

7-13

7-86

職業訓練に関する

調査研究報告書

9 号

技能（普通旋盤作業）の
通し評価法について

—第3報・技能時間の累積分布の型
と時間の技能評価—

昭和42年度



職業訓練大学校



技能の通し評価法のあらまし

古賀一夫

書斎に一枚の絵がかかっている。

それは、ロダンの「後ろからみた裸の女」である。

一本の鉛筆、一本の線で画かれているが、そこに、名匠ロダンの香り高い芸術がある。

技能も同様。

譬え、一本の丸棒削りにせよ、作業者が、より良く、より速く、と彼の全能力を傾注したときはその結果に彼の全技能が潜められているはずである。

技能の通し評価法は、以上のように潜められている技能を見出し、その技能は、未熟(0点)から、完全な技能(100点、例えば、製作誤差0、技能の時間0)を目指す、技能修練の道程の、どこまで達しているか、によって、その技能の点数を定めようとするものである。

その際、点数自体の評価の重み感と合わせるため、実際に一流と認めうる出来栄え、及び速さ各技能が90点、一人前と認められる技能がほぼ60点となることを条件に加えて、一つの技能測定物差しを作る。

従来多く用いられ、一般に減点式と呼ばれている技能の評価法は次のようなものである。

作業者は、この程度のむつかしさの仕事はできるだろう、あるいは、出来て欲しいと言う最低限の要求を課題中の公差の大小や制限時間の長短で示す。これは、射撃で射手のうでを推定して、大きなマトを与えたり、小さなマトを与えたりするのと同じことである。

作業の結果、最低限の要求を満たしたものは、満し具合の良否は問わず全部を満点とし、最低限の要求から外れた度合に応じて減点する。これを射撃で言えば、マトから外れた度合だけで射撃のうでを云々し、マトの黒点の真中に的中させたか、マトから外れそうなところにやっとならぬか、には触れないのと同様であって、おかしい。

射撃では、適当な大きさのマトで射撃のうでを判定する。それは、射手はマトの真中に的中する積りで射つからである。

技能においても、技能者はよいものを作ろうと思って仕事をするので、適当な課題で一級の技能も二級の技能も判定できる筈である。特に切削作業では、最後の仕上げの切込みは最もよいところ(公差の中央)をねらってバイトを切込むからである。

もし、作業者が、最低限の公差要求のやっとならぬところに入ったことを確認したのち、経済性を考慮して、それ以上によい精度を出す努力は割愛した場合、その努力のために要する時間は、他の有効な仕事を生むことができる。従って、時間の価値を妥当に評点し、精度と時間を総合して技能点数を決定することによって、作業者の技能を正しく評点したことになる。

以上の考えが、技能通し評価法研究の発端である。

研究第1報の概要 旋盤作業で最も重要な寸法精度の技能は、与えられた公差の中央に仕上げたものを完全な技能とすべきこと。円筒削りをJIS精度公差5級に仕上げる技能が一流の技能と認めうること。

以上を国検1級・2級受験者に対するアンケート(回答数237)と技術的考察によって確認した。

研究第2報の概要 ある要素作業での寸法誤差分布の平均値のカタヨリとバラツキは、技能が上達するに従って小さくなる。ある要素作業で、未熟のときから完全な技能に達するまでの製作誤差の分布は正規分布(瓶に入れた砂を上から平面に流したとき出来る砂山の形)となる。一流の人達(国検1級課題の公差要求を満足させた人達)が各要素作業について表わした誤差分布の大小を以て、その作業の本質的なむつかしさと決定した。

以上の実験・考察をもととして、各要素作業の寸法精度技能の通し評価法を誘導した。

研究第3報の概要 旋盤作業での時間技能(速くできる能力)は、旋盤とか工具等の能力で左右される時間は除いて考える。実験によって各要素作業別・90点技能時間を決定した。ある作業を繰返すとき、その技能時間はばらつくが、技能が上達するに従ってそのばらつきは次第に小さくなり、かつ、次第に時間0に近づく。ある作業で、未熟のときから完全な技能に達するまでの技能時間の分布は自由度2の χ^2 分布(瓶に入れた砂を垂直な壁に沿わせて上から流したとき出来る砂山の形)となる。

