

# キャンパスの自然資源と ICT を活用した教員養成

今井 健介・藤浪 理恵子

Teacher education utilizing ICT and natural resources on the campus of Kyoto University of Education

Kensuke IMAI and Rieko FUJINAMI

*Accepted October 7, 2020*

**抄録：**学習指導要領においては、児童生徒自身による課題発見と課題設定に基づく探究的学習の意義が強調されている。自然物は、たとえ身近なものであっても、児童生徒に興味や疑問を抱かせ、主体的かつ深い探求を促すような奥深さを持っている。このような探究を支援するためには、教員自身が、主体的に自然物に関わって親しみをもち、その探究の奥深さを理解している必要がある。

著者らは、このような探究学習の支援に必要な資質・能力を養成するためのプログラムとして、参加者が高い自由度と主体性を持って実物の自然に関わり、それによって得た興味関心に基づいて自然物の教材化等に取り組む授業を展開している。本稿では、①キャンパスを活用した自由度の高い自然観察実習、②キャンパスの自然物を活用した ICT 教材製作の 2 事例を紹介し、その実施状況や効果について議論する。

**索引語：**探究学習、自然観察、自然資源、ICT、理科教育

**Abstract:** In Japan, the significance of inquiry-based learning based on the students' own problem discovery and own problem setting is emphasized. Engagement with the natural world can promote students' interest and inquisitiveness and encourage proactive and deep inquiry-based learning. To support such learning, teachers should have experience and familiarity with in the natural world. In this paper, we introduce two examples of trials to develop such ability: (1) nature observation practice with a high degree of freedom on the campus of Kyoto University of Education, and (2) practice of development of ICT teaching materials using natural features of the campus. Their implementation status and effect are also discussed.

**Key Words:** inquiry-based learning, nature observation, natural resource, ICT, science education

## 1. はじめに

学習指導要領では、児童生徒自身が課題を設定し、その解決に取り組むような探究力の育成を志向している。そのためには、主体的で自由度の高い探究学習（村上, 2017）、児童生徒が自ら出会った「自分の」対象物に時間をかけて触れることができ、「自分の」気づきや疑問を得て、それにこだわって持つて追求することを可能にするような学習のための環境整備が必要である。特に、指導する教員自身が同様の主体的な探究を経験し、その意義や方法論を理解している必要があり、その機会を教員養成課程の中で提供することが重要であると考えられる。

学校や生活の中でふれあうような身近な自然は、自由度が高く主体的な探究的学習の場として、潜在的な重要性を持つと考えられる。そこには非常に多様な動植物が生息し、かつほとんどが学術的に未知の部分を持っているため、児童生徒が自身の興味関心に適合した対象と出合いやすいからである。

著者らは 2014 年以降、身近な自然を主体的に探究する能力をもった教員を養成する取り組みとして、京都教育大学藤森キャンパスの自然資源を、近年普及が進む ICT 機材等と組み合わせて授業に取り入れており、年々、授業の実施規模を拡大しつつ、内容の改善に取り組んでいる。本稿では、その主要な取り組みである①自由度の高い自然観察を取り入れた実習授業、②ハイスピード動画やフォトグラメトリ技術を活用した 3D モデリング等の ICT 教材作成を紹介し、その実施状況、成果、教育的効果を議論する。

## 2. 取り組み

### (1) キャンパスを活用した自由度の高い自然観察実習

#### 1) 目的と概要

身近な自然を自由に探索し、「自分が」対象物と出合い、その対象物への興味を得る／深める過程は、主体的で自由度の高い探究学習にもつながる重要なプロセスである。著者らは、教員養成課程の学生がこのプロセスを体験する機会として、学生主体の野外観察を授業に取り入れている。

これらの授業では、事前指導として観察対象、採集や撮影の方法、観察の制限時間、安全上の注意の説明などを行った後、原則 3 ～ 5 名の学生グループが自由にキャンパスを探索し、自由に選択した対象の観察・採集・撮影等を行っている。探索時間は原則 30 ～ 50 分間（熱中症リスクの高かった 2020 年の科目 B と科目 C では 15 ～ 30 分間に短縮した）で、その間は教員による支援等はない。

事後学習として、採集物や写真を用い、検索表や図鑑で調べた採集種リスト、冷凍あるいは乾燥標本、授業内での成果報告のプレゼンテーション、子ども向け「観察図鑑」、教材化を想定した樹種名の絵解き検索表などの成果物を作成している。

#### 2) 観察方法と事前指導

自然観察を取り入れたのは、京都教育大学教育学部の全学共通科目である科目 A、理科領域専攻の専門科目 B ～ E（表 1）である。このうち科目 B と C は実験科目であり、科目 A、C、D、E は生物に興味を持った学生が多く履修している。これまでの述べ参加者数は 525 名であり、ほとんどが理科

