

# 理科公開講座が参加者の指導技術や意欲向上に果たす効果

— 溶解と再結晶を取り上げて —

## Effects of Open Science Lectures on Participants' Teaching Skills and Motivation Enhancement

— Based on Dissolution and Recrystallization —

次世代教育学部教育経営学科

平松 茂

HIRAMATSU, Shigeru

Department of Educational Administration

Faculty of Education for Future Generations

**キーワード**：理科教育，溶解と再結晶，理科教師塾<sup>®</sup>，指導技術，指導意欲

**Abstract** : Aiming to nurture teachers with high-quality science teaching skills, we established a science laboratory named the Science Teacher Cram School<sup>®</sup> and have since celebrated its third year. Each year, during the summer holiday, we conducted training programs (open lectures) targeting elementary schools and scientific research societies in the prefecture. According to a participant survey, the view that “preparing for science classes is a pain” decreased. Additionally, opinions like the following increased: “If there is a lot of laboratory apparatus, children come to like science” and “As experience with experiments increases, I can come to like science.” Furthermore, the survey revealed that the fewer years of experience teachers had, the less they taught using the science laboratory; they tended to lack confidence.

In our open lectures this year, we incorporated into the lectures the types of observations and experiments that elementary school instructors might find difficult. Through the investigation of the changes in their feelings and confidence in teaching science, we examined effective ways of conducting open lectures. The investigation clarified that teachers who are not good at science have insufficient understanding of scientific phenomena and they lack opportunities to learn science experiments, and that, even with laboratory apparatus prepared, they have little confidence in their ability to conduct experiments. This is more noticeable in teachers who are not good in physics or chemistry. On the other hand, the open lectures were effective for teachers who were not good at science. For those with less understanding of scientific phenomena and with less confidence in implementing experiments even though they found them interesting, the open lectures were highly effective in strengthening their confidence in teaching science. This suggests that, in order to enhance their confidence, it is important to introduce interesting experiments based on striking scientific phenomena and to increase opportunities to realize its enjoyment.

**Keywords** : science education, dissolution and recrystallization, Science Teacher School <sup>®</sup>, teaching skills, teaching motivation

### I. はじめに

理科の指導力の高い教師の育成を目指して本学の理

科実験室を整備し，理科教師塾<sup>®</sup>と命名され3年目を迎えた。この間，毎年夏季休業中に県内の小学校及び理科研究会を対象とした研修（以下，公開講座と言

う)を実施してきた。これまで筆者は、各学校、研究会の要望を聞き取りしたうえで分野、教材を選定して公開講座を実施し、その効果を検討した(平松2016)。研究の結果、公開講座への参加により、「理科の授業準備は苦痛だ」という意見が減少し、「実験器具が豊富に揃えば、子どもは理科好きになる」、「実験の経験が増えると、自分は理科好きになれる」などの意見が増加することが認められた。また、経験年数が少ない教師ほど理科室を使って指導することが少なく、指導に自信がない傾向があることが分かった。今後、理科室の整備が進むことが望ましいが、予算の関係もあり直ぐには達成されないであろう。そこで筆者は、効果的な公開講座を実施することで先生方の理科の苦手意識を少しでも払拭し、理科の指導力を高めるため、本年度も門戸を広げて公開講座を計画した。また、本年度より全ての学校、研究会の公開講座に先生方が指導に困難があるという声のある共通の観察、実験を取り入れて実施した。この研究では、理科の指導力の向上と理科の指導の意識、指導の自信の変化などを調査し、効果的な公開講座の在り方を模索する。

## II. 研究の目的

### 1 研究の背景

これまでの公開講座の参加者の話によると、そもそも大学で理科教育について十分な時間をかけてこなかったため理科は苦手である。実験器具や薬品等があっても使いこなす自信がないということである。具体的な観察・実験を行いながら小学校で授業を進めるには、教師はいくつかの壁を乗り越える必要がある。

さらに、事前準備、予備実験等々に時間を十分に確保でき難い日々の指導では、教師は実験を行わず教科書の記述を実験の代用とする、いわゆるドライラボで済ませている場合も多々ある。例え実験を行ったとしても、不十分な予備実験のままで授業を進めると、予想された結果とならないことも多々ある。その結果、理科の実験は教科書の記述通りの状況、結果を得にくいという誤った認識を児童がもつことも危惧される。

### 2 研究のねらいと研究仮説

本研究は、平成29年度夏季休業中に実施した公開講座に焦点を当て、「ホウ酸の溶解と再結晶」の観察、実験を受講した教師の指導に対する苦手意識や指導の背景及び取り上げた観察、実験に対する指導の自信等について検討する。

## 研究仮説

本学で実施する公開講座は、理科の苦手意識を克服し、指導に対する自信を強める。

### 3 「ホウ酸の溶解と再結晶」について

「溶ける」という現象は、次のように定義される。

溶解 [dissolution]: 物質(気体、液体、固体)が溶媒に溶けて均一混合物(溶液)となる現象をいう。例えば二酸化炭素やアンモニアなどの気体、エタノールやアセトンなどの液体、塩化ナトリウムやショ糖などの固体が水に溶けて水溶液となる場合が溶解の実例である。以下略(岩波 理化学辞典 第5版)

小学校学習指導要領解説理科編(2008)の第5学年の内容として、「ものを水に溶かし、水の温度や量による溶け方の違いを調べ、ものの溶け方の規則性についての考えをもつことができるようにする。」「イものが水に溶ける量は水の温度や量、溶けるものによって違うこと。また、この性質を利用して、溶けているものを取り出すことができること。」とあり、溶解度、溶解、再結晶についての初歩的な概念を形成することが求められている。

