

「わたしの教育記録」

入選 作品発表！

主体的に探究する態度を育てる理科学習

愛知県名古屋市長良中学校教諭 奈良 大

I 研究のねらい

私は、理科指導の中で、生徒の主体的に探究する態度を育てたいと考えている。主体的に探究する態度が育った生徒とは、自分でもっと調べたいという態度が持続し、問題解決をすることが楽しいと感じることのできる生徒のことである。

理科を学ぶ楽しさは、自分に生じた疑問を解決するために観察・実験を行う点にあり、主体的な問題解決の場面を経験することを感じることができるようになると考えている。そこで、本実践では、課題への出合わせ方を工夫するために、疑問の生じやすい事象提示を行った。そして、疑問から設定した課題を解決するために、深く探究することのできる実験やものづくりの場面を設定することに重点を置くことにした。

II 生徒の実態

本校の第1学年の生徒は、「理科が好きか」という質問に対して、105名中85名の生徒が「かなり好き・好き」と回答した。その多くの理由が、「観察・実験などがたくさんあるから」というものであった。

これは、理科の授業で行う観察・実験を手を動かしたり、グループで話をしたりして進めることのできる、単なる活動として捉えているためであると考えている。

また、観察・実験の目的を明確に捉えず、作業的に進める生徒や自ら進んで行おうとしない受動的な生徒もいる。さらに、教師側が生徒に疑問をもたせる場面を設定しておらず、目的をもつて観察・実験を行う機会が不足していることも原因であると考えている。

III 基本的な考え方

このような生徒の実態から、主体的に探究することのできる態度を育てたいと考えているときに、ある人の言葉に出合った。

それは、ノーベル物理学賞を受賞された朝永振一郎氏の言葉である。この言葉を借りて、「科学の芽」、「科学の茎」に当てはまる2つの手立てを設定することで、「科学の花」が咲き、主体的に探究することのできる態度が育つと考えた。

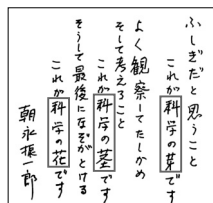


写真1 朝永振一郎氏の色紙（「ふしぎだと思ふこと」京都市青少年科学センター所蔵の色紙より）

手立て1

「科学の芽」が生じる課題への出合わせ方の工夫

生徒が想定していたことに対して、「不思議だなあ」「あれ？」と疑問に感じやすい事象を提示する。このように課題への出合わせ方を工夫することで、「科学の芽」がしっかりと生じて、息の長い探究活動につながる原動力になると考えた。

**手立て2**  
「科学の茎」が伸びる実験や  
ものづくりの工夫

「科学の芽」で生じた疑問から設定した課題を解決するために、「科学の茎」が的確に伸びる実験やものづくりを行う。生徒がこれまでの学習内容を使って考えることができる教材を提示したり、ものづくりの方法を工夫したりすることで、生徒の主体性を高め、自分たちで調べ、考えながら課題を解決するという、「科学の花」を咲かせることができるように

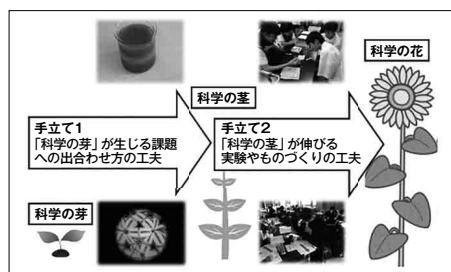


図1 実践の流れ

なると考えた。これらの手立てを上図のように図1にまとめた。

#### IV 授業実践

##### 1 実践1の様子（単元2「物質のすがた」）

**手立て1**  
「科学の芽」が生じる課題への  
出合わせ方の工夫

##### ◆色水が層になっている？

絵の具で着色しただけの水を提示し、写真2のように3層に分かれている様子を観察させた。これを見た生徒たちは、次のような発言をした。

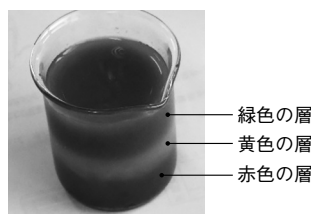


写真2 色水が3層に分かれている様子

S1…うわあ、きれいな層になっている。T…これはどうやって作ったのでしょうか。

S2…水の上に油を流したんだよ。たしか蒸散の実験のときに、水の上に油を流したことがあったよね。

S3…そっか。水の上に油が浮くものね。S4…層の境目にオブラートみたいな紙が置かれているんじゃない？おばあちゃんがオブラートに薬を包んで飲んでいるのを見たことがある！あれは水に溶けるんだってね。うまく敷けば、境目ができるんじゃない？T…それでは、ガラス棒でこの液体を混ぜてみましょう。