あるいは理系科目を専攻する学生であった。

表 1 自然観察実習を実施した科目とその詳細

| 科目<br>主な受講者層                    | 実施年月    | 受講者数 | 観察対象   | 主な成果物                   | 事後アンケート等 |
|---------------------------------|---------|------|--------|-------------------------|----------|
| 科目 A<br>理系を専攻する学生<br>生物に興味がある学生 | 2020.7  | 6 名  | 生物全般   | 生態写真撮影, 写真を使った観察図鑑の作成   | ○        |
| 科目 B                            | 2014.5  | 47 名 | 昆虫     | 冷凍標本と採集種リストの作成          |          |
| 理科領域専攻 1 回生                     | 2015.5  | 39 名 | 昆虫     | 冷凍標本と採集種リストの作成          |          |
|                                 | 2016.5  | 46 名 | 昆虫     | 冷凍標本と採集種リストの作成          |          |
|                                 | 2017.5  | 50 名 | 昆虫     | 冷凍標本と採集種リストの作成          |          |
|                                 | 2018.5  | 56 名 | 昆虫     | 冷凍標本と採集種リストの作成          |          |
|                                 | 2019.5  | 51 名 | 昆虫     | 生態写真の撮影, 冷凍標本と採集種リストの作成 |          |
|                                 | 2020.6  | 40 名 | 昆虫     | 冷凍標本と採集種リストの作成          |          |
|                                 | 2020.7  | 40 名 | 樹木     | 教材 (種名の検索表) の作成         |          |
| 科目 C                            | 2017.5  | 13 名 | 昆虫     | 乾燥標本と採集種リストの作成          |          |
| 理科領域専攻 2 回生                     | 2018.5  | 14 名 | 昆虫     | 乾燥標本と採集種リストの作成          | ○        |
| 生物に興味がある学生                      | 2019.7  | 14 名 | 昆虫     | 生態写真撮影, 乾燥標本と採集種リストの作成  | *        |
|                                 | 2020.6  | 12 名 | 昆虫     | 生態写真撮影, 生態写真を用いた観察図鑑作成  | ○        |
| 科目 D                            | 2017.11 | 24 名 | 秋の自然   | 成果発表会                   |          |
| 理科領域専攻 1-2 回生                   | 2018.10 | 25 名 | 秋の自然   | 生態写真撮影, 写真を用いた成果発表会     | ○        |
| 小学校を志望する学生                      | 2018.12 | 25 名 | 冬の自然   | 生態写真撮影, 教材 (ワークシート) 作成  | ○        |
|                                 | 2020.6  | 8 名  | 生物全般   | 生態写真撮影, 写真を用いた成果発表会     | *        |
| 科目 E                            | 2019.11 | 15 名 | 動物の冬越し | 昆虫やその痕跡の写真撮影            | ○        |
| 理科領域専攻 3-4 回生                   |         |      |        | 生態写真を用いた観察図鑑作成          |          |
| 昆虫に興味のある学生                      |         |      |        |                         |          |

事後アンケート等の略号は, ○: アンケート (無記名), \*: 自由記述 (記名)

実施年度等による違いはあるが, 各科目における野外活動は概ね次の通りである。

- ・生物全般や季節の自然をテーマとした観察 (科目 A, D, E)

事前指導では, 主体的な自然観察の意義を講義し, 野外観察では, 出会ったものをすべて観察するのではなく, 自分の興味を喚起する対象を選んで, 重点的に観察するように指導した。2017 年の科目 D をのぞき, 観察ツールとして, グループあたり 1 ~ 2 台, マクロ撮影機能 (「顕微鏡モード」) のあるデジタルカメラ (Olympus TG-5) にマクロ撮影用のフラッシュディフューザー (Olympus FD-1) を装着したもの (以下, デジタルカメラ) を配布した。デジタルカメラの操作方法の確認と, マクロ撮影の練習 (シャープペンシルの芯を最大倍率で撮影) を行った後で, 野外観察を開始した。

・昆虫をテーマとした観察（科目 B, C）

事前指導では、採集の際は安全のため昆虫に触れず、捕虫網（原則グループあたり 1 竿）や 50ml 遠心チューブ（原則一人あたり 3 個）を利用すること、飛翔中あるいは大型の昆虫だけでなく静止・歩行中や小型の昆虫にも注目すること、各グループが一定数の昆虫（原則グループの構成員数×3 種、ただし 2020 年は熱中症対策のため構成員数×1 種）を採集するよう指示した。また、2019 年度の科目 B および 2019 年度以降の科目 C では、発見種の生態写真も撮影するように指示し、グループあたり約 1 台のデジタルカメラを配布し、前述と同様に撮影練習を行った。

・樹木をテーマとした観察（2020 年度科目 B）

事前指導では、植物の基本的体制について講義した後、キャンパスの 26 種の樹木の種名とシュートの概形、およその生育位置を示した資料を配布した。参加者には、26 種のうちの 15 種以上を見つけ、それぞれの種を他の種から見分けるための特徴を発見し、スケッチや写真として記録するよう指示した。余裕があれば、26 種以外の種も探索・同定するよう指示した。

