



Tokyo Gakugei University Repository

東京学芸大学リポジトリ

<http://ir.u-gakugei.ac.jp/>

Title	大学教育における主体的な学修を促す授業への挑戦：「生物学演習」におけるアクティブラーニング化4年間から見たもの(fulltext)
Author(s)	真山,茂樹
Citation	東京学芸大学紀要. 自然科学系, 68: 55-64
Issue Date	2016-09-30
URL	http://hdl.handle.net/2309/145951
Publisher	東京学芸大学学術情報委員会
Rights	

大学教育における主体的な学修を促す授業への挑戦：

「生物学演習」におけるアクティブラーニング化4年間から見たもの

真山茂樹*

生命科学分野

(2016年5月25日受理)

MAYAMA, S.: Reformed class with the factor of active learning in university education: Promotion of student's science competency in "practice of biology" and issues founded through four years activity. Bull. Tokyo Gakugei Univ. Div. Nat. Sci., 68: 55-64. (2016)

ISSN 1880-4330

Abstract

As the Central Education Council reported, the change from quantity to quality is a current issue in university education. The active learning seems to be one of tools for its solution. I had a class "practice of biology" in Tokyo Gakugei University for four years and included the factor of the active learning in the class activity. In every lesson, I prepared branches, leaves and cones of gymnospermae and made students understand the differences among these resemble plants by themselves due to detailed observation with eyes, hands and a nose. During this process, I never said ultimate answer but encouraged to go outside to observe the target trees for confirming their own answer. The last test was held outside using planted trees to assess their competency in field biology. Post hoc analyses of descriptive answers indicated that many students felt pleasure in the class activity and walked outside to observe and compare plants after the class. They found something new in campus plants and wanted to learn plants further more. However, the analyses also showed that their frequency of the active learning did not affect the increment of the final test score. The competency gained by the active learning was discussed with its evaluation.

Keywords: active learning, biological education, gymnosperm, scientific ability, university education

Department of Life Sciences, Tokyo Gakugei University, 4-1-1 Nukuikita-machi, Koganei-shi, Tokyo 184-8501, Japan

要旨：近年、中央教育審議会が答申しているように、大学教育の量から質への転換は今日的な重要課題である。その解決のためには、大学生の主体的な学修が必要とされている。筆者は東京学芸大学における「生物学演習」において、アクティブラーニングの要素を取り入れた授業を4年間実施した。毎回の授業では、学内から採集した多数の裸子植物の葉や球果を用い、形態的に類似した種類間の相違を、植物体を手にとって見る、触れる、嗅ぐなどにより学生自身で修得することを目的とした。教師は学生に考えさせる質問を行い、最終的な正解は言わず、大学構内に植栽された実物の木を見に行くことで、確認するよう促した。最終試験は実用的な能力を評価するため、野外のコースで実際に植栽されている樹木を用いて実施した。試験後に自由記述させたアンケート調査の分析から、学生は「生物学演習」の授業を楽しく受講し、授業後も野外を歩いて植物の観察や比較を行い、身近な発見をしていたことが明らかとなった。また、植物を見ることが習慣化し、さらなる学びを求めるようになっていた。一方、今回の調査項目で

* 東京学芸大学 広域自然科学講座 生命科学分野 (184-8501 小金井市貫井北町 4-1-1)

は、主体的に学んだ頻度が最終試験の得点とほとんど結びつかないことも判明した。主体的な学修で身につくとされる能力について、評価と合わせて考察する。

1. はじめに

全ての「学ぶ」という行為は、生理学的には学ぶ本人の脳内活動であり主体的なものである。ただ、それが内生的な刺激により生じたのか、外生的な刺激により生じたのかの違いは存在し、これが能動的に学ぶか、主体的に学ぶかの違いとなるのであろう。

中央教育審議会大学分科会制度・教育部会（2008）は学士課程教育の改革において、「何を教えるか」よりも「何ができるようにするか」に重点を置き、教育方法の改善が重要であることを報告した。この中で、学習意欲や目的意識の希薄な学生に対し、主体的に学ばせることを促すための方法として、学生の主体的・能動的な学びを引き出す教授法（アクティブラーニング）の重要性を唱えた。この内容は大学教育の質的転換の必要性を述べた中央教育審議会（2012）の答申へと引き継がれた。そこでは、予測困難な時代をより良く生きるための人間を育成するため、知識や技能を活用して複雑な事柄を問題として理解し、答えのない問題に解を見出していくための思考力をはじめとする幾つかの能力を育むことが必要とされた。

筆者は東京学芸大学教育学部に開設されている授業「生物学演習」において、2011年より従来型の知識・技能注入型の授業ではなく、学生が自ら考え、行動することをねらった授業実践を試みてきた。これは、中教審の報告をうけ、自らの授業改革が必要と感じたためである。しかし、大学の専門教育における改革のための有用な手引き書は、当時は見当たらず、手探りでスタートであった。本実践研究は、その授業の概要を述べるとともに、授業後の調査から得られた受講生の反応、および効果を分析するものである。

