

自動車ペダル操作時の足の位置と動きの特性と ペダル踏み違いの経験

篠原 一光*
木村 貴彦**

要旨

本研究の目的は、実際の運転場面におけるアクセル・ブレーキペダルの操作方法の年齢、性別による違いを明らかにし、ペダル踏み違いへの影響を検証することであった。500名の参加者がペダルの操作時や踏み換え時の足の使い方、踏み違い経験、体格、関連する質問で構成されたWeb調査に回答した。その結果、ペダルの操作に大きな個人差があること、踏み違いはブレーキ操作時のかかとの床面接地の有無によって直接的に影響される可能性があることが示された。この結果はペダル操作方法の改善により踏み違いを低減できる可能性を示唆している。

Abstract

The purpose of this study was to clarify the differences in actual accelerator-brake pedal control according to the age and gender of drivers and to examine the effect of pedal operation characteristics on the pedal misapplication. Five hundred respondents responded to a web-based survey which included questions about how to use their foot when operating pedals, experiences of pedal misapplication, physical constitution, and related queries. Results showed that drivers controlled pedals in various ways, and their reported experiences of pedal misapplication could be directly related to whether their heel was on the floor when depressing the brake pedal. It implies that improving pedal operation could decrease the likelihood of pedal misapplication.

キーワード：ペダルの踏み違い；かかと；アクセルからブレーキへの踏み換え

Keywords: pedal misapplication; heel; transition from accelerator from brake

1. はじめに

アクセル、ブレーキの操作は運転者の行う運転操作の最も基本的なものである。ある程度運転に習熟すると運転者はペダル操作を無意識的に行えるようになるが、時として起こる操作ミスがアクセルとブレーキの踏み違いである。アクセルとブレーキの踏み違いによる事故が発生すると、建物内に車が突入するなどショッキングな事故現場と事故の生じる過程の不可解さのためか、大きく報道されて話題になることがしばしばある。

ペダル操作の不適による事故の問題は「意図しない加速(Unintended Acceleration: UA)」の主たる原因として1980年代から研究が行われ、主として発進時の意図しない加速を防止するためペダルの位置やロック機能等の導入といったハードウェアの改良がおこなわれてきた¹⁾。しかし踏み違いは発進時だけでなく走行中にもしばしば起こるものであり²⁾、踏み違いはいまだ抑止できてはいない。

日本国内ではアクセルとブレーキの踏み違いによる事故件数は近年、毎年5000~7000件程度発生しているが、交通事故件数全体に比べると、ペダルの踏み違いにより起こる事故の占める割合は必ずしも大きくない。しかし、高齢運転者は操作不適による事故を起こすことが多く、

*大阪大学大学院人間科学研究科

Graduate School of Human Sciences, Osaka University

**関西福祉科学大学健康福祉学部

Faculty of Health Sciences for Welfare, Kansai University of Welfare Sciences

その中でも他のより若い年齢群の運転者に比べ、ペダルの踏み違いの割合が高い³⁾。このため、特に高齢運転者の事故防止に関連してペダル踏み違いによる事故の対策は重要と考えられている。その具体的対策の一つとして、2017年に発表された75歳以上の高齢運転者向け交通事故防止対策のための「安全運転サポート車」コンセプトがあり、ペダル踏み間違い時加速抑制装置が装着されている車を「サボカーS」と呼んでいる。

高齢運転者がどのようなペダル踏み違い事故を起こしやすいかについては、事故統計分析や事故事例分析により明らかにされつつあり、年齢、性別、身長が踏み違いと関係があることが判明している³⁾⁴⁾⁵⁾。しかし、なぜ高齢者がペダル踏み違いを起こしやすいのかについては現在も明らかにはなっていない。いくつかの研究では、加齢に伴う認知機能の変化が踏み違いのしやすさに関連する可能性があることが報告されている⁶⁾⁷⁾⁸⁾。しかし踏み違いと密接に関連する認知機能を同定し、その評価によって踏み違いのリスクを予測しようという段階には達していないため、現時点では十分な知見が蓄積されているとは言いがたい。

ところで、ペダルの踏み違いにもっとも直接的に関連する要因として、運転者がどのようにペダルを操作しているのかという点があげられる。ペダルの操作方法は自動車学校で免許を取得する過程の中で指導されており、自動車教習においては、第1段階項目2「自動車の機構と運転装置の取扱い」で各ペダルの踏み方と戻し方が指導されている。技能教習指導要領⁹⁾では、アクセルペダルの踏み方は「かかとを床につけ、かかとを支点にして足首を軽く動かしながら、つま先で静かに踏むようにさせる」、戻し方は「かかとをつけたまま、つま先をペダルから浮かすようにする」と規定されている。一方、ブレーキペダルの踏み方は「中央を足の指の付け根付近でジワッと踏ませる」、戻し方は「ひざをあげるようにしてスッと戻させる」と規定されている。ただし、この方法が最もペダル踏み違いしにくい方法といえるかについて客観的根拠は示されていない。このペダル操作方法をとらなければならないという法的な規定があるわけではなく、さらには実際にこのようなペダル操作方法をほとんどの運転者が行っているかは不明であり、研究も行われていない。

