

平成 22 年 4 月 10 日現在

研究種目：基盤研究(C)
 研究期間：2006～2008 年度
 課題番号：18510149
 研究課題名(和文) 出会い頭事故の原因分析と再発防止—視認性向上による交通管理システム再設計—
 研究課題名(英文) Ergonomic analysis and prevention of crossing collisions - Redesign of traffic management system by means of visibility improvement at intersections-
 研究代表者
 堀野 定雄 (HORINO SADAO)
 神奈川大学・工学部・准教授
 研究者番号：80078310

研究成果の概要：

交通事故の 1/4 を占める出会い頭事故の大半は生活道路無信号交差点で発生、主因はカーブミラー視認性不全、再発防止策は人間工学 3 原則に基づく「見える化」促進、ローテク・ローコストのカーブミラー調整で事故削減する事を多発交差点で確認した。俯角 1 度の微調整で視認距離 10m、視認時間 1 秒も変動する事実を 3DCG シミュレーションで発見、全国 219 万本カーブミラーの総点検と改善を目標に視認性向上簡便マニュアル作成の基礎を固めた。

One-fourth of the total road accidents in Japan include crossing collisions at intersections, and most of them occurred at urban uncontrolled intersections. Our previous studies revealed that these collisions were mainly caused by poor quality of visual environment at intersections focusing indirect visibility provided by traffic convex mirrors. We proposed intentional visualization of intersections by installing mirrors based on low-cost/low-technology oriented ergonomics 3 points guidelines as effective countermeasures to prevent them, and assured explicit effectiveness of adjusting mirrors to achieve reduction of crossing collisions at real accidents prone intersections. We arranged necessary basic data-base to develop a manual guideline to inspect and improve traffic convex mirrors distributed over the country (accounted for 2.2 million units) by making use of 3-dimensional computer graphics (3DCG) technology. The most explicit result of 3DCG simulation was a demonstration for the variation of the visible distance in the mirror image by 10m, by making fine adjustment of the depression angle of mirror plate by 1 degree. This fact suggests that fine adjustment of the depression/horizontal angle of the mirror plate is critical factors for the indirect visibility.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
平成 18 年度	1,700,000	0	1,700,000
平成 19 年度	1,200,000	360,000	1,560,000
平成 20 年度	710,000	200,000	910,000
年度			
年度			
総計	3,610,000	560,000	4,170,000

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：[分科]社会・安全システム科学 [細目]社会システム工学・安全システム

キーワード：(1)出会い頭事故 (2)交差点視環境 (3)交差点隅切り (4)カーブミラー (5)視認性 (6)3次元コンピュータグラフィックス(3DCG) (7)3DCGシミュレーション (8)ローテク・ローコスト改善

1. 研究開始当初の背景

(1) 本研究は、出会い頭事故発生過程を運転者視点、特に交差点視環境に焦点を絞って科学的に究明し、有効な削減策を検討する、運転者一車両視界一交差点視環境の有機的融合を目指した交通管理システムのフィールド研究である。

(2) 交通管理者は出会い頭事故の原因として、運転者の一時不停止・安全不確認を強調するが、本研究は一時停止しない科学的理由を視環境特性に焦点を当てて研究する。

(3) 事故削減の基本は、全ての運転者が安心して通過出来る様に合理的に交差点視環境を整備、改善することである。

(4) 交差点視環境の質を担保する補助装置としてカーブミラーが広く応用されている。

①しかし、カーブミラーの視認性確保の設置要件が充分整備されていないため、カーブミラー視認性は、満足度最高のAランクから即時改善を要するEランクまで広く分布していた。

②さらに広域調査を継続して、交差点視環境と運転行動の本質的相関関係を明確にする。

2. 研究の目的

(1) 本研究は、全国90万件強(平成18[2006]年度)の事故の1/4が出会い頭事故である事実を受け止めて、事故自体減少を目的に、ローコスト、ローテクで交差点視環境改善と融合した交通管理システム確立を目指すフィールド研究である。

(2) 筆者らの過年度研究で横浜市鶴見区芦穂崎地区及び港北区新吉田の50無信号交差点のカーブミラー約100枚強の視認性を評価し、70-80%のミラーが危険と判明した。

(3) 筆者提案の「カーブミラー人間工学設置要件3項目：①鏡面内道路位置、②鏡像死角、③距離感支援路面表示」の評価と出会い頭事故件数の関連性が高い事も判った。

(4) 道路管理者と交通管理者が連携し、鶴見区芦穂崎地区のミラーを点検、鏡面角度調整による鏡面内道路位置改修と鏡像に歪みのある鏡面交換を実施し、事故減少効果を確認する。

