

## 標準時間法による入力方式別 スピード比較実験

大島章嘉\*<sup>1</sup> 上野英之\*<sup>2</sup> 中野克年\*<sup>1</sup> 大島銘子\*<sup>3</sup>

社団法人日本能率協会

\*<sup>1</sup>総合研究所

\*<sup>2</sup>コンサルティング

\*<sup>3</sup>ワード研究室

### 1. はじめに

ワープロ・パソコンが急速な普及をみているが、各種入力方式の良否の評価について、未だ充分な方法論が確立していない。上下段別頻度分布、交互打鍵率、同指連糸率、段間連糸率、総打鍵数だけでは入力方式の良否の総合評価は難しい。このため一般初心者ユーザーはもとより、ワープロ等にかなり精通しているはずの人でさえ、定見を述べえない場合が少なくない。本稿はある一定の水準に習熟した人が(ブラインドタッチ)、同一文書を作成するなら、入力時間の短い入力方式が最も望ましいとの考え方に立ち、現在すでに一般に普及している、ないしは近い将来普及するとされている入力方式4つ(JIS、新JIS、ローマ字、親指シフト)について、一打鍵当りの標準時間を設定し、かつその変動要因別係数を与えることにより、入力の良否を評価しようとするものである。今回取り上げていない入力方式についても、又機能キー操作の相当異なるワープロソフトについてもこの方法論は適用可能と思われる。又入力方式の改善のためにも役立つものと考えられる。

### THE ASSESSMENT OF KEYBOARD-TYPE METHOD BY MEANS OF REACH AND STROKE MODEL

Akiyoshi Ohshima

Research Institute, Japan Management Association  
3-1-22 Shiba Park, Minatoku, Tokyo 105, Japan

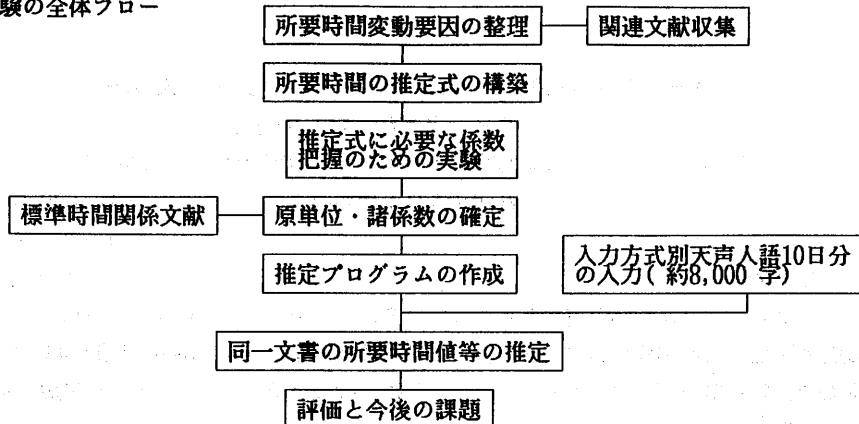
In Japan, word processors and personal computers are widely used. However, concerning the assessment of keyboard-type method, there has not been any definite view to decide which method is good, probably because the methodology has not fully discussed. Therefore, the paper deals with the assessment of the four keyboard-type methods.

Specifically, the paper is to assess the methods by means of Reach and Stroke Model, on the assumption that for those, who has reached a certain level in the use of machine (blind touch), a keyboard type method which enable them to use less time is the most desirable, when they make one and the same document.

In case of setting the standard time, experiments were made upon 18 people in all by sex and age.

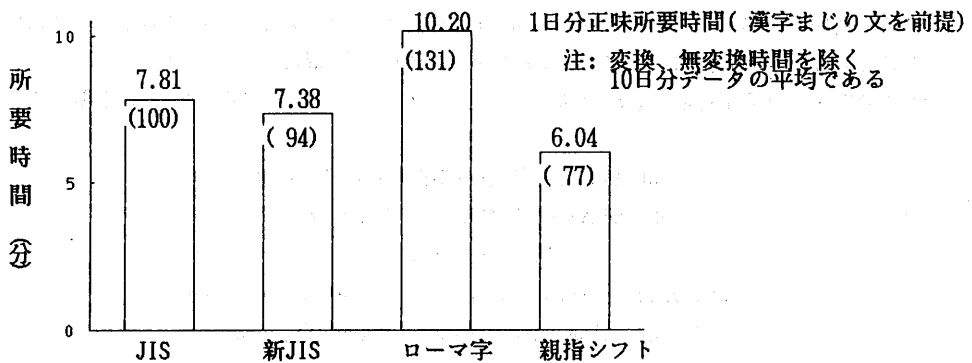
It is hoped that the methodology adopted here will be applicable to the improvement of the current keyboard-type methods and the assessment of other keyboard type methods.

