

(Memoirs of the Faculty of Education and Human Studies)
 Akita University (Natural Science)
 68, 17 - 22 (2013)

光害啓発活動のための「星空カメラ」の作製

－環境教育と地域振興の観点から－

成田 堅悦・上田 晴彦

秋田大学教育文化学部

概要

省エネルギー社会実現に向けた啓発活動は、東日本大震災以後のわが国が取り組むべき最重要課題の一つである。エネルギー資源の無駄を実感できる光害は、そのなかで中心的な役割を占める題材である。またきれいな星空や都市の夜景を観光資源と捉えると、光害は地域振興の観点からも興味深い。光害に関する啓発活動を始める上での第一歩は、光害の度合いを簡単に測定でき、啓発活動のための教材作成も容易にできるという特徴を持つ装置の開発である。そのような特性を持つ装置として、我々は固定型の「星空カメラ」の開発をおこない、それを利用した光害教材を作成した。本論文ではこれらの概要について報告するとともに、環境教育と地域振興の観点から光害教材が今後果たす役割について考察をおこなう。

キーワード： 光害, 環境教育, 地域振興

Production of the “Starry Sky Video Camera” for the Awareness Campaign of Light Pollution – From a Viewpoint of Environmental Education and Regional Improvement –

Kenetsu NARITA, Haruhiko UEDA

Faculty of Education and Human Studies

Abstract

After the Great East Japan Earthquake, awareness campaign towards energy-saving social realization is one of the main issues in Japan. As light pollution can realize to understand the wasteful expenditure of energy resources, it plays a central role for the awareness campaign. Moreover light pollution is also interesting from a viewpoint of regional improvement, because a night view of beautiful starry sky or a night scene of city is regard as the resource of the tourist attractions. The first step for the awareness campaign about light pollution is to develop a equipment with the feature that the degree of light pollution can be measured easily. For this purpose, we develop the “starlit sky camera” of the fixed mount type, and create the light pollution teaching materials. In this paper, we report outlines of these topics, and consider possibilities of the light pollution teaching material from a viewpoint of environmental education and regional development.

Keywords : Light Pollution, Environmental Education, Regional Development

1. はじめに

東日本大震災以後の電力資源の無駄遣いに対する関心の高まりをうけて、過剰な屋外照明による光害（ひかりがい）の問題がクローズアップされている¹⁾。光害は生態系に影響を及ぼすだけでなく、グレアと呼ばれる不快感や物の見えづらさを生じさせるようなまぶしさとも関連しており、人間自身を直接的に危険状態に陥れる可能性を秘めている。光害は近年の環境問題に関する関心の

高まりから、東日本大震災以前から注目されてきた²⁾。しかし大震災後は、エネルギー資源の観点から光害をとらえなおすことが重要となってきた。省エネルギー社会の実現に向けた啓発活動は今後わが国が取り組むべき最重要課題の一つであると言ってよいが、エネルギー資源の無駄を実感できる光害はそのなかで中心的な役割を占める題材となり得る。

一方で地域振興の観点から、光害が注目されることも

ある。たとえば環境省が主催する「星空の街・あおぞらの街」全国大会は³⁾、大気環境の保全に対する意識を高めるといった目的のほかに、郷土環境を活かした地域振興も視野に入れている。たとえば国内外の星空ツアーは、きれいな星空を観光資源と捉えそれを地域振興に利用しようというものであり、大きな観光資源を持たない過疎地域にとっては地域活性化の起爆剤となることを期待されている。逆に都市部では夜間照明が作り出すきらびやかな夜景を観光資源ととらえ、それを戦略的に作り出そうという動きもある⁴⁾。その場合には、不要な光を無くし主役を引き立たせるような光の整理、省エネルギー化など地球にやさしい光環境の創造など、光害に関する事項が重要課題として浮かび上がってくる。いずれにしても光害に関する啓発活動はエネルギー資源節約および地域振興の両面から、今後ますます重要な地位を占めるであろう。

啓発活動を始める上での第一歩は、手軽におこなえる光害測定装置の開発である。最も手軽な裸眼での光害調査法は、客観性の欠如という弱点がある。デジタルカメラを利用した光害調査法は客観性が保証されているものの、写真画像が実際の星空観察体験と大きくかけ離れているため教材作成の観点から不満が残る。より現実に近い光害教材を容易に作成できるためには、裸眼と同じような星空が映し出される動画を利用する測定方法が望ましい。

