

交差点形状を考慮した適切なカーブミラーの設置位置に関する研究

A study about an establishment of the appropriate curved mirror which considered crossing shape *

佐々木正大**・浜岡秀勝***

By Masahiro SASAKI**・Hidekatsu HAMAOKA***

1. はじめに

近年、自動車の増加に伴う交通事故の増加が問題となっている。この問題を解決する代表的なものとして信号設置があるが、すべての交差点へ信号を導入するのは非効率である。その結果、無信号交差点が存在し、車両相互事故が発生しやすい状況にある。平成 17 年度の車両相互事故に着目すると、その約 6 割が出合頭事故であり、うち約半数が市街地の無信号交差点で発生した¹⁾。

こうした状況のもと無信号交差点の出合頭事故抑制として、ハンプやカーブミラー設置などの対策がなされている。そのなかでもカーブミラーの設置は、交差点を通過するドライバーに対し死角情報を与えることで、事故抑制につながる安価で有効な対策である。

道路反射鏡設置指針²⁾によると、十字交差点において 2 面鏡のカーブミラーの設置位置は、左側が望ましいとされているが、その基準はあいまいである。写真-1 のように十字交差点において 2 面鏡のカーブミラーの設置位置は必ずしも左側に統一されておらず、右側に設置されている十字交差点も存在し、またドライバーに発見されないカーブミラーも存在している。このことから、カーブミラーの設置基準を明確にし、カーブミラーを視認させる必要がある。

無信号交差点には道路幅員、停止線、隅切りなど様々な特徴が存在しているため、全ての交差点を同様に扱うには限界がある。交差点の特徴が変化すればドライバー



写真-1 あいまいなカーブミラー設置

の挙動も変化すると考えられ、無信号交差点の安全性について議論する際には、交差点の特徴を十分に考慮する必要がある。

しかし、カーブミラーに着目すると、現状ではカーブミラーは左右のどちらにも設置されているというあいまいな状況にある。その結果、ドライバーは交差点を通過する際に、どこをみるとよいか視点が定まらず、かえって危険な状況になるとも考えられる。そのため本研究では、多くの要素が考えられるなか、あえてカーブミラーに着目し、カーブミラーの設置位置を統一する必要があると考え、カーブミラーを左右どちらに設置したらよいか検討した。

2. 研究のレビュー

無信号交差点の安全性に関しては、これまで様々な視点から研究が行われている。本研究に関するものとして、山中ら³⁾の研究があげられる。この研究では、交差点の明示効果として、非優先側方向の走行速度の減少を明らかにしている。この結果を本研究の目的と照らし合わせると、カーブミラーの視認性が交差点進入速度の減少に寄与するものと考えられる。

一方で、交差点走行時のドライバーの視認行動に着目した研究として、安全対策を考察した工藤ら⁴⁾の研究がある。この研究では、アイマークレコーダによる視点移動の分析から、優先/非優先道路を走行中の注視時間特性を明らかにした。また、全体として、優先側の視距が長いことを明らかにした。

本研究と同様の視点のもと、カーブミラーの設置位置に関する研究はあまりみられないが、矢野ら⁵⁾は、被験者にアイマークレコーダを装着し、カーブミラー設置交差点を走行することで、ドライバーのカーブミラーに対する視認性を調査している。その結果、非優先道路側ではカーブミラーの視認割合が高く、道路標識や停止線等と合わさることで、視認割合が高まるという結果を得ている。また、カーブミラーの設置位置については、右奥に設置されたカーブミラーが視認されやすいことを明らかにしている。しかしながら、この研究においては、カーブミラーの視認を、その有無のみで判断しており、

