΔV_1 および ΔV_2 に関し次の関係式が得られる。

$$\Delta s_N = 2 \sin \alpha \Delta \ell - \frac{\sin \alpha_s}{\sin \alpha_N} (\Delta V_1 + \Delta V_2) \quad (9)$$

歯厚と中心距離の公差間の関係を考える場合には、それらの分布範囲は基準値の近傍の微小領域と見做せるので、式(9)の4つの微小量をそのまま基準値を平均値とする確率変数と見做すことが出来る。確率変数 $\Delta \ell$, ΔV_1 および ΔV_2 がそれぞれ独立でそれらの分布が正規分布 $N(0, \sigma_\ell^2)$, $N(0, \sigma_{V1}^2)$ および $N(0, \sigma_{V2}^2)$ とすれば、確率変数 Δs_N が定める分布は次式で示される正規分布となる。

$$\begin{aligned} N(0, \sigma_{sN}^2) \\ = N\left\{0, 4 \sin^2 \alpha \sigma_\ell^2 + \frac{\sin^2 \alpha_s}{\sin^2 \alpha_N} (\sigma_{V1}^2 + \sigma_{V2}^2)\right\} \quad (20) \end{aligned}$$

5・3 歯車歯厚と中心距離の統計公差

歯車の製作過程において必要になる公差の両限の範囲をそれぞれ標準偏差の6倍にとるものとすれば、互の公差間に次の関係が成り立つ。

$$\begin{aligned} T_{sN}^2 = 4 \sin^2 \alpha T_\ell^2 + \frac{\sin^2 \alpha_s}{\sin^2 \alpha_N} \\ (T_{V1}^2 + T_{V2}^2) \quad (21) \end{aligned}$$

上式で示されるように法線背隙公差 T_{sN} は中心距離およびまたぎ歯厚の公差 T_ℓ , T_{V1} および T_{V2} によって定まるが、これらの公差の配分については各部の製作精度と密接な関係があり、また相互補完性をもつためこれらの点に留意して配分することが必要である。また歯車の偏心量については、その回転に伴う中心距離の正弦

波状変化と見做し瞬間背隙量として考えなければならない。

6. 結 論

以上の考察により次の諸結果を得た。

1. 歯車のオーバール歯厚については、理論解析の結果測定条件によって2種類存在し、各々の場合の歯厚理論値を求めた。
2. 次にまたぎ歯厚については、新しい関数 $\lambda(\beta)$ を用いることにより厳密にして極めて簡単な計算方式が得られた。
3. また多量生産のときに問題となる噛合う歯車間に生ずる背隙量について、統計理論の立場から考察しこれに関連する統計公差を導いた。

謝 辞

本研究に対し有意義な助言をいただいた本校阿野春二教授を始め、平素より親切なるご指導をいただいている神戸大学工学部米持政忠教授に厚くお礼申し上げます。

文 献

- (1) 中田 孝；転位歯車，試文堂新光社（1953）
- (2) 仙波 正荘；歯車第2巻，日刊工業新聞社（1966）
- (3) K. A. Brooks；How to set up and coordinate A Stational Dimensioning Programing, Machine Design, 33 No19（1961）
- (4) 若林；機械学会第203回講演会（1958）
- (5) 若林；新機械第3巻第9号，日刊工業新聞社（1958）

測定データの最適量子化

上 田 勝 彦

中 倉 幸 久

Optimum Quantization of Observed Data

Katsuhiko UEDA and Yukihisa NAKAKURA

The computer simulation was performed to obtain the suitable criterion of the valuation to design the optimum quantizer for the observed data. In this simulation, it was assumed that the observed data were the Gaussian random data. The result of this simulation is as follows: the relative error of quantized data is suitable as the criterion of the valuation of the optimum.

The authors also performed to design the optimum quantizer based on this criterion of the valuation. As compared with the uniform quantizers which are used conventionally, the special merit of this optimum quantizer is that the number of quantizing levels is enabled to reduce to about one half of those for the uniform quantizers.

1. まえがき

近年、デジタル技術の進歩と共に、アナログ測定データを量子化してデジタルデータに変換し、それを伝送し、処理することが多く行なわれるようになってきた。このようにアナログ測定データを量子化してデジタルデータに変換し、それを経済的に伝送、記憶、処理するためには通常の均等量子化は必ずしも適当でなく、特に、経済的なデータ処理のために量子化レベル数が制限されているときには最適量子化を考慮する必要がある。

最適量子化については、通信の分野でいくつかの研究があるが¹⁾、測定という観点からみれば不適当である。たとえば、波形歪(一般に2乗誤差を用いて表現される)の少ない最適量子化による量子化データのエントロピー(平均情報量)は必ずしも大きくはない。換言すれば、エントロピーの大きい量子化が必ずしも波形歪を減少させないという矛盾を生じる。

そこで、本報告では、この矛盾は波形歪の評価方法に原因があると考え、この矛盾をなくすような合理的な評価基準を見出し、その合理性を計算機シミュレーションによって確認した。さらに、提案した評価基準にしたがって、入力データをガウス形ランダム信号とした場合の最適量子化器の設計を行なった結果についても述べる。

2. 量 子 化

2・1 量子化の原理

量子化とは、一般的に言えば、有限次元の信号空間において、信号空間を十分小さな凸領域に分割し、同一領域に入っている信号をこの領域の1つの代表値で表わす操作のことである。²⁾ この関係を時間信号について簡単に表わしたものが図1である。

一般に通信系で扱われる単一信号を規定する要素は時間と振幅の2つであるが、本研究においては振幅の量子化のみを扱うことにする。

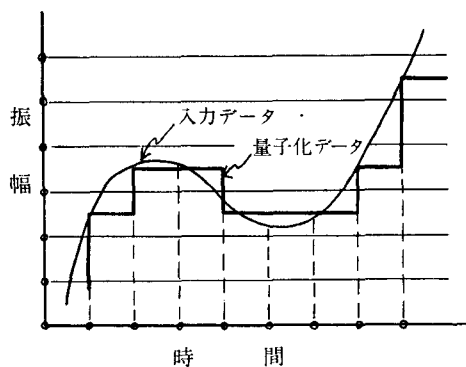


図1 量子化の原理

3・2 最適性の評価基準

量子化データの波形歪は、その確度 (accuracy) と精度 (precision) との両者を総合した量に関係する量であると考えられる。測定データの量子化においては、量子化データは精密かつ正確である必要があるので、ここではこの波形歪を量子化器設計の際の最適性の評価基準にとることとする。この場合、波形歪を表わす具体的な量として2乗誤差と相対誤差の2つを計算した。

これに対して、量子化器を一般の情報処理系として考えると、入力データに対して何らかの処理を施すと、一般にその処理過程においていくらかの情報が失われてしまうから、入力データのエントロピー H_i と出力データのエントロピー H_o の間に、 $H_i \geq H_o$ なる関係が成り立つ。したがって、前述の波形歪最小の最適量子化によって得られた量子化データは入力データのもつ情報量により近い最大の情報量をもたねばならないから、そのエントロピー H_o も最大にならねばならない。この関係を利用して前述の波形歪を評価する2つの量のうち、より合理的なものを見出すために、量子化データのエントロピーも求めた。

この量子化データのエントロピーは次のようにして求めることができる。すなわち、いま入力データの振幅分布はガウス分布をしているので、量子化レベル間隔数を K として量子化レベル区間内の確率密度関数を各量子化レベル区間ごとに積分した値を P_i ($i=1, 2, \dots, K$) とすると、量子化データのエントロピー H_o は

$$H_o = - \sum_{i=1}^K P_i \log_2 P_i \quad (3.1)$$

により算出することができる。

3・3 量子化器の設計

本研究においては、一般的によく使用される均等量子化器と前節の評価基準にもとづくエントロピー最大 (すなわち、波形歪最小) の最適量子化器の設計を行なった。両者とも量子化の方法は MIDRISER 形四捨五入量子化とし、量子化レベル数は5～1001レベルの間で変化した。最適量子化器のレベル区間の決定法は以下のようである。

いま、入力データは標準ガウス形ランダム信号のみであるので、入力データのエントロピーは一定とみなすことができる。したがって、量子化データのエントロピーを与える(3・1)式において、 H_o が最大になるような P_i を決定することを考える。これは変分法によって容易に求めることができ、 C を定数とすると

$$P_i = C = 1/K \quad (3.2)$$

の時に出力データのエントロピーは最大になる。したが

って、最適量子化器の非均等レベルは(3・2)式を満たすように設けられたい。以上の考え方を具体的に標準ガウス分布をもつ入力データに対して行なうには以下の方法によった。

ガウス分布はその中央値 (この場合は振幅0の点) に関して対称であるから、まず振幅分布域0～4までについて考える。最初に量子化レベル数を決定し、これにより量子化レベル間隔を算出し、0.5 (全確率の1/2) をその数で割って C を求める。つぎに入力データの範囲である0～4を0.002ずつ区切って、この微小区間内で確率 ΔP を積分によって計算する。さらに、この微小区間確率 ΔP をレベルが0に近い方から順次加算してゆき、その和が0に等しくなる ($\sum \Delta P = C$) ところで量子化レベルを設定する。このような操作を順次くり返して0～4までの範囲内の量子化レベルを決定する。振幅が負の領域に対しても、前述の対称性から全く同様に量子化レベルが設定されるので、これで全量子化レベルが決定できる。

4. シミュレーションの結果および考察

以上の考え方にもとづいて、均等 MIDRISER 型四捨五入量子化器と非均等 MIDRISER 型四捨五入量子化器について、量子化レベル数を5～1001まで変化させてシミュレーションを行なった結果を図4、図5に示す。この2つの結果を比較すると、量子化データの波形歪を評価する量として、2乗誤差をとった場合はエントロピー最大の最適量子化の方が均等量子化に比べて波形歪が大となる矛盾を生ずるが、相対誤差を採用するとエントロピーが大きくなれば波形歪が減少するという合理的な結果になり、このような矛盾はなくなる。このことから、測定データの量子化の最適性の評価基準となる波形歪については、相対誤差を採用するのが合理的であるといえる。

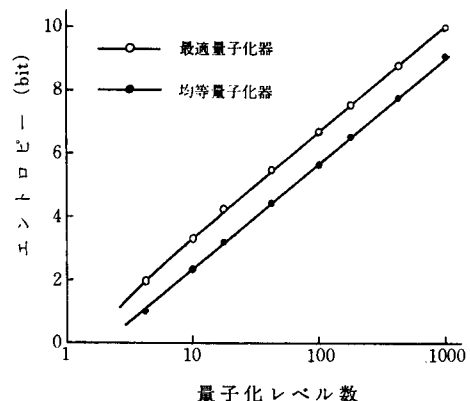


図4 量子化レベル数による量子化データのエントロピーの変化

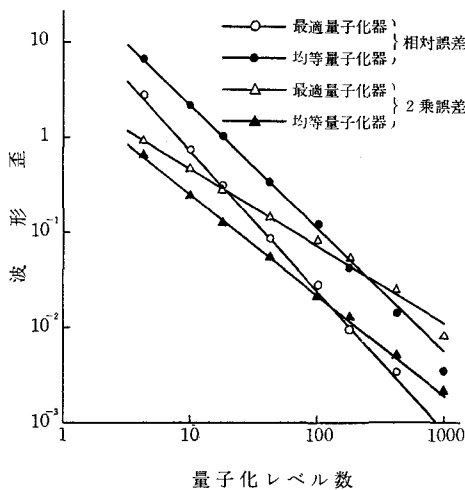


図5 量子化レベル数による量子化データの波形歪の変化

また、最適量子化における量子化データのエン트로ピーの量子化レベル数に対する変化は図4の結果から、レベル数を N とすると、一般的に

$$H_0 = -\log_2(N-1)^{-1} = \log_2(N-1) \quad (4.1)$$

で表わすことができる。このことは量子化レベル間隔数が量子化レベル数よりも1点だけ少ないということから容易に理解できる。

さらに、図4の結果から、最適量子化の量子化データのエン트로ピーは均等量子化の場合のそれよりも大きく、均等量子化において 2^n の量子化レベル数で得られる量子化データのエン트로ピーを最適量子化においてはほぼ 2^{n-1} の量子化レベル数で得られることがわかる。一方、図5の相対誤差の比較においても、波形歪を一定にした場合、均等量子化 2^n のレベル数が必要なことに対して、最適量子化ではほぼ $2^{n-1} \sim 2^{n-2}$ のレベル数でよく、この差はレベル数が増加するにしたがって大きくなり、量子化器設計の際、入力データの統計的性質に応じた最適化を計ることにより、データの伝送、処理、記憶に際して、経済的にも非常に大きな特長をもつことになる。

5. 結論

以上の結果を要約すると以下のようになる。

- 1) 測定データの量子化器設計の際に、その最適性を評価する基準となる波形歪の測度としては相対誤差を採用するのが合理的である。
- 2) 量子化器による伝達情報量を一定とした場合、最適量子化器は一般によく使用される均等量子化器に比べ

て、その量子化レベル数を約 $\frac{1}{2} \sim \frac{1}{4}$ 節約できる。

なお、本研究における計算には京都大学大型計算機センターの FACOM-230-75型電子計算機を使用した。

文 献

- 1) C.C. Wood: IEEE Trans. IT, IT-15, 248(1969)
- 2) 甘利俊一: 情報理論Ⅱ—情報の幾何学的理論—(情報科学講座 A・2・5), 共立出版(1967)
- 3) 猪瀬 博: PCM 通信の基礎と新技術, 産報
- 4) S.Goldman: Information Theory, Prentice-Hall Inc. (1953); 関英男訳: 情報理論, 近代科学社(1956)
- 5) 関英男: 雑音(岩波全書 195), 岩波書店
- 6) C.E. Shannon, W. Weaver: The Mathematical Theory of Communication, The Univ. of Illinois Press. (1967); 長谷川, 井上訳: コミュニケーションの数学的理論, 明治図書(1969)

FORTTRAN の構文解析について

世 古 忠

On the Parsing of FORTRAN

1. 緒 言

ALGOL 60 の報告書⁽¹⁾で言語の定義を形式化する手段が与えられて以来、プログラミング言語の構文解析の効率化、自動化の試みが数多くなされて来た⁽²⁾。その多くが、文脈自由文法に様々な制限条件を付け、それらの条件で規定される文法のある類に応じた構文解析の方法を考えるものである。(図1⁽⁵⁾参照)しかしこれらの類の文法の記述能力と、その構文解析速度や構文解析プログラムの大きさとの間で矛盾が生じ、実用のプログラミング言語を十分包含し、解析速度や解析プログラムを小さくする文法の類を見出すのは容易でない。

Floydにより導入され、⁽³⁾ Evansにより修正された、Floyd-Evansプロダクション言語は、構文解析手続きを表現するメタ言語であり、確定的(deterministic)に、構文解析アルゴリズムを記述できる言語であり、構文と意味を、適合させる上でも柔軟性がある。また、このプロダクション言語で、 (m, n) 限定文脈認識機構を記述できる。そこで、本報告は、プロダクション言語で、一部のFORTRAN ステートメントの構文解析を行い、その結果を報告するものである。

2. 諸定義、記号

文脈自由文法を、 $(G = V_N, V_T, P, S)$ とする。ここで

V_N : 非終端記号の有限集合

V_T : 終端記号の有限集合

P : $A::=\alpha$ の形の書き換え規則の有限集合)
(但し、 $A \in V_N, \alpha \in V^+$)

S : 出発記号 ($S \in V_N$)

また、 $V = V_N \cup V_T$ で、 V^* を V 上の記号列の集合とする時、 $V^+ = V^* - \{\epsilon\}$ とする。但し ϵ を空記号列とする。文脈自由文法 G が、書き換え規則 $U::=u$ をもち、 $x, y, w, v(x, y \in V^*, w, v \in V^+)$ に対して、

$v = xUy, w = xuy$ が成立する時、これを $v \Rightarrow w$ と書き、 w は v から直接に導出される、或いは w は v に直接還元されると言う。また、 $v = u_0 u_1 \dots u_m = w$ か、 $v = w$ が存在して $u_{i-1} \Rightarrow u_i$ ($1 \leq i \leq m$) が成立する時、 $v \Rightarrow^* w$ と書き、 w を v の導出、或いは、 w は v に還元されると言う。 $w \neq v$ の時、 $v \Rightarrow^+ w$ と書く。文脈自由文法、

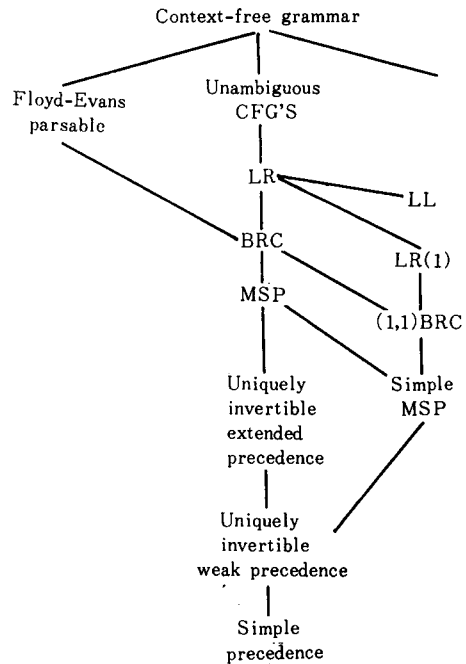


図1 文法の包含関係

G で、 $S \Rightarrow^* x$ の時、 x を文形と呼ぶ。この時、 $x \in V_T^*$ なら、 λ を G の文と呼ぶ。また、 $L(G) = \{x | S \Rightarrow^* x, x \in V_T^*\}$ なる集合を、 G で生成される文脈自由言語と言う。

文脈自由文法 G で、その書き換え規則を記述する際、 $U::=x, U::=y, \dots, U::=z$ の時、これを、 $U::=x|y|\dots|z$ と記号 "|" を使って表現する。また同一の記号の $0 \sim n$ 回の繰り返しを、 $\{\dots\}^n$ と表わす。

今、任意の記号列 α ($\alpha \in V_T^*$) が、 $L(G)$ に属するか否かを決定する手続きを構文解析と言う。本報告では、FORTRAN 文法の一部を文脈自由文法で記述し、その構文解析手続きを、以下に述べるプロダクション言語で、記述するものである。

3. プロダクション言語 (LP⁽⁴⁾)

プロダクション言語は、構文解析手続きを、表現するメタ言語である。本報告で示す、PL で記述された、パーサー (parser) は、次の形式の PL プロダクションのリストから成る。また、このパーサーは、自動的に、

LIFO (Last in First Out) スタックを使用する。

$\langle \text{label} \rangle : \underbrace{\langle \text{symbol} \rangle \{ \langle \text{symbol} \rangle \}}_{\text{左辺}}$
 $\underbrace{\langle \rightarrow \{ \langle \text{symbol} \rangle \} \rangle}_{\text{右辺}} \langle \text{action} \rangle s$

但し $\langle \rangle$ 内の記号は、あってもなくともよい。PL プログラムの実行中には、必ず現在 (Current) 動作中のプロダクションがある。あるプロダクションが現在の状態となると、その左辺の $\langle \text{symbol} \rangle s$ と LIFO スタックの最頂部からの内容とが、比較され、もし一致しないなら、次のプロダクションが現在となり、再び比較され、一致するまで繰り返される。一致した時には、スタックの内容は、プロダクションの左辺に置き換えられる。この時 $\langle \text{action} \rangle s$ があれば、それが、順々に実行される。今、 $\langle \text{action} \rangle$ として、本報告では、次の4つを考える。

(1) SCAN

スキャナを呼び出し、次のソースシンボルを1個取り出し、LIFO スタックの一番上に棚上げして戻す。

(2) GO $\langle \text{label} \rangle$

$\langle \text{label} \rangle$ を持ったプロダクションが、現在となる。

(3) ERROR $\langle \text{integer} \rangle$

出力装置に、“ERROR $\langle \text{integer} \rangle$ ”と打ち出す。

(4) HALT $\langle \text{integer} \rangle$

出力装置に、“HALT $\langle \text{integer} \rangle$ ”と打ち出す。

4. FORTRANのCFG表現

FORTRAN 文法のBNF表現に従って、それらのうち今回解析した必要な部分だけを文脈自由文法 (CFG) で表現すると以下の様になった。

$V_N = \{S, L, \langle E \rangle, A, D, T, \langle F \rangle, P, C, R, B, I, Z, M, K, Q\}$

$V_T = \{i, v, +, -, *, l, (,), \cdot, \cdot, =, E, IF, CALL, DO\}$

$P = \{S ::= L = \langle E \rangle$

$L ::= v | A$

$A ::= v(I)$

$I ::= D\{, D\}2$

$D ::= i | v | i * v | v + i | v - i | i * v + i | i * v - i$

$\langle E \rangle ::= T | + T | - T | \langle E \rangle + T | \langle E \rangle - T$

$T ::= \langle F \rangle | T * \langle F \rangle | T / \langle F \rangle$

$\langle F \rangle ::= P | \langle F \rangle ** P$

$P ::= C | L | (\langle E \rangle)$

$C ::= i | R$

$R ::= B | BE i | BE + i | BE - i$

$B ::= i | \cdot i | i \cdot i$

$S ::= DO \quad iv = Z$

$Z ::= M, M, M | M, M$

$M ::= i | v$

$S ::= IF (\langle E \rangle) \quad i, i, i$

$S ::= CALL \quad v(K)$

$K ::= Q | K, Q$

$Q ::= C | L \}$

但し上で使用した略記号の意味を表1に示した。

表 1. 略 語 表

記 号	意 味	記 号	意 味
A	<配 列>	M	<整数>
B	<基本実定数>	P	<整変数>
C	<定 数>	Q	<1 次子>
D	<添 字>	R	<パラメーター>
<E>	<算術式>	S	<文>
<F>	<因 子>	T	<項>
I	<次 元>	i	<無符号整数>
K	<引 数>	v	<名 前>
L	<変 数>		

上の、一部のFORTRANステートメントの構文解析の際、注意しなければならないのは、それに先立ってこのステートメントは、語い解析 (lexical analysis) ルーティンを通過し、ソースプログラムのソースシンボルの系列は V_T の記号の系列として、内部表現され、この解析ルーティンに入力されるものとしている事である。

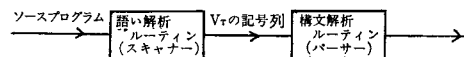


図2 パーサーへの入力

例えば、算術代入文

$AN = (1.56 * ID(PAR) - K) * 10$

は、語い解析ルーティンを通して、構文解析ルーティンに入力される際には、

$v = (i.i * v(v) - v) * i$

と、 V_T の中の記号の系列として変換され、入力されるものと仮定している。プロダクション言語のSCANと言う $\langle \text{action} \rangle$ は、この語い解析ルーティンと呼び出し V_T の記号に変換して、左から順々に一語ずつ、LIFO スタックに棚上げされるものとしている。

5. 解析結果

3.で述べたプロダクション言語で、4.の文脈自由文法を解析する大きな流れを図3に示した。

CALL 文を処理するフローチャートを図4に示した。これは、CALL 文の文法 (4.参照) に従って、終端記号列として入力された文が、還元され、最後に出発記号に

まで還元されれば、この文を正しいとする過程を流れ図で図示したものである。

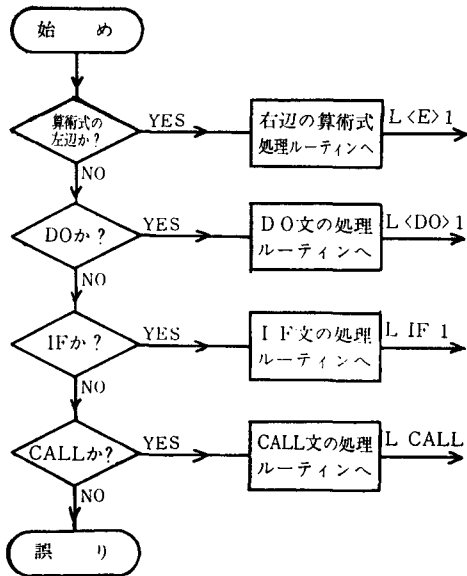


図3 構文解析の流れ

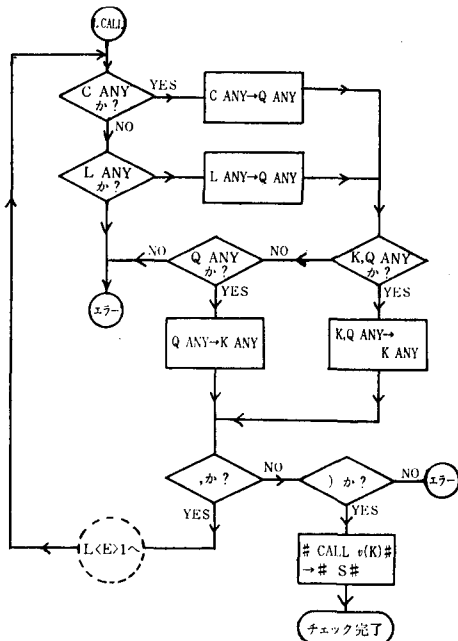


図4 CALL文の構文チェック

以下二、三例文の解析過程を示す。

例1. IF ($i \cdot v + v$) i, i, i

例1.の解析過程を表2に示す。最初にIFが読み込まれると、ラベルNEXT (表4) のプロダクションでチェックされ、次に、IF処理ルーチンへパスが渡され、か

っこ内が算術式として正しく $\langle E \rangle$ に還元されるかどうかをチェックする。この文の $i \cdot v + v$ は正しい算術式であるから $\langle E \rangle$ に還元される。最後に i, i, i のチェックをして、正しい構文であると判定され、完了する。

表2. IF ($i \cdot v + v$) i, i, i の解析過程

現在のプロダクション	スタッフの内容	一致したプロダクション	次のプロダクション
START	#	START	NEXT
NEXT	# IF	NEXT+2	LIF1
LIF1	# IF	LIF1	L<E>1
L<E>1	# IF(i	L<E>+1	L<E>3
L<E>3	# IF(i .	L<E>3	L<E>4
L<E>4	# IF(i, i	L<E>4	LL<E>1
LL<E>1	# IF($B*$	LL<E>1+1	LF
LF	# IF($c*$	LF	<E>1
<E>1	# IF($p*$	<E>1+1	<E>1+2
<E>1+2	# IF($F)*$	<E>1+2	<E>1+3
<E>1+3	# IF($F)*v$		<E>1+4
<E>1+4	# IF($\langle F \rangle * v$	<E>1+4	L<E>1
L<E>1	# IF($T*v$	L<E>1+2	L<E>v
L<E>v	# IF($T*v+$	L<E>v+1	LF
LF	# IF($T*L+$	LF+1	<E>1
<E>1	# IF($T*P+$	<E>1+1	<E>1+2
<E>1+2	# IF($T*\langle F \rangle +$	<E>2	<E>3
<E>3	# IF($T+$	<E>4+4	<E>5
<E>5	# IF($\langle E \rangle +$	<E>5	L<E>1
L<E>1	# IF($\langle E \rangle + v$	L<E>1+2	L<E>v
L<E>v	# IF($\langle E \rangle + v$	L<E>v+1	LF
L<F>	# IF($\langle E \rangle + L$	LF+5	<E>1
<E>1	# IF($\langle E \rangle + P$	<E>1+1	<E>2
<E>2	# IF($\langle E \rangle + \langle F \rangle$	<E>2+2	<E>4
<E>4	# IF($\langle E \rangle + T$	<E>4	<E>5
<E>5	# IF($\langle E \rangle$	<E>5+2	LIF4
LIF2	# IF($\langle E \rangle$) i	LIF2	LIF3
LIF3	# IF($\langle E \rangle$) $i,$	LIF3	LIF4
LIF4	# IF($\langle E \rangle$) i, i	LIF4	LIF5
LIF5	# IF($\langle E \rangle$) $i, i,$	LIF5	LIF6
LIF6	# IF($\langle E \rangle$) i, i, i	LIF6	LIF7
LIF7	# IF($\langle E \rangle$) $i, i, i \#$	LIF7	HALTO
	# S #		

例2. $v = (v * i - v * v) * i, i$

算術代入文は、 $L = \langle E \rangle$ の形だから(4.参照)まず左辺が L に還元されるかどうかをチェックし、(ラベルNEXTのプロダクション)次に右辺が、 $\langle E \rangle$ に、還元されるかどうかをチェックする。この文の解析過程を表3に示す。

表3. $v = (v**i - v*v) * i.i$ の解析過程

現在のプロダクション	スタックの内容	一致したプロダクション	次のプロダクション
START	#	START	NEXT
NEXT	# v	NEXT	Lv1
Lv1	# v=	Lv1+1	<E>1
L<E>1	# L=(	L<E>1+3	L<E>1
L<E>1	# L=(v	L<E>1+2	L<E>v
L<E>v	# L=(v*	L<E>v+1	LF
LF	# L=(L*	LF+4	<E>1
<E>1	# L=(P*	<E>1+2	<E>1+3
<E>1+3	# L=(<F>*	<E>1+3	<E>1+4
<E>1+4	# L=(<F>**	<E>1+4	L<E>1
L<E>1	# L=(<F>**i	L<E>+1	L<E>3
L<E>3	# L=(<F>**i-	L<E>3+1	LF<E>1
LF	# L=(<F>**C-	LF	<E>1+1
<E>1	# L=(<F>**P-	<E>1	<E>4
<E>1+2	# L=(<F>-	<E>2+2	<E>5
<E>4	# L=(T-	<E>4+4	L<E>1
<E>5L	# L=(<E>-	<E>5+1	L<E>v
<E>1	# L=(<E>-v	L<E>1+2	LF
L<E>v	# L=(<E>-v*	L<E>v+1	<E>1
LF<E>1	# L=(<E>-L*	LF+4	<E>1+3
<E>1+3	# L=(<E>-P*	<E>1+2	<E>1+4
<E>1+4	# L=(<E>-<F>*v)	<E>1+3	L<E>1
L<E>1	# L=(<E>-<F>*v)	<E>1+5	L<E>v
L<E>v	# L=(<E>-T*v)	L<E>1+2	LF
LF	# L=(<E>-T*L)	L<E>v+1	<E>1
<E>1	# L=(<E>-T*P)	LF+4	<E>2
<E>2	# L=(<E>-T*F)	<E>1+2	<E>4
<E>4	# L=(<E>-T)	<E>2	<E>5
<E>5	# L=(<E>)	<E>4+1	L<E>1
L<E>1	# L=<F>*i	<E>5+4	L<E>3
L<E>3	# L=<F>*i	L<E>1+1	L<E>4
L<E>4	# L=<F>*i.i	L<E>3	LL<E>1
LL<E>1	# L=<F>*B*	L<E>4	LF
LF	# L=<F>*C#	LL<E>1+1	<E>1
<E>1	# L=<F>*P#	LF<E>1+1	<E>2
<E>2	# L=T*<F>#	<E>2	<E>4
<E>4	# L=T#	<E>4+4	<E>5
<E>5	# L=<E>#->#S#	<E>5+3	HALT1

