

カナタイピストにおける指の運動特性について

渡辺 定久 (電子技術総合研究所)

1 はじめに

カナ鍵盤を使用するオペレータの指の運動特性を知るための実験を実施した。

この実験は、鍵盤配列のこなる4台のカナ鍵盤を職業的なオペレータ2名をふくむのべ16名の被験者の使用に供し、ほぼ、入力用のテキストとしても通常の漢字仮名混り文と、仮名の使用頻度が一樣になるように作成したナンセンス・シラブルを併用するなど、さまざまな条件の元で行なわれ、この実験を通じて入力時間が測定できた文字数も約40万字に達している。

カナ鍵盤を使用するオペレータの振舞は、これらのデータをさまざまな角度から分析することにより明らかにし得るものと思われ、本稿では、実験の進め方に関する概要を紹介すると共に、現在まで得られている結果のうち、シフト操作の有無と文字キーの数が入力時間に与える影響について述べることにする。

なお、上記の実験は(社)日本電子工業振興協会が、通産省工業技術院電気規格課による委託事業「日本語情報処理の標準化に関する調査研究」を実施するためにもうけた「日本語情報処理標準化調査委員会(委員長元岡達東大教授)の活動の一環として行なわれたものであるが、実験計画の立案と進行の管理、および結果の取りまとめに関する作業は、電子技術総合研究所で行なわれた。

上記委員会の目的の一つは仮名漢字変換用鍵盤配列の新しい案を作成することであり、本稿で述べる実験は、これに必要な基礎資料の収集を意図した

ものであるが、本稿の内容が新しい標準案とどのように結びつくかは、現在のところ未確定である。

2 本稿の目的

カナ鍵盤としては、JIS C 6233 が定めている48個のキーを使用するものが最も一般的であるが、最近になって仮名漢字変換用としてよりすくない数の文字キーを3段にわたって配列した鍵盤が開発され、ある程度の実績を挙げているように思われる。

この二つの鍵盤配列の相異は、前者がシフト・キーの併用を必要とする文字の数を最少限におさえるのに対して、後者は文字キーの数を可能な限りすくなくしている点にある。入力できる仮名文字の数がこの両者でことなっているわけではなから、前者においては文字キーがふえ、後者はシフトキーの使用頻度が増加する。

常識的に考えれば、文字キーの数がふえ、シフト・キーの使用頻度がふえ、入力速度の低下が予想されるから、最適な鍵盤配列がこの両者の中間にあるとするのは、かなりもってこらしい。

本稿の目的は、このような考え方が実際に成立するかどうかを、実験データによってたしかめようとする点にある。

3 入力実験の概要

(1) 供試装置

供試装置には市販のタイプライター型端末装置(DEC Writer LA34JA)4

台を、通信回線を通じて小型計算機に接続し、鍵盤配列をプログラムによって次の4通りに変更できるようにした。

○ 1T型配列：DEC Writerの鍵盤配列をそのまま使用する。JIS C 6233の配列とはほぼ同じである。

○ 2T型配列：1T型配列の最上段のキを上から2段目に入れかえた配列。

○ 3T型配列：1T型の最上段のキーを上から3段目に入れかえたもの。

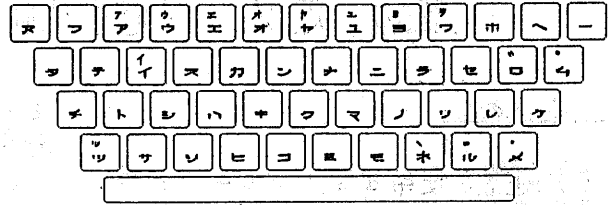
○ 4T型配列：1T型の最上段のキーを上から4段目に入れかえたもの。

JIS C 6233による鍵盤では、シフト・キーを併用しながら入力する文字の殆くが最上段に配列されている。従って、4種類の鍵盤配列を上約束のように決めると、シフト付きのキーは供試装置全体を通じて鍵盤配列の各段に分布することとなり、入力時間に与えるシフト操作の影響を、配列の各段によって軽減できることとなる。

