

高齡ドライバの運転特性抽出に関する研究^{*1}

Classification for Clarifying the Behavior of Older Drivers

細川 崇^{*2} 橋本 博^{*3} 田川 傑^{*3}
 Takashi HOSOKAWA Hiroshi HASHIMOTO Takashi TAGAWA

吉田 傑^{*4} 新田 茂樹^{*4}
 Suguru YOSHIDA Shigeki NITTA

Abstract

This study aims to classify older drivers in order to clarify their driving behavior. The classification approach will help us to understand driving characteristics of older drivers as well as to develop driver assistance systems and education programs in order to prevent traffic accidents. The study focused on three aspects of drivers, collision avoidance, general driving, and driving style. We first applied cluster analysis to driver parameters acquired in driving simulator and questionnaire studies. The result classified subjects into several clusters. We then performed linear discriminant analysis to describe linear discriminant functions. Using the functions, we can classify older drivers with high probability. Evaluation of functions also revealed characteristics of each cluster.

1. はじめに

高齡ドライバによる事故件数の増加が社会的問題となっており、高齡ドライバについての研究や対策が行われている。これまでの研究は、高齡者と非高齡者の単純な比較に止まってしまう、加齡による能力低下の議論のみがなされることが多かった。しかし、現実には、「高齡者」になった途端に運転能力が低下するわけではなく、すべての「高齡者」に問題があるわけではない。加齡による能力低下が運転にどのような影響を与えるのか、高齡者に非高齡者を含めた上で、タイプとして分類することで、その特徴を把握することが期待できる。タイプごとの特徴抽出ができれば、特徴に応じた効果的対策をとることができ、最終的には、運転支援や運転者教育、スクリーニングへの応用が可能である。

このような考えに基づき、高齡ドライバのタイ

プ分類を試みた先行研究¹⁾では、高齡ドライバを、慎重型、老化自覚型、老化非自覚型、衰え型の4タイプに分類する提案を行っているが、母集団が少なく、非高齡者を含まない等の問題があった。また、対象とした運転行動が交差点右折時の行動であり、緊急時の回避行動や個人特性が十分に反映されていなかった。運転者の分類に関しては、The thrill driver, The glider, The rival, The pilot, The power driverといった5種類の運転者タイプへ特徴分類を試みた例がある²⁾が、これは高齡ドライバを対象としたものではなく、このタイプ分類をそのまま高齡ドライバへ適用することは難しい。

そこで本研究では、このような先行研究をふまえ、高齡ドライバを中心に、非高齡者との比較を含めた上での運転者のタイプ分類を行うことを目的とする。具体的には、緊急回避特性、通常運転特性、運転者の個人特性といった項目について調査を行い、クラスタ分析により、いくつかのタイプへと分類する。その後、判別分析により各クラスタへの判別関数を導出し、分類した各クラスタの特徴を示す。

*1 原稿受理 2008年10月22日

*2 (財)日本自動車研究所 予防安全研究部 博士(工学)

*3 (財)日本自動車研究所 予防安全研究部

*4 (社)日本自動車工業会 事故分析分科会

2. 高齢ドライバーの各種特性の把握

2.1 特性把握の目的

本研究では、高齢者を分類することを目的とするため、高齢ドライバーの特徴が現れると予想される状況に注目した。すなわち、高齢ドライバーは、生活道路において出会い頭の事故率が高い傾向があるため³⁾、出会い頭状況における緊急回避を対象とした。また、緊急時のみならず、通常運転行動にも注目し、他の交通参加者の影響を受けない直線走行時も対象とした。一方、個人特性として、質問紙調査を実施した。

2.2 実験概要

つくば市在住の高齢ドライバー30名（平均68.1歳、SD=3.25歳）および、非高齢ドライバー16名（20代～50代まで、各年代4名ずつ）の合計46名を被験者とした。緊急回避の状況としては、衝突に至る可能性のある場面であるため、(財)日本自動車研究所の広視野角運転シミュレータ（以下、「DS」という）を用いた。

緊急回避特性については、交差点における出会い頭事故の半数が、信号機のない四差路交差点で発生しているため³⁾、Fig. 1に示す交差点における出会い頭場面を設定した。自車両の目標走行速度は60km/hとし、左方より30km/hで走行する飛び出し車両を出現させ、回避行動のデータを取得した。飛び出し車両が見え始める位置を変化させることにより、TTC (Time To Collision) を1.0, 1.5, 2.0, 3.0, 4.0秒の5条件とし、各条件はランダムとした。

