

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

Proposal for Evaluation Method of Elder's Situation Awareness for Driving Environment of Mobility Scooter

○下村英之 (東大院) 藤田浩徳 (東大院) 小竹元基 (東大院)
 鎌田実 (東大 高齢社会総合研究機構) 林邦宏 (スズキ株式会社) 松山元昭 (スズキ株式会社)
 Hideyuki SHIMOMURA, Hironori FUJITA, Motoki SHINO, Minoru KAMATA, The University of Tokyo
 Kunihiko HAYASHI, Motoaki MATSUYAMA, SUZUKI

Abstract: The objective of this study was to clarify the relationship between situation awareness and driving behavior of the elders driving mobility scooter. Situation awareness is defined as the process of perceiving the object from traffic environment, comprehending the current situation and predicting the future status. Unsafe behavior was extracted from analyzing the driving behavior, and characteristics of the situation awareness were evaluated by using proposed method. From this result, the possibility to evaluate confirmation behavior at blind area and avoidance behavior against pedestrian or bicycle from the characteristics of situation awareness was shown in the experimental participants.

Key Words: Situation Awareness, Cognitive Characteristics, Driving Behavior, Elders, Mobility Scooter

1. はじめに

1-1 研究の背景と問題点

現在、高齢者の移動手段としてハンドル形電動車いすが普及しており、それに伴い電動車いすに関わる事故が増加傾向にある。ハンドル形電動車いすの事故の対策を考えるにあたり運転者の特徴を考慮すると、高齢者であることと十分な安全教育を受けていないことが挙げられる。高齢者は心身機能の低下によって、視野や注意力などの知覚、認識に関わる認知機能が低下し、不安全行動につながると言われている⁽¹⁾。またハンドル形電動車いすには免許制度が無いため、十分な安全教育を受ける機会が無い。安全運転に関する知識や経験が少ない運転者は、危険となる対象の予測や発見が適切に行えないことが言われている⁽²⁾。

1-2 課題設定

本稿では、事故につながり得る運転行動を不安全行動と定義し、不安全行動を抑制する対策を行うためにハンドル形電動車いす運転者の特性と運転行動の関係を明確にすることが重要な課題だと考える。1-1 節で述べたように、ハンドル形電動車いす運転者は認知機能と安全運転に関する知識や経験に特徴が表れるため、これらの特性に着目する。また、ハンドル形電動車いすの運転行動に至るまでの過程を Endsley の定義により考える。Endsley によると、合理的な意思決定や行為は状況認識を達成することで実行できる⁽³⁾。状況認識とは、環境から対象を知覚し、現在の状況を理解し、将来の状態を予測する過程を指す。以上より、高齢者の状況認識と運転行動との関係を明確にすることを本稿の目的とする。また本稿では実験に協力してもらった高齢者の範囲内での議論とする。

1-3 研究の方針

1. 高齢者のハンドル形電動車いすの走行環境および運転行動を計測し、走行環境の整理、不安全行動の抽出を行う。
2. ハンドル形電動車いすの運転行動をモデル化し、運転行動過程における高齢者の状況認識の位置づけを示す。また、高齢者の認知特性や知識、経験の差が状況認識に与える影響について考察する。
3. 高齢者の状況認識の評価手法を提案する。
4. 提案した評価手法を用い、高齢者の状況認識の評価

実験を行う。その結果から各高齢者の状況認識の特徴を把握する。

5. 高齢者の運転行動の特徴と状況認識の特徴を比較することで、状況認識と運転行動の関連性を把握する。

2. ハンドル形電動車いすの運転行動分析

2-1 走行データ計測

ハンドル形電動車いすの主な走行環境と、その環境で発生する不安全行動を抽出するため、59 歳から 93 歳までの運転者 15 名を対象に、ドライブレコーダを用いて普段の運転を映像により撮影することで、走行環境および運転行動の走行データを計測した。ドライブレコーダで撮影した映像は図 1 のような前方、顔、操作部の 3 箇所である。また、実験協力者の属性を表 1 に示す。自動車の運転経験の無い高齢者でもハンドル形電動車いすを利用する人は少なくないことが分かる。また、ハンドル形電動車いすの運転頻度は毎日と答える人が多く、日常生活の足としてハンドル形電動車いすが利用されていることが分かる。

