

## 変換型日本文入力方式の打鍵レベルでの比較評価

角田 博保 ・ 田原 潤一  
(電気通信大学計算機科学科)

各種変換型日本文入力方式に対してテキスト打鍵時間データを探り、打鍵レベルでの比較評価をおこなった。実験は実験計画法にしたがって計画し、分散分析をおこなうことによって統計的に評価を与えた。おこなった実験はべた入力と分かち入力の比較、単純な変換指定を含む入力方式の比較、および複雑な変換指定を含む入力方式の比較である。その結果、(1)べた入力と分かち入力の全打鍵時間の差は通常の1打鍵の時間\*分かち数以下であること、(2)分かち時点で選択する数が増えると時間が多くかかること、および(3)変換指定はPOSTFIXの方がPREFIXより速い傾向があることがわかった。

## Evaluating Conversion-Type Japanese Text Entry Methods by Comparing Their Keystroke Timing Sequences

Hiroyasu KAKUDA and Jun'ichi TAHARA

The University of Electro-Communications, Department of Computer Science  
1-5-1 Chofugaoka, Chofu-shi, Tokyo 182 Japan

Several conversion-type Japanese text entry methods are evaluated by comparing their keystroke timing sequences. This paper describes three experiments on continuously typing and separating-text-into-words typing ("wakachigaki" in Japanese) with several sorts of separators. The data analysis of the experiments leads the following conclusions. (1) Total input time of continuously typing is shorter than that of wakachigaki typing, but the difference is only less than the average key typing time times the total number of separating. (2) In case of separating text into words, the more sorts of separators, the more total typing time. (3) The postfix command to separate text into words is faster to type than the prefix one.

表3.1 実験の配置

	1	2
R1	A1	A2
R2	A2	A1
R3	A2	A1
R4	A1	A2

ただし、  
R1、R2、R3、R4はテキスト  
A1、A2は入力方法  
A1は分かち、A2はべた

表3.3 通常打鍵 (d)

	JT		HK	
	分かち	べた	分かち	べた
1	249 (413)	243 (410)	186 (483)	184 (464)
2	248 (451)	283 (444)	187 (488)	188 (468)
3	257 (461)	268 (459)	176 (537)	184 (537)
4	268 (467)	277 (467)	178 (461)	180 (459)

表3.5 べたと分かちの打鍵時間

	JT	HK
べた区切り後	649	352
分かち区切り	378	198
分かち区切り後	484	257
分かち全打鍵	294	189
分かち通常打鍵	256	181
べた全打鍵	316	204
べた通常打鍵	269	184

(単位はmssec)

表3.2 実験1の結果  
-- JTの結果 --

	(a)		(b)		(c)	
	分かち	べた	分かち	べた	分かち	べた
R1 1	306 (562)	315 (514)	300 (531)	300 (477)	296 (469)	299 (476)
2	306 (211)	329 (544)	299 (190)	308 (477)	292 (168)	306 (476)
3	301 (574)	297 (504)	291 (538)	288 (481)	282 (476)	288 (480)
R2 1	322 (675)	387 (625)	309 (596)	366 (525)	285 (524)	366 (525)
2	309 (628)	340 (565)	303 (591)	328 (514)	292 (525)	328 (514)
3	307 (627)	351 (576)	295 (594)	337 (522)	281 (523)	337 (522)
R3 1	307 (610)	355 (573)	301 (583)	337 (522)	287 (519)	336 (521)
2	316 (613)	322 (540)	297 (577)	310 (517)	290 (519)	310 (517)
3	291 (611)	340 (541)	281 (576)	326 (521)	274 (518)	326 (521)
R4 1	344 (682)	355 (569)	329 (601)	336 (538)	328 (537)	336 (538)
2	329 (673)	347 (574)	309 (604)	336 (537)	299 (536)	336 (537)
3	325 (653)	362 (594)	307 (600)	345 (539)	301 (535)	345 (539)

表3.4 実験1の分散分析表  
-- JTの分散分析表 --

	要因	自由度	変動	不偏分散	分散比
(b)	テキスト	3	1288.00	429.33	3.05
	方法	1	968.00	968.00	6.88
	誤差	3	422.00	140.67	
	全体	7	2678.00		
(c)	テキスト	3	1280.50	410.17	2.62
	方法	1	1984.50	1984.50	12.65*
	誤差	3	470.50	156.83	
	全体	7	3689.50		
(d)	テキスト	3	756.37	252.12	1.75
	方法	1	300.12	300.12	2.09
	誤差	3	431.37	143.79	
	全体	7	1487.87		

