

# 奈良教育大学学生企画活動支援事業としての理科教室

－大学院生主体で作上げた小学生向け理科教室－

市村真優・岩田健太郎

(奈良教育大学大学院 教科教育専攻 理科教育専修)

梶原 篤

(奈良教育大学大学院 理科教育講座 (化学))

Science Lab for Elementary School Children Promoted as Supporting Projects on Educational Practices of Students at Nara University of Education:  
Science Lab for Kids Designed by Graduate Students

Mayu ICHIMURA, Kentaro IWATA

(Graduate School of Education, Curriculum and Instruction (Science), Nara University of Education)

Atsushi KAJIWARA

(Department of Science Education, Nara University of Education)

**要旨:** 奈良教育大学学生企画活動支援事業に応募、採択され、大学院生が主体となって作り上げた小学生向け理科実験教室「理科実験教室 in 奈良教育大学～夏休みに理科ともっと仲良くなろう～（以下、理科実験教室）」を実施した。実験教室の実施までの準備、内容、子どもと保護者の反応と、活動を通して得た学生の学びを中心に述べる。開催期間は2018年8月17日・18日で、内容は1日目が「溶解度曲線を描こう」、2日目が「プラスチックの不思議」であった。主として携わった学生は2人、アシスタントとして1人という少人数かつ手探りでの挑戦となった。身近にある奥深い科学を、楽しく分かりやすく伝えるための教材・教具づくりはもちろん、ボランティアで行う理科教室やスクールサポート等では行うことがなかった広報活動などの貴重な経験をする中で、教員になるための資質・能力の向上を図ることを目的とした。

**キーワード:** 奈良教育大学学生企画活動支援事業 Supporting projects on educational practices of students at Nara University of Education  
理科実験教室 Science lab for elementary school children  
溶解度曲線 Solubility curve  
プラスチック Plastics

## 1. はじめに

### 奈良教育大学学生企画活動支援事業に申請した経緯

市村と岩田は学部学生のころから「教員になるにあたって学生のうちに子どもと関わる経験しておきたい」との考えが強く、奈良県の小学校でのスクールサポートや奈良市教育センターでの理科教室<sup>1)</sup>、「化学の日」に神戸で行われた理科教室への出展<sup>2)</sup>、中学生や高校生の研究室訪問の補助<sup>3)</sup>など、積極的に活動してきた。座学で学び理解していたと思っていた部分以上に、応用力や観察力、柔軟性、あらゆる専門的知識が求められることを実感した。さらに、大学院生になってスクールサポート等の活動を振り返ると、私たちがしてきたことは教育的活動のごく表面的な部分ばかりであることに気が付きはじめた。このまま教育現場に出れば、大きなギャップに直面するはずである。

そこで、学生が主体となって一つの実践活動を行おうと考え、奈良教育大学学生企画活動支援事業に理科実験教室を申請した。この理科実験教室では、「①子どもたちに五

感をはたらかせて理科の楽しさを経験させ、自然科学に対する理解を一層深めさせる」「②学生自身が事業の企画運営を通して社会とのコミュニケーション・教材開発・授業実施・実験の安全管理・データ処理などの教育者としての力量を高める」という2つを目的に掲げた。

本稿では、理科実験教室の活動報告とともに、私たちが得た学びから、教育大学の学生が学生のうちに経験しておくの良いのではないかと感じた教育実践法についても簡単に考察する。

## 2. 実施結果

### 2. 1. 準備期間中の活動の流れ

2018年4月から大学院の授業と並行して5ヶ月にわたって準備を進めた。順を追って報告する。

○4月…実験内容の決定（「溶解度曲線を描こう」「プラスチックの不思議」）・学生企画活動支援事業への申請と企画のプレゼンテーション（採択され、およそ90,000円の支援が得られることが決定した）

