

科学研究費補助金基盤研究(B) (課題番号 21H00917)

中核的理科教員を活用した
理科授業力向上
オンライン研修プログラムの開発

令和5年度研究中間報告書

令和6年(2024年)3月

研究代表者 小倉 康 (埼玉大学教育学部)

研究分担者 中村 琢、益子典文 (岐阜大学教育学部)

報告書名 : 小倉康 (研究代表者) (2024) 『中核的理科教員を活用した理科授業力向上オンライン研修プログラムの開発』 科学研究費補助金基盤研究 (B) (課題番号 21H00917) 令和5年度研究中間報告書, 埼玉大学.

英語表記 : Ogura, Yasushi (Principal Investigator) (2024) “Developing Online Science Teaching Workshop Program focused on Teaching of Core Science Teachers”, FY2023 Interim Report of Grant-in-Aid for Scientific Research (B) Project ID 21H00917, Saitama University.

本報告書についての問合せ先

埼玉大学教育学部理科教育講座 教授 小倉 康

〒338-8570 埼玉県さいたま市桜区下大久保 255

電話・ファックス(048)858-3680 (直通)

電子メール ogura@mail.saitama-u.ac.jp

はじめに

小中学校での理科授業を改善しようとする研究には、子どもの学びの認知面や情意面に焦点を当てたもの、教員の授業方略や内容別の指導法に着目したもの、用いる教材面や環境面に関するものなど、実に様々な取り組みがなされてきました。しかし、研究が細分化され蓄積される一方で、実際の教室で各教員が日々行っている理科授業では、どれほど研究の成果が反映されているでしょうか。

研究と実践が乖離する原因としては、まず「実際の授業は総合的である」のに対して、大半の研究は細分化された授業の一側面を追究するに止まっているため、それだけでは授業実践に不十分だと言えます。学級には様々な実態の子どもがいて、年間を通じて彼らと関わりながら、学校の教材教具や時間的制約を考慮しつつ、一人ひとりが成長できるように授業を実践していくという必要性に対して、どの研究も十分応えられていないのです。

研究と実践の乖離は、「教員は個人ではなく集団で教育している」のに対して、大半の研究は、教員個人で対処可能な範囲に止まっているため、子どもを育てる上で不十分であることも原因と言えます。つまり、子どもの立場からは、理科のある単元で効果的な指導を受けただけでは不十分で、どの単元でも効果的に指導されることが必要であり、それは翌年度に理科を担当する教員が代わっても継続される必要があります。しかし、教員が代わったら理科が嫌いになったということでは、それまでの取り組みが台無しになります。

したがって、学校内で理科を教えるすべての教員の授業実践力が高まり、かつ、どの学年のどの単元においてもすべての子どもたちに対して効果的な指導が継続して実践できることが、理科教育研究が本来目指すべき目標です。本研究は、この目標の実現に貢献することを意図した取り組みです。その最も重要なアプローチは、学校内や地域の理科教育を支えてきた中核的理科教員の理科授業力に焦点を当て、その資質能力をモデル授業（示範授業）と協議会記録によって可視化しインターネット上のコンテンツとしてアーカイブ化することで、すべての教員がいつでもどこからでも利用できるものとするとともに、各学校・地域における中核的理科教員の育成に寄与することです。

本中間報告書は、令和5年度の研究のうち、理科モデル授業オンライン研修会の記録を中心にまとめたものです。より詳細な情報と動画記録は、本研究のホームページ*で参照できます。研究目的と研究方法については、同ホームページで公開しております研究初年度（令和3年度）の中間報告書をご参照ください。令和6年度まで研修用オンラインコンテンツを蓄積するとともに、より多くの教員、学校、地域にコンテンツを活用していただけるよう働きかけて参ります。ぜひ皆様のご協力をお願い致します。

令和6年3月

研究代表者 小倉 康

* 本研究ホームページ

http://kg.cst.saitama-u.ac.jp/ctrl/page?path=block_b/03_kenkyukai/00_contents00



研 究 組 織

(所属は令和5年度)

研究代表者	小倉 康 (埼玉大学教育学部教授)	
研究分担者	中村 琢 (岐阜大学教育学部准教授)	
	益子典文 (岐阜大学教育学部教授)	
研究協力者		
[事務局]		
	長谷川仁子 (静岡文化芸術大学職員)	
	宮本由香 (川口市立仲町中学校教諭、埼玉大学内地留学生・埼玉県長期研修教員)	
	高野智大 (さいたま市立浦和大里小学校教諭、埼玉大学教職大学院生)	
	小林悠人 (埼玉大学教職大学院生)	
	安田悠人 (岐阜大学教職大学院生)	
[授業者]		
	佐藤秀行 (美濃市立美濃中学校教諭)	第17回 (2023. 5. 20)
	長谷川隼也 (深谷市立豊里中学校教諭)	第18回 (2023. 6. 17)
	高橋 亮 (岐阜大学教育学部附属小中学校教諭)	第19回 (2023. 9. 9)
	中山直之 (さいたま市立見沼小学校教諭)	第20回 (2023. 10. 21)
	河村泰代 (岐阜市立加納小学校教頭)	第21回 (2023. 11. 25)
	遠藤裕貴 (上尾市立東中学校向原分校教諭)	第22回 (2023. 12. 16)
	堀 祐太郎 (瑞穂市立牛牧小学校教諭)	第23回 (2024. 1. 20)
	島田広彦 (飯能市立南高麗中学校教頭)	第24回 (2024. 2. 23)
[講師]		
	南部浩一 (岐阜市立茜部小学校長)	合同研修会 (2023. 8. 10)
	杉山直樹 (さいたま市立田島小学校教頭)	合同研修会 (2023. 8. 10)
	山田茂樹 (関市立桜ヶ丘中学校長)	合同研修会 (2023. 8. 10)
	山本孔紀 (埼玉大学教育学部附属中学校教諭)	合同研修会 (2023. 8. 10)
	華井章裕 (元岐阜県公立高等学校教員)	研究報告会 (2024. 3. 16)
[個別研究]		
	本庄秀行 (深谷市立岡部中学校教諭)	本報告書IV-1 執筆
[その他の研究協力者]		
	金井大季 (深谷市立深谷西小学校主幹教諭)	調査協力
	岸田拓郎 (川越市立月越小学校教頭)	調査協力
	濁川智子 (鴻巣市立鴻巣北小学校主幹教諭)	調査協力

目 次

はじめに	1
研究組織	2
目次	3
ホームページへのリンク情報	4
I 研究結果① —理科モデル授業オンライン研修会—	6
I-1 第17回中学校第1学年「身のまわりの物質」	7
I-2 第18回中学校第1学年「身のまわりの物質」	25
I-3 第19回中学校第2学年「動物の体のつくりと働き」	41
I-4 第20回小学校第5学年「ふりこのきまり」	59
I-5 第21回小学校第4学年「動物のからだのつくりと運動」	85
I-6 第22回中学校第2学年「化学変化と原子・分子」	107
I-7 第23回小学校第5学年「人の誕生」	127
I-8 第24回小学校第5学年「流れる水の働きと土地の変化」	143
II 研究結果② —「教材や指導の工夫」研修会—	173
II-1 令和5年度合同研修会	174
南部浩一氏講演資料	190
杉山直樹氏講演資料	196
山田茂樹氏講演資料	198
山本孔紀氏講演資料	210
III 研究結果③ —「熟達理科教師から学ぶ」研修会—	247
III-1 令和4年度研究報告会	248
小森栄治氏講演資料	259
IV 研究結果④ —個別研究—	265
IV-1 SLI測定ツールを活用した事例研究 ～公立中学校での取組みを目的とした実践例～	266
IV-2 教員研修用モデル授業コンテンツを活用した研修を「研修履歴」に 記載することについて	269
資料	275
資料1 日本科学教育学会第47回年会発表論文(2023.9.19)	276
資料2 令和5年度「理科モデル授業オンライン研修会」開催日程	280
資料3 理科教員研修用モデル授業コンテンツの利用案内	281

ホームページへのリンク情報

第 17 回中学校第 1 学年「身のまわりの物質」

http://kg.cst.saitama-u.ac.jp/ctrl/page?path=block_b/03_kenkyukai/20_contents01



第 18 回中学校第 1 学年「身のまわりの物質」

http://kg.cst.saitama-u.ac.jp/ctrl/page?path=block_b/03_kenkyukai/21_contents01



令和 4 年度合同研修会「知って良かった教材や指導の工夫」

http://kg.cst.saitama-u.ac.jp/ctrl/page?path=block_b/03_kenkyukai/22_contents01



第 19 回中学校第 2 学年「動物の体のつくりと働き」

http://kg.cst.saitama-u.ac.jp/ctrl/page?path=block_b/03_kenkyukai/23_contents01



第 20 回小学校第 5 学年「ふりこのきまり」

http://kg.cst.saitama-u.ac.jp/ctrl/page?path=block_b/03_kenkyukai/24_contents01



第 21 回小学校第 4 学年「動物のからだのつくりと運動」

http://kg.cst.saitama-u.ac.jp/ctrl/page?path=block_b/03_kenkyukai/25_contents01



第 22 回中学校第 2 学年「化学変化と原子・分子」

http://kg.cst.saitama-u.ac.jp/ctrl/page?path=block_b/03_kenkyukai/26_contents01



第 23 回小学校第 5 学年「人の誕生」

http://kg.cst.saitama-u.ac.jp/ctrl/page?path=block_b/03_kenkyukai/27_contents01



第 24 回小学校第 5 学年「流れる水の働きと土地の変化」

http://kg.cst.saitama-u.ac.jp/ctrl/page?path=block_b/03_kenkyukai/28_contents01



令和4年度研究報告会 (2023.3.18)

http://kg.cst.saitama-u.ac.jp/ctrl/page?path=block_b/03_kenkyukai/19_contents01



令和5年度研究報告会 (2024.3.16)

http://kg.cst.saitama-u.ac.jp/ctrl/page?path=block_b/03_kenkyukai/29_contents01



令和3年度研究報告書

http://kg.cst.saitama-u.ac.jp/contents/files/block_b/03_kenkyukai/2203report.pdf



令和4年度研究報告書

http://kg.cst.saitama-u.ac.jp/contents/files/block_b/03_kenkyukai/2303report.pdf



令和5年度研究報告書 (本報告書)

http://kg.cst.saitama-u.ac.jp/contents/files/block_b/03_kenkyukai/2403report.pdf



本研究ホームページ

http://kg.cst.saitama-u.ac.jp/ctrl/page?path=block_b/03_kenkyukai/00_contents00



メーリングリストへの登録・削除

http://kg.cst.saitama-u.ac.jp/ctrl/page?path=block_b/50menu/99_entry_mail



科学的リテラシー指標測定システムの利用登録ページ

<http://kg.cst.saitama-u.ac.jp/SLI/ctrl/entry>



科学的リテラシー指標測定システムのログインページ

<http://kg.cst.saitama-u.ac.jp/SLI/ctrl/login>



I 研究結果①

—理科モデル授業オンライン研修会—

I - 1

第 17 回モデル授業

中学校第 1 学年

「身のまわりの物質」

授業者

佐藤秀行

(美濃市立美濃中学校教諭)

