

一般口演 | 第40回医療情報学連合大会（第21回日本医療情報学会学術大会） | 一般口演

一般口演8 教育・研修

2020年11月19日(木) 16:20 ～ 17:43 H会場 (研修センター2階・音楽工房ホール)

[2-H-3-03] 車いす段差乗り上げ時の介助操作に関する教育システムの提案

*崎山 琴音¹、真嶋 由貴恵²、桝田 聖子²（1. 大阪府立大学 現代システム科学域, 2. 大阪府立大学 人間社会システム科学研究科）

*Kotone Sakiyama¹, Yukie Majima², Seiko Masuda²（1. 大阪府立大学 現代システム科学域, 2. 大阪府立大学 人間社会システム科学研究科）

キーワード：Wheelchair assistance, Passing a step, Learning support system, Evaluation index

【背景】

近年の高齢化に伴う要介助者数の増加により、今後車いす移動介助を行える介助者の必要性が高まっている。また、介助者の車いす操作によっては要介助者の乗り心地低下・介助者の身体的負担感の増加につながる事が分かっている。さらに、看護・介護従事者のみならず要介助者の家族が用いる使用頻度の高い介助技術であるにもかかわらず、車いす移動介助技術の非熟練者に対する、要介助者・介助者に負担の少ない操作の教育システムに関する研究は行われていない。

【目的】

本研究では、介助非熟練者が適切な車いす操作技術を獲得するための教育システム開発を目的とする。本論文では、特に安全性・快適性の高さが求められる車いすの段差乗り上げ操作技術の習得に向けて、段差乗り上げ時の介助者の車いす操作技術を評価する指標を検討・検証し、その結果をもとにした教育システムについて考察を行う。

【方法】

[評価指標の検証]

介助者の車いす操作技術の評価指標として、①要介助者の乗り心地に影響を及ぼす車いす操作時の振動レベルと、②介助者の身体的負担感に影響を及ぼす前輪を持ち上げた際の車いすの傾きの2項目を設定し、適切性を検証する。

[教育システムの提案]

本教育システムでは操作者の車いす操作技術レベルを評価し、レベルに応じたフィードバックを与えることで学習につなげる。これにより非熟練者でも自己学習ができ、負担の少ない操作方法を身につけることができる。

【結果・考察】

上記2項目の評価指標が適切であるかを、水平・加速度センサを用いて検証した。介助熟練者と非熟練者で比較したところ、熟練度による操作技術の差が見られ評価指標として設定できることが示唆された。以上から本教育システムの操作技術レベル評価は2指標を基に行う。また一般的に水平・加速度センサはスマートフォンに搭載されており、学習のコストも低いことからスマートフォンを用いたWEBベースで開発を行う。

車いす段差乗り上げ時の介助操作に関する教育システムの提案

崎山 琴音^{*1}, 真嶋 由貴恵^{*2}, 梶田 聖子^{*2}

*1 大阪府立大学 現代システム科学域, *2 大阪府立大学大学院 人間社会システム科学研究科

Proposal of Learning System to Support for Passing Steps of Wheelchair

Kotone Sakiyama^{*1}, Yukie Majima^{*2}, Seiko Masuda^{*3}

*1 College of Sustainable System Sciences, Osaka Prefecture University

*2 Graduate School of Humanities and Social Sciences, Osaka Prefecture University

[Introduction] The operation of a wheelchair by a caregiver has an impact on the comfort of the passenger and the physical burden on the caregiver. However, there has been no research on the system for beginners to learn appropriate wheelchair care techniques.

[Subject] A learning system is developed to help beginners acquire appropriate wheelchair care skills. In this paper, we focus on passing steps skills, which require a high level of safety and comfort. To do so, we examine the indexes for evaluating caregivers' skills and propose an educational system based on the results.

[Methods] Based on previous studies, the following indices were used to evaluate the appropriateness of the wheelchair: (1) the vibration level during wheelchair care, and (2) the angle of the wheelchair when the front wheel is raised.

