

授業「アゲハチョウの不思議を探る」から見えるもの

村上 忠幸

What Can Be Found from the Lesson "Exploring the Wonders of Swallowtail"

Tadayuki MURAKAMI

教職キャリア高度化センター教育実践研究紀要

第4号（2022年1月）

Journal of Educational Research
Center for Educational Career Enhancement

No.4（January 2022）

授業「アゲハチョウの不思議を探る」から見えるもの

村上忠幸

(京都教育大学教育学部)

What Can Be Found from the Lesson "Exploring the Wonders of Swallowtail"
Tadayuki Murakami

2021年8月30日受理

抄録：授業「アゲハチョウの不思議を探る」は、アゲハチョウのメス成虫がミカン科植物の味（成分）を頼りに産卵行動をするという化学生態学の研究を背景として、2004年に産声をあげた。その後、継続的に改良が繰り返され完成度を高めるとともに、様々な理科教育的知見を生み出してきた。本稿では、1つの授業を徹底的に磨きあげ、進化させることによって見えてくる授業開発の意義と成果について考察する。

キーワード：アゲハチョウの不思議を探る、アゲハソウネットワーク、授業開発、アゲハ草、ヘンルーダ、真正性

I. はじめに

授業「アゲハチョウの不思議を探る」は筆者が、2004年から主に小学校3年生を対象として実施してきた授業である。この授業は、化学生態学という自然科学の一分野におけるアゲハチョウの産卵刺激物質の研究（村上、2003）を背景としている。筆者が携わってきたその研究の経験と知見をもとに、理科の授業づくりの様々な要素を傾注し、改良に改良を重ねてできたいわゆる傑作授業である。

本授業実践は2つの取り組みと要素から構成されている。一つは「アゲハソウネットワーク」と称するアゲハチョウの飼育のためのキット（植物と卵）の学校への提供である。もう一つは「アゲハチョウの不思議を探る」という出張授業の実施である。

「アゲハソウネットワーク」は2007年から主に小学校3年生の理科の学習に関わる連携事業として、筆者の理科教育研究の一環として実施してきた。例年4月下旬よりアゲハチョウの食草であるアゲハ草（ミカン科植物、*Ruta graveolens*（和名：ヘンルーダ））を小学校等に送り（1班当たり1株、栽培業者から宅配便で）、児童が栽培し観察した後、6月初旬からナミアゲハ *Papilio xuthus* の卵を送り飼育して成虫に育てるものである。また、その中のいくつかの学校には出張授業「アゲハチョウの不思議を探る」を実施する。このような取り組みは、はじめのうちは筆者の個人レベルの研究として大学・学校教員と連携して遂行してきたが、2012年度より、教員養成大学の役割・機能として多くの教員、学生等が関わり発展させることが必要と考え、大学レベルの組織的なプロジェクト（教育研究改革・改善プロジェクト）としても継続・発展させてきた。

本稿では授業「アゲハチョウの不思議を探る」をめぐって、その実践の経過を概観し、そこから見える理科学習、探究学習の授業づくりに必要なエッセンスについて考察する。

II. 授業の概要

1. アゲハチョウ飼育キットの開発とアゲハソウネットワーク

アゲハ草は、筆者の恩師である本田計一（元広島大学大学院生物圏科学研究科）が見出し、その名を命名したものである。アゲハチョウ幼虫の飼育にはウンシュウミカン、レモン、サンショウなどのミカン科植物の生葉を餌とするが一般的である。小学校3年生、春の理科学習のメインはチョウの学習であるが、一般にはキャベツな

