

# 視覚環境が運転者の速度感に及ぼす影響要因解析\*

## Analysis of Effects of Visual Environments on Speed Recognition of Drivers\*

濁澤 雅\*\*・上岡 高之\*\*\*・片倉 正彦\*\*\*\*・大口 敬\*\*\*\*\*・鹿田 茂則\*\*\*\*\*  
By Masashi NIGORISAWA\*\*・Takayuki KAMIOKA\*\*\*・Masahiko KATAKURA\*\*\*\*  
Takashi OGUCHI\*\*\*\*\*・Shigenori SHIKATA\*\*\*\*\*

### 1. はじめに

運転者は速度計による速度情報の他に、視覚環境（周囲の景色の流れ方など）の変化や加減速による平衡感覚の変化、エンジン音や風切り音、使用しているギヤ、アクセルペダルの踏み方など様々な情報をもとに、自分が安全だと感じる速度で運転している。しかし、道路環境条件によっては実際の走行速度よりも遅く、または速く走行していると感じる場合があり、これが速度超過や速度低下を引き起こして、交通事故や交通渋滞の要因となり得るものと考えられている。

視覚情報は運転者が運転する際に得る情報の約90%を占めるとされ<sup>1)</sup>、きわめて重要な情報である。現在、各高速道路において図1に示すような路面標示（ドットマーキング塗装、幅広マーキング塗装、薄層塗装など）が、走行速度を制御する目的で用いられている。しかし運転者が視覚環境からどのような情報を得て、どのように速度認知しているのかは必ずしも明らかではなく、こうした路面標示の設置効果は明確ではない。

そこで本研究では、運転者の速度感に視覚環境が



ドットマーキング塗装 幅広レーンマーク塗装 薄層塗装

図1 高速道路における速度抑制路面標示

\*キーワード：交通流・交通安全・速度感・画像実験  
\*\* 学生員 東京都立大学大学院工学研究科 修士課程  
\*\*\* 正会員 修士(工学) 西日本旅客鉄道(株)  
\*\*\* フェロー 工学博士 東京都立大学 名誉教授  
\*\*\*\* 正会員 博士(工学) 東京都立大学大学院工学研究科 助教授  
(oguchi-takashi@c.metro-u.ac.jp, 0426-77-1111 内線 4545)  
\*\*\*\*\*正会員 工学修士 東京都立大学大学院工学研究科 助手

与える影響を明らかにすることを目的として、実走行映像による室内実験(実映像実験)とCG動画像による室内実験(CG動画像実験)を行う。

### 2. 実映像実験

#### (1) 実験概要

現実の道路における視覚環境の違いが速度感に及ぼす影響を把握するため、ビデオ撮影された実走行映像から感じられる速度感について、道路環境条件の異なるものに対する比較実験を行う。

実験には、首都高速道路上の様々な道路環境の区間を60km/h定速で単独走行して得られた映像を用いる。筆者らは、ビデオ画像をデジタル変換して可変速で再生可能な動景観画像実験装置<sup>2)</sup>を開発しており、本実験はこの機能を用いて60km/h、80km/h、100km/hの車速に対応する映像を提示して比較実験を行う。

得られた映像の中から、比較項目として、速度感に影響を及ぼすと考えられる「道路の平面線形」、「視界の広さ」を取り上げる(表1参照)。また、図2は映像の一例である。1対の動画像を順番に数秒ずつ被験者に提示し(途中に暗転時間を設ける)、両者のどちらが速い速度と感じたかを5段階評価(1点~5点)してもらおう。1対動画像36組をランダムに被験者に提示した実験結果を集計した。

表1 実験比較項目

比較項目	
平面線形	(1)直線区間とカーブ区間
	直線区間 - 平均曲率半径150m
	直線区間 - 平均曲率半径234m
視界の広さ	(2)カーブ区間における平均曲率半径 150m - 234m
	(3)空の割合
	狭 - 中
	中 - 広
	(4)路肩幅員0.75m - 路肩幅員1m
(5)走行車線左側の遮音壁が 高 - 低	



