

運転者の注視点調査における室内実験の有効性の検討*

Availability of Laboratory Test on Drivers' Eye Movement *

木村一裕^{*2}・小嶋孝和^{*3}・横山 哲^{*4}・川上峰正^{*5}・****清水浩志郎^{*6}

Kazuhiro KIMURA ^{*2}, Takakazu KOJIMA ^{*3}, Tetsu YOKOYAMA ^{*4}, Minemasa KAWAKAMI ^{*5}, Koshiro SHIMIZU ^{*6}

1. はじめに

運転者の注視点調査においては、被験者に注視点調査機器を装着してもらい、実際に道路を走行してデータを得るのが一般的であるが、走行中の機器のずれや交通事故の危険等から、データ収集が困難なことが問題となっている。一方で、室内で行われる注視点調査は、調整が容易で機器のずれが少ないことや、安全に調査ができるという利点がある。また、近年コンピュータグラフィックスによる種々の交通状況の設定が容易なことから、ビデオ映像を用いた室内実験による注視点調査の必要性が生じている。

しかしながら、実際の走行での調査と、室内での映像提示による調査において、注視行動の違いを明確にしなければ、室内調査で得られたデータは意味を持たないものとなる。これまで行われた注視点調査は、実走あるいは、室内実験のいずれかであり、両者比較したものはみられていない。そこで本研究では、実際に被験者が走行する実走実験と、走行映像を被験者に提示して行う注視点調査から、それぞれの情報収集行動を比較し、室内実験によるドライバーの注視点調査の有効性について考察することを目的としている。

2. 調査の概要

調査場所は秋田自動車道（一部暫定2車線）とし、注視点調査の状況は表-1のように設定した。

実走実験は7名の被験者について、一定の速度で車線中央を走行してもらった。室内実験は実走と同じ被験者に対し、プロジェクターを用いて、高速道

路走行映像をスクリーンに提示して行った。なお室内実験に使用した映像は左ハンドル自動車の助手席にビデオカメラを設置し、高速道路の流れに応じた速度で走行し撮影したものである。

スクリーンと被験者間の距離は2mとし、スクリーン上の映像が実際にドライバーが視ている物の大きさとなるべく同じになるようにした（図-1）。

注視点調査における実走と室内実験の相違点としては、当然のことであるが、事故の危険がないこと、またこれに関連して、音や振動などの点において現実感がないこと、さらに投影した映像が人間の視界の全体ではないことなどがあげられる。

注視点調査のデータのサンプリングは1コマ1/30秒で行い、同一対象に0.1秒以上留まった場合を注視として分析を行った。以下では、注視時間、視点分布、視覚情報について分析を行った。

3. 注視点分布および対象別注視時間

ここでは室内実験と実走における平均注視時間について考察する。ドライバーが外界からの情報を収集する様子を示す基礎的な指標が注視時間である。

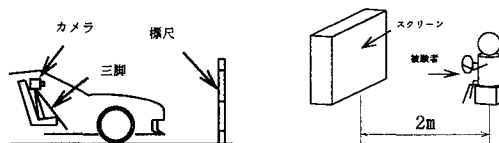


図-1 実験の設定方法

表-1 状況設定

No	状 況	記 号
1	見通しの良い直線部	
2	直線部	①2ST, ②2ST対
3	カーブ部	③2CU, ④2CU対
4	トンネル部	
5	4車線区間直線部	⑤4ST
6	4車線区間カーブ部	⑥4CU
7	合流部	
8	出口部	

*1 キーワーズ：交通安全、交通情報

*2 正員、博(工)、秋田大学鉱山学部土木環境工学科
(秋田市手形学園町1-1、TEL 0188-33-5261、
FAX 0188-37-0407)

*3 学生員、秋田大学大学院土木環境工学専攻

*4 正員、工修 北海道開発コンサルタント㈱

*5 正員、工修 豊田市河川課

*6 正員、工博、秋田大学鉱山学部土木環境工学科

すなわち各対象の注視時間は、その対象の特徴を反映したものであり、一般的には、注視時間が長いということは、それだけその対象の内容が重要であることを示していると考えられる。

