

ISSN 1344 - 8005

宮城教育大学

環境教育研究紀要

第 19 卷

宮城教育大学附属環境教育実践研究センター

2017年3月

宮城教育大学

環境教育研究紀要

第 19 卷

宮城教育大学附属環境教育実践研究センター

2017年3月

目 次
CONTENTS

鶴川義弘・伊藤悟・山本佳世子・秋本弘章・大西宏治・井田仁康・齋藤有季：Google マップと Wikitude を用いる位置情報型 AR の試作	1
Yoshihiro UGAWA, Satoru ITOH, Kayoko YAMAMOTO, Hiroaki AKIMOTO, Koji OHNISHI, Yoshiyasu IDA and Yuki SAITO: Prototype development of location information system using Google Maps and Wikitude	
西城 潔：放置竹林を活用した環境教育の取り組み	5
Kiyoshi SAIGO: Environmental Education making use of unattended Bamboo Forests	
溝田浩二：ニホンミツバチ伝統養蜂を題材とした環境教育の実践（2）	11
Koji MIZOTA: An Environmental Education Practice on Traditional Beekeeping of the Japanese Honeybee (2)	
八月朔日誠司・小野寺 仕・溝田浩二：鳴く昆虫をテーマにした環境教育の実践	19
Seiji HOZUMI, Manabu ONODERA and Koji MIZOTA: An Environmental Education Practice on Singing Insects	
古市剛久・小山内信智・林真一郎・笠井美青・桂真也：災害経験を環境教育の機会へ：2016年8月北海道豪雨による十勝平野西部での土砂・洪水災害	25
Takahisa FURUICHI, Nobutomo OSANAI, Mio KASAI, Shinichiro HAYASHI and Shinya KATSURA: A disaster experience as an opportunity to enhance environmental education: Sediment and flooding disaster in August 2016 in the western Tokachi catchment, Hokkaido, Japan	
三品佳子・加藤慎也・村松 隆：塩化銀濁度分析法を用いた天然水中塩化物イオンの簡易定量法	33
Yoshiko MISHINA, Shinya KATO and Takashi MURAMATSU: Simplified Quantitative Method of Chloride Ions in Natural Water by Silver Chloride Turbidity Method	
Lazaro M. Echenique-Diaz and Koji Mizota: Endangered Species, Protected Areas, and Tourism in Cuba	39
橋本勝・斉藤千映美：仙台市内におけるカヤネズミ <i>Micromys minutus</i> の記録	43
Masaru HASHIMOTO and Chiemi SAITO: New records of <i>Micromys minutus</i> in Sendai City	
斉藤千映美：体験型教材の開発を目的とした PBL（プロジェクト・ベースト・ラーニング）の実践	49
Chiemi SAITO: Project Based Learning by the Development of Active Teaching Materials	
平成 28 年度活動報告	59
投稿規定	64

Google マップと Wikitude を用いる位置情報型 AR の試作

鵜川義弘*・伊藤悟**・山本佳世子***・秋本弘章****・大西宏治*****
井田仁康*****・齋藤有季*

Prototype development of location information system using Google Maps and Wikitude

Yoshihiro UGAWA, Satoru ITOH, Kayoko YAMAMOTO, Hiroaki AKIMOTO, Koji OHNISHI,
Yoshiyasu IDA and Yuki SAITO

要旨：Google マップと Wikitude を用いることで比較的容易に位置情報型 AR を構築できる

キーワード：位置情報型 AR, Argumented Reality, Google Maps, Wikitude

1. はじめに

これまで、位置情報型 AR (argumented reality: 拡張現実) 技術を用いて、地理・環境・防災教育などに応用することをテーマに研究を進めてきた。(鵜川ほか 2014, 2015)

これまで利用していたのはドイツ metaio 社の AR システム「junaio」であったが、企業買収によりサービスを終了したため、現在は代替として新たな AR システムを模索・構築中である。本論文ではその取組を示す。

2. Wikitude (AR ブラウザ) の利用

まず、オーストリア Wikitude 社が提供する AR システム Wikitude の利用を試みた。Wikitude は junaio と同じく、フリーの AR ブラウザを提供しており、モバイル端末から見えるリアルタイムのカメラ画像上にマーカーを表示し、情報を提供することが可能である。この情報は、「World」と呼ばれる単位で作成・管理することができる。また、緯度・経度の位置情報とマーカーのある場所の名前・説明等のデータは、Google Maps で作成した KML ファイル形式で読み込まれる。Google Maps は一般に広く利用されているシステムであり、AR を利用したことがない人でも比較的容易に位置情報等の情報が入ったデータを作成することができる。(図 1) この機能は 2017 年 9 月 30 日

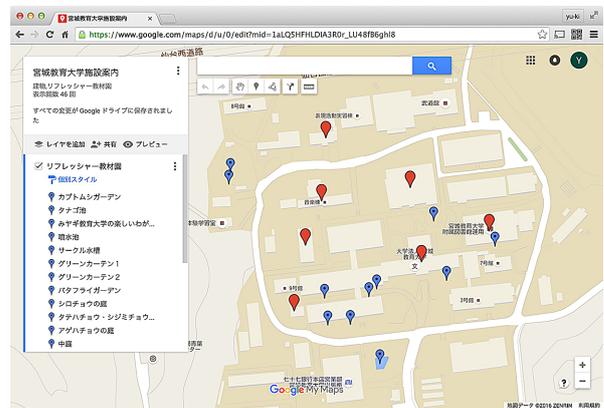


図 1 Google Maps

での終了が予定されている。

以下に一連の作業方法を説明する。

2-1. Wikitude 登録方法

- ① Wikitude のアカウント作成ページ※にアクセスする。
- ② 「First Name」「Last Name」「Email Address」を入力し、「Role」「Subscribe Newsletter」を選択する。入力が終了したら画面左下、「Save」をクリックする。(図 2)
- ③ パスワードが発行されますので、入力し「Sign In」をクリックする。
- ④ 利用規約が表示されるので、下にスクロールし「I Agree」をクリックする

* 宮城教育大学環境教育実践研究センター, ** 金沢大学, *** 電気通信大学, **** 獨協大学, ***** 富山大学, ***** 筑波大学

※ [http://www.wikitude.com/developer/developer-forum?p_p_id=58&p_p_lifecycle=0&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&saveLastPath=0&_58_struts_action=%2Flogin%2Fcreate_account\[YU6\]](http://www.wikitude.com/developer/developer-forum?p_p_id=58&p_p_lifecycle=0&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&saveLastPath=0&_58_struts_action=%2Flogin%2Fcreate_account[YU6])

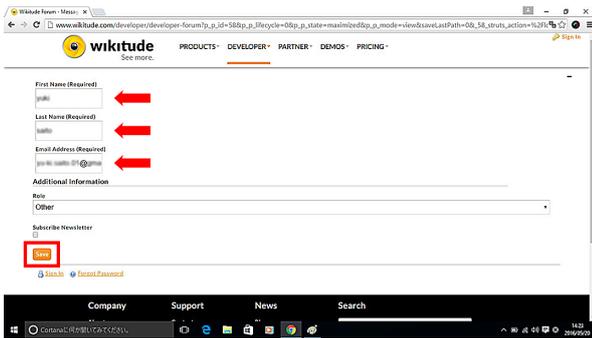


図 2 Wikitude登録画面

⑤ 登録が完了し、Sign In される

2-2. 新規 World 登録方法

- ① wikitude の新規 world 作成ページ <http://www.wikitude.com/developer/tools/publish-in-wikitude> にアクセスする。
- ② 「Create World」にカーソルをあわせ、「New」をクリックする。
- ③ ウィザードにそって情報を入力していく。まず、「World-Type」を「KML」にし、「Upload」をクリックする。
- ④ アップロードしたい KML ファイルを選択し、「開く」をクリックする。(図 3)
- ⑤ 画面を下にスクロールし、「Next」をクリックする。
- ⑥ 「Name」「Description」を入力する。その他の項目は任意入力である。入力したら、「Next」をクリックする。
- ⑦ 「Categories」を選択し、「Next」をクリックする。
- ⑧ アイコンを設定します。「Upload or change」をクリックする。
- ⑨ 画像ファイルを選択し、「開く」をクリックする。
- ⑩ 画像がアップロードされたことを確認する。

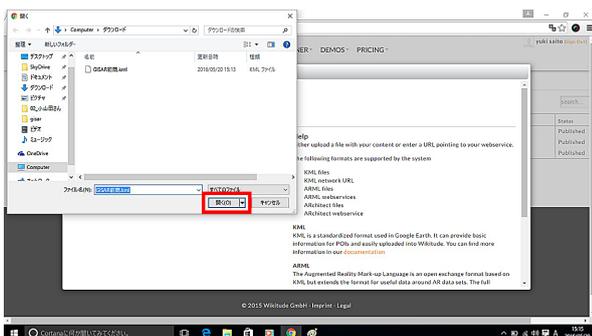


図 4 WikitudeARブラウザ画面

- ⑪ 画面を下にスクロールし、「Save」をクリックする。
- ⑫ 新規 World が作成される。携帯端末で動作確認ができる。(図 4)

3. WikitudeSDK の利用

上記で示した Wikitude の AR ブラウザは、無料で使用することが可能であり、位置情報のデータは Google Maps を使用するため比較的簡単な操作で利用することができる利点がある。しかし、従来使っていた junaio と比較して下記の欠点もある。

- 画面上に表示されるマーカーが決まっている。情報に画像が表示できず、外部へのリンクが表示できない。
- リアルタイムに情報が更新されない。新しい場所に移動した際は位置をリロードする必要がある。
- 距離によるフィルタリングが出来ない。
- 遠方過ぎると情報が表示されない。
- 表示される対象数に上限がある。

図 3 KMLファイルのアップロード画面

- 高さの表現ができない。
 - Location データに丸めがあり、マーカが格子状に並ぶ。
 - 方向を同期してパノラマ写真を閲覧する機能が無い。
- そこで、上記の欠点をいくつかでも解消するため、Wikitude 社が提供している「Wikitude Augmented Reality SDK (Software Development Kit)」(以下 SDK) を使用して開発を試みた。これは、Wikitude の機能を持った Android アプリ、iOS アプリを作成するための SDK である。^{*}

まず、Android アプリの開発から着手した。従来の AR ブラウザでは実現できなかった、マーカに画像や、詳細な情報を表示可能とするように開発を行った。(図5)



図5 WikitudeSDKで作成したアプリ画面

iOS アプリの開発はまだ行っていないが、SDK の特色として、Web 標準技術 (JavaScript, CSS, HTML) を利用しているため Android アプリから iOS アプリへの開発も比較的容易であると考えられる。

現状では、AR ブラウザで実装されていた Google Maps のマイマップからデータを取得し、マーカ等を表示する機能が実装されていない等、改善点もあるが、今後改良予定である。

この研究は日本学術振興会科研費「地理・環境・防災教育において GIS 利用を拡大する AR 搭載システムの開発と活用 (16H03520)」による成果の一部である。

引用文献

鶴川義弘・福地 彩・桜井理裕 2015. 東日本大震災の震災遺構パノラマ教材の作成. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 17, 1-4.

鶴川義弘・福地彩・栗木直也 2014. スマートフォンを用いた防災教育用津波 AR アプリの開発. 宮城教育大学環境教育研究紀, 16, 7-12.

(以上すべて 2017 年 1 月 31 日アクセス)

^{*} この SDK は Wikitude 社の HP でトライアル用のライセンスキーを取得することによりすべての機能を試用することが可能である。公開・使用するためのライセンスは複数あるが、「Wikitude SDK 5 Lite (iOS/Android)」を購入した。価格は 96,768 円で、iOS と Android それぞれにライセンスが必要である。[YU8]

放置竹林を活用した環境教育の取り組み — 2015年度小専生活での実践例 —

西城 潔*

Environmental Education making use of unattended Bamboo Forests

Kiyoshi SAIJO

要旨：放置竹林問題の環境教育への展開を意図し、小専生活において、竹林整備（伐採・運搬）、伐採した竹の利用とその報告、放置竹林問題および竹の利活用に関する座学を組み合わせた授業実践を行った。小専生活の授業として実施するにあたり、授業内容と生活科の学習指導要領との整合性にも留意した。この授業実践により、受講生は、放置竹林問題やその背景にある里山の現状、竹の利活用の可能性への理解を深めることができた。

キーワード：放置竹林、環境教育、生活科

1. はじめに

管理放棄され、人手の入らなくなった里山で発生している問題の一つに、放置竹林問題がある。放置された竹林は周辺の農地や森林に分布を拡大し、農林業被害、生物多様性の低下その他、さまざまな弊害をもたらしているといわれる（たとえば鈴木、2010）。一方で、竹は、古来、食材・生活用品・建築材などとして利用されてきた有用植物である。徳永・荒木（2007）は、荒廃した竹林の現状をふまえつつ、竹がもつ資源としての側面に注目し、その利用可能性や課題について論じている。

このように、多くの有用性を有しながら、過去数十年間の社会や生活様式の変化の中で環境上の問題を引き起こす存在になってしまった竹および竹林は、環境教育の題材としての可能性を秘めているといえる。実際に放置竹林に入ってその現状や環境を観察し、自らの手で整備作業に携わることは、身近な里山で起こっている環境問題への認識を得る（または深める）きっかけとなり得るであろう。また伐採した竹を活用することにより、その資源としての有用性や有効な利用法について、体験的な学びの機会が得られるに違いない。

本稿では、2015年度に筆者が開講した「生活 a」（小専科目「生活」として、本学において7クラス出講されている授業科目の一つ）において実施した、竹林を活用した授業実践の概要と成果について報告し、その環境教育的意義について述べる。また、このような授業実践を小専生活において行う意味についても考察する。

2. 生活 a の授業概要

(1) 生活 a の本学カリキュラムにおける位置づけ

本学が、初等教育教員養成課程専門教育科目の一つとして用意している「小学校の教科科目」（小専科目）において、「生活」は「生活科の授業を裏打ちする基本的な諸科学にもとづいた知識を学ぶ」と規定されており、生活 a～g の7つの授業が出講されている。そのうち生活 a は、社会科教育講座所属の地理学を専門とする教員2名が隔年で担当している、前期開講の科目である。

(2) 2015年度における受講生の所属と人数

2015年度の生活 a の受講生は、初等教育教員養成課程（コースは英語コミュニケーション・音楽・美術・

* 宮城教育大学社会科教育講座

体育健康)に所属する学生38名と、中等教育教員養成課程(専攻は国語教育・社会科教育・数学教育・音楽教育・保健体育・英語教育)の学生10名の計48名であった。この受講生を8班に分け(1班当たりの人数6名)、講義以外の実習的内容については、原則として班単位で実施した。また班によって関心や技能に偏りが生じることを避けるため、同コース・専攻の学生が同じ班に集中しないように配慮した。

(3) 授業の基本方針

生活aの実施にあたり、「具体的な活動や体験を通して、自分と身近な人々、社会及び自然とのかかわりに関心を持ち、自分自身や自分の生活について考えさせるとともに、その過程において生活上必要な習慣や技能を身に付けさせ、自立への基礎を養う」という生活科の目標(文部科学省, 2008)を参考に、1. みつめなおす(生活空間の観察と再認識)、2. たのしむ(生活体験)、3. つたえる(記録と表現に関わる技能習得)という3つの基本方針を立てた。

1の方針「みつめなおす」は、指導要領中の「自分と身近な人々、社会及び自然」、すなわち自らの生活空間に目を向ける上で、もっとも基本となるべき態度といえよう。2の方針「たのしむ」は、「具体的な活動や体験を通して」、「社会及び自然とのかかわりに関心を持ち」、「生活上必要な習慣や技能を身に付け」るためには楽しみの要素が重要と考え、設定したものである。さらに方針1・2の成果を受講者間で共有しつつ、「自分自身の生活や自分の生活について考えさせ」るため、また「生活上必要な習慣や技能を身に付け」るために立てた方針が、3の「つたえる」である。これらの方針のもと、「大学生向けの生活科」を意識し、受講生の「自立への基礎を養う」ことを目的に授業を進めた。

(4) 授業内容と日程

半期15回の授業の内容と日程は以下の通りである。各授業日の内容が、主に上記3方針のいずれに相当するかは、カッコ内に示した。

- 4/14 ガイダンス
- /21 構内施設の認知度調べ(1)
- /28 構内たんけん(1・2)
- 5/12 構内の未利用バイオマスの観察と講義(1)

- /19 炭焼きに関する講義(2)
- /26 構内たんけんについての発表(3)
- 6/2 構内での薪集めと畑作り(2)
- /9 炭焼き&ピザ焼き①(2)
- /16 炭焼き&ピザ焼き②(2)
- /23 放置竹林問題と竹の資源化の可能性に関する講義(1・2)
- /30 竹林整備体験①(2) ※学外授業
- 7/7 竹林整備体験②(2) ※学外授業
- /14 炭素循環からみた炭焼きおよび放置竹林活用の意義に関する講義(1・2)
- /21 竹を活用した活動についての発表(3)
- /28 授業のまとめ

最初に、生活空間を「みつめなおす」ため、大学構内の観察・再認識を試みた(4/21~5/12)。その過程で、構内の樹木の剪定・伐採によって発生した未利用バイオマスの存在に気付かせた(5/12)。未利用バイオマスの存在に気付かせることは、この後の炭焼き活動(バイオマス利用)や放置竹林問題への導入的意味合いをもつ。また大学構内の観察・再認識の内容を「つたえる」ため、「構内たんけん」の結果を班ごとに発表させた(5/26)。次に未利用バイオマスの活用法の一つである炭焼きについての講義(5/19)をふまえ、「たのしむ」活動として、薪集め、簡易炭焼き、炭火を使ったピザ焼きを実施した(6/2~6/16)。これより後の授業内容が、本稿でテーマとする放置竹林を活用した環境教育の取り組みであり、放置竹林問題や竹の資源化の可能性についての講義(6/23)、学外授業として実施した竹林整備体験(6/30, 7/7)、地球環境問題(炭素循環)からみた炭焼きや放置竹林活用の意義についての講義(7/14)、竹を活用した活動(工作等)とその内容についての発表(7/21)を行った。学外授業のフィールドには、青葉区茂庭の大梅寺境内にある竹林を利用させていただいた。

3. 放置竹林に関わる授業実践

前章で述べた通り、生活a全体の中で、放置竹林に関わる内容は、後半の10-14回目(6/23~7/21)において実施した。以下、その内容に限定して、授業内容とその成果について述べる。

1回目 (6/23):「放置竹林問題と竹の資源化の可能性」

パワーポイント資料を用いて、放置竹林問題と竹の資源化の可能性について解説した。具体的には、西日本を中心に放置された竹林が年々拡大していること、それに伴い、さまざまな環境上の問題が発生しつつあること、しかし一方で、竹には、製品として、炭として、エネルギーとしてなど、多くの資源化の可能性が秘められていることを説明した。

2・3回目 (6/30, 7/7):「竹林整備体験」

学外授業として、大梅寺(青葉区茂庭)境内において竹林整備を体験した。大梅寺は、青葉山から西方に続く丘陵上に位置する蕃山(356m)の東麓、標高130m付近に位置する。丘陵斜面で占められる境内は、スギ・アカマツなどからなる森林で覆われるが、同寺の星尚史副住職によると、昭和50(1975)年頃より竹林の拡大が目立つようになってきた。「竹林整備」の具体的内容は、竹林の観察と伐採、伐採した竹の搬出である(図1)。この活動は班単位で実施し、班ごとに境内の竹林から1本ずつ竹を伐採・搬出し、大学に持ち帰った。持ち帰った竹は、加工・制作活動の材料とした。



図1. 竹林整備の様子

4回目 (7/14):「炭素循環からみた炭焼きと放置竹林活用の意義」

パワーポイント資料により、地球上の炭素循環からみた炭焼き、および放置竹林活用の意義について解説した。産業革命以降、人間による化石燃料の使用により大気中で炭素(CO₂)が増加しつつあるが、バイオマスを炭化すれば光合成で大気中から取り込んだ炭素を固定できること、したがって、炭焼きはCO₂排出を促すどころか、むしろ大気中から炭素を除去する効果をはたし得ることを説明した。

5回目 (7/21):「竹活用の実践報告」

竹林整備で持ち帰った竹を材料に、授業以外の時間を利用して、加工・制作などの活動を班単位で行われた。活動の様子は記録させ、その内容をもとに、活動内容に関する発表(制作物の紹介や実演)を行われた。当日の各班の発表テーマを表1に、発表の様子を図2~7に示す。

表1. 竹を活用した活動の概要

テーマ	制作物または実演内容
1班「食器セットを作ろう」	ジョッキ・皿・箸
2班「竹で灯籠づくり」	灯籠
3班「靴べら製作」	靴べら
4班「水鉄砲」	水鉄砲の紹介と実演
5班「そうめんをつわができるまで」	そうめん用器
6班「流しそうめんセットができるまで」	流しそうめんセット
7班「竹材利用を考える」	ペットボトルホルダー、小物掛けなど
8班「夏を涼しく過ごそう」	鹿威し(添水)



図2. 食器・箸

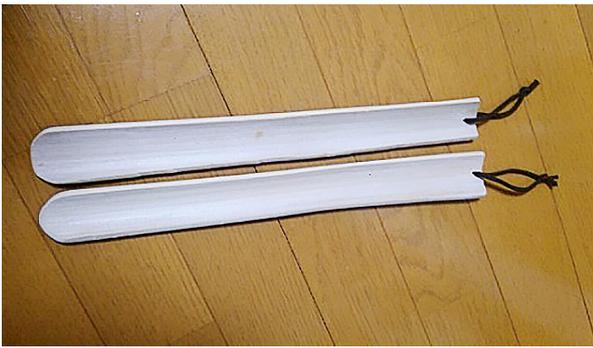


図3. 靴べら



図4. 添水

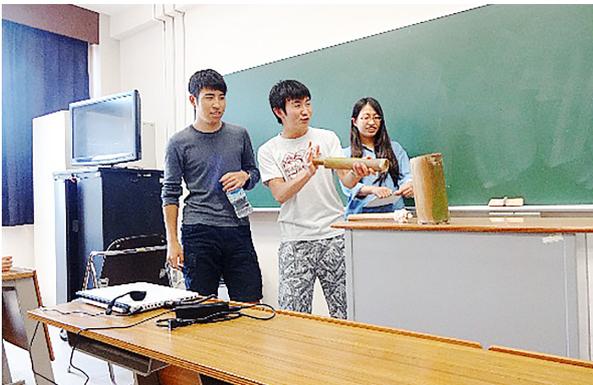


図5. 竹鉄砲の実演



図6. 半割りにした竹を使っの流しそうめん



図7. 竹で作った食器・箸でそうめんを食す

4. 学生の感想

放置竹林を活用した授業実践に対する感想は、小レポートとして受講生に提出させた。以下には、受講生のレポートから抜粋したいくつかの感想を4種類に分類して示した。なお文章の一部には、文意を損なわない範囲で筆者による修正を施してある。

①竹林環境に関するもの

- ・ 太い竹、細い竹、まっすぐ伸びている竹や折れてしまっている竹、枯れて変色している竹など、様々な状態の竹があることを観察できた。
- ・ 地面にたくさんの竹が倒れており、歩く隙間もないほどでした。また、上を見上げても竹の葉で覆いつくされており、なかなか太陽の光が届かないように感じました。
- ・ 今回のように竹を数本伐採しただけでは、竹林状況も環境自体もあまり変わらないと思うが、このような問題が存在していると知ることができたことが一番の収穫だった。

②竹の伐採体験に関するもの

- ・ 竹の伐採は初めてだったが、鋸で竹を切るのはとても簡単だった。
- ・ 竹はかなり硬いものだと思っていたが、意外にすんなりと切れた。
- ・ 竹を鋸で切るのは難しかった。
- ・ 鋸を使った経験がなく、切るのに時間がかかった。
- ・ 無事に竹を伐採することができ、とても達成感があった。
- ・ 大きな竹を伐採するには、数人がかりでないと難しい。

- ・仲間と協力して竹を倒した時は感動した。
- ・どの竹を伐採するか、どの方向に切り落とすか、狙った方向に切り倒すためにはどの部分を切ればよいかなど、一本の竹を伐採するのに、こんなにも多くのことを考えると予想していなかった。

