

次候補表示方法の入力効率に及ぼす影響について

今村 浩一郎 宗森 純 長澤 庸二
鹿児島大学

日本語入力の仮名漢字変換に用いる次候補の表示方法について、次候補が3行表示でテンキーと同じキー配列の表示が1行表示より選択時間が短いことが明らかになっている。本報告では、3行表示でテンキーと同じキー配列の表示を用いて、次候補部分をポジティブ表示、ネガティブ表示、グレイ表示と変えて実験を行い、選択時間とエラー率はこれらの表示方法によっては有意な差は見られなかったことと次候補の配列とキーの配列の整合性が入力効率に大きく影響していることを明らかにした。

Effect of Expression of Next Candidate for Input Efficiency

Koichiro IMAMURA Jun MUNEMORI Yoji NAGASAWA
Kagoshima University
1-21-40 Koorimoto, Kagoshima 890, Japan

On the representation method of next candidate of Kana-Kanji translation, it has been evident that 3-line expression of next candidate which has a ten-key matrix is more valuable than one line expression. We have performed a new experiment which were concerned with brightness expression. Positive, negative and gray expression were used for this experiment.

Then we show that choosing time and error rate seem not to be significantly different in these expressions and input efficiency is influenced the arrangement of next candidate and key matrix.

1.はじめに

32ビットパーソナルコンピュータやワークステーションなどの普及にともない、我が国においても複数の計算機を用い、協調して電子会議などを行なうグループウェアの研究が盛んになってきた。代表的なグループウェアである電子会議において、日本語入力環境が重要な問題となってきた[1]。たとえば、電子会議をワークステーションで行なった場合、キーボード入力や漢字変換に労力が割かれ、スムーズに会話や議論ができないという指摘もある[2],[3]。そこで、どのような日本語入力環境にすれば、効率良くキーボードから漢字を入力できるかを検討するため、漢字入力時に頻繁に使用される、仮名漢字変換の次候補の正解の選択のしやすさに注目した。次候補は、仮名漢字変換時に正解でなかった場合に、同音異義語の中から正しい単語もしくは熟語を選択する部分である。中山らは次候補を選択する作業を多変換候補表示選択と呼び、日本語入力にかかる時間の一つの要素としている[4]。従って、次候補が選択しやすいとキーボードによる漢字の入力効率があがることになる。

画面の表示方法にはポジティブ表示

(背景が明るく文字が暗い)とネガティブ表示(背景が暗く文字が明るい)の2種類がある。ポジティブ表示では表示される文字が細く見えがちであるが、CRTのガラス表面の反射の悪影響が避けられて見やすい面もあり、ネガティブ表示とどちらが良いかはっきりした結論はでない[5]。また、各国の勧告もどちらの表示方法も可能としている[6]。ポジティ

ブ表示に関しては次候補の3行表示が1行表示より選択にかかる時間が短いことがあきらかになっている[7]。さらに、3行表示の中でも次候補がテンキーと同じ並び型で番号を打たないものが選択にかかる時間が最も短いことがあきらかになっている[7]。また、次候補リストの部分だけをネガティブ表示にしたもの(反転表示)でも同様の結果が得られている[8]。しかし、次候補リスト以外の問題部分などはポジティブ表示のままであった。また、従来のモニタはそのほとんどがモノクロであったが、最近ではカラー化が進み、背景色も白や黒ばかりではなく、さまざまな明るさや色が使われるようになってきている。

本報告では、もっとも選択時間の短かった3行表示・番号なしを用いて、画面全体をポジティブ表示、ネガティブ表示にし、それぞれ次候補部分の表示方法をポジティブ表示、ネガティブ表示、グレイ表示の合計6通りに変化させ、それぞれの表示方法における正解の選択のしやすさを、正解を選択するのに要する時間とエラー率で比較した。

2.実験方法

実験に用いた計算機はApple Macintosh IIxで、19インチカラーモニター(24bitフルカラーボード使用)を使用している。実験プログラムはAldus SuperCard 1.6(Silicon Beach Software)にて作成している。このソフトウェアを使用している理由は、フルカラーが使用できるためであり、プログラミングも容易であるからである。

