

# 技能に関する研究についての一考察

石 橋 泰 彦

## 1. 技能研究の問題点

生産合理化のための技法として、作業研究は作業方式の改善を目的として、作業の標準化、標準時間設定に用いられているが、その裏付けとして作業者の技能が一定水準にあることが必要であり、作業者の適正配置、能力評定というような問題が伏在している。しかるに現状では技能度を評定したり、技能要素をウェイト付けする適確な基準をもたず、技能人育成のための本質的な技能の研究は非常に立ちおけていることを痛感する。一方では、機械の自動化や治工具等の変革がすすめられて精度追求が容易となり、段取りや位置決め等の作業も能率化して、人間作業に依存する度合も漸次減少する傾向になりつつある。しかるに、切削工法においてはいまだ切屑排出による加工法の域を出ないでおり、切屑生成脱落にまつわるバイトの取付角の調整や位置決め等の判断を要する作業は人に依存する他なく、さらに自動化や機械化のすすんだ機械においてさえ、切削加工については技能を必要とされる部門が少なくなき、却って、技能の質的改善が迫られている趨勢にある。このような生産機構の変革に対処するため、訓練施設における技能人育成のための技能の本質に関する研究は急務と考える。訓練施設において作業研究手法の活用により、訓練上の障害となっている技能の伸びの予測性、技能の正当な評価の仕方、作業に必要とされる技能の最小単位をみつけ出すことが可能となれば、訓練への効果的な適用化を行うことにより、訓練単位における訓練の最小時間を設定して、技能の短期育成が期待され得る。

このような見地から、研究課題として「技能要素に関する研究」「技能の改善に関する研究」「効果的訓練手法に関する研究」をとりあげてみることにする。

## 2. 問題点の究明

### 2-1 技能要素に関する研究

(1) 技能を評価するうえでも、技能の改善を行う目的のためにも技能を構成する要素が何であるかを抽き

出さねばならない。一般には技能の評価を製品の出来ばえと達成された時間で測定している。しかし、一品製作のようなものでは、その課題に対して発揮された結果だけを評価しているのであって、作業遂行に必要な技能や経験の所有度はつかめず、課題が変わった場合や条件を変えて行なった場合には予測がつきにくい。さらに、伸びを予測することは到底困難である。

(2) 技能とは作業を遂行する能力のことであり、技能は外に発揮されない限り、潜在的能力としてその者の中に蓄えられているのであるから、作業対象が必要な技能要素を含んだものであれば作業過程に表われるはずであり、測定手法が必要な技能要素をひき出すために適確な手段であれば技能の特性をとらえることが出来ると考える。旋削作業において技能的要素として考えられるものには機械操作上の技能として、マイクロ目盛の読み取り、目盛合せ、バイトの近接、位置決め等があり、測定具取扱上の技能としては正しい測定具の保持、目盛分割の正確度、測定圧のCANの必要性等があるであろう。そして、これらの諸性能の中には動作に現れるであろうものもあるし、動作としてはとり出し得なくても、読みとり精度や寸法測定に現れるものもあるであろう。動作として現れる場合、動作にぎこちなさやためらいがみられると動作に変動が起るのであるし、この場合は、その要素作業につき動作時間値をひき延ばす。

(3) 技能が上位にあり、安定した作業を行なう場合は動作に変動がみられず、規則的な動作の系列として目にうつるであろう。この場合は同種のくり返し作業については要素作業時間値は一定して、その者のもつ個々の動作速度がこの過程でとらえられる。単一要素の作業であれば動作の速度はそのまま作業の速さであり、二要素以上の動作の組合さった作業は個々の動作の速度と動作の組合せがその作業の型と速さを決める。動作が規則的な定型動作のみより構成されている場合は、その作業は安定した作業であり、異種の動作が混在して不規則的に変動するときは不安定な作業といえよう。個々の動作はくり返し出現するたびに動作

の型がくづれていなければ、個別時間値をとり出すことが出来るので、一つの作業サイクルに対して作業の単位はサイクルタイム内の動作数できまり、動作の順序と組合せが作業の質を決める。熟練者の作業には無意味な思考過程やおくれや不必要動作が現れることが少ないので、熟練者の動作組成やその変容から作業の特性を見出すことは有効、適切な方法といえる。この意味から必要な技能要素を含んだ作業対象を熟練者に行なわせて、要素動作を作業の目的別に組立てれば、動作面よりみた技能の特性がつかめるものと思われる。

期待される結果として次のことが列記出来るよう。

1. 作業単位としての大きさがわかる
2. 作業遂行に必要な最小時間がとり出せる
3. 作業に含まれる範囲がわかる
4. 主たる作業と付随的作業がとらえられる
5. おくれ、タイミングのよさ、不必要動作、なれの度合がつかめる。

つぎに経験の所有度は作業域を拡げ、技能を助けるのに大いに役立つことが経験的に確められている。経験の所有度は工具の選定、切り込み代の配分、切削条件の決定、再研削時期の判定等に現れるとみられる。さらに、材料やバイトの取り付け、段取り、位置決め等の作業方法や切削工程決め等の認識の度合もこれに付加される。とりわけ、切り込み代の配分や切削条件はそのとり方により、全作業時間を大きく変動させる要因ともなるので、経験の深さが時間値を左右し、技能要素の重要な構成因と考える。常識的には一定の取り代に対して切り込み数を少なく、すなわち、切り込み代を大きくとって切削能率をあげれば作業時間を短かくすることが出来ると考えるが、実際には切削条件の取り方にいろいろの制約を受け、機械の出力や剛性、精度およびバイトの取り付けの良否や切削能、材料の被削性等を考えて決めなければならず、さらに、仕上面の精粗により、切り込み代を適当に選ばなければならないので単純に片付けられない。結果的にいえることは同一の課題により、同一の機械条件（切削条件ではなく、機械能力のこと）のもとに、同種の工具を与えて、同一の切削工程で行なった場合に各切削要素別の時間値と全作業時間が短い方が技能が上位にあるとみて差支えなからう。

したがって、各切削要素別の切り込み数が多くなれば、それに伴って機械操作や検測の回数も増し、作業単位全体としての時間値をひき延ばす結果ともなり得る。切り込みや検測作業のように目盛分割や目盛合

せが時間値を左右するような作業は分割の精度や副尺と本尺の近接加減が技能となる。この種の作業は原則として各切削ごとに一回づつ表れるが、試し削りが行なわれたり、寸法確認を行なったりすればそれだけ時間値を増すので不必要なまでの試し削りや寸法確認は不慣れか未熟によるものとみてよからう。