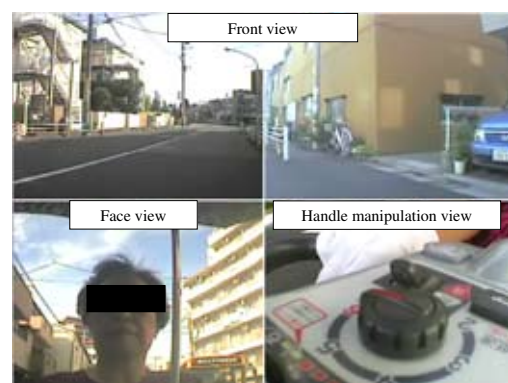


Fig. 1 Image shot of DR data

2-2 走行環境の整理と不安全行動の抽出

走行データの分析より、主な走行環境を、歩道および歩行者用道路、路側帯のある住宅地の車道、片側に段差や障害物のある車道の三通りに分類した。E1~E12 の主な走行環境は歩道および歩行者用道路と路側帯のある住宅地の車道であり、E13~E15 の主な走行環境は片側に段差や障

Table 1 Experimental participants attribute

ID	年齢	性別	自動車運転歴	ハンドル形 電動車いす 運転歴	運転 頻度	居住 地域
E1	72	男性	50年	2年	毎日	東京 23区内
E2	72	女性	無	21年	毎日	
E3	93	女性	15年	15年	週3日	
E4	80	男性	無	20年	毎日	
E5	71	女性	無	3年	週3日	
E6	59	男性	無	10年	週2日	
E7	71	女性	無	12年	週5日	
E8	82	女性	40年	1.5年	毎日	西東京 地区
E9	84	男性	55年	1年	毎日	
E10	70	男性	1年	10年	毎日	
E11	64	男性	22年	10年	週3日	
E12	84	男性	40年	3年	毎日	
E13	86	女性	無	20年	毎日	群馬、埼玉 の山間部
E14	78	女性	無	13年	毎日	
E15	86	女性	無	4年	毎日	

害物のある車道である。各環境において、急操作により危険となる対象を回避した、あるいは回避しきれず危険な状態に陥った事例をまとめたものを表2に示す。急回避した事例は、対象の死角からの飛び出しに対する反応遅れによるもの、徐々に接近する対象の見落としによるもの、他の対象に注意したことによるよそ見によるもの、集中力の低下により段差や障害物に接近したことによるものの四つに分類される。また、危険な状態に陥った事例はガードレールに対する衝突である。

Table 2 The elders' unsafe behavior

走行環境	発生事例	件数
歩道および 歩行者用道路	飛び出しに対する反応遅れ	11件
	接近する対象の見落とし	15件
	注意の偏りによるよそ見	6件
	ガードレールへの衝突	1件
路側帯のある 住宅地の車道	飛び出しに対する反応遅れ	11件
	接近する対象の見落とし	3件
片側に段差や 障害物のある車道	段差や障害物への接近	5件

走行データの分析を行い、見落としや注意の偏りは対象の不的確な知覚により発生し、死角からの飛び出しに対する予測の誤りは不適切な状況予測により発生すると仮定した。これらの事例は表2より、歩道および歩行者用道路と路側帯のある住宅地の車道において発生していると言える。よって、歩道および歩行者用道路と路側帯のある住宅地の車道においては対象の知覚や起り得る状況の予測が重要だと考えられる。本稿では、環境から対象を知覚し、現在の状況を理解し、将来の状態を予測する状況認識に注目しているため、以降では主な走行環境が歩道および歩行者用道路と路側帯のある住宅地の車道である E1~E12 の不安全行動に着目する。

