

旋盤訓練における技能習熟の過程について

(第2報)

担 当 戸 田 勝 也

指 導 古 賀 一 夫

協力茨城総訓機械科 吉 田 行 俊

技 術 課 吉 田 茂

I 実験目的, 手続

職業訓練を効果的に実施するには, その訓練生が作業遂行上の行動にどのような変容をなすかをあきらかにせねばならない。

この研究では, 第1報(昭和40年実験)に引き続き旋盤訓練に焦点をあわせ, 技能習熟の様相を解明することを目的とする。

実験の第1段階として, 実験対象訓練生全員の平均的な習熟特性の検証をおこない, 第2に訓練生個人別の習熟曲線を類型化し, 習熟傾向に差異を生ずる原因について, 技術的な面, および心理的な面から考察しようとするものである。

(実験手続)

実験対象はE総訓, 機械科1年生20名で, 実験期間は昭和41年9月から12月までの4ヶ月間, 実技訓練時間で約10時間おきに5回, 継時的に実験した。

なお, 実験日は第1回実験(9月19日), 第2回実験(10.7), 第3回実験(10.27), 第4回実験(11.7), 第5回実験(12.7)である。

実験条件は昭和40年実験とほぼ同様である。課題は丸棒円筒切削作業で, まず材料取りつけ後, 心出し作業をおこない, 円筒度修正をしながら, 外周 36ϕ から $26\phi\pm 0.02$ に, 長さ72mmを $70\text{mm}\pm 0.1$ に切削する過程を含む。実験手順はつぎのごとくである。

(I) 第1回実験を開始する前に, 詳細な作業指導票を各訓練生に与え, 十分な指導をおこなった。つまり, この実験では作業手順を思考する過程を規制したのである。

(II) 実験作業中は原則として指導をしない。ただし, 危険な作業および極度に作業遂行上誤りを生じている者をみつけた場合, 適時指導した。

(III) 各実験段階ごとに, 要素作業ごとの要求水準, 握力, 脈膊などを測定した。さらに, 心理検査

(職業適性検査, ダウニー意志気質検査, 矢田部ギルフォード性格検査, 目測線分割検査)も実施した。

(IV) なお, 習熟にともなって変化する指標は精度(外周 $26\phi\pm 0.02$, 長さ $70\text{mm}\pm 0.1$, 心のふれ, 円筒度, 面精度), および要素作業の所要時間(材料取付け心出し, バイト取付け, 外周荒削作業, 仕上げ削り作業, 端面仕上げ作業)でおこなった。

II 習熟の一般的特性

1. 寸法誤差の分布について

実験群全般の習熟傾向をあらわすには, いろいろの方法があると思うが, まず習熟の各過程ごとに作業遂行の結果として測定される値(寸法誤差)を横軸に, 縦軸に人数をプロットしてヒストグラム(histogram)を描き, 寸法誤差の大きい者の人数が次第に減少し, どのように分布が変化するか(F%変化)を検討する。

さらに, 各要素作業ごとに, ある程度の作業目標値(公差など)を設定してあるが, その値をどの程度達成しているかも加えて, 基本訓練段階における訓練生がその要素作業について遂行できる程度(技能度)を明らかにした。

(a) 心の振れの分布

図1は心出し作業における各過程の心の振れのヒストグラムである。

第1回実験では, 20名中6名(30%)が $2/100\text{mm}$ の心の振れを示し, $1/100\text{mm}$ から $10/100\text{mm}$ の間に訓練生全員が分布している。訓練量がますます習熟するのが一般的であるが, この作業では第2回で $16/100\text{mm}$, $25/100\text{mm}$ という大きな心の振れを示す者がおのおのあったのに加えて, 分布が心の振れ値の大きい方向に移動している。

第3回では, $13/100\text{mm}$, $14/100\text{mm}$ が1名づつあるが分布状態は第2回とあまりかわっていない。

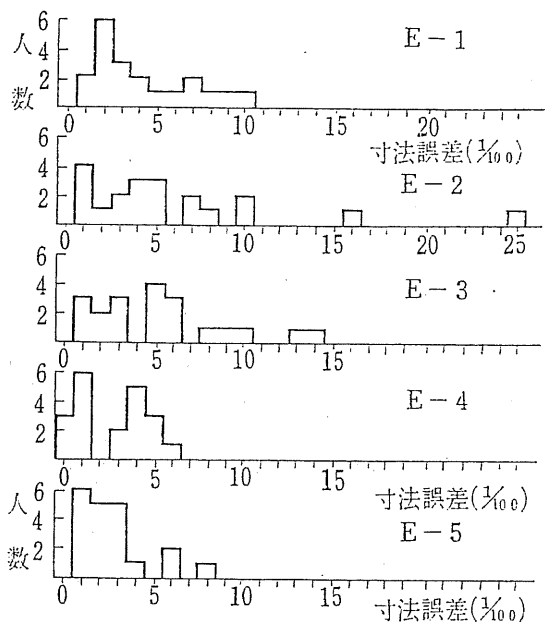


図1 心の振れヒストグラム

第4回になって、0/100mmになる者がはじめて3名あられ、1/100mmが6名、訓練生の約50%が0/100mmの間に分布し、6/100mm以内に訓練生全員が達している。この実験の最後回では1/100mmを頂点に3/100mmまでに訓練生の80%が入る、いわゆる“J曲線”状の分布をしめすようになる。

この作業の所期の訓練目標は5/100mm以内においたが、表1のごとくで、第1、2回-65%、第4回-95%で最も良く、第5回では85%が目標に入っている。目標のおき方として、ほぼ妥当であったといえないだろうか。

表1 心の振れ $\frac{5}{150}$ mm以内に入る人数パーセント

実験回数	1	2	3	4	5
0.05以内人数	14	13	12	19	17
人数 %	70.0	65.0	60.0	95.0	85.0

(b) 外周26φの寸法誤差の分布

外周切削作業は素材36φから26φまでを切削する過程をもつ要素作業であるが、その過程には27φまで円筒度修正をおこないつつ、荒削りバイトでの切削と、27φで仕上げバイトに換えて面精度に留意しながら26φ±0.02の目標値までの切削とがある。

なお、外周切削の精度は端側10mm、根本側10mmの二点を測定した。(精度は“0”を基準としてその寸法誤差であらわした。)

公差26φ±0.02は訓練初期にある被験者にとって難解

表2 外周26φ $\begin{matrix} +0.02 \\ -0 \end{matrix}$ 公差に入った人数

実験回数	1	2	3	4	5
A. 両側が公差内	2	4	5	8	2 (人数)
B. 片側が公差内	3	5	4	4	4
A %	15%	20%	25%	40%	10%
B %	15%	25%	20%	20%	20%
A + B %	25%	45%	45%	60%	30%

であったろう。しかし、表2にみるごとく、根本側、端側ともに公差に入れた者が第1回実験で2名、2回-4名、3回-5名、4回-8名、5回-2名となっている。第4回目に機械科1年次訓練生20名のうち40%が公差内に入れている点は注目し値するであろう。

二点のうち、どちらかを公差に入れた者をも加えると、第1回では25%の訓練生が公差内、第2・3回-45%、第4回-60%、第5回-30%という習熟傾向を

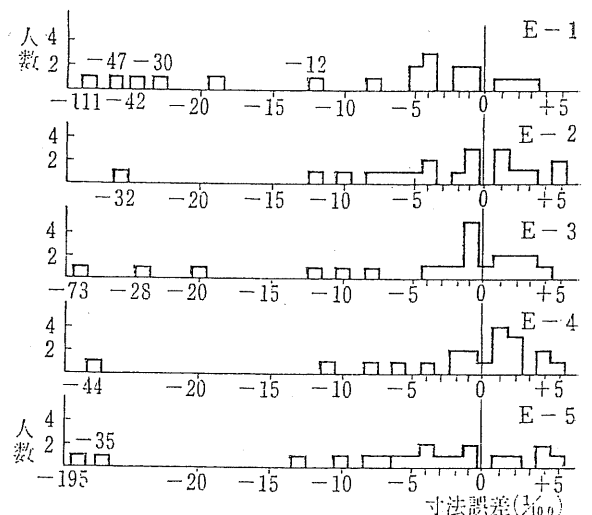


図2 外周26φ寸法誤差ヒストグラム (poor-point)

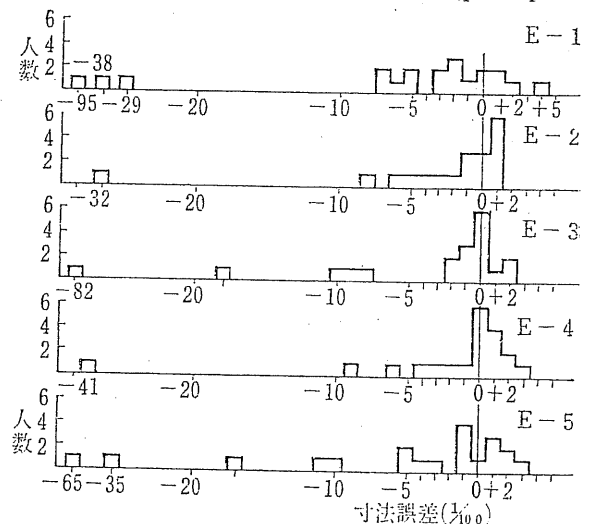


図2 外周26φ寸法誤差ヒストグラム (Good-point)

表 3 外周公差外寸法誤差・ \ominus \oplus 傾向

実験回数		1		2		3		4		5	
公差外 人 数	-	15		13		14		9		15	
	+	3	(15%)	4	(20%)	1	(5%)	3	(15%)	3	(15%)
\oplus 側 寸法誤差値		+0.04	-0.04	+0.01	+0.05	+0.03	+0.02	+0.02	+0.04	+0.05	+0.03
		+0.02	+0.03	+0.09	-0.05			+0.02	+0.05	+0.015	+0.04
		+0.09	-0.05	+0.03	+0.01			+0.04	+0.03	+0.01	+0.035
				+0.05	0						

しめしている。この第5回で公差に入れる人数パーセントが減少する理由は、はっきりとはわからないが、普通の訓練内容から負の転移があったとも考えられる。

つぎに、寸法誤差の分布は図2のようになる。さきに述べたように、二点を測定しているが、どちらを外周切削の寸法値としたらよいか問題である。もちろん、二点の寸法誤差の傾向に大きな差はないが、円筒度修正のために多少とも外周切削作業が阻害されているとすれば、二点のうち、寸法誤差の小さい値を外周切削の代表としてとるべきであろう。

第1回実験では10/100mm以上の大きな寸法誤差を生じている者は3名で、おのおの-29/100mm, -38/100mm, -95/100mmである。-3/100mmに小さな集合があるが、ほぼ平坦な分布をしている。第2回になると、+1/100mmの者が20名中6名で最も多くなり、寸法誤差の大きい者は1名で-32/100mmをしめしている。第3回では寸法誤差の大きい者が2名で-18/100mm, -72/100mmである。しかし、+2/100mm以内に80%の訓練生が含まれている一群の分布をなしている。さらに、第4回では30%の訓練生が10/100mmをしめし、どちらかといえば、 \oplus 側寸法誤差を示す者がやや増加している。なお、大きな寸法誤差としては-14/100mmがある。第5回目はこの分布がややくずれているが、習熟の特徴ではなく、実験上のその他の要因に影響されたものと思われる。

このヒストグラムでもわかるように、寸法誤差値はほとんど \ominus 傾向(削りすぎ)をしめす点は40年実験においてもみられた事実である。これは精度習熟というところに作業目標があること、また「切削」という性質からしても当然の現象とみてもよいであろう。

(もし、公差が $26\phi \pm 0.02$ よりもゆるくて、公差に寸法誤差がほとんど入ったならば、正規分布をなしたか

もしれない。)

\oplus 側公差をしめしている者は各実験段階とも約15%である。その寸法差値の特徴をみると、片側が公差に入って円筒度の関係から、その時点で切削をやめた者として、円筒度の関係から一方の誤差が \ominus 側に大きくなり過ぎて、切削を中止した者とがある。

このように、 \oplus 側で切削を中止する事象は訓練生にはおこなわれ難く、実験者が注意深く観察しており、そのように指示しないと、すべて \ominus 側寸法誤差になるものと推察される。これは公差概念が訓練生に理解されにくいことをも示している。

(c) 円筒度の分布

外周切削作業と同時に遂行されるので、明確に区分して考える性格のものではないかもしれない。26 $\phi \pm 0.02$ であるから、円筒度が2/100mm以内に入らないと両方は公差に入らない。いきおい、外周切削の習熟に先行して円筒度修正の習熟がのぞまれる。

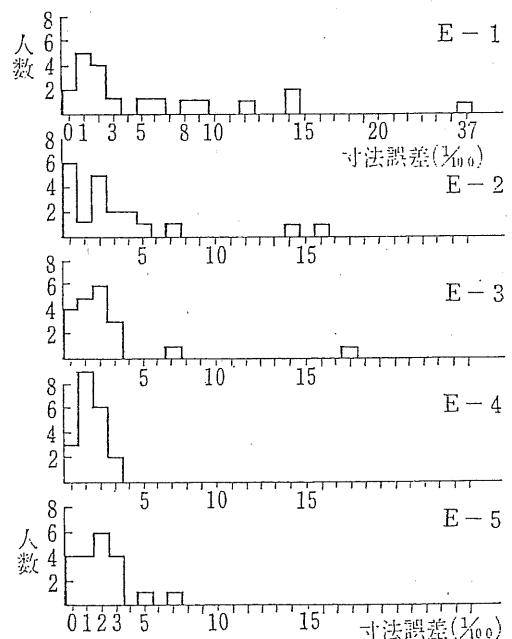


図 3 円筒度修正値ヒストグラム

円筒度の達成目標値は 3/100mm においたがその値に達する百分率は第1回—60%，第2—70%，第3—90%，第4—100%，第5—90% となっている。とくに、典型的な習熟をみせる要素作業である。

図3は円筒度寸法誤差における分布の様相をしめす。

第1回では 0/100mm から 12/100mm の間に訓練生の85%が分布し、大きな寸法誤差は、15/100mm と 37/100mm の二つである。第2回には 0/100mm から 30/100mm まで、0/100mm から 5/100mm までに85%が分布している。第3回では 3/100mm 以内に90%が分布するように習熟している。さらに、第4回には 1/100mm 以内に60%，3/100mm 以内に訓練生全員が含まれるJ曲線状の分布を示す。

このように全般的には著しい習熟傾向をみせるが、0/100mm の人数パーセントをみると、第1回—10%、2回—30%、3回—20%、4回—15%、5回—20%、となり、円筒度を“0”にするという作業に関しては、かなり不安定な確率構造をもっているといえるだろう。

(d) 長さの分布

70±0.1 の公差であるから、考えようによってはさほど困難な作業ではない。表4のように第1回実験から75%が公差に入り、第4回目には訓練生全員が公差内となっている。

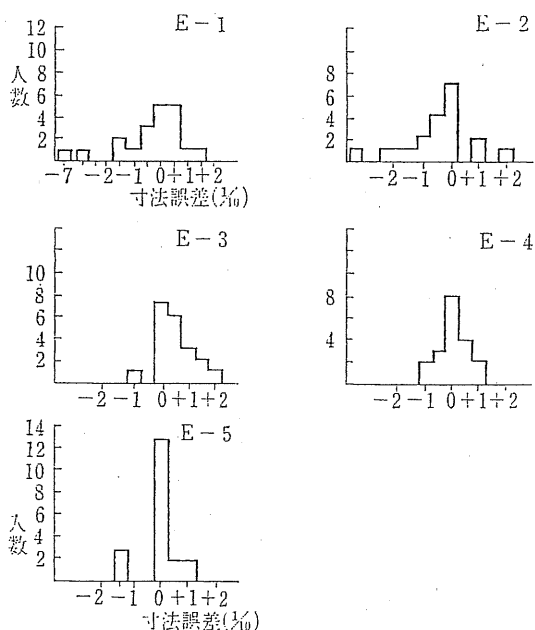


図4 長さヒストグラム

図4のヒストグラムでわかるように、第1回には⊖側に大きな寸法誤差を示す者が2名あり、-30/100mm、-75/100mmで、さらに-15/100mmが2名いる公差外寸法誤差の5分の4が⊖側を示す。第2回でも同様に-70/100mm、-20/100mm、-15/100mm

