日本語文書処理　11－2
（1987. 3. 4）

# ワープロ利用者の思考時間模型再論
## － 他の被験者ではどうか？ －

谷越浩一郎・木村泉
（東京工業大学理学部）

**梗概**

さきに筆者らは変換式ワープロ利用者の思考時間に関する一つの統計的な模型を提案したが、その模型は、１人の被験者の１回の作業の結果をもとに導き出されたものであって、十分な一般性があるかどうかは必ずしも明かではなかった。そこで複数の被験者による多様な作業（前回のものも含めて４ケース３人）についてのデータを用いて、この模型の検証を行った。それらの解析結果を分布成分の度数比により比較し、作業の性質に照らし合わせてもっともらしい結果が得られた。

# A Model of the User Think Time on Japanese Word Processor, Revisited
## Verication with Four Samples by Three Users

Koichiro TANIKOSHI, Izumi KIMURA

Department of Information Science, Tokyo Institute of Technology
2-12-1 Ookayama, Meguro-ku, Tokyo 152 Japan

**Abstract**

A statistical model of user think time on a Japanese word processor, presented previously, was based on a single set of keystroke data by one paticuler user. Here the model is verified in the light of four sets of similar data (including the previous one) by three users. The relative populations of component statistical distributions reflect the nature of the task performed.

## ０．はじめに

さきに筆者らは、変換式ワープロ利用者の思考時間に関する統計的模型を提案した[1]。この模型は、ある１名の被験者による１回の作業の観察に基づいて導きだしたものであった。

本論文の目的とは、この模型を多数の被験者と多様な作業形態について検証することである。被験者は３名で、うちテクニカ・ユーザが２名とノンテクニカル・ユーザが１名である。採取したデータは４ケースである。うち３ケースは翻訳作業、１ケースは原稿の打ち込みである。使用したワープロソフトは「松」（旧版）が３件、「一太郎」（旧版）が１件あるが、「松」については使い方が全部異なっている。[1]で取り上げたのは[2]に述べられたＸオペレータに対応する思考時間であるが、上記のケースのうちの１件は[2]のＹオペレータに対応する思考時間を取り上げている。詳しくはあとで述べる。

なお本文では[1]での解析方法を精密化した。

## １．　統計的模型による解析

### １．１　統計的模型

先ずここでの解析の元となる[1]の統計的模型について説明する。（図１参照）

分布は全体としては３つの山に分けられる。目に映ってからまず真っ先に手の運動に出て来るのが山２である。これは最初に正規分布をもつような単純な判断のような思考が発火し直ぐ打鍵してしまう場合である。非常に多くの場合このケースにあてはまる。更に詳しく言うと、この“単純な判断”というものは取り出す打鍵の種類によって現われる判断の質も違ってくる。この模型の元となったxferの直後の打鍵までの時間分布と一括変換時のtabの後の打鍵までの時間分布とではこの山のpeekの位置が多少違う。この事については後で議論を行うが、この山２はその打鍵の性質を非常に反映している部分である。

第２はごく浅い思考が正規分布で発火しそれから打鍵する場合である。これは余り度数が多くは現われない。ここを山３と呼ぶことにする。ここの部分は元々来た結果である。そのため未だ完全に思考分布として性格づけて良いものかどうかはっきりしていない。これについては後に議論することになる。山２と山３はどちらも結局正規分布として表に出て来る。そのため平均（$\mu$）、分散（$\sigma$）及びその度数（n）の３つのパラメータで決定される。

第３は比較的複雑な思考で種々の時定数を持つ指数分布で発火しその後に打鍵する場合である。これらは正規分布と指数分布の“和の分布”になる。この分布を以下Ψ分布と呼ぶことにするが、これは正規分布から来る平均・分散と指数分布からくる時定数（$\lambda$）そして全体の度数と４つのパラメータで決定される。この部分は比較的一般な“思考”の認知活動を反映している所である。

