

自発光型路面標示の視認性評価システム構築と基本設置パターン評価に関する研究

豊橋技術科学大学 学生会員 ○高橋 功
株式会社キクテック 非会員 寺倉 嘉宏

豊橋技術科学大学 正会員 松尾 幸二郎
豊橋技術科学大学 正会員 杉木 直

1. はじめに

路面標示は道路交通に対して規制や指示といった必要な情報を伝え、交通事故を未然に防ぐための高い注意喚起効果を有している。現行の路面標示にはガラスビーズ等が配合され、ヘッドライトを照射した際の再帰性反射により夜間でも視認性を確保している。しかし強い光を照射できない自転車や歩行者の視点からでは視認性が大きく劣ってしまう。

こうした問題を解決するために蓄光材や蛍光材を用いた自発光型路面標示の研究・開発が進められているが、色や線幅など適切な設置パターンや効果が明らかでなく普及には至っていない。

そこで本研究ではまず自発光型路面標示を評価できるドライブシミュレーション (DS) システムを構築し、その上で異なる条件における設置パターンの評価を行うことを目的とする。

2. 評価対象とする自発光型路面標示

本研究で評価を行う路面標示のサンプルを図1に示す。これらは株式会社キクテックと共同開発している蓄光型と蛍光型の製品で、発光色として緑や青等が作成でき、材料の配合割合を変化させ色や輝度を変化させることが可能である。紫外線ライト照射等により路面標示自体が発光する自発光型であることから、ヘッドライトの届かない範囲や自転車・歩行者からの視点からでも高い視認性を確保可能で、従来と同じ施工機械による施工が可能である。

3. 評価 DS システムの構築

評価 DS システムは、FORUM8 社製の DS ソフトウェアである UC-win/Road Ver.11.0 Driving Sim をベースとして構築した。VR ヘッドマウントディスプレイ Oculus Rift を利用することにより、夜間による視界を再現することとした。DS ソフト上では路面標示のサイズや線幅、色などの表現に制約があるため、自発光型路面標示の表現は Adobe Illustrator CC と Autodesk 3ds Max を用いて.3ds 形式のモデルを作

成・インポートすることにより行うこととした。発光色は図1に示す蛍光路面標示サンプルの CIE 色度座標値を測定し、RGB 値に変換することで設定した。

評価 DS システムにより作成した路面標示の一例を図2に示す。

4. 評価 DS システムを用いた視認性評価実験

1) 実験方法

本実験では、基本設置パターンとして表1に示す5つの因子における水準の違いが視認性へ与える影響を把握することとした。全因子全水準の組合せは $3^5=243$ 通りとなるが、本実験では L_{27} 直交表により27通りの組合せを抽出した。さらに従来型の路面標示(発光なし、引き伸ばし3倍、線幅10cm)に対して速度を3段階(10,20,30km/h)に変化させたパターンを加え、全30シナリオによる実験を行った。実験実施順序は乱数によりランダムとした。また全シナリオにおいて操作車両は自転車とした。

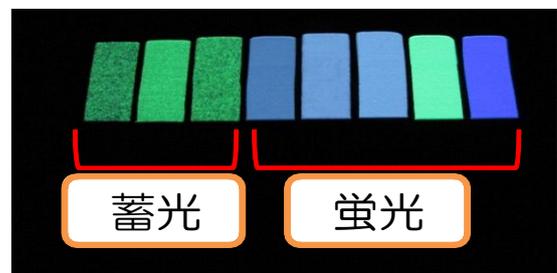


図1 自発光型路面標示サンプル



図2 作成したコースと自発光型路面標示の例
表1 本実験で対象とした因子および水準

因子	水準			交互作用
	10km/h	20km/h	30km/h	
速度	10km/h	20km/h	30km/h	あり
引き伸ばし	なし	2倍	3倍	
色	白	緑	青	なし
線幅	2cm	5cm	10cm	
輝度	暗	中	明	

実験方法としては被験者に Oculus を装着して貰い、キーボード操作 (上) により走行を開始する。そしてコース上に設置された「止まれ」の文字をはっきり読めた時点でキーボード操作 (下) によって制動を行った。視認性評価の実験であることを踏まえ、注意事項として、「止まれ」の標示に合わせて止まるのではなくはっきり読めた段階で必ず停止するように伝えた。停止後には当該路面標示の視認性を 1 (見づらい) ~ 5 (見やすい) の 5 段階で回答して貰い次のコースへ移行した。被験者は 21 歳~24 歳の学生 6 名であった。

