

# 外壁格子に光を組み込んだ住宅 外構照明の提案

## THE PROPOSAL OF HOUSING EXTERNAL LIGHTING INCORPORATING LIGHT INTO WALL LATTICE

小林茂雄 — \* 1 山田浩嗣 — \* 2

Shigeo KOBAYASHI — \* 1 Hirotosugu YAMADA — \* 2

キーワード：  
格子, 外構照明, 独立住宅, 夜間街路, 防犯性

Keywords:  
Lattice, External lighting, Detached house, Nighttime street, Crime prevention

This project suggested incorporating lighting into a lattice installed on the outer wall of a detached house. Because the light resembled light leaking from inside of the house, it was expected to improve the walkability, landscape lighting and crime prevention of the street. First, a lattice mockup was created and various lighting methods were examined. Next, simulation images of the night residential area were prepared and the psychological effects on the streets were evaluated. Based on the experimental results, this lighting method was applied to actual new distribution sites, and it was confirmed that the expected effects could be achieved sufficiently.

### 1. 背景と目的

住宅街の夜間光環境には、歩行の安全性、景観、防犯性などが求められる。通常は図1(左上)に示すように道路を明るくすることで歩行のしやすさや安全性を確保しようとする。しかし、特にオープン外構の住宅地では、住宅側が相対的に暗くなるため周囲に対して不安が生じたり、人目が届きにくいことで空き巣被害が起こる可能性が生じたりする。一方、図1(右上)のように各戸内の樹木を投光したり足元灯を配置したりすることは、住宅敷地内の景観や歩行性を向上させるだけでなく、街路全体の景観や歩行の心地良さに寄与するものと考えられる。さらに図1(左下)のように、住宅の窓明かりが街路から視認されることは、建物内部に対する人の気配を感じさせ、防犯環境設計(CPTED)の中でも「監視性の確保」や「領域性の強化」につながるという結果が出されている<sup>1~3)</sup>。

本報で提案するのは、窓の外側に設置された外壁格子に光を組み込むことである(図1右下)。外部空間にありながらも窓明かりを彷彿させるため、景観と防犯性の両方に効果があるのではないかと考えた。こうした光の配置は商業施設では空間演出の手法として取り入れられることはあるものの、独立住宅に採用されることはほとんどない。また視覚的な効果以外の歩行者に与える心理効果も十分把握されていない。本報では、神奈川県相模原市南区に新たに建設される合計10棟の分譲住宅地への適用を想定して、照明手法の検討と効果の予測を行い、実際に施工へと結びつける。

### 2. 格子のモックアップによる検討

外壁格子の試作と照明手法の検討のため、2016年6月に住友林業

筑波研究所複合環境棟試験室にてモックアップ実験を行った。使用したモックアップは幅5,460mm、奥行き3,640mm、高さ2,960mmの切り妻屋根の平屋であり、窓の外側(外壁から100mm)にアルミ材ラミネート加工の格子を幅900mmに計16本取り付け(30mmを60mm間隔)。縦格子は床(地面を想定)から軒まで連続している。この外壁格子に対して、様々な照明手法を試み、筆者らを含む5名が視認性や印象評価(景観や明るさに関する8項目)を行った。

図3はその主なパターンである。Iは格子を構成する縦棧の側面にLEDラインライトを組み込むものである。垂直方向に光が伸びて迫力ある表情となるが、施工やメンテナンスが比較的困難であることと、縦に長い光は窓明かりを連想しにくいという課題があった。

