

## 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)

APTITUDES OF NIGHT-TIME STREET LIGHTING THAT CONSIDERS  
HOUSE-STREET RELEVANCE

A study related to the low illuminance of street lighting with incorporated natural surveillance Part 1

小林 茂雄\*<sup>1</sup>, 槇 究\*<sup>2</sup>, 乾 正雄\*<sup>3</sup>

Shigeo KOBAYASHI, Kiwamu MAKI and Masao INUI

This study has examined the attributes of safe-feeling street lighting through an experiment that used a scale model of residential streets. The results found in the experiment are summarized below.

- The intensity of lighting required for streets that does not give the feeling of insecurity was higher in scale with women compared to men.
- The intensity of lighting can be reduced in streets with good natural surveillance such as low fences and lights coming through windows. The effect of low illuminance by lights coming through windows was more prominent with low fences than high fences.
- Footlights can keep the illuminance and luminance of the street down compared to pole lights on the whole. In addition, footlights are more energy efficient in streets with good monitoring properties, and pole lights are more energy efficient in streets with less monitoring properties.

**Keywords:** street lighting, housing district, light pollution, low illuminance, feeling of insecurity, natural surveillance  
街路照明、住宅地、光害、低照度、不安感、自然監視

## 1. 研究の目的

夜間街路を不安を感じずに歩行するためには、街路をある程度明るく照明することが必要である。しかしどの程度明るく照明すれば不安を感じなくなるかについて、明確な基準は示されていない。それは、不安感には明視性を確保することのみによって払拭されるものではなく、防犯性に関わる様々な要因と絡んでいるからである。例えば、高い壁で囲まれた閉鎖的で人の気配が感じられないような街路では高照度で照明しなければ不安を感じやすいし、下町の路地のような近くに人の気配が感じられる街路では低照度であっても不安は感じにくいであろう。このように不安感、街路の周辺環境がどのような状態かによっても左右され、その一つとして隣接する建物が街路に対して閉じているか開いているかが関わっているものと考えられる。適切な街路照明を考える場合、街路と周辺建物の関係によって照明方法や設定照度を変えていく必要があるように思われる。

現状では、街路照明の推奨照度値は、交通量と住宅地域・商業地域の区分で定められており、街路の周辺環境の特徴などによっては定められていない。また、基本的に高い照度を確保することが安全性の高い街路照明であるとする傾向にある。しかし、街路を必要以上に高照度で照明することは、エネルギーの浪費になるばかりでなく、周辺環境への光害にもつながりやすい。本研究では、歩行中の不安を感じなくなる街路

照明のレベルを、街路と周辺建物の関係ごとと、照明の種別ごとに調査するものである。そしてそれぞれの条件で、より低照度になる街路の光環境について検討することを目的とする。街路と建物との関係としては、街路に対する自然監視性の有無を条件として、隣接する塀の高さや建物と街路との距離、建物内部の窓明かりに着目して取り上げる。また照明の種別として、街路灯の高さと間隔を取り上げる。これらの変数を縮尺模型で統制することによって、不安を感じない街路照明の明るさを実験的に明らかにしていく。

## 2. 既往研究と本研究の位置付け

街路の歩行者に関わる照明の課題は、安全性の確保の観点から路面や路上人物の見え方に基づく路面照度や鉛直面照度の推奨値が示されている<sup>1,2)</sup>。また、街路灯等から受ける心的印象、景観としての光源の見え方等についても検討されている<sup>3,4)</sup>。防犯性能については、他者の認識に必要とされる鉛直面照度が数量的に求められたり<sup>5)</sup>、街路水平面照度や光源の演色性と心理的な安全性との関係が求められたり<sup>6,7)</sup>している。しかし、光の量的な検討を行うにとどまっているため、どのような光の施し方が不安感を低減できるかという質的な側面を加えて検討する必要があると考えられる。

街路に面する建物の開口部などによる自然監視性が防犯や不安感低減

\*<sup>1</sup> 武蔵工業大学工学部建築学科 助教授・博士(工学)\*<sup>2</sup> 実践女子大学生活科学部生活環境学科 助教授・博士(工学)\*<sup>3</sup> 武蔵工業大学工学部建築学科 教授・工博

Assoc. Prof., Dept. of Architecture, Musashi Institute of Technology, Dr. Eng.

Assoc. Prof., Dept. of Human Environmental Science, Jissen Women's University, Dr. Eng.

Prof., Dept. of Architecture, Musashi Institute of Technology, Dr. Eng.

に効果があることについては、集合住宅を対象とした事例やアンケート調査などで示されている<sup>8,9)</sup>。また、住宅街や商店街での建物からの漏れ光による心理的効果が実験的に検討されたり<sup>10,11)</sup>、監視カメラの設置による防犯性の向上が検証されたり<sup>12)</sup>している。さらに近年、窓明かりや庭園灯を積極的に活用した街路照明の提案<sup>13)</sup>や、埋込照明による低照度の街路照明<sup>14)</sup>などが実現され、照明計画の幅が広がりつつある。ただし、自然監視性や監視カメラの導入などによってどの程度街路の照度を低減できるかについて、まだ十分に検証されているとはいえない。

近年、光害についての関心が高まり、周辺に光害を起ささない照明器具などが提案されている。これは、明るさが必要な場所へ照度を確保して必要のない上方などへ光を漏らさないようにするものである。また光害を考慮することによって消費エネルギーがどれだけ低減できるかについても検討されてきている。これに心理的な不安感を生む要因を考慮することによって、より省エネルギーとなる光環境が提案できるものと考えられる。