③竹の活用に関するもの

- ・お寺に生えていた竹が、このような実用的な作品になるものなのだと感心した。
- ・要らない竹が姿を変えて役に立つアイテムになるのは、とても有意義な活動だと思います。
- ・自然物を使った物作りは楽しかった。
- ・身の回りに不要なものがあっても、工夫次第で活用できることを学んだ。
- ・竹は代替エネルギーにもなるので、活用次第で様々な環境貢献ができると思った。
- ・竹製品づくりは、放置竹林問題を解消するとともに、それを利用するエコの心と、自分で作るというDIYの精神があって、学びになった。

④教育に関するもの

- ・今回の体験活動を通してたくさんの発見があった。この発見が生活科の醍醐味であり意義なのではないか。…(中略)…身の回りに目を向け、その中から発見することで、自然や社会のルールや生活への興味がわく。
- ・小学校の校外学習で同じ体験をするとしたら、少し厳しいと思う。
- ・小学校でこのような活動をしようとするのであれば、鋸等の道具や、竹が倒れる際の怪我に十分配慮する必要がある。
- ・竹林整備(伐採)で終わりではなく、図工や音楽など様々な教科に活用していきたいと考えた。

5. 考察

以下、前章で紹介した受講生の感想を手掛かりに、放置竹林を活用した授業実践の環境教育的意義について考察する。また、こうした取り組みを小専生活において行う意味についても触れたい。

①に示された感想からは、実際に竹林に入って観察を行ったり、伐採を体験したりすることで、竹の状態や林内の環境、それらに関わる問題点について、学生

達が多くの具体的な気付きを得ていたことがわかる。事前(6/23)に実施した放置竹林問題についての講義(座学)に加えて、実際に竹林に足を踏み入れての観察・活動を行ったことが、放置竹林の現状や問題点に関する体験的理解につながったことは間違いのないであろう。上記3つの方針との関係でいえば、里山や身近な環境について「みつめなおす」ことができたといえる。

レポートを読む限り、ほとんどの学生にとって、竹の伐採は初めての体験だったようである。伐採作業に対しては、割と簡単だったという意見と、結構難しかったという声とがあったが、ある学生のレポートに「私は、小さい頃から祖父に薪を切ることを教わっており、鋸の使い方を知っていたが、友人たちは使うことに手間取っており、小さい頃の経験が役に立つことを実感した」との記述があったことから、幼少時における道具の使用経験の有無が、作業の効率に影響していたことが窺われる。また②には、伐採作業から得られた達成感や、共同作業の大切さ、竹1本を切り倒すのにかかる多くの条件を考慮しなければいけないかということへの驚きなども含まれており、伐採作業を通して、学生が満足感・充足感を得たり、さまざまな意識の変化を味わったりしたことがわかる。以上の効果は、方針2の「たのしむ」に相当するものといえる。

③の竹の活用に関する感想では、単純に楽しかったというものから、不要化した資源の活用、環境貢献、モノ作りといった観点から活動の意義を捉えたものまで、さまざまな内容が挙げられた。その多くが方針2に沿うものであることはもちろん、環境意識の向上につながる要素を含んでいることは明らかである。

④に示した教育的観点からの意見に、体験活動を通して得た発見が生活科の醍醐味であり意義であること、身の回りに目を向け、その中から発見することで、自然や社会のルールや生活への興味がわくことを述べた感想があることから、「大学生向けの生活科」という生活aの狙いは、概ね達成されたと判断してよいであろう。またこの授業で実施した内容をそのまま小学校の生活科で実施するのは無理、または留意すべき課題があるなどの指摘もあったが、それらの意見は児童の発達段階を考慮してのものであり、「大学生向けの生活科」として実施したことに対して否定的なわけでは

なかった。したがって、将来、学生達が小学校教員として生活科の授業設計をすることになった場合、本授業での経験は少なからず活かされることが期待できよう。さらに図工・音楽などさまざまな教科に活用していきたいといった感想もあることから、竹林や竹は、生活科にとどまらない、多教科にまたがる教材に発展していく可能性もあるのではなかろうか。

以上のことから、放置竹林を活用した授業実践は、竹林とそれに関わる諸問題（里山の現状、資源利用、環境改善など）に目を向けさせる環境教育的意義をもつだけでなく、生活科を始めとする小学校の授業設計への指針となり得るものであるといえる。

なお 7/14 の授業で解説した通り、放置竹林の活用には、地球上の炭素循環からみた意義を認めることもできる。したがって放置竹林問題を手掛かりに、里山などの身近な環境のみならず、地球規模の環境に目を向けていくことも可能である。こうした竹林を題材にしたグローバルスケールでの環境教育の可能性については、稿を改めて論じることにしたい。

6. おわりに

2015 年度に実施した小専生活の授業（生活 a）において、放置竹林問題をテーマにした授業実践を試みた。竹林の観察と整備（伐採・運搬）、伐採した竹の活用、座学で得た知見などを通して、多くの学生が、里山や

竹林の現状に気づき、竹活用の可能性やその環境的意義を実感することができた。また扱った内容や授業の進め方は、学習指導要領に照らして、小学校の生活科その他の授業設計への指針になることが期待される。

今後は、本稿で紹介した各活動の内容をさらに深めたり、活動相互の連関性を高めていけるような取り組みを模索していくつもりである。

謝辞

本稿をまとめるにあたり、竹林の利用を快く許可いただいたのみならず、本文中には記さなかった座禅体験の機会まで与えて下さった大梅寺の星尚史副住職に厚く御礼申し上げます。また熱心に授業に臨んでくれた受講生諸君にも感謝いたします。

本稿は、2016 年 8 月 5～7 日に開催された日本環境教育学会第 27 回大会（東京）において口頭発表した内容をもとにまとめたものである。

引用文献

- 文部科学省，2008. 小学校学習指導要領解説 生活編。
鈴木重雄，2010. 里山における竹林の拡大. 地理, 55-9, 37-43.
徳永陽子・荒木 光，2007. 竹林と環境. 京都教育大学環境教育研究年報, 15, 99-123.

ニホンミツバチ伝統養蜂を題材とした環境教育の実践 (2)

—ひらめき☆ときめきサイエンス 2016 を実施して—

溝田浩二*

An Environmental Education Practice on Traditional Beekeeping of the Japanese Honeybee (2)

Koji MIZOTA

要旨：日本学術振興会による支援を受け、宮城教育大学キャンパスにおいて平成28年10月1日(土)にひらめき☆ときめきサイエンス『飼って楽しい知ってうれしい伝統養蜂の世界～野生のミツバチとつきあう知恵と技～』を実施した。小学5・6年生の児童を対象としてニホンミツバチと体験的に触れあう機会を提供することにより、伝統的な養蜂文化への興味・関心を高めることができた。

キーワード：ニホンミツバチ、伝統養蜂、遊び仕事、環境教育、ひらめき☆ときめきサイエンス

1. はじめに

ひらめき☆ときめきサイエンスは、日本学術振興会が実施している科学研究費(以下、科研費とする)による研究成果の社会還元・普及事業である。大学等の研究機関で行われている最先端の研究成果について、児童・生徒が直に見たり、聞いたり、触れたりすることで、科学のおもしろさを感じてもらふ機会を提供することを目的としている。

筆者は平成23年度から『遊び仕事』を取り入れた体験的環境教育プログラムの開発：伝統養蜂を題材として(若手研究(B))』が採択され、長崎県対馬市を主な調査フィールドとしてニホンミツバチの伝統養蜂に関する研究を行ってきた。さらに、平成26年度から『伊達政宗が奨励した「食べられる庭」をモデルとした学校ビオトープの構築(挑戦的萌芽研究)』、平成28年度から科研費『産直が拓く環境教育の新たな地平：「遊び仕事」の現代的活用をめざして(基盤研究(B))』がそれぞれ採択され、「遊び仕事」を取り入れた環境教育の実践に取り組んできた(溝田, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016など)。ひらめき☆ときめきサイエンスによる成果還元としては、2013年度に長崎

県対馬市において『ニホンミツバチっておもしろい!～伝統養蜂の世界へようこそ～』というプログラムを実施している(溝田, 2014)。

今回は宮城県仙台市の宮城教育大学キャンパスにおいて実施するプログラムを立案し、テーマを『飼って楽しい知ってうれしい伝統養蜂の世界～野生のミツバチとつきあう知恵と技～』に設定した。平成27年11月に応募、平成28年4月に採択通知を受け、平成28年10月1日(土)に実施した。本稿では、プログラム内容を紹介するとともに、アンケート結果から本事業の成果を考察する。

2. プログラムの実施準備

(1) 参加者の募集

日本学術振興会ホームページには、平成28年6月に「ひらめき☆ときめきサイエンス」応募専用のページが開設され、参加者の募集が始まった(図1)。宮城教育大学では、研究協力係が中心となって大学の広報誌やホームページに募集案内を掲載したり、大学独自のポスター(図2)を作成するなどして大学全体で参加者の募集を行った。

* 宮城教育大学附属環境教育実践研究センター

整理番号	HT28023	分野	自然、生物	キーワード	遊び仕事
宮城教育大学 飼っていたのしい 知ってうれしい 伝統養蜂の世界 一野生のミツバチとつきあう知恵と技一					
先生(代表者)	清田 浩二 (みぞた こうじ) 環境教育実践研究センター・准教授				
自己紹介	私は幼い頃から生き物が大好きでした。今でも、花を求めて飛び回るミツバチを眺めているだけで、とても幸せな気分になります。大人になった今、ミツバチを上手に扱いながら、その恵みをたくみに利用する「伝統養蜂」の世界に憧(あこが)れていました。				
開催日時・主な募集対象	平成28年10月1日(土)	(対象)	小学生(3・4年生)	(人数)	10名
集合場所・時間	宮城教育大学9号館前 (集合時間) 9:30				
開催会場	宮城教育大学9号館(1階) 生活科実験室 住所: 〒980-0845 仙台市青葉区荒巻青葉149 アクセスマップ: http://www.miyakyu-u.ac.jp/about/campus/ct2.html				
内 容					
ミツバチを飼うことを養蜂(ようほう)といいます。ミツバチを飼うことは、自然の恵みに感謝しながら、その恵みをじっくりと味わうことです。ハチミツを収穫(しゅうかく)する喜びはもちろんですが、ミツバチをおして、季節のこと、花のこと、自然のことなど、いろんなことが見えてきます。そんな楽しみがいっぱいつまった養蜂の世界に、みなさんをご(いざな)います。					
スケジュール		持ち物			
9:30~10:00 受付(9号館ロビー集合) 10:00~10:20 開講式(あいさつ、オリエンテーション、林研員の説明) 10:20~10:50 講義「ニホンミツバチの伝統養蜂(講師:清田浩二)」 11:00~12:00 実習「蜂蜜体験」 12:00~13:00 昼食(宮城教育大学) 13:00~13:30 講義「ミツバチの恵みをいだけ(お昼(講師:清田浩二))」 13:30~14:30 実習「キャンドル作り、ハンドクリーム作り(その1)」 14:30~15:00 クッキングタイム(ホットケーキを焼く、蜂蜜を味わう) 15:00~15:00 実習「キャンドル作り、ハンドクリーム作り(その2)」 16:00~16:30 終了式(アンケート記入、未来博士号授与、記念撮影) 16:30 終了・解散		ノート(メモ帳)、筆記用具、動きやすい服装 特記事項 参加にあたっては、保護者の同意(会場までの送迎は保護者が責任をもつこと、ミツバチに刺される可能性があること)が事前必要です。			

図1. 日本学術振興会ホームページに掲載されたプログラムの概要(一部)

ニホンミツバチと直接的に触れあう機会を提供する内容であることから、安全面の確保という意味合いもあって少人数(10名)を募集することにした。平成28年6月に日本学術振興会ホームページが公開されるやいなや募集定員を超える11名からの参加申し込みがあり、早々に受付を打ち切ることになった。

(2) 前日までの準備

イベントを成功させるためには大きな課題が2つあった。1つ目は、採蜜体験が可能な巣箱(ハチミツが十分に入っている巣箱)を確保すること、2つ目は、イベントを補助する学生を確保することである。前者に関しては、平成27年春に分封(巣分かれ)した群が順調に育っていたことから、たっぷり貯蜜している巣箱を確保することができた。後者に関しては、平成28年の前期授業で筆者が担当した「自然フィールドワーク実験(2単位)」を受講した学部2年生のうち4名(男子1名、女子3名)、および、「自然環境教育特論・特演(2単位)」を受講した教職大学院生2名(男子2名)が協力してくれることになった。さらに、採蜜体験では長崎県対馬市の養蜂名人・上野弘さん(平成23年度対馬市ハチミツコンクール優勝者)とその奥様の満里子さんが仙台までお越しくださり、協力くださることになった。イベント当日までにキャンドルづくり、リップクリームづくりのマニュアルを含むパンフレット、名札、未来博士号の賞状などを作成・印刷する作業を完了させた。

3. プログラム当日の概要

(1) 参加者数

平成28年10月1日(土)、宮城教育大学キャンパス(仙台市青葉区荒巻)を会場として「ひらめき☆ときめきサイエンス」を実施した。爽やかな好天に恵まれ、最高のイベント日和となった。残念ながらイベント前日にキャンセル2件が入ったが、最終的には小学生9名、保護者9名、主催者10名の計28名の参加者があった。

(2) 実施内容

以下、イベント当日のスケジュールを時系列に沿って紹介していく。

図2. 宮城教育大学で作成した「ひらめき☆ときめきサイエンス」の募集案内ポスター

- ① 9:00～9:30 受付。学生が中心となって、自家用車の駐車場への誘導、会場への誘導、受付作業、名札や資料の配布などを行った。
- ② 9:30～10:00 開講式。主催者あいさつ、オリエンテーションを行った(図3)。
- ③ 10:00～11:00 講義「対馬のニホンミツバチ伝統養



図3. 「ひらめき☆ときめきサイエンス」のパンフレットをもとに
科研費の解説を行った。



図4. 講義「ニホンミツバチの伝統養蜂」



図5. 講義内容を熱心にメモする児童たち

蜂」。対馬の伝統養蜂について現地フィールド調査の成果をもとに解説した(図4)。参加者はメモをとりながら、熱心に話に耳を傾けてくれた(図5)。

- ④ 11:00～12:00 実習「採蜜体験」。上野弘さん・満里子さんの指導の下、専用の蜜切包丁などを用いて蜂洞から丁寧に巣板を切り出して収穫し(図6)、採れたばかりのハチミツを味わった(図7, 8)。



図6. 養蜂名人による歳蜜の実演



図7. 初めての採蜜体験に大はしゃぎの参加者たち



図8. 採れたてのハチミツを巣ごと味わう

- ⑤ 12:00～13:00 昼食。参加者全員で会話を楽しみながらお弁当をいただいた（図9）。食事の時間を利用して、午前中に収穫した蜜がぎっしり詰まった巣板をザルの上で細かく砕き、重力で蜜を垂らす作業も行った（図10）。1年間をかけて貯蔵された蜂蜜であるため、巣内で濃縮・熟成されており、独特な風味をもつ濃厚なハチミツを採ることができた。
- ⑥ 13:00～13:30 講義「ミツバチからの贈り物を利用する知恵」。ハチミツや蜜ろう等の利用方法について解説した（図11）。



図9. 食事をしながら児童と学生との交流



図10. ハチミツを濾過する



図11. 講義のようす

- ⑦ 13:30～14:30 実習「キャンドルづくり、リップクリームづくり」。二つの班に分かれ、キャンドル・リップクリームを作成した（図12～15）。
- ⑧ 14:30～15:00 クッキータイム。ホットプレートでホットケーキを焼き、採蜜したばかりのハチミツを味わった（図16, 17）。



図12. スティックキャンドルづくり



図13. ブロックキャンドルづくり



図14. リップクリームづくり



図15. 蜜ろうの重さをはかる児童



図18. 未来博士号の授与



図16. たこ焼き器で丸いホットケーキをつくる



図17. ホットケーキにハチミツをつけて味わう



図19. 記念撮影

⑨ 15:00～16:00 実習「キャンドルづくり, リップクリームづくり」

引き続き, 二つの班に分かれ, キャンドル・リップクリームを作成した。

⑩ 16:00～16:30 修了式. アンケート記入, 未来博士号授与(図18)を行い, 記念撮影(図19)を行った。

(3) プログラム実施で工夫, 配慮した点

プログラム実施では以下の点に留意, 工夫した。

○ 研究成果をわかりやすく伝えるために, イラストを多用したプレゼン資料, および, 配布資料を配布した。

○ 室内での講義と, 屋外での直接的な体験実習を交互に織り交ぜることで, 児童の集中力を持続できるよう配慮した。

○ 児童と年齢の近い実施協力者(大学生)を配置し, 親しみやすい環境を演出した。

○ 採蜜体験, ハチミツの試食, キャンドル・リップクリームづくり等, ミツバチからの恵みを直接体験できるようなプログラムを多数用意し, 児童の興味を喚起する工夫をした。

○ キャンドル, リップクリーム等は土産として自宅に持ち帰らせることで, プログラム終了後も家庭内で児童の体験を共有できるように配慮した。

また, 安全面では以下の点に配慮を行った。

○ 実習の安全確保のために, 児童約2人に対し1人の割合で補助者を配置した。

○ ニホンミツバチはおとなしい性質の昆虫であるが, 実習直前に簡単な安全講習を行うとともに, 実習時には覆面布の着用を徹底させた。

- 万が一の刺傷事故に備え、ポイズンリムーバーおよび抗ヒスタミン剤を常備した。
- 参加にあたっては、保護者の同意（送迎は保護者が責任をもつこと、ミツバチに刺される可能性があること）が確約されたことを条件とした。
- 参加者全員を短期のレクリエーション保険に加入させた。

4. プログラム実施後に行ったアンケート

(1) アンケート調査の結果

プログラム実施後にアンケート調査を実施し、児童9名、保護者9名からアンケートを回収した（表1）。

「プログラムはおもしろかった」「プログラムはわかりやすかった」「科学に興味をわいた」「将来、自分も研究してみたい」という評価が多く、「また参加したい」と答えた児童が多かった。

(2) 自由記述（児童）

以下に児童の自由記述を紹介する。自由回答からも上記と同様の結果が具体的に記載され、伝統養蜂やミツバチ、その生産物（ハチミツ、蜜蝋）に対する児童の興味・関心が高まったことが伺える。

- ・ ハチミツを使ってロウソクなどをつくれて楽しかったです。ハチがいなくなると野菜やくだものなどが食べられなくなることなど、知らなかったことだらけなので、ハチは大切だなと思いました。ハチと友達になれてよかったです。
- ・ 楽しかった。ありがとう。
- ・ ハチのことやハチミツのことをくわしくおしえてくれてありがとうございます。これからも今日習ったことを生かしていきたいと思います。
- ・ ミツバチがこんなすごいことを初めて知って、とてもおもしろかった。
- ・ 今日とてもわかりやすい説明だったし、私はハチってこわいと思ってたけど、とってもかわいいと思いました。私はここに参加できてとってもよかったなあと思いました。
- ・ 今日ハチのことが知れてよかったです。ハチがいなくなったらどうなるかとか、今まで考えていなかったの、今日ハチがいなくなったら野菜やくだ

表1. アンケートの回答結果

質問内容および回答の選択肢	人数 (%)
① 今日のプログラムは、いかがでしたか。	
1. とてもおもしろかった	9 (100%)
2. おもしろかった	0
3. おもしろくなかった	0
4. わからない	0
② 今日のプログラムはわかりやすかったですか。	
1. とてもわかりやすかった	9 (100%)
2. わかりやすかった	0
3. わかりにくかった	0
4. わからない	0
③ 科学に興味をわきましたか。	
1. 非常に興味をわいた	8 (89%)
2. 少し興味をわいた	1 (11%)
3. 興味をわかなかった	0
4. わからない	0
④ 研究者（大学の先生）からの話などを聞いて、将来、自分も研究してみたいと思いましたか。	
1. とても思った	5 (56%)
2. できればしてみたい	4 (44%)
3. 思わなかった	0
4. わからない	0
⑤ 参加しようと思った理由について教えてください。	
1. 内容に興味があったから	3 (33%)
2. 先生や両親に薦められたから	6 (67%)
3. 近所で開催されるから	0
4. その他	0
⑥ このような企画があれば、また参加したいと思いましたか。	
1. 是非参加したい	9 (100%)
2. できれば参加したい	0
3. 参加したいとは思わない	0
4. わからない	0

もの、乳せいひんもなくなってしまうということにびっくりしました。今日はいろいろな体験をしたし、いろいろ知れてよかったです。

- ・ 今回、実際にキャンドルづくりやリップクリームづ

くりを体験できてとても楽しかったです。そして、ミツバチの巣を見たり、どれだけあたたかいのか触ってみたりできて、とてもいい経験になりました。ミツバチの巣ごと、初めて食べてみて、とても濃こうでおいしかったです。また、このような企画に参加してみたいと思いました。ありがとうございました。

- ・「ひらめき☆ときめきサイエンス」で知ったことは、みつばちのことはもちろんですが、「知ったことを実際にやってみることで忘れないものになることと、知ることによってふしぎやどうして？が増えてしまうということ」です。だから、「知りたい」がとても増えました。研究者は、新しい発見をしないといけないと思っていましたが、みんなのために役立つことを考えるお仕事なんだと思いました。たのしかったしおいしかったです。ありがとうございました。

(3) 保護者の感想

児童と一緒に参加した保護者の方々へも自由記述によるアンケートを実施した。回答からは、児童とともに楽しみ、多くのことを学んだ様子が伺え、「ひらめき☆ときめきサイエンス」のような企画を実施することの意義について深く考えさせられた。

- ・とても貴重な体験ができました。ありがとうございます。ミツバチやハチミツをいろんな角度から知ることができました。
- ・ミツバチについて、一日たくさんのことを楽しく学ぶことができ、とても良いプログラムでした。今度は弟も連れてきたいと思います。
- ・親も楽しく参加させていただきました。ニホンミツバチのことを知ることができ、とても満足しています。採れたてのハチミツはとてもおいしく、巣も間近で見れたので感動しました。いつか対馬のハチミツも食べに行きたいです。
- ・今日は準備からはじまり様々お世話になりました。子どもも学生さんたちとふれあい、なかなか接する機会もないので、打ち解けて楽しそうに過ごせました。知的な発見と作業（試行錯誤から達成感）のバランスがとても良かったです。ありがとうございます。
- ・ハチミツはよく食べていましたが、採取について実際に体験できてとても良かったです。理科に興味がある

あるように思っていたので参加させました。本日の分野についても知ることができ、とてもよかったのではないかと思います。すてきな大学生と交流ができて憧れの先輩を目指してくれたらと期待します。ありがとうございました。

- ・とてもおいしいハチミツを収穫でき、リップクリーム、ろうそくまで作れてとても充実した一日でした。1匹のミツバチからスプーン1杯程度のハチミツしか採れないと知り、無駄にできないと思いました。自然の恵みに感謝します。ミツバチがいなくなると、私たちの生活に大きな影響を及ぼすことも学びました。対馬から来てくださった上野さんご夫婦、学生の皆様、先生方に深く感謝いたします。ありがとうございました。子どもの生き生きした顔を見れてとても良かったです。
- ・今回のプログラムは大変充実した内容で、皆様が十分にご準備くださったことを実感いたしました。また、先生方をはじめ、学生の皆さんより終始お心遣いいただき、親子ともども本当に楽しい一日となりました。このような学生さんたちのいる宮城教育大学に憧れさえ抱きました。娘がミツバチを怖がらなくなったことにも驚きました。我が家にはまだ下に息子がおりますので、ぜひとも、また応募しようと思っております。
- ・内容はもちろんですが、ご準備や運営等のお姿からも皆さんのあたたかいお気持ちを随所に感じました。溝田先生の幼少期のお話や当日楽しんでいらっしゃる姿を見て、子どもの『どうしてだろう?』という気持ちを大切にしたいなあ、と強く思いました。上野さんご夫妻の対馬のお話もとても興味深く、楽しい時間でした。溝田先生をはじめ、研究室のみなさまがこれからもますますご活躍されますようお祈りしています。

(4) 本プログラムの成果について

アンケート結果を見る限り、充実したプログラムが実施され、参加者（小学生および保護者）から高い評価が得られたと考えてよいだろう。日頃大学の研究者や学生と接する機会がない子どもたちにとって、本プログラムは大学という存在を身近に感じ、大学での研

究活動を知ってもらい役割も果たすことができたように思う。プログラム実施には苦勞も多かったが、多くの方々の献身的な協力をいただきながら無事に遂行できたことは大きな自信になった。特に、教員養成大学として、教員を志望する大学生に子どもと接する機会を提供できた点は嬉しい成果である。これからも継続して「ひらめき☆ときめきサイエンス」のような環境教育実践の機会をつくり、より工夫した楽しいプログラムを提供していきたいと考えている。

最後に、参加した児童からイベント実施の約1ヶ月後に送られてきた手紙を紹介して本稿を結びたい。

溝田先生へ（2016/11/4）

こんばんは。〇〇小学校6年の△△です。ひらめき☆ときめきサイエンスで知ったことは、みつばちのこの他に、知ったことを実際にやってみることで忘れないものになることと、知ることによって不思議や「どうして？」が増えてしまうということです。だから、「知りたい！」がとても増えました。研究者は、新しい発見をしないといけないと思っていましたが、みんなのために役立つことを考えるお仕事なんだと思いました。楽しかったし、おいしかったです。ありがとうございました。

謝辞

本プログラムの実施に際しては、多くの方々からご

協力をいただいた。特に、長崎県対馬市の上野弘さん・満里子さんご夫妻、宮城教育大学の八月朔日誠司・小野寺仕・菅澤丹杜・吉野日奈子・菅原悠香・穴戸藍の学生諸氏、環境教育実践研究センターの佐々木久美さん、研究協力系の皆様に深く感謝申し上げます。本プログラムは、JSPS 科研費（No.23700949, No.26560078, No.16H03051）ならびに平成28年度ひらめき☆ときめきサイエンス事業の助成を受けて実施された。

引用文献

- 溝田浩二，2012. 環境教育におけるディベート導入の試み DVD「ミツバチからのメッセージ」を教材として宮城教育大学環境教育研究紀要，14, 63-70.
- 溝田浩二，2013. ミツバチ生産物を活用した環境教育の実践．宮城教育大学環境教育研究紀要，15, 13-23.
- 溝田浩二，2014. ニホンミツバチ伝統養蜂を題材とした環境教育の実践：ひらめき☆ときめきサイエンスを実施して．宮城教育大学環境教育研究紀要，16:21-29.
- 溝田浩二，2015. 救荒植物を利用した食教育・環境教育・防災教育の可能性．宮城教育大学環境教育研究紀要，17:5-11.
- 溝田浩二，2016. 救荒植物を活用した「生きる力」を育む環境教育の実践．宮城教育大学環境教育研究紀要，18:1-9.

