

# 次選択文字の予測による 走査式メッセージ生成システムの効率化

三宮 哲也・奥 英久\*・山本 智子\*\*・脇田 修躬\*\*\*

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情報工学科

\*\*狭山神経内科病院言語療法室

\*\*\*日本アイ・ビー・エム株式会社 SNS 推進室

(1998年10月5日 受理)

## 1. 緒 言

筋萎縮性側索硬化症あるいは重度脳性麻痺等による重度肢体不自由者は、書字および発語に著しい能力障害を有し、さらに重度な肢体不自由により情報機器の操作も困難なため、これらを手段とした意志伝達が十分に行えない状況にある。このような重度肢体不自由者に対しては従来から透明文字盤によるコミュニケーション<sup>1)</sup>で支援が行われていたが、コンピュータ技術の発達により、文字盤を電子化し走査による文字選択でメッセージを生成する方式(走査法)が実用化されている。この方式は、個々の文字あるいは文字列を選択する方式と、予め使用頻度の高いメッセージを登録しておき必要に応じて選択する方式に大別される。会話的なメッセージでは、後者の方式により効率的な意志伝達が行えるが、自由な内容のメッセージ作成には前者の方式が用いられている。

一般に走査法による日本語の文字選択では、必要な仮名文字を配した文字盤を使用するが、走査開始位置に近い所から順番に使用頻度の高い文字を配することにより、効率的な文字選択およびメッセージ生成が可能になることが知られている。しかし、実際に走査法によるメッセージ生成システムを使用している重度肢体不自由者は、それぞれの障害にもとづく固有のニーズにより、このような使用頻度順の文字盤ではなく、一般的な仮名50音表に準拠した文字盤を使用している<sup>2)</sup>。欧米では、既登録メッセージの利用以外にメッセージ生成効率を改善する方法として、単語予測および次文字予測の方式が提案され、実用的なシステムが開発されている<sup>3)</sup>。しかし、日本語の場合には、句読点を除き単語間に区切りがないこと、次文字予測のための基礎データが明らかにされていないなどの理由により、ほとんど検討が行われていない。

日本語の様々な文書における仮名文字の使用頻度については、一般成人の会話、教科書、新聞等のデータに基づいた分析結果が公表されている<sup>4,5)</sup>。しかし、重度肢体不自由者が作成したメッセージにおける仮名文字の使用頻度等に関する分析と、その結果に基づいた効

率的な文字選択方式に関する検討は行われていない。

本研究では、走査法で仮名50音文字盤から文字を選択してメッセージを生成する場合において、仮名文字の使用頻度を考慮した追加文字を文字盤に含めることによる文字選択効率の改善について検討を行っている。

## 2. 走査法で文字を選択する場合の効率

走査法による文字選択では、一般的にすべての仮名文字を方形格子状の文字盤として表示装置の画面上に示し、水平カーソルと垂直カーソルを制御して希望文字の位置を指定し選択する(図1)。この制御信号としては、使用者の僅かな随意的身体動作を電気信号に変換したものを使用する。一般的には1個の制御信号による行列走査法が使用されており、例えば図1においてCH<sub>32</sub>を指定する場合の制御信号の入力と各カーソル動作は図2のようになる。

### 2.2 操作効率の考え方

メッセージ作成の効率化は、一定文字数のメッセージを作成する時間を少なくすることと考えられる。ここで図1に示す文字盤で行列の文字CH<sub>ij</sub>を選択する時間T<sub>ij</sub>は次式で示される。

$$T_{ij} = TLS \cdot i + TLC + TCS \cdot j \quad (1)$$

ここでTLSは行走査時間(Time for Low Scan)、TCSは列走査時間(Time for Column Scan)、そしてTLCは行走査から列走査に移る場合の所要時間である。標準的な走査法ではTLSとTCSは等しいのでこれをTSとおき、また(i+j)は走査開始位置から文字盤のi行j行列に配置されている文字までの距離と考えられるので、これをステップ数S<sub>ij</sub>とおくと、(1)式は