本研究は、街路に対して周辺住宅の自然監視性によって、どの程度安心感が得られ、また街路の照度レベルをどの程度抑えられるのかを実験的に検討するものである。街路の光環境について、街路灯だけでなく、建築のあり方をも含めて検討しようとすることに特色がある。また照度

レベルだけでなく、街路に放たれる全体の光束量などについても検討する。得られた結果は、街路の条件に応じた低照度な街路照明を計画する上で新たな一つの知見になるものと考えられる。

### 3. 実験概要

#### 3.1 実験装置概要

研究対象とした街路は、独立住宅が配置された住宅街路である。街路に対する住宅の自然監視性と街路照明を変えた条件で検討するため、実験には縮尺模型を用いることとした。図1と表1に示すように、道幅6m長さ80mの街路と、それに隣接する住宅を、1/50スケールで作成した。街路に対する住宅の面し方として、街路に住宅が直接面する接道型、街路と住宅の間に5m以内の庭を有する前庭型の2種類を設定した。さらに前庭型には、塀の高さを0.8mと2.2mの2種類を設定した。塀の高さ0.8mは街路の歩行者から住宅の1階ファサードを見通すことができ、高さ2.2mは街路の歩行者から住宅の1階ファサードをほとんど見通すことのできないものである。

街路照明には、光源高さ5mのポール灯を一般的な25.0m間隔で設置したものと、その半分の12.5m間隔で設置したものと、さらに光源高さ0.5mの足元灯を12.5m間隔で設置したものの3種類とした(図1~3)。

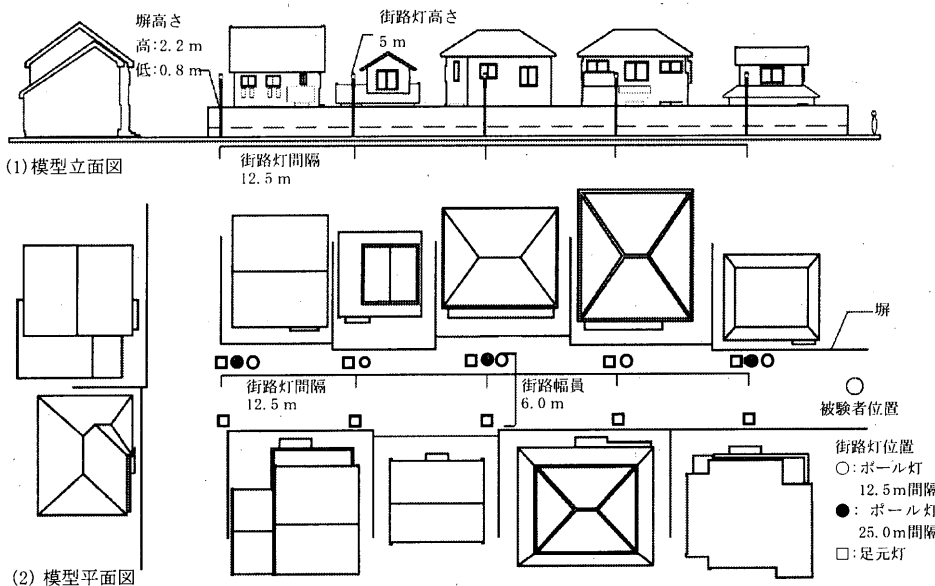


図1 実験装置概要(縮尺1/50, 図中の数値は実寸値)

表1 構成物表面のマンセル値および反射率

部位	マンセル値	反射率(%)
道路	2.6GY 4.9/0.7	18.7
建物(壁)	1.1Y 8.8/0.7	73.73
	0.9G 7.5/0.6	49.11
	4.2PB 2.7/2.0	5.56
建物(屋根)	1.6B 3.0/0.0	6.76
	0.8YR 2.8/0.9	5.59
	9.9GY 7.2/0.0	45.27
塀	7.3Y 5.5/0.0	23.79

表2 光源の種類

建物内部	1.5V, 3V白熱ランプ, 1800K
ポール灯	3V, 20mA 白色発光ダイオード, 5800K
足元灯	1.5V 白熱ランプ, 1800~2800K

\*ポール灯および足元灯は0~100%の連続調光が行える

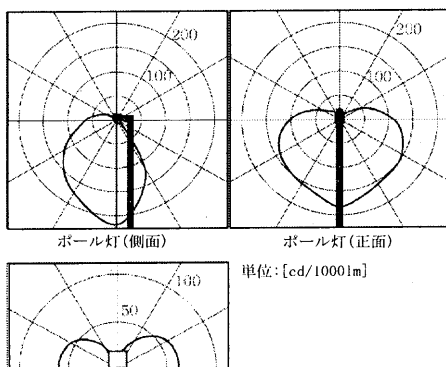


図2 街路灯配光(光度は実寸値に変換)

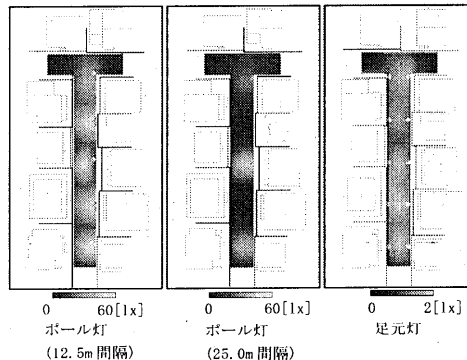


図3 水平面照度分布図(最大調光時)