全体的に思考時間の度数分布は、山１に属する数個のΨ分布と山２、山３の２つの正規分布で合成されている。

解析はこの統計的模型に従い、分布成分をもとの分布から剥がし出してそのパラメータを得ることである。

前回提案されていた解析作業は、

［第１段階］　山１の指数成分を１つずつ剥がしていく。

［第２段階］　残りの分布において山２と山３を分離する。

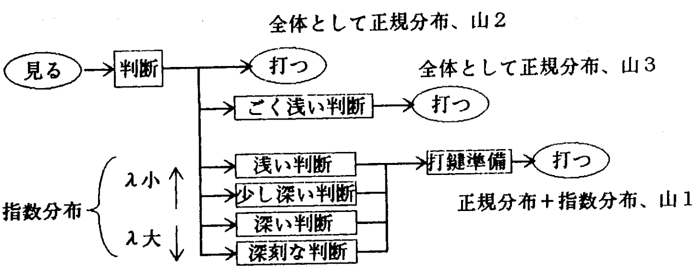


図１　　統計的模型

の２段階に分けられていた。このうち第１段階の方は余り改良の余地は無かったが、第２段階の方は解析方法として今回のデータに対しては不十分であった。というのは前回の方法は、まず残った分布の形から山２の$\mu$、$\sigma$、Ｎを決めて、それらから分布の形を作りだし元データから引き去って残りを山３としていた為である。このため山の形がかなりはっきりと現れていないと分けられない。

そこで今回は第１段階の済んだ残りの分布の度数、平均、分散及びその“形状”に着目して解析法を提案する。

### １．２　統計的基礎

今回新しく提案する方法に必要な統計的基礎について説明する。

#### １．２．１　正規分布同士の足し合わせ

正規分布が任意の比率でまざって分布における特性値間の関係を表わす。２つの正規分布の平均、分散、度数を各々$\mu_1$、$\mu_2$、$\sigma_1$、$\sigma_2$、$n_1$、$n_2$とすると、

$$N = n_1+n_2 \tag{2.1.1}$$

$$\mu = \rho\mu_1+(1-\rho)\mu_2 \tag{2.1.2}$$

$$\sigma^2 = \rho\sigma_1^2+(1-\rho)\sigma_2^2+\rho(1-\rho)(\mu_1-\mu_2)^2 \tag{2.1.3}$$

の関係がある。但し$\mu$、$\sigma$、Ｎはまざった分布における平均、分散、度数である。これらの式は各々の分布が正規分布であることを用いて分布関数の計算を行えば得られる。

#### １．２．２　$\chi$２乗検定

今回の統計的模型へのデータの当てはめにおいて、当てはめ結果のパラメタが元のデータとあっているかどうかを確かめるのに$\chi$２乗検定を用いた。これはデータの分布を幾つかの区間に分割して、元データと予想した分布の度数の誤差をその区間内で出して、それを２乗し予想分布の度数で割ったものを全区間分足し合わせたものを尺度とする検定法である。

式で表わすとこの尺度は

$$\chi_0^2 = \sum_{i=1}^{k}\frac{(F_i-m_i)^2}{m_i} \tag{1.2.4}$$

である。ただしkは区間数、$F_i$は区間iの元データの度数、$m_i$は同じ区間の予想分布の度数である。この時、この値の自由度は区間数kから予想分布を決定するのに使用した元データの母数の数を引いたものになる。今回は（区間数－１）とみている。$\chi$２乗分布の危険率ｐ自由度ｎの値を表からひいてきて、もしこの値がそれより小さかったら危険率ｐで「元データが予想分布でないとは言えない」ことになる。つまり小さいｐ（例えば0.05など）を選べば、元データが予想分布と一致するかしないか検定が出来る。

### １．３　新しい解析法

以上の知識により以下のように解析法の第２段階を改訂する。

［第２段階（新版）］

第１段階により山1は一応取り除かれた。この分布をもとのデータから取り除いた残りの分布は二つの正規分布が重なっている。そのためこの二つを分けるには正規分布の$\mu$、$\sigma$、度数の３次元のパラメータを２つ分で６次元で動かしてぴったり元とあうように決定する当てはめをやらなければならない。しかしこの方法は大変にコストが掛かるし、ぴったり合う点がうまく決まる保証も無い。そこで今回はパラメータを３次元まで減らすことにした。つまり元の二つが交じりあったデータの特性値である、$\mu$、$\sigma$、ｎを利用して３次元分パラメータを減らせる事を利用するのである。