この液体をガラス棒で混ぜると、きれいに混ざり合い、黒っぽい液体になることを見せ、油やオブラートなどを使っていないことを確認した。

そこで、この色水を作る方法をグループで話し合わせたところ、「温かい水が上に移動するはずだから、温度を変える」や「濃い液体は下に移動するはずだから、何か物質を溶かす」などの意見が出た。

生徒は、色水の層を作るためには、油やオブラートを使用していると想定していたことに対して、「あれ？」や「不思議だなあ」と感じていた。そして、「どうやって作ったのかなあ」という疑問をもち、この色水を作ってみようという「科学の芽」が生じ始めた様子であった。

## 手立て2

「科学の茎」が伸びる実験や  
ものづくりの工夫

「どうやって作ったのかなあ」という疑問を科学的に解決するために、何か物質を溶かすことで、液体の「密度」を変えることに注目することにした。

### ◆新たな課題の提示と課題解決の準備

課題の内容は、次のとおりである。

#### 課題

「レインボーウォーター」を作ろう！

本課題は、色水を「レインボーウォーター」と名付け、架空の株式会社「piyotama」の社員になりきって、レインボーウォーターを作成し、その説明書づくりを行うというものである。

ここで、図2のような指示書を配付した。まず、水に食塩を溶かすと、液体の密度を変えることができることを確認した。つまり、食塩を溶かす質量を変えることで、液体の密度を変えることができることを説明した。

次に、どのような実験を行うかの計画を立てさせた。生徒は、食塩を何 $\times$ 程度溶か

図2 指示書

**指示書**

あなたは、株式会社 piyotama の開発部門の社員です。株式会社 piyotama は『レインボーウォーター』という商品を開発し、大ヒットした会社です。先日、社長から次のような指令を受けました。

「先日、『レインボーウォーター』の開発担当が別の会社に異動してしまい、作り方が分からなくなってしまった。そこで、『レインボーウォーター』の説明書をつくってほしい。」

先日指導をいただいているN先生から、『密度』について教えていただいたことを思い出したあなたは、「**密度**」を課題として「**レインボーウォーター**」の**説明書**づくりを行うことにしました。

また、社長からは次のようなことも指令を受けています。

【レインボーウォーターの作成で使ってよいもの】

- ☆水
- ☆食塩（正しくは、塩化ナトリウムという）
- ☆絵の具（赤・朱・黄・緑・青・藍など）
- ☆ビーカー（50mL）
- ☆電子てんびん
- ☆かきまぜ棒

※絵の具を溶かすときに使用する。

☆スポイト

※液体を注ぐときに使用する。




せばよいかの見当がついていない様子であった。そこで、次の説明を加えた。

みなさんは「スイエンサー」という番組を知っていますか。この番組では、「スイエンサーガール」たちが様々な疑問を解決するために、名門大学の学生に勝負を挑みます。無謀な勝負のようですが、勝負はいつも拮抗します。この番組のディレクターである村松秀さんは、名門大学の学生と競って、「スイエンサーガール」が好成績を出せる原因は、「グルグル思考」にあるのではないかと語ってい

ます。

この「グルグル思考」とは、全く方向性の定まらない、無駄にも見える、愚直で紆余曲折しまくる思考のことです。だから、はじめから食塩を何 $\times$ 混ぜればよいかという決まりなど分からないものです。また、様々な発見や科学的法則は、偶然から見つかったものも多くあります。まずはやってみて、そこからいろいろ考える「グルグル思考」をみんなもやってみましょう。

以上のような流れを説明し、生徒たちは課題に取り組み始めた。

### ◆課題解決のための実験とまとめ

生徒たちは、どのような実験を行えばよいかを考え、試行錯誤しながら、実際に水、食塩、絵の具、ビーカー、電子てんびんなどをを用いて、レインボーウォーターを考えていくことにした。

生徒たちは、各グループでの話し合いを行い、実際にレインボーウォーターを作っていた。いつもは失敗を恐れるためか、活発な活動にならないグループも見受けられるが、自分の疑問を解決したいという態度が持続し、主体的に課題に取り組む様子が多く見られた。そして、学級発表会に向けて、上手にポスターにまとめた。いった

図3 3組8班の例

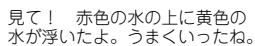
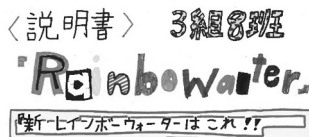