### 4 「溶ける」の指導上の課題

小学校の授業で「物の溶け方」の指導場面では、次に示すいくつかの課題が予想される。

- (1) 「とける」という言葉に、溶解、融解の両方の意味があり、現象を特定しにくい。例として、「さとうがとける」、「こおりがとける」がある。
- (2) 教科書の記述では、例えば東京書籍(2014)では食塩、ミョウバンを取り上げているが、水に対する溶解度を調べる実験において溶解の限界について明確な判断がつきにくい。
- (3) 食塩やミョウバンの「再結晶」の実験について東京書籍の教科書(2014)では結晶が析出するとあるが、実験が進みにくく、結果が明確とは言い難い。
- (4) ミョウバンが再結晶すると正八面体状の結晶となると教科書の写真で示しているものの、実際に結晶を作るのは容易ではなく、授業時間内には収まらない。

### 5 ミョウバンとホウ酸の違いについて

東京書籍「新しい理科5」(2010)では、溶解と再結晶の学習で食塩とホウ酸が使用されていたが、東京書籍「新編 新しい理科5」(2014)では、ホウ酸が消え、ミョウバンに変わっている。筆者は、ミョウバンより、以前のホウ酸の方が扱いやすいと考える。

ホウ酸は温度による溶解度の差が大きい。そこで、常温の水にやや多めのホウ酸を加えて攪拌すると溶け残ることが判別しやすい。次に、その水溶液を加熱すると溶け残っていたホウ酸が溶け切ることを確認できる。また、できた水溶液を冷やすと溶解度を越えたホウ酸が結晶となって、雪が降るように再結晶して析出することが認められる。これをルーペで観察することにより、溶解、飽和、溶解度、再結晶等々の具体的な現象を確認でき、概念形成が良好に進むと考えられる。

#### 6 「ホウ酸の溶解と再結晶」の公開講座での扱い

本年度の公開講座には「ホウ酸の溶解と再結晶」の観察、実験を取り入れ、顕著な現象をとらえることで受講者に溶解と再結晶を指導する自信がもてるようになると考えた。指導内容の理解を促し、実験操作の技術を身に付けることが教師の指導の自信につながり、指導意欲の高揚に効果をもたらすのではないかと考えた。また、理科に対する得意分野、不得意分野、苦手・得意意識との関係についても調査しようと考えた。

### Ⅲ. 先行研究

小学校学習指導要領解説理科編（2008）には、理科の目標として「自然に親しみ、見通しをもって観察、実験などを行い、問題解決の能力と自然を愛する心情を育てるとともに、自然の事物・現象についての実感を伴った理解を図り、科学的な見方や考え方を養う。」とある。児童自らが見いだした問題を取り上げ、観察、実験に意欲的に取り組むこと、観察、実験は児童自らの主体的な問題解決の活動となることが示されている。実感を伴う理解を進め、発達段階に合わせて問題解決能力を育成するのである。

科学概念の言葉として、橋本ら（2016）は、「自然科学で使う科学用語には、その使い方や意味に違いがある場合がある。子どもたちが正確に科学概念を理解するには、生活用語から科学用語への言葉の変容を促さなくてはならない。例えば、『とける』は生活用語である。水に何か物質を混ぜた場合に、『水にとかした』『水にとけた』と使う。しかし、実際にそれが科学的に『溶けた』状態かどうかはきちんと吟味されていないし、そのことが重要となる場面にも出会わない。（略）すなわち『とける』とは、科学用語としては未分化な状態なのである。」としている。また、「とける」、「まぜるとなくなった」「みえなくなる」「きえる」「なくなる」等が未分化な状態にあるとしている。そこで、理

科の授業では、日常の使い方から、科学的な表現への変換が求められる。

また、石井（2016）は、児童に溶けるとはどういうことかを問いかける方法として、片栗粉、食塩、砂糖をそれぞれ水に溶かして観察する方法を論じている。「片栗粉は、かき混ぜた直後は全体的に白く濁って溶けたように見えるが、しばらく置くと下に粉が沈んでくると、懸濁と溶解の違いを明確に理解する実験を紹介している。また、食紅と絵の具の溶け方を比較させ、「絵の具の中には水に溶ける物質と溶けない物質が混在している」ことを認識させようとしている。

沖野ら（2016）は、「子どもが、科学的な解釈とは異なる、子ども独自の論理を展開していることは、理科教育の研究者の中ではよく知られたことであり、数多くの先行研究がなされている」とし、子どもがこれまでの日常生活で作り上げた自然現象に対する独自の概念「素朴概念」について論じている。そして、「素朴概念から科学的な概念へ転換させる方法としてメタ認知的な支援」として、①素朴概念の明確化、②素朴概念の獲得過程の明確化、③素朴概念と科学概念の接合・照合を提案している。

小島（2017）は、「溶けると混ぜるとを区別なく使っている子どもは多く、攪拌しないと物はとけないと思っている子どももいます。実際のところ、絵の具を溶かした色水と食塩水が違っていると正しく認識している子どもの方が少ないです。」と述べている。また、飽和の概念を指導する方法として、濃度の低い食塩水と飽和状態に近くした食塩水を準備して、シュリーレン現象の見え方の違いから飽和の概念をつかませることを提案している。

鹿島（2017）は、「見えない粒子をイメージさせる観察・実験の工夫」として、いくつかの手法を提示している。①食塩は溶かすと軽くなる、②溶けた食塩は下に沈む、③水溶液中に溶けているものの様子をイメージ図に表す。である。「溶けた食塩は見えなくなりますが、食塩水中に存在しています。そのことを『見せる』ために実験と観察を重ね、子どもの粒子概念を形成していくことが大切だと思います。」と述べている。

