

初等教育教員養成課程に在籍する学生の理数科指導力向上 を目指した取り組み

—学生が運営する「理数科教育基礎ゼミ」の成果と展望—

坂倉 真衣 渡邊 耕二 堀 友歌* 平原 桃花*
森川 友梨奈* 西村 まりあ* 吉田 椿*

要約

日本の児童・生徒の「理数離れ」を解決するための手立てとして、初等教育教員養成課程における学生の理数科指導力向上を図ることが必要である。宮崎国際大学教育学部において2020年度前期に実施した「理数科教育基礎ゼミ」は、理数科指導力向上を目指し、学内で理数科目を得意とする学生が運営した取り組みである。学生が運営した「理数科教育基礎ゼミ」では、学び合い・教え合い活動が生まれ、参加前後でのテストおよびアンケート、学生の感想等をもとに考察したところ、参加した学生、運営した学生の双方に成果が見られた。まず参加した学生には、1) 理数科学力の向上、2) 理数科に関する情意面の向上、3) 他学年同士での交流による意欲の向上という成果があった。運営した学生には、教える側に立つことによる指導技術の向上という成果があった。今後は、理数に関する学力と情意面をともに向上させていくことのできる取り組みとして、学生の運営による学び合い・教え合い活動を中心とした「理数科教育基礎ゼミ」の実施を続けるとともに、学生の理数科指導力の実態をより正確に把握し、さらに理数科指導力を向上することのできるゼミ、個別指導等をより体系立て整理していくことが必要である。

キーワード：初等教育教員養成、理数科指導力、理数科教育ゼミ、学び合い・教え合い

1. はじめに

児童・生徒の「理数科離れ」の原因の1つとして教員の「理数科離れ」が挙げられている(今坂1981、川村1997、加藤2007など)。特に初等教育教員(幼稚園および小学校教員)はその大半が文系であり、多くの教員が理数科目の指導を苦手とするという報告もなされている(例えば、科学技術振興機構2012)。教員養成の段階においても一般大学で小学校教員養成の認定過程を有する学部は人文科学系学部が中心であり、入試で「理科」を必須科目として課している大学は岩田(2004)が報告している2004年の時点では全国的にも皆無である。初等教育教員を目指す学生は大学入学以前の段階で「理科」の学習から離れていることが指摘されている。

宮崎国際大学教育学部の学生も同様の傾向にあり、このことは本学の理数科目の指導を難しくさせている。実際、学生のほとんどは高校時代に文系に所属し、理数科目を苦手とする学生が多い。正確な調査は行っていないが、学生への聞き取りによると高校時代に理系に所属していた学生は1割弱程度であると考えられる。小学校では、4教科に加え、英語、音楽、図工、体育等、基本的には全ての教科を担当が指導する必要がある、文系や芸

術系の教科と同様に理数科についての指導力向上を図る必要がある。幼児教育課程においても、幼児の小学校以降の算数科・理科の土台となる基礎的な力を育むことが求められている（小谷 2009、小谷 2010 など）。大学において、高い理数科指導力を持った幼稚園・小学校教員養成を行うことは、将来、幼児・児童・生徒の「理数離れ」解決の手立てになると考えられる。

著者らは、学生の理数科指導力向上を目指し、2016年度より「理数科教育ゼミ」を行ってきた。2020年度現在は、4年生を対象とした「模擬授業ゼミ」、1～3年生を対象とした「基礎ゼミ」の2種類に分けてゼミを実施している。「模擬授業ゼミ」では、理数科目の指導内容を正確に理解し実践力を高めることを目標に、模擬授業の実施と検討を行なっている。「基礎ゼミ」では、中学から高校基礎までの理科、数学の基本的な知識、考え方を復習し、小学校教員、保育士・幼稚園教員として必要な指導力の基盤となる力を身につけることを目標としている。「基礎ゼミ」は、2019年度後期から学生が運営をしており、2020年度前期は、学生アシスタントとして教育学部3年生の5名が運営を担当した。「基礎ゼミ」については、学生が運営をすることにより学生同士での学び合い・教え合いの場にもなっており、学生の理数科指導力向上の観点からも一定の成果を挙げている。

本稿では、2020年度前期に学生が運営した「理数科教育基礎ゼミ」の実践を振り返り、成果、課題について整理する。そして本学での「理数科教育基礎ゼミ」の成果、課題をもとに理数科指導力向上に向けた今後の展望について考察することを目的にする。

2. 2020年度前期に実施した「理数科教育基礎ゼミ」の概要

まず本章では、2020年度前期に実施した「理数科教育基礎ゼミ」の概要について報告する。

(1) 実施期間と登録者数

2020年度前期の理数科教育基礎ゼミは、5月11日から7月13日までの約3ヶ月間、毎週月曜5限に実施をした。初回に行ったテスト結果をもとに、参加学生を理解度別に高い方から3クラス（Aクラス、Bクラス、Cクラス）に分け、Aクラスは堀と平原、Bクラスは森川と西村、Cクラスは吉田がそれぞれ理数科教育アシスタント学生として担当し、準備と当日のゼミの運営を行った（理数科教育アシスタントの詳細については2章（2）および（3）で後述する）。5月中は、新型コロナウイルスの感染拡大防止の観点から、本学において対面授業が中止されたため、理数科教育基礎ゼミもオンラインでの実施となった。対面授業が再開された6月以降は、クラスごとに3教室に分かれて対面で実施し、クラスによってばらつきがあったが全10回程度実施をした。

学生には、メーリングリストで呼びかけ、Google formを用いて、参加登録を行わせた。計77名が登録をし、実際ゼミに定期的に参加をした学生は50名程度であった。

(2) 理数科教育アシスタント学生の業務内容

2020年度前期の理数科教育基礎ゼミは、5名の学生が運営を行った。理数科教育基礎ゼミは、2019年度後期より学生が運営するようになった。当初は2名の学生が全40名ほどの学生のクラスを運営していた。しかしながら学生によって理解度にかなりのばらつきがあり、1クラスで実施することに困難が見られた。このことより、2020年度前期は、5名の学生に理数科教育アシスタントを依頼し、理解度別に3クラスに分けて実施することとなった。