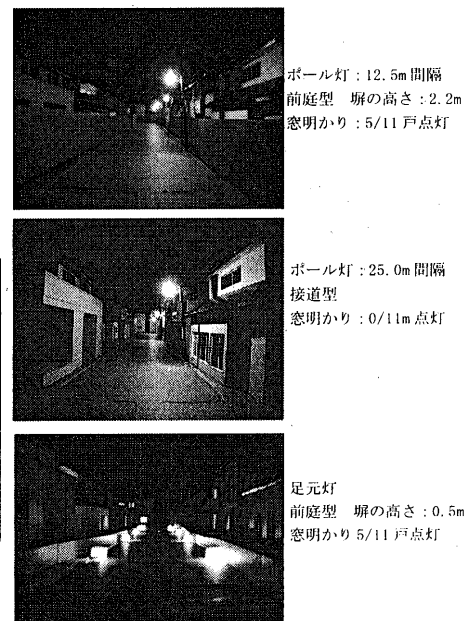


図4 模型写真(被験者の視点から撮影)

ポール灯は街路の片側だけに設置し、足元灯は街路の両側に設置している。また街路灯に加えて、住宅内部照明が窓を通して屋外へ漏れ出す「窓明かり」を設定した。これは、自然監視性を強化するものとして取り入れたものである。ポール灯の光源は水銀ランプを想定したもので、表2に示すように模型には色温度5800Kの高輝度型白色LEDを用いている。足元灯と窓明かりの光源は白熱ランプを想定し、模型には色温度1800~2800Kの小型白熱ランプ(麦球)を用いている。

### 3.2 実験手順

実験条件は、街路に対する住宅の面し方や塀の高さ、街路灯の種類、窓明かりの有無を組み合わせた19パターンとした。表3に各実験条件を示す。街路を模した実験装置は暗室に設置し、被験者は図1,4に示す位置で、路上にいる人物の視点で模型を眺めるように配置した。このとき被験者は、提示された各実験条件の街路灯の光量を、手元の調光器を用いて0~100%まで自由に調節することができる。実験は、「夜22時に一人でこの街路を歩行している」と想定した上で、次の2つの項目に合致するように、街路灯の明るさを調節するものとした。

- ①歩行中に不安を感じない最低の明るさ(以下、「下限」調光とする)
- ②歩行中の安心感を確保した上で、この街路に最も適した明るさ(以下、「最適」調光とする)

被験者は20代の大学生30名(男性10名、女性20名)であり、実験は一人ずつ個別に行なった。街路灯の調光量は実験者が随時記録した。いずれの調光時にも街路灯の出力を最大にした被験者はいなかった<sup>注1)</sup>。

## 4. 実験結果

### 4.1 被験者の性別による比較

被験者が「下限」「最適」と調光したときの街路灯の出力から、路上0.5m(実寸値)<sup>注2)</sup>の街路の平均水平照度を求めた。図5は、III Abの実験条件を例にとって、平均水平照度の被験者累積率を被験者の性別ごとに示したものである。ここで「下限」調光時の平均水平照度を下限値、「最適」調光時の平均水平照度を最適値とする。図より、全体的に男性の下限値が最も低く、次に男性の最適値と女性の下限値

が同じレベル、女性の最適値が最も高くなっている。この傾向はどの実験条件についてもほぼ同じであった。

次に、各実験条件について、性別ごとの下限値と最適値の代表値を求めることとした。下限値については性別ごとの被験者の75%が不安を感じない照度レベル(75%分位点)で代表させた。最適値については、ある値より高照度側と低照度側を最適とする被験者が同数となるように、被験者の照度レベルの中央値(50%分位点)で代表させた。ただし、下限値の75%分位点が最適値の50%分位点を上回る場合は、最適値の代表値は下限値の75%分位点を用いることとした。以後、下限値、最適値は、特に断りがない限りこの代表値のことを指す。表3に実験条件ごとの代表値を示している。また性別間での下限値と最適値の有意差を検定(独立した変数のt検定)した結果も合わせて示している。表より、水平面照度の下限値は0.1~3lx程度であり、現状の照度推奨値や既往研究<sup>2,6)</sup>と比較して低い値となっている。縮尺模型は、実空間と比べて感じられる光の量がずれる場合があることが示されており<sup>15)</sup>、本実験でも絶

表3 実験条件と調光時の平均水平照度の代表値

記号	街路灯	住宅配置	塀の高さ	窓明かり 点灯戸数	平均水平照度(1x)				
					女性		男性		
					下限	最適	下限	最適	
I Aa	ポール灯	前庭型	0.8m	11	0.627	1.037	0.598	0.598	
I Ab				5	0.962	1.753△	1.193	1.193	
I Ac				0	1.899△	2.494△△	1.056	1.056	
I Bb			2.2m	5	1.747△△	1.748△△	0.726	0.726	
I Bc				0	2.309	2.598△	0.877	1.062	
I Cb				12.5m 間隔	接道型 なし	5	0.505	0.996△	0.794
I Cc	0	1.207	1.755			0.739	0.739		
II Ab	ポール灯	前庭型	0.8m			5	0.627△△	1.734	0.316
II Ac				0	1.947	2.715	0.751	0.751	
II Bb				2.2m	5	1.719	1.984△	0.494	0.578
II Bc			0		1.561	3.218△	1.412	1.682	
II Cb			25m 間隔		接道型 なし	5	0.595△	1.670△△	0.298
II Cc				0		1.771△△	2.929△△	0.638	0.638
III Ab	足元灯	前庭型		0.8m		5	0.292△△	0.361△	0.160
III Ac			0		0.194	0.548	0.104	0.139	
III Bb			2.2m		5	0.245	0.328△△	0.134	0.134
III Bc				0	0.264	0.777△	0.173	0.187	
III Cb				12.5m 間隔	接道型 なし	5	0.299	0.416	0.195
III Cc			0			0.208	0.319	0.159	0.159

