

ソーラー照明灯

Solar Street Light

中西 繁博*¹
Shigehiro Nakanishi

松村 啓司*¹
Keiji Matsumura

森 浩樹*²
Hiroki Mori

石井 謙吾*¹
Kengo Ishii

小川 佳代子*³
Kayoko Ogawa

要 旨

従来の太陽電池を電源としたソーラー照明灯は、20W 蛍光灯他を光源に使用した市場価格100～150万円前後の、高額なものが大多数であった。当本部では光源に白色高輝度LEDを特殊電球に組込んだ、市場価格50万円強の低価格製品2機種を開発、商品化した。約15年の使用が期待できる通電電流値に制御することにより、消費電力を10W以下とし太陽電池を小型化、蓄電池及びコントローラを本体内に収納した、スリムな一体型のソーラー照明灯である。

Most of the conventional solar street lights using 20W fluorescent lamps as light sources were expensive. Their market prices were between 1,000,000 to 1,500,000 yen. We have developed two types of solar street lights with special high-luminance white LED lamps and realized low price of nearly 500,000 yen. To apply the controlled direct current at the LEDs, the life time was expected to become about 15 years. Due to the low energy consumption of less than 10W, a photovoltaic module size was able to be smaller and we realized the slim pole solar street light which the controller and the batteries were all set in.

まえがき

ソーラー照明灯は日没後、夜間5～10時間を蛍光灯で屋外照明する場合、消費電力も大きなものとなり、定格出力80～170Wの太陽電池モジュールが使用されていた。さらに、悪天候が5～7日連続しても、夜間点灯が可能のように、蓄電池も12V-100～200Ahと大きなものを、システムとして装備する必要があった。蓄電池と高周波インバータ、充放電・点灯制御コントローラを収納する屋外ボックスも不可欠であり、このボックスは本体ポールに取付けたり、本体横地上にコンクリート基礎を作りこの上に設置されていた。そのため質量も100～200kg超の物となり、工事費用も高額なものであった。ソーラー照明灯を普及させるためには、これらの課題点を克服しなければならず、光源・構造・機能・デザイン全てに渡り、原点からの設計を実施し、検証を行ない専用灯具の不要な一体型の、ソーラー照明灯を実現した。

第4世代の照明と言われる、白色高輝度LEDを光源にして、現行の20W 蛍光灯式街路灯に近い明るさを提供できる製品開発に取組み、1号機種としてソーラー照明灯LN-L1A7S (写真1)、2号機種としてLN-L1AZA (写真2)を商品化した。開発に当たり、期待寿命15年を実現させる為、定格の半分以下の電流値で動作させており、光度の半減値、40,000時間程度まで期待できる。

LED総数の最大使用電力時でも10W以下に抑えている。本体の高さは、主照明部が地上3mの位置とした。本体材質はLN-L1A7Sでは高級感とアーバンイメージを強調したステンレスSUS304の研磨仕上げ複合構造材とした。LN-L1AZAは環境との調和をコンセプトとし、アルミ合金製ライトブラウン色塗装仕上げとした。夜間電力供給のための蓄電池は本製品用に新開発の、これまでの製品の2倍の期待寿命8～10年の小型陰極吸収式蓄電池5台を搭載している。以下この2機種について技術説明を行なう。

*¹ ソーラーシステム事業本部 薄膜事業推進センター 企画推進部

*² ソーラーシステム事業本部 ソーラーシステム事業部 インバータ事業推進室

*³ ソーラーシステム事業本部 事業戦略推進室



写真1 LN-L1A7S



写真2 LN-L1AZA

1. ソーラー照明灯 LN-L1A7S の特長 (図 1)

商品の国内外販売、とりわけ開発途上国の無電化村でも容易に設置出来て、メンテナンスもほぼ不要、長期使用時の部品交換も現地の電気知識のない人々でも出来る商品とした。

1・1 電球ソケットタイプのLED電球(図3)