6. 結果の問題点と検討

以上、一部の FORTRAN の構文解析の手続きを、プロダクション言語で、記述できたが、問題点としては、

- 1) プロダクションの順序を文法に従って、ランダムに記述すると誤りが生じる。例えば、図7のラベル <E>1 のプロダクションと、<E>1+2 のプロダクションの順序は、逆に出来ない。同様の問題は、

別のプロダクションの組の間でも起こる。(例えば <E>2 と <E>2+3 など) この事は、構文解析の自動化にとって問題点である。

- 2) LIFO スタックの中味とプロダクションの左辺を比較する際、一致しないと、次のプロダクションを比較し直さねばならぬから解析速度向上の上でも一つの問題点である。

しかし、もしも文法が弱優先順位文法 (weak precedence grammar) なら、それから、自動的に、この Floyd—Evans パーサーを発生させる事が可能であるから⁽⁵⁾、現実の FORTRAN の様なプログラム言語でも可能な限り、このクラスの文法で記述し、構文解析の自動化をはかる事は、意義がある。

表4. FORTRAN 文法の構文解析

START :	#	SCAN		
NEXT	v	SCAN	GO	Lv1
	D	SCAN	GO	Lv2
	IF	SCAN	GO	LIF1
	CALL	SCAN	GO	LCALL
	ANY	ERROR 1		
Lv1	:(	SCAN	GO	STAT
Lv1+1	:v=>L=	SCAN	GO	L<E>1
	ANY	ERROR 2		
Lv2	:v<I>->L	SCAN	GO	Lv1+1
L<E>1 :	.	SCAN	GO	L<E>2
	i	SCAN	GO	L<E>3
	v	SCAN	GO	L<E>v
	(	SCAN	GO	L<E>1
	ANY	ERROR 3		
L<E>2 :	.i->B	SCAN	GO	LL<E>1
	ANY	ERROR 4		
L<E>3 :	.	SCAN	GO	L<E>4
	iANY->	CANY	GO	LF
L<E>4 :	.i.i->	BSCAN	GO	LL<E>1
	iANY->	BANY	GO	LL<E>1
LL<E>1 :	E	SCAN	GO	LL<E>2
	BANY->	CANY	GO	LF
LL<E>2 :	+	SCAN	GO	LL<E>3
	-	SCAN	GO	LL<E>3
	i		GO	LL<E>4
	ANY	ERROR 5		
LL<E>3 :	BE+i->	CSCAN	GO	LF
	BE-i->	CSCAN	GO	LF
	ANY	ERROR 5		
LL<E>4 :	BEi->	CSCAN	GO	LF
	ANYE	RROR 7		

L<E>v :	(	GO	STAT	Lz2	: v+i→D	SCAN	GO	L4	
	vANY→	LANY	GO	LF	v-i→D	SCAN	GO	L4	
LF	: #CALL	v(CANY	GO	LCALL1	ANYERROR 10				
	#CALL	v(CANY	GO	LCALL1	L4 : D,	SCAN	GO	STAT	
	#CALL	v(K,CANY	GO	LCALL1	D,D,	SCAN	GO	STAT	
	#CALL	v(K,LANY	GO	LCALL1	D)→I)		GO	Lz2	
	CANY→	PANY	GO	<E>1	D,D)→I)		GO	Lz2	
	LANY→	PANY	GO	<E>1	D,D,D)→I)		GO	Lz2	
	(	SCAN	GO	LF	ANYERROR 11				
	ANY	REROR 8			LIF1 : (	SCAN	GO	L<E>1	
<E>1	: <F>*	PANY→	<E>ANY		ANYERROR 12				
	<F>*	PANY→	T*<E>ANY	LIF2	: i	SCAN	GO	LIF3	
	PANY→	<F>ANY			QANY	ERROR			
	<F>*		SCAN	LIF3	: ,	SCAN	GO	LIF4	
	<F>*	SCAN	GO	L<E>1	ANYERROR 13				
	<F>*	ANY→	T*ANY	GO	L<E>1				
<E>2	: T*<F>	ANY→	TANY	LIF4	: i	SCAN	GO	LIF5	
	T1<F>	ANY→	TANY		ANYERROR 14				
	<F>	ANY→	TANY	LIF5	:	SCAN	GO	LIF6	
					ANYERROR 15				
<E>3	: T*	SCAN	GO	LF	LIF6	: i	SCAN	GO	LIF7
	T1	SCAN	GO	LF	ANYERROR 16				
<E>4	: <E>+	TANY→	<E>ANY	LIF7	: #IF(<E>i,i#S#			HALT3	
	<E>-	TANY→	<E>ANY	L<DO>1	: i	SCAN	GO	L<DO>2	
	+	TANY→	<E>ANY		ANYERROR 17				
	-	TANY→	<E>ANY	L<DO>2	: v	SCAN	GO	L<DO>3	
	TANY→	<E>ANY			ANYERROR 18				
<E>5	: <E>+	SCAN	GO	L<E>1	L<DO>3	: =	SCAN	GO	L<DO>4
	<E>-	SCAN	GO	L<E>1	ANYERROR 19				
	#IF<E>	SCAN	GO	LIF3	L<DO>4	: i→M	SCAN	GO	L<DO>5
	#L=<E>#	→#S#	HALT 2		v→M	SCAN	GO	L<DO>5	
	<E>→	<F>	SCAN	GO	L<DO>5	: ,	SCAN	GO	L<DO>6
STAT	: i	SCAN	GO	L1	L<DO>6	: i→M			
	v	SCAN	GO	Lz1	v→M				
	ANY	ERROR 8			ANYERROR 21				
L1	: *	SCAN	GO	L2	M,M→Z	SCAN			
	i	ANY→	DANY	GO	L4				
L2	: v	SCAN				SCAN	GO	L<DO>7	
	+	SCAN	GO	L3	#DOiv=Z#→#S#			HALT4	
	-	SCAN	GO	L3	L<DO>7	: i→M	GO	L<DO>8	
	i*v	ANY→	DANY	GO	L4	v→M			
L3	: i*v	+i→D	SCAN	GO	L4	ANY			
	i*v	-i→D	SCAN	GO	L4	L<DO>8	: M,M,M→Z	SCAN	
	ANYERROR 9				#DOiv=Z#→#S#			HALT4	
Lz1	: +	SCAN	GO	Lz2	ANYERROR 22				
	-	SCAN	GO	Lz2	LCALL	: v	SCA	GO	L<E>1
	vANY→	DANY	GO	L4	ANYERROR 23				
					LCALL	: CANY→	QANY		

```

K,QANY→KANY
QANY→KANY
      SCAN      GO L<E>1
)              GO LCALL2
ANYERROR 24
LCALL2 : #CALLv(K)#→#S#      HALT5

```

日頃からお世話になっている、大阪大学基礎工学部嵩研究室の皆さん、並びに、本学、電気工学科、木村伊一助教授に感謝します。

文 献

- (1) P. Naur, et al : Revised report on the algorithmic language ALGOL 60
(Comm. ACM, 6, 1; Jan 1963)
- (2) Jerome Feldman and David Gries : Translator Writing System.
- (3) Floyd, R. W. : A descriptive language for symbol manipulation. (J. ACM 8 Oct. 1961)
- (4) D. Gries : Compiler Construction for Digital Computers. (John Wiley & Sons, 1971)
- (5) Alfred V. AHOZ Jelfrey D. ullman : The Theory of Paring, Translation, and Compiling
(Prentice—1—1all 1973)
- (6) 嵩忠雄, 谷口健一 : 文脈自由文法における構文解析
(ソフトウェア技術 vol 3 no.11 1971)

An Optronic Negative Resistance Circuit

Haruo Takahashi and Masayoshi Yamauchi

Abstract

A Negative-resistance circuit has been constructed with the combination of a **p-n-p** junction transistor, a light emitting **p-n** diode and a **n-p-n** photo transistor.

The circuit provides negative-resistance voltage-current characteristics in both for increasing and decreasing the positively applied voltage, and holds a facility to obtain external control optically.

The breakover voltage can be set at a desired value according to the adjustment of bias resistances for the **p-n-p** junction transistor.

I. Introduction

This paper describes an optronic negative-resistance circuit constructed with a **p-n-p** junction transistor, a light emitting **p-n** diode (**LED**) and a **n-p-n** photo transistor.

The circuit forms an equivalent **p-n-p-n** structure with an optically activated silicon-controlled rectifier (**SCR**) offered by the *General Electric Group* (the *L8, L811* family) except for including optical coupling between the **LED** and the photo transistor.

The circuit shows a reversible negative-resistance characteristic at some positive voltage, and holds a facility to obtain external control with a light signal.

II. Circuit Description and Performance

Fig. 1 shows an optronic negative-resistance circuit. The collector of the **p-n-p** junction transistor is connected to the **p** side terminal of the **LED**, and the base of the junction transistor is joined to the collector of the **n-p-n** photo transistor. The **n** side of the **LED** is terminated to the emitter of the photo transistor, and the light from the **LED** is optically coupled to the base-window of the photo transistor.

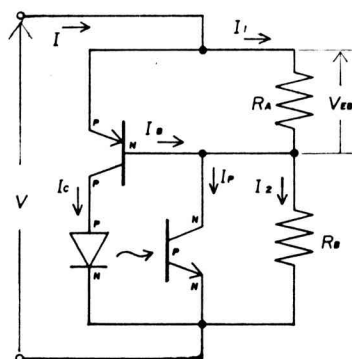
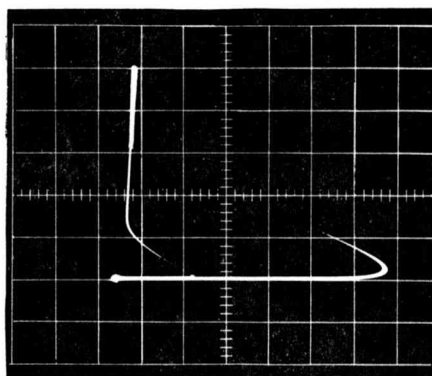


Fig. 1 Optronic negative resistance circuit.



H : 2 V/div V : 10 mA/div
 $R_A = 1 \text{ K}\Omega$, $R_B = 30 \text{ K}\Omega$

Fig.2 The S-type negative resistance characteristic by the circuit in Fig.1

sistor.

This circuit forms an optically coupled **p-n-p-n** structure.

Resistors R_A and R_B are bias resistances for the **p-n-p** junction transistor, and determine the breakover-voltage of the circuit. Fig.2 illustrates the actual wave-form observed using the circuit shown in Fig.1

Operation is as follows:

1) *Increasing the Applied Voltage* The emitter-base voltage V_{EB} of the **p-n-p** junction transistor given by bias resistors R_A and R_B increases with the increase of the applied voltage. The collector current I_C increases proportionally with I_B depending upon V_{EB} . When the terminal voltage of the **LED** exceeds a certain value (1.02 V in this circuit), the current of the **LED** begins to increase rapidly, and the **LED** emits the light proportional to I_C . The collector current I_F (proportional to the incident light intensity) causes a corresponding increase of I_B .

Growth of I_B increases I_C , and, therefore, causes a still greater increase of the light intensity from the **LED**. Consequently, a positive feedback loop including the optical coupling is formed. Operating points of the **p-n-p** junction transistor and the **n-p-n** photo transistor are rapidly turned to saturated regions due to the regenerative switching action of the feedback loop.

The circuit thus becomes conductive (the *ON* state).

2) *Decreasing the Applied Voltage* The collector current I_C decreases with the decrease of the applied voltage from some positive voltage, after the junction transistor and the photo transistor are saturated.

When the light intensity from the **LED** (depending proportionally upon I_C) falls below a certain value (the I_C is 25 μA in this circuit), the current I_F reduces with the decrease of the light intensity incident to the base-window of the photo transistor.

The diminution of I_B (depending upon the decrease of I_F) makes a more decrease in I_C , and therefore causes a still more decrease of

the light intensity from the **LED**.

A similar positive feedback operation to that mentioned above occurs, and operating points of the junction transistor and the photo transistor are rapidly turned to each cut-off region. Thus this circuit returns to be non-conductive state (the *OFF* state).

As described above, this circuit indicates a negative-resistance voltage-current characteristic in both for increase and decrease of the positively-applied voltage.

III. Circuit Equations

The equations of the circuit shown in Fig.1 are given as follows,

$$I_1 = V_{EB}/R_A, \quad I_2 = (V - V_{EB})/R_B \quad (1)$$

$$I_B + I_1 = I_F + I_2, \quad I_C = \beta_1 \cdot I_B \quad (2)$$

where β_1 is the current amplification factor of the **p-n-p** junction transistor. The light intensity L_i from the **LED** is given by $L_i = K_1 \cdot I_C$ where K_1 is the transformation coefficient.

The current I_F of the photo transistor is proportional to the input light intensity, then $I_F = K_2 \cdot \beta_2 \cdot L_i$, where β_2 is the current amplification factor of the photo transistor, and K_2 is the optical coupling coefficient. It is easily derived that $I_F = K_1 \cdot K_2 \cdot \beta_2 \cdot I_C$.

Then the relation of I_F and I_C becomes

$$I_F = K \cdot \beta_2 \cdot I_C \quad (3)$$

where K is the coefficient given by $K = K_1 \cdot K_2$.

As I_C is larger than I_F in this circuit, then $K \cdot \beta_2 < 1$.

From equations (1), (2) and (3), I_C is expressed as

$$I_C = \frac{\beta_1}{1 - K \cdot \beta_1 \cdot \beta_2} \cdot \left\{ \frac{V}{R_B} - \left(\frac{1}{R_A} + \frac{1}{R_B} \right) \cdot V_{BE} \right\} \quad (4)$$

In the small range of V , I_C holds a minimum value because of $(1 - K \cdot \beta_1 \cdot \beta_2) \simeq 1$. If the increase in V reaches and exceeds a certain value, β_1 and β_2 increase rapidly because of $(1 - K \cdot \beta_1 \cdot \beta_2) \simeq 0$. The value of the break-over voltage, however, is difficult to calculate

from (4).

The breakover voltage V_{th} of this circuit is determined from the simple relation of

$$V_{th} = \left(1 + \frac{R_B}{R_A}\right) \cdot V_{EB,T} \quad (5)$$

where $V_{EB,T}$ is the emitter-base voltage to turn on the **p-n-p** junction transistor.

IV. Circuit Characteristics

Table 1 shows the main characteristics of the **p-n-p** junction transistor, the **LED** and the **n-p-n** photo transistor used in the experimental circuit as shown in Fig.1.

Fig.3 illustrate the voltage-current characteristics of the **LED**. When the voltage exceeds 1.02 V, the current increases rapidly, and then emits the light.

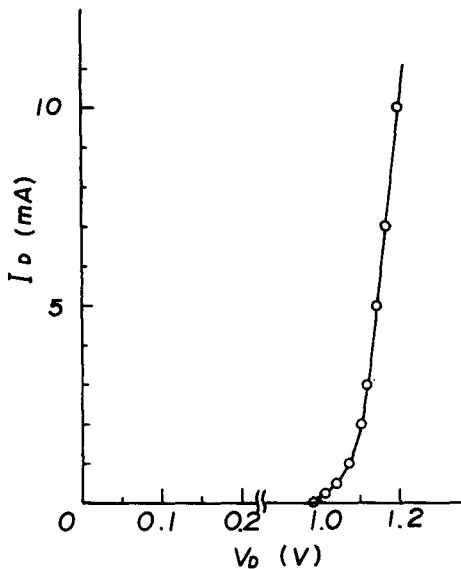


Fig.3 Voltage versus current characteristic of light emitting diode (SHARP GL-504) at 25°C.

Fig.4 and Fig.5 show the experimental results of the breakover voltage dependence on the bias resistor R_A and R_B . These results are in good agreement with the equation (6).

The breakover can be set at a desired value with the arrangement of bias resistor R_A and R_B .

Table 1. Main Characteristics of Elements used in the Experimental Optronic Negative Resistance Circuit

the **PNP** junction transistor

National 2SA 564; Silicon Epitaxial Planar Transistor

maximum collector to base voltage	-45 V
maximum collector current	-50 mA
base to emitter saturation voltage at 25°C ($I_C = 25$ mA)	-0.63 V

the light emitting PN diode

Sharp GL-504; GaAs Light Emitting Diode

forward voltage ($I_0 = 25$ mA)	1.2 V
input maximum current	50 mA
maximum emitting spectrum	9100 Å

the **NPN** photo transistor

Sharp PT-501A; Silicon Planar Transistor

dark current	5×10^{-9} A
maximum collector to emitter voltage	50 V
collector current at $V_{CE} = 5V, 20mW/cm^2$	2 mA

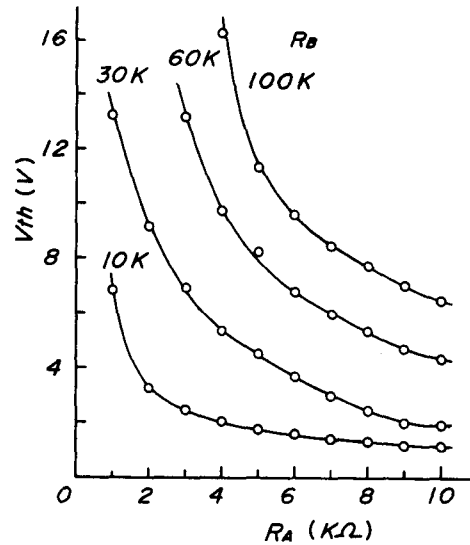


Fig.4 Breakover voltage versus R_A characteristic at 25°C.

V. Application

As this circuit is constructed with optronic elements (the **LED** and the photo transistor), it is possible to control with an external light signal the performance of this circuit.

Two fundamental light-switching operations

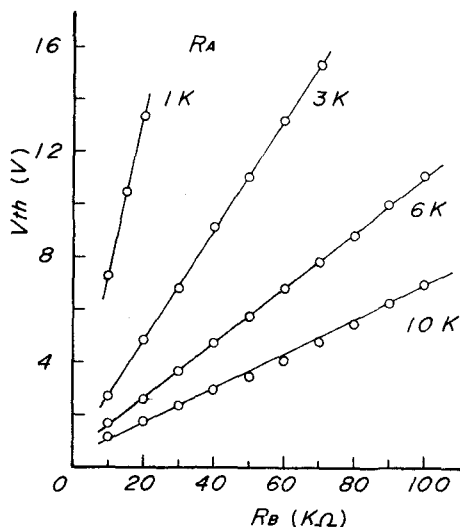


Fig.5 Breakover voltage versus R_B characteristic at 25°C.

are available in practical uses.

1) The circuit is maintained in the *OFF* state with the applied voltage a little less than the breakover voltage.

If the external light input is incident to the base-window of the photo transistor, this circuit can be turned the operating condition to the *ON* state.

This kind operation can be utilized with the optical trigger similarly to an **SCR**.

2) The circuit is kept in the *ON* state where the applied voltage is a little more than the breakover voltage. If the light from the **LED** is shut off from the base-window, this circuit changes the operating condition to the *OFF* state. The circuit returns again to the *ON* state, if the light is reapplied.

This kind of operation may be utilized to detect a physical obstacle placed between the **LED** and the photo transistor.

VI. Conclusion

The optronic negative-resistance circuit has been constructed with a simple combination of a **p-n-p** junction transistor, a light emitting **p-n** diode and a **n-p-n** photo transistor, and

displays a reversible **S**-type negative-resistance voltage-current characteristic.

The breakover voltage of the circuit is easily set to a desired value with the arrangement of bias resistors.

As optical coupling is used in this circuit, optical methods such as incidence or shutting of the light signal to the base-window of the photo transistor make it possible to turn the circuit condition from the *OFF* state to the *ON* state, or from the *ON* state to the *OFF* state.

Acknowledgment

The authors would like to express their appreciation to Y. KITAHAMA, Professor, Osaka City University, for his valuable discussion during this work.

References

- (1) H. Takahashi and M. Yamauchi, "An optronic negative resistance circuit," presented at the Electrical Engineers Spring Meetings, Kanazawa, Japan, Apr. 1973.
- (2) H. Takahashi and Y. Kitahama, "An optronic negative resistance circuit," *IEEE Journal of Solid-State Circuits* (U.S.A.), vol. SC-9, NO.9, pp.79-81, Apr. 1974.

充填塔によるエチレンの液相酸化反応

梅 原 忠

Oxidation of Ethylene in Liquid Phase using Packed Columns

Tadashi UMEHARA

The study of the oxidation of ethylene in liquid phase based on Wacker process was carried out experimentally in packed columns.

The capacity coefficients for chemical absorption in packed columns, calculated by the reaction factor-matching method using the chemical absorption data obtained in an agitated vessel, were in good agreement with those obtained experimentally.

It was found that this reaction could be treated as chemical absorption accompanied by irreversible pseudo-first order reaction and that the chemical absorption rates in packed columns could be estimated by the reaction factor-matching method using the data obtained in an agitated vessel.

1. 緒 言

エチレンを直接液相で酸化し、アセトアルデヒドを製造する Wacker 法は、収率が優秀でありかつ製造コストが低廉であるので、本邦においてほとんど全部が、このプロセスを採用している。

この反応に関する研究^{1,2)}は、ほとんど反応律速の状態で行なわれている。しかしこの反応は、速い可逆反応と比較的低速な不可逆反応からなる逐次反応であると考えられているので、速い可逆反応も含めて全反応を反応律速の状態に維持されているとは考えられない。そこで筆者は、先にこの反応拡散律速になりやすい反応の初期より、長時間連続的に反応を追跡するために、平面接触攪拌槽を反応槽に選び、エチレンの反応吸収実験を行なった³⁾。その結果、この反応は気-液界面付近の反応境界膜内で完結し、触媒液本体中ではほとんど起らないことがわかった。

このプロセスは現在、気泡塔を反応装置に用いているが、反応が反応境界膜内で完結する場合には、気-液接触面積の大きい装置が適している。充填塔は気泡塔に比して、触媒液の滞留量が少なくかつ接触面積が大きい利点を有している。そこで筆者は、充填塔式反応装置を用いてエチレンの反応吸収実験を行ない、その結果を平面接触攪拌槽反応器による基礎実験結果を用いて解析し、エチレンの液相酸化反応について考察、検討を加えた。

2. 実 験

使用した充填塔は、内径 5 cm のアクリル樹脂製二重管型のものであり、内管に 1/3 インチ磁性ラッシュリングを不規則充填したものである。なおこの装置は、充填塔によるプロピレンの液相酸化反応の研究⁴⁾に使用したものとはほぼ同一であるが、若干ガス分配器の位置を変更した。実験は水中から放散する空気の蓄積を除くために、気、液両側とも流通系とした。またガス吸収量は、充填塔の入口および出口に取り付けた微小流量計の読みの差より求めた。

実験条件は、温度 35°C、ガス流量 5.50 cm³/min、液流量 100~300 cm³/min、充填高さ 7, 15, 25 cm、塩化パラジウム濃度 1.51×10^{-3} mol/l、塩化銅(II)濃度 0.2 mol/l である。

3. 実験結果および考察

3・1 物理吸収実験

一般に充填塔でガス吸収を行なう場合には、液およびガスの接触は充填部のみでなく、塔頂部および塔底部においても起り得る。そこで筆者の使用した充填塔の端効果部分の高さを決定するためには、液流量を一定にして充填高さを変えて移動単位数 N_L を求め、それを充填高さ Z に対して点綴すれば端効果部分高さを求めることができる。^{5,6)} そこで充填高さ 7, 15, 25 cm の充填塔を

用いて、エチレンの純水に対する物理吸収実験を行ない、移動単位数を充填高さに対して点綴し図1に示した。図から端効果部分の高さは、 -1.8cm であることがわかった。すなわち充填物以外の場所で、ガス吸収が起っていると考えられる。

次に反応吸収の実験結果の解析には、触媒溶液による物理吸収時の物質移動係数の値が必要であるが、触媒溶液によるエチレンの吸収は 35°C において反応をとまうために、物理吸収は測定できない。しかし筆者の行なった実験条件では、触媒（塩化パラジウム）濃度が非常に薄いので、触媒を含まない溶液に対する物理吸収の物質移動係数 k_L^* に近似的に等しいと仮定した。さらに充填塔における気-液接触面積 a を求めることは、非常に困難であるので、物質移動係数と有効接触面積の積(k_L^*a)として求めた。

そこで 15cm の充塔を用いて助触媒（塩化銅(II)）溶液に対する物理吸収実験を行ない、その実験データを端効果を補正した塔高さ（ 16.8cm ）を用いて解析し k_L^*a を算出した。その結果を表1に示した。

3・2 反応吸収実験

触媒溶液に対するエチレンの反応吸収実験を行ない、反応吸収速度を測定した。そしてその実測値を、物理吸収時の容量係数(k_L^*a)などを用いて解析した。充填塔

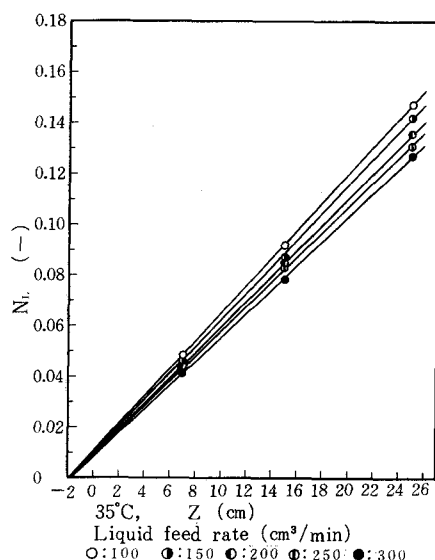


Fig. 1 Determination of end effect

Table 1 Capacity coefficient for physical absorption

Conc. of CuCl_2 (mol/l)	Liquid rate (cm^3/min)	Capacity coefficient k_L^*a ($1/\text{sec}$) $\times 10^{-4}$
0.2	100	3.81
0.2	150	5.51
0.2	200	7.16
0.2	250	8.59
0.2	300	10.1

単位容積当りの吸収量 N_{Aa} は次式であらわされる。

$$N_{Aa} = k_L a (C_A^* - C_A) \quad (1)$$

ここで C^* は気-液界面における濃度 C_A は液本体中の濃度、 k_L は反応吸収時の物質移動係数であり、添字 A はエチレンをあらわす。また反応係数 β を次式で定義する。

$$\beta = k_L a / k_L^* a \quad (2)$$

そこで反応吸収速度の実測値より(1)式を用いて $k_L a$ を求め、表1の $k_L^* a$ を用いて反応係数を算出した。(なお(1)式中の液本体中のエチレン濃度 C_A は、ガスクロマトグラフ（抑本製 GC4BTF）を用いて分析した結果、最大で C_A^* の100分の1程度であったので、液本体中の未反応エチレン濃度を無視した。)

その結果を表2に示した。以上得られた反応係数を、反応係数一致法を用いて解析した。この方法は Danckwerts-Gillham⁷⁾が提案した方法である。それは充填塔および攪拌槽内の水力学的条件が同じであれば、両装置での物質移動係数 k_L^* の値は等しく、また反応係数も

Table 2 Experimental and calculated results for chemical absorption

Conc. of PdCl_2 (mol/l) $\times 10^{-3}$	Conc. of CuCl_2 (mol/l)	Liquid rate (cm^3/min)	Capacity coefficient ($1/\text{sec}$)		Reaction factor (-)
			$k_L a$ obs. ($\times 10^{-4}$)	$k_L a$ cal. ($\times 10^{-4}$)	
1.506	0.2	100	4.19	4.13	1.101
1.506	0.2	150	5.97	5.89	1.084
1.506	0.2	200	7.68	7.59	1.073
1.506	0.2	250	9.16	9.06	1.066
1.506	0.2	300	10.7	10.6	1.061

同一値を示す。そこで、あらかじめ特定の反応系に対する反応吸収実験を充填塔と攪拌槽で行なって、両装置の反応係数の一致する点を定め、充填塔の液流量と攪拌槽での攪拌速度との対応関係を求めておけば、この関係より任意の反応系に対する充填塔での反応吸収速度を攪拌槽での実験結果より推算することができる。

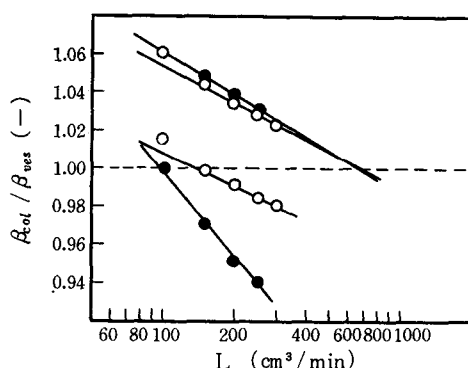
そこで、充填塔と同じ組成の触媒液を用いて行なった攪拌槽実験の反応係数 $\beta_{\text{obs.}}$ と、表2の充填塔の反応係

数 β_{cat} との比を求め、図2に充填塔の液流量に対して点綴した。(図中●印はプロピレンを用いた場合のものである。) 図より、プロピレンの液相酸化反応の研究⁴⁾の場合と、ほぼ同じところで交わることがわかった。充填塔での反応係数と撹拌槽での反応係数の一致する点(対応点)では、反応吸収の物質移動係数が等しくなる。そこで充填塔の反応係数 ρ_{cat} と液流量との関係図より、対応点の液流量に対する反応係数を求め表3に示した。

エチレンの塩化パラジウムによる液相酸化反応は、総括的に擬1次反応として取り扱えることがわかっている⁸⁾。

そこで表3の充填塔で得た反応係数より、擬1次反応速度定数を求め、同表に示した。表より得られた速度定数は、撹拌槽実験で得た値と良好に一致した。

つぎに、撹拌槽実験で得られたデータより、充填塔での反応吸収速度を推算するために、充填塔の反応吸収の容量係数 $k_L a$ を推算した。この方法は、充填塔の種々



35°C, $\text{PdCl}_2: 1.506 \times 10^{-3} \text{ mol/l}$
 $\text{CuCl}_2: 0.2 \text{ mol/l}$
 ○ : ethylene, ● propylene

Fig.2 Relation between liquid rate and reaction factor ratio

Table 3 Calculated results of reaction rate constant

Conc. of PdCl_2 (mol/l) $\times 10^{-3}$	Conc. of CuCl_2 (mol/l)	Liquid rate (cm^3/min)	Reaction factor (-)	Rate constant	
				Packed column ($1/\text{mol sec}$)	Agitated vessel ($1/\text{mol sec}$)
1.506	0.2	100	1.101	76.1	61.9
1.506	0.2	700	1.038	64.1	(mean)