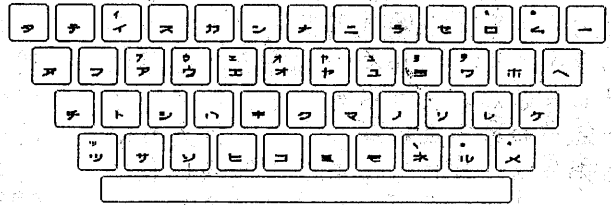
ただし、キー・トップは無彫刻のものに交換して使用したから、各装置に外観上の差があるわけではない。図.1に各供試装置の文字配列を示した。

図に見るように、Dec Writerではリターン・キーの関係で、JIS配列の下から2段目及び最下段の右端のキー2個が削除されており、これらのキーに收容されている“□”と“△”が下から3段目の右端に移動している。JIS配列ではこの位置に濁点と半濁点があることになっているが、Dec Writerの場合、こ

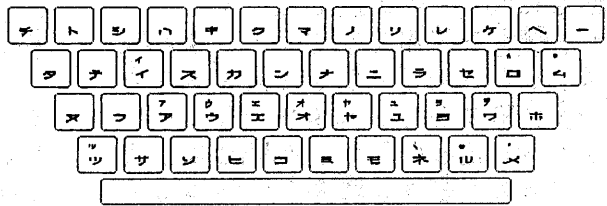
< 1T タイプ >



< 2T タイプ >



< 3T タイプ >



< 4T タイプ >

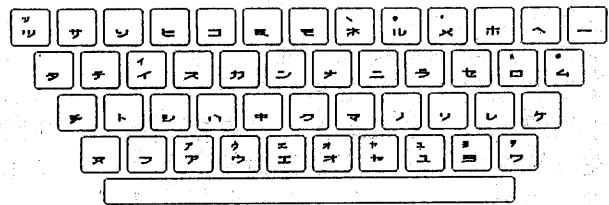


図.1 供試装置の文字配列

の2文字は、シフト側にまわされている。ただし、専門オペレータによる実験の場合にはDec WriterとJISの相異は考えないで、単に□と△のキーがない装置ということで使用してもらった。

(2) 被験者

被験者はのべ16名であり、うち2名は職業的なオペレータ（被験者コードがCA, TC）、のこりの14名は短期大学の女子学生である。

14名の一般被験者のうち、SUには英文タイプの経験があったが（40WPM程度）、カナタイプの経験は全員について皆無であった。

(3) テキスト

入力実験に使用するテキストとしては、仮名の出現度数がすべて同一になるように意図して作成した「ナンセンス・シラブル」によるテキストと、通常の仮名漢字まじり文によるテキスト（新聞の社説）を主に使用し、一部の被験者については、漢語（4～5字長の漢字表記語）のみのテキスト、主として和語によるテキスト（短歌、俳句など）も併用した。

各テキストにはテキスト番号として1から始まる一連番号をつけておき、テキストの入力は番号順に行なうようにした。用意したテキストの数は、ナンセンス・シラブル150編（1編あたり2040字）、社説100編（1編あたり約1500字）である。

図. 2にナンセンス・シラブルによるテキストの一部を示す。このテキストが、5字長の文字列を3回くりかえすことで構成されているのは、実験の過程を通じて、反復練習の機会をもうけ、入力技術の向上を促進したかったためである。

(4) 入力時間の測定

入力時間は文字ごとに測定した。測定範囲は、0.01～40.96秒である。

(5) 実験の進め方

2名の職業的なオペレータを除く一般被験者については、入力用テキストを使用した入力時間の測定実験に入るまえに、タッチ打法の基本を身につけるための学習期間をおいた。

学習期間は、各被験者がタッチ打法になれたと自覚するまでとしたが、実際には1日約3時間の練習で、1名の被験者(KT)を除き、7～9日であった。KTは練習に長時間（18日^{<51}）を要しただけでなく、最終到達速度も極端に低かった（毎分38字）。

