投影画像を用いた夜間街路の光環境に対する心理的印象と照明要素との関係 —夜間街路の評価構造および明るさ感評価の検討—

正会員 持永 愛美 (日本学術振興会特別研究員 DC (京都大学大学院)) 専門会員 石田泰一郎 (京都大学大学院)

Influence of Lighting Elements in Outdoor Space at Night on the Evaluation of Visual Impressions Using Projected Pictures -Psychological Evaluation Structures and Brightness Impression of Outdoor Space-

Member Aimi Mochinaga (JSPS Research Fellow (Kyoto University, Graduate School)) and
Fellow Member Taiichiro Ishida (Kyoto University, Graduate School)

ABSTRACT

The aim of this study was to clarify how the characteristics of a lighting environment at night influence psychological impressions. We carried out an experiment in which participants observed images of outdoor scenes at night and evaluated their psychological impressions of the scenes. Results showed that the impression of anxiety was highly correlated with five impressions: brightness, clarity, activity, comfort, and preference. The fact that the impression of brightness had a strong influence on anxiety suggests that brightness is a major factor dominating the psychological impression of an outdoor space at night. Analysis of the luminance distribution on the images showed that the impression of brightness was closely correlated with the statistical values representing the intermediate range of luminance distribution on road surfaces but not with the statistics computed from the luminance distribution over the entire area of the images. These results indicate that the impression of the brightness of an outdoor space at night may be determined by the luminance levels covering the wide area of the ground surface.

KEYWORDS : night, outdoor scene, brightness, luminance of road surface, luminance distribution

1. はじめに

街路空間は、道路の基本的な構成要素に加え、建物、街路照明や看板、植栽など地域ごとに異なる定常物や、自動車や人などの非定常物など、視覚的情報が多く、街路における視環境は複雑である。そのため、街路空間に対する心理的印象は、種々の街路構成要素からの多様な影響を受けると考えられる^{1)~4)}。夜間においては、昼間と比べて認知される構成要素が少なくなる一方、照明の光やそれによって照明された領域による印象への影響が大きいことが示されている⁵⁾⁶⁾。すなわち夜間の街路空間に対する心理的印象には、街路灯、看板灯、外壁に付随する照明器具や発光体、またそれらによって照射されて明るくなった領域や、建物内部からの窓の灯り、自動販売機の光など、街路空間に存在する多様な発光源（発光面と反射面）である照明要素が主要な影響要因となる。

本論文は、夜間街路に対する心理的印象の相互関係を検討し、夜間街路の明るさ感と光環境の物理的特徴量との関係を定量的に検討することを目的とする。それによって、心理的印象を考慮した夜間街路の照明計画に実証性のある指標を提案という将来の課題に対する基礎を与えることを目指すものである。

夜間の街路空間の光環境について、これまでに特に防犯効果、犯罪抑制、交通事故の減少などに関連する安全性・安心感や視認性の向上など機能的側面についての検討が行われ⁷⁾⁸⁾、夜間街路の照明環境の設計基準として、対象物を容易に認識できるように必要な照度値が定められている^{9)~12)}。しかし今日、ライフスタイルの多様化が進み、夜間の光環境は歩行のしやすさや視認性向上などの機能的側面だけでなく、都市の活性化や地域の個性化の演出など、街の雰囲気や居心地の良さといった人の心理的な側面

も重要性が増している。さらに今後、生活環境に豊かさが求められると共に、LEDなどの新たな光源の開発や技術の進歩などによって、照明デザインへの要求や技術的な可能性が広がっていくと見込まれる。

これまで夜間街路空間の心理的印象に関する研究では、街路に対する心理評価を構成する因子に関するものが多くなされている¹³⁾¹⁴⁾。ただし、それらの研究では、夜間街路の照明要素と心理因子との関係については定性的な検討にとどまっているものが多く、心理的印象が照明要素のどのような物理量から導かれているのか、定量的な関係は明らかではない。また、心理的側面を考慮した照明計画は、設計者や技術者の蓄積された知識や技術、あるいは感覚的な発想に基づいてなされてきているのが現状であろう。

以上のような背景を考えると、夜間街路の光環境に対する心理的印象と光環境の物理量との定量的な関係を明らかにしようとする新しい試みは、夜間街路空間の印象評価を光環境の物理量に基づいて推測可能な指標を示すこととなり、心理的印象の実証的な評価指標を導入するための基礎として有益であると考えられる。本論文で報告する研究は、その第一段階となる。本論文では、光環境の特徴が様々な街路を対象とし、多くの街路を被験者に提示するために、撮影画像を用いた主観評価実験により検討を行った結果について報告をする。

2. 既往研究と本研究の位置づけ

光環境の心理的印象に関する研究に目を向けると、室内空間を対象としたものが多く見られる。室内空間の光環境に対する人の心理的印象を調査した初期の研究¹⁵⁾において、空間の明るさを表す「明るい-暗い」(Bright-Dim)、その空間における光の分布

を表す「均一 - 不均一」(Uniform - Non-uniform), その空間における照明の配置を表す「周辺 - 上方」(Peripheral - Overhead) の三次元の印象が得られたことが示されている。その後の研究からも、主観的な空間の明るさ、光の空間的分布・配置が、室内空間の印象に大きく影響することが指摘されており¹⁶⁾、これらに関する評価指標の検討が多く提案されてきた^{17)~24)}。また光源の色温度と照度の組み合わせによって、室内空間の快適性が異なることが従来知られており²⁵⁾、生活の場面に応じた適切な照明光の色と照度との関係についての検討が行われている²⁶⁾²⁷⁾。このように、室内空間における光環境に対する印象評価には、大別して空間の明るさレベル、光の空間的分布、および照明光の色の3変数が主な影響要因であるといえる。

夜間街路の光環境に対する心理的印象に関する研究においても、これらの変数が印象への影響要因として抽出されている^{28)~30)}ことから、夜間街路の光環境に対する心理的印象も、空間の明るさレベル、光の空間的分布、および照明光の色の3変数が大きく影響すると考えられる。照明光の色に関しては、近年新たな光源の発展により、有彩色光を含む様々な分光特性を持つ光源が開発され、これらの特性を生かした夜間街路空間の明るさレベルおよび照明光の色と印象評価との関係についての検討が行われ、明るさ感、安心感や快適性への影響についての定量的な検討が行われている^{31)~36)}。一方、光の空間的分布についての検討では、街路灯を対象として従来のポール照明方式を用いて、街路灯の間隔や高さを変数としたものが多い³⁷⁾。また、新たな試みとして、従来の照明方式および配置にとらわれず、見通しが悪く、暗がりのある空間に照明を分散させたり、窓灯りを利用することにより、街路照明の低照度化の可能性を示す提案がなされている研究がある³⁸⁾³⁹⁾。ただし、これらは光の空間的分布と心理的印象との関係の定量的な検討がなされていないことや、対象とする地域が限定されているなど、一般化には至っていない。

