

LED 街路灯用ポールの資産収益化 —SALC での話題

モーリー・ライト

屋外分野におけるLED照明への移行は、初期費用は高いものの、目に見えるコスト削減を地方自治体や電力会社にもたらしている。街路灯やエリア照明のポール所有者は、その資産のさらなる活用を目論んでいる。

例年通り、北米照明学会 (Illuminating Engineering Society : IES) の Street and Area Lighting Conference (SALC) では、夜間の照明環境の改善、コネクテッド照明やスマート照明技術の活用、センサの重要性、都市部における犯罪対策としてLED照明の効果など、さまざまな話題に関する講演が行われた。しかし、米国カリフォルニア州サンディエゴにおいて2019年9月22～25日の日程で開催された今回のSALCは、街路灯用ポールが新しい収益源になる可能性を秘めた貴重な資産であることに、それを所有する地方自治体や電力会社が気づいたという、資本主義的な意味合いにおいても記憶に残ることだろう。その収益源としては、照明に関連するものもあれば、まったく関連しないものもある。そしてもちろん、モノのインターネット (Internet of Things: IoT) に関する言及は多かったが、多くの講演者が、IoTとは具体的に何なのかという点を明らかにしようと努めていた。

本誌では10年以上前からほぼ毎年、SALCの取材記事を掲載している。ここ数年間は、他のイベントとスケジュールが重なって参加できなかったこともあったが、スマートなコネクテッド固体照明 (Solid State Lighting : SSL) システムは、駐車場監視や銃撃探知から交通流の改善に至るまでの他のさま



図1 装飾的な先端部を持つものとコブラヘッド型のものの両方を含めて、サンディエゴの3000を超える街路灯ポールに、360°カメラを搭載する無線スマートノードが設置されている。(写真提供:モーリー・ライト)

ざまな用途にも利用できるという概念が、このイベントでは一貫して支持および追求されているというのが、本誌のこれまでの大まかな認識である。まずは街路灯の運用コストをさらに削減するためのネットワークと制御システムを実装し、それからそのネットワークを他の用途に適用することを検討しようというのが、全般的な共通テーマとなっている。

そのシナリオは実現に向けて進行しており、実際に実現されている。しかし、今後の行方には変化が生じている。

本誌は2018年夏に、ネットワーク接続カメラを中心とした技術のオレゴン州ポートランドでの試験運用を取り上げた記事で、その変化を指摘した (<http://bit.ly/2WICQXz>)。スマートカメラ対応のノードが、ポールの上の照明器具の隣に設置されたが、それらのノードは、街路灯を接続するものとは別の専用高速無線ネットワークを利用して。至る所に設置されているポールが重要な資産で、それが信頼性の高い電力と周囲を一望する視界を、カメラや他のセンサに提供していた。

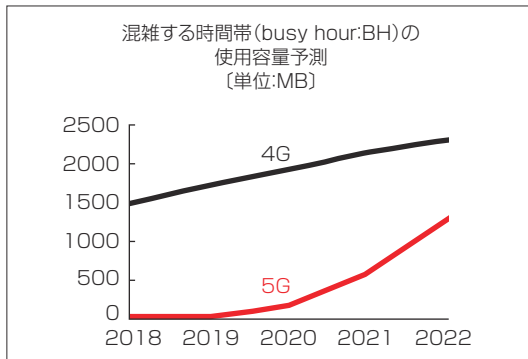


図2 5Gの展開が紙面ににぎわっているが、その技術はしばらくは4G基盤に依存するものになる見込みである。ただし、5Gのsmall cell技術は、街路灯所有者の機会の扉を開くと期待される。(図提供: デビッド・バウム氏とブライアン・ゴールドバーグ氏)

その動きはますます拡大しており、以下ですぐに説明するように、ポール所有者は、5Gのsmall cellインフラやさらにはWi-Fiのホストなどによって、ポールの収益化が図れるのではないかという、ゴールドラッシュに近い期待を抱くまでに至っている。