このような観点から、我々は光害が簡単に測定でき動画教材の作成も可能な「星空ビデオカメラ」の利用を提案してきた。そして過去に移動型の星空カメラを利用し、動画教材の作成と教育実践をおこなった。しかし移動型ではわざわざその場所に行き撮影する必要があるため、長期のモニタリングには無力である。光害教育で最も威力を発揮するのは、異なる光害環境におかれた2台の固定型の星空カメラなのである。またこれまで開発してきたものは夜景しか映らず、昼間風景のない教材作成を余儀なくされていた。後で述べるが、夜間照明を観光資源と考える地域振興の立場から見た場合には不満が残る。そのため、昼夜両方に対応できるカメラへの変更も必要である。

本研究では光害の度合いが簡単に測定出来、動画教材の作成も可能な「固定型星空カメラ」の開発をおこなった。そしてこの装置を利用して秋田市内及び白神地域の2か所に設置し、啓発活動で利用可能な光害教材を作成し教育実践をおこなったため、その概要を報告する。また環境教育と地域振興の観点から、作成した光害教材が今後果たす役割について考察を加えた。

2. 固定型星空カメラの開発

先に挙げたように光害はエネルギー資源の無駄を実感できるとても良い素材であるため、その啓発活動は重要である。我々は過去に、この活動に利用可能なハンディタイプの「移動型星空カメラ」を提案している⁵⁾。その概要を述べると、高感度カメラとしてワテック製 WAT-902H2 ULTIMATE を、レンズとして正晃製 AVENIR HZCH08551 (画角: 41.2°~7.2) を採用し、画角を 20°程度に設定することで裸眼での観望と同程度の星が感知出来るようにした、というものである。さらにカメラ部を三脚に載せ、ビデオカメラに録画する仕様を採用した。また野外での活動には電源が必要であるが、そのためにバッテリーを利用することにした。図1が移動型星空ビデオカメラの全体像である。

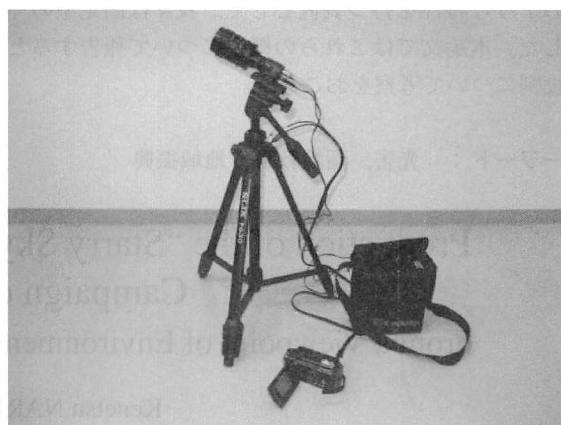


図1. 移動型星空カメラ

今回は先に述べたような理由から「移動型星空カメラ」をもとに、遠隔操作可能な「固定型星空カメラ」の開発をおこなった。固定型といっても光害の度合いを測定するのであるから、目標とする天体を探しその方向へカメラを向ける必要がある。つまり装置全体は固定したうえで、高感度カメラ部分を遠隔操作で動かすことができなければいけない。一般にカメラの方向制御には経緯台と呼ばれる方式が簡単である。この方式では雲台が水平方向と垂直方向の2自由度を持つ直交座標系であり、角度を指定するだけで任意の方向に向けることができる。これはカメラ用三脚のヘッド部分の動きに相当するため、移動型星空カメラでも採用していた方式である。

残念ながらカメラの方向制御機構として、経緯台の動きを再現する安価な既製品は見当たらなかった。本研究ではなるべく簡単かつ安価な制御機構を目指しているため、今回は自作を試みた。具体的にはラジコンのコントローラ等に使われている「RC サーボモータ」を2個使用し、上下・左右方向に方向移動する仕様とした。そして高感度カメラを乗せる経緯台を自作し、先に述べた2

