

# 重度障害者用意思伝達装置支給状況の地域比較とその考察

井村 保

中部学院大学

## 【背景・目的】

障害者自立支援法（現、障害者総合支援法）において補装具購入費が支給される重度障害者用意思伝達装置（以下、意思伝）は、対象者の希少性から、全国で毎年 5-600 件程度の支給にとどまっている。さらに、都道府県別に支給実績に差があることは、過去の報告から明らかである。

今回は、制度移行から丸 5 年が経過した平成 23 年度までを集計期間として支給実績等を再度調査し、経年変化や地域差について検討した。

## 【方法】

### 1. 意思伝達装置の支給実績等（統計調査）

ALS 患者および補装具としての意思伝達装置の支給実績の年次推移および地域差の程度を明確にすることを目的として、厚生労働省が公表している、社会福祉行政業務報告例（福祉行政報告例）および保健・衛生行政業務報告（衛生行政報告例）を横断的に集計する。

### 2. 意思伝達装置の判定実績等（照会調査）

補装具の支給判定を実施する各身体障害者更生相談所（身更相）の判定方法や判定時の留意事項等の実績を把握することを目的として、郵送調査による照会を行い、その結果を分析する。

## 【結果】

### 1. 意思伝達装置の支給実績等（統計調査）

全国の補装具の支給実績は、平均して年間 530 件程度（H19：554 件、H20：511 件、H21：555 件、H22：494 件、H23：535 件）であった（注：都道府県別集計は抄録では割愛する）。また、ALS の認定患者数（特定疾患医療受給者証所持者数）は、H23 では 8,992 人となっている。

表 1. ALS 認定患者の意思伝達装置利用率（抜粋）

期間	18-20年(換算)		19-21年度		20-22年度		21-23年度		4期平均		
全国	141	169	190		181		176		17.7		
千葉県	163	196	17	34.1	2	33.0	2	32.6	2	29.6	1
高知県	203	244	7	28.6	4	27.4	3	33.3	1	28.7	2
広島県	232	278	2	36.4	1	27.4	4	27.6	5	28.3	3
長崎県	129	155	28	25.6	8	34.4	1	27.7	4	26.7	4
熊本県	224	269	4	31.8	3	25.0	5	20.3	16	24.5	5
三重県	180	216	13	28.3	5	23.3	6	25.8	7	24.1	6
佐賀県	238	286	1	20.8	13	18.6	17	25.5	8	23.6	7
鹿児島県	189	227	12	26.7	7	18.7	16	26.9	6	23.1	8
宮崎県	93	111	37	17.6	24	22.7	7	28.4	3	21.3	9
福岡県	195	234	9	24.7	9	19.5	13	21.8	11	21.7	10

これらの 2 つの統計値を用いて、ALS 患者のうち、どの程度の人が意思伝達装置を利用しているかを把握するために、認定患者利用率〔(直近 3 カ年の支給件

数合計/認定患者数) × 100〕を全国合計および都道府県別に求めた。その結果の一部（4 期平均の上位を抜粋）を表 1 に示す。

### 2. 意思伝達装置の判定実績等（照会調査）

照会は、全国 80 箇所的身更相に対して行い、49 箇所（61.3%）より回答を得ている。

訪問判定しているのは 26 箇所（うち 4 箇所は訪問判定のみ）、書類判定を実施しているのは 43 箇所（うち 20 箇所は書類判定のみ）であった。ただし、書類判定の中でも、市町村担当者の調査書、PT/OT の実態調査書等を参考にしている場合や、事前に身更相の職員が訪問し確認する場合もあり、純粋な書類判定だけではない。

また、特例補装具費としての判定は、20 箇所・59 件の回答があり、そのうち 10 箇所・約 30 件では判定に関する情報提供も頂いた。

## 【考察】

意思伝の支給件数は、全国合計では、毎年増減を繰り返す周期がみられる。しかし、全ての都道府県において、同様に増減を繰り返す周期が見られるわけではなく、ある年だけ突出している、増加傾向の都道府県もあった。

これは、必要とする患者数に大きな変動が生じない以上、多く支給するということは待機者（支給対象要件を満たす直前の患者）が減少することが影響するといえる。

また、想定利用期間を 3 年とする利用率を用いることで、その変動は概ね平滑化され、地域差（順位）の大きな入れ替わりはなかった。

## 【まとめ・結論】

意思伝の支給実績として、身更相の判定方法に加えて、関連機関との連携の有無のあると考えたが、必ずしもその因果関係は認められなかった。ただし、適切な判定を行われないまま支給され、十分に利用できなくなるケースも想定されるので、判定状況などを詳細に分析し、その関係等をさらに検討する必要がある。

## 【利益相反 (COI)】

特に該当する問題はない。

本研究は、厚生労働科学研究費障害者対策総合研究事業（身体・知的等障害分野）音声言語機能変化を有する進行性難病等に対するコミュニケーション機器の支給体制の整備に関する研究（H25-身体・知的一般-004）の一部として実施した。

# ALS患者を対象としたIT機器／コミュニケーション機器等利用状況調査

柴田邦臣（大妻女子大学）・井村 保（中部学院大学）

## A. 研究目的

進行性神経・筋疾患である筋萎縮性側索硬化症（ALS）患者が意思伝達装置を操作するために、医学的（身体機能）評価に基づいての入力装置の適合・選定が重要であり、導入支援のポイントとされてきた。しかし、最近では、専用機器にとどまることなく、PC等の汎用IT機器を利用した付加機能多機能な装置や、視線入力方式などの新しい入力装置の登場により、制度利用の面からは、のグレーゾーンといえる装置への対応が必要な場合もある。

そのため、IT機器／コミュニケーション機器の現行制度の枠を超えた検討に必要な基礎資料とするために、利用者となるALS患者を対象に、利用状況と、今後、病状が進行したことを想定した際のニーズを調査した。

なお本報告は、集計の際に再検討を要する票に関しては合算していない速報ため、これらの処理を含む最終結果と若干の差がある。

## B. 研究方法

調査票の配布は一般社団法人日本ALS協会のご協力により、患者会員および家族会員（1801人）を対象に、研究概要や返送用封筒などとともに発送した（郵送・悉皆調査）。調査期間は平成25年10月7日から平成25年11月7日の一か月間である。

なお、本調査の実施にあたっては、中部学院大学・短期大学部倫理委員会の承認を得た（E13-0013）。

## C. 研究結果

有効な調査票の総数は485件と認められたため、回答率は26.9%である。この回収率は、他の類似する郵送調査と比べても、おおよそ妥当なものであると考えられる。以下、この有効回答について分析した結果を示す。

### ① 回答者の属性

回答者の平均年齢は65.2歳、性別は男性52.7%、女性は47.3%であった。このように、

おおよその偏りはないと考えられ、調査として適切であったと考えられる。

### ② IT機器・コミュニケーション機器

本調査でIT機器・およびコミュニケーション機器を「利用している」と答えた人は53.2%、機器を利用していないと回答した人は40.3%であった。おおよそ半数強のALS患者の方が、何らかの装置を活用していることになる。

「利用している」と答えた人のなかでもっとも使っている機器は、「伝の心」が48.1%、「トビー」が17.9%、「オペレートナビ」が7.5%、「レッツチャット」が5.5%などであった。通常のPCを使っているという人が9.4%、タブレットPCを使っている人も3.9%、そのほかにも5.2%と高く、という回答もあり、多様な装置が使われていることがわかる。

それらの方々が利用している時の姿勢について聞くと、座位が13.7%、リクライニング座位が12.4%、仰臥位36.5%、側臥位4.1%であった。多くの方がベッドサイドでコミュニケーション機器を使っていることがわかった。また、装置の評価としては、30.7%が「とても使える」、46.3%が「まあまあ使える」と、8割近い人が積極的に評価していた。「あまり使えない」は17.8%、「全く使えない」は5.2%であった。

一方で、使いはじめてからの身体状況の変化を聞くと、「操作が困難になってきている」が43.0%、「影響はある程度ある」は21.1%と、状況が悪化している人が6割にのぼった。「影響は少ない」は16.9%、「影響はほぼない」は8.6%にとどまった。それに対し、身体状況に合わせた、機器のスイッチ交換によって改善はされたと答えた人は、「とてもよくなった」19.9%、「少しよくなった」22.4%で、比較的成果を出していることが分かる。もっとも、「変わらなかった」7.3%、「悪くなった」1.2%で、しかも未回答の方も多く、その効果が利用層全体に支持されているとはいえないだろう。

### ③ 機器の制度と支援

機器の入手方法は、補装具などの「制度」を

もちいた人が 66.5%、自費負担で用意した人が 26.9%、その他有償レンタル(1.5%)、無料レンタル(1.9%)であり、多くの人が制度を利用していることがわかった。装置を利用するために必要な支援については、様々な設問で聞いている。支援を受けたことがある人は 70.0%、支援を受けたことが無い人は 28.9%で、なんらかのかたちで支援を受けた人が多数にのぼった。

希望する支援内容を聞くと、「機器の設定と調整」が 24.6%、「スイッチの支援」が 15.5%と、機器・スイッチの設定関連が高かった。「機器の選び方(5.3%)」、「機器の使い方」(7.9%)は、思っていたほど高く求められていなかった。希望する支援の頻度は、「週 1 回程度」が 6.4%、「月 1 回程度」が 8.4%、「半年に 1 回程度」が 3.8%、「年に 1 回程度」が 0.9%であった。最低でも月に一度は支援を求めているということがわかる。

#### ④生活での利用機能など

最後に、IT 機器・コミュニケーション機器の利用状況や目的についてまとめる。

まず、コミュニケーションの状況について整理すると、「介護時の伝達」(73.8%)、「日常会話」(66.2%)、「呼び鈴」(56.3%)と、上位を日常的な意思伝達のコミュニケーションが占めている。次に、「メール利用」(51.3%)、「ネット閲覧」(37.6%)といった、インターネットの活用も見られたのが興味深い(図 1)。

コミュニケーションに、どのような機器を使っているのかを聞くと、意思伝達装置は「メール利用」(55.2%)、「ネット閲覧」(53.8%)、「日記・備忘録」(48.9%)、「呼び鈴」(48.6%)、「介護時の伝達」(43.3%)の順に高かった。ただ

