

## サイエンスクラブの活動での主体的な学びを通した、

### 生徒の「生きる力」の育成



実施担当者 学校法人希望が丘学園  
鳳凰高等学校  
教諭 中村 太悟

#### 1 はじめに

本校は、普通科に進学コースを設置しており、生徒の約8割は毎年国公立大学に進学する。学習指導要領において「生きる力」の育成の重要性が明記され、知能・技能を活用し、探求する学習が重視されている。また、それに伴い大学入試においても知識が問われる従来の入試から、知識の活用力を求める入試へと変化しようとしている。そのような入試を意識して、授業での実験や観察を積極的に取り入れているが、時間をかけてじっくり行う機会は少なく、多くの授業を座学中心の受動的な学びとせざるを得ない。そのため、授業で得た知識を具体的にどのように活用するのか実感している生徒が少なく、教科書の内容と実生活が切り離されてしまう状況がある。

そこで、本年度より近郊の中学校や大学と連携して理科活動をおこなうサイエンスクラブを発足した。昨年度にも本校生徒11名と近隣の中学校で連携し活動をおこなっており、本年度、正式に同好会としての活動を認められた。

サイエンスクラブを発足した主な目的は以下の2つである。

- ① 生徒の主体的・能動的な学びの実現
- ② 科学に関わることのできる生徒を増やすとともに、生徒への実践の場の提供

主な活動内容は、以下の2つである。

- ① 本校周辺をフィールドとした環境解析

本校の立地する南さつま市加世田には、『ハマボウ群落及び干潟生物群集』が天然記念物に指定されている万之瀬川があり、近くには温泉もある。本年度は水の化学分析をテーマに活動をおこなってきた。河川水や温泉水を分析する過程において学びの姿勢を養い、さらに調べるだけでなく、得られたデータを活用して、何をどのように外部へ発信するのかといった力も育成したいと考えている。

- ② 近隣の小中学生を対象とした理科実験教室の企画・実施

昨年度の近隣の中学校との連携を生かし、生徒自身が主体となって実験教室を開催していきたい。その中で生徒自らが前に出て、子どもたちを相手に説明や実験をすることが最も重要であると考え。子どもたちに分かりやすく説明するためには自分たちが何を理解しておかなければならないのか、どのように説明をすれば良いのかなどを模索することで深い学びや対話的な学びを実現できることを期待している。

以上のような取り組みから、単なる科学好きではなく、得た知識を活用し、未知の課題を解決する生徒の能力を高めたい。さらに生徒が教科書だけの知識に留まらず、科学と日常生活、将来の職業との関わりに気付くことを期待する。

## 2 実践報告

### 2-1 万之瀬川より採水した河川水の分析

目的は、① 河川水の分析から得られた測定結果をグラフや表にし、考察することで我々が住む地域の環境を知る、② 採水や試料水の測定から水質調査の具体的な方法を学ぶ、である。月1回の採水を目指したが、定期考査・校外模試や前日当日の大雨などに見舞われ、思うように定期的な活動をおこなうことができなかった。また部員の通学距離の関係上、時間的な制約があり、採水をおこなえる日時が限定された。



図1 採水の様子

#### ・昨年度からの変更, 改善点

- ① 採水時の pH 測定を pH 試験紙から pH 電極を用いた測定へ変更した。水温や EC (電気伝導度) も同時に測定できるようになった。
- ② 試料水中の成分の測定項目にパックテスト (硝酸イオン, COD) を用いた。
- ③ マグネシウムイオンの濃度測定に分光光度計を用いることで、より定量的に測定をおこなえるようになった。
- ④ 昨年度の採水地点 (万之瀬川の下流付近の 5 地点, st 1 ~ 5) をより広範囲に広げ、南さつま市内を流れる場所にも採水地点 (st 6 ~ 11) を設定した。

#### ・継続して測定できた主な測定項目

- ① 水温 ② pH ③ EC (電気伝導度) ④ TDS (Total Dissolved Solids, 総溶解固形分)
- ⑤ 硝酸イオン濃度 ⑥ COD (化学的酸素要求量) ⑦ マグネシウムイオン濃度

表1 採水実施日と採水地点

採水実施日	場 所	地 点
5月27日	万之瀬川	st 6 ~ 11
7月 5日	万之瀬川	st 1 ~ 5
7月 9日	万之瀬川	st 6 ~ 11
11月11日	万之瀬川	st 1 ~ 11