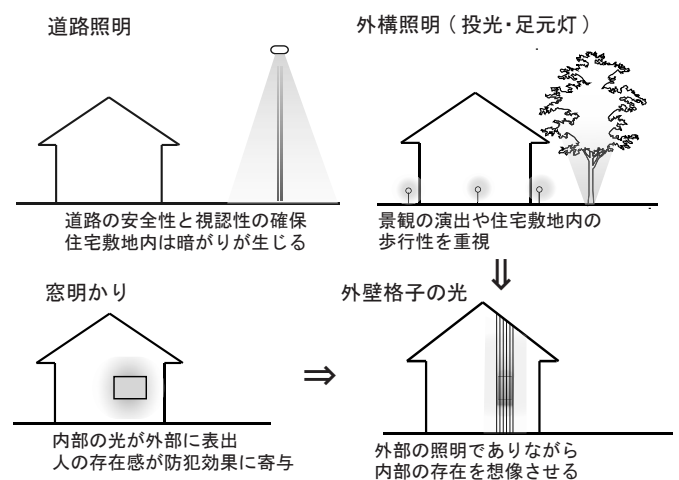


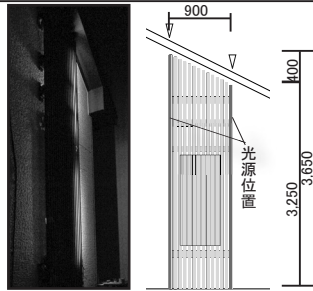
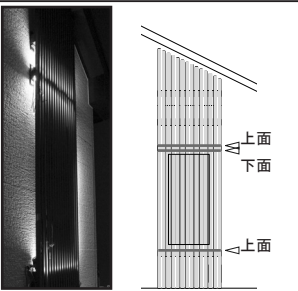
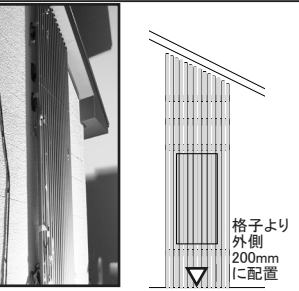
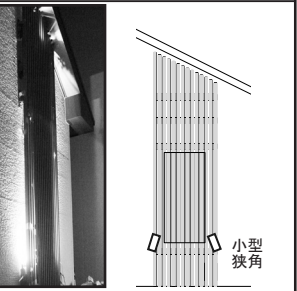
図1 住宅街における照明効果のイメージ

\*1 東京都市大学工学部建築学科 教授・博士(工学)  
(〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1)

\*2 住友林業(株)筑波研究所 主任研究員・博士(環境情報学)

\*1 Prof., Dept. of Architecture, Tokyo City Univ., Dr. Eng.

\*2 Senior Researcher, Tsukuba Research Institute, Sumitomo Forestry Co., Ltd., Dr. Env.

I 縦横組み込み 両側 2 本 裏面	II 横横組み込み 3 本	III 格子外側投光	IV 格子内側投光
			
使用器具：6.4W ラインライト×4	使用器具：6.4W ラインライト×3	使用器具：19W スポットライト×1	使用器具：6W スポットライト×2

格子：アルミ材に木目調ブラウンの樹脂シート W30 D50 @60 総W900(16本)

図2 モックアップでの照明検討例

IIは縦横を支える横横の側面にラインライトを組み込む方式である。Iよりも視覚的印象は弱まるが、複数の縦横の間から光が漏れ出るため奥行きのある表情がつくれやすく、「窓明かり」を連想しやすいと考えられた。また窓の内側からメンテナンス可能であるという利点もあった。IIIは格子を外側からスポットライトで投光したもので、IVは格子を内側（壁と格子の隙間）から投光したものである。格子が全体的に照らし出されるため明るさ感は感じられるものの、微細な陰影は付きにくく、建物の内側から光が透過してくるという印象は抱きにくかった。

以上のことを踏まえて、IIのラインライト横配置が今回目的とする格子照明にふさわしい手法と考えた。また設置やメンテナンスの簡便なIIIも候補に残った。次に、計画中の複数の建物に光を配した状態で、格子単独ではなく街路景観としての効果を把握するため、シミュレーション画像を用いた評価実験を行うこととした。

### 3. シミュレーション画像による評価実験

#### 3.1 実験概要

相模原市に建設予定の10棟による分譲住宅地を想定したCGシミュレーション画像を用いて、街路全体の印象を評価する実験を行う。レンダリングソフトウェアとして3DSMax2015を用いた。照明の位置や数は変えながらも、光束の総量を一棟当たり約700lmに統一したCGイメージを計6パターン作成した（図3）。パターンAは、道路上に街路灯2灯と各棟に玄関灯と表札灯のみ設置したものである。パターンB以降は街路灯を1灯のみとし、代わりに住宅敷地内に門柱灯と他の照明を加えている。パターンBは外壁格子に外部から狭角スポットライトによる投光、パターンCは窓下の格子横横にラインライトを組み込んだものである。パターンDはCの格子ライト1本当たりの光束を減らして本数を増やしている。パターンEは建物には光を当てず、建物周りに足元灯を点在させている。パターンFではCとEを組み合わせて格子と足元灯の両方を配置している。

