

11年目を迎えた奈良市教育センターでの小学生とその保護者対象の理科教室

－ 「花火のひみつ 炎色反応」と「結晶の不思議 ホワイトクリスマス」と －

市村真優

(奈良教育大学大学院 教科教育専攻 理科教育専修 大学院研究生)

梶原篤

(奈良教育大学 理科教育講座 (化学))

Science Lab for Kids as Exciting Center Learning at Education Center of Nara-City:
“Flame Reaction –Secret of Fire Works” and “Urea Crystals for White Christmas”

Mayu ICHIMURA

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

Atsushi KAJIWARA

(Department of Science Education, Nara University of Education)

要旨：奈良市教育センターで小学生とその保護者を対象とした「理科教室」を開催している。奈良教育大学で長年実施してきたフレンドシップ事業「夢化学」の後継事業としての位置づけで、2011年度の6月に第1回を実施し、その後毎年複数回にわたって実施してきた。奈良教育大学の学生の教員になるための訓練の一環になればと考えて行っており、令和3年度は計2回実施した。内容は、第1回が「花火のひみつ 炎色反応」第2回が「結晶の不思議 ホワイトクリスマス」である。今回の内容は奈良市教育センターからの要望に基づいて決め、奈良市教育センターの方々の協力を得て実施した。実施内容を記録するとともに教員になるための準備としての理科教室のあり方や、今後の課題について述べる。

キーワード：奈良市教育センター Education center of Nara City

理科教室 Science lab for kids

炎色反応 Flame reaction

尿素の結晶 Urea crystals

塩化アンモニウム Ammonium chloride

1. はじめに

この理科教室の成り立ち

奈良教育大学で長年にわたってフレンドシップ事業¹⁾の一つとして実施されてきた「夢化学」という企画があった。小中学生を対象にした理科教室を開くことによって、大学生が小中学生に直接接しながら小中学校における理科の面白さ、楽しさ、難しさなどを学んでいくという企画であった。それがさまざまな理由から終了した後、奈良市教育センターでの理科教室という形で、元の企画の内容の一部を引き継いで始まったのが本稿で取り上げる理科教室である。²⁻⁵⁾ 2011年の6月に第1回の理科教室を開催して以来、2021年度で11年目となった。

本稿では、奈良市教育センターでの理科教室（「キッズホリデークラブ」）の2021年度の内容を振り返り、どのような内容が、課外教育としての理科教室の内容としてふさわしいかをこれまでの実施内容をもとに考察す

る。また、教育大学の学生の教育実践の訓練の場として、理科教室開催のあり方についても簡単に考察する。

2. 実施結果

2.1. 開催までの準備期間

この事業も11年目に入り、この教室を楽しみにして繰り返し参加してくれる園児・児童が増えるなど、少しずつ変化している。ほぼ半年前から日程の調整が始まり、年間のスケジュールと大体的内容についての打ち合わせを行う。そのため、理科教室の開催日近くになって突然思いついたような内容で実施するのは容易ではないが、その分、ある程度時間をかけて準備ができる状況にある。また、昨年度から、新型コロナウイルス (COVID-19) の感染拡大という思いがけない問題も起こり、そのため、日程調整はかなり困難を伴った。例年、年に2回開催されるこの理科教室は5月末と9月末とだいたい日程が決まっていた。しかし、本年度は、特に5月は緊急

事態宣言が出たりしてこの奈良市教育センターでのさまざまな事業も軒並み中止となった。本理科教室も第1回は何度も日程調整をして7月11日曜日に行くこととなった。また、2回目は、これも一度予定されていた日程が中止になった後、日程調整を繰り返して、12月4日土曜日に実施することとなった。いずれの場合も昨年後半同様、参加人数が制限され、6組(6家族)まで、ということになった。感染対策としては、互いに十分な距離をとることと、参加者も教授者もマスクをすることで行うということとなった。

