

# 運転特性の違いから見た危機意識の実験的研究

## バーチャルリアリティを用いた交通事故シミュレーション

### Experimental research of the difference in danger recognition arising from differences in drivers characters.

Traffic accident simulation using a virtual reality system.

吉岡 竜巳<sup>\*1</sup>・建部 謙治<sup>\*2</sup>・佐野 友紀<sup>\*3</sup>

Tatsumi YOSHIOKA<sup>\*1</sup>, Kenji TATEBE<sup>\*2</sup>, Tomonori SANO<sup>\*3</sup>

**Abstract** The purpose of this research is the development of a traffic accident simulator, and using this simulator to investigate danger recognition and the characteristic of the actions of drivers driving a car and a scooter. The main conclusions are as follows. 1) There is a tendency for the subjects to feel danger more when riding a scooter compared with the case when they drive a car. That is, if they drive a car, the consciousness of danger will be lower. 2) When the vehicles type which they usually use and the vehicles which they drove in the experiment were the same, cautiousness becomes lower and the subjects had the tendency to use the brake less. 3) The subject who was always driving the car had a tendency to evaluate whether their situation was a dangerous one from the end result, where as the subject who was always driving the scooter had the tendency to evaluate whether their situation was a dangerous one from the situation itself.

#### 1. 序論

##### 1・1 研究の背景

現在わが国において、政府の交通安全対策などの効果により、交通事故死亡者数は近年では減少傾向にある。その一方で事故発生件数・負傷者数は年々増加している。現代の社会生活において自動車による交通は欠かすことが出来ない移動手段であるが、それに因って起こる交通事故は都市の安全を脅かしている。その原因には様々な要因があるが、当事者の中で事故が起き得る状況に対する危機意識の違い、それに対する行動の違いというものもあるのではと考えた。そこで、乗り物による違い、また、普段の経験が乗り物が違ったときにどのような影響を与えるかについて、交差点における 4 輪車と 2 輪車の巻き込み事故に着目し、様々な状況を設定できるバーチャルリアリティによるシミュレーターを用いて 4 輪車と 2 輪車の比較実験をすることにした。

##### 1・2 研究の目的

本研究の目的は、交通事故シミュレーターの開発と、それを用いて、4 輪車と 2 輪車に乗るドライバーの運転における危険認識、行動の特性を把握する事である。

##### 1・3 研究の方法

研究は、以下の手順で行った。

- ① シミュレーター内容の設定とその開発
- ② シミュレーターを利用して実験を行う
- ③ 被験者から心理評価アンケートと行動結果のデータを採取
- ④ 考察

##### 1・4 調査の概要

調査対象： 普段 4 輪車、2 輪車に乗っている被験者を各 9 名ずつ。(表 2)

実験日時： 2001 年 1 2 月

調査手順：

被験者に実験内容を教示し、バーチャルリアリティによる交通事故のシミュレーションを体験してもらう。

そのときにブレーキ操作をしてもらいブレーキの操作

\*1 愛知工業大学 大学院工学研究科(豊田市)

\*2 愛知工業大学 工学部 建築学科 教授(豊田市)

\*3 科学技術振興事業団 科学技術特別研究員 (つくば市)

記録を、またアンケートによる危険度評価を採る。

アンケートは 7 段階で、1 を非常に危険、4 をどちらでもない、7 を非常に安全とした。

実験をしてもらうのは、4 輪車と 2 輪車にそれぞれ乗った場合の事故シミュレーションで、それぞれ、ランダムに 15 パターンずつ、それぞれにダミーを 5 パターン加えて計 40 パターンを実施。所要時間は 55 分。

表 2 調査対象の概要

調査対象	男	女	合計
4輪車に良く乗る人	4人	5人	9人
2輪車に良く乗る人	6人	3人	9人
合計	10人	8人	18人

2.シミュレーターの開発

実験で使用するシミュレーターを開発した。以下に内容を示す。

2・1 シミュレーターの構成

コンピューターを用いて、3次元の仮想現実空間を作成し、プログラムを用いて中に配置した物体（4輪車・2輪車など）を動かした。被験者にその映像を提示し、ブレーキの代わりにレバーを用いて、ブレーキ操作を行ってもらった。

