

後付け式足漕ぎ車椅子装置の開発

Development of a retrofit folding pedaling wheelchair

○ 若林俊宏 (大分大) 今戸啓二 (大分大) 三浦篤義 (大分大)

Toshihiro WAKABAYASHI, OITA University  
Keiji IMADO, OITA University  
Atuyoshi MIURA, OITA University

**Abstract:** A wheelchair is an effective device for transporting patients who have lost the motor function of their lower limbs. Conventional wheelchairs are designed to lessen the strain on the lower limbs of patients. However, those who use such wheelchair often are likely to become disuse syndrome. Retrofit pedaling wheelchair is attracting attention, because it makes possible for patients to move and to rehabilitate them at the same time. However, existing pedaling wheelchair are so expensive and has not spread well. We developed a retrofit pedaling wheelchair that can be attached to a common wheelchair. A hemiplegic patient is able to steer the wheelchair with one hand, the paralyzed limb is to be rehabilitated through daily activity by pedaling both feet. The steering rod of the wheelchair can be folded by means of a universal joint. Thus, patients can get on and get off the wheelchair without difficulty.

**Key Word:** Pedaling wheelchair, Hemiplegic patient, Disuse syndrome, Rehabilitation

1. 研究背景

現在、下肢に下肢機能障害を負っている人の数は、全国で約 62.7 万人に上る。その要因としては、脊髄損傷、脊髄性小児麻痺、進行性筋萎縮疾患、脳卒中などの脳血管障害、脳性麻痺、パーキンソン病などの脳神経疾患、各種関節疾患などがあり、交通事故や先天的な病気、高齢者に起こりやすい病気など要因は幅広い<sup>1)</sup>。下肢運動機能が低下・消失した際、車椅子は有効な移動手段である。しかし、従来の車椅子は下肢に負担が掛からない設計となっており、廃用症候群（筋力の低下、関節の拘縮など）の恐れがあるため、リハビリテーションによって歩行時の身体機能を回復、増進することが望ましい。しかし、平成 18 年に医療法が改正され、脳の病気等によるリハビリの保険適用期間の上限は、原則として 180 日まで<sup>2)</sup>となり、退院を余儀なくされた患者は自宅でリハビリを十分に行えず、改善しかけた身体機能が再び後退してしまうことが問題となっている。そこで、歩行困難者も健常側に僅かな力があれば走行可能な“足漕ぎ車椅子”の開発が注目を集めている。足漕ぎ車椅子の大きな特徴は、軽度から極めて重度な脳卒中片麻痺患者まで、その駆動を阻害する要因（関節拘縮、強い疼痛、高度の認知症・高次脳機能障害など）がなければ適用可能な点にある<sup>3)</sup>。しかし、市販の足漕ぎ車椅子の価格は 30 万円前後と高額であることが普及を遅らせる原因となっている。

本研究では足漕ぎ部分が一般的な車椅子にも装着できる、後付け式足漕ぎ車椅子装置の開発を目指した。現有の車椅子を活用するため、車椅子所持者が新たに高額な足漕ぎ車椅子を購入しなくてもコストを抑えて、足漕ぎ機能を活用できる機構の作成を目標とする。

2. 動作原理の概要

表 1 に後付け式足漕ぎ装置の寸法を示す。

Table 1 Dimensions of a retrofit pedaling equipment

Weight [kg]	Total length [mm]	Height [mm]	Width [mm]	Wheel diameter	
				rear [mm]	front [mm]
9.9	1140	900	450	200	75



Fig.1 Image of retrofit pedaling wheelchair.

