

コミュニケーション・エイドのための かな-漢字変換法について

井上倫夫・小林康浩・加納尚之*・井上公明**

鳥取大学工学部・*米子工業高等専門学校・**鳥取赤十字病院

筋萎縮性側索硬化症 (ALS) は、知覚、感覚は保たれているものの、運動神経が次々に麻痺していく難病である。患者の意識は明瞭であるにもかかわらず、末期においては自らの意志を第三者に伝えることがほとんど不可能な状態となる。そこで、患者の要望事項を看護者に伝達できるようなツールを開発することが切望されている。

本報告は、このようなALS患者向けのコミュニケーション・エイド (CA) に関するものである。開発の主眼は、患者の貧弱な運動能力をもってしても少ないステップで文章作成ができるようにすることである。このCAでは、患者が2音節を入力すれば、それを「見出し」とする9例の文節が提示され、患者はそこから所望の文節を選択する仕組みになっている。各文節を漢字仮名混じりで登録しておけば、これら文節の選択によって作成された文章は、結果的に仮名-漢字変換を行ったことになるから、全文ひらがなで入力する必要がなく、スイッチ操作回数、文章作成時間ともに減少させることが可能になる。

A METHOD OF KANA-KANJI TRANSFORMATION FOR A PATIENT WITH AMYOTROPHIC LATERAL SCLEROSIS

MICHIO INOUE・YASUHIRO KOBAYASHI・NAOYUKI KANO[†]・KIMIYAKI INOUE^{††}

Department of Information and Knowledge Engineering, Faculty of Engineering,
Tottori University
Minami 4-101, Koyama-cho, Tottori, 680, JAPAN

[†] Yonago National College of Technology

^{††} Department of Anesthesiology, Tottori Red Cross Hospital

Amyotrophic Lateral Sclerosis (ALS) is a disease which causes atony of voluntary muscles. An ALS patient loses the ability to announce his thoughts in spite of keeping his intelligent activities.

This paper is concerned with a tool which can help to represent anyhow patient's thoughts to his family, medical doctors and nurses. In this tool, a patient picks up two KANA characters resulting from cross-wise scanning of the KANA syllabary by his remaining physical activity.

Posterior to the two KANA characters, nine different parabraphs, which are written respectively as the mixture of KANA (phonetic symbol) and KANJI (ideograph), are automatically shown to him. If he find out his desired one, he can compose an easily understandable sentence by fewer steps of picking up KANA characters.

1 はじめに

疾患のため、長期療養が必要な患者周辺の環境制御などが、近年ようやく注目され始めた。なかでも、自分の意志を伝える手段を殆ど失ってしまった患者のためのコミュニケーションエイド（CA: Communication Aid）の開発が切望されている[1]～[5]。

筋萎縮性側索硬化症（ALS: Amyotrophic Lateral Sclerosis）は、進行性の疾患で原因不明かつ治療法も未だ確立されていない難病（＝厚生省特定疾患）である[6]～[9]。これは、健康な人と何ら変わらない感覚神経を持ちながら、運動神経が麻痺する疾患である。末期においては明瞭な意識があるにもかかわらず、意志伝達はほとんど不可能という状態に追いやられる。患者は自分の周囲で起こること全てを認知できる（感覚・知覚機能は何ら障害がない）ものの、外部に対しては殆ど何の働きかけもできない。

このALS患者のためのCAとして、筆者らはごく限られた機能ながら現在までに4号機までを製作し、CAの設計方針・システム構成について検討してきた。また、実際に患者が作成した文章（日誌）をもとに文字使用頻度等のデータを集め、CAの操作性等を検討した[13]。本報告は、このようなALS患者の意志伝達を補助するCAの開発に関するものである。特にCA4号機では文節（単語）辞書を内蔵することにより、スイッチ操作回数、文章作成時間等を短縮できたので報告する。

2 CAの設計方針

ALSは前述のごとく運動神経が麻痺する進行性の疾患であるが、末期においてもわずかに眼球運動・膀胱直腸機能・咬筋機能などが残されていることから[6]～[9]、これら残されたわずかの機能によってもCAの操作は可能なようにしておく必要がある。また、感覚・知覚機能は何ら障害を受けないことから、CAの設計方針として入力部・出力部はそれぞれ次のような機能が望まれる。CAのシステム構成を図1に示す。