2・2 シミュレーションの内容

シミュレーターで再現するのは前述のとおり交差点における 4 輪車と 2 輪車の巻き込み事故（4 輪車左折・2 輪車直進）であるが、被験者側に提示する内容として 27 パターン、表 1 の変数に従って設定をし、4 輪車運転の立場になってもらう場合、2 輪車運転の立場になってもらう場合を設定した。

表 1 実験における変数

4 輪車と 2 輪車が交差点で・・・	4 輪車と 2 輪車の側方の距離	2 輪車の速度
2 輪車が前に行って衝突を回避	遠い	30 km/h
衝突	普通	45 km/h
2 輪車が後ろで衝突を回避	近い	60 km/h

※4 輪車の速度は 60 km/h で、交差点付近で減速して左折する

提示した映像は図 1 のようなものである。

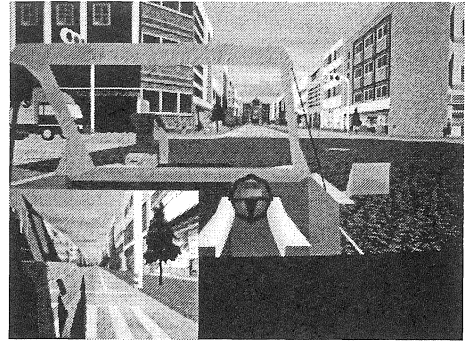
また、リアリティを出す為に歩行者、その他の車両なども追加し、また、ダミー用の状況も設定した。

2・3 シミュレーターの評価

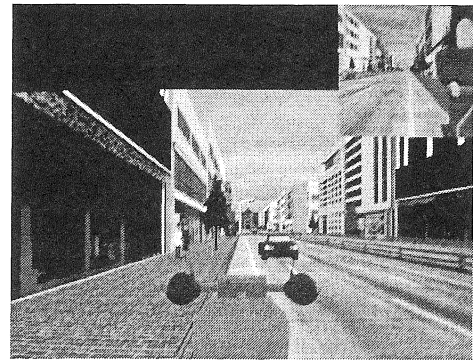
シミュレーターを使用して、実験を行い後述の結果を得たが、まず、シミュレーターについて検討をする。