照明・イルミネーション用器具で、開発途上国も含め現在世界中で最も普及しているのは、電球ソケットタイプであり国内ではE26型、海外ではE26と互換性のあるE27型のソケットである。白色LED18ヶを口金E26型の電球型ランプ内に装備、消費電力を12V-1W弱に制御した。砲弾型LED光特有の明暗が顕著な配光特性を、照明としての広がりのある光質に変える為、各LEDの照射方向をプリント基板上で変えたユニットを電球型ランプ内に実装している。更にランプの半球状カバーの内側に適切な光拡散となるシボ加工を施した。

1・2 主照明部と足元灯からの分離照明

照明灯本体の地上3mの頂部付近で、水平との角度30°で首を曲げた形とした主構造体の頂部本体内に裏面(下方向)から光照射するように主照明部としてランプ6ヶを取り付けた。更にその直下垂直柱上部に、2

ヶのランプを45°の照射角度で前方に照射するように副照明部として取付けた。地表照度をアップする為、地上0.6m位置に足元灯として2灯配置した。合計10灯のランプを3方向の異なる照射角度から地表に向け照明している。

日没後の点灯時間は全国各地の年間日射量と各月の日射量差異、年間の積雪量と各月夜間時間、人々の主行動時間帯、コストとデザイン性を熟慮し、太陽電池を34.3Whと小さくした上で、7時間とした。この設置可能地域を図6に示す。

1・3 太陽電池架台部・本体支柱部等を総ステンレス化

構造部材を耐腐食性が高く機械的強度も優れたステンレス(SUS304)製とし、本体表面を研磨を含む鏡面状仕上げとすることにより、高級感を持たせた。LEDランプからのわずかな散乱光も反射させ、夜間距離の離れた位置からでも地上・路面の照明とともに、本体構造が視認出来るので、歩行者・自転車の衝突も防止できる。従来品は鋼製パイプを使用し、暗褐色系塗装仕上品が多く、5～10年ごとの再塗装は不可欠であった。市販のステンレス製厚肉角パイプは非常に高価な上、質量も大きく、加工性・作業性が悪いなどの為、量産が困難であった。本製品はステンレス薄板を剛性の高い形状の複数部材に分割製作、組合わせた業界初の