学習には、カナモジカイのカナークイプ練習問題集を参考に作成したテキストを使用した。学習完了時における入力速度は、KTを除いて、毎分あたり50字前後であった。

入力時間の測定実験にも1日あたり約3時間をあてた。この時間で入力できたテキスト数は、ナンセンス・シラブルの場合で5～10編である。

実験中に誤入力文字の訂正を行なうことはしなかった。

| | | |
|-------|-------|---------|
| ニヨヒヨリ | ニヨヒヨリ | ニヨヒヨリCR |
| イツネロサ | イツネロサ | イツネロサCR |
| ネメシセ | ネメシセ | ネメシセCR |
| フエツワ | フエツワ | フエツワCR |
| ニ、ミノレ | ニ、ミノレ | ニ、ミノレCR |
| CR | | |
| オクウエイ | オクウエイ | オクウエイCR |
| ウヨチノツ | ウヨチノツ | ウヨチノツCR |
| ラツメミム | ラツメミム | ラツメミムCR |
| ムアサオイ | ムアサオイ | ムアサオイCR |
| フエヲアエ | フエヲアエ | フエヲアエCR |
| CR | | |

図. 2 ナンセンス・シラブルテキスト

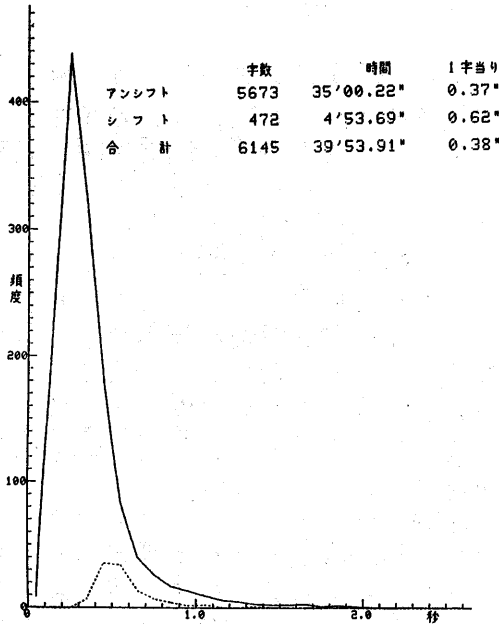


図. 3 シフト操作の影響 (ITΘ)

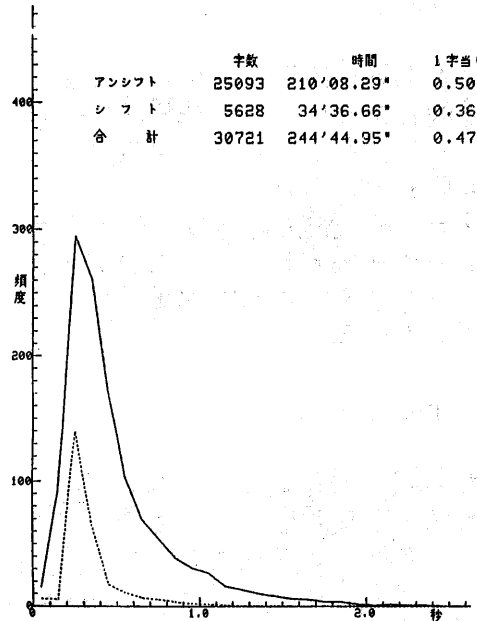


図. 4 シフト操作の影響 (ITKM)

4 シフト操作について

図. 3 は職業的なオペレータ TΘ が I T 型の供試装置を用いて入力した社説 4 編にふくまれている文字の入力時間の頻度分布を、シフト操作なしで入力した文字 (実線) で、シフト操作を併用しながら入力した文字 (点線) に比べて示したものである。

図にみるように、この二つの文字に対する入力時間は大きく異なっており、シフト操作による操作性の劣化が明らかに示されている。

この現象は、通説とも良く一致している (竜岡博氏によると、シフトキーの操作は文字キーの 5/6 ストロークに相当する) もの、指の運動特性とこの点では、実情を必ずしも正確に反映していないように思われる。すなわち図. 4 は一般被験者 KM が入力した社説 20 編につき、図. 3 と同じ処理をした結果を示したものであって、こ

の図によるとシフト操作を行ないながら入力した文字の方が明らかに短い時間で入力されている。

ちなみに、被験者 KM は、ハンセン・ミラブルによるテキスト 147 編の入力経験を積んだ 1 年後に社説 120 編の入力を行っており、図. 4 のデータは、その最後の 20 編に対するものである。また、シフト併用文字が図. 4 で多いのは、図. 3 ではシフトを必要としなかった「濁点」、「半濁点」が、図. 4 ではシフト側の文字として入力されているためである。