2-3 高齢者の運転行動の分析

E1~E12 の走行データに対し、死角のある無信号交差点における確認行動および歩行者、自転車接近時の回避行動の分析を行った。図2に死角のある無信号交差点における確認率（確認回数を交差点通過回数で除し100をかけた値）、図3に歩行者、自転車接近時の急回避率（歩行者、自転車を急回避した回数を、歩行者、自転車が自車に接近した回数で除し100をかけた値）を示す。E10は確認率が低く死角に対する注意が低下していること、E3は歩行者や自

転車が接近した回数が多いにもかかわらず急回避率が低く、歩行者、自転車の動作に対する注意が高いことがわかる。

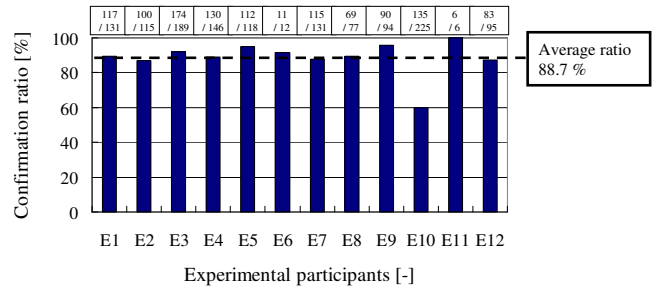


Fig. 2 Confirmation ratio at blind area

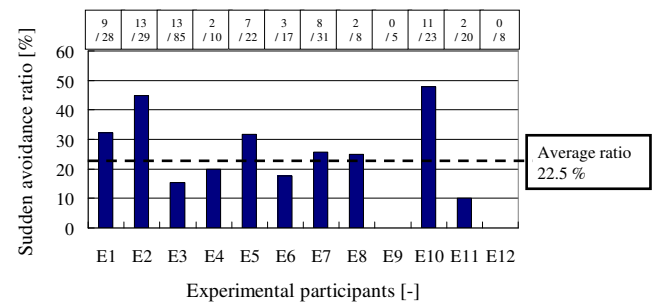


Fig. 3 Sudden avoidance ratio of pedestrian or bicycle

3. 運転行動における状況認識過程の整理

3-1 運転行動過程のモデル化

運転行動の過程でどのように状況認識が行われているかを検討するため、2-2節の結果と既存研究(3)(4)を基に運転行動過程のモデル化を行った。図4にそのモデルを示す。まず運転者は走行環境からハザード（事故の可能性と関連性を持つ条件や対象）を知覚する。この過程をハザード知覚とする。次に知覚されたハザードの持つリスク（ある事故の発生確率と、その重大性の組み合わせ）を運転者の経験や運転技能の自己評価と照らし見積もる。この過程をリスク知覚とする。リスク知覚の過程では、知覚したハザードの現在の状況に対するリスク（現在リスク）と、知覚したハザードの動きから予測される状況に対するリスク（将来リスク）の見積りが行われていると考える。

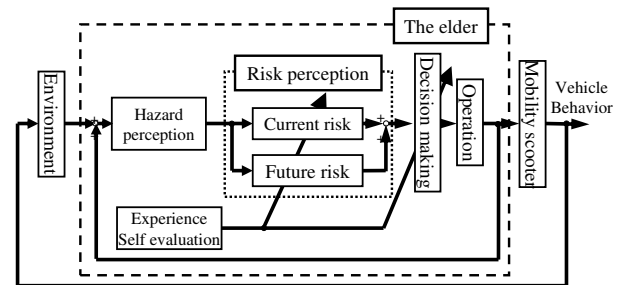


Fig. 4 Model of driving process

3-2 状況認識に影響する認知特性および知識や経験

2-2節で抽出した不安全行動の発生過程を、加齢に伴う認知機能の低下の面から図4のモデルに基づき考察し、分割的注意能力と抑制機能の低下がハザード知覚に影響すると仮説を立てた。分割的注意能力は二つ以上の課題を同時に遂行するために複数の対象を同時に注意する能力を指し、抑制機能は不適切な反応を抑制し次の反応への待機を可能にする能力を指す。また不安全行動の発生過程を安全

運転に対する知識や経験の面から考察し、リスク知覚能力の不備が将来リスクの予測に影響すると仮説を立てた。ここでリスク知覚能力は、状況認識の過程で運転者の知識や経験から将来リスクを見積もる能力を指す。

