

令和 5 年 6 月 12 日現在

機関番号：32663

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2022

課題番号：19K11307

研究課題名(和文)高齢者の自立的な移動を支援するパーソナルモビリティビークルの開発に関する研究

研究課題名(英文)Development of Personal Mobility Vehicle to Support the Independent Mobility for Elderly People

研究代表者

高橋 良至 (Yoshiyuki, Takahashi)

東洋大学・ライフデザイン学部・教授

研究者番号：30396931

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：移動制約者が、路面を蹴り出して走行するアシスト機能付きパーソナルモビリティビークルの試作を行った。これまでに開発した操舵機構を改良し、最小旋回半径が電動カートの規格に収まり、かつ操舵しやすい試作機を製作した。また、この試作機を用いて、下肢の筋活動を計測した結果、アシスト走行では、通常の歩行よりも運動負荷は低いが、下肢に一定の負荷を与えることができることが示唆された。さらに、取り回しやすさや折りたたみを考慮したフレーム形状を持つ試作機を別途製作した。また、団地高齢者の買い物行動などのアンケート調査、電動カートによる買い物実験を行い、移動支援による買い物支援について検討を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

路面を蹴り出して進むパーソナルモビリティビークルの試作を行い、蹴り出しの筋力を測定する実験を行った結果、モータによるアシストが高齢者の身体機能を補助しつつ筋力の維持に貢献できることが確認された。また、買い物弱者である団地居住の高齢者らが電動カートをシェアして外出するための仕組みについて、アンケートや走行実験を行い検討することで、社会的弱者である買い物難民への支援につなげる研究を行うことができた。

研究成果の概要(英文)：A prototype of a personal mobility vehicle with an assist function has been developed that a person can kick the road surface and run. The previous steering mechanism was improved and it can turn with minimum turning radius as same as electric cart standard. The results of the measurement of muscle activity in the lower limbs using this prototype suggest that assisted driving provides a constant load to the lower limbs, although the motor load is lower than that of normal walking. In addition, another prototype with a frame shape that is easy to ride and foldable was developed. In addition, a questionnaire survey on shopping of elderly people in housing complexes and shopping experiments using an electric cart were conducted, and shopping support with mobility assistance was discussed.

研究分野：福祉工学

キーワード：高齢者 パーソナルモビリティビークル 移動 自立 買い物弱者

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

社会の少子高齢化が進み、総務省の国勢調査や人口推計によると、2030年には高齢化率が30%を超えることが予測されている。高齢者は、加齢に伴う筋力や体力の低下、関節の痛みなどにより身体活動が減少し、安静時間が長くなることで運動機能が低下することから、歩行や日常生活に支障をきたすようになる。国土交通省の全国都市交通特性調査によると、無理なく500mまで休まずに歩ける距離は、65歳未満の場合は8%であるが、65歳以上75歳未満の高齢者の場合26%、75歳以上の場合38%となっている。公共交通機関の発着場所から一定距離以上離れた地域を、交通不便地域あるいは公共交通空白地域と呼んでいる。都市部や地方によって状況が異なることから一定の基準は設けられていないが、国土交通省都市局都市計画課では、バス停から300m圏外、駅から500m圏外を交通不便地域と設定している。国土交通省総合政策局によると、この条件もとでは26,510千人が公共交通空白地帯に居住していることが推算され、自宅などから公共交通機関にアクセスすることが困難な高齢者が存在することが分かる。公共交通機関の発着場所から目的地までの移手段を確保することが困難な状況をラストワンマイル問題と呼び、特に高齢者などの交通弱者のための解決策が求められていた。