図 1 に、一般的な車椅子に試作した足漕ぎ装置を装着した機構モデルを示す。ペダルとリアタイヤの軸は同径のプーリーを固定し、V ベルトにより連結している。駆動輪となるリアタイヤは、車椅子の後輪間のほぼ中央に配置することで、車椅子の回転半径が大きくなるようにした。ハンドルを車椅子のアームレストの高さにすることで、腕をアームレストに乗せたままでも操舵可能とした。片麻痺患者のため、ペダルに足を固定するためのベルトを取り付けた。このベルトにより麻痺側の脚のペダルへの固定と、健脚側がペダルを引き上げる際の力を利用することで、リハビリ効果の向上が期待できる。

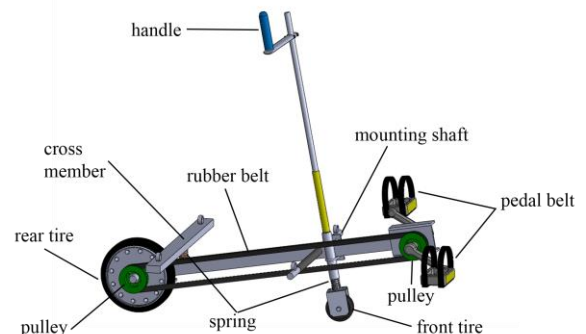


Fig.2 View of retrofit pedaling wheelchair.

足漕ぎ装置本体の外観を図2に示す。足漕ぎ装置のメインフレームの前方に、メインフレームと直交する方向に直径 $\phi 22\text{mm}$ 、長さ $370\text{mm}$ のパイプを溶接した。そのパイプに直径 $18\text{mm}$ 、長さ $466\text{mm}$ の軸を貫通させ、軸の両端を車椅子の左右のフレームにUボルトにより固定した。そのため足漕ぎ部のメインフレームは、軸を中心に回転可能である。リアタイヤとフロントタイヤは、それぞればね定数 $K_R=41\text{kN/m}$ 、 $K_F=2.4\text{kN/m}$ のばねを介し、床面と接する構造にしている。足漕ぎ装置を取り付けた車椅子は、後付された足漕ぎ部の固定軸を中心とした揺動機構と、ばねを介したタイヤ支持機構により、多少凹凸のある床面でも無理なく走行できる。リアタイヤのばね定数 $K_R$ の大きい理由は空転を防ぐためであり、ばねを取り付けるために、図2に示す位置にクロスメンバーを取り付けている。

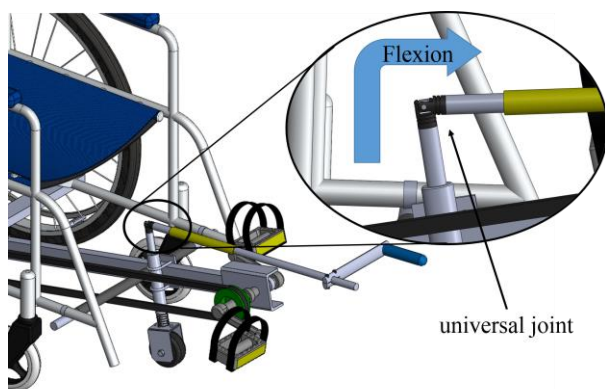


Fig.3 Enlarged view of the universal joint.

図3に、ステアリングロッドのユニバーサルジョイント部を拡大した外観を示す。先行研究の足漕ぎ車椅子装置は、ステアリングロッドが車椅子の座部と近接した設計となっており、乗り降りの邪魔となる問題があった。そこで、操縦レバーには直径 $15\text{mm}$ 、長さ $555\text{mm}$ の軸を、フロントタイヤには直径 $15\text{mm}$ 、長さ $210\text{mm}$ の軸を固定し、その両端をユニバーサルジョイントにより連結することでステアリングロッドの折り畳みを可能とした。2つの軸には直径 $19\text{mm}$ 、長さ $167\text{mm}$ のカバーパイプに貫通させてある。車椅子操縦時はユニバーサルジョイント部を覆う位置にカバーパイプを設置することでステアリングロッドを一直線上に固定できる。乗り降り時はカバーパイプを操縦レバー側にスライドさせることで折り畳みを可能にした。

ステアリングロッドの折り畳みが可能となったことで、車椅子への乗り降りがスムーズにできるようになった。また、折りたたみ機構が実現したことでハンドル軸をよりリアタイヤ側に近接して固定することができ、リアタイヤとフロントタイヤ間の距離を短縮できた事で、移動時の旋回半径の縮小化も実現できた。

