

初心者のかな漢字変換入力操作特性と 目視動作について

白鳥 嘉男 (日本電信電話公社 横須賀電気通信研究所)

1. まえがき

情報処理社会の発展に伴って、近年、日本語ワードプロセッサが多数開発されている。^{(1)~(2)} これらワードプロセッサにおいては、かな漢字変換入力が主要な入力法として採用されている。^{(3)~(5)} これは、読みがな通りに入力することによって漢字かな混り文に変換できることや、装置が比較的コンパクトに構成できること等によるためと考えられる。

かな漢字変換装置の操作は、一見単純に見えるが、実際は、複雑な入力動作から構成されている。すなわち、操作者は、

- (1) 漢字かな混り原稿の中から、一部の語句を読みとり
- (2) かなキーボードを用いて漢字(或いは文節)部分を指定しつつ、語句の読みを入力し、
- (3) ディスプレイ画面上の入力モニタ部分で、入力キータッチの確認を行い、
- (4) かな漢字変換文と入力原稿との照合を行い、
- (5) 同音語がある場合は、同音語の選択を行い
- (6) 漢字に変換されない語句や、誤変換された語句については、一文字ずつ訂正を行う等の操作を、適宜繰り返しながら入力している。

現在、各種のかな漢字変換装置が用いられており、各装置は各々特長を有している。オフィスオートメーションの一環として、これら装置が用いられた場合、どの程度の作業能率が期待できるかを、通常のおペレータの場合について明らかにすることは、これら装置の作業性を評価する上で重要と考えられる。

また、これら入力操作時において、上述した如く、目にかかる負担は大きいとみられる。これらディスプレイ等を用いた入力作業に関

する研究は、まだ緒についたばかりである。^{(6)~(9)} 操作者が目が疲れる、目が痛いなどの訴えを起している例もあり、^{(10)~(11)} 今後、重要な検討課題になると推定される。

本報告は、以上の観点から、初心者のかな漢字変換入力操作時の入力操作特性と目視動作特性について、明らかにすることを目的とする。

2. 習熟特性実験

現用装置による作業レベルがどの程度であるかを明らかにするため、入力方法の異なる3種の装置を用いて、以下に述べる習熟特性実験を行った。

2.1 実験方法

2.1.1 被験者

被験者は、かなキーボードの操作に対して初めての女性1名(22歳)である。各装置の操作開始に先立って1~2日装置の具備機能および操作方法について説明した。

2.1.2 被試験装置の概要

3種被試験装置の概要を以下に述べる。

(1) 装置A

入力は、漢字部分を区切りキーで指示して行う。CRTは12インチ(32字X14行)であり、入力モニタは、画面下側の固定部に表示される。同音語選択は繰り出しキーにより行う。同音語は一括に選択する。かなキー配列は、JISC-6233に準拠している。

(2) 装置B

入力は、漢字部分を区切りキーで指示して行う。活用語については、終止形で入力した後、語尾を修正する。CRTは14インチ(48字X32行)であり、入力モニタは、出力文の文末に表示される。同音語選択は繰り出しキーにより行う。同音語は、出現した時点で逐次選択する。かなキー配列は、特殊な配列である。

(3) 装置 C

入力は、漢字部分を区切りキーで指定して行う。CRTは17インチ(40字X20行)であり、入力モニタは、画面下側の固定部に表示される。同音語選択は、画面下部に一括表示された語句の該当番号を指定して行う。同音語は一括に選択する。かなキー配列は、JISC-6233に準拠している。

2. 1. 3 入力原稿

新聞社説(朝日56.1/5~4/15)を対象とした。記事内容による変動を避けるため、第1編(政治面)と第2編(社会面)を交互に選択し、計90編を入力原稿とした。入力原稿の平均収容文字数は、1349±86字、漢字の平均文字比率は、39.8±4.7%である。

2. 1. 4 実験手順

(1) 実験は、社説1編を入力しプリンタで出力し終るまでを1回として、各装置について上記社説を同一順序で入力した。各装置の実験順序を表1に示す。

(2) 入力は文字列のみを入力し、フォーマットは行わない。

(3) 入力操作は、読みがな通りに入力する初期入力作業、同音語選択や未変換・誤変換単語に対する一文字ずつの訂正等の修正作業を区切って行い、各作業の所要時間を測定した。