-- HKの分散分析表 --

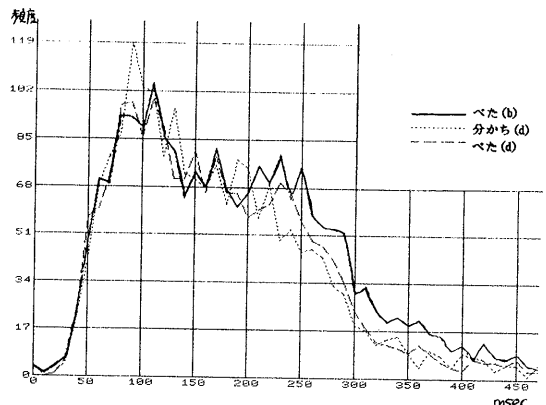
	要因	自由度	変動	不偏分散	分散比
(b)	テキスト	3	172.37	57.46	5.01
	方法	1	405.12	405.12	40.59**
	誤差	3	34.37	11.46	
	全体	7	671.88		
(c)	テキスト	3	172.37	57.46	5.01
	方法	1	528.12	528.12	46.09**
	誤差	3	34.37	11.46	
	全体	7	734.87		
(d)	テキスト	3	98.37	32.79	3.73
	方法	1	10.12	10.12	1.15
	誤差	3	26.37	8.79	
	全体	7	134.87		

(\*)は5%有意、\*\*は1%有意

-- HKの結果 --

	(a)		(b)		(c)	
	分かち	べた	分かち	べた	分かち	べた
R1 1	225 (613)	214 (537)	218 (596)	211 (528)	217 (534)	211 (528)
2	216 (617)	222 (547)	210 (592)	213 (528)	209 (530)	213 (528)
3	204 (613)	212 (558)	196 (594)	206 (531)	195 (529)	206 (531)
R2 1	210 (611)	223 (550)	202 (586)	214 (531)	197 (529)	214 (531)
2	211 (607)	219 (541)	206 (596)	214 (530)	205 (531)	214 (530)
3	199 (601)	218 (557)	195 (592)	208 (530)	194 (530)	208 (530)
R3 1	199 (604)	239 (626)	193 (663)	231 (605)	186 (602)	231 (605)
2	199 (691)	219 (683)	194 (672)	203 (604)	191 (605)	203 (604)
3	188 (696)	212 (632)	182 (671)	205 (607)	181 (604)	205 (607)
R4 1	202 (609)	215 (565)	191 (586)	200 (522)	191 (523)	200 (522)
2	188 (596)	205 (548)	183 (585)	200 (523)	182 (523)	200 (523)
3	196 (620)	214 (554)	190 (587)	206 (524)	186 (523)	206 (523)

(単位はmssec、括弧内は打鍵数、下線は最高速度)



被験者HK:	打鍵数	最頻値	中央値	平均値	標準偏差
べた (b)	2187	110	170	204	72.52
分かち (d)	1930	90	150	181	81.45
べた (d)	1928	110	150	184	80.93

図3.1 打鍵時間頻度分布

## 1. はじめに

日本語をその読み(ローマ字、かななど)で打ち込んで変換して漢字まじり文にするというかな漢字変換型の日本語入力方式にはさまざまなものがある。方式のよしあしを判断するためには、速く入力できること、覚えやすいこと、短時間の練習で速く入力できるようになれること、疲れないこと、すぐ想起できることなど、さまざまな視点があるが、ここではある程度慣れたタイピストが最も高速に入力できることという視点から使いよい方式を評価していくことにする。

変換型入力方式でテキストを入力するのにかかる総時間は、読みを入力するのにかかる時間+変換作業が確定するまでにかかる時間である。この後者は、変換のアルゴリズム、辞書のあつかいかたなどによって違いが大きい。本研究は特定のワープロの評価をするものではないので、この変換作業は同じ時間がかかると仮定し、前者の読みの入力時間のみを比較することにする。変換作業にかかる時間は技術の進歩でどんどん改良されるであろうから、読みを入力するという人間の動作がどのような条件によって影響をうけるのかを調べることには意義がある。

本研究の目的は入力方式の違いによる打鍵時間への影響を認知的側面から明らかにすることである。方法としては、同一テキストを異なった入力方式でその読みを打鍵するのにかかる時間を測定し、比較をおこなう。平均打鍵時間だけでなく、個々の打鍵レベルでの打鍵時間列の分析もおこなう。(分散分析をする、あるいはグラフを書いて比較する。)

