

次候補表示方法の入力効率に及ぼす影響についての検討

今村 浩一郎 宗森 純 長澤 庸二
鹿児島大学

日本語入力のかな漢字変換に用いる、次候補を選択する作業の効率に、主として影響を与えるパラメータを検討するために、次候補の表示配色として、ポジティブ表示、ネガティブ表示および灰色表示、次候補配列方法として、1行表示、2行表示、3種類の3行表示を用いて各々の入力効率を比較した。その結果、表示配色や次候補配列方法による見やすさの影響よりも、次候補に対応するキーの探しやすさの方が、入力効率に大きく影響していることが分かった。

A Study on Effect of Expression of Next Candidate for Input Efficiency

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

In order to study important parameters which effect on selection from next candidate of Kana-Kanji translation, we have experimented with positive, negative, and gray expression as display color coordination and 1-line, 2-line, and 3 kinds of 3-line expression as next candidate arrangement. As a result, we indicate that key arrangement of next candidate influences more effective than display color coordination and next candidate arrangement on input efficiency.

1.はじめに

来たるべきB-ISDNの時代を前に、このネットワーク上のサービスとして実現が期待されるグループウェアの研究が盛んになってきた[1],[2]。そして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ている[1]。たとえば、電子会議をワークステーションで行った場合、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[3],[4]。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かな漢字変換の、次候補の正解の選択のしやすさに注目した。次候補は、かな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[5]。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よくなることになる。

画面の表示極性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はっきりした結論はでていない[6]。また、各国の勧告もどちらの表示極性も可能としている[7]。

かな漢字変換の問題提示部分（ひらがなの読み）がポジティブ表示で次候補部分もポジティブ表示の場合は、100回の連続した選択実験の結果、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明らかになっている[8]。また、同じ実験方法で問題提示部分がポジティブ表示で次候補部分がネガティブ表示の場合は、3行表示でテンキーと同じキー配列の表示が、1行

表示より入力速度が速いことも明らかになっている[9]。しかし、山本らはメニューを選択する実験で、疲労の影響を考え、10回の選択毎に小休止をとることを許している[10]。前記の実験[8],[9]では100回連続して選択しているので、測定結果に疲労による影響が含まれていることも考えられる。そこで今回、10回の選択毎に小休止をとる実験方法に変更した。

本報告では、ポジティブ表示、ネガティブ表示の2種類の問題提示部分に対して、次候補部分をポジティブ表示、ネガティブ表示および灰色表示（文字が黒または白で背景が灰色）の3種類の表示配色で、1行表示、2行表示、3種類の3行表示の計5種類の次候補配列方法の合計30種類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選択のエラー率およびアンケートで比較し、次候補を選択する作業の効率に主として何が影響するのかを検討した。

2.実験方法

実験に用いた計算機はApple社製Macintosh IIx (24bitフルカラーボード使用)で、SuperMac社製19インチカラーモニタを使用している。ポジティブ表示、ネガティブ表示および灰色表示の表示配色における背景と文字の輝度を表1に示す。灰色表示を付け加えた理由は、最近の画面の多階調化に対応するためである。次候補部分の灰色表示の輝度が問題提示部分がポジティブ表示とネガティブ表示とで異なるのは、事前に行った実験の結果からポジティブ表示とネガティブ表示のそれぞれの表示に適した輝度を選択したからである。

表1 各表示配色における背景と文字の輝度

表示効果	ポジティブ	ネガティブ	灰色 (ポジティブ)	灰色 (ネガティブ)
輝度 [cd/m ²]	背景 86.0	4.4	46.1	27.1
	文字 4.4	86.0	4.4	86.0

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、また、プログラム作成が容易に可能だからである。キーボードにはApple Extended Keyboard II (テンキー付き)を使用している。

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、この時の選択にかかる時間とエラー率とを記録した。図1の例は問題

研究の(せい)か)がでた。

成果

7.生家	8.正価	9.盛夏
4.聖歌	5.聖火	6.成果
1.製菓	2.正貨	3.生花

図1 実験用画面の例

(テンキー表示・ポジティブ・灰色)