表4 <長さ 70±0.1> 公差に入った者の人数経過

実験回数		1	2	3	4	5
公差内の人数	+0.10	1	2	3	2	2
	+0.05	5	0	6	4	2
	0	5	7	7	9	13
	-0.05	3	4	0	3	0
	-0.10	1	2	1	2	0
公差内総人数		15	15	17	20	17
人数	%	75%	75%	85%	100%	85%

と公差外の者の3/4が⊖側の寸法誤差である。

ところが、第3回には⊖側の者がなくなり、+20/100mm、+15/100mm、+15/100mmと公差外寸法誤差全部が+側寸法誤差となっている。さらに、4回には先に述べたごとく、訓練生100%が公差に入り、ほぼ正規分布をなしている。

第3回で⊖側寸法誤差を生ずる者がほとんどなくなって、そのつぎの段階で全員公差内に入るという事実はこの要素作業の習熟特性とみてもよいと思う。

ちょうど“0”をしめす人数パーセントは第1回に25%、第2—35%、第3—35%、第4—45%、第5—65%となっているのは、円筒度修正とは違って技能が着実に安定してきているとみられないだろうか。

(e) 面精度の分布

面精度は外周面。および端面の仕上程度で測定した外周面は▽▽、端面は▽▽▽に仕上げるように指示し面精度の分布様相は表5のごとくで、外周面では実験が進むにつれて、いく分精度の悪い方に移行している。端面の仕上程度はほぼ一定しているが、第2回で

表5 面精度の度数分布表

(a) 外周の面精度

回数 程度	1	2	3	4	5
▽			1	1	
▽▽下	5	8	7	8	7
▽▽中	10	7	7	9	7
▽▽上	5	5	5	2	6
▽▽▽下					
▽▽▽中					
▽▽▽上					

(b) 端面の面精度

回数 程度	1	2	3	4	5
▽					
▽▽下					
▽▽中					2
▽▽上	5	2	6	6	4
▽▽▽下	5		2	2	
▽▽▽中	2	1		1	
▽▽▽上	6	17	12	11	14

ややよく、4回から5回といく分劣っていく。一般的習熟とは逆の現象がでている。

これは面精度についてのフィードバックがなされなかったこと、またその他の要素作業に重点がおかれて面精度にはあまり重視するように指示しなかったことにも原因があると思われる。しかし、とりたてて問題にするほどの変化量とは考えられないだろう。

面精度の評定は主観が入りやすいことや、測定単位が荒らいために習熟の度合を明確に表現するのはかなり困難である。

2. 寸法誤差平均値、平均所要時間の経過について

前節において、習熟の平均的な値を精度(寸法誤差)の面からみたが、時間的習熟をも加えて、平均的習熟曲線の特性を要素作業別に考えてみたい。

2-1 要素作業別平均値の習熟曲線について

図5から11図までの図表のうち、実線で示したものが今回の実験での要素作業別の寸法誤差、時間の習熟曲線を示している。

(なお、点線は40年実験の習熟曲線である。)

(a) 外周26φについて

実験課題の中心であるこの作業の習熟が旋盤作業における習熟の最も重要な点である。図5、図6を参照しながら、外周26φの習熟様相をたどってみると、つぎのようになる。

実験第1回では平均寸法誤差は15.7/100mmで所要時間83.8分である。第2回では5.0/100mmとなり、第5回までの習熟統計値とほぼ同程度の急激な習熟をしている。また、時間でも11.0分と5回までの習熟時間総計値の約50%を短縮させている。第3回では寸法誤差8.8/100mm、時間85.8分と第2回実験よりともに悪くなっている。この現象は後節であらためてとり

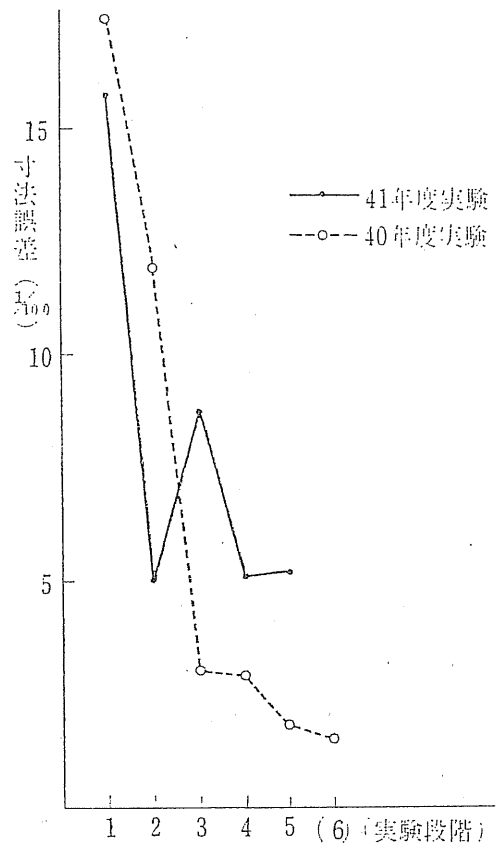


図5 外周26φ寸法誤差習熟曲線

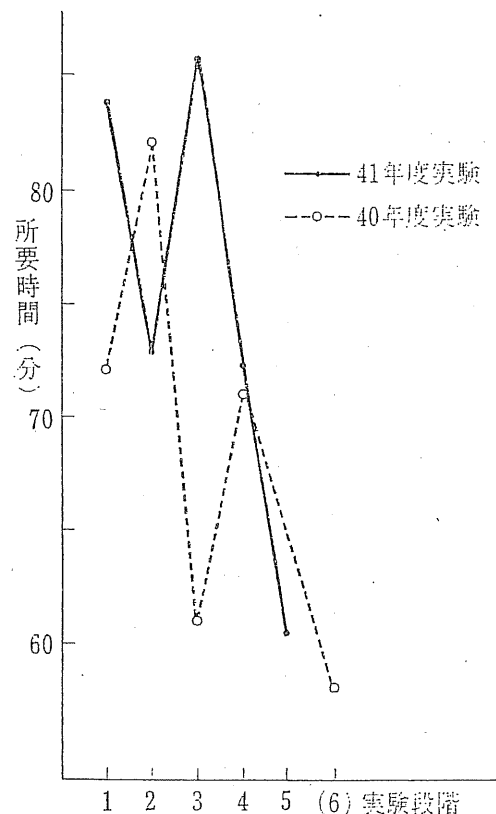


図6 外周26φ切削作業時間習熟曲線

あげるが、習熟過程の興味ある現象である。第4回には寸法誤差、時間ともに第2回とほぼ同程度に習熟しさらに第5回で所要時間が急速に習熟して60.4分と、

第1回実験から22.4分の短縮を示している。

寸法誤差習熟曲線においては、第1回から第2回にかけて急激な習熟がみられ、時間習熟曲線では第1から第2回実験の間と第4から第5回実験の間とに習熟系列があることがわかる。

(b) 円筒度について

この作業での習熟はその他の要素とくらべてかなり典型的な習熟傾向をしめている。

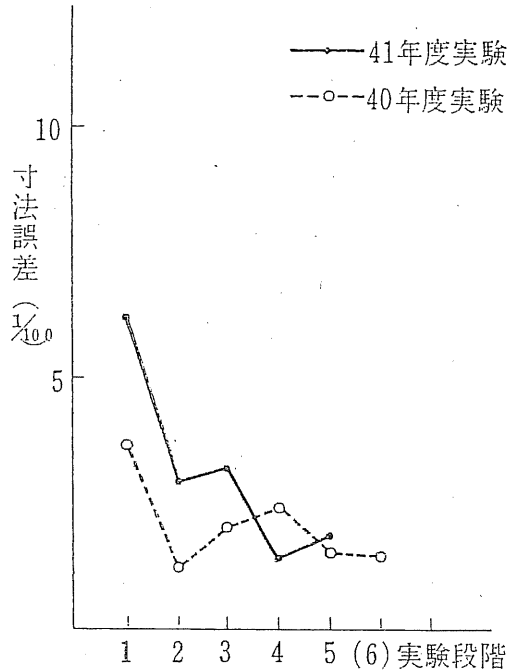


図7 円筒度修正値習熟曲線

図7にみるごとく、実験第1回では6.2/100mm、第2回では2.9/100mmとなり、第5回までの習熟総計値の75%をこの段階で習熟させている。第3回では第2回よりややわるくなり、3.2/100mmとなる。第4回では1.4/100mm、第5回には1.8/100mmときわめて順調な習熟傾向をしめている。

円筒度修正の所要時間は外周荒削り作業の過程に含まれており、その習熟傾向は外周切削習熟曲線とほぼ類似している。念のために、実験段階ごとの所要時間をしめすと、第1回実験では47.0分、第2—41.2分、第3—50.7分、第4—37.2分、第5回—32.5分であった。

(c) 長さ70について

第1実験では寸法誤差10.5/100mmで所要時間、14.7分である。(図8、図9を参照)

第2回では寸法誤差が9.8/100mmとほんの少し習熟し、時間では16.6分と第1回より長くかかるという外周切削でもあらわれた習熟の逆行現象がみられる。第3回では寸法誤差6.0/110mm時間12.9分と習熟し第4回にはさきにも述べたごとく、訓練生全員が公差

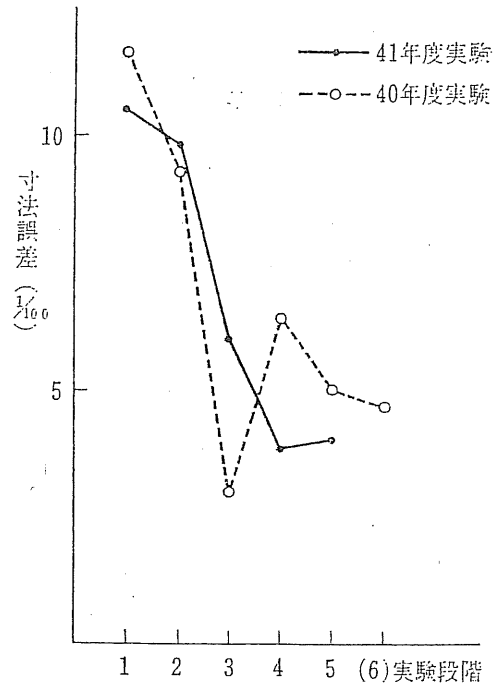


図8 長さ70寸法誤差習熟曲線

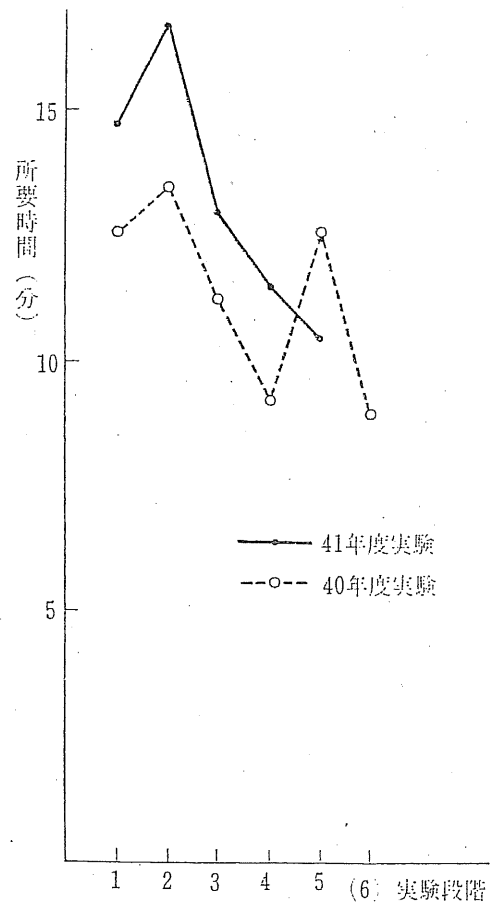


図9 端面切削(長さ)時間習熟曲線

に入り、寸法誤差平均値は3.8/100mmとなり、時間でも11.4分に短縮される。第5回では寸法誤差曲線は平行状態をたどり、時間ではやや習熟がみられる。

実験第1回から5回までの寸法誤差の総習熟値は6.5/100mm、所要時間の総習熟値は4.3分である。

(d) 心の振れについて

図10に示すごとく、第1回から第3回までの初期段階で急激な習熟傾向をしめさない。

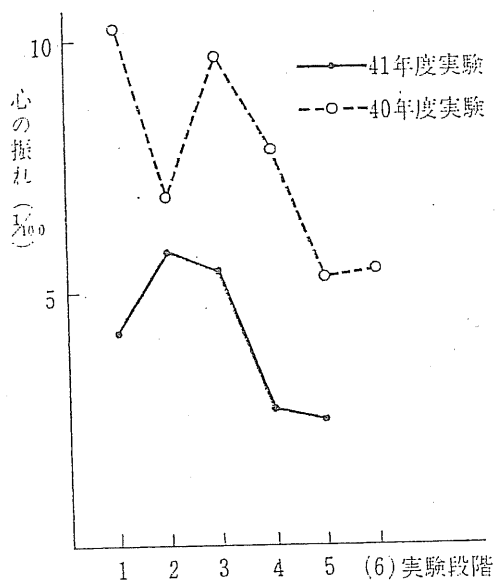


図 10 心の振れ習熟曲線

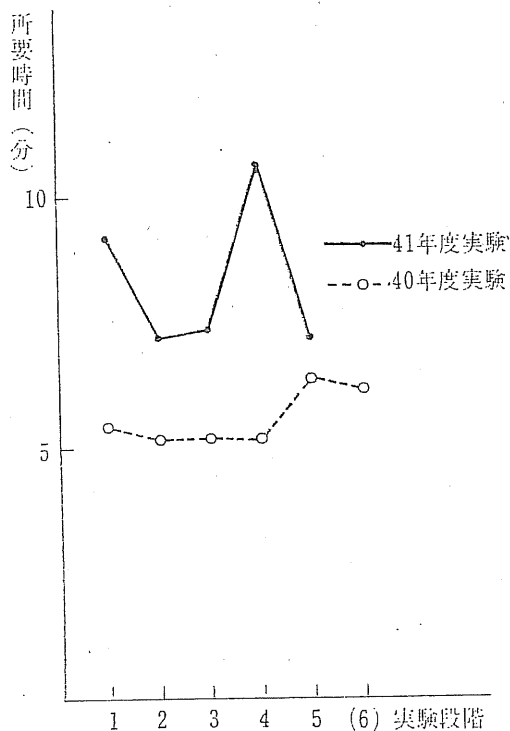


図 11 心出し作業の時間習熟曲線

第1回では、4.2/100 mm、所要時間—9.2分である。第2回には5.8/100 mm、第3回—5.4/100mmと心の振れ平均値が悪くなっている。所要時間はおのこの、7.2分、7.4分でやや短縮されているが、時間短縮に重点がおかれたために精度が悪くなったとは考えられない。

第4回では心の振れ2.7/100mmとかなり習熟している。第5回実験になって、他の要素作業と同様に精

度、時間ともに習熟して心の振れ2.5/100mm、所要時間は7.2分となっている。

第1回から第5回までの習熟総計値は心の振れ、1.7/100mm、所要時間では2分間であった。

3. 習熟曲線の一般的特性について

要素作業別の習熟の様相はおおよそ判明したが、これは同一課題、同一手続での40年度実験の習熟曲線とはほぼ類似の傾向をしめしている。ゆえに、各要素作業の特性として、ある程度の信頼がおけるものと考えてさしつかえあるまい。

ここでは、習熟の一般的傾向の特徴的事実のいくつかについて考察してみたい。

[i] 外周切削作業、円筒度修正、端面切削の三要素作業における寸法誤差平均習熟曲線は log-log グラフ (両対数グラフ) でほぼ直線の習熟傾向をしめす。ただし、心出し作業ではそのような習熟をしめさない。