シミュレーターの評価については実験終了後に被験者にアンケートをとった。図 2 のような比率で回答を得た。

これによると、全体的に評価は良かったという様子がうかがえ、それなりに再現度が高い物と被験者に受け止められたようである。



4 輪車乗車の被験者提示映像



2 輪車乗車の被験者提示映像

図 1 被験者に提示した映像例

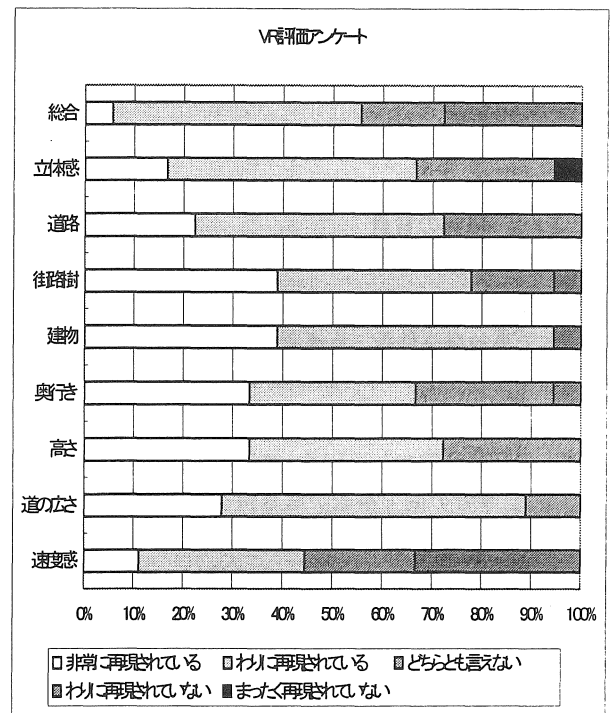


図 2 VR に対する評価アンケート集計

ただ、興行や速度感他は他の項目と比べて低く評価される傾向があり、この部分の改良は今後の課題となった。

ただ、全体的に再現度は高い物と受け止めてもらえた様子であり、実験に際してデータの信用性はあるものと評価

できると考える。

4. 実験結果と特徴

4・1 運転車両の違いによる特徴

まず、4 輪車と 2 輪車の乗り物による違いを見るためにそれぞれのデータを比較・検討・分析をした。結果は以下のとおりであった。

4・1・1 危険度評価による分析

心理的評価である危険度評価は、2 輪車乗車時のほうが、4 輪車乗車時よりも危険と評価する傾向がわずかながら高い事がわかった。(表 3) (図 3)

表 3 乗車車両別危険度評価平均

	4 輪車乗車時	2 輪車乗車時
評価平均	4.1	3.9

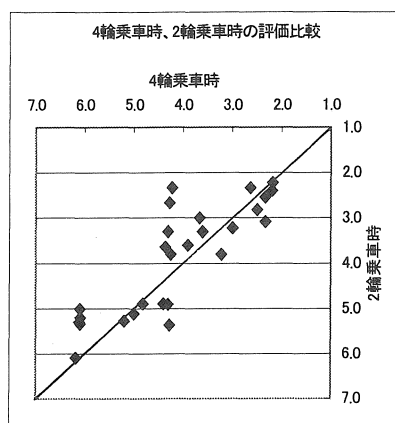


図 3 乗車車両別、パターン毎の評価平均散布図

また、評価と変数との関係を見るために、相関をみた。ただし、変数を

- X1: 4 輪車の交差点進入時における 2 輪車との前後距離
- X2: 4 輪車と 2 輪車の側方の距離
- X3: 2 輪車の速度

とおいた。以降すべてこれに従い、また状況を、表 1 に 2 輪車が前に行って衝突を回避、2 輪車と衝突、2 輪車が後ろで衝突を回避と分け、分析をした。

距離の数値は右と進行方向を+とした。

表 4 状況別、評価と変数の相関

4 輪車乗車時	X1	X2	X3
2 輪が前で	0.734424	0.582159	-0.75739
衝突	0.814472	-0.13142	-0.83909
2 輪が後ろで	-0.86126	0.220876	0.818832
2 輪車乗車時	X1	X2	X3
2 輪が前で	0.863811	0.059835	-0.90337
衝突	0.788355	0.201981	-0.8679
2 輪が後ろで	-0.26359	0.533144	0.204519

表 4 の薄グレーの部分が高相関の部分であるが、X2 については相関が低い。ただし、濃グレーの部分のよ

うに、自分の乗っている車両が後ろの場合は他の状況に比べて相関が高くなっている。

また、重回帰分析による分析も行ったが、どちらも、2 輪車の速度が上がると危険という判断をする傾向が見られた。(ただし、2 輪車乗車時の衝突は除く)

4・1・2 ブレーキ操作率による分析

次に、パターンごとでブレーキを操作した割合を調べ、その割合と変数との関係を調べた。

まず、表 5 は 4 輪車乗車時と 2 輪車乗車時でブレーキを使用した割合の平均を表したもののだが、全体として 4 輪車乗車時より、2 輪車乗車時の方がブレーキの操作頻度が高いのがわかる。また、図 4 で分布からも、その傾向がわかる。また、危険度評価と同様、相関を取った。