### 3) 観察の事後学習

・生物全般や季節の自然をテーマとした観察（科目 A, D, E）の事後学習

デジタルカメラを用いなかった観察（2017 年度の科目 D）では、各グループが観察の成果をまとめ、口頭発表した。一方、デジタルカメラを用いた観察（科目 A, 2018 年度以降の科目 D, 科目 E）では、ICT を用いた教材の事例についての講義を受けたうえで、指導者による作例（図 1）を参考にして、撮影した写真を使った子ども向けの「観察図鑑」を作り、他の参加者に向けて発表した。ただし、「観察図鑑」の代わりとして観察結果を活用した小学校理科向けのワークシート作成（2018 年度 12 月の科目 D）や写真を用いたプレゼンテーション（2020 年度の科目 D）を実習することもあった。いずれの場合でも、発見種は種名不詳のままで良く、〇〇のなかま、〇〇で見付けた生物、〇〇な生物と表記すれば良いこととした。

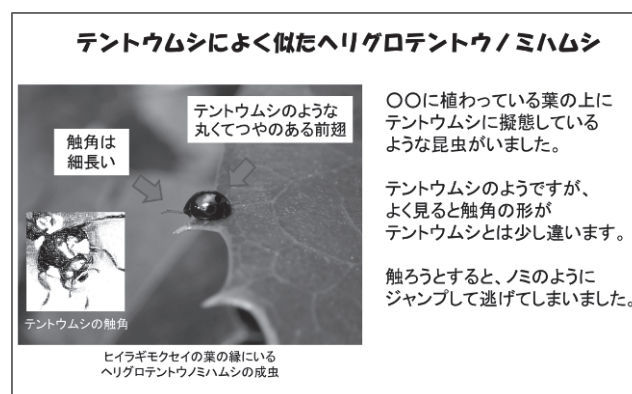


図 1 参加者に示した「観察図鑑」の作例

・昆虫をテーマとした観察（科目 B, C）の事後学習

参加者は、ルーペ（8～15 倍）、実体顕微鏡、デジタルカメラの顕微鏡モード等で採集種を観察し、「昆虫の目や亜目名の検索表」（田中，1998 をもとに今井が作成したもの）の記述と照らし合わせて、

目名・亜目名を検索した。指導者はその際、観察のポイントや検索キーの解説など、積極的な支援を行った。目名・亜目名の検索が終わったグループは、ポケット図鑑一式（海野，2013；槐ら，2013ab；木野田，2006；黒沢ら，2006；福田ら，2005）を受け取って、絵合わせで種を同定した。ただし、昆虫類の種同定は通常困難であるので、図鑑から最も類似した種を選んだ。種同定の後、マイクチューブ等の容器に採集種を入れ、標本ラベルを貼って冷凍標本として保管した。

科目 C の参加者は、目名・亜目名・種名の同定後、結果を他の参加者と共有した。また、採集した昆虫の一部を用いて、乾燥標本制作（展翅，展足）を実習した。2020 年度には、前述と同様の子ども向け「観察図鑑」も制作し、他の参加者に発表した。

#### ・樹木をテーマとした観察（2020 年度の科目 B）の事後学習

参加者は、自身が観察した樹種について、種名を調べるための検索表を作成した。参加者は、検索キーとなる特徴を、自身が観察・記録した形態の特徴から自由に選択し、オリジナル性の高い検索表とするよう指導を受けた。また指導者は、検索キーを写真やスケッチ等で説明し、視覚的な理解が可能な「絵解き検索表」とすることを提案した。

## 4) 結果

#### ・生物全般や季節の自然をテーマとした観察（科目 A，D，E）

参加者は、デジタルカメラを用いた野外観察（2017 年度以降）では生態写真を活発に撮影した（延べ 272 の被写体について 627 枚<sup>1)</sup>）。参加者は、これらの写真や観察記録を用いて、観察図鑑（図 2）、発表スライド、小学校理科向けワークシート（図 3）の制作と発表を行った。

観察後、無記名式のアンケート（2020 年度の科目 A，2018 年度の科目 D，2019 年度の科目 E）あるいは、記名式の感想文作成（2020 年の科目 D）を実施した。



図 2 参加者が作成した「観察図鑑」の例（すべて科目 E の受講生の作品）

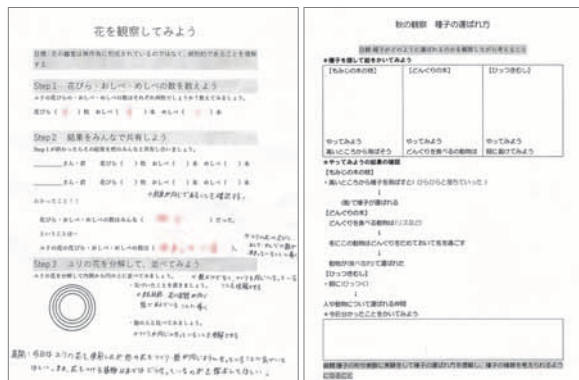


図 3 科目 D（2018 年度）の参加者が作成した教材（ワークシート）の例

事後アンケートから、参加者がデジタルカメラの導入を肯定的に評価していることがわかった。5件法<sup>2)</sup>で、最も肯定的な回答が32.6% (科目A, D, Eがそれぞれ, 1, 5, 9名), 次に肯定的な回答が47.8% (5, 11, 6名)を占めた。普通は15.2% (0, 7, 0名), 否定的な回答は4.3% (0, 2, 0名)に留まった。記名式の感想文でも、デジタルカメラの有用性への言及が見られた (8名中5名)。