1) 片方の正規分布の
   平均$\mu_1$の初期値、最終値、刻み幅
   分散$\sigma_1$の初期値、最終値、刻み幅
   度数割合$\rho$の初期値、最終値、刻み幅を決める。
   ただし、$\rho$は全体の度数に対する片方の山の度数の割合である。
2) $\mu_1$、$\sigma_1$、$\rho$を初期値に設定する。
3) 関係式(1.2.1)-(1.2.3)を使い与えられたデータの$\mu$、$\sigma$、Ｎと$\mu_1$、$\sigma_1$、$\rho$よりもう片方のパラメタ$\mu_2$、$\sigma_2$を求める。
4) 得られたパラメタにより分布の形を再構成する。
5) 元のデータとの$\chi$２乗検定を行い、それを記録する。
6) $\mu$を刻み幅だけ増やし3)に戻る。もし最終値まで行き着いていたら、初期値に戻し次にすすむ。
7) $\sigma$を刻み幅だけ増やし3)に戻る。もし最終値まで

行き着いていたら、初期値に戻し次にすすむ。

8) $\rho$を刻み幅だけ増やし3)に戻る。もし最終値まで行き着いていたら次にすすむ。

9) 今までの$\chi$２乗検定で１番よかったもの（値の小さかったもの）を当てはめ結果とする。

もちろん、最初から精度の良い結果が出るとは期待できない。しかし$\mu_1$、$\sigma_1$ともほぼ経験的に範囲の見当はつく。また、$\rho$は割合であるから(0,1)の範囲である。そのようにして最初は大ざっぱな範囲で$\mu$などのパラメタを動かし、そのとき出た最良の点の周りについて範囲を狭めて、刻み幅を小さくして再度パラメタを動かして見れば値の精度は上げることができる。

## 2．　具体的データの解析結果

今回集めたデータは４ケース、３人の被験者によるものである。採集方法は前回[1]同様粕川らの打鍵採集ツール[3]を用いた。
以下、個々のデータにたいして前章で述べたような統計的模型に合わせて解析を行なった結果を示す。　この統計的模型は前章で述べたように、変換キーの後の思考時間及び一括変換時のtabキーの後の思考時間に対して当てはまるものであるので、双方の場合のデータを揃えた。

この中で、説明を要する事項が２、３あるのでそれを説明したい。まず作業の種類である。今回はcomposition typingとcopy typingについてデータを集めた。composition typinとは文章を考えながら打っていくタイプの作業で、例えば翻訳作業や作文などのような種類の作業である。一方copytypingというのは打つべき原稿がもうすでに存在していて、被験者はそれを見ながらそのままワープロに入れていくような作業である。

次に打鍵の種類であるが、これにはローマ字打ちとカナ打ちの２種類ある。たいていの被験者はローマ字打ちだが、比較のためにカナ打ちのデータも採取した。以下のデータの度数分布とそれらに対応するパラメタから再構成された度数分布を図２～９に示す。さらに各データにおける山1、２、３の度数比と山１内の指数成分の度数比を表に示す。

１）　被験者　IK
　　作業　composition typing　ローマ字
　　解析視点　変換キーの後の打鍵迄の時間分布
　　ワープロ　旧松

これは、元々の模型の発端になった前回のデータである。そこで当然ながら模型によくあっている。特徴としては、0.48付近と0.8付近に２つpeekがありその後は長く尻尾を引いている。

２）　被験者　IK
　　作業　composition typing　ローマ字
　　解析視点　tabキーの後の打鍵迄の時間分布
　　ワープロ　旧松

これは1)と同じ被験者によって一括変換のデータを得るために採取したデータである。

一括変換とはワープロの機能で、文章を全部打った後に変換キーを押すと今までの文章を自動的に文節に区切って、変換してくれる様な働きである。しかし大抵の場合には正しく文節に区切られないので利用者はそのあとで間違った文節区切りを正しく直してやらねばならない。そのときに文節区切りを動かすのにtabを使用するのである。利用者は先ず一括変換をしたあと、その文章の文頭に戻りその後にtabを用いて文節を区切って行く。tabによって文節らしい位置に飛んで行くのだが、飛びすぎてしまったときや、あと１、２文字で目的の位置になるときにはカーソルキーで微調整を行なう。文節がうまく切れたところで変換なり確定なりを押す。つまりこの場合のtabの後には変換キーの後と同じように何かしらの判断・思考が入って来ているのである。

度数分布をみると、ちょっと前のものよりは件数が少ないせいなのか、peekの出方がばらついている。しかし0.55付近にpeekがあり、その後には0.75付近にかなりはっきりしたpeek、そしてどうもはっきりしないのだが、1.0付近にもpeekがあるように見える。1)の経験でいくと、はっきりした0.75の方のpeekを山１のpeekと見て解析を行うべきかもしれないが、この場合は1.0の方も山１のpeekと見て両方のケースを取り上げて解析してみた。

