

センサ照明を導入した街路の光環境特性

埼玉大学 学生会員 ○ 高橋 靖

埼玉大学 正会員 窪田 陽一

埼玉大学 正会員 深堀 清隆

1. 研究の背景と目的

近年、都市街路空間の夜間の光環境については周辺住民、動植物、天文観測などに対する光害や、省エネルギーへの対応が問われるようになってきている。一方、人感センサによる照明の制御は、大規模オフィスなどで導入が進みつつあり大幅な省エネルギーが期待されている。また門柱灯やポーチ灯などに人感センサが組み込まれたものも防犯性の向上や、電気代の節約などの利点から一般に普及してきている。同様にこの人感センサによる制御を屋外街路照明に導入し、利用者の通行にあわせて光環境を提供する方法も有効であると考えられる。そこで、本研究では、人感センサによる制御を導入した街路照明がどのような光環境を提供するかを明らかにし、望ましいセンサ照明の導入方策について検討を行う。

2. 光環境特性の導出と比較

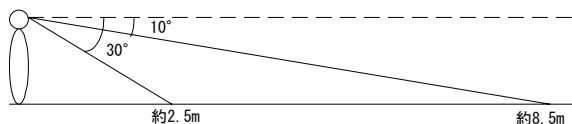


図1 路面評価対象範囲

センサ付照明が連続的に配置された街路を通過すると、その照明環境は、通行者の動きにあわせて変化していく。従って、路面についての評価を行うとき、適切な範囲を定める必要がある。「ヘンリー・ドレイフスのデータ」(*1)によると、通常の視線の方向は水平方向より下向きに偏っており、立位の時は約10°下向きである。また、俯瞰景の下限はおおよそ俯角30°である。普通、夜間は足下を気にするため、通常よりも視線が下がっていると考えられ、本研究では、「前方2.5m～8.5m（俯角30°～10°）の範囲」を夜間において楽に見ることのできる範囲とし、路面評価対象範囲とした。

照明器具設置間隔、センサ設置間隔、ランプ出力、

非検知時調高レベルを操作したモデルを作成した。制御の方法は、照明器具に併せて設置されたセンサが検知した場合はその照明のみを、照明同士の間で設置されたセンサが検知した場合はその前後の照明を100%で点灯することとした。また、センサの特徴で検知範囲内でも停止していると検知されなくなるということと、センサの配置の仕方によって検知範囲の抜けが大きくなってしまふことに配慮し、非検知になっても一定時間の点灯が必要であると考え、その時間をセンサ間隔にあわせて20mに対し20s、10mに対し10s、5mに対し5sと設定した。

0.5m間隔ごとに水平面照度を算出し、上記の範囲の平均水平面照度（4点法）と水平面照度均斉度（最小値/平均値）を算出した。また、利用者の顔の位置（眼高1.5m（成人男1542mm 女1431mm）(*2)）の半円筒面照度についても0.5m間隔ごとに算出した。このとき周囲の明るさは暗いものと仮定している。またセンサの有効性をみるために比較対象としてセンサを用いない通常の照明配置モデルも作成した。

得られたモデル群の評価に関しては、「歩行者のための屋外公共照明基準」(*3)の夜間の使用状況によって要求される照度レベルを満たしているかどうかについて検討し、省エネルギー、ランニングコストに直接影響する、光の放射量で比較した。

表1 固定要因

街路形状	5×100m 直線
歩行速度	1m/s
配光形式	下方向
器具高さ	5m
センサ 検知範囲	前後3m

表2 操作要因

照明器具 設置間隔	20m, 10m, 5m
センサ 設置間隔	20m, 10m, 5m (照明間隔以下)
ランプ出力 (全光束)	10000lm, 5000lm
非検知時 調光レベル	50%, 25%

キーワード 街路 照明 人感センサ

連絡先 〒338-8570 さいたま市下大久保255 TEL 048-858-9549 FAX 048-855-9361 埼玉大学大学院理工学研究科

表3 「夜間の使用の小さい街路」に適するモデル一覧表（網掛けの行がセンサを用いないモデル）

番号	器具間隔 (m)	センサ間隔 (m)	全光束 (lm)	調光時 全光束 (lm)	一人通過(100s)に擁する光束数			1時間当たりの総光束数		
					全光点灯 (s) (のべ)	調光点灯 (s) (のべ)	総光束数 (lm)	2人通過	8人通過	32人通過
12	20	5	5000	1250	202	398	1507500	28.52	33.06	51.24
108	10	—	1250	1250	1100	0	1375000	49.50	49.50	49.50
18	10	10	5000	1250	157	943	1963750	50.68	54.21	68.34
20	10	5	5000	1250	207	893	2151250	51.05	55.71	74.34
7	20	20	5000	2500	127	473	1817500	54.64	56.54	64.16
9	20	10	5000	2500	177	423	1942500	54.89	57.54	68.16
11	20	5	5000	2500	202	398	2005000	55.01	58.04	70.16
2	20	20	10000	2500	127	473	2452500	55.91	61.62	84.48
4	20	10	10000	2500	177	423	2827500	56.66	64.62	96.48
6	20	5	10000	2500	202	398	3015000	57.03	66.12	102.48
102	20	—	5000	5000	600	0	3000000	108.00	108.00	108.00
1	20	20	10000	5000	127	473	3635000	109.27	113.08	128.32
3	20	10	10000	5000	177	423	3885000	109.77	115.08	136.32
5	20	5	10000	5000	202	398	4010000	110.02	116.08	140.32