令和5年度 第17回「理科モデル授業オンライン研修会」概要

2023年5月20日（土）15時～17時30分

主会場：岐阜大学教育学部

参加 35名（大学内14名、オンライン21名）{学生20名、教員15名}

1 開会

（1）開会の挨拶

①会場担当より挨拶（中村琢岐阜大学准教授）

新年度が始まり、慌ただしい時期を終え、忙しくも充実した時期を迎えていることと思う。理科モデル授業オンライン研修会は本年度第1回目、通算17回目を迎えた。オンラインでの参加の研修生も是非積極的に意見を述べて参加して欲しい。多くの方の積極的なコンテンツの活用もお願いしたい。

今回は、岐阜大学からの配信であり、研究代表者である小倉先生と研究室のメンバーが、岐阜大学から参加いただいている。充実した研究会となることを期待する。

②研究代表者より挨拶（小倉康埼玉大学教授）

毎回工夫された理科のモデル授業が実践されている。良い授業への取り組みは、価値あるものである。その価値をオンラインにて、この場にも実際にいない先生方においても参加いただいたり、コンテンツとしていつでもどこからでも研修可能な教材として整備をしたりしており、今後大いに役立つことを期待している。

（2）本日の授業者の紹介（中村琢准岐阜大学准教授）

（3）スケジュールの確認、指導案の配布

2 中学校理科モデル授業

（1）授業者と授業内容

授業者：佐藤秀行（美濃市立美濃中学校教諭）

授業：中学校第1学年『身のまわりの物質とその性質 「白い粉末の見分け方」』

（第5～7時/全23時）

（2）授業者による事前説明

①本時について（教材の背景）

中学生になり、生物分野の学習を終え、初めて実験を行う単元である。第1次では、「物の調べ方」として、物体が何という物質でできているのかを見分けるために、色々な調べ方が可能なことを学ぶ。ここで「調べ方カード」を用い、単元を通して生徒達が実験計画を立てるときに活用することができるようにした。第2次では金属と非金属の違いについて、第3次では様々な金属の見分け方を学習する。第4次が本時である。

本時では白い粉末の見分け方を学習する。教科書には、砂糖、デンプン、食塩を、粉末A、B、Cと提示し、見た目だけでは見分けにくい粉末状の物質の種類を知るにはどうしたらよいかという課題をつかみ、粉末A～Cの性質を調べる計画を立て、調べた結果から粉末を特定していくことが記されている。白い粉末について、生徒はこれらの粉末を見ただけでほぼ見分けることができていたということが把握できた。しかしそれぞれの物質の性質については小学校で学習してきたのだが、その性質についてはあまり理解してないことがわかった。そこで、食塩、砂糖、デンプンを混ぜ合わせた混合物から食塩を取り出すにはどうしたらよいかという教材を考えた。このような教材にすることで、生徒は問題を解決するために物質の性質に着目する必要がある。

あること、また知っているようで知らないまま実験計画を立て、この実験計画を共有することで、正しい知識を得るために予備実験の時間が欲しいと生徒自らが考えるのではないかと考えた。

本授業は、実験計画を立てるところから観察実験をするまでの間の部分について、自分達で練り合っていくことを大切にしたい授業である。このような子どもの姿は、自分の頭で考える授業に繋がると考える。自分自身もチャレンジするという気持ちで授業を考えた。

②本時の目標

- ・食塩、砂糖、デンプンの混合物から食塩を取り出す方法について、既存の学習内容や生活経験をもとに実験の計画をしたり、解決するために調べる必要があることを考えたりしている。

【思考・判断・表現】

- ・混合物から食塩を取り出すために必要な実験の技能を身に付けている。【知識・技能】
- ・実験計画を調整しながら、食塩、砂糖、デンプンの混合物から食塩を取り出そうとしている。

【主体的に学習に取り組む態度】

(3) モデル授業の実施・視聴

[記録動画の通り]

(4) 授業者による事後説明 指導法・教材・授業で大切にしている点について

①理科の授業で大切にしていること 教師が主役の授業から生徒が主役の授業へ

これまでの理科指導を振り返ると、教科書に書いている内容をどの生徒にも躓かずわかりやすく教えることに意識が強く、学力向上に偏っていたように思う。教師が主役で教える授業になっていたと痛感する。一見落ち着いた雰囲気ですムーズに授業が進むように感じるかもしれないが、生徒が判断し、生徒が選択する機会が少ないことから、教師の指示通りに取り組むのみとなり、生徒自身が頭を使い考える時間が余り無かったように考える。現代ではインターネットの活用により、科学技術が進歩し、短時間でわからないことをすぐに調べ、解決できるようになった。チャット GPT 等の活用で、AI が適切な情報を導き出してくれることが話題になっている。今まで時間がかかっていたことが、短時間で効率よくできるようになるメリットがある反面、そのような技術の向上により、自分の頭で考える力が衰退するのではないかと懸念している。自分の頭で考えることは人間に与えられたものであり、豊かな人生を送る大きな力になると考える。そこで生徒が自分の頭で考える授業づくりを大切にしている。



図 1 課題の提示 複数の純物質を混ぜると・・・

②生徒が自分の頭で考える授業づくり

理科の授業では、生徒が問題を解決する方法を考えること、その発想した方法で生徒自身が取り組むことを目指している。以前は生徒に実験計画しようと言えながら、最終的には授業者側がある程度精査した実験計画を与え、実験計画をさせているつもりになっていた。子どもたちが計画して実際にやってみるとい授業が、生徒たちが実際に頭を使って考える授業だと考える。このような学習過程こそ、観察や実験を終えたときや上手くできたときには、達成感・

自己肯定感を味わうことができ、また反対に、どうしてうまくいかないのかという挫折感を味わうことになるだろう。このような気持ちは人が豊かに生きていくために大切な気持ちである。自分で考えるからこそ味わえる感覚を大切にしていきたいと考える。

最初の段階で、問題に対して「どうなるかな」という思いを持つことや、自分たちが考えた実験計画が「うまくいくかな」という思いを抱く気持ちの大きさが、達成感に繋がるのではないかと考える。本当につながりがあるのかは今後授業実践の中で更に調べていきたい。

③本時に関わって

「水に入れて良く振り混ぜたときの様子」と「弱火で熱したときの様子」をそれぞれの結果と性質を照らし合わせ、比べ、調べていく。このことは生徒が食塩、砂糖、デンプンの性質を予め理解していなければ調べられないのではないかと疑問を抱いた。生徒が、食塩、砂糖、デンプンについて、どの位理解しているのかの実態を把握した。

① 水に入れてよく振り混ぜた時の水への溶け方

	食塩	砂糖	デンプン
溶ける	21	23	15
溶けない、下にたまる	7	5	5
分からない	2	2	10

②弱火で熱するとどうなるか。

	食塩	砂糖	デンプン
白い粒が残る	16	4	3
こげる	0	2	0
融ける	5	14	6
何も残らない	0	3	2
分からない	9	7	19

表1 白い粉末に対する実態調査 n=30 ※橙色部分が正しい知識

結果より、生徒は、食塩と砂糖については理解しているが、デンプンの性質については概念をほとんど理解していないことがわかった。白い粉末に対する生徒の理解の実態より、「見分ける」という活動から、食塩、砂糖、デンプンの混合物から食塩を「取り出すこと」を考えた。また物質の性質についての生徒の捉え方が様々であることから、生徒が実験計画を共有し合うことで、粉末の性質がはっきりしないために食塩、砂糖、デンプンの性質を調べる予備実験の時間が欲しいと考えるだろう。このことが、より妥当性の高い実験計画を立てることに繋がるのではないかと考えた。このことは、食塩、砂糖、デンプンの性質を調べる時間が欲しいという気持ちから予備実験をする時間を求め、予備実験を通じて生徒の「どうなるかな」「うまくいくかな」の思いを高めることに繋がると考えた。

④授業の様子（昨年6月授業実践での様子の紹介）

○実験計画後に問題を解決するために調べなければいけないこととして出されたこと（1時間目）

- ・何が溶けて何が溶けないのか（食塩、砂糖、デンプンは水に溶けるのか）
- ・何が残って何が残らないのか（加熱するとどうなるのか）
- ・食塩は磁石につくのか

○実験計画を修正する

- ・重さや体積はどうか、磁石に付くか等、問題解決に繋がらない計画を見直す。
- ・最初に計画した方法で行けそうだと考える姿もあった。

○必要に応じて実験器具を選択し、技能を身に付ける（2時間目）

- ・実験道具の使い方動画を二次元コード化し、理科室や実験動画を貼り付けることで、生徒が必要に応じて視聴することができる。一斉指導ではなく、生徒自身の選択があった。

⑤生徒の振り返り

楽しかった観察、実験は何かを尋ねたところ、実験「食塩を取り出す」（17人/30）が最も高かった。記憶に残るには、自分達で考えることが楽しかったからという点が大きかったと感じた。

真っ白な綺麗な食塩を取り出す精度においては難しさがあるが、食塩を取り出すことに向かうプロセスや、結果ではなく過程を練り上げていくことを大切に教材展開であると捉えている。

3 モデル授業についての協議

(1) グループ協議 25 分間、5 名程度のグループ協議

- ・以下の視点を中心に協議を進めた。

『生徒たちが科学的に探究する過程を通して、見通しを修正し、課題解決につながっていたか』

- ・ブレイクアウトセッションが終わり、協議で出された質問や感想等について、各グループの記録係が報告するとともに、すべてのグループからの報告後、まとめて授業者から回答する形態で協議した。