表 5 乗車車両別ブレーキ操作率平均

	4 輪車乗車時	2 輪車乗車時
平均ブレーキ操作率(%)	50.62103	78.13318

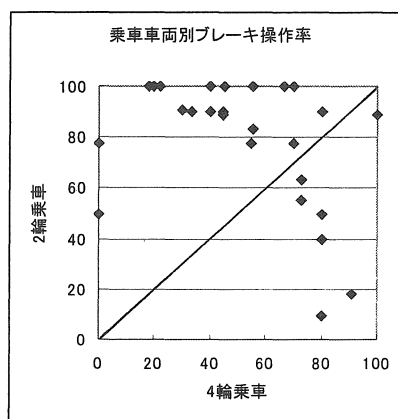


図 4 乗車車両別ブレーキ操作率

表 6 状況別、操作率と変数の相関

4 輪車乗車時	X1	X2	X3
2 輪が前で	0.159145	-0.35933	-0.19412
衝突	0.702428	-0.47	-0.63888
2 輪が後ろで	0.877247	-0.21358	-0.89162
2 輪車乗車時	X1	X2	X3
2 輪が前で	-0.93381	-0.12927	0.941645
衝突	-0.01474	-0.02091	0.020911
2 輪が後ろで	0.737324	0.535064	-0.64406

やはり、危険度評価と同様、X2 については相関が低い。また、重回帰分析も行った。

それによると、X1 については 4 輪車乗車時では係数が高く出て、2 輪車乗車時よりも影響を受けていることがわかった。また、X3 については 4 輪車乗車時では X3 が大きくなると操作率が下がり、2 輪車乗車時では操作率が上がる傾向が見られた。

4・1・3 危険度評価とブレーキ操作率の関係

心理的評価の危険度評価と、行動結果のブレーキ操作率の関係を乗り物の違いから探る。

4 輪車乗車時と 2 輪車乗車時で、実験ごとに散布図をとり近似直線を追加した。(図 5)

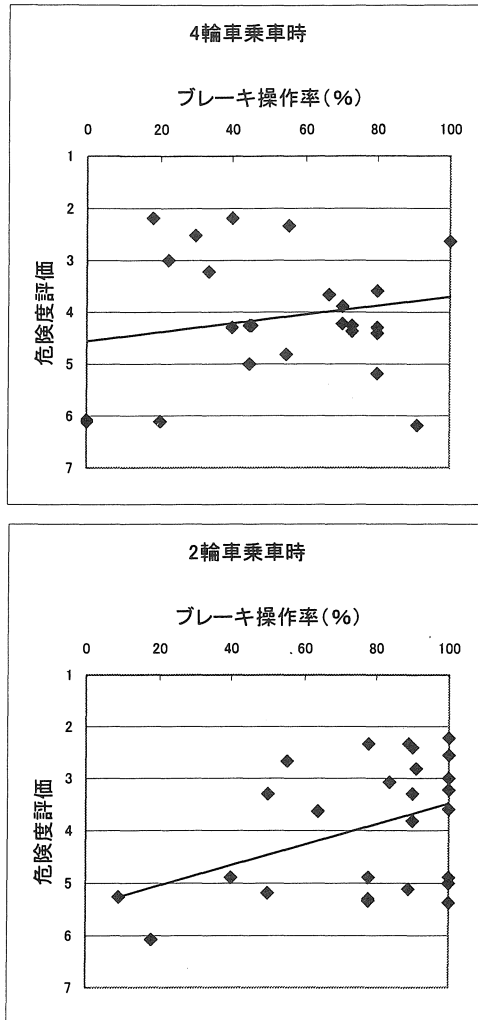


図 5 ブレーキ操作率・危険度評価散布図 (近似直線)

4 輪車乗車時の方が、2 輪車乗車時に比べてブレーキ操作率が高い場合に安全側の評価をしていることがわかる。

前述の通り、2 輪車乗車時に操作率が高くなっているが、これらの事より 2 輪車に乗車した時は危険だと判断した為にブレーキを使い、4 輪車に乗車した時はブレーキを使って回避出来たので、安全だと答える傾向が見受けられる。

また、特徴をまとめれば、

- ・ 2 輪車乗車時は 4 輪車乗車時よりも危険だと感じやすい。
- ・ どちらも、前方にいる車両については能動的に回避を試みるが、後方の車両に対しては認識をしていない傾向が見られた。