提示部分がポジティブ表示、次候補部分は灰色表示である。表示文字には細明朝体14ポイントのフォントを用いた。これは前記実験[8],[9]の文字の大きさに相当する。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[10]。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。1回の実験は10題ずつ5回に分けて行う合計50回であり、各々の正解を次候補から選択する。この実験を問題提示部分をポジティブ表示、ネガティブ表示の2種類とし、その各々に対して、次候補部分がポジティブ表示、ネガティブ表示および灰色表示の3種類の表示で、さらに各々次候補配列方法が1行表示、2行表示、および3種類の3行表示の5種類で、合計30種類の組み合わせで実験を行う。3種類の3行表示とは、同音異義語の番号を、左上を1とした場合(これをダイヤル表示と呼ぶ)、テンキーと同じように左下を1とした場合(これをテンキー表示と呼ぶ)およびテンキーと同じ配列で番号を打たない場合(これを番号なし表示と呼ぶ)の3種類である。図2に5種類の次候補配

1.生家	2.生花	3.聖火	4.正貨	5.製菓	6.盛夏	7.成果	8.正価	9.聖歌
------	------	------	------	------	------	------	------	------

(a) 1行表示

1.盛夏	2.聖火	3.聖歌	4.正価	5.生花
6.製菓	7.成果	8.生家	9.正貨	

(b) 2行表示

1.聖火	2.生家	3.成果
4.製菓	5.正貨	6.正価
7.盛夏	8.聖歌	9.生花

(c)ダイヤル表示

7.生家	8.正価	9.盛夏
4.聖歌	5.聖火	6.成果
1.製菓	2.正貨	3.生花

(d)テンキー表示

正価	聖火	製菓
生家	正貨	聖歌
成果	盛夏	生花

(e)番号なし表示

図2 5種類の次候補配置方法

列方法を示す。また、図3にこの中の番号なし表示を例に表示配色を示す。次候補画面の横方向は、1行表示では163mm、2行表示では90mm、3行の普通表示とテンキー表示では53mm、番号なし表示では41mmである。

実験は次の手順で行った。

- (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回の選択を行う。
- (3) 被験者は10回の選択ごとに小休止をとりながら計50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できるだけ素早く選択するように指示した。30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、各問題の正解の番号(位置)も表示方法ごとに異なるようになっている。被験者は21歳から24歳までの学生である。いずれも日本語ワードプロセッサの使用経験がある。

3. 実験結果

各表示の測定結果を表2に示す。1回の次候補選択にかかる時間はおよそ1.6秒から2.4秒であることが分かる。

この測定結果に対して5%有意水準で検定(z検定)を行った結果を表3に示す。表3の灰色に塗られている部分が有意差の現われた組み合わせである。この結果、大部分の1行表示、2行表示およびダイヤル表示と、テンキー表示および番号なし表示との間に、有意差があ