2.1 CAの入力

CAの入力部は、ALS患者とCAとを結ぶ接点である。ALSの末期においては、患者の残された随意筋の動きを利用しようとするれば、直接に筋電位計・歪ゲージ・圧力センサ等で随意筋の伸縮、即ち意志を検出するしかない。また、非接触型の入力形式を採用する場合には、“まばたき”など眼球運動を光センサ等で検出することを試みる必要があり、一部実用化されている[10]～[11]。将来的には、ビデオカメラ等による非接触型のものも開発が望まれる。

2.2 CAからの出力

CAの出力部はいわばALS患者の意志表示を代行する重要な部分であり、患者の手足とならなければならない。望めば多くのことが挙げられるが、現状では必要最小限の機能として以下のことを具体化した。

(1) ナースコール

緊急時には患者自身の力でナースセンタへ連絡できるようにする。

(2) ワードプロセッシング

文字・記号等を扱えるようになれば伝言・日記・手紙等の作成ができる。

(3) 音声合成

日常、比較的頻繁に使用する言葉を簡単な操作で音声として出力することが望ましい。これによって医師・看護人らが絶えず文字盤を注視する必要がなくなる。

(4) 環境制御

比較的簡単な機器（テレビ受像機、照明灯等）に関しては、患者自身でも操作できることが望ましい。

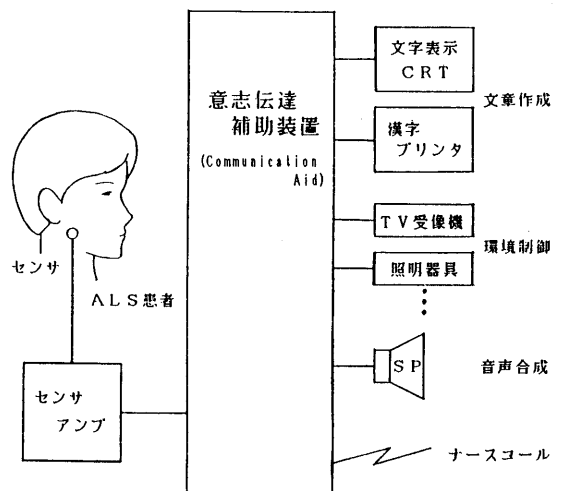


図. 1 CAのシステム構成図

3 CAのシステム構成

末期のALS患者の残存機能はごく限られた部位にしかなく、複数のセンサを個別に操作することはほぼ不可能である。病状が進行していけば、ごく一部の限られた随意筋しか応答しない。これらのことを考慮してハードウェア・ソフトウェアを構築しなければならない。ハードウェアは、基本的に入力装置（センサアンプ）・本体装置で構成する。

3.1 入力装置

末期のALS患者を対象としたため、センサはただ一組を利用することとした。初期には圧力センサ・歪ゲージ等比較的アイソレーションの容易なセンサを使用できる。しかし、病状が進行すれば、筋電位アンプ等高感度の直接患者に電極が接するセンサを使用しなければならない。入力装置は患者の病状に合わせて自由に選択できるよう、本体に内蔵していない。

3.2 本体装置

本体装置のブロック図を図2に示す。具体的には文字表示・辞書機能を用いた文章の作成・文章の印刷保存・音声合成・テレビ受像機等の制御を行う。

(1) 文字表示

この文字表示がCAの出力部分において最も重要な部分である。扱える文字・記号の種類、表示文字数、制御方式によって、CAの操作性、適応能力が大きく影響される。本CAでは、1文字16×16ドット・1画面24文字×14行の文字表示とした。また、表示制御回路にJIS第1水準の漢字ROMを内蔵させ漢字2965字、非漢字453字を取り扱えるようにした。

