

平成30年度課外プロジェクト実施報告書

(課外プロジェクト名)

初等・中等・高等教育における一貫した 学びのための化学実験授業開発プロジェクト

1. 組織

- 代表者 ・今田 三樹子 (理数系教育コース M1)
・岩本 幸恵 (理数系教育コース M1 中学校理科教員)
・赤木 恭和 (理数系教育コース M1)

2. プロジェクトの概要

現在の日本では、学年進行に伴う理科離れ・理科嫌いが問題視されている。私達は生徒達の理科に対する興味の低下が問題の原因であると考え、生徒たちの興味・関心に目を向けた教材開発を目指し、本プロジェクトを始動した。本プロジェクトでは、化学分野に視点を置いた。具体的な教材開発手順としては、初めにアンケート調査等を行い、現在の生徒が理科に対して持っている興味・関心の抽出を行う。

それらを基にして、小学校・中学校・高校の単元の中から化学分野(粒子)に絞り、興味・関心のある領域から、単元を選定する。校種のつながりを意識した授業内容を計画することで、理科嫌いになる要因とつまづきとなる原因を明らかにし、今後、現場で教員たちの一助となるような指針を報告するとともに、新規性のある教材開発することを目的とする。

3. プロジェクトの計画及び活動詳細

3.1 興味・関心の抽出

- ・アンケート調査
近隣の小・中学校において、理科に対する興味・関心の意識調査をアンケート形式で行った。
- ・文献調査
教育分野の研究で報告されている興味・関心に関する文献を調査する。
- ・学会への情報収集
興味・関心及び、理科に関する分野を中心に学会へ足を運び、積極的に情報収集を行い、メンバーとの共通認識を持ち、情報を共有する。

3.2 教材開発

- ・嬉望祭での実験教室の実施
アンケート結果で得られた知見を元に、日常に関連した課題を設定し、自分自身で仮説を立て、検証していく実験に取り組んだ。祭というキーワードを掛け合わせて、スーパーボールすくいを講義形式で行った。
- ・模擬授業(大学院クラス)
全国学力学習調査の正答率が悪い範囲であり、『水溶液における粒子の基本的な見方や概念を形成することを重要視し、「溶質と溶媒」と「溶質の質量」の関係』を選択した。大学院の模擬授業の時間を使って、濃度の違う食塩水(0%、10%、20%、30%、40%)から、水溶液の質量%濃度を学習内容の授業を行った。

4. 得られた成果

4.1 ①アンケート調査(詳細については、添付)

近隣の小学校高学年、中学2年生に合計150名程度にアンケートを実施した。

理科が好き、嫌いの意識とは関わらず、理科が楽しいと感じる児童は、実験や体験をしている時であり、体を動かして学習できるということが理科の魅力であると考えられる。また、理科が好きな児童が、嫌いな児童との違いとして、テストや実験がうまくいった時の達成感が得られた時にも楽しいと感じており、中学校においてもこの意識があることは、理科が好きな理由として維持されると考えられる。

また、理科が好き、嫌いに関わらず、理科が楽しくないと感じる時は、小学校、中学校ともに、授業が分からないと感じる時であり、授業展開を考える上でも、教師側の努力が必要であると強く感じた。また、中学校になると計算やグラフを読み取る作業も、複雑になり、理科が楽しくないという苦手意識を見出す原因となっていることが分かった。

②研究会の参加

H31.2.24.(日)に、兵庫教育大学神戸ハーバーランド表教ホールにて、「H30年度第3回ストーリーングテ

リング研究会」が行われた。嬉望祭で用いた紙芝居を用いて、ストーリー性を持たせた展開にしたことで、参加者たちの興味・理解が深まったこともあり、ストーリーテリングについて、興味を持つきっかけとなった。今回、小・中・高のつながりを意識した授業展開を考えたが、今後、発展的な内容として、幼児教育についても視野に入れることが十分想定される。

研究会では、幼児教育の目指すところである小学校からの学習の基盤となる力、言葉の表現、聞く力などを知ることができ、幼児教育の間にしっかりと興味・関心を養う気持ちや環境を整えることが大切であることを知った。今回、注目した授業内容以外の可能性として、幼児期の与える環境が、中学、高校へと進学した時の学習意欲や課題解決能力に繋がっているのではないかと感じた。

4.2 教材開発

嬉望祭での実験教室

「水の中で溶けるもの、溶けないものがあり、水にもものが溶けるということ」を科学的な視点から、理解することを目的とした。実験の意図を説明するために、手作りの紙芝居を準備した。紙芝居により、よく分かる授業につなげることができた。主体性に活動する内容に重点を置いたことで、1時間半に及んだ実験教室は、幼児から小学校6年生まで、最後まで集中力が途切れることなく、笑いあり涙ありの充実した時間となった。実験教室の参加者のアンケートからは、理科がさらに好きになり、とても分かる授業だったという感想だった。当初、狙いとしていた目的が達成されたことから大成功であったと考えられる。

模擬授業（大学院クラス）

指導案③中学1年生向けの「溶質と溶媒」と「溶質の質量」の関係の模擬授業を行った。計算は、淡々とした単調とした作業となりがちなので、視覚的な刺激から好奇心をくすぐる狙いを入れることで、楽しみながら取り組むことができるのではないかと考えた。

