

K-048

## 高齢者が使用できる新型歩行器の評価 Evaluation of walking assist vehicle for elderly

白井 智啓<sup>†</sup>

Tomohiro Shirai

津村 祐<sup>†</sup>

Yu Tsumura

中山 明日未<sup>†</sup>

Asumi Nakayama

鳥山 朋二<sup>†</sup>

Tomoji Toriyama

浦島 智<sup>†</sup>

Akira Urashima

一柳 健<sup>‡</sup>

Takeru Hitoyanagi

井口 竹善<sup>‡</sup>

Tikuzen Iguchi

池谷 薫<sup>‡</sup>

Kaoru Iketani

### 1. はじめに

高齢者は車いすを生活の移動補助器として使用することがあるが、車いすの使用時は足の運動を伴わないため、足腰の筋肉が衰退してしまう可能性がある。

車いす以外の移動補助器として、歩行器を用いることがあるが、従来の歩行器は歩行の補助が主目的であり、使用中の休憩に使用できないものが多い。歩行器に座部を追加することによって、腰かけることができるタイプもあるが、その多くは体の向きを変えて腰かけることになり、使いづらいという問題点がある。

このような問題を解決するため、新型歩行器を開発した。この歩行器には座面がついており、またがるように乗って、足で地面を蹴ることで前後左右に移動が可能である。新型歩行器の全体図を図 1 に示す。



図 1 新型歩行器

我々はこれまでセンサ車いすを用いた行動識別や見守りシステムの研究[1, 2]を行ってきた。

本研究は、この新型歩行器利用者の利用状況を把握することが目的である。本稿では、新型歩行器に設置するセンサシステムの試作、それを用いた買い物実験の実施、及び得られた歩行器利用者のデータの解析結果について報告する。

## 2. 歩行器利用状況の把握

### 2.1 センサシステム

歩行器には 2 種類のセンサを設置した。1 つ目は使用中の歩行器の各車輪にどれだけの荷重がかかっているかを計測するため、各車輪を支持する部分に取り付けた歪センサである。歪センサからの信号は、ホイートストンブリッジ、増幅回路を経て、A/D 変換され Android 端末に送られる。ホイートストンブリッジ、増幅回路、A/D 変換の回路、実験時の気温を測定するための温度計は利用者の妨げにならないよう歩行器胴体に吊るす形で固定した。2 つ目のセン

<sup>†</sup> 富山県立大学 Toyama Prefecture University

<sup>‡</sup> 菊池製作所 KIKUCHI SEISAKUSHO CO., LTD.

サは座席下に設置した Android 端末に搭載されている加速度・角速度センサである。歩行器の加速度・角速度を計測することにより歩行器の右左折や動き出しが検知できる。それぞれのセンサのデータは Android 端末に保存される。図 2 に歩行器に搭載されたセンサシステムの概要を示す。

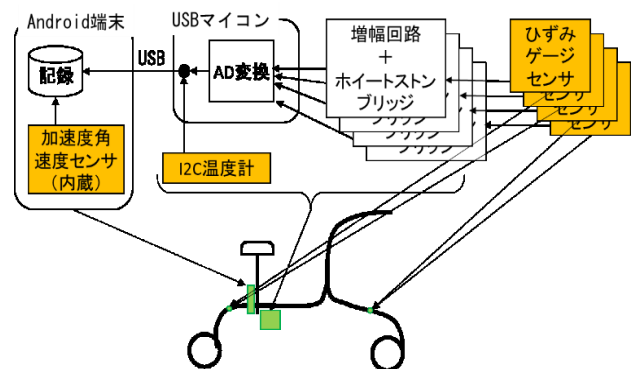


図 2 センサシステム概要

### 2.2 解析手法

センサ値として Android 端末に保存される歪センサのセンサデータは、あらかじめ測定したセンサ値と荷重 [kg] 対応表に基づき荷重に変換する。更に歩行器の各足にかかる荷重から利用者の重心位置を計算し、重心位置を可視化する。可視化の際には重心の他、総荷重、各足の荷重がそれぞれ瞬間値、一定時間の平均値も同時に表示する。