要素作業別の寸法誤差習熟曲線を平滑法で滑らかにしてみると、外周切削、円筒度修正、端面切削の三要素は図12にしめすA型のごとき習熟傾向をしめす。

ところが、心出し作業では初期にいて習熟が停滞する、図12のB型の習熟傾向をしめす。工程の習熟などのように長い過程として習熟をみる場合は、このような初期の習熟曲線の差異は問題にならないかもしれないが、職業訓練においてはこの初期の習熟が重要である。

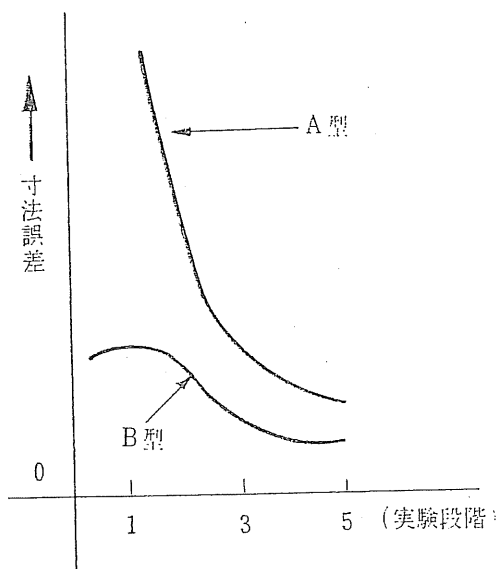


図 12 寸法誤差習熟曲線の特性

それでは、なぜ心出し作業はB型のような初期停滞型の習熟をするのであろうか。

まず、外周26φではマイクロメータによって、また長さ70mmではノギスによって作業結果がすぐにチェックされるのに対して、心出しではフィードバック

する客観的基準がないために訓練生各人の心出しに対する要求水準が変化する可能性を含んでいるからである。つまり、ある訓練生は5/100mmで作業をやめるであろうし、ある者は0/100mmにしようと努力するかもしれないからである。

さらに、心出し作業は知覚的運動よりも感覚的の要素が余計に含まれているために、訓練効果がすぐにあらわれないのではないと思われる。切削加工物とトースカンの間隙を目測によって受けとり、その目測値を力を入れる方向、強さにおきかえて、チャックハンドルでしめたり、ゆるめたりしながら心の振れを“0”に近づけるようにするものである。そこで、チャックハンドルにかける力の強さはまったく勘にたよらなければならぬところに問題があるとも考えられる。

感覚的なフィードバックは相当な感覚的な反復がなされた後、得られるもので、このような要素作業については単独作業としてとりだし、訓練初期に数多くの訓練がされなければならないと思う。

〔ii〕各要素作業の所要時間習熟曲線は両対数グラフで直線になる習熟をしめさず、実験第1から第3回までの初期において習熟が停滞する傾向をしめす。

寸法誤差と時間はきりはなせないが便ぎ上分けて考えざるおえない。

外周切削、端面切削の寸法誤差習熟曲線は両対数グラフで直線になることがわかったが、所要時間曲線ではかならずしもその傾向をしめさない。

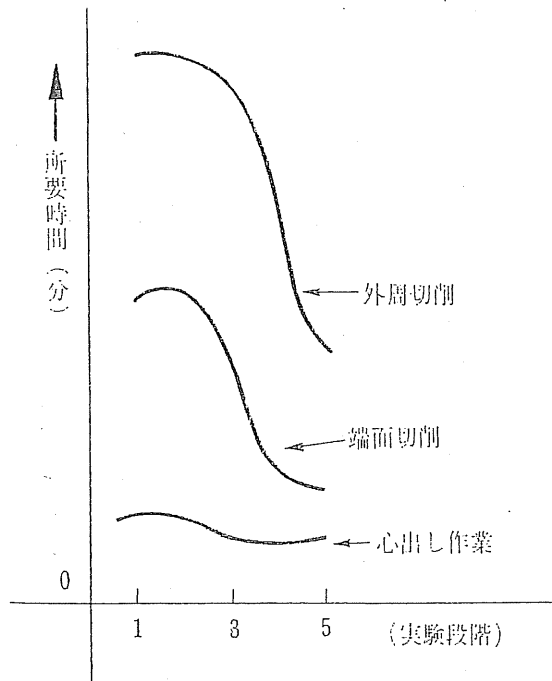


図 13 時間習熟曲線の特性

平滑法で曲線を滑かにすると、おおよそ、図13のごとく、初期にあまり習熟がみられず、第4回頃から急

激に習熟する傾向をどの要素作業もしめている。

このような曲線を描くのは、作業指示の仕方に深い関係があると思われる。つまり、時間を長くかけてもよいから、精度をだすようにと指示した場合と、時間を速くと指示した場合とは曲線傾向が違うと思われる。

また、所要時間習熟に関して注目すべき点は、前述のように時間の習熟がかなりなされているにもかかわらず、各実験段階ごとの総計所要時間の比率は図14のごとくで、第1実験から第5実験までほぼ一定である。

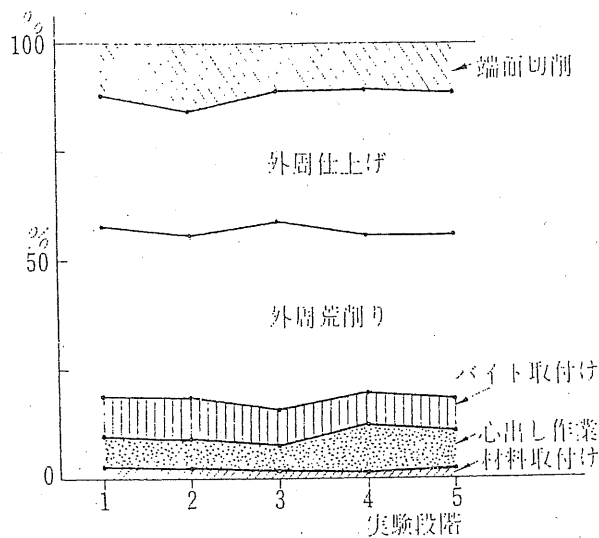


図 14 実験段階ごとの要素作業比率変化

そのおおよその比率は、材料取はけ心出し—2.0%、材料取付け—8.5%、バイト取付け—6.5%、外周仕上げ削り—38.0%、端面切削—12.5%であった。

〔iii〕平均習熟曲線過程で、習熟の逆もどり現象がどの要素作業にもみられる。これは習熟の一つの特性である。

この現象は寸法誤差習熟曲線にあらわれる場合と時間習熟曲線にあらわれる場合とがある。

外周切削では寸法誤差曲線の第3回目、時間習熟曲線のおなじく第3回、また、円筒度の寸法誤差曲線の第3回、端面切削での寸法誤差曲線の第2回、時間習熟曲線の第2回、さらには心出し作業の心の振れ習熟曲線の第2回、時間習熟曲線の第4回にあらわれるような現象である。

この現象を習熟の逆もどりという意味から、R現象(Retrogression)と名づける。

それでは、このような現象があらわれる理由を推察してみよう。

旋盤作業の習熟過程にかぎらず、逆もどり現象がみられているが、おおよそ問題にされていなかった。し

かし、訓練に関する習熟を考察する場合にはこの現象が訓練効果に大きな影響をする。

はじめは、実測値を平均化する統計処理過程で特定の実測値が平均値全体を支配しているのではないかと考えた。つまり、被験者数が20名のために極端に大きな寸法誤差を生じたり、所要時間が他の訓練生とかげはなれて大きい場合、平均値ではかなりその値の影響をうける。しかし、この点は前に述べた寸法誤差の分布をあらわしたヒストグラムでもわかるように決定的影響をあたえているとは思えない。

では、一般に言われるように、習熟過程には動作規準の習得時期と作業速度の習熟をする時期とがあって時系列的にそれがずれたのではなかつとも考えられる。つまり、時間を短縮しようとして、寸法誤差が粗雑になるという現象と推定した。

しかし、これも否定される。心出し作業をのぞいて寸法誤差習熟曲線と時間習熟曲線ともに、同時段階にR現象があらわれるからである。

このように、習熟曲線の逆もどり現象を考えてみると、結局、その理由はつぎの二点と推察される。

(イ) 作業に対する心的構え (mental set) がこの段階で変化するためではないか。

実験第1回では、新しい作業場面に遭遇するわけであるから、かなりの心的緊張がある。ところが、同一課題が遂行されるために作業に対する興味が失われる。また、一応目標に達したという安心感から、いわゆる“気をぬく”という構えになるのだと思われる。

(ロ) その理由の2として、作業全体の再構造化がこの時点でおこなわれるとも思われる。つまり、時間的にも精度的にも“よりよいものに”しようとする意志が働くのではないかと推察される。

この現象については、さらに実験を重ねて検証されねばならない。

以上が習熟の平均的な特徴である。

Ⅲ 訓練生個人別の習熟傾向について

前節においては技能習熟の一般的な傾向を述べたがそのもとをなす訓練生個々人の習熟傾向を分析し習熟傾向に差を生ずる原因を考察してみたい。

訓練生個々人の習熟傾向にはかなりの差異があることを第1報でも明らかにしたが、ある観点から習熟曲線をながめると、かなり類似した傾向がみられる。ここでは、習熟の指標を主に寸法誤差、作業速度とにおきつぎのような点を考慮して実験全体を通じての成績

(習熟傾向)のよい者とかんばしくない者とに分類する。

(イ) 習熟の一般的傾向

寸法誤差習熟曲線、時間習熟曲線ともに、習熟の典型的傾向(訓練をするにしたがって、成績がよくなる傾向をしめさない者。

(ロ) 習熟曲線の動揺

寸法誤差習熟曲線について、成績はよいのだが時折大きな誤りをおかす者

(ハ) 寸法誤差と作業速度との関係

寸法誤差は成績がよいが作業速度が遅い者。逆に寸法誤差成績はかんばしくないが作業速度が速い者。

(ニ) 習熟時期(習熟の型)

寸法誤差、作業速度ともに実験第1、2回の初期から習熟がみられる者と作業場面に対する適応がおそく後期に習熟する者。

以後、成績(習熟傾向)のよい者をG群とし、成績のかんばしくない者をP群と呼ぶ。

(1) 要素作業別の類型基準

訓練生個別の寸法誤差および時間習熟曲線を基準にしたがって、相対比較しながら並べると、各要素作業の成績順位はそれぞれ表7から表10ようになる。

この順位の上位20~30%の訓練生(3~5名)をG群とし、下位20~30%をP群とした。さらに、中間群を二群に分け、中の上位30%をM₁群、中の下位をM₂群とした。各要素作業ごとのG-P群分類の寸法誤差基準は表6のごとくである。

表6 G-P群の寸法誤差による分類基準

分類 要素作業	分類	
	G 群	P 群
円筒度	実験5回のうち5回とも $\frac{2}{100}$ mm以内	実験5回のうち、2回のみ $\frac{3}{100}$ mm以内
外周26φ	実験5回のうち2回以上 $26\phi \begin{matrix} +0.02 \\ -0 \end{matrix}$ 公差内	5回のうち0回公差内
長さ70mm	公差内に5回のうち5回 $\frac{0}{100}$ mに5回中3回以上	5回のうち2回以上公差外
心の振れ	5回のうち4回以上 $\frac{2}{100}$ mm内	5回中1~0回 $\frac{3}{100}$ mm以内

(2) G-P 群比較における

習熟傾向の差異の程度について

訓練生をこの基準でG群とP群としに類別したが、各要素作業ごとの習熟曲線において、両群にどの程度の差があるが検証し、有意な差があることを確かめた上でその差異の原因をさぐるべきであろう。

(2) 円筒度修正について

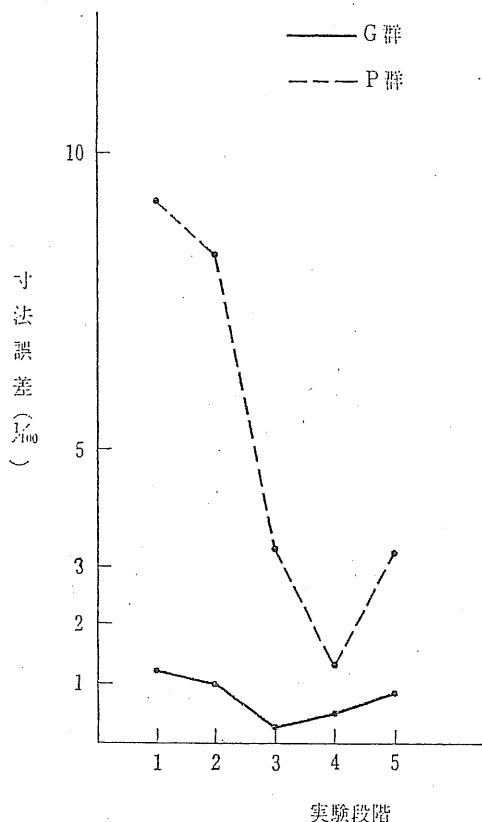


図 15 円筒度寸法誤差習熟曲線群比較

図15にみるごとく、G群の曲線は第1回-1.3/100mm, 第3回には0.2/100mmとなる。きわめてよい寸法誤差習熟曲線を描く、ところが、P群は第1回で9.2/100mm, 第2回-8.3/100mm, 第3回-3.3/100mm 第4回-1.3/100mm となり、第4回になってはじめてG群の第1回に相当する値を示すごとき差が存在する。

(b) 外周26φについて

G群は第1回-4.3/100mm, 第2回-2.5/100mm 第3回-3.8/100mm, 第4回-1.3/100mm, 第5回-0.9/100mmとなる。習熟の率では少ないが、かなり寸法誤差の小さい範囲に入れている。ところがP群では図16の点線が示すごとく、G群の寸法誤差の域に入ることは実験全体を通じて全くなく、10/100mm以上の寸法誤差を生じている。

時間習熟曲線はで第1回実験をのぞいて、P群の方がG群より短時間で作業をしていることは注目に値す

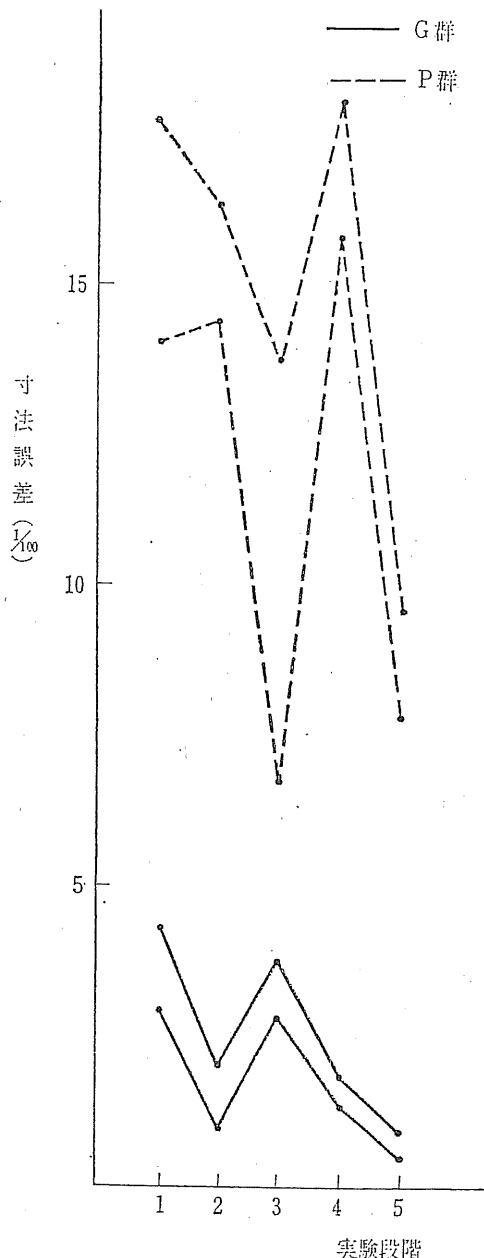


図 16 外周切削寸法誤差習熟曲線群比較

る。第5回実験でG群と、P群の時間差は20分間であるが、習熟傾向は類似している。もし、P群の訓練生に時間をかけさせることが可能ならば、寸法誤差習熟曲線が少しはよくなったのではなかろう。