(5) 本来、出会い頭事故はオランダのように交差点の隅切りを大きく設定するなど、直接視界改善で解決するのが筋である。交差点視環境改善のフィージビリティ調査を鶴見地区で試みた所、住民から隅切り設置に協力的な反応があり、行政・地域の協力で視環境改善が加速、事故削減への期待が高まった。

(6) 全国規模で改善する方策として、筆者が提案し、国・地方行政レベルの合同会議を設立(2006-10、筆者：座長)し、全国219万本のカーブミラー改修の全国展開検討に着手する。

(7) 更に、都内200台のタクシーに搭載した映像記録型ドライブレコーダで収集した113件のニアミス類型分析で、出会い頭事故件数がトップ2にランクされ、事故統計と整合した。GPSデータから交差点細部分析が可能で、ミラー機能不全との相関関係を分析するなど広範な分析が可能との展望を得た。

3. 研究の方法

(1) 本研究方法論の基礎概念は、運転者一車両視界一交差点視環境の有機的融合を目指した交通管理システムのフィールド研究である。フィールド研究を基盤として交差点調査と広域調査に分けて進める。広域調査ではカーブミラーに視点を絞った交差点視環境と運転行動の本質的相関関係を明確にする。

(2) 出会い頭事故広域調査：県警主導でカーブミラー40万本視認性の県下一斉点検を実施、出会い頭事故多発交差点分布、カーブミラー視認性分布と共に視環境と事故の相関をみる。

(3) 出会い頭事故交差点調査：①事故多発交差点を重点的に選定し、フィールド調査を行う：交差点人車行動分析、交差点構造分析、運転者本人に聞く、で構成する。②詳細分析で鏡面内の電柱などの死角と事故発生頻度が有意に相関が高い事が判ったのでカーブミラー死角との関連で個別事故分析を推進する。

(4) 交差点人車行動分析：映像記録型ドライブレコーダで収集した事故・ニアミス分析
①交差点利用運転者の行動と車挙動の観

察・分析。②マクロ分析とミクロ分析に分類する。③都内タクシー2 会社 3 営業所の 200 台の協力で得た映像記録型ドライブレコーダデータ分析による出会い頭・ニアミス分析。ミクロ分析として、運転者タスク分析を行う。約 1 万件データから 100 件ニアミス発生、出会い頭事故が上位 2 位にある事実はこれまでの統計調査と符号していることに注目、発生条件を精査する。

(5) 交差点構造分析：

①デジタルカメラ技法を駆使して、超広角写真画面上で、立て看板、電柱、郵便ポスト、自販機などが死角となっている交差点左右方向の安全確認の阻害要因を具体的に特定する。

②3DCG シミュレーション法を応用して交差点視環境をデジタル 3 次元化してコンピュータ環境で試行錯誤する。

(6) 運転者取材：偶然ビデオ記録されたタクシー・バイクの出会い頭事故で双方運転者を取材しメンタルモデルが判った。カーブミラー死角が起こすメンタルモデルギャップが事故原因で、再発防止はミラー死角除去に尽きる。今後取材又はアンケートで内面が聞き取れる取材例数を増やし、主観評価と客観データの整合性を高める計画である。

(7) リスク要因抽出と特定：フィールド研究からカーブミラー死角が出会い頭事故の有意な誘因と判る。予備調査で死角の多い交差点通過時ほど左右直接視界よりもカーブミラーを見る。ミラー視認性は重要である。例数を増やす。

(8) 以上の多様な分析から、エラー誘発要因特定と視環境との因果関係解明し、交通量と死角量の積で交差点の出会い頭危険度をデータで示す。車内外から客観データを採り事故要因を詰めて行く方針である。サンプル数を増やしヒューマンエラー誘発要因の普遍化を目指す。

(9) 出会い頭事故防止安全な交通管理システム設計：事故多発は警察が主張する無謀運転と言うよりは、構造的要因による現象である事を実証する。改善実行を行政機関に更に働きかける計画である。全国展開も視野に入れて事故削減に貢献する。

4. 研究成果

(1) 過年度研究で横浜市鶴見区芦穂崎地区及び港北区新吉田の約 50 無信号交差点のカーブミラー約 100 枚強の視認性を評価、芦穂崎約 70%、新吉田約 80%とミラー過半数は危険と判明した。筆者提案の「カーブミラー人間工学設置要件 3 項目：①鏡面内道路位置、②鏡像死角、③距離感支援路面表示」の評価と出会い頭事故件数の関連性が高い事も判った。

