

技能の習熟に関する研究 (その I)

—訓練期間における旋削技能の変化—

〔ことわり〕 本研究は本題へ進む前の予備的実験の程度であり、この報告もまた全く中間報告に過ぎない。ただ、今までの研究の中にもいろいろと興味ある事実が発見され、重要な今後の研究課題を暗示するところがあるので、敢えて報告するものである。しかし、今まで正規の計画訓練の過程をみだすことなくやれた研究であるが、これからは研究的条件設定を行わねばならなくなるので、実際の訓練実績をあげようとする先生方の意向と研究的目的とを如何に調和させてこの研究を進めて行くかがこの研究の成否を握る鍵となるのではなからうか。御支援をこう次第である。

§ 1. 目 的

この実験的研究においては次のことを明らかにして、実習指導方法に対する改善案を示唆しようとするものである。

- (i) 練習の経過中に、量的観点（作業速度と精度）からみて、技能はどのような変化をたどるか。
- (ii) 練習の経過中に、質的観点（作業の仕方、手順、態度など）からみて、技能はどのような変容を示すか。
- (iii) 技能の習熟程度は単純な課題によっても測定し得るか、もし測定し得るとしてどの程度までの習熟度を測定し得るか。
- (iv) 技能をより効果的に習熟せしむるにはどのような練習課題を与え、どのような誘因を与えねばならないか。

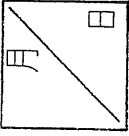
§ 2. 被 検 者

39年度の本校附属訓練所機械科1年訓練生6人・被験者の素質を一様にし、能力的に中位の者を選ぶために、入所時に実施した労働省一般職業適性検査（第二）の成績によって、

性能 被験者	G	V	N	Q	S	P	A	T	F	M	計
K	93	90	100	85	98	106	118	79	73	69	911
S	98	107	120	105	80	115	94	90	88	86	983
H	95	102	96	101	91	71	110	103	98	103	970
N	78	72	85	80	87	94	78	80	69	96	819
M	82	72	92	70	106	89	97	89	67	65	829
Y	98	100	102	108	95	115	90	90	78	89	971
平均	91		99		93					85	

作業指導票

作業名		材 料	S 20 c 25 φ×92
外周切削 (手送り切削)		測定具	内外パス, スケール ノギス マイクロメータ(0~25) 各 1
		工 具	ヤスリ, センタドリル, ドリル チャック 右片刃バイト 1 丸剣バイト 2 木ハンマ
番号	作 業 の 順 序	説 明	操作上の勘所, 要領, 注意
1	材料を取りつける。 	使用チャックは四方締単動チャックのこと (1) 内パスで爪を材料よりやや広めに (2) 四つの爪を平均に締める。	(1) フラットの基準線をよくみて爪の位置をきめる。 (2) チャッキングは 10 mm より深くしないこと。
2	外周を基準に心出しする。 	(1) 心出しの爪の操作は左図による。 (2) 一度に多くゆるめ又はしめない (3) 16φの溝の部分で心を出し、黒皮の部分は元と先端が平均に振れる状態がよい 	(1) 1.4 又は 3.2 のように爪を操作しない。 (2) ゆるめに半分程度しめるつもりで
3	心もみする。 	(1) 端面が著しく振れている場合は軽く平らになるまで端面削りする (2) 心もみは静かに大きすぎず小さすぎぬよう一度測ってみる (3) 切削油をつける	(1) 丸剣バイトで、バイトの心は確実に (2) ドリルチャックをつけて心押台を前進させ死心とセンタドリルの先端を合わせてみる。
4	センタで支える 	(1) センタ穴に光明丹をつける (2) 止りセンタ使用のこと (3) センタおよび心押軸の穴はよく掃除する	(1) 心押軸の押し加減は強すぎないよう注意すること (2) 主軸変速レバーを中間に勝手にまわしてみる
5	バイトを刃物台に取りつける 	丸剣(荒, 仕上), 片刃バイトともに取りつける 	(1) トースカンでバイトの心は確実に合わせる (2) バイトの取りつけは、左図 a の部分を多少長目にする。 (短いと複式刃物台のハンドルが心押台にあたり後で直すようになる)。
6	回転数をきめる	荒削り $n = \frac{1,000 \times 20}{3.14 \times 25}$ 仕上削り $n = \frac{1,000 \times 30}{3.14 \times 22}$	荒削り 300 仕上削り 475
7	外周を削る 	複式刃物台の手送りによること (1) 22φまで荒削り 荒削り作業中、先端と元をマイクロで測り 2/100 以上テーパーになっているときはテーパー修正する (2) 仕上げはマイクロ測定する	(1) 荒削りの送りは 25 S 程度 仕上削りの送りは 6 S 程度 (自動送りの 0.6 より遅い) (2) テーパー修正は心押台の修正で行ない心押台の修正はごくわずかつする (3) 仕上げ削りの前にバイトの刃先をとぐこと (広くあたるように)
8	端面を削り長さを決める 	(1) 21φの部分の全長をノギスで測る (2) 端面に片刃バイトを軽くあて複式刃物台送りの目盛を 0 に合わせる (3) 仕上代だけ目盛で追い込む (4) 72をノギスで測定する	(1) 仕上代の確認 (2) 端面削りは下図のようになったら、心押台を後退させ A の凸部を平らにとる 静かに72を削り過ぎぬように
9	細目やすりで糸面取りをする		



