

光害対策ガイドライン

令和3年3月改訂版

環 境 省

はじめに

都市化や交通網の発達等による屋外照明の増加と照明の過度な使用により、「夜空の明るさ」が増大し、天体観測等への障害となることが、「光（ひかり）害」として認識されて久しい。また、照明の不適切な使用による、まぶしさといった不快感、地域景観の悪化、野生動植物や農作物等への悪影響が報告されているとともに、近年、LED照明の急速な普及により光環境が大きく変化してきている。

環境省においては、平成10年（1998年）に屋外照明の適正化等により、良好な光環境の形成を図り地球温暖化防止に資することを目的に「光害対策ガイドライン」を策定した。また、光害防止に対する社会的要請の高まりを受け、CIE（国際照明委員会）による「屋外照明設備による障害光規制ガイド（CIE150(2003)）」が公表されるなど国際的にも光害対策への動きが加速したことを踏まえ、平成18年（2006年）に「光害対策ガイドライン改訂版」を作成した。

改訂版策定後15年が経過し、この間、CIEによる「屋外照明設備による障害光規制ガイド」第2版が2017年に発行されるなど、国際的にも取組が進んでいるところである。また、LED照明の普及により、従来の照明からLED照明への切替えが急速に進んでいる。LED照明は配光制御が容易であり、適切に使うことでより良好な光環境を形成することができるとともに、省エネルギー効果が高いことから、地球温暖化対策の観点からも持続性を高める要素となる。一方、これまでの照明とは異なる特徴があることから、光害防止のため導入の際には留意が必要な状況にある。

これらを踏まえ、我が国における良好な光環境の形成を推進するため、光害の防止対策等について見直しを行い、今般、光害対策ガイドラインを改訂することとした。

「良好な光環境」の形成に向け、人や動植物、夜空の明るさに及ぼす影響等に十分配慮しつつ、地域の特性や目的に応じて適切に対策を行うことが重要であり、本ガイドラインで示す指針や対策等が、今後のまちづくりにおける良好な光環境の形成に向けた一助となることを期待するものである。

環境省水・大気環境局大気環境課大気生活環境室

目次

1章	ガイドラインの概要	1
1.1	ガイドラインの目的	1
1.2	対象とする照明	2
1.3	対象者	2
1.4	ガイドラインの構成	3
1.5	関連する既存の規定・指針等	5
2章	LED照明の普及と光環境の現状	7
2.1	LED照明の特性と急速な普及	7
2.2	光環境の動向	8
3章	屋外照明による環境影響と対策	10
3.1	屋外照明による環境影響	12
3.2	目指すべき光環境	19
3.3	屋外照明による環境影響への対策	23
4章	光環境保全のさらなる取組	38
4.1	国内における先進的な取組や条例	38
4.2	国際的な動向	46
巻末資料1	チェックリスト	47
巻末資料2	用語一覧	50

1章 ガイドラインの概要

1. 1 ガイドラインの目的

本ガイドラインは、光害を抑制し、屋外における「良好な光環境^{※1}」の形成を目的に、照明による人や動植物、夜空の明るさなどに及ぼす影響への配慮に関する指針や対策を示すとともに、照明に対する考え方・あり方を示すものである。なお、本ガイドラインに記載のない道路交通や防犯上の安全性の確保等については、それぞれの規定・指針等を適用（1.5節参照）いただきたい。

【光害】

光害とは、「良好な光環境」の形成が、人工光の不適切あるいは配慮に欠けた使用や運用、漏れ光によって阻害されている状況、又はそれらによる悪影響のことである。

【良好な光環境】

良好な光環境とは、地域の社会的状況や生態系・夜空を含む自然環境特性を踏まえ、適切な照明により社会の安全性・効率性・快適性や良好な景観を確保しながら、省エネルギーの実現や自然環境への影響を最小化する十分な配慮がなされた光環境のことである。

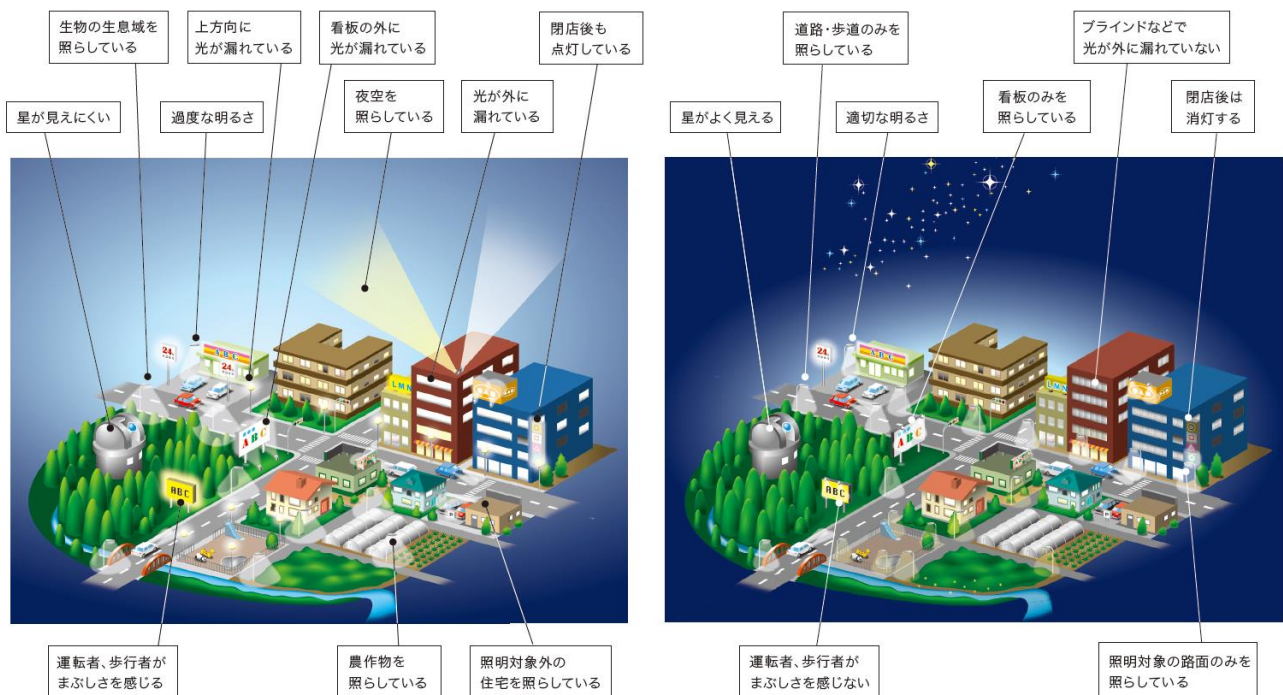


図1 良好な光環境が阻害されている地域イメージ（左）と形成された地域イメージ（右）

※1 本ガイドラインでは「照明環境」を人工的な光で作られた環境とし、「光環境」を人工的な光や自然の光、また、光のない状況も含む明るさに関する環境とする。

1. 2 対象とする照明

屋外を照射する全ての照明^{※2}（以降、「屋外照明」という。）を対象としており、主に以下のような照明を想定している。

- ・道路照明灯、防犯灯、街路灯
- ・屋外広告物照明（広告物に付帯・内蔵された照明、映像表示装置（デジタルサイネージ等）等）
- ・屋外設置物照明（自動販売機、移動式看板等）
- ・屋外展示物照明（自動車販売店の屋外展示場、住宅展示場等）
- ・屋外スポーツ施設照明
- ・屋外作業場の照明
- ・景観照明（サーチライト、ライトアップ、イベント等で一時的に使用される照明を含む）

1. 3 対象者

本ガイドラインは全ての者を対象としている。特に対象とする者としては、照明の設計、設置、保守・運用等に関わる者で、主に以下のような関係者である。

- ・地方公共団体の担当者
- ・まちづくりや地域開発に係る開発事業者
- ・屋外照明を整備する施設整備者・設計者・管理者
- ・道路照明灯、防犯灯、街路灯などを自主的に整備する地域の自治会や商業組合等
- ・照明器具製造者、照明器具輸入事業者

^{※2} 集合住宅共用部の照明や駐車場の照明等も含む。

1. 4 ガイドラインの構成

本ガイドラインは以下の章構成となっている。

- 1章 ガイドラインの概要
- 2章 LED 照明の普及と光環境の現状
- 3章 屋外照明による環境影響と対策
- 4章 光環境保全のさらなる取組

初めから通して参照することで光害対策の全体を理解できるが、必要な箇所のみを参照し有効に活用できるようにも構成してある。巻末には本ガイドラインで示した良好な光環境形成の考え方、地域の特性に配慮した照明設計の手法、対策に関するチェックリスト並びに用語の定義を掲載している。必要に応じて適宜参照し、活用いただきたい。

1章では、まず本ガイドライン策定の目的を明らかにした上で、「光害」及び「良好な光環境」を定義し、対象とする照明及び対象者を明示している。

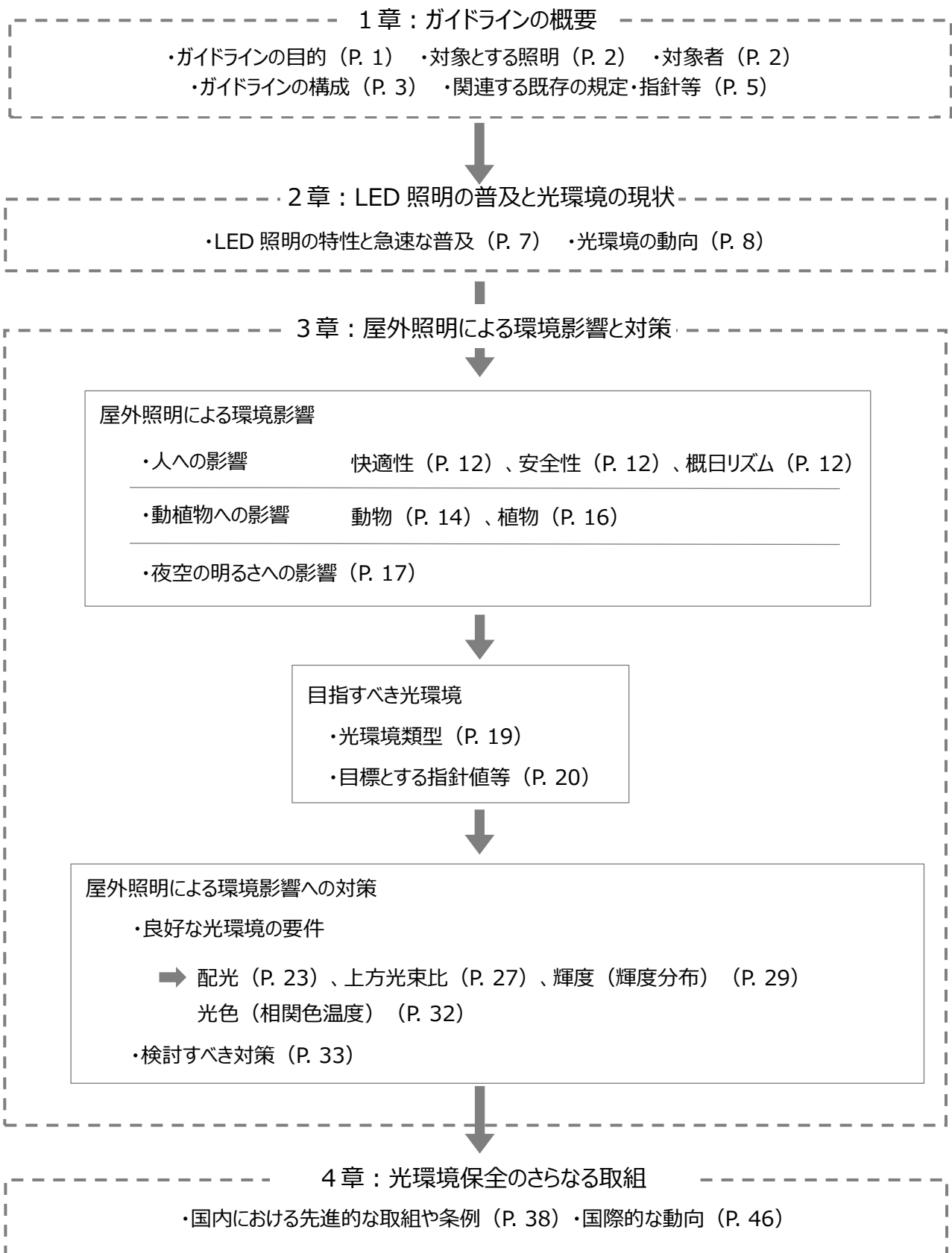
2章では、LED 照明の普及と光環境の現状について説明している。本ガイドライン改訂の背景の一つに、近年の LED 照明の急速な普及がある。LED 照明の特性と普及の現状・展望を示した後、LED 化により多くの地域で光環境が変化していることを示している。また、景観照明の普及により適切な照明手法の重要性が増していることにも触れている。

3章では、まず屋外照明による環境影響を概説している。不適切な照明が及ぼす様々な環境影響について、人への影響、動植物への影響、夜空の明るさへの影響に分け、具体例も挙げながら説明している。

次に、目指すべき良好な光環境は地域の特性に応じて異なることから、本ガイドラインにおける分類である「光環境類型」を示している。市町村レベルの地方公共団体においては、地域ごとに目指すべき光環境類型を選択することが期待される。

続いて環境影響への対策について、まず良好な光環境形成のための要件として、配光、上方光束比、輝度（輝度分布）、光色（相関色温度）に着目し、それぞれに対する光環境類型ごとの指針値等を示している。その後、具体的な対策方法を5つの原則に基づいて解説している。

4章では、光環境保全のさらなる取組として、より積極的な光害対策に取り組もうとする地方公共団体等が参考とできるよう、星空保護の取組を進めている事例や、光害抑制のための条例等の制定事例、良好な夜間景観の形成による地域の魅力向上に取り組んでいる事例などを紹介している。さらに、海外における関連法制度についても紹介している。



1. 5 関連する既存の規定・指針等

光害対策を推進する際には、本ガイドラインのほか、関連する法律、条例、規格、技術指針等を確認し、適用する規定や指針等について検討する必要がある。

①国際的ガイドライン

国際照明委員会（CIE：Commission Internationale de l'Éclairage）技術報告書

- CIE Publication No. 150 (2003) 「Guide on the Limitation of the Effects of Obtrusive Light from Outdoor Lighting Installations（屋外照明設備による障害光規制ガイド）」
- CIE Publication No. 150 (2017) 「Guide on the Limitation of the Effects of Obtrusive Light from Outdoor Lighting Installations, 2nd Edition（屋外照明設備による障害光規制ガイド，第2版）」
（以下、「CIE 150:2003」、「CIE 150:2017」とする）

②照明全般

- JIS Z 9110 「照明基準総則」（2010）
- JIS Z 8113 「照明用語」（1998）

③エネルギーの効率的利用（省エネルギー）

- エネルギーの使用の合理化等に関する法律（省エネ法）（2018）
- 照明器具のエネルギー消費性能の向上に関するエネルギー消費機器等製造事業者等の判断の基準等（2019）

④防犯灯・街路灯

- 日本防犯設備協会「防犯照明ガイド Vol. 6」（2019）
- 照明学会 JIES-010 「歩行者の安全・安心のための屋外照明基準」（2014）
- 照明学会 JIEG-011 「屋外歩行者空間における LED 照明の不快グレアに関する指針」（2018）

⑤自然公園

- 自然公園法（2019）

⑥道路照明

- JIS C 8131 「道路照明器具」（2013）
- JIS C 8105-1 「第1部：安全性要求事項通則」（2017）
- JIS Z 9111 「道路照明基準」（1988）
- 国土交通省「道路照明施設設置基準」（2007）
- 日本道路協会「道路照明施設設置基準・同解説」（2007）
- 国土交通省「LED 道路・トンネル照明導入ガイドライン（案）」（2015）

⑦各種施設照明

- JIS Z 9126「屋外作業場の照明基準」(2010)
- JIS Z 9127「スポーツ照明基準」(2020)
- 国土交通省「公共建築工事標準仕様書(電気設備工事編)」(2020)