以下に、報告された主な質問や回答、感想を示す。

《グループ協議後に各グループから報告された事項》

〈感想・意見〉

○授業展開

- ・生徒たちが科学的に探究する過程を通して、見通しを修正し、課題解決につながっていた。
- ・実験を進める順番を考える必要性を生徒がわかっているのか？
- ・導入で、混合物から純粋な物質を取り出す理由を価値づけすることが生徒にとって理解を高めるのではないか。
- ・白い粉は見分けるものだと思っていたので、なぜそれを混ぜて複雑にしたのか考えさせられた。混合物から取り出す方法を展開することにより、難しくてもやりがいもある。
- ・自分達で考えた計画を実行するために必要な情報を調べる流れが作られていた。見た目だけで判断させるのではなく、予め物質が何であるかを示し、混合物から分離させるという、性質に着目させるような工夫があり、そこに自分達でどのような性質に着目しなくてはならないのか調べ、グループで協議という、実験に目的を持たせるような展開になっていた点がよかった。
- ・再現性の部分でうまく確かめるための実験が難しいと感じた。
- ・考える時間が多く、充実していた。このことが修正する場面につながっていた。中学校ならではの展開と感じた。
- ・小学校理科でも問題解決で実験方法を考える場面はあるが、方法を見直す場面は中学校らしいと感じた。
- ・デンプンと食塩の水溶性は小学校で習っていても定着していない点には驚いた。
- ・小学校での学習内容では「白い粉＝デンプン」というイメージが持ちにくいのではと感じた。
- ・実験を行う度に、探究の過程を示していくとよいのではないか。
- ・実験をする前に実験の目的や方法をもつことが大切であることを示し続けていけば、生徒が自発的に実験方法の妥当性を確認しようとするのではないか。
- ・探究的な授業は難しい。初めから混合物の提示はチャレンジングだと感じる。板書にて初めに生徒達が純粋な物質を混ぜ、混合物という用語の説明が分かりやすい。実験を考え、全体で共有し、それを修正するための発問「困ったことない？」実験方法の立案の段階で選択肢が与えられているため、生徒は取り組みやすいし見通しが持てる。グループで話していく中で考えていくので修正しやすいと感じた。
- ・実験計画の上で予想を立てながら進めるようにしていることは、見通しを持って取り組むことができていると感じる。
- ・見通しを修正する部分の、予備実験の内容決定が難しいと感じた。子供たちの前提知識からは、

難しく感じるが多いため、予備知識を確かめる意見を簡単に引き出せると考える。

- ・実験後の説明が難しく、新たな問いが生まれる。前時の予備実験時に知識として与えるとよい。
- ・実験の順序と実験の結果をイメージするという初めの指導は非常に重要だと感じた。
- ・やらされている感ではなく、自分たちの考えで実験が進む授業であった。
- ・実験方法の妥当性を二回考えている。
- ・実験にわくわく感がなければ、生徒はやらされている感が強くなってしまう。今回は、粉末を混ぜた事により、どうやったら分けることができるか考える意欲を持たせることができていた。
- ・実験方法を考えてすぐに実験をするのは難しい。必要な予備実験を行っていくことで実験のための材料を揃えてから再度実験方法を考えることができる。このような取組により、大筋から生徒たちがそれることなく実験を行うことができる着地点が導かれ、素晴らしい。
- ・見直しの時間(実験方法を再考すること)があることで、課題解決につながっていると感じる。PDCA(計画・(実行)・評価・対策)サイクルの形成になる。

○指導法

- ・カードというツールも使っていたが、実験の流れが見られるようになっており、発問でわからないところを自覚させるような工夫が見られた。
- ・指導も丁寧に行われていて予備実験の必要性に気づかせるような目的意識を持たせることができる流れになっていた。
- ・用語の説明を板書にて生徒達に行わせることで、実験から切り離されず定着を図ることができ、生徒達が主体的に取り組むことができていた。
- ・共有しやすく、グループ内での実験内容のすり合わせの時間にロスがないと感じた。
- ・各自の考えを共有してから、一度立ち止まる時間を持たせ、実験の目的に合った方法かどうか確認させていたことが良かった。
- ・生徒の知識・理解を事前に把握できていて良かった。白い粉末の性質について、生徒によって認識がずれていることを確認できた事により、実験を行うことの必要性が実感できた。
- ・問題解決的な学習で、生徒に実験方法を考えさせると、実験そのものが楽しくなってしまう事態に陥りやすい。この場合、最終的に何を解決しようとしていたのか分からなくなってしまう。教師は、生徒がゴールを見失わないようにさせるためのファシリテータ役をすることが大切。今回は授業者が「困っていることはないか？」と生徒の声を拾う声掛けであり、生徒の思考を妨げない声掛けであったので、生徒が主役であり、役割を意識したものであった。
- ・授業中、場が混とんとした場合、抽出して意見を言わせてしまう。意見を言わせることや全員に意見を抱かせるところが素晴らしい。
- ・「困っている所はなんですか？」という声かけが良かった。見通しの修正につながっていくと思った。この見通しを修正していく実験について、小学校第6学年「水溶液の性質」においても可能だろうか知りたい。

○教材・教具

- ・実験の流れは「調べ方カード」を用いており、方法の見通しという点でイメージできると感じた。
- ・使っていた「調べ方カード」において、なぜその項目であるのか知りたい。
- ・「調べ方カード」について、9個の提示があったが、生徒の思考の幅を狭めているのではないか。そこに書い

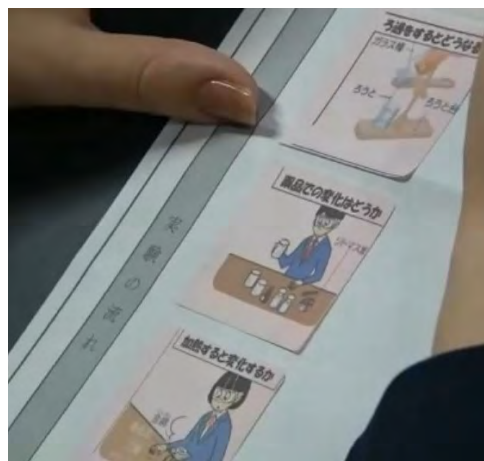


図 2 調べ方カード

ていること以外にも調べ方があるのではないかと考える。

- ・自分の授業の中にカードをどう取り入れるかが難しい。学ばせていただいた。
- ・実験の見通しを修正させるには、生徒が見通しを持つための手立てが必要であると考え。今回の授業では、効果的な手立ての1つである「調べ方カード」の存在によって、生徒が実験の見通しを持てるようになった。カードがあることによって生徒は何をするのか、何ができるのかを選択していく。更に何が起こるのかまで合わせて考えられ、効果的な手段だと感じた。ワークシートの余白の多いつくりになっていることで、時系列に並べることも示唆しており、カードの順番や分岐も自由に示唆できる点が優れていた。
- ・「調べ方カード」をワークシートに置くという使い方が気になった。貼って残してもいいのではないか。黒板の生徒の発言を残さずにはがしたが、思考の変化が見えなくなってしまうのではないかと感じた。
- ・粉末の種類が少ない(今回は3種)からこそ、妥当性を検証するための深い学びになっている。
- ・以前は水溶液から始めていたようだが、今回は始まりが粉末であるため自由度が高く実験の進め方の方法が多い。2005年の教科書では粉末を使っている。さらに前の教科書では液体(炭酸水、砂糖水、食塩水、うすい塩酸、うすいアンモニア水)を見分ける方法になっていた。教師が準備する上でも、白い粉末で行う方が簡易的だったのではないだろうか。見分けていく点は以前から物がかわりながらも繋がっていると思う。
- ・文字だけではなく、視覚的にも理解につながるような工夫がされている。(ワークシートの「図やイラストなどで表そう」の部分では、イメージが持ちやすい。)
- ・ラミネートにすることで、単元を通して使用できる。

〈質問・課題〉

質問 カードがどのように作られているのか？

授業者：付箋で印刷ができるものをインターネットで見つけたので購入し、作成した。

貼ったりはがしたりすることが可能なものが子どもたちにとって便利で活用しやすいと考えた。

質問 タブレットでの活用の可能性について知りたい。

授業者 タブレットの活用も可能だと思う。子どもたちが使うタブレットでは、付箋のように自由に動かすことができなかった。また、使う環境を選ばなくても良いものとしても適当な付箋を選んだ。

質問 実験の順序については最初に言わなくてもいいのでは？

授業者：いくつかのクラスで試した。子どもたちはAの実験を行い、その結果を用いてBを実施するという思考を持っていない。Aの実験は予想を確かめるために実施。(予想が○か×か) 今までの実験計画の考え方について、子どもたちにイメージが持ちやすくなるようにこの点が順序を示した理由である。

質問 条件制御の場面において、小学校「水溶液の性質」では教師が選ぶ実験になってしまう。

方法を見直すところまで取り組めるのは中学校での取り組みか？

授業者：中学生でもゼロから考えるのは難しい。

質問 突飛な意見が出てきた場合どうするべきか(味など)。

授業者：知らないものを味で確かめたり、未知なものを味で調べたりするのは危険。それ以外では子どもたちは試してみるとよいと考える。

質問 考えがあまり出ていない班はどのように深めていくのか？

授業者：「今何考えているの?」「どうしてそれを考えているのか?」という声掛けをして、考えを引き出していくようにしている。更に「それぞれを見分けるにはどうしたっけ?」と声掛

けをしていきながら既習内容を引き出し、少しでも班の考えを導き出していく。

質問 時間をかけて問題を解決する場面は中学校で可能なのか？

授業者：可能だと考える。どの学年でもすべての単元でそのようなことが書かれており、大切にしていけばと考える。学習内容の「知識・技能」に偏りがちだが、大事にしていくことだと考える。

質問 混合物から取り出す活動(発展的な内容)は教科書の内容との整合性において、どのようになっているのか？

授業者：この単元では、物質は変わるが、物質の性質に着目し、その性質を調べていくこと、その性質を通して物質を見分けること、混合物から物質を取り出すことが書かれ、構成されている。第4章では水とエタノールの混合物においては、温度や沸点の違いから、物質の状態変化を利用して取り出す。物質の性質に着目するという点に教師のブレが無ければ、整合性が取れると考える。

質問 探究をする上で授業中に使いやすいグッズの紹介をしてください。

授業者：実験計画シートやワークシートなど。

質問 2つ以上の実験案が出てきたときにどのように導くか

授業者：時間があれば取り組めばよいと考える。予め使える時間を伝えておき、それらに取り組むことを勧める。

質問 一時間目の立案でうまく立案ができなかった際の授業者側の支援の方法を聞きたい。

授業者：班だけでわからないことは他の班の仲間の意見を聞いて取り入れることも子どもたちの判断であり、子どもたちが進めたらよいと思う。そのために仲間の支援があることを日ごろから指導している。仲間とのつながりを促す。

質問 出された実験方法が加熱だけの場合、どのように軌道修正を行うのか。(そのまま実験させる？教師が直すのか?)

