

# 理科教育に組入れた環境教育（生物多様性認識）の実践

—カリキュラム・マネジメントに基づく博物館やビジターセンターと連携した体験学習—

和田 薫<sup>1</sup>

## The practice of environmental education (Study Program of biodiversity) incorporated in science education

—The experience learning of cooperation with a museum and Visitor Center based on curriculum management.—

WADA Kaoru<sup>1</sup>

I reported on learning of recognition of the biodiversity practiced at Mt. Takao.

This program is the study in which I cooperated with the Takao 599 museum and Takao Visitor Center based on curriculum management, and it will play the role of a model case of the experience learning of environmental education that was incorporated in science education.

高尾山で実践した生物多様性の認識の学習について報告する。

本プログラムはカリキュラム・マネジメントに基づく博物館やビジターセンターと連携した体験学習であり、理科教育の中に環境教育を組み入れた先駆的取組のモデルケースとしての役割を果たしている。

キーワード：理科教育，環境教育，生物多様性，新学習指導要領，カリキュラム・マネジメント

Keywords：Science education, environmental education, biodiversity, new curriculum guidelines, curriculum management

### 1. はじめに

現在、新学習指導要領の完全実施が小学校では2020年度から、そして中学校では2021年度から計画されている。新学習指導要領では、「何ができるようになるか」を明確化し、現行の学習指導要領に比べて、目標を達成するための手段やプロセスを具体的に打ち出している。さらに、新学習指導要領の重点項目の一つに、「理数教育の充実」が挙げられている。そして、「理数教育の充実」を達成するためとして、①自然の事物・現象に進んで関わり、科学的に探究しようとする態度を養い、②自然の事物・現象についての理解を深め、科学的に探究するために必要な観察、実験などに関する基本的な技能を身に付け、さらに③観察、実験などを行い、科学的に探究する力を養うという三段階のプロセスが明示されている。すなわち、理科の授業においては、観察・実験を通じて科学的に根拠をもって思考する力をつけるために、実験・観察の必修化が図られていると解釈できる。従来から実物に触れる観察や実験は、生徒の興味関心の育成にはもちろん、知識・理解の向上に効果が大きかったことは

明白である。従って、新学習指導要領の示す方向性は理科教育において、より“本質的”になったといえる。

しかし反面、新学習指導要領の完全な実施を図るには、現場には多くの課題を抱えているといえる。まず、理科の授業時間数は現行のまま増えてはいない。さらに学校現場に於いては、厳しい状況が迫っている。新学習指導要領で「実践の蓄積を若手教員にもしっかりと引き継ぐ」と述べられているように、教員の大量退職、大量採用により急速な若返り現象が現場で生じている。さらに悪いことに、生徒数の減少による小規模校化により、1校に勤務する教員数が減少していることである。このことはベテラン教員から若手教員に実践した蓄積を引き継ぐ機会を失わせていると同時に、授業以外の業務分担が増加していることを意味する。

このような状況にあつて、新学習指導要領では理科の授業においては、これまでの教育実践の蓄積に基づく授業改善の活性化を図り、授業を工夫・改善して、観察・実験を通じて科学的に根拠をもって思考する力をつけると述べられている。さらに、科学的に根拠をもって思考する力をつけるための発展的手法として、体験活動やアクティブ・ラーニン

<sup>1</sup> 明星大学理工学部総合理工学科 特任教授 教育学（理科）・昆虫系統分類学

グの実施を提唱している。具体的な提案モデルは例示されていないが、新学習指導要領で要求されている内容を実施するには、効率的な授業の展開と一つの課題を通して複合的に学びが出来るように、学校全体で連携したカリキュラム構成が求められる。これらの課題への対応は、もはや理科の授業担当教員だけが担えるものではなく、学校全体の教育課程の中での対応が必要となる。

この状況打開のために、新学習指導要領ではカリキュラム・マネジメントの確立が提唱されている。各学校においては、学習の基盤となる資質・能力（言語能力、情報活用能力、問題発見・解決能力等）の育成および現代的な諸課題に対応して求められる資質・能力の育成を図り、そのために教科等横断的な学習を充実させ、単元などの授業のまとまりの中で、習得・活用・探究のバランスを工夫するとしている。具体的には学校ごとに、①教育内容や時間の適切な配分を行い、②必要な人的・物的体制の確保をし、③実施状況に基づく改善によって、④教育課程に基づく教育活動の質を向上させ、⑤学習の効果の最大化を図るとしている。まさに、授業の質的充実において大幅な改善が求められており、管理職が学校を如何にマネジメントできるかが問われる状況になっているといえる。

さらに今年度に生じた COVID-19 感染症対策等による長期の休業で支障の出たカリキュラムの内容を補うため、学校現場では実体験を伴う実験・観察などの授業は少なくなっており、環境教育などの特別授業は殆んどなされていない。このことからカリキュラム・マネジメントの視点で、理科教育を再構築することが喫緊の課題となっている。

## 2. 理科の授業として高尾山で展開する学び

### 2-1. 課題となる理科の授業における変更点とその背景

新学習指導要領のでは、理科教育の目的として実験や観察など体験に基づいた、体系立てた科学的考え方の育成を重視している。その流れの中で、理科第2分野の授業内容の重要な変更があった。それは、生物分野においての大幅な組み換えである。従来は、中学校1年生の当初に「植物の観察」をおこない、植物の組織や器官などの構造を学ぶとともに、植物の分類を学習した。また、中学校2年生において動物の体の構造を学ぶとともに、「動物の分類」を学習した。しかしながら、新学習指導要領の理科での学習内容は、生物分野では「植物の観察」から始まった分類の学びを、動物の観察を含めて「生物の分類」として、まとめて学習をするように変更された。

従来の「植物の観察」では、4・5月の校庭内という限られた地域に限定された植物の種類を対象に学習をするので、そのノウハウも知識も学校ごとに蓄積されており、教員の事前学習も容易であった。しかしながら、中学校1年生の当初に「動物の分類」が学習内容となったことで、昆虫など無脊椎動物を含む校庭で観察される動植物の大まかな分類を教員が指導することとなった。教師も含めて多くの生徒

の昆虫への認識は、チョウ・アリ・コガネムシなど一般的な概念の理解であり、それぞれの名称に内包される種の多様性については日頃からあまり認識していない。例えば、例えば、小学校から教科書で扱うチョウはモンシロチョウやナミアゲハを中心に、2～4種類程度であるが、日本産のチョウは約280種もいるために、校庭でも10種近くは観察できる。また、よく見かける TENTUMシ（ナミ TENTUM）には、色彩や斑紋の遺伝的な多型があるが、斑紋が違えば別種と考え、TENTUMシ類は必ず俗称アブラムシ（アリマキ）を食べているなど、種の多様性や生態を知らないために画一的な見方をしてしまう。理科の教員といえども生物が専門でない場合は、生徒の認識と大きくは変わらない状況である。種の多様性についての指導においては、日頃から動植物の分類に興味関心をもって取り組まないと、知識が習得できないという特性があるため、短期間な習得はなかなか難しい。すなわち、指導者の熟練には時間がかかるのである。従って、4月当初に「動物の分類」を学習する準備は教員にとってかなりの負担となり、1時間の校庭での観察においても多くの教材研究の課題が生じることとなる。

