

シミュレータ上の運転行動と視行動、運転者特性及び交通状況の関係

立教大学大学院文学研究科 増田貴之 立教大学文学部 芳賀繁
株式会社豊田中央研究所 國分三輝 立教大学大学院文学研究科 横田祐介¹

Relationship between Driver Characteristics, Driving Behavior and Eye-Gaze, and Traffic Conditions on a Simulator

Takayuki Masuda (Graduate School of Arts, Rikkyo University),
Shigeru Haga (College of Arts, Rikkyo University),
Mitsuteru Kokubun (Toyota Central R & D Labs., Inc.), and
Yusuke Yokota (Graduate School of Arts, Rikkyo University)

The study investigated the driving behavior and eye-gaze of drivers classified on the basis of scores on three subscales within a self-reporting scale of driver characteristics. The participants' driving behavior and eye-gaze were recorded using a driving simulator for a period of 25 minutes. They then filled out a questionnaire which consisted of three sub-scales: "aggressive and competitive driving", "failure and delay in hazard perception", "confidence and interest in driving". Finally, they continuously rated subjective perception of risk by using a joystick, while watching the same video clips. The subjective risk data were used to classify driving scenes into three different risk categories: "Overt risk", "Covert risk", and "Small risk". Vehicle speed, Acceleration/Deceleration Index (ADI), and duration and variance of eye-fixation while driving under the three conditions were compared between participants grouped according to score on each sub-scale of the self-reporting questionnaire. No significant relationships were found. However a tendency was found for eye-fixation to vary between drivers with different characteristics. Further there was a significant main effect of driving condition on driving behavior.

Key words : driving behavior, eye-gaze, hazard perception, driver characteristics, overt and covert risk

はじめに

自動車交通の現状

交通行動は、人間の生活領域のなかでも、「衣・食・住」と並ぶ重要な構成要素であり「移動（モビリティ）」にかかわっている（蓮花，2000a）。その中でも自動車は、日常生活、産業現場など多くの場面で用いられており、現代人の生活と切り離せないものとなっている。しかし、車社会が現代人の生活を豊かにしている反面、交通事故が社

会問題になっていることも事実である。1992年の時点で10000人を超えていたわが国の交通事故死者数は、2004年の時点で7358人となり（財団法人交通事故総合分析センター，2005）、減少傾向にあるとはいえ、2003年の947993人から2004年の952191人（財団法人交通事故総合分析センター，2005）と、依然として事故件数は増え続けている。このような状況の中、さまざまなアプローチから交通安全に関する研究が行われている。

交通安全に関わる要因

長山（1975）は交通環境を、道路交通環境、意味交通環境、対人交通環境の三つに区分し、運転

¹ 現所属，株式会社日本IBM

とは、そのおのおの交通環境への適合行動であると述べている。道路交通環境とは、道路の幅員や線形、路面舗装、歩道などの環境であり、意味交通環境とは交通信号や路面表示、案内・規制標識などのように運転者に意味情報を与えて行動選択の手がかりとなる環境である。さらに対人交通環境とは現実の交通環境における自転車や歩行者、先行車や対向車などの動的な環境のことである。蓮花（2000a）は、道路・設備面の整備と合わせて、運転者やそのほかの交通参加者の資質向上による交通環境の改善が求められると指摘している。**運転行動と運転者特性**

リスクテイキング 交通事故に関わる運転者の個人特性のひとつにリスクテイキング傾向が挙げられる。リスクテイキングという概念については、研究者によって捉え方が異なる。たとえば、長山（1967）は、運転行動を、運転者が危険を認知しないまま行動している場合と、危険を認知してあえてその行動をとっている場合に区別した上で、前者は危険感受性の問題であり、後者はリスクテイキングの問題であるとしている。すなわち、「リスクを認知した上で敢行する」場合のみをリスクテイキングとする立場である。これに対して、蓮花（2000b）のように、リスクを把握しているかをあまり厳密に考えずに事故発生の可能性のある行動を実行する場合全てをリスクテイキングとする立場もある。

蓮花（2000b）は、前述のような立場からリスクテイキング行動に関する心理学的モデルとして、リスク回避行動のモデルを提唱している。蓮花（2000b）は、リスクテイキング行動は、①リスク促進要因、②ハザード知覚、③自己技能の評価、④リスク知覚、⑤リスク効用評価、⑥リスクテイキング、⑦行為の実行等の過程の結果として生じるとしている。また、リスク知覚の過程には②ハザード知覚と③自己技能の評価が影響していると考えられている。すなわち、リスク知覚とは、運転能力の自己評価も含め、ハザード知覚の結果をもとに、事故に関与する可能性を主観的に評価する認知過程（小川・蓮花・長山，1993）であると

いえる。そして、⑤リスク効用評価とはリスクを受容することによって得られる利益やリスクを回避することで発生する不利益を評価することであり、⑥リスクテイキング、すなわちリスクを受容するか、回避するか意思決定の段階に影響する。