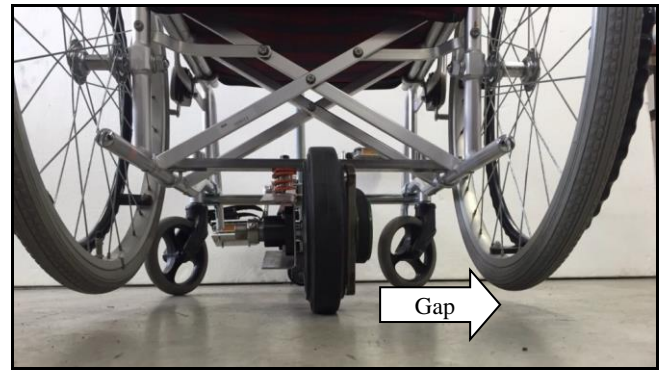


Fig.4 Wheelchair with no one on it.

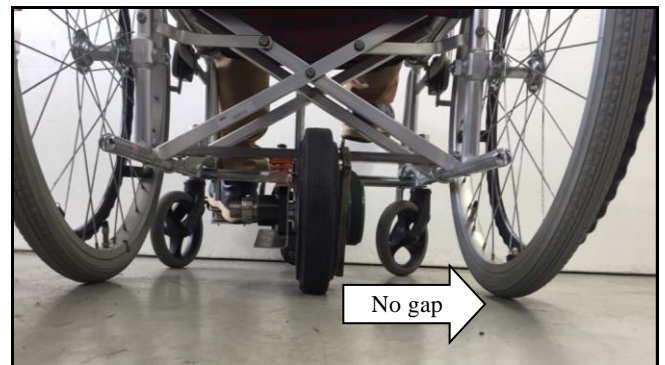


Fig.5 Wheelchair with a person on it.

図4に、足漕ぎ装置を取り付け、車椅子に人が乗っていない場合の外観を示す。図5には足漕ぎ装置を取り付け、車椅子に人が乗った場合の外観を示す。人が車椅子に乗っていないとき、車椅子本体の後輪は足漕ぎ装置のリアタイヤ側に設置されたばねで押し上げられ、図4に示すように若干地面から浮き上がる。人が車椅子に乗れば車椅子の後輪は図5に示すよう、体重でタイヤは地面に接地する。

本研究で開発した試作機は、下肢の不自由な人のリハビリ用で、後付け簡単な構造をした新しい足漕ぎ車椅子であるといえる。

#### 参考文献

- 1) 障害者白書(全体版)平成25年度版. 内閣府 p.289-302  
<http://www8.cao.go.jp/shougai/whitepaper/h25hakusho/zenbun/pdf/furoku08.pdf>
- 2) 高橋隆行, 関和則: 下肢麻痺者のための新しい脚駆動型移動機器, 計測と制御 Vol.45 No5(2006) p.440  
[www.jstage.jst.go.jp/article/sicej11962/45/5/45\\_5\\_440/\\_pdf](http://www.jstage.jst.go.jp/article/sicej11962/45/5/45_5_440/_pdf)
- 3) 保険診療の理解のために. 平成25年度版 地方厚生(支)局 - 厚生労働省 p.23  
[http://kouseikyoku.mhlw.go.jp/kantoshinetsu/gyomu/bu\\_ka/tokyo/documents/shidoutext26\\_tokyo\\_ika.pdf](http://kouseikyoku.mhlw.go.jp/kantoshinetsu/gyomu/bu_ka/tokyo/documents/shidoutext26_tokyo_ika.pdf)
- 4) 半田康延: 瓢箪から生まれた驚異の移動機器; 足こぎ車椅子 参考文献論文題目 1, 日本機械学会誌 Vol.115 No.1121(2012) p.42  
[www.jsme.or.jp/publish/kaisi/120401t.pdf](http://www.jsme.or.jp/publish/kaisi/120401t.pdf)