

埼玉県内の夜間道路照度データに基づくリンク単位の街灯管理指標の提案

夜間道路照度 街灯光束 リンク  
沿道土地利用 街灯高さ 指標

正会員 ○三浦 昌生\*  
正会員 クアック ティン\*\*

1. 研究の背景及び目的

過去の筆者らによる研究では、埼玉県内の住宅地では日本防犯設備協会の防犯推奨照度を満たす地区が少ないという結果が出ている。この改善には街灯の設置や徹底した維持管理が効果的である。しかし、街灯の設置ではその決定が主観に委ねられ不透明となりやすく、街灯の管理では沿道土地利用の違いから一律の設置基準では夜間道路の明るさを基準以上に保つのが難しい。

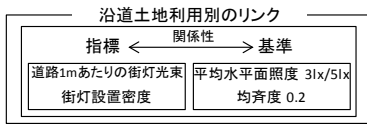


図1 分析の概略図

そこで、本研究では4地区の自治会地区との協働実測で得られた夜間道路照度データをもとに、図1のように指標と基準の関係性を分析する。この際、沿道土地利用の違いを考慮するため、区分した区画道路をリンクと定義する。以上から、街灯の設置・管理を行う市町村・自治会が客観的に夜間道路の明るさを把握し改善できる街灯管理指標を提案する。

2. 埼玉県内における街灯管理状況

埼玉県内における指標づくりに際して各市町村・議会のホームページから街灯管理状況の現状把握を行った。図2に街灯の主な設置者・管理者分類を示す。

市町村が設置者である場合が多く、この場合、自治会等で設置位置を検討した上で市町村に要望し現地調査を経て設置可否が決定される。しかし、この設置位置の検討や、設置可否の決定では何をもって「暗い」「危険」であるかは主観に委ねられることが多い。このため、設置優先度を把握するためにも客観的な指標が必要である。

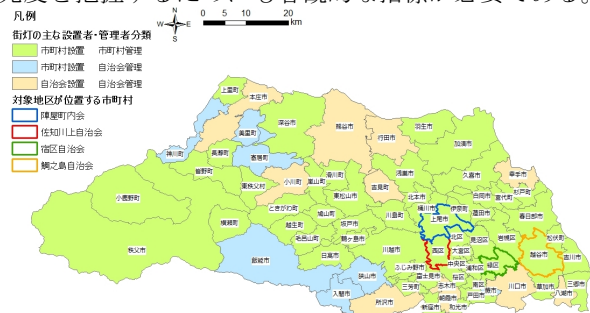


図2 埼玉県内における街灯の主な設置者・管理者分類

3. 対象地区の選定と概要

3.1. 対象地区の選定

研究室では、これまでに24地区で住民主体の夜間道路照度改善活動を行っている。その中から、表1の4つの条件をもとに4地区を選定した。

表1 対象地区の選定条件

条件	理由
埼玉県内の地区であること	埼玉県内における街灯管理指標を作成するため
戸建住宅中心の住宅地であること	埼玉県内で幅広く活用できるようにするため
区画道路で均一な水平面照度実測を行っていること	区分した区画道路をリンクとして分析するため
当時の街灯や沿道土地利用の状況を把握しやすいこと	照度実測当時のデータをもとに分析を行うため

3.2. 対象地区の概要

概要を表2に示す。また、所在地を図2に示す。

上記の3自治会は住宅や農地、森林が混在する地区であり、似た道路体系である。鯛之島自治会は住宅を中心とした地区であり、他地区よりも道路が整備されている。4地区ともに防犯推奨照度の3lxを下回っている。

表2 対象地区の概要

活動年度	地区概要				区画道路における照度実測概要						
	自治会・町会名	加入世帯数(加入率)	地区面積(ha)	道路線密度(m/ha)	道路延長(m)	道路率	計測道路延長(m)	水平面照度計測地点数	街灯数(基)	街灯設置密度(基/m)	平均水平面照度(lx)
2012	隣郷町内会	740(85%)	51.15	310	23%	15%	8958	962	151	0.017	1.43
2012	佐知川上自治会	600(80%)	36.27	337	27%	14%	10664	1149	221	0.021	1.72
2013	宿区自治会	1475(80%)	107.03	325	21%	16%	16245	1710	391	0.024	2.37
2014	鯛之島自治会	214(80%)	4.65	469	31%	21%	2113	256	38	0.018	2.68

4. 分析項目の抽出とデータ収集方法

4.1. 分析項目の抽出

指標を作成するにあたり、区画道路の照度に影響を与える要因から分析項目を抽出した。

(1) 道路1mあたりの街灯光束(lm/m)

