

令和 3 年 8 月 20 日現在

機関番号：33501

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2017～2020

課題番号：17K01592

研究課題名（和文）ハンドル形電動車椅子の安全利用促進のための走行操作ログによる技能評価ツールの開発

研究課題名（英文）Development of a driving operation skill evaluation system for the safety of driving mobility scooters

研究代表者

竹嶋 理恵（Takeshima, Rie）

帝京科学大学・医療科学部・准教授

研究者番号：80534130

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,500,000円

研究成果の概要（和文）：本研究の目的は、高齢者中心に利用されているハンドル形電動車椅子（シニアカー）の安全な利活用促進のための操作技能評価ツールを開発することである。そのため走行・操作動態を計測・記録する走行操作ログシステムと操作技能の観察シートを合わせた操作技能評価ツールを作成し有効性を確かめた。高齢者・健常者を対象にシニアカー試用体験を実施し、作成したツールによる操作技能の評価とヒアリング調査から、各々の評価法の特徴が明らかになり、これらを組み合わせた評価ツールで操作者が主観的に判断できない操作特性とリスクを明らかにし、問題となる操作技能の要因特定の可能性が示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の成果は、高齢者のシニアカー利用において、危険回避に必要な知識や技能の不足による死亡・重傷事故を予防することにつながる。このことは高齢者の安全で自由な外出を可能にし、生活の質を維持するために有意義である。

さらに走行操作ログを活用することで専門的知識や技術がなくても簡易にシニアカー導入時の評価が可能になることから、限られたマンパワーの有効活用やコストの削減も可能になる。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study is to develop a driving operation skill evaluation system for the safety of driving mobility scooters. In this study, two evaluation methods were created: a driving operation log (DOL) that monitors driving skills using an add-on sensor mounted on mobility scooters and an observation sheet that assess the success or failure of the driving tasks by having an accompanied observer.

The test course trials are conducted for the elderly and university students, and we evaluated their driving operation skills using the DOL and observation sheet methods. After the test course, an interview or a questionnaire was provided to further assess the driving impression.

This study demonstrates the complementary features of the two evaluation methods used, and evaluates the efficacy of the system by assessing the driving operation skills of an individual and risk of accidents.

研究分野：複合領域

キーワード：福祉用具 支援機器 電動車椅子 ハンドル形電動車椅子 高齢者 移動 走行操作ログ

## 1. 研究開始当初の背景

内閣府の意識調査によると、高齢者が自分一人で利用できる外出手段は「自動車・バイク・スクーター」(57.4%)が最も高く、半数以上のものが自家用交通手段に依存している<sup>1)</sup>。近年、高齢者の申請による運転免許の取消し件数が急増し、2015年には約27万件にのぼる中<sup>2)</sup>、自動車に代わる移動手段が求められている。シニアカーはこの移動能力の低下を補う支援機器として、国内外で利用が盛んである。日本では、介護保険の貸与の対象にもなっており、平成26年の推定実稼働台数は約85,900台と推定され<sup>3)</sup>高齢者の自立した生活を助け、社会参加を促進する重要なツールとなることが期待される。

一方で、シニアカーは法的には歩行者に分類されるため、免許取得や教習受講などの義務が無いことなどから、操作に必要な知識と危険回避に必要な技能の不足などによるインシデントや事故の報告は後を絶たない<sup>3),4)</sup>。また、踏切への侵入や川への転落、段差や坂道での転倒など、環境因子の影響も含んだ事故も報告されている。安全な走行操作を確認するためには、簡易に実施でき、専門的知識や技術がなくてもユーザの走行操作技能を評価できるシステムを導入する必要がある。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、高齢者中心に利用者が増加しているハンドル形電動車椅子(シニアカー)の安全な利活用促進のための操作技能評価ツールを開発することである。これに向け、本研究ではシニアカーの詳細な走行・操作動態の測定が可能な走行操作ログシステムと、操作技能の観察シートからなる評価ツールを作成し、そのツールの特徴と有用性を確認することを目指した。