蓮花（2000b）は、リスクテイキング行動を研究していく上で、これらどの側面を標的にしているのかを明確に認識して行う必要があると指摘している。

中村・横田・樋田・芳賀・國分（印刷中）は、上述の蓮花モデルに対応する運転者特性を抽出する質問紙の作成を試み、⑥リスクテイキングとの関係が考えられる「攻撃的・競争的運転」、②ハザード知覚に関係すると考えられる「ハザード知覚の失敗・遅れ」、③自己技能の評価との関係が考えられる「自信と運転への興味」の3つの運転者特性を見出した。本研究では、中村ら（2006）が作成した質問紙と各行動指標との関係を検証していく（Figure 1）。

ハザード知覚 ハザード知覚は、前述のようにリスク知覚に影響を与える。小川ら（1993）によると、ハザード知覚とは「他者と衝突する可能性や、あるいは自らの運転エラーによる単独事故の可能性が想定された場合、その可能性と関連を持つ対象や事象を把握する認知過程」である。現在

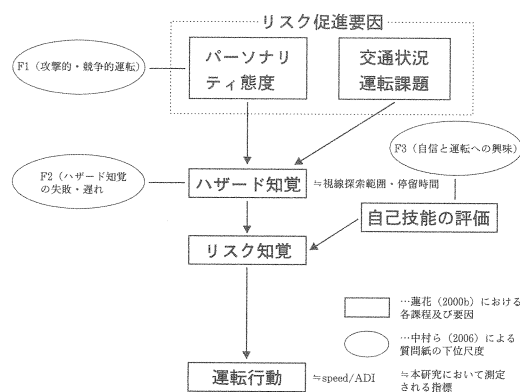


Figure 1 蓮花（2000）のリスク回避モデルと中村ら（2006）の運転者特性および本実験との関係

ハザード知覚は、小川ら（1993）によるTOK²のようなビデオ刺激を用いたテストや、Crundall, Champman, Phelps, and Underwood（2003）のようにビデオ刺激を用いた視行動（眼球運動）の計測などによっても研究されている。

また、小川ら（1993）は、ハザードの種類を一般的ハザードのほかに、死角からの危険対象の出現が予想される「潜在ハザード」、対象の行動や動静を考える必要がある「行動予測」に分類している。横田・芳賀・國分・小川（2004）は、ドライビングシミュレータ上での運転行動と、大塚・鶴谷・藤田・市川（1992）によって開発された安全運転態度検査SAS592によって測定された運転態度との関係を検討し、その結果、他者迷惑性・他者排除性という二つの個人特性が、主観的リスクと運転行動の両方と関係を持つことを明らかにした。しかしながら、交通状況に存在するハザードの特徴によって、すなわち一般的なハザードが存在する運転状況と、潜在的ハザード、または行動予測が必要な運転状況とで、運転態度の影響が異なると指摘している。したがって、ハザード知覚と運転行動の関係を検討する際には、ハザードの種類も考慮する必要があると考えられる。

目的

先行研究

本研究では、前述のように、中村ら（印刷中）によって作成された質問紙によって抽出した「競争的・攻撃的運転」、「ハザード知覚の失敗・遅れ」、「運転への興味・自信」の各運転者特性、運転場面、シミュレータ上での走行速度、ADI（Acceleration/Deceleration Index：減速意図指標）、視行動との関係を検討することを目的とする。なお、ADIとは、アクセル・ブレーキの踏み込みの程度をもとに運転者の減速意図を指標化したもので、「アクセルを10%以上踏込んでいる」状態から

² TOKとは、テスト開発に携わった2つの研究グループ「東京海上火災保険(株)」と「大阪大学」、および検査内容である「危険感受性」の頭文字を組み合わせた略語である。

Table 1 アクセル・ブレーキ操作量得点化の基準

得点	基準
0	アクセルを10%以上踏込んでいる
1	アクセルを10%未満の程度で踏込んでいる
2	アクセルペダルに足をかけている
2.5*	アクセル・ブレーキペダル両方に足をかけている
3	ブレーキペダルに足をかけている
4	ブレーキを30%未満の程度で踏込んでいる
5	ブレーキを30%以上50%未満の程度で踏込んでいる
6	ブレーキを50%以上の程度で踏込んでいる

*得点化の基準は國分ら(2003)に準拠している。ただし、2.5についてはアクセル・ブレーキペダル上に設置された光センサの入力ミスに対応するために独自に付加された。

「ブレーキを50%以上の程度で踏込んでいる」状態までの0から6得点に換算される（Table 1）。

質問紙によって測定された個人特性と運転行動との関係を検証した研究としては、タクシードライバーの運転行動や質問紙でのリスク傾向性やセンセーションシーキング、事故違反歴との相互関係を調べたBurns & Wilde（1994）の研究が挙げられる。Zuckerman（1979）によると、センセーションシーキングとは、多様で、新規性があり、複雑な感覚や経験の追求、さらには、そうした経験を得ようとして、身体的、社会的なリスクを取ろうとする意図によって定義される個人の特徴である。この研究からは、リスク傾向性が速度超過運転や不注意な車線変更と関連し、センセーションシーキング傾向が速度違反やその他の違反経験と関係を持つことが示された。

また、運転時の視行動については、Crundall & Underwood（1998）によって、初心者が道路状況に係わらず同じ視線探索範囲を示すのに対し、経験者は道路状況の複雑性が上がるに伴って視線の探索範囲を広げることが示されている。また、初心者が運転状況の複雑性が上がるのに伴って視線停留時間を増加させるのに対し、経験者は要求される最小の停留時間までしか視線停留時間を増加させないこと、すなわち運転経験者が運転初心者よりも状況に合わせた視線探索方略を用いることも示されている。以上のように、視線探索方略と運転経験などの個人差との関係を検証した研究は見られる。しかし、質問紙調査によって測定されたハザード知覚能力と視線探索方略について検証した研究はあまり見られない。

