

## 片麻痺患者用パワーアシスト車椅子の操作部の提案

## Proposal of Operation System of Power-Assisted Wheelchair for Hemiparetic Patients

○ 山本 裕哉 (東京都市大学) 和多田 雅哉 (東京都市大学)

山田 睦雄 (流通経済大学) 斉藤 克子 (霞ヶ関南病院) 岡持 利亘 (霞ヶ関南病院)

Yuya YAMAMOTO, Masaya WATADA, Tokyo City University  
Mutsuo YAMADA, Ryutsu Keizai University  
Katsuko SAITO, Kasumigaseki Minami Hospital  
Tosinobu OKAJI, Kasumigaseki Minami Hospital

**Abstract:** Today, it is estimated that the number of stroke patients are 1.34 million. Stroke patients are decreasing slowly, but the rate of deaths is also decreasing. Therefore, many stroke patients are pestered with the after-effect. It point to hemiparetic as an example of Stroke. Often hemiparetic patients use wheelchair as transportation device. The hemiparetic patients's wheelchair operation is very inconvenient. Consequently, we are developing "One-hand type power-assisted wheelchair" which support hemiparetic patients. But prototype has two problems. First problem is over acceleration when prototype makes a turn right. The other is operation system of turning. In this paper, we make a proposal six pattern of operation systems. In addition, we have a questionnaire about our proposals. From the result of questionnaire, only one operation system, it is a difficulty to support many hemiparetic patients, and focus attention on stick-type and footslide-type, because they got a relatively good evaluation.

**Key Words:** Wheelchair, Power Assist, Hemiparetic patient

## 1. 緒言

現在日本には、約 134 万人の脳卒中患者がいると推定されている<sup>(1)</sup>。患者数は徐々に減少しているが、死亡率も低下していることから脳卒中の後遺症に悩まされている人も多い。また、患者数は 70 歳代が最も多い。この脳卒中の後遺症の代表例として片麻痺が挙げられる。片麻痺とは、身体の左右どちらかの半身が麻痺する障害のことである。リハビリテーションにより回復することもあるが、多くの場合手足に障害を抱えることになる。片麻痺になると片手片足が動かさない、又は動かしにくくなるため、移動が困難になる。そこで、リハビリや移動手段として手動車椅子を用いることが多い。しかし、片麻痺患者は片側のハンドリムしか漕ぐことができないため、足を使って軌道修正を行い、直進、旋回する。また、片手で両手分の力を加え移動しなければならず、負担が大きい。そのため、安定した走行が困難である。電動車椅子を使用することで安定した走行が可能になるが、残存筋力の低下を招く恐れがあるため適していない。そこで、片麻痺患者でも容易に操作可能で、筋力低下を抑制する車椅子が必要となる。現在市販されているもので、様々な患者に対応した車椅子は開発されていないことから、片麻痺患者を対象としたパワーアシスト車椅子の開発が必要となる。

そこで筆者らは、脳卒中の後遺症の片麻痺に着目し、片麻痺患者を対象としたパワーアシスト車椅子の操作部の開発を行っている。本稿では、その片麻痺患者用パワーアシスト車椅子の概要を述べ、その操作部の提案を行う。そして提案した操作部について、車椅子を利用している人にアンケートを実施し評価を行う。

## 2. 片麻痺患者用パワーアシスト車椅子の概要

本章では、片麻痺患者用パワーアシスト車椅子の構成、操作方法、課題点について述べる<sup>(2)(3)(4)</sup>。

## 2-1 実験機の構成

Fig 1 に実験機の概観を示す。Fig.1 の実験機は、手動車椅子、AC サーボモータ及び減速機、パウダブレーキ、

ロータリーエンコーダ、DSP、旋回コントローラ、バッテリーで構成されている。車椅子のシートの下部にバッテリーを搭載しており、電圧変換用の回路を介してそれぞれに電力を供給している。左麻痺患者用となっているため、左車輪側には駆動用の AC サーボモータ及び減速機、ロータリーエンコーダが取り付けられており、右車輪側にはパウダブレーキ、ロータリーエンコーダが取り付けられている。また、車椅子の背面には、DSP、モータドライバ、電源回路が取り付けられている。