以上の実験・考察をもととして、旋盤作業の時間技能の通し評価法を誘導した。

研究第4報の概要 第3報までの研究結果を42年度全国総訓技能競技会の結果に適用し、その具体的な使用方法を例示して、旋盤作業の技能通し評価法研究の完結とした。

第4報はあらたに次の事項を含んでいる。

- (1) 各要素作業の寸法精度技能が、製品の機能に及ぼす影響の大小、あるいは、各作業のために作業者が払う神経の多少を考慮した各寸法精度・技能点数の平均法。
- (2) 精度技能と仕上げ程度技能が、製品の商品価値に及ぼす影響の大小を考慮した各技能点数の平均法。
- (3) 技能の生産性を表現するような、出来栄え技能点数と時間技能点数との総合法。

以上の研究の結果、通し評価法の利用に関し、次の事項が明らかになった。

- (1) 通し評価法の使用方法はやさしく、また、従来の減点式による評点とも高い相関を持つので安心して使用できる。
- (2) 技能習熟実験結果を通し評価点数で表わすと、習熟が技能習熟の法則とよく一致するので、通し評価法は技能を正しく評価できると言える。従って、技能習熟や技能適性等の研究の場合、技能を通し評価法で計ると正しい研究結果が得られる。
- (3) 通し評価は、任意の作業の結果に対して、作業者が発揮した技能に応じて0~100点の評点を与える。従って、技能検定にこれを使用すれば、適当な一つの課題で、例えば出来栄え、時間総合技能点数で30~45点を3級、45~70点を2級、70~85点を1級、85点以上を特級

とする。など所望の技能格付けができる。

(4) 通し評価法は、各要素作業個々の技能及び総合的な技能を評点する。従って。訓練効果測定にこれを使用すれば、所定の訓練目標に対する到達の度合や、訓練の改善すべき方向を明確に把握できる。

以上が通し評価法研究のあらましである。大方の御参同を得て、この研究結果を御利用戴ければ幸甚である。

また、この評価の考え方は、旋盤作業のみに限らず、他の作業にも通用すると思われるので各専門分野で御採用戴ければ光栄である。

技能（普通旋盤作業）の通し評価法について

第3報 技能時間の累積分布の型と時

間の技能評価

古賀 一夫

1. まえがき

技能の通し評価法とは、何の技能であろうとも、全くの未熟を0点、一流と認めうる技能を90点※それ以上の完全な技能（神技的技能）を100点とすることを条件とし、0点から100点までの技能に、成瀬の技能習熟の法則¹⁾を満足させうるような妥当な評点を与えようとするものである。

前報²⁾において、旋盤作業の寸法精度技能の通し評価点数は、次のように定義した。

ある要素作業を繰返し練習して、未熟から完全な技能に達するまでに作った、すべての製品の寸法誤差分布は正規性を持ち、その確率密度は(1)式で、確率密度曲線は図1のように表わされる。

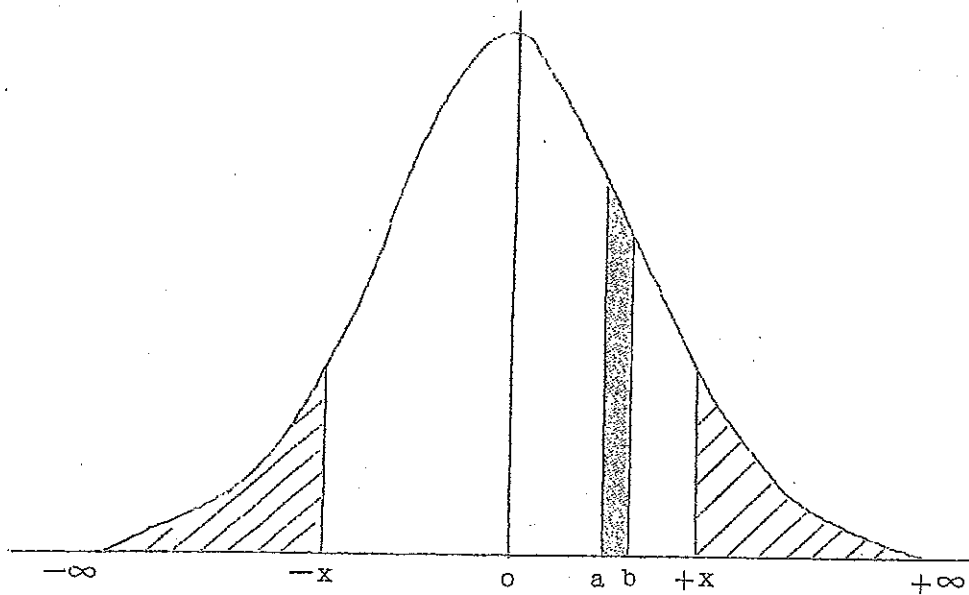


図1. 正規分布

脚註

※95点とはせずに、なぜ90点としたかと言ひ疑問が起るであろう。

一級旋盤がもつ精度³⁾を十分発揮する人は亦、労働省の行ひ技能検定（以下国検と言ひ）の一級に優秀な成績を納めうる人であり、このような人は旋盤の精度技能における一流と認められる。