[Result& discussion] The appropriateness of the evaluation indexes was verified by using horizontal and acceleration sensors. The results showed that there was a difference in the operation technique between expert and novice users. Therefore, we use two indices for the technical evaluation of this educational system. Therefore, this training system provides feedback according to the difference in skills between experts and learners. The system also supports learning by evaluating the level of proficiency based on variability. This system is expected to enable even beginners to learn effectively and to acquire appropriate operation methods.

Keywords: Wheelchair assistance, Passing steps, Evaluation index, Learning support system.

1. 背景

近年、日本は急速に高齢化が進んでいる。2018年10月時点で、65歳以上人口は3558万人、高齢化率(総人口に占める割合)が28.1%となっており¹⁾、10年前の2008年10月時点の高齢化率22.1%に比べ10年間で6.0%増加していることが分かる²⁾。また、それに伴い、要介助者数も増加しており、以上のことから、高齢者を介助する人材の育成が急務であるといえる。

介助者の育成には、熟練者が非熟練者に対し介助知識を伝えることが重要であるが、熟練者の暗黙知(個人の経験から成り立つ主観的な知識、コツ)を非熟練者に伝達することは難しい。また、介助技術の中でも車いす移動介助は、看護・介護従事者のみならず要介助者の家族が用いる頻度の高い介助技術である。特に段差乗り上げ操作は前輪・後輪の持ち上げが必要となり、安全性・快適性の高さが求められる。

2. 先行研究

段差乗り上げ操作時の安全性・快適性に着目した先行研究はいくつか挙げられる。能登らは、段差の乗り上げ時に前輪が浮くことで生じる車体の傾きの増大は、乗車者の快適性が低下する要因になることを明らかにしている³⁾。澤田らは、段差乗り上げ時に発生する20~30Hz前後の周波数領域の振動が、乗車者の安全性・快適性の低下に影響を与えることを明らかにした⁴⁾。また中村らは、前輪を上げる操作は介助者の身体的負担が生じることに着目し、負担感を指標として、タイミングレバーの最適位置を明らかにしている⁵⁾。

これらの先行研究からは、車体の傾きと振動が乗車者の安全性・快適性に影響を及ぼすこと、そして車体の傾きを増大させる動作は介助者の負担に繋がること、がわかる。

また、江藤らは、熟練者と非熟練者の介助行動の違いをもとに、車いすからベッド等への移乗介助を学習するWEBシステムを開発し、それが学習者に効果的であることを明らかにした⁶⁾。

このように、車いす介助技術の非熟練者に対する、自身・乗車者に負担の少ない操作の教育システムを開発する意義は大きい。

3. 目的

本研究では、車いす介助における非熟練者(以下、非熟練者)が、自身・乗車者にとって負担の少ない操作を学習するための教育システム開発を目的とする。尚、本論文では、段差乗り上げ時の介助者の車いす操作技術を評価する指標を検討・検証し、検証結果をもとにした教育システムについて提案する。

4. 評価指標

評価する指標は、先行研究と同様に介助者の負担や乗車者の安全性・快適性に影響を及ぼす「車体の傾き」と「振動レベル」の2つを検討、検証する。

4.1 評価指標①: 車体の傾き

段差乗り上げの一連の操作の中で、前輪を持ち上げた時、地面に対する車体の傾き角度(図1の網掛け部分)が最大を示す。その角度に着目し、車いす側面に取り付けた水平センサーで計測する。



図1 車体の傾き角度

4.2 評価指標②: 振動レベル

振動レベルは、振動が人体へ及ぼす影響を計測する指標である。振動レベルの算出は、計測した加速度に対し、JIS C 1510 に定められている振動感覚補正(図2)を行った周波数加重加速度実行値を求めることで行う。