そこで、本論文では、夜間街路空間における照明要素の物理量のうち、光の空間的分布に着目し、光環境に対する心理的印象との関係について検討を行う。

3. 夜間の街路画像を用いた印象評価実験

3.1 実験に用いる街路画像の撮影

本論文では、夜間街路における光の空間的分布が心理的印象に与える影響を検討するために、光環境の特徴が異なる街路を撮影した夜間街路画像を用いて印象評価実験を行った。実験に先立ち、評価実験の刺激とする街路の写真撮影を行った。評価対象はできるだけ多様な街路環境を選択することを考慮し、街路の立地や用途、あるいは光環境の特徴を幅広く選択して、近畿圏内の商業地および住宅地の59種類の街路写真を採用した。また、視線方向も特に限定せずに撮影を行った^{*1}。カメラの撮影条件の設定は、実際の街路空間の見え方と撮影された画像の見え方が視感的にできるだけ同じになるように、撮影場所ごとにデジタル一眼レフカメラ(Nikon D7000)の液晶画面と現地の状況を目視で比較しながら、絞りをF4~F20, シャッタースピードを1/1, 3秒~2秒, ISO感度を1600~6400の範囲で適宜調節をした。図1に撮影した街路画像、表1に各街路条件の詳細を示す。また、画角(撮影領域)を焦点距離50mm, レンズの高さを1500mmに設定した。街路の撮影は2011年6月から8月の期間に実施した。

3.2 評価項目

夜間街路空間に対する心理的印象は、室内空間の光環境に対する心理的印象と共通するものがあり、それに加えて街路独自の印象があると考えた。そこで本実験では、室内空間と共通の心理的印象として、街路空間全体から感じる主観的な明るさの程度である「明るさ感」、活気や落ち着いた印象である「活動性」、光源などから感じるまぶしさである「グレア感」、空間に対する「快適性」および「嗜好性」の5項目を設定した。さらに、夜間街路で重要である街路の様子の手軽なわかりやすさである「明瞭性」、および防犯性や安全を判断する「不安感」の2項目を加えた。以上のように、夜間街路の照明計画に重要と考えられる印象として、計7つの評価項目を設定した。評価実験では、これら7項目をそれぞれ6段階の評価尺度で評価させた。実験に用いた評価用のシートには、7つの評価項目の内容を具体的に表す用語(「わかりにくい~わかりやすい」など)を併記した。図2に評価シートに記載した評価項目、用語および評価尺度を示す。

図1 被験者に提示した街路画像

Fig.1 Image of outdoor scenes used in the experiment.

表1 各街路空間の特徴
Table 1 Characteristics of each outdoor scene.

条件番号	地名	用途地域	街路内に見られる照明要素	備考
1	京都	商業地域	看板, 街路灯, 窓灯リ, 外壁灯	周辺に住宅多い
2	京都	商業地域	看板, 街路灯, 窓灯リ, 外壁灯, 信号	
3	京都	商業地域	看板, 街路灯, 窓灯リ, 外壁灯, 信号, 自販機	
4	京都	商業地域	街路灯, 提灯, 窓灯リ, 外壁灯	
5	京都	商業地域	街路灯, ヘッドライト	幹線道路沿い
6	京都	商業地域	看板, 街路灯, 外壁灯	周辺に住宅多い
7	京都	商業地域	街路灯, ヘッドライト	幹線道路沿い
8	京都	第一種中高層住居専用地域	街路灯, 信号, ヘッドライト	幹線道路沿い
9	京都	第一種住居地域	街路灯, 窓灯リ	
10	京都	近隣商業地域	街路灯, 外壁灯, 窓灯リ, 信号	周辺に住宅多い
11	京都	商業地域	街路灯, 看板, 信号, ヘッドライト	幹線道路沿い
12	京都	商業地域	街路灯, 窓灯リ, ヘッドライト	幹線道路沿い
13	京都	商業地域	街路灯, 外壁灯, 看板, ヘッドライト	幹線道路沿い
14	京都	商業地域	街路灯, 看板, 漏れ光	
15	京都	商業地域	看板, 窓灯リ, アークードの照明, 提灯	商店街
16	京都	商業地域	看板, 街路灯, 窓灯リ	幹線道路沿い
17	京都	商業地域	看板, 街路灯, 窓灯リ	幹線道路沿い
18	京都	商業地域	街路灯, 窓灯リ, ヘッドライト	幹線道路沿い
19	京都	商業地域	看板, 街路灯, 提灯, 窓灯リ	
20	京都	商業地域	街路灯, 提灯	
21	京都	第一種低層住居専用地域	街路灯, 看板	
22	京都	近隣商業地域	街路灯, 自販機, 看板, 窓灯リ	
23	京都	近隣商業地域	街路灯, 窓灯リ, 看板	
24	京都	第一種中高層住居専用地域	街路灯, 窓灯リ, 看板, 駐車場	
25	京都	近隣商業地域	街路灯, 窓灯リ, 看板, 駐車場, 自販機, 駅	駅前
26	京都	商業地域	街路灯, 窓灯リ, 足元灯, 駅	
27	京都	商業地域	看板, 足元灯	
28	京都	商業地域	看板, 足元灯	
29	滋賀	商業地域	窓灯リ, 信号, ヘッドライト	
30	滋賀	準工業地域	看板, ライトアップ, 信号, ヘッドライト	幹線道路沿い
31	滋賀	準工業地域	看板, 窓灯リ, ヘッドライト	幹線道路沿い
32	滋賀	第二種住居地域	街路灯, 窓灯リ	
33	滋賀	第二種住居地域	街路灯, 窓灯リ	
34	京都	商業地域	街路灯, 窓灯リ, 看板	
35	大阪	近隣商業地域	街路灯, 窓灯リ, 看板	商店街
36	大阪	近隣商業地域	街路灯, 窓灯リ, 看板	商店街
37	大阪	近隣商業地域	街路灯, 看板, 窓灯リ, 駅	駅前
38	大阪	第二種中高層住居専用地域	街路灯, 看板, 窓灯リ, ネオン	
39	大阪	第一種低層住居専用地域	街路灯, 看板, 信号, ヘッドライト	
40	京都	第一種低層住居専用地域	街路灯, 外壁灯	
41	京都	第一種住居地域	街路灯, 窓灯リ	
42	京都	第一種住居地域	街路灯, 窓灯リ, 看板	
43	京都	第一種住居地域	街路灯, 看板, 窓灯リ, 信号, 駅	駅前
44	京都	商業地域	窓灯リ, 駅	駅前
45	京都	商業地域	足元灯, ライトアップ	
46	京都	商業地域	街路灯, 看板	幹線道路沿い
47	京都	商業地域	街路灯, 窓灯リ, ヘッドライト	幹線道路沿い
48	京都	商業地域	街路灯, 窓灯リ, 看板, 外壁灯	
49	兵庫	商業地域	街路灯, 窓灯リ, 看板, 外壁灯, 信号	
50	兵庫	商業地域	街路灯, 外壁灯	
51	兵庫	商業地域	街路灯, 信号, 信号	
52	兵庫	商業地域	街路灯, 信号, 看板, 信号	
53	兵庫	商業地域	信号	
54	兵庫	商業地域	信号, 電飾	
55	兵庫	商業地域	街路灯, 信号, 看板	
56	兵庫	商業地域	街路灯, 看板, 外壁灯	
57	兵庫	商業地域	窓灯リ, 外壁灯, 看板, ヘッドライト	
58	兵庫	商業地域	街路灯, (アーケード), 看板, 窓灯リ	商店街
59	兵庫	商業地域	街路灯, (アーケード), 看板, 窓灯リ	商店街

