

ハンドル形電動車いす利用高齢者に対する教育システムの開発

Developing Education System for Elders Using Mobility Scooter

○ 下村英之(東大院) 小竹元基(東大院) 鎌田実(東大院)

林邦宏(スズキ株式会社) 松山元昭(スズキ株式会社)

Hideyuki SHIMOMURA, Motoki SHINO, Minoru KAMATA, The University of Tokyo
Kunihiro HAYASHI, Motoaki MATSUYAMA, SUZUKI

Abstract: In order to reduce unsafe behavior of the elders driving mobility scooter, we developed an educational system which improves the process of risk estimation with the concept of gamification. From the results of experiment, the educational system revealed a tendency to improve which risk perception skill for apparent hazard, latent hazard and behavior prediction hazard has, a confirmation ratio for blind area has and a sudden avoidance ratio for something approaching has.

Key Words: Education System, Mobility Scooter, Elders, Driving Behavior, Risk Perception

1. はじめに

1-1 研究背景

近年、高齢者の近距離移動手段としてハンドル形電動車いすが普及している。それに伴いハンドル形電動車いすによる事故も発生しており、近年では毎年約200件の事故が報告されている。またハンドル形電動車いすは法律上歩行者として扱われ、対歩行者の事故や対物事故に関しては報告義務が無いため、実際には報告されている数よりもさらに多くの事故が発生していることが考えられる。このような事故を抑止するための安全支援が望まれている。

1-2 先行研究

ハンドル形電動車いすを利用する高齢者に対する安全支援を行うためには、高齢者が不安全行動を起こす要因が明確でなければならない。先行研究では高齢者の認知特性と知識や経験が不安全行動を引き起こす要因であると考え、高齢者の状況認識と運転行動との関連性の把握を行った⁽¹⁾。この研究の中で、歩行者や自転車に対してリスク知覚能力が高く注意を向ける回数が多いと、歩行者や自転車に対する急回避行動が少なくなることが示唆されており、不安全行動を低減させるためにリスク知覚能力を高める安全支援を行うことが有効であると考えられる。

しかし、実際に安全支援をして不安全行動を低減できるかどうかについての検証は行われていない。そのため、どのような支援内容・手段が有効であるかは未解明である。

1-3 目的

本研究では、1-2節で述べた先行研究の結果を基に、不安全行動を低減するために有効な教育システムを開発し、その効果を検証することを目的とする。そのため、以下の3点について検証を行う。

- ・ 開発した教育システムを高齢者に対して適用することにより、リスク知覚能力が向上するのかを確認する。
- ・ リスク知覚能力が向上することにより、実際の運転において不安全行動が減少するのかを確認する。
- ・ 開発した教育システムが高齢者にとって受容可能なものであるかを確認する。

2. 教育システムの設計

2-1 ハンドル形電動車いす運転上の問題点

教育によって低減させる不安全行動を決定するため、ドライブレコーダを用いて都内在住のハンドル形電動車いす

Table 1 Experimental participants attribute

ID	Age	Sex	Residence	Driving time
E1	72	Female	Within 23 wards	9.8 hour
E2	93	Female	Within 23 wards	6.7 hour
E3	71	Female	Within 23 wards	10 hour
E4	70	Male	West of Tokyo	3.1 hour

Table 2 The number of unsafe behavior

Unsafe behavior	Scenes
Insufficient safety confirmation for blind area	25
Perceived notion for something approaching	8
Narrow the distance between oneself and the pedestrian ahead	4

ユーザ4名の普通の運転の様子を撮影し、その映像を分析した。その結果、死角となっている場所に対する安全不確認、接近してくる対象に対して「相手の方が止まってくれるだろう」と思い込んだ状態での走行、前方の歩行者と距離を詰めての走行といった不安全行動が見られた。これらの不安全行動のうちいくつかは、歩行者や自転車と接触しそうになった、もしくは接触した事象もあった。

