

運転特性に基づくドライバーの分類と安全確認挙動との関連性分析

*大阪大学大学院 正会員 飯田克弘

大阪大学大学院 学生会員 ○小柳 航

ATR 知能ロボティクス研究所

多田昌裕

1. はじめに

法制度の改正、道路・信号およびその他付属物の整備、さらに自動車の機能向上等、様々な交通事故対策により、平成 21 年における交通事故死亡者数は 4,914 人と、ピーク時の昭和 45 年と比べて約 30%まで減少している。事故件数も 736,688 件と、平成 16 年をピークに減少傾向にあるものの、ピーク時と比べて約 80%と、依然高い水準であり、より効果的な交通事故対策の検討が必要である。

この問題に対する一つのアプローチとして、ドライバーの個人差に着目した交通事故対策が挙げられる。ドライバーの心理的な特性が異なれば運転挙動は異なり、運転支援や安全啓発のあり方も異なるはずである。この点に着目した既往研究として、石橋らは「運転に対する態度や志向、考え方」等の心理的な特性を、8 項目の運転特性として把握することができる、運転スタイルチェックシート（以下、DSQ）を開発した¹⁾。そして、DSQ を応用した先行研究では、DSQ により把握した運転特性の違いに基づき、ドライバーを幾つかのグループに分類すると、交通安全啓発を重点的に行うことが望ましいグループが存在する²⁾こと、グループによって交通安全啓発のための情報提供が作用する程度が異なる³⁾ことが知見として得られている。このように、ドライバーを幾つかのグループに分類し、各グループがどのような運転をしがちなドライバーの集まりなのかを把握できれば、より効果的かつ効率的な交通安全対策に繋がる可能性がある。

しかし、先行研究 2)では DSQ を用いてドライバーの分類を行う際に、2 段階の情報集約を行っている。そのため、集約の過程で DSQ の情報に損失が生じており、DSQ が本来持っている情報が、分類結果に十分反映されていない恐れがある。また、ドライバーの分類を扱う研究全般に関わる課題として、得られたグループを特徴づける運転特性と実際の運転挙動との関連性分析が十分な状況とは言えない。

以上のことを踏まえ本研究は、先行研究 2)と同じサンプルを用い、DSQ の情報に損失が生じないようドライバーの分類を行う方法を検討する。そして、各グループを特徴づける運転特性を把握し、実際の走行実験データから抽出された安全確認挙動との関連性を分析した。

Keywords: DSQ, 分類, 運転特性

* 連絡先: iida@civil.eng.osaka-u.ac.jp

(Phone) 06-6879-7611

2. 研究概要

2.1 研究フロー

図 1 に研究フローを示す。先行研究 2)では、DSQ および事故/違反に関するアンケート⁴⁾（詳細は 2.2.1、2.2.2 に示す）を実施している。本研究では先ず、①DSQ の回答が得られている 1117 サンプルの分類を行った。この時、情報損失を避けるため、全質問項目（16 項目）の回答をそのまま分類に用いた。次に、②決定木分析により、16 項目の中からドライバーの分類に影響の大きい項目を、グループ間での運転特性の違いを特徴づけるものとみなし、抽出した。この抽出された項目の解釈を行い、運転に対する態度や志向に関する運転特性を把握した。また、③事故/違反の起こしやすさに関するアンケート⁴⁾の結果を用い、事故/違反に関係深い運転特性を補完し、②で得られた運転特性と併せ、グループ間で相対的に比較することで、各グループを特徴づける運転特性を把握した。

次に、①～③の手順によって得られた、各グループを特徴づける運転特性と、運転挙動との関連性を把握するため、走行実験データから周辺状況の確認挙動を抽出し、グループ間で比較を行った。