## 3. 研究の方法

### (1) 高齢者と健常者を対象にした操作技能評価

地域で自立生活を送る、心身に著しい障害がない70歳以上の高齢者7名(男性2名、女性5名、78.5±5.7歳)と、大学生である健常者11名(男性1名、女性10名、20.5±0.5歳)、いずれもシニアカーの運転経験のない人を対象に、走行・操作動態の測定が可能な走行操作ログシステム(図1)と、操作技能の観察シートからなる評価ツールを用いて、テストコース走行時のシニアカー操作技能評価を実施した。

テストコースと操作技能の観察シートはWheelchair Skills Testに基づき作成した。テストコース(図2)は25m直進、右折、左折、車庫入れ、切り返し、通り抜きの6つの課題を含んだ。被験者はシニアカーの基本操作の説明を受け、操作方法を理解したことを確認した後、1名ずつ走行操作ログシステムを備えたシニアカーに乗り、コース3周の走行体験をした。観察シートではコースの各課題の遂行能力について、研究者の1名である作業療法士が観察し、各課題について成功・困難を伴う成功・失敗の3段階で評価した。また、自由記載欄を設け、評価の視点などを記載できるようにした。さらに、別の研究者の1名が、走行の様子を4台のカメラで撮影した動画を観ながら評価し、評価が一致しなかった項目については、再度動画を観ながら評価者間で確認し判定した。

走行操作ログとして、開発した手法を用いて走行時のハンドル・アクセルレバー角度を記録した。両角度の経時変化を分析することで、被験者が車体の速度と進行方向をどのように調整していたかを定量的に把握できる。車体及びアクセルレバーに3軸加速度センサーを設置し、ハンドル・アクセルレバー角度変化で生じる重力加速度の変化から、ハンドル・アクセルレバー操作を算出した。この値から操作状態を4種類(Fast turn:速く旋回、Slow turn:ゆっくり旋回、Fast forward:速く前進、Slow forward:ゆっくり前進)に分類し、各状態の操作時間を被験者ごとに算出した。

走行後にはヒアリングを実施し、走行体験を振り返り、被験者が難しいと感じた操作や課題について、主観的経験を聴取した。ヒアリングはグループで実施し、質的内容分析を採用した。