理科はどの分野も子どもたちに身近なものであるが、そ

の中でも「溶解度曲線を描こう」、「プラスチックの不思議」という2つの内容を設定した。

○6月…学生アシスタントの募集・広報チラシ(図1)の作成

○7月…会場の大学へ徒歩圏内の小学校へ広報活動(奈良市立飛鳥小学校・済美小学校・済美南小学校・椿井小学校

(図2))・実験器具試薬の購入(平成30年11月現在で使用した金額は試薬代(15,000円)、器具代(40,000円)、文房具代(10,000円)合計65,000円である。残りの金額で、今後作成する報告書の製本等を行おうと考えている)

○8月…保険加入(損保ジャパン日本興亜)・事前実験・教科書(図6)や指導案の作成・実験器具試薬の準備・参加証明書の作成

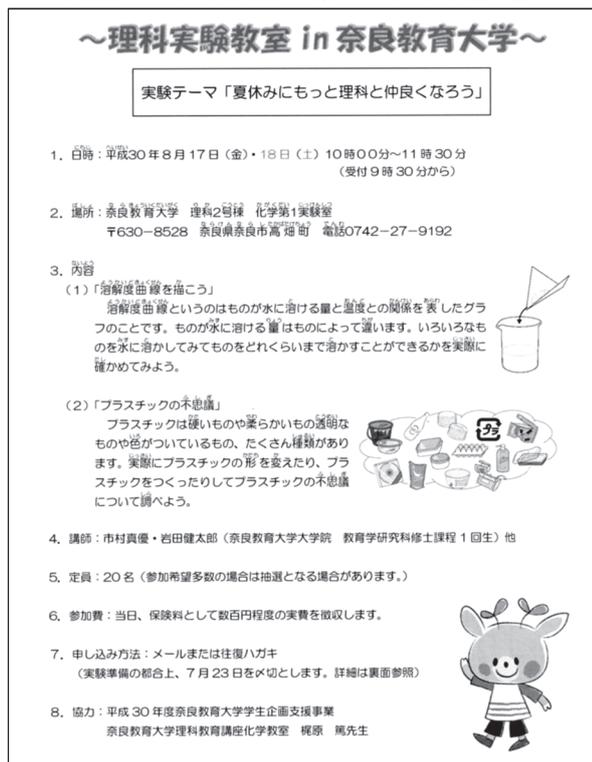


図1 広報活動に使用したチラシ(表面)

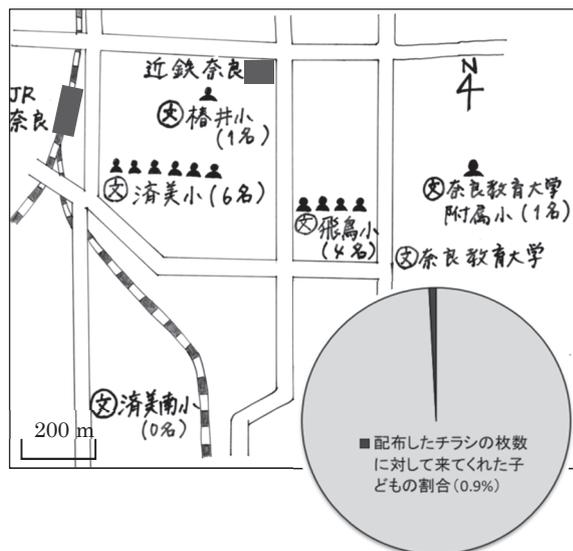


図2 広報をした小学校と参加した子ども的人数および配布したチラシの枚数に対して実際に参加した子どもの割合

## 2. 2. 事前実験の様子

以下は8月に行った事前実験について詳しく述べる。

### 「プラスチックの不思議」

【1回目】平成30年8月6日(市村真優・岩田健太郎・迫聖)

#### ○ナイロン66の合成

高等学校の教科書<sup>4)</sup>に載っている通りの方法を用いた。原料であるアジピン酸ジクロリド  $\text{ClOC}(\text{CH}_2)_4\text{COCl}$  とヘキサメチレンジアミン  $\text{H}_2\text{N}(\text{CH}_2)_6\text{NH}_2$  を混合することで縮合重合が起こり水分子が取れて、ナイロン66- $(\text{CO}(\text{CH}_2)_6\text{NHCO}(\text{CH}_2)_4\text{CO})_n$  を生成する方法である。