理数科教育アシスタントの選抜にあたっては、1、2年次における「教科に関する科目」

(理科、算数)、「教科の指導法に関する科目」(理科教育法、算数科教育法)のGPAを勘案するとともに、ゼミの運営の仕方を経験していることから2019年度後期に理数科教育基礎ゼミに参加をしていた学生に優先的に依頼をすることとした。なお、理数科教育アシスタントは、本学のワークスタディ制度を活用し、学生にはアシスタントとしてアルバイト代を支給する形で依頼を行った。

理数科教育アシスタント学生の5名は、ゼミ当日の運営のほか、クラス分けのための初回テスト作成や採点、ゼミで使用する問題作成、解説作成などの全ての準備も教員と相談しながら担当した。

(3) 理数科教育アシスタント学生が運営したゼミの内容、進め方

理数科教育基礎ゼミでは、中学から高校基礎までの理科、数学の基本的な知識、考え方を復習することを目的としているため、理数科教育アシスタントは、中学問題集『自由自在』(増進堂・受験研究社)などを参考に、ゼミで使用する教材を作成した。内容については、特に学生が苦手意識の強い分野、数学においては「図形」や、「変化と関係(関数)」(連立方程式や比例と反比例など)、理科においては物理分野「電流」「電流と磁界」、地学分野「天体の動きと地球の自転・公転」、化学分野「水溶液濃度の計算」などを重点的に扱った。

理数科教育ゼミアシスタントの学生は、問題準備の他、毎回のゼミで必要に応じて解説資料も作成した(図1参照)。その他にも、一番上のクラスであるAクラスでは、問題ごとの達成度を自己評価できる項目や、中学校入試問題を「チャレンジ問題」として掲載するなど理科および数学の問題を考える上で必要な知識を分かりやすくかつ効率よく復習できたり、さらに力を伸ばしたりできるよう工夫して準備を行った(図2参照)。

ゼミの進め方は、3クラスとも全て基本的には、まず時間を決めて理数科教育アシスタント学生が準備した問題を解き、その後、参加した学生の誰かが問題の解答について解説し、必要に応じてゼミの運営者である理数科教育アシスタントの学生が補足をするという流れで行った(図3参照)。運営者である理数科教育アシスタント学生が一方向的に解説を行うのではなく、解答できた学生が解説を行うというゼミの進め方は、2019年度に理数科教育アシスタントを担当した学生が採用したものである。2019年度に参加者としてゼミに出席をし

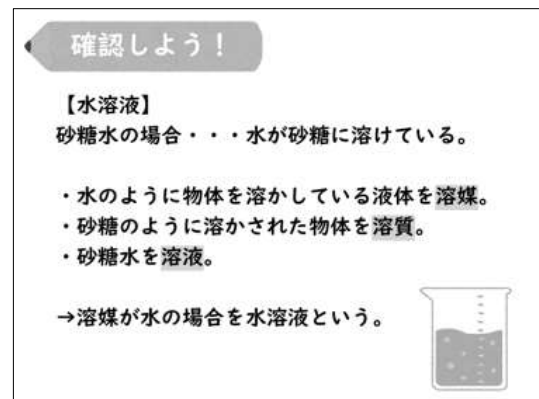


図1. アシスタント学生が作成した理科の解説資料



図2. アシスタント学生が作成した数学の資料

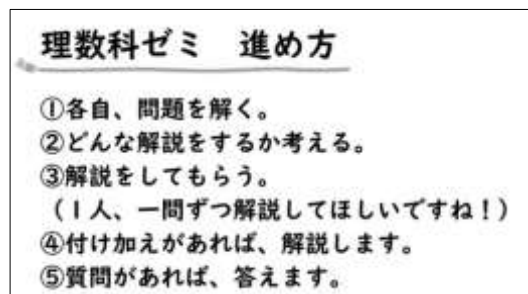


図3. 理数科教育基礎ゼミの進め方
(アシスタント学生が作成した資料より)

ていた学生アシスタントの意見により、2020年度もこのような進め方で行った。このような進め方によって、参加した学生は、ただ解説を聞くのではなく、自らが解説できるようになるという能動的な態度でゼミに参加をするようになった。結果的にこのようなことが、学生同士での学び合い・教え合いの姿勢へと繋がっていったと考えられる（図4、図5参照）。



図4. Aクラスでの解説の様子



図5. 学生同士での教え合いの様子

3. 学生が運営する理数科基礎ゼミの成果と課題

本章では、理数科教育基礎ゼミ参加前と参加後に行ったアンケートやテスト結果を元に、理数科教育基礎ゼミに参加することによる学生の理数に関する学力と情意面の変化について整理する。さらに、ゼミに参加した学生とゼミを運営した学生それぞれ5名の感想をもとに、2020年度前期に行った理数科教育基礎ゼミの成果と課題について考察を行う。

(1) ゼミ参加前の学生の理数科に関する情意面の実態

Google formを用いて、参加登録を行わせる際に、理数科に関する情意面（好き嫌い、得意・不得意）について自由記述形式でアンケートを実施した。アンケート結果をもとに、ゼミ参加学生の理数科に関する情意面の実態について整理する。

まず、「理科・数学に対する好き、嫌いとその理由」を問うた設問においては、全77名の登録した学生の中で、理科を好きと答えた者は30名、嫌いと答えた者は37名、数学を好きと答えた者は34名、嫌いと答えた者は36名であった。その他の学生は、どちらでもないまたは分野によるとの回答であった。理科、数学ともに約半数の学生が、「嫌い」と回答している。嫌いである理由としては、「問題が解けないし面白くない」「考え方が難しく苦手な分野になってしまって嫌いになった」「なぜなら解いてみるものわからないので心が折れてしまい嫌いになってしまった」（いずれも原文のまま）など「できないから嫌い」という回答が最も多かった。その他にも「暗記科目として捉えてしまっているから」や「公式を覚えるのが苦手」など、理科、数学の知識を単に暗記するものとして捉えてしまっている回答が見られた。一方で好きと回答した理由については、理科では「実験や観察をすることが好きだから」という回答が最も多かった。数学では「答えが出たときにスッキリするから」「必ず一つの答えに導かれるから」などというのが好きと回答した主な理由であった。