*キーワード：交通行動分析、交通安全、カーブミラー

**学生会員 秋田大学大学院土木環境工学専攻
(秋田市手形学園町 1-1、Tel:018-889-2974
e-mail: oma@hwe.ce.akita-u.ac.jp)

***正会員 博(工) 秋田大学土木環境工学科

被験者がカーブミラーを発見したタイミングの分析はなされておらず、また交差点特徴は考慮されていない。

本研究では、ドライバーの視界にカーブミラーが映ってから、交差点を通過するまでの間にカーブミラーをどのように利用したのか、それと交差点の特徴との関連性を分析する。

3．カーブミラー設置に関する考え方

カーブミラーの適切な設置位置について評価する上で、無信号交差点を安全に通行するため、カーブミラーに求められる要素を決定する。カーブミラーに求められる要素は、カーブミラーがドライバーの視界に入ってから交差点を通過するまでの時間で変化する。カーブミラーが視界に入ってから、できるだけ早くドライバーに視認される必要がある。カーブミラーはドライバーに視認されなければ設置自体が無駄になってしまう。また、ドライバーが早く視認することにより存在を認知し、実際に利用する際に利用しやすくなると考えられる。

次にドライバーが停止線で停止してから発進するまでの間においてはカーブミラーを利用し、通過する／しないの判断をできるだけ早くする必要がある。停止線で停止してから発進するまでの時間が長くなるほど、刻々変化する交差点内の交通状況に対応できない。以上のことからカーブミラーはドライバーができるだけ早く通過判断ができるように設置する必要がある。

これまで、カーブミラーの有効性について述べてきたが、カーブミラーは交差点の死角すべてを映し出せるものではない。したがって、交差点内の安全を確認するためには、ドライバーは目視を行う必要がある。カーブミラーは目視を行えない位置で目視可能な位置までに到達するための設備であり、カーブミラーのみに頼って目視を怠るのは非常に危険な行為である。

上記に述べたカーブミラーに求められる要素を評価基準として、実際に設置されているカーブミラーはドライバーの安全に有効な設置になっているのかを分析する。分析するにあたり、ドライバーの視認行動のうち、カーブミラーの発見タイミング、最終的な通過判断を目視とカーブミラーの視認どちらで行ったかを調査した。それらの視認行動は交差点の特徴に応じて変化するものと考えられるため、交差点の特徴ごとに分類し、比較することによって評価した。

実際の無信号交差点において、その交差点構造は多様である。表-1 に示すようにカーブミラーの設置位置、カーブミラーの鏡面数を含めると、多様な組み合わせが存在する。これらの組み合わせの中からカーブミラーを有効に利用できないものを抽出し、その改善点を考察する。

表-1 交差点構造の要素

道路幅員	広い、狭い
見通し	両側悪い、片側よい、 両側良い
カーブミラーの位置	交差点右側、交差点左側
カーブミラーの鏡面数	1面鏡、2面鏡

4．調査概要

本研究では、カーブミラーに対するドライバーの視認行動を把握するため被験者にアイマークレコーダを装着し、実走実験調査を行った。その際、天候の影響を受けないよう晴れまたは曇りの日に、朝・夕のラッシュを避けた時間帯に調査した。調査ルートは選定した交差点を結ぶ形で決定した。走行中は調査員が助手席に座り、調査ルートを口頭でナビゲーションしながら走行した。調査概要を表-2 に、調査ルートを図-1 に示す。なお、図中の はカーブミラーの位置を表しており、カーブミラーの設置されている十字交差点で、全て非優先側を走行した。

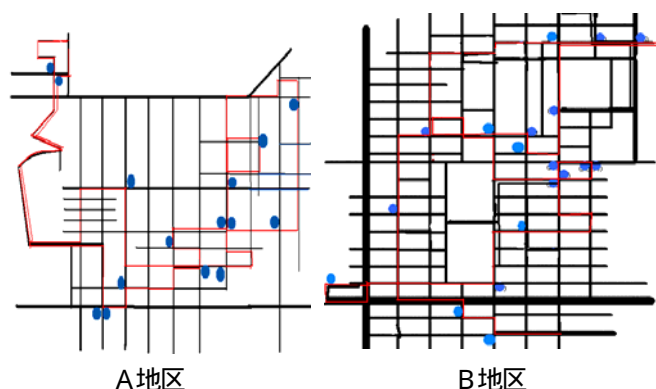


図-1 走行ルート

表-2 調査概要

調査期間	平成 17 年 11 月 27 日～12 月 6 日
調査時間帯	午前 10 時～午後 4 時
走行時間	約 50 分
走行距離	約 17 キロ
被験者	19 歳～24 歳、男性 10 名

