

# 分割文字盤および付加文字盤を使用した 意思伝達装置の操作性について

中村 内彦・奥 英久\*・高見 正利\*・山本 智子\*\*

岡山理科大学大学院工学研究科修士課程情報工学専攻

\*岡山理科大学工学部福祉システム工学科

\*\*狭山神経内科病院

(2003年11月7日 受理)

## 1. 緒言

社会では様々な形態のコミュニケーションが存在するが、基本的には人と人との情報交換であり、コミュニケーションの形態は一方が送信者、他方が受信者となることによって成立する。この場合、情報の送信はメッセージの作成と伝達であり、メッセージの作成方法としては書字・発語がある。いずれもが困難な場合はメッセージの要素である文字や文字列を選択してメッセージを作成する方法が用いられる。これには直接法と間接法がある。重度肢体不自由者においては直接法の適用が困難なため、多くの場合間接法が使用されることになる。その方法の一つとして走査法がある。走査法は、基本的に1文字ずつの選択をする。文字選択が簡単な方法で自由な内容のメッセージが作成できる反面、基本的には一文字ずつの選択であるため、メッセージの作成速度などの効率の改善が課題となっている。これまでの研究において、走査法による文字選択では仮名50音表を基本とした文字盤（以下、標準文字盤）の利用が必要であることが示されている<sup>(1)</sup>。これをに対して、筆者らは分割した文字盤（以下、分割文字盤）を使用する文字選択方式、高使用頻度の文字を標準文字盤（以下、付加文字盤）に付加する文字選択方式を提案し、いずれもが標準文字盤を使用する場合よりも、文字選択の平均ステップ数が有意に減少させることができる<sup>(2)</sup>。本論文では、両方式の走査法による文字選択システムを試作して評価実験を行い、その操作性について検討する。

## 2. 走査法

走査法には、直列走査法 (Serial Scanning)、行列走査法 (Row Column Scanning)、方向走査法 (Directional Scanning) がある。本研究では、意思伝達装置のほとんどで採用されている行列走査方式を対象とする。

### 2.1 行列走査法による文字選択の方法

行列走査法による文字選択では、すべての仮名文字を仮名50音表の文字配列に準じた方形格子状の文字盤にして使用者に提示し、水平カーソルと垂直カーソルを制御して希望文字を含む格子を選択して確定する。例として「つ」を選択する場合の操作手順を図1に示す。まず水平カーソルは文字盤上端、垂直カーソルは文字盤左端から移動を開始する。使用者が行う操作は、水平カーソルの移動開始と停止、垂直カーソルの移動開始と停止であり、なんらかの生体信号を電気信号に変換して制御信号として使用する。

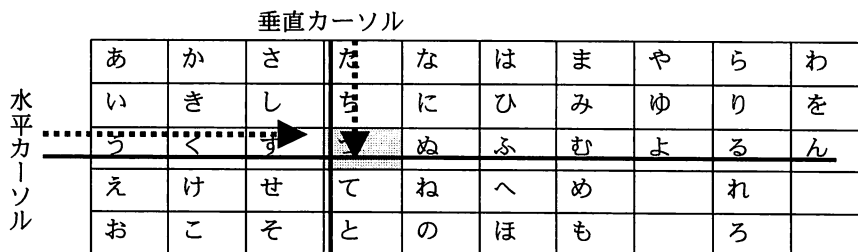


図1 行列走査法の基本動作

2.2 走査法の効率

ステップ数とは「走査開始位置より該当文字が含まれる格子へ到達するまでに水平カーソルと垂直カーソルが通過する格子数すなわち行数と列数の総和」で定義され、仮名 50 音文字盤では、図 2 のようになる。

開始位置 →

2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
5	6	7	8	9	10	11		13	
6	7	8	9	10	11	12		14	

図 2 仮名 50 音文字盤における各文字のステップ数

走査法により文字選択を行いメッセージを作成する場合には、メッセージを構成する個々の文字のステップ数の総和（以下、総ステップ数）を減少させることが効率化の一つの方法であると考えられる。これまでの研究により、総ステップ数を減少させる方法として、標準文字盤を複数個の文字盤（サブ文字盤）に分割する方式、および 1 文字選択後の高使用頻度の上位 5 文字を標準文字盤の最左列に新しく行として追加する付加文字盤の方式の、総ステップ数が有意に減少されることが示されている。

