

道路標示の有効性に関する調査研究 報告書（Ⅱ）

—道路標示がドライバーに与える生心理的效果—

平成8年11月



社団法人 日本交通科学協議会

目 次

道路標示の有効性に関する調査研究 研究総括	3
道路標示の有効性に関する調査研究（Ⅱ）	
－道路標示がドライバーに与える生心理効果－	8
研究結果のまとめ	8
A. 研究概説	1 1
1. 研究意義	1 1
2. 研究目的	1 2
3. 研究方法	1 2
4. 実験日時及び被験者条件及び実験走行場所	1 3
B. 運転者の心身反応について	2 2
1. 疲労度：フリッカー値測定結果	2 2
2. 眼球運動	2 5
3. 走行軌跡	3 0
4. 瞬時心拍数（R－R間隔）	3 7
C. 運転者の道路標示に関する主観的調査	4 2
1. アンケート調査結果（1）	4 2
2. アンケート調査結果（2）	4 3

社団法人 日 本 交 通 科 学 協 議 会
道路標示の有効性調査研究委員会委員名簿

委員長	大久保 堯夫	日本大学教授 生産工学管理工学科人間工学研究室
顧問	富永 誠美	(社) 日本交通科学協議会名誉会長
委員	時崎 賢二	(財) 全日本交通安全協会参事
委員	福田 浩太	日本大学研究助手 生産工学部管理工学科人間工学研究室
幹事	神田橋宗行	(社) 日本交通科学協議会事務局長

道路標示の有効性に関する調査研究

編者 日本交通科学協議会
道路標示の有効性調査研究委員会
委員長 大久保 堯 夫

研究総括

我が国における道路交通事故の状況は63年以降、8年間連続して死者数が1万人を超える状況であり、依然として交通安全の確保向上という意味で厳しい状況下に置かれている。交通事故の形態をみると国民生活や経済活動の24時間化に伴う夜間事故、人口の急速な高齢化に伴う高齢運転者や歩行者の事故、車の高性能化やハイテク化と道路整備による走行速度の高速化などの諸要因による欧米型の自動車乗車中の事故などが増加を示している。これらの具体的な事故の特長についてみると、運転者については16～24歳までの若者が多いこと、歩行者については高齢者や幼児や小学生などの社会的弱者が多いこと、土日の週末および夜間の事故の発生が多いこと、交差点や一般道路（交差点、カーブ、トンネル、踏切などを除いた道路）やカーブでの発生が多いこと、最高速度違反による事故が多いことなどであり、これらはいずれも自動車運転の特長と密接な関係を持つ。即ち、自動車運転の場合は、運転に必要な情報の約90%は視覚系を通じて受容しており、運転者は視界に入る様々な事象を手がかりに数秒以内に時間、距離、速度などについて正確な予測と判断とを繰り返さなければならないこと、連続的に外界から入る動的情報量の多少や情報処理速度の遅速に拘わらず、一定レベルの精神的緊張を維持しなければならないことなどが挙げられよう。

しかしながら、これらは運転者の心身条件（例えば体格、体力、体質、感覚や知覚能力、性別、年齢、疾病、能力など）、心理条件（嗜好、性格、気質、動機づけ、興味、倫理観、価値観など）、生活条件（睡眠時間や時刻など）、運転条件（道幅、形状、標識、標示など）、自動車条件（計器類のレイアウト、視界、座席など）、走行条件（運転時間、運転目的、走行速度、運転方法、交通量など）、環境条件

(車内外温度、騒音、振動など)等に代表される多くの要因によって左右されることは言うまでもない。

本研究では、これらの中から、自動車運転者や歩行者が日常、運転時や歩行時に経験的にその有効性を実感しているものの、過去に実証のための研究報告例が全くと言って良いほど認められない道路標示の問題を取り上げた。道路標識や標示の法的な位置づけとしては、無論、道路交通法や道路法に基づく標識令に準拠しており、道路運送法にも自動車道事業に基づく自動車道等における道路標識が規定されているが、様式等は標識令に準じている。道路標示は材質が溶融タイプのものになってから耐久性が大幅に向上したようであるが、交通量の増加につれて場所によって消耗が激しいところとそうでないところが出現した。損耗率による塗り替え基準が現在は明確でないため、どの程度の見え方まで交通安全という視点からみて許容できるかは今後の解決すべき問題であろう。平成元年5月開設以来、平成5年12月末までに都道府県警察本部の標識ボックスに寄せられた道路標識・標示に関する1,701件の意見の中で、道路標示に関するものは「不鮮明である」、「設置位置が適切でない」などである。これらに関する対策は無論各都道府県においても行われていることは言うまでもなく、全国的にみればバイブララインやレーンフラッシュ集光性蛍光塗料ビーズ等に代表される高輝度反射機の道路標示の採用、減速マークやカーブ注意マーク、太陽電池式の自発光交差点中心鏡の設置などが実施されており、いずれも運転者の光覚能や色覚能や形体視能を基礎にした運転者の視認力や明視力を高めることを目的としているところである。しかしながら、前述のようにならぬ道路利用者に対する道路標示の有効性や道路標示の有無が運転者の運転時における生心理面や運転行動にいかなる効果を示すかについては、常識的にはその理解は可能であるものの、全くと言って良い程、過去に研究が行われていない。そこで今回はこのような点を中心に着目し、研究を大きく2分割をし、ユーザーとの関係につき、人間・機械・環境システムの視点より実態調査のための運転者へのアンケート調査と、運転者の生心理的側面や行動面を中心とした実験研究によって多角的に検討を加え、ユーザーオリエンティッドな視点に立った現状での問題点と明視性の高い道路標示が運転時の運転者に与える生心理的効果についての研究を行い、安全性や運転快適性の向上に役立て、交通事故発生の予防や低減に役立てようとするものである。

第一研究では特定交差点における道路標示と通過停止車輛の実態及び道路標示に対する運転者や歩行者の意識についての実態調査研究を行い、また、一時停止などを含めた道路交通法に準拠した標示が利用者に果たす役割を明らかにし、第二研究では晴天時の昼間及び夜間に一般供用開始前後の同一路路を用いて、道路標示がある場合とない場合に運転をする運転者の心身反応特性や運転行動特性を調査・解析することにより、運転者に対する道路標示の有効性の有無や運転特性を人間工学並びに交通科学的視点より明らかにして、両研究より、今後の道路標示の至適な在り方を設定する際の基礎的な一指標にしようとするものである。研究方法としては第一研究では神奈川県下の交差点5地点、はみだし禁止線2地点、車線境界線及び中央線2地点の合計9地点の一般道路を選び、午前9時より午後11時までの12時間につき、道路標示施行直後、1ヵ月後、3ヵ月後、6ヵ月後、9ヵ月後、12ヵ月後の計6回につき、通過車輛の停止状況や通行状況の集計・分析を目視によって実施し、他方、運転者及び歩行者を対象として、道路標示に関するアンケート調査票を作成し（運転者用質問項目合計35項目、歩行者用質問項目合計10項目、以上調査票①、運転者用質問項目合計28項目、調査票②）、調査票①については3,922名、調査票②については4,446名の計8,368名を対象として調査を実施した。第二研究では、神奈川県下の一般供用開始前の指定道路を対象として、道路標示が無い場合（施行前）と有る場合（施行直後）を対象として、昼間及び夜間に健康で、正常諸機能を有する運転免許歴3年以上の熟練運転者男子5名（年齢20～25歳）を用いて被験者1名について1条件各2回宛走行させた場合のフリッカー値（覚醒度指標）、視線停留点及び停留時間（眼球運動）、瞬時心拍数（心身緊張度）、車輛走行軌跡、道路標示の有無に関する主観調査（運転者用質問項目計6項目）を実施した。結果は第一研究の結果からは、運転者は道路標示の重要性を認識しており、広い道路においては運転者の運転時における車線境界線などの道路標示への依存度が高く、この傾向は高齢化をするほど高くなること、また、このことは歩行者においても同様の傾向を示すこと、視認性や明瞭性が高い道路標示下では運転時に不安感がなく、運転者に安心感・快適感を与え、この傾向は特に夜間時や雨天時に顕著になり安定走行に寄与していること、また、実態調査の結果からは、特に午前9時～午後11時の時間帯を中心とした夜間や道路標示の摩耗に伴う道路標示の明視性や視認性の低下が著しい道路では、道路環境や条件によって若干の相違

があるものの、道交法に違反した運転行動をとる運転者が有意に増加し、これは、停止線や横断歩道で特に顕著であること、また、このような増加が出現する期間は交通状況によって異なるものの、ほぼ道路標示が鮮明でなくなる施行後約9ヵ月から12ヵ月目から顕著になることが明らかとなった。

第二研究の結果からは、視線については道路標示が有る場合においては運転者は運転時の走行環境全般について平均的に視線を配分でき、注意の分散化を可能にし、安全運転に必要な不可欠な交差点や対向車などの視対象を余裕を持って重点的に取捨選択できるのに対し、道路標示がない道路においては自車の位置を決定するため左右両側への視線配分が多くなる結果、視線の重点的配分が必要な前方注視行動が少なくなること、この結果は特に夜間走行において顕著になること、このことは心身緊張度にも当然反映され、全走行区間走行時の変動幅はほぼ同じ範囲であるが、緊張度の大小（情動反応の強弱）によって分析した結果では、道路標示がない道路を走行する場合には高い緊張を示す反応を中心とした常に緊張を強いられる傾向を示すのに対して、道路標示がある場合の走行については緊張を示す状態と示さない状態の2つの傾向が出現し、運転時の走行条件や環境条件に対応して緊張と弛緩が出現することが明らかとなり、これは対向車の出現や夜間運転で特に顕著に認められることが明らかとなった。運転行動（走行軌跡）については、道路標示が有る場合には、車は車道上の中央付近の一定位置を安定的に走行し、これは対向車や夜間条件でも変化をしないのに対し、道路標示がない場合には極端に中央ライン寄りを走行したり、極端に歩道寄りを走行したりする傾向が出現し、これは対向車や夜間といった条件、更に個人差によっても強められることが明らかとなった。アンケート調査の結果は、第一研究の諸結果と同じであり、道路標示が有る方が無い場合に比較して不安感も小さく、安心感が大きく、走行環境からの圧迫感が少ないという結果となった。

以上の諸結果より、道路標示は道路標識と同様、道路利用者の利用時における違反や至適でない行動を抑止し、道路交通法に則した至適行動をすることに大きく寄与しているばかりでなく、利用時における安心感や快適感の維持・助長に大きく貢献をし、これは前述のように夜間や雨天時、人の場合には高齢化など利用条件が悪化すればするほど顕著になることが明らかになった。

しかしながら、他方、これらの道路環境が人の視認力（光覚能、色覚能、形態視

能)や明視性の良悪にも強く関係しており、道路標示がいかに利用者にとって容易にはっきりと認知・認識できるか、道路標示やその呈示方法がいかに理解しやすいか、更には標識等を含めて他の全ての道路環境条件がマクロ的に見て利用者にとっていかに至適であるか等により大きく左右されることも明らかとなり、また、利用者については、年齢の高低、交通法規の遵守精神の強弱や利用時のマナーの良悪などが密接に関係することも明らかとなった。従って、前者については現在にも増して道路標示のハード、ソフト面からのマクロ的な不断の改善努力、後者については道路利用者の教育や学習訓練の徹底化の重要性が明らかとなった。特に、今回研究対象とした道路標示について述べれば、標示が夜間や雨天時は無論、経時的に、また、交通諸条件によってはがれたり、薄くなったり、消えたりした場合には利用者の順法状態や、道路の利用行動が悪化し、逆に不安感や緊張感を増幅させたことから、道路標示の材質改善は無論であるが、標示施行後の至適期間内(9ヵ月から12ヵ月以内)に明視性を高めるための至適保守や管理行動をとることも、人が道路を安全且つ快適に利用できるようにも最重要な課題であることが明らかとなった。

道路標示の有効性に関する調査研究（Ⅱ）

— 道路標示がドライバーに与える生心理的効果 —

*研究結果のまとめ

今回の調査研究結果より、道路標示の有無が、その道路での運転経験が無い運転者の運転時における心身反応、即ち注視点（眼球運動）、情動（瞬時心拍数）、心理（アンケート）と行動特性（走行軌跡）にいかなる関係を有するののかにつき結論を概略すると下記の如くである。

（１）注視点（眼球運動）

運転者が示した注視点移動の特性は全体的に考察すると、注視頻度の高い順より、昼間走行では「標示無し」の場合、「道路中央」、「道路左」、「道路右」、「十字路入口」、「十字路右入口」となり、「標示あり」で「標示無し」の場合、「道路中央」、「道路左」、「十字路左入口」、「道路右」、「十字路右入口」となっている。道路標示があることにより、標示が無い条件と比較に視線配分率が減少を示した視対象は、「道路左・右方」である。このことは路上運転時に左右方向への視線負担が軽減されたことを示している。「対向車あり・昼間」では「標示あり」の条件で、「道路中央」、「道路左」、「十字路左入口」、「対向車」、「十字路右入口」、「道路右」となり、道路標示ができたことにより、標示が無い場合に比べて視線を向ける回数が減少した視対象は、「道路右」、次いで「十字路左入口」となった。以上の結果より、運転者は道路標示が無い場合には道路道路中央付近（前方）、左右方向に視線を意識的・無意識的に配分をすることによって運転時の安全確認や走行時における自車の位置決めをしているのに対して、標示があると、動的な視線の配分が安全運転に必要な視対象全てにより平均化をされて、より注意の分散化がされているということが明らかとなった。即ち今回の研究では、更に交差点（十字路）左右方向、対向車などが視対象として増えた項目である。夜間走行時においては、「対向車なし・道路標示なし」の場合の視線配分の多かった対象としては、多かったものから順に、「道路中央」、「道路左」、「道路右」となり、標示ありの場合には、「道路中央」、「道路左」、「道路右」、「十字路左入口」となった。「対向車あり・道路標示なし」の場合、「道路中央」、「対向車」、「道路左」、「道路右」の順となり、道路標示がある場合には「道路中央」、「道路左」、「対向車」、「道路右」の順で対向車が視対象の3位となった。夜間走行の場合には視環境が主としてヘッドライトに照射される空間に限定されてしまうため、道路標示がな場合には「道路中央」部分への注視率が極端に高くなるということが明らかとなった。しかしながら対向車があると、この傾向は道路標示の有無とは無関係に平均で約20%の注視率の減少を見た。道路標示がある場合とない場合について比較すると、

前者では前述のように道路中央への視線配分が少なくなり、少なくなった分、道路の左右方向への注視が多くなった。この傾向は対向車がある場合にはより顕著に認められ、視線の分散度が大きくなった。道路標示がある方が、対向車への視線配分率が小さくなることも明らかとなった。

(2) 情動反応（瞬時心拍数）

運転者の走行時における心身緊張（情動反応）は瞬時心拍数の変化により評価をした。その結果、道路標示が無い場合とある場合の前走行区間を通してみた変動の幅は、ほぼ等しく総合環境諸反応に対する緊張の最低レベルと最高レベルがほぼ同じ条件であることを示す。しかしながら、細かく検討をしてみると、道路標示がある場合の走行の方が、増減率のより低い領域（緊張レベルが低いことを意味する）での分布幅が標示のない場合に比較してやや大きくなっている。道路標示の有無に関して情動反応の大小（増減率の分布の割合）を考察すると、標示が無い場合の分布は正規分布をしているが、標示がある場合には、いずれの走行条件においても二峯性分布を示している。この傾向は、対向車がある場合により顕著に認められる。

この結果の示すところは、標示が無い場合の走行においては、運転者は全区間を通して、その強弱は別にしても常に緊張下におかれた状態で走行するのに対して、道路標示がある場合の走行においては緊張すべき地点や、緊張すべき走行条件に対しては、その刺激に対して至適に緊張をした状態で運転をし、そうでない地点や条件に対してはリラックスをした心身状態で運転をしていることを示していることが明らかである。緊張レベルの順位の高い条件から挙げると、夜間の標示あり、次いで夜間の標示なし、昼間の道路標示ありの順である。

(3) 心理調査（アンケート）

実験走行終了直後の全被験者に対するアンケート調査結果では、「運転走行のし易さ」、「緊張感や不安感」と道路標示との関係につき前者では標示がある方が当然のことながら安心をし、後者では道路標示の無い方が、より緊張感や不安感を増すという結果になった。

(4) 行動特性（走行軌跡）

運転行動特性につき走行軌跡より道路標示がある場合と無い場合について考察すると下記の如くである。昼間対向車が無い場合には道路標示がある場合の走行は、無い場合に比較して、車体から道路端（左）までの距離が至適な距離となり、走行地点間でのバラツキが認められず、道路の一定の位置を安定的に走行をしているのに対し、道路標示が無い場合には、この特長がなくなり、道路の中央寄りを走行し、各地点による道路端からの距離のバラツキも大きくなり、この傾向はますます強められる結果となった。夜間走行では、対向車が無い場合には道路中央寄りを走行する傾向がますます顕著になり、あらゆる条件で、前述の場合と同様、交差点付近が中央寄りをとっている。しかしながら道路標示があると、このような道路上での極端な中央よりの位置や走行地点別のバラツキが小さくなって、運転をする際の道路上での自車の位置決めが容易になっている。標準偏差値の結果についても、ほぼ同様であり、道路標示がない状態

