

光害を多面的に学ぶ小学校環境教育プログラムの実践 その2：生態系への影響を主題材として

越智 信彰*

An Environmental Education Program for Elementary School Students
Using Various Aspects of Light Pollution
(Part II: Effects on Ecosystem)

Nobuaki OCHI*

Abstract

Light pollution causes the change of behaviour of animals and insects, the deterioration of human health, the energy waste, brighter night skies and more. In order to understand and find a solution for the problem of light pollution, we need to know various aspects of light pollution and think about the relationship between human, society and the environment. Thus, by learning light pollution as an environmental education, it is expected that students can understand mutual connections between human activities, the ecosystem and the earth's environment and get an ability to think with a wider field of vision. We have been performing a three-year education program in cooperation with an elementary school in Tokyo. As the second year, 5th-grade students learned how artificial lights affect the ecosystem. In this report, we show details of the education program and results of the classes.

Keywords : Light pollution, Education program, Elementary school students

要旨：人工照明による光害の問題は、動物や昆虫の生態への影響、人間生活への影響、人体の健康への影響、エネルギーの浪費、夜空の明るさの増加などを引き起こす。しかし一方で、照明は人間社会において必要不可欠なものである。この問題を理解し改善に導くためには、問題のさまざまな側面を知り、人間社会と自然環境の綿密な関係について深く考える必要がある。そこで、光害を身近な環境問題と捉え教育プログラムとして学ぶこと

*) 東洋大学自然科学研究室 112-8606 東京都文京区白山 5-28-20

*) Natural Science Laboratory, Toyo University, 5-28-20 Hakusan, Bunkyo-ku, Tokyo 112-8606, Japan

で、人間活動・生態系・地球環境の相互の繋がりが理解でき、広い視点から物事を判断し行動できる人間力が培われると期待できる。本研究では、小学校4～6年生の3年間にわたる長期的な教育プログラムを、東京都内の小学校1校と連携して進めている。2年目である平成26年度は、5年生が人工光の生態系への影響を中心に学んだ。本稿では、教育プログラムの概要と、プログラム2年目の結果について報告する。

1. はじめに

人工照明は現代人の暮らしに欠かせないものであるが、過剰または不適切に設置された人工照明（特に屋外夜間照明）は、「光害（ひかりがい）」と呼ばれるさまざまな問題を引き起こしている。比較的知られている天体観測への影響だけでなく、動物・昆虫・植物などの生態への影響、人間生活や人体の健康への影響、エネルギー（資源）の莫大な浪費などが、多くの科学的根拠や研究結果により指摘されている（たとえば International Dark-Sky Association (2012), Rich and Longcore (2005)）。

光害の問題は、都市部で生活する子供たちにとって、身近ですぐに認識できる環境問題であり、かつそのメカニズムも理解しやすく、また既存の教科学習内容との関連も深いことから、環境教育の題材として効果的であると考えられる。そこで本研究では、光害をさまざまな観点から学ぶ長期的な環境教育プログラムを構築し、小学校高学年における「総合的な学習の時間」で実践し、その効果を評価することを目的としている。児童は理科・社会・道徳などに横断的に関連した活動を行うことで、広い視点から物事を判断し行動できる人間力を習得することが期待される。

本環境教育プログラムの実践は平成25年度に開始し、3年間を予定している。平成25年度に実施した4年生を対象とした実践内容は、越智（2015）に述べられている。本稿では、実践2年目となる平成26年度に、小学5年生を対象とした実践内容について、その概要と結果を報告する。

2. 教育プログラムの全体像と対象児童

本教育プログラムでの活動内容と、期待される教育効果を、表1に示す。小学校における環境教育は、自然に対する感受性の育成や環境に対する基本的態度の形成などの点において非常に重要である。本教育プログラムでは、さまざまな活動を通してこれらを育成し、さらに光害の観点から学習内容を有機的に結び付けることにより、自然・社会・人間の繋がりを総合的に理解させ、広い視点から物事を判断し行動できる力を身に付けさせることをねらいとしている。各活動では、児童にワークシートを記入させて学習内容を記録させると共に、それらをクリアファイルに綴じていくことで、学習項目の相互の関連性を常に意識させるよう配慮している。

本教育プログラムは、東京都北区立滝野川第三小学校の協力を得て、平成25年度より実

表1 活動内容と期待される教育効果

学年	活動内容（カッコ内は時間数）	期待される効果
4年生 (H25年度)	イントロダクション、星の見え方（2） 啓発ポスター作り（2）	豊かな感受性の育成 科学的な観察法の習得
5年生 (H26年度)	動物・昆虫への影響、壁新聞作り（4） あかりの歴史（2） 人体の健康への影響（2） LEDを使ったエコライト作り（4） センサー・タイマーのはたらき（2） 1年間のまとめ（2）	自然愛・生命尊重の心の育成 生物多様性・共生の認識 人と自然の関わり方の理解 科学技術の歴史と役割の理解 広い視点での判断力の養成
6年生 (H27年度)	電気の利用とエネルギー変換（2） 地球温暖化、生活習慣の見直し（2） ライトダウンイベントへの参加 探究活動と発表会	エネルギーの科学的理解 エネルギーの有限性の認識 環境問題の理解・関心の向上 環境保全意識と行動力養成 課題発見解決能力の育成

践を行っている。同校は区指定の環境教育重点校であり、環境教育の3つの柱の一つとして本プログラムを導入している。平成25年度の4年生2クラス計58名を対象にプログラムを開始し、平成26年度は引き続き5年生となった同じ児童に対し、プログラムを継続実施した。なお、平成26年度初頭にはクラス替えがあったが、本プログラムは学年の全児童に対して並行して進めているため、影響はなかった。授業は全て「総合的な学習の時間」を利用して行われた。授業計画の作成や実践はすべて筆者が中心となっており、学級担任からは授業補助・宿題の回収・授業内容についてのフィードバック等の協力を得た。