ということがわかった。

## 5. 考察

次に、普段乗っている車両による属性でどのように違い

が出るかの分析を乗車車両に因る違いをさらに細分化することで行った。

ここでは普段 4 輪車に乗る被験者群を「4 輪属性」、2 輪車に乗る被験者群を「2 輪属性」としている。

### 5・1 危険度評価による分析

図 6 は、被験者の危険度評価を属性で比較した散布図である。

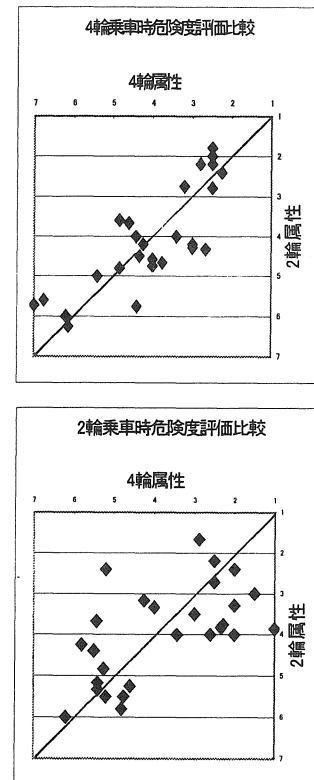


図 6 属性別危険度評価散布図

4 輪車乗車時よりも 2 輪車乗車時の方が、属性による違いが出ている。さらに状況別に分けて見ると 2 輪車乗車時に「2 輪車が前方で」と「衝突」の状況の場合に 4 輪属性の被験者の方が危険と評価している。2 輪車の速度については 2 輪車乗車時に、2 輪属性の被験者が、速度が遅い場合に、4 輪属性の被験者の方が、速度が速い時に危険と判断している傾向が見られた。

そして変数の評価に対する影響を見る為、相関をとった。その中で特徴が見られたものを表 7 にあらわした。

4 輪乗車時の場合、2 輪車が前での場合は 4 輪属性被験者の方が X2 の相関が 2 輪属性被験者より高く出ている。また、2 輪車乗車時の場合、衝突と 2 輪車が後ろでの場合にそれぞれの属性で違った値が出ている。衝突時は、2 輪属性の被験者にはあまり変数は評価に影響がなく、2 輪車が後ろでの場合には 4 輪属性の被験者には変数の影響が余り無い事がわかる。

表7 危険度評価と変数の相関 (抜粋)

乗車車両	変数		X1	X2	X3
4輪車	属性	状況	2輪車が前で衝突を回避		
	4輪属性		0.69171	0.67477	-0.7165
	2輪属性		0.69544	0.38699	-0.7209
2輪車	属性	状況	2輪車と衝突		
	4輪属性		0.706	0.00447	-0.7006
	2輪属性		-0.2577	0.23352	0.18872
2輪車	属性	状況	2輪車が後ろで衝突を回避		
	4輪属性		0.35922	0.32323	-0.4252
	2輪属性		-0.6213	0.15085	0.56082

また、重回帰分析も行い、係数を出した。

それによると、4輪車乗車時には危険度評価には4輪属性の被験者の方が変数の影響をより受けている事がわかり、また、X2については、2輪属性の被験者は4輪車と2輪車が接近すると危険と判断するが、4輪属性の被験者では、衝突の状況だけで接近すると危険という傾向を見せていた。2輪車乗車時でも、変数の影響は4輪属性の被験者の方が強く受けていた。

5・2 ブレーキ操作率による分析

乗り物に因る違いと同様、次にブレーキ操作率についても同様の分析を行った。

表8は、属性によるブレーキ操作率の平均である。2輪属性のほうが数値が高いが、それはわずかである。

表8 属性別ブレーキ操作率平均

	4輪属性	2輪属性
平均ブレーキ操作率(%)	63.96384	64.92504

図7は、被験者のブレーキ操作率を属性で比較した散布図である。それぞれの被験者属性でかなりの差が見られる。普段乗っているの乗り物の影響が相当に強く出ていと言える。また、表9の通り、4輪乗車時では、2輪属性の被験者のブレーキ操作率が高く、2輪乗車時では逆に4輪属性の被験者の方が高く、普段乗っている乗り物と違う場合にブレーキ操作率が高い傾向が見られる。また、変数と操作率の関係を見る為に相関をとったが、属性に因る違いはあまり見受けられなかった。変数の影響はどちらも余り違いは無い。