どアブラナ科植物を餌としてモンシロチョウを対象とした飼育・観察が行われている。本田と筆者は、2005 年頃から小学校ではほとんど行われていないアゲハチョウの飼育実現を目指して、それに適した植物の探索をはじめた。栽培が容易で安全、安価な条件を満たすいくつかのミカン科植物を試したが、実用に適した植物は見つからなかった。2006 年、本田がホームセンターで販売されているヘンルーダにアゲハチョウの幼虫が定着しているのを見つけ、それがきっかけとなってヘンルーダを用いたアゲハチョウ飼育キットの実用化が叶い、2007 年春から主に小学校に供給を開始した。本飼育キットは、アゲハチョウの食草としてミカン科植物のヘンルーダ *Ruta graveolens* とナミアゲハ *Papilio xuthus* の卵（あるいは幼虫）で構成されている。また、飼育キットを提供した小学校では「アゲハチョウの不思議を探る」と題した授業を行っている（後述）。なお、本飼育キットでは、ヘンルーダに通称を与え「アゲハ草」と命名し、それを用いている。そのような活動は 2008 年頃から活況を呈し、アゲハソウネットワークとして広がった。2010 年 2 月には「アゲハチョウサミット」（本学）、8 月には日本理科教育学会全国大会（山梨）にて課題研究「アゲハソウネットワークの構築」として形をなしている（村上，2010）。なかでも授業「アゲハチョウの不思議を探る」については、小学校の先生の意見をフィードバックし、常に改善を行い、質的に高いものになるように努めてきた。

2. 取り組みの経過と状況

(1) アゲハ草の提供および授業実施

・アゲハチョウの飼育

4 月下旬～7 月下旬（村上自宅および理科教育研究室）、成虫で約 100 匹（ピーク時）程度

・アゲハ草の供給

5 月上旬～6 月上旬 西条緑化造園株式会社（東広島市）から宅配便で送付。この際、飼育マニュアル（例えば、村上，2021 を参照）を同梱

例：3 年生 3 クラス，1 クラス 6 班の場合，18 鉢

・アゲハチョウの卵の供給

6 月上旬～中旬 アゲハ草の提供株数×1.5（個）の卵を郵送にて送付

例：アゲハ草 18 鉢の場合， $18 \times 1.5 = 24$ 個，採卵後 5 日程度で孵化するので，採卵後即投函

・授業「アゲハチョウの不思議を探る」実施

6 月上旬～7 月中下旬 アゲハ草による飼育実施を条件に，学校からの依頼に個別に対応

(2) アゲハ草の供給実績

2007 年：400 株，小 14 校・中 2 校

2008 年：800 株，小 24 校，中 2 校

2009 年：1000 株，小 29 校，中 2 校，養護学校 1

2010 年：600 株，小 18 校，中 1 校，高 1 校，養護学校 1 校，大学 2 校，幼稚園 1 園

2011 年：500 株，小 22 校，中 2 校，大学 3 校

2012 年：750 株，小 32 校，中 1 校，大学 3 校 教育研究改革改善プロジェクト

2013 年：720 株，小 26 校，中 2 校，大学 2 校 教育研究改革改善プロジェクト

2014 年 640 株 小 31 校，中 1 校，大 2 校 教育研究改革改善プロジェクト

2015 年	580 株	小 30 校, 中 1 校, 大 2 校	
2016 年	490 株	小 24 校, 中 1 校, 大 2 校	教育研究改革改善プロジェクト
2017 年	470 株	小 23 校 中 1 校 大 1 校	教育研究改革改善プロジェクト
2018 年	470 株	小 23 校 中 1 校 大 1 校	教育研究改革改善プロジェクト
2019 年	530 株	小 27 校 大 1 校	教育研究改革改善プロジェクト
2020 年	390 株	小 20 校 中 2 校 大 1 校	教育研究改革改善プロジェクト (コロナ禍で減少)
2021 年	450 株	小 22 校 大 1 校	教育研究改革改善プロジェクト

(3) 授業「アゲハチョウの不思議を探る」実施状況

以下に、2004 年～2021 年の授業の実施状況を示した。2004 年は筆者の子が小 3 となり、その小学校にお願いして、はじめての授業が実現した。この経緯については拙著「ワンダフル・バタフライ」(本田・村上, 2005)に詳しく示した。これがきっかけとなって今日に至る授業実践がはじまった。これは、それまで小学校での授業経験がなかった筆者にとって、本授業を小学校の先生の評価に耐え、さらに模範的となる質の高いものに高めていく授業開発の長い道のりのはじまりでもあった。2006 年、兵庫教育(村上, 2006)に授業「アゲハチョウの不思議を探る」について紹介する機会があり、出張授業を募ったところ小学校 1 校から依頼が来た。その実践から口コミで一気に評判が広がり、2007 年から多くの学校から依頼が来るようになった。その後、授業改善に取り組み 2012 年には今日の原型となる授業内容(村上, 2011)ができた。