図2 比較項目(1)- 左：直線区間 右：曲率半径 309m

(2) 実験結果

図3～6は、視覚環境の異なる同速度の動画像を1対提示した場合について、実験結果を集計したものである。図3～5より、平面線形による視覚環境の違い、すなわち、直線区間と平均曲率半径 150m<比較項目(1)->や平均曲率半径 234m<比較項目(1)->のカーブ区間の比較、およびカーブ区間同士<比較項目(2)>の比較では、直線区間よりもカーブ区間、カーブ区間でも平均曲率半径の小さな区間ほど、同速度でも速い速度と感じる傾向にあることがわかる。また図6より、視界の広さによる視覚環境の違い、すなわち、路肩幅員 0.75m と 1.0m<比較項目(4)>を比較した場合、路肩幅員が狭いほど同速度でも速い速度とを感じる傾向にあることがわかる。

しかし、表1におけるその他の比較項目については、設定した視覚環境の違いに対して、速度感には

必ずしも明確な違いは見られなかった。

3, CG 動画像実験

(1) 実験概要

実映像を用いた実験では、平面線形や道路幅員による視覚環境の違いが速度感に影響を及ぼすことが分かった。そこで、運転者の視覚環境の中で具体的に何が速度の認知に寄与するかを明らかにするため、CGにより作成した3次元仮想道路空間において視覚刺激を制御し、視覚内のどの位置にあるどのような視覚刺激が速度感の形成に関係しているのかを分析する。特に、移動光点画像実験から導かれた「速度感は注視点から離れた周辺視野の部分で形成される」との既存研究結果<sup>3)</sup>について、実道路環境に近い動画像を用いた被験者環境(ドライビング・シミュレータにより仮想的に運転を模擬する<sup>2)</sup>)において検証する。

(2) 実験方法

図7のような道路で一定サイズの格子模様の入った側壁からなる基準映像と、格子パターンを変えることで視覚情報が基準映像と異なる図8～11のような映像(以後、対象映像)を順番に提示し、両者のどちらが速い速度と感じたかを3段階評価しても