運転者には体格、筋力、足の長さ・大きさ等、身体的な個人差がある。ペダル類の設計には人間工学的配慮が必要であり、①自然な動作で操作できる、②体格差を許容できる機構である、③操作に対しミスをしにくい機構である、④操作に際して疲労が少なく扱いやすい、⑤操作フィーリングがよい、という点が満たされるべきとき

れる¹⁰⁾。各ペダルの左右配置や形状は、運転者のペダルの操作モード、関節の動き、必要な踏力などを考慮し、人間特性と機械特性が調和するように決定されていると考えられるが¹¹⁾、実際に販売されている車のペダル配置はかなりのばらつきがある。事故データに基づき踏み違い事故と関連するペダル等の位置を調べた研究¹²⁾では、ペダルの位置や、それらの運転者の着座位置に対する相対的な位置が踏み違いに関連することが明らかにされている。しかしながら、運転者の身体的特性は一律ではないので、どの運転者にとっても踏み違いをしにくい特定のペダル配置というものを設定することは難しいと考えられる。

また運転者は必ずしも理想的な運転姿勢をとっているとは限らず、適切とは言えない運転姿勢をとる習慣を持っていることも考えられる。このような様々な理由から、各運転者のペダル操作方法にはかなりのばらつきが存在する可能性がある。実際、篠原・木村による交通安全イベント参加者に対するペダル操作方法の聞き取り調査では、ペダル操作にかなりの個人差があることが示されている¹³⁾。

現在のアクセル・ブレーキペダルの形状や配置、操作方法では踏み違いを根本的に防止することは困難であるかもしれない。現在、センサ等を活用して踏み違いを防止する技術の開発、その技術を搭載した車の普及、さらにはペダルそのものを新しい操作方式のものに変えてしまうことで踏み違いを解消する¹⁴⁾といった努力が行われている。しかし既に無数の自動車が利用されていることを踏まえると、現行のアクセル・ブレーキペダルのままで踏み違いを防止する方法を見出すことが必要であり、そのためには踏み違いにつながる要因を明らかにすることが必要である。

本研究の目的は、運転者が実際にどのようなペダル操作方法をとっているのかを明らかにし、踏み違い運転の起こしやすさとの関連を検討することである。また免許保有者当たりのペダル踏み違い事故発生率は若年者と高齢者で高く、性差も見られること⁴⁾や米国での事故データ分析に基づく踏み違いによる事故を起こしている運転者は女性の方が多いことの指摘⁵⁾に基づき、ペダル操作方法の年齢・性別による違いも検討する。これらを明らかにすることを通して、現行の自動車のペダル配列において踏み違いを起こしやすいペダル操作があるのか、また踏み違い事故を避けるための対策としてどのようなことがありうるか、という疑問に答えることができるようになるだろう。

2. 方法

2.1 調査方法・対象者

Web 調査を実施した。調査は楽天リサーチ社に依頼し、楽天リサーチ社が保有する対象者パネルより日常的に運転している高齢男性、高齢女性、非高齢男性、非高齢女性が本調査に回答した。65 歳以上を高齢者とし、各群の人数は 125 名であった(表 1)。調査時期は 2016 年 7 月であった。なお本研究は大阪大学大学院人間科学研究科行動学系研究倫理委員会による審査と承認を得て実施した(承認番号：人行 28-017)。

表 1 各回答者群の年齢と運転経験

		年齢(歳)		運転経験(年)	
		平均	SD	平均	SD
非高齢	男性	53.3	5.3	33.6	5.9
	女性	52.3	5.5	30.6	6.1
高齢	男性	69.3	4.0	46.6	6.6
	女性	67.9	3.1	38.7	8.7

2.2 調査内容

最初に最近の運転頻度、路上での AT 車運転経験、ペダル操作方法を質問し、運転頻度が少ない(1年に1回程度)人、AT 車の運転経験がない人、両足でペダル操作をしている人を調査対象者から除いた。

続いて、(1)アクセルペダルの踏み方、(2)アクセルペダル踏み込み時のかかと状態、(3)ブレーキペダルの踏み方(4)ブレーキペダル踏み込み時のかかとの状態を質問した。