以下に出張授業の状況を示した。各年度のコメントには近畿圏以外の実施校、大規模実施についても記した。

2004 年 6 月はじめて小学校 3 年生にアゲハの授業(姫路市立妻鹿小学校)

2005 年 実施なし

2006 年 5 月「兵庫教育」に紹介、6 月依頼されて小学校 3 年生にアゲハ授業(たつの市立小宅小学校)

2007 年 6 月 26 日～7 月 17 日 6 校, 8 回 アゲハソウネットワークの開始

2008 年 6 月 23 日～7 月 10 日 15 校, 27 回

2009 年 6 月 10 日～7 月 17 日 14 校, 33 回 刈谷市立亀城小学校で実施

2010 年 6 月 19 日～9 月 30 日 12 校, 27 回 東京都北区立滝野川小学校で実施, アゲハソウサミット

2011 年 5 月 28 日～7 月 30 日 28 校, 47 回 文化パルク城陽(5.28) 幼稚園児, 保護者 200 人を対象

2012 年 6 月 14 日～9 月 7 日 25 校, 48 回 教育研究改革・改善プロジェクト開始, 出張授業の原型が完成

2013 年 6 月 11 日～8 月 19 日 28 校 54 回

2014 年 6 月 5 日～7 月 16 日 31 校 58 回 宇治市立伊勢田小 6 年 114 人 12 班(7.12, 京都新聞記事)

2015 年 6 月 16 日～7 月 9 日 15 校 24 回 日本理科教育学会全国大会(8 月 1, 2 日)により実施数縮小

2016 年 6 月 8 日～7 月 12 日 23 校 52 回

2017 年 6 月 8 日～7 月 12 日 24 校 51 回 吉備中央町立下竹荘小学校で実施

2018 年 6 月 12 日～7 月 14 日 24 校 58 回 本授業の真正性の示唆(小家石・村上, 2020)

2019 年 6 月 12 日～7 月 17 日 25 校 53 回

2020 年 6 月 8 日～7 月 16 日 13 校 19 回 コロナ禍により実施数が減少

2021年6月14日～7月17日 20校 36回

(4) 授業「アゲハチョウの不思議を探る」の実践

本授業の特徴と魅力は、以下の点にある。

- ・アゲハチョウの成虫、幼虫、蛹のホンモノに触れることができる。
- ・アゲハチョウの生活環についてホンモノに触れながら体感できる。
- ・アゲハチョウの飼育を体験できる。特に成虫の給餌を砂糖水で体験できる。
- ・産卵行動の化学的な根拠について探究的に迫ることができる。
- ・メス成虫の人工葉への産卵シーンを目の当たりに観察することができる（これは日本では筆者だけができる）。

これらの特徴をいずれの授業でも、コンスタントに実現するためには、飼育に対するスキルと経験に基づく注意深い取り組みが必要である。この点については、本授業を実践する筆者以外の教員、学生には一定の飼育経験を要求している。なお、ミカン葉メタノールエキスについては筆者が随時、抽出・分離して提供している。

① 準備

- 生きたアゲハチョウ：ナミアゲハ成虫は、班に雌雄各1匹を飼育ケースに（雌雄を混ぜて）入れおく。

なお、産卵活性の高いメス成虫は別ケースに分けておき、産卵実験に供する。

幼虫は、幼虫パック（プラケースにティッシュペーパーを敷き、ミカン葉1、2枚入れたもの）に、幼虫（終齢）1匹を入れる。

蛹は、幼虫パックに1匹入れる。

また、（可能であれば）蛹、幼虫は幼虫パックとは別のケースに、数匹ミカン葉とともに入れ、演示用に準備しておく（一式）。（以上についてはワンダフル・バタフライ（本田・村上、2005）参照）

