

道路景観の有無が運転挙動に与える影響*

The Influence of Road Scenery on Drivers Behavior*

中島久智**、岩崎征人***

By Hisatomo NAKAJIMA **, Masato IWASAKI ***

1.はじめに

戦後の経済成長に伴うモータリゼーションの発展とともに、交通事故発生件数も増加を続けてきた。交通事故対策として、路面マーキングや警戒標識・カーブシェブロンマークの設置など視覚面からのアプローチがなされている。しかし、減速マーキングが逆の効果になる場合¹⁾や、移動視覚刺激の頻度が速度感覚に影響を与えない²⁾など運転挙動との関係性については必ずしも明らかではない。しかしながら、視覚情報は運転者が運転する際に得られる情報量の90%を占めており³⁾、運転制御に関してきわめて重要な要因の一つである。また、運転者は道路線形の緩急に関わらず自分の視覚から得た情報を信頼する傾向がある⁴⁾。速度感覚は注視点から離れた周辺視野の部分で形成され⁵⁾、運転者の注意の深さと広さは両立しない⁶⁾ことなどから、道路景観が運転者の運転挙動に与える影響は大きいと考えられる。そこで、本研究では沿道景観の有無により運転者の運転挙動の変化を明らかにする目的で実験を行った。

2.実験方法

(1)実験概要

同一道路区間での景観の異なる2状態の首都高速道路を走行し、そこから得られる運転者の運転挙動を中心に比較・分析していくことが本実験の目的である。走行実験は、事故発生頻度の高い曲線部を含む首都高速道路の一部区間を再現したドライビングシミュレータ(以下DS)で行なった。景観の異なる2状態とは道路施設以外は一切の景観を排除した状態と通常の状態とする。(図1、図2)

(2)実験路線

実験に用いた路線は、首都高速4号新宿線(初台ランプ~外苑前ランプ)の上り線である。これらは施設接触事故率の高い曲線部を含んだ区間であり、新宿カーブ・参宮橋カーブはその代表的な箇所である。



図1 景観あり走行



図2 景観なし走行



図3 対象路線

(3) 主な実験装置

a)ドライビングシミュレータ

本研究で用いたDSは定置型である。映像、音声、運転操作などを一括で操るシミュレータ・ソフトウェアはフランスルノー社とOKTAL社の共同開発製品であるSCANeR[®]2である。制御装置はゲーム用であるが、ハンドルのサイズは実車大に改良している。速度計は、7インチモニターで表示している。

b)アイマークレコーダ

使用したアイマークレコーダは(株)ナックイメージテクノロジー製のアイマークレコーダモデルEMR-8である。アイマークレコーダとは、赤外線を両目の瞳孔に照射する。瞳孔からの反射光を極小型カメラで撮影することにより、光景上に注視位置を重ね合わせVTR画像として記録した。

(4)測定項目

a)速度

車両走行速度は1/20secごとにDSより取得した。単位はkm/hである。

b)ハンドル操舵角

ハンドルの左右の操舵量。1/20secごとにDSより取得した。単位はdegである。ここでの表現は右側を正、左側を負に取る。

キーワード：ドライビングシミュレータ、運転挙動、道路景観、速度低下、注視特性

** 学生員、武蔵工業大学大学院工学研究科都市基盤工学専攻

*** 正会員、工博 武蔵工業大学工学部都市基盤工学科教授

〒158-8557 東京都世田谷区玉堤1-28-1

TEL 03-3703-3111 (内線)3260 FAX 03-5707-1155

c)ペダル踏量

アクセルおよびブレーキペダルの踏量を、最大踏量を1として、0~1の範囲で計測。1/20secごとにDSより取得した。単位はdegである。

d)アイマーク

アイマークレコーダから得られる視線・注視データ。本研究では、視線が同一対象点を0.165秒以上停留した際を注視と定義している⁷⁾。注視開始時刻、停留時間(sec)、角度座標(deg)、移動量(deg)、移動速度(deg/sec)が得られる。データは左右の眼球で抽出でき、エラーデータの少ない方を採用した。