(2) これを受けて道路管理者は交通管理者と連携し、鶴見区芦穂崎地区のミラーを点検、主に鏡面角度調節による鏡面内道路位置改修と鏡像に歪みのある鏡面交換を実施し(2006-6)、事故減少効果を確認した。

①県警本部が提供した事故速報で改修前(1998-2005)の年平均 9.6 件(計 77 件/8 年)が改修後は 3 件に減少した事を確認した(2006-10)。

②更に、鏡面内死角要因改修工事を行い、直接視界を補うカーブミラーが死角で見えない最大矛盾を安全最優先の考えで道路管理者は改修工事に着手し電柱移設しないでカーブミラーの取り付け角度調整で問題を解決した。取り付けアームをせり出すなどの工夫で鏡面内死角を消去し、安全性改善は明白となった(2007-8)。

(3) 筆者提案で設立した国・地方の行政レベルの合同会議(2006-10、筆者座長)で全国 219 (その後増えて 2009 年度は 224) 万本のカーブミラー改修の全国展開検討を行い順次成果を得た。最終的には各都道府県の土木事務所職員が PC を使わないで、カーブミラーの視認距離を簡便に測定できるマニュアル作成を実現する方向で一致した。

(4) 都内 200 台のタクシーに搭載した映像記録型ドライブレコーダで収集した(>0.4G トリガー) 数万件のデータを分析すると、出会い頭事故は常に上位ランクにあり、GPS 測位データから交差点を構造分析し、ミラー機能不全との相関を見るなど立体的分析が可能となっている。原因究明と共に再発防止策を運転者側から分析する事が容易になり、本研究課題解決に有効に活用した。

(5) 日本自動車研究所(つくば市/茨城県城里) 模擬市街地/低 μ 路を用いたカーブミラー視認性実験と取付け諸元とカーブミラー像再現の 3 次元 CG シミュレーションを併用して評価と補修の関係を整理した。

①新たに、組み立て式携帯型カーブミラーを考案、ミラーの俯角・水平角を迅速正確に測定・調整する方法の開発と、LED3 個直列式高輝度光源を自作し、現場で交差点から約 100m 範囲をカバーするミラー角度調整作業の標準化を進めた。その結果、僅か数度の取り付け角度微調整で視認範囲が大きく変動する関係を特定した。

(6) 新規に、住民と行政の要望を受けて出会い頭事故頻発交差点(横浜市)を例にシミュレーションソフトを用いたカーブミラー検証と現地実験を実施、成果を得た。

①カーブミラー設置最適解シミュレーション：従来、現場設置は担当者の経験に頼っていた。カーブミラー新設又は補修(全国 219 万本の安全付加価値改善) 両

面で、交差点内水平位置、取付高や角度（俯角、水平角）を3DCGソフト活用により事前検討する実用手順を完成した。

②実験用ミラーによるフィールド実験：乗用車で搬送可能な自作携帯組立式カーブミラーを活用した簡便設置法を確立した。シミュレーション結果を反映し、実験用ミラーで非優先側から見た優先側道路の視認距離を最大化する最適設置案を確認した。シミュレーション結果と実験用カーブミラー鏡面像との一致度は高かった。

③ミラー角度微調整と鏡像変化：3DCGシミュレーションで、俯角を1度変えるだけで視認距離が10mも増える関係を見出した。これは生活道路に多い法定速度40km/h道路では視認時間1秒増加を意味し、事故未然防止上有意な差である。

(7) 実車代替電池式高輝度LED3直列光源：路上で実車を使わないでカーブミラー性能を検証するローコストで人間工学的なミラー角度調整用光源を独自開発し、実用性を確認した。

(8) 研究成果の意義と重要性

①カーブミラーを調節することで視認性を向上させ、事故を減らせることが分かった。

②シミュレーションは軽敏な方法であり、再現性が高く、有効な手法である。

③既に設置してある道路交通安全装置であるカーブミラーをCG技術を応用した簡便法で首尾良く補修することで交差点視環境が向上し、出会い頭事故が有意に削減出来、円滑な交通実現に貢献する。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 14 件)

1. M. Mori, S. Horino, S. Kitajima, M. Ueyama, T. Ebara, T. Itani, Ergonomics solution for crossing collisions based on a field assessment of the visual environment at urban intersections in Japan, Applied Ergonomics, 39, 2008, 697-709, 査読有.