表1. 数学、理科に関する得意、不得意

| | 数学 | 理科 |
|------------|----|----|
| 得意 | 0 | 1 |
| どちらかと言えば得意 | 10 | 4 |
| 得意でも苦手でもない | 7 | 12 |
| どちらかと言えば苦手 | 0 | 0 |
| 苦手 | 25 | 16 |

初等教育教員養成課程に在籍する学生の理数科指導力向上を目指した取り組み
—学生が運営する「理数科教育基礎ゼミ」の成果と展望—

次に「理科・数学に対する得意、不得意とその理由」を問うた設問においては、全77名の登録した学生の中で、理科を得意と答えた者は9名、不得意と答えた者は57名、数学を得意と答えた者は18名、不得意と答えた者は45名であった。その他の学生は、どちらでもないまたは分野によるとの回答であった。理科を「不得意」と答えた学生は7割以上にのぼり、数学を不得意と答えた学生は6割程度であった。

なお、理科および数学の「得意、不得意」については、Google formを用いて参加登録を行った際のみならず、実際の理数科教育基礎ゼミの参加時にテストをした際にも調査を行った。この調査によれば、全50名の参加学生の中で、理科を得意（どちらかと言えば得意も含む）と回答した学生は5名、数学を得意（どちらかと言えば得意も含む）と回答した学生は10名であった。一方で、理科を苦手（どちらかと言えば苦手も含む）と回答した学生は33名、数学を苦手（どちらかと言えば苦手も含む）と回答した学生も33名であり、いずれも全体の6割程度の学生が理科および数学を苦手と捉えていることがわかった（表1参照）。登録者ではなく、実際に参加をした学生のみを対象とした調査であるため、全体数が異なっているが、登録時および参加時に行った調査では、いずれも6～7割の学生が理科および数学を苦手と回答していた。

このように理科および数学が「嫌い」と答えた学生は半数程度であったのに対して、「不得意」「苦手」と答えた学生は、6～7割程度であった。学生は理数科目が嫌いであると同時に、それ以上に「不得意」「苦手」と感じていることが分かった。「好き、嫌い」の理由を尋ねた自由記述のアンケートからは、「できないから嫌い」などというように、「不得意」「苦手」であることによって「嫌い」になってしまったという傾向も読み取れる。この結果からは、まずは学生の理数科学力向上を目指し、理数科目の「不得意」「苦手」意識をなくすことが好き嫌いや興味関心という情意面の向上を目指すことになると考えられる。

(2) ゼミ参加前後での理数科学力の変化

理数科教育基礎ゼミの初日および最終日に、学生の理数学力の実態を把握するため、テストを実施した。ゼミの初日のテスト結果および最終日に行ったテスト結果を比較することで、ゼミ参加前後での理数科学力の変化について考察を行う。初日および最終日で実施したテストは同じ問題ではないため、単純に比較することはできないが、いずれも中学校受験問題集『自由自在』をもとにした出題であるため、難易度は一定程度同じであると考えられる。

まずゼミの初日のテスト結果について概説する。ゼミの初日では数学計16問、理科計23問のテストを実施し、1問1点で採点を行った。初日のテストは、50名の学生が解答をした。点数ごとの人数の分布を、図6、7に示す。理科の平均正答数は13.9点（24点満点）、数学の平均正答数は7.3点（16点満点）であった。理科、数学ともに中学校程度の内容であったが、理科では60%程度、数学では45%程度の正答率であった。学年ごとの平均正答率を算出したところ、理科では1年生が14.12点、2年生が17.20点、3年生が10.25点、数学では1年生が7.97点、2年生が8.40点、3年生が5.42点であった。理科と数学との正答数の相関係数は、0.40であった。理数学力、数学学力においては、一般に指摘されているよう私立大学小学校教員養成課程に在籍する学生においても中程度の正の相関が見られた。

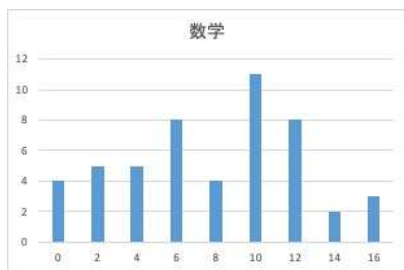


図6. 数学の正答率分布図

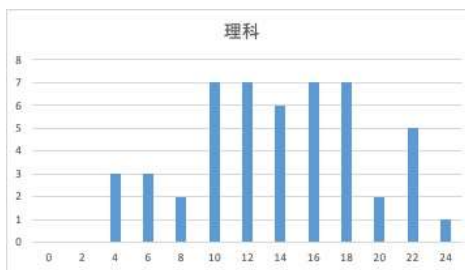


図7. 理科の正答率分布図

ゼミの最終日のテストでは、数学、理科いずれも100点満点のテストを実施した。最終日のテストは74名の学生が解答をした。理科の平均点は73.8点、数学の平均点は79.3点（いずれも100点満点）であった。初日のテストの正答率が、理科では60%程度、数学では45%程度であったことを鑑みると、理科、数学ともにゼミの参加前後で学力が大きく向上したことが分かる。特に数学は平均で35%以上点数が上がり、理数科教育基礎ゼミによる成果が大きかったことが窺える。

学生ごとの参加前後の変化を見ると、初日と最終日のテストの両方を受けた学生は45名であったが、理科では45名中32名、数学では45名中41名の学生のテスト得点が向上した（表2参照）。学生の中で最も伸び率が大きかったのは、参加時は数学で0点であったが、最終日では100点をとった学生である。その他にも、初日と最終回でテスト得点が倍以上になった学生は、理科では45名中10名、数学では45名中20名もおり、多くの学生のテスト得点が大幅に向上している。ゼミ参加前後で、あまり変化が見られなかった学生や、テスト得点が下がってしまった学生も一定数いたが、参加した学生の8割以上は理数科のテスト得点が向上した。特に元々苦手であった学生のテスト得点が大幅に上がったことが分かる。