「America's Finest City」と称されるサンディエゴ市

例年通り、9月23日午前最初に登壇したのは、開催都市であるサンディエゴ市の職員だった。同市副最高執行責任者を務めるエリック・コールドウェル氏(Erik Caldwell)が、参加者らに挨拶した。本誌は、サンディエゴの街路灯ポールへのカメラ対応スマートノードの設置における同氏の役割について、コールドウェル氏に取材したことがある(<http://bit.ly/2k5GAxE>)。SALCでは、コールドウェル氏は同市の大使としての役割に徹し、「America's Finest City」(アメリカで最も素晴らしい街)と古くから地元で称される同市の長所を語った。

コールドウェル氏は、同市が長年にわたって、航空宇宙をはじめとする技術業界に多数の貢献をしてきたことに言及した。モバイル通信の主要な革新的企業である米クアルコム社(Qualcomm)や、公共交通機関向けに事業を展開する米キュービック社(Cubic)

などが、同市に本社を構えている。本誌が以前、街路灯ポール上のカメラノードについて取材した際、同氏は、法執行業務におけるその役割については控えめに語りつつも、カメラが犯罪捜査に利用されていることは認めた。しかしコールドウェル氏は、警察が日常的にカメラにアクセスしているわけではなく、犯罪捜査への協力を特に求められた場合のみカメラ映像を提供していると述べていた。

コールドウェル氏に続いて基調講演を行ったのは、サンディエゴ警察署で特別プロジェクトや立法問題を担当す

るジェフリー・ジョーダン警部(Jeffrey Jordan)である。ジョーダン警部は、LED街路灯への早期移行によって電力コストや保守コストを削減できたことから、同市はスマートポールの設置(図1)を進めることができたことなど、本誌でも既に紹介した背景について語った。同市には3200本を超えるポールが設置済みで、その本数はまもなく4000本に達する見込みだという。

高精度な治安維持活動

ジョーダン警部は、スマートノードによって収集されたデータの使用事例は、同市のすべての部署に存在すると述べた。データは、環境データを含むビデオ映像だけにとどまらない。カメラは、DNA鑑定や指紋鑑定などの手段と同様に、高精度な治安維持活動と同氏が呼ぶものを可能にするという。

ジョーダン警部によると、警察署は市民のプライバシーを守る形で、ビデオとセンサの機能を利用するという。サンディエゴに設置されたカメラにつ



図3 ジョージア州のキュリオシティ・ラボ・アット・ピーチツリー・コーナースの試験コースを走行する自動運転車。車両通信には5Gセルラーを利用している。(写真提供: キュリオシティ・ラボ)

いては、米国自由人権協会(American Civil Liberties Union : ACLU)が注意の目を向けている(<http://bit.ly/2pVi4Ce>)。しかしジョーダン警部は、カメラは私有地内の映像をとらえることはせず、顔認識や車両ナンバープレートの自動検出はシステムにおいて利用されておらず、音声録音も行われていないという、本誌の以前の記事でも紹介したいくつかの点を、強調した。

このシステムからのデータが、1年間で164件の犯罪事件に利用されたことをジョーダン警部は明らかにした。35件は殺人または殺人未遂事件だった。それ以外には、器物損壊などのより日常的な事件が含まれる。このシステムは、容疑者の潔白証明や有罪判定に寄与し、少なくとも一人の殺人容疑者の容疑を晴らす証拠となった。おそらく最も重要なのは、カメラによって捜査が迅速化され、裁判所費用が削減されることである。このシステムは今後、犯罪の抑止にもつながることが期

待されている。

セルラー関連の機会

サンディエゴにおいて、照明器具の制御には、敷設済みの低速な無線機構が使われているが、スマートノードによるビデオや環境データの送信には、4Gセルラー技術が利用されている。他にも多くの地方自治体が、スマート街路灯を導入するための最も簡単な方法として、セルラー接続を選択している。しかし将来的には、セルラー技術には別の角度からの収益化の可能性がある