し、「介護時の伝達」(51.0%)、「呼び鈴」(36.8%)は機器を使わない人も多く、身体状況やライフスタイルによって、そのニーズが異なっていることがうかがえる(図 2)。

#### D. 考察

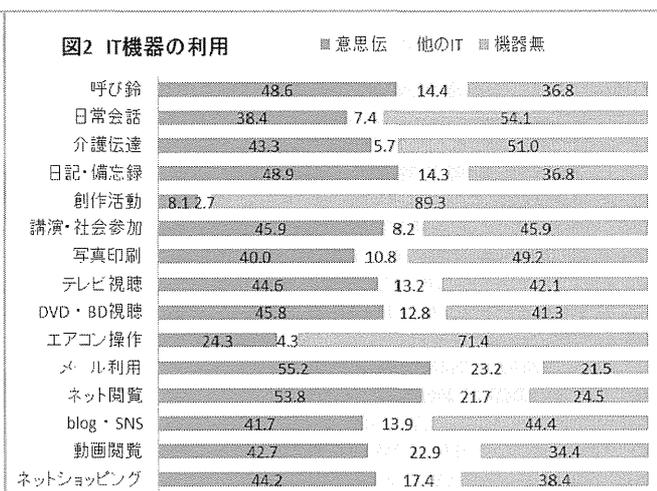
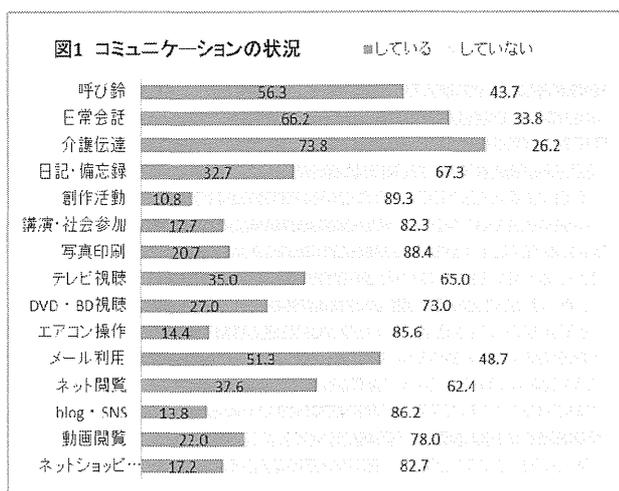
本調査によって浮かび上がったのは、日常的な継続利用のために、支援の手厚さが重要であるという論点であった。実際のところ「今後装置を使い続けるために必要な支援」を聞くと、より期待されているのは、かかっている病院等の医療職・リハ職で、次に家族であった。

また、コミュニケーションや機器の状況について整理すると、その人の身体状況やライフスタイルによって、コミュニケーション・メディアの目的やニーズが大きく異なると思われる。

意思伝達装置は、その選定や支給だけでなく、身近な支援者の存在と手厚さが重要であると言える。さらに、身体状況やライフスタイルに合わせた意思伝の用意が求められよう。そのような機器支給と支援体制の充実こそが、適切で評価の高い支給と利用の土壌となりえるだろう。口頭報告では第二次集計を加え、支援体制のあり方も含め、より詳細に議論したい。

#### 付記

本研究は、厚生労働科学研究費障害者対策総合研究事業(身体・知的等障害分野)「音声言語機能変化を有する進行性難病等に対するコミュニケーション機器の支給体制の整備に関する研究」(H25-身体・知的-一般-004)の一部として実施した。



# ALS患者の意思伝達装置と社会参加に関するヒアリング調査

伊藤史人（一橋大学）

井村 保（中部学院大学）

## A. 研究目的

筋萎縮性側索硬化症（以下、ALS）は進行の程度や特徴に個人差があるものの、症状が進行するにつれ書字や発話に大きな困難が伴う点については同様である。

気管切開により発話が不能になると、生活において透明文字盤や意思伝達装置が重要な役割を果たすようになる。この進行段階になると書字は難しいため、自発的な意思の表出には意思伝達装置等が必要になる。意思伝達装置の導入には公的な購入補助はあるものの、支援体制が十分ではない場合には安定的な継続は難しい。

一方で、十分な支援のもとでは、患者のQOLを大きく向上させ社会参加を可能としている仮説が立てられる。

これまで、意思伝達装置の利用実態に関する調査はあったものの、社会参加と関連付けてヒアリングした例はない。そこで、本研究では、ALS患者の意思伝達装置の利用と社会参加についての関連性を明らかにするとともに、意思伝達装置の有効性を調査するためヒアリングを実施した。

研究速報として以下に報告する。

## B. 研究方法

被験者は、意思伝達装置の利用者8名で、すべて在宅療養のALS患者であり、かつ気管切開による人工呼吸器を設置して生活している。居住地域は主に東京都内とへき地を含む岩手県内である。

都市部とへき地を調査対象とすることで、特に支援者や社会参加の状況について地域特性による比較を可能とした。なお、世帯収入や学歴、詳細な家族構成等の属性については、本研究のヒアリング対象としていない。

データ収集方法については、訪問ヒアリングによる調査とした。主に家族が応答することとなるが、患者が意思伝達装置や文字盤で応答することもある。ヒアリング内容は、発病から現

在までの時系列のライフヒストリーとし、以下の項目について収集した。収集にあたっては、情報の確かさを担保するため、支援器具の実物の確認や関係者の寄稿文等を参考としている。これは、特にへき地においては訪問ケアが不十分であることが多く、客観的な情報が不足しているためである。

（調査項目）\*すべて時系列情報として収集

- 意思伝達装置の主な支援者
- 意思伝達装置の困難内容
- 導入機器・工夫・給付制度等
- 身体の困難
- 社会参加
- 困難度合（数値情報）

各項目は各患者間で横断的に比較できるようにするため、個別の事例でも同種の情報としてタグ付けして記録している。

図1に調査票の例を示す。

図1 調査票の例（イメージ）

## C. 研究結果

調査項目について以下に概要を報告する。なお、患者はおおむね図2の状態にある。

### 意思伝達装置の主な支援者

主な支援者としては、50%が同居の家族である。次いで納入業者であり、それ以外にはOTおよびNPOと続く。



図2 患者例

### 意思伝達装置の困難内容

再設置の困難について最も多く、75%の患者家族等が感じている。当然ながら、疾患が進行するとともに困難は増大する。都市部において意思伝達装置をより活用している場合は新たな支援者を見つけやすい傾向がみられた。ただし、へき地においてはその限りではなかった。

### 導入機器・工夫・給付制度等

進行の初期段階では「伝の心」(給付品)の利用が34%と最も多く、その他は、患者により様々である。意思伝達装置に接続するスイッチの多くはOTによる作成例が最も多かった。また、PCや新しいデバイスに関心が強い人ほど意思伝達装置への依存度が強い傾向があった。

### 身体の困難

身体の違和感から気管切開まで個人差が大きい。気管切開まで比較的長期間にわたっている場合は、意思伝達装置の導入を検討する時間的余裕があり、極めて進行が早い場合は導入できてもスイッチ等のフィッティングが困難になりやすい傾向があった。

### 社会参加

発病前に所属組織における活動が活発なほど、発病後も社会活動が旺盛な傾向がみられた。特に、人的ネットワークの活用については電子メールやソーシャルネットワークの利用が大きな役割を果たしている。社会参加としては患者同士の交流にもっとも労力が注がれている例が多

い。自己完結する趣味に没頭する例もあるが、そのような患者でさえ何らかの社会的活動の支援にも無関係ではないようである。なお、対外的活動においては自らのALS患者としての役割を設定して(演じて)実施している方が多い。対外的活動が盛んな患者は今後の症状の進行にも客観的に向き合っている生活している傾向がみられた。

### D. 考察

意思伝達装置を数年に渡って安定的に利用している患者は、先を見通した計画を持っている方が多いようである。たとえば、進行を予測して次に利用できる装置をあらかじめ調査して自ら用意したり、進行に合わせた文字盤を用意している例が多数あった。合わせて几帳面な方が多く、自身の状態を詳細に記録に残している例がみられ、これらは相関性のある現象と思われる。

### E. 結論

意思伝達装置を有効に活用している患者は対外的な活動にも精力的である。それは、ALS患者がQOLの高い生活を送れるという事実を含む。さらに、それは身体障害者全体の活動の可能性を広げることを意味する。

例えて言うのなら、オリンピック選手と普通の人々との関係に似ている。オリンピック選手がフルマラソンを走破できる事実は、人類の走破能力の上限を引き上げているのと同時に、普通の人々が極めて過酷なフルマラソンを走破できるかもしれないという大きな自信や勇気を与えてくれる。ALS患者が意思伝達装置により活動的な生活が実現できるということは、身体障害者も希望を失わず生活できる可能性を示唆するものである。

### 付記

本研究は、厚生労働科学研究費障害者対策総合研究事業(身体・知的等障害分野)「音声言語機能変化を有する進行性難病等に対するコミュニケーション機器の支給体制の整備に関する研究」(H25-身体・知的-一般-004)の一部として実施した。

# Observation and potential exploration for people with severe disabilities using vision technology

Guang Yang<sup>\*1</sup>, Mamoru Iwabuchi<sup>\*1</sup>, Kenryu Nakamura<sup>\*1</sup>,  
Syoudai Sano<sup>\*2</sup>, Kimihiko Taniguchi<sup>\*2</sup> and Takamitsu Aoki<sup>\*3</sup>

**Abstract** - In this study, we explored how the computer vision technology with a consumer depth sensor can assist the observation and access for the people with severe and multiple disabilities. Specifically, the proposed method named “Motion History” in this paper could be used for observing the users’ motion pattern and capturing the subtle movements, in order to discover the users’ potential motor and cognitive capabilities through the visual and auditory feedbacks. In addition, the methods called “Air Switch” and “Face Switch” could allow the users to activate the external device more easily in a new way. The use and effectiveness of the proposed method were discussed through some case studies at a special school and a hospital.