2. 授業の概要

「生物学演習」は中学校教諭一種免許状（理科）および高等学校教諭一種免許状（理科）の取得のために履修が必修となる科目である。このため、中等教育教員養成課程理科専攻の学生の全てが履修する。また、初等教育教員養成課程および環境総合科学課程の学生も、中学・高校教諭の免許を取得する割合が高いため多くが履修する。その結果、例年の履修者数は合計140人近くになっている。本科目は3名の教員がオムニバス形式で担当しており、筆者が担当したのは

2011～2013年度、および2015年度であり、各年とも全15回中の11回から15回までの授業であった。開設時期は年度の後半にあたる秋学期のため、筆者が担当したのは毎年12月～2月にかけてであった。1回あたりの授業時間は90分間であった。

2. 1 授業の目標と内容

従来の生物演習では、英文の読解力をつけることを目的として主に授業が行われていた。しかし、私の担当した5回の授業では、生物の多様性に気付ける能力の向上を目指し、類似種を比較し、違いを具体的に説明できる能力を獲得すること、さらに日常的にそれを意識できる状態になることを直接の目的とした。これらは言い換えれば、観察力の向上であり、その継続である。自然科学における発見は、未知の事象に対する気付きであり、この気付きは鋭い観察による比較からもたらされるものである。

目的達成のための授業のコンテンツとして、大学キャンパス内にある裸子植物を選んだ。学芸大構内には230種を超す被子植物の樹木が存在する一方で、裸子植物も30種類存在する。授業の実施時期は冬期のため、被子植物の多くは落葉している。一般に裸子植物は被子植物と比べなじみが薄いが、裸子植物の多くは常緑樹であるため（本学では25種が常緑樹）、冬期は見つけやすく、教材として使用するには好都合と考えられた。

また、事前に授業で使用するパワーポイントスライドのPDFファイルをweb class（大学内のe-ラーニングシステム）にアップロードし、学生には授業前までにダウンロードするよう指示を与えた。なお、このファイルには学内に存在する全ての裸子植物の写真を、所在地情報を含めて提供し、学生が植栽場所へ行って当該植物を観察できるようにした。

また、植物に関する必要最低限の知識を英語で理解できるようになることも、本演習の目的に加えた。これは中央教育審議会（2012）で指摘された、グローバルな視点を養成することの必要性に応じたもので、将来教員になったとき、植物を通じて国際的なコミュニケーションができることを想定したためである。例えば教員であれば、1本の木や草や花を通じて、海外の生徒や教員らと話ができるよう、植物多様性に関する英単語や表現の修得も目指した。このため、授業開始前に英文ファイルをweb classにアップロードし学

生に予習を促した。使用した英文は、裸子植物の生殖を説明するものや、代表的な科の特徴を説明するものであった。

2. 2 授業形態

毎回、事前に実物の植物の枝、葉、実などを採集した。授業は180名を収容できる教室で行われた。教員が前方の教卓脇に立ち、学生は対面する形で座った。採集した植物は授業中に教員が教卓で見せるだけでなく、枝を学生間で順に回す、あるいは、葉や実を全学生へ配るなどして、見るだけでなく、植物体を手にとって触る、臭いをかぐなど、時間をとって観察させた。また、パワーポイントスライドで、植物の全体像や生えている場所の紹介をしたり、細部の拡大説明をしたりした。さらに、パワーポイントにより、事前配布した英文と、文中でポイントとなる単語や内容の日本語訳を並列して表示した。植物の観察では、植物名を覚えることに重点は置かず、特徴の差異に気付かせるよう努めた。また、最後の答えは可能な限り言わず、自分で現地へ行って木を見ることで確かめるよう促した。植物間で差異を観察する際に、隣席する学生と話し合うような指示は特にしなかったが、実物の植物を学生間で回したり、配ったりすると、隣席する学生間で自然に話し合いが行われていた。

2. 3 各回の授業の流れ

1 回目の授業は導入要素が強く、実物を配布した観察は行っていない。2 回目～4 回目は事前に採集した多様な植物を使用した。5 回目は野外において、その場所に生えている植物を用いて、まとめとなる試験を実施した。

2. 3. 1 〈1 回目〉

以下の流れで授業を行った。(3)～(5)は予習を指示した英文テキスト中の重要な箇所を解説する形で、補足のためのスライドを交えながら講義した。講義中は比較させることを意図した発問や、生活との関連を想起させるための発問を多用し、学生の意識を講義内容に集中させるよう心がけた。

- (1) 5 回分の演習で主体的に学ぶ理由の説明
- ・教わった知識はすぐ忘れる
 - ・自分で見つけた知識は忘れにくい
 - ・頭の中で知識の再構築が必要
 - ・脳内ネットワークの強化を目指す
 - ・技術の習得も大事

- ・創造性をトレーニングする

これらの脳内作業により、役立つ人間となり、教育の究極目的であろう、幸せな社会を創造したい。目的達成のために、諸君は主体的な学習を行い、自分は“不親切?”な授業を行う(最後の答えを言わないの意)。

- (2) 大学構内にある全ての裸子植物と、植栽箇所のスライドによる提示
- (3) 裸子植物と被子植物の定義
- (4) 裸子植物と被子植物の生活環の比較
- (5) 裸子植物の分類
- (6) 裸子植物の起源と進化
- (7) 小テスト: 授業中に扱った内容に関する小問を2つ出題し、出席カードの裏に回答させた