以上より、高齢者の状況認識に分割的注意能力、抑制機能、リスク知覚能力が影響し、これらの能力を評価することで高齢者の状況認識を評価できると考えた。

4. 高齢者の状況認識の評価

4-1 実験手法

高齢者の状況認識の評価を行うため、分割的注意能力、抑制機能、リスク知覚能力の評価を行った。実験には有効視野や視力による影響を除外するために小型の画面であること、高齢者が容易に操作ができるという設計要件を満たす 10.1 インチのタブレット PC を用いた。対象は 2 章の実験に協力し、本実験に対してインフォームドコンセントが得られた E2, E3, E5, E7, E10 の 5 名とした。また得られる結果が加齢によるものなのか個人差によるものなのかを区別するため、分割的注意課題と抑制機能課題は若年者 6 名 (Y1~Y6) に対しても同様の実験を行った。

4-2 認知機能の評価手法

4-2-1 分割的注意課題

画面上にランダムに表示されるマーカに反応する課題を、マーカのみ反応する通常条件と中心に現れる数字の識別と周辺に表示されるマーカへの反応を同時に行う注意分割条件の 2 条件で行った。各条件間の反応時間の差およびエラー率の差で分割的注意能力を評価する。

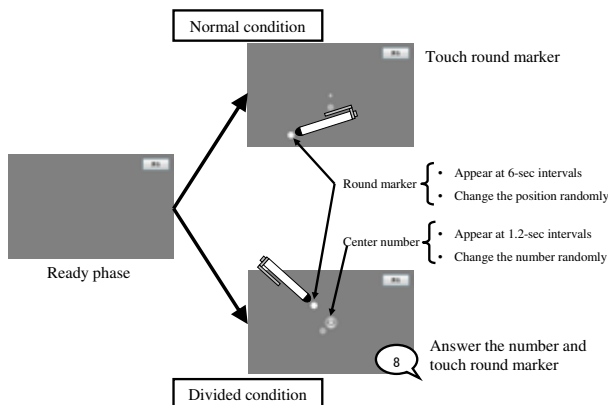


Fig. 5 Divided attention task

4-2-2 抑制機能課題

画面中心から放射状に 6 箇所表示される文字のうち C の向きを判断する課題を、反射的に注意が影響を受ける妨害刺激の有無による 2 条件で行った。各条件間の反応時間の差により抑制機能を評価する。

4-2-3 リスク知覚課題

連続的に提示される実運転映像の中で被験者が危険を感じる対象を検出する課題を行った。提示される運転映像として 2-2 節で抽出した不安全行動の事例のうち、歩道の事例 4 件、無信号交差点の事例 4 件、見通しの良い単路の事例 1 件の合計 9 シーンを選定した。タッチされる対象の種類や回数により、リスク知覚能力を評価する。

4-3 実験結果

4-3-1 分割的注意課題

各高齢者と若年者の通常条件と注意分割条件におけるマーカの平均反応時間を図 8 に示す。高齢者は E7 を除く 4 名が、若年者は Y1 を除く 5 名が注意分割条件におい

