

人体センサによる2段調光機能付き防犯照明

Outdoor Security Lighting with 2-Level Illuminance Function by Human Sensor

松井 俊成* ・ 茨 薫** ・ 井上 学*** ・ 川島 寿一*** ・ 田中 稔****
Toshinari Matsui Kaoru Ibara Manabu Inoue Toshikazu Kawashima Minoru Tanaka

住民がより安全で安心して歩行できるように、従来必要とされた対向者の視認性の確保に加えて、新たに人の存在を他の歩行者および周辺住民に不快感なくかつ積極的に知らせるための2段調光機能を有する防犯照明器具の開発において、照度変動比は0.28～0.44が最適であることを解明した。

この防犯照明器具を実際の街路に設置し検証実験を行った結果、人を検知して必要な明るさが確保されることで犯罪抑制が期待され、住民の安心感向上効果が確認できた。また、併せて常時フル点灯していないため、省エネルギー効果も大きいことが認められた。

An outdoor security lighting fixture equipped with a two-level illuminance function has been developed to allow residents to walk on the street with a sense of security. The fixture notifies residents and other pedestrians that someone is on the street without causing embarrassment and meets the traditional need for ensuring recognition of other pedestrians.

The verification experiments where this security lighting fixture was installed on a street have clarified the best illuminance variation ratio to exist in the range of 0.28 to 0.44. The residents also felt an increased sense of security with the higher illuminance after the presence of other pedestrians was detected, which is expected to have a crime suppression effect. In addition, an energy conservation effect has been verified by switching to a lower illuminance when there are no pedestrians around.

1. ま え が き

近年の犯罪増加に伴い、日常生活のなかにおける身近な犯罪に対する不安感も増加している。住民アンケート調査^{1)～6)}によると、85%もの女性が日常的に帰宅する際に不安を感じており、住民の犯罪への不安感を軽減することが重要な課題になっている。そして、犯罪を未然に防ぐため、安全安心まちづくり推進要綱⁷⁾(警察庁)や安全安心まちづくりのための条例^{8), 9)}(大阪府、東京都など)が施行されるなど、防犯のための環境整備が進められている。

従来から防犯照明器具が設置されていても、明かりの届かない場所に不審者が潜んでいないか、事件に巻き込まれてもだれも気付けてくれないのではないかなどの不安感を歩行者が抱えていることがわかっている。

そこで、従来の対向者の視認が目的であった防犯照明に、人の存在を他の歩行者や周辺住民に積極的に知らせるため

にその明るさを変化させる機能を付加して不安感を軽減することを提案する。ただし、街路は不特定多数の人が通行する公共空間であり、この機能の付加により、明るさの変化が気になるといった不快感を歩行者や周辺住民に生じさせないようにする必要がある。しかし、今まで公共空間(街路等)の防犯照明において、人を検知して明るさを変化させる事例がないため、必要な明るさへの変動比などが明らかになっていない。

そこで、人を検知して明るさを変化させる防犯照明において、不安感の軽減に効果がある適切な明るさ変動比を明確にし、その機能を実現する照明器具を開発した。また、実際の街路にこの照明器具を設置し、住民アンケートによる不安感軽減効果と省エネルギー効果の評価を行ったので以下に報告する。

* 照明事業本部 中央照明エンジニアリング総合部 Central Lighting Engineering Division, Lighting Manufacturing Business Unit

** 照明事業本部 施設・屋外照明事業部 Industrial & Exterior Lighting Division, Lighting Manufacturing Business Unit

*** 照明事業本部 照明研究センター Lighting Research Center, Lighting Manufacturing Business Unit

**** デザイン部 Corporate Design Department

2. 明るさ変動の設定¹⁰⁾

2.1 屋外公共空間における明るさ変動の問題点

最近増えつつある人体センサと連動させた防犯照明器具の代表的なものにセンサライトがあり、通常は人がいないときに消灯しており、人が近づくと点灯する。これを住宅や駐車場に設置するところが増えているが、その利点は、犯罪企図者に対する強い威嚇効果が期待できることである。反面、人を検知しないと消灯状態となり、屋外公共空間に設置した場合には周囲の見通しがまったく利かない状況になる。

また、消灯状態から一気にフル点灯状態になると、明るさの変化が大きいため、一般の道路通行人からすると驚かされる不意な光となる。実際に、まちづくり討論会などの場においても、住民からはこの点を指摘されることが多い。