運転スキルの自己評価については、Goszczyńska & Roslan (1989) のように調査形式で行った研究において、運転者が自己の運転技術を過大評価する傾向があることは指摘されているが、個人特性としての運転への自信を実際の運転行動と対応させて検証した研究はあまり見られない。

本研究は、これまでの研究から運転行動と関係を持つことが指摘されている運転者特性が、具体的に視行動を含んだどのような運転行動と関係を持つのか、また交通状況によってその関係は異なるのかをシミュレータという実際の運転状況に比較的近い状況で検証するという点で、運転者特性と運転行動の関係の解明に貢献すると考えられる。運転者特性と運転行動の関係を明らかにすることは、今後の運転者教育に貢献することにもなると考えられる。

仮説

以上のことから、本研究では以下のような仮説を立てて研究を進めていく。

①「競争的・攻撃的運転」の得点が高い運転者は、得点が低い運転者と比較して走行速度が速く、ADI (減速意図指標) は低い。②「ハザード知覚の失敗・遅れ」の得点の高い運転者は、特に潜在的な危険を含む場面において得点の低い運転者に比べて視線の探索範囲は狭く、停留時間は長い。③「運転への興味・自信」の得点が高い運転者は、得点が低い実験参加者と比較して走行速度が速く、ADIは低い。

方法

実験参加者 人材派遣会社を通じて集められた、27歳から37歳 (平均年齢30.4, SD=3.46) の成人男性20名であった。彼らは全員、普通自動車1種の運転免許証を有し、少なくとも週に1度は自動車を運転している者であった。

実験の構成 実験は、簡易シミュレータを用いた自動車運転、質問紙による運転者特性の測定、主観的リスク評定の三つから構成された。また、運転行動測定と同時に、視行動の計測も行った。

装置 運転行動計測には、國分・古西・梅村・

倉橋・西 (2003) によって開発された簡易版ドライビングシミュレータソフトであるTEDDY (Toyota Educational Driver-Diagnosis System) がインストールされたコンピュータ (日本コンピューティングシステム製 VC82400XAS) に、ハンドル・アクセル・ブレーキ型ゲームコントローラー (マイクロソフト社製, Microsoft SideWinder Force Feedback Wheel) を接続したものをを用いた。

視行動の計測には、ヘッドマウント型アイマークレコーダ (nac社製, EMR-8) が使用された。アイマークレコーダの空間解像度は640×480ピクセルであった。

また、主観的リスク評定においては、コンピュータ (EPSON社製, Endeavor Pro-650L) が使用され、刺激はプロジェクター (SANYO社製, PROtraX) を通じてスクリーン上に提示された。主観的リスク評定にはコンピュータに接続されたゲーム用ジョイスティック (マイクロソフト社製, Microsoft SideWinder Joystick) が用いられた。

刺激 名古屋市内を走行して撮影された8種類の前風景ビデオを用いた。これらのビデオ刺激はすべて、640×480ピクセル、30frame/sのサンプリングレートで撮影されたものであった。ビデオ刺激は、運転行動計測時、主観的リスク評定ともに182cm×244cm (視覚28.22° ×37.25°) の大きさで、実験参加者から362 cm離れたスクリーンに投影された。

手続き 本実験は、運転行動計測、運転者特性の測定、主観的リスク評定の順に行われた。実験参加者はスクリーンの交通状況に応じて、アクセル・ブレーキを操作することを求められた。この時上述のように、アクセル・ブレーキの踏み込みの程度によって減速の意図を得点化したADI値を算出した。また、運転中の走行速度もフレームごとに記録された。また、視行動の計測については、運転行動計測の前にキャリブレーションが行われ、運転行動と同時にサンプリングレート30Hzで記録された。

運転者特性の測定課題では、中村ら (印刷中) によって作成された質問紙、フェイスシートへの

回答が求められた。フェイスシートには、氏名、年齢、乗車車種、性別、運転経験、運転頻度、免許の種類・色に関する質問項目が含まれ、実験に関する内省もとられた。

主観的リスク評価においては、運転行動計測時に用いたのと同じ刺激が提示され、実験参加者はスクリーンの交通状況に応じてジョイスティックのスライダーバーを上下に動かすことによって評価をおこなった。評価結果は、刺激周辺の枠に色と文字によって大きく5段階（「全く危険でない」：評価値0から20、「危険かもしれない」：評価値21から40、「少し危険である」：評価値41から60、「かなり危険である」：評価値61から80、「事故寸前である」：評価値81から100）にフィードバックされた。ただし、フィードバックの5段階は大まかな目安で、実際には0から100までのリスク評価値が記録されることが実験参加者に説明された。

運転行動測定課題及び主観的リスク評価課題の前にはそれぞれ練習が行なわれた。運転行動測定課題では、練習用のビデオ刺激を用いて参加者にシミュレータでの運転を行ってもらい、参加者がシミュレータでの運転に慣れたことを確認した後に運転行動測定課題を開始した。また、主観的リスク評価課題においても同様に、練習用のビデオ刺激を用いて参加者に練習を行ってもらい、慣れたことを確認した後に主観的リスク評価課題を開始した。運転者特性の計測課題と主観的リスク評価課題の間には10分ほどの休憩が設けられた。