準備段階で溶媒・試薬を混合するときにビーカーを用いて行くと、操作が複雑だと感じたため、3本の瓶(A・B・C)にまとめて、それぞれをアルファベット順に混合するように改善した。

#### ○ポリスチレン素材の熱可塑性を調べる実験

ヨーグルトの箱やポリスチレンのコップを乾燥機で加熱して元の形に戻す実験をした。どれもうまくできて、熱可塑性樹脂の紹介に使おうと考えた。また、百円ショップで購入できる熱可塑性を利用して遊ぶポリスチレン板(以下、プラバン)を用いてキーホルダーを作り、記念品にしようと考えた。

【2回目】平成30年8月9日(市村真優・岩田健太郎)

○1回目の反省を生かして工夫を加えた実験をした。どれもうまくでき再現性があることから、本番でも採用することにした。

#### ○メラミン素材の熱可塑性を調べる実験

熱可塑性樹脂に対して熱硬化性樹脂の紹介として灰皿を燃やして溶けないことを確認した。火を使うため、演示実験とした。

### 「溶解度曲線を描こう」

【1回目】平成30年8月6日(市村真優・岩田健太郎・迫聖)

#### ○溶質の選択

溶質として、温度に対する溶解度の変化に特徴があるものとしてシヨ糖  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ ・食塩  $\text{NaCl}$ ・ミョウバン  $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  を考えたが、実際にやってみると飽和水溶液になる半量程度の溶質を溶かしたところで非常に溶けにくくなってしまった。ミョウバンも同じ理由で途中から溶けにくくなった。食塩は理論値の通りに実験を進めることができた。そこで、溶質候補として塩化アンモニウム・硝酸カリウム・硫酸銅5水和物を追加した。溶質の溶解度曲線をまとめたものを図3<sup>5)6)</sup>に示す。

【2回目】平成30年8月8日(市村真優)

#### ○溶質の選択・決定

いろいろ試した中でこの理科教室で使いやすい溶質が、硫酸銅5水和物であった。硫酸銅5水和物は結晶でも水溶液でもきれいな青色をしており、「溶ける」という現象を理解しやすい。皮膚に対して刺激性であるため、その点の管理と注意が必要であった。

溶解度曲線を描くための溶質は食塩と硫酸銅5水和物に決定した(図3)。

【3回目】平成30年8月9日（市村真優・岩田健太郎・迫 聖）

○硝酸カリウムの利用方法の決定

一度溶けた溶質が、温度の低下とともに析出してくる再結晶も課題にしたいと思っていて、硝酸カリウムと食塩の組み合わせでは硝酸カリウムだけが析出することが図3のグラフからわかる。どちらの結晶も見た目はよく似ているので本当に硝酸カリウムだけが析出していることを確かめるために、析出した結晶を用いて線香花火を作って演示で見せることにした。