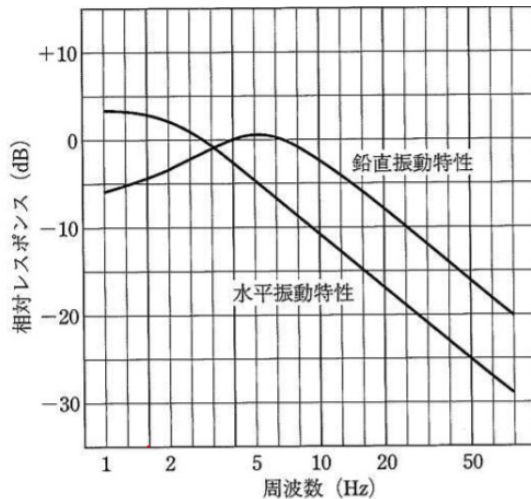


図2 人体の振動感覚補正⁷⁾

周波数加重加速度実行値(a_w)は、周波数 i Hz 成分の振動加速度実行値を $a(i)$ 、周波数 i Hz における相対レスポンスを $C_n(i)$ としたとき、次式で求められる。

$$a_w = [\sum_f a(i)^2 10^{C_n(i)/10}]^{1/2} \quad (1)$$

また振動加速度実行値 $a(i)$ は、振動加速度応答の周波数分析の基本振動数 Δf 、周波数 i Hz の成分のパワースペクトル $G(i)$ とすると、次式で求められる。

$$a(i)^2 = \Delta f x G(i) \quad (2)$$

式(2)を式(1)に代入すれば、式(1)は次式となる。

$$a_w = [\sum_f \Delta f x G(i) 10^{C_n(i)/10}]^{1/2} \quad (3)$$

この結果、次式を用いて振動レベルを求めることができる。

$$L_v = 20 \log(a_w / a_0) \\ = 10 \log([\sum_f \Delta f x G(i) 10^{C_n(i)/10}] / a_0^2)$$

5 実験

側面にセンサを取り付けた車いすに、乗車者がいる状態で段差の昇降を行う。そこで、計測した値から算出した、評価指標①②の操作技術の評価における有効性を検証した。

5.1 計測手順

車いすを段差の手前で停止しておき、段差の乗り越え操作を行わせる。このとき、角度センサとして Android(使用アプリ: phyphox)を、加速度センサとして iPhone(使用アプリ: 加速度ロガー)を車いすにそれぞれ設置し、段差を乗り越える一連の動きを計測した。実験における3軸の設定について図3

に示す。また、安全性を確保するため、実験前には非熟練者に対して操作方法を十分に説明した。



図3 3軸の設定

5.2 被験者

研究への同意が得られた被験者は5名であった。被験者の中でも、非熟練者は経験度合いにより、初心者・中級者と分類した。被験者は、車いす介助未経験の3名(20代女性1名及び男性2名)を初心者、ヘルパー歴1年半の1名(20代女性)を中級者、保健師・看護師有資格の1名(50代女性)を熟練者とした。表1に被験者の属性と乗車者の組み合わせを示す。車いす介助への要因として考えられる、体格(身長)を聞き取り、握力を測定した。

表1 被験者の属性と乗車者

被験者			身長 (cm)	握力(kg) (右・左)	乗車者
ID	分類	性別			
1	初心者	男	170	35・27	女
2	初心者	男	174	49・32	女
3	初心者	女	160	27・28	女
4	中級者	女	173	29・26	男
5	熟練者	女	154	20・19	女

5.3 実験条件

昇降する段差は高さ3cmの板を用いて設置した。乗車者は、体重を同一(60kg)にし、性別は問わないことにした。



図4 実験風景

6 結果及び考察

6.1 評価指標①: 車体の傾き

被験者それぞれが前輪を持ち上げた際の車体の傾きを示す。女性は初心者ほど角度が大きくなり、熟練者ほど小さくなっており熟練度による技術の差が見られた。一方で、初心者男性の方が初心者及び中級者女性よりも角度が小さいことから力の差が前輪を持ち上げる際の車体の傾きに影響を与えていると考えられる。

