



出会い頭事故未然防止の研究 —交差点カーブミラー視認性評価と 再設計マニュアル開発—

堀野 定雄* 森 みどり** 久保 登*** 北島 創****

Ergonomics study on prevention of crossing collisions at urban intersections
-Visibility evaluation and manual development of re-installing traffic convex mirrors-

Sadao HORINO* Midori MORI** Noboru KUBO*** Sou KITAJIMA****

1 はじめに

2007年度の警察庁統計によれば、全国で年間83万件の交通事故が発生、104万人が負傷、5744人が死亡、ここ数年いづれも減少傾向にあるが、依然深刻な状況に変わりはない。出会い頭事故と追突事故は1/4ずつで、両者で全体の半分を占める構造にも大きな変化はない(図1)。

なぜ、こうなるのか。また、何とかならないのか。等しく、誰もが抱く疑問である。頻発する無信号交差点での出会い頭事故の発生過程に関する現場に密着した緻密なフィールド研究から解は自ずと見えて来た。交差点交通視環境を構成するカーブミラー視認性を運転者視点で見直す事で、問題解決に貢献する事が判った。本稿は工学研究所が研究意義を理解し、助成して頂いた共同研究の中間報告である。

出会い頭事故の多発理由は、事故現場を管轄する交通管理者および道路管理者等の行政当局の公式見解では、専ら「運転者の安全不確認」とされ決定的防止策はなく、交通管理者は運転者の一時停止、肉眼による左右確認励行を強調する教育優先策に終始している。

*准教授 情報システム創成学科
Associate Professor, Department of Information Systems
Creation

**助手 情報システム創成学科
Research Associate, Department of Information Systems
Creation

***東京大学大学院新領域創成科学研究科(前:(財)日本自動車研究所)
Graduate School of Frontier Sciences, The University of
Tokyo (former: Japan Automobile Research
Institute)

****(財)日本自動車研究所
Japan Automobile Research Institute

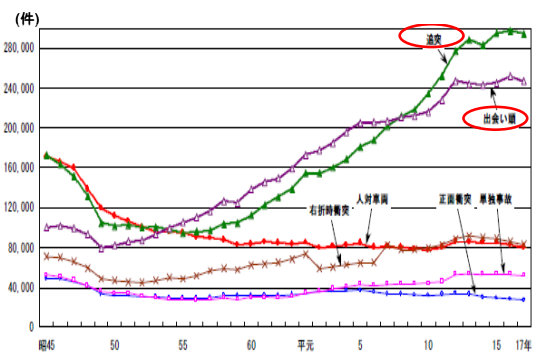


図1 事故類型別交通事故発生件数の推移(警察庁)

筆者らは一灯式減信号機を設置し、或いは「危険交差点」と運転者に注意喚起を呼びかける立て看板設置など、必死で対策を講じたが効果なしと苦悩していた神奈川県警からの要請で、横浜市鶴見区芦穂崎の事故多発交差点に着目、人間工学視点で運転者が交差点で一時停止しない理由を科学的に分析することから研究に着手した。

早朝から夜遅くまでのビデオ観察記録によるフィールド調査中、当交差点でタクシーとバイクの出会い頭事故全過程をビデオ記録する機会に恵まれた。筆者堀野が直接、双方運転者にインタビューし、事故直前および事故時のメンタルモデルに大きなギャップが存することが明らかになった。このメンタルモデル分析から、交差点コーナーに設置されたカーブミラー像の電柱死角がバイクを隠し、衝突直前までタクシーから全く見えない事故過程が判明、カーブミラーの視認性劣悪という機能不全が事故の直接原因である事を突き止めた⁽¹⁾⁽²⁾。

神奈川県警と連携し更に調査を進め、横浜市港北区新吉

田地区を加えた市内 2 地区合計 100 枚のカーブミラーの 70%が視認性 5 段階評価の低位評価で、構造的に運転者の安全不確認を誘発する環境側の要因を確認した。

要するに、「見えない交差点視環境」が主因で「見えるように環境側で運転者をサポート」する環境改善が対策の要であることが判明、カーブミラー人間工学 3 原則および改善策を神奈川県警に提案した。この因果関係は正にコンプスの卵とも言える新発見であった。