ではバラツキ（個人による運転行動の差）が大きくなり、夜間運転時において、その傾向が特に強められるが、道路標示がある場合にはポジティブな方向で安定化を示す。このことは運転者の視覚にとって基準となるべき指標がない状態での運転行動がいかに不安定化をするかということを示している。以上で述べた運転行動（走行軌跡）についての標示の有無が運転の安定化に果たす役割は統計的にも高度に有意であることが明らかとなった。

即ち、路上標示が存在することにより、走行時の道路上での位置決めをする際の個人差を小さくし、位置決めを容易にし、道路環境の変化に即応した注意の分散を広く運転者にとらせることを可能にしている。

以上の全測定結果より、道路標示の有無が、運転者が運転をする際に、心身諸反応に有意の影響を与え、標示があることにより動的状況下における運転者の安全性や快適性を高め、運転行動をよりスムーズにすることが明らかとなった。このことは昨年実施したアンケート調査結果とも良く一致するものであることを最後に付する。

A. 研究概説

1. 研究意義

自動車産業の発展に伴い、自動車は我々の日常生活を円滑に進める上で欠かす事が出来ない存在になっている。一方、これに伴う我が国における自動車台数の急激な増加に比例して、最近交通事故を含めて自動車に関係する様々な社会問題が生じている。特に、我が国においては狭い国土条件の下で、密集した住宅に無数の自動車専用道路と生活道路が規則性無しに交差しており、そこを過密状態の車が走行しているというのが現状であり、車のハイテク化に伴う走行速度の増加、商業自動車、特に大型車の増加に伴う道路景観の悪化、人口の急速な高齢化、運転マナーの悪さなどが合いまって、事故が増加するのも自然の成り行きと考えられる。その一方で、高齢者や女性や身障者など社会的弱者に対するいたわりの社会、インターネットなどに代表されるマルチメディア社会、ISOやPL法などに代表される地球規模での国際的共存社会重視の地球に優しい社会、(人間・機械・環境システム・運転者・自動車・交通環境システム)全体としての調和や整合性のとれた社会が現在ほど求められている時代も過去になく、このような観点から他の生活場面での場合と全く同様に単に運転時における運転者の安全性の確保のみならず、運転者を含めた車に関係する全ての人達、換言すれば車のユーザー、歩行者、道路施設管理者等の安全性や快適性が求められている時代と言えよう。

一般に、自動車運転時に必要な情報のおよそ9割は視覚情報に頼っており、また運転者がサイドミラー等を見ること無しに緊張せず運転できる至適な走行幅は、過去の研究結果によれば車幅+約1.00mとも言われている。自動車運転者の立場からの安全運転を考えると、どんなに短くとも最低3~4秒くらい以前に前方に起こる事象が予め予測理解できながら運転することが、正しく安全で快適な運転をすることを可能にする為の必要最低条件であり、このような視点から見ると道路標識や道路標示を自動車運転者に対して最適化をすることは、基本的に具備すべき条件の一つである。昨年度は視覚を中心とした人間・機械・環境システムの最適化の視点より、主としてアンケート調査による方法で、道路標示や明視性の高低が車両交通時の安全性や運転時における運転者の安心感や快適感に及ぼす影響を及ぼすかについて検討を加えたが、今回は昨年度の研究結果をふまえて一般に共用前後の道路を対象とし、道路標示の有無が運転者の運転行動特性に直接・間接に及ぼす影響とその有効性について実験研究を行い、自動車運転時における運転行動と運転ルールの関係及び運転者の生理的側面からみた安全性、快適性との関係を分析することにより交通事故の発生予防・低減に役立てようとするものである。

2. 研究目的

晴天時の昼間及び夜間の一般共用前の同一道路環境を用いて、道路標示を導入した条件下と導入しない条件下で、自動車運転者の走行時における心身反応特性、運転行動特性及び車の走行特性に如何なる差が出現するか、人間工学及び交通科学的視点から比較検討をし、前述のアンケート調査結果との整合性を検討しようとするものである。

即ち、具体的な研究目的は下記の通りである。

- 1) 道路標示の有無における昼夜別、対向車の有無別、走行時の運転者の視認行動の比較評価。
- 2) 道路標示の有無における昼夜別、対向車の有無別、運転者の運転走行行動特性及び車の走行特性の比較評価。
- 3) 道路標示の有無における昼夜別、対向車の有無別運転者の自動車運転時の心身反応の比較評価。

3. 研究方法

実験方法の概略図を述べると、図A(写真1~12)に示す一般への共用開始前の後述する道路を対象として道路標示無し(写真1)の走行環境と道路標示有り(写真2)の走行環境においていずれも晴天時の昼間時刻帯(午前10時~午後4時)、夜間時刻帯(午後7時~午後10時)に相互走行有及び無に分けて実験道路への習熟効果を除くため各被験者に対して一回宛の往復走行をさせ前述のようにその際の運転者及び自動車の諸特性について記録をした。相互交通有りの場合の実験条件としては、地点(1)から地点(12)までの連続走行及び地点(13)から地点(24)までの連続走行時中に平均1~2秒の時間毎に対向車とすれ違うように計画をした。又、地点(4)と(21)、地点(6)~(7)と(18)~(19)間の交差点、(16)の交差点においては、運転者の視界の左側から右側に横断をする車両を各交差点の一時停止線に各一台宛配置して、実験車が通過直後に横断するよう計画をした(写真11, 12)。実験日時、被験者、実験走行場所は下記の通りとし、実験時の走行速度は、実験車・対向車全車につき法定速度内の時速 km を最高速度とし、この速度範囲内で出来るだけ定速で安全走行をするように指示した。実験車と対向車の走行時のタイミングについては、スタート地点と試験道路の中間点((7)及び(8)地点)に無線を配置し、全試行ともほぼ同じになるように調整した。

4. 実験日時及び被験者条件及び実験走行場所

(1) A. 道路標示無

実験日；1996. 3. 8～3. 14（昼間及び夜間）

(2) B. 道路標示有

実験日；1996. 3. 17 ～3. 23（昼間及び夜間）

(3) 被験者 健康且つ矯正視力0.7 以上の運転免許修得3年以上
の運転熟練者である男子5名（年齢20～25歳）

(4) 実験場所 横浜市泉区泉警察署管内の指定道路

実験走行路における各区間の特徴は次の通りである。尚、走行方向は番号順である。

- [1] スタート地点(1)から地点(4)、及び地点(21)から地点(24)は全長約132mの直線の8.5～9%の勾配である。
- [2] 地点(4)及び地点(21)は左右カーブの起点と終点にある交差点である。
- [3] 地点(4)から地点(5)と地点(20)から地点(21)は全長約53mの8.5～9%の勾配を伴った右左折カーブである。
- [4] 地点(5)から地点(9)と地点(16)から地点(20)は全長約55mの平坦路である。
- [5] 地点(9)と地点(10)、及び地点(16)は全長約100mの2～3%の勾配の途中にある交差点である。
- [6] 地点(9)から地点(12)、地点(13)から地点(16)は全長124mの2～3%の勾配の区間である。
- [7] 地点(2)から地点(5)のカーブが100Rで、地点(8)～地点(11)のカーブが120Rである。



图 A. 实验走行路

表 B 被験者リスト

名前	NO 1	NO 2	NO 3	NO 4	NO 5
性別	男	男	男	男	男
年齢（歳）	26	25	24	27	24
視力（左・右） [矯正視力を含む]	1.2 1.2	1.2 1.2	1.5 1.5	1.5 1.5	1.5 1.2
免許取得年数 （年）	約6年	約6年	約7年	約8年	約4年
一週間合計平均 運転時間（時間）	3	30	30	56	5
自動車運転に対する 興味度	好き	好き	好き	好き	好き