一般に位置決め作業は経験やカンの要素が多く入り、従来このようなカンや経験に依存する作業ほど技能的要素が強いとされていたが、作業の性質からいえば調節的作業で人間の感覚的機能による制御動作であり、むしろ、適応制御の範ちゅうとして考えるべきではなかろうか。この種の作業は動作改善を行なうことにより作業をしやすくすることが出来、そのために治具や測定具を上手に使いこなして効果をあげている実例を見うける。さらに、作業時間値を左右するものに手直しや調整作業がある。この種の作業は広い意味で位置決め作業の部類に入るが、この場合は未熟や不慣れによる場合が多く、例えば、段付部のカドの修正や取り残し部分の手送りによる切削であり、多くは熟練者にみられないことから損失時間として扱ってよい作業である。

## 2-2 技能の評価について

技能の要素が切削回数ごとの時間値と動作数で取り出すことが出来れば、取り代に対する時間値を比較したり、動作を序列化して稼働率の検討を行うことにより技能を評価することが可能となる。この場合、切削に要する時間は機械時間と手扱い時間とがあるので切りはなして考えねばならないが、問題となるのは切削回数ごとの時間に対する機械時間と手扱い時間との比率であろう。作業能率を高めるには機械の稼働率を上げるか手扱い時間を短縮する場合の両方が考えられる。機械の稼働率を高める場合は手扱い時間に対して機械時間を短かくすることが出来るので、結果として手扱い時間率が機械時間率に対して長くなり、見かけ上の作業能力は低く現れる。反対に、手扱い時間を短縮して手扱い時間率が下がれば、結果として機械の稼働率は低いことになる。機械稼働率を上げるといっても限度があるので、問題は機械のもつ能力をどの程度発揮させたかにかかっていると思われる。とはいっても作業者が熟練者であれば機械の能力を加味した上で最適切削領域で作業を行っているであろうから計算的に割り出した切削力をもって必ずしも効率を云々するわけにはいかない。これには先にも述べたように機械の剛性とかその他の要素を加味して考えねばならないのでむつかしい問題である。さらに作業内容の複雑

さや切削要素別の難易度の問題がこれに加わる。いかに熟練した作業でも作業が多様化、複雑化してくると心的作用がより必要とされるので心的機能と身体的機能の統合がむつかしくなり、多少のおくれや動作のみだれがどうしても伴うものである。作業に対する慣れは同種の課題について、どの程度、経験を積んでいるかの度合によって作業の達成度を異し、作業に慣れるにしたがって思考過程が減少し、不慣れに起因したと思われる同種のくり返しの動作が減少してくるので、技能評価の対象として扱う場合はいかに熟練作業といえどもこの安定した状態とらえるのが正しい評価法といえる。一見してむつかしいと思われる多くの切削要素を含んだ課題でも単一の切削要素の集りであり、段付や端面を含んだ複合切削要素でもせいぜい三面か四面の複合作業であるから、これらの単一または組合せの要素作業について部分的に時間値や作業にかかるすべての条件をとらえておけば全切削工程について評定するまでもなく、技能の評価を行うことが出来る。さらに、寸法を異にする同種の切削部分をいくつか含んでいる場合には各切削部位について一度作業測定をしておけば、同種の切削要素を含んだ異った課題について時間値を決定出来るので工数見積りにも役立つと思われる。「篠崎」の実験によれば工数低減の式より、はじめの一個目から四個目までの間にはほぼ飽和点に達し、実験曲線は log-log グラフにきれいにのったと報告している。このことから四個製作して四個目を測定の対象にえらべば安定した動作とらえられるものと思ふ。

### 2-3 技能の改善に関する研究について

技能の改善ということばの裏には二つの受けとり方がある。一つには作業改善であり、いま一つは動作の改善である。作業改善とは作業をやすくするための改善であり、方法の改善であるといえる。この種のものには作業の手順や切削工程等におけるどこを基準にして、どこから切削するかとか、バイトの取付け回数を最も少なくするにはどのバイトからはじめ、どれとどれを取付けたままにしておくとか、工具や測定具をどのように配置したら能率よく作業が行なえるか等の方法的な改善が含まれる。動作の改善は動作の順序や動作の組合せを考えて動作の整理を行うことで、秩序立った動作の構成に組み変える作業であるといえる。この種の手法は熟練者の作業と技能習得過程にある訓練生（以下訓練生という）との作業をフィルムまたは V・T・R で撮影して動作分析を行ない、両者の稼働率を比較すれば動作のどこにムダやおくれがあ

るかをとらえることが出来るので、これをもとに動作改善表を作成する。

つぎに、訓練適用への前段階として訓練生に実験場面で部分的にこれを試行させる。切削条件やバイトについては熟練者のとった切削諸元やバイトの刃先角をそのまま適用することには難があるので、これをもとに別の実験場面で訓練生に即した最適切削諸元を求め、これを標準値として与えるようにする。切削標準値に関する研究については、将来行うべく考慮中であるので、先立っては工業技術院や県の工業試験場で求めた資料があるのでこれを参考にするのがよいであろうと考える。伸びの予測性を求めるには動作改善表をもとに実験場面で行なった作業をフィルムまたは V・T・R によってとらえ、動作改善前の各要素作業別の時間値と改善後のそれとを比較して、どの部分がどれだけ短縮されたかを明確にして、適確に効果の現れた部分にはその部分が強化されるよう訓練して完全に身につけさせる。改善前の作業と動作改善後に強化訓練された作業への転移された過程を追跡調査することにより転移しやすい部分と転移しにくい部分との差異がつかめるので追課題を与える場合の参考となり、課題設定のための基礎資料が得られるとともに、転移性の良否からその者の技能の伸びの予測性を立てることが出来ると思ふ。

### 2-4 効果的訓練手法の研究

訓練適用への前段階における実験的資料を得たならば効果的に訓練にとり入れられるよう推進しなければならぬ。訓練への適用については主として心理的な面からではあるが\*「旋盤作業における技能習熟の研究」があるので、本研究題目の範囲からはずし、筆者の今後の研究課題として述べておく。

この研究成果の概要にしたがえば、訓練初期では時間を期待するのは問題があり、精度に重点をおくのがよいとしている。また、習熟傾向として、練習の開始の初期には精度、時間ともに悪く、つぎに急速な習熟効果が表われ、これが過ぎると精度、時間ともに安定してくると述べている。そこで、訓練適用への前段階で訓練生に時間研究を行なうのは、これによって時間評定をすることが目的でなく、動作改善によって最良の作業方法を見出すことに重点をおいている。つぎに切削要素別の訓練生の習熟傾向がとらえられているので、課題ごとに訓練生に必要な時間値が求められていけば、追課題を与える時期が求まる。これらのことから効果的訓練手法としてつぎの点があげられる。