⑧景観・屋外広告物

- 屋外広告物法(2020)
- 国土交通省「屋外広告物条例ガイドライン」(2018)
- 国土交通省「投影広告物ガイドライン」(2018)
- 国土交通省「プロジェクションマッピング実施マニュアル」(2018)
- 照明学会編「景観照明の手引き」(1997)

⑨各地方公共団体

- 環境基本計画
- 環境保全条例
- 景観条例
- 屋外広告物条例等

2章 LED 照明の普及と光環境の現状

2. 1 LED 照明の特性と急速な普及

LED とは、Light Emitting Diode の頭文字をとったもので、発光する半導体（固体発光素子）のことである。LED 照明は以下のような特徴^{※3}がある。

- 固体素子であり、寿命が長い。
- 人には見えない紫外放射や赤外放射をほとんど含まないため、紫外放射による商品の褪色や赤外放射による熱的ダメージを軽減することができる。
- 発光効率が高く、少ない電力で明るく点灯できる。
- 瞬時に点灯する。
- 極低温でも点灯する。

LED 照明は発光効率が高く、電力消費量・電気代が抑えられるため、経済的なメリットも大きい。また、従来の屋外照明で主に使われていた蛍光灯や水銀灯などに比べて調光や調色、さらには点光源であることから配光制御が容易である。LED 照明の技術を効果的に活用し、また、過度に設置せず適切に配置することで、より良い光環境を形成するとともに、地球温暖化防止にも資することが可能である。

これまで、蛍光灯や水銀灯などが主体であった屋外照明は、急速に LED 照明に置き換わりつつある。我が国は 2030 年度までに設置されている照明器具の 100%を LED 等の高効率照明にすることを目標にしている^{※4}。屋内外の非住宅用照明器具については、2017 年度には 37%が高効率照明化されており、2020 年度に 53%、2030 年度には 100%とするシナリオが公表されている^{※5}（図 2 参照）。

※3 一般社団法人日本照明工業会 電球形 LED ランプガイドブック 第 2 版（令和 2 年 10 月改訂）より
改変

※4 経済産業省・資源エネルギー庁 エネルギー基本計画（平成 30 年 7 月）

※5 一般社団法人日本照明工業会 照明成長戦略 Lighting Vision 2030（2019 年 3 月制定）において
LED、有機 EL などの半導体照明のストック市場を 2030 年に 100%とすることが目標とされている。

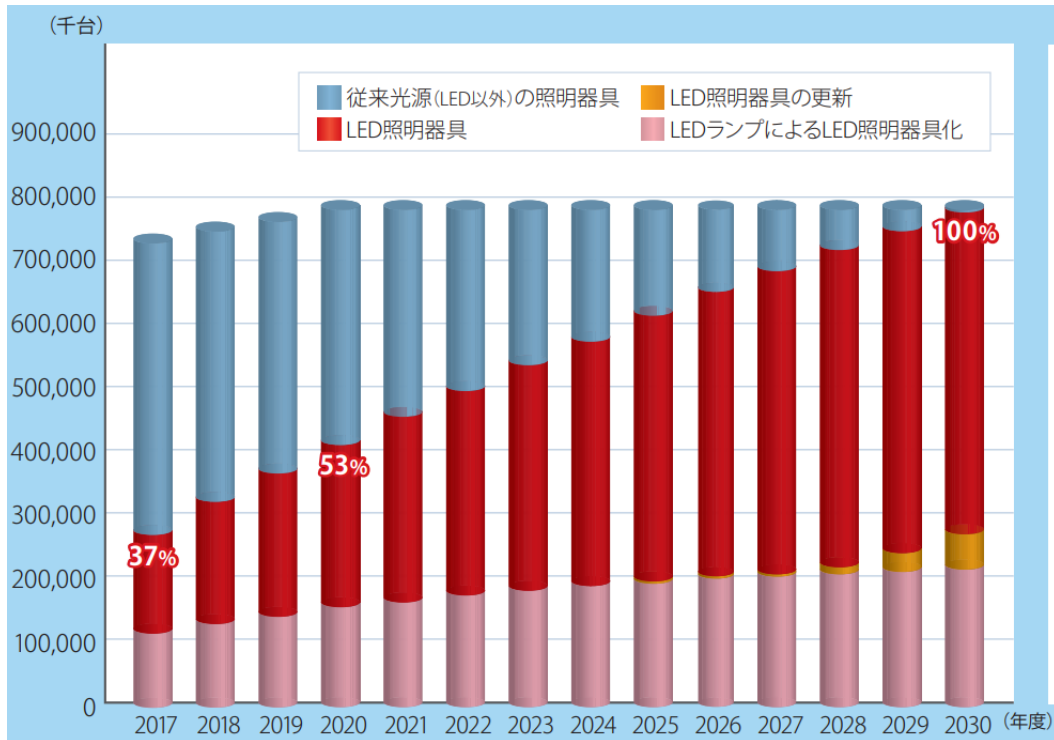


図2 非住宅用照明器具（屋内・屋外）のストック市場 SSL^{※6}化率 100% に向けたシナリオ^{※7}

2. 2 光環境の動向

全国的に、電力消費量の削減を主目的として、防犯灯や街路灯を LED 化する取組が進んでいる。LED 化により、電気代や管理費用が削減されるだけでなく、地域の明るさ（照度）が増したことで、住民から安心感が高くなったと評価された場合もある^{※8}。その一方で、照明設計の検討が不十分な場合は、必要以上の明るさやまぶしさを引き起こしてしまい、光害となる可能性もある。屋外広告物等においても同様に、必要以上の明るさやまぶしさ、さらには動きや点滅、派手な光色等が光害となる可能性がある。

LED 化によって地域が明るくなる傾向は世界的にも見られ、期待したほどの省エネルギー化が進まずに、より夜の明るさの増加を引き起こしているとの指摘^{※9}もある。

東京の山手線エリアを中心とした領域（約 400 km²）からの上空への放射光強度の推移を見ると、平均 2～3%/年で増加傾向にあることがわかる（図 3 参照）。

※6 Solid State Lighting の略で、LED、有機 EL などの半導体照明のこと。

※7 一般社団法人日本照明工業会 照明成長戦略 Lighting Vision 2030（2019 年 3 月制定）より引用

※8 公益社団法人日本防犯設備協会（2019）防犯照明ガイド Vol. 6

※9 Christopher C. M. Kyba et al. (2017) Artificially lit surface of Earth at night increasing in radiance and extent. Science Advances, 3(11), e1701528.

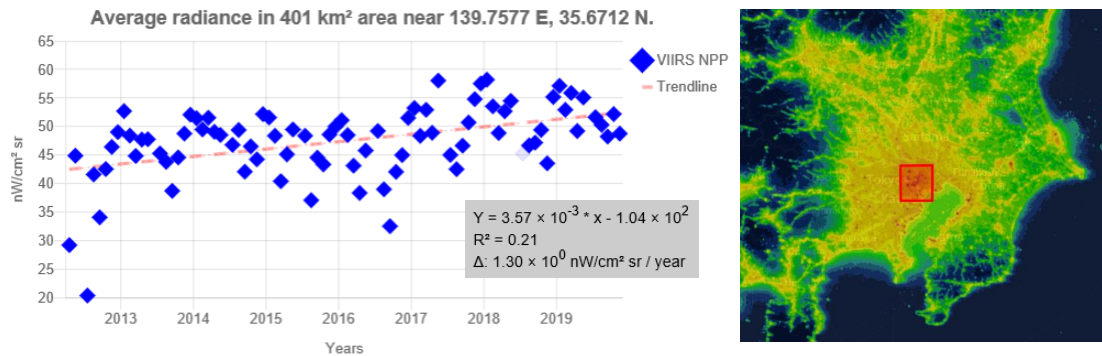


図3 東京都心部における上空への放射光強度の推移^{※10}

また、このような夜の明るさの増加傾向は、上方への放射光の絶対量は少ないものの、都心部だけでなく郊外においても見られる。そのため、都市部、郊外に関わらず地域環境の特性に応じた光害対策を検討していくことが重要である。特に自然公園のような本質的に暗い地域においては、照明を設置することにより、周辺に生息する動植物の生態系や、夜空の明るさに与える影響は極めて大きい。

また、近年 LED 照明の普及やそれに伴う照明技術の発展により、地方公共団体や民間企業による景観照明の活用が増加している。従来の夜間に構造物等を照らすだけのライトアップから、動的制御や有彩色光を用いたライトアップなど、手法の高度化・多様化も進んでいる。

景観照明を設置する際にも、光害を最小限に抑える必要があり、環境保全・省エネルギーの実現と両立することが重要である。過度な、あるいは周辺への配慮に欠けた景観照明は、近隣住民への不快感や夜間景観の悪化、また、生態系への悪影響や天体観測の支障を引き起こす可能性がある。適切な景観照明の実現には、本ガイドラインで示す対策を行うと同時に、関連する規定・指針等の適用の検討、周辺環境の調査、地域住民や関係者との協議を十分に行っておくことも重要である。

※10 Radiance Light Trends < <https://lighttrends.lightpollutionmap.info>>より引用 (2021/2/28 閲覧)

3章 屋外照明による環境影響と対策

屋外照明の主な目的は、①通行、歩行、交通の安全性と円滑性の確保、②犯罪の防止、③人びとの活動・作業の安全性と確実性の向上、④雰囲気（楽しさ、華やかさ、活気等）の演出等である。現代の社会では、屋外照明の恩恵により、夜間でも安全に社会生活を送ることができるようになってきている。しかし、不適切な屋外照明が周辺環境等に対し悪影響を及ぼすことがある。そのため、屋外照明が及ぼす様々な環境影響を理解した上で適切に対策を行い、光害を抑制し良好な光環境を形成することが重要である。

3章ではまず、屋外照明が及ぼす様々な環境影響を、人への影響、動植物への影響、夜空の明るさへの影響に分け、具体例を示しながら説明する。その上で、地域の特性に応じた光環境類型、及び目指すべき光環境を示し、検討すべき対策を「配光」、「上方光束比^{※11}」、「輝度^{※12}（輝度分布）」、「光色（相関色温度^{※13}）」の視点から解説する。3章で取り扱う主な障害^{※14}となる光のイメージを図4に示す。

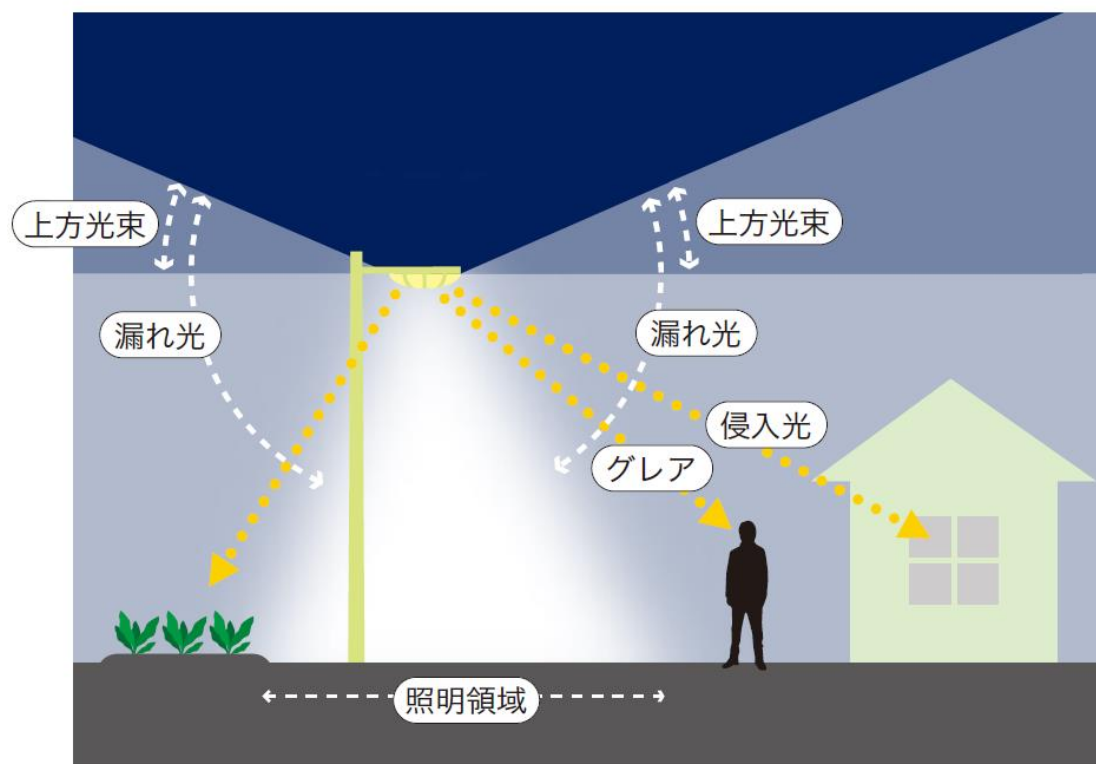


図4 屋外照明による障害となる光のイメージ

※11 「上方光束比」については P. 53 を参照。

※12 「輝度」については P. 51 を参照。

※13 「相関色温度」については P. 52 を参照。

※14 網膜傷害などの「傷害」とは異なる。

- 照明領域：目的とする照明対象範囲。
- 漏れ光：照明器具から照射される光で、その目的とする照明対象範囲外に照射されるもの。
- 上方光束：器具光束のうち水平より上方へ向かう光束。
- 侵入光：住居内等、照射されるべきでない対象を外部から照射する光。
- グレア：視野の中に極端に高輝度な部分があるか、又は過度の輝度対比があるために、視対象を見る能力の低下若しくは不快感のどちらか、又は両方を生じさせる視覚の条件又は状態。

【光色と波長】

光害を考える際には、光の波長が重要となる。光色（相関色温度）は、図5に示すような分光分布^{※15}によって決まる。図5の横軸は光の波長、縦軸は各波長の強度を示している。各波長の光の出力バランス（分光分布）によって目で知覚される光色は決まるが、同一の光色に見えても、分光分布は異なることがある。光が環境に及ぼす作用は波長によって異なるため、光環境への影響を正確に検証するには、各波長の強度を確認する必要がある。

波長400~500nmが一般的に言われている青色光の波長域である。後述する青色光の影響については、この波長域に含まれる光の量を考慮する必要がある。一般的には相関色温度の高い青白い光は短波長の光を相対的に多く含んでいるため、青色光を考慮する際には相関色温度、あるいは光色を指標とすることは概ね妥当と考えられる。そのため、本ガイドラインでは青色光による影響を抑制するための指標として相関色温度を用いる。

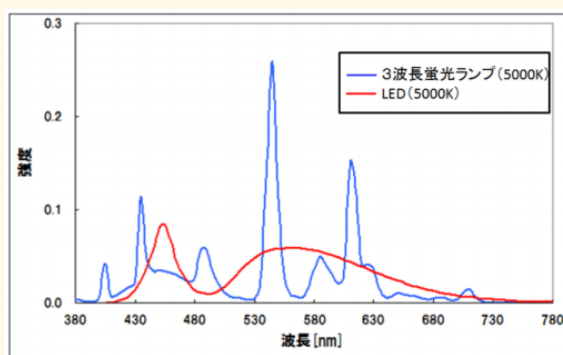


図5 同光束・同相関色温度（5000K）のLEDと3波長形蛍光灯ランプの分光分布^{※16}

※15 「分光分布」についてはP. 50を参照。

※16 環境省（2018）平成29年度光害対策ガイドライン改訂についての検討業務 業務報告書。より引用

3. 1 屋外照明による環境影響

3. 1. 1 人への影響

人工光による人への影響は、多くの人に共通するものもあるが、同じ人工光のもとであっても、年齢、性別、視機能、職業、趣味、感覚・心理的な状態、あるいは季節、気候、天候、時間、場所、その他の環境条件によって個々の人が受ける影響は大きく異なる。交通、保安、生産・商業活動、観光など、照明の目的を達成するために、必要な明るさをできる限り少ない電力消費で達成するとともに、人工光による人への悪影響を生じさせないことが重要である。

