

技能訓練の過程について

成瀬政男

1. 緒言

物を生産しうる能力を技能ということにする。また、所定の技能をうるまでの繰返しの練習行為を訓練ということにする。技能と訓練とを、かく定めて、さてこれから、この技能を訓練する過程について考えてみる。

2. 言葉の訓練について

技能の大小を技能度なる言葉であらわし、これを y でしめす。 y の式をもとめる。

筆者は、言葉の性質が技能に似ていることを考え、さきに言葉が訓練によってどんな過程で上達していくかをしらべたのち、この数式化をこころみた。

このとき、つぎのように、いくつかの仮定をとった。

(1) 外人の話す日本語は、真の日本語になっていることはまれである。この人々の中には、日本学の教授であるとか、知名の牧師であるなど、選ばれた人達もある。したがって、才能や素質にめぐまれ、また熱心に日本語を学んだ人達である。それであっても、その人々の語る日本語は、真の日本語になっているとは限らない。このことを考えると、本当の言葉話すという言葉の訓練には、才能や素質や熱心さが、大きい影響を与えるものではないことが無理なく仮定される。

(2) 一方において、日本で生まれて、そのまま日本人の間にまじって育った外国人の語る日本語をきくとそれらの人々の話す日本語は、全く日本の子供と同じで、真の日本語になっている。しかもこの子供達は、たちまちのうちに、真の日本語を話すことができるように上達していく。上達していくその早さは日本語を学びはじめる年齢が小さいほど早いと仮定される。これらの幼少の子供たちは、あまり努力をすることなしに、また才能や素質の有無にも、それほどかかわりなしに、しかも正しい真の日本語を話すことができるようになる。

よって、言葉の上達は、訓練をはじめる年齢が早いほどいいということである。

(3) よって、練習効果を考えるときは、同じ時間であったとしても、その内容は同じにはならない。年齢のすくないときに費やした時間は訓練効果がよく、年齢を重ねたあとで費やした時間は効果が少ない。訓練効果については、時間を前後に入れかえたり、また交換したりすることができない。つまり言葉の訓練については、時間に交換性が成り立たないことが言われる。

(4) 同一の人で、2箇国以上の国語を自由に話す人を、われわれは見受けうる。このことを思うと、言葉は人間の個体のなかで、いくつかのものが同時に共存できる性質をもっているといえる。

(5) 言葉はまた、年齢とともに成長していく。1才のときよりも2才、2才のときよりも3才

のときのほうが、よりよく話をする事ができる。しかし、ある年齢以上になると、年を重ねても、前よりもじょうずに話すことができるとはかぎらない。つまり、言葉のじょうずさは、年齢に対して漸近的に飽和していくことを知る。

(6) 話しの名人と、普通の人の話とをくらべてみると、言葉のじょうずさには、上下があると考えられ、ついには、その最頂上の値があると言えられる。努力を重ねていけば、ある程度まで、りっぱな言葉が話すことが可能であると考えられる。これによって言葉の訓練には向上性があることがわかる。

(7) 二つ以上の言葉を一つずつ順をおって訓練していく場合を考えてみる。第2の言葉の訓練をはじめるときに、第1の言葉の訓練の結果は、第2に対して効果のないものではない。第1の言葉の訓練結果の何パーセントかは、つぎの言葉の訓練に効果を与える。このパーセントを転移係数と名づける。これを β であらわすことにする。

(8) 人はある年齢に達すると老化現象によって言葉のじょうずさがしだいにそこなわれていくこれを言葉の老化現象と名づけ、その項を老化項 R_t で表わしておく。よって言葉はある年齢以上になると、老化項 R_t がおこるために、それだけ降下する。つまり言葉のじょうずさは上昇と降下の二つの項から成りたつ。

3. 言葉の訓練を数式であらわす

訓練による言葉のじょうずさを y で、時間または年齢を t であらわす。

いま、言葉の訓練が理想的に行なわれた場合について考えてみる。前章の8項目のうちで、(2)を検討してみる。

ここで、言葉の進歩していく速度、つまり dy/dt は年齢 t の大きくなるにしたがって小さくなることを指摘した。

これを数式であらわすと、

$$\frac{dy}{dt} = k \frac{1}{t^n} \dots\dots\dots (1)$$

ここに k は比例の定数、これを变形して $dy = \frac{k}{t^n} dt$ として積分する。 C を積分の定数として

$$y = \int \frac{k}{t^n} dt + C = \frac{k}{n-1} \left(-\frac{1}{t^{n-1}} \right) + C \dots\dots\dots (2)$$

