

探究活動を取り入れた新入生の学習オリエンテーション

梅田 貴士・古賀 信吉・竹下 俊治
(2010年12月3日受理)

A learning orientation for first-year students adopting research activities

Takashi UMEDA, Nobuyoshi KOGA and Shunji TAKESHITA

Abstract. An inquiry-based learning program was designed and applied practically to an introductory seminar for the first-year students in our pre-service science teacher training course. From the scheduled filed observations at Asa-zoo, students found several topics for their laboratory inquiries. Through information collection and discussions, seven research subjects were determined by students themselves. The respective subjects were researched by small groups less than 6 members, where variety of inquiry processes were turned out depending on the subjects. The results of the inquiries were presented in class, followed by discussions. The individual students were requested to submit a report on the laboratory inquiry as the final task of the learning program. In the present paper, the practice of the learning program is reported and evaluated from the viewpoints of orientation for the first-year students and pre-service science teacher training.

1. はじめに

理科の学習における「探究活動」の重要性は広く認識され、評価の観点も含めて様々な実践的研究の成果が報告されている（鹿江ほか2007, 2009, 村山2010, 清原2010）。これまでの学習指導要領でも、表現の違いこそあれ、当初から校種に関わらず理科の目標の中に「探究活動」が取り上げられており、平成20年1月の中央教育審議会答申は、理科における探究活動のいっそうの充実や改善を求め、現行の高等学校「物理II」, 「化学II」, 「生物II」, および「地学II」で必修単元として取り上げられている「課題研究」は、新指導要領において新科目「理科課題研究」として新たに位置づけられることになった（清原2009, 小林2009）。一方、学校現場では「探究の過程の形骸化」のために探究活動が十分な効果を発揮していない現状も指摘されており（後藤ほか2007）、大学生が高校までの間に経験した探究活動は、学生間で大きく異なると予想される。また、教員養成段階における探究的な学習の必要性も示唆されている（古賀ほか2004）。そこで、広島大学教育学部第二類自然系コースのカリキュラムの一貫として設けら

れた「教養ゼミ」に問題解決型の探究活動を取り入れ、実践を行った。「教養ゼミ」は、大学での学習の入り口として、入学後の早い段階で知的活動への動機づけを高めることによって自主的な学習を促し、科学的な思考方法や適切な自己表現能力を養うこと、教員・学生相互のコミュニケーションをはかり、学習集団を形成することを目標としている。この「教養ゼミ」を理科各科目の領域を越えて身近な自然や生活に関連する事象、先端科学の基礎に探究的にアプローチする学習活動の場とし、学生自らが探究活動に取り組むことは、「教養ゼミ」の目標にも合致し、有意義である。

地域や日常生活の中には、探究活動の素材になり得る様々な自然環境や科学的事象が存在している（竹下ほか2009, 石原ほか2008, 大鹿ほか2007など）。その中から探究課題を発見し、広く科学の視点から探究することで、必ずしも理科各科目の系統的内容を大学入学までに履修していない学生にも課題研究として探究活動の機会を提供できるとともに、高等学校での理科科目の選択制による特定科目の履修の問題点を緩和し、現代社会における科学の役割を認識させる学習活動の実

現が期待される。また、既習理科学科目の内容を基礎として未履修理科学科目に関連した素材を題材とした探究活動を展開させることにより、理科各科目の特徴の理解が促されることも期待される。

2. 学習活動の計画

2.1 学習活動の目標

この実践では、大学の新生生に対し、①探究活動のための学習集団の形成、それまでの②受容型システム学習から問題解決型学習への意識の変革、固定概念となっている高等学校理科におけるカテゴリー(物・化・生・地)を意識から排除することによる③自然科学的アプローチの多様性と共通性の認識、また、教師の資質としての④探究活動を通じた科学的能力の育成を目指した。それらに加えて「教養ゼミ」の指導者による⑤学生の現状評価(探究的実験活動等の実質的経験の有無や広義の科学的能力の現状)と将来的な到達度の達成に向けた⑥学生個々の課題の把握も行うこととした。