授業者：「どうなったの?」「他の班の様子はどう?」と声掛けをしながら情報を取り入れて促すようにする。



図3 実験方法の検討

4 モデル授業についての講評

(1) 中村琢岐(中村琢岐)准教授より

工夫の詰まった授業であったと感じた。最大のポイントは、それぞれ違う種類の白い粉末を

混ぜるアイデアだと考える。教科書の通りだと簡単すぎる。事前の調査問題で明らかになったように、身近な物質に対する知識は不正確である。ここに授業のヒントがあると感じる。単純に混ぜただけでも一気に難しくなり、多様な展開が考えられる。生徒は手探りで実験計画を考えていく。これで本当にできるのか？と知識が不十分な中で考え、そこでの声掛けがあり、自分たちの実験計画の妥当性を考える。さらに妥当性が高まるように修正していき、実験から正しい知識を確認し、実験計画を修正していくという、非常に良く練り上げられた探究型の授業であった。

今日は都合で通常 3 時間分の授業の前半と予備実験の後の部分を見せていただいた。指導案では最後に修正した実験計画に基づいて、各班が実験し、そこで得られた食塩と思われるものを実際に本当に食塩かどうか確かめるという、演繹的なプロセスまでが含まれていた。実際に尋ねたところ、到達したとのことであった。その過程の例が学習指導要領でも示されているが、見通しを持たせるところやそれを振り返らせるという色々な方向からの取り組みの学習過程を見せていただいたと感じた。

実際の授業では、本時は軽重をつけられた「重」の部分であったが、一時間でこれだけの内容に取り組めることだと理解でき、大変参考になった。解に至るプロセスを見ることができ、実際の科学者が取り組むような探究の過程を体験できた面白い授業の提案であった。

(2) 小倉康埼玉大学教授より

中学生がいかに科学的に探究する資質・能力を育むかを、中学校第 1 学年でのモデル授業で探究の過程にて示していただいた授業であった。中学校学習指導要領解説理科編にも示されている探究の過程に沿った授業展開で、学習者が主体的・対話的で深い学びを通じて資質・能力を育む展開が求められている。具体的に、どの単元で、どの内容に関して、探究の過程をどのように実践していくかについては十分な実践が蓄積されていない状態である。依然 50 分の一単位時間での観察実験により、課題を解決する忙しい展開の授業が大半だが、忙しいがゆえに生徒が主体的・対話的に課題を深めていく余裕がない。そのため、探究の過程だからこそ育める資質・能力を育む場が授業に設定されておらず、生徒が身に付けられないままである。現行の学習指導要領は、生徒の資質・能力を育成することが目標で、理科の授業はそのための手段という位置づけであることからすれば、年間を通じて、理科の教科書の内容は終えられても、生徒の資質・能力が育たないままというのは本末転倒である。

本日は中学校第 1 学年の早い段階で、「調べ方カード」を用いて、疑問を科学的に探究していくための基本的なプロセスを論理的に組み上げていく活動で、実験計画を立てさせていた。まず、自分で考えることに時間をかけることで、生徒が具体的な構想を立てられたので、その後のグループでの話し合いが大変活発になっていた。生徒が論理的に考える力、考えたことを人に伝える力、人の考えを聞いて共同でより良い考えを考え出して表現する力、そのような思考力・表現力が育成できたと考える。

このような授業を何単元か繰り返すことで、生徒は「調べ方カード」の足場架けが無くても、そのうち適切な実験計画を立てられることになるかと考える。主体的・対話的で深い学びでの実践であった。

5 次回の紹介 (小倉康埼玉大学教授)

6 閉会の挨拶

質問7 「モデル授業」の内容について、ご意見やご感想、ご質問など

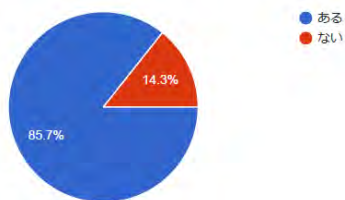
- ・小学校、中学校での理科での学びを活かした授業展開となっていて、大変勉強になった。（小学校5年以上10年未満）
- ・このような先進的な授業を発信していただくと、地方の教員にも刺激があり有難い。次回は知り合いの教員にも紹介したいと思う。混合物を実際に作った上で、これが混合物と示すというのはとてもいいと感じた。（中学校20年以上）
- ・とてもすっきりしていてわかりやすい授業をご提供くださった。（小学校5年以上10年未満・中学校10年以上20年未満）
- ・実験の見通しを持たせることにより、生徒の学習意欲を高め、学習効果を引き上げられることがよく分かった。特に、実験の目的を達成するための妥当な方法になっているかどうか、再検討させる時間を設けていることが素晴らしかった。「調べ方カード」を用いることにより、生徒の思考の手助けをする手立てが用意されていることも効果的だった。
魅力的な授業を公開していただいた。（中学校10年以上20年未満）
- ・白い粉末を混合物にすることによって、より深い探究的活動にすることができたと思う。シールは、考えの変更があったときに、貼ったり剥がしたりが容易にでき、見通しの修正が即時に視覚化できた。
先生の「困ったことは？」の発問が見通しを修正するための効果的なものになったと感じる。
（中学校10年以上20年未満）

質問8 その他

- ・進め方が、スムーズでたいへん良かったと思った。（小学校5年以上10年未満・中学校10年以上20年未満）
- ・岐阜大学の中村研究室の学生さんはとても協力的で、一緒に協議をすることでよりよい思考の広がり、今まで気づけない視点をもつことができた。岐阜大、埼大の連携をこれからも継続していただきたい。（小学校5年以上10年未満・中学校10年以上20年未満）

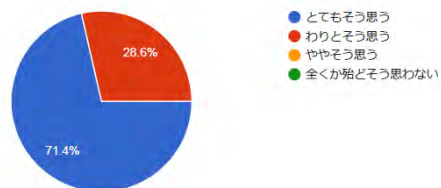
質問1 あなたは、本オンライン研修会に参加したことがありますか。

7件の回答



質問4 本研修会のような、勤務時間外にオンラインでの研修会を設けることは、あなたにとって助けになると思いますか。最も当てはまるものを1つ選択してください。

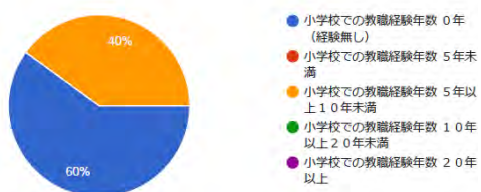
7件の回答



質問2 あなたについて、最も当てはまるものを1つ選択してください。

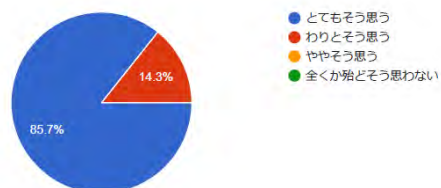
(小学校段階での教職経験)

5件の回答



質問5 本日の研修会について、モデル授業とその後の協議は、あなたにとって参考になると思いますか。最も当てはまるものを1つ選択してください。

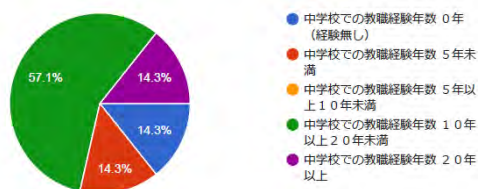
7件の回答



質問3 あなたについて、最も当てはまるものを1つ選択してください。

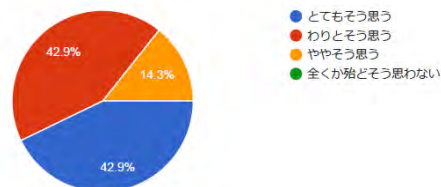
(中学校段階での教職経験)

7件の回答



質問6 本日の研修会のモデル授業の記録動画と指導案は後日公開されますが、それらをあなたの知り合いの教員に紹介することは有意義だと思いますか。最も当てはまるものを1つ選択してください。