(1)(3)では写真(図 1)を示し、ペダルを踏み込む時に足がペダルに対してまっすぐか、傾いているかの評価を「A/C の通り」「A/C に近い」「B/D に近い」「B/D の通り」の 4 段階で求めた((1)では A と B, (3)では C と D の間で評価を求めている)。なお、「どちらでもない」という選択肢も設けた。(2)(4)は踏み込み時にかかとが床に付いているかどうかを「ついている」「いない」のいずれかで回答を求めた。これらは踏み換えなしに、継続して一つのペダル踏込量を調整的に操作する際の足の状態を問うことを意図したものである。

(5)(6)(7)アクセルからブレーキへの踏み換え方

ペダルの踏み換え方を動画(図 2)で提示し、自分がそのような踏み換え方をするかを「全くこの通り」「これに近い」「これとはやや違っている」「まったく違っている」の 4 段階で回答を求めた。各動画によって示される踏み換え方は以下の通りである。これらは踏み換え時の足の動かし方を問うことを意図したものである。

(5)アクセルペダルをまっすぐ踏んでいる状態から、かかとの位置は動かさず、足を倒してブレーキを踏む。

(6)足を倒してアクセルペダルを踏んでいる状態から、かかとの位置は動かさず、足をまっすぐにしてブレーキを踏む。

(7)アクセルペダルをまっすぐ踏んでいる状態から、かかとの位置を動かし、足をまっすぐにした状態でブレーキペダルを踏む。

(8)踏み違いの経験

踏み違いをしたことがあるかを 3 段階(ある/実際にはしていないが踏み違いをしかけたことはある/ない)で回答を求めた。また経験あり、またはしかけたことがあると答えた回答者にはさらに、経験の時期、場所、その時の行動を質問した。

このほか、高齢者には歩行中の転倒経験を尋ね、転倒経験がある人には「転倒スコア」¹⁵⁾(21 項目)への回答を求めた。また、全対象者に対して、失敗傾向質問紙¹⁶⁾(26 項目)、身長、靴のサイズ、運転への自信度、踏み違いに関する補足的な質問(2 項目)への回答を求めた。ただし本論文ではこれ以降、転倒経験、失敗傾向については報告しない。

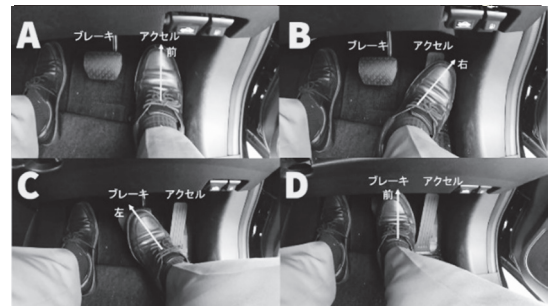


図 1 ペダル操作時の足の状態(A/B: アクセルペダル操作時 C/D:ブレーキペダル操作時)



図 2 ブレーキからアクセルペダルへの踏み換え方(①:踏み換え方法の説明 ②:踏み換え前の足の状態 ③:踏み換え後の足の状態 ④:質問)

3. 結果

3.1 ペダル操作時の足とかかとの状態

ペダル操作時の足の使い方について、先述した「A/C

の通り」「A/Cに近い」「B/Dに近い」「B/Dの通り」の4種の回答に対し、前2つをAまたはC、後2つをBまたはDとまとめた。これにより、ペダルに対して足をまっすぐ踏み込むか、あるいは倒して踏み込むかで集計を行った(表2)。回答者群によりペダル操作時の足の状態は異なっていた。残差分析を行ったところ、若年男性ではどちらのペダルも足を倒して操作することが他群に比べて多くなっていた。また高齢男性ではアクセルは斜め、ブレーキはまっすぐに向ける傾向が見られ、また女性ではどちらのペダルも足をまっすぐにして操作する傾向があることが示された。

それぞれのペダルを踏み込む時にかかとをつくかについて、回答群別に集計を行った(表3)。アクセル操作時にかかとをつかず、ブレーキ操作時にかかとをつくという回答者はいずれの群でも少なかったため(非高齢男性:1, 非高齢女性:3, 高齢男性:0, 高齢女性:7), これを除いて分析を行ったところ、回答群によりペダル操作時のかかとの使い方は異なっていた。

表2 ペダル操作時の足の状態

	アクセル	斜	斜	直	直
	ブレーキ	斜	直	斜	直
非高齢	男性	27 (.22)	35 (.29)	20 (.17)	39 (.32)
	女性	10 (.08)	28 (.23)	29 (.24)	56 (.46)
高齢	男性	11 (.09)	50 (.40)	18 (.15)	45 (.36)
	女性	4 (.03)	18 (.15)	27 (.22)	75 (.61)

