LED 防犯灯 –不快グレアと照明環境の評価–

街路環境の主観評価 –相関色温度の影響–

Subjective Evaluation of Atmosphere of Environment Under LED Street Lights Using Different Correlated Color Temperature

◀キーワード：LED, 相関色温度, 防犯灯, 主観評価

◀KEYWORDS: LED, correlated color temperature, subjective assessment, street light

 専門会員
 岩田 三千子
 Michico Iwata

1956年生まれ。学術博士。2005年より摂南大学に勤務。建築および都市の視環境設計の研究に従事。日本建築学会、都市計画学会、日本照明委員会、電気設備学会ほか会員。

ABSTRACT

The action of the Research & Investigation Committee on Glare of LED Lighting Fixtures in Outdoor Lighting Environments is to examine whether the correlated color temperature affects the glare discomfort factor, visibility of human face and evaluations on environment under LED street lights.

In this study, the purpose is to provide the data using LED test lights with seven different correlated color temperatures ranging from 2800K to 12000K in a recreated night-time street atmosphere.

The results of this evaluation show street brightness, sense of security, color differentiation, cool/warm feeling, preference of atmosphere and adequateness of lighting under average illuminance on a recreated road surface set at 2 to 5 lx. Therefore, the all evaluations are affected by the correlated colour temperature in positions nearer to the targets. The lower correlated color temperature lights are evaluated more preferable than the higher correlated color temperature lights.

1. はじめに

2年間に渡り委員会で実施した実験については、2013年の日中韓ライティングカンファレンス¹⁾、および2014～2015年のCIE²⁾⁻⁵⁾で結果を報告した。今月号の企画ではこれまでに、不快グレア⁶⁾、視認性⁷⁾についての実験結果が詳細に紹介されている。続いて本報では、主にLED光源の相関色温度と街路環境の主観評価の関係を明らかにするために、ブロック塀、レンガ塀、生垣を模した壁紙と疑似葛

図1 実験用街路(上：パース、下：照明器具(実験時はいずれか一方を点灯))

Fig.1 Test environment (top : plan, bottom : LED lights (evaluated under one light)).

を用いて作成した模擬生活道路環境(図1, パナソニック(株)エコソリューションズ社大阪本社実験室内に設定)を作成して実施した主観評価実験結果⁵⁾について報告する。

2. 主観評価実験

2.1 主観評価項目

周辺視によるグレア評価実験と同時に、図2に示す評価位置D・E・F地点において、「街路空間の明るさ」、「安心感」、「色の見え方」、「照明光の温冷感」、「街路の雰囲気好み」、「照明は街路に適切か」の6項目について主観評価を行った。それぞれ図3に示す7段階の評価スケールを用いた。

2.2 実験環境

20代の男性6名、女性17名、計23名の被験者全員の評価結果を対象として集計を行った。視距離5mでの被験者の両眼視力は1.0が4名、1.5が14名、2.0-2.5が5名であった。

街路照明には表1に示す相関色温度、2800、3100、3800、5100、6300、8200、12000 [K]の7種類のLED照明を用いた。その際の路面平均照度は表2のとおりである。

図2 照明および視対象と評価位置(D・E・F)の関係(m)

Fig.2 Positions and distances (m) of observers (D, E, F), a visual target and light (m).

図3 評価項目と評価スケール

Fig.3 Evaluation scales.

3. 評価結果

グレア評価実験では、光源の輝度分布データを用いて、最大輝度、最大輝度の1/10および1/100の輝度領域内の平

表1 実験用光源と相関色温度

Table 1 Correlated color temperatures of the test lights.

No.	光源	相関色温度
1	LED 街路灯2800K	2800K
2	LED 街路灯2800K + B2フィルター	3100K
3	LED 街路灯2800K + B4フィルター	3800K
4	LED 街路灯5100K	5100K
5	LED 街路灯5100K + B2フィルター	6300K
6	LED 街路灯5100K + B3フィルター	8200K
7	LED 街路灯5100K + B4フィルター	12000K

表2 街路の路面平均照度

Table 2 Area-average horizontal illuminance for all conditions.

相関色温度	路面平均照度 (lx)			
2800	1.8	3.6	5.9	8.5
3100	2.0	3.9	5.3	6.9
3800	1.6	2.9	—	—
5100	2.2	4.0	7.0	10.0
6300	2.4	4.6	7.0	10.3
8200	2.2	4.4	6.8	—
12000	1.9	3.6	5.7	—

均輝度、輝度積分値、有効グレア輝度と、グレア評価との関係を検討した。それぞれ相関が認められるとともに、観測距離が短く被験者の眼前での照度が高いほどグレアを感じることも明確であった。しかしながら、グレア評価への色温度の影響は小さかったといえる。

これを受けて、「街路空間の明るさ」、「安心感」、「色の見え方」、「照明光の温冷感」、「街路の雰囲気好み」、「照明は街路に適切か」の6項目の主観評価については、照明の明るさを被験者の眼前照度 (E_v) で代表させ、距離の影響も考慮してデータを分析したところ、次のような結果が得られた。なお、各評価項目について、有意水準5%で、距離(地点)間、色温度間の分散分析を行ったところ、全て有意差が認められた。

3.1 街路空間の明るさ

図4に、街路空間の明るさ評価と眼前照度との関係を示

図4 街路空間の明るさ評価と眼前照度の関係

Fig.4 Relationship between the evaluation score of street brightness and E_v .

図5 不安感評価と眼前照度の関係

Fig.5 Relationship between the evaluation score of sense of security and E_v .