受講者からは、既習事項を使って、通常では行わない見た目、華やかな実験を行うことでより深く、楽しく、学ぶことができたという意見が上がりました。

4.3 指導案作り（報告書の最後に添付）

- 小学校；①嬉望祭「スーパーボールすくい」
②第5学年「ものの溶け方」
- 中学校；③第1学年「溶質と溶媒」と「溶質の質量」の関係
④質量パーセント濃度（化学）と密度（物理）の関係
- 高校；⑤化学「浸透圧と分子量」・・・今後の自分たちの課題として、引き続き検討を行う。

4.4 まとめ

一貫性のある授業展開を視野に入れ、興味・関心を盛り込んだ指導案を作成することは、積極的に学校種の異なる学習内容を学ぶ必要があることを強く感じた。

嬉望祭を通じて、多くの学部生、大学院生、教員の方、地域の人々と交流することができ、今後の大学院生活にとって、実りのあるものになった。

課外プロジェクトの経験は実践例として、大学院の授業の演習の中でも生かすことができ、新たな学びの手段とすることができた。

5. 費用の内訳

(円)

消耗品	旅費	謝金	その他	合計
86,020	13,260	0	0	99,280

<アンケート結果>

近隣の小学校高学年に調査したアンケート結果を以下に示す。黄色は、好きと答えた児童の割合が多かった項目であり、グレーは、嫌いと感じた児童の割合が多かった項目である。

アンケート調査結果 (小学校)			人数						
分類	問題番号	問題内容	好き		嫌い		無記名		
			回答数	割合	回答数	割合	回答数	割合	
理科を楽し いと感 じる	日常関連型	1	自分の生活やふだん経験しているなど、自分に関係があるとき	16	0.47	0	0.00	0	0.00
		2	テレビやニュースで見た内容と関係があるとき	15	0.44	5	0.29	1	0.50
		3	身の回りのできごとを理科で学習した内容で説明できるようになったとき	21	0.62	1	0.059	0	0.00
	実験体験型	4	実験でいろいろな道具や薬品を使えるとき	31	0.91	17	1.00	2	1.00
		5	教科書にのっている通りに実験できるとき	21	0.62	4	0.24	0	0.00
		6	自分で考えて実験できるとき	24	0.71	11	0.65	2	1.00
		7	いろいろなものをさわったり見たりできるとき	30	0.88	14	0.82	2	1.00
	達成感情型	8	授業の内容がわかったとき	23	0.68	4	0.24	1	0.50
		9	自分の考えや予想が当たったとき	30	0.88	11	0.65	2	1.00
		10	友だちが知らないことを自分が理解したとき	18	0.53	8	0.47	2	1.00
		11	テストや問題が解けたとき	29	0.85	6	0.35	1	0.50
	知識獲得型	12	いろいろなことについて知れたとき	24	0.71	3	0.18	1	0.50
		13	新しいことを学んだとき	26	0.76	1	0.06	0	0.00
		14	自分が知っていることがふえたと感じたとき	25	0.74	2	0.12	1	0.50
		15	答えや実験の結果を自分で予想するとき	16	0.47	4	0.24	1	0.50
	思考活性型	16	規則性や法則の意味を理解できたとき	14	0.41	2	0.12	0	0.00
		17	自分の考えたことを、友だちと話し合いをしたりするとき	19	0.56	1	0.06	0	0.00
		18	今までに習ったことが、新しく習ったこととつながったとき	21	0.62	3	0.18	1	0.50
		19	自分でじっくり考えているとき	13	0.38	0	0.00	0	0.00
		20	いろいろな知識がつながっていると感じるとき	19	0.56	1	0.06	1	0.50
	驚き発見型	21	授業の理科に関しての内容や実験の結果が予想とちがっていたとき	15	0.44	0	0.00	0	0.00
	先生関連	22	先生がおもしろいことを言うとき	24	0.71	9	0.53	1	0.50
	外に出ることが好き	23	観察や実験のために外に出るとき	29	0.85	14	0.82	1	0.50

アンケート調査結果 (小学校)			人数						
分類	問題番号	問題内容	好き		嫌い		無記名		
			回答数	割合	回答数	割合	回答数	割合	
理科を楽し くないと感 じる	授業内容	1	授業で目に見えないもの（音、空気、電流など）について習うとき	4	0.12	5	0.29	1	0.50
		2	授業がむずかしすぎると感じるとき	19	0.56	16	0.94	2	1.00
		3	言葉や計算方法を覚えなければならないとき	19	0.56	15	0.88	2	1.00
		4	テストや問題が解けないとき	14	0.41	13	0.76	2	1.00
		5	授業で発表できないとき	8	0.24	3	0.18	2	1.00
	作業関連	6	計算をするとき	17	0.50	14	0.82	2	1.00
		7	実験やこまかい作業をするとき	3	0.09	7	0.41	0	0.00
	先生関連	8	先生の言うとおりに実験しないといけないとき	11	0.32	13	0.76	2	1.00
		9	実験中静かにしないといけないとき	9	0.26	14	0.82	2	1.00
	言語関連	10	理科の授業で先生が言っていることがわからないとき	21	0.62	17	1.00	2	1.00
	目標関連	11	理科の学習をなんのためにやっているのかわからないとき	11	0.32	15	0.88	2	1.00
	思考関連	12	自分で考えて工夫して実験しないといけないとき	9	0.26	4	0.24	1	0.50
	表現関連	13	理科で学ぶものごとを言葉で説明しないといけないとき	19	0.56	12	0.71	2	1.00
	感覚関連	14	虫や土など苦手なものを授業で使うとき	16	0.47	15	0.88	2	1.00