(4) かなキータッチの習熟度を明らかにするため、各実験直後にランダムに配列したかな100文字(濁音、半濁音を含む)を入力し、その入力速度を測定した。

(5) 1日の実験回数は2~4回である。また、各装置の実験期間内においては3日以上以上のブランクがないように配慮した。

2. 2 実験結果

(1) 入力速度

入力速度は、入力総文字数を入力と修正の作業時間の和で除した値である。図1は、各装置における入力速度の習熟特性を示す。各

表1 実験順序

実験No	実験名称	期間	装置	備考
1	習熟特性	56.5.25~7.7	A	社説90編
2	〃	56.8.19~10.16	B	〃
3	目視動作	56.10.22	A	社説の一部
4	〃	56.11.7	B	〃
5	習熟特性	56.11.26~12.26	C	社説90編

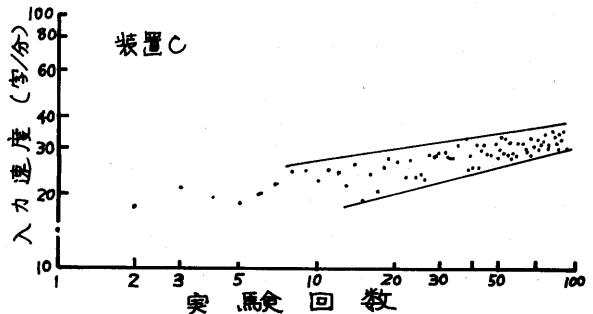
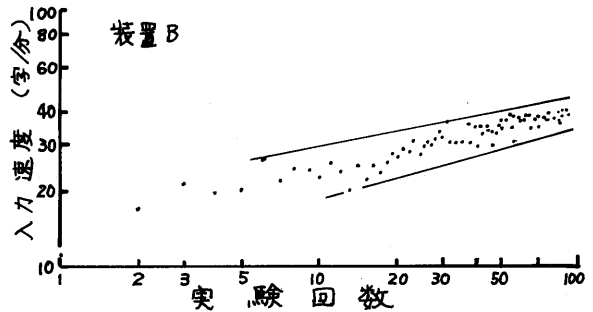
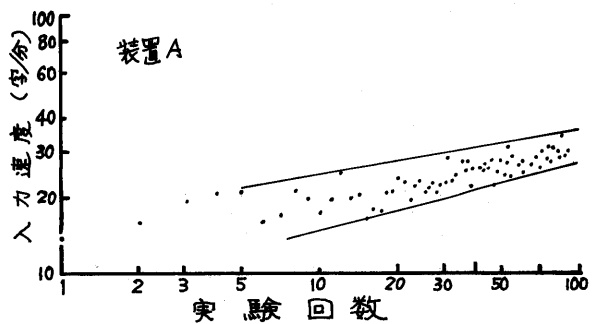


図1 文字入力速度特性

装置とも、ほぼ類似した習熟特性を示している。実験終期の入力速度は、30～40字/分であり、訓練時間は約50時間（1～2ヶ月）程度を必要としている。また、入力および修正作業の操作結果に格別の差はないとみられる。

（2）誤入力率

誤入力率は、修正作業後における誤入力文字数を総入力文字数で除した値である。各装置における誤入力率は、実験初期においては、0.2～0.8%と変動が大きいのが、実験終期においては、0.1～0.2%となり、ほぼ一定している。この範囲の誤入力率は、実用上ほとんど問題ないとみられる。

（3）作業時間比率

入力と修正の各作業時間の比率は、約2対1であり、修正作業が比較的大きな割合を占めている。この作業時間比率は、入力速度が向上してもほとんど変化しない。これは、各作業が同等に習熟していることを示している。

（4）かな入力速度

図2は、かなキー配列が異なる前記2種のキーボードにおけるかな入力速度の習熟特性を示す。配列Aではかなキーが4段に、配列Bではかなキーが3段に配列されている。かな入力速度が、図1の文字入力速度から推定される値（約2倍）に比べて遅いことは、かながランダム文字列であるためである。配列Bの入力速度は、配列Aの場合に比較して約5～10字/分程高い値を示している。