筋力低下などにより歩行に困難を抱える高齢者の移手段として、車いすやシニアカーなどがある。しかしながら、このような機器で移動することは、歩行機能が低下していることを自ら認識せざるを得ず、またその様子を他人に見せることに大きな心理的抵抗がある。そこで、休まずに歩行できる距離が短くなったとしても、可能な限り自らの足を使って移動することができる移動機器があれば、高齢者の移動へのモチベーションを保ちながら、自立した移動の実現に大きく貢献すると考え、走行アシスト機能付きパーソナルモビリティビークル（以下、PMVという）の着想に至った。これまでに多くのパーソナルモビリティの提案がなされているが、その多くは、それ自体が新たな交通モードとなり、既存の交通との共存や置き換え、シェア（共用）やパークアンドライドのような乗り換えによる連続性の実現を目指している。しかしながら、移動に困難を抱える高齢者にとって、乗り換えや共用は身体的、認知的に負担となると考えられることから、提案するPMVはパーソナルな歩行支援機器として、使用者と共に公共交通機関に折りたたむなどして乗り込むことで、効率的に長距離の移動を実現し、目的地近くからPMVを使用して移動することで、ラストワンマイル問題の解決にもつなげることを目標とした。自らの身体をできる限り動かし移動することができれば、高齢者の介護予防に貢献することができると考えられる。

(2)関連する国内外の研究動向と本研究の位置づけ

パーソナルモビリティは、海外ではパリなどのヨーロッパの都市や、アメリカの多くの州で立ち乗り型平行二輪のパーソナルモビリティ“Segway”の走行が認められており、観光や警備などに使用されていた。これは立位でバランスを取りながら運転するため、高齢者には運転が難しいものである。国内では、つくば市などの「特区」での実証実験を経て、2015年から特区以外でも実証実験が可能となり、自動車メーカーが開発した超小型車両（超小型モビリティ）やゴルフカートを利用した車道を走行するパーソナルモビリティを中心に実験が行われていた。歩道を走行するものとしては、“Segway”や電動スクータなどを用いた観光や警備などでの利用を目指した実験が行われている。本田は、2010年から熊本県と連携して電動スクータや電気自動車を用いた移動利便性の向上に関する実証実験を行った。同社製電動スクータ“モンパル”を用いて、徒歩や自転車、自動二輪に代わる移手段としての使用が試みられたが、大きさ、航続距離、速度、充電の手間などから、他の交通の代替とは成りえなかった。

これらの研究や開発は、それぞれのパーソナルモビリティを独立した交通モードと位置づけていたが、本研究では、PMVが公共交通に乗り込む形を前提として、移動制約者の高齢者に利用しやすい、継ぎ目のない移動を目指しており、PMVは短距離移動に特化している点が他と異なっていたといえる。

2. 研究の目的

本研究では、できるかぎり自分の体を使って移動することで心身の健康を維持し、公共交通機関に乗り込み行動範囲を拡大することができるコンパクトな移動機器、PMVの開発を目的としている。PMVにより、公共交通機関の駅から自宅などまでの短距離移動の問題（ラストワンマイル問題）解決し、高齢者の健康や自立した生活の質がどのように向上するか、その有効性と機序を明らかにすることを目的とした。

また、研究を進めていく中で、買い物弱者と呼ばれる高齢者に対して、健康維持のために移動支援による買い物支援の効果と実現性について検討を行うこととした。さらに、移動支援のあり方について広く検討することを目的として、海外における移動支援のあり方を日本と比較するために、現地調査を行った。

3. 研究の方法

(1) PMV の改修・試作

これまでの研究で、公共交通機関と PMV の連携について、都市鉄道と地方鉄道においてハンドル型電動カートを用いて予備実験を行い、公共交通と連携する PMV には車両内での取り回しが容易になるような小さい旋回半径、小型軽量であることが求められることが明らかとなったことから、この結果を受けて、高齢者が取り回しのしやすい試作を行い、走行アシスト機能が蹴り出しの補助にどのように寄与するかを、下肢筋活動を計測するなどして明らかにすることとした。

(2) 高齢団地居住者の買い物支援

移動に困難を伴う高齢団地居住者の買い物支援のために、パーソナルモビリティによる移動の有効性の検討を行った。高台に位置し店舗への移動には高低差がある、UR ニューヴェル赤羽台団地を対象として、高齢者の買い物などの外出行動についてアンケート調査を行い、移動への意識や現状の把握を行うこととした。