筆者提案のカーブミラー視認性人間工学 3 原則とは、①ミラー中央に道路が映る、②ミラー像に死角がない、③距離感を支援する路面マークが映るであり、特に①、②が重要である(図 2) ⁽¹⁾。現実のカーブミラーがどの程度の視認性なのか、その評価結果と県警から提供を受けた事故統計でカーブミラー設置交差点の事故件数との相関を調べたところ、相関が高い事、特にミラー像に死角があると事故件数が多くなる事が判った。事故原因として現行の道路反射鏡設置基準(1980) ⁽³⁾ が土木工学優先で、人間工学視点が欠落しており、工事現場作業者が頼れる具体的な設置指針が不十分であることを国・県・市レベルの交通管理・道路管理の行政責任者と共に確かめ、全国規模のミラー総点検が急務であるとの結論に達した。

2. 研究目的

本研究は、視認性に問題ある全国に分布する 219 万本(国民 55 人に 1 本)カーブミラーの 70% (153 万本) の総点検と改修工事に際して、標準化・簡易化した現場での設置・調整方法を開発し、道路管理者に提案する事を目的とする。当初、筆者等は、直線性が強いレーザービームを活用し短時間に角度調整出来るカーブミラー位置決め装置の開発を構想した。しかし、使用予定の業務用ハイパワーレーザー光線はフィールド運用中のリスクが払拭しきれないとの理由で、本構想から、LED 光源などより安全なメディアを活用した他の方法開発へ方針を転換した。

第 1 段階として、つくば市にある(財)日本自動車研究所(JARI)の模擬市街地を活用したフィールド実験で、行政責任トップに位置する国交省道路局関係者と連携し、実際に工事を担当する国交省外郭組織である道路標識表示業協会関係者および工事請負企業関係者の協力を得て実証実験を実施した。更に、3次元コンピュータグラフィックス(CG)を活用したシミュレーション実験手法を用いて、交差点でのカーブミラーの視認実態を再現できるかどうかを試行した。

その結果、現場での設置・調整方法の標準化・簡易化以前に、一定の視界・視認性を確保するカーブミラーの設置条件を検討する基礎的データベースが土木工学の産官学

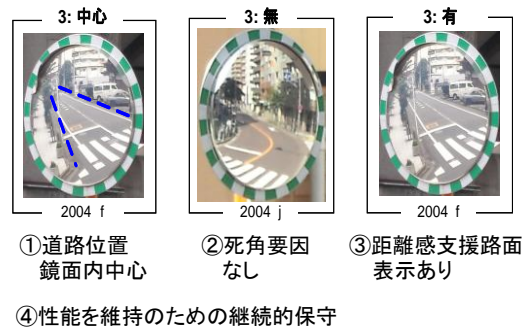


図 2 カーブミラーの人間工学設置基準

の何れにも充分整備されていないこと、ミラーの有効な調整範囲が意外と狭いという重大な事実が判った。現場は経験と勘に多く依存していること、カーブミラー設置・調整方法の計測基礎が欠如し、人間工学で補う必要があることも明確になった。この様に、まだ誰も手がけていないミラー設置条件の基礎部分の技術的明確化が先決と判断し、目的的に柔軟に研究内容をシフトすることにした。

したがって、ミラーの角度測定・調整方法の考案までを当面の目標とした。あわせて、交差点カーブミラー設置、保守管理の基礎的規範となっている「道路反射鏡設置指針」(1980)の改善提案を行い、再設計・施工用マニュアルの開発により、ミラー視認性不全が原因で発生する出会い頭事故を削減できる見通しを得た。

3. 研究方法

視認性人間工学 3 原則を満たすカーブミラーの設置位置や角度(水平角・俯角)を迅速・正確に実際の交差点で補修工事をする際、最小限の交通阻害で達成する調整法を、フィールド実験と 3 次元 CG ソフト[Shade9]を併用し開発する。実験結果とシミュレーション結果が一致すれば、ローコストで点検補修を 3 次元 CG で代替出来る。

当面の研究課題、ステップとして、交差点でカーブミラーを新規又は補修工事の工期短縮を目指した視認性評価方法・基準の提案、カーブミラー調整マニュアル開発を優先し、実証研究を重ねた。必要に応じて、国交省、横浜市、(社)全国道路標識・標示業協会、警察庁、神奈川県警など関係行政機関の協力を得た。