$\chi^2(9)=56.47, p<.01, Cramer's V=.20$

表3 ペダル操作時のかかとの状態

	アクセル	×	○	○
	ブレーキ	×	×	○
非高齢	男性	5 (.04)	61 (.49)	58 (.47)
	女性	18 (.15)	35 (.29)	69 (.57)
高齢	男性	3 (.02)	52 (.42)	70 (.56)
	女性	16 (.13)	25 (.21)	81 (.66)

$\chi^2(6)=38.59, p<.01, Cramer's V=.20$

注: ○:ペダル操作時にかかとをつく ×:ペダル操作時にかかとをつかない

ペダル操作時の足の状態別に、ペダル操作時のかかとの床面接地有無を集計した(表4)。アクセルペダルに関しては、アクセルをまっすぐ踏む人のかかとをつかない人が多くなっていた。一方ブレーキペダルに関しては、足

を倒してブレーキを踏む人でかかとを床につける人が多くなっていた。

残差分析を行ったところ、非高齢男性ではアクセル操作はかかとをつき、ブレーキはつかないという人が多く、高齢女性ではこのような操作方法をとる人が相対的に少ないことがわかった。また、どちらのペダル操作時にもかかとを床につかない人は、男性に比べて女性の方で多いことも示された。ただし高齢女性ではどちらのペダル操作でもかかとをつくと答えた人も多い。

表4 ペダル操作時の足の状態とかかとの床接地

足の状態	アクセル操作時		ブレーキ操作時	
	×	○	×	○
斜・斜	3 (.06)	49 (.94)	13 (.25)	39 (.75)
斜・直	5 (.04)	134 (.96)	62 (.45)	77 (.55)
直・斜	15 (.16)	79 (.84)	36 (.38)	58 (.62)
直・直	26 (.12)	189 (.88)	104 (.48)	111 (.52)

アクセル操作時: $\chi^2(3)=12.32, p<.01, Cramer's V=.16$

ブレーキ操作時: $\chi^2(3)=10.40, p<.05, Cramer's V=.14$

注1:足の状態は左がアクセルペダルを踏む時、右がブレーキペダルを踏む時の状態を示す。

注2: ○:ペダル操作時にかかとをつく ×:ペダル操作時にかかとをつかない

3.2 踏み換え方法

3種類の踏み換え方について、そのような踏み方をするかどうかの回答を回答群別に集計した(表5~表7)。

表5「アクセルペダルをまっすぐ踏んでいる状態から足を倒してブレーキを踏む」

	回答	しない				する
		1	2	3	4	
非高齢	男性	38 (.30)	26 (.21)	46 (.37)	15 (.12)	
	女性	30 (.24)	38 (.30)	55 (.44)	2 (.02)	
高齢	男性	30 (.25)	28 (.22)	54 (.43)	12 (.10)	
	女性	27 (.22)	44 (.35)	45 (.36)	9 (.07)	

$\chi^2(9)=19.85, p<.05, Cramer's V=.12$

「アクセルペダルをまっすぐ踏んでいる状態から足を倒してブレーキを踏む」(表5)では、他の回答群に比べ、高齢女性でそのような踏み方をしないと回答する割合が高くなった。「足を倒してアクセルペダルを踏んでいる状態から足をまっすぐにしてブレーキを踏む」(表6)については回答群による明確な違いが見られなかった。一方

「アクセルペダルをまっすぐ踏んでいる状態から、足を床から浮かせて移動させ、足をまっすぐにした状態でブレーキペダルを踏む(表 7)」では回答群による違いが見られ、残差分析の結果、男性では高齢者、非高齢者ともそのような踏み換え方をしないと答えた割合が高く、また非高齢女性ではそのような踏み換え方をすると答える割合が高くなっていった。高齢女性でも同様の傾向が見られた。

表 6 「足を倒してアクセルペダルを踏んでいる状態から足をまっすぐにしてブレーキを踏む」

	回答	しない する			
		1	2	3	4
非高齢	男性	36 (.29)	37 (.30)	39 (.31)	13 (.10)
	女性	34 (.27)	46 (.37)	43 (.34)	2 (.02)
高齢	男性	35 (.28)	32 (.26)	47 (.38)	11 (.09)
	女性	34 (.27)	50 (.40)	33 (.26)	8 (.06)

$\chi^2(9)=15.75, n.s., Cramer's V=.10$

表 7 「アクセルペダルをまっすぐ踏んでいる状態から、足を床から浮かせて移動させ、足をまっすぐにした状態でブレーキペダルを踏む」

	回答	しない する			
		1	2	3	4
非高齢	男性	35 (.28)	27 (.22)	45 (.36)	18 (.14)
	女性	11 (.09)	27 (.22)	69 (.55)	18 (.14)
高齢	男性	36 (.29)	14 (.11)	47 (.38)	28 (.22)
	女性	19 (.15)	22 (.17)	54 (.43)	30 (.24)