結果

場面の抽出と分類

危険場面の抽出 各ビデオ刺激ごとに実験参加者全員のリスク評価値を平均し、各ビデオごとにリスク評価値が400フレーム（約13秒）以上連続で平均値を上回る部分を危険場面として抽出した。また、右左折場面は、前方視野しか表示されないというシミュレータの制約の影響を大きく受けると考えられるため、右左折場面及びその直後60フレーム（2秒）は分析対象から除外した。その結果7つの危険場面が抽出された。その後、抽出された危険場面と、別途自動車学校の指導員が潜在的危険場面（以下CP）、顕在的危険場面（以下OP）を指摘したデータとを照らし合わせ、その結果対応が見られた場面をCPとOPに分類した。

安全場面の抽出 危険場面と同様の基準で、リスク評価値が平均値以下で、指導員が指摘したポイントを含まない場面を安全場面（以下SP）とした。

以上の基準で抽出及び分類した場面とそのフレーム、状況をTable 2に示す。

分析に用いた指標

走行速度、ADIについては、実験参加者ごとに、抽出した場面ごとの場面中全フレームの走行速度、ADIの平均値を算出し、分析に用いた。

視行動については、EMR-8から得られた停留データを基に、実験参加者ごとに、抽出した場面ごとの場内すべての停留の平均時間、及び場内すべての停留のx軸座標の標準偏差を、視線探索範囲を表す指標として算出し分析に用いた。このときの視線停留は、視線の座標が「停留の中心点」より半径視角1°以内に100msec以上停留していることと定義された。なお、視線停留を弁別

Table 2 抽出された分析対象場面

場面	リスク評価による抽出			自動車学校教官による抽出			潜在・顕在	場面の記述	実験条件
	開始フレーム	終了フレーム	フレーム数	開始フレーム	終了フレーム	フレーム数			
場面2-2	1867	2706	839	2100	2160	60	CPL	左方交差点	潜在
				2370	2610	240	CPL	駐車車両の隣の横断歩道	
場面4-3	2245	2805	560	2160	2580	420	OPR	赤信号の横断歩道を右方より横断しようとする歩行者	顕在
				2310	2460	150	OPL	信号のない交差点で左右から横断する歩行者	
安全場面	2091	2782	701						安全

CP 潜在・予測（見えない危険を予測する必要がある状況）
 OP 顕在・予測（見えているハザードの動きを予測する必要がある状況）
 OC 顕在（見えていて実際に危険な状況）

例えば「CPL」なら「顕在・予測の左側」

+ LまたはR 左または右

する際の「停留の中心点」とは、本実験では停留開始時の座標データから直前の座標データまでの重心点を示す。また、水平方向の座標とは、視野の中心を $x = 0^\circ$, $y = 0^\circ$ としたときのx軸座標、y軸座標の値を示し、その単位は視角である。

実験参加者のグループ化

分析を行うにあたっては、運転者特性質問紙の各下位尺度の得点が中央値 (F1, F2, F3 の順に 12.5, 9.5, 14) より高い実験参加者群を各下位尺度の高得点群, 低い群を各下位尺度の低得点群として分類した。その結果, 各群の実験参加者は低得点群, 高得点群の順にF1 (9人, 11人), F2 (10人, 10人), F3 (9人, 11人) であった。ただし, 視行動に関する分析については測定時のキャリブレーションに問題のあった参加者1人のデータを除いたため, 各下位尺度ともに低得点群8人, 高得点群11人であった。

分析 1

速度・ADIと運転者特性との関係 速度・ADIと質問紙によって測定した運転者特性および運転場面との関係を検討するために, 各下位尺度の高得点群, 低得点群の走行速度について, 各場面ごとに一要因分散分析を実施した。その結果, すべての場面において, 走行速度, ADIともに高得点群と低得点群の間に有意な差はなかった (Table 3, 4)。

視線探索範囲・停留時間と運転者特性との関係 視線計測に不備のあった実験参加者が1名いたため, 今後視行動の分析は19名のデータを用いて行った。

視線探索範囲・停留時間と運転者特性との関係を検討するために, 各下位尺度の高得点群, 低得点群の視線停留のx軸座標 (水平方向) の標準偏差と停留の平均時間について, 各場面ごとに一要因分散分析を行った。その結果, すべての場面において, 視線停留のx軸座標の標準偏差の平均値,

Table 3 下位尺度ごとの各得点群における異なる運転場面での平均走行速度 (km/h)

下位尺度	運転場面	低得点群		高得点群		F 値	有意確率
		平均	SD	平均	SD		
F1	CP	22.47	2.49	21.33	4.01	0.55	0.47
	OP	28.38	5.77	29.63	8.08	0.15	0.70
	SP	61.25	12.97	61.48	7.79	0.00	0.96
F2	CP	22.73	3.33	20.95	3.35	1.41	0.25
	OP	28.19	8.39	29.94	5.55	0.30	0.59
	SP	61.82	10.42	60.93	10.39	0.04	0.85
F3	CP	22.49	2.92	21.31	3.76	0.59	0.45
	OP	28.85	5.66	29.24	8.18	0.01	0.90
	SP	57.32	9.26	64.69	9.99	2.87	0.11