表2. 初日と最終日でのテストの正答率の変化

※色をつけたものがテスト得点が向上した学生であり、◎は得点が倍以上に上がった学生である。

| 数学 | | 理科 | |
|----------|-----------|----------|-----------|
| 初日のテスト得点 | 最終日のテスト得点 | 初日のテスト得点 | 最終日のテスト得点 |
| 44 | 85◎ | 63 | 75 |
| 13 | 75◎ | 38 | 85◎ |
| 81 | 80 | 75 | 90 |
| 6 | 70◎ | 13 | 80◎ |
| 0 | 100◎ | 21 | 70◎ |
| 69 | 100 | 63 | 65 |
| 13 | 75◎ | 71 | 65 |
| 63 | 100 | 54 | 90 |
| 0 | 70◎ | 17 | 60◎ |
| 69 | 90 | 63 | 100 |
| 13 | 80◎ | 17 | 65◎ |
| 38 | 95◎ | 21 | 85◎ |
| 56 | 70 | 79 | 80 |
| 63 | 85 | 75 | 70 |
| 19 | 90◎ | 63 | 80 |
| 69 | 80 | 58 | 70 |
| 56 | 95 | 83 | 90 |

初等教育教員養成課程に在籍する学生の理数科指導力向上を目指した取り組み
 —学生が運営する「理数科教育基礎ゼミ」の成果と展望—

| | | | |
|-----|------|----|-----|
| 63 | 90 | 58 | 30 |
| 25 | 70◎ | 33 | 70◎ |
| 100 | 70 | 88 | 80 |
| 69 | 100 | 92 | 75 |
| 31 | 75◎ | 50 | 65 |
| 63 | 80 | 75 | 70 |
| 44 | 85 | 50 | 45 |
| 50 | 80 | 75 | 70 |
| 13 | 45◎ | 54 | 45 |
| 75 | 90 | 58 | 60 |
| 31 | 60 | 67 | 75 |
| 63 | 95 | 50 | 95 |
| 63 | 75 | 63 | 75 |
| 31 | 50 | 46 | 50 |
| 69 | 60 | 33 | 60 |
| 25 | 25 | 42 | 65◎ |
| 50 | 80 | 50 | 90 |
| 0 | 55◎ | 25 | 65 |
| 38 | 95◎ | 42 | 80 |
| 31 | 90◎ | 58 | 55 |
| 56 | 100 | 88 | 80 |
| 88 | 90 | 96 | 70 |
| 63 | 75 | 75 | 90 |
| 25 | 75◎ | 38 | 85 |
| 31 | 100◎ | 42 | 95◎ |
| 0 | 60◎ | 50 | 50 |
| 19 | 65◎ | 42 | 60 |
| 31 | 85◎ | 63 | 75 |

(3) 参加した学生の感想から見える成果と課題

全 10 回程度のゼミ終了後、理数科教育基礎ゼミに積極的に参加をした 1 年生 5 名に「ゼミに参加しての感想」を書いてもらった。ゼミに参加した 5 名の学生の感想を以下に示す。これらの感想を元に、ゼミに参加した学生の成果について整理する。

前期の理数科ゼミを終えて私は理科の基礎的な力が定着してきたと感じます。理数科ゼミに参加した 1 番の理由は苦手である理科の方を伸ばしたいことと得意である数学の力を伸ばしたいと感じたからです。私は元々あまり理科が得意でなかったため理数科ゼミへの参加を希望しました。得意な数学では知識の定着を図るとともに数学的な見方・考え方を身に付けるように心がけてきました。理科は特に苦手である物理分野を中心に知識の定着を図ってきました。

理数科ゼミを受講した成果としては、数学は問題を解くだけではなく「なぜそうなるのか」などを考えることで数学的な見方・考え方を定着することができたと思います。また、解き方をインプットするだけでなく、定着した知識をより定着させるために、発表を行ったりしました。理科でも、問題を解き「なぜそうなるのか」について考え、分からないときは友達や先輩方の解説を聞き、理解するようにしてきました。前期のゼミで特に苦手な物理分野を随分と克服することができました。

後期に向けての課題と展望は知識をアウトプットすることです。身に付けた知識を相手に分かりやすい伝えることができないためゼミで必ず 1 回以上発表することを目標としています。これからも理数科ゼミに積極的に参加し、理数の力を身に付けていきたいです。それと同時に相手に教える力を身に付けていきたいです。(教育学部 1 年 田原太陽)

私は、一年生の前期から理数科教育基礎ゼミに参加しています。小学校教員になる上で、理科や算数は必ず教える必要があります。そのため、理数科教育基礎ゼミに参加することで、理科や算数に対する苦手意識を少しでもなくそうと思い、参加しました。このゼミは、無料で教育学部の全員が受

講することができるという利点があります。また、教えてくれるのが先輩であるため、理数科教育基礎ゼミを通して先輩方と関わることができます。

自分はこのゼミに参加して、理科や算数に対して、勉強する意欲が前より上がりました。ゼミと聞いて、面倒くさいと思われがちですが、将来先生になるため必要なことだと思って、参加するとより自分のためになると思います。また、自分たちで解説をするので、より理解力が深まります。自分が理解していても、相手に伝わらなかつたら意味がないので、理解力を深めるのにちょうどいい機会になると思います。それほど、このゼミは参加すべきであると感じました。二年次以降も参加しようと思っています。(教育学部1年 白羽根 遼)

前期の理数科ゼミを終えて、理数の能力が向上したことももちろんであるが、何よりも先輩や同級生とのかわりを作ることができたのが良かったと思います。特に、先輩と交流することができたのが個人的には大きかったです。私は、この大学にいる先輩とは全く面識がなかったので、直接先輩から理科・数学を学ぶことができ、大学の授業やテストの話を聞くことができたのが良かったです。

理数科ゼミを受講した成果としては、数学は問題を解くだけではなく「なぜそうなるのか」など数学的な見方・考え方を定着することができました。また、ただ解き方を写すのではなく、その問題の答えにたどり着くための過程が重要で、その解き方を自分に早く定着することの大切さを学びました。理科では、「なんでそうなるのか」というその事象に対して疑問を持ち、分らないときは友達や先輩方、そして先生に質問し、理解するようにして自分の中に疑問を残さないようにすることが大切だと感じました。

後期に向けては、引き続き知識を習得していくとともに、先輩の授業をよく見て模擬授業の参考にしていきたいです。(教育学部1年 小野電鵬)