旋盤作業時間チェック・リスト

チャックをもって
かまえたとき

被験者氏名

観察項目	時間(分)
材料取りつけ完了	5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 95 100 105 110
心もみ完了	
バイト取りつけ完了	
外周切削完了	
端面切削完了	
バイト研削	

完了目標

- 材料取りつけ：トースカンをベツト上より取りはずした時
- 心もみ：心押台を戻して、ドリルを抜きとった時
- バイト取りつけ：スパナを元に戻しておいた時
- 外周切削：刃物台をまわして片刃バイトに変えた時
- 端面切削：スイッチを切った時

重大過失項目

1. バイトの破損、2. ドリルの破損、3. 計測器の破損、4. けが、5. 製品を誤まって落した。
6. その他()

(注) 1.~3.までの原因で作業を中断した場合は、その中断時間を時間日盛にチェックすること。

作業開始時間	時	分
終了時間	時	分
所要時間	時間	分

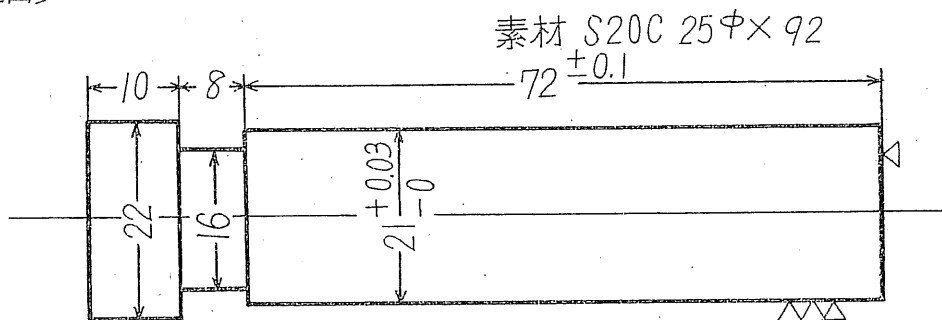
G, V, N, Q, S, P の性能点70以上, A, T, F, M の性能点65以上を被験者の資格要件とした。

被験者の性能点は70頁の表のとおりである。

§ 3. 方 法

旋削訓練開始から旋盤作業実習が10時間経過する毎に (大体1月毎) 作業課題図に示す作業課題と別紙作業指導票とを被験者に与え, (第1回目のみは先生が簡単な説明をも与える) 作業を行わせて, そのできばえ (精度と仕上面) と作業時間 (要素作業遂行時間と全作業遂行時間) とを測定する。

〔作業課題図〕



バイトは初めの 1, 2 回は先生が研磨して与えたが, その後は訓練生自ら研磨する。オイルストーンによる刃先の修正は第1回目から訓練生自ら行う。

作業時間の測定は, 実験者が被験者全員を常に監視していて, 別票「旋盤作業時間チェック・リスト」を個人別に用意して, その票に各要素作業の開始時刻と終了時刻を記入すると共に, 作業開始時間と全作業終了時間とを記入した。さらに, 重大過失項目も記入した。

§ 4. 結 果

1. 精度について

A 外周切削の精度 (Fig. 1)

旋削訓練開始より10時間後では 0.14 mm の粗い精度で始まり, 時間が経過するごとにその精度は平均 0.01 mm ぐらいつつよくなっていく様子がみられ, 40時間目には早くも与えられた課題の指定公差の中に入ってきて, その後は一進一退徐々に精度はよくなっている。見方によると進歩が停滞しているようである。

このカーブの全体傾向は昭和38年度調査研究報告書で報告した機械工基本実技訓練調査報告の中の外径切削基本訓練状況図表で示した各訓練施設の精度目標とほぼ一致しているのは興味深いことである。すなわち, 外径切削を平均27.5時間ぐらいで訓練しようとする訓練施設は, その精度 0.05 mm を目標とし, 40時間から80時間, 平均60時間ぐらいで訓練しようとする訓練施設は, その精度 0.05 mm から 0.01 mm, 平均 0.03 mm を目標としている