## 2. 実験の全体フロー



## 3. 結論

日本語の一つの典型とされる天声人語 1日分約 771字を手書きより若干速い速度で(40字/分、JIS方式を前提 日商検定3級の水準ただし余裕率25%) 打つものとして、各入力方式の所要時間を推定した。その結果をグラフに示す。



- ・ JIS の入力所要時間は変換時間を除いて、7.81分である。移動距離時間は1.67分、打鍵時間は6.14分である。
- ・ 新JIS が JISより改善されたのは総打鍵数が1.08倍(シフトキーを含む)と増えているにもかかわらず、1打鍵当たりの所要時間がJIS に比べ0.88倍と小さくなっているためである。
- ・ ローマ字の入力所要時間が長いのは総打鍵数がJIS に比べ 1.46 倍にもなるからである。一方 1打鍵当たりの所要時間はJIS に比べ、11%速いので全体としての所要時間はJIS に比べ 1.31 倍となっている。
- ・ 親指シフトの入力所要時間が四方式中最も短いのはJIS に比べ、総打鍵数が0.83倍と少なく、かつ 1打鍵当たり所要時間が0.94倍と小さいからである。
- ・ 所要時間は移動距離時間と打鍵時間の合計である。移動距離時間を見るとJIS 1.67分に比べ、新JIS 1.02分、ローマ字 1.46 分、親指シフト 0.65 分となり、JIS が最も時間が掛かっている。これは 1文字当たりのキー移動平均がたて 0.72、よこ 0.57と長いからである。これに対し、親指シフトはたて0.39、よこ0.14と極めて小さい値となっている。

- ・打鍵時間を見ると、JIS 6.14分比べ、新JIS 6.36分、ローマ字 8.74 分、親指シフト 5.39 分となり、ローマ字が最も長い。ローマ字が最も長いのは総打鍵数が多いことがきている。1打鍵当たりの所要時間を見ると、JIS 304ms、新JIS 291ms、ローマ字 295ms、親指シフト 323ms、と親指シフトが一番長くなっている。これは打鍵数が少ない分だけ同時シフトの利用率が高く、親指シフト係数 1.28 がきているためである。
- ・1打鍵当たり所要時間を短くするためには、交互打鍵率が高いことが大切であるが新JIS が0.61と高く、次に親指シフト 0.53 となっている。
- ・変換時間を含む総所要時間で見ると、JIS 14.7 分、新JIS 14.3分、ローマ字17.2 分、親指シフト13.0分となっている。変換時に必ず画面を確認すること、変換回数 2 回を前提としたためもあり、変換時間のウェイトが高くなっている。

#### 4. 推定結果一覧表

		JIS	新JIS	ローマ字	親指シフト
・正味所要時間(1日分平均)(分)	(変換、無変換時間を除く)	7.81 (100)	7.38 (94)	10.20 (131)	6.04 (77)
・総所要時間(1日分平均)(分)	(変換、無変換時間を含む)	14.7	14.3	17.2	13.0
・1分当たりの総文字数	(変換、無変換時間を含む)	52.5	53.9	44.8	59.3
・総打鍵数	(変換、無変換を除く)	1,211 (100)	1,309 (108)	1,773 (146)	1,001 (83)
・総打鍵数	(変換、無変換を含む)	1,512 (100)	1,612 (107)	2,084 (138)	1,305 (86)
・1打鍵当りの所要時間(1/1000秒)	(変換、無変換時間を除く)	386 (100)	338 (88)	345 (89)	362 (94)
・移動距離時間(1日分平均)(分)	(キー数/字)	1.67	1.02	1.46	0.65
・平均左右移動距離	(キー数/字)	0.57	0.28	0.36	0.14
・打鍵時間(1日分平均)(分)	(変換、無変換時間を除く)	6.14	6.36	8.74	5.39
・1打鍵当たりの所要時間(1/1000秒)	(変換、無変換時間を除く)	304	291	295	323
・交互打鍵率	(変換、無変換を含む)	0.52	0.61	0.46	0.53
・同指打鍵率	(変換、無変換を含む)	0.18	0.12	0.16	0.11
・シフト打鍵率		—	0.15	—	0.34
・上下段別発生割合	上二段	0.15	0.00	0.01	0.02
	上一段	0.37	0.23	0.48	0.35
	ホ	0.30	0.45	0.33	0.53
	下一段	0.17	0.31	0.18	0.11
・横位置発生割合	①親指	0.20	0.19	0.15	0.23
	②人指	0.14	0.11	0.22	0.10
	③中指	0.11	0.16	0.13	0.13
	④薬指	0.16	0.16	0.21	0.19
	⑤小指	0.12	0.16	0.14	0.21
	⑥小指	0.16	0.08	0.13	0.21
	⑦小指	0.09	0.16	0.00	0.02
	⑧小指	0.02	—	0.00	—
	⑨小指	0.07	0.00	0.03	—
	⑩小指	0.00	—	0.00	—