私は、前期の理数ゼミに参加しました。現在行われている後期の理数ゼミにも参加しています。前期の理数ゼミではコロナの影響でオンラインでの参加となりましたが、緊張しているわたしたちを先輩方が優しく話しかけてくれました。一人一人の自己紹介があり、いつの間にか緊張もなくなりました。時間を設けられ、事前に用意されていたプリントを解きました。その後答え合わせがあり、わからないことがあったら気軽に先輩に質問できるようになっており、担当の先輩が一人一人面倒を見てくれて、とても頼りになりました。理数ゼミのいいところは担当の先輩が親身に教えてくれるところだけでなく、対面のゼミが再開したら他の先輩との関わりができるということもあります。わたしの場合、ゼミが終わった後先輩方が「どこの高校?」「一人暮らし?」などたくさん話かけてくださり、仲良くなって相談事なども話せる仲にもなりました。

ゼミ最初の日にテストプリントを解きました。その時はとても点数が悪かったのですが、最後のテストプリントでは、2倍の点数が取れました。ゼミの最中だけでなく、ゼミが終わった後や休憩中に先輩と苦手克服のため頑張った成果だと思います。私は元々理系が苦手だったので、ゼミに参加しなければ算数、理科はずっと苦手なままだったと思います。ゼミでは、最も基本的なことから学習するCクラスで学んでいました。後期の理数ゼミでは算数、理科はBクラスになったので基本的なことだけでなく、応用問題にも挑戦し、レベルを上げていこうと思っています。ゼミの後、休憩中に先輩に聞いてわからないところを聞いたりすることは正直大変だと思うこともあります。ですが、頑張れば、絶対に点数に現れるということが今回の理数ゼミでわかりました。このような小さな積み重ねを重ねていき頑張っていきたいです。(教育学部1年 大村すず)

私は特に理科と数学を苦手分野としていました。理数科は、教育に欠かせない大切な科目であるので克服すべきだと思い理数科ゼミを受講しました。初めはオンライン授業で、画面に映し出された問題を解き解説するという流れでやっていました。初めてのことに、不安はありましたが先輩方の分かりやすい解説のおかげで後半は不安も無くなりました。対面になってからは自分で考え周りの人と意見の交換を行い、解説を参加者の前で発表する機会もありました。普段、人前で問題の解説をすることがなかったので緊張もありましたが自分の考えが伝わった時はとても嬉しかったです。理数科に苦手意識を持っていた私がゼミを受けていくうちに、解けることの喜びを感じ更に他の問題にも触れたいと感じられるようになりました。ゼミに参加していなかったら今も理数科に対して苦手意識を持ち続けていたかもしれませぬ。理数科の知識を身につけること、互いに教え合って気持ちを高めることの大切さを学びました。(教育学部1年 三輪あいな)

以上、5名の参加した学生の感想からは、理数科学力に関する成果(下線部__箇所)、理数科目の情意面に関する成果(下線部___箇所)、先輩や友人との学び合い、教え合いに関する成果(下線部__箇所)という大きく3つの成果があったことが窺えた。

まず理数科学力に関する成果については、「理科の基礎的な力が定着してきた」「前期のゼミで特に苦手な物理分野を随分と克服をすることができました」「自分たちで解説をするので、より理解力が深まります」「「なぜそうなるのか」など数学的な見方・考え方を定着することができました」「ゼミ最初の日にテストプリントを解きました。その時はとても点数が悪かったのですが、最後のテストプリントでは、2倍の点数が取れました」(いずれも原文のまま、以下同様)など5名中4名の学生が学力に関して成果を実感していた。次に理数科の情意面に関する成果については、「理科や算数

に対して、勉強する意欲が前より上がりました」「解けることの喜びを感じ更に他の問題にも触れたいと感じられるようになりました」との回答が5名中2名の学生が挙げていた。先輩や友人との学び合い・教え合いに関する成果については、「教えてくれるのが先輩であるため、理数科教育基礎ゼミを通して先輩方と関わることができます」「何よりも先輩や同級生とのかかわりを作ることができたのが良かった」「先輩と交流することができたのが個人的には大きかった」「理数ゼミのいいところは担当の先輩が親身に教えてくれるところだけでなく、対面のゼミが再開したら他の先輩との関わりができるということもあります」「不安はありましたが先輩方の分かりやすい解説のおかげで後半は不安も無くなりました」など全ての学生が挙げていた。教え合いを通して、先輩や同級生たちとの交流の場になっていたことが窺える。このように学生の感想からは、理数科学力に関する成果や理数科の情意面に関する成果のみならず、先輩や友人との学び合い、教え合いに関する成果があったことが分かる。

さらに全ての学生の感想には、後期以降の理数科教育基礎ゼミに参加するという意欲やさらなる課題克服に向けた意気込みが書かれており、理数科目を勉強したいという意欲が高まった様子も窺えた。

(4) 運営した学生の感想から見える成果と課題

ゼミを運営した理数科教育アシスタント学生5名に、全10回のゼミ終了後「ゼミを運営しての感想」を書いてもらった。ゼミを運営した5名の学生の感想を以下に示す。これらの感想を元に、ゼミを運営した学生にとっての成果と課題について整理する。

私は、理数科教育基礎ゼミのAクラスを担当させていただきました。5月のスタート直後は、ZOOMを活用したオンラインゼミであり、お互い直接会ったことのない状態だったため、緊張感があり、積極的に解説してくれる学生が少ない状況でした。6月からは、対面でのゼミが始まり、後半になると学生同士が徐々に打ち解けていく様子が見られました。また、全員が解説にチャレンジできる機会を設け、全員解説ができるようになりました。

私は、昨年度は、受講生の立場で理数科ゼミに参加しました。昨年受講した際には、問題を解くスピードにばらつきがあり、空白の時間ができてしまうことがありました。私が担当させていただいたAクラスは、比較的理数が得意な学生が多く、問題を解くスピードにもばらつきがあります。そのため、空白の時間が生まれてしまわないよう、有名私立中学校入試問題を準備し、問題を解くスピードが速い学生がさらに上のレベルの問題に挑戦できるように工夫しました。

ゼミを担当する中で、どうしたら学びやすい環境にできるか、受講生が楽しく学べるかを考えました。この経験を、小学校での授業づくりや学級経営にもこれからつなげていきたいと思います。(教育学部3年 堀友歌)