鳴く昆虫をテーマにした環境教育の実践

八月朔日誠司*・小野寺 仕*・溝田浩二**

An Environmental Education Practice on Singing Insects

Seiji HOZUMI, Manabu ONODERA and Koji MIZOTA

要旨：平成28年7月30日（土）および31日（日）に開催された子ども向けの体験型音楽イベント『こどもの夢ひろば ポレロ』において、鳴く虫をテーマにした環境教育を実践した。鳴く虫と体験的に触れあう機会を提供することにより、子どもたちの興味・関心を高め、「想像力」を育むきっかけを与えることができた。

キーワード：鳴く虫, こどもの夢ひろば ポレロ, 環境教育, 教職大学院

1. はじめに

近年、より高度な専門性と豊かな人間性・社会性を備えた力量ある教員が求められていることから、教員養成の専門職大学院として教職大学院が創設されている。教職大学院では、現職教員と学部卒業生を対象に、学校教育とその運営に高度な指揮・指導力を発揮する教員（いわゆるスクールリーダー）の養成を目指している。すなわち、深い学問的知識・能力と実践的指導力を基盤に、今日的な課題の解決に寄与する「総合的な教師力」のある教員の養成が期待されている（図1）。教職大学院では、院生がもつ研究課題に対応させた指導体制、教師力育成を図る専攻科目を取り入れた教育課程を整備するとともに、課題解決に向けた研究・研修の場が数多く提供されている。

著者の一人溝田は、教職大学院の教科・領域バックグラウンド科目の講義『自然環境教育特論・特演（前期，2単位）』を担当している。環境教育の理論と実践を学ぶことを目的とした講義で、2016年度は、現職派遣教員の八月朔日と、学部卒業生（ストレートマスター）の小野寺の2名が受講した。初回授業（ガイダンス）において、2人のバックグラウンドや興味・関心を伺ったところ、八月朔日は中学校で理科（生物）の教鞭をとっており、小野寺は卒業研究で自然地理学を専攻したことから、両者は生物学的な自然を題材とし

た環境教育に関心を抱いていることがわかった。

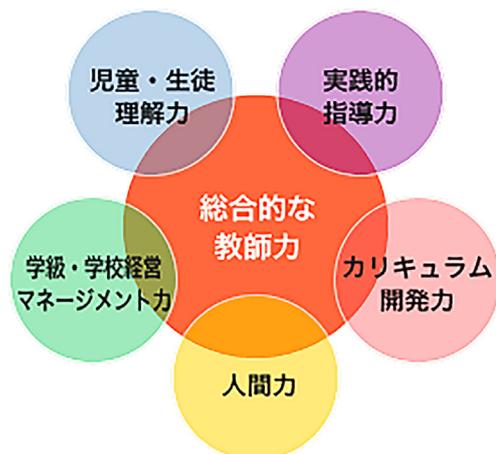


図1. 教職大学院でつきたい教師力

折しも2016年4月、音楽教育講座の吉川和夫教授より「2016年7月下旬に『こどもの夢ひろば ポレロ』という音楽イベントを開催するので、そのサイドイベントとして昆虫教室を開催していただけないか」との依頼を受けた。『こどもの夢ひろば ポレロ』は、東北出身で世界的なピアニスト・小山実稚恵さんの呼びかけにより、2015年に始まった子ども向けの体験型音楽イベントである。2回目となる2016年は「つながる・集まる・羽ばたく」というテーマのもと、7月30日（土）、31日（日）の2日間にわたって日立システムホール仙台（仙台市青葉区）で開催されることになっ

* 宮城教育大学教職大学院, ** 宮城教育大学附属環境教育実践研究センター

た(図2)。今年のテーマには、本物に触れることが子どもたちの「想像力」につながり、それが一つに集まって「新たな価値」が生まれ、その結果、子どもたちが自由な発想で未来に向かって強く大きく羽ばたいてほしい、という願いが込められている。多くの子どもたちが参加するイベントであり、教職大学院生が環境教育の理論と実践を学ぶことができる願ってもないチャンスだと考え、この依頼をお受けすることにした。



図2. 『こどもの夢ひろば ボレロ』のチラシ

2. イベントの概要

イベントの準備は八月朔日と小野寺が中心となって進めることになった。主催者との打合せを重ねながら、担当するブース名を「昆虫ワンダーランド」とした。そして、「昆虫の世界は“おどろき”と“感動”がいっぱい。不思議な昆虫の世界を体験することで、昆虫の？が！に変わるワークショップ」と銘打った。会場は、日立システムホールズの研修室1(定員:25名)が割り当てられた。7/30(土)および7/31(日)の2日間、9:45～10:30と12:30～13:15の各日2回

の計4回、イベント実践を行うことになった。小学校での授業と同じ長さの45分間である。対象は小学生(1年生から6年生)で、各回25名を受け入れることになった。なお、『こどもの夢ひろば ボレロ』は音楽を中心としたイベントということもあり、「鳴く昆虫」を題材とすることにした。

イベントでの実践プログラムを考案するにあたり、どのような工夫をすれば子どもたちの興味・関心を高め、「想像力」を育み、「新たな価値観」を生み出すことができるのかを検討した。本イベントに参加する小学生の発達段階や昆虫が持つ教育力(教材としての力)を考慮に入れ、以下のような工夫を盛り込んだ実践プログラムを作成することにした。

- ① 実物(本物)を使う
- ② 五感に訴えかける
- ③ 子どもの実体験や知識レベルに即した具体例の提示
- ④ 想像を広げ、考えさせる
- ⑤ 興味・関心を引き付ける
- ⑥ 展示における工夫

次章からは、以上6つの工夫点について具体的に説明をしていく。

3. イベントで試みた工夫

(1) 実物(本物)を使う

幼少期に昆虫をつかまえてワクワクした経験をした人は少なくないだろう。実物(本物)に触れることは、子どもたちの興味・関心や想像力を掻き立てる。どんなにきれいな写真や図よりもそれに勝るものはない。今回の実践においても生きた状態の実物(鳴く虫)を用意し、様々な場面で活用した。用意した昆虫は、スズムシ、フタホシコオロギ、エンマコオロギ、ナキイナゴ、トノサマバッタ、ショウリョウバッタ、クルマバッタ、ヒシバッタ、キリギリス、ヒメギス、カマドウマ等である。

(2) 五感に訴えかける

「鳴く昆虫」を題材とし、昆虫の鳴き声を聞く(聴覚)ことをきっかけにして昆虫に対する興味・関心、想像力、探究心を掻き立てることはできないかを検討した。検討を重ねていくうちに、はじめは「どんな声で鳴い

ているのか？」という聴覚的な疑問から始まり、そこから「どうやって音を出しているのか？」「なぜ音を出しているのか？」「音を出している部分の手触りはどんな感じなのだろう？」といった風に、子どもたちの疑問は発展していくのではないかと考えるようになった。この子どもたちの好奇心と疑問に十分に応えられるように、聴覚だけでなく、視覚、触覚、嗅覚、味覚に訴えられるような工夫をすることとした。具体的には、「視覚」においては、実物の展示、バッタの耳（聴覚器）を肉眼で見せる、顕微鏡を使ってスズムシの耳（聴覚器）を見せる、雌雄を見分けるときに小さいプラスチックケースに実物を入れて見せる、「聴覚」においては、数種類の昆虫の鳴き声を聞き分ける、実物の鳴き声を聞かせる、「触覚」においては、数種類の昆虫に実際に触れさせる、「味覚」においてはアレルギー等の問題もあるため、イナゴの佃煮（甘露煮）やラオスの昆虫食文化の紹介を行うに止めた。「嗅覚」においては特に意図したものはないが、観察したり触れたりした時にそれぞれの種類の匂いを感じ取ってくれたと考えている。五感をフルに活用するこうした体験を通じてこそ生命観、自然観、それに対する探究心を育むことが可能となるのではないだろうか。

(3) 子どもの実体験や知識レベルに即した具体例の提示

子どもたちが持っている知識と経験を結びつけることで、さらなる興味・関心を引き出していこうと考えた。例えば、「バッタがもし人間だったらどれくらいの高さまでジャンプできるか？」と考えさせる際、ただ何m跳ぶと教えるのではなく、「〇〇タワーと同じ高さまで跳ぶ」と子どもが知っている身近で有名な高い建物を比較に出す、「音を出すしくみ」を教えるとき、ギロという小学校3年生で学習する楽器を使用することでイメージしやすいようにする等、考える意欲が引き出されるように工夫した。また、「コオロギは1秒間に60回こすって音を出している」という事象に対して、子どもたちに実際に「1秒間で楽器（ギロ）を何回こすることができるだろうか？」と問いかけ、実際に挑戦させた。虫の鳴き声を聞いて、どの昆虫がどの鳴き声なのかを覚えるだけでなく、自分の耳ではどう聞こえたかを言葉で表現してみる、という活動も取り入れた。以上のように、昆虫の体の不思議や素晴ら

しさをより実感させ、興味・関心を増幅させることができるように工夫した。

(4) 想像を広げ、考えさせる

新しい価値を見つけ自由な発想を持つためには、想像し探求できる力を身に付けること、それができるといふ自信を持つことが必要であろう。本実践では「自分にも考えること、探求することができる」という感覚を持たせるための工夫をすることにした。例えば、スズムシはオスしか音を出さないという事実を子どもに知らせた後、実際に雌雄ペアをプラスチックケースに入れて比較させる。子どもは「オスだけが音を出す」ということをヒントに、どちらが音を出すような体の構造をしているかということに注意深く観察する。そして、雌雄の見分け方を自らの考えとしてまとめ、答えを導き出すことができるようになる。また、鳴き声だけを聞かせた後、複数種の昆虫写真を提示し、「自分の聞いた鳴き声と映像のイメージとが合致した昆虫はどれか？」という発問をする。正解を伝えたときに自分の想像したものとのギャップに驚き、この姿からこのようなきれいな鳴き声をどうやって出しているのだろうと考え、さらに探求していこうという気持ちが増幅する。自分たちの体のつくりから昆虫の体のつくりを想像させ、そのギャップからさらに調べてみようという気持ちを想起させるような流れも取り入れた。

(5) 興味・関心を引き付ける

対象が小学校1年生から6年生と幅が広いので、どの年齢層に焦点を当ててプログラムを構成していったら良いのか迷う場面が多々あった。しかし、これはあくまでも授業ではなく、興味・関心を高め、想像を膨らませ、探究心を育むきっかけづくりのイベントである。したがって、知識を教え込む形式ではなく、子どもたちが自然と惹きつけられ、知らず知らずのうちに考え、想像できるようにしたいと考えた。そのためには、最初から最後まで飽きないように惹きつけることが大切であり、プレゼンテーションでは次のような工夫を取り入れることとした。

① 導入の工夫

アイスブレイキングの意味も含めて、草むらの写真の中にバッタが何匹隠れているかを探し出す発問を行った。また、ノミバッタ（優れた跳躍力）やヤマト

マダラバッタ（擬態）の例を出すなど、子どもたちの驚きが大きくなるような事象を導入に持ってくるように心がけた。

② クイズ形式の導入

発問が重くなって授業のような形にならないように、クイズ形式で発問を取り入れることで、テンポ良く進める工夫を行った。

③ 作業の導入

答える、想像する、考えるだけでは動きがなく子どもたちはすぐに飽きてしまう。そこで、厚紙でデザインしたバッタを輪ゴムの力で跳躍させる「パッチンバッタ」を作成するアクティビティも導入した。また、実物を観察・触れる場面を設定する工夫を行った。

④ スライド提示の工夫

一枚のスライドに多くの情報を詰め込まず、シンプルなデザインを心がけた。

(6) 展示における工夫

関心・意欲を高め、さらに芽生えた探求心を満たすために展示の工夫も行った。

① 昆虫の名前がわかるように、虫かごに名前と写真を表示した。これによって、部屋に入ってきたときの子どもたちの最初の「知りたい!」という知的欲求を満たすことができるようにした。

② イベントで紹介された昆虫すべてを展示した。それによって、終了後、イベントで出てきた「内容を確認してみたい」という気持ちや「ここはどうなっているのだろう?」という新たな探究心を満たすことができるようにした。

③ スライドで提示した写真と同じ構造を、実際に顕微鏡で見ることができるように用意した。顕微鏡で確認することによって、より深い認識を促すように工夫をした。

④ 多様な昆虫図鑑を展示することによって、その場で疑問に思ったことを子どもたち自身ですぐに調べることができるようにした。

⑤ 昆虫の模型（玩具）を展示した。実際の昆虫に触ることに少し抵抗がある子どもたちに対して、実際に触って感じてもらうためのスモールステップの一つとなった。

⑥ 珍しい昆虫（マダガスカルオオゴキブリ）の展示

を行った。一般的な感覚からすれば、触れたりするのはハードルが高い昆虫であるが、子どもたちは触れるようになることで「自分はこんな昆虫に触れた!」という自信を持つことができる。そうして観察してみたいという気持ちをさらに引き出すことができた。

4. 教育実践の感想と今後の展開

前章に記述してきたような工夫を取り入れながら、計4回の実践を行った。いずれの実施回も子どもたちの熱気が渦巻くほどの大盛況であった。ただ、私たち著者はイベントを担当することで手一杯であり、実践のようすを撮影することができなかったのは残念であった。

会場に集まった子どもたちの多くは、昆虫が好きで本イベントを楽しみにしてやって来てくれた。中には大人以上の知識を持った子どももいたほどである。イベント中の子どもたちは昆虫についてのプレゼンを食い入るように見つめ、歓声を上げたり、我先にと昆虫に触ろうとした。また、保護者も驚きの声などを上げたりする場面が多くあった。鳴く虫を通して子どもたちの昆虫に対する興味・関心を高めることができたのではないかと実感した。イベント終了後も説明されたことを確かめてみたいという気持ちが芽生えた様子で、私たちに質問を投げかけたり、展示している昆虫や顕微鏡をじっくり観察する子どもや保護者の姿が見られた。退出時間になっても、まだまだ時間が足りず名残惜しそうに会場を後にする姿を見たとき、子どもたちの想像し、探求する姿勢を向上させることができたのではないかと感じた。

昆虫少年・少女はいまや絶滅寸前といわれているが、今回のイベントをとおして、昆虫少年・少女がまだ確実に存在していることを認識できたことは大きな収穫であった。兵庫県立人と自然の博物館の八木剛(2005)は、「昆虫少年は、多めに見積もっても1,000人に一人くらい、各学校にいるかないかの密度」であり、「博物館の役割は、特定の分野に強い関心をもつ者の興味を受け止め、才能を伸ばすこと」と述べている。今回のイベントはまさに、1,000人に一人を探して種を蒔くような意味あいをもった実践であったかもしれない。

今回のイベントを実施するにあたり、私たちは幾多の工夫（興味・関心を高める、持っている知識を活用できるようにする、身近なものに関連させて考えることができるようにする、達成感を味わわせるなど）を重ねてきた。しかし、本物の昆虫が持っている力（教育力）こそが、子どもたちの「想像力」を育み、「新たな価値」を生む原動力となることを痛感させられた。今回は鳴く虫を題材とした実践を行ったが、それ以外の昆虫類を用いても、子どもたちの「想像力」や「探究心」を育ていけると考えている。

謝辞

このような機会を与えていただいた宮城教育大学音楽教育講座の吉川和夫教授、イベントをサポートしていただいた利府町立菅谷台小学校の成田智哉教諭、「こどもの夢ひろば ポレロ」実行委員会の皆様に心より感謝申し上げます。

引用文献

八木 剛, 2005. みんなでかえる, みんなをかえるミュージアム. 月刊みんぱく, 29(8):8-11.

災害経験を環境教育の機会へ： 2016年8月北海道豪雨による十勝平野西部での土砂・洪水災害

古市剛久^{*}、**、***・小山内信智^{****}・林真一郎^{****}・笠井美青^{**}・桂真也^{**}

A disaster experience as an opportunity to enhance environmental education:
Sediment and flooding disaster in August 2016
in the western Tokachi catchment, Hokkaido, Japan

Takahisa FURUICHI, Nobutomo OSANAI, Mio KASAI,
Shinichiro HAYASHI and Shinya KATSURA

要旨：2016年8月に十勝平野西部に降った前例のない大雨及び大雨により発生した地形変化と土砂・洪水災害について、この地方の気候・地形・地質の概要を踏まえつつ、概観した。そして、身近に起こった土砂・洪水災害を防災教育としてだけでなく、「身近な気候（変化）」と「地球の気候（変化）」のつながり、「身近な場所／風景」と「地域の地形」のつながりを鍵とした環境教育の機会としても捉える可能性を指摘した。

キーワード：災害，気候変化，風景，地形

Abstract: Unprecedented heavy rainfall and associated geomorphic changes and sediment-flooding disaster in the western Tokachi Plain in August 2016 are overviewed, together with a review of climate, geomorphology and geology of the area. For the local people, the event can be remembered as an opportunity to enhance awareness of changing global climate and the local environment by bridging between 'local climate (change)' and 'global climate (change)', and 'landscape' and 'landform (which is potentially causing disasters)'.

Keywords: disaster, climate change, landscape, landform

1. はじめに

北海道は気候的には冬季の積雪と寒冷、融雪期の出水を特色とし、土砂・洪水災害の引き金となる夏季から秋季にかけての豪雨は比較的少ない地域とされてきた。しかし北海道でも気候変動の影響が指摘される中、2016年8月には台風7号、11号、9号、10号が北海道各地に記録的な大雨をもらたし、その大雨によって斜面崩壊、土石流、洪水などが起った。特に十勝平野西部では、台風10号の大雨に伴う土石流や洪水によって、

鉄道橋や道路橋の落橋、鉄道や道路の破損、人家の浸水・破壊、農地への冠水・土砂流入などが発生し、政府による激甚災害の指定を受けるほどの被害となった。

これらの被害は、一方で、十勝平野西部の人々にとって、自らの身近な環境である気候、地形、水文に対する関心を高める切っ掛けとなったことが現地での聞き取りからは伺える。この関心の高まりは地域の環境をより深く理解する環境教育の機会であるとも捉えることができる。

* 宮城教育大学環境教育実践研究センター、** 北海道大学大学院農学研究院流域砂防学研究室、*** Sustainability Research Centre, University of the Sunshine Coast, Australia、**** 北海道大学大学院農学研究院国土保全学研究室

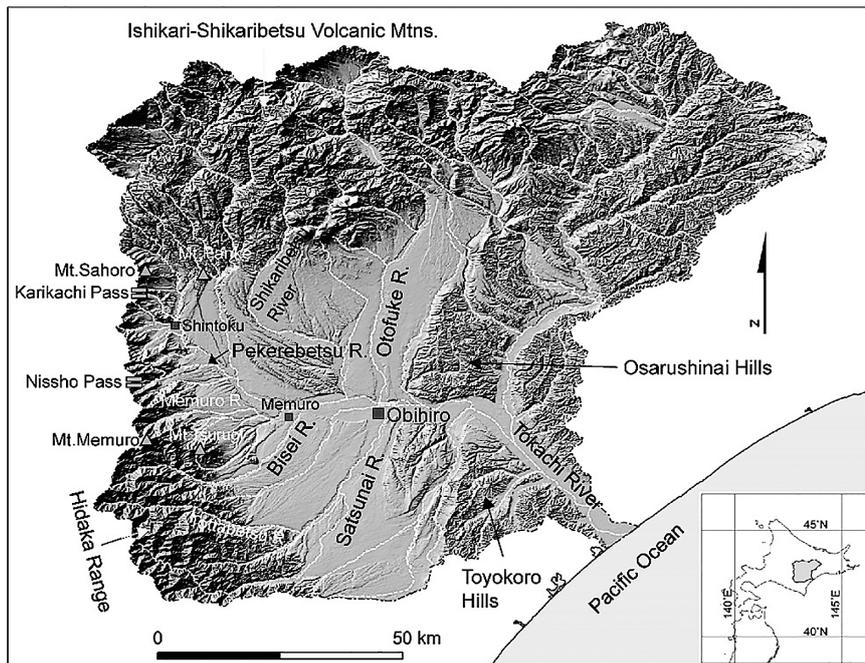


図1. 十勝川流域の地形

本稿では、北海道十勝地方の気候、地形、地質を概観した上で、2016年8月の大雨とそれに伴う斜面崩壊と土石流、河川の水文（氾濫）、河川の地形変化などの概要を記録し、これらを体験した人々にとって、その経験が環境理解を進める機会となるかを考える。

2. 北海道十勝地方の気候と地形

(1) 気候

北海道の太平洋側東部に位置する十勝地方では、夏季は、しばしば発生する海霧の影響で沿岸部では晴れ間が少ないが内陸部ではその影響も少なく夏日が平均して40日以上（帯広）あり、冬季は、雪が比較的少なく晴天日が多いものの冬日が160日程度あり（帯広）厳しい寒さが続く（札幌管区気象台・函館海洋気象台、2010）。十勝平野西部での年雨量の平年値（1981-2010年）は、新得で1130 mm、芽室で957 mm、帯広で888 mmである。平年値での最多雨月は3地点共に8月であり、8月の月雨量平年値は、新得で197 mm、芽室で157 mm、帯広で139 mmである（気象庁ホームページ「過去の気象データ・ダウンロード」）。

北海道における大雨は、南～東へ向く斜面へ南～東寄りの気流が湿潤大気を連続供給する「地形性の降雨強化プロセス」に強く支配されていることが指摘され

ている（武田・菊池、1979；松本、1985）。十勝平野西部に関しては豪雨頻度は胆振山地（オロフレ山系）東南部や日高山脈南部などに比べて必ずしも高くないものの、日雨量100 mmを超える大雨が発生した際の原因が台風であることが多いとの分析結果もある（松本、1985）。

(2) 地形・地質

十勝平野は、南縁及び西縁を日高山脈に、北縁を十勝火山群及び然別火山群に、東縁を長流枝内丘陵（東方に白糠丘陵を望む）及び豊頃丘陵に限られ、東縁の丘陵地の縁には活断層などの変動地形が認められる構造盆地（「十勝構造盆地」；松井ほか、1978）である（図1）。東縁丘陵地での南北性走行の活構造は平野の水系発達にも影響し、帯広付近で北から合流する音更川、南から合流する札内川それぞれの流路はおおよそ北北東-南南西方向に伸びている（平川、2003）。

十勝平野の基底の大部分は鮮新統～下部更新統の十勝層群によって占められる。十勝層群の下部は浅海成層で、上方へ向かい汽水層と淡水層の互層、陸成層へと遷移する。堆積構造は帯広付近を中心とした盆地状を呈し、十勝平野西部では上位から洪山層（更新統）及び長流枝内層（更新統）が分布し、東部ではその下位に池田層（鮮新統）が見られる。（山口、1990；松

澤, 1990). 十勝平野西部の背後山地は, 日高山脈北部, 戸蔭別岳 (1959 m) から佐幌岳 (1060 m) に至る山稜であり, その稜線付近には第三系の日高変成帯主帯が南北方向に帯状に分布し, 岩種としては斑れい岩, トーナール岩, 閃緑岩, 花崗岩といった深成岩, 及び泥岩・頁岩起源のホルンフェルスで構成される. (小山内ほか, 1990; 在田ほか, 1990; 前田, 1990).