いずれにしても、G-P群には大きな差がある。

(c) 長さ70について

G群は第1回実験-5/100mm, 第2回-3/100, 第3回-1.5/100mmで第4, 5回は0/100mmとなる。全く典型的な習熟をしめす。ところがP群は第2回をのぞいて7/100mm以下に寸法誤差が入らない。ある一定水準にて習熟が停滞するのが曲線上めだつ点である。

時間習熟曲線ではほとんど両群の差はみとめられない。

(d) 心出しについて

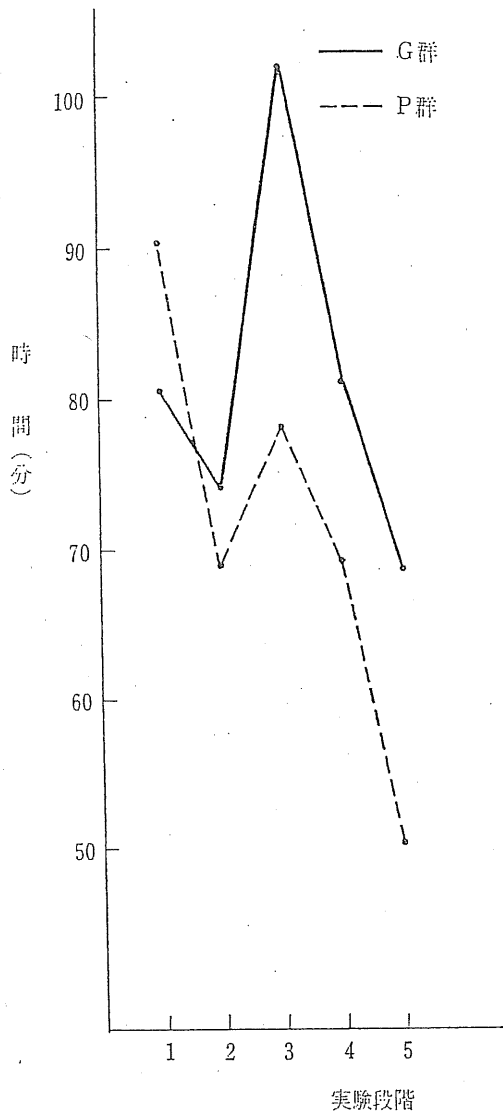


図 17 外周切削時間習熟曲線群比較

G群は第1回から第5回まで、すべて2/100mm以内に入れているから、曲線としては平行で習熟率は少ない。P群はともかく、図20にみるように10/100mm程度の心の振れを出す。10/100mmも心が振れていればチャックを回転させて、材料先端をみただけで素人にもわかるはずである。

以上のように、各要素作業ともに時間習熟曲線にはさしたる差はないが、G—P両群において寸法誤差曲線に大きな差があることが確認された。

(3) G—P群に分けての個人別習熟傾向およびG—P群を生ぜしめる理由の考察

G—P群を生ぜしめるのは作業遂行上どこに理由があるのだろうか。また、そのような差違がどうして生まれるか、その心理的なメカニズムを考察してみたい

(第1報においても、同様の手法により考察したので重複する諸事象については記述をさけた。)

(a) 円筒度修正につて

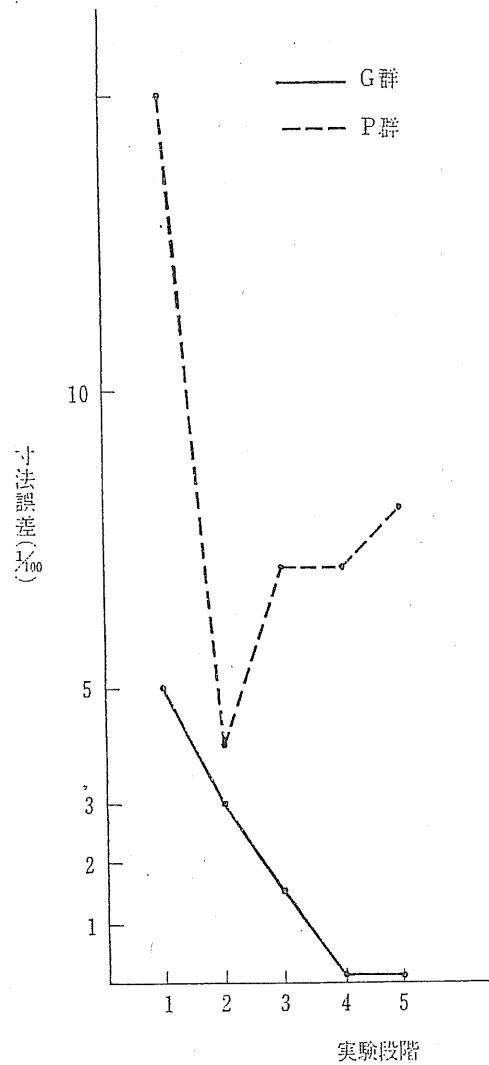


図 18 長さ寸法誤差習熟曲線群比較

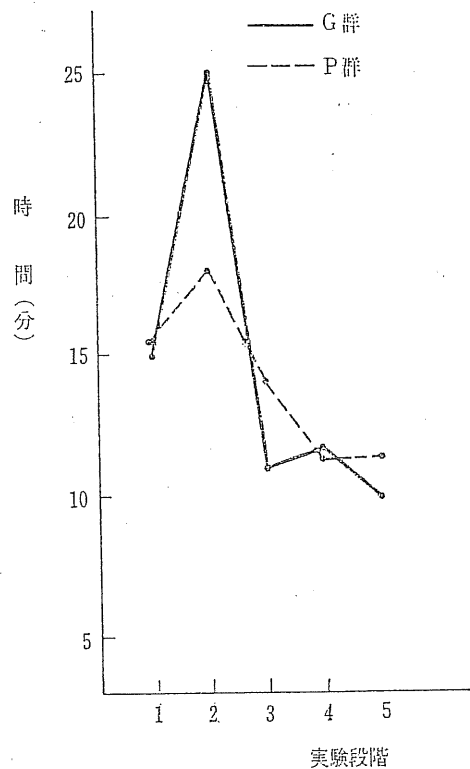


図 19 長さ時間習熟曲線群比較

表7 円筒度成績類別表

G-Group				
訓練生番号	基準内回数	0.05以上寸法誤差		
1	0 → $\frac{4}{5}$, (1)のみ0.01			
32	0 → $\frac{4}{5}$, (1)のみ0.02			
29	0.02以内 $\frac{5}{5}$			
10	0.02以内 $\frac{5}{5}$			

($\frac{4}{5}$ とは実験5回中4回の意味)

M ₁ -Group				
訓練生番号	基準内回数	0.05以内寸法誤差		
18	0.02以内 $\frac{4}{5}$, (3)のみ0.03			
17	0.02以内 $\frac{4}{5}$, (2)のみ0.03			
12	0.02以内 $\frac{4}{5}$, (2)のみ0.03			
23	0.02以内 $\frac{4}{5}$, (4)のみ0.03			
19	0.02以内 $\frac{3}{5}$			
21	0.02以内 $\frac{3}{5}$			

M ₂ -Group				
訓練生番号	基準内回数	0.05以上寸法誤差		
26	0.03以内 $\frac{4}{5}$	(1) 0.06		
11	0.03以内 $\frac{4}{5}$	(2) 0.07		
27	0.02以内 $\frac{4}{5}$	(1) 0.14		
6	0.03以内 $\frac{4}{5}$	(1) 0.12		
16	0.02以内 $\frac{3}{5}$	(5) 0.05		
13				

P-Group

訓練生番号	基準内回数	0.05以上寸法誤差		
(20)	0.03以内 $\frac{2}{5}$	(1) 0.08	(2) 0.16	
24	0.03以内 $\frac{2}{5}$	(1) 0.14	(2) 0.05	(3) 0.07
28	0.03以内 $\frac{2}{5}$	(1) 0.05	(5) 0.07	

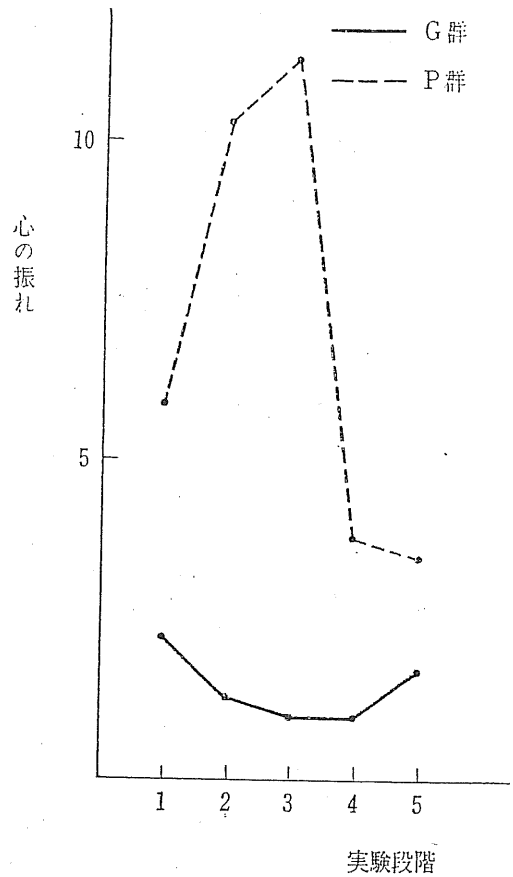


図 20 心の振れ習熟曲線群比較

図-22Aは円筒度におけるG群に属する訓練生の個人別習熟曲線である。図-22(B)はPに属する訓練生の曲線であるこの両曲線を一見してわかるように、G群の各訓練生は実験の第1回から第5回まではほぼ熟練工がしめす水準のよい成績をしめす。それに対してP群の者は実験第1回では極端に成績が悪く、訓練段階がすすむにもかかわらず、なかなか習熟が促進されない。

では、習熟傾向にG-P群を生ずる作業遂行上の問題はどこにあるのだろうか、

表11は外周切削一円筒修正過程の作業サイクルである。この作業過程で、この実験にとくに関連していると思われる動作はつぎの二つである。

(i) マイクロメータ測定に関連する動作—マイク

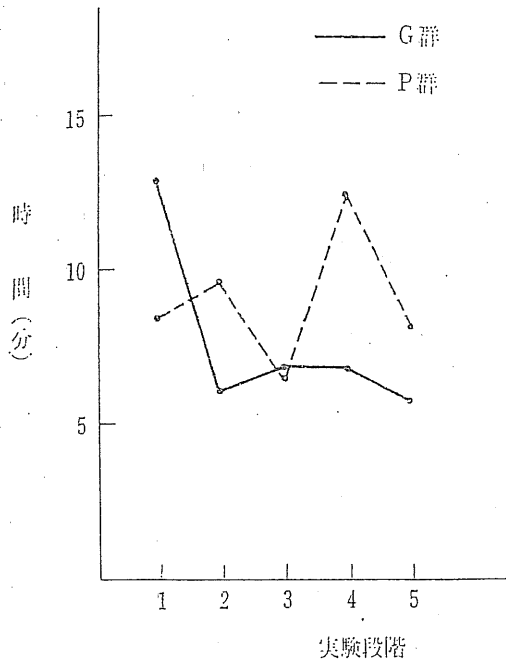


図 21 心の振れ時間習熟曲線 (G-P群比較)

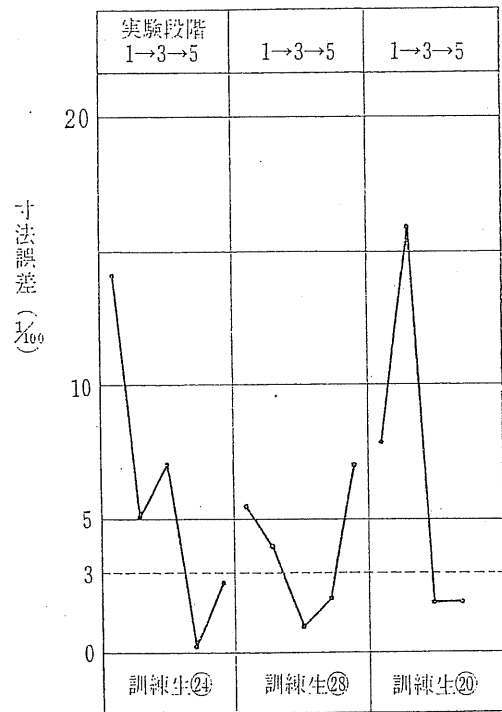


図 22(B) 円筒度個人別習熟曲線 (P群)

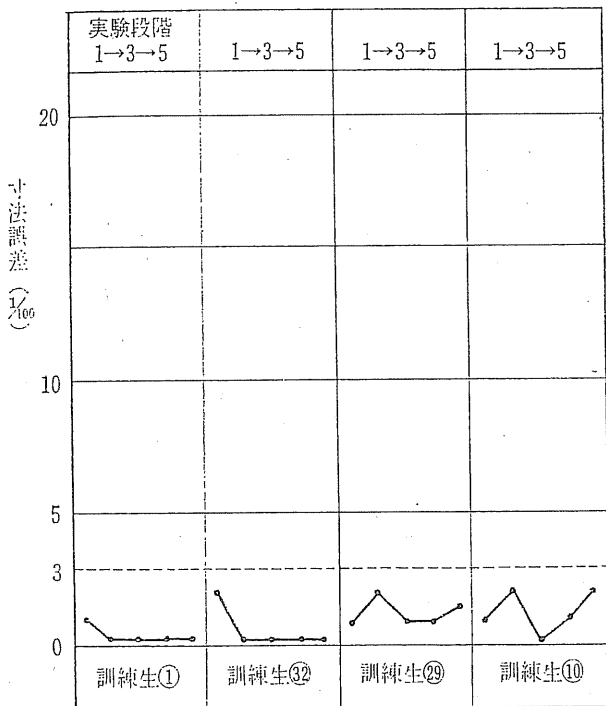


図 22(A) 円筒度個人別習熟曲線 (G群)

メータの加工物へのあてかた、マイクロメータの目盛りを読みとる能力など測定技能の習熟に関連するもの

(ii) マイクロメータ測定値を角度目盛りにうつすときの、修正角度の方向とその修正量の計算。

目盛板とのカドに指をあてて、その動きぐあいを皮膚感覚にうったえながら、回転板を木ハンマでもって適切な力量でうつ動作

いいかえれば、前者においては視覚能力、空間弁別

力、皮膚感覚をもとにした力の入れ加減など、後者においては皮膚感覚で動きの量を計算する能力、視覚的測定量を角度目盛り量におきかえる能力、空間知覚などが関与している。

これらの動作の複合としての作業結果が荒切削一円筒修正過程における円筒度修正回数、その所要時間などに円筒度G-P群にどのようにあらわれているだろうか。

表12にみるごとく、G群に属する訓練生では訓練生㉑をのぞいて、実験段階ごとの円筒度修正回数がほとんど一定している。それに対してP群の訓練生は実験第1回から3回までの初期に切削回数がかかり多い。

G群の実験5回を通じての平均切削回数は9.2回で、P群は12.0回である。また、平均所要時間でもG群は36.7分で、P群は40.8分と円筒度修正のうまくない者が切削回数も所要時間も多くなるという当然の結果となっている。

念のために、G群、P群の各訓練生の円筒度修正一荒切削の過程をくわしてしめすと、第1回実験の過程は表13のごとくで、第1回実験の過程が表13のごとくである。この表から、どこでP群の訓練生が苦勞しているか、がわかるであろう。