の液流量に対する物質移動係数 k_L^* を、撹拌槽で得られた k_L^* の値より求め、この値を撹拌槽実験で得られた総括擬1次反応速度定数を用いて、次式より反応係数を求め、その値に充填塔で得られた物理吸収の容量係数を乗じて $k_L a_{cat}$ を算出した。その結果を表2に示した。

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

$$\gamma = \sqrt{k_{p a c l_2} D_{C_2 H_4} / k_L^*} \quad (4)$$

ここで C は濃度、 D は液相内拡散係数、 k は擬1次反応速度定数である。

表より実測値と推算値の一致は良好であった。すなわち、この反応が気-液界面付近で完結しており、液体内未反応エチレン濃度は零とみなし得る。

以上の結果より、エチレンの液相酸化反応は、総括的に擬1次反応として取り扱えること、さらに撹拌槽実験データより充填塔による反応吸収速度を、反応係数一致法を用いて推算することが可能であることがわかった。

4. 結 言

工業的に重要な Wacker プロセスによるエチレンの液相酸化反応の研究を、充填塔を用いて実験を行なった。その結果、この反応は総括的に擬1次反応として取り扱えること、また撹拌槽実験データより反応係数一致法を用いて、充填塔の反応吸収速度を精度よく推定し得ること、そしてこの反応が気-液界面付近で完結することより、このプロセスには充填塔が適していることがわかった。

おわりにこの研究に協力を願った小室淳嗣君に謝意を表します。

参 考 文 献

- (1) 寺本亘二, 尾賀泰二郎, 菊地精一, 伊東正朝, 有合化, 21, 298(1963)
- (2) P.M. Henry, J. Amer. Chem. Soc., 86, 3246(1964)
- (3) 矢野武夫, 末高透, 梅原忠, 第七回酸化反応討論会講演要旨集, p.87 (1973), (日化誌投稿中)
- (4) 矢野武夫, 末高透, 梅原忠, 山下俊和, 日化, No.9, 1740 (1972)
- (5) J.E. Vivian, R. P. Whitney, Chem. Eng. Progr., 43, 691 (1947)
- (6) 上山惟恒, 疋田晴夫, 西上清三, 舟橋昇一, 化学工学, 18, 68 (1954)
- (7) P. V. Danckwerts, A.J. Gillhom, Trans. Inst. Chem. Eng., 44, T42 (1966)

初期作品に見られるコンラッドの変貌

——イリュージョンの喪失——

中 村 元 一

Conrad's Metamorphosis in His Early Works

—— The Loss of *Illusion* ——

Gen-ichi NAKAMURA

I

コンラッドは 'circle' のイメージをしばしば用いる。1893年航海中のトレズ号からボラドフスカ夫人にあてた書簡中に、次のような表現がある。

Moving in *that perfect circle* inscribed by the Creator's hand, and of which I am always the center, I follow that undulant line of the swell....⁽¹⁾ (イタリアック筆者)

(創造主の手で描かれた完全な円の中で、私は常に中心となり動きながら、大波のうねりの方向に身を任せている。)

この中で、大海原を 'that perfect circle' 「完全な円環」の比喩で示しているのである。彼をとりまく海洋は、彼のエゴを充たすに足り、創作活動に乗り出そうとする彼の夢をはぐくみ得る環境であった。後年、彼はこの当時を次のように回想している。

Sea had been my life. It had been my own self-sufficient, self-satisfying possession. When the change came over the spirit of my dream my past had, by the very force of my work, become one of the sources of what I may call, for want of a better word, my inspiration—of the inner force which sets the pen in motion. ⁽²⁾

(海は私の生活となっていた。海は自己充足と自己満足とをもたらす私自身の持ち物となっていた。私の船乗りとしての夢が、作家の夢に変じた時、船乗りとしての私の過去は、私のペンを走らせる内面的な力——他に適当なことばがないので、私のインスピレーションと言っておこう——の源泉の一つになっ

ていた。)

当時執筆中の作品が、処女作「オールメイヤの愚行」であったことを考え合わせると、海洋生活中的夢や体験を創作活動の中に生かそうとするコンラッドの意欲のほどが窺われるのである。が、上記の回想文に続いて、次のような記述がある。

I will confess here that when I launched my first paper boats in the days of my literary childhood, I aimed at an element as restless, as dangerous, as changeable as the sea, and even more vast;—the unapeasable ocean of human life....I can assure my readers.... that I see now, more clearly than ever before, that those were but paper boats, freighted with a grown-up child's dreams and launched innocently upon that terrible sea that, unlike the honest salt water of my early life, knows no hope of changing horizons but lies within *the circle of an Eternal Shadow*.⁽³⁾ (イタリアック筆者)

(まだ文学習作時代に、私が折紙細工の船を初めて海に浮べた時、私が創作活動の目標に置いたのは、現実の海と同様に、危険をはらんだ変転きわまりない要素を——というよりも現実の海以上に広大な人の世の荒海そのものを——描くことであった。(中略)読者の皆さんに申し上げられると思う。私にとって、その船とは成長した子どもの夢を乗せた折紙細工の船でしかなかったのに、無邪気にそれが乗り出した海は、かつて私の青春を托した裏切りのない正真正銘の海とは似ても似つかぬ「永遠の暗闇の円環」で囲まれた恐い海なのであった。)

1893年の時点では 'perfect circle' で象徴された彼の

(1) *Letters of Joseph Conrad to Marguerite Poradowska* 52 (transl. from the French) Quoted by E. W. Said. 1966. *Joseph Conrad and the Fiction of Autobiography* (Harvard U. P.) p. 22

(2) *Last Essays* p. 142

(3) *Last Essays* pp. 142—143

境遇は、後半に至って 'the circle of an Eternal Shadow' で回想されるようになる。作家として乗り出した人の世の荒海は、「永遠の暗闇の円環」で囲まれた恐しい海であることを、コンラッドは思い知らされたのである。上掲の回想文は1924年彼の死の年に出版されたものであるが、「永遠の暗闇」のイメージが彼を捉えたのは、作家生活に入って間もない頃、恐らくは、「救助」執筆開始から中断までの期間（1896～1899）中のことであろうと筆者は推測する。1898年の書簡で、彼は次のように嘆息している。

The more I go, the less confidence in myself I feel...
Gone are, alas, those fine days of *Almayer's Folly* when
I wrote with the serene audacity of an unsophisticated
fool. (4)

（書けば書くほど自信がなくなる。うぶな愚か者が
こわさも知らずに書いた「オールメイヤの愚行」の
よき日々は、ああ、もはや過ぎ去った。）

海洋生活を背景に、そのスピリットを作品の中に盛り込もうとした時の意気込みは、1898年の時点では、すでに失われているのである。F.R.カールは、「コンラッドの作中人物は、何らかのイリュージョンに駆られている」と述べ、さらに「作中人物の追い求める夢」は、作家自身の夢と述べ、作家は自己のイリュージョンを登場人物のそれに托していると指摘している⁽⁵⁾。カールとはほぼ同じ観点から、既述のコンラッドの自己の周囲に対する認識の変化は、彼の海洋世界に求めたイリュージョンの喪失によるものと筆者は解釈するのである。

以下小稿では、コンラッドのこの認識の変化が、「オールメイヤ」から「救助」中断までの間の初期作品にどのような形で表われているかを概観していきたい。

II

コンラッドの海の生活のほとんどは、大自然と一体化した帆船において過ごされた。帆船にあっては、海の男たちは、自己の本性をさらけ出して、しかもおのおのが被束縛の意識^{つな}とは無縁に過ごせたのである。彼らと帆船との親密な繋りは「海の鏡」（1906）をはじめ、いくつ

かの随筆作品において、繰り返して述べられている。

ナーンサス号に登場する船乗り達の中には、陸上生活では通用しそうな怠惰な連中をはじめ、種々の人間が居た。しかし、彼らは一度嵐に巻き込まれると、不思議な結束で苦難を乗り切った。コンラッドは「外からの強要とか、訓練などの強要の力で船乗り達を団結させたり、彼らの行動規範を形成させることはできない。彼らの義務感是不可思議なものであり、それは生命の性質そのものに存する何ものかなのである⁽⁶⁾」と説く。ナーンサス号の船乗り達は「われわれの義務は、誰に命令されたものでもなく、われわれの自発的な衝動から生まれたものである⁽⁷⁾」と信じていた。

ナーンサス号の船乗り達は、嵐のあと、ジミー救出のために一致協力した。そして彼らは、ジミーを助けたい気持は「海とわれわれとの関心事であり、それがジミーでなく、空樽であったとしても助けただろう⁽⁸⁾」と信じているのである。これは海の世界における彼らの行動が、あくまで自己本位なものであることを意味すると言えよう。ジミーを助け出すための彼らの一致協力も、嵐の中の団結も、根本的には質を同じくするものであると解釈できるのである⁽⁹⁾。これらの行動の核心にあるものは、彼ら各自のエゴイズムを充たしたいという願望だと言えよう。‘sympathy’には、「その底にひそかなエゴイズムが隠れている⁽¹⁰⁾」とあるように、自己本位とも言うべき感情である。そして、その対象は「空樽でもよかった」という記述に見られるごとく、さだかな実態をともしなわぬもの、すなわちイリュージョン（幻影）である。コンラッドが作品中で描く、相手に対する感情の対象は、相手本位のものではなく、きわめて自己本位のイリュージョンなのである。「島の流れ者」（1895）のリンガードのウィレムズに対する同情は、彼への哀れみというよりは、むしろウィレムズを自分の思いのままに操りたいという彼自身の願望の具象化であり、彼の中に一種のイリュージョンを見ていたのである。「救助」のダルケーサーは「愛するのとは他人ゆえではなく、自己に内在する何物かのゆえである⁽¹¹⁾」と言う。「黄金の矢」のジョルジュの場合、リータへの恋心が、彼の憧れの海の

(4) Jean-Aubry, G. 1927. *Joseph Conrad, Life and Letters* I. 196

(5) F・R・カール著 野口啓祐・野口勝子訳「ジョーゼフ・コンラッド」北星堂 1974. pp. 77～78

(6) *Notes on Life and Letters* p. 183

(7) *The Nigger of the 'Narcissus'* p. 100

(8) *Ibid.*, p. 72

(9) 嵐の trial とジミーによる trial は異質のものであるとするゲラードの見解に対し、B・ジョンソンは嵐の試練をくぐりぬけた船乗達の連帯心は、ジミーへの同情の根底にある自己愛と同質のものであると論ずる。（*Conrads' Models of Mind* Minnesota. U. P. 1971 p. 39）筆者はジョンソンのこの解釈と同じ立場に立つ。

(10) *The Nigger of the 'Narcissus'* p. 183

(11) *The Rescue* p. 130

イメージと、また「七島のフレイヤ」のジャスパーの場合、フレイヤへの思慕が、彼の帆船の雄姿と、それぞれ一体化していた。(12) これらのイリュージョンは、いずれもはかなく消え去ったが、帆船の船乗りの抱くイリュージョンは、海という大自然によってはぐくまれ、常に安定していたのである。海の男達の連帯意識が、強靱に保たれ得るのは、彼らの意欲がエゴイズムに根ざし、彼らの情緒が安定したイリュージョンに支えられているからであろう。

ナーンサス号やジュディア号の船乗り達は、日常生活においては、大よそ放らつて、我まな連中である。無理に仕事をさせようとしても挺子でも動かぬ連中である。こうした放縦な個人の集合体とも言える帆船の船乗り達が、危急時には結束して苦難を乗り切れるのは、被束縛感のない、エゴイズムに根ざした自然発生的な結束が可能だからであった。

「ナーンサス号の黒人」(1897)の序文から、コンラッドが、彼自身及び読者をも含めて、この作品の中に連帯の場を作り出すことを意図したことが窺える(13)。初めのうちは臙化されていた語り手の存在が、ストーリーの進行にともなって、'we'の形をとり、船乗り達の間に連帯感が確立したあとには'I'となって、仲間への愛着を示す過程において、コンラッドの作者としての作中人物への共感と連帯意識を、読者は見出すことができると思われる。コンラッドが帆船においてのみ芽ばえる仲間意識に強い愛着を抱いていたことが、この作品から窺えるのである。

帆船の船乗り達には、彼らの行動の核になる中心の人物が必要であった。船乗りたちの利己心に根ざしたさまざまな感情が交錯する中にあって、超然たる老シングルトンは、まさにこうした人物の理想像であった。コンラッドは、グラハムへの手紙の中で、シングルトンについて、「思考に惑わされることのない、大自然のように素朴で雄大な」人物と評しており(14)、また作中における「思考などついぞしたことのない、現在にのみ足をしっかり踏まえた、過去にも未来にも振りまわされることのない腹のすわった男(15)」という形容は、シングルトン

を明確に規定したものとして注目に値しよう。

コンラッドが、ショーベンハウエルの影響を受けていることは、早くからゴールズワージーによって指摘されているが、シングルトンは、ショーベンハウエルの説く「生を常に確実に把握し、意志の現象の本来の、唯一の形式たる現在を確持し、迷妄の単なる幻影たる過去、未来に嚇されぬ人物(16)」を、^{おど}勢沸させる人物である。この意味からも、シングルトンは、「禁断の木の実」を食する以前のアダムの姿であり、こういう人物を創造したところに、「考えること」において人間の尊厳を見出そうとした近代思想へのコンラッドのアンチテーゼともいべきものが感じられるのである(17)。シングルトンを中心とした帆船での生活においては、男たちは各自その存在を確認し、自然発生的な結束のもとに、彼らの義務に邁進できたのである。「海の鏡」その他の随筆作品の中で、英国商帆船の男達の倫理性についての叙述が随所に見られるが、それがきわめてノスタルジックになされていることに注目したい。帆船世界の連帯意識や倫理感を、近代の蒸気船の船員の間に求めることは、もはやできないとするのである。「ナーンサス号の黒人」を書いた時点でコンラッドがすでにこのことを意識していたことは「シングルトンは、しょせん“時の子”に過ぎなかった。今や、滅びて忘れ去られた時代のわびしい遺物に過ぎなかった(18)」と述べていることから明らかである。

ナーンサス号やジュディア号の船乗り達を見つめるコンラッドの視線は、自身の若き日への郷愁に満ちており、それは船を降りた後も、終生変わることがなかったのである。生まれ故郷に背を向けた彼にとって、英国商帆船における体験こそ、心の拠り所であったのであり、「個人的記録」の「序文」の「偉大な海の世界における生の躍動を肉親の情を以て表現しようと試みた(19)」という記述は、まさに彼の真情を吐露したものであった。

III

コンラッドは、「オールメイヤの愚行」(1889~1894)の「著者の覚え書き」において、著者と作中人物との関

(12) *The Arrow of Gold* p.88 & "Freya of the Seven Isles" in *'Twixt Land and Sea'* p.236

(13) *The Nigger of the 'Narcissus'* p. viii

(14) Watts, C. T. ed. 1969. *Joseph Conrad, Letters to Cunninghame Graham* (Cambridge U.P.) 4

(15) *The Nigger of the 'Narcissus'* p. 24

(16) ショーベンハウエル「意志と表象としての世界」(Ⅱ) 磯部忠正訳 理想社 p. 221

(17) コンラッドは、「勝利」の「著者の覚え書き」の中で、「私は文明人が身につけたあらゆる習慣の中で、考え込む癖はど有害なものはないと断ぜざるを得ない」と述べている。

(18) *The Nigger of the 'Narcissus'* p. 24

(19) *A Personal Record* pp. xiv—xv

係を「われわれとはるかなる地の人類との間の絆」であるとし、「いずれの土地の住民であろうとも、ありふれた人々に対して、共感をいだくことに私は満足を感じる」と述べている⁽²⁰⁾。作者のこのことばは作者または読者と登場人物との関係を述べた「ナーシサス号の黒人」の序文中の、「生きとし生けるものとのひそやかなる同胞意識」や「人類を相互に結ぶ連帯感」⁽²¹⁾をわれわれに想起させる。ルーセルは、このことばを「語り手と登場人物との関係は、海の男達の連帯の土台にあるような、心の通じ合う開放性と、相互の一体性によって規定されなければならない」という意味に解釈している⁽²²⁾。「オールメイヤの愚行」における作者の作中人物に対する一体感は、船乗り達の間の連帯意識と同質のものであると理解してよいと思う。

「オールメイヤの愚行」と次作「島の流れ者」(1895)の主人公達は、いずれも文明社会からはみ出し者であり、マレーの原始の世界で生活していた。コンラッドの関心は、大自然の中において自己のエゴイズムゆえに滅びゆく人間像を捉えることにあり、その敗残の過程を、彼は一種の共感を以って描こうとしたと考えられる。これら初期の二作品の舞台であるマレー群島は、かつてコンラッドが足を踏み入れた地であり、彼の脳裏には、この地のさまざまな映像が船乗りとしての体験と密着して、あざやかに焼きついていたはずであり、それを自己のイリュージョンにもとづいて描き出すことが、とりもなおさず彼の芸術精神を具現することであった。「ナーシサス号の黒人」の序文に述べられている「目に見える世界への連帯感」は、克明な画像の描写といわば表裏一体をなすものであった。

これら初期の二作品において、コンラッドは、彼の主張する「生きとし生ける者への同胞意識」⁽²³⁾と「目に見える世界への連帯感」を持つことを実践していたと思われる。

しかし、注目しなければならないのは「ナーシサス号の黒人」や「青春」の中で語られる海の男の世界は、過去のものであり、彼の内部においてこうした世界が遠く遙かに郷愁をよせることしかできぬ世界となっていたと

いうことである。

「ナーシサス号の黒人」の直後に書かれた短編「カレイン」(1897)は、光にあふれ色彩に富んだ自然描写の濃密なことがきわめて印象的な作品である。この作品の舞台であるマレーの世界は‘a world of sunshine and illusion’といわれるように⁽²⁴⁾、明るいイリュージョンに満ちた描写がなされている。この作品の背後には「オールメイヤの愚行」の時とは異なって、ロンドンという文明世界があるのであり、きわめて視覚的に描写されるその舞台マレーの地は、もはや現実には存在しない回想の中の世界なのである。グレイバーは「過去のよき時代へのノスタルジアの感情が、この作品の中で、はつきりあらわれている。過去の雰囲気は香り高く、異国情緒にあふれるのに反して、現実の雰囲気は暗い」⁽²⁵⁾と指摘している。かつてコンラッドが接したマレーの大自然と人々は、回想の中で美しい幻影と化し、彼の意識の中には彼が生活するイギリスの社会が大きくクローズアップしはじめていたのである。後年、彼はこの当時に回想して「人生における新しい価値を見出すということは、混沌に満ちた経験であった。混沌と混乱がそこにあり、私は一瞬暗黒を感じないわけにはいかなかった。」⁽²⁶⁾と語っている。

コンラッド自身の体験にもとづいて描かれる海洋及びマレーの地は、彼の記憶の中で安定した画像となって、イリュージョンを満ちし得る世界を形成していた。これに反し、彼が作家として身を置いた文明社会においては、彼から見れば、個人の抱くイリュージョンなどははかなく消えやすいものであって、それゆえ暗黒のイメージと結びつくものであった。

文明社会の生活の中で、個人の抱くイリュージョンがいかににはかないものであるかを示した初期作品は、「文明の前哨点」(1896)と「帰来」(1897)であろう。「文明の前哨点」では、平凡な社会生活にあっては、至極あたりまえの勇氣、信義、友情といった美德が、アフリカの原始世界において何ら意味を持たないものとなる過程が描かれる。「帰来」の主人公ハーヴェイは、富を蓄積し、社会的地位を獲得して、そのような生活に満足をしている

(20) *Almayer's Folly* p. viii

(21) *The Nigger of the 'Narcissus'* p. viii & p. x

(22) Roussel, R. 1971. *The Metaphysics of Darkness* (The John Hopkins P.) pp. 48—49

(23) コンラッドは、後年「個人的記録」の中で、「オールメイヤの愚行」を書かせたのは「希望や恐怖との交流において、地上のすべての住民を結びつける不思議な同源性」であると述べている。(A *Personal Record* p.9 ll. 27—33) これは「ナーシサス号の黒人」の序文中の「生きとし生けるものとの同胞意識」ということばと符合している。コンラッドのこの意識は、同じ素材を扱った「島の流れ者」執筆にあたっても、当然働いていたと考えられるのである。

(24) *Tales of Unrest* p. 45

(25) Graver, L. 1969. *Conrad's Short Fiction* (California U. P.) p. 30

(26) *An Outcast of the Islands* Author's Note p. vii

男であった。彼にとって結婚生活は、世間体をつくらうためであり、かつ世俗的表面的満足感を得るためのものであった。ところが、妻の恋愛事件が、彼の安住世界を根底からゆさぶったのである。彼は、愛情が世間的欲望とは異質の情感であることに気が付き、それまで自分が信奉してきた価値規準の無意味さを思い知る。

この二つの短編小説において、コンラッドは集団生活の中での個人の美德や価値規準に関する信念は、はかないイリュージョンにすぎず、それは集団の支えを失うやいなやたちまちついで去るものであることを強調するのである。

イリュージョンを失う人間像は、中期作品ではノストロモがその代表的人物だと言えるし、後期作品になると「マラタ島の農場主」のルノアルや、「黄金の矢」のジョルジュ、「放浪者」のレアル、「サスペンス」のコズモ等⁽²⁷⁾、多く見られる。

コンラッドの作品において「暗黒」は単なるイメージや雰囲気描写として取り扱われるだけではなく、作中人物が「体験するもの」として描かれる。「暗黒」は登場人物をして自分自身に対するイリュージョンを喪失せしめずにはおかぬ「心理的ディレンマ」を象徴することばなのである。形而上学的に言えば、「暗黒」は人間の本能や衝動を司る盲目的意志の支配する「無意識」の状態のことである。ショーペンハウエル流に言えば、知的発達を遂げた人間とは、個別化の原理により高度に客観化された意志及びその表象である⁽²⁸⁾。彼は自己以外の全個体をも自己の表象として意識するので、彼の眺める世界はイリュージョンに過ぎないのである。「暗黒」の状態に入るということは、個別化のプロセスに逆行して、未分化の状態に立ちもどることであり、それと同時に自己にかゝわる表象、すなわち一切のイリュージョンを忘失することである——と理解できよう。コンラッドは、いかなる人間も、その心の内奥には、この暗黒の因子が潜んでおり、個別化の進んだ文明人ほど、暗黒のディレンマに陥りやすいと考えていたようである。

初期作品における「暗黒」は、むしろ、原始的、根源的なものへの回帰のイメージとして用いられた。たとえば、「帰来」の主人公ハーヴェイは「明日のない暗黒」⁽²⁹⁾に身を置くことにより、自己の根源的認識に到り得たのである。しかし、中期以降の作品になると、「暗黒」は

人間のイリュージョンをなす現実認識や既成の価値判断をぐらつかせるとともに、その幻滅感を通して、人間を虚脱と絶望に陥れる、恐怖をともなった否定的極限状態として描かれるのである。夜の海上において暗黒に襲われたロード・ジムや「救助」のリングードや「ノストロモ」のデクーなどは、自己のイリュージョンを全く喪失してしまったがゆえに、言い知れぬ虚無感を味わい、それぞれ破滅への道を歩むことになるのである。

「暗黒」は同時にまたコンラッド自身の体験したものであった。「暗黒」について「太陽や星を次々と消し、宇宙全体を凍てついた闇で掩いかぶせる荒廃の呪い⁽³⁰⁾」という風に、彼はグラハムに宛てて書いている。また、「救助」執筆中、彼はガーネットに宛てて、暗黒にとらわれて、筆が進まなくなったと苦悩を訴えているのである⁽³¹⁾。

コンラッドの観点からすれば、生きるということは、とりまなおさず個人と集団機構との相剋であった。彼の目には、各種の生活慣習や倫理的規範などの拠って立つ既成概念は、不条理そのものと映じたのであろう。1896年から1898年にかけて、彼は友人達に宛てて、社会機構に対する絶望感や不信感、また自分の作家としての力量に対する不安、日常生活そのものへの不満とかを、きわめて筆まめに訴えている。この背景には、しょせん異国でしかなかった英国社会への違和感とか、彼自身の気質に由来する内面的なものもあったようであるが、日常生活に由来する疎外感や孤立感から来る苦痛があったと思われる。このように自己の周囲の種々の人為的条件に対して満足できなかった彼が、イリュージョンの喪失とか暗黒とかを意識するようになるのは、彼にとって避けられぬ運命であったのであり、こういう運命に陥る人間を作品に登場させるようになるのは、きわめて自然なことであったと思われるのである。

IV

「救助」は、1896年から1899年まで、断続的に執筆された後、結局は中断され、放置されていたけれども、20年の歳月を隔てて、1918年に再び筆が執られることになり、草稿を大巾に手直しして、1919年ようやく世に問われることになった長編小説である。その主題とされているのは、海の男のエゴイズムの崩壊と連帯感の喪失

(27) *Within the Tides* p. 77, *The Arrow of Gold*. pp. 295—300, *The Rover* p. 210, & *Suspense* p. 195

(28) Said, *Joseph Conrad and the Fiction of Autobiography* p. 139

(29) *Tales of Unrest* p. 182

(30) *Joseph Conrad, Letters to C. Graham* 4

(31) *The Metaphysics of Darkness* pp. 65—66

と見ることができる。モーザーは、この作品の難渋の原因は、コンラッドが、彼にとって不馴れな恋物語などを描こうとしたことにあるとする。ルーセルは、コンラッドが友人に宛てた書簡を検討して、「救助」の主人公の挫折は、執筆当時（1898～99）のコンラッドの心理的ディレンマを反映したものであると論じ、彼のこのディレンマが、「救助」中断の原因であると断じている。⁽³²⁾

コンラッドが行き詰まったのは、主人公の取り扱いをめぐって、技術的に困難を感じたからでもあろうが、それ以上にそこには、作家自身の暗黒とのかかわりが絡んでいると見られる。以下リンガードのエゴイズムの崩壊をめぐって、作者の行き詰まりの原因をさぐってみる。

主人公リンガードは、「オールメイヤの愚行」や「島の流れ者」に顔を出すリンガードと同じく、ロマンチック・エゴイストの系列に属する人物として登場してくる。ボルネオ・スマトラ海域にあって、自分の帆船を思いのままに操り、原住民達に君臨する海の王者であった。自分の意志と力に自信を持ち、この海域での王者としての立場が微動だにしない信じ切っていた。ところが、ヨーロッパからの一隻の帆船が彼の海域で座礁したことによって、事態は一変する。文明の世界から来た男女との接触によって、複雑な心情を経験して、自己の無力さを感じた彼は、幻滅に襲われる。海の男の持つ連帯意識には、その核心としてエゴイズムがあり、そのエゴイズムはイリュージョンによって支えられている。⁽³³⁾ 真夜中の海に漕ぎ出したリンガードは、既にエゴイズムを喪失していた。エゴイズムを失った人間には、もはや連帯意識など期待できない。彼が友人ハッスムとの約束を守れなかったことや、トラバーズ夫人への恋心を持続できなかったことの原因には、この連帯意識の喪失が大きく関わっていると思われる。積極的行動意欲を失ったリンガードは自己の運命を甘受するタイプの人物となり果ててしまった。こうした主人公の「衰退」の過程は1918～19年の間に書かれた部分に属する。モーザーはこのようなリンガードの中に、コンラッドの後期作品に見られる「the impeccable hero」（自ら罪を犯さず、専ら外部の悪に奔弄される人物の意）の典型を認めているのである。⁽³⁴⁾

コンラッドは1895年に作家志望の友人に宛てて、「作

家の想像力は人間の魂を創造し、人間の感情を赤裸々に描写するために用いられるべきであって、単なる出来事それも偶然の出来事などを造り出すために用いられるべきではない⁽³⁵⁾」と忠告している。初期作品でコンラッドが描いたのは、オールメイヤやウィレムズのごとく、自己に内在する道徳的弱点のために滅びゆく人間像であり、当時の彼の関心は、専ら人間のエゴイズムを凝視し、それを克明に描き出すことにあったのである。「救助」のリンガードの後半の姿は、初期のコンラッドの作家精神を以てしては、到底描き切れるものではなかった。

海洋に生きたリンガードのエゴイズムは、暗黒との関わりにおいて漸次崩壊した。このリンガードの体験した暗黒は、コンラッドの体験した暗黒であったのであり、これが、「救助」中断の原因であったとルーセルは指摘している。⁽³⁶⁾ この作品に描かれた主人公のイリュージョンの喪失は、それまでコンラッドが描こうとした海洋生活のスピリットの消滅を意味し、これを契機に彼の作風は明から暗へと転ずるのである。すなわち、コンラッドが「ナージサス号の黒人」の序文で強調した「目に見える世界への連帯」の絆は断ち切られてしまうのである。

He (Lingard) had lost touch with the world.... He was in the state of a man who is rendered impossible....to all forms and matters of the earth.⁽³⁷⁾ ()内筆者

この体験は、コンラッド自らの体験でもあった。「救助」執筆中に書かれた書簡文の一節、

Alas, no one can help me. In the matter of *The Rescue* I have lost all sense of form and I can't see images.⁽³⁸⁾

1896～99年の草稿の中に描かれていた光や色彩のイメージを駆使した印象主義的技法や濃密で克明な風景描写は再執筆の際には大巾にカットされている。このことに関連して、ダウデンはイメジャリイの多用が技法の破綻を招き、行き詰まりを意識したことが「救助」執筆中断の原因であると指摘している。⁽³⁹⁾ ダウデンとしては、イメジャリイの多用の弊に気付いたコンラッドが、再執筆の際に、そうした部分をカットしたと解釈しているのであろう。しかし、作家自身のイリュージョンの喪失によって、視覚的世界の描写に興味を失ったところに、よ

(32) *The Metaphysics of Darkness* pp. 62—71

(33) 本稿Ⅱ (p.70) 参照

(34) Mudrick, M. ed. 1966. *Conrad, A Collection of Critical Essays* (A Spectrum Book) p. 156

(35) A Letter to Edward Noble (Written in October, 1895) in *Joseph Conrad, Life and Letters* I 183

(36) *The Metaphysics of Darkness* pp. 65—66

(37) *The Rescue* p. 415

(38) *Joseph Conrad, Life and Letters* I 237

(39) Dowden, W. S. 1970. *Joseph Conrad, The Imaged Style* (Vanderbilt U. P.) p. 197

り深い原因が求められなければならないと考えられる。

V

以上、「オールメイヤの愚行」から「救助」が中断されるまでの間に書かれたコンラッドの初期の作品に現われた明から暗へのイメージの転換及びその裏にあると見られるコンラッド自身のイリュージョンの喪失のあとをたどってきた。コンラッドは、個人にそのイリュージョンを喪失せしめるものは、人間を暗黒に閉じこめる近代の持つ悪魔的な力であると認識し、彼自身を取りまく環境は、彼にイリュージョンを回復せしめることの絶対でない「永遠の暗闇」だと観じていたと断じてよいと思われる。作家生活に入った当初、海洋生活にあって可能であったエゴの充足が、陸上の執筆活動においても可能であると信じて疑わなかったコンラッドのイリュージョンは、作家生活数年にして消え失せてしまったのである。

海洋生活のイメージの消失の背景には、彼が少年時代から憧れたような海洋世界は、ただ彼の想念の中においてのみ存在し、現実にはもはや存在しないというコンラッドの認識もあったかも知れない。コンラッドは、少年の日に、未来に「エゴを充たす海」を夢見たごとく、壮年になって陸に上がってからは、過去に「エゴを充たす海」を夢見るのである。作家活動をするコンラッドの想念の中において、海上生活の思い出はより美化されていて、ノスタルジックな世界を造り上げているのである。彼にとって、現実の世界は、彼自身を「永遠の暗闇」に陥れる環境であるが、彼の生きた過去は明るい美しい世界なのである。

そこには不思議と昨日から今日へというような連続がないのである。彼が哀惜した帆船の時代は去り、現実機械文明の時代である。彼にとって帆船が人間相互の連帯を形成し得る場であるとするれば、蒸気船はそれを崩壊せしめる場であった。「ロード・ジム」「フォーク」「追いつめられて」などの作品では、蒸気船はそのような世界として描かれているのである。蒸気船パトナ号からジムが跳び降りた海は、人間を呑み込む墓場のごとき暗黒の海域であったし、次に彼が跳び降りたパトウサンの地は、身動きできぬように彼を捕えた泥が象徴するような暗い束縛の

世界であった。(40) コンラッドはジムの死によって、^{ひと}一たび暗黒に捕えられた人間の無力さを示そうとした。(41) 「ロード・ジム」に続く作品でも、コンラッドが描くのは、閉ざされた境遇の中での人間の努力の空しさであり、後期になると、それに諦感と一種の感傷まで加わってくる。世紀末から今世紀初頭にかけて、近代文明の辿らねばならぬ宿命をいち早く予知したコンラッドではあったが、その宿命を凝視して生きる人間像を造り上げ得なかったところに、彼の限界があったと言えるのではなからうか。

【付 記】

- ・使用テキスト：J. M. Dent and Sons 版 Collected Edition of the Works of Joseph Conrad (1946～1955)
- ・小稿中の *The Nigger of the 'Narcissus'* からの引用は、文献(2)所載の高見幸郎氏の訳文を参照させていただいた。
- ・書名末尾の年数は完成年を示す。

【参考文献】（脚注に掲げたものを除く）

- (1) 20世紀英米文学案内3 コンラッド 研究社 1966.
- (2) コンラッド 世界文学大系86 筑摩書房 1967.
- (3) Megroz, R. L. *Joseph Conrad, Mind and Method* 1931.
- (4) Bancroft, WM. W. *Joseph Conrad, His Philosophy of Life* 1933.
- (5) Hewitt, D. *Conrad, A Reassessment* 1952.
- (6) Guerard, A. J. *Conrad, the Novelist* 1958.
- (7) Baines, J. *Joseph Conrad, A Critical Biography* 1960.
- (8) Boyle, T. E. *Symbol & Meaning in the Fiction of Joseph Conrad* 1965.
- (9) Sherry, N. *Conrad's Eastern World* 1966.
- (10) Meyer, B.C. *Joseph Conrad, A Psychoanalytic Biography* 1967.
- (11) Palmer, J. A. *Joseph Conrad's Fiction* 1968.
- (12) Johnson, B. *Conrad's Models of Mind* 1971.

