

## 資 料

## 電動車いすの入力装置の開発と製品化に関する研究

米田 和彦\*・藤井 一男\*\*・売豆紀 清\*\*・景山 稔久\*\*\*・森山 法龍\*\*\*

## 1. 目 的

電動車いすを足によって操作している使用者は少なからず存在し、そのほとんどが図1に示す通常のジョイスティック式の自走用操作部をアームレストからフットレストに移設して使用している。

しかし、この方法は以下に示す二つの問題点を有している。まず、座面と操作部が設置されるフットレストの間隔が、足の長さに対して狭く操作しにくいという点が挙げられる。フットレストを下げて対応する方法では床面や路面と接触しないように、ある程度の間隔が必要であり、位置を下げるにも限度がある。一方、クッションを使用して座面を上げる方法もあるが、重心が上がり安定性を欠くためあまり高くはできない。

次にジョイスティックは手による操作を前提にしているため、足操作の場合の適合性に劣るといっても挙げられる。具体的には、ジョイスティックの上部を操作するため足保持位置の高さが高くなり、微妙な操作が困難であること、また、足では想定以上の力がかかるため操作部の強度が不足すること、更には操作時に足をフットレストから離して保持しなければならないため疲れることなどである。

このように、既存のジョイスティックで足入力要望に対応することは困難である。そこで新しく入力および位置検出機構を考案し、高さを低く、よりスムーズな動きを実現するとともに、耐久性を向上させた電動車いすの足入力



図1 ジョイスティック式自走用操作部

装置の設計・製作を行ったので、その結果について報告する。

## 2. 方法および結果

電動車いす用の足入力装置は、強度・形状とともに手操作の場合との違いを考慮する必要がある。まず操作性の点では、手であれば細かな動きによる制御が可能であるが、足の場合ではむしろ入力変位量を大きくした方が操作性が向上すると考えられる。次に強度の面では、足入力の場合どうしても強い力で操作するため、通常のジョイスティックではスティック部あるいは軸受け部が破損することが多い。このため、手入力の場合より高い強度が要求される。さらに形状面では、さまざまな形状のスティックおよびノブが各メーカーのオプションで用意されているが、操作方法自体は手入力に対応した形状であり、足入力に適合した操作部の形状が要求される。また路面とのクリアランスを確保し、なおかつ左右の足の高さがあまり大きく違わないよう、操作部はなるべく薄くすることが望ましい。

以上の四点を踏まえて、試作した足入力電動車いすを、平成18年～19年(以下平成はHと略記する)にかけて複数の福祉機器展や鳥根県理学療法士学会に出展し、試乗等により広く来場者の意見を聴取した。それらの意見に基づいて改良を加え完成度を高めた。なおベースとなる電動車いすは、当初モデルではヤマハ JW-I を用いたが、最終モデルでは、現在最も普及しており機能的にもコントローラに5段階の速度調節機能が組み込まれていて、幅広い速度制御が可能なヤマハ JW アクティブを採用した。図2に JW-I を改造した足入力電動車いすの当初モデルを、図3に最終モデルのベースとした JW アクティブを示す。今回試作した足入力電動車いすは、ベースとなる車いすに位置検出用ベースユニットおよび操作部である足載せプレートを追加するとともに、もともとの自走用操作部を改造した構造となっている。

以下にそれぞれの部分について説明する。

## 2.1 位置検出用ベースユニット

ベースユニットは足入力装置の心臓部である。前記、足入力装置に要求される4点の条件を総合的に解決する手段として、ジョイスティックによる角度入力方式から X-Y テーブル式の平面移動入力方式を採用した<sup>1),2)</sup>。これにより軸受けとスティックが不要となり、平面で荷重を受ける

\*情報デザイングループ、\*\*(有)ユーエムデー、\*\*\*(有)ともみ工房



図2 足入力電動車いす



図3 ヤマハ JW アクティブ

ため入力装置の強度向上、薄型化を実現することができる。さらに変位と出力が比例するためニアな操作感が得られるなどの利点がある。

ベースユニットの開発過程は、H18年度には図4 c)に示す光造形樹脂部品と部分的に金属部品を組み合わせた機能検証用モデルを使用した。しかし製品化にあたっては、長期使用のための寸法安定性が要求されること、ケース自体では荷重を受けないとはいえある程度の強度が必要となることなどの理由により、ケースおよび内部の構成部品の素材をABS樹脂に変更するとともにケース自体の肉厚も薄くした。

動作のスムーズさと安定性を高めるためには、スライド部はある程度の大きさを必要とする。また入力動作が平行移動であるため操作部である足載せプレートも比較的大きくなる。そこでベースユニットの装置平面を大きくし、ユニットの高さを低くした図4 b)に示すH19年度前期モデルを改良版として作製した。

また、ベースユニットのストロークは、当初オリジナルのジョイスティック上部の移動量に合わせて-15mm～+15mmとしていたが、H18年度モデルならびにH19年度前期モデルでのモニタリングおよび動作の検証結果を受けて-12mm～+12mmに変更した。同時に防塵・防水目的で上カバー開口部を小さくし、開口部周囲に高さ3mmのカラー部を設けるとともに、製品幅を15mm小さくして、図4 a)に示すH19年度後期モデルを最終モデルとした。