(b) 外周26φについて

外周26φ G-P群の訓練生別習熟曲線は図23(A)、(B)のごとくである。さきにも述べたように公差のあたえ方に問題があるので、決定的な見解はだせないが

表 8 外周26φ成績類別表

Good Group

訓練生 番号	公差内 回数	$\frac{5}{100}$ 以上の寸法誤差			所要時間区分					
					101以上	100~91	90~81	80~71	70~61	60以下
18	3-6	(1) -0.07	(3) -0.12				(4)	(1)(3)(5)	(2)	
1	2-5				(4)	(3)	(5)	(1)	(2)	
32	2-4				(3)				(1)(2)	(4)(5)
16	2-7				(1)(2)(3)				(5)	

()内の数字は実験段階を示す。

M1-Group

訓練生 番号	公差内 回数	$\frac{5}{100}$ 以上寸法誤差			時間区分					
					101以上	100~91	90~81	80~71	70~61	60以下
19	1-4				(1)(3)				(4)	(2)(5)
17	1-4						(4)	(1)	(3)	(2)(5)
10	1-3	(1) -0.30			(3)	(1)	(2)		(5)	(4)
6	1-4	(1) -0.19							(1)(2)(3)	(4)(5)
29	1-3						(1)	(2)(3)	(5)	(4)
12	0-2	(2) -0.06			(3)	(1)(2)(4)			(5)	

M2-Group

訓練生 番号	公差内 回数	$\frac{5}{100}$ 以上寸法誤差			時間区分					
					101以上	100~91	90~81	80~71	70~61	60以下
21	0-3	(3) -0.20	(4) -0.18					(1)(3)(4)	(5)	(2)
26	0-2	(1) -0.12	(5) -0.08					(1)(3)	(2)(4)(5)	
27	1-2	(1) -0.95	(5) -0.07		(2)(3)	(1)	(4)		(5)	
11	1-2	(2) -0.08	(4) -0.08			(2)(4)	(1)		(5)	(3)
28	1-3	(1) -0.08	(2) -0.12	(3) -0.73			(1)(2)(3)	(4)(5)		
24	1-3	(3) -0.08	(5) -0.195			(4)			(1)(3)	(2)(5)

Poor Group

訓練生 番号	公差内 回数	$\frac{100}{5}$ 以上寸法誤差			時間区分					
					101以上	100~91	90~81	80~71	70~61	60以下
20	0-0						(4)	(1)(2)	(3)	
13	0-0	(1) -0.47	(2) -0.32	(3) -0.28		(1)	(3)	(2)	(4)	(5)
23	(1) 1-2	(2) -0.07	(4) -0.44	(5) -0.41		(1)	(3)	(5)		(2)(4)

G-Group

表 9 長さ 70 成績類別表

訓練生 番号	基準内回数	公差外寸法誤差			時 間 区 分			
					21以上	20~16	15~11	10~5
19	$0 \rightarrow \frac{4}{5}, -0.1$					(1)(2)(3)(4)(5)		
32	$0 \rightarrow \frac{4}{5}, +0.1$				(2)		(1)(3)(4)(5)	
17	$0 \rightarrow \frac{3}{5}, +0.05$				(1)(2)	(3)(4)	(5)	

M1-Group

訓練生 番号	基準内回数	公差外寸法誤差			時 間 区 分			
					21以上	20~16	15~11	10~5
23	$0 \rightarrow \frac{3}{5}$				(1)(4)	(2)	(3)(5)	
27	$0 \rightarrow \frac{2}{5}$						(1)(5) (2)(3)(4)	
10	$0 \rightarrow \frac{2}{5}$					(1)(2)(3)	(4)(5)	
24	$0 \rightarrow \frac{3}{5}$	(2) -0.2					(1)(3)(4)(5) (2)	
18	$0 \rightarrow \frac{3}{5}$	(3) +0.15			(2)		(1)(4) (3)(5)	
6	$0 \rightarrow \frac{2}{5}$	(2) -0.15					(1)(2)(4) (3)(5)	
1	$0 \rightarrow \frac{2}{5}$	(2) +0.2			(2)		(1)(3) (4)(5)	
24	$0 \rightarrow \frac{2}{5}$	(5) -0.15					(1)(3)(4)(5) (2)	

M2-Group

訓練生 番号	基準内回数	公差外寸法誤差			時 間 区 分			
					21以上	20~16	15~11	10~5
16	$0 \rightarrow \frac{1}{5}$	(2) -0.7					(1)(4) (2)(3)(5)	
29	$0 \rightarrow \frac{1}{5}$	(1) -0.8			(1)		(2)(3)(4)(5)	
26	$0 \rightarrow \frac{1}{5}$	(1) -0.15			(2)	(1)(3)(4)	(5)	
21	$0 \rightarrow \frac{1}{5}$	(1) -0.15					(1)(2)(4)(5) (3)	
11	$0 \rightarrow \frac{1}{5}$	(5) -0.15					(1)(2) (3)(4)(5)	

P-Group

訓練生 番号	基準内回数	公差外寸法誤差			時 間 区 分			
					21以上	20~16	15~11	10~5
12	$0 \rightarrow \frac{2}{5}$	(1) +0.15	(3) +0.2			(1)	(2) (3)(4)(5)	
13	$0 \rightarrow \frac{1}{5}$	(1) -0.3	(5) -0.15		(2)		(1) (3)(4)(5)	

表10 心の振れ成績類別表

G-Group

訓練生 番号	振心のれ基準内回数	0.06以上心の振れ			時 間 区 分			
					11分以上	10～8分	7～5分	4～0
10	0.02以内 $\frac{5}{5}$				(1)	(2)	(3)(4)(5)	
18	0.02以内 $\frac{4}{5}$				(1)	(4)	(2)(3)(5)	
12	0.02以内 $\frac{4}{5}$					(1)(3)	(4)(5)	(2)

M 1-Group

訓練生 番号	基準内回数	0.06以上心の振れ			時 間 区 分			
					11分以上	10～8	7～5	4～0
28	0.03以内 $\frac{4}{5}$				(4)(1)	(2)(5)	(3)	
21	"					(1)(3)(4)(5)	(2)	
24	"	(2) 0.10			(4)	(1)	(3)(5)	
1	0.03以内 $\frac{3}{5}$					(1)(4)	(2)(3)(5)	
11	"	(1) 0.07	(3) 0.06		(1)(4)	(3)	(2)(5)	
27	0.03以内 $\frac{2}{5}$					(1)	(2)(3)	(4)(5)
16	"	(1) 0.07	(2) 0.07			(4)(5)	(2)(3)	(1)
12	"	(3) 0.07			(4)	(1)(2)(3)	(5)	

M 2-Group

訓練生 番号	基準内回数	0.06以上の振れ			時 間 区 分			
					11以上	10～8	7～5	4～0
19	0.03以内 $\frac{3}{5}$	(2) 0.8	(3) 0.09		(4)		(1)(3)(5)	(2)
17	0.03以内 $\frac{2}{5}$	(2) 0.10				(1)(3)(4)(5)	(3)	
29	0.03以内 $\frac{2}{5}$	(1) 0.09				(2)(3)(5)	(4)	(1)
6	0.03以内 $\frac{2}{5}$	(1) 0.10	(2) 0.08	(3) 0.10	(2)(4)	(1)	(3)(5)	
20	0.03以内 $\frac{1}{5}$				(4)	(1)(3)	(2)	

P-Group

訓練生 番号	基準内回数	0.06以上 振れ			時 間 区 分			
					11以上	10~8	7~5	4~0
26	0.03以内 $\frac{1}{5}$	(3) 0.14			(4)	(1)	(2)(3)(5)	
32	0.03以内 $\frac{0}{5}$	(1) 0.08	(3) 0.08		(4)(2)		(1)(5)	(3)
23	0.03以内 $\frac{1}{5}$	(2) 0.25	(3) 0.13	(5) 0.06	(4)(5)	(1)(3)	(2)	

表11 外周荒切削—円筒度修正過程の作業サイクル

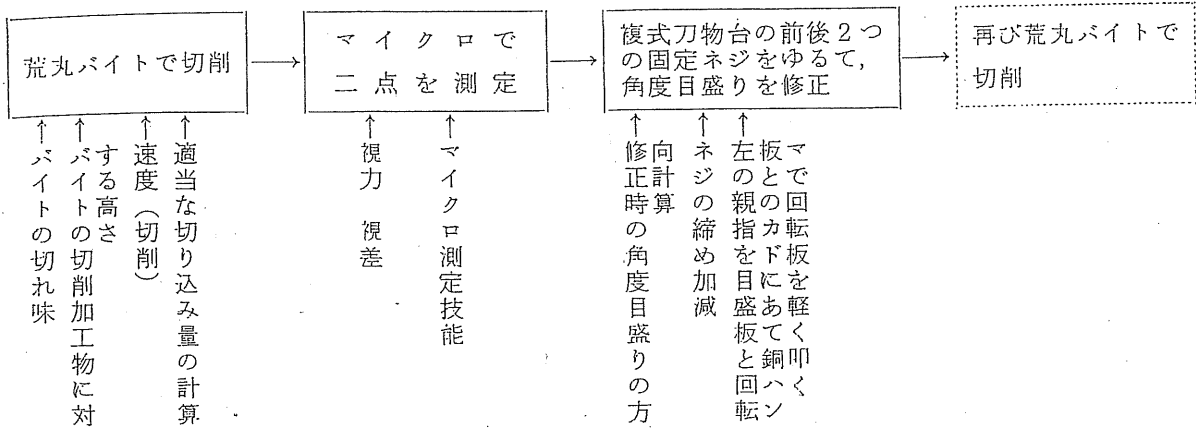


表12 円筒度G—P群ごとの荒削り円筒度修正回数

G 群		実 験 段 階					A 平 均	B 平 均
項目	訓練生	1	2	3	4	5	回 数	所 要 時 間
	1	6	8	8	9	9	8.0	29.8
	32	8	8	5	7	6	6.8	42.6
	29	9	15	16	11	11	12.4	41.4
	10	10	7	10	10	10	9.4	32.8
P 群		実 験 段 階					A 平 均	B 平 均
項目	訓練生	1	2	3	4	5	回 数	所 要 時 間
	20	18	16	12	9	—	13.8	50.5
	24	16	6	10	11	8	10.2	30.2
	28	10	10	10	11	13	12.0	41.6

おおよそつぎのようである。

仕上げ切削過程の作業サイクルは表15のごとくで、仕事のうまさに関係する事項は、

- (i) マイクロメータ測定値の正確さ
- (ii) マイクロメータ測定値をダイヤル目盛の量に置きかえる計算とその要領

とであると推察される。

これらの動作の総合である結果が仕上げ切削過程で切削回数、切削所要時間、切削リズム ($26\phi \pm 0.02$ への追い込み方) などの現象にどのようにあらわれているかを検討する。

5回通じての平均切削回数は訓練生⑱が3.8回、訓練生①—12.2回、訓練生⑳—8.0回、訓練生⑮—9.2回であるのに対して、P群に属する訓練生⑳は4.7回、

表13 荒切削円筒度の過程 (第5回実験) 円筒度G-P比較

被験者 切削回数	G 群								P 群						
	訓練生①		訓練生③		訓練生⑨		訓練生⑩		訓練生⑭		訓練生⑲		訓練生⑳		
	36 φ		36 φ		36 φ		訓練生		36 φ		36 φ		36 φ		
1	—		34.83	-2	31.58	-24	35.02	6		32.46	16	34.03	20	35.95	2
2	33.64	2	33.30	2	33.61	5	34.89	-62		31.70	-15	33.70	8	—	—
3	32.33	7	31.79	-4	33.02	5	—	—		31.39	-5	33.24	-2	34.30	11
4	31.01	8	30.30	3	31.90	7	—	—		30.24	10	32.61	0	33.71	9
5	29.57	7	28.34	0	31.10	5	32.95	-3		29.56	-1	31.73	-3	33.08	4
6	28.66	0	27.02	-1	30.39	5	31.92	0		28.32	-1	—	—	32.31	2
7	27.68	0			30.10	-2	—	—		27.31	-5	31.61	-1	31.75	2
8	27.19	-2			29.27	-2	—	—		27.26	73	30.06	-1	—	—
9	26.75	0			28.24	0	28.29	1				29.04	21	—	—
10					27.08	-8	27.10	0				28.56	-1	—	—
11					26.77	-1						28.01	-2		
12												26.91	-3		
13												26.55	-7		
14															
15															
	0		0		0.02		0.02			0.03		0.07		0.02	

表14 荒切削円筒度の進程 (第1回実験)

被験者 切削回数	G 群								P 群						
	訓練生①		訓練生③		訓練生⑨		訓練生⑩		訓練生⑭		訓練生⑲		訓練生⑳		
	36 φ		36 φ		36 φ		36 φ		36 φ		36		36		
1	35.38	-1	—		33.64	-3	34.65	15		—		34.23	13	—	
2	33.67	1	—		31.76	3	33.95	20		—		34.11	-10	31.29	40
3	31.88	1	—		31.15	-5	33.57	30		31.47	-23	—		—	
4	30.01	0	—		30.26	19	33.46	26		30.70	21	33.27	8	—	
5	28.69	1	27.25	3	—	22	32.80	18		28.50	69	33.24	-7	30.01	-58
6	26.97	1	27.14	1	29.72	16	31.72	18		—		32.22	9	28.15	+58
7			27.10	-3	28.98	-1	31.32	2		—		32.05	2	—	
8			26.98	-3	28.58	1	30.83	-1		28.39	10	31.48	-1	26.55	8
9			(0)		26.80		28.50	0		28.22	-9	30.35	-2	26.20	-3
10							26.96	0		—		27.10	2	—	
11										27.78	-15	—		—	
12										27.24	63	—		—	
13										27.10	37	—		—	
14										26.88	12	—		—	
15										26.72	20	—		—	
16										26.72	18	—		—	
17												—		—	
18												—		—	
円筒度	0.01		0.02		0.01		0.01			0.14		0.14		0.09	

訓練生⑩—3.4回, 訓練生⑲—4.0回である。(表16参照)

実験段階がすすむにしたがって, 切削回数が少なくなる傾向はしめさず, G群の訓練生は概して切削回数

が多く, P群に属する者はその回数が少ない。

その状態を詳細にしめしたのが表17で, G群に属する訓練生⑩の切削過程とP群に属する訓練生⑳のその過程とは明白な差がしめされている。

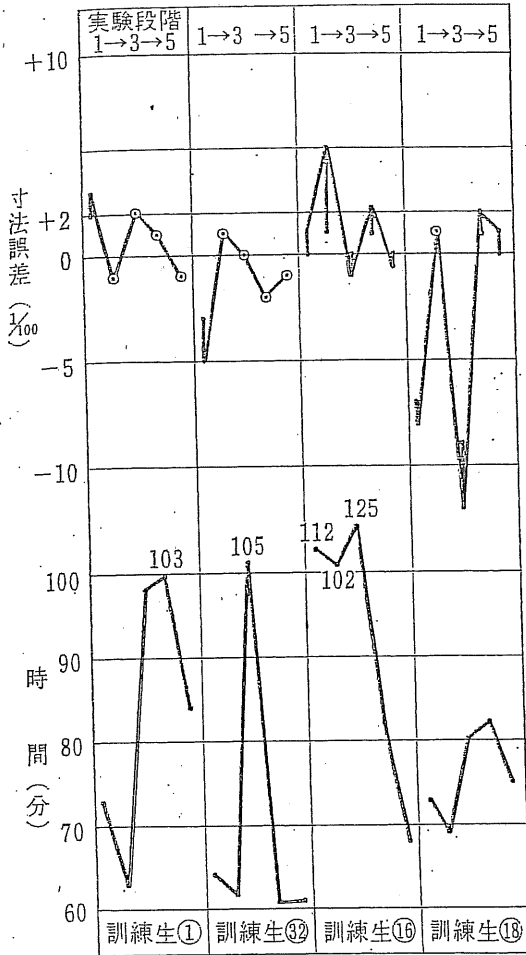


図 23(A) 外周26φ 個人別習熟曲線 (G群)