この式の C の値をきめるについて前章の(7)を考える。すなわち t_0 のときに第1の言葉のじょうずさ y_0 の β パーセントが、第2の言葉の訓練に影響をする。これによって、 $t = t_0$ において、 $y = \beta y_0$ であるとおかれる。これを式(2)の初期条件にとる。

この初期条件を式(2)に代入する。

$$\beta y_0 = \frac{k}{n-1} \left(-\frac{1}{t_0^{n-1}} \right) + C$$

$$\therefore C = \frac{k}{n-1} \left(-\frac{1}{t_0^n - 1} \right) + \beta y_0 \dots\dots\dots (3)$$

この値式(3)を(2)に代入して

$$y = \frac{k}{n-1} \left(\frac{1}{t_0^n - 1} - \frac{1}{t^n - 1} \right) + \beta y_0 \dots\dots\dots (4)$$

さて言葉の訓練が理想的に行なわれたものとする、言葉のじょうずさ y は、この式(4)になる。しかし実際に当っては、訓練は必ずしも以上のように理想的にはいかない。よって実際の訓練における言葉のじょうずさ y_a は y の α パーセントであるとする。すなわち

$$y_a = \alpha y \dots\dots\dots (5)$$

この式(5)に式(4)を代入して

$$y_a = \frac{\alpha k}{n-1} \left(\frac{1}{t_0^n - 1} - \frac{1}{t^n - 1} \right) + \alpha \beta y_0 \dots\dots\dots (6)$$

ここで2章でのべた諸項目を検討する。

第(1)項目、式(6)をみると、その中に個人の素質や能力に関係のある値はいっていない。よって式(6)は個人の素質や能力に無関係である。よって第(1)項目は式(6)において満足されている。

第(2)項目、式(6)は t が小であれば y_a は大に、 t が大であれば y_a は小になる。このことは第(2)項目を満足している。

第(3)項目、式(6)で t は t_0 の関数になっている。異なった t_0 の値をもつ t はたがいに同一の値にはならない。つまり t_0 の異なる t 同志については交換性は成立しない。よって式(6)は第(3)項目を満足している。

第(4)項目、式(6)は言葉の共存性にふれるところがない。換言すれば式(6)は言葉の同時共存性について否定してはいない。

第(5)項目、式(6)で $t = \infty$ としてみる。

$$y_a = \frac{\alpha k}{n-1} \left(\frac{1}{t_0^n - 1} \right) + \alpha \beta y_0 = \text{一定}$$

すなわち漸近性は満足されている。

第(6)項目、式(6)の α はパーセントの値を考える。理想的の場合は α は1である。 y_a は α の値を大とするにつれてしだいに大となる。 α が1になるとき y_a が最大値となり、これが y となる。

さらにまた y_a は n の値によっても変化してくる。 n は言葉のじょうずさを圧迫している値とみていい。よって n の値を小にすることによって、この圧迫がうすれていく。よって n を小にしても、また y_a の値を上げることができる。

このようにして α の値を高め、また n の値を小にすることによって、 y_a はしだいに大きい値をとることができる。よって式(6)は第(6)項目を満足している。

第(7)項目、式(6)にはその第2項において β の値をもった項が存在する。これによって式(6)は第

7項目を満足している。

第(8)項目、ここで、言葉には老化現象のあることをのべた。式(6)はこの老化現象にふれていない。式(6)はただ訓練によって言葉がしだいにじょうずになっていき、ついに飽和値に到達するというまでの、上昇のことだけをのべている。そのあと降下をしていくことについてはふれるところがない。

よって筆者は、老化現象による技能 y_t の低下の値 R_t を加えることによって、式(6)から技能訓練の式を得ようとするものである。つぎのとおりである。

$$y_t = \frac{\alpha k}{n-1} \left(\frac{1}{t_0^n - 1} - \frac{1}{t^n - 1} \right) + \alpha \beta y_0 - R_t \dots \dots \dots (7)$$