つのモータで動かすことにした⁶⁾。図2は、このようにして自作した経緯台の様子である。

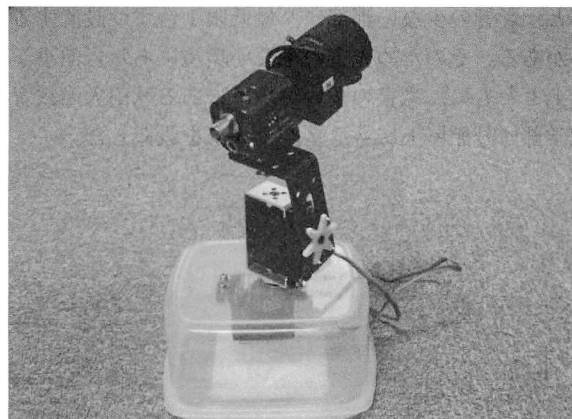


図2. 自作した経緯台

次に自作した経緯台を、どのように制御するかである。RC サーボモータを駆動する回路が必要なのであるが、本研究では Arduino (アルドゥイーノ) を採用した。Arduino には RC サーボモータを駆動する Servo ライブラリと呼ばれるものが標準で組み込まれており、簡単なコマンド(関数呼び出し)で指定の角度を保持できる^{7,8)}。なお Arduino はイタリア製のマイコンボードで、ハードもソフトもオープンソースという特徴がある。今回使用した Duemilanove は Atmel 社の 8bit のコンピュータで、Atmega 328P を使いメモリは 32Kbyte ある。

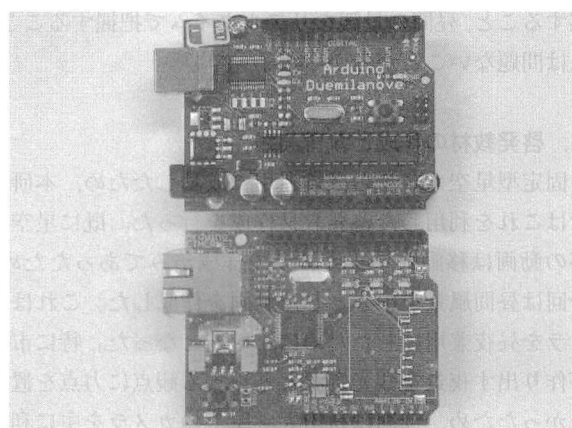


図3. アルドゥイーノ(上)とイーサネットシールド(下)

また本研究では「スケッチ」とよばれるプログラム言語を利用して制御をおこなう機構を作った。スケッチは Wiring 言語を元にした C++ に似たプログラミング言語であり、Arduino IDE と呼ばれるプログラム統合開発環境が使える。この統合開発環境によりプログラミングからデバッグ、基盤へのアップロードも簡単にできる。また多くのサンプルスケッチが用意されており、プログラ

ミング初心者へも配慮されている。

この Arduino 用に拡張ボードが幾種類か出ていてこれらを「シールド」と呼ぶ。本研究の経緯台は屋外への設置を目標にしているのでパソコンなしで運用できるように「イーサネットシールド」を用いた。つまり今回は、Arduino (+イーサネットシールド) を Web サーバモードで運用した。図3はアルドゥイーノとイーサネットシールドの全体像である。

カメラ画像の配信には Panasonic 製ネットワークカメラサーバーを用いた(図4参照)。最後に全体をプラスチック製の箱や樽で覆い、星空カメラを完成させた。自作した制御機構の部分を安価な既製品を組み合わせることで、手ごろな価格の星空カメラが出来たと自負している。また先にも述べたように、今回の改良では高感度カメラのレンズも見直した。以前のレンズは自動絞り可能なタイプではないため、夜間しか利用できないという欠点があった。そこで星空観察だけでなく昼間の景観撮影用としても活用可能となるように、高感度カメラのレンズを自動絞り可能なタイプ (Tamron 12VG412ASIR) に変えた。

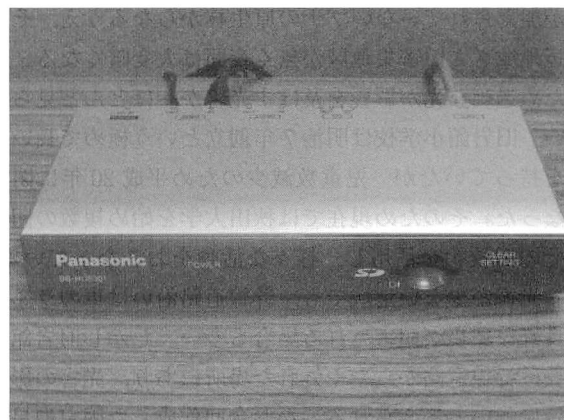


図4. ネットワークカメラサーバー

ここまでで固定型星空カメラは完成したが、これとは別にこれを遠隔から操作するための Web ページが必要となる。本研究では経緯台の制御と得られた画像の表示を1枚のページに配置する Web ページを制作した。図5はその概略である。1枚の Web ページをフレームで左右に分け、左に Arduino の制御ページ、右に画像配信ページとした。制御ページでは水平方位と垂直角度をプルダウン形式のメニューで選択し、「Move」ボタンにより制御プログラムを呼び出す方式とした。制御プログラムは PHP 言語により作成した⁹⁾。前半部は制御ページと同様とし、後半部に Arduino とのやり取りで得られた情報を表示するようにプログラムした。以上が固定型星空カメラの概要である。安価にするために一部自作しな