同じ装置によるシフト併用文字の入力時間が、専門オペレータと一般被験者で大きく異なるのは、タイプ技術を習得する過程で両者が使用した装置の差によるものと思われる。

すなわち、TΘ がこの過程で使用したタイプライタは機械式のものであったと考えられるが、そのようなタイプライタのシフト・キーは、文字キーに

にくらべて、重いタッチと長いストロークを要するものである。このようなシフト・キーでは、電子式の鍵盤の場合のような素早い操作は不可能であり無理に強行しても正確な印字はできなから、専門オペレータにシフト・キーを時間をかけてゆっくり操作する習慣がついたとしても不向きではないが、このようなオペレータからは、指の運動特性を正確に反映したデータは得られないといえる。

これに対し、一般被験者KMの場合には、初めから文字キーと同じ構造のシフト・キーを持つ装置を使用し、シフト・キーの使用頻度が高いナンセンス・シラブルのテキストによる実験を行なったため、シフト操作を必要とする文字を見ると指が自然にうごいてシフトキーを操作する習慣が身についたと考えられる。指の運動特性に関する議論はこのような被験者のデータによって行なうべきであると考える。

もっとも、図. 4でシフト側に収容

されている文字の平均入力時間が、そうでない文字より明らかに短くなっているのは、これらの文字の大部分が小文字のヤ、ユ、ヨであって、専ら漢字の音節を表記するために使用されており(社、種、所など)、特に打ち易い条件を与えていたためである。

また、漢語のみのテキストで、漢字をほとんどふくまないとして和語によるテキストを用いて入力速度の比較実験を行なうと、前者の方が高速で入力できるという結果が得られるが、このことも、指の運動特性をしらべる実験に通常の漢字仮名まじり文を使用することは不適当であることを示しているものと考えられる。この種の実験には、入力速度がテキストの読み易さなどの影響を受けないようにするため、ナンセンス・シラブルによるテキストを使用すべきである。

ナンセンス・シラブルには、極端に読みにくくこの欠点はある。テキストを読むのに要する時間があまり長

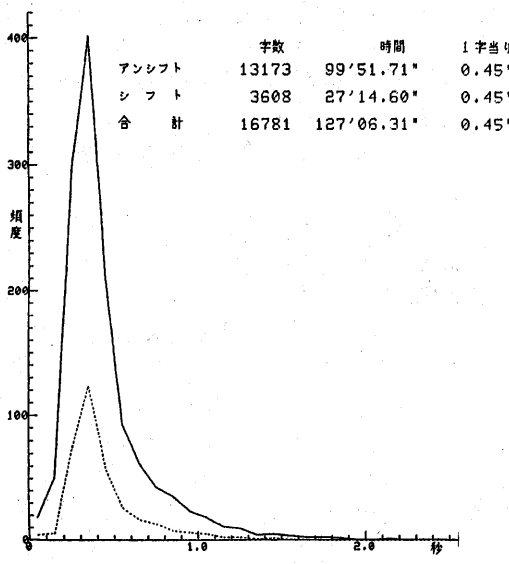


図. 5 ITKMによるナンセンス・シラブルの入力

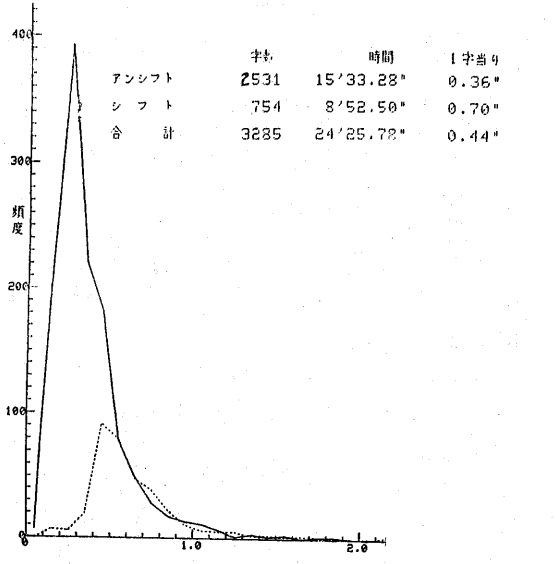


図. 6 専門オペレータによるナンセンス・シラブルの入力

よらども実験の意義は失はぬゆるけゆども、本稿での実験によればナンセンス・シラブルによるテキストであつても、経験を重ねることにより、通常の国語の文章に対するのと変わらない速度で入力できるようになるらしいことが示されてゐる。