本年度は第1回が「花火のひみつ 炎色反応」の内容で実施し、第2回が「結晶の不思議 ホワイトクリスマス」という内容で実施する予定である。どちらの内容も「キッズホリデークラブ」としては初めての内容であるが、「炎色反応」はこれまで「プラスチックの不思議」というようなテーマで何度も実施した講座の中で、プラスチックを見分ける実験の延長として取り上げたことはあった。また、「結晶の不思議」は2016年12月に奈良市教育センターの「冬まつり」に参加させていただき、その際に実施した内容に近い。その時も奈良市教育センターの方からの要望で、12月なので雪が降ったり、真っ白の結晶ができたりするような内容ではできないかとの要望を受け、尿素の結晶でクリスマスツリーをつくったり塩化アンモニウムの水溶液から雪が降るように結晶が落ちてくる様子を観察する実験を行った。実施にあたっては、特に、安全性については、幼稚園児が参加する可能性があることも踏まえ、事前に十分検討を行い、リハーサルを何度も繰り返した。今回特に気を付けたのは「炎色反応」で用いる火であった。一方で、毎回とっている参加者のアンケートから改善のヒントが得られることや、参加者の思わぬ疑問から新たな発想に気づかされることもある。

広報活動については、2年目以降は全面的に奈良市教育委員会のお世話になっている。フレンドシップ事業「夢化学」を大学で実施していた際には一番大変な仕事であった募集活動を代わりにやっていたのは、労力としては大変助かるのでありがたい。「しみんだより」や、教育センター内にあるいろいろな施設の来場者への広報により、一定の数の参加者が得られるようになってきている。しかし、本学の学生の教育実践の訓練の場として考えると、特に学生が主体となって行う際に大変な労力を要する、「参加者を集める」部分を奈良市や教育委員会の権威で代行していただいているのは今後一考の余地があると思われる。その一方で参画する大学生が広報活動に代わるような活動は本学独自の学生活動支援事業での学生主体の理科教室で実現しつつある。⁶⁾

以下、本年度実施した理科教室の結果について紹介する。

2.2. キッズホリデークラブ実施内容とその結果

第1回 キッズホリデークラブ

講座課題：花火のひみつ 炎色反応

日 時：令和3年7月11日曜日 10:00-12:00

参加者：1年生から5年生まで計5名とその保護者、合わせて約10名

内 容：いろいろな元素を含む塩を燃やして、各元素の炎色反応を観察する

今回は定員を超える申し込みがあり、教育センターで抽選をして参加者を決定した。大きな実験台一つに人家族という空間を大きくとった配置で行った(図5当日の様子、も参照)。

その方法は「もやしてみる」です。
火をつかう実験なので、注意をよく聞いてください。

今から、前の実験台で2種類の食品包装用のラップの針金につけてもやします。それぞれ、どのようにもえましたか？

A		B	
品名	食品包装用ラップフィルム	品名	食品包装用ラップフィルム
原材料名	ポリ塩化ビニリデン	原材料名	ポリエチレン
添加物名	脂肪族炭素(炭酸) エポキシ	添加物名	なし
寸法	幅30cm×長さ20m		

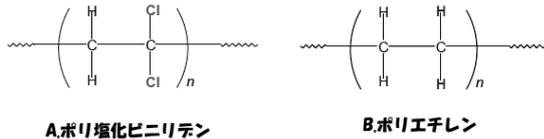
Aのラップ ()

Bのラップ ()

見た目ではちがいが分かりませんが、もやしてみるとAとBはちがった特徴がありましたね。どういった理由でしょうか？説明します。

図1 テキストの一部 2種類のラップを見分ける方法と、ラップの箱の表示の違い

この「炎色反応」は、内容としてはこれまで何度も実施してきた「プラスチックの不思議」「あるいはプラスチックを見分けよう」というような講座の中で、ポリエチレンでできた食品包装用ラップとポリ塩化ビニリデン(商品名サラン)のような塩素原子を含むラップを見分ける方法として、燃やすと塩化銅の炎色反応ではっきり見分けられる、というようなことを示す流れの中で取り扱ったことはあったが^{2,3,5)}、炎色反応そのものを単独で取り扱ったことはこの奈良市教育センターでの「キッズホリデークラブ」の中ではこれまでなかった。ただ、関連する実験の一部は2013年の5月と11月、2014年8月、2015年から2019年までのそれぞれ5月に繰り返し取り上げてきた課題でもある。