7件の回答



質問6 「モデル授業の内容」について、ご意見やご感想、ご質問など

- ・デンプンを加熱したり、水に溶かしたりしたとき、どうなるか知らない生徒は多いそうだと感じていたので、実際に気になることを実験する時間を取ってから、確実に考えられるようにするという方法が他の単元でも使えそうだと感じ、とても参考になった。（中学校志望・経験あり）
- ・本日は、「調べ方カード」を使った授業を行っていたので、カードの使い方を中心に授業を拝見した。カードがシールになっているというのは、オンラインで授業を見ていて気付かなかっただけで、とてもおもしろいアイデアだと思った。また、「調べ方カード」を使わせるための状況をつくり、授業にうまく組み込む様子もとても参考になった。（未定・経験あり）
- ・生徒の実験方法の思案に科学的な視点で取り組むことができるのではないかと思った。また、「調べ方カード」の使い方において、今後の授業でも使用するものか、もしそうでないのならノート（実験プリント）に添付して思考の変化を残す方がよいのではないかと思った（中学校志望・経験なし）
- ・佐藤先生の授業の丁寧さが印象的だった。ツールや説明、授業の流れなど、一つ一つのステップを非常に大切にされていると感じた。授業の工夫でお話しされていた、「計画させているつもり」という言葉がとても刺さった。生徒の実態に合わせて実験内容を変えるなど、参考にさせていただきたい点がたくさんあった。（小学校志望・経験あり）
- ・ただ教科書に示された実験を行うのではなく、生徒の実態に合わせた実験を行い、物質の性質に着目せざるを得ない条件設定をすることで、生徒が自然に目的意識を持てるように計画されていたと思う。とても参考になる授業だった。（希望なし・経験あり）
- ・有意義な時間の提供だった。実験の立案から見直し、実行までのプロセスがしっかりとっていて、生徒が考える授業がとてもよかった。ほかの実験でもできないか、今回の授業を参考にしたい。（高校志望・経験あり）
- ・今回のモデル授業では、実験方法の立案という部分をメインに授業をしていた。自分が教育実習で授業を行ったとき、この部分は、あまりうまくいくことなく、自分が結局強めに誘導してしまう結果となってしまった。今回のモデル授業のように、生徒たちが立案していくうえで出てきた疑問を予備実験で解決し、そのうえで再度立案するというような、実際に探究していくための過程を生徒たちに行わせるような授業を作ることができることを知ることができて、非常に参考になった。（小学校志望・経験あり）
- ・教材研究が非常に参考になった。（中学校志望・経験あり）
- ・探究的に学ぶことの楽しさが理解できた。（中学校志望・経験あり）
- ・実験方法をカードで手段を限定しながら生徒たち自らが考え、その方法を吟味することにより、自身の知識不足に気付かせた。その後、予備実験を行うように思考を促し、予備実験の結果を基にして再び実験方法を吟味させることで、生徒に科学的な探究方法を学ばせるとともに、自らの手で探究活動を行う楽しさを感じることを目的としていることを、生徒役として非常に強く感じ

ることができた。また、生徒と教師の対話及び生徒同士の対話を大切にしており、生徒自身が能動的に授業に参加できるような雰囲気を作り出していた。(小学校志望・経験あり)

質問7 本日の研修会で感じたこと、気づきや要望など

- ・全ての机にマイクが置いてあり、生徒の声がとても聞き取りやすい反面、机間巡視での先生の声が判別しにくかった。(小学校志望・経験あり)
- ・協議の観点はいつもメインとなる一つが指定されているが、もし他にもあるのならいくつか提示してあると協議がしやすい。(希望なし・経験あり)
- ・ちょうどよい時間配分であった。(中学校志望・経験あり)
- ・本時の授業では、付箋カードを使用して実験方法の内容を制限しながら生徒に課題を確かめるための実験方法を考えさせていたが、これは中学校1学年という発達段階に合わせたものであると考える。このような探究的な授業を続けることにより、生徒に科学的な探究方法および考え方を学習させることができると想定でき、生徒はより効率よく問題を解決することができるようになると思われる。(小学校志望・経験あり)

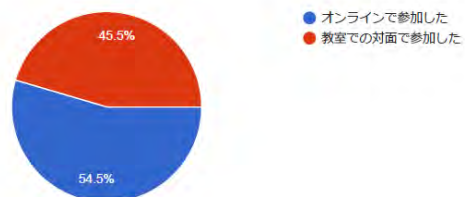
質問1 あなたは、本オンライン研修会に参加したことがありますか。(当てはまるものすべてにチェックしてください。)

11件の回答



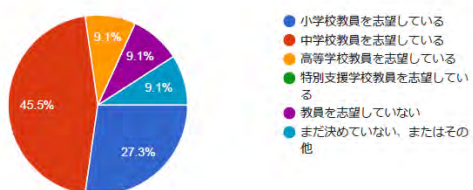
質問4 本日の研修会に、あなたはどのように参加しましたか。

11件の回答



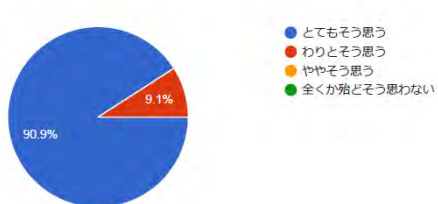
質問2 あなたについて、最も当てはまるものを1つ選択してください。

11件の回答



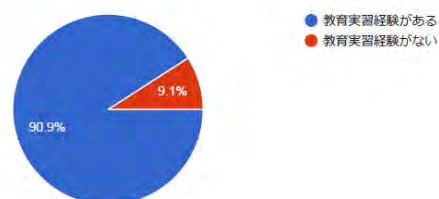
質問5 本日の研修会について、モデル授業とその後の協議は、あなたにとって参考になりましたか。最も当てはまるものを1つ選択してください。

11件の回答



質問3 あなたについて、最も当てはまるものを1つ選択してください。

11件の回答



第1学年 理科学習指導案

日時：令和5年5月20日（土）

場所：岐阜大学教育学部

授業者：佐藤 秀行

1 単元名 「身のまわりの物質とその性質」

2 本時の授業にかかわって

小学校では、第3学年で、物は、体積が同じでも重さは違うことがあること、磁石に引き付けられる物と引き付けられない物があること及び電気を通す物と通さない物があることについて学習している。

ここでは、身のまわりの物質について、問題を見いだし見通しをもって観察、実験などを行い、物質には固有の性質と共通の性質があることを見い出して理解させるとともに、物質はその性質に着目すると分類できることを見い出して理解させること、また、加熱の仕方や実験器具の操作、実験結果の記録の仕方などの技能を身に付けさせることが主なねらいである。

3 理科の授業で大切にしていること

現代において、インターネットをはじめとする科学技術が飛躍的に進歩した。分からないことがあれば、タブレット端末で検索をすれば解決できる。最近では、ChatGPTを使えばAIが適切な情報を導き出してくれるということが話題になっている。今まで時間がかかっていたことが短時間で効率よくできるようになるが、そういった技術がさらに向上していく中で、「自分の頭で考えること」が衰退していくことを懸念している。

そこで、理科の授業では、単に知識や技能を身に付けるのではなく、問題を解決する方法を発想し、発想した方法に取り組む活動を探究活動とし、単元の中に必ず仕組んでいる。生徒は、問題を解決したいと考え、うまくいくためにはどうしたらよいかと試行錯誤をする。また、生徒が主体的に判断・選択をしながら活動を進めるため、うまくできたという充実感や自己肯定感を味わったり、どうしてうまくいかないのかという挫折感や自己否定感を味わったりする。このような活動を繰り返すことで、自分で考えるからこそ味わう感覚を実感させていけるようにしたいと考えている。

本時は、生徒にとって身近にある食塩、砂糖、デンプンを扱う。生徒は、食塩、砂糖、デンプンを見た目だけでほぼ見分けることができる。しかし、これらの物質の性質（水の溶け方、加熱した時のようすなど）については、知っているようであり知らない（表1 白い粉末に対する実態調査参照）。そこで、生徒がそれぞれの性質に着目しながら問題を解決することができるよう、単に食塩、砂糖、デンプンを見分けるのではなく、それらを混ぜ合わせた混合物から食塩を取り出す方法を考える活動を位置付ける。そして、解決する方法を共有することを通して、問題を解決するためには、食塩、砂糖、デンプンの性質を明らかにしなければいけないことを生徒自身が求めていくことができるようにする。活動の終末では、食塩を取り出せたかどうかではなく、探究の過程を振り返ることで、自分で考えることのよさや大変さを自覚させる。

① 水に入れてよくふり混ぜた時の水への溶け方

	食塩	砂糖	デンプン
溶ける	21	23	15
溶けない、下にたまる	7	5	5
分からない	2	2	10

② 弱火で熱するとどうなるか。

	食塩	砂糖	デンプン
白い粒が残る	16	4	3
こげる	0	2	0
融ける	5	14	6
何も残らない	0	3	2
分からない	9	7	19

表1 白い粉末に対する実態調査 n=30 ※燈色部分が正しい知識

4 単元指導計画「身のまわりの物質」全23時間

第1章「身のまわりの物質とその性質」 7時間

第1章の目標
<ul style="list-style-type: none"> 身のまわりの物質をさまざまな方法で調べる実験を通して、物質には密度や加熱したときの变化など固有の性質と共通の性質があることを見いだして理解するとともに、実験器具の操作、記録の仕方などの技能を身に付ける。 (知識・技能) 身のまわりの物質について、問題を見だし見通しをもって観察、実験などを行い、物質の性質における規則性を見いだして表現する。 (思考・判断・表現) 物質の姿に関する事象・現象に進んでかかわり、科学的に探究しようとする態度を養うとともに、自然を総合的に見ることができるようになる。 (主体的に学習に取り組む態度)

学習内容および評価規準
<p>①物の調べ方</p> <ul style="list-style-type: none"> さまざまな物質の性質を調べる観点をあげ、調べる方法を考えて表現している。 (思考・判断・表現) <p>②金属と非金属〔物質を見分ける〕</p> <ul style="list-style-type: none"> さまざまな金属の性質を比べ、それぞれの特徴について、共通点と相違点を見いだして表現している。 (思考・判断・表現) <p>③④さまざまな金属の見分け方〔物質を見分ける〕</p> <ul style="list-style-type: none"> 密度が物質に固有な数値であることを理解し、実験結果から密度を求め、いろいろな物質を特定している。 (知識・技能) <p>⑤⑥⑦白い粉末〔混合物から物質を取り出す〕</p> <ul style="list-style-type: none"> 食塩、砂糖、デンプンの混合物から食塩を取り出す方法について、既習内容や生活経験を基に実験の計画をしたり、解決するために調べる必要があることを考えたりしている。 (思考・判断・表現) 混合物から食塩を取り出すために必要な実験の技能を身に付けている。 (知識・技能) <ul style="list-style-type: none"> 実験計画を調整しながら、食塩、砂糖、デンプンの混合物から食塩を取り出すようにしている。 (主体的に学習に取り組む態度)

第2章「気体の性質」 4時間

第2章の目標
<ul style="list-style-type: none"> 気体を発生させてその性質を調べる実験を通して、気体の種類による特性を理解するとともに、気体を発生させる方法や捕集法などの技能を身に付ける。 (知識・技能) 身のまわりの物質について、問題を見だし見通しをもって観察、実験などを行い、物質の性質における規則性を見いだして表現する。 (思考・判断・表現) 物質の姿に関する事象・現象に進んでかかわり、科学的に探究しようとする態度を養うとともに、自然を総合的に見ることができるようになる。 (主体的に学習に取り組む態度)