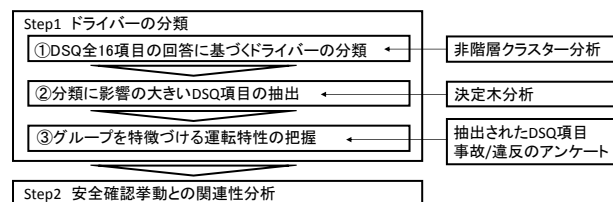


図 1 研究フロー

2.2 アンケート調査の概要

2.2.1 運転スタイルチェックシート (DSQ)

DSQ は「運転に対する態度や志向、考え方」等の心理的な特性を定量的に把握するために開発された¹⁾ものである。18 の質問で構成されており、そのうち 16 の質問に対する回答（4 段階評価）から 8 項目の運転特性をスコアとして定量的に把握することが可能とされている。残りの 2 つの質問は回答の真偽性を測る項目である。

2.2.2 事故/違反の起こしやすさのアンケート

岡村らは運転行動・態度、および過去の事故/違反経験等から構成されるアンケートを実施し、運転行動・態度と事故/違反との関係を因子分析により分析した。その結果、「とまどい」、「攻撃的運転」の因子が事故/違反経験に大きな影響を与えているという知見が得られている⁴⁾。

先行研究ではこれを準用し、「とまどい」に関する9項目、「攻撃的運転」に関する7項目の計16項目（3段階評価）で構成されるアンケートを作成・実施した²⁾。両因子の特徴を表1にまとめる。

表1 「とまどい」、「攻撃的運転」の因子の特徴

因子名	因子の特徴
「とまどい」	状況把握の遅れ、他のドライバーとの不協和の自覚、運転操作への自信不足からなる。運転中の心理的負担とエラーの自覚双方を表す
「攻撃的運転」	頻繁かつ不必要な車線変更や追い越しなど、自己顕示的かつ他人に驚異となるような運転

3. ドライバーの分類

3.1 分類手法

先行研究²⁾では、DSQの回答を集約することにより把握した、8つの運転特性に関するサンプルスコアを用いて主成分分析を行い、運転特性を3つに集約した後に階層クラスター分析を行うことで、ドライバーを5グループに分類している。本研究では、上述した16項目→8項目→3項目という2段階の集約はせず、情報損失を避けるため、16項目の回答をそのまま用い、非階層クラスター分析(k-means法)を行い、分類を行った。なおグループ数は、外生的に与える必要があるため、様々なグループ数について検討を行ったが、本稿では先行研究²⁾に準じて5グループとした結果を報告する。

3.2 分類に及ぼす影響が大きい項目の抽出

次に、決定木分析を行い、分類に影響が大きいDSQの質問項目を、グループ間での運転特性の違いを特徴づけるものとみなし、抽出した。決定木分析とは、分類がされているデータ群について、分類の過程やルールを樹木の形で作成する手法である。具体的には、非階層クラスター分析により得られた分類結果を基に決定木を作成し、この決定木による分類と、決定木を作成するために与えた分類との整合度を示すCorrectly Classified Instance(以下、CCI)の値が最良となるように、影響の小さい質問項目を外しながら決定木分析を繰り返し、質問項目の抽出を行った。その結果、表2に示す8項目が抽出された時に、CCIの値が最良となり、これらが分類に影響の大きい質問項目だと分かった。図2に8項目に関する各グループのクラスター中心を示す。

表2 決定木分析により抽出されたDSQの質問項目

Q3, 割り込まれることをあまり気にせず、車間距離を十分にとる
Q4, 徐行、一時停止などの運転操作を確実に行う
Q5, 先の信号を見て、かなり先からスピードを落としたり、速めたりする
Q8, 歩行者をひいてしまわないか、いつも心配している
Q12, 車線変更してでもできるだけ前に行きたい
Q13, 車線変更や交差点などでは、安全確認を慎重に行う
Q15, 車が自分のステイタスである(カッコいい車がいい)と思う
Q17, 自分が車の事故を起こすことを気にしている