図・5は、図・4と同じ被験者が、図・4の実験の数日後に入力したナンセンス・シラブルによるテキスト10編に対するものである。この図によるシフト併用文字とそうでない文字の平均入力時間には全く差がなく(図・3の場合より短い)、頻度分布にも目立った相異はなし。このことは、ナンセンス・シラブルがこの被験者に与える影響が充分小さいことを示してゐる理解できる。

これに対し、図・6は専門オペレータCAによるナンセンス・シラブル2編の入力例を比較のために示したものである。このオペレータの場合、通常の国語文であれば毎分約200字の速度で入力できるにもかかわらず、ナンセンス・シラブルに対しは、毎分136字の速度でしか入力できなくなるのはナンセンス・シラブルの可読性や、通常の国語文では使用度数のすくなくキーを使用する機会が多かった、などの理由によるものと思はれる。なお、シフト操作については、この例でも図・3の場合と同様に、シフト併用文字の入力には、そうでない文字の約2倍の時間を要してゐる。

図・5に示した傾向は、ナンセンスシラブルによる入力経験を重ねた一般被験者にとって、きわめて一般的なものであり、6人の被験者の例について示すと、図・7のようになる。なお、この図に示した被験者は、入力実験をナンセンス・シラブルによるテキストから始めており、図・7のデータ収集時までの入力経験と、図・7のデータに

対応する入力速度を示すと、表・1のようになる。

| 被験者 | 入力経験 | 入力時間 | | |
|------|------|------|------|------|
| | | シフト | 非シフト | 合計 |
| 1TKK | 104 | 0.64 | 0.76 | 0.67 |
| 2TTK | 140 | 0.56 | 0.58 | 0.57 |
| 2TSU | 357 | 0.36 | 0.41 | 0.37 |
| 3THM | 140 | 0.60 | 0.62 | 0.60 |
| 3TAT | 147 | 0.48 | 0.50 | 0.48 |
| 4THK | 140 | 0.60 | 0.60 | 0.60 |

表・1 入力経験と入力速度

ただし、この表では入力経験をテキストの数によつて、入力時間は1字あたりの時間を秒単位で示した。

表・1、及び図・7の結果は、シフト操作を併用しながら入力することによる入力速度の低下が通常考えられてゐる程大きなものではないことを示してゐるとしてより、入力時間の平均値を単純に比較すれば、シフト併用文字の入力により多くの時間を要してゐる例が多いけれども、このことに関しては、シフト操作が操作し難いのはなほた位置にあるキーに対して、小指によつてなされてゐることを考慮する必要がある。

被験者が入力したテキストについて誤入力文字を調べてみると、シフト併用文字である場合が多い。シフト併用文字の多くは、すでに述べたように、小文字である。従つて、誤入力の原因のなかに、テキスト中の小文字を大文字と見あやまったこともふくまれているが(ナンセンス・シラブルの場合、大文字と小文字を文脈から判断することはできない)、被験者の意見では、シフト・キーの操作が文字キーの操作よりおこるがらになるため、小文字を入力したつもりでも実際に入力さ