このような不安全行動を起こしてしまう原因を運転能力の面から考えるため、運転行動過程のモデル化を行う。運転行動は一般に、認知-判断-操作の過程を経て行われると言われており、また認知は、環境に存在する事故の可能性と関連性を持つすべての対象や事象を探し出す過程である「ハザード知覚」と、知覚したハザードに対して事故に伴う重大性と事故の発生確率の組み合わせの損害を見積もる過程である「リスク知覚」からなると言われている。

先行研究より、有効視野、分割的注意能力、抑制機能といった視力や注意力に関する心身機能が低下するとハザード知覚に影響を及ぼすことが示唆されている⁽²⁾。また運転経験が増大することによりハザード知覚能力が向上するものと考えられており⁽³⁾、経験によって培われたハザードに関する知識がハザード知覚に影響を及ぼすと言える。またリスク知覚の過程は、ハザード知覚過程からの出力と、自分の運転能力を正しく見て取る「自己評価」の過程からの出力の、2つの入力要素がある⁽³⁾。以上をまとめると、図1のように運転行動過程をモデル化することができる。

冒頭に述べた不安全行動に含まれている死角箇所や接近対象、前方歩行者といったハザードは高齢者の視界の中に

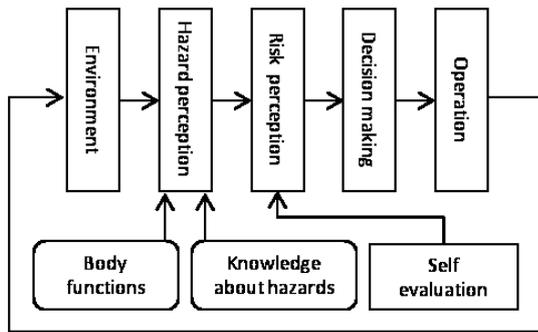


Fig. 1 Model of driving process

入っていた。また、他のハザードが存在している状況ではないため、他のハザードに注意が偏ったとも考え難い。そのため、心身機能の低下によるハザードの知覚が主たる原因とは考え難く、ハザードに関する知識が不足していたためにハザードの存在を予測できなかったことや、知覚したハザードに対してリスクを適切に見積もれなかったことが不安全行動の主たる原因だと考えた。

2-2 高齢者に対して教育を実施する上の問題点

教育システムを開発するにあたり、内容だけでなく手段の検討も行う必要がある。そこで、高齢者に対して教育をする上で生じる問題について、ハンドル形電動車いすの販売・点検を行うディーラーに聞き取り調査を行った。その結果、教育するにしても面白くないと高齢者が教育に対して興味を持たない、高齢者をどこかの会場に呼んで教育するのは難しい、高齢者は長時間の課題や複雑な課題は取り組むことができない、といった問題が挙げられた。

2-3 教育システムの要求機能

2-1 節、2-2 節で挙げた運転上の問題点および教育上の問題点より、教育システムの要求機能を整理すると以下のようになる。

- ① ハザードに関する知識をつけられるようにする
- ② 自己評価を適切に行えるようにする
- ③ 高齢者の学習に対する動機付けができるようにする
- ④ 高齢者の自宅でも教育を実施することが可能である
- ⑤ 教育で行う課題は高齢者でも取り組めるよう複雑でないもので、短時間で完了するものにする

2-4 教育システムの機能

教育システムの設計をするにあたり、まずは高齢者に行わせる課題の大まかな内容を決めて、その後教育システムに盛り込むべき機能を2-3 節で挙げた要求機能①～⑤を踏まえて決定することで、教育システムの設計を行った。

高齢者に行わせる課題については、この教育システムはリスク知覚能力を向上させることで実際の運転において不安全行動を低減させることを目的としているため、実際の運転映像からリスクを見積もる課題を通して学習を進めていくのが望ましいと考えた。そこで、実際の運転において座席から見える風景の映像の中から危険を感じる対象を検出するという課題を実施することとした。