図-2には暫定2車線部の見通しの良い直線（対向車なし）における注視対象別注視時間を示している。また図-3には、同じく対向車ありの状況における注視対象別注視時間を示している。

2つの図をみると、全体的に室内の方が実走に比べ注視時間が長くなっているが、対象によっては、大きく異なるものと、差の小さい対象がみられる。標識についてみると、対向車なしの場合には、実走では0.25秒であったのに対し、室内では0.5秒とおよそ2倍となっている。また対向車ありの場合も、室内では標識が0.67秒注視されている。なおこの場合には、実走では標識の注視は行われておらず、注視対象の選択の相違もうかがえる。

これに対し、路面や前方、ラバーポールなどの対象は、注視時間にさほど差がみられていない。また交通安全の観点から、重要である対向車についても同様である。

図-4には、視点のばらつきをみるために視点分布の標準偏差を示している。水平方向、垂直方向と

もに実走に比べ、室内ではばらつきが小さくなっている。とくに垂直方向の標準偏差はその傾向が強い。このような違いの理由の一つは、投影するスクリーンの鉛直方向の広がりがないことがあげられる。とくに、実走では、ドライバーが車両直前の路面から前方まで見て走行しているのに対して、室内実験では、車両直前の映像が提示できないことによると考えられる。

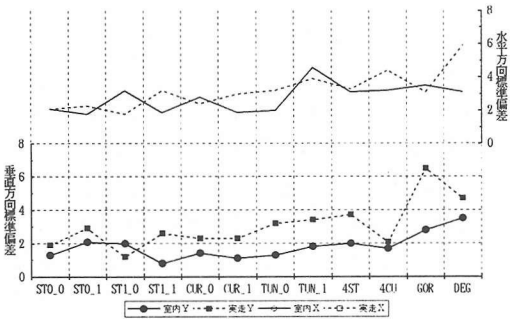


図-4 各状況における注視点の標準偏差

4. 視覚情報の種類と情報量

室内調査の有効性を評価する指標の一つとして、注視対象の内容があげられる。注視対象については、具体的な個々の対象について分析することは困難な部分も多く、また、交通安全の観点からは、その必要性も少ないと思われる。そこでここでは、ドライバーの情報収集内容を、表-2に示すように注視対象について質的に分類¹⁾を行い、これに基づいて注視内容について考察した。

危険対象とは、自分に危険を及ぼす恐れがあり、ドライバーが最優先にみるべき対象のことである。移動先対象とは、これから移動する空間の情報を与える対象、視線誘導対象とは走行位置を正しく制御するための目安となる対象、標識信号対象は、道路交通上、法規上の情報をもたらす対象、そして性質

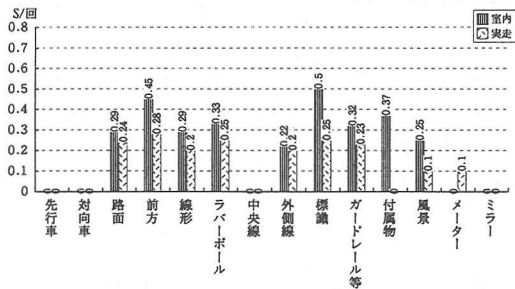


図-2 平均注視時間（見通しの良い直線）

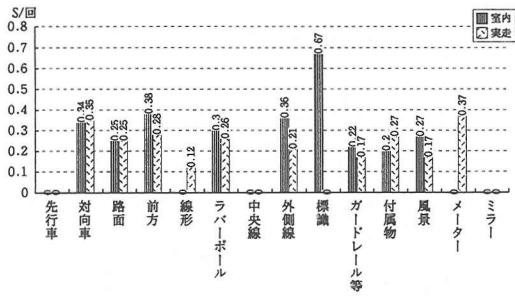


図-3 平均注視時間（見通しの良い直線、対向車あり）

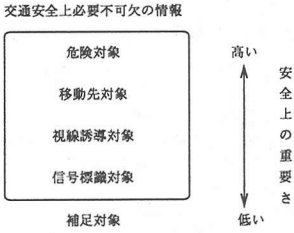


図-5 質的对象と安全上の重要さ

表-2 視覚対象の分類象

対象の種類	説 明	対 象
危険対象	危険を及ぼす恐れのある対象	先行車、対向車、追越車
移動先対象	これから移動する空間の対象	路面、前方、カーブ先線形
視線誘導対象	走行位置を正しく制御するための目安となる対象	ラバーポール、付属物、ガードレール等、外側線、中央線、中央帯、車線境界線、4車線区間での対向車
標識対象	道路交通上、法規上の情報をもたらす対象	標識、信号、路面矢印、矢印看板
補足対象	以上の区分に属さない対象	メーター、ミラー、風景