△△・▼▼:有意水準1% △・▼:有意水準1%  
 △:女性の値の方が大きい ▼:女性の値の方が小さい  
 街路灯 I:ポール灯(12.5m間隔) II:ポール灯(25.0m間隔) III:足元灯  
 住宅配置・塀高さ A:前庭型・塀高さ0.8m B:前庭型・塀高さ2.2m C:接道型・塀無し  
 窓明かり点灯戸数 a:11戸 b:5戸 c:0戸

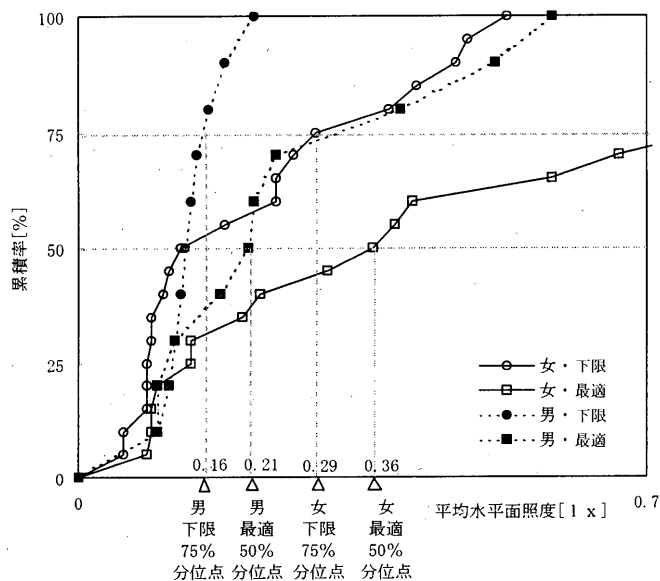


図5 平均水平照度の累積図(III Ab:足元灯・塀の高さ0.8m・5/11戸点灯)

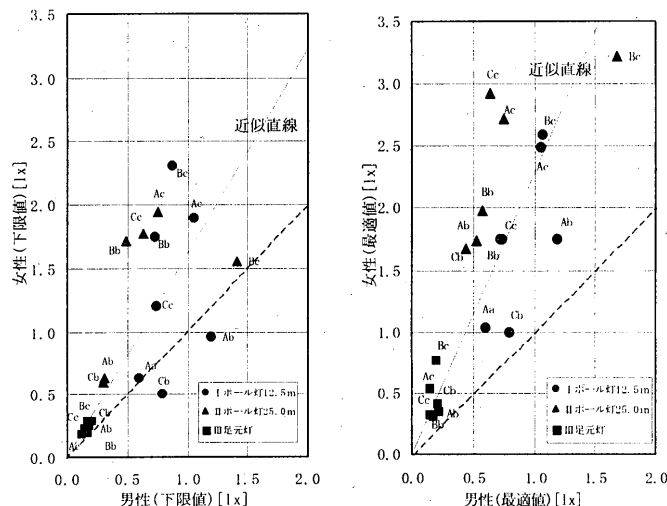


図6 平均水平照度の男女比較

対的な照度レベルが実スケールに適用できるとは必ずしもいえない。そこで、以後の結果は主に条件の違いによる照度値の相対的な比較をみるものとする。

図6は、下限値と最適値について、性別間の関係を布置したものである。全体的に、男性よりも女性の照度値が高くなっている。下限値については、女性は男性のおよそ1.5倍の照度レベルが必要とされ、最適値についてはおよそ2.5倍の照度レベルが必要とされる。性別の開きが下限値よりも最適値で大きくなるのは、男性では下限値と最適値との間にそれほど大きな差がないためではないかと考えられる。また、女性の方が男性より高い照度を必要とするのは、窓明かりがないcの実験条件で顕著である。窓明かりがないことで女性はより明るさを必要とし、窓明かりが加わることによって必要とされる照度の男女差が小さくなるのではないかと考えられる。また下限値の I Ab・I Cbの条件のみ女性より男性の方がやや高くなっている。

4.2 街路パターン・街路灯種別による比較

次に、平均水平面照度の下限値について実験条件間で比較する。表

4は、対応する実験条件間での有意差を検定した結果を示している。

街路灯による比較では男女共に有意差が生じるものが多い。その多くは、III (足元灯) と I・II (ポール灯) との間であり、I・IIの方が高い照度が必要とされている。ただし、本実験で用いている水平面照度は、測定高さで足元灯設置高さがほぼ同じ (実寸で0.5m) なため、足元灯の照度は実際の路面照度よりも低い値になることに留意する必要がある。

窓明かりの有無、住宅配置・塀の高さによる比較では、男性被験者では有意差が生じるものは少ないが、女性の被験者では有意差が生じるものが多い。男性で有意差があるのは、I Aの窓明かりの有無 (a-c) と、III cの塀の高さ (A-B) である。窓明かりがある条件、塀が低い条件の方が低照度となっている。

女性被験者の窓明かりの効果は、【I Aa-I Ac】【II Ab-II Ac】【II Cb-II Cc】の対応条件で顕著である。いずれも窓明かりがある条件の方が低照度になっている。また、住宅配置・塀高さにおけるAとCの条件では窓明かりの有無による有意差が生じているが、Bの条件では有