4. 実験場所概略

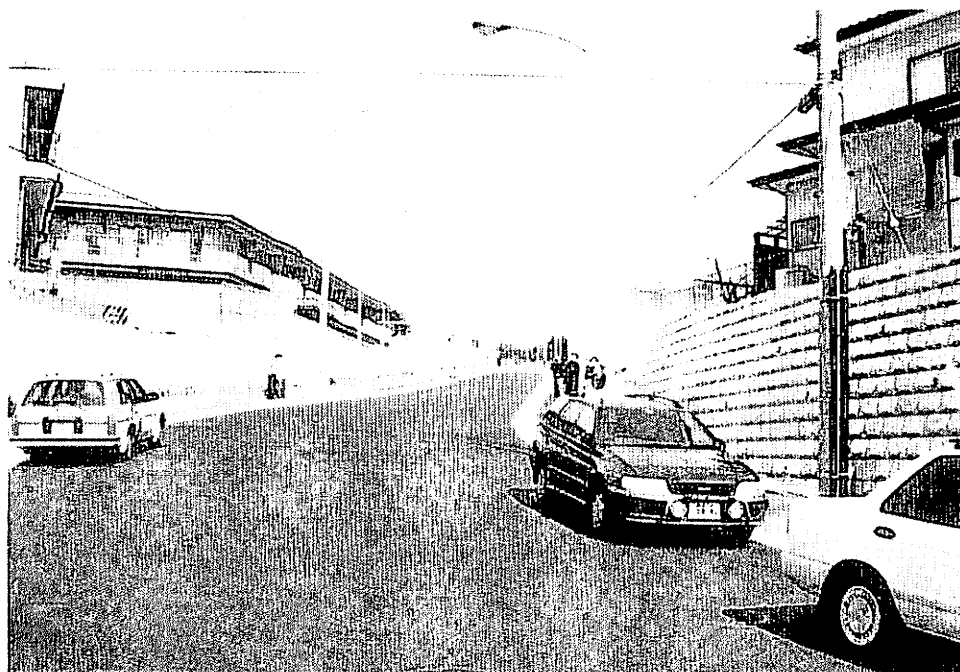


写真1 道路標示の呈示前の実験場所（スタート地点）

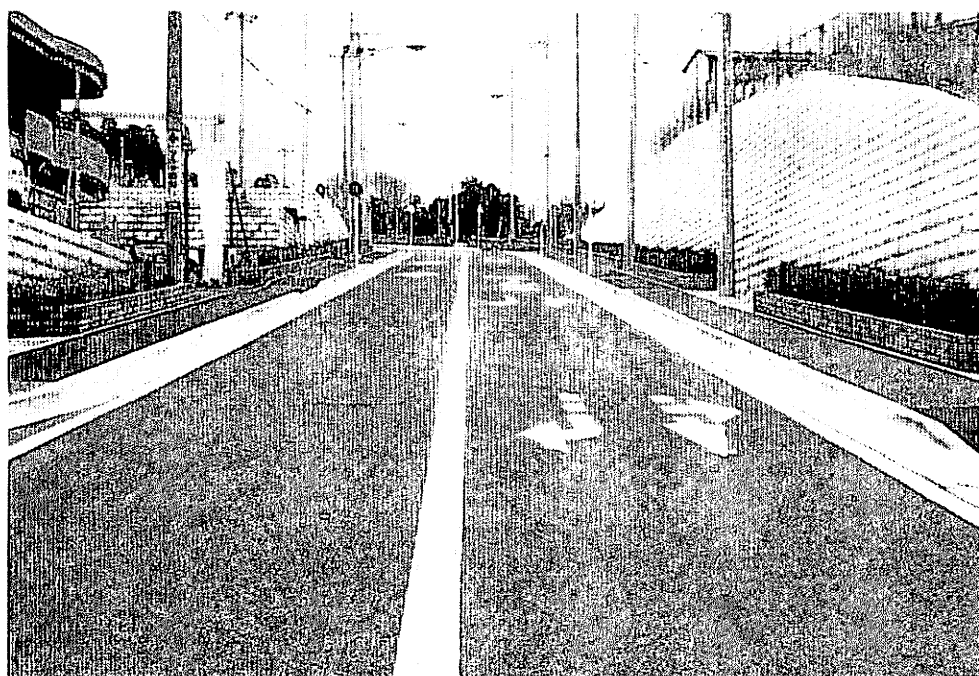


写真2 道路標示の呈示後の実験場所（スタート地点）

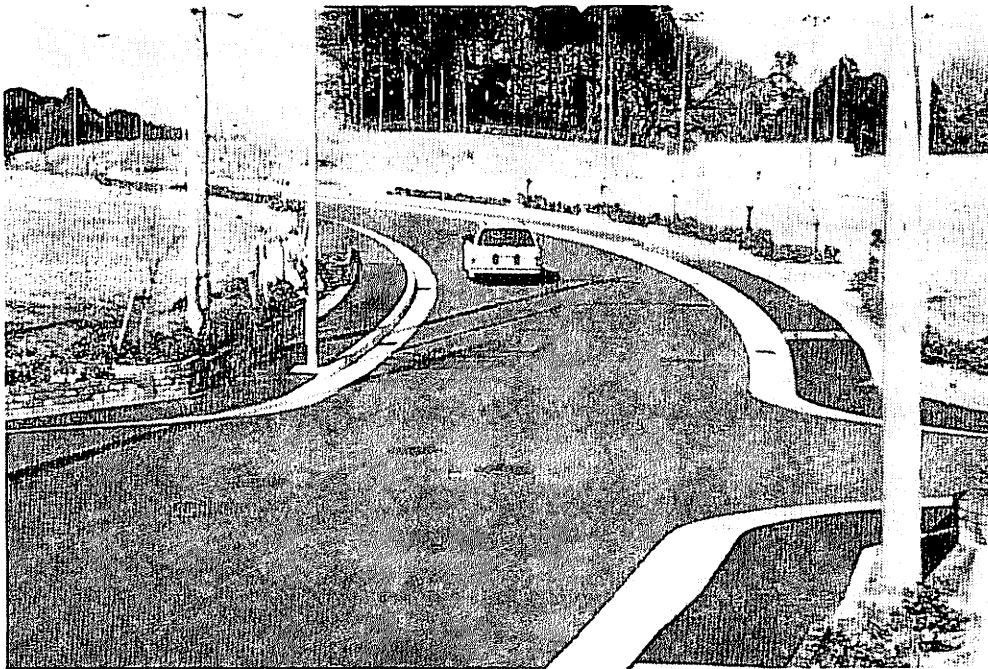


写真3 道路標示の呈示前・対向車無し条件（行き：第一十字路交差点）

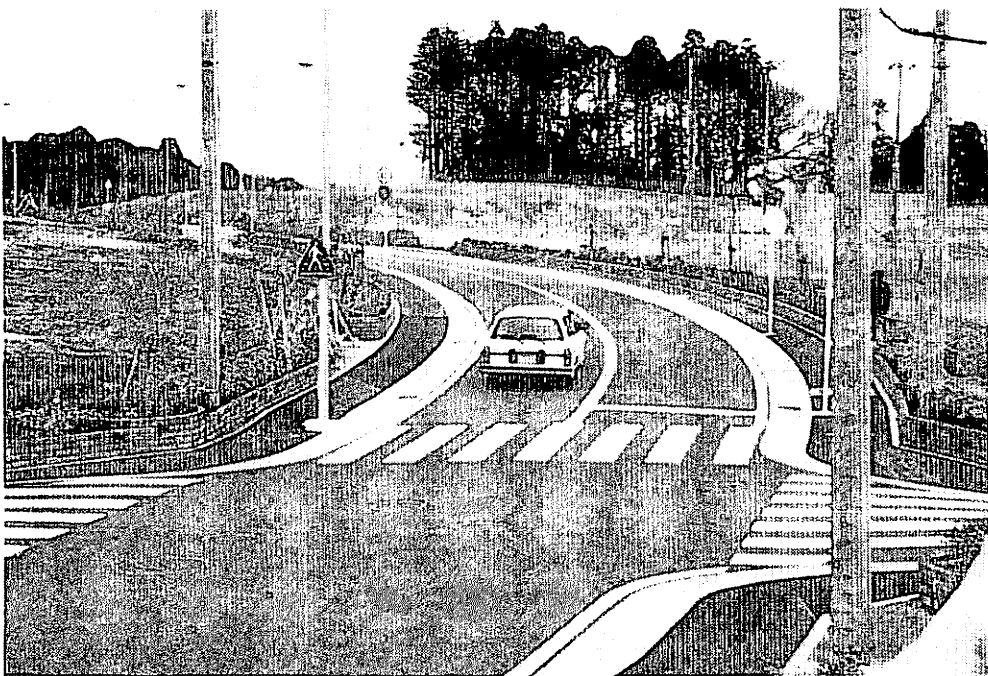


写真4 道路標示の呈示後・対向車無し条件（行き：第一十字路交差点）

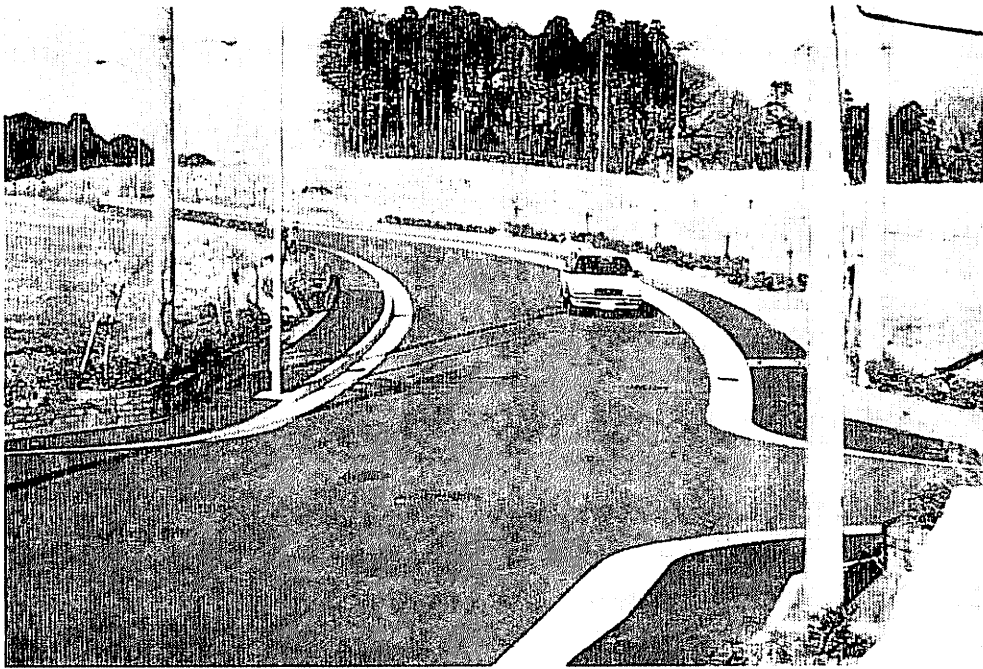


写真5 道路標示の呈示前・対向車無し条件（帰り：第一十字路交差点）

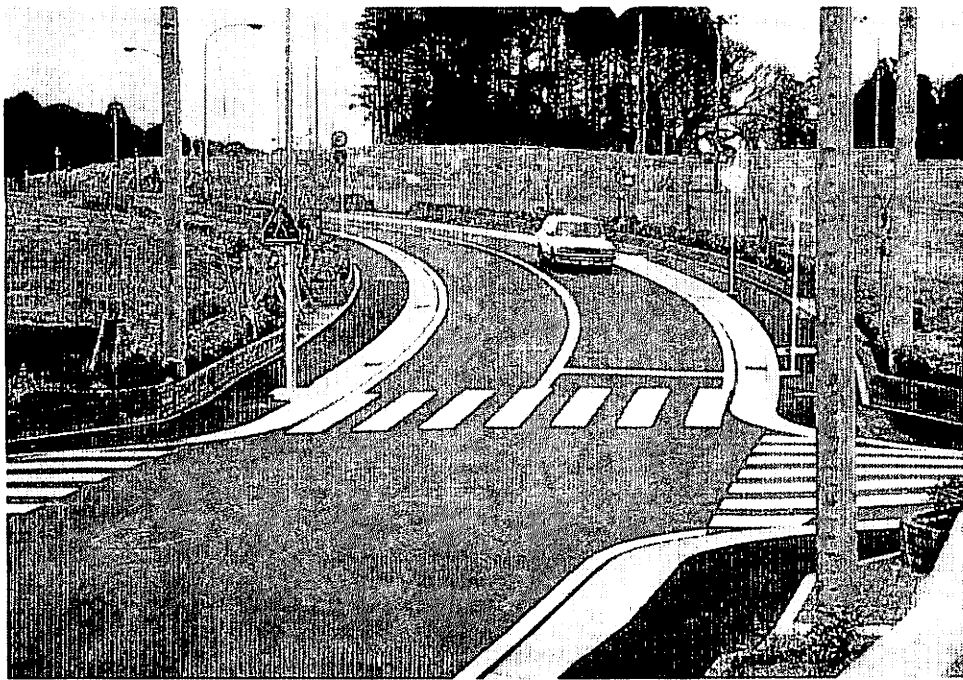


写真6 道路標示の呈示後・対向車無し条件（帰り：第一十字路交差点）

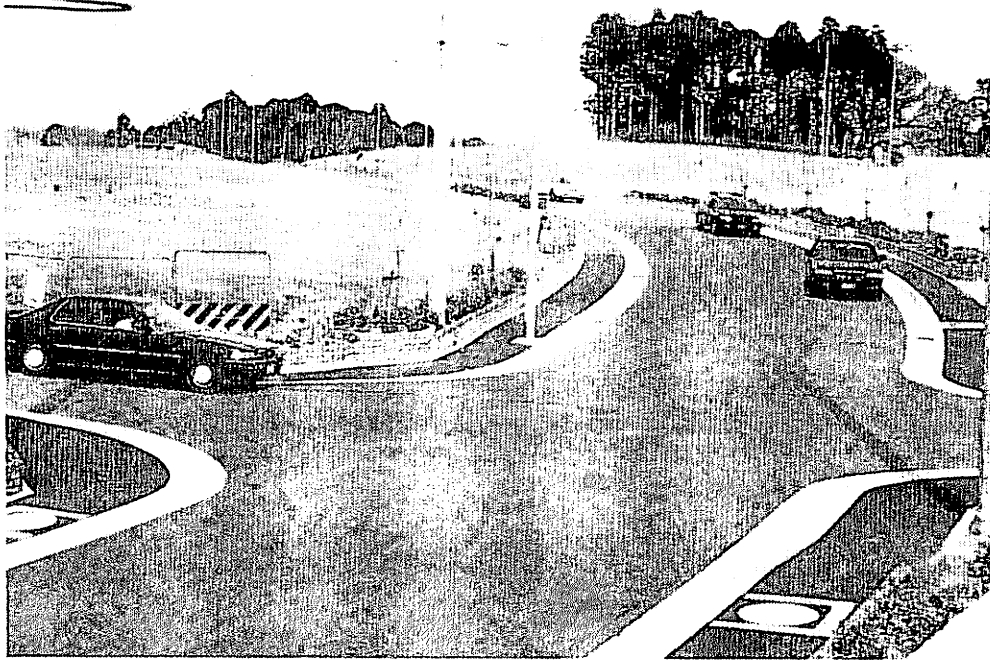


写真7 道路標示の呈示前・対向車あり条件（行き：第一十字路交差点）

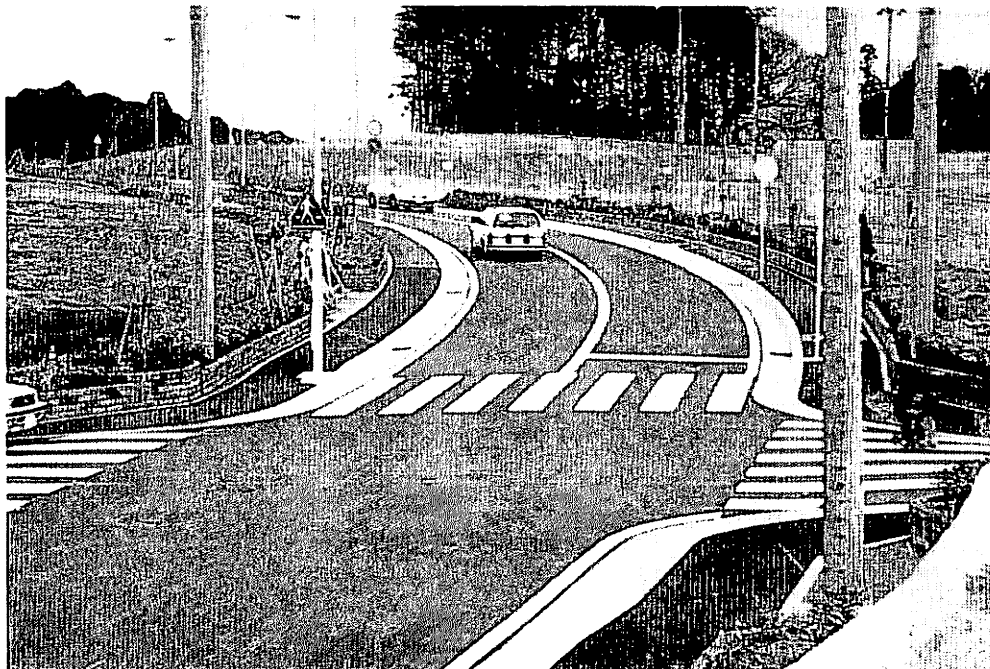


写真8 道路標示の呈示後・対向車あり条件（行き：第一十字路交差点）

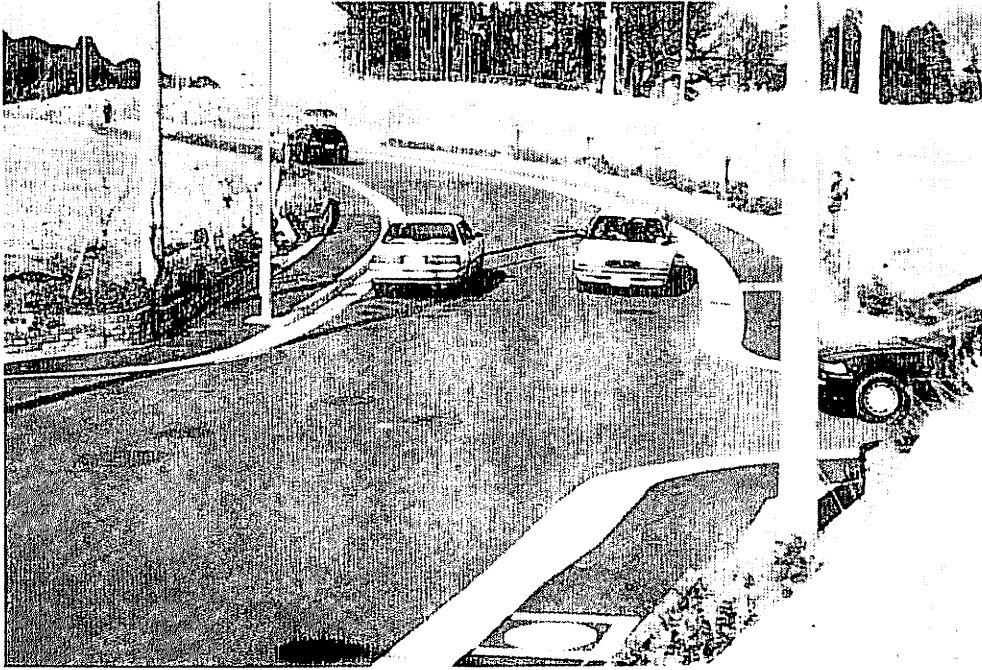


写真9 道路標示の呈示前・対向車あり条件（帰り：第一十字路交差点）

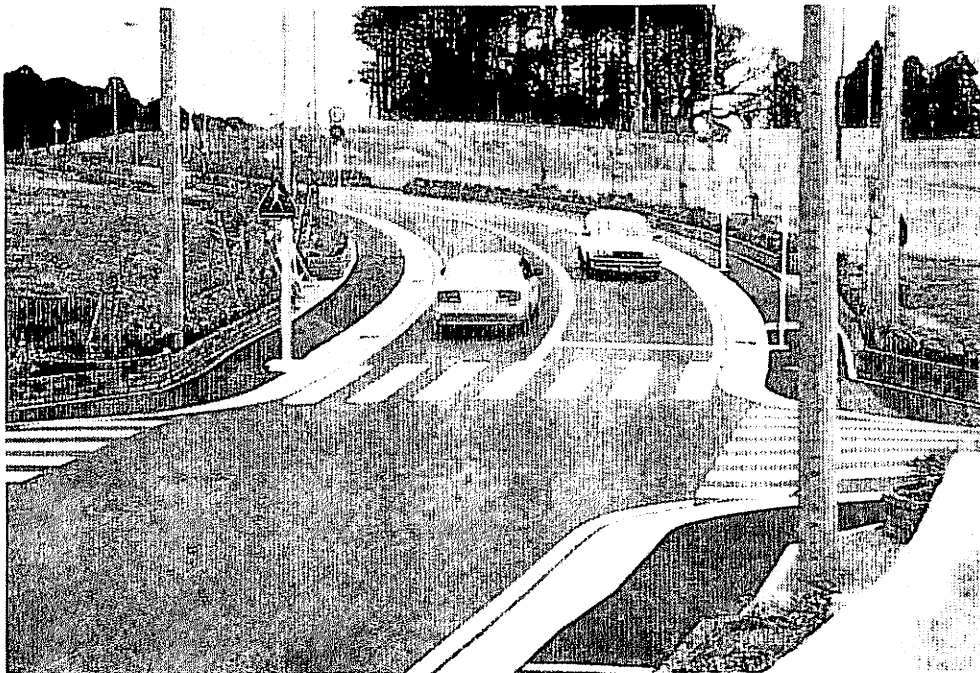


写真10 道路標示の呈示後・対向車あり条件（帰り：第一十字路交差点）

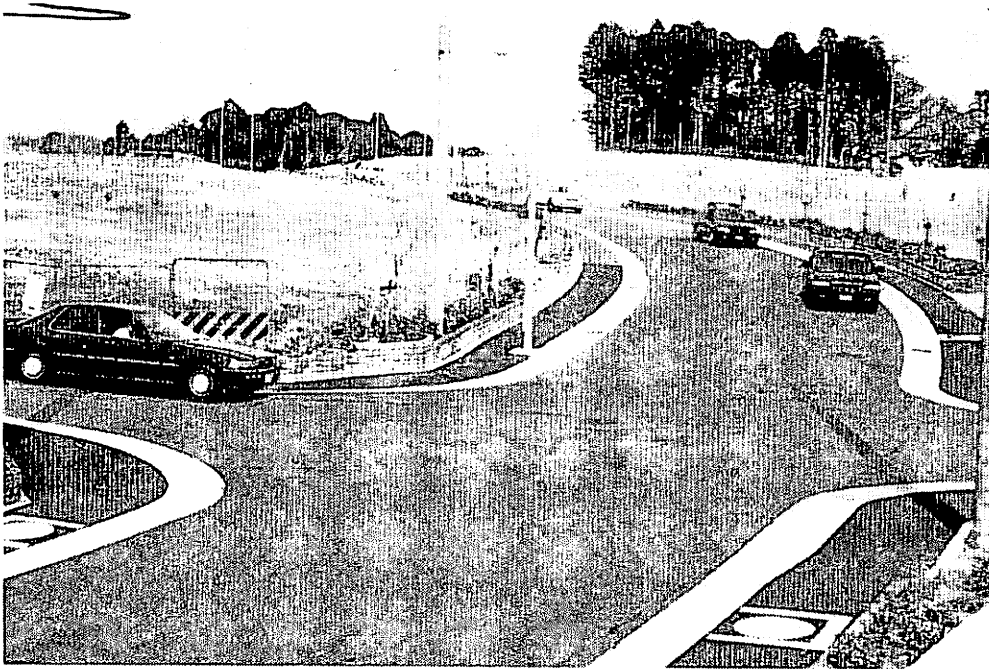


写真11 道路標示の呈示前・横切り車輛条件（第一十字路交差点）

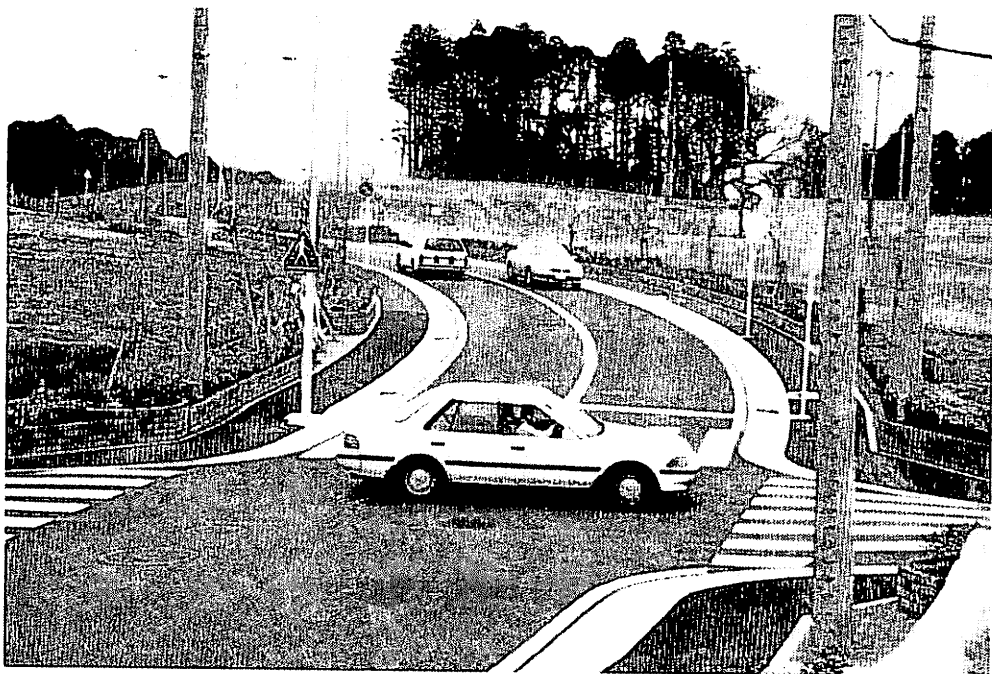


写真12 道路標示の呈示後・横切り車輛条件（第一十字路交差点）

B. 運転者の心身反応について

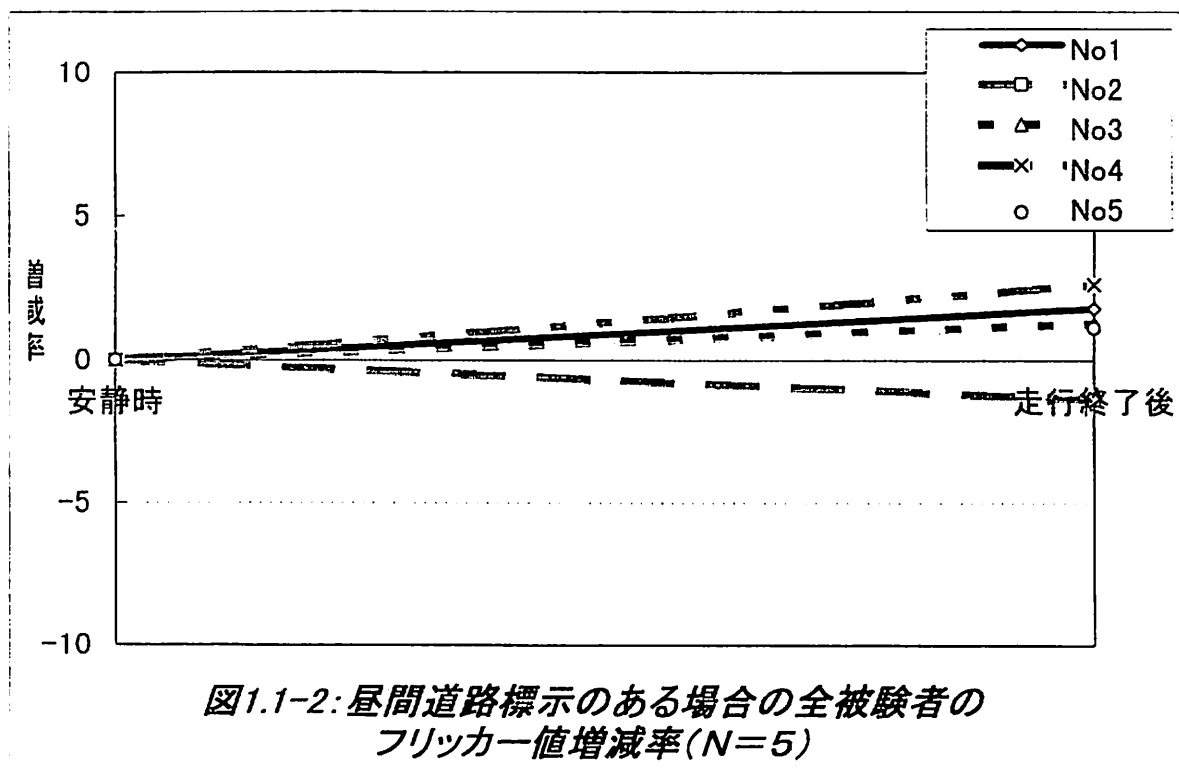
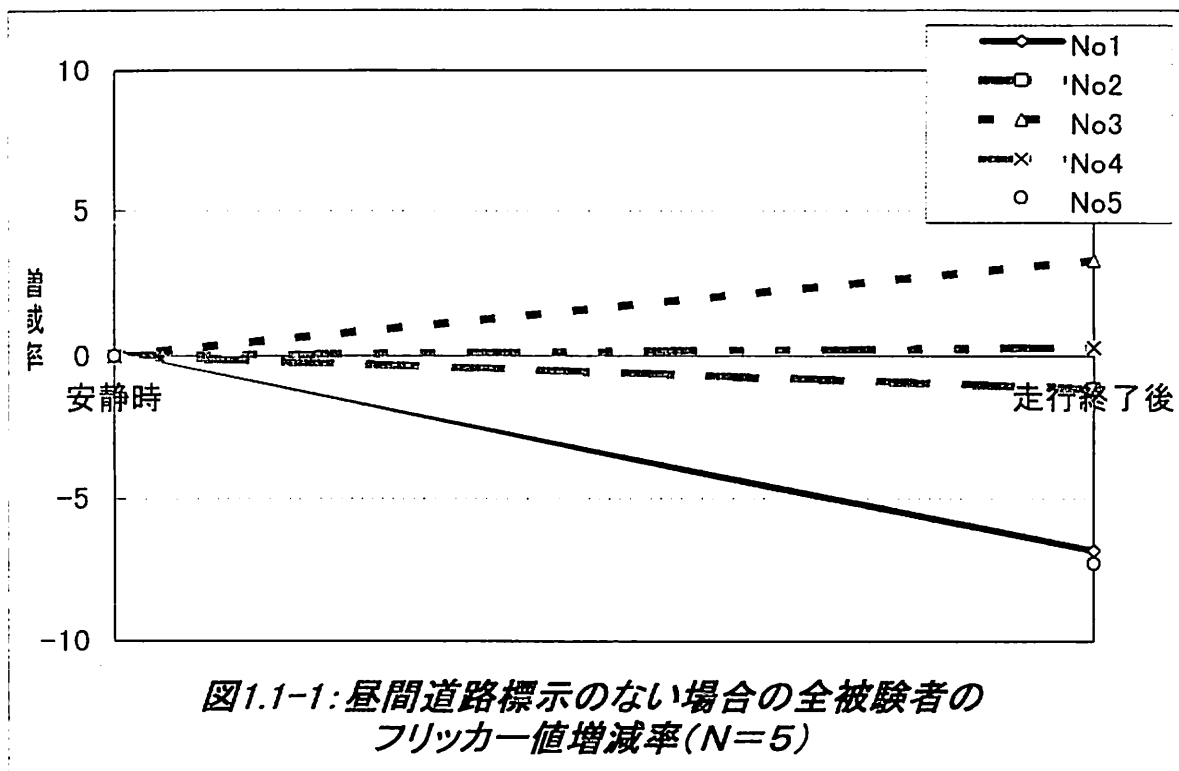
1. 疲労度：フリッカー値測定結果

フリッカーとは、光を断続させ、それが連続した光と見えるか断続した光と見えるかの境界における閾値をその断続回数でもって示したもので、これを測定する事により、運転者の実験中の脳機能の興奮性や疲労度について評価を行う。今回の実験では、走行前の閉眼安静後の値を基準値とし、走行後の測定結果と比較し、その増減率を解析評価をする。

一般にフリッカー値は、精神労働と肉体労働（エネルギー代謝率が1.0以下の小さい）の場合その日間低下率は、過去の研究により人間にとって好ましい限界が-5%、労働の可能限界が-10%と言われている。自動車運転はその9割を視覚情報に頼り、更に常時2～3秒先で発生するであろう事象を沢山の情報の中から安全運転に必要な情報を取捨選択をして予測制御をしながら運転を行っている。このことから自動車運転は強い心的緊張を伴う精神労働と軽い肉体労働の組合わさった労働であることが言える。