2.2 学習活動の実施体制とスケジュール

平成22年度前期の本学教育学部第二類自然科学コースにおける教養ゼミでは、新生生29人について同コース3人の教員が担当した。教養ゼミは全15回の授業として図1の様に進めた。この他に、今回の探究活動に加え、教養ゼミの一環として履修登録ガイダンスと平和学習も行った。

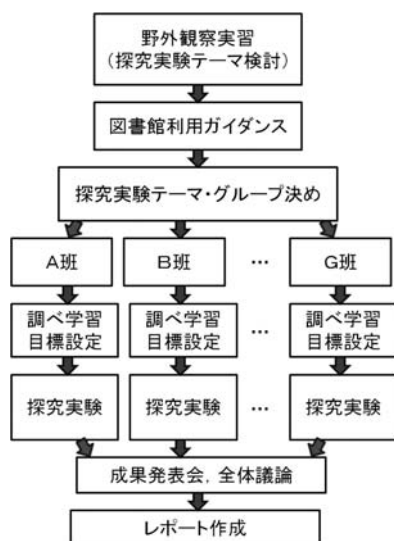


図1. 教養ゼミのスケジュール。

3. 学習活動の展開

3.1 野外観察実習

教養ゼミとして広島市安佐動物公園における野外観察実習を行った。教養ゼミで行う探究活動のテーマは、この野外観察実習の中から学生自らが見出すことにした。これにより、学生には探究活動の背景と目的を自分で考え、その目的の為に実験を行うことが要求される。このような問題解決型学習の経験をさせる事は本活動の重要な目的の一つである。

同時に、ここでは新生生と教員及び上級生との交流・コミュニケーションも目的の一つであり、探究活動のための学習集団が形成されることを期待した。さらに、自然系コースでの学習・大学生活等についてのガイダンスなども行った。この野外観察実習は表1の様なプログラムで行った。

最初の全体研修では、同行した講座主任と担当チューターによる大学生活や教養ゼミに関するガイダンスを行った。次に、安佐動物公園のスタッフによる「飼育係の話」に関する講演を行った。「動物園で働く人」に焦点をあてた講演の中で、特に安佐動物公園の開園当時から飼育されており世界最高齢のクロサイ夫婦としても知られる「ハナ」と「クロ」の「継続した繁殖と種の保存への取り組み」について詳しい紹介が行われた(図2)。

その後、動物病院に移動し、担当獣医師による安佐動物公園の動物病院の紹介が行われた。ここでは、安佐動物公園で飼育されている動物の病気やけがの治療、検疫、死体の解剖、標本の作製などが行われている。安佐動物公園で作製された動物の骨の標本や、蛇の血管の様子を、実物に直接



図2. 「飼育係の話」に関する講演の様子。

表1. 野外観察実習のプログラム.

1. 日 時
平成22年4月17日(土)
2. 場 所
広島市安佐動物公園
広島市安佐北区安佐町動物園
3. 参加者
新入生 29名
在校生 10名(フェロー)
教員 4名
4. 移動方法
学生(1年生+フェロー)39名, 教員3名: 借り上げバス(一部現地集合)
5. 日 程
8:30 広島大学西条キャンパス教育学部前集合
8:45 バス出発
10:00 広島市安佐動物公園到着
10:30 全体研修(動物科学館)
(1) ガイダンス(主任, チューター)
(2) 「飼育係の話」(安佐動物公園)
園内見学(安佐動物公園企画係引率)
11:40 動物病院
12:00 飼育の現場見学
12:30 昼食
13:30 自由見学(班行動)
15:30 集合
16:00 広島動物公園出発
17:30 広島大学到着 解散

