高齢者・障害者の社会生活に適合した義肢装具等の開発

Development of Prostheses, Orthoses and Assistive **Device for Special Needs**

中村俊哉 杉本義己 服部託夢* 良昭 赤澤康史 原 橋詰 努 NAKAMURA Toshiya, SUGIMOTO Yoshimi, HATTORI Takumu, AKAZAWA Yasushi, HARA Yoshiaki, **HASHIZUME Tsutomu**

キーワード:

技術支援、義肢装具、福祉用具、事例研究

Keywords:

Assistive technology, Physically impaired, Prostheses, Orthoses, Special needs, Case study

Abstract:

We have so far experienced many cases of making assistive devices (including prostheses and orthosis). It continues by the end of last fiscal year. Here are some examples of assistive devices made in this project.

- 1) Case study of a power wheelchair with support function for learning.
- 2) Development of a wheelchair Simulator.
- 3) Development of a Human-Computer interface using temporal surface electromyog
- 4) Case study of a Seating Service for ATV.
- 5) Development of External switch system for capacitive touchscreen.
- 6) Advanced Prosthetic elbow joint.

はじめに

多種多様な福祉用具が開発・市販化され、障害者 や高齢者が生活の不自由や不便を克服するために、 様々な種類の用具から選択できるようになってき た。しかし、障害が重度なケースや、個別のニーズ に基づく方法で生活しようとすると、基本的な義肢 装具や福祉用具では不十分な場合が少なからず存在 する。その際に、その人の身体にあるいはその方の 環境や生活に用具を合わせる支援技術が必要と なる。

また、福祉用具の開発において、当事者が「どの ような場面で、何に不便を感じているのか、その奥 に潜む真の要求は何か? じっくりと聞いて、見て、 確かめる必要がある。|1)と言われている。

このように障害を持つ生活者の視点が重要である。 本研究では、個別のニーズにより基本的な福祉用 具では不十分な方のニーズに対し、義肢装具等を開 発、改良を行い適切な時期に導入することで、障害 者や高齢障害者のQOLの向上を図ることを目的と している。

入力の機能制限を用いた電動車いすを用 いた電動車いすの適合及び練習事例

2.1 小学生の電動車いすの適合(継続)

2.1.1 これまでの経過と状況

小児1例に対し電動車いすの練習²⁾を継続した。 これまでと同様に大森ら³⁾の開発した学習支援機 能を電動車いす今仙技術研究所EMC-30STに搭載し て使用した。平成22年度までは小学校に持ち込んで、 1~2週に1度、40分程度の練習を行った。当初ジョ イスティックを用い、4方向(前進・後進・右旋回・ 左旋回)により方向制御を行なっていたが、直進走 行時の微調整ができるよう改造を行った。これは廊 下や運動場での直進走行の際、路面の影響を受け、 わずかに直進から外れることから、微調整により進 行方向を保てるようにしたものである。これにより、 操作が上達し、さらに細かな操作が可能となった。

2.1.2 電動車いす操作練習の結果と今後の展開

平成23年度より中学校に進学することもあり本人 用の電動車いすを導入すべく作業及び評価を行っ た。電動車いすについては現在製作中である。製作 を予定している電動車いすは、ベース車に国産の ティルト機構有する電動車いすを使用し、シート部 として座位保持装置を搭載予定している。本ケース は、特注対応ではあるものの、学習支援機能付きコ

ントローラがメーカにより個人の日常生活用にとし て販売供給される初のケースとなる。



電動車いすによる運動会参加 Fig.1 Driving at the athletic meeting



図2 電動車いす上の座位姿勢評価 Fig.2 Evaluation of sitting posture on the electric wheelchair

2.2 本システムを用いた他施設での取り組み

2.2.1 A県療育センターにおける試用状況

A県療育センターにおいて、本システムを搭載し た電動車いすコントローラの貸し出しを行い、試用 を実施した。以下に支援者の感想を示す。

症例 A 1

脳性麻痺 4歳 訓練頻度:2回/月

スイッチと動作の因果関係の理解を使用目的とし 使用し、徐々に理解してきている。ボタンスイッチ の設定とポジショニングをOTと共に検討中であ り、設定時間は3秒にて実施している。