今回の実験における走行後のフリッカー値の変化率を見ると道路標示がない場合の昼間（図1.1-1）走行、道路標示がある場合の両実験条件のいずれの場合も被験者 No1, No5 が増加率-6.82%と-7.28%を示し、他の被験者と比較をして変化の絶対値が大きく低下している。他の個人差要因と共に、このような実験走行の被験者を体験したのが初めてであること、道路標示が無いという走行条件に伴う緊張など、心身負担を大きくさせ低下を示すことが原因になっているものと考えられる。しかし、他の被験者については走行に伴いこのような顕著な増減率傾向は認められない。

また、道路標示がない場合の昼夜間（図1.1-2）、道路標示がある場合の昼夜間（図1.1-3、図1.1-4）とも個人間でも比較しても平均値として比較をしても、その増減率が全て人間の好ましい限界内にあることから、今回の実験では走行における疲労の有意な影響が運転走行時の各被験者の運転行動や視覚機能を中心とした心身状態になかったといえよう。



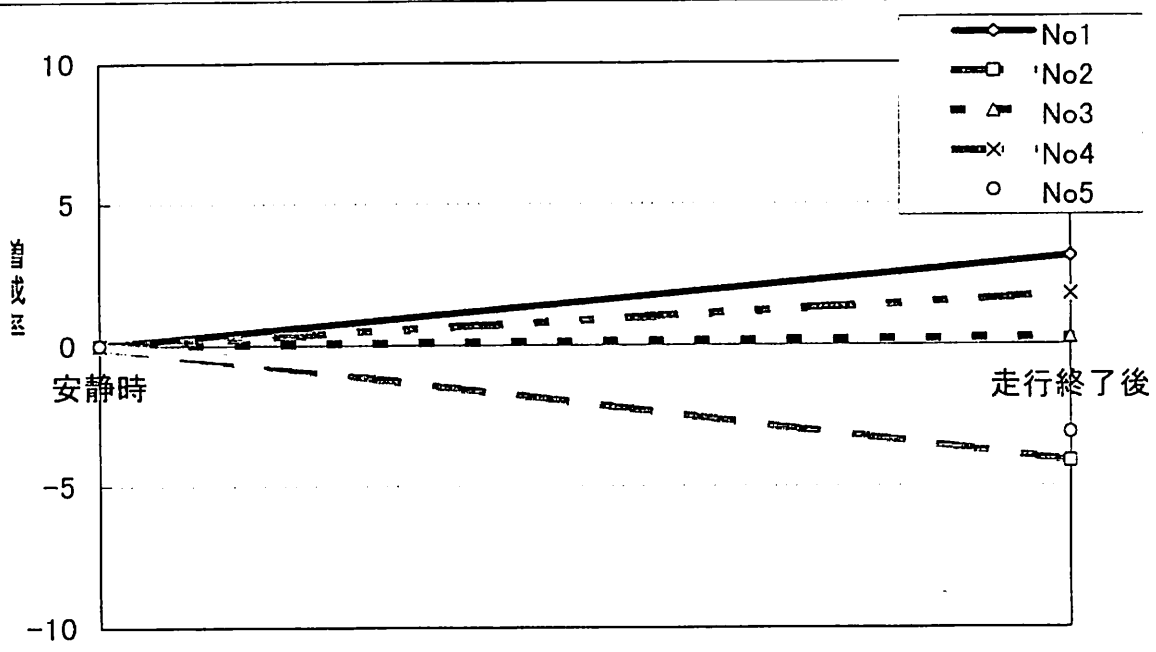


図1.1-3: 夜間道路標示のない場合の全被験者のフリッカー値増減率(N=5)

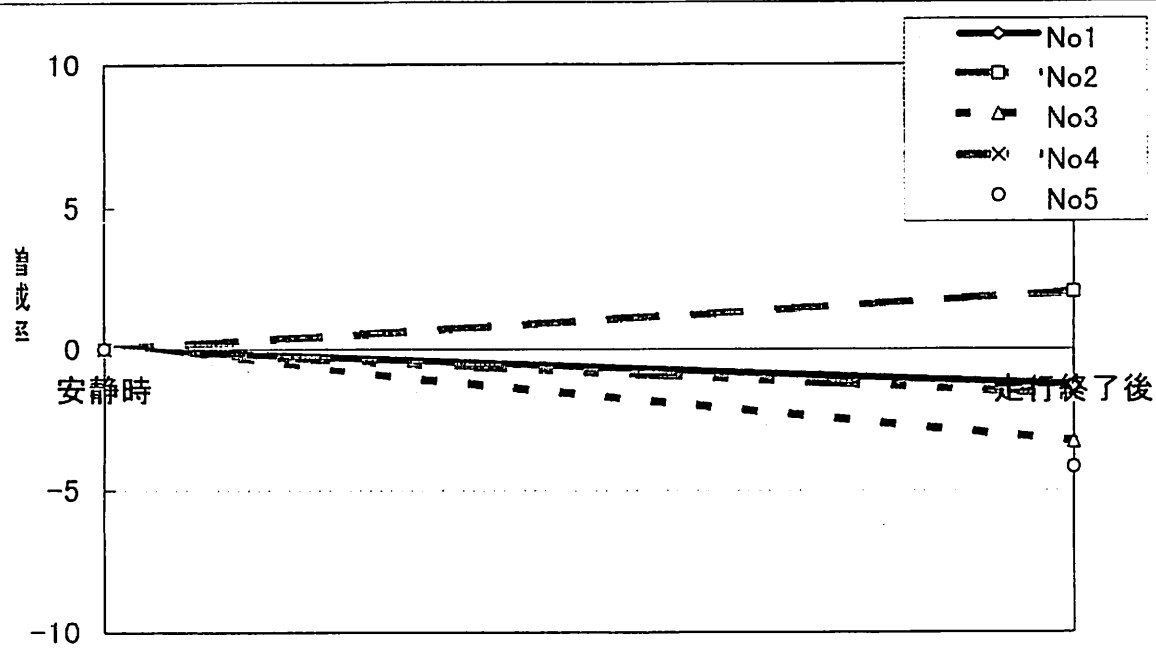


図1.1-4: 夜間道路標示のある場合の全被験者のフリッカー値増減率(N=5)

2. 眼球運動

眼球運動分析とは、注視点分析のことである。人が自動車運転作業を行う際には前述のように運転遂行に必要な外界から取込む情報の約9割を視覚情報に頼っている。今回の実験では、アイマーク・レコーダを用いて運転者の運転走行時における注視点、視線停留箇所及び視線停留時間を道路標示呈示の有無による違いについて比較した。

図2.1-1から図2.1-4は各実験条件下での道路標示の有無による視対象別の注視時間比率を表したものである。注視点分析では、周辺視により運転者が得る情報まで分析することはアイマーク・カメラの構造上できない。特に、自動車運転の場合には個人差によっても多少異なるが、運転者にとって死角となる部分の多い車体左部へ視線を向け易く、走行時に、中心よりやや左側に注意を向けながら運転をされると言われている。このことは、過去の研究より運転時における車の側方余裕が左1.0～1.5m以上と言われていることから明らかである。従って、解析の段階で数種類あった視対象を以下の9対象に集約した。尚、対向車は十字路交差点に於いて側方から来る車も対向車として同一項目の中で扱った。

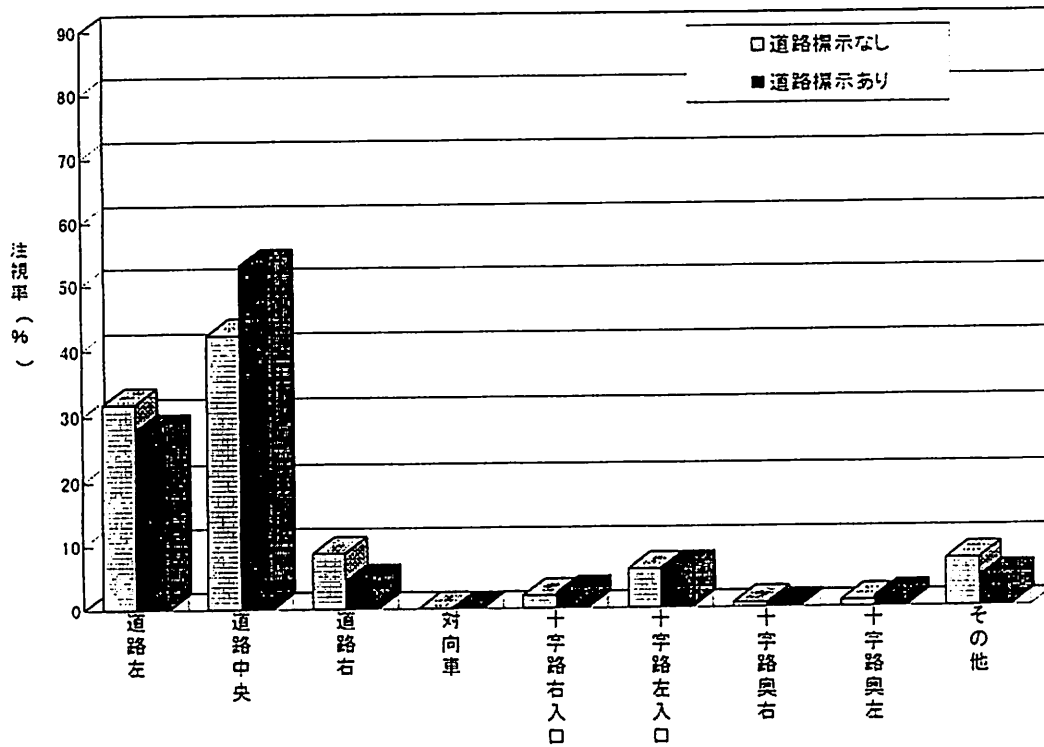


図 2.1-1 昼間・対向車無時の視対象別注視時間比率 (N = 4)

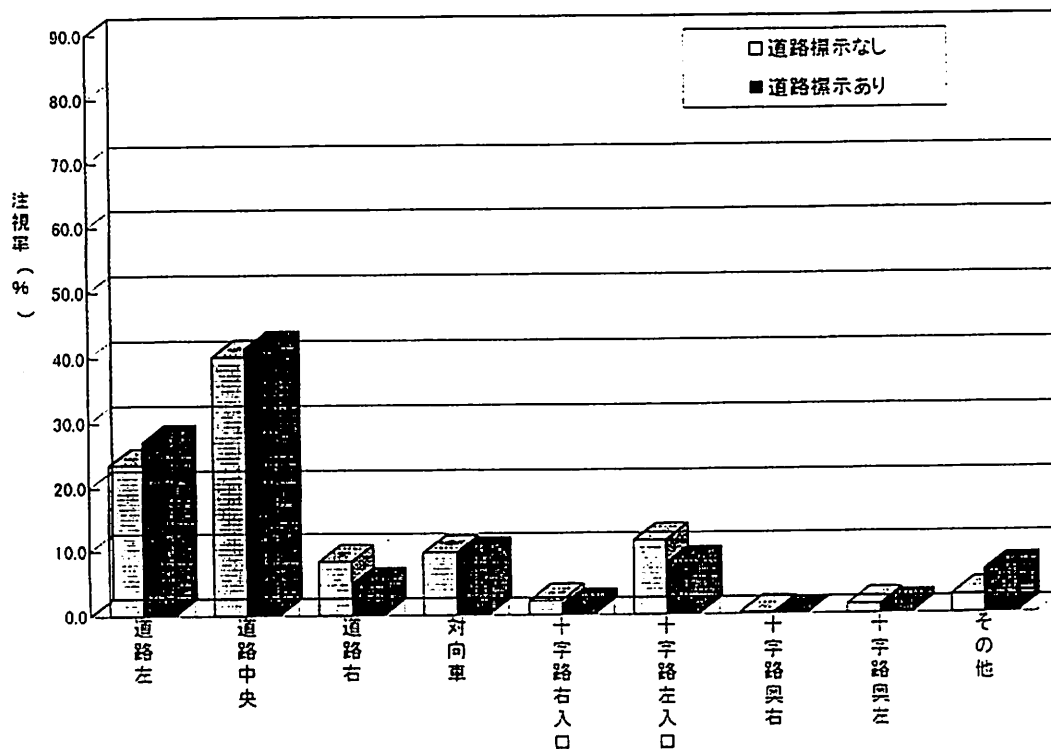


図 2.1-2 昼間・対向車有の時の視対象別注視時間比率 (N = 4)