結果的には後者の方は山３の出方がおかしく、さらに$\chi$２乗検定においても前者より良くなかったのでpeekを0.75に取る方を採用した。

３）　被験者　　　YK
　　　作業　　　　composition typing カナ
　　　解析視点　　変換キーの後の打鍵時間
　　　ワープロ　　旧松

このデータは今までとは違う被験者のものである。しかし作業としてはcomposition typingで普通の変換をしてもらったものである。被験者が違う事の他に前までのデータと異なっているのは、このデータがカナ入力で行われた点である。又、このデータは複数セッションのものを一つにまとめてある。図6の度数分布をみると前の被験者のdataと余り本質的な違いは見当たらない。0.60(sec)付近にまず１つ山がある。そして0.80前後にもう一つの山。ちょっと違っているのは1.3付近にやや小さい山が出来ていることである。しかしそのあとは、おなじように指数分布的な後引き分布となっている。そこで取りあえず前と同じようにpeekを0.8前後に狙いをつけて、1.3付近は無視してあてはめを行った。そして説明出来なかった1.3付近の山は一応正規分布とみて山４と仮に付けた。

４）　被験者　　JK
　　　作業　　　copy typing ローマ字
　　　解析視点　変換キーの後の打鍵時間分布
　　　ワープロ　旧一太郎

この作業は今までとちょっと作業の質が異なっている。今までの作業は翻訳作業のようなcomposition typingであったが、このデータは手書き原稿をワープロにそのまま打ち込む作業の際のものである。さらにこのデータ収集では今までと違うタイプのワープロを使用した。このワープロ、一太郎（旧版）では機能は色々と付いているのだが、変換の度にdiskのアクセスが起こる。又、画面の更新が遅い可能性がある。

さてこの度数分布であるが、図8のような結果になった。先ず今までと違っている事は、200(msec)以下に一つpeekを持つ山の存在である。模型からいって、“見て判断して打つ”といった反応では説明出来ない反応速度である。詳しい論議は後にするとして、解析においてはここを山０として正規分布だと思って解析する事にする。

解析の途中で明らかになったのは、このデータでは山１の部分がかなり少なくpeekも山２－３のものに埋まってしまっていて解析が困難である事である。そこで山１の$\sigma$、$\mu$の値に関しては経験上それらしい値を使って（結果において＊印が付いている）解析を行った。又新しく出て来た山０だが、左側が0以下になる部分に掛かっているために実際の度数と計算上の度数との間に違いが出ている。ここに示したのは計算上の度数で、（）の中が実際の度数である。

## ３．　<u>データの解釈</u>

前章では打鍵データの解析を行ったが、その結果得られたパラメタの内、特に各山の全度数に対する割合と、山１における各指数成分の度数の山１に対する割合という２つのポイントを条件の違いにより比較し、それが統計的模型において意味のあるものであるかどうか議論する。

### ３．１　<u>カナ打ち VS. ローマ字打ち</u>

打ち込む入力方法によって分布の形が違ってくるかどうか、が興味の第１点である。これを検証するにはデータ１）とデータ３）の比較が適当であろう。被験者自体は違うがcomposition typingであるし、使われたテキストもほぼ同様のタイプのものである。

まず分布全体の形の比較において、かなりの類似性が見られる。それは得られたパラメタを比較しても言える事である。特に山１、山２の$\mu$などは非常に似た値になっている。composition typingにおける重要な部分となるであろう山１内の指数成分の構成を見てみても、長い成分の出方に違いはあるものの、3.6秒以下の時定数成分だけで山１の９９（％）弱を占めているのはどちらも同じである。

二つの分布の間に違う点を捜すと、データ３における山４の存在がある。カナ打ちはアルファベットに比べてキーの数が多く、その表をひくための頭脳の仕事量が大きく、それがこのような山の存在として出て来ているのかも知れない。またもう一つの可能性としては被験者固有の現象ということも有り得る。

この問題の決着をつけるためにはこの被験者自身のローマ字打ちのデータが必要である。実はある程度このデータは取られているが、データにばらつきがあり参考にならない。更に詳しいデータ収集が必要である。