私は、理数科教育基礎ゼミで理数科目を得意だと感じている学生の担当をしました。そのため、自分が解けるということだけでなく、他の人に分かりやすく解説ができるというところまでを目標としてゼミを行ってきました。参加した学生は、得意としているだけあって、問題をよく理解して解くことができていました。ですが、人前での解説となると消極的になり発表が苦手な学生が多かったです。そのために、まずは私が分かりやすい解説をできるように考えたりゼミの発表しやすい雰囲気づくりに努めたりしました。回を重ねていくごとに、解説にチャレンジしてくれる学生が増え、学生同士の学び合いができるようになりました。また、ゼミ後に書いてもらう達成度表では、「楽しい授業をしてくださってありがとうございます。」など書いてくれて、いつもやる気を与えてもらっていました。

今回、学生アシスタントとして理数科教育基礎ゼミを運営して、教えることの難しさやゼミで使う資料の作成の仕方を学ぶとともに、ゼミの雰囲気づくりなどにも気を配ることができるようになりました。参加した学生にとって、理数の基礎の力を身に付けるとともに、将来教師として前に立った時に役立てることのできる機会にもなってくれていたら嬉しいです。(教育学部3年 平原桃花)

理数科教育基礎ゼミを学生アシスタントとして運営して、教える側に立つということはとても難しく、何回も積み重ねていくことで少しずつ分かりやすく伝えることができるようになるということを改めて感じました。

私は小学校教諭を目指しています。先生になりたいと思ってこの大学に来て、たくさんの模擬授業や発表などがありました。理数科教育基礎ゼミでは、これまでとはまた違った視点で自分自身と向き合うことができています。

この問題を解くにはどのような知識が必要で、解けなかったときにどのような解説があれば「なるほど」と思ってくれるのかを常に意識して準備をしてきました。教えるときには教えられる立場になって考えることが非常に重要なのではないかと思います。

今年度は、ZOOMでのオンラインゼミからスタートし、なかなか親交を図る場面がない中で少し大変な面もありましたが、ゼミをきっかけに理科・数学を頑張ろうと思えたという声や以前よりできるようになったという声を聞けました。今後も、理数科教育基礎ゼミを運営した経験を自信にして、様々なことに取り組みたいと思います。(教育学部3年 森川友梨奈)

理数科教育基礎ゼミの運営を通して、「教える」ことの難しさを改めて実感しました。自分が解ける問題でも、それを教えるとなると、その問題について深く理解しポイントを掴み、相手の理解度に合わせた指導が必要になります。そのため、問題を解く時には「どのように教えれば伝わるか」「この問題のポイントとなる部分はどこか」などを深く考えながら解く習慣ができました。

私は今まで、人に「教える」という経験をあまりしてきませんでした。しかし、将来小学校教員になるにあたって、児童に伝わるように分かりやすく「教える」力は、児童の学力を保証する上で一番重要な要素になります。また、ただ「教える」だけではなく、主体的・対話的で深い学びを軸とした授業を行うことが、これからの学校教育では求められます。

今回、理数科教育基礎ゼミでは、それらのことを達成できるよう意識して授業を行いました。また、習熟度に合わせて3つのクラスに分けて授業を行いました。実際に理数科教育基礎ゼミを受講した学生の中には、「映像やまとめ資料をもとに自力で問題を解き、分からないところは互いに教え合える環境であったため、学習しやすかった」と答えてくれた人がいたので、とてもやりがいを感じました。この経験を生かして、今後もより成長していけるよう努めていこうと思います。(教育学部3年 西村まりあ)

私が受け持ったクラスは、特に理数科に対する苦手意識が強い学生が中心のクラスでした。私自身、理数科が特別得意というわけではなかったため最初はとても不安で、どのようにすれば、「自分で解けること」「わかること」の楽しさを実感してもらえるか試行錯誤しました。回を重ねるごとに、少しずつ学生の実態が把握できはじめ、学生にあった指導法が分かり始めたとき、改めて教えることの楽しさを感じることができました。

今では、「予定が入って参加できなかったの。」と補講を希望する学生や、わかるまで問題に取り組む学生が増え、理数科に対する姿勢が前向きに変わったように感じます。ゼミ最終日に実施した中間テストでは、教えた覚え方や解き方を活用する様子が見られ、大変嬉しく思いました。基礎を中心に取り扱ったため、学生からは「いまさら聞けなかったことも解けるようになった。」と感想をいただきました。

理数科ゼミを通して私は、教えることの難しさ、わかってもらえた時の嬉しさに改めて気付くことができました。受講してくれた学生には本当に感謝しています。ありがとうございました。(教育学部3年 吉田椿)

以上、ゼミを運営した5名学生の感想には、主にゼミを運営する上での難しさ・課題(下線部__箇所)、ゼミを運営する上で行った工夫(下線部__箇所)、ゼミを運営したことによる成果(下線部__箇所)が記載されていた。

まず、ゼミを運営する上での難しさ・課題(下線部__箇所)では、「5月のスタート直後は、ZOOMを活用したオンラインゼミであり、お互い直接会ったことのない状態だったため、緊張感があり(後略)」「ZOOMでのオンラインゼミからスタートし、なかなか親交を図る場面がない中で少し大変な面もあり(後略)」などコロナ禍でゼミもオンラインでの実施になってしまったことによる難しさが挙げられていた。このような課題に対して、5名の学生たちは、初回はオンラインにおいて参加者同士での自己紹介や交流ができるゲームを企画したりするなど出来る限り参加する学生の緊張を解くような工夫を行っていたようである。また対面でのゼミが実施されるようになってからも、「積極的に解説をしてくれる学生が少ない状況でした」「人前での解説となると消極的になり発表が苦手な学生が多かった」などゼミ内で積極的に解説を行う学生が少なかったことも課題であった。「Aクラスは、比較的理数が得意な学生が多く、問題を解くスピードにもばらつきがある」というように昨年度も課題であった解くスピードにばらつきがあることによるゼミ運営の難しさも課題として挙げられていた。

このような課題を踏まえ、ゼミを運営する上で行った工夫(下線部__箇所)については、「まずは私が分かりやすい解説をできるように考えたりゼミの発表しやすい雰囲気づくりに努めたりしました」「空白の時間が生まれてしまわないよう、有名私立中学校入試問題を準備し、問題を解く