3. 小学5年生対象のプログラムの内容と実践結果

5年生では、主題材を『生態系への影響』と設定し、授業計画を作成した。動物・昆虫・植物は児童にとって身近で関心の高い対象であり、かつ光害に関わる幅広い内容が指導できるテーマである。そのほか、あかりの歴史・人体の健康への影響・省エネ技術なども取り上げ、多様な視点で光害に関連したトピックを扱った。教科の学習指導内容（5年生）との関連では、理科の「植物の成長」、社会科の「公害と生活環境」、道徳の「自然とのかかわり」などが挙げられる。

1年間の授業内容の概要を表2に示す。およそ月1回のペースで、計8回の授業を行った（各回2時間×2クラス）。それぞれの授業では、児童各自にワークシートを記入させながら進めた。ワークシートのねらいは、事前の知識を確かめること・学習事項を記録させること・自分の言葉でまとめさせること・アンケートなどであり、その記述内容から、児童の理解度の確認・学習成果の評価・本教育プログラムの評価を行った。ワークシートにはコメントを付して次の授業で返却し、それらをクリアファイルに綴じていくことで、長期にわたるさまざまな活動を俯瞰的に眺めることができるようにした。

表2 5年生での授業内容

	内容
第1回 (6/16)	ウミガメへの人工光の影響を知る
第2回 (7/14)	身近な地域での生き物への影響を考える
夏休みの宿題	決められた生き物について人工光の影響を調べ、壁新聞にまとめる (グループワーク)
第3回 (9/11)	各自が選んだ生き物について、壁新聞を作る
第4回 (10/6)	あかりの歴史を体験し、昔の生活について考える
第5, 6回 (11/17, 12/8)	さまざまな光源の明るさを測定する
第7回 (1/26)	壁新聞の個別発表を通し、生き物への影響を学ぶ
第8回 (2/23)	人体への人工光の影響を知る
	LEDと白熱電球の違いを学ぶ
	環境にやさしい「エコライト」をデザイン・制作する
	センサー・タイマーのはたらきを体験する
	ホタル保護の活動家のドキュメンタリーを鑑賞する
	今年度の学習のまとめ
	光害から生き物を守るアイデアをまとめる

3.1 第1回授業

5年生第1回の授業は、新年度直後の多忙な時期を避け、6月に実施した。授業のねらいは、(1) 生き物への光害を理解する、(2) 生命尊重の心を育む、(3) 人と自然の関わり方を理解する、である。

授業計画を表3に示す。場所は理科室(暗幕、テレビモニタあり)を使用した。

導入の前半部分では、ワークシートに記録した内容を元に、前年度の学習内容の振り返りと、春休みの宿題としていた「光害啓発ポスター」(詳細は越智(2015)に記述)の優秀作品の紹介を行った。

1時間目の残り時間は、生き物への光害の事例として、ウミガメへの影響を取り上げた。ウミガメは人工光により深刻な被害を受けていることが知られている(International Dark-Sky Association (2012))。まず第一に、母ガメは夜間の真っ暗な砂浜で産卵を行うが、砂浜が人工光で照らされていると、警戒して海から上がってこないケースがある。また、砂中に産み落とされた卵からは、数週間後の夜間に子ガメが孵化し、砂浜から顔を出して海に向かって歩み出す。体が乾燥しないよう、また外敵に捕食されないよう、一刻を争うように海へと向かう。その際、子ガメは本能的に最も明るい方向(自然界では海面に星明かり・月明かりが反射し、海の方が最も明るい)に向かっている。しかし、海と反対側に人工照明が設置され明るい光を放つと、子ガメは誤ってその方向に向かってしまい、海にたどり着くことができず、犠牲となる。

授業ではまず、ウミガメの産卵の様子と子ガメの孵化の様子を動画で見せ、気付いたことをワークシートに書かせた。その際、まわりの明るさに注目するようヒントを与え、産卵・孵化共に暗闇の中で行われていることに気付かせた。次にパワーポイント(図1)を用いて、上述のような母ガメと子ガメへの人工光の影響を解説し、さらにウミガメの産卵地である大浜海岸(徳島県)でのウミガメ保護の取り組みを紹介した。ここでワークシートにより『ウミガメへの影響を減らすために、人間はどんな工夫ができるでしょうか』と

表3 第1回授業の授業計画

	時間	指導内容	提示物、配布物、板書	その他
導入	15分	ワークシートを使って前年度の振り返り 優秀ポスターの紹介	クリアファイル返却 前回のワークシート返却	
	25分	ウミガメの動画の提示 ・産卵 ・子ガメの孵化 動画で気付いたことの話し合い	PC動画 気付いたこと板書 ワークシート配布	動画中は暗幕を閉め、消灯
展開	45分	ウミガメへの光の影響の解説 ・母ガメへの影響 ・子ガメへの影響 大浜海岸の取り組みの紹介 改善案の話し合い	パワーポイント まとめ板書 パワーポイント 改善案板書	
	休憩			
展開	25分	夜の風景写真の提示 ・王子駅前 ・学校近くの歩道 ・親水公園 ・里山 課題指示：写真から生物への影響を見つけ、記述	各班に、夜の風景写真を配布 ワークシート配布	
	35分	課題の発表	発表内容の板書	
まとめ	45分	まとめ ・ワークシートの記入 次回の予告	ワークシート2枚回収 クリアファイル回収	