F1:攻撃的・競争的運転, F2:ハザード知覚の失敗・遅れ, F3:自信と運転への興味
得点群間の比較は1元配置分散分析を用いた(自由度1, 誤差自由度19)

Table 4 下位尺度ごとの各得点群における異なる運転場面での平均 ADI

下位尺度	運転場面	低得点群		高得点群		F 値	有意確率
		平均	SD	平均	SD		
F1	CP	0.93	0.34	0.99	0.40	0.11	0.74
	OP	1.77	0.73	2.10	0.54	1.36	0.26
	SP	0.13	0.13	0.09	0.11	0.60	0.45
F2	CP	1.03	0.44	0.90	0.29	0.69	0.42
	OP	1.99	0.49	1.92	0.78	0.06	0.80
	SP	0.10	0.10	0.11	0.14	0.00	0.96
F3	CP	0.83	0.37	1.07	0.34	2.32	0.14
	OP	1.95	0.53	1.96	0.74	0.00	0.95
	SP	0.12	0.14	0.09	0.11	0.32	0.58

F1:攻撃的・競争的運転, F2:ハザード知覚の失敗・遅れ, F3:自信と運転への興味
得点群間の比較は1元配置分散分析を用いた(自由度1, 誤差自由度19)

Table 5 下位尺度ごとの各得点群における異なる運転場面での停留座標のx軸方向のSDの平均値

下位尺度	運転場面	低得点群		高得点群		F 値	有意確率
		平均	SD	平均	SD		
F1	CP	5.64	1.45	5.73	1.40	0.02	0.90
	OP	4.96	1.01	4.72	0.97	0.29	0.60
	SP	3.60	1.53	4.00	1.50	0.33	0.58
F2	CP	6.20	1.35	5.13	1.25	3.21	0.09
	OP	4.86	1.00	4.77	1.00	0.04	0.85
	SP	3.81	1.36	3.85	1.69	0.00	0.95
F3	CP	5.43	1.57	5.88	1.27	0.49	0.49
	OP	4.95	0.93	4.73	1.03	0.23	0.64
	SP	3.48	1.25	4.09	1.64	0.77	0.39

F1:攻撃的・競争的運転, F2:ハザード知覚の失敗・遅れ, F3:自信と運転への興味
得点群間の比較は1元配置分散分析を用いた(自由度1, 誤差自由度18)

Table 6 下位尺度ごとの各得点群における異なる運転場面での平均視線停留時間 (sec)

下位尺度	運転場面	低得点群		高得点群		F 値	有意確率
		平均	SD	平均	SD		
F1	CP	0.31	0.05	0.34	0.07	0.77	0.39
	OP	0.34	0.07	0.38	0.05	1.72	0.21
	SP	0.39	0.09	0.45	0.13	1.24	0.28
F2	CP	0.31	0.07	0.35	0.06	1.27	0.27
	OP	0.37	0.08	0.36	0.03	0.02	0.90
	SP	0.44	0.15	0.41	0.08	0.26	0.62
F3	CP	0.33	0.08	0.33	0.05	0.02	0.90
	OP	0.36	0.09	0.37	0.03	0.31	0.59
	SP	0.41	0.15	0.44	0.09	0.29	0.60

F1:攻撃的・競争的運転, F2:ハザード知覚の失敗・遅れ, F3:自信と運転への興味
得点群間の比較は1元配置分散分析を用いた(自由度1, 誤差自由度18)

平均視線停留時間ともに有意な差はみられなかった (Table 5, 6)。結果の一部をFigure 2に示す。

分析 2

分析 1 における走行速度・ADIの分析は抽出した場面全体の平均値を用いて分析を行っているため、実際にはアクセル・ブレーキのタイミングなどに関して異なる運転を行っている運転者でも、分析結果に差が見られないことも考えられる。そこで、分析 2 では各実験参加者の各下位尺度の得点を全実験参加者の平均値、標準偏差をもとに標準化したものをレーダーチャートに表し、レーダーチャートの形状が特徴的な実験参加者、すなわち特定のあるいはすべての下位尺度の得点が平均値より大きく外れている実験参加者の時系列の走行速度・ADIに特徴的な運転行動が見られるかを、質的に分析した。しかし、レーダーチャートの特徴と走行速度・ADIの間に解釈可能な対応はみられなかった (Figure 3 参照)。

分析 3

運転場面と走行速度・ADIの関係 運転場面間で走行速度・ADIの違いが見られるかを検討するため、実験参加者全員の走行速度・ADIについて一要因分散分析を行った。その結果、走行速度・ADIともに運転場面の主効果が有意であった(走行速度： $F(2, 59) = 163.08, p < .01$), ADI： $F(2, 59) = 92.68, p < .01$)。また、Tukey法による多重比較の結果、走行速度・ADIともにすべての水準間に5%水準で有意な差が見られ、走行速度はSP, OP, CPの順に早く、ADIはOP, CP, SPの順に大きかった (Figure 4, 5)。

運転場面と視線探索範囲・停留時間との関係

運転場面間で視線探索範囲・停留時間に違いが見られるかを検討するため、視線停留のx軸座標の標準偏差と停留の平均時間について一要因分散分析を行った。その結果、視線停留のx軸座標の標準偏差・停留時間ともに運転場面の主効果が有