調査の結果から操作技能チェックシートによる観察評価と走行操作ログシステムによる評価の特徴と有用性を明らかにした。



図1. 走行操作ログシステム

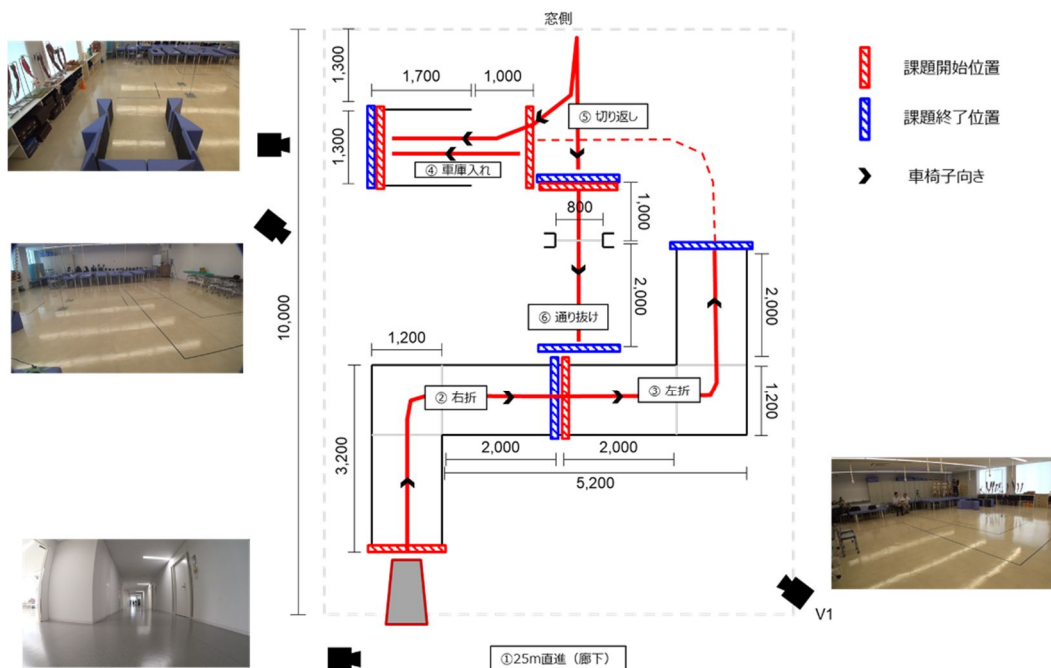


図2. テストコース

(2) シニアカーユーザーと支援者を対象にしたヒアリング調査

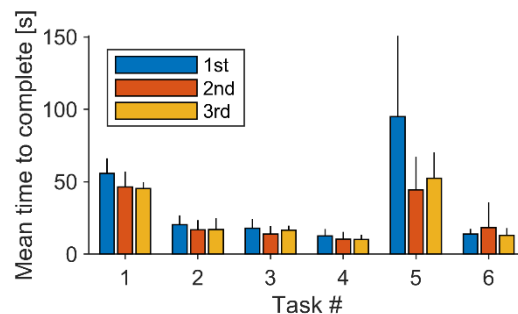
作成した評価ツールの妥当性と臨床応用可能性を検討するため、シニアカーユーザーとシニアカーユーザーを支援する専門家を対象にヒアリング調査を実施し、当事者の視点を明らかにした。

4. 研究成果

(1) テストコースの妥当性

テストコース内にある6つの課題の追行状況を操作技能の観察シートを用いて確認したところ(観察評価)、高齢者・健常者の全ての被験者において、いずれかひとつ、または複数の課題において失敗または困難を伴う成功が観察された。また、課題別では直進は全員が成功していたが、それ以外のすべての課題で失敗または困難を伴う成功が観察された。テストコース走行中に、高齢者7名の被験者のうち2名が、健常者11名の被験者うち1名が壁やポールに衝突した。内訳を見ると1名が課題5の切り返しで、2名が課題6の通り抜けで衝突していた。また全ての被験者が課題2の右折または課題3の左折(のいずれか?両方)で脱輪(コースの線からはみ出しまは線上を通る)していた。

このように、テストコースが難しさを伴う課題を含むこと、テストコースに含まれる課題が難



易度において異なることが確認できた。開発した技能操作評価法において、テストコースは、難易度も異なる課題が複数含まれており、個々の操作能力を判断するにあたって適当なコースであることが明らかになった。

一方、高齢者の各課題遂行に対する所要時間を見ると、課題5の切り返しの最初の試行で最も時間がかかり、また、被験者間のばらつきも最も大きかった(図3)。このことから、課題5は、最も複雑な課題で、被験者間の操作技能に差が出ると考えられる。したがって、課題5のみでも操作技能の指標となる可能性も示唆された。

#### (2) 観察評価の妥当性と客観的評価の必要性

観察シートによる評価の結果は被験者によってばらつきがあり、右左折時の脱輪や切り返しのやり直し、緊急停止、衝突などの失敗が多い人を見分けることができた。観察シートによる評価は、走行位置や操作方法の適切さを観察し、課題の失敗が多い人を見分け、ある程度の操作技能評価が可能であることが明らかになった。走行体験後の被験者のヒアリングでは、後方確認とハンドル・アクセル操作が求められる「切り返し」で難しいという感想が多くあったが、観察評価で同様に失敗の多い「右折・左折」では難しいという感想はほとんどなかった。このように観察評価の結果と、操作者自身の振り返りには食い違いが見られた。観察評価は操作者自身の振り返りとは異なる点が見られ、本人の主観的判断では明らかにならないリスクを抽出できた。一方で観察評価は、観察者による主観的な判断に依拠するため、問題を定量的に評価することはできず、衝突などのリスクの可能性や程度を客観的な基準で明らかにするには不十分であることも分かった。