打鍵レベルでの入力モデルとしては、Cardらの会話型システムにおける熟練者の実作業時間を予想するための認知心理学的モデル(打鍵レベルモデル)[1]、および木村らによる日本語ワードプロセッサ向きに改良した新打鍵レベルモデル[2]がある。実験の討論の項で随時参照する。

なお、ページ数の関係で実験結果のすべてを載せることはしなかった。結果の大部分は文献[3]に載っている。

## 2. 実験上の準備

本実験は人間が相手であるから、入力時に雑念をおこさせないことが大切である。そのために、以下のことを取り決めた。

1. 被験者はブラインド入力ができること、2. 同じテキストでの入力を3回おこない、その内の最良のデータをとること、つまり、雑念が入ったデータはおとすこと、3. 打鍵列の検証はしないこと、つまり、本人がうまく打てていると思ったデータは採用すること、4. 打鍵誤りをしたときに、データを取り直すのではなく、本人が削除キーで修正すること。

### 2.1 測定装置と測定方法

測定はNEC PC-9801F/VM上でおこなった。キーボードの割り込みハンドラを書き換えて打鍵データ(およびその時刻)を収集するといった打鍵データ収集プログラム[4]を利用して、各打鍵の時刻データを記録した。時刻の単位は10 msecである。

被験者は打たれた文字をそのまま画面に表示するプログラムを使って入力する。画面の右端に行くと自動的に改行されるようになっていて、打鍵中の行が画面中央にくるようにスクロールがおこなわれる。被験者はテキストの読みをローマ字で入力する。

打鍵は削除キー(バックスペースキーを割り当ててある)によって1文字ずつ取り消すことができる。その場合、画面をみることも起こり、ローマ字表示による遅れといった副作用が起こりそうであるが、実験結果の解析の段階で削除キー処理(削除キー打鍵と対応する誤り打鍵を打鍵列から取り除く処理)をおこなうので問題は少ない。

### 2.2 被験者

筆者ら2人がおこなった。ローマ字でブラインド入力ができ、Cardらの分類によればテクニカル・ユーザである。英字2文字で呼ぶことにする(HKあるいはJT)。

### 2.3 テキスト

被験者がテクニカル・ユーザであることを考慮して、多くのテキストは「情報処理」の記事からとった。文字数は実験の時間を考えて200から250文字となっている。ローマ字打鍵なので約600打鍵位である。(3分見当である。)テキストはA4の紙の中央に右揃え(24文字)して印刷されている。

### 2.4 実験の手順

いずれの実験も複数のテキストを準備し、その実験

で決められた順序・テキスト・入力方式(実験の配置)にしたがって入力をおこなう。実験の流れはパッチ化され(計算機によって指示され)、被験者はその指示に従って実験する。

おおよその手順は以下の通りである。

- (1) テキストをキーボードの横に置く。
- (2) マイコンに向かい、テキストを見ながらローマ字で入力する(ほとんど画面を見ない)。
- (3) このとき画面は入力したローマ字がそのまま表示される(変換表示は何もおこなわない)。すべての打鍵データは収集されている。
- (4) 入力は正確かつ速くおこなう。
- (5) 誤りは削除キーで修正する。

## 2.5 実験計画

平均打鍵時間をデータとして解析をする。入力方式によって打鍵数が異なる場合があるので、総時間を解析データとはしない。

実験の配置は実験計画法に従った方法でおこない、分散分析法によりすべての主効果は等しいという仮説を検定する。この検定によって1%または5%で有意差がみられれば、仮説を否定し、処理の間には差があると結論づける。

## 2.6 用語

キー $x$ の打鍵時間とは、キー $x$ の打鍵の直前がキー $y$ の打鍵だとすると、キー $y$ を押してから、キー $x$ を押すまでの時間である。離した時間は考慮しない。

分かちによる実験の場合は、区切り文字の打鍵直後の打鍵を区切り後打鍵と呼ぶ。区切り打鍵と区切り後打鍵を合わせて区切り前後打鍵と呼ぶ。

べた入力の場合は、同じテキストを分かち入力すると区切りが入るであろう場所の直後の打鍵のことを区切り後打鍵と呼ぶことにする。また、区切り前後打鍵以外の打鍵を通常打鍵と呼ぶ。

## 3. 分かち入力とべた入力の比較

まず、分かち入力とべた入力の比較をおこなう。分かち入力とは、入力文字列をなんらかの記号(たとえば、変換キーや空白キー)で区切って入力することであり、べた入力は何も区切らず、テキストの読みをそのまま打ち込むことである。最近のワープロではだんだんべた入力一括変換型が増えてきた。その理由は、