中期～後期更新世には氷期-間氷期の繰り返しの中で十勝平野のほぼ全域において広大な扇状地が形成され, 上記平野部基底層の上部には扇状地性あるいは段丘性の礫層が厚く堆積した (平川・小野, 1974; 小野・平川, 1975; 松澤, 1990). 十勝平野周辺の扇状地面と段丘面については, 貝塚 (1956), 今井 (1964), 十勝団体研究会 (1968), 平川・小野 (1974), 地学団体研究会 (1978) などによって, 地形面 (形態, 高度, 連続性) の区分, 火山灰層序を活用した形成年代の検討 (編年) がなされた. その中で平川・小野 (1974), 小野・平川 (1975), 平川 (2003) は, 最終氷期前半 (60,000-40,000 年前頃) が日高山脈では氷河の最拡大期にあたり (ポロシリ亜氷期), 多量の岩屑が斜面と河谷に供給されて山麓に広大な扇状地と河谷に厚い堆積段丘を形成したこと (扇状地の最拡大期), その後の最終氷期後半の最寒冷期 (20,000 年前頃) には逆に氷河は縮小して (トッタベツ亜氷期) 山麓における扇状地の形成ははるかに小規模であったと報告した.

また, 扇状地や段丘の背後にある日高山脈の山地斜面は, 顕著に平滑で水系の発達に乏しく, 円磨度の低い角礫を主体にした厚さ数 m の堆積物に覆われ, 形態的にも構成物質的にも化石周氷河性斜面の特徴を備えている (山本, 1989).

3. 2016年8月北海道豪雨による十勝平野西部での大雨, 地形変化, 土砂・洪水災害

(1) 台風の軌跡と降水パターン

2016年8月には3つの台風が北海道に上陸し, 1つが北海道南部に接近した (図2). 日本気象協会北海道支社防災気象グループ (2016) によれば, 台風が太平洋側から東北地方へ上陸した (台風10号) のは1951年の統計開始以来初めてである. また, 例年の台風発生域 (北太平洋西部熱帯域) よりやや北側の

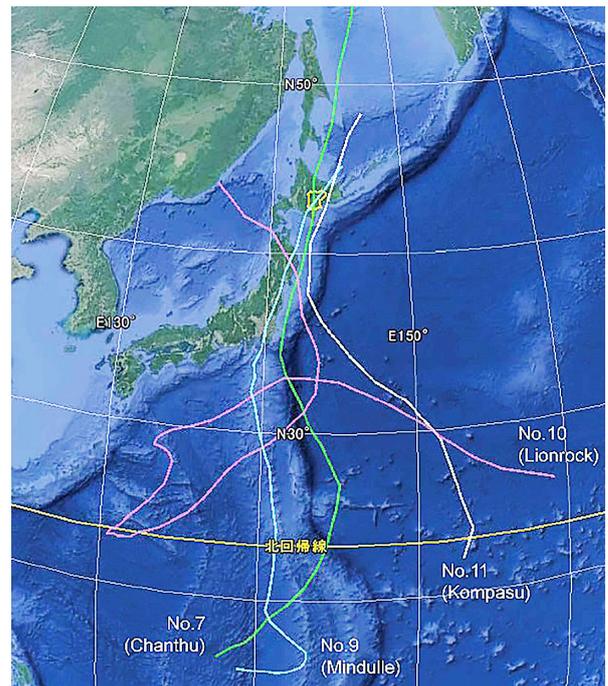


図2. 2016年8月に相次いで発生した台風7号, 11号, 9号, 10号 (日本への上陸順) の軌跡. 北本朝展 (国立情報学研究所) 「デジタル台風: 台風情報 - 気象庁と米軍 (アメリカ海軍)」から得た軌跡データをGoogle Earth上に表示した. 黄色線の範囲は十勝川流域.

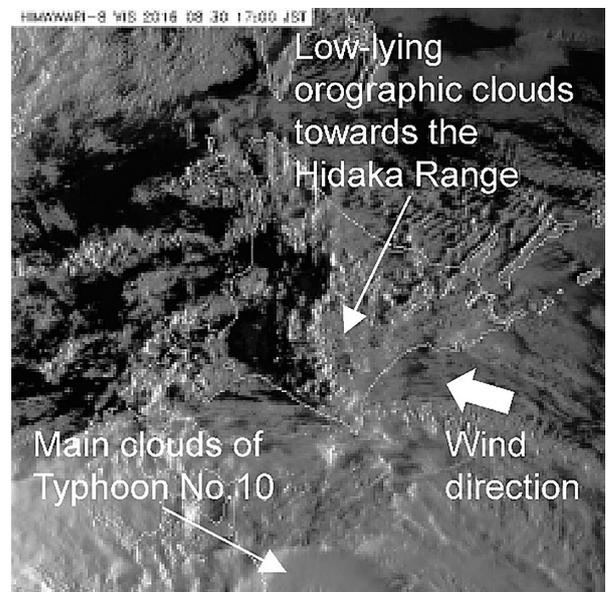


図3. 2016年8月30日17:00北海道付近の気象衛星ひまわり可視画像. (画像出典: 日本気象協会北海道支社防災気象グループ, 2016)

日本南方近海で短期間に4個もの台風が発生した要因は日本南方近海の海水温上昇でもあるという. 気象庁エルニーニョ監視速報によれば, 2014年夏から発生していたエルニーニョ現象は2016年春に終息し

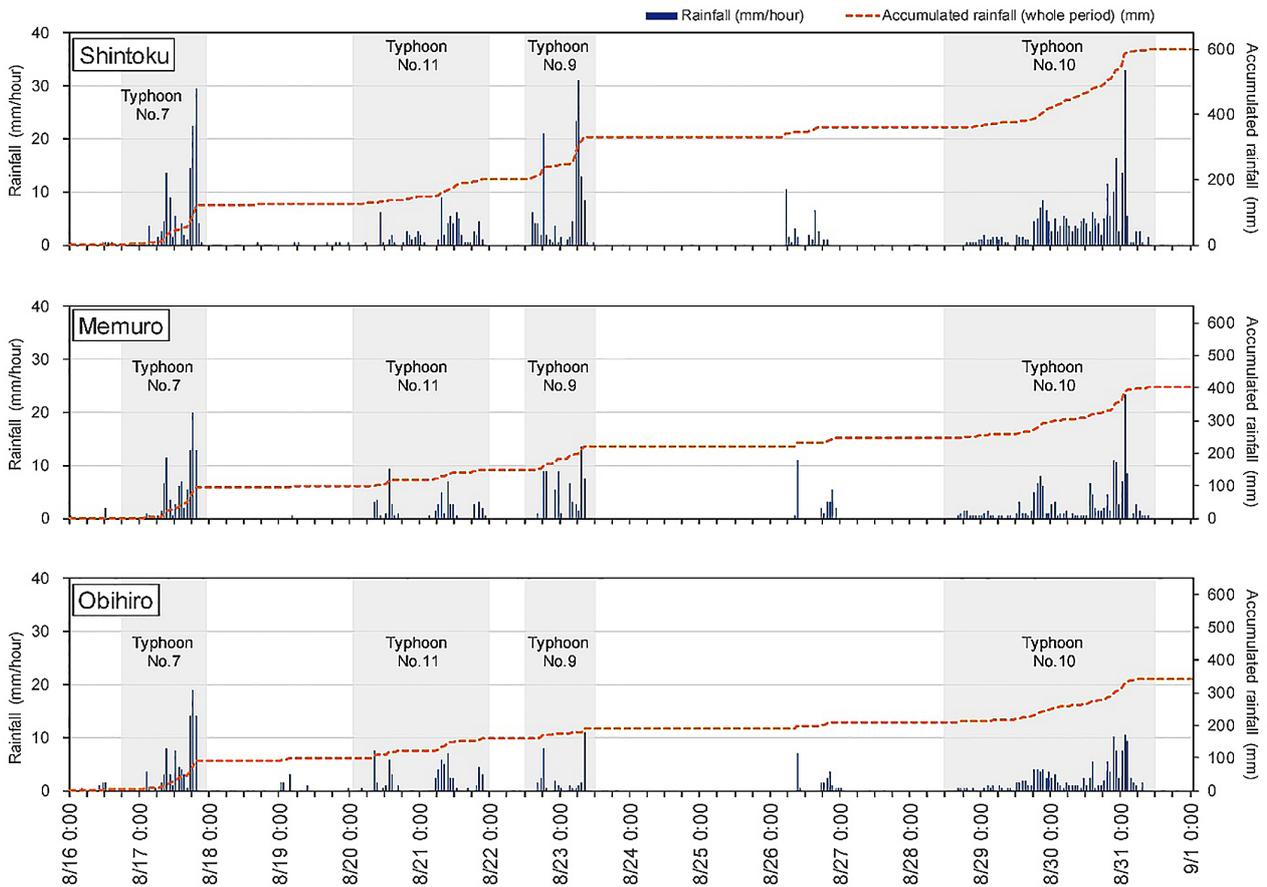


図4. 2016年8月16日～8月31日の十勝平野西部(十勝川右岸)のアメダス観測点(新得, 芽室, 帯広)における雨量データ。網掛けはそれぞれの台風による降雨のおおよその期間

て平常状態となったが、9月にはラニーニャ現象が発生した。十勝平野西部には台風10号が最も多量で強い雨をもたらしたが、これは台風10号が東北地方北部を通過した際に湿った南東寄りの風が十勝地方に入り、日高山脈の東斜面に地形性降雨(日高山脈を越えない低層雲)が発生したためである(日本気象協会北海道支社防災気象グループ, 2016)；図3)。アメダスによれば、十勝平野西部の新得, 芽室, 帯広(図1)では8月16日から31日の累積雨量がそれぞれ600 mm, 402mm, 342mm, 新得町では台風10号接近時の28日12:00から31日12:00までの3日間の雨量が238mm, 31日1:00からの1時間雨量が33mmであり、特に29日18:00から最大時間雨量を記録した31日1:00までは5-10 mm/hour内外の雨が約30時間降り続いた(この間の累積雨量170 mm)(図4)。

(2) 斜面崩壊, 土石流

十勝平野西部では多くの河川で土石流が発生し、パンケ新得川, パンケオタソイ川, ペケレベツ川, 小林川, 芽室川, 久山川, 美生川, 戸蔭別川においてはやや規模の大きな土石流が発生した。土石流発生域の大部分は花崗岩などの深成岩分布域である。全体としては、河川主流や大きな支流の最上流部での小規模な表層崩壊に伴い発生した土石流が多い。斜面崩壊や土石流により北海道の幹線道路網の一部である日勝峠や狩勝峠では道路施設が大規模に破壊された。一方で、小支流や斜面谷地形での崩壊は多発していない(砂防学会, 2016；図5)。戸蔭別川で見られた小崩壊頭部の位置は河床からの比高20-30 mから100 mを超えるものまで多様であり、崩壊地の分布は垂直方向の地質構造(配列)に規制されたものではないと考えられる(小山内・古市, 2016；図6)。

最上流部での崩壊は比較的小規模であったが、土石

流が流下する過程で大量の水と土砂が河床や側岸を侵食し、主として花崗岩の礫や風化土、溪畔林立木が土石流に加わって下流へ大量に運搬されたと見られる(図7)。しかし砂防堰堤では大量の流下土砂の捕捉や流路の規制(流路の拡散抑制)などが見られ、また土石流発生地域が人家・集落から離れていたことも幸いし、中下流域においては土石流による直接的な人的・物的被害は少なかった(砂防学会, 2016)。



図5. 戸蔦別川上流部での土石流跡



図6. 戸蔦別川本流に面した斜面での表層崩壊



図7. 戸蔦別川中流部での河床砂礫と流木

(3) 河川水文, 河川氾濫, 河川流路変化

十勝川の12箇所の観測所で水位が観測史上最も高くなるなど、十勝川及び札内川で計画高水位を超え、戸蔦別川・札内川合流点で堤防が決壊した(国土交通省北海道開発局, 2016)。十勝平野西部のその他の河川でも、パンケ新得川, ペケレベツ川, 小林川, 芽室川, 久山川などで氾濫が見られ、鉄道橋や道路橋の流出や冠水, 道路の破損, 施設や住宅の破壊や冠水など甚大な被害をもたらした(図8)。JR北海道の石勝線・根室線の新狩勝トンネル～芽室駅の区間で大きな被害を受け、2016年12月下旬まで不通(札幌～帯広間直行の鉄道移動が不可能)の状態が続いた。

出水河川の中下流においては非常に顕著な河岸侵食が発生し、大雨の前には10 m以下であったと見られる川幅が数十 m から100 mを超える幅に拡大されている箇所が多く見られる(砂防学会, 2016; 小山内・古市, 2016; 図9)。一方で、砂防事業・河川事業による溪流保全工・床止工群の設置された河川区間では、顕著な河岸侵食は見られない(砂防学会, 2016)。現河床の中洲に繁茂していた立木の一部は倒され流下したと考えられるが、一部は侵食を免れた中洲等に残存していた(小山内・古市, 2016)。



図8. ペケレベツ川の清水町市街での氾濫



図9. ペケレベツ川中流部の河岸侵食

(4) 土砂収支

今回の大雨による崩壊や土石流は大量の土砂を生産し、一部は一気に下流へ運搬されたが、一部は不安定土砂として主として河道内に堆積したと考えられる。上流部に残存した不安定土砂の大部分は河床勾配10°程度以下の本流河床に堆積しており、集合流動的に動く可能性は低い。今後の中小の出水によって細粒分は容易に下流にまで運搬されると考えられる(小山内・古市, 2016)。

(5) 防災面での対応と河川等のモニタリング情報

ペケレバツ川の水位が徐々に上がり氾濫の危険が増した際の清水町役場の対応状況に関して聞き取りを行ったところ(2016年11月17日)、町役場での災害対策連絡会議の開催や災害対策本部の設置の決定をする判断は、主として、自分たちの目で見た川の状況、インターネット等で入手できた気象データと水位データ、道庁から送られてきたFAX情報、に基づいて行なったという。しかし町内の河川全てを自分たちの目で確認するには限界があったため、各河川近傍の住民からの水位などに関する情報提供もとても重要であったとのことであり、このことは河川や斜面等のモニタリング情報(今現在の状況)が防災上の判断をする際には大変重要になることを物語っている。国や県は多くの地点で水文観測等を行なっているが、全ての河川、全ての斜面をカバーすることは難しい。そのような中でも、少なくとも水位と雨量の観測と観測データの送受信のための機材は設置が比較的容易であり、防災上の判断に必要な地点でのデータ収集については町役場独自の対応も、観測点へのアクセスが良い(近い)という維持管理上の利点も含め、可能かもしれない。

4. 環境教育への展開

(1) 「身近な気候(変化)」と「地球の気候(変化)」のつながり

2016年8月の十勝平野西部における大雨を現地において経験した人々は、深夜に大雨が降って近所の川が異常に増水するという経験を、一定の恐怖感を伴う体験として、またそれが実際に身近に災害をもたらすという事実として、心に刻んだに違いない。新たに心に刻まれたその体験と事実は、そうした大雨がこれか

らも起こるのか、という点を理解する意識へ向かわざるを得ない。その意識に応える現段階での知識(情報)は、今回の台風10号による大雨が北海道の他の地域でも見られる南東斜面(日高山脈東麓)での地形性降雨であったということ、その台風は極めて異例なルートを取ったがそれには日本近海の海水温や赤道域の海水温(エルニーニョ南方振動)が関係していそうだということ、その海水温変化は地球温暖化と密接に関係している可能性があるということである。身近に起こった強烈な経験を切っ掛けに地球環境に関する理解を深めるという機会は、とても有効な環境教育の展開であると考えられ、それに対応する教材作成において、本稿で整理した気候に関する既往研究や観測データは有用な情報となるであろう。

(2) 「身近な場所/風景」と「地域の地形」のつながり

身近に起こった災害(恐怖)の経験は、その現象がこれからも起こるのかという意識とともに、起こった場合に如何に対応すべきか、という点を検討する意識へも向かわざるを得ない。その意識に応える現段階での知識(情報)は、地域などの防災情報を参照して災害に結びつく崩壊、土石流、洪水が起こる地形的な場所(危険地域)と、自らの住む場所、働く場所、学ぶ場所、通う場所などの身近な場所を対照して、異常な自然現象が起こった際には危険地域から逃げることに、逃げる方法を予め検討しておくことであろう。そのような身近な場所や風景と地域の地形や災害危険地域をつなぐ行為は、防災教育であるばかりでなく、河川や丘陵、山地などの「地域の地形」に関する環境教育の一環であると考えられ、それに対応する教材作成においても、本稿で整理した気候・地形・災害に関する知識とデータが有用な情報となるであろう。

5. おわりに

本稿では北海道十勝平野西部の気候・地形・地質を概観し、2016年8月にこの地域に降った大雨、この地域で起った地形変化と土砂・洪水災害について概要を整理した。その上で、地域の住民にとっては、それら大雨、地形変化、土砂・洪水災害の経験が、「身近な気候(変化)」や「身近な場所/風景」を「地球の気候(変化)」や「地域の地形」へと意識を拓げる切っ

掛けとなる可能性を指摘した。本稿で整理した現地調査データや既存知識が、様々な人々の地球環境や地域環境の意識を拓げる活動の際に役立ち、また少しでも関係者の参考になれば幸いである。

謝辞

災害発生後の現地状況の把握に当っては、国土交通省北海道開発局による十勝西部土砂被害状況に関するヘリコプターによる調査、及び日本地すべり学会北海道支部による「平成28年8月北海道豪雨による地盤・地すべり災害調査団」の現地調査に参加させて頂いた。清水町役場総務課の小笠原清隆氏、本田雅彦氏には聞き取り調査に対応頂いた。記して感謝申し上げます。

引用文献

在田一則・大和田正明・小松正幸 1990. 第4章 日高変成帯とその北方延長の深成岩類と変成岩類 4.3 日高変成帯主帯 (3) 深成岩類 2. トーナル岩類. In: 日本の地質 1 北海道地方. 日本の地質「北海道地方」編集委員会 (編). 共立出版, 東京, pp.72-74.

地学団体研究会 (編) 1978. 十勝平野. 地団研専報, 第22号, 433pp.

平川一臣・小野有五 1974. 十勝平野の地形発達史. 地理学評論, 47 (10), 607-632.

平川一臣 2003. 3-4章 十勝平野—典型的な氷期・間氷期の地形発達を記録する平野. In: 日本の地形 2 北海道. 小嶋尚・野上道男・小野有五・平川一臣 (編). 東京大学出版会, 東京, pp.172-181.

今井敏信 1964. 十勝平野の地形発達史. 東北地理, 16 (1), 29-34.

貝塚爽平 1956. 十勝平野の地形に関する若干の資料. 地理学評論, 29, 232-239.

国土交通省北海道開発局 2016. 平成28年台風第10号による出水の概要 (Press Release). 2016年9月2日. http://www.hkd.mlit.go.jp/topics/press/press_h2809/02_gaiyou.pdf

前田仁一郎 1990. 第4章 日高変成帯とその北方延長の深成岩類と変成岩類 4.3 日高変成帯主帯 (3) 深成岩類 3. 花崗岩類・斑レイ岩類. In: 日本の地質 1 北海道地方. 日本の地質「北海道地方」編集委員会 (編).

共立出版, 東京, pp.72-74.

松井愈・野川潔・小阪利幸 1978. 十勝平野の地形と地質. In: 十勝平野. 十勝団体研究会 (編). 地団研専報, 第22号, pp.107-114.

松本淳 1985. 北海道の豪雨. 地学雑誌, 94 (3), 181-193.

松澤逸巳 1990. 第6章 第四系 6.3 北海道中央部 (3) 東部地域 1. 十勝地域. In: 日本の地質 1 北海道地方. 日本の地質「北海道地方」編集委員会 (編). 共立出版, 東京, pp.144-147.

日本気象協会北海道支社防災気象グループ 2016. 平成28年8月29日～31日台風10号による大雨について【速報】 ver.1. 平成28年8月31日.

小野有五・平川一臣 1975. ヴェルム氷期における日高山脈周辺の地形形成環境. 地理学評論, 48 (1), 1-26.

小山内信智・古市剛久 2016. 台風第10号に伴う十勝川中流部右岸支流流域での土砂流出現場現地調査開発局ヘリからの観察結果概要. 砂防学会北海道支部レポート. 2016年10月13日.

http://www.jsece.or.jp/branch/hokkaido/common/media/pdf/20160912tokachi_heli_report.pdf

小山内康人・在田一則・小松正幸 1990. 第4章 日高変成帯とその北方延長の深成岩類と変成岩類 4.3 日高変成帯主帯 (2) 変成岩類. In: 日本の地質 1 北海道地方. 日本の地質「北海道地方」編集委員会 (編). 共立出版, 東京, pp.68-72.

札幌管区気象台・函館海洋気象台 2010. 北海道における気候と海洋の変動.

<http://www.jma-net.go.jp/sapporo/tenki/kikou/kikohenka/kikohenka.html>

砂防学会 2016. 平成28年台風10号豪雨により北海道十勝地方で発生した土砂流出に関する調査 (速報). 2016年9月9日.

http://www.jsece.or.jp/branch/hokkaido/common/media/pdf/20160909tokachi_sokuho.pdf

武田栄一・菊池勝弘 1979. 北海道の局地的大雨 (II) —道北と道南の集中豪雨の降雨機構について—. 北海道大学地球物理学研究報告, 38, 1-16.

十勝団体研究会 1968. 十勝平野の第四系 (第II報) —とくに地形面と層序について—. 第四紀研究, 7 (1), 1-14.

山口昇一 1990. 第5章 新第三系 5.3 北海道中央部 (5) 十勝地域. In: 日本の地質 1 北海道地方. 日本の地質「北海道地方」編集委員会 (編). 共立出版, 東京, pp.112-114.

山本憲志郎 1989. 完新世における日高山脈北部の周氷河性斜面堆積物の移動期. 第四紀研究, 28 (3), 139-157.