しかし反面、このような理科における「生物の分類」の学びは生物の多様性について具体的な認識を育てるために必要であり、自然への豊かな認識が環境教育や自然保護の基盤となることを考えると、観察実習としてぜひとも実施したい内容である。日本では幼児用から専門的なものまで、多くの図鑑が発行されており、その内容と使いやすさは、とても素晴らしい。実は、この図鑑類の高い質的レベルを支えてきたものは教員であった。かつては、小中学校の理科教師の中には深い博物学的知識をもって、生物多様性を実際に教えることのできる教師がいた。その方々は、プロフェッショナルな研究者とアマチュアを繋ぐ重要なキーパーソンとなり、自然への興味を導くインタープリターとして、理科教育の質を担保する役割を担っていた。その証拠として、かつて教師によって書かれた小図鑑やポケット図鑑といわれるものは、何よりも実際に小中高校生が活用できるように工夫され<sup>(1)</sup>、興味・関心を引くように観察や研究のヒントが記載されてあった<sup>(2)</sup>。これらの図書を活用して「昆虫採集」に代表されるような自由研究に励んだ生徒がいたからこそ、今日の科学技術の発展を支える基盤ができたと思われている。

新学習指導要領の理科における系統だった改善に対応するには、かつて先人の理科教員の方々が担ったような実践的生物多様性認識への取り組みを、教育計画として授業に組み込み、実施していく必要がある。

一方、生徒の自然体験は個人差が著しい。学校教育から登山や臨海学校等の体験活動が急速に減り、自然体験は家庭教育によるところになった。このように古くから学校でおこなわれてきた行事が無くなってきたことも、生徒や若手教師の自然体験の減少を招き、種の多様性や自然への認識の低下の一因になったと思われる。

自然体験が減少する反面、生物多様性の認識は、環境教育

や ESD 教育、SDG s の目標、自然保護と密接に関連しており、学校教育及び科学教育においても非常に重要な課題となっている。さらに GIGA スクール構想が始まり、生徒一人ずつにタブレットが配られ、ICT の活用が図られている。今後は生物の分類に ICT の活用（分類データベースや同定ソフト）も考えられるが、現在は植物では利用可能なものも多いが、動物（昆虫）ではデータベースの不備から授業には活用できない状況である。したがって現状では、生物の分類や多様性認識についての課題を解決するには、博物館の活用や専門家の助けが必要であり、かつ最も効率的であるが、社会教育施設と学校教育との接点は非常に少ない。

本報告では、総合学習等の時間が減少し、学習時間の確保による継続が難しくなりつつある環境教育の特別学習と理科教育との融合を図り、教科教育のカリキュラムに統合することで環境教育の継続を図り、さらに地域の博物館や施設、人材を統合的に学校教育に活用するプログラムを紹介する。

## 2 - 2. 生物多様性の体験学習プログラムの開発

開発したプログラムは、2013年度から八王子市立由井中学校で実践した地域の自然（高尾山）を活用した環境教育および理科教育である。この学習は当初、ESD 教育・環境教育の特に生物多様性の学びとして企画したが、新学習指導要領の理科の内容変更に対応し、かつ前述した「生物の分類」の学びを補完するものとしてカリキュラム上に位置付け、理科の授業として先行実施した。また、新学習指導要領の重点項目で示された「理数教育の充実」を達成するために、ビジターセンターの専門家による指導や博物館の教育機能を活用し、地域や専門家などの社会的教育資源を学校教育に活用したカリキュラム・マネジメントを達成するものとなっている。以下に、その概要を述べる。

### （1）高尾山の特徴

八王子市に位置する高尾山は山伏の信仰の地として有名であるが、古くから生物研究のメッカとして有名である。高尾山に植物や昆虫の採集に通った研究者も多く、新種も発見されていて、高尾山をタイプ・ローカリティーとする植物も多い。そして、現在も自然愛好家が大勢訪れている。高尾山には都立自然史博物館があったが2004年に閉鎖された。山頂に教育展示施設とガイド機能をもつ高尾ビジターセンターがある。観光地としてミシュラン3ツ星に選定され、外国の方にも人気の観光地になると共に、2015年には八王子市観光課による高尾599ミュージアムが麓に開館した。高尾山の自然の紹介施設としての動植物の標本展示を中心とする施設であると共に、プロジェクト・マッピングによる高尾山の四季の紹介、登山ガイドや動植物、歴史等の映像によるガイド機能を備えている。

### （2）高尾山で展開する学びの概要

高尾山でおこなっている環境教育プログラムは、201

2年より開始し、毎年改良を加えつつ現在も継続されている。プログラムには、次の2つの学習目標が設定されている。

- ①生物多様性の理解に向けた取り組み
- ②環境保全や外来生物を含む環境の変化について実感する取り組み

の2点である。

①の「生物多様性教育の理解に向けた取り組み」としては、次の2項目がある。

- （ア）動植物の種の多様性の認識
- （イ）環境の多様性の認識

②の「環境保全や外来生物を含む環境の変化について実感する取り組み」としては、次の2項目がある。

- （ア）環境の変化の認識として、100年間の高尾山の自然景観の変化を見る
- （イ）温暖化により新たに侵入した生物や外来種の認識

## （3）プログラムの概要

本授業の構成は次のとおりである。

- ① 事前学習（生物多様性についての講義と生物テーマ別調べ学習）
- ② 高尾599ミュージアムでの映像による登山ガイドと高尾山の概要説明の活用（登山前）
- ③ 登山路における観察および設定課題に対する取り組み。
- ④ 高尾ビジターセンターの指導員（インタープリター）によるポイント地点での観察指導。
- ⑤ ビジターセンターにおける専門の指導員（インタープリター）による解説。
- ⑥ 高尾599ミュージアムでの学び（下山後の標本観察による確認）
- ⑦ プロジェクション・マッピング（高尾山の四季と動植物）の鑑賞。

## （4）プログラムの特色

生物多様性の学習は難しいと思われがちであるが、段階を踏むことで効果的に学習を得ることができる。事前学習では、テーマや季節ごとの観察対象や学習内容を設定しており、個人と班でテーマを絞り取り組むことで、密度の濃い学習ができる。さらに、発表活動などのまとめを工夫することで、より効果的な学習ができる。高尾山の理解を図り、動植物の確認には高尾599ミュージアムの標本や映像ガイドを活用する。活動や専門的知識については高尾ビジターセンターの専門知識を持った職員（インタープリター）の協力が得られる。

## （5）生徒の学習活動の流れ

### ① 授業で生物多様性についての解説

はじめに特別講義を設定し、生徒を一同に集めて生物多



様性についての説明をする（写真1）。中学1年生では、生物多様性についての言葉はニュースなどで知っているが、理解していない生徒が多いため、生物多様性について認識するために、サンゴなど分かりやすい具体例をあげて内容やその意味と大切さを学ぶ。その後、具体的に高尾山での学びをおこなう目的やその進める手順について説明する。

## ② 調べ学習1：個人新聞づくりと資料の活用

班単位で決めた高尾山の動植物についてのテーマについて、個人ごとに分担して事前に調べたことをまとめる。班ごとのテーマは、クラス内の班で重ならないように30テーマほど設定している（資料1）。各テーマには、さらに小テーマが班員の人数分（5～6テーマ）設定されており、各自が小テーマを選び分担する（写真2）。インターネットや図鑑、ビジターセンター発行の「のぶすま」<sup>(3)</sup>等の資料を活用して、個人個人で小テーマの新聞を作る。9月初旬の実施に向けて、小テーマの個人新聞づくりは、夏休み中の宿題として出題している。

## ③ 調べ学習2：個人新聞と班の壁新聞の作成

班員がそれぞれ小テーマごとに作成した新聞形式のレポートを班ごとにまとめ、壁新聞として廊下に掲示し発表する（写真3）。授業で班ごとに壁新聞の内容について発表し、コンクールをおこない、投票による優秀作品を決めている。また、調べたことを班ごとにクラスで発表し（写真4）、発表を通して自分たちが調べていない動植物について質問し、様々な生物に関する知識の共有を図る目的のアクティブ・ラーニングを実施する。

