

逆書字学習遂行量に関する 個人値データの定量化の問題¹⁾

古 賀 一 男

学習心理学の領域では、個体差に対して積極的な注意を払う努力が看過されてきたように思われる。その主要な理由は、個体差自体が研究対象としての意味を持つとみなされず、むしろ広義の測定誤差とみなされ、従って個体差が少なければ、それだけ実験変数の統制が良好であるとの解釈がとられて来たことに起因すると考えられる。個体差の観点から実験データの評価、あるいは解釈の方法を考えてみる時、心理学は大きく二種類に分類されるようである。牧野等(1972)²⁾はそれを(1)個体差を研究対象とする差異心理学、(2)一般法則を追求する実験心理学とに分類している。学習心理学が用いる研究方法は主として後者の範囲に含まれていると言っても良いであろう。このことは、学習心理学が、実験による一般化と、その定式化を主目的とする意味に於ては異論を容れる余地を全く認めない³⁾。しかしこの領域にあっても個体差の視点から問題を考慮する必要性が、あながち無視される理由もまたあるとは考えられない。例えば学習実験の結果、データを整理するとき、集団平均値による結果のみで満足するのではなく、個々人のデータが全体に対してどのような関係を持つかに注目することも意味ある試みであると思われる。学習曲線⁴⁾を検討する時、個別データの分散状態が大きいことが、ひとつの障害になっていると考えられる。しかし、でき得るなら個別データを定量化することが望ましいし、いくつかのパラメータで学習曲線の状態を表現できるなら、学習曲線の表現に関して有用な事態になると思われる。こういった側面からの個別データの定量化をこころみる時の方法について、芝(1968)⁵⁾が Tucker, L. R. (1966)⁶⁾ の解析方法を紹介している。Tucker の手法は、未標準化の粗得点⁷⁾について、個々の学習曲線に線型モデル⁸⁾を仮定することによって主因子解に類似した方法で因

注

- 1) 本研究は47年1月～48年6月に行った実験データの一部分に検討を加えたものの報告である。なお一部は日本心理学会第37回大会で既に発表された。
- 2) 牧野達郎・柏木繁男・木下富雄 1972, 心理学の研究における個体差の問題 心理学評論, 15, 395-396
- 3) むしろ現在の心理学の研究方法としても最も有力な方法論であり積極的に評価すべきものであるが、ここでは実験の方法論について言及するものではなく、データの評価方法について論ずるものである。
- 4) 時系列に従って変化する学習の遂行量と定義しておく
- 5) 芝祐順 1968 学習能力の型 波多野完治他(編) 学習心理学ハンドブック 金子書房
- 6) Tucker, L. R. 1966 Learning theory and multivariate experiment: Illustration by determination of generalized learning curves. In R. B. Cattell (Ed.), *Handbook of multivariate experimental psychology*. Rand McNally & Company. Pp. 476-501
- 7) 平均と分散が一定でないいわゆる標準得点化されていないデータを指す。
- 8) $X_{ji} = b_{j1}Y_{1i} + b_{j2}Y_{2i} + \dots$ (jは試行, iは個人, bは因子負荷量, Yで因子得点をあらわす)

子分析を行い、特定の基準⁹⁾に従って軸の回転を行い、学習曲線の決定因子の抽出を行うものである。その結果得られた各因子について、各個人毎に因子得点を求め、その因子得点の個人内比較¹⁰⁾によって学習の類型化を行うものである。この Tucker の手法に於ては、未標準化粗得点を用いて因子分析を行う点に大きな特徴があり、軸の回転の基準に特別の考慮が払われているが、各個人内での因子得点の尺度化の意味、並びにその個人内相互因子間での相対比較という点に疑問が残る。

ところで、このような因子分析的手法を用いた学習曲線の解析を別にして、別個のモデルを出発点とした個人別データの定量化を試みる事が本論の主要な目的である。この試みは、学習曲線に対して、単にモデルを適合させようとする目的で行われるものではなく、データとモデルとの間にひとつの仮説をおき、その仮説と反応の生起状況との関連性を、モデルの仲介によって検討しようとするものである。また同時に集団平均値によるデータと個別データとの関連性を将来の問題として提起しようという意味を合わせ持つ¹¹⁾。

先に古賀(1971)¹²⁾では、逆書字学習事態での反応確率を仲介としたモデルを構成して、学習曲線の解析と定量化に検討が加えられた¹³⁾。そこで用いられたデータは集団平均値によるもので、個別データに関しては何等顧慮されなかった。その主たる理由は、モデル自体がデータに対して有効な意味を持ち得るかということ、即ち、モデル構成時の仮説が有効か否かが不明であったことに起因する。先ず第一にその点を確認しておくことが優先的な問題であると考えられたからである。結果では、実測値に対する期待値の適合は良好であった。この時点で更に個別データへのモデルの適用の可能性が残されていることが指摘された。本論ではモデル構成時に仮定された単位時間当りの反応生起確率(後述)は、個別データに対しても成立し得ると考えられた。ここで簡単にモデルの構成とパラメタの推定法を示しておく¹⁴⁾。

単位試行時間 t_n 内での反応生起量を A_n とする (n は試行)。 t_n を、ひとつ以上反応が生起しないような時間々隔 Δt で N 等分する時 (N は任意)、 Δt 内での反応生起確率を P_n と仮定する。 P_n の試行間推移率を示すパラメタを α 、反応漸近確率を λ とすると、各試行間の学習の進行を加重平均で表現することで、一般的に $P_n = P_{n-1} \cdot \alpha + (1-\alpha)\lambda$ の関係が成立する。これを陽表式にして $P_n = \lambda(\lambda - P_1)\alpha^{n-1}$ とし、更にこれを反応量で表現すると、

$$A_n = A - (A - A_1)\alpha^{n-1} \quad (1)$$

9) Tucker は軸の回転に 3種の基準を述べている。…… “a rotation was developed for which all reference learning curves had non-negative entries, non-negative slopes for smoothed curves, and all curves reached an asymptote”