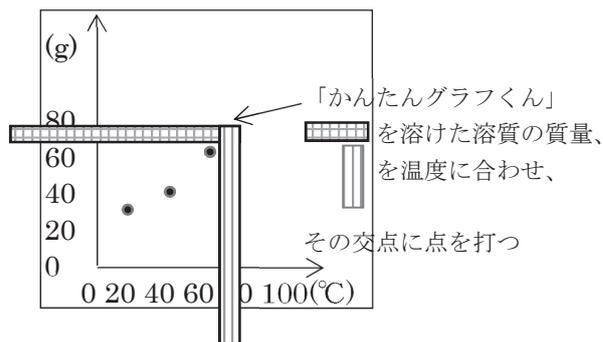


図4 かんたんグラフくん

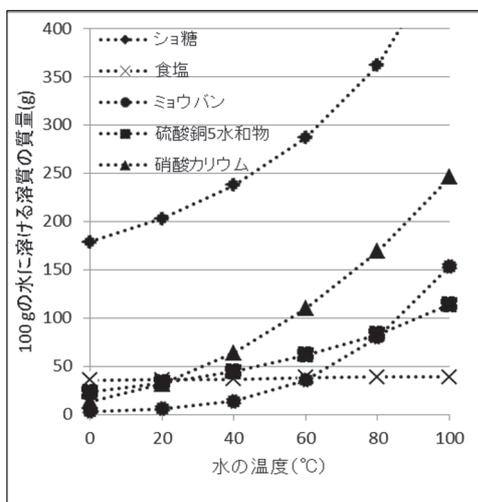


図3 ショ糖・食塩・ミョウバン・硫酸銅5水和物・硝酸カリウムの溶解度曲線<sup>5)6)</sup>

○スケールの決定

算数の知識を考慮して、溶解度曲線の定義どおり、水100gスケールで行う方針だったが、何度も実験をしていくうちに、効率を考慮して試験管で水10gスケールで行うことにした。作図するために必要な掛け算( $x \times 10$ )が困難な低学年の子どもは、高学年の子どもに教えてもらうことにした。

○グラフ作成の補助道具の作成

2つの軸を見て作図することは、低学年の子どもたちには難しいと感じ、補助器具「かんたんグラフくん」(図4)を作製した。今回の軸は温度(°C)と水100gに溶ける溶質の質量(g)である。実験を通してそれぞれの値を読み取ることは可能であると考えた。「かんたんグラフくん」は1つの点をプロットするとき2つの値が関係していることを一目で直感的に理解でき、かつ、プロットもできるという機能を持つ補助教具となっている。

【4回目】平成30年8月13日（市村真優・迫 聖）

○試験管の固定方法の決定

試験管を温める際に固定しておく必要があった。ウォーターバスの底にシャーレを張り付け、ウォーターバスの上に網かごを乗せ、網目の中に試験管を通すようにした。試験管の底はシャーレの中に入るようにし、網目シャーレの2点で固定することにした(図5)。



図5 試験管を固定するための工夫

○時間配分の計画

各溶解度曲線を作るために必要な時間を測定し、学生が説明したり子どもの意見を聞いたりする時間や器具を片付ける段取り、休憩時間の確保の仕方を決定した。

【5回目】平成30年8月14日（市村真優）

○実験全行程のリハーサル

全行程うまくでき、本番でも同様の進め方をすることにした。

以上の事前実験を通して改善を重ね、教科書を完成させた。子どもたちの思考を十分に予想して穴埋め式にしたり、器具や試薬はすべて絵や写真で示したりといった工夫を凝らした。その教科書の一部を図6に示す。

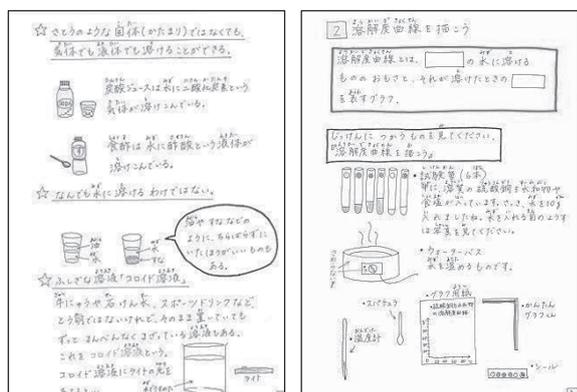


図 6 市村真優が作成した教科書の一部

### 2. 3. 理科実験教室当日の様子

実施日時：平成 30 年 8 月 17 日（金）「溶解度曲線を描こう」・18 日（土）「プラスチックの不思議」  
10 時 00 分～11 時 30 分  
(9 時 30 分から受付開始)  
※17 日（金）は学生食堂で昼食までをともにした。

会 場：奈良教育大学 化学第一実験室

参 加 者：奈良市内の小学校 1 年生 1 名、2 年生 1 名、3 年生 3 名、4 年生 4 名、5 年生 1 名、6 年生 2 名（計 12 名）

内容①（溶解度曲線を描こう）授業者：市村真優  
アシスタント：岩田健太郎・迫 聖

まず、物が水に溶けるということはどのようなことかを分子モデルで説明した。真剣に聞き入ってくれ、中学年以上の子どもはうなずきながら理解してくれた。油が水に浮くことなどは実生活でも体験したことがあるようで、「おー、(油が) 上いった」「(水と) 仲悪いのもある」など声があがった。チンダル現象で光線が見えた時も、驚いた様子であった。

