

【様式1】 - 1

道路政策の質の向上に資する技術研究開発

【研究状況報告書（1年目の研究対象）】

①研究代表者	氏名（ふりがな）		所属		役職	
	萩原 亨（はぎわら とおる）		北海道大学大学院		教授	
②研究 テーマ	名称 市街地におけるプロビーム道路照明についての研究開発					
	政策 領域	[主領域6] 交通事故		公募 タイプ	タイプII	
		[副領域]（該当しない）				
③研究経費（単位：万円）	平成28年度	平成29年度	平成30年度	総合計		
※H28は受託額、H29以降は計画額を記入。端数切捨。	1000	780	520	2300		
④研究者氏名（研究代表者以外の主な研究者の氏名、所属・役職を記入。なお、記入欄が足りない場合は適宜追加下さい。）						
氏名			所属・役職			
岡嶋 克典			横浜国立大学大学院・教授			
浜岡 秀勝			秋田大学・教授			
江湖 俊介			岩崎電気(株)・照明研究課長			
小林 正自			照明学会・専門会員			
⑤研究の目的・目標（提案書に記載した研究の目的・目標を簡潔に記入。）						
<p>本研究は、市街地における夜間の横断歩行者事故を防ぐことを目的に、ドライバーによる横断歩行者の発見を早める方策として、市街地におけるプロビーム道路照明（以下、プロビーム照明）を開発するものである。平成28年度の具体的な目的は以下の2点とした。</p> <p>（1）プロビーム照明の要件整理：横断中の交通事故を分析し、その特徴を整理する。道路及び交通の状況、沿道環境などと事故の特徴を重ね合わせることにより、昼夜の差異などを分析し、プロビーム照明が有効となる道路条件などの要件整理につなげる。</p> <p>（2）プロビーム照明の灯具設計の整理：光学シミュレーションと視認性評価実験を行い、プロビーム照明として開発すべき灯具設計を行う。</p>						

⑥これまでの研究経過

(1) プロビーム照明の要件整理

H25～H27(3年間)の ITARDA データから歩行者横断中の事故を分析した(事故数の合計は8152件)。図1は ITARDA データを分析した結果の一部を示している。市街地における往復2車線道路の単路部で歩行者横断中の事故が多かった。横断後半に左から接近する車両との衝突が多く、そのときの車両ヘッドライはロービームであった。往復2車線の市街地で、ドライバーから見て右から横断してくる横断者の視認性をプロビーム照明で支援することが有効となる結果を得た。

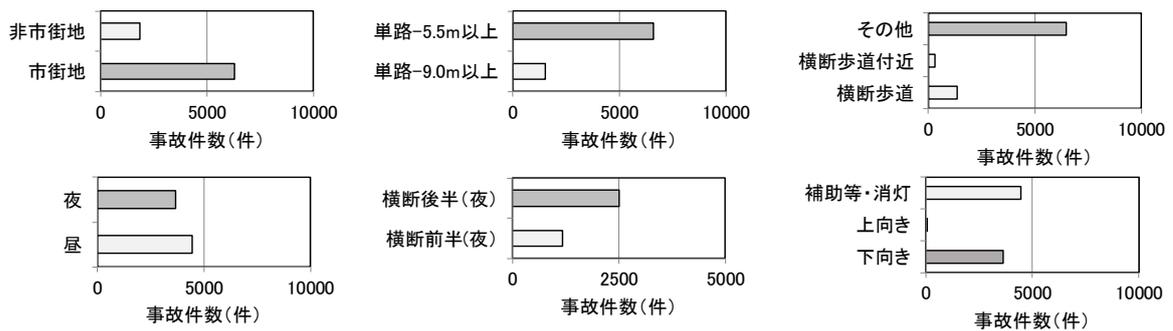
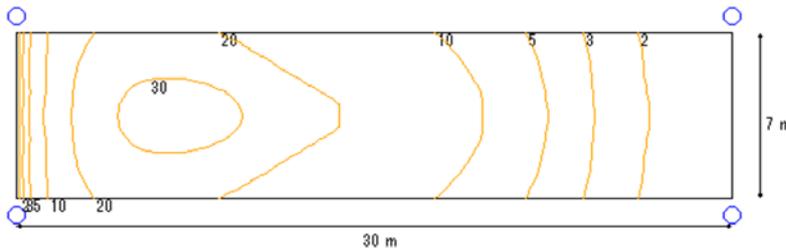