カナ打ち・ローマ字打ちを比較して全般的には、多少の逸脱はあるが元の統計的模型の枠内でかなり説明でき、カナ打ちもローマ字打ちも似たような分布になる結果となった。

### ３．２　composition typing VS. copy typing

次に興味深いものとして、copy typing とcomposition typingの違いというものがある。これを見るにはデータ１）とデータ４）とを比較すればよい。

データ４）には山０という元の模型には無いものが入って来ているがそれを除いてデータのパラメタを見て言えることは、第一にcopy typingにおいては山１と山２の関係がcomposition typingのそれと比較してほぼ逆転している事である。copy typingにおいては山２の方が度数の比率から言って多いが、composition typingでは山１の方が多い。

しかしこれば当然の結果と言えよう。模型において、山１というのは少し複雑な思考が入って来ている反応である。逆に山２とは割に単純な判断で単に原稿を見て打っているcopy typingにおいてこの山２が多いのは模型からいって正しい。

第２に、山１の中味を比較してみると短い時定数成分がcopy typingでは相対的に多いと言える。現われている値はややcopy typingとcompositiontypingで異なってはいるが、山１内における度数の比率でみると、composition typingでは短い成分３つ（$\lambda_2, \lambda_3, \lambda_4$）はほぼ同率であるが、copy typingの短い成分（$\lambda_2, \lambda_3$）では倍近い差がある。

この理由も同じように模型で説明出来る。つまりcopy typingのような単純作業では思考が入ったとしても余り深いものは入って来ない、よってそのような思考に対応する時定数成分も現われない結果となる。

結局copy typingという作業の単純性が模型を通しても確認でき、それによって模型の正当性の裏付けも取れたといえる。

### ３．３　tabキーの後と変換キーの後

次に山の出方を変換キーの後の思考時間分布と一括変換時のtabキーの後の思考時間分布とで比較してみる。データ１）ではデータ２）に比べて山1の度数が相対的に山２の度数よりも多い。又山１内の時定数の構成でデータ１）では短い３つの成分（$\lambda_2, \lambda_3, \lambda_4$）はほぼ同率であるのに対して、データ２）では一番短い成分（$\lambda_3$）が山１の８５（％）近くを占めている。これは前節（4.2）でのcopy typingの時の状況に似ている。

この理由を考えてみると、tabキーの後の思考とは一括変換の作業中で語の区切りを行っている最中の思考である。従って、既に文章をローマ字で打ち込んでしまったあとで、文章の構成や語の選択などの問題はその際に一応考え終っている状態である。区切りの時にはもうその区切りの事だけを考えて作業を行っている可能性が非常に高い。一方変換キーの後の思考を考えると、文章を考えながら打ち込んでいて、変換キーを押した際にも語の判断の他に後ろの文章の出だしも同時に考えている場合がある。このようにこの場所には山１タイプの複雑な思考が入る余地が存在する。

このように変換キーの後とtabキーの後とでは多少違う分布の形であることが分かった。

### ３．４　もとの模型から外れた山（山０）

copy typingのデータの解析においてこれまで無視して来たが、少し今までの統計的模型の範ちゅうで説明できない部分山０とした部分がある。この部分の解釈を少し行う。この部分は基本的に“見て、判断して、打つ”といった動作では説明できない。実際被験者への質問を通して、変換時に余り画面を見てない事は確認された。この被験者は、変換結果が分かっているときには特に画面を見ずに確定キーを押していて、それがこのような結果になったのである。この先打ち現象

| 比較ポイント | | データ１ | データ２ | データ３ | データ４ |
|---|---|---|---|---|---|
| 各山度数の割合（％） | 山１ | 56.12 | 39.79 | 56.31 | 35.46 |
| | 山２ | 38.01 | 50.15 | 30.41 | 62.67 |
| | 山３ | 5.86 | 10.05 | 11.48 | 1.87 |
| 山１内の成分比（％） | $\lambda_1$ | 1.20 | 2.95 | 0.61 | 1.87 |
| | $\lambda_2$ | 34.76 | 12.70 | 0.48 | 31.25 |
| | $\lambda_3$ | 39.67 | 84.35 | 57.33 | 66.87 |
| | $\lambda_4$ | 24.36 | − | 41.58 | − |