（5）首振り動作出現ひん度

図3は、実験初・中・終期における被験者の操作状態を撮影したVTRから、被験者がキーボードを見るために行う首振り動作出現ひん度を求めたものである。実験の進捗により、首振り動作出現ひん度は、徐々に減少している。しかし、実験終期においても、なお約0.67回/字の高い割合で首振り動作を行っている。

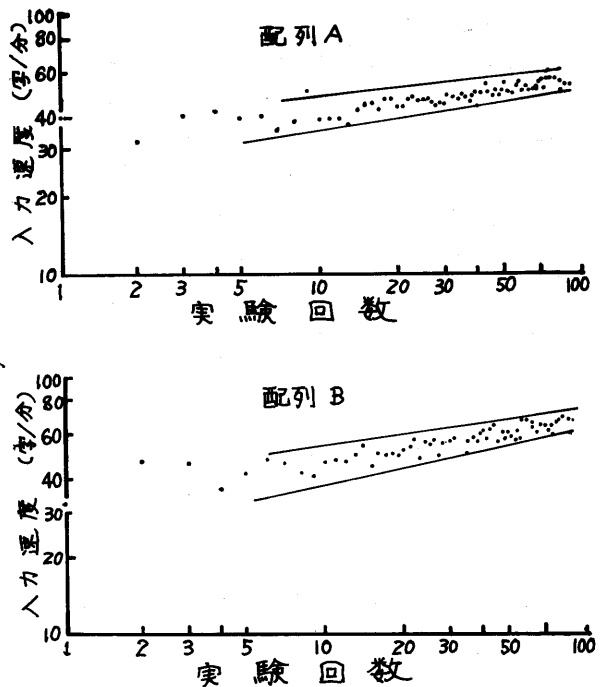


図2 かな入力速度特性

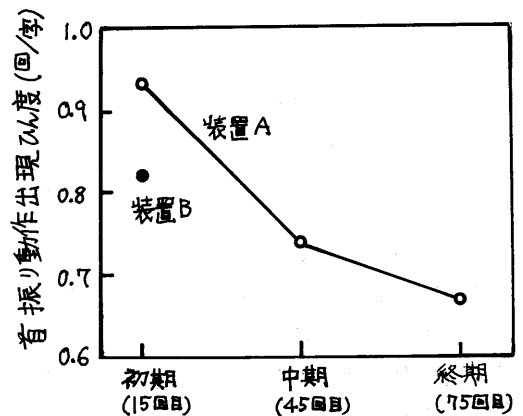


図3 首振り動作出現ひん度

（6）まとめ

かな漢字変換を用いた入力装置の操作性は、かな入力速度に大きく依存している。ところが、初心者にとって、かなキーボードの操作は不得手であり、キーボードを見てしまい易い。このため、首振り動作を生じ、入力速度を低下させるとみられる。そこで、次節において目視動作を含めその挙動を明らかにする。

3. 目視動作実験

入力操作時における操作者の視線は、前述した如く、図4に示すような入力動作に伴って逐次移動している。目視動作を明らかにすることは、操作性を改善する上で参考になるとみられる。そこで、画面表示形式の異なる前記2装置AおよびBについて、入力操作時の目視動作を明らかにする。

3.1 実験方法

(1) 入力原稿

入力原稿は、新聞社説の一部である。この入力原稿は、漢字とかなの比率が社説の平均的な漢字比率約40%と近似していること、熟語、一字語、活用語等が適度に含まれるとともに、これら語句に同音語が存在すること等を配慮して、240字分を選択した。なお、分析は、被験者の操作状態が安定する時間を考慮して、入力原稿の後半部である110字について行った。また、原稿には、枠等の目印は付けないように配慮した。

(2) 被験者

被験者の選択においては、上記2種の装置に対し同等の操作経験を有すること、アイカメラを装着するためメガネを使用していないこと等を考慮して、前節と同じ女性1名を被験者とした。