写真3 3組8班の実験の様子



写真4 4組2班の実験の様子



ルーニアウター

「一着上は黄色です！」  
食塩は「つわす、水と絵の具で」  
つくりました！」

真ん中は黄色です！  
食塩は「つがついしました！」  
それに絵の具で色をつけました！」

「一着下は赤色です！」  
食塩は「つがついしました！」  
それに絵の具で色をつけました！」

このルーニアウターは、一着のウリ、こけり、  
国旗のルーニアに発想して色づけされた。  
食塩の量は普通は水は「つがついしてつくりました！」  
（食塩の発想を分けた。）  
食塩の味を伝えることで「絵の具が変な、  
味を伝えること」は「つがついしてつくりました！」

写真5 3組8班の例



一番上の層は青色です。食塩を入れずに水と絵の具だけで作りました。真ん中の層は黄色です。食塩を1g入れ、水、絵の具で作りました。一番下の層は赤色です。食塩を3g、水、絵の具で作りました。色の区別がしやすいように、明るい色を選んで作ることで層の境目をハッキリさせました。食塩をどれくらい混ぜればよいか、はじめは分かりませんでした。が、「グルグル思考」を基にいろいろと考えるながら作ることができました。



一番上の層は青色です。食塩は使わずに水と絵の具で作りました。真ん中の層は黄色です。食塩は2g使いました。それに絵の具で色をつけました。一番下の層は赤色です。食塩は7g使いました。それに絵の具で色をつけました。食塩の量を変えることで密度が変わり、量を多くすることで沈み、量を少なくすることで浮くことが分かります。

各グループで考えたレインボーウオーターについて学級で発表会を行った。どのグループもまとめたポスターを見せ、レインボーウオーターの詳細やウリ、こだわり、さらに今回の実験で分かったことなどを学級全体に発表した。

実験の様子や発表の内容から、すべてのグループが食塩を溶かす質量を変えること

実践1の結果、次のことが明らかになった。

## 2 実践1の考察（○：成果、●：課題）

【手立て1】では、生徒が想定していたことに対して、「あれ？」や「不思議だなあ」と感じ、疑問が生じやすい事象を提示した。このことは、「科学の芽」が生じ、自分で調べて解決するという主体的に探究するための手立てとして有効であったと考える。

【手立て2】では、「科学の芽」で生じた疑問から設定した課題を解決するために、「科学の茎」が的確に伸びるために、実験を提示した。このことは、生徒の主体性を高め、自分たちで調べ、考えながら、課題を解決するという「科学の花」を咲かせるための手立てとして有効であったと考える。

● 本実践では、すべてのグループがレインボーウオーターを作ることではできなかった。しかし、グループ活動であったため、理解できないままの生徒も少なからず見られ、グループの全員に「科学

で、液体の密度を変え、レインボーウォーターを作ることができた。しかし、グループ活動であつたため、理解できないまままで活動だけが進んでいくという生徒も少なからず見られ、グループの全員に「科学の花」を完全には咲かせることができなかった。

「花」を完全には咲かせることができなかった。

以上のことから、【手立て1】と【手立て2】の流れで、確実に「科学の花」を咲かせることができるように、実践1の反省を踏まえ、以下の点に留意して、実践2を行うことにした。

★すべての生徒が確実に「科学の花」を咲かせることができるように、個別に取り組むことのできる課題提示の工夫

### 3 実践2の様子 (単元3「身近な物理現象」)

#### 手立て1

「科学の芽」が生じる課題への出合わせ方の工夫

◆「何これ? 矢印がいろいろな向きに見える!」

写真7のように、赤色の矢印がいろいろな向きに見える写真を提示した。

赤色の矢印がいろいろな向きにどこまでも続いている。



写真7 赤色の矢印がいろいろな向きに見える様子

これを見た生徒は、次のような発言をした。

S1…うわあ、矢印がいろいろな向きに見える!

S2…矢印をたくさん並べただけの写真かな?

S3…だけど、端の矢印ほど、だんだんと小さくなっているように見えるよね。端の矢印だけ小さくするのは無理なんじゃない。

S4…そうかあ。だけど、矢印の向きに何かの規則性がありそうだね。どうして、このように見えるのかな。

生徒は、写真を見て、矢印をたくさん並べただけであると想定していたことに對して、「あれ?」や「不思議だなあ」と感じていた。そして、「どうやってこの写真を撮ったのかなあ」という疑問をもち、この写真の正体を調べたいという「科学の芽」が生じ始めた様子であった。

#### 手立て2

「科学の茎」が伸びる実験やものづくりの工夫

この写真は、一つの矢印を万華鏡でぞいて撮ったものであることを説明し、この万華鏡の仕組みを考えるために、光の反射に注目することにした。

◆新たな課題の提示と課題解決の準備  
課題の内容は、次のとおりである。

#### 課題

「オリジナル万華鏡取扱説明書」を作ろう!

