

ダークスカイの町、 2200Kの街灯を選択

シェル・エバーグリーン

米国マサチューセッツ州ペッパーレルの住民らは町の指導者らの意見に従って、道路を照らし、ダークスカイを維持するために、先進的なLED技術を選択した。

LEDが2010年代に台頭し始めると、一部の都市は直ちにこれに飛びつき、エネルギー効率に優れたこの技術を街灯に採用した。例えばロサンゼルスでは、2013年までに14万基の街灯がLEDに置き換えられ、同市を象徴していたオレンジ色に輝く街並みが、明るい白色光によってくっきりと照らされた、色飽和した場所に生まれ変わった。

もう少し時間をかけてこれを取り入れた都市もある。ボストンはこの10年間の間に、CO₂排出量削減計画の一環として、古い街灯を徐々にLEDに置き換えてきた。それでも2019年の時点で、公共街灯は、自治体のCO₂排出量の9%以上を占めていたため、同市は数万基の従来街灯に加えて、数千基の歴史的なガス街灯までもLEDに置き換えることを計画している。

全米の規制当局が現在、エネルギー使用量と環境的危険因子に対する取り締まりを強化している。しかし、LEDは明るい未来をもたらすように見える一方で、自治体や専門家は、ダークスカイ(星空保護)への影響を懸念している。

科学分野のある最近の研究によると、2022年の平均的な夜空は2011年と比べて9.6%明るくなっているという。これは、多くの専門家が予想したよりも早いペースで、その要因の1つは、光害を測定するための現行手段(気象衛星など)によって、LEDが放つ青

色光が基本的に観測できないことにある。光害は、人体の概日リズムを乱したり、動物の移動パターンを変えたり、樹木に光を長い夏と誤って解釈させたりと、さまざまな影響を与えるので、これは問題である。そのいずれも、生態系の影響の連鎖につながる恐れがある。光害を抑えるために、一部の都市はLEDに目を向けている、ということ意外かもしれないが、その動きは新しい知識に基づいている。

小さな町の大きな構想

ボストンから北西に1時間ほど車を走らせた場所にあるマサチューセッツ州ペッパーレルは、ダークスカイに優しい町を自称し、エネルギー使用量と光害の低減に取り組んでいる。2021年終盤には、街灯を413基の先進的なLED照明器具に置き換える作業を完了した。しかしその道のりは、決して平坦ではなかった。

2009年に、この町に住むティム・ブラザーズ氏(Tim Brothers)が、マサチューセッツ工科大(MIT)のウォレス天体物理観測所(Wallace Astrophysical Observatory)に勤務し始めたときは、真っ暗な夜空に天の川を簡単に見つけることができたという。同氏は現在、同観測所の観測マネージャーを務めている。しかし、周辺地域の光害によってこの農村コミュニティが徐々に

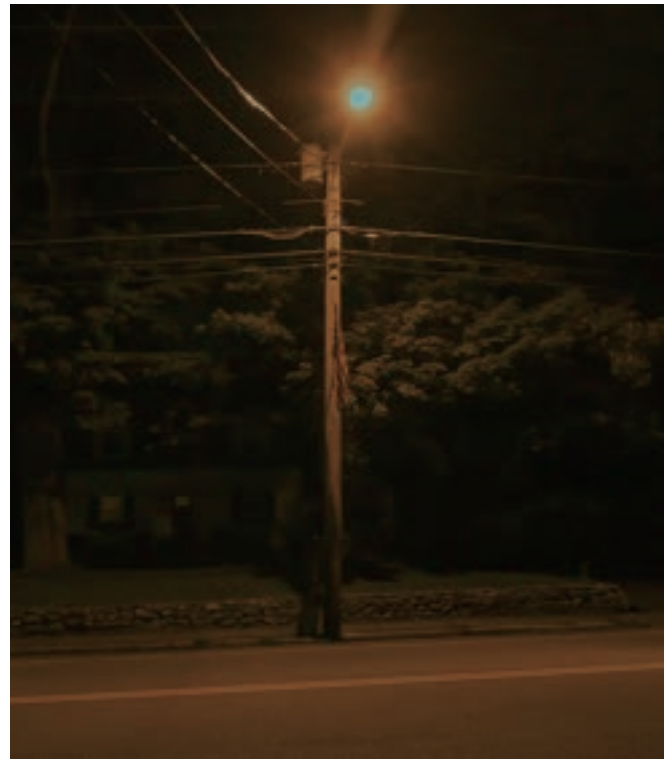


図1 ペッパーレルでは、以前の高圧ナトリウムランプの街灯(左)を、エネルギー効率が高くダークスカイに優しいLED照明(右)に置き換えることを決断し、住民の承認を得た、CCTが2200Kのモデルを選択した(写真提供:ブラザーズ氏)