分かちより打ちやすい(?)と考えているからであろう。ほんとに、そうなのと比較してみることにする。

### 3.1 実験1

#### [入力方式]

分かち方式は、文節分かちを基本とするが、厳密には定義をしない。したがって、同一のテキストで入力ごとに分かち数が異なる場合もあるが、それについては無視する。また、分かちには空白キーを使った。

#### [実験方法]

4種類のテキストを用意し、2つの入力方式で入力する。順序を無作為化するために乱塊法[5]で実験を配置する。それぞれのテキストを3回繰り返し入力する(表3.1)。被験者JTとHKでは別々のテキストを使った。

#### [結果]

被験者JTとHKの結果(平均打鍵時間)を表3.2に示す。単位は1msである。括弧内は打鍵数である。3回の繰り返しで最も速かった値に下線を引いてある。(a)は得られたデータそのもの、(b)は削除キーによる誤り回復の部分を除いたデータ、(c)は分かち打鍵列から分かち空白を除いたものである。

(d)は通常打鍵である(表3.3)。ただし、(d)は(b)のデータのうち最も速かったものだけについて求めた。

分かちの(d)、べたの(b)およびべたの(d)の打鍵時間による頻度分布(被験者HK)を図3.1に示す。最高速のデータのみをとった。

分散分析の結果を表3.4に示す。被験者JTでは、(c)において5%で入力方式に有意差がみられ、被験者HKでは、(b)と(c)において1%で入力方式に有意差がみられる。両者とも(d)においては有意差がない。べたと分かちの平均打鍵時間を表3.5に示す。

#### [討論]

(c)は分かちからスペースを除いたものつまりべたの打鍵列と同じものである。べたの方が有意に遅いということはべたで打ち込んでいてもなんらかの遅れがおこることを意味している。

図3.1によると、三つとも左右に山をもった形をしている。左の山の位置はほぼ同じで、右の山の位置が

異なる。分かち通常打鍵とべた打鍵ではべたの方が右の山がかなり右側へずれている。つまり、それだけ認知的負担が多いことがみてとれる。べたの通常打鍵は分かちの通常打鍵にかなり近いが右の山が少し右側へずれている。べた (b) の平均値 204ms が区切り後打鍵を除くと 184ms と小さくなり、ほとんど分かち (d) の 181ms に近いが、この 3 ms の差は分かちの区切り以外のところで遅くなっていることをあらわしているようである。つまり、必ずしも文節の位置で打鍵が遅くなるとは限らない。視覚記憶の最大量を越えるところで遅れるという説もある。さらに、被験者らはふだん分かち入力に慣れているので、べた入力をするときに無意識に分かちの位置で打鍵が遅くなるのかもしれない。べた入力に慣れている人ではこの差はもっと大きくなるかもしれない。

表 3.5 より、分かちの区切り打鍵、区切り後打鍵、およびべたの区切り後打鍵は通常打鍵より遅いことがわかる。分かちの区切り前後打鍵とべたの区切り後打鍵を比較すると、JT では 862 ms と 649 ms、HK では 455 ms と 352 ms となり、その差はそれぞれ 213 ms と 103 ms となる。通常打鍵 256 ms と 181 ms に比べて 83 % と 57 % と小さくなっている。つまり、総打鍵時間を考えると、分かち入力はべた入力に比べて、1 通常打鍵の時間 \* 総区切り数よりも遅くならないということになる。実際の総打鍵時間の差は JT と HK で 35.7 秒と 13.1 秒であった。べた入力の総打鍵時間は JT と HK で 683.26 秒と 461.03 秒であるので、分かちによる時間増加率は JT と HK で 5.2 % と 2.8 % となる。

また、分かちの区切り前後打鍵より 2 通常打鍵の時間を引くと JT では 350ms、HK では 93ms となる。これが M オペレータに当たるのだが、かなり小さな値に (M オペレータは 1.35 秒) なっている。また、HK の 93 ms はモデルヒューマンプロセッサの認知プロセッサのサイクルタイムとほぼ同じレベルとなっている [1]。

#### 4. 単純な変換指定を含む入力方式の比較

実験 1 の分かち方式は 1 種類の区切りだけを使っていた。実際のかな漢字変換では、区切りに従って、辞書引きなどの操作が起こるわけである。辞書引きをする、しないの区別を分かちの区切りで指定する方式を新たに取り上げる。また、最近提案された新たな指定方式 (KANZEN 方式 [6]) についてもあわせて検討することにする。なお、この実験では漢字とカタカナのみ

