

# 理科観察・実験の指導力育成に向けた取り組み

向 平和, 隅田 学, 中本 剛, 大橋 淳史  
熊谷 隆至, 日詰 雅博, 中村 依子, 佐野 栄

愛媛大学教育学部

## Development and Practice of Pre-service Teacher Training Program for Teaching about Observation and Experiment in Science

Heiwa MUKO, Manabu SUMIDA, Go NAKAMOTO, Atsushi OHASHI  
Takashi KUMAGAI, Masahiro HIZUME, Yoriko NAKAMURA, Sakae SANO

Faculty of Education Ehime University,

### 1. はじめに

愛媛大学教育学部では小学校理科で取り扱う観察・実験を中心に網羅的に体験でき、小学校と中学校の観察・実験のつながりを学ぶことができる「理科観察実験体験プログラム」を提供している。本プログラムは単位の実質化に伴う履修単位数の上限設定や現役学生の学習歴の問題に対応するために開発し、実践している（向ら 2013）。

本プログラムでは、ペルチェ素子を利用した霧箱の開発（佐伯ら 2014）や生命倫理の文脈での無細胞タンパク合成実験キットの実践（神森ら 2015）など開発的、新規的な授業実践も行ってきた。

本稿では、4年間実施してきた「理科観察実験体験プログラム」を総括しながら、これまで本プログラムで実施してきた質問紙調査の分析から学生の観察・実験の指導力向上に対する示唆を得ることとする。

### 2. 理科観察実験体験プログラムの内容及び各年度の変更点

これまで、本プログラムの実施形態等は下記の通り変化している。

2011年度は、講師を理科教育講座の教員が務め、その補助をアシスタント学生が担当した。その結果、一般参加（児童役）の学生とアシスタント学生が同質化するという問題点があげられた。この問題点については鈴木（2013）の質問紙調査の分析からも明らかである。

2012年度からは、前年度の課題を解決するために、教材の開発、準備および講師をアシスタント学生が担当するように変更し、大学教員はその補助を担当した。また、一般参加学生向けガイダンスに加えて、アシスタント学生に意識づけするためにアシスタント学生向けガイダンスを実施した。

2013年度からは中学校理科の内容も積極的に含めることにした。その理由は中一プロブレムなどの対応に、小学校と中学校の連携が求められているためである。特に理科教育においては、中学校学習指導要領で「…小学校で身に付けた問題解決の力を更に高めるとともに、観察・実験の結果を分析し、解釈するなどの科学的探究の能力の育成に留意する」と述べられ、小学校と中学校の理科指導の円滑な接続が求められている。

2014年度は現職教員と教員養成の学生が相互に学べる環境をつくるために、大学近隣の小学校教員に本プログラムを開放した。現職教員の参加を促すため松山市教育委員会に後援していただき、大学近隣の小学校に周知し、実施時間を現職教員が参加可能な16時半からに変更した。

なお、本プログラムへの参加者の所属および参加者数は下記の通りである。

2011年度は前期13回で472名（1回当たりの参加人数の平均約36名）、後期13回で319名（1回当たりの参加人数の平均約25名）が参加した。2012年度は前期13回で593名（1回当たりの参加人数の平均約46名）、後期13回で486名（1回当たりの参加人数の平均約37名）が参加した。2013年度は前期13回で377名（1回当たりの参加人数の平均約29名）、

後期13回で302名（1回当たりの参加人数の平均23名）が参加した。2014年度は前期13回で378名（1回当たりの参加人数の平均約29名）、後期11回で254名（1回当たりの参加人数の平均23名）が参加した。そのうち現職教員はのべ19名（5名が複数回参加）が参加した。

### 3. 質問紙調査の方法と対象

理科観察実験体験プログラムでは、各回のプログラムの実施後に下記の6項目に対して5件法（最も否定的が1、最も肯定的が5）にて質問紙調査を実施した。本質問紙調査は一般参加者に実施している。

- (1) 観察・実験に対する態度
- (2) 観察・実験方法の理解度
- (3) 観察・実験の結果の満足度
- (4) 観察・実験と学習内容についての理解度
- (5) 観察・実験に対する能力・技能の習得度
- (6) 総合的自己能力評価