2.2.1 分割文字盤による効率改善

標準文字盤の分割には、2 分割から 9 分割までの 8 パターンがある。この 8 パターンをシミュレーションした結果 3 分割した文字盤、特に「た行」以降を別文字盤、そしてその中で「や行」以降をさらに別文字盤とした「た行や行分割」（図 3）が最も文字を選択したときの効率が高いことが示されている<sup>(3)</sup>。図 4 は平均的な 100 文字選択した場合の各分割ごとにおける総ステップ数を示したものである。これからも明らかなように「た行・や行」分割の文字盤が最も総ステップ数が少なくなることが示されている。

あ	か	さ	た	な	は	ま	や	ら	わ
い	き	し	ち	に	ひ	み	ゆ	り	を
う	く	す	つ	ぬ	ふ	む	よ	る	ん
え	け	せ	て	ね	へ	め		れ	
お	こ	そ	と	の	ほ	も		ろ	

図 3 分割した文字盤

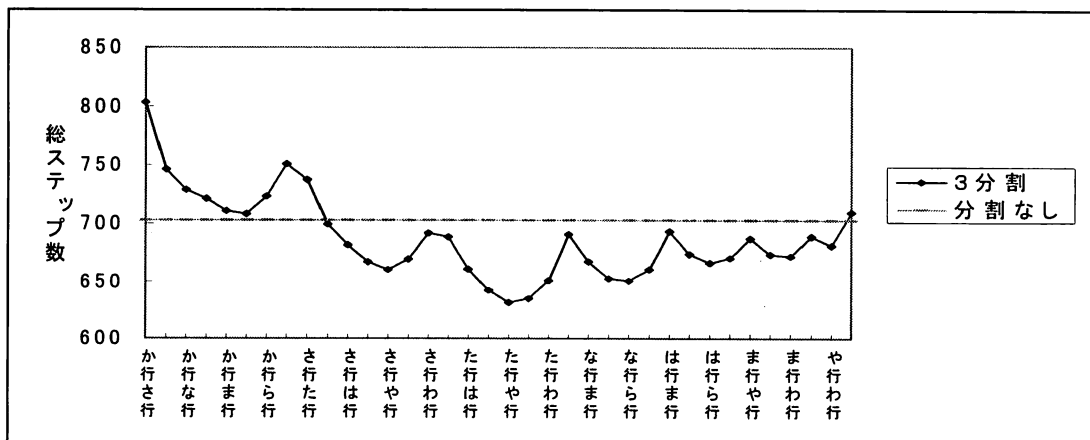


図 4 3 分割文字盤と標準文字盤の総ステップ数の比較

分割文字盤を使用する場合には、標準文字盤のようにいきなり文字選択は行わず、最初にサブ文字盤を選択するという手順が必要になる。例として「ね」を選択した場合の操作手順を図5に示す。まず分割した文字盤の選択を行なう図5(a)次に標準文字盤と同じ手順で操作を行い「ね」を選択する(図5(b))。