\* 技能と技量 1967・1号

1. 最良の作業方法でやらせる。  
(最善の作業方法を訓練生自ら体得するようにする。
2. 追課題の内容と与える時期を適当にする。  
(技能習熟を促すような課題の配分とする。課題ごとの技能到達目標を明確化する)
3. 公差の意義について認しきさせる。
4. 切削標準値の適用  
(工具寿命が長く保て、しかも切削能率のあがる諸元を認しきさせる)
5. 正しい作業手順をくむ。  
(手順の示し方について、どの程度まで手順を指示すればよいか考え、訓練生自らが手順表を作成してやるようにする)
6. 作業改善について考えさせる。  
(はじめに消極的改善—不具合を直す、目盛の読みとりを容易にさせる。取り扱いやすいような作業域を改める)を行い、つぎに積極的改善(作業器具の改良)をはかるよう指導する。

以上技能研究に関する課題は多くの問題点を含んで

いるので一側面から考究することによっては本質まで入り得ない。それには多角的検討がなされなければならない。以下では旋削に必要とされる技能とは何であるか、又経験の所有度は技能と関連づけてどのように顕現するかといった点に重点をおいて、「旋削作業過程における技能の特性」をとり上げてみた。

### 3. 「旋削作業過程に現れる技能の特性」

「旋削に必要とされる技能は必要な技能要素を含む課題により、技能要素をひき出すために必要な手段と高度の技能者の作業過程においてとらえられる。本実験では以上の要件を満足するよう実験場面を設定し、時間かくによって動作のメカニズムをとらえようと試みた。

#### 3-1 被験者

熟練者の作業には不必要動作や動作のムラが少なく、技能の特性を見出すために必要要件と考える。そこで経験年数豊かな熟練者数名を事

業所に求めその中の一人を本研究の対象とした。また比較の意味で技能優秀な訓練生一人を選んで貰った。分析対象とした被験者は次のごとくである。

熟練者

F 電機 K K

A 経験年数 7年 (企業内養成3年後)

B // 4年 ( // )

C // 2年 ( // )

I 重工 K K

D 経験年数 5年

訓練生

付属総訓2年生

#### 3-2 課題

課題は旋削技能に必要な多くの切削要素を含む2級技能検定に準ずるもので、事業所に作成して貰った。なおこの課題は37年度来より卒業時の実技試験に使われているものである。

課題は(図1-1)のとおりである。

構成は外周47φの直径から引き出した30, 26, 22φの平行部と46φのつば部、それにテーパ部とテーパ側の25φの平行部の6ヶ所からなっている。

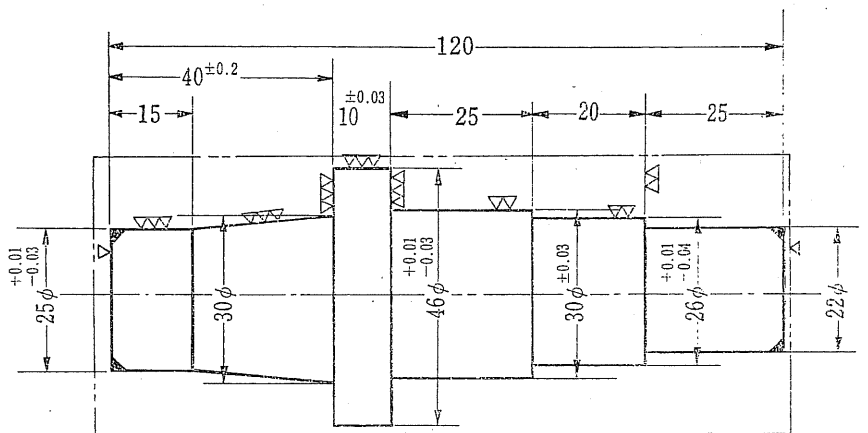


図 1-1 作業課題

#### 3-3 工程

工程は(図1-2)のとおりである。

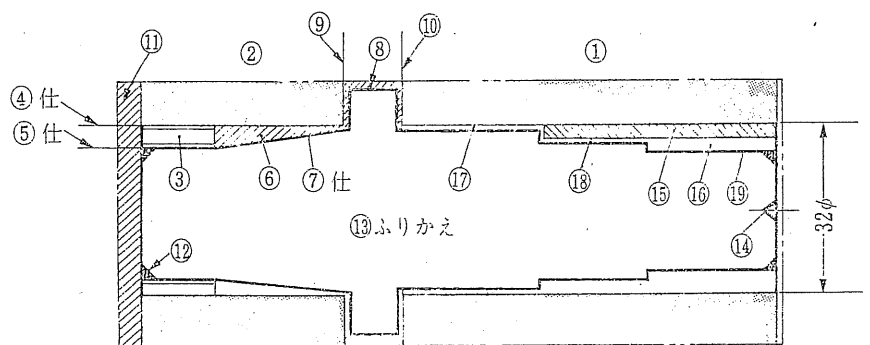


図 1-2 工 程

すなわち、はじめにテーパ側の荒削りから仕上げまでをやったのち、振りかえてねじ側の荒削りと仕上げを行っている。訓練生の工程は熟練者の工程と全く同じにさせた。工程は一流の熟練者に作ってもらったものであるが、訓練生には特に詳細な工程分析表を与えた。

### 3-4 観測手法

材料とりつけ、心出し、切削、検測等単位作業の時間測定にはストップ・ウォッチを用い、動作の分析はメモ・モーションスタディによった。また切削工程を同時的にとらえるため、VTRを用いた。さらに切削にかかる全ての作業条件を記録した。

### 3-5 分析方法

安定した技能をとらえる意味で4個作成させた。そのすべてに対してタイム・スタディを行い、4ケ目についてモーションスタディを加えた。そのやり方は8月3日から8月7日までの間3日、間をおいて、初日に通して2個製作したものについて連続観測し、あとの1日で残りの2個について同様、連続観測を行った。訓練生には熟練者の手順に基づいて充分練習させたりえ、3ケ目を分析の対象にした。

観測には作業者1人に付き、時間測定に1人、条件記述に1人、計2名をあてた。メモモーションによる動作観測およびVTRによる切削工程観測にはそれぞれ1名をあてた。

観測に先立って、要素作業の取扱いについては充分

机上検討の結果観測員各人の役割りをきめ、あらかじめ打合わせのうえ、測定に入った。要素作業分割および観測員各人の役割りについては後述旋盤作業測定要領のとおりである。