ここにえた式(7)が訓練によってえられた言葉のじょうずさ、すなわち言葉の技能度をあらわす一般式である。

4. 特別の場合の訓練式

(1) はじめて言葉を習いはじめる人に対する訓練式は、前記一般式(7)において、 $y_0 = 0$ としてえられる。すなわち

$$y_t = \frac{\alpha k}{n-1} \left(\frac{1}{t_0^n - 1} - \frac{1}{t^n - 1} \right) - R_t \dots \dots \dots (8)$$

(2) ここでさらに若いときだけの訓練に着目するときには、老化項の R_t は考えなくてもいいので、その式は

$$y_t = \frac{\alpha k}{n-1} \left(\frac{1}{t_0^n - 1} - \frac{1}{t^n - 1} \right) \dots \dots \dots (9)$$

この式において縦座標に y_t をとり、横座標に t をとり、グラフにあらわすと図1になる。図で $O A$ を t_0 の値にとる。 t を ∞ にする。そのときの y_t を y_{∞} とすれば、この値は式(9)から

$$\frac{k}{n-1} \left(\frac{1}{t_0^n - 1} \right) \text{ となる。}$$

よって求むる式(9)の曲線は A から出発し、 y_{∞} を漸近線とする図示の曲線 ABC となる。

5. 言葉の訓練の法則と他の技能の訓練との関係

ここにえられた一般式(7)ないし(9)は言葉についての訓練の式である。これらの式が言葉以外、他の技能についても、同様に応用することができるものとする。応用のできるという判定は、記のような実験による。

実験(1)は両手共応作業による技能の習熟の点数が、行なった回数に対していかに上昇しているかを実験した結果である。被検者は職業訓練大学の附属総合職業訓練所の訓練生 12 名であ