- 成虫の吸蜜：砂糖（スティックシュガーがよい、1班あたり15g分、例5gを3本）、ペットボトル（500mL、班に1本、水道水を入れる）、ペットボトル（100mL班に1本、砂糖水作製用）、プラスチック皿（1班1枚、アゲハの吸蜜用）、つまようじ（1班1本、アゲハの口吻（ストロー）を伸展させる）、ティッシュペーパー（1クラス1箱、砂糖水をしみこませる）

あらかじめ、プラスチック皿にティッシュペーパー、スティックシュガー（5g、3本）、つまようじ、100mLペットボトルを載せてセットしておく。また、500mLペットボトルには水道水を入れ、皿に付近においておく。吸蜜操作時に児童が取りに来る。

- 産卵実験：プラスチック疑似葉、ミカン生葉、ミカン葉メタノールエキス、スプレー（純水または天然水）、捕虫ネット

② 授業の展開

以下に本授業の典型的な授業展開を示した。これは、実施したすべての授業の基本形で、演劇のシナリオのような位置づけである。授業者は授業観察・ビデオ視聴やアゲハチョウの飼育を通じて経験を積み、本授業を実践できるようにする。

授業場面	授業者の問いかけ・支援	学習者の発言・行動
・自己紹介	（ケースには雌雄1匹ずつ入れておく） ・「チョウが好きな人」「チョウを飼ってみ	（ケースは教室の前に置いておく）

・アゲハ成虫の持ち方 ・雌雄の見分け方	たい人」と聞く。 ・「チョウの持ち方を教えます」チョウを持ち、持ち方を示す (i)。 ・「ケースの中には2匹はいますが、何が違うでしょうか」	・ <u>床に班ごとに座る。</u> ・ チョウの持ち方を観察する。 ・ 雌雄の違いを予想する。 「翅の模様」「オス、メス」などの意見。
・ 成虫を持ち、触れる	・ 「班ごとにチョウの入ったケースを持っていてください」 ・ ケースを開けてチョウを観察するように促す。	・ 雌雄の見分け方に注目する。 ・ <u>床の班の場所にケースを持参する。</u> ・ チョウを持ち、雌雄を見分ける。
・ 成虫の餌	・ 「先生を囲んでください」 児童と対話形式で展開する。 ・ 「私はチョウをたくさん飼っているが、何が大切か」と問う。 ・ 餌は何かを問う。餌の候補をいくつか例示する (iii)。	・ <u>授業者を囲みの床にサークル状に座る。班の場所を指定する (1回目)。</u> ・ 「餌」という答え。
・ 砂糖水づくり、飲ませる	・ 「それでは砂糖水を作って、チョウに餌をやってみましょう」 15%砂糖水の作り方 (iv) を実演する。 - 成虫に砂糖水をのませる方法 (v) を実演する。	・ 「花の蜜」「砂糖水」などという答え。 ・ 砂糖水の作り方、飲ませ方を観察する。
・ 幼虫を持ち、触れる	・ 砂糖水を飲ませる活動終了後、幼虫パックを各班に配布し、幼虫を触って観察させる。	・ 幼虫を触って観察する。
・ 幼虫の生活	・ 幼虫観察後、学習者を集めて、幼虫を見せる。幼虫について質問を聞き、幼虫について解説する (vi)。	・ <u>授業者を囲み床にサークル状に座る (2回目、先と同様)。</u>
・ 幼虫の餌	・ 幼虫の餌について問いかける。 ・ ミカン以外を食べたときにはどのようにするか解説する (vii)。	・ 幼虫の餌について答える。 ・ 子孫を残せないことに気づく