### 3-6 結果および考察

#### a) 稼働分析

フィルム分析されたものから単一の要素動作を作業の目的別に組立てて稼働分析図を作成した。(図2) 図において第一段は機械加工時間で実際に切屑を出している時間がこれにあたる。これには手送りの加工も含まれる。

第二段は手扱時間で切削のための機械操作のほか検測、試し削り等の機械操作もこれに含める。

第三段の検測は実際に測定している時間だけをあてた。

全体を通してながめると荒削りは機械時間が手扱い時間に対して長く、稼働率の高いことを示している。これに対して、中削りは作業の性質上試し削りが入るので、それともなって検測回数がふえ、いわゆる付随作業としての手扱い時間がどうしても増してくるので、全体的に図のような変動の多い現象となった。その結果、切削ごとの手扱い時間の占める割合が高く、従って稼働率は図のように悪くなってきている。

次に付随時間としての機械操作について時間値の長さをみると、一部図にみられるような長いところもあ

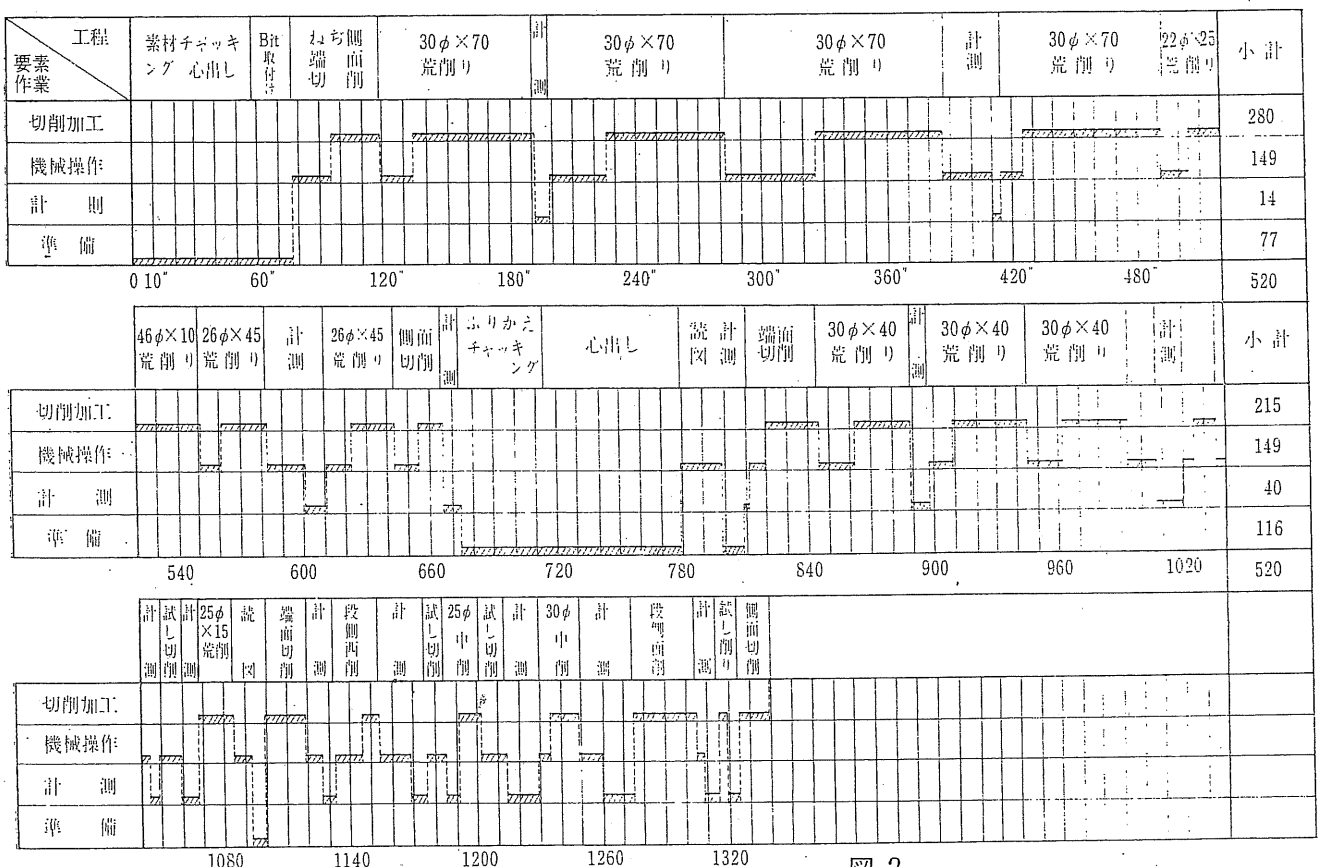


図 2

るが全般的に大した変動はなく、大体14.5~16秒位の時間値を示した。これを単一動作で検討したところ切り込み時間が最も多く、これが5.5秒前後、つぎがバイトのもどしが5秒前後であった。ただし、これにはエプロンのもどしが同時的に行われている。その他、送りを入れる動作と送りを切る動作でこれは大体等し

い時間値をみた。検測ではノギスとマイクロが殆んど同じ位で7秒~7.5秒の時間値を示した。スケールでは6秒あたりが最も多く、中には11秒前後におよぶものがあつた。

b) 手扱い時間と機械時間について

各切削部位別に切り込み一回ごとの切込み量を累積切込量で表わした。(図3)

これで見ると各切削部位別の取り代に対する切込回数は熟練者では少なくなっている。また切込回数に対する切込量の関係を図のように $\theta$ で表わすと熟練者では傾きが小さくなっている。次に切削部位別に切込回数ごとの手扱い時間を通し時間で表わした。(図4)

この曲線の傾きは仕上げの程度により、荒削りより中削り、さらに仕上げにうつるに従ってきつづく、すなわち時間がかかっていることを示し、技能度を測る尺度となる。

この切込量と手扱い時間との関係を両対数グラフで表わして(図5)に示した。47φから32φまでを第一荒削り、32φから28φまでを第二荒削り、そして、28φから24φまでを第三荒削りとし、各部位につき、荒削りより先が中仕上げ、さらにその先が仕上げとなる。切削部位ごとの直線の勾配をとると第一荒削りでは1.0607、第二荒削りでは0.5431、30φの中仕上げでは