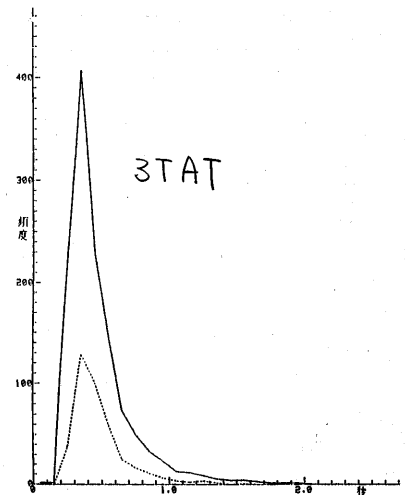
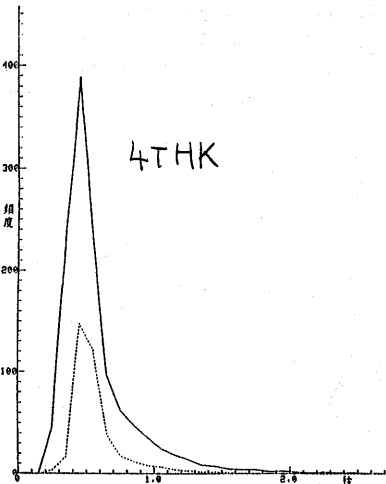
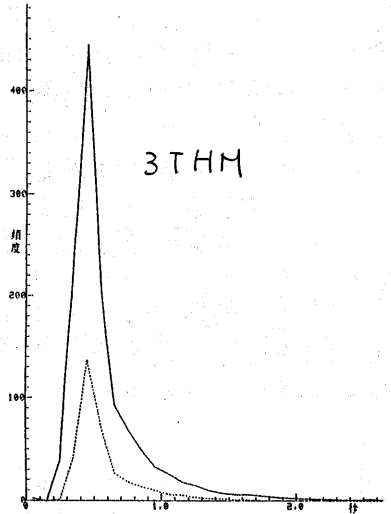
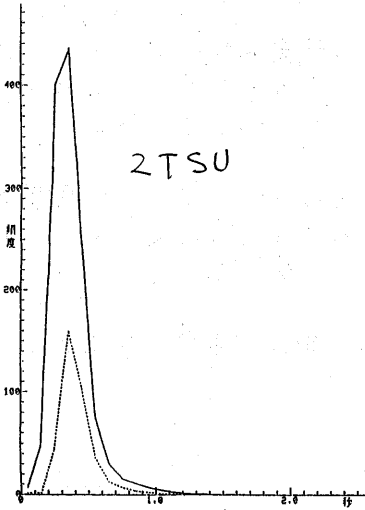
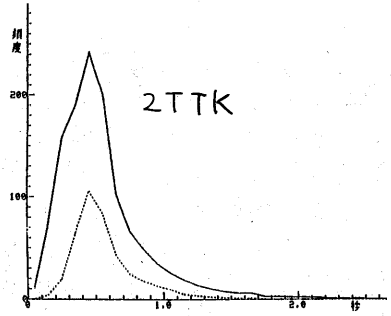
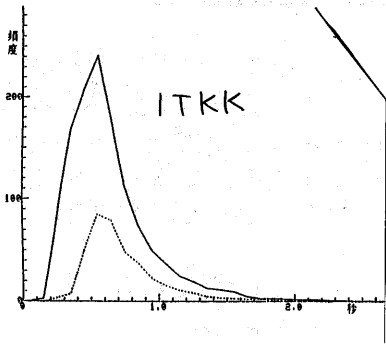


図. 7 一般被験者によるナンセンスシラブルの入力
 — シフト操作を必要としないう文字
 ---- シフト操作併用文字

れるのは大文字になってしまふのだう
うである。

このようなことから考えると、本稿
の被験者はシフト併用文字の入力を、
シフト・キーと文字キーを用いて、し
わゆる“2ストローク入力法”的に行
なっていると理解でき、シフト・キー
には、“シフト”という語感から受け
る機能はなにもことになる。この場合、
シフト・キーと文字キーとは別の手で
操作されることになるから、左右交互
の連続操作による固執の効果が作用し
て、シフト併用文字の入力時間をず
び見たような短いものにしてい
るのがある。また、この入力時間は打ち
易い文字キーによるよりも、打ちにく
いシフト・キーによる影響を強く受けて
いるはずである。このシフト・キーを操
作し易い位置に移動することにより、
使い易い鍵盤配列が得られる可能性は
変わって大きいといえる。

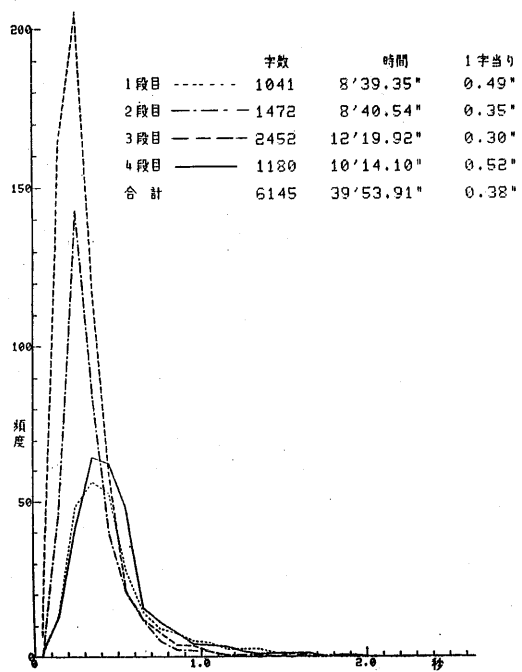
5 配列段と入力時間

図・9, 10は、2名の専門オペレー
タによって入力された通常の国語の文
章に対する入力時間を、キーの配列段
(下から1段目, 2段目, 3段目, 4
段目とする)ごとに分類集計したもの
である。