この問題点を考慮すると屋外公共空間における防犯照明の明るさ変動の要件は以下の2項目になる。

- (1) 明るさ変化に気が付くこと
- (2) 明るさ変化が煩わしくないこと

2.2 照度変動比の検討

明るさ変動知覚に関しては、オフィス照明環境（400～750 lx）における研究¹¹⁾はあるが、屋外公共空間等を想定した低照度空間における研究事例はない。そこで、平均水平面照度 10 lx において、前記2項目を満たす明るさ変動比を求めるために以下の実験を実施する。

壁面を暗幕で覆い外光の影響を受けない実験室（間口 7 m × 奥行 8 m × 高さ 5 m）に、連続調光が可能な照明器具を1台設置し、被験者による照度変動パターン（図1）の評価を行う。照明状態 E1 から E2 へ瞬時に変るもので、E2 は平均水平面照度 10 lx、E1 は 1～10 lx の10段階とする。したがって照度変動比（E1/E2）は、0.1 から 1.0 までとなる。被験者は、ランダムに提示された照度変動パターンごとに明るさ変化の知覚と不快感について評価を行う。評価のカテゴリーは表1に示すとおりである。被験者は20～40歳の男女6名で、夜間の街路を帰宅している場

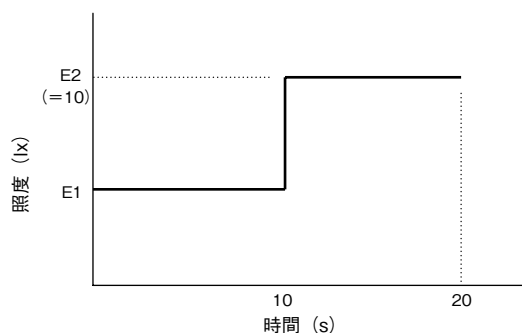


図1 照度変動パターン

表1 評価のカテゴリー

変化の知覚	変化の不快感
非常によくわかる	気にならない
よくわかる	少し気になる
少しわかる	気になる
変化していない	煩わしい

面を想定して一人2回の評価を行い、計12データを収集する。

2.3 検討結果

図2に、「よくわかる」と「非常によくわかる」とを合計したものを明るさ変化の知覚とし、また「煩わしい」と評価されたものを明るさ変化の不快感として、照度変動比との関係をプロットした結果を図2に示す。明るさ変化の知覚については、照度変動比が0.44以下であれば、90%以上的人是の明るさの変化がよくわかる。一方、明るさの変化に対する不快感は、照度変動比が0.28以上であれば、90%以上の人が煩わしくないことを示している。

以上の結果から、人検知時の明るさが10 lxの場合は、最適な照度変動比は0.28～0.44であることがわかる。

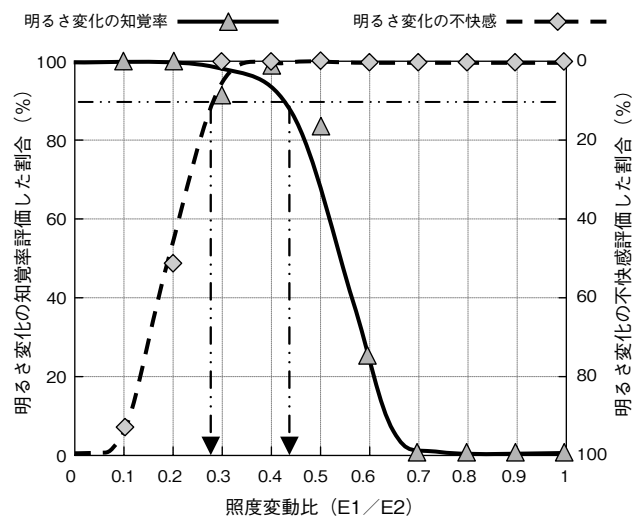


図2 照度変動比と評価の関係

3. 開発した防犯照明器具の概要

防犯照明器具は電柱に設置されることが多く、その間隔はおおむね30～40 mである。街路全体において人を検知するために、人体センサの検知範囲は道路軸方向40 m、道路幅方向5 mとする。調光比は前述の結果から、0.3に設定している。また、点灯保持時間は、歩行者の歩行スピードを考慮して10秒間としている。ここで点灯保持時間とは、センサが検知しなくなしてからフル点灯状態を保持している時間を示す。図3に開発した器具の外観写真と仕様を示す。

外観写真	
光源	コンパクト蛍光ランプ42 W (FHT42)
電圧	AC 100~242 V
調光比	30~100 %
検知方式	熱線式検知
検知範囲	40×5 m
点灯保持時間	10 s
消費電力	19 W (通常点灯時) 46 W (人検知時)