表4 実験条件ごとの平均水平面照度の下限値の有意差検定

(対応のある2変数の組に対するt検定)

性別	下限値	(a) 街路灯による比較			(b) 窓明かりによる比較			(c) 住宅配置・塀高さによる比較					
		対応条件	窓明かり	住宅配置・塀高さ	対応条件	住宅配置・塀高さ	街路灯	対応条件	窓明かり	街路灯			
女性		街路灯	b	A	B	C	窓明かり	住宅配置・塀高さ	I	II	III		
		I-II							a-b				
		I-III		△△	△△	△			a-c	A	▼▼	▼	
		II-III		△	△△	△			b-c	B	▼	▼▼	
		I-II								C		▼▼	
		I-III		△△	△△	△							
		II-III		△△	△△	△△							
男性		街路灯	b	A	B	C	窓明かり	住宅配置・塀高さ	I	II	III		
		I-II							a-b				
		I-III		△	△	△			a-c	A	▼	▼	
		II-III				△			b-c	B			
		I-II								C			
		I-III		△△	△	△							
		II-III		△	△	△							

△△・▼▼：有意水準1% △・▼：有意水準5%  
△：左項目の値の方が大きい ▼：左項目の値の方が小さい

街路灯 I：ポール灯(12.5m間隔) II：ポール灯(25.0m間隔) III：足元灯  
住宅配置・塀高さ A：前庭型・塀高さ0.8m B：前庭型・塀高さ2.2m C：接道型・塀無し  
窓明かり点灯戸数 a：11戸 b：5戸 c：0戸

表5 下限調光時と最適調光時における各測光量

記号	街路灯	住宅配置	塀の高さ	窓明かり点灯戸数	照度 [lx]								全光束 [lm]				輝度 [cd/m <sup>2</sup> ]												
					最低水平面照度				鉛直面照度				女性		男性		女性		男性		女性		男性						
					女性		男性		女性		男性		下限	最適	下限	最適	下限	最適	下限	最適	下限	最適	下限	最適					
					下限	最適	下限	最適	下限	最適	下限	最適	下限	最適	下限	最適	下限	最適	下限	最適	下限	最適	下限	最適					
I Aa	ポール灯	前庭型	0.8m	11	0.22	0.36	0.21	0.21	0.04	0.05	0.04	0.04	629	978	605	605	0.04	0.06	0.04	0.04	0.10	0.13	0.09	0.09	0.07	0.12	0.07	0.07	
					0.34	0.62	0.42	0.42	0.04	0.07	0.05	0.05	864	1537	1061	1061	0.06	0.10	0.07	0.07	0.10	0.16	0.11	0.11	0.11	0.20	0.14	0.14	
					0	0.66	0.86	0.37	0.37	0.06	0.09	0.04	0.04	1615	2120	898	898	0.11	0.15	0.06	0.06	1.35	1.77	0.75	0.75	0.21	0.15	0.06	0.06
					5	0.80	0.80	0.25	0.25	0.08	0.08	0.02	0.02	2042	2042	692	692	0.10	0.10	0.04	0.04	0.19	0.19	0.08	0.08	0.19	0.19	0.08	0.08
I Ab	ポール灯	前庭型	2.2m	5	0.18	0.35	0.28	0.28	0.02	0.04	0.03	0.03	452	869	697	697	0.03	0.06	0.05	0.05					0.06	0.11	0.09	0.09	
					0.31	0.43	0.12	0.12	0.09	0.13	0.03	0.03	2163	3016	834	834	0.12	0.16	0.04	0.04	1.21	1.69	0.47	0.47	0.21	0.30	0.08	0.08	
					0	0.28	0.36	0.13	0.14	0.08	0.09	0.02	0.03	1981	2275	620	714	0.10	0.12	0.03	0.03	0.15	0.17	0.05	0.06	0.37	0.43	0.11	0.13
					5	0.80	0.90	0.30	0.37	0.08	0.09	0.03	0.04	1963	2209	746	903	0.14	0.15	0.05	0.06	2.11	2.37	0.80	0.97	0.25	0.28	0.09	0.11
I Bb	ポール灯	前庭型	2.2m	0	0.25	0.51	0.27	0.27	0.07	0.15	0.08	0.08	1734	3575	1869	1869	0.09	0.19	0.10	0.10	1.13	2.33	1.22	1.22	0.33	0.68	0.36	0.36	
					0	0.15	0.45	0.10	0.11	0.03	0.10	0.02	0.02	1410	4156	928	1002	0.02	0.05	0.01	0.01	2.24	6.61	1.47	1.59	0.09	0.28	0.06	0.07
					0	0.16	0.22	0.09	0.10	0.03	0.05	0.02	0.02	1244	1875	687	725	0.02	0.02	0.01	0.01					0.22	0.33	0.12	0.12
					0	0.12	0.19	0.09	0.09	0.03	0.04	0.02	0.02	1113	1707	854	854	0.01	0.02	0.01	0.01					0.20	0.31	0.15	0.15

意差は生じていない。Bのように2.2mの高い塀で住宅が街路に閉じている場合には、窓明かりによる自然監視性の効果が生まれにくくなるのではないと思われる。また、同じ住宅配置・塀高さの中では、街路灯Ⅱが最も窓明かりによる低照度の効果が大い。街路灯ⅡはⅠと比べて点灯間隔が長いので、路上照度が不均一となり(図3)明暗の差が大きくなる。明暗の差は不安感と結びつきやすいと考えられるが、こうした問題を、窓明かりが付加されることである程度解消できているのではないかと推測できる。またⅠAaのように、全住宅の窓明かりが点灯したときは、半数を点灯したⅠAbよりも低照度になっており、点灯数の効果が得られている。ただし、夜間22時の時点において全戸の窓明かりが点灯している状態はあまり現実的とは考えにくい。