野外観察の後、参加者の自然や生物への興味や関心は高まっており、事後アンケートでは、「高まった」が32.6% (A, D, Eそれぞれ, 2, 5, 8名), 「やや高まった」が63.0% (3, 19, 7名)を占めた。一方、「変化なし」が4.3% (1, 1, 0名)で、「やや低くなった」や「低くなった」の回答は無かった。変化の理由を問う自由記述欄 (2020年度の科目A) には、「デジタルカメラで観察すると、肉眼で消えないミクロの世界が観察できた」、「授業なので、普段なら観察しようとしなかったものを観察できた」などが記入されていた。記名式の感想文でも、興味や関心の高まりを具体的に説明した記述が多かった (8名中6名)。

事後アンケートで、参加者の印象に残った観察対象とその理由を問うたところ、「デジタルカメラで細部まで拡大すると肉眼とは違う姿が観察できたから」(ゾウムシ, ダンゴムシ, アリ, ヌスビトハギ等), 「行動や生態を観察できた」(アメンボ, オカダンゴムシ, ハナグモ, アリ等), 「普段は接点がないものだが、授業では興味がわくまでじっくり観察できた」(オオムカデ, ジョロウグモ, ハナグモ), 「上手く発見・撮影できた」(マツの種子, イロハモミジ, カ, アブラムシ等)等の回答があった。

2019年度の科目Eの事後アンケート (回答数13, 無回答2) で満足度を質問したところ、野外観察に対する参加者の満足度は高く、「満足」が60.0% (9名), 「やや満足」が40.0% (6名)を占め, 「普通」, 「やや不満」, 「不満」と回答した参加者はいなかった。観察図鑑作成に対する満足度も高く, 「満足」が46.2% (6名), 「やや満足」が38.5% (5名), 「普通」が15.4% (2名)を占め, 「やや不満」, 「不満」と回答した参加者はいなかった。

#### ・昆虫を対象とした観察 (科目B, C)

ほとんどのグループが指定された数の昆虫を採集でき, 目名・亜目名を正しく同定し, 標本作製できていた。教室での昆虫の取り扱いの際に悲鳴を上げるなど, 昆虫に対する忌避感を強く表出させた参加者は, ほとんどいなかった。著者らは過去の科目Bと科目Cの標本や生態写真の再同定を進めており (2020年8月27日時点), 少なくとも92種が科目B, 46種が科目Cで参加者の手で採集されていたことが判明している。

参加者による生態撮影も活発に行われ, 延べ170の被写体について339枚の生態写真<sup>3)</sup>が撮影された (図4)。広範な昆虫が撮影対象となっており, ガルの幼虫 (ウメエダシャク) やガガンボ類 (キイロホソガガンボ) のような日常では関わりのない昆虫や, 森林性のゴキブリ類 (モリチャバネゴキブリ) などにも及んでいた。

野外観察の結果を評価するため, 2020年度の科目Cで無記名のアンケートを実施した。参加者はデジタルカメラの機能や写真の写りを肯定的に捉えており, 「満足」が41.7% (5名), 「やや満足」が50.0% (6名)であったが, 「やや不満」の回答もあった (8.3%, 1名)。ほとんどの参加者が, 昆虫への興味や親しみの高まりを感じた (全12回答のうち「高まった」3名, 「やや高まった」8名) が, 「低くなった」 (1名) との回答もあった。変化の理由を問う自由記述欄には, 高まった・やや高まった理由として「同定作業が面白い」 (1件), 「これまで野外観察を体験してこなかったから」 (1件), 「形

態を上手く撮影しようと工夫する中で観察を深めることができたから」(2件),「肉眼で観察できない細部をしっかりと観察できたから」(3件)などが記述された。一方,興味や親しみが低くなった理由としては,「元々あった忌避感が,近くで観察することで増幅された」(1件)が記述された。

また,印象に残った被写体とその理由を問う自由記述欄には,「肉眼ではよく見えないものを発見・観察できたから」(イトカメムシ, カマキリ),「美しい／見慣れない姿を観察できたから」(マルカメムシ, キマワリ, カノコガ),「うまく撮影できたから」(ニクバエ)が挙げられた。観察図鑑作成とその発表の感想としては,「他の参加者の図鑑を見るのが楽しかった」のような閲覧者としての記述が多かったが,「他者に面白さを伝えようと工夫する楽しさがあった」のような作成者としての記述も12名中2名で見受けられた。

2018年度の科目Cの事後アンケートは,ICT機器を活用した自然観察への意識を問う一問のみであったが,ここでも肯定的な回答が得られた。5件法の質問に対し14の回答があり,「今からでもぜひICTを活用したい」が42.9%(6件),「機材の貸与などの支援を受けられるなら活用したい」が57.1%(8件)であった。「現在はICTの必要を感じないが今後必要を感じたときには活用したい」,「ICTには使用するほどの有用性を感じない」,「ICTは使用しない方が良い」の回答はなかった。