$\chi^2(9)=34.79, p<.01, Cramer's V=.152$

3.3 踏み違いの経験

踏み違いの経験を回答群毎に集計した(表 8)。いずれの回答群でも実際に踏み違いをしたとの回答は少なく、また群間で踏み違い経験の違いがあるとは言えない。なお、踏み違い経験、または踏み違いをしかけた経験の時期は大きくばらついており、Fisher の正確確率検定を行ったところ回答群間での有意差(有意水準は 0.05)は認められなかった。

3.4 運転の自信

4段階での評定を求めた運転への自信度について、回答群ごとに集計した(表 9)。1と2を「自信なし」、3と4を「自信あり」として分析したところ、回答群で自信度の評価が異なることが示され、高齢、非高齢にかかわら

ず男性のほうが自分の運転に自信を持っていることが示された。

3.5 身長と靴のサイズ

身長と靴のサイズについては表 10 に示す結果となった。一要因分散分析により身長の差は有意であり($F(1, 498)=150.47, p<.01, \eta^2=.23$)、ボンフェローニ法による多重比較($p<.05$)により全ての回答群間に有意差が認められた。靴サイズの差も有意であり($F(1, 498)=117.51, p<.01, \eta^2=.19$)、多重比較により性別間の差が有意であることが分かった。

表 8 踏み違いの経験

	回答	あり しかけたことがある ない		
		あり	しかけたことがある	ない
非高齢	男性	4 (.03)	14 (.11)	107 (.86)
	女性	11 (.09)	15 (.12)	99 (.79)
高齢	男性	4 (.03)	12 (.10)	109 (.87)
	女性	6 (.05)	13 (.10)	106 (.85)

$\chi^2(6)=6.15, Cramer's V=.08, n.s.$

表 9 運転への自信

	回答	自信なし 自信あり			
		1	2	3	4
非高齢	男性	0 (.00)	25 (.20)	82 (.66)	18 (.14)
	女性	5 (.04)	66 (.53)	51 (.41)	3 (.02)
高齢	男性	0 (.00)	17 (.14)	78 (.62)	30 (.24)
	女性	7 (.06)	47 (.38)	65 (.52)	6 (.05)

回答 1,2 を「自信なし」回答 3,4 を「自信あり」としての分析： $\chi^2(3)=68.29, p<.01, Cramer's V=.37$

表 10 身長と靴のサイズ

	回答	身長(cm)		靴サイズ(cm)	
		平均	SD	平均	SD
非高齢	男性	170.38	5.48	25.83	.90
	女性	158.37	5.53	23.46	.84
高齢	男性	167.98	5.57	25.61	.87
	女性	155.06	5.40	23.21	.74

3.6 ペダルの操作方法と踏み違いの関係

各ペダルを操作するときの足の状態、かかとの床面への接地の有無、踏み換えの方法と踏み違いの経験の有無の関係を検討するため、パス解析を行った。分析には R(3.4.4)、lavaan パッケージ(0.6-2)を使用した。