初等教育教員養成課程に在籍する学生の理数科指導力向上を目指した取り組み
—学生が運営する「理数科教育基礎ゼミ」の成果と展望—

スピードが速い学生がさらに上のレベルの問題に挑戦できるように工夫しました」「基礎を中心に取り扱った」などが記載されていた。これらの感想からは、ゼミを運営する学生自身が試行錯誤しながらゼミに参加する学生の実態を捉え様々な工夫を行い、学び合いの場を作ってきたことが窺える。

ゼミを運営したことによる成果（下線部__箇所）については、「教えるときには教えられる立場になって考えることが非常に重要なのではないか」「問題を解く時には『どのように教えれば伝わるか』『この問題のポイントとなる部分はどこか』などを深く考えながら解く習慣ができました」など、教える側に立ったことによる気づきが全ての学生から挙げられた。ゼミを運営する立場として教える側に立つことで、「ゼミで使う資料の作成の仕方」を学んだり、「ゼミの雰囲気づくり」「学びやすい環境づくり」についても気を配ったりすることも身についたようである。これらは教員を目指す上でも重要な姿勢であり、「改めて教えることの楽しさを感じることができた」「小学校での授業づくりや学級経営にもこれからつなげていきたい」など運営する学生にとっても成果があったことが分かる。

(5) 学生の運営による「理数科教育基礎ゼミ」の成果と課題まとめ

(1) から (4) で報告したように「理数科教育基礎ゼミ」では、ゼミに参加した学生とアシスタントとしてゼミを運営した学生の双方に成果があった。

まずゼミに参加した学生では、学力面に関して8～9割の学生のゼミ参加前後での理科及び数学のテスト得点が向上するという成果が見られた。中でも数学ではゼミ参加前後での半数近くの学生のテスト得点が倍以上になっており、理数科目が元々苦手であった学生にとって特に大きな成果があったと言える。情意面に関しては、事後にアンケートを実施することができていないため定かではないが、「苦手」「不得意」という意識が「嫌い」ということに関係しているという事前のアンケート結果を鑑みると、テスト得点が上がり苦手意識が低下したことにより、「嫌い」という感情も緩和していることが期待される。

またゼミを運営した学生には、教える側に立つことにより教材や資料作成の仕方や学習環境の雰囲気づくりなどを学ぶことができたという成果があった。ゼミに参加した学生には学力差があるだけでなく問題を解くスピードにばらつきがあったり、人前で発表することには消極的であったりするなどの課題があった。ゼミを運営した学生がこれらの課題を踏まえ、試行錯誤しながら工夫を行うことで、教員を目指す上でも重要な姿勢について学ぶことができたと言える。ゼミに参加する学生に課題があるということはマイナスに捉えがちであるが、むしろその課題があることで、運営する学生たちの学びへと繋がったという点は示唆深い。2020年度後期以降も引き続き、参加する学生の課題を運営する学生らが把握し、それを自ら試行錯誤して、ゼミ内で工夫を行うことを期待したい。

一方で、2020年度前期にゼミに参加した学生は、教育学部1～3年生の学生全体の3分の1程度に限られていた。理数科目が苦手であるにも関わらず参加していない学生も未だおり、今後は参加する学生をどのように増やすかということが課題となる。あくまでも自主的なゼミの場であることを勘案しながら、学生が能動的に参加する方法を検討していく必要がある。

4. 理数科指導力向上に向けた取り組みの今後の展望

—学生が運営する学び合い・教え合いを中心としたゼミの可能性

以上、2020年度前期に学生が運営した理数科教育基礎ゼミの成果と課題についての総括を行ってき

た。本章ではこれらを踏まえ、初等教育教員養成課程に在籍する学生の理数科指導力向上に向けた取り組みについての今後の展望について考察を加える。

学生が運営する理数科教育基礎ゼミの最も大きな特長は、参加する学生だけでなく、運営する学生にも成果があるという点である。

最初に述べたよう、学生のほとんどは高校時代に文系に所属し、理数科目を苦手とする学生が多い。その一方で、理数科を得意とする学生も一定数おり、学生間による学力差をどのように解決するかが課題となっている。授業科目内では、どうしても平均か苦手とする学生のレベルに合わせがちであるが、その場合理数科目が得意な学生の力を十分に伸ばすことはできない。理数科目が得意な学生によるゼミの運営は、当初理数科目が得意な学生のモチベーションを維持し、学生間による学力差を解消する手立ての1つとして始めたものであった。しかしながら、学生の運営により学び合い・教え合いの姿勢が生まれ、ゼミを運営する学生も教える技術を向上できたりすると言った点で学力差解消にとどまらない成果があることが分かった。

理数科目が得意な学生がゼミを運営することにより、学生は、中学から高校までの学習内容を、「教える立場」から学習し直し、教材の作成の仕方や学ぶ環境の雰囲気づくり等も含めた教える技術の向上を図ることができる。教師に必要とされる専門的力量は、吉崎（1988）によれば、「教材内容についての知識」という単独のもののみならず、「教材内容、教授方法、生徒についての知識」などの複合的な知識が重要であることが指摘されている。Darling-Hammond & Bradford（2005）も「教える内容と教わる側の視点から捉えた、教えることについての理解」が教師には必要であるとしている。つまり、教師には教科に関する基礎的な知識、考え方のみならず、それらの内容を教える側から捉えた教えることについての知識、教授方法についての知識が重要であるということである。自分が分かるだけでなく、どのようにしたら分かりやすく解説ができるかについて考えることにより、理数科目を得意とする学生は、各教科の教育法に先立ち、教師に必要とされる専門的な力量である複合的な知識を身につけることができる場になっていたと言える。