と、地方自治体や電力会社は見ている。米ヴァルモン・インダストリーズ社(Valmont Industries)事業開発担当ディレクターのデビッド・バウム氏(David Baum)と米ベライゾン社(Verizon)スモールセル・リアルエステート担当ディレクターのブライアン・ゴールドバーグ氏(Bryan Goldberg)による共同発表では、セルラー技術の進化と、その全体像における街路灯の位

置づけについて、詳しい説明が行われた。両氏の講演の要旨は、4G LTE技術は素晴らしい成功を遂げて、有線ブロードバンドの性能にほぼ匹敵するデータレートを達成していること、そして、5Gはその4Gを基盤に構築されるが、それに置き換わるのはかなり先になるだろうということだった(図2)。しかし5G技術は、街路灯所有者の機会という観点において、重要な進展である。

これまでセルラー技術は、一般的に高い場所に設置されて比較的アクセスしにくい電波塔に依存してきた。バウム氏とゴールドバーグ氏はこれを、「マクロタワー」と呼んだ。これらの電波塔は、例えば都市中心部においてかなりの広域をカバーする。5Gでは、それよりもはるかに低い場所に設置されたスモールセルが、はるかに狭い範囲をカバーする。スモールセルを採用することにより、周波数帯をより効率的に再利用することができ、究極的には、所定の地域内でより多くのユーザーやより高速なデータレートをサポートすることができる。

スマートポールへの移行

現在、街路灯ポールを4Gセルのホストに利用することが可能だが、独立したアンテナや無線サブシステムが場所を取り、また、4Gシステムはそのような実装向けに設計されていない。5Gの場合は、統合型アンテナと無線システムがはるかに小さく、両氏いわく「ありふれた風景の中に溶け込む」という。街路灯ポールの上にセルラーアクセスポイントがあることにさえ気づかれない可能性があり、街路灯にアクセスポイントが配置できれば、通信事業者は需要の高い地域に簡単にサービスを提供することができる。セルラ



図4 ロサンゼルス市は街路灯ポールを利用して、利用者に有料で提供される電気自動車の充電ステーションを設置するなど、複数のスマートシティ技術を実装している。(写真提供:ロサンゼルス市)

サービスプロバイダーは、街路灯所有者にポールの使用料を支払うことになる。

バウム氏とゴールドバーグ氏は、5G無線をポール上に配置すれば、スマートポールの動きが促進されて、他のスマートシティやIoT用途の実現につながる。5Gサイトには多くの場合、ポールまでの光ファイバをバックホールとして敷設することが必要になる。また、ポールの電力回路を強化することも必要かもしれない。しかし、そうした増強を行うことで、ポール所有者は、電気自動車(EV)の充電などの他のサービスを提供したり、さらには自動運転車への移行を支援したりできるようになる。実現される用途には、駐車サービス、環境監視、銃撃探知など、長い間議論されてきたその他のあらゆるスマートシティ構想がもちろん含まれる。

電力会社と地方自治体

一方、地方自治体と電力会社は、成功への道すじを切り拓く必要があり、SALCの参加者はその両方の意見を聞く機会を得た。米ジョージア電力(Georgia Power)でスマートサービス実装マネージャーを務めるキャリー・ケリー氏(Carrie Kelly)は、電力会社の視点からの見識を語った。本誌で以前取り上げたように、ジョージア電力は、無線接続と制御が統合されたLED照明の導入を積極的に進めている。2015年のSALCに関する本誌の記事では、無線接続にGPS機能を統合することで、設置とコミッショニングがプラグアンドプレイ操作となることにジョージア電力が気づき、照明器具の追加コストを簡単に正当化することができたことを紹介した(<http://bit.ly/2podrjU>)。