(5)被験者

被験者は普通自動車免許を所有する20代男性28名(アイマークデータ22名)である。矯正を含み正常視力者であり、健康状態は良好で被験者として適切と判断した人物とした。

3.データ集計

(1)速度データ

・平均速度： V_a (km/h)

対象区間における平均値

(2)ハンドル操舵データ

・ハンドル切り位置： ST_{tp} (kp)

曲線部におけるハンドル操舵変化地点について、“切り始め位置”、“切り終わり位置”を特定した。

(3)遠心加速度

曲線部における運転行動の出力として遠心加速度を用いた。本DSが固定式のため、遠心加速度は同一地点における“速度”、“ハンドル操舵”、“道路線形”の三者を変数として式(1)により算出した⁸⁾。これはShinarの「人-車-道路」を一つの系に捉える考えにも準ずる⁵⁾。単位は(m/sec²)である。

$$= \frac{[v \cdot (1/3.6)]^2}{b / \sin(|h| \cdot \phi_{max} / h_{max})} \cos \theta - g \sin \theta \quad (1)$$

ここに、

v：速度 (km/h)

h：操舵角 (deg)

b：ホイールベース (m)

ϕ_{max} ：最大操舵各時の前輪の傾き (deg)

h_{max} ：最大操舵角度 (deg)

θ ：横断勾配 (deg)

(4)アイマークデータ

・注視データ

・平均注視時間： T_a $T_a = T_t / N_t$

1注視回数当たりの注視時間(sec/回)

・平均注視回数： N_a $N_a = N_t / T_1$

1秒当たりの注視回数(回/sec)

・注視時間割合： R_t $R_t = T_t / T_1$

区間通過時間に対する総注視時間

ここに、

T_t ：総注視時間(sec) $= \sum T_{tm}(i=1 \sim N_t)$

T_1 ：区間走行時間(sec)

N_t ：総注視回数(回)

L：区間距離(m)

4.運転特性

(1)速度選択

道路景観の有無により、速度に影響があった被験者は8名であった。そのうち7名が道路景観有り走行に比べ、速度低下を引き起こし、1名が速度超過を引き起こした。速度変化に差が見られなかった20名と速度低下を引き起こした7名の平均速度を図5に示す。速度低下が見られた被験者7名は、景観なし走行については速度変化が見られなかった被験者の平均速度との差は見られない。つまり、景観が加わったときに何らかの原因で速度低下を引き起こすと考えられる。

そこで、速度変化は個人の性格によるものかを探るため、性格テストを実施した(図4)。N,E,O,A,Cはそれぞれ神経症傾向、外向性、開放性、調和性、誠実性を示す。しかし、速度低下を引き起こした被験者と引き起こさなかった被験者について大きな差異は生じなかった。本実験の体系からでは、道路景観と運転挙動の変化が性格によるものとは考えにくい。

(2)ハンドル操舵特性

各被験者、各曲線部走行時ハンドル切り位置を求め、切り始め、切り終わり位置において、道路景観の変化による遅延が起きている可能性がある地点を数え、景観あり走行、景観なし走行について割合を示した図を作成した(図6)。

ハンドル切り始め位置・切り終わり位置ともに半数の被験者に遅延が見られた。特に第2曲線区間・第4曲線区間においてハンドル切り始め位置・切り終わり位置ともに遅延する被験者が増加した。