加速度・角速度についてはカルマンフィルターを使用した姿勢角推定によって角度に変換される。更に変換された角度と時間のグラフを作成し、可視化された重心と同期する。

歩行器に利用者がどれくらい体重をかけているかを示す歩行器依存度は歩行器の車輪にかかる総荷重を  $w$ 、利用者の体重を  $W$ 、実験時間を  $T$  とすると以下の式で求められる。

$$\frac{1}{T} \int^T w dt / W$$

## 3. 買い物実験

### 3.1 実験概要

今回、歩行器の評価を行うために、通常は車いすに頼らない生活が中心の高齢者 4 名が歩行器と車いすをそれぞれ 1 回ずつ使用し、ショッピングセンターで買い物を行う実験を実施した。ただし、用意した 2 台の歩行器の内、1 台のみがセンサ付き歩行器である。

実験開始前に健康状況のヒアリングを行い、実験実施に問題がないことを確認の上で、歩行器の説明と簡単な練習

をおこなった。その後買い物で購入する商品のリスト(マップ)を配布し、調査員 1~2 名、介護スタッフ 1 名同行で買い物をしてもらった。調査員は被験者と会話しながら実験を進行し、被験者の行動情報(位置、買い物対象物品、行動の種類と時間)を記録した。記録と共に、調査員は実験の様子を手持ちビデオカメラで、歩行器・車いすには視野角 360 度のカメラを設置し、それぞれビデオ撮影を行った。買い物実験終了後、歩行器、車いすは使いやすかったか、転倒不安があったか、買い物はしやすかったかといった質問や実験の感想を調査する 2 件法から 4 件法までが混在した計 14 項目のアンケートを実施した。

### 3.2 実験結果

今回の実験では、被験者 2 名分のセンサデータを取得した。アンケート調査は被験者 4 名に対し歩行器と車いす 1 回ずつ、合計 8 回の調査を実施した。

重心位置を可視化したところ、移動時に重心が左右に揺れている様子が得られた。これは、左右の足で交互に地面を蹴って進んでいるためと思われる。また、2 名の被験者を被験者 1 と被験者 2 とし、重心変化を比較すると、重心が左に寄り切った点と右に寄り切った点の軌跡の長さが被験者 2 の方が大きかった。

歩行器の方向については、歩行時に左右交互に回転する現象が見られた。図 3、図 4 に 2 名の被験者のグラフを示す。グラフの縦軸が角速度から計算された角度、横軸が時間を示している。矢印の範囲で歩行器が回転しており図 3 では 5 度程度、図 4 では 10 度程度回転している。

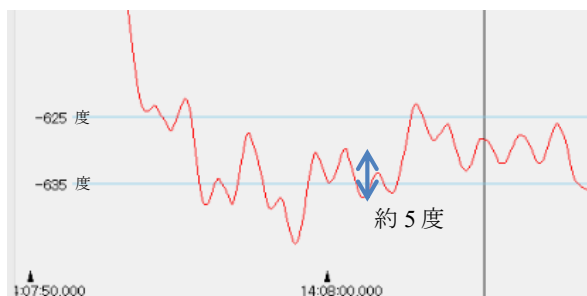


図 3 歩行器回転角度 (被験者 1)

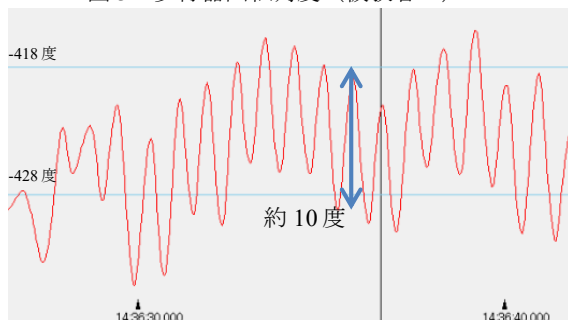


図 4 歩行器回転角度 (被験者 2)