の文章を使った。

#### 4.1 実験 2

##### 【入力方式】

次の 4 種類の入力方式を考える。

- (1) べた入力方式
- (2) 分かち入力方式
- (3) 大文字化入力方式 (KANZEN 方式の単純版)  
漢字列またはカタカナ列の先頭を大文字にする。  
大文字で区切られた部分ごとに変換が起こる。
- (4) 単純変換指定入力方式  
分かち入力を行ない、変換 (辞書引き) するものは空白で区切り (変換操作を想定)、変換しないものは改行を打つ (確定操作を想定)。

それぞれの入力方式で「単純化した変換指定」という文を入力した時の打鍵列は以下の通りである ([SP] はスペース、[CR] はリターン)。

- (1) tanjunktasitenkansitei
- (2) tanjunka [SP] sita [SP] henkan [SP] sitei [SP]
- (3) Tanjunktasitenkansitei
- (4) tanjunka [SP] sita [CR] henkan [SP] sitei [SP]

##### 【実験方法】

被験者は JT と HK のふたりで、4 種類のテキストを、4 種類の入力方式と組み合わせて入力し、「日」によってブロック化する。実験の配置はグレコ・ラテン方格法により表 4.1 のように行なう。まず練習用テキストで 1 回練習したのちに、テキスト入力を 3 回繰り返す。

##### 【結果】

結果の分散分析表を表 4.2 に示す。(細かいデータは [3] を参照されたい。) (b)、(c)、(d) の意味は実験 1 と同様である。表 4.3 は (b) と (d) に対して 95 % 信頼区間を求めたものである。

被験者 HK の分かち、単変換、大文字化における区切り前後打鍵の時間分布を図 4.1 に、分かち (d) と大文字化 (d) の打鍵時間分布を図 4.2 に示す。

##### 【討論】

分散分析表によれば、被験者 JT に日日によるゆれがあるものの、両者とも、(b) と (d) において入力方

式間に1%で有意差がある。

(b)の有意差は表4.3からわかるように、分かちと単変換の差である。ところが分かちと単変換の通常打鍵はほぼ同じ(表4.3(b))であるので、この有意差は分かちに使った区切り文字から生じていることになる。図4.1をみると、単変換のグラフは約200ms平均値が右へずれた形をしている。これは、分かち時点で空白だけを押すか、二者択一をするかの違いである。200msという値を認知的に説明することは今後の課題である。

(d)の有意差は表4.3からわかるように、大文字化とそれ以外の差である。分かち、べた、単変換の通常打鍵時間はほぼ等しいのに大文字化は異なる。図4.2をみればグラフの形の違いが明らかである。これはシフトを打鍵するという作業がシフトの前後以上に打鍵速度に影響を与えていると考えることができよう。

## 5. 複雑な変換指定を含む入力方式の比較

日本文には漢字、ひらがな、カタカナ、英字が混在しているので、それを区別するために複数の変換指定を必要とするワープロが多い。変換指定を与える位置でPREFIX方式とPOSTFIX方式に、また、変換指定の種類によって単純方式と複雑方式に分類できる。ここでは、両者を掛け合わせた4通りの入力方式について実験する。

### 5.1 実験3

#### 【入力方式】

##### (1) 単純PREFIX方式

漢字、カタカナ、英字にする文節の前で空白を打つ。大文字化方式をシフトの代わりに空白を打つように改訂した版である。

##### (2) 複雑PREFIX方式

状態遷移図を図5.1に示す。それぞれの変換キーは確定の意味も含んでいることにする。すなわち、カタカナ変換キーや英字変換キーの前に確定キーを打つ必要はない。

##### (3) 単純POSTFIX方式(実験2の単変換方式)

漢字、カタカナ、英字に変換したい文節の後で空白を打つ。無変換(ひらがな)にしたいものは改行を打つ。

##### (4) 複雑POSTFIX方式

文節の区切りでそれぞれの変換キーを打つ。漢字

化は空白、カタカナ化はスラッシュ、英字化はセミコロン、そして無変換は改行である。

「プロセスidで指定された」という文をそれぞれの方式で入力した打鍵列を以下に示す([SP]は空白、[CR]は改行)。

(1) [SP]purosesu[SP]idde[SP]siteisareta

(2) /purosesu;id[CR]de[CR]siteisareta[SP]

(3) purosesu[SP]id[SP]de[CR]siteisareta[SP]