また、表1にハンドル操作開始位置の差の平均値を示す。第2曲線区間において景観なし走行の方が切り始め

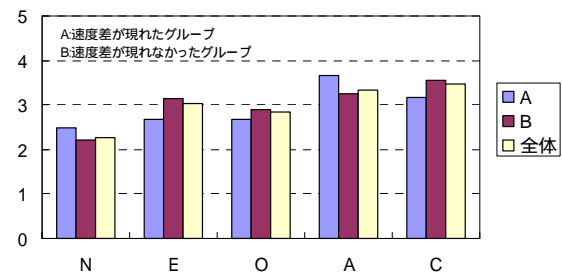


図4 スクリーニングテスト結果

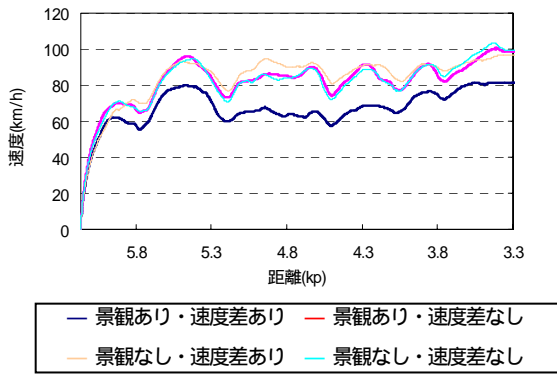


図5 速度差

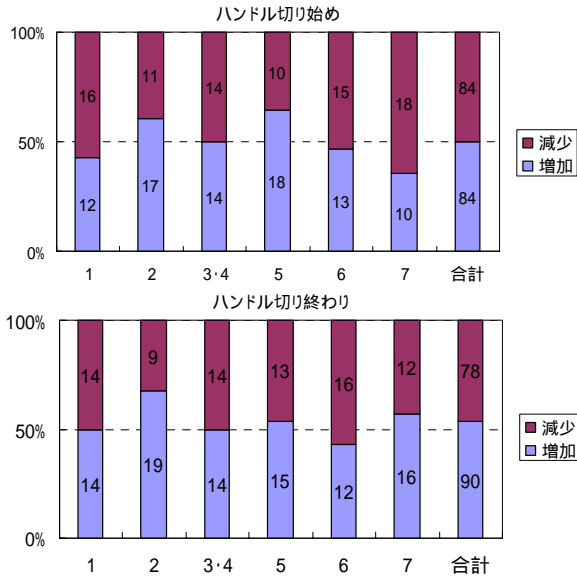


図6 ハンドル操舵特性

表1 ハンドル操作位置と遠心加速度閾値

	開始位置 (m)	終了位置 (m)	閾値超過人数(人)
第1曲線	0.3	2.9	12
第2曲線	-3.2	-6.6	11
第3曲線	5.4	-4.8	14
第4曲線			6
第5曲線	36.6	-4.6	13
第6曲線	1.6	-19.5	19
第7曲線	149.5	-1.0	14

位置の遅延が顕在化した。その他の曲線については景観あり走行の方が切り始め位置に遅延が見られた。第7曲線区間では切り始め位置が他の値に比べ、大きな値となっている。これは、景観なし走行において速度超過を引き起こした1名の被験者が、ハンドル操作を誤ったためである。

(3)遠心加速度

本解析では危険と判断する上で、以下のような方法を用いた。まず、分析対象とした曲線区間の1m毎に計測した被験者の平均値 μ および標準偏差 σ を算出した。次に、危険率10%(片側確率5%)の数値を遠心加速度の平均値 $+1.64 \cdot \text{標準偏差}$ により算出し、これを閾値とし