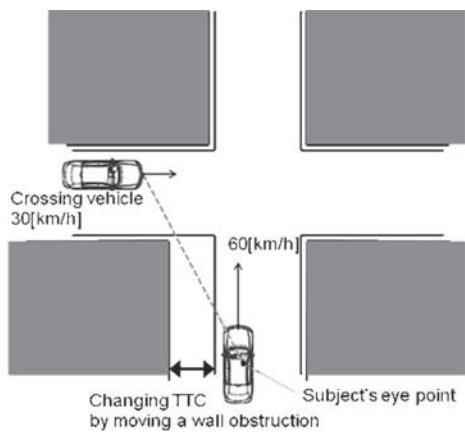


Fig. 1 Driving situation

通常走行特性として、衝突車両や対向車が存在しない直線走行区間300mの走行について、アクセル

ペダル操作を解析した。また、文献¹⁾で提案されている高齢運転者タイプ (Table 1参照) のどれに該当するか、実験者による主観的分類を行った。

個人特性に関する質問紙調査として、運転スタイルチェックシート (DSQ)⁴⁾を実施した。

Table 1 Aged driver type of subjective classification

Type	Definition / Characteristics
J	Younger drivers / We treated them as one type
C	Careful driving type / Relatively safe driving
A	Aging-conscious but occasionally inattentive driving type / Driving relatively slow, in order to defend themselves
N	Not-aging-conscious and careless driving type / Not aging conscious and hasty driving
D	Deficient driving type / Having many problems with driving performance

3. クラスタ分析による運転者の分類

3.1 クラスタ分析の実施

前章の実験で得られたデータに対し、ウォード法⁵⁾によるクラスタ分析を行った。緊急回避に関しては、DSの最大減速度が7m/s²であることから、回避成否の境界にあるTTC=2.0秒の結果を用いた。統計パッケージは、Mulcel⁶⁾を使用し、以下のパラメータを分析した。

- ・アクセルペダルストロークの変動係数（直線部分定常走行時）
- ・ブレーキ踏力（踏力計の計測限界50daNで正規化）
- ・視線移動時間（左方飛び出し車両に視線が向くまでの時間、対象データが1秒以下だったため正規化せずそのまま使用）
- ・せっかち係数（上限値の4で除し正規化）
- ・虚偽発見尺度（上限値の4で除し正規化）
- ・年齢係数（80歳で割り正規化）

パラメータがすべて取得できた被験者36名（高齢者：22名、非高齢者：14名）を対象とした。

3.2 クラスタ分析の結果

ウォード法によるクラスタ分析のデンドログラムをFig. 2に示す。Fig. 2に示したL1のレベルで区切ると、左側のJとCが多いクラスタと、右側のNやAの多いクラスタというように分かれることがわかる。これは主として非高齢者中心のクラスタと高齢者中心のクラスタ、という見方ができる。次に、L2のレベルで区切ると、図に示したA～Eの五つのクラスタに分類される。これらとTable 1の