図2 評価項目及び評価尺度
Fig.2 Evaluation factors and verbal scales.

図3 実験空間
Fig.3 Experimental space.

3.3 実験方法

図3に実験空間を示す。本実験では、条件の街路画像をスクリーンに投影し、それらを対象とした印象評価を行った。プロジェクタによる反射光の影響を考慮し、スクリーンを室内の壁と天井が黒色、床が灰色の実験室に設置した。スクリーンに投影された画像に対する被験者の観察視角が約50°となるように、被験者をスクリーンより約1.5m離れた位置に着席させた。画像は、被験者の背後からプロジェクタ（EPSON B-1750）を用いて提示した。画像の提示順序は、被験者ごとにランダムにした。被験者は全59条件に対し1回ずつ評価を行った。なお、評価の際は、室内の照明は全て消灯し、プロジェクタで照射されたスクリーンの明かりのみの状態である。

3.4 画像輝度の再現性

実験時に呈示したスクリーン上の画像の輝度の再現性の確認を行うために、59街路のうち10街路を対象に、画像と現地の輝度値の比較を行った。各街路につき、光源などその街路において最も輝度が高いと感じる所、路面の中央、および影など街路において最も輝度が低いと感じる所の3か所の輝度の測定を行った。画像輝度の測定では、2次元色彩輝度計（KONICA MINOLTA CA-2000）を用い、現地の輝度の測定では、色彩輝度計（KONICA

図4 現地での輝度の実測値と画像輝度との関係
Fig.4 Relationship between luminance value of fields and images.

MINOLTA CS-100A）を用いた。図4に現地の輝度と画像輝度との関係を示す。夜間街路空間の光環境をプロジェクタで再現する際に、プロジェクタの制約によって投影画像の高輝度領域の輝度範囲が圧縮されていたことが分かる。また、低輝度領域においても、輝度値が引き上げられていたことが示されている。著者らは街路における輝度の相対的な高低や街路内の空間的な輝度分布に着目した検討はプロジェクタ画像によっても可能であると考えるが、結果の解釈にあたっては、輝度の再現性の制約を考慮しておく必要があるだろう。

3.5 被験者

被験者は京都大学建築学専攻の学生および教員10名(男性4名, 女性6名)で、平均年齢は25.1歳である。街路空間の心理印象という主観評価を行うためには、一般に被験者数は多い方が望ましいが、既往研究²²⁾²³⁾³⁰⁾も参考にして、本研究においては被験者数10名であっても、被験者の平均的な傾向を考察することは可能であると考えた。

4. 実験結果及び考察

4.1 夜間街路空間における心理的評価構造の検討

表2に各街路画像に対する各評価項目の被験者10名から得た評価値の平均値および標準偏差を示す。また、各評価項目において、上位10の評価を得た条件を灰背景に、下位10の評価を得た条件を黒背景で示す。本研究で設定した評価項目の相互関係、すなわち評価構造を検討するため、59種類の夜間街路の光環境に対する印象評価について、評価の平均値をもとに評価項目間の相関を求めた。表3に各評価項目同士の相関係数を示す。明るさ感、明瞭性、活動性、および不安感の各評価項目間においてそれぞれ相関係数が0.65以上と相関が高い結果が得られた。また、不安感、快適性、および嗜好性の各評価項目間においても、同様にそれぞれ相関係数が0.65以上と相関が高いことがわかる。さらに、不安感はグレア感以外の印象評価と0.65以上の相関があり、不安感は多くの心理的印象と関与することがわかる。グレア感についてはいずれの評価項目との相関係数が0.50以下であった。これらの結果から、本実験で設定した夜間の街路に対する印象について、明るさ感、明瞭性、および活動性と、快適性および嗜好性の2つのグループに分けられ、不安感はこれら2つのグループの双方に関わっていることが示された。また、不安感の印象は特に明るさ感との相関係数が0.76と高く、明るいと感じるほど不安感が軽減されと考えられる。安全性・安心感に関しては、暗いところや不適切に照明されたところが安全でないと感じること⁴⁰⁾や、照明が危険を認識させるのに最も重要な環境要素であること⁴¹⁾、また道路照明が改善され、犯罪への不安が軽減されたこと⁴²⁾⁴³⁾を示す研究があり、

表2 各街路空間に対する評価の平均値および標準偏差
Table 2 Average and standard deviation of evaluations.