図1 H25-H27の歩行者横断中事故の分析結果

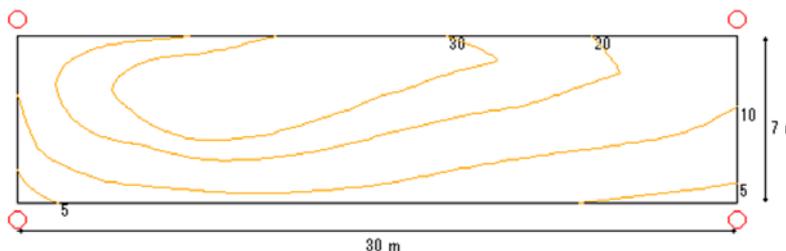
(2) プロビーム照明の灯具設計の整理

・プロビーム照明として理想と考えられる配光を想定した。光学シミュレーションを実施し、路面輝度・鉛直面照度・まぶしさ評価(TI値)を求め、既存の灯具を組み合わせることから、この理想配光(想定)に近い灯具(図2(C))を設計した。9月6日・7日に初期設計の灯具をテストコースに設置し、光学測定および申請者らで評価した。その結果を踏まえ、(C)の発光部を調整し視認性評価実験で用いる灯具を最終的に決定した。図2から、20mから先のプロビーム照明の鉛直面照度が既存照明よりかなり高いことが分かる。

(A) 既存照明：高さ0.8m、鉛直面照度分布(lx)



(B) プロビーム照明：高さ0.8m、鉛直面照度分布(lx)



(C) 試作灯具



図2 視認性評価実験で用いた既存照明とプロビーム照明の鉛直面照度(高さ0.8m)分布

・今年度試作した図 2(C)の灯具を用いて、10月26日から28日にかけてテストコースで視認性評価実験を行った。視認性評価実験で設定した車線構成・ポール位置・視認性評価を行う車両地点 (VA と VB) ・模擬歩行者地点 (赤○) を図 3 に示す。図 3 の VB 地点に車両を置いたときの視認距離 40m と 50m における実験参加者 (16 名) による視認性評価の平均値を図 4 に示す。既存照明 (対称照明) の視認性評価が高くなったり低くなったりする一方、プロビーム照明の視認性評価は安定した視認性評価を示した。50m 地点において、既存照明は 3 つの横断方向地点で「見にくい」であったが、プロビーム照明では「やや見にくい」前後の評価となった。また、50m 地点はヘッドライト (ロービーム) が照射範囲より遠方である。視認性評価実験から、プロビーム照明は、横断歩行者の認知を高める性能を有していることが明らかとなった。