2019年度の科目Cについての記名式の自由記述も,概ね肯定的な内容であった。採集や撮影については,難しさ(78.6%,14名中11名)の記述も多いものの,工夫と達成感(78.6%,14名中11名),楽しさ(28.6%,14名中4名),身近に多くの昆虫が生息していることへの気づき(35.7%,14名中5名)が記述された。ただし,一部で昆虫への怖れ(7.1%,14名中1名)も記述された。同定作業については,同じく難しさ(57.1%,14名中8名)の記述も多かったが,工夫と達成感(64.3%,14名中9名)や楽しさ(35.7%,14名中5名)などの記述も多かった。ICT(画像共有等)による授業展開については,ICTの有用性を感じたという記述が78.6%(14名中11名)を占めていた。

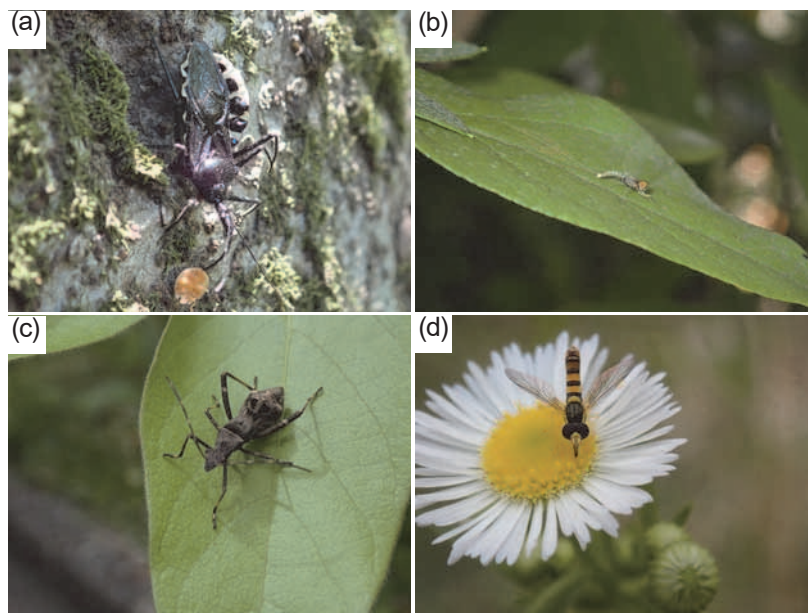


図4 参加者による昆虫の生態写真の例

(a) テントウムシ類を捕食するヨコズナサシガメ(2019年度科目B), (b) 植物体上で静止するウデマギリコカゲロウ(2019年度科目B), (c) アリに擬態したホソヘリカメムシの幼虫(2020年度科目C), (d) ハチに擬態したヒラタアブの一種(2019年度科目C)

#### ・樹木をテーマとした観察(2020年度の科目B)

多くの参加者が15種以上の種を見つけ(平均18.89種,最小7種,最大27種),写真撮影やスケッ

チを行っていた。すべての参加者が、それらを用いた検索表を作成することができた。

多くの検索表では、授業で解説した形態用語を検索キーとして活用できており、特に葉の形態（単葉／複葉、針葉／広葉など）、葉脈の形状（羽状脈・三行脈・掌状脈など）、葉序（互生／対生）、葉縁の形状（鋸歯縁／前縁）がよく用いられていた。一方、少数ながら独自に考案した検索キー、例えば、樹高、葉の硬さ・色・光沢、葉面の毛の有無、葉をちぎったときの匂い、枝の棘の有無、果実の色・形状、花の色、節間長（葉がつく間隔）を用いた検索表も作成されていた。

多くの検索表は、検索キーとなる特徴をイラストで説明した「絵解き検索表」になっており、児童生徒による使用が想定されていた（図5）。

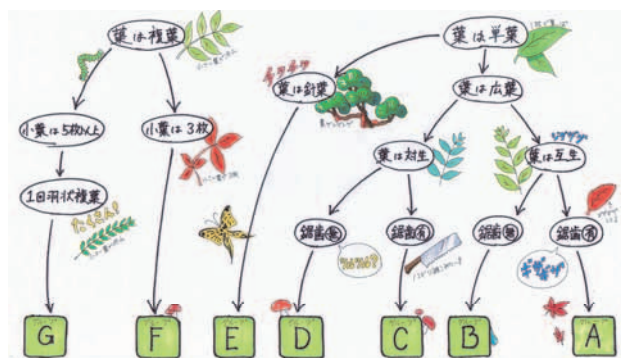


図5 参加者が作成した絵解き検索表の例（2020年度科目B）

## 5) 考察

著者らは、学生の主体的で自由な探究学習につなげる学びとして、自由度の高い野外観察を取り入れた授業を複数科目で展開した。いずれの科目でも、多様な種の採集種リスト・標本・生態写真、生態写真を活用した発表スライドや子ども向け「観察図鑑」、小学校理科での教材利用を意識したワークシート、スケッチや形態学の知識を活用した絵解き検索表など、十分な成果物が得られており、指導者の介入を控え、自由度を高めた活動においても、質の高い自然観察が実現できたことがわかる。