$$T_{ij} = TS \cdot S_{ij} \quad (2)$$

となる。TLCは事実上無視できる。文字盤をx行y列とすると、メッセージを作成する平均総時間TTは次式で示される。

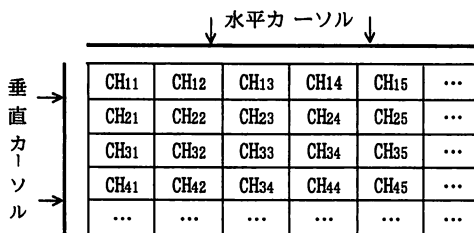


図1 走査法の基本操作

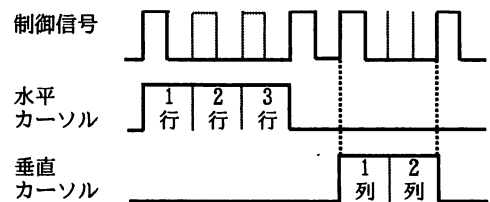


図2 行列走査法によるカーソル制御

$$\begin{aligned}
 TT &= \sum_{i=1}^x \left\{ \sum_{j=1}^y (F_{ij} \cdot T_{ij}) \right\} \\
 &= TS \left[ \sum_{i=1}^x \left\{ \sum_{j=1}^y (F_{ij} \cdot S_{ij}) \right\} \right] \quad (3)
 \end{aligned}$$

TS は使用者の残存機能に応じた定数であり、 $F_{ij}$  は  $CH_{ij}$  の使用頻度なので、 $TT$  は文字盤に配列された各文字のステップ数と使用頻度により決定される。

### 3. 仮名文字の使用頻度

仮名文字の使用頻度は、事前情報を考慮しない場合と、事前情報を考慮する場合に大別される。事前情報を考慮しない場合は、メッセージ全体における各仮名文字の総個数を全仮名文字数で除した値で示される。これに対して、事前情報を考慮する場合には、先に選択した仮名文字に続く各仮名文字の使用頻度で示される。

#### 3.1 対象としたメッセージ

重度肢体不自由者が走査式メッセージ生成システムを使用して作成した文書をサンプルとして、テキスト・ファイル化した後、文書内に含まれる仮名文字の個数と総仮名文字数から、個々の仮名文字についての使用頻度を算出した。サンプルとして、筋萎縮性側索硬化症による重度肢体不自由者（以下、ALS 者）が作成した文書を使用した。具体的には 3 名の ALS 者から提供いただいた文書（以下、ALSDOC）をサンプルとして使用した。これらは、透明文字盤上の仮名文字を視線により指示し介護者が読み取る方式 (Etran) で作成した文書、および市販されている走査式メッセージ生成システム（商品名「Wivik」および「Partner」）で作成した文書である。ALSDOC の一部は介護者の筆記などで電子化されていなかったため、プログラムによる計数を行うために、テキスト・ファイル化した。

#### 3.2 計数方法

前処理で電子化した各文書ファイルをもとに総仮名文字数と個々の仮名文字の総使用回数から、使用頻度を計数プログラムにより算出した。計数プログラムは C 言語で作成し、処理結果はグラフ作成等のため CSV 形式でファイル化した。

#### 3.3 結果

##### 3.3.1 事前情報を考慮しない場合の仮名文字使用頻度

ALSDOC における仮名文字使用頻度の値を表 1 に示す。図 3 は、表 1 をグラフ化したものである。各メッセージ間では、使用頻度が上位の仮名文字では順位と頻度値に若干の相違があるが、5 位あるいは 10 位単位のグループとして見た場合には、ほぼ同じ文字が含まれているといえる。それぞれのメッセージにおいて使用頻度の高い仮名文字の上位 5 種類の頻度値を合計した値を表 2 に示す。

表1 事前情報を考慮しない場合の使用頻度

文字	Etran	文字	Wivik	文字	Partner
い	6.3	い	7.07	い	5.96
ん	4.77	ん	5.03	し	4
し	4.18	う	4.08	の	3.98
て	4.17	し	3.56	か	3.9
か	3.57	た	3.51	ん	3.57
う	3.53	と	3.46	な	3.38
た	3.17	か	3.44	く	3.12
の	2.71	の	3.38	た	3.05
く	2.67	ま	3.14	う	2.83
と	2.65	て	2.75	す	2.81
な	2.64	に	2.69	て	2.78
で	2.54	が	2.63	ま	2.64
が	2.4	な	2.61	と	2.58
も	2.37	き	2.55	が	2.54
つ	2.35	す	2.5	き	2.54
こ	2.3	く	2.43	で	2.38
ま	2.29	で	2.42	さ	2.37
き	2.27	も	2.19	に	2.31
に	2.2	こ	2.11	る	2.31
す	2.03	は	1.92	こ	2.19
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