侵害されて、2012年から2020年の観測結果によると、夜空の明るさは毎年6.8%増加しているという。

ペッパーレルは、星がはっきりと見える、同州に残された数少ないコミュニティの1つだと、ブラザーズ氏は述べた。同氏は、国際ダークスカイ協会(International Dark-Sky Association: IDA)マサチューセッツ支部の活動的な会員で、以前は副支部長を務めていた。「空が年々明るくなって、かつては夏の間に見えていた天の川が、とうとう完全に消えてしまった」と、同氏は述べた。実際、同氏がこの活動を始めたのは2017年の夏、観測所で学生たちに天の川を見せようとしていたのに、見えないことを発見したのがきっかけだった。ペッパーレルの自宅に戻った同氏は、夜空の星雲が大きくぼやけていることに驚愕し、この星空を保護しなければならないことを悟った。

同時期に同氏は、ペッパーレルの光、空気、騒音規則(Light, Air, and Noise Bylaw)の委員を既に務めていた。2019年冬、ペッパーレルがエネルギーとコストの削減を目的とした街灯改修の検討を始めたばかりの頃に、アンドリュー・マクリーン町長(Andrew MacLean)はブラザーズ氏に助言を求めた。ブラザーズ氏が光害の悪影響を訴えたことで、このプロジェクトは、新しい街灯によって可視性を高めつつ光害の影響を抑制するという、より広大な取り組みに発展した。「私は生涯星を眺め続けてきた天文学の教育者である。常に気にかけてはいたが、人間と動物の健康に対する光害の危険性を示す、より多くの科学的証拠が公表されたことで、意欲がさらに高まった」と、ブラザーズ氏は述べた。

潜在的なコスト削減効果を町に理解してもらおうことも、初期の議論におい

て重要なことだった。「HPS(高圧ナトリウムランプ)をLED照明に置き換えるときに、エネルギーが削減され、従って、コストが削減されることは、ほぼ保証されている。スマートコントローラによるさらなる削減効果を明らかにしたことで、照明レベルを必要最小限に設定することが提案しやすくなった」と、ブラザーズ氏は述べた。

同町のHPS街灯をLED照明器具に置き換える作業は、コンセプトから完了までに2年強かかった。主に新型コロナウイルスの感染拡大とサプライチェーンの停滞が原因で、予定よりも長い時間がかかった。自治体当局は、地元の電気会社から街灯を1つ1ドルで買い取る必要もあった。「これは、ちょっとした課題だった。電気会社は設備使用料を得ていたため、(私たちに對する街灯所有権の)売却を渋った」と、マクリーン氏は述べた。



図2 ニューヨークに設置された、クーバー・ライティング・ソリューションズ社の「Archeon Nano」街灯(写真提供:クーバー社)

法務チームが交渉に入ったところで、同町のプロジェクトを請け負った加リアルターム・エナジー社(RealTerm Energy)が、設置されている街灯を確認する調査を実施し、存在しない数基の街灯の費用が同町に請求されていたことを発見した。「実際にはすべての電球にメーカーが取り付けられていた



図3 Archeon Nanoの個々のLEDは、スマートシティ技術によって制御可能である(写真提供:クーバー社)

はなかった」とマクリーン氏は述べ、その電気会社はそれまで、電球の種類と点灯時間に基づいて、各街灯に対して一定料金を請求していたと指摘した。

町が街灯を所有することの1つの欠点は、メンテナンスが町の責任になることである。これまでは電気会社が、設備使用料の一環としてメンテナンスを管理していた。同町は現在、受託業者とともに約1万ドルの年間予算で街灯のメンテナンスを行っている。しかし、受託業者とは故障時修理契約を結んでいるため、メンテナンスの初期費用はかからない。「業者を呼ばない限り、支払いは発生しない」と、マクリーン氏は述べた。

プロジェクトの重要な節目の1つは、街灯の複数の候補が実際に動作しているところをコミュニティの住民に見てもらう機会を設けることで、それは、ブラザーズ氏のアイデアだった。2021年4月の2週間に、さまざまなサイズと相関色温度(Correlated Color Temperature:CCT)の6種類の異なる街灯を実装した12基の照明器具が、ペッパーレルのメインストリートに配置された。そのうちの5種類は、さまざまなメーカーが手掛けた、いずれもCCTが2700K未満のLED街灯で、1種類は、HPS街灯だった。各照明の輝度を、1週目は100%、2週目は50%に設定した。この期間中に、住民の好みを調査するための公開アンケートが配布され、約125人の回答が得られた。「(投票結果は)HPSと2200K(のLED)でほぼ同数だった」と、マクリーン氏は述べた。輝度が引き下げられたことには誰も気づかなかったようで、街灯が明るすぎると苦情を寄せた住民もいたと、ブラザーズ氏は述べた。