**Keywords:** Observation and access, severe disabilities, computer vision, depth sensor, potential exploration

## 1. Introduction

The general characteristics of people with severe and multiple disabilities include the limited communication ability, difficulty with basic physical mobility, need for support in main life activities, etc. Hence, for these disabled people, it is quite meaningful to extract the conscious local movements such as finger movement or blink, for operating the home appliance or learning about the cause and effect relationship through visual and sound feedback. Specially, for children with motor and cognitive limitations, a device could be a means to communicate effectively with others and discover new ways for affecting the outside world.

However, in some situations, it is difficult for supporters to locate the conscious subtle local movements of people with severe and multiple disabilities (especially children) in a short period. Therefore, in this paper, the method called “Motion History” and the auto-save function for video clips are put forward to assist the helpers to discover the potential capability of the people with severe disabilities, and help the people with intellectual disabilities to be aware of their own motions.

In addition, currently, the conventional specialized switches, such as the single-switch access, are commonly used. However, the traditional way to activate the switches has some space and shape limitation, as well as the extensive assistance requires. In this work, the methods called “Air Switch” and

“Face Switch” are exactly based on the consideration to allow the users to activate the switches for external device more easily and independently.

Since the proposed methods are realized just by using an ordinary PC and a Kinect sensor, the cost is much lower than the conventional special equipment in the field of assistive technology. In the following, the proposed various methods and examples are described in details.

## 2. Methodologies and Methods

The Kinect sensor introduced by Microsoft is used to obtain the color information as well as the depth information, which is based upon the structured light technique<sup>[1]</sup> to generate the real-time depth images. It's worth noting that, the existing algorithms in Kinect for Windows SDK work best when capturing large, full-body actions for users. However, in this work, the main concern is to extract the subtle and local motions for people with serious movement disorders.

### 2.1 Motion History

Generally, it is difficult for supporters to locate the conscious tiny local movements of people with severe and multiple disabilities (especially children) in a short period. In this case, the “Motion History” could be used to observe the complete motion log and possible local motion of people with severe and multiple disabilities for supporters. In details, first, the foreground segmentation is conducted for the raw depth image to remove the unnecessary background. Then, the gray-change detection of each pixel is conducted over time, and the corresponding active pixel's color is converted from purple, blue to red, which is based on the time of changes

\*1: Research Center for Advanced Science and Technology, the University of Tokyo

\*2: Takamatsu Special Education School

\*3: Inariyama Special Education School

within a given period. As shown in Fig. 1, the tiny local movements of the fingers could be observed clearly.



Fig. 1 The tiny local movements (the index finger) can be observed from the motion history.

Furthermore, based on the image obtained from the “Motion History” and some common method to find the contours, the most active local motions can be located automatically.

## 2.2 Air Switch

There are many people with severe physical or cognitive disabilities who are using one or more switches to access the external devices. However, the conventional single switches are difficult to set and fit for different types of movements, and the conventional switches also require other people's assistance. Therefore, it is not convenient to use these switches in many situations. Meanwhile, the existing technologies are difficult to capture the very subtle motions of people with severe disabilities. To enable the users to activate the switches optionally and independently, the users could apply the proposed “Air Switch” to draw multiple appropriate switches with the shape of rectangle or polygon in the air freely, and then reset the locations and sizes of these switches optionally. When the users “touch” these invisible switches, some home appliance or toy could be turned on or off.

In detail, for the “Air Switch - Depth Mode”, the depth information (3D surface) of the switch is saved as the default background at the moment that the switch is drawn by the user. Afterwards, the depth information of the switch is compared with the initial 3D surface at each frame to estimate if the switch is touched through counting the changed pixels. Besides, a function to track the user's body center has been proposed, hence, by using this function the distance between user's body and the switch remains the same. Fig. 2 shows an instance of depth air switch with the shape of polygon, as shown in the figure, when the subject roll his head to the right, the switch is activated.

On the other hand, the “Air Switch – Color Mode” is based on analyzing the color information (gray information) instead

of the depth information in a similar way, in other words, the gray-change of the switch is calculated to estimate whether the switch is triggered or not by comparing with a set threshold. The “Air Switch – Color Mode” could be sufficiently sensitive to detect some undetectable motions when using the traditional methods.

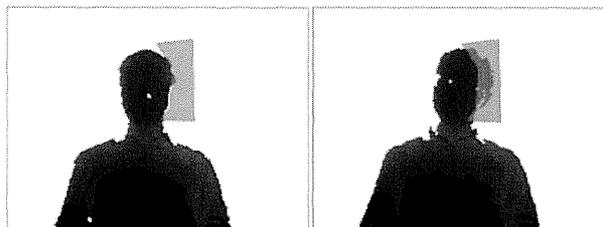


Fig. 2 An instance of “Air Switch - Depth Mode”. The left figure shows the condition that the switch is non-activated, and the right denotes the condition that the switch is activated.

## 2.3 Face Switch

The “Face Switch” is designed to detect some small local movements on the face, for instance, to detect the blink movement, mouth movement as well as the face orientation. This method provides an alternative way for activating the switches for people who retain mobility of the head, mouth or eyes, such as the people with very high injury to their spinal column. Besides, the “Face Switch” cannot be influenced by the motions of the other parts of the body, which could filter out the shaky movements well and make the users hold their postures as they like.

In details, the real-time face tracking is conducted by using the Face Tracking SDK for Kinect for windows at first, which is based on the active appearance model (AAM)<sup>[2],[3]</sup>. Then, through applying the obtained 3D head pose and facial feature points, the regions of interest for eyes and mouth are determined. Finally, the blink, mouth and tongue movements are detected by analyzing the corresponding local depth and color information under different lighting conditions for people with different skin colors.

In addition, the existed technology is adopted to learn and send the infrared signal to the specific home appliance for operating. Due to the fact that lots of children with severe and multiple disabilities need help to connect their behavior to some outcome, and it is also necessary to keep the outcome interesting and motivating to enable the children to stay engaged with the activity, some battery operated toys, visual effects and sound outputs are used as the feedback in the research. Furthermore, the proposed methods also have an auto-save feature for the video clip when the switch is triggered, consequently, the keepers are able to browse the users' motion logs in a long-term afterwards.

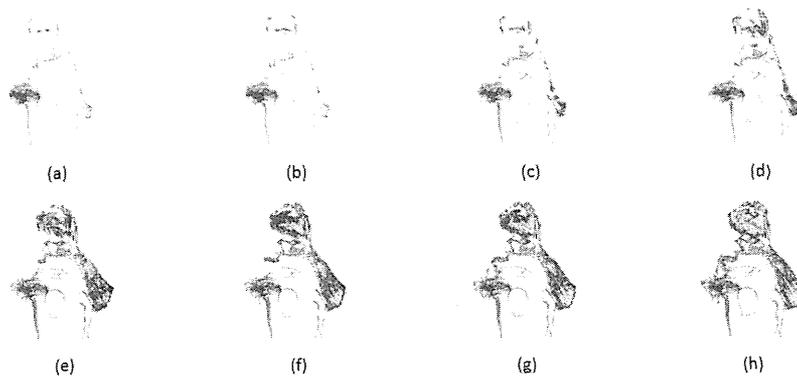


Fig. 3 Examples of the “Motion History” images captured every 10 seconds.

### 3. Experiment and Discussion

In this section, the experimental results obtained from the case studies at a special school and a hospital for the people with neuromuscular diseases are shown.

#### 3.1 Experimental results for the “Motion History”

First of all, for the “Motion History” feature, to observe the variation trend of the movements, the images of “Motion History” were saved every 10 seconds in the experiment. The subject is a young man aged 14 years old with cerebral palsy, and in the experiment, he was trying to use his head to control the PowerPoint during the class. Fig. 3 shows some examples of the “Motion History” images captured every 10 seconds. These “Motion History” images are not only for detecting the active motions, but also for the subjects to understand their own movement patterns. By observing Fig. 3, we can see that the color of the region of subject’s head was becoming red/orange gradually, meanwhile, the two arms and hands were quite shaky due to the disability during this time.

Furthermore, based on the images obtained from “Motion History”, the region of the most active motions could be located automatically. Fig. 4 shows some examples based on this detection method. Herein, the figures in the last column are the processed images indicating the most active local movements. In the first two cases, the motions of fingers were captured successfully. Besides, in the third case, a tubular object connected to a switch was used, surprisingly, this object was recognized as the target object instead of the left hand finally, and in fact it was quite successful for the subject to activate. Hence, we realized that it is not necessary for the helpers to focus the subject’s body part always when they set the location of the switch, since the object connected to the body part could magnify the subtle motion of the people with severe disabilities because of the connected effect. Based on

the proposed method, the most objective active region could be found automatically and this region could be more sensitive than using the conventional setting method.

#### 3.2 Experimental results of the comparison of switches

Second, in order to compare the conventional switches that the subjects are using in the daily life and the proposed methods, two subjects with the muscular dystrophy or spinal muscular atrophy in the experiment were asked to input the 26 English alphabets from A to Z, here, the subjects were using the so-called “One Key Mouse”<sup>[4]</sup> or “Finger Mouse”<sup>[5]</sup> to manipulate the cursor direction. The basic information of the subjects, the numbers of input errors, time spent for the whole task and the subjective rating scales about the usability for each method are shown in Table 1.

Table 1 The basic information for the subjects and the experimental results to input the 26 English alphabets.

