

渋谷区立宮下公園における要求性能に基づいた低照度光環境の計画と評価

THE DESIGN AND EVALUATION ABOUT LOW ILLUMINANCE LIGHTING ENVIRONMENT BASED ON THE REQUIRED PERFORMANCES IN THE SHIBUYA MIYASHITA PARK

小林茂雄 ——— * 1 鈴木竜一 ——— * 2
角館政英 ——— * 3 塚本由晴 ——— * 4
貝島桃代 ——— * 5

Shigeo KOBAYASHI — * 1 Ryuichi SUZUKI ——— * 2
Masahide KAKUDATE — * 3 Yoshiharu TSUKAMOTO — * 4
Momoyo KAIJIMA ——— * 5

キーワード：
性能設計, 低照度, 公園, 見通し, 空間認識, 照明設計

Keywords:
Performance-based design, Low illuminance, Park, Visibility, Spatial cognition, Lighting design

Outdoor lighting design is usually carried out to clear the Recommended Levels of Illumination(JIS Z 9110). In contrast, this research tried to renovate the Miyashita Park located in Shibuya-ku based on the lighting performance design. Since the facilities were converted to barrier-free, strong lighting was no longer required to satisfy walk performance. Performances required for lighting were investigated first, and then a lighting experiment which examines arrangement of lights for ensuring the performances was conducted. As a result of comparing before and after renovation, by distributing the minimum lights which ensure the performance, the whole visibility improved and the consumption energy also decreased.

1. 背景と目的

日本の屋外公共空間の照明整備は、JISの照度基準を満たすことを第一義に考えた仕様設計的な計画が取られている。照度基準は2010年に改正され(JIS Z 9110:2011 照明基準総則)、公園においては歩行者交通の程度とともに危険レベルが設けられた。しかし、個々の空間の環境条件や使われ方などに対応させるには限界があり、高水準の機能が求められない空間や光環境以外の条件で性能の一部が確保されている場合などは、総じて過剰な照明が設置されやすくなる。各々の空間に求められる性能に合わせてきめ細かな光環境を計画すると、通常の計画よりも照度や消費エネルギーを削減できるようになるのではないかと考えられる。

本研究報告では渋谷区宮下公園を対象とし、公園の性能を満たす効率的な光環境を探り、評価実験に基づいた光環境の改修整備を行った。整備の考え方を示すとともに、改修前と照明実験時、改修後の評価結果を比較して示す。

宮下公園はJR山手線の線路と明治通りに囲まれた細長い形状の公園(面積10,808㎡)である(図1)。公園は近接する鉄道の築堤とほぼ同じ高さに持ち上げられた人工地盤上に整備されており、下層の一階部分は駐車場となっている。1948年に開設された公園は2010年9月より再整備が行われ¹⁾、既存のフットサルコートに加えてスケートボード場やクライミング施設が新たに設置され、2011年4月に再開した。施設の改修に合わせてエレベーターが設置され、また公園内の歩行部分は基本的に段差のないバリアフリー化が図られて



図1 改修前の宮下公園(左:昼、右:夜)

いる。フットサルコートなどのスポーツ施設は、競技の性能に合わせた照明計画が行われており、本報告ではこれら施設以外の、一般に開放されている広場や園路の領域を対象としている。

2. 公園の状況と光環境の考え方

公園の照明計画は空間の照度を効率よく確保するため、広場の中央部や園路に沿って高出力の光源を用いたポール灯が設置されることが一般的である(図2)。改修前の宮下公園も、高さ5mの水銀灯によるポール灯が、公園の中央と周辺の植え込み部分に約30m間隔で設置されていた。しかしながら空間の広さに対して光源が少ないことと、樹木によって光が遮られるため、公園内に大きな明暗の対比が生じていた。

宮下公園は夜間、園内でくつろぐ人たちと共に、渋谷側から原宿側までの間を通過する人が多い。2010年5月に、こうした夜間の公園の利用者50名にインタビューを行った結果を表1に示す。表より、公園が暗すぎるという意見が36名から得られた他、路面が見

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⁾ 榎安藤・間 修士(工学)

³⁾ ぼんぼり光環境計画(株) 代表・博士(工学)

⁴⁾ 東京工業大学大学院建築学専攻 准教授・博士(工学)

⁵⁾ 筑波大学芸術系 准教授

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

²⁾ Hazama Ando Corporation, M. Eng.

³⁾ Masahide Kakudate Lighting Architect & Associates, Inc., Dr. Eng.