(40) 拙稿「束縛と解放」1974. 奈良工業高等専門学校研究紀要 第9冊 pp. 146—148

(41) ジムの死についてのこの解釈には異論もあろうが、作品技法の検討により筆者はこの結論を得ている。後日論じたい。

子規の用語「意匠」と「趣向」

——俳論と歌論から——

小 谷 稔

On the Word “Isyo” and “Shuko”
Used in Shiki’s Review of
Waka and Haiku
Minoru KOTANI

はじめに

前稿①で子規歌論の「趣向」について、趣向の重視、時間的趣向と短歌、平淡な趣向という観点から概観したのであったが、本稿では基礎的な問題に立ち返って、子規の用語に顕著にあらわれる「意匠」と「趣向」との関係を中心に考えようとした。すでに早く土方定一は、次のように指摘している。

この意匠といふ言葉は、子規の評論乃至感想にあつては、趣（例へば、第六卷四八頁）、趣味、精神、内容、趣向、観念、俳想、思想、十七字の天地、詩想等の言葉と殆んど同じ意味に使用されてゐると見ていい。（勿論、以上のうち趣味、趣向等は明らかに異つた意味に使はれてゐる場所がある②）。——各語の卷、頁は省略して引用した。——

また斎藤茂吉は「正岡子規」の「正岡子規の歌論」で「歌の趣向（意匠・内容）」という項目を立てている。勿論「趣向」と「意匠」とは辞書に示すように語義が互に通じるものであるから子規が両語混用することに問題はないのであるが、両語の使用には傾向がみられるのではないか、その傾向は子規の文学上の活動と関係があるのではないかという点から検討してみたいと思う。対象とした子規の文章は改造社版子規全集第四卷「俳論及俳話 壹」、第五卷「俳論及俳話 貳」、第六卷「歌論及歌話」、第八卷「随筆上」、第九卷「随筆下」、第十七卷「評論 漢詩 日記」の中の「評論」、他に「蕪村句集講義」である。また「意匠」「趣向」の両語の使われた文章は短歌と俳句についてのものに限定した。

一 「俳諧大要」の「意匠」と「趣向」

明治二十七年の「文学漫言」の「和歌と俳句」の項にある意匠論はこの問題を扱ったものとしては最初のまとまつたもので、

韻文と散文とを問はず便宜のため之を分析して三要素と為すを得。一は意匠（心）にして一は言語（姿）なり。意匠は人事を叙するあり、天然を叙するあり。

意匠は古今東西を通じ各種の美術を貫きて敢て異なる者に非ず。

意匠と言語とは車の両輪、鳥の両翼の如く偏廃偏立すべきものに非ずと雖も、余は寧ろ重きを意匠に置かんとす。

などを骨子としてかなり詳細に「意匠」を説き、かつ主張している。この「文学

漫言」で「意匠」の語が集中的に用いられているほかには明治二十五年の「向井去来」以来「意匠」も「趣向」も各年に一・二語か数語使用されたものが明治二十八年から飛躍的に増加し、それは「俳諧大要」に集中的であるところからその用例によって子規の使用傾向を考えてみたい。この書の初めの方は俳句を概論風に組織した論であるが「第三 俳句の種類」は「意匠」について「文学漫言」の「意匠」論を整理した形になっている。

一、俳句を分ちて意匠及び言語（古人の所謂心及び姿）とす。（略）

など十一の箇条書風な短文に整理され、このうち「意匠」と言語との関係について述べたものは、

一、意匠と言語とを比較して優劣先後あるなし。（略）

一、言語に区別あるは意匠に区別あるが如し。勁健なる意匠には勁健なる言語を用ゐざるべからず。（略）

このように作品を「意匠」と「言語」に分析するところから「意匠」つまり内容は広い意味をもつものになり、

一、意匠に勁健なるあり、優柔なるあり、壮大なるあり、細緻なるあり、雅撲なるあり、（略）

一、意匠に主観的なるあり、客観的なるあり。主観的とは心中の状況を詠じ、客観的とは心象に写り来りし客観的事物を其儘に詠するなり。

一、意匠に天然なるあり、人事的なるあり。人事的とは人間万般の事物を詠じ、天然的とは天文、地理、生物、鉱物等、総て人事以外の事物を詠するなり。

最初の内容を全体的にとらえ、二番めは詠じ方からみた内容、三番めは素材面からみた内容である。

(1) 初心の者は兎角に思ひつきたる趣向を十七字に綴り得ぬと思ひ棄つるぞ多き、太だ損なり。（中略）又みやびたるしやれたる言葉を知らずとて趣向を棄つるも誤れり。

これが「俳諧大要」で最初に出てくる「趣向」の用例であるが以下煩を厭わず順に列記して傾向を考えたい。

(2) 己の句に竝べて他人の名句を見る時は他人の意匠・慘澹たる所を発見せん。他人の名句を読み後自ら句をものする時は、趣向・流出し句調自在になりて名人の己に乗り遅りたらんが如き感ある可し。

(3) 何とは無けれど只々無闇に趣向の溢れ出るが如く感じた時は、

(4) 已にして古俳書を繙く、天の川の句類りに目を触るゝを覚ゆ。たとひ上乘にあらざるも皆一種の句調と趣向とを備へて必ずしも陳腐ならず。

(5) なまじひに他人の句を二三句許り見聞きたる時は外に趣向なき心地す。十句二十句百句と多く見聞く時は却て無数の趣向を得べし。古人が既に己の意匠を言ひ居らん事を恐れて古句を見るを嫌ふが如きは、耳を掩ふて鈴を盗むよりも猶可笑しきわざなり。

(6) 此もらひ水といふ趣向俗極まりて蛇足なり。

(7) 因みに言ふ、此趣向は小説の上にはありふれたりとも雖も、

(8) 古今集の如き言語ありて意匠なき歌

(9) 甲は意匠の点に於て発達したるも言語これに副はず、乙は言語の点に於て発達したるも意匠これに副はず、

(10) 例へば昔は面白き絵画なりと評せられし其意匠も、（略）或は今日に在りて斬新なりとはやさるゝ詩文小説も、後世に至り同様の意匠を為す者多からば終には陳腐とし厭嫌せられんが如き類なり。

(11) 例へば胡蝶の題にて

寝る胡蝶羽に墨つけん縁の先、坡仄（他の一句省略）とやさしく美しく趣向つけるも固より善けれど、

(12) 日に焦げた老翁歛を肩にし一枝の桃花を折りて田畝より帰り、（略）飢雀其間を窺ひ井戸端の乾飯を啄む、是れ雅樸にして美術的なる趣向ならん。

（略）少女驚いて耳を欹ればをかしや櫛頭の鸚鵡永日に倦んで此戯を為すなり。是れ婉麗にして美術的なる趣向ならん。

(13) 梅に鶯、柳に風、時鳥に月、名月に雲、名所には富士、嵐山、吉野山、此等の趣向の陳腐なるは何人も之を知る。（略）瀬田、須磨、奈良、宇津、此等の趣向の陳腐なるは深く俳句に入る者に非れば知る能はず。

(14) 趣向はなるべく斬新なるを要すれども、

(15) 俳句にても全く斬新なる趣向に至りては、

(16) 趣向の上に動く動かぬと言ふ事あり、即ち配合する事物の調和適応すると否とを言ふなり。

(17) 俳句を学びて堂に入る者は意匠と言語と並び達せんことこそ最も願はしけれ。

(13) 趣向は老練にも拙なるあり、素人の上にも上手なるあり、只々句調のたるまぬ処は必ず老練の上の沙汰なり。

(14) それより外の趣向を取り交せて、

(20) 写真に偏する者は古代の事物、隔地の景色に無上の新意匠あるを忘れて目前の小天地に踟躕するの弊害あり。

(21) 小説、演劇、謡曲等より俳句の題目を探り来り、或は絵画の意匠を取り、

(22) 意匠の狂と言語の狂と相伴ふを要す。意匠狂して言語狂せざる者あり、(略)

意匠狂せずして言語狂する者あり、

(23) 折られぬを合点で垂れる柳かな(他の句略)

の如き巧拙は異なれども其意匠の総て諸誰に傾き頓智による処尽く相似たり。

(24) 十七字に余りぬべき程の多量の意匠を十七字の中につづめんことは、

(25) こゝに一の意匠あり、其意匠は極めて古き代の事を当時自身が其事に当りし

ことの如くに詠するなり。昔は老年になりてものゝ役に立たぬ人を無残にも山谷に捨てし地方もありきとぞ。信州の姨捨山は其遺跡となん聞えし。其頃の事にして時は冬の夜の寒く晴れわたり満天糠星のこぼれんばかりに輝ける中を、今より姨捨てに行かなんとて湯婆を暖めよと命ずるなり。これだけの趣向、いかで十七字にはつづまるべきと誰しも言はんを、さて詠みたりや。

(26) 折って後もらふ声あり垣の梅 沾徳

といふ句は意匠卑俗にして取るに足らずと雖も、中七字のはたらきは俳句修学者の注意せざるべからざる所なり。

(27) 両句動もすれば同一の趣向となり、或は正反対の趣向(黒と白、男と女、戦争と平和等の如し)となるを免れず。同一の趣向の変化せざるは勿論にして、正反対の趣向も亦変化せざるものなり。

(28) 百韻は長き故にともすれば同一の趣向に陥り易し。

(29) 前句との附様は冬籠りの中にある月あかき夜、酒うち飲みて酔ひたるまゝに瓶など打ち叩きたるといふ趣向なり。

(30) 此句は全く趣向を転じたり。

これらの用例が主要なものであるが、大体の傾向として次のように言えるようである。第一に、内容と言葉とを対立させていう場合には、「言語」に対しては「意匠」、「句調」に対しては「趣向」が用いられる傾向がある。「意匠」と

「言語」は「俳句の種類」のところに多いほか、(8)(9)(17)(21)にあり、「趣向」と「句調」は(2)(4)(18)にみられる。第二に、内容を抽象的に言う場合は「意匠」を、具体的な内容を言う場合は「趣向」を用いる傾向がある。(6)此もらひ水といふ趣向、(7)此趣向、(12)是れ雅樸にして美術的な趣向ならん、(13)此等の趣向、(24)これだけの趣向など。第三に、「趣向」には「配合」という構想をふくむことがある。(13)梅に鶯、柳に風など、(14)など。第四に、「趣向」には「材料」というものに近いものがある。(13)名所には富士、嵐山、吉野山、此等の趣向など。以上のうち第一と第二は関連が深いのはいうまでもない。「言語」が用語、句法、句調等のすべてを総括し抽象化しているように「意匠」は作品内容の総括的、抽象的な名称である。それに対して、「句調」(五七五調、六七五調など狭義の調子ではない)は「言語」と比較して具体性があるように「趣向」は「意匠」より比較的に個別性、具体性がある。「俳句の種類」にみられるような抽象性の高い定義づけの文章では「意匠」である。(24)では「こゝに一の意匠あり、其意匠は」と抽象的に起こしているが姨捨の具体的な内容を叙述したものを受ける場合は「これだけの趣向」と転じており、両語の使用傾向が特徴的である。「意匠」とも「趣向」とも限定する必要の認められないところでも、この総括性、抽象性に対する個別性、具体性という傾向で解するのが都合がよい場合が多いようである。(2)趣向流出し(3)趣向の溢れ出るなども一つ一つの趣向が次々に浮かぶというもので「意匠」よりも落ち着くようである。(4)の「皆一種の句調と趣向とを備えて」も多くの天の川の句のそれぞれが一種の趣向を備えていることであり、(5)の「外に」「無数の」を冠した場合も個別性のニュアンスをもっている。同じく(5)の「古人が既に己の意匠を言ひ居らん事を恐れて古句を見るを嫌ふ」の場合は自分のある特定の「内容」をいうものではない。(9)の「甲」「乙」は人物をいうもので、その人物についての発達する部分の相異を総括的にいったものである。ただ(26)の「意匠」は「趣向」とあってもよいところである。第三の傾向としてあげた「配合」に関連した「趣向」は二つ以上の材料を意図的に構成するのであるから、作者の構想力、作意が特定の工夫に注がれるものでこれまでの「趣向」とやや性格を異にする。第四の「材料」に近い「趣向」は「名所」には富士、嵐山、吉野山、此等の趣向の陳腐なるは」についていったものである。これらは作品の内容であり、また表現を前提にしている限りにおいては「趣向」といえるものである。

二 「俳句新派の傾向」の「意匠」と「趣向」

前章でみた両語の使用傾向を四年後の明治三十二年の俳論「俳句新派の傾向」の用例で検討してみる。やや後期の俳論として質、量ともに備えた文章として代表するに足るものと考えられるので考察の対象にした。前章で分けた傾向に従って、「意匠」と「趣向」を別にして整理すると次のようである。

意匠 作品の総括的な内容

(1) 二人して結ば濁る清水かな

濁りても中からすめる清水かな

濁しては澄むを見てゐる清水かな

筆提てつい濁したる清水かな

(略) 中二句は同意匠にて、各々濁りの澄む処をいへり。——句のうち前後の二句と各句の時代、作者を省略した。——

(2) 是れ俳句に所謂印象明瞭なり。平凡の意匠、尋常の句法、而して一読、其景眼前に在る者、

(3) 以上述ぶる所、略々意匠上の大体を尽せりと信ず。

(4) 語句上の特色も無きにあらねど、多く意匠と関聯する者なれば繰り返すの要なし。

趣向 作品の具体的内容

(1) 清水の濁るといふ趣向

(2) 人の親の焼野の雉子打ちにけり、暁台他三句略皆安永、天明、寛政頃の句なり。明和以前には此趣向無し。それは時世の変遷にも因るべけれど、元禄にては雉を打ち殺すなどいふ事を殺風景なりとし、俳句の趣向に入らぬ者と思ひしなるべし。文化以後も亦恐らくは此趣向無し。(略) (暁台の句は殺風景と見ての趣向なれば共に論ずべからず)

(3) 盆梅に燭して転の句は成りぬ 秋竹

古人ならば盆梅に燭すといふだけの趣向にて十七字を埋むべし。句を成すという趣向を加へたる、既に一步を進めたり。

(4) 一枝の牡丹、別に新趣向あるにあらず

(5) 雑煮の数をよむが如きは元禄の知らざる趣向なり。

(6) 水汲んで氷の上に注ぎけり 虚子

とはいふ中心も「落ち」も無き者となり、前の句とは全く趣味を別にするを見ん。若し此趣向を昔の人にいはしめんか、

(7) 足早き提灯を追ふ寒さかな 虚子

昔の人の考へぬ所なれど、仮に此趣向ありとして、句を作らしめんに、「いそぎ行く提灯」と置くか、或は少しく意を転じて足早に提灯を追ふ」と改むべし。

まず「意匠」の用例の(1)は「中二句は同意匠にて」とあるが、これは「清水の濁るといふ趣向」の句を並べたので中二句という一部の趣向について「同趣向」といつてもよい場合であるが、二句の内容を総括的にとらえたものと考えられよう。(2)以下は問題がないであらう。(2)は「平凡の意匠、尋常の句法、而して一読、其景眼前に在る者」、として以下に五句を列記して「の如し。」と結んであり、「印象明瞭」という新風の作品の内容を総括的に抽象して「意匠」としている。(3)は「以上述ぶる所」とは資料としている全集で約十二ページにわたる内容論を指して、「略々意匠上の大体を尽せりと信ず。」といっているものである。

(4)も「新派」の傾向全体について述べたものである。以上が「意匠」の用例のすべてであるが、四年前の「俳諧大要」の「意匠」の用例と比較して「意匠」対「言語」という組み合わせの表現が姿を消していることである。公式的な表現でなくなり、柔軟な表現になったといえるが、「意匠」の用法の性格は同じである。「趣向」の方は、特定の句の具体的な内容について用いられている傾向のものばかりで、「俳諧大要」での傾向の第二の中で述べたことに一致している。明治三十年の「俳人蕪村」で概観風に述べたところに十六例の「意匠」があつて「趣向」は一語もないことも参考になる。

以上二つの代表的な俳論に見られる両語の使用傾向は子規の俳論、歌論のすべてに適用できるかというに完全な適用はできない。

三 歌論、歌話の「意匠」と「趣向」

前二章の俳論に見られた両語の傾向を歌論、歌話等短歌関係の文章について検討してみる。用例の少ない「意匠」を中心に主な文章について考えたい。

明治三十一年の「歌よみに与ふる書」は子規の代表的な歌論であるが「趣向」十四例に対し「意匠」は一例である。

(1) 「飛ぶ鷺の翼もたわに」などいへるは真淵集中の佳什にて強き方の歌なれど

も意味ばかり強くて調子は弱く感ぜられ候。実朝をして此意匠を詠ましめば
箇様な調子には詠むまじく候。「ものゝふの矢なみつくろふ」歌の如き驚を
吹き飛ばすほどの荒々しき趣向ならねど調子の強き事は並ぶ者無く。

明治三十二年の「万葉集十六」は「趣向」九例に対し「意匠」一例である。

(2) 只彼の歌が多くは字句の細工を斥けて、趣味ある意匠を選ぶに傾きたるは、
當時に在りては極めて卓越せる意見にして、これこそ彼が万葉より得来りた
る唯一の賜なりけり。されど万葉の長所はこれに止まらず。真淵は僅に趣向
の半面を見て調子の半面を見得ざりしなり。

同じ三十二年の「短歌第四会」には「意匠」二例、「趣向」五例ある。

(3) 面白く趣味ある意匠なれどもそれ程に面白く感ぜざるは、此意匠歌に適せざ
るか、将た歌のつくりざま悪きか。

明治三十三年の「第三回募集短歌に就きて」には「意匠」二例、「趣向」三例あ
る。

(4) 文字の斡旋は能く言ひ難き新意匠を最も容易に言ひ得るに至れり。

(5) 其意匠の尽く新奇にして他を模倣せざる、同年の「陶器の巻抄」に一例あり
(6) 試みに結句を改めて「雲がたやくとも」とせんか、意匠上の調和はとにか
く、調子の上にては据りよきやうに想はる。

他にも「意匠」は数例あるが投書などを受けて使用したもので除外した。こ
れらで見ると(4)は応募歌約三千首についての総評であり、(5)はある個人の作全体
の傾向を評したもので問題がないが、(1)(3)(6)の「意匠」は特定の作品の内容につ
いて用いられて、内容の総括的なものとは言えないものである。そして「趣向」
の語が具体的な内容、総括的な内容を問わず使われる傾向があつて、「俳諧大要」
での用例(8)の「古今集の如き言語ありて意匠なき歌」なども「古今集以後何万何
千の歌尽く同趣向同調子なり」⑧。「古今集以下の無趣味無趣向なる歌④」のよ
うに使われている。同じく「俳諧大要」の用例の「勁健なる意匠には勁健なる言
語を用ゐざるべからず」が同じ俳論で後のものに「甲の趣向にはイの調子を用ふ
るを適當とし、乙の趣向にはロの調子を用ふるを適當とするが如し⑤」と同じ傾
向であつて、歌論では「意匠」がほとんど消え、従来「意匠」という語を用いた
ところにも「趣向」を用いる傾向がかなり顕著である。

四 「意匠」から「趣向」へ

明治二十五年からこの両語の比較的多い文章での用例数を年次別にまとめると

次のようになる。短歌関係のものには上に○印を、短歌と俳句とに分ちがたい
ものには△印を付した。それ以外は俳句関係のものである。

(年)	(文題・書名)	(意匠)	(趣向)
25	類祭書屋俳話	5	
26	芭蕉雑談	2	1
27	△文学漫言(和歌と俳句)	23	4
28	俳諧大要	32	
29	俳句問答	5	7
29	我が俳句	7	
30	明治二十九年の俳句界	11	39
30	俳諧反故籠		4
30	俳人蕪村	16	
30	31試問		
31	明治三十年の俳句界	8	7
31	○歌よみに与ふる書	1	2
31	卜筮十句集を評す		14
31	曝背閑話	9	9
31	○人々に答ふ	7	7
31	古池の句の弁	3	9
31	○一つ二つ		8
31	蕪村とと凡菫	1	
32	俳句新派の傾向	4	3
32	募集句「凍」に就きて	2	12
32	○歌の評の評		10
32	○万葉集卷十六	1	14
32	俳人太抵		9
32	募集句「手」に就きて	8	20
32	○曙覧の歌		6
32	募集句「木の芽」に就きて	17	18
32	○歌話		
32	○短歌小会		

つては特定の構想を表す傾向がみられるとするならば明治三十一年からの「趣向」への片寄りは作品批評や制作活動のねらいに、観念的なものがしだいに影をひそめ、問題意識に具体性を加えたことを示すものであろう。事実明治三十二年には俳句の方では募集句、短歌の方では短歌会に関する文章が誕生して、それらは断片的な短文が多いけれども、至るところに「趣向」の語を使って批評し、歌俳合せての用例数は二百に近いとみられるほどである。この年を「明治三十二年の俳句界」で「卅二年の俳句界は全部より見るも一部より見るも、明治再興以来第一の盛時といはざるべからず。」と述べているのと関連して考えると明治三十年までの俳句革新はこの年に開花した感がある。短歌革新の方は出発点が遅いのを反映しているが、この明治三十二年は「趣向」摸索期ともいうべく、俳句の趣向から離脱した「歌話」の短歌的趣向の独自性を発見したこと、「普通の歌よみなる者は一題にて二首も作ればはや趣向尽きたりといふ、其趣向の乏しき事笑止の至りなり。」^⑩など趣向の多さを求める発言の多いことなど趣向の新や多様性に没頭した感がある。前年の実作「百中十首」の作風と関連していることはいうまでもない。明治三十二年はそういう時代であったがゆえにこの年の末には「新趣向を俚野に墮ちざるやう作りこなすこと蓋し歌人今日の急務なり。」^⑪という反省と新しい展開をつかんだものである。こうして短歌の方は次の明治三十三年に展開が予想される。

「趣向」の語を頻用して旺盛に論評しやまなかった明治三十二年は短歌、俳句ともに題詠の作品を批評した文章が多く書かれたことは注意すべきことである。所定の題がある以上「趣向」がねらわれるのは当然であろう。題をいかにこなして「第二の造化」たらしめるかという問題は俳句の場合は季題や十七音の制約のために「趣向」立てという点の重みはより大きい。しかし短歌の場合の題詠はそれなりの意味はあるとしても結局は第二義的なものである。陳腐な題を新しい趣向で、新奇な題を俗でない趣向で詠むという範囲にとどまりがちである。題詠でない写実的な短歌が多くなる明治三十三年からも「趣向」という用語がかなり用いられているが、それまでの「趣向」とは質的な違いがあるとみななければならぬ。「墨汁一滴」の藤の花の歌のある二日前に「ある人に向ひて短歌の趣向材料などに就きて話すついでにいふ、『松葉の露』といふ趣向と『桜花の露』といふ趣向とを同じやうに見られたるは口惜し。」^⑫といつて前年の松葉の露の歌十首のことを述べているが「花の露」という趣向が陳腐であり、目には見えない半ば主観的な趣向であるに対して「松葉の露」は古人の歌にしていけない新しい

趣向であり、ただちに光景を目にすることのできる全く客観的な趣向であるといっている。左千夫の「連作論上」によれば「回顧すれば明治三十三年五月廿日、人々根岸庵に会して万葉の講究時を移せし間、遂に夜に及びて降雨烈しく、遠来の人々帰るに由なきまま、徹夜して歌を語り歌を作りけるが、翌朝庵主は、庭前の松に雨の降りかかるを見て」成ったものという。晩年の子規短歌の現実的客観的な「趣向」のあり方を直接示している二人の文章である。俳句の方では「病牀六尺」に「趣向」の語が十三例あるが単なる表現内容のこともあれば配合などを用いる場合もあり、語の使用については新しい問題がみられない。

おわりに

初期のものは「意匠」の語が多いのは「趣向」という一般的な言葉をさけ、新しい改革の主張にふさわしいあらたまった感じの「意匠」を用いたという側面も考えられる。子規書簡の短歌俳句関係の文章でもほとんどは「趣向」が使われて「意匠」は初期に二、三あるにすぎないのである。短い生涯、短詩型への愛着に徹したことと行動の限られた病牀六尺に生きたこととは、子規独自の趣向観の形成に参与しているであろう。病牀六尺に呻吟しながら第二の造化と自覚した毅然とした精神をおびた「意匠」と「趣向」の文字から感じるのである。形式的な考察に終わったがその意図を汲んでいただけなら幸甚である。

引用文献

- ① 奈良工業高等専門学校研究紀要第九号（昭和四八年）
- ② 正岡子規研究 渡辺順三他編（昭和八年）
- ③ ⑨ 歌話（明治三二年）
- ④ 万葉集卷十六（明治三二年）
- ⑤ 明治二十九年の俳句界（明治三〇年）
- ⑥ 俳人蕪村（明治三〇年）
- ⑦ ⑧ 俳諧反故籠（明治三〇年）
- ⑩ 短歌第六会（明治三二年）

工業高専の教育目標，特に技術教育について

今 西 周 藏

Technology Education in Technical College

Shuzo IMANISHI

1. ま え が き

工業高専制度は発足以来十余年を経過したので，いろいろの反省がなされている。そのうち，これは工業高専教育の目標について反省したものである。もともとこの制度の創設に尽力された人々の考え方は，既存の大学工学部とはちがった工業技術色の濃い教育であった。しかしでき上って見ると，文部省やわれわれ現場の教師も，大学に準ずる教育を目ざし，今日に至った。しかし，近年における高専に対するきびしい批判は早急な反省を迫っている。たまたま筆者は長い技術者生活を経験しているので，技術教育の面について，諸資料をもとに素朴な反省をして見たい。

2. 教育論のむなしさを越えて

筆者は製造会社での長い技術者生活の後に，高専教師となり，教育についての珍しさから，多くの教育上の実験や調査を行って来た。そして，これまで授業と言うものは教師の主観的な名人芸だと言われて来た中で，教育の現象をできるだけ数量的で，客観的な表現をしたいと努めて来た。しかし教育論は，その教師の個性や経験から生れる教育観であるから，他の教師にとっては価値の低いものであることは免れない。かくして百人百色の教育論が続出しながら，互いに無関心であり，唯我独尊のである。

企業における新入社員の教育や中堅社員の，新しい時代に処するための再教育，研究会，自己啓発訓練などと比較して，一般に学校における教師が，教育に関するこのような機会を持つことにおっくうなのは，それなりの理由があるとしても，多くの教師が教育上の問題をかかえながら，それを自分の範囲内にとどめ，やゝもすれば消極的になりやすいのを避けるためにも，広い範囲に，互いに情報を交換し，互いに競い合い，励まし合うことが必要ではないだろうか。

本年は新制大学制度が発足してから26年目に当るが，

大学は多くの問題をかかえながらも一応軌道に乗り，社会にも認められている。これに比べて，高専制度は発足してから13年目に当るが，社会の理解が十分でなく，きびしい批判がなされている。⁽¹⁾一部に，高専がいつまでも大学に準ずる教育を掲げるならば，やがて自滅の道をたどるであろうとの警告がなされている。昭和51年度に開学される技術科学大学院を含めて高専のあり方を見直さねばならない。われわれの教育活動の根本に関与することがらである，狭い個人的な教育観でもよい，それを越えて互いに意見の交換を急がねばならないと思う。