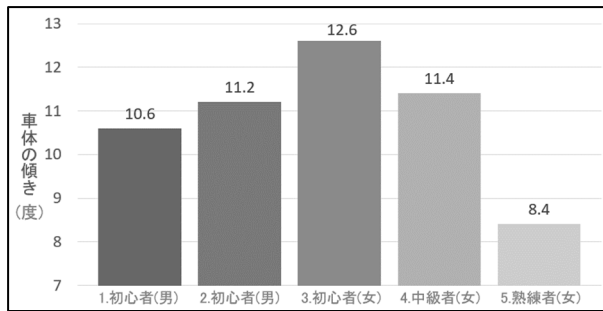


図5 前輪を持ち上げた際の車体の傾き

6.2 評価指標②: 振動レベル

表2に、被験者ごとの車いす操作時の振動レベルを3軸別(x, y, z軸)で示す。車体の傾きで見られた傾向と同様に、女性は初心者ほど振動レベルが大きく熟練者ほど振動レベルが小さい。また、x軸において初心者男性の方が熟練者女性よりも振動レベルが小さい値を示した。このことから、介助者の力の差が乗車者の感じる振動の差に影響を及ぼしていると考えられる。

表2 車いす操作時の3軸別平均振動レベル(dB)

被験者			x軸	y軸	z軸
ID	分類	性別			
1	初心者	男	108.1	106.1	98.0
2	初心者	男	105.8	105.5	100.1
3	初心者	女	109.5	105.3	103.6
4	中級者	女	109.3	103.6	101.9
5	熟練者	女	109.0	102.7	99.0

6.3 考察

実験の結果から、前輪を持ち上げた際の車いすの傾きと、車いす操作時の振動レベルにおいて、女性間では熟練度による操作技術の差が見られた。このことから、上記2指標は車いす介助技術の評価指標として有効であると考えられる。

また、車いす介助には個人の力の強さや体格が関係することも示唆された。一方で、今後高齢化により年齢や性別に関係なく誰もが、車いす介助をせざるを得ない状況になる可能性が高いことが予想される。このことから、女性や小柄な体格の人でも安全性・快適性の高い車いす介助技術を習得できるシステムを開発する必要があると考えられる。

7 教育システム

7.1 技術習熟度評価手法

6において、車いす段差乗り上げの定量的評価を行う指標を設定した。今後、上述の指標の下で熟練者が操作した際の値から、適正値を算出する。これにより、教示前後での適正値からのばらつきを増減をみることで習熟度評価が可能となる。

7.2 フィードバック手法

車いす段差乗り上げ動作における、適切な操作姿勢(図6)は以下の4点であることを明らかにした³⁾。

- 1) グリップ(ハンドル部分)をティッピングレバー(踏み込み用レバー)・グリップを結ぶ線に直角の方向に力を加える。
- 2) 脚のみの力ではなく、グリップを斜め下後方へ押し下げる操作を同時に行う。
- 3) 肘角度を適度に保つ。
- 4) 介助者の体幹と車いすとの距離を適度にあげる。

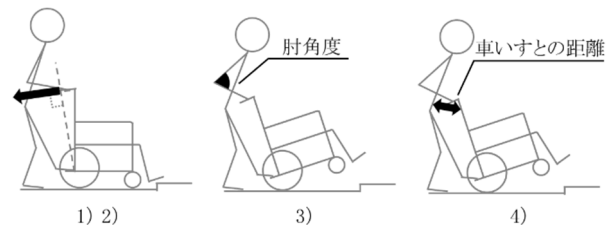


図6 車いす段差乗り上げ時の操作姿勢

上記の操作姿勢がとれていない場合、安定性・快適性の低さに影響を及ぼす。評価指標における学習者データと適正値の差に応じて、適切な操作姿勢をとるようにフィードバック情報を与える。表3に評価指標とその指標が示した値、それに応じた想定課題と適切な操作姿勢をとるためのアドバイスの例を示す。

7.3 システム提案

本システムの概要を図7に示す。本システムは、車いすに取り付けたセンサから、車いす段差乗り上げ時の車体の角度と振動を計測する。次に計測した値から評価指標①②を算出すると同時に、習熟度を評価する。ここでシステムは、適正値を100%としたときの学習者の習熟度を表示する。これにより、学習者は自身の技術について定量的理解が可能となる。最後に、フィードバック情報を表示することで、学習者への教示を行う。