(4) purosesu/id;de[CR]siteisareta[SP]

#### 【実験方法】

入力方式A1 - A4をそれぞれ、単PRE、複PRE、単POST、複POSTとして、表4.1に従って実験した。

#### 【結果】

結果の分散分析表を表5.1に示す(結果のデータの詳細は[3]を参照されたい)。(b)の95%信頼区間を表5.2に、区切り前後打鍵の時間を表5.3に示す。

#### 【討論】

(b)において1%で方式間に有意差が見られるが、表5.2によれば、複雑PREFIXが他の3方式に対して有意差があることがわかる。また通常打鍵の分布をグラフに書いてみると4方式ともほとんど重なってしまうので、表5.2での違いは区切り前後打鍵の時間によっていることがわかる。表5.3からわかることは、変換時の選択数が多い方が、つまり単純より複雑の方が遅いことである。また、選択数が同じであればPOSTFIXの方がPREFIXよりも速いことである。この実験では単純POSTFIXの方が単純PREFIXより遅くなっているが、ここでの単純POSTFIXは二者択一をしているので正しい比較とはならない。正しくは、実験1や実験2でおこなった分かち方式と単純PREFIXを比較すべきである。表4.3と表5.2から分かち:単変換:単純POSTFIX:単純PREFIXはJTで、252±11.3ms:279±11.3ms:269±16.6ms:266±16.6ms、HKで、185±11.4ms:211±11.4ms:210±9.2ms:201±9.2msとなり、分かちの方が(つまり本当の単純POSTFIXの方が)速い。また、HKのデータだけだが、図4.1と表5.3から、前後打鍵時間は、分かち:単変換:単純POSTFIX:単純PREFIX=459ms:654ms:625ms:549msとなり、分かちの方が単純PREFIXより負担

表4.1 実験の配置

	C1	C2	C3	C4
R1	A1B2	A2B4	A3B3	A4B1
R2	A2B1	A1B3	A4B4	A3B2
R3	A3B4	A4B2	A1B1	A2B3
R4	A4B3	A3B1	A2B2	A1B4

ただしR1は日、C1は順序、B1はテキスト、A1は方式で、A1=分ち、A2=べた、A3=大文字化、A4=単変換である。

表4.3 平均打鍵時間の95%信頼区間 (単位 msec)

(a) バックスペース処理後の95%信頼区間

	被験者JT	被験者HK
分ち	252 ± 11.3	185 ± 11.4
べた	265 ± 11.3	197 ± 11.4
大文字	285 ± 11.3	202 ± 11.4
単変換	279 ± 11.3	211 ± 11.4

(b) 通常打鍵の95%信頼区間

	被験者JT	被験者HK
分ち	233 ± 7.07	174 ± 4.45
べた	229 ± 7.07	179 ± 4.45
大文字	263 ± 7.07	193 ± 4.45
単変換	238 ± 7.07	177 ± 4.45

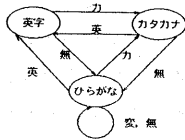
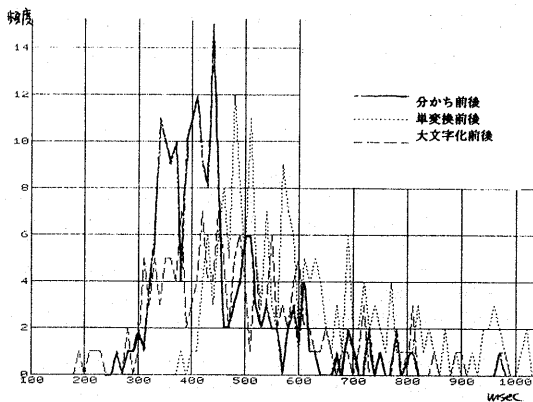


図5.1 状態遷移図

表5.3 区切り前後打鍵の打鍵時間 (単位 msec)

被験者JT:	打鍵数	最頻値	中央値	平均値	標準偏差
単純PREFIX	135	530	620	728	963.18
複雑PREFIX	189	1040	1080	1238	1626.85
単純POSTFIX	156	410	700	784	993.38
複雑POSTFIX	185	920	910	1022	1293.93

被験者HK:	打鍵数	最頻値	中央値	平均値	標準偏差
単純PREFIX	139	440	480	549	630.86
複雑PREFIX	185	730	700	790	920.19
単純POSTFIX	201	470	560	625	635.29
複雑POSTFIX	192	470	630	699	762.56