1) 快適性への影響

快適性への影響として、屋外照明による住居内への侵入光により、居住者の安眠や、プライバシーを阻害することなどがあげられる。また、ビルや店舗、ショーウィンドからの漏れ光や映像表示装置（デジタルサイネージ等）が歩行者にグレア等による不快感を与えることがある。サーチライトやレーザー光線等の使用は、広範囲に及ぶ周辺住民の不快感や、地域景観への影響を与える可能性がある。

【事例】

住居の隣にコインパーキングが新設され、敷地内を照らす LED 照明が設置された。その光が窓から侵入し、一晩中室内が明るく照らされるため、落ち着いて眠ることができない。

2) 安全性への影響

屋外照明の選定・設置が不適切な場合、照明領域に適切な照度が得られなかったり、見えにくさや不快感を伴うグレアを生じさせたりする可能性がある。これにより、安全性が損なわれることがある。

3) 概日（サーカディアン）リズムへの影響

青色光は、概日リズム^{※17}に影響を及ぼすことが報告されている^{※18}。概日リズムを適切に調整するためには、青色光を含む高照度の光は主に朝から昼過ぎまでに浴び、夕方以降は青色光への曝露、並びに浴びる光の量を極力抑えるのが望ましい。

青色光の人への影響については、屋内照明を対象に研究したものが多い。しかし、夕方以降に点灯される屋外照明についても、人の概日リズムに影響を及ぼす可能性があることを考えると、青色光の抑制を検討する必要がある。

※17 「概日リズム」については P. 53 を参照。

※18 青色光が影響をもたらすものには、概日リズムのほか、青色光網膜傷害や薄明視下での目の感度などがある。各波長がもたらす効果・作用の程度は、影響を受ける対象によって異なり、対象ごとに作用感度係数（相対分光感度）が定められている。

【青色光とメラトニン分泌抑制】

人の概日リズムはメラトニンというホルモンが夜間（習慣的起床時間から 14 時間経過以降）に脳から分泌されることで調整されている。しかし、メラトニンが分泌されるタイミングに、ある一定量以上の光が目に入ると、メラトニンの分泌が抑制されることがわかっている。高色温度の光に多く含まれる波長の短い青色光は、低色温度の光に多く含まれる波長の長い光に比べて、メラトニンの分泌抑制影響が強いことが近年わかってきた^{※19}。また、比較的暗い生活照明の照度（50 lx～100 lx 程度）でもメラトニン分泌が抑制されることや、分泌のタイミングが遅れることも報告されている^{※20}。概日リズムは睡眠と深い関係があるため、夜間は必要以上の光を使用せず、比較的青色光の少ない低色温度の照明を使用することが望ましい。

※19 一般社団法人日本照明工業会（2014）LED照明の生体安全性について～ブルーライト（青色光）の正しい理解のために～。

※20 Zeitzer, J. M., Dijk, D. J., Kronauer, R. E., Brown, E. N., & Czeisler, C. A. (2000) Sensitivity of the human circadian pacemaker to nocturnal light: melatonin phase resetting and suppression. *The Journal of physiology*, 526(3), 695-702.

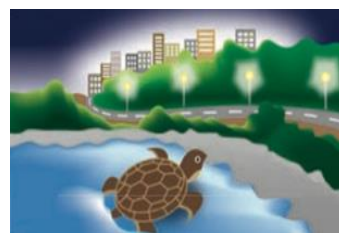
3. 1. 2 動植物への影響

人工光は、動植物に様々な形で影響を及ぼす。その程度は対象の動植物の種類と環境条件や季節等によって千差万別であり、個々の地域に応じた対策が必要となる。重要なことは、一つの環境で生息・繁茂している種類の異なる動植物の間には極めて複雑な、食餌・寄生などの交絡関係があること、遠隔の場所から人工光で誘引されて飛来する昆虫などと交絡関係にある動植物も存在することである。したがって、照明設備周辺に特に保護すべき動植物が生息していない場合や、特定の種への影響の程度が未知の場合でも、人工光による影響をできるだけ抑制することが重要である。

1) 動物への影響

一般に、屋外照明からその周辺に漏れる光は、夜間における動物の生態、捕食活動、繁殖活動等に変化を生じさせる。

例えば、ウミガメや渡り鳥のように月や星の明かりを頼りに行動している動物への影響がある。ウミガメの事例では、砂浜を照らす照明により、ウミガメが産卵のための上陸を避けたり、稚ガメが海



の方向を間違えたり、海にたどり着けず死んでしまうことなどが報告されている^{※21}。

このように動物の行動に直接的な影響を与える他に、生態に影響を与えてしまう事例も多く報告されている。明るさが同じであっても波長によって影響が異なる^{※22}ため、動物の生息域への漏れ光の抑制や、光色の検討を行うことが重要である。以下に主な動物への影響の例を紹介する。

① 昆虫類

昆虫類には、蛾類のように光に誘引される走光性の種と、ホタル類のように光を避ける背光性の種がある。屋外照明の設置場所の周囲に水田、山林、河川、湖沼などがある場合、走光性・背光性をもつ昆虫の生息域に光が照射されることで、繁殖活動や生息数に影響を与える可能性がある。そのため、漏れ光の抑制や昆虫の誘引特性が高い波長を含まない照明器具を使用する等の対策が必要である。

【光害と蛾類】

光害の影響を受ける夜行性の動物の代表として、蛾類が挙げられる。光の波長や蛾の種によって影響の程度に違いがあるものの、生殖機能への影響などが数多く報告されている^{※20}。また、蛾類は生態系の中で夜間送粉者としての役割を果たしているため^{※23}、蛾類の生息数の減少や活動の抑制は、生態系全体へ影響を及ぼすと考えられる。

※21 環境省（2007）ウミガメ保護ハンドブック。

※22 遊磨正秀（2017）動植物に対する「光害」、特にホタル類への影響。全国ホタル研究会誌, 50, 25-40.

※23 Macgregor, C. J., Pocock, M. J., Fox, R., & Evans, D. M. (2015) Pollination by nocturnal Lepidoptera, and the effects of light pollution: a review. Ecological entomology, 40(3), 187-198.

② 哺乳類・両生類・爬虫類・鳥類

哺乳類・両生類・爬虫類・鳥類には、タヌキやコウモリなどのように夜行性のものがあり、それらの生息域が屋外照明によって影響を受けることがある。また、哺乳類・両生類・爬虫類・鳥類は、走光性をもつ昆虫類などを餌として求めるものも多い。そのため、屋外照明により昆虫類の生息域が変化することで、哺乳類・両生類・爬虫類・鳥類の生態系にも影響が及ぶ可能性がある。

③ 魚類

魚類にも、走光性を持つ種と背光性を持つ種がある。光放射の日長変動は、魚類の繁殖や種々の生理作用に影響を及ぼすが、養殖ではなく自由に移動できる野生のものについては、その影響があまりわかっていない。

④ 家畜

不適切な屋外照明が生殖機能の低下や異常行動を引き起こすことがあると言われている。周辺に家畜が存在する場合は、習性に配慮した照明の設計を行う必要がある。

動物に対する屋外照明の影響を表1にまとめる。

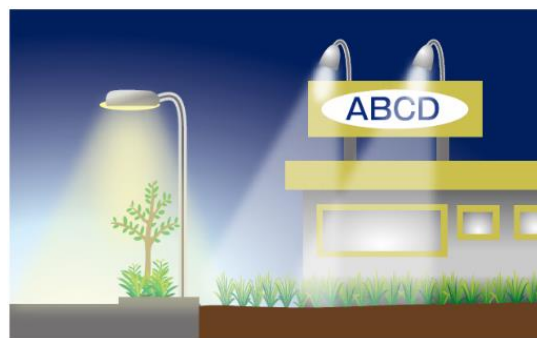
表1 動物への影響

影響項目	光への反応	分類群	問題発生事例
移動	光源へ向かう（走光性） 光源を避ける（背光性）	昆虫類 魚類	害虫の誘引 希少種の誘殺 食物連鎖の乱れ
	移動方向の決定に作用する	昆虫類 鳥類 両生類 爬虫類	ウミガメの産卵の障害 ホタルの消失
生息・育成	生息活動に照度・光色が影響する	哺乳類 昆虫類 魚類 鳥類 家畜	夜行性鳥類の消失 生理の不順 食物連鎖の乱れ

2) 植物への影響

植物は光合成や花芽形成等において屋外照明の影響を受け、生育・開花・結実等が過度に促進されたり、抑制されたりすることがある。

植物への影響についても、波長によって影響が異なる^{※24}。そのため、植物の生息域への漏れ光の抑制や、光色の検討を行うことが重要である。



① 野生植物

屋外照明は植物の生理生態に影響を及ぼす可能性がある。特に、光合成と成長などの栄養生理への影響と生物季節の影響、短日植物や長日植物の花芽形成への影響、受粉のための訪花昆虫への影響など、様々な報告がなされている。また、都市内に植えられている街路樹等でも、樹種により度合いは異なるが、屋外照明による影響が報告されている。景観照明を含む屋外照明を設置する際は、周囲の植物の種類等を考慮し、光の波長や強度、点灯する季節・時間帯などを十分に検討する必要がある。

② 農作物

農作物に対する人工光の影響としては、イネやホウレンソウ等への影響が知られている。イネは短日植物であり、屋外照明によって出穂遅延が生じ、その影響が最も強く現れるのは、出穂前の 20~40 日の期間であるといわれている。そのため、屋外照明の周辺でイネが栽培されている場合には、照明器具の設置方法や点灯時間に注意が必要である。

【光害と農作物】

光害によるイネやホウレンソウの出穂遅延、収穫量の減少及び品質の低下が報告されている。イネ（品種コシヒカリ）の場合、5lx 以上の照度の夜間照明で出穂遅延が顕著にみられるとされている^{※25}。また、収穫量に影響が出ない出穂遅延は 3 日以内とされているが、夜間に LED 照明をイネ（品種コシヒカリ）に照射し、出穂遅延日数を調査した研究では、5lx で約 13 日の遅延がみられた^{※26}。しかし、イネの出穂遅延は種により原因となる波長が異なるため、農作物の種ごとに影響、対策を検討する必要がある。

農作物及び野生植物に対する屋外照明の影響を表 2 にまとめる。

※24 園山芳充, 岩谷潔, 山本晴彦 (2016) 農作物の光害最新事象と動向. 電気設備学会誌, 36(1), 33-36.

※25 川村和史 (2000) 水銀灯による夜間照明が水稻の生育, 収量に及ぼす影響. 和歌山県農林水産総合技術センター研究報告 (1), 103-109.

※26 原田陽子, 山本晴彦, 岩谷潔, 金子奈々恵, & 園山芳充 (2012) LED の波長・発光制御を変化させた夜間照射がイネ開花誘導遺伝子 Hd3a の発現に及ぼす影響. 照明学会誌, 96(11), 733-738.

表2 植物への影響※27

植物		屋外照明の影響
作物・野菜	水稲	品種により異なるが数ルクスの照度でも出穂が遅延。照度の増加に伴い遅延日数も長くなり不出穂の場合も発生。
	ハウレンソウ、シュンギク、カラシナ	抽苔・開花促進を生じ、商品価値が損なわれる。その程度は品種間、栽培時期で異なる。
	タマネギ	苗が小さくとも鱗茎を形成し、鱗茎が充分肥大しないうちに成熟してしまう。
樹木	アオギリ、スズカケノキ、ニセアカシア、ユリノキ、プラタナス	落葉が遅れ、冬芽形成などの休眠誘導を阻害。
	花	トウカエデ
木	ツツジ	葉がなくなるなどの影響がある。

3. 1. 3 夜空の明るさへの影響

上方光束が大気中で散乱し、夜空が明るくなることをスカイグロー（skyglow）という。上方光束の増加によりスカイグローが大きくなることで、星が見えにくくなり、天体観測に影響を及ぼす。高色温度の照明から多く放出される青色光などの波長の短い光は、波長の長い光よりも大気中で散乱しやすく。したがって、スカイグローが更に増大する。スカイグローの影響は極めて広範囲に及び、大都市の街明かりは、100 km 以上離れた地点での天体観測にも影響することがある。



※27 一般社団法人照明学会（1995）景観照明の手引き．より改変

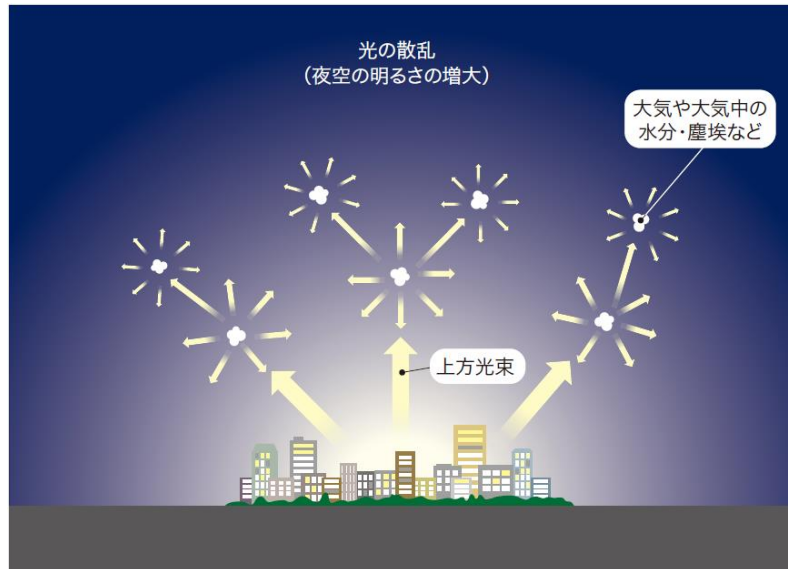


図6 上方光束による夜空の明るさの増大

夜空が明るくなることによる天文学への影響については、次のような問題点が考えられる。

- ① 変光星、新星、超新星、ガンマ線バースト残光等、変光天体の測光観測への影響
- ② 銀河、銀河団、星雲、星団、彗星等広がった天体の撮像に及ぼす影響
- ③ 原始銀河や、微弱な原始惑星等、極めて暗い天体が対象の研究に及ぼす影響
- ④ 教育に及ぼす影響
 - 1) 都市部の小中高校における理科教育への影響
 - 2) 大学院、大学の高等理学教育に及ぼす影響
 - 3) 市民の宇宙、自然への関心への影響
- ⑤ アマチュア天文家への影響
 - 1) アマチュア天文家の彗星、新天体発見活動への影響
 - 2) アマチュア天文家の変光星、新星観測活動への影響

このほか、地域資源・観光資源として美しい星空の保護に取り組む地域においては、その価値が損なわれてしまうこととなる。

【天の川とスカイグロー】

スカイグローの影響を示す研究として、人工衛星から撮影された夜の地球の画像を解析して、夜空の明るさの世界マップを作成した研究がある^{※28}。その研究によると、世界で80%以上の人々が人工光に汚染された夜空 (light-polluted skies) の下で生活している。また、世界人口の3分の1以上 (北アメリカでは約80%) は天の川が見られない環境で生活しており、日本でも人口の約70%が天の川を見られない環境で生活している。

※28 Falchi, F., Cinzano, P., Duriscoe, D., Kyba, C. C., Elvidge, C. D., Baugh, K., & Furgoni, R. (2016) The new world atlas of artificial night sky brightness. Science advances, 2(6), e1600377.