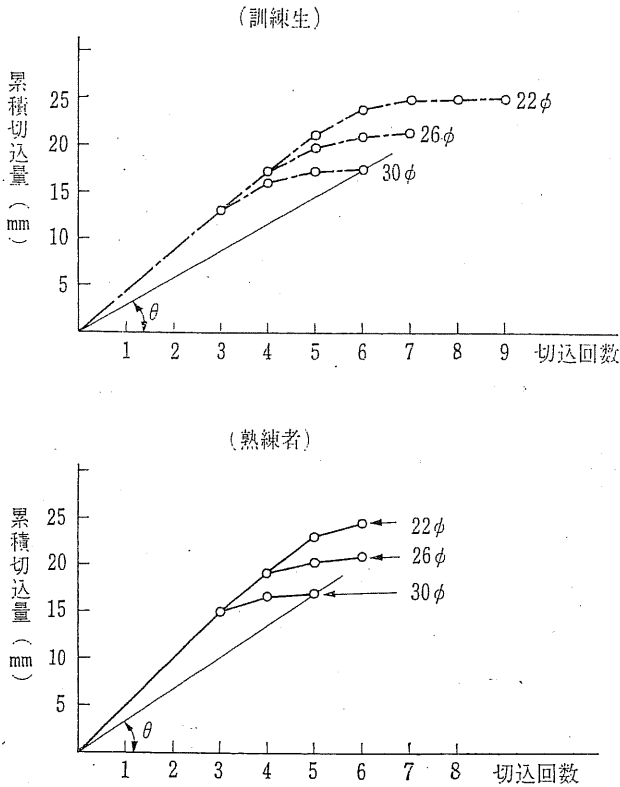


図3

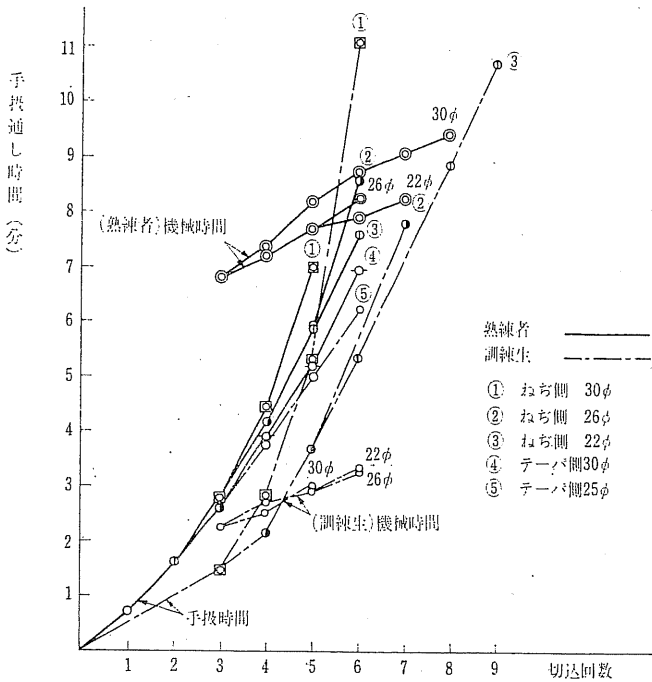


図4

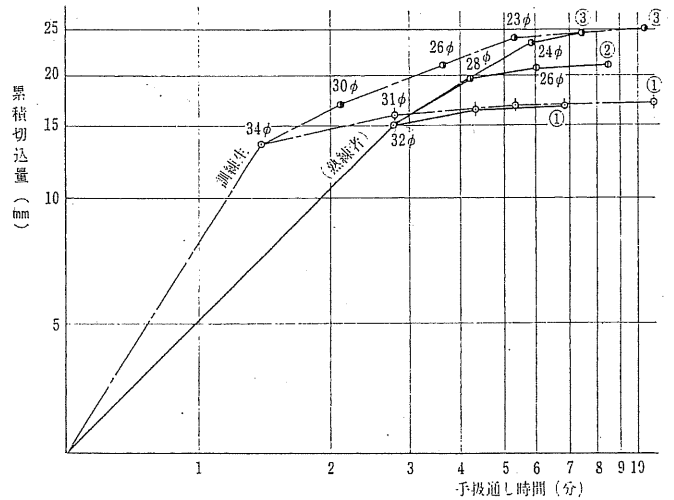


図5

0.2142, 仕上げでは 0.0517, 26φの中仕上げでは 0.2320, 仕上げでは 0.0147, 22φの中仕上げでは, 0.1840 であった。(22φの仕上げは, この作業ではやっていない). さらに機械時間について(図4)をみると, 熟練者では切削部位別の切削条件は殆んど一定しているのに対して, 訓練生は切削条件が各部位ごとに異なっていることが図から読みとれる.

c) 時間率について

(図4)の機械時間と手扱時間との関係を各切削部位別に切込み一回ごとの手扱時間と機械時間を含めた総時間に対する比率で表わして横軸に時間率をとり, 縦軸には切削部位別に通し時間に対する荒, 中, 仕上げの各要素ごとの時間率をとって(図6)に示した. これによると荒削りでは熟練者, 訓練生とも機械時間率が高く, 中削りから仕上げにうつるに従って手扱時間が増している. またこの傾向は熟練者より訓練生に強く表れているので, この偏りの度合は技能度を示しているといえる.

d) 切削要素ごとの時間について

切削要素別の時間を全作業時間に対する割合で表わすとどうであろうか. 図7-1に各回ごとに時間比の小さい順に要素作業を配列して示した. これによると各切削要素について多少の変動がみられるが, 各回を通じて, 端面, テーパー部削り, テーパー側仕上, テーパー側荒削, つば, 準備, ねじ側荒削り, ねじ側仕上削りの順に時間値が増しており, 全般を通してテーパー側よりねじ側の切削に時間が余計かかっていることがわかる. 図7-1における熟練者の作業時間を各回を通して最小の時間値をとって, 訓練生との関係で表わしたのが(図7-2)である. これによるとテーパー側仕上とテーパー部切削に入れ替えがある他は, 全く(図7-1)の傾向と同じであることを示した. このことから熟練者も訓練生も同一の切削要素については同じように課題への困難度を示すということがいえよう. つぎに各切削要素ごとの時間値が各回ごとにどのように低減していくであろうか, 切削要素ごとの慣れによる習熟の傾向を示したのが(図8-1)と(図8-2)である.