・メス成虫の役割 ・餌となる植物の見分け ・産卵の手がかり ・産卵行動の観察	・雌成虫（母チョウ）の役割について問いかける。 ・雌成虫は何を頼りにミカンの葉を探しているか、問いかける。出てくる意見についてコメントしながら、議論を深める。 ・雌成虫は葉の味をみて、ミカンの葉を確かめ卵を産んでいることを解説する。 ・「味を確かめて卵を産んでいるところを見せます」 ・ミカン生葉に雌成虫を産卵させる。 ・ミカン葉メタノールエキスを塗ったプラスチック疑似葉に産卵させる。 ・サークルのままで、産卵の様子を見せる。見た児童は各自もとの場所に戻す。	・卵を間違いなく、ミカンの葉に産むことに気づく。 ・ミカンのにおい、ミカンの色・形、ミカンの感触、生まれた場所へ戻るなどの意見が出る。（葉の味をみているというのはいつも最後にでてくる） ・雌成虫の産卵行動を観察する。
---	--	--

- i チョウの前翅（前の羽）の胸の付け根に近い（頭部やや上）を指ではさんで持つ。
- ii 腹部先端の形状の違いで見分ける。
- iii 「蜂蜜はハチ为天敵なので好まない」「スポーツドリンクは飲む」など。
- iv スティックシュガーの重量を目安に、水 100mL に砂糖 15 g を溶かす。
- v 砂糖水を皿にしいたティッシュペーパーにしみこませ、つまようじでチョウの口吻（ストロー）をのばしてやる。
- vi 幼虫の色、臭角、擬態。前蛹（蛹への脱皮前）。蛹の色、蛹の中身、羽化前の様子。
- vii ミカン科以外の植物は基本的には食べない。限られた範囲の餌しか食べない。狭食性という。

Ⅲ. 授業から見えること

1. ホンモノの授業

授業「アゲハチョウの不思議を探る」は、本格的には 2006 年から 15 年以上同様な取り組みとして展開している。初期の授業を経験した小学生は今 20 代前半である。先日、筆者が高校で講演をした際、アゲハの授業を受けたことがあるか聞いたところ、数名が手を挙げた。あとで何を覚えているか聞いたところ「卵を産んだ」ということを覚えていた。また、本授業は小学校 3 年生を対象に行うが、ほとんどの小学校はリピーターである。学校に行くと上級生に出会うが、今年もアゲハの授業の時期が来たという反応が返ってくる。

大学でも、学生を巻き込んだプロジェクトとして理科領域専攻を中心に多くの学生が参加してくれる。本授業を実践することは教員を目指す大学生にとっても大変有意義な経験となる。本授業は、まさに演劇の名作のごとく磨きこまれた作品として存在している。この授業を実践することは学生にとって様々なインパクトを受けることになる。それは本授業に参加すること、本授業を実践することによってホンモノの良い授業とは何かを教師という役割を演じながら体験できることである。役割を演じて、その経験をもとに学びが深まる授業には、ホンモノ性、すなわち真正性が必要である。本授業には、その真正性があることが小家石によって示唆され（小家石・村上, 2020）、また中村によってアリの授業への展開が図られた（中村, 2021）。

2. 本授業から真正性へ

授業“アゲハチョウの不思議を探る”から敷衍して、授業の真正性を支える3要素として以下があげられる。

- ① 授業で学びの対象となることについてのホンモノ（現物）を示すこと
- ② 授業者が学びの対象に関して真正性（主に探究的な経験）を持つこと
- ③ 授業展開が本来的な研究や探究の流れを凝縮してデザインされていること

これは本授業から理科授業に向けて見出したものである。これは教科横断的な汎用性についても同様のことが言えるのではないかと考えている。

昨今の「深い学び」の議論の端緒となるところで佐藤は、学びを「学習者と対象世界との関係、学習者と他者との関係、学習者と自己との関係、という三つの関係を編み直す実践」として「学びの三位一体論」と名付け、その学びの姿を「活動的で協同的で反省的な学び」と表現した（佐藤，1995）。この「学びの三位一体論」に照らしてみると、「主体的・対話的で深い学び」にも三つの関係が含まれていることがわかる。つまり、自己との関係において「主体的」であり、他者との関係において「対話的」であり、そして対象世界との関係において「深い」というような学びが求められているということである。

すなわち「学びの三位一体論」からいうと、対象世界への接近という意味で、先にあげた真正性の3要素の意義が見える。ここで、理科の視点から見ると以下のようになる。

- ① 実体ある物体、物質、現象として直接体験ができるもの
- ② 授業者の自然科学的な研究・探究の経験
- ③ 授業の仮説生成過程も含む仮説検証的な課題解決のプロセス