2) 制動開始位置の定義

視認性評価指標の 1 つとして、シナリオ毎に出力されるログを元に、制動操作を開始した位置から視路面標示の上端 (止まれの「止」の文字の上端) までの距離を制動開始位置として算出した (図 3 参照)。制動操作が行われなかった場合は一律で路面標示通過後の交差点先端部を制動開始位置とした。

3) 実験結果

因子別にアンケート評価値および制動開始位置の平均値を算出し、それらを目的変数として重回帰分析を行った。パラメータ推定結果を表 2 に示す。また、推定されたモデルに基づき、速度を 20km/h、引き伸ばしを 3 倍とした場合のその他の因子の組合せにおける各評価値を予測した結果と発光なし路面標示の実験結果との比較を図 4 に示す。

4) 考察

アンケート評価値と制動開始位置の推定結果はどちらも決定係数が 0.9 以上と高い値を示し、各因子の効果を評価するのに十分な適合度が得られた。

表 2 の結果より視認性に影響を与える因子は、有意水準を 5% とすると、色 (緑)、線幅 (5cm/10cm)、輝度 (明)、速度 (30km/h) と引き伸ばし (3 倍) の交互作用効果、制動操作に影響する因子は、引き伸ばし (2 倍/3 倍)、色 (緑)、線幅 (5cm/10cm)、輝度 (明) であるといえる。特に線幅 (10cm) と色 (緑) のパラメータ値は両結果において 1 以上と高く、影響の大きい因子だといえる。

また図 4 に示す結果より、色 (緑)、線幅 (5cm/10cm)、輝度 (中/高) の設置パターンでは従来型の路面標示と比較してアンケート評価値、制動

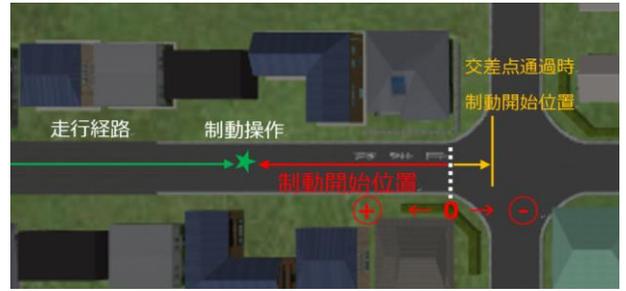


図 3 制動開始位置の定義

表 2 パラメータ推定結果

説明変数	アンケート評価値		制動開始位置	
	パラメータ	P値	パラメータ	P値
定数項	1.04	< 0.001	-2.38	0.009
速度 10km/h ダミー	0	-	0	-
速度 20km/h ダミー	-0.11	0.59	-0.35	0.68
速度 30km/h ダミー	-0.17	0.42	0.2	0.82
引き伸ばしなし ダミー	0	-	0	-
引き伸ばし 2倍 ダミー	-0.11	0.59	4.5	< 0.001
引き伸ばし 3倍 ダミー	-0.28	0.19	7.19	< 0.001
発光色 白 ダミー	0	-	0	-
発光色 緑 ダミー	1.39	< 0.001	3.13	< 0.001
発光色 青 ダミー	-0.26	0.005	-1.2	0.003
線幅 2cm ダミー	0	-	0	-
線幅 5cm ダミー	0.65	< 0.001	2.4	< 0.001
線幅 10cm ダミー	1.04	< 0.001	3.61	< 0.001
輝度 暗 ダミー	0	-	0	-
輝度 中 ダミー	0.3	0.003	1.73	0.004
輝度 明 ダミー	0.44	< 0.001	2.74	< 0.001
速度10km/h 引き伸ばしなし	0	-	0	-
速度20km/h 引き伸ばし2倍	0.22	0.45	-0.34	0.78
速度30km/h 引き伸ばし2倍	0.17	0.57	-1.74	0.17
速度20km/h 引き伸ばし3倍	0.39	0.19	1.02	0.41
速度30km/h 引き伸ばし3倍	0.78	0.002	-0.39	0.75
決定係数 (調整済み)	0.9269		0.9389	
サンプルサイズ	27		27	



図 4 モデル予測結果と発光なし路面標示の評価値

開始位置共に評価が高くなっており、自発光型路面標示の設置により夜間視認性の向上が期待できる。また現行の路面標示よりも細い線幅 5 cm のパターンを用いた場合でも高い視認性が確保できていることから、コストを抑えることも出来る可能性がある。

5. まとめ

DS を用いた自発光型路面標示の視認性評価システムを構築し、視認性に影響を与える因子およびその大きさを把握できたと考える。今後は構築したシステムを用いて、高齢者を含めた幅広い年齢層の被験者による視認性や挙動の評価実験を実施し、交通安全に寄与する効果的な設置パターンの検証を行う必要がある。