(2) 文章の印刷

CAのワードプロセッシング機能により作成された伝言、日記、手紙等の文章を鮮明な漢字仮名混じり文で印字できるようにした。また、市販されている漢字プリンタを接続できるようセントロニクス・パラレル・インターフェイスを設けた。

(3) 環境制御

a) ナースコール

ナースセンタと接続されているインターホンをCAで制御することによって、可能な限り患者自身の力でナースセンタに連絡できるようにした。

b) 周辺機器の制御

照明灯等の器具の電源をON/OFFできるようにした。テレビ受像機については電源のON/OFFだけでなく、音量・チャンネルの選択等を操作できるよう、テレビ受像機のリモートコントロール機能をCAに内蔵した。具体的には赤外線発光ダイオードを用いてテレビ受像機へ制御コードを送信するものである。

(4) 文章の保存

文章保存エリアとして、RAM 32KB (24文字×28行×24頁分)をNi-Cd電池でバックアップしている。これにより、文章作成を中断し後日再開することも可能である。

(5) 文節（単語）辞書

辞書エリアとして、ROM 64KB (256Kbit×2チップ)を用意し、約8000語の文節（単語）を収録している。各文節（単語）の先頭2音節で項目分けして配置しておく。項目数は約1600である。項目見出しは50音順に付け、各項目内の文節（単語）は同じ漢字で始まる文節（単語）毎にまとめて、50音順に収録している。

4 CAの操作方法

CAの操作方法是組込まれるプログラム（ソフトウェア）に大きく依存する。末期のALS患者は、ただ一つの入力スイッチしか利用できないことを配慮し、各種の機能を具体化した。

4.1 基本操作モード

本CAの基本操作モードを図3に示す。CAの役割は制御モード・対話モード・文章モード・休止モードの大きく4つに分けられる。

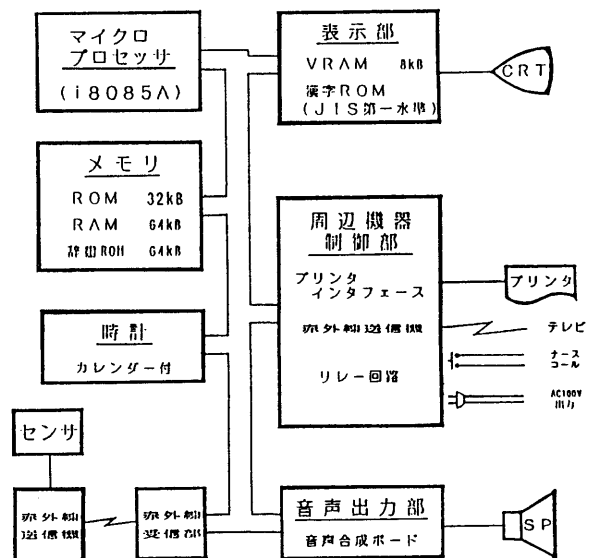


図. 2 CAのブロック図

(1) 制御モード

患者の環境制御に対応するモードで、緊急時のナースコール・照明器具等の操作・テレビ受像機のリモートコントロールを行う。ナースコールは緊急時に使われることを想定して素早く選択・実行できるようにした。

(2) 対話モード

簡単な言葉・要望等の連絡事項を音声出力するモードである。素早い選択・タイムリーな発生が求められるので、日常よく使われる言葉・要望等を約100種予め登録しておく、対応する番号を選択することによって音声を発生できるようにしている。具体例を図4に示す。

(3) 文章モード

日記・手紙等の文章を作成・記憶・編集・印刷するモードである。文章をより効果的に表現できるよう、ひらがな・カタカナ・英数字・漢字が使用可能である。作成された文章は長期間C A内に保存でき、後日編集・校正して再利用することも可能である。

(4) 休止モード

夜間、睡眠をとるときなど比較的長時間C Aを操作しない場合、漢字プリンタ、ディスプレイ等の不要な電源を切り省力化を図るためのモードである。ただし、C A本体の電源は常時通電しておくこととする。