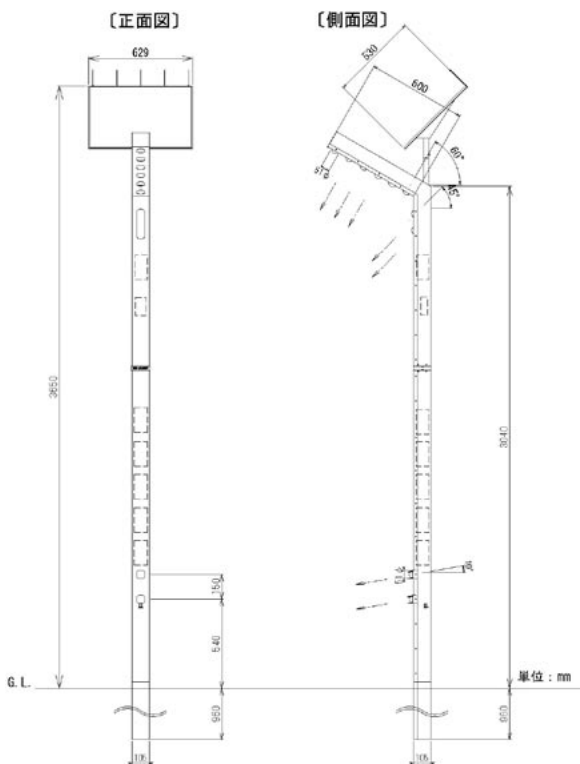


図1 LN-L1A7S

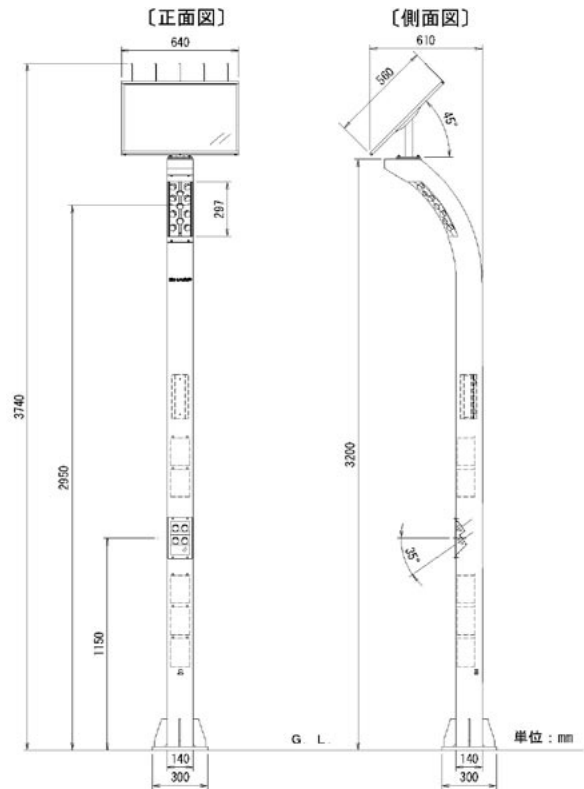


図2 LN-L1AZA

複合構造体とし、内部のデッドスペースを極限まで低減した。蓄電池まで内部に収納し、わずか105mm幅の非常にスリムな角柱形状としている。地中埋設部も含めた4m長の製品を全体質量75kgまで低減しているので、人力で容易に搬入・設置できる。建設機械が入れない道路・通路のない区域、急傾斜面等にも人力のみでも設置が容易に出来る。本体柱は四角形状のため、設置後の長期使用でも回転を防止できる。太陽電池モジュールをステンレス製太陽電池架台に一体化し、機能と強度を持たせ外周部厚み10mmの薄型デザインとし、受風面積も低減させた。再塗装の必要もなく長期に渡り使用できる。リサイクルが簡単で、環境負荷が小さい。

1・4 蓄電池

蓄電池は高温環境下で使用すると寿命が著しく短くなる。研磨仕上げの本体は太陽光の熱エネルギーの一部を反射させ本体温度的上昇を低減させている。ステンレスは熱伝導率が鋼の1/3以下、アルミニウムの1/15と小さく、太陽照射時の表面温度上昇を内部に伝え難い。暗褐色系に塗装された従来品との、6～9月の夏季連続比較フィールドテストでの本体南面表面平均温度は、従来品より約10℃低い結果が得られ、この期間の蓄電池収納部外装表面の日最高温度は40～43℃で留まる。(図5) 本体の地上0.7m位置を最下段蓄電

池収納部とし、上下に5台の蓄電池収納部を設けている。内部各段の前面に最下段から最上部までの、ワイヤハーネス通線部を兼ねた連続空間を設け、煙突効果により夏季の内部の温度上昇した空気を速やかに、上部ランプ照射用窓隙間から外部に放出していることも大きく作用する。

1・5 照明仕様

これまで太陽電池を電源とした街路灯や商用電源方式の各種街路灯は、地上3～4mの高さ1箇所から、地表(地上・路面)を照明していたが、照明エリアが本体斜め前方に位置しており、ポール根元付近は暗いものが多かった。地表近くで、水平から10°の角度で下方にLEDランプで照射しているので、雨天時や霧発生時の夜間でも濡れた地表・路面を鮮やかに照射できる。大部分の光束が地表(路面)に照射されるので、眩しさはない。本製品は従来品に不可欠であった、地上3m付近に取り付ける専用の照明灯具(ケース・ハウジング類)が不要である。本体内に日照日数7日分の容量を持たせた、5並列使用の長寿命蓄電池を収納しており、悪天候が続いても夜間LED灯に安定した電力を供給できる、必要とする照射エリアを無駄なく照明する独立型ソーラー照明灯である。システム全体を直流電力で照明しているので、交流(高周波)が必要な蛍光灯式街路灯と異なり、各種無線機・携帯電話・心臓病患者

のペースメーカー等に影響を与えることがない。

1・6 本体構造

主構造体内に入った雨水は後面の最下部地表直近の水抜き穴から排水し、シール型(制御弁型)蓄電池の安全弁から放出された場合のガス抜き穴としても機能する。オープン構造としているので、各機器の電気接続箇所を全てカバー & 耐候性キャップ等により防水機能を持たせている。