症例 A 2

脳性麻痺 5歳 訓練頻度:2回/週

現在、使用回数3回目である。入力装置はボタン スイッチに変更して実施した。スイッチの因果関係 理解は可能である。アテトーゼの要素があるためあ わせて姿勢調整を行っている。

症例 A3

脳性麻痺 9歳 訓練頻度:2回/月

使用回数は現在1回目。初回にて上肢の操作性が 向上している。電動車いすを使用している間、発声・ 笑顔が通常より頻回にあり。今後はポジショニング を検討していく予定ある。

症例 A4

脳性麻痺 12歳 訓練頻度:2回/週

ジョイスティックにて使用中。以前に電動車いす の操作経験があったが、直進操作が困難であった。 本システムを用いることで、直進距離が延長した。 使用期間2ヶ月くらいであり現在は通常のモードに て走行している。

2.2.2 B市立特別支援学校における試用状況

B市立特別支援学校において、本システムを搭載 した電動車いすコントローラの貸し出しを行い、試 用を実施した。以下に支援者の感想を示す。

症例 B 1

重度重複障害 中学部1年 訓練頻度:年数回 スイッチの練習・体験を目的に試用。練習時は、 教員が抱きかかえて座ることで座位の安定を図って いる。他の訓練との関係から、忘れた頃に操作練習 を行うので、スイッチを押して車いすが走ると「ほ うっしと声をあげていた。視覚も光覚程度であるた め、身体が動くことは、感じやすかったと思われる。

症例 B 2

重度重複障害 高等部1年

スイッチの練習・体験、特にレバーを「押す」「戻 す」操作を目的に試用。練習時は、教員が抱きかか えて座ることで座位の安定を図っている。入力は、 担任の教員と本人が一緒にレバーを持って操作を行 なっている。おそらく本人なりに動かしていると思 われるが、細かい操作は担任の教員が行なっている。 また、担任以外の教員と練習を行うときは、棒スイッ チの使用している。可能であれば本電動車いすのシ ステムと合わせ、4方向のみ動かせるコントローラ を使用が望ましいケースである。

症例 B3

重度重複障害 中学部1年

スイッチの練習・体験を目的に試用。練習時は、 教員が抱きかかえて座ることで座位の安定を図って いる。本ケースは、すでに好きなおもちゃをスイッ チで操作することが可能である。「将来的には電動

車いすで運動会のリレーにチャレンジさせたい」と いう担任の希望から練習を開始した。練習初期は、 制限時間を設定していたが、4本指でひっかくよう にして棒スイッチを操作するため、うまく走らな かった。そこで、制限時間を解除し使用したところ、 しだいに棒スイッチを押すようになった。

症例 B 4

重度重複障害 高等部1年 最初の一回のみ使用 軽度の知的障害と視野狭窄などの視覚障害があ る。本ケースは、普段は自走式車いすを使用中であ り、車いすマラソンにも出場したことがある。

「将来、友達とお出かけできるように」との思い から電動車いすを希望している。ただし、現状では 本人の身体機能から電動車いすの公的な支給は難し いと考えられる。今回は、学校で行った電動車いす の操作練習に本システムを用いた。運動機能や視覚 障害の状況などを確認しつつ、操作時間の制限を 行った。1回の授業の練習の中で時間制限が不要に なるまで操作が上達した。

2.3 本章のまとめ

一例ではあるが、事前に設定した秒数以上の入力 が続くと強制的に止まる学習支援機能を用い電動車 いすの操作練習を行ったケースに対し実際、導入に 至った。

また、他の施設等で実際に本システムを用いて、 入力装置や電動車いすの練習に活用を行なって

A県及びB県の施設においても、担当者から概ね 良い評価を頂いている。

今後も症例を増やしていくことで、本システムが 実用化できるよう検討を行なっていきたい。

3 車いすシミュレータの開発

3.1 本用具開発の目的

本研究は卓上でも走行可能で、比較的容易にアラ イメント調整可能なミニチュアの車いすにより車い す走行のシミュレーションを行える機器であると共 に楽しく車いすを学習することの可能な車いすシ ミュレータの開発を目指すものである。