注) 天声人語10日分の総文字数(漢字まじり文)は7,714 字である。

## 5. 1文字打鍵に要する所要時間推定式の構築 (Reach and Stroke Model)

### 5.1. 推定式

1文字打鍵による所要時間は様々な変動要因によって構成される。ここでは参考文献および実験等による知見をもとに変動要因を定性的に整理した上で、次式のようなものと考えた。(Reach and Stroke Model)

- ・ 1文字打鍵による所要時間 (Y) = 指移動時間 (A) + 打鍵時間 (B)
- ・ 指移動時間 (A) = 基準値 (B') × [(縦移動時間係数)<sup>2</sup> + (横移動時間係数)<sup>2</sup>]<sup>1/2</sup>
  - × a 左手係数………右手に対する左手の劣る程度
  - × b 指間の割増係数………各指の構造的な強弱の程度
- ・ 打鍵時間 (B) = B' 基準値………右手人差指のホームポジションにおけるスピード
  - × a 左手係数………前出
  - × c シフト係数………非シフトに対するシフト時の割増係数
  - × d 異手係数………左右交互打鍵による減少係数
  - × e 異指係数………同手内で異なる指で打鍵した場合の係数
  - × b 指間の割増係数………前出(同手同指の場合のみ)

### 5.2. モデルによる単純化の要点

- ・ 一定の打鍵時間標準値に対する割増係数を与えれば、時間測定は可能である。
- ・ メンタル要因は簡単に測定出来ないで、モデルに組み込まない。ただし、メンタル時間が所要時間に占める割合はブラインドタッチのもとでは少ないものと考えられる。
- ・ 打鍵時間と指移動時間は異なる要因で決まるので、分けて考える。
- ・ 移動時間は基本的には移動距離に比例する。斜め移動はピタゴラスの定理を活用する。
- ・ 左右交互打鍵については、異手打鍵終了後当該手が移動し、打鍵するものとみなす。その際、当該手は既にホームポジションに戻っているものとみなす。
- ・ 同手打鍵の場合、今回使用指の前回位置から今回位置までの距離を移動距離とみなす。
- ・ 各種係数は原則として実験による。ただし基準値は一分当たり打鍵文字数を事前に決め、モデルにより逆算し求める。

## 6. 推定式に必要な諸係数

### 6.1. 諸係数の実験による把握方法

諸係数	実験による把握方法
・左手係数 (a)	・ホーム、上段、下段各 5つのキーの打鍵速度を右手、左手別に求め、右手の値 1に対する左手の値を求める。
・指間の割増係数 (b)	・ホーム、上段、下段各 1つのキーを連続打鍵した時の速度を人差指、中指、薬指、小指別に求め、人差指を 1とした時の他の指の値を求める。
・シフト係数 (c)	・右手のホーム、上段、下段各 5つのキーの打鍵速度をシフト時と非シフト時に分けて求め、非シフト時を 1とした時のシフト時の値を求める。
・異手係数 (d)	・右手人差指ホームのみを打鍵した時の速度と左右人差指ホームを交互打鍵した時の速度を求め、前者を 1とした時の値を求める。同様に中指、薬指、小指についてもこの値を求め、4つの指の平均を個人別に求める。
・異指係数 (e)	<p>・右手ホームポジションキー内で以下の指間の交互連続打鍵速度を求め、人差指のみの打鍵速度 1に対する値を求める。</p> <p>①人<math>\leftrightarrow</math>中、②人<math>\leftrightarrow</math>薬、③人<math>\leftrightarrow</math>小、④中<math>\leftrightarrow</math>薬 ⑤中<math>\leftrightarrow</math>小、⑥薬<math>\leftrightarrow</math>小</p>
・縦移動時間係数	・右手人差指ホームのみを打鍵した時の速度と、上一段、下一段、上二段、下二段、上三段、下三段を打鍵した時の速度を各々もとめ、ホームのみを 1とした時の値を求める。小指についても同様に行う。
横移動時間係数	・右手人差指ホームのみを打鍵した時の速度と、横のとなりのキーと交互に打鍵した時の速度を求め、ホームのみを 1とした時の値を求める。横へ 2つ移動した場合、3つ移動した場合についても同様に求める。また小指についても同様に求める。