旋盤作業で通常期待される外丸削り8級精度が出せる人を一人前の旋盤工と考え、研究当初

これを60点の技能とした。これを基準にとって、前記の一流は90.4点となった。一人前と言われる技能者より一流技能者が技能の安定度が高いので、実験研究の便宜上、一流を90点として、これに基準をおきかえた。

$$\phi(x) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}} \dots\dots\dots(1)$$

上式で、 x は寸法誤差、 σ は要素作業の本質的な難易に応じて定まる基準偏差である。
寸法精度の技能が例えば3/100mmの技能に達したと言うことは、その要素作業で3/100mmよりも大きな誤差は作らないようになった、換言すると、3/100mmより大きな誤差は過去の練習で作り終ったと言える。それ故に、作業者が一生懸命で作業をして誤差 x を作ったときは、図1の斜線の部分の面積(%)**※※**すなわち、(2)式でその技能点数を表わす。

$$P = 100 \times \frac{2}{\sqrt{2\pi}} \int_{\frac{x}{\sigma}}^{\infty} e^{-\frac{t^2}{2}} dt \dots\dots\dots(2)$$

本報では、未熟のときから作業が段々速くなり、完全な速さの技能(以下時間技能と言う)になるまで練習するときの技能時間分布の確率密度を推定し、それを基にした時間技能の通し評点を定義し、さらにこれを検証した結果を報告する。

脚註

※※ある事象が起る確率を考えると、製作寸法誤差とか技能時間などのように事象が連続する量を取りうるときは、事象の量を x としてこれを確率度数と呼ぶ。図1のように確率変数を x 軸にとり、その確率密度を y 軸にとって確率密度曲線を作れば、ある事象が a から b の間に起る確率は、密度曲線と a b に挟まれた面積で表わされる。

密度曲線と x 軸に挟まれた全体の面積は1となる。これは、例えば事象が誤差であれば、何らかの誤差は必らず起る。誤差が起る確率は1であることを意味する。例えば、事象が技能時間であれば、作業をするには何がしかの時間がかかるということの意味する。

従って、図1の斜線の部分の面積は誤差が x より大きな確率であり、また何らかの誤差が起る確率1に対するその割合を示すことになる。

故に、誤差 x を表わした技能→これは、誤差を x 以内に納めうる技能→これは、 x より大きな誤差を作らない技能→これは、未熟より完全な状態に進む過程で、 x より大きな誤差を作り終った技能。このように考えることによって、誤差 x を表わした技能を完全な技能に対する割合として図1の面積で定義することができる。

(2)式は、この面積を100倍して100点満点表示にしたものである。

2. 用語の意義

(1) 機械時間 旋盤作業で、全体の正味作業時間のうち、旋盤が切粉を出す時間を、その作業の機械時間という。

ある課題での最も合理的な機械時間は、課題の形状・寸法・要求精度等によるのは勿論、その他、使用旋盤、工具の能力および素材の材質等に応じた切削条件によって定まる。

いかに完全な技能者と雖も、この合理的な機械時間を越えて、作業時間を短くすることは無理である。これ以上の無理をすれば、当面の機械時間は短縮できても、工具の摩耗を早め、あるいは破損し、旋盤を故障させるなどで、結局、作業時間を長くし、また、製品の面精度を悪くするなどの結果となる。

(2) 技能時間 作業全体の正味時間から、最も合理的な機械時間を減じた時間を技能時間と言ひ、これを作業者の時間技能の評価対称とする。

従って、未熟者は、例えば、当然2回で荒削りが終れる筈なのに4回もかかったり、確実なバイトの切込みをして1回で仕上げ削りを終るべきところを自信がないため、削っては寸法を測り、削っては寸法を測りして少しずつ目標に近づくなど、いたずらに切粉を出させるが、このように、合理的な機械時間を越える無駄な機械時間は技能時間に含まれて、時間技能が悪いと言う評定になる。

また、熟練者は、例えば、旋盤が切粉を出している間に、スケールの寸法を片パスに取り、材料に次の切削位置の印を付けるなど、無駄のない仕事ができるが、このように技能を行った時間は評価対称の技能時間から除かれて、時間技能が益々良いと言う評定になる。