3.2 試作の概要

作製した車いすシミュレータ (図3) について主

なコンセプトを以下に示す

- ・ホイルアライメントが容易に変更できる
- ・ワイヤレスで走行及び方向制御を行う
- ・走行時の方向制御は、前輪に自在輪を用い、左 右の駆動輪の回転数の差により行う
- ・コントローラは市販の電動車いすの入力装置を 用いる

これらを踏まえ、下記のような仕様とした

仕様

全長×全幅×全高 (mm): 200×90×200

座幅×座奥行き (mm):90×80 車輪径 (キャスタ): 25mm

車輪径 (駆動輪): 105mm

車軸前後位置 (mm):

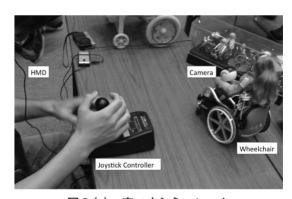
(寸法基準点に対し) -20.0.+13.+15.+30

モータ:ユニポーラステッピングモータ

SPG20-332 2個

駆動モータ制御ユニット:

- ・MPU:アトメル Atmega328
- ・赤外線リモコン信号によるコントロール



車いすシミュレータ 図3(a) Fig. 3(a) Wheelchair simulator



図3(b) 車軸位置の比較 Fig.3(b) Comparison of rear-wheel position

3.3 試作機の評価

駆動輪の車軸位置替え変更できることで、車いす の駆動輪の位置の違いによる最小回転半径の差や、 段差の登坂性、後方への転倒のしやすさ等のデモが 卓上で容易に行えることを確認した。

そこで、展示会等への出展及び車いすの専門家に

対しデモンストレーションを行った。

車いすの専門家十数名に対しデモンストレーショ ンについては、カーラジコンなどと違い、車いすに 近い動きをすることで、電動車いすの入力装置の適 合、操作能力や判断力の評価ができる可能性が示唆 された。

展示会等では子どもを含む多くの人が関心を持っ ていただくと共に、車いすと自動車の機械特性の違 い理解する上で有効な道具となったと考える。

なお、シミュレータとしてより乗車している感覚 に近づけるために、本車いすにカメラを搭載し、コ ントローラ操作者へはヘッドマウントディスプレイ (HMD) を用いてカメラの画像を確認できるように した。このことで「自分が小さくなって、本当に車 いすを操作しているようだ。」といった意見が得ら れた。一方、「画面が暗い | 「立体視のほうがより良 いのではないか」との意見も多数見られた。このこ とから、車いす側に二つの小型カメラを水平に並べ て取り付け、操作者は電動タイプテレグラス(Scalar T3-A) 二台を用いたHMDにより、左右の目にそれ ぞれのカメラのビデオ信号を送ることで立体視を実 現した。

3.4 本章のまとめ

今回作製した用具について、数十名により操作体 験を実施した結果、電動車いすの導入に向けた評価 装置としての可能性が示唆された。あわせて、簡易 な車いす体験や学習おもちゃとしての有効性につい て確認できた。

また、ミニチュアや拡張現実による車いすの走行 環境の検証等にも使用可能ではないかと考える。

側頭筋電図を用い噛み込み操作により 4 制御を行なう電動車いすの開発

4.1 開発の趣旨

四肢に著しく障害がある者にとって、四肢を用い ずに電動車いすを操作することが出来れば、活動の 幅を広げることができると考えられる。四肢を用い ずに電動車いすを操作する方法として、顎の動きに よりジョイスティックレバーを操作する方法や、頭 部でスイッチを操作する方法等がある。また研究段 階のものでは視線入力、脳波による操作などが挙げ られる。しかし、顎や頭部による操作など入力装置 を電動車いすに取り付ける場合、姿勢変換により身 体との入力装置の位置がずれる等対応できなくなる