表　各データの比較

※データ３は山４の度数も総度数に入れている、データ４の山０は余りにも多いため総度数には入れてない

は、統計的模型に入れるにはやや一般的では無い。しかし、ワープロのプロフェッショナルがこのように変換結果を先読みして次の打鍵を行ってしまうことは非常に多くの場合で起こりうるので、なにかの形で模型化したほうが良いだろう。

又、今回は無理やり正規分布をあてはめて取り出してしまったが、この山の性質を用いて打鍵データから除く方法も考えられる。この山０の打鍵は変換結果を予測したために起こったものであるなら、どのような打鍵なら予測できてしまうのかを調べれば良い。そこに一定のルールが見付かればそれにより打鍵データからの削除が自動的に行える。今後の課題の一つである。

### ３．５　総論 - 模型の問題点

打鍵データの幾つかのケースを提案された統計的模型によって解析しそれらの結果を比較して来たが、大体においてそれほど統計的模型から外れた例は無く大筋においてこの模型による解析手法で扱う事ができた。

しかしこの模型において、山３の分布は単純な判断よりは少し長めの判断の結果であるとしたが、これはまだ直接確かめられた訳ではない。山３の解釈について独立した思考分布では無いとする考え方も幾つか出来る。その一つの可能性としては、今まで正規分布で発火すると思っていた“判断”の分布山２・３は実は一つのΨ分布であるとの説である。この説には長い思考分布である山１がΨ分布であるために説得力がある。

山２と山３が一緒の分布であるケースを確かめるのには、打鍵データを特定の被験者について更にたくさん集めなければならない。同じ分布の一部同士であるならいつもワープロや作業によらない共通性が被験者固有に現われる筈である。

## ４．　今後の研究課題

打鍵データを実際に複数の被験者から採取して、統計的模型を検証する今回の目的はほぼ達成されたが、今後やらねばならない事が幾つか残った。

先ず、カナ打鍵の被験者についてローマ字打鍵の方もデータを集めて、２つの入力方式における度数分布の違いが、被験者の熟練度の違いでは無いことを確認する必要がある。更にはドボラック配列のキーボードや２ストローク入力方式をもちいだデータの解析を行い、それぞれが思考時間にどのような影響を及ぼすのか分析・評価を行うのも意義があることであろう。

次に、先打ち打鍵による山０の分析である。この打鍵はワープロのプロ、特に原稿をもらってそれを打ち込むcopy typingのタイピストにおける作業時間の見積もりにはぜひモデル化しておきたい部分である。ここでの思考模型とは又別の模型になると思われるが、実際への応用価値が高く重要である。　次に４章の最後に出たこの統計的模型の見なおしである。この統計的模型は未だ決定したものではなく色々な打鍵データの分析結果によっては変わって来る可能性がある。

【参考文献】


[1] 木村、谷越：ワープロ利用者の思考時間に関する統計的模型、
情報処理学会日本語文書処理研究会8-3 (1986.9)、pp.1-10

[2] 木村、粕川：日本語ワープロ向け新打鍵レベル模型の検証と応用、
情報処理学会日本語文書処理研究会6-4 (1986.5)、pp.1-8

[3] 粕川、木村：パーソナルコンピューター用打鍵データ収集プログラムとその応用、
情報処理学会題30回全国大会、3G-8(1985.4)、pp.1645-1646

