

⑱ 自動車前照灯用白色 LED の色温度に依存したグレア変化

交通システム研究領域
自動車安全研究領域

※豊福 芳典 塚田 由紀
森田 和元 岡田 竹雄

1. はじめに

白色 LED 光源の利用分野が、自動車前照灯など交通機関へも拡大しつつあるが、LED 光源は電球より眩しいという指摘も聞かれる。

青 LED 光と黄色の蛍光発光の組み合わせで作られる補色型白色 LED 光は、特定の波長の青色成分が卓越した特徴的なスペクトルを有する。過去の研究でも、青い色光は他の色光に比べ明るく感じる事が報告されている。

交通機関の安全に関わる灯火基準等は電球を想定して定められていることが多く、この分野への白色 LED の普及に先立ち、電球と白色 LED の眩しさの違いを検討しておく必要がある。本研究では、若年者と高齢者において、ハロゲンと各種色温度の白色 LED を用い、色温度と不快グレアの関係等を検討した。

2. 実験方法等

表 1 の光源を用い角膜照度を 0.1~6 lx に変化させて、de Boer の 9 段階グレア評価尺度 (表 2) で眩しさを評価させた。評価尺度は「5」が「許容できる限界」を表し、数値が小さいほど眩しいことを意味する。

光源を約 2.0 mrad (7 分) 角の開口から呈示した。開口周辺は黒ラシャ紙で覆い、輝度 10cd/m² とし、被験者は試験に先立ちこの輝度に順応した。

供試白色 LED は、全てピーク波長が同一であり、

青色成分と蛍光体の黄色成分の比率が異なることによって色温度が変化する。被験者は若年者 (20~30 歳、視力 0.7 以上)、高齢者 (65~74 歳、視力 0.7 以上) とともに 14 名ずつ参加した。

3. 結果及び考察

LED A 及びハロゲン为例にとり、角膜照度を変化させたときのグレア評価尺度の被験者間平均値を図 1 に示す。図中の直線は対数回帰線である。

若年者の回帰直線の傾きは高齢者のそれより大きく、かつ両者は角膜照度 0.2~0.5 lx あたりで交差するのが特徴であり、他の LED 光源の場合も同様である。その傾きの差は、色温度が高いほど大きい。加齢に伴う短波長帯域の感度低下が推測される。

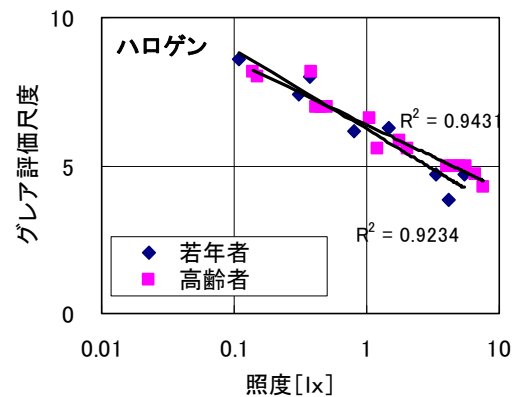
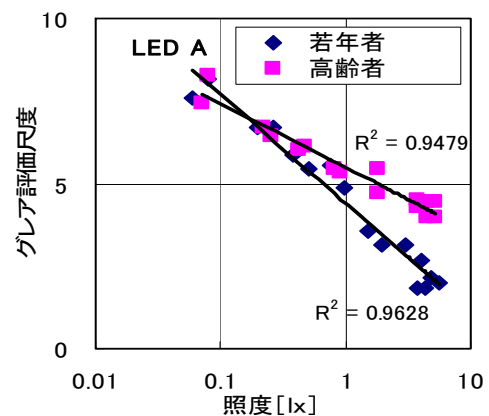


図 1 角膜照度とグレア評価尺度

表 2 グレア評価尺度

グレア評価尺度	意味
1	Unbearable
2	
3	Disturbing
4	
5	Just Admissible
6	
7	Acceptable
8	
9	Noticeable

表 1 光源の種類

光源	色温度
LED A	17,000K
LED B	10,000K
LED C	7,000K
LED D	6,000K
LED E	5,600K
ハロゲン	3,000K

なお、高齢者は、水晶体の混濁による光の散乱の影響で眩しさを感じやすいと言われるが、今回の結果は異なる傾向を示している。短波長成分の感度低下など眼球内散乱以外の要因の影響も含めて検討する必要があると思われる。例えば、橋本博ら¹⁾は、やはり角膜照度が高い条件では、必ずしも高齢者の方が眩しさをより強く感じる訳ではないという実験結果を得て、眼球内散乱の影響だけでなく、短波長成分の水晶体透過率の減少、老人性縮瞳などのためと考察している。