3.1 カーブミラー視認性フィールド実証実験

日本自動車研究所(JARI) 模擬市街路実験施設でカーブミラーの設置位置・角度と視認距離の関係を測定する視認性実験を行った(図 3)。

(1) 乗用車・原付バイク走行中のカーブミラー視認距離測定(2007-8) : 高齢者3名・非高齢者3名を被験者とした視認距離実測に基づき、カーブミラーの直径・曲率・視界の妥当性を検証する。

(2) カーブミラー設置位置・角度条件(許容範囲)の測定・評価(2007-8) : 乗用車/小型トラック運転者視点から、カーブミラーで視認できる車両視距離かつ衝突回避可能な安全視距離を満たす条件を測定、体系的に整理する。最終的に、直接視界/カーブミラー間接視界の連続性確保(隅切り・妨害物効果)を切り口に、カーブミラー設置条件を基準化する。

(3) カーブミラー位置決め・調整方法の開発・評価(2007-12) : JARI 城里屋外実験場で、カーブミラー設置条件を道路における設置位置、設置角度(水平角・俯角)条件で表すこととし、設置角度の測定法を開発、精度・効率を実験的に評価する。カーブミラー位置決め・調整時の視界確認方法として、視境界となる遠・近距離2点特定のため、カーブミラー反射で視認可能な高輝度光源を使用する手法を開発、視認性・実用性を実験的に評価する。

3.2 3次元CGソフトウェアによるカーブミラー設置シミュレーション

高速画像処理コンピュータを駆使したシミュレーション手法を開発する。シミュレーションの再現性を検証後、典型的な交差点環境におけるカーブミラー設置位置・角度条件をシミュレーションし、カーブミラー視認性評価、調整手順の標準化に活かす。

3.3 カーブミラー設置、調整用マニュアル開発

カーブミラー設置・改修計画段階で利用できる資料として、典型的な交差点環境でカーブミラー視認性基準を満たす一定の設置位置・角度条件(許容範囲)を体系的に整理・基準化する。一方、現場で短時間に調整出来るカーブミラー位置決め、設置角度測定・調整簡便法と標準化手順を検討し、マニュアルの骨子を作成する。

4. 研究経過と成果

4.1 第1回実験 JARI つくば模擬市街路(2007-8)

本実験は、実際の交差点環境を模擬した実験路において、以下の項目を確認・観察することを目的とした。

(1) 接近車両の視認性・被視認性

カーブミラー設置位置・角度と視認距離の関係



図3 カーブミラー視認性実証実験(乗用車とバイクの視認距離測定) (JARI 模擬市街路実験施設)

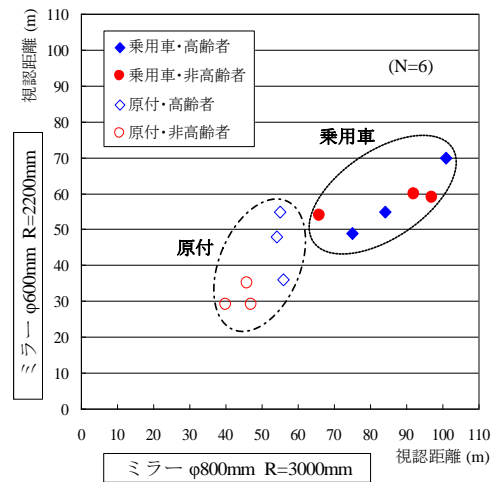


図4 カーブミラー視認距離分布(被験者: 高齢者, 非高齢者, サイズ: 600mm ϕ , 800mm ϕ , 対象: 乗用車, バイク)(JARI 模擬市街路実験施設, 2007-8)

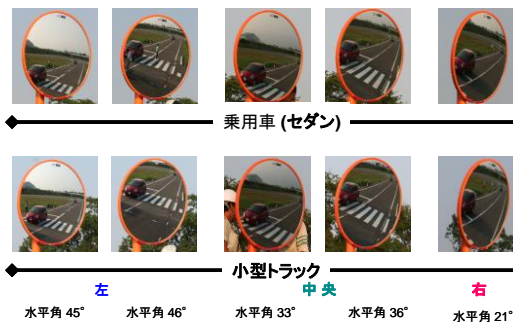


図5 カーブミラーの視認性比較 (乗用車とトラック運転者視点の比較)

測定する実車走行実験を行い、被験者 6 名(非高齢、高齢各 3 名)対象に、交差点境界線を起点に 160m から 0m 地点まで車とバイクを低速走行させ 600mm ϕ (曲率半径 2200mm ステンレス製)、800mm ϕ (曲率半径 3000mm, ガラス製)の 2 種類のカーブミラーの見え方と視認距離の関係を測定した(図 4)。