Aは熱で溶けたときに、Clが銅と結合します。それがもえることによって、緑色の炎が見えます。Bは溶けてもHが銅と結合しないので、緑色の炎はできません。

図2 2種類のラップの化学構造の違い

これまで同様、本講座も食品包装用のラップを燃やすことから始めた。ポリ塩化ビニリデン樹脂(サラン樹脂)のできたラップは、水分を逃さず、酸素透過性が低いことから食品保存用として優れた樹脂であるが、その一方で、塩素原子を含むことから環境への負荷が懸念され、炭素と水素のみから成るポリエチレン製のラップが開発され、一部は置き換えられてきている。

図1にテキストに示したラップを見分ける方法を示す。どうして見分けると思いますか?という問いに続く部分である。ポリエチレンのラップとポリ塩化ビニリデンのラップをそれぞれ銅線をクルクルと渦巻き状に巻いた手製の炎色反応の装置につけ、ガスバーナーの炎の中に入れると、ポリ塩化ビニリデンのほうは炎の色がすぐに鮮やかな緑色になり、ほとんど色のつかないポリエチレンと対照的な結果を示す。この実験は結果が鮮やかで視覚効果が高いが、ガスバーナーの裸の火を扱うので、今回は、演示実験で行った。図2には2種類のラップの化学構造の違いとその結果起こることを示した。小学生には化学式はまだわからない可能性が高いが、引率の保護者にはわかる人がいるため、このような説明も載せている。

そのあとで、各自で炎色反応を観察してもらう実験を行った。材料として用意したものは、試薬の塩化リチウム(LiCl)、塩化ナトリウム(NaCl)、硫酸カリウムアルミニウム12水和物(カリウムミョウバン)($KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$)、塩化銅(II)($CuCl_2$)、塩化カルシウム($CaCl_2$)、塩化ストロンチウム6水和物($SrCl_2 \cdot 6H_2O$)、塩化バリウム($BaCl_2$)、ホウ酸(H_3BO_3)である。炎色反応を示す元素はそれぞれ、リチウム、ナトリウム、カリウム、塩化銅、カルシウム、ストロンチウム、バリウム、ホウ素、である。また、そのほかに、身の回りにあるものとして、折り紙(青色、水色)、新聞折り込み広告のチラシ、黒コショウを用意した。折り紙やチラシの青いインクには銅が含まれている。黒コショウはカリウム豊富な食材として知られ、カリウムの炎色反応が観察できることが期待できる。

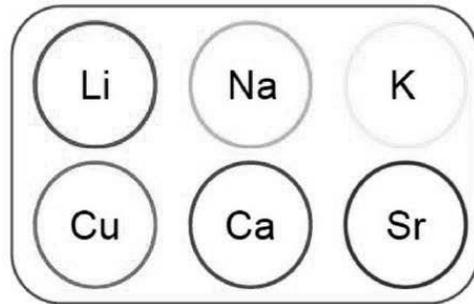
説明としては、まず、夜空を彩る花火には様々な色が含まれているが、その色の元となっているのは燃やすといろいろな色を出す元素であることを説明した。

試薬は小分けして実験台の上にあります



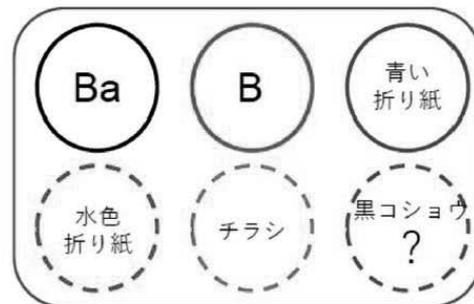
こんな感じになっていると思います

図3 それぞれの試薬の配布の状況



ひとつ目の皿の試料はこのように元素が含まれていました

炎の色はこのように種類の異なる元素に特有のものです



二つ目の皿にはこのようなものが入っています

図4 ひとつ目の皿の試薬に含まれていた元素と、二つ目の皿に入っているものに含まれる元素及び、皿の中身の説明

図3に、試薬を配布した状況を示した。ヨーグルトのふたの上に縁をマジックで色分けしたペットボトルのふたを並べた。

実際に燃やす段階では、バーナーを使うのは大掛かりすぎるうえ、危険も伴うので、メタノールをしみこませ

た綿をアルミカップに入れ、そこにいろいろな試薬の粉末を振りかけ、柄の長いライターで着火した。

実験はまず、塩化リチウム、塩化ナトリウムなど炎色反応がはっきり見える試薬をメタノールを含ませた綿の上に振りかけるように乗せ、着火して色を観察した。その際、部屋を暗くした。図4に示した一つ目の皿の中ではカリウムの炎色反応が少しわかりにくかったが、紫色といわれればそうかな、という感じであった。2つ目の皿の黒コショウはカリウム豊富な食材として知られているが、それを伝えずに、「黒コショウを燃やして炎色反応を観察しましょう。何が入っていると思いますか。」と問いかけた。ほぼ全員が「カリウム」と答えたのは驚きであったが、一つ目のカリウムと同じように見えたといっていたので、見分けられたものと思われる。