実験は図1に示すような刺激を用いて行い、9個の同音異義語から正解と思われる番号をテンキーを用いて入力した時に、選択にかかる時間とエラー率とを記録した。次候補の場所とテンキーの場所はそれぞれ対応している。表示文字には細明朝体14ポイントのフォントを用いた。これは画面上では約4mmの大きさである。視距離500mmでの視角は約28分にあたり、表示文字の基準を満たしている[9]。また、正解を予め表示することにより、次候補の選択に専念できるようにしてある。次候補の選択は2つの部分からなる。同音異義語の中から解答を目で追って選択する部分とその解答に対応するテンキーを探す部分である。1回の実験は100題あり、各々の正解を次候補から選択する。この実験をポジティブ表示およびネ

ガティブ表示で次候補部分を問題部分と同じ表示方法（これを普通表示と呼ぶ）、問題部分と反対の表示方法（これを反転表示と呼ぶ）、グレイ表示のハイライト（これをグレイハイライトと呼ぶ）の合計6通りに変化させて行う（図2）。グレイハイライトのコントラストは予め行った主観評価実験で結果の良かったものを使用している[10]。

実験は次の手順で行なった。

- （1）被験者は実験についての説明を口頭で受ける。
- （2）練習のため10回の選択を行なう。
- （3）被験者は10回の選択ごとに小休止をとりながら計100回の選択を行う。
- （4）休憩後、次の表示方法について実験を行う。