乗用車が対象の場合、大型ミラー(800mm ϕ)での視認距離は平均 86m, レンジ(66, 101 m)で、小型ミラー(600mm ϕ)は、58m(49, 70 m)と縮小した。いずれも時速 50km/h の場合の安全視距離 55m を確認できる。

原付バイクの場合、大型ミラーでの視認距離は 50m(40, 56m)で、時速 40km/h の安全視距離 44m, 小型ミラーでの視認距離は 39m(30, 55m)で、時速 30km/h の安全視距離 33m を確認できた。いずれも視認距離が短く(鏡像が小さい分近くに接近しない限り見えない)、大小ミラーの差が小さい。小型ミラーでは、時速 30km/h で走行しても、安全視距離(33m)が確保できない可能性があると思った。交差点でカーブミラーを介してバイクを安全に発見するためには、大型ミラーが有効であると解釈できる。

尚、カーブミラーの主要な素材はガラスとステンレスで反射光の吸収率が異なる。ガラスの方がステンレスより反射率が高い分、遠距離までよく見えると推測できる。今後のカーブミラー視認距離実験では、同質素材でサイズの違いを比較するのが正確である。

(2) カーブミラー設置位置・角度条件(許容範囲)の測定・評価

交差点の左・中央・右 3 箇所設置したカーブミラーで、右方の遠点(60m)と近点(0m)の車を同時に映す角度を乗用車およびトラックの運転者視点から測定し、カーブミラー像を写真記録した。その結果、最適範囲は左では水平角 43-46 $^{\circ}$ 、俯角 4-9 $^{\circ}$ 、中央で水平角 33-36 $^{\circ}$ 、俯角 6-9 $^{\circ}$ 、右で水平角 21 $^{\circ}$ 、俯角 10 $^{\circ}$ と狭かった(図 5)。

4.2 第 2 回実験 JARI 城里屋外実験場(2007-12)

本実験は、工事現場を想定して工事中の交通阻害を最少化する意図で、なおかつカーブミラーが確保すべき見通し距離を検証するため実際の車両を使用することなく、高輝度光源で道路上交差車両を代替する実験である。当実験では 1 回目の実験結果から大きいサイズ(800mm ϕ)のカーブミラーのみを対象とした。

実験で判明した主な結果は、次の通りである。

- (1) カーブミラー設置検討用のマーカーランプの種類による視認性の違い

表 1 カーブミラー設置検討用マーカー光源の輝度測定結果(直接、ガラス製 800mm ϕ ミラー反射、ステンレス製 600mm ϕ ミラー反射)

光源種類	直接測定輝度	800mm ϕ (曲率3000mm, ガラス)		600mm ϕ (曲率2200mm, ステンレス)	
	平均(cd/cm 2)	間接測定平均輝度 平均(cd/cm 2)	輝度反射率 (%)	間接測定平均輝度 平均(cd/cm 2)	輝度反射率 (%)
B $_1$ ハロゲン 白色	61183	7658	13	4202	7
Dw $_1$ LED 白色(点灯)	9883	1679	17	725	7
Dg $_1$ LED 緑色(点灯)	8073	1390	17	1000	12
Dy $_1$ LED 黄色(点灯)	7263	1210	17	587	8
D $_1$ LED 赤色(点灯)	6299	680	11	418	7
Dw $_2$ LED 白色(点滅)	6018	1004	17	573	10
D $_2$ LED 赤色(点滅)	4396	370	8	344	8
Dy $_2$ LED 黄色(点滅)	4329	626	14	427	10
Dg $_2$ LED 緑色(点滅)	3670	620	17	502	14
A $_2$ ネスコ LED 白色	1153	218	19	116	10
A $_1$ ネスコ LED 黄色	665	124	19	68	10
C1バトライト 黄色	70	31	45	36	51
C2バトライト 青色	35	26	73	17	47