点で一致している。

B 端面切削の精度 (Fig. 1)

外周切削の技能習熟と同じように、40時間目まで精度が急激に上昇しているが、それ以後は進歩が停滞もしくは後退しているように見える。しかも1回も指定公差の内に入っていない。

初回の精度が非常に悪いのは時間切れで、製品が完成していないためである。長さの精度がこのように悪く、かつ改善されない理由としては、(i) 端面切削が最終工程であるため、入念にやる態度がうすらぐこと、あるいは同時に作業をしている人々で終了者が出だすためにそれにつられて早く仕事を打切ること、(ii) ノギスによる測定が下手なため、が考えられる。

C 切削精度の変化

外周および端面の切削技能が練習回数の増加に伴って、指定公差の範囲に徐々に近づいて行くことは A, B でみたとおりであるが、その過程の精度がいかに変化して行くかを、公差範囲に入らなかった被験者数と誤差の方向とでみると Fig. 2, Fig. 3 の如くである。

技能習熟の初期の段階では、誤差は + 側に、すなわち削り足りないうちに作業をやめてしまい、技能が習熟するに従って誤差は - 側、すなわち、削り過ぎてしまう傾向がある。特に外周切削の場合にこの傾向が強い。

習熟につれて、ハンドル操作に自信ができて、初心の如く、弱気な作業態度から、強気な作業態度へ変化する為めではなかろうか。

D 仕上面の精度

外周の仕上面については、さほどその精度に変化はみられない。すなわち、指定した μm に近づいたり、 μm に後退したりしている。

2. 作業時間について (Figs. 4, 5, 6, 7, 8)

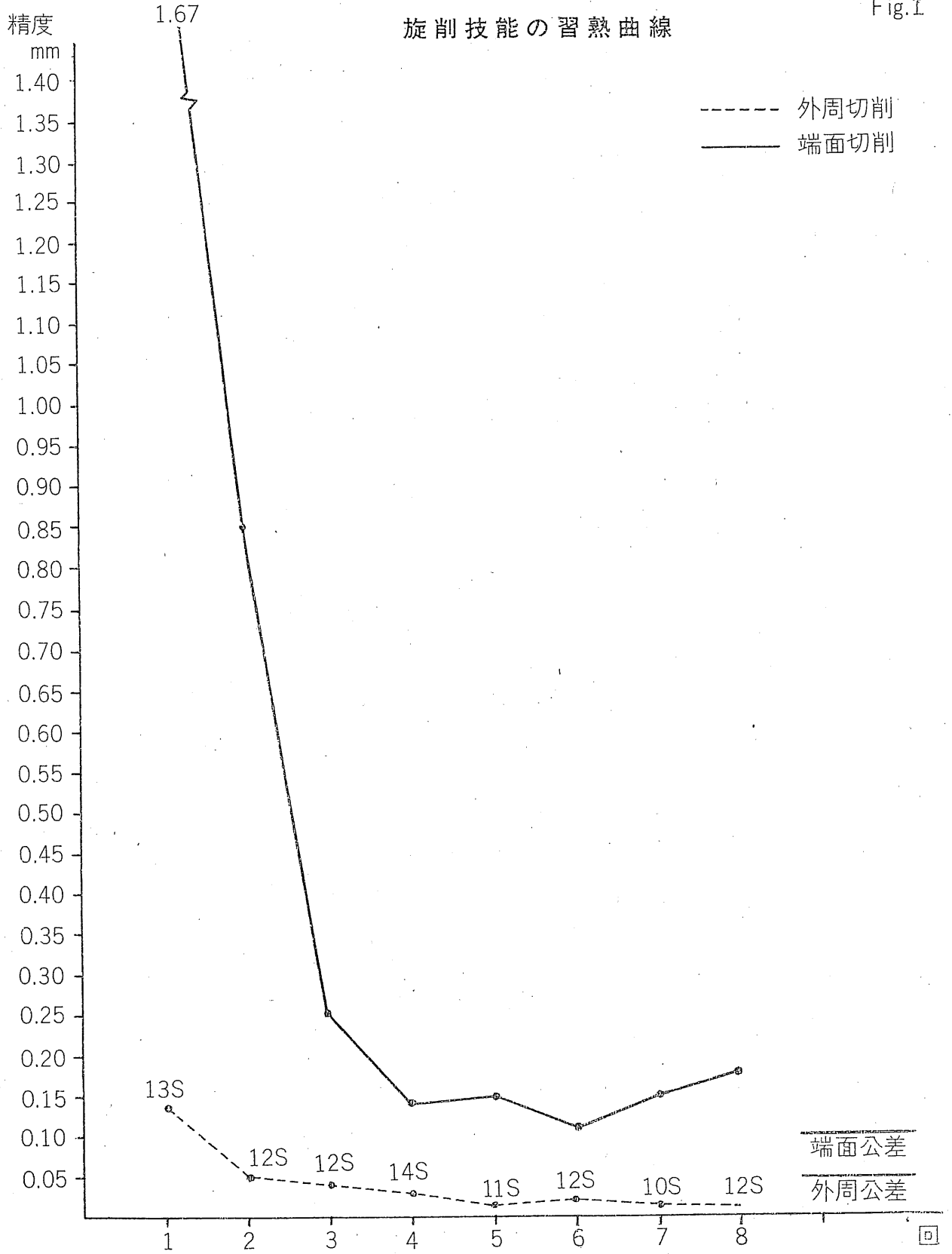
作業課題を完成させるに必要な作業時間は、1回目、2回目は打切り時間内にできあがらなかったが、3回目には84分ぐらいで完成し、5回目(58分)までは急激に速くなり、なお2回は引続き顕著に時間は短縮されている、しかし7回と8回目との間には殆んど差がみられない。