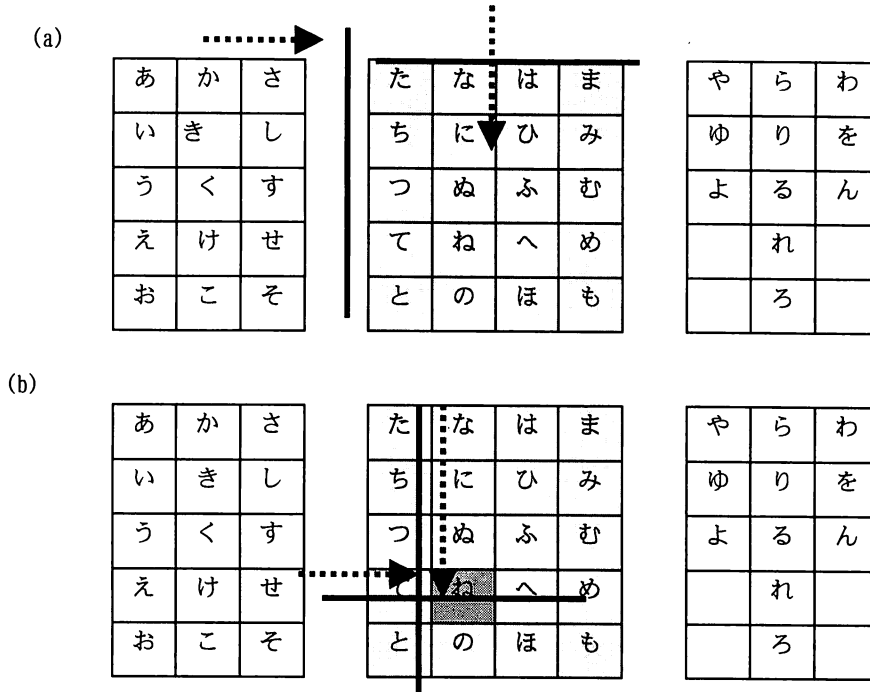


図5 3分割した文字盤の走査法

このように、分割文字盤ではサブ文字盤の選択という手順が新たに加わるため、各仮名文字を選択する場合のステップ数は図6のようになる。

3	4	5		4	5	6	7		5	6	7
4	5	6		5	6	7	8		6	7	8
5	6	7		6	7	8	9		7	8	9
6	7	8		7	8	9	10			9	
7	8	9		8	9	10	11			10	

図6 3分割した文字盤のステップ数

例えば、「とっとちゃん」と入力すると、総ステップ数が仮名50音表文字盤では53であるのに対し、3分割盤では41となり、減少されることがわかる(図8)。

### 2.2.2 付加文字盤による効率改善

付加文字盤では、ある仮名文字が選択された直後において、その文字に続けて選択される頻度の高い上位5文字を標準文字盤の左端に付加される形で提示される(ただし、元のステップ数よりもステップ数が増える文字はその候補から外される)。このため、標準文字盤の部分に含まれる各文字のステップ数は1ずつ増加する。表1は「窓ぎわのトットちゃん」黒柳徹子著(仮名文字変換後で約13万5千文字)をサンプル文章

として算出した付加文字の一覧である。例えば、仮名文字「よ」を選択した場合（図7(a)）、次に続く頻度が高い文字は「く」「り」「う」「こ」「か」「ん」…の順となる。上位5文字で付加文字盤を構成すると図7(b)のようになる。しかし、付加された5文字のステップ数を標準文字盤にある同じ文字のステップ数と比較した結果、「か」は適さない（ステップ数の減少効果がない）ため、次候補文字の「ん」と入れ替え、図7(c)が最終的な付加文字盤となる。

表1. 付加文字の一部

	や	ゆ	よ	ら	り	る	れ	ろ	わ	を	ん
第1候補	ん	う	く	い	か	と	か	つ	か	さ	な
第2候補	す	つ	り	な	よ	の	て	か	た		せ
第3候補	ま	き	う	し	と	か	た	い	ら		わ
第4候補	つ	ひ	こ	つ	の	よ	わ	ん	つ		の
第5候補	し	か	か	た	ま	い	る	の	る		と
第6候補	さ	ん	し	れ	た	ん	な	に	け		た
第7候補	く	し	ん	ん	に	く	し	て	な		て