2. S. Horino, M. Mori, N. Kubo, S. Kitajima, T. Katayama, Analysis and prevention of traffic accident applying tele-field study making use of image-recording-type drive-video-recorders, Proceedings of the Applied Human Factors and Ergonomics 2nd International Conference, CD-ROM, 2008, 査読有.

3. M. Mori, S. Horino, N. Kubo, S. Kitajima, Ergonomics proposal for visibility requirements at urban intersections in Japan for preventing

frequent crossing collisions, Proceedings of the Applied Human Factors and Ergonomics 2nd International Conference, CD-ROM, 2008, 査読有.

4. 堀野定雄, 森みどり, 久保登, 北島創, 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—, 神奈川大学工学研究所所報, 第31巻, 2008, 78-84, 査読無.

5. 堀野定雄, カーブミラーを見直そう—ローテク・ローコストで出会い頭事故削減—, 予防時報, 233, 2008, 6-7, 査読無.

6. 堀野定雄, 久保登, 北島創, 森みどり, ユビキタス時代の安心・安全のためのアプローチ—ドライブレコーダによる予防安全の促進—, 計測と制御, 第47巻第2号, 2008, 113-118, 査読有.

7. 堀野定雄, 森みどり, 久保登, 北島創, 人間中心のテレ・フィールド研究—映像記録型ドライブレコーダによる事故分析と再発防止—, 人間中心設計, 第3巻第1号, 2007, 89-92, 査読無.

8. S. Horino, M. Mori, D. Sei, N. Kubo, S. Kitajima, T. Katayama, Tele-field study on traffic accident process by means of image-recording type drive-video-recorder—Near accident analysis of taxi against bicycle—, Proceedings of the Eighth Pan-Pacific Conference on Occupational Ergonomics (PPCOE 2007), CD-ROM, 2007, 査読有.

9. M. Mori, S. Horino, Ergonomic improvement of visibility at urban intersections for preventing frequent crossing collisions—, Proceedings of the Eighth Pan-Pacific Conference on Occupational Ergonomics (PPCOE 2007), CD-ROM, 2007, 査読有.

10. M. Mori, S. Horino, Y. Inomata, H. Sasayama, 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, 査読無.

11. 久保登, 清大介, 堀野定雄, 森みどり, 北島創, 片山硬, 発生地点の周辺環境を考慮したドライブレコーダー自転車ニアミス事象分析—映像分析とテレ・フィールド研究—, 自動車研究, 第29巻3号, 2007, 27-30, 査読無.

12. 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, 査読有.

13. M. Mori, S. Horino, S. Kitajima, 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, 査読有.
14. 堀野定雄, 利用者視点の交通事故対策：ローテクとハイテクの融合，人間中心設計，第2巻第1号，2006，160-164，査読無.