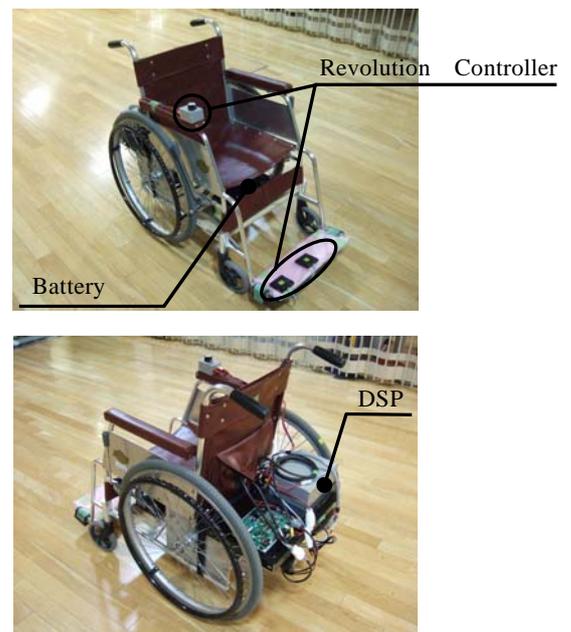


Fig.1 Exterior of Test Prototype

また、Fig 2 に実験機の動作を示す。現在、この実験機では前後の走行と旋回が行えるが、その場での方向転換(転回)は行えない。

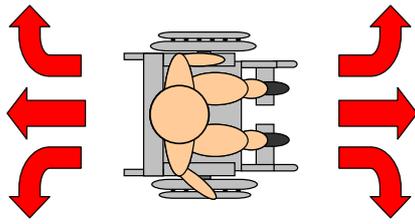
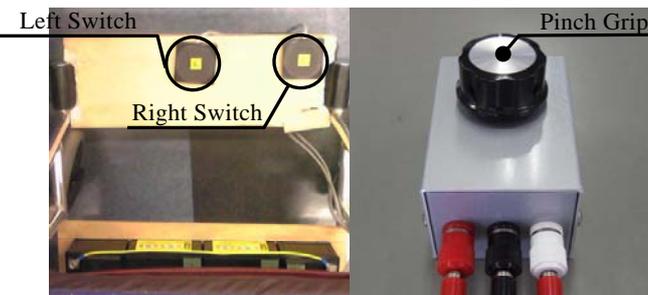


Fig 2 Movement of Test Prototype

## 2-2 実験機の操作方法

本実験機の操作としては、操作者が健常側の腕で操作側の車輪を漕ぐことで直進走行が可能であり、旋回するには走行中に旋回コントローラを操作する。旋回コントローラは、フットスイッチ式とボリュームコントローラ式の2種類がある。Fig 3に旋回コントローラを示す。フットスイッチ式は、フットレストに設置した左右のフットスイッチを踏みながら車輪を漕ぐことで、旋回走行が可能となっている。もう一方は、健常側のアームレストに設置したボリュームコントローラつまみを左右に回すことで旋回する。このボリュームコントローラ式の場合、つまみを回す量に応じて旋回半径が変化する。また、左右の車輪速度の比率を変えることで、任意の最小旋回半径に調節可能である。



(a) Foot Switch Controller (b) Volume Controller  
Fig 3 Revolution Controller

## 2-3 課題点

この実験機の課題として以下の2つが挙げられる。

- ・ 右旋回時の加速
- ・ 旋回方法

まず、右旋回時の加速の原因については、操作側の車輪速度を基準にして旋回速度が決まるということが挙げられる。さらに、アシスト側のトルクが大きいため、操作側の車輪が干渉を受けて、加速してしまっている。そこで操作側の右車輪にパウダーブレーキを取り付けた。その結果、低速で旋回する際の加速は抑制できたが、スピードをつけて漕いだときの加速は抑制できていない。

次に旋回方法については、霞ヶ関南病院での走行試験では、操作の容易さと安全性が課題として挙げられた。まずフットスイッチ式は、スイッチの踏み間違いによる誤動作や、手と足を同時に動かすのは困難であると指摘された。一方ボリュームコントローラ式は、コントローラを操作するとき進行方向から目線が外れて危険と指摘された。

## 3. 操作部の提案

片麻痺患者用パワーアシスト車椅子の操作部に必要な条件を、以下に示す。

- ① 片麻痺患者でも操作可能
- ② 小さな力で操作可能
- ③ 少ない動作で操作可能

①は、利用の対象を片麻痺患者としているため、片手片足のみで操作が可能でなければならない。②については、本来両手で操作する車椅子を片手で操作するため、負担を軽減する必要がある。また、長距離移動を可能にすることや、利用の対象を主に高齢者としているため、筋力が低下していても操作を可能にする必要がある。③は、誰でも操作できる必要があり、特に高齢者のことを考慮すると複雑な操作は避けるべきである。複雑な操作を必要とした場合、使用者が操作を誤り事故につながる危険性もある。そのため、分かりやすく少ない動作で操作できることが必要となる。以上のことを考慮して、片麻痺患者用パワーアシスト車椅子の操作部を提案する。提案する6つの方式の操作部の概観は後述のアンケートに示す。