条件 番号	明瞭		不安		グレア		明るさ		活動		快適		嗜好	
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
1	2.4	0.8	2.8	0.6	3.6	0.9	2.4	0.7	2.1	0.6	3.6	0.7	3.3	0.9
2	4.0	0.6	4.1	1.2	3.3	0.9	3.9	0.9	3.2	0.8	4.1	0.9	4.0	1.2
3	5.4	0.5	4.9	0.7	3.8	0.9	5.0	0.6	4.6	0.7	4.1	0.5	4.2	0.6
4	4.6	0.8	4.3	0.8	4.6	1.3	4.4	0.7	4.2	0.9	4.2	1.1	4.2	1.0
5	4.0	1.2	4.0	1.0	4.7	0.9	4.0	1.1	4.0	1.0	4.0	0.7	3.9	1.0
6	3.6	1.1	3.9	1.1	3.6	1.2	3.7	1.1	3.1	1.0	4.2	0.9	4.3	0.6
7	2.3	0.8	3.1	0.9	2.6	1.0	2.4	1.1	2.6	1.0	3.8	0.8	3.4	1.0
8	1.8	1.2	1.9	1.2	2.9	1.0	2.0	1.4	2.3	1.4	2.2	1.2	2.0	1.2
9	1.9	0.7	1.8	0.7	2.7	0.8	1.8	0.7	1.4	0.5	2.2	0.6	2.3	1.0
10	1.9	0.8	2.1	1.1	3.1	0.5	1.9	0.8	2.4	0.5	2.8	1.1	2.7	0.9
11	4.2	0.8	3.9	0.9	3.0	1.1	4.2	0.9	4.1	0.9	3.7	0.6	3.7	0.9
12	3.3	0.8	3.4	1.0	4.2	1.0	3.8	1.0	4.0	0.7	3.7	0.9	3.9	1.1
13	3.3	0.6	3.9	1.1	4.0	0.9	3.6	0.8	2.8	0.6	4.4	1.1	4.3	1.1
14	3.9	0.8	2.8	1.0	3.2	0.8	3.2	1.0	2.8	0.9	3.1	0.8	3.0	0.9
15	5.8	0.6	5.4	0.5	5.2	0.7	5.8	0.4	5.1	0.6	4.1	1.0	4.1	0.7
16	3.6	1.0	3.9	1.0	4.7	0.9	4.1	1.2	4.0	1.1	3.2	0.9	3.2	1.0
17	3.3	0.6	3.6	1.0	4.0	0.7	3.3	0.9	3.4	1.1	3.1	0.7	3.2	0.7
18	3.1	0.9	3.6	1.0	2.9	0.8	3.1	0.9	3.1	1.0	4.3	0.9	4.2	0.9
19	3.0	0.6	3.8	1.0	3.0	1.0	2.8	0.8	3.0	1.2	4.2	0.8	4.2	0.8
20	4.3	0.7	4.4	0.7	4.3	1.2	4.3	0.9	3.9	1.0	4.3	0.7	4.4	0.7
21	1.8	0.6	1.8	0.4	4.0	0.7	1.9	0.5	1.9	0.9	2.1	0.7	2.0	0.9
22	3.9	0.5	3.2	1.0	3.8	0.7	3.8	1.0	3.8	0.7	3.3	0.6	3.3	0.6
23	3.4	0.5	3.2	0.7	2.9	0.8	3.6	0.5	2.9	0.5	3.3	0.5	3.2	0.6
24	2.2	0.6	2.3	1.1	3.0	1.3	2.1	1.1	2.2	1.0	2.6	0.8	2.3	0.9
25	4.9	1.3	4.7	0.9	4.0	1.3	4.8	1.1	4.2	1.3	3.8	0.7	3.9	0.5
26	4.9	1.4	4.9	1.4	3.8	1.0	4.6	1.3	4.8	1.1	4.3	1.2	4.2	1.2
27	3.8	0.9	3.9	0.6	3.0	1.0	4.0	1.0	4.2	0.9	3.3	0.7	3.4	1.0
28	4.7	0.8	4.6	0.5	5.1	0.8	4.9	0.7	4.8	0.8	3.6	0.9	3.6	0.9
29	3.1	1.4	2.6	1.1	3.3	1.0	2.7	0.9	2.9	0.9	3.1	0.9	3.2	0.9
30	4.2	0.7	3.2	0.7	4.6	1.0	4.7	0.8	4.6	1.0	2.8	0.9	2.5	0.8
31	3.6	1.2	3.4	1.2	4.1	1.1	3.7	1.1	4.1	0.9	2.9	0.6	3.0	0.8
32	3.6	0.9	3.3	1.1	2.2	0.6	3.6	0.9	2.7	0.8	4.0	0.9	4.0	1.2
33	3.7	1.1	3.4	1.3	3.1	1.4	3.9	1.0	3.0	1.2	3.8	1.0	3.8	1.0
34	3.6	0.8	3.7	1.0	2.8	0.7	3.2	1.0	3.8	1.0	3.9	0.7	3.7	0.9
35	5.4	1.2	4.3	0.8	5.4	1.2	5.6	0.9	5.6	0.9	3.2	0.7	2.9	0.8
36	4.0	0.7	3.2	0.4	4.7	0.6	4.1	1.0	4.2	0.9	3.0	0.6	3.1	0.9
37	4.3	0.8	3.3	0.9	3.4	1.1	4.2	0.9	2.8	0.6	2.7	0.8	3.0	1.1
38	3.8	0.9	2.9	0.7	4.4	0.7	3.8	0.9	3.2	0.9	2.7	0.9	2.3	0.9
39	1.6	0.7	1.9	1.0	2.8	1.4	1.8	1.2	1.9	0.5	2.2	0.9	2.2	0.9
40	3.7	0.8	3.1	0.8	3.3	0.9	3.3	0.9	2.7	1.0	3.0	0.7	3.0	0.7
41	3.6	1.1	3.1	1.4	3.3	1.1	3.1	1.2	2.4	1.2	3.0	1.1	3.2	1.1
42	4.0	1.0	3.7	0.6	4.4	0.9	3.8	0.8	3.7	0.7	3.0	0.7	3.3	0.7
43	3.7	0.8	3.1	0.9	4.2	0.9	4.0	1.0	3.1	0.9	3.0	0.5	3.0	0.7
44	2.3	0.7	2.6	1.0	3.6	1.0	2.9	1.1	2.6	0.9	2.7	0.8	2.8	0.7
45	2.9	0.8	3.3	0.8	3.2	1.1	3.1	0.8	3.0	1.0	3.7	0.8	3.4	0.7
46	3.8	1.0	4.0	1.0	3.8	1.1	3.8	1.2	3.6	1.0	3.7	1.0	3.8	0.7
47	4.4	0.7	4.3	1.0	3.1	1.0	4.1	1.0	3.7	0.9	4.2	0.7	4.3	0.6
48	4.0	0.4	4.3	0.5	2.2	0.6	3.7	0.7	3.2	0.8	4.3	0.5	4.3	0.5
49	5.0	0.4	5.2	0.6	3.0	1.2	4.8	0.5	4.7	0.6	4.9	0.7	4.8	0.7
50	5.7	0.6	5.4	0.8	3.9	0.8	5.7	0.5	5.4	0.5	5.1	0.7	5.2	0.9
51	3.9	1.3	3.6	1.2	4.2	0.4	3.8	1.1	3.8	1.2	3.8	0.7	3.3	1.1
52	4.4	1.0	3.8	0.9	3.1	1.1	4.1	0.8	4.1	1.0	4.3	0.5	4.2	0.7
53	3.8	1.1	3.9	0.8	3.8	1.1	4.6	0.7	3.4	0.7	4.1	0.7	4.0	0.8
54	4.0	0.8	4.2	0.7	3.6	0.7	4.1	0.9	3.4	0.7	3.8	0.6	4.0	0.5
55	3.8	1.0	3.0	0.5	3.9	0.8	4.0	1.0	3.1	1.0	3.0	0.7	2.8	0.5
56	2.9	0.7	2.6	0.5	2.9	0.8	2.9	0.7	2.3	0.7	2.8	0.5	2.7	0.5
57	2.2	0.8	2.6	0.7	2.9	1.0	2.4	0.8	3.3	0.8	2.6	0.7	2.9	0.3
58	5.4	0.7	5.2	0.9	4.6	1.1	5.6	0.7	5.1	1.0	4.4	0.8	4.2	0.7
59	5.4	0.7	5.8	0.5	4.0	1.3	5.6	0.5	5.3	0.7	4.6	0.7	4.6	0.6