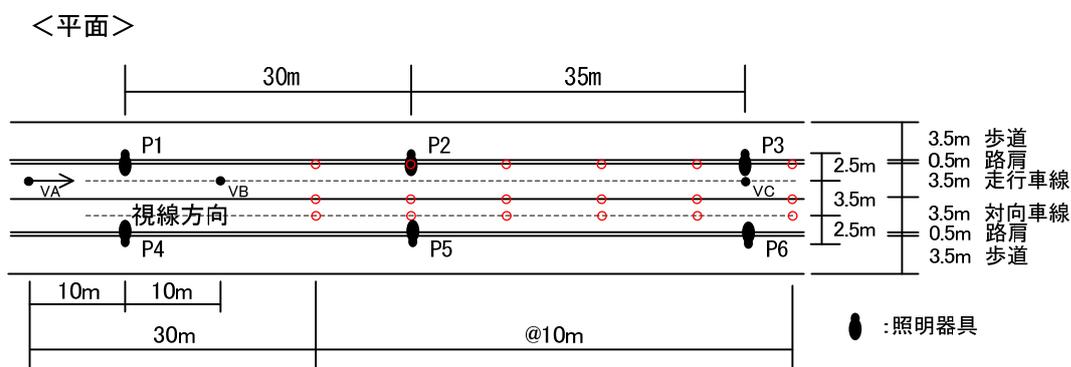
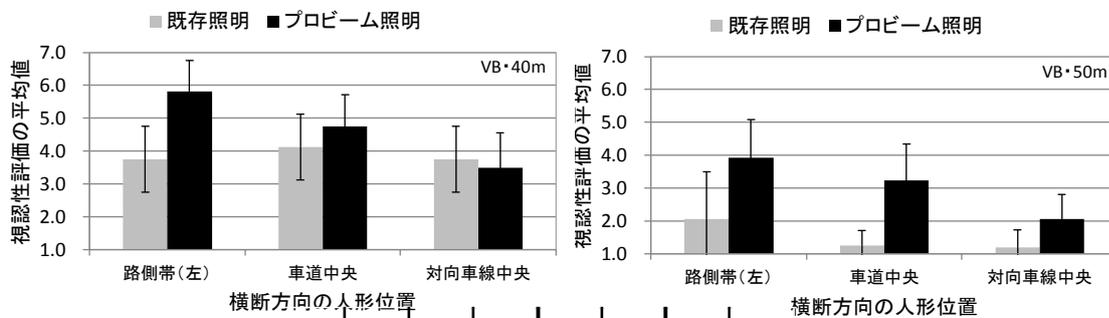


図 3 視認性評価実験の平面図

(A) 視認距離 : 40m

(B) 視認距離 : 50m



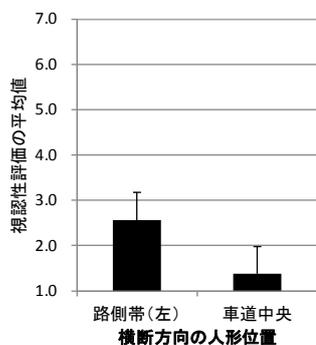
(注) 視認性評価値 : 1.0 (見にくい) 3.0 (やや見にくい) 5.0 (やや見えやすい) 7.0 (見やすい)

図 4 既存照明とプロビーム照明下における視認性評価の平均値 (車両位置 : VB)

・現道にプロビーム照明を導入するための準備とし、サービスイン、サービスアウトの視認性評価を行った。サービスインは既存照明区間あるいは照明のない区間からプロビーム照明区間に入る状況、サービスアウトはプロビーム照明区間から既存照明区間あるいは照明のない区間に戻る状況を指す。視認性評価の結果、図 5 に示すようにサービスインで視認性が低下することが分かった。サービスアウトでは、プロビーム照明が届く範囲が長く、徐々に視認性が既存照明区間あるいは照明のない区間の視認性に近づくことが分かった。プロビーム照明区間へのサービスイン

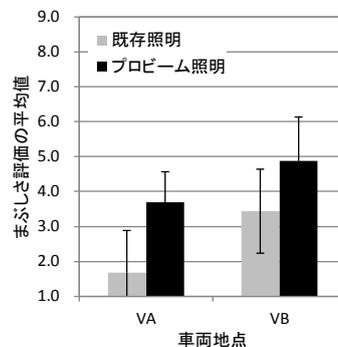
で、視認性の悪化を防ぐ部分的な照明が必要となる結果が得られた。

・図 6 に自転車線中央の模擬歩行者を見たときのまぶしさ評価の結果を示す。プロビーム照明のとき、既存照明よりまぶしさ評価は高い結果となった。光学シミュレーションによる TI 値（既存照明の TI 値：5.6、プロビーム照明の TI 値：10.6）を裏付ける結果となった。