触れたりしながら説明を受けた(図3)。

飼育の現場見学では、「飼育係の話」の講演で紹介されたクロサイ厩舎が案内され、クロサイへの給餌も体験した(図4)。このクロサイ夫婦の

「ハナ」と「クロ」は高齢のため現在は一般公開されていない。

その後は自由行動として、フェロー(同コースの2年生)と共に、5, 6人のグループに分かれ



図3. 動物病院見学の様子。



図4. 飼育現場(クロサイ厩舎)見学の様子。

て安佐動物公園の見学を行った。事前に探究活動のテーマを模索するよう指示したため、各グループで様々な探究活動の可能性を議論しながら見学を行っていた。また、野外観察実習の前日から上級生のフェロー達と共に昼食の準備などを行っており、昼食時にはグループ毎にお弁当を囲むなど、上級生との親睦も深めていた。

3.2 探究課題の設定

探究活動ガイダンスでのグループ・テーマ決めでは、まず初めに、各学生が野外観察実習で考えてきたテーマを発表させた。それを元に学生を3～6人程度の少人数グループに分けた。グループに分かれた後は、それぞれのグループ内の学生同士で相談しながら探究活動のテーマを決めていった。その後の活動を進めていく中で、当初のテーマとは変わっていったグループもあったが、最終的には表2の様な探究活動のテーマに決まった。

表2. 探究活動のテーマ

| | |
|---------|-------------|
| A班 (5名) | モモンガの滑空の仕組み |
| B班 (4名) | エステル合成 |
| C班 (3名) | 豆腐の科学 |
| D班 (3名) | ヒートテックの発熱現象 |
| E班 (6名) | 倍数体の作出 |
| F班 (4名) | カプトムシが感じる光 |
| G班 (4名) | プラナリアの再生能力 |

教養ゼミの最初で設定した、野外観察実習の中でテーマを見つけるという条件からは関連性の薄いテーマもあるが、教員によるテーマの誘導よりも、学生達が自分でテーマを見つけ、グループで相談しながら最終的なテーマを決定する点を重視した。また、探究活動のテーマにあまり制限を加えないことにより、学生達に自然科学的アプローチの多様性の認識を意識させ、高校理科学科目の枠組みにとらわれない議論を期待した。

テーマとグループを決めた後は各グループで探究活動を進めた。教養ゼミの一環として行われた図書館利用ガイダンスで学んだ資料検索の方法や、インターネットの検索サイトを利用しながら各テーマに関する調べ学習を行った。そこから徐々に必要な実験などを決め、個別の実験に進んでいった。この間、教養ゼミ担当の教員が適時、実験のアドバイスや、必要な実験器具の説明など

を行いながらサポートを行った。自主的に授業時間外に集まって実験を行う様な積極性が多くのグループでみられた。

3.3 探究活動の内容と展開

(1)モモンガの滑空の仕組み (A班 5名)

安佐動物公園で見たモモンガの滑空の様子から、羽ばたくことの出来ない動物が滑空する仕組みについて調べる事にした。具体的にはモモンガに似せた模型を作成して、実際に滑空させることにより、模型が安定して長距離を滑空する為に必要な条件などを調べる事を目的とした。実際のモモンガと同程度の「飛び降りる場所の高さの3倍」程度の滑空距離を目指した。モモンガに相当する模型を作製し、2階の高さから滑空させ、その様子を観察しつつ飛距離を測定した。初期の実験により、滑空中の姿勢の安定性が重要であることが明らかになった。滑空中に飛膜にかかる力と重心の位置から、模型に働く力のモーメントを見積もり、安定な平衡点が存在するような飛膜の形を検討した。モモンガの模型は直径4 cmの塩化ビニールパイプを胴体、手足を針金として、飛膜の部分を布で作成した。手足の部分を針金にすることにより、様々な飛膜の形を試すことができた。最終的には、飛び降りる高さと同程度の飛距離まで、比較的安定した滑空が可能になった。この模型を作成するのに様々な試行錯誤が行われ、今後教材作りなどに必要になる工具の取り扱いなども習得することができた。(図5)