〔学会発表〕（計20件）

1. 堀野定雄, 森みどり, 金子達也, 斉藤浩之, 久保登, 北島創, サークアディアンリズムに整合したニアミス時刻変動からみたタクシー運転の安全マネジメント，日本人間工学会誌第44巻特別号，pp.308-309，2008年6月，東京.
2. 森みどり, 堀野定雄, 島田勝裕, 渡邊英一郎, 久保登, 北島創, 映像記録型ドライブレコーダを活用した出会い頭事故のテレフィールド研究：市街地交差点視界の評価と改善，日本人間工学会誌第44巻特別号，pp.138-139，2008年6月，東京.
3. 堀野定雄, 森みどり, 金子達也, 斉藤浩之, 久保登, 北島創, 映像記録型ドライブレコーダによるタクシーのニアミス・事故分析ーニアミス時刻変動とサーカディアンリズムとの関連から見た運転特性ー，人類働態学会会報No.88，第43回大会講演集，pp.49，2008年6月，沖縄.
4. 森みどり, 堀野定雄, 島田勝裕, 渡邊英一郎, 久保登, 北島創, 映像記録型ドライブレコーダによる出会い頭ニアミス・事故分析ー運転者働態からみた交差点視界評価と予防安全ー，人類働態学会会報No.88，第43回大会講演集，pp.48，2008年6月，沖縄.
5. 堀野定雄, 森みどり, 北島創, 久保登, ドライブレコーダによる事故・ニアミス分析ーテレフィールド研究による事故シナリオ解明と自転車の事故第1次当事者性ー，安全工学シンポジウム2008講演予稿集，pp.91-92，2008年7月，東京.
6. S. Horino, M. Mori, N. Kubo, S. Kitajima, Analysis and prevention of traffic accident applying tele-field study making use of image-recording-type drive recorder, Abstracts of 40th Annual NES Conference, pp. 234, 2008年8月, Reykjavik, Iceland.
7. 堀野定雄, 道路交通における安全性の向上ー映像記録型ドライブレコーダの搭載効果ー，（社）電子情報通信学会技術研究報告SSS2006-34 Vol.106, No.615 2 pp. 1-4，2007年3月，東京.
8. 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ー横浜市内生活道路広域交差点でのフィールド調査ー，日本人間工学会誌第43巻特別号，pp.62-63，2007年6月，名古屋.
9. 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ー直接/間接視界の評価と改善ー，日本人間工学会誌第43巻特別号，pp.64-65，2007年6月，名古屋.
10. 堀野定雄, 森みどり, 清大介, 久保登, 北島創, 片山硬, 映像記録型ドライブレコーダを活用した予防安全テレフィールド研究ータクシーと自転車のニアミス分析からー，日本人間工学会誌第43巻特別号，pp.112-113，2007年6月，名古屋.
11. 堀野定雄, 森みどり, 清大介, 久保登, 北島創, 片山硬, テレ・フィールド研究で可能になる交通事故分析と予測ー映像記録型ドライブレコーダによる自転車ニアミスを紹介ー，人類働態学会会報・第42回大会講演集，pp.28，2007年6月，八戸.
12. 森みどり, 堀野定雄, 交差点出会い頭事故と視環境改善による運転者安全確認サポート，人類働態学会会報・第42回大会講演集，pp.11，2007年6月，八戸.
13. 堀野定雄, 森みどり, 久保登, 北島創, 片山硬, 道路交通における事故分析と予防安全ー映像記録型ドライブレコーダの搭載効果ー，平成19年度日本人間工学会アーゴデザイン部会主催コンセプト・事例発表会予稿集，pp.44-47，2007年9月，東京.
14. 久保登, 北島創, 森みどり, 堀野定雄, 荒井紀博, ドライブレコーダーの映像および周辺環境に重点を置いた対自転車ニアミス事象の分析（第2報）ー登校円の実地調査と記録地点分布ー，自動車技術会学術講演会前刷集，No.129-07，pp.1-4，2007年10月，京都.
15. 堀野定雄, 森みどり, ムシュタグ シャデイー, 相馬一進, 片山硬, 北島創, 久保登, 映像記録型ドライブレコーダによる事故発生メカニズムの解明，日本人間工学会誌第42巻特別号pp.106-107，2006年6月，大阪.
16. 堀野定雄, 森みどり, 片山硬, 北島創, 久保登, 映像記録型ドライブレコーダから判明した交通事故リスク要因，人類働態学会第41回大会講演集 pp. 50-51，2006年6月，長野.
17. S. Horino, M. Mori, Ergonomic requirements of traffic convex mirrors: lesson from crossing collisions, Ergo Future 2006 (International Symposium on Past, Present and Future Ergonomics, Occupational safety and Health) pp. 11, 2006年8月, Bali, Indonesia.
18. 堀野定雄, 人間工学的観点からの交通事故過失割合の問題点，日本機械学会2006年度年次大会講演資料集第8巻pp.380-381，2006年9月，熊本.
19. 堀野定雄, 消費生活用製品の安全と情報開示ー製品安全設計と人間工学ー事件事例

からみた一考察—，産業組織心理学会 第 83 回部門別研究会，2006 年 11 月，東京。

20. 堀野定雄，公共交通の安全における人間工学の役割—ヒューマンエラー対応の安全管理—，(社)電子情報通信学会技術研究報告 SSS2006-22 Vol.106, No.614 pp. 11-13, 2006 年 12 月，東京。

6. 研究組織

(1)研究代表者

堀野 定雄 (HORINO SADAO)

神奈川大学・工学部・准教授

研究者番号：80078310

(2)研究分担者

森 みどり (MORI MIDORI)

神奈川大学・工学部・助手

研究者番号：50409900

(3)研究協力者

久保 登 (KUBO NOBORU)

元：(財)日本自動車研究所・研究員、

現：神奈川大学・工学研究所高安心超安全交通研究所・客員研究員

北島 創 (KITAJIMA SO)

(財)日本自動車研究所・研究員