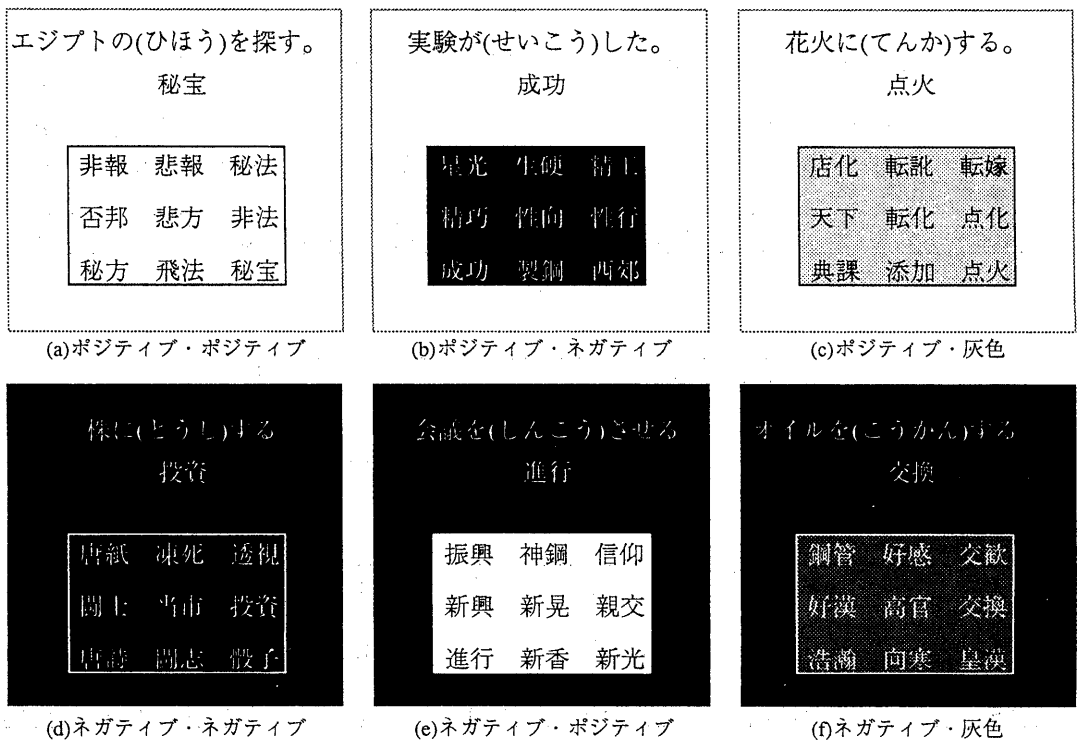


図3 6種類の問題提示部分と次候補部分の表示配色

表2 各表示方法による平均選択時間とエラー率

問題提示部分 次候補部分		ポジティブ			ネガティブ		
		ポジティブ	ネガティブ	灰色(ポジティブ)	ネガティブ	ポジティブ	灰色(ネガティブ)
1行表示	平均時間[秒]	2.13	2.29	2.11	2.36	2.29	2.37
	同標準偏差	0.30	0.29	0.29	0.28	0.28	0.30
	エラー率[%]	1.25	1.00	1.88	2.50	0.88	1.88
	同標準偏差	1.61	1.46	1.54	3.14	1.63	2.00
2行表示	平均時間[秒]	2.08	2.20	2.11	2.26	2.17	2.24
	同標準偏差	0.24	0.26	0.24	0.31	0.25	0.32
	エラー率[%]	1.13	2.25	2.25	2.38	2.25	2.63
	同標準偏差	1.63	2.29	1.77	2.94	2.29	2.50
ダイヤル表示	平均時間[秒]	2.07	2.13	2.11	2.21	2.14	2.25
	同標準偏差	0.44	0.33	0.29	0.38	0.31	0.34
	エラー率[%]	1.88	2.63	1.50	2.13	1.38	2.63
	同標準偏差	2.47	2.90	1.86	2.96	1.89	3.24
テンキー表示	平均時間[秒]	1.67	1.86	1.74	1.85	1.82	1.82
	同標準偏差	0.32	0.34	0.34	0.28	0.33	0.24
	エラー率[%]	1.75	0.88	0.75	2.13	0.63	2.00
	同標準偏差	2.52	1.26	1.77	2.25	1.20	1.79
番号なし表示	平均時間[秒]	1.64	1.71	1.62	1.73	1.69	1.75
	同標準偏差	0.31	0.29	0.25	0.27	0.26	0.31
	エラー率[%]	2.75	1.63	0.63	1.63	1.13	1.13
	同標準偏差	4.84	1.96	0.96	2.09	1.26	2.53

ることが分かった。つまり、次候補が3行でテンキーと同じ並び方の、テンキー表示およびダイヤル表示は、1行表示、2行表示およびダイヤル表示の大部分より、次候補の選択に要する時間が短いことが分かった。表4にアンケートの結果を示す。このアンケートでもテンキーと同じ並びのテンキー表示および番号なし表示の評価が高い。

エラー率に関しては、有意な差は見られなかった。

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(tm)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[13]。本実験では、1回の次候補選択にかかる時間は1.6秒から2.4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、テンキー表示および番号なし表示と1行表示、2行表示およびダイヤル表示との間の大部分の組み合わせに有意差があることが分かった。同じ次候補の横方向の幅の、テンキー表示とダイヤル表示に、選択に要する時間の差が出たのは、キーの打ちやすさが原因であることが推測される。つまり、テンキーの配列と同じ次候補配列方法の、テンキー表示と番号なし表示では、テンキーの4、5、6のところにそれぞれ人差し指、中指、薬指をそれぞれ置いておけば、上下の移動だけでキーを見ずに目的の番号を入力することができ、また、番号を考えなくても、テンキーの正解と同じ場所のキーを押せばよいためである。

このことから、次候補の入力効率には次候補配列と入力用のキーの配列の整合性が大きく影響していることが分かった。

5. おわりに

本報告では、かな漢字変換における次候補について、ポジティブ表示、ネガティブ表示の問題提示部分に対し、次候補部分をポジティブ表示、ネガティブ表示および灰色表示の表示配色