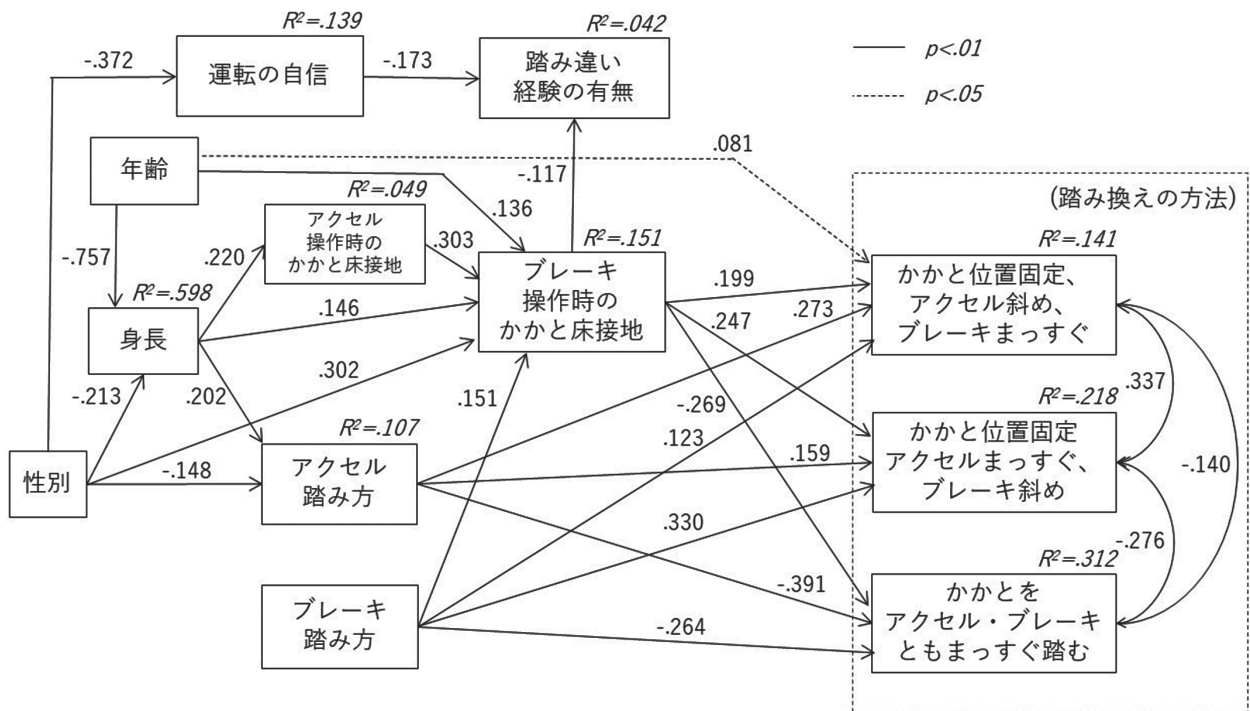


図 3 年齢・性別・身長・ペダル操作時の足の状態・踏み換え時の動かし方と踏み違いの関係

アクセル・ブレーキの踏み方についての回答は、足を倒してペダルを踏むほど値が大きくなるように1~4に得点化した。これらの質問に対する「どちらでもない」との回答は欠損値としてリストワイズ削除したため、分析対象となったデータ数は478であった。各ペダルを操作しているときのかかとの床面接地については、かかとが床についていない場合を1、ついていない場合を2とした。踏み違いの経験については、「踏み間違えかけた」という回答も「踏み違い経験あり」とみなし、経験がないものを1、経験があるものを2とした。

まず、年齢と性別から身長へのパス、年齢、性別、身長、靴サイズから各ペダル操作時の足の状態、かかとの床面接地有無、踏み換え方法へのパス、性別から運転の自信へのパス、足の状態と床面接地有無から踏み換え方法へのパス、および、全ての変数から踏み違い経験有無へのパスがある場合のパス解析を行った。続いて、5%水準で有意となったパスを残し、さらに信頼区間を考慮し実質的に影響がないと考えられるパスを削除した。また3種類の踏み換え方法間に共分散を仮定した。その結果、図3に示す結果が得られた。モデルの適合度は、 $CFI = .994$, $TLI = .988$, $RMSEA = .021$, $SRMR = .031$ であり、十分な適合度が得られた。

身長は年齢が高い方が、また女性の方がより低くなっていた。また身長はアクセル・ブレーキ操作時のかかと

の床接地と有意な関連があり、身長が高いほどペダル操作時にかかとを床につくことが示された。また、アクセルペダル操作時にかかとをつく人はブレーキ操作時にもかかとをつく傾向があった。さらに、身長が高い人ほどアクセルを、足を倒して踏む傾向があった。なお、身長と同様に体格の指標として検討した靴のサイズはいずれの要因とも有意な関係がみられなかった。

性別は運転の自信、アクセルペダルの踏み方、ブレーキペダルの踏み込み時のかかとの使い方に関係があり、女性の方が運転の自信度が低く、男性はアクセルをまっすぐ踏み、女性のほうがブレーキペダル操作時にかかとを床につけて踏む傾向が強くなっていた。なお、ブレーキペダル操作時のかかとと床接地は年齢や踏み方とも関係があり、年齢が高い方が、また足を倒してペダルを踏む方がかかとを床につける傾向がみられた。

アクセル・ブレーキの踏み方およびブレーキ操作時のかかとの床接地は、アクセルからブレーキへのペダル踏み換えのしかたに影響していた。足を倒してアクセル・ブレーキを踏む人、ブレーキ操作時にかかとを床につく人は、踏み換え時にはかかとの位置は動かさず、一方のペダルをまっすぐ、もう一方のペダルは足を倒して踏むという踏み換え方をしていた。

踏み違い経験の有無については、ブレーキ操作時にかかとを床面接地する人ほど踏み違いの経験はないと回答

するという関連があった。なお、踏み違い経験がある割合はブレーキ操作時にかかとを床面接地する人で123、接地しない人では205であった($\chi^2(1)=6.17, p<.05, Cramer's V=.11$)。さらに、運転の自信度が高い人は踏み違い経験がないと回答する傾向も見られた。