## ④ テーマ別課題の設定と構成内容

高尾山でみられる生き物について、多角的に調べられるようにテーマは設定してある（資料1）。

一つの生物の種や分類群を大テーマとして設定し、それをさらに小テーマに分けて、生物や自然について多面的に考察するように設定している。すなわち、生物の「特徴」・「生活史」・「習性」・「分布」・「種類の多様性」・「共生」や「進化」等について、細かくテーマを限定して設定してある。例えば、『植物と動物』というテーマでは、「植物の木の实について、特徴と仕組み」・「植物の動物を利用した増え方」・「植物の虫を利用した増え方」・「ひつつき虫について」・「種子を遠くへ運ぶためには」というように小テーマが設定され、それぞれのテーマはビジターセンター発行の資料である「のぶすま」とも対応させている。

## ⑤ 高尾山における学習活動

### ⑤ - 1 高尾山へ出発（班チェック）

学校から班ごとに高尾山に向けて出発するが、修学旅行等へ向けての集団活動の練習としても位置づけられている。したがって、班員一人一人に役割が設定され、動植物の

記録係用として、デジタルカメラが各班に1台ずつ渡される（写真5）。

### ⑤ - 2 高尾599 Museumでの登山ガイドと概要説明

高尾山駅についたら、はじめに高尾599ミュージアムに集合する。出発前に10分ほどの登山ガイドの映像を見る（写真6）。この映像の中には、高尾山の歴史や動植物についての解説があり、登山における注意やコースの特徴などの説明を受ける。

### ⑤ - 3 登山路における観察

様々な生き物を観察しながら登るので、急ぐ必要もなく、約2時間かけてゆっくりと登山する（写真7）。体力のない生徒の遅れも少ないために班がばらけることも防げ、安全管理もしやすい。生徒は写真を撮るために、普段手にしない昆虫や植物をよく観察している（写真8）。

### ⑤ - 4 チェック・ポイントでの観察指導

登山道の途中に、ビジターセンターの自然観察員がポイントに立ち、観察のアドバイスやこれからの道で観察する課題を出す（写真9）。課題として出された生き物を探しながらさらに登山を続ける。課題解決に向けて班がまとまって行動するため、学習と安全管理の面からも大きな効果がある。

### ⑤ - 5 課題とされた生物の観察指導

出される課題は、その時期の高尾山でみつけやすく、生態系のつながりを理解しやすい題材が選ばれている。例えば、「オトシブミの揺籃」（写真10）と「シギゾウムシにより産卵され、切り落とされたドングリ」（写真11）のように、近縁なゾウムシの仲間の多様な生態を観察する題材が選ばれる。このように、普段は意識せずに見えなかったものに気づく体験は貴重である。この体験の後、生徒は地元の公園でもオトシブミの揺籃や産卵され、切り落とされたドングリの枝に気づくようになっている。

### ⑤ - 6 第2ポイントでの観察指導

第2ポイントでは、第1ポイントで与えられた課題の答え合わせをしてもらう（写真12）。さらに、説明や自然を探る方法のレクチャーもある。班をそろえて学習させることで、到着時間の統一ができる。特に、「ムササビの食痕のある葉っぱ拾い」にはゲーム性を取り入れて賞品がかかっているため、みんな積極的に探している。自然観察員の方による集めた葉の鑑定結果から、葉の食痕には様々な生物によるものがあることを知る機会となる。

### ⑤ - 7 高尾ビジターセンターでの講義・質疑応答

ビジターセンターの講義室には、80名ほどの収容が可能となっている。ここでは映像を見ながら解説を聞き、高尾

山の自然から生き物の多様性を学ぶ(写真13)。擬態や食物連鎖など、その時々によって話題が提供される。生徒は指導員の方に自分たちが撮影した動植物を見てもらい、テキストに追加する動植物の種名を質問していた。

#### ⑤-8 高尾599ミュージアムでの学び

下山後は再び高尾599ミュージアムに集合する。ミュージアム内では、観察した昆虫や植物を標本で確認する(写真14)。最後に、プロジェクション・マッピングの美しい映像で、高尾山の四季の移り変わりを楽しむ(写真15)。クーラーの入った館内で心地よい音楽に合わせた映像を楽しむことで、登山の疲れが癒されて、自然への苦手意識が薄れる効果が期待される。

#### (6) 高尾山という観光地を選んだ理由とその利点

観光地は一般に学習を行う場所には適さないと考えられているかもしれないが、改めて調べてみると社会教育施設などが整備されており、学校教育にとっては非常に価値の高い資源をもっているため、学習を展開する地域として積極的な活用を図るべきである。

その価値とは、第1に安全面の充実である。郊外における授業を展開する時に、最も重視されるのは生徒への安全管理である。高尾山は観光地であるために、登山道が定期的に整備されて登山路の安全が確認されており、さらに頂上まで車の通れる舗装された道もある。リフトとロープウェイも完備されているため、もしもの緊急時の場合など、病気やケガをした人の搬送など、敏速で十分な対応が可能である。

第2に、学習機能の充実である。頂上に専門的な学習機能と指導員を擁する高尾ビジターセンターがあり、麓には高尾599ミュージアムという学芸員とガイド機能をもつ展示施設がある。これらの社会教育施設と連携を図ることで、学校教育だけでは達成できない学習効果を得ることができる。

第3に、参考図書・資料の充実である。高尾山は観光地として整備されているので、ガイドブックや高尾599ミュージアムやビジターセンターのインターネットサイト等により、多くの自然について紹介がされている。そのため学習に活用できる資料が豊富に整えられている。

今回は、趣旨から外れるため詳しく説明しなかったが、高尾山には外国人の観光客が多く、英語による生徒からの高尾山の紹介など、国際理解教育の学習も設定している。さらに、高尾山は山伏信仰の地としても知られており、郷土の文化を学ぶことも可能である。優良な自然環境が保全されてきたのも郷土文化によるところが大きい。今後、さらに総合的な教育の場としての価値を有しているといえる<sup>(4)</sup>。

#### (7) 高尾山ESD教育の内容及び教育課程での位置づけ

本プログラムは「生物多様性・自然保護」を知る学びとして、理科教育・環境教育・ESD教育に位置付けて実施されてきた。また、地域の特色を生かした学習、博物館や外部の

社会教育施設との連携として実施した。これらは、体験を重視した理科教育の学習および外部との連携を図る新学習指導要領の提唱する理数教育の充実とカリキュラム・マネジメントの推進を十分に達成する内容となっている。実際に高尾山での当日の活動プログラムは、教育課程上では理科3時間と総合1時間、英語2時間(外国人への高尾山の名所紹介)の授業時数に換算して実施している。このため、年間の総合の授業時間をほとんど使わずに、教科の授業として実施ができています。

#### (8) 学習指導(クラブ活動を含む)における教育上の効果

高尾山での活動プログラムは、生徒にとっては特別な学習をしているという充実感から学習意欲が高まり、非常に教育効果が高い授業となっている。その効果の要因は日常の学校の授業とは異なる学習設定によるものが大きい。具体的には、学習テキストの活用(資料2)、ビジターセンターの専門家の指導、高尾599ミュージアムの資料や映像の活用などであるが、学校の授業においても夏季休業期間を用いた調べ学習と課題設定された個人新聞の作成、班ごとの発表による話し合い活動(アクティブラーニング)の設定など、長期にわたる学習活動の継続も、学習を深める大きな要因である。また、特別授業については保護者からの期待も高く、特色ある教育としての宣伝効果も大きい。PTA広報により保護者に広く内容や生徒の活動が知らされ、生徒が持ち帰った学習テキストや個人新聞を通して内容を知り、校内掲示された班新聞を見学することにより、教育の充実を実感することで、学校への信頼の向上に繋がっている。