被験者には正確さを損なわない程度に

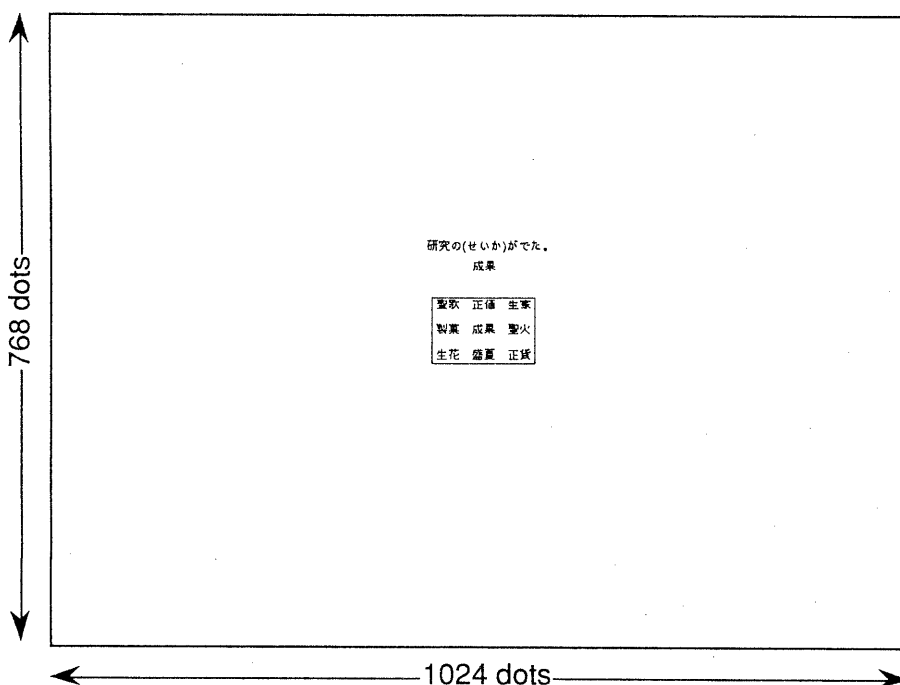


図1 実験用刺激（ポジティブ・普通表示）

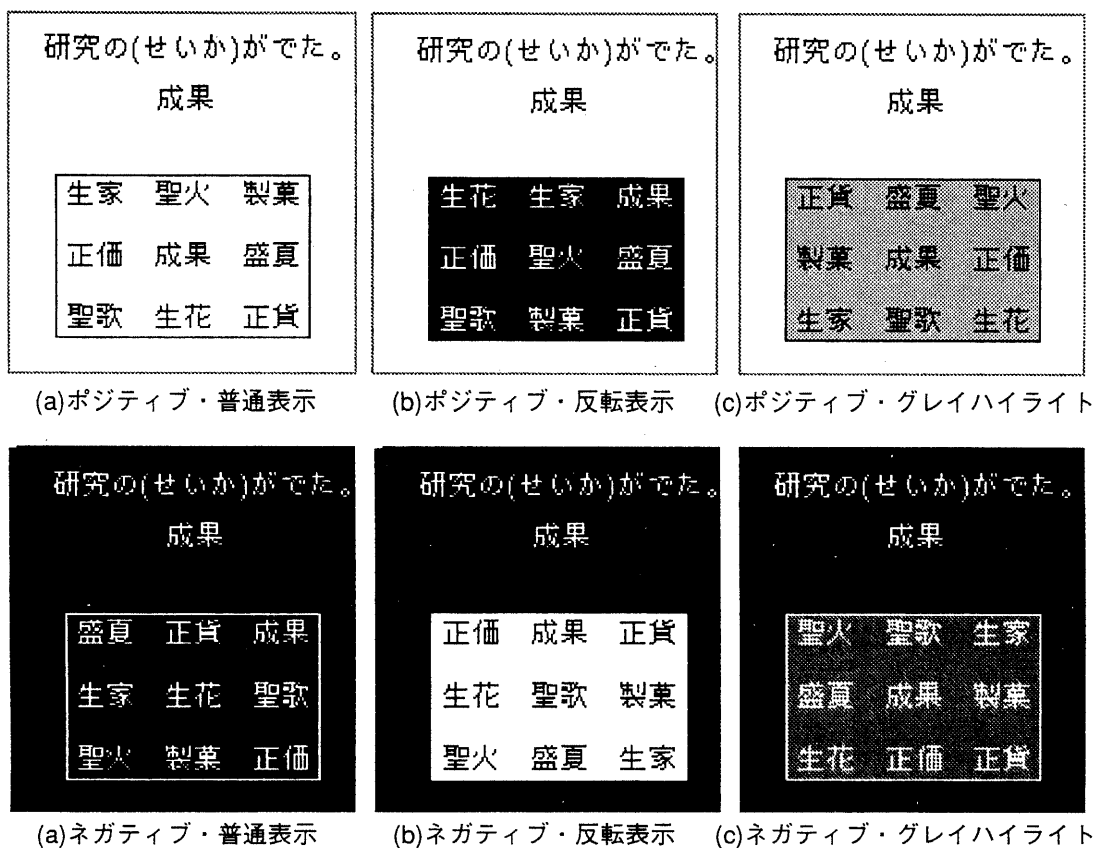


図2 6種類の表示方法

できるだけ素早く選択するように指示した。6種類の表示方法の順番は被験者によって変えた。これは、実験の順序や被験者の疲労による選択効率への影響を抑えるためである[11]。また、各問題の正解の位置も毎回異なるようになっている。被験者は学生及び職員10名であり、いずれも日本語ワードプロセッサの使用経験がある。

実験終了後、被験者にアンケートを行い、普段使用している表示方法、ポジティブ表示とネガティブ表示ではどちらが見やすかったか、また、6通りの表示方法のうちどれがもっとも見やすかったかを記入してもらった。

3. 実験結果

各表示方法における測定結果を表1および図3に示す。これらはいずれも100題の次候補選択の測定結果であることから、1回の次候補選択にかかる時間はおよそ2秒であることがわかる。

ポジティブ表示、ネガティブ表示とも反転表示に比べてグレイハイライトの方が選択時間がやや早くなっているが、この測定結果の分散分析を行った結果、選択時間、エラー率とも95%の有意水準で各表示方法間に差はなかった。

アンケートの結果を表2に示す。アンケートの評価と実験結果とは必ずしも一致していない。

表1 各表示方法における平均選択時間とエラー率

	ポジティブ 普通表示	ポジティブ 反転表示	ポジティブ グレイハイライト	ネガティブ 普通表示	ネガティブ 反転表示	ネガティブ グレイハイライト
平均時間(秒)	201.5	208.7	196.3	212.6	214.4	212.8
同標準偏差	19.7	14.0	17.5	18.4	35.2	26.6
エラー率(%)	0.7	1.1	1.5	2.2	1.5	2.7
同標準偏差	0.6	0.8	0.8	1.8	1.4	1.8

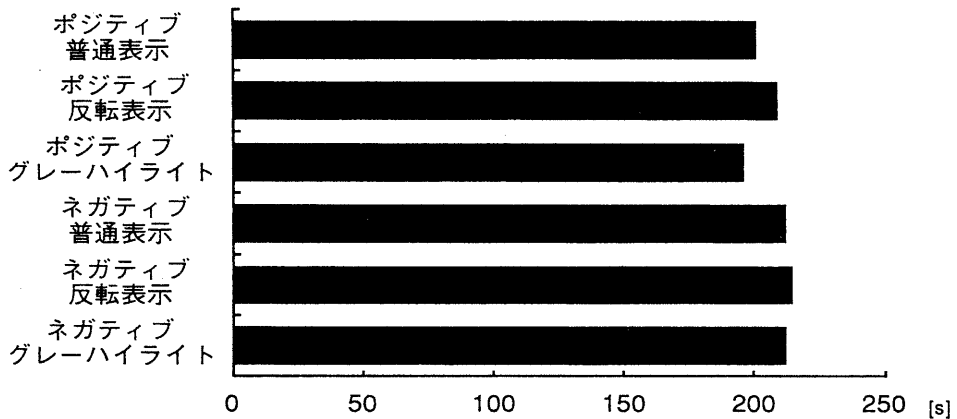


図3 各表示方法における平均選択時間

表2 アンケートの結果

(a) 普段使用している表示方法と見やすかった表示方法 (ポジティブ・ネガティブ)