2. 3. 2 〈2 回目〉

事前にアカマツ、クロマツ、チョウセンゴヨウマツ、ヒマラヤスギの枝、葉、球果、および、スギの枝を採集し、授業中に提示あるいは配布した。下記の(3)と(7)は予習用英文テキストから重要部分を解説した。

- (1) 大学構内にある全裸子植物と植栽箇所のスライド提示および探索喚起
- (2) 大学構内のアカマツとクロマツの歴史と植物体全体のスライドによる説明
- (3) マツ属の地理的分布および形態の解説
- (4) 配布したマツ属3種の形態比較
- (5) マツ属3種の識別点のポイントのスライドおよび動画による解説
- (6) 大学構内にある他のマツ属3種の紹介
- (7) ヒマラヤスギの葉と球果の観察と解説
- (8) 小テスト: 小問2題

2. 3. 3 〈3 回目〉

事前にヒノキ、サワラ、ニオイヒバ、コノテガシワ、シノブヒバ、チャボヒバ、スギの枝と球果、およびメタセコイヤの球果を採集した。これらの内、6種の枝を授業開始時に学生に配布し、葉の小片を採取させた。(1)は前回の小テストでアカマツとクロマツの違いを観察に基づいて答えさせると、既知の知識に基づく回答も多く書かれてしまうことから、本演習の目的を徹底するため、観察に基づく回答をするよう喚起したものであった。(5)と(7)は予習用英文テキストから重要部分を解説した。

- (1) 前回の小テストの解説と、既知の知識による回答でなく、観察に基づく回答の喚起
- (2) アカマツ、クロマツおよび、ヒマラヤスギ、スギの植栽場所探索の喚起と、探索した学生のみが回答できる発問
- (3) 前回の内容のスライドによる復習とアカマツ品種のタギョウシヨウの解説
- (4) 大学構内のヒノキ科植物14種のスライド提示
- (5) ヒノキ科植物の性質および形態の解説
- (6) ヒノキ科6種の葉、球果、種子の比較：違いを言葉で回答させる
- (7) ヒノキ科の球果の解説
- (8) 枝振りだけが異なる別品種（ヒヨクヒバとサワラ）と、同種（カイゾカイブキ）における異形葉
- (9) 小テスト：小問3題

2. 3. 4 〈4回目〉

事前にヒノキ、サワラ、コノテガシワ、イヌマキ、カヤ、キャラボク、ナギ、コウヤマキの枝を採集し、これらのうちヒノキ、サワラ、コノテガシワを授業開始時に学生に回し、小片の葉を採取させた。(2)の言語表現は毎年学生には難しいものであった。2015年度の授業では、隣席者とペアを組み、いずれか1種類の形質状態を相手に話し、どの種について述べたものか当てさせるクイズを試みたところ好評であった。(3)は代表者に黒板に描かせたが、2015年度では各自に3枚の葉をそれぞれ1分でスケッチさせた。

- (1) ヒノキ科の種を識別する形質と形質状態の解説
- (2) 配布したヒノキ科3種の葉の比較結果を具体的かつ客観的な言葉で表現する
- (3) ヒノキ科3種の葉の違いを絵にして比較する
- (4) 言語表現が難しい形質状態を数量表現する方法の解説
- (5) ヒノキ科の分類と大学構内のヒノキ科14種のスライド提示
- (6) メタセコイヤの話：再発見の歴史と学内における成長
- (7) 針葉ではない針葉樹の話：イヌマキ科、コウヤマキ科
- (8) イチイ科植物の話
- (9) 小テスト：小問3題

2. 3. 5 〈5回目〉

一昔前であれば、多様な植物を見るためには、植物園へ行くか、図鑑にある限られた数の写真や絵を見る

ことくらいしか方法はなかった。今日では数多くのウェブサイトで、多様な植物の写真や情報を見ることができる。しかし、野外に生えている本物の植物を見たときに、その違いがわかる能力がなければ、植物の多様性を理解しているとは言えないであろう。そこで、本演習では最終試験を野外で行った。試験は2011年度はロングコース（図1）を使用した。2012年度以降はショートコース（図2）に変更した。これは、ロングコースでは、時間が不足する、監視が不十分になるなどの問題が生じたためであった。



図1 2011年度の試験コース

いずれの年度も、回答用紙にコースマップを印刷し、それを持ってコースを歩き、番号の書かれた場所で問題を解き、時間内にスタート地点へ戻るようにした。2013年度および2015年度では、4回目の授業の最後に試験のコース地図を教え、試験前にコースの下見ができるようにした。各年度の試験時間、問題数、監督者数などの試験体制を表1に示した。



図2 2012年度の試験コース。2013年度および2015年度は一部に若干の変更があるが、基本的には2012年度のコースと同様であった。

2011年度の試験では、学生はコースに貼った番号に印刷したQRコードを携帯電話のバーコードスキャナーで読み取り、ネット上に置かれた問題を読み取って回答用紙に回答した。この出題方式は、カラー写真を提示できるメリットを持つ反面、当時の通信状態は携帯電話の機種（スマートフォンの使用者は皆無に近