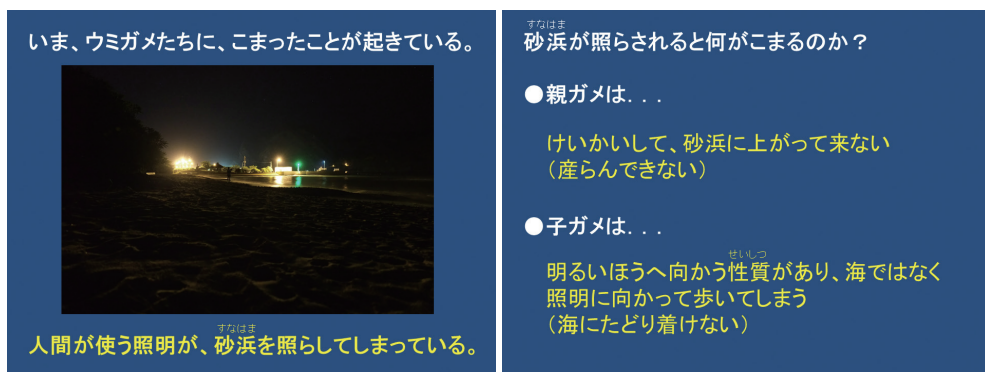


図1 第1回授業のパワーポイント抜粋

問い、解決策を考えさせ、数名に発表させた。児童からは『消灯時間を決める』『海側に窓をつけない』『カメに見えない光の電球を使う』などのアイデアが出された。

以上により、人間が使う人工光が生き物に影響を与えていることに気付かせ、その解決策としてできることを考える姿勢を養成した。

休憩時間を挟み、2時間目は身近なところで起きている生き物への光害について考えさせる内容を行った。児童の生活圏内の夜の写真3枚（王子駅前、学校近くの歩道、学校近くの親水公園）と自然豊かな里山の写真1枚を用意し、各班に配布した。児童は4～5名



図2 第1回授業の授業風景

の班メンバーで相談し、それぞれの場所にいる動物・昆虫などを推測し、人工光によって影響を受けている可能性を考えさせ、ワークシートに記述させた。最後に生き物の名前を小さな紙に書かせ、黒板に貼らせた（図2）。この作業により、都市部である児童の生活圏内にもたくさんの生き物が生息し、人工光の影響を受けている可能性があることを認識させた。

この日の最後に行ったアンケートでは、『話はわかりやすかったですか。』の問いに対し、「とてもわかった」90%、「まあまあわかった」10%との回答であった。また、『話の内容にきょうみを持ちましたか。』の問いに対し、「きょうみを持った」77%、「少しきょうみを持った」23%との回答であった。一方で、2時間目のワークシートに記述させた『身近な場所での動物・昆虫への人工光の影響』については書けていない児童も多く、どうやって光の影響に気付かせるかが課題であった。

3.2 第2回授業

7月に実施した第2回の授業は、ねらいを（1）生き物への光害のしくみの理解、（2）資料を読みまとめる力の育成、（3）考えを相手に伝える力の育成、と設定し、壁新聞作りのグループワークを行わせた。後述のように、夏休みの宿題として各自に壁新聞作りを行わせたが、その調べ方・まとめ方の練習としての意味合いも含んだものである。

授業計画を表4に示す。場所は教室（テレビモニタあり）で行った。

あらかじめ、グループワークのための資料として、タヌキ・ホタル・蛾の3種類の生き物に関する文献のコピーを用意した。その際、それぞれの生き物の特徴や習性などから、人工光の影響が容易に推察できるものを選んだ。タヌキについては熊谷(2006)、川道(1996)の文献の一部で、夜行性であること・餌探しの様子などが記述されている。ホタルについては大木(2004)、中山(2013)の文献の一部で、ホタルの光の役目などが記述されている。蛾についてはバーニー(2008)、奥本(1993)、海野(2013)の文献の一部で、夜間の蛾の行動などが記述されている。

授業ではまず、1クラスを6班に分け、班毎にタヌキ・ホタル・蛾の中から調べる対象を選択させた（それぞれ2班ずつ）。さらに記事の見出しも指定しておき（『タヌキの1日

表4 第2回授業の授業計画

	時間	指導内容	提示物、配布物、板書	その他
導入	10分	ワークシートを使って前回の振り返り	クリアファイル返却 前回のワークシート2枚返却	
	20分	調べる生き物の決定 壁新聞の説明 担当箇所決定	壁新聞サンプル提示 生き物の資料配布	
展開	45分	作業：資料調査 各自担当部分の製作	画用紙、色紙、ペン、のり配布	巡回して個別指導
	休憩			
展開	35分	作業：各班での話し合い・まとめ まとめ部分の製作		巡回して個別指導
まとめ	45分	各班のまとめの発表 夏休みの宿題の指示	クリアファイル回収	



図3 第2回授業の授業風景

のすごし方は?』『ホテルは何のために光る?』『ガはどんな場所に集まってくる?』『人間が街を作ったことで、〇〇はどんなえいきょうを受けている?』など、各班4つ)、班内での役割分担を決めさせた。また、記事を作るときのポイントとして、「資料から、必要な情報だけを選び出す」「伝えたいことがはっきりわかるように短くまとめる」「まとめには自分たちの意見をしっかり書く」と指導した。

作業時間に入り、児童は資料から関連した記述を探し、自分の言葉で短い記事にまとめ、下書きを作った。その後班内で下書きを元に意見交換させ、記事をブラッシュアップした。完成した記事を、一人1枚配布したポップカードに書かせ、最後にそれらをA3サイズの色画用紙に貼って、壁新聞として完成させた。作業の様子を図3に示す。作業の間、筆者および担任が適宜巡回し、個別にアドバイスをを行った。

完成した壁新聞の例を、図4の上段に示す。作業時間が非常に限られている中、デザインに凝ったり、一人一人が出し合った生き物を守るための意見を並べて書いたり、といった工夫が見られた。