塩化銀濁度分析法を用いた天然水中塩化物イオンの簡易定量法

三品佳子*・加藤慎也**・村松 隆***

Simplified Quantitative Method of Chloride Ions in Natural Water
by Silver Chloride Turbidity Method

Yoshiko MISHINA, Shinya KATO and Takashi MURAMATSU

要旨：水中に存在する微量の塩化物イオンを定量する目的で、塩化銀濁度分析法を検討した。水中の塩化物イオンと銀イオンとの反応で生ずる塩化銀をデキストリンで均一な塩化銀コロイドとし、その濁度を測定することで塩化物イオン濃度を求めた。天然水中の塩化物イオンの濃度決定を短時間に行うことのでき、また、採水地における測定も可能なことから、水環境の予備調査、採水地点の特性探索に活用できる実用的な分析法と考えられた。

キーワード：塩化物イオン、塩化銀コロイド、濁度分析、吸光光度法

1. はじめに

塩化物イオンは自然界に広く存在し、人の暮らしに深い関わりのある物質である。その濃度は、飲料水の衛生的な安全性を確かめる指標の一つになっている。¹⁾ 近海水中ではおよそ 20g/L の塩化物イオンが含まれるが、陸水（河川・湖沼）には数 mg/L から数 100mg/L まで場所によって異なる。海塩（海水が大気中に舞い上がり、風と共に陸水に運ばれてきたもの）の影響、温泉や火山の影響、河川周囲の岩石の風化による影響、産業排水等の人為的影響など、水域の環境を特徴づけている。

我々は、河川や湖沼における生物学的なアクティビティの把握を目的に、内陸域から汽水域まで化学的酸素要求量（COD、酸性過マンガン酸カリウム法）等の測定による有機汚濁の実態調査と、水中腐植物質の分画・同定による生物生産起源分析²⁾を行っている。COD測定においては、測定値に対して塩化物イオンの妨害を受けないよう、所定量の硝酸銀もしくは硫酸銀を添加し、共存する塩化物イオンのマスキングを行っている。特に、調査対象としている汽水域は、生物多様性のある水辺であり、潮の満ち引きにより水中の塩類濃度が異なることから、調査場所の特性を予想できる程

度に正確度をもった迅速な塩化物イオンの分析法を必要としている。

塩化物イオン濃度を決める方法には、工場排水試験法³⁾に定められている硝酸銀滴定法（35.1）、イオン電極法（35.2）、イオンクロマトグラフ法（35.3）等がある。硝酸銀滴定法⁴⁾では、以前は、塩化物イオンと銀イオンの反応（塩化銀生成）の終点を、クロム酸カリウムを使ってクロム酸銀の赤褐色出現で決定するモール（Mohr）法が用いられていたが、現在ではフルオレセインナトリウムを指示薬とする硝酸銀滴定法（ファヤンス法）が主に用いられている。本研究では、これらの分析法を参考に、より簡易で迅速な方法として、水溶液中の微量な塩化物イオンと銀イオン（硝酸銀）との反応で生ずる塩化銀にデキストリン（保護コロイドとして）を加え均一な塩化銀コロイドをつくり、その濁度を測定することで、塩化物イオン濃度を決定する方法を検討した。これは、視認性を重視したサイエンス教材の開発研究の一環として行われたものである。⁵⁾

* 宮城教育大学理科教育講座, ** 宮城教育大学教職大学院, *** 宮城教育大学環境教育実践研究センター

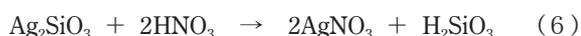
2. 塩化物イオンの定量

2-1. 天然水中における塩化銀の生成

通常の自然水（河川や湖沼）中の塩化物イオン濃度は約5mg/Lから数10mg/Lである。この範囲では、硝酸銀との反応で塩化銀による薄い白濁が観測（視認）できるが、水中に少量の炭酸イオンやケイ酸イオン（鉱物由来）が含まれると、炭酸銀やケイ酸銀による濁りが生じ、塩化銀の白濁が妨害される。



しかし、(2)式と(3)式で生成する銀塩は、溶液を硝酸で酸性（pH～3付近）にすると、(5)式と(6)式に示すように溶解し、塩化銀のみの白濁が観測できるようになる。



水中での塩化銀生成では、塩化物イオン濃度が高くなるにつれて塩化銀の凝結が顕著になる。この凝結は白濁の不均一化の原因となるため、それを防止するために、ゼオライト、デキストリン（Dex）、ポリビニルアルコール（PVA）等を保護コロイドとして溶液に加え、親水性の塩コロイドをつくる方法が知られている（(7)式）⁶⁾

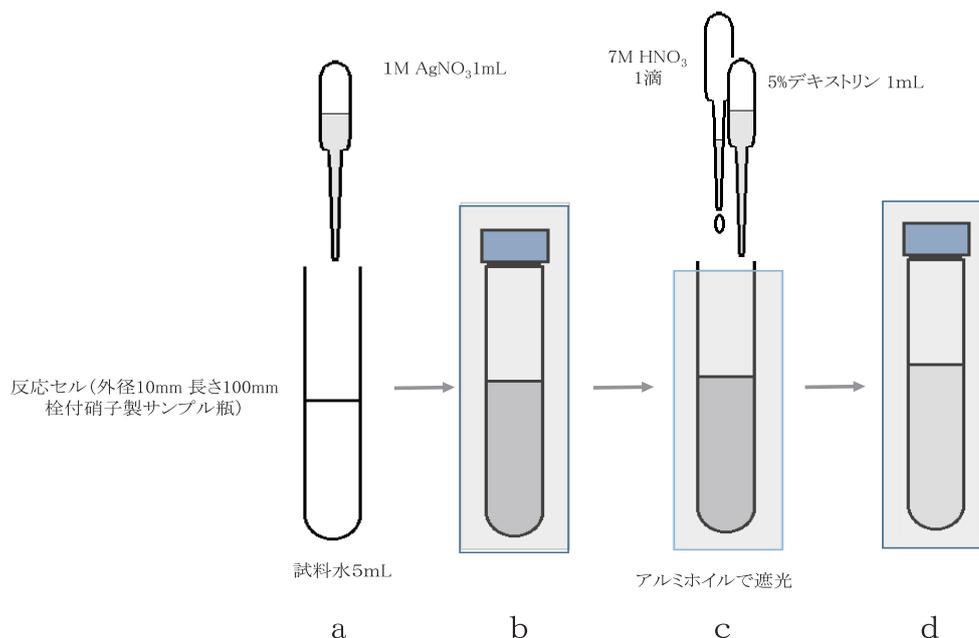


本研究では、無色で泡立ちの少ないデキストリンを保護コロイドとして使用し、生成する塩化銀コロイド（AgCl）Dexの濁度測定から塩化物イオンの定量を行うこととした。

2-2. デキストリンを用いた塩化銀濁度分析

1) 実験操作

一般的な濁度測定には視覚（透視比濁）法、透過光（吸光度）法、散乱光法が知られている。いずれも、カオリンやホルマジンなどの濁度標準物質と比較して濁度を求める。ホルマジンを標準物質に用いれば、濁度単



Scheme 1. 塩化銀濁度分析のための実験操作

実験（室温20℃）、a: 試料水を0.2μmメンブレンフィルターでろ過し、ろ液を試料セルにいれる。これに1M硝酸銀水溶液1mLを加え、b: 栓をし、サンプル瓶をアルミホイル等で光を遮断して5分間振りまぜる。c: その後5分間静置（定期的に溶液を振りまぜる）後、7M硝酸（濃硝酸を2倍希釈した溶液）1滴を加える（2<pH<3）。次に、5%デキストリン水溶液（0.2μmメンブレンフィルターでろ過した溶液）1mLを加え、暗所で5分間静置する。その後、d: 吸光度（λ=520nmの吸光度）もしくは光散乱強度（自作装置使用）を測定。測定値はホルマジン標準液を用いて濁度（ホルマジン濁度単位（度）、もしくは FTU）に換算する。

位は，“ホルマジン（度）”あるいは“FTU”（Formazin Turbidity Unit）となる。ホルマジン標準物質とし、濁度測定のための簡易実験法を Scheme 1 に示す。この方法では、含有塩化物イオン濃度として5mg/L～50mg/Lの範囲で再現性のよい測定結果が得られるように試薬濃度や用いる器具等の実験スケールを検討した。その結果、試料水5mLに対して1M硝酸銀1mLを使用し、試料水（合計6mL）の液性をpH2～3付近に調整するために、濃硝酸を2倍希釈した硝酸溶液1滴加え、保護コロイド剤として5%デキストリン水溶液1mLを用いることとした。濁度は吸光度法により測定した。

2) 吸光度法による濁度測定

図1はScheme 1の実験過程で観測される紫外・可視吸収スペクトルである。図1 aは5%デキストリン水溶液の吸収スペクトルである。これは、市販のデキストリンを熱水に溶かし、室温に放冷後、ろ過（Whatman GF/F 25mm φ circles シリンジ使用）により不純物を除いて調整したもので、可視領域に吸収をもたない。bは1M硝酸銀水溶液の吸収スペクトル（極大波長 λ_{max} = 302nm）、cは塩化物イオン濃度10mg/Lに1M硝酸銀1mLを加え白濁させた溶液の吸収スペクトルである。濁りによる透過光強度が低

下し、吸光度のバックグラウンドが高くなっているが、短波長側に進むにつれて緩やかに吸収強度の増加が認められる。dはさらにデキストリンを加えて得られる塩化銀コロイドの吸収スペクトルである。図1から、波長（ λ ）が380nm以上の長波長側は、試薬による吸収が無く、吸光度の読み取りによって塩化銀コロイドの濁度を求めることが可能である。本研究では、 $\lambda = 520\text{nm}$ における吸光度測定から濁度を求めることとし、散乱光法（手作りの光散乱光度計^{2c)}を用いる方法）で求めた結果と比較した。

図2は、塩化銀生成の時間変化を示したものである。白濁化がゆっくり進行することが分かる。塩化銀生成がゆっくりとなった段階で（10分後）、溶液にデキストリンを加えるとcに示す変化となる。このことから、実験手順としては、Scheme 1に示すように、試料水（5mL）に硝酸銀を加え約10分放置後、保護コロイドを加えて5分間放置し濁度測定を行うこととした。

3) 濁度測定に及ぼす妨害

天然水には塩化物イオン以外に様々な物質が溶解している。これらのうち、鉱物やプランクトンに由来した懸濁物質は適切な細孔のメンブレンフィルター（本研究では0.2 μm のメンブレンフィルター）で除

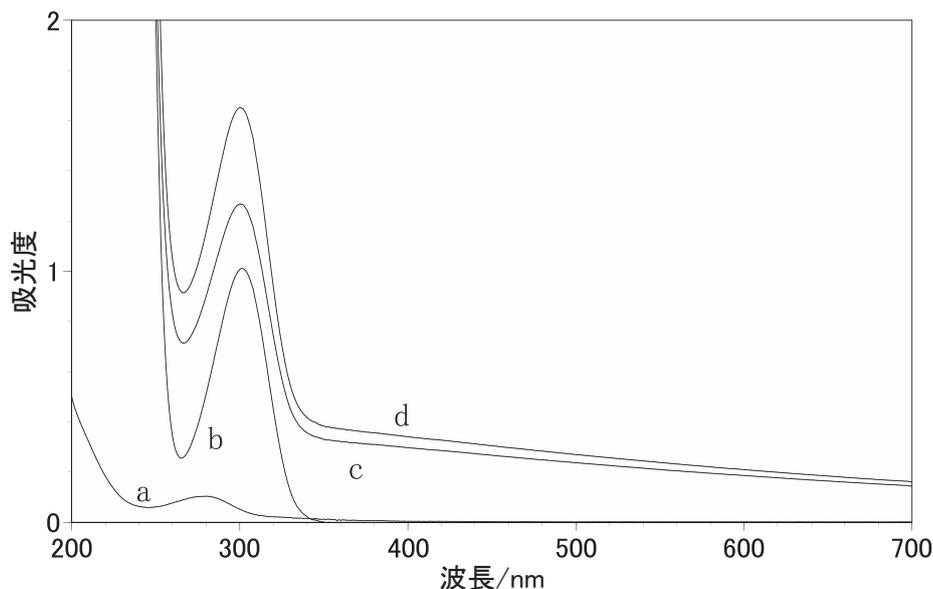


図1. 塩化ナトリウム標準溶液(10mg/L)の硝酸銀による白濁化

a: 蒸留水5mLに5%デキストリン(0.2 μm メンブレンフィルターろ過)1mLを加えた溶液、b: 蒸留水5mLに1M硝酸銀水溶液1mLを加えた溶液、c: 1 塩化ナトリウム標準溶液(10mg/L) 5mLに1M硝酸銀水溶液1mL加え、暗所室温で10分間放置後の溶液 d: cの10分間放置後の溶液に5%デキストリン溶液1mLを加え、暗所室温において5分間放置後の溶液

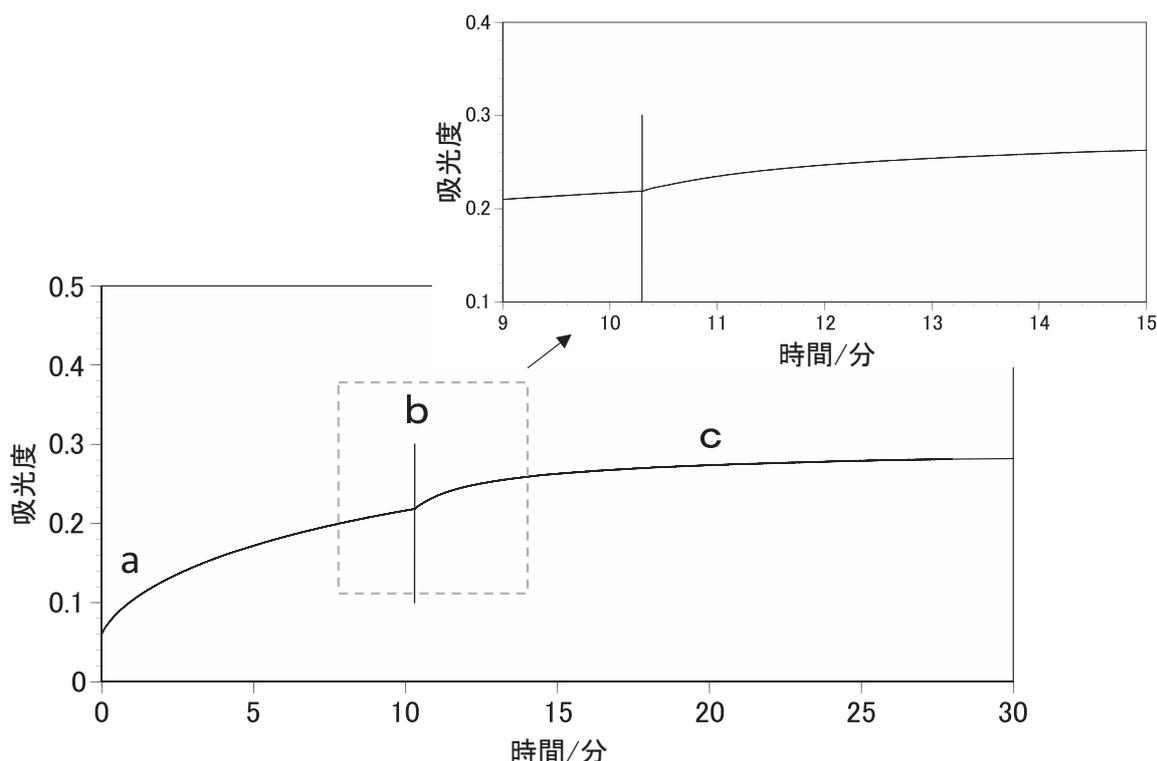


図2. 塩化銀コロイドの生成過程

a: 塩化ナトリウム標準液(10mg/L) 5mLに1M硝酸銀塩化1mLを加え、生ずる白濁の時間変化を追跡(10分まで)。
 b: この段階で、5%デキストリン1mLを加えた。c: その後の変化を追跡。
 吸光度がゆっくりと増加し、反応後15分で安定した状態になる。この段階の濁度測定を行った。

去できる。一方、炭酸イオンやケイ酸イオンは、(2)式、(3)式に示すように難溶性の炭酸銀やケイ酸銀の生成により、塩化銀の濁度測定を妨害する。これを防ぐために、Scheme 1のcの段階で、硝酸を加えて酸性(pH<3)にし、炭酸銀、ケイ酸銀を溶解させる((5)式、(6)式)。溶液に残った塩化銀は硝酸酸性(pH2~3)では変化せず、デキストリン保護コロイドについても安定に存在する。

一例として、ナチュラルミネラルウォーター(微量の炭酸塩類を含む市販の天然飲料水を試料とし、イオンクロマトグラフィーで観測された塩化物イオン濃度は13mg/Lである)を用いた実験を取り上げると、図3aに示すように、試料水に硝酸銀を加えると顕著な白濁を示し、光の透過率の大きな低下が認められた(吸光度が高くなる)。これに硝酸を加えて酸性にすると、図3bに示すように、白濁の多くが消え塩化銀に起因する薄い白濁が残る。この薄い白濁溶液にデキストリンを加え塩化銀コロイドをつくと図3cのよう

なスペクトルが観測される。図3cのスペクトルで $\lambda = 520\text{nm}$ の吸光度から求めた塩化物イオン濃度(ホルマジン標準液との比較より算出)は15mg/Lで、イオンクロマトグラフィーの結果(13mg/L)とほぼ一致する結果を得た。

4) 濁度と塩化物イオン濃度との関係(検量線)

図4は、塩化ナトリウム標準物質を使い、塩化物イオン濃度が5mg/Lから50mg/Lまでの濁度変化を示したものである。この濃度範囲では、濁度と濃度の関係に直線性が認められた。濃度が5mg/L以下及び75mg/L以上では濁度と濃度の関係に直線性からのがれが認められるようになる。特に、塩化物イオン濃度が10mg/L以下の溶液では、測定値のばらつきが大きく、濁度の再現性は悪い。本研究の方法では、濁度測定に再現性のある塩化物イオンの濃度範囲はおおよそ10mg/L~50mg/Lである。塩化物イオン濃度が高い試料については、塩化物イオン濃度が50mg/L以下になるように試行しつつ、おおよその希釈倍率を求めればよい。

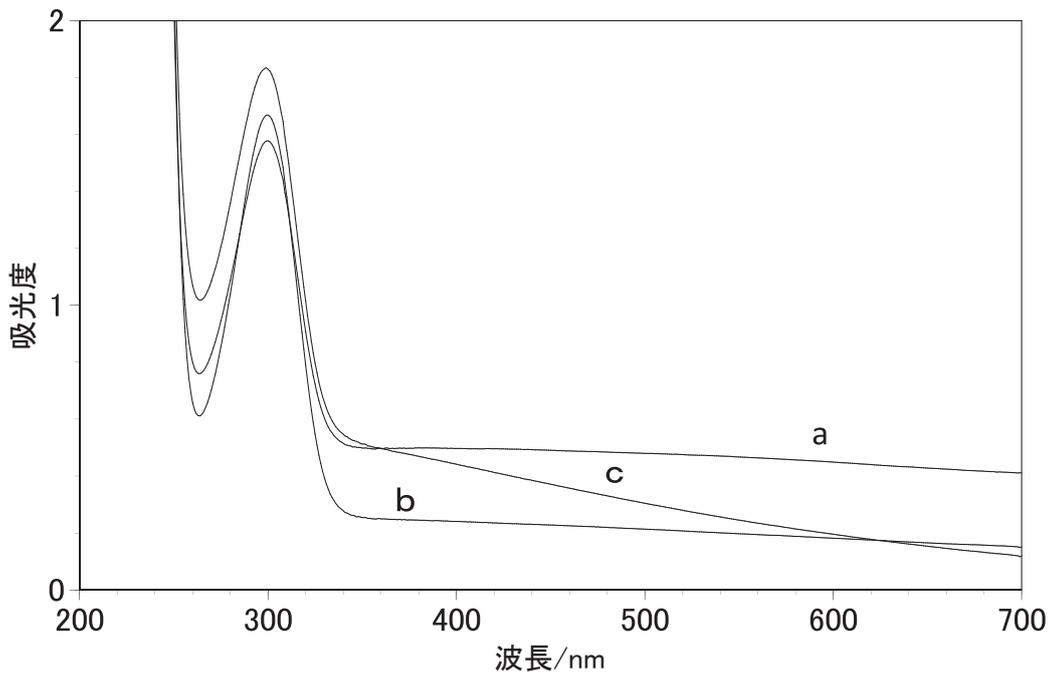


図3. ナチュラルミネラルウォーターの硝酸銀による白濁化

a: 市販のナチュラルミネラルウォーター5mLに1M硝酸1mLを加え、暗所室温で10分間振り混ぜた後のスペクトル。ナチュラルミネラルウォーターは阿蘇山系天然水(深井戸水)、塩化物イオン濃度=13mg/L(イオンクロマトグラフィーより定量)
 b: aの溶液(6mL)に7M硝酸1滴を加えたスペクトル、c: bの溶液に5%デキストリン溶液1mLを加え、暗所室温において10分間振り混ぜた後の溶液

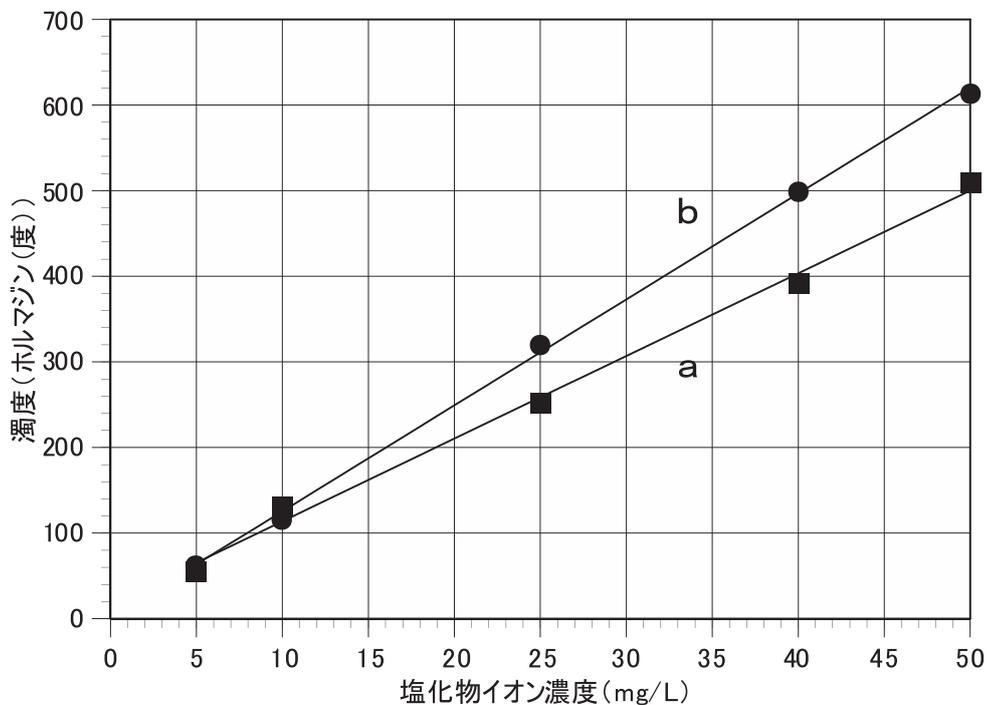


図4. 濁度と塩化物イオン濃度との関係

a: (HACH迅速水質分析計DR/800(東亜DKK))による濁度測定(λ 520nmの吸光度測定法)
 b: 自作した散乱光度計(試料セルの両側に紫外発光ダイオード(ピーク波長 395nm, 5Φ, SANDER SDL-5N3CUV-A型、加電圧3.5V、光検出: フォトランジスター-SHARPT550F)を用いた濁度測定

表1. 試料水中の塩化物イオンの測定結果

試料	塩化銀コロイド 吸光度法	イオン電極法	イオンクロマトグラフ法
水道水	10	9	7.2
ため池(岩沼朝日山公園荒井堤)	8	8	6.3
ナチュラルミネラルウォーター	13	13	13.2
七北田川(山間源流域(七北田ダム部))	13	11	9.2
七北田川(上流・朴沢地区)	30	26	23.4
七北田川(中流・岩切地区)	51	40	42.1
七北田川(下流・高砂橋付近)	186	155	167.9

水道水水質調査:宮城教育大学水道水 H27年12月25日実施

ナチュラルミネラルウォーター:深井戸水(阿蘇山系天然水「なめらかしっとり天然水」(株サンコー))

岩沼朝日山公園池調査:H27年12月10日実施、七北田川調査:H27年12月16日実施

イオン電極法 :塩化物イオン電極(銀-塩化銀電極、CL-2021、東亜DKK)

イオンクロマトグラフ法: イオンクロマトグラフ DX-120型(AS12A、4mmカラム、(ダイオネックス))

図4には、吸光度測定で求めた結果と散乱光法で求めた結果を示した。いずれの方法でも、この濃度範囲においてはよい直線性を示し、概ね同程度の確度の測定を行える。

表1は、種類の異なる試料水について得られた結果をまとめたものである。塩化銀濁度法は電極法と同様に短時間での測定が可能である。他の測定方法(表1)に比べても分かるように、定量結果に類似性が認められ、本研究で開発した分析法は水環境の実態把握を行う上で実用的である。

3. さいごに

塩化銀濁度法は、操作が簡単で短時間で塩化物イオン濃度を求めることができる。特に、採水地(現地)での測定が可能であり、水質調査の予備調査(採水地点での詳細な特性探索)に利用できる。微量に含まれる塩化物イオンを過剰量の硝酸銀を用いて塩化銀をつくり、デキストリン(保護コロイド)を加え、均一な塩化銀コロイドの濁度測定を行う。塩化銀生成が安定するまでの時間(反応開始から濁度測定までの時間)は15分程度である。天然水を対象とする場合は、水中に炭酸イオンやケイ酸イオンが含まれるために、硝酸を添加し液性をpH 2~3にすることで、妨害物を除き塩化銀コロイドのみによる濁度を測定することができる。本研究において、塩化物イオンの濃度を求める実用的な実験法を開発することができた。

引用文献及び脚注

- 1) 水道水の味覚の観点から水道法により水質基準(基準値 200mg/L以下)が定められている。
- 2) a) 三品佳子・三好直哉・村松隆, 2013, ため池水中の溶存態有機物の分画と同定に関する実験法の開発, 環境教育研究紀要, 15, pp.49-55. b) 三品佳子・三好直哉・村松隆, 2014, ため池水中の溶存態有機物の分画と同定に関する実験法の開発(Ⅱ)ー腐植物質の物性評価に関する簡易実験法ー, 環境教育研究紀要, 16, pp.1-6. c) 三品佳子・三好直哉・村松隆, 2015, 閉鎖性ため池の有機汚濁バックグラウンド評価に関する実験法, 環境教育研究紀要, 18, pp. 63-71.
- 3) 工場排水試験法(JIS K0102:2013, 35. 塩化物イオン)
- 4) 硝酸銀滴定法: 上水試験方法(2001) VI 2, 4
- 5) a) 三品佳子・加藤慎也・村松隆, 2015, 視認性を重視したサイエンス教材の開発(1)ー二酸化炭素の発生と性質に関する実験, 環境教育研究紀要, 17, pp.73-80. b) 三品佳子・加藤慎也・村松隆, 2016, 視認性を重視したサイエンス教材の開発(2)ーオゾンの発生と性質に関する実験, 環境教育研究紀要, 18, pp.19-24. c) 三品佳子・加藤慎也・村松隆, 2016, 有機汚濁と濁度の相関評価のための実験法の検討ー水の濁りを観測するための簡易装置づくりとその利用ー, 環境教育研究紀要, 18, pp. 25-28.
- 6) 財津剛久・前原雅子・桐栄恭二, 1984, フローインジェクション濁度分析法による河川水中の塩化物イオンの定量, pp.149-153.