図3 開発器具仕様

開発した2段階調光タイプの照明器具は人体センサ、段階調光型インバータ、コンパクト形蛍光ランプ (FHT42W)、および灯体で構成される。

4. 実際の街路における効果

防犯照明の明るさ変化による不安感軽減効果を確認するため、実際の街路に人体センサ付き照明器具を設置して住民意識調査を実施している¹²⁾。また、省エネルギー効果は、設置した器具において、周囲の明るさが設定値以下になるとフル点灯するものと想定した場合の消費電力と人体センサで調光した実際の消費電力を比較する。

4.1 実験場所

駅から徒歩5分でひたくり被害が目立つ地区の約50 mの区間に人体センサ付き照明器具4灯を連続して設置する。車道幅員は3.2 mと狭いが一般県道であり、人や車の通行量はきわめて多い対面通行道路である。また店舗はまばらに存在するが、道路の周辺は主に住宅である。図4にその実験場所と明るさの変化を示す。

4.2 検証方法

(1) 住民意識調査

明るさ変化の気付き、安心感の向上、防犯効果、煩わしさの4項目について主観評価を実施する。

アンケート用紙の配布時期は、器具を設置後すぐに行い、約2週間後に町内会経由で回収する。回収数は43通である。

(2) 電力量測定

設置した4灯のうち1灯に電力測定器を設置し、1台分の電力量の推移を調査する。電力測定器はクランプオ



(a) 通常点灯時

(b) 人検知時

図4 実験場所と明るさの変化状況

ンパワーハイテスタ 3168 (HIOKI 製) を使用し、サンプリングは1回/秒としている。

4.3 実験結果

アンケートの結果 (図5) から、人が近づくと明るさが変化することによく気が付くと評価する人が64 %、たまに気が付くと評価する人が28 %であり、90 %以上の人が明るさの変化には気付いている。

また、明るさが明るく変化することにより、82 %の人が安心感が向上すると評価している。具体的な理由としては、「通常の防犯灯に比べると近づいたときにパッと強く照らしてくれるのでとても頼もしい」、「守られているという感じがしてうれしい」との回答があり、明かりで守られる感じにより安心感が向上するものと思われる。さらに、防犯効果については、95 %以上の人が期待できるあるいはどちらかといえば期待できると評価している。具体的には「悪いことをする人は顔を見られるのを嫌がると思うので防犯効果が期待できる」、「軽犯罪を犯すような人は明るさの変化に弱いと思う」と回答している。路上犯罪の被疑者に対する意識調査¹³⁾によると、被疑者は犯行を目撃され、人相、着衣、移動手段などを警察に通報されることをおそれており、アンケート結果の具体的な理由と一致している。

明るさの変化が煩わしいと感じる人はまったくおらず、とくに気にならないが63 %、好ましいが37 %である。これは明るさの変化が照明のオンとオフではなく、2段階調光であるため、煩わしく感じないと思われる。普段通行する歩行者に煩わしさを感じさせないためにも、街路においては点灯消灯タイプではなく、このような段階調光タイプが好ましいことが確認できる。

図6に示す実測した電力量とフル点灯時の電力量の比較から、34 %の省エネルギーになっていることがわかる。省エネルギー効果は設置する道路の交通量により異なるが、

この場所は駅近くの一般県道で、前述したように比較的交通量が多いにもかかわらず予想以上の効果がみられる。また、別の場所の学校周辺に設置して測定したところ、約50%の省エネルギー効果が確認している。一般的な住宅地内の道路であれば少なくとも30%以上の省エネルギー効果はあると考える。

5. あとがき

住民がより安全で安心して歩行できるように、従来必要とされた対向者の視認性の確保に加えて、新たに人の存在を他の歩行者および周辺住民に不快感なくかつ積極的に知らせるための2段階調光機能を有する防犯照明器具の開発において、照度変動比は0.28～0.44が最適であることを解明した。

この防犯照明器具を実際の街路に設置し検証実験を行った結果、人を検知して必要な明るさが確保されることで犯罪抑制が期待され、住民の安心感向上効果が確認できた。また、併せて常時フル点灯していないため、省エネルギー効果も大きいことが認められた。