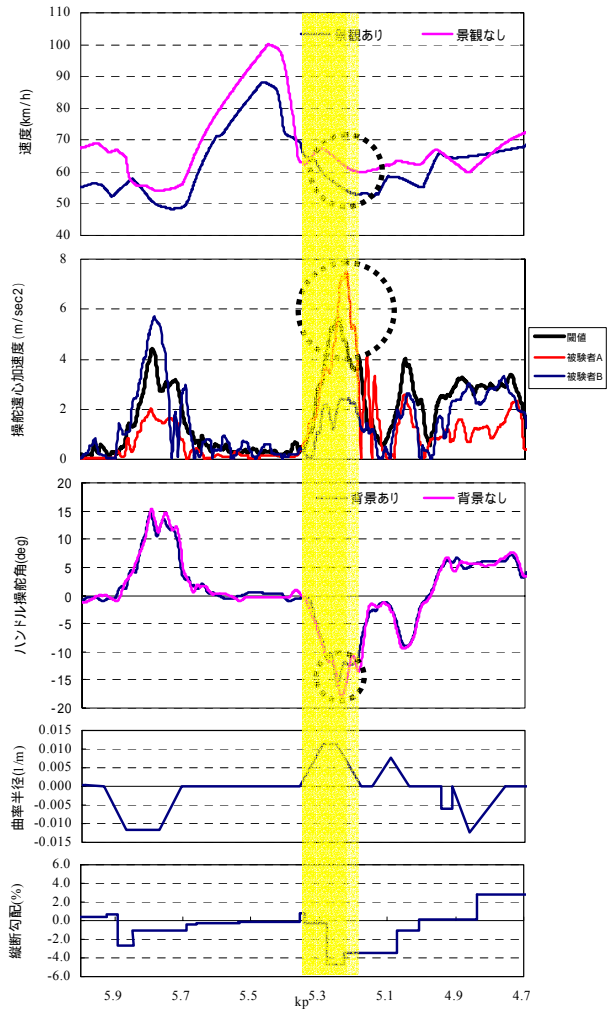


図7 遠心加速度(被験者A)

た。この閾値を超える遠心加速度で走行していた区間を、本解析ではヒヤリ走行区間と位置づけることとした。ここでは閾値超過が著しかった被験者2名について考察する(図7、図8)。被験者A・Bともに速度超過傾向と図7 ハンドル操作の遅延が見られる。また、第1曲線区間、第2曲線区間は事故率の高い区間である。被験者A・Bともに、他の曲線区間では閾値を大きく超過していないことから道路線形の厳しい区間ほど道路景観の変化の影響が見られた。

5. 注視特性

(1)注視回数

全被験者において景観あり走行のほうが注視回数が増加するという結果となった。景観なし走行のほうが注視回数が減少するという事は、一定の場所を見続けることなく、常に視線を移動していると考えられる。また、注視回数割合(表2)を見てみると、景観なし走行のほうが、風景や側壁を見る割合が多いのに対して、景観あり走行では道路を注視する割合が増えた。つまり、景観を排除したほうが道路以外を注視する傾向にあり、

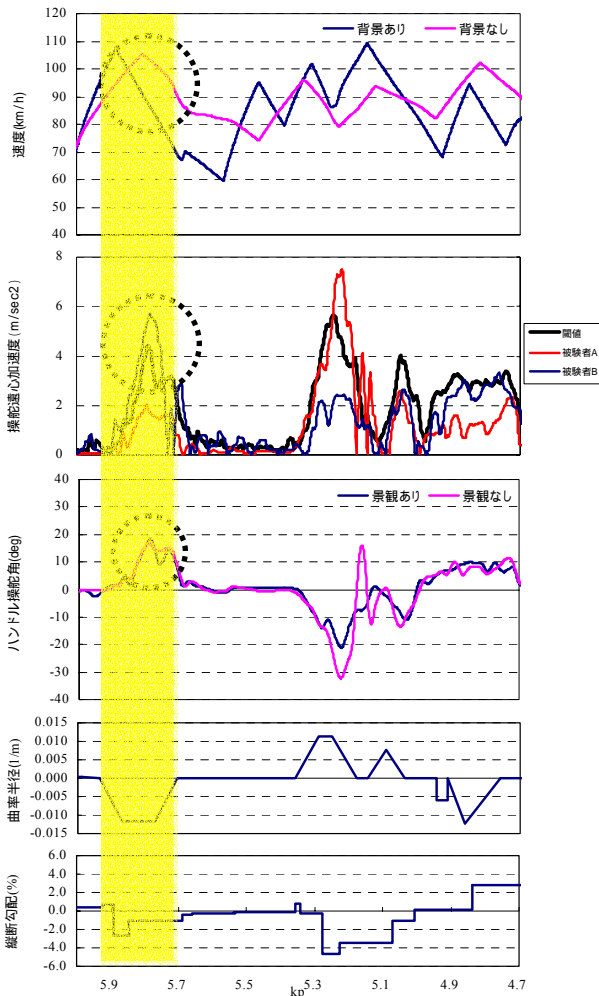


図8 遠心加速度(被験者B)