3. 2 目指すべき光環境

1) 光環境類型

目指すべき良好な光環境は地域の特性に応じて異なる。そのため、地域の社会状況、自然環境の豊かさや星空観察などの地域資源を保全する観点などから、地域の特性に応じた「光環境類型^{※29}」を設定する。ここでは、光環境類型として、CIE150:2017における環境区域の分類E1～E4に準拠し、それぞれにおける指針値等を設定する。市町村レベルの地方公共団体においては、地域ごとに目指すべき光環境類型を選択し、それに応じた適切な対策を推進することが望まれる。

なお、光環境類型は地方公共団体の全域に単一の光環境類型を設定するだけでなく、より細かく地区ごとに設定したり、複数の地方公共団体が統一して設定したりすることも期待される。また、照明設計者等は、対象地域の光環境類型が明らかでない場合にも、目指すべき光環境類型を適切に判断し、それに応じた照明設計を行う必要がある。

表3 光環境類型

E1	自然公園や里地等で、屋外照明設備等の設置密度が低く、本質的に暗く保つべき地域。
E2	村落部や郊外の住宅地等で、道路照明灯や防犯灯等が主として配置されている程度であり、周辺の明るさが低い地域。
E3	都市部住宅地等で、道路照明灯・街路灯や屋外広告物等がある程度設置されており、周囲の明るさが中程度の地域。
E4	大都市中心部、繁華街等で、屋外照明や屋外広告物の設置密度が高く、周囲の明るさが高い地域。

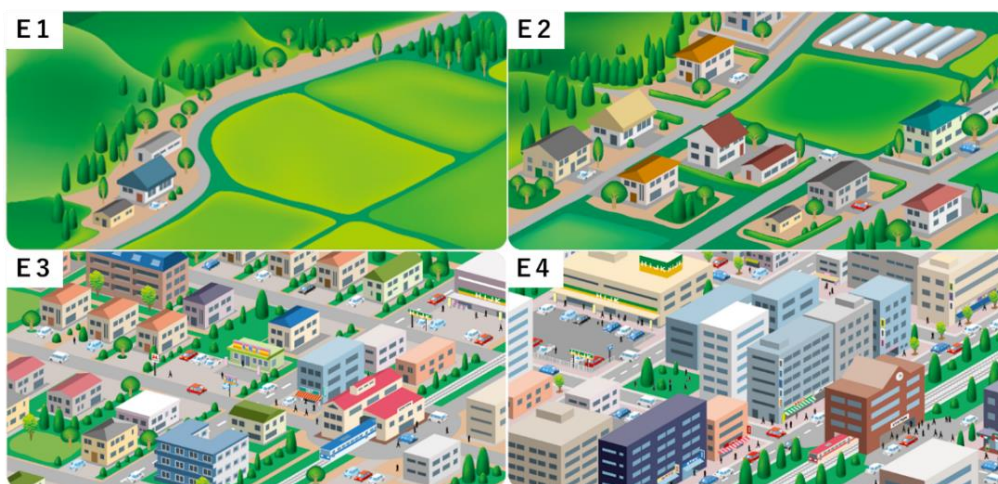


図7 各光環境類型のイメージ

※29 「光害対策ガイドライン改訂版」(環境省、2006)では「照明環境類型」と記載されているが、人工的につくられる照明環境のみならず、自然光も含めた良好な光環境を形成することが重要なため、本ガイドラインでは「光環境類型」と称する。

2) 目標とする指針値等

光環境類型に応じた主たる照明種別と配慮すべき影響、本ガイドラインで設定する各指針値を表4に示す。

表4 本ガイドラインで設定する指針値等

照明密度	光環境類型	地域対象イメージ	主となる照明種別	配慮すべき影響	指定された方向への最大光度値 (P. 24)	
					減灯時間前	減灯時間後
低 ↑	E 1	・ 自然公園 ・ 自然景観地域 ・ 田園 ・ 里地 など	道路照明灯 防犯灯	動物への影響 植物への影響 夜空の明るさへの影響	2,500 cd	0 cd
	E 2	・ 郊外 ・ 田園、山間地域の集落、町、村 など	道路照明灯 防犯灯 街路灯	居住者への影響 歩行者への影響 動物への影響 植物への影響 夜空の明るさへの影響	7,500 cd	500 cd
	E 3	・ 都市の周辺 ・ 都市周辺住宅地 ・ 市街地（工業地域） など	道路照明灯 防犯灯 街路灯 屋外広告物照明 屋外設置物照明 屋外展示物照明 屋外作業場の照明	居住者への影響 歩行者への影響 夜空の明るさへの影響	10,000 cd	1,000 cd
↓ 高	E 4	・ 都市中心部 ・ 繁華街 ・ 商店街 ・ オフィス街 など	道路照明灯 街路灯 屋外広告物照明 屋外設置物照明 屋外作業場の照明	歩行者への影響 夜空の明るさへの影響	25,000 cd	2,500 cd

最大鉛直面照度値 (P. 24)		発光面の平均輝度の最大許容値 (P. 26)		上方光束比 の最大許容値 (P. 27)	目標設定例
減灯時間前	減灯時間後	建物ファサード	看板		
2 lx	0 lx	(減灯時間前) <0.1 cd/m ² (減灯時間後) 0 cd/m ²	(減灯時間前) 50 cd/m ² (減灯時間後) 0 cd/m ²	0.0%	<ul style="list-style-type: none"> ・ 自然環境、農作物への影響に配慮した屋外照明の設置 ・ 星空の保護
5 lx	1 lx	5 cd/m ²	400 cd/m ²	2.5%	<ul style="list-style-type: none"> ・ 自然環境、農作物への影響に配慮した屋外照明の設置 ・ 居住者への影響の防止 ・ 星空の保護
10 lx	2 lx	10 cd/m ²	800 cd/m ²	5.0%	<ul style="list-style-type: none"> ・ 居住者への影響の防止と住環境整備の両立 ・ 夜空の明るさへの配慮
25 lx	5 lx	25 cd/m ²	1,000 cd/m ²	15%	<ul style="list-style-type: none"> ・ 都市夜景のデザイン性の向上 ・ 広告物、設置物における照明の使用の適正化 ・ 夜空の明るさへの配慮

【環境区域 E0】

CIE150:2003 での環境区域 E1～E4 に加えて、CIE150:2017 では新たに E0（本質的に暗い）という環境区域が追加された。E0 の地域例としてはユネスコのスターライト保護区、IDA ダークスカイ・パーク、研究上重要な光学天文台があげられており、指定された方向への最大光度値^{※30}は減灯時間前でも 0 とされるなど、厳しい指針値が設定されている。また、研究上重要な光学天文台については、周囲 100 km 以内の全ての場所を E1 又は E0 の推奨事項に従う必要があると記載されている。

国内の光学天文台の例として西はりま天文台の位置を見ると、その周囲 100 km には県庁所在地等の都市部が複数含まれる（図 8）。このように現在の日本において、E0 の記載事項を満たすことは難しいため、本ガイドラインで示す光環境類型には E0 を含めていない。しかし、CIE150:2017 の内容からも国際的に光害への意識が高まっていることがわかる。日本においてもより積極的な光害への対応が求められる。



図 8 兵庫県立大学天文科学センター西はりま天文台とその周囲 100 km^{※31}

※30 指定された方向への最大光度値については P. 24 を参照。

※31 環境省（2018）平成 29 年度光害対策ガイドライン改訂についての検討業務 業務報告書. より作成

3. 3 屋外照明による環境影響への対策

3. 3. 1 良好な光環境の要件

屋外照明による環境影響への対策の視点として、

- 1) 配光
- 2) 上方光束比
- 3) 輝度（輝度分布）
- 4) 光色（相関色温度）

に着目し、それぞれの視点を解説するとともに指針値等を示す。なお、具体的な対策方法については3. 3. 2で述べる。指針値等の数値を満足していても、状況によっては影響が生じる可能性が考えられるので、状況に応じた適確な判断と十分な配慮が必要である。

1) 配光

配光とは照明器具から放射される光の各方向への光度^{※32}の分布である。配光が適切に制御されていない場合に、漏れ光や侵入光が発生する。

照明設計の際には照明領域を明確にし、周辺状況を考慮した上で、漏れ光を最小限にすることが光害の抑制にとって重要である。これは、道路照明灯などの照明設備だけでなく、屋外広告物照明や屋外設置物照明、さらに景観照明等についても同様である。

漏れ光を抑制するための基準として CIE150:2003 及び CIE150:2017 では、指定された方向^{※33}への最大光度値、最大鉛直面照度値、発光面の平均輝度の最大許容値を設定している。これらに基づき、本ガイドラインでも指針値等を設定する。指針値が減灯時間^{※34}前後で異なる指針について、減灯時間が設定できない場合には、低い方の値を適用することが望ましい。

※32 「光度」については P. 51 を参照。

※33 「指定された方向」とは、影響を受ける対象がある方向のこと（P. 25 参照）。

※34 「減灯時間」とは、JIS Z 9126（2010）によって次のように定義されている。「障害光を抑制するために、地方自治体などによって、照明光の使用条件が厳しく制限される時間帯」

① 指定された方向への最大光度値

指定された方向への最大光度値は、周辺の人々への影響を抑制するための基準として用いることができる。指針値は CIE150:2003 を参照^{※35}し、光環境類型に応じて設定している。

表 5 指定された方向への最大光度値（CIE150:2003 に基づく）

光環境類型	減灯時間前の 指定された方向への最大光度値	減灯時間後の 指定された方向への最大光度値
E1	2,500 cd	0 cd
E2	7,500 cd	500 cd
E3	10,000 cd	1,000 cd
E4	25,000 cd	2,500 cd

② 最大鉛直面照度値

最大鉛直面照度値^{※36}は、近隣住居への侵入光等を抑制するための基準として用いることができる。現存する住居のみならず、将来新たな住居が設置される可能性も考慮して適用することが望ましい。指針値は CIE150:2017 を参照し、光環境類型に応じて設定している。

表 6 最大鉛直面照度値（CIE150:2017 に基づく）

光環境類型	減灯時間前の 最大鉛直面照度値	減灯時間後の 最大鉛直面照度値
E1	2 lx	0 lx ^{※37}
E2	5 lx	1 lx
E3	10 lx	2 lx
E4	25 lx	5 lx

※35 CIE150:2017 では、指定された方向への最大光度値は照明器具の発光面と観測距離がパラメータとなっており適合性の評価が困難であるため、本ガイドラインでは CIE150:2003 を参照した。

※36 「鉛直面照度」については P. 52 を参照。実際に測定する際には住居の窓面等になる。

※37 対象となる照明器具が公共照明（道路など）の場合には、この値は 1 lx とする。

【最大光度値の指定された方向の設定】

CIE150:2003 では周辺の人々への影響を抑制するために指定された方向の最大光度値を示しているが、照明設備を設置する現場の条件等を考慮して指定された方向を設定する必要がある。

図9に示すようなスポーツ施設の条件を考慮して光軸から上方15°を指定された方向とし、その光度が光環境類型E1における最大光度値以下となる投光器が開発された。この投光器が採用された改修事例において図10に示すように施設周辺への漏れ光の抑制が改善されている。

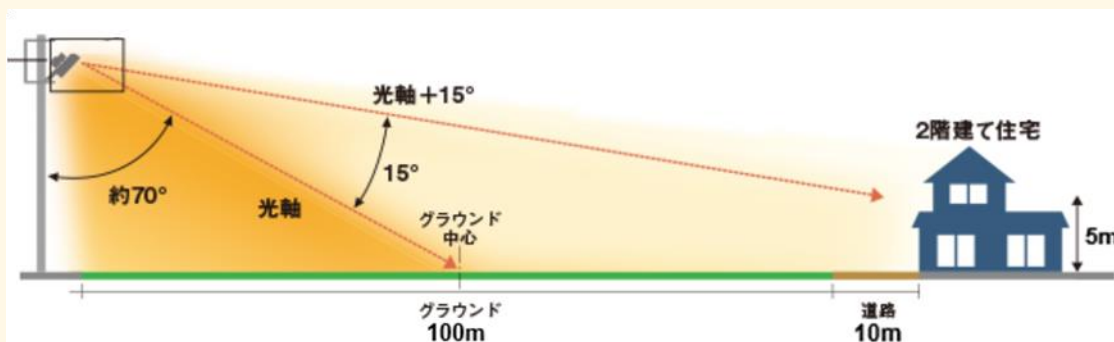


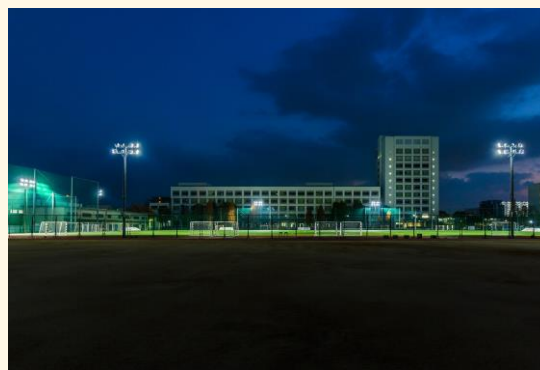
図9 最大光度値の指定された方向の設定事例^{※38}

改修前



(光源：水銀灯)

改修後



(光源：LED)

図10 光害対策を考慮した投光器の採用事例（近畿大学附属高校）

©パナソニック株式会社

※38 パナソニック株式会社

<https://www2.panasonic.biz/ls/lighting/outdoor/floodlight/light_harm_measures/>より作成
(2021/2/28 閲覧)

③ 発光面の平均輝度の最大許容値

発光面の平均輝度の最大許容値は、屋外広告物照明等による影響を抑制するための基準として用いることができる。指針値は CIE150:2017 を参照し、光環境類型に応じて設定している。測定する面の範囲は、設置環境や目的を考慮して設定する必要がある。

表7 発光面の平均輝度の最大許容値（CIE150:2017 に基づく）

対象	利用条件	光環境類型			
		E1	E2	E3	E4
建物ファサード の輝度 (L_b)	平均照度 × 反射率 / π より求める	(減灯時間前) <0.1 cd/m ²	5 cd/m ²	10 cd/m ²	25 cd/m ²
		(減灯時間後) 0 cd/m ²			
看板の輝度 (L_s)	平均照度 × 反射率 / π より求める 又は、自発光してい るものの平均輝度	(減灯時間前) 50 cd/m ²	400 cd/m ²	800 cd/m ²	1,000 cd/m ²
		(減灯時間後) 0 cd/m ²			
(備考) 光環境類型 E2～E4 の値は減灯時間前・減灯時間後の両時間帯に適用する。看板の輝度は、 交通管制標識には適用しない。					

2) 上方光束比

上方光束は夜空の明るさや鳥類・昆虫類等への影響があり、特殊な状況・目的以外では人々の生活の利便性の向上に寄与しない。省エネルギーの観点からも、上方光束は光環境類型によらず、できる限りゼロに近づけることが望ましい。

一方で、照明の機能性やデザイン性の面から、上方光束の発生は避けられないこともある。そのような場合の指針値として CIE150:2017 を参照し、光環境類型ごとに上方光束比の最大許容値を以下のように設定している。

$$ULR = R_{ULO} / R_{LO}$$

ULR：上方光束比

R_{ULO} ：照明器具の上方光束比

(=上方光束(C)/ランプ光束(A))

R_{LO} ：照明器具の器具効率

(=器具光束(B)/ランプ光束(A))

表8 上方光束比の最大許容値 (CIE150:2017 に基づく)

光環境類型	上方光束比(ULR)
E1	0.0 % ^{※39}
E2	2.5 %
E3	5.0 %
E4	15 %

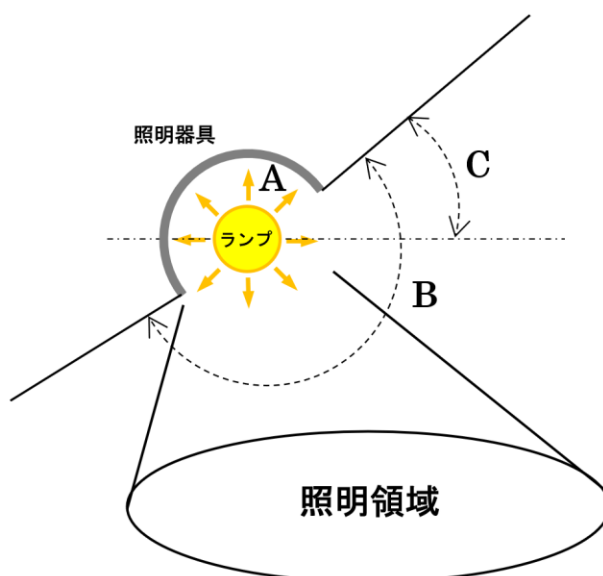


図11 上方光束比 (ULR) の説明

- ・ ランプ光束 (A)：ランプから出る全ての光束
- ・ 器具光束 (B)：照明器具から外部へ出る全ての光束
- ・ 器具効率：器具光束とランプ光束との比
- ・ 上方光束 (C)：ランプ光束のうち水平より上方へ向かう光束
- ・ 上方光束比：器具光束に対する上方光束の比率