Subject	1			2		
Gender	Male			Female		
Age	41~50			11~20		
Disability	Muscular dystrophy			Spinal muscular atrophy		
Trial	A	B	C	A	B	C
Errors	0	1	0	0	0	0
Time/sec	99.2	80.1	70.4	24.8	32.4	23.6
Scale	80	90	100	100	120	130

Here, in the trial A, the subjects used the conventional switches. On the other hand, in the trial B, the subjects applied the proposed “Air Switch”; and in the trial C, the subjects used the “Motion History” feature to set the switches automatically. As can be seen from the results, in the both two cases, there were few input errors. However, the time spent for inputting the 26 alphabets changed. When the subjects were using the “Motion History” feature to set the switches (in the trial C), it was fastest to fulfill the specified task. The switches set by the “Motion History” feature just cover the most active region (e.g. the edges of hands/fingers) instead of the whole region around

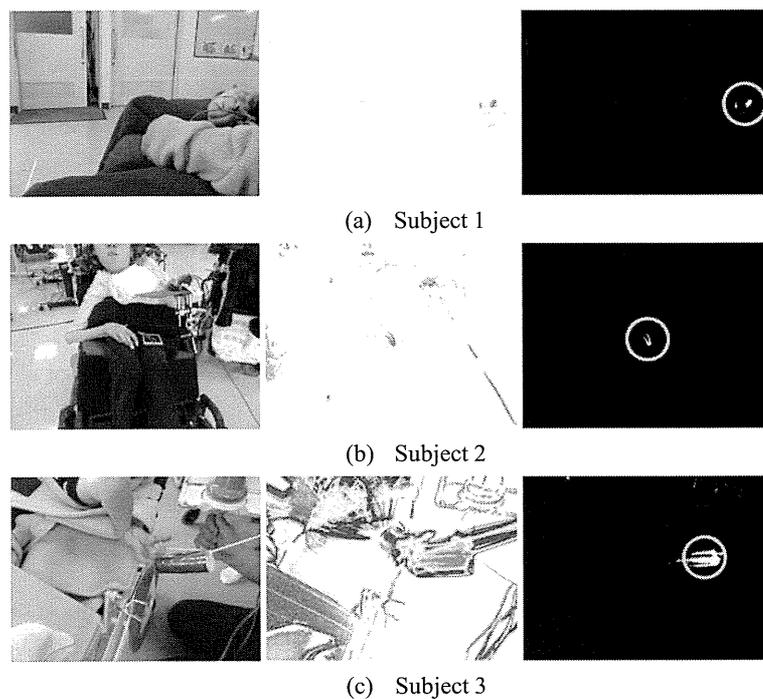


Fig. 4 The examples of the automatic detection method for finding the most active local movements. The circles in the figures in the third column indicate the detected most active motions.

the object of interest, therefore, the method applied in the trial C was more sensitive than that in the trial B. In addition, the subjects could activate the proposed intangible switches more effortlessly than using the physical switches before. Moreover, based on the subjective assessments, the proposed methods outperformed the conventional one as well in this experiment.

#### 4. Conclusion

In the study, several novel and effective methods to assist observation, potential exploration and access for people with severe and multiple disabilities have been proposed. Herein, the computer vision technology based on a consumer depth sensor (Kinect) was skillfully applied in the field of assistive technology in an economical way. Some case studies at the special education schools and hospitals have shown the effectiveness and potential of the proposed methods. For future topics, we would like to investigate in applying the proposed methods for more case studies and activities, and adopting the “Motion History” to create more vivid visual feedback for the people (especially children) with intellectual disabilities to understand their own movements well.

#### Acknowledgements

The authors are grateful to Eiichi Tanaka, Yoshiyuki Harada, Ami Yoshinari and Syota Ogura, for their valuable advice for this work.

#### References

- [1] B. Freedman, A. Shpunt, M. Machline, and Y. Arieli. (2008). Depth mapping using projected patterns. Patent Application, 10 2008, WO 2008/120217 A2.
- [2] Iain Matthews and Simon Baker. (2004). Active Appearance Models Revisited. *International Journal of Computer Vision*, Vol. 60, No. 2, pp. 135-164.
- [3] Zhou, M., Liang, L., J. S. and Wang, Y. (2010). AAM based face tracking with temporal matching and face segmentation. *Proc. IEEE Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition*, 701-708.
- [4] One key Mouse. <http://homepage3.nifty.com/kikiroom/sub1.htm>.
- [5] Mouse: GH-MUSF Series <http://www.green-house.co.jp/products/pc/supply/mouse/wire/gh-musf>.

# Automatic convenient switch fitting based on motion history for people with physical disabilities

## 動きの履歴に基づいた自動スイッチ フィッティングの方法の開発

Guang Yang<sup>\*1</sup>, Mamoru Iwabuchi<sup>\*1</sup>, Kenryu Nakamura<sup>\*1</sup>

**Abstract** - For conducting the switch fitting for people with severe disabilities more conveniently and robustly, this study proposes a method named “Automatic Switch” for capturing the subtle movements and setting the switch automatically based on the motion history. The effectiveness of the proposed method is discussed and compared with the conventional method (micro light switch) through some case studies at a national hospital. Based on the proposed method, the switch fitting became convenient and effective, and the subjects could also activate the switch with a good operability.

**Keywords:** Automatic switch fitting, physical disabilities, computer vision, depth sensor

### 1. Introduction

For people with severe disabilities, it is quite meaningful to extract the conscious subtle motions such as finger or mouth movements, in order to activate different kinds of switches. However, in many situations, it is difficult for supporters to find and locate the subtle movements for people with severe physical disabilities. Moreover, the effect of switch setting also depends on the supporters, for instance, a professional occupational therapist could fit the switch quite well, however a student or a family member usually are not able to conduct the switch setting effectively. In this paper, a switch fitting method called “Automatic Switch” based on “Motion History” using vision technology is put forward to assist the helpers to discover the potential capability of the people with severe disabilities, and set the location and shape of the switch on the image automatically with a good operability. In addition, the traditional way to activate the switches has some space and shape limitations, however the proposed method could allow the users to set and activate the switch much more freely. Since the proposed method is realized just using an ordinary PC and a Kinect sensor, the cost is quite moderate.

### 2. Methodologies and Methods

First, the Kinect sensor introduced by Microsoft is used to obtain the color and depth information<sup>[1]</sup>. Then, the proposed

“Automatic Switch” fitting method is based on the “Motion History”, which could be used to observe the motion log of people with severe disabilities. In details, the foreground segmentation is conducted for the raw depth image to remove the unnecessary background. Then, the gray-change detection of each pixel is conducted over time, and the corresponding active pixel's color is converted from purple to red based on the number of times of change within a given period. Fig. 1 shows the examples of the “Motion History” images captured every 10 seconds. The subject is a young man aged 14 years old with cerebral palsy, and he was trying to use his head to control the PowerPoint during the class.

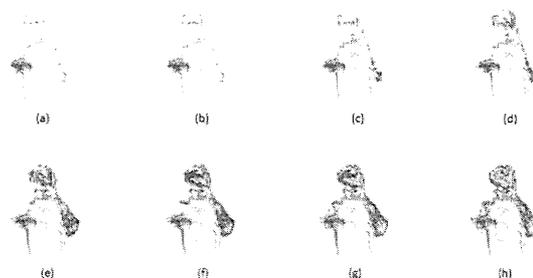


Fig. 1 The examples of the “Motion History” images.

Furthermore, based on the image obtained from the “Motion History”, the most active regions with the color of red/orange could be extracted by using a common method for locating the contours. Finally, the location as well as shape of “Automatic Switch” would be set around the most active local motions on the image automatically. Afterwards, when there is some obvious color change in the “Automatic Switch” region, this intangible switch would be activated.

<sup>\*1</sup>: Research Center for Advanced Science and Technology, the University of Tokyo

### 3. Experimental Results

In this section, the experimental results obtained from the case studies for two patients with neuromuscular diseases at a national hospital are shown. Fig. 2 shows two examples based on the proposed “Automatic Switch” method. Herein, the figures in the last column are the processed images, and the circles indicate the detected most active motions. In the both of two cases, the finger motions were captured successfully.

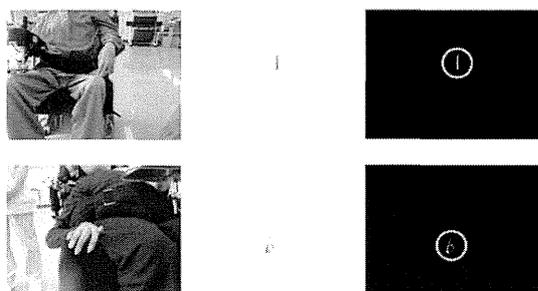


Fig. 2 Two examples of the “Automatic Switch” setting.

Furthermore, in order to compare the conventional switch that the subjects are using in the daily life (micro light switch) and the proposed method, two subjects participated in the experiment using the developed experimental system, as shown in the Fig. 3. The purpose of this experiment is to measure the average reaction time when the subjects using different methods. The two subjects were asked to activate the switch after the interface changing to an orange block with the “Click” sign as soon as possible, and the timing of the appearance of “Click” sign is changing at each time. The two subjects conducted the experiment (100 clicks in one trial) for two days, and the “Automatic Switch” and the micro light switch were set by a graduate student who majored in the ICT-based assistive technology. Here, the micro light switch was set at the same location in the hand for two days.

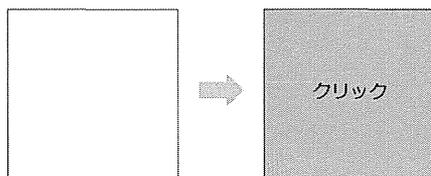


Fig. 3 The interfaces before and after the “Click” sign appears.

The basic information of the subjects and the experimental results are shown in Table 1. Here, the RT indicates the average reaction time of 100 clicks and the unit is millisecond, and the SD is the standard deviation of the reaction time of 100 clicks in one trial.

Table 1 The basic information of the subjects and the experimental results.

Subject	1		2	
Gender	Male		Female	
Disability	Muscular dystrophy		Spinal muscular atrophy	
Switch	Micro light switch	Automatic Switch	Micro light switch	Automatic Switch
RT (Day1)	328.76	413.45	408.98	370.91
SD (Day1)	40.30	171.76	129.37	113.83
RT (Day2)	489.89	418.36	480.26	375.93
SD (Day2)	146.06	166.52	196.35	145.13

As can be seen from the results, the difference of the average reaction time between two methods is not obvious. In addition, an ANOVA was performed on the response time with the following factors: switch (conventional switch, automatic switch) x disability x day (day1, day2). The interaction effect of method and day was significant ( $F(1, 198)=28.56, p < 0.001$ ), and for the conventional switch, the simple effect of day was significant ( $F(1, 198)=68.45, p < 0.001$ ). We could see that the effect of switch fitting of the conventional switch were totally different during two days, since the conditions of the switch fitting changed a little bit (e.g. the posture of hand, the angle of switch) during the two days. On the other hand, for the proposed “Automatic Switch”, since the fitting is simple and robust, the simple effect of day was not significant. Therefore, the proposed method is more robust and convenient for switch setting, especially for the supporters without the knowledge and experience of switch fitting. Moreover, based on the subjective assessments from the two subjects, the subjects could activate the proposed intangible switch more effortlessly than using the physical switch used in this study.