#### (3) 走行操作ログの特徴

走行操作ログから算出した、各被験者の4種類の操作状態の滞留時間は、被験者間で差が見られた(図4)。特にハンドルとアクセルレバー両方の角度設定が大きいfast turnの滞留時間で特に大きな値を示した被験者は、旋回操作時にアクセルレバーを強く押し込む傾向にあることが分かった。これらの被験者は走行中に衝突をした者と一致し、走行操作ログが操作特性を客観的に評価できる可能性が示唆された。走行操作ログでは走行位置の確認はできないが、ハンドル操作、スピード調整の評価が可能であり、観察では客観的評価や説明がしにくいハンドル操作の滑らかさや速度調整等の操作技術などを定量的に表すことが可能であることが明らかになった。さらに、操作者毎の操作特性も明らかになるため、問題となる操作技能の要因を見極め、これに応じた操作訓練も可能となると言える。

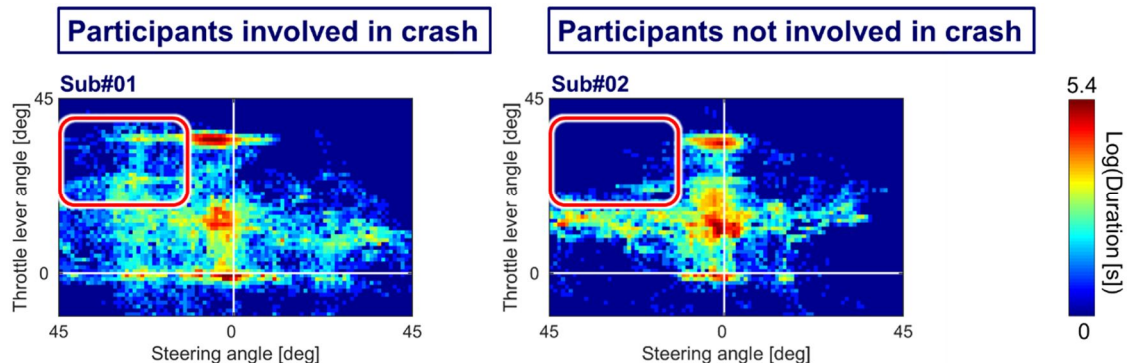


図4. 典型的なアクセルレバーの角度とハンドルの角度の走行操作ログの分布

#### (4) シニアカー利用の可能性

高齢者に実施した日常生活における外出状況やシニアカー利用の可能性に関するヒアリングから、「大変な外出」「練習すれば乗れる」「まだ現実的ではない」という3つのカテゴリーが抽出された。対象者はいずれも、日常の外出に際し、道路・物・人の環境条件から、危険を経験したり、危険を避けるためにこれ迄の外出方法を変更したりしていた。特に買い物に関しては、大きな荷物を持って移動することに、困難さや不安を感じていた。シニアカーに関しては、見聞きしたことはあるが、自らの移動の代替移動手段としては捉えられていなかった。今回の試用体験を通し、対象者は、シニアカーは「買い物に便利」で、「練習すれば乗れる」という感覚を持ったが、実際の使用に際しては、「様々な問題があり、これが解決できなければ使用することはできない」と考えていた。これらの問題には、自らの生活圏の道路環境、自宅・外出先の駐車場の状況、他者からの理解の必要性などが挙げられた。このように、シニアカーの利活用のためには、使用者の運転技能と並行し、対象者の物理的・社会的な生活環境など、対象者の生活環境に密着した評価が必要であることが明らかになった。

#### (5) 継続した操作技能評価の必要性

シニアカーユーザーとその支援者を対象としたインタビュー調査からは、シニアカー利用開始時に支援者により操作技能や使用環境の確認がなされた場合でも、その後継続した評価はなされないことが多く、加齢に伴う操作能力の低下は支援者に把握されにくいこと、支援者の知らないところでシニアカーユーザーが転倒や転落など危険な経験をしている事例が複数あることが明らかになった。

テストコース走行時の操作技能評価とヒアリング調査の結果から、シニアカーを安全に活用するためには使用者の実際の生活環境における継続した評価の必要性が明らかになった。