歩行器依存度を計算した結果、被験者 1 が 0.95、図 4 の被験者 2 が 0.63 であった。

アンケート調査には質問項目に 2 件法から 4 件法までが混在していたため、質問の結果をそれぞれの質問に対して好印象であるほど点数の高くなる 10 点満点に換算した。この点数の質問項目ごとの平均を求めた結果、14 の質問項目中 10 が車いすの方が高評価であった。特に使いやすかったか、乗りやすかったかについての 2 項目では車いすが歩

行器よりも約 4 点高い点数となった。しかし、買い物は楽しかったかと見た目の抵抗は感じたかの 2 項目がそれぞれ 10 点と 7.5 点で同点、転倒不安があったかと棚に近づくのは簡単かの 2 項目で歩行器がそれぞれ 8.3 点、10 点で車いすよりも高評価という結果になった。次に各項目で分散値を見ると、疲れは感じたか、歩行器は使いやすかったか、痛みは感じたか、買い物は楽か、乗りやすさについて、乗り心地は窮屈かの 6 項目で分散値が 7 以上と大きかった。

### 3.3 考察

図 3 に示した 1 人目の被験者は歩行時の回転角、重心の振り幅が小さい一方で、歩行器依存度は大きく、アンケート調査の結果も全般的に好印象であった。対して図 4 に示した 2 人目の被験者は歩行時の回転角、重心の振り幅が大き一方で、歩行器依存度は小さく、アンケート調査の結果も歩行器に関して全般的に良くない印象であった。これは、被験者 1 は歩行器に上手く適合したため、スムーズに移動ができ、歩行器に体重を預けることができ、それによってアンケート結果も好印象になったと考える。被験者 2 は被験者 1 程歩行器を上手く扱えず、歩行器の回転角、重心の振り幅が大きくなり、また一方で歩行器依存度も小さくなったものと考えられる。それにより疲労して、アンケート結果に影響したと思われる。

車いすと歩行器についてアンケート結果を比較すると、買い物は楽だったか、疲れは感じたか、乗り心地は窮屈か、痛みは感じたかの 5 項目において平均では車いすに対して歩行器の点数は大きく劣っていた。ただ、同じ項目の分散値では歩行器はいずれも高い値を示している。このことから、歩行器は人によって扱いやすさに差が出ると言える。また、棚に近づくのは簡単かと転倒不安はあったかの 2 項目では歩行器は車いすよりも平均値が高かった。棚に近づくのは簡単かの項目では、車いすはひじ掛けや車輪が邪魔で棚に近づくことが難しいのに対して、歩行器は本体の横幅が小さく、左右の平行移動が可能であるためであると考えられる。また、転倒不安はあったかの項目については歩行器では左右に足を広げ体を支持することができるため、一定の脚力がある被験者にとって問題がなかったものと思われる。

### 4. まとめ

本論文では、開発した新型歩行器の利用状況を把握するためのシステムを構築した。このシステムを設置した歩行器を用いた高齢者の買い物実験を実施した。これにより歩行器の回転角、重心の振り幅、歩行器依存度が取得できた。実験からはそれぞれの被験者に対して歩行器の適不適があることが示唆された。歩行器が適さない原因として、歩行時の癖、座席の高さの不整合、不慣れが考えられる。この原因を特定するため、今後センサの種類や設置箇所を増やし、利用者の特徴をより細かく分析することが必要である。

#### 参考文献

- [1] 浦島 智, 鳥山 朋二, 中村 正樹, “在宅患者見守りのための周辺器具からの情報収集システムの構築”, 電子情報通信学会技術研究報告. USN, Vol. 112, No.31, pp.93-98, 2012.
- [2] 村田 浩祐, 中村正樹, 浦島智, 鳥山 朋二, “センサ車椅子を用いた車椅子患者の行動識別手法の検討”, 電子情報通信学会ソサイエティ大会講演論文集 2013 年\_基礎・境界, p.126, 2013.