ケリー氏はSALC 2019において、

これまでの経緯を振り返り、ジョージア電力は2020年までに40万個の照明を改修する目標を2015年に設定していたが、30万個が既に改修済みだと述べた。また、同社のさらに大きな賭けとして、2018年に照明事業の一環として立ち上げたスマートサービスについて説明した。ケリー氏によると、同社は、交通流、環境、駐車に関する38億個のデータ点を収集したという。自身の組織で提供している駐車スペース検出と銃撃探知のサービスは、成功と考えられていると同氏は述べた。同社は、一部のポールにカメラも設置済みで、ビデオによる事件管理(主に監視だが)も、成功していると考えているという。

ジョージア電力は2018年に、ポールまでの光ファイバを含む、5Gセルラープロバイダー向けの「Colocation Platform」とケリー氏が呼ぶものも構築した。「当社の垂直資産の収益化」を期待していると、ケリー氏は述べていた。しかし、それから1年が経過したが、導入に関する詳しい情報は語られなかった。

ジョージア電力がどのようにして自社のスマートシティ技術を進展させて

いるかについての言及はあった。例えば同社は、米スプリント社(Sprint)や米ジョージア工科大(Georgia Tech)といった他の商業組織や学術機関とともに、ジョージア州アトランタの北に位置するピーチツリー・コーナズ市のキュリオシティ・ラボ・アット・ピーチツリー・コーナズ(Curiosity Lab at Peachtree Corners)に参画している。この研究所には、1.5マイルの試験コースが500エーカー(約200万m²)のオフィスパークに設けられている。自動運転車技術(図3)とそれを支える通信に取り組む同研究所に対し、スプリント社が5Gサービスを提供している。スマート街路灯ポールも、この研究に関連している。

ロサンゼルス市の街路灯

カリフォルニア州ロサンゼルス市街灯事務局(Bureau of Street Lighting)のエグゼクティブディレクターを務めるノーマ・イサハキアン氏(Norma Isahakian)は、世界最大規模の自治体の1つである同市を代表して、スマートシティ関連のイニシアチブについて説明した。ロサンゼルスは古くから、LED街路灯への移行に関しては世界の

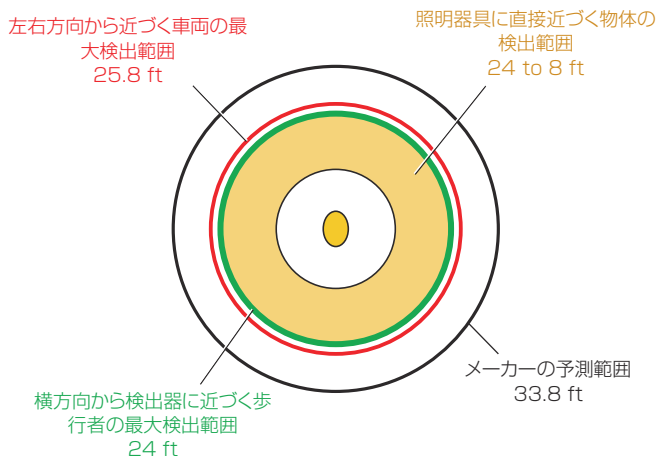


図5 PNNLの駐車場照明プロジェクトのセンサは、メーカーらが規定した距離や精度でプレゼンスを検出することができなかった。(図提供:PNNL)



図6 PNNLの駐車場プレゼンス検出システムに取り組むチームは、照明器具、センサ、コントローラなどの技術を導入するにあたって、かなりのシステム統合を行う必要があった。(写真提供: PNNL)

先駆的存在で、これについては本誌でも2010年のSALCの後の記事で取り上げた後に、2012年にも当時の状況を紹介した(<http://bit.ly/2onD9og>)。また、同市は早い段階で、蘭シグニファイ社(Signify:旧社名フィリップス[Philips])の「CityTouch」プラットフォームに基づく無線制御の導入にも踏み切っている(<http://bit.ly/2ooCDGB>)。