A 地区、B 地区ともに、カーブミラーが設置された交差点の多い住宅街である。また、交通量の多い道路に周辺を囲まれているため、通過交通の多い地区である。次に A 地区、B 地区より、表-1 に示した交差点構造の要素を考慮して、調査対象とする交差点を 32 箇所選定した。対象交差点の交差点構造ごとのサンプル数を表-3 に示す。

表-3 対象交差点

対象交差点	3 2 箇所
道路幅員	広い(9)、狭い(23)
見通し	両側悪い(20)、片側よい(11)、 両側良い(1)
カーブミラーの位置	交差点右側(15)、交差点左側(17)
カーブミラーの鏡面数	1面鏡(13)、2面鏡(19)

交差点構造の分類として、道路幅員は、中央線がある交差点、もしくは対向車とすれ違う際に、減速せずに通行できる幅員を広い(約 6m)、それ以外を幅員(約 4m)とした。



写真-2 幅員の広さ

見通しについては、停止線で停止した際に左右の目視が行えない交差点を両側悪い、左右どちらかの目視が行える場合を片側よしとし、左右の目視が行える交差点を両側よしと分類した。

取得したアイマークレコードデータのうち、被験者が分析区間を走行中に、通行人や他の交差点通過車などの障害物が存在する場合、被験者の視認行動が変化するため、分析対象から除外した。被験者のアイカメラデータは対象交差点数の47%取得できた。

区間ごとの分析を行う前に、被験者は交差点に設置されているカーブミラーを実際に視認しているのかどうかを確認した。図-2にカーブミラーの視認されなかった2箇所の交差点と、それ以外の交差点のカーブミラー視認割合を示す。カーブミラー視認割合は被験者総数に対するカーブミラー視認人数の比率である。

カーブミラーの視認の有無に関する結果としては、対象交差点32箇所のうち30箇所はほぼ被験者全員が視認している。しかし残る2箇所の交差点に設置されているカーブミラーは被験者10名中2、3名しか視認しておらず、他の被験者は視認してなかった。カーブミラー視認を行った被験者も視認しただけで、交差点を通過する際に利用することはなかった。

その要因として、写真-3左側のカーブミラーにおいては、交差点の見通しがよく、目視で左右の安全確認ができたことが要因と考えられる。また、右側のカーブミラーに関しては、それが交差点から少し離れた箇所に設置されているため、カーブミラーが視界に入った際に、

ドライバーは目視のできる位置にあり、被験者がカーブミラーを探していないことが要因として挙げられる。

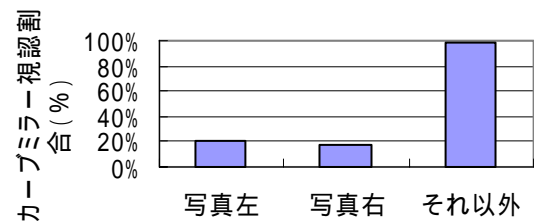


図-2 カーブミラー視認割合

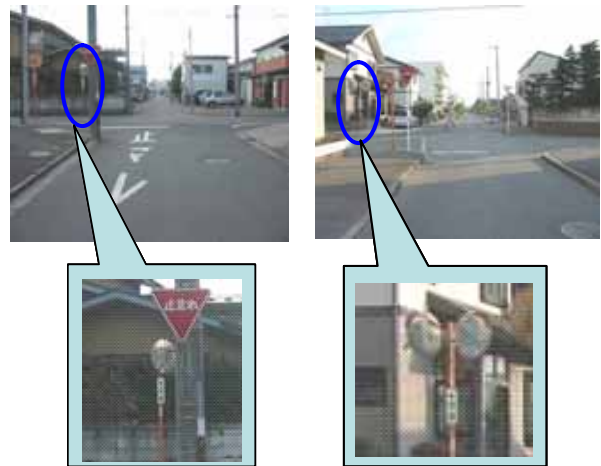


写真-3 カーブミラーを視認されていない交差点

5. 区間別カーブミラー視認分析

ここでは、区間別にカーブミラーの視認について分析する。分析対象区間詳細を図-3に示す。なお、カーブミラーが視界に入ってから視認するまでの区間を、カーブミラーを視認してから停止するまでの区間を、カーブミラーを利用または目視により確認をする区間をとっている。