授業の最後に、夏休みの宿題として、各自で調べる対象の生き物を決めて、同様の壁新

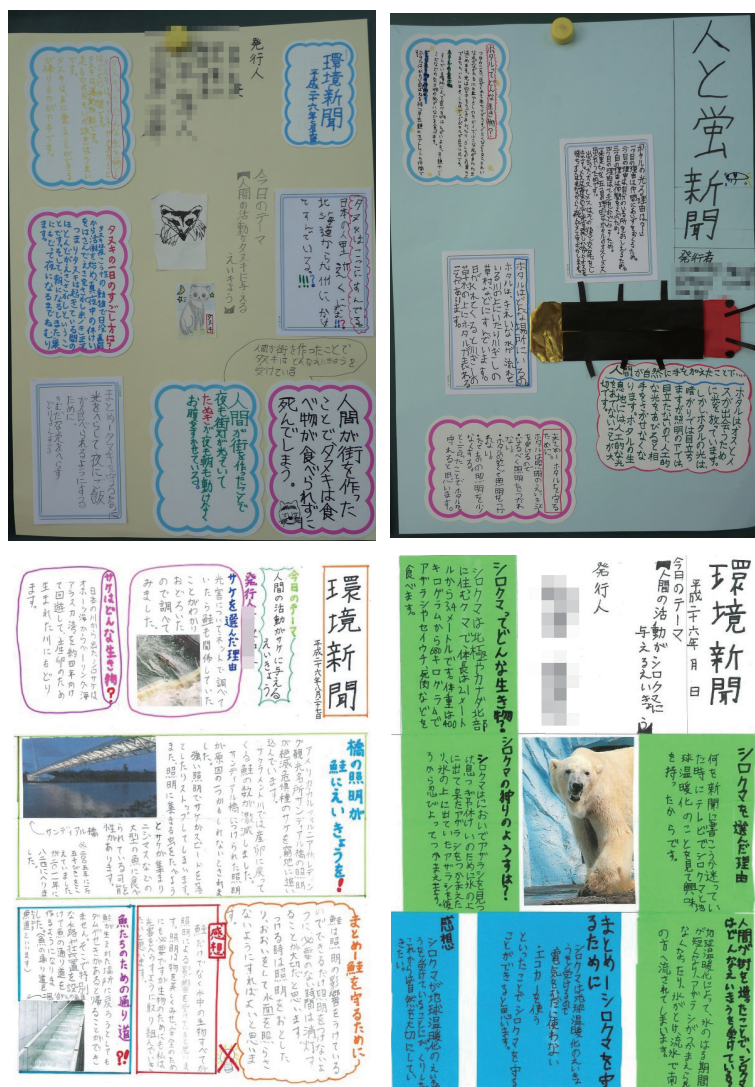


図4 壁新聞の例

間を作成するよう指示した。人工光の影響に限定すると生き物の選択が難しいと予想されたため、人間活動によって何らかの影響を受けている生き物であればよい、とした。記事には必ず「その生き物を選んだ理由」「人間が街を作ったことで、どんな影響を受けているか」「どうすればその問題が解決できるか」「感想」を含むよう指示した。児童には八つ切りの画用紙を配布した。

夏休み明けに提出された壁新聞の例を、図4の下段に示す。児童は主にインターネットのサイトから情報を集め、サケ・シロクマ・渡り鳥・カエル・コウモリなどさまざまな生き物について調べていた。人間から受けている影響も、人工光以外に地球温暖化、森林伐採、えさ・住処の減少、水質汚濁、交通事故など実に多様であった。後述のように、第4

表5 第3回授業の授業計画

	時間	指導内容	提示物、配布物、板書	その他
導入	20分	夏休みの体験を発表 導入の説明 照度計の使い方の説明、練習	ワークシート配布 照度計、電池配布	部屋消灯
展開	45分	木の燃焼の観察、話し合い オイルランプの観察、話し合い ろうそくの観察、話し合い、測定 ガス灯の観察、話し合い ここまでのまとめ ・ワークシートの記入	わりばしを燃やす オイルランプを点灯 ろうそくを点灯 ガスランタンを点灯 各光源の特徴を板書	部屋点灯
	休憩			
展開	30分	エジソン電球の観察、話し合い、測定 白熱電球の観察、話し合い、測定 蛍光灯の観察、話し合い、測定 LED電球の観察、話し合い、測定	エジソン電球を点灯 白熱電球を点灯 蛍光灯を点灯 LED電球を点灯	部屋消灯
まとめ	45分	今日のまとめ ・ワークシートの記入	まとめを板書 ワークシート回収	部屋点灯

回授業では、この壁新聞の発表会を実施した。以上により、資料を読み取りまとめる力を育成すると共に、人間活動により生き物がさまざまな形で影響を受けていることを認識させることができた。

3.3 第3回授業

夏休み明けの9月に実施した第3回は、過去から現代まで発展してきたあかりの歴史を室内で体験させ、昔の生活について考えさせる授業を行った。照度計を使って各種光源の明るさも比較させた。ねらいは（1）科学技術の進歩の理解、（2）科学技術の社会における役割の理解、（3）科学的な測定方法の習得、である。

授業計画を表5に示す。この授業の流れは、月僧（2009）および臼井（2009）を一部参考にした。場所は理科室を使用し、暗幕を引くと共に、黒い紙などを使って隙間からの漏れ光を可能な限り抑えた上で実施した。暗ければ暗いほど、授業展開が効果的となる。また、火を扱うため、万が一に備え水バケツを用意し、事前に天井の火災報知器の位置を確認した。

まず授業の始めには、夏休みに光害に関連した体験がなかったかを問いかけ、発表させた。田舎で「気持ち悪いほど多くの星」を見たことや、「セミが夜にも鳴いていたのは、まわりが明るいせいかなと考えた」との意見に賛同する児童が複数いたなど、多くの児童が光害のことを多少なりとも意識して生活していたことがうかがえた。

続いてこの日の授業の流れを説明したあと、児童にワークシートと一人1台のデジタル照度計（TENMARS製 型番：TM-205）を配布し、使い方の説明・練習を行った。ワークシートには、光源の種類・使われた年代・明るさ（ルクス）の測定値・特徴（長所・短所）を書く欄を設けた。