※39 CIE150:2017 では 0%と記載されているが、本ガイドラインではより積極的な上方光束の削減を目指し、また IDA の基準値との整合を考慮して 0.0%とした。

【拡張上方光束倍率】

CIE150：2017 では、UFR（拡張上方光束倍率）が新たに定義された。

UFR は照明器具から実際に光照射され発生した上方への光（図 12 左の A、B、C の合計）と、維持照度^{※40}を満足する光が理想的に照明領域を照射する場合において照明領域から上方へ反射される光（図 12 右の C'）の比として定義されている。

$$UFR = \frac{A+B+C}{C'}$$

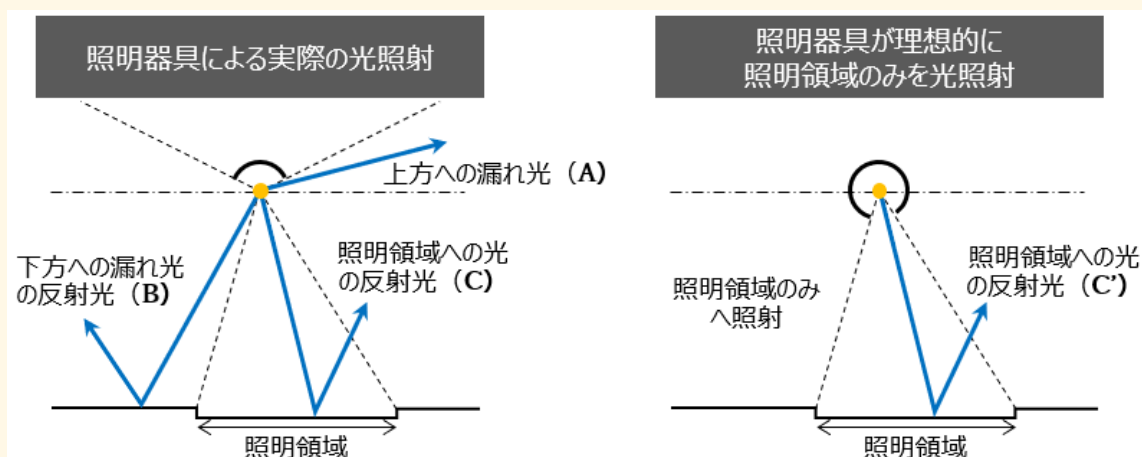


図 12 拡張上方光束倍率（UFR）の説明

ここで、照明器具からの光が全て照明領域に入射し、維持照度が満足されると想定すれば、UFR は 1（A=0、B=0、C=C'）となる。UFR の値が大きいほど照明領域に寄与しない漏れ光や、過度な光による上方光束が大きいことを意味する。

UFR を用いることで、施設に使用されている照明器具からの光のうち、照明領域以外に漏れる無駄な光や、過度な光による上方光束を定量的に評価することが可能となる。なお、UFR を求める際には、設計エリアの反射率とその周辺領域の反射率を把握する必要がある。一般にこれらの反射率は不明である場合が多いため、照明設備の設置後に UFR を算出し適合性を評価することは難しい。そのため、本ガイドラインでは参照に留めた。

※40 「維持照度」については P. 52 を参照。

3) 輝度 (輝度分布)

グレアが人に与える影響は、視対象物の視認性の低下 (減能グレアあるいは視力低下グレアと呼ばれる) とまぶしさによる不快感(不快グレアと呼ばれる)の二つに大別される。減能グレアは、高輝度の光が視野に入り、眼球内に光が散乱することで目の感度が低下し引き起こされる。不快グレアは、視野に高輝度の光が入ったり、視野内に過度な輝度対比が生じたりする場合に、まぶしさを不快に感じることで引き起こされる。いずれも視野内に高輝度の光が入らないようにする、また、視野内の輝度分布をなるべく均一にすることで抑制できる。

不快グレアの程度は一般に、まぶしさをもたらす光源 (グレア源) の輝度、グレア源以外の周辺の輝度 (歩行者等の目が順応している明るさ)、グレア源の大きさ、グレア源の視野内に見える位置によって決まる。夜間における屋外では、周辺輝度が低いため、グレア源との輝度対比によって不快グレアが発生しやすくなる。上述の4つのパラメータに配慮した照明設計が求められる。

近年、屋外照明にも LED が広く使われるようになってきたが、LED 照明器具の発光部は複数の LED 素子を組合わせて構成されるのが一般的であり、従来の蛍光灯や水銀灯と比べ、発光部の輝度分布が不均一になりやすい。発光部の輝度分布が不均一な場合は、均一な場合よりも不快グレアを感じやすいことも報告されている。発光面の輝度分布を均一にするような工夫が求められる (図 13)。

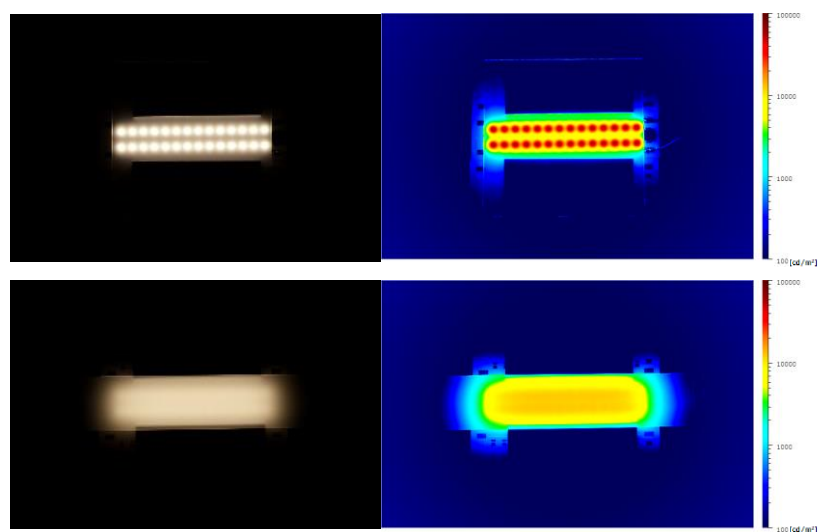


図 13 拡散性の異なるカバーを装着した LED 照明器具 (左: 照明器具写真、右: 輝度分布画像)
(上: 輝度分布が不均一な LED 照明器具、下: 輝度分布を均一に近づけた照明器具)

以下のコラムでは屋外照明施設のグレア評価に適用される GR (グレアレイティング) 並びに LED 照明器具を用いた屋外照明施設による不快グレアを抑制するための配慮事項について解説する。

【屋外照明施設の不快グレア】

屋外照明施設に適用される不快グレアの評価指標として GR がある。GR と不快グレアの程度は表9のような関係となっている。空間用途や行為に応じて制限すべき不快グレアの程度は、GR 制限値 GR_L として定められる。

JIS Z 9127 (2020) では、運動競技ごとにスポーツ照明施設の GR 制限値 GR_L を設定しており、概ね 50~55 となっている。

JIS Z 9110 (2010) では、通路、広場及び公園における歩行者交通が「中程度」から「多い」場所の GR 制限値 GR_L を 50、少ない場所の GR 制限値 GR_L を 55 としている。

評価方法は CIE 112 (1994) を参照する。

$$GR = 27 + 24 \log_{10}(L_{v1} / L_{ve}^{0.9})$$

$$L_{v1} = 10 \Sigma (E_{eye} / \theta^2) \quad (\text{cd/m}^2)$$

$$L_{ve} = 0.035 \times \rho \times E_{hav} / \pi \quad (\text{cd/m}^2)$$

GR：グレアレイティング

L_{v1} ：照明によって生じる等価光幕輝度 (cd/m^2)

L_{ve} ：環境の等価光幕輝度 (cd/m^2)

E_{eye} ：観測者の視線に対して垂直な面の照度 (lx)

E_{hav} ：地面などの領域の平均照度 (lx)

ρ ：地面などの領域の平均反射率

θ ：観測者の視線と個々の照明器具とのなす角度 ($^\circ$)

表9 GR と不快グレアの程度の関係

GR	グレアの程度
90	unbearable (耐えられない)
70	disturbing (邪魔になる)
50	just admissible (許容できる限界)
30	tolerable (あまりに気にならない)
10	unnoticeable (気にならない)

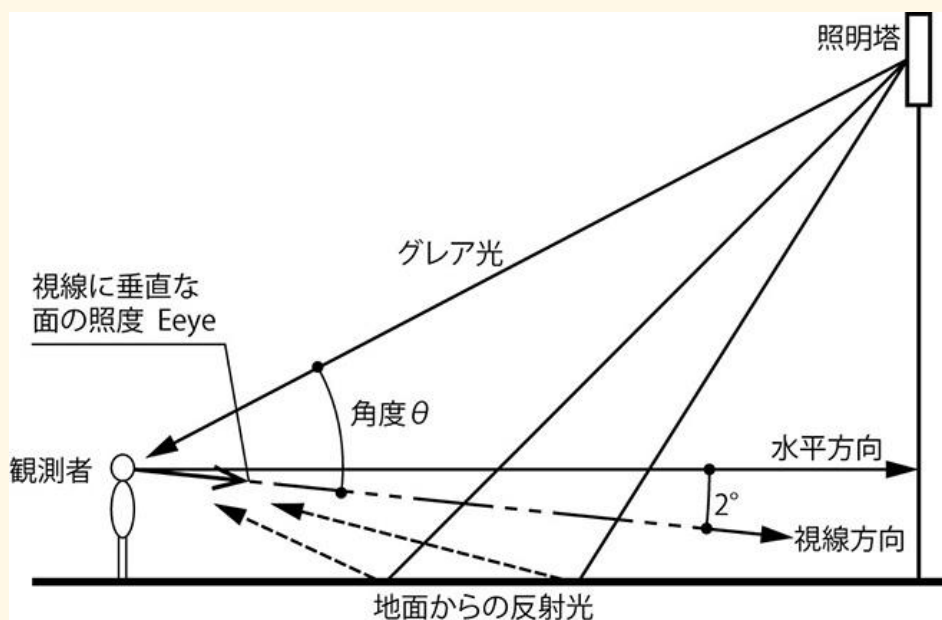


図14 屋外(スポーツ)施設のグレア評価^{※41}

※41 岩崎電気株式会社 < <https://www.iwasaki.co.jp/lighting/support/tech-data/knowledge/glare/04.html> >より引用 (2021/2/28 閲覧)

【屋外歩行者空間におけるグレア】

LED 照明器具による屋外歩行者空間における不快グレアの抑制に関する指針として以下の内容が示されている^{※42}。

1. 発光部の輝度分布をできる限り均一にすることが重要な対策法である。
2. 発光部に極端に高輝度な部分が存在する場合は、GR のみならず、目標とする不快グレア評価水準を個別・具体的に設定して、平均輝度 (L_{ave10} など^{※43}) を抑制する必要がある。
3. 不快グレアを強く感じる照明器具の鉛直角 60~80 度方向の光度を抑制することが一つの対策法である。

また、発光面輝度によるグレアの制限についても以下のような基準が示されている。

取り付け高さが 10 m 未満の照明器具については、鉛直角 85 度方向（水平角 90 度）の光度を、取り付け高さに応じて表 10 に示す値以下とする。ただし、取り付け高さが 10 m 以上のものについては JIS C 8131（2013）による。なお鉛直角 85 度以上の発光部分の輝度は、20,000 cd/m²以下にすることを推奨する。

表 10 歩行者空間のグレア評価基準^{※44}

鉛直角 85 度以上の輝度*	20,000 cd/m ² 以下		
照明器具の高さ	4.5 m 未満	4.5m 以上 6.0 m 未満	6.0m 以上 10 m 未満
鉛直角 85 度方向の光度	2,500 cd 以下	5,000 cd 以下	12,000 cd 以下

注*：鉛直角 85 度方向の光度から推測してもよい。

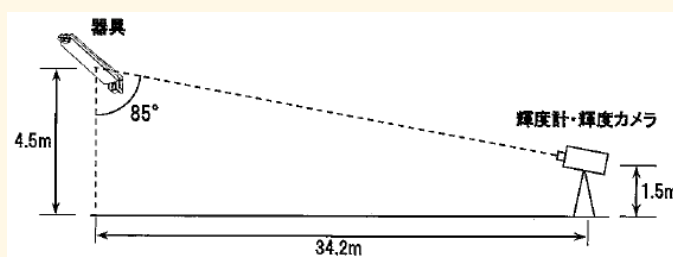


図 15 歩行者空間のグレア評価方法

※42 一般社団法人照明学会 JIEG-011（2018）屋外歩行者空間における LED 照明の不快グレアに関する指針

※43 画像測光より得られた発光部の最大輝度 L_{max} の 1/10 以上、あるいは 1/100 以上の輝度値を有する画素を対象に算出した平均輝度を L_{ave10} あるいは L_{ave100} としている。

※44 一般社団法人照明学会 JIES-010（2014）歩行者の安全・安心のための屋外照明基準.より改変

4) 光色 (相関色温度)

前述の通り (P. 12~P. 18)、青色光による人、動植物、夜空の明るさなどへの影響が報告されている。屋外照明を設計する際には、照明の目的に応じた光色 (相関色温度) を適切に選定することが重要である。

① 相関色温度

光色と相関色温度の関係は表 11、図 16 のように分類されている。図 17 にはある調色型 LED 電球の分光分布を測定した結果を一例として示す。相関色温度が高くなるにつれて、相対的に短波長域の光出力は大きくなっていき、光色は黄色みがかかった色から青白く変化していくことがわかる。

表 11 LED の光色と相関色温度範囲の関係^{※45}

光色の種類	相関色温度 T_{CP} (K)
昼光色	5700 ~ 7100
昼白色	4600 ~ 5500
白色	3800 ~ 4500
温白色	3250 ~ 3800
電球色	2600 ~ 3250



図 16 各光色の相関色温度の目安^{※46}

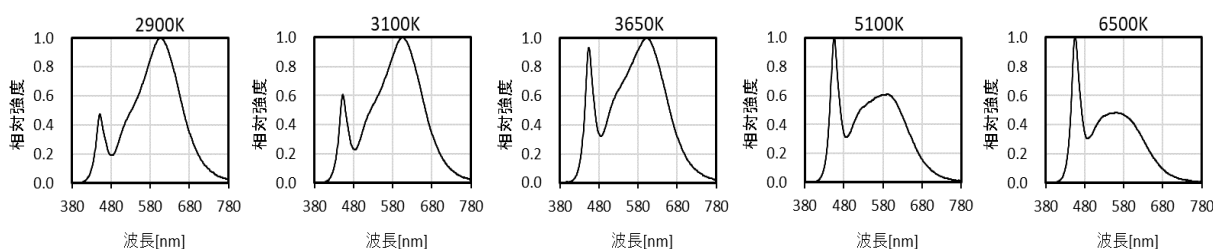


図 17 調色型 LED 電球の分光分布測定結果の一例

※45 JIS Z 9112 (2019) より作成

※46 パナソニック株式会社

<<https://www2.panasonic.biz/ls/lighting/plam/knowledge/point/point01.html>>より引用 (2021/2/28 閲覧)

② 相関色温度の適切な選定

青色光の環境影響を抑制するためには、夜間の屋外照明は電球色等の相関色温度の低いものが望ましい。例えば、夜空を暗く保つには上方光束を削減しつつ、照明器具の相関色温度を3000K以下にすることが望ましいとされている^{※47}。しかし、一般的に相関色温度の高い光源の方がエネルギー効率は高いため、相関色温度の高い照明器具を用いる方が維持照度を確保するために必要な照明器具の設置台数を減らし、電力消費を削減することが可能となる。この観点で、道路照明灯、防犯灯やスポーツ施設照明では5000K程度の照明器具が用いられることが多い。また、薄明視^{※48}環境下では、昼白色等の比較的相関色温度が高い照明の方が良好な視認性が得られる(プルキンエ現象^{※49})とされている。

省エネルギーの観点では、相関色温度の高い照明が一般的に有効ではあるが、適切な相関色温度は照明の目的によって異なる。相関色温度が高すぎるものは、相対的に青色光が多く放出されるため、人、動植物、夜空の明るさへの影響に対しては望ましくない。照明の目的に応じて、適切な光色、相関色温度を選定する必要がある。