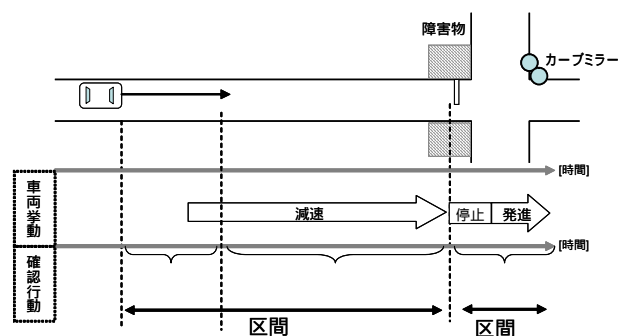


図-3 分析対象区間詳細

(1) 区間でのカーブミラーの評価

分析区間において、被験者の視界にカーブミラーが入ってから実際に被験者がカーブミラーの視認を行うまでの時間をカーブミラー発見時間(図中)と設定した。

カーブミラー発見時間が短い場合、そのカーブミラーは発見されやすい位置に設置されているといえる。また、カーブミラーを視認してから、停止線までの時間を余裕時間（図中 ）と設定した。余裕時間が長い場合、ドライバーが停止線付近でカーブミラーを利用する際、早くからカーブミラーの設置されている位置を把握しているので、余裕をもって利用できると考える。

図-4 は、余裕時間とカーブミラー発見時間の割合を被験者ごとに算出したものである。この図より、余裕時間とカーブミラーの発見時間の割合を被験者間にて比較すると、それは概ね同様であることがわかる。したがって、本研究の実験において、余裕時間とカーブミラー発見時間との関係には、個人差が影響していないと考えられる。

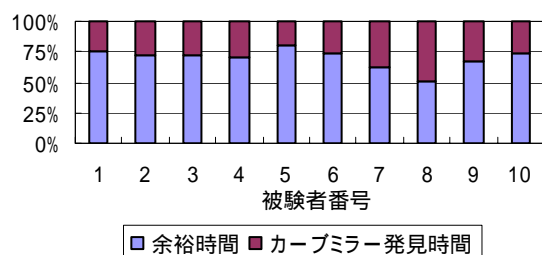


図-4 被験別余裕時間とカーブミラー視認時間の割合

次に、交差点の左右どちらにカーブミラーを設置すれば、ドライバーが発見しやすく、余裕をもってカーブミラーを利用できるかを確認する。図-5 は、カーブミラー発見時間と余裕時間の関係を示したものである。カーブミラー発見時間は短い場合、発見されやすい設置位置であるといえ、また余裕時間が長いほどドライバーに余裕を与えることができる設置である。つまりこの図では右下にプロットされた点が多いほど有効なカーブミラーの設置位置といえる。また、左上にプロットした点が多いほど、利用しづらいカーブミラーの設置位置だといえる。

図より、左右の設置位置によって明確な差は出なかった。しかし、プロットした点の重心をみると、左設置のカーブミラーのほうが右下側に位置しており、左側に設置されたカーブミラーのほうが発見しやすく、余裕をもって利用できると考えられる。

また、図-5 より左設置のカーブミラーにおいて値の分散が大きいことがわかる。特に図の左右への広がり大きい。図中左下に密集した点は交差点Aの値である。図-6 に交差点Aとそれ以外の交差点におけるカーブミラー発見時間と余裕時間の分析結果を示す。これを見ると、カーブミラー発見時間は交差点Aと他の交差点で違いはみられないが余裕時間において有意差がみられる。交差点Aの余裕時間は他の交差点とは大きくかけ離れて