そして、重回帰分析によって係数を出して比較をした。

それによると、2輪乗車時で、2輪車が前での場合、4輪属性ではX1が大きくなると操作率が上がるのに対し、2輪属性では操作率が下がった。

また、速度も同様に、4輪属性ではX3が大きくなると4輪属性では操作率が高くなるが、2輪属性では操作率が下がった。

5・3 危険度評価とブレーキ操作率の関係

心理的評価の危険度評価と、行動結果のブレーキ操作率の関係を属性の違いから探る。

図8は乗車車両別でブレーキ操作率と危険度評価の

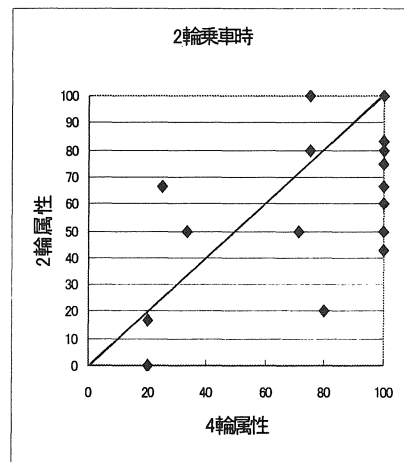
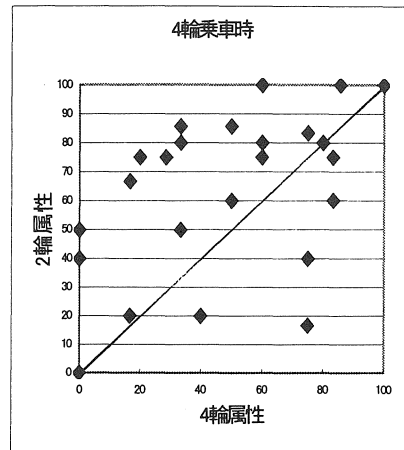


図7 属性別ブレーキ操作率散布図

表9 属性別、乗車車両別平均ブレーキ操作率

	4輪属性	2輪属性
4輪乗車時平均ブレーキ操作率(%)	43.67725	59.00353
2輪乗車時平均ブレーキ操作率(%)	84.25044	70.84656

関係を見た散布図であるが、これによると、4輪車乗車時には、4輪属性の被験者は、広く分布し、また危険と判断するにつれ、ブレーキ操作率も上がるが、2輪属性の被験者では、逆に安全と判断してもブレーキを操作している傾向が見られる。2輪乗車時では4輪属性の被験者がブレーキを操作する傾向にあるのに対し、2輪属性の被験者は広く分散する傾向が見られる。

また分析の結果、以下の特徴が見られた。

- ・ 乗車車両と属性が一致した場合、安全と認識する傾向が、また、乗車車両と属性が一致しない場合は危険と感じやすくなる傾向がある。
- ・ 操作率についても同様である。
- ・ 4輪属性の被験者は、ブレーキを使う状況を危険と判断をし、2輪属性の被験者は危険な状況でブレーキを使うという傾向がある。