上、以上の区分のいずれにも属さない対象を補足対象として、具体的な対象の内容を表中に示した。

本研究では室内実験の有効性を検討するために、上述のように注視対象を交通安全上の重要性に基づいて分類し、とくに、重要な対象の注視の状況について、実走と室内の比較検討を行った。

なお視覚情報量については、次式によって定義した。ここでは状況別に質的对象の情報量およびその構成比について考察を行った。

$$H = \sum_i H_i = \sum_i \sum_k P_{ik} \log_2 \frac{1}{P_{ik}}$$

H : 視覚情報量, H_i : 各対象情報量
 P_{ik} : k 回目の注視で対象 i が単位時間に注視される時間

1) 暫定2車線区間直線部 (図-6)

対向車のない状況では、移動先対象と視線誘導対象の情報量について、室内実験(R2ST)のほうが実走(2ST)に比べ減少し、全体の情報量も減少している。しかしながら、構成比としてみると大きな変化はみられていない。

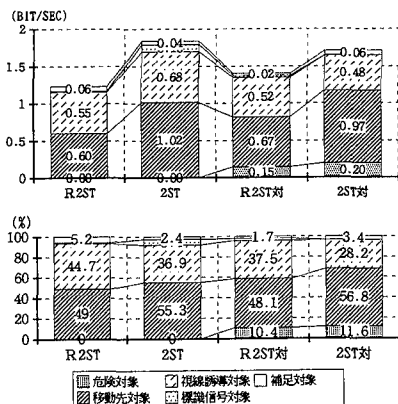


図-6 視覚情報量と構成比 (暫定2車線区間直線)

対向車ありの場合では室内実験(R2ST対)では実走(2ST対)に比較し、移動先対象と危険対象の情報量が減少し、視線誘導対象の情報量が増加している。

このように直線部は、室内実験において移動先対象の情報量を逃す傾向があり、このことが全体の情報量の減少している原因と考えられる。また、構成比については大きな変化がみられなかった。

2) 暫定2車線区間カーブ部 (図-7)

対向車の有無にかかわらず、室内実験(R2CU, R2CU対)では実走(2CU, 2CU対)と比べて、視線誘導対象の情報量は減少したが、移動先対象の情報量に大きな変化は見られていない。対向車ありの状況では、室内実験において、危険対象の情報量が0.16から0.26へ増加している。全体としてカーブ部では、室内実験と実走で移動先対象の情報量に変化はみられず、構成比についても大きな違いはみられなかった。

3) 4車線区間 (図-8)

4車線区間では直線部、カーブにかかわらず、移動先対象と視線誘導対象の情報量が、室内実験において減少している(R4ST, R4CU)。しかし構成比についてみると、室内実験と実走実験の間に大きな変化はみられていない。

5. 個人の視覚情報の比較

室内実験の有効性を評価するために、危険対象等の重要な対象の情報量に差があるかどうかについて、個人ごとに情報量の比率差の検定を行った結果を表-3に示している。ほとんどの場合において有意差はみられていない。とくに、トンネルやカーブのよ

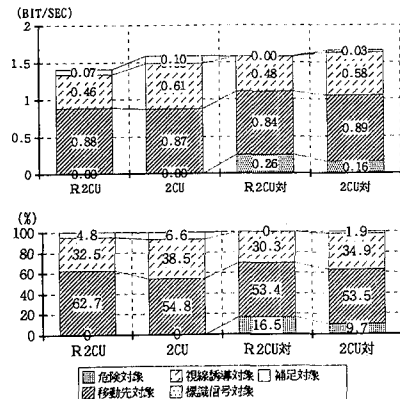


図-7 情報量と構成比 (暫定2車線区間カーブ)