いる特異な交差点の値であるといえる。交差点Aはカーブミラーがドライバーから見えにくい位置に設置されており、視界に入りにくい交差点である。また、図中右側に密集した点は、交差点の特徴に共通点が無く、カーブミラーの設置位置が大きく影響したと考えられる。

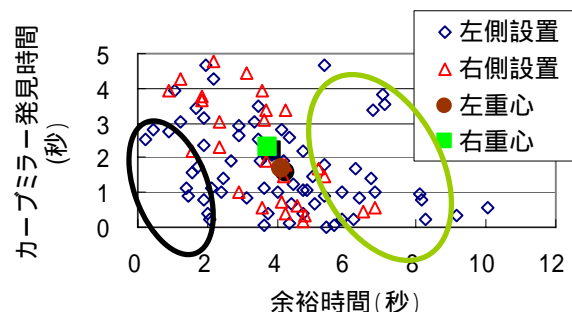


図-5 カーブミラー発見時間と余裕時間

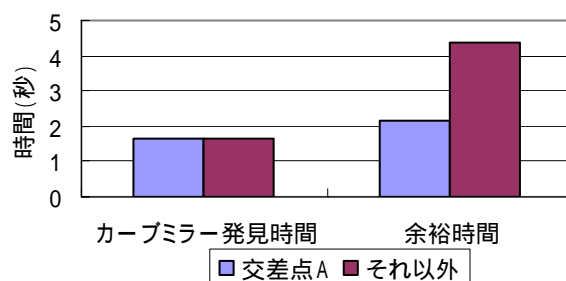


図-6 交差点Aのカーブミラー発見時間と余裕時間

表-3 t 検定結果（図-6）

	カーブミラー発見時間		余裕時間	
	交差点A	それ以外	交差点A	それ以外
平均	1.65	1.67	2.17	4.35
観測数	7	58	7	58
自由度	63		63	
t 値	-0.3227		-2.55	

図-7 は、余裕時間とカーブミラー発見時間をカーブミラーの設置位置ごとに比較したグラフである。カーブミラー発見時間、余裕時間それぞれにカーブミラーの設置位置の左右において有意差があるか検定を行った結果、余裕時間に差はみられないが、カーブミラー発見時間において有意差が得られた。つまり、カーブミラーを視認してから停止までの時間はカーブミラーの左右で違いはないが、カーブミラーが視界に入ってから視認するまでの時間はカーブミラーの設置位置が左側である場合において早いことがわかる。交差点左側にカーブミラーを設置する際に、カーブミラーが早期にドライバーの視界に入るような設置をすることでドライバーに早期にカーブミラーを発見させることができるといえる。

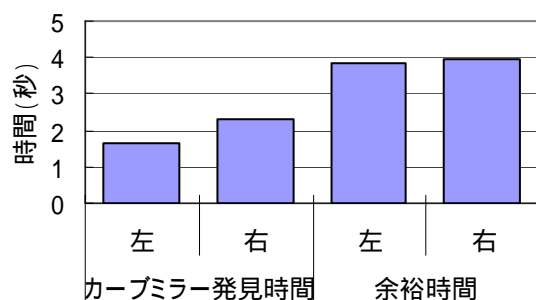


図-7 ミラー位置と余裕時間、カーブミラー視認時間

表-4 t 検定結果 (図-7)

	カーブミラー発見時間		余裕時間	
	左	右	左	右
平均	1.67	2.32	3.86	3.95
観測数	82	39	102	49
自由度	119		149	
t 値	-2.49		-0.23	

図-7 より早期にカーブミラーを利用するためには、カーブミラーを左側に設置することでその効果が向上するという結果が得られたが、交差点構造によってはどうしても右側設置を変更できない場合がある。そこで、右側設置のカーブミラーに関して利用効果向上のための対策を検討する。