10) 各因子別に個人毎に算定された因子得点の個人内比較を指す

11) もし仮に学習曲線を単純ないくつかのパラメタで表現し得ることになれば、粗得点の分布、パラメタの分布を考慮して個人間比較が可能である。

12) 古賀一男 1971 逆書字学習事態での運動学習の線型モデル、心理学研究 42, , 197-204

13) 32試行集中練習(1試行 60sec.)の逆書字学習の解析とモデルの構成、更にパラメタの決定に検討が加えられた。

14) パラメタ推定に際しての最小自乗法の応用は前述の古賀(1971)に詳述されている。

が得られる。(ここで A_n は P_n に対応する遂行量, A は λ に相当する漸近値反応量, A_1 は初期遂行量を表わす¹⁵⁾)

(1) では最小自乗法により α を推定する。 A_1 は暫定的に第一試行値をもってあてる。 A 値は, A_{n+1}/A_n の隣接相対比が 1.0 に近似する試行以後の遂行量について $\sum A_n$ の平均値を求めて用いる。個別データを用いてパラメタ α を求める時, 通常 $A > A_n$ が仮定されるが, $A < A_n$ の時は推定の手続上その A_n を欠損データとしてとり扱った。なお今回は A 値を第28試行~第44試行の遂行量の平均値をもって使用した。

実 験

方法 刺激リストの構成; 学習材料として, 運動学習で比較的多用される逆書学習作業を用いた。ひら仮名48文字の逆書字の難易度が決定されたのち, 難易度の低い方から24文字¹⁶⁾を使用し, ランダム配置して課題リストを作製した。一試行最大150文字が反応可能で, 各ページで二試行が可能ないようにブックレット形式でリストが作製された。刺薄は正字提示され, 反応は逆字書字でなされた。

手続 実験条件は, 正字提示, 逆字書字, 難易度低条件, 各試行は60秒間の試行時間を持ち, 44試行集中練習(60 sec.×44)であった。教示はアルファベットを用いて行った¹⁷⁾。

被験者; 被験者は, 京都市内の女子短期大学学生215名であった¹⁸⁾。

結果 結果を図-1に示す。図-1では, 215名全部の実測値と期待値曲線を被験者別に図示する¹⁹⁾。かなり冗慢な方法とは思われるが, 本論では個別データへのモデルの適応の可否が主要な目的であるので, 敢て全データを示すことにした。

結果の検討

先に述べた様に本論の主要な目的は, 個別データに関してモデルの適用が是か否かを検討することであった。図-1を参照してみると判るのだが, 全体として期待値と実現値の適合性は良好であると判断してよさそうである。適合性の判断の基準については, 客観的な基準が欲しいところ

15) $A_n = N \cdot P_n$, $A = N \cdot \lambda$, $A_1 = N \cdot P_1$

16) 難易度の低い方から順に <く, し, つ, へ, り, て, の, こ, に, う, す, ろ, ん, ち, い, も, と, ま, よ, け, さ, る, お, せ> の24文字を使用してランダム配置したリストを作製した。

17) ひら仮名を使用して課題を行うことを知らせると, それについてリハーサルを行う恐れがあるが, これを防止し, かつ学習の方法を教示し, 学習への構えを得させる為にアルファベットを用いて教示を行った。

18) 被験者の紹介をして致く為の労を快諾して下さった京都華頂女子短期大学の山形恭子先生に深く謝意を申し上げます。

19) データの図示に際しては京都大学大型計算機センターのシステムⅢで FACOM-270-30システムを使用した。またパラメタ推定その他の全ての諸計算は同センターのシステム I, II FACOM-230-60システム, 並びに230-75システムを使用した。

図-1に於ては縦軸で遂行量をあらわしひと目もりが10字の遂行量を示している。横軸は試行を示しひと目もりで10試行を示している。図中では実線が期待値, 折れ線が実測値を示す。