理科が好き、嫌いの意識とは関わらず、理科が楽しいと感じる児童は、実験や体験をしている時であり、体を動かして学習できるということが理科の魅力であると考えられる。また、理科が好きな児童が、嫌いな児童との違いとして、テストや実験がうまくいった時の達成感が得られた時にも楽しいと感じており、中学校においてもこの意識があることは、理科が好きな理由として維持されると考えられる。

また、理科が好き、嫌いに関わらず、理科が楽しくないと感じる時は、小学校、中学校ともに、授業が分からないと感じる時であり、授業展開を考える上でも、教師側の努力が必要であると強く感じた。また、中学校になると計算やグラフを読み取る作業も、複雑になり、理科が楽しくないという苦手意識を見出す原因となっていることが分かった。中学2年生に調査したアンケート結果を次に示す。

アンケート調査結果 (中学校)			人数				
分類	問題番号	問題内容	53		31		
			好き		嫌い		
			回答数	割合	回答数	割合	
理科を楽しむ	日常関連型	1	自分の生活や普段経験している事など、自分に関係がある内容を学習したとき	27	0.51	10	0.32
		2	テレビやニュースで見た内容と学習内容とが関係があるとき	27	0.51	14	0.45
		3	理科で学ぶものごとを言葉で説明しないといけないとき学習した内容で身の回りの出来事を説明できるようになったとき	23	0.43	7	0.23
	実験体験型	4	色々な道具 (器具) や薬品を使えるとき	25	0.47	19	0.61
		5	自由研究のように、自分で興味のある実験ができるとき	34	0.64	16	0.52
		6	実験手順の通りに実験を進めるとき	15	0.28	5	0.16
		7	実験内容が決まっていて、実験方法などを自分で考えて実験をすることができるとき	10	0.19	1	0.03
		8	色々なものを触ったり観察したりできるとき	23	0.43	13	0.42
	達成感情型	9	授業が分かったとき	38	0.72	16	0.52
		10	自分の答えや予想が当たったとき	34	0.64	17	0.55
		11	友達が知らないことを、自分が理解できたとき	28	0.53	11	0.35
		12	テストや問題が解けたとき	40	0.75	17	0.55
	知識獲得型	13	色々な事について知れたとき	17	0.32	6	0.19
		14	新しいことを学んだとき	26	0.49	11	0.35
		15	自分の知っていることが増えたと感じたとき	25	0.47	6	0.19
	思考活性型	16	答えや結果を自分で予想するとき	11	0.21	5	0.16
		17	規則や法則の意味を理解できたとき	25	0.47	7	0.23
		18	自分の考えたことを友達と話し合ったりするとき	14	0.26	7	0.23
		19	理科の授業で学習した内容同士がつながったとき	16	0.30	5	0.16
		20	自分でじっくり考えられるとき	17	0.32	4	0.13
		21	学習したことが日常生活や他の教科の知識とつながっていると感じたとき	20	0.38	6	0.19
	驚き発見型	22	授業の内容や実験の結果が意外だったとき	16	0.30	3	0.10
	先生関連	23	先生が理科の内容について面白いことを言うとき	28	0.53	7	0.23
	外に出ることが好き	24	外に出て観察などするとき	15	0.28	10	0.32
理科を楽しめないと感じる	授業内容	1	授業で目に見えないもの (音、空気、電流など) について習うとき	8	0.15	12	0.39
		2	授業がむずかしすぎると感じるとき	41	0.77	27	0.87
		3	言葉や計算方法を覚えなければならないとき	28	0.53	27	0.87
		4	テストや問題が解けないとき	37	0.70	25	0.81
		5	授業で発表できないとき	11	0.21	12	0.39
	作業関連	6	計算をするとき	32	0.60	24	0.77
		7	実験やこまかい作業をするとき	24	0.45	24	0.77
	先生関連	8	先生の言うとおりに実験しないといけないとき	35	0.66	28	0.90
		9	実験中静かにしないといけないとき	7	0.13	7	0.23
	言語関連	10	理科の授業で先生が言っていることがわからないとき	11	0.21	6	0.19
	目標関連	11	理科の学習をなんのためにやっているかわからないとき	17	0.32	14	0.45
	思考関連	12	自分で考えて工夫して実験しないといけないとき	9	0.17	14	0.45
	表現関連	13	理科で学ぶものごとを言葉で説明しないといけないとき	21	0.40	16	0.52
	感覚関連	14	虫や土など苦手なものを授業で使うとき	27	0.51	17	0.55

①嬉望祭（高学年）活動案

日時：平成30年11月10日（土）
場所：兵庫教育大学自然等 423室

全体の流れ

- 実験前後で理科に対する意識の変化を知るため実験前後で理科に関するアンケート調査をとる。
- 「水に溶けるもの・溶けないもの」をテーマに実験を行う。
- 導入では本校マスコットの兵ちゃんを主人公として、祭りの縁日でスーパーボールすくいを行い、その紙が破れてしまうという紙芝居から始まる。（紙芝居に関しては最後に添付）
- 性質の違う5種類の紙を使ってポイ（スーパーボールをすくうもの）を作り、実際にスーパーボールをすくい、物質の性質として破れるもの、水に溶けるもの、破れないものがあることに気付く。
- まとめ：自分たちが使った紙を実験のお兄さんがビーカーで溶けたり、破れる様子を見せ、物質の性質についてまとめる。