4.2 文字選択法

この種のC Aにおける文字選択法としては直接法・コード化法・走査法等が提案されている。[1]～[4]。

(1) 直接法

直接法は、文章作成に必要な文字に対して個々にスイッチを割り当てておき、そのスイッチを直接操作（文字を選択）して文章を作成する方法である。他の方法に比較し、目的の文字を余分な手順を介さず選択できるため、比較的高速に文字を入力できる。

(2) コード化法

コード化法は文章作成に必要な文字全てを予め符号（簡単に表現できる記号の組合せ）に置き換えておき、患者がその符号に相当するスイッチ操作を行って文字を指定する方法である。具体的にはモールス符号の応用がある。この方法は僅かのスイッチ（センサ）で操作でき、後述の走査法より効率よく文字を選択できる[8]。ただし、欠点として患者自身がモールス符号を覚えなければならないこと、緊急時のことを考えれば、周囲の人たち（医師、看護婦、看護人等）もモールス符号を覚えなければならないこと等が挙げられる。

(3) 走査法

走査法は1個ないし数個のスイッチしか操作できない患者が、文字を選択する場合の標準的な方法である。具体的には、文章作成に必要な文字全てを正方形あるいは長方形

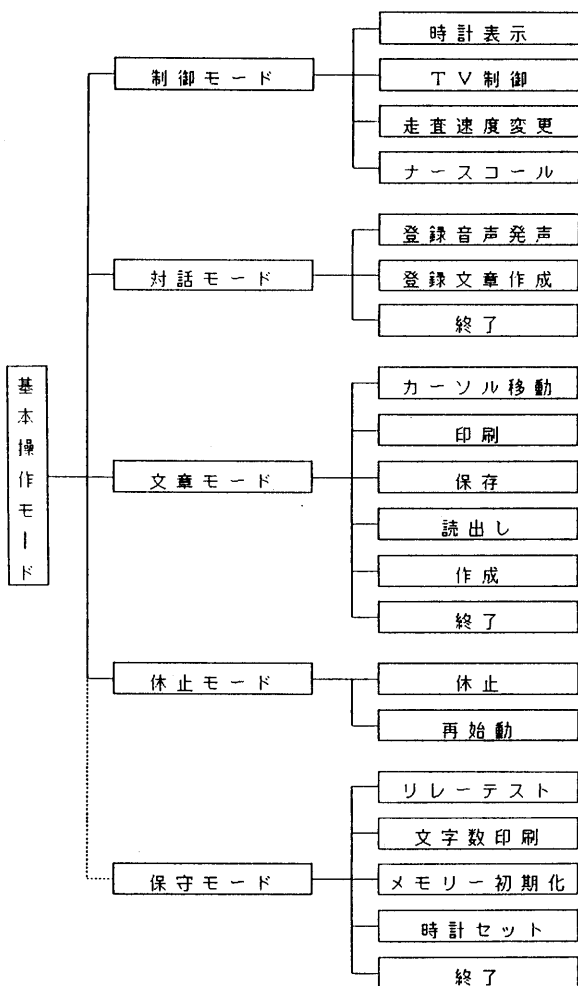


図. 3 C Aの基本操作モード



図. 4 対話モードの一例

単漢字の選択については、「漢字」・「かな」・「カナ」の中から「漢字」を選ぶ（スイッチ操作2回）。次に所望の漢字を音読みし、その最初の1文字を50音表から選択する（スイッチ操作2回）。このとき画面右側には、その読みをもつ漢字が表示される（図6に示す）。次にその漢字候補群表から走査法によって所望の漢字を選択する（スイッチ操作2回）。もし、所望の漢字が現在表示されている候補群に含まれていなければ、「次候補」を選択し、新たな候補群の中から選択する。従ってこの単漢字選択法では、ひらがな1文字の選択に必要な操作回数のほぼ2倍のスイッチ操作を必要とする。

図. 5 走査法による文字選択の具体例

4.3 辞書機能(かな-漢字変換法)