3. 3. 2 検討すべき対策

前項で述べた環境影響への対策の視点を踏まえ、本項では具体的な対策方法を示す。照明設計を行う際には、光環境類型によらず、以下の点を原則とすべきである。

- i. 全ての照明の目的を明確にすること
- ii. 必要な範囲のみ照射すること
- iii. 必要な時にのみ点灯すること
- iv. 必要以上の明るさにしないこと
- v. なるべく低い相関色温度の照明器具（電球色等）を使うこと

まずは、全ての照明について、その設置場所における照明の目的を明確にしなければならない。たとえわずかでも不要な照明を削減できれば、確実にエネルギー消費と光害を削減することができ、それを積み上げていくことで社会全体として大きな削減量となる。

これらの原則に則った上で、地域特性に応じて選択した光環境類型（P. 19）に基づき、適切な照明器具を選定・設計・設置する。照明器具の設置後も、必要な光環境の性能を維持するために、定期的に保守を行うことが重要である。

対策に際しては、本ガイドラインに加え、地域照明環境計画策定マニュアル（平成12年(2000年)）や光害防止制度に係るガイドブック（平成13年(2001年)）も参照することが望ましい。

^{※47} The International Dark-Sky Association (IDA) (2014) IDA Issues New Standards on Blue Light at Night < <https://www.darksky.org/ida-issues-new-standards-on-blue-light-at-night/> > (2021/2/28 閲覧)

^{※48} 「薄明視」については P. 52 を参照。

^{※49} 「プルキンエ現象」については P. 52 を参照。

以下、前述の5原則に則った具体的な検討項目について記す。

1) 適切な配光制御

図18に示すように、上方光束を含む漏れ光やグレアを抑制するには適切な配光制御が必要である。配光制御には照明器具に遮光板や反射板を用いたフード、ルーバを取り付ける方法等があるが、LED照明はレンズを用いた配光制御が一般的である。蛍光灯や水銀灯などに比べて、LED照明は指向性が高く、比較的容易に配光が制御できる。

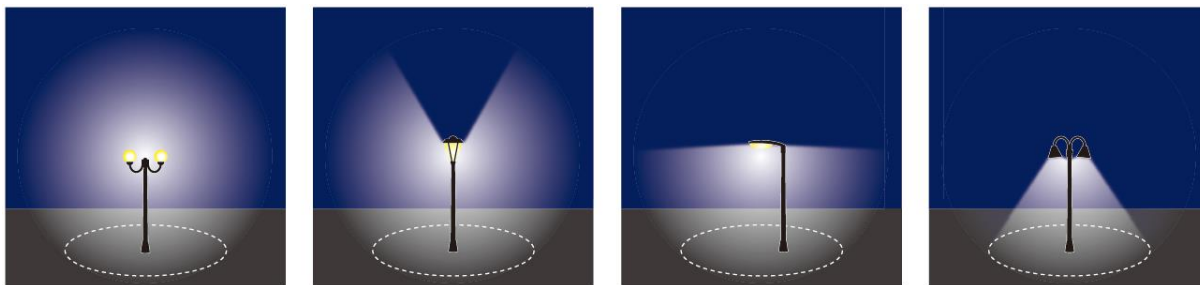


図18 配光の例（左から順に漏れ光が多い例）

同様に、屋外広告物照明についても図19に示すように、光軸が水平より下方を向くように設置することや、看板面以外への漏れ光を抑制する必要がある。また、スポーツ施設照明等で投光器を用いる場合は、フードやルーバの取り付けや、光害対策に適した配光を有する照明器具を用いることが、上方光束や周辺住居への侵入光等を抑制するために必要である。

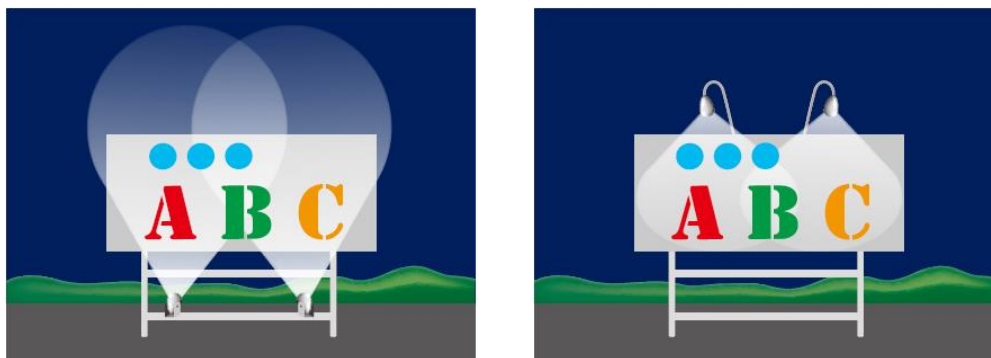


図19 看板の漏れ光（左：漏れ光が抑制されていない例 右：漏れ光が抑制されている例）

配光制御は多くの光害に有効な対策であるため、屋外照明を設置する際には積極的に検討することが望まれる。

屋外広告物照明や屋外設置物照明については、地方公共団体が条例等の中で規定を定めていることも多いため、確認・順守が必要である。

【事例】

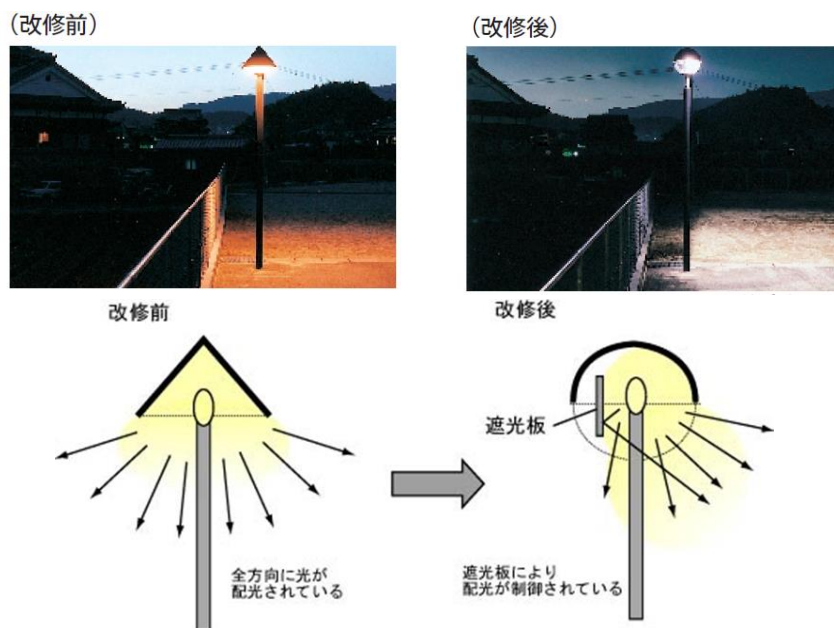


図 20 配光制御により漏れ光を制御した事例（福岡県筑紫野市御笠コミュニティセンター）

【LED の指向性】

一般照明用電球や電球形蛍光ランプのような従来の照明は光源から全方向に光が放出されている。一方で LED はある特定の方向（図 21 では下方向）に光が放出されている。このようにある特定の方向に光の強度が強いことを指向性が高いという。指向性が高いと配光制御が容易となり、遮光によって漏れ光を抑制するよりも、効率よく照明領域を照射することが可能となる。ただし、指向性の高い光はグレアを発生させやすいため、注意が必要である。

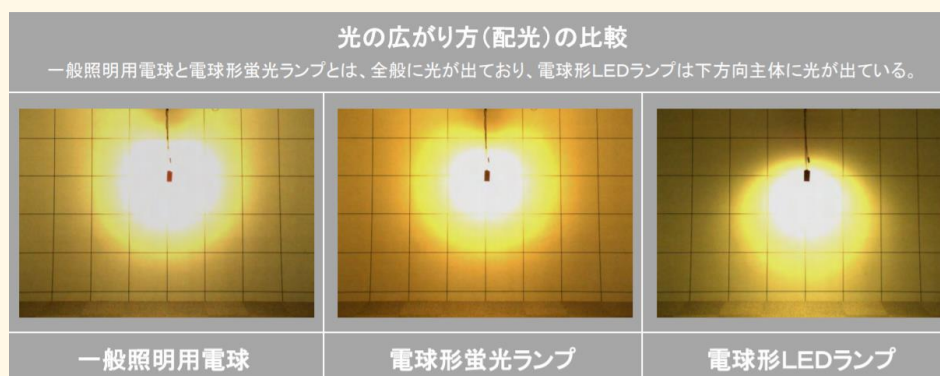


図 21 光の広がり方（配光）の比較※50

※50 一般社団法人日本照明工業会 <<https://www.jlma.or.jp/led/pdf/05HaikouLED.pdf>> より引用
(2021/2/28 閲覧)

2) 点灯時間管理

基本的に、人が居るときに照明が必要であることから、時間帯による人の有無や照明の需要に応じた点灯時間管理を行う。現在でも、多くの屋外照明がタイマや照度センサを活用して点灯管理されているが、地域の特性によっては星空の保護や生態系への影響に配慮し、生活に支障のない範囲で深夜の消灯を推進することも検討する。また、屋外広告物照明等についても、営業時間外や人通りが少なくなる時間帯など、消灯可能な時間帯には積極的に消灯することが求められる。

タイマや照度センサに加え、人感センサや、調光・調色機能を用いることで、照明をより適切に制御することが可能になり、環境影響の抑制と地球温暖化防止に資することができる。最新の屋外照明器具の制御技術の動向を確認するとともに、最適な技術の導入を検討することが望ましい。

【事例】

岡山県井原市「美しい星空を守る井原市光害防止条例」や、群馬県高山村「高山村の美しい星空を守る光環境条例」では午後 10 時から日の出までの間、屋外照明を消灯することを奨励している。

【屋外照明のスマート化】

Fujisawa サステイナブル・スマートタウン（神奈川県藤沢市）では道路灯や街路灯にセンサを搭載し、センサが人や車を感知すると出力が 100% となり、感知していない時は 75% に減灯する調光制御が行われている。また、街路灯間での連動や、防犯カメラとも連動させて、より効率的に光を活用する取組が行われている。これにより、安心・安全の実現と不必要な光の削減を両立することが可能となる。

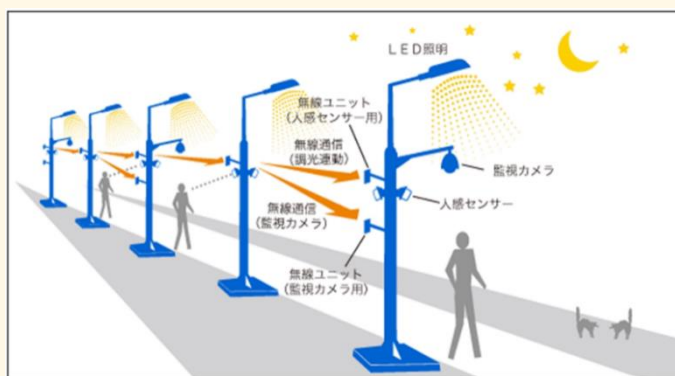


図 22 Fujisawa サステイナブル・スマートタウンの街路灯

©パナソニック株式会社

わが国では、このような制御機能が実装された屋外照明の普及はまだ進んでいない。一方で、欧米諸国を中心に屋外照明のスマート化は進んでおり、各種センサを搭載して様々な情報を収集し、より細かな光の制御を行うことで、屋外照明の付加価値を高め、社会の重要なインフラとして積極的に活用する先端的な取組が進んでいる。屋外照明の活用については最新の動向を確認するとともに、光を照らす以外の機能も活用することが望ましい。

3) 適切な光量・光色の設定・選択

適切な光量や光色は、地域の特性や周辺環境、照明の目的等により異なる。過度な明るさを抑え、輝度分布が均一な照明器具を選択することは、グレアの抑制にもなる。そのため、照明を設置する場所ごとにそれらを検討し、過度な明るさや環境・目的にそぐわない光色にならないよう、適切な照明設計を行う必要がある。特定の光色にする特別な理由がない場合は、なるべく低い相関色温度（電球色等）の照明器具を採用することが、環境影響の抑制につながる。

また、適切な光量や光色は、時間帯によっても変化し得る。照明の需要が低下する深夜には、低い相関色温度及び最低限の明るさにコントロールすることで、環境影響の抑制、グレアの抑制と地球温暖化防止に資することができる。LED照明はこのようなコントロールを実現しやすく、上述の点灯時間管理と組み合わせることで、より良い光環境を形成することができる。

【光害対策照明】

岡山県井原市美星町は夜空の暗さを守るため、照明メーカーと協力し、上方光束比 0.0%、青色光の少ない相関色温度 3000K 以下の屋外照明を設置した。上方光束比 0.0%にするため、カッタールーバが器具内に取り付けられ、器具の設置角度も水平に変更されている。また、この照明器具は IDA（International Dark-Sky Association）認証を受けている。



図 23 井原市美星町の事例：屋外照明交換前（左）と交換後のイメージ（右）

©パナソニック株式会社

【適切な景観照明等の使用】

これまで紹介した対策は、屋外照明全般を対象としているが、サーチライトやライトアップ用の景観照明等についてはさらに以下のような点に留意する必要がある。

- 不必要な光源の露出、点滅、動き、フィルターを通した着色を避ける。
- 自然界（樹木、水面など）への照射はその必要性を慎重に検討し、照射する場合は生態系を調査し影響が極小であることを確認する。希少種などがいる場合は照射すべきでない。
- 周辺環境を考慮し、使用する光量を最小化することを目指す。
- 照射対象物以外への漏れ光が最小限となるよう、配光制御に細心の注意を払う。
- サーチライトは特定の対象物を照らす以外の目的で使用すべきでない。特に夜空に向けたサーチライトの使用は夜空の明るさへの影響が大きく、避けるべきである。一時的なイベント等においても地域の光環境に対する十分な配慮のもとに実施される必要がある。

4章 光環境保全のさらなる取組

より積極的な光害対策に取り組もうとする地方公共団体が参考とできるよう、星空保護区の認定に向けた取組や、光害抑制に関する条例等の制定事例、良好な夜間景観の形成による地域の魅力向上に取り組んでいる事例などを紹介する。さらに、海外において近年制定された関連法制度についても紹介する。

4. 1 国内における先進的な取組や条例

最も厳格な光害対策を実施している例として、国際的な認定制度である「星空保護区」の認定を目指した地域の取組を紹介する。

1) 星空保護区の構築

国際ダークスカイ協会（IDA）が2001年に始めた「ダークスカイプレイス・プログラム」（和名：星空保護区®認定制度）は、光害の影響のない、暗く美しい夜空を保護・保存するための優れた取組



を称える制度である。認定には、夜空の暗さ（星空の美しさ）だけでなく、屋外照明に関する厳格な基準や、地域における光害に関する教育啓発活動などが求められる。そしてそれらは、地方公共団体・観光業界・産業界・地域住民など多くの人々の理解と努力によって支えられたものでなければならないとしている。また、認定の公表により、夜空保護の重要性、光害問題の現状と対策について、広く啓蒙することを目的としている。

星空保護区の認定において、屋外照明に関しては、上方光束比 0.0%、相関色温度 3000K 以下などの基準が設けられている。認定後には、継続的な教育啓発活動のほか、夜空の暗さをモニタリングし、明るさが増していないことを確認するなどの継続した取組が必要になる^{※51}。

※51 国際ダークスカイ協会 東京支部 <<https://idatokyo.org/hogoku>> (2021/2/28 閲覧)

① 西表石垣国立公園の取組

2018年3月、沖縄県の石垣市と竹富町にまたがる西表石垣国立公園が、国内初の「星空保護区」に認定された。アジアで2番目、世界では59番目の「ダークスカイ・パーク」となった。

日本の最南西端、八重山諸島に位置する西表石垣国立公園は、約406.53 km²の陸域面積をもつ。サンゴ礁に囲まれた島々には、数多くの希少な動植物が生息しており、その中には自然のままの暗闇

を必要としているヤエヤマヒメボタル（八重山の固有種）も含まれる。専門家による夜空の暗さの測定結果も星空保護区の基準を十分満足している。

この非常に優れた星空環境と希少な自然環境を将来にわたって保護し、また、観光資源として活用していくため、石垣市と竹富町が協働して星空保護区の申請を2017年7月に行い、認定に至った。ただし、2018年3月時点でまだ改修が必要な屋外照明が多数あったことから、「暫定認定」となっている。石垣市・竹富町は「屋外照明管理計画」を整備し2023年度までに公園内の全ての屋外照明を光害対策型に改修する計画である^{※52}。



© Coral-foundation Iriomote inc.