室内を消灯して真っ暗にしたあと、人類が最初に手にしたあかりは焚火や松明の火で



図5 第3回授業の授業風景
(カメラのフラッシュを使用しており、実際の室内は暗闇である)

あったことを説明し、木（わりばし）の燃焼を演示した。非常に弱々しいあかりであることを印象づけた。また、焚火の不便なところは何かと問いかけ、危険性・調節が難しい点などを説明した。次にオイルランプ、ろうそくの順に点灯して見せ、それぞれの長所・短所を話し合った。ろうそくについては、照度計を用いて明るさを測定・記録させた。その際、測定の条件を揃えるために、一定の距離から、照度計のセンサーをまっすぐ光源に向けることを注意した。次にキャンプ用ガスランタンを点灯して見せ、ガス灯は初めての大規模な街灯に使われたことなどを解説した。

ここまですら可燃性光源であり、一旦室内を点灯し、黒板で各光源の特徴をまとめ、ワークシートに記入させた。

休憩を挟んだ2時間目には、次に登場したのが電球であり、可燃性光源と異なり電気を利用し始めたことを説明した。まず最初に見せたエジソン電球は、まだ輝度も低く弱々しいあかりである。児童には照度計で明るさを測定させた。フィラメントには、京都の竹も利用されたことを説明すると、多くの児童が感心していた。

次に白熱電球を点灯させると、児童からはあまりの明るさに驚きの声が上がった。昔利用していた光源に比べ、現代のあかりが如何に明るいかを印象づけることができた。これが街灯に広く普及したことにより、都市部の夜が一気に明るくなったこと、そして莫大なエネルギーを使用し始めたことを説明した。児童には白熱電球の明るさを測定させた。

同様に、蛍光灯、LED電球の順で点灯し、その長所・短所を説明すると共に、児童には明るさを測定させた。以上の授業風景を図5に示す。

全ての演示・測定が終了した後、室内を点灯し、まとめを板書した。合わせて、可燃性光源は明るさ・利便性を求めて発展し、電球は省エネを求めて発展を続けていることなどを解説した。

最後に、『電気が無かったころの生活や自然環境を想像して、思ったことを書いてみよう。』『昔と比べて簡単に明るい電気が使える現代について、どう思いますか。』をワークシー

表6 第3回授業ワークシートの児童の記述（抜粋）

▶電気がなかったころは、とても不便だったと思います。でも今よりも、自然環境がとても良く、星がいっぱい見れたと思います。
▶不便なところもあったけど、良いところもたくさんあった。昔の明かりのたき火から今使っているLED電球まで変化したのがすごいと思った。
▶私たちの暮らしに電球があつてよかったと思いました。夜などは昔暗くて大変だったと思うからです。
▶今の本当に明るい電気に比べて、昔はとても明るさを得るために頑張っているから、明るくなるだけで喜びがあったと思う。
▶（現代は）明るくて不便じゃなくなったけど、エネルギーやガスなどを使い自然もわるくなっている。

表7 第4回授業の授業計画

	時間	指導内容	提示物、配布物、板書	その他
導入	5分	ワークシートを使って前回の振り返り 夏休みの宿題の結果の提示	クリアファイル返却、前回のワークシート返却 パワーポイント	
展開	45分	壁新聞の個別発表と補足説明（各7分×5人） ここまでのまとめ ・ワークシートの記入	ワークシート配布	
	休憩			
展開	35分	人体への影響の説明 ・体内時計 ・メラトニン ・光の色 ・生活習慣 ワークシート記入 異なる色の電球の観察	パワーポイント 分光フィルム配布 電球点灯	暗幕、部屋消灯
まとめ	45分	今日のまとめ ・ワークシートの記入	ワークシート回収 クリアファイル回収	部屋点灯

トで問い、記述させた。児童の回答の一部を表6に示す。「今よりも自然環境が良く、星がいっぱい見れたと思う」といった視点での記述が得られたのは、本プログラムの特徴であらう。

アンケートでは、『話はわかりやすかったですか。』の問いに対し、「とてもわかった」81%、「まあまあわかった」19%との回答であった。また、『話の内容にきょうみを持ちましたか。』の問いに対し、「きょうみを持った」74%、「少しきょうみを持った」21%、「どちらでもない」4%、「つまらなかった」2%との回答であった。

3.4 第4回授業

10月に実施した第4回授業は、1時間目に夏休みの宿題であった壁新聞の個別発表会、2時間目に人工光の人体への影響について学ぶ内容で実施した。授業のねらいは（1）生物多様性・共生の認識、（2）人体への光害の理解、（3）正しい生活習慣の重要性の認識、である。

授業計画を表7に示す。場所は理科室で実施した。

表8 第4回授業ワークシートの児童の記述（抜粋）

- ▶人間が環境を破壊することでたくさんの生き物が不便になったり困ったりしていることが分かりました。その動物には、その動物の今までしてきたことができなくなって困っている。
- ▶生き物、動物が光によって害を受けていることが分かった。光を弱くしたりして工夫すれば、生き物が害を受けないと思った。
- ▶人間のくらしが豊かになるにつれて動物や植物が人間と共存できなくなってしまうので工夫して共存できるようにしたいです。
- ▶みんないろいろな害についてしらべていてすごいと思った。意外なもの（イネ）が光害など受けていて驚いた。
- ▶光害、地球温暖化などで、いきものたちは絶滅のききになっているから、自分のできることをやってすこしでも絶滅する生き物たちが減ればいいとおもう。

始めに、前回の授業で学習したあかりの進歩によって急激に夜が明るくなり、そのことにより多くの生物が影響を受けているのではないかと問いかけ、夏休みの宿題で提出された壁新聞が、実に30種類以上の生き物（人工光以外の影響も含む）を題材に書かれていたことを紹介した。