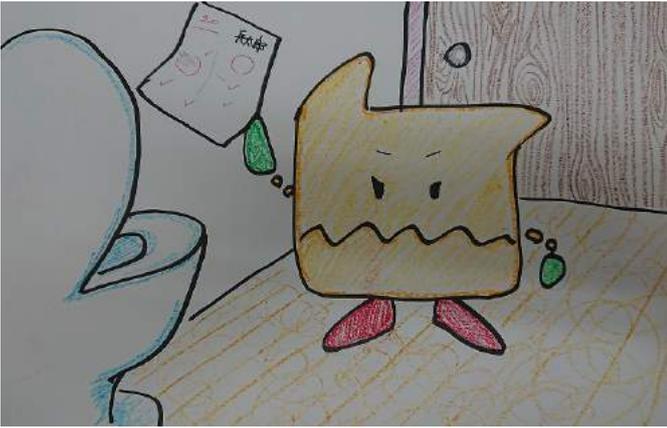
授業展開

単元名 ポイを作ってスーパーボールすくいに挑戦		嬉望祭特別イベント	
単元目標			
1. 身近にある紙を使ったポイを作って、紙の種類によって水の中で溶ける物と溶けない物があるのを理解させる。 2. 溶ける紙、溶けない紙、ばらばらになる紙を観察して水に溶けている状態を理解させる。			
	流れ	活動内容	活動の狙い
開始前 5分 導入 5分 2分	班決め&アンケート  「スーパーボールすくいとは何か？」尋ねる。  今日のめあて 「自分達でポイを作ってスーパーボールすくいに挑戦しよう！！」	来た人から席に着きアンケートを書く。書き終わったらスタッフに渡す。(8班構成) 紙芝居を No. 8まで読んで、ポイが破れたのは、兵ちゃんのすくい方が悪いのか、紙質が悪いのかを考える。 	<ul style="list-style-type: none"> ・現状での理科に対する興味・関心の度合いを把握する。 ・紙芝居を通して、兵太郎がなぜスーパーボールをすくえなかったのか考える ・予想を立てたうえで活動を始める。
展開 3分	ポイ作り	配布されたプリントを読みながら作成手順を確認する。 作業確認が終わったら、子供達各自で作ってもらう。ポイに使用する紙は各種類誰が使うか班内で話し合っ決めて、作成する。(ポイは	<ul style="list-style-type: none"> ・自分の予想を元に紙を選んでもらい、予想を検証する為にポイの作成をする。

<p>20分</p> <p>班対抗 スーパーボールすくい大会</p>		<p>紙の種類に応じて色分けしており、誰がどの紙を使っているのかわかるようにする)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・クラフト紙 ・半紙 ・和紙 ・オブラート ・水溶フィルム (兵太郎のポイ) <p>ゲームのルールを説明する。各試合の代表者を決め、各試合の合計数で最も多くスーパーボールをすくった班が勝利。</p> <p>(1分程度目安)</p> <p>優勝チーム決定。みんなのポイを見比べると破け方に違いがあることに気づく。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ゲーム感覚で行い、主体性を向上する。 ・自分の作成したポイがどのような特徴を持っていたか意識し、また周りの違いに気付かせる。
<p>15分</p>	<p>水に溶ける紙と溶けない紙の違いを見せる (演示実験)</p> 	<p>先生が紙を水に入れると、溶ける物と溶けない物がある。この結果から、同じ見た目でも水に入れると溶ける物と溶けない物があることを理解し、溶ける紙を使っていたことが原因であることがわかる。</p>	
<p>まとめ</p> <p>5分</p>	<p>総括</p>	<p>紙芝居の残りを読む。</p> <p>同じような見た目でも紙は溶ける物と溶けない物があることを再度確認する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・演示を行い、自分の予想が正しかったのか改めて考える。また、物が溶けるといいう状態がどのようなものか理解する。 ・活動を通して理科に対する興味・関心の変化を確認する。
<p>5分</p>	<p>アンケート&スーパーボールすくい</p>	<p>アンケートを記入。</p> <p>最後に再度スーパーボールすくいにチャレンジ。ボールは最大三つまですくって持って帰る。</p>	