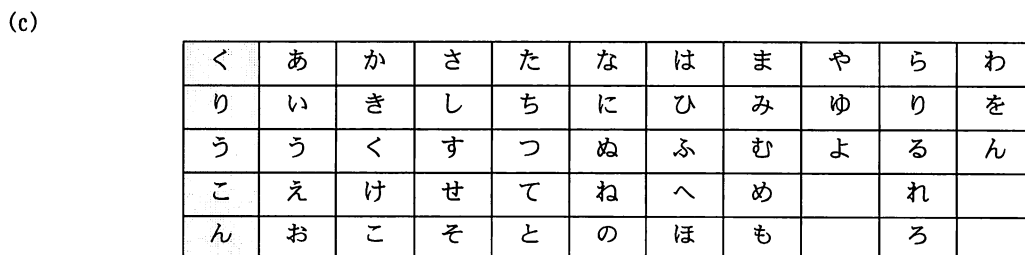
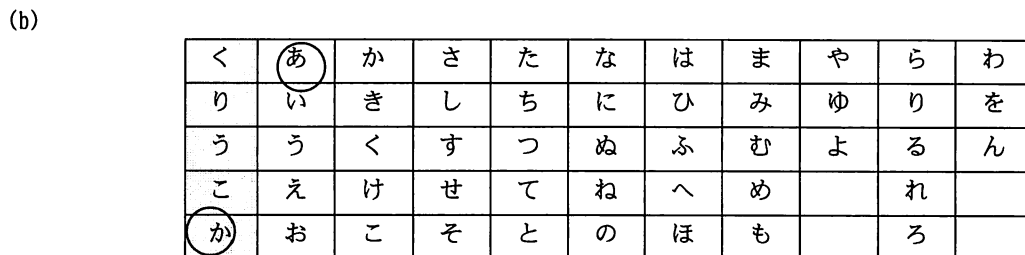
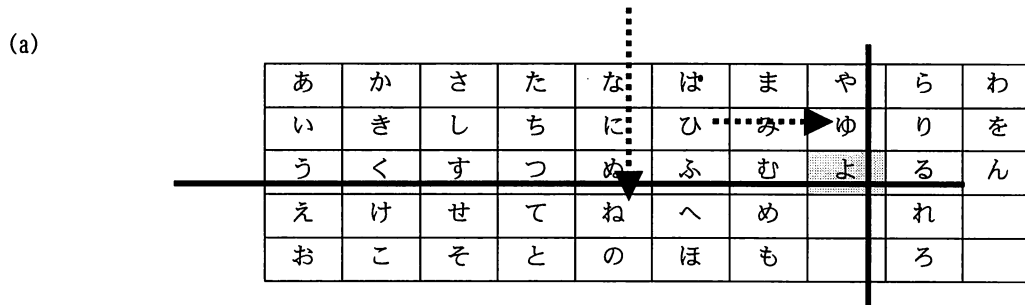


図7 付加文字盤の構成例

3文字分割盤のときと同様に、例として「とっとちゃん」と入力すると、総ステップ数が仮名50音表文字盤では53、3文字分割盤41に対し高使用頻度付加文字盤では30となり、より減少されることがわかる(図8)。

	と	つ	と	ち	や	ん	合計
標準文字盤	9	7	9	6	9	13	53
3分割文字盤	8	6	8	5	5	9	41
付加文字盤	9	3	10	4	2	2	30

図8 「とつとちゃん」入力時におけるステップ数

### 3. 操作性の評価実験

標準文字盤、分割文字盤、付加文字盤をそれぞれ使用した場合の総ステップ数および操作感を比較するための評価実験を行った。

#### 3.1 方法

標準文字盤、分割文字盤、付加文字盤により走査法で文字選択を行えるプログラムを使用して被験者に同一の文章を作成させ、各文字盤を使用した場合の所用時間を計測するとともに、使用後の操作感を聴取した。

#### 3.2 実験システム

各文字盤を使用した走査法による文字選択のプログラムは JAVA を用いて製作した。このプログラムには、5段階の操作速度設定機能、1文字を選択するのに要した走査開始から走査終了までの時間を計測する機能を設けた。また、実験に使用したハードウェアは PC350（日本アイ・ピー・エム(株)、Pentium166Mhz,Windows98）で、操作には標準仕様のマウス（左ボタンのクリック信号）を使用した。図9は各文字盤の動作画面例である。各文字盤を使って作成するサンプル・メッセージは分割文字盤の各サブ文字盤からの選択個数がほぼ均等となる条件により、「ほんとうにかよったかわからない」とした。