ドライバーは走行中、カーブミラーと同様に止まれ標識も視認している。止まれ標識はカーブミラーよりも手前に設置されているため、止まれ標識とカーブミラーの設置位置が近い場合、止まれ標識の影響でカーブミラーの発見時間が短くなると考えられる。

図-8 は、止まれ標識の設置位置がカーブミラーの設置位置と同列の場合と別の場合でのカーブミラー発見時間を表したものである。同列の場合においてが別の場合よりも値が低く、検定をおこなった結果、有意差が得られたことから、止まれ標識とカーブミラーが同列に設置されることでカーブミラーの発見時間が早まるといえる。右側に設置されたカーブミラーにおいても、止まれ標識を同列の右側に設置することで、カーブミラーの発見性を早めることができるといえる。

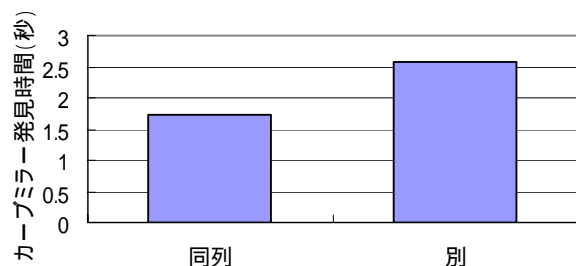


図-8 止まれ標識とカーブミラー設置位置の関係性

表-5 t 検定結果 (図-8)

	同列	別
平均	1.77	2.48
観測数	76	25
自由度	99	
t 値	-2.39	

以上のことより、カーブミラーの発見性の面からは、カーブミラーは左側に設置するのがよいといえる。右側に設置されたカーブミラーにおいても、止まれ標識を同様に右側に設置することで発見しやすくすることができる。

(2) 区間 の安全確認

ドライバーが停止線で停止して、左右の安全確認を行い、交差点を通過する際、最後の安全確認をカーブミラーによって行うことは危険である。カーブミラーは交差点の死角全てを映し出せるものではなく、交差点を通過する、しないの最終的な判断 (通過判断) を行うのは目視であるべきである。

通過判断は、ドライバーが 停止線で停止、 左右の安全確認を行いながら前進、 前方を視認、 交差点を通過、までの一連の動きのなかで、最後に行った安全確認と定義する。通過判断は停止線上で行われるとは限らず、停止線を通過して、徐々に前に出てみることもあるため、交差点の見通しが悪くとも、目視による通過判断はあり得る。また、通過判断の観測方法は、ドライバーが の前方を視認を行う直前に行った安全確認をアイカメラの視点データから観測した。

ここでは、その通過判断について、交差点を見通しが悪い場合と、片側の見通しが良い場合の2つに分類し、カーブミラーが左右どちらに設置されていれば、被験者が通過判断を目視で行うのかを明らかにする。

ここでは、対象交差点において通過判断がカーブミラーか目視かを目的変数とし、カーブミラーの設置位置を説明変数として数量化2類を行った。カテゴリ数量が負の値に近づくほど、目視によって通過判断を行っている。図-9 は数量化 2 類によって得られたカテゴリ数量を縦軸にとり、見通しの悪い交差点、片側見通しの良い交差点のそれぞれで、左側設置、右側設置のどちらで通過判断に目視を用いているのかを比較した。

見通しが悪い交差点においては左側、右側設置ともに正の値を取り、通過判断にカーブミラーを利用していることがわかるが、左側・右側設置で比べると、左側設置で値が低くなっている。また、片側見通しのよい交差点においては左側設置、右側設置ともに負の値をとっており、通過判断に目視を利用しているといえる。左側・右側設置では左側設置の負の値が大きくなっており、通過判断に目視をより利用している。よって見通しが悪い交

差点においても、片側見通しのよい交差点においても左側に設置したカーブミラーのほうが通過判断にカーブミラーを利用せずに目視を利用しており、右側よりも安全性が高いといえる。