図 2.1-1 と図 2.1-2 は昼間走行で対向車の有無別に表したものである。これより運転者の運転時における対向車の存在が道路中央及び道路左側への注視率を減少させていること、交差点十字路での安全確認の為、注視率が交差点左方で増加していることが明らかである。対向車が来ない場合(図 2.1-1)の道路標示がない条件がある条件よりも、道路左側(路肩左)への注視時間比率が高くなっている。また道路右(路肩右)への注視時間比率も同様道路標示がある場合よりも高くなっている。このことから対向車が来ない場合において、道路標示の呈示がない場合には運転者の視線は、道路標示の呈示がある場合に比較して道路中央つまり前方方向よりも道路左側及び道路右側へ移動し、より多く視線が向けられることが明らかとなった。更に対向車が来る条件(図 2.1-2)においても、道路左側に対しては前述の条件とは異なり減少を示すが、代わりに道路右側と十字路交差点左右の交差道路入口で道路標示がない場合の方がより視線が多く集中している。以上の結果より、被験者は道路標示がない場合には左右方向への視線移動により安全運転に必要な視野内の情報収集と共に道路両端に対する自車の至適距離を把握しながら運転を行っているものと考えられる。特に、対向車がある場合には、危険箇所(交差点など)への視線移動は道路標示がある場合より多いものと考えられる。

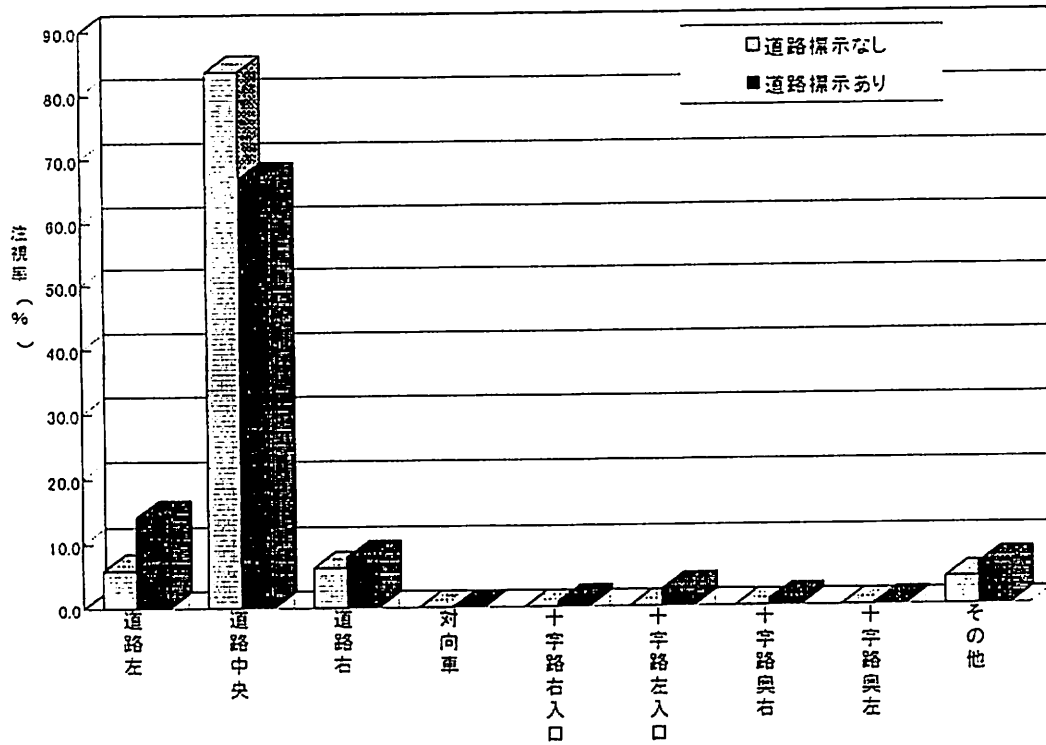


図 2.1-3 夜間対向車無時の対象別注視時間比率 (N = 2)

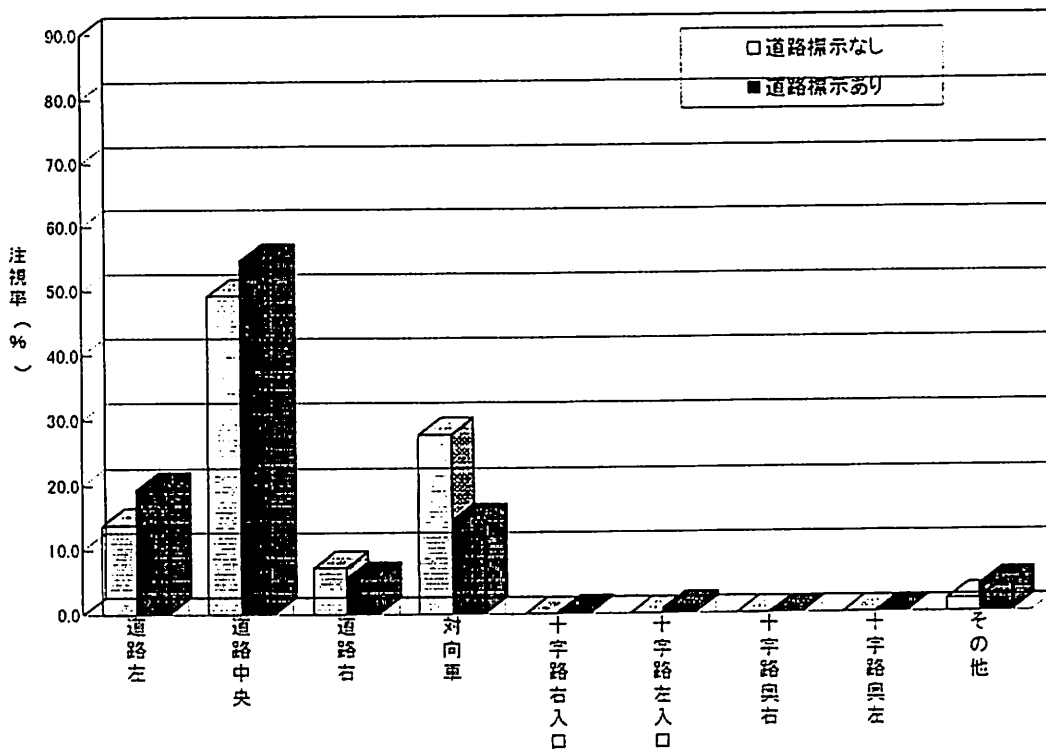


図 2.1-4 夜間対向車有時の対象別注視時間比率 (N = 4)

次に図 2.1-3 と図 2.1-4 は夜間の対向車の有無別に表したものである。結果から注目すべき点は、対向車がない場合（図 2.1-3）に道路中央の注視率が高いことである。特に道路標示がない場合に昼間走行（図 2.1-1）と異なりほぼ全ての被験者が道路中央即ち前方方向のみ注視し、道路標示がある走行条件で道路左右方向への視線移動を多く行っている。対向車が来る場合（図 2.1-4）には、道路標示がない場で道路中央への注視率は対向車がない条件での 58.8%まで減少し、道路左右方向へは各々 23.5.6%、11.4.2%と増加を示す。対向車への注視率について考察すると、昼間走行（図 2.1-3）で、道路標示がある場合の注視率は 9.4%、道路標示がない場合の注視率は 9.8%であったのに対し、夜間走行（図 2.1-4）では、道路標示がある場合の注視率が 14.5%、道路標示がない場合の注視率は 27.8%となり、夜間における道路標示の呈示がない場合の走行時には対向車に対する注視率が極めて高くなっていることは注目に値する。以上の諸結果より、運転者は夜間、道路標示のない場合に自動車を運転する場合には、対向車がなければほとんど道路中央しか見ず、対向車がある場合には昼間走行と同様に前方へは勿論左右への視線移動により道路の幅員と自車との距離を把握しながら道路における自車の至適位置決めをし運転しているものと考えられる。特に、対向車への注意は道路標示が提示してある場合と比べて、ない場合の方がより高いものと考えられる。

3. 走行軌跡

今回の実験条件下での車輛の走行軌跡は、イスラエル製衝突防止装置の CONTROLASER 100 を用い車体と縁石との距離を測定した。尚測定値については該当の計器の設置位置が測定方向の制約条件の為、図 3.1 に示す方向への縁石までの距離となった。

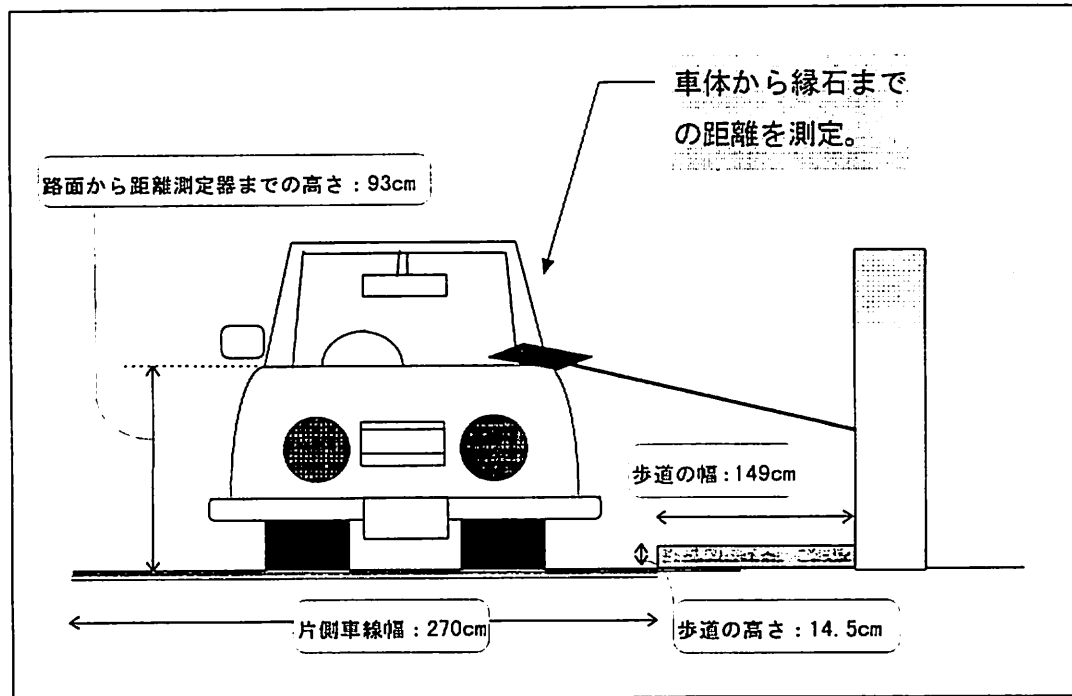


図 3.1 車体から縁石までの距離の測定概略

測定点は、前述の往路 1 2 地点・復路 1 2 地点の計 2 4 ヶ所（図 A 参照）とし、これを道路標示のある場合と道路標示のない場合につき昼対向車がない場合、昼対向車がある場合、夜対向車がない場合、夜対向車がある場合の 4 条件別に比較検討した。以下に示す図（図 3.2-1、図 3.2-2、図 3.2-3、図 3.2-4）は全て縁石までの平均距離とその標準偏差を棒グラフと折線グラフで示している。

棒グラフでは各被験者の縁石から車体までの距離の平均値で示してあり、数値が大きいほど縁石から車体までの距離が遠くなっていることを示す。以下の全図中の縦軸上に平均値が表示してあるが、これは前述の如く縁石から実験車体までの対角線の距離を示しており、水平距離ではなく間隔尺度が若干変わるものの、値が増加傾向を示せばそれだけ道路端より車体が離れていることを示す。従って、計器上に現れた数値をそのまま使用し比較検討している（指標として、距離計 2～3 m は左側のタイヤが左側路肩の白線上あたり、6～7 m は右側のタイヤが中央線付近、10～12 m は車体が中央線上にあることを示す。誤差があるのは、縁石と車体常に一定に平行走行していないためである）。

折線グラフで示した前述の測定器と縁石までの距離のバラツキの標準偏差は、各測定地点別にみた被験者の実験走行時の測定値のばらつきを示し、数値が大きいほど測定値にばらつきがあり、従って自動車の運転位置が変化をしていることを示し、逆に数値が小さければ小さい程実験走行路上での実験車の走行位置のばらつきは小さく自動車走行位置が変化をしていないものと考えられる。

①昼間・対向車がない場合の走行位置とその変化

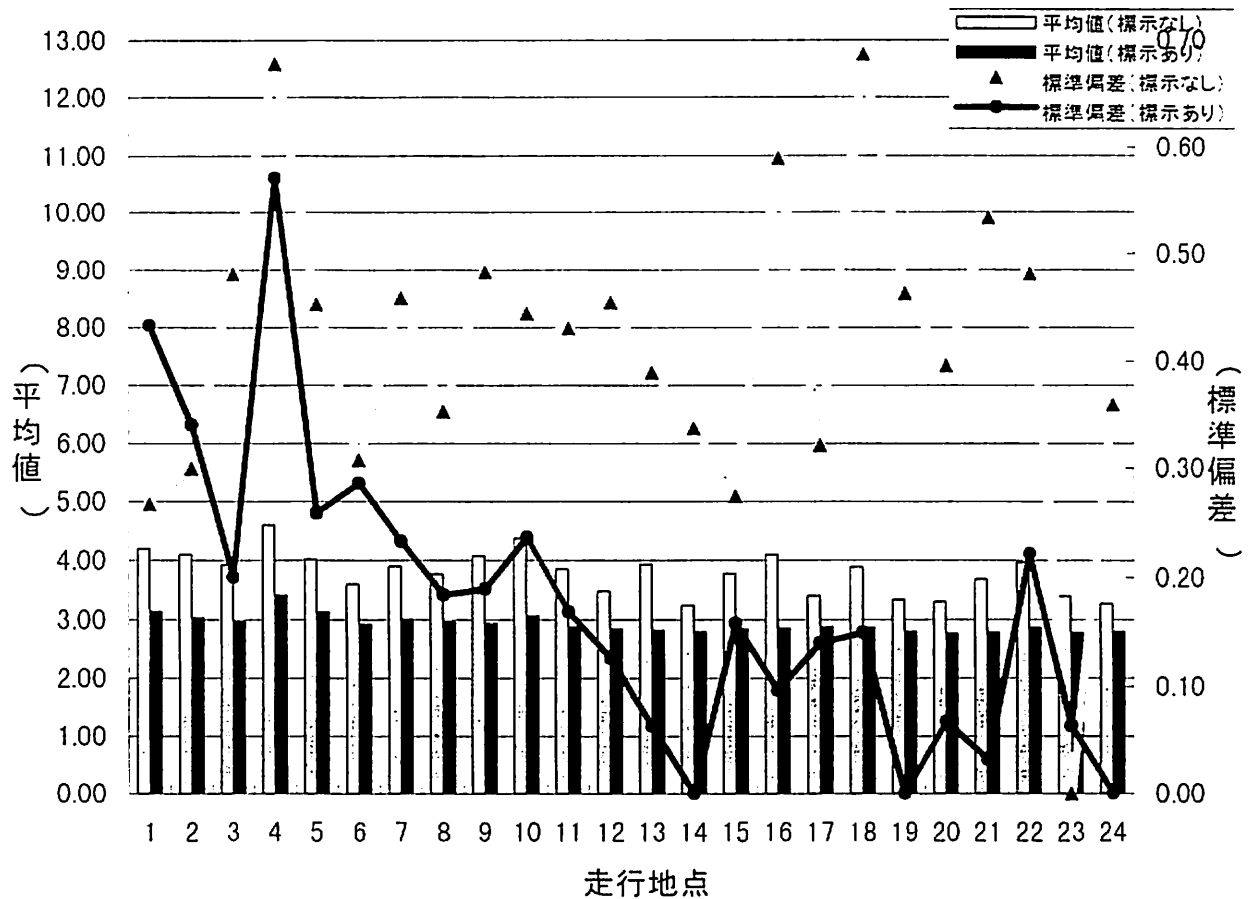


図 3.2-1 走行地点別に見た昼間・対向車なしの条件における走行位置とその変化

図 3.2-1 の平均値より道路標示がある場合が、ない場合に比較して車体から縁石までの距離が短くなっている。更に道路標示がある場合には各地点別の距離の差が小さく、道路上の縁石に近い所の定位置を走行しているのに対し道路標示がない場合には、往復とも道路中央寄りとなり各地点で大きくバラツいている。更にこれを詳細に分析をすれば交差点付近でいずれも縁石からの距離が特に大きくなっていることを示し、被験者が側方から出現する横断車に対して、中央寄りを走行し安全度を大きくとる傾向を示している。変化が大きい統計的な検定に置いても、道路標示がない場合と道路標示がある場合の縁石から車体までの平均距離の差の検定で、危険率 1% ($t=16.4121$) で有意差が認められる。