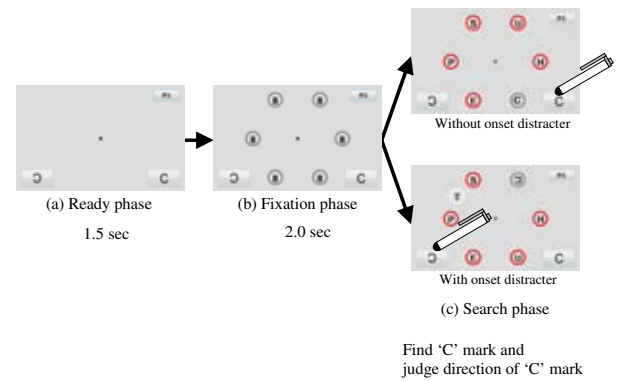


Fig. 6 Inhibition task

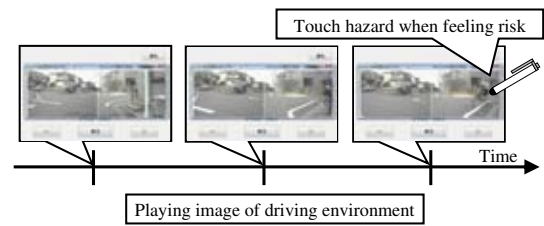


Fig. 7 Risk task

て反応時間が増加している。若年者、高齢者ともに注意分割条件の平均反応時間は通常条件よりも長くなる傾向があることから、平均反応時間の差は加齢による影響よりも個人差の影響が大きく表れることがわかった。

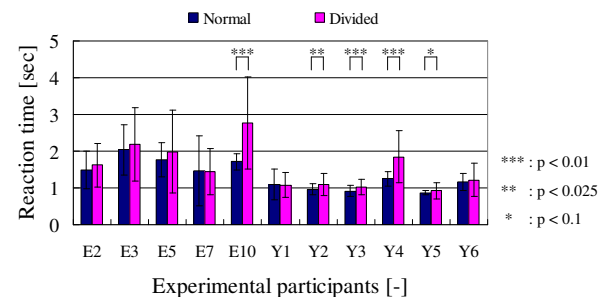


Fig. 8 Reaction time of divided attention task

図 9 に、各高齢者の各条件におけるエラー率を示す。ただしエラー率は、マーカに反応できなかった回数をマーカが提示された回数で除し、100 をかけた値として定義する。E7 を除く 4 名が注意分割条件においてエラー率が増加した。一方若年者は各条件でマーカを見落とすことがなかった。この結果より、エラー率の差には加齢による影響が表れることがわかった。

4-3-2 抑制機能課題

図 10 に、各高齢者と若年者の妨害刺激の有無による平均反応時間を示す。高齢者は E2, E3, E7 の 3 名が、若年者は Y2~Y5 の 4 名が妨害刺激のある条件において反応時間が増加した。若年者、高齢者ともに妨害刺激のある条件において平均反応時間が長くなる傾向があることから、平均反応時間の差は加齢による影響よりも個人差の影響が大きく表れることがわかった。

4-3-3 リスク知覚課題

リスク知覚課題の結果、高齢者は主に死角および接近する歩行者や自転車に対して危険を感じ注意を払っている

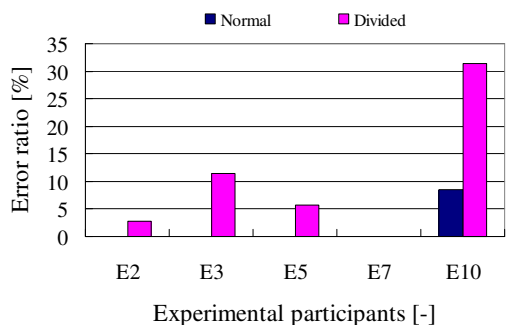


Fig. 9 Error ratio of divided attention task(The elders)

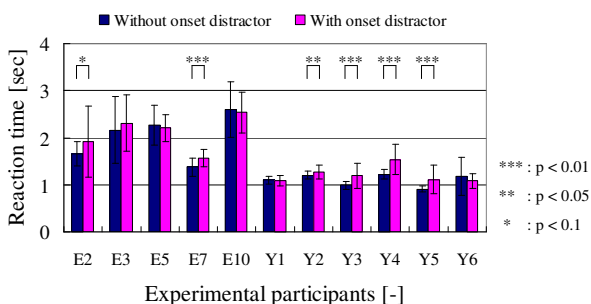


Fig. 10 Reaction time of inhibition task

ことがわかった。そこで、各高齢者の死角の検出率および歩行者と自転車の平均注意回数に着目した。死角の検出率は、検出した死角の数を全シチュエーション中に存在する死角の数で除し100をかけた値として定義し、歩行者と自転車の平均注意回数は、一つの対象に対しタッチした回数の和を検出した対象の数で除した値として定義した。