3. 教育の目的

文部省学校教育法によって，教育の目的を高専と大学で比較すると，(1)高専では，深く専門の学芸を教授し，職業に必要な能力を育成する，(2)短期大学では，深く専門の学芸を教授，研究し，職業又は實際生活に必要な能力を育成する，(3)大学では，深く専門の学芸を教授，研究し，知的，道徳的，および応用的能力を展開させる，(4)大学院では，学術の理論および応用を教授，研究し，その深奥をきわめて文化の進展に寄与する，などとなっている。

しかし技術者は，どのような職場，どのような学歴であっても，常に，広く知識を求め，研究し，知的，道徳的および応用的能力を展開し，文化の進展に寄与する職業的能力を持たねばならないので，上から高専の特徴を見出すことができない。

4. 教育の具体的目標

文部省から示された高専の教育課程標準（第1章第1節）によると，教育の具体的な目標として6つの項目が挙げられている。それを要約すると，(1)豊かな人間性，(2)設計，生産，建設の管理，試験，研究，調査の立案と実施の方法，(3)技術に関する判断力と創造力，(4)協調性，責任感，指導力，(5)健康，(6)広い国際的視野，などを身

につけた優れた技術者を養成することになっている。このうち(2)は工業会社内部のいくつかの部門のうちでも製造部門や建設部門に従事する中堅技術者を目標としているようにうかがわれる。

しかし、教育課程標準のその後のページに示された各授業科目の内容を見ると、そこには(2)をはじめその他の、これらの教育目標を達成するために特別の配慮がなされているとは思われない。教師の銘々が、自分の担当する科目の中で、教育目標をどのように展開するのか、銘々の工夫に任せているのであれば、いまいしそのような説明を加えてはしなかった。教育課程を素読したところでは教育目標との間に木に石を継ぐ感じがもたれた。

工業高専の教育の目標が、(2)に挙げたように、製造部門と建設部門に従事する技術者の養成であって、大学工学部の場合に言われるような開発部門のそれを含まないと考えられる。しかし昭和38年3月、文部省、高専教育課程標準(試案)第2章第2節によれば、「一般的教養では高等学校および大学の場合と著しい差はない」と述べられているし、昭和48年文部省、高専の解説によれば、「専門的には大学と同程度の学力が身につくように工夫されている」と述べられている。これについて二つの受け取り方があり、その一つは(A)高専は大学よりも巾の狭い(2)について大学と同じ学力である。他は(B)高専は大学と同じ巾で同じ学力である。

世間でよく言われるように、近年の多くの大学の中には、一部に肩(まゆ)をひそめるものがある、それに比べて高専初期の優秀な学生は一流大学の学生を凌ぐ専門的な実力を備えていることが、多くの企業で認められた。こうして、高専と大学のイメージの重なりは(A)でも(B)でもどちらでもよく、きびしく論じられないまま、いつの間にか、高専は大学に準ずる教育を行うところのミニ大学であるなどと言われるようになり、今日に至った。

5. 現 状 へ の 疑 問

筆者が高専教師となって、初めに感じたことのうちの、二を挙げると、

- (1) 前節でも述べたように、文部省の教育課程標準には、優れた技術者の養成をうたいながら、授業科目の内容はそれに伴っていない、端的に言えば、大学のよう、物ごとの原理としての理論、理学を教えることが主となり、物をつくる技術を教えることが忘れられている。学科によってちがうのかも知れないが、これで工業学校と言えるのだろうか。
- (2) 高専制度の創設に尽力された人々の考え方は、既存の大学工学部とはちがった工業技術色の濃い教育であったはずである、これらの話を総合、要約すると

次のようである。

- (A) 戦前、戦中では、旧制高校で理論的な基礎学力をつけた上で、旧制大学でみがきをかける。従って、旧制大学を卒業した者は、企業にはいると開発的な設計、計画の業務につくことが多かった。これに対して、理論的な学習がやむ少ない旧制高等工業(後の工業専門学校)の卒業者は、開発されたものを実用化するいわゆる設計、製造の業務につくことが多く、またその行動力は高く評価されていた。
- (B) 戦後、旧制専門学校が新制大学に移行すると、その教育内容は旧制大学を意識して、理論に偏重することとなり、学生は設計、製造を軽視し、それが、開発関係に比べて一段低いもののように見る誤った風潮が増加して来た。折りしも、わが国のめざましい経済発展とともに、産業界から技術者教育機関の新設について強い要望があったので、製造関係の業務に従事する中堅技術者の養成が考えられた。
- (C) 旧制工専の教育内容には技術が特別に重視されたとは思えないが、こゝで新しい試みとして技術を重視する教育が考えられた。それには技術的なものゝ考え方や技術的な手法は、なるべく若年から実践を通して教えることが効果的であること、そして新制中学卒業後5年制の専科(工業技術)大学が考えられた。こうして一般の芸術と同様に、工業技術についても若年からのきびしい修業が、後に多くの優れた技術者を輩出すると考えられ、世界にも珍しい進歩的な試みと言われて来た。その後、名称は変更され、現在の工業高等専門学校として実現するに至った。

しかし、これほど強調された技術教育も、文部省の教育課程には明瞭に示されないまま、われわれ現場の教師はいつしか大学に準ずる教育に押し流されてしまったようである。

6. 技術教育への模索(その一、教師について)

現在の高専が、技術教育をどこかに置き忘れて来たのではないかとさえ言われるほどになった原因として、一部では次のように言われている。

- (1) 技術教育にふさわしい教師が得られないこと。
- このために、教師の工場実習や留学、産業界からの講師の派遣など、産学の人事交流が要望されている。米欧の大学では昔から広く行われているが、わが国では極く少数である。

また近く開かれる技術科学大学院のいくつかの教育目標のうちの一つに、高専教師に対する技術的再教育が挙げられている。この調査会では、技術教育に関するくわしい調査研究がなされていると思うが、世間でも言われ

(2) るように、研究メンバーは大学教育に関する豊かな、優れた経験を持たれた諸先生だけに範囲を限らず、いまこそ、産学協同して、広く意見を求め、かつて高専教育課程でおかしたような不明を、二度と繰り返さぬようにお願いしたい。

(2) 産業界出身の教師が、技術教育の展開についておおむね積極的ではなかったこと。

工業高専は、大学や高校とちがって、産業界から多くの教師を迎えていることが、その特徴の一つであるが、その人々が技術教育の展開についてあまり積極的ではなかったと、一部で言われている。筆者もそのうちの一人であるが、この原因は、(A)教師となった初めの頃は、教育について不馴れであったこと、(B)適当な教科書が得られなかったこと、などにもよるが、またそれよりも、(C)文部省教育課程標準が、技術教育に関する明瞭な指示を与えていなかったこと、少くとも、新任教師に対する親切な指導書ではなかったことが、最も大きな原因であったと思う。(D)若い学生達は、数学的に表現された高遠な理論にあこがれる、その反面に、理論の応用としての地味な設計、計算を軽視する風潮があるのは周知のことである。高専制度創設初期の多くの優れた積極的な学生はこのような傾向が強かったことも、技術教育を困難にした一因であると思う。

このように、今後、高専における技術教育を発展させるには、多くの教師に対する研修を、いつ、どこで、どのように進めるか大きな問題である。現在、高専が直面している多くの問題と合せて、早急な解決は困難なように思われる。

7. 技術教育への模索（その2、生産技術について）

筆者が高専教師となった頃は、優れた先輩諸先生によって高専教育のすゝめ方の論議も、既に大かた尽されて

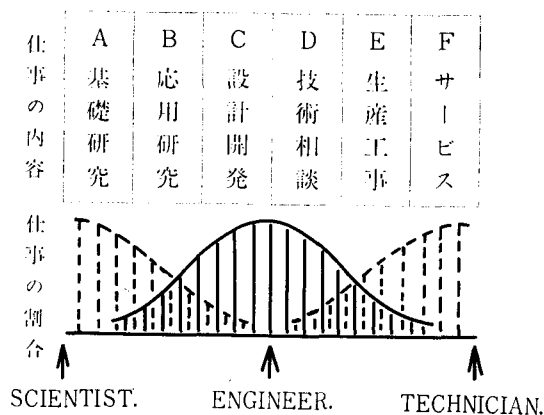


図1. Smith 氏のスペクトラム（野村）

いたようである。先輩に、見せてもらった資料の中に、野村正二郎先生は、仕事の内容から見た技術者の位置づけとして、図1のような米国の例を引用されている。図は scientist, engineer, technician の仕事の内容とその割合を示したもので、これから、大学理、工学部、工業高専、工業高校はそれぞれ卒業後に従事する仕事の内容に応じて、授業内容にちがいがあがり、程度によって区別するものではないことがうかがわれる。

技術者 (engineer) の業務内容の概要を日本流に、もう少しくわしく現して見たい。これは業種によってちがうが、卒業者の大部分（約75%）が就職しているメーカーを例にして、表1にかゝげた。そして、技術者の大部

表1. 中堅技術者のおもな業務内容（メーカーの例）

No	部門	おもな業務内容
1	開発	基礎研究
2		実用化研究
3		設計、計画
4	生産	生産設備の研究
5		生産方法の研究
6		生産設計、計画
7		生産管理（技術、経営）
8	工事	工事用具の研究
9		工事方法の研究
10		工事設計、計画
11		工事管理（技術、経営）

分が所属する開発、生産、工事の三つの部門を工程順に並べ、それぞれのおもな業務内容をかかげた。いま、これらのくわしい説明をやめ、筆者の訴えたいことを要約すると、次のようである。

- (1) 戦後の技術革新によって新しい製品、新しい生産方法、新しい工事方法はともに高度の技術が常に競われるようになったこと。そのために、
- (2) 新製品の開発部門のみならず、特に生産部門において、これまでに見られなかった高度の技術者が必要になって来たこと。高専制度の創設に尽力された人々は、このような技術者の養成を、この制度に期待されていたのではないだろうか。

小池社長らは1973年度日米工学教育会議に出席された報告の中で、「アメリカの4年制大学では、近年、これまでの engineering を、(A) 開発側にかたよった engineering と、(B) 生産側にかたよった technology の二つに分け、後者は更に (B-1) 技術的な engineering technology と、(B-2) 工場経営的な industrial technology

の二つに分けられ、学生はプログラムの中から、自分の好むスペクトルを選ぶようになっていること、わが国の工業高専が(B-1)に相当し、われわれの方が、既に十余年の経験を持つこと、などが述べられている。筆者は、同氏の説明を表2のようにあらわして見た。このように、これまで工学教育の片すみに置かれていた生産技術や生産経営は大きく採り上げられ、発展しつつある。

表2. 米国4年制大学の工学教育

(1973年日米工学教育会議、小池氏の報告⁽⁸⁾を表示したもの)

開 発	研 究 開 発 企 画	engineering	
生 産	設 計 生 産 管 理	技 術	engineering technology
		経 営	industrial technology

8. 技術教育への模索 (その3, 授業科目について)

学校での技術教育のあり方を考える時にいつも思うことは、筆者の所属する電気工学科では、科目「電気設計」の授業の目標は電気機器の設計に関する理論と方法を習得させる、と言うことが文部省教育課程標準に示されていて、その内容は、市販のどの教科書を見ても、電気工学の中でも極く一部分の電力用機器の設計のみが採り上げられている、これでは電子、通信を含む広い範囲の電気設計方法が習得できるとは思われない。そのような古い考え方は、たとえば、公害防止教育と言え、社会学、生物学などと独立した授業科目の導入を叫び、他人ごとのように受けとめることになる。しかし科目を増加することは限られた時間数の中では容易なことではない。銘々が公害防止の意識をもち、担当する科目の中で、公害防止に関連することがらを採り上げて、学生を指導すればよいと思う。

技術の方法としての、研究の方法、設計の方法、表現の方法などは組織的に、まとめて教えることができるかも知れないが、普通には、細分化された銘々の科目の中で、具体的な例題によって演習を行うなどして、学生に技術者の考え方や態度を身につけさせることができるはずである。技術教育は、特別に独立した科目について教えずとも、すべての科目について、教師が自ら技術的な考え方を意識した教育であればよいと思う。

それでは、技術者の意識や態度とはどう言うことだろうか。技術者として持つべき人間性についての論議もあるが、こゝでは触れないことにする。技術者の態度について、筆者が学生に示していることがらを要約すると、工業高専は技術者を養成するところ。

- (1) 技術者は(A)物をつくったり、(B)物を使用したり、などする。そのために、。
- (2) 学校では、(A)研究する方法 (B)企画、設計する方法、(C)物をつくる方法や使用する方法、などを学ぶ。また、学びを通して、
- (3) 学校では技術者としての態度を身につける、そのためには、(A)物ごとをありのままに観察し、事実を尊重する、(B)先入観にとらわれず、事実にもとずいて考える、(C)物ごとを数量的にあらわして考える、などを訓練する。⁽⁵⁾

9. む す び

工業高専の教育目標について、文部省やわれわれ教師にも少々の誤解があったように思われる。高専制度創設に尽力された人々が志したように、これまでの大学よりの理論教育を離れて、もっと具体的な技術教育に向って、歩みよらねばならないと思う。それには多くの試行錯誤が必要であり、既に産業界出身の教師諸賢によってかなりの成果があげられている向きもあると思われるので、互いに情報を交換し、よりいっそう高度の技術教育を目指したいと思う。⁽⁶⁾

近藤泰夫先生(当時、神戸高専校長)は専科大学法案から高専法案が生れるまでの経緯について述べられている中で、「かつて専科大学法案の成立に障害となった条件が、今日では消失しているので、再び、この法案について再検討して見てはどうか、そして高専の名称を専科大学と改めることによって、より一そう優秀な学生を迎え、また、優秀な教職員を招へいする、などのことができるのではないか」と述べられているのは興味深い、付記して筆をおくことにする。

引用文献

- (1) 下坂, 日本工業教育協会 昭和49年度年次大会
- (2) 日本工業教育協会年次大会 昭46~49
- (3) 小池, 工業教育 Vol.21 No.2 p.11 (昭49)
- (4) 三戸, 関西工業教育協会研究集会 昭47.3
- (5) 京都大学工業教員養所研究報告 第1号を参考
- (6) 近藤, 土木会報 創刊号 1965.2

電卓で扱える範囲について

笠 野 卓 夫

On the Ability of the Desk-type Electronic-Calculator

Takao KASANO

1. はじめに

高校の数学科学習指導要領が改正されて、電卓の使用について教えることになった。——もちろん、プログラム計算のできる電卓——学習の要点は、アルゴリズムの考えの理解から、プログラム計算の基本までと、それらを応用して、実際に計算してみることである。高専では、このこととは別に、大型の電算機について構造の概要やプログラムの書き方を学習し、実際に利用するところまで勉強することとなっている。

さて、電算機では、プログラムを作成した後、これをカードに穿孔し、電算室まで持って行って係の人に操作してもらい、あとで結果を入手するのに対し、電卓では自分の室の机上で、自分でキー操作をし、即座に結果を得ることができるから、手軽で便利である。もちろん、プログラムのステップ数、メモリー数の点で、制約も大きく、扱える問題の範囲も限定されるが、最近では、電卓でも、かなり高能力のものが作られている。

いま本校にある S 社の電卓、——16桁表示、プリンター付、プログラムステップ数、メモリー数は、右表の通り——を使って、どの程度まで計算範囲を拡張できるかをいろいろ研究してみた。

	プログラム		メモリー
	メイン	サブ	
1号機	288	288	48
2号機	576	288	24

微分方程式をルンゲ・クッタ法で解くとか、十元の連立一次方程式を解くとかは、メーカーのプログラム集にも出ている。本稿では、これらのプログラム集にないもので、興味をひかれるものを選んで、3項目発表してみたい。——もちろん、その手法は、大型電算機の手法と同じ考えであるが、上記のような小型の電卓であっても、くふうしだい、このような高度のことも可能なのだという点を見て頂きたい。

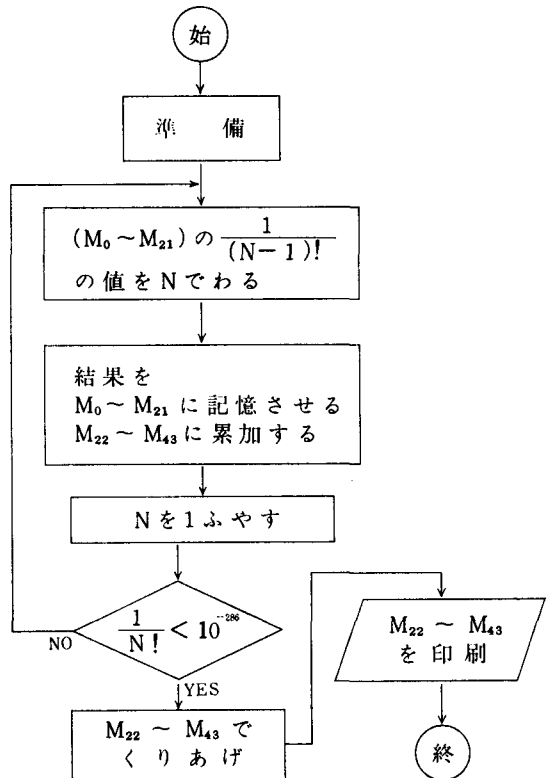
2. 高精度計算

例として e の値を求めてみよう。——ここでは、小数点以下 286 桁まで——計算には、

$$e = 1 + \frac{1}{1!} + \frac{1}{2!} + \frac{1}{3!} + \frac{1}{4!} + \dots$$

の式を用いる。

フローチャートを示せば、次の通り。(紙面のつごうで、簡略に書く。)



(注) $1/N!$ の値をメモリーへ記憶させるとき、小数点から13桁ずつに区切って、整数の形で、メモリー0から21までにいれていく。

各メモリーは16桁まで記憶可能であるが、次のように、余り $\times 10^n$ を計算して、16桁におさめねばならず、余りが3桁 (N は161まで) になることを考えて、 $n=13$ とする。よって13桁ずつとなる。

・高精度で割算をするには、(上位13桁) $\div N$ の商の

整数位をそのメモリーに入れ、ついで、余り $\times 10^{13}$ に、次のメモリーの13桁の値を加えて、その和をNで割る。これをくりかえしていく。

- $M_{22} \sim M_{43}$ は累加により13桁を越えることがある。これを上のほうへくりあげる計算と、結果の印刷とは、ステップ数のつごうで、別プログラムとした。はじめのプログラムによる計算が終ったところで、プログラムのいれかえをする。

以上によって、プログラムを組めば、次のようになる。

(S社の記法による。) — 1号機 —

(M...0 ▼ R...0 ▼)

(MAIN)

はじめのプログラム

```

1.
CMC SB1 → J1 MR0 SB3
M+2-2 X→0 SB4 MR1 =
SB3 M+2-3 X→1 SB4 MR
2 = SB3 M+2-4 X→2 SB
4 MR3 = SB3 M+2-5 X→
3 SB4 MR4 = SB3 M+2-
6 X→4 SB4 MR5 = SB3
M+2-7 X→5 SB4 MR6 =
SB3 M+2-8 X→6 SB4 MR
7 = SB3 M+2-9 X→7 SB
4 MR8 = SB3 M+3-0 X→
8 SB4 MR9 = SB3 M+3-
1 X→9 SB4 MR1-0 = SB
3 M+3-2 X→1-0 SB4 MR
1-1 = SB3 M+3-3 X→1-
1 SB4 MR1-2 = SB3 M+
3-4 X→1-2 SB4 MR1-3
= SB3 M+3-5 X→1-3 SB
4 MR1-4 = SB3 M+3-6
X→1-4 SB4 MR1-5 = SB
3 M+3-7 X→1-5 SB4 MR
1-6 = SB3 M+3-8 X→1-
6 SB4 MR1-7 = SB3 M+
3-9 X→1-7 SB4 MR1-8
= SB3 M+4-0 X→1-8 SB
4 MR1-9 = SB3 M+4-1
X→1-9 SB4 MR2-0 = SB
3 M+4-2 X→2-0 SB4 SB
2 J→1 E E

```

(SUB)

はじめあとと共用

```

1.
1 0 0 0 0 0 0 0 × = ×
1 0 M+4-4 × 2 M 5 M+
2-2 R ÷ 2 M+0 3 M+4-
5 E E
34.
MR2-1 = ÷ MR4-5 M+4-
3 X→2-1 1 M+4-5 MR2-
1 E E
57.
X→4-6 ÷ MR4-5 E E
66.
× R M-4-6 MR4-6 × MR
4-4 = E E
81.
MR2-5 ÷ MR4-4 M+2-4
× R M-2-5 MR2-4 ÷ MR
4-4 M+2-3 × R M-2-4
MR2-3 ÷ MR4-4 M+2-2
× R M-2-3 MR2-2 ÷ MR
4-4 = P × R M-2-2 MR
2-2 P MR2-3 P MR2-4
P MR2-5 P MR2-6 P MR
2-7 P MR2-8 P MR2-9
P MR3-0 P MR3-1 P MR
3-2 P MR3-3 P MR3-4
P MR3-5 P MR3-6 P MR
3-7 P MR3-8 P MR3-9
P MR4-0 P MR4-1 P MR
4-2 P MR4-3 P E E

```

(MAIN)

あとのプログラム

```

1.
MR4-3 ÷ MR4-4 M+4-2
× R M-4-3 MR4-2 ÷ MR
4-4 M+4-1 × R M-4-2
MR4-1 ÷ MR4-4 M+4-0
× R M-4-1 MR4-0 ÷ MR
4-4 M+3-9 × R M-4-0
MR3-9 ÷ MR4-4 M+3-8
× R M-3-9 MR3-8 ÷ MR
4-4 M+3-7 × R M-3-8
MR3-7 ÷ MR4-4 M+3-6
× R M-3-7 MR3-6 ÷ MR
4-4 M+3-5 × R M-3-6
MR3-5 ÷ MR4-4 M+3-4
× R M-3-5 MR3-4 ÷ MR
4-4 M+3-3 × R M-3-4
MR3-3 ÷ MR4-4 M+3-2
× R M-3-3 MR3-2 ÷ MR
4-4 M+3-1 × R M-3-2
MR3-1 ÷ MR4-4 M+3-0
× R M-3-1 MR3-0 ÷ MR
4-4 M+2-9 × R M-3-0
MR2-9 ÷ MR4-4 M+2-8
× R M-2-9 MR2-8 ÷ MR
4-4 M+2-7 × R M-2-8
MR2-7 ÷ MR4-4 M+2-6
× R M-2-7 MR2-6 ÷ MR
4-4 M+2-5 × R M-2-6
SB5 E E

```

結果は、右のようになる。
この値は、正しい値とくらべると、最後の桁を単位として79だけちがっているのみである。(正しい値は、最後の4桁が1075である。)これは、計算途中の切捨てによる誤差の累積である。

```

e = 2. P
7182818284590. P
4523536028747. P
1352662497757. P
247093699595. P
7496696762772. P
4076630353547. P
5945713821785. P
2516642742748. P
6391932003059. P
9218174135966. P
2904357290033. P
4295260595630. P
7381323286279. P
4349076323382. P
9880753195251. P
190115738541. P
8793070215408. P
9149934884167. P
5092447614606. P
6808226480016. P
6477411853742. P
3454424370996. P

```

同じような考えで、 π の値を求めてみた。

$$\pi = 4 \left(4 \tan^{-1} \frac{1}{5} - \tan^{-1} \frac{1}{239} \right)$$

(マチンの公式)

を利用する。こちらは、プログラムステップ数の制約で、小数点以下117桁までしか求められなかった。結果は右の通り。

この値は、最後の桁を単位にして6だけちがう。(正しい値は、最後の2桁が06)

```

π = 3. P
1415926535897. P
9323846264338. P
3279502884197. P
1693993751058. P
2097494459230. P
7816406286208. P
9986280348253. P
4211706798214. P
8086513282312. P

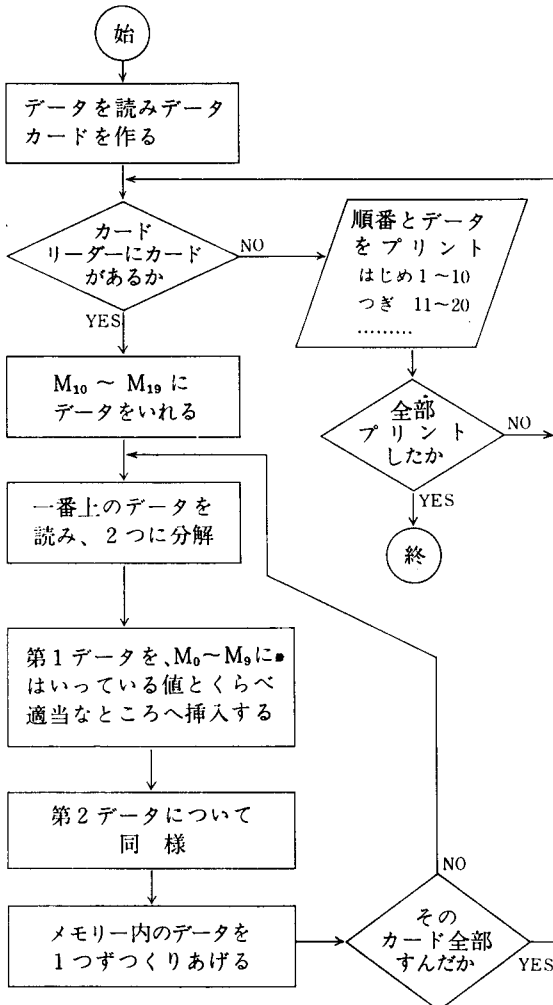
```

3. ソーティング

大小の順がバラバラに与えられた、多くのデータを、大きさの順に並べなおしてプリントすることを考えてみよう。

プログラムステップ数、メモリー数の制約から、——
M₁₀~M₁₉へはじめてのデータを入力し(20データ)、M₀~M₉へ順序だてたデータを配列していくので、——
出力は、まず1位~10位、次に11位~20位というように10位ずつしか出せないのが残念であるが、このような小型電卓でも見事に順位づけて打ち出してくれる。

フローチャートを示せば、次の通り。



MAINの第1プログラムは、データのカードを作るものである。ここでは、1メモリーに2データを次のような方法でいれ、カードの片側に20データ、両側あわせて1枚のカードに40データをいれるようにした。

右のような例であると、
1番 35点
1[S] 35[S] 2[S] 49[S] 3[S] 95[S] 2番 49点

…と操作していくと、確認のため
右下のように打ち出され、メモリー内

には
3 5 0 0 0 1. 0 0 4 9 0 0 0 2 10035. P
9 5 0 0 0 3. 0 0 3 8 0 0 0 4 20049. P
点数 番号 点数 番号 30095. P
と1メモリーに2データずつ記憶される。 40038. P

10メモリー20データをいれると、自動的にカードへ記入され、もとへ戻るようにしてある。途中でデータが終れば0[S]の操作で完了する。

MAIN第2プログラムでは、順序づけ配列をする。

1番目のデータカードを読んで配列実行中に、2番目のカードを挿入しておくと、1番目の実行終了時に、自動的に2番目のカードを読みとり、配列を続行する。以下同様に最後のカードまでこれをくりかえす。

(MAIN) (M...F R...0▼)(SUB)

```

1.
CNC → J0 X→1 H X→2 MR
1 × 1 0 0 0 0 = MR2
= P MR1 X→2.3 MR2 ×
1 0 0 0 0 M+2.3 MR2.
2 J→1 MR2.3 X→2.2 J→
2 → J1 MR2.3 ÷ 1 0 0
0 0 ÷ R M+2.2 SB2 MR
2.2 X→1.9 CH2.2 MR1.
0 J→3 → J2 C H J→0 MR
2.2 J→9 J→4 → J9 SB2
MR2.3 X→1.9 → J4 MR1.
0 J→3 SB2 J→4 → J3 DT
1. R DT1. V CNC 1 0 0
0 0 0 × M+2.1 E E
140.
→ J7 DT1. E DT1. V MR1.
0 → J5 SB1 SB2 MR1.0
J→5 J→7 E E
166.
→ J6 1 M+2.0 MR2.0 P
MR1 X→2.1 ÷ 1 0 0 0
0 = X→1 × R - MR2.1
= P MR1 P F SB3 X→6
MR8 X→7 MR9 X→8 MR0
X→9 CNC MR1 J→6 1 M-
2.1 E E
230.
→ J8 1 0 0 0 0 0 × M+
2.0 MR1 X→2.1 ÷ 1 0
0 0 0 = X→1 × R - MR
2.1 = × 1 0 0 0 0 =
MR1 = MR2.0 = P SB3
X→6 MR8 X→7 MR9 X→8
MR0 X→9 CNC MR1 J→8
1 M-2.1 E E
X→2.3 0 = M-2.3 0 =
→ J1.0 K MR2.1 R - J<
# R MR0 R - J<0 → J#
MR2.3 J→± K E → J± K
1 0 0 0 0 × = × MR2.
3 = CH2.3 J→1.0 → J0
R MR1 R - J<1 R MR2
R - J<2 R MR3 R - J<
3 R MR4 R - J<4 R MR
5 R - J<5 R MR6 R -
J<6 R MR7 R - J<7 R
MR8 R - J<8 R MR9 R
- J<9 R X→0 J→# → J1
R MR1 R X→1 → J2 R MR
2 R X→2 → J3 R MR3 R
X→3 → J4 R MR4 R X→4
→ J5 R MR5 R X→5 → J6
R MR6 R X→6 → J7 R MR
7 R X→7 → J8 R MR8 R
X→8 → J9 R MR9 X→0 R
X→9 J→# E E
207.
MR1.1 X→1.0 MR1.2 X→
1.1 MR1.3 X→1.2 MR1.
4 X→1.3 MR1.5 X→1.4
MR1.6 X→1.5 MR1.7 X→
1.6 MR1.8 X→1.7 MR1.
9 X→1.8 CH1.9 E E
266.
MR2 X→1 MR3 X→2 MR4
X→3 MR5 X→4 MR6 X→5
MR7 E

```

このとき、 350001.00490002 といったデータを

350001 と 490002 の 2 つに分解し、この値を大小順に並べていく。従って、同点があれば、番号の大きいほうが上位にくる。

このとき、1 回目では、11 位以下はメモリーからおし出される。1 位から 10 位までを印刷した後、あらためて、データカードをはじめから、くりかえして用いる。

2 回目のときは、前回の 10 位の値より大きいものは除外され、残りのもので、前と同じように大きいものから 10 個選び 11 位～20 位とする。

以下これのくりかえしを、最後のデータまで続行する。

結果の印刷には、2 通りの書き方を用意した。第 3 プログラムと第 4 プログラムである。

いま、右のような 27 個のデータをカードに入れた。印字の意味は前に記したとおりである。

第 3 プログラムを使えば、右下のように、順位、番号、点数が別行になって印刷される。

(位) (番) (点)