■ 評価上位10 ■ 評価下位10

表3 評価項目間の相関係数 R
Table 3 Coefficient of correlation value between evaluation factors.

	明るさ感	明瞭性	活動性	不安感	快適性	嗜好性	グレア感
明るさ感	1.00						
明瞭性	0.80	1.00					
活動性	0.79	0.71	1.00				
不安感	0.76	0.75	0.67	1.00			
快適性	0.45	0.51	0.35	0.69	1.00		
嗜好性	0.46	0.53	0.37	0.72	0.88	1.00	
グレア感	0.49	0.34	0.47	0.28	-0.05	-0.05	1.00

本実験の結果は既往研究と同様の傾向を示していると考えられる。このことから安心と感じる夜間街路空間の光環境を形成するためには、明るさ感を向上させることが効果的であると言える。

4.2 夜間街路の光環境と各心理的印象との定性的関係

街路条件図1および表1と評価結果を示す表2を照合し、各評価項目と光環境の特徴との定性的な関係をみると、明るさ感および明瞭性は、街路灯や看板灯、自販機などの極端に明るい領域が存在しても、あまり明るさや街路のわかりやすさの印象は向上せず、視野全体や路面が均一かつ明るいほど、明るい印象で街路の様子が変わりやすい傾向である。活動性は、街路全体が明るい条件、または街路灯や看板灯、窓灯りなどによって暗すぎず局所的に明るい領域が多い条件において活動的でにぎやかな印象を得る傾向である。不安感は、窓灯りや看板が多い場合や、街路全体や路面が均一かつ明るいほど安心感が得られる傾向である。快適性および嗜好性は、街路全体が均一に明るい条件や、連続して照明がある場合に快適で好まれる傾向である。また局所的に明るい領域が少なく、暗い領域が多い場合は不快で好まれない傾向である。グレア感は、極端に明るい領域の面積が大きい場合や、明暗のコ

表4 街路空間の照明要素(照明器具及び発光体)と評価項目間の相関係数 R
Table 4 Coefficient of correlation value between lighting elements and evaluation factors.

照明要素 評価項目	個数				画像全体に対する割合			
	街路灯・外壁灯	看板・自販機	窓面	合計	街路灯・外壁灯	看板・自販機	窓面	合計
明るさ感	0.28	0.21	0.09	0.29	0.02	0.05	0.08	0.08
明瞭性	0.29	0.22	0.10	0.31	0.00	0.03	0.05	0.05
活動性	0.28	0.29	0.06	0.30	-0.04	0.08	0.06	0.06
不安感	0.34	0.18	-0.01	0.27	0.04	0.01	0.03	0.03
快適性	0.29	0.06	-0.08	0.16	0.11	-0.07	0.04	0.03
嗜好性	0.29	0.04	-0.06	0.17	0.09	-0.08	0.02	0.01
グレア感	0.12	0.14	0.01	0.12	0.08	0.16	0.11	0.14

ントラストが大きいほどまぶしく感じる傾向にあるが、今回は画像を用いた印象評価実験であり、輝度の再現範囲が現実とは異なるため、光源などによるまぶしさ感の直接的な評価は困難であった可能性がある。

4.3 夜間街路における照明要素と各心理的印象との関係

夜間街路空間の光環境を形成し、かつ各心理的印象に影響を与えと考えられる照明要素として照明器具及び発光体に着目し、それらの個数及び画像に対する割合と心理的印象間の相関関係について検討を行った。相関係数を表4に示す。まず、4.2の定性的結果より、照明要素を街路灯および外壁灯、自発光の面光源である看板や自動販売機、および屋内から漏れる照明である窓灯りの窓面の3要素に大きく分類した。次に、被験者に呈示した画像から、目視によって各要素の個数を算出し、各要素と3要素を総合した数を求めた。さらに、呈示した画像データより、画像全体のピクセル数(500×331)に対する各要素に相当するピクセルの割合とする各要素の面積比率を求めた。

これより、明るさ感、明瞭性、および活動性は3要素の合計数が個々の照明要素の数と比べてやや相関が高いことがわかる。明るさ感および明瞭性については、照明要素が多いほど照明された領域も多いことが印象に影響すると考える。活動性については、明るさ感および明瞭性と同様に、照明要素の合計数が個々の照明要素の数よりも相関がやや高かった。これは照明要素が多いことで空間が明るく感じられることに加え、既往研究²⁴⁾で示されるように、局所的に明るい領域の存在が活動性印象に影響すると考えられる。不安感、快適性、および嗜好性は、街路灯や外壁灯などの光源の数との相関が他の照明要素と比べ、やや高いことがわかる。これは定性的検討において示したように、街路灯や外壁灯が多いことにより、街路全体が均一に明るくなったり、連続して照明が設置されていたりするため、評価が上がる傾向になると考えられる。また、いずれの評価項目においても、各照明要素の画像全体に対する割合に対しては相関係数が0.1以下であり、明確な関係性が見られなかった。