番号	2.5m~8.5mの範囲の平均水平面照度				2.5m~8.5mの範囲の水平面照度均斉度				半円筒面照度（歩道軸線上）			
	最大 (lx)	最小 (lx)	平均 (lx)	標準偏差 (lx)	最大 (lx)	最小 (lx)	平均 (lx)	標準偏差 (lx)	最大 (lx)	最小 (lx)	平均 (lx)	標準偏差 (lx)
12	34.6	5.3	15.6	10.1	0.67	0.22	0.38	0.16	18.3	0.1	5.0	1.6
108	10.0	7.6	8.8	0.9	0.51	0.40	0.45	0.04	5.1	0.9	3.0	1.5
18	30.3	10.3	16.4	5.8	0.46	0.29	0.39	0.05	18.7	0.8	7.4	7.3
20	37.8	13.9	28.3	8.6	0.45	0.29	0.37	0.05	18.7	0.8	10.6	6.1
7	27.7	3.8	10.3	6.2	0.67	0.23	0.40	0.15	18.4	0.2	3.8	5.6
9	34.7	3.8	15.3	10.5	0.67	0.23	0.38	0.15	18.4	0.2	4.9	6.0
11	34.7	5.4	15.7	10.1	0.67	0.23	0.38	0.15	18.4	0.2	5.1	5.9
2	55.2	5.5	15.2	11.5	0.67	0.22	0.40	0.15	36.6	0.2	6.2	11.4
4	69.2	5.5	30.0	21.5	0.67	0.22	0.35	0.13	36.6	0.2	9.6	12.0
6	69.2	10.7	31.2	20.3	0.67	0.22	0.38	0.16	36.6	0.2	10.0	11.7
102	34.8	5.4	15.8	10.1	0.67	0.24	0.40	0.15	18.6	0.5	5.2	5.9
1	55.4	7.7	20.7	12.3	0.67	0.23	0.40	0.15	36.8	0.5	7.6	11.3
3	69.4	7.7	30.5	21.1	0.67	0.23	0.38	0.15	36.8	0.5	9.9	12.0
5	69.4	10.7	31.4	20.3	0.67	0.23	0.38	0.15	36.8	0.5	10.1	11.8

3. 結論と今後の課題

今回作成したセンサ照明のモデルから「夜間の使用の小さい街路」において省エネルギーに関して有効なモデルを示すことができた。また、今回得られたデータから、半円筒面照度において、ほとんどの区間で基準を満たしているが、わずかに基準を下回る区間があることがわかり、省エネルギーを考えるとその位置に補助的な光源を配置することが有効と思われる。

その一方、センサを用いない場合よりも照度の変化の幅が大きくなってしまいうということもわかった。

今後の課題としては、補助光源を配置する、100%

で点灯する照明の本数を変えるなど操作要因を増やし、より有効なセンサ照明のモデルを検討すること、センサ点灯に由来する急激な照度の変化が利用者にどのような影響を与えるのかを検証すること、利用者が不安感・不快感を感じないためにはどのくらい先まで照明を制御する必要があるかを明らかにすることが挙げられる。

本研究を実施するにあたり東電設計株式会社・松村明子氏のご協力を頂いた。ここに感謝の意を表する。

(※1) 樋口忠彦；景観の構造 技報堂出版 1975

(※2) 社団法人日本建築学会編；建築設計資料集成 丸善 1980

(※3) 社団法人照明学会編；歩行者のための屋外公共照明基準 1994

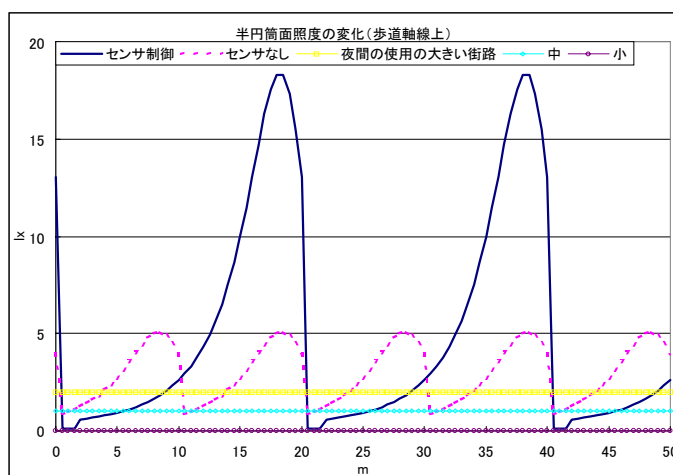


図2 12と108の比較（半円筒面）