前節で述べた単漢字選択法では、文章全体における総文字数を減らすことはできても、スイッチ操作回数、文章作成時間の双方ともほとんど減少させることはできない。

そこで、本システムでは、入力された2文字のひらがなを先頭の2音節とする文節(単語)の一覧表を候補として提示し、その中から所望の文節(単語)をカーソル移動時に選択する方法を導入した。候補文節(単語)を漢字仮名混じりで登録しておけば、この文節の選択によって結果的に仮名漢字変換ができたことになる。具体的には、図7に示すように、各文字の選択時、最後に入力された連続する2文字(文章作成時のカーソル直前の2文字)がひらがなであるとき、この2文字を先頭の2音節とする文節(単語)を内蔵辞書により検索する。該当する文節(単語)が存在するときには、表示領域の右側に9つの候補を提示すると同時に残りの候補数を表示する。従って、表示されている候補の中から、所望の文節を縦横走査法によって選択すれば、1つのかな文字を選択する手順で複数文字からなる文節を一気に取り出せる。このように内蔵辞書に登録されている文節(単語)の選択は、比較的容易に行うことができる。

本法によって文章を作成すれば、全文をひらがなで入力する必要がなく、それぞれの文節はひらがな3文字を選択する手順(スイッチ操作回数と時間)で取り出すことができ、漢字仮名混じり文を作成できる。

一般に走査法では、選択肢が予め患者に提示されているので、特別な記憶を必要としない長所がある。その反面、文字選択にあたっては手順(操作)が多くなり、時間がかかるという欠点がある。このとき表意文字である漢字を使用できれば、文章全体の文字数をある程度削減できると同時に、文章の意味を具体的に表現でき、また漢字仮名混じり文にすることで作成された文章は、第三者にとっても読み易いものとなる。また、前述の先頭2音節入力による文節(単語)選択方式を採用したことにより、仮名漢字変換に伴うスイッチ操作回数、選択時間を増やすことなく具体化できた。

5.1 先頭2音節入力による

文節(単語)の選択方式について

ここで、ある文章の全文字数をしとし、総文節(単語)数をNとする。各文節(単語)の平均文字数をMとすれば、 $L = N \cdot M + l$ で表される。ただし、2文字以下の仮名で構成される文節(単語)、句読点、英数字、記号等の辞書に登録することが不適切な文字数を l とし、ひらがな1文字を選択するのに必要なステップ数を α (≈ 10)、また提示された文節(単語)群から選択するのに必要なステップ数を β (≈ 16)とする。いま、文章中の一部P(割合)の文節(単語)が内蔵辞書に登録されていて、利用が可能と

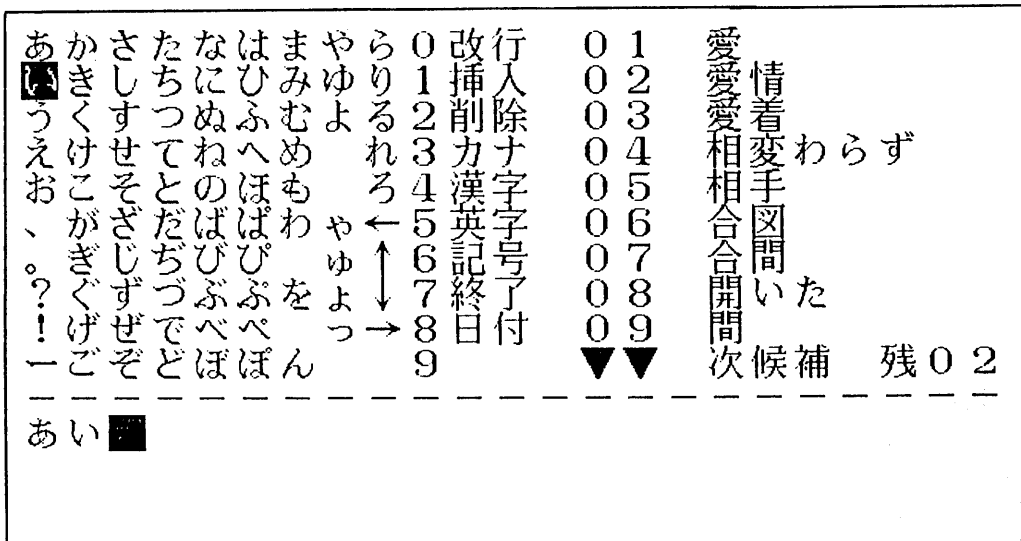


図. 7 ひらがな2文字による文節(単語)候補群の表示例
(「あい」と入力した場合)