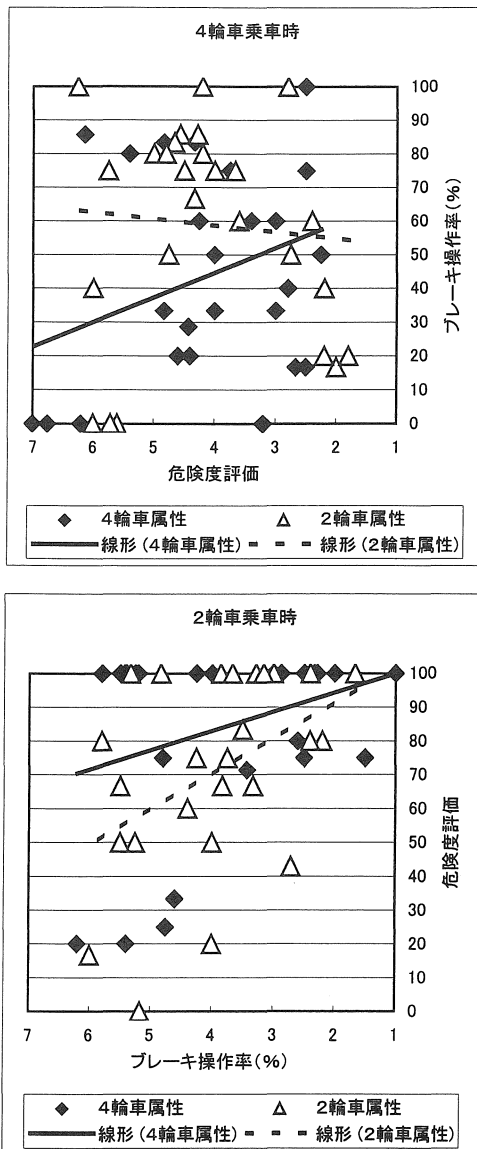


図 8 ブレーキ操作率・危険度評価散布図

## 6. 結論

本研究の結果、以下の事がわかった。

- ・ 同じ状況でも 2 輪車に乗った場合の方が危険と感じやすい。つまり、4 輪車に乗ると危機意識が薄くなる。
- ・ 自分が普段乗っている車両と同じ場合は、危機意識が低下し、操作率も下がる。これは、普段の感覚から来る慣れが影響していると考えられる。
- ・ 普段 4 輪車に乗っている被験者は危険かどうかを結果から判断し、2 輪車に乗っている被験者は結果よりも状況自体から危険かどうかを判断している傾向がある。

これらの事からやはり、4 輪車に乗った場合は体を守るボディが周囲にある事で危険に対する注意が薄くなりまた、周囲の状況が車体に隠れてわかりにくくなると言え

る。2 輪車は体が剥き出しなので危険に対して注意深くなると言える。

つまり、これには事故の際に被害を被り易い、被り難いという立場がそのまま出ていると言える。

また、それが被験者の特性にも影響をしていて、普段の危機意識の影響が実験にも現れたと言える。

また、普段から自動車に乗っている被験者は起きた結果からその状況が危険なのかどうかを評価し、それに対して普段から 2 輪車に乗っている被験者はその状況自体から危険なのかどうかを評価する傾向があると言える。

## 7. 今後の課題と展望

まず、現実空間で実験を行った場合にはどうなるのか、シミュレーターとどう違うのかを明らかにする必要がある。また、様々な状況を簡便に用意出来るというバーチャルリアリティの利点を生かし、交通事故の一例のみならず、生活環境の研究に広げてゆきたいと考える。

## 謝辞

本実験のシミュレーターの開発にあたって、自動車学校の教習用シミュレーターを参考にさせていただきました。見学先の皆様に対し、ここに深謝の意を表します。

また、本学学生その他、被験者としてご協力頂きました方々にも深く感謝の意を表します。

本研究は佐川交通社会財団 平成 12 年 交通安全調査研究振興助成金（一般研究助成）に寄るものである。

## 参考文献

- 1) (財) 高速道路調査会・(社) 交通工学研究会編 交通工学用語辞典 技術書院 1984 年
- 2) (財) 全国研修センター 道路交通シリーズ①道路の計画・設計
- 3) 総務庁編 交通安全白書 平成 12 年度版 大蔵省印刷局 2000 年
- 4) (財) 交通事故総合分析センター 交通事故年間統計平成 9 年度版 1998 年
- 5) 恒成茂行編 交通安全教育指導の手引 勁草書房 2000 年
- 6) 鎌原雅彦他 心理学マニュアル質問法 北大路書房 1998 年
- 7) 内田治 すぐわかる EXCEL による多変量解析 (第 2 版) 東京図書株式会社 2001 年
- 8) (財) 交通事故総合分析センター イタルダ・インフォメーション <http://www.itarda.or.jp/>

(受理 平成14年 3月19日)