10000150100. P
20000030095. P
30000410093. P
40000070090. P
50000180081. P
60000130081. P
70000250080. P
80000050071. P
90000260070. P
100000060065. P
110000300060. P
120000220050. P
130000020049. P
140000280045. P
150000040038. P
160000010035. P
170000180033. P
180000330030. P
190000210030. P
200000100027. P
210000350025. P
220000170025. P
230000140025. P
240000090025. P
250000200019. P
260000420015. P
270000230013. P

第 4 プログラム

によるときは、

左のように印刷

される。

数字の意味は

90000260070

順位 番号 点数

である。

同点のときは、

前述のように、

番号の大きいほう

が、上位にな

っているのがよ

くわかる。

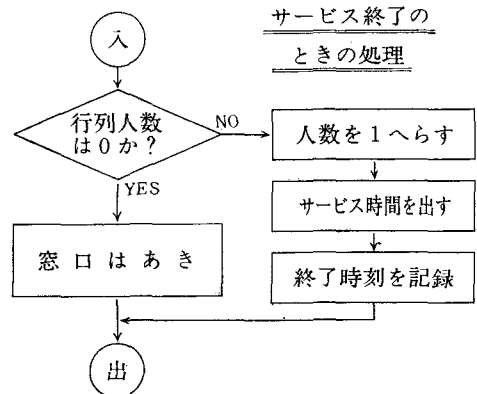
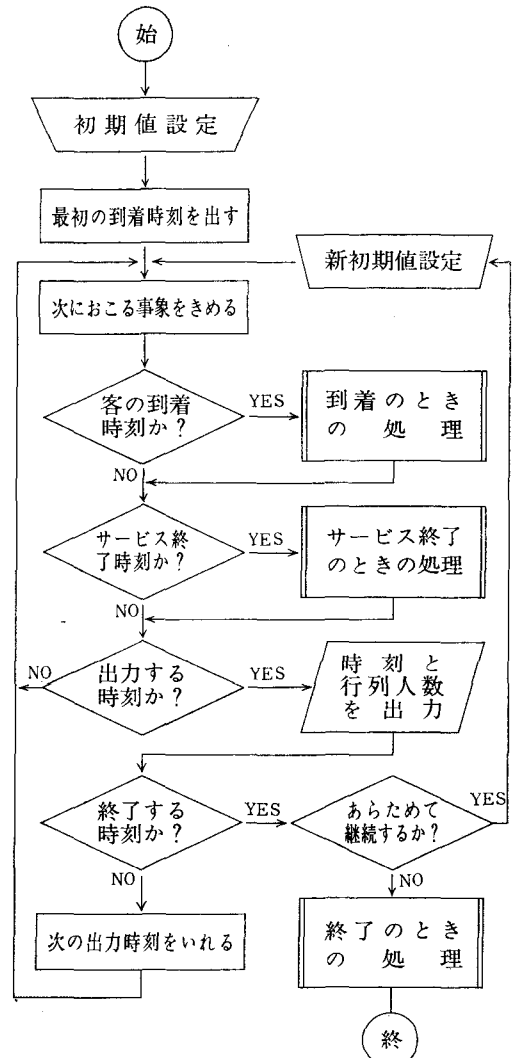
4. 待ち行列のシュミ

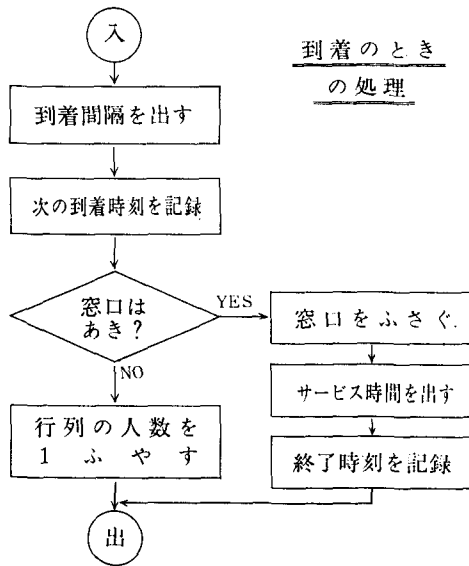
レーション

客の到着間隔およびサービス

所要時間が、指数分布に従うも

のとし、窓口が 1 つのときの、待ち行列の状況を、シュミレーションすることも、この小型電卓で可能である。





上記のフローチャートによるプログラムは次の通り。

(MAIN) M...0▼ R...6▼

```

1.
CNC P ± X±6 H P ± X±
T H P X±2.0 X±9 H P
F X±2.1 H X±8 SB1 ×
MR6 = X±2 J0 MR2 MR
9 - J<1 MR4 J±2 MR9
J±4 J1 MR4 J±3 MR2
J±4 J3 MR2 MR3 - J<
5 MR3 J±4 J5 MR2 J±
4 J2 MR9 MR3 - J<6
MR3 J±4 J6 MR9 J±4
X±1 MR3 X±2.3 MR1 MR
2 - J±7 1 M+1.4 MR1-
2 MR2 = X±1.2 SB1 ×
MR6 = MR2 = X±2 MR4
J±8 SB1 × MR7 = MR1
= X±3 MR1.3 = X±1.3
1 M+4 J±7 J8 1 M+5
J±7 MR1 MR2.3 - J±9
MR5 J±1.0 CN4 J±9 J±
1.0 1 M-5 SB1 × MR7
= MR1 = X±3 MR1.3 =
X±1.3 J±9 MR1 MR9 -
J±0 MR1 × 1 0 0 0 0
0 0 = X±0 MR5 M+0 MR
4 M+0 MR0 P MR1 MR2-
1 - J±1.1 H F P ± X±
6 H P ± X±7 H P X±2-
0 M+9 H P F X±2.1 J±
0 J±1.1 MR2.0 M+9 J±
0 E E
  
```

終りのときの処理はフローチャートを省略するが、終了時刻に既に窓口に並んでいる客だけは、時間後もサー

ビスを継続し、新しい客は受け付けないものとして、最終終了時刻、客の人数、客の平均滞在時間を算出するようにしてある。

サブプログラムは、指数乱数を発生させるものである。

客の到着間隔の平均値、サービス所要時間の平均値、印刷の間隔、終了時刻と乱数の初期値を与えてスタートさせると、定められた時間間隔ごとに、行列人数をプリントしていく。

——このプログラムは、2つの事象、たとえば、到着とサービス終了が同じ時刻に起る場合も考えて作ってある。同時刻になる確率はきわめて小さいから、これを無視するならばプログラムはもっと簡単になる。

右の表は、はじめ到着間隔平均を0.6分、サービス所要時間平均を1.2分として、5分おきに行列人数を求めたもので、30分後に到着間隔平均を2.4分

にして、60分後まで、行列人数の変化をみたものである。

最後には、前述のような統計(平均 滞在時間)7.614264 P 処理の結果を打ち出している。

(到着時間平均)	0.6 P
(サービス平均)	1.2 P
(印刷間隔)	5. P
(終了時刻)	30. P
(分)	(人)
5000001. P	
10000003. P	
15000006. P	
20000005. P	
25000012. P	
30000016. P	

条件をかえて	
2.4 P	
1.2 P	
5. P	
60. P	
(分)	(人)
35000012. P	
40000012. P	
45000008. P	
50000006. P	
55000003. P	
60000001. P	

(最終終了) 60.549201 P (客の人数) 55. P

5. む す び

以上、紙数の制約で、3件をあげたにすぎないが、この他にも、プリンターを利用して、関数のグラフを書くことを試みたり、指定された範囲内の素数の表を作ったり、3辺が整数、面積も整数である三角形を見出したりなど、小型の電卓であるにもかかわらず、くふうしだいで、かなりのところまで使えることを研究してみた。あるメーカーは、この種の電卓をさして「パーソナルコンピューターと呼ぶもよし。」と名文句を作り出したが、もう少し機能を付加できれば、まさに、この文句の通りになるといっても過言でなからう。

このように、手軽に便利に使用できる電卓が、能力の面で、かなりのところまで到達できるようになってきているのであるから、「たかが電卓」とあなどり、かろんずることなく、もっと有効に利用できるように、高校でも、高専でも、使用法その他の教育をすすめていきたいものである。

S + V + O + to-Infinitive の文型

—ひとつの教授法的アプローチ—

中 村 元 一

The Sentence Pattern S+V+O+to-Infinitive

—From A Teacher's Viewpoint—

Gen-ichi NAKAMURA

はじめに

I

現在、教室において英語構文の指導法として定着しているのは、基本5文型に基づく Sentence Pattern の教授法であろう。中学校および高等学校の学習指導要領（英語）には、5文型による指導の方針が示されており、ほとんどすべての高等学校英文法教科書は、この方針に沿って編集されている。⁽¹⁾ 現行の指導要領の方針に従うかぎり、5文型による構文指導が一般的であり、かつ効果的であると言えるだろう。ただ、問題は、教室で扱うすべての構文が5文型によって、分類解説できるとは限らないということである。本稿でとりあげる S+V+O+to-Infinitive の文型（A. S. Hornby の Verb Pattern 3 に該当）。⁽²⁾ すなわち V×O×to-Infinitive。以下 VOTI と略記する）を5文型のいずれの型に分類するかについての定説はまだないようであり、学習指導要領でも、VOTI を5文型よりはずし、「その他の文型」の項目で扱っている。高等学校英文法教科書におけるこの構文の取り扱いは一応しておらず、5文型の中に入れているものもあれば、そうでないものもある。⁽³⁾

しかし、5文型による構文の指導方法が定着している現行の英文法教科書を使用する以上、教師は5文型によって文構造の解説をするのが簡便であり、一方学習者も複雑な構文をも、5文型を通して彼らなりに納得してこうとするのが一般的だと思われる。特にこの点に留意して、以下、VOTI の5文型への組入れ、およびその方法について考えていきたい。

文法書やクエスチョン・ボックス・シリーズの回答に見られる、VOTI の関する解説は実にさまざまである。それらの最大公約数的なものをまとめてみると

- (1) 不定詞部分を目的格補語と考へて、VOTI を SVOC の文型に入れる。
- (2) 目的語と不定詞が一体となって、主文の動詞の目的部を構成する。したがって VOTI を SVO の文型に入れる。
- (3) VOTI に関しては、無理があるので、文型分類はしない。

等に類別できるようであり、VOTI に関するかぎり、その構造が複雑なゆえであろうが、文型指導の方法についての統一見解はないようである。

したがって、その取り扱いには、現場教師に一任され、教師は自己の裁量によって、指導することになる。その場合、既述の理由により VOTI については、文型のことには触れずにすませることが多いと思われる。ところが、中学校の英語教科書には、すでに tell, ask, want などに導かれる VOTI が頻出しており、学習者は Pattern Practice の訓練を通して、この構文にある程度習熟しているはずである。高等学校英文法教科書に登場する5文型は、彼らのこの文型把握をさらに定着させるのに役立つと思われるのである。VOTI を5文型のいずれに所属せしめるかに関する質問を筆者はしばしば受けたが、この傾向は、学習者が VOTI を5文型のい

(1) 昭和50年度使用予定の検定済英語B英文法教科書20種類について調査したところ、5文型に関する叙述のない教科書は皆無であった。

(2) A Guide to Patterns & Usage in English. 1956. p. 20

(3) 脚注(1)にあげた英文法教科書20冊中、(イ) SVOC に VOTI を分類したもの 4冊、(ロ) SVOO に VOTI の一部を分類したもの 2冊、あとの14冊の教科書は、VOTI の文型に関して特に言及していない。

れかに分類して理解しようとしていることをよく示していると思われる。

筆者の調査(後掲の表参照)によると、学習者の VOTI の文型把握の仕方は実にさまざまであり、なかには妥当でないと思われる解釈もある。しかし、VOTI に関するかぎり、それをあやまりだと即断することを筆者はためらうのである。学習者の英語習熟への自立的な意欲をそぐことを恐れるからである。文法指導に関しては定説がない限り、教師は自己の見解を押しつけずに、学習者の理解の方向に沿って指導するのが効果的ではなからうかと考えるのである。

II

VOTI の述部の表層構造は $V+NP+toVP$ で表わされる。伝統文法では、NP と $toVP$ との間のネクサス関係を重視して、この関係を *accusative with infinitive* として、独立した単位と見なそうとする。Hornby や Onions は、これを不可分の単位と称し(4), Kruisinga は、この構文は、*native speakers* の語感によって、可分、不可分性が決定されると述べている。(5) Jespersen や Poutsma のごとく、 $NP+toVP$ を分離して考える場合を含めて、かなり精密にこの構文を分析している文法学者もあるが、一般的な傾向としては、 $NP+toVP$ の間の緊密性の差異は認めながらも、全体としては、ネクサス目的語として一括して考える方向がとられている。ところが、このネクサス目的の概念は、学校文法からすれば、きわめて異質なものであり、教場で取り扱う場合に不統一と混乱を招く恐れがある。VO TI を 5 文型のいずれかに分類するためには、 $NP+toVP$ のつながりを断ち、NP のみを目的語とみなす必要がある。ネクサス目的は、もともと深層構造に基く概念であり、表層構造のみに目を奪われる学習者には、理解し難い概念である。NP と $toVP$ という形態的に異なるものを、一つの目的語と見なす方法を理解することは、学習者にとってきわめて困難なことである。彼らの大半は、日本語の文法を形態的な文法によって学習しており、英文法をもその方向で理解しようとするからである。

変形文法の理論によるネクサス部分 ($NP+toVP$) の分離に関する分析は明快である。深層の基底形の設定と、変形規則の適用によって、この分析を可能にしたと言えるのである。以下、変形文法にしたがって、 $NP+toVP$ の構造を検討してみたい。(6)

(A) advise, allow, ask, force, urge, cause, persuade, などの動詞グループ。

基底文の $VP \rightarrow V+NP+[NP+VP]_s$

for-to 補文標識を導入したあと、同一項目消去変形によって、補文中の NP を消去し、表層構造 $V+NP+[toVP]_s$ に到る。NP は基底文においても、補文の外部にあり、V の目的語と見なすことができ、NP を主文の主語に据えて、受動態に変形できる。次の二つの場合が考えられる。(7)

a) 不定詞部分が *dative verb* の直接目的語になっているもの。

advise, tell, allow, ask, etc.

b) 不定詞部分が動詞句補文として副詞的に働くもの
compel, persuade, urge, etc.

(B) want, prefer, like, hate などの動詞グループ。

基底文の $VP \rightarrow V+it [NP+VP]_s$

for-to 補文標識を導入したあと、 $V+it$ ($for NP+toVP$)_s を得て、*it* を消去したあとの *for* の消去は随意的になされる。*for* を消去した場合は、表層構造 $V+[NP+toVP]_s$ に到る。したがって、 $NP+toVP$ は、ネクサス目的を構成する。

(C) think, believe, perceive, suppose などの動詞グループ。基底文の $VP \rightarrow V+it [NP+VP]_s$

基底文は (B) と同じだが、変形操作が異なる。 $V+it$ ($for NP+toVP$)_s から、補文中の NP を V の目的語の位置に置きかえる変形を適用して(8), $V+NP+[for toVP]_s$ を得る。*for* は義務的に消去されて、 $V+NP+[toVP]_s$ を得る。 $NP+toVP$ は深層構造では S であるが、表層構造で NP は目的語化されるのが特徴である。

以上のような分析によれば、基底文において、NP が S から独立している (A) 型の動詞と、変型操作によって、表層構造において NP が $toVP$ から分離する (C) 型の動詞は、それぞれ NP が V の目的語と見なされるので、

(4) Hornby. *A Guide to Patterns & Usage in English* p. 20 Onions. *An Advanced English Syntax*. 1904. 174 D. 2

(5) Kruisinga. *A Handbook of Present-day English*. 1931. Vol. IV 252

(6) P. S. Rosenbaum (*The Grammar of English Predicate Complement Constructions*. 1967) の方法によった。

(7) 疑似分裂構文に変形できるか否かで、Aa, Ab のグループのいずれかに分類できる。

What I asked him was to come early. *What I compelled him was to see a doctor.

(8) 変形の方法としては Rosenbaum の Pronoun Replacement Transformation の他、Postal 等の主張する Raising がある。

これらは5文型のいずれかに入れることができる。

(B)型の動詞 (want, prefer, like, hate, etc.)は, 上記のような分析では, NP+toVP がネクサス目的として一単位になるので, 分離することはできない。しかし, 最近の変形文法理論は, この型の動詞についても, 表層構造においてNPを目的語として分離することができることを実証している。(9) この説を受け入れるならば, すべての VOTI において, NP と to VP の分離が可能になり, SVO+*x* の形で, 5文型中の, 第3, 第4, 第5のいずれかの pattern に所属せしめることができるのである。

以上, 変形文法の理論から VOTI を5文型のいずれかに入れることの妥当性を引き出そうとしてきた。ネクサス目的 (=NP+toVP) は表層構造において解体し, NP は目的語に見なされるのである。問題は to VP をいかなる要素に見なすかである。補語と見なし, すべての VOTI は第5文型 (SVOC) であるとする説がわが国の学校文法には伝統的にあるようである。VOTI の場合, NP (=O) が広い意味で to VP (=C) の主語になっていること, すなわち, to VP が NP の叙述的要素であることが, 目的格補語の性格に一致する。これが VOTI を SVOC と見なす説の論拠であるといえよう。

III

ところで, 学習者は VOTI をどのように受けとめ, 5文型とどのように結びつけているのであろうか。筆者はかつて, 授業を受け持った生徒を対象に VOTI に関するアンケート調査を行なった。そのデータをもとに以下検討する。表中の数字はいずれも回答頻度を示す。

表I 調査時 S. 41. 4 対象高校2年生 271名

1. I want you to start at once. 2. I told my sister to have my clothes washed. 3. He asked her to open the window. 4. I advised him to see the doctor.						
	SVO	SVOO	SVOC	その他 の文型	回答 なし	計
1 want	10	128	82	0	51	271
2 told	7	185	72	0	7	271
3 asked	6	240	20	0	5	271
4 advised	5	243	10	0	13	271

表II 調査時 S 41. 5 対象 高校2年生 142名

	SVO	SVOO	SVOC	回答 なし	動詞類型
advised	0	106	32	4	A a
allowed	12	83	41	6	A a
asked	4	123	5	10	A a
told	3	123	7	9	A a
preferred	11	38	78	15	B
taught	5	114	22	1	A a
ordered	8	86	44	4	A a
persuaded	4	75	43	20	A b
helped	10	62	53	17	A b
begged	5	125	7	5	A b
commanded	8	84	36	14	A b
required	10	76	44	12	B
intended	8	72	48	14	B
expected	8	83	42	9	BまたはC
wanted	15	105	10	12	B
would like	12	86	23	21	B
hated	6	28	85	23	B
wished	10	108	10	14	A b
believed	5	12	115	10	C
declared	7	35	38	62	C
supposed	7	12	86	37	C
enabled	16	56	32	38	A b

(解説) 表Iは種々の動詞型に属する文を列挙して, その文型がどの Pattern に属するかを問うたアンケートである。VOTI に属する構文についての回答を抽出してみた。表IIは高校2年生を対象にしたもので, VOTI に属する既習の構文例を列挙し, その文型を問うたものである。実際の文例は省略し, 述語動詞のみ取り出して, 左欄にかかげた。右欄の記号は既述の動詞類型記号(p.96参照)である。表I, 表IIはともに学習者の持つ文型に関する意識の調査結果である。既習の文法知識にとらわれず, 自由に思うがままに回答するように指示して得られたデータである。

(分析)

- (1) 回答数の多い文型 SVOO
回答数の少ない文型 SVO
- (2) SVOC の回答はBグループの動詞のうち, 情緒を表わす hate, prefer に比較的多い。
- (3) SVOC の回答は, Cグループの動詞に多く, その回答数は SVOO とSVOの回答数の中間にある。
- (4) SVOO の回答は, すべての動詞群にわたっている。

(9) Postal は (B) の基底文に Right Node Raising や Pseudo-clefting などの変形操作をほどこすことにより, その派生文において NP はもはや従文の主語にはならぬことが実証できるので, NP は補文主語の位置より, 主文の直接目的語の位置に昇格させるべきであると主張。また, 長谷川欣佑氏は, 再調整規則 (Realignment Rule) により, 補文中の NP を to VP より引き離して, 直接目的語に見なすべきであると主張している。(英語青年1973.4~5月号, 文法の説明力ー 'Raising' 論)

advise, teach, beg, tell のとき、命令、勧誘、依頼を表わす動詞、つづいて allow, order, command, persuade, get などの使役動詞、want, wish, would like, require, intend などの欲求や意図を表わす動詞の順に多い。

- (5) SVOO の回答数が圧倒的に多いのは、

Aa グループ ; advise, ask

Ab グループ ; persuade, beg

B グループ ; want

(考察)

(1) SVO の回答数が少ないのは、NP+toVP を一つの単位として把握していないことを示しており、日本人の学習者にとって、ネクサス目的が理解し難い概念であることを反映しているように思われる。学習者は NP+toVP を NP と toVP とに分離して、それぞれを O と O、もしくは O と C と見なした上で、SVOO もしくは SVOC に類別しがちなのである。

(2) C グループに属する think, believe の動詞型の不定詞部分は to be であり、to be を消去することにより、SVOC の概念は容易に得られる。したがって学習者は think, believe を SVOC に類別する。

(3) SVOO に分類する回答が圧倒的に多い理由は学習者が彼らの既習の動詞型に関する知識、その他の文法知識等からの類推によって分類するためであろう。advise, ask, tell などの **Aa** のグループに属する動詞型について、SVOO に分類するのは、既述の理由により妥当である。ところが SVOO に分類する彼らの方法を、そのまま **Ab** や **B** のグループにまで適用しようとするのは、類推によるのである。こうした類推をする彼らの根拠と思われるものを数え上げてみる。

(a) 日本語等からの類推

学習者は英語の原理的法則に従って、上記の構文を理解しようすることは少なく、むしろ、彼ら自身の言語感覚や彼らの知っている日本語の文法規準に照らして、類推によって動詞型を分類しようとする。すなわち、動作の対象や目的を示す格助詞を用いて和訳するので NP+toVP を O+O と解釈してしまうのである。他に、漢文訓読法からの類推もあるかも知れない。

(b) 話法からの類推

I said to him, "Do so." の間接話法は、I told him to do so. である。この文を和訳すると「私は彼にそうすることを命じた」となり、格助詞「に」「を」を使うので、NP+toVP を IO+DO と解釈してしまう。

(c) Pattern Practice による類推。I ask him to do so.

の述語動詞の位置に tell, beg, advise などの命令、依頼、勧誘等を示す動詞を代入した場合に生ずる個々の差異に学習者に理解させることは困難である。また実際、Pattern Practice の場では文型指導は行なわれないことが多い。そのため学習者は上記の VOTI を文法的に同構造であると見なしてしまうのである。さらに、order, command, persuade, help 等の使役動詞群や、wish, would like, want, intend などの意欲、欲求を示す動詞群にまでこの類推は及ぶのである。いずれも、express one's will to~ の意味に受け取り、不定詞部は伝達の内容、目的語は伝達の相手と認知される。この類推は request, desire, expect など、want と同じ深層構造を有する VOTI にも及び、不定詞部はそれぞれ要求や期待の「伝達内容」と判断され、SVOO の文型認知を得るのである。つまり学習者は「誰々に何々を望む、期待する」と解釈するのである。以上、volitional な動詞群は、その基底構造の如何を問わず、「伝達動詞」的に把握され、SVOO の文型に属すると判断されることが多い。

(4) 学習者は NP と to VP の間のネクサス関係をほとんど意識していないと思われる。native speakers にとっては NP が主文の V に対する目的語として感じられ、to VP は NP を主語とする補文として受け取られる。これに反して日本人学習者は、SVOO に分析する場合 to VP を直接目的語と受け取るため、間接目的語である NP とのネクサス関係が意識されないと思われる。ゆえに I decided him to pay the money. を「私は彼に対して金を払うことに決めた」、He challenged me to jump over the stream. を「彼は私に流れを跳ぼうと挑戦した」などの誤訳が頻出する。

結 び

Pattern Practice は文法的に文構造を理解させることをその目的としておらず、深層構造の異なる文であっても、形態的に類似しておれば、一括して扱う場合が多いのである。変形文法の理論を応用して、文構造をその基底から理解させるべきであるとする説もあるが⁽¹⁰⁾、変形文法の教場導入には筆者は消極的である。理由は、Pattern Practice による形態的学習を経てきた者に、いきなり深層構造の相違を説いても混乱を招くばかりだと思われるからである。以上の見地より、VOTI の文型的指導は、教授者の既習知識を押しつけずに、学習者の判断を生かす方向で、進めるのが妥当だと思われる。安井稔氏の言われる「外国語学習における心の活性化」⁽¹¹⁾を得るためにも、学習者の興味や自立的意欲を失わしめ

(10) 例えば、中島文雄氏は積極的に変形文法を英語教育に取り入れる必要を力説されている。(日本英文学会39回大会講演, 1967)

(11) 「英語教育の中の英語学」1973. p. 153

ぬ配慮が必要であろう。われわれは, native speakers
ではあり得ないのである。

以下, VOTIの教場での取り扱いの一試案をあげる。
ご批判, ご教示を賜りたい。

- (1) ネクサス目的語の解説は行なわない。不定詞部分が
目的語の意味上の主語であるという指摘にとどめ, 両者
の緊密性については深入りしない。
- (2) 「深層構造」よりも「表層構造」に重きを置いて,
学習指導を行なう。不定詞部分を(i)目的語(O)または,
(ii)補語(C), または(iii)その他の要素のいずれかに分類し,
次のように考える。

a) SVOO 型 (第4文型)

- **Aa** グループ
advise, allow, ask, order, teach, tell
- **Ab**グループ
compel, encourage, force, help, induce, persuade,
tempt, urge
- **B**グループ
want, require, request, expect, would like

b) SVOC 型 (第5文型)

- **B**グループ
like, prefer, hate
- **C**グループ
believe, imagine think, consider

c) SVO 型 (第3文型)

Ab グループのうち, 不定詞部分が副詞的色彩の強い
ものは, この文型に入れるのもよいと思われる。たと
えば I forced him to do so. の不定詞部分は, 結果を
表わす副詞的修飾句と見なし, 文型はSVO型に考え
るなど。

【参考文献】 (脚注に掲げたもの以外)

- 文 部 省 1972. 高等学校学習指導要領解説 外国
語編
- 中 島 文 雄 1965. 基本文型 (研究社現代英語 教育
講座 第6巻)
- 石橋幸太郎編 1966. 英語語法大事典 (大修館書店版)
- 安 井 稔編 1971. 新言語学辞典 (研究社)
- Jespersen, O. 1937. *Analytic Syntax*
- Jespersen, O. 1940-42. *A Modern English Grammar
on Historical Principles V-VI*
- Poutsma, H. 1928-29. *A Grammar of Late Modern
English Part I*
- Jacobs & Rosenbaum, 1968. *English Transformational
Grammar*
- Quirk, Greenbaum, Leech, Svartvik, 1972. *A Grammar
of Contemporary English*

教官研究活動一覽表 (着年より48年9月末まで)

【機械工学科】

発 表 者	発 表 課 題 名	発表誌名, 発表機関名 (口頭)	巻, 号, 頁
昭和40年 木村 博, 水嶋 巖	高分子材料の溶接熱影響および雰囲気の影響について	溶接界	17巻, 12号, 633頁
昭和41年 中村行三, 中谷 洵 佐野孝郎	伝熱管の性能研究	日本機械学会, 関西支部	
有間淳一, 本田和男 江木正典	X線による金属材料の研削割れに関する研究	日本材料学会, 第5回X線材料強度に関するシンポジウム	
本田和男, 有間淳一	高周波焼入材の残留応力と焼入条件について	日本材料学会, 第5回X線材料強度に関するシンポジウム	
昭和42年 中村行三, 中谷 洵 佐野孝郎	新形式の伝熱管について	日本機械学会論文集	33巻, 249号
中村行三, 中谷 洵 佐野孝郎	新形式の伝熱管について (続報)	日本機械学会, 東海支部	
有間淳一	研削割れにおよぼす残留応力のX線的研究	奈良高専研究紀要	2号
有間淳一	X-ray Investigation of Stress Measurement on Cu-Zn Alloys.	奈良高専研究紀要	2号
昭和43年 中谷 洵 加賀勝也	新形式伝熱管の性能研究	奈良高専研究紀要	3号
	ねじ追い車の研究	奈良高専研究紀要	3号
有間淳一	X-ray Investigation of Stress Measurement (On the Effect of Roughness of Specimen Surface)	奈良高専研究紀要	3号
浜田 実, 古川 守 水嶋 巖, 他2名	冷却法による熱光弾性実験について (続報)	日本機械学会関西支部	
常永寿伸, 有間淳一 小長哲郎, 本田和男	X線による多結晶金属材料の変形に関する研究	日本材料学会	
常永寿伸, 有間淳一 小長哲郎, 本田和男	多結晶金属材料の弾性異方性	日本材料学会 第7回X線材料強度に関するシンポジウム	
昭和44年 加賀勝也	ねじ追い車の研究 (メートルねじの親ねじでユニファイねじを切る場合)	奈良高専研究紀要	4号
関口秀夫	The Behavior of Recrystallization of Pure Iron After High-Speed Deformation	奈良高専研究紀要	4号
田中義雄	研削砥石の結合度と摩耗の関係について	奈良高専研究紀要	4号
松岡一起	管内オリフィスにおける渦の運動について	奈良高専研究紀要	4号
加賀勝也, 中川正明 岸田行恵	異種ネジ切りの研究	日本機械学会 関西支部	
加藤孝夫, 中谷 洵 有間淳一	蒸発面による平面噴流の偏向 研削割れにおよぼす残留応力のX線的研究	空気調和・衛生工学会 砥粒加工	6巻, 2号
有間淳一, 本田和男	X線応力測定法に関する二, 三の問題 (面心立方晶系金属の弾性異方性)	日本材料学会, 第8回X線材料強度に関するシンポジウム	