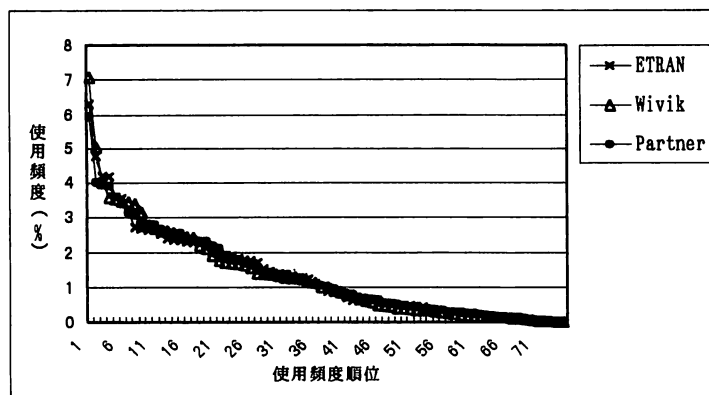


図3 事前情報を考慮しない場合の使用頻度（降順）

表2 上位5文字の使用頻度の合計

	事前情報 考慮しない	事前情報 考慮する
Etran	22.99	60.89
Wivik	23.25	65.39
Partner	21.41	60.76

### 3.3.2 事前情報を考慮する場合の仮名文字使用頻度

事前情報を考慮する場合には使用仮名文字の2乗分の頻度値が得られるが、Etranの場合のその1部を表3に示す。これをグラフにしたのが図4となる。また、使用頻度の上位5文字の値を合計したものを表2に示す。

### 3.4 効率的な文字選択の可能性

以上の分析により得られた結果から、事前情報を考慮しない場合は上位5位までの使用頻度値の合計がそれぞれ、22.99%、23.25%、21.41%であるのに対して、事前情報を考慮した場合における上位5位までの使用頻度値の合計はそれぞれ、60.89%、65.39%、60.76%となり、両者間に有意な差が認められた（危険率1%）。

## 4. メッセージ生成システムへの応用

分析結果より得られた仮名文字使用頻度をもとに、仮名50音表を基本とした文字盤への応用可能性について検討した。

### 4.1 文字盤への高使用頻度文字の追加方法

標準的な仮名50音文字盤(以下、標準文字盤)は図5のように示される。この配列を保ったまま高使用頻度文字を基本とする方法としては、図6のように仮名50音文字盤に最上行の上に新たな行を付加する方法(以下、行付加文字盤)、および図7のように最左列の左に新たな列を付加する方法(以下、列付加文字盤)が考えられる。いずれの場合においても、本来の文字盤における各文字のステップ数が1だけ増加する。

### 4.2 シミュレーション

#### 4.2.1 シミュレーションの方法

標準文字盤、行付加文字盤、列付加文字盤のそれぞれを使用して、一定文字数のメッセージを作成する場合の総ステップ数を、TSを除いた式(3)により算出するシミュレーションを行い、この結果をもとに各文字盤相互の効率比較を行った。この総ステップが小さい程、文字選択の効率が良いことになる。付加文字盤において追加表示する文字の数は、標準文字盤の行数の5つに合わせて5文字とした。事前情報を考慮しない場合には、追加文字は常に同じ文字が表示される(固定順序方式)のに対して、事前情報を考慮する場合には仮名文字を選択する度に新たな候補文字が表示される(可変順序方式)。シミュレーションに