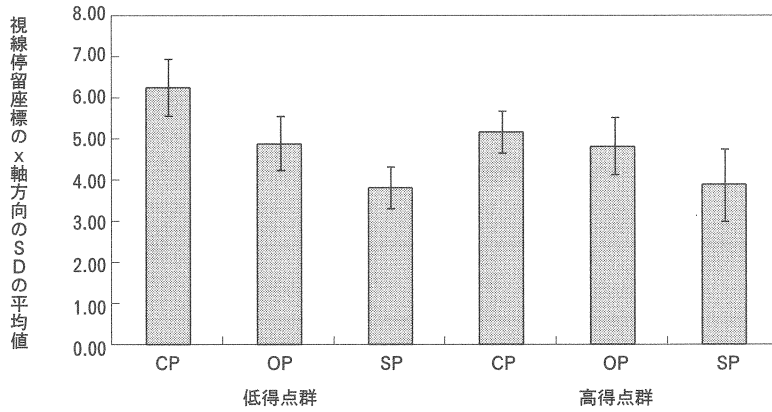


Figure 2 各場面におけるハザード知覚の失敗・後の得点群別視線停留座標のx軸方向のSDの平均値
 図中のエラーバーは標準偏差を示す

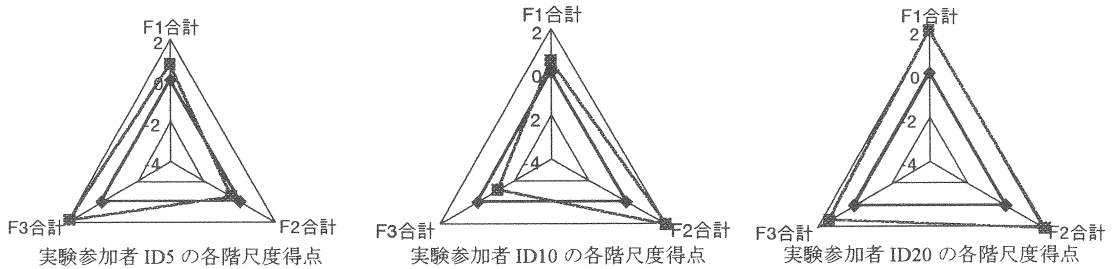


Figure 3 形状が特徴的なレーダーチャート

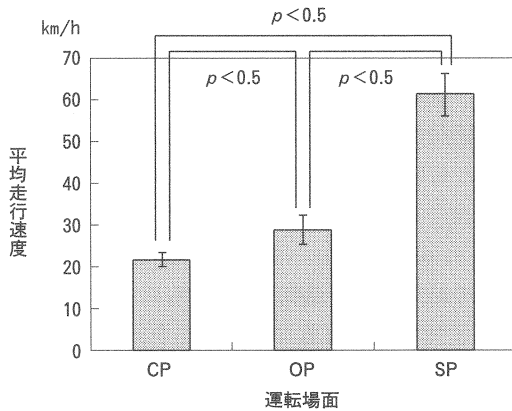


Figure 4 運転場面別平均走行速度

図中のエラーバーは標準偏差を示す

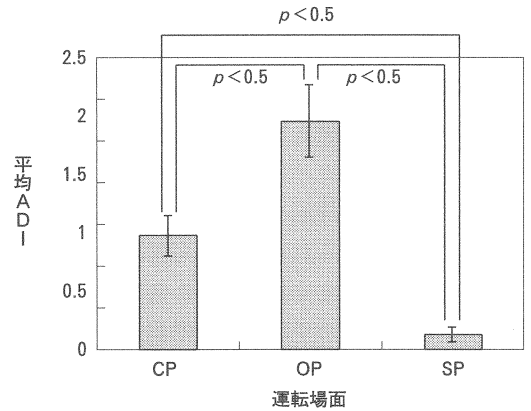


Figure 5 運転場面別平均ADI

図中のエラーバーは標準偏差を示す

意であった（視線探索範囲： $F(2, 56) = 9.79, p < .01$ ）、停留時間： $F(2, 56) = 6.12, p < .01$ ）。また、Tukey法による多重比較の結果、視線停留のx軸座標の標準偏差、停留時間ともにCPとSPの間に

5%水準で有意な差が見られ、視線停留のx軸座標の標準偏差はCP, OP, SPの順に大きく、停留時間は、SP, OP, CP, の順に長かった（Figure 6, 7）。