また、参加者のほとんどが、自然や生物への親しみや興味が高くなったと感じ、成果発表から満足感を得ていた。加えて、授業という場があることと、マクロ撮影に特化したデジタルカメラという新しいツールが提供されたことにより、日常ふれあうことのない自然物を観察する機会がうまれたと感じ、そのことを肯定的に評価していた。対照となる事例がなく、事後の追跡調査も実施されていないものの、自由度の高い自然観察により、当初目的である「主体的かつ自由に自然を観察しようとする態度の育成」が実現できる可能性があり、さらなる実践とさらに綿密な事後調査による検証を行うべきであると考えられる。

これらの活動で良好な成果が得られた要因としては、① 多様な観察対象が存在するキャンパス環境、② ICT機器の導入などによる観察・コミュニケーションのツール提供、③ 専門的知識を持つ教員による適度の支援、④ グループ活動・教材作成・発表会が動機付けとして機能したことが挙げられる。さらに高度な教員養成を進める上では、上記の4要因に留意する必要があると考えられる。

## (2) キャンパスの自然物を活用した ICT 教材製作

### 1) 概要と目的

理科教育においては、自由かつ主体的に自然を観察し、実物の探究から学ぶことが重要であるが、理科に関わる教員自身にとっては、それに加えて、実物の探究から授業や教材への着想を得て、その着想を教育に活用する実践的能力が重要である。

これまで著者らは、主に大学院生を対象として、キャンパスの自然物から主体的に素材を選び、フォトグラメトリーによる 3D モデル構築や、ハイスピード動画、タイムラプス動画等の ICT を活用して、教材化を行う取り組みを展開してきた。本章では、大学院授業および自主的な課外学習として行われた取り組みについて紹介し、その実施状況や効果について考察する。

### 2) 活動の展開

#### ・大学院授業における取り組み

京都教育大学理科教育専修の授業（2018 年度、2019 年度の科目 F）において、「植物」を対象とし、既知の知見ではなく、実物の自発的な観察や実験、仮説、検証、考察の繰り返しによって得た「自分の」知見を用いて、自分なりの視点からの教材研究を行うことを目標として実習を行った。参加者数は 2018 年度 3 名、2019 年度 3 名であり、全員が生物に興味を持ち、教員志望も高かった。全 15 回の授業の 10 回において本活動を行った。

第 1 ～ 2 回講義で指導者によるオリエンテーションを行い、参加者にどのような種や現象に興味を持っているかを列挙させた。参加者は、それに基づいて教材作成のテーマを考え、クラス内で発表し、ディスカッションを行った。以降の授業では、各自のテーマについてキャンパスの探索、材料の観察と収集を行い、教材化に取り組んだ。指導者は直接的な支援を控えたが、植物の育成環境の提供、学校教科書で触れられていない植物学の知識の提供、ICT 機器を含む観察・実験ツールの提供<sup>4) 5)</sup> と使用法の指導については積極的に支援した。

授業回数がおおよそ半分に至った時点で、中間発表会を実施し、成果報告と意見交換を行った。その際、限られた時間内で形のある成果を得られるよう、進捗状況に応じた支援を行った。

最終日の発表会では、各自が教材報告と活用法の提案を行い、ディスカッションを行った。また、活動の総括として、本活動の感想や教育への ICT 活用について記名式で自由記述させた。

#### ・課外活動における 3D モデル構築の取り組み

生物学に関連した学部授業や大学院授業において、著者らが作成した ICT コンテンツ（3D モデル、ハイスピード動画、タイムラプス動画、マクロ撮影した生態写真）を紹介し、それらに興味を示した受講生に対して、課外における 3D モデル制作とその教材化への参加を呼びかけた。

著者らは、参加者に聞き取りを行い、各自の興味対象を確認したうえで、キャンパスで素材を探索するよう示唆し、必要に応じて、素材収集の補助、生物標本の作成法指導などの支援を行った。3D モデル構築<sup>4)</sup>については、制作環境の提供および製作法の指導を行った。また、撮影と 3D モデル構築の過程には、指導者が極力随伴して、対象物の特徴や教材活用法について参加者と話し合った。

### 3) 結果

#### ・大学院授業における取り組み

6名の参加者が、各自の活動テーマ（表2）について教材開発に取り組み、一定の成果（図6abなど）をあげ、最終発表を行った。

本活動では、参加者に「植物」というキーワードのみを提示し、自身の興味・関心をベースにテーマを選ばせる形で開始したが、教材作成という動機付けがあったこともあり、活動が停滞することもなく、終始、意欲的な取り組みが行われた。

活動は、参加者主体、あるいは参加者と教員の対話によって進行した。一例として、3Dモデル作成では、教員と参加者が対話、試行錯誤しながら、モデルの精度を上げる工夫——撮影時にレンズをf16以上に絞る、撮影感度をできるだけ低く設定する、リモートスイッチによりシャッターを操作することでカメラの振動を抑える、照明を拡散させるために標本の周囲に自作の紙製ディフューザーを設置するなど——を考案し、3Dモデルの高精度化を行った。