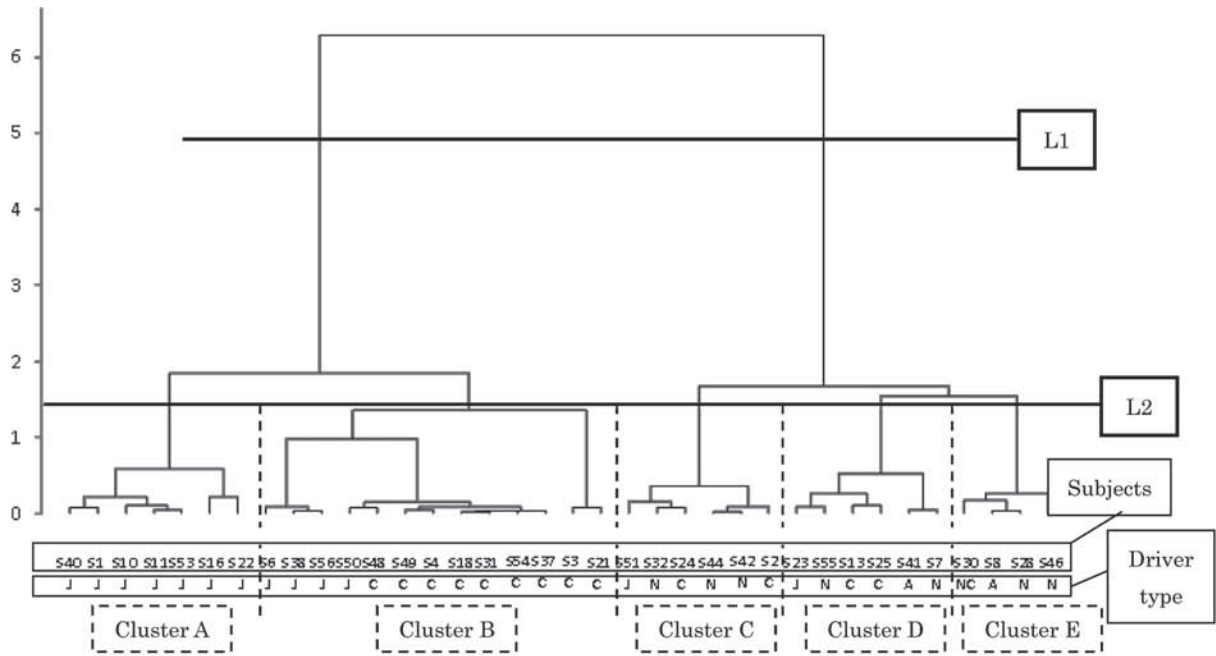


Fig. 2 Dendrogram of Ward's method

主観評価との対応に関し考察を行う。Cluster Aは全員非高齢者が分類されており、これはそのまま非高齢者のクラスタとして扱う。Cluster Bは、非高齢者の一部、およびC（慎重型）と評価された高齢者が分類されたクラスタであり、慎重型に対応するクラスタであると考えられる。一方、Cluster C、Cluster D、Cluster Eについては、Table 1 の分類で考えると、バラツキが多く対応がよくないが、Cluster Cは比較的老化非自覚型と分類された高齢者や非高齢者が入っており、やや運転が荒いクラスタであると考えられる。Cluster D、Cluster Eは運転パフォーマンスの低い運転者を含むクラスタであることが推察されるが、この分析だけからは、特徴を見いだすことが難しい。

4. 判別分析と分類手法

4.1 判別分析の実施

前章で分析を行った五つのクラスタに、前章で使用した六つのパラメータを用い、線形判別分析を実施した。変数増加法を用い、係数の有意性の検定を利用して、有意水準5%でパラメータの選択を行ったところ、虚偽発見尺度を除く五つのパラメータが取り込まれた。これらについて、Table 2に示した線形判別関数を用い、判別分析を行った。判別関数により導出された判別結果をTable 3に示す。Cluster Cへの判別については、誤

判別があったものの、他のクラスタへは、きわめてよい判別結果が得られたことがわかる。

Table 2 Coefficients of linear discriminant functions for each cluster

	Cluster				
	A	B	C	D	E
Brake pedaling force	70.03538	65.96944	26.92986	15.1783	-10.8772
Reaction time of eye movement	16.9648	9.108828	36.88429	11.22798	33.22413
Age	24.04208	49.30969	57.44384	61.09185	56.47262
Hasty tendency	4.781691	27.99021	43.14603	43.58685	50.42325
Variance of gas pedal stroke	-1.4982	4.059366	-1.50325	-0.62772	11.63938
Constance	-39.8666	-58.8987	-58.7935	-41.2386	-48.3468

Table 3 Result of linear discriminant analysis

		Result of linear discriminant analysis					Correct rate
		A	B	C	D	E	
Result of cluster analysis	A	7	0	0	0	0	1
	B	0	13	0	0	0	1
	C	0	0	5	1	0	0.83333
	D	0	0	0	6	0	1
	E	0	0	0	0	4	1

4.2 判別手法とクラスタの特徴抽出

前節で導出した線形判別関数の係数について、それぞれの係数の最大値で除すことにより正規化した結果をFig. 3に示す。図の外側になるほど運転能力の低下を示すように、ブレーキ最大踏力の軸のみ、正負を逆にして表示した。この図より、A～Eの各クラスタへの分類にあたり、各パラメータの寄与が大きさがわかる。以上より各クラスタの特徴は次のようにまとめることができる。