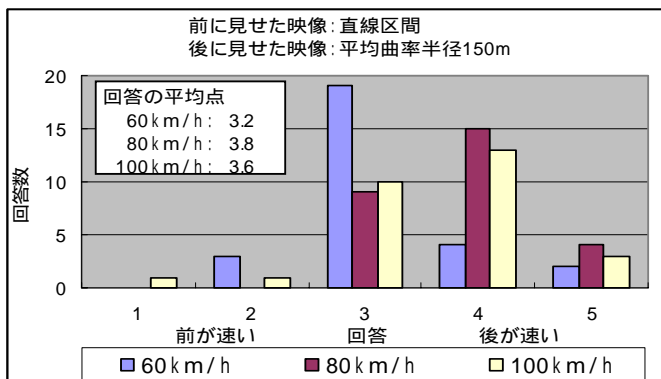


図3 比較項目(1) -

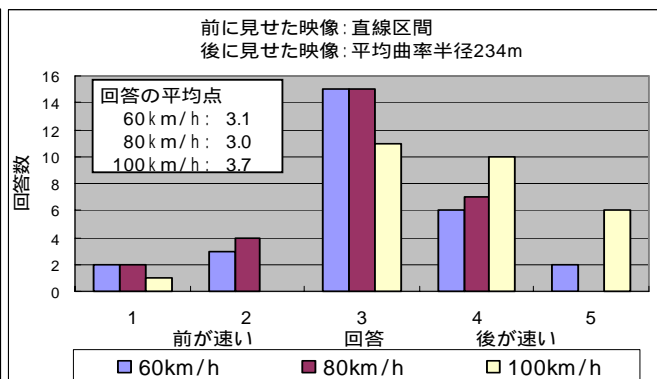


図4 比較項目(1) -

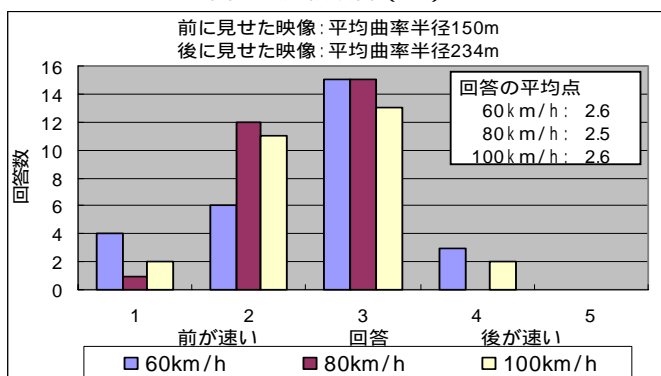


図5 比較項目(2)

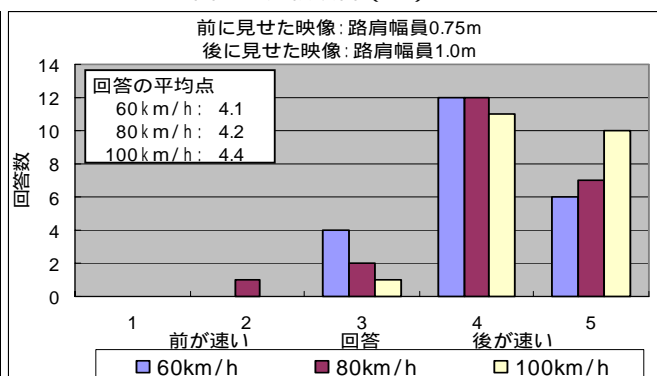


図6 比較項目(4)

らう。ここで基準映像は 60km/h で一定の走行速度で常に提示されるのに対し、対象映像は 30km/h ~ 90km/h の間で何度も変化させて、基準映像と同速度と被験者が感じる対象映像の走行速度を求める方法(マッチング手法<sup>4)</sup>)を採用した。

### (3) 実験項目 (表2 参照)

まず幅員を固定したまま側壁の格子模様の提示を3つの条件で変化させる。図8のように、注視点からの角度(視角)により視覚刺激の出現範囲を限定する(被験者には道路延長上の路面を注視させる別タスクを課す)。また図9のように、視覚刺激の出現高さを限定する。さらに図10のように、刺激(格子模様のうち運転者へ向かって相対的に近づいてくる鉛直方向の境界線)の出現間隔を変化させる。

次に側壁の格子模様提示条件は同じまま、図11のように道路幅員を変化させる。道路幅員は、文献5)における往復2車線・4車線・6車線道路の「標準横断構成図」を参考に設定し、外側線のレーンマークと運転者の視点位置(走行する車線位置)については、現実性を考慮して適当に設定した。ただし実験への影響を考慮して車線境界線は表示していない。

### (4) 実験結果

図12からは、基準映像を60km/hで走行した場合と同速度と感ずるのは、刺激を注視点に近い視角5~15°に限定すると60km/hよりも高い走行速度の動画を提示した場合となり、逆に注視点から遠い視角25~35°に限定すると60km/hよりも低い速度を提示した場合となることがわかる。中間的な視角15~25°に限定すると、基準映像と同じ60km/h程度が基準映像と同速度に感じられることがわかる。中心視は高い視力が得られる視角のことで約2°とされ、有効視野はものの認知に寄与する範囲で4~20°程度とされる<sup>1)</sup>、との既存知見にもとづくと、有効視野の少し外側の周辺視野付近が、運転者の速度感の形成に重要な領域だと考えられる。

図13は、刺激出現域の外側の限界を視角35°に固定した場合を比較したもので、刺激域を中心視に近づくように大きくするほど、速度の認知は基準映像に近づく。なお図9に関する刺激の提示範囲を高さ方向に限定した実験からは、速度認知が基準映像とほぼ同等であることが確認された。

表2 実験検証項目

検証項目			
刺激出現域	視角を固定	視角5°~15°	視角5°~35°
		視角25°~25°	視角15°~35°
		視角25°~35°	
	高さ	0~1m	2~3m
		1~2m	3~4
刺激の出現間隔	基準の1.5倍		
	基準の2倍		
道路幅員	基準道路の幅員は6m	幅員4m	
		幅員5m	
		幅員9.5m	
		幅員13m	