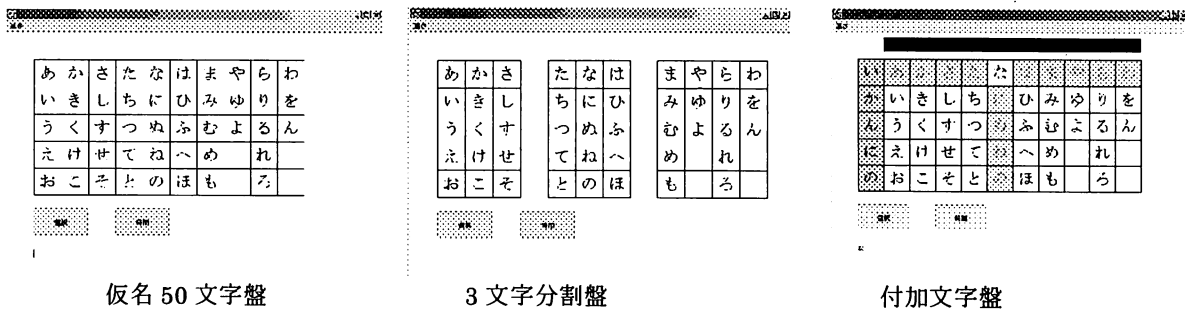


図9 実験システムの動作画面例

#### 3.3 被験者

男性8人(すべて22歳)健常者を被験者とした。

#### 3.4 実験手順

実験システムを使用して、各被験者にそれぞれの文字盤で構成される文字選択プログラムを試用させ、サンプルメッセージに含まれる全文字を選択させ、所要時間を計測するとともに、終了後に操作感を聴取した。実験システムを通常の事務デスク上に設置し、以下の手順で実験を行った。

- 1.システムを設置した机の前に被験者を着席させる。
- 2.実験の内容を被験者に口頭で説明する。
- 3.被験者に各文字盤の操作練習として、それぞれ三文字程度を選択させる。また、その結果過程で各文字盤に適した走査速度を選択させる。
- 4.一人の被験者に対して、それぞれの文字盤を使用してサンプル・メッセージの各文字を選択させる。文字盤選択の順番は標準文字盤→分割文字盤→付加文字盤であり、各文字の選択時間はプログラムにより自動的に計測され記録される。
- 5.すべての文字盤による文字選択操作が終了した後、被験者に対して、最も操作し易かったと感じられる文字盤を回答させる。

## 4 結果と考察

### 4.1 文字を選択する所要時間の比較

図9は、サンプル・メッセージにおける各文字の所要時間を各文字盤で比較したグラフである。文字選択の所要時間は付加文字盤が全体的に少なく、ついで標準文字盤最後に分割文字盤の順となっている。

付加文字盤における文字選択の所要時間が短くなった理由としては、以下に示すように、各文字の選択ステップ数が最も少なかったためと考えられる。

標準文字盤でサンプル・メッセージを作成した場合の総ステップ数：106 ステップ  
分割文字盤でサンプル・メッセージを作成した場合の総ステップ数：89 ステップ  
付加文字盤でサンプル・メッセージを作成した場合の総ステップ数：77 ステップ

特に付加文字盤では、標準文字盤で要する総ステップ数の73%にまで減少されている。

一方、サンプル・メッセージの最初の文字「ほ」の選択では、付加文字盤が最も時間を要するという結果がでている。これは、最初の文字選択では事前に選択操作がないため高頻度文字が提示されず、結果的に標準文字盤と同じ配置の文字盤を使用することと同じ作業となったためと考えられる。

### 4.2 メッセージを作成する所要時間の比較

図10は、各文字盤でサンプル・メッセージを作成した場合の、各被験者ごとの所要時間を示したものである。全般に付加文字盤を用いた場合が所要時間が最も短く、分割文字盤は最も時間を要するという結果が得られた。

付加文字盤を用いた場合に所要時間が短くなるのは、4.1で述べたように総ステップ数が最も短く、文字選択の平均ステップ数も短くなるという結果に合致したものと考えられる。これに対して、分割文字盤を用いた場合に所要時間が長くなるという結果は、4.1に示された操作ステップ数の減少傾向と相反するものである。この理由として、目的の文字を選択する前にいずれかのサブ文字盤を選択するという操作が必要のためと考えられる。分割文字盤では、一つの文字を選択する場合に、サブ文字盤の選択と、選択したサブ文字盤での走査による文字選択という二重の「走査→選択」の操作が必要となったためと考えられる。