### 4. Conclusion

In this study, a convenient and robust method to assist switch fitting and access for people with severe disabilities has been proposed. The computer vision technology with a depth sensor was skillfully applied. The case studies at a hospital have shown the potential benefit of the proposed method. For future topics, we would like to investigate in applying the proposed method for more case studies and activities.

### References

- [1] B. Freedman, A. Shpunt, M. Machline, and Y. Arieli. (2008). Depth mapping using projected patterns. Patent Application, 10 2008, WO 2008/120217 A2.

# A Proposal for Improvement of the Public Support System about New Communication Aids with IT&UD

Tamotsu Imura  
Chubu Gakuin University  
2-1, Kirigaoka, Seki-city,  
Gifu, 501-3993, Japan  
+81-575-24-9334  
t-imura@umin.ac.jp

Mamoru Iwabuchi  
The University of Tokyo  
6-4-1, Komaba, Meguro-ku,  
Tokyo, 153-8904, Japan  
+81-3-5452-5490  
mamoru  
@bfp.rcast.u-tokyo.ac.jp

Kazuyuki Itoh  
National Rehabilitation Center  
4-1, Namiki, Tokorozawa-city,  
Saitama, 359-8555, Japan  
+81-4-2995-3100  
itoh-kazuyuki-0923  
@rehab.go.jp

## ABSTRACT

In Japan, many of the major assistive devices for persons with disabilities have been provided by the public support system. The systems are “Daily living equipment” and “Prosthetic appliance”. Communication aids (CA) for persons with disabilities also speech and language, have been provided by these systems, too.

There are two input methods for CA. One is direct input method as keyboard typing (as Daily living equipment). Another method is selecting to auto-scan cursor on screen keyboard with single switch (Japanese scanning CA (JS-CA) as prosthetic appliance). In order to select the method, it is depends on the evaluation of residual function of the upper limb (hands/fingers).

But, recent CA is not limited to a single function. PC-based equipment multifunctional has been the mainstream. Therefore, the Rehabilitation society of JAPAN (RESJA) has created the appropriate guideline of selecting JS-CA. [1]

However, under the current system, there is opinion that PC is not match the definition of assistive devices, because PC is a general-purpose or universal design product. Therefore, we propose the construction of a new system based the social model in current situation (living needs assessment) not only the medical model (physical function evaluation). [2]

## Problem cases

### (Case.1) “Talking-aid for iPad”

“Talking-aid for iPad” is an application that has been recently commercialized. The main frame is a iPad. But the function is equivalent to VOCA (conventional portable CA) by adding the application. And, by adding the external interface and switch, the function is equivalent to JS-CA.

### (Case.2) Communication aids by eye gaze input method.

CA by eye gaze input method, as the “MyTobii” and “Spring” will be compatible with the Japanese, are distribution in Japanese market. However, there are opinions this method is not match the requirements of prosthetic appliance because it does not directly attached to the body.

### (Case.3) Non-contact input device by image recognition.

One of Non-contact input method using by image recognition appreciation as “OAK (Observation and Access with Kinect)” is commercialized. [3] If simple camera into be built to the PC, this kind of input method will be also increase. However, it is required that idea different from the conventional input device is required, because it is not worn on the body directly.

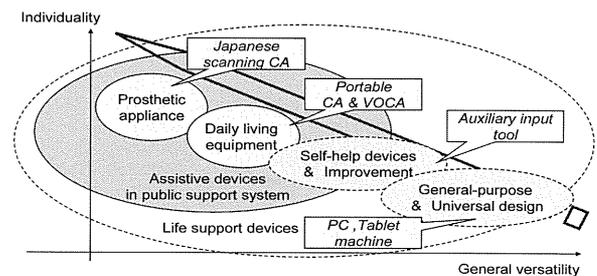


Figure 1. Relation CA and Public support system in Japan

## Issue

It is changing that the public support system about assistive devices, has changed along with the changes in society. But the system about CA has not kept pace with the development of IT. Therefore, a good product even though the new appearance, it takes time before it can respond to.

It is not necessary to stick to the benefits, such as in the conventional device, such as a PC or All-in-one machine. It is important that the reconstruction through communication, to achieve the purpose of the expansion of social participation.

It will be required as assistive technology of a new era, for the achieving the expansion of activities and participation through rehabilitation of communication. So, we consider and propose the improvement and ingenuity of general-purpose machine, including that it is that combination of a variety of technologies that exist in society, by “Health and Labour Sciences Research Grants 2013-2015: Comprehensive Research on Disability Health and Welfare”.

## REFERENCES

- [1] Tamotsu Imura, et al. “The Situation of Communication Aids for Persons with Intractable Neural Disease in Japan - Guideline for “Japanese Scanning Communication Aids”-” *Proceedings of 7th Int’l Conf. for Rare Diseases and Orphan Drugs(ICORD)* (Tokyo, Feb.5, 2012),
- [2] Tamotsu Imura “ Current status and future issue of public support system of assistive devices” *Proceedings of ATAC Conf. 2012* (Tokyo, Dec. 22, 2012), 10-13 (in Japanese)
- [3] Guang Yang, Mamoru Iwabuchi, Kenryu Nakamura “Smart Intangible Interface to Interact the World: Computer Vision Severe and Multiple Disabilities” *Research Reports of Human Interface Society, 14(12)*, 21-24, 2012

デジタルペンを利用した文字保存機能付き透明文字盤による意思  
伝達システム\*伊藤 和幸<sup>†a)</sup>Development of Eyelink-Type Transparent Kana Board Communication  
System\*Kazuyuki ITOH<sup>†a)</sup>

あらまし 重度肢体不自由者が介助者とコミュニケーションをとる一つの方法に、アクリル板等を用いた透明文字盤を利用する方法がある。この方法は、介護者が障害者と透明文字盤をはさんで対面し、障害者が順次見つめる透明文字盤上の文字を反対側にいる介護者が読み取り、意思の伝達を行うものである。透明文字盤は安価で手軽なツールであるが、介護者には障害者の見つめる文字を読み取る作業と読み取った文字を忘れないようにメモを取るという作業が重複し、負担となっている。本論文では、市販のデジタルペンを利用し、透明文字盤コミュニケーションにおける介護者の作業負担を軽減するシステムを開発したのでその内容に関して記述する。

キーワード 透明文字盤, 負担軽減, 重度肢体不自由者

## 1. ま え が き

筋萎縮性側索硬化症 (amyotrophic lateral sclerosis: 以下 ALS) 患者や筋ジストロフィー患者等の重度肢体不自由者が介護者とコミュニケーションをとる方法の一つに、透明なアクリル板や塩化ビニール板を使用した透明文字盤の利用がある [1]~[3]。この方法は、透明板に 50 音の文字盤や頻繁に使用する定型句 (テレビのチャンネル, 「吸引」 (痰の吸引), 「体交」 (体位交換) 等の文字) を記入しておき、介護者が障害者と透明文字盤をはさんで対面し、障害者が順次見つめる透明文字盤上の文字や定型句を介護者が推測して読み取り、意思の伝達を行うものである。視線の読み取りにはある程度の慣れが必要であるものの、障害者の様子 (表情や目の様子) を見ながら作業を行うため、単純な文章作成作業という意味だけでなく、意思を伝達するというコミュニケーションの本質を実感できる方法でもある。また、透明文字盤となるアクリル板等のコスト

は千円程度であること、透明文字盤を用意するだけなので複雑なセッティングが不要であること、コミュニケーション場面 (文章を作成するのか、体の文字盤を使って体調を伝えるのか、等) により文字盤を適宜変えることで利用者の目的に即したコミュニケーション環境を素早く整えることができる、等のメリットが挙げられる。

一方、デメリットとしては、長い文章を作成したい場合には読み取りの途中でメモ書きの必要が出てくることであり、介護者の感じるストレスの一つとなっている [4]~[6]。透明文字盤を利用する場合、慣れないうちは視線の読み取り作業に集中してしまうことから、読み取った内容を忘れないようにメモ書きが必要となるが、視線の読み取り作業とは別作業であるため煩わしく思うことが原因となっている。更には、長い文章を作成して保存する場合にはワープロ入力作業も必要となる。つまり、透明文字盤はその場限りの短い意思伝達には有効であるものの、長い文章の作成や編集・保存機能に関しては機能不足であることは否めない。

そこで、本研究では市販のデジタルペンを利用して透明文字盤上で介護者が指し示した位置を検出し、その位置に対応する文字を自動的に保存するシステムを開発した。本システムにより、透明文字盤を利用し

<sup>†</sup> 国立障害者リハビリテーションセンター研究所, 所沢市  
Research Institute, National Rehabilitation Center for Persons with Disabilities, Tokorozawa-shi, 359-8555 Japan

a) E-mail: itoh-kazuyuki-0923@rehab.go.jp

\* 本論文はシステム開発論文である。

たコミュニケーション時の介護者の作業負担を軽減することができたので、その内容について記述する。

以下、2. で既存の視線入力システムとの比較を行い、3. でシステム構成としてデジタルペンを利用した位置検出と透明文字盤への応用について述べる。4. ではシステムの利用方法について述べる。次いで、5. で臨床での試用評価と考察について、6. で QUEST による評価と考察について述べ、7. でまとめを行う。

## 2. 既存の視線入力システムとの比較

### 2.1 既存の視線入力システム

視線を利用して直接的に文字を選択していく方法は、50 音の文字盤を利用した走査式（文字盤上の文字や文字のグループを順に走査し、望みの箇所障害者がスイッチを押して選択していくことで任意の文字を確定していく方法）[7]~[9] よりも効率の良い意思伝達が可能である。1980 年代には左右への目の動きをスイッチの ON-OFF として検出し、走査式機器への入力に利用するシステムが開発され [10]、1990 年代からは視線を直接的なポインティング操作へ利用するものとして、文字入力装置やメニュー操作システムが開発されてきた [11]~[16]。近年では、パソコン性能の向上により高額な専用の画像処理ボードを利用せず、ビデオキャプチャにより取得した画像をソフトウェアで処理することで比較的安価な視線入力システムを提供する試みもある [17]。また、障害者向けの視線入力装置も販売されるようになってきている [18]。

しかしながら、現存の視線入力装置ではベッドサイドで簡易的にセッティングして使用するには困難を伴っている。文献 18 の使用例にあるような、利用者が車いす等に座り固定した画面に正対できる場合はまだしも、ベッドサイドでは使用の都度セッティングを行いキャリブレーションをやり直さざるを得なく、特に仰向けに近い体勢でのセッティングは容易ではないため、介護者には負担が生じている。

### 2.2 透明文字盤の利用

透明文字盤は図 1、図 2 のように読み取り者（介護者）が発信者（障害者）と透明文字盤をはさんで対面し利用する。EyeLink 方式を用いた方法は、発信者が見つめる文字と読み取り者の視線が一直線になるように両者の間にある透明文字盤を動かす方法で、発信者の意図する文字や単語・シンボルが目と目を結ぶ線上に移動してくると、次第に透明文字盤を通して正面向きの相手の目が見える（EyeLink する）方法である。

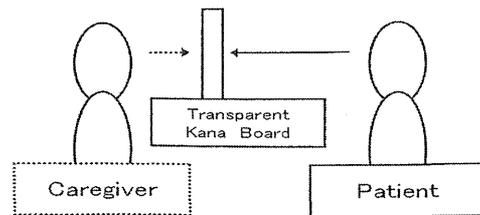


図 1 透明文字盤の利用（概念図）  
Fig. 1 Transparent Kana board communication method.