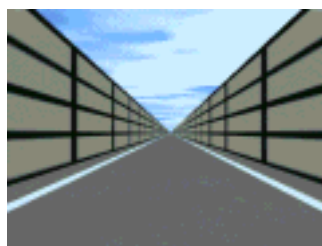


図7 基準映像



図8 刺激出現域 視角5~35°



図9 刺激出現域高さ2~3m



図10 刺激出現間隔が基準映像の2倍



図11 左:道路幅員6m(基準映像) 右:道路幅員9.



図14は、基準映像(図7)と移動視覚刺激の頻度の異なる映像(例:図10)を用いて、移動視覚刺激の頻度の違いによる速度感を比較したものである。この結果を見る限り、移動視覚刺激の頻度は速度感に影響を与えないものと考えられる。このことは、無意識の速度増大や速度低下を防ぐ目的で、速度感に訴えかけてドットマークなどの間隔を徐々に変化させるマーキング施策が、必ずしも有効ではない可能性を示唆している。

図15は、道路幅員が異なる場合の速度感を比較した分析結果である。道路幅員が広いほど、基準映像と比較して同速度と感ずる実走行速度が高いこと

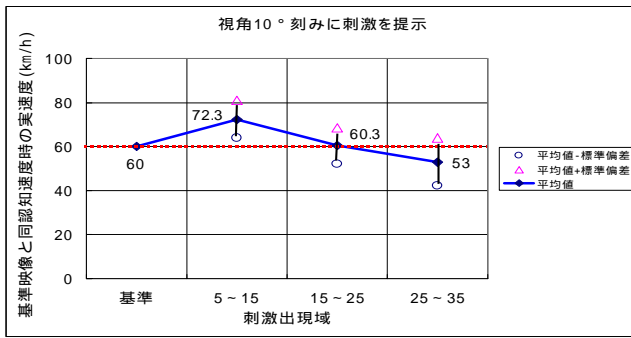


図 1.2 視角を 10° 毎に表示

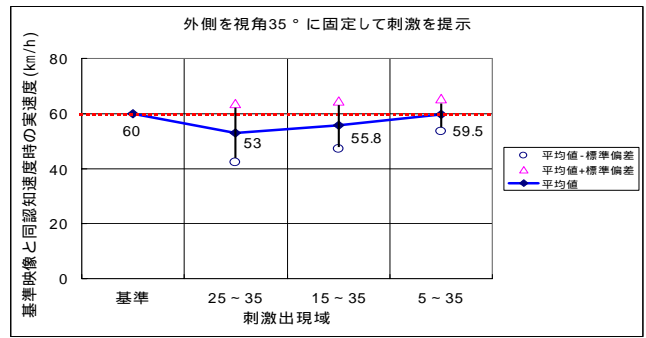


図 1.3 視角の外側を 35° に固定

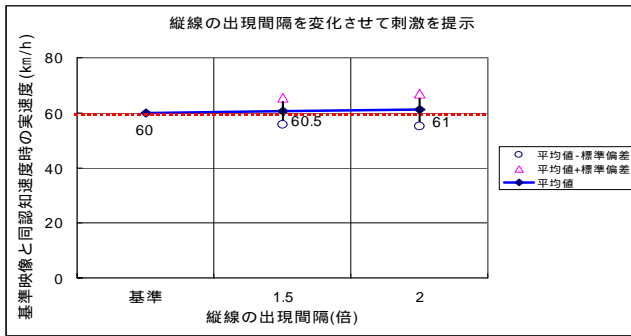


図 1.4 刺激の出現間隔を変化

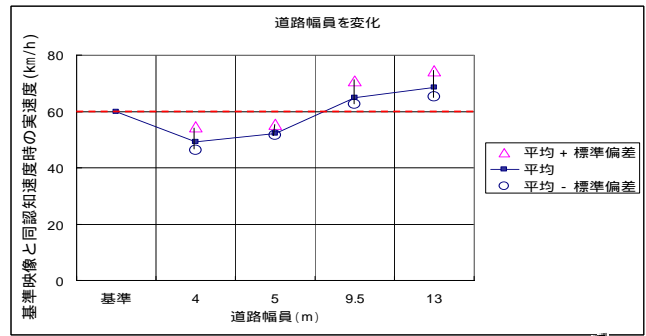


図 1.5 道路幅員を変化

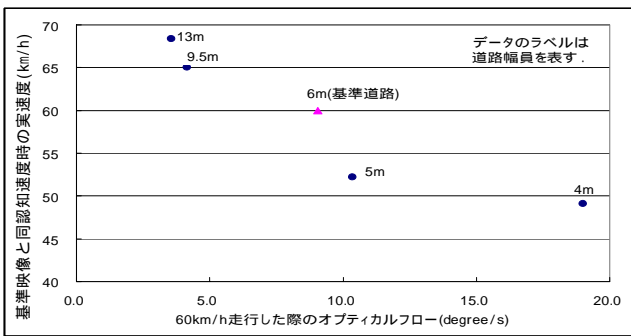


図 1.6 オプティカルフローと認知速度

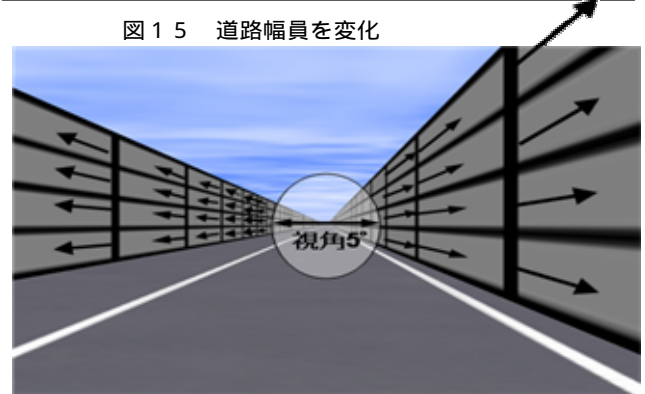


図 1.7 オプティカルフローの概念