表3 事前情報を考慮する場合の使用頻度

	あ	い	う	…
あ	0	0.207	0.491	…
い	10.644	4.614	3.827	…
う	0.248	1.192	0	…
え	0.743	0.311	0.294	…
お	5.248	0.518	0.491	…
か	3.218	2.955	3.042	…
が	2.475	1.348	5.888	…
き	1.485	1.866	2.748	…
ぎ	0	0	0	…
く	0.495	1.763	0.294	…
ぐ	0	0.052	0.098	…
け	0.495	1.244	2.944	…
げ	1.733	0.104	0	…
こ	0	1.452	2.355	…
ご	0.248	0.311	2.061	…
さ	6.931	0.415	2.944	…
ざ	0	0	0.196	…
し	2.475	3.059	5.005	…
じ	0.495	1.659	1.668	…
す	0	0.57	1.668	…
ず	0	0.104	1.079	…
せ	0.248	0.156	0.785	…
…	…	…	…	…
ん	4.208	2.955	1.276	…

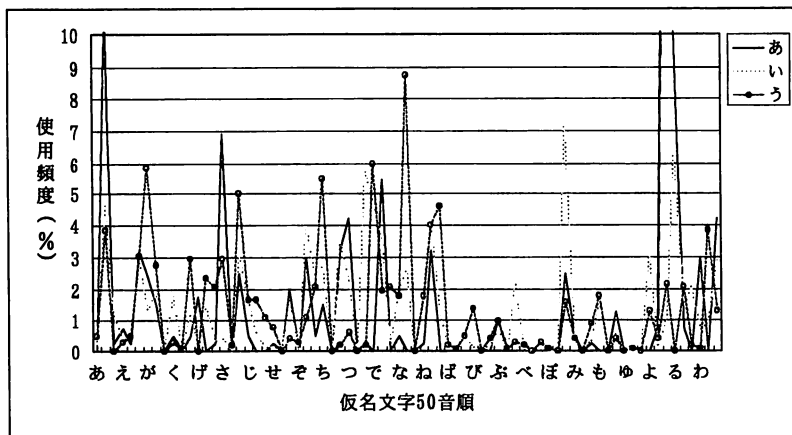


図4 事前情報を考慮する場合の使用頻度

水平線カーソル

垂直線カーソル	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5 仮名50音文字盤

り	る	ん	ら	つ						
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6 行付加文字盤

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

図7 列付加文字盤

使用する文書としては、重度肢体不自由者が作成したメッセージにおける効果を検証するため、既述のALSDOC (Etran, Wivik, Partner による) を使用した。

4.2.2 付加文字盤の比較

第1段階として事前情報を考慮する場合について行付加文字盤、列付加文字盤でシミュレーションを行い、2つの文字盤相互の効率比較を行った。文字選択の走査方法は、行付加文字盤および列付加文字盤のいずれにおいても垂直カーソルを先に走査して、次に水平カーソルの走査を行う。そのとき、行付加文字盤では5つの追加文字はそれぞれ50音表文字の列と同時に走査され、列付加文字盤では5つの追加文字は50音表文字の列と同じようの一つの列としてまとめて走査されることになる。また、両文字盤の追加文字のステップ数は同じとなる。

シミュレーションで求めた結果、総ステップ数を正規化した値（一文字選択に要する平均ステップ数）は、表4と表5のようになった。これは3つの文書の各データをそれぞれ3つの文書に適用した結果を示している。例えば、表4においてEtranのデータを利用して、それをPartnerの文書に適用した場合に一文字選択に要する平均ステップ数は6.27ということになる。これらの結果から、行付加文字盤と列付加文字盤の間で一文字選択に要する平均ステップ数に有意差は認められなかった（危険率5%）。

4.2.3 標準文字盤と行付加文字盤の比較

第2段階では、標準文字盤と行付加文字盤でシミュレーションを行い、各文字盤相互の効率比較を行った。この中で、行付加文字盤については、事前情報を考慮しない場合と考慮する場合のそれぞれについて実施した。

このシミュレーションで求めた総ステップ数を正規化した値（一文字選択に要する平均ステップ数）は、表5～表7のようにになった。これをグラフにしたのが図8であり、使用頻度を、それを求めた文書に適用した時の結果のみを示している。また、行付加文字盤で事前情報を考慮する場合と考慮しない場合について、標準文字盤の場合の総ステップ数と比べて総ステップ数の減少率（%）を求めた（表8、表9）。