Endangered Species, Protected Areas, and Tourism in Cuba

Lazaro M. Echenique-Diaz* and Koji Mizota*

Abstract: Protected areas in Cuba cover a large proportion of natural ecosystems and endangered species' distribution, bringing also opportunities for ecological tourism to flourish in the country. However, tourism can have a negative impact on the conservation of endangered species and information that helps identify threats to biodiversity should be disseminated.

Keywords: Protected areas, *Polymita*, Crocodile

Introduction

By 1959, the territory of Cuba was covered by less than 14% of its original forest, and as a consequence many plant and animal species had suffered a significant reduction in their geographical distribution and populations number (CNAP 2004). A series of reforms and laws approved after the Cuban revolution such as Law 239, which aimed at preserving and enhancing the forestry resources of the country, started to change the tide in habitat loss, and significant advances in nature conservation in the years that followed had resulted in the creation of the National System of Protected Areas (SNAP) (CNAP 2004). This system is very complex given the large number of different governmental organizations involved in administration and management, and the complexities and variety of areas to protect. In fact, less than 50% of all protected areas that had been proposed to form part of SNAP are legally approved (CNAP 2009), even though a much larger proportion is actually administered by government institutions. There are different factors that affect the inclusion of an area in SNAP, such as the presence of an endemic species, unique landscape formations, or significant ecological functions. However, given the high degree of habitat fragmentation and complexity of Cuban anthropogenic landscapes, it is still difficult to cover all species or ecosystems within SNAP. As a matter of fact, GAP Analysis conducted by specialist at the National Center

for Protected Areas and other research institutions in Cuba indicates that, for some faunal groups, there are still significant populations outside protected areas (CNAP 2009).

Species and populations not represented on SNAP are at risk, no question about it. But, how well protected are endangered species within this system of conservation? This small report consists on a few pictures and a video link shared to raise awareness about the threats to endangered species. Tourism has become one of the main sources of income in Cuba, and its effects on species conservation cannot be ignored. The images shared here are a reminder that conservation is a complex issue with many socio-economical edges. Aldo Leopold wrote in 1941 "I am convinced that most Americans have no idea what a decent forest looks like. The only way to tell them is to show them" (Leopold 1991). The same reasoning can be applied when we try to educate people on threats to biodiversity, we must show them.

Polymita, the most beautiful land snail in the world

Polymita is an endemic group of land snail endemic to Eastern Cuba. The 6 species composing this group had suffered extreme reduction in population size as they had been historically commercialized due to the beauty of their shells. Nowadays they continue to be sold to

* Environmental Education Center, Miyagi University of Education. Sendai, Japan

tourists, who pose the biggest threat to the species. Tourists could have a significantly positive impact in the conservation of *Polymita* snails by choosing not to buy them. The protected areas that are mainly affected by this issue are Alejandro de Humboldt National Park, nature reserve Cañon del Yumuri, and nature reserve Punta Maisi, in Guantnamo province (figures 1 and 2).



Fig. 1: *Polymita picta* kept by locals in their garden at Cañon del Yumuri nature reserve.



Fig. 2: *Polymita picta* being sold to tourists at La Farola road, Cuchillas del Toa Biosphere Reserve.

The Cuban Crocodile

Zapata Swamp National Park (Figure 3) in Western Cuba is home to an endemic species of crocodile, *Crocodylus rhombifer*. Illegal hunting is the main threat to the species as its meat is sold to restaurants around the region. Typical Cuban restaurants called Paladares” sell the meat as a delicatessen and for a price mainly tourists can afford. As legal actions are taken upon those caught hunting or selling the meat, it is the demand for it that makes the problem persist, and that demand comes mainly from tourism. The scale of this problem is not a local one and is not exclusively limited to the Cuban crocodile, but to other species of Cuban threatened animal that although consumed traditionally, are increasingly exploited along with the growth of tourism. An example of this threat can be seeing in the following video link, where 3 men show off about their several days hunt (<https://www.youtube.com/watch?v=r1JVmr37g2c>).

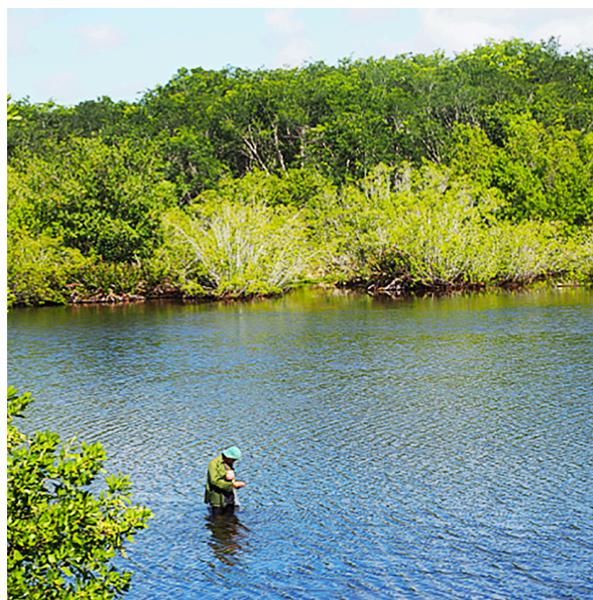


Fig. 3: Zapata Swamp National Park, home to the Cuban Crocodile and a hotspot for tourism in Cuba

The Karst ecosystems of Viñales National Park

Mountains in Sierra de los Organos range in western Cuba are particularly attractive because of their beauty and the intercalated anthropic landscapes that surround them. This mixture of human transformed ecosystems and natural areas are most famous at Viñales National

Park, one of the main touristic destinations in Cuba. Tourism is an important source of income for local people in this protected area. However, in recent years, lodging capacity has approached its limits when demands keep increasing. At the same time, a large number of tourists are being guided by locals to the karstic ecosystems where a significant number of endemic plants and animal species occur, increasing the environmental impact that such levels of activity imply (Figures 4 and 5).



Fig. 4: A pet Cuban Hutia (*Capromys pilorides*) in a local farm shown to tourist at Viñales National Park



Fig. 5: Agriculture, tourism and natural landscapes at Viñales National Park.

Acknowledgement

The authors have been supported by a grant from the Toyota International Foundation to L.M. Echenique-Diaz (grant ID D12-R-0805) and a Grant-in-Aid from the Japan Society for the Promotion of Science to K. Mizota (grant ID 16H03051).

Bibliography

- CNAP (2004). *Areas Protegidas de Cuba*. Centro Nacional de Areas Protegidas, inisterio de Ciencia, Tecnologia y Medio Ambiente, Cuba. 112 pp.
- CNAP (2009). *Plan del SNAP 2009-2013*. Centro Nacional de Areas Protegidas, inisterio de Ciencia, Tecnologia y Medio Ambiente, Cuba.
- Leopold, A. (1991). *The River of the Mother of God and other Essay by Aldo Leopold*. S. Flander and J.B. Callicott, eds. Madison: University of Winconsin Press. (Original book published in 1941.)

仙台市内におけるカヤネズミ *Micromys minutus* の記録

橋本勝*・斉藤千映美*

New records of *Micromys minutus* in Sendai City

Masaru HASHIMOTO and Chiemi SAITO

要旨：温暖化や自然災害が生物の分布に与える影響について議論が進むなか、カヤネズミは、日本では宮城県柴田郡川崎町支倉が北限地とされ、宮城県レッドデータブックにも「要注目種」として記載されてきた。北限のカヤネズミの最新の生息動向を探るため、生息地調査を行い、仙台市内で初めて生息地を発見・確認したので報告する。

キーワード：カヤネズミ, 北限, 球巣, 仙台市

1 太平洋側におけるカヤネズミの生息分布の北上

21世紀に入り、温暖化やそれに伴う気候災害が生物多様性に与える影響が懸念されている。日本列島の生物多様性に対する温暖化の影響としては、イノシシ、ニホンジカ、ニホンザルなど、移動能力の高い動物群では分布域が北上しつつあることが知られている(中静, 2009)。

カヤネズミはげっ歯目のネズミ科のカヤネズミ属である(日高, 1996)。頭胴長は成体で50～80mm、尾長は61～83mm、後足長は14～16.7mm、体重7～14gであり(阿部, 2005)、日本では最小、世界でも最小級のネズミと言って良いであろう。その分布はイギリス、ユーラシア大陸中部(スカンジナビア半島南部と東南アジア北部を含む)、台湾および日本に広がる。日本では本州(北限は宮城県)、四国、九州と淡路島や対馬など周辺の島々に生息している(畠, 2014)。^{かほんか}禾本科植物で編んだ球巣をねぐらとし、また繁殖巣として利用することが知られている(白石, 1988a)。

白石(1988b)によれば、カヤネズミは2万年以上前に、その頃はまだ陸続きであった朝鮮半島、対馬を経て九州へ入り、四国、本州へと北上していったと考えられている。また、今泉ほか(1966)は、「本州東部における棲息数は四国・九州地方(略)に比較して少ないようで、採集例も少なく分布があまり明瞭でな

かった」とし、福島県勿来市寺下(現、いわき市勿来町関田寺下)を、最北の採集記録としている(図1)。

しかし、1990年には福島市松川町でカヤネズミのオス1頭、1996年には福島市内で幼獣6頭、1997年1月にメス1頭が確認された(木村ほか, 1998b)。また、1997年4～5月には福島県伊達町でオス2頭、12月には宮城県伊具郡丸森町長岡でオス1頭が捕獲・確認され(木村ほか, 1998a)、2008年10月には宮城県柴田郡川崎町支倉で球巣と成獣が捕獲・確認された(カヤネット, 2016)。近年ではさらに、2016年12月に名取市にある尚綱学院大学でカヤネズミの亜成獣捕獲の報告がされている(鳥羽, 2016)。これらの捕獲記録から、太平洋側におけるカヤネズミの生息分布は徐々にではあるが北上していると考えられる(図1)。

筆者らは川崎町支倉で例年カヤネズミ生息地の球巣調査を続けてきたが、2016年10月、宮城県で捕獲頭数が著しく増加し



図1. カヤネズミが捕獲確認された年と場所(黒丸)

* 宮城教育大学環境教育実践研究センター

ているニホンイノシシの侵入が確認され、ぬた場としても利用されていることがわかった。

そこで、2016年11月以降、近隣地区で球巣調査を実施することになった。

2 調査の方法

川崎町支倉のカヤネズミ生息地は、東西に流れる支倉川の右岸の河岸段丘にある休耕田とススキ原であった。支倉川は、仙台市太白区坪沼を流れる坪沼川と合流して名取川に流れる名取川水系である。2016年12月8日、仙台市太白区坪沼でカヤネズミの球巣を見つけた(図2)。球巣直径8 cm, 地上高50 cmにあった。

球巣があったのは、イネ科植物とカヤツリグサ科植物が優占する植生地である。この場所に、30m × 666m (約2ha) の調査地を設定し、12月10日と17日の2日間でその調査地を踏査した結果、6地点で12個の新旧の球巣を確認した(表1)。なお、6地点間は30 mから最長で180 m離れている。

また、12月20日にはこの坪沼調査地からさらに北へ2.3 km離れた名取川右岸の飛び地にもヨシ sp. に架けた古巣と地上に新しい越冬巣を発見した。この越冬巣の発見時は入口が開いていたが、翌日観察したとき



図2. カヤネズミの球巣

は巣の入口が閉じられていたため、使用されていることが分かった。しかし、この飛び地生息地は狭く22m × 22.5m (495 m²) で、周りを人工改変地で囲まれた極めて不安定な生息環境であると考えられる。カヤネズミの行動圏はオスで約400 m²、メスで300 m²といわれているからである(白石, 1988)。従って、この球巣に関しては以降の捕獲調査は実施しなかった。

坪沼調査地内で球巣を確認した6地点にて、12月27日にアワ・ヒエが原材料のペットフードを誘引餌として、小型のSFA型シャーマントラップを用いた捕獲調査を行った(図3)。トラップは球巣近くの根

表1. 坪沼で確認した球巣

球巣	発見地点	大きさ	巣高	巣材	新旧
①	地点3	Ø8 cm	50 cm	ススキ <i>Miscanthus sacchariflorus</i>	新旧
②	地点1	Ø9	35	カヤツリグサ科の一種 <i>Cyperaceae</i> sp.	
③	地点1			カヤツリグサ科の一種	作りかけ
④	地点2	Ø8	37	ススキとエノコログサ属の一種 <i>Setaria</i> sp.	
⑤	調査地外			カヤツリグサ科の一種	壊れかけ
⑥	地点4	Ø8	25	エノコログサ属の一種	
⑦	地点4	Ø8	40	ススキとエノコログサ属の一種	作りかけ
⑧	地点4	7 × 9	13	ススキとエノコログサ属の一種	倒れている
⑨	地点4	8 × 8	28	エノコログサ属の一種	
⑩	地点5	8 × 5	53	エノコログサ属の一種	
⑪	地点5	7 × 7	44	ススキとエノコログサ属の一種	上面に穴
⑫	地点5	9 × 7	67	ススキとヌカキビ <i>Panicum bisulcatum</i> とエノコログサ属の一種	粗い巣
⑬	地点6	5 × 5	40	ススキとエノコログサ属の一種	崩れた巣
⑭	調査地外	池中で接近できず		カヤツリグサ科の一種	
⑮	調査地外		水底高 73	イネ科の一種 <i>Gramineae</i> sp. とカヤツリグサ科の一種	崩れて古い
⑯	飛び地		50	ヨシ <i>Phragmites australis</i>	崩れている
⑰	飛び地	9 × 9	0	イネ科	新



図3. 捕獲調査



図5. カヤネズミ(オス)

元のカヤネズミの通路と思われる場所に各地点に5個計30個を設置した。

3 結果

坪沼調査地内の6地点の内2地点から2個体を捕獲した(図4, 5)。図4はメスで頭胴長47 mm, 尾長54 mm, 後足長14 mm, 体重4.75 gあった。図5はオスで頭胴長45 mm, 尾長53 mm, 後足長14 mm, 体重4.87 gあった(表2)。

メスの頭骨を標本化(図6)した。歯隙長①は第一臼歯の直前の物の高さ②よりも短い(今泉, 1960)。



図4. カヤネズミ(メス)

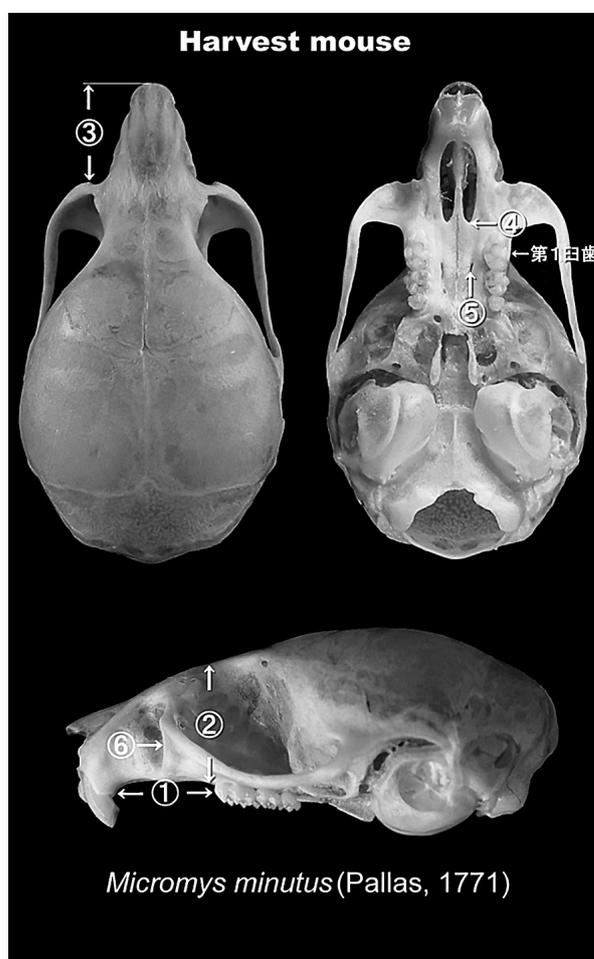


図6. カヤネズミ(メス)の頭蓋骨標本

表2. 捕獲したカヤネズミの計測値

写真	性別	頭胴長mm	尾長mm	後足長爪無mm	体重 g	頭骨基底長mm	採集・測定年月日
図4	メス	47	54	14	4.75	13.3	2016年12月28日
図5	オス	45	53	14	4.87	13.4	2016年12月28日

吻部③は短く、頭骨全長の約1/5である(阿部ほか, 1994)。切歯孔の後端④は第1臼歯の前方にある(阿部ほか, 1994)。口蓋孔⑤は第1臼歯の後部に位置する(阿部, 2000)。頬骨弓基部より咬板前縁⑥は垂直に下りる(阿部ほか, 1994)。頭骨基底長は17 mm以下で(阿部, 2000)13.3 mmあった。頭骨全長は17.5 mm(飯島ほか, 2015)あった。これらの計測記録から、捕獲された個体がカヤネズミであることがわかった。

4 今後の課題

2016年12月には、FEEL Sendai(杜の都の市民環境教育・学習推進会議)主催の「環境フォーラムせんだい2016」において「宮城県におけるカヤネズミ」と題してポスター発表を行い(図7)、カヤネズミの分布に関する市民からの分布情報の収集に努めたが、筆者らが把握している以上の情報は得られなかった。現在のところ名取川右岸の飛び地生息地以外での名取川(一級河川)両岸ではカヤネズミの発見には至っていない。今後も坪沼のカヤネズミ生息の動向に注目し、繁殖期を特定するなどして、生息状況の確認と保全に

つなげていきたい。

5 引用文献

- 阿部永・石井信夫・金子之史・前田喜四雄・三浦慎吾・米田政明 1994. 日本の哺乳類. 東海大学出版会, 東京.
- 阿部永 2000. 日本産哺乳類頭骨図説. 北海道大学図書刊行会, 札幌市.
- 阿部永 2005. 日本の哺乳類 改訂版. 東海大学出版会, 秦野市.
- 畠佐代子 2014. カヤネズミの本—カヤネズミ博士のフィールドワーク報告, p.7, p.18. 世界思想社, 京都市.
- 日高敏隆監修・川道武男編集 1996. 日本動物大百科 第1巻 哺乳類 I, p.66. 平凡社, 東京.
- 飯島正広・土屋公幸 2015. リス・ネズミ・ハンドブック, p.54 文一総合出版, 東京都.
- 今泉吉典 1960. 原色日本哺乳類図鑑, p.147. 保育社, 大阪市.
- 今泉吉典・吉行瑞子・小原巖・土屋公幸 1966. 本州東部におけるホンシュウカヤネズミの新産地. 哺乳動物学雑誌, 3, 15-16.
- 木村吉幸・岩原幸子・横山純子 1998a. カヤネズミの分布北限について. 福島県生物同好会会誌, 福島大学生物学教室編, 41, 43-46.
- 木村吉幸・菊池壮蔵・岩原幸子 1998b. 福島市においてカヤネズミを捕獲. 哺乳類科学, 38, p181-184.
- 中静透 1998. 温暖化が生物多様性と生態系に及ぼす影響. 地球環境, 14, 183-188.
- 白石哲 1988a. カヤ原の空中建築家 カヤネズミの四季. 文研出版, 東京.
- 白石哲 1988b. ニホンカヤネズミ 分類・分布及びその生態. 日本の生物, 2, 12-15.
- 鳥羽妙 2016. カヤネズミの北限記録. https://www.shokei.jp/faculty/university/environment_planning/information/detail.php?p=113
- 全国カヤネズミ・ネットワーク <http://kayonet-japan.com/>



図7. ポスター発表

6 謝辞

川崎町支倉でのカヤネズミ球巣観察および坪沼生息地での調査では、宮城教育大学自然フィールドワーク研究会 YAMOI の学生の協力をいただいた。カヤネズミ捕獲にあたっては全国カヤネズミ・ネットワーク畠佐代子代表から貴重なアドバイスをいただいた。また、小城夢奈会長（やまがたヤマネ研究会）および太田吉

厚氏にも捕獲にご協力をいただいた。営巣植物の同定については、同定の難しい冬季にもかかわらず(株)宮城環境保全研究所のご協力をいただいた。川崎町支倉と仙台市太白区坪沼の地権者・管理者・地元民の方々には調査へのご理解をいただいた。

以上の方々に心より御礼を申し上げます。

体験型教材の開発を目的とした PBL（プロジェクト・ベースト・ラーニング）の実践

齊藤千映美*

Project Based Learning by the Development of Active Teaching Materials

Chiemi SAITO

要旨：大学学部授業科目「自然環境教育」では生命と環境の関わりを学び、学んだ事を伝える体験を通じて学びを深めるという目標を達成するため、手法としてPBLに取り組んでいる。2014年度以降、学生が開発した教材プログラムを用いた教育実践活動を仙台市八木山動物公園で実施し、来場者および学生の双方から高い評価を得ている。班活動や客観的評価を導入する事により学生の主体性と向上心が維持され、そのことにより高い水準の教材が開発された。発達段階に応じて「わかる」プロセスが異なる事、それに合わせて伝え方を変えること、短時間で目標を達成するための確にグループで作業を分担することなど、学生には講義形式では得られない多様な学びが保障される。

キーワード：PBL, アクティブラーニング, 動物園, 体験型教材

1. はじめに

Project Based Learning は課題解決型学習とも呼ばれ、次期学習指導要領改訂の話題の中心となったアクティブ・ラーニングの形式の一つでもある。PBLはカリキュラムの中で学習したことを学習者のグループが問題の解決に生かすもので、Thomas Markhamはその意義を、グローバル社会で求められる意欲、情熱、創造性、共感、レジリエンスは教科書で育つのではなく、経験によって活性化されるとして説明している(2011)。

PBL自体は16世紀にもさかのぼるとされ、長い歴史を持ち、さまざまな実践の手法として取り入れられている。筆者も、学習者が主体的に授業に取り組む手法としてこれまでも様々な取り組みを行っている(例えば齊藤, 2008)。本授業科目でも、平成26年度よりPBLを採用し、教師がファシリテーターとして授業に参加し、1学期15回の授業で学生の資質能力の向上を語ることに取り組んでいる。