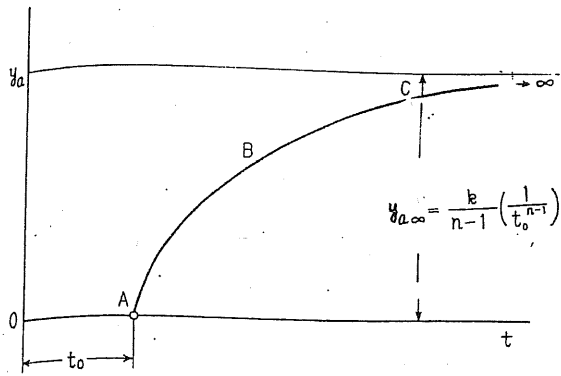


図1 若いときだけの訓練式(9)のグラフ



図3 実験(2) F.D.B. 作業による技能の習熟曲線

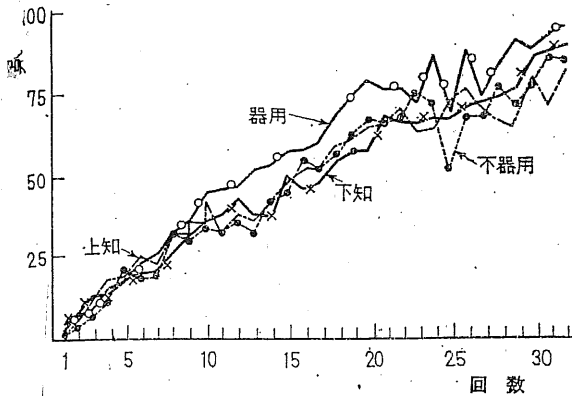


図2 実験(1) 両手共応作業による技能の習熟曲線

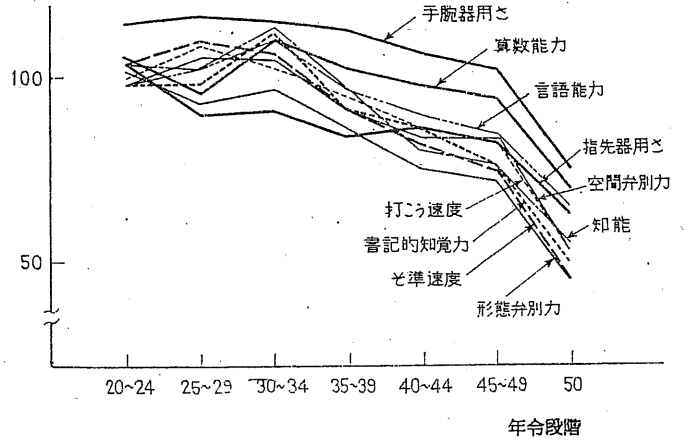


図4 老化現象 R_i を示す曲線

実験の諸点は被検者 12 名についてえられた値の平均値である。図中、上知とあるは、労働省編一般職業適性検査(第Ⅱ)によるテストにおいて、適性性能が上の部に属するものについての値である。下知とあるのは、同じく適性性能が下の部に属する値である。また器用とあるのは、同じく適性性能(指先および手腕器用さ)が水準以上のものと判定されるものの値である。不器用とあるのは同じく水準以下のものの結果である。上知と下知の両実験曲線に大きい差のないことは注目に値することである。

実験(2)は F. D. B. 作業⁽¹⁾による技能の習熟過程を実験したものである。この結果を図3でしめす。

以上の諸実験の結果は、その曲線の形状が図1の曲線の形状と相似であるとみられる。よって言葉の訓練式(9)は言葉以外の他の技能訓練に対しても応用される式であるとみとめられる。

つぎに老化現象の実験を行なった。全国において 399 名のもを被検者とし労働省編一般職業適性検査(第Ⅱ)によってその R_i の値を測定した。結果は図4のとおりである。

これによって老化現象は 30 才の後半から現われはじめ、以後、いともにしだいに進行していく値であることを知る。

ここで実験した 10 種の能力の中には、言語能力も含まれている。言語能力が年齢 t と低下していくありさまは、他の諸能力の低下と相似である。よって、言語能力によって他の力を類推することの妥当性が、ここでもいわれる。

以上各種の実験で、言葉の訓練は、他の技能の訓練に相似であることが知られた。よってに求めた式(7)ないし式(9)は、言葉ばかりではなく、他の技能の訓練をあらゆる式にも適用することができると思われ。このうちで、式(7)は一般式であるから、この式(7)で技能訓練をわす一般式とすることができる。

したがって、これらの諸式の文字の意味は以下のようにいいかえられる。

y_0 = 技能のじょうずさをしめす値

k = 訓練する技能の種類で定まる定数

α = 訓練生の側からいえば、訓練をうけるときの努力さ、熱心さなどで、訓練指導側からいえば訓練のじょうずさ、熱心さなど

n = 訓練効果を低める値、環境のわるさなど

t_0 = 訓練開始の年齢または時

t = 訓練の年齢または時

β = 訓練における転移係数

R_1 = 老化現象で低下する技能の値

このように定めて、あらためて技能訓練の一般式を前記式(7)で表示する。

このとき、特別の場合の第 1 のものとして上記式(7)の第 1 項だけとったのは、訓練を途切ることなく、一つの訓練だけに終始する青少年の技能に対して応用される式で、これが前記式(9)である。これは時とともに上昇していくものである。

第 2 のものとして、式(7)の第 2 項だけを考えにいれないものは、途中で訓練を他に替えな老年にいたるまで一つの訓練に終わる技能に対して応用される式で、前にあたえた式(8)である。

第 3 のものとして、式(7)のすべての項をとったものを考える。この式の第 1 項は、時とともに技能の上昇していくことを示す訓練の上昇項である。第 2 項の $\alpha\beta y_0$ は、途中で訓練を変えきに現われてくる転職訓練項である。第 3 項は老化現象に起因する老化項で技能が降下して項である。よってこれらの三つのものを合わせ考えた全体のものが技能の上昇と降下とを合考えた一般のものである。すなわちこれが転職をし、しかも青少年、壮年とともに、老年にわたるまでの全期間に応用される技能訓練の式である。

6. 技能の訓練過程

技能訓練の過程を考えてみる。前章の技能訓練の式につき、このものの曲線を追跡するとわかる。まず式(9)をとって考える。 t_0 として t_{01} を横軸にとる。また α , n , k として一定とる。式(9)は図 5 の ABC の曲線になる。この曲線は t が ∞ において

$$y_a = \frac{\alpha k}{n-1} \frac{1}{t_0^n - 1} = y_a \infty = \text{一定}$$

なる定値をとる。

t_{01} より大きい t_{02} を、 t の値としてとる。その曲線は図の DEF となる。できた曲線 DEF はさきの曲線 ABC より下方にくる。 t_{02} よりさらに大きい値 t_{03} をとる。曲線は GHI となる。よって t_0 の小さいほうが技能度の値 y_a は大きくなる。