実験では食塩と硫酸銅 5 水和物が水 10 g に対して 20℃、40℃、60℃、80℃下で飽和溶液になるように計量したものを用意しておいた。溶質ごとに試験管にシールを貼って色分けしておいた。そこに水を 10 g 入れ、ウォーターバス内で加熱して溶ける温度を記録した。その値と溶質を 10 倍した値をグラフ用紙にプロットして溶解度曲線を描いた。子どもたちは手順をよく聞いて、火傷もなく実験していた。時折、次溶けるもの予想をする声があがった。「黄色 (のシール) が一番少ないからこれやろ」「塩ってあんま溶けへんのかな?」「めっちゃ振ったらとけるやろ」などの良い気づきも多く、感心しつつも、「飽和」の説明がうまくできていなかったために出る意見もあり反省した。作図ができるかどうか心配していた部分は、かんたんグラフくんを上手に使うことで全員がスムーズにプロットしており安心した。

最後に食塩と硝酸カリウムの溶解度の差を利用して硝酸カリウムを再結晶させて取り出した。ビーカーを氷水に付け、しばらくすると「すげー!」との声が響き、嬉しかった。「なにこれ?なんかガラスのトゲっぽい」との反応などがあつた。2つの溶質の溶解度曲線を見せると曲線を指でなぞりながら、硝酸カリウムのみが再結晶できたという理解したように見受けられた。予め作っておいた食塩と硝酸カリウムの結晶を見せて、確かに硝酸カリウムであることを確認し、演習実験で線香花火に火をつけ、硝酸カリウムの性質を見た。図 7 に実験の様子を示す。



図 7 溶質ごとに色分けした試験管 (左) とかんたんグラフくんを使って溶解度曲線を描く様子

内容②（プラスチックの不思議）授業者：岩田健太郎  
アシスタント：市村真優

2 日目ということもあり、子どもたちは実験室や学生に慣れたように感じた。

まず、ナイロン 66 の合成を行った。2 人一組になって慎重に手際よく試薬 A (水 40 mL に水酸化ナトリウム NaOH 約 0.5 g を加えて溶かし、その中にヘキサメチレンジアミン約 1 g を加えたもの)・B (アジピン酸ジクロリド約 1.0 mL にヘキサン  $n\text{-C}_6\text{H}_{14}$  約 10 mL を加えたもの) を混合し、2 つの液相を観察した。そして薄い膜 (ナイロン 66) を割りばしで取り出して C (アセトン  $\text{CH}_3\text{COCH}_3$ , 50 mL) で洗浄した。臭いに敏感な子どもは席を立ってしまったり、「くさーっ!」と騒いだりしていた。ナイロンを取り出してすぐにビーカーをドラフトの中へ移動させると落ち着きを取り戻した。ナイロンがビーカーの中から出てくる様子を見て、「さっきまで液体やったのに…」と不思議そうだった。実際に日用品として使われているものを見せて説明していくと、プラスチックの発明の素晴らしさを感じているようであった。

次に、演習実験で熱可塑性樹脂 (ポリスチレン製コップやストロー) と熱硬化性樹脂 (灰皿) を加熱してそれぞれの様子を観察した。熱可塑性樹脂であるプラバン (ポリスチレン板を引き伸ばしたもの) に絵を描いて加熱し、もとの形状に戻すという関連実験を行った。

最後にポリスチレンにリモネンをかけて溶かし、プラスチック再利用の 1 段階であるプラスチックの溶解についても観察した。図 8 に実験の様子を示す。



図8 溶液AとBを混合する様子(左)とプラバンに絵付ける様子(右)