### 3-1 スティック方式

左右に傾くスティックをアームレストの先端に設置し、このスティックで方向指示を行う。直進するときは、垂直にした状態でハンドリムを漕ぐ。旋回するときは、スティックを倒して左右への方向指示を行う。右旋回時は、スティックを右に倒し、左旋回時は左に倒しハンドリムを漕ぐ。このスティックは、手を離れた位置で固定する。

### 3-2 フットスライド方式

フットレスト上部に左右に傾く方向指示装置を設置し、この装置で方向指示を行う。直進するときは、方向指示装置を左右に傾けずにハンドリムを漕ぐ。旋回するときは、足の置く位置をずらし曲がりたい方向に装置を傾けて方向指示を行う。右旋回時は、足を右に動かし装置を倒し、左旋回時は左に倒しハンドリムを漕ぐ。また、方向指示装置に力が加わっていないときはフットレストと平行の状態を維持する。

### 3-3 ヘッドレスト方式

左右に傾くヘッドレストを設置し、このヘッドレストで方向指示を行う。直進するときは、ヘッドレストを左右に傾けずにハンドリムを漕ぐ。旋回するときは、曲がりたい方向に頭を傾けて方向指示を行う。右旋回時は、頭を右に倒し、左旋回時は左に倒しハンドリムを漕ぐ。また、装置に力が加わっていないときは垂直の状態を維持する。

### 3-4 音声認識方式

直進するときは、言葉を発せずにハンドリムを漕ぐ。旋回するときは、「みぎ」もしくは「ひだり」と声ですることによって方向指示を行う。右旋回時は、「みぎ」、左旋回時は「ひだり」と声を出しハンドリムを漕ぐ。

### 3-5 ハンドリム方式

ハンドリムを車輪の回転軸方向に力が加わったときに2~3cmずれるようにし、ハンドリムで方向指示を行う。直進するときは、車輪の回転軸方向に力を加えずにハンドリムを漕ぐ。旋回するときは、曲がりたい方の車輪の回転軸方向に力を加えることで方向指示を行う。右旋回時は、ハンドリムを右に、左旋回時は左に押しながらハンドリムを漕ぐ。

### 3-6 レバー方式

ハンドリムを取り外しレバーを車輪軸に取り付け、このレバーのグリップ部分で方向指示を行う。レバーをハンドリムのように回転方向に力を加えることで推進力を得る。また、車椅子が進んでいる間にレバーを元の位置まで戻し、再び押し出すことでハンドリムのような間欠的な推進力を得る。直進するときは、レバーのグリップの中央を握りレバーを漕ぐ。旋回するときは、曲がりたい方のグリップの端を握ることで方向指示を行う。右旋回時は、グリップの右を、左旋回時はグリップの左を握りレバーを漕ぐ。

#### 4. アンケートによる操作部の検討

提案したどの操作部が使い易いかを調査するため、車椅子を利用している片麻痺患者や介護に携わる方にアンケートを実施した。

##### 4-1 アンケートの調査対象・内容

アンケートは、霞ヶ関南病院の片麻痺患者 22 人、スタッフ 23 人を対象に行った。片麻痺患者の方は、失語症などで判断力が欠如している方はアンケートの対象から外し、60 代～70 代を中心に行った。また、スタッフの方は、理学療法士や作業療法士を対象とした。

次ページに実際に使用したアンケートを示した。片麻痺患者には、性別、年齢、車椅子の使用場所の車椅子使用者の情報と、複数回答可とした提案した操作部の評価と、自由記述である。スタッフの方には、評価と自由記述のみで実施した。