次に、あらかじめ選んでおいた各クラス5人の児童を呼び、順番に自分の壁新聞の内容を発表させた。児童の発表のあと、筆者がパワーポイントを用いて補足説明を加えた。発表を聞いている児童には、ワークシートに生き物の名前と人間活動からどんな影響を受けているかを随時まとめさせた。具体的には、夜明るいことで産卵ができないアマガエル、高層ビルの明かりで方向感覚を失う渡り鳥、橋の照明の影響を受けるサケ、夜間照明により成長が遅れるイネ、地球温暖化による氷の減少の影響を受けるホッキョクグマ、排水による水質汚濁の影響を受けるメダカ、などが発表された。この作業により、地球上には多様な生き物が住み、さまざまな形で人間活動の影響を受けていることを認識させることができた。ワークシートに記述された児童の感想の一部を表8に示す。人間活動の影響の大きさに驚き、何とかしたいとの記述が多く見られた。

1時間目の最後に「これだけ多くの生き物が光の影響を受けているなら、人間の体はどうだろう？」と問いかけて次の展開を示唆し、休憩時間を挟んだ2時間目には、夜間の人工光による人体への影響を説明した。体内時計のしくみとメラトニンの役割を説明し、体内時計を整えて健康な生活を送るためには、朝に太陽の光をたっぷりと浴びること、夜遅くには強い光を見ることは避け、パソコンやタブレットの光にも注意すること、すなわち規則正しい生活習慣が重要であることを、パワーポイントを使って解説した。途中、光の色の説明の中では、分光フィルムを配布し光のスペクトルを観察させたり、異なる色の電球を点灯して見せた。最後に、学習したことをもう一度自分の言葉でワークシートにまとめさせた。

アンケートでは、『話はわかりやすかったですか。』の問いに対し、「とてもわかった」74%、「まあまあわかった」22%、「どちらでもない」4%との回答であった。また、『話の内容にきょうみを持ちましたか。』の問いに対し、「きょうみを持った」61%、「少しきょうみを持った」28%、「どちらでもない」9%、「少しつまらなかった」2%との回答であった。

表9 第5・6回授業の授業計画

	時間	指導内容	提示物、配布物、板書	その他
導入	10分	ワークシートを使って前回の振り返り LEDと電球の比較の演示	クリアファイル返却、前回ワークシート返却 LED電球比較実験器、手回し発電機	部屋消灯→点灯
展開	45分	エコライトの説明 LED・太陽電池・蓄電池の説明 作業：エコライトの制作	エコライトキット配布 エコライト完成品提示	巡回指導
	休憩			
展開	40分	作業：エコライトの制作		巡回指導
まとめ	45分	後片づけ	クリアファイル回収 エコライト回収	
	時間	指導内容	提示物、配布物、板書	その他
導入	10分	今日の作業の説明 完成形の確認、装飾のイメージ	エコライトキット返却	
展開	45分	作業：ペットボトル・パーツに、色ペンやシールで装飾	色ペン、シールおりがみ	巡回指導
	休憩			
展開	35分	作業：装飾の続き 作業：全体の組み立て 点灯式、写真撮影 環境にやさしい工夫の解説		巡回指導 暗幕、部屋消灯
まとめ	45分	今日のまとめ ・ワークシートの記入 後片づけ	ワークシート配布 ワークシート回収	部屋点灯

3.5 第5・6回授業

11月の第5回、12月の第6回では、クリスマスイルミネーションの時期でもあることから、工作キットを用いた「ペットボトルエコライト」を制作した。授業のねらいは（1）ものづくりの体験、（2）創作活動による自己表現、（3）環境保全活動への参加意識の養成、である。

授業計画を表9に示す。場所は理科室を使用した。使用したキットはアーテック社製の「ペットボトルエコライト」で、太陽電池パネルで蓄電し、周囲が暗くなるとLEDが点灯する、というものである。これを一人1個用意した。児童にはあらかじめ空きペットボトル・はさみ・カッターナイフ・セロテープ・色ペン・装飾シール等を持参するよう指示した。

授業では、まず最初にLEDがいかに少ないエネルギーで点灯するかを示すため、ケニス社製の「LED・電球エネルギー比較実験器LME-3V」を使って演示実験を行った。児童1人が手回し発電機を回し、豆電球の場合とLEDの場合で手ごたえを比較させた。LEDのほうがはるかに小さな力で明るく点灯することから、LEDの省エネ性を理解させ



図6 第5・6回授業の授業風景

表10 第6回授業ワークシートの児童の記述（抜粋）

- ▶環境にも優しいライトができたし、とてもいい体験ができたので家で使いたいです。
- ▶きれいに組み立てたり、飾り付けたりするのが楽しかったです。太陽の光を使って光るLEDがすごく省エネなのが分かりました。
- ▶家で使うのが楽しみ。これからはエコライトをいっぱい活用したい。地球温暖化を防ごうともしっかり思うようになった。

た。

次に工作キットを配布し、エコライトの完成品を見せて点灯の仕組みを解説した。キット同封の説明書および筆者がパワーポイントで作成した制作手順を見せながら、各自にキットを組み立てさせた。児童によって作業スピードが大きく異なるため、こまめに作業状況を確認しながらゆっくりと進め、早く終わった児童は他の児童の手伝いをするよう指示した。カッターナイフでペットボトルを切る作業では、ケガの無いよう十分注意する必要がある。第5回は、組み立て作業の終盤までで終了した。一部作業の遅れている児童は、次回の授業までに同じ段階まで進めておいてもらうよう、担任に依頼した。

3週間後の第6回では、色ペン・シールおりがみ・装飾シールなどを用意し、児童にオリジナルのデザインで装飾をさせた。児童はこの作業をとても楽しんでいる様子であった。作業中、筆者と担任は巡回指導を行うと共に、200W電球を使用して太陽電池に蓄電をして回った（雨天のため、屋外での充電ができなかった）。最後の組み立てを行い、全員が完成したところで、作品を机の上に並べ、点灯式を行った。暗闇の中で淡く光るエコライトに、大きな歓声が上がった。以上の授業風景を図6に示す。