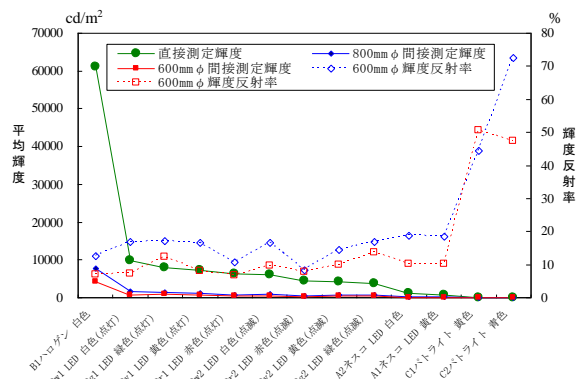


図 6 カーブミラー設置検討用マーカー光源の輝度分布(直接、ガラス製 800mm ϕ ミラー反射、ステンレス製 600mm ϕ ミラー反射)



横浜市道路局一斉点検
鶴見区芦穂崎地区 死角ゼロに
人間工学3基準適応

事故削減効果
2004-2005 11件
2006 2件

図 7 カーブミラー視認性の改善と効果(芦穂崎地区の一例)

マーカーランプの候補として高輝度光源4種類各2色計7種類の、①TV局照明用LEDランプ(DC12V LED1.2w[A1白・A2黄])、②100V用白熱灯(100Wハロゲンランプ)[B1白]、③回転灯(パトライト)35w[C1黄・C2青]、④反射鏡つきLEDランプ3LED直列型DC12V、3w[D1白・D2緑]を用意、交差道路中央線の高さ1mに設置し、被験者7名を対象に視認距離を測定、各ランプがどの程度遠方から直接目視およびカーブミラー鏡像内で確認できるかを評価した。尚、各ランプマーカーは連続光、点滅光の2モードで実験した。

その結果、視認距離が最長だった光源はパトライト(C1黄色)、反射鏡つき3LED直列型(D1白・D2緑)の3種類で、境界線から150mの位置で点滅させても全員が見えた。他の光源は最短でも120mまで全員が見えた。白熱灯(ハロゲンランプ)はAC電源延長コードの限界で90mまでしか測定ができなかったが、全ての光源で90m以上視認可能で、実用上問題はなかった。電源準備などの使いやすさ、コスト面を考慮すると、反射鏡つき3LED直列型が最適である。

(2) 実験用携帯・組立式カーブミラーの機能評価
乗用車で簡易に搬送・組立ができ、実際のカーブミラー(800mm ϕ および600mm ϕ)を設置できる実験用携帯・組立式カーブミラーを、市販の伸縮式脚立を活用して製作した。組立作業を行ったところ、最低限、学生4人程度で組み立て、分解出来ることが分かった。また、これにより実際のカーブミラーと同様の鏡像をフィールドで容易に得られることが確認できた。いつ、どこでも簡便にカーブミラーの実証実験を実施する手法を整えた。

4.3 第3回実験 神奈川大学体育館(2008-2)

本実験は、以下の項目の確認・観察を目的とした。

(1) カーブミラー設置検討用のマーカーランプ候補の輝度測定および視認性確認

上記第2回実験で視認性の高かったマーカーランプである回転灯、反射鏡つきLEDランプ、100V用白熱灯(ハロゲンランプ)について、70mの距離から直接およびカーブミラー(600mm ϕ 、800mm ϕ)鏡像内における輝度を測定した。(表1、図6)。

輝度については、カーブミラーで反射されることにより、おおむね10-20%に減衰し、ガラス製の800mm ϕ では平均22%、レンジ(8%, 73%)、ステンレス製の600mm ϕ では平均15%、レンジ(7%, 51%)に減衰することが判った。光源の種類によって減衰の程度はば



図8 カーブミラー視認性の改善

(芦穂崎交差点, 2007-7補修)

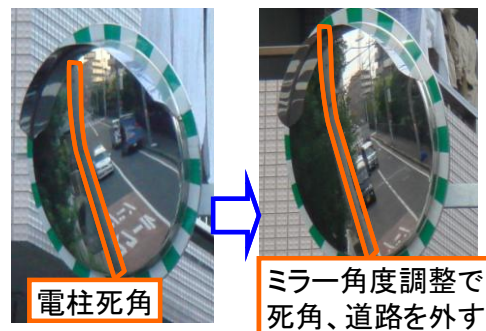


図9 カーブミラー視認性の改善

(芦穂崎交差点, 2007-7補修)