## 2. 4. アンケート結果と分析

終了後に以下の項目でアンケート調査を行った。

- ① きょうのじっけんは わかりやすかったですか
- ② 先生のはなしかたは どうでしたか
- ③ きょうのじっけんでもっとしりたいことはありますか
- ④ きょうのじっけんは たのしかったですか
- ⑤ またりかきょうしつがあれば きたいですか
- ⑥ ⑤で きたいとこたえた人は なにをしたいですか
- ⑦ なつ休みに自由研究(じゅうけんきゅう)をしましたか
- ⑧ あなたは どんな先生がすきですか

以下にいくつかの質問に対する答えを挙げる(原文まま)。

- ①…「こまかく話してたからとてもわかりやすい」「話がシンプルでわかりやすい」「はっきりいってわかりやすい」「かんたんに言ってくれてよかった」
- ⑤…全員が「来たい」と回答した。
- ⑥…「元素をつかったやつ」「薬を作りたいです」「けっしょうのいろはたくさんあるか」「ガスをつかうじっけん」
- ⑦…約半数が「自由研究にしたい」と回答した。

学生の話は全員が分かりやすかったと答えてくれた。今まで子どもたちと関わってきた中で培われた「子ども観」を大いに生かすことができた結果だと感じる。また、次回の理科実験教室にも期待してくれているようで非常にうれしく思う。

実施期間と対象学年に関しては、工夫すべき点が多いように感じた。夏休みの自由研究の題材にしたいという声も多く、実施を夏休み前半にすると子どもたちの自由研究に生かせるかもしれない。また、小学校低・中・高学年向けの題材を用意してそれぞれの学年の子どもたちが興味を持つ内容にすることで、より子どもたちの満足度を高められるのではないかと感じた。

③で回答があった内容に関しては新たにレジュメを作って、翌日解説をした(「溶解度曲線を描こう」のみ)。

## 3. 総括と教育大学生が行うべき教育実践活動の在り方についての考察

今回の理科実験教室は、学生が主体となって広報活動や実験準備などすべてを経験した。大学院生としてそこから学んだことは、理科実験を行うときは準備に注ぐ力が大半を占めるということである。教科書を読むと簡単そうな実験も、実際にやってみると様々な問題に直面した。私がスクールサポート等の活動をしていたときにも、多くの先生方の力があってこそ成り立っていたものだと感謝の気持ちでいっぱいになった。

参加した子どもたちは2日間とも集中して実験を行い、たくさん考えられたことが生き生きとした表情やアンケート等から感じとられた。次回の理科実験教室にも期待してくれているようである。しかし、全学年の小学生を対象にするとどうしても退屈な子や分かりにくく感じる子が出てしまうため、工夫が必要である。

教育大学の教育実践といえ学校現場でのボランティアや教育実習などが挙げられるが、そのような場で得た学びを生かして、準備や広報活動にも全力で取り組むような、もう一歩踏み込んだ教育実践をしてみることによって、現場に出たときに大いに役立つのではないかと考える。理科だけでなく、どの分野であっても、ここで報告したように学生が一人から取り組める活動はたくさんある。今後、より多くの学生が学生支援企画活動支援事業などを利用して学生主体の教育実践をしていけると良いと考える。

## 謝辞

本理科実験教室では奈良教育大学支援課、財務課の皆様、奈良市立飛鳥小学校・済美小学校・済美南小学校・椿井小学校の先生方、奈良教育大学院 迫 聖さんのご支援、ご協力によって実施しています。記して感謝いたします。ありがとうございました。

## 参考文献

- 1) 梶原 篤, 市村真優, 岩田健太郎 奈良教育大学次世代教員養成センター 研究紀要 Vol.5 pp. 241-245, 2019年3月
- 2) 岩田健太郎, 市村真優, 梶原 篤 奈良教育大学次世代教員養成センター 研究紀要 Vol.5 pp. 257-261, 2019年3月
- 3) 梶原 篤, 辰巳哲也, 市村真優, 岩田健太郎 奈良教育大学次世代教員養成センター 研究紀要 Vol.5 pp. 247-250, 2019年3月
- 4) 高等学校 化学 数研出版(平成29年検定済)
- 5) 中学校 理科の世界 1 大日本図書(平成27年検定済)
- 6) 常用化学便覧編集委員会編 常用化学便覧 誠文堂新光社 昭和35年