学習内容および評価規準
<p>⑧⑨⑩身のまわりの気体の性質〔物質を見分ける〕</p> <ul style="list-style-type: none"> さまざまな気体の性質について理解し、発生させた気体を特定するための実験方法を計画している。 (思考・判断・表現) 実験結果をもとに、発生した気体について科学的に考察して判断している。 (思考・判断・表現) さまざまな気体の発生方法と捕集方法、その性質について理解している。また、発生方法が異なっても性質が同じであれば、同じ気体であることを理解している。 (知識・技能) <p>⑪気体の性質と集め方〔物質を見分ける〕</p> <ul style="list-style-type: none"> 水にとけやすい気体を捕集し、その性質を調べる方法について、見通しをもとうとしている。 (主体的に学習に取り組む態度)

第3章「水溶液の性質」 6時間

第3章の目標
<ul style="list-style-type: none"> 水溶液から溶質を取り出す実験を通して、その結果を溶解度と関連づけて理解するとともに、それらの観察、実験などに関する技能を身に付ける。 (知識・技能) 身のまわりの物質について、問題を見だし見通しをもって観察、実験などを行い、物質の性質における規則性を見いだして表現する。 (思考・判断・表現) 水溶液に関する事象・現象に進んでかかわり、科学的に探究しようとする態度を養うとともに、自然を総合的に見ることができるようになる。 (主体的に学習に取り組む態度)

学習内容および評価規準
<p>⑫⑬⑭物質が水にとけるようす</p> <ul style="list-style-type: none"> 物質が水にとける現象について予想ができ、話し合いによって自分たちの結論を見だし、表現している。 (思考・判断・表現) 物質が水にとける現象について、粒子モデルを用いて、適切に説明している。 (思考・判断・表現) 溶質、溶媒、溶液、水溶液の定義について理解している。また、質量パーセント濃度の計算方法を身に付けている。 (知識・技能) <p>⑮⑯⑰溶解度と再結晶〔混合物から物質を取り出す〕</p> <ul style="list-style-type: none"> 水溶液に溶けている物質を取り出す方法をさまざまな観点から考えている。 (思考・判断・表現) 再結晶の実験技能、観察記録の方法を身に付けている。 (知識・技能) 実験結果について、話し合い活動を通じて考察を行った後、再結晶や溶解度の説明を聞き、確認することを通じて、自らの学習を調整しようとしている。 (主体的に学習に取り組む態度)

第4章「物質の姿と状態変化」 6時間

第4章の目標
<ul style="list-style-type: none"> 物質の状態変化についての観察、実験を通して、状態変化によって物質の体積は変化するが質量は変化しないことを見いだして理解する。また、物質は融点や沸点を境に状態が変化することを理解するとともに、混合物を加熱する実験を通して、沸点の違いによって物質の分離ができることを見いだして理解する。また、それらの観察、実験などに関する技能を身に付ける。 (知識・技能) 身のまわりの物質について、問題を見だし見通しをもって観察、実験などを行い、物質の性質や状態変化における規則性を見いだして表現する。 (思考・判断・表現) 状態変化に関する事象・現象に進んでかかわり、科学的に探究しようとする態度を養うとともに、自然を総合的に見ることができるようになる。 (主体的に学習に取り組む態度)

学習内容および評価規準
<p>⑱物質の状態変化</p> <ul style="list-style-type: none"> 水と比較しながら、身のまわりにある物質の状態変化について、課題を見だし、身のまわりの物質が固体、液体、気体に変化することを表現している。 (思考・判断・表現) <p>⑲⑳物質の状態変化と体積・質量の変化</p> <ul style="list-style-type: none"> 物質の状態変化と体積・質量の変化について、仮説を立てて実験を行い、得られた結果から状態変化と体積・質量の関係を考察し、より妥当な考えを見いだして表現している。 (思考・判断・表現) 水以外の物質が状態変化するときの質量と体積の関係を、粒子モデルを用いて適切に表現し、説明している。 (思考・判断・表現) <p>㉑㉒㉓状態変化が起こるとき温度と蒸留〔混合物から物質を取り出す〕</p> <ul style="list-style-type: none"> グラフの利点を理解しており、グラフのかき方や読み取り方を身に付けている。 (知識・技能) 水とエタノールの混合物の本みりんからエタノールを取り出す方法について、物質による沸点の違いを基にして実験計画を立案している。 (思考・判断・表現) 物質の沸点の違いを利用することで、混合物を分離することができることを見いだそうとしている。 (主体的に学習に取り組む態度)

5 本時のねらい

- ・食塩，砂糖，デンプンの混合物から食塩を取り出す方法について，既習内容や生活経験をもとに実験の計画をしたり，解決するために調べる必要があることを考えたりしている。 (思考・判断・表現)
- ・混合物から食塩を取り出すために必要な実験の技能を身に付けている。 (知識・技能)
- ・実験計画を調整しながら，食塩，砂糖，デンプンの混合物から食塩を取り出そうとしている。 (主体的に学習に取り組む態度)

6 本時の展開

	学習活動	指導上の留意点									
1 時 間 目	1. 白い粉末(食塩，砂糖，デンプン)を提示し，区別するための方法を考える。 ・見ただ目で区別できる。 ・水に溶けるかどうかで区別できる。	<ul style="list-style-type: none"> ・一人一人の白い粉末に対する知識を引き出すことで，問題解決の足がかりとなるようにする。 ・食塩，砂糖，デンプンをその場で混ぜ合わせることで，純粋な物質が混ざり合ってきたものが混合物であることを理解できるようにする。 ・調べ方カードを配付し，カードを選択したり，並び替えたりすることで，「どのような方法を行えばよいのか。」「実験の順序はどうすればよいのか。」の見通しをもつことができるようにする。 ・実験方法と予想される結果を共有することで，食塩，砂糖，デンプンの性質を正しく理解する必要があることを考えられるようにする。 ・「実験計画の立案ができたか。」の視点で振り返る場を位置付けることで，科学的に探究する力を意識できるようにする。 									
	2. 純粋な物質と混合物について理解する。 ・純粋な物質(純物質)・・・1種類の物質でできているもの ・混合物・・・いくつかの物質が混ざり合っているもの										
	3. 本時の問題をつかむ。 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> 食塩，砂糖，デンプンの混合物から，食塩を取り出すにはどうしたらいいだろうか。 </div>										
	4. 既習内容をもとにして，調べ方カードを組み合わせながら問題に対する実験計画を立案する。 〈調べ方カード〉										
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">①見た目(色や形)</td> <td style="width: 33%;">②におい</td> <td style="width: 33%;">③水に溶けるか</td> </tr> <tr> <td>④薬品での変化はどうか</td> <td>⑤電気を通すか</td> <td>⑥磁石につくか</td> </tr> <tr> <td>⑦加熱すると変化するか</td> <td>⑧ろ過するとどうなるか</td> <td>⑨重さや体積はどうか</td> </tr> </table>		①見た目(色や形)	②におい	③水に溶けるか	④薬品での変化はどうか	⑤電気を通すか	⑥磁石につくか	⑦加熱すると変化するか	⑧ろ過するとどうなるか	⑨重さや体積はどうか
	①見た目(色や形)		②におい	③水に溶けるか							
④薬品での変化はどうか	⑤電気を通すか	⑥磁石につくか									
⑦加熱すると変化するか	⑧ろ過するとどうなるか	⑨重さや体積はどうか									
<ul style="list-style-type: none"> ・ルーペで見たら，見ただ目で区別できるかもしれない。 ・水に溶かせばよさそうだけど，どれが溶けるか分からない。 ・食塩と砂糖は水に溶ける。デンプンは水に溶けないから，混合物を水に溶かせばいい。そこから食塩だけを取り出すためにはどうしたらいいだろうか。 ・食塩，砂糖，デンプンの性質を調べれば計画が正しいかどうか分かる。 											
5. 実験計画を共有し，問題を解決するために調べなければいけない内容を考える。 ・デンプンが水に溶ける意見もあれば溶けないという意見もある。食塩，砂糖，デンプンが水に溶けるかどうか調べる必要がある。 ・食塩，砂糖，デンプンを加熱するとどんな変化をするかがはっきりしないから，加熱するとどうなるかについて調べる必要がある。											
6. 本時の学びを振り返る。 うまくいくかどうかは分からないけど，混合物から食塩を取り出す方法を考えることができた。まずは，食塩，砂糖，デンプンの性質を調べなければいけない。											

