

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 10 月 18 日現在

機関番号：10101

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2014～2016

課題番号：26630232

研究課題名（和文）非対称照明を用いた道路照明による横断歩行者事故防止に関する研究

研究課題名（英文）Fundamental Research on Visibility Performance under Pro-Beam Road Lighting

研究代表者

萩原 亨（Hagiwara, Toru）

北海道大学・工学研究院・教授

研究者番号：60172839

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,900,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、一般に広く使われている対称照明と比較し、プロビーム照明下における歩行者視認性のメリットを明らかにすることを目的に、対称照明と簡易プロビーム照明をテスト走路に設置し、実験参加者12名による車内から歩行者を視認させる実験を実施した。理想配光に近い簡易プロビーム照明を製作し、実験に使用した。実験時は霧雨で路面が若干湿った状態であった。評価実験の結果、プロビーム照明は対称照明に比べて歩行者を視認しやすく、また視認距離や車両と歩行者の位置関係による影響も小さいことが分かった。道路上の歩行者を視認する上で、プロビーム照明は潜在的に高い性能を有することが示唆された。

研究成果の概要（英文）：The present study proposed a new road lighting using the pro-beam light distribution. Visibility performance provided by the current conventional road lighting brings some issues of concern in terms of changes of pedestrian visibility depended on positional relationship between location of pedestrian and luminaries. A field experiment was conducted on a test track using 12 participants. In this experiment, as simplified pro-beam road lighting was used to evaluate an effect of positive contrast consistently on visibility of pedestrian on the test track. We evaluated visibility performance of the pro-beam road lighting compared with the conventional road lighting. Results of the experiment indicated that visibility level of the pedestrians under the pro-beam road lighting was larger and constant rather than that under the symmetric road lighting. The pro-beam road lighting proposed by the present study might have a potential to show more positive effects on the road.

研究分野：交通工学

キーワード：プロビーム照明 道路照明 横断歩行者事故 夜間

1. 研究開始当初の背景

日本では平成 20 年以降、歩行中の死亡者数が自動車運転中のそれを抜いてトップとなり続けている。歩行中の死亡事故の約 7 割が夜間に発生しているが、夜間の歩行者事故はドライバの見落とししによって起きる場合が多い 1), 2), 3)。歩行中の死亡者数を減らすには、夜間において道路上の歩行者をドライバが認知しやすくなるような道路改良が必要不可欠である。

2. 研究の目的

街路の夜間における道路上の歩行者の視認性を高めることを目的とし、プロビーム照明による路上の歩行者視認性に関する基礎的検討を試みた。本研究では、プロビーム照明において対称照明より歩行者の視認性は同等以上となり、かつ安定した視認性を提供できることを視認性実験で検証する。具体的には、理想配光に近い簡易プロビーム照明を既存の灯具を用いて作成し、歩行者視認性実験を実施した。

3. 研究の方法

(1) 実験の実施

2015 年秋季に、株式会社つくばイワサキにおいて、延長 100m の自転車線(幅員 3.5m)と歩道(幅員 4.0m)のテスト走路で視認評

価実験を実施した。実験時は霧雨となり、路面が湿った状態であった。実験参加者の総数は 12 名(女性 5 名、男性 7 名)で、20 歳代の実験参加者が 10 名(大学生)、40 歳代が 1 名、50 歳代が 1 名であった。図 1 に 4 種類の車両位置と実験参加者が視認性を評価する人形の位置を示す。

実験参加者の着席位置は、運転席と助手席に 1 人ずつと後部座席に 2 人とした。後部座席の 2 人は運転席と助手席の間から顔を出して、可能な限り運転席と助手席の実験参加者と横一列になるよう指示した。実験担当者は、評価時以外はフロントガラスを暗幕で覆い、人形の設置と車内の実験参加者の準備状況を確認後、暗幕を前方に倒した。視認時間は 3 秒とした。実験参加者は、前方の 2 体の人形を見て、各々の視認性を評価シートに記した。