また、標準偏差を示す折線グラフを考察すると道路標識のない場合の方が道路標示がある場合に比べて、実験道路上の走行地点で距離のばらつきが大きく、各被験者の自動車運転時の道路上での走行位置に個人差が大きく出現することを示している。道路標示がある走行環境の場合にはない場合ほど大きくなく、各被験者の走行位置がほぼ一定の所に収斂していることを示す。しかし、いずれの場合も前述同様交差点付近では個人差が大きくなっていることを示している。

従って、以上より対向車の無い昼間の自動車走行においては、道路標示が運転者に視覚情報として与えることにより道路幅に対する自車の至適安全走行位置を決めることが可能となり、その判断基準は個人差によって大きくなり、各被験者の道路上での走行位置が全員ほぼ同じになり、安全運転が行えるようになるものと考えられる。

②昼間・対向車がある場合の走行位置とその変化

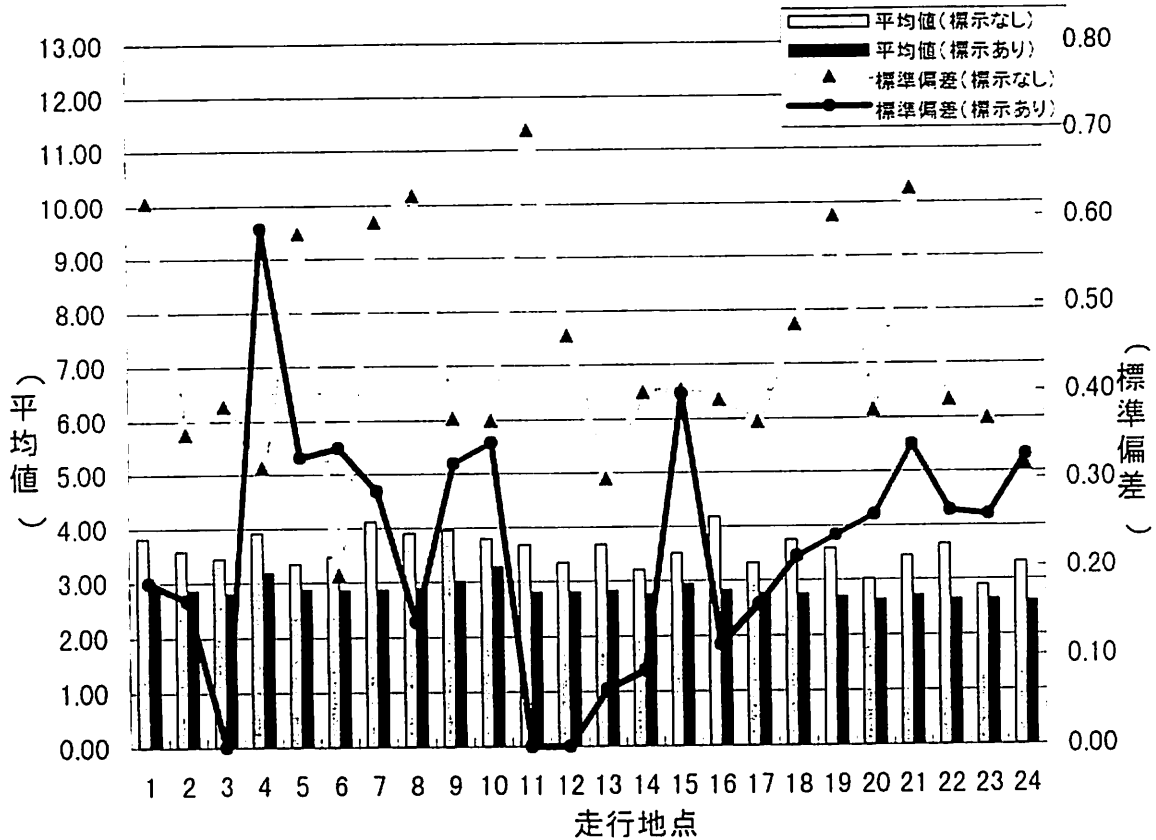


図 3.2-2 走行地点別に見た昼間・対向車ありの条件における走行位置とその変化

図 3.2-2 は昼間・対向車がある場合の実験走行であるが、前述の条件と同様に縁石までの距離については道路標示がある場合が、道路標示がない場合に比べて車体から縁石までの距離が短く道路の端に寄った位置で走行していることが分かり、道路標示がない場合にはこの距離の変動が大きいのに対して、道路標示がある場合の走行ではほとんど認められないことが明らかである。統計的な検定に置いても、道路標示がない場合とある場合の縁石から車体までの平均距離の差の検定で、危険率 1% ($t=13.74403$) で有意差が認められる。

また、標準偏差を示す折線グラフについて考慮すると、道路標識のない場合がある場合に比較して、各走行区間で値のバラツキが大きく、各被験者の自動車運転時の道路上での走行位置に個人差が大きく出現していることが明らかになった。これに対して道路標示がある場合には前条件ほど小さく、各被験者の該当道路上における走行位置には前の場合と同様にそれほど違いがないと考えられる。即ち道路上での走行位置の一定化をするために道路標識が大きく寄与していることが明らかである。各走行地点についてみると前条件同様、交差点付近での走行について大きくなる傾向を示す。

昼間対向車がない場合の走行点比較をしてみると、走行地点 4、6、9、10、15 で他の走行地点と比較して被験者間の走行位置に大きく差が認められ、この地点ではいずれもカーブ区間であることから道路標示がない場合同様、或いはそれ以上に道路がカーブをしている場合に道路標示の有無が被験者の道路上での走行位置の特定化の為の判断に大きく寄与していることが明らかになった。

④夜間・対向車がある場合の走行位置とその変化

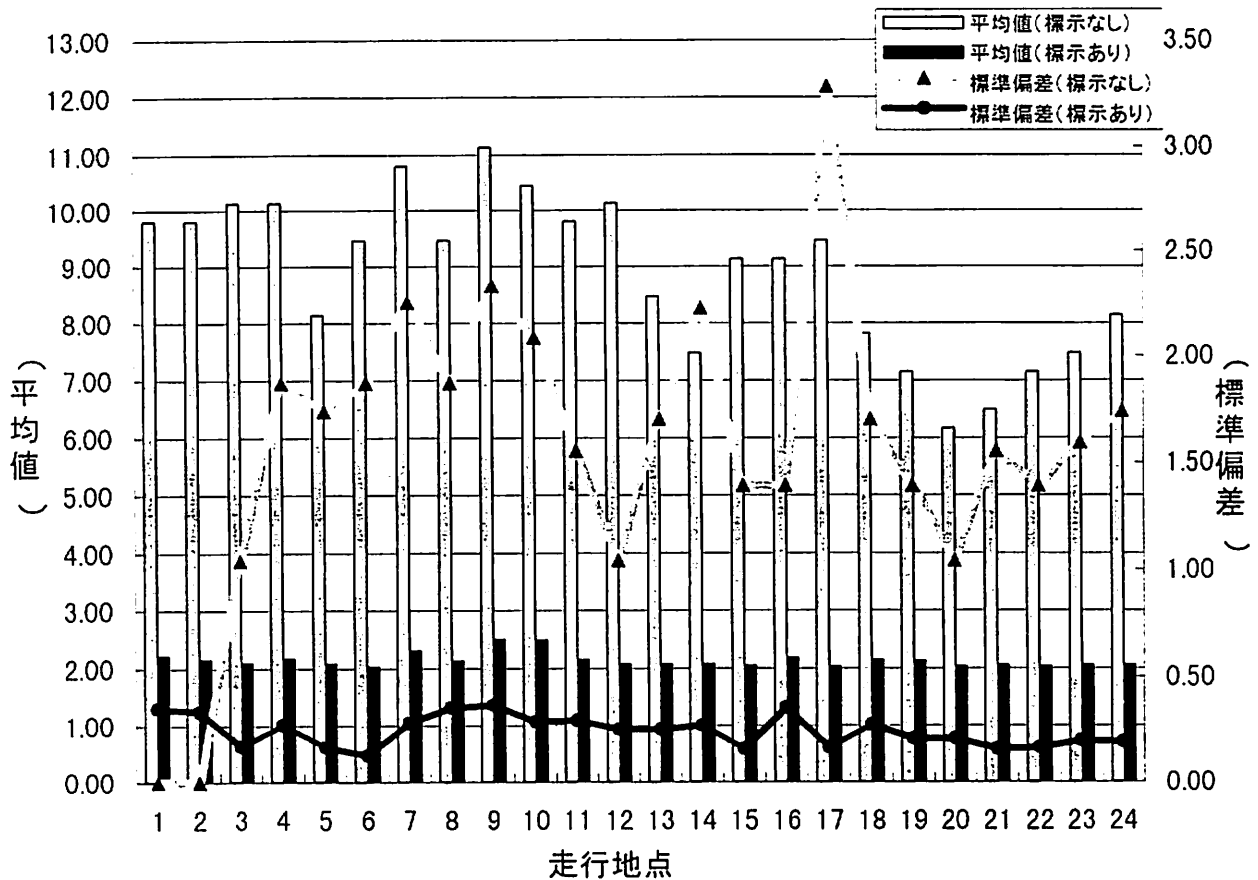


図 3.2-4 走行地点別に見た昼間・対向車ありの条件における走行位置とその変化

図 3.2-4 の平均値より道路標示がある場合が、がない場合に比較して車体から縁石までの距離が全体的に短いことが明らかである。更に、道路標示がない場合この距離の走行地点による変化が大きいものに対して、道路標示がある場合にはこの差はほとんど認められない。統計的検定に置いても、道路標示がない場合と道路標示がある場合の縁石から車体までの平均距離の差の検定で、危険率 1% ($t=25.070415$) で有意差が認められた。

また、標準偏差を示す折線グラフについて考察すると、道路標識のない場合がある場合に比較して、各走行地点の値のバラツキが大きく、自動車運転時における走行位置に個人差が大きく出現することを示す。道路標示が明確に示される場合には前条件に対して小さくなり、各被験者の自動車走行位置の違いが小さくなるといえよう。

また、道路標示がない場合には車体の左側方に距離を大きく取り運転をする傾向を示し、全被験者とも道路の中央よりを走行する傾向を示すことが分かる。しかし、走行地点 4、5、6 と 19、20、21 の長いカーブ区間においては、全体的に考察すると縁石寄りの位置をとって走行をしている。これに対して、道路標示がある場合には、直線区間でもカーブ区間も走行位置に関して差は認められない。

以上の結果から見て、夜間・対向車ある場合の走行においても道路標示を運転者に明示することによる道路上での走行位置の安定、向上に対する影響は大きく、特にカーブ地点での路上標示の効果はかなり大きいものといえよう。

③夜間・対向車がない場合の走行位置の変化

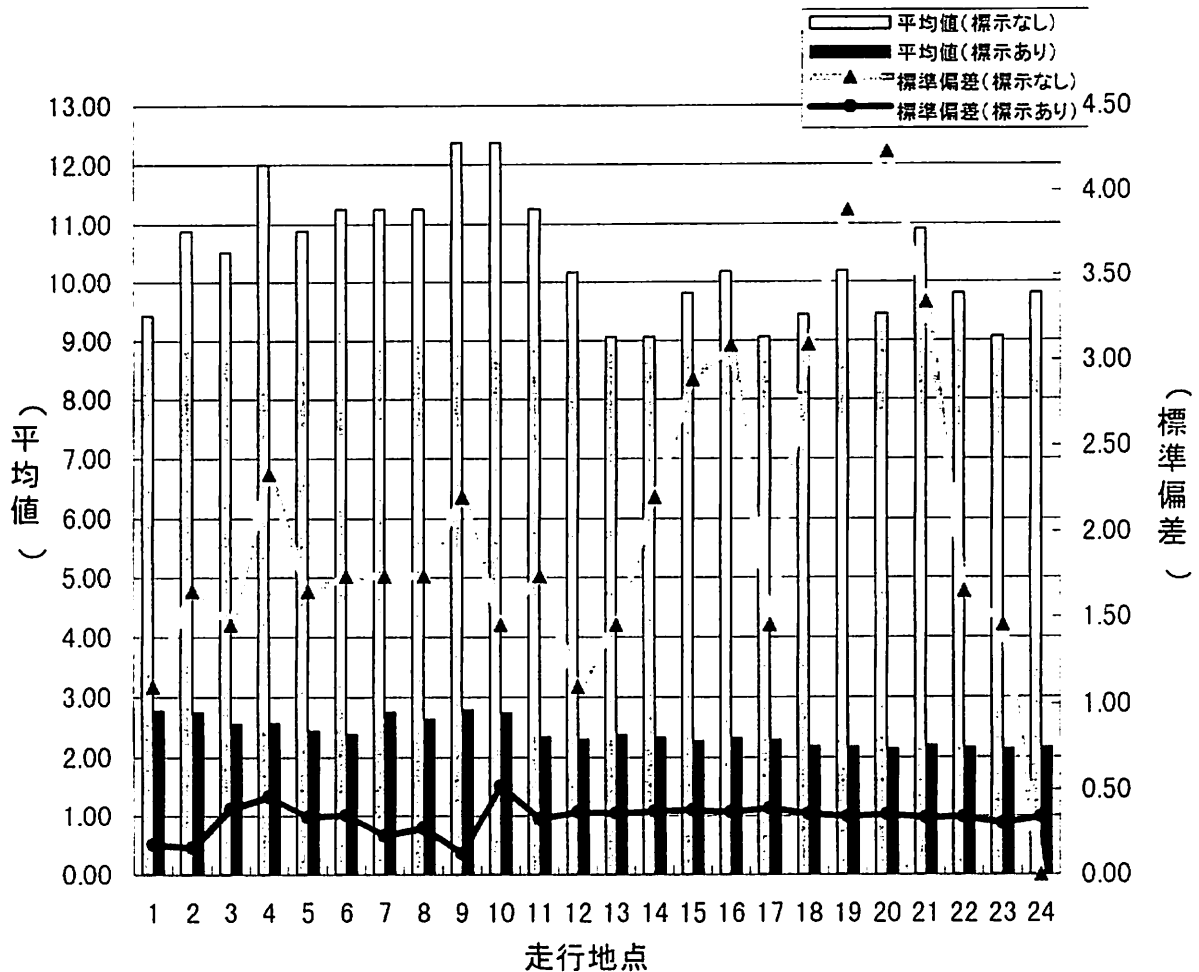


図 3.2-3 走行地点別に見た昼間・対向車ありの条件における走行位置とその変化

図 3.2-3 の平均値より道路標示がある場合が、がない場合に比較して車体から縁石までの距離が短くなっている。更に、道路標示がない場合にはこの距離の変化が前述の昼間の条件に対して更に 2 倍近く大きくなるのに対して、道路標示が路上に明示される場合にはこの傾向がほとんど認められず、昼間とはほぼ同じ走行をしていることが分かる。統計的検定に置いても、道路標示がない場合と道路標示がある場合の縁石から車体までの平均距離の差の検定で、危険率 1% ($t=42.54988$) で有意差が認められる。

また、標準偏差を示す折線グラフについて考察すると道路標識がない場合がある場合に比較して、各走行地点の値のバラツキが大きくなっており、各被験者の自動車運転時の走行道路上での位置に個人差が大きく出現していることを示す。道路標示がある場合にはこのバラツキは小さく、各被験者の走行位置が収斂化する傾向を示している。

更に注目すべき点は、道路標示がない走行では車体の左側方に大きく安全の為の距離を取り走行をしており、全被験者とも道路の中央よりを走行する傾向を示していること、又、車体から縁石までの距離のバラツキが、昼間の道路標示なしの場合と比較しても大きい点であり、道路標示が運転者の安定走行と課す役割は大きい。

以上より昼夜間に関係なく道路標示がある場合の方が道路標示がない場合に比較して、自動車走行時においては車体から縁石までの距離を至適にとり、また各被験者間の走行位置が道路環境位置の諸条件が異なっても安定化することが明らかになった。

各条件別も縁石から車体までの距離の平均値及びその標準偏差はの表 3. 1-1 の如くなった。これより、車の走行位置のバラツキが認められた走行条件は大きい順に、（夜間の道路標示なしで対向車がある場合）＞（夜間の道路標示なしで対向車がない場合）＞（昼間の道路標示なしで対向車がない場合）＞（昼間の道路標示なしで対向車がある場合）＞（夜間の道路標示ありで対向車がない場合）＞（昼間の道路標示ありで対向車がある場合）＞（昼間の道路標示ありで対向車ない場合）＞（夜間の道路標示ありで対向車ある場合）である。この結果が示すものは、一般的に言って、道路標示がある場合には、運転者はこの視覚情報によって道路上での最適位置を動的状態で決めて走行するため走行位置のみだれが少なく安定走行を可能にすることを意味し、夜間の場合、特に車外の走行環境より入ってくる情報量が昼間に比べ極端に少なくなるため、位置決めの場合道路標示により強く依存傾向を示すことが明らかとなった。また走行位置については大きい順序に、（夜間の道路標示なしで対向車がない場合）＞（夜間の道路標示なしで対向車がある場合）＞（昼間の道路標示なしで対向車がない場合）＞（昼間の道路標示なしで対向車がある場合）＞（昼間の道路標示ありで対向車がない場合）＞（昼間の道路標示ありで対向車がある場合）＞（夜間の道路標示ありで対向車ないが場合）＞（夜間の道路標示ありで対向車がある場合）となった。