② 神津島村の取組

2020年12月、東京都・神津島村の全域（18.58 km²）が、IDAより国内で2番目の「星空保護区」に認定された。地方公共団体の全域が星空保護区となった日本初の事例である。

神津島村では、「星空保護区」申請に際し、美しい星空を保護することを目的に、屋外照明の明るさや点灯時間などを定めた条例^{※53}を制定するとともに、島内の屋外照明を光害対策型照明（上方光束比0.0%、相関色温度3000K以下）に改修するなど、星空の見えやすさに配慮した光環境を形成している。また、設置されている照明器具もIDA認証^{※54}を受けている。照明改修前後の比較写真（図24）を見ると、改修後は上方光束や漏れ光（海面での反射）が大幅に削減されていることがわかる。

^{※52} 星空保護区（一般社団法人星空保護推進機構） <<https://hoshizorahogoku.org/2019/12/28/post-69/>>（2021/2/28 閲覧）

^{※53} 「神津島村星空公園条例」及び「神津島村の美しい星空を守る光害防止条例」

^{※54} Fixture Seal of Approval Program <<https://www.darksky.org/our-work/lighting/lighting-for-industry/fsa/>>（2021/2/28 閲覧）

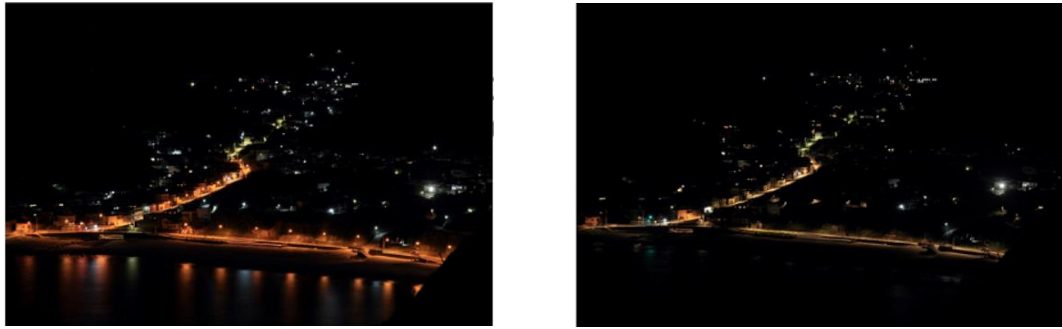


図 24 神津島村集落の街あかりの様子：屋外照明改修前（左）と改修後（右）

©神津島村

2) 光害抑制に関する条例等

地方公共団体の中には、以下のような異なるタイプの光害抑制に関する条例等を定めているところがある。

- ① 地方公共団体全域を対象として光害対策を規定した条例
- ② 地方公共団体の中で、特に暗さを守るべき地域を限定して基準を適用する条例
- ③ 環境保全に関する条例等の中に、光害抑制に関する条項を含むもの

ここでは、①～③の事例を1つずつ紹介する。

① 美しい星空を守る井原市光害防止条例（2020年改正）抜粋

（前文）

井原市美星町には、流れ星の伝説と、その名にふさわしい美しい星空がある。天球には星座が雄大な象形文字を描き、その中を天の川が流れている。更に、地平線から天の川と競うように黄道光が伸び、頻繁に流れ星がみられる。また、夜空の宝石ともいえる星雲や星団は、何千年、何万年以上もかかってその姿を地上に届けている。これら宇宙の神秘をかいま見ることができる環境は、井原市民のみならず全人類にとってかけがえのない財産となっている。

しかし、宇宙は今、光害によってさえぎられ、視界から遠ざかって行こうとしている。人工光による光害の影響は、半径100キロメートル以上にも及び、人々から星空の美と神秘に触れる機会を奪うだけでなく、過剰な照明は資源エネルギーの浪費を伴い、そのことが地球をとりまく環境にも影響を与えている。また、過剰な照明により、夜の安全を守るという照明本来の目的に反するのみならず、動植物の生態系にも悪影響を与えることも指摘されている。

近隣には主要な天文台が設置されているとおり、井原市美星町の周辺は天体観測に最も適した環境にあり、これまで『星の郷づくり』に取り組み、天文台も建設してきた。そして、今後も多くの人々がそれぞれに感動をもって遥かなる星空に親しむよう宇宙探索の機会と交流の場を提供することが井原市及び井原市民へ与えられた使命と考える。

このため、我が井原市民は、井原市美星町の名に象徴される美しい星空を誇りとして、これを守る権利を有し、義務を負うことをここに宣言し、この条例を制定する。

(目的)

第1条 この条例は、光害の防止及び適正な照明に関し、市、市民及び事業者それぞれの責務を明らかにするとともに必要な事項を定めることにより、市民の生活に必要な夜間照明を確保しつつ、光害から美しい星空を守ることを目的とする。

(光害防止の目標)

第4条 井原市美星町の区域内において、夜空の明るさが前年度よりも明るくならないことを目標とする。

(照明器具等の制限及び配光基準)

第11条 屋外照明は、原則として、規則に定める光源、配光基準及び敷地ごとに定める合計光束基準を満たすものとする。

2 屋外での投光機（サーチライト、スポットライト、レーザー等）の使用は、継続的なものでない場合又は明らかに水平以下に向けられていると判断される場合以外は、原則として禁止する。

3 運動場の投光機については、前2項の規定を適用しない。ただし、運動場の使用後直ちに消灯しなければならない。

4 建築物、看板等を照明する場合は、下から上に向けて投光することを禁止する。

5 屋外照明は、その用途に応じ、適正で必要最小限の光を使用するよう十分な配慮をしなければならない。

6 事業所等の屋内照明で、大量の光を使用する場合は、カーテン、ブラインド、雨戸等の遮蔽物により、できるだけ屋外に光を漏らさないよう配慮しなくてはならない。

(照明時間の制限の奨励)

第16条 屋外照明は、午後10時から翌朝日の出までの間、消灯することを奨励するものとする。

①' 美しい星空を守る井原市光害防止条例施行規則（2020年改正）抜粋

(光害に考慮した光源、配光基準及び敷地ごとの合計光束基準)

第4条 条例第11条第1項に規定する光源とは、相関色温度3000ケルビン以下の光源で、エネルギー効率にも優れたLED照明若しくは低圧ナトリウム灯又はそれに準ずるものをいう。

② 鳥取県星空保全条例（2017年11月）抜粋

（目的）

第1条 この条例は、県内随所で天の川を観測することができる鳥取県の美しい星空が見える良好な環境について、これが清浄な大気と光害の少なさによってもたらされることを踏まえ、光害の防止に関して、行政、県民等及び事業者の責務及び役割を明らかにし、県民生活及び事業活動に必要な照明を確保しつつ必要な規制を行うとともに、星空環境を観光及び地域経済の振興や環境教育に活用することを推進することで県民等及び事業者の理解を深め、もって星空環境を県民の貴重な財産として保全することを目的とする。

（星空保全地域の指定）

第9条 知事は、優れた星空環境を有する区域のうち、自然的社会的諸条件からみてその区域における星空環境を保全することが特に必要なものを、星空保全地域として指定することができる。

（略）

（星空保全照明基準）

第11条 知事は、星空保全地域の指定に当たっては、当該星空保全地域に係る星空環境を保全するために必要な照明器具の設置及び使用に関する基準（以下「星空保全照明基準」という。）を定めなければならない。

2 星空保全照明基準には、次に掲げる事項を定めるものとする。

（1）照明器具の設置の位置、照射の方向及び輝度に関する事項

（略）

星空保全照明基準（鳥取県星空保全条例施行規則）

照明器具の種類	項目	基準
屋外照明器具	設置の位置	照明の目的を達成するために必要な最小限の箇所に設置して使用すること。
	照射の方向	上方光束比が適切な数値となる器具を使用する、光源に傘その他の遮へい物を設置する等の環境省が定める光害の対策に係る指針その他の技術的な指針（以下「ガイドライン」という。）を参酌して当該地域における星空環境を阻害しないと認められる方向とすること。
建築物等を照射する照明器具	設置の位置	必要最小限の箇所に設置して使用すること。
	照射の方向	1 次の要件を満たすよう設置して使用すること。 ア 下向き照射とすること。 イ 建築物等のみを照射すること。 2 その縁が光源の下端よりも低い位置となるよう照明器具の上部に傘その他の遮へい物を設置し、上方に光が漏れないようにすること。
	輝度	照射される建築物等の表面の輝度は、ガイドラインを参酌して当該地域における星空環境を阻害しないと認められる数値以下とすること。
広告物照明器具	照射の方向	1 広告物を外部から照射する場合においては、次の要件を満たすよう設置して使用すること。 ア 下向き照射とすること。 イ 広告物のみを照射すること。 ウ その縁が光源の下端よりも低い位置となるよう照明器具の上部に傘その他の遮へい物を設置し、上方に光が漏れないようにすること。 2 広告物本体が発光する場合又はその内部が発光する場合においては、その縁が広告物の中心よりも低い位置となるよう広告物の上部に傘その他の遮へい物を設置し、上方に光が漏れないようにすること。
	輝度	広告物の表面の輝度は、ガイドラインを参酌して当該地域における星空環境を阻害しないと認められる数値以下とすること。

備考

- 1 「屋外照明器具」とは、道路、駐車場、庭園その他の屋外の場所において必要な明るさを確保する目的で設置し、使用する照明器具（イルミネーションの用に供するものを除く。）をいう。
- 2 「建築物等」とは建築物、工作物その他の施設をいい、「建築物等を照射する照明器具」とは建築物等の外観を照射する目的で設置し、使用する照明器具をいう。
- 3 「広告物照明器具」とは、広告物の外観を照射する目的で設置し、使用する照明器具又は広告物本体若しくはその内部が発光する広告物をいう。
- 4 個人の住宅に係る照明器具については、この基準は適用しない。

③ 岡山県「快適な環境の確保に関する条例」（2001年）抜粋

（屋外照明）

第20条 屋外照明のための設備(以下この条及び次条において「屋外照明設備」という。)の設置者は、屋外照明設備の設置又は更新に際しては、光害に関する法令の規定を遵守するほか、原則として、光源の上方に光が漏れることによって光害を生ずることのないよう努めなければならない。

2 屋外照明設備の設置者は、防犯その他の生活上の安全性の確保を図りつつ、当該屋外照明設備からの照明を必要最小限にとどめることによって光害の防止に努めなければならない。

（投光器の使用の禁止）

第22条 何人も、屋外において、サーチライト、レーザー等の投光器を、特定の対象物を照射する目的以外の目的で使用してはならない。ただし、規則で定める場合は、この限りでない。

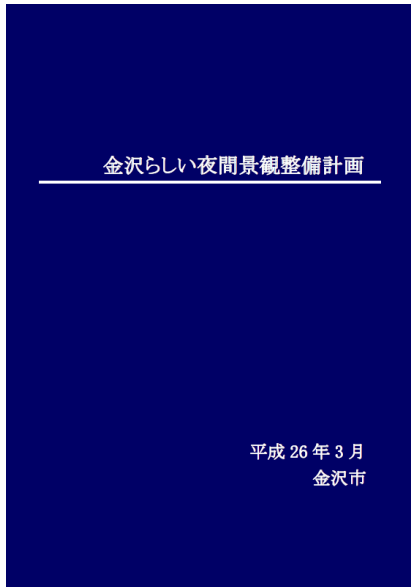
3) 夜間景観に関する計画等の事例

ここでは、特に都市部における良好な夜間景観の形成に向けた取組の事例を紹介する。

①石川県金沢市 金沢らしい夜間景観整備計画(2014年3月)

金沢らしい夜間景観の形成を図る上で景観特性が異なる5路線において照明実験を実施している。その結果を、地域の魅力を引き出す設計思想と照明器具の技術進化も見据えた具体的なあかりの整備手法に落とし込み、条件が類似する路線においても応用されたい旨、提言としてとりまとめている。

本計画では、照明ガイドラインにおける照明要件として、以下のような数値基準等を示している。



歴史的景観保全区域内における公共照明の数値指標（相関色温度）

地域名	基準 色温度 (K)
歴史的景観保全区域内の公共照明	2,700~3,500 許容: ~4,300K

歴史的景観保全区域内における公共照明の数値指標（グレア）

照明器具の高さ(m)	発光面輝度(グレア) (単位:cd/m ²)
歴史的景観保全区域内の公共照明	下表に準ずる

照明環境の形成のために参考とすべき数値指標（抜粋）

4.5未満	6,000以下
4.5~6	8,000以下
6以上	10,000以下

【参考】金沢市では、2005年に「金沢市における夜間景観の形成に関する条例」を制定し、地域の特性に応じた良好な夜間景観を形成するため、照明環境形成地域及び夜間景観形成区域を定め、地域ごとに照明環境形成基準、区域ごとに夜間景観形成基準を設け、夜間における景観誘導を行っている。

②東京都 良好な夜間景観形成のための建築計画の手引き（2019年9月）

この手引は、東京都景観計画に定める景観形成方針や景観形成基準のうち、夜間の景観形成に関して解説したものである。同方針・基準に対する設計者等の理解を深め、建築物の計画や設計に適切に反映することにより、夜間における快適な光環境の形成と地域の魅力向上を促進することを目的として作成されている。

手引のなかでは、夜間の照明計画の基本事項として、「光の質の向上のための7原則」が示されている。

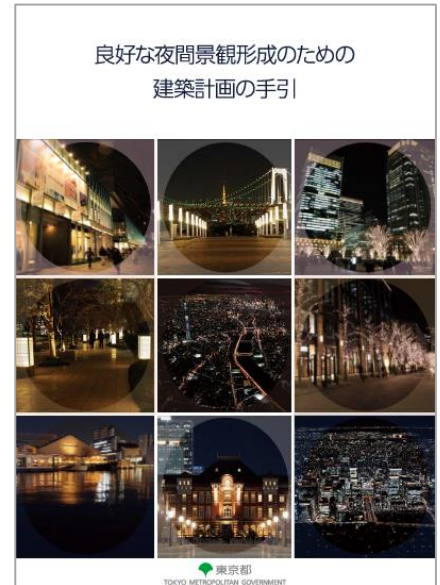
- 1 まぶしく不快な光（グレア）の抑制
- 2 適切な色温度

地域ごとの色温度の目安



- 3 演色性の確保
- 4 快適な陰影
- 5 鉛直面の明るさ
- 6 光のオペレーション
- 7 環境に配慮した照明

省エネルギーに配慮するため、LED等の効率の良いエコロジカルな光源を使用するほか、周辺環境に配慮し、漏れ光等により生じる光害を防止し、良好な照明環境づくりと省エネルギーに取り組むことを推奨している。



LEDの特徴と使用上の注意点	
特徴	使用上の注意点
<ul style="list-style-type: none"> ○寿命が長い ・白熱電球や蛍光灯の数倍以上と、寿命が極めて長いのが特徴です。 ○発光効率が良い ・供給される電力の多くが発光に使われるため、従来の白熱照明と同じ明るさを作るのに必要な電力が少なくて済みます。また、熱となって失われる電力が少なくて済むため、低発熱という特徴もあります。 ○調光や点滅が自在 ・応答性が良く、調光や点滅にすぐに対応することができます。 ○カラー演出照明が可能 ・赤・青・緑などの原色光源により、自由なカラー演出ができます。 	<ul style="list-style-type: none"> ○まぶしくなりやすい ・少ないエネルギーでより明るい光が可能となるため、必要以上に明るくなりすぎないように気を付けましょう。 ○白色に偏りがち ・色温度の高い方が発光効率が高いため、街全体が白くなりがちで、単調な印象を受ける場合があります。 ・住宅地などでは暖かい色合いに調整するなど、周辺環境に応じてふさわしい色温度を設定しましょう。 ○派手な色使いになりやすい ・色味を操作しやすいからこそ、色を使った照明が多くなり、街が雑多な印象になりかねません。色を用いようとする場合は、周辺との調和に注意しましょう。