なければならない部分もあるが、1台で10万円以下の製作費で完成させることができる。光害を実感するためには2か所に設置する必要があるが、それでも20万円以下であり、装置としてそれほど高価なものではない。



図5. 秋田大学屋上の星空カメラ

3. 星空カメラの設置

本研究では、今回作成した固定型星空カメラを白神地域周辺部にある旧岩館小学校屋上に設置した。白神地域は青森県の南西部から秋田県北西部にかけて広がる山地で、世界遺産としてよく知られている。白神山地は人の手が加えられていないブナの原生林からなるうえ、その周辺地域も人口密集地区が無く夜間は大変暗くなる。そのため過剰な光が影響を及ぼす光害が、ほとんど見られない。旧岩館小学校は明治7年創立という極めて長い歴史を持っていたが、児童数減少のため平成20年に閉校となった。そのため現在では秋田大学を始め複数の団体がその旧校舎を活用し、様々な活動をおこなっている。なお光害が少ない地域でも、幹線道路沿いは車のライトで良好な環境が阻害される場合も多い。しかし旧岩館小学校は幹線道路からやや外れた場所にあり、光害の影響はほぼ無いと考えられる。なお今回作成した固定型星空カメラは校舎の屋上に設置したため、周囲の見晴らしもとてもよいことも付記しておく。

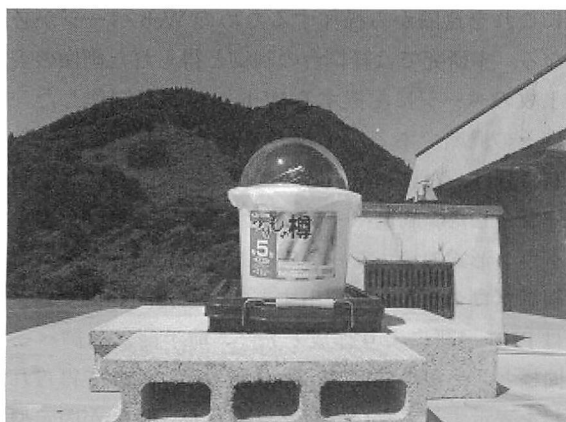


図6. 岩館小学校屋上の星空カメラ

先にも述べたように、光害を実感するためには星空カメラを複数の地点に設置し、それぞれの地点での星の見え具合を知る必要がある。特に光害の影響の大きい都市部と、影響の少ない郡部に、最低限1台ずつ設置する必要がある。そのため光害の少ない環境にある岩館小学校屋上とともに、光害の多い環境下にある秋田大学教育文化学部4号館屋上にも、星空カメラを設置した。



図7. 秋田大学屋上の星空カメラ

最後に、今回試作した固定型星空カメラの試験運用を行った。その結果、動きはややぎこちないが遠隔操作をスムーズにおこなえること、全天どの方向でも高感度カメラを向けることができること、激しい降雨さえ無ければ長期間利用可能なこと、を確認した。以上より、今回開発された星空カメラを用いると夜空を観察し光害を実感すること、昼間の景観をリアルタイムで把握すること、には問題ないことが分かった。

4. 啓発教材の作成と教育実践

固定型星空カメラの試験運用に成功したため、本研究ではこれを利用した啓発教材作成を行った。既に星空観察の動画は移動式星空カメラで作成済みであったため、今回は昼間風景を中心とした動画を作成した。これはカメラを昼夜兼用にしたために、可能となった。特に市部が作り出す夜景を観光資源ととらえる観点に力点を置きたかったため、今回は秋田大学屋上のカメラを主に利用した。具体的には秋田大学の南方向に広がる秋田駅付近をターゲットとし、昼間風景と夜間風景と組み合わせることで、夜景と光害との関係がきちんと実感できるようにした。図7は、秋田駅方向の昼間風景を写した動画の一部である。

そのうえでこの動画を利用した教育実践を、平成24年11月22日に秋田市立城南中学校でおこなった。天文単元の授業に入る直前の3年生の生徒たちに対して、「星の世界を楽しもう」という授業実践をおこなったが、こ