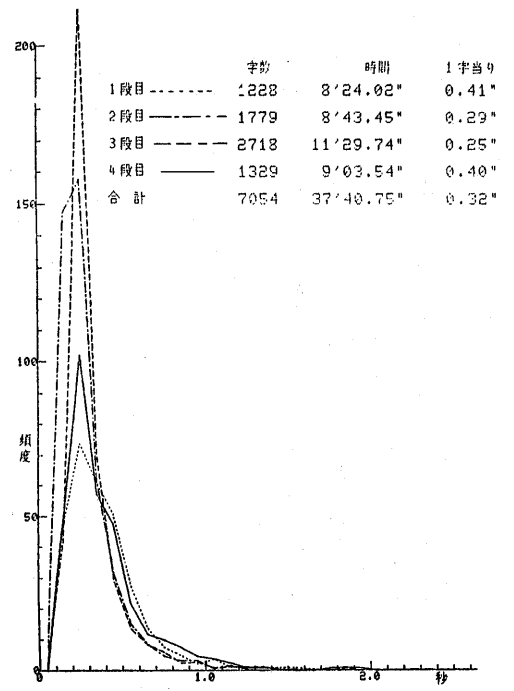
これらの図に特徴的なこととして、
以下のことがある。

- ① 入力時間が最も短いのは、ホー
ム段(下から2段目)ではなくて、
下から3段目である。
- ② 最上段と最下段の入力時間は、中
間の二つの段にくらべて、いちじ
るしく長くなっている。

①の現象は、通常の国語の文章に対



図・9 段別入力時間(図・3
と同じデータによる)



図・10 段別入力時間(図・6と同じ
被験者による)

しては下から3段目の使用率が最も高いため、等価的なホーム・ポジションがこの段に移動したために生じたと考えられる。タイポ技術の習得に際しては、指をホーム段におくように指導されるが、①の現象は、通常のホーム・ポジションにこだわっている限り、高速タイピングは不可能なことを示しているとも解釈できよう。

次に、この2名の被験者が最上段と最下段の入かにいちじるしく長い時間を要している原因の一半は、これらの段にシフト操作の併用を必要とする文字の大部分がふくまれていること、この2名の被験者の場合、これらの文字の入かに長い時間を必要とする点にあると考えられる。実際、図-10のデータから、シフト操作を必要としないう文字の入か時間のみを取り出すと、

| | | |
|-----|--------|-----|
| 1段目 | : 0.35 | 秒/字 |
| 2段目 | : 0.29 | |
| 3段目 | : 0.25 | |
| 4段目 | : 0.31 | |
| 全体 | : 0.28 | 秒/字 |

となり、配列段による入力時間の差は小さくなる。

もっとも、この場合であらう。この配列段が与える入力時間への影響は顕著である。最上段と最下段の入かに長い時間を要している傾向にかわりはないう。

本稿での実験に際しては、ZTSUに英文タイポの経験があるという点を利用して、供試装置を英文タイポに見立てこの実験も行なってみた。入力文字数は、約28,000字(テキストは英文タイポ教科本中の手紙文)であって、結果を上例にならうことを示すと、次のようになる。ただし、4段目については省略してある。

これを仮名鍵盤のデータと比較した場合のちがいは、段ごとの入力

| | | |
|-----|--------|-----|
| 1段目 | : 0.30 | 秒/字 |
| 2段目 | : 0.28 | |
| 3段目 | : 0.28 | |
| 全体 | : 0.28 | 秒/字 |

時間のバラッキの小さいことがあげられる。原因として考えられることには、段構成が4から3になった結果、入力速度を低下させる要因であると見做している。"段から段への続け打ち"や"段越え打ち"の頻度もすくなくなっていることがあるが、詳細については調べたわけではない。