4. 2 国際的な動向

海外では、1970年代頃より欧米諸国において、光学天文台を持つ自治体等を中心に光害防止条例等の制定が多くなされた^{※55}。2000年代以降には、一般的な環境影響抑制や省エネルギーを目的とした条例も増えており、法律化する国も出てきた。さらに近年では、上方光束比や相関色温度の制限等が定められた法律を制定している国もある。ここでは、フランス、クロアチアの法律を事例として紹介する。

1) フランス

フランスでは、照明設備の設計と運用に関する技術規定を定めることを目的に、光害の防止に関する法律（法律名：Arrêté du 27 décembre 2018 relatif à la prévention, à la réduction et à la limitation des nuisances lumineuses）が2018年12月に制定された。ほとんどの屋外照明に上方光束比1%未満、相関色温度3000K以下の制限が課されている。減灯時間の設定、人感センサの利用推奨、住居への侵入光の禁止や、グレアの抑制なども規定されている。また、サーチライトやレーザー等の使用や夜間に水辺を照らすことも原則的に禁止されている。

2) クロアチア

クロアチアでは人々の健康や生態系等の保護、設置前の適切な照明設計、全体的な照明による電力使用量の削減などを目的に、光害の防止に関する法律（ZAKON O ZAŠTITI OD SVJETLOSNOG ONEČIŠĆENJA）が制定されており、2019年1月に改正された。この法律では、サーチライトやイルミネーション等に対する制限をはじめ、多くの場合で相関色温度3000K（特定の保護地域では2200K）、上方光束比0.0%の制限を設けている。

※55 環境省（2001）光害防止制度に係るガイドブック。

巻末資料1 チェックリスト

屋外照明設備の設計、設置、保守・運用の各段階において、光害抑制のために確認・検討すべき項目を、本ガイドラインの内容と照らし合わせて確認するためのチェックリストを示す。本チェックリストは、本ガイドラインの対象者(P.2参照)だけでなく、住民による防犯灯の屋外照明設置等の際にも活用できる。

確認を進めるにあたり、まず、地方公共団体が定めた光環境類型（E1～E4）を確認し、確認できない場合は、適切に判断する必要がある。

表 12 光環境類型の確認

チェック項目	類型
該当地域の光環境類型。	E1・E2・E3・E4

※光環境類型 E1 においては、自然本来の暗さの保全が特に重要であるため、まず照明の必要性を十分に検討した上で、動植物や夜空の明るさへの影響を考慮する必要がある。

1) 周辺環境に基づく課題の洗い出し

表 13 のいずれかに該当する項目があった場合、それらの項目については照明設計以降の各段階において十分な検討と対策を要する。

表 13 周辺環境に基づく課題のチェックリスト

チェック項目	該当有無
【地域の特性】	
関連する地域の条例、規格、技術指針等がある。(P. 5)	
光環境に関連する地域の取組がある。	
【人への影響】(P. 12)	
近隣居住者の生活の妨げになる可能性がある。	
歩行者等に不快感を与える可能性がある。	
地域の景観を悪化させる可能性がある。	
【動植物への影響】(P. 14)	
野生動植物の生息域内、又は近接している。	
保護すべき動植物に影響がある可能性がある。	
農作物や家畜等の生産・育成施設に近接している。	
都市などで身近に動植物が生息している。	
【夜空の明るさへの影響】(P. 17)	
天体観測、星空観望会等に用いられる場所が近接している。	
天の川など星が多く見える地域で、星空を保護すべき地域である。	

2) 照明設計での確認項目

表 13 をもとに地域の特性と周辺環境への影響を確認した上で、より具体的な照明設計、影響への対策が検討されることが重要であり、本ガイドラインを参考に以下の項目について確認する。

表 14 照明設計でのチェックリスト

チェック項目	確認
【検討体制】	
検討体制に照明の専門家（照明メーカー担当者等の専門知識や知見等を有する者）が参加しているか。参加が困難な場合、アドバイザーとして助言を得たか。	
光環境に関連する地域の取組との協力を検討したか。	
保護すべき動植物への影響について、専門家の意見聴取や環境調査を検討したか。	
表 13 で該当した項目について、設計段階において十分な対策を講じたか。	
【目的の明確化】	
全ての照明について目的が明確になっているか。	
【適切な配光制御】（P. 34）	
照明領域を明確にし、各指針値（表 5～表 8）を確認し、適切な配光の光源・照明器具を選択したか。 ※上方光束については、できる限りゼロに近づけるよう検討する。	
周囲の明るさを考慮し、グレアの抑制に適切な光源・照明器具を選択したか。	
屋外広告物照明等の光軸が水平より下方を向いているか。	
【点灯時間管理】（P. 36）	
各指針値（表 5～表 7）を確認し、照明の目的や需要に応じた点灯時間管理を検討したか。	
より効率的な制御のため、タイマ、照度センサ、人感センサ等の導入を検討したか。	
生活に支障のない範囲での深夜消灯を検討したか。	
【適切な光量・光色の設定・選択】（P. 37）	
各指針値（表 5～表 8）を確認し、環境・目的に合った光量に設定したか。	
電球色等の相関色温度の低い照明器具の選択を検討したか。 （夜空を暗く保つには相関色温度を 3000K 以下にすることが望ましい。）	
照明の目的・需要に応じた光量・光色のコントロールを検討したか。	
【その他】	
LED など、エネルギー消費効率の高い光源を選択したか。	
景観照明（ライトアップ等）の場合、P. 37 に示す留意点も確認したか。	

3) 施工後の確認項目

表 15 施工後のチェックリスト

チェック項目	確認
【地域の特性】	
光環境類型、周辺環境に対して過度な照明になっていないか。	
【人への影響】	
表 13 (人への影響) において該当する項目があった場合、それらの影響は最小限に抑えられているか。	
指定された方向への最大光度値 (表 5) を下回っているか。	
最大鉛直面照度値 (表 6) を下回っているか。	
発光面の平均輝度の最大許容値 (表 7) を下回っているか。	
【動植物への影響】	
表 13 (動植物への影響) で該当する項目があった場合、影響について専門家との確認を行ったか。	
自然界への漏れ光、自然物への光照射は最小限に抑えられているか。	
【夜空の明るさへの影響】	
夜空の明るさへの影響が最小限に抑えられているか。	
【その他】	
その他、設計段階までに予期しなかった問題が発生していないか、現地にて十分に確認したか。	

4) 保守・管理計画の作成時の確認項目

表 16 保守・管理計画の作成時のチェックリスト

チェック項目	確認
エネルギー消費効率を維持するため、定期的な点検、清掃、照明器具 (ランプ) 交換等の保守を計画したか。	
表 13 のいずれかに該当する項目があった場合、運用中に問題が発生していないか、定期的な確認を計画したか。	
周辺環境や状況の定期的な確認・見直し (点灯時間や光量・光色の再検討) が計画されているか。	

巻末資料2 用語一覧

用語	定義
CIE (International Commission on Illumination)	国際照明委員会 (Commission Internationale de l'Eclairage) の略記。
JIS (Japan Industrial Standard)	日本産業規格 (Japan Industrial Standard) 日本の工業製品等に関する規格や測定法などが定められた日本の国家規格。
LED (light emitting diode)	電子流によって励起されたとき、光放射を放出する p-n 接合をもつ固体デバイス。
可視光 (visible light)	人の目に入って、直接に、視覚を起すことができる光。
点光源 (point source)	照明などの放射に関する計算や測定において、照射を受ける面までの距離に比べて大きさが無視できる程度に小さい光源。 備考：全ての方向に均一に放射を発する点放射源、又は点光源は、均等点放射源又は均等点光源と呼ばれる
指向性 (directionality)	一つの波源から放射される音波や電磁波の強さが方向によって異なるという性質。
波長 (wavelength)	周期的な波動の伝はん方向における、隣り合った同位相の2点間の距離。 量記号： λ 単 位：メートル (m)
分光 (spectral)	1. 放射に対する物体の性質を表す量 X を単色放射に関していう場合、その量の名称の前に付ける修飾語。 量記号： $X(\lambda)$ (例) 分光反射率、分光応答度 2. 放射量の分光密度、又は分光分布をいう場合、その量の名称の前に付ける修飾語。 (例) 分光放射束、分光放射束分布
分光密度 (spectral concentration)	波長 λ を中心とする微小波長幅内に含まれる放射量の単位波長幅当たりの割合。
分光分布 (spectral distribution)	分光密度の波長 λ に対する分布。

<p>光束 (luminous flux)</p>	<p>放射束を、CIE 標準比視感度と最大視感度とに基づいて評価した量。</p> <p>量記号：Φ_v, Φ</p> <p>単 位：ルーメン (lm)</p> <p>備考：放射束の分光分布を$\Phi_{e,\lambda}(\lambda)$とするとき、次式で与えられる。</p> $\Phi_v = K_m \int_0^{\infty} \Phi_{e,\lambda}(\lambda) \cdot V(\lambda) d\lambda$ <p>ここに、K_m：最大視感効果度</p> <p>$V(\lambda)$：CIE 標準分光視感効率</p>
<p>光量 (quantity of light)</p>	<p>光束を時間について積分した量。</p> <p>量記号：Q_v, Q</p> <p>単 位：ルーメン秒 (lm·s)</p> $Q_v = \int_{\Delta t} \Phi_v \cdot dt$ <p>備考：時刻 t_1 から t_2 までの光量は、次式で与えられる。</p> $Q_v = \int_{t_1}^{t_2} \Phi_v \cdot dt$
<p>光度 (luminous intensity)</p>	<p>光源からある方向に向かう光束の単位立体角当たりの割合。</p> <p>量記号：l_v, l</p> <p>単 位：カンデラ (cd)</p> <p>ルーメン毎ステラジアン (lm/sr)</p> <p>備考：問題とする方向を含む微小立体角$d\Omega$のすい体に含まれる光束を$d\Phi_v$とするとき、次の式で与えられる。</p> $l_v = d\Phi_v/d\Omega$
<p>配光 (luminous intensity distribution of a luminaire)</p>	<p>一次光源、二次光源(光学材料などの光の透過、反射を含む)及び照明器具の光度の、角度に対する変化又は分布。</p> <p>量記号：$l(\theta, \phi)$</p> <p>単 位：カンデラ (cd)</p> <p>ルーメン毎ステラジアン (lm/sr)</p> <p>備考：配光の種類には、対称配光、非対称配光、光回転対称配光(軸対称配光)など。</p>
<p>輝度 (luminance)</p>	<p>発光面上、受光面上、又は光の伝搬経路の断面上のある点における、その点を含む微小面を通り、ある方向へ向かう光束の、その方向に垂直な面への単位正射影面積当たり、単位立体角当たりの割合。</p> <p>量記号：L_v, L</p> <p>単 位：カンデラ毎平方メートル (cd/m²)</p>

<p>照度 (illuminance)</p>	<p>面上の点について定義され、その点を含む微小面に（全ての方向から）入射する光束の、単位面積当たりの割合。</p> <p>量記号：E_v, E</p> <p>単 位：ルクス (lx)</p> <p>備 考：問題とする点を含む、面積 dA の微小面に入射する光束を $d\Phi_v$ とするとき、次式で与えられる。</p> $E_v = d\Phi_v/dA$ <p>参 考：光束発散度と照度の次元は lm/m^2 であるが、光束発散度は単位面積当たりの発散光束であり、照度は単位面積当たりの入射光束である。</p>
<p>水平面照度 (horizontal illuminance)</p>	<p>水平面上の照度。</p> <p>量記号：E_h</p> <p>単 位：ルクス (lx)</p>
<p>鉛直面照度 (vertical illuminance)</p>	<p>鉛直面上の照度。</p> <p>量記号：E_v</p> <p>単 位：ルクス (lx)</p>
<p>維持照度 (maintained illuminance)</p>	<p>使用期間中に維持すべき、ある面に推奨される平均照度の値。</p>
<p>薄明視 (mesopic vision)</p>	<p>暗所視と明所視との中間（状態）の視覚。</p> <p>備考：薄明視覚では、すい体とかん体との両方が活動している。</p>
<p>プルキンエ現象 (Purkinje phenomenon)</p>	<p>（色が異なる 2 種類の色刺激を）それぞれの相対分光分布は変えないで、同じ比率で明所視から薄明視又は暗所視の明るさへと輝度を減少させたとき、短波長成分が優勢な色刺激に比べて長波長成分が優勢な色刺激の明るさが相対的に減少する（現象）。</p> <p>備考：明所視から薄明視又は暗所視へと経過していくときに分光視感効率は変化して、最大視感効果度の波長が短波長に移動する。</p>
<p>グレア (glare)</p>	<p>視野内の輝度分布、若しくはその値の不適切、又は、極端な対比があることによって、不快を生じるか、又は細かいもの、若しくは視対象を見る能力の低下を生じる視覚の状態。</p>
<p>色温度 (color temperature)</p>	<p>与えられた刺激と色度が等しい放射を発する黒体の温度。</p>
<p>相関色温度 (CCT : correlated color temperature)</p>	<p>特定の観測条件の下で、明るさを等しくして比較したときに、与えられた刺激に対して知覚色が最も近似する黒体の温度。</p> <p>量記号：T_{cp}</p> <p>単 位：ケルビン (K)</p>

ランプ光束 (lamp flux)	ランプから出力される全光束。
器具光束 (luminous flux of a luminaire)	照明器具から出力される全光束。 量記号： Φ 単 位：ルーメン (lm)
光源ランプ効率 (lamp efficacy)	光源から出る全光束を、光源の消費電力で割った値。 単 位：ルーメン毎ワット (lm/W)
器具効率 (light output ratio of a luminaire)	器具光束とランプ光束の比。
エネルギー消費効率	照明器具全光束と消費電力の比。
調光 (dimming)	同一の照明器具において光量を変化させること。
調色 (toning)	同一の照明器具において光色を変化させること。
光害 (light pollution)	良好な「光環境」の形成が、人工光の不適切あるいは配慮に欠けた使用や運用、漏れ光によって阻害されている状況、又はそれらによる悪影響のこと。
漏れ光 (spilled light)	照明器具から照射される光で、その目的とする照明領域外に照射されるもの。
侵入光 (light trespass)	住居内等、照射されるべきでない対象を外部から照射する光。
スカイグロー (skyglow)	大気中での光の散乱により夜空が明るくなること。
上方光束 (upward luminous flux)	器具光束のうち水平より上方へ向かう光束。
上方光束比 (ULR : Upward Luminous flux Ratio)	器具光束に対する上方光束の比率。
青色光 (blue light)	波長が 400~500nm の光。
概日リズム (circadian rhythm)	ほぼ 24 時間を周期とする、生態的、内因的なリズム。
走光性 (phototaxis)	自由に運動できる生物が、光放射の照射を受けて、光源の方向に運動する性質。
背光性 (negative phototaxis)	自由に運動できる生物が、光放射の照射を受けて、光源と反対の方向に運動する性質。

【参考文献】

- JIS Z 8113 照明用語 (1998)
- 広辞苑 第7版 (2018)

令和2年度光害対策ガイドライン改訂に係る検討委員会

伊東 勇人 パナソニック株式会社 ライフソリューションズ社ライティング事業部
エンジニアリングセンター 課長

越智 信彰 東洋大学 経営学部 会計ファイナンス学科 准教授

鈴木 篤 一般社団法人日本照明工業会 技術部 担当部長

竹下 秀 東海大学 工学部 光・画像工学科 准教授

望月 悦子 千葉工業大学 創造工学部 建築学科 教授 (座長)

山田 哲司 岩崎電気株式会社 新技術開発部開発企画課 主査

(五十音順、敬称略)

事務局

一般社団法人環境情報科学センター

平成10年3月 発行

平成18年12月 改訂

令和3年3月 改訂

環境省 水・大気環境局 大気環境課 大気生活環境室