しかして、この作業時間は主要作業である外周切削に要した時間に大きく左右されている。材料取り付け、心もみ、バイト取り付け、端面切削のどの要素においても、多少の異った傾向がありはするが、5回目までは割合に著しく時間が短縮され、6回以後は進歩が停滞しているようである。

その中であって、材料取り付けは4回までは進歩が認められなくて、5回目に突然早くなって以後一進一退を続けている。心もみは2回目に異常な時間を要しているが、大体漸進的に改善されている。バイト取り付けは5回目までは著しく上達しているがその後の進歩はみとめられない。端面切削は8回目まで段々に改善されている。

Fig.1

旋削技能の習熟曲線



公差範囲に入らなかった被験者数と誤差の方向

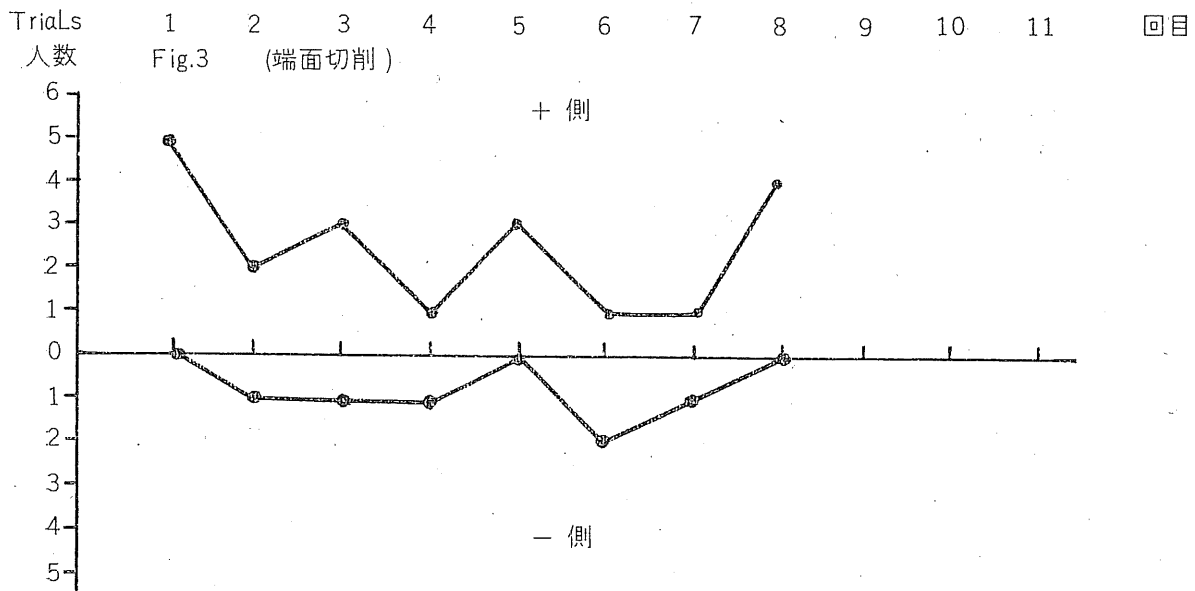
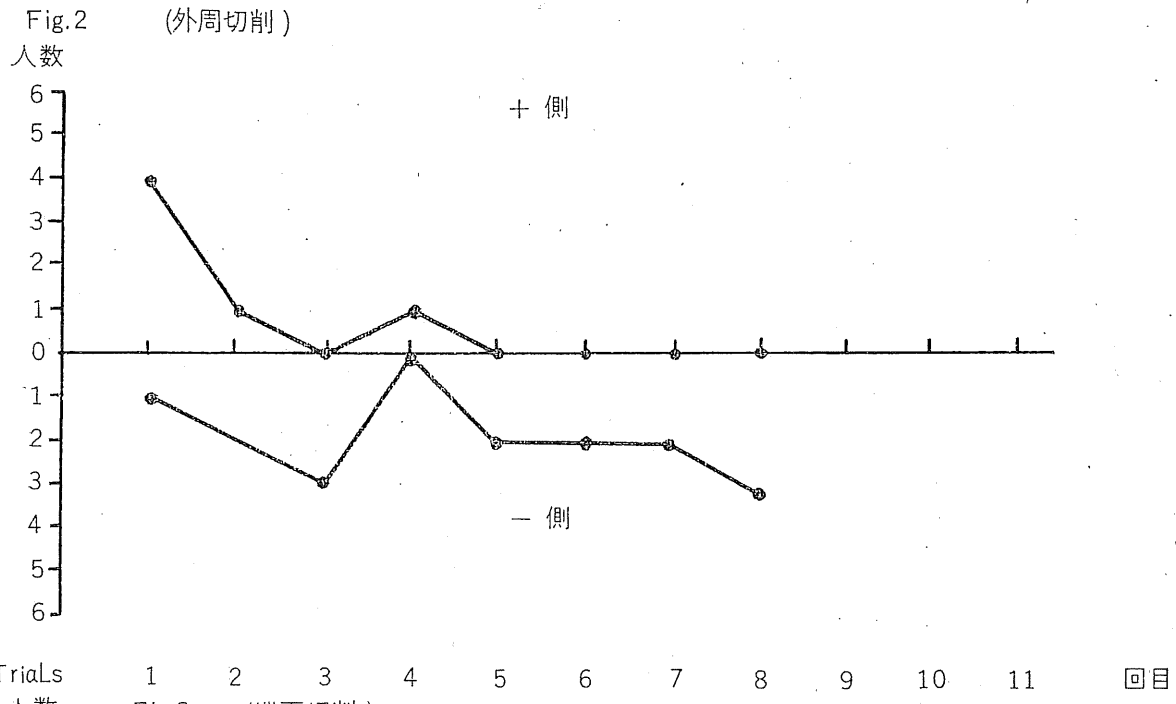
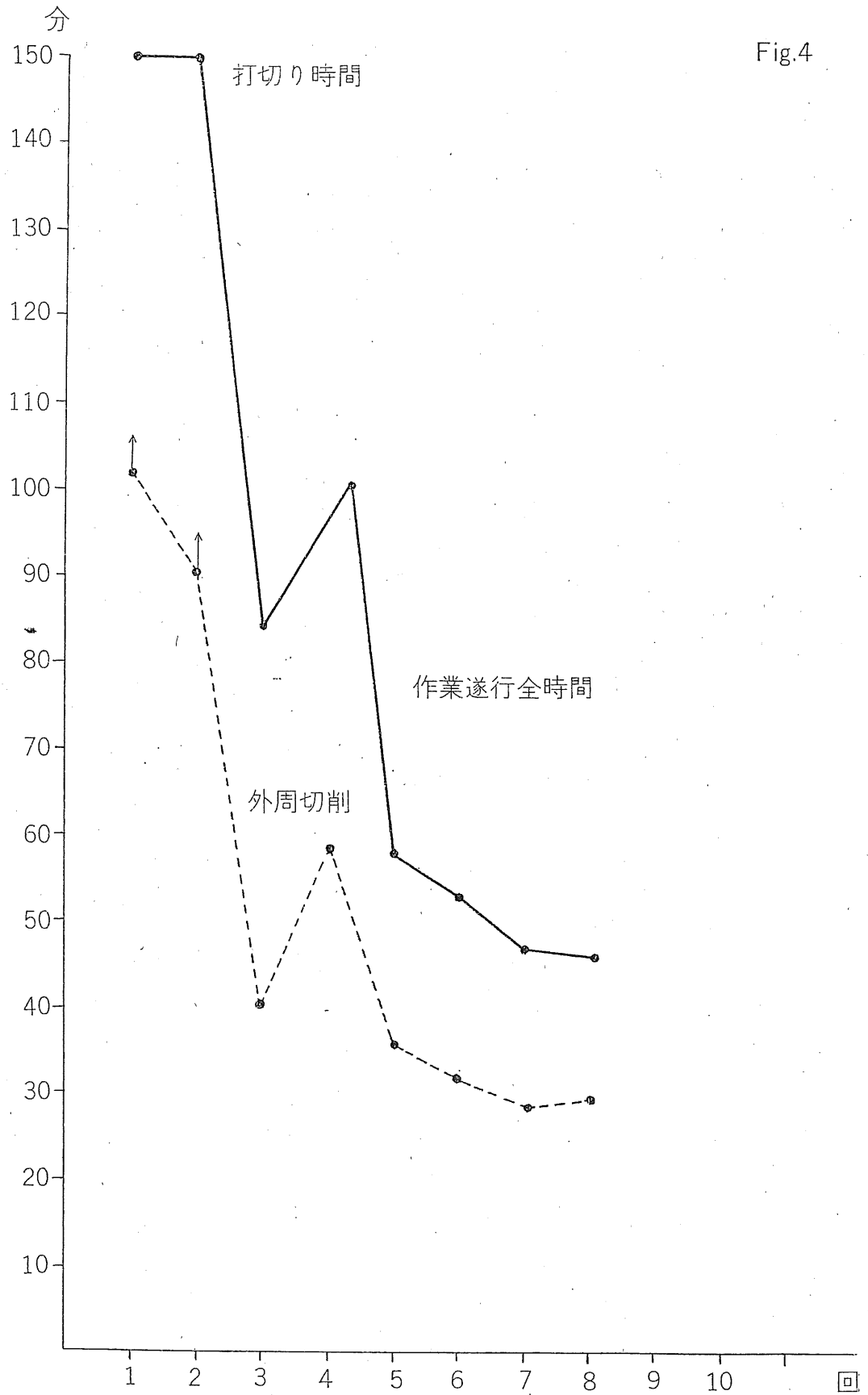