①に対する機能を考えるにあたり、まずはハンドル形電動車いすの走行環境にはどのようなハザードが存在しているかを整理する必要がある。そこでハンドル形電動車いすのドライブレコーダの映像を分析した結果、以下の5種類のハザードを抽出することができた。

- ・ 動的な潜在的ハザード（例：前方から接近してくる歩行者や自転車）
- ・ 静的な潜在的ハザード（例：前方に存在する駐車車両などの障害物）

- ・ 潜在的ハザード（例：死角に隠れている歩行者や自転車）
- ・ 動的な行動予測ハザード（例：側方から接近する歩行者や自転車）
- ・ 静的な行動予測ハザード（例：側方で立ち止まっている歩行者）

例えば潜在的ハザードに関しては「死角から自転車の飛び出しがあるので、死角がある場所を通る際は速度を落として安全確認をしてください」というように、5種類それぞれのハザードに対してどのような事故例があるのか、そのハザードに対してどのように運転をすべきかといった情報を与えるようにした。

②に対する機能として、自身の運転能力を客観的に把握できる機能をシステムに盛り込んだ。具体的には、教育前に高齢者のリスク知覚能力の測定を行い、その結果をレーダーチャートの形で高齢者に示すようにした。レーダーチャートの項目は先に述べた5種類のハザードで、高齢者に提示する際の項目名はわかりやすい表現に改めた。これにより自身の運転能力を客観視することで自身の運転を過剰に評価していた場合にも適切な評価ができるようになる。

③のための手法としてゲーミフィケーションの考えを活用した。ゲーミフィケーションとは、ここでは「教育を受け入れやすくするためにゲーム的思考を使った仕掛けのこと」と定義する。ゲーミフィケーション・フレームワークによると、ゲーム的思考を使った仕掛けは以下の様なものが挙げられる⁽⁴⁾。

- ・ 利用者の目的に応じて、利用者が喜ぶものを数値によって可視化する。
- ・ 可視化した数値を向上させる目標を設定する。
- ・ 目標の達成に対して報酬を付与するようにすることでモチベーションを上げさせる。

レーダーチャートによるリスク知覚能力の可視化は、自己評価を適切に行えるようになるだけでなく、動機付けにも寄与すると考えられる。なぜなら、ハンドル形電動車いすを利用する多くの高齢者は、事故なく安全に運転を続けたいという欲求を持っていると考えられるため、自分は安全に運転ができるのか否かといったことを客観的に知ることができるのは高齢者にとって有用となるからである。また、高齢者の各ハザードに対するリスク知覚能力の中で最も値が低かったものを上げていくことを目標にして教育を実施することとし、教育を受けるごとにシステム内で報酬を付与するようにした。

④について、教育システムをタッチパネル式タブレットPCに実装することで、高齢者の自宅でも教育が実施可能となるようにした。また危険を感じる対象の検出する課題はタッチ操作で可能となることから、⑤の課題の容易さに対する要求も満たすことができると考えた。

以上より、以下の様な流れで教育を実施することとした。

- ・ 高齢者のリスク知覚能力の程度をはじめに測定し、その結果を基に5種類のハザードに対するリスク知覚能力について評価した結果を、図2のようにレーダーチャートにして高齢者に提示する。
- ・ 5種類のハザードに対するリスク知覚能力のうち最も低かった能力を上げることを目標として設定し、高齢者に提示する。
- ・ タッチパネル式のタブレットPCを用いて実際の運転映像を再生し、その中で危険を感じる対象を検出したらその部分に触れる課題を高齢者に行なわせる。対象に触れたら、図3のようにその対象の客観的リスクを

数値(図3の34という数字がそれにあたる)で即時にフィードバックすることで、協力者に検出が正しく行えたかを認識させる。客観的リスクの算出にはハンドル形電動車いすの衝突予測指標⁶⁾を適用した。