⁴⁾ Assoc. Prof., Dept. of Architecture, Tokyo Institute of Technology, Dr. Eng.

⁵⁾ Assoc. Prof., Art and Design, Univ. of Tsukuba

えにくい箇所があること、周辺の茂みの部分など人がどこにいるのかが分かりにくいいため対人的な不安を感じることで、視界が悪く行き先が確認しづらい等の意見が多く挙げられた。宮下公園は多数の樹木が生い茂り、昼の視界も必ずしも良好ではないが、夜間にはさらに悪化する。また、公園の周辺部にはゴミが散乱しているとともに野宿者たちが滞在しており²⁾、夜間にそうした状況が確認しにくいという問題があった³⁾。地上から持ち上げられた公園は、両側の境界部で大きな高低差を有しているが、周辺が十分に認識できないために、路面が連続している領域を把握することも困難であった。一方で宮下公園は、明治通りと大規模な商業施設に隣接しており、深夜においても周囲の街路灯や看板灯、窓明かりなどによってある程度の明るさが確保されていることが分かった。

こうしたことから、この公園の夜間の光環境に求められる主要な性能は、①安全に歩行できること、②周囲の状況が認識できること、③見通しがよく行き先がわかること、であると考えられた。これらの性能を満たしながら照度や光束量をできるだけ抑える方法について検討した結果、図2のように光を空間の中央や園路に沿って集中して配置するのではなく、園路は歩行できる程度の明るさに抑えた上で、小光源を周辺に分散して配置して見通しを高めることが効果的なのではないかと考えた。図3にその概念図を示す。公園の幅が30m前後と狭く、またその部分で地上レベルとの大きな断絶があるため、境界部分に光を設置して内側の領域を認識させることが、歩行者の安全に関わる空間把握を助けるものと考えた。

3. 照明実験

3.1 実験概要

公園に光を分散して配置することで、周辺の見え方がどの程度高まり、掲げた性能が満たされるかどうかを把握する照明実験を行なった。公園は施設の再整備により、南側が主にスポーツ施設、北側の約2/3が広場となるため、実験はこの広場部分を対象とした(図4)。

表1 インタビュー調査結果概要

属性	男性:39名、女性:11名 10代:3名、20代:41名、30代以上:6名	
回答	暗すぎる:36名(女性10名) 汚い・不潔:35名(10) 対人的な不安感・不気味さ:22名(9) 路面等の見えにくさ:9名(5) 雰囲気が悪い:8名(6) 見通しが悪い:5名(4)	周辺部分が暗い:3名 出入口が分かりにくい:3名(2) 夜間の方が治安が悪そう:2名 通り過ぎるだけだと問題ない:1名 暗くて静かなのが良い:1名 楽しそう:1名

インタビューは2010年5月の19時から21時に、宮下公園を通行中あるいは通行後の歩行者、計50名に対して実施した。夜間の宮下公園の印象・問題点・視環境に関わる課題について聞き取りを行なった。

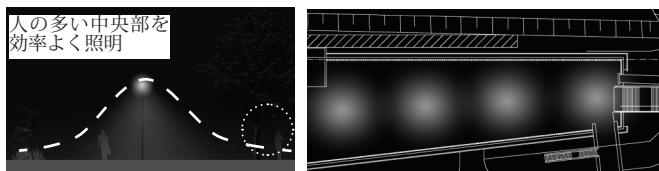


図2 照度基準に基づいた一般的な照明手法

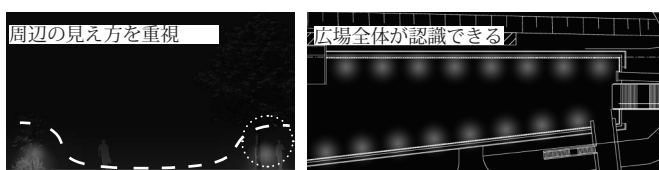


図3 公園の要求性能に合わせた照明手法

実験条件は、改修前の光環境(a)、園内の照明の全消灯(b)と、公園の周辺部分の光の配置と光源の強さを変えたc～fの6パターンを設定した。cは60Wの白熱電球を公園の境界付近両側に4m間隔で設置、dは40Wの白熱電球を4mで間隔で設置、eはこの光源を8m間隔、fは12m間隔で設置したものである。光源の取付高さは700mmとした。これらの配置は、既往研究^{4・5)}と、公園施設の配置計画¹⁾を踏まえて中央部に突起物をつくらないことを考慮して計画されたもので、設置位置は予備実験を行なって検討したものである。図4に光源配置と照度測定位置を示す。表2に各実験条件での路面照度を示す。図5に実験時の状況を示す。