可能性がある。視線や脳波による制御では、走行の ための信号を分離する必要がある。特に脳波パター ンの学習及び分離には操作者による長時間の訓練が 必要となる。

本研究では側頭筋による噛み込み動作に着目、噛 み分けによる2チャンネルの筋電位信号から電動車 いすの前進・左右旋回に加え後進の4パターンを操 作できる制御システムの開発を目的とする。

4.2 噛み込み動作による電動車いす制御システム

4.2.1 制御システム概要

側頭筋はこめかみ付近に存在し、奥歯を噛み込む 際に強く活動する。なお、筋電図 (EMG) はOttobock 社製EMGセンサ(13E125)を用いた。これは、筋 電電動義手に用いるもので、義手制御用に積分され た信号が出力される。本センサを、EMGヘッドマ ウントに2つ取り付け、頭部左右の側頭筋それぞれ の筋活動を取得し、その筋電位信号を制御ボックス で処理、電動車いす制御信号へと変換する (図4)。

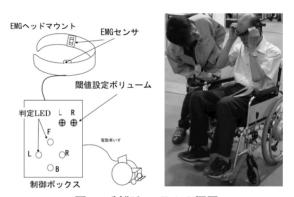


図4 制御システムの概要 Fig .4 Outline of control system

4.2.2 EMG信号制御方法

噛み分けにより制御する方法として、2チャンネ ルの表面筋電位信号にて4ボタン方式を行う。すな わち、左噛み込み (V_L) と右噛み込み (V_R) の 2入力 V_L ・ V_R に4パターンへ分類する。EMG信号は、 MPUに入力され V_L と V_R がそれぞれ VR_L と VR_R で設 定した閾値を超えた場合にONとする処理を行う。 つまりONを持続している間のみ電動車いすの制御 を行う (図5)。

電動車いすの制御は4ボタン方式とし、4つの入 力に対し「前進」「後進」「右旋回」「左旋回」の4 つ操作を設定して行なうものとした。このことから、 本制御システムにより出力される4パターンの信号 に対し下記のように設定を行った

前 進 VL:ON V_R:ON 左旋回 V_L:ON V_R:OFF 右旋回 V_L:OFF V_R:ON

後 進 V_I:ON V_R:ON(短間隔で2回連続)

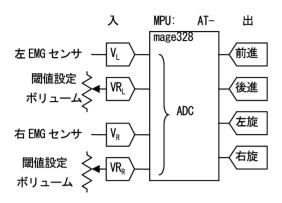


図5 制御回路概略 Fig .5 Outline of Control circuit

4.3 動作検証

本機器を大森ら3)の開発した設定した秒数以上 の入力が続くと強制的に止まる学習支援機能を電動 車いすに組み込み動作検証を行った。被験者は、電 動車いすを使用経験のない健常者に数十名に試用を 行った。

成功例として、閾値調整に平均1分程度、前進及 び旋回が可能である被験者は早ければ数分で後進の 入力の制御が可能となった。

被験者の主観として、噛み込みによる疲労感が生 じるが、回復は早かったとの意見があった。

一方失敗例は、歯のかみ合わせに難がある場合に は、前進の維持及び後進の制御が困難であった。こ のとき、電動車いすの強制的に止まる学習機能によ り暴走の危険性を減少させることができた。

4.4 本章のまとめ

側頭筋による噛み込み動作に着目し、噛み分けに よる2チャンネルの筋電位信号から電動車いすの前 進・左右旋回に加え後進の4つの走行パターンを操 作できる制御システムの開発を行った。

これにより、MPU制御による機器の小型化、左 右の噛み分けによる前進・左右旋回に加え後進の制 御、直感的な操作、短時間での操作習得、また、学 習支援機能との組み合わせ、練習初期における危険 性を減少が可能であることを確認した。

今後、閾値処理の自動化や最大噛み込み持続可能 時間、操作性について検証をする必要がある。

その他の事例 5

5.1 せき損者に対するATV車のシートの適合事例

胸髄損傷者に対し四輪バギー車(ATV)のシー ト改造のための評価用のシートを作製した(図6)。 本ケースは、自宅が山間部であり、車道から自宅 へのアクセスや庭の手入れ等の悪路面の走行に ATVの使用したい旨の相談であった。このことか ら乗車・走行可能なシート改造の検討を行った。評 価はATVが停車状態行い、座位の安定性や車いす とATVの移乗がやハンドル操作について確認した。 なお、シートは、骨盤を安定させるために腰椎部ま でバックサポートとすると共に骨盤ベルトにより座 位の安定を図った。