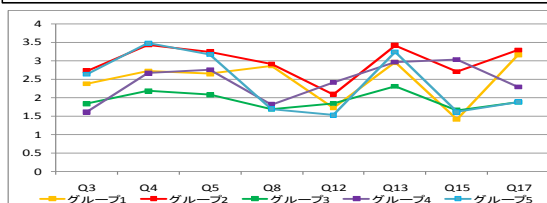


図2 各グループのクラスター中心

3.3 グループを特徴づける運転特性の把握

3.3.1 抽出された質問項目の解釈

図2を基に、8項目のクラスター中心の高低を相対的に比較した結果を表3に示す。この表において、Q3、Q4、Q5、Q13の4項目と、Q8、Q17の2項目をグループ別で見ると、クラスター中心の高低に同様の傾向が確認できる。これより、項目間に関連性があると判断し、まとめて解釈を行った。なお以降の解釈では、構成する項目のクラスター中心が高ければ傾向が強い、低ければ傾向が弱いと表記している。

Q3は車間距離の取り方、Q4とQ5は運転操作への意識、Q13は安全確認への意識に関する質問であり、これらは、「安全運転意識の高さ」に関連すると解釈した。Q8とQ17は共に事故を起こすことへの不安に関する質問であり、「心配性な傾向」に関連すると解釈した。この質問は、車間距離と相関があり、傾向が強いと車間距離を長めにとるという知見が得られている¹⁾。Q12はドライバーの先急ぎ運転に関する質問のため、「先急ぎ傾向」と解釈した。質問内容より、傾向が強いと車線変更をしがちだと考えた。Q15は車に対する意識に関する質問のため、「車へのこだわり」と解釈した。この質問は、加速と相関があり、傾向が強いとペダル操作が緩やかで急加速をあまりしないという知見が得られている¹⁾。

表3 クラスター中心の相対的比較

項目	項目の内容	グループ1	グループ2	グループ3	グループ4	グループ5
Q3	車間距離を十分にとる	○	○	×	×	○
Q4	運転操作を確実に行う	○	○	×	×	○
Q5	信号を見てかなり先からスピードをかえる	○	○	×	×	○
Q13	安全確認を慎重に行う	○	○	×	×	○
Q8	歩行者をひいてしまわないか心配	○	○	×	×	×
Q17	車の事故を起こすことを気にしている	○	○	×	×	×
Q12	車線変更してでも前へ行きたい	×	○	×	○	×
Q15	車が自分のステイタスと思う	×	○	×	○	×

(○:クラスター中心が高い、×:クラスター中心が低い)

3.3.2 事故/違反に関連する運転特性の把握

次に、2.2.2で示した「とまどい」、「攻撃的運転」の2つの運転特性の強弱を把握するため、各サンプルについて、両運転特性の総因子負荷量を算出した。算出方法は、各質問に対して「はい」と回答した場合に、先行研究⁴⁾で求められている質問ごとの因子負荷量を付与する。そして、各サンプルについて、両運転特性それぞれで、付与された因子負荷量の総和を算出した。次に、グループ別に作成した総因子負荷量のスコア分布(図3)から両運転特性の強弱を相対的に考察し、グループ間で総因子負荷量の平均の差を検定(t検定)し、上述した強弱が有意なのか検証した。強弱の結果は表4に示す。

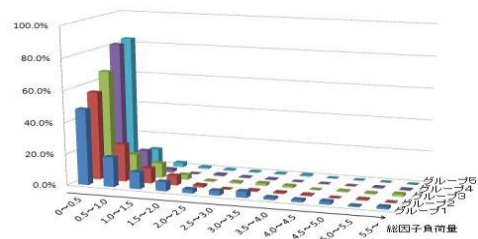


図3 「とまどい」の総因子負荷量のスコアの分布

3.3.3 グループの特性

3.3.1 および3.3.2で把握した6つの運転特性について、グループ間で強弱を相対的に比較し、グループを特徴づける運転特性を把握した。結果を表4に示しており、各グループについて、傾向が強い、または、傾向が弱い運転特性が、そのグループを特徴づける運転特性である。また、各運転特性について、傾向が強い場合に見られると考えた運転挙動の特徴を表5にまとめ、表4と併せて、各グループの特性を解釈した。