以上の結果より特徴的な点は、対向車がない場合が対向車がある場合よりも昼夜間走行に無関係に縁石から車体までの距離が長くなる傾向を示す、換言すると道路の中央寄りを走行する傾向を示す点である。

表 3. 1-1 条件別による走行位置の平均値及びその標準偏差

	平均	標準偏差
昼間 標示なし 対向車なし	3.804	0.365
昼間 標示なし 対向車あり	3.584	0.324
昼間 標示あり 対向車なし	2.924	0.151
昼間 標示あり 対向車あり	2.829	0.164
夜間 標示なし 対向車なし	10.400	1.046
夜間 標示なし 対向車あり	8.933	1.395
夜間 標示あり 対向車なし	2.408	0.231
夜間 標示あり 対向車あり	2.146	0.131

また、標準偏差（表 3. 3-1）についても夜間の道路標示あり対向車あり走行の場合が最もバラツキが小さく、夜間の道路標示なし対向車なしの場合が、バラツキが最も大きい。この標準偏差（データのバラツキ）は、走行時の走行位置についての個人差を示し、この値が大きければ大きいほど走行時における個人の位置決めの判断基準が異なってくるといえる。つまりこの値が小さいほど、各被験者の位置決めに関する判断基準が同じとなることを示している。得られたデータより、運転者道路標示が明示されている方が呈示されていない場合よりも昼夜間走行及び対向車の有無走行に無関係に標準偏差は低くなっていることから、前述のように道路標示呈示が運転者に有効に働くことが明らかとなり、以上に述べた結果は前年のアンケートともよく一致するものである。

*は信頼度95%、**は信頼度99%

昼間		平均値			
		t値	検定	母平均の差	
昼間 標示なし 対向車なし	昼間 標示なし 対向車あり	2.8485	*	-0.2204	
昼間 標示なし 対向車なし	昼間 標示あり 対向車なし	11.3723	**	-0.33	
昼間 標示なし 対向車なし	昼間 標示あり 対向車あり	12.6053	**	-0.9754	
昼間 標示なし 対向車あり	昼間 標示あり 対向車なし	8.5238	**	-0.6596	
昼間 標示なし 対向車あり	昼間 標示あり 対向車あり	9.7569	**	-0.755	
昼間 標示あり 対向車なし	昼間 標示あり 対向車あり	1.2331		-0.0954	

表 3.2-1 条件別昼間走行軌跡の多重比較

夜間		平均値			
		t値	検定	母平均の差	
夜間 標示なし 対向車なし	夜間 標示なし 対向車あり	5.922	**	-1.5079	
夜間 標示なし 対向車なし	夜間 標示あり 対向車なし	31.3934	**	-7.9933	
夜間 標示なし 対向車なし	夜間 標示あり 対向車あり	32.4194	**	-8.255	
夜間 標示なし 対向車あり	夜間 標示あり 対向車なし	25.4714	**	-6.4856	
夜間 標示なし 対向車あり	夜間 標示あり 対向車あり	26.4974	**	-6.7471	
夜間 標示あり 対向車なし	夜間 標示あり 対向車あり	1.026		-0.2613	

表 3.2-2 条件別夜間走行軌跡の多重比較

次に統計的な検定結果を（表 3.2-1、表 3.2-2）に示した。

ここで用いた統計的手法は、多重比較のボンフェローニの手法を使った。この多重比較を簡単に説明すると、全ての要因の組み合わせの中から差の組み合わせを探し出す処理であり、その中のボンフェローニの方法は、サンプル数が異なる場合に t 値を使い解析をする統計的手法である。

表 3.2-1、表 3.2-2 を見ると、t 値の順位は昼夜間ともに同じ順位になっており、その組み合わせは（道路標示なしで対向車なし・道路標示ありで対向車あり） > （道路標示なしで対向車なし・道路標示ありで対向車なし） > （道路標示なしで対向車あり・道路標示ありで対向車あり） > （道路標示なしで対向車あり・道路標示ありで対向車なし） > （道路標示なしで対向車なし・道路標示なしで対向車あり） > （道路標示ありで対向車なし・道路標示ありで対向車あり）となる。

ここで注目すべき点は、上述したように t 値の順位が昼夜間に関係なく同じであること、道路標示なしで対向車がない場合と道路標示ありで対向車がある場合が、最も縁石から実験車までの距離の分布に有意差が認められ、逆に道路標示ありで対向車がない場合と道路標示ありで対向車がある場合が唯一縁石から実験車までの距離の分布に有意差が認められないことである。

以上より、道路標示の呈示が被験者の運転時における縁石から車体までの距離つまり側方距離に与える影響は昼夜間に関係なく大きく、道路標示が呈示してある場合の方が、この縁石から車体の距離のバラツキを少なくして安定走行ができ、特に夜間走行においては、その効果は大きいことを示す。従って、道路標示の呈示の自動車運転者に与えるポジティブな有効性が側方距離の測定結果からも統計的に認められることが明らかになった。

4. 瞬時心拍数（R－R間隔）

心拍数とは、単位時間当りに心臓が鼓動を打つ速さをいう。瞬時心拍数とは心拍の1拍動数毎の間隔を1分間当りの拍動数に換算したものであり、特に、この心拍は、呼吸時に増加し吸引時に減少する。通常、精神活動時には呼吸が抑制されるため情報呈示の際のスピード、機械操作時の判断等とともに精神的緊張、精神的集中などの程度を評価するのにその指標として使われる。

図4.1-1～図4.1-4は道路標示の呈示のある場合と呈示のない場合を昼夜別、対向車の有無別に、それぞれ全被験者の瞬時心拍を次に示す計算式に基づき計算した増減率の値をヒストグラム化したものである。この場合の級は各2%とし、縦軸は全データ数に対する階級の頻度数の割合を表す。

$$\text{増減率} = \frac{\text{被験者の安静時の平均瞬時心拍} - \text{各瞬時心拍}}{\text{被験者の安静時の平均瞬時心拍}} \times 100$$

今回の走行実験では、前述の方法による評価をし、運転者（被験者：N=4）の実験道路走行時における身体負担度や精神緊張の強弱の経時的変化を評価するとともに、道路標示の呈示の有無による精神緊張度の差の有無について評価を試みた。