かった)と通信速度契約に大きく依存していたため、学生からは大変不評であった。そこで、2012年度からは回答用紙にコースマップに加え、問題文も印刷したものを使用した。

試験問題の内容は、出題地点の植物と同じ科の植物の葉をコース内から採集して回答用紙にテープで貼るもの、出題地点の植物を脇に置かれた数種類の他の植物と比較して回答するもの、植物と球果を比較して回答するもの、植物のある形態用語を答えるもの、植物と関連する英文(授業で解説したもの)を読んで答えるもの、植物の分類グループの英名を選択するものなどであった。

表1 各年度の試験体制

年度	コース	試験時間	出発間隔	問題	監督者	下見
2011	ロング	40分	30秒	25題	4人	不可
2012	ショート	12	1分	14	5	不可
2013	ショート	15	1分	13	6	可
2015	ショート	16	1分	13	7	可

3. 調査方法

試験後、web classを使用して自由記述方式のアンケート調査を実施した。学生には今後の授業改善のため、授業を通じてよかった点、改善すべき点を記述するよう依頼した。回答できる文字数は最高500字に制限した。また、回答期間は試験終了後3日間とした。

アンケート回収後、回答文を内容から、ポジティブ回答、ネガティブ回答、提案型回答に分類した。また、記述された全回答文を形態素解析し、対応分析により年度による回答内容の変化を探った。さらに、全文の共起ネットワーク解析により、回答を分類した。これらの全文解析にあたっては計量テキスト分析ソフトウェアである“KH Coder”(樋口2004) var. 2.beta. 32cを使用した。

また、2015年度では以下の事項も同時に調査した。

【質問1】あなたは試験前に何回コースを下見しましたか?次の中から当てはまるものを答えなさい(0回, 1回, 2回, 3回)

【質問2】あなたは授業後に何回学内の植物を探索しましたか?次の中から当てはまるものを答えなさい(0回, 1回, 2回, 3回)

【質問3】あなたは授業前に英文の予習をどの程度しましたか?次の中から当てはまるものを答えなさい(ほとんどしなかった, 少しだけやった, まあまあやった, とてもよくやった)

これらの調査結果と、最終試験における得点との関

係を解析した。なお、有意差検定にはXLSTAT var. 2015 (Addinsoft, New York, USA)を使用した。

4. 結果と考察

4.1 学生は「生物学演習」をどのようにとらえたか

アンケートには各年度とも、7~8割の受講生が回答した。「生物学演習」の授業について自由記述された回答文は、最初の2年度はネガティブなもの割合が多かった(図3)。ネガティブ回答文の多くは5回目の授業で行った試験に関するもので、「時間が足りない」、「携帯電話によるバーコード読み取りがうまく出来ない」、「問題数が多い」、「ルートがわかりにくい」、「大人数いると統制が取れず公正さや公平さを欠く」といった内容のものであったが、「何をしたいのかわからない」、「正解がないと不安である」といった授業に対する内容も含まれていた。

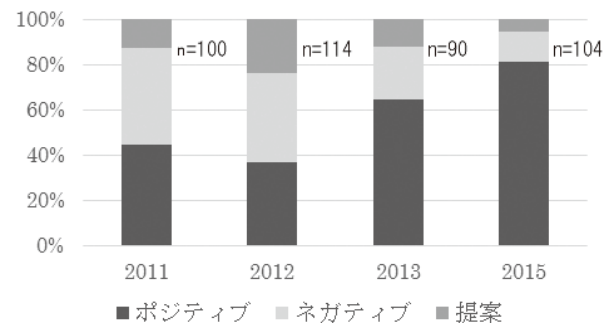


図3 アンケートに占める3つに分類した回答文の割合の推移。図中のnは回答者数を示す。

提案型の回答文も、多くは欠点に対する改善を提案したものであった。このため、提案型回答とネガティブ回答を合わせた非ポジティブ回答の割合は、最初の2年度では、どちらも全回答文数の約6割を占めていたことになる。

しかし、2013年度からはポジティブ回答文が逆転し、2015年度には8割がポジティブ回答文となった。これは、2012年度では試験をショートコースに変更し、2013年度ではショートコースでの試験時間を伸ばし、出題数を減らし、また、あらかじめコースを伝えるとともに、試験監督員を増員したことによるところが大きい(表1)。

一方、回答文の数そのもので見ると、ネガティブ回答文数は2013年度以降減少したものの、ポジティブ回答文数は多少の増減はあるものの、ほとんど変化がなかった(図4)。このことは、「生物学演習」の授業形式の良さは初年度から認められていたが、当初

は欠点も多く、それが次第に改善されていったことを示している。

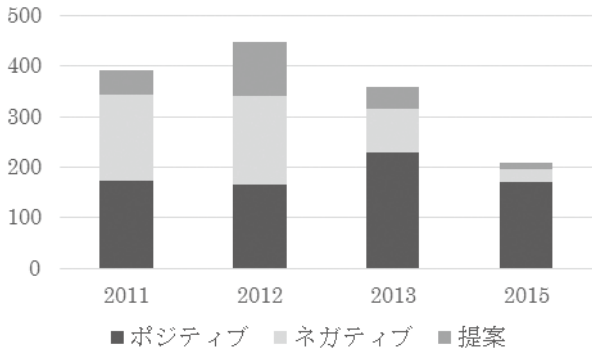


図4 アンケートに占める3つに分類した回答文の数の推移。同一回答者による複数の回答文を含む。

自由記述の対応分析では20回以上使用された単語を用いて解析を行うことで、学生の意見や感想の変化の概要を伺うことができた。布置図では使用頻度上位50語を表示したが、成分1軸には年度による変化が、また、成分2軸には最終試験の方法による違いが反映された(図5)。