表3 フィードバック情報の例

評価指標	適正値と比較	想定される課題	適切な操作姿勢をとるには？
①車体の傾き	適正値より大きい	前輪を持ち上げすぎている	・静かにグリップを引く ・肘角度を小さくする
①車体の傾き & ②振動レベル	適正値より小さい & 3軸とも適正値より大きい	前輪を持ち上げる高さが足りず、段差にぶつかる	・肘角度を大きくする ・前輪を上げる際、グリップを斜め後ろに引く
②振動レベル	Z軸が適正値より大きい	体幹と車いすの距離が離れている	・車いすに近づいて操作する

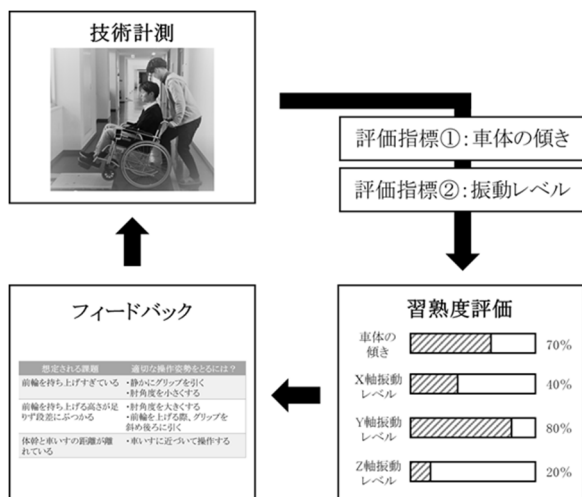


図7 教育システム

従来、車いす介助における明確な教育システムは無い。そのため、学習者は、身近に教示者がいない場合、自ら動画及び音声や文章によって介助方法を学習せざるを得なかった。そのため、学習者は主観で習熟度を判断しなければならず、自身の技術を定量的に理解することが不可能であった。それに対して、本研究で提案した教育システムでは学習者の習熟度を定量的に測定し提示することが可能となり、習熟度に応じたフィードバックにより効率的な学習につながれると考える。

一方で、適正値と学習者データの差がどのような操作課題によって生じるものであるか、またその際の具体的な対応について、本研究では解明できていないため、今後調査を行う必要がある。

8 まとめ

段差乗り上げ時の介助者の車いす操作技術を評価する指標を検討・検証し、検証結果に基づき教育システムを提案した。今後必要な調査を行い、教育システムの開発を進める。さらに提案した教育システムと従来の動画及び音声や文章による教示方法との比較を行い、本システムの有用性を検証する。

参考文献

- 1) 内閣府. 平成 30 年度版高齢社会白書. 厚生労働省, 2019.
[https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2019/html/zenbun/s1_1_1.html (cited 2020-Jun-20)]
- 2) 内閣府. 平成 20 年度版高齢社会白書. 厚生労働省, 2009.
[https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2009/zenbun/pdf/1s1s_1.pdf (cited 2020-Jun-20)]
- 3) 能登裕子, 村木里志. 介助負担と乗り心地を考慮した車いす段差乗り上げ介助操作の姿勢指標. 日本看護技術学会誌 2016; Vol.15 (2) :135-145.
- 4) 澤田知之, 小島洋一郎, 近藤崇 ら. 段差乗り越えを考慮した車椅子操作と乗り心地に関する研究. 苫小牧工業高等専門学校紀要 2007; 第 42 号:40-73
- 5) 中村孝文, 黒岡紀哉, 田内雅規. 車いす前輪上げ下げ動作におけるティッピングレバー位置と介助者の身体的負担との関係. 人間工学 2013; 第 49 号:43-53.
- 6) Kaoru E, Hiroshi Takase, Hiroshi Matsuda. Development of web-based learning materials to support assisting skill acquisition using 3DCG. Procedia Computer Science 2018; 126: 1710-1719.
- 7) 日本規格協会:JIS C 1510 振動レベル計, 1977