表3 各表示方法間の選択時間の差の検定結果

問題提示部分	次候補部分	1行表示				2行表示				ダイヤル表示				
		ポジティブ		ネガティブ		ポジティブ		ネガティブ		ポジティブ		ネガティブ		
		ポジティブ	ネガティブ	灰色(ポジティブ)	ネガティブ	ポジティブ	ネガティブ	灰色(ポジティブ)	ネガティブ	ポジティブ	ネガティブ	灰色(ポジティブ)	ネガティブ	
1行表示	ポジティブ	ポジティブ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		ネガティブ	1.60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		灰色(ポジティブ)	0.13	1.75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ネガティブ	ポジティブ	0.23	0.61	0.33	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		ネガティブ	1.56	0.06	1.71	0.68	-	-	-	-	-	-	-	-
		灰色(ネガティブ)	0.30	0.74	0.44	0.14	0.80	-	-	-	-	-	-	-
2行表示	ポジティブ	ポジティブ	0.52	0.28	0.38	0.01	0.27	0.06	-	-	-	-	-	-
		ネガティブ	0.76	0.94	0.91	1.61	0.89	1.70	1.42	-	-	-	-	-
		灰色(ポジティブ)	0.17	1.95	0.03	0.68	1.91	0.39	1.05	-	-	-	-	-
	ネガティブ	ポジティブ	1.20	0.35	1.34	0.95	0.30	1.06	1.83	0.54	1.49	-	-	-
		ネガティブ	0.46	1.27	0.61	1.96	1.23	1.10	0.34	0.72	0.85	-	-	-
		灰色(ネガティブ)	1.04	0.48	1.17	1.07	0.43	1.17	1.62	0.37	1.30	0.14	0.68	-
ダイヤル表示	ポジティブ	ポジティブ	0.45	1.72	0.35	0.28	1.69	0.20	0.08	1.06	0.35	1.41	0.83	1.27
		ネガティブ	0.07	1.44	0.19	0.23	1.41	0.21	0.56	0.65	0.23	1.07	0.36	0.92
		灰色(ポジティブ)	0.16	1.79	0.03	0.43	1.75	0.50	0.35	0.95	0.00	1.38	0.65	1.20
	ネガティブ	ポジティブ	0.68	0.70	0.79	1.23	0.66	1.33	1.17	0.06	0.87	0.38	0.33	0.26
		ネガティブ	0.13	1.43	0.26	0.38	1.39	0.65	0.61	0.31	1.05	0.31	0.89	0.55
		灰色(ネガティブ)	1.10	0.37	1.24	0.94	0.33	1.05	1.68	0.46	1.36	0.04	0.76	0.09
テンキー表示	ポジティブ	ポジティブ	4.20	5.73	4.71	5.46	3.67	6.43	3.70	5.22	4.44	6.29	5.00	5.89
		ネガティブ	3.38	3.93	2.29	4.23	3.09	4.54	2.11	5.24	2.43	3.47	2.90	3.26
		灰色(ポジティブ)	3.37	4.88	3.28	5.51	4.69	5.50	3.19	4.28	3.51	4.43	4.06	4.32
	ネガティブ	ポジティブ	2.63	4.36	2.59	4.05	4.36	5.85	2.45	3.88	2.80	3.87	3.42	3.63
		ネガティブ	2.60	4.34	2.70	4.97	4.33	4.97	2.87	3.69	3.69	3.45	3.67	1.82
		灰色(ネガティブ)	3.20	5.00	3.10	5.75	5.01	5.71	3.03	4.33	3.42	4.44	4.07	4.16
番号なし表示	ポジティブ	ポジティブ	4.55	6.18	4.47	6.07	3.20	6.92	4.50	5.62	4.94	5.65	5.41	5.92
		ネガティブ	3.99	5.80	3.89	5.38	5.07	6.32	3.66	5.06	4.24	5.19	4.83	4.66
		灰色(ポジティブ)	5.16	6.90	5.06	7.74	7.00	7.84	5.23	6.43	5.01	6.34	6.22	5.01
	ネガティブ	ポジティブ	3.92	5.85	3.82	6.28	5.07	6.33	3.82	5.04	4.19	5.09	4.80	4.82
		ネガティブ	4.35	6.10	4.24	6.85	6.13	6.78	4.31	5.52	4.68	5.52	5.28	5.23
		灰色(ネガティブ)	3.47	5.06	3.37	5.75	5.03	5.77	3.41	4.48	3.65	4.53	4.22	4.34