α として 0 から 1 まで、種々の値をとる。その曲線はおのおの A, D, G の諸点を起点とする、図示の曲線であらわされる。

さらに n の値をかえる。 n を小さくして n' とする。そのときの y_a の曲線は図示の $AB'C'$ となり、曲線 ABC の上にくる。 n の値を大にすれば、そのときの y_a の曲線は ABC の下にくる。

式(8)の曲線を追跡し老化現象を考える。ここには第 2 項として R_t がある。これが技能の過程に影響をおよぼしてくる。図 4 を参照して、そこにある諸曲線から R_t の平均の曲線を 1 本もとめ、これを図 6 の PQ でしめす。式(8)の第 1 項は式(9)と同じであるから、このものの曲線は前図

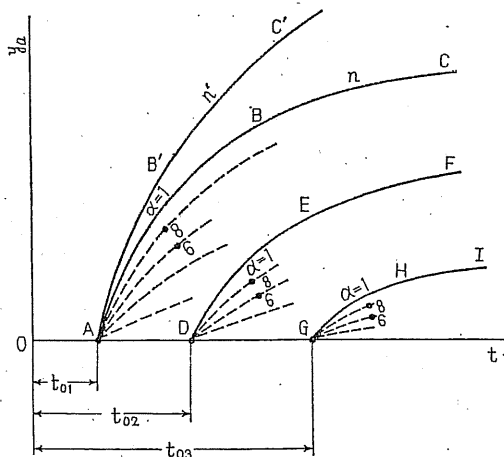


図 5 技能訓練の過程、若年でかつ転職しない

5 と同一である。よって図 6 に図 5 と同様の曲線をえがく。すなわち図 6 の ABC, DEF, GHI の諸曲線をえがく。

さて式(8)の第 1 項は技能訓練によって y_a の値が上昇していくことを表わしている。第 2 項はある年令以後の老化現象による技能の降下を表わす。この総合効果が実際の技能 y_a の値であるということが、式(8)の意味するものである。よって y_a の値は、ABC, DEF, GHI など、それぞれの縦座