がわかる。これは、道路幅員が広いほど運転者から側壁までの距離が遠くなり、同じ実走行速度の時に運転者から見た単位時間当りの視覚刺激移動量（角速度[degree/s]，オプティカルフロー(optical flow)）が小さくなる為だと考えられる。

図 1.6 は、実速度 60km/h 時におけるオプティカルフローを横軸に、幅員 6m の基準映像と同じ認知速度(60km/h)となる実速度を縦軸に示したものである。ここで用いるオプティカルフローは、図 1.7 に示すように、映像内の視角 5° より外（周辺視野）の側壁に存在する各刺激の移動角速度（図 1.7 における片矢印）の算術平均とした。実速度 60km/h のオプティカルフローが大きいほど、基準映像 60km/h と同速度と感ずる速度は低くなり、速度感の評価指標としてオプティカルフロー概念は有効である可能性を示唆できる。

#### 4. まとめ

本研究では、運転者の速度感を形成する視覚環境要因について実験的な検討を行った。今後、オプティカルフロー概念を精査して視覚刺激の定量化を試み、運転者に感覚的に認知される速度(速度感)を算出する定量モデルの導出を試みたい。これにより、実勢速度を規定する要因の特定や、実勢速度の適正管理のための有効な視覚環境対策の設計が可能になるものと期待される。

#### 参考文献

- 1) 三浦利章：ドライバーが見ている世界，日経サイエンス，Vol.28，No.1，pp.123～pp.126，1998.
- 2) 片倉正彦，大口敬，鹿田成則：動景観画像実験装置の開発，土木学会年次学術講演会概要集，No.57-4，CD-ROM，2002.
- 3) D. シャイナー著(野口薫・山下昇訳)：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．
- 4) 氏家弘和，瀬川かおり，他：視覚的情報呈示環境の評価技術の開発，独立行政法人 産業技術総合研究所．
- 5) 日本道路協会：道路構造令の解説と運用，1982．