表3 照度の関係式

$$I = \frac{F}{W} \quad E = \frac{I \cos \theta}{L^2}$$

F: 光束 E: 水平面照度  
W: 立体角 I: 光度 θ: 入射角  
L: 光源からその点までの距離

表3の関係式から街灯光束が高いほど水平面照度も高くなると考えられる。ここでは、道路延長の違いを考慮し、道路延長で除する。

(2) 街灯設置密度(基/m)

同じ道路延長の区画道路の場合、設置基数が多いほど、平均水平面照度と均斉度がともに上昇すると考えられる。

(3) 沿道土地利用

対象地区の水平面照度の計測地点数4077地点における両側の沿道土地利用を9つの利用で分類し、関係性を求めた。結果を図3に示す。

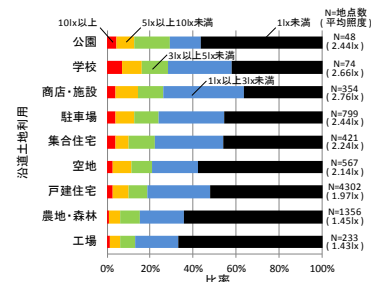


図3の上方にある沿道土地利用では街灯以外の明るさの要因があると考えられる。下方にある沿道土地利用では街灯設置数が少ないと考えられる。

図3 沿道土地利用と水平面照度の関係

(4) 街灯の保守率・グローブの汚れ・設置年数

これらにより街灯光束は低下し、照度が低下する。各光源に対して光束補正を行う必要があるが、全ての街灯の状況把握が難しいことから補正を行わないこととする。

(5) 街灯の設置高さ

表3から街灯の設置高さが高いと光源からその点までの距離が長くなり、照度が低下する。そのため、各光源に対して高さの違いによる光束補正を行う必要があると考えられる。

## 4. 2. 分析項目のデータ収集方法

### (1) 道路 1m あたりの街灯光束(lm/m)

表 4 各光源の発光効率

光源	発光効率(lm/W)		
	2014年	2013年	2012年
LED灯	94	85	86
蛍光灯		50	
コンパクト蛍光灯		70	
水銀灯		50	
ナトリウム灯		110	
セラミックメタルハライド灯		120	

表 4 に各光源の発光効率を示す。実測当時の各街灯の光束を把握することは難しい。そのため、一律の換算値を用いて光束の算出を行う。これは、建設電気技術協会が公表した値を用いた。LED 灯に関しては発光効率の変動が大きいので、防犯灯メーカーのカタログの発行年ごとに値を抽出した。結果、平均した発光効率を用いた。道路延長は地理情報システムで収集した。

(2) 街灯の設置高さ  
光源ごとに違いが見られることからレーザー距離計を用いて 4 地区の光源別の街灯の設置高さを計測した。

光源ごとに違いが見られることからレーザー距離計を用いて 4 地区の光源別の街灯の設置高さを計測した。

## 5. 分析の方法と結果

### 5. 1. 分析方法

#### (1) リンクの算出

図 4 のように区画道路で行き止まり私道を含まない交差点・丁字路を基準に道路を区分し、これをリンクと定義した。区分方法によって指標への影響があるかを分析するため、交差点・丁字路ごとに短く区分したもの（短リンク）と直線であれば複数の短リンクを含んで区分したもの（長リンク）の 2 通りで算出を行った。



図 4 リンクの算出例

#### (2) 分析項目の算出

各リンクの沿道に設置されている街灯の総光束数と基数をそのリンクの道路延長で除して、道路 1m あたりの街灯光束と街灯設置密度を算出した。また、そのリンクに含まれる計測地点の照度の実測値からリンクごとの平均水平照度並びに均斉度の算出を行った。

#### (3) 沿道土地利用による分類

各リンクに含まれる計測地点が影響を受ける沿道土地利用により分類を行った。図 3 と同じ 9 分類とし、リンクで最も比率の高い土地利用をそのリンクの代表的な土地利用として分類を行った。同率の場合は、図 3 の街灯以外の光の影響を受けていると考えられる側に分類した。

#### (4) 街灯の設置高さによる光束補正

表 5 補正係数の算出式

$$\frac{E_A}{E_B} = \frac{L_B^2 \cos^2 \theta_A}{L_A^2 \cos^2 \theta_B}$$

A: 現在の高さ B: 基準高さ

基準高さは、最も用いられている蛍光灯の高さ 4.7m とした。表 3 から得られた表 5 を用いて補正係数を算出し、各街灯の街灯光束に乗じて光束を補正した。

### 5. 2. 分析結果

全道路延長 37980m からリンクの算出をしたところ、短リンク 714、長リンク 289 となった。各リンクで分析項目の算出と沿道土地利用の分類を行った。その結果、相関係数 R が 0.7 以上となったのは、代表的な沿道土地利用が