4.4 小括

本実験により得られた評価値より、夜間街路の光環境の心理的印象で従来から重視されている不安感は、グレア感以外の心理的印象との相関係数が0.67~0.76であり、他の心理的印象と深く関係していることが示唆された。そのうち、明るさ感との相関係数が0.76と最も高い結果が得られた。これは既往研究^{40)~43)}においても、街路の明るさが不安感に影響することが示されており、本研究においても同様の傾向が得られた。以上のことから、夜間街路の光環境の総合的な評価指標を提示するためには、まず夜間街路に対する明るさ感を示す指標を知ることが重要であると考えられる。また、各照明要素と心理的印象評価との関係について見てみると、明るさ感は各照明要素の合計数と比較的相関が高かったが、その相関係数は0.29であり、照明要素数によって明るさ感を予測することは難しい。明るさ感評価が高い街路の特徴として、路面など

が均一に明るいことが挙げられたことから、照明要素のうち街路灯など照明器具や発光体そのものではなく、それらによって照射された領域の輝度レベルが影響していると考えられる。そこで次に本論文では、夜間街路の明るさ感を予測可能な評価手法を明らかにすることを試みるために、街路の輝度情報と明るさ感評価との関係を検討する。

5. 夜間街路の明るさ感に影響を与える物理量の検討

5.1 提示刺激の輝度測定および算出方法

夜間街路空間の明るさ感を示す指標として、まず街路全体および路面の明るさに着目し、これらの輝度値と明るさ感評価値との関係について検討を行う。輝度値の測定は、条件画像をスライドに投影し、被験者の観察位置から2次元色彩輝度計 (KONICA MINOLTA CA-2000) を用いて行った。輝度情報の分析にあたっては、提示した画像刺激をグリッドで分割し、その各グリッド内の平均輝度を用いて検討を行った。手順はまず、各グリッドを視角2°に相当する大きさに設定し、これにより提示画像を15×25グリッドに分割した。また、その各グリッド内の平均輝度値を求めた。次に路面に相当するグリッドの領域を選択し、それらグリッドから路面の輝度分布の算出を行った。路面領域に含まれるグリッドの決定は、元画像とグリッド分割を比較し、目視によって判断した。図5にグリッドの分割前後、および選択した路面領域の例を示す。以上の15×25に分割したグリッドの各グリッドの平均輝度を用いて、街路全体および路面領域の輝度値の基本統計量を算出した。

5.2 夜間街路画像の輝度の基本統計量と明るさ感との関係

4.2の定性的な検討より、夜間街路の光環境に対する明るさ感には、街路灯や看板灯などの極端に明るい領域の存在よりも、街路全体や路面の明るさが影響することが示唆された。室内空間における明るさ感に関する既往研究では、空間の明るさ感には、光の空間的分布が重要な要因になること¹⁵⁾、室内の周辺部に対して机上面照度が高いことによって周辺部が暗く感じられ空間が薄暗く感じられること¹⁷⁾、光源の強さ感ではなく空間に光が満ちている光量感、すなわち極端に明るい領域の影響を排除したその空間のベースとなる光量から感じる²¹⁾ことが示されている。このことから、夜間街路の光環境に対しても、極端に明るい領域ではなく、街路空間のベースとなる明るさから、ひとは空間全体の明るさ感を得るのだと推察される。以上のことから、光の空間的分布および街路空間のベースの明るさについて街路全体と路面の双方から検討を行った。提示画像の輝度値のうち、街路空間のベースの明

図5 グリッド分割およびグリッド内輝度の算出
Fig.5 Divided into grids and calculated the average luminance.

表5 街路空間全体および路面の輝度値の基本統計量と明るさ感評価間の相関係数

Table 5 Coefficient of correlation value between luminance value of statistics and brightness value.

統計量	平均値	最大値	最小値	標準偏差	レンジ	変動係数
街路全体	0.4	0.12	0.35	0.2	0.12	-0.35
路面	0.8	0.5	0.59	0.5	-0.61	-0.58

るさを示す指標として、まず基本統計量の平均値、最大値、および最小値を、ばらつきを示す統計量の標準偏差、輝度のレンジ^{*2)}、および変動係数を用いて検討を行った。街路全体および路面の輝度の統計量と明るさ感との相関を表5に示す。街路全体および路面の統計量と明るさ感との相関を見ると、街路全体よりも路面の方がいずれの統計量においても明るさ感との相関が高いことがわかる。このことから、人が感じる夜間街路空間に対する明るさ感は、街路全体よりも路面の輝度情報が主要な決定要因となっていると考えられる。路面輝度の統計量をみると、今回取り上げた平均値が相関係数0.80で最も明るさ感と相関が高く、次にばらつきを示すレンジが相関係数-0.61で負の相関がやや高いことがわかる。ここで、平均値について考えると、夜間街路の路面輝度の特徴として、光の当たらない低輝度の暗所領域から、局所的に照明されていたり光源設置または映り込みによる高輝度の明所領域まで輝度のレンジが広いことや、その明暗の差が大きいたことが挙げられる。このため街路空間における輝度の平均値は、特に高輝度の値によって変動しやすいため、平均値が街路空間のベースの明るさを示す代表値であるとは限らない。また、レンジや標準偏差などのばらつきの統計量について考えると、街路空間が均一に明るい場合でも、均一に暗い場合でも、ばらつきの値はほぼ同じとなる。しかし、その街路空間に対する明るさ感印象は異なると考えられる。このことから、これらばらつきの統計量では明るさ感を表すには難しいと考える。そこで、路面輝度の分布に着目し、路面のベースの明るさとなる指標についてさらに検討を行う。

5.3 路面輝度の基本統計量と明るさ感との関係

空間のベースの明るさと光の空間的分布の両方の指標に適応できるとして、極端な値の変動の影響が小さいパーセンタイル値を用いて検討を行った。

図6に明るさ感評価と路面輝度の下側10、25、50、75、90パー

図6 路面輝度パーセンタイル値および平均値と明るさ感評価との関係
Fig.6 Relationship between the percentile and the average value and brightness value.