1・7 設置工事と設置後の無光害性

軽量化構造としているので、設置の際のクレーン等の必要が無く、従来の街路灯類と比較して、工事工数も大幅に低減出来る。独立電源式のため、地中配管・配電線の必要が無く、ユーザの照明を必要とする場所・エリアに応じて、制限なく、短時間で容易に設置・使用でき、後日の増設も容易にできる。本製品は直流12Vシステムであり、現場で専用コネクタを接続するだけの簡単工事である為、電気工事士の資格は不要。照明エリア外への空間領域への大幅な光拡散がないので、光公害を防止できる。高照度な水銀灯による夜間照明では、稲作を中心とする農作物、街路樹その他植生への、出穂時期がずれる等の影響があったが¹⁾、明るさを抑えた本照明灯シリーズ製品は環境への影響は皆無に近い。これまで設置された、必要以上に明るすぎる夜間照明(光害)が見直されている現在、この明るさを抑えたエコソーラー照明灯は、大きく環境負荷低減に寄与する。

1・8 地震等災害時対応機能

昼夜監視の感震センサを装備しており、震度5相当以上の地震等を検知した場合、7時間点灯中・消灯後であっても安全避難・災害復旧のため、当日・翌日の2日の夜間、日没から夜明けまで点灯する仕様としている。

2. ソーラー照明灯 LN-L1AZA の特長 (図 2)

1号機種のLN-L1A7Sの基本性能をベースにし、1号機種は本体下部埋設据付タイプであるが、2号機種のLN-L1AZAはベースプレート取付タイプとしている。照明仕様は時間帯別省エネモードを備えた終夜点灯型とし、1号機種は主として前方照明に主眼をおいたタイプに対し、2号機種は防犯照明の要素となる横方向・鉛直面照明を重視したタイプである。

2・1 電球ソケットタイプの小型LEDランプ (図 4)

チップ型白色LEDを15ケを小型FR-4基板に実装し、三層成型をおこない小型ランプ化した。

2・2 主照明部と足元灯

本体上部に小型LEDランプを11灯配置し、地上1.1mの位置に足元灯として小型LEDランプを4灯、合計15灯のランプで、10W弱の照明電力で本照明灯の特長である左右方向への光の拡がり、防犯効果が更に期待できる鉛直照度を実現した。