一般被験者の場合について、段ごとの入力時間を示す次のようになる。

| 被験者 | 1段目 | 2段目 | 3段目 | 4段目 | 全体 |
|------|------|------|------|------|------|
| 1TKK | 0.64 | 0.62 | 0.68 | 0.71 | 0.67 |
| 1TKM | 0.45 | 0.42 | 0.43 | 0.48 | 0.45 |
| 2TTK | 0.58 | 0.51 | 0.56 | 0.60 | 0.57 |
| 2TSY | 0.37 | 0.34 | 0.39 | 0.41 | 0.38 |
| 3THM | 0.59 | 0.61 | 0.60 | 0.61 | 0.60 |
| 3TAT | 0.49 | 0.48 | 0.48 | 0.50 | 0.48 |
| 4THK | 0.61 | 0.58 | 0.60 | 0.60 | 0.60 |

単位: 秒/字

表-2 一般被験者の段別入力時間

ただし、この表で使用したデータは図-5および図-7で使用したものと同じである。また、この表の数値にはシフト操作を必要とした文字の分もふくめられている。

この表によれば、入力時間の段ごとのバラッキは、シフト併用文字の分もふくめられているにもかかわらず、専門オペレータの場合ほど大きくはないものの(理由としては、この表の各被験者は、学習をナンセンス・シラガルのテキストによって行なったことが考えられる)、ホーム段の入か時間が最も短く、最上段の入かに最も長い時間を要している例が多い。このことから考えて、現行

の4段構成のキー配列を3段構成に変更することは、操作性の向上によって有効な手段であるといつてよいように思われる。この場合、4段構成のキー配列を3段構成に変更することの効果は、単に入力時間が長い4段目のキーを使用せざるにすませるという点だけにありのどはなく、4段目のキーを使用したあとにおこるであろう、段越え打ちや、段から段への続け打ちの頻度をすくなくする点にもあることを注意すべきである。

6 JIS配列の欠点

JISと6233による仮名文字の配列には、操作性に關していくつかの欠点があることが指摘される。

その主なものは、

- ① ホーム段より一つ上の段の使用率が高いこと。
- ② シフト側に使用頻度の高い文字が收容されること。特に最上段にその例が多い。
- ③ 右手の小指の使用頻度が高いこと。

などである。

けれども、あらためてこの配列を調べて見ると、①は必ずしも大きな欠点ではないらしく、この配列による通常の国語の文章の入力に於いたオペレータについて見る限り、3段目による入力時間が最も短いという結果におよぶ。また、②についても、すでに見たように、すくなくとも通常の国語の文章の場合には、シフト側の文字の入力時間をさうぞなり文字の入力時間より短くすることは不可能ではなく、大きな欠点とはいえないように思われる。

これに対し、③項の小指は最も短く

力の弱い指である。従って、仮りに、小指による入力時間が他の指にくらべて遜色がなかったとしても、小指の負担が全指中最大であるというのは不自然であり、欠点である。

右手の小指の負担が重い(全指中の9分1位)のは、④この指が分担する文字キーの数が多いため、⑤そのキーのなかに使用率が最大である濁音キーがふくまれていること、⑥使用率が比較的高い小文字の⑦のためシフト・キーを分担していること、によつてである。

このうち、④についてはキーの数を48にしておき、ホーム・ポジションを英文タイプと同一にする限りどうしようもない。これを改善するには、シフト併用文字を増加させてキー数の削減をはかることが必要となるが、シフト・キーの分担が小指である限り改善策にはつながらない。

⑤については、濁音キーを他の指の分担にすることで解決できるけれども、この“他の指”の負担が過大なものにならないようにし、交互打ちの頻度を高めるには、左手用、右手用の濁音キーを設けることも考慮する必要がある。

上では述べなかったものの、負担が重いことについては、左手の小指についても同じ事情があり(全指中の2位×3位)、その理由は小文字の⑧⑨⑩および句読点のためのシフト・キーの操作がこの指の分担になつていゝためである。

以上を考慮すると、操作性における小指の負担に不自然さがなれば、シフト操作を必要とする文字を増加させて文字キーの数をへらし、シフト・キーの操作を小指以外の指の分担としたものになりそうに思われるが、鬼験による検証はなお必要である。

(以上)