図5. モモンガの模型作成の様子。

(2)エステル合成 (B班 4名)

動物の飼料として用いられている果物のおいしさに興味を持ち、種々の果物臭の原因となるエステ

ルの合成をテーマとして取り上げた。高等学校におけるエステル化反応についての学習内容や簡易合成実験をもとにして、より合理的な実験装置や実験条件についての情報収集を行った。エタノールと酢酸による酢酸エチルの合成反応をモデル反応として、最も効率的にエステルを合成する反応条件の探査を探究活動の目的として設定した。触媒として用いる硫酸の濃度と添加量、反応温度、および反応時間の条件を変化させて、生成する酢酸エチルの量的変化を実験により追跡した。実験条件の系統的制御を特徴とした探究活動を展開した。さらに、得られた結果をもとにエステル化反応や生成したエステルの加水分解反応のメカニズムについても考察し、図書資料やWeb情報も参考にしながら大学基礎化学のレベルでの学習に展開させた。

エステル化反応については高等学校化学において学習するが、実際にエステルの合成実験を高校時代に経験した学生はいなかった。また、化学実験器具の扱いにも慣れていない学生が多く、基本的な実験技能についても指導が必要であった。(図6)



図6. エステルの合成実験.

(3)豆腐の科学 (C班 3名)

動物の飼料として用いられている食材のうちおからに着目し、豆腐作りにテーマを求めた。大豆とにがり材料とした手作り豆腐についての情報を検索し、実際に豆腐を作り試食した。この豆腐作りの過程で体験した豆乳ににがりを加えたときの変化について、高等学校でのコロイド溶液に関する既習内容をもとに、このメカニズムについて考察した。この体験をもとに、電

解質の種類による親水コロイドの塩析現象の比較検討を探究のテーマとして取り上げた。豆乳に種々の価数の陽イオンを含む電解質溶液を添加して、塩析によるゲル化の状態を比較した。実験結果を、親水コロイドの塩析のメカニズムの観点から考察した。

コロイド溶液の性質については高等学校での既習事項であるが、にがりを豆乳に加えたときの変化を親水コロイドの塩析と関連して理解できない学生もおり、身近な現象と高等学校理科での学習内容との関連づけが希薄である現状も伺えた。また、電解質溶液の調整において、既定のモル濃度の溶液を調整する方法についても、学生間で理解と経験の格差があり、探究活動の過程でこのような基本的事項をグループ学習する場面も見受けられた。(図7)



図7. 豆腐作り.

(4)ヒートテックの発熱現象 (D班 3名)

動物の体毛と保温効果についての観点から、最近衣料メーカーにより温まる繊維として商品化された「ヒートテック」の発熱現象をテーマとして取り上げた。情報検索により、ヒートテックの発熱現象が繊維への水蒸気の吸着熱によるものではないかとの予想を立てた。水蒸気をヒートテックと接触させた場合の発熱の有無を確認するための実験装置の開発を行った。同時に、対照実験の必要性に気づき、水蒸気とヒートテックを接触させた場合の温度変化がヒートテックによる発熱現象であることを論理的に実証するための種々の対照実験を考案した。実験データの比較検討により、ヒートテックへの水蒸気的作用による発熱現象を論証した。また、

探究成果の発表に向けて、実験結果の合理性を効果的に伝えるための種々のグラフの作成などに工夫を凝らした活動を展開した。

ヒートテックの発熱現象についてはきわめて限られた情報しか提供されておらず、発熱現象を現象論として実証することにとどまったが、実験装置の工夫、種々の対照実験の設定、実験データの論理的解釈など探究の過程を学習する意味においては高度な学習活動となった。(図8)



図8. ヒートテックの発熱現象を調べる実験。

(5)倍数体の作出 (E班 6名)