(3) 目視動作測定装置

図5は、本実験時の装置構成を示す。実験は、2台のVTR装置を用い、一方にアイカメラからの画像を入力し、他方に被試験装置のCRT画面を入力する。また、1/100秒のタイマを両VTRにセットし経過時間を記録する。CRT画面に表示されるかな漢字変換の出力結果をモニターすることによって、操作者のキータッチデータが得られる。なお、アイカメラは、NAC(株)製アイマークレコーダ4形(視野;垂直43.5度、水平60度)を用いた。

(4) 分析方法

アイカメラによりVTRに記録された画面をスロー再生して、目の注視点を示すVマークの移動軌跡を監視する。視線がキーボード、原稿、入力モニタ部、出力文字部間を移動する際の開始、終了時刻を被試験装置のCRT画面と比較確認し、各時点のタイム値を読みとる。

3.2 実験結果

表2は、初期入力、同音語選択、漢字訂正等の各作業時の目視動作を分析した結果を示す。図6は、初期入力時における目視動作タイムチャートの一部を示す。視線は、ほとんど

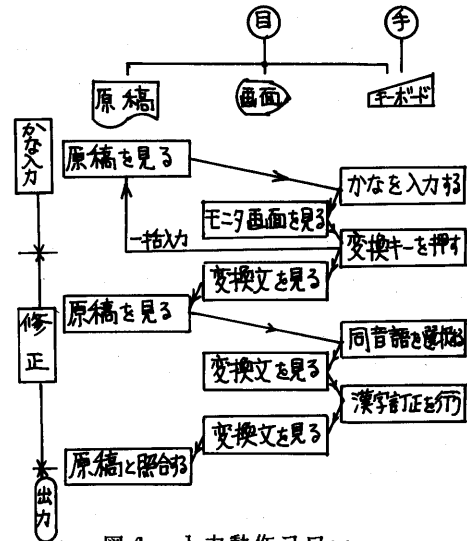


図4 入力動作フロー

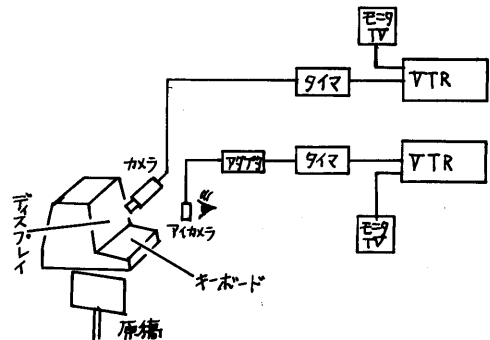


図5 実験装置の構成

ど休みなく動いている。図7は、初期入力時における視線の移動状況を示したものである。表3および表4は、表2と同じ結果を、目視位置での停留回数とその所要時間、および視線移動の回数とその所要時間について求めたものである。

3.2.1 装置Aの場合

(1) 初期入力時

(a) 各注視点における停留時間は、入力モニター部および原稿の場合が各約0.6秒/回、出力文字部の場合が約0.9秒/回である。キーボードでの平均停留時間は、約3.4秒/回である。キーボードでの停留時間は、全停留時間の約8割と高い値を占めている。

(b) 視線移動ひん度は、約1.1回/字である。各視点に関する視線移動回数の比率は、キーボード、原稿、CRT(入力モニター部と出力文字部の和)が各々約37、33、30%であり、ほぼ3等分されている。

(c) キーボードに関する視線移動所要時間は、全視線移動時間の約8割と高い値を占めている。このキーボードを見るための視線移動は首振り動作を伴わない、入力速度を低下していることがわかる。

(d) 目視動作が各注視点間を移動する時間は、平均約0.6秒/回である。しかし、入力モニター部と出力文字部間との場合は、約0.3秒/回と短い。これは、入力モニター部に表示されるかな文字列が少ないこと、注視点が同一画面内にあること等によるためとみられる。なお、本装置では同音語一括選択方式を用いたことにより、入力モニター部のみを見て出力文字部を見ないと推