#### (9) アンケートから見る生徒への学習効果

2020年度の生徒125名のアンケート結果からも学習の成果が明らかである(資料3)。高尾山環境教育プログラムの実施に際して、中学1年生125名に授業前アンケートと授業後アンケートを行い、生徒の認識の変化を確認した。八王子市の多くの小学校では、高尾山への遠足を行っており、登山の経験を持つ生徒は多い。以下に、アンケートの分析結果に基づき、プログラム実施前と実施後の教育効果について比較検討する。なお、質問項目のうち、授業前アンケートは質問事項①～⑧、授業後アンケートは質問事項⑨～⑫である。

質問1「あなたは、理科の授業が好きですか?」では、多くの中学1年生が理科を好きであることを示しているが、由井中学校でも74%の生徒が理科を好きと答えている。学年が上がるにつれて、理科を好きな生徒の割合が減るが、楽しさの発見のある学びにより、苦手意識の克服を図りたいものである。

質問2「あなたは、高尾山に登ったことがありますか?」では、約9割という多くの生徒が高尾山登山を経験している。しかしながら遠足や家族との登山では、599ミュージアムや高尾ビジターセンターについて知っている生徒は少なく、もちろん活用した経験もほとんど無かった。

質問3「あなたは、高尾山の生き物に関心がありますか？」では、興味のある生徒は54%と、約半数にとどまっている。これは次に続く質問4「あなたは、植物に関心（かんしん）がありますか？」の53%、質問5「あなたは、動物や昆虫に関心がありますか？」の54%とほぼ同じであり、質問5の好まない生徒の割合だけが21%と多いのは、植物に比べて昆虫や爬虫類などを苦手とする生徒が多いためであると思われる。

質問6「あなたは生物多様性という言葉を知っていますか？」では、あると答えた生徒は52%で約半数の生徒が知っていたが、質問7「あなたは生物多様性という言葉の意味を知っていますか？」では、確実に意味を知っているという生徒の割合は20%であった。耳にする機会の多い言葉ではあるが、確実に理解できるようにする必要があることが明らかになった。

質問8「あなたは、今回の授業で出る懸賞品について、関心がありますか？」では、ムササビの食痕のある葉を採集する課題に賞品（鉱石）を出すという、授業にゲーム性を入れたものである。小学生には非常に効果があるが、中学生でも73%が楽しみにして参加していることから、動機づけの一つとすることも有効と考えられる。

質問9「今日の授業には積極的に参加できましたか？」では、6割の生徒が積極的に参加し、ほとんど生徒が取り組んでいた。その結果、質問10「あなたは、授業前より高尾山の生き物に関心を持つようになりましたか？」で66%の生徒が積極的に関心を持つようになり、全体でも95%の生徒が関心を持てている。また、質問11「あなたは授業前より生物多様性について理解が深まりましたか？」では、理解できた生徒は57%、まあまあ理解できた生徒を加えると93%の生徒が肯定的な答えをしている。さらに、質問12「あなたは授業前より高尾山での学習について理解が深まりましたか？」では、62%の生徒が理解できたと答え、まあまあ理解できた生徒を加えると98%の生徒が肯定的に答えている。

本プログラムの効果を確認できるものとしては、質問3と質問10の比較である。授業前には、高尾山の生き物に積極的な関心があるのは、54%と半数であったのが、授業後は94%まで高まった。また、質問7と質問11の比較から授業前には、生物多様性の意味を理解する生徒の割合は52%であったのが、授業後は92%とほとんどの生徒が理解できたことがわかる。

質問9と質問12から、本プログラムの授業には、ほとんどの生徒が積極的に取り組み、高尾山での学習活動への理解も深まったといえる。98%の生徒が取り組みに対して肯定的に答え、6割の生徒が十分な達成感を得ることができた。以上のことから、本プログラムでの高尾山登山の体験を通じた学習は、生き物に興味関心を持たせ、生物多様性を含めた環境の理解を図るものとして非常に有効であることが明らかである。

### （10）継続するプログラム構築のための条件

高尾山での活動プログラムを継続できる秘訣は、学習テキストの作成により、学習内容の継承が容易になったことが、第一にあげられる。学習テキストは、ビジターセンターの専門家の協力のもとに、生き物調べを通して生物多様性の学びができるように工夫され作られている。

また、テキストの内容は、登山途中で指導員から受ける説明やビジターセンターで受講する講義内容とも連動して構成されている。さらに、高尾599ミュージアムの標本資料を活用して調べる学習のページを設定している。

以上のように、専門的指導を専門家が担うことで、教員の負担が少なく済む授業として継続ができ、理科担当教員と既存の組織で引継ぎ・継承が容易となっている。

## 3. 今後の課題と COVID-19 への対応

環境教育やESD教育（新学習指導要領下の理科の教科書ではSDGsの学びに含める）は、従来の学校教育の中では、総合や特別活動として授業に位置付けている例がほとんどである。しかしながら、従来から長期間は授業プログラムが定着せず、継続しないという課題が指摘されていた。しかも、新学習指導要領の実施による道德教育の授業化等のカリキュラムの変更により、今後は特別活動を実施する時間的余裕はさらに無くなる傾向にある。従って、環境教育を学校教育に定着させるためには、教科教育の中に組み込んで実施していくことが必要である。

一方、新学習指導要領で求められている理科教育の充実を実現する方法として、環境教育を理科教育に組み込むことで、多様な実体験の場を提供し、体験に基づく新教材の開発が可能となる。さらに、SDGsの学びへの発展や教科横断的総合の授業として設定することで、理科教育の充実とカリキュラム・マネジメントの構築も可能となる。

また、今後の教員が担う課題の一つとして、社会教育との連携を企画できる教員の育成を図ることがある。そのためには、実際に社会教育施設と連携したプログラムに参加して体験する経験が必要になる。社会教育施設を活用し、専門家とコラボレーションする際には、学習内容を学校教育の中に明確に位置付けて取り組まないと、単なる楽しい体験学習に終わってしまい、その後に発展的な学習にならない危険があるからである。そのため、教員志望の学生に本プログラムへの参加を通じた実習講義を開始したところである。具体的には、理工学部における理科教育法の授業の一環として、希望者の参加ではあるが、大学の休校日に高尾山の環境学習プログラムを高尾ビジターセンターと高尾599ミュージアムの協力を得て、中学生と全く同様の内容で体験学習するプログラムを実施している。また、その後、実際に中学校でおこなわれた授業に参加して、サポーターとして活動することで、生徒を指導する立場のインタープリターとしての役割を学んでいる（写真16）。

今年度に生じたCOVID-19への対応による休校は、学校

現場に大幅なカリキュラム変更をもたらした。授業時数の確保のために、学校現場では環境教育のような特別授業を含めた様々な行事が中止され、実体験の貴重な教育時間がほとんど取れない状況に陥った。しかし、体験に基づく自然への認識は自然科学の基盤であり、理科教育の重要な目標でもある。科学教育を担う社会教育関連施設が COVID-19 への対応下での活動を模索している今、学校教育とのタイアップで体験活動の活性化を図り、連携を強化することが求められている。本プログラムは理科の授業の中に環境教育を組み入れた先駆的取組みのモデルケースとしての役割を果たすことができる。

## 謝辞

本プログラムの実施にあたっては、八王子市立由井中学校における私の在任中を含め、8 年間にわたり多くの先生方の生徒への熱心なご指導と運営へのご協力を受けました。また、PTA 委員や保護者の方々からもご理解と多くのご助力を受けました。さらに、教職専攻の大学生による授業プログラムへの参加と支援に際しては、理工学部の先生方からご配慮をいただきました。最後に、プログラムを運営し、充実させていく上で、高尾ビジターセンターおよび高尾 599 ミュージアムの職員の方々には、様々な便宜とご協力をいただきました。お一人お一人のご芳名は記すことはできませんが、皆さまのご協力に深く感謝いたします。