センタイル値、および比較として平均値との関係を示す。これより、50パーセンタイル値すなわち中央値と明るさ感との相関係数が0.89であり、路面輝度の中央値が明るさ感評価と最も相関が高いことがわかる。また、路面輝度の中央値から低位の輝度レベルとの相関が高く、高位の輝度レベルとの相関は低下する結果が得られた。一例として、街路の路面を、路面輝度のパーセンタイルごとに着色した結果を図7に示す。また、その路面輝度の度数分布を図8、統計量を表6に示す。図8の分布形状を見ると、路面における輝度は、低い値が大半を占めることがわかる。さらに、表6から中央値付近の40～60パーセンタイル値の範囲と平均輝度の値が10倍近く異なることがわかる。室内空間の明るさ感に関する既往研究について、岩井ら²⁰⁾は照明器具など空間における高い輝度は、室内空間の明るさ感には影響を与えない存在であるとして、発光部と知覚される1000cd/m²以上の輝度を除外した輝度の幾何平均値を用いた予測式の提案を行った。また荻内ら²¹⁾は室内空間において、明るさ感に影響する要因として、平均輝度ではなくその空間を満たす光の量、すなわち空間のベースとなる明るさに着目し、その空間のベースとなる明るさを示す値として輝度のパーセンタイル値に着目し、仮想輝度分布法の提案を行った。これら既往研究のように、夜間街路における明るさ感評価は、同様に極端に高輝度領域からではなく、街路空間を満たすベースとなる明るさ、すなわち中央値付近の輝度レベルが構成する領域の明るさによって強く影響を受けることが示された。さらに夜間の路面輝度の分布の特徴を考慮すると、路面輝度の平均値よりも中央値の方が明るさ感のよい指標を与えることが示唆された。

6. まとめ

本論文の研究では、夜間街路の投影画像を用いて、はじめに夜間街路に対する心理的印象を評価し、それらの相互関係を検討し、夜間街路空間の評価構造の検討を行った。その結果、夜間の街路空間に対する明るさ感、明瞭性、活動性が高い相関を示した。また、快適性と嗜好性も $r=0.88$ と高い相関を示した。不安感とは2つのグループの両方に0.7～0.75程度の強い相関を示すことが明らかになった。

図7 路面輝度のパーセンタイル値の算出
Fig.7 Calculated the percentile value of luminance of road surface.

図8 路面輝度の度数分布の例
Fig.8 A case of frequency distribution of road surface.

表6 路面輝度の統計量
およびパーセン
タイル値

Table 6 The statistics
value and the
percentile
value of road
surface.

統計量		輝度値[cd/m ²]
平均値		20.49
最小値		0.90
最大値		108.75
パーセンタイル	10	1.22
	25	1.71
	50	3.78
	75	30.85
	90	70.56

かになった。次に、夜間街路空間における光の空間的分布に着目し、夜間街路の明るさ感と街路の光環境の物理的な特徴量との定量的な関係性について検討を行った。その結果、明るさ感評価には、照明器具など発光体の高輝度領域や街路景観全体の輝度情報よりも、路面領域の輝度情報による影響が大きいことが明らかとなった。さらに明るさ感を予測する変数として路面のベースとなる輝度が有効であることが示唆された。具体的な物理量としては、路面領域の輝度の頻度分布の中央値を与える輝度が街路空間の明るさ感の評価と高い相関を示すことが明らかになった。

なお、本研究で用いた街路空間の投影画像の輝度は、実空間における輝度のダイナミックレンジに比べると高輝度領域、低輝度領域ともに圧縮された形になっている。今後は実空間における評価実験を実施して、観察対象の提示手法による印象評価への影響や差異についての検討を行うことが必要である。それらの研究を通して、明るさ感評価のための指標の有効性の検証を行い、明るさ感およびその他の心理的印象を予測するための評価指標の提案を行うことが今後の課題である。

謝辞

本研究の一部は JSPS 科研費22615020の助成を受けたものです。本研究において輝度分布の測定を行うにあたり、京都工芸繊維大学繊維学部佐藤哲也教授の協力を得たことに謝意を表します。

*1 評価対象とする街路画像の撮影において、視線を固定せず行うことで、様々な景色を刺激にした。撮影時の視線方向について評価に影響を与えるか確認するために、写真1～3を本文内図6（50パーセンタイル）に布置した図を補図1に示す。写真1～3は他の街路画像と異なり、建物が中心に写っている点で異なる。補図1より、写真1～3は他の街路刺激から評価が外れることなく近似線近傍にあることがわかる。このことから、視線方向を多様にすることは評価に影響を与えないことがわかる。

補図1 写真の視線方向による評価への影響
Appendix 1. Effect of the eye direction of images on brightness evaluation.

*2 相対的な輝度範囲を表すために、最大値と最小値の差を平均値で除した値を用いた。

参考文献

- 平手小太郎, 安岡正人: 街路樹のある都市街路景観の評価に関する研究 ―白黒合成スライド写真による実験的研究―, 日本建築学会計画系論文集, 第362号, pp.35-43, (1986).
- 山本早里, 中村芳樹, 乾正雄: 光環境を考慮した景観構成色に関する研究, 日本建築学会計画系論文集, 第458号,