(3) 海外における移動支援に関する調査

スウェーデンに長期滞在をした期間に、首都ストックホルムを中心として、公共交通機関や移動支援の実情について、現地での状況調査やインタビューを行うこととした。

4. 研究成果

(1) PMV の改修・試作

これまでに開発した PMV は、路面を蹴り出して走行するアシスト機能付きパーソナルモビリティビークルであり、歩道上などで走行可能となるような諸元を設定した。予備実験の結果から、公共交通機関の車両内で取り回しが容易になるような、小さい旋回半径が求められることが明らかとなったため、操舵機構を後輪操舵から前輪操舵にとして、最小旋回半径が電動カートの規格に収まり、かつ操舵しやすい試作機を製作した。また、この試作機を用いて、アシスト機能使用時のユーザの身体負荷を実験的に確認した。通常の歩行、パーソナルモビリティビークルのアシスト機能使用時、パーソナルモビリティビークルをモータ動力のみで走行の3つの条件のもとで、下肢の筋活動を計測した結果、アシスト走行では、通常の歩行よりも運動負荷は低いが、下肢に一定の負荷を与えることができることが示唆された。さらに、取り回しやすさや折りたたみ性を考慮したフレーム形状を持つ試作機を別途製作した。

海外でも、パーソナルモビリティへはラストワンマイル問題の解決手段としての研究がなされており、開発した PMV を用いて、人工知能を用いたアシスト制御や、交通心理学的な面からの運転制御の検討、メタバースを利用した高度交通システムなどとの協調による安全性確保の可能性などについて、海外研究者と議論を深めることができた。共同研究の調整なども行うことができ、今後の研究にもつなげることができた。

(2) 高齢団地居住者の買い物支援

高台に位置し、店舗への移動には高低差がある、UR ニューヴェル赤羽台団地の高齢者にアンケートを実施し、移動に関する現状を調査した。団地開発当初から居住している人の中には、団地近くの店舗だけでなく、昔からある離れた場所にある商店街まで買い物に出かける人も多くいることが明らかになった。しかしながら、現状では高低差解消のために設けられたエレベータの利用が必須であり、アクセスは必ずしも容易でないことも分かった。健康維持のために可能な限り自らの足で移動したいという要望もあり、買い物弱者である団地居住の高齢者らが、電動カートシェアリングをシェアして外出するための仕組みについて検討を行い、他の UR 団地において、電動カートを用いて近隣のスーパーマーケットで買い物をし、往復する様子を観察する買い物実験を行い、管理者や自治会へのインタビューを通じて、パーソナルモビリティの団地における買い物支援の問題点や課題について確認することができた。今後もパーソナルモビリティや PMV の応用の可能性について、買い物実験を続けるなどして引き続き調査検討を行う。

(3) 海外における移動支援に関する調査

所属機関の特別研究期間中にスウェーデンに長期滞在し、首都ストックホルムを中心として、公共交通機関や移動支援の実情について、仕組みや現地での状況調査やインタビューを行った。ストックホルム地域の公共交通機関はストックホルム県が運営するスローストックホルムスローカルトラフィック（以下、SL という）によって運行されており、SL のアクセシビリティ担当へのインタビューから、障害者や高齢者を対象としたアクセシビリティについて多くの配慮がされていること、その導入にあたっては、障害者や高齢者を評価者に加えたインクルーシブな評価や検討が行われていることが分かった。また、移動に支援が必要な人のためのサポート付きバスサービスや、県がタクシー会社に委託して提供する移送サービスなど、その人の身体状況などに合わせた移動支援を提供していることが分かった。

現地調査では、鉄道やバスにおける車いす利用者などの利用状況や、渡船のアクセシビリティ、掲示などにおけるサインなどのデザインが統一された情報支援、車いすのまま乗車可能なタクシー車両による移送サービスなどの実態を知ることができた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 矢田良太 高橋良至、高木基樹
2. 発表標題 歩行をアシストするパーソナルモビリティビークルの操作性評価
3. 学会等名 日本生体医工学会関東支部若手研究者発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 矢田良太, 高橋良至, 高木基樹
2. 発表標題 歩行をアシストするパーソナルモビリティビークルの開発及び操作性評価
3. 学会等名 ライフサポート学会フロンティア講演会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	井上 薫 (INOUE KAORU) (90259143)	東京都立大学・人間健康科学研究科・准教授 (22604)	
研究分担者	高木 基樹 (TAKAGI MOTOKI) (90572694)	芝浦工業大学・システム理工学部・准教授 (32619)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------