## 参考文献

- (1) 石戸忠 著 「実践的植物検索小図鑑」 BLUE BACKS (1979)
- (2) 中山周平 著 「自然観察と生態シリーズ2 野山の昆虫」(1978)
- (3) ニュースレター「のぶすま」高尾ビジターセンター  
[https://www.ces-net.jp/takaovc/?page\\_id=465](https://www.ces-net.jp/takaovc/?page_id=465)
- (4) 敷田麻実・湯本貴和・森重昌之 編著 「はじめて学ぶ生物文化多様性」 講談社 (2020)

## 資料提供・出典

写真提供：東京都高尾ビジターセンター・八王子市役所  
八王子市立由井中学校 元副校長 中山 昇  
出典：季刊高尾ビジターセンター ニュースレター「のぶすま」



(資料1)



写真1. 講義による生物多様性について解説

写真2. 各自が小テーマを選び分担して作成したレポート。  
夏季休業中の課題としている。

写真3. 班員がそれぞれ小テーマごとに作成した新聞形式のレポートを壁新聞として班ごとにまとめる。



写真4. テーマ別調べ学習の発表により知識を共有する。



写真5. 班ごとに記録用のデジカメを受け取り、出発。



写真6. 599 ミュージアムでの登山前の映像学習。



写真7. 班ごとに観察活動しながらの登山。

写真8. 生徒は普段は手にしない昆虫も良く見つけ  
観察するようになる





写真 9. 専門家から解説と観察テーマの出題



写真 10. 山道に切り落とされているオトシブミの揺籃.



写真 11. チョッキリにより切り落とされたドングリの枝



写真 12. 第2ポイントで専門家による確認と解説



写真 13. ビジターセンターでの専門家による高尾山の生物についての講義と質問



写真 14. 博物館の標本を活用して多様性の確認



写真 15. 生徒は登山後に、高尾 599 ミュージアム内でプロジェクション・マッピングの美しい映像で高尾山の四季の移り変わりを楽しむ。



写真 16. 大学生は、理科教育法の授業の一環として中学校の授業にサポーターとして活動している。



# 高尾山フィールド調査

夏秋編

## 【 学 習 内 容 】

生物多様性について…………… 別教材を使用・授業で解説  
調べ学習Ⅰ（情報活用）…………… 本誌を使用・授業で解説  
調べ学習Ⅱ（調査研究のまとめ）…………… 授業で解説・発表展示  
高尾山フィールド・リサーチ…………… 本誌を使用  
プレゼンテーション…………… 授業で解説・授業で発表

## ESD教育：探究型環境教育授業テキスト

### 明星大学理工学部総合理工学科



## 高尾山を極めて、生物多様性を学ぼう

八王子市の誇る高尾山は多種多様な動植物の宝庫であり、ESDプログラムの学びの場所として、理想的な環境です。この恵まれた自然環境を活用して、今日的課題の『生物多様性』を学習します。自然を学ぶ鉄則は、まず実際に体験すること。その体験をもとに考えを深め、さらに予想を立て、工夫しながら調べて取り組んでいくことで、科学する心や科学的リテラシー（科学的な読み書きする力）を育成することができます。

インターネットの普及した現在では、調べ学習はたいへん便利になりました。しかし、驚きや感動などの実体験を伴わない情報のみでは、その後の深まった学習に発展させることはできません。特に理科や社会科学などの、実技教科の習得には欠かすことができない要素です。そして、何よりも実際の体験を通して学ぶことにより、自然を多角的に見る力が養われ、バイオフィリア（生命愛）が育まれます。そのような意味でも、“高尾山での学び”はまさに“豊かな学習”を展開するビッグ・チャンスです。

高尾山でのフィールド調査や図書、インターネットを活用した調べ学習を通して、さらに深く探求する方法を皆さんに習得して欲しいと思います。さらに、体験踏まえて学習した成果を発表することを通じてプレゼンテーション力を磨きましょう。

今後、この学びは1・3年生の理科で学ぶ「動植物の分類」や「生きものの同士のつながり（食物連鎖）」や生態系など、生物の多様性や環境問題、帰化動物・外来生物問題等の発展的な学習につながっていきます。君たちの積極的な学びへの参加を期待しています。

最後に、本テキスト（夏～秋版）は校外学習の行われる8月下旬から9月にかけての生き物を中心に扱い、新たに編集したものです。作成に関しまして、高尾ビジターセンターの福世健吾氏と村上友和氏、八王子市立田井中学校の前副校長、中山昇氏より多大なるご協力をいただきましたことを深く感謝いたします。

明星大学理工学部 特任教授 和田 薫

### ☆ 生物多様性とは

生物多様性とは、生きものたちが長い進化の歴史の中で築き上げてきた、豊かな個性とつながりの関係のことです。地球上の生きものは生命誕生以来、40億年という長い歴史の中で、さまざまな環境に適応して進化し、少なくとも3,000万種ともいわれる多様な生きものを生み出してきました。これら全ての種には一つひとつに個性ともいえるべき特徴がありまた、食物連鎖を通して、お互いに直接的に支えあって生きています。生物多様性条約では、守っていくべき生物多様性には「生態系の多様性」・「種の多様性」・「遺伝子の多様性」という3つのレベルがあるとされています。

### ■ 3つのレベルの多様性

#### 1. 生態系の多様性（生物の住む環境が色々あるということ）

＊森林、里地里山、河川、湿原、干潟、サンゴ礁などいろいろなタイプの自然があります。

#### 2. 種の多様性（生物の種類が色々あるということ）

＊動植物から細菌などの微生物にいたるまで、いろいろな生きものがいます。

#### 3. 遺伝子の多様性（遺伝的な変化が色々あるということ）

＊同じ種でも異なる遺伝子を持つことにより、形や模様・生態などに多様な個性があります。







## 生きものたちの葉っぱのつかいわけ

生きものの中には、利用する葉っぱを限定しているものもあります。そんな生きものは特定の木がなければ生きていけません。ここでは、そんなワガママ（！？）な生きものたちに登場してもらいましょう。

### イタヤハマキチョッキリ ヒゲナガオトシブミ

名前の由来は「イタヤ」カエデ（なごのかエデのほかに）の葉を巻く「ハマキ」のようになで、「チョッキリ」（という虫）という意味なのです。葉を巻くにくるみながら歩き、生まれた幼虫はその葉を食べて大きくなります。



イタヤハマキチョッキリと同様に、卵を巻くくるみながら歩き、生まれた幼虫はその葉を食べて大きくなります。巻いて落としたり、葉の端を食べて、葉の先端（アーク）のようになでておきました。



イロハモミジ

### オオムラサキ

国産として知られているこのチョウ、幼虫のときはエノキの葉を食べますが、成虫になると、この大きな葉は、食べられなくなった木がええいます。



エノキ

### カラスアゲハ

オオムラサキと同様に、幼虫の時に食べる葉が狭まっている。ミカンの葉が食べられ、利用するのですが、高尾山ではカラスアゲハの葉が多いようです。



カラスザンショウ

## 生物多様性を支えるたくさんさんの葉

生きものが豊かな高尾山、その命を支えているのは高尾山にあるたくさんさんの木々なのです。そんなことを思うと紅葉も少し違って表裏を見せてくれるかもかもしれません。今年の秋は、いつもとちょっとちがった葉っぱの見方をしてみませんか？