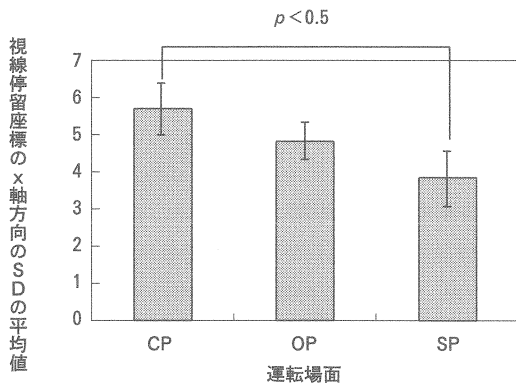


Figure 6 運転場面別視線停留座標の x 軸方向の SD の平均値
図中のエラーバーは標準偏差を示す

考察

本研究では、シミュレータ上での運転行動と質問紙によって抽出した運転者特性及び交通状況との関係を検討した。しかしながら、運転行動と運転者特性及び交通状況の間に明確な関係は見られなかった。しかし、視線探索範囲については、統計的に有意な差は見られなかったものの、「ハザード知覚の失敗・遅れ」の高得点群と低得点群の間で、運転場面の影響に違いが見られた (Figure 2)。すなわち、OP (顕在的危険場面)、SP (安全場面) では両群の視線探索範囲に違いは見られなかったが、CP (潜在的危険場面) においては両群間に違いがあることが読み取れる。このことは、ハザード知覚能力がただ単に視野内のハザードを発見する能力ではなく、交通状況に潜在的なハザードが潜んでいることを予測し、積極的な視線探索方略を用いる能力であるということを示唆している。この結果は、運転者が運転のストラテジーを立てるにあたって交通環境の中から、「何を見ようとするのか」といった、積極的、選択的な知覚、あるいは認知様式の側面がきわめて重要であるという深沢 (1983) の主張と一致する。

本研究からは、運転行動・視行動と運転者特性及び交通状況との関係は明らかにならなかったが、理由として、以下のことが考えられる。

本研究では、ドライビングシミュレータを用い

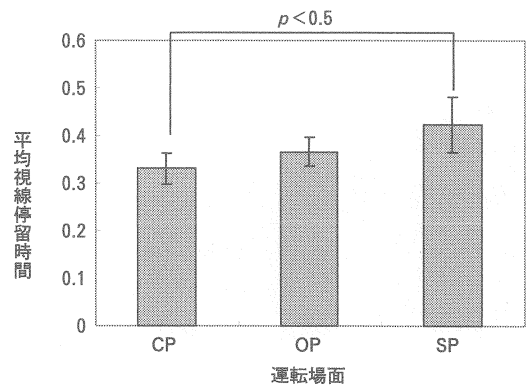


Figure 7 運転場面別平均視線停留時間
図中のエラーバーは標準偏差を示す

て実験を行った。内田 (2000) は、ドライビングシミュレータの問題点として、加速や減速の体感が不足しているために、感覚のズレが感じられることを指摘している。本実験において用いられたドライビングシミュレータは、ビデオ映像ベースのものであり、運転操作はアクセル・ブレーキのみしか行えないという点で、実際の運転感覚と異なるものであった。また、実験後の内省においても、自分のタイミングで操作できないことに対する違和感が報告された。このようなことが原因で、運転者特性、交通状況と走行速度・ADIとの間に明確な関係に観察できなかったと考えられる。また、実験後の内省として、画面の空間解像度の問題や前方視野しか提示されないために、普段どおりの運転ができなかったという指摘が挙げられる。このようなことが原因で、運転者特性、交通状況と視行動の間に明確な関係が見られなかったと考えられる。しかし、視行動に関しては、前述のように僅かではあるが運転者特性及び交通状況との間に関係が見られた。したがって、解像度の問題の改善、及び横方向の視野の提示などによって、仮説の検証が可能となろう。

一方で、交通状況と走行速度、ADI、視線探索範囲・停留時間の各指標との間には明確な関係が得られた。

走行速度は、SP (安全場面)、OP (顕在危険場面)、CP (潜在危険場面) の順に速く、いずれの水準間も統計的に有意な差が見られた。各運転場



Figure 8 安全場面 (SP)



Figure 9 顕在的危険場面 (OP)



Figure 10 潜在的危険場面 (CP)

面を詳しく見ていくと、SP、OP、CPの順に道路の広さ、複雑性が増していると判断できる (Figure 8, 9, 10)。したがって、実験参加者はこのような道路の変化に敏感に反応していたと考えられる。

ADIについては、OP、CP、SPの順に大きく、いずれの水準間も統計的に有意な差が見られた。OPで最もADIが高いという結果については、OPが視野前方に顕在的な危険が存在する場面であっ

たことから、こまめにアクセル・ブレーキを操作する必要があったためであると考えられる。また、CPについても、明確なハザードは存在しないものの、危険を予測した運転を行ったために、SPよりもADIが高かったのではないかと推察される。

探索範囲・停留時間については、統計的に有意な差が見られたのはCPとSPの間のみであったが、CP、OP、SPの順に視線探索範囲は広く、停留時間は短かった。前述のように、SP、OP、CPの順に交通状況の複雑性が増していると判断でき、複雑な交通状況においては、運転者の視線探索が迅速に、広範囲になるという三浦 (1993) の知見と一致する。

また、本研究においては運転場面の分類をリスク評定値に基づいておこなったことを考えると、安全場面と潜在危険場面および顕在危険場面間に各指標において統計的に有意な差が見られたということは、主観的リスク評定が運転行動に大きく関わっていることを示唆している。

本研究では、運転行動と視行動、運転者特性及び交通状況の関係をシミュレータ上で検討した。しかし、本研究で用いたシミュレータは簡易なものであり、運転に伴うリスクのリアリティは不十分なものであった。本研究のように、運転者特性と交通状況、運転行動の関係といった複雑な文脈で研究を行う場合には、より再現性の高いシミュレータを用いて実験を行うことが必要であると考えられる。