古賀：逆書字学習遂行量に関する個人値データの定量化の問題

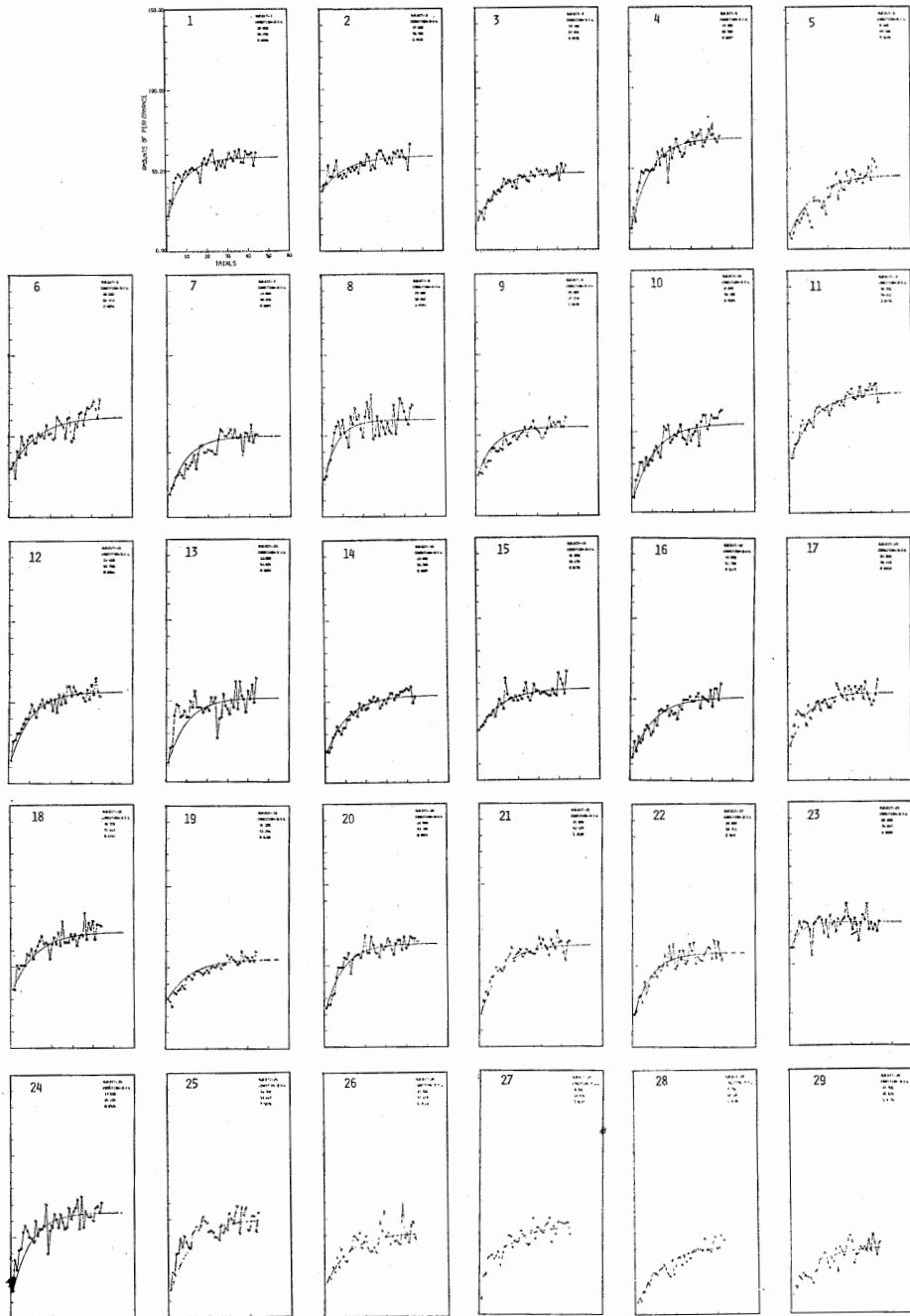


Fig. 1-a 個人値毎の実測値と期待値

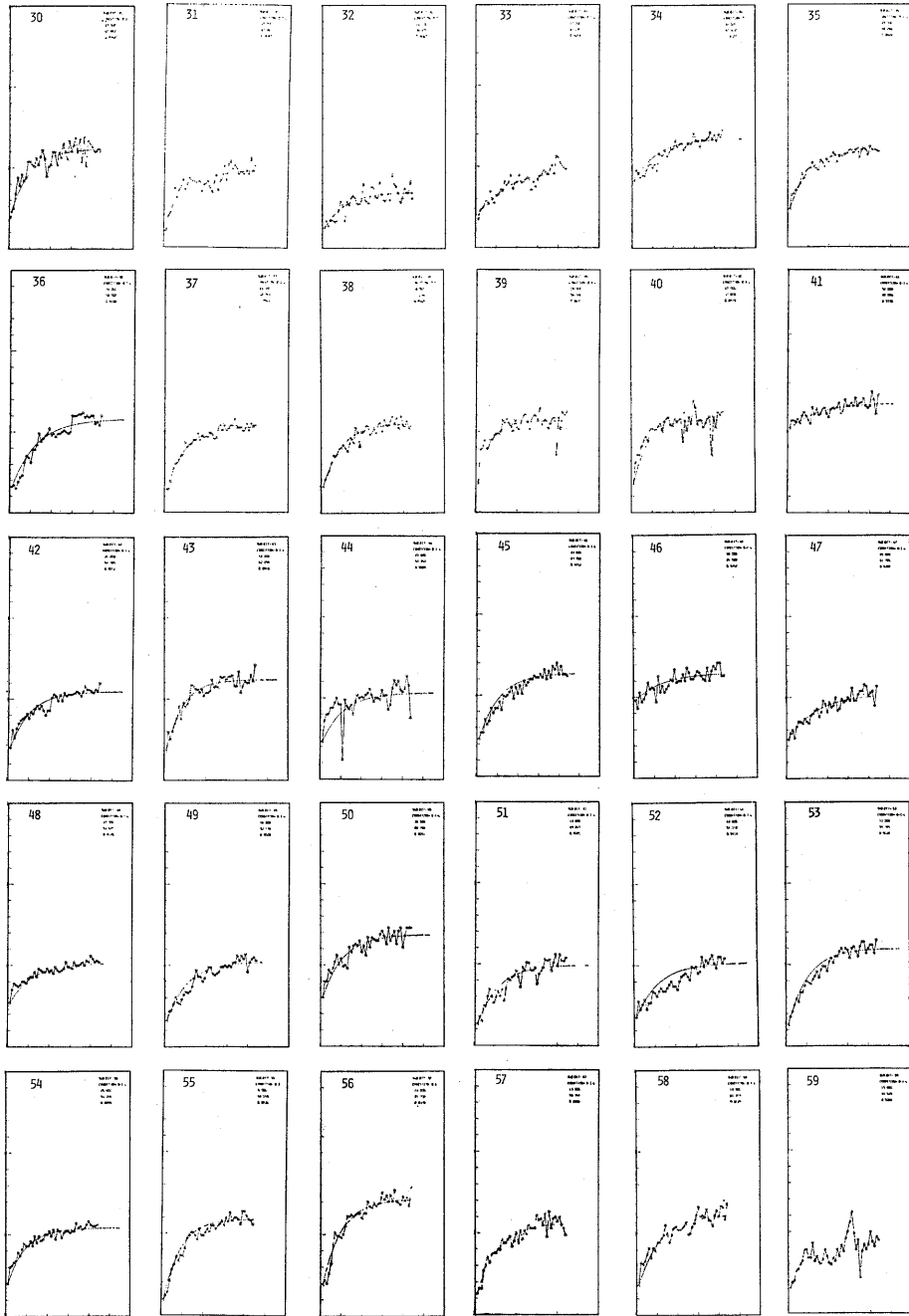


Fig. 1-b

古賀：逆書字学習遂行量に関する個人値データの定量化の問題

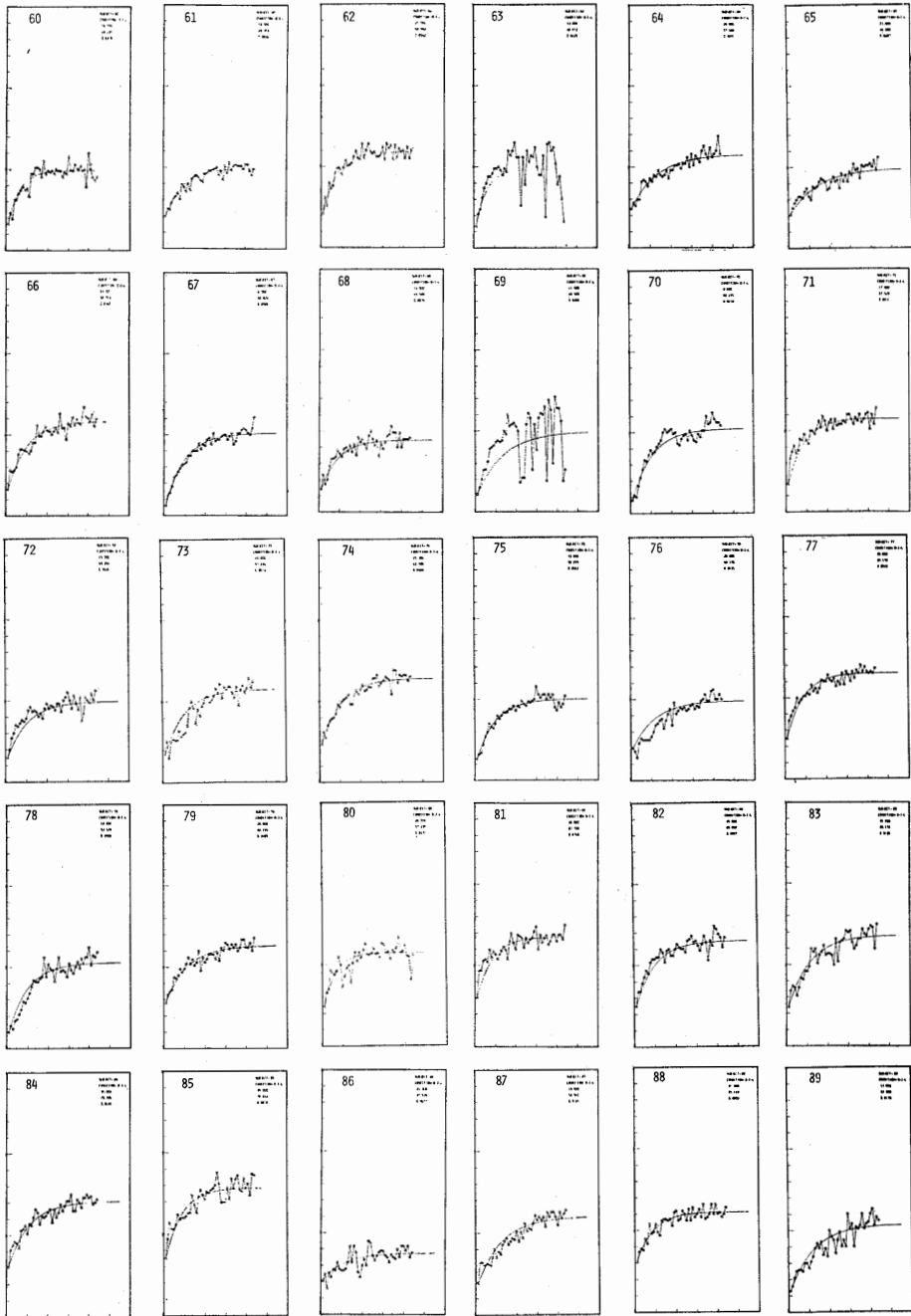


Fig. 1-c

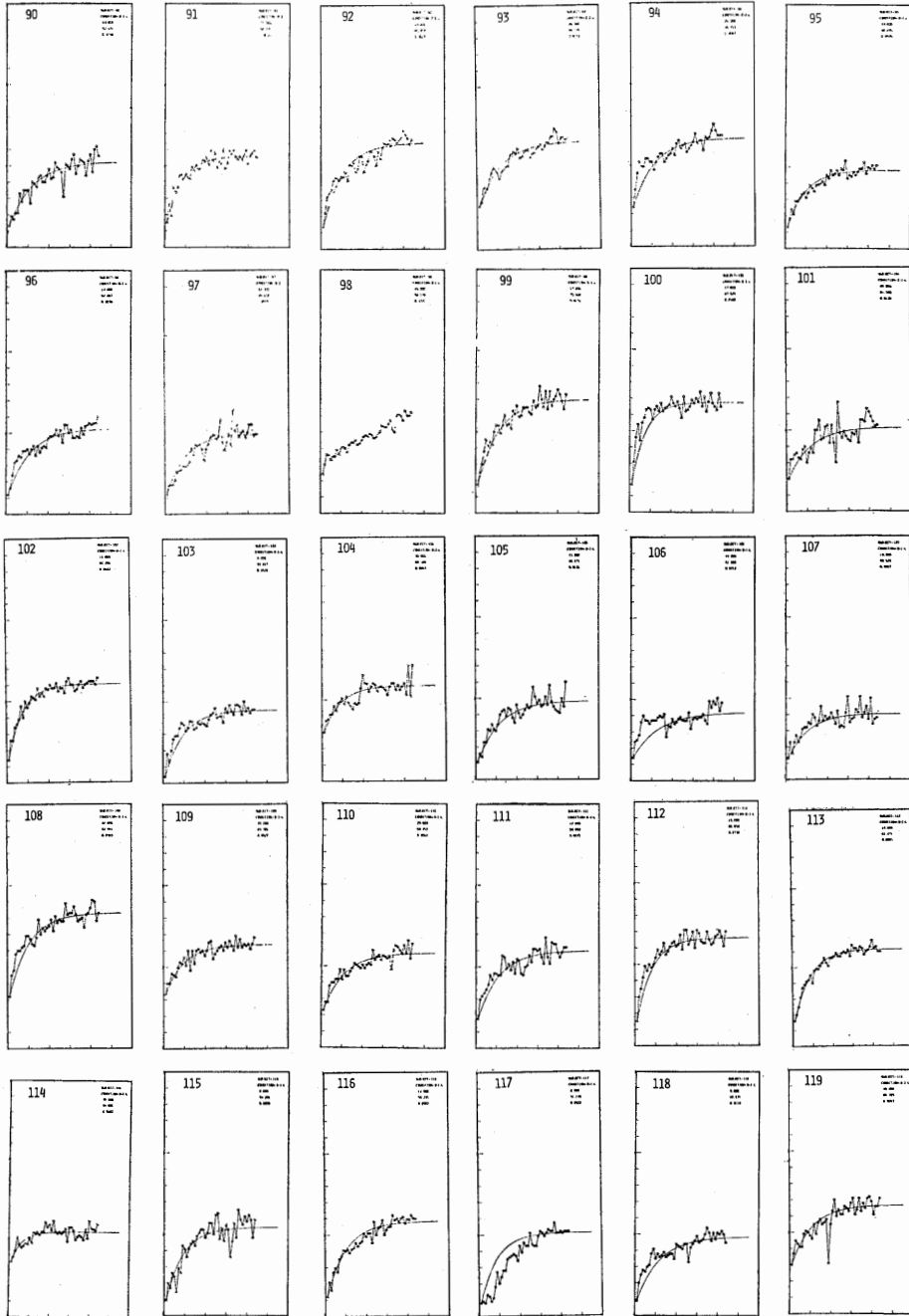


Fig. 1-d

古賀：逆書字学習遂行量に関する個人値データの定量化の問題

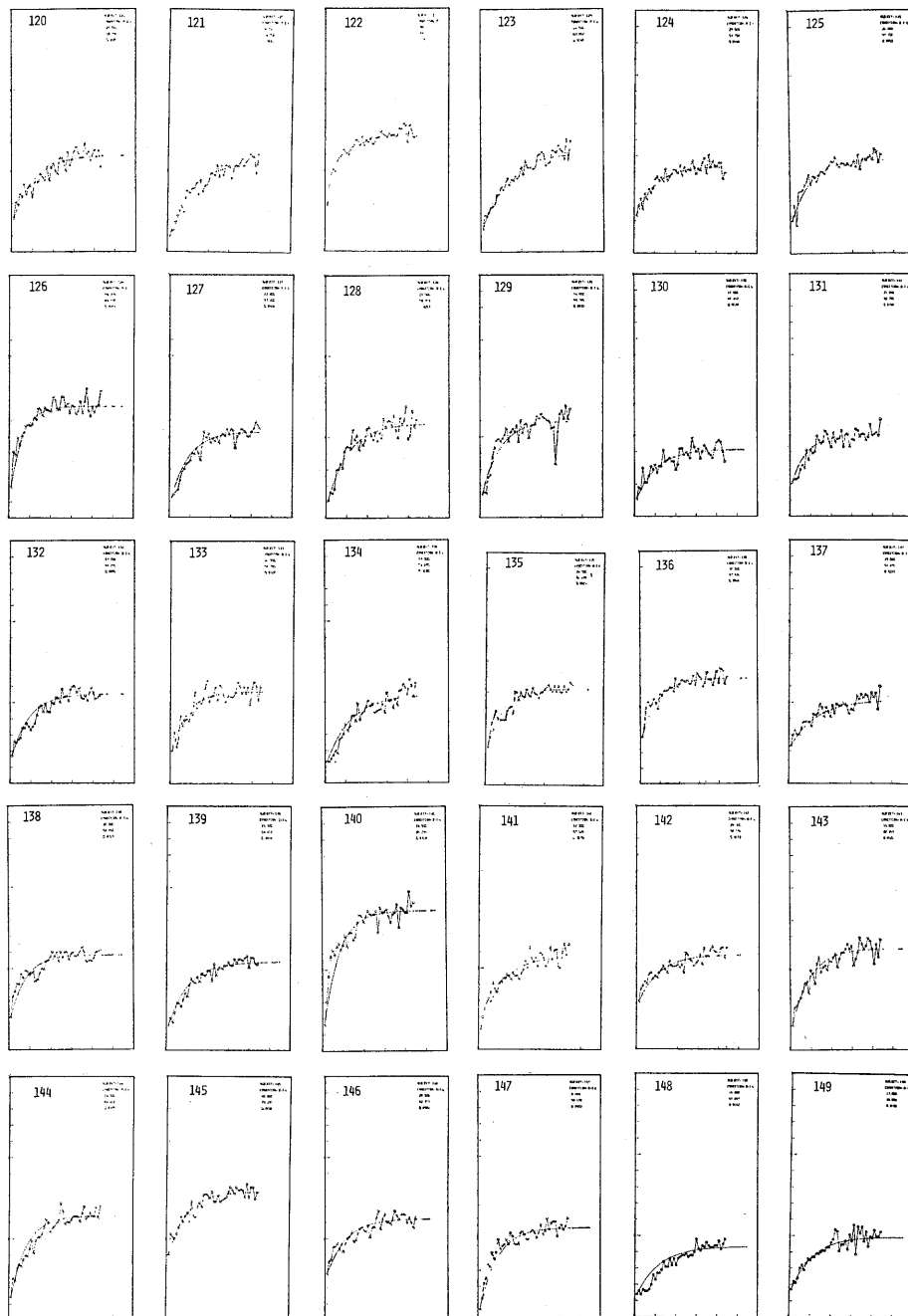