エネルギー効率が同町の優先事項であったため、2200KのLEDが明らかな選択肢だった。「それは、一部のLEDのようなはっきりと明るい白ではなく、私たちが交換しようとしていた従来のHPS照明に近い、暖かみのある黄色に見えるものだった」と、マクリーン氏は述べた。

「早い段階で頻繁に」一般住民の意見を仰いだことが、このプロジェクトの主要な成功要因だった可能性が高いと、米アリゾナ州タスコンを拠点とするダークスカイ・コンサルティング社(Dark Sky Consulting)のプリンシパルコンサルタントで天文学者のジョン・バレンティン氏(John Barentine)は述べた。バレンティン氏はペッパーレルのプロジェクトに直接関与していないが、当時

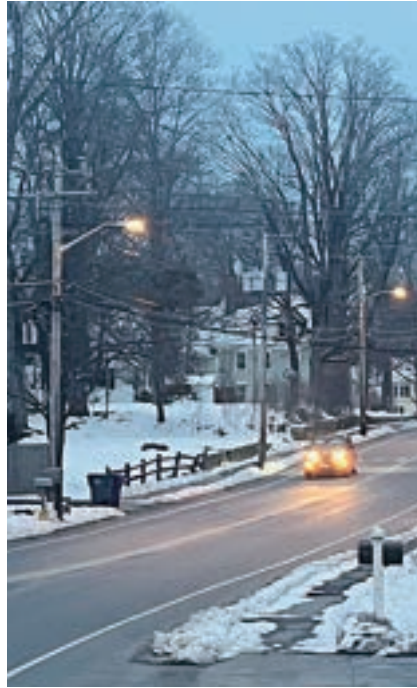


図4 この街灯プロジェクトは、ダークスカイ（星空保護）の機能とコストが、住民の意見を聞き、照明器具の寿命と性能を保証する照明制御を採用することによって、管理可能であることを実証したと、ダークスカイを提唱するペッパーレル在住のティム・ブラザーズ氏は述べた(写真提供：マククリーン氏)

IDAの公共政策担当ディレクターを務めており、ブラザーズ氏らの取り組みを知っていた。「間違った方向に進むのは、住民の意見を聞かずに都市が決断を下す場合のようだ。そのような事例が米国のさまざまな場所で繰り返し発生するのを、これまでに何度も見てきた」と、同氏は付け加えた。

低めに設定された、明るい光の新基準

同町が選択した2200Kの照明器具は、米クーパー・ライティング・ソリューションズ社(Cooper Lighting Solutions)の「Archeon Nano」で、街灯市場に投入された最新LED技術の1つである。Archeonシリーズの中で最も小型で低価格のこの照明は、164lm/Wの発光効率、2000～7800ルーメンの出力パッケージ、コブラヘッド型の形状を特長としている。

ペッパーレルの町当局は最終的に、

照明の輝度を夕刻から深夜までは50%、深夜から明け方までは30%に設定することにした。低めの輝度は、エネルギーとコストをさらに削減して、光放射を低減するとともに、将来的に照明の輝度を上げる余地を持たせることにもつながる。どのような種類の照明も時間とともに出力が低下すると、バレンティン氏は述べた。低めの輝度で運用すれば、照明が将来老朽化した場合に、輝度を上げることによってそれを補うことができる。

マククリーン氏によると、同町はより高い輝度での開始を検討していたが、ブラザーズ氏が低く設定することを勧めたという。結局、見えにくいと苦情が住民から寄せられれば、いつでも輝度を上げることができる。これまでのところ、「照明が十分に明るくないという苦情は1件もない」と、マククリーン氏は述べた。

同町は、候補となる街灯メーカーを

街灯プロジェクト管理会社：
リアルターム・エナジー社
照明メーカー：
クーパー・ライティング・ソリューションズ社
制御メーカー：
コビキア社

無作為に選んだわけではなかった。ペッパーレルのこのプロジェクトを受託した業者は2020年終盤に、この改修プロジェクトについてクーパー・ライティング社に連絡を取っていた。クーパー・ライティング社は、2700K未満のLEDの利用に同町が関心を示していることに興味を持ち、初期契約後にこのプロジェクトに着手したと、同社のインフラ担当北東地区セールスマネージャーを務めるスペンサー・ピジョン氏(Spencer Pidgeon)は述べた。同氏は、「より暖かみのある色温度が道路照明に対して選択される傾向を、確かに実感している」として、IDAが認定するDark Sky Community(ダークスカイ・コミュニティ：星空保護区)を目指す自治体にとって理想的と考える、2200K