- pp.9-15 (1996).
- (3) 槇究, 乾正雄, 中村芳樹: 街路景観の評価構造の安定性, 日本建築学会計画系論文集, 第458号, pp.27-33 (1994).
  - (4) 小島隆矢, 古賀誉章, 宗方淳, 平手小太郎: 多変量解析を用いたキャプション評価法データの分析 —都市景観の認知と評価の構造に関する研究その2—, 日本建築学会計画系論文集, 第560号, pp.51-58 (2002).
  - (5) 下村泰彦, 増田昇, 安部大就, 忽那裕樹: 昼夜間における街路景観の評価構造特性に関する研究, 造園雑誌, 54-5, pp.269-274 (1991).
  - (6) 鈴木ひろ枝, 土肥博至: 商業地区における昼夜間景観変化に関する考察, 日本都市計画学会学術研究論文集, pp.781-786 (1992).
  - (7) 宮前あつ子, 武内徹二: 街路・防犯照明における顔の見え方と照明レベル, 照学誌, 73-6, pp.303-307 (1989).
  - (8) 川上幸二: 表情の識別と半円筒面照度の関係, 照学誌, Vol.70, pp.282-287 (1986).
  - (9) 歩行者に対する道路照明基準: JIS Z 9111-1988.
  - (10) 照明基準総則: JIS Z 9110-2010.
  - (11) 照明学会技術指針, 歩行者のための屋外公共照明基準: JIEC-006-1994.
  - (12) 社団法人防犯設備協会, 防犯灯に関する調査研究報告書 (2003).
  - (13) 山下葉: 夜間の公共空間の快適性評価実験について, 日本都市計画学会学術研究論文集 (23), pp.445-450 (1988).
  - (14) 大井尚行, 平手小太郎, 安岡正人: 時刻変化に伴う心理量の変化: 都市景観評価における変動要素の影響に関する研究その1, 日本建築学会計画系論文集, No.453, pp.45-51 (1993).
  - (15) Flynn, J.E.: A study of subjective responses to low energy and nonuniform lighting systems, the Illuminating Engineering Society, pp.167-179 (1977).
  - (16) 乾正雄: インテリジェントオフィス視環境および同その2特別研究委員会報告, 照学誌, 74-1, pp.53-57 (1990).
  - (17) Shepherd A.J., and Julian W.G.: Gloom as a psychophysical phenomenon, Lighting Research and Technology, Vol.21, pp.89-97 (1989).
  - (18) Loe, D. L, Mansfield, K. P. and Rowlands E.: Appearance of lit environment and its relevance in lighting design: Experimentl study, Light Research and Technology, Vol.26, No.3, pp.119-133 (1994).
  - (19) Akashi Y., Tanabe Y., Akashi I. and Mukai K.: Effect of sparkling luminous elements on the overall brightness impression: A pilot study, Lighting Research and Technology, Vol.32, pp.19-26 (2000).
  - (20) Iwai W., Saito Y., Sumi S. and Sakaguchi T.: Sensation of Brightness for a Living Room with Downlights, Journal of Light and Visual Environment, 25-1, pp.1-6 (2001).
  - (21) 荻内康雄, 石田泰一郎: 仮想輝度分布法による実大空間の明るさ感推定に関する検討, 日本建築学会環境系論文集, No.583, pp.7-14 (2004).
  - (22) Kato M. and Sekiguchi K.: "Impression of Brightness of a Space" Judged by Information from the Entire Space, Journal of Light and Visual Environment, 29-3, pp.123-134 (2005).
  - (23) 山口秀樹, 篠田博之: 色モード境界輝度による空間の明るさ感評価, 照学誌, 91-5, pp.266-271 (2007).
  - (24) 山路英洋, 石田泰一郎: 光環境の活動性印象と光の空間的分布特性との関係, 日本建築学会環境系論文集, Vol. 609, pp.1-6 (2006).
  - (25) Kruthof A. A.: Thbular Luminance Lamps for G eneral Illumination, philipsTechnical Review 6, pp.65-96 (1941).
  - (26) 大井尚行, 笠尾円, 高橋浩伸: 生活行為を想定した室内照度・色温度の好ましさに関する模型実験, 日本建築学会環境系論文集, No.614, pp.87-92 (2007).
  - (27) T. Ishida, K. Ikeyama and N. Toda: Psychological evaluation of lighting with a wide range of color temperatures and illuminances, Proceedings of 26 th Session of the CIE, vol.1, pp.D1-178-181 (2007).
  - (28) 山本公夫: 都市空間における照明環境の心理的評価, 照学誌, Vol.78, pp.595-598 (1994).
  - (29) 鹿倉智明, 菊池壮一, 田中俊彦, 古田康衛: コンピュータグラフィックスによる住宅街路照明の印象評価, 照学誌, Vol.74, pp.648-653 (1990).
  - (30) 吉澤望, 石原従道, 平手小太郎: 夜間における都市公共空間の景観印象評価に関する研究, 日本建築学会計画系論文集, No.550, pp.15-22 (2001).
  - (31) 井上容子: 有彩色光照明に関する研究報告: 防犯照明の課題, 照学誌, Vol.94, pp.630-639 (2010).
  - (32) Fotios S. A.andCheal C.: Lighting for subsidiary streets: Investigation of lamps of different SPD. Part 2 – Brightness, Lighting Research and Technology, Vol. 39, pp.233-252 (2007).
  - (33) Rea M.S., Bullough J.D.and Akashi Y.: Several views of metal halide and high pressure sodium lighting for outdoor applications, Lighting Research and Technology, Vol. 41, pp.297-320 (2009).
  - (34) Rea M.S., Radetsky L.C. and Bullough J.D.,: Toward a model of outdoor lighting scene brightness, Lighting Research and Technology, Vol. 43, pp.7-30 (2011).
  - (35) Fotios S. A. and Cheal C.: Predicting lamp spectrum effects at mesopic levels. Part 1: Spatial brightness, Lighting Research and Technology, Vol.43, pp.143-157 (2011).
  - (36) 白倉公隆, 明石行生, 斎藤孝: 街路照明の分光特性が空間の明るさに及ぼす影響, 照学誌, Vol.96, pp.259-271 (2012).
  - (37) 高久洋介, 柳瀬亮太: 夜間街路の歩行環境における街路灯の色温度と配置に関する実験的研究, 日本建築学会計画系論文集, No.635, pp.51-57 (2009).
  - (38) 小林茂雄, 槇究, 乾正雄: 住宅と街路の関係性を考慮した夜間街路照明の適性: 自然監視性を取り入れた街路照明の低照度化に関する研究 (1), 日本建築学会環境系論文集, No.568, pp.25-31 (2003).
  - (39) 小林茂雄, 鈴木竜一, 角館政英: 分散配置型の低照度街路照明の整備と評価岐阜県白川村平瀬地区での実践, 日本建築学会技術報告集, No.38, pp.233-238 (2012).
  - (40) Nasar J. L. and Fisher.: Design for vulnerability: Cues and reactions to fear of crime, Sociology and Social Research, Vol. 76, pp. 48-58 (1992).
  - (41) Loewen L. J: Perceived safety from crime in the urban environment, Journal of Environmental Psychology, Vol.13, pp.323-331 (1993).
  - (42) Painter K.: The impact of street lighting on crime, fear and pedestrian street use, Security Journal, 5-3, pp.116-124 (1994).
  - (43) Painter K.: Influence of street lighting improvements on crime, fear and pedestrian street use, after dark, Landscape and Urban Planning, Vol.33, pp.193-201 (1996).

(受付日 2014年1月28日/採録日 2015年2月5日)

持永 愛美（正会員）

京都大学大学院工学研究科建築学専攻

〒615-854 京都市西京区京都大学桂

2010年同志社女子大学大学院生活科学研究科修士課程修了。同4月関西大学に勤務。現在、京都大学大学院工学研究科建築学専攻博士後期課程在学中。日本学術振興会特別研究員。照明学会、日本建築学会、

日本都市計画学会、日本色彩学会各会員。

石田 泰一郎（専門会員）

京都大学大学院工学研究科建築学専攻

〒615-8540 京都市西京区京都大学桂

1991年東京工業大学大学院総合理工学研究科物理情報工学専攻博士課程修了。工学博士。現在、京都大学大学院工学研究科准教授。専門は建築

視環境、照明、色彩、視覚認知。照明学会、日本色彩学会、日本建築学会、日本視覚学会、日本照明委員会、人間・環境学会、OSA 各会員。