図 2 透明文字盤の利用（模擬利用場面）  
Fig. 2 Communication situation.

読み取り者は読み取った文字の上に指差しし、発信者の意図する文字かどうかを確認する。OK であれば次の文字を見つめて同じ作業を繰り返し、発信者の伝えたい意思を次々と読み取っていく。

透明文字盤は、視線の読み取りにはある程度のスキルが要求されるものの、介護者が介在して透明文字盤を保持し、キャリブレーションの必要もなく視線を推定することから、自動視線入力にはない融通性を備えた手軽なコミュニケーション手段である。外出する際にも大掛かりな機器を持ち運ぶ必要もなく、価格面等のメリットからも利用者は多い。

材質としてはたわまない素材を利用し、患者や読み取り者となる介護者の慣れの状況で適宜サイズを選択するが、一般的には厚さ約 1mm 程度のアクリル板か塩ビ板で、A3 若しくは B4 サイズが利用される。A3 サイズは B5 サイズに比べ重い、文字間隔が広くなり視線を読み取りやすいため、介護者が初心者の場合によく利用される。A3 サイズ以上のものは、入手のしにくさと重くなることからほぼ利用されていない。透明なクリアケース等は素材が柔らかく片手で保持するとたわみが生じ視線の読み取りが困難になるため、これもほとんど利用されていない。

前述したように、透明文字盤を利用する際のデメリットは、読み取った文字を忘れないように視線の読

み取りと併行して適宜メモ書きを行う必要が生じることである。そこで、本システムではそのデメリットである視線を読み取った後のメモ書き作業を軽減することに主眼を置く。

### 3. システム構成

#### 3.1 デジタルペンの利用

本システムでは、ぺんてる株式会社製のデジタルペン (AirPen EA1S) を利用する。本製品は超音波方式の位置検出機能により、図3のようにアタッチメント中央部を基準としたペン先の2次元平面上の位置  $p(x,y)$  を検出することができる。この位置検出機能により筆跡を記録し、スキャナを利用することなく手書きの図や文字を画像として電子的に保存することができる。デジタルペンの空間分解能は約 1dot/mm である。

#### 3.2 透明文字盤への応用

透明文字盤でもこの位置検出機能を利用し、介護者が読み取った文字を確認する際に指差しする動作と位置検出機能を連動させ、読み取り文字を特定し文字を保存するというアプリケーションを作成しシステムとして構築する。

A3サイズの亚克力板であれば約 170g、B4サイズで約 130g であり、システムとしてはアタッチメントの重量約 50g が加わる。そこで、腕の疲労とたわみの影響を考慮しアタッチメントは図4のように上部ではなく透明文字盤の下部に付属させる。

アプリケーション内には文字盤登録のメニューがあり、文字盤の4隅の座標位置  $p_1(x_1,y_1)$ ,  $p_2(x_2,y_2)$ ,  $p_3(x_3,y_3)$ ,  $p_4(x_4,y_4)$  と、文字盤の配列 (行数, 列数, 文字配置) を登録することで、各文字の座標範囲があらかじめ計算される。

介護者は、透明文字盤上で見つめられている文字を読み取りつつ、読み取った文字上にペン先を置き、ボ

タンを押すことで文字確定のトリガとする。その際ペン先位置が取得され、ペン先の位置に対応する文字がアプリケーションの文章保存エリアに保存される、という方式である。

図5は本システムでA3サイズの塩ビ板で6行10列の透明文字盤を利用している際の様子である。図では、患者が「つ」を見ていることを介護者が読み取り、ペン先を「つ」の位置に置いている。この状態で確定用のボタンを押すと、「つ」が文章保存エリアに保存される。

A3程度の大きさの横向き透明盤 (横 430mm, 縦 240mm, 余白 5mm 程度) に6行11列の文字配列を設定すると、1文字の範囲は約 39mm (B4サイズでは約 30mm) 四方の正方形となる。登録時のペン先の置き方により4隅の位置は厳密な長方形とはならないが、上記の設定では  $x_3 - x_1 \cong 430 \text{ dot}$ ,  $x_4 - x_2 \cong 430 \text{ dot}$ ,  $y_1 - y_2 \cong 240 \text{ dot}$ ,  $y_3 - y_4 \cong 240 \text{ dot}$  であり、1文字の範囲は約 39-dot 四方の正方形に近い形状となる。デジタルペンの空間分解能を考慮すると、1文字エリアの中央付近にペン先を置いて確定用のボタ

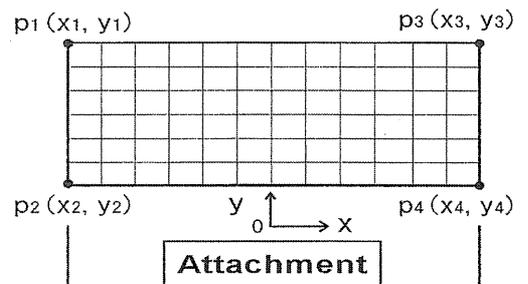


図4 アタッチメントの設定

Fig. 4 Setup of an attachment on transparent Kana board.

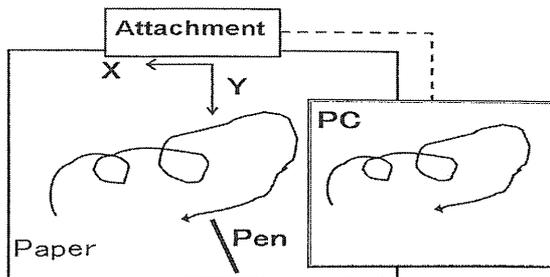


図3 デジタルペンの操作

Fig. 3 Operation of digital pen.

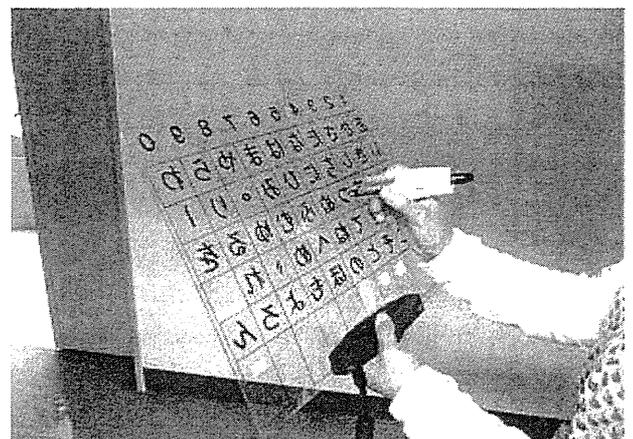


図5 透明文字盤にデジタルペンシステムを付加

Fig. 5 Transparent Kana board with digital pen.

を押せば文字は正確に特定できる。介護者の確認のための指差しは、ほぼ文字の中心上で行うため誤入力はほとんどないが、初回のインストラクション時に文字の境界線上で操作しないように注意しておくこと誤入力はなくなる。これまでの導入時での経験上、初心者でも1~2回の試行でペンを置く位置の加減を習得している。

### 3.3 文字盤の登録

文字盤の変更は図6に示すような文字盤作成画面内で行う。まず、右上部で文字盤の大きさ、行数、列数、余白を指定し、次いで右下部で3.2で記述した  $p_1$  から  $p_4$  の位置を取得する。取得すべき文字盤の四隅位置をチェックし、実際の文字盤上の該当位置にペン先を置いたうえでペンに付属のボタンを押すとそれぞれの位置が取得できる。最後に、左上部の文字エリアから設定したい文字を選択し、順次左下部の文字盤設定エリアへ挿入していくことで文字盤配列の設定を行う。文字盤は右並びの50音表を基本とするが、好みにより左並びとしたり50音の上部若しくは下部、または横位置へ数字を入れる場合等には配列を変更する。上部や下部へ数字を入れる場合には行数を、横位置に入れる場合には列数を増加させる。

かなを挿入する場合、例えば文字エリアの「あいうえお」を選択し、文字盤設定エリアで先頭となる「あ」の箇所と挿入方向（縦）を指定して設定ボタンをクリックすると「あいうえお」が一括して挿入できる。図6のような文字盤では、数字は1から0を選択し開始位置である右上隅と挿入方向（横方向で右から左）を指定すると10文字が一括で挿入できる。かなは2行目の各位置と縦方向を指定すると5文字分を一括で挿入

できる。右並びから左並びに変えるとき等は、「あ」行から「わをん」等の行まで左位置から1行ずつ挿入作業を繰り返す。「°ー」等は好みに合わせて1文字ごとに文字を選択し、挿入箇所を指定して設定する。