	ポジティブ表示	ネガティブ表示	同じくらい
普段使用している表示方法	8	1	1
見やすかった表示方法	6	2	2

(b) 6通りの表示方法のうちでもっとも見やすかった表示方法

表示方法	回答数 (人)
ポジティブ・普通表示	3
ポジティブ・反転表示	0
ポジティブ・グレイハイライト	2
ネガティブ・普通表示	0
ネガティブ・反転表示	4
ネガティブ・グレイハイライト	1

4. 考察

平賀[12]は、かな漢字変換では変換の確認のために、Cardら[13]のいう意識的中断(t_m)によるスローダウンがおこることを報告している。この意識的中断は1.35秒であることが知られており、これに平均的なタイピストのキーボードの打鍵時間0.2秒を加えた1.55秒が少なくともテンキーから番号を入力するのにかかることが推測されている[11]。本実験では、1回の次候補選択にかかる時間はおよそ2秒であることから、Cardらの結果にほぼ従っていることがわかる。

また、以前行った次候補複数行表示の実験結果(表3, 表4)[7],[8]と比較すると、ポジティブ・普通表示の平均時間が201.5秒(前回205.3秒)、ポジティブ・反転表示の平均時間が214.4秒(前回217.8秒)とほとんど変わらないことから、本実験は再現性のある実験と言うことが

できる。

ポジティブ表示とネガティブ表示の2つの表示方法から実験結果をながめると、有意差はないものの、ポジティブ表示の方がネガティブ表示より少し選択時間が早くなっているが、これはアンケートの結果を見てわかる通り、被験者のほとんどが普段ポジティブ表示を使用しているため、ポジティブ表示に慣れているためではないかと考えられる。このことはアンケートのポジティブ表示とネガティブ表示のどちらの表示方法が見やすかったかという問いの結果にも表れている(表2(a))。それぞれの表示方法の使用者を同じ数にして実験をやってみる必要がある。

また、同音異議語の中から解答を目で追って選択することに専念するため、正解を見つけたらそれに対応したキーを押すのではなく、単に1つの定まったキー

表3 表示行数による平均選択時間とエラー率(ポジティブ・普通表示)[7]

	1行表示	2行表示	3行表示		
			普通	テンキー	番号なし
平均時間(秒)	262.2	254.8	241.1	220.2	205.3
同標準偏差	26.0	26.9	29.2	30.0	24.4
エラー率(%)	2.3	2.5	3.0	2.3	1.9
同標準偏差	2.3	2.1	2.5	1.7	1.8

表4 表示行数による平均選択時間とエラー率(ポジティブ・反転表示)[8]

	1行表示	2行表示	3行表示		
			普通	テンキー	番号なし
平均時間(秒)	277.4	274.6	258.4	234.3	217.8
同標準偏差	38.9	32.0	31.8	22.7	27.7
エラー率(%)	1.9	2.9	2.5	2.2	1.8
同標準偏差	0.9	1.7	1.5	1.7	1.4

表5 各表示方法における平均選択時間とエラー率（単一キー入力）

	ポジティブ 普通表示	ポジティブ 反転表示	ポジティブ グレイハイライト	ネガティブ 普通表示	ネガティブ 反転表示	ネガティブ グレイハイライト
平均時間(秒)	177.0	185.1	175.4	187.9	187.3	192.0
同標準偏差	20.8	13.6	23.3	19.2	27.2	26.2

（EnterKey）を押すだけでシステムに見つけたことを知らせる実験を作成し行ってみた。実験結果を表5に示す。この実験では正解を見つけるまでの時間は計れるが、それが合っていたかどうかまでは知ることはできない。この実験でもポジティブ表示の場合、反転表示よりグレイハイライトの方が選択時間は短くなっているが、ネガティブ表示ではテンキーで入力する場合とは結果が異なった。この測定結果についても分散分析を行ったが、95%の有意水準で各表示方法間に差はなかった。