### 4.3 操作感の評価

各被験者が実験後に「最も操作し易い文字盤」について回答した結果は以下の通りであった。

標準文字盤：0  
分割文字盤：1  
付加文字盤：7

標準文字盤は3分割文字盤よりもサンプル・メッセージ作成時間が短かったという結果にも関わらず、標準文字盤を操作し易い文字盤と回答した被験者は0名であった。これは、今回の実験が効率化の評価実験であることを実験に先立って説明していたため、標準文字盤では効率が良くないとの先入観が回答結果に反映された可能性が考えられる。

一方、分割文字盤が操作し易いと回答した被験者は1名(12.5%)であった。これは、実験内容が少ない文字数のサンプル・メッセージの作成であったため、画面上での走査という面白さも加わって、文字の選択に先だってサブ文字盤を選択しなければならないという操作上の「煩わしさ」よりも評価されたものと考えられる。

付加文字盤に対しては、7名が「操作し易い」と回答した。これは、各文字を選択するステップ数が少ないことから走査の待ち時間が少なくなり、すばやく使用できたためであると考えられる。しかし、付加文字盤においては、直前に選択した仮名文字と異なる仮名文字を選択した場合には、異なった組み合わせの5文字が付加文字として提示される。このことは、同じ文字が続くメッセージがほとんど無いことから、組み合わせの異なる5文字が毎回付加文字として最左列に提示される文字盤を使用することになるため、実用性の観点からは、今回のような短時間ではなく長時間の使用における操作感の評価が必要と考えられる。