この結果、試作シートについて問題が少ないと考 えられたことから、試作シートを基に、ATVの ディーラによりシートを改造(図7)、自宅周辺で 走行テストを実施した。これにより、自宅周辺では 安全な走行ができることが確認された。

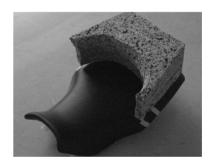


図6 試作したATVのシート Fig. 6 Prototype of the postural support



図7 作製したATVのシート Fig. 7 Production of the postural support

5.2 静電容量式タッチパネル用貼り付け式外部 スイッチ

近年、スマートフォンやタブレット端末などの タッチパネルを用いた情報端末が普及しつつある。 タッチパネルの場合、画面を直接タッチすること

で直感的な操作が可能となる。しかし、自由度が高 いゆえに、障害により操作が難しくなる場合もある。 本装置は、機能は限定されるものの、複雑な設定や 改造が不要で、簡便に静電容量式タッチパネルを外 部スイッチにより操作するためのシステムである (図8)。

本ユニットは3.5mmのジャックが付いた電源部と タッチを行う静電スイッチ部の二つで構成されてお り、3.5mmのジャックで接続可能なスイッチを取り 付けて使用する。本用具の接点部を導電性ゲルによ り指でタッチしたい部分に貼り、外部スイッチを操 作することで、接点部を指でタッチしたことと同様 の操作が可能となる。

これは、接点部分に小型のリレーがあり、スイッ チ操作によりリレーをON / OFF。ONにすること でリレー及び配線分の静電容量が追加され、接点部 が指でタッチした状態に近くなることにより静電容 量式タッチパネルが操作できるものである。

平成24年4月より、システムデザインラボにて実 用化の予定である。



図8 静電容量式タッチパネル用貼り付け式外部スイッチ Fig .8 External switch system for capacitive touchscreen

5.3 上腕義手用の肘継手の開発

従来は肩に回したワイヤーハーネスを引くことに より操作するホスマー社製アウトサイドロッキング ヒンジを、手元でロックできるように改造を行った。 これにより、義手の装着が勘弁になるとともに操作 が容易になった。

5.4 リウマチ者用作業いすの開発

前テーマより行っている本作業椅子については、 共同開発中のメーカにより実用化に向けて開発を継 続中である。昨年度及び今年度について、大阪と東 京の福祉機器展において企業サイドで開発中の試作 機の展示などをおこなっており、来年度以降に市販 化を目指し作業を進めている。

6 おわりに

対象となる障害者のニーズに対応した用具の開発 を行った。また、ニーズの中からいくつかの開発の 試みを行った。

このような事例を今後も積み重ねると共に、少な い事例を特殊ケースと捉えるのではなく、次の症例 へ、新たな福祉用具の開発へとつなげていくことが、 より汎用性の高い福祉用具の開発と利用へつながる ものと考える。

今回のこれらのケースは、家庭介護リハビリ研修 センター課、リハビリ中央病院、兵庫県更生相談所、 自立生活訓練センター等の様々なスタッフと連携、 協力の結果として行うことができた。ここに感謝の 意を表する。

参考文献

- 1) 末田 統:障害を有する人の支援、バイオメカニズム 学会誌29 (3)、pp.115-116、2005
- 2) 中村俊哉 他:高齢者・障害者の社会生活に適合した 義肢装具や福祉用具の開発、福祉のまちづくり工学研 究所報告集平成21年度版、pp.124-129、2010
- 3) Kiyohiro OMORI, Yoshimi SUGIMOTO, Satoru MAE-DA, and Hiroshi KITAGAWA, Development of Assistive Functions for Joysticks of Electric Wheelchairs, AAATE2009, 31-35, 2009