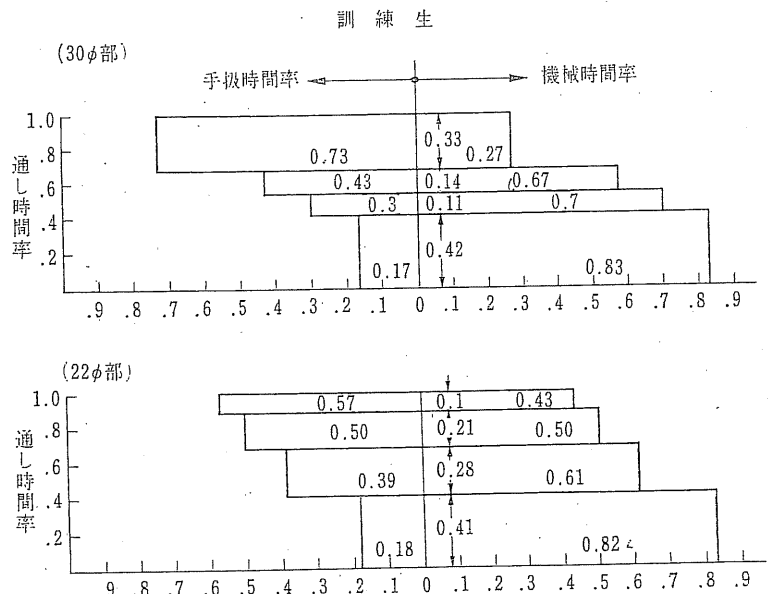


図 5

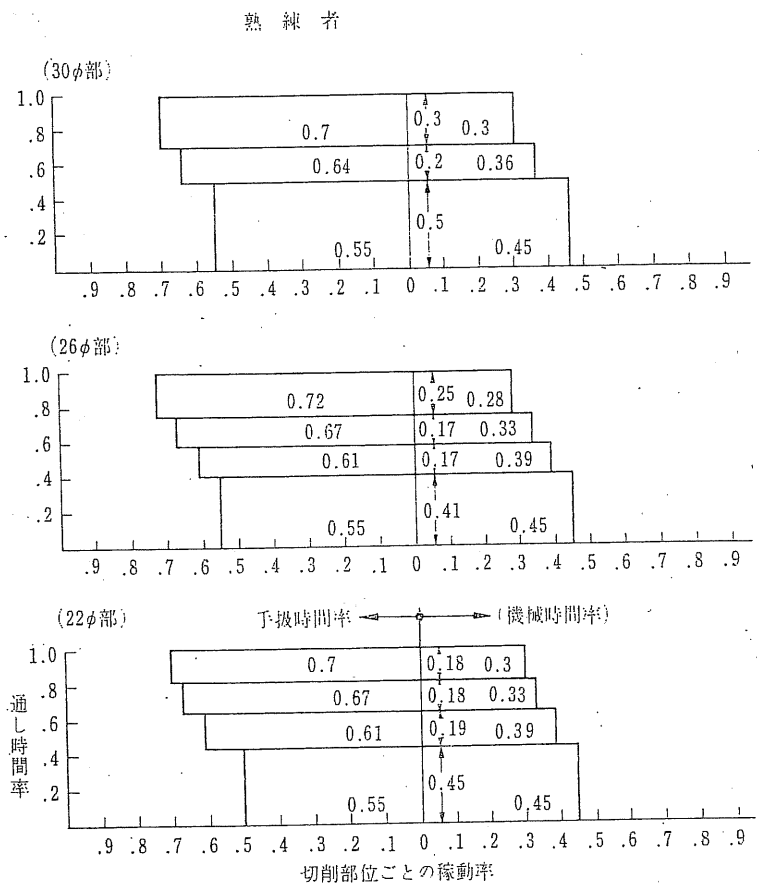


図 6

(図8-1)は全作業時間に対する比率で表わし, (図8-2)は通し時間で表わした. また, 切削要素の配列は理解しやすいよう(図7)にしたがった. 共通していえることは, ねじ側の仕上げ削りが回を追うごとに時間値が増しているため, この部分は課題の困難度を示しているといえよう. また, 「つば」の部分は各回を通