Fig.4



要素作業時間の変化

Fig.5

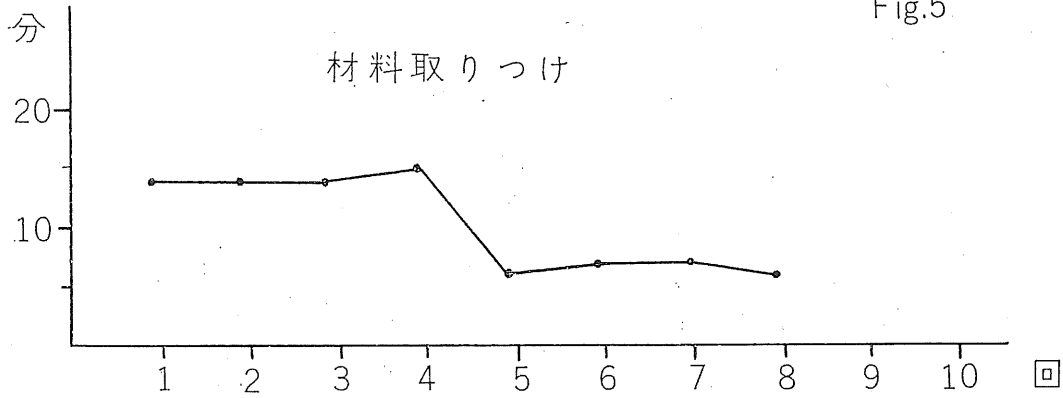


Fig.6

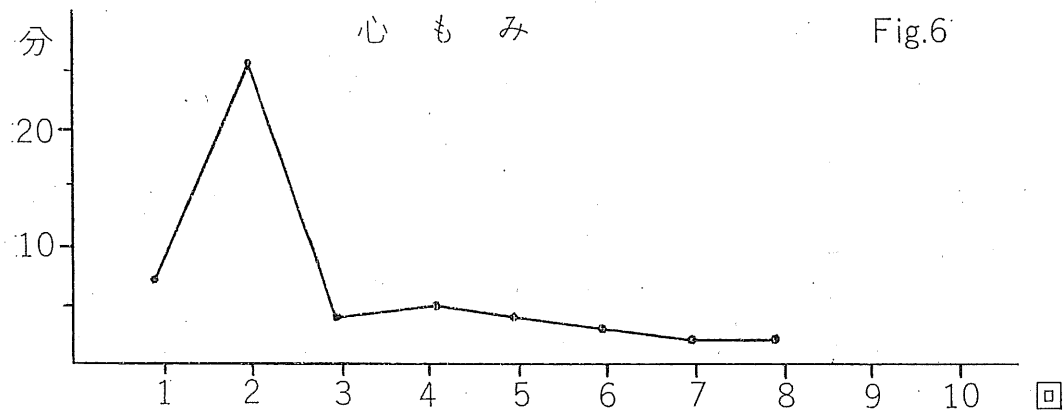


Fig.7

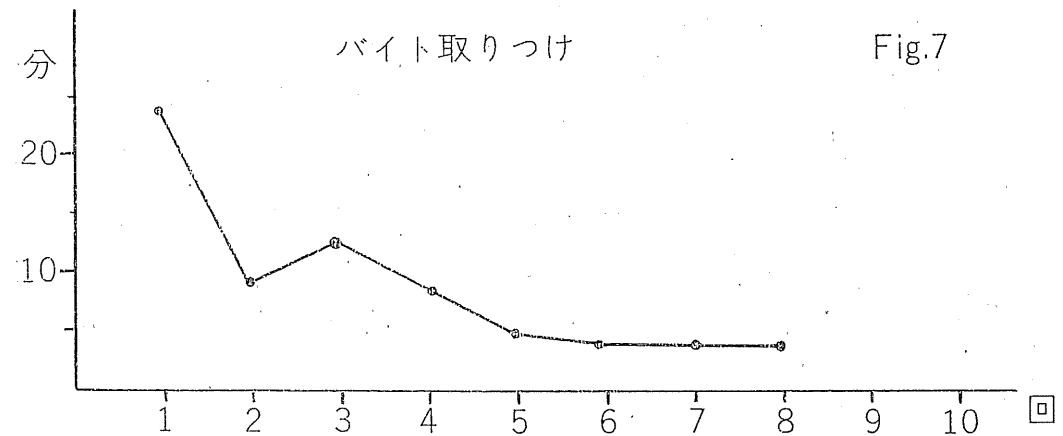
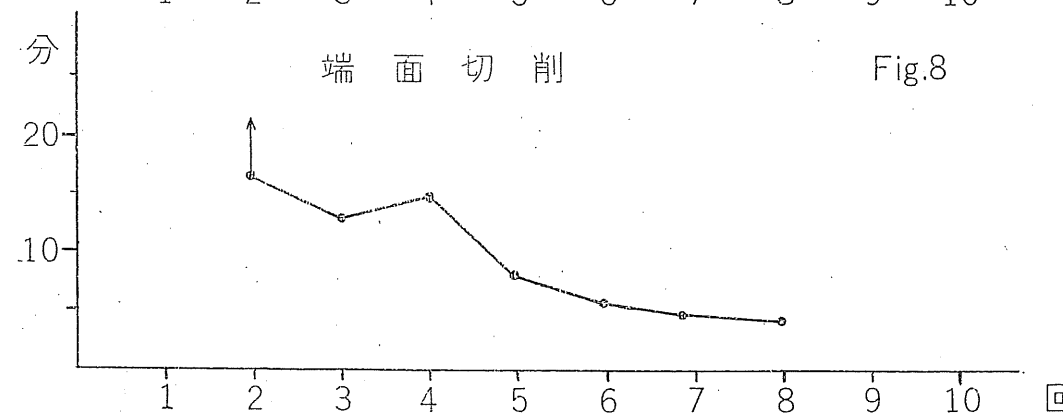


Fig.8



技能の習熟と作業手順の変化

M: 材料とりつけ, S: 心もみ, B: バイト取りつけ, O: 外周切削, F: 端面切削

Table 1

Date V.P.	① 6/17	② 7/22	③ 8/25	④ 9/17	⑤ 10/19	⑥ 12/7	⑦ 12/17	⑧ 1/12	⑨	⑩
K	M.S.B.O	B.M.S.O.F	—	—	M.B.S.O.F	B.M.S.O.F	M.B.S.O.F	M.B.S.Fで失敗 M.B.S.O.F		
S	M.S.B.O	—	M.B.F.S.O	M.B.S.O.F	M.B.S.O.F	M.S.B.O.F	M.B.S.O.F	M.B.S.O.F		
H	M.S.B.O	B.M.S.O.F	M.B.F.S.O	M.B.F.S.O	M.S.B.O.F	B.M.S.O.F	B.M.S.O.F	M.B.S.O.F		
N	M.S.B.O	B.M.S.O	M.B.F.S.O	M.B.F.S.O	M.B.S.O.F	M.B.S.O.F	M.B.S.O.F	M.B.S.O.F		
M	M.S.B.O	B.M.S.O	M.B.F.S.O	M.B.F.S.O	M.B.S.O.F	M.B.S.O.F	M.B.S.O.F	M.B.S.O.F		
Y	M.S.B.O	B.M.S.O.F	M.B.S.O.F	M.B.F.S.O	M.B.S.O.F	M.B.S.O.F	M.B.S.O.F	M.B.S.O.F		
傾向	M.S.B.O.F	B.M.S.O.F	M.B.F.S.O	M.B.F.S.O	M.B.S.O.F	M.B.S.O.F B.M	M.B.S.O.F	M.B.S.O.F		