定された。しかし、入力モニター部と出力文字部間との視線移動があることは、初心者の場合どのようにかな漢字変換されたかを見てしまう習性があるためと考えられる。

(2) 同音語選択作業時

同音語一括選択時の対象語数は、14語(240字内)であり、その平均選択時間は約4.0秒であった。

(3) 漢字訂正作業時

漢字訂正時の対象字数は4字(240字内)であり、1文字当りの訂正時間は該当漢字が

表2 目視動作の分析結果

		装置 A						装置 B		
		初期データ入力		同音語選択		漢字訂正				
停留時間	K(キーボード)	3.44 秒 ±2.06	45回	— 秒	— 回	2.30 秒 ±1.84	5回	2.20 秒 ±1.60	5回	
	C(原稿)	0.63 ±0.37	39	0.4	1	1.15 ±0.49	2	1.23 ±0.47	24	
	D(出力画面)	0.90 ±0.93	12	6.75 ±6.01	2	1.80 ±0.57	2	0.65 ±0.35	26	
	M(入力モニター)	0.61 ±0.47	24	—	—	3.68 ±2.92	4			
移動時間	キーボードから	K→D	0.60	1	—	—	0.60 ±0	3	0.51 ±0.13	26
		K→C	0.90 ±0.20	27	—	—	0.90	1	0.74 ±0.13	8
		K→M	0.61 ±0.19	18	—	—	0.70	1		
	原稿から	C→K	0.56 ±0.09	34	—	—	—	—	0.50 ±0.12	24
		C→D	0.40	1	0.7	1	—	—	—	—
		C→M	0.50 ±0.20	4	—	—	0.80 ±0.28	2		
	出力画面から	D→K	0.53 ±0.13	4	—	—	0.55 ±0.21	2	0.40 ±0.23	10
		D→C	0.74 ±0.13	5	0.7	1	—	—	0.71 ±0.18	16
		D→M	0.25 ±0.07	2	—	—	—	—		
入力モニター画面から	M→K	0.43 秒 ±0.05	7回	—	—	0.47 秒 ±0.06	3回			
	M→C	0.97 ±0.32	7	—	—	—	—			
	M→D	0.29 ±0.23	10	—	—	—	—			
所要時間		2'20"80		15"30		39"60		2'50"00		
入力速度 (字/分)		33.7		(3'15"7)		38.9				
かな定形文の入力速度		2.69字/分		—		—		3.66字/分		

CRT下部に表示される出現順序によって異なるが、平均21.2秒であった。したがって、漢字訂正は、同音語選択の約5倍もの時間を費していることがわかる。

3.2.2 装置Bの場合

本装置の場合、入力モニタ部は、出力文の文末に隣接して表示される。しかし、アイカメラによる視線位置を上記点について測定することは困難であるため、同一箇所として測定した。また、同音語選択時のモードは輝度変化で判別するが、使用したVTR用カメラ感度の点から、測定し難く削除した。なお、漢字訂正作業は被験者のミスがなかったこと、原稿内の語句が辞書に収容されていたこと等により発生しなかった。装置Bの特徴を以下にまとめる。

(1) CRT(入力モニタ部と出力文字部を同一箇所とみなす)における視線の停留時間は、約0.7秒/回であり、装置Aの場合とほぼ等しい。キーボードでの平均停留時間は、約2.2秒/回であり、装置Aの場合より早い。キーボードでの停留時間は、全停留時間は約6割と高い値を占めていることがわかる。

(2) 原稿での停留時間は、約1.2秒/回と装置Aの場合の約2倍を要しており、入力方法の相違が現れているとみられる。すなわち、装置Aでは、同音語一括選択により再度原稿をチェックする機会があるため、原稿を瞬時的に見る程度が良いが、装置Bでは、逐次、同音語選択を行い一旦同定した語句が誤った場合は、修正作業を必要とするため、原稿の確認が慎重になるためと考えられる。これは、図7に示す視線移動状態において、原稿からCRTを見るモードがなく、目視動作が、かなり単純になっていることからもうかがえる。

(3) 各注視点間の視線移動時間は、平均約0.6秒/回であり、装置Aの場合と同様である。

(4) 視線移動ひん度は、約0.8回/字である。キーボード、原稿、CRTに関する視線移動回数の比率は、各約41、28、31%であり、キーボードの場合がやや高くなっている。また、キーボードと各注視点間の視