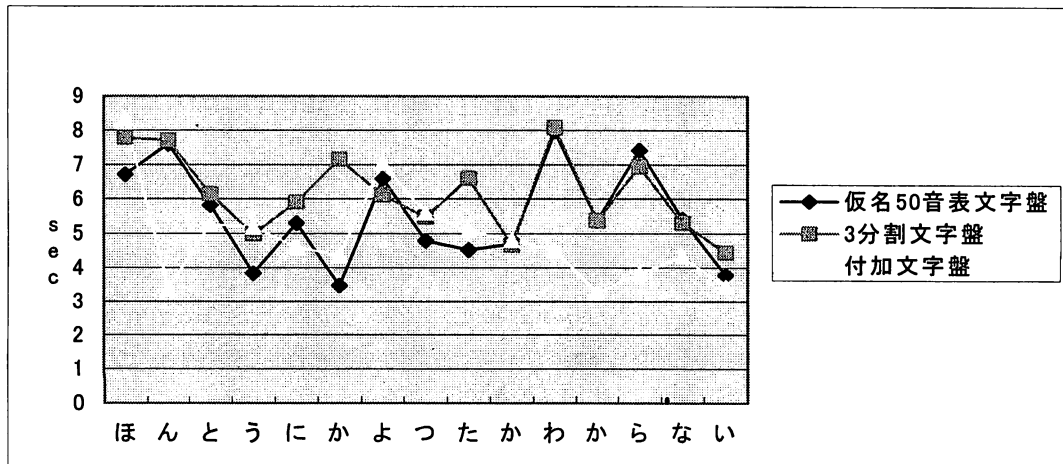


図 11 各実験者の文章作成時間

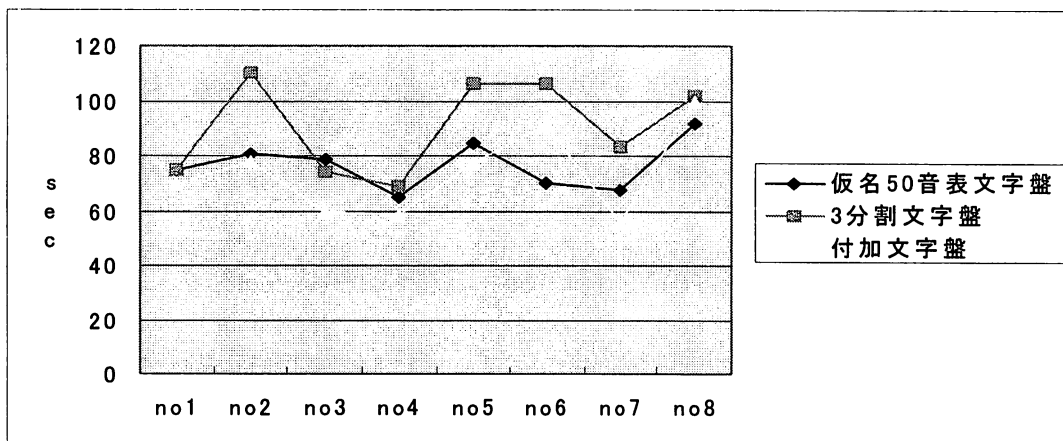


図 12 各文字の選択時間

### 5. おわりに

今回の研究により、総ステップ数の減少が可能な文字盤である分割文字盤および付加文字盤の操作特性について、有意な結果が得られた。付加文字盤が文字選択時間とメッセージ作成時間および操作感のいずれにおいても最も良いと結果が示された。しかし、実際の使用においては、個々の文字選択ごとに付加される5文字の内容が変わることが操作感に影響することも考えられるため、長い文字数のメッセージを用いた評価実験が必要と考えられる。

また、今回の実験は健常者を被験者としたが、実際にこのような意思伝達装置を必要とする重度肢体不自由者による評価実験が不可欠であり、今後の課題と考える。

### 参考文献

- 1) 奥英久、相良二郎、大下真二郎：重度肢体不自由者のための日本語コミュニケーションエイドの開発と評価、CAI学会誌 Vol. 8、No.4、1991 三宮、奥、山本、脇田：次選択文字の予測による操作式のメッセージ生成システムの効率化、岡山理科大学紀要 34、1998
- 2) 三宮哲也：走査法による文字選択方式を用いたメッセージ生成の効率改善に関する研究、岡山理科大学大学院工学研究科情報工学専攻修士論文、1998
- 3) 角田孝則：走査法における文字盤分割によるメッセージ生成効率の改善に関する研究、岡山理科大学工学部情報工学科平成10年度卒業論文、1998

## Characteristics of modified Kana tables for scanning Japanese communication aid

Nobuhiko NAKAMURA

*Graduate School of Engineering, Okayama University of Science*

Hidehisa OKU

*Dept. of Assistive and Rehabilitation Engineering, Faculty of Engineering, Okayama University of Science*

*1-1 Ridai-cho, Okayama 700-0005, Japan*

*E-mail: oku@are.ous.ac.jp*

Masatoshi TAKAMI

*Dept. of Assistive and Rehabilitation Engineering, Faculty of Engineering, Okayama University of Science*

Tomoko YAMAMOTO

*Sayama Neurology Hospital, Saitama 350-1302, Japan*

(Received November 7, 2003)

We have been studying on the rate enhancement of scanning Japanese communication aids. As the result of our previous studies, two kinds of tables, a table composed of three sub-tables and a table with additional five frequently used Kana letters, have been theoretically suggested as more efficient tables for rate enhancement than the ordinary table which has the normal arrangement of forty-one Kana letters.

For clinical testing and evaluation of the suggested tables, two kind of communication aids with those tables have been developed. In addition, another communication aid with the ordinary table has also been developed for the reference. For testing and evaluation, eight non-disabled subjects, students and were all twenty-two years old, have used those three aids to make a sample message composed of fifteen Kana letters. In this testing and evaluation, time to selecting all Kana letters in the sample message was measured. Then, all subjects were asked which one was better for them to use. The following result was obtained.

(1)The table with additional five frequently used letter was the most time consuming one among three tables.

(2)Seven subjects in all subjects selected the table with additional five frequently used Kana letters as the most usable one.

Although the result of clinical testing and evaluation indicated the efficiency of the table with additional five frequently used letters, the five letters always change after selection of different letter with previous one. So, long term testing and evaluation.