4. 論議

本研究ではアクセル・ブレーキペダルの操作方法を調査し、ペダル踏み違い経験との関連を検討することを目的とするものであった。500名を対象とするWeb調査により、年齢、性別によってアクセル・ブレーキペダルの操作方法や踏み換え方に違いがあること、年齢、性別、身長がアクセルペダル操作時の足の状態と、各ペダル使用時のかかとの床接地に影響すること、各ペダルの踏み方とブレーキの床接地が踏み換え方に影響することが分かった。また、踏み違い経験に群間差は見られず、ブレーキ操作時にかかとを床面につけること、および運転に対する自信の高さと踏み違い経験の報告数に関連があることが見いだされた。

4.1 ペダル操作方法の個人差

先述のように、自動車教習所ではペダル操作について原則的に一定の方法を指導している。しかし予想されていたように、実際にはペダルの操作にはかなりの個人差があるようである。

踏み違いと身長に関連があることが先行研究⁵⁾¹⁷⁾で示されていたが、本研究では身長がペダル操作時に床にかかとをつけるかに影響することが示された。これは身長や足の長さに対して、シートの位置や座面の高さの位置が適切でなく、かかとをつくことができない状態で運転していることを示唆している。

4.2 踏み違い経験とペダル操作方法

ブレーキ操作時にかかとを床面につけることが踏み違い経験と関係があり、床面につけるほうが踏み違い経験は少ないことが示された。かかとを床につけて操作する方が踏み込み時の足の位置がより安定することから、踏み違いしにくくなることが予想できる。なお、アクセルからブレーキへの踏み換え方法は踏み違い経験の有無に関係しないことから、踏み違いを防ぐ上では踏み換え方法よりも、ペダル踏み込み時にかかどが接地し安定していることに留意すべきと言える。

パス分析の結果、体格(身長)、性別、年齢とも、このブレーキ操作時のかかとの床接地を介して踏み違い経験を予測する可能性があることが示された。ただし男性でも女性でも身長が高いほどかかとを接地するという結

果が見られた一方で、性別と年齢に関しては高齢者・女性のほうがよりかかとを接地させることが示されている。この結果は、高齢者は中年者に比べて踏み違い事故を起こしやすいこと⁴⁾、身長は女性の方が低いこと、踏み違い経験はかかとを接地させる方が少ないこと等の知見と整合せず解釈が難しい。また、運転の自信が低い人のほうが踏み違い経験を報告するという傾向も見られる。自信の低さが踏み違い経験を報告しやすくしていると言えるが、逆に過去の踏み違い経験が自信を低めている可能性もある。

かかとをついてブレーキペダルを踏むことは技能教習指導要領⁹⁾で規定される方法とは異なる。かかとをつかないで踏み込むことは、ブレーキペダル操作に十分な踏力が必要なことを考慮すると合理的ではあるが、しかしそのことが踏み違いを誘発する要因となっている可能性を考慮すべきといえる。また自動車メーカーによって望ましいペダル操作についての思想が異なり、かかとを床面について操作することを前提としたペダル形式を採用していることもある¹⁸⁾。よって、現行の技能教習指導要領でのペダル操作の指導内容について今後検討していく必要があると考える。さらには、かかとをつけた操作を前提とする合理的なかかとの位置の解明や、その位置を保つ補助的装置も踏み違い防止に寄与するかもしれない。

4.3 本研究の限界と今後の検討

本研究の問題点の一つは、回答者のペダル操作方法の回答の正確性である。本研究ではWeb調査によりデータ収集しているため、回答者がどの程度誠実に回答しているかというWeb調査特有の問題、回答者が自身の操作方法をどの程度正しく知覚できているかという問題が含まれている。特に後者については、ペダル操作は普段ほぼ無意識に行われており、足の動きを直接視認することもほとんどないため、自分がどのように足を動かしているのかの評価は身体的な感覚に基づいて行うほかない。パス解析の結果から、各ペダルに対して足をまっすぐ向けてかかとを完全に床から離して踏み換えているか、そうでないかという点は見分けられていると思われる。しかし、各ペダルに対してどのように足を向け、踏み換え時に足をどう動かしているかまでは明確に知覚できていない可能性が考えられる。さらに、踏み換えをしない時のペダル操作、踏み換える際の足の動きと分けて質問したことの意図が回答者にどの程度理解されたかについても不明確さが残っている。

また、踏み違い経験についても、本研究では回答者の自己報告に依存しており、また報告された経験時期もまちまちである。パス解析で自己の運転能力の評価と踏み

違い経験の間に有意なパスが見られているが、運転能力の自己評価が高い人が本当に踏み違いをしにくいのか、あるいは踏み違い経験を意図的あるいは無意図的に報告しないのかは不明である。理想的には、踏み違いによる事故経験の有無やその経験時期について客観的なデータを得た上で調査対象者を選び、自己報告ではなく実際のペダル操作を観察し分類したうえで、踏み違いとの関連を検討するというのが望ましい。