うな、注視負荷の高い状況では、室内と実走の注視内容が近似している。また表中の一の記号からも、種々の状況により、実走ではデータを入手できない場合が多いことがわかる。

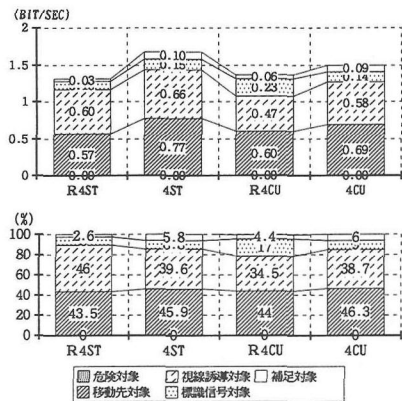


図-8 情報量と構成比(4車線区間)

表-3 比率差の検定

状 況	種 類	被 験 者						
		A	B	C	D	E	F	G
1)見通しのよい直線	①	○	-	○	○	○	-	-
	②	○	-	○	○	○	-	-
	③	○	-	○	○	○	-	-
2)見通しのよい直線 (対向車あり)	①	○	○	-	○	○	-	-
	②	○	○	-	○	○	-	-
	③	○	○	-	○	○	-	-
3)直線	①	-	-	○	○	○	-	○
	②	-	-	○	○	○	-	○
	③	-	-	○	○	○	-	○
4)直線(前車あり)	①	○	-	-	○	-	-	-
	②	○	-	-	○	-	-	-
	③	○	-	-	○	-	-	-
5)カーブ	①	○	○	○	-	○	-	○
	②	○	○	○	-	○	-	○
	③	○	○	○	-	○	-	○
6)カーブ(対向車あり)	①	-	△	○	○	○	-	-
	②	-	○	○	-	○	-	-
	③	-	○	○	-	○	-	-
7)トンネル	①	△	-	-	○	-	-	-
	②	○	-	-	○	-	-	-
	③	○	-	-	○	-	-	-
8)トンネル(対向車あり)	①	○	-	-	-	-	○	○
	②	○	-	-	-	-	○	○
	③	○	-	-	-	-	○	○
9)4車線直線	①	○	○	○	○	○	-	-
	②	○	○	○	○	○	-	-
	③	○	○	○	○	○	-	-
10)4車線カーブ	①	○	-	-	○	-	-	-
	②	○	-	-	○	-	-	-
	③	○	-	-	○	-	-	-
11)合流部	①	○	○	-	○	-	-	-
	②	○	○	-	○	-	-	-
	③	○	○	-	○	-	-	-
12)出口付近	①	○	○	-	○	-	-	-
	②	○	○	-	○	-	-	-
	③	○	○	-	○	-	-	-

①:「危険対象」
②:「危険対象」+「移動先対象」
③:「危険対象」+「移動先対象」+「視線誘導対象」

○: 危険率5%で有意差なし
△: 同上、危険率20%で有意差あり
-: 実走データ不備のため比較不能

6. おわりに

本研究では、室内における注視点調査の有効性を検討するために、視点分布、注視時間、注視対象による情報量という分析を行った。注視点室内実験の有効性についてまとめると次のようである。

各状況について、全体としては、実走に比較し、室内で得る情報量が減少する傾向があるといえる。また、移動先対象の情報を逃す傾向にあること、さらに実走に比べ、質的对象の危険対象に反応するためか、この種の情報を多く入手する傾向にあるといえる。しかしながら、危険対象などの質的对象の情報量構成比をみると、大きな変化はみられないことから、交通安全という観点からは、室内の注視点調査で分析できる点は少なくないと考えられる。

個人毎に質的对象の情報量について比率差の検定を行った結果では、ほとんどの被験者において有意な差は認められなかった。しかし、こうした統計的検定からいえることは、あくまで棄却できないということであって、室内実験の有効性を考慮する上で、今後、注視時間や視点分布、注視対象の構成比だけでなく、注視対象の移動パターンなど、多方面から検討する必要があると考えている。

参考文献

- 1)井深慎也・清水浩志郎・木村一裕「運転者の注視行動に及ぼす道路交通状況の影響」土木学会年次学術講演会概要集Ⅳ, pp. 570-571. 1993. 9.