そのことが、速度感に影響してくると考えられる。

(2)注視時間

注視回数同様、全被験者において景観あり走行が注視時間増加傾向にある。注視回数とともに考察すると、注視回数が減少し、ある点において注視したとしても注視時間が短いということは、視線移動が活発化しているといえる。景観なし走行について、視線が定まっていなかったといえることができ、このことが速度感覚に影響していると推測できる。

6. 結果

道路景観の有無による2走行実験の比較を行うことで運転者挙動の差異を考察した。以下に得られた知見を示す。

- 1)道路景観の有無により、最も差異が顕在化した指標は速度であり、特定の被験者において景観あり走行について速度低下を引き起こすが、個人の性格による被験者の分類を行うことを指摘することはできなかった。
- 2)ハンドル操作に関しては、約半数の被験者がハンドル切り始め・切り終わりの双方において、遅延を引き起こす傾向にある。

表2 注視特性

	注視回数(回/sec)			注視時間(sec/回)		
	景観あり	景観なし	増減	景観あり	景観なし	増減
1	174	104		86.27	52.53	
2	200	144		83.94	63.70	
4	153	88		60.34	36.27	
5	244	179		67.62	46.06	
7	130	70		76.47	36.70	
8	172	99		80.54	45.63	
9	163	87		66.37	41.36	
10	106	58		80.30	41.03	
11	159	100		66.96	46.33	
12	166	113		89.70	53.60	
13	148	94		79.57	49.93	
14	149	117		81.60	56.11	
16	114	66		74.77	37.24	
17	128	96		53.59	37.80	
19	128	56		66.45	31.20	
20	116	66		62.86	31.83	
21	154	84		72.06	37.90	
26	152	105		76.11	51.93	
27	157	64		59.34	25.95	
28	141	136		83.63	63.72	
29	170	103		101.63	62.06	
30	158	106		85.93	54.73	

表3 注視回数割合

	風景 左	風景 中央	風景 右	左 側壁	右 側壁
景観あり	1.50	14.91	1.98	6.69	13.64
景観なし	2.72	16.07	2.45	8.63	19.04

	走行 前	走行 後	追越 前	追越 後	中央線
景観あり	2.81	2.23	24.26	21.71	10.27
景観なし	3.25	4.27	11.12	24.43	8.03

3)遠心加速度の閾値超過を用いて、ヒヤリ走行被験者を特定した。景観なし走行におけるヒヤリ走行被験者には、道路線形が厳しい区間において速度超過・ハンドル操舵のブレが生じた。

4)景観を排除した場合、注視回数・注視時間ともに減少する。景観なし走行では、注視点の割合は前方風景が増加し、景観あり走行では注視の割合は道路に集中する。

<参考文献>

- 1)近江隆洋,徳永ロベルト,浅野基樹,萩原亨:カーブ情報獲得プロセスに関する研究 北海道開発土木研究所月報 No589 p.19-31 2002.6
- 2)濁澤雅,上岡孝之,片倉正彦,大口敬,鹿田成則:視覚環境が運転者の速度感に及ぼす影響要因解析
- 3)Hartman,E:DriverVisionRequirement,1970InternationalAutomobileSafety Conference,New York,SAE, 700392, p.629-630, 1970.
- 4)Hagiwara,T.,Suzuki,K.,Tokunaga,A.R.,Yorozu,N.andAsano,M.:Field Study of Driver's Curve-Detection Performance in Daytime and Nighttime,Transportation Research Record 1779, Paper No.01-3075,pp.75-85,2002
- 5)D.Shinar 著(野口薫・山口昇訳):交通心理学入門-道路交通安全における人間要因,サイエンス社
- 6)三浦利章:視覚的注意と安全性,照明学会誌,vol82,No3,pp.180-184,1998
- 7)福田亮子,佐久間美能留,中村悦夫,福田忠彦:注視点の定義に関する実験的検討,人間工学, vol.32, No4, pp.197-204, 1996
- 8)古市朋輝,門間健,岩崎征人:都市首都高速道路における運転者の注視挙動と運転特性,土木学会論文集 No.772/ -65,153-167,2004.10