ロサンゼルスは、同市の街路灯の95%に相当する19万8000本をLED光源に置換済みである。そのプログラムに着手したのは2008年で、イサハキアン氏によると、一部の照明については2度目の改修が行われているという。累計で消費電力は65%削減され、コスト削減効果は年間1000万ドルに相当する。

イサハキアン氏は、政治家などが、耳にしたことのあるスマートシティ技術やIoT技術を求めながらも、率直に言って自分たちが何を望んでいるのかさえ理解していない状況を嘆いた。実

際、スマートシティの適切な定義は存在しないので、ロサンゼルス市が定義することにしたと同氏は述べた。それによると、「スマートシティとは、すべての市民と訪問者の生活の向上につながる、より良い通信、データ集合、インフラを制御する能力を提供するIoTである」という。

なぜ街路灯なのか

続いて同氏は、なぜ街路灯が、ロサンゼルススマートシティ構想の中心に位置づけられるのかについて説明した。街路灯に電力を供給するための電気インフラが既に整備されているだけでなく、LED光源への移行に伴い、システムにはその他の用途に電力を供給できるだけの余剰電力があるという。また、街路灯は、無線通信を支えるための適切な高さがあり、至る所に設置されている。

ロサンゼルスは、調光、GPSに基づくコミッションング、保守システムの

自動化といった、スマート街路灯の標準的な機能を実装した。また、街区内の横断歩道の照明レベルを上げたり、人々が自分の車に戻る際にイベント会場周辺の照明を動的に明るくしたりするなど、照明に特化したその他の機能も実現している。

しかし同市は、さらに大胆な取り組みにも乗り出している。同市は、282基の電気自動車(EV)充電ステーションを設置した(図4)。充電ステーションには、ユーティリティグレードのメーターがあり、利用者は1時間あたり2~3ドルを支払う。3年間で4万5000件以上の利用があったという。同市はさらに、832本のポールに太陽光パネルを設置し、250MWhの電力を送電網に送り返している。

ロサンゼルスでは、4Gと5Gのコロケーションプログラムも進行しており、スモールセルが2500以上のポールに設置されている。イサハキアン氏によると、通信事業者との契約で、同市には人件費が払い戻され、セルのホスト料が支払われることになっているという。さらにロサンゼルスは、ポール上のアンテナと基地局を環境に溶け込んだ外観にすることを要求している。規模はかなり小さいが、同市ではポールに設置したビデオカメラの試験運用も実施済みである。

照明に話を戻して

SALCでは、街路灯所有者の無線関連の機会に関する議論が、それ以外の話題よりもはるかに多かった。しかし、照明と基本的制御についても、特筆すべき興味深い話があった。本稿ではそのうちの2つを詳しく取り上げたいと思うが、どちらも米エネルギー省(Department of Energy: DOE)傘下のパシフィックノースウエスト国立研

究所 (Pacific Northwest National Laboratory : PNNL) が関連している。PNNLのシニア照明研究サイエンティストであるナオミ・ミラー氏 (Naomi Miller) と米ライトラボ・インターナショナル社 (LightLab International) の社長兼最高技術責任者 (CTO) であるマイク・グラザー氏 (Mike Grather) は、LED照明器具が不適切に設置された場合に特に関連する、天空発光 (sky glow) の問題について共同で発表した。

下向きのプリズムレンズを装備する照明器具に搭載された従来型の光源は、上方光を生成することが古くから知られている。より広い半径範囲を照らそうと傾きを持たせて、その問題をさらに悪化させた製品も存在する。多くのLED照明は、照明器具を地面と平行に設置しない限り、上方に直接光を放射しないはずである。しかし残念ながら、上方に光を放射する角度に傾けられた照明器具が、世界中にあまりにも多く存在する。投光距離を最大限に引き延ばそうとした、ビームパターンを変えるために設置アームを折り曲げた、単純に照明器具が適切に設置されていないなど、そうってしまった理由は多岐にわたる。