の製品シリーズを、同社が発売したばかりであることを指摘した。「私が最初にこれに着手したときは、誰もが4000Kを求めている状態だった」とピジョン氏は述べた。

ピジョン氏によると、Archeonシリーズには、「ディスクリートのLEDプラットフォーム」が搭載されており、米ユビキア社(Ubicquia)のスマート制御によって、各照明器具だけでなく各ダイオードも個別に制御できるという(ただし、照明器具に装備されたNEMA準拠の7ピンレセプタクルを使用する、任意の制御ソリューションが適切に動作するはずだと、ピジョン氏は付け加えた)。同シリーズは現在、5つの異なるフォームファクタで提供されているが、ペッパーレルは、最小サイズと中サイズの街灯を選択した。そのすべてが、同じスマートネットワークで動作する。同町は、電力障害、車の衝突などによる照明の傾きや、誤動作の通知を、ネットワークから毎日受信すると、マクリーン氏は述べた。

ピジョン氏によると、ダークスカイに優しい照明を実現するのは、適切な量の光を必要な場所に供給することを可能にする、光学部品と光学制御だという。「私たちの目的は、空間を必要以上に照らすことではない」と同氏は述べ、クーパー社のほとんどの道路照明製品が、U0のアップライト定格に適合しており、それは空に光を放射しないように設計されていることを意味すると続けた。「それが業界と当社顧客の要求であり、当社は夜空の良き管理人になることを目指している」と同氏は述べた。

ダークスカイ・コミュニティを目指す自治体へのアドバイス

ペッパーレルが街灯プロジェクトに

成功したのは、CCT以外の項目も検討したためだと、バレンティン氏は述べた。1つの要素だけに着目して照明設計を行ってはならないというのが、研究者らの間の新たなコンセンサスで、それは、IDAのFive Principles for Responsible Outdoor Lighting(適切な屋外照明の5原則)にも反映されている。例えば、CCTが3000K未満でも、光出力が高すぎたり、光を必要とする場所以外の方向に光源が向けられていたりする場合は、ダークスカイに優しい照明にはならない。

ブラザーズ氏は、街灯の改修を検討する自治体に対して、以下のチェックリストを提供した。

- ・ U0 定格、つまり、上方向の光放射がほとんど、あるいは全くないこと。
- ・ 2200K ~ 2700K の CCT で、有害な青色光を低減し、大気中の拡散を抑えること。
- ・ 具体的な目的に対して必要なルーメン量だけを出力するように照明器具を設定すること。
- ・ すべての街灯を調べて、一部の照明器具が余分になっていないかを確認すること。

ペッパーレルの利害関係者の中には、フルシールド、U0、最大2700KのCCT、住民に対する実証実験、スマートコントローラなど、新しい街灯に対するダークスカイ提唱者らの要求が実現できるかどうか、懐疑的な人もいたと同氏は述べた。「1つのよくある誤解は、正しいことを行くと、さらにコストがかかるとか、難しすぎると

かいうものだ。結果を見てもらえば、そのどちらも間違いだったことが証明されていると思う」とブラザーズ氏は述べた。

同プロジェクトの費用についてマクリーン氏は、電気料金が年間3万5000ドル削減されたことで、基本的に追加費用は発生しなかったと述べた。同町はプロジェクトの費用を、予想投資回収期間よりも1年長い、7年分割で支払う。マクリーン氏によると、いくつかの照明器具は最初の数カ月の間に故障したが、少なくともそのうちの1件は、自動車事故が原因だったという。「品質管理を行えば、(LED照明は)15 ~ 20年は正常に動作する」と同氏は述べた。同町はまだ、街灯予算を上げずに済んでいる。「電気料金の値上げの分だけ予算を上げる可能性があった(が上げずに済んだ)ので、計画よりもプラスの状態にある」とマクリーン氏は述べた。

費用面と消費電力の削減以外に、街灯の高度な制御は、公共安全にもメリットを与えている。「スマートコントローラにより、照明を個別に点灯/消灯することができる。例えば、迷子が発生した場合は、暗くなってからも捜索ができるように、近隣地域の照明を(高い輝度で)点灯することができる」とマクリーン氏は述べた。

ブラザーズ氏は最後に一言、多くのLED早期導入者が残念ながら経験した、グレア、住民の苦情、徐々に色あせる紫がかかった照明を防ぐためのアドバイスとして、「焦らずに取り組んでほしい」と述べた。

著者紹介

シェール・エバーグリーン(SHEL EVERGREEN)は、米国コロラド州在住の科学ジャーナリスト兼マルチメディア専門家。MIT Tech Review、Ars Technica、Canary Mediaなど、多数のメディアの記事を執筆している。余暇には、ボランティアとして若いライターを指導したり、パートナーとベットとともに山に出かけたりしている。URL: shelevergreen.com