## 2.2 足載せプレート

ベースユニットの操作部として図5および6に示すよう

な足載せプレートを試作した。これは平板状でかつ足形にフィットする形状をしているため、足保持位置の高さが低くなるとともに、微妙な操作が必要でなくなるなどの利点を有している。したがって足入力の際のジョイスティック操作部の欠点を一挙に解決することが可能である。

足載せプレートも当初モデルから次第に改良を加えたが、最も大きな改良点は、足入力装置の足載せプレートの動きである。H19年度前期タイプまでは図5に示すようにベースユニットの軸を中心に自由に回転するタイプで、基本動作はプレートを前後左右に平行移動させるものであった<sup>3)</sup>。この方式では、例えば左前方へ行くには前と左を組み合わせるため、その際つま先を進行方向に向けることでより操作しやすくなる。

しかし、これに対しプレートの回転角度を検出してはどうかという試乗者の意見があったため、角度検出に回転ポテンションの使用を検討した。しかしこの方法では構造が複雑になり、装置の高さも高くなる。そのためベースユニットはそのまま使用し、足載せプレートの別の位置に回転中心を置くような機構にした。前方・後方何通りかの試行から、最終的には図6のように踵の下に中心を設けて回転する機構とした。この改良により左右方向の変位量は、スライドによる平行移動量ではなく、回転角の大小により与えられ、従来方式より小さな力で操作することが可能になった。なお前後方向については、従来同様前後にスライドさせて制御する方式とした。

## 2.3 自走用操作部の改造

足入力装置の位置検出用ベースユニットの入力変位量は、スライド抵抗により電圧として図7に示すマイコンボックスに入力した。次にJW アクティブの自走用操作部のジョイスティック式操作レバーを取り外し、そのコネクタにマイコンボックスの出力を接続した。

このマイコンには、予めパソコンを介して、図8に示す特性設定画面から前後・左右それぞれ独立に特性曲線を設定しておき、それに応じた電圧を出力させた。なお図8の横軸は入力変位量、縦軸は出力電圧を示し、4つの図はそれぞれ前後左右方向への特性曲線を示している。

また、自走用操作部のもととジョイスティックがあった部分には安全対策としてプラスチック板とLEDによる

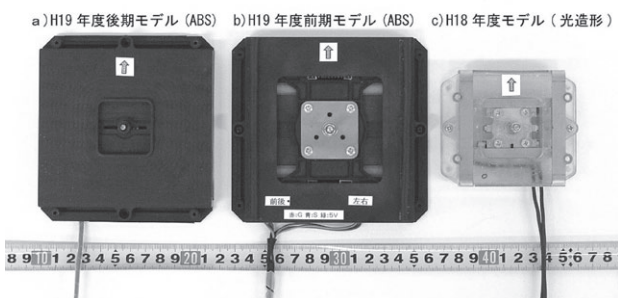


図4 ベースユニットモデル

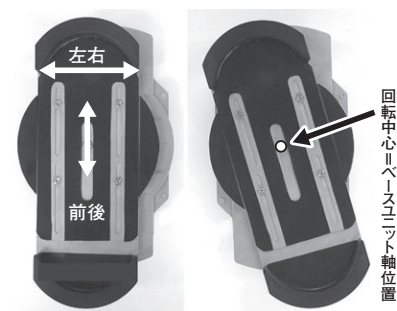


図5 H19年度前期モデル

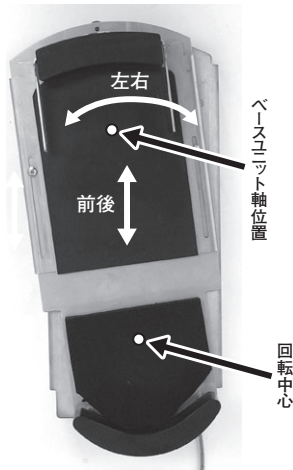


図6 H19年度後期モデル

位置インジケータを取り付けた。車いすに着座し足を載せた後、力をかけなければ足載せプレートはバネにより中立点に戻る。しかし、たとえば意識しなくとも若干体重がかかっているために、中立位置から前後左右のいずれかにずれた位置にある時には、ずれている方向の赤のLEDが点灯し、同時にブザーが鳴り、マイコンから電圧信号は出力されずモータは回転しない機構とした。図9に初期位置インジケータを示す。左は足載せプレートが後ろと右にずれている状態を示し、この状態では入力変位を与えてもモータは回転しない。これを修正して中立位置にすると右のように中心の緑のLEDが点灯し、それ以降入力変位量に応じて図8の前後左右の特性曲線に従って電圧が出力され、自走用のモータが回転する。

#### 2.4 電動車いすのフットレストの改良

H19年度前期タイプの入力電動車いすを図10に示す。これはオリジナルのフットレストにベースユニットと足載せプレートからなる入力装置を前後調節が可能に取り付けたものである。しかし、フットレストの材質に剛性がないため、足を載せて体重をかけるとフットレストの内側がたわみ、操作性が良くないので、図11に示す一体型のフットレストに交換した。これにより強度が増すとともに、入力装置設置位置の左右への移動もより簡単に行えるようになった。なお、この図に示す足載せプレートは、不特定多数による試乗用に操作者の足の大きさに合わせて