## 高尾山のムササビポイント

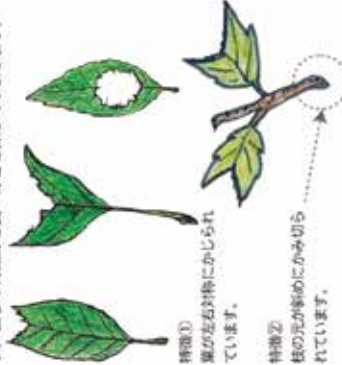


### ★ 巣穴の発見場所

ムササビは、大木にできた「洞」を巣に使います。洞の周りの湿度がさくさくしていれば、巣に使っている可能性が高いです。木の洞以外にも、リフトやケーブルカー駅の屋根裏、薬王院の軒先などに作られた巣が今までは観察されています。

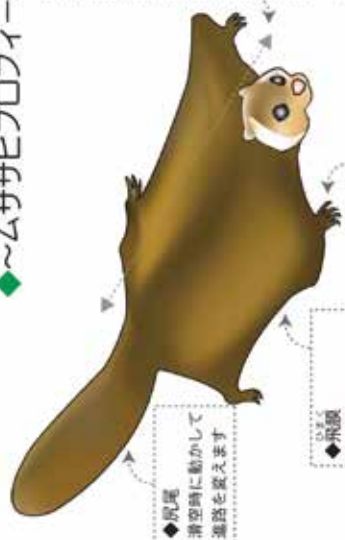
### ☆ 食べあとの発見場所

ムササビの食べ物は、ほとんどが植物です。木の葉などの食べあとも、道に落ちていたりすることがあります。彼らの特徴ある食べあとを探してみましょう。



入り口の大きさは、大人の両手の人差し指と親指をあわせてできる輪の大きさ（直径約15cm）くらいです。

## ◆ムササビプロフィール◆



◆尻尾  
滑空時に動かして  
進路を変えます

◆飛頭  
広げて滑空するの  
に役立ちます

◆爪  
木にしっかかりつかまる  
ことができます

◆夜行性  
ムササビは夜に活動し、昼間は巣の中で  
寝ています  
冬眠はせず、1年中活動しています

◆成獣の頭胴長 (尾を含めない体の長さ)  
約27~48cm  
尾の長さは約14~20cm  
高尾ビジターセンターにはムササビ、  
高尾ビジターセンターにはモモンガの  
飼育があるの、見てみてくださいね

◆鳴き声  
「グルル〜、グルル〜」など  
季節によって異なることも

### ◆ムササビ観察日没時間を知ろう

ムササビは、生活のリズムがきちんとしており、  
日没後30分ほどになると巣穴から出てきます。  
日没時間を調べておけば、ムササビを観察できる  
可能性が高くなります。ただし、高尾山は夜になる  
と真っ暗になってしまいますので、懐中電灯を必ず持っ  
て行きましょうね。

### ◆ムササビ観察鳴き声を聞こう

静かにして、聞き耳を立てましょう。鳴き声が聞  
こえてきたら、その方向を探してみましょう。  
子供が野外で活動を始める7月頃や、12月の繁殖  
期では、ちよつと変わった鳴き声が聞こえることが  
あります。

### ◆ムササビの食べ物

ムササビは樹木の葉や花、実などを食べています。  
夏の高尾山では、例えはこんな植物を、ムササビは  
食べ物としています。



トチノキの実 シデの仲間の実 アカガシの実・葉

ムササビの食べ物メニューは、季節によってさま  
ざまです。どんな植物を食べているのか、探してみ  
てくださいね。

### ◆ムササビの〇〇

直径約 5~8mm  
地面の上で、このようなサイズの茶色い玉を見つ  
けたら、もっと周りを探してみましょう。それが一  
体、何かというところ……ムササビの「フン」です。  
見つけやすい場所は、葉王院境内、1号路の舗装  
道です。最初は難しいですが、慣れてくるとすぐ分  
かるようになりますよ。



若葉や花を  
食べている葉が  
かたまりになって  
いることも

普通は1個ずつ  
落ちていきます

## 鳥をみつける方法



鳥を見つけるには、2つ  
のコツがあるよ。簡単なので  
試してみよう！

- 1 「耳をすましてみよう！」  
鳴き声や落ち葉の上を歩き、カサカサたてる音、木を突く音など音をたよりに探してみよう
- 2 「全体をぼんやりと探してみよう」  
1点に集中して探すのではなく、全体をぼんやり見渡し、探してみよう。全体を広く  
見るようにすれば、木の枝が動いたり、鳥が移動するところを見つけやすくなるよ！



でも種類を見分けるのは難しい？  
いえいえ！この4つのポイントさえ  
押さえれば、案外カンタンですよ！

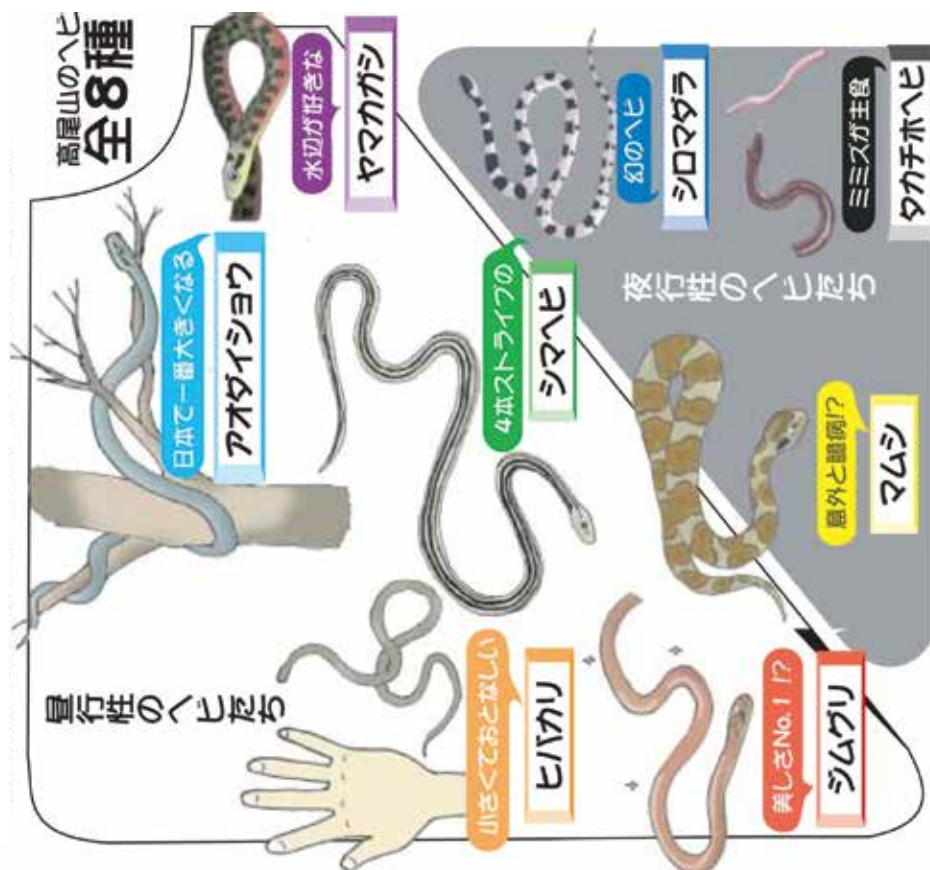
## 鳥の実分けポイント





# ヘビがいっぱい高尾山！

高尾山にはヘビが8種類もいるってご存知でしたか？  
気温が高い季節は登山道でヘビに出会うことがあります。苦手な人も多いと思いますが、ヘビたちは、自分から人を襲うことはありません。  
もしも余裕があったら、どんなヘビか見てみてください。



# 高尾山のスズメバチ

夏から秋にかけての季節は、スズメバチたちが活発に活動します。人にとっては恐ろしいイメージの強いスズメバチですが、一方で、自然環境にとっては大切な存在でもあります。やみくもに怖がるだけでなく、スズメバチのことを学んでみましょう。