住宅配置・塀の高さによる比較では、全体的に照度レベルはB>A>Cとなる傾向にある。接道型が最も低照度で、前庭型の塀高2.2mが最も高照度になり、自然監視性の高い街路ほど低照度で不安を感じなくなると考えられる。また、窓明かりのないcの条件よりも、窓明かりのあるbの条件で有意差が生じている傾向にある。このことから、住宅配置や塀の高さによる自然監視性の効果は、窓明かりと組み合わせることでより強化されることが分かる。

### 4.3 測光量による比較

次に、各実験条件で調節された街路の光環境を、街路水平照度の平均値以外でも表すこととする。すなわち、街路上の水平照度の最低値、被験者の顔面位置での鉛直照度、街路上へ発散する全光束、路面と塀と住宅壁面の輝度、についてである。全光束とは、街路灯と窓明かりが屋外空間へ発散する光束の合計であり、実スケールに変換した値である。輝度値は、路面・塀・壁面それぞれの平均値である。表5に、下限調光時と最適調光時における各測光量の値を示す。

街路照明をより低照度にする事を考えた場合、最適値よりも、まず不安を感じない下限値を満たすことが求められる。その中でも条件が厳しい女性被験者の評価に着目する必要がある。そこで、図7には女性被験者の下限調光時での路面輝度と壁面輝度の関係を布置し、図8～図10には、平均水平照度と、最低水平照度・鉛直照度・全光束の関係をそれぞれ布置した。図中の直線は、住宅配置Ccの条件で街

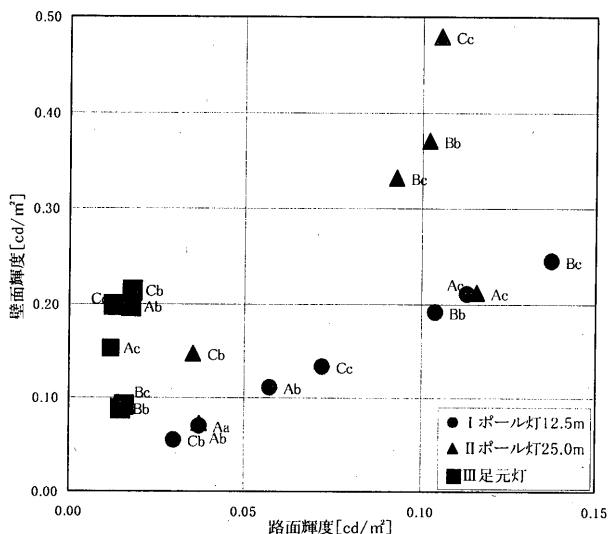


図7 平均路面輝度と平均壁面輝度との関係 (女性下限値)

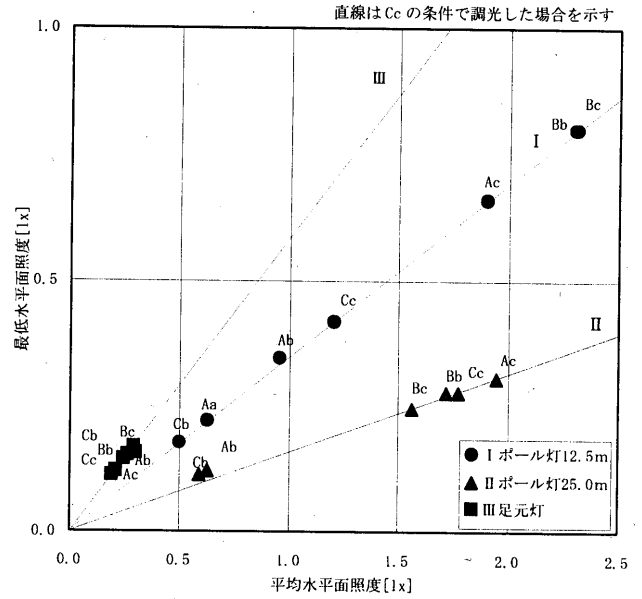


図8 平均水平面照度と最低水平面照度との関係 (女性下限値)

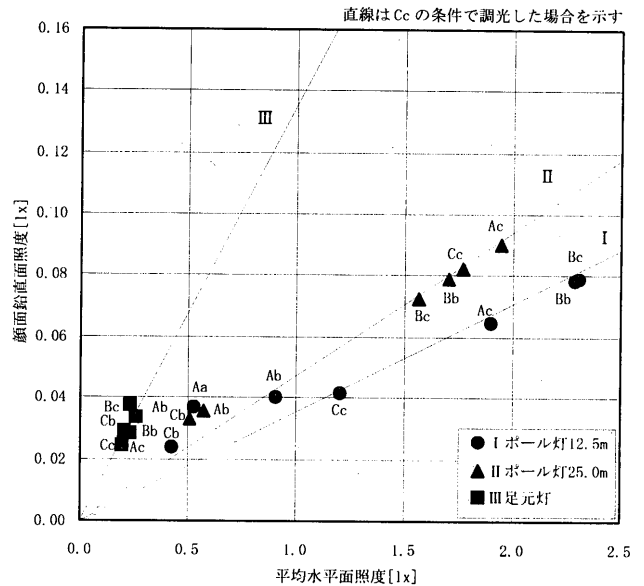


図9 平均路面照度と顔面鉛直照度との関係 (女性下限値)