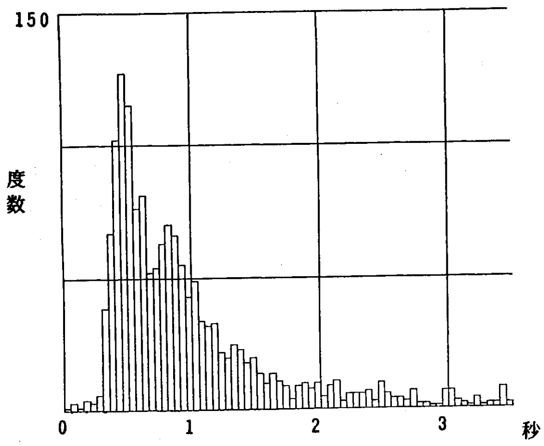


図2　データ１の度数分布

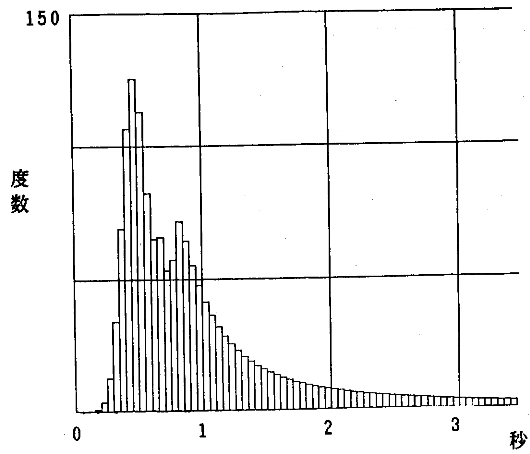


図3　その再構成

［データ１の解析結果］

山１

$\mu=0.775$　$\sigma=0.0305$　$C_1=955.1$

$\lambda_1=19.89$　当てはめ区間

$N_1=11.46$ (20.0-49.25)

$\lambda_2=3.55$

$N_2=332.0$ (4.0-15.0)

$\lambda_3=0.643$

$N_3=378.9$ (1.5-2.5)

$\lambda_4=0.214$

$N_4=232.7$ (0.8-1.3)

山２

$\mu=0.493$　$\sigma=0.1070$　$C_2=646.9$

山３

$\mu=0.701$　$\sigma=0.00569$　$C_3=99.8$

$\chi$２乗検定値　　危険率0.05の$\chi$２乗値

60.15 （自由度62）＜　79.1（自由度60）

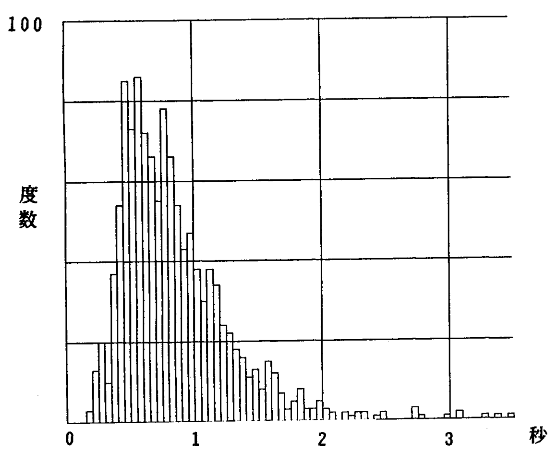


図4　データ２の度数分布

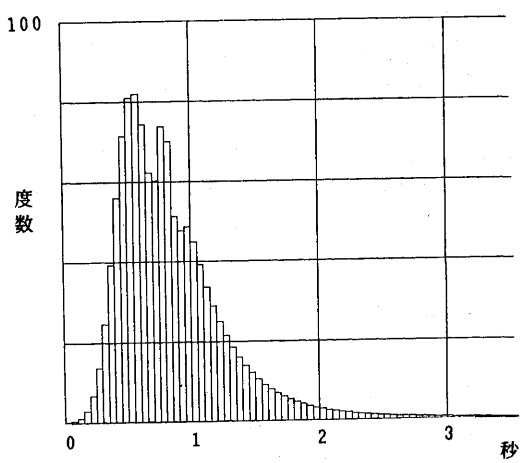


図5　その再構成

［データ２の解析結果］

山１

$\mu=0.882$　$\sigma=0.0644$　$C_1=486.5$

$\lambda_1=2.96$　当てはめ区間

$N_1=14.35$ (5.55-9.0)

$\lambda_2=1.08$

$N_2=61.79$ (2.35-3.65)

$\lambda_3=0.313$

$N_3=410.4$ (1.0-1.5)