酒井（2017）は、溶けるという現象について「重さはなくなるのか？」と子どもを揺さぶる「学習の種」を紹介している。そして、「子どもたちが目の前にしている現象に対して、生活経験の中から自分が納得しやすい現象を引き出し、解釈しようとしている姿と考えられます。このようにして解釈している概念を『イ

メージや素朴な概念』とします。授業では、この『イメージや素朴な概念』を観察・実験を通して再構築するわけですから、授業の構想の仕方によっては、子どもにとって驚きのある展開になります。」としている。

宮下ら(2011)は、子どもの「すごい!」を引き出す手作り理科授業の工夫として、「観察、実験を通して、発見を楽しんだり、考えたりし、それを生活に取り入れようとするなどの自然科学の楽しさを小学校段階から計画的にはぐくんでいくことが必要である。」としている。理科が得意でなかった先生方が多い中、「教える教師自身が『楽しい』『ウキウキする』と感じる理科授業でなかったら、子どもたちが自然現象の楽しさや不思議さを伝えていくことはできないのではなかろうか。」と述べている。また、本当に不思議なことが起こると、「大学生の模擬授業の中でも、児童役として出すのではなく、本来の大学生として『すごい!』という声を出すのである。」とし、「教師自身が自然現象の中から新たな発見をし、自分自身が『楽しい』『ウキウキする』理科授業の教材を準備していくことこそ、自然大好きな子供を育てる理科授業を構築していくことができる者と考えている。」としている。

そして、堀(1998)は、「授業や学習直後に子どもが例えどのように望ましい変容をとげたかに見えても、時間の経過とともに授業や学習前にもっていた素朴概念に戻ってしまうことが知られている。こうしたことが起こる一つの要因は、授業や学習において子どもの素朴概念を活かさなかったからである。」とあり、子どもの目線で授業を進め、授業の中で科学的な概念の構築を進める必要性を述べている。

#### IV. 研究の方法

本研究では、平成29年度夏季休業中に実施した公開講座に参加した教師に対して、事前、事後調査を実施する。具体的には、観察、実験の研修を効果的に実施して次の2点を調査する。

- 理科の苦手(得意)意識と理科への態度の関係
- 理科の指導に対する自信の変化

公開講座では、先行研究を参考にして授業に取り入れるべき次のいくつかの点に留意して、受講中の教師が「すごい」、「きれい」などの声上がるように展開の工夫をする。

- 溶けるという言葉の未分化な概念を意識する。
- 懸濁と溶解の違いを意識する。

- 素朴概念を科学的な概念に変換する場面がある。
- 攪拌と溶けることを区別する。
- 「すごい」と言葉が出る様な観察、実験にする。
- 再び素朴概念に戻らないような手立てを取る。

#### 1 公開講座で取り上げる分野・内容の設定

本年度は、全ての学校、研究会の公開講座に共通の実験として「ホウ酸の溶解と再結晶」を取り上げた。この観察、実験以外の分野・内容については、各学校・研究会担当者に連絡を取り、観察・実験を設定した。

#### 2 事前・事後調査について

受講者へ、「苦手(得意)意識と理科への態度の関連」、「溶解と再結晶」等について、事前・事後調査を実施した。調査と公開講座は次の図1に示した手順とした。

##### (1) 事前調査

公開講座開始時に事前調査を実施した。

##### (2) 「ホウ酸の溶解と再結晶」の研修

「ホウ酸の溶解と再結晶」の観察・実験を取り上げ、ホウ酸の溶解と再結晶の現象を納得するまで繰り返し実施した。公開講座で扱った実験は、溶解と再結晶を容易に確認できるとともに短時間内に繰り返し何度も再現、確認できる。

##### (3) 希望による観察、実験での研修

共通の観察、実験の他に、各学校・研究会の希望で設定した観察、実験を実施する。これにより、2学期以降で取り上げる観察・実験、これまでの経験でうまく実施しにくい観察・実験に習熟し、理科の観察・実験の面白さを体得する。

##### (4) 事後調査

公開講座終了直後に事後調査を実施する。

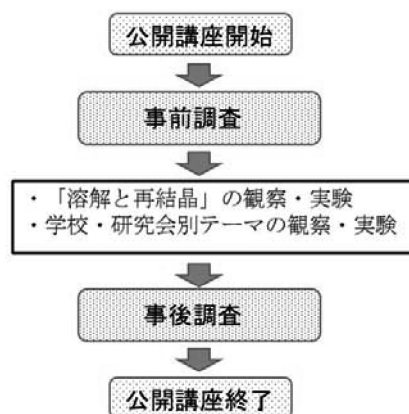


図1 研究の流れの概要

## V. 研究の実際

### 1 研修会の実施状況

平成29年度夏季休業中に実施した公開講座の状況は次の表1の通り、研究会2、学校8であった。

### 2 事前・事後調査

理科の苦手意識、得意意識、理科への態度、溶解、溶解度、再結晶等に関係した調査用紙を作成し、事前

の状況を把握するとともに、研修講座直後に事後調査を実施して変容を考察することにした。調査用紙は図2の通りである。

### 3 観察・実験の詳細

「ホウ酸の溶解と再結晶」の観察・実験を次のような手順で実施した。全員に1本ずつの試験管と試験管ばさみ、試薬を配布し、各自が薬品を扱い、ガスバーナーの操作をするようにして研修を進めた。