被験者HK:	打鍵数	最頻値	中央値	平均値	標準偏差
分ち前後	195	440	410	459	407.14
単変換前後	209	480	570	654	663.75
大文字化前後	157	380	450	493	505.51

図4.1 区切り前後時間頻度分布

表4.2 実験2の分散分析表

JTの分散分析表				
要因	自由度	変動	不偏分散	分散比
(b) 日	3	1244.19	414.73	8.23
順序	3	865.19	221.73	4.40
方法	3	2709.19	903.06	17.92*
テキスト	3	509.19	169.73	3.37
誤差	3	151.19	50.40	
全体	15	5278.94		
(c) 日	3	887.19	295.73	7.67
順序	3	222.19	74.06	1.52
方法	3	538.69	179.56	4.66
テキスト	3	496.19	165.40	4.29
誤差	3	115.69	38.56	
全体	15	2259.94		
(d) 日	3	565.50	188.50	12.71*
順序	3	97.50	32.50	2.19
方法	3	2806.50	935.50	63.07**
テキスト	3	2211.00	737.00	49.69**
誤差	3	44.50	14.83	
全体	15	5725.00		

HKの分散分析表				
要因	自由度	変動	不偏分散	分散比
(b) 日	3	673.69	224.56	4.43
順序	3	56.69	18.90	0.37
方法	3	1464.69	488.23	9.62*
テキスト	3	354.69	118.23	2.33
誤差	3	152.19	50.73	
全体	15	2701.94		
(c) 日	3	528.69	176.23	7.13
順序	3	47.19	15.73	0.64
方法	3	662.19	220.73	8.93
テキスト	3	104.69	34.90	1.41
誤差	3	74.19	24.73	
全体	15	1416.94		
(d) 日	3	178.50	59.50	7.60
順序	3	70.00	23.33	2.98
方法	3	878.50	292.83	37.38**
テキスト	3	26.50	8.83	1.13
誤差	3	23.50	7.83	
全体	15	1177.00		

(\*は5%有意、\*\*は1%有意)

表5.1 実験3の分散分析表

JTの分散分析表				
要因	自由度	変動	不偏分散	分散比
(b) 日	3	2277.50	759.17	6.99
順序	3	1107.50	369.17	3.40
方法	3	11602.50	3867.50	35.59**
テキスト	3	1896.50	632.17	5.82
誤差	3	326.00	108.67	
全体	15	17210.00		
(c) 日	3	1601.19	533.73	11.93*
順序	3	106.19	35.06	0.81
方法	3	703.69	234.56	5.24
テキスト	3	552.19	184.06	4.12
誤差	3	134.19	44.73	
全体	15	3099.44		
(d) 日	3	1616.19	538.73	4.54
順序	3	74.19	24.73	0.21
方法	3	391.19	130.40	2.79
テキスト	3	611.19	203.73	1.72
誤差	3	355.69	118.56	
全体	15	3648.44		

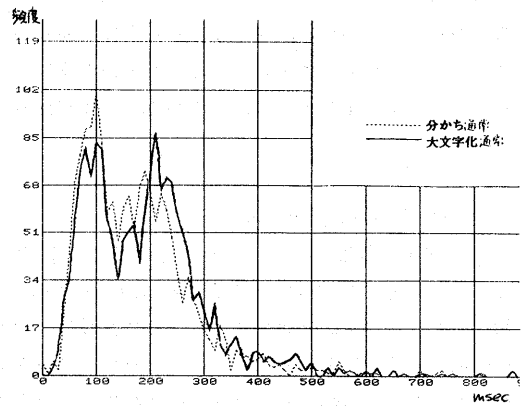
HKの分散分析表				
要因	自由度	変動	不偏分散	分散比
(b) 日	3	1338.50	446.17	13.32**
順序	3	41.5	13.83	0.41
方法	3	2525.00	841.67	25.12*
テキスト	3	184.50	61.50	1.84
誤差	3	100.50	33.50	
全体	15	4190.00		
(c) 日	3	424.69	141.56	7.18
順序	3	127.69	42.56	2.16
方法	3	165.69	55.23	2.80
テキスト	3	123.69	41.23	2.09
誤差	3	59.19	19.73	
全体	15	900.94		
(d) 日	3	315.25	105.08	8.14
順序	3	86.25	28.75	2.23
方法	3	170.25	56.75	4.39
テキスト	3	129.25	43.08	3.94
誤差	3	38.75	12.92	
全体	15	739.75		

(\*は5%有意、\*\*は1%有意)