4年間の実践のうち、2012～2014年度の前期に実施したプログラムを分析の対象とした。初年度は大学教員が実施しているため、また、前期と比較して後期の受講生が少ないため、2011年度および各年度の後期のプログラムを分析対象から除外した。各年度の前期のプログラムに共通した実施テーマは下記の通りである。

- No.1 生物的領域の観察・実験の基本スキル
- No.2 ものと重さの関係は？
- No.3 天文・気象観測の基本スキル
- No.4 チョウの飼育・種子の発芽条件を調べよう！
- No.5 メダカについて知ろう！
- No.6 電気のはたらき
- No.7 川原の石を観察しよう！
- No.8 空気と水にはどんな性質があるだろうか？
- No.9 電気と磁石のコラボレーション
- No.10 空気、水、金属と温度の関係は？
- No.11 光合成について知ろう！
- No.12 てこやゴムのはたらき
- No.13 これまでの観察結果をまとめよう！

実施の順序は年度によって多少の変更はあるが基本的なテーマは同じであった。質問紙への回答を数値化し、分析を行った。なお、プログラムへの参加登録者数は2012年度が48名、2013年度が36名、2014年度が22名であった。年度の重複受講者は2013年度と2014年度で3名であった。

### 4. 質問紙調査の結果

表1に(1)観察・実験に対する態度の回答結果を示す。それぞれの年度の回答結果同士でt検定（両側検定・対応なし）を行った結果、No.6（2013年度と2014年度、2012年度と2014年度）、No.11（2012年度と2013年度、2013年度と2014年度）の回答について5%水準で有意差が確認された。

表2に(2)観察・実験方法の理解度の回答結果を示す。それぞれの年度の回答結果同士でt検定（両側検定・対応なし）を行った結果、No.2（2012年度と2013年度、2013年度と2014年度）、No.6（2013年度と2014年度）、No.12（2013年度と2014年度、2012年度と2014年度）の回答について5%水準で有意差が確認された。

表1 観察・実験に対する態度

プログラム No.	2012		2013		2014	
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
1	4.53 (32)	0.67	4.71 (21)	0.56	4.38 (16)	0.72
2	4.62 (34)	0.60	4.58 (24)	0.93	4.71 (14)	0.47
3	4.67 (39)	0.58	4.36 (22)	0.58	4.50 (12)	0.67
4	4.61 (33)	0.70	4.59 (17)	0.51	4.38 (13)	0.65
5	4.83 (29)	0.47	4.87 (15)	0.35	4.45 (11)	0.69
6	4.76 (25)	0.44	4.82 (12)	0.40	4.67 (12)	0.65
7	4.67 (26)	0.55	4.64 (14)	0.84	4.50 (4)	0.58
8	4.65 (20)	0.49	4.80 (10)	0.42	4.54 (13)	0.88
9	4.84 (25)	0.47	4.80 (5)	0.45	4.64 (11)	0.50
10	4.65 (26)	0.56	4.50 (12)	0.52	4.63 (8)	0.52
11	4.76 (29)	0.51	5.00 (7)	0.00	4.60 (10)	0.52
12	4.83 (29)	0.38	4.67 (12)	0.65	4.55 (11)	0.52
13	4.77 (31)	0.43	5.00 (7)	0.00	4.00 (2)	0.00

括弧内は回答者数を示す。

表2 観察・実験方法の理解度

プログラム No.	2012		2013		2014	
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
1	4.63 (32)	0.49	4.62 (21)	0.50	4.44 (16)	0.51
2	4.47 (34)	0.61	4.83 (24)	0.38	4.50 (14)	0.52
3	4.59 (39)	0.64	4.27 (22)	0.63	4.25 (12)	0.62
4	4.70 (33)	0.47	4.53 (17)	0.51	4.62 (13)	0.51
5	4.79 (29)	0.49	4.87 (15)	0.35	4.73 (11)	0.47
6	4.64 (25)	0.49	4.83 (12)	0.39	4.25 (12)	0.75
7	4.70 (26)	0.47	4.93 (14)	0.27	4.50 (4)	0.58
8	4.70 (20)	0.57	4.90 (10)	0.32	4.69 (13)	0.63
9	4.64 (25)	0.64	4.80 (5)	0.45	4.64 (11)	0.50
10	4.81 (26)	0.49	4.42 (12)	0.67	4.50 (8)	0.53
11	4.72 (29)	0.45	4.71 (7)	0.49	4.60 (10)	0.52
12	4.86 (29)	0.35	4.83 (12)	0.58	4.18 (11)	0.75
13	4.84 (31)	0.37	5.00 (7)	0.00	4.00 (2)	0.00