画像評価実験は2016年11月に、20～50代の被験者50名（男性33名、女性17名）を対象に行った。はじめに各人の属性や自宅の外構照明の状況について答えてもらった後、対象住宅地の昼間のCG画像とA～Fの全ての画像を見もらった。次に、パターン毎に2画面（街路に対して斜め方向と建物正面方向）のCG画像を提示し、表1に示す10項目について回答してもらった。画像は個々の被験者にパソコンの画面を介して提示した。評価項目は既往研究<sup>1～5)</sup>で検討された内容を踏まえて、歩行安全性、景観、防犯性に関わる項目と、正面の住宅一棟当たりの外構照明の初期設置費用として支払うことが可

能な金額を尋ねるものである。

#### 3.2 実験結果

表1に評価結果として各項目の平均値と度数分布を示す。またパターンAとパターンB～Fとの評価差の検定結果を併せて示している。全体的な傾向としては、DとFの評価が最も高く、次いでEであり、その次にBとCで、Aの評価が最も低くなっている。表1より、B～Fのほとんどの項目でAの評価との差が有意（ $p < 0.05$ ）であることが分かった。光源を街路に集中させるのではなく、各住宅敷地内に分散させる方が、景観に対する評価も防犯性に対する評価も全体的に上昇しやすいと考えられる。

BとCの比較では、Cは「景観」「帰宅意欲」「内部の気配」がBよりも高い。格子を外側から照らすよりも内部に組み込むことで、こうした項目でより効果が得られることが期待される。Bの自由意見として「住宅を下から投光するのは不気味」という記載もあった。格子に組み込む光の数を増したDでは「内部の気配」や「潜み感低減」「空き巣対策」の防犯性に関する評価がさらに上昇している。D、E、Fの比較では、Eの「内部の気配」が他より評価が低いことが顕著であり、「景観」も若干低くなっている。これは足元に光を配しているものの建物自体に光を設置していないことの影響が表れているといえる。

「歩行時刻」の評価は、中央値ではパターンA～Eは22時まで、パターンFのみ24時まで可能となった。全てのパターンで男性より女性の方が早い時刻までしか「不安なく歩けない」と評価した。ただし、性別による有意な差があったのはパターンAのみであった。街路灯のみでは女性は男性より強い不安を感じやすく、住宅敷地内に光が加わることで性別の差は小さくなると考えられる。

「購入金額」の平均値では、パターンAが最も低い1.9万円に対し、C、B、Eの順で2万円後半、Dが3.4万円、Fが3.7万円であった。5万円以上支出可能な人はFで46%と半数に近かった。続いてD 38%、B 36%、E 34%、C 26%、A 16%である。2万円以上支出可能な人はF 66%、B、C、E 54%、E 52%、A 28%であった。2万円程度の価格設定であれば多くのパターンで採用されやすいといえる。また、パターンDとFでは性別による差があり、何れも女性の方が金額が高いことに有意差があった。これは歩行に不安を覚えやすい女性が、安全性の高いパターンにより多く支払っても良いと考えていることが推測される。

実験で最も評価が高かったのはDであるが、現場での施工面とメンテナンスの簡便さを考慮して、今回はパターンCとDの中間的な案を採用することとなった。また同じく格子で構成されている門柱への照明を強くすることとなった。



屋イメージ  
左：配置図での  
視点位置①  
右：視点位置②

開発区域：1616 m<sup>2</sup>  
宅地面積：1345 m<sup>2</sup>  
道路幅：5m  
道路長：40.9m  
2階建木造住宅 10 棟  
最高軒高：6.3 m

壁面色：グレイ RGB(127,127,136) 反射率 35%  
ベージュ RGB(200,192,73) 反射率 45%  
オフホワイト RGB(238,238,238) 反射率 60%  
格子色：ブラウン RGB(131,78,50) 反射率 30%