この理科教室でも終了後に全参加者を対象にアンケート調査を行った。アンケートは以下の項目で行った。

1. あなたは何年生(なんねんせい)ですか
2. 実験(じっけん)はむずかしかったですか、簡単(かんたん)でしたか
3. 説明(せつめい)はわかりやすかったですか、わかりにくかったですか
4. この実験でおもしろいと思(おも)ったところがありましたか それほどの部分(ぶぶん)ですか
5. またこのような実験(じっけん)教室(きょうしつ)があるとしたら、どのような実験(じっけん)をしてみたいですか

以下に、4番目の、「おもしろいと思ったところがありましたか」という質問の回答をいくつか抜粋して示す(原文のまま)。

- ・えんかどうをもやしたときがきれいだった(1年生)
- ・ものをかえるだけで色が変わるのがおもしろい(2年生)
- ・ものをもやすところ(4年生)



図5 当日の様子 席のあいだを広くとって行った

当日の様子を図5に示す。

アンケートの結果から読み取られることとして、燃やすこと自体が面白いと思っている小学生が多いことがわかる。防火教育が行き届いていて、家庭で小学生が火を扱う機会が少なく、小学校の理科の時間でもあまり火を使わないので、いきなり燃やして見分けるといふことに

まず驚いているようであった。

第2回 キッズホリデークラブ

講座課題：結晶の不思議 ホワイトクリスマス

日時：令和3年12月4日土曜日 10:00-12:00

参加者：年長(5歳)2名、1年生2名、2年生1名、3年生1名、4年生2名、とその保護者計15名

内容：「結晶の不思議 ホワイトクリスマス」と題して、尿素の結晶を成長させてクリスマスツリーをつくる実験と、塩化アンモニウム水溶液から結晶を成長させて、雪が降っているように見える実験を行う。

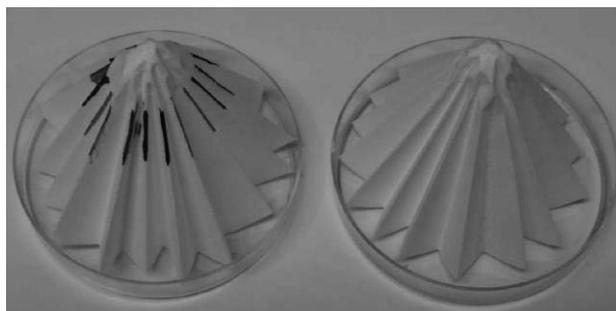


図6 ひだ折ろ紙で作った尿素のクリスマスツリー (0時間)

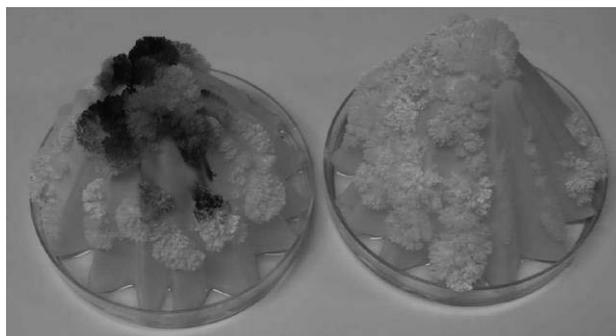


図7 ひだ折ろ紙で作った尿素のクリスマスツリー (20℃、1時間後)

この実験は、2016年12月に奈良市教育センターの「冬まつり」に参加したときの内容を踏襲している。教育センターの皆さんから、12月でクリスマスも近いので、結晶でクリスマスツリーをつくったり、溶液の中から結晶が雪のように降ってくるような実験をしたりすることはできないかと尋ねられ、尿素の結晶でクリスマスツリーをつくる実験と塩化アンモニウムの結晶が雪が降るように生成する実験とを行った。