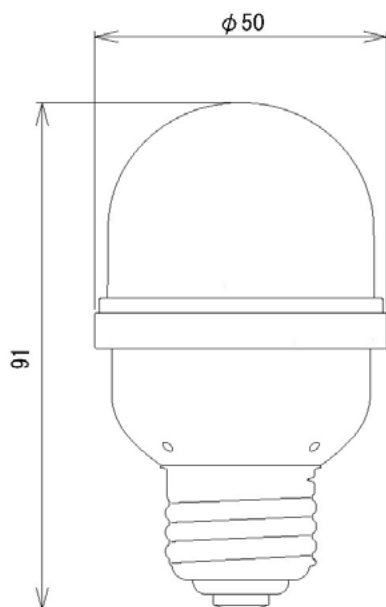


図3 LN-L1A7S用LEDランプ

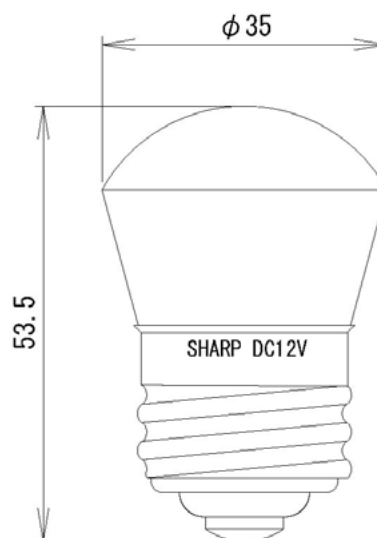


図4 LN-L1AZA用LEDランプ

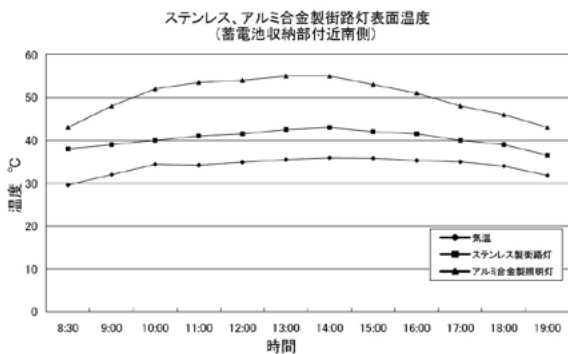


図5 街路灯, 照明灯表面温度

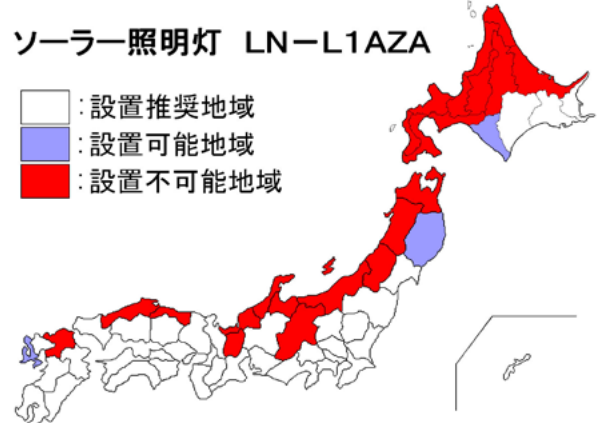


図6 LN-L1AZA 設置可能エリア

2・3 アルミニウム合金本体

本体部をA6063T, ベース部分に5052Pを採用し, ライトブラウン色の塗装仕上げの, 郊外・公園等の環境に調和したものとした。デザインも主照明部に曲線を採用し, 優しいデザインに仕上げた。本製品も1号機種と同様, 一体型とし高輝度白色LEDを用いることで, 省エネルギー化を図り質量20~30kgの資源削減を図った。本体及び太陽電池収納部その他主要部材は, 通気性を上げ, 内部温度低減設計により, リサイクル率約90%のアルミニウム合金を使用。

2・4 蓄電池

蓄電池は太陽電池と同様にLN-L1A7Sと共通のものを使用。地震による被害が発生し, 自治体でも職員緊急召集の発動される震度5相当以上で作動する感震センサを備え, 作動後は夜間2日間, 照明能力100%の明るさで, 日没から日出まで照明を行ない, 災害復旧にも大きく貢献できる機能も有する。蓄電池各社で完全回収(100%)・リサイクルシステムが出来上がっている, 鉛蓄電池であり, 小型制御弁式の長寿命タイプにより, メンテナンスが長期にわたりほとんど不要。

3. 電力削減効果

エネルギー源は太陽光であり, 使用期間中(約15年)の化石燃料エネルギー消費はゼロである。20Wの電柱装備又はポール式の蛍光灯式街路灯の使用電気エネルギーの場合, 単純計算でも20W×12時間/日×365日×15年=1,314,000Wh⇒1,314kWhの電力の削減が可能。

むすび

CO₂排出及び燃料費ゼロで, 公害物質の水銀を含まない, 長寿命な高輝度白色LEDを使用しており地球温暖化防止にも役立つ。斬新なデザインのソーラー照明灯である。案内・保安・防犯・防災用として多目的に使用可能。昼・夜間通行の利用者に環境意識を訴求出来る様, 従来品では上部にしかなかった照明部を上下に分割し, 子供の目線でも, 新エネルギーとエコ照明が実感できる。今後増える高齢者に対して, 不快なグレア光を低減させ, 明るさと照射範囲をセーブし, 周囲の農作物・植生にも夜間照明の影響を与えないよう配慮した21世紀の省エネ型エコ照明灯である。小・中学校, 高校・大学・各自治体の敷地内, 公民館, 公園, 避難経路, 民間会社敷地内, 個人住宅庭園, など太陽の光が照射するあらゆる場所への設置が可能。台風・地震による停電時等の防災用としても最適である。

参考文献

- 1) (出典)川村:水銀灯による夜間照明が稲作の成育, 収量に及ぼす影響, 和歌山県農試技術資料 42,pp.1-4 (1993)

(2005年10月12日受理)