括弧内は回答者数を示す。

表3に(3)観察・実験の結果の満足度の回答結果を示す。それぞれの年度の回答結果同士でt検定（両側検定・対応なし）を行った結果、No.3（2012年度と2013年度、2012年度と2014年度）、No.5（2012年度と2013年度、2013年度と2014年度）、No.6（2013年度と2014年度、2012年度と2014年度）、No.11（2012年度と2014年度）、No.12（2012年度と2014年度）の回答について5%水準で有意差が確認された。

表3 観察・実験の満足度

プログラム No.	2012		2013		2014	
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
1	4.06 (32)	0.76	4.43 (21)	0.68	4.38 (16)	0.62
2	4.59 (34)	0.61	4.67 (24)	0.96	4.71 (14)	0.61
3	4.85 (39)	0.37	4.36 (22)	0.73	4.33 (12)	0.78
4	4.52 (33)	0.57	4.53 (17)	0.62	4.69 (13)	0.48
5	4.69 (29)	0.54	5.00 (15)	0.00	4.36 (11)	0.67
6	4.84 (25)	0.47	4.92 (12)	0.29	4.25 (12)	0.87
7	4.63 (26)	0.56	4.36 (14)	1.01	4.25 (4)	0.50
8	4.75 (20)	0.55	4.90 (10)	0.32	4.85 (13)	0.38
9	4.36 (25)	0.81	4.80 (5)	0.45	4.64 (11)	0.50
10	4.73 (26)	0.45	4.17 (12)	1.11	4.88 (8)	0.35
11	4.52 (29)	0.74	3.86 (7)	1.35	3.80 (10)	0.63
12	4.93 (29)	0.26	4.75 (12)	0.45	4.18 (11)	1.08
13	4.84 (31)	0.37	4.86 (7)	0.38	4.50 (2)	0.71

括弧内は回答者数を示す。

表4に(4)観察・実験と学習内容についての理解度の回答結果を示す。それぞれの年度の回答結果同士で $t$ 検定(両側検定・対応なし)を行った結果、No.6(2013年度と2014年度、2012年度と2014年度)、No.12(2012年度と2014年度)の回答について5%水準で有意差が確認された。

表4 観察・実験と学習内容についての理解度

プログラム No.	2012		2013		2014	
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
1	4.66 (32)	0.55	4.48 (21)	0.68	4.38 (16)	0.62
2	4.47 (34)	0.66	4.67 (24)	0.70	4.50 (14)	0.52
3	4.62 (39)	0.63	4.36 (22)	0.73	4.42 (12)	0.51
4	4.67 (33)	0.60	4.65 (17)	0.49	4.69 (13)	0.63
5	4.72 (29)	0.45	4.73 (15)	0.46	4.64 (11)	0.50
6	4.68 (25)	0.48	4.92 (12)	0.29	4.17 (12)	0.72
7	4.56 (26)	0.51	4.64 (14)	0.50	4.75 (4)	0.50
8	4.53 (20)	0.70	4.70 (10)	0.48	4.62 (13)	0.65
9	4.64 (25)	0.64	4.80 (5)	0.45	4.55 (11)	0.52
10	4.65 (26)	0.49	4.58 (12)	0.67	4.50 (8)	0.53
11	4.72 (29)	0.45	4.57 (7)	0.79	4.60 (10)	0.52
12	4.93 (29)	0.26	4.75 (12)	0.62	4.45 (11)	0.69
13	4.81 (31)	0.40	5.00 (7)	0.00	4.50 (2)	0.71

括弧内は回答者数を示す。

表5に(5)観察・実験に対する能力・技能の習得度の回答結果を示す。それぞれの年度の回答結果同士で $t$ 検定(両側検定・対応なし)を行った結果、有意差が確認されるものはなかった。