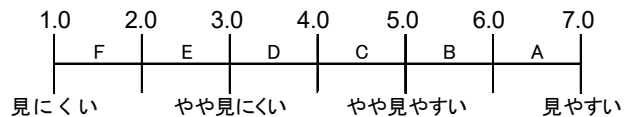


図 2 評価指標

(2) 実験の結果

1) 地点 1 から地点 4 の 4 地点における横断位置別の視認性評価平均値を図 3 に示す。各々のプロットは 12 名の実験参加者の視認性評価の平均値(N=48, 12 名×4 地点(地点 1 から地点 4))を示している。

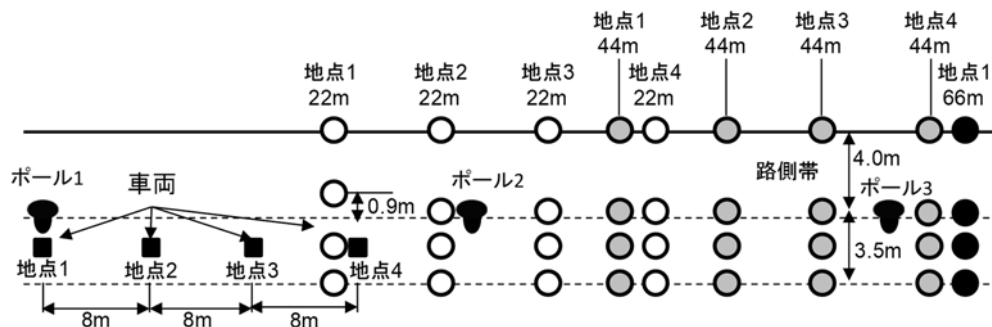


図 1 車両の配置と視認性評価地点

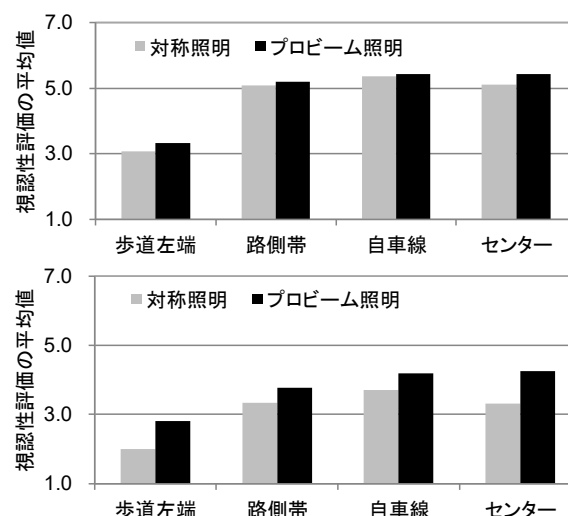
対称照明とプロビーム照明を対比できるような棒グラフとした。横軸は横断方向の人形位置を示す。図 3(A)は反射率 8%、図 3(B)は反射率 23%の結果である。

2) 反射率 8% (図 3(A)) のとき、車線の 3つの横断位置位置で 22m のとき平均値は 5.0 強、44m のとき 4.0 前後となった。両照明とも 22m のときの視認性評価平均値は 44m のそれより 1.0 から 2.0 ほど高くなった。ロービームによるヘッドライトの影響と考えられる。左歩道端の平均値は 3.0 前後となり、両正面とも低くなった。自転車線 ($t=-5.23, df=11, p<0.01$) とセンター ($t=-5.52, df=11, p<0.01$) で、プロビーム照明の平均が対称照明の平均より有意に高くなった。

3) 反射率 23% (図 3(B)) のとき、視認距離 22m と 44m とも路側帯・自転車線・センターで平均値は 5.0 から 6.0 となった。左歩道端の平均値は 4.0 前後となった。44m のとき、プロビーム照明の平均視認性評価値は、路側帯 ($t=-3.22, df=11, p<0.01$) ・自転車線 ($t=-2.77, df=11, p<0.05$) ・センター ($t=-4.10, df=11, p<0.01$) で対称照明のそれより平均値は有意に高くなった。