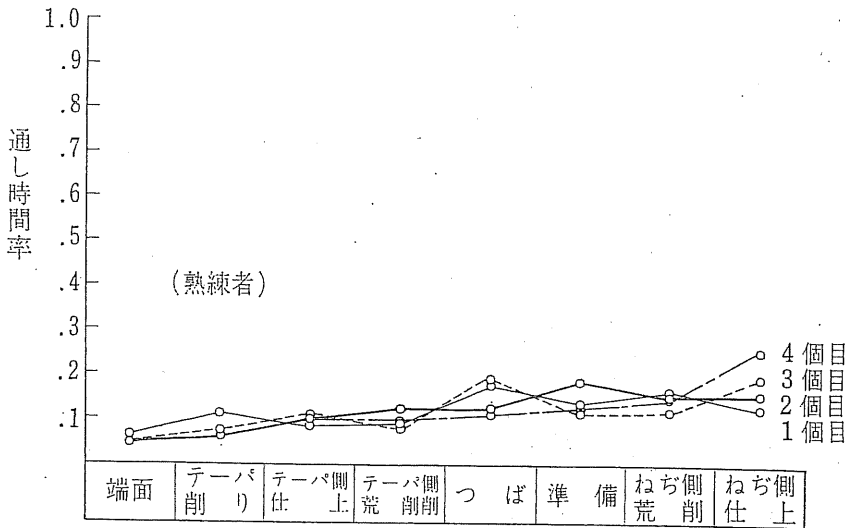


図 7-1 全作業時間に対する切削要素別の時間率

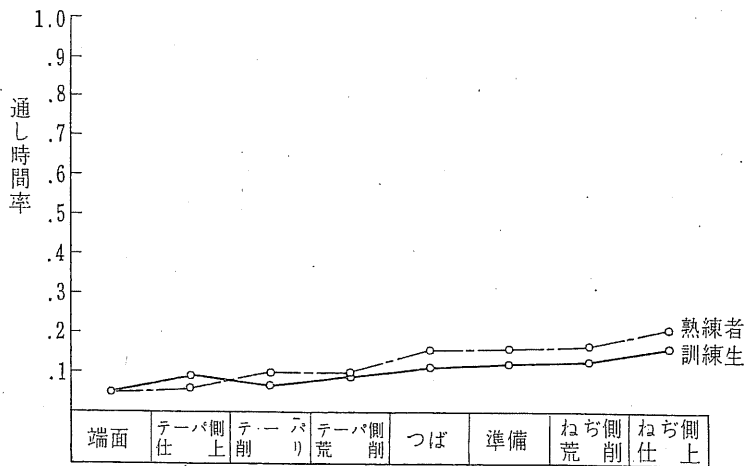


図 7-2 全作業時間に対する切削要素別の時間率

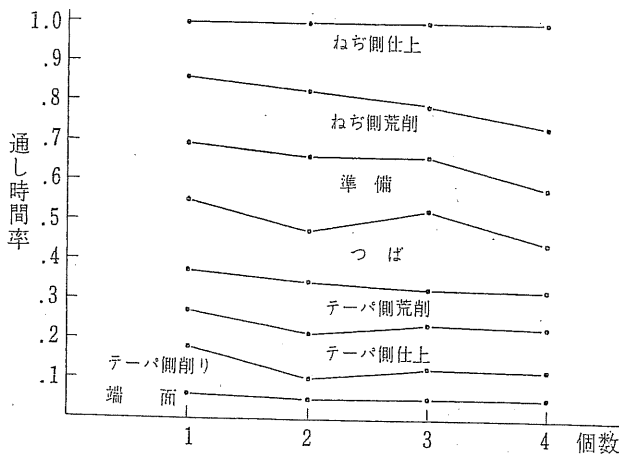


図 8-1 全作業時間に対する切削要素ごとの累積時間率

じて上り下りが顕著であり、安定した要素作業でないことは一目でわかる。したがって、この部分もむづかしい要素であるとみて差支えない。テーパ側の仕上削りやテーパ部の切削は通し時間で低減傾向が僅かに現われているが、時間比では逆に回を追うごとに増しているので習熟進度の悪い切削要素といえる。荒削りはテーパ側、ねじ側の両方について各回ごとに低減してゆくの、習熟効果の高い切削要素といってよからう。

図 7-2 の低減曲線より工数低減曲線の式

$$H_N = H_{N+i} + (H_1 - H_{N+i}) N^{-\alpha} N^{N+i}$$

を誘導して求めた。

ここに  $H_N$  :  $N$  個目の製作時間

$H_{N+i}$  :  $N+i$  個製作した 1 個当たり時間 ( $i: 1 \sim \infty$ )

$H_1$  : 初めの 1 個目の製作時間

$\alpha$  : 低減指数

ただし  $\alpha$  は  $\beta = N^{-\alpha}$   $\beta = \frac{H_N}{H_1}$

$$-\alpha = \frac{\log \beta}{\log N}$$

上式より ( $N+i$ ) 個製作したと仮定した 1 個当たり時間は

$$H_{N+i} = \frac{N_N + H_1 N^{-\alpha} N^{N+i}}{1 - N^{-\alpha} N^{N+i}}$$
 で求まる

この式により各切削要素ごとの低減指数を求めた。また 10 個製作したと仮定した 1 個当たり製作時間を求めると次のとおりである。

	ねじ側	テーパ側	テーパ部	つば
$\log H_4$	1.3802	1.0791	0.6020	0.8451
$\log H_1$	1.4624	1.2552	1.0414	1.2304
$-\alpha$	-0.1365	-0.2974	-0.7298	-0.6567
$N_{10}^{-\alpha}$	0.7307	0.5042	0.1863	0.2204
$H_1 N_{10}^{-\alpha}$	21.19	9.075	2.049	3.746
$H_4 - H_1 N_{10}^{-\alpha}$	2.81	2.925	1.951	3.253
$1 - N_{10}^{-\alpha}$	0.2693	0.4558	0.8137	0.7796
$H_{10}$	10.4'	6.4'	2.3'	4.17'

また全体時間については工数低減の式は

$$H_{N+i} = \frac{H_N - H_1 e^{-\alpha(N+i)}}{1 - e^{-\alpha(N+i)}}$$
 で求まる。

この式を用いて低減指数を求めると -0.1233 であった。さらに 10 個製作したと仮定した 1 個当たり時間は 44.1' であった。



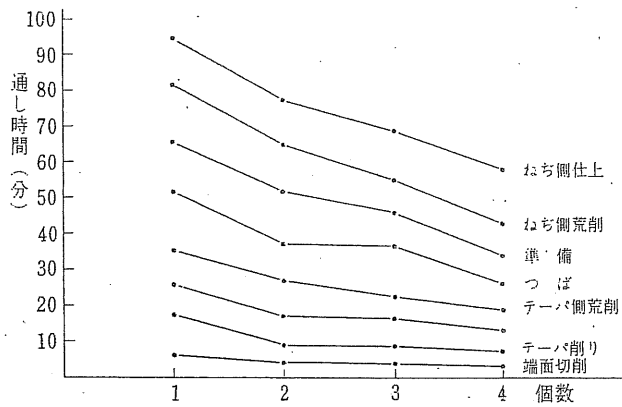


図 8-2 全作業時間に対する切削要素ごとの累積時間

e) 難易度係数について

切削要素別の時間低減からのみでは各切削要素のむづかしさの度合を段階付けするうえで一面的であり十分でないとする。これにより精度よりみた切削要素別のウェイト付けを試みることにする。(図9)は熟練者A, B, Cについて切削要素ごとに精度を測定した結果を示す。これにより熟練者については、精度的には多数個製作による切削要素別の低減傾向は時間値ほど顕著に現れないことをみ

た。(図9)の結果より切削要素別の難易度を段階付けるにはデータが少なすぎ問題があるので信頼度を高めるためにデータを多く求めた。

データは同一の課題について、38年度に総合職業訓練所で機械科の訓練生322名に対して行われたものをとった。測定値は各切削要素について標準偏差を求め、与えられた公差に対する偏差の偏りをKで表わして難易度係数と定義する。これを式で与えると、