##### 4-2 アンケートの結果

片麻痺患者に行った Q1～Q7 の回答を以下に示す。

###### Q1. 性別

A1. 男性 11 名、女性 11 名

###### Q2. 年齢

A2. 50 歳未満 1 名、50 代 2 名、60 代 9 名、70 代 10 名

###### Q3. 麻痺側

A3. 左麻痺 13 名、右麻痺 9 名

###### Q4. 受傷時期

A4. 1 ヶ月～11 年

###### Q5. 受傷後の車椅子試用期間

A5. 2 週間～5 年

###### Q6. 車椅子の使用場所

A6. 室内のみ 14 人、両方 8 人

###### Q7. 車椅子の操作が不便だと感じるか

A7. 非常に不便 4 人、不便 4 人、普通 6 人、便利 6 人、非常に便利 2 人

Fig 4 に片麻痺患者とスタッフに行った Q8. 使い易そうな車椅子の回答を示す。

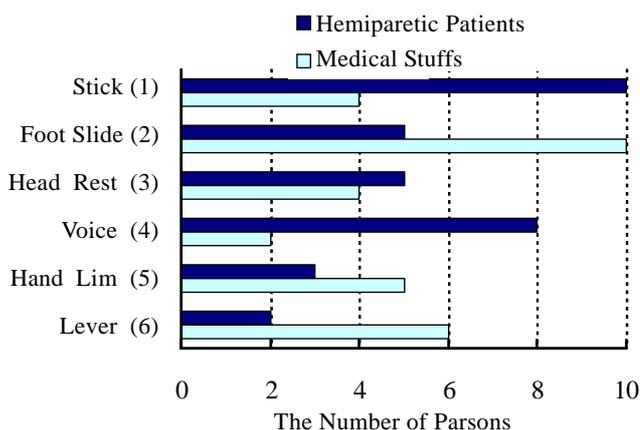


Fig 4 Result of Questionnaire

Fig4 から、片麻痺患者では、スティック方式が最も高い評価を得た。一方スタッフからは、高い評価は得られなかった。次に、フットスライド方式は、片麻痺患者からは高い評価は得られなかったが、スタッフの方から最も高い評価を得た。また、音声認識方式は、片麻痺患者からは 2 番目に高い評価を得られたが、スタッフからは最も低い評価だった。このように片麻痺患者とスタッフの評価に差がわかることがわかった。

また、Q9 の自由記述での意見を以下に示す。

- ・ 車幅が狭いものが良い
- ・ 旋回半径の調整ができるものが良い
- ・ 操作がシンプルなものではないと難しい

##### 4-3 考察

スティック方式は、片手のみで操作ができ操作が分かりやすいことから、片麻痺患者に高い評価を得られたと考えられる。しかし、スタッフの評価が高くなかったのは、旋回する際にハンドリムから手を離す時間が長いからである。これは、スティックの位置を検討することで解決できると考えられる。

次に、フットスライド方式は、介護や車椅子の知識を持っている方の視点で、操作が容易で分かりやすいことが、スタッフから高い評価を得られた理由だと考えられる。しかし、片麻痺患者には細かい操作だと思われたため、評価が低かったと考えられる。これは、方向指示装置を大きくすることで解決できると考えられる。

また、ヘッドレスト方式は、両者で 4、5 人程度の評価だが、自由記述でいただいた意見に合致している。その意見で車幅が狭いものが良い理由は、コンパクトな車椅子の方が狭い通路でも走行できるためである。旋回半径の調節は、小さな旋回と大きな旋回を使い分けるためである。

音声認識方式は、容易な操作であるため片麻痺患者から高い評価を得られたと考えられる。しかし、片麻痺患者がしっかり発音できないことや、話しながら走行すると旋回する可能性があるため、スタッフの評価が低かったと考えられる。

ハンドリム方式・レバー方式は、片麻痺患者で高齢者の方にとっては複雑な操作であることから、片麻痺患者の評価が低かったと考えられる。

以上から、スティック方式・フットスライド方式の 2 つの提案が、より多くの片麻痺患者が使用しやすい操作部だと考えられる。

#### 5. 結言

本稿では、片麻痺患者用車椅子の概要を示した。次に、片麻痺患者用パワーアシスト車椅子の操作部に求められる条件を定め、それらを考慮した 6 つの提案を行った。また、提案した車椅子の評価を行うため、片麻痺患者や介護に携わるスタッフの方にアンケートを実施した。その結果、1 つの操作方法だけで障害の度合いの異なる様々な片麻痺患者に対応するのは困難であることがわかった。そのため、スティック方式とフットスライド方式の 2 つの提案によって対応可能だと考えられる。

#### 参考文献

- (1) 厚生労働省：「平成 20 年患者調査の概況」
- (2) 和多田 雅哉, 中村 文俊, 金 容載, 片手漕ぎパワーアシスト車椅子の駆動制御, 日本 AEM 学会誌, Vol.17, no.1, pp.108-113, 2009
- (3) 矢島 裕介, 和多田 雅哉, 山田 睦雄, 齊藤 克子, 内藤 貴司, 片手漕ぎアシスト車椅子の走行試験に関する評価と実用性の検討, 第 7 回生活支援工学系連合大会, 講演予稿集, pp.33-34, 2009
- (4) 矢島 裕介, 和多田 雅哉, 山田 睦雄, 齊藤 克子, 片手漕ぎアシスト車椅子の走行制御, 日本機械学会, 第 53 回自動制御連合講演会, 講演論文集, Vol.369, pp1145-1148, 2010