## 6.2. 実験結果とその特記事項

ユーザーフレンドリーなキーボードが望ましいとの観点にたち、キーボード経験のない、ないしは3ヶ月以内の経験を持つ被検者18人を対象とした。男女別、年齢別に器用さはかなり異なると思われたので、10代から50代までの男女各2人を選定した。ただし50代は各1人となった。

諸 係 数			男	女	10代	20代	30代	40代	50代	平均	
左手係数(右手=1.00)			1.06	1.03	1.02	1.04	1.05	1.05	1.00	1.04	
シフト係数(非シフト=1.00)			1.36	1.21	1.25	1.21	1.29	1.22	1.58	1.28	
異手係数(同手=1.00)			0.71	0.71	0.66	0.74	0.67	0.70	0.83	0.71	
異指係数 人差指=1.00	人差指←→中指		0.84	0.93	0.78	0.93	0.87	0.86	1.10	0.88	
	人差指←→薬指		1.02	1.03	0.97	1.00	1.00	1.01	1.23	1.02	
	人差指←→小指		1.39	1.08	1.09	1.17	1.31	1.15	1.64	1.23	
	中指←→薬指		1.10	1.05	1.02	1.03	1.09	1.05	1.32	1.08	
	中指←→小指		1.83	1.19	1.30	1.35	1.69	1.47	1.99	1.51	
	薬指←→小指		1.74	1.27	1.39	1.32	1.74	1.42	1.81	1.50	
指間割増係数 人差指=1.00	中 指		1.02	1.00	1.00	0.99	1.05	1.02	0.99	1.01	
	薬 指		1.06	1.03	1.09	1.05	1.02	10.3	1.02	1.04	
	小 指		1.12	1.10	1.15	1.11	1.09	1.10	1.15	1.11	
移動係数 ホーム=1.00	た て	人 差 指	カ二段	1.32	1.17	1.30	1.24	1.13	1.15	1.12	1.20
			カ三段	1.44	1.33	1.54	1.44	1.27	1.34	1.30	1.38
			カ三段	1.60	1.47	1.76	1.64	1.39	1.50	1.41	1.53
	よ こ	人 差 指	横二打鍵移動	1.18	1.08	1.18	1.10	1.15	1.15	1.06	1.13
			横三打鍵移動	1.39	1.22	1.37	1.27	1.33	1.30	1.24	1.31
			横三打鍵移動	1.65	1.39	1.62	1.48	1.53	1.49	1.46	1.52
手の大きさ (cm)	たて*1		9.5	8.9	9.3	8.7	9.4	9.4	9.3	9.2	
	よこ*2		13.6	12.9	13.8	12.8	12.6	14.0	13.0	13.3	

\*1 右手中指の第三関節から指先の爪の中央まで

\*2 開いた右手の人差指の爪の中央から小指の爪の中央まで

- ・男女別に見ると、左手係数、シフト係数、指間割増係数、異指係数、移動係数などいずれも女性の方が係数が小さく、器用であることが明らかである。
- ・年齢別に見ると、概して高年齢層ほど各係数値は高く、特に50代ではこの傾向が著しい。
- ・異指打鍵は同指打鍵より速いと言われているが、本実験ではその傾向が出たのは、人差指←→中指間だけで、その他は人差指連続打鍵より遅いとの結果を得た。特に中指←→小指、薬指←→小指では著しく遅いことが認められた。
- ・上下一段打鍵では上段の方が速いとの結果を得た。
- ・手の大きさは同手打鍵時、今回使用指の前回位置の決定に意味を持つ。このため標準的な手の大きさを測定する必要がある。測定結果は予想通り、女性の方がたて6mm、よこ7mm平均的に小さいことが判明した。