<p>2 時 間 目</p>	<p>7. 前時の「5」を共有し、班で問題を解決するために調べなければいけない内容を考える。</p> <p>○食塩、砂糖、デンプンが水に溶けるかを調べる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・溶かす水の量と食塩、砂糖、デンプンの質量を同じにしなければならない。 ・質量を測るには、電子てんびんを使うといい。 ・水の量は、メスシリンダー、駒込ピペットを使うといい。 <p>○食塩、砂糖、デンプンを加熱すると、どのような変化をするかを調べる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・加熱をする時には、小学校ではガスコンロを使った。中学校の教科書にはガスバーナーの使い方が載っている。 <p>8. 班ごとで問題を解決するために調べなければいけない内容を実施し、「4」の実験計画を修正する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・食塩と砂糖は水に溶ける。デンプンは水に溶けないことが分かった。 ・加熱すると、砂糖とデンプンは黒いこげになる。砂糖は、最初に甘い匂いが出てきた。食塩は加熱をすると白い粉が出てきてパチパチとはねる。 ・砂糖やデンプンを加熱して出てきた黒いこげは、見た目だけでなく水にも溶けないから別の物質だといえる。 <p>9. 本時の学びを振り返る。</p> <p>食塩、砂糖、デンプンの性質を調べたことで、実験計画を考え直すことができた。この方法なら食塩を取り出すことができるかもしれない。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・「正しい結果を得るためには、どのような条件で調べるとよいか。」と問いかけることで、条件制御を考慮して立案することができるようにする。 ・実験器具の使い方動画を2次元コード化し、必要に応じて視聴できるようにすることで、正しい実験器具の扱い方を習得できるようにする。 <ul style="list-style-type: none"> ・調べた結果を貼り出す場所を位置付けることで、得られた結果の妥当性を検討できるようにする。 ・砂糖(デンプン)を加熱して出てきた黒いこげについて、「砂糖(デンプン)といえるのか」と問いかけることで、見た目だけでなく性質が変化し、別の物質になったことを捉えることができるようにする。 ・「実験計画は妥当であるか」の視点で振り返る場を位置付けることで、科学的に探究する力を意識できるようにする。
<p>3 時 間 目</p>	<p>10. 実験計画を基に、混合物から食塩を取り出す実験を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・食塩、砂糖、デンプンの混合物を水に溶かすと、白くにごった。水に溶けないのは、デンプンだから、ろ過すればデンプンを取り出すことができた。ろ過をして出てきた液体には食塩と砂糖が溶けている。その液体を加熱すると、白い粉がパチパチとはねた。黒い焦げも出てきた。パチパチはねたのは、食塩だ。 ・食塩、砂糖、デンプンを加熱すると、食塩だけは黒焦げにならないから、混合物を加熱する。その後、水に溶かせば食塩だけが溶ける。 <p>11. 食塩を取り出すことができたかを検討する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水に溶けて、加熱しても黒焦げにならない性質の粉が出てきた。食塩、砂糖、デンプンの中でこの性質に当てはまるのは食塩だけだから食塩を取り出すことができたと考えられる。 ・取り出すことはできたけれど、全てを取り出すことは難しい。 <p>12. 学びの振り返りをする。</p> <p>自分たちで考えた実験計画で、食塩を取り出すことができた。実験を計画するためには、食塩、砂糖、デンプンの性質を正しく知る必要があった。自分たちで考えて実験をするのは難しかったけれど、楽しかった。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・各班がどんな実験をしているのか、結果がどうなっているのかを共有できるようにする。(ICT,ホワイトボード) ・何度も実験ができるようにすることで、生徒の試行錯誤を促す。 <ul style="list-style-type: none"> ・「取り出した物質が食塩だったら、どんな性質があるのか。」と問いかけることで、「7」で調べた食塩の性質と比べて考えることができるようにする。 <ul style="list-style-type: none"> ・「問題を解決することができたかどうか。どうしてできたのか、できなかったのか」の視点で振り返る場を位置付けることで、次の探究活動へつなぐ。

※今回の提案では、1～5と8の過程を公開する。

I - 2

第 18 回モデル授業

中学校第 1 学年

「身のまわりの物質」

授業者

長谷川隼也

(深谷市立豊里中学校教諭)

令和5年度 第18回「理科モデル授業オンライン研修会」概要

2023年6月17日(土) 15時～17時50分

主会場：埼玉大学教育学部

参加 31名(大学内 19名、オンライン 12名){学生 19名、教員 12名}

1 開会

(1) 開会の挨拶・本日の授業者の紹介(小倉康埼玉大学教授)

(2) スケジュールの確認、指導案の配布

2 中学校理科モデル授業

(1) 授業者と授業内容

授業者：長谷川隼也(深谷市立豊里中学校教諭)

授業：中学校第1学年

単元2 身のまわりの物質

第1次 身の回りの物質とその性質

第2次 気体の性質 5時間

1 身の回りの気体の性質(1・2・3)

2 気体の性質と集め方(4 本時・5)

第3次 水溶液の性質

第4次 物質の姿と状態変化

(2) 授業者による事前説明

①本時について

中学校第1学年の化学分野の一節で、身の回りの気体の性質を授業で扱う。授業では、酸素と二酸化炭素を発生させる実験を行い、それらの基本的な性質を押さえている状態である。水素については、簡単な発生実験を演示で示し、火を近づけると爆発するところまで伝えてある。気体の集め方については、水上置換法の名前は知らないが、その経験をさせている状態である。本時はそこからさらに水との関係について、実験を通して調べていく。水との関係については、溶けやすさに着目させて進める。生徒の思考の流れを捉えて授業をすることを目指す。授業者が提案することで、思考がポンと飛躍してしまうことが無いように、一つ一つの事象が繋がっていく実感を持って授業が進むことを目標としている。

学んだことが社会に出たら役に立たないだろう、また職業についても生かせないだろうと考える中学生が多い。PISAやTIMSS等の国際調査でも示されている通りである。その実感が持てないのは、理科の授業が知識を植え付けるだけ、また考えを思考するけれど、そこで完結しているだけという現状が多いからだと考える。社会で役立つ点や、このようなものを作るのに使われているなどの点を、授業の中でつなげていけたらよいと考えている。今回の授業で取り上げるのはごく一部であるが、年間を通じてそれを繰り返していくことで効果が出るのではないかと考えながら進めている。

②本時の学習目標

気体の種類による水への溶けやすさの違いを、実験結果をもとにして説明することができる。

【思考力・判断力・表現力】

(3) モデル授業の実施・視聴

[記録動画の通り]

(4) 授業者による事後説明 指導法・教材・授業で大切にしている点について

70分ほど授業を進めてしまった。従来は炭酸アンモニウムの噴水を演示で示し、説明をしたところまでで区切りである。今日はなぜ進めたかという、職業の話に繋がったためである。終末で話したかった部分の説明をする。

授業の中で、「アンモニアが溶けやすいので、これを溶かして飲み物をつくれれば楽ではないか？」と考えると、トイレの匂いがする水では無理である。二酸化炭素を溶かした爽快感のある炭酸水をつくることへと選択は進む。大量の泡を発生させる二酸化炭素を水に溶けこませるのはそれほど簡単ではない。では炭酸水はどのように作られているのか？炭酸水を作っている会社の紹介より、水に炭酸水を溶け込ませるカーボネーションを行う装置により、圧力をかければ水に溶け込ませることが高校の学習内容へとつながり、さらに社会につながることを紹介する。各単元での初めと終わりにおいて、5分で紹介し、社会とのつながりへの理解を深める。

[取り組んでいる研究]

生徒に理科を学ぶことの意義や有用性を実感させ、理科や科学技術に関係する職業の認識を深めさせるための指導法の開発～中学校における理科の授業と総合的な学習の時間との共同～

① 問題の所在

OECD 生徒の学習到達度調査 (PISA 調査 2015) より、「理科の科目を将来勉強することは、将来の仕事の可能性を広げてくれるので、私にとってやりがいがある」という質問に対して、肯定的に回答した生徒の割合は日本では 56.7% (OECD 平均 66.6%) で、半数ほどしかいない。英語について同様の質問をすると、より高い割合が得られるだろう。身近に英語を使う職業が多くあると感じているからと考えられる。国際数学・理科教育動向調査 (TIMSS2015) において、「将来、自分が望む仕事につくために理科で良い成績を取る必要がある」という質問に対して、平均 72% であったのに対して、日本は 51% で低く、20 ポイントもの差が見られた。将来の仕事に対して理科で良い成績を取る必要性を感じている生徒の割合が低い。

中学校学習指導要領 (平成 20 年告示) に「理科で学習することが様々な職業などに関連していることにも触れること」と、指導計画の作成と内容の取扱いに触れられている。教科活動を通じたキャリア教育についても文科省からの指導が求められている。しかし現場では、授業の中で学習内容と職業とを結びつけるために取り上げる時間的な余裕はないのが現状である。

② 研究目的

中学校における理科と総合的な学習の時間との共同により、理科や科学技術と職業との関係を認識できる指導法を開発し、実践を通してその有効性を検証する。

③ 授業の仮説

理科の授業 (手立て I) : 授業と理科の学習内容を関連付ける授業の実施。

総合的な学習の時間 (手立て II) : 様々な職種の企業で、理科や科学技術を活用した取り組みについて調べる活動を実施。

上記により、理科や科学技術に関連する職業の認識を深めることができる。また、理科や科学技術があらゆる職業と関わっているという職業観を培うことができる考えた。

④ 結果と考察

理科の学習と実際の社会とのつながりを調べ、発

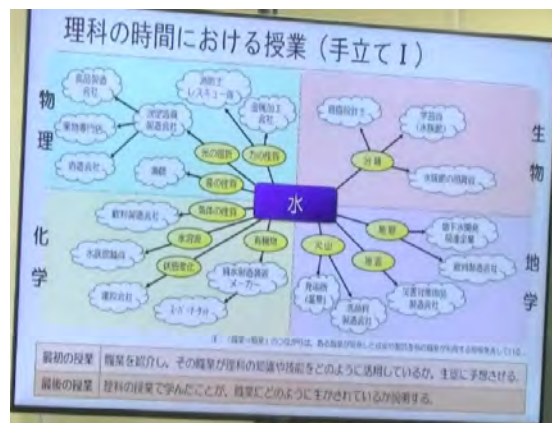


図 1 授業と理科の学習内容との関連付け

表、まとめを行い、科学技術の応用についての理解を深めることができた。アンケートや自由記述ルーブリックにより、良好な結果を得ることができた。ルーブリックにより検証した結果、有効性を得られた。自由記述の質的な変容においては、指導後の記述が具体的で多くなった。多くを理解し、感じ取ることが見られた。

⑤結論

理科や科学技術に関係する職業の認識を深めさせるための指導法として有効であることが示唆された。今後、理科の授業で紹介する職業の数を増やしたり、科学的な思考力・判断力・表現力を身近な職業の中で活用する場面を紹介したりすることや、第2、3学年での有効な実践について検討する。

理科の事象だけではなく探究プロセスが大切である。社会でも求められることであり、この点を大切にしていきたい。

3 モデル授業についての協議

(1) グループ協議 25 分間、5 名程度のグループ協議

- ・以下の視点を中心に協議を進めた。

『㊦ 生徒の思考の流れに沿った授業になっていたか

㊦ 生徒が、学習内容と日常生活や職業との関連を実感できる授業になっていたか。』

- ・ブレイクアウトセッションが終わり、協議で出された質問や感想等について、各グループの記録係が報告するとともに、すべてのグループからの報告後、まとめて授業者から回答する形態で協議した。