パターン A 街路灯付加



パターン B 格子外側投光



パターン C 格子下部組み込み



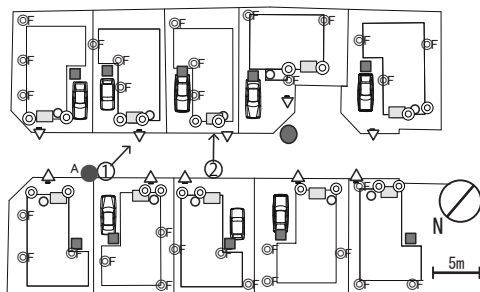
パターン D 格子上下組み込み



パターン E 外構分散



パターン F 格子下部組み込み+外構分散



● A はパターン A のみ点灯、● F はパターン F のみ点灯  
①②はシミュレーション画像の視点位置

	記号	A			B			C			D			E			F		
		個数	光束[lm]	1棟全体	個数	光束[lm]	1棟全体	個数	光束[lm]	1棟全体	個数	光束[lm]	1棟全体	個数	光束[lm]	1棟全体	個数	光束[lm]	1棟全体
街路灯	●	2	560	5,600	1	280	2,800	1	280	2,800	1	280	2,800	1	280	2,800	1	280	2,800
格子	□				10	250	2,500	10	250	2,500	26	250	2,500				10	115	1,150
玄関灯	○	10	100	1,000	10	100	1,000	10	100	1,000	10	100	1,000	10	100	1,000	10	100	1,000
外構	▽	10	20	200	10	20	200	10	20	200	10	20	200	10	20	200	10	20	200
門柱灯・表札灯	▽																		
駐車場灯	■													10	180	1,800	10	180	1,800
足元灯	◎													50	120	1,200	20	20	200
合計		22	680	6,800	32	650	6,500	32	650	6,500	47	650	6,500	81	700	7,000	61	715	7,150
平均画面輝度 [cd/m <sup>2</sup> ]		路面	壁面	格子	路面	壁面	格子	路面	壁面	格子	路面	壁面	格子	路面	壁面	格子	路面	壁面	格子
		4.2	2.03	1.41	3.8	1.76	11.5	3.5	1.9	10.6	4.6	1.9	11.8	3.4	1.98	1.49	3.8	2.03	11.3

図 3 シミュレーション画像の条件

表 1 シミュレーション画像実験結果（評価平均値と度数分布）（N=50）

評価項目	印象評価(平均値)							明るさ感(人)				歩行時刻(人)					(購入金額・万円)		
	温かみ	景観	近隣仲	帰宅意欲	内部の気配	潜み感軽減	空き巣対策	暗すぎる	少し暗すぎる	適度な明るさ	少し明るすぎる	明るすぎる	日没	20時	22時	24時		終夜	性別差
実験パターン																			
A 街路灯付加	2.18	2.28	2	2.24	1.84	2.14	2	7	22	13	8	0	10	12	9	2	17	▲▲	1.9
B 格子外側投光	** 2.64	2.7	** 2.46	2.48	* 2.36	2.24	** 2.5	5	29	11	3	2	10	11	10	7	12		* 2.94
C 格子下部組み込み	** 2.58	** 2.92	** 2.42	* 2.62	** 2.5	2.36	** 2.44	2	28	16	3	1	8	9	12	8	13		* 2.84
D 格子上下組み込み	**△2.86	** <b>3.04</b>	** 2.72	** 2.86	** 2.96	** 2.76	** 2.64	1	14	31	4	0	4	13	9	5	19		**△3.44
E 外構分散	** 2.84	** 2.88	** 2.8	** 2.72	** 2.56	** 2.7	** 2.68	2	21	26	1	0	4	11	13	8	14		* 2.98
F 格子下部+外構分散	** 2.8	** <b>3.12</b>	** 2.92	** 2.9	** 2.96	** 2.72	** 2.66	1	22	25	1	1	4	6	14	6	20		**△3.7

温かみ：街路全体に温かみは感じますか  
景観：住宅景観として好きですか  
近隣仲：近隣同時の仲は良さそうですか  
帰宅意欲：この街路を通過して帰宅したいと思いますか  
内部の気配：内部に人の気配は感じますか