学部授業科目「生命環境科学」は、宮城教育大学のカリキュラムの特色の一つである「現代的課題科目群」(教科教育科目などの既存科目では十分に学べない、現代社会の課題について学ぶ科目群)のうち「自然環境教育群」の授業科目のうち一つとして出講されている。この授業は、「生命と環境の関わり」についてより学生が積極的に、また真剣に学ぶような内容を目指して、スタート時には講義形式で実施していた。しかし講義形式の授業では学生が受け身になりやすく、「生命と環境の関わり」を理解しそれを環境教育の資質向上に結びつけるという授業の目的を達成しているという実感が得られにくかった。そこでまず、平成22年度からは「生命と環境の関わり」を理解するための学習活動として、グループごとに水生生物の飼育観察を行うことにした。飼育観察は興味関心を持つ学生にとっては魅力的な学習であるが、授業への関心が薄い学生は相変わらず、授業に積極的に関与しない傾向が見られた。そこで、学生がより積極的に授業に関

* 宮城教育大学環境教育実践研究センター

わらざるを得ない学習環境を設定することを目的として、平成26年度からは、学習イベントの実施を目標として動物の飼育や観察を行うというプロジェクト形式の学習を導入し、イベントの振り返りまでを授業の中で実施することにした。イベントの大まかな枠組みは担当教員（筆者）が提示するが、授業の最初の段階から学生の主体性を確保するように務め、平成28年度までの3年間、同じ形式で授業の実施方法を改善してきた。このイベントは仙台市八木山動物公園のビジターセンター研修室を利用し、来園者を対象として実施したものである。

3年間をかけて一定の成果や課題が明らかになったことから、平成28年度の実践の様子を中心として、学生の学習成果と、ここで開発された教材の概要を報告する。

2. 授業の方法

授業「生命環境科学」の目標と概要

本授業科目の目標は、「生物の体のつくりや生態が生息環境に適していることを学び、それを人に伝えるための方法を身に付ける」ことである。ねらいを達成するための活動として、「生命学習を目的とするイベント「八木山動物占い」を企画開催する。水槽で水生生物の飼育展示教育に取り組む。」としている。「八木山どうぶつ占い」は授業において学生が企画実践する学習イベントのタイトルであり、その名称はイベントが実施される仙台市八木山動物園の名前に由来している。また授業では同時並行して水生生物の飼育展示活動を実施しているが、本稿では詳しく述べない。学習イベントは、平成26年度・27年度は11月3日（文化の日）に、平成28年度は12月3日に仙台市八木山動物公園で行った。

授業のシラバス

平成28年度に実施した授業のシラバスを下記に記す（表1）。なお、授業は全15回であるが、学習イベント自体の準備と振り返りは10回目の授業で完結していることから、10回分のみを示す。

表1 学習イベント実施に関わるシラバス

回	内容	学生の提出物
1	オリエンテーション・班分け・イベントのテーマ・班ごとのテーマ（動物）決定	履修カード
2	ワークショップ1：アクティビティ候補決定	企画書（個人）
3	ワークショップ2：アクティビティの決定	企画書1（班）・他班へのコメント（個人）
4	会場の下見	
5	動物ゼミ（各班発表5分）	プレゼン資料（班）・企画書2（班）
6	当日のイベントの進行方法の決定	
7	リハーサル	ちらし案（班）・相互コメント
8	最終打ち合わせ（役割分担） 地下鉄開業1周年記念イベント。 09:00 集合～16:00 解散	
9	反省会	
10	授業の振り返り（各班5分発表）	報告書（個人、班）

3. 授業実施の概要

[第1回]

学生に授業の目標を提示し、授業がPBL形式で実施されること、授業の目標を達成するためには学生が学習イベントを企画実施する必要があること、学生の主体性がなければ授業自体も成立しないことをお互いに確認した。

理想的には、PBLにおいて学習者が自ら課題設定を行う事が望ましい。しかし授業の位置付けや受講する学生の状況（1年生がほとんどを占める）を考えると、限られた時間で課題設定まで学生の主体性に任せることが難しいと考え、教員側がプロジェクトの大枠となる前提条件を提示した。平成28年度の授業では、学習イベントの場所（仙台市八木山動物園）、およその日程（12月に実施すること）、タイトル（八木山どうぶつ占い）とイベントの形式（学生がブースをグループごとに出展し、イベント来場者はブースごとに1種類の動物について楽しく学習する）、学生はブースを担当する事、イベント全体の運営は教員が主に担当するが、準備は全員で行い、当日も学生は運営補助を交代で行う事などを提案し受講生の了承を得た。

平成28年度は実施3年目にあたる年であったこと

から、過去2年間の実施の様子をスライドで紹介し、大まかなイメージをつかんでもらった。また、このイベントを実施するために15回の授業時間を活用する方法について大まかな流れを示した。

次に学生を班に分けた。授業を受講する学生の数は31名であった。イベント会場となる八木山動物園の研修室の広さや参加者の状況から、出展ブースは理想的には5つ(多くても6つ)としたい。また、ブースの運営には最低でも4名のスタッフがいることが望ましい。このことから、5班×6名、というのが班分けの1つの目安であった。学生には事情を説明した上で、「授業時間外にも集まって作業をする必要があるので、集まりやすい(=同じような科目を履修している)学生同士などで、6名程度の班を作って欲しい」と投げかけた。同じコース専攻の学生が他にはおらず、一人きりで履修している学生もいるので、それらの学生には拳手させ希望を聞いた上で、ある程度満足できるようにグループ分けの支援を行った。高学年で授業が全く噛み合わないなど、どうしても班になじみにくい学生がいる場合には、イベントの運営補助に回ってもらうこともできる。平成28年度は、3名で班を形成したいと要望した受講生たちがいたが、そのことにより生じうる不利益(一人の負担が重くなる可能性があること、イベント当日に休憩できないこと)を伝えて再考の余地を与えた上で、学生側の要望を了承した。

次に、教員が進行役となり、イベント「八木山どうぶつ占い」で扱う動物のテーマを全体として決めてもらった。例えば「伝説上の生き物」「干支の動物」「宮城県にいる動物」などが考えられるが、結果的に3年間とも、「八木山動物園で飼育されている動物」がテーマとして選ばれた。

動物のテーマが決まったら、次に、各班が担当する動物を1種類、仮に決めてもらう。教員側のリクエストは「動物種が偏らないこと(例えば、全種が鳥であるとか、全種がアフリカの動物であるといった偏りを防ぐこと)」であった。八木山動物園の動物の中から選ぶ場合は、「鳥は1種類まで」「肉食動物と草食動物の両方が入ること」を最小限の条件としておき、グループごとにスマホを使って八木山動物園で飼育されている約130種類の動物の情報を検索し、話し合っ

てもらおう。一定の時間を取った後、決まったグループから手を上げてもらい動物の仮決めを行った。2017年度の授業ではこの日、ペンギン・ゴリラ・ホッキョクグマ・カバ・ラクダ・ダチョウの6種類が決まった。ただし1回目の授業では、担当する動物についてゆっくりと吟味する時間は足りない。そこで、学生たちには2回目の授業までに選んだ動物についてじっくり調べ、選択する動物種を変更する可能性についても示唆し、その結果「ダチョウ」班は後に「ビーバー」に変更することになった。

この段階で、アクティビティの条件を伝える。それは、「五感や身体的感覚を使って体験的に学べる事」「相手によってやり方を変えながら、幼児でも成人でも参加できる内容であること」である。

授業の最後に班長を選出してもらう。「班長はじゃんけんでは決めないこと」だけは教員側からお願いしている。班長と班員が連絡先を交換、これで第1回目の授業が終了である。

宿題：各自、自分の班が選んだ動物について調べ学習を行い、その動物の特性や特徴がわかるような「学習アクティビティ」を考案して企画書を作成する。調べ学習で問題点がある場合には班長に相談し、必要があれば動物種の変更も検討しておくこと。

【第2回】

班ごとに、宿題となっていた調べ学習の成果と企画書の内容を検討してもらった。検討の方法は班で決めてもらったが、教員側がアクティビティ検討の段階で考慮してほしいことはチェックリストにして渡しておいた。第2回の授業でアクティビティの詳細を決める必要はないのだが、求められる条件を把握した上で大きな方向性を検討してほしいという理由から、細かいチェックを最初の段階から行ってもらっている。チェックリストは以下のとおりである。

留意事項

- 活動は楽しいと感ぜられるものか
- 活動は五感のいずれか、または身体感覚を利用しているか
- 活動から深い学びがあるか
- 実現可能か
- 動物の特性を反映する活動か

- その特性は科学的に見て正しいか
- 幼児にも大人にもフレキシブルな対応が可能か
- 時間内（各班最大5分まで、アクティビティは最長3分まで。）に収まるか
- 安全か
- 限られたスペース（2～3畳）に収まるか
- 濡れ、汚れ、騒音、悪臭は発生しないか
- 限られたスタッフでできるか
- 特殊・高額な物品を必要としないか

時間の終わりに、各班から代表者が出て、検討の過程と決まった事をお互いに紹介しあって、授業は終了した。この段階では、アクティビティの細部はあまり明確ではなく、「この動物の、～という性質を利用して、子どもたちに例えばクイズを出題するなどの活動を実施する」という方向性程度の報告がほとんどであった。宿題：第3回目の授業の後半では各班ごとに3分程度、動物の特徴とそれを学ぶために開発するアクティビティを紹介してもらう。前半の40分程度でプレゼンの準備ができるよう、あらかじめアクティビティを検討しておく事。

[第3回]

前半は班毎のワークショップの続きである。すでに方向性の決まっている動物の性質とアクティビティを話し合い、班ごとに企画書を作成してもらった。後半の時間帯には、各班から代表者がそれぞれのアクティビティ（案）を紹介し、お互いに「チェックリスト」をもとにコメントしあった。しかし、まだまだどの班も、教えるべき動物についての理解が十分ではないことや、教える方法について熟慮していない部分が（当たり前のことだが）多すぎることもわかってきた。

宿題：自分たちの調べて来た動物の特徴や生態について、より深く学び、それらについて体験的に学ぶためのアクティビティを考察する。学んだ事について、第5回の授業で各班5分のプレゼンテーションを行うことになった。

[第4回]

バスで動物園まで移動し、会場となる研修室の下見を行った。ブースを設定する場所のイメージをつかみ、使用できる設備や持ち込む必要のある物品について検討してもらうためである。後半の時間帯は、班ごとに

自由行動とした。どの班も、自分たちが選んだ動物を実際に観察しに行った。

宿題：班毎に「企画書2」の作成。実際にブースを設営するために必要な物品をリスト化し、動物園から借用するもの、自分たちで調達するもの、購入を希望するものに分けてくる。

[第5回]

「動物ゼミ」と称して、各班が、選んだ動物についての概要や、アクティビティで取り扱うその動物の特徴（例、くちばしで木の表面を叩く事で内部にいる虫の位置を探り当てる、オスが大切に赤ちゃんを育てる、聴覚が極めて優れている、など）を紹介した。また、そうした特徴と生息環境の関わりをを体験的に学ぶという位置づけで、改めてアクティビティの提案を行った。

宿題：アクティビティの完成。

[第6回]

第6回目の授業では、12月3日のイベントそのものの運営の流れを検討した。集客のためにチラシを全班が配布することや、全体の持ち時間（各ブースで最大5分）を統一すること、アクティビティの採点を行うこと（満点は10点で、配点は平均点が5点になるようにすること）、大人も子どもも楽しめるように配慮する責任があること、出口アンケートの結果を評価の参考にすること、受付と出口の運営は共同で行う事などを、全員で確認した。

宿題：次週のリハーサルに向けて、教材と役割分担を完成させてくること。

[第7回]

リハーサル。各ブースを実際に設営して、各班は模擬実演を実施。手の空いた学生や教員はコメントペーパーを手にブースを回った。多くのコメントによってアクティビティの質の向上を語るだけでなく、コメントするという行為を通じて自分たちのブースを客観的に見る視点を与えるためである。

[第8回]

チラシ原稿の回収、当日のスケジュール・搬入する物品・受付運営シフトのなどの、最終確認を行った。

[第9回・第10回]

イベントの準備と運営について初めに個人で振り返

り、次に班ごとに感想交流をしてもらい、最後に班毎に全体に対してプレゼンを行ってもらった。教員から各班へのコメントとともに、出口アンケートの結果を発表した。

4. イベントの実施形式

12月3日、イベントの実施は10:30からの150分間であった。開始に先立ち、動物園の入り口付近で学生が自分の班で作成したチラシを各20枚、配布した。配布したチラシを持って受付に来てくれば、「チラシの配布効果があった」と見なされるしくみで、班毎に成果（チラシの回収枚数）を競った。受付では6つのブースの配置図を渡して来場者を中に入れる。来場者は各ブースでアクティビティに参加しながら、動物のことを学ぶ。アクティビティで得た点数を学生がワークシートに記入する。来場者が出口まで来ると、最高の得点をあげた動物の「認定証」が配布される。認定証に来場者の氏名を記入する間に、アンケートの記入を依頼した。アンケート用紙の記載内容は以下の通りである。

アンケート（所要時間＝約1分）にご協力をお願いいたします。

このイベントは、大学生が企画運営しています。

- 大学生の学習のねらい：
- ・生物について、深く調べる
 - ・調べたことを、わかりやすく伝える
 - ・伝えるための工夫をする

学生に向けて、イベントのかんたんな評価感想をお願いいたします。

*お子様連れの方は、お子様の視点、ご自身の視点の双方で書いていただくとありがたいです（2枚使っていただいても構いません）。

1) いちばん、「楽しく興味深く学べた」ブースに丸をつけてください。

- ・ペンギン ・ゴリラ ・ホッキョクグマ
- ・カバ ・ビーバー ・ラクダ

理由：

2) その他（良かった点、気になった部分、学生へのはげましや提言など）

学生はイベント開始の2時間前に集合して、会場の設営を行った。終了後は約1時間で片付けを終え、全体で反省会をした後、解散した。

5. アクティビティ

平成28年度に実施されたアクティビティは次のようなものである（写真参照）。

「ゴリラ・ゴリラ・ゴリラ」：ゴリラは実は植物食者で、特に葉をよく食べることから、本来ゴリラが食べそうにないものまで選択肢に含めて、ゴリラの好きな食べ物を選ぶ能力を競う。正しい食べ物を選ぶと、ゴリラ役の男子学生が本当に葉っぱをかじるパフォーマンスをしてくれる。また、実は温和な性格のゴリラが非暴力的に自分の力を誇示するドラミングの方法に関するクイズも出題された。実際にゴリラ役の演技で正解が発表されたり、3名全員で声を合わせて進行をするなどの工夫が秀逸であった。

「ラクダのかみしばい」：男の子が砂漠を旅するという内容の紙芝居の途中で繰り出されるクイズに答えながら、ラクダのこぶの不思議にまつわる知識を身につけていく。また、ラクダの歩き方（側対歩）を全員で真



写真1 ゴリラ・ゴリラ・ゴリラの熱演



写真3 ラクダのかみしばい

似してみる。紙芝居を座ってみた後で体を動かすことでバランスがとれるのか、満足感が高まるようであった。

「ペンギンピューロランド」：皇帝ペンギンの子が親の足の上に乗って歩き方を覚える映像を見せた後、大人足の上に子どもが足を載せてあるくスピードを競う「ペンギンよちよち」。また、ペンギンは大集団の中から自分の子どもを見つけることができる、という説明の後、さまざまなペンギンの写真の中から、八木山動物園にもいるフンボルトペンギンの写真を、決められた時間の中で何枚見分ける事ができるかを競う「ファインディングペンギン」の二つを実施した。班員全員でペンギンのお面をかぶるなど、サービス精神に富むブース運営をした。

「シロウ！クマさん」：氷の割れ目から出てくるアザラシをじっと待つハンティングの方法について、箱からとび出すアザラシの人形を捉えるゲーム「アザラシハント」で学ぶ。また、体の大きさについて説明した後、

赤ちゃん（人間の赤ちゃんより軽い）の重さを当てるといものである。

「カバカバなわばりゲッチュ」：カバは、しっぽを振り回して糞をまき散らす習性を持っており、これは縄張りを示すための行動であると言われている。そこで、カバの糞に見立てた紙のボールを投げて、陣取りをするゲームで得点を決めた。



写真6 よちよちペンギン



写真9 アザラシハント



写真7 ファインディングペンギン



写真2 カバカバなわばりゲッチュ

「ビーバーのダムづくり」：ダムを作る習性について壁面展示で説明する。次に、小枝を積んでミニチュアのダムを作る体験を行い、それを傾斜させた上で水に見立てたビーズを上流側から流し、どれだけの量のビーズをせき止める事ができるか競うことで得点を与えた。



写真4 ビーバーのダムづくり



写真5 ダムの展示

6. 評価

当日は約 250 名の来場者があった。その多くが子ども（幼児～小学校低学年）を連れた保護者であったが、中には成人だけで来場する方もいらした。出口アンケートで最も優れていたと評価を集めたブースはこの年「ビーバーのダムづくり」（17 票）であった。理由としては、「巣の作り方や暮らしで初めてわかったことが多かった」「子ども（小学校 2 年生）がちょうど国語の教科書で“ビーバーの大工事”を勉強していたところだった」などが挙げられていた。しかし、他のブースもそれぞれが好意的なコメントを集めており、評価に大きな差があったわけではない。

イベント全体への評価としても非常に好意的なコメントが多かった（末尾の資料参照）。

イベント終了時の学生は、自分自身や班の活動、イベントに対する評価も一様に高かった。多くの感想から一部を挙げる。

学生の感想

- ・ 子どもたちと楽しみながら活動できて素晴らしい1日だった。
- ・ 人が来てくれるか心配だったが、たくさん子どもたちが来てくれて、みんなが喜んでくれてとても良かったと思う（多数）。
- ・ 自分ではわかるはずと思っている説明やちょっとした言葉遣いが、子どもにとっては非常に分かりづらいものだったりすることに驚かされた（多数）。
- ・ 子どもの年齢によって、理解度やできることにとっても大きな差があることがわかった。
- ・ 活動が終わった後、「これからカバを見に行くね」としてくれる子どもたちがいてうれしかった。
- ・ 大人の方が参加してよいのかどうか戸惑われていたが、参加したら面白かったといってください、うれしかった。
- ・ 子どもたちと接していると自然に笑顔になれて、本当に楽しかった。子どもたちが思いも寄らない質問をするので驚いた。
- ・ 参加者も多く、イベントとして大成功だったと思う（多数）。
- ・ 来年もう一度やってみたい。
- ・ 考えて回答するのが難しい年齢の子どもも多く、もう少し活動内容を考えればよかった。
- ・ 壁展示は文字が多く、説明する人手も足りないためあまり見てもらえなかった。
- ・ 説明が長いと子どもはすぐに飽きてしまうようだったので、途中から実際にやってみせたり、質問しながら続けたり、一部の説明を省略するなどの工夫をした。

授業の評価のうち、この学習イベントの PBL を評価する観点としては、学生の知識を問うのではなく、「深く学ぶ」「分かりやすく教える」「教えるための工夫をする」という 3 項目および学習イベントへの参加態度を観点に加え、それぞれに対して個別の手段で評価した（表 2）。

表2 評価の方法

目標	評価の観点	評価の手段
責任感を持ち積極的に参加する	班活動に積極的に関わり自らの役割を果たす	授業時の参加態度・動物ゼミでのプレゼン・アクティビティ観察・報告書
深く学ぶ	選んだ動物について資料や観察を元に科学的に理解している	個人企画書・動物ゼミのプレゼン内容・ブース展示・アクティビティ観察
分かりやすく教える	掲示物やアクティビティを通じて生物への理解が深まる	展示物・アクティビティ観察・出口アンケート・相互コメントシート
	相手の年齢や理解度に応じて説明の方法を変えている。	アクティビティ観察・出口アンケート
教えるための工夫をする	教材やアクティビティの手順が、チェックリストに沿って吟味されている	アクティビティ観察・報告書
	分かりやすいチラシを作成し配布する努力を行っている	チラシ・当日配布したチラシが受付で回収された枚数
	アクティビティが楽しく魅力的である	アクティビティ観察・報告書・出口アンケート

7. 考察

学生の主体性を保証する取り組みと課題

学部授業の中で幼児や児童に対する教育実践を行う取り組みは、教員養成大学では特段珍しくはない。この取り組みの特徴は、学校の教育課程外で行う自由参加型の学習イベントであるため、扱うテーマや教材の自由度が高い事である。授業そのものが環境教育という教科教育外の教育目的で行われていることから、市民を対象とする教育実践で扱いやすく、テーマや内容の設定の選択肢が幅広いため、学生の興味関心を実践の内容に反映しやすい活動であったと考えられる。

イベントを班ごとに企画するブース制にしたこと、またさらに「出口アンケートの結果を授業の評価に反映させる」という方針を明らかにしたことにより、班の間で競い合うことになり、結果的にはそのことにより学生が主体性が高まった。ブースのアクティビティについて、教員がすべきこと基本的には「動物についての解説が科学的かどうか」のチェックと、「アクティビティがチェックリストの条件を満たしているか」点検することの2つであり、あとは毎回授業時に班長に進行状況を確認し、必要な助言を与えるだけで十分であった。作業をする中では、限られた時間を使って最大限効率よく作業を分担する努力がどの班の中でも行われた。事前の準備と当日のイベントを通じて、学生が担当する作業は極めて多岐に渡る。プロジェクト進行管理、企画書の作成、創作活動、調べ学習、ア

イディアの提案、グループ討論、IT機器を使用したプレゼン、子どもとのコミュニケーション、チラシ制作、チラシ配り、班員間・他班・教員・動物園職員とのコミュニケーション、整理整頓、報告書作成など枚挙にいとまがない。同じ班の班員と自分を比較する機会も多くなるため、自分に何が向いていて何が向いていないか理解した、という学生の感想は3年間の間に何度も聞かれた。

今回実施したようなイベントでは、来場者をスクリーニングできない。従って、異なる発達段階や学習環境にある幼児から成人（大半は幼児と小学校低学年児である）が来場するが、そのことにより伝える事の難しさを感じ、逆に、伝える方法を工夫する機会を得る。3年間の間には「自分が意外なほど人に説明する力があることを発見した」学生もいたが、大半の学生は、どのように相手に「わかる」感覚を伝えるか、最後まで苦心していた。幼児の「わかる」と大人の「わかる」の間には大きなプロセスの違いがあり、それを導くために適切な学習活動も全く異なる。学生はイベントの場でそれを目の当たりにし、言葉だけではない「伝える」ツールを動員して全身で子どもたちに相対していた。こうした実体験に基づく学びがあったことが、学生により授業が高い評価を得られた理由の1つであろう。

アクティビティの決定や準備には授業時間外も含めて相当時間をかけており、学生にとってもそれなりの

労力である。しかし自分たちで「これなら子どもたちにわかるはず」と考えに考え抜いた教材であるからこそ、当日壁に突き当たったときに自ら使い方を变えて相手に合わせる事ができる。また、それだけ手をかけた教材であるからこそ、来場者にとって楽しめる質の高いアクティビティが実現できているのであり、そのことがまた、実践を行う学生にとって「教える喜び」を最大限に感じられる原動力になる。

それでも、3年目に当たる今年の大きな課題は、依然として、学生たちにとって最大の壁となる「伝わらなさ」の事前の回避である。授業が3年目を迎えた平成28年度には、過去のイベントの振り返りを行い、過去の学生たちの感想を提示し、相手に合わせる事の必要性を毎回説いたが、「思っていたより小さな子が多かった」「クイズを出しても、聞いている事の意味自体が理解されなかった」「相手の年齢に合わせてアクティビティを变えることが難しかった」などの過去の学生の振り返りを繰り返しても、大学生にとって幼い子どもたちの実態を想像することは難しいようである。

もう1つの課題は、学生の生命環境に関する学習の深化である。イベントを作り上げることは楽しいことであり、特に教材を作ることになると学生は無我夢中になる。しかし、伝えようとしている生きものの性質の本質はいったいどのようなものであるのか、深く正確に学ぶことが、アクティビティの開発にとっては一番重要な部分である。にも関わらず、学生にとって調べるといことはまずスマートフォンを使って雑多な情報を集めることであり、科学的根拠のある情報を選択することや、実際に動物園に行くとか、図書館で本を調べるといった多様な「調べる」まで進めるのが難しい。平成28年度の授業では、「動物ゼミ」の実施に先立ち科学的な探求を要求した結果、自分たちで飼育員に話を聞きにいたり書籍を使った調べ学習に取り組む班も見られた。また、アクティビティの試作段階でもたびたび、動物の特徴や行動についてさまざまな疑問を呈し、学生の探究心を持続させるように務めたが、動物園にいる動物の観察を取り入れるなど、今後さまざまな方法を試みる必要性がある。

学習プログラムの開発と評価

3年間に渡り授業を継続した結果、学習者の五感を活用する様々なアクティビティが蓄積されてきた。出口アンケートによるアクティビティの評価は初年度から実施しているが、来場者の評価は必ずしも教員の評価と一致しない。教員は生物の科学的な理解をアクティビティでどのように表現できているかに評価の重点を置くのに対して、来場者（アンケート回答者は基本的に子どもを連れて来た保護者である）は、子どもが楽しそうにしているかを最大の関心事としているからである。平成27年に最も評価されたのは、「にんじんを探せ!」という活動で、ビニールプールの中に入ったちぎった新聞紙の中からにんじんを掘り当てるといいうゲームである。これは、ウサギが穴を掘るといいう性質について学ぶための活動として提案されたが、学ぶべき性質と活動には若干のずれがある。しかし、幼児の母親からは、子どもたちがもっとも楽しそうに参加していたという高い評価が得られた。クイズや集中力を要するゲームが多かった年でもあり、遊び感覚で参加できる活動が単純に幼児にとって魅力的であったと考えられる。一方、平成28年は、「ビーバーのダム」が最高評価を受けたが、こちらは反対にアクティビティや展示の難易度が若干高すぎるのではないかと感じられるものであった。しかし「ビーバーのダム」は逆に、小学生以上の子どもたちや大人から「面白い」「学べる点が多い」と評価を集める活動であった。このように、アンケートも回答者によって評価が変わるものであることを、学生にも最後に説明するようにしている。

学生の努力で完成したそれらのプログラムの今後の活用については、1つの課題であるといえる。動物園の校外学習に際しての事前学習で参考になるような事例も多く蓄積されており、成果を今後まとめていきたい。

今後は授業の中で、学生自身の生命学習の内容をさらに深めていきたい。そのためには、動物についての調べ学習をイベントの企画に先立って行う、あるいは特定の動物について勉強するといった方向性での支援を考慮に入れて検討していきたい。

謝辞

本イベントの実施にあたり様々な配慮をいただきました仙台市八木山動物園の皆様，実施にあたり準備段階からサポートをしていただいた宮城教育大学理科教育専修の表潤一氏ほか学生の皆様に心から感謝いたします。

Markham, T. (2011) . Project Based Learning. Teacher Librarian, 39 (2) , 38-42.