(3) 90点時間技能 一流の技能者と雖ども、作業の1回目は、最もよい方法を見つけることを心掛け乍ら仕事をするので時間がかかる。3回目には最もよい方法を決定し、4回目にはその人の持つ仕事の速さをほぼ完全に発揮するのが普通である。

この研究では、過去に実験した熟練工20名の中で最も優れた人—その人は富士電機・川崎工場でも最も優れていると言われる人—が同じ作業を繰返して4回目に発揮した技能時間を90点と定めた。

3. 要素作業別・90点技能時間

技能訓練効果測定用課題⁴⁾ および図2、図3の課題による実験結果から求めた、要素作業別・90点技能時間は表1のとおりである。ただし、この表中で、機械時間を伴う要素作業の技能時間は、各要素作業の作業時間から、実験中切粉が出ていた時間を減じた純粋の手扱い時間を技能時間としてある。

なお、同実験で求めた、90点技能者の要素作業別の手送り速度を参考のため示すと、表2のとおりである。

下区に示す品物を製作しなさい。

- (注) 1. 荒削りおよび太線か所部分の仕上げは超硬バイトを使用のこと。
 2. 超硬バイト使用のスミ部は0.5以下のRがついてもよい。
 3. 15R部のR削りは自動送りで加工してはイケない。
 4. 材料 材質S35C、寸法55φ×110×4個

▽▽▽ (▽～)