紙芝居

①



兵ちゃんは、テストで悪い点数を取ってしまったがお祭りに行きたかったので、テストをトイレに捨てた。

②



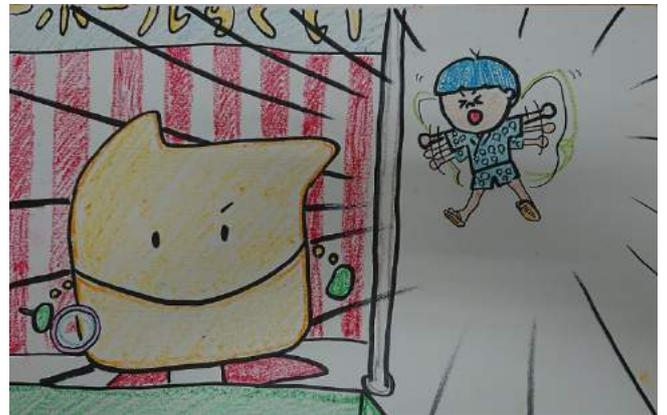
縁日にきた兵ちゃんは大好きなスーパーボールくいをすることに…

③



しかし、すぐに穴が開いてしまった…

④



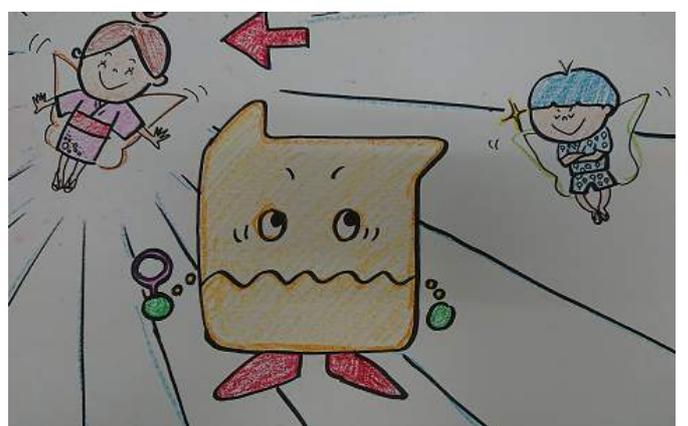
おじさんにポイをもう一度もらい再度挑戦!!
そこに現れたのが…

⑤



ポイの国から来たポイ男くん
「兵ちゃん、取れないのはすくい方が悪いんだ」

⑥



「ちょっと待って～」

⑦



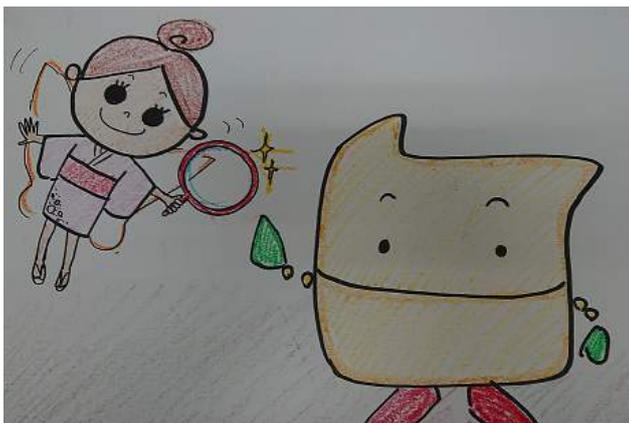
そこに神の国から来た紙子さん。

⑧



「ん？ どれどれ？ これは紙の質が良くないのよ～」

⑨



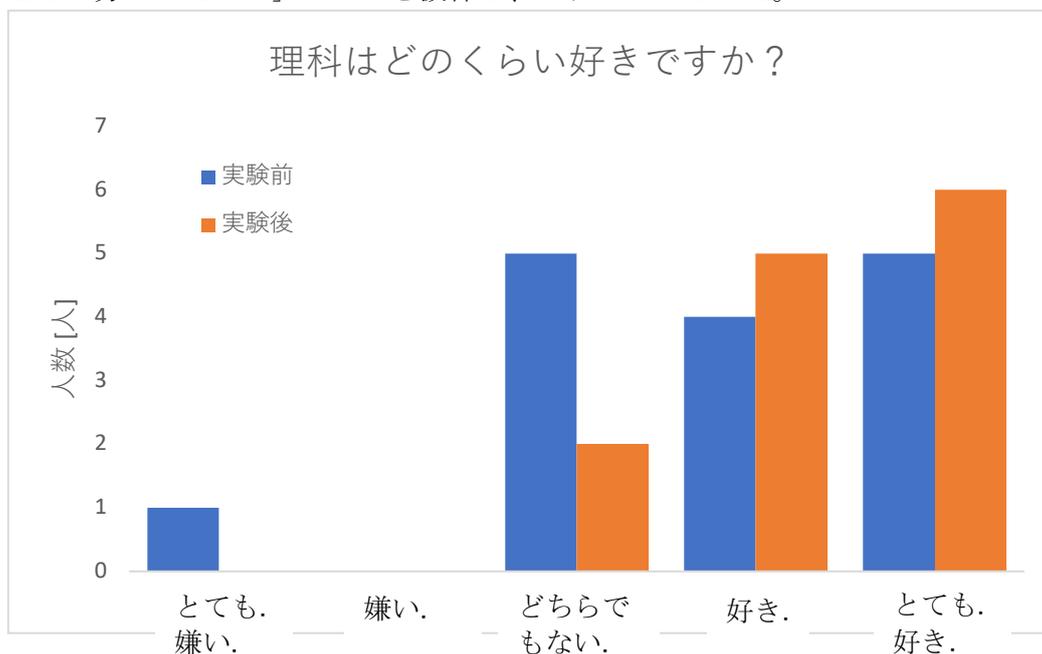
この神なら大丈夫、頑張っってね♪
兵ちゃんは無事スーパーボールを取ることができました。