動物のエサに着目し、コスト削減の一つの手段として植物の大型化を計画し、コルヒチン処理による倍数体(4倍体)の作出を試みた。材料には、ダイコン、アサガオ、スイカ、トマトを用いた。コルヒチン処理は、苗ではコルヒチン溶液を含ませた脱脂綿で茎頂分裂組織を処理し、種子ではコルヒチン溶液中に浸すことで処理をした。倍数化は染色体数により確認できるが、それに加え、植物が大型化するには、細胞数が増えるか、細胞のサイズが大型化する必要があると予想し、植物体の大きさ、表皮細胞の大きさや密度を比較することとした。結果は、染色体の観察では、実験操作に不慣れたため観察可能なプレパラートが作成できず、形態の比較では、コルヒチン処理による成長阻害のため、植物体が十分に成長せず、また、未処理の脇芽の成長が著しいものもあり、正確な比較にまでは至らなかった。

この班では結果的に実験は失敗に終わったが、その要因は、個々の実験操作に緻密さが欠落し

ていた点であると自ら指摘していた。今回の失敗により、正確な結果を得るためには、実験操作の原理をよく理解し、実験全体にわたって見通しを持つ重要性に気付かされた活動となった。

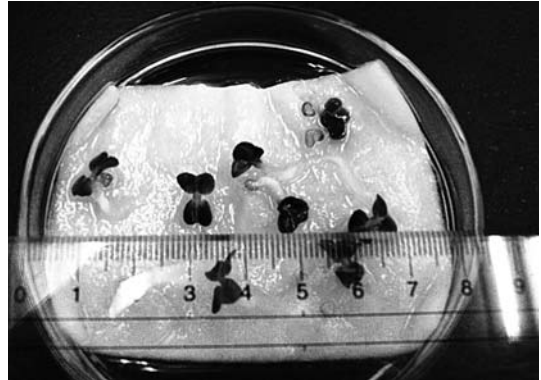


図9. コルヒチン処理中のダイコン。

(6)カブトムシが感じる光 (F班 4名)

動物園の夜行性動物のコーナーでは、ケージの照明には全て赤色のランプが使用されており、見学者が十分に観察できる明るさにもかかわらず、動物は活発に動いていた。このことから、夜行性動物の光に対する反応は、波長によるものなのか、照度によるものなのかを検証することとした。実験に用いる夜行性動物はカブトムシとした。光の波長はカラーセロハン(赤・青・黄・緑)で、照度は光源(ハロゲンランプ)との距離で調節した。結果は、カブトムシの行動は光の波長よりも照度により影響されることを示しており、文献から得られた情報とは異なったものとなった。その原因として、この班は、飼育条件の違いや動物が持つ体内時計について言及していた。飼育条件の統一は実験の基本ではあるが、生物の個体間と言うに及ばず、同一個体でも条件の制御が最も困難な操作の一つである。この実験は物理現象に対する生物の反応を扱ったものであり、班の構成員は物理系の学生と生物系の学生が混在しており、実験に対する考え方が違うなど、取り組み方も非常にユニークであった。その意味で、この班は物理的実験と生物的实验が融合した難しさを経験できたといえる。

(7)プラナリアの再生能力 (G班 4名)