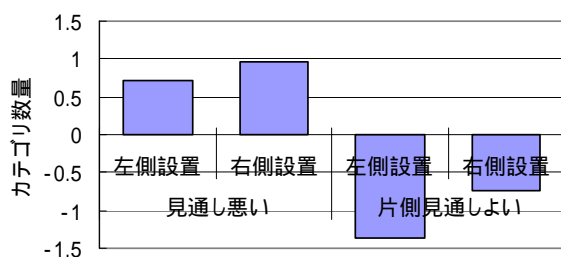


図-9 最後の安全確認の割合

6. まとめ

本研究では、カーブミラーの適切な設置位置を考察すること目的とし、実道走行実験を行い、ドライバーのカーブミラー設置交差点での視認挙動データを取得した。カーブミラーの適切な設置位置に関して分析を行うため、分析区間を2つ設定し、それぞれにおいて設置位置についての評価を行った。

区間 においては、カーブミラーを左側に設置することによって、ドライバーがカーブミラーを早期に発見できることが分かった。区間 の分析においては、カーブミラーが左側に設置された交差点において、通過判断に目視を利用することがわかった。左側に設置したカーブミラーで安全性が高まると考えられる。

本研究では、ドライバーからみたカーブミラーの設置位置の評価を、カーブミラーの発見時間や余裕時間、通過判断という基準において行った。しかし、カーブミラーの設置位置の評価については様々な評価方法があると考えられ、本研究と異なった評価基準でカーブミラーの視認性を評価し、本研究での結果と照らし合わせることによって、今回得られた結果をより確かなものにしていくことが今後の課題として挙げられる。

また、今回の実験では、被験者の年代や、性別を固定して、実験を行ったが、被験者の性別や年代が違う場合でも調査することによって、今回行った研究の結果をより精度の高いものにしていく必要があると思われる。

《参考文献》

- 1) 警察庁ホームページ：http://www.npa.go.jp/toukei/
- 2) 社団法人日本道路協会：道路反射鏡設置指針第10版、平成13年
- 3) 山中英生、日野泰雄、福西博、糸淳：交通挙動の変化からみた地区内小交差点明示の効果分析、平成9年度交通工学研究発表会論文報告集、pp.21-24、1997
- 4) 工藤慎司、二村和彦、廣畑康裕：細街路無信号交差点におけるドライバーの注視・運動挙動に関する基礎的分析、平成11年土木学会第54回年次学術講演会概要集、pp.390-391、1999
- 5) 矢野良太、浜岡秀勝、清水浩志郎：カーブミラー設置交差点における走行特性に関する研究、平成15年度土木学会東北支部技術研究発表会講演概要 pp.444-445、2003

交差点構造を考慮した適切なカーブミラーの設置に関する研究

佐々木正大・浜岡秀勝

本論文では、カーブミラーの適切な設置位置の考察を目的に、実道実験による、カーブミラー設置交差点でのドライバーの視認挙動データを取得し、分析区間を2つ設定し、カーブミラーの設置位置を評価した。カーブミラーが被験者の視界に入ってから停止線までの区間においては、左側設置のカーブミラーが発見されやすく、ドライバーに余裕を与えることが分かった。右側設置のカーブミラーでも、止まれ標識を同列に設置すると発見を早めることができる。停止線で停止してから発進するまでの区間においては、カーブミラーが左側に設置された交差点で、被験者は通過判断に目視を用いており、右側設置交差点よりも安全性が高いことが分かった。

A study on the safety assessment at the intersection with separated traffic signal control by the vehicle behavior

By Masahiro SASAKI・Hidekatsu HAMAOKA

In this paper, appropriate position of curve mirror at the intersection without traffic signal is analyzed by the characteristics of the eye-movement of drivers. In the section to a stop line, a curved mirror of the left setting was easy to be discovered after a curved mirror was in the view of the subject. And even a curved mirror of the right side setting installs a mark in the same line, it can hasten discovery. In the section before taking off after stopping in a stop line, the subject used viewing for passage judgment at the crossing where a curved mirror was installed in the left side and understood that safety was higher than the right side setting crossing.