グループ1は、状況判断は遅いが、車間距離を取り、追い越しや車線変更、急加速をあまりしないと解釈し、運転特性の強弱が正反対のグループ4は、状況判断は早い、車間距離を十分取らず、追い越しや車線変更、急加速をしがちと解釈した。グループ2は、車間距離を取り、慎重に安全確認を行い、急加速をあまりせず運転が安定していると解釈し、運転特性の強弱が正反対のグループ3は、車間距離を十分取らず、あまり安全確認をせず、急加速をしがちで運転が不安定だと解釈した。グループ5は、状況判断が早い、運転が安定している、慎重に安全確認を行う、追い越しや車線変更、急加速をあまりしないと解釈した。

表4 各グループにおける運転特性の相対的比較

	構成人数 (計1,117)	安全運転 意識の高さ	先急ぎ傾向	心配性な 傾向	車への こだわり	とまどい	攻撃的運転
グループ1	205	—	×	○	×	○	×
グループ2	146	○	—	○	○	—	—
グループ3	328	×	—	×	×	—	—
グループ4	215	—	○	×	○	×	○
グループ5	223	○	×	×	×	×	×

(○:強い傾向、—:傾向なし、×:弱い傾向)

表5 傾向が強い場合に考えられる運転挙動の特徴

運転特性	特徴
「安全運転意識の高さ」	車間距離を取る、慎重に安全確認を行う、運転が安定している
「心配性な傾向」	車間距離を長めに取る
「先急ぎ傾向」	車線変更をしがち
「車へのこだわり」	急加速をあまりしない
「とまどい」	状況判断の遅れ、運転への自信不足
「攻撃的運転」	車線変更や追い越しをしがち

4. 走行実験によるグループの特性との検証

4.1 走行実験の概要

3章で得られたグループを特徴づける運転特性と、実際の運転挙動との関連性を調べるため、平成21年4月21～25日の5日間、阪神高速道路1号環状線と堺線との合流部(0.0kp)～西船場JCT(1.4kp)の区間を対象に走行実験を行った。この区間は4車線一方通行である。被験者は1日5名(計25名)、1回の走行実験で対象区間を2周走行してもらい、1周目(図4)は右方向、2周目(図5)は左方向への車線変更を伴う経路となるように設定した。走行実験終了後、DSQ、事故/違反の起こしやすさ、個人属性に関するアンケートを実施し、各被験者が3章で述べたどのグループに分類されるか調査した。

今回対象とした区間も含め、分合流部では交通錯綜が生じており、走行時には周辺状況の安全確認が必要不可欠である。本研究では、予防安全上必要と思われる周辺

状況の確認挙動を安全確認挙動と定義し、多田らが提案した、無線ジャイロセンサ⁵⁾(図6、7)によって計測した頭部運動データから、首振りを伴う確認挙動生起を推定する手法⁹⁾を用い、周辺状況の確認挙動の抽出を行い、グループを特徴づける運転特性との関連性を分析した。