動物園で展示される動物には、本来の生息環境とは異なる環境に対して適応する必要がある。このことから、動物の生育環境への適応能力を確か

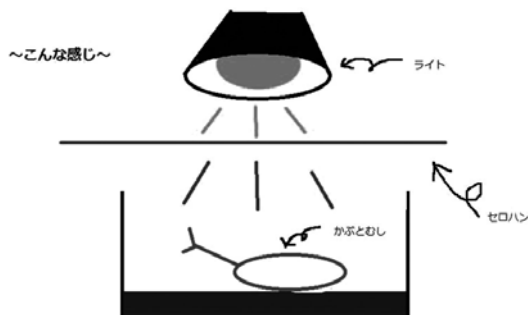


図10. カブトムシによる光反応性の実験。

める実験として、プラナリアを題材に扱った。プラナリアは、その生息環境に適応するために、高い再生能力を持つと考えられている。そこで、プラナリアの体を細かく刻み、どの大きさまで再生できるかを確かめることとした。さまざまな切り方を試みた結果、一片が2 mm以下でも再生されることを確認した。また、再生の際の極性も確認できた。さらに、プラナリアの正中線で切り分けた切片からは、体が湾曲した個体が再生されるものがあったことから、極性について深く情報検索を行い、最新の研究成果の中に、特定の物質の濃度分布が極性に影響を与えることを見出した。

この班の取り組みでは、実験の考察から得られた疑問に対してさらに探究し、情報を収集して解決の糸口を見つけるという、本来的な科学的な探究活動の姿勢が見られたという点で評価できるであろう。自発的に動機づけられた探究活動が、さらに新たな探究活動へつながるといい例といえる。

3.4 探究成果の発表

大学では学習成果や、実験結果などを他人に伝えるプレゼンテーション能力や、論文、レポートの作成能力が重要になる。感想文などとは異なり、これらの場合は事実を簡潔に誤解の無いように伝えるための技術が必要になる。今回の教養ゼミを受講した学生では、プレゼンテーションやレポート作成の経験の有無による能力の差が大きかった。入学前にこれらの経験をしてこなかった学生にとっては、教養ゼミの中で指導を行う事は今後の大学での学習にとって有用であると考えられる。

このプレゼンテーションやレポートの作成を体験させるために、教養ゼミの最後で探究活動の成



図11. プラナリアの再生実験。

果に関する発表会を行った。各グループでパワーポイントを用いて発表準備を行い、教室のプロジェクタとスクリーンを用いて発表を行った。各グループ12分（質疑応答含む）の発表を行うという、学会形式での発表会を行った（図12）。比較的短時間での発表であったが、どのグループも分かり易く成果を報告するための工夫が見られた。ただし、難易度の高いテーマ設定のため、十分に結果が考察されていない発表もあった。他のグループの発表を聞くことにより、自分が発表する場合には気が付きにくい注意点がより明確になるため、学生達のプレゼンテーション能力の重要なポイントを確認できたと考える。また、発表後の議論でも活発なやりとりが行われ、目的の一つである学習集団の形成にも一定の効果が得られたと推察する。



図12. 成果発表会の様子。

3.5 レポート作成

発表会の後に学生全員に対して探究活動のレポートの提出をさせた。レポート作成に関する指導

は表3の様な簡単なメモを元に行った。レポート作成の指導時間が十分に確保できなかったこともあり、目的、方法などの記述が不十分で、特に、結果に対する考察がほとんど行われず、結論を導き出せないままのレポートが多く見られた。これは、これまでのレポート作成の経験の有無も一因であろうが、学生間の能力の格差が大きく表れていることが分かった。

4. 学習活動の成果と課題

4.1 学習オリエンテーションとしての成果

教養ゼミにおいては、従来から図書館やコンピ

ュータ室の活用ガイダンスを取り入れ、大学における学習や研究活動のためのハード面での効果的活用について指導してきた。今回の取り組みにおいては、探究活動およびその成果報告において、図書資料やWeb情報などを活用した学習活動を実践的に体験させたことにより、以後の大学での学習においてこれらのソフトを効果的に活用するための着眼点と注意点にまで踏み込んだ指導が可能となった。