表5 観察・実験に対する能力・技能の習得度

プログラム No.	2012		2013		2014	
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
1	4.13 (32)	0.71	4.10 (21)	0.89	4.13 (16)	0.62
2	4.26 (34)	0.62	4.46 (24)	0.93	4.43 (14)	0.65
3	4.44 (39)	0.55	4.05 (22)	0.80	4.08 (12)	1.00
4	4.33 (33)	0.65	4.65 (17)	0.49	4.62 (13)	0.51
5	4.52 (29)	0.57	4.40 (15)	0.63	4.36 (11)	0.81
6	4.60 (25)	0.50	4.75 (12)	0.45	4.25 (12)	0.75
7	4.52 (26)	0.58	4.50 (14)	1.09	4.25 (4)	0.50
8	4.60 (20)	0.60	4.60 (10)	0.70	4.54 (13)	0.52
9	4.40 (25)	0.82	4.80 (5)	0.45	4.45 (11)	0.52
10	4.73 (26)	0.45	4.58 (12)	0.90	4.38 (8)	0.52
11	4.59 (29)	0.50	4.86 (7)	0.38	4.30 (10)	0.95
12	4.69 (29)	0.47	4.67 (12)	0.89	4.36 (11)	0.50
13	4.71 (31)	0.46	5.00 (7)	0.00	4.00 (2)	0.00

括弧内は回答者数を示す。

表6に(6)総合的自己能力評価の回答結果を示す。それぞれの年度の回答結果同士で $t$ 検定(両側検定・対応なし)を行った結果、No.2(2012年度と2013年度)の回答について5%水準で有意差が確認された。

なお、すべての $t$ 検定において、回答者数が少ないNo.13については除外している。

表6 総合的自己能力評価

プログラム No.	2012		2013		2014	
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
1	4.31 (32)	0.74	4.43 (21)	0.60	4.38 (16)	0.72
2	4.35 (34)	0.60	4.75 (24)	0.44	4.57 (14)	0.51
3	4.59 (39)	0.55	4.27 (22)	0.70	4.33 (12)	0.65
4	4.45 (33)	0.62	4.59 (17)	0.51	4.46 (13)	0.52
5	4.66 (29)	0.55	4.73 (15)	0.46	4.45 (11)	0.69
6	4.60 (25)	0.50	4.64 (12)	0.50	4.25 (12)	0.75
7	4.54 (26)	0.51	4.50 (14)	0.65	4.50 (4)	0.58
8	4.60 (20)	0.68	4.90 (10)	0.32	4.62 (13)	0.65
9	4.56 (25)	0.58	4.80 (5)	0.45	4.45 (11)	0.52
10	4.73 (26)	0.45	4.45 (12)	0.69	4.38 (8)	0.52
11	4.62 (29)	0.49	4.57 (7)	0.79	4.50 (10)	0.53
12	4.79 (29)	0.41	4.75 (12)	0.45	4.45 (11)	0.52
13	4.81 (31)	0.40	5.00 (7)	0.00	4.00 (2)	0.00

括弧内は回答者数を示す。

## 5. 質問紙調査の分析

それぞれの年度の回答結果同士で $t$ 検定(両側検定・対応なし)を行った結果、テーマNo.6において2014年度の回答結果が多くの項目で有意な低下が見られた(有意差が確認できた項目(1)観察・実験に対する態度、(2)観察・実験方法の理解度、(3)観察・実験の結果の満足度、(4)観察・実験と学習内容についての理解度)。

そこで、テーマNo.6の実施内容および実施者について詳細に分析を行った。プログラムNo.6の実施内容を表2に示す。2012年度と2013年度の実施内容に大きな変化はないが2014年度は電流計、電圧計に関する新しい内容が追加され、中学校理科に関する内容の割合が多くなっている。また、例年それぞれの領域を専門とする学生がグループを統率し実施者は毎年異なる点は同じであるが、2014年度は物理的領域のグループを統率する学生が物理を専門としない学生に交代していた。この影響はテーマNo.12などの他の物理的領域の回答結果が低くなっていることにも見受けられる。

表7 テーマNo.6の実施内容

2012	2013	2014
豆電球、ソケットの観察 ショート回路 直列つなぎ、並列つなぎ 豆電球のはたらき 電気のはたらきクイズ 回路を意識した工作	ソケット、豆電球の観察 ショート回路 直列、並列つなぎ 豆電球の明るさ 静電気 回路を意識した工作	ソケット、豆電球の観察 ショート回路 直列、並列つなぎ 電流計、電圧計の使い方 電流、電圧の測定