死角は残るが、道路を遮蔽せず

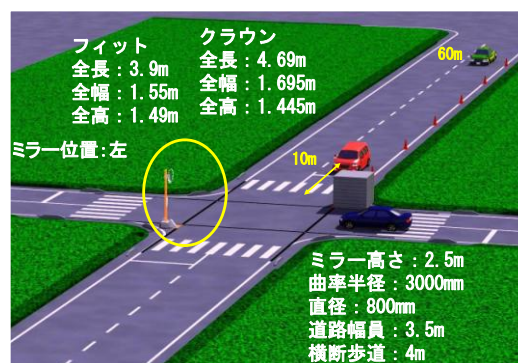


図10 3次元CGシミュレーション

(カーブミラー視認性実証実験再現)

らつきがあり、実際の交差点のカーブミラーに当てはめて考察すると、接近する対象車両が発する光の種類で視認距離、視認性が左右される。素材がステンレスの小型ミラーは視認性でかなり不都合であることが判る。

4.4 第4回実験 JARI 城里屋外実験場(2008-3)

本実験は、以下の項目の確認・観察を目的とした。

(1) カーブミラー鏡面曲率の測定

カーブミラーの曲率については、国土交通省による規定が存在するが⁽⁴⁾、実際に使われているミラーについて曲率を測定したところ、許容範囲内ではあったが、標準値よりはかなりのずれがあることが判った。

(2) 水平角調整式実験用携帯・組立式カーブミラーの組立評価

第2回実験で使用した実験用携帯・組立式カーブミラーに続いて、カーブミラーの水平角を容易に変化させることができる実験用カーブミラーを製作した。アルミ製の筒状ポールを摺り合わせ式に組み立て水平角1度刻みの目盛りを付けて、一方向に微調整が出来る構造を実現した。本カーブミラーの組立を実験路で行ったところ、構想どおりに容易に組み立てられ、角度変化も容易に行うことができることを確認した。

(3) カーブミラーの設置角度(水平角および俯角)の簡便・正確な測定法

カーブミラーの設置角度は、設置されたカーブミラーの光軸(カーブミラー中心の接平面における法線)を求めることで測定できる。光軸は、光軸上の観測者が鏡面中心に映ること、あるいは鏡面中心の像をなす物体とその観測者を結ぶ線分は光軸と交わることを利用して求めることができる。今後は、求められた光軸の角度を簡便に測定する方法を検討する。

(4) カーブミラー設置角度の変化による鏡像範囲変化

カーブミラー鏡面に映し出されるべき路面領域は、カーブミラー設置角度(水平角・俯角)のわずかな変化で大きく変化する。このため、カーブミラー設置角度を少しずつ変化させ、鏡像に映る領域がどのように変化するかを観察した。その結果、適切な鏡像を得られる範囲は、水平角・俯角の双方とも数度以内であることが分かった。



図11 3次元CGシミュレーション結果 1
左：実際、右：シミュレーション
車の位置、大きさが一致している。



図12 3次元CGシミュレーション結果 2
カーブミラー設置検討用マーカ光源実験の再現
左：実際、右：シミュレーション
光源の位置が一致している。

4.5 フィールド調査 鶴見区芦穂崎交差点(2008-3)

本項目は、人間工学研究室が横浜市鶴見区芦穂崎地区で、2004年よりカーブミラー改善提案の実施状況及び効果を観察・検討してきた調査(図7)⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽⁷⁾⁽⁸⁾の継続調査である。芦穂崎交差点では、鶴見土木事務所が、電柱が道路を遮蔽しないようにポールからアームを長くしてカーブミラーの取り付け方を微調整し死角をなくす様に改善(2007-7, 図8, 9)、その改善効果を確認した。

4.6 3次元CGシミュレーション

本作業項目では、模擬市街路、芦穂崎交差点を対象に3次元CGアプリケーションを用いてシミュレーション技術(モデリング、レンダリング方法、等)およびシミュレーション遂行手順を開発、交差点に設置されたカーブミラーの反射像を実際の状況に合わせて再現できるようなシミュレーションシステムを構築しようと試みた。レンダリング手法が多様で正確かつ効率的、比較的安価であることから Shade 9を選定した。

3次元CGシミュレーションの第1段階として、

(財)日本自動車研究所の模擬市街路で実施した、カーブミラー視認性評価実験の実験状況と実験用カーブミラー視界の再現を行った。カーブミラー視認性評価実験の再現を課題に、開発したシミュレーション環境の有効性、実用性を検証した。開発したシミュレーションツールに実験状況(道路形状・諸元、車両・ミラー・路面表示・実験設備の位置・距離・寸法)を入力し、実データの再現性を検証した。