多くの新入学生は、大学入学試験の対策として教科書の範囲内での知識や問題解決の技能の習得に偏重した理科学習を重ねてきた傾向が強く感じ

表3. レポート作成に関する注意点のメモ

教養ゼミの探究実験に関するレポートの書き方

はじめに

レポートの作成の目的は探究実験で得た結果を正確に表現し、実施した実験を他人に分かりやすく伝える事にある。感想文では無い事を意識すること。

レポートの構成

基本的には以下の0～6の順で構成する。感想や意見などが書きたければ感想の項目を別途追加する事。少なくとも3ページ以上(表紙は除く)の分量にする事。

0：表紙

授業名、実験テーマ、提出日、学籍番号、氏名、共同実験者氏名などを記入。

1：目的

この実験テーマを選んだ理由や、この実験で明らかにしたい事など。

2：方法

実験の目的を達成するために考えた方法を記載する。実験前に調べた先行研究や資料などは引用箇所に番号を付けて、後述の参考文献に載せること。

3：結果

得られた結果をグラフや図、表を交えながら記載する。

4：結論、考察

実験を通して分かった事、上手くいかなかった事に関する問題点、改善すべきポイントなどを記載する。

5：自分が貢献したポイント

通常のレポートでは必要ないが、今回は探究実験で自分が貢献したポイントを記入する事。自分ばかり大変な役割をやった、という人はここで沢山アピールする。

6：参考文献

調べ物や、実験で引用又は参照した図書や文献はすべて記載する。著者名、タイトル、雑誌名、発行年、該当ページなど(Web上の情報を引用する場合はURLなど)を記載する。引用番号を“[1] 著者、タイトル、雑誌名”の様に付けて本文中の引用箇所に同じ番号を記す事。

その他

用紙はA4を使用する事。各ページにページ番号を付けて、左上をホチキスで閉じる。できるだけワープロソフト(パソコン)で作成する。

られた。教養ゼミでの探究活動の実践を通じて必要な情報を検索し、それらを知識としてさらに新たな知識を開拓する学習行動のパターンを体験させることができた。それぞれの探究活動グループでは、現在の科学的知識や技能では解決できない種々の課題に遭遇し、大学の講義や実験の授業において、さらに系統的な科学的知識や技能を習得することの必要性を認識させる機会にもなったと思われる。さらに、グループによる探究活動や全体での討論を通じて、学習や研究活動を推進するための学習集団の役割とその重要性について認識させ、学習集団における各個人の関与のあり方についても考えさせる機会を得た。

4.2 理科教員養成の起点としての成果

探究的な学習活動については、高等学校理科においても必修単元として位置づけられているが、その実質的体験の質および量は学生間で大きな開きがある。これは、学生の科学あるいは科学教育についての理解の質や内容に重大な影響を及ぼすものである。中等科学教育において、探究的な学習活動を通じた科学的思考や科学的方法論などの科学の本質にかかわる能力の育成が求められているなか、理科教員養成の立場からは、科学教育の内容的背景を理解するための系統的知識の習得と密接に関連させながら、探究の過程やそれを構成する科学的思考や方法論についての認識を深めていくことが重要である。教養ゼミにおける探究的な学習活動の実践は、このような学習活動の経験の格差を補正し、理科教員養成を目的としたプログラムを展開していく上での起点として重要な意味を持つものとなった。

高等学校での理科科目の選択制により、学生は理科各科目を独立した学問分野として捉えている。上述したような科学の本質にかかわる能力を育成するうえでは、理科各科目に対する心理的障壁を可能な限り排除し、自然や科学に対するアプローチの多様性についての理解を深めさせることが望まれる。野外実習を通じた探究課題の探査や探究活動の成果発表会における議論は、自然科学的アプローチの多様性を認識させるための契機となったものと思われる。また、設定した探究課題によっては、実際の自然科学の探究においては理科各科目の境界は存在しないことを体験させることもできた。探究成果の発表に際しては、研究内

容と成果を論理的に、また、明解に解説する努力が見受けられ、自己のコミュニケーション能力を自ら評価し、改善を試みる機会となった。

4.3 今後の学習指導の方向性と課題

探究的な学習活動の展開にともない、指導教員は個々の学生の理科各科目に対する興味、科学的知識、実験観察の技能、科学的探究能力、コミュニケーション能力などについての能力の現状を評価する機会を得た。これらの現状評価は、今後のプログラムにおいて個々の学生の理科教員としての資質を育成するための起点となる重要な情報である。今後、教養ゼミにおける探究活動の各過程における実用的評価方法の確立や評価結果を起点としたポートフォリオの開発などにより、プログラム全体を通じた理科教員養成の高度化に資することが期待される。