れは2年前に実施した本荘南中学校での出前授業の内容を踏まえたものである⁵⁾。授業では、最初に惑星・衛星・小惑星・恒星等の宇宙の構成要素についての学習をしたのち、光害の学習をおこない、最後に4次元デジタルシアターを用いた宇宙探検を体験した。光害教育については前回と違い、エネルギー環境の観点だけではなく地域振興の視点も取り入れることにした。そのため光害を負の側面だけではなく、肯定的な側面から取り上げられたことが大きかった。図9は城南中学校での教育実践である。



図8. 秋田大学屋上から見た昼間風景



図9. 城南中学校での実践事例

5. まとめ

本研究の目標は、光害測定を簡単におこなえる固定型星空カメラを自作し、それを利用した光害啓発教材を作成することであった。そして本研究で作成した固定型星空カメラは比較的安価であるにもかかわらず、光害啓発活動のための装置として有益であることを示せた。繰り返しになるが東日本大震災以後の我が国にとって、省エネルギー社会の実現に向けた光害に関する啓発活動は最重要課題の一つであると言ってよい。このような観点からみると、今回作成した固定型星空カメラはとても意義

深い装置であると結論付けてよい。

次に今回作成した光害教材の利用法を、特に地域振興の面から考察する。きれいな星空環境を維持するためには、街灯からの不必要な方向への漏れ光を防ぐ必要がある。今回作成した教材には不必要な光の漏れを明確にとらえることが出来るので、星空を観光資源という観点から考える教材としては十分に利用価値がある。ただし照明のエネルギー効率については、教材のみからは判断できない。一方、夜間照明を景観として活用しようとする場合には、その源となる光がどの施設からのものか、きちんと把握する必要がある。きれいな夜間景観を演出するには、起伏に富んだ地形であれば高低差を活かした光の配置を、平地においては建築物から発生される光のつながりを意識することが必要である。そして明と暗をはっきりさせ、暗さの中にも温かさが感じられるような整備・演出を図っていくことが必要となる。本教材は昼間の風景も撮影できるので、魅力ある夜間景観の演出を考える教材として利用できると思われる。

最後に、今後の課題について述べる。現時点で測定装置及び啓発教材は完成したが、出前授業やサイエンスカフェでの教育利用は十分でない。そのため、今後は星空カメラを啓発活動に利用する教育プランの構築を進めていく必要がある。また現時点での星空カメラの設置場所は秋田県内には2か所しかないが、今後は秋田県内の他地域にも増やしていく予定である。以上述べたように、本プロジェクトは現在でも精力的に活動を継続中である。今後も秋田県内を中心的活動地域と位置づけ、現在秋田大学で活発な研究がおこなわれている秋田学のなかに本研究を組み入れていければ、と希望している。

謝辞

本プロジェクトを支えてくださったすべての方々に、感謝いたします。特に出前授業を受け入れてくださった本荘南中学校の諸先生方及び生徒の皆様、ありがとうございました。本プロジェクトは財団法人日本環境教育機構、秋田学・白神学研究会、及び科学研究費補助金交付 基盤研究 (C) (課題番号 18500648)・奨励研究 (課題番号 23916009) を受けてなされたものです。

参考文献

- 1) 光害.net 作成, 光害啓発チラシ「照明を賢く減らして、節電・エコ!」
http://hikarigai.net/rep/20120705_hikarigai_brochure.pdf
- 2) 環境庁環境管理局大気生活環境室編, 2001. 光害防止制度に関わるガイドブック. 環境庁
<http://www.env.go.jp/air/report/h13-02/index.html>
- 3) 環境省「星空の街・あおぞらの街」全国大会 <http://www.>

env.go.jp/air/life/sora_zenkoku.html

- 4) 乙部暢宏 (他), 2008, 自治体による夜間景観整備の現状と課題: 54 都市へのヒアリング調査と輝度による景観分析から, 日本建築学会計画系論文集 73(626), p803-810
- 5) 上田晴彦, 成田堅悦, 毛利春冶, 2011, 「星空ビデオカメラ」を利用した光害教育の実践とその教育的効果の研究, 秋田大学教育文化学部教育実践研究紀要, 第 32 号, p135-142
- 6) 成田堅悦, 2010, Arduino を用いた星空カメラの制御について, 平成 22 年度東北地区国立大学法人等技術職員研修概要集, 東北大学総合技術部研修企画小委員会, pp47-48,
- 7) オライリー・ジャパン (編), Make : technology on your time volume 08, 2009, オライリー・ジャパン
- 8) 田原淳一郎, 2010, Arduino で始める電子工作, カットシステム
- 9) ハーシー, 2009, 速効! 図解プログラミング PHP+MySQL, (株) 毎日コミュニケーションズ