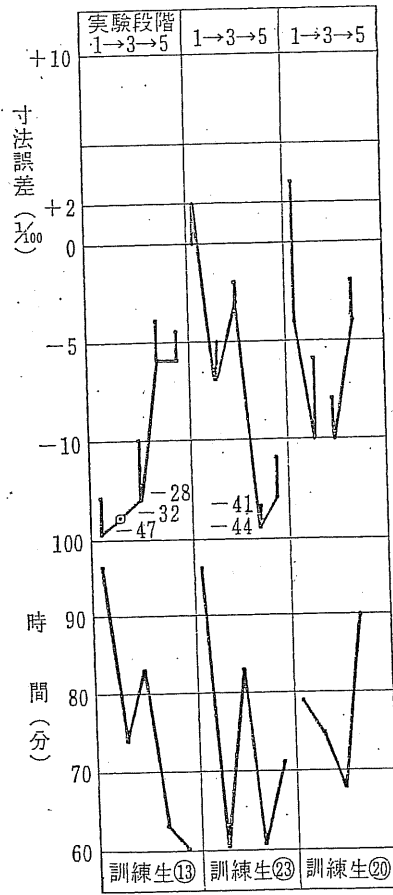


図 23(B) 外周26φ 個人別習熟曲線 (P群)

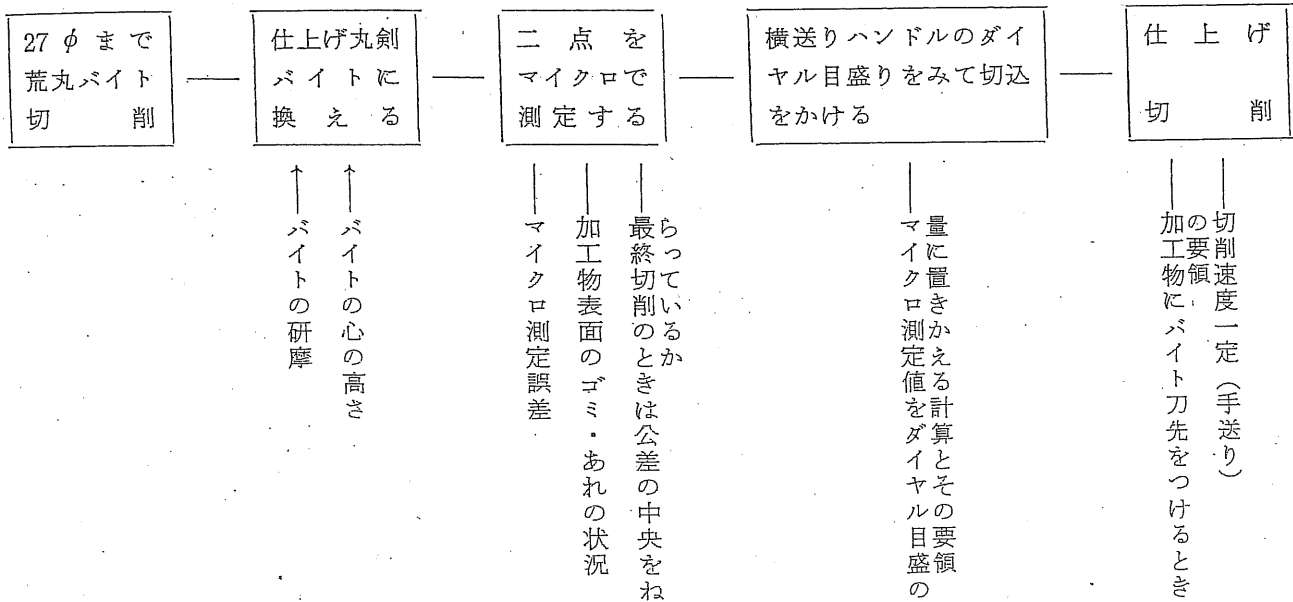


表 15 仕上げ切削過程の作業サイクル

27φ から26φ までの仕上げ切削過程での理想的な切削回数は3回ぐらいであろうが、この基本訓練段階にある訓練生は実験第5回でG群平均8.3回、P群平均4.0回である。切削回数のみからみれば、P群に属する訓練生の方が目標に近いわけであるが、この段

階の訓練生にいきなり切削回数を少なくするような指示を与えるのは無理であって、G群の訓練生のように細心の注意力と強固な意志統制とによって切削作業を遂行すべきなのである。

さらに、G群に属する訓練生でも所要時間の比較的

表 16 外周26φ G-P群に応ずる仕上切削回数

G 群		実 験 段 階					A平 均	B平 均
項目	訓練生	1	2	3	4	5	回 数	所 要 時 間
		18	7	4	1	6	2	3.8
1	8	7	19	19	11	12.2	52.4	
32	5	4	16	7	8	8.0	24.6	
16	9	10	9	11	7	9.2	42.6	

P 群		実 験 段 階					A平 均	B平 均
項目	訓練生	1	2	3	4	5	回 数	所 要 時 間
		20	2	7	5	5	—	4.7
13	2	2	1	10	2	3.4	21.2	
23	7	5	4	1	3	4.0	26.2	

表17 G群 訓練生⑩の場合

実験段階 切削回数	1	2	3	4	5
		27.27	27.33	27.76	27.25
1	0.37	0.42	0.08	0.18	0.42
2	0.04	0.10	—	0.16	0.22
3	0.03	0.14	0.22	0.08	0.27
4	0.05	—	0.11	0.05	0.30
5	0.01	0.22	0.14	0.28	0.21
6	0.01	0.19	0.06	0.05	0.01
7	0.06	0.11	0.09	0.12	0.12
8	0.04	0.05	0.03	0.15	—
9	0.01	—	0.04	0.08	—
10	0.60	0.10	—	0.08	—
11	—	—	—	—	—
12	—	—	—	—	—
	26.00	26.01	25.90	26.10	26.00

(26.01) (26.05) (26.00) (26.02) (25.99)

P群 訓練生⑬の場合

実験段階 切削回数	1	2	3	4	5
		(27.00)	26.44	26.64	22.16
1	0.10	—	0.93	0.36	—
2	0.60	0.69	—	0.05	0.10
3	—	—	—	0.06	—
4	—	—	—	0.24	—
5	—	—	—	0	—
6	—	—	—	0.27	—
7	—	—	—	0.12	—
8	—	—	—	0.02	—
9	—	—	—	0.03	—
10	—	—	—	0.07	—
11	—	—	—	—	—
12	—	—	—	—	—
	25.62	25.68	25.90	25.96	25.94

(25.33) (25.68) (25.72) (25.94) (25.96)

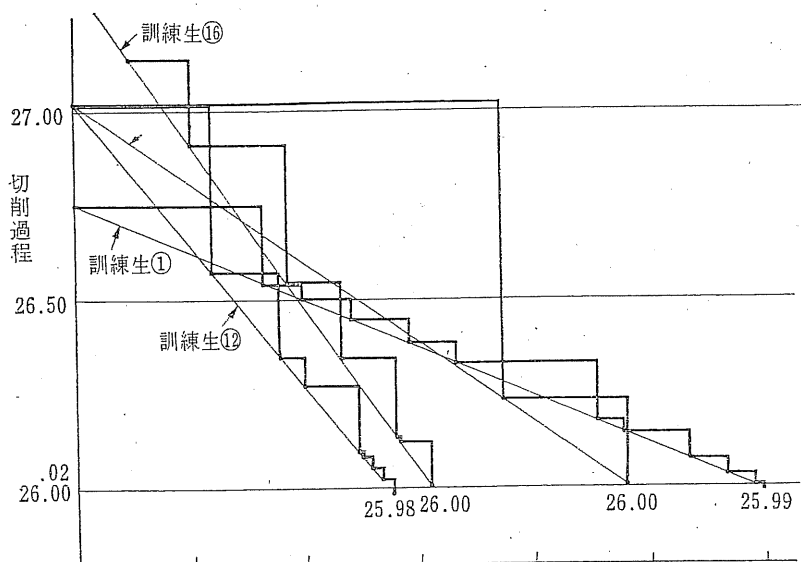


図 24(A)(B) 仕上切削の過程 (G群)

長い者と短い者とに分かれる。

図24(A)は寸法誤差が小さく、作業時間も比較的速い者の26φへの追い込み過程である。図24(B)が寸法誤差が小さく、作業時間もおそい者の過程、図24(C)が26φ寸法誤差の大きい者(P群)の追い込み過程である。

さて、このような差ができるのはなぜであろうか。まず、その作業遂行上の適当な能力があるかどうか第1義的要因である。しかし、その能力を充分にいかすその他の要因が働かなくては期待する結果は生まれないであろう。

では、その他の要因とはなんであろうか。一般には性格、興味、意志、身体的

強度、家庭環境など広くその場への適応要因としてあげられるが、それらの要因は作業遂行に単一に作用するのではなく、複合して機能すると思われる。

第1報いらい、この意味から総合的な考察をしながら、心理的要因を分析してきたが、すでに報告した事象は割愛して、作業と意志の要因に関して補充的に述べる。

意志的行動とは意識的にたてた目的の達成を目指す行動のことであって、ダウニー (Downey) はつぎの項目を意志気質の要因としてあげている。

- (i) 決断の速さ (ii) 動作の速さ
- (iii) 運動の能力 (iv) 妨害に抵抗する意志的発動度 (v) 眼と手との共応動作の精密度 (vi) 一事に固執し用心する度合 (vii) 細部への関心の大小, (viii) 衝動の意志的抑制, (ix) 自信の強さ (x) 決断したところへの決定性, (xi) 意志的動作の拡張性。

本実験にあける成績と意志気質との関連をみるために、桐原ダウニー意志気質検査を被験者全員に実施した。表18がその結果の一覧である。

外周26φ P群に属する訓練生の性能得点をみると、おのおのつぎのような項目で劣っている。

訓練生⑬は「精密」、「細心」、「執心」の項で、訓練生⑳は「決断」、「動作の速さ」、「運動の能力」、「制御」、「執心」で劣り、訓練生㉑は「細心」で、訓練生㉒は「決断」、「制御」、「精密」、「執心」の項目でおのの相対的に劣っている傾向にある。

P群に共通している項目は「精密」、「細心」、「執心」である。つまり、ある仕事をするのに種々試みて十分に満足せず、長く同一のことをいろいろ考慮してするのではなく、よい加減なところで片づけてしまう、いいかえれば意志的固執がない。また、精密度が低く、きちょうめんでない。さらに、大まかに見当をつけてことをなし、用心して細心にすることがみられないなどにP群の意志気質的特徴をしめている。この特徴はさきにもべた仕上げ切削の26φへの送り込み過程によくあらわれている。

さらに、このような執心、細心、精密を要する作業遂行には情緒的安定および身体的強度 (健康度) と耐性とがどうしても必要とされる。そこで、身体的強度を握力にもとめたのが表19である。

もちろん、身体的強度も習熟のための総合的要因の

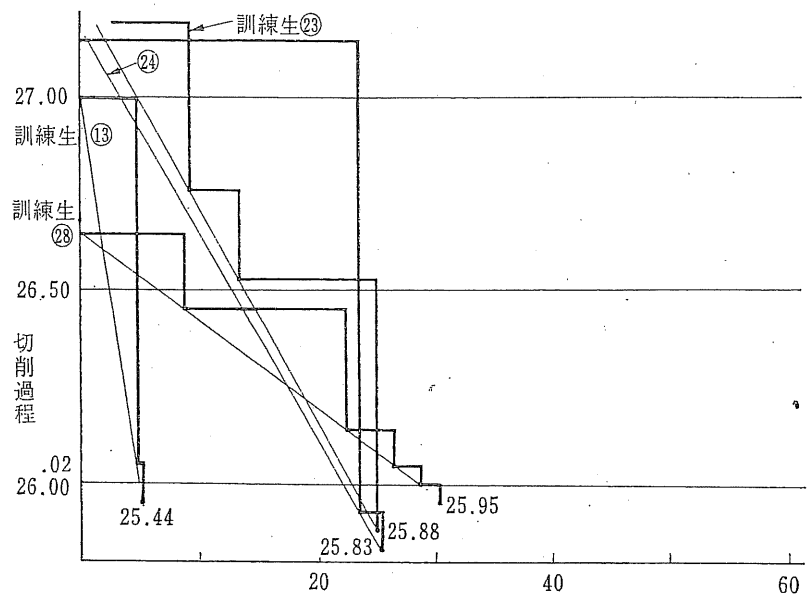


図 24(C) 仕上げ切削の過程 (P群)

一つであるから、G—P群と直接には結びつかず、事例的な解釈の一助になるにすぎない。たとえば、P群に属する訓練生㉑のように、身体的発達がおくれているために持っている能力が発揮できないのだろうか、G群に属する訓練生①のように適性検査における性能が低いにもかかわらずG群に入るのは耐性(努力)でそれをおぎなっているからだろうなどである。(図25参照)

つぎに、切削方法と同程度に重要なポイントであるマイクロメータ測定技能の習熟との関係を検討する。

表20は作業終了後、訓練生が各自測定した26φの寸法誤差と指導員が測定した正確な値との一致ぐあいをしめている。第1回実験ではその一致度が低く、45.0%である。実験段階が進むにしたがってその度合は高まっている。外周26φ G群に属する訓練生㉑、訓練生①、訓練生⑩はマイクロメータ測定の正確度が高く、それに対してP群に属する訓練生⑬はとくにマイクロメータ測定がうまくできないことがわかる。

この点からみて、測定などすべての作業の基底となる要素作業はさらに徹底した訓練がのぞまれる。

話はかわるが、外周切削個人別習熟傾向における特徴的事象について述べよう。

さきにもべたように、成績のよい者 (G群) は図26の(i)のような寸法誤差習熟曲線となり、P群はおおよそ(ii)のような曲線となり、その時間は(iii)のような傾向をしめす。また、G群の時間習熟型は(a)型と(d)型とに分かれる。これが両極端の平均的習熟傾向である。

(i) 習熟の異常型

図26の(i) ごとく、実験段階がすすむにつれて寸法

表18 Downey 意志気質検査結果 (百分段階)

項目 訓練生番号	決断	動作	連動	比	拡張	衝動	自信	決定	制御	精密	細心	執心	平均
20	40	20	60	90	40	30	10	30	× 90	100	10	100	51.7
12	50	10	40	90	40	40	70	50	100	60	20	100	55.8
13	70	20	80	100	50	50	70	50	100	× 20	× 0	× 60	55.8
16	× 10	× 0	10	100	× 20	30	× 0	70	100	80	30	100	45.8
20	70	10	20	80	60	50	30	100	100	90	30	× 40	56.7
23	× 20	× 0	× 0	100	40	30	10	20	× 90	× 10	20	100	36.7
25	60	10	10	70	30	30	10	30	100	80	20	100	45.8
27	70	30	40	70	60	50	× 0	100	100	50	20	100	57.5
29	60	20	50	90	× 10	× 20	10	70	100	60	× 0	100	49.2
32	40	× 0	× 0	10	30	30	10	30	× 90	80	10	100	35.8
7	× 0	10	10	40	50	40	10	90	× 80	× 10	20	× 50	34.2
1	50	× 0	10	60	50	40	× 0	70	100	50	20	100	45.8
6	90	× 0	20	90	40	50	40	20	100	50	50	100	54.2
10	90	10	20	90	60	50	10	40	100	× 20	30	100	51.7
17	× 20	10	10	60	40	50	× 0	70	100	40	30	100	44.2
18	50	× 0	10	90	60	40	70	70	100	30	30	100	54.2
19	90	30	10	× 20	40	× 10	40	40	× 10	100	30	80	40.8
21	60	30	20	30	× 20	40	40	× 10	× 90	80	10	100	46.7
24	70	× 0	20	100	40	30	10	30	100	100	20	100	51.7
26	40	× 0	60	100	40	40	10	50	100	60	30	100	52.5
28	80	30	40	80	× 20	30	× 0	× 0	100	60	10	100	45.8
	57.1	11.4	25.7	73.8	39.0	38.6	21.4	48.1	79.1	55.2	20.9	91.9	48.2

表19 握力値 (kg)