1軸で低い値を示した単語には、最終試験に関わる問題点を記述したネガティブな回答文に使用されたものが集中した。すなわち、「試験」「問題」「考える」「解く」「短い」「走る」などである。これに対し、高い値を示した単語には、学生の主体的思考や活動に関わる内容を記述したポジティブな回答文に使用されたものが集中した。すなわち、「葉」「球果」「実物」「特徴」「違い」「触る」「興味」「理解」「英文」「歩く」「楽しい」「植物」「実感」「気づく」などである。

2011年度と2012年度の重心が1軸のマイナス側に、2013年度と2015年度の重心がプラス側に現れたが、これは客観性のある多変量解析の結果が、著者の主観による分類結果(図3, 4)を支持していることの表われであろう。

2軸に関して、2011年度の重心が他年度より高いスコアだったのは、布置図に示された単語「バーコード」が最高値を示したためである。このことは、バーコードを読み取らせて問題を表示した2011年度の試験形態が印象的であり、かつそれがネガティブ要因になっていたことを示すものである。

共起ネットワーク分析から示された、最も特徴的な回答内容は図6の緑色で示された語群である。この群では、自分の目を使って実物の植物を見る、観察する、あるいは勉強する授業内容が楽しかったこと、最終試験の形式は面白かったこと、ただし、問題を解く時間が短かったことが明瞭に示された。また、青緑色

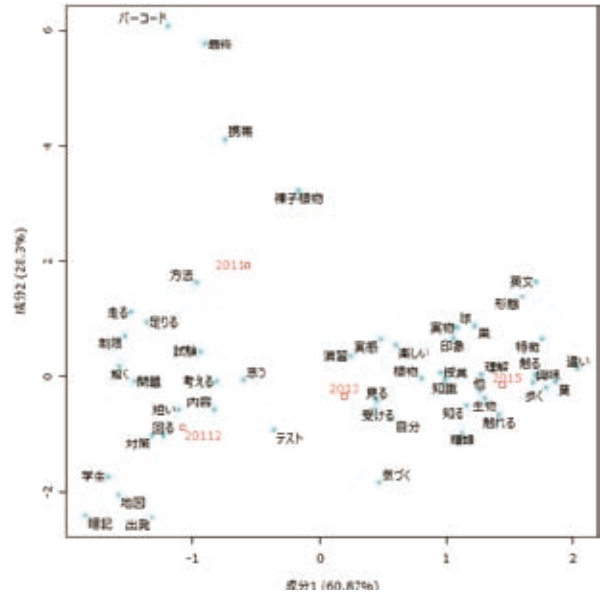


図5 回答文で使用された単語の対応分析。20回以上使用された名詞、形容動詞、形容詞、動詞を使用。

で示された語群では、裸子植物の葉や球果の特徴や違いを大学構内を歩くことで興味深く学んだことが示され、青色の語群では、学内の木について身近な発見や気づきがあったことが示された。これ以外の語群の内容は、英文や配付資料を使用したこと、英文を読み地図で場所を探したこと、野外へ出たこと、回答用紙に関することなどであった。

図6の分析では2011年度から2015年度までの回答文を全て用いたが、2015年度の回答文のみを使用して共起ネットワーク分析を行ったところ、「試験時間が短い」という共起は生じなかった。これは前述したように、コースの長さ、試験時間、出題数を調整した結果、バランスの良い状態になり、かつ事前にコースを知らせたことで、地図を読むことが苦手な学生にも対応できたためであろう。これらの不具合が解消されたことは、ショートコースにおける試験の得点が2013年から上昇したこと(図7)からも明らかであろう(Tukeyの検定では2012年度と2015年度間、および2012年度と2015年度間で $p < 0.0001$)。

4. 2 学生の主体的な行動と試験成績の関係

最終試験の前に試験コースを下見することは、学生の主体的な行動の現れである。下見回数が多ければ、それだけ勉強をすることになり、平均得点も上昇すると予想された。

結果は、下見をしなかった学生よりも、下見を行った学生の方が得点が高かった(図8)。しかし、各ペア間で統計的な有意差が生じたのは0回と2回の間のみ(Tukeyの検定: $p = 0.005$)、もしくは0回と2