発 表 者	発 表 課 題 名	発表誌名, 発表機関名 (口頭)	巻, 号, 頁
細川智生, 有間淳一	残留応力の異方性について	日本材料学会, 第8回X線材料強度に関するシンポジウム	18巻, 195号, 1,053頁
本田和男, 細川智生 有間淳一, 常永寿伸	X線応力測定法に関する二, 三の問題 I (多結晶金属材料の弾性異方性とX線応力測定値の相関性について)	材料	
有間淳一, 細川智生 本田和男	X線応力測定法に関する二, 三の問題 II (多結晶金属材料の弾性異方性とX線応力測定値の相関性について)	材料	18巻, 195号, 1,060頁
古川 守, 北川 浩 水嶋 巖, 他 2 名	冷却法による熱光弾性実験 (第4報)	日本機械学会 関西支部	
昭和45年			
田中義雄	研削砥石の砥粒切れ刃についての研究	奈良高専研究紀要	5 号
松岡一起	種々の境界条件における渦の運動について	奈良高専研究紀要	5 号
関口秀夫	The Relation between Mechanical Properties and Microstructures in a High Carbon Steel containing Pearlite	奈良高専研究紀要	5 号
水嶋 巖	冷却法による熱光弾性実験	奈良高専研究紀要	5 号
加賀勝也	急換歯車装置を求め一方法	奈良高専研究紀要	5 号
明石 一, 加賀勝也 笠松良一, 紙中 実 中川将行, 大谷幸一	低圧空気サーボのピストンの挙動	日本機械学会関西支部	
奥島啓式, 加賀勝也	ねじ追いダイヤルの目盛数の決定法	日本機械学会関西支部	
神元五郎, 西田迪雄 松岡一起	弱電離アルゴン境界層の研究	日本機械学会関西支部	
西田迪雄, 松岡一起	一部電離した気体の境界層について	日本航空宇宙学会年次総会	
西田迪雄, 松岡一起	弱電離プラズマ境界層	日本機械学会, 日本航空宇宙学会	
神元五郎, 西田迪雄 松岡一起	弱電離アルゴン境界層の研究 (第2報)	日本機械学会関西支部	
細川智生, 有間淳一 石角民生	X線による変形異方性に関する研究	日本機械学会	
有間淳一	X線応力測定法に関する二, 三の問題 (多結晶金属の弾性異方性とX線応力測定値の相関性) 第1報	奈良高専研究紀要	5 号
有間淳一	X線応力測定法に関する二, 三の問題, 第2報	奈良高専研究紀要	5 号
有間淳一, 細川智生 本田和男	多結晶金属材料の弾性異方性とX線応力測定値の相関性 (二相合金の弾性変形挙動について)	第9回X線材料強度シンポジウム	
細川智生, 有間淳一	X線による変形異方性に関する研究	第9回X線材料強度シンポジウム	
有間淳一, 細川智生 本田和男	多結晶金属材料の弾性異方性とX線応力測定値の相関性	日本材料学会	
有間淳一, 細川智生 本田和男	多結晶金属の弾性異方性とX線応力測定値の相関性 (二相合金の変形挙動について)	材料	19巻, 207号, 1042頁
関口秀夫	鋼の延性破壊におよぼす分散炭化物の影響	日本金属学会	
関口秀夫	銅の延性破壊について	第21回塑性加工連合講演会	

発 表 者	発 表 課 題 名	発表誌名, 発表機関名 (口頭)	巻, 号, 頁
昭和46年			
若林敏夫, 阪部俊也	純流体素子による振巾変調について	奈良高専研究紀要	6号
松岡一起, 西田迪雄 神元五郎	弱電離気体の平板境界層について	奈良高専研究紀要	6号
松岡一起, 西田迪雄	非平衡弱電離境界層内の電子温度分布について	奈良高専研究紀要	6号
田中義雄	奈良県における鋳造工業の現状と今後の動向について	奈良高専研究紀要	6号
水嶋 巖	異種物体の接着による熱光弾性実験	奈良高専研究紀要	6号
加賀勝也, 奥島啓式	ねじ追い車の研究 (ユニファイねじの親ねじでメートルねじを切る場合)	奈良高専研究紀要	6号
加賀勝也, 奥島啓式	最適異種ネジ切り法の研究	日本機械学会九州支部	
加賀勝也, 岸田行恵 中川正明, 奥島啓式	最適異種ネジ切り法の研究 (第2報)	日本機械学会関西支部	
加賀勝也, 奥島啓式	異種ネジ切り法の時間的考察, 第1報	日本機械学会関西支部	
加賀勝也, 奥島啓式	異種ネジ切り法の時間的考察, 第2報	日本機械学会東海支部	
阪部俊也, 若林敏夫 米持政忠	純流体論理素子特性の相似性について	日本機械学会関西支部	
加藤孝夫, 中谷 洵	蒸発面による平面噴流の偏向 (第1報)	空気調和・衛生工学会誌	45巻, 3号
加藤孝夫, 中谷 洵	蒸発面による平面噴流の偏向 (第2報)	空気調和・衛生工学会誌	45巻, 7号
西田迪雄, 松岡一起	Structure of Nonequilibrium Boundary Layer along a Flat Plate in a Partially Ionized Gas	AIAA Journal	9巻, 11号, 2117頁
松岡一起, 西田迪雄	Nonequilibrium Stagnation-Point Boundary Layer in a Partially Ionized Gas	AIAA Journal	9巻, 12号 2457頁
松岡一起, 西田迪雄	Nonequilibrium Stagnation Point Boundary Layer of a Partially Ionized Gas	Kyoto University currentPaper	cp 30
本田和男, 細川智生 有間淳一	X-ray Investigation on the Elastic Anisotropy and Deformation Mechanism of Polycrystalline Metals	Proc. of 14th J.C.M.R.	No.14
細川智生, 有間淳一	塑性変形した材料の残留応力	日本機械学会	
有間淳一, 細川智生 本田和男	Elastic Deformation Behaviour of Two Phase Alloys	X-ray Study on Strength and Deformation of Metals	No. 1
細川智生, 有間淳一 本田和男	各結晶金属の回折面による応力の依存性	日本材料学会, 材料の力学的挙動に関する国際会議	
宮本止才雄	水星の近日点移動に関するコメント	素粒子論研究	44巻, 1号, A48
古川 守, 北川 浩 水嶋 巖, 浜田 実	非定常温度場における熱応力集中に関する研究 (実験的考察)	日本機械学会関西支部	
浜田 実, 水嶋 巖 増田 方	単軸引張りを受ける多円孔無限平板の応力集中問題の一般解法 (統法)	日本機械学会論文集	37巻, 299号, 1305頁
浜田 実, 水嶋 巖 増田 方	円孔列をもつ無限平板の応力集中問題	日本機械学会関西支部	
昭和47年			
阪部俊也, 若林敏夫	側壁付着形素子特性の相似性について	奈良高専研究紀要	7号
田中義雄	工業教育における教育課程編成上の2, 3の要望	奈良高専研究紀要	7号
松岡一起	弱電離境界層熱伝達の研究	奈良高専研究紀要	7号
中谷 洵, 中田敏夫	フィン付伝熱面の伝熱性能に関する研究	奈良高専研究紀要	7号

発 表 者	発 表 課 題 名	発表誌名, 発表機関名 (口頭)	巻, 号, 頁
水嶋 巖	大きさの異なる2円孔を持つ無限平板の応力集中問題	奈良高専研究紀要	7号
岩井保善	高張力鋼の遅れ破壊と疲労	奈良高専研究紀要	7号
加賀勝也, 明石 一	空気遅延弁の特性	奈良高専研究紀要	7号
加賀勝也, 奥島啓式	異種ネジ切りにおけるI-n線図の特徴	日本機械学会関西支部	
加賀勝也, 奥島啓式	異種ネジ切りにおけるI-n線図の特徴 (第2報)	日本機械学会東海支部	
加賀勝也, 奥島啓式	メートル系同種ネジ切りの研究	日本機械学会北陸信越支部	
奥島啓式, 加賀勝也	インチ系同種ネジ切りの研究	日本機械学会中国四国支部	
奥島啓式, 加賀勝也	ネジ旋削におけるI-u-n-v線図	日本機械学会関西支部	
神元五郎, 西田迪雄 松岡一起	弱電離気体の岐点流れにおける電子温度分布について	日本航空宇宙学会	
松岡一起, 西田迪雄 神元五郎	岐点弱電離プラズマ流に関する研究	日本機械学会	
西田迪雄, 松岡一起	物体まわりの弱電離気体流れ	日本機械学会	
有間淳一	X-ray Investigation on the Elastic Anisotropy and Deformation Behaviour of Two Phase Alloys	奈良高専研究紀要	7号
有間淳一, 細川智生 本田和男	X線応力測定値と機械的応力値の相関性	日本材料学会	
有間淳一, 岩井保善	X線応力測定値と塗料による応力値の相関性	日本材料学会, 第10回X線材料強度に関するシンポジウム	
細川智生, 有間淳一 本田和男	The Dependency of Stress on the Diffraction Plane in the Polycrystalline Metals	J.S.M.S. Mechanical Behaviour of Materials	1巻
有間淳一, 岩井保善	X線による多結晶金属のクリープに関する研究	日本材料学会	
関口秀夫	高圧引張試験装置の試作と2, 3の実験	日本材料学会	
関口秀夫	延性破壊機構に関する研究	精機学会シンポジウム	
浜田 実, 水嶋 巖	多くの円孔を持つ無限平板の応力集中について	日本機械学会関西支部	
浜田 実, 水嶋 巖 増田 方	単軸引張りを受ける多円孔無限平板の応力集中問題の数値解法 (第3報)	日本機械学会論文集	38巻, 313号, 2243頁
昭和48年			
中谷 洵	噴流衝突面の熱伝達特性 (第1報)	奈良高専研究紀要	8号
田中義雄	超仕上作業条件の研究	奈良高専研究紀要	8号
加賀勝也, 上田惇己 明石 一	空気シリンダのピストン挙動の研究	奈良高専研究紀要	8号
水嶋 巖	On the Stress Concentration Factor in the Infinite Plate with a Row of Infinite Circular Holes	奈良高専研究紀要	8号
阪部俊也	空気圧導管における信号伝達について	奈良高専研究紀要	8号
松岡一起	弱電離気体の平板境界層の研究 (第2報)	奈良高専研究紀要	8号
松岡一起	Nonequilibrium Stagnation-Point Boundary Layer of Partially Ionized Gas	奈良高専研究紀要	8号
奥島啓式, 加賀勝也	自動送り旋削における時間的有利性の研究	日本機械学会関西支部	
加賀勝也, 奥島啓式	クリダン型旋盤の時間的有利性の研究	日本機械学会関西支部	

発 表 発	発 表 課 題 名	者表誌名, 発表機関名 (口頭)	巻, 号, 頁
有間淳一, 岩井保善	ぜい性被膜法による応力およびX線による測定応力の相関	日本材料学会 第一回材料強度に関するシンポジウム	
関口秀夫	A Criterion for the Ductile Fracture of Cu in Tensile Tests carried out in High Hydrostatic Pressure	Journal of Inst. Metals (英国)	101号, 107頁
関口秀夫	鍛造品の割れ原因とその対策(1) —延性破壊の研究からみた—	機械の研究	25巻, 1号, 24頁
関口秀夫	鍛造品の割れ原因とその対策(2) —延性破壊の研究からみた—	機械の研究	25巻, 2号, 33頁
関口秀夫	銅の延性破壊について	日本塑性加工学会	
浜田 実, 水嶋 巖	単軸引張りを受ける多円孔無限平板の応力集中問題の一般数値解法 (第4報)	日本機械学会論文集	39巻, 322号, 1846頁
佐々木三郎 岸下 晴亮	長方形出張りのある帯板などの平面応力	日本機械学会, 関西支部	

【電気工学科】

発 表 者	発 表 課 題 名	発表誌名, 発表機関名 (口頭)	巻, 号, 頁
昭和40年			
今西周蔵, 木村伊一	架空電線が切れた時の運動について	電気諸学会関西支部連合講演会	9 巻, 8 号
今西周蔵, 高岡光男	トロリー線の雪害について	電気諸学会関西支部連合講演会	
木村伊一, 藤本 勲	線形二変数制御系のシンセシスに関する一考察	制御工学	
昭和41年			
山正直直, 麻野三郎 川辺允志	尼崎第3発電所原油燃焼ガス状態の負荷による変化	火力発電	17巻, 5号, 53~60頁
山正直直, 浜川充志 麻野三郎, 朝倉英二 岩田 弘	530t/h 自然循環ボイラによる低過剰空気燃焼試験	日立評論	48巻, 5号, 18~24頁
今西周蔵, 野口泰正	架空電線が切れた時の運動について	奈良高専研究紀要	1 号
今西周蔵	Electro-static Induction under E.H.V. Over-head Line	奈良高専研究紀要	1 号
木村伊一	線形二変数制御系のシンセシスに関する考察	奈良高専研究紀要	1 号
木戸正夫, 木村伊一 稲垣嘉雄	超高压系統における開閉サージと避雷器の抑制効果	奈良高専研究紀要	1 号
今西周蔵	トロリー線の雪害について	電気鉄道	20巻, 3号, 20頁
昭和42年			
今西周蔵, 高岡光男	電気鉄道におけるトロリー線の雪害について	奈良高専研究紀要	2 号
今西周蔵, 野口泰正	火災による架空電線の軟化について	電気諸学会全国連合講演会	2 号
今西周蔵, 野口泰正	火災による架空電線の軟化について	奈良高専研究紀要	
柴田圭三, 若林信生 上田勝彦	メスバウア効果による温度測定の実験	第14回応用物理学関係連合講演会	16巻, 5号, 204~208頁
柴田圭三, 若林信生 上田勝彦, 藤井端彦	γ 線の後方散乱による工業計測の基礎的研究 (第1報)	RADIOSOTOPES	
若林信生, 後藤隆雄 上田勝彦	γ 線後方散乱形液面計の基礎研究 (Ⅱ)	第6回計測自動制御学会学術講演会	
柴田圭三, 若林信生 上田勝彦	メスバウア効果を用いた温度測定の実験	第8回日本アイソトープ会議および同論文集	8号, 240 ~242頁
昭和43年			
木村伊一	電動発電機の動特性について	奈良高専研究紀要	3 号
高橋晴雄他	S形特性を用いたオプトロニック A-D 変換器	電気四学会連合大会	3 号
高橋晴雄他	多層くり返し形オプトロニック乗算回路	電子通信学会全国大会	
高橋晴雄他	多層くり返し形オプトロニック乗算回路 (Ⅱ)	電気四学会関西支部連合大会	3 号
高橋晴雄他	オプトロニック A-D 変換器	奈良高専研究紀要	
上田勝彦	メスバウア効果による温度測定の実験	奈良高専研究紀要	3 号
柴田圭三, 若林信生 後藤隆雄, 上田勝彦	γ 線の後方散乱を用いた液面検出の基礎研究	第5回理工学における同位元素研究発表会	
成田紘一	マイクロ波 M I 法による高密度静プラズマの測定	日本物理学会	

発 表 者	発 表 課 題 名	発表誌名, 発表機関名 (口頭)	巻, 号, 頁
昭和44年			
今西周蔵	工業高専教育の諸問題	奈良高専研究紀要	4 号
高橋晴雄他	並列形光出力A-D変換器	電気四学会連合大会	
高橋晴雄他	An Optronc Parallel type A-D Converter	奈良高専研究紀要	4 号
上田勝彦	γ 線の後方散乱による工業計測の基礎的研究	奈良高専研究紀要	4 号
柴田圭三, 若林信生 上田勝彦	An Attempt to Measure Temperature Utilizing the Mössbauer Effect	神戸大学工学部研究報告	15号, 1~8頁
柴田圭三, 若林信生 藤井端彦, 上田勝彦	γ 線の後方散乱による工業計測の基礎的研究 (第2報)	RADIOISOTOPES	18巻, 4号, 130~136頁
成田紘一	マイクロ波による小径プラズマの測定	奈良高専研究紀要	4 号
成田紘一, 今井健蔵	プラズマ中遅波回路の電磁波伝ばん(I)	日本物理学会秋の分科会	
成田紘一, 今井健蔵	プラズマ中ヘリックスの電磁波伝ばん(II)	電気関係学会関西支部大会	
昭和45年			
今西周蔵	学業成績の意味について	奈良高専研究紀要	5 号
高橋晴雄他	並列光出力A-D変換器	奈良高専研究紀要	5 号
上田勝彦他5名	科学教育についてのインフォメーション・アナリシス	日本教育学会第29回大会	
柴田圭三, 若林信生 藤井端彦, 上田勝彦	A Fundamental Study on Industrial Measurements by Means of Backscattered Gama-Rays (Part 1)	神戸大学工学部研究報告	16号, 1~15頁
柴田圭三, 若林信生 後藤隆雄, 上田勝彦	γ 線の後方散乱による工業計測の基礎的研究 (第3報)	RADIOISOTOPES	19巻, 9号, 410~415頁
上田勝彦他11名	内容選択規則	日本物理学会第25回年会	
上田勝彦, 石桁正士	半導体放射線検出器の出力波形	第31回応用物理学会学術講演会	
成田紘一	不均一プラズマ柱に対するマイクロ波インピーダンス法	奈良高専研究紀要	5 号
成田紘一他	レーザ光領域における複素誘電率の一測定法	電気四学会東海支部連合大会	
京兼 純, 吉野勝美 大石嘉雄	フタロシアニンの電氣的・光学的性質(I)	日本物理学会	
昭和46年			
今西周蔵	授業の改善について	奈良高専研究紀要	6 号
木村伊一	2変数制御系の周波数特性について	電気学会中国支部連合大会	
高橋晴雄他	オプトロニックくり返し論理回路	電気関係学会関西支部連合大会	
高橋晴雄他	オプトロニックいき値論理回路	奈良高専研究紀要	6 号
上田勝彦, 久 実 東野勝治, 石桁正士	相関法を用いた γ 線エネルギー分析の試み	第18回応用物理学関係連合講演会	
西川喜良, 石桁正士 上田勝彦	γ 線測定器のSearch Specfrumの推定	第8回理工学における同位元素研究発表会	
上田勝彦他4名	科学教育についてのインフォメーション・アナリシス (第2報)	日本教育学会第30回大会	
上田勝彦, 石桁正士 西川喜良	相関法を用いた γ 線エネルギー分析の試み (II)	第32回応用物理学会学術講演会	
西川喜良, 石桁正士 上田勝彦	Estimation of Search Spectrum for Gamma Rays Measurement	甲南大学研究紀要 (Science Series)	14号, Art.76
上田勝彦, 石桁正士 西川喜良	γ 線エネルギー分析における相関法の応用	RADIOISOTOPES	20巻, 12号, 649~654頁

発 表 者	発 表 課 題 名	発表誌名, 発表機関名 (口頭)	巻, 号, 頁
成田紘一	プラズマ中の電磁波伝ばん	奈良高専研究紀要	6 号
成田紘一他	Re-entrant Cavity Resonator を使用した電子密度と電子衝突周波数の測定法	日本物理学会春の分科会	
成田紘一他	プラズマ柱を含む凹形空洞共振器の共振周波数	電気四学会東海支部連合大会	
京兼 純, 吉野勝美 犬石嘉雄	フタロシアニンの電氣的・光学的性質(Ⅱ)	日本物理学会	
京兼 純, 吉野勝美 金藤敬一, 犬石嘉雄	Electrical and Optical Properties of Phthalocyanine Single Crystals	Tech. Report of the Osaka Univ.	21号, 549頁
京兼 純, 吉野勝美 金藤敬一, 犬石嘉雄	Fluorescence Spectra of Phthalocyanine Single Crystals	J. Phys. Soc. Japan	31巻, 1594頁
昭和47年			
木村伊一	非線形要素を含むサーボ系の振動について	奈良高専研究紀要	7 号
高橋晴雄, 山内雅好	オプトロニック全加算器	電気関係学会関西支部連合大会	
高橋晴雄他	オプトロニックセルラー論理回路	奈良高専研究紀要	7 号
上田勝彦, 石桁正士 西川喜良	相関法を用いた γ 線エネルギー分析の試み(Ⅲ)	第19回応用物理学関係連合講演会	
上田勝彦他 8 名	科学教育についてのインフォメーション・アナリシス (第3報)	日本教育学会第31回大会	
上田勝彦, 石桁正士 西川喜良	相関法を用いた γ 線エネルギー分析	第15回自動制御連合講演会	
成田紘一他	Wave Propagation on the Slow Wave Circuit in Plasma	Bulletin of Nagoya Institute of Technology	23巻, 191頁
成田紘一他	ドリフトプラズマの表面波伝ばん	電気四学会東海支部連合大会	
成田紘一他	圧縮性プラズマを含む導波管の解析	電気四学会東海支部連合大会	
井村栄仁	パルス巾 3 相逆変換器に関する研究	奈良高専研究紀要	7 号
昭和48年			
木村伊一	2 変数リレー制御系の周波数応答について	奈良高専研究紀要	8 号
高橋晴雄, 山内雅好	オプトロニック負性抵抗回路	電気学会全国大会	
高橋晴雄, 山内雅好	オプトロニック全加算器(Ⅱ)	電気学会全国大会	
高橋晴雄	工業高等専門学校電気工学科における情報処理教育	奈良高専研究紀要	8 号
高橋晴雄他	オプトロニック全加算器	電子通信学会論文誌D	56巻, 6 号
上田勝彦, 石桁正士 西川喜良	相関法による γ 線エネルギー分析の試み(Ⅳ)	第10回理工学における同位元素研究発表会	
成田紘一他	圧縮性プラズマ円柱による平面電磁波の散乱	電子通信学会マイクロ波研究会資料	MW-72-122
成田紘一他	Analysis of Waveguides with Warm Plasmas	Bulletin of Nagoya Institute of Technology	24巻, 201頁
成田紘一	凹形空洞共振器を用いたプラズマパラメータの測定法	奈良高専研究紀要	8 号
井村栄仁	逆変換器における転流素子の選定	奈良高専研究紀要	8 号
井村栄仁, 山中正直 岡本 弘	ゲート回路改良にもとづく 3 相逆変換器の動作	電気学会全国大会	
山内雅好	空間フィルタを用いた糸の送り速度測定装置の試作	電気学会全国大会	
山内雅好	中間赤外域における市街地背景の輝き空間分布	奈良高専研究紀要	8 号

【化学工学科】

発 表 者	発 表 課 題 名	発表誌名, 発表機関名 (口頭)	巻, 号, 頁
昭和44年 日根文男, 犬田修正	Solubility of chlorine in Mixed Solution of HCl and CuCl ₂	Bull. Chem. Soc. Japan	42巻, 4号, 914頁
昭和46年 日根文男, 保田昌樹 犬田修正	塩化カリウム溶液の電導度	電気化学協会第38回大会	
日根文男, 保田昌樹 犬田修正	Conductivity of Concentrated KCl Solution	電気化学	39巻, 12号, 934頁
竹原善一郎, 犬田修正, 吉沢四郎	カセイカリ水溶液中での亜鉛極の放電機構	電気化学協会第38回大会	
竹原善一郎, 犬田修正, 中島博人, 吉沢四郎	酸素を飽和したカセイカリ水溶液中での亜鉛極の自己放電	日本化学会第12回電池討論会	
桐 章, 井関 進, 泉生一郎, 長浦茂男, 谷本高敏	水溶液中におけるプロピオン酸塩のコレベ電解反応の機構	日本化学会誌	92巻, 9号, 768頁
昭和47年 竹原善一郎, 犬田修正, 吉沢四郎	カセイカリ水溶液中での亜鉛極の放電機構	電気化学	40巻, 6号, 431頁
竹原善一郎, 犬田修正, 中島博人, 吉沢四郎	酸素を飽和したカセイカリ水溶液中での亜鉛極の自己放電	電気化学	40巻, 8号, 572頁
竹原善一郎, 犬田修正, 吉沢四郎	酸素-亜鉛電池の自己放電の化学工学的解析	日本化学会第13回電池討論会	
竹原善一郎, 犬田修正, 伊藤 裕, 吉沢四郎	アルカリ溶液中での流動床亜鉛電極の放電時の挙動	日本化学会第13回電池討論会	
犬田修正, 竹原善一郎, 吉沢四郎	アルカリ溶液からの亜鉛電析に対する素地亜鉛および添加剤の影響	日本化学会第13回電池討論会	
吉沢四郎, 竹原善一郎, 犬田修正	酸素・亜鉛電池亜鉛極に関する研究	電気化学協会電池技術委員会	
泉生一郎, 桐 章, 長浦茂男	The Anodic Oxidation of Nitrite and Nitrosation of β -Naphthol	電気化学	40巻, 5号, 358頁
池田早苗, 佐竹 弘, 大植正敏	電位差滴定法による硫化物イオン, チオ硫酸イオン, 亜硫酸イオンの逐次定量	分析化学第21年会	
矢野武夫, 末高 透, 梅原 忠, 山下俊和	充填塔によるプロピレンの液相酸化反応	化学工学協会	
矢野武夫, 末高 透, 梅原 忠, 山下俊和	充填塔によるプロピレンの液相酸化反応	日本化学会誌	9号, 1740頁
矢野武夫, 末高 透, 梅原 忠	酸素による塩化銅(Ⅰ)の液相酸化反応	日本化学会誌	11号, 2194頁
昭和48年 石垣 昭	フルフラールならびに関連化合物の自動酸化生成物	奈良高専研究紀要	8号
石川忠夫	工業高等専門学校専門教科の在り方については理工系高等教育の在り方ならびに教育の本質についての私見	奈良高専研究紀要	8号
石垣 昭, 庄野利之	リン酸を触媒とする2-メチルフランオリゴマーの生成とその構造	日本化学会第28春季年会	
山本 績	完全混合槽の晶析プロセスのデジタルシミュレーションについて	化学工学協会第38年会	

発 表 者	発 表 課 題 名	発表誌名, 発表機関名 (口頭)	巻, 号, 頁
山本 績	スパイラルプレート式熱交換器の動特性	奈良高専研究紀要	8 号
犬田修正, 竹原善一郎, 吉沢四郎	アルカリ溶液からの亜鉛電析に対する素地亜鉛面および添加剤の影響	金属表面技術	24巻, 1 号, 7 頁
梶 章, 清水俊之, 泉生一郎, 長浦茂男	アミノ酸塩水溶液の陽極酸化	電気化学協会第40回大会	
奥田 聡, 井口高行	樹脂ライニングの水蒸気拡散現象	金属表面技術	24巻, 9 号, 522頁
河越幹男, 井上 徹, 中尾勝実, 大竹伝雄	気泡塔型気液反応装置の流動特性	化学工学協会	
河越幹男, 井上 徹, 中尾勝実, 大竹伝雄	気泡分散型気液接触装置の物質移動特性	化学工学協会	
矢野武夫, 末高 透, 梅原 忠, 堀内 昭	平面接触カキマゼ槽によるプロピレンの液相酸化反応	日本化学会誌	6 号, 1226頁
矢野武夫, 末高 透, 梅原 忠	Höchst-Wacker プロセスによるオレフィンの液相酸化反応	第7 回酸化反応討論会	

【一般教科】

発表者	発表課題名	発表誌名, 発表機関名(口頭)	巻, 号, 頁
昭和40年			
朝倉 弘	戦国期惣結合の動向について —大和五百井惣を中心とする—	日本歴史	206号
石川光二	α —フリルジオキシムによるパラジウム(II)の定量分析	日本化学雑誌	86巻, 11号, 1166 ~1169頁
昭和41年			
朝倉 弘	大和龍口と百地氏について(上)	大和史学	2の2
田中富士男, 伊藤仁之, 溝内正義, 室田敏行, 野田松太郎, 中野董夫	Nambu-Salpeter-Bethe 方程式の解法と核子—核子散乱の 3P_1 Phase Shift	素粒子論研究	34巻, 24頁
秋山竹雄	スポーツの中にあらわれる美しさについて	奈良体育学会例会	
秋山竹雄	スポーツ美の研究—映画東京オリンピックから—	日本体育学会第17回大会および体育学研究	11巻5号4頁
昭和42年			
朝倉 弘	大和龍口と百地氏について(下)	大和史学	3の1
朝倉 弘	西殿庄考	奈良文化論叢	
田北寛剛	William James and his ideas	奈良高専研究紀要	2号
田中富士男, 伊藤仁之, 溝内正義, 室田敏行, 中野董夫, 野田松太郎	Method for Solving the Nambu-Salpeter-Bethe Equation and Its Application to Nucleon-Nucleon Scattering in the 3P_1 State	Progress of Theoretical Physics	37巻, 372頁
近藤英男, 中和田武	クーデンホーフ・カレルギーの体育観について(その2) —Gentlemanideal と体育—	日本体育学会および体育学研究	12巻, 5号, 34頁
昭和43年			
細井誠司	高校国語教育の進路	日本国語教育学会	
三鼓慶蔵	最高善について	奈良高専研究紀要	3号
朝倉 弘	中世村落的形成と動向 —大和龍口を中心とする—	奈良高専研究紀要	3号
田中富士男, 伊藤仁之, 溝内正義, 室田敏行, 野田松太郎, 中野董夫	Nambu-Salpeter-Bethe 方程式の解法と核子—核子散乱の 3P_1 Phase Shift	奈良高専研究紀要	3号
田端敬昌	Free Structures and Universal Horn Sentences	日本数学会	
石川光二	α —フリルジオキシムによるパラジウム(II)の定量分析	奈良高専研究紀要	3号
田北寛剛	高専におけるドイツ語教育	ドイツ文法理論懇話会	
中和田武	クーデンホーフカレルギーの体育観について(その3) —技術革新の時代における人間像と体育—	日本体育学会および体育学研究	13巻, 5号, 3頁
昭和44年			
細井誠司	小説教材の「主題」について	奈良高専研究紀要	4号
細井誠司	高校国語教育の進路	日本国語教育学会誌	33号
三鼓慶蔵	道徳について	奈良高専研究紀要	4号