斉藤千映美 (2008) . フレンドシップ事業報告書 . 宮城教育大学 .

資料 出口アンケートの結果

八木山どうぶつ占い 出口アンケート調査結果 (良かった点、気になった部分、学生へのはげましや提言など)

ネガティブなコメント

- ・ターゲットの年齢をハッキリさせるとよりよくなると思います。
- ・入学前の子供に教えるのが大変だなと思った。
- ・一つ一つがゆっくりしているが、子供さん優先の方が良い（筆者注：時間がかかりすぎるとい意味か？）。
- ・前もって告知があると良い。

ポジティブなコメント

- ・ありがとうございました。子供がとても喜んでいました。
- ・宮教OGです！いっぱい子供たちと実際に触れ合って、楽しく学んでください！ありがとうございました！
- ・楽しい企画で、小学生を連れて行きたくなった。
- ・活気があって楽しい気持ちになれました。ありがとうございました。
- ・こういう活動は良いと思います。これからも頑張ってください。
- ・ありがとうございます。大人も楽しかったです。
- ・楽しいだけでなく勉強にもなって、いいと思いました。ありがとうございました。× 4
- ・動物の普段見られないところを知り、楽しかったです。ぜひ続けて頂きたいです。
- ・とても楽しかったので、またやりたいです。
- ・時間があったら全部回りたいです。
- ・どのブースも楽しめました。1)で一番を付けるのが迷うほどでした。皆さんありがとう！（宮教大卒業生のおじさんより）
- ・とても楽しく、いろいろなことを学べて良かったです。子供がクイズ好きなので、喜んでいました。
- ・工夫されていてとても良かった。楽しく過ごせました。ありがとうございました。
- ・色々と動物のことを調べてくれてありがとう。学校でラクダについて発表します！

学生について

- ・一生懸命で好印象でした。これからも頑張ってください。
- ・子供に対して優しく丁寧に接して下さりありがとうございます。× 6
- ・子供の目線に合わせて会話をしてくれるのが良いと思う。
- ・子供に接する機会を今後の経験に生かしてください！
- ・おねえさん、おにいさんがやさしかったです。
- ・子供の目を見て、分かりやすく説明してくれて良かった。
- ・どこのブースでも子供に目線をあわせてくれて、優しく丁寧に教えてくれて本当に楽しい時間でした。勉強大変だと思いますが、楽しい学生生活を！
- ・小さい子供にも分かりやすくお話しされていました。× 3
- ・学生さんが、子供が楽しく学べる工夫をしてくれたので、とても楽しく参加していました。（小学生1年男子）私も学生の時に、こんな人の役に立つことをやれば良かったと思いました。若い皆さん頑張ってください。
- ・丁寧に対応してくれて気持ちよく遊べました。
- ・若い学生さんたちが一生懸命頑張っている姿がすばらしい。このイベントを準備するのかなり大変だったでしょう。今後も、未来の子供たちのためにがんばってください。
- ・子どもに対する言葉掛けが優しく、子どもも良く聞いていたと思います。最初は難しいかな？と思いましたが楽しめて良かったです。
- ・とてもよく考えられていて素晴らしいイベントでした。学生さん、すごい！

平成28年度活動報告

【主催事業】

免許状更新講習

- 7月22日（金）青葉山環境教育セミナー・学校飼育動物入門（齊藤）
- 7月24日（日）ESD入門 in 気仙沼ー持続可能な開発のための教育ー（溝田）
- 7月25日（月）青葉山環境教育セミナー・動物園学習の企画と実践（齊藤）
- 7月27日（水）青葉山環境教育セミナー・動物園で学ぶ動物の飼育と観察（齊藤）
- 8月20日（土）～21日（日）環境科学ー水環境へのアプローチと解釈ー（村松）
- 8月20日（土）ESD入門in 宮教大ー持続可能な開発のための教育ー（溝田）
- 9月24日（土）青葉山環境教育セミナー・「校庭の教育資源」活用術（溝田）

【共催事業】

仙台市

- 4月22日（金）環境サロン講座打ち合わせ（齊藤・溝田）
- 6月1日（水）ユースカレッジ打ち合わせ（齊藤）
- 6月30日（木）ユースカレッジ打ち合わせ（齊藤）
- 7月24日（日）環境サロン講座「ヤギとのふれあい 動物から学ぶ生命の循環」（齊藤）
- 8月24日（水）ユースカレッジ（齊藤）
- 10月30日（日）ユースカレッジ（溝田）
- 11月5日（土）環境サロン講座「蜜ろうでリップクリームをつくろう」（溝田）

気仙沼市

- 6月7日（火）第1回気仙沼ESD/ユネスコスクール研修会（溝田）
- 1月20日（金）第2回気仙沼ESD/ユネスコスクール研修会（溝田）

登米市

- 6月8日（水）登米小学校出前講座：登米小学校（溝田）
- 6月21日（火）登米市出前講座：登米小学校（棟方）
- 6月21日（火）登米市出前講座：加賀野小学校（溝田）
- 7月1日（金）登米市出前講座：登米小学校（村松）
- 7月15日（金）登米市出前講座：登米小学校（棟方）
- 8月4日（木）登米市環境教育リーダー育成講座（齊藤）
- 11月16日（水）登米市環境教育リーダー育成講座（溝田）

仙台市八木山動物公園

- 12月3日（土）八木山動物園 地下鉄開業1周年記念行事（齊藤）

岩沼市

- 10月15日（土）理科フェスティバル：岩沼小学校（村松）
- 10月26日（水）サイエンススクール：岩沼小学校（村松）

【専任職員の地域貢献活動】

- 3月10日（木）仙台市教育相談課会議（鶴川）
- 4月5日（火）仙台環境学習館 たまきさん 開所式（齊藤）
- 4月13日（水）携帯電話講演：塩竈市立玉川中学校（鶴川）
- 4月14日（木）Feel Sendai 第一回定例会（齊藤）
- 4月22日（金）環境サロン講座打ち合わせ（齊藤・溝田）
- 4月22日（金）JST理科教育講座（高校）支援打合せ（村松）
- 4月26日（火）国土交通省（河川水辺の国勢調査）ヒアリング（溝田）
- 4月26日（火）宮城県環境アドバイザー制度ヒアリング（溝田）
- 5月10日（火）携帯電話講演：岩手県立生涯学習推進センター（鶴川）
- 5月12日（木）国土交通省（阿武隈川河口における昆虫調査）ヒアリング（溝田）
- 5月23日（月）鳴瀬川総合開発ヒアリング（溝田）
- 5月24日（火）仙台市環境局（自然環境基礎調査）ヒアリング（溝田）
- 5月24日（火）国土交通省ヒヌマイトトンボ保全措置活動（北上川）（溝田）
- 5月26日（木）仙台市教育相談課（鶴川）
- 5月26日（木）宮城県（川内沢ダム建設に係る環境アセスメント）ヒアリング（溝田）
- 5月26日（木）Feel Sendai 第二回定例会（齊藤）
- 5月30日（月）ユネスコ補助金実行委員会（齊藤）
- 5月31日（火）宮城県環境アドバイザー会議（溝田）
- 6月1日（水）授業支援：鶴巣小学校（齊藤）
- 6月1日（水）ユースカレッジ打ち合わせ（齊藤）
- 6月3日（金）国土交通省（仙台湾南部海岸環境調査）ヒアリング（溝田）
- 6月4日（土）～5日（日）留学生研修（南三陸町）（溝田）
- 6月6日（月）ESD/RCE推進会議（齊藤）
- 6月7日（火）第1回気仙沼ESD/ユネスコスクール研修会（溝田）
- 6月8日（水）登米小学校出前講座：登米小学校（溝田）
- 6月17日（金）国土交通省カワラハンミョウ現地（名取川河口域）視察（溝田）
- 6月20日（月）鳴瀬川総合開発環境検討委員会（溝田）
- 6月21日（火）登米市出前講座：登米小学校（棟方）
- 6月21日（火）登米市出前講座：加賀野小学校（溝田）
- 6月21日（火）宮城県環境アドバイザー制度ヒアリング（溝田）
- 6月28日（火）新寺こみち市（齊藤）
- 6月28日（火）ESD/RCE運営委員会（齊藤）
- 6月28日（火）宮城県環境アドバイザー制度ヒアリング（溝田）
- 6月29日（水）環境フォーラム実行委員会：仙台市環境局（齊藤）

- 6月30日 (木) ユースカレッジ打合わせ (齊藤)
- 7月1日 (金) 登米市出前講座：登米小学校 (村松)
- 7月1日 (金) 古川黎明高校SSH対応 (鵜川)
- 7月2日 (土) 携帯電話講演：加美町立小野田中学校 (鵜川)
- 7月5日 (火) 宮城県 (防災砂防課) 環境影響評価検討会 (溝田)
- 7月6日 (水) 携帯電話講演：越河小学校 (鵜川)
- 7月7日 (木) 出前授業：八本松小学校 (溝田)
- 7月8日 (金) 携帯電話講演：大野田小学校 (鵜川)
- 7月14日 (木) 仙台市教育相談課 (鵜川)
- 7月15日 (金) 登米市出前講座：登米小学校 (棟方)
- 7月20日 (水) 携帯電話講演：八木山中学校 (鵜川)
- 7月20日 (水) 宮城県環境アドバイザー制度現地検討会 (溝田)
- 7月22日 (金) 青葉山環境教育セミナー・学校飼育動物入門 (齊藤)
- 7月24日 (日) 環境サロン講座「ヤギとのふれあい 動物から学ぶ生命の循環」(齊藤)
- 7月24日 (日) ESD入門 in 気仙沼ー持続可能な開発のための教育ー (溝田)
- 7月25日 (月) 青葉山環境教育セミナー・動物園学習の企画と実践 (齊藤)
- 7月27日 (水) 青葉山環境教育セミナー・動物園で学ぶ動物の飼育と観察 (齊藤)
- 7月27日 (水) 宮城県環境アドバイザー制度ヒアリング (溝田)
- 7月27日 (水) Feel Sendai 第三回定例会 (齊藤)
- 7月28日 (木) ESD/ユネスコスクール・東北コンソーシアム総会 (齊藤)
- 7月28日 (木) 新寺こみち市 (齊藤)
- 7月29日 (金) 環境フォーラムせんだい 実行委員会 (齊藤)
- 7月30日 (土) ~31日 (日) こどもの夢ひろば ボレロ「昆虫☆ワンダーランド」(溝田)
- 8月2日 (火) 草の根技術事業 説明会 (齊藤)
- 8月4日 (木) 登米市環境教育リーダー育成講座 (齊藤)
- 8月6日 (土) ひらめき☆ときめきサイエンス「ヤギから学ぶ飼育動物のいのちと環境」(齊藤)
- 8月6日 (土) ~7日 (日) 日本環境教育学会第27回大会 (東京) (齊藤・溝田)
- 8月20日 (土) ~21日 (日) 環境科学ー水環境へのアプローチと解釈ー (村松)
- 8月20日 (土) ESD入門 in 宮教大ー持続可能な開発のための教育ー (溝田)
- 8月21日 (日) 緑を守り育てる宮城県連絡会議「森の案内人養成講座」(溝田)
- 8月22日 (月) ICT関連講演：丸森町小中学校教職員 (鵜川)
- 8月24日 (水) ユースカレッジ (齊藤)
- 9月23日 (金) 授業支援：菅谷台小学校 (齊藤・溝田)
- 9月24日 (土) 青葉山環境教育セミナー・「校庭の教育資源」活用術 (溝田)
- 9月28日 (水) 新寺こみち市 (齊藤)
- 9月28日 (水) 国土交通省 (旧北上川における昆虫調査) ヒアリング (溝田)
- 9月29日 (木) ESD活動支援センター 東北支部 打合わせ (齊藤)
- 9月29日 (木) ESD RCE 推進会議 (齊藤)
- 10月1日 (土) ひらめき☆ときめきサイエンス「飼ってたのしい 知ってうれしい 伝統養蜂の世界ー野生のミツバチとつきあう知恵と技ー」(溝田)

- 10月2日(日) ヤギふれあい：東松島(齊藤)
- 10月7日(金) 携帯電話講演：石巻市立桜坂高等学校(鵜川)
- 10月15日(土) 理科フェスティバル：岩沼小学校(村松)
- 10月17日(月) 東北地方ESD活動支援センター設置準備委員会(齊藤)
- 10月26日(水) サイエンススクール：岩沼小学校(村松)
- 10月27日(木) 携帯電話講演：石巻市立桜坂高等学校(鵜川)
- 10月27日(木) 講演:対馬市ニホンミツバチ部会(溝田)
- 10月28日(金) 新寺こみち市(齊藤)
- 10月30日(日) 仙台ユースカレッジ(溝田)
- 11月1日(火) 携帯電話講演：仙台市校長会in仙台市教育センター(鵜川)
- 11月5日(土) 仙台市環境サロン講座「蜜ろうでリップクリームをつくろう」(溝田)
- 11月9日(水) 授業支援：鶴巣小学校(齊藤)
- 11月9日(水) 学生相談室支援：キャンドル・リップクリームづくり(溝田)
- 11月11日(金) 携帯電話講演：亘理町立逢隈中学校(鵜川)
- 11月12日(土) 携帯電話講演：奥州市(鵜川)
- 11月14日(月) 仙台市教育相談課(鵜川)
- 11月15日(火) 宮城県環境アドバイザー会議(溝田)
- 11月16日(水) 登米市環境教育リーダー育成講座(溝田)
- 11月18日(金) 携帯電話講演：仙台市立桂小学校(鵜川)
- 11月24日(木) ダメだっちゃ地球温暖化防止推進会議(齊藤)
- 11月25日(金) ユネスコスクール大会(齊藤)
- 11月25日(金) 宮城県(防災砂防課)環境影響評価検討会(溝田)
- 11月26日(土) 体験学習：柏木市民センター(溝田)
- 11月28日(月) 新寺こみち市(齊藤)
- 11月30日(水) 環境フォーラムせんだい 実行委員会(齊藤)
- 12月3日(土) 八木山動物園 地下鉄開業1周年記念行事(齊藤)
- 12月3日(土)～4日(日) 島嶼コミュニティ学会 in 沖縄(溝田)
- 12月8日(木) 北上川下流生物環境検討会ヒアリング(溝田)
- 12月11日(日) 環境フォーラムせんだい(齊藤)
- 12月28日(水) 新寺こみち市(齊藤)
- 1月6日(金) 宮城県環境学習教室「宮城県の生きもの 自然について学ぼう！」(齊藤)
- 1月20日(金) 第2回気仙沼ESD/ユネスコスクール研修会(溝田)
- 1月25日(水) 宮城県環境アドバイザー会議(溝田)
- 2月20日(月) 北上川・鳴瀬川水系被災域環境等調査ヒアリング(溝田)
- 2月21日(火) 仙台湾南部海岸環境調査ヒアリング(溝田)
- 2月24日(金) 河川水辺の国勢調査(北上川・鳴瀬川)アドバイザー会議(溝田)

(運営委員)

センター長 齊藤千映美
 専任 村松 隆
 " 鶴川 義弘
 " 溝田 浩二
 宮城教育大学 西城 潔
 " 菅原 敏
 " 出口 竜作
 " 菅原 正則
 " 佐藤 哲也

(兼務教員)

理科教育 西山 正吾
 " 棟方 有宗
 社会科教育 小金澤孝昭
 " 西城 潔
 美術教育 浅野 治志
 家庭科教育講座 亀井 文
 附属小学校 渡部 智喜
 附属中学校 千葉 卓
 附属特別支援学校 八木 俊信
 附属幼稚園 小森谷一朗

(専任職員)

環境教育基礎分野 教授 村松 隆
 環境教育実践分野 教授 齊藤千映美
 " 准教授 溝田 浩二
 環境教育システム分野 教授 鶴川 義弘
 " 助手 福井 恵子

(客員研究員)

宮城県教育研修センター
 指導主事 石橋 菜央
 仙台市科学館
 指導主事 中田 晋
 " 大枝 豊
 " 松本 敏秀
 東北文教大学人間科学部
 子ども教育学科
 副学科長・教授 渡辺 孝男

(協力研究員)

ラザロ エチェニケ
 菊地 永祐
 橋本 勝
 林 守人
 吉村 正志
 木村 一貴
 永幡 嘉之
 小原 嘉明
 古市 剛久

(非常勤職員)

佐々木久美
 齋藤 有季

投稿規定

1. 宮城教育大学環境教育実践研究センター（以下環境研）では、「環境教育研究紀要（以下研究紀要）」を刊行する紀要編集委員会を置き、本規定に基づき、毎年3月に発行する。
2. 研究紀要には、環境教育およびその実践に関する研究論文を掲載する。
3. 投稿できる者は以下に掲げる者とする。
 - (1) 環境研の専任職員、兼務教員、客員教員ならびに研究協力員。
 - (2) 紀要編集委員会において投稿を特に認めた者。
4. 研究論文は他誌にまだ発表していないオリジナルなものとする。また、論文に対する一切の責任は執筆者が負うものとする。
5. 原稿の採択、掲載の順序、レイアウトは紀要編集委員会で決定する。研究紀要への原稿採択の基準は、
 - (1) 環境研が主体的に取り組んでいる環境教育研究の諸活動に合致したもの、
 - (2) 研究紀要への掲載により環境研の発展や研究活動の高度化が期待できるもの、
 - (3) 学校教育における環境教育実践が十分分析されていて、現職教員にとっても有益になるもの、
 - (4) 環境研の環境教育活動に新しい展開が予想できるもの、とする。
6. 執筆要領は以下の通りとする。原稿は和文あるいは英文とする。最新号の論文レイアウトに従って、電子媒体に（マイクロソフト word推奨、.doc形式にて）記述し、以下の内容を含むこと。
 - (1) タイトル：和文および英文
 - (2) 著者名：和文および英文。筆頭著者が論文の問い合わせ先となる。なお、1頁の脚注に、著者全員の所属を記述すること。
 - (3) 要旨：和文（全角）200文字以内、英文100語以内で記述すること。
 - (4) キーワード：5語以内で記述すること。
 - (5) 本文：原稿はA4判（横書き、24字×40行の2段組）で、本文の所定の位置に刷り上がり原稿と同寸大の図表を挿入すること。
 - (6) 引用文献、参考文献、参考資料等は本文最後に

記述すること。

本文中の引用文献は下記のように記載する。

【和文】著者が1名の場合：溝田（2005）、または（溝田、2005；村松、2006）。著者が2名の場合：溝田・村松（2001）、または（溝田・村松、2001；溝田・村松、2006a, b）。著者が3名以上の場合：溝田ほか（2000）、または（溝田ほか、2000、2001）。【英文】著者が1名の場合：Mizota（2005）、または（Mizota, 2005; Muramatsu, 2006）。著者が2名の場合：Mizota and Muramatsu（2001）、または（Mizota and Muramatsu, 2001; Mizota and Muramatsu, 2006a, b）。著者が3名以上の場合：Mizota et al.（2000）、または（Mizota et al., 2000, 2001）。印刷中の論文の引用は、姓の次の括弧に（in pressまたは印刷中）と書く。

投稿中や投稿準備中の論文の引用は、本文中で括弧内に【和文】（村松隆、私信）、または（村松隆、未発表）、【英文】（K. Mizota, personal communication）、または（K. Mizota, unpublished data）のように書き、引用文献のリストには書かない。

本文中で引用した論文は、本文の最後の引用文献に、番号を振らず、アルファベット順に下記の例のように記述する。

論文：溝田浩二・村松隆 1965. チョウ類の生息調査から始めるバタフライガーデンづくり。宮城教育大学環境教育研究紀要, 9, 117-125.

Mizota, K., Muramatsu, T. and Shimano, S. 1965. Beetles of the Aobayama Region. Zoo1. Res. Jpn., 20, 108-122.

単行本の章：溝田浩二・村松隆 1976. 環境教育の手法。In: 環境教育辞典。村松隆・溝田浩二（編）。青葉山出版、仙台市, pp. 321-351.

Mizota, K. and Muramatsu, T. 1976. The methods of environmental education. In: Environmental education. Muramatsu, T. and Mizota, K. (eds.). Aobayama press, Sendai, pp. 321-351.

単行本：溝田浩二・村松隆 1969. 環境教育辞典。青葉山出版、仙台市。

Mizota, K. and Muramatsu, T. 1976. Environmental

education. Aobayama press, Sendai.

(7) 論文は刷り上がり原則10頁以内とする。

7. カラー印刷は原則として行わない。ただし、論文の性質上、執筆者の強い要望があれば個別的に編集委員会で検討する。その場合の費用は執筆者負担とする。

8. 別刷りは50部を環境研が負担し、追加請求の費用は執筆者負担とする。

9. 原稿の締め切りは1月末日とする。提出するものは以下の通りである。

- (1) 印刷した原稿2部
- (2) 論文原稿の電子ファイル (CD-R)
- (3) 図表の電子ファイル (縮尺等を指定すること)

10. 著者校正は初稿のみとする。執筆者は校正刷りを受け取った後、3日以内に編集委員会宛に返送すること。校正時の内容の変更、追加は認めない。

(細則) この規定に定めるものの他、実施にあたっての必要な事項は別途定める。

(付記) 平成23年11月28日改訂

【平成28年度編集委員会】

鶴川 義弘 (委員長), 村松 隆, 溝田 浩二

宮城教育大学 環境教育研究紀要 第19巻

2017年3月 発行

編集 宮城教育大学附属環境教育実践研究センター 紀要編集委員会

発行 宮城教育大学附属環境教育実践研究センター

〒980-0845

仙台市青葉区荒巻字青葉 149 番地

TEL 022-214-3545

印刷 三慶印刷株式会社

ISSN 1344 – 8005

Research Bulletin of Environmental Education Center,
Miyagi University of Education

Vol.19

Environmental Education Center, Miyagi University of Education

March 2017