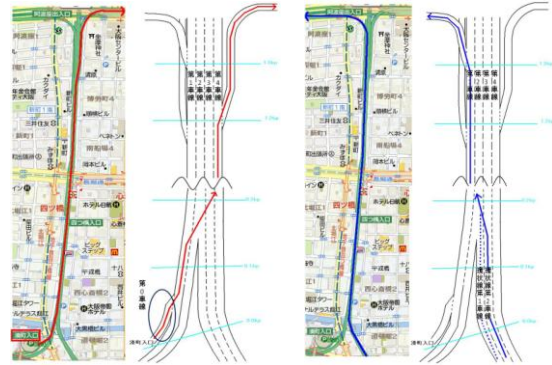


図4 1周目走行経路 図5 2周目走行経路

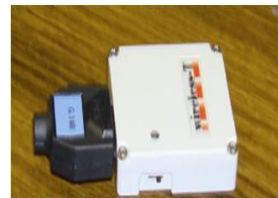


図6 無線ジャイロセンサ 図7 頭部ジャイロセンサ

4.2 安全確認挙動との関連性分析

4.2.1 比較を行ったグループ

走行実験の被験者内訳を表6に示す。このうちグループ2、4に分類された被験者数は少なく、グループとしての分析を行うのに十分なサンプルではないと判断し、今回は比較から除外した。残りの3グループのうち、本稿では表4に示す運転特性の相対的比較において傾向差が大きいと見られるグループ1とグループ5に着目した結果を報告する。

表6 グループ別の被験者構成

グループ	走行実験		WEBアンケート	
	人数	割合	人数	割合
グループ1	9	36%	205	18%
グループ2	2	8%	146	13%
グループ3	5	20%	328	29%
グループ4	1	4%	215	19%
グループ5	8	32%	223	20%
計	25	100%	1117	100%

この2グループについて、3.3.3で解釈したグループの特性を比較すると、相対的にグループ5の方が、①慎重に安全確認を行っている、つまり何度も安全確認を行っている、②運転が安定しており、状況判断が早いため、車線変更時の接触や追突事故等の危険性が低い、という2つの仮説を立てた。

検証に際し、①については安全確認挙動の総回数に着目した。②については車線変更時の事故の危険性を直接の検定対象とすることが難しいため、危険性を推定するための一手段として、車線変更時において安全確認を行うタイミングに着目した。具体的には、車線変更時の安

全確認というのは、車線変更前、車線変更中、車線変更後の安全確認というように区分することができる。中でも、車線変更中によく安全確認を行うドライバーは、後続車との距離や周辺状況に気を配りながら車線に移っており、車線変更前および車線変更後によく安全確認を行うドライバーと比べて、相対的に事故の危険性が低いと考えられる。しかし、車線変更時には車線変更前の安全確認が必要不可欠であり、この確認を怠っては事故の危険性が低いとは言えない。以上より②については、グループ5の方が、車線変更中によく安全確認を行っており、車線変更前後においてもグループ1と同程度以上、安全確認を行っているという観点で、検証を行った。

4.2.2 安全確認挙動の総回数

①の仮説を検証するため、グループ別に属する被験者の安全確認挙動の総回数を算出し、グループ1、5間で安全確認回数の平均の差を検定（t検定）した（図5）。

検定の結果、1周目、2周目共に、グループ5はグループ1に比べて安全確認の総回数が多く、平均回数にも有意な差が見られた。以上より、グループ5の方が、①何度も安全確認を行っていることが検証できたと考える。

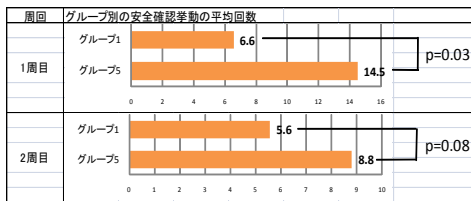


図5 安全確認挙動回数のt検定結果

4.2.3 安全確認を行うタイミング

②の仮説を検証するため、グループ別に安全確認挙動を車線変更前後に行っているものと、車線変更中に行っているものに分けて回数を算出し、それぞれ総確認回数に占める比率を算出した。次に、グループ1、5間でこの比率の差（カイ2乗検定）を検定した。また、車線変更前後で行なった回数の平均の差についても検定（t検定）を行った。結果を表7に示す。