技能の習熟と過失内容

Date V.P.	6/17	7/22	8/25	9/17	10/19	12/7	12/17	1/12
K								バイトの喰い込み み心押し忘れ
S								刃物台の誤確認
H				バイトの喰い込み				
N	トースカンを 落す	バイトの喰い込み						
M								
Y	バイト破損			バイトの破損 パスをおとす				

完成に必要な作業時間は、切削そのものに要する時間の大部分は旋盤の能力で規制されるものであるから余り短縮される余地はないはずであるにもかかわらず、一番長くかかった4回目と最終回とを比較すると(1, 2回目は完了していない)全時間で101分と45分、外周切削時間で59分と30分、即ち最終回の所要時間は、全時間では4回目の45.6%、外周切削では4回目の50.8%で非常に短縮されている。材料取り付け、心もみ、バイト取りつけの如く作業者自身の速さによって規制される方面ではさらに大幅な短縮(70%)がみられた。

この事実から考えると、作業時間の短縮は、個々の要素作業における習熟の結果であるが、さらに大きな全体作業、要素作業から次の要素作業への移り変り、各ステップ作業の円滑化と全体作業への編入、再構成の結果と考えねばならないようである。

3. 作業手順の変化について(表1)

作業条件を一定にする為め、作業指導票を被験者に配布し、これを説明して、その中で作業手順を規定し、それにしたがって作業を進めるように指示した。

すなわち、①材料を取りつける(M)、②心もみする(S)、③バイトを取りつける(B)、④外周を削る(O)、⑤端面を削る(F)の順序である。略記するとM—S—B—O—Fの手順である。

表1に示すとおり、この手順は第1回目には全員に守られたが、第2回目には全員がB—M—S—O—Fとなり、バイト取りつけが一番最初になっている。第3回目は全員が指定どおりMを1番にやったがBが2番目になり、4人がF—S—Oと作業を進め、指定に近いS—O—Fとおさめたのは1人であった。第4回目以後はM—Bは全員で、Fが3番目に来ているものが4人でS—Oとおさまり、1人だけがM—B—S—O—Fの手順である。その後の回では段々にM—B—S—O—Fの手順に固まって来ている。

何故にBとSとの順が指定と違って来たかを考察すると、おそらく、平素の訓練作業ではセンタ作業が少ないか、全然なくて、材料を取付けると直ちにバイトを取付ける手順になっていた為めではなからうか、したがって平素の作業手順がそのままなれとして現れて来たのではなからうか。

4. 技能の習熟と過失内容

過失内容については、表1に示すとおり、特別とり立てていうことがなかった。

§ 5. む す び

この実験では、あらかじめ定められた訓練計画にしたがって訓練が進められて行く間に、旋盤作業の実習が約10時間累積されるごとに、技能習熟度測定の為めに特別の作業課題を与えて作業せしめたもので、試験課題を遂行する為めに特別の指導は少しも行わなかった。すなわち、先生側としては、各被験者ごとの成績に基いて、次の試行に先達って、全体的にまたは個別に注意を与えるということは一切やっておらず、被験者としても自分の作品について精度を測定したり、欠点を反省したりすることもなかった。試験課題の遂行は全く自由に行わ

れたのであって、その成績の変化は、全く平素の訓練の結果の反映であり、試験課題そのものの反復練習の結果である。

実験の目的からみると、これでよいのである。すなわち、平素の訓練の効果を測定し得ればそれで十分なのであるかが、測定を評価として技能の向上に役立たしめるためには測定の結果より得られた訓練生の欠点を平素の訓練において指摘して作業のこつや手順を覚えさせ改善さすべきである。

次の研究において先生の指導実態と関連させて、その技能の変化の様相を研究する必要があるように思う。

今回の如き条件で技能の過程をみて行くと40時間ないし50時間で精度的にも速度的にも、高原状態に一応到達して、それからの一層の進展がみられないのではなからうか。この高原状態を切り抜けるには如何なる指導をなすべきかが研究課題になるのではなからうか。