### 6.3. 基準値等の推定

- 1) 基準値はこれら諸係数を与え、JIS 方式を前提に漢字まじり文 1分間40文字(手書より若干速い水準、日商検定 3級の水準)を打った時の値を逆算して求める。
- 2) 無変換キーは基準値と変わらないものとする。
- 3) 変換キーは次の根拠により求める。
  - ① 毎回画面を見るものとする。
  - ② 変換キー 2回打鍵で必要とする漢字が出るものとする。
  - ③ 画面を見る動作時間はワークファクター法により求める。(1RU = 1/1,000分)
    - i. 45度首を右に回す 4RU      v. 45度首を左に回す 4RU
    - ii. 焦点合わせ 2RU              vi. 焦点合わせ 2RU
    - iii. 検査 3RU×2                  vii. 検査 3RU
    - iv. 反応 基準時間×2              合計      21RU (= 1,260ms) + 基準打鍵時間×2
- 4) 親指シフト半濁音キーは、これを押しながら当該キーを打たなければ所要の文字は出ず、基準値より長い時間が必要であるが、モデル上は基準値と同じとみなす。
- 5) 新JIS 小指シフトキーについても、親指シフト半濁音キーと同様の扱いとする。
- 6) 移動係数は上下左右各 1つのキー移動に対する係数として、実験値より縦0.19、横0.14とする。
- 7) 以上の他は全て実験値の平均をそのまま用いる。

## 7. プログラムの手順概要

- 7.1. 入力データ(文字位置表\*<sup>1</sup>、指位置表、天声人語10日分\*<sup>1</sup>)      \*<sup>1</sup> 入力方式別
- 7.2. プログラム
  - i. 一つのキーの所要時間の推定(使用手、使用指、シフトの有無、一つ前の手、一つ前の指、使用指の位置、各指の位置、たてよこの移動距離、移動時間、打鍵時間、所要時間)
  - ii. 全所要時間等の推定(打鍵数、使用手、同手・異手数、同手内異指数、シフト非シフト数、上下左右使用指位置、上下左右移動距離、移動時間、打鍵時間、所要時間)

## 8. 本実験の限界と今後の課題

### 8.1. 本実験の限界

- 1) メンタル時間が制約にならないとして、考慮に入れていない。
  - ・文字認識過程、確認過程、命令過程、等神経命令系統の所要時間を指動作の物理的時間に比べれば極くわずかであるとして、無視している。基準時間を 1分間40字の速度から逆算して求めているので、実質的にはメンタル時間は所要時間に含まれることとなっている。したがってローマ字入力のように日本語からローマ字に頭の中で変換している時間、神経使用の程度については評価出来ない。
- 2) 習熟時間の長短の評価は出来ない。
  - ・モデルの目的から当然ではあるが、キー配列を覚えるための時間には入力方式により当然差が発生するが、このモデルではブラインドタッチでどの方式も打てる

ものとしているので、この面の評価は出来ない。

## 8.2. 今後の課題

モデル構築、プログラム作成、実験観測とも限られた時間によるものであり、今後に積み残された課題は多い。

- 1) 実験の精緻化によるパラメーター精度の向上(未熟練者と熟練者の係数の違いの測定を含む)
- 2) 推定式の精緻化と推定プログラムの精度アップ
- 3) 今回取り扱わなかった入力方式との比較
- 4) 機能キーを多用する文書事例の測定(目視標準時間の多用)
- 5) 専用ワープロとパソコンソフトとの操作性比較
- 6) キーボード改善による効果の測定と改善提案

## 9. 参考文献

- 1) 大脇・丸山「電信オペレータの打けん行動に関する心理学的研究」1961.
- 2) 黒須・中山「カナキーボードの文字配列の評価」1982. 1.27
- 3) 白鳥「初心者のカナ漢字変換入力操作特性と目視動作について」1983. 3.16
- 4) 竜岡「かな漢字変換方式のワード・プロセッサのキー配列」1983. 5.11
- 5) 木越・坂内「英文キーボードによる日本文入力について」1983. 5.11
- 6) 山内「文字種区分方式 2ストローク日本文入力法の打鍵特性」1983. 7.13
- 7) 渡辺「カナタイピストにおける指の運動特性について」1983. 7.13
- 8) 中山・黒須「日本語入力速度予測モデルの検討」1984. 1.20
- 9) 森田「新しい日本文入力方式」1984. 1.20
- 10) 木村・粕川「日本語ワープロ向け新打鍵レベルモデルの検証と応用」1986. 5.14
- 11) 森田・島田「完全ブラインド・タッチ型キーボードの一提案」1986. 9.17
- 12) 木村・粕川「ワープロ利用者の思考時間に関する統計的モデル」1986. 9.17
- 13) 粕川・木村「パソコン用鍵盤の打鍵所要時間と思考時間モデル」1986. 9.17
- 14) 渡辺「カナタイピストにおける指の運動特性について」(続報)1986.11.12