表2 科目Fにおける参加者の活動テーマと目標

| 活動テーマ         | 活動目標                          | 成果コンテンツ                       |
|---------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 松ぼっくり         | 形態をクラスで観察・共有<br>できるような3Dモデル制作 | 松ぼっくりの3Dモデル（図6a） <sup>④</sup> |
| 身近なコケ類        | 身近なコケを用いて、コケの生活環を理解するプログラムの考案 | コケ類のマクロ生態写真・原糸体と孢子体の顕微鏡写真     |
| 葉の色変化         | 紅葉等のしくみの、組織学的観察プログラムの考案       | 多様な葉の切片の顕微鏡写真                 |
| コケ・シダ・裸子・被子植物 | 4グループを組織的に比較観察するプログラムの考案      | 生殖器官・葉状期間・通洞組織の切片の顕微鏡写真       |
| 種子発芽          | 単子葉植物と双子葉植物の発根過程を比較可能なコンテンツ制作 | 発根のタイムラプス動画（図6d） <sup>⑤</sup> |
| 植物の動き         | 植物の動きやそのしくみを実感・観察するためのコンテンツ制作 | 多様な条件下でのオジギソウの葉の動きの観察動画       |

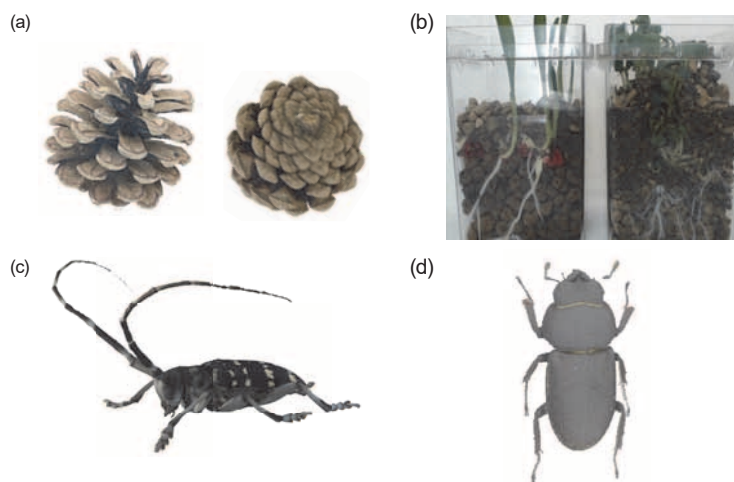


図6 科目F(a, b), および課外活動(c, d)の参加者が作成したコンテンツ  
(a) 松ぼっくりの3Dモデル, (b) トウモロコシ(左)とハツカダイコン(右)の発根過程(動画より抜粋), (c) ゴマダラカミキリの3Dモデル, (d) コクワガタのメスの3Dモデル

最終発表会後の自由記述では、「自分の興味や希望に基づいて活動したことが、活動の楽しさと、対象の深い観察・理解につながった」、「自分でコンテンツをつくることで自己有用感が高まった」、「作品（教材）をほめてもらえると自己肯定感も高まった」との意見が多く、教員養成の場でこのような取り組みを行うことの意義が再確認された。また、「教育的意義があるのは、自身が ICT コンテンツを作る探究的活動であり、他者の作成したコンテンツを見ることはそれほど重要ではない」、「自身が関わって作成した教材であれば、それを見せることで学習が成立する」という、教員や児童生徒の「自分の」観察や経験の重要性についての記述も見られた。

学校における ICT 教材導入についての記述としては、「本物を用意する手間が省け、多くの種類を見せられる」、「個人の観察技術に依存しない観察を実現できる」、「観察結果の全体共有、時系列に沿った説明や経時的な観察が容易となる」などの肯定的な感想だけでなく、「現職教員にとっては、3D 作成は時間的・技術的に大変であり、技術進歩や環境整備が必要」、「本物を触って分かること（重さ、質感、匂いなど）を伝えるため、本物を体験することも必要」、「3D で生物を動かすことには、現状では新奇性があるが、将来は当たり前になる。「すごい」「面白い」で終わらせない工夫が必要」、等の教育現場を想定した記述が多く見られた。総論として、ICT 教材を学ぶことで実物からの学びも深まるような、相補的な学習のあり方を模索すべきであることが確認された。

#### ・課外活動における 3D モデル制作の取り組み

2017 年度以降、のべ 7 名（大学生 5 名、大学院生 2 名）の参加者を得て、ゴマダラカミキリ（図 6c）、コクワガタ（図 6d）や、チャンチンモドキの果実、ムクロジの果実、クロオオアリの大型ワーカー個体、ツマグロヒョウモンの成虫、ナミアゲハの灰色型蛹と緑色型蛹、アブラゼミの抜け殻、シロテンハナムグリなどの 3D 化に取り組んだ。

活動内の対話により、写真の被写体以外のマスキング、自動撮影機能付き回転台の導入、ソフトウェアの「マーカー」機能の活用、撮影時の照明の工夫、ソフトウェアの新機能のいち早い理解と活用など、多くの改善が行われ、クロオオアリの脚やツマグロヒョウモンの翅の様な微細な構造や、半透明で光沢があるアブラゼミの複眼などの困難な被写体を、一定の精度で 3D モデル化できた。