以上に述べた諸問題は、踏み違い経験と他の要因との関係が統計的に有意ではあるが明確には示せていないことや、先行研究の知見と整合せず解釈が困難な結果が生じる原因となっていると考えられる。しかし本研究の結果は踏み違いの原因の一つを示す可能性を示し、今後より改善された研究手法で検討につながるものである。

4.4 結論

本研究では一般運転者のアクセル・ブレーキペダル操作方法に体格、性別、年齢による個人差があり、踏み違いにブレーキ操作時のかかとの床接地が影響している可能性を示した。ブレーキ操作・踏み換え時にかかとの床につけることの効果や運転者教育におけるペダル操作法の指導内容の検討の必要性等が示唆された。

5. 引用文献

- 1) Pollard, J. and Sussman, E.D. (1989) An examination of sudden acceleration. Report No. DOT HS 807 367, Washington, DC: NHTSA,
- 2) Schmidt, R. and Young, D. (2010) Cars gone wild: The major contributor to unintended acceleration in automobiles is pedal error. *Frontiers in Psychology*, 1, 1-4.
- 3) 平川晃洋 (2018) アクセルとブレーキペダルの踏み間違い事故の特徴と対策, 交通事故総合分析センター設立 25 周年記念フォーラム論文集. http://www.itarda.or.jp/ws/pdf/h29/20_03pedal-error.pdf (2018/6/20)
- 4) 田久保宜晃 (2010) ペダル踏み替え事故の実態分析, 公益財団法人国際交通安全学会平成 22 年度研究調査報告書 「アクセルとブレーキの踏み違いエラーの原因分析と心理学的・工学的対策の提案」, 3-17.
- 5) Lococo, K.H., Staplin, I., Martell, C.A., & Sifrit, K.J. (2012). Pedal application errors. Report No. DOT HS 811 597, Washington, DC: NHTSA.
- 6) Freud, B., Colgrove, L. A., Petrakos, D., & McLeod, R. (2008). In my car the brake is on the right: Pedal errors among older drivers. *Accident Analysis and Prevention*, 40, 403-409.
- 7) Kimura, T. & Shinohara, K. (2012). Pedal misapplications by older drivers induced by difficulty with inhibition function. *Proceedings of the 4th International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications*, 269-272.
- 8) 安部原也・早野公郎・吉田智幸・福井利尚・江部和俊・木村賢治 (2012) ペダル操作性に影響を与える人間特性に関する考察, 自動車技術会学術講演会前刷集, 11-14.
- 9) 一般社団法人全日本指定自動車教習所協会連合会 (2013) 普通自動車第一種技能教習指導要領例新訂版.
- 10) 公益社団法人自動車技術会 (2016) ペダル操作, 自動車技術ハンドブック人間工学編<第3分冊>, 251-256.
- 11) 西川一男・農沢隆秀・阿部治彦・古川浩二・宮本克己・宮崎透 (2005) ペダル操作における人間特性の研究, マツダ技報, 23, 71-76.
- 12) Collins, W., Evans, L., & Hughes, R. (2014). Driver brake and accelerator controls and pedal misapplication rates in North Carolina. Report No. DOT HS 812 058, Washington, DC: NHTSA.
- 13) 篠原一光・木村貴彦 (2016) ペダル操作方法に関する聞き取り調査, 公益財団法人国際交通安全学会平成 27 年度研究調査報告書(H2757) 「アクセルとブレーキの踏み違いに関係する高齢者の認知・行動特性の分析」, 14-24.
- 14) 西島衛治 (2017) アクセルとブレーキの踏み間違いを防止できる「ワンペダル」, 人間生活工学, 18, 25-28.
- 15) 鳥羽研二ほか (2005) 転倒リスク予測のための「転倒スコア」の開発と妥当性の検証, 日老医誌, 42, 346-352.
- 16) 山田尚子 (1999) 失敗傾向質問紙の作成及び信頼性・妥当性の検討, 教育心理学研究, 501-510.
- 17) 交通事故総合分析センター (2005) 交通事故例調査・分析報告書 (平成 16 年度報告書) , 68-79.
- 18) マツダ (2018) ドライビングポジション&ペダルレイアウト http://www.mazda.com/ja/innovation/technology/safety/zero_safety/drivingposition/ (2018/6/20)

謝辞

本研究は国際交通安全学会研究調査プロジェクト「アクセルとブレーキの踏み違いに関係する高齢者の認知・行動特性の分析」の一環として実施されたものである。

(平成30年10月23日受理)