どんなスズメバチがいるのでしょうか？そして、どんな生活をしているのでしょうか？



## クロススズメバチ

とても小さく、ハエと間違えやすい真っ黒なスズメバチです。オオスズメバチと同じように、巣は地面の下や、木のウロなどに作ります。体が小さい分、巣も小さめです。

## オオスズメバチ

世界で一番大きなスズメバチです。巣は地面の下や、木のウロなどの隙間に作ります。ハチの体も大きいので、巣も巨大！この巣だと縦横それぞれ40cm程もあります。



## キロススズメバチ

体がオレンジに近い黄色で、街中にも進出しているスズメバチです。巣は軒下などの雨風が避けられる場所に作ります。体は小さいですが、巣は大きくなることが多いようです。

## コガタスズメバチ

オオスズメバチとよく似ていますが、二回りくらい小さい体の特徴です。巣はキロススズメバチと同じように、軒下等の雨風が避けられる場所に作りまします。巣の規模が小さい時は、お酒を入れるトックリのような形をしています。





# 確認してみよう！



ムササビの食べ後は、左右対称で歯の噛み切った後は、少しギザギザしています。  
また、茎は鋭い歯で噛み切られています。

## 植物を確認しよう！



タマアジサイ



ヤブミヨウガ



ウバユリ



ヤマトトギス



ハダロソウ



ノブキ



ミゾソバ



サワハコベ



アズマヤマアミ



ヤクシソウ



生物を確認しよう！

WANTED



ナガバノコウヤボウキ： \_\_\_\_\_



シモバシラ： \_\_\_\_\_



イロハモミジ： \_\_\_\_\_



カヤ (実)： \_\_\_\_\_



カンアオイ： \_\_\_\_\_



アオキ： \_\_\_\_\_



キジヨラン (葉)： \_\_\_\_\_



キジヨラン (実)： \_\_\_\_\_



アカシデ： \_\_\_\_\_



アカガシ： \_\_\_\_\_



クヌギ： \_\_\_\_\_



コナラ： \_\_\_\_\_



# 昆虫を確認しよう!



ホウキタケ



タマゴタケ



アサギマダラ



ツマグロヒヨウモン



カラスアゲハ



ルリタテハ



アカボシゴマダラ



センチコガネ



センチコガネ



クロオサムシ



クワミキリ



ラミーカミキリ

生物を確認！

WANTED



キボシカミキリ



ハイイロチヨツキリ



ナナフシモドキ



フキバツタ



アキアカネ



アメンボ



ムネアカアリ



トゲアリ



キアシナガバチ



ニホントカゲ



ツチガエル



ヤマアカガエル



# 生物を認識！



ジムグリ



ヤマカガシ



キビタキ



カワセミ



キジバト



コゲラ



オオケマイマイ



ザトウムシ



ガビチョウ



ヤマガラ



オナガグモ

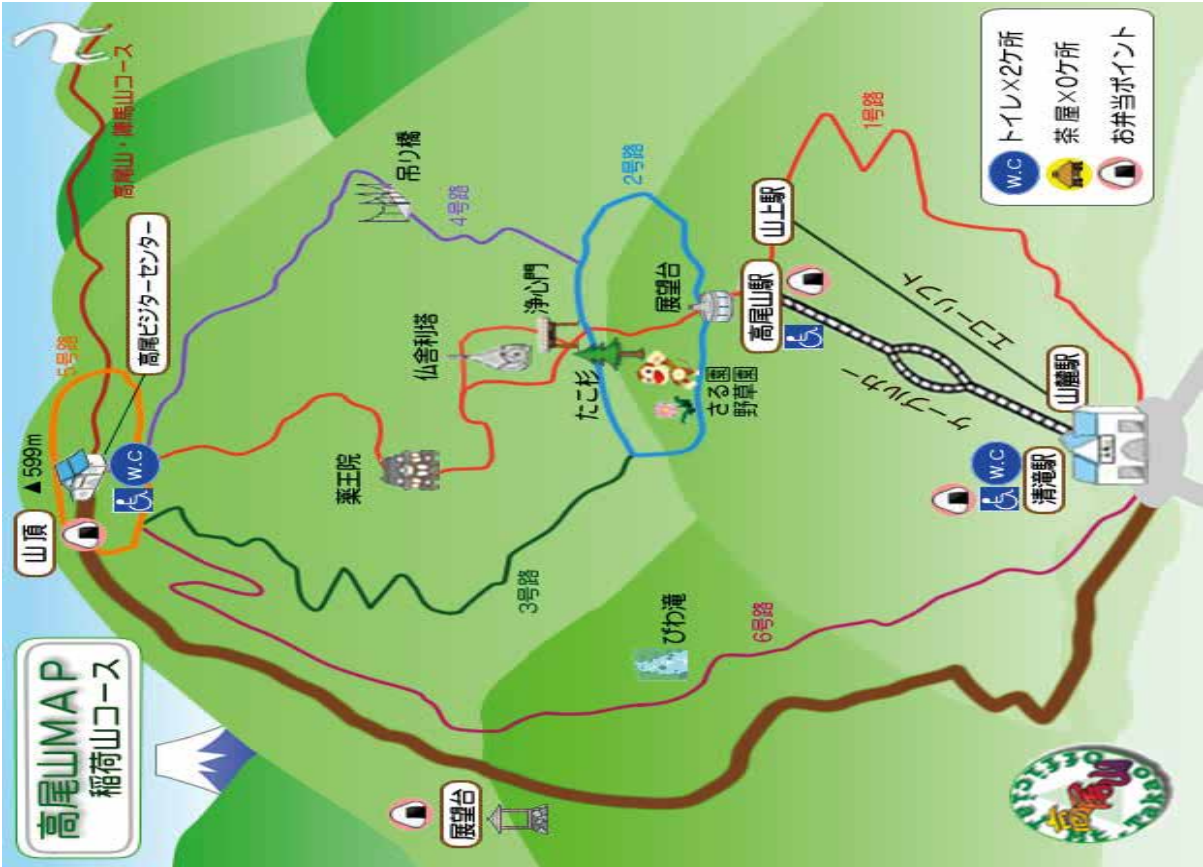


サワガニ



新たな生物を確認！

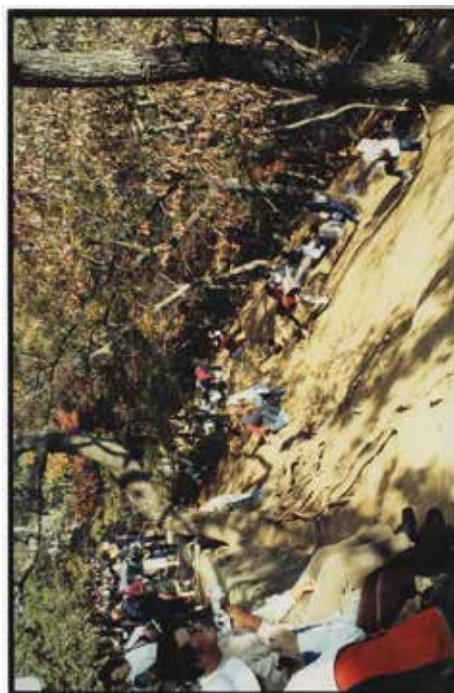
<div>?</div> <div>見つけた生きものを記録し名前を調べよう！</div> <div></div>	<div>?</div> <div>見つけた生きものを記録し名前を調べよう！</div> <div></div>
<div>?</div> <div>見つけた生きものを記録し名前を調べよう！</div> <div></div>	<div>?</div> <div>見つけた生きものを記録し名前を調べよう！</div> <div></div>
<div>?</div> <div>見つけた生きものを記録し名前を調べよう！</div> <div></div>	<div>?</div> <div>見つけた生きものを記録し名前を調べよう！</div> <div></div>