潜み感軽減：誰もどこにも潜んでいないと感じますか  
空き巣対策：空き巣にはいられにくい家だと感じますか  
明るさ感：街路全体の明るさ感についてどう感じますか  
歩行時刻：一人で何時までこの通りを不安なく歩けそうですか  
購入金額：いくら初期設置費用であれば採用したいですか

「温かみ」「近隣仲」「帰宅意欲」「内部の気配」「潜み感軽減」「空き巣対策」は「感じる」を4、「少し感じる」を3、「あまり感じない」を2、「感じない」を1とした。

3.0 以上の効果が高いものは太字で示す。明るさ感、歩行時刻は中央値を太字で示す。

\*\*, \*: A と比較した時の有意差

△△, △: 男女間での有意差(女性の方が高い)

▲▲, ▲: 男女間での有意差(男性の方が高い)

\*\*: p < 0.01

\*: p < 0.05

△△: p < 0.01

△: p < 0.05

▲▲: p < 0.01

▲: p < 0.05

歩行時刻はノンパラメトリック検定、その他はt検定である。



#### 4. 格子灯の施工と現場検証

2017年1月下旬に8棟の住宅が先行して完成を迎えた。そこで現地において、少人数の被験者を対象とした検証実験を行うこととした。被験者は一般募集した20～40代の10名（男性5名、女性5名）である。実験パターンは、約40mの街路において街路灯（1灯）と各棟に玄関灯と足元灯1灯ずつ点けた「Aa：玄関灯＋足元灯」、各棟に玄関灯と門柱灯を点けた「Ab：玄関灯＋門柱灯」、Abに格子ラインライトを加えた「C：玄関灯＋格子灯」の3パターンである。図5に格子灯の取り付け図を、図6に現地の写真を示す。10棟中7棟では格子の一箇所にラインライトを配しており、3棟では上下2箇所にラインライトを配している。日没後にAa・Ab・Cの順で各パターンの状態に設定後約10分間道路上を自由に見学してもらい、表1と同一項目を評価してもらった。

評価結果を表2と図7に示す。パターンAaとAbに対してパターンCの評価は著しく高くなっていることが分かる。AaとAbでも「帰宅意欲」が高いが、これは街路灯のみでもある程度の明るさが確保（路面平均照度で10lx程度）されていることと、新築の住宅群で汚れもなく庭の樹木も整備されたばかりの状況が関係しているのではないかと考えられる。その他は概ねシミュレーション画像評価実験のCよりも高くDやFに近い評価が得られている。「購入金額」の平均値は3.5万円と、シミュレーション画像評価実験のDに最も近い。

これらの結果から、格子組み込み型の照明手法は、住宅の見栄えを左右するだけでなく、住宅街としての景観を向上し、道路や宅地内での防犯性を高める可能性があることを確認できた。現地ではさらに、景観と安心感を高めるため、画像実験のパターンFのような足元灯を一棟当たり2か所追加することとなった。格子灯は日没時に自動点灯するように設定されている。

#### 5. まとめ

本計画では住宅の外壁に設置された格子に照明を組み込むことで、建物内部から漏れる光を連想させ、街路の歩行性や景観、防犯性を向上できるのではないかと考えた。はじめにモックアップを作成し、

光の当て方を検討した。次に夜間住宅街のシミュレーション画像を作成し、街路景観に対する効果を予測した。実験結果を元に実際の新規分譲地においてこの照明手法を適用し、想定していた効果が十分に見込めることを確認できた。今後は居住後の活用状況などを把握し、さらなる改善に努めたい。

建物に光を組み込む手法は小型化・効率化されたLEDにおいてさらに普及していくものと考えられる。内部の窓明かりと連動させるなどして、より人の存在を感じさせ深夜の防犯的な性能や地域の連帯感を上げることも期待できる。