文字配列が同じでサイズが異なる場合には、文字盤サイズと余白、4隅の位置を修正するだけで設定は完了する。

## 4. システムの利用方法

### 4.1 利用方法

前述のように、本システムでは透明文字盤のサイズ、文字配列の登録が可能であり、文字配列の異なる場合や別サイズの文字盤を使用する場合には、使用する文字盤に合わせて変更する。システムを紹介すると、通常使用しているA4横サイズの文字盤の左側にアタッチメントを付属させて利用するユーザもいた。

「い」「つ」「ゃ」等は通常は「い」「つ」「や」を選択し、文脈を考察しながら読み取り者が適宜置き換えていくが、本システムでは「い」「つ」「や」の後に「°」を選択すると、「い」「つ」「ゃ」とすることとした。「づ」は「つ」「°」の選択で「づ」となる。

文字確定の際のフィードバックとして、各文字に対応する音声をwavファイルで作成しておき、確定された文字を音声で出力している。これは、PC画面を見なくても入力された文字を確認するための機能である。音声の出力は、ピープ音に差し替えることも可能であるし、患者が発声できなくなる前に本人の音声を録音できれば、本人が喋っている様な状況を整えたいというニーズにも対応できる。

また、読み取った文字は確定した状態でPCの文字入力エリアへ入力することをデフォルトとした。勿論、設定により文字の読み取り中でも漢字変換作業は可能としているが、視線の読み取り中はその作業に集中するものとし、漢字変換作業は視線の読み取りと併行して行わないことを推奨している。

入力された文字はテキスト状態でコピーできるため、ワープロソフト (Ms-Word) へいったん貼り付け、再変換機能を用いた漢字変換や各種の編集作業を視線の読み取り後に行うことが可能である。Wordへコピーする機能によりメモ書きした内容を入力する作業も軽減できている。

### 4.2 利用場面に関して

短い内容を伝えるショートコミュニケーション場面であれば本システムを使用する必要はなく、ある程度

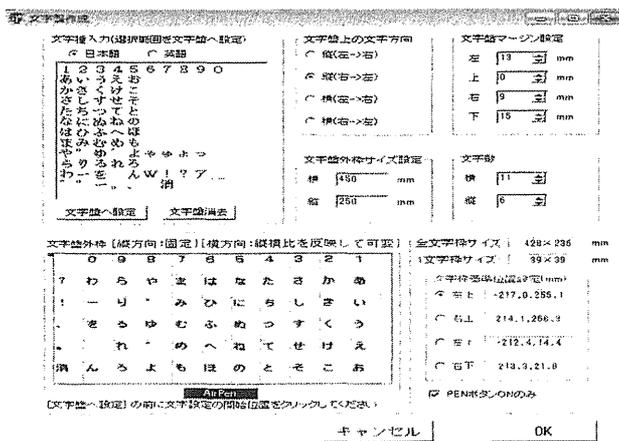


図6 文字盤作成画面

Fig.6 Arrangement of transparent Kana board.

長い文章を記述する際に有効であると考えている。文字の保存は自動的に行われるため、透明文字盤の読み取りに慣れていない初期段階では、メモ書きやワープロへの保存作業に煩わされることなく読み取りに集中できると考えている。

## 5. 臨床での試用評価と考察

### 5.1 臨床での試用評価

ALS 患者 1 名と介護ヘルパー 1 名に協力いただき、在宅で本システムの試用評価を行った。評価内容は、透明文字盤を利用してコミュニケーションを行う際に、本システムを使用した場合と使用しなかった場合における介護者の作業量の比較と、患者及び介護者の主観評価である。

試用評価では、患者が普段利用している B4 サイズの亚克力板を使用し、文字盤の登録等の準備作業はヘルパーが行った。

評価実験は、コミュニケーションエイドの設定（ヘルパーにとっては馴染みのない内容）に関して実験者と ALS 患者が会話をを行い、ヘルパーは透明文字盤を介して ALS 患者の発言を実験者に伝えるものとした。システムを使用する場合は、ヘルパーは PC に保存された文字を見ながら ALS 患者の発言内容を実験者に伝えることとし、使用しない場合には読み取った内容を適宜メモ書きしつつ、ALS 患者の発言内容を実験者に伝えることとした。読み取った文字を 1 文字ずつ確認するヘルパーの発声により実験者は ALS 患者の発言内容を理解できるが、実験ではヘルパーから直接伝えてもらうことでヘルパーが ALS 患者の発言内容を正確に把握しているかどうか確認した。

実験順序は、システム不使用、使用の順に 2 回ずつ行い、会話内容は全ての実験で異なるものとした。これは、会話内容が同じであると患者にとって負担が大きいため、ヘルパーにとっては会話内容が推測できることからメモ書き作業が減ることが予想され、作業量を正確に計測できなくなるためである。

ALS 患者の聴覚には問題は無く、実験者の発言は聞こえるため、ヘルパーが実験者の発言を伝える必要は無かった。ヘルパーは患者と日常的に透明文字盤によりコミュニケーションをとっており、視線の読み取りは初心者域を脱しているといえる。

実験に先立ち、ALS 患者とヘルパーそれぞれに実験の概要を説明し、同意を得たうえで実験を行った。

実験はビデオに撮影し、実験者の発言時間を除き、

表 1 臨床評価結果

Table 1 Results of evaluation.

	システム使用	システム不使用
読み取り時間 (秒)	410	475
読み取り文字 (数)	173	214
メモ書き (回数)		21
メモ書き時間 (秒)		197
1 文字あたりの読み取り時間 (秒)	2.37 (=410/173)	3.14 (=672/214)

システム使用、不使用時のヘルパーの視線の読み取り時間、読み取った文字数、加えて、システム不使用時のメモ書きの回数と時間をカウントした。

表 1 に、システム使用、不使用時の視線の読み取り時間の合計 (秒)、読み取った文字数 (数)、システム不使用時に途中で適宜メモ書きを行った回数 (回) とその時間の合計 (秒)、及び、使用時、不使用時それぞれで 1 文字あたりにかかった読み取りの時間 (秒) を示す。1 文字あたりの読み取り時間は、読み取りに必要とした時間を読み取った文字数で除算した数値とし、システム不使用の場合には、視線の読み取り時間にメモ書きの時間を加算した時間 (672=475+197) を除算するものとした。

### 5.2 考察

メモ書きを行っている分、トータルの会話時間はシステム不使用の方が長くなり、1 文字あたりの読み取りにかかる時間は約 1.3 倍程度遅くなる。今回は PC への入力を行っていないが、手紙等の長い文章を書きとめる場合にはワープロへの入力時間も加算されることになる。システム使用時には再変換作業だけで良いが、システム不使用でタイピングが不得手な介護者の場合には入力時間にも差が出てくると予想される。

評価後、ヘルパーと ALS 患者から感想を聴取した。ヘルパーの

「このシステムを使うと読み取った文字を記憶しなくて良い」

「視線の読み取りに集中できるので、気が楽になる」というコメントから、介護者の精神的な負担が軽減していることが予想される。

更に、

「デジタルペンのボタンを押した際に音声が出力されるので、入力した文字を耳で確認できて良い。

「いちいち画面を見て確認するより、はるかに良い」とのコメントからは、メモ書きの作業負担がなくなることに加え、音声の補助により透明文字盤から視線を外さずに作業できる利点が挙げられた。

また、会話の途中で ALS 患者が「ダイアログ」と発言すべきところを、「ダイ「ヤ」ログ」と順に注視したため、ヘルパーが「ロ」の箇所で見線の読み取りに迷った箇所が存在した。ヘルパーは「ダイヤ「ル」」と先読みしていたため「ロ」の読み取りに迷ったとのことであるが、このような場合には「ロ」の読み取りに戸惑っていると先に読み取った「ダイヤ」を忘れる可能性もある。記憶があいまいになった場合には、数単語分戻って再度視線の読み取りを行うことも多々みうけられるが、会話をやり直さなくて良いという意味でも、読み取った文字を自動的に保存する機能は有効であると考えられる。

文字盤の登録等の事前準備に関しては、特に問題はみられなかった。

ALS 患者の

「このシステムを使うと会話が途切れないので、会話がスムーズに進んでいく。私自身にもストレスがない」

というコメントからは、システムの副次的な効果ではあるが ALS 患者のストレスも軽減していることが示唆された。先行研究 [4]～[6] は介護側からの視点でなされていたが、介護側の負担軽減が結果的に患者のストレスの軽減に結びついたものと推測できる。

また、

「ヘルパーも視線を読み取ったときに文字を読み上げてくれるが、パソコンからも音声が出るので、確実に入力されていることが分かり安心する」

「パソコン画面が一緒に見られると、どこまで話したかがわかる。確認できると内容が分かるので文章がおかしくならなくて良い」

というコメントからは、音声出力が有効に機能していると同時に ALS 患者に安心感を与えることが伺えた。更に、患者自身も作成している文章を見られると文章整理がスムーズにいくことが推測される。これまでの透明文字盤の利用状況では、読み取った文章はメモ書きした内容を介護者が会話で確認するだけであったが、パソコンなどに保存でき患者も同時に見られるということは、患者にとっては大きなメリットになるものと予想される。対策として、サイドテーブル上でノートパソコンを用いることや近年普及している小型タブレットへ入力できるようなシステムへの改善等、ベッド周辺での表示方法を検討する必要がある。

ヘルパーからは追加で、

「ひらがなだけを入れ続けていると、後で読み返した

時に区切りがわからなくなる」

「慣れないと難しいかもしれないが、要所要所で空白や読点を入れておくと、文章理解や後々の漢字変換作業が楽になる」

とコメントをいただいた。

本システムではメモ書きによる会話の中断がない代わりに、適宜読点を入れないと句点まではひらがなのみの文章になる可能性もある。発信者が意識的に読点を入れるか、読み取り者が区切りの良い箇所に読点や空白を入れられるように発信者は視線の移動を急がない等、お互いの協力が後々の編集作業での負担減少につながることをシステムの使い方のコツとして説明しておく必要がある。

## 6. QUEST (福祉用具満足度スケール) による評価と考察

### 6.1 QUEST による満足度評価

個別の定量評価と並行して、QUEST (Quebec User Evaluation of Satisfaction with assistive Technology: 福祉用具満足度スケール) [19] を用いてシステムの定性的な満足度評価を行うとともに、今後の改良に向けてシステムの改善項目を抽出するものとする。

QUEST では、利用している福祉用具に対して、1. 大きさ (サイズ、高さ、重さ、幅)、2. 重さ、3. 取り付け方法や部品の調達方法、4. 安全性、5. 丈夫さ (耐久性)、6. 簡単に扱えるか、7. 使い心地のよさ、8. 福祉用具の有効性、9. 取得手続きと期間、10. 修理とメンテナンス、11. 入手時の専門家の指導・助言、12. アフターサービス、の各項目において、1 (全く満足していない)、2 (あまり満足していない)、3 (やや満足している)、4 (満足している)、5 (非常に満足している) の満足点数評価と各項目に関する自由記述を行い、更に項目 1～12 に関して重要だと思うものを三つ抽出するものとする。

透明文字盤を利用して障害者とコミュニケーションをとっている介護ヘルパー 4 名、ST2 名、OT2 名、介護施設職員 3 名、家族 1 名、意思伝達装置取扱業者 1 名、計 13 名 (A～M、M は臨床評価時の介護ヘルパー) に対して、同意を得たうえで、本システムを利用した上での項目 1～8 に関する満足度の点数評価と、項目 1～12 に関して重要だと思う項目の抽出を行った。項目 9 以降は機器入手にあたってのサービス項目であるため満足度の点数化は省略した。

評価者にはデジタルペンとアタッチメント、アプ

表 2 満足度評価  
Table 2 Results of QUEST.