表1 参加校・研究会別の研修講座実施状況、実施日、参加人数

番	学校・研究会名	学校が希望した分野等	実施日	人数
1	岡山市立江西小学校	3年：作ってあそぼう、4年：閉じ込めた空気と水、 5年：植物の結実、溶解と結晶、6年：地層、酸とアルカリ他	8月1日	29
2	岡山市小教研東区理科部会	特になし（大学側が準備したもの）	8月2日	20
3	瀬戸内市立国府小学校	学年別に2、3例	8月3日	20
4	早島町立早島小学校	3～6年：電気について4学年を通しての研修	8月4日	31
5	瀬戸内市立行幸小学校	3年：物の重さ、4年：物の温まり方、6年：大地のつくり	8月21日	13
6	岡山市立幡多小学校	3年：つくってあそぼう、4年：空気や水の性質、 5年：電流が生み出す力、6年：水溶液、太陽と月、他	8月22日	27
7	岡山県小学校教育研究会 理科部会	3年生：風やゴムのはたらき、4年：物の温まり方、 5年：物の溶け方、6年：てこのはたらき	8月23日	52
8	岡山市立妹尾・箕島小学校	3年：物の重さ、4年：物の温まり方、6年：大地のつくり	8月24日	24
9	岡山市立山陽（東）小学校	4年：物の温まり方、6年：炭酸水、電気とくらし	8月25日	20
		計		236

※ 表中の分野等の他、共通に「ホウ酸の溶解と再結晶」を取り上げた。

理科教師塾 アンケート 性別（男・女） 教師の経験年数（ ）年

I 次の質問を読み、該当する項目に○をしてください。

(1) 理科が苦手だ  
 ①非常に当てはまる ②どちらかといえば当てはまる ③どちらかといえば当てはまらない ④全く当てはまらない

(2) 得意な理科の分野を教えてください（複数選択可）  
 ①物理分野 ②科学分野 ③生物分野 ④地学分野 ⑤特になし

(3) 苦手な理科の分野を教えてください。（複数選択可）  
 ①物理分野 ②科学分野 ③生物分野 ④地学分野 ⑤特になし

(4) 理科の実験内容そのものが面白いと思えない  
 ①非常に当てはまる ②どちらかといえば当てはまる ③どちらかといえば当てはまらない ④全く当てはまらない

(5) 理科の現象そのものの理解が十分ではない  
 (6) 理科の実験そのものを学ぶ機会が少なかった  
 (7) 実験器具が十分に揃っていれば、満足な実験ができる自信がある  
 (8) 実験の準備、予備実験に時間がかかるのが苦痛だ  
 (9) 顕微鏡の使い方を把握している (中略)

※ (5)～(9)の選択肢は(4)と同じ

III 質問を読んで、該当する番号に○をしてください

(1) 「食塩が水に溶ける様子を観察する」の観察、実験の指導は自信がある。  
 ①非常に当てはまる ②どちらかといえば当てはまる ③どちらかといえば当てはまらない ④全く当てはまらない

(2) 「食塩を水に溶かす前と溶かした後の全体の重さを比べる」の観察、実験の指導は自信がある。  
 (3) 「温度を上げて食塩やミョウバンが水に溶ける量を調べる」の観察、実験の指導は自信がある。  
 (4) 「温度を下げて水溶液から溶けているものを取り出す」の観察、実験の指導は自信がある。  
 (5) 「水溶液の水を蒸発させて溶けているものを取り出す」の観察、実験の指導は自信がある。  
 ※ (2)～(5)の選択肢は(1)と同じ (以下略)

図2 調査用紙

各受講者が肉眼、ルーペ等で自分の手で確認し、納得しながら実験するよう促した。また、時間の中で、繰り返し操作し、現象を何回も観察できるようにした。そして、受講者の間には理科教師塾®で学ぶ学生が入って、必要な助言や操作の補助をした。

- ① 試験管の水10mlにホウ酸約2gを加えよく振る。
- ② ホウ酸の一部が溶解し、溶け残りがあることを確認する。
- ③ 試験管に沸騰石を数個入れてガスバーナーでゆっくり過熱する。
- ④ 温度上昇につれてホウ酸が溶けることを確認する。
- ⑤ 全部が溶け切ったことを確認する。
- ⑥ 試験管を水または水で短時間冷やし、その後、試験管を時々振りながら冷却し、結晶となってホウ酸が析出することを確認する。
- ⑦ ホウ酸の結晶が析出する様子はルーペで観察して雪が降るように結晶が成長しながら沈む様子を一人一人が実感できるようにする。

以上の手順を時間がある限り繰り返し、現象と実験操作が納得できるようにした。その結果、先生方一人一人が現象の不思議さに気付き、それを声にする様子が見られた(写真1~4参照)。

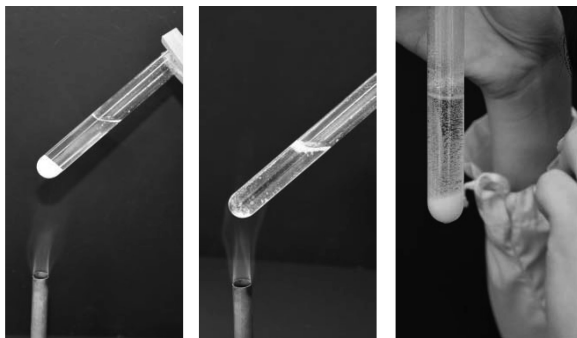


写真1

写真2

写真3



写真4 ホウ酸の溶解・公開講座の状況

## VI. 調査結果の集計と分析

### 1 調査の実施

○時期 2017年7月~8月

○対象 公開講座参加教員(236名)

○有効件数 71名

### 2 分析対象者

取り組み前後の変化を検討する目的で、実施前後の調査データを突き合わせた。無記名にて実施したため、学校名、経験年数、性別のデータをもとにデータを照合した。その結果、実施前後のデータの照合が困難であった23名分のデータを分析対象から除外した。また、回答欄に空欄がある用紙は除外し、最終的な分析対象者は71名(男性29名、女性42名、平均経験年数15.33、SD 11.49)であった。