4) 図 3 の車両位置 4 地点における視認性評価の標準偏差を求めた。標準偏差は、対称照明あるいはプロビーム照明で照明されている道路区間を走行するときの道路上の人形の視認性評価の変化を表す。図 4(A)は、反射率 8% のときの横断位置別の標準偏差を示す。同じ視認距離のとき、プロビーム照明の方が対称照明より標準偏差が小さくなった。最も標準偏差が大きい条件は視認距離 44m の対称照明ときであった。逆に最も標準偏差が小さかったのは視認距離 22m

(A) 反射率 8%



(B) 反射率 23%

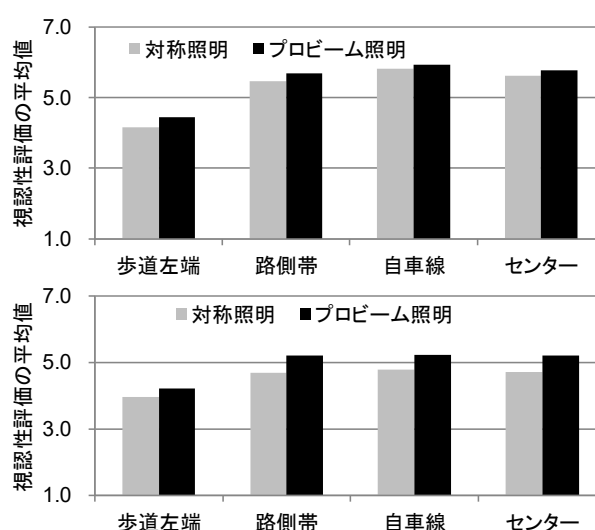


図 3 照明方法別・視認距離別・横断方向位置別における視認性評価の平均値

のプロビーム照明のときであった。図 4(B)は、反射率 23% のときの横断位置別の標準偏差を示している。歩道左端を除くと、視認距離 22m と 44m のプロビーム照明のとき、標準偏差はほぼ等しく、対称照明より小さい。最も標準偏差が大きい条件は、視認距離 44m の対称照明のときであった。図 13 から、反射率には依らず、視認距離が同じであ

ればプロビーム照明のときの標準偏差は対称照明のそれより小さくなることがわかった。

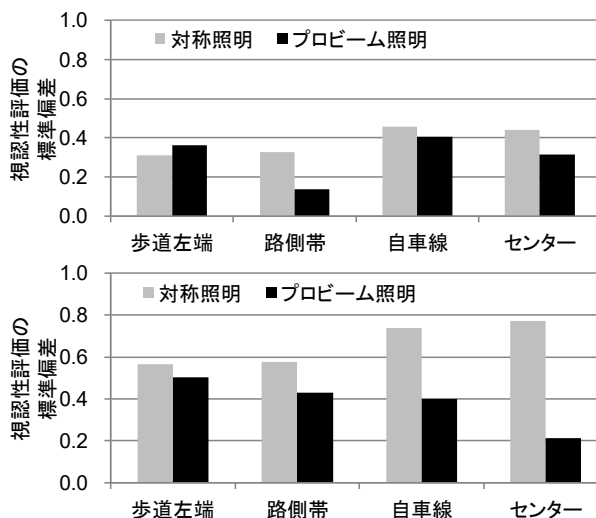
4. 研究成果

(1) 既存の灯具を基に製作した簡易プロビーム照明を用いて、テスト走路におけるドライバによる歩行者視認性評価実験を行った。歩行者を模擬したダンボール製自立式の人形を作成し、人形には黒色の紙(反射率 8%)と灰色の紙(反射率 23%)を貼った。照明ポール位置と車両位置を相対的に変化させ、ヘッドライト(ロービーム)を点灯した条件で人形の視認性がどのように変化するかをプロビーム照明と対称照明で測定した。

(2) 視認性評価および鉛直面照度の測定結果から、対称照明条件下に比べてプロビーム照明条件下では人形の視認性が高く、かつ照明のポールと車両位置関係によって視認性の変化が少ないことが示された。また、反射率 8%でも、プロビーム照明条件による視認性は、対称照明条件と同様あるいはそれ以上であった。既存の灯具を組み合わせ、理想のプロビーム配光に近づけた簡易プロビーム照明による実験となったが、プロビーム照明方式の潜在性能の高さを示すことができたといえる。