#### ・担当者の所見

生徒は普段聞きなれない EC や COD といった測定項目に初めは戸惑っていたが、測定結果を考察していくにしたがい、「そのデータが何を示すのか」「各データ間にどのような相関・因果関係があるのか」といったことを考えるようになっていった。

また、万之瀬川の採水では、ただ河川水を採水するだけではなく、満潮・干潮との関係や直近1週間の降水量など複数の要因を考える必要があり、多角的にデータを見る重要さを生徒に強く意識させることができた。



図2 パックテストによる COD 測定の様子

## 2-2 マグネシウムイオン濃度の定量的測定の工夫

マグネシウム検出には「チタンエロー」という試薬を用いる。高アルカリ濃度溶液中で、マグネシウムイオンは水酸化マグネシウムとして沈殿する。その微小な沈殿にチタンエローが吸着し呈色するため、マグネシウムイオンの濃度が高くなるほど濃い赤色に呈色することが目視で確認できる。

昨年度の河川水中のマグネシウムイオン濃度測定では、マグネシウムイオン標準溶液を1~10 ppmに希釈し呈色させた溶液を用いて、目視によって濃度を決定した(比色法)。しかし、この測定は個人の色彩感覚に頼るため誤差が大きく、定量的でないことが昨年度の課題であった。

そのため今年度は吸光度法を用いた定量的なマグネシウムイオン濃度測定の実現を目指し、いくつか仮説を立て検証した。以下は生徒が立てた仮説とその検証の結果である。

### 仮説①

チタンエロー法ではマグネシウムイオンの濃度が高いほど、濃い赤色を呈色している。よって、吸光度もマグネシウムイオンの濃度が高いほど高くなると予想できる。もし、マグネシウムイオンの濃度と吸光度に正の相関関係が見られるならば、標準溶液を用いて検量線を作成し、環境水中のマグネシウムイオンの濃度を定量的に測定することができる。

### 検証結果①

マグネシウムイオン濃度3 ppmを境に吸光度が変化した。検証結果は、仮説とは異なる結果であった。

### 仮説②

$Mg(OH)_2$ が完全に沈殿した後の上澄み溶液は、 $Mg(OH)_2$ に未吸着のチタンエローが残る。溶液中のマグネシウムイオン濃度が低いほど、チタンエロー特有の黄色が濃く残る。マグネシウムイオン濃度と未吸着チタンエローの吸光度に相関関係が見られるならば、標準溶液を用いて検量線を作成し、環境水中のマグネシウムイオンの濃度を定量的に測定することができる。

### 検証結果②

標準溶液中のマグネシウムイオンの濃度が高くなればなるほど、上澄み溶液中のチタンエローの吸光度が減少した。チタンエローの初濃度を高くすればするほど、吸光度とマグネシウムイオン濃度の間に相関関係が良くなる傾向が見られた。つまり、十分に濃度の高いチタンエロー溶液を実験に用いることで、吸光度法によるマグネシウムイオン濃度の測定が可能である。

### ・担当者の所見

研究では、仮説通りの結果を得られないことは多々ある。仮説通りに結果を得られないことで、生徒たちは吸光度法によるマグネシウムイオンの測定をあきらめかけた。しかし、少し視点を変えることで課題解決の一つのヒントを得ることができた。