表4 列付加文字盤のステップ数

事前情報を考慮する場合			
	Etran	Wivik	Partner
Etran	5.66	6.21	6.13
Wivik	6.01	5.44	6.08
Partner	6.27	6.33	5.74

表5 行付加文字盤のステップ数

事前情報を考慮する場合			
	Etran	Wivik	Partner
Etran	5.51	6.03	5.96
Wivik	5.85	5.33	5.91
Partner	6.09	6.14	5.58

表6 行付加文字盤のステップ数

事前情報を考慮しない場合			
	Etran	Wivik	Partner
Etran	6.69	6.81	6.75
Wivik	6.59	6.58	6.59
Partner	6.85	6.85	6.77

表7 標準文字盤のステップ数

文実予測なし	
	標準
Etran	7.13
Wivik	7.04
Partner	7.14

表8 考慮する場合の総ステップ数の減少率

事前情報を考慮する場合			
	Etran	Wivik	Partner
Etran	22.72	15.41	16.49
Wivik	16.85	24.34	16.16
Partner	14.77	14.02	21.83

表9 考慮しない場合の総ステップ数の減少率

事前情報を考慮しない場合			
	Etran	Wivik	Partner
Etran	6.27	4.57	5.39
Wivik	6.38	6.49	6.36
Partner	4.07	4.04	5.25

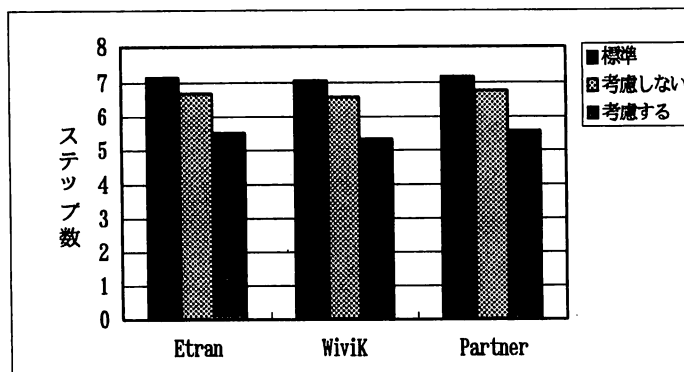


図8 一文字選択に要する平均ステップ数



## 5. 考 察

### 5.1 標準文字盤と行付加文字盤の比較

標準文字盤と行付加文字盤の比較においては、表5～表7で明らかなように、事前情報を考慮する場合と考慮しない場合のいずれにおいても、標準文字盤の場合に比べて一文字選択に要する平均ステップ数が有意に少ないことが示された（危険率5%）。

また、表8と表9から、特に事前情報を考慮する場合には、使用頻度値を、それを求めた文書に適用した時に、ほとんどが20%以上の減少率を示した。そして、他の文書に適用した場合でも、平均で約15%程の減少率を示した。このことから、列付加文字盤において事前情報を考慮する場合も同様に15%程度の減少率が得られ、文字選択効率の改善が期待される。

### 5.2 事前情報を考慮する場合と考慮しない場合の比較

行付加文字盤において、事前情報を考慮しない場合は、使用頻度値を、それを求めた文書に適用した時と他の文書に適用した時の有意差は認められなかったが、考慮する場合には有意差が認められた（危険率5%）。前者の理由としては、ALSDOC (Etran, Wivik, Partner)における3文書の間で使用頻度が上位5単位のグループとして見た場合にほぼ同じ文字が含まれているためと考えられる。これに対して、後者の理由としては、上記各文書の間で使用頻度に少し差があるためと考えられる。

また、表8と表9より、行付加文字盤においては事前情報を考慮する場合が考慮しない場合に比べて総ステップ数の減少率が有意に大きく（危険率5%）、文字選択効率が改善される。

### 5.3 ま と め

結果の全ての表から、使用頻度値を、それを求めた文書に適用した時と他の文書に適用した時とでは、前者において最もステップ数が有意に少なくなるといえる（危険率5%）。また、グラフの結果より一文字あたりのステップ数またはステップ数の減少率において、3つの文書間では、有意差はないといえる。