項目	1	2	3	4	5	6	7	8
A	4	4	3	5	3	4	3	3
B	3	3	4	5	3	3	4	3
C	3	4	5			4	4	5
D	4	4	4	5	4	4	4	5
E	4	4	3	5	5	5	5	4
F	4	3	5	5		5	4	5
G	5	4	4	5		5	4	5
H	4	3	5	4	4	4	4	4
I	4	3	4	5	4	3	3	4
J	4	3	4	4		3	4	4
K	5	2	5	5	5	5	5	5
L	5	2	5	5	5	5	5	5
M	4	5	4		4	4	4	4
Ave	4.0	3.4	4.1	4.8	4.2	4.0	4.1	4.1

リケーション、文字盤登録と使用説明書を貸出し、システムの準備（透明文字盤への取り付け、PCへのインストール、文字盤の登録）と試用、点数評価を依頼した。システムの準備に関しては項目の3, 6が該当し、実際の試用に関しては、1, 2, 4, 5, 6, 7, 8が該当する。大きさ、重さに関しては、通常利用している透明文字盤にアタッチメントを付属させて使用した際の満足度を点数化している。

評価者は日常的に透明文字盤を利用して障害者とコミュニケーションをとっており、視線の読み取りによるストレスはないものと推測し、提案システムの満足度を評価できるものと考えられる。

## 6.2 考察

表2に満足度点数に関する集計を示す。表内各行は、評価者の各項目に対する満足度点数と最下行Ave.は各項目の平均値を示す。表中の空欄部は評価者が未記入であった。集計からは、「2. 重さ」以外で平均値3.9以上の数値となり、ほぼ満足のいくシステムが構築できていると判断できる。重さについては、2（あまり満足していない）が2人（K, L）いるため平均値3.4となるが、透明文字盤にデジタルペン用のアタッチメントを付加していることが満足点を低下させている要因となっている。項目6~8では4.1程度の平均値が得られており、開発目的である「使いやすさ、有効性」には高い評価が得られたと考えられる。

表3に重要だと思う項目を集計する。評価者J, Lは記入がなかったため表では空欄としてある。集計からは、「2. 重量」「6. 使いやすさ」に点数が集中している。並列して行う自由記述からは、文字の保存は必要であるものの、パソコン以外の機器に文字の保存が

表 3 重要だと思う項目の抽出  
Table 3 Results of histogram.

項目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A		○					○	○				
B		○						○		○		
C		○				○						○
D		○				○		○				
E			○			○				○		
F		○				○					○	
G		○				○						○
H				○		○						○
I	○	○				○						
J												
K						○	○	○				
L												
M		○	○			○						
Total	1	8	2	1	0	10	2	4	1	2	2	3

可能なシステムが希望されている。会話中に漢字変換等を行う場合を除きパソコンでの編集は最終作業であり、まずは視線を読み取りつつメモ書きなどの作業が重複しない状態で何らかのデバイスへ文字を保存する機能が望まれていることが伺える。今後、表示機能をもった文字保存用の簡易メモリ機やタブレット端末への入力等を検討する必要がある。

「アタッチメント部分に液晶表示が付属すると良い」という記述があったが、現状では重量との兼ね合いで実現は困難である。臨床評価でも発信者への表示の希望があったが、患者と介護者両者への提示が可能となる表示機は現状ではパソコンが現実的である。今後、デジタルペンアタッチメントの軽量化の可能性を探るとともに、軽量小型の表示機についても利用可能なデバイスがあるかどうか検討する必要がある。

「デジタルペンも良いが、タッチパネルのようなものがあると直感的で良い」という記述は、指差しした位置がそのまま検出できれば、読み取り者にとってはより直感的な動作が文字の特定につながるものが伺える。デジタルペンに変わる位置検出機器として利用可能なデバイスがあるかどうか検討する必要がある。

## 7. むすび

デジタルペンを利用し、透明文字盤を用いたコミュニケーションにおける介護者の作業量の軽減を目的としたシステムを簡易な構成で開発することができた。コスト的にはデジタルペンが安価であるため、大きな金額の負担はなく導入することができ、透明文字盤のもつ欠点を補う機能が実現できたと考えられる。

1例ではあるが臨床現場での試用評価及びQUEST

の集計により、課題としてパソコンを利用しない環境でも文字の保存が可能となるシステム、軽量で透明文字盤上の指差し位置が検出可能となるシステム、及び読み取った文字を発信者、受信者両者へ表示できるシステムへの改善が必要であることが伺える。今後、表示機能をもった文字保存用の簡易メモリー機の開発やタブレット端末機への入力、透明タッチパネル等の可能性を探り、システムの改善を行っていきたいと考える。

## 文 献

- [1] C.A. Goossens' and S.S. Crain, "Overview of non-electronic eye-gaze communication techniques," AAC Augmentative and Alternative Communication, pp.77-89, 1997.
- [2] 山本智子, "視線コミュニケーションの基礎 EyeGaze で文字を伝える Etran と eyeLink," ATAC カンファレンス 2001 テキスト, pp.26-27, 2001.
- [3] 山本智子, "眼球運動が障害された ALS 患者が使用可能な透明文字盤の工夫," 第 16 回リハ工学カンファレンス講演論文集, vol.16, pp.105-108, 2001.
- [4] 堀口剛志, 須藤純兵, 金本暁子, "ALS 患者との透明文字盤を使用したコミュニケーションにおける看護師のストレスに関する質的分析," 第 36 回日本看護学会論文集 精神看護, pp.231-233, 2005.
- [5] 堀口剛志, 金本暁子, 薄井裕子, "在宅 ALS 療養者との透明文字盤を使用したコミュニケーションにおける主介護家族の負担感に関する質的分析," 第 38 回日本看護学会論文集 地域看護, pp.103-105, 2007.
- [6] 松山恭子, 堀口 志, "入院 ALS 患者の透明文字盤を使用したコミュニケーションに対する思いに関する質的分析," 第 38 回日本看護学会論文集 地域看護, pp.176-178, 2007.
- [7] 数藤康雄, "コミュニケーション機器調査研究報告書," テクノエイド協会, 1991.
- [8] 小澤邦昭, 安藤研吾, 松田泰昌, 長谷川司, 岡 高志, 安藤肇夫, 植野一政, 古和久幸, 長谷川一子, 斎藤豊和, "ALS 患者向け意志伝達装置「伝の心」の開発," 第 12 回リハ工学カンファレンス講演論文集, vol.19, pp.91-96, 1997.
- [9] 岡本 明, 山田邦博, 高木幹雄, "制御間を重視した重度肢体不自由の人のための入力装置," 信学論 (D-II), vol.80-D-II, no.7, pp.1870-1877, July 1997.
- [10] 山田光穂, 福田忠彦, "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, July 1986.
- [11] R. John and C. Francis, "An eye movement communication control system for the disabled," IEEE Trans. Biom. Eng., vol.37, no.12, pp.1215-1220, 1990.
- [12] 落合 積, 石松隆和, 高見 修, 松井稜治, "目の動きを利用した身障者用文字入力装置の試作," 日本機械学会論文集 (C 編), vol.63, no.609, pp.140-144, 1997.
- [13] 久野悦章, 八木 透, 藤井一幸, 古賀一男, 内川嘉樹, "EOG を用いた視線入力インタフェースの開発," 情処学論, vol.39, no.5, pp.1455-1462, 1998.
- [14] 大野健彦, "視線を用いた高速なメニュー選択作業," 情処学論, vol.40, no.2, pp.602-612, 1999.
- [15] 伊藤和幸, 数藤康雄, 伊福部達, "重度肢体不自由者向けの視線入力式コミュニケーション装置," 信学論 (D), vol.J83-D-I, no.5, pp.495-503, May 2000.
- [16] 伊藤和幸, "画像センサを用いた眼球運動による環境制御システム," 信学誌, vol.85, no.1, pp.57-59, 2002.
- [17] 伊藤和幸, "ビデオキャプチャによる眼球運動計測および環境制御への応用," ヒューマンインタフェース学会誌, vol.5, no.4, pp.429-436, 2003.
- [18] <http://tobiatj.com/jpn/p10.top.html>
- [19] L. Demers, R. Weiss-Lambrow, and B. Ska (著) 井上剛伸, 上村智子 (訳), 福祉用具満足度評価 QUEST 第 2 版, 大学教育出版, 2008.

(平成 25 年 1 月 10 日受付, 5 月 10 日再受付)



伊藤 和幸 (正員)

平元北大・工・応用物理卒。平 3 同大学大学院工学研究科(生体工学)修士課程了。現在、国立障害者リハビリテーションセンター研究所福祉機器開発部に勤務。身体障害者用のコミュニケーション機器の研究・開発に従事。電子情報通信学会、ヒューマンインタフェース学会、日本リハビリテーション工学協会などの会員。