本研究活動は、東京都市大学工学部建築学科卒論生の川野邊怜奈氏と協同で行いました。記して謝意を表します。

#### 参考文献

- 1) 小林茂雄：窓明かりの状態がつくる住宅外構まわりの安心感、日本建築学会技術報告集、第53号、Vol123、No. 53、pp203-205、2017. 2
- 2) 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
- 3) 小林茂雄、箭内亮一、大野隆造：屋外公共空間における住宅の心理的支配、日本建築学会計画系論文集、No. 529、pp. 133-139、2000. 3
- 4) 柳瀬亮太、酒井史紀：街路灯間隔と夜間街路の印象及び認知距離の関係、日本建築学会計画系論文集、第601号、pp. 139-144、2006. 3
- 5) Davis, Q. K.: Illuminating crime: The impact of street lighting on calls for police service, Evaluation Review, Vol 22 (6), pp. 751-779, 1998. 12

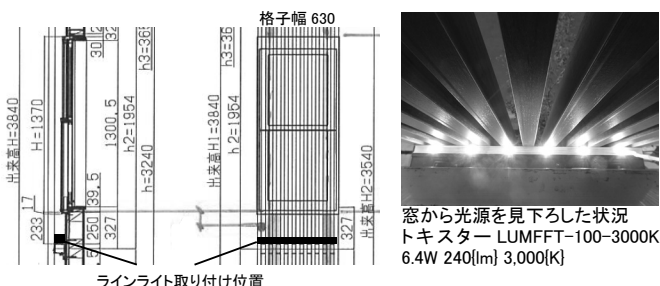
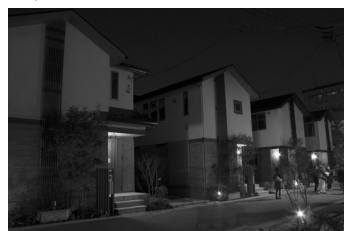
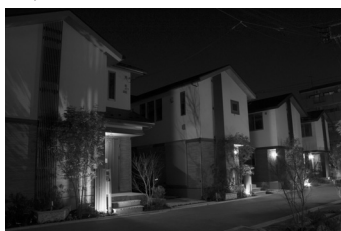


図5 分譲住宅への取り付け図と写真

#### パターン Aa



#### パターン Ab



#### パターン C (左：斜め方向 右：住宅正面)



図6 現地検証実験時の写真

表2 現地検証実験の評価結果 (N=10)

		印象評価(平均値)							明るさ感(人)					歩行時刻(人)					購入金額・万円)
		温かみ	景観	近隣仲	帰宅意欲	内部の気配	潜み感軽減	空き巣対策	暗すぎる	少し暗すぎる	適度な明るさ	少し明るすぎる	明るすぎる	日没	20時	22時	24時	終夜	
Aa	玄関灯＋足元灯	2.4	2.7	2	2.9	1.4	2.2	2	1	4	5	0	0	1	1	2	2	4	1.9
Ab	玄関灯＋門柱灯	2.9	2.8	2.5	3.2	2.1	2.4	2.4	0	3	7	0	0	0	1	3	1	5	1.7
C	玄関灯＋門柱灯＋格子灯	3.4	3.5	3.5	3.4	3.2	3	3.2	0	1	7	2	0	0	0	1	3	6	3.5

3.0以上のものを太字で示す。明るさ感、歩行時刻は中央値を太枠で示す。評価項目と数値はシミュレーション実験（表1）と同様  
 街路灯：東芝ライテック LEDK-70927LP-LS1, 16.5W 1,450[lm] 3,000[K] 1台  
 門柱灯：東芝ライテック LEDG87908L(S)-LS, 7.8W 4750[lm] 2,700[K] 8台  
 格子灯：トキスター LUMFFT-100-3000K, 6.4W 2400[lm] 3,000[K] 13台  
 玄関灯：東芝ライテック LEDB87910YL-LS, 8W 5750[lm] 2,700[K] 8台  
 足元灯：コイズミ照明 AU40164-L, 3.8W 950[lm] 2,700[K] 8台

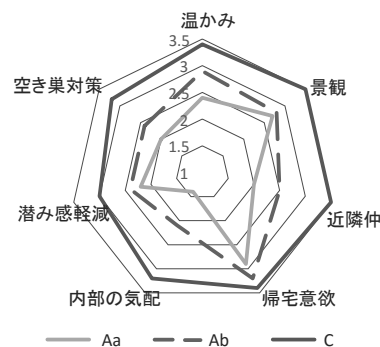


図7 印象評価平均値グラフ

[2017年5月15日原稿受理 2017年8月29日採用決定]