本課題は、架空の株式会社「piyotama」の社員になりきって、万華鏡の筒に巻く紙のデザインを考えることと、取扱説明書づくりを行うというものである。

ここで、次のような指示書を配付した。

図5 指示書

**指示書**

あなたは、株式会社 piyotama の開発部門の社員です。株式会社 piyotama は『新レインボーウォーター』という商品で再ヒットを飛ばしたため、社長が獨断に手を出し始めました。そこで、新たに考えたのが、『万華鏡』です。

「よし、これからは、『万華鏡』の時代だ。しかし、この会社には、万華鏡のエキスパートがいない。たしか、君は、どよたま大学の万華鏡サークル出身だったな。ちょうどいい。そこで、販売する『万華鏡』に付属する取扱説明書、通称トリセツをつくってほしい!」

真面目なあなたは、社長のむちゃぶりでしたが、先日指導をいただいているN先生から、『光』について教えていただいたことを思い出したあなたは、『光の反射』を利用して『万華鏡』のトリセツづくりを行うことにしました。

また、社長からは次のようなことも指令を受けています。

☆あなたたちに考えてほしいこと

①万華鏡の原理 (万華鏡をのぞくと、なぜ、どのように見えるのか?) を小中学生にも分かるような説明を考えること

②万華鏡の筒に巻く紙のデザイン (紙の大きさは、一辺14cm)

次ページの図6のように、まず鏡1枚(一面鏡)の前に物体を置くと、鏡に對して對

称の位置に像が1個映ることを確認した。次に、鏡2枚を90度を開いたもの（二面鏡）の前に物体を置くと、鏡に対して対称の位置に像が3個映ることを確認した。

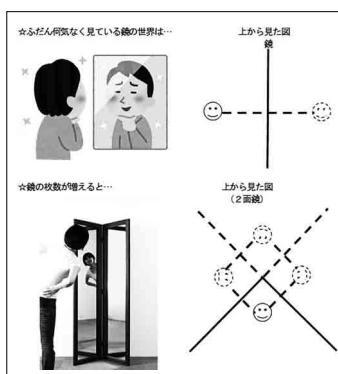


図6 一面鏡と二面鏡の仕組み

つまり、はじめに見た写真7は、どこまでも矢印が続いていることから、二面鏡では像が無限にできないことを説明した。そこで、万華鏡の中の鏡の組み合わせを考え、なぜ写真7のように見えるかという理由を考えさせることにした。さらに、万華鏡の筒に巻く紙のイラストを考え、オリジナル万華鏡を作るといふものづくりをさせた。

#### ◆課題解決のための実験とまとめ

下の写真8のように、生徒たちは鏡を使い

ろいろと組み合わせながら様々な形を作り、見え方を調べていた。

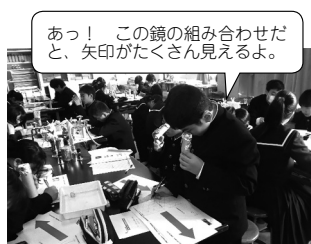
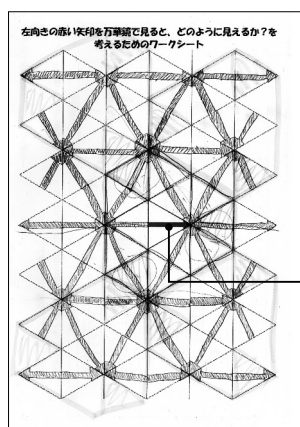


写真8  
万華鏡の仕組みを調べている様子

図7 万華鏡の仕組みを調べていくときの生徒Aの例



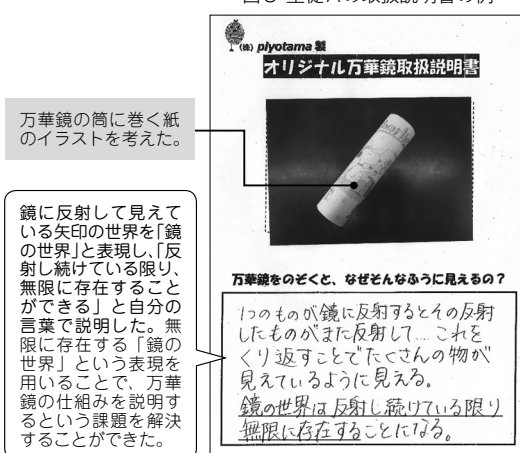
あっ！ この鏡の組み合わせだと、矢印がたくさん見えるよ。

中央にある矢印が鏡に反射して映る矢印を、向きに注意しながら次々に描き出していった。鏡に1回反射して映る矢印、2回反射して映る矢印、3回反射して映る矢印……と、だんだんと反射する回数を増やして映る矢印を描き出していくことで、万華鏡の仕組みを考えていた。