### 3 苦手(得意)意識と理科への態度との関連

事前アンケートをもとに、理科への苦手意識(質問項目1-1)と理科への態度(質問項目1-4から1-11)との関連についての検討した(表1)。理科への苦手意識を独立変数、理科への態度を従属変数とした分散分析の結果、「(1-5)理科の現象そのものの理解が十分ではない( $F(3, 65) = 14.63, p < .001$ )」, 「(1-6)理科の実験そのものを学ぶ機会が少なかった( $F(3, 65) = 6.44, p < .01$ )」, 「(1-7)実験器具が十分に揃っていれば、満足な実験ができる自信がある( $F(3, 65) = 10.59, p < .001$ )」, 「(1-8)実験の準備、予備実験に時間がかかるのが苦痛だ( $F(3, 65) = 3.59, p < .05$ )」, 「(1-9)顕微鏡の使い方を把握している( $F(3, 65) = 3.64, p < .05$ )」がそれぞれ有意であった(表3)。多重比較(Bonferroni)の結果、1-5では「全く当てはまらない」の得点が他の群よりも高かった。1-6では「どちらかといえば当てはまらない」の得点が「どちらかといえば当てはまる」よりも高く、「全く当てはまらない」の得点が「非常に当てはまる」と「どちらかといえば当てはまらない」よりも高かった。1-7では「全く当てはまらない」の得点が他の群よりも低かった。1-8では「どちらかといえば当てはまらない」の得点が「どちらかといえば当てはまる」よりも高かった。1-9では「全く当てはまらない」の得点が「非常に当てはまる」よりも高かった(全て $p < .05$ )。

得意分野と理科への態度との関連を検討するため、質問項目1-2「得意な理科の分野を教えてください」において、選択肢(物理分野、化学分野、生物分野、地学分野、特にない)ごとに選択の有無をデータ

化した。そのうえで、得意分野（選択有・選択無）を独立変数、理科への態度（質問項目1-4から1-11）を従属変数とした分散分析を実施した（表4）。その結果、得意分野「科学」において、「(1-5)理科の現

象そのものの理解が十分ではない ( $F(1, 69) = 23.73, p < .001$ ), 「(1-6)理科の実験そのものを学ぶ機会が少なかった ( $F(1, 69) = 5.76, p < .05$ ), 「(1-7)実験器具が十分に揃っていれば、満足な実験がで

表2 理科への苦手意識と理科への態度との関連（分散分析）

	理科が苦手だ				F(3, 65)	p	多重比較
	(a) 非常に 当てはまる (N = 6)	(b) どちらかといえば 当てはまる (N = 32)	(c) どちらかといえば 当てはまらない (N = 25)	(d) 全く 当てはまらない (N = 6)			
1-4 理科の実験内容そのものが面白いと思えない	3.17 0.25	3.34 0.11	3.48 0.12	4.00 0.25	2.38		
1-5 理科の現象そのものの理解が十分ではない	1.83 0.23	2.09 0.10	2.40 0.11	3.67 0.23	14.63	***	a < d, b < d, c < d
1-6 理科の実験そのものを学ぶ機会が少なかった	1.83 0.75	2.13 0.83	2.72 0.74	3.33 0.82	6.44	**	a < d, b < c, c < d
1-7 実験器具が十分に揃っていれば、満足な実験ができる自信がある	3.50 0.26	2.88 0.11	2.76 0.13	1.50 0.26	10.59	***	a > d, b > d, c > d
1-8 実験の準備、予備実験に時間がかかるのが苦痛だ	1.83 0.35	1.91 0.15	2.56 0.17	2.67 0.35	3.59	*	b < c
1-9 顕微鏡の使い方を把握している	2.67 0.22	2.09 0.10	2.00 0.11	1.67 0.22	3.64	*	a > d
1-10 ガスバーナーの使い方を把握している	2.67 0.26	2.19 0.11	2.12 0.13	1.83 0.26	1.88		
1-11 理科の指導力を伸ばしたい	1.33 0.25	1.59 0.11	1.44 0.12	1.67 0.25	0.59		