令和3年度(2021年度)も12月の実施なので、前回同様に尿素の結晶の実験をしてほしいという依頼を受けて準備した。



図8 実際にひだ折ろ紙とモールで参加者が作った作品(30分後) 持ち帰り用のプラスチックカップに入っている 右上の容器は自宅でもう一度作ることができるようにしたお土産用の「結晶のもと」

尿素の結晶の元となる尿素液は、尿素 20 g を水 30 mL 程度に溶かしたものに洗濯のり (PVA) 0.1 g、食器用洗剤 2-3 滴を加えて作った。ポリスチレン製のシャーレに流し入れ、そこにひだ折ろ紙をさかさまにしておいた (図6参照)。予備実験の結果を図6と図7に示す。尿素液は水溶液なので、水性のサインペンで紙に色を付けておくと結晶に色がつく。二つのひだ折ろ紙のうち片方だけに筋状に色を付けて様子を見た。

尿素の実験は結晶の生成までに少なくとも数時間を要するので、実際の「キッズホリデークラブ」の講座ではこちらで用意した尿素液を用いてクリスマスツリーのつくり方をまず教え、その後、今度は尿素液のつくり方を学んでもらおうと考えた。こちらで用意した尿素液を用いてひだ折ろ紙やモールでツリーの形を作ってもらい、結晶の成長を見ながら、その横で尿素液を実際に作ってもらい、こちらはお土産としてポリエチレンの試薬瓶に入れて持ち帰ってもらった。

ここで用いたろ紙は Advantec No2 直径 15 cm のろ紙である。図8はある参加者が作った作品である。こちらで用意した尿素液を使い、ひだ折ろ紙とモールで作っている。尿素液を入れてから30分くらいたったものであるが、すでに結晶が付き始めていることがわかる。



図9 12月4日当日の理科教室の様子

図9は12月4日、理科教室当日の様子である。6組、

8名の幼稚園児と小学生が、コロナウイルス対策として距離をとって座っている。

塩化アンモニウムの結晶生成は、スライドグラスに垂らした飽和水溶液を顕微鏡で観察し、顕微鏡で見えている像を電子黒板の大きな画面に映してリアルタイムで成長する様子を見てもらった。尿素の結晶が生長する様子も見てもらい、塩化アンモニウムのほうが枝が生えていくように成長していく様子と対比してみられるようにした。アンケートの結果を見ても、顕微鏡による結晶成長の観察が興味深かったという回答が多かった。

3. 本年度の総括と今後の課題

この理科教室は対象を「小学生」とすることで、低学年の児童がたくさん参加してくれた。さらには幼稚園児まで参加してくれ、アンケートもしっかり書いてもらったことは、いろいろと興味深い。小学校低学年や幼稚園児にも理解できるような説明をいろいろな実験で試みていくというのは毎回の課題である。

謝辞

奈良市教育センターでの理科教室は、奈良市教育委員会、奈良市教育センター、教育支援課の皆さまのご支援、ご協力によって実施しています。記して感謝いたします。

参考文献と註

- 1) これまでの本学のフレンドシップ事業の結果については、年度ごとに報告書にまとめられている。奈良教育大学フレンドシップ事業運営委員会編フレンドシップ事業報告書 平成8年度から平成21年度まで 奈良教育大学 (1997-2010)
- 2) 梶原 篤, 「奈良市教育センターでの理科教室」, 奈良教育大学教育実践開発研究センター紀要, Vol.22 pp. 261-265, 2013年3月.
- 3) 梶原 篤, 「奈良市教育センターでの理科教室」, 奈良教育大学教育実践開発研究センター紀要, Vol.23 pp. 175-179, 2014年3月.
- 4) 梶原 篤, 「奈良市立興東小学校での理科教室」, 奈良教育大学教育実践開発研究センター紀要, Vol.22 pp. 267-271, 2013年3月.
- 5) 梶原 篤, 「奈良市教育センターでの小学生とその保護者対象の理科教室」, 奈良教育大学教育実践開発研究センター紀要, Vol.25 pp. 265-269, 2016年3月.
- 6) 市村真優・岩田健太郎・梶原 篤, 「奈良教育大学学生企画活動支援事業としての理科教室」, 奈良教育大学次世代教員養成センター 研究紀要, Vol.5, 251-255 2019年3月.

