

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題(和文)	高齢者向けハンズフリー下肢操作式モビリティの提案 開発コンセプト
Title(English)	Proposal of a new Handsfree and Lower Limb Operated Personal Mobility Vehicle for the Elderly -Design Concept-
著者(和文)	二瓶美里, 佐久間菜月, 西畑智道, 鎌田実, 菅原雄介, 島悠貴, 松浦大輔, 武田行生
Authors(English)	Misato Nihei, Natsuki Sakuma, Tomomichi Nishihata, Minoru Kamata, Yusuke Sugahara, Yuuki Shima, Daisuke Matsuura, Yukio Takeda
出典(和文)	日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会講演概要集, , , 2A2-K07
Citation(English)	Proceedings of the 2018 JSME Conference on Robotics and Mechatronics, , , 2A2-K07
発行日 / Pub. date	2018, 6

高齢者向けハンズフリー下肢操作式モビリティの提案 —開発コンセプト—

Proposal of a new Handsfree and Lower Limb Operated Personal Mobility Vehicle for the Elderly -Design Concept-

正 二瓶 美里 (東大) 佐久間 菜月 (東大) 西畑 智道 (東大) 正 鎌田 実 (東大)
正 菅原雄介 (東工大) 学 島 悠貴 (東工大) 正 松浦 大輔 (東工大) 正 武田行生 (東工大)

Misato NIHEI (UTokyo), Natsuki SAKUMA (UTokyo), Tomomichi NISHIHATA (UTokyo),
Minoru KAMATA (UTokyo), Yusuke SUGAHARA (Tokyo Tech), Yuki SHIMA (Tokyo Tech),
Daisuke MATSUURA (Tokyo Tech), Yukio TAKEDA (Tokyo Tech)

In this research, a new mobility vehicle for elderly is being developed, which combines lower limbs exercise effective for improvement of walking function, operation method enabling free upper limb movement, and movement support. This report summarizes the following three points; clarified target person and needs of movement activity, survey results of existing movement means and movement supporting equipment, and advantages of maintaining walking function and being able to freely use upper limbs during operation. Furthermore, after discussing the development requirements, the following points are regarded as functional requirements; mobility support is possible, giving passengers a suitable and sustainable load for maintaining lower limb function, being “hands-free” - not binding upper limbs for operation. Based on them, the concept of the new vehicle is proposed.

Key Words: Personal Mobility Vehicle, Elderly, Concept Design, Rehabilitation

1. 緒言

近年、要支援・要介護の危険性が高い状態としてサルコペニアやフレイルなどが注目され、フレイルにおいては介入により再び健常な状態に戻る可逆性を含むことが指摘されている¹⁾。このことから、移動支援機器使用しながらでも下肢機能を維持することは重要な要件となる。さらに、移動支援機器は下肢機能の低下のある高齢者にとっては通院や買い物、コミュニティへの参加等、活動や社会参加に必要な足でもあることから移動機能の維持は社会的な意義も大きい。

ここで、既存の移動支援機器についてその操作方法を見ると、杖や歩行器については状態バランスを保つために上肢を支持に用い、車椅子や電動車椅子については操作に上腕や手指を用いることがわかる。つまり、支援機器を使用すると上肢動作に制約が生じることとなるのである。手指の運動は、環境とのインタラクションを生み出すだけではなく、知的な作業も含むことから、脳への刺激となり認知機能などに影響を及ぼすと言われている。日常生活レベルで見ると、家事作業や運搬作業、スポーツなどのさまざまな場面でそれらの活動を観察することができ、ADLやQOL、生きがいにも影響を与えると考えられる。そのため、移動中に上肢や手指活動を維持することは極めて重要であると考ええる。

本報告では、前述の移動活動の意義、歩行機能改善に有効な下肢運動、上肢動作の活用の3つの観点から新しいモビリティの開発コンセプトを提案することを目的とする。

2. 対象者と支援機器の課題

2.1 対象とターゲット

サルコペニアやフレイルを予防するには、早期の介入が効果的であると言われている。つまり加齢による筋肉量の低下や筋力低下、身体機能の低下や活動量の低下などが起こり始める頃に何らかの介入をすることが望ましい。筋力量の変化量は、20歳を基準とすると、50歳から低下しはじめ、70歳では女性で約6%、男性で約10%低下すると報告されている²⁾。したがって、本研究での対象者は、60代から70代前半の中年および前期高齢者と設定した。