シミュレーションの結果、これらの条件をほぼ正確に再現することができ(図10, 図11)、シミュレーションとして実用性があることが判った。

図11は、交差点左に設置し、視認性3基準を満たすよう右方視界を写した実験用カーブミラー視界(左)と各々シミュレーションしたカーブミラー視界(右)で、これらを比較すると、道路・路面表示・車両等の位置・距離は、どの条件でもほぼ一致した。鏡像の形状・大きさや見え方の細部に若干の相違が見られるものの、カーブミラーシミュレーションとして実用できるものと考えられる(図12)。今後、種々の条件を入力し、本ツールの再現性をさらに検討する。

このシミュレーションを用いることで、実験結果とシミュレーション結果が一致すれば点検補修をローコストに3次元CGで代替出来るし、更にカーブミラー未設置交差点での設置後の鏡像の状況を模擬および適否検討することが可能となる。

5. まとめ

本研究では、カーブミラー総点検の簡便法を提案するために、点検に必要な高輝度光源の必要条件を確認すると共に、実験用携帯・組立式カーブミラー装置を制作した。また、交差点直接/間接視界として安全性を担保する条件整理の第1段階として、カーブミラー視認性実験を行い、3次元CGソフトによるカーブミラー視認性シミュレーション手法を実践的に開発し、実際のカーブミラー鏡像のシミュレーションをした結果、交差点視環境の再現性、実用性を確認できた。今後、カーブミラー視認性シミュレーションを系統的に実施する予定である。交差点の間接視界安全性を担保する条件を抽出する第1段階として方法論が整備できた。

謝辞

本研究を進めるに当たり、人間工学研究室所属の卒業研究生であった、猪股裕二、笹山博樹、廣田祐

子、杉山洋紀、小野雅史各氏にフィールド調査など熱心な協力を得た。更に、行政として国土交通省道路局地方道・環境課道路交通安全対策室、関東地方整備局、神奈川県警、横浜市道路局、同鶴見土木事務所、川崎市道路整備課など交通管理・道路管理関係各氏、(社)全国道路標識・標示業協会関係各氏、産業界として道路反射鏡協会関係各氏、学術研究者として(財)日本自動車研究所安全研究部、予防安全部、研究管理部関係各氏、(独)国土技術政策総合研究所土木工学研究者各氏の助言や協力を得た。心からの謝意を表すものである。

参考文献

- (1) S. Horino, M. Mori, S. Kitajima, and M. Ueyama, "Ergonomic low-cost avoidance of intersection collisions by improvement for legibility of traffic-convex-mirrors", Proceedings of the 16th World Congress of the International Ergonomics Association, CD-ROM (2006-7).
- (2) M. Mori, S. Horino, S. Kitajima, and M. Ueyama, "Ergonomic assessment of the intersection visual environment in relation to collision avoidance", Proceedings of the 16th World Congress of the International Ergonomics Association, CD-ROM. (2006-7)
- (3) (社)日本道路協会, "道路反射鏡設置指針", 丸善出版, (1980).
- (4) 国土交通省道路局監修, (社)全国道路標識表示業協会編, "道路反射鏡ハンドブック", (社)全国道路標識表示業協会, (2001).
- (5) M. Mori, S. Horino, Y. Inomata, H. Sasayama and Y. Hirota, "Low-cost and low-technology oriented improvement of visual environment at intersections by ergonomic installation of traffic convex mirrors for preventive safety against crossing collisions", Proceedings of the 10th Korea-Japan Joint Symposium on Ergonomics, CD-ROM, (2007-5).
- (6) 堀野定雄, 森みどり, 猪股裕二, 笹山博樹, 廣田祐子, "カーブミラー視認性改善と出会い頭事故削減—横浜市内生活道路広域交差点でのフィールド調査—" 日本人間工学会誌第43巻特別号, (2007-6), pp. 62-63.
- (7) 森みどり, 堀野定雄, 鬼木建臣, 清水康隆, "生活道路交差点視環境と出会い頭事故対策—直接/間接視界の評価と改善—", 日本人間工学会誌第43巻特別号, (2007-6), pp. 64-65.
- (8) M. Mori and S. Horino, "Ergonomic improvement of visibility at urban intersections for preventing frequent crossing collisions", Proceedings of the Eighth Pan-Pacific Conference on Occupational Ergonomics, CD-ROM, (2007-10).