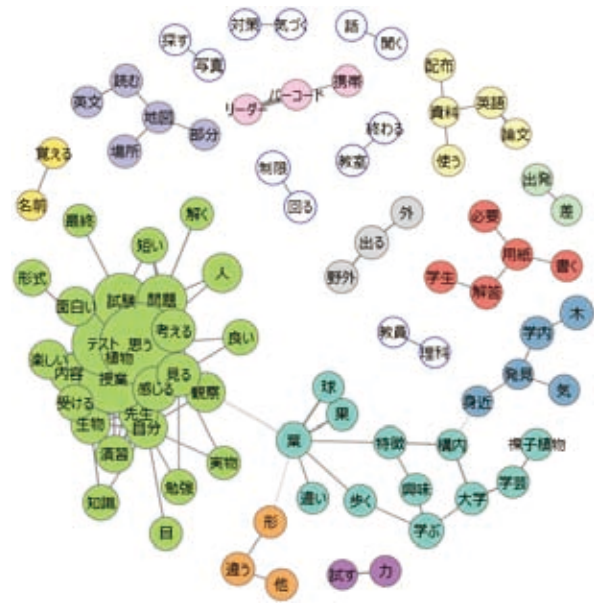


図6 回答文の共起ネットワーク。15回以上出現し、Jaccard係数0.16以上の単語。Random walksで分類。

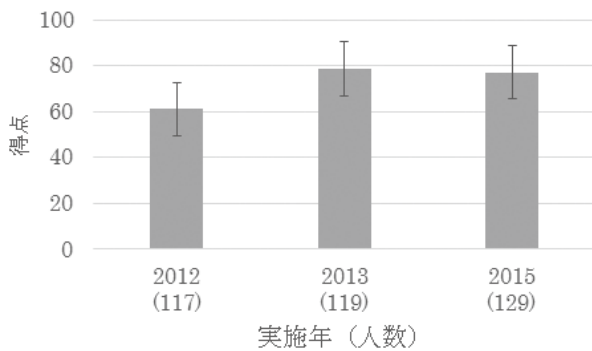


図7 ショートコースにおける平均得点の推移。縦線は標準偏差を表す。

回および0回と3回 (Dunnettの検定: $p = 0.001$ および $p = 0.025$) であった。つまり、下見を1回しただけでは、得点は有意には変わらなかったのである。

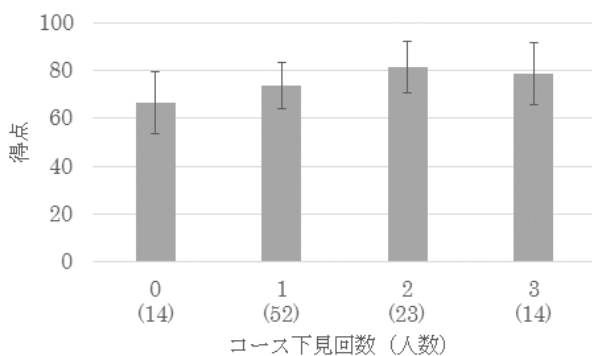


図8 試験コース下見回数と最終試験の得点との関係

「生物学演習」の授業では毎回、大学構内に植樹された裸子植物を探索しに行くよう学生を促した。これ

は強制ではなく、あくまで主体的に学んで欲しかったからである。主体的に大学構内を探索することで、植物を観察し、学べば、最終試験の得点は上昇するものと考えられた。

しかし、調査結果は予想に反し、学生の学内探索という主体的な行動は、試験の得点上昇に結びつかないことを示したのである (図9)。

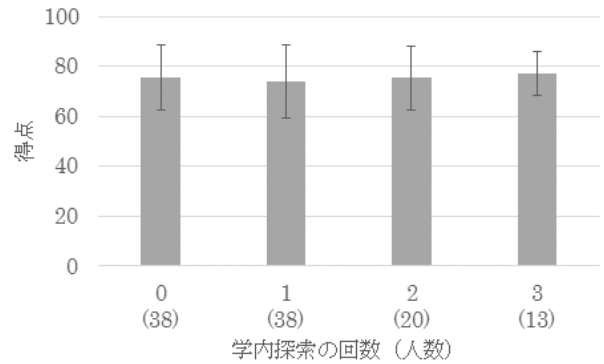


図9 授業後に大学構内の植物を探索した回数と最終試験の得点との関係。探索回数に試験コースの下見は含まれない。

予習も学生によって主体的に行われる学習の一つである。「生物学演習」では事前に英文のテキストをダウンロードさせたが、これは授業中に予習内容を答えさせるための「課題」ではなく、あくまでも授業内容を事前に理解するためのものであった。学生にとってこの予習は強制されたものでなく、自発的な学習の要素が高いものであった。このため、予習量が多ければ、最終試験の得点も向上する可能性があった。

しかし、調査結果からは、予習による得点向上の効果は認められなかった (図10)。「とてもよくやった」と答えた学生は棒グラフでは若干得点が高いようにも見えるが、有意差は認められなかった (Kruskal-Wallis検定: $p = 0.247$)。