（図4.1-1～図4.1-4）の折線グラフは道路標識の呈示のある場合で棒グラフは道路標示の呈示がない場合を示す。

①昼間・対向車がない場合

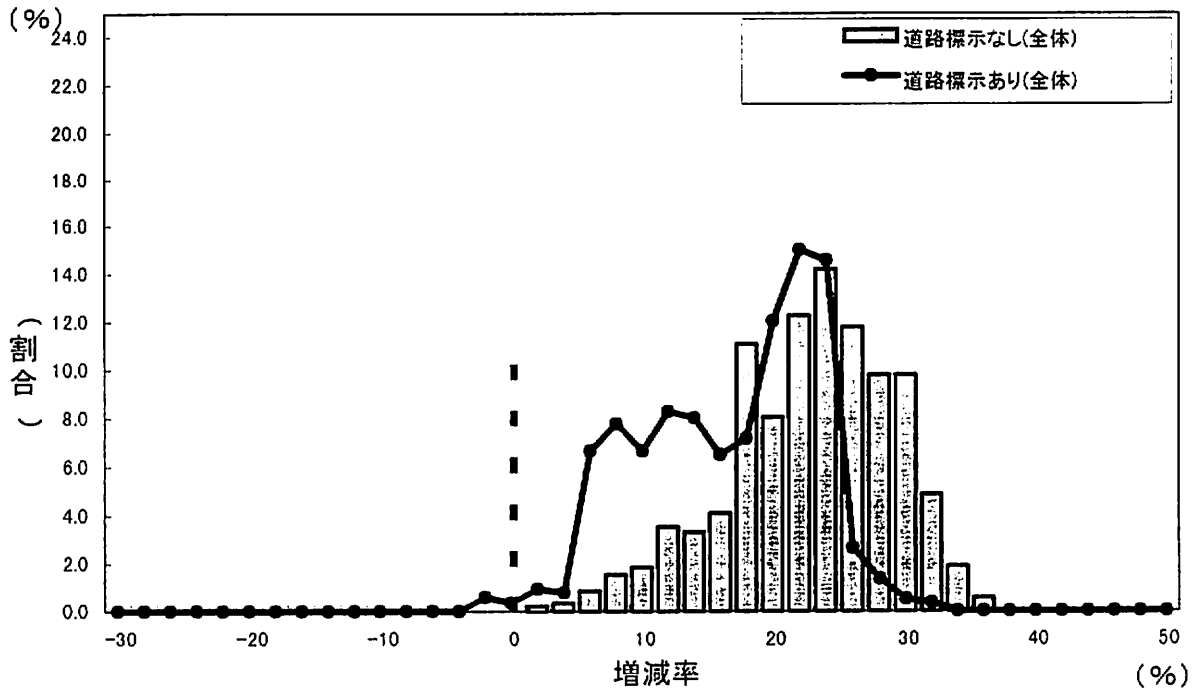


図 4.1-1 昼間・対向車無時の瞬時心拍増減率

②昼間対向車がない場合

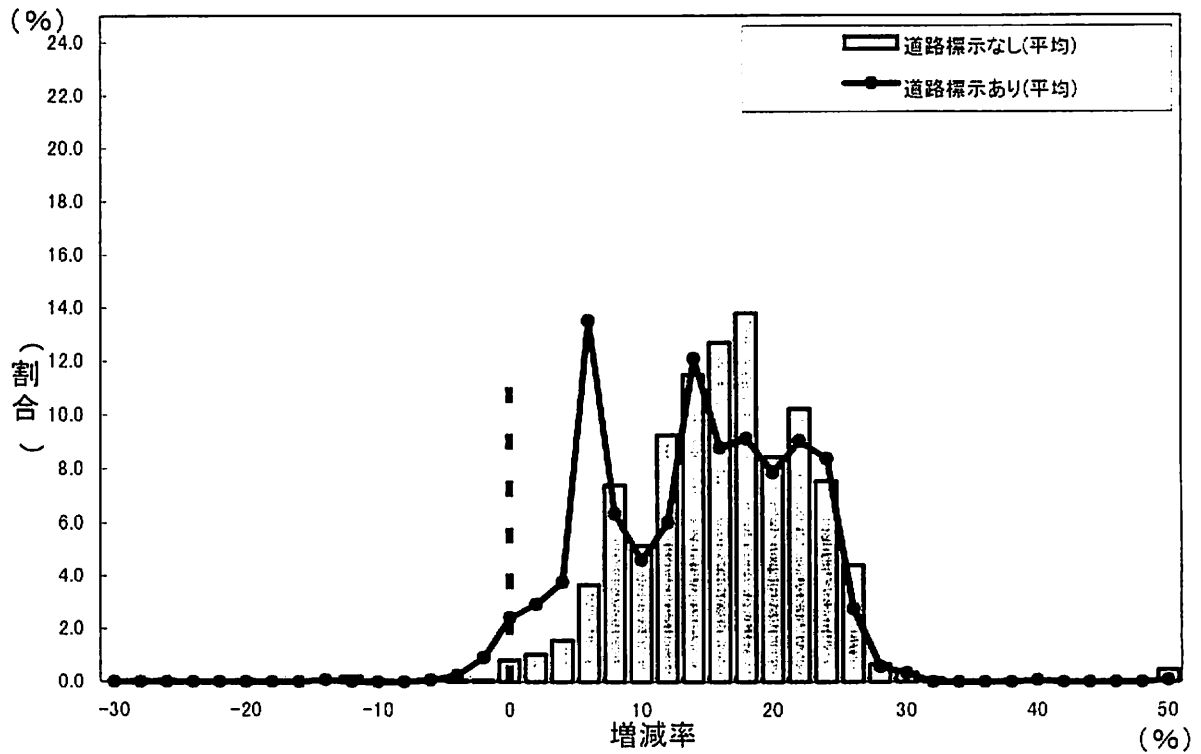


図 4.4-2 昼間・対向車有時の瞬時心拍増減率

③夜対向車ない場合

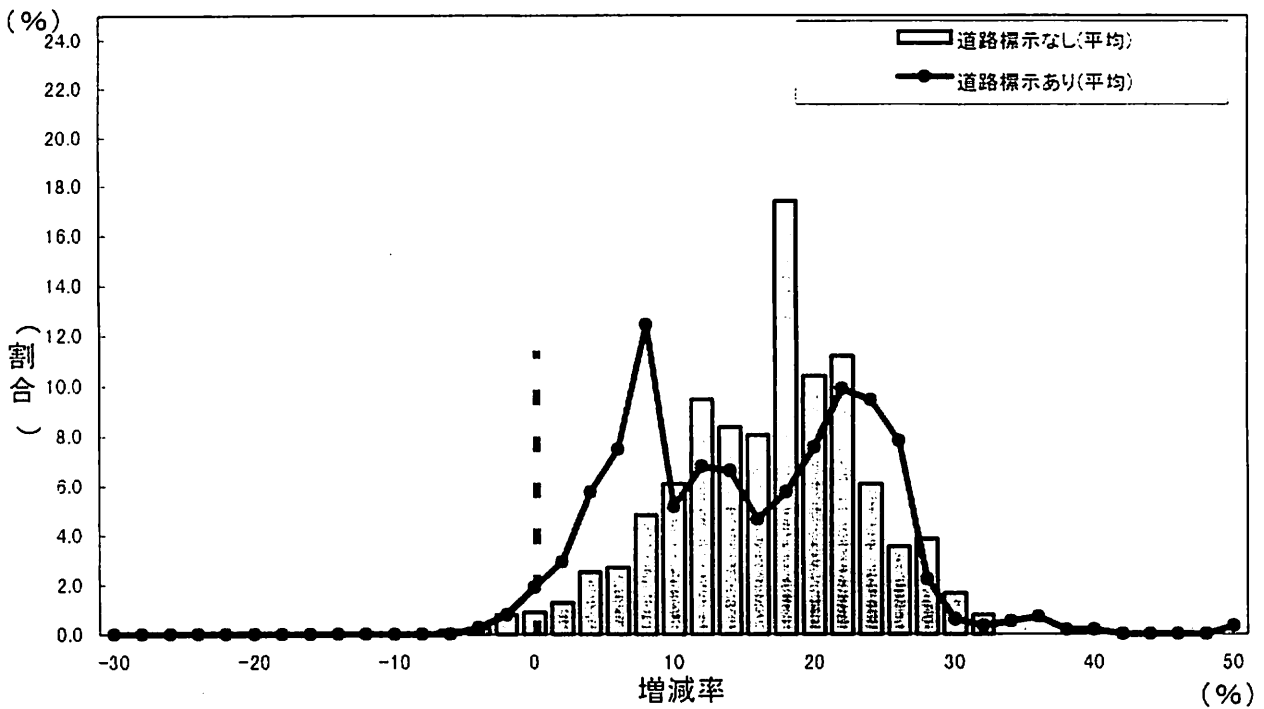


図 4.4-3 夜間・対向車無時の瞬時心拍増減率

④夜対向車ありの場合

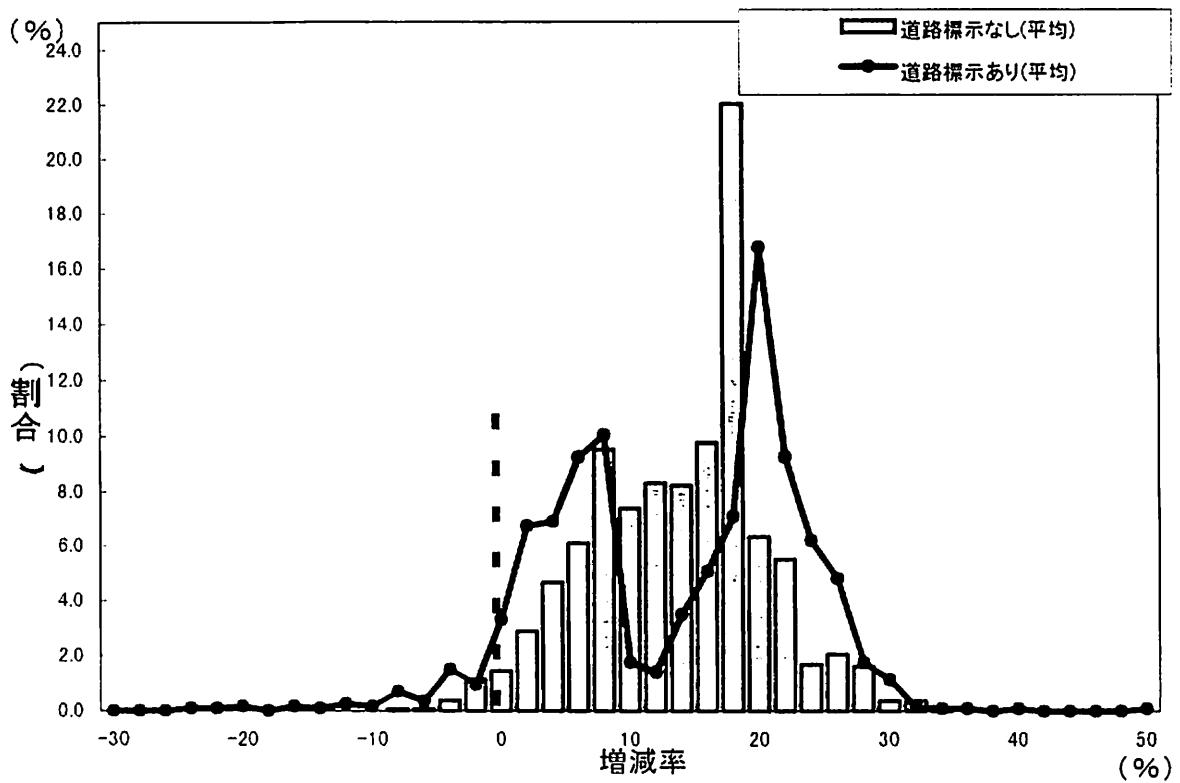


図 4.1-4 夜間・対向車有時の瞬時心拍増減率

昼間・対向車が無い走行条件における瞬時心拍増減率（図 4. 1-1）について考察すると、道路標示が無い条件では安静時心拍数に対して 0%～+36%の範囲に正規分布をし、最もその割合が大きいのは +24%付近である。これに対して道路標示がある条件では、心拍増減率の範囲は-4%～32%の範囲になり、安静時心拍数より低い心拍数が出現する。最もその割合が大きいのは、+12%付近と+22%付近になり、道路標示が無い場合に比較して2つの山型分布となり、心拍増減率の高い領域での割合が低くなる代わりに増減率の低い領域での割合が有意に高くなっている。昼間・対向車が有り（図 4. 4-2）では、道路標示が無い条件では、0%～+30%の範囲に正規分布し、最も割合の高いのは+13%付近である。これに対して道路標示有りの条件では、心拍増減率の分布は-6%～+30%となり、安静時心拍レベル以下の値も対向車が無い条件の時と同様出現しているのが特徴である。最も割合が高いのは、+6%付近と+14%付近であり、増減率の低い領域（-4%～+6%）での割合が道路標示あり有意に高いのは対向車が無い場合と同様である。夜間・対向車が無い条件における瞬時心拍増減率（図 4. 4-3）について考察すると、道路標示無しの場合心拍変動は-2%～+32%の範囲に分布し、+18%付近を中心とする正規分布型を示している。これに対して、道路標示ありの条件では増減率の分布は-4%～+42%となり高い領域と低い領域での幅が拡大している。その割合について考察すると、+8%付近と+22%付近が最も高い2つの山型の分布となっている。夜間・対向車がある条件における瞬時心拍増減率（図 4. 1-3）について考察すると、道路標示が無い条件では心拍増減率の分布は-9%～+32%となり、最も割合が大きいのは+18%付近で正規分布型である。これに対して道路標示がある条件では増減率の分布は-14%～+32%で低い領域が拡大し、割合から見ると+8%付近と+20%付近を最大とする2つの山型の分布をとる。特に増減率が-14%～+8%及び+20%～+30%の領域では、道路標示有りの方が有意に出現頻度が高く、+8%～+18%の増減率分布領域では道路標示なしの方が出現頻度が道路標示有りの条件に比較して高い。

以上、運転者の運転時における情動の緊張指標となる瞬時心拍変動の結果は次の如くである。即ち、道路標示が無い場合に比較して有る場合は昼夜、対向車の有無に関係なく心拍変動の幅が大きく、特に安静方向での減少傾向が幅広く認められる。条件は道路標示が有り、対向車が有る場合と無い場合の両方である。出現頻度が多い心拍増減率の内、全走行条件中最も高い値を示した条件は道路標示がなしで昼間・対向車無しの条件であった。

道路標示が有無に関して心拍増減率のレベル毎の分布状況を詳細に分析すると、「道路標示が無い」場合の分布は一峯性に近い型での正規分布型を示している。平均変動幅は昼夜間・対向車なしで-1%～+3.4%、対向車ありで-5%～+31%となっている。最も出現頻度が高い心拍増減率は「道路標示が無い場合」昼夜間の対向車無しでの平均+21%に対して昼夜間の対向車有りで平均+16%となり、これに対して「道路標示が有る」場合の情動反応を見ると全ての走行条件で二峯性の分布を示し、この傾向は対向車が有る走行条件でより顕著になる。即ち二峯性の最も出現頻度の高い心拍増減率は昼夜間の対向車が無い場合で平均変動幅-4%～+37%、出現頻度の二つのピークは各+10%と+22%、昼夜間・対向車が有る場合で平均心拍変動幅-10%～+31%、出現頻度の二つのピークの心拍増減率は各+7%と+17%となっている。

以上より道路標示が無い道路を運転者が運転する場合には、全走行区間を常時緊張状態で運転するのに対して、道路標示が有る場合には緊張すべき走行条件や道路条件では至適な緊張状態を示した運転をし、そうでない走行条件や道路条件では低い緊張状態でよりリラックスをして運転をしているこ

とが明らかになった。

分布幅については道路標示の有無が大きく関係をし、走行環境諸刺激に対する緊張が「道路標示無し」よりも「道路標示有り」の条件で、昼夜条件、対向車有無条件に関係なく大きくなることも明らかとなった。

C. 運転者の道路標示に関する主観的調査

1. アンケート調査結果（1）

昨年行った「道路標示の有効性に関するアンケート調査」結果より、自動車運転者の心理面より安全快適走行と道路標示の有無に強い関係がある事が明らかとなり、道路標示がある場合には運転がし易く、ない場合には運転に不安を感じるとの結果が得られ、道路標示の効果（有効性、必要性）が高い事が明らかとなったが、今回実験走行の対象として用いた被験者（20歳代の男性5名）についても昨年行ったアンケートと同じ内容のアンケート調査を各実験終了時に実施した。結果、20歳代男子の回答との相関係数は $r = 0.8774$ ($\alpha = 0.01$) となり強い相関が認められた。

実施した35個の質問項目中で、その回答比率が大きく異なる項目は4項目のみであり、その具体的内容は、以下の通りである。

- ① 通行区分のある道路で右折レーンへの進入の際には手前にあるゼブラ標示の上に乗って入りますか。
- ② 改正になった「横断歩道」の標示は見やすいと思いますか。
- ③ 道路標示は「白線」と「黄線」の2色以外の色を使う必要がありますか。
- ④ 白色・黄色の道路標示内でどちらが夜間（雨天）に見やすいですか。

以上の各質問項目は、今回の道路標示に関する実験研究においては直接的に強く関係する項目ではないことが明らかである。これより、今回の被験者の示した結果は昨年行ったアンケート調査で得られた結果と同じと考えられる。

2. アンケート調査結果（2）

実験走行に際し、上述したアンケート注目とは別にアンケート項目を作成し、道路標示が全く標示されていない道路を走行した場合と道路標示が標示された道路を運転走行した場合の運転者の印象を各運転直後に調査をした。

Q 1. 今回の道路の走りやすさ（運転し易さ）はどうでしたか。（N=5）

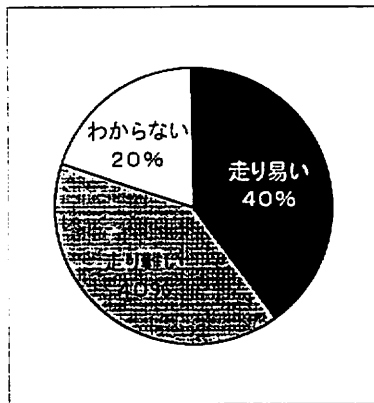


図 5. 1-1 : 道路標示のない場合

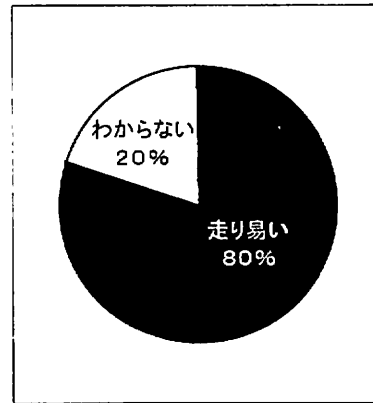


図 5. 1-2 : 道路標示のある場合

図 5. 1-1 と図 5. 1-2 によると道路標示がある場合の方が、走り易いと回答した被験者が多い。また、「実際に道路標示がない場合とある場合とではどちらの方が走り易かったですか」の質問項目に対しては全被験者が「道路標示がある場合」と回答している。その理由として挙げられた項目は以下の通りであり、

- ①道路標示があることにより標示に沿って対向車がくるため安心して走行できる。
- ②自分の走行すべき位置がはっきりしている。センターラインを越えないように運転をすれば対向車の有無は気にならない。
- ③視線を向ける方向を特定化できる。
- ④注意をして走行しなければならない場所を予め知る事ができる。

走り易さの面では道路標示がある方がより有効に運転者に働くことが明らかである。

Q 2. 今回の道路は走行に不安を感じましたか。(N=5)

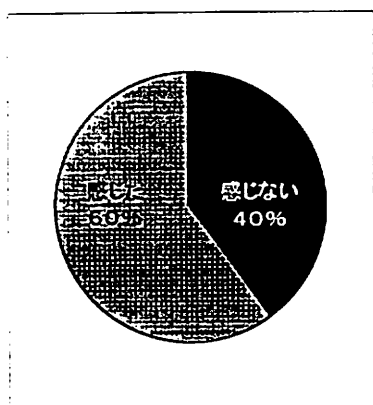


図 5. 2-1 : 道路標示のない場合

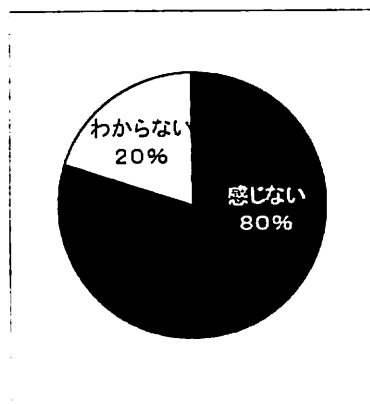


図 5. 2-2 : 道路標示のある場合

図 5. 2-1 と図 5. 2-2 によると道路標示があるの方がいない場合、走行に不安を感じないと回答した被験者が多い。このことより、道路標示がある方が走行時の運転者の不安緩和に効果があるといえる。

Q 3. 今回の道路を走行中緊張しましたか。(N=5)

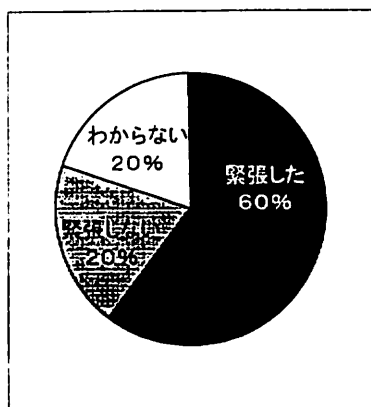


図 5. 3-1 : 道路標示のない場合

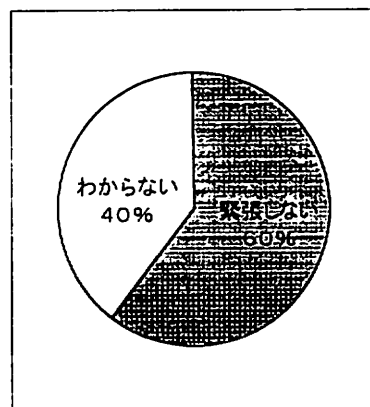


図 5. 3-2 : 道路標示のある場合

図 5. 3-1 と図 5. 3-2 によると道路標示がある場合の方がいない場合より、走行中緊張しないと回答した被験者が多い。また、「実際に道路標示がない場合とある場合とではどちらの条件で緊張しましたか。」の質問に対して被験者 4 名が道路標示がない場合と回答し、その理由として以下の項目を挙げた。

- ① 標示が無いと道路幅や車幅に注意を払わなければならない。
- ② キープレフトを守るため、常に注意を払わなければならない。
- ③ 走行環境全体を確認するため周囲を常に見なければならないといけない。
- ④ 夜間走行時に対向車との位置関係に特に気を使う。
- ⑤ 車の安全度をとるため道路中央位置付近で走らせてしまう。

また道路標示がある方が緊張したと回答した被験者もその理由に、「道路標示がある場合がない場合より標示板（標識）や歩道により視線を分散させて注意を払い気を使ってより緊張した」と前述の被験者と別の視点で回答しており、自動車運転時に道路環境全体へ注意をより払ったことを示し、相対的に判断すると走行中緊張感緩和の為には道路標示がある方がその効果があるものと考えられる。

Q 4. 今回の道路の広さはどうですか。（N=5）

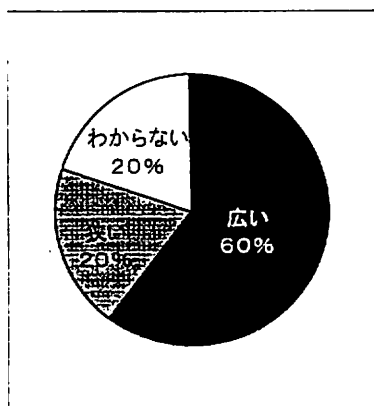


図 5. 4-1 : 道路標示のない場合

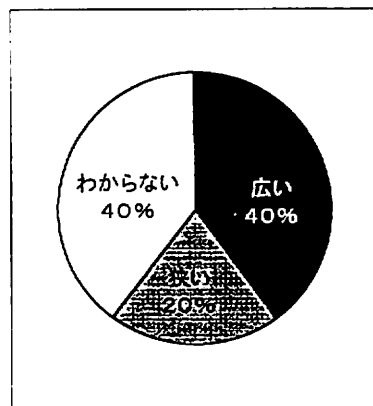


図 5. 4-2 : 道路標示のある場合

図 5. 4-1 と図 5. 4-2 によるとより道路の広さは、道路標示がない場合とある場合では、標示のない場合の方が若干広く感じるという結果が得られたが、「実際に道路標示がない場合とある場合とではどちらの方が広く感じましたか。」の質問に対して、道路標示がない場合とある場合ではほぼ同じという結果が得られたことより、今回は視認時間の前方視野の広さの感覚は道路標示の有無にはあまり関係がないという結果となった。

Q 5. 走行中圧迫感を感じましたか。(N=5)

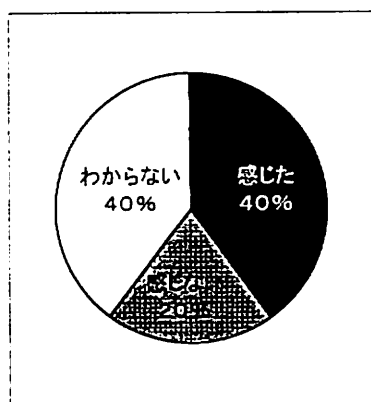


図 5.5-1 : 道路標示のない場合

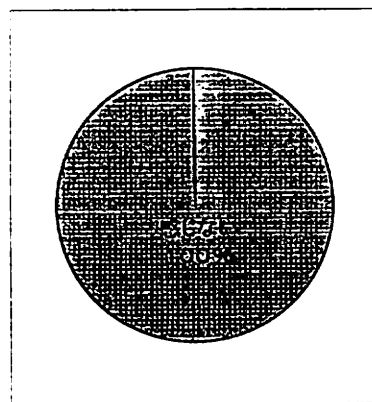


図 5.5-2 : 道路標示のある場合

図 5.5-1 と図 5.5-2 によると道路標示がある場合が、走行中道路環境からの圧迫感を感じないと全被験者が回答している。このことより走行時の運転者の快適性の保持という視点からも道路標示がある方が良いものと考えられる

Q 6. 対向車が来た時、道路標示がある場合とない場合ではどちらの方が緊張しましたか。(N=5)

この質問に対して、被験者全員が道路標示がない場合と回答している。その理由に以下の如くである。

- ① 標示がない場合対向車が自分の方に迫ってくる感じになり衝突するのではないかと不安に感じる
- ② 運転視界上に目標が無く走りにくい。
- ③ 自分側の車線に来るのではないかと不安感を受ける。
- ④ 対向車のはみ出しによる走行位置とその変化が標示が無い場合には予想できないために不安になる。
- ⑤ センターライン標示が運転時の視線の一つの目安になり、また対向車もセンターラインがあればこれを越えないだろうという安心感がある。

以上のアンケート調査結果より、いずれの場合についても道路標示の有無が運転時における運転者に強い心理的な影響を与えていることが明らかである。特に対向車がある場合には、道路標示が明示されることが、安全走行する上で心理面に大きくプラスの影響を与えていることが明らかとなった。

道路標示の有効性に関する調査研究 報告書(Ⅱ)

—— 道路標示がドライバーに与える生心理的效果 ——

平成8年11月 発行

発 行

社団法人 日本交通科学協議会
〒101 東京都千代田区三崎町2-10-11
写真製版会館5F

電 話 03-3264-5481

FAX 03-3264-5482

編 集

社団法人 日本交通科学協議会
道路標示の有効性調査研究委員会

指 導

神奈川県警察本部 交通部交通規制課

調査資料提供

神奈川県交通安全施設技術研究協議会