また、リスクのリアリティの面から考えると公道で実車実験を行うことがもっとも望ましいであろう。しかしながら、実車での実験にも問題がある。その一つとして、公道での実験の場合に眼球運動測定装置を含めた計測装置を車載することが困難であるというが挙げられる。

今後の研究課題として次のことが挙げられる。すなわち、実車で運転行動を定量的に測定する手法の開発である。このためには、まず、本実験で用いたシミュレータと同様の測度、すなわち時系列の走行速度、ADIを計測することができる装置や眼球運動測定装置を車載することが必要であ

る。加えて、左右の確認行動など、通常の運転時に見られる行動を定量的に測定・評価する手法の開発が望まれる。

今後、シミュレータ、実車それぞれを研究目的に合わせて適切に用い、両研究から得られた知見を統合することによって、運転行動と運転者特性及び交通状況との関係を明らかにしていく必要がある。

引用文献

- Burns, P. C., & Wilde, G. J. S. (1995). Risk taking in male taxi drivers: relationships among personality, observational data and drivers records. *Personality and Individual Differences*, **18**(2), 267-278.
- Crundall, D., & Underwood, G. (1998). Effect of experience and processing demands on visual information acquisition in drivers. *Ergonomics*, **41**(4), 448-458.
- Crundall, D., Chapman, P., Phelps, N., & Underwood, G. (2003). Eye movement and hazard perception in police pursuit and emergency response driving. *Journal of experimental psychology: applied*, **9**(3), 163-174.
- 深沢伸幸 (1983). 危険感受性 (仮称) テストの研究 応用心理学研究, 8, 1-12.
(Fukasawa, N. (1983). On the risk perception test (tentative name). *Japanese Journal of Applied Psychology*, **8**, 1-12.)
- Goszczynska, M., & Roslan, A (1989). Self-evaluation of drivers' skill: Across-cultural comparison. *Accident Analysis & Prevention*, **21**(3), 217-24.
- 國分三輝・古西浩之・梅村祥之・倉橋哲郎・西博章 (2003). 自動車ドライバの主観的リスク推定および運転教育用ドライビングシミュレータへの応用 第33回安全工学シンポジウム講演予稿集, 356-359.
(Kokubun, M., Konishi, H., Umemura, H., Kurahashi, T., & Nishi, H.)
- 三浦利章 (1993). 日常場面での視覚的認知 箱田祐司 (編) 認知科学のフロンティア 3 サイエンス社
(Miura, T.)
- 長山泰久 (1967). 運転適性における態度の問題 日本心理学会第21回大会発表論文集, 04.
(Nagayama, Y.)
- 長山泰久 (1975). 交通心理学とは 国際交通安全学会誌, **1**(2), 325-335.
(Nagayama, Y. (1975). On Traffic Psychology. *IATSS Reviv*, **1**(2), 325-335.)
- 中村玲香・横田祐介・樋田航・芳賀繁・國分三輝 (印刷中). リスク行動に関わるドライバー個人特性尺度の作成の試み 立教大学心理学研究, **48**.
(Nakamura, R., Yokota, Y., Hida, W., Haga, S., & Kokubun, M. (in press). Development of a Scale for Driver's Individual Differences in Risk Behavior. *Rikkyo Psychological Research*, **48**.)
- 小川和久・蓮花一己・長山泰久 (1993). ハザード知覚の構造と機能に関する実証的研究 応用心理学研究, **8**, 37-54.
(Ogawa, K., Renge, K., Nagayama, K. (1993). A positive study on the structure and the function of hazard perception. *Japanese Journal of Applied Psychology*, **8**, 37-54.)
- 大塚博保・鶴谷和子・藤田悟郎・市川和子 (1992). 安全運転態度検査 SAS592の開発 科学警察研究所報告-交通編一, **33**(2), 45-51.
(Otsuka, H., Tsurutani, K., Hujita, G., & Ichikawa, K.)
- 蓮花一己 (2000a). 交通行動の社会心理学 蓮花一己 (編) 交通行動の社会心理学 北大路書房 pp.1-6. (Renge, K.)
- 蓮花一己 (2000b). 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, **26**(1), 12-22.
(Renge, K. (2000b). Psychological Processes of Risk-Taking Behavior in Driving and New Approach toward Promoting Risk-Avoiding Behavior. *IATSS Review*, **26**(1), 12-22.)

内田千枝子 (2000). 交通行動の社会心理学 蓮花一己 (編) 交通行動の社会心理学 北大路書房 pp.112-139.

(Uchida, C.)

横田祐介・芳賀 繁・國分三輝・小川哲男 (2004). シミュレーター上の運転行動とリスク知覚, 運転経験, 安全態度の関係 立教大学心理学研究, **46**, 23-32.

(Yokota, Y., Haga, S., Kokubun, M., & Ogawa, T. (2004). Relationship between Risk Perception,

Driving Experience, Safety Attitude, and Driving Behavior on a Simulator. *Rikkyo Psychological Research*, **46**, 23-32)

財団法人交通事故分析センター (2005). 平成16年中の交通事故死者数 ITARDA ホームページ <<http://www.itarda.or.jp/data/kihon.html>> (2005年10月30日)

Zuckerman, M. (1979). *Sensation Seeking: Beyond the optimal level of arousal*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.