図11に各高齢者の死角の検出率を示す。E10は全シチュエーションを通し死角の検出を行なっておらず、死角に対するリスク知覚能力が低下していると考えられる。

図12に各高齢者の歩行者と自転車に対する平均注意回数を示す。E3は他の高齢者に比べて一つの対象に対し注意を繰り返し行っており、歩行者や自転車に対するリスク知覚能力が高いと考えられる。

5. 状況認識と運転行動の関連性の把握

図2と図11を比較すると、実際の運転行動で他者に比べ確認率の低いE10はリスク知覚課題において死角を検出していない。よって、実際の運転行動における死角へのリスクの予測の仕方がリスク知覚課題における死角の検出率に表れると考えられる。また、図3と図12を比較すると、実際の運転行動で急回避率の低いE3はリスク知覚課題においてハザードへの平均注意回数が他者に比べて多い。ハザードへの平均注意回数が多いと、ハザードの動作に基づいてリスクを繰り返し見積もり、早い段階で回避行動を取るような運転を行うと考えられる。よって、実際の運転行動におけるハザードへの注意の仕方がリスク知覚課題におけるハザードの平均注意回数に表れると考えられる。

また、分割的注意能力、抑制機能の影響が特に表れた不安全行動として注意の偏りが考えられる。走行データの分析結果より、死角の確認行動および歩行者や自転車の回避行動を行う際に、注意の偏りが生じたことによる死角の不確認や急回避が生じた事例の件数を表3に示す。図9より、見落としに関する分割的注意能力が低下していると考えられるE3、E10は、注意の偏りが発生した件数が他の

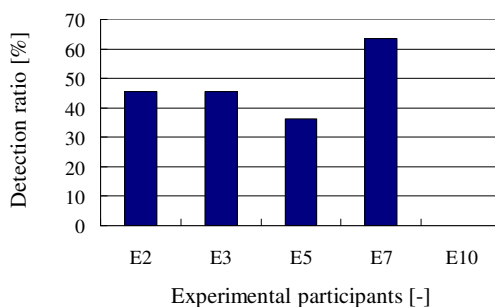


Fig. 11 Detection ratio of blind area

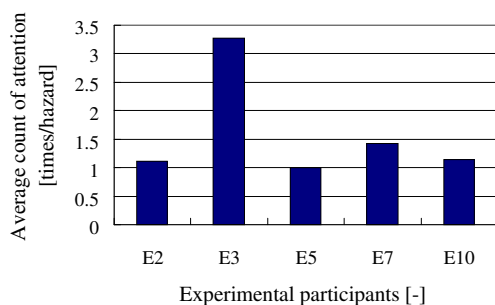


Fig. 12 Average count of attention to pedestrian or bicycle

高齢者より多いことがわかる。また図10より、抑制機能の低下の程度が大きいと考えられたE2、E7も、注意の偏りが生じた事象が多少発生している。したがって、分割的注意能力や抑制機能の低下は、高齢者のハザード知覚の過程の誤りにつながり、不安全行動の発生に影響を与えていると考えられる。

Table 3 The number of incident

	E2	E3	E5	E7	E10
死角の不確認	3	8	0	2	8
歩行者・自転車の急回避	1	4	0	0	3

6. 結論

本実験において、分割的注意能力、抑制機能の低下の程度が大きいと考えられた高齢者は注意の偏りが生じハザード知覚が低下し、死角の不確認や歩行者等の急回避が生じていることがわかった。また、リスク知覚能力の高いE3は他の高齢者に比べて将来リスクの予測が十分にできており、死角に対する確認行動が多く、歩行者等に対する回避行動が少なかった。

したがって、高齢者の状況認識に影響を及ぼす認知特性が運転行動に影響する可能性を示した。

参考文献

- (1) 小竹元基, 藤田浩徳, 井上正太郎, 鎌田実, 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.
- (2) 小川和久, リスク知覚とハザード知覚, 大阪大学人間科学部紀要, Vol.19, pp.27-40, 1993.
- (3) Mica R. Endsley, Toward a Theory of Situation Awareness in Dynamic Systems, HUMAN FACTORS, Vol.37, No.1, pp.32-64, 1995.
- (4) 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.