表7 安全確認を行ったタイミングと回数

	グループ1(n=9)			グループ5(n=6)			カイ2乗検定	t検定
	総回数	比率	平均回数	総回数	比率	平均回数		
1周目								
車線変更前後	44	73%	4.9	54	62%	9.0	p=0.15	p=0.15
車線変更中	16	27%	1.7	33	38%	5.5		
合計	60	100%	6.6	87	100%	14.5		
2周目								
車線変更前後	33	66%	3.7	19	43%	3.8	p=0.03	p=0.94
車線変更中	17	34%	1.9	25	57%	5.0		
合計	50	100%	5.6	44	100%	8.8		

検定の結果、2周目、つまり後方の確認をしやすい右方向への車線変更と比べて、より慎重な安全確認を必要とする左方向への車線変更時において、グループ5の方が車線変更中によく安全確認を行っており、比率に有意な差が見られた。また、車線変更前後で行った安全確認挙動の回数に有意な差がなかったことから、グループ5は

車線変更前後でグループ1と同程度、安全確認を行っていると言える。以上のことから、左方向へ車線変更時のみではあるが、相対的にグループ5の方が、③車線変更中によく安全確認を行っており、車線変更前後においてもグループ1と同程度以上、安全確認を行っていることが検証されたと考える。

以上より、アンケートより把握したグループを特徴づける運転特性と、今回の調査区間のようにドライバーに緊張を強いるような箇所における安全確認挙動とは関連性があり、特に慎重な安全確認を必要とする左方向への車線変更を伴う走行時に強い関連性があると言える。

5. まとめ

本研究では、先行研究の課題であったDSQの情報損失を生じさせないよう、DSQの全質問項目の回答をそのまま用いて非階層クラスター分析を行った。紙面の関係上、詳細な対応関係に関する記述は省略したが、得られたグループは先行研究2)とほぼ同様な特徴を示すとともに、グループ間の差異をより明確にすることができた。また、得られた5グループのうち2グループのみではあるが、グループを特徴づける運転特性と、実際の走行データから抽出した安全確認挙動には関連性があることが示された。DSQは安全性に関する運転特性の把握を志向した質問が多く採用されており、今回の結果は、DSQを用いたドライバーの分類の妥当性を支援するものと位置づけられる。

今後の課題として、情報損失を無くしたことにより先行研究の分類結果とどのような差が生じたのか精査すること、安全確認挙動との関連性分析が2グループのみのため、被験者を増やし、全てのグループについて安全確認挙動との関連性を分析する必要がある。また、グループ数を先行研究に準じて決めており、最適なグループ数を決める必要があると考える。

参考文献

- 1) 石橋基範・大桑政幸・土居俊一・赤松幹之：運転スタイルの指標化と追従運転行動，自動車技術会論文集 Vol.39, No.1, pp.121-126, 2008
- 2) 高田潤一郎・中川浩・杉田正俊・飯田克弘：運転特性に着目した一般ドライバーのグルーピングと安全啓発のあり方に関する考察，第29回交通工学発表会論文報告集 Program No.81 (on CD-ROM), 2009
- 3) 川崎洋輔・中川浩・杉田正俊・飯田克弘：交通安全啓発に効果的な道路交通情報のあり方に関する研究，第29回交通工学発表会論文報告集 Program No.82 (on CD-ROM), 2009
- 4) 岡村和子・藤田悟郎：自己報告によるドライバーの運転挙動及び態度と交通事故・違反との関連，科学警察研究所報告交通科学編 Vol.44, pp.14-26, 2005
- 5) Rohmura, F, Naya, H, Noma and K. Kogure, "B-Pack: Bluetooth Based Wearable Sensing Device for Nursing Activity Recognition," In Proc. Of the International Symposium on Wireless Pervasive Computing 2006
- 6) 多田昌裕・瀬川誠・岡田昌也・蓮華一己・小暮潔：装着型センサを用いた運転技能自動評価システムの開発と講習現場への導入の試み，電子情報通信学会技術研究報告 Vol.108, No.263, pp.1-6, 2008