この3つの視点から見た実態は、①は実験・観察をすることで自然に充たされる要素でもあるが、②になると人によって多寡の差がみられ、③に至っては仮説づくりという本来の自然科学の醍醐味が軽んじられる傾向にあることを感じる。本授業は、これらをいずれも満たしていることは何度も述べたとおりであるが、このような授業をもとにして授業の真正性を考える必要がある。

IV. おわりに

本稿では、本授業をめぐって見えることとして理科学習、探究学習における真正性に着目し、考察した。この視点からの研究は一定の成果をあげている。一方、本授業の実践を重ねるにつれて様々なことが見えてくるが、授業研究や教師教育の視点からの分析は途上にある。

本授業については筆者自身の自然科学の研究を背景として、ある意味稀な実践が展開できたことになる。これが理科教育的に有意義な授業づくりになるとは、2012年の本授業の原型が完成するまでは思いもしなかった。それまでは授業づくりと実践に翻弄され、毎年4月から7月はアゲハチョウの飼育とアゲハ草・卵の発送、出張授業先との連絡等に忙しかった。それを研究的な展開として支えてくれたのが、本授業に関わった現職の先生方であった。授業づくりについて様々なアイデアや示唆をいただき、まさに授業づくりが協働的研究として成立することを実感した。

日本の教育文化として、授業づくりは最も大切にされている創造的な活動である。本授業については筆者もその文化の中で授業づくりを極めようと努力した。しかしながら、本授業の分析をするまでは、授業をするたびごとに言われた「ホンモノの授業は素晴らしい」という言葉の正体はわからなかった。このようなことに気付いた

のは 2018 年の小家石の修論研究（小家石・村上，2020）の経過の中でのことであつた。その分析・考察を通じて、本授業には筆者の研究の経験が授業デザインとして凝縮していることが分かり大変驚いた。また、筆者以外の授業者に飼育経験を要求していたが、そのことも授業の真正性の担保に向けて、筆者の経験から必要性を認識して行っていたことも分かった。

本授業をめぐって見えることとして、大きくは日本の教育文化の授業づくりのすばらしさであり、一方でそれが職人的となりすぎて、自分たちがしていることの分析がおろそかになっていることである。新しい時代の教育文化の創造に向けて、授業分析へ向かう必要性を本授業の経験をもとに語り続けたいと思う。

<参考文献>

- ・ 小家石航・村上忠幸（2020）理科授業の真正性とは何か―授業“アゲハチョウの産卵の不思議を探る”の分析から―. フォーラム理科教育, No. 21, pp. 63-72.
- ・ 佐藤学（1995）「学びの対話的实践へ」 佐伯胖・藤田英典・佐藤学編「学びへの誘い」. 東京大学出版会.
- ・ 中村精吾, 村上忠幸（2021）女王アリを用いた授業実践から見える理科授業の真正性の構造. フォーラム理科教育, No. 22, pp. 17-24.
- ・ 本田計一・村上忠幸（2005）ワンダフル・バタフライ―不思議にみちたその世界―. 化学同人, 236 p.
- ・ 村上忠幸（2021）2020 年度教育研究改革改善プロジェクト成果報告書. 京都教育大学.
- ・ 村上忠幸（2011）授業「アゲハチョウの不思議を探る」をめぐって―探究学習という観点からみえること―, 京都教育大学附属教育実践総合センター教育実践研究紀要, 第 11 号, pp. 49-58.
- ・ 村上忠幸（2010）アゲハソウネットワークの構築. 日本理科教育学会全国大会発表論文集（山梨大会）, 第 8 号, P100.
- ・ 村上忠幸（2006）アゲハチョウの産卵を科学すると化学が見えてくる. 兵庫教育, 5 月号 (No. 663), pp. 48-51.
- ・ 村上忠幸（2003）シロオビアゲハの寄主適応性と植物成分に関する研究（博士論文）. 広島大学総合科学部紀要IV理系編, 第 29 巻, pp. 185-188.