テンキーで入力する場合と単一キーで入力する場合を比べてみると1回の選択当たり約0.24秒の時間差があるが、これがテンキーで対応するキーを探す時間であると考えられる。

次候補複数行表示の入力効率を調べた実験[7],[8]では、1行表示と3行テンキー表示および番号なし表示との間に有意差があったが（表3、表4）、今回の実験では、6種類の表示方法の間には有意差はなかった。このことから、次候補の選択時間はポジティブ、ネガティブなどの表示方法よりも次候補の配列とキーの配列の整合性の方が大きく影響していることがわかった。

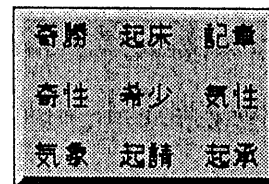
また、現在、問題と次候補は同時に提示するようになっているが、ワープロで次候補を選択する場合、使用者は選択す

べき正解を認識しているはずであるから、次候補を提示する前に問題と選択すべき正解を被験者に提示する方法も検討する必要がある。

5. おわりに

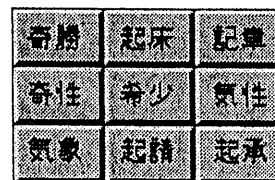
本報告では、仮名漢字変換においてポジティブ表示、ネガティブ表示それぞれについて普通表示、反転表示、グレイハイライトの合計6種類の次候補表示方法で、正解の選択のしやすさを選択にかかる時間とエラー率とで検討した。得られた結果は以下のとおりである。

- (1) 背景および次候補の表示方法によって選択時間およびエラー率に大差は



奇勝	起床	記章
奇性	希少	気性
氣象	起請	起承

図4 次候補リスト部分を立体に見せた場合



奇勝	起床	記章
奇性	希少	気性
氣象	起請	起承

図5 次候補1つ1つを立体に見せた場合

認められなかった。

(2) 次候補の選択時間はポジティブ、ネガティブなどの表示方法よりも次候補の配列とキーの配列の整合性の方が大きく影響している。

今後は、現在、同時に提示している問題と次候補リストを、問題を先に被験者に提示して実験を行っていきたいと考えている。また、次候補を図4、図5のように立体的なボタンのように表示した場合の選択時間に及ぼす影響などについても実験を行い調べていきたいと考えている。

参考文献

- [1]松下温：“図解グループウェア入門”，オーム社(1991)。
- [2]桂林浩，鈴木敏克，榊原正義，守屋康正：“同期型会議支援システムICE90の概要と電子会議室について”，情報学マルチメディア通信と分散処理研報,DPS-52-11(1991-9)。
- [3]垂水浩幸：“グループウェアのソフトウェア開発への応用”，情報処理，33，1，pp.22-31(1992-1)。
- [4]中山剛，黒須正明：“日本語入力方式評価法の研究”，情報処理，26，11，pp.1390-1397(1985-11)。
- [5]Grandjean,E.:“Ergonomics in Computerized Office”, Taylor&Francis Ltd., London(1987).
(西山勝夫，中迫勝(訳)，コンピュータ化オフィスの人間工学，啓学出版(1989))。
- [6]VDTガイドラインに関する調査研究報告書，(社)日本電子工業振興協会(1985)。
- [7]宗森 純，宮脇義宏，長澤庸二：“次候補複数行表示の入力効率に及ぼす影響について”，信学論(A)，J75-A,10,pp.1616-1619 (1992-10)。
- [8]宗森 純，宮脇義宏，長澤庸二：“次候補複数行表示の入力効率に及ぼす影響について”，信学論(A)，J76-A,3,pp.552-555 (1993-3)。

[9]野呂影勇，安達幸四郎，服部等作，山本敏雄：“エルゴノミクスデザイン”，日科技連(1991)。

[10]今村浩一郎，宗森純，長澤庸二：“ポジティブ表示におけるハイライト部分の文字の読みやすさに及ぼす影響”，平4九州連大，1205(1992)。

[11]山本康友，魚井宏高，辻野嘉宏，都倉信樹“横配置型メニュー方式の提案とその評価”，信学論(D-II),J74-D-II,12, pp.1748-1755(1991-12)。

[12]平賀譲：“テキストエディタの人間工学”情報処理，24，6，pp.722-729(1983-06)。

[13]Card,S.K., Moran, T.P. and Newell, A.:“The Keystroke-Level Model for User Performance Time with Interactive System”,Commun.ACM, 23,7,pp.396-410(1980)。