ある程度完成度の高いモデルは、すでに参加者の手で活用されており、例えば、チャンチンモドキの果実の 3D モデルは京都教育大学の児童向けのイベントに、ゴマダラカミキリの成虫の 3D モデルは高校での出前授業に用いられた。またクロオオアリの 3D モデルは、昆虫の身体の一般的な体のつくり（脚の 5 つの節）の観察や、体のつくりの特殊化（胸部の一部が真の腹部の第一節（前伸腹節）であること、見かけの胸部と腹部の間に腹柄節が存在すること）などの探究的学習などに活用できるものと考えられた。

#### 4) 考察

本章で紹介した活動は、理科教員を目指す学生が自然物を自由に探究し、学んだことを授業や教材に結びつけることを企図していた。すでに述べたように参加者が主体的、意欲的な活動し、十分な成果物が得て、各自の活動や ICT 教材活用についての活発に議論したことは、上述の狙いがある程度達成されたことを示すと考えられる。また、事後の自由記述からも、参加者は、探究活動のインセンティブである教材開発を意識しすぎることなく、自然物の探究自体の面白さと、「自分の」探究を通じて教材を開発することの重要性をバランス良く理解していることが読み取れた。

また活動の過程からは、自然物そのものだけでなく、実験方法の改良、観察や撮影方法の発見と習得、ICT コンテンツ作成のためのソフトウェアの活用法の発見と習得など、多面的な探究を伴った学習が成立していることが読み取れた。

### 3. まとめと展望

本稿に紹介した活動では、本学の豊かな自然と近年普及の進む ICT 機材を組み合わせ活用することで、「自分で」観察・探究し、「自分で」授業や教材を開発できる教員の養成を目指し、一定レベルの成功を収めた。今後は、同様の実践を継続しつつ、授業内容の深化と環境整備、教育効果を確認するための事後調査等を進める必要がある。また、本稿では報告しなかった児童・園児向けの自然観察会への学生参画を通じた教員養成や、今回の主対象でなかった理科を専攻しない小学校教員（等）志望者へのアプローチについても検討を進めたい。

### 注

- 1) 2019 年度の科目 A:55 の被写体について 149 枚、2018 年度の科目 D:49 の被写体について 108 枚、2020 年度の科目 D : 80 の被写体について 161 枚、科目 E : 88 の被写体について 209 枚。
- 2) 2020 年度の科目 A, 2018 年の科目 D:写真や動画の写りの満足度を「満足」、「やや満足」、「普通」、「やや不満」、「不満」で回答;2019 年度の科目 E:デジタルカメラの有用性を、「予想外に役だった」、「ある程度役だった」、「普通」、「あまり役に立たなかった」、「役立たなかった」で回答。
- 3) 2019 年度の科目 B : 延べ 36 の被写体について 51 枚、科目 C : 87 の被写体について 223 枚 (2019 年度)、47 の被写体について 155 枚。
- 4) 3D モデル構築 : 対象を回転台に設置し、回転により撮影角度を変えながら、マクロレンズ (DFA MACRO 100mmF2.8, Pentax 製) を装着したミラーレス一眼レフデジタルカメラ (K-01, Pentax 製) で撮影し、それらの写真をフォトグラメトリ用のソフトウェア (Photoscan 1.4, Agisoft 製) を用いて 3D モデル化し、3D-PDF 形式で保存した。
- 5) タイムラプス動画 : 対象を Logicool 製の C922 ウェブカメラを用いてインターバル撮影し、それらの写真を iMovie (Apple 製) で動画化することで作成した。

### 謝辞

京都教育大学の学生諸君には、本活動への理解と協力、活動成果の掲載許可、研究上の様々な示唆など、多くのご助力をいただいた。厚くお礼申し上げます。京都教育大学教育学部理学科の皆様には、物心両面にわたってご支援をいただいた。厚くお礼申し上げます。本活動は、平成 30 年度および平成 31 年度の京都教育大学教育研究改革・改善プロジェクト経費の助成を受けて実施された。

### 参考文献

- 海野和男（2013）『フィールドガイド 身近な昆虫識別図鑑』誠文堂新光社
- 槐 真史（編）伊丹市昆虫館（監修）（2013a）『日本の昆虫 1400（1）チョウ・バッタ・セミ』文一総合出版
- 槐 真史（編）伊丹市昆虫館（監修）（2013b）『日本の昆虫 1400（2）トンボ・コウチュウ・ハチ』文一総合出版
- 木野田君公（2006）『札幌の昆虫』北海道大学図書刊行会
- 黒沢良彦（2006）『甲虫』山と溪谷社
- 田中和夫（1998）『屋内害虫の同定法（1）昆虫類の目の検索表』家屋害虫 20, pp.109-128
- 福田晴夫・山下秋厚・福田輝彦・江平憲治・二町一成・大坪修一・中峯浩司・塚田 拓（2005）『昆虫の図鑑採集と標本の作り方』南方新社
- 村上忠幸・向井大喜（2017）『新しい時代の理科教育への一考察（5）』京都教育大学教育実践研究紀要 17, pp.217-226