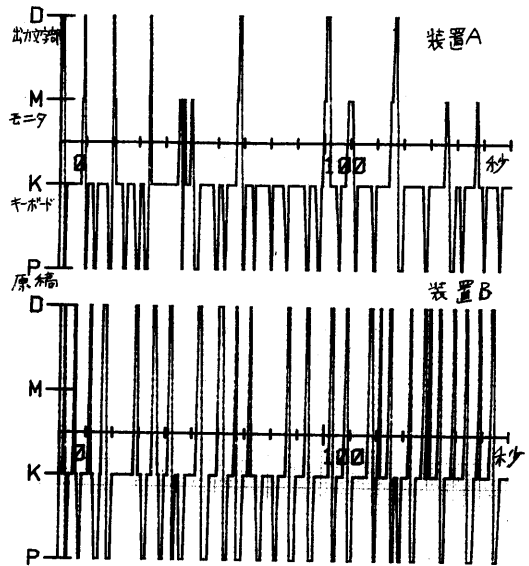
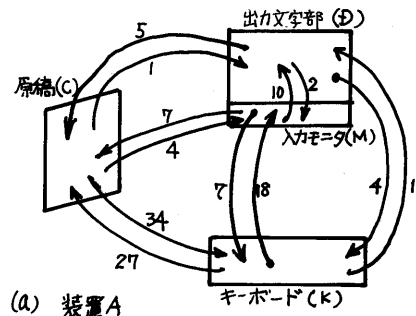
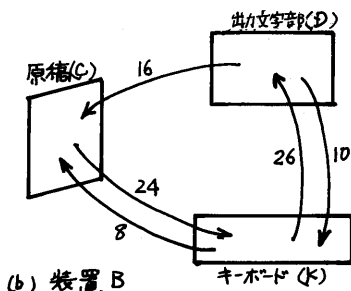


図6 初期入力時の視線移動経過



(a) 装置A



(b) 装置B

図7 初期入力時の視線移動状態
(数字は出現回数を示す)

線移動は首振り動作を伴い、その所要時間は、装置Aの場合と同様に、全視線移動時間の約8割と高い値を占めている。

3.3 考察

本実験の結果、日本語ワードプロセッサ装置の操作性に大きな影響を及ぼす要因として、次の4つが挙げられる。

(1) かなキーボード

配列Bによるかなの入力速度は、表2に示す如く、配列Aによる場合に比べ約10タッチ/分早い。このタッチの差は、入力速度に換算すると約5字/分となり同表の文字入力速度と一致している。かな漢字変換においては如何にかなを早く打鍵できるかが最も重要である。また、操作者の首振り動作時間を軽減し、初心者でも容易にブラインドタッチできるキーボードの検討が必要である。

(2) 入力モニタ方式

画面の入力モニタ方式については、本被験者のデータのみに基づいて即断することは出来ないが、できるだけ視線移動回数を減らす方向での訓練が必要である。

(3) 同音語選択方式

かなキー入力速度が早い熟練者の場合、作業モードを同音語一括選択のように統一しておくことにより、かな入力を中断しなくてよいから、入力速度の向上が期待できる。一方、初心者の場合（或いは思考しつつ入力する場合）、かなキー入力速度が遅く、出力文字部が気になる場合があると推定されるので、逐次に処理し着実に入力を行う方が好ましいと考えられる。以上の点から、同音語選択は、操作者の好み或いは使用方法に応じて、両方式を選択できるようにすることが望ましいとみられる。

表3 目視位置確認回数と所要時間

	装置 A				装置 B		
	回数	平均時間	入力時間	修正時間	回数	平均時間	入力・修正時間
キーボード	45	3.44秒	15.48秒	1.15秒	35	2.20秒	7.70秒
原稿	39	0.63	2.46	2.7	24	1.25	2.95
ディスプレイ	12	0.90	1.08	1.71	26	0.65	1.69
入力モニタ	24	0.61	1.46	1.47	—	—	—
合計	120	(0.76)	20.48	4.60	85	(0.65)	12.34