観察シートによる評価は、操作者にその場で危険箇所についてフィードバックができるメリットがある。一方、走行操作ログは操作の定量的評価及び困難な操作技能の特定が可能となる。この様に、観察シートと走行操作ログの両者を用いる評価システムは、シニアカー操作者の操作技能の見極めや訓練内容への示唆において、相互に補完しあう有効な手法であることが示された。観察シートと走行操作ログを組み合わせた評価手法は、難しい操作を含むシニアカーの安全操作のための評価システムを確立するのに妥当であると言える。今後はさらにシニアカー使用者の実際の生活環境の中で活用できる操作技能評価システムを確立し、長期的な操作能力の把握を簡易にできるシステムの開発を目指す。

#### < 引用文献 >

- 1) 内閣府，平成 26 年度高齢者の日常生活に関する意識調査結果，2014．
- 2) 警視庁，運転免許統計，2015．
- 3) 消費者安全調査委員会，消費者安全法第 23 条第 1 項の規定に基づく事故等原因調査報告書，ハンドル形電動車椅子を使用中の事故，2016．7．
- 4) 安心院，高齢者の外出を支える移動支援機器に関する研究-歩行補助車およびハンドル形電動車いすの使用の現状から課題を探る  
-，文化書房博文社，2014．
- 5) Komoto K, Suzurikawa J, "Estimation Method of Wheelchair State during Joystick Operation Using WELL-SphERE." , IEEE 35th EMBS , pp. 2499-2502 , 2013 .

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 門馬 博, 竹嶋 理恵, 澤田 有希, 原田 祐輔, 硯川 潤, 近藤 知子	4. 巻 37
2. 論文標題 超高齢社会における移動手段としてのハンドル型電動車いすの可能性	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 杏林大学研究報告	6. 最初と最後の頁 27-33
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計6件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件）

1. 発表者名 Rie Takeshima, Tomoko Kondo, Yuki Sawada, Hiroshi Momma, Jun Suzurikawa
2. 発表標題 Test course trial of a mobility scooter equipped with an add-on monitoring system
3. 学会等名 13th International Society of Physical and Rehabilitation Medicine World Congress (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 近藤知子, 硯川潤, 門馬博, 澤田有希, 竹嶋理恵
2. 発表標題 高齢者におけるシニアカー利活用の可能性：走行体験後のインタビュー調査から
3. 学会等名 第16回東京都作業療法学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 澤田有希, 近藤知子, 門馬博, 硯川潤, 竹嶋理恵
2. 発表標題 健常高齢者のシニアカー使用体験およびヒアリングによる操作技能の検討
3. 学会等名 第3回日本安全運転・医療研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 竹嶋理恵, 澤田有希, 近藤知子, 硯川潤
2. 発表標題 ハンドル形電動車椅子安全利用のための評価手法開発に向けた文献調査 高齢者自動車運転評価との比較
3. 学会等名 第51回日本作業療法学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Momma, J. Suzurikawa, R. Takeshima, Y. Sawada, Y. Harada and T. Kondo
2. 発表標題 Assessment of driving skills of a mobility scooter using driving operation logs
3. 学会等名 42nd Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine & Biology Society (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 竹嶋理恵, 澤田有希, 門馬博, 原田祐輔, 近藤知子
2. 発表標題 シニアカー利活用に向けた運転評価の開発：観察評価と運転者の主観的経験の比較から
3. 学会等名 第54回日本作業療法学会
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	硯川 潤  (Suzurikawa Jun)  (50571577)	国立障害者リハビリテーションセンター(研究所)・研究所 福祉機器開発部・研究室長  (82404)	

6. 研究組織（つづき）

	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	近藤 知子  (Kondo Tomoko)  (90274084)	杏林大学・保健学部・教授    (32610)	
研究分担者	澤田 有希  (Sawada Yuki)  (40747995)	帝京科学大学・医療科学部・講師    (33501)	
研究分担者	門馬 博  (Momma Hiroshi)  (60583680)	杏林大学・保健学部・講師    (32610)	

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