次に、このようにして得られた回帰式を用いて、各光源に対するグレア評価尺度が5（許容できる限界）となる角膜照度を図2に示す。

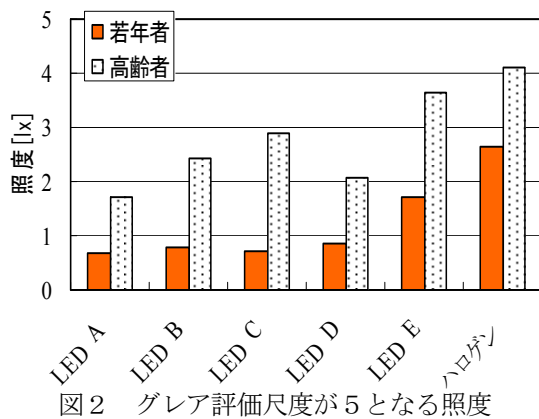


図2 グレア評価尺度が5となる照度

高齢者では若年者ほど顕著ではないが、いずれもLEDの方がハロゲンより眩しく感じる傾向が明らかである。特に、若年者では7,000K以下（LED Cより右）で色温度が高いほど眩しいことが分かる。

さらに、図3は、角膜照度1.7 lxにおける各光源のグレア評価尺度である。1.7 lxは、自動車前照灯の基準において、対向車の眩惑を考慮した測定点での照度基準値（0.85 lx）の左右の灯火が重畳した場合を想定した。

5,600K以下（LED Eより右）では眩しさは許容範囲内（評価尺度5以上）であるが、6,000K以上（LED

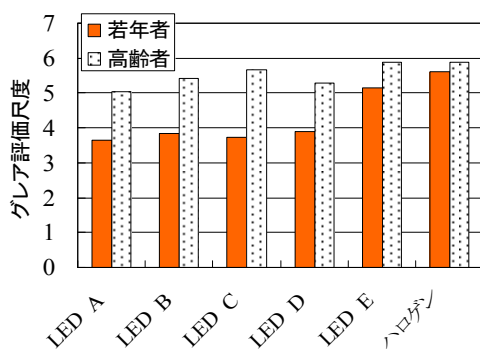


図3 照度1.7lxでのグレア評価尺度

Dより左)では、若年者にとってやや邪魔になることが分かる。

なお、青味成分と眩しさの関係を確認するため、試みに、上述の傾向を視細胞のS錐体の相対応答で整理した。図4はグレア評価尺度が5となる各光源のS錐体相対応答であり、図5は照度が1.7 lxのときの各光源のS錐体相対応答とグレア評価尺度の関係である。

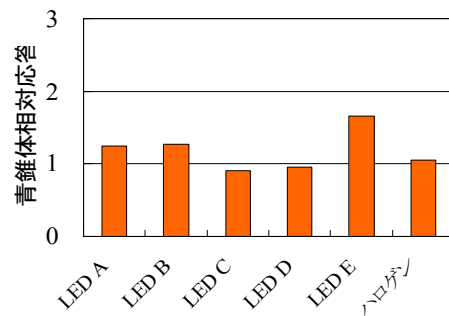


図4 グレア評価尺度一定(5)でのS錐体相対応答(若年者)

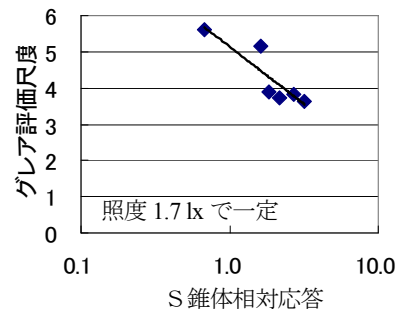


図5 S錐体相対応答とグレア評価尺度の関係(若年者)

データのばらつきが大きいものの、グレア評価尺度が同一の場合はS錐体相対応答も概ね同レベルであり、照度一定の場合はグレア評価尺度はS錐体相対応答に依存する傾向が伺われる。

4. まとめ

補色型白色LED光のグレアをハロゲンとの比較において検討した結果、以下の結論を得た。

- (1) 同じ照度であっても、色温度の高い(青味の強い)LEDの方がハロゲンより眩しさを与える。
- (2) 今回の実験では、前号の傾向は、高齢者に関しては若年者ほど顕著には表れなかった。これは、加齢による短波長成分の感度低下などの影響の可能性が考えられる。

【参考文献】

- 1) 橋本博ほか:「高齢者の眩しさに関する検討」,自技会学術講演会前刷集 No.84-06