実験は2010年11月の19時～22時に実施した。被験者は、宮下公園を日常的に利用している20代の男性4名、女性3名の計7名である^{注1)}。各照明条件で被験者に一人ずつ、実験範囲(図4)を自由に歩行してもらった後、表3に示す6項目について評価してもらった。歩行中は視線の方向を固定せず、周囲を見回しても良いものとした。

3.2 実験結果

表3に評価結果を示す。「問題なく歩行できるか」の設問では、街路灯の消灯を含めた全ての条件で、全ての被験者が「問題ない」と回答した。表2より、園内の全照明を消灯した場合(b)であっても、路面照度はおよそ1.0lxを上回っていることが分かる。これは周辺施設の光が侵入することによるものである。このように、宮下公園

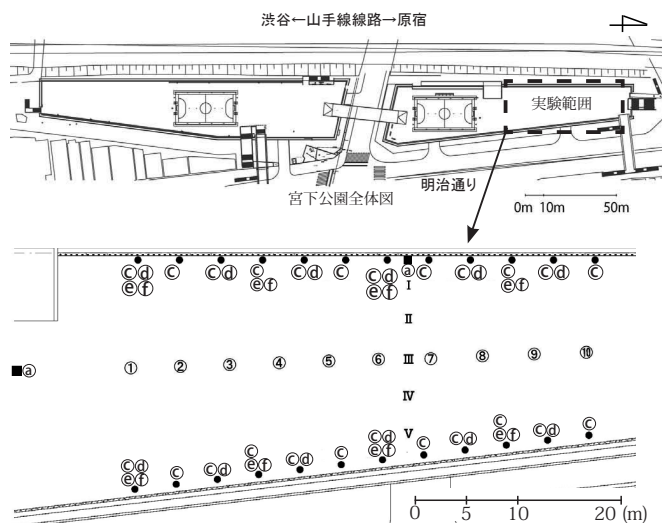


図4 実験範囲と光源配置と照度測定位置
照度測定位置は歩行動線中心部①～⑩と代表的な直交方向Ⅰ～Ⅴとした

表2 各光環境での路面照度

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ	平均
a.改修前	2.4	3.7	2.9	2.8	3.0	4.0	5.7	6	3.6	2.9	4.8	5.7	6.3	4.9	3.8	4.2
b.全消灯	1.3	1.2	1.5	1.5	1.3	1.4	1.7	1.7	1.4	1.6	0.9	1.2	1.4	1.9	1.4	1.4
c.60W4m	1.7	1.9	1.8	1.8	1.8	1.7	2.1	2.0	1.9	2.2	5.4	2.2	2.1	1.8	4.1	2.3
d.40W4m	1.6	1.7	1.6	1.7	1.7	1.6	1.9	2.1	1.6	2.4	3.0	2.2	1.9	2.0	2.8	2.0
e.40W8m	1.5	1.5	1.7	1.5	1.6	1.7	1.8	1.6	1.5	1.9	2.9	1.5	1.4	1.4	2.6	1.7
f.40W12m	1.3	1.3	1.5	1.5	1.4	1.7	1.7	1.3	1.4	1.8	1.9	1.4	1.5	1.3	1.6	1.5

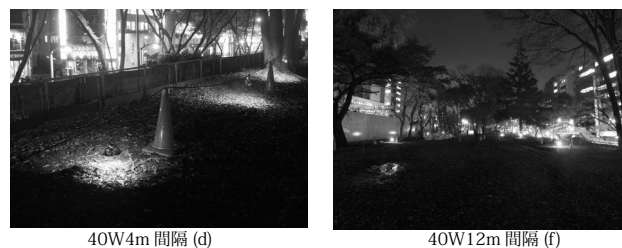


図5 実験時の様子

では内部の光環境の設置状態に関係なく、歩行するための視認性は最低限確保されていることが把握できた。ただし、何れの条件もJISの最低基準（歩行者交通が少なく、危険レベルが非常に少ない場合の5.0lx）を下回っている。「注意して足元を見なくてはならない場所があるか」に関しては、何れの条件でも1～3名が「ある」と回答した。それらは路面の段差や木の根による凹凸に対する指摘であった。こうした段差や突起は、改修整備の際にできる限り解消されるものと考えられた。