表4 視線移動回数と所要時間

	装置 A				装置 B		
	回数	平均時間	入力時間	修正時間	回数	平均時間	入力時間
キーボード ↔ ディスプレイ	5	0.57秒	2.7秒	2.9秒	36	0.46秒	1.73秒
キーボード ↔ 原稿	61	0.73	4.33	0.9	32	0.62	1.79
キーボード ↔ モニタ	25	0.52	1.40	2.1	—	—	—
ディスプレイ ↔ 原稿	6	0.57	4.1	1.4	16	0.71	1.14
ディスプレイ ↔ モニタ	12	0.27	3.4	0	—	—	—
原稿 ↔ モニタ	11	0.74	8.8	1.6	—	—	—
合計	120回	0.57	7.63秒	8.9	84回	0.60	4.66秒

(4) かな漢字変換辞書

かな漢字変換辞書に該当単語がない場合、漢字訂正作業（訂正箇所の指定および漢字検索情報の入力）により1文字ずつ修正する必要がある。この訂正作業は、同音語選択作業の約5倍もの時間を必要とする。したがって、かな漢字変換辞書にはできるだけ多くの語句を収容しておきたい方が良く考えられる。ただし、語句の収容方法については同音語を効率よく選択できるように適用分野や使用ひん度について辞書内容の階層化をはかるなどの工夫が必要であろう。

4. まとめ

かな漢字変換方式による日本語入力装置を初心者が使用する場合の習熟特性、並びにこれら装置操作時の目視動作について以下の点を明らかにした。

(1) 初心者のかな漢字変換による入力速度は、約50時間後に30~40字/分の速度に達する。また、文字列のみを入力する場合の入力と修正の各作業時間比率は、約2対1である。入力操作時には、首振り動作が約0.7回/字の割合で出現している。

(2) キーボード、原稿、CRT(入力モニタ部および出力文字部)間を移動する目視動作において、各注視点での視線停留時間は、キーボードの場合が約2.2~3.4秒/回、原稿の場合が約0.6~0.9秒/回、CRTの場合が約0.6~0.9秒/回である。また、各注視点間の視線移動時間は、各約0.6秒/回である。

(3) キーボードに関する視線移動時間および視線停留時間は、全所要時間の約8割および6~8割と高い値を占めている。この視線移動は首振り動作を伴なうことから、初心者が容易にブラインドタッチできるかなキーボードの検討が必要と考えられる。

謝辞 本検討を行うにあたり、日頃御指導頂く当所松田宅内機器研究部長、小森入力装置研究室長、ならびに木村調査役に厚く感謝致します。また、目視動作実験に際し、有益な御助言を頂いた大野プリンタ研究室調査役、ならびに土井調査員に厚く感謝致します。

5. 文献

- (1) コンピュートピア;日本語情報処理と情報産業、pp14~63(1980-9)
- (2) 日経エレクトロニクス;実用の輪が広がる漢字情報処理、pp76~112(1978.12/11)
- (3) 森、他;計算機への日本語情報入力、信学技法、EC78-23(1978-09)
- (4) 森、天野;日本語ワードプロセッサとテキストエディタ、信学誌vol 63, no7, pp729~733(昭55-07)
- (5) 神田、他;オフィスオートメーションと文書作成について、画像電子学会予稿15 pp1~4
- (6) 坪内;人間・機会システムの設計、設計工学シリーズ、vol 3, pp155~260丸善(昭51)
- (7) 斉藤;生体情報計測と解析法、人間工学、vol 14, no6, pp291~301(1978)
- (8) 森;視覚機器とその人間工学的問題、vol 3, no3, pp211~219(1967)
- (9) 野呂、他;マイクロディジションスタディー情報処理作業の分析一、日本人間工学会関東支部大会、pp11~12,(昭57.12月)
- (10) 猪俣;キャラクタディスプレイによるデータ入力作業の実験的研究、人間工学、vol 11, no 4, pp123~124(1975)
- (11) 堀野;VDT作業における視環境と作業負担、日本人間工学会関東支部大会、pp45~46,(昭57.12月)