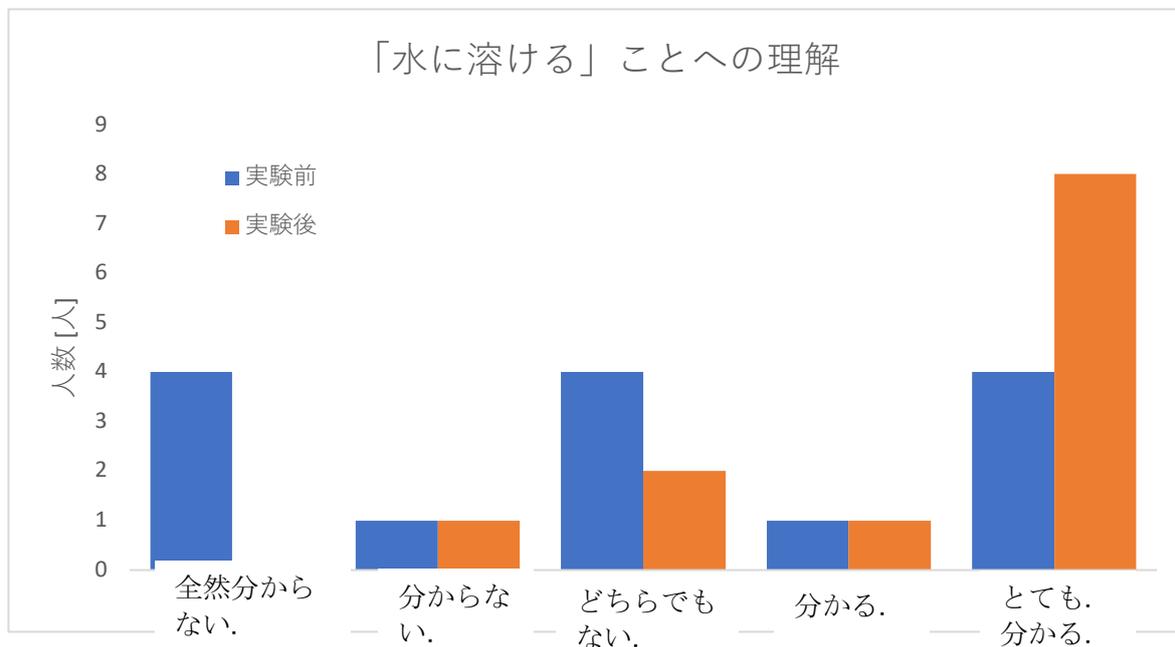
⑩



家に帰るとお母さんが血相を変えて
「兵ちゃんトイレが流れないのよ…」
兵ちゃんの顔が真っ青に…そう、その後トイレからは、紙が溶けなかった答案用紙が出てきてお母さんにこっぴどく怒られたとき

実験前後でのアンケート結果を以下に示す。いくつかの質問の中から、「理科はどのくらい好きか？」
「水に溶けることが分かったか？」の2つを抜粋し、グラフにまとめた。





グラフより、実験前後における理科に対する興味関心は向上し、実験の意図がしっかりと伝わったことで、理解が深まったことがわかる。よって、今回の取り組みは、狙い通りの成果が得られたと考えられる。

また、感想や質問等について、以下に示す。

<感想・質問等>

- ・紙によって強度が異なる。
- ・紙は色々な種類がある。
- ・びっくりした。
- ・いくら悪い点を取ってもテストはトイレに流したらダメだと思った。
- ・楽しかった。
- ・紙が溶けるか、溶けないかがよく分かりました。
- ・やってよかったし楽しかったです。あと色々な事を学べて良かったです。
- ・なんで溶ける物と溶けない物があるのか不思議に思った。

今回の実験教室で、不思議に思ったという感想が得られた。このことは、新たな興味が発掘されたことを表しており、さらに理科に対する関心へつながる一歩となったことも大きな成果だと考えられる。主体的な活動からこのような感想が得られたことは、主催した側として大変喜ばしいと感じた。

②小学校第5学年理科指導案

1. 単元 「1. 水に溶けたもののゆくえ」ものとのけ方 啓林館 わくわく理科5

2. ねらい 日常生活の中で、物を溶かした経験を想起しながら、ものが溶けていく様子や溶けた後の様子を観察して、水溶液について考える。「ものが水に溶けた」ということを科学的に捉え、理解する。

「ものの溶け方」という単元名で、広く表しているが、取り扱う内容としては、「ものが水に溶けるとはどのようなことか。」に限定されている。よって、生徒の中には、溶けるということについて、漠然とその物質自体が溶ける話なのか、水に溶ける話なのかを区別できないまま、授業を受けることで、混乱してしまうと考えられる。そこで、授業の導入で、溶けるとはどのようなことかということにポイントを置いて、しっかりと授業で何を取り上げるかということの説明してから、展開に進むことが必要であると考え。

次の授業では、物質の水溶液への溶解前後で重さは変わらないことを取り扱う。これには、今回、予想した水溶液のイメージ図を元に、電子天秤で計ることで確認実験を行う。イメージ図（粒子モデル）を積極的に取り込みことにより、中学校での質量パーセント濃度への繋がりを意識した。

授業の最後には、身近な事柄に結びつけて、水溶液としての見方をしたことはおそらく想定される。そこで、普段、目にする調味料を理科的な視点で判断する力を養うための時間を設けた。また、5年生は家庭科の授業で調理実習の機会もあるので、学校でも目にする題材としても取り扱われるため、話が広げやすいと考えた。