「公園が境界まで認識できるか」「歩いて行く先が確認できるか」「人が潜んでいそうか」「明るさの適切さ」の評価は、全消灯（b）が最も低く、特に「人が潜んでいそうか」「明るさの適切さ」についての問題が指摘された。周辺に光源を設置した条件c～fは、何れも改修前の光環境（a）を上回るものであった。公園の境界部分に光が配置され、中央部よりも周辺部の照度が高まることで、園内全体が認識できるようになったといえる。また光を等間隔で連続的に配置することによって、公園の形状と南北に長く続く方向性が把握できるようになり、「歩いて行く先が確認できた」と評価された。「明るさの適切さ」では60W4m間隔（c）がやや明るすぎると評価されており、被験者からは「光源が眩しい」という意見も得られた。総合的には条件cの評価が最も高く、d、e、fの順番となっている。これは光源数や平均照度の高い順でもある。ただし、条件fでも評価は十分高まっているといえる。この場合、公園の境界を認識したり行き先を確認したりしやすくために工夫することが課題となる。また、公園全体を低照度で見通しを高めるためには、極度に輝度が高い箇所をつくらないことも必要である。図6に示した改修前と実験時の光源の配光の中で、視線方向に対する光度を抑制していくことが考えられた。

4. 照明改修整備

4.1 改修計画の概要

実施計画では、照明実験で設置間隔が最も長く、省エネルギー性の高い条件fの光の配置を参考とし、設置位置と光源高さ、配光や出力を検討することとした。実験時の光源の取付高さは700mmであったが、施設の性格上、人が触れることができない高さとするのが求められた。そこで取付高さを2800mmとし、さらにグレアを生じさせないように配光を絞ることとした。図7に設置器具の概要を、図8に点灯時の状況を示す。図9に宮下公園全体の照明器具配灯図を示す。図左のエリアは主にスポーツ施設用の照明で構成されており、施設周縁の園路にLEDスポットライト（4.8W）を配置した。図右の広場部分は、同照明器具を約16m間隔で設置している。図6に街路灯の配光曲線を、改修前後で比較して示す。改修前はグレアカットのない全周配光形のものであったが、改修後ではビーム角が19.5度と非常に狭く、広場の中心から光源部分を見た時の輝度が100cd/m²を上回らないように設定した。スポットライト2灯の光束は6321mであり、

実験時の40W（485lm）と60W（790lm）の白熱電球の中間の値となる。

図10に、広場部分の照明計画図を示す。通常は周辺に配置されたLEDスポットライトのみを点灯しているが、広場でレクリエーショ

表3 アンケート評価項目と評価平均値（n=7）

評価項目	評価値	実験時						
		a.改修前	b.全消灯	c.60W4m	d.40W4m	e.40W8m	f.40W12m	改修後
問題なく歩行できるか	はい:1 いいえ:0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
注意して足元を見なければならぬ場所はあるか	はい:1 いいえ:0	0.14	0.50	0.00	0.00	0.14	0.14	0.14
公園が境界まで認識できるか	できる:5、できない:1	3.57	3.14	4.29	4.29	4.29	3.86	4.71
歩いて行く先が認識できるか	できる:5、できない:1	3.71	3.00	4.71	4.71	3.86	3.71	4.57
人が潜んでいそうか	5段階評価 潜んでいないと分かる:5、潜んでいるかわからない:1	2.29	2.00	3.57	3.43	3.43	3.29	2.42
明るさの適切さ	明るすぎる:5、十分な明るさ:3、暗すぎる:1	2.86	1.43	3.57	3.00	3.00	2.57	2.85