生徒たちは、様々な方法で万華鏡の仕組みを調べながら、試行錯誤を繰り返す中で、鏡3枚を正三角形状に組み合わせればよいことに気が付いた。生徒たちはいつものグループに限らず、様々な生徒と相談しながら、万華鏡の原理を説明する取扱説明書を作るといふ課題を解決していった。そして、個別に

取扱説明書をまとめていく様子が見られた。

図8 生徒Aの取扱説明書の例



個別に考えたオリジナル万華鏡の取扱説明書は廊下に掲示し、お互いに鑑賞させた。すべての生徒が、自分の言葉で万華鏡の仕組みを説明した取扱説明書を作ることができた。

#### 4 実践2の考察（○：成果、●：課題）

実践1の反省を踏まえ、実践2を行ったことで、次のことが明らかになった。

○「手立て1」では、実践1と同様に、生徒が想定していたことに対して、「どうして？」という疑問に思っ事象を提

示した。このことは、「科学の芽」が生じ始め、主体的に探究するための手立てとして有効であったと考える。

○「手立て2」では、「科学の芽」で生じた疑問から設定した課題を解決するために、「科学の芽」が的確に伸び、個別に取り組むことのできるものづくりを提示した。このことは、生徒の主体性を高め、自分で調べ、考えながら課題を解決するという「科学の花」を咲かせるための手立てとして有効であったと考える。

●万華鏡を知らない生徒にとっては、課題に取り組むために時間がかかったようであると考え。生徒にとつて身近で取り組みやすい教材を取り上げたり、新たに開発していったりしていく必要性を感じた。

## V まとめ

今回の「レインボーウォーターを作ろう!」や「オリジナル万華鏡取扱説明書を作ろう!」の課題では、「よし、できたぞ」という声が多く聞かれた。途中で諦めてしまい、探究する意欲が低下したり、他人に任せつきりにしたりしていた生徒は、かなり減ったように感じる。実践後に、実践前と同じ次の質問を行った。

質問  
理科が好きですか？

この質問に対して、105名中89名の生徒が「かなり好き・好き」と回答した。実践前(105名中85名)に比べて、大きな数値の変化は見られなかった。

しかし、「理科の授業が好き」であるという理由が、次の図9のように大きく変わっていた。

図9  
実践後の「理科が好きか」の理由の記述

発表はあまり好きではないけど、  
自分で問題を解決するのは  
けっこう楽しかった。

今まで理科の授業が嫌いだったけど、  
今回の授業が面白かった。  
他の人の意見も聞いたりして  
問題を解決したいから。

このように、理科が好きな理由が観察・実験の有無によるものではなく、「話し合って疑問を解決することが楽しかった」という回答に変わっていた。実践前とは異なり、理科の授業の醍醐味である「問題解決」をすることが楽しいと感じている生徒の数が増えたことに、素直に嬉しく思う。このことから多くの生徒の「科学の花」が咲いたと言える。

## 受賞の言葉

愛知県名古屋市長  
長良中学校教諭

奈良 大



今後でも多くの場面で、生徒が主体的に探究することができ、問題解決をすることが楽しいと感じる手立てを考え、より多くの生徒の「科学の花」を確実に咲かせることができるように、実践を継続していきたい。

この度は、このような栄えある賞をいただくことができて、嬉しく思うとともに、大変驚いています。本実践は、「理科の授業で、主体的に探究する生徒を育てたい」という願いのもと実践したことをまとめたものです。実践を進めていく中で、私自身も理科の授業は楽しいと感じることができ、毎時間笑顔で過ぎていきました。生徒に伝えたいねらいを決め、私自身も一緒にあって、生徒とともに学ぶという姿勢を大切にしながら、はるかに実りのある学びになることを実感しました。

今回は、中学1年生の化学分野で学んだ「密度」を活用したものづくりと、物理分野における光の法則を利用して「万華鏡」の説明書づくりを教材として取り上げ、実践を進めてきました。これからさまざまな学年、単元で主体的に探究することができ生徒を育てていきます。

この実践を認めてくださった関係者の方々に感謝の意を示すとともに、これからさらに自分の力量を高めるべく、努力していきたいと思っています。本当にありがとうございました。