山２

$\mu=0.555$　$\sigma=0.1471$　$C_2=613.1$

山３

$\mu=0.799$　$\sigma=0.0490$　$C_3=122.9$

$\chi$２乗検定値　　危険率0.05の$\chi$２乗値

32.22 （自由度32）＜　43.8（自由度30）

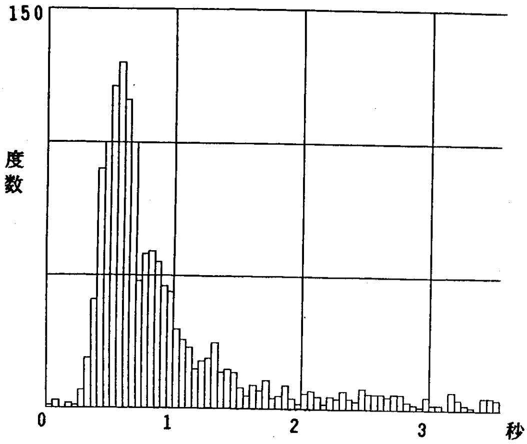


図6　データ３の度数分布

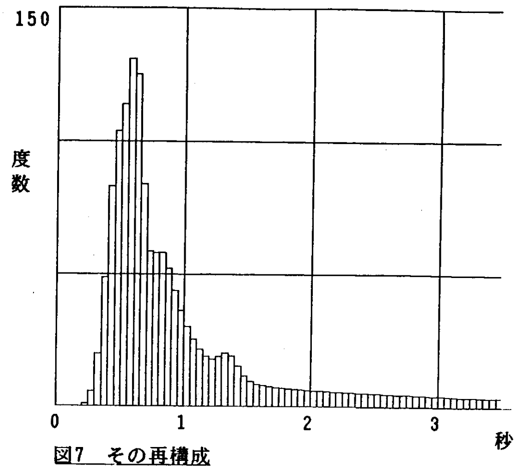


図7　その再構成

［データ３の解析結果］
山１

$\mu=0.710$　$\sigma=0.0787$　$C_1=922.7$

$\lambda_1=62.88$　当てはめ区間
$N_1=5.60$ (14.15-150.0)
$\lambda_2=21.37$
$N_2=4.43$ (16.0-60.0)
$\lambda_3=2.71$
$N_3=529.0$ (3.0-10.0)
$\lambda_4=0.205$
$N_4=383.7$ (0.75-1.1)

山２

$\mu=0.493$　$\sigma=0.0883$　$C_2=498.3$

山３

$\mu=0.626$　$\sigma=0.0440$　$C_3=188.1$

山４

$\mu=1.352$　$\sigma=0.0719$　$C_4=29.62$

χ２乗検定値　　　　危険率0.05のχ２乗値
54.88（自由度54）　<　67.5　（自由度50）

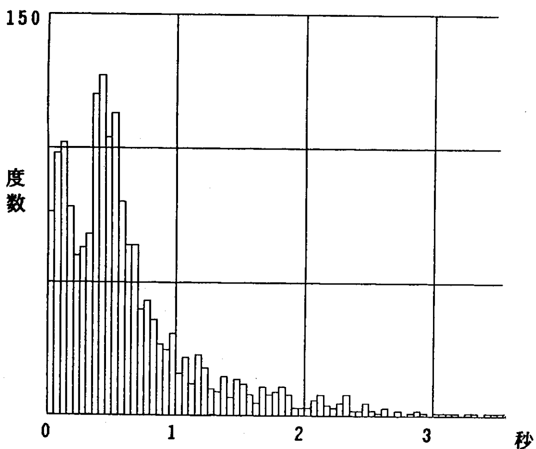


図8　データ４の度数分布

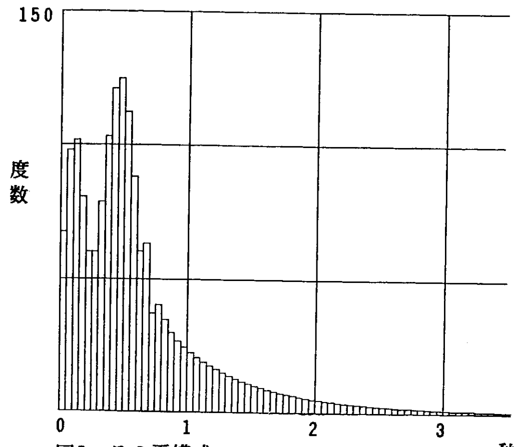


図9　その再構成

［データ４の解析結果］
山０

$\mu=0.100$　$\sigma=0.0822$　$C_0=418.8$ (371.9)

山１

$\mu=0.725$*　$\sigma=0.03$*　$C_1=482.7$

$\lambda_1=5.62$　当てはめ区間
$N_1=9.05$ (5.0-14.0)
$\lambda_2=1.09$
$N_2=150.87$ (2.5-3.5)
$\lambda_3=0.532$
$N_3=322.83$ (1.0-2.0)

山２

$\mu=0.461$　$\sigma=0.135$　$C_2=853.0$

山３

$\mu=0.68$　$\sigma=0.010$　$C_3=25.5$

χ２乗検定値　　　　危険率0.05のχ２乗値
49.284016（自由度46）<　55.8（自由度40）