今回行ったシミュレーションによる結果から行付加文字盤と列付加文字盤の両方で、事前情報を考慮する場合と考慮しない場合のいずれにおいても、高使用頻度文字を文字盤に付加する方法は文字選択効率の改善に有効と考えられる。しかし、事前情報を考慮する場合には仮名文字を選択する度に新たな候補文字が表示されるため操作性の評価が課題である。

## 6. 結 言

重度肢体不自由者のコミュニケーションを支援するためのメッセージ生成システムにおいて、仮名50音表を基本とした文字盤使用での文字選択効率を向上させる一方法として、

従来の文字盤に使用頻度の高い文字（上位5文字）を1行追加表示する方式を提案した。表示する文字は、日本語のメッセージにおいて使用頻度の高い文字（固定順序）と、直前に選択した文字に続く使用頻度の高い文字（可変順序）の二通りとした。実際に肢体不自由者が作成したメッセージから導出した平均仮名文字使用頻度および1文字選択後における出現率の高い仮名文字を導出し、これらを1行分だけ追加表示する場合としない場合について操作回数増減についてシミュレーションを行って計数した結果、追加表示により文字選択効率が有意に改善されることが示された。また、追加表示する仮名文字としては、追加文字の固定順序方式よりも可変順序方式において、操作効率が有意に改善されることが示された。一方、可変順序方式では、異なる仮名文字を選択する度に、直前に表示されている追加仮名文字とは異なる仮名文字が新たに表示されるため、これによる操作性への影響に関する評価が必要と考えられる。

#### 参考文献

- 1) David R. Beukelman, Pat Mirenda : Augmentative and Alternative Communication, Paul H. Brookes Publishing Co., 1992.
- 2) 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.
- 3) Albert M. Cook, Susan M. Hussey : Assistive Technologies, Mosby, 1995.
- 4) 堀田 修 : 文字・音節の使用頻度による平仮名の文字修得要因に関する研究, 教育心理学研究, 第32巻1号, 68-72, 1984.
- 5) 渡辺定久, 中野 洋 : 国語の文章における仮名の使用状況について, 情報処理学会日本語入力方式研究会12-2, 1-8, 1983.

## Letter prediction in Scanning Type of Japanese Communication Aids for the Severely Physically Disabled

Tetsuya SANNOMIYA, Hidehisa OKU\*, Tomoko YAMAMOTO\*\*  
and Osami WAKITA\*\*\*

*Graduate School of Engineering,*

*\*Department of Information and Computer Engineering,*

*Faculty of Engineering,*

*Okayama University of Science,*

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

*\*\*Sayama Neurology Hospital,*

*Higashimitsuki 246, Sayama-shi, Saitama 350-13, Japan*

*\*\*\*Japan IBM Co.Ltd.,*

*Hakozaki-cho 19-21, Nihonbashi, Chuo-ku, Tokyo 103, Japan*

(Received October 5, 1998)

Scanning type of Japanese communication aids have been developed for the severely physically disabled who don't have enough physical capability to speak and write. In most of these aids, the standard Japanese Kana table has been used for selecting letters to make messages. The rate of selecting letters and synthesizing messages are, however, much slower than other selection technique such as the direct and the coding. This has been caused by the structure of the Japanese Kana table, in spite of it's availability for the most of Japanese. This paper proposes the modification of the Japanese Kana table to accelerate the selection rate. The modification has been done by adding frequently used letters to the standard Kana table as an additional column. The frequently used letters are obtained by two methods. In the first method, the letters are obtained according to the frequency of occurrence in a message. In the second method, the letters are obtained according to the frequency of occurrence, in a message, after selecting a letter. This means that letters of the column in the second method will change every time after selecting a letter. From the result of the simulation for making a message, it indicate the following characteristics.

- (1) The addition of a column which contains letters, used frequently in messages written by the severely physically disabled, reduces the time for selecting letters in making messages.
- (2) In an adding column, the use of predicted letters followed by a pre-selected letter is much effective than the use of non-predicted letters.

Although the result indicates the effectiveness of letter prediction for selecting a

next letter in the scanning type of Japanese communication aids, clinical testing for the prospective users of this type of selecting methods will be necessary to evaluate the affection of changing letters in the column.