5. まとめ

「探究活動」には様々な形態のものがあるが、今回の実践は、学生が実際に見たり感じたりした事物現象から発想を広げ、それを題材としたことで、自発的に探究心を持ち、幅広い科学の視点で取り組むことができる活動となったと考えられる。このような活動をより明確な学習活動として位置付けるには、一連の探究活動のモデルプログラム作りや、評価の観点についても検討する必要がある。また、それらが極度にマニュアル化し、探究の過程そのものが形骸化するのを避けるには、指導する教師には、科学に関する幅広い知識や応用力、周囲の自然の事象に対する興味・関心・洞察力が必要とされるだけでなく、探究活動の本来の意味を熟知し、効果的に実践する能力を持つことが求められる。今回の実践では、それぞれの学習集団では、自ら見出した課題に対し、個々の学生がそれまでに理科各科目で習得してきた科学的知識に固執するのではなく、互いの知識・経験を共有することで多様な観点・方法を最大限に活用したアプローチを行っていた。このことは、将来、中等理科教育に携わる学生の今後の大学での学習活動において、科学的な思考や判断の基盤形成や理科の指導者としての意識改革の一助になると期待される。

謝辞

本研究を進めるに当たり、広島市安佐動物公園には、野外観察実習の場の提供、さらに講演や園内施設の見学を引き受けて頂き、感謝致します。本研究の一部は、科学研究費基盤研究(B)(22300272)および科学研究費基盤研究(C)(22500853)の助成を受けて行った。この場をお借りして御礼申し上げます。

参考文献

中央教育審議会答申、「幼稚園，小学校，中学校，高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善について」．文部科学省（2008）．
中学校学習指導要領解説，理科編（2008）．
高等学校学習指導要領解説理科編（2009）．
石原勢太郎，佐藤由佳，古賀信吉，「デジタル画像のスペクトル変換を用いた環境水中の亜硝酸態窒素（N-NO₂）と化学的酸素要求量（COD）の測定，化学教育ジャーナル，11，11-12（2008）．
大鹿聖公，佐藤崇之，向平和，竹下俊治，池田秀雄，「外来魚を用いた解剖教材の開発とその特性」．生物教育，47，166-173（2007）．
鹿江宏明，古賀信吉，「パフォーマンス課題とマインドマップによる科学的思考力の評価(2)」，

中学教育，41，41-46（2009）．
鹿江宏明，古賀信吉，佐竹靖，「生きてはたらく科学的思考力の育成をめざした理科授業(2)」，中学教育，39，47-54（2007）．
清原洋一，「高等学校理科の改訂－総論－」，理科の教育，58，682-685（2009）．
清原洋一，「中学校理科における新しい学習評価」，理科の教育，59，448-451（2010）．
古賀信吉，古川義宏，田中春彦，「教員養成のための基礎化学教育」，学校教育実践学研究，10，11-19（2004）．
小林雅之，「新科目「理科課題研究」の登場」，理科の教育，58，728-731（2009）．
後藤正英，久保田喜彦，水落芳明，西川純，「中学校の理科実験における子どもの課題解決過程に関する一考察～「探求の過程」を強制しないカリキュラムにおける実験の予想に着目して」，理科教育学研究，47，1-7（2007）．
竹下俊治，原竜也，平山良太，向平和，佐藤崇之，大鹿聖公，永田淳，山崎博史，「広島県西条盆地における生物・地学教材ポイントマップの作製」，学校教育実践学研究，15，137-146（2009）．
村山哲哉，「小学校理科における新しい学習評価」，理科の教育，59，444-447（2010）．