Fig. 1-e

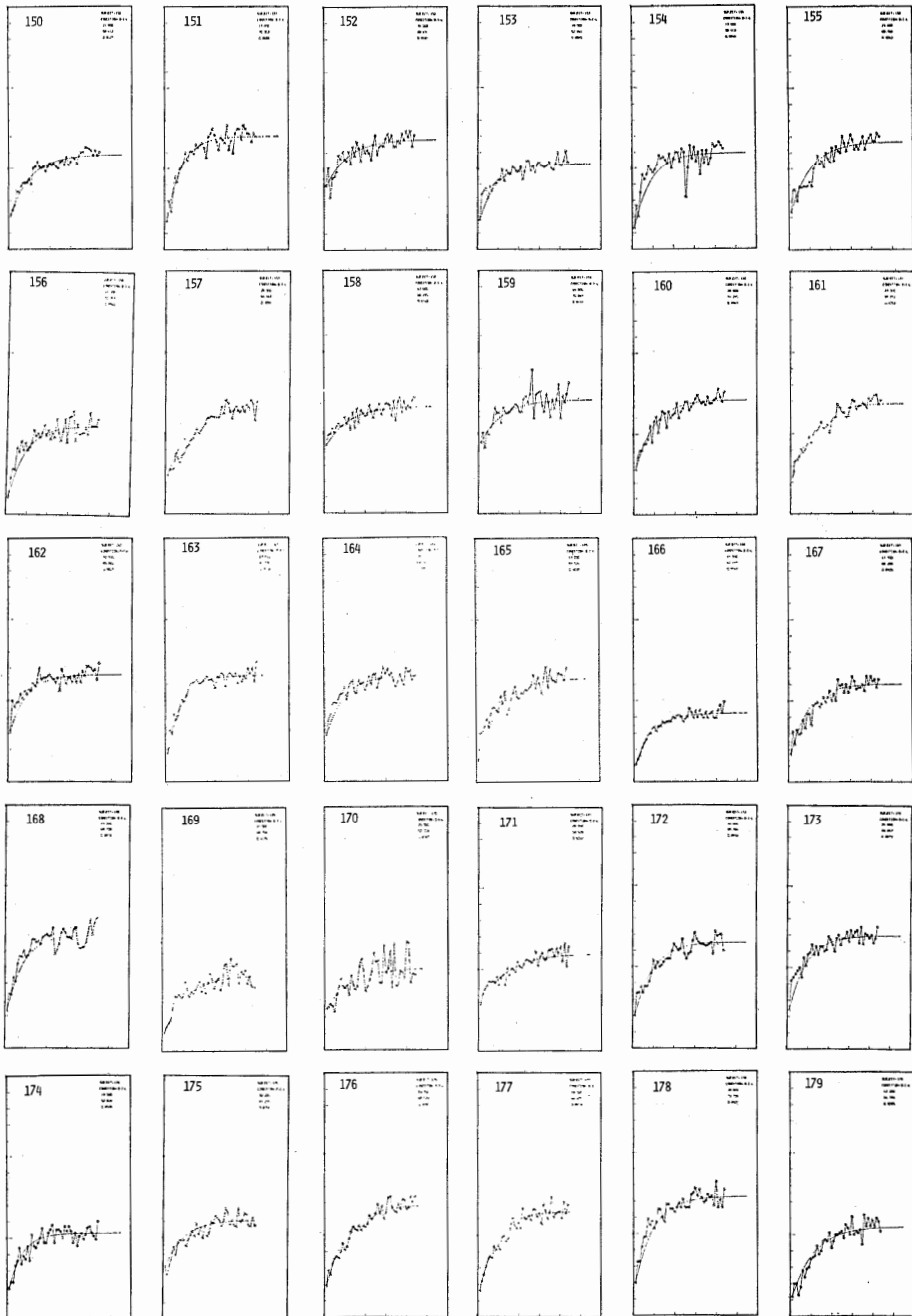


Fig. 1-f

古賀：逆書字学習遂行量に関する個人値データの定量化の問題

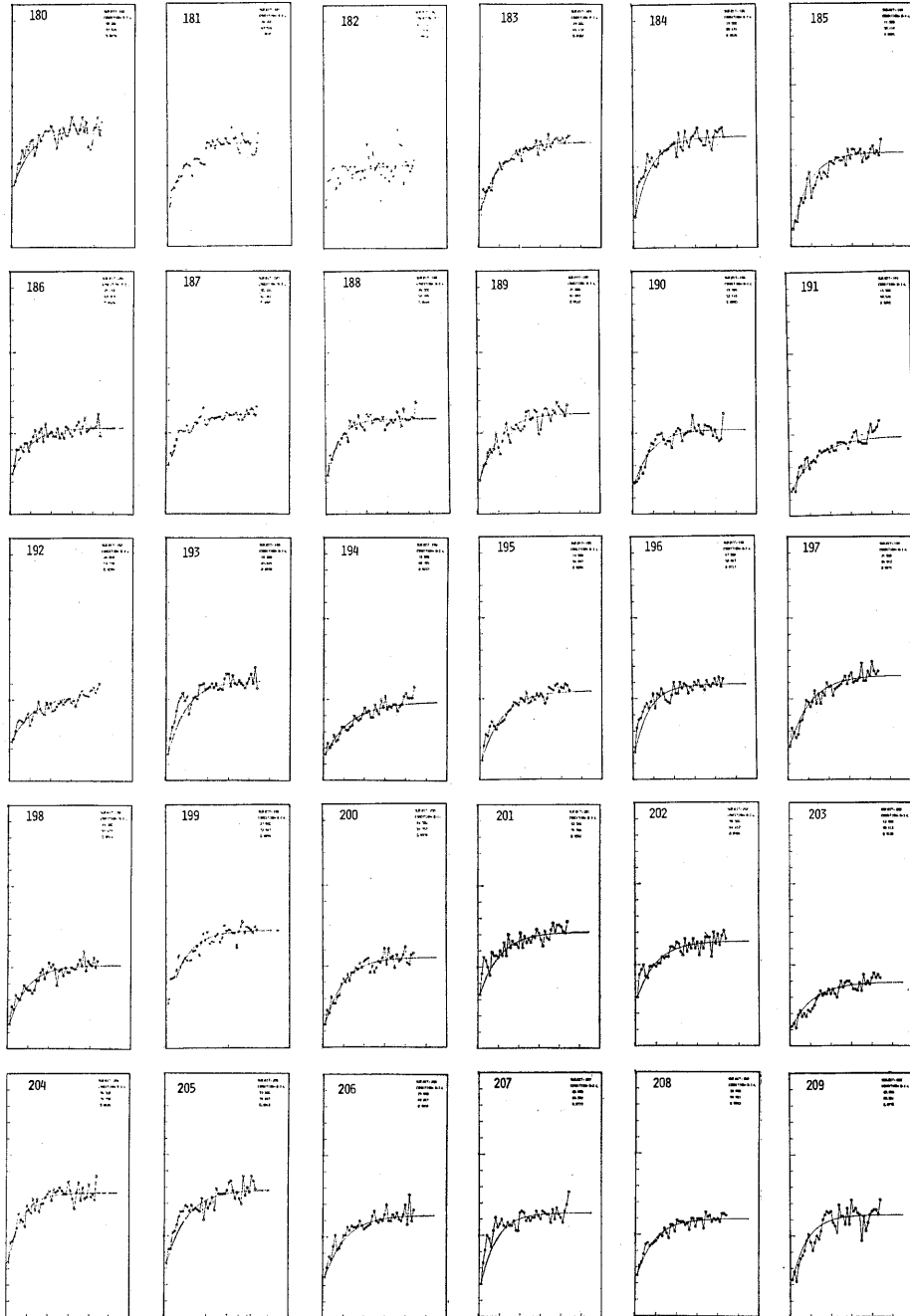


Fig. 1-g

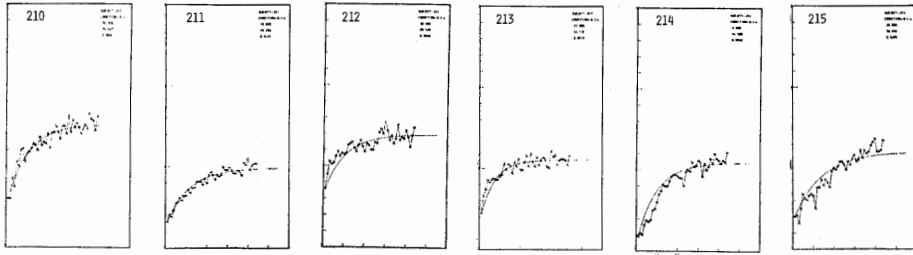


Fig. 1-h

ではあるが、データが個別的である点を考慮すると困難な問題であり、今回はこの点に関して言及することを避ける²⁰⁾。図示の方法にもよるが(縦軸と横軸の比)、数値を考慮にいれながら視察を行った結果、モデルの有効性があると判断された。特に、データが変動性の大きい個人別値である点を考えるならば、かなりの期待を抱かせるものであると言えよう。