戸建住宅、空地、農地・森林におけるリンクの道路 1m あたりの街灯光束と平均水平照度の関係であった。これらの土地利用は、短リンクの 80%、長リンクの 85% を占め、図 3 のように平均照度も低くなりやすい傾向にあるものであった。他の土地利用で相関性が見られないのは、リンク内で街灯以外の要因の影響が大きいことが考えられる。また、街灯高さによる光束補正を行ったところ、相関係数が高まった。図 5～図 7 に補正後の結果を示す。

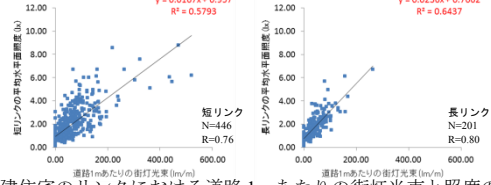


図 5 戸建住宅のリンクにおける道路 1m あたりの街灯光束と照度の関係

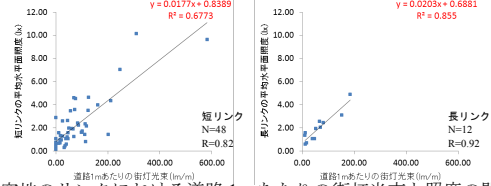


図 6 空地のリンクにおける道路 1m あたりの街灯光束と照度の関係

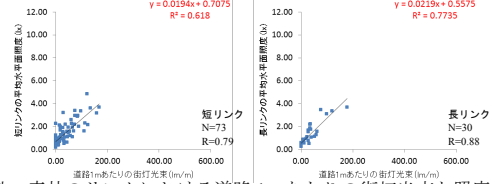


図 7 農地・森林のリンクにおける道路 1m あたりの街灯光束と照度の関係

## 6. 指標の提案

分析結果より、防犯推奨照度を満たすための指標となる道路 1m あたりの街灯光束を表 6 に示す。また、3lx の指標で街灯を新設する場合の設置間隔を表 7 に、指標の利用方法と利用効果を表 8 に示す。

リンクごとの沿道土地利用別の指標により、改善したリンク状況に合わせて利用できる。なお、短リンクよりも長リンクのほうが、常に相関係数が高いことから複数の交差点・丁字路を含むリンクでの利用が推奨される。

表 6 道路 1m あたりの街灯光束(lm/m)

沿道土地利用	短リンク	長リンク
戸建住宅・空地 農地・森林	240	210
Aリンク	5x	120
Bリンク	3x	100

表 7 街灯設置間隔(3lx の場合)

LED 街灯	短リンク	戸建住宅	空地・農地・森林
8.9W (780lm)	7m	8m	7m
16W (1650lm)	14m	17m	15m
36.2W (3850lm)	32m	39m	35m

表 8 指標の利用方法と利用効果

利用方法	①改善したいリンクが短リンク(交差点・丁字路間)か長リンク(複数の交差点・丁字路) ②指標の道路延長を乗じ、基準を満たすための街灯光束を把握 ③現状の街灯光束との比較により、街灯光束の不足分を把握
利用効果	・街灯光束の不足分を補うことで、夜間道路照度を基準以上に保てる ・複数のリンクの街灯光束の不足分を比較することで、設置優先度を把握できる

## 7. まとめ

リンク単位で照度環境に影響を与える要因を分析したところ、道路 1m あたりの街灯光束と平均水平照度の間に相関があった。この相関は、代表的な沿道土地利用が戸建住宅、空地、農地・森林における場合に見られた。

この結果から指標を提案したことで、沿道土地利用と道路延長を把握していれば、夜間道路照度の確保、設置優先度の把握ができ、街灯の設置・管理が容易になる。

### 参考・引用文献

- 日本防犯設備協会：SES E1901-4 防犯灯の照度基準,2015
- 国土技術研究センター：道路の移動等円滑化整備ガイドライン,2011
- 建設電気技術協会：LED 照明の最新動向～屋外照明への応用編～,2010
- 東芝ライテック株式会社：施設・屋外照明カタログ,2015

\*芝浦工業大学システム理工学部環境システム学科 教授・工博

\*\*入間市役所(当時芝浦工業大学大学院修士課程)

\* Prof.,Dept. of Architecture and Environment Systems, Shibaura Institute of Technology, Dr.Eng.

\*\* Iruma city office