(注) プロビーム照明区間の 30m 手前の既存照明地点からの視認性評価

図 5 サービスインの視認性評価結果



(注) まぶしさ評価値

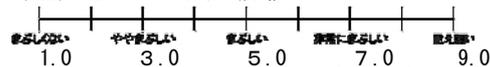


図 6 まぶしさ評価の結果

④これらの結果を踏まえ、プロビーム照明として開発すべき灯具設計の条件を整理する。

・図 7 は、視認性評価値の平均値と鉛直面照度（高さ 0.8m）の関係を示す散布図である。プロビーム照明と既存照明の各々の近似曲線を示す。両者は高い相関を示した。鉛直面照度を示すことで視認性評価値を推定できる結果を得ることができた。また、同じ視認性評価値を得ようとしたとき、プロビーム照明の方が既存照明より高い鉛直面照度が必要である結果となった。

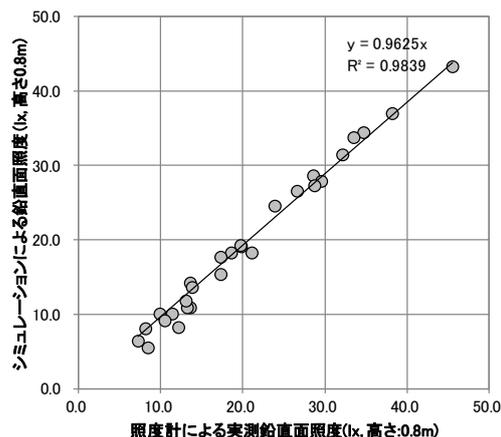


図 7 視認性評価の平均値と鉛直面照度

図 8 実測値とシミュレーションによる鉛直面照度

・図 3 の P2 と P3 の区間における高さ 0.8m のプロビーム照明の鉛直面照度を照度計により計測した。また、シミュレーションにより高さ 0.8m の同区間の鉛直面照度を求めた。図 8 は実測値とシミュレーション値のプロット図である。シミュレーションにより鉛直面照度を求めることが可能と言える結果となった。

・理想配光の提案

図7の結果から、市街地において視認距離30mから60mで安定した視認性を提供するには、左歩道・自転車線中央・中央・右車線中央・右歩道で10lxから20lx程度の鉛直面照度が必要となる。ロービームの視認距離が30m程度であることなどから、その先の歩行者が発見しやすい照明が必要となる。そこで、シミュレーションを実施しドライバの歩行者発見を支援できるよう、前方60mまでの道路区間全体で15lx前後の鉛直面照度となることを条件に、プロビーム照明の配光設計を行った。図9のA案は、鉛直面照度を高めとした配光案（TI値：11.3）である。B案は、鉛直面照度とまぶしさのバランスを考慮した配光案（TI値：6.6）である。

（プロビーム照明配光：A案）

（プロビーム照明配光：B案）

図9 プロビーム照明配光案（図中の数値はlx）

⑦特記事項

（研究で得られた知見、成果、学内外等へのインパクト等、特記すべき事項があれば記入。また、研究の見通しや進捗についての自己評価も記入。）

研究経費やリソース条件の厳しい中で、当初、想定したプロビーム照明の理想配光の検討をほぼ終えることができた。屋外の実験は、雨の可能性もあり、計画した実験を実施できるか懸念が大きかったが、予備日を使うことで計画した実験の95%程度を実施できた。

本研究で開発した街路におけるプロビーム照明は、世界で唯一のものである。プロビーム照明を開発するとき最重要となる「まぶしさ」と「鉛直面照度による視認性」のバランスに関する実データを得たことから、実際の設置を考えた照明配光を提案できたことは、大きな成果と考えている。

次年度には、今年度の成果をフルに活用し、提案した配光を持つ灯具を開発し、テストコースで視認性実験を行い、実際の街路で利用可能な灯具を提案できるものと考えている。