数値の上段は平均値、下段は標準偏差である。

\* $p < .05$ , \*\* $p < .01$ , \*\*\* $p < .001$

多重比較 (Bonferroni) は全て  $p < .05$

表3 得意分野と理科への態度との関連（分散分析）

	物理分野 (得意)		F (1, 69)	科学分野 (得意)		F (1, 69)	生物分野 (得意)		F (1, 69)	地学分野 (得意)		F (1, 69)	特になし (N=0)
	NO 非選択 (N=66)	YES 選択 (N=5)		NO 非選択 (N=63)	YES 選択 (N=8)		NO 非選択 (N=40)	YES 選択 (N=31)		NO 非選択 (N=68)	YES 選択 (N=3)		
1-4 理科の実験内容そのものが面白いと思えない	3.45 0.61	3.20 0.84	0.77	3.38 0.63	3.88 0.35	4.65	3.35 0.66	3.55 0.57	1.77	3.44 0.63	3.33 0.58	0.08	3.55 0.59
1-5 理科の現象そのものの理解が十分ではない	2.33 0.75	2.40 0.55	0.04	2.21 0.65	3.38 0.52	23.73***	2.38 0.81	2.29 0.64	0.23	2.32 0.74	2.67 0.58	0.62	2.48 0.71
1-6 理科の実験そのものを学ぶ機会が少なかった	2.44 0.88	2.40 1.14	0.01	2.35 0.86	3.13 0.83	5.76*	2.35 0.92	2.55 0.85	0.87	2.43 0.90	2.67 0.58	0.21	2.60 0.89
1-7 実験器具が十分に揃っていれば、満足な実験ができる自信がある	2.76 0.75	2.60 1.34	0.18	2.86 0.74	1.88 0.64	12.91**	2.68 0.86	2.84 0.69	0.75	2.74 0.78	3.00 1.00	0.32	2.62 0.82
1-8 実験の準備、予備実験に時間がかかるのが苦痛だ	2.26 0.95	1.60 0.55	2.32	2.17 0.94	2.50 0.93	0.85	2.20 0.91	2.23 0.99	0.01	2.19 0.95	2.67 0.58	0.73	2.24 0.96
1-9 顕微鏡の使い方を把握している	2.05 0.54	2.40 1.14	1.68	2.13 0.58	1.63 0.52	5.40*	2.10 0.67	2.03 0.48	0.23	2.09 0.59	1.67 0.58	1.46	1.98 0.60
1-10 ガスバーナーの使い方を把握している	2.14 0.63	2.40 0.89	0.77	2.19 0.62	1.88 0.83	1.71	2.20 0.69	2.10 0.60	0.44	2.18 0.65	1.67 0.58	1.81	2.05 0.66
1-11 理科の指導力を伸ばしたい	1.50 0.53	1.80 1.30	1.14	1.51 0.59	1.63 0.74	0.26	1.53 0.68	1.52 0.51	0.00	1.53 0.61	1.33 0.58	0.30	1.57 0.67

数値の上段は平均値、下段は標準偏差である。 \* $p < .05$ , \*\* $p < .01$ , \*\*\* $p < .001$

表4 苦手分野と理科への態度との関連（分散分析）

	物理分野 (苦手)		F (1, 69)	科学分野 (苦手)		F (1, 69)	生物分野 (苦手)		F (1, 69)	地学分野 (苦手)		F (1, 69)
	NO 非選択 (N=30)	YES 選択 (N=41)		NO 非選択 (N=42)	YES 選択 (N=29)		NO 非選択 (N=57)	YES 選択 (N=14)		NO 非選択 (N=53)	YES 選択 (N=18)	
1-4 理科の実験内容そのものが面白いと思えない	3.50 0.68	3.39 0.59	0.53	3.50 0.63	3.34 0.61	1.05	3.42 0.63	3.50 0.65	0.18	3.47 0.64	3.33 0.59	0.65
1-5 理科の現象そのものの理解が十分ではない	2.70 0.79	2.07 0.57	15.11***	2.48 0.80	2.14 0.58	3.77	2.28 0.75	2.57 0.65	1.78	2.30 0.72	2.44 0.78	0.50
1-6 理科の実験そのものを学ぶ機会が少なかった	2.63 0.89	2.29 0.87	2.60	2.67 0.87	2.10 0.82	7.51**	2.39 0.90	2.64 0.84	0.94	2.47 0.91	2.33 0.84	0.32
1-7 実験器具が十分に揃っていれば、満足な実験ができる自信がある	2.53 0.94	2.90 0.62	3.97	2.55 0.80	3.03 0.68	7.13**	2.77 0.73	2.64 1.01	0.30	2.75 0.76	2.72 0.89	0.02
1-8 実験の準備、予備実験に時間がかかるのが苦痛だ	2.37 1.07	2.10 0.83	1.43	2.29 0.97	2.10 0.90	0.64	2.19 0.93	2.29 0.99	0.11	2.21 0.93	2.22 1.00	0.00
1-9 顕微鏡の使い方を把握している	2.03 0.67	2.10 0.54	0.20	1.98 0.64	2.21 0.49	2.65	2.05 0.55	2.14 0.77	0.26	2.08 0.58	2.06 0.64	0.02
1-10 ガスバーナーの使い方を把握している	2.13 0.73	2.17 0.59	0.06	2.10 0.76	2.24 0.44	0.87	2.14 0.64	2.21 0.70	0.15	2.15 0.63	2.17 0.71	0.01
1-11 理科の指導力を伸ばしたい	1.60 0.72	1.46 0.50	0.88	1.60 0.66	1.41 0.50	1.55	1.51 0.50	1.57 0.94	0.12	1.51 0.54	1.56 0.78	0.08

数値の上段は平均値、下段は標準偏差である。 \* $p < .05$ , \*\* $p < .01$ , \*\*\* $p < .001$

きる自信がある ( $F(1, 69) = 12.91, p < .01$ )」がそれぞれ有意であった。1-5と1-6では、化学が得意な人はそうでない人よりも得点が高く、1-7では化学が得意な人はそうでない人よりも得点が低かった。同様に、苦手分野(選択有・選択無)を独立変数、理科への態度(質問項目1-4から1-11)を従属変数とした分散分析を実施した(表3)。苦手分野「物理」において、「(1-5)理科の現象そのものの理解が十分ではない ( $F(1, 69) = 15.11, p < .001$ )」が有意であった。また、得意分野「化学」において、「(1-6)理科の実験そのものを学ぶ機会が少なかった ( $F(1, 69) = 7.51, p < .01$ )」、 「(1-7)実験器具が十分に揃っていれば、満足な実験ができる自信がある ( $F(1, 69) = 7.13, p < .01$ )」がそれぞれ有意であった。有意であった全ての項目で、苦手な人はそうでない人よりも得点が低かった。