発 行 者	発 行 課 題 名	発表誌名, 発表機関名 (口頭)	巻, 号, 頁
田端敬昌	Free Structures and Universal Horn Sentences	Math. Japonicae	14巻, 2号
田中富士男, 室田敏行, 野田松太郎	The 1S_0 Phase Shift of the Nucleon-Nucleon Scattering by the Nambu-Salpeter-Bethe Equation	Progress of Theoretical Physics	41巻, 1251頁
田中富士男, 室田敏行, 野田松太郎	The Effective Range Theory and the Nambu Salpeter-Bethe Equation	奈良高専研究紀要	5号
柏原啓佐	「クラドック夫人」とモームの否定的精神の萌芽	京大英文学会「アルビオン」	15号, 50~65頁
柏原啓佐	「月と六ペンス」とモームの憧憬	奈良高専研究紀要	4号
中和田武	女子体育について(1) —ベーベルの女性観を中心に—	日本体育学会および体育学研究	14巻, 5号, 9頁
昭和45年			
細井誠司	独歩の「自然」への接近	奈良高専研究紀要	5号
朝倉 弘	中世村落の形成—坂合部郷の場合—	大和文化研究	15の3
田中富士男, 室田敏行, 野田松太郎	The 1S_0 Phase Shift of the Nucleon-Nucleon Scattering by the Nambu-Salpeter-Bethe Equation II	Progress of Theoretical Physics	43巻, 53頁
田中富士男, 室田敏行, 野田松太郎	On the 3-Meson Exchange Model of Nucleon-Nucleon Scattering Based on the Nambu-Salpeter-Bethe Equation	Progress of Theoretical Physics	43巻, 852頁
田中富士男, 室田敏行, 野田松太郎	Nambu-Salpeter-Bethe 方程式による核子—核子散乱の 1S_0 Phase Shift を求めるプログラム	東大核研 INS-PT	25(Manual 7)
秋山竹雄	陸上競技の指導に関する研究 —短距離走—	日本体育学会第21回大会および体育学研究	15巻, 5号, 200頁
柏原啓佐	「クラドック夫人」とモームの否定的精神の萌芽	奈良高専研究紀要	5号
田北寛剛	海外出張報告 (西独およびドイツ語文化圏)	奈良高専研究紀要	5号
中和田武	女子体育について(2) —現代社会と女子体育の発展—	日本体育学会および体育学研究	15巻, 5号, 6頁
昭和46年			
細井誠司	独歩の「驚異」思想	奈良高専研究紀要	6号
田端敬昌	A Generalized Free Structure and Several Properties of Universal Horn Classes	Math. Japonicae	16巻, 2号
上田惇己	On Equivalence of the Definition for Quasiconformal Mappings	奈良高専研究紀要	6号
秋山竹雄	スポーツの美学的研究	奈良高専研究紀要	6号
田中富士男, 室田敏行, 野田松太郎	The 1S_0 Phase Shift of the Nucleon-Nucleon Scattering by the Nambu-Salpeter-Bethe Equation III	Progress of Theoretical Physics	46巻, 1456頁
柏原啓佐	モームの目とチャーリーの目—「クリスマスの休暇」について	奈良高専研究紀要	6号
田北寛剛	クライスト「シュロフェン・シュタイン家の人々」の一考察	奈良高専研究紀要	6号
中和田武	クーデレホーフ・カレルギーの体育観について (4)— 新貴族主義と体育—	日本体育学会	

発 行 者	発 行 課 題 名	発表誌名, 発表機関名 (口頭)	巻, 号, 頁
昭和47年			
細井誠司	国木田独歩とキリスト教	奈良高専研究紀要	7 号
朝倉 弘	大和の境域について —曾爾・御杖・龍口中心—	赤松俊秀教授退官記念国史論集	
北川誠之助	Derivation and Automorphism of C^* -algebra	京大数理解析研究録	166巻
野田松太郎, 室田敏行, 田中富士男	数値積分における特異点の除去に関して —Cauchy 主値積分の場合—	情報処理	13巻, 1 号, 57頁
柏原啓佐	モームの見た真実 —お菓子とビールについて—	奈良高専研究紀要	7 号
田北寛剛	「語学フィルム」によるドイツ語教授法	日本独文学会高専部会	
中和田武	女子体育についての一考察	奈良高専研究紀要	7 号
昭和48年			
田端敬昌	An Application of a Certain Argument about Isomorphisms of α -Saturated Structures	Proc. Japon Acad.	49巻, 4 号
入江 隆	Some Examples of Regular Open Sets of the Partially Ordered Structure	奈良高専研究紀要	8 号
中神祥臣, 洲内長一郎, 北川誠之助	A.Connes の話題について	京大数理解析研究録	177巻
柏原啓佐	「五彩のヴェール」の面白さ	奈良高専研究紀要	8 号
林 達男	「ダーヴァヴィル家のテス」に於けるハーディの創作意図	奈良高専研究紀要	8 号
中和田武	技術革新の時代における人間像と体育	奈良高専研究紀要	8 号

教 官 着 任 一 覧 表

(49.9.17調)

着 任 年 度	機 械 工 学 科	電 気 工 学 科	化 学 工 学 科	一 般 教 科
昭 3 9	田 中(義)			朝 倉, 石 川(光) 秋 山, 田 中(富)
4 0	三 木, 樋 口, 中 谷(洵),水 嶋	今 西, 木 村		三 敏, 中和田
4 1	阿 野, 加 賀, 塩 田, 有 間	山 中		田 北
4 2	松 岡, 阪 部	高 橋, 上 田(勝)		田 端, 柏 原, 上 田(惇)
4 3	若 林, 関 口	成 田		細 井
4 4	島 内	宮 田, 京 兼	石 垣, 犬 田	
4 5	中 田, 岩 井			入 江
4 6	宮 本	井 村	石 川(忠),山 本, 泉	笠 野, 小 谷
4 7	小 島	山 内, 世 古	梅 原, 大 植	林, 北 川
4 8	岸 下		河 越, 中谷(武) 井 口	中 村
4 9				中 西

教官研究活動状況一覧表 (抄録)

(機械工学科)

せい性塗膜法およびX線法による測定応力の相関 (塗膜の増感効果について)

有間淳一 岩井保善

日本材料学会 第11回材料強度に関するシンポジウム
(昭和49年7月 講演)

筆者らはこれまで、加熱乾燥用ひずみ塗料法およびX線法による応力値との相関に関して実験的検討をおこない、適切な塗料の使用によりあるひずみ範囲までは、両者による測定応力がよい対応性を示すことをあきらかにしてきた。この場合、この塗料ではひずみ感度に問題があるため、本報告では、水冷法およびエチレングリコールによる増感法を採用して負荷ひずみの増感を試みたところ、感度がきわめて上昇し、比較的ひくいひずみ範囲にまでひずみ塗料を使用できることがわかった。

ネジ旋削における

定速早もどり法の時間的有利性

奥島啓式 (京大・工・加賀勝也)

日本機械学会 北陸信越支部
(昭和48年10月2日 講演)

ネジ旋削における所要時間算出法

加賀勝也・奥島啓式 (京大・工)

日本機械学会 関西支部 No.744-6
(昭和49年3月19日 講演)

本研究はネジ旋削においてバイトをネジの切りはじめの位置にもどす方法に検討を加え、各方法での1サイクル当りの所要時間の算出法および各方法間の時間的有利性検討法について明らかにすることを目的とする。

まず各方法について基本式を求め、これらのグラフを ℓ -T線図上に描くことによって1サイクル当りの所要時間を求め得ること、および ℓ -u線図上に等時間線図を描くことによって求め得ることを明らかにした。さらに各方法間の有利度については、 ℓ -u線図上に等時間差線図・等時間率線図を描くことによって求め得ることおよびその求め方を明らかにした。

難加工材のダイレス引抜きに 関する基礎実験

小畠耕二 (奈良高専)、関口秀夫 (奈良高専)、小坂田宏造 (神戸大・工学部)

第24回 塑性加工連合講演会

(昭和48年11月5日 講演)

本研究は、塑性加工分野における新しい金属加工法の開発に関する基礎的研究である。ダイレス引抜きは、通常の引抜き加工で用いられているダイスと呼ばれる工具の代りに、素材の一部を誘導加熱し、その加熱域を移動させつつ引張力を負荷して素材を一様に絞ろうとする技術である。実験には、通常の引抜きでは加工困難な、低温高強度、高温高摩擦の難加工材 (ステンレス鋼、チタンなど) を用いた。その結果、1回の加工工程でかなり大きな断面減少率をもつ、真円度の良い高精度の加工を行い得ることが確かめられた。その他、ターバ棒など、一般の引抜きでは加工困難な、ダイレス引抜きの応用面の加工についても検討を加えた。

側壁付着形論理素子の

まき込み現象について

阪部俊也 (奈良高専)

第16回 自動制御連合講演会
(昭和48年10月23日 講演)

A Fundamental Study on Dieless Drawing

関口秀夫・小畠耕二

第15回 金属加工に関する国際会議 (英国)
(昭和49年9月20日 講演)

難加工材に関する新しい塑性加工法として、ダイレス引抜き法を発明した。すなわち、金属材料の局部を高周波誘導コイルにより急加熱し、コイルを一定速度で移動させながら引張ることにより、任意の断面をもつような引抜き加工の行い得ることを示した。断面減少率はコイルの移動速度と引張速度の比によって決まることを理論的に考察し、実験的にも精度よく加工できることを確かめた。本加工法は特許出願中であり、諸外国においても試みられつつあるが未だ成功した例はない。本加工法の利点についても要約し、種々の工業的利用の可能性を明らかにした。

岐点弱電離プラズマ流に関する研究

神元五郎 (京大・工)、西田迪雄 (京大・工)、松岡一起 (奈良高専)

日本機械学会論文集 第39巻第326号 (昭和48年10月)

弱電離気体の岐点流の研究は、電離層における飛しょう体、これに関連したプラズマ風洞内での実験、および

岐点静電探針などに関連して興味あることがらである。これらの研究は1960年初期より Talbot, Blottner, Chung らによってなされて来たが、すべて衝撃波上流の電子熱層が考慮されていない。本論文では一様流では熱的非平衡な状態にある弱電離気体の岐点境界層を考え、衝撃波上流の電子熱層と電子温度境界層との干渉を考えることにより、一様流より鈍頭物体壁面までの電子温度分布の求め方を提案した。また著者らの以前の研究で調べられなかった物体に種々の電位を与えた場合の電子温度解も示した。

非平衡弱電離気体平板境界層に

おけるプローブ測定

神元五郎(京大・工) 西田迪雄(京大・工) 松岡一起(奈良高専) 岸下晴亮(奈良高専)
日本機械学会関西支部 第231回講演会
(昭和48年11月10日 講演)

弱電離平板境界層における

電子密度・電子温度の測定

神元五郎(京大・工) 西田迪雄(京大・工) 松岡一起(奈良高専) 岸下晴亮(奈良高専)
日本航空宇宙学会 第10回中部・関西支部合同講演会
(昭和48年11月28日 講演)

熱的に非平衡(ガス温度≠電子温度)にあるアルゴンプラズマ境界層の内部構造を調べるために化学的再結合、シース効果を考慮して電子温度、電子密度分布について理論解析を行った。また京大プラズマ・ジェット風洞を用いてラングミュアー・プローブ測定を行って両者を比較した。平板の壁面温度の影響を調べるために、水、ヘリウム気体、液体窒素をそれぞれ冷媒として用いて冷却した。理論計算にあたっては境界層の上に発達する斜め衝撃波の影響についても考慮に入れた。その結果、両者は略よい一致がみられ、理論計算の正当性が確認できた。なお本報告は京都大学工学部紀要(英文)第36巻3号(49年10月)に掲載予定である。

Studies on Stagnation Flow of a Partially Ionized Gas

神元五郎(京大・工) 西田迪雄(京大・工) 松岡一起(奈良高専)
Bulletin of the JSME, Vol. 17, No.108, June, 1974.

アルゴンプラズマ流における

フラッシュ・プローブ測定について (第1報)

松岡一起(奈良高専) 岸下晴亮(奈良高専) 西田迪雄(京大・工) 神元五郎(京大・工)

日本機械学会 北陸信越支部北陸地方講演会
(昭和49年9月25日 講演)

最近プラズマ診断においてフラッシュ・プローブがさかんに用いられるようになってきた。これは電極を飛翔体の表面に埋め込まれたもので、本体と電氣的に絶縁状態にして bias 電圧を加えて電流-電圧特性をとるものである。これらのデータより壁面の電子温度、電子密度が求められ、それをもとにして自由流の電子密度が推測できる。しかしフラッシュ・プローブを用いた実験は数少く、統一された理論がないのが現状である。本報告は幾分 Tseng らの方法と似ているが自由流マッハ数4.56という大きい条件で実験を行い比較したものである。結果はTsengらの捕集イオン電流の値よりも幾分大きな値になっているが、高速プラズマ流であることよりシース構造の変形が充分考えられる。

A Numerical Method for Stress Concentration Problems of Infinite Plates with Many Circular Holes Subjected to Uniaxial Tension

浜田 実(阪大・工) 水嶋 巖(奈良高専), 他2名
Trans. A.S.M.E. Series H Vol 96 No. 1
(Jan. 1974)

(電気工学科)

マトリクス漸化式を用いた

PWM形3相逆変換器の一般解

井村栄仁・山中正直(奈良高専) 岡本 弘(京工繊大)
電気学会(関西支部連合大会)
(昭和48年10月28日 講演)

周期的な断続回路の解析に際して、精密解は断続回路の理論により求められ、また定常解だけならば定常性をも仮定すると通常の方法で解くことができる。

筆者等は、断続回路の理論そのものは用いず、また定常性は仮定しないでPWM3相逆変換器誘導負荷の過渡解および定常解を求めた。即ち、周期的に断続する回路網においては、各周期の初期値間に成立つマトリクス漸化式が定まり、その固有値を算定することにより定常解

の存在が明かとなる。回路方程式の形式は、極めて簡単で計算機による反復計算に適しており、従って応用上有効である。

容量性負荷を有する

3相PWM逆変換器の解析

井村栄仁（奈良高専）岡本 弘，市田博，岩瀬貞二郎，
内藤維人（京工繊大）

電気学会 関西支部連合大会

（昭和48年10月28日 講演）

サイリスタ逆変換器の特徴は、広範囲な周波数制御が
できることで、交流機速度制御をおこなう場合、周波
数に応じた交流出力電圧の調整が必要である。転流能力
から考えると入力電圧よりも、サイリスタの導通角を変
えるパルス巾制御（PWM）型が有利であると考えられ
る。本報告では、前回報告に引き続いて容量性負荷を有
する本逆変換器の動作モードを明らかにし、かつ断続回
路の理論による解析を試みた。

基礎科学実験の設計 (1)

上田勝彦（奈良高専）石桁正士（大阪電通大）有間淳
一（奈良高専）他4名

第21回 応用物理学関係連合講演会

（昭和49年4月1日 講演）

我々は、大学理学部における基礎科学実験のテーマ設
計を行ないつつある。この実験は大学理学部の一年次の
学生に課す予定のものである。実験の目的は1) 科学に
興味をもたせる、2) 科学の対象となるものを広くみる
ようにさせる、3) 科学的な考え方を実験を通じて身に
つけさせる、などのものであり、これらの目的を達成す
るための具体的なテーマをいくつか設計した。その内容
は自然科学や社会科学も含め、さらに新しい諸科学（例
えば、数理学、行動科学、情報科学など）も含むもの
である。なお、設計したテーマが上の目的を満すかどう
かは Concept Programing や予備実験におけるアンケート
などによってチェックする予定である。

オプトロニック負性抵抗回路を

用いた発振器

高橋晴雄（奈良高専）山内雅好（奈良高専）

電気関係学会関西支部連合大会（G12-5）

（昭和48年10月27日 講演）

本稿においては、S形負性抵抗を利用したCR正弦波
発振器の構成原理と動作の実験結果を報告した。

試作回路では10KHzの正弦波発振が得られた。また、
本回路を用いて、光信号による発振制御および光信号の
振幅変調が可能であることを示した。

オプトロニック負性抵抗回路 II

高橋晴雄（奈良高専）山内雅好（奈良高専）

電気関係学会 関西支部連合大会（G12-6）

（昭和48年10月27日 講演）

本稿においては、PNPジャンクショントランジスタ、
PN接合発光ダイオードおよびNPNホトトランジスタ
を組み合わせ、等価的にPNPN構成を実現し、可逆
の負性抵抗性が得られることを示した。また、本回路の
負性抵抗のかたむき、ブレイクオーバー点の電圧および電
流が、バイアス抵抗により容易に調整できることを示し
た。

An Optronic Negative Resistance Circuit

高橋晴雄（奈良高専）北浜安夫（大阪市大・工）

IEEE Journal of Solid-State Circuits (U.S.A.)

Vol.SC-9, No.2, April 1974.

（昭和49年4月）

An optronic negative resistance circuit is designed
with the combination of a PNP junction transistor,
a light emitting PN diode and a NPN photo transi-
stor, and provides reversible negative resistance cha-
racteristics at positively applied voltage.

The breakover voltage can be set at a desired value
with the adjustment of bias resistances for the PNP
junction transistor.

The circuit can be applied to switching or digital
circuits and to light signal-detecting circuits.

オプトロニック負性抵抗特性を

用いたシュミット回路

高橋晴雄（奈良高専）山内雅好（奈良高専）

電子通信学会全国大会（No.658）

（昭和49年7月27日 講演）

本稿においては、可逆のS形負性抵抗特性を利用した
シュミット動作回路について報告した。

本回路は、電気入力および光入力のいずれの場合でも
比較動作が可能であることを実験結果により示した。

オプトロニックダブルS形負性抵抗回路

高橋晴雄(奈良高専) 松井誠吾(明石高専) 原田啓次
(大阪府立高専)

電子通信学会全国大会 (No.657)

(昭和49年7月27日 講演)

本稿においては、ダブルS形負性抵抗特性を3値論理演算へ応用することを目的として、S形負性抵抗回路を2個直列に接続した場合の複合特性について報告した。

実験結果から、第1および第2のブレイクオーバー点の電圧および電流がバイアス抵抗により制御できることを示した。

オプトロニック全加算器(Ⅲ)

高橋晴雄(奈良高専) 山内雅好(奈良高専)

電子通信学会全国大会 (No.656)

(昭和49年7月27日 講演)

本稿においては、全加算器が入出力に光符号を用いて、しきい値論理を基本原理として構成できることを示し、動作条件から設計条件式の誘導、定電流回路の単純化の方法および動特性の測定結果について報告した。

本全加算器は、ブール代数論理に基づく全加算器に比べて、回路構成が簡単で使用素子数が軽減でき、ファンイン、ファンアウトに対する配慮が低減できることを示した。

プラズマを含む誘電体管による 平面磁波の散乱

成田紘一(奈良高専) 阿座上 孝(名工大)

昭和48年電気四学会 東海支部連合大会資料

(昭和48年10月 講演)

圧縮性プラズマを含む空洞共振器の解析

成田紘一(奈良高専) 阿座上 孝(名工大)

マイクロ波研究会資料 MW73-124

(昭和49年2月23日 講演)

Scattering of Electromagnetic Wave from a Dielectric Tube Containing Plasmas

Takashi AZAKAMI (名工大) Hirokazu NARITA
(奈良高専) U AYE THIN (阪大工)

Bulletin of Nagoya Institute of Technology Vol.25
p.145

(1974年4月)

(化学工学科)

高専の教育目標

石川忠夫(奈良高専)

関西工業教育協会・高専部会研究集会

(昭和49年7月31日 講演)

I. 教育目標——現場の経験を通して、「成績の下位の者でも工業高校(検定教科書のレベルの意)の専門学力をもっており、すこし勉強すれば大学程度が理解でき、大卒者と対等に話し合えるし、仕事もできるというような能力をかん養できたならば、高専の目的は果せたとしてよい」と結論された。

II. 関連して、(a)「低学年生は、実質は高校生であることを認識して、低学年の授業や生活指導は、それにふさしく対処せねばならない」、(b)「一般科目をせめて高校なみに実施すべきである。高校の約40%をギセイにした工業高校の課程に、さらに専門だけを積み上げて高等教育といえるのだろうか」と警告された。

リン酸を触媒とするフラン、チオフェン 類のオリゴメリゼーション

石垣 昭(奈良高専) 庄野利之(阪大工)

日本化学会 第30春季年会

(昭和49年4月4日 講演)

2-メチルフランオリゴマー混合物を高速液体クロマトグラフィーにより処理し、4~6量体の成分に分離した。重合度の増加にともなう構造の変化について論じた。

チオフェン、2-メチルチオフェン、および3-メチルチオフェンの三量体を合成し、その構造についても論じた。

Cationic Oligomerization of 2-methylfuran and Characteristics of the Oligomers

石垣 昭(奈良高専) 庄野利之(阪大工)

Bull. Chem. Soc. Japan, vol.47, No.6. 1467 (1974)

(昭和49年6月)

The treatment of 2-methylfuran with phosphoric acid yields the 2,4,4-tris (5'-methyl-2'-furyl)-1-pentanol (1) as a tetrameric product. This product gives its acetate (2) on acetylation with acetic anhydride, and forms a equimolar adduct (3) after treatment with maleic anhydride. The structural formula of (1) is supported by the IR, UV, NMR, and mass spectral data and by the other experimental facts. The other

oligomers are separated as a product (4) which contains tetra-, penta-, hexa-, and heptamer. The structure of these oligomers discussed, and some possible reaction mechanisms for oligomerization are suggested.

白金電極上への水溶性ポリマーの吸着挙動

泉 生一郎 (奈良高専)
日本化学会 第30春季年会

(昭和49年4月 講演)

本研究では、水溶性ポリマーの白金電極上への吸着挙動および亜硝酸イオンの陽極酸化反応に対する影響を検討した。亜硝酸イオンの酸化に基づく電流がポリマーの添加によって抑制されるが、これは反応そのものには変化がなく、ポリマーの吸着による白金電極面の閉塞によるものと考えられる。そこで、亜硝酸イオンの酸化電流の抑制からポリエチレングリコールおよびポリビニルアルコールの見掛けの吸着率を測定し、吸着等温線を比較検討した。

白金電極上でのフェノールの電気化学的挙動

泉 生一郎 (奈良高専)
化学関連支部合同九州大会

(昭和49年7月 講演)

IN-NaOH 溶液中、白金電極上でのフェノールの電気化学的酸化について検討し、以下の結果を得た。フェノールはPt-Oxの形成電位領域で酸化され、その酸化生成物が電極面で吸脱着を繰返し最終的に一定の吸着量に達した。なお、酸化生成物の吸着によって、フェノール自体の酸化が抑制されることが分った。本研究で扱ったフェノールの表面電気化学反応では、フェノールの電極表面濃度が高く多分子層を形成し、また分数次数の反応次数を示した。その他、生成物の同定および動力学的な取り扱いについても詳細に行なった。

1. 電解液循環方式をとる場合の酸素・亜鉛電池亜鉛極自己放電の化学工学的解析

犬田修正 (奈良高専) 竹原善一郎 (京大・工) 吉澤四郎 (京大・工)
電気化学 Vol.42, No.1, 46 (1974)

2. 液循環型粒状亜鉛極のカセイカリ水溶液中での放電特性

竹原善一郎 (京大・工) 犬田修正 (奈良高専) 吉澤四郎 (京大・工)
電気化学 Vol.42, No.3, 137 (1974)

Höchst-Wacker プロセスによるオレフィンの液相酸化反応

矢野武夫, 末高透 (阪府大・工) 梅原忠 (奈良高専)
有機合成化学協会 第七回酸化反応討論会
(昭和48年11月22日)

メタン, エチレン, プロパンの電解質溶液に対する溶解度

矢野武夫, 末高透 (阪府大・工) 梅原忠 (奈良高専)
堀内昭 (立教大・理)
化学工学38巻, No. 4, 320 (1974)
(昭和49年4月)

炭化水素ガスを原料とする気-液反応には液相酸化反応、水和反応、塩化ビニル合成反応など工業的に重要なものが多い。これらの気-液反応を解析する場合には炭化水素ガスの解媒水溶液への溶解度のデータが必要である。しかし、炭化水素ガスの電解質水溶液への溶解度の測定はあまり行なわれておらず、また電解質水溶液に対する溶解度の推算も困難である。

そこで著者らは、メタン、エチレン、プロパンの各種電解質水溶液への溶解度を種々の電解質濃度について常圧25°Cにおいて測定した。そして溶解度におよぼす電解質の種類の影響について考察、検討した。

酸素による塩化鉄(Ⅱ)の液相酸化反応

矢野武夫, 末高透 (阪府大・工) 梅原忠 (奈良高専)
小西克則 (栗田工業) 堀内昭 (立教大・理)
日本化学会誌 No. 8, 1375 (1974)

(昭和49年8月)

酸素による塩化鉄(Ⅱ)の液相酸化反応の研究を、4枚の邪魔板付攪拌槽を用いて行なった。液本体中の酸素濃度は、塩化鉄(Ⅱ)濃度が0.1mol/l、塩素イオン濃度が0.1g-ion/l以下では、気・液界面における酸素濃度にほぼ等しく、液本体内での反応が律速であると考えられた。反応速度は溶液内の塩素イオン濃度が一定であれば、水素イオンおよび鉄(Ⅲ)イオン濃度には無関係に一定であった。反応次数は酸素に関して一次、塩化鉄(Ⅱ)に関して二次であった。塩素イオン濃度による影響は、

鉄(Ⅱ)―クロロ錯体の生成を仮定することにより説明できた。

タリウム(Ⅲ)イオンによるイソブチレンの液相酸化反応

矢野武夫, 末高透(阪府大・工) 梅原忠(奈良高専)
塩谷千歳(木村化工機)
日本化学会誌 No. 8, 1577 (1974)

(昭和49年 8月)

均一系金属錯体触媒反応のうち, 反応機構に興味があるタリウム(Ⅲ)イオンによるイソブチレンの液相酸化反応の研究を行なった。この反応は気泡吹き込み型攪拌槽等では反応速度を測定できないほど反応が速いので, 定界面接触式攪拌槽を反応器に用いて拡散律速の領域で実験を行ない実測ガス吸収速度を反応吸収理論を用いて解析した。その結果, 総括反応次数としてイソブチレンおよびタリウム(Ⅲ)イオンに関してそれぞれ1次であることがわかった。さらにこの反応を π 錯体生成反応, π - σ 錯体変換反応および σ 錯体加水分解反応からなる逐次反応と仮定して実験結果をさらに解析した結果, π 錯体生成反応は不可逆反応であるとの結論を得た。

有機化合物の電解挙動 (1) アルカリ中でのエチレングリコールの電解酸化

大植正敏・泉 生一郎(奈良高専)
日本化学会 第29秋季年会〔(含連合討論会)化学関係
学協会連合協議会研究発表会合同大会〕
(昭和48年10月 講演)

有機化合物の電極反応に関する研究は燃料電池・有機合成さらに最近では廃液処理の方面においても重要なものとなってきている。しかし, 有機電極反応を実際面に応用するには電解条件を厳密に設定して, その電極反応のきさを詳細に知る必要がある。そこで, 我々は一連の有機電極反応に関する基礎情報を得る為にまず種々のアルコール類のうち比較的報告がなされていない多価アルコールのエチレングリコールについての電解挙動を検討した。

有機化合物の電解挙動 (2) 酸性中でのエチレングリコールの電解酸化

大植正敏・泉 生一郎(奈良高専)
日本化学会 第30春季年会
(昭和49年 4月 講演)

我々は前報でエチレングリコールの IN-KOH 中にお

ける電解挙動について報告したが本研究ではIN-H₂SO₄ 中において同様な実験をおこない IN-KOH 中とは異なった2, 3の知見を得た。即ち電位走査法によるボルタメトリーでは anodic sweep において生じるエチレングリコールの酸化に基づくピーク電流と同程度あるいは, それ以上の大きさをもつ陽電流ピークがCathodic sweepでも観測され, これは吸着酸素によるエチレングリコールの酸化によるものと考えられた。又クロノポテンシオメトリーでは2段の明瞭な停滞が見られ, 接触酸化, 直接電気化学的酸化と推定された。

気泡分散型気液接触装置の物質移動特性

河越幹男(奈良高専) 中尾勝実(阪大・基礎工) 大竹伝雄(阪大・基礎工)
化学工学協会第39年会(神戸) E309
(昭和49年 4月 4日 講演)

従来, 物質移動特性に及ぼす気液の流動状態の影響についてはあまり研究されていない。本研究では, 著者らが先に明らかにした流動状態の分類法に基づいて, これら流動状態の物質移動特性に及ぼす影響を検討した。その結果, 物質移動特性は各流動領域ごとに整理でき, 液相物質移動係数はガリレイ数で相関できることを実験的に明らかにした。

(一般教科)

Nucleon-Nucleon Scattering Phase Shifts by the Nambu-Salpeter-Bethe Equation

—³S₁ + ³D₁ and ³P₂ + ³F₂ Waves—

Hitoshi ITO, Toshiyuki MUROTA,*

Matsu-tarow NODA**

and Fujio TANAKA***

Department of Physics, Kinki University,
Higashi-Osaka

*Department of Physics, Hokkaido University,
Sapporo

**Department of Electronic Engineering, Ehime
University, Matsuyama

***Nara Technical College, Yamato-Koriyama,
Nara

Progress of Theoretical Physics Volume 51, Number
4, April 1974

A numerical solution of the NSB equation (BS equation) is investigated in the two-channel states.

The interaction is assumed to be the ladder exchange of pi-mesons, and pair creation effects in the intermediate states are neglected. In the ${}^3S_1 + {}^3D_1$ wave the channel-coupling effect is very strongly attractive and a bound state is found. It is seen that the channel-coupling effect is so large that the classification

of states by the orbital angular momentum is doubtful even in an approximate sense. The effect of the iteration of the rungs is rather small in the ${}^3P_2 + {}^3F_2$ wave, but the channel-coupling effect is fairly large even in this wave.

奈良工業高等専門学校研究紀要 第10号

昭和50年3月8日発行

編集兼 奈良工業高等専門学校
発行者 大和郡山市矢田町

印刷所 共同精版印刷株式会社
奈良市尼ヶ辻町1丁目577

RESEARCH REPORTS

of

NARA TECHNICAL COLLEGE

No. 10, 1974

CONTENTS

X-ray Measurement of Polycrystalline Metal under the Load at an Elevated Temperature.....	Yasuyoshi IWAI and Junichi ARIMA.....	1
A Study on Advantageousness of Methods of Thread Cutting in a Lathe	Katsuya KAGA and Kenji OKUSHIMA	7
On the Entrainment Effect of the Wall Attachment Amplifier	Toshiya SAKABE and Toshio WAKABAYASHI	15
A Study on New Metal Forming Process	Hideo SEKIGUCHI and Koji KOBATAKE	21
Characteristic of Heat Transmitting Surface with Impingement of Jet (2nd Report, Case of Plane Jet Reattached to a Surface)	Makoto NAKATANI.....	29
Measurement of Electron Number Density on the Flat Plate Boundary Layer in a Partially Ionized Gas	Kazuoki MATSUOKA and Haruaki KISHIGE.....	35
On the Stress Concentration Factor in the Infinite Plate with a Double Row of Circular Holes	Iwao MIZUSHIMA.....	39
Studies on Theoretical Tooth Thickness of Gears.....	Toshio WAKABAYASHI and Toshiya SAKABE.....	45
Optimum Quantization of Observed Data.....	Katsuhiko UEDA and Yukihisa NAKAKURA.....	51
On the Parsing of FORTRAN	Tadashi SEKO.....	55
An Optronic Negative Resistance Circuit	Haruo TAKAHASHI and Masayoshi YAMAUCHI.....	61
Oxidation of Ethylene in Liquid Phase using Packed Columns.....	Tadashi UMEHARA.....	65
Conrad's Metamorphosis in His Early Works.....	Gen-ichi NAKAMURA.....	69
On the Word "Isyo" and "Shuko" Used in Shiki's Review of Waka and Haiku.....	Minoru KOTANI.....	78
Technology Education in Technical College	Shuzo IMANISHI.....	85
On the Ability of the Desk-type Electronic Calculator.....	Takao KASANO.....	89
The Sentence Pattern S+V+O+to Infinitive.....	Gen-ichi NAKAMURA.....	95