## 6. 総合的考察と今後の課題

質問紙調査の分析結果から、新しく導入した内容に対する参加者の満足度や観察実験の方法の理解、観察・実験と学習内容の関連性が低くなる傾向が見られた。この結果は、講師担当の学生グループを統率する学生の観察・実験や内容に対する習熟度が影響していることも考えられるが、これまで同じ内容で実施し本プログラムで複数回の実践を行ってきたことと比較すると、一度の実践では指導力育成には不十分であることを示している。また、グループを統率する学生は他のアシスタント学生にとってのメンターの役割を担っており、その統率する学生の専門性や教育に関する実践的指導力の影響が大きいと考えられる。従って観察・実験の指導力向上には観察・実験の指導に対する省察が重要であること、観察・実験に関する知識理解と指導のスキルを統合する機会が必要であることが示唆される。

2012年度より理科を得意とする学生にプログラムを実施させることで能動的に学ぶことができている。本プログラムは、基礎基本の確立などを考えると現在の構成を変更することには疑問があり、また、内容を大幅に変更するとプログラム実施担当学生の大きな負担となることも考えられる。

2014年度では小学校理科での観察・実験に自信がない若手教員への提供を想定して本プログラム実施時間を16時30分から18時までに変更することで大学周辺の現職の小学校教員の参加を促した。その結果、学生は現職教員の現場の声を聞けることに満足していた。ただし、参加した現職教員の勤務経験が15年以上の場合が多く、現職教員が学べることをどこまで提供できたかについては疑問が残った。愛媛県ではこれから教員の大量の新規採用が予想されている。今回の取組みが成果をあげられる環境が整う時がいずれ来ることが予想される。

教員の養成・採用・研修を通じた体系的な取組が求められている。そのために大学と教育委員会、教育センターとの連携・協力が重要であると考えられる。また、学び続ける教師像と実践力を有する教員の養成・研修のためにカリキュラムの見直しやプログラムの開発が必要であると考えている。

### 【文献】

神森貴文・橋本愛・風呂圭祐・和田敬行・向平和・隅田学・中本剛・大橋淳史・熊谷隆至・日詰雅博・中村依子・佐野栄 (2015) 大学院生によるセントラルドグマに関する教材開発とその実践, 愛媛大学教育実践総合センター紀要, 第33号, pp. 21-33.

向平和・隅田学・福山隆雄・大橋淳史・日詰雅博・佐野栄 (2013) 観察・実験が指導できる小学校教員養成の試みー理

科観察実験体験プログラムの開発と実践ー, 日本教科教育学会誌, 第35巻, 第3号, pp. 55-64.

向平和, 隅田学, 中本剛, 熊谷隆至, 大橋淳史, 日詰雅博, 中村依子, 佐野栄 (2015) 準正課活動による観察・実験の指導力向上の試み, 日本科学教育学会年会論文集, 第39号, pp. 334-335.

佐伯友美・関谷圭右・竹本翔太・津田謙太郎・向平和・隅田学・中本剛・大橋淳史・熊谷隆至・日詰雅博・中村依子・佐野栄 (2014) 大学院生による「理科観察実験プログラム」における実践事例2ーペルチェ素子を用いた霧箱に関する教材研究ー, 愛媛大学教育実践総合センター紀要, 第32号, pp. 41-49.

杉原慶一・岡下祥子・清家稔・April Daphne HIWITIG・向平和・隅田学・福山隆雄・大橋淳史・日詰雅博・佐野栄 (2012) 大学院生による「理科観察実験体験プログラム」における実践事例ー小学校理科のエネルギー分野における「光電池」と「風力発電」を題材としてー, 愛媛大学教育実践総合センター紀要, 第30号, pp. 13-20.

鈴木康平 (2013) 小学校教員の養成における観察・実験の指導力の向上に関する研究, 愛媛大学教育学部卒業論文.

### 【謝辞】

本研究は平成23・24年度愛媛大学教育改革促進事業(愛大GP)の支援を受けて行った。また、本プログラムの運営と質問紙調査の分析に協力していただいた猪野奈津美氏をはじめ、本プログラムに参加した院生・学生の皆さんに感謝いたします。

### 【付記】

本稿は日本科学教育学会第39回年会において発表した内容に大幅に加筆した。