- ・ 課題終了後、課題を行った実運転映像の中で特に着目すべきハザードを図4のように示し、そのハザードに関してどのような事故例があるか、その状況ではどのように運転することが望ましいかを教示する。
- ・ 報酬として、課題を1回こなすと、その記録としてスタンプを模した「済」マークが付与され、課題でフィードバックされた客観的リスクの数値の合計が得点として付与される。

上記の流れを1サイクルとし、このサイクルが1分程度で完了するように設定した。サイクルを2,3回繰り返して教育を終了させることで、⑤の教育の実施時間に対する要求も満たすことができるようにした。

3. 教育システムによる効果の検証

3-1 概要

2-4節で述べた教育システムで1-3節で挙げた目的を達成できるか検証するため実験を実施した。実験は、協力者を教育群と非教育群の2つのグループに分け、それぞれ2日間にわたり実験を実施した。実施内容は表3に記す。

3-2 実験協力者について

文京区シルバー人材センターに委託し、18人の高齢者(男女各9人、平均年齢76.8歳)に協力を依頼した。協力者を9名ずつの2つの群に分け、一方を教育群、もう一方を非教育群とした。なお、全ての協力者から本実験に対してインフォームドコンセントを得ている。

3-3 本走行のルートについて

死角となっている場所の安全不確認は死角に対するリスクの見積もりが不適切であると生じると考えられ、接近対象に対する無理な走行は歩行者や自転車に対するリスクの見積もりが不適切であると生じると考えられる。リスク知覚能力を高めることでこれらの不安全行動が低減されるかを検証するため、死角が存在する無信号交差点と歩行者や自転車が比較的多く往来する通りを含むコースを設定した。

3-4 リスク知覚能力の測定について

先行研究で提案された状況認識評価法¹⁾の中のリスク知

覚課題の手法を用いてリスク知覚能力の測定を行った。これは、連続的に提示される実運転映像の中で実験協力者が危険を感じる対象を検出する課題である。提示される運転映像は、ドライブレコーダから抽出した不安全行動のシーンを参考に課題用に新たに撮影したものをを用いた。15秒程度の映像が全部で5シーンあり、それらに含まれる顕在的ハザード、潜在的ハザード、行動予測ハザードの数がほぼ均等になるようにシーンを選定した。顕在的ハザードおよび行動予測ハザードは動的なものと静的なものを1つにまとめているが、これは静的な顕在的ハザードおよび静的な行動予測ハザードの数が少なかったためである。

3-5 リスク知覚能力の教育について

2-4節で述べた教育ツールを用いて教育を実施した。1日目は3種類の場面、2日目は6種類の場面に対して課題を行なわせた。なお、課題に用いる映像はリスク知覚能力の測定で用いる映像とは異なるものである。

3-6 アンケート調査について

教育群に対してのみアンケート調査を行い、教育システムに対する主観評価を行った。調査項目は「自身の現状の運転能力の程度の理解度」「付与される報酬を集めたいと感じたか」「教育ツールをまたやりたいか」「タッチ操作の難易度」であり、5件法で調査を行った。

3-7 評価指標

リスク知覚能力の評価指標は、3-4節で述べたリスク知覚課題において抽出されたハザードに対してハンドル形電動車いすの衝突予測指標⁶⁾を適用し、タッチした対象およびタイミングに応じて算出される客観的リスクの合計値(以下「得点」とした)。

また、運転行動の評価は、死角に対する確認行動と接近対象に対する急回避・急制動の2種類で行った。死角に対する確認行動は、徐行または一時停止を行い死角となっている場所に顔を向けて確認行動が見られた回数を、死角のある場所を通過した回数で除した「死角確認率」を評価指標とした。接近対象に対する急回避・急制動の評価は、歩行者または自転車と接近し1.5mより近い位置でハンドル操作やブレーキを行うことで衝突回避をした回数を、歩行者や自転車が自車に接近してきた回数で除した「急回避・急制動率」を評価指標とした。