各個人別に期待値と実現値の適合性を検討してみたい。個別的に適合性の良好なものを選択してみると、被験者の識別番号で、3, 12, 14, 16, 21, 28, 34-35, 37-38, 42-43, 50, 53-57, 61-62, 65-67, 74-75, 77, 79, 88, 91, 95, 99, 102, 108-110, 112-113, 116, 122-127, 135-136, 138-141, 143-147, 150-151, 160-161, 163, 166, 176-179, 183, 187-188, 195-200, 208, 210-211, が適合性の極めて良好なものと言えるであろう。これに対して8, 13, 26, 44, 52, 59, 63, 69, 101, 117, 119, 129, 154, 170, 182 の各被験者では適合性が不良である。この中には、試行間遂行量の変動の大きいもの、期待値が実現値に対して *underestimation* のもの、あるいは *overestimation* のもの等が含まれている。その他の被験者は大旨適合性が良好と判断できそうである。総被験者数215名中15名程度が適合不良といえそうで、これは極めて僅かといえるのではないだろうか。やはりこの判定には客観的な判断基準が欲しいところである。この点については先に少し触れておいたが、現在のところ解釈の糸口は難しい問題であると言えよう。

結 論

先に集団平均値データを用いて反応確率を仲介としたモデルを構成したが、今回は個別データを同様の方法で解析した結果を論じた。結果から解るように個別データに対してもまたモデルは有効であるといえそうである。モデル構成の際には、単位試行時間当たりの平均反応確率を仮定した。集団平均値データを用いた時、この単位試行時間当たりの平均反応確率というものは、実は各個人データを集計した時の平均的な反応の生起率を、更に単位試行時間内で平均的に生起すると考えて、いわば二重に平均値をとった結果としての反応確率に相当するものであった。これに対して、個人別データの場合は単位試行時間内での単純な平均反応生起確率である。逆書字とい

20) 期待値と実測値の有意性検定には、例えば決定指数(全分数に対する推定値への誤差分散の比)等の方法があるが、今回のデータでは各試行での値が単一であることから、これらは使用できない。