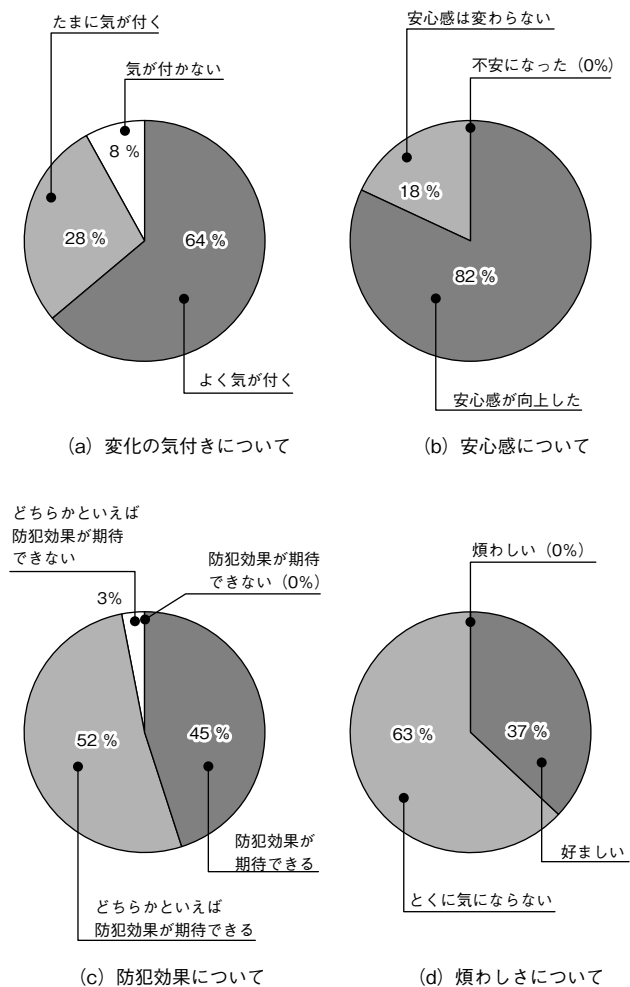


図5 アンケート結果

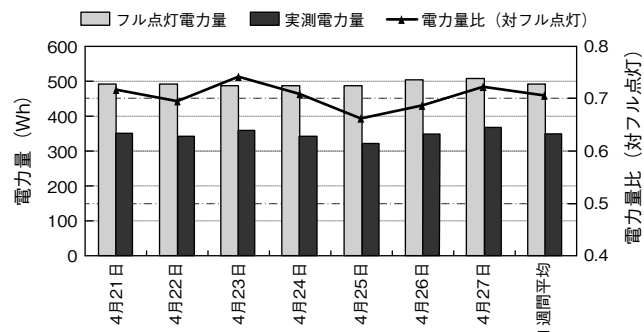


図6 実測電力量とフル点灯電力量の比較

*参考文献

- 1) 樋村 恭一, 飯村 治子, 松井 俊成, 小出 治: 都市空間における犯罪不安感に関する分析 その1, 日本建築学会大会学術講演梗概集, p. 939-940 (2003)
- 2) 飯村 治子, 樋村 恭一, 松井 俊成, 小出 治: 都市空間における犯罪不安感に関する分析 その2, 日本建築学会大会学術講演梗概集, p. 941-942 (2003)
- 3) 松井 俊成, 樋村 恭一, 飯村 治子, 小出 治: 都市空間における犯罪不安感に関する分析 その3, 日本建築学会大会学術講演梗概集, p. 943-944 (2003)
- 4) 松井 俊成, 茨 薫, 樋村 恭一, 飯村 治子, 小出 治: 都市空間における犯罪不安感に関する研究, 照明学会東京支部大会, p. 13-14 (2003)
- 5) 井上 学, 戸田 直宏, 桐生 正幸, 樋村 恭一: Virtual Reality 技術を用いた犯罪不安感評価による防犯照明要件の研究, 照学全大, p. 195 (2004)
- 6) 茨 薫, 松井 俊成: 防犯照明器具の動向2, 照学誌, Vol. 89, p. 25-30 (2005)
- 7) 警察庁: 安全安心まちづくり推進要綱 (2000)
- 8) 大阪府: 大阪府安全なまちづくり条例 (2002)
- 9) 東京都: 東京都安全・安心まちづくり条例 (2003)
- 10) 松井 俊成, 茨 薫, 井上 学: 低照度空間における明るさ変動知覚に関する検討, 照学全大, p. 107 (2005)
- 11) 鹿倉 智明, 森川 宏之, 中村 芳樹: オフィス照明環境における明るさの変動知覚に関する研究, 照学誌, Vol. 85, p. 346-351 (2001)
- 12) 松井 俊成, 田中 稔: 防犯照明事例紹介1ひとセンサ段調光防犯灯による社会実験, 照学誌, Vol. 89, p. 43-45 (2005)
- 13) 照明学会関西支部: 街路照明の適正化に関する調査分析その4, p. 36-40 (1989)

◆執筆者紹介



松井 俊成
中央照明エンジニア
リング総合部



茨 薫
施設・屋外照明事業部



井上 学
照明研究センター



川島 寿一
照明研究センター



田中 稔
デザイン部