表3 (続き)

問題提示部分	次候補部分	テンキー表示				番号なし表示				
		ポジティブ		ネガティブ		ポジティブ		ネガティブ		
		ポジティブ	ネガティブ	灰色(ポジティブ)	ネガティブ	ポジティブ	ネガティブ	灰色(ポジティブ)	ネガティブ	
テンキー表示	ポジティブ	ポジティブ	-	-	-	-	-	-	-	-
		ネガティブ	1.64	-	-	-	-	-	-	-
		灰色(ポジティブ)	0.62	0.98	-	-	-	-	-	-
	ネガティブ	ポジティブ	1.70	0.08	0.97	-	-	-	-	-
		ネガティブ	1.27	0.38	0.61	0.32	-	-	-	-
		灰色(ネガティブ)	1.47	0.40	0.71	0.35	0.02	-	-	-
番号なし表示	ポジティブ	ポジティブ	0.27	1.93	0.89	0.02	1.55	1.81	-	-
		ネガティブ	0.40	1.32	0.26	1.36	0.93	1.10	0.69	-
		灰色(ポジティブ)	0.48	0.28	1.13	0.41	1.86	0.19	0.95	-
	ネガティブ	ポジティブ	0.59	1.18	0.09	1.21	0.78	0.94	0.90	1.20
		ネガティブ	0.22	1.56	0.45	1.63	1.15	1.38	0.53	0.20
		灰色(ネガティブ)	0.76	0.92	0.10	0.92	0.54	0.64	1.05	0.39

表4 アンケート結果

次候補配列方法	1行表示	2行表示	ダイヤル表示	テンキー表示	番号なし表示
正解を探しやすい(人)	0	0	1	5	10
正解を探しづらい(人)	14	2	0	0	0
テンキーで入力しやすい(人)	0	0	0	7	9
テンキーで入力しづらい(人)	2	0	14	0	0

で、1行表示、2行表示、3種類の3行表示の次候補配列方法の合計30種類の表示方法における正解の選択のしやすさを、選択に要する時間、選択のエラー率およびアンケートによる主観的な評価から検討した。得られた結果は以下のとおりである。

- (1) 3行表示の、次候補がテンキーと同じ並び方の、テンキー表示および番号なし表示は、1行表示、2行表示およびダイヤル表示より次候補の選択に要する時間が短いことがわかった。
- (2) ポジティブ表示、ネガティブ表示および灰色表示による明確な影響は認められなかった。
- (3) 上記(1)、(2)の結果から、同音異義語の中から解答を目で追って検索する部分よりも、その解答に対応するテンキーを探す部分の方が、選択時間に対する影響が大きいことがわかった。
- (4) エラー率に関しては各表示で大差は認められなかった。

今後は次候補を図4のように立体的なボタンのように表示したり、キーを押したことに対して音を出したりした時の、選択時間や主観に及ぼす影響について調べていきたいと考えている[14]。また、次候補の文字の大きさの及ぼす影響[15]についても検討を進めていきたいと考えている。

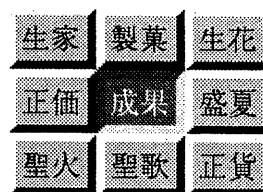


図4 立体ボタン型次候補表示方法

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]阪田史郎：“グループウェアの実現技術”，ソフト・リサーチ・センター(1992)。
- [3]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”，情報処理，26，11，pp.1390-1397(1985-11)。
- [4]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(1992-01)。
- [5]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)。
- [6]エティヌ・グランジャン(著)，[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)。
- [7]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)。
- [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)，J-75-A，10，pp.1616-1619(1992-10)。

- [9]宗森 純, 宮脇義宏, 長澤庸二: “次候補表示方法の入力効率に及ぼす影響について”, 信学論(A), J-76-A, 3, pp.552-555(1993-03).
- [10]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).
- [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).
- [14]今村浩一郎, 宗森純, 長澤庸二: “次候補表示方法の入力効率に及ぼす影響について”, 情処学ヒューマンインタフェース研報, HI-48-8(1993-05).
- [15]宗森純, 伊木マルガリーダ京子, 長澤庸二: “ハイパーカードを用いた同音異義語選択システムの開発”, 平2九州連大, 1015(1990).