	学習活動	教師の働きかけ	生徒の反応
導入 15分	<p>1. 自分の身の回りで、ものが溶けるって聞いて、連想するものは何かあげてもらう。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;">今日のめあて：「水にものがとけるとは、どのようなことだろう」</div> <p>2. 予想</p> <ul style="list-style-type: none"> ・砂糖 ・入浴剤（透明なもの） ・油 ・牛乳 ・でんぷん <p>を水に入れた瞬間、混ぜた時の水溶液の様子を予想する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・物質自身が溶けているのか、水に溶けているのかを分類分けを行う。 ・今日は、水に溶けるということについてみんなで考えていくことを伝える。 <ul style="list-style-type: none"> ・時間的な変化と見た目（色、均一性、透明度など）の変化を予想させる。 ・イメージ図を書かせる。 	<p>連想するもの</p> <ul style="list-style-type: none"> ・トイレットペーパー ・塩 ・砂糖 ・氷 ・アイスクリーム ・石鹼 ・赤インク ・絵の具 ・入浴剤 ・牛乳 ・カルピス
実験 15分	<p>3. 実験</p> <p>各サンプルをトールビーカーに入れて、観察する。 変化が見られなくなったら、ガラス棒で混ぜて観察する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・透明になるもの、ならないものに気づかせる。 ・時間がたつと、均一になるもの、ならないものがあることに気づかせる。 	
まとめ 5分	<p>4. まとめ</p> <p>水よう液の規則性として、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ものが見えなくなる。 ・溶けた後の液は透明になる。 <p>ことを学習する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・水の中でもものが全体に広がり、透き通った（透明な）液を水よう液といい、「ものが水に溶けた」ということを説明する。 ・透明であれば、着色していても水溶液ということ伝える。 	
発展 10分	<p>5. 興味・関心づけ</p> <p>水溶液はどれ？クイズ 身近にある調味料「さしすせそ」を水溶液かどうか分類する。</p>	<p>水溶液の定義を理解したか確認するために、砂糖、塩、酢、醤油、みその中で、水溶液はどれかを当てる。</p>	<p>みそだけ、水溶液ではない。</p>

③中学校第1学年理科指導案

「溶質と溶媒」と「溶質の質量」の関係

「ものの溶け方」について行ったことから、水溶液の単元に絞った。各学年の内容は、次のとおりである。(中1；水溶液・溶質・溶媒・溶解度、中2；該当なし、中3；水溶液とイオン・電解質・非電解質・酸アルカリ・中和と塩)

アンケート結果を踏まえて授業内容決定までの流れとして、以下の2点を踏まえた。

○どの学年でも授業可能な内容として、中1の内容が最適であると考えた。

○全国学力学習調査より、特定の水溶液の質量%濃度を求める問題の正答率を参考にした。

年度	H24	H27問①	H27問②
正答率(%)	52.0	46.0	47.3

参考資料：平成27年度 全国学力・学習調査報告書

国立教育研究政策所の報告では、『水溶液における粒子の基本的な見方や概念を形成することを重要視し、「溶質と溶媒」と「溶質の質量」の関係に注意しながら確認することを重要としている。』このことから、質量パーセント濃度に関わる内容を取り扱うことは、大変意義があると考えた。実験の展開としては、挑戦と思考からの取り組みを考えた。

テーマ「レインボー水溶液の正体を探れ!!」

<授業の流れ>

挑戦

1. 濃度の違う食塩水(0%、10%、20%、30%、40%)を準備する。
2. それぞれの水溶液に色を付ける。
3. レインボー水溶液の見本を見せる。
(見本用の色は本番用と異なる色のもの)
4. 色のついた水溶液をある順番に入れるとレインボー水溶液ができることを知らせ、グループで挑戦させる。



思考①「なぜレインボーになったの？」

5. 5種類の水溶液には食塩が溶けていることを話す。
6. 水溶液の粒子モデルを書き、それぞれの水溶液では粒子の数が違う=全体の質量が違うことに気付かせる。
7. 水100gで○%の濃度の水溶液を作ったことを知らせ、水溶液に溶けている質量を計算させる。
8. 濃度の違いは全体の質量が変わることを実験を通して理解させ質量%濃度の公式である $\frac{\text{溶媒}}{\text{溶質} + \text{溶液}} \times 100$ の意味を説明し理解させる。

思考② 密度と関連付けて授業を展開することも考慮している。

5. 5種類の水溶液には食塩が溶けていることを話す。
6. 水溶液の粒子モデルを書き、それぞれの水溶液では粒子の数が違う = 1 cm^3 辺りの質量が違う。
7. 密度を求めよう。

この展開をすることで、質量%濃度以外に密度の測定の仕方(メスシリンダーの使い方)や密度と濃度の関連性について学ぶことができる。

しかしながら、実験を繰り返したが食塩水の密度から食塩の濃度を探っても正しい濃度を求めることはできなかった。

→これは、水を構成しているイオンと食塩水を構成しているイオンの関係が深くかかわっており、中学校で説明するには難しいと考えられる。

④中学校理科指導案
「死海から濃度と密度の関係を探ろう!!」

- 中学生が苦手意識とする『密度』と『濃度』の関係性を「死海」をテーマとして学んでいく。
- 密度の実験作業に関しては授業では触れる程度だったので、実際に自分たちで体感することにより、体積、質量の概念を身につけ学ぶことができる。
- 質量%濃度については、普段日常生活で使う機会がほぼないことから、身近なテーマの中で使うことで興味関心がわき、また溶媒・溶質の概念も再構築することができる。