## 高尾山の今と約 100 年前



90 年前の高尾山の山頂の風景です！



40 年前の高尾山大見晴園地南側です！





Field Note

年 組 班 氏名

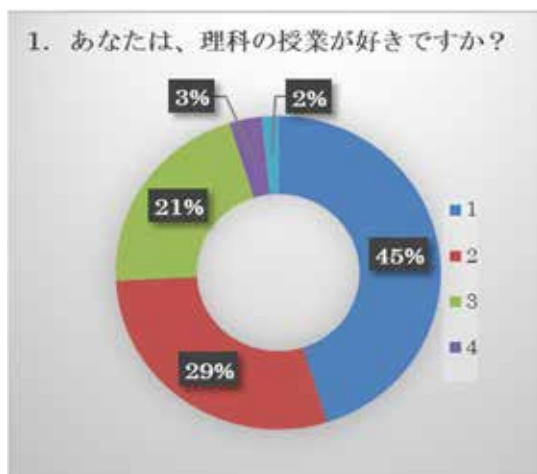
今の高尾山はどうなっていますか？

同じ場所写真を撮ってみよう！

今の高尾山と比べての感想は？

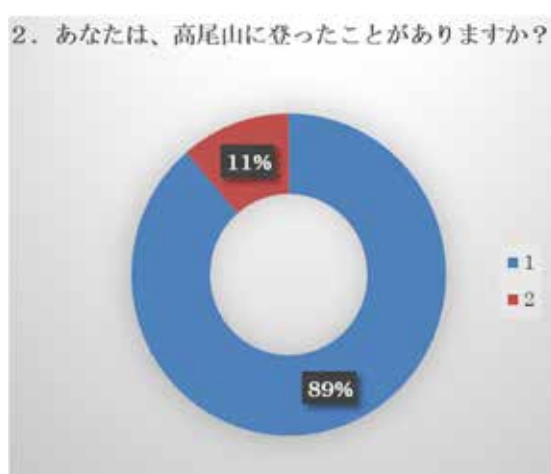
(資料3) 高尾山学習アンケート

授業前アンケート (質問事項①～⑧)



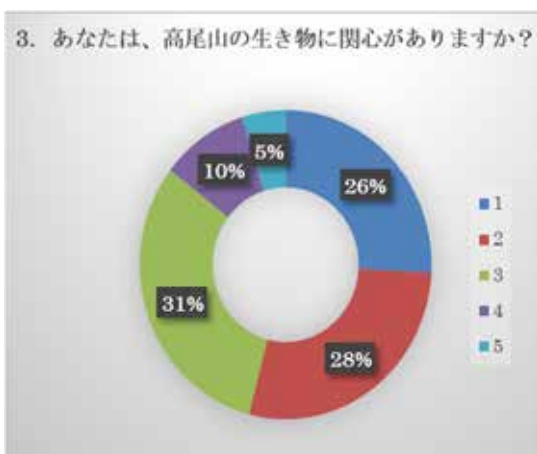
質問 1

1. はい    2. まあまあ好き  
3. ふつう    4. あまり好きでない  
5. きらい



質問 2

1. ある    2. ない



質問 3

1. ある    2. まあまあある  
3. ふつう    4. あまりない  
5. 全然ない



質問 4

1. ある    2. まあまあある  
3. ふつう    4. あまりない  
5. 全然ない



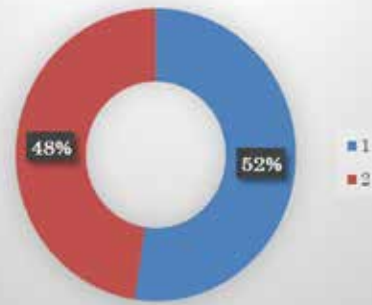
5. あなたは、動物や昆虫に関心がありますか？



質問 5

1. ある
2. まあまあある
3. ぶつう
4. あまりない
5. 全然ない

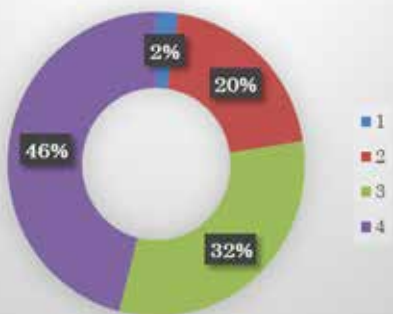
6. あなたは生物多様性という言葉を知っていますか？



質問 6

1. ある
2. 全然ない

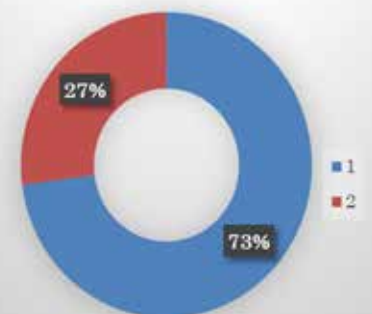
7. あなたは生物多様性の意味を知っていますか？



質問 7

1. 知っている
2. なんとなく知っている
3. あまり知らない
4. 知らない

8. あなたは、授業で出る懸賞品に関心がありますか？

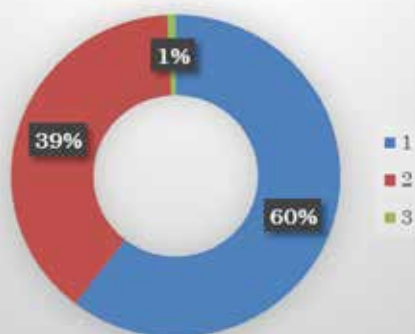


質問 8

1. ある・まあまあある
2. あまりない・全然ない

## 授業後アンケート（質問事項⑨～⑫）

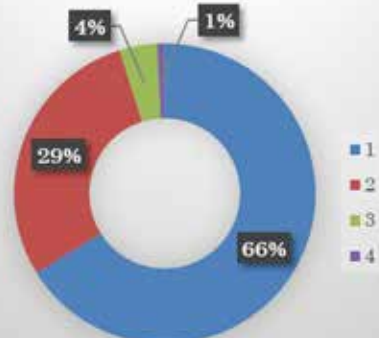
9. 今日の授業には積極的に参加できましたか？



質問 9

1. 参加できた    2. ふつう  
3. 参加しなかった

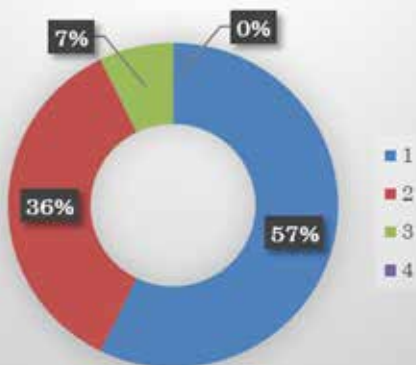
10. あなたは、授業前より高尾山の生き物に関心を持つようになりましたか？



質問 10

1. なった    2. まあまあ  
3. あまりない    4. 全然ない

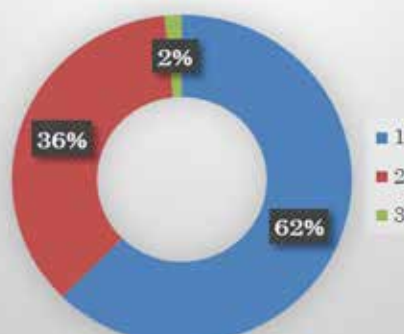
11. あなたは授業前より生物多様性について理解が深まりましたか？



質問 11

1. 理解できた    2. まあまあ理解できた  
3. あまり理解できなかった  
4. 全然理解できない

12. あなたは授業前より高尾山での学習について理解が深まりましたか？



質問 12

1. 理解できた    2. まあまあ理解できた  
3. あまり理解できなかった  
4. 全然理解できない