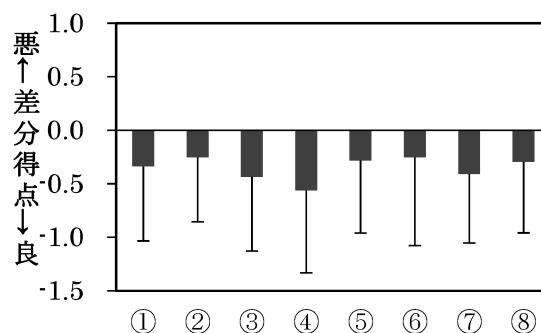
#### 4 研修の効果

研修により参加者の指導への自信がどのように変化したのかを検討する。分析にあたり、質問項目3-6(「物のとけ方」の単元は、難しいと思う)に逆転項目の処理を施した。そのうえで、事後の得点から事前を引くことで差分得点を算出した。この値がマイナスの場合は自信が強まったことを表し、プラスの場合は自信が弱まったことを表す。各項目について、差分得点

の平均値を算出した結果、全ての項目で0を下回る値であった(図3)。

さらに、指導への自信の変化に理科への態度が与えた影響について検討するため、両変数間の相関係数(Pearson)を算出した(表5)。その結果、質問項目1-1は質問項目3-3と3-8との間に正の相関が見られた。さらに、質問項目1-4は質問項目3-2との間に負の相関が、質問項目1-5は質問項目3-7との間に正の相関が、質問項目1-7は質問項目3-3, 3-4, 3-5との間にそれぞれ負の相関が、質問項目1-9は質問項目3-3との間に負の相関が見られた。

最後に、研修では物理の単元を扱ったため、物理分野への得意・苦手意識の有無が指導への自信の変化に与えた影響を検討する。物理分野への得意意識(選択・非選択)を独立変数、質問項目3-1から3-8の差分得点を従属変数とした分散分析を行った(図4)。その結果、質問項目3-4のみが有意であり( $F(1, 69) = 6.89, p < .05$ )、物理が得意だと考えていない人ほど、研修後の自信が有意に強まったと解釈できる。物理分野への苦手意識(選択・非選択)を独立変数、質問項目3-1から3-8の差分得点を従属変数とした分散分析の結果は、いずれも有意ではなかった(図5)。



注

- ①「食塩が水に溶ける様子を観察する」の観察、実験の指導は自信がある。
- ②「食塩を水に溶かす前と溶かした後の全体の重さを比べる」の観察、実験の指導は自信がある。
- ③「温度を上げて食塩やミョウバンが水に溶ける量を調べる」の観察、実験の指導は自信がある。
- ④「温度を下げて水溶液から溶けているものを取り出す」の観察、実験の指導は自信がある。
- ⑤「水溶液の水を蒸発させて溶けているものを取り出す」の観察、実験の指導は自信がある。
- ⑥「物のとけ方」の単元は難しいと思う。(逆転項目処理済)
- ⑦「物のとけ方」の単元の学習は、児童に観察、現象を通して面白さを伝えることができる。
- ⑧「物のとけ方」単元の学習は、児童が興味をもって学習に取り組めると思う。

図3 研修実施前後の差分得点(平均値および標準偏差)



表5 指導への自信（差分得点）と理科への態度の相関係数（Pearson）

質問項目	差分得点							
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
経験年数	.12	.00	.02	.02	.05	.23	.06	.00
1-1 理科苦手	.14	.15	.26*	.18	.24	.09	.12	.26*
1-4 理科の実験内容そのものが面白くない	-.12	-.35*	-.05	.04	-.08	-.03	.02	.07
1-5 理科の現象そのものの理解が十分ではない	.06	.13	.15	.11	.22	.12	.27*	.15
1-6 理科の実験そのものを学ぶ機会が少なかった	.08	.00	.08	.03	.21	.11	.22	.08
1-7 実験器具が十分に揃っていれば、満足な実験ができる自信がある	-.03	-.05	-.31*	-.29*	-.27*	-.10	-.21	-.12
1-8 実験の準備、予備実験に時間がかかるのが苦痛だ	.15	.15	.12	.13	.12	-.04	.10	.15
1-9 顕微鏡の使い方を把握している	.06	-.03	-.27*	-.19	-.23	.04	.00	-.13
1-10 ガスバーナーの使い方を把握している	.05	-.12	-.20	-.14	-.16	.16	.05	-.12
1-11 理科の指導力を伸ばしたい	.19	.09	-.10	-.10	.05	.13	.00	-.22

注 ①～⑧は前項の通り \* $p < .05$

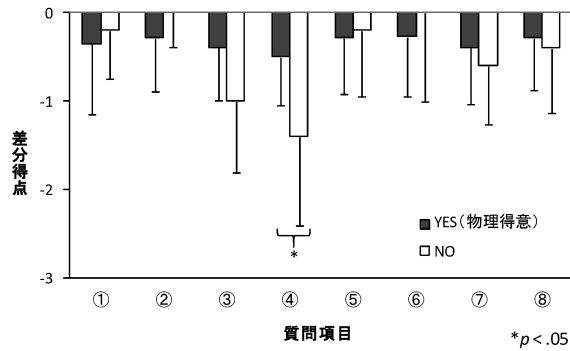


図4 物理への得意意識と指導への自信の変化（差分得点）との関連

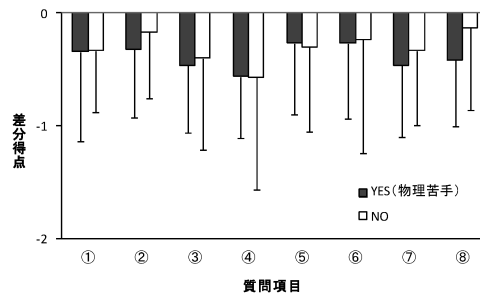


図5 物理への苦手意識と指導への自信の変化（差分得点）との関連

## Ⅶ. 考察

### 1 苦手（得意）意識と理科への態度との関連

分析の結果から、理科を苦手としている人ほど、理科の現象そのものの理解が不十分であると考えていることが分かった。さらに、理科の実験そのものを学ぶ機会が少ないと考えていること、実験器具が揃っていても満足な実験ができる自信がないと考えていること