外周 26	訓練生番号	握力
G	18	40
	1	54
	32	37
	16	44
M ₁	19	29
	17	36
	6	40
	10	34
	29	35
	12	52
M ₂	21	41
	26	38
	27	39
	11	32
	28	47
	24	45
P	20	40
	13	40
	23	42
	(7)	42

誤差が大きくなる訓練生がいる。これは習熟の異常型といえるであろう。

このような傾向は40年実験にもあったのだが、なぜ実験初期で成績がよいのに、悪くなってくるのであろうか。この傾向の訓練生③に対する面接調査では「第1回実験においてクラス中で最も長く時間がかかったので。ともかく速くやろうと思った。」と言っている。しかし、作業速度の要因だけが決定的なものではなく、旋盤訓練の場への不適應もあったのではなかろうか。ともかく、このような習熟傾向をしめす者に中途退所する例もあったので注意して指導すべきであろう。

(ii) 外周26φ G—P群分類において、M₁、M₂群に属する訓練生の時間習熟の特徴

図28の(ハ)のように、実験段階の初期にのびがなく、第4回以降急に作業速度が増す者と実験全体を通じて寸法誤差はともかくとして作業速度だけは速い者がある。

前者のような習熟傾向をしめす理由は作業場面に対する適應速度、指示理解の能力などに関係があるだろ

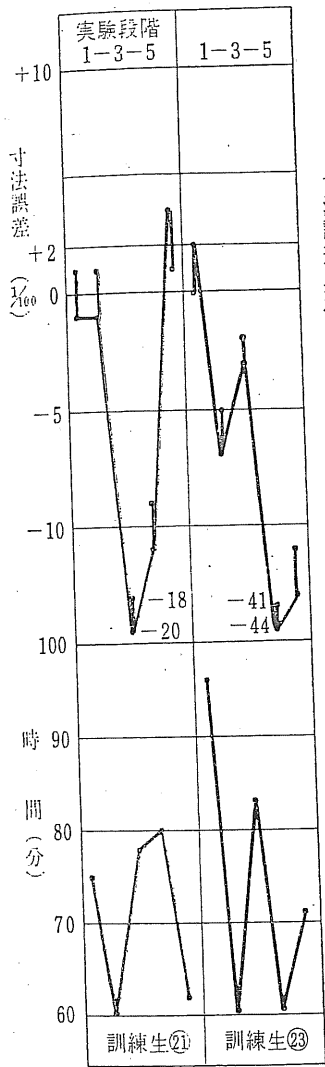


図 27 26φ 習熟曲線傾向の異常者

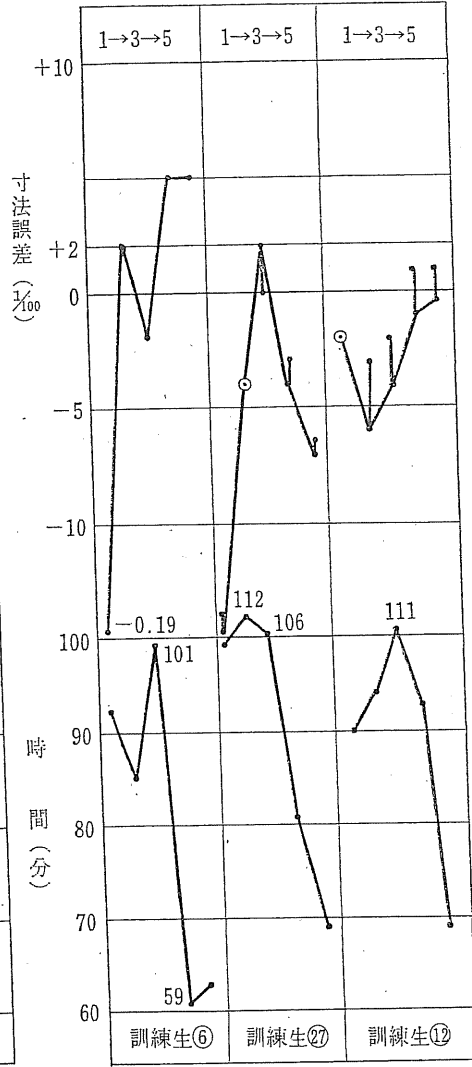


図 29 外周26φ 初期に時間習熟が停滞する者

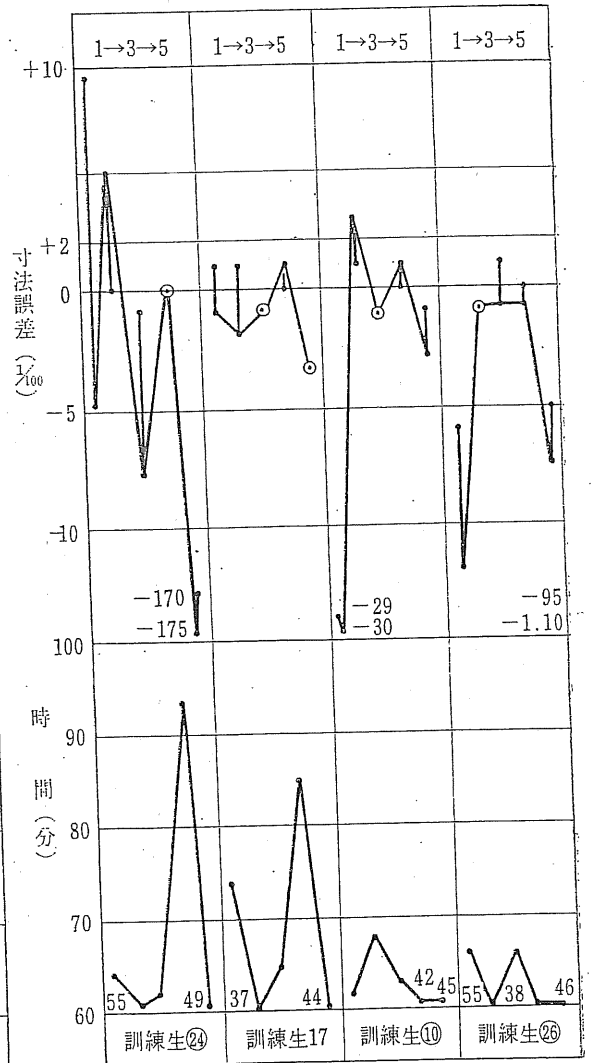
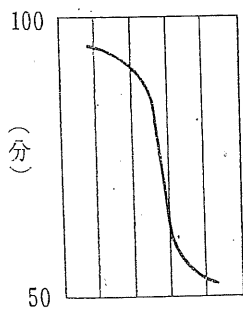
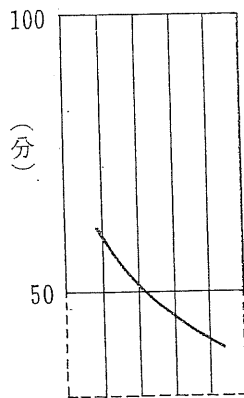


図 30 外周26φ 全実験を通じて所要時間の短い者



(a) 初期に所要時間をかける者



(b) 実験全体を通じて時間の速い者

図 28 外周26φ M₁, M₂ 群での時間との関係

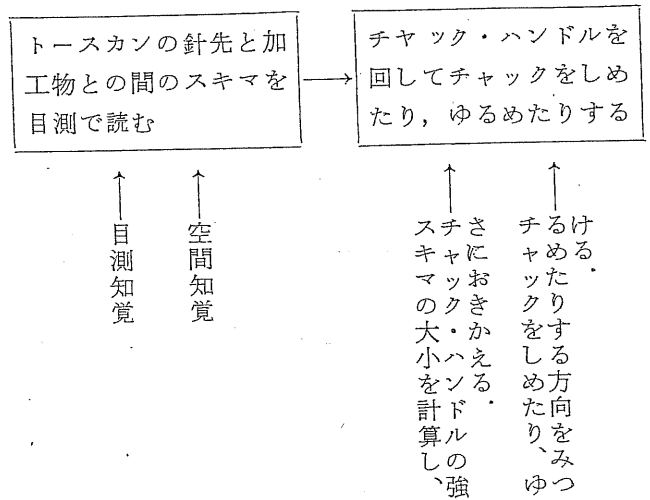


表 21 心出し作業のサイクル

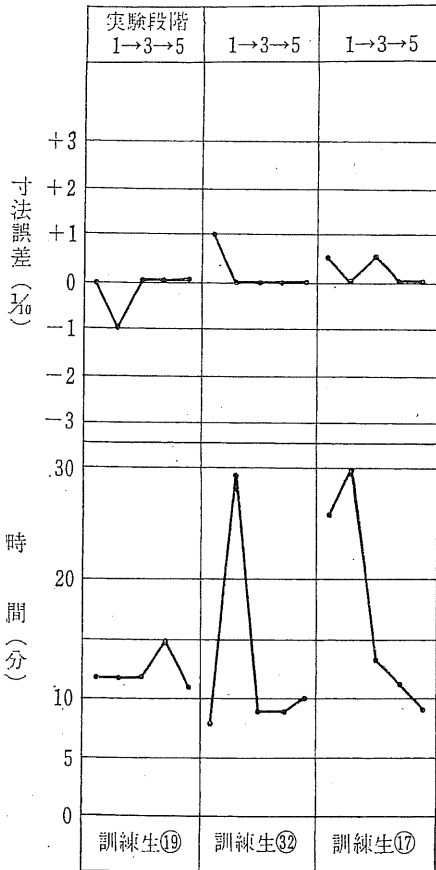


図 31(A) 長さ70習熟曲線 (G群)

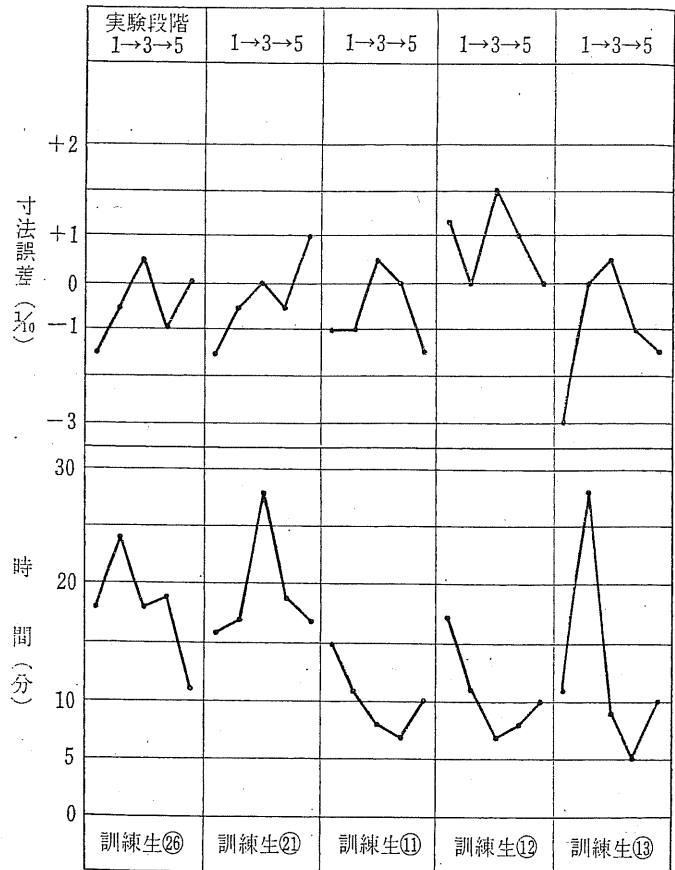


図 31(B) 長さ70習熟曲線 (P群)

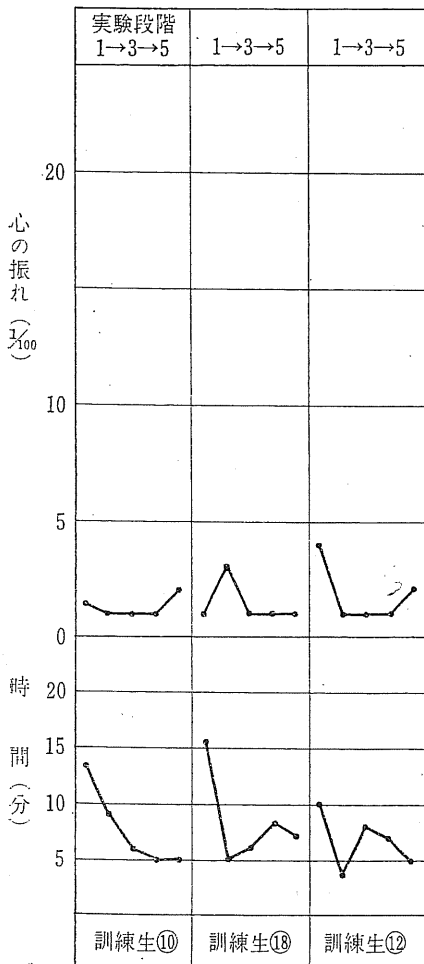


図 32(A) 心出し習熟曲線 (G群)

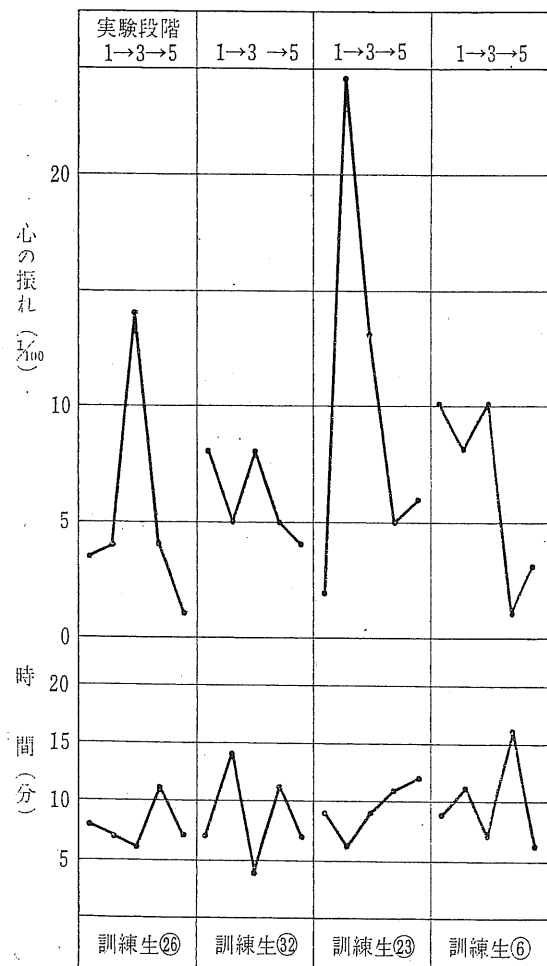


図 32(B) 心出し習熟曲線 (P群)