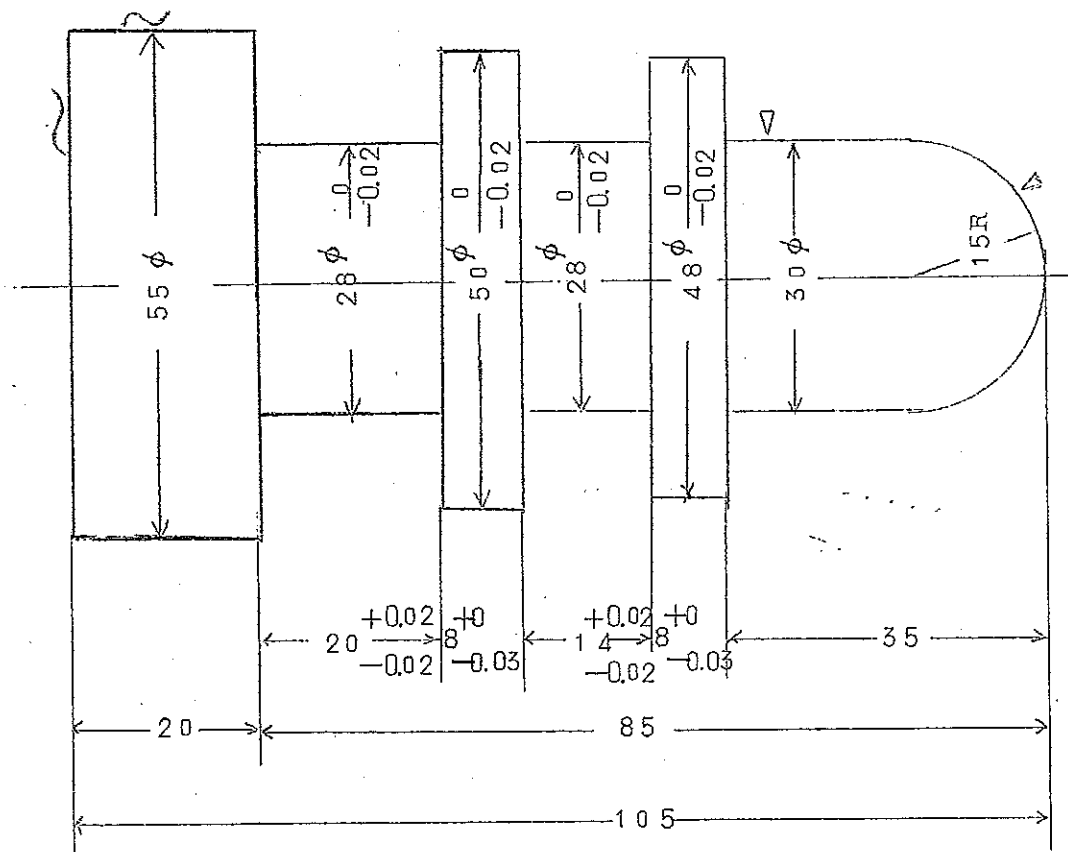


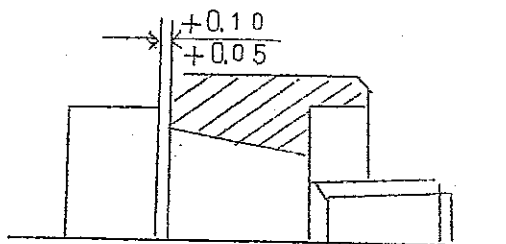
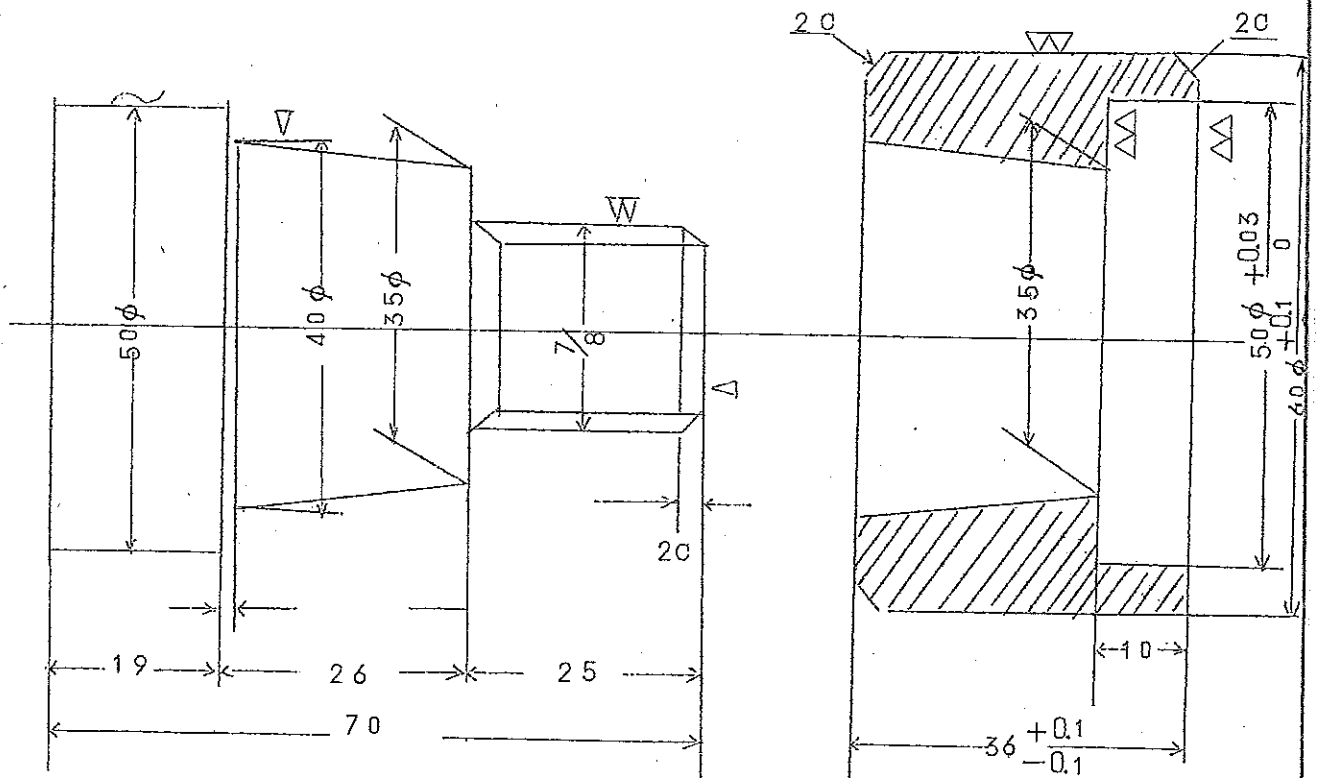
図2 技能測定課題 その2

下区に示すオス及びメスを製作し両者をしつくりはめ合わせなさい。

- (注) 1. 荒削りは超硬バイトを使用し、中仕上げ及び仕上げはハイスバイトを使用すること。
2. オネジは磨きナットに合わせること。
3. 不完全ネジ部はできるだけ短くすること。
4. 材 料、材質 S350 寸法 $\left. \begin{array}{l} \text{オス } 50\phi \times 70 \\ \text{メス } 65\phi \times 50 \end{array} \right\} \text{各4個}$

① オス $\overline{W} \overline{W} (\overline{W} \nabla \sim)$

② メス $\overline{W} \overline{W} (\overline{W})$



(注) オスとメスをはめ合わせたときに左区のようなことになること。

図3. 技能測定課題 その3