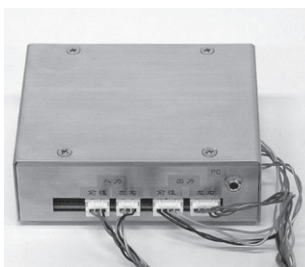


図7 マイコンボックス

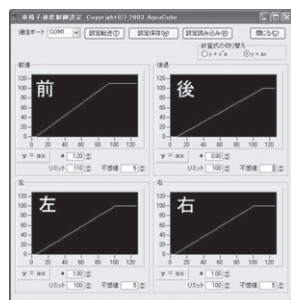


図8 特性設定画面

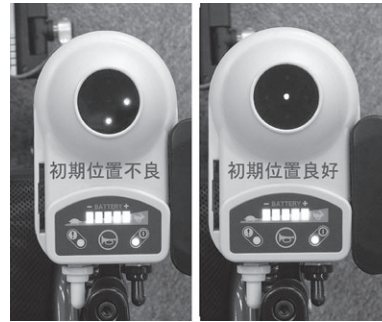


図9 初期位置インジケータ

長さ、幅および左右の設定位置が調節可能である。

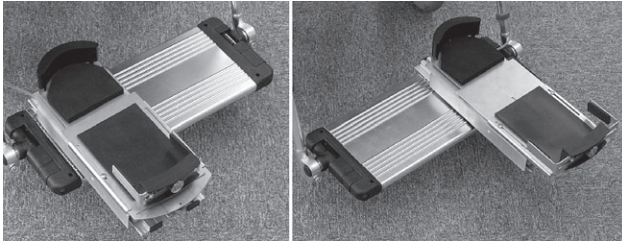
最終モデルであるH19年度後期タイプの足入力電動車いすを図12に示す。展示・試乗の際の聞き取り、アンケート調査の結果、今回開発した足入力装置は、H19前期モデルの時指摘が多かった左右方向への入力の困難さについては指摘が無くなり、足載せプレートの改良により後期モデルの操作性が向上したことが確認できた。

ここまで述べてきたように本装置は足入力用として開発してきたものである。しかしその過程で、手入力を行う場合にも、従来のようにアームレスト前部のジョイスティックで操作するのではなく、手または腕をテーブルに置いて操作したいという要望があった。当初は手入力であれば位置の変更はジョイスティックボックスを移設することによって対応可能で、その方がコスト的にも有利と考えていた。しかし、足入力だけでなく実際に手または腕をテーブルに置いて操作する際にも、今回開発した平面移動方式の入力装置はテーブル下部の構造物が薄いため、膝までの空間も大きく使い勝手が良く、さらに直接膝の上に置いての使用も可能である等の利点があることが分かった。

図13に示すように、位置検出用のベースユニットに足載せプレートを組み合わせれば足入力装置になり、ベースユニットにテーブルとグリップを組み合わせれば手入力装置として使用できる。図13は両手入力用にグリップをテーブルの中心線上に取り付けた例を示している。今後は足入力とともにジョイスティック方式にはない利点を有する



図10 H19年度前期タイプ足入力電動車いす



右足用 長さ:最短 幅:最小 左足用 長さ:最長 幅:最大  
図11 一体型フットレスト・足入力装置



図12 H19年度後期タイプ足入力電動車いす

手入力装置としての製品展開も可能である。

今後ますます高齢化が進み、それに伴って種々の病気の

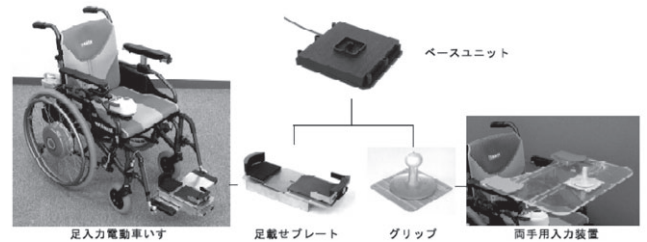


図13 ベースユニットと各種入力装置の組み合わせ

後遺症等により、障害を持つ高齢者の増加が予想される。さらに高齢者のみならず、交通事故等により障害を持つにいたった若者に対しても、現在の障害者にとっても、本装置は様々なインターフェースの中の一つの有用な選択肢となると考えられる。

本報告は(有)ユーエムディーが、(財)地域総合整備財団(ふるさと財団)のH19年度 新分野進出等企業支援補助事業に採択され、当センターと共同で実施した研究成果を取りまとめたものである。

## 文 献

- 1) 米田和彦."電動車いすの足入力装置の開発". 第8回福祉技術シンポジウム 資料. 東京. 2006-9-27. p.21-22.
- 2) 島根県. 方向操作用の操作ユニット構造. 特開2006-280498. 2006-10-19.
- 3) 島根県. 方向操作用の操作装置. 特開2007-283089. 2007-11-1.