Table 3 Timetable of experiment

	Non-education group	Education group
Day 1	<ul style="list-style-type: none"> ● Practice of driving mobility scooter ● Driving mobility scooter ● Measurement of risk perception skill 	<ul style="list-style-type: none"> ● Practice of driving mobility scooter ● Driving mobility scooter ● Measurement of risk perception skill ● Education of risk perception skill
Day 2	<ul style="list-style-type: none"> ● Driving mobility scooter ● Measurement of risk perception skill 	<ul style="list-style-type: none"> ● Education of risk perception skill ● Measurement of risk perception skill ● Driving mobility scooter ● Questionnaire survey

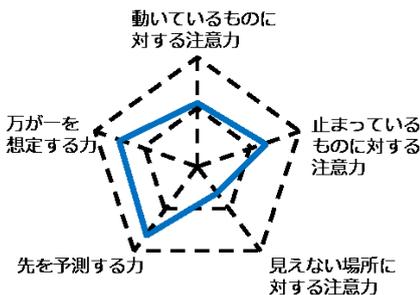


Fig. 2 Radar chart for feedback



Fig. 3 Screenshot of education task



Fig. 4 Screenshot of review of played scene

4-1 リスク知覚能力の変化

顕在的ハザード、潜在的ハザード、行動予測ハザードそれぞれに対するリスク知覚能力の、1日目と2日目の得点差の平均を図5に示す。

非教育群では顕在的ハザードに対するリスク知覚能力の得点は2.1点減少、潜在的ハザードに対するリスク知覚能力の得点は2.8点上昇、行動予測ハザードに対するリスク知覚能力の得点は0.3点上昇しており、教育群ではそれぞれ15.0点上昇、4.7点上昇、8.9点上昇している。

4-2 実環境における運転行動の変化

実際の走行における、1日目と2日目の死角に対する確認率の変化を図6に示す。非教育群では平均4.4ポイント減少しており、教育群では平均9.7ポイント増加している。

また、1日目と2日目の接近対象に対する急回避・急制動率の変化を図7に示す。非教育群では平均0.10ポイント増加しており、教育群では平均0.80ポイント減少している。

4-3 教育システムに対する主観評価

アンケート調査の結果を図8に示す。自身の現状の運転能力の程度を理解度を、1(全くわからなかった)~5(よくわかった)の間で評価させたところ、平均4.67となった。また、報酬として付与されるものに対して1(集めたくない)~5(集めたい)の間で評価させたところ、平均4.00となった。教育ツールをまたやりたいかについて1(やりたくない)~5(やりたい)の間で評価させた結果、平均4.33となった。

また、タッチ操作の難しさについて、1(難しい)~5(易しい)の間で評価をさせたところ、平均3.78となった。

5. 考察

図5~7より、今回提案した教育システムによって各ハザードに対するリスク知覚能力が向上する傾向を示すことができ、それによって死角に対する確認率が上昇する傾向、および、接近対象に対する急回避・急制動率が減少する傾向を示すことができた。なお、今回の実験は協力者がハンドル形電動車いすを日常的に利用している高齢者ではないことや、有意差が出るほど行動のサンプル数が取れていないことから、あくまで定性的な傾向を把握したまでであることを断っておく。

また図8より、レーダーチャートによる能力の提示や報酬の付与といった機能を教育に組み込むことで、高齢者が教育ツールをまたやってみたいと感じるようになったことから、学習に対する動機付けができたと思われる。学習したことによる過程や結果を記録し可視化することが動機付けに寄与したものと考えられる。課題の難易度も高齢者にとって難しすぎないものになっていると考えられる。

6. 結論

ハンドル形電動車いすの運転行動過程におけるリスク知覚能力に着目しゲーミフィケーションを活用した教育システムを高齢者に適応した結果、以下の項目について可能性を示すことができた。

- ・ リスク知覚能力が向上すること
- ・ 実際の運転行動において、死角に対する安全不確認、および、接近対象に対する急回避・急制動といった不安全行動が減少すること
- ・ 高齢者が教育を受けるための動機付けが行えること