図6 色の見え方評価と眼前照度の関係

Fig.6 Relationship between the evaluation score of color differentiation and E_v .

図7 照明光の温冷感評価と眼前照度の関係

Fig.7 Relationship between the evaluation score of cool / warm feeling and E_v .

す。眼前照度が高くなると街路空間の明るさ評価は明るい側に評価される傾向が明らかである。また、地点D→E→Fと距離が近づくにしたがって、より強く相関色温度の影響を受け、相関色温度が低いほど明るい側に評価されることがわかる。

3.2 安心感

図5に、安心感評価と眼前照度との関係を示す。眼前照度が高くなると安心感評価は安心側に評価される傾向が明らかである。また、地点D→E→Fと距離が近づくにしたがって、より強く相関色温度の影響を受け、相関色温度が低いほど安心側に評価されることがわかる。

3.3 色の見え方

図6に、色の見え方評価と眼前照度との関係を示す。眼前照度が高くなると色の見え方は自然に見える側に評価される傾向が明らかである。また、地点D→E→Fと距離が近づくにしたがって、より強く相関色温度の影響を受け、相関色温度が低いほど自然に見える側に評価されることがわかる。

3.4 照明光の温冷感

図7に、照明光の温冷感評価と眼前照度との関係を示す。眼前照度が高くなると温冷感評価は暖かい側に評価される傾向が明らかであり、かつ、3800K以下は暖かい側、5100K以上は冷たい側に二分される。また、地点D→E→Fと距離が近づくにしたがって、相関色温度が低いほど暖かい側に評価されることがわかる。

3.5 街路の雰囲気好み

図8に、街路の雰囲気好みと眼前照度との関係を示す。眼前照度が高くなると雰囲気好み評価は好き側に評価される傾向が明らかである。地点D→E→Fと距離が近づくにしたがって、より強く相関色温度の影響を受け、相関色温度が低いほど好まれる側に評価されることがわかる。

3.6 照明は街路に適切か

図9に、照明は街路に適切かの評価と眼前照度との関係を示す。眼前照度が高くなると照明が街路に適切か評価は適切側に評価される傾向が明らかである。また、地点D→E→Fと距離が近づくにしたがって、より強く相関

図8 街路の雰囲気評価と眼前照度の関係

Fig.8 Relationship between the evaluation score of preference of atmosphere and E_v .

図9 照明は街路に適切か評価と眼前照度の関係

Fig.9 Relationship between the evaluation score of adequateness of lighting and E_v .

色温度の影響を受け、相関色温度が低いほど適切側に評価されることがわかる。

4. まとめ

本研究では、7種の異なる相関色温度のLED照明を用いて、模擬街路空間において歩行者の主観評価実験を行った。得られた知見を以下に示す。

- 1) すべての評価において、距離が近いほど相関色温度の影響を受ける。
- 2) 照度が高いほど街路空間は明るい側に評価される。さらに、距離が近いほど低相関色温度がより明るい側に評価される。
- 3) 照度が高いほど安心感は安心側に評価される。さらに、距離が近いほど低相関色温度がより安心側に評価される。
- 4) 照度が高いほど色の見え方は自然に見える側に評価される。さらに、距離が近いほど低相関色温度がより自然に見える側に評価される。
- 5) 照度が高いほど温冷感評価は暖かい側に評価される。相関色温度が3800K以下は暖かい側、5100K以上は冷たい側に二分される。さらに、距離が近いほど低相関色温度がより暖かい側に評価される。
- 6) 照度が高いほど街路の雰囲気は好まれる側に評価される。さらに、距離が近いほど低相関色温度がより好まれる側に評価される。
- 7) 照度が高いほど照明は街路に適切か評価は適切側に評価される。さらに、距離が近いほど低相関色温度がより適切側に評価される。

謝辞

本研究はJLEDSより委託を受け、照明学会「屋外環境におけるLED照明器具のグレアに関する研究調査委員会」において実施された。JLEDSおよび当委員会関係者に対し、ここに記して謝意を表す。

参考文献

- 1) Mori T. et al. : The Discomfort Glare Improvement Methodology of LED Street Lights, Proceedings of the CJK Lighting Conference (2013).
- 2) Kohko S. et al. : Glare of LED Lighting in Outdoor Environment. Proceedings of the Lighting Quality and Energy Efficiency, CIE2014.
- 3) Iwata M. et al. : Visibility Evaluation for Face of Person Standing Under LED Street Lighting Environment. Proceedings of the Lighting Quality and Energy Efficiency, CIE2014.
- 4) Ayama M. et al. : Discomfort Glare of LED Street Lights with Different Correlated Colour Temperatures, CIE2015.
- 5) Iwata M. et al. : Appearance of Human Face and Atmosphere of Environment Under LED Street Lights Using Different Correlated Colour Temperature, CIE2015.
- 6) 江湖俊介 : 歩行者のための不快グレア評価, 照学誌, 99-9, pp.517-520 (2015).
- 7) 井上容子 : LED 防犯灯下の視認性 : 光量と色温度の影響, 照学誌, 99-9, pp.521-524 (2015).

連絡先

摂南大学 理工学部 住環境デザイン学科
〒572-8508 大阪府寝屋川市池田中町17-8
Department of Living and Environmental Design,
Faculty of Science and Engineering,
Setsunan University
17-8, Ikeda-nakamachi, Neyagawa, Osaka, 572-8508, Japan
E-mail : michico@led.setsunan.ac.jp