一方で理数科目が苦手な学生は、教科に関する基礎的な知識を身につけることができる場となっていた。その成果は先に述べた通りである。その中でもゼミを運営する学生の解説をただ聴くだけではなく、立場の近い学生が双方向に運営し、他の人に分かりやすく解説ができるところまでをゼミの目標に据えたことにより、学生同士での学び合い・教えあいの姿勢へとつながっていたことも学習内容が定着する上で重要であったと考えられる。学習方略と学習定着率との関係について示したモデルである「ラーニング・ピラミッド」（図8参照）によれば、学習において「他者に教える」という方略は、講義を聴くだけよりも何倍もの知識の定着をもたらすことが指摘されている。「ラーニング・ピラミッド」に示される学習定着率は、実証的なデータに基づかないという点（土屋 2018）には注意が必要であるが、聴くだけでなく「教える」という方略により、学習内容がより定着しやすいことは経験的にも知られていることである。加納・中村（2015）などでも大学において「他の人に教える」活動を取り入れ、学生が能動的に学習でき



図8. ラーニング・ピラミッド
※河合塾編（2013）をもとに作成。

るゼミ活動が行われている。学生同士による学び合い・教え合いは、学習内容を定着させることのみならず、教員になるという観点からも重要であると考えられる。

またゼミにおいて「他者に教える」活動を取り入れることで、他学年同士での交流の場となり、結果的に理数科目を学習する意欲の向上にも繋がっていた。経済協力開発機構が行う生徒の学習到達度調査や 国際数学・理科教育動向調査において「科学の楽しさ」「数学における興味・関心や楽しみ」などの情意面は全て科学・数学的リテラシーと正の相関があることが示されている。これらのことから、意欲や興味・関心といった情意面を向上させ、ひいては理数科目に関する学

力を向上させる手立てとして学び合い・教え合い活動は有効である。しかしながら、ゼミの参加をした学生の意欲は、学習内容そのものというよりも、他学年同士で交流しながら「分かった」という達成感が得られる「達成感情型」の興味、すなわち「感情的興味」（図9参照）（田中 2015）であると推測される。「感情的興味」は、学習中にポジティブ感情が一時的に生じることで起こる、興味の源泉が環境要因による「浅い興味」である。それに対し、「価値的興味」は、規則や法則の意味を理解することの面白さなど理科を学習することで得られる価値が評価されたものであり、興味の源泉が学習内容そのものによる「深い興味」である。そして、「深い興味」は、「浅い興味」よりも必要な知識の量が多く、学習行動にもつながりやすいことも明らかにしている（田中 2015）。今後は、「浅い興味」ではなく、本来の科学や数学の本質である規則性・法則性を探求しその意味を理解することの面白さが評価された結果である「価値的興味」を高めることのできる方策についても検討が必要である。今回は、情意面に関して事後のアンケートが実施できていないため、今後はゼミに参加をした学生の情意面についてのアンケートも行い、ゼミ参加後の情意面の変化について、特に「興味の質」に踏み込んで明らかにしたい。

以上を踏まえながら、今後も学力と情意をともに向上させていくことのできる取り組みとして、学生の運営による学び合い・教え合いを中心とした「理数科教育基礎ゼミ」の実施を続けていく。今後は、学生の理数科指導力の実態をより正確に把握し、何がどのように向上したのかを評価していくこと、さらに理数科指導力を向上することのできるゼミ、個別指導等をより体系立て整理していく必要があると考える。理数科目を苦手とする学生の多い本学において、学生の理数科指導力を向上させることのできる方法を確立していくことは、本学にとってはもちろんのこと、教員養成の知見としても意義のあるものであると考える。引き続き大学において、高い理数科指導力を持った初等教育教員養成を行うことにより、将来、児童・生徒の「理数離れ」解決の一助となることを期待する。

*宮崎国際大学教育学部学部長

付記・謝辞

本研究は、JSPS 科研費「私立大学小学校教員養成課程における理数科指導力向上に関する研究」（課題番号 20K1412）、若手・女性研究者奨励金「小学校教員養成課程における理数科指導力向上に関する

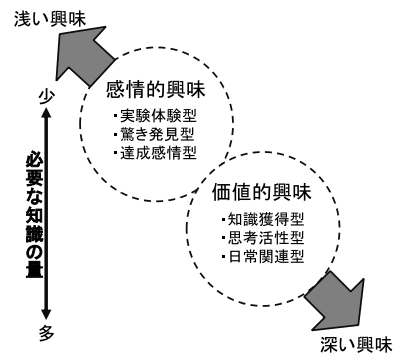


図9. 興味尺度の構造の理論的想定
(田中 2015)

研究」の助成を受けたものです。

引用文献

Darling-Hammond, L. (2005). Teaching as a profession: Lessons in teacher preparation and professional development, *Phi delta kappan*, 87(3), 237-240.

今坂一郎(1981)。「理科の学習に関する調査結果と分析について」, 『化学教育』 29(6), 426-427.

岩田康之 (2004)。「小学校教員養成のメカニズムと「理科離れ」」, 『大学の物理教育』 10(2), 76-80.

科学技術振興機構 (2012)。「平成 22 年度小学校理科教育実態調査報告書」.

加納輝尚・中村貴子 (2015)。「ゼミ活動におけるアクティブ・ラーニングの取組みに関する一考察」, 『富山短期大学紀要』 50, 61-78.

加藤巡一(2007)。「理科教育と理科離れの実態 (1) 小学校」, 『研究紀要 人文科学・自然科学篇』 48, 35-50.

河合塾編著(2013)。「『深い学び』につながるアクティブラーニング～全国大学の学科調査報告とカリキュラム設計の課題～」, 東信堂.

川村康文(1997)。「中学校新教育課程で学んだ高校生の小・中学校理科学習の実態と問題点」, 『物理教育』 45(4), 213-217.

小谷卓也 (2009)。「幼稚園教員から見た幼児期の科学教育に対する意識分析 「保育の要素化」 を導入した保育による幼児期の科学教育の可能性の検討」, 『教育福祉研究』 35, 8-26.

小谷卓也(2010)。「幼児期におけるプロセス志向探究型科学教育の研究動向— Science Process Skills による幼児期の科学教育の提案—」, 『教育福祉研究』 36, 8-18.

田中瑛津子 (2015)。「理科に対する興味の分類」, 『教育心理学研究』, 63(1), 23-36.

土屋耕治(2018)。「ラーニングピラミッドの誤謬: モデルの変遷と “神話” の終焉へ向けて」, 『人間関係研究』 17, 55-73.

吉崎静夫(1988)。「授業研究と教師教育 (1): 教師の知識研究を媒介として」, 『教育方法学研究』 13, 11-17.