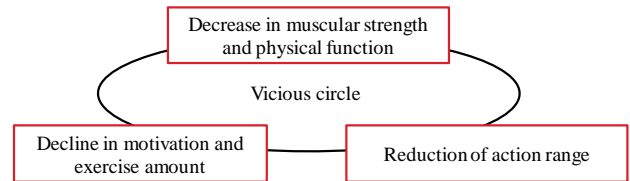


Fig. 1 Vicious circle of declining physical and mental functions of elderly

2.2 移動活動のニーズ

移動活動は身体機能や認知機能の他、さまざまな活動や社会参加にも関連することから、介入対象としてその重要性が指摘されている。2~3日に1回あるいは週に1回以下の頻度で外出を行う高齢者は、毎日外出する高齢者と比較して認知機能障害の発生リスクが高まるという報告³⁾や、外出頻度の低下によって歩行障害や認知機能障害の発生リスクが高くなるという報告⁴⁾が示すように、移動活動の低下に付随する外出頻度の低下は高齢者の生活に大きな影響を及ぼすと考えられる。

また、高齢者の地域グループ活動への参加による効果としては、「新しい友人を得ることが出来た」「生活に充実感ができた」など生活の質に関わる回答をしている高齢者が多く存在する⁵⁾。

しかし、怪我や病気、加齢に伴う心身機能の低下による高齢者の自立制限に伴って、行動範囲やコミュニティが縮小し、意欲の低下などの精神的な悪影響が及ぼされ、さらに行動量が低下して体力が落ち込むという図1のような悪循環が引き起こされている。この悪循環を防ぐため、その要因である筋力・身体機能や運動の低下と行動範囲の縮小を防止することが期待される。

2.3 移動手段と支援機器

近距離の移動手段は、徒歩や自動車、自転車、他、電動車椅子、車椅子、歩行器、杖などの移動支援機器を用いる方法が考えられる。徒歩や歩行器、杖などは身体機能を活用するメリットがあるが、一方で転倒や移動範囲の縮小などのデメ

リットが存在する。自転車、自動車、電動車椅子は近距離の移動手段としては移動範囲を拡大するためにメリットが大きいが、自転車は安定性の観点から安全性が低く、自動車や電動車椅子は身体機能の維持・向上については期待できない。

2.4 歩行機能の維持

歩行機能には、歩行速度、歩行周期、歩幅、歩調などの要素があり、特に歩行速度は日常生活活動の低下と関連していることが明らかになっている⁷⁻⁸⁾。また、歩行機能が低下すると、転倒リスクが増大することから、歩行機能の改善は健康寿命や高齢者の生活に重要な役割を果たすと考えられる。

2.5 上肢動作の活用

移動支援機器は、安全で安定した歩行や移動の実現を叶える一方で、手指や上腕による把持・操作が必要であるため、機器の使用中には手指や上肢の動作が制限される。佐久間らは、日常生活の立位・移動活動中の上肢動作に対し、その発生頻度や移動支援機器の使用により制限される動作の種類・時間的割合を定量的に示すことを目的に、ライフログデータの収集を行って影響を分析し調査した⁹⁾。

若年健康者4名と障害高齢者1名に対して、シルバーカー、歩行器、歩行補助杖を用いた生活を2日間行い、その際の上肢動作を360°撮影用カメラ(PIXPRO SP360, Kodak社製)を用いて記録した。

日常生活の動作をその特徴に従って13個に分類して発生頻度を調査した結果、移動支援機器導入の影響として、(i) 機器使用中には機器の把持により移動中の物の移動や手指を用いる細かい動作の頻度の低下、(ii) 身体支持基底面の増加や機器操作の必要性に伴う動作時間の増加、の2点が発生することが定量的に示された。

2.6 要件の抽出

本研究では、前述の対象者や移動活動のニーズ、移動手段や支援機器、歩行機能や上肢機能についての要件について、総合的に検討し、中距離の移動が最も効率よく可能な乗車型機器に着目し、走行中にハンドル操作やジョイスティック操作などで手指や上肢の動作を妨げない機能、および身体機能(下肢機能)の活用ができることを要件とすることとした。