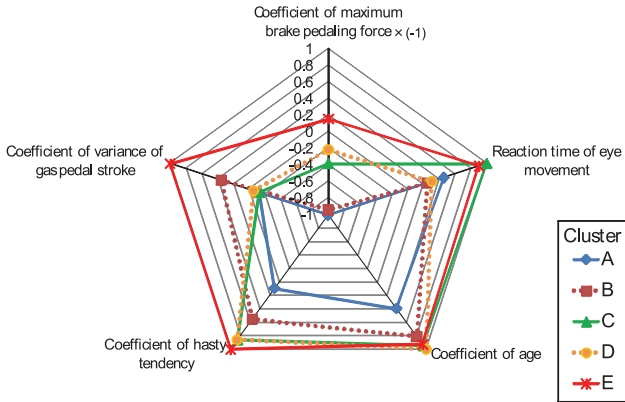


Fig. 3 Influence of parameters for each cluster

- ・ Cluster A：非高齢者が大半。定常時のアクセル変動が小さくせっかち度合いも小さい。緊急時の視線移動時間が短く、大きなブレーキ踏力を出することができる。
- ・ Cluster B：アクセルコントロールやブレーキ踏力、視線移動時間等、運転に関する指標はAと大差なし。ただし、年齢が比較的高くせっかち度合いの高い人が分類される。すなわち、“慎重型”の高齢者、と考えることができる。
- ・ Cluster C：年齢やせっかち度合いが高く高齢者が多い。視線移動時間が長くなっており、周辺認知能力に低下が見られると考えられる。“周辺認知能力低下型”の高齢者といえる。
- ・ Cluster D：年齢やせっかち度合いが高く高齢者が多い。アクセル、ブレーキ、視線移動などのパフォーマンスが、Cluster Aから、一律に低下している傾向がある。すなわち、“老化型”の高齢者と考えることができる。
- ・ Cluster E：年齢やせっかち度合いが高く高齢者が多い。アクセルやブレーキ、視線移動などすべての能力に著しい低下が見られる人が分類されている。すなわち、“運転能力衰え型”の高齢者、と考えることができる。

このような分類より、例えば、Cluster Cの高齢者は、周辺認知能力が低下している可能性があるため、その機能低下を補うような、情報提供支援等の方策により、より安全運転ができるよう対策をすることができる。また、Cluster Dの高齢者は、運転パフォーマンスが一律に低下していることから、運転支援だけでなく教育面から、能力低下を意識させ、安全運転を促すような方策が有効であると考えられる。

5. おわりに

高齢者に非高齢者を含め、緊急回避特性、通常運転特性、および個人特性を把握し、クラスタ分析と判別分析を行い、特徴ごとに分類を行った結果、以下の結論を得た。

- ・ アクセルペダル変動係数、最大ブレーキ踏力、視線移動開始時間、せっかち係数、年齢係数の5パラメータを用いた判別分析の結果、五つのクラスタへ特徴整理ができた。
- ・ 分類したクラスタは、A：非高齢者が大半で比較的運転能力の高いもの、B：運転パフォーマンスに関してはAと同等だが、年齢係数とせっかち係数が高く高齢ドライバーを多く含むもの、C：Bと同様高齢者が多いが、特に視線移動開始時間に遅れがみられ、周辺認知能力に低下がみられるもの、D：Bと同様高齢者が多く、運転パフォーマンスが若干低下しているもの、E：高齢者が多く、運転パフォーマンスに著しい低下がみられるもの、となった。

上記クラスタへの分類により、高齢者に一律に能力低下があるのではないことが示され、非高齢者を含めた上で、能力低下の特徴による整理を行うことができた。今後は、実運転行動のデータを取得して分類妥当性検証を行い、クラスタの特徴に応じた支援・教育方策の検討を行う。

本報は、(社)日本自動車工業会からの2007年度受託研究の一部をまとめたものである。

参考文献

- 1) 細川 崇ほか：高齢運転者の日常運転行動記録を基にした右折時不安全行動の把握とその評価、自動車技術会論文集、Vol.39, No.4, p.141-146 (2008)
- 2) Marita Irmscher, et al. : Driver Classification Using ve-DYNA Advanced Driver, SAE Technical Paper, 2004-01-0451 (2004)
- 3) (財)交通事故総合分析センター：交通事故例調査・分析報告書、平成18年度報告書、p.36-69 (2007)
- 4) 石橋基範ほか：運転者特性把握のための運転スタイル・運転負担感受性チェックシートの開発、自動車技術会学術講演会前刷集、No.55-02, p.9-12 (2002)
- 5) 斉藤堯幸ほか：関連性データの解析法—多次元尺度構成法とクラスタ分析—、共立出版、p.227 (2006)
- 6) 柳井久江：エクセル統計実用多変量解析編、オーエムエス出版、p.174 (2005)