が示唆された。具体的な分野に対する得意（苦手）意識のうち、本調査で扱った理科への態度と関連が示されたのは物理と化学であった。特に化学については、得意意識と苦手意識の両方で、学ぶ機会の少なさ及び実験への自信のなさに有意差が認められた。

### 2 研修効果

理科が苦手な人ほど、研修を通して指導への自信がより強まったと解釈できる。さらに、理科の実験内容

そのものを面白いと思っているほど、指導への自信が強まる一方、理解が不十分だったり、実験への自信がなかったりする人ほど、研修によって指導への自信が強まったと解釈できる。ただし、相関が認められたのは一部の項目に留まっているため、解釈の際には十分留意する必要がある。

### 3 まとめ

理科が苦手な教師は、理科の現象そのものの理解が不十分であり、理科の実験そのものを学ぶ機会が少なく、実験器具が揃っていても満足な実験ができる自信がないと思っている。それは、物理、化学を苦手とする教師に顕著であった。一方、本研修の効果は理科が苦手な教師に有効であった。理科の実験が面白いと思いつつも、理科の現象への理解が不十分だったり、実験の自信がなかったりした教師ほど本研修により指導の自信が強まる傾向にあった。以上の結果により、本研究の仮説は検証された。このことは、現象が顕著で興味深い実験を取り入れ、現象の面白さが実感できる研修の機会を増やすことが重要であることを示している。

本学の学生の中には、高校生の間に基礎理科を履修したものの、物理、化学、地学等についてはその後、十分な指導を受けていない者がいる。小学校の教師の中には、当然文系のコースを取って教師になった者も多いと考える。本研究で得られた、理科が苦手な教師に対して本学公開講座の研修が有効であったという知見は今後の大学での講義や小学校の授業の中での観察、実験に有益な示唆を与えると考える。今後も、安全で興味深い理科の授業を進めるための方策を探っていきたい。

### VIII. おわりに

本研究では、公開講座に参加した教師に対して、理科の苦手、得意意識と理科への態度、共通テーマとした「ホウ酸の溶解と再結晶」を指導する自信の変化等を調査し、分析検討した。そして、驚きや感動を伴いながら研修をする意義を確認することができた。

理科の授業は、準備、片付け、教材研究に時間を必要とする。また、経験を必要とする教科である。大学時代にできるだけ多くの教材研究や模擬授業を経験することは重要であり、今後の教師生活における理科の指導の自信につながると考える。指導する側の教師が観察、実験で取り上げる現象そのものを面白く、興味

深く感じるとともに、その感動を学習者の児童に味わわせることが必要である。印象に残る観察、実験を行い、授業が学習者に鮮明な記憶を作り、素朴概念を科学概念に変える授業を展開できる教師を育成して学校に送り出していきたい。

今後の研究においては、本研究で十分明らかにできなかった先生方の大学での理科関係科目の履修状況、得意、不得意分野の状況、教師になってからの研修会への参加状況、校内研修や教材研究で得られた知見等々と理科の指導意識や自信の状況等を引き続き検討していきたい。

理科教師塾®において、学生が教材を適切に活用できる力量を高め、理科に対する学生の苦手感を払拭し、楽しく、魅力的な理科の授業展開ができる教師にして学校へ送り出すことは、本学の責務であると考えられる。今後も、本研究を継続、発展させ、生涯理科好きであり続ける教師を育成するための方策を探っていきたい。

### 謝辞

本研究を遂行するにあたり公開講座に参加し、アンケートにご協力いただいた岡山県内小学校の校長先生をはじめとする先生方に本紙面を借りて謝意を表します。また、調査結果の分析と考察に協力いただいた本学吉澤英里講師、研究推進にご協力いただいた関係各位に謝意を表します。

### 引用文献及び参考文献等

- 橋本美保, 田中智志, 三石初雄, 中西史 (2016), 理科教育, 玉川大学出版部, p.81
- 平松茂 (2016), 理科実験室の環境整備が教師の指導意欲に与える効果の検討, 環太平洋大学研究紀要 Vol.10
- 平松茂 (2017), 小学校理科を魅力的に指導できる教員養成の検討, 環太平洋大学研究紀要 Vol.11
- 堀哲夫 (1998), 問題解決能力を育てる理科授業のストラテジー, 明治図書, p.17
- 石井恭子 (2016), 教科力シリーズ・小学校理科, 玉川大学出版部, p.96
- 鹿島真由美 (2017), 理科の教育06, 東洋館出版社, pp.50-51
- 小島直子 (2017), 理科の教育11, 東洋館出版社, pp.46-47
- 宮下治, 益田裕充 (2011), 理科授業の理論と実践, 丸善出版株式会社, pp.79-80

- 文部科学省 (2008), 小学校学習指導要領解説理科編,  
大日本図書, pp.44-46
- 毛利衛他 (2010), 新しい理科 5, 東京書籍株式会社,  
pp.121-127
- 毛利衛他 (2014), 新編 新しい理科 5, 東京書籍株式  
会社, pp.97-111
- 長倉三郎, 井口洋夫, 江沢洋, 岩村秀, 佐藤文隆, 久  
保亮五 (1998), 岩波理化学辞典第 5 版, 岩波書店
- 沖野信一, 山岡健邦, 松本伸示 (2016), 理科教育学  
研究, 日本理科教育学会, pp.103-104
- 酒井悟 (2017), 理科の教育09, 東洋館出版社, p.45