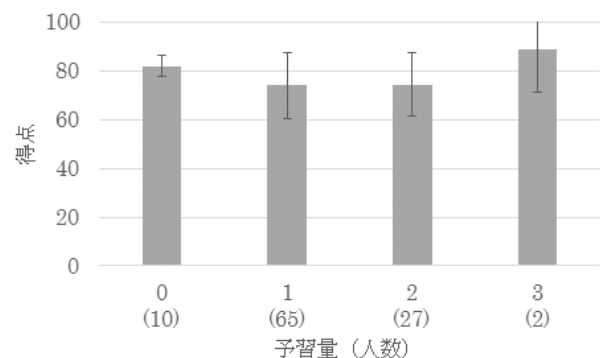


図10 英文予習量と最終試験得点との関係。予習量の度数 0:ほとんどしなかった, 1:少しだけやった, 2:まあまあやった, 3:とてもよくやった。

4. 3 主体的な学修が学生にもたらしたものは何か

ポジティブな回答文に学生の本意がよく表れていると思われる。既に統計解析により「生物学演習」に対する総括的な学生の意見や感想を記したが、ここでは幾人かの学生の生の声を、原文のまま示したい。

-
- ・授業では先生は答えを教えるのではなく、自分で考えさせるようにしていたので、自分で考えて、確かめるといふ力が身についたと思います。
 - ・凄く新鮮な授業でした。「自分(たち)の力で観察し、発見する」ということを実感できた演習になったと思う。
 - ・植物を注意深く観察し、違いや共通点を見つける、また、自ら歩き、葉だけではなく幹などを見ることは今まであまり意識して行うことのなかったことであり、さまざまな発見が得られる良い授業であったと感じた。
 - ・この授業をきっかけに身近な裸子植物について考えるようになりました。道を歩いていて、意外と鱗片葉の街路樹が多いことに気付くことができました。今後も、自分で裸子植物についてもっと学んでいきたいと思っています。
 - ・将来教員になる際に観察・実験を行う上で大事な科学的見方を培うことができる「演習」として、他の演習より授業を受けていて楽しいと感じ、また、私自身もこのような授業を行ってみたいと感じた。
-

例示した学生の記述をまとめると、彼らは受講したことで、自分で観察し、野外を歩き、比較を行い、考え、確かめ、発見をした。また、授業から学んだことが日常生活において習慣化し、さらなる学びを求めようになった。また、教員になったときに学んだことを役立てたいと考えている。まさに主体的に学修し、学びの態度が養われた状態のように思われるが、このような記述は2011年度のポジティブな回答文から既に記述されていた。つまり、ネガティブ回答文を除けば、本授業は開始年度当初から、ある程度目的を達成していたことになる。これは、実物を見せ、触らせ、あいまいでない客観性のある観察をさせる、最終的な答えを言わない、野外で答えを探させるといった方法が、主体的な学修を促す効果を表したものと考えられる。なお、答えを言わないという手法は川角(2014)も科学実験の教育で取り入れているように、考えさせるためには有効な手段として知られている。

それでは、2013年度以降にネガティブ回答文が減少した最終試験についてはどうであろうか。以下に2

例を原文で示す。

-
- ・授業は、途中まで目的がよくつかめなかったのですが、最後のテストでこの授業の意味が分かったような気がします。机上の点数だけが生物の力を示しているのではなく、真の生物的な力は、その生物と向き合う時にこそ試されるものであり、そこで生かされなければ生物をこのように学ぶ意味が見えなくなってしまうと思いました。
 - ・試験勉強は仲間と協力して楽しんでできました。生物科の人の助けを借りながら、その木がなんの木か、何科なのかを仲間と一緒に学ぶ時間はとても楽しい時間で、生物を高校で勉強してこなかった私も、楽しく学べました。
-

「生物学演習」では授業の最終回も、単なる評価だけの時間とはせず、その時間を利用して実践的に学ばせることを目論んだが、上記の学生はそれを理解したことになる。また、野外試験を行うことで、事前の主体的な学びの誘発を試みたが、それも多くの学生が実行していた。また、その多くは友人らとの協働で行われた場合が多いように思われた(筆者は試験数日前から、グループで野外を歩き回る履修生の姿をしばしば見かけたが、彼らが楽しそうに学んでいたことは印象的であった)。グループワークはアクティブラーニングの一形態とされるが、試験の下見ではその効果が発揮されたのかもしれない。

ここまで書くと「生物学演習」の授業は良いことづくめのように思えるが、主体的な学修の効果は最終試験の得点にはほとんど反映されなかったという事実も、本研究の統計解析から明らかである。主体的な学修行動が効果を現したのは、試験コースの下見を2回以上した場合のみであり(図8)、授業後の学内植物探索や、英文予習は効果を示さなかった(図9, 10)。

これには原因が幾つか考えられる。まず、最終試験が、主体的な学修により育成された能力を評価するためには適さなかった場合である。これは試験問題の内容が原因の場合もあり得るし、回答時間が原因の場合もあり得るであろう。

一方、英文予習の程度が試験得点に反映されなかったのは、予習で学生が得たものは知識であって、能力ではないことによるのかもしれない。ただ、そうだとすれば、最終試験は知識ではなく、能力を評価するものであったことになり、これは前述の仮定と相反することになる。

あるいは、主体的な学修により育成される能力は、

そもそも短期間で身につくものではないのかもしれない。そうであれば、今後、半期、通年といった長いスパンで主体的な学修を促す授業を行い、その効果を評価する必要がある。

いずれにせよ、主体的な学修により形成された能力が、どのような状態にあるかを、正しく測定することが今後は求められる。今日、様々な学校や分野でアクティブラーニングが行われ始めているが、それらについても能力の状態と効果を正しく計測し評価することが必要であろう。