すれば、文章作成に必要なスイッチ操作回数 S_w および文字選択時間 T は次式で与えられる。

$$S_w = \underbrace{2[N \cdot (1-P) \cdot M + N \cdot P \cdot (2+1)]}_{\text{文節選択}} + \underbrace{\ell}_{\text{一文字選択}}$$

$$T = \underbrace{N \cdot (1-P) \cdot M \cdot \alpha}_{\text{文節選択}} + \underbrace{N \cdot P \cdot (2\alpha + \beta) + \ell \cdot \alpha}_{\text{一文字選択}}$$

図8にこれらの計算結果を示す。全文字を1字ずつ選択し文章を作成した場合に対する本法のスイッチ操作回数及び選択時間の改善率を文節（単語）の平均文字数 M が4, 6, 8の各場合についてそれぞれプロットしたものである。ただし、 $\ell/L=0.3$ とし、横軸は内蔵辞書から選択できる文節（単語）の割合 P を示す。

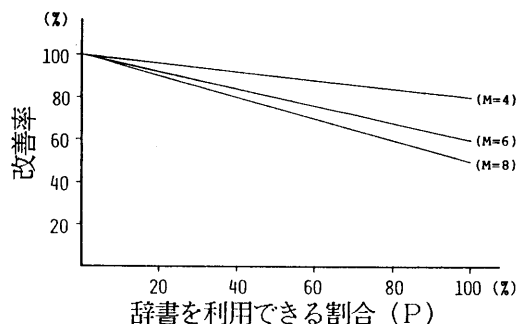
本法によれば、辞書を利用できる割合が $P \approx 0.5$ のときスイッチ操作回数、選択時間ともに2割から3割の短縮が可能である。また、1文節（単語）当りの平均文字数が多くなるほど、この改善率は向上する。従って、内蔵辞書の文節（単語）数を多くすると同時に、連文節など文字数の多い“定型句”を豊富に登録しておくべきである。

5.2 提示文節（単語）表の優先順位について

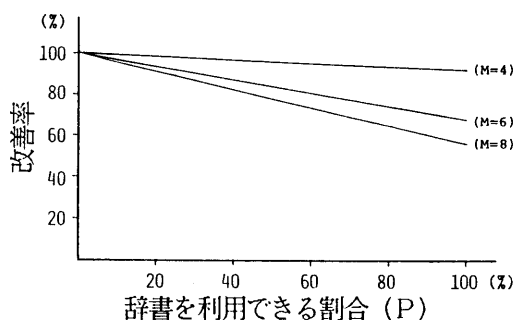
先頭の2音節が同一の文節（単語）候補が数多く存在する場合、できる限り少ない操作回数、時間で文節（単語）を選択するためには、最初に提示される9候補に、所望の文節が含まれていることが望ましい。そこで、本システムでは、以下のような3つの方法を併用することとした。

- (1) 直前に使用された文節（単語）を優先的に第1候補とする。
- (2) 辞書に内蔵する全ての文節（単語）の使用度数をカウントしておき、使用度数の高い文節（単語）候補から順に第2候補から第9候補として提示する。

現在のところ、辞書の各文節（単語）の使用度数を8bitでカウントしているため、度数は256で飽和してしまう。よって、定期的、もしくはある文節（単語）のカウント数が128になったとき、その文節（単語）が含まれる項目の全ての度数を1/2にする。これによって、度数を飽和させず、さらに一時的な偏りを平均化できる。従って、使用者の作文の傾向（日々変化する文面）に追従した文節（単語）候補の提示が可能となる。