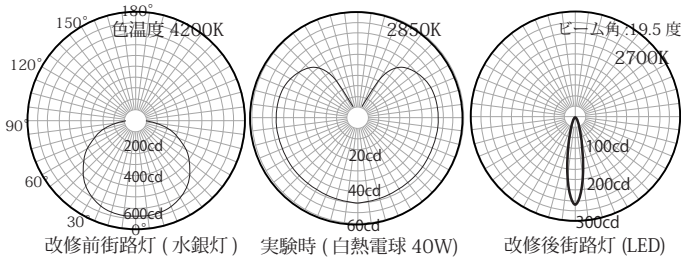


図6 光源の配光曲線

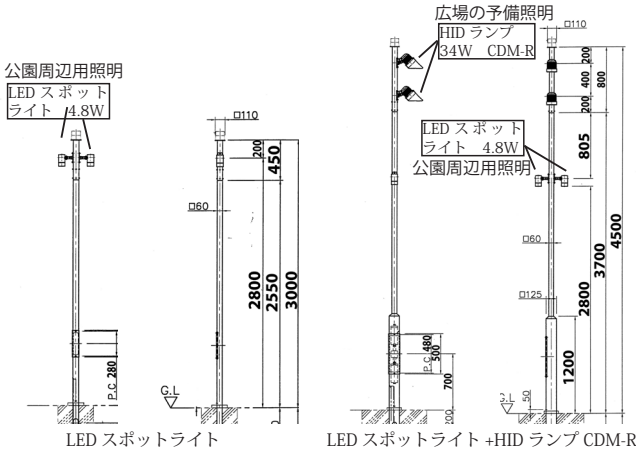


図7 設置光源立面図



図8 改修後の夜間宮下公園

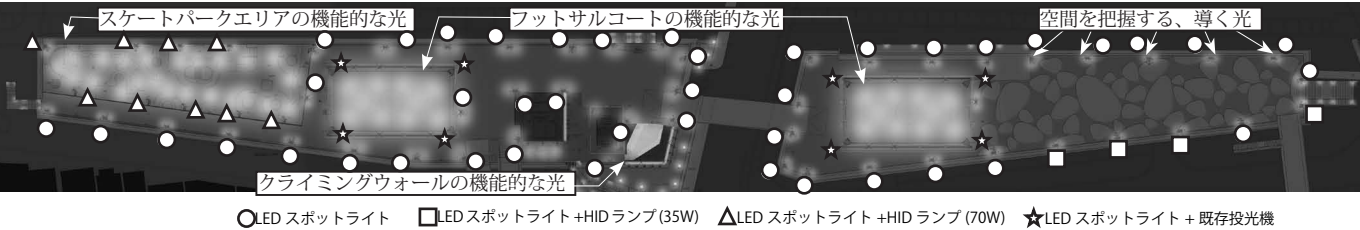
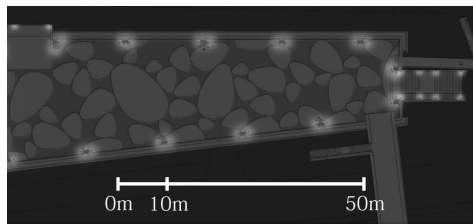
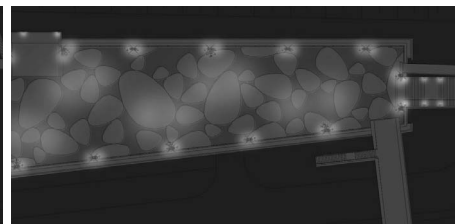


図9 宮下公園全体照明配灯図



通常時の照明（平均路面照度 1.98lx）



広場でのイベント時の照明（平均路面照度 8.34lx）

図 10 広場の利用状況に合わせた点灯計画



図 11 改修後の輝度分布 (cd/m²)

ン活動や集会、イベントなどを夜間に行うことを想定して、予備的な照明を予め設置している。HID 光源を用いたこの器具は図 6 に示すように LED スポットライトと同じ支柱の上部（高さ 3700mm）に設置されており、点灯時には広場の路面照度が JIS の最低基準である 5.0lx 以上が確保されるようにした。

4.2. 照明改修後の評価

改修後の光環境について、2011 年 12 月に再度評価を行った。被験者は、改修前の実験に参加した 7 名である。前回の実験と同じ範囲を歩行してもらった上で、6 項目について評価した。

表 3 の右側に評価結果を示している。改修後は平均路面照度が 1.98 (lx) と改修前よりも低くなったが、全ての被験者が「問題なく歩行できる」と回答した。「注意して足元を見なくてはならないような場所があるか」の設問に関しては 1 名が「はい」と回答し、木の根の凹凸を指摘した。公園の改修によって樹木の剪定や植え替えを行い、見通しを高めると同時に突起となる箇所を削減したが、樹木の根元に関しては凹凸が若干残っている部分があった。