古賀：逆書字学習遂行量に関する個人値データの定量化の問題

う学習事態に限らず、様々な要因が錯綜した時の、その結果としての遂行量が何等かの手段で測定されて学習とされる訳だが、特に個別データの場合、非学習要因がより顕著に作用した結果、なめらかに増加しない学習曲線が得られることが多い。個別データを平均した時は、これらの非学習要因が相殺されて、安定した状態のデータが得られると考えられる。こういう場合、非安定的な個別データについて単純なパラメタによる表現形式が有効であるなら、先に述べた反応確率に関する仮定が個別データについても効力があつたと結論できるだろう。無論この仮定は、学習の内部過程にまで言及するものではなく、学習遂行量を形式的に定量化する意図に基くものである。従つてこの制限範囲内で今回は、個人値に対するモデルの有用性は満足されたと思われる。時間系列に添った一定の傾向を持つ得点系列、即ち学習曲線を、初期値 (A_1)、漸近値 (A)、学習進行率パラメタ (α) の三種のパラメタに依つて表現できる可能性の糸口を掴んだことになると考えてよいのではなからうか。

次にいくつかの問題点と、これからの展望とを考察してみたい。大きく分けて二つの問題が残されていると考えられる。ひとつはモデル自体の検討である。この中には集団平均値データと個人値データの関係を明確にしておく必要性も含まれている。中谷(1972)²¹⁾に依ればこの問題は次の様に要約されようである。「十分に大きい被験者集団について得られる精神物理的法則の関数形式が、個々人のデータについても当てはまるかどうかということである。ある個人のデータが集団の平均的傾向からどんなに隔つていても同じ関数形式の法則が成立すると認められるのであるなら、その関数に含まれるパラメタのどれに、その個人差がどのように反映されるかを明らかにすれば良い。もしこれを否定するなら集団的傾向そのものについて再検討すべきであろう。」。更に Estes, W. K. (1956)²²⁾ の集団平均値データと個人値の関数関係の問題に対しても検討を加える必要があると思われるが、この点については別の機会に論議したい。各試行に於ける遂行量の分布、初期値、漸近値、学習進行率のパラメタの分布に対しても検討を加える必要がある。モデルの予測性についても検討する必要がある。三種のパラメタによる各個人の分類についても検討しておかなければならない。第二の問題は、このモデルを用いた逆書字学習の content analysis に関する問題である。この点に関する問題は、先の古賀¹²⁾でも述べられたが、学習の stratage の変化、あるいは学習以前の知覚との関連性、学習の際の効果器との関連性が、初期値、漸近値、パラメタ α に対して、どの様に影響するかを議論することで解決の糸口が見い出せようである。実験条件を整備して、書字すべき刺激の提示条件(正字提字、逆字提示)、書字反応条件(正字書字、逆字書字)、学習難易度条件(高、低)程度の要因直交配置の実験を行い、遂行量とパラメタの比較検討を行う試みが必要となりそうである。

次に、データに対してモデルが適合し難いケースの問題に触れておかななくてはならない。本来

21) 中谷和夫 1972 精神物理学における個人差のパラメタ, 心理学評論 15, 406-414

22) Estes, W. K., 1956 The problem of inference from curves based on group data, Psychological Bulletin, 53, 134-140

このモデルは単純な指数関数形態の関数 ($y=a^x$) であって、各試行毎の特性を精密に追跡するものではない。むしろ学習曲線全体の特性を、より単純化して、少数のパラメタで表現しようとするものである。従って、このモデルは試行間の微細な変動を無視してかろうとする性質を持っている。こういう場合、試行間で遂行量の変動が大きい被験者のデータに対しては、モデルの適合性が不良になってくることは止むをえないことだと考えられる。更に、このモデルは学習が行われているという無限定の仮定のうえに立って構成されている点を考えておかななくてはならない。即ち、反応生起確率 P_n の進行は、漸近確率 λ に対して増加していくという仮定がある訳だから、故意に学習課題の遂行を怠ったり、あるいは課題の遂行を完全に休止したり（例えば疲労によって）、あるいはまた故意に遂行量を整えようとしたり（故意に学習曲線を形成しようとする）する被験者のデータに対しては全く無力であるほかはない。こういった状況は、いかなる実験の場合にも避け難い要因として残存している訳で、いわば教示の不徹底による不完全データとしてみなすべきであろう。こういうデータは、それ自体別途に意味を検討すべきであるが、実験条件を統制しようとする側からすれば困りものである。何等かの方法で、これらのデータを検索して抽出する必要があるのだが粗得点そのものから類推することは難しい問題であるといえよう。最後につけ加えておかねばならないことは、ここで使用されたモデルは学習の心理的過程、あるいは知覚運動の過程を具体的に表現するものではなく、学習の遂行量の過程の単純化による表現にすぎないという事である。

要 約

本論は、逆書字学習事態（正字提示、逆書字、低難易度）で、学習遂行量を個人毎のデータに関してモデルを構成し、その有効性を確かめる目的で行われたものである。このモデルは、先に集団平均値に対して有効であったのを、特に個人値データに対して検討を加えたものである。

215名の女子短期大学生を被験者として、逆書字学習実験（1試行60秒、44試行集中練習条件）を行いデータを得た。各個別粗得点に対して、初期値、漸近値、学習進行率パラメタ α の三種のパラメタを推定した。これらのパラメタを用いてモデルから期待値を算定し、粗得点との比較検討を行った。視察によりモデルとの適合性は良好であると判断された。モデル構成時の仮定を満足した結果として、モデルが個別データに対して有効であったと判断された。更に今後の課題として、いくつかの問題点が指摘された。ひとつの問題点は、集団平均値データと個人値データとの関係を明確にしておくことに関してであり、他の問題点は逆書字学習の内容分析に関する論議であった。加えてモデルの予測性に関して問題点があり、更に実験の必要性和解釈の展開が必要なこと言及された。