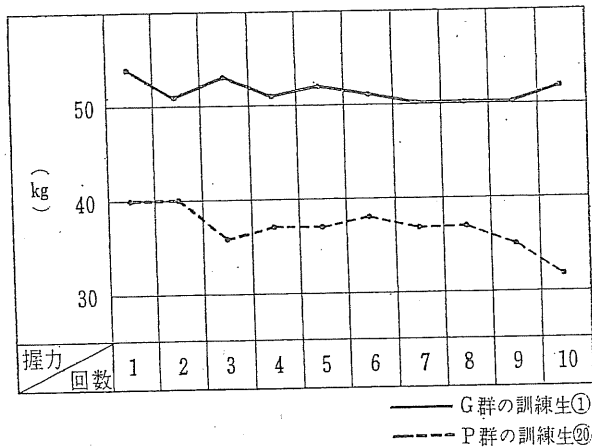


図 25 握力における耐久性

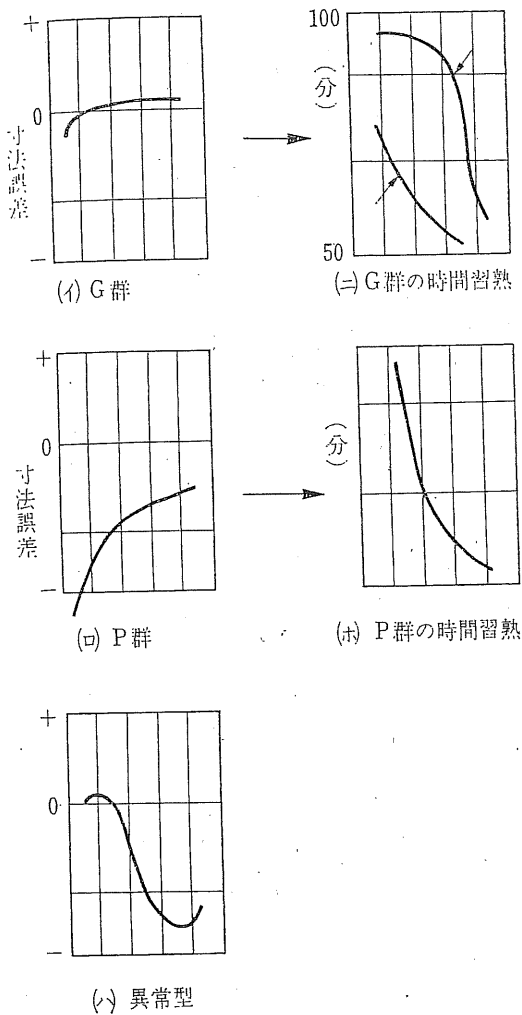


図 26 外周26φ 正常な習熟型と異常型

う。後者の理由は、さきに考察した意志気質との関係が深いと思われる。例えば、しんちように、ゆっくり作業するのがにがてな性分であるというように……。

このような習熟傾向に差異がある者に対して、同一指示をあたえても訓練効果は期待できず、その差異を認めた上で指導すべきであろう。

(c) 長さ70について
この要素作業については第1報でくわしく述べたので、本報告ではG—P群の個人別習熟曲線をしめすにとどめる。図31(A)(B)が示すように寸法誤差習熟曲線はほぼ一直線であるが、時間習熟曲線において習熟傾向がみられる。

(d) 心の振れについて
心出し作業の作業サイクルは表21のごとくである。この要素作業についても、すでに報告済みであるので記述をさける。

心出し作業のG—P群の個人別習熟曲線は図32(A)(B)のごとくで、G群は心の振れ曲線ではほぼ一直線であり、時間ではその習熟曲線がきれいにでている。P群は心の振れ、時間習熟曲線ともに一定の傾向がなく、動揺の大きい曲線である。以上が訓練生個人別の習熟傾向の特徴である。

IV 結 び

訓練過程を正しく指導するためには、その過程において訓練生の意識的に遂行する行動がどのように変容されるかを知らねばならない。

われわれに旋盤作業に必要とされる能力、習熟の関係を分析して、その基本線にそって指導する方法を考察しようとしている。

ダニロフの言葉をかりて、能力、習熟を再定義するとつぎのごとくである。

「能力とは獲得された知識にもとずいて、意識的な行為のために人間が身につけている用意性のことである。能力はきわめて多様である。要するに、行為する知識なのである。

習熟というのは、ある特定の仕方で、習慣的に、リズムカルに、そして誤りなく遂行される行為のことであって、それは何回となく反復される練習の過程で仕上げられるのである。習熟は、迅速で誤ることのない要素的な能力が生徒たちの学習作業や実践作業やの習慣化され自動化された様式へと転化されたものである。」

表20 マイクロメータ測定の正確度

実験段階 訓練生	第 1		第 2		第 3		第 4		第 5		測定値 一致回数
	右	左	右	左	右	左	右	左	右	左	
11	○	-2	-1	+5	-1	○	-1	-8	-1	○	3
12	○	-1	○	○	-1	○	+1	-6	○	○	7
13	-1	-1	+7	+7	+3	+1	○	○	○	-1	3
16	○	○	-4	+5	○	○	○	○	○	+1	7
20	-1	○	○	+6	+1	○	○	○	○	○	(5)
23	○	-1	○	○	○	+1	+1	○	+1	+1	3
25	+2	+2	○	○	○	○	○	○	○	○	(4)
27	+2	+10	○	○	○	+2	+1	+1	○	-1	3
29	+2	+2	○	○	+1	○	-1	○	○	○	7
32	○	○	○	○	○	○	○	○	-1	-1	8
7	○	○	○	○	○	○	○	+1	○	○	(3)
1	○	○	○	-1	○	○	+1	○	+1	○	7
6	-1	+2	○	-1	○	○	○	-4	+4	○	5
10	○	+1	-4	-5	○	-4	○	○	○	○	6
17	○	○	+1	○	○	○	○	○	○	○	6
18	○	+1	-1	-2	○	○	○	○	-1	+1	9
19	○	○	-1	-1	○	+1	○	○	○	○	5
21	○	○	○	○	+4	+4	○	○	○	○	8
24	○	+1	+3	-1	-1	○	-1	-1	○	○	4
26	-1	-1	○	○	-1	+7	○	-1	-1	○	4
28	+1	-1	○	+1	○	○	○	○	+1	○	6
	11	7	11	8	12	13	13	13	12	14	
%	18		19		25		26		26		
	45.0		47.5		62.5		65.0		65.0		

最後に、第1報、第2報を通じて、旋盤訓練における技能習熟と訓練方法との関連について簡単にまとめる。

A. 累計平均な技能習熟の特性について

1. 旋盤作業における各要素作業の技能習熟曲線は De・Jong²⁾³⁾などによって一般的に認められているように、両対数グラフ(log-log グラフ)ではほぼ直線になることが確認された。

職業訓練に関係深い知覚一運動学習⁴⁾⁵⁾はもちろんのこと、記銘学習、概念学習の領域でもこの一般的法則はみとめられるようである。われわれの実験では旋盤作業の習熟過程もまた、この法則に従っている事実を認めた。

旋盤作業にうける累計平均的習熟傾向がわかったことにより各要素作業の困難度合が決定すれば、どのくらい訓練するとその訓練集団としてどの水準まで達するかを予測することが可能となった。

また、集団全体の習熟傾向から逸脱する訓練生を容易に発見でき、適切な指導をなす基準がえられた。

2. 大きな流れとしての習熟過程は両対数グラフで直線となるが、習熟曲線の初期過程を拡大してみると

つぎのような二つの特異な事象がある。

(i) 外周切削、円筒度修正、端面切削の寸法誤差習熟曲線では両対数グラフで直線になる傾向を示めしたが、心出し作業ではそのような習熟曲線にならず、産業心理学で一般にいられているS型の習熟曲線⁶⁾を描く。

このように訓練初期に習熟が停滞し、訓練段階が進行し、ある一定段階に達すると急に習熟するS型の曲線となるのは、おそらく、結果のフィードバックがなされないためであろうと推察される。

ここに、指導員の活躍する領域があらためて認識される、つまり、訓練生自身が結果をすぐに、フィードバックできない作業について、適切な指導がなされれば、訓練生各自の習熟曲線が訓練初期に急に習熟する典型的な傾向をしめすようになるであろう。

(ii) 所要時間習熟曲線はどの要素作業においても、実験段階の初期に習熟が停滞する“S型”の習熟曲線を描く。

その理由は作業指示のしかたに関連があると推察する、精度を中心にして作業速度を副次的にするという指示は旋盤訓練初期における代表的な指示であるか

ら、旋盤作業における時間習熟は一般的にこのような傾向となると解釈できよう。

このような習熟曲線の型については、

- ① 直線型 ($y=ax+b$) ② 対数線型 ($y=ax^b$)
③ 指数関数型 ($y=ae^{bx}$) ⑤ 混合型などに分類している学者もある⁷⁾。

各職種における各要素作業はおのおのその習熟の型がことなるのであろう、その習熟型はその作業の性格をあらわす一つの指標となりうる、旋盤作業における外周切削、端面切削、円筒度修正の習熟型と心出し作業の習熟型は異なるのであるから、訓練方法においても、その考慮がなされるべきであろう。

3. やはり、実験初期の問題であるが、実験段階の第2、第3回あたりに“習熟の逆もどり現象”(Retrogression) があらわれる。

同様な現象は鉄座金組立、分解作業⁸⁾ (Finger Dexterity Board) などの習熟曲線上にもみられている。

その理由は、技能構造の再体制化、作業に対するひとまとまりの訓練がされる場合、このR現象があらわれる段階まではその訓練が累積されるべきであろう。

なお、累計習熟曲線についての数式化は学習心理学の分野で、古く、フーコー (Foucault 1914) やサーストーン (Thurstone 1919) など⁹⁾ の時代から行われているが、とりあえずのわれわれの興味範囲ではないので考察するのをさける。

このような累計平均習熟の特性はそのグループ全体をみまわしての訓練(集団指導)の目標設定とその方法とに活用できるであろう。

B. 訓練生個人別習熟傾向の特性について

1. 同一集団に属する訓練生でもかなり習熟傾向に差がある¹⁰⁾¹¹⁾。この個人差をいかした訓練がなされるべきである。

習熟の速さ、到達する技能の水準、技能習得過程における困難の度合などにおいておのおのの訓練生に個人差がある。ある訓練生は実験段階の初期から熟練者のしめすごとき水準の作業を遂行し続けるであろうし、ある者はひじょうな苦勞をしているにもかかわらず、低水準の技能にしか達しない。

また、作業速度に執着して精度に無頓着な者やその逆の傾向にある者、さらに訓練段階の初期には習熟がおそいが目標の技能水準に達しうる者とはじめは良いが習熟曲線にのびのない者などがある。

このような習熟過程の諸要因を総合的にみると、おおよそ習熟傾向(成積)のよい群と習熟傾向のかんばしくない群(P群)とに類別できる。この類別はしゅ

ん然としたものではないが、各要素作業ごとの寸法誤差値などにかんがりの差違があることが明確となった。

個人差の大きな訓練生に対して、同一規準で指導した場合、G-P両群間にますます習熟の不均衡が生ずるのは当然である。

それでは、どのように指導すべきであろうか。

- (i) この習熟の不均衡を訓練に利用すること、
- (ii) 習熟の不均衡を解消するように、二群に分け、それに応じた指導方法を考察する、
- (iii) P群の習熟阻害の要因をとりぞくことにより、集団全体の技能習熟水準をあげる、狭い意味の個別指導などが考えられる。

個々の訓練場面によって、どの方法を採用するかはことなるであろうから、それは指導員の思慮にまかせるとして、ここではP群をよくするための個別指導についてふれておこう。

2. 習熟の指標としての寸法誤差、所要時間などの結果をもたらす作業遂行上には、G-P両群にどのような差違があるだろうか、また、P群の習熟阻害要因をとりぞくにはどうしたらよいか、要素作業ごとに考察してみた。

(a) 円筒度修正と外周切削について

円筒度修正—荒切削過程の作業に大きな影響をあたえる動作は、

- (i) マイクロメータ測定に関連する動作
- (ii) マイクロメータ測定値を角度目盛りにうつすときの、修正角度の方向とその修正量の計算などである。

前者においては、視覚能力、空間弁別力、皮膚感覚をともした力への入れ加減などの諸能力、後者においては皮膚感覚的測定量を角度目盛り量におきかえる能力、空間知覚などが関与している。

外周仕上げ切削過程では、

- (i) マイクロメータ測定の正確さ
- (ii) マイクロメータ測定値をダイヤル目盛の量に置きかえる計算とその要領とであると推察される。

円筒度—外周切削P群に属する訓練生をよくするにはどのようにすればよいだろうか。

一つは、習熟に関連する動作を抽出して、強化訓練をおこなうことである。マイクロメータ測定を例にしてみると、現在行なわれている基礎訓練初期の測定方法についての集団指導はもちろん、実技訓練をはじめ前に、毎日20分間でもマイクロメータ測定訓練を行

なったらどうであろうか。

スケールなど一般の測定技能習熟も弱いのが普通であるとされている¹²⁾。最も簡単な線の測定のさいにも、ひどい誤りをおかして平気でいたりする。これは、測定や計算によってえられた結果をどのようにして確かめすべきかをかれらは知らないからであろう。

第2に、P群に属する訓練生の人格的特性をよく知って、それに応じた訓練方法を工夫したらどうだろうか。

仕上切削26φへの追い込み方など気質に問題があるために失敗している例も多いように観察された。

技能習熟過程では訓練生の人格のさまざまな側面の特質が発揮される。訓練生の知能、性格と意志、かれらの情動的分野、健康の度合の特質などが発揮されるのであるから、その各々の特質と訓練結果との関連をみるのは矛盾しているだろう。しかし、方法上やむおえず、おのおのの特質との関連を外周26φG—P群において考察してみると、

- (イ) この実験のように、作業手順を統制した場合には一般知能は作業結果と関係がない。
- (ロ) ダウニー意志気質検査の項目でみると外周26φP群に属する者は「細心」「精密」「執心」の項でG群より劣っている。
- (ハ) 矢田部ギルフォード検査でみた性格ではG群の者は安定型をしめし、P群に属する多くの訓練生は不安定型になった。
- (ニ) また、P群に属する訓練生は健康的にめぐまれていないことなどが認められた。

このような諸要因の関連はさらに、事例的に明確にされるべきである。

ともかく、人格の特質を科学的に把握した上で個別指導がなされなれたならば、P群の訓練生の習熟曲線はいく分でもよくなるであろう。

(b) 端面切削について

ノギス測定技能の習熟との関連が主な要因であり、心理的な面からは、

- (イ) 精神的緊張が強すぎるために適当なバニアをおかす強さがつかめない
- (ロ) 前作業の失敗による気力の減退などが考えられる。後者の場合などは、前作業で失敗しても最後までねばり強く作業遂行する意志力を養成する意味から、指導員が注意深く観察しなければならない点であろう。

(c) 心出しについて

作業上問題なのは、

(イ) 材料のチェックの仕方、

(ロ) トースカンの先端と切削加工物の隙間の大小を目視によって判断する過程とに関係がある。

心出し作業の場合、普通はフィードバックする測定具を使わないので、要求水準のおきかたによって成績の動揺する可能性がある。ここに、要求水準の加工¹³⁾が必要となってくる。

また、視力の左右バランスを欠いている者が心出しP群に多いので、視差矯正による訓練効果も期待できよう。

習熟阻害要因が習熟過程のどこにあらわれるかをあらかじめ、チェックしておき、訓練生個々人の特性、習熟曲線上の特性に応じて個別指導も加えるべきであろう。

以上、旋盤訓練における一般的な特性について分析したが、さらに「積極的学習へと訓練を刺激すること」、「知識を定着させ、能力と習熟を訓練生の身につけさせること」などへ研究を展開すべきであろう。

本稿を執筆するに際して訓大の手塚太郎氏の協力と、訓大機械科の篠崎襄教授の助言とを得た。ここに両氏にあつく感謝の意を表したい。

参考文献

1. ダニロフ著、大橋訳：教授過程(上) P102 明治図書(1963)
2. J. R. De Jong: The effects of increasing skill on cycle time and its consequences for time standards 1958
Ergonomics 1, P51~60
3. E. R. F. W. Crossman: A theory of the acquisition of speed skill 1959
Ergonomics 2 P153~166
4. E. A. Bilodeau (Ed): Acquisition of skill... 1966
New York: Academic Press
5. J. Adams: Motor skills
Annual Rev. Psychol. 1964
15, 181~202
6. 清原・松崎：技術教育の学習心理 P58
国土社 1966
7. 師岡：習熟性研究 1966—10
インダストリアル・エンジニアリング P984
8. 訓大調査研究部：単純反後作業の練習曲線と準備性適時性に関する予備実験

9. 梅岡：学習心理学 P15~36
誠信書房 1966
7節 学習の定量的モデル P181~233
10. ボゴヤブレンスキー，メンチンスカヤ：
ソビエト学習心理学 明治図書1962
知識習得の過程における生徒の個人差
11. エヌ・デ・レヴィトフ：教育心理学
新評論版 1962
個別指導の心理 P359~398
12. エム・ア・ダニロフ：前掲書 P31~32
13. 中村：心理学 朝倉書店 1957
P351~366