最後に、ワークシートを配布してエコライトの環境にやさしい点をまとめさせた。「太陽光のエネルギーを利用している」「消費エネルギーの少ないLEDを使っている」「暗い時だけ点灯する」「ペットボトルを再利用している」などを確認した。児童の記述の一部を表10に示す。エコライト作りは、ほとんどの児童が非常に楽しんでいる様子であった。

アンケートでは、『話はわかりやすかったですか。』の問いに対し、「とてもわかった」

表11 第7回授業の授業計画

	時間	指導内容	提示物、配布物、板書	その他
導入	10分	ワークシートを使って前回の振り返り エコライトのセンサーの復習	クリアファイル返却 前回のワークシート返却	
展開	45分	センサー・タイマーの種類と演示、使われ方の話し合い ・明るさセンサー ・人感センサー ・タイマー ・ワークシート記入	ワークシート配布 センサー・タイマーの働き、使われ方を板書	適宜消灯
	休憩			
展開	25分	ドキュメンタリー鑑賞（12分） ・意見交換 ・ワークシート記入	動画上映 ワークシート回収	部屋消灯
まとめ	45分	国際ひかり年の紹介 GLOBE at Night、宿題の説明		

84%、「まあまあよかった」14%、「どちらでもない」2%との回答であった。また、『エコライト作りは楽しかったですか。』の問いに対し、「とても楽しかった」91%、「まあまあ楽しかった」9%との回答であった。

3.6 第7回授業

1月に実施した第7回は、1時間目にセンサー・タイマーのはたらきを学ぶことで光害を減らす方法を考えさせ、2時間目にはホタル保護の活動家のドキュメンタリーを鑑賞し、社会でどのように光害削減の取組みが行われているか、を認識させた。ねらいは（1）科学技術の社会における役割の理解、（2）社会における環境保全活動の認識、である。

授業計画を表11に示す。場所は理科室を使用した。

まず始めに提示した明るさセンサーでは、センサーに光が当たるとスイッチが切れ電球が消灯することを演示し、これが身の周りのどのような場面で利用されているかを考えさせた。児童からは街灯や自転車のライトといった答えが得られ、またテレビやスマホの輝度調節にも利用されていることを紹介した。

次に提示した人感センサーでは、児童1人に泥棒役を演じさせ、センサーに近づくと電球が点灯することで、教室内は大いに盛り上がった。トイレ内や防犯灯に利用されていることを説明したほか、児童からはエスカレーターや自動ドアも同じ仕組みだ、といった意見が出た。

次にタイマーを使って、決まった時間にだけスイッチが入り電球が点灯する様子を演示した。これは営業終了で消灯するお店の看板や駐車場などで利用されている、と説明した。以上の授業風景を図7に示す。

まとめとして、センサーやタイマーを使うとどんなメリットがあるか（省エネ・光害削減など）、また現在はあまり使われていないが使うべきだと思う場所（一晩中点灯しているマンションの廊下など）を話し合い、ワークシートに記述させた。



図7 第7回授業の授業風景

2時間目には、日本のホタル保護活動家のドキュメンタリー「Brilliant Darkness」(The Zoological Lighting Institute制作、12分)を、制作者の許可を得て理科室内で上映し、感想を書かせた。

授業の最後に、2015年が国際光年であることを紹介し、宿題として国際光年の公式企画であり前年度に本プログラムでも実施した「GLOBE at Night」のオリオン座観察を指示した(GLOBE at Nightの詳細は越智(2015)を参照)。

アンケートでは、『話はわかりやすかったですか。』の問いに対し、「とてもわかった」75%、「まあまあわかった」18%、「どちらでもない」7%との回答であった。また、『話の内容にきょうみを持ちましたか。』の問いに対し、「きょうみを持った」51%、「少しきょうみを持った」44%、「どちらでもない」5%との回答であった。

3.7 第8回授業

5年生最後となる第8回は、今年度の学習のまとめとして、これまでのワークシートや製作物を復習してポイントをまとめ、あらためて人工光によってどんな問題が起きているか、そしてその解決のためにどうすれば良いかを考えさせた。ねらいは(1)広い視点で考える力の育成、(2)課題発見解決能力の育成、である。

授業計画を表12に示す。場所は理科室を使用した。授業のはじめには、前回のワークシートの復習と、宿題であったオリオン座観察結果のまとめ提示した。

その後、クリアファイルに綴じてある過去のワークシートを順に確認しながら、ポイントを今回のワークシートにまとめさせた。最初にまとめ方の例を黒板で示し、同様に残りのワークシートのまとめを書かせた。以前の授業で使用したパワーポイントや、制作した壁新聞も提示し、児童が学習内容を振り返る助けとした。作業中、筆者と担任が巡回し、適宜個別指導を行った。

休憩を挟んだ2時間目には、まず児童に一人1枚の「アイデアシート」を配布した。そこには『(照明によって)どんな問題が起こっているか』『解決のためのアイデア』を書く

表12 第8回授業の授業計画

	時間	指導内容	提示物、配布物、板書	その他
導入	15分	ワークシートを使って前回の振り返り オリオン座観察結果の提示、話し合い	クリアファイル返却、前回ワークシートの返却	
展開	45分	前回までの結果のまとめ ・まとめ方の例示 ・各自によるまとめ	ワークシート配布 最初の2回分のまとめを板書 パワーポイント、壁新聞掲示	巡回指導
	休憩			
展開	30分	問題点・解決アイデアを考え発表 ・アイデアシートに記入 ・カテゴリー分け、意見交換 ・ワークシート記入	アイデアシート配布 黒板に掲示	
まとめ	45分	今日のまとめ ・アンケート記入	ワークシート回収	