グラザー氏とミラー氏が伝えたかったのは、そのようにして傾けられた照明が夜間環境にどれだけ悪影響を与えるかということである。両氏の講演は、天空発光を予測するために数年前に開発されたPNNLのツールに基づいている (<http://bit.ly/34c09FU>)。その調査では、LED照明器具を適切に設置すれば、危惧するほどの天空発光は生じないことが明らかになっている。

しかし、余弦分布を持つ照明器具は、20°傾けて設置すると天空発光が20%増加する。生成される光の約1.6%が、上方に放射される。傾きを45°にする

と、上方に放射される光は120%増加し、光束の13.4%が上方に放射されることになる。また、街路灯で一般的に採用される他の長方形のビーム分布では、その割合ははるかに大きくなる。要するに、照明業界は、照明器具が必ず正しく設置されるように注意深く見守る必要があるというのが、講演の主旨だった。

駐車場の占有状況

本稿で最後に取り上げるのは、PNNLの先進的照明チーム (Advanced Lighting Team) のプロジェクトマネージャーであるルース・テイラー氏 (Ruth Taylor) の講演である。テイラー氏は、駐車場照明プロジェクトについて説明した。そのプロジェクトでは、コネクテッドSSLシステムを導入して、人間と自動車を検出して自律的に照明レベルを制御する技術の能力を試験した。

テイラー氏の新しいプロジェクトは、バージニア工科大交通研究所 (Virginia Tech Transportation Institute : VTTI) のキャンパスの6つの駐車場に実装されている。IESは、講演者がSALCで企業名に触れることを許可していないが、テイラー氏は、6カ所にシステムを供給した6社は「大企業」だと述べた。PNNLはさらに、VTTIのロン・ギボンズ氏 (Ron Gibbons)、ナンシー・クラントン氏 (Nancy Clanton)、チップ・イスラエル氏 (Chip Israel) などを含む、照明専門家からなる特別チームを結成して、このプロジェクトに臨んだ。

全般的に、このコネクテッドシステムによってLED照明器具のプログラム制御を適切に行うことができたので、続いてセンサが導入された。予想されていなかったわけではないが、センサは、設置とコミッショニングに関

してロジスティクスの問題をもたらした。しかし同チームは、それらの問題を解決した。

それでも、実装したシステムは期待どおりには機能しなかった (図5)。最大の原因はセンサである。センサを既存の高さ30フィート (約9m) のポールに設置したことにより、規定された要件がセンサの限界を超える状態になってしまった (図6)。テイラー氏によると、全般的に照明の範囲がセンサの範囲よりも広いという。5つのシステムは、パッシブ赤外線 (passive infrared : PIR) センサを使用し、6つめはレーダーを使用していたが、いずれにおいても期待どおりの性能は得られなかった。

図5は、その欠点を詳しく示したものである。どのセンサも33フィート (約10m) 以上という規定された最大範囲を満たさなかった。街路灯ポールに向かって歩いてくる人間を検出できる距離は、8~24フィート (約2.4~7.3m) とセンサによってまちまちだった。横断車両が検出できる距離は約26フィート (7.9m) だった。

PNNLは引き続きこの問題を調査する予定である。より低い高さにセンサが設置されて風や木の影響を受けない駐車ガレージでは、状況はまったく違ったものになる。また、センサが最大の問題であることに変わりはないが、報告書によると、メーカーがシステム統合を改善することも必要だという。

SALCは、本稿で紹介した内容をはるかに超える貴重な情報にあふれていた。次号以降に、光束および色度維持に関する継続的な問題や、屋外照明の理想的なスペクトルパワー分布 (Spectral Power Distribution : SPD) に関する進行中の議論を取り上げた、講演者らによる寄稿記事を掲載したいと考えている。