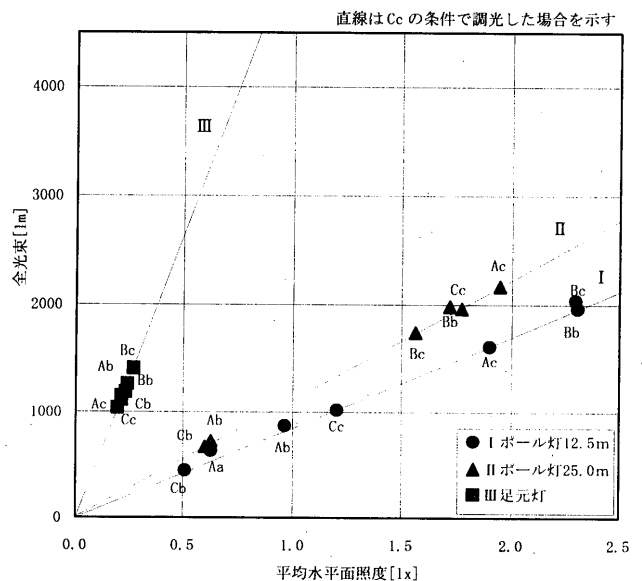


図10 平均水平面照度と全光束との関係 (女性下限値)

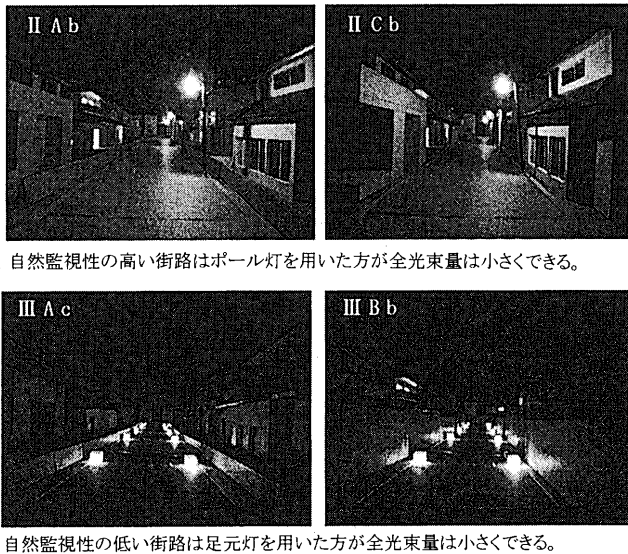


図 11 省エネルギーとなる街路照明の種別

路灯を調光した際の軌跡を示したものである。

図7の路面輝度と壁面輝度の関係では、路面輝度に対する壁面輝度の比率はⅢの足元灯が最も高く、次いでⅡ、Ⅰの順となっている。同じ街路灯の中では、接道型のCの条件がA・Bよりも比率がやや高くなっている。各実験条件の下限値を比較すると、路面輝度が最も低くなるのはⅢの条件であり、壁面輝度は街路灯によってあまり差がないものが多い。ただし、Cc・Bb・Bcでは街路灯Ⅱの壁面輝度が特に高くなることに特徴がある。

図8の平均水平面照度と最低水平面照度の関係からは、Ⅲの足元灯は、平均水平面照度に対する最低水平面照度の比率が約0.6と最も高く、水平面照度が比較的均一であることが分かる。Ⅰの比率は約0.3であり、Ⅱの比率は約0.15と最も低くなる。各実験条件の値を比較すると、街路灯Ⅲのときに平均水平面照度・最低水平面照度共に最も低くなっている。ⅠとⅡは、平均水平面照度は同程度であるが、最低水平面照度はⅡの方が低くなっている。

図9の平均水平面照度と被験者の顔面鉛直照度の関係からは、Ⅲの足元灯が平均水平面照度に対する顔面鉛直照度の比率が最も高く、次いでⅡ、Ⅰの順であることが分かる。ⅡはⅠより1.3倍程度高くなっているが、鉛直照度は街路灯間隔のどの位置で測定するかにより異なるため、この関係は測定位置によらず安定しているものではない。各実験条件の値を比較すると、顔面鉛直照度は、Ⅲが最も低く、ⅠとⅡは同程度である。特に、Ac・Bb・Bcなど平均水平面照度値が高い場合には、Ⅰ・Ⅱの鉛直照度はⅢの約2倍程度となる。ただし、比較的照度なAbやCbなどの条件では、街路灯による鉛直照度の差は非常に小さい。このことから、自然監視性の高い街路条件では、ポール灯でも足元灯でも同程度の鉛直照度で不安を感じなくなるといえる。

図10には平均水平面照度と屋外へ発散する全光束の関係を布置している。平均水平面照度に対する全光束の比率は、Ⅲが最も高く、次いでⅡ、Ⅰの順である。各実験条件の値を比較すると、全光束は街路灯による差が小さく、卓越しているものはない。個々の条件をみたところ、Ab・Cbなど高い塀がなく窓明かりがある条件では、Ⅲの方がⅠとⅡより全光束の値が大きくなっている。一方、Ac・Bc・Ccなど窓明かりのない条件では、ⅠとⅡの方がⅢよりも全光束の値が大きくなっている。こ