表13 アイデアシートの記述（抜粋）

- ▶ 光で星が見えなくなってしまう。街灯におおいをつける。
- ▶ 森の中に街灯が立ち、動物が住みずらくなった。街灯に人感センサーをつける。
- ▶ 天体観測が明るすぎてできない。夜の家はカーテンをかける、という決まりを作る。夜の0時～3時は電気を一部のところで使えなくする。
- ▶ 街灯が人がいないときにむだについている。街灯に人感センサーをつける。
- ▶ 照明が上を向いているので光がもれる。照明の向きを下に向けて、明るくしたいところだけを明るくする。
- ▶ マンションのろう下の照明はつけっぱなしにしないでタイマーと人感センサーを組み合わせてその時間のうちの人が歩いているときにしかつけない様にすればいい。

ようになっており、各自が考えた課題と解決策を具体的に書くよう指示した。

全員がアイデアシートを書き終えた後、分類に基づいて同シートを黒板に貼らせた。1回目は問題が起こっている「場所による分類」で、『家・学校』『街中』『田舎』『その他』に分類させた。結果は街中で起こっている問題を挙げた児童が最も多く、光害が身近で起こっていることを実感させた。2回目は問題を解決する「難易度による分類」で、『簡単にできる』『努力すればできる』『大人になればできる』『とてもむずかしい』に分類させた。結果は『大人になればできる』が最も多かったが、『簡単にできる』『努力すればできる』も多く、自分たちの力である程度は解決に貢献できることを認識させた。

これらの作業によって、これまでの学習内容の繋がりを意識して、広い視点で考える力を育成を目指した。しかし、これまでの授業で既出のアイデア以外に目新しいアイデアはあまり生まれず、難しさを感じた。アイデアシートの記述例を表13に示す。以上の授業風景を図8に示す。



図8 第8回授業の授業風景

4. 年度末アンケートの結果

第8回の授業の最後に、次の2つのアンケートを実施した。『きょうみを持った内容はどれですか。』では、これまでの学習内容のうち興味をもったものを3つまで選んで丸をつけさせた。その結果、「エコライト作り」「センサーのはたらき」が最も多く55%、次いで「ウミガメへの影響」が43%と、児童の関心を引いたテーマが明らかとなった。『5年生での内容はどうでしたか。』では、「とても楽しかった」60%、「楽しかった」34%、「少し楽しかった」4%、「どちらでもない」2%、「少しつまらなかった」と「つまらなかった」は0%であった。本プログラムで実施した内容は、大いに児童に関心を引いたと判断できる。

5. 担任からの意見

本プログラムの5年生での全授業を終え、学級担任より以下の意見が得られた（抜粋）。

- (1) 講義が中心であったが、実験や視聴覚資料、実習（新聞づくり・家庭での夜空の観察）と学習形態に変化があり、児童にとって有意義な学習であった。
- (2) 月に1回程度の学習であったが、前回までの学習を振り返りながら新たな取組みをすることで、自然環境に対する確かな目が育っていった。
- (3) 人間の豊かな暮らしが、他の生物にどのような影響を及ぼしているか考えるきっかけになった。
- (4) (あかりの歴史について) 暗い体験が珍しいのだろう、楽しんでいた様子であった。
- (5) (エコライト制作について) このような工作をする時間があまりないので、喜んでいただ様子だった。

これらの意見を活かし、6年生の活動内容を検討する。

6. 結論

光害は小学校での多くの既存の学習内容に関連したテーマであり、環境教育の教材として優れていると考えられる。現在、小学校1校と連携し、光害を題材とした教科横断型の環境教育プログラムの構築・実践を進めている。平成26年度に実施した5年生を対象とした実践では、生き物への影響を中心に多様な活動を行い、児童は概ね楽しんでいる様子で、熱心に取り組んでいた。ワークシートの記述からは、光害についての理解と共に、生命尊重の心の育成、人と自然の関わりの理解の向上等に効果があったことが読み取れた。一方で、自分自身で身の回りの光害に関連した課題を発見することは難しい様子が見られ、今後改善を要する点である。平成27年度には6年生を対象にプログラムを継続し、エネルギーを題材とした授業と、総合的な探究活動・発表会を行う。ワークシートの分析などから、プログラムの教育効果を評価する予定である。

謝辞

本研究は、平成23～26年度科学研究費補助金若手研究（B）『光害を通して総合的な人間力を養成する環境教育プログラムの実践研究』（課題番号23700962）により行われている（平成27年度事業期間延長）。

本プログラムの実施にご協力いただいている東京都北区立滝野川第三小学校の奈良部健治校長および関係の先生方に深く感謝いたします。

参考文献

- 臼井泰雄（2009）「あかりをともしよう」小学校環境教育実践事例集．小学館．pp.12-13.
海野和男（2013）灯りに集まる昆虫たち．誠文堂新光社.
大木邦彦（2004）ホタル．ポプラ社.
奥本大三郎（1993）野山をいろいろのチョウガ．集英社.
越智信彰（2015）「光害を多面的に学ぶ小学校環境教育プログラムの実践 その1：夜空の明るさを題材として」東洋大学紀要 自然科学篇，59，pp.1-13.
川道武男（1996）日本動物大百科第1巻 哺乳類1．平凡社.
熊谷さとし（2006）タヌキを調べよう．偕成社.
月僧秀弥（2009）「サイエンスショー：進化したあかり～火から電気へ～」日本エネルギー環境教育学会第4回全国大会論文集．pp.70-71.
中山れいこ（2013）ホタル．少年写真新聞社.
バーニー，デイヴィッド（2008）昆虫．武田ランダムハウスジャパン.
International Dark-Sky Association（2012）Fighting Light Pollution: Smart Lighting Solutions for Individuals and Communities. Stackpole Books.

Rich, C. and Longcore, T. (2005) *Ecological Consequences of Artificial Night Lighting*.
Island Press.