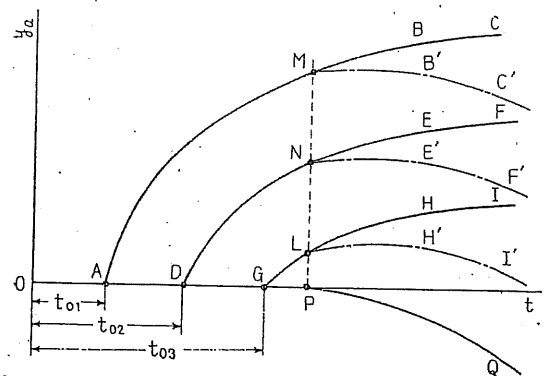


図 6 技能訓練の過程、若年から転職しないで訓練し、老化現象あるまでの者について

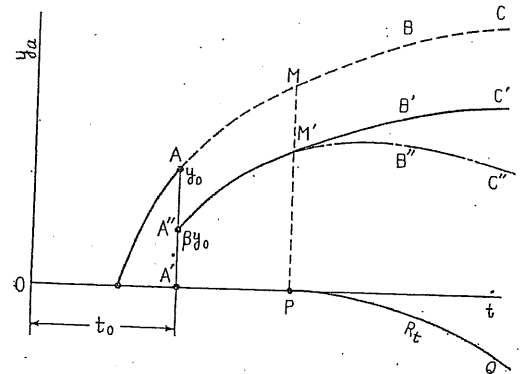


図 7 転移項 β を考えた場合の訓練過程、つまり転職訓練の場合

標値から、PQの縦座標値を差し引いてえられる諸曲線、 $AMB' C'$ 、 $DNE' F'$ 、 $GLH' I'$ などである。

これらの諸曲線で、若年から老化現象のあるときまで転職しないで訓練をうけたものの、技能訓練の過程がうかがわれる。

転移項の βy_0 を加えた場合、つまり転職訓練の場合のものとして式(7)の曲線追跡を考える。図7をとって考察する。年齢 t_0 のときにおいて最初の技能 y_0 の値が $y_0 = AA'$ に達している技能の曲線をとる。このものはそのまま同じ技能の訓練をつづけていけば、図の点線の曲線 ABC をとるものとする。ここで技能の訓練を変えたとする。変える直前の技能の値 y_0 は図の AA' で表わされ、これが y_0 にあたる。 y_0 の値がつぎの技能訓練で、たとえば 50% だけ役にたつものとする。そのときは転移係数 β は 0.5 である。よってつぎの技能訓練は AA' の中央の点 A'' から出発して、図の $A''B''C''$ の曲線をたどる。ついに t が ∞ において式(7)は次記となる。

$$y_{\infty} = \frac{\alpha k}{n-1} \left(\frac{1}{t_0^{n-1}} \right) + \alpha \beta y_0 - R_t$$

$A''B''C''$ の曲線は訓練の途中から老化現象 R_t の影響があらわれてくる。 R_t の値は図の PQ でしめされる。よって曲線 $A''B''C''$ の途中 M' 点から、この曲線は R_t に相当するだけ、上昇の度を下げ、図示の $M'B''C''$ のように降下する。

これによって一つの技能を訓練し、途中でその訓練を他に移すときには、移さないでそのままつづけたときの値よりも y_{∞} の値は一般に小さくなる。小さくなりかたは、 β の値の小さいほど小さくなる。 α により、 n により t_0 によってどのように技能曲線が変わるかは、前にのべたものと同様である。

7. む す び

以上の諸考察により、技能訓練の過程に関連して、つぎの諸項がのべられる。

(1) 技能訓練の法則の一般のものは前記式(7)で表わされる。

(2) 年齢 t_0 の小さいときにはじめてた技能は大きく育つ。このゆえに技能を高めるためには、技能訓練を幼少のときからはじめたい。

(3) 人は $\alpha = 1$ になる能力をもっている。 α は環境、指導員の指導力、本人の努力、熱心などによって、その最大値の1までとりえられる値である。しかし普通は1以下の値をとっている。よって、よき環境をつくり、指導をよくし、本人に努力熱心さなどを与えるときは、 α は1にまで近づけられる。 α を1の高さにあげるようにすることが、技能訓練ではたいせつである。

(4) n はその値が小さいことを要する。 n を小さくするには、環境の整備とともに技能に科学と技術を応用し、技能を時 t に対して上昇させていくということが必要である。科学と技術の応用から創意くふうが生まれる。いま、急速にのびている科学と技術とを流入して、これらを技能に応用することにより、技能は時 t に対して急速に上昇していく。このときに n の値は小となり、技能訓練はよりりっぱなものになる。

(5) β についてのべる。転移係数 β は 1 以下の値になることが多い。よって転職訓練は、転職しない訓練におとる。このことは転職の好ましいものでないことを物語っている。不利ながらも、転職訓練をなるべく有利なものにしたい。それには β の値を 1 に近づけるようにすることが望まれる。

転職訓練は不利ではあるが、しかし β を 1 にし、なおくふうをこらして環境をよくし、科学、技術を導入して訓練を行ない、これらによって n の値を小さくするときには、転職訓練は不利になるとばかりは言いえない。転職しないできた者より有利になる場合がありうる。

(6) 技能訓練は自らのし体を動かして物を生産する反復練習の作業である。したがって体の各種運動状態が特にたいせつである。体の各種運動をつかさどる生理的機能は 30 才のころから老化現象がはじまる。老化現象によって訓練効力は低位につく。

よって一方では、運動、医学などにより老化を少なくさせるとともに、他方では技能を若いときから始め、これらによって技能効果を高いところにおいておくことが必要である。

文 献

- (1) F. D. B. は指先作業検査盤：Finger Dexterity Board の略、心理学事典、(昭 42)、319、平凡社。

なお、本稿は日本機械学会編集部のご了解を得て同会誌第 70 巻、第 585 号より転載した。