以上のような取り組みから、科学にとって重要な仮説・検証の過程を生徒が経験できた。今後は沈殿同士の相互作用についても検討していきたい。

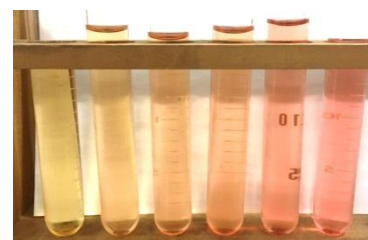


図3  $Mg^{2+}$ 標準溶液  
左から0, 1, 2, 3, 5, 10ppm

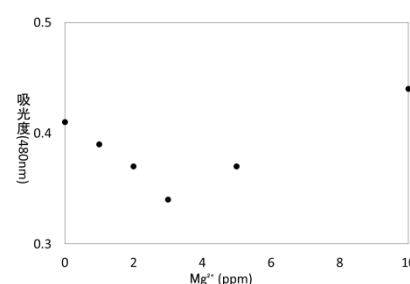


図4  $Mg^{2+}$ 濃度と吸光度の関係

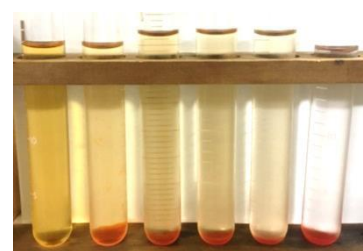


図5  $Mg(OH)_2$ 沈殿後の  
上澄み溶液

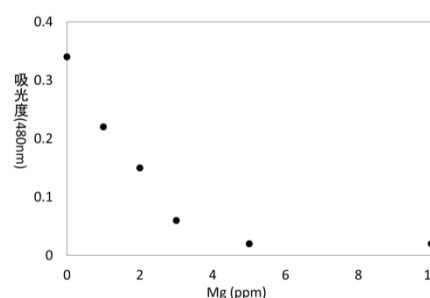


図6  $Mg^{2+}$ 濃度と吸光度の関係  
( $Mg(OH)_2$ 沈殿後)



## 2-3 ワクワク実験教室の企画・運営

近隣の小学生を対象にワクワク実験教室を開催した。ワクワク実験教室は2018年3月11日(日)の9時～12時で実施し、33名が参加した。(学年別内訳：小学1年生4名、3年生2名、4年生14名、5年生7名、6年生6名、男女別内訳：男子23名、女子10名)本校からは2年生4名、1年生8名(男子6名、女子6名)が参加した。実験は近隣の小中学校の先生と連携しておこない、本校が準備した実験は浮沈子の作成であった。本校の生徒たちがクイズを交えた原理の説明から、浮沈子の作り方の説明までをおこなった。小学生の前に立って説明するのは初めて



図7 浮力の原理を説明する生徒

ということもあり、生徒たちには緊張が見られた。しかし、小学生と触れ合ううちに緊張もほぐれ、全体に対し丁寧に説明することができていた。参加者アンケートの結果は以下の表の通りであった。

表2 参加者アンケートの集計結果

	参加者の回答				計	凡例			
	1	2	3	4		1	2	3	4
① 実験は楽しかったですか？	36	5	0	0	41	とても楽しかった	楽しかった	ふつう	つまらなかった
② 実験の内容は分かりましたか？	29	10	1	0	40	よく分かった	分かった	あまり分からなかった	分からなかった
③ 実験時間はちょうど良かったですか？	4	36	1	0	41	長い	ちょうど良い	短い	
④ 次回、このような教室があれば参加したいですか？	36	0	5	0	41	参加したい	参加したくない	分からない	

### ・担当者の所見

本校の生徒も企画から実験の選定、テキストの作成、実験の準備、当日の進行など様々な経験を積むことができた。特に、事前の実験や説明の方法の検討や準備の大切さを身にしみて感じたようであった。今回の経験が今後の実験教室やイベントの計画や実施に生かされるように振り返りを十分におこなっていききたい。この活動によって、生徒自身の科学分野への興味・関心が再認識されたことを期待する。

## 3 まとめ

万之瀬川をフィールドにして、採水から測定、考察までの一連の活動をおこなうことができた。特に、マグネシウムイオン濃度測定の仮説②を思いつききっかけとなった「実験後の失敗」は、生徒にも強く印象として残っている。「実験後の失敗」とは、比色管をすぐに洗わず、放置してしまったということであったのだが、そのおかげで  $Mg(OH)_2$  が完全に沈殿した後の上澄み溶液の色の違いに気付くことができた。この経験から生徒が、研究に失敗などないということを実感してくれたことを期待している。また、生徒の中には自らプラナリアの採集計画を立て、教員・友人に呼びかけをおこない、プラナリアを採集した者もいた。程度の大小はあるが生徒それぞれが主体的・能動的な学びを実現してくれたと実感している。

ワクワク実験教室の企画・運営では、テキストの作成、実験の準備、当日の進行などを生徒自身がおこなうことで、多くの経験を積むことができたのではないかと考えている。今回の経験が今後の実験教室の計画・実施に生かされるように振り返りを十分におこなっていききたい。この実験教室によって、生徒自身の科学分野への興味・関心が再認識されたことを期待している。

## 謝 辞

この研究は、中谷医工計測技術振興財団の平成29年度科学教育振興助成により実施することができました。このような研究の機会をいただいたことに、心より感謝申し上げます。

以上