5. おわりに

本論文表題では中教審が使用した「学修」を使用したものの、多くの学生は、未だ学びを修めるところへは至っていないと思われる。知識の習得と異なり、能力の獲得は時間のかかるものであろう。今回調査の対象となった学生は、平成元年もしくは平成10年告示の小学校学習指導要領（文部省 1989, 1998）により教育を受けてきた。どちらの指導要領でも小学校3年生で、身近に見られる植物を比較しながら調べることを学んできているはずである。しかし、実際に「生物学演習」の授業で植物の比較をさせると、最初は満足以比較ができない学生がほとんどであった。

理科で学修すべき能力には様々なものがある。小学校でいえば比較する力、関連づける力、条件に目を向ける力、推論する力などで、これらの力を合わせることで問題解決力が生まれるのであろう。これらの力を育成するためには、日常生活において恒常的に意識して比較したり、関連づけたることが重要と思われる。

筆者は学生に植物の多様性に親しみや興味を持たせることを意図して、28種の植物の写真と、植栽場所の地図、および空白スペースからなる未完成の本「学芸の森「私の植物」」を教材として作成した（真山 2010）。この教材を使用した授業では、1回目と15回目のみで本に関する内容が取り上げられたが、他の回では別の内容の講義が行われた。その間、学生は空白スペースを埋めて本を完成させるため、授業時間外に植物を観察しに教材本を持って大学構内を歩いたのである。

開始前の学生の植物多様性に対する興味は、「かなりある」、「ややある」を合わせて5割強であったものが、4ヶ月後に完成した本を提出した時点では「かなりある」、「ややある」を合わせると9割を越えるようになった（図11）。

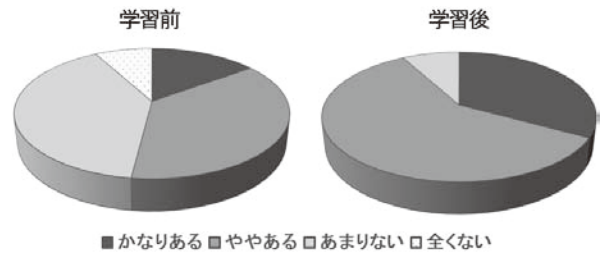


図11 学芸の森「私の植物」を使用した学習前後における植物多様性に対する興味の変化。調査対象は理科生119名。

学生が書いた感想には、「最初はあまり面白いと感じなかったが、最後はとても面白いと感じるようになった」、「普段は余り気にしていなかった植物を、通学の途中でも気にするようになった」など、半期を通して作業を行うことで変化が生じたとする記述が多く見られた。

上述の例は意識の変化であり、能力の変化を調べたものではない。しかし、意識を持続することで能力育成が促進されることは、十分ありそうなことである。理科の能力を効果的に育成するためには、1つの科目だけでなく、常に複数の科目で同時平行的に、主体的に考えたり、行動したりするよう働きかけ続ける必要があるのではないだろうか。それぞれの専門科目では、学生に与える知識と技能は千差万別である。しかし、理科の基本的な能力は小学校学習指導要領に見られる、わずかな数のものでしかない（文部科学省 2015, 文部省 1989, 1998）。様々な理科の専門科目の中で、大学教員は従来、知識と技能の教授を主たる目的として授業を行ってきた。これに加え、その授業内容がどのような理科の能力育成に役立つのかを教員自身が意識し続けること、そして自らの授業方法に改良を加えていくことが、高い理科の能力を持った人材を育成することにつながるのではないだろうか。

引用文献

- 中央教育審議会. 2012. 新たな未来を築くための大学教育の質的転換に向けて～生涯学び続け、主体的に考える力を育成する大学へ～（答申）. 文部科学省ホームページ. http://www.mext.go.jp/component/b_menu/shingi/toushin/_icsFiles/afildfile/2012/10/04/1325048_1.pdf (2016年5月16日アクセス)
- 中央教育審議会大学分科会制度・教育部会. 2008. 学士課程教育の構築に向けて（審議のまとめ）. 文部科学省ホームページ. http://www.mext.go.jp/component/b_menu/shingi/toushin/_icsFiles/afildfile/2013/05/13/1212958_001.pdf (2016年5月)

月16日アクセス)

- 樋口耕一. 2004. テキスト型データの計量的分析 —2つのアプローチの峻別と統合—. 理論と方法 19 (1) : 101-115.
- 川角 博. 2014. NHK 考えるカラス —「もしかして?」からはじまる楽しい科学の考え方. NHK 出版.
- 真山茂樹. 2010. 学芸の森「私の植物」. 東京学芸大学出版会.
- 文部科学省. 2015. 小学校学習指導要領 (平成27年3月一部改正). 文部科学省ホームページ. http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/youryou/___icsFiles/afieldfile/2015/03/26/1356250_1.pdf (2016年5月20日アクセス)
- 文部省. 1989. 小学校学習指導要領 (平成元年3月). 文部科学省ホームページ. http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/old-cs/1322235.htm (2016年5月20日アクセス)
- 文部省. 1998. 小学校学習指導要領 (平成10年12月). 文部科学省ホームページ. http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/cs/1319941.htm (2016年5月20日アクセス)