今後、日常的にハンドル形電動車いすを利用している高齢者に対して実験を行い、運転行動のサンプル数を増やしていくことで、より定量的な議論を行なっていく。

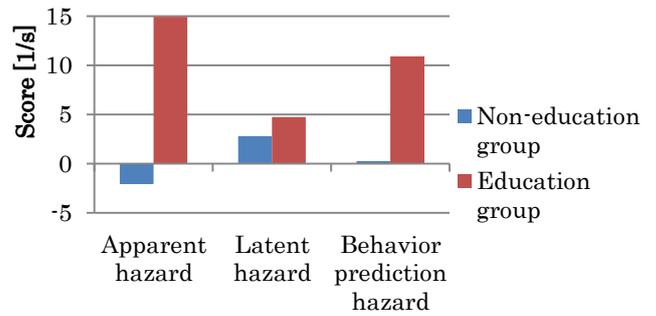


Fig. 5 Score difference of risk perception skill

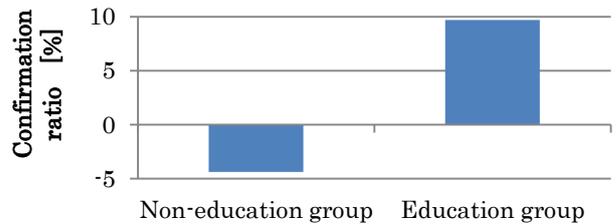


Fig. 6 Difference of confirmation ratio for blind area

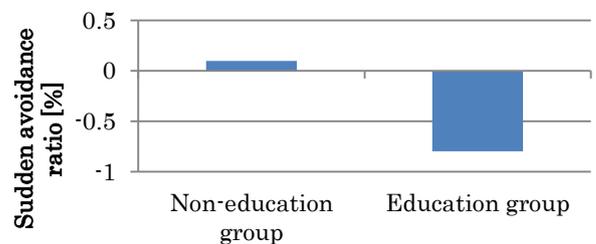


Fig. 7 Difference of sudden avoidance ratio

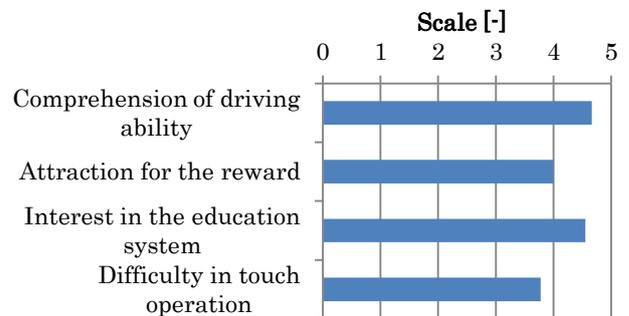


Fig. 8 Subjective evaluation for the education system

参考文献

- (1) 下村英之ほか, ハンドル形電動車いすの走行環境における高齢者の状況認識評価法の一提案, 生活生命支援医療福祉工学系学会連合大会2012, CD-ROM, 2012.
- (2) 小竹元基ほか, 高齢者の安全な移動を目指したハンドル形電動車いすの運転特性の把握, 生活生命支援医療福祉工学系学会連合大会2010講演論文集, No.10-52, pp.220-223, 2010.
- (3) 蓮花一巳, 運転時のリスクテイキング行動の心理的過程とリスク回避行動へのアプローチ, 国際交通安全学会誌, pp.12-22, 2000.
- (4) 深田浩嗣, ソーシャルゲームはなぜハマるのか? ゲーミフィケーションが変える顧客満足, ソフトバンククリエイティブ, 2011.
- (5) 山本裕喜ほか, ハンドル形電動車いす走行環境の特徴を考慮した衝突予測指標の提案, 日本機械学会交通・物流部門大会講演論文集, vol. 21, pp 237-240, 2012.