(a) スイッチ操作回数



(b) 文章作成時間

図. 8 文節（単語）選択によるスイッチ操作回数及び文章作成時間の改善

M：一文節あたりの平均文字数

先生
先日はおいで下さいまして、誠に有難うございました。息苦しいので何時も難しい顔をして、お礼も満足に言えません。どうぞお許し下さい。絶望感と悔し涙に明け暮れる毎日でしたが、このような良い器械を作っていただき、私の人生も変わりました。半年ぶりに解けた誤解も有り、外界との一方通行もなくなりました。家にも友達にも便りをしましたら、感激してくれました。研究グループの先生方にもよろしくお伝え下さい。有難うございました。ふかく感謝しております。

09/24 01:58

図. 9 C A 4 号機で作成した文章

(3) 最初の9候補の提示で所望の文節(単語)が存在しなかったとき、残りの文節(単語)候補の提示については、次候補のモード選択によって最初の2音節が同一の全文節(単語)候補を9候補づつ辞書順に提示するようにしておく。これは、長期にわたって本システムを使用する場合、辞書に収録されている文節(単語)は、その内容、順序共に使用者に記憶されていくので、使用度数によって提示順をその都度変更しない方が得策と考えたからである。

6 おわりに

以上、筆者らが作成したCAについて述べた。

入力された2文字の“ひらがな”を先頭の2音節とする文節(単語)候補を辞書から検索して9候補を提示し、その中に所望の文節(単語)があれば選択できるようにした。このとき、文節(単語)を漢字仮名混じりで登録しておくことにより、結果的に仮名漢字変換を同時に行うことができる。これによって、文章作成時における文字選択に要するスイッチ操作回数、選択時間を減少させることができ、さらに患者の負担軽減を図ることができた。

図9は、CA4号機により患者自身が作成した文章である。CAの操作性は、入力装置(センサ)に依存する。患者の送る信号を迅速かつ正確に変換できる各種センサの開発が望まれる。

参 考 文 献

- [1] 奥・相良・古田：“肢体障害者用コミュニケーション・エイドの開発現況” 総合リハ, Vol.13, No.9, pp.669-675, 1985
- [2] Perry AR, Gawel M et al: “Communication aids in patients with motor neurone disease” British Medical Journal, Vol.282, pp.1690-1692, 1981
- [3] 依田・古明地他：“重度身障者のための意志伝達に関する8ビット系マイコンの応用” 信学技報 83-61, pp.47-54, 1983
- [4] 依田・吉沢：“8ビット系マイコンを用いた重度身障者用補助装置に関する研究” 信学技報 84-65, pp.25-32, 1984
- [5] 畠山：“環境制御装置について” 総合リハ, vol.13, No.9, pp.663-667, 1985
- [6] 別府・古田：“神経疾患におけるコミュニケーションの障害と対策—筋萎縮性側索硬化症の場合—” 看護技術, Vol.22, pp.99-106, 1976
- [7] 塩沢：“長期生存中の筋萎縮性側索硬化症患者における外肛門括約筋—意思伝達のための活用について—” 神経内科, Vol.9, pp.407-408, 1978
- [8] 林田・光達他：“ALS患者におけるコミュニケーションの工夫—モールス符号を試みて—” 看護技術, Vol.29, No.4, pp.39-42, 1983
- [9] 西川・原田他：“ALS患者との対話—筋電波形入力による文章作成システム—” 臨床神経学, Vol.24, No.10, pp.963-967, 1984
- [10] 山田・福田：“ALS(筋萎縮性側索硬化症)患者用に試作した眼球運動による文章作成・ナースコール装置” 人間工学, Vol.21(特別号), pp.98-99, 1985
- [11] 山田・福田：“眼球運動による文章作成・周辺機器制御装置” 信学論(D), Vol. J69-d, No.7, pp.1103-1107, 1986
- [12] 小林・井上他：“筋萎縮性側索硬化症患者のための意志伝達補助装置” 島大工研報, Vol.17, No.1, pp.19-26, 1986
- [13] 徳永・井上他：“筋萎縮性側索硬化症患者のための意志伝達補助装置の一構成法” 信学技報, CAS87-26, pp.1-8, 1987
- [14] Craig W. Heckathorne and Dudley S. Childress: “Applying Anticipatory Text Selection in a Writing Aid for People With Severe Motor Impairment” IEEE MICRO, vol.3, No.3, pp.17-23, June 1983