死海について

水源はヨルダン川で、塩分の供給は周囲の土壌に元来含まれていた塩分が雨によって流され集まったものと考えられている。その他、ヨルダン川周辺の温泉水からも塩分が供給されている。

そして死海は、湖面の海拔が約-420mで地表で最も低い場所です。そのため、集まった水は流れ出るところがなくとどまって湖となる。しかし、冬でも 20℃以上と気温が高いため、水は蒸発し続け塩分は取り残されるため塩湖になっている。

そのようにして凝縮されていった塩分はすさまじく、海水の塩分濃度が約 3%なのに対して、死海の塩分の濃度は約 30%である。そのため生き物が生息できず、そこから「死海」と呼ばれるようになった。

※高度好塩菌という微生物は生息している。

授業展開について

この授業は、発展的取り扱いのため授業時間は 50 分に設定していない。発展①と発展②を二時間連続で行うことも可能であるし、別日程で行うことも可能である。

時間	生徒の動き	学習活動
展開 ①	死海について知る。	「みんな、こんな場所あるの知ってる？」 イスラエルのヨルダンにある死海の映像を見せる。
	「なぜ死海だと物が浮きやすくなるのかな？」	「普通の海以上に浮いてるよね～本読めるんだよ!!さらに泳げない人でも浮くんだよ」
	<p>水溶液の密度と物体の密度を比較したとき、物体の密度の方が水溶液の密度より小さければ浮く</p> <p>○死海の密度 メスシリンダーに 1 cm³ 取り質量を求め。=密度</p> <p>○物体の密度 メスシリンダーに 10m l の水を入れて置き、そこに物体を入れる。その時増えた量が物体の体積。 質量は電子天秤で測る。 密度の計算式に当てはめ求める。</p> <p>質量%濃度？</p>	<p>死海とほぼ同程度の濃度の食塩水を準備しものを浮かせ視覚的に捉えさせる。対照実験として純水にも同じものを浮かせて、沈むことを確認させる。</p> <p>※浮力については学習済み 物が浮くための条件を思い出してみよう。 食塩水の密度 > 物体の密度 のときに物体は浮く。</p> <p>「そうだったね、それぞれの密度を比べて水溶液より物体の方が密度が小さければ浮くんだな」 じゃあ、ここにある死海の密度と物体の密度を実験を行って調べよう。</p> <p>結果は食塩水の密度 > 物体の密度となる。 実験からも検証できたね。 ところで、今死海の一部をとったけど全体が本当にこの密度なんだろうか？ 全体の水溶液が濃いかどうかを表す方法って何かなかった？</p> <p>いいところに気付いたね。もし密度が大きければ濃い水溶液であるなら、密度の大きさと濃度は密接な関係があるはずだね。</p>

<p>展開 ②</p>	<p>自分の班に配られた水溶液の濃度を調べる。</p> <p>塩分濃度が増加すると密度が大きくなる。</p> <p>○濃さはどこも同じ ○透明である。</p>	<p>じゃあ、これを詳しく調べるためにいくつかの濃度の異なる食塩水を準備したよ。</p> <p>3, 4, 5, 6, 7, 8%の食塩水を準備し各班に配る 「この水溶液の密度を求めてみよう」</p> <p>各班のデータを板書させる。グラフ用紙を配布する。 横軸に質量%濃度、縦軸に密度をとりグラフを作成する。</p> <p>どのようなグラフの形になったか発表させる。 ※グラフはインターネットの情報を参考にし作成他物を参考資料として添付</p> <p>じゃあ、二つの関係を文章で表してみよう。</p> <p>しっかりとした比例にはならないけど、確実に濃度が高くなると密度は大きくなってよね。</p> <p>ここで水溶液の性質を思い出してみよう。</p> <p>今回の実験から、密度と濃度には密接な関係があることが分かった。水溶液のモデルを準備し以下の説明を行う。</p> <p>食塩の粒子が水の粒子の間に入り込むことで、体積当たりの粒の量が多くなり、質量が大きくなるために密度が増加したことを説明する。</p>
<p>まとめ</p>	<p>最終課題 今回のグラフを使って、死海の密度を求めよう。 死海の濃度は普通の海の10倍で約30%です。 さあ、密度を求めることができるかな？</p>	<p>じゃあ、まとめてみよう</p> <p>①死海に物が浮くのは、浮かぶ物体よりも密度が大きいから。</p> <p>②密度が大きいほど、食塩がたくさん溶けているかを知るために、質量%濃度と密度の関係をグラフにした。</p> <p>③結果のグラフから密度と質量%濃度がほぼ比例のグラフになっていることを示した。</p> <p>④最終課題に取り組む。</p>

参考資料

今回の指導案の内容についての注意点

今回、密度と濃度の関係について指導案を作成しましたが実験において濃度によっては密度の理論値と実測値とに大きな差が出る場合もあります。（下表・下図参考）

実験を行う際には、表・グラフを参考に実験を行いやすい値を選ぶようにお願いします。

また、密度と濃度に関する実測値及び理論値についてはインターネットで検索すると詳しい表が出てきますのでそちらも参考にしてください。

質量パーセント濃度 %	密度（実測） [g/cm ³]	密度（理論） [g/cm ³]	誤差 %
4	1.03	1.04	1.57
8	1.05	1.09	3.02
12	1.08	1.14	4.64
16	1.11	1.19	6.42
20	1.15	1.25	8.37