で、全ての照明器具でエネルギー消費効率(lm/W)が等しいと仮定すると、窓明かりのある自然監視性の高い街路ではポール灯を用いた方が消費エネルギー量は小さくなり、窓明かりのない自然監視性の低い街路では足元照明を用いた方が消費エネルギー量が小さくなることになる(図11)。

## 5. 結論

本研究は、住宅街路の縮尺模型を用いた実験により、不安を感じない街路照明の条件について検討した。得られた主な結果を以下にまとめる。

- ・不安を感じないために必要とされる街路水平面照度は、男性より女性の方が高く、およそ1.5倍を必要とする。
- ・不安を感じないために必要とされる街路水平面照度は、低い塀の街路や窓明かりがあるなどの自然監視性の高い街路で低くなる。窓明かりによる低照度化の効果は、高い塀よりも低い塀の場合に強くなる。
- ・足元灯は、全体的にポール灯に比べ街路水平面照度や路面輝度を低く抑えることができる。自然監視性の高い街路では足元灯の方が光束量は抑えられ、自然監視性の低い街路はポール灯の方が光束量を抑えられる。

以上のことより、夜間街路の光環境は、街路と住宅との関係性を考慮して計画することが重要であることが分かった。街路の条件によっては、各住戸内部の点灯などによって過剰な街路照明を取り払うことが可能であるといえる。

## 6. 今後の課題

今回の実験は縮尺模型を用いたことから、得られた照度レベルをそのまま実スケールに適用できるとはいえない。また、本研究は一般的な街路に共通する傾向を求めようとしたため、実験において具体的な街路の場所を設定したわけではない。実際の街路では、地域が元々持つ防犯性能や防犯に対する住民の意識、歩行者の人数を含めた街路の使われ方が各々異なり<sup>注3)</sup>、それらを考慮して対策を施すことが重要になると思われる。今後の課題として、実空間での調査・実験によって照度レベルの確認をすること、場所の持つ特有な問題を含めた計画を考えることが挙げられる。

## 謝辞

本研究は、武蔵工業大学卒論生の井上大地氏、清須一成氏、堀籠裕美氏と、実践女子大学卒論生の栢沼由紀子氏、蓮見聖子氏と共同で行った。記して謝意を表す。また科学研究費補助金・基盤研究(C)(2) (代表者：乾正雄、課題番号13650659)の助成を得て実施した。

注1) 最大調光時の平均水平面照度は、街路灯Ⅰで19.4lx、街路灯Ⅱで9.4lx、街路灯Ⅲで1.1lxである。

注2) 水平面照度は路面照度を測定するのが一般的であるが、本実験の縮尺模型では照度計受光部(MINOLTA-T10M)の厚みの高さで測定したことになる。

注3) 角館による、複数の地域での街路照明の実験的試み<sup>16)</sup>によると、街路によって防犯性に対する住民の意識や不安を感じる箇所は異なり、住民との話し合いの中で照明計画を進めていくことが重要であると指摘している。

## 参考文献

- 1) The 9th Edition of the IESNA Lighting Handbook, 2000
- 2) JIS Z9111-1988 : 道路照明基準

- 3) 鹿倉智明、菊池壯一、田中俊彦、古田康衛：コンピュータグラフィクスによる住宅街路照明の印象評価、照明学会誌、第74号、pp.648-653、1990.10
- 4) 小林茂雄、海野宏樹、中村芳樹：夜間商店街の利用目的を考慮した照明構成要素の心理的効用、日本建築学会計画系論文集、No.524、pp.15-20、1999.10
- 5) 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、照明学会誌、Vol.73、pp.303-307、1989
- 6) Boyce, P. R., N. Eklund, B. Hamilton and L. Bruno: Perceptions of safety at night in different lighting conditions, Lighting Research and Technology, 32, pp.79-91, 2000
- 7) Painter, K.: The impact of streetlighting on crime, fear, and pedestrian streetuse, Security Journal, vol. 5, no. 3, pp.116-24, 1994
- 8) Newman, O. (湯川利和・湯川聡子訳)：まもりやすい住空間、鹿島出版会、1976
- 9) 大野隆造、近藤美紀：視線輻射量と防犯性の評価—住民の視覚的相互作用を考慮した集合住宅の配置計画に関する研究(その1)一、日本建築学会計画系論文集、No.467、pp.145-151、1995.1
- 10) Painter, K, and Tilley, N.: Surveillance of public space: CCTV, street lighting and crime prevention Crime prevention studies, Vol.10. Monsey, NY: Criminal Justice Press, 1999
- 11) 村松陸雄、中村芳樹、中島政太郎、小林茂雄：住宅地街路の夜間光環境評価と住宅外構照明の関係、日本建築学会計画系論文集、No.528、pp.23-28、2000.2
- 12) 小林茂雄、海野宏樹、中村芳樹：夜間商店街における店舗からの漏れ光と安心感、MERA Journal、No.11、pp.1-8、2000
- 13) 角館政英、関口克明、他：‘街路空間の光環境の在り方’に関する研究その1～5、日本建築学会学術講演梗概集、2000,2001
- 14) 角館政英：さいたま新都心東側交通広場歩行者デッキの光環境、照明学会誌、Vol.84,No.12、pp.917-920、2000.12
- 15) 小林茂雄、乾正雄、中村芳樹、北村麻子：室内環境照明の明るさ、均一さと生活行為の関係、日本建築学会計画系論文集、No.481、pp.13-22、1996.3
- 16) 角館政英：日本の夜をどう照らす 街路照明の実験的試み、建築雑誌、Vol.117,No.1497、pp.28-29、2002.12

(2002年11月10日原稿受理、2003年3月24日採用決定)