$$K = K_1 + K_2 \quad K: \text{難易度係数}$$

ここに

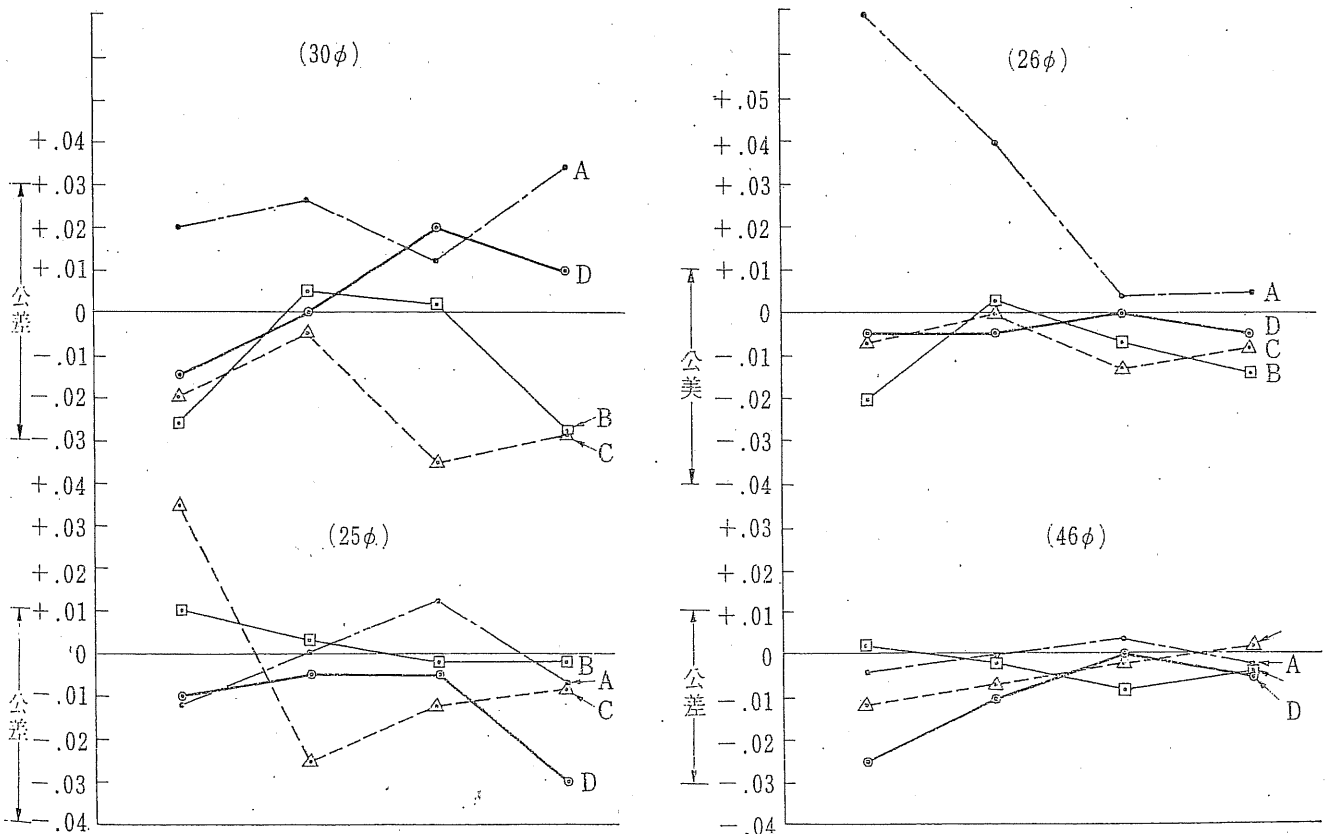


図 9 切削部位ごとの精度

$$K_1 = \frac{X_1 - \bar{x}}{\sigma}$$

$$K_2 = \frac{X_2 - \bar{x}}{\sigma}$$

$X_1$ : 上部限界寸法  
 $X_2$ : 下部限界寸法  
 $\sigma$ : 標準偏差  
 $\bar{x}$ : 測定値の平均値

これによって、切削要素別の標準偏差、および難易度係数を求めた。この値を示すと、 $\sigma$ については、ねじ側の  $30\phi$  では0.027,  $26\phi$  では0.023, テーパ側の  $25\phi$  では、0.024, つばの外周では0.026, 側面では、0.038である。

また難易度係数については、 $30\phi$  で2.25,  $26\phi$  で2.172,  $25\phi$  で1.665, つばの外周と側面ではそれぞれ1.537と1.58であった。ここにおいて $K$ の値は低いほどその部位がむづかしいことを示している。

### 3-7 総括

今回の実験では実験対象が二、三の限られた範囲で行ったものであり、作業者個有の特性の問題や、実験場面が拘束された条件のもとで行われたので作業者の意欲、努力等の意しきの行動が作業面に現れることも考えるので必ずしも、作業者のもつ本来的な行動様相をとらえたとは云えないだろうが長時間に亘る作業については、緊張した状態や不自然なまでに作業速度を上げた状態は、長くは続かないで、結局は個有の本来的な作業速度とそのものもつ自然な動作で作業されるから、長い測定時間の間には個有の技能のある断面をとらえたものと思われ。今回の実験を通じて次のようなことがら問題点とされた

#### (付随時間値の取扱いについて)

手扱時間の全作業時間に占める割合が高く、手扱時間の内容別検討を行うことは技能の問題点をひき出すために大いに意義があるとされた。手扱時間は一切削ごとに切込みの精度に比例して一定の割合で漸増していることがわかったので手扱時間をとり扱う場合、一切削ごとの手扱時間について要素作業内又は要素作業間の時間値をとり出して時間値の検討を行うことは、問題発見に必要な手がかりがつかめるとされた。要素作業ごとの時間値について同種の要素作業のくり返しによってもなお時間値の変動がみられるときは単一の動作の時間値検討が意味をもっている。単一の動作は時間値の変動のもよみから、特別の異常時間を除いては、かなりばらつく想定された材料とりつけや、心出しにおいても時間帯の割に変動時間は少く、時間値

を左右すると思われた、切り込みや検測等の動作においても、ほぼ一定の時間値をみたので、このことから一応の習熟段階を経た者の技能は単一動作では変わらないことが立証された。これによって要素作業内の時間値に変動がみられるときは個々の動作時間値が全体時間をひき延ばしたとみるのは正しくなく動作の構成が要素作業時間値を支配しているとみるのが妥当のようである。

#### (異常時間の取扱いについて)

つぎに異常時間として現れた時間の解釈が問題とされた。異常時間は一つの要素動作に入り込んで、動作をひきのばした場合は、その原因について時間測定からはひき出せないで別の方法によらなければならない。異常時間として現れる要因には思考過程や作業対象となる操作部分や装置の移動量が問題となる。バイトの近接や退出、切り込み操作や、センタの押し出し等はすべて人間がこれらの作業対象に働きかけた結果であるから、これらの装置の刻々の位置を連続的に変位量として検出すれば異常時間として現れた時間値の内容がとり出せるからである。さらにこれらのことから人間の適応制御の問題がひき出せる。切込み決定のための目盛合せや寸法測定における読みとりの精度は被削材の寸法精度にフィードバックされるので目標値到達への過程が技能要素発見への重要な手がかりをもつものと思う。すなわち熟練とは目標値に早く正しく到達できる技能であり、なんど行っても目標値への制御動作を精度よく行う技能に他ならないからである。目標値到達への過程は先に述べた装置の動きを検出することによってマイクロダイヤルの目盛合わせの技能がとり出せるが寸法測定に必要とされる技能は接触圧や測定具保持の仕方が読みとりの精度を決定するので、これの量的な検出方法に一考を要する点がある。さらには心出し位置決め等の感かく、機能的な技能要素は組あがりの精度や、はめ合わせ精度を大きく左右させる結果となるので、両センタの接近過程や互換性の良否を技能の面からとらえることに問題が残る。さらに工具移動や工具配置等の空間を構成する動作の検出も問題となる。今後はこれらの諸要因について、動作の時間空間的な数量的検出により、技能的作業における動作の適応制御と動作のメカニズムについて解析究明を行いたいと思う。