「公園の境界が認識できるか」「歩いて行く先を認識できるか」については、改修前よりも評価が高く、実験時の c と d と同程度であり、配置の参考とした f よりも高い評価が得られた。ただし、実験時と改修後では光源高さや配光が異なるため、単純に比較することはできない。「人が潜んでいそうか」については、改修前よりも評価は高まったが、実験時の全ての条件よりも評価が低下した（「潜んでいるかもしれない」と感じられた）。改修前の実験は公園閉鎖後に行ったため周囲に実際に存在している人がいなかったことと^{注1)}、改修によって公園の幅が両側に 1.5m ずつ拡張され、その部分に座ることのできるスペースが設けられたこと¹⁾が、潜在しているかもしれないという意識に結びついたものと考えられる。またこうした 7 名の被験者以外にも、50 名の歩行者に光環境の印象と歩きやすさを訊ねたところ、「暗い」「もう少し明るいほうが良い」と 11 名が答えたが、同時に「この暗さが心地よい」「今の時代はこれくらいの明るさに抑えるべきだ」という意見も得られた。歩きにくさや見通しの悪さを指摘するものはいなかった。

図 11 に、測定した広場部分の輝度分布の例を示す。園内の路面と周辺部の輝度がほぼ 0.01 ～ 10cd/m² の範囲に入っており、広場内部で大きな輝度対比が生じていないことが分かる。10cd/m² を上回るのは周囲の建物の開口部やファサードが主である。光源などの高輝度部分もほぼ 100 cd/m² 以下に抑えられており、周辺の商業地域の光とも連続した明るさとなっている。

最後に、本実験で扱った範囲を、図 2 のような照度基準に沿った一般的な手法で効率よく照明の改修を行った場合と、本報の考え方で改修した場合とで、路面照度と消費エネルギーをシミュレーションした結果を表 4 に示す。通常計画では、高さ 5m に LED モールラ

表 4 実験範囲での照明計画による測光量の比較

	光源種類	単価電力 (W)	設置数	平均路面照度 (lx)	消費電力 (W)	光束 (lm)
通常計画	LED モールライト	62	4	6.09	248	25000
本改修計画	LED スポットライト	4.8	20	1.79	96	6320

LED モールライトは、ボール取付型で、上方光束のみを遮蔽した全周配光タイプの Panasonic・XY4269 LF9 を使用。取り付け高さ 5.0m、消費効率：100.8 lm/W。本改修計画の LED スポットライトの消費効率は 65.8 lm/W。照度計算は、Panasonic・Luminous Planner (ver.6.0) を使用している。

イトを設置し、路面平均照度 5.0lx を確保している。一方本計画では周辺の見え方を重視した配置とすることで平均照度が 2.0lx を下回っている。また通常計画では器具一体型の汎用光源を用いているため、改修計画のものよりも消費効率が高くなっている。しかしそれでも、本計画の消費電力は通常計画の約 39%、光束量は約 25% と小さくなっており、より省エネルギーな計画であることが示される。

5. まとめ

渋谷区立宮下公園で求められる夜間の性能を調査し、要求性能に基づいた公園の光環境を計画・評価した上で、光環境の整備へと結びつけた。その結果、全体を低照度、低輝度に抑えながら周辺部に小型の光源を分散して配置することで、改修前に問題となっていた歩行性能や見通しの確保をほぼ満たすことが確認された。東日本大震災以降、省エネルギーで効率のよい照明手法が特に求められており、屋外照明は同時に光害へも配慮しなければならない。光環境の改修を行う際は、現状の問題を丁寧に観察して抽出し、その場所で行われる行為や機能に合わせた設計を行うことで、性能を確保しながら JIS の照度基準を下回る光環境が構築できるものと考えられる。

注

注 1) 照明実験における安全を確保するため、公園を閉鎖後に渋谷区役所の立ち会いのもとで行なった。そのため、被験者数・照度測定点は限定せざるを得なかった。また実験中は公園内に野宿者などは滞在していなかった。

参考文献

- 1) みやたこうえん 設計 アトリエ・ワン+東京工業大学塚本研究室：新建築 2011 年 7 月号、pp.68-75、2011.7
- 2) 金 弘奎、大原一興、小滝一正：ホームレスコミュニティの共生型居住に関する研究：渋谷区宮下公園における当事者参加型調査を中心として、日本建築学会計画系論文集、No.565pp.183-191、2003.3
- 3) 渋谷区役所：区立宮下公園の整備について、2010.10.4
- 4) 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 第 18 巻 第 38 号、pp.233-238、2012.2
- 5) 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計画、照明学会誌 84(12)、pp. 917-920、2000.12

[2013 年 6 月 4 日原稿受理 2013 年 8 月 12 日採用決定]