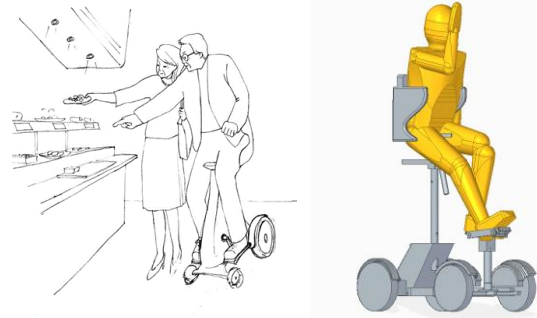
3. 開発コンセプト

3.1 既存の移動支援機器

第2章で示した要件を満たす支援機器を開発するにあたり、国内外100件の移動支援機器を調査し、分類を行った。その中でも、乗車型の移動支援機器のうち、身体機能の維持や向上を目的とした機能を有している機器が幾つか存在した。乗车型は2つに大分され、立位の姿勢で乗車する立位乗車型(e.g. Segway®)、と座位で乗車する座位乗車型である。座位乗車型は、4つに分類でき、搭乗者が地面や床を蹴る力を動力として推進する機器(e.g. Alinker®)、下肢でのペダリング動作により駆動し上肢を使って方向転換を行う機器(e.g. COGY®, ケーブルM II®)上体の重心移動と上肢による操作で車両を制御する機器、上体の重心移動のみで操作を行う機器(e.g. UNI-CUB)である。これらは前述の要件の乗車型かつ身体機能(下肢機能)の活用という点、あるいは乗車かつ手指や上肢の動作を妨げないという点では満たしているが、全要件を満たしているものは存在しなかった。

3.2 開発コンセプト

本研究では、座位(端座位)乗車型で下肢機能を活用し、さらに走行時に手指や上肢の動作を妨げない『歩行機能維持を目指した座位乗車型ハンズフリーモビリティ』を提案こととした。具体的には、①移動支援が可能であること、②下肢



(a) use scene¹⁰⁾ (b) mobility design
Fig. 2 The concept images of the new mobility

機能維持のために適切かつ持続可能な負荷を搭乗者に与えること、③上肢を操作のために拘束しない「上肢(ハンズ)フリー」であること、を機能的要求とした。図2にコンセプトイメージ図を示す。

機器構成は、後輪駆動輪・前輪オムニホイールの4輪構成とし、下肢動作を用いて端座位で乗車する乗り物である。車両の設計は、上肢の作業領域を拡大するために、最小化設計を目指し、一方で上肢動作や下肢動作による上体の安定性を考慮して支持基底面の十分性を兼ね備えた構造とした。また、下肢動作は、歩行機能改善に有効な運動負荷を与えるペダリングシステム(開発中)¹¹⁾を導入することとした。さらに、操作系には上肢や手指ではなく、足部および上体の運動から操作者の意図に近い操作信号を抽出することとし、ペダル部とサドル部に取り付けた力センサ、ペダル部の回転数の値を用いて、先行研究¹⁰⁾で提案した操作動作分析手法により実現することとした。

4. 結論

本研究では、中高年の日常移動活動を支援する、歩行機能の維持や操作中の上肢・手指動作を制限しない新しい移動支援機器のコンセプトを提案した。

謝辞

本研究は、科研費17H02131の助成を受けて実施した。

参考文献

- [1] 荒井秀典, フレイルの意義, 日老医誌, 51, 497-501, 2014.
- [2] 飯島勝矢, 虚弱・サルコペニア予防における医科歯科連携の重要性, 新概念『オーラル・フレイル』から高齢者の食力の維持・向上を目指す, Ann Jpn Prosthodont Soc 7, 92-101, 2015.
- [3] 谷本芳美ら, 日本人筋肉量の加齢による特徴, 日本老年医学, 47, 52-57, 2010.
- [4] 新開省二, アンチエイジング精神医学 閉じこもりとアンチエイジング, 日本抗加齢医学会雑誌, 4-3, 75-79, 2008.
- [5] Fujita K, et al., "Frequency of going out- doors as a good predictors for incident disability of physical function as well as disability recovery in community-dwelling older adults in rural Japan", Journal of Epidemiology Vol.16-6, 261-270, 2006.
- [6] 厚生労働省, 高齢者の地域社会への参加に関する意識調査, 2013.
- [7] 水村(久埜)真由美, 歩行習慣と健康, 寿命一歩く習慣のある人の方が健康で長生きである一, 臨床スポーツ医学, 15-9, 975-979, 1998.
- [8] Hakim AA., et al., Effect of walking on mortality among nonsmoking retired men, N. Engl. J. Med. Vol.338-2, 94-99, 1998.
- [9] 佐久間菜月ら, ライフログを用いた歩行支援機器により制限される生活動作の分析, 第38回バイオメカニズム学術講演会, 講演論文集, 3854-3861, 2017.
- [10] 佐久間菜月ら, 高齢者向け上肢フリー移動体のための下肢動作を活用した操作手法の開発, SI2017, 695-698, 2017.
- [11] 島悠貴ら, 高齢者向け下肢操作式モビリティにおける歩行機能改善に有効な運動負荷を与えるペダル機構の設計, 日本機械学会機素潤滑設計部門講演会講演論文集, 2018(印刷中).