(3) 実験時の路面が若干湿っており、両照明条件で相反する影響が視認性に現れたかもしれない。対称照明下では路面および人形の背景が明るくなり、湿潤路面がその視認性を低下させた可能性がある。一方、プロビーム照明下では湿潤路面であってもドライバ側に再帰反射する光が少ないため、湿潤路面の影響が小さかった。今後、乾燥路

(A) 反射率 8%



(B) 反射率 23%

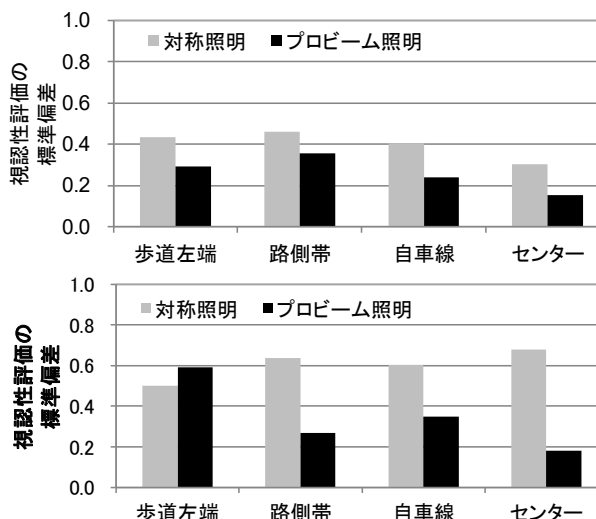


図4 照明方法別・視認距離別・横断方向位置別における視認性評価の標準偏差

面での検証が必要である。また、照明の配置も今回は片側のみであり、本来の両側配置による検証も課題として残る。プロビーム照明が両側に配置されると、ドライバへのグレアの影響が歩行者の視認性に与えると予想される。プロビーム照明専用の灯具を用いて、実際の道路により近づけた視環境での検証が必要となる。

5. 主な発表論文等

①草竹 大輝, 萩原 亨, 浜岡 秀勝, 江湖俊介, 轟 麻起子, 岡嶋 克典, 小林 正自, 街路におけるプロビーム道路照明の視認性評価に関する基礎的研究, 第36回交通工学研究発表会, 日本大学理工学部駿河台キャンパス (東京都), 2016.8.

② Hagiwara, T., Kohko, S. and Hamaoka, H., Visibility assessment of pro-beam road lighting on the road, ITS-2183, ITS WORLD CONGRESS, 2015. (査読なし)

③萩原 亨, 草竹 大輝, 浜岡 秀勝, 江湖俊介, 轟 麻起子, 岡嶋 克典, 小林 正自, 街路におけるプロビーム道路照明に関する基礎的研究, 2016年秋季大会, 自動車技術会, 2016.10, 札幌コンベンションセンター (札幌市).

④交通工学論文集

草竹 大輝, 萩原 亨, 浜岡 秀勝, 江湖俊介, 轟 麻起子, 岡嶋 克典, 小林 正自, 街路におけるプロビーム道路照明の視認性評価に関する基礎的研究, Vol.3 (2017) No.2 特集号 p. A_84-A_91, 査読有

http://doi.org/10.14954/jste.3.2_A_84

⑤ Toru Hagiwara, Shunsuke Kohko, Shouji Kobayashi, Fundamental Investigation on Pro-beam Road Lighting System, The 3rd International Conference on Universal Village (UV2016), 名古屋大学 (名古屋市), 2016.10.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

萩原 亨 (HAGIWARA Toru)

北海道大学大学院工学研究院・教授

研究者番号：6 0 1 7 2 8 3 9

(2) 研究分担者

濱岡秀勝 (HAMAOKA Hidekatsu)

秋田大学工学資源研究科・教授

研究者番号：7 0 2 6 2 2 6 9

以上