表5.2 バックスペース処理後の95%信頼区間

	被験者JT	被験者HK
単純PREFIX	266 ± 16.6	201 ± 9.2
複雑PREFIX	333 ± 16.6	234 ± 9.2
単純POSTFIX	269 ± 16.6	210 ± 9.2
複雑POSTFIX	294 ± 16.6	222 ± 9.2

(単位 msec)



被験者HK:	打鍵数	最頻値	中央値	平均値	標準偏差
分ち通常	1669	100	150	174	89.36
大文字化通常	1706	210	180	193	84.12

図4.2 打鍵時間頻度分布(分ちと大文字化)

が少ない。

## 6. 総合討論

### 【実験間の比較】

実験1と2の両方にべた方式と分かち方式が含まれ、実験2と実験3の両方に単変換方式が含まれている。若干の違いはあるが、同じ結果(打鍵速度)が得られている。

### 【被験者について】

この実験の被験者は分かち方式に慣れているので、他の方式が不利になっている可能性がある。同一人物がいくつかの方式を同等に使えるならば、この実験はより正確な結果がえられるであろうが、それはかなりむづかしい。まず、分かち以外に慣れているべたづめ入力派、複雑POSTFIXあるいはPREFIX派(いわゆるワープロはこの部類)、KANZEN方式派に実験をしてもらうことが肝心である。

### 【データ件数】

たとえば、実験3を1日分おこなうのに50分くらいかかる。そのうちの1/3を採用することになるので、なかなか多くのデータが得られない。繰り返し実験してデータを多く集める必要がある。

### 【打鍵誤りの取り扱いについて】

現在は打鍵誤り処理は削除キー打鍵と誤りキー打鍵だけを打鍵列から取り除いているが、そのもうひとつ後も除いた方がよい。誤りを修正した直後に雑音が入ることが多いからである。それでも、まだ精密に検討していないが、全体としては誤差範囲という感触を得ている。

### 【変換まで含めた方式の比較】

変換作業も考慮すると、べた入力と分かち入力では、べた入力の方が全打鍵時間は短い、その差は1通常打鍵の時間\*総分かち数以下、それに対し、べた一括変換の変換作業と分かち文字列に対する変換作業を比べると、計算機の処理時間と同音語などの再変換作業からみて、分かちがだんぜん優位である。ほんのちょっと(数%)打鍵時間をふやすだけで、変換全体としては大幅に速くなるので、べた入力方式の必要性はないように思える。

分かちでの選択数をふやすと打鍵時間は多くなるが、その代わり変換にかかる時間はある程度は少なくなる。確定と指定されれば辞書を引く必要はなくなるし、英字、カタカナといった指定も辞書引きを軽減させる。ただし、辞書引きの工夫によってこれらの差はずっと少なくなるであろう。全体の時間が同じなら人間への負担が少ない方が望ましいので、なるべく単純な変換指定が良い。

選択数が2か1かは同音語処理にとっては大きく影響する。選択数2とは変換するか、ひらがなのままかという区別ができるが、選択数1ではひらがなが変換されて表示されるといったことが起こり、その分時間が余分にかかる。うまいアルゴリズムがなければ、選択数1の方が変換に多く時間がかかり、入力時間は少なくとも総合すると遅くなってしまふ。大文字化方式はシフトを使うとかなり遅かったが、スペースキーのようなしやすいキーをあてがうと、選択数1でしかもひらがなの指定がうまく処理されるので変換効率は良く、有望であると思える。変換の方式も含めた新たな実験が必要である。

### 【認知的側面】

実験1で分かち方式の分かち位置に対応する打鍵をべた方式の打鍵列から除いたが本当はその位置とは違うところで打鍵が遅くなっている可能性もある。より精密にべた打鍵列を調べる必要がある。

通常打鍵のグラフをみると山がふたつあるがその理由は何か、その分布は何か、分かちと単変換の区切り前後打鍵の分布の違いは何か、など認知モデルに基づいた考察・実験が必要な問題が多く残っている。

### 参考文献

- [1] S.K.Card, I.P.Moran & A.Newell: The Psychology of Human-Computer Interaction, Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, New Jersey (1983)
- [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] 田原: 打鍵レベルでの評価に基づく変換型日本文入力系の設計、修士論文、電気通信大学1987
- [4] 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、情報処理学会第30回全国大会、3G-8(1985), pp. 1645-1646
- [5] 奥野、芳賀: 実験計画法、培風館
- [6] 竹内: Emacsと親和性の高い日本語入力法Kanzen、情報処理学会第34回全国大会、1P-5 (1987)