以下に、報告された主な質問や回答、感想を示す。

《グループ協議後に各グループから報告された事項》

〈感想・意見〉

○授業展開

- ・生徒の思考の流れに沿った授業になっていた。導入で、炭酸水から始まり、水に溶けるとは？という疑問を投げかけ、ペットボトルを振ったら気体はどうなったか、他の気体ではどうか、すべてペットボトルの水に気体が溶けるのかと、どのように気体が水に溶けているのかという点を一貫して調べる流れで展開していたため、よかったと思った。
- ・岐阜では最初にもものを見せて、最後にもものを示すことが多い。親しみがわく。
- ・ずっとペットボトルを使用して実験をしており、最初の提示から同じものを使い続け、思考の流れを維持していた。よって、生徒は導入と実験の繋がりが分かりやすかったことだろう。自分たちが飲んでいる炭酸飲料がどのようにできているかが、導入で提示された、どのように炭酸水が作られているかということと、最後に映像で見せることとで、授業の流れができていたと思う。
- ・思考の流れがわかり易かった。
- ・生徒が、学習内容と日常生活や職業との関連を実感できる授業になっていた。飲料会社などの話も興味を惹かれるのではないかと思った。
- ・最初の炭酸水で、炭酸水は二酸化炭素が溶けているということを説明し、理科が身近なものであると気付かせていた。



図 2 水上置換による気体の収集

- ・日常と職業の関連においては、日常的な炭酸水、職業では飲料製造など身近さもあり、実感しやすい。
- ・自分たちの実験との繋がりの流れが見事。
- ・演示実験での疑問が生徒実験に繋がれており、生徒の「なぜ」から生徒実験が始まり、展開していったと思う
- ・一つ前の実験が絶対次に繋がるのが良かった。これが子どもたちを巻き込む思考の流れのポイントであったのだろう

○教材・教具

- ・教材を提示する順番に工夫があり、生徒の会話も含めて無駄のない流れがある授業であった。
- ・変化がわかりやすい気体が他にないか教材案を話し合ったが、意外と危険なものが多いと感じた。
- ・提示順番や見られる内容など教材にも一貫性があった。
- ・教材研究が素晴らしい。アンモニア噴水のスムーズな演示に感動した。
- ・ノンカフェインコーヒーの作り方の紹介なども身近で応用例として面白いと感じた。
- ・話の展開が一貫しており、納得しながら進められていた。



図 3 アンモニアの噴水実験

○指導法

- ・アンモニアを水上置換で集める際に、教師の声掛けである「なぜ集められないか?」「どうしたら集められるのか」という部分が、生徒の疑問に対応していた。
- ・授業者が疑問を促すのが上手かった。繋げ方がスムーズだった。
- ・導入と活用で職業での活用が違っていることも示されおり、関連づけられていた。
- ・学習前後(導入、活用)で関連づいていたのが良かった。学習内容のつながりをよく実感できる。
- ・会話から日常生活との関連性も見られた。
- ・導入での関連が疑問につながり、学習内容で納得し、活用でより強く職業との関連を感じた。
- ・話し方が素敵だった。
- ・生徒が主体的であった。
- ・対話型で子どもたちのペースに合わせて、子どもを巻き込んで、先生の目標に引き込んでいた。
- ・学びの必然性があった。炭酸水から他に溶けるものがないか、最終的に最初に出た炭酸水が繋がっていく点が良かった。点が線に繋がる。
- ・理科の知識の活用や職業への活用に実感できる場があるのが良い。学習前後で変化が実感できる。
- ・常に生徒が何かしら活動していた。思考が止まることなく、今後自分もスムーズな授業を目標としたい。

授業者：生徒が活動している授業が目標である。休ませない。

伝えなくてはならないことを時間制限の中で盛り込もうとすると、唐突に内容が飛んでしまいがち。間をつなぐ工夫が教員の役割である。

<質問・課題>

質問 アンモニア水の上昇実験の際に、どの程度の生徒が実験を見るだけで理解できるのか?

授業者：アンモニアの噴水実験の説明は非常に時間がかかる。簡潔な例えを用いて説明している。(例：牛乳をストローで飲む場合の口の中で起こる圧力の変化から、第2学年の学習内容

大気圧へとつなげる。)

質問 生徒から水槽に酸素が実際溶けているはずだが、どうして溶けることができるのかという質問が来たらどう対処するか？

授業者：少しとけていること、水を入れている部分の表面積が広いこと、水槽の溶存酸素などのエアレーションの時間などを挙げて説明する。

質問 仮説と考察を口頭のみで行い、紙に書かせたり共有をしなかったりしたのはなぜか？

授業者：時間が無かったので省略をした。100分のを60分に収めたため。

質問 思考の流れをわかりやすくするために、ICTを活用していくとよいのでは？

授業者：ICTの活用はよくしている。考察をする場合、Googleのスプレッドシートの活用に依り、情報共有に活用している。周りに助けられることも感じられるだろうが、周りに流されるのも知ることができると考える。

課題 炭酸アンモニウムの授業は面白いが、身近さにはピンとこなかった。授業自体は理科の楽しさを感じられ、職業としての選択肢に入ると思う。

授業者：今回、二酸化炭素とアンモニアを同じ状況下で扱いたかったので突飛な印象を持ったかもしれない。一般的に、思考力・判断力・表現力の資質能力を高めるために扱うことが多いのではないかと。目的に応じて教材の位置づけを考えるとよい。

質問 炭酸アンモニウムを教材で用いるという発想はどこで見つけたのか？

授業者：東京書籍の教科書に載っているが、実験ではない。前回の教科書、指導書に載っており、それに取組んでみた。

質問 生徒実験の気体と水の量はどれくらいが適当か？

授業者：水が2、気体が1。適当な量により班ごとでその結果について話し合ってくれたらよい。是非、理由や結果について話し合いをして欲しいと期待している。

質問 一人ひとりの解決したいことや課題に沿っていない印象。思考は大切にできていたが、子どものやりたいことに落とし込めていなかったのではないかと。

授業者：「子どものやりたいことに落とし込めていなかった。」は最大の課題。子どもは特に興味がわかないと取り組んでみたいという気持ちにさせにくい。このために頑張っている。

第1段階：授業の内容を改善して授業を成立させる。第2段階：子どもによくわかったと理解させる。第3段階：思考の流れを作り、学びの必然性を持たせ、子どもの思考の流れを大切に。第4段階：すべて操られてることに気付かずに子ども達が「これもやりたい。」と持っていく授業にする。今は難しいので5年後には達成できるようになりたい。

課題 動画を見て職業に関連づける時間をどう生み出すか。

授業者：5～6時間の単元の授業において最後の10分を生み出せるかどうかの授業をしている。1時間の授業で5分を取ってしまうのは無理なことなので、5～6時間の単元の授業において最後の10分をいかに生み出せるか単元計画を立てる。いかにつくるかが教員の技。これを3年間どのように構築するか。これができるようになるとどこに行っても教員として通用する。意識づけはできていたが、時間のバランスを取るのが難しい。

4 モデル授業についての講評

(1) 小倉康埼玉大学教授より

色々な教材を準備していただき、生徒役の皆さんも没頭した授業を経験できたのではないかと。

指導案を拝見して、50分間で演示実験が4つ、生徒実験が1つ盛り込まれ、最後に実社会との関連を紹介するという忙しい指導展開から、「生徒の科学的体験をできるだけ充実させたい」

という長谷川先生の強い思いを感じた。実際は 100 分の内容を圧縮した展開であった。大学生でも 50 分に圧縮された内容は入り切らないように感じた。

「気体の種類によって、水への溶けやすさにはどのようなちがいがいいのか」という課題に対して、教科書には、気体のアンモニアが水によく溶ける性質を実験で確かめて、気体の性質に応じた収集法を解説してから、印象的で魅力的なアンモニアの噴水実験を演示して、生徒にしくみを考えさせるといった展開がよく行われている。しかし、この展開では、アンモニア以外の気体の水への溶けやすさについて調べないまま、気体の収集法を覚えさせることになる。

長谷川先生の授業では、実際にアンモニア、水素、酸素、窒素、二酸化炭素の水への溶けやすさを演示実験と生徒実験で調べた事実に基づいて、水素、酸素、窒素は、ほとんど水に溶けないことから水上置換法が適していること、噴水実験の結果からアンモニアは「とても水に溶ける」「二酸化炭素よりも溶けやすい」ということで水上置換法では集められないことを理解させていた。生徒にとって分かりにくいのは、二酸化炭素はある程度水にとけるので水上置換法が適しているのか、下方置換法が適しているのかが明確でない点である。これについて、炭酸アンモニウムの分解実験で、最初のフラスコの水がアルカリ性を示し、二番目のフラスコの水が酸性を示すことから、アンモニアの水への溶けやすさに比べると、二酸化炭素の溶けやすさは程度が低いことを、生徒自身に思考させて説明させた。この部分が、本時の授業で生徒全員に身に付けさせる目標「気体の種類による水への溶けやすさの違いを、実験結果をもとにして説明することができる。」という資質・能力を育む場面だった。この場面に 15 分の時間を当てられていることも、何とか生徒の思考力・判断力・表現力を伸ばそうという願いからだと思える。

現行の学習指導要領は、主体的対話的で深い学びを通じた生徒の資質・能力を育む授業を求めているが、すべての授業でそれを求めているわけではなく、解説総則編では、『主体的・対話的で深い学びは、必ずしも 1 単位時間の授業の中で全てが実現されるものではなく、単元や題材など内容や時間のまとまりを見通して、例えば、主体的に学習に取り組めるよう学習の見通しを立てたり学習したことを振り返ったりして自身の学びや変容を自覚できる場面をどこに設定するか、対話によって自分の考えなどを広げたり深めたりする場面をどこに設定するか、学びの深まりをつくり出すために、生徒が考える場面と教師が教える場面をどのように組み立てるか、といった観点で授業改善を進めることが重要となる。すなわち、主体的・対話的で深い学びの実現に向けた授業改善を考えることは単元や題材など内容や時間のまとまりをどのように構成するかというデザインを考えることに他ならない。』と述べられている。

本日のモデル授業は、とりわけ炭酸アンモニウムの分解実験の考察の場面が、「対話によって自分の考えなどを広げたり深めたりする場面をどこに設定するか」という観点と、「学びの深まりをつくり出すために、生徒が考える場面と教師が教える場面をどのように組み立てるか」という観点を重視した、生徒の思考力・判断力・表現力を育む授業デザインであったと考えられる。こうした巧みな授業デザインが、多くの内容を限られた授業時間で扱う中学校理科に、今日求められている一つの姿を現したものと言えるし、内容によっては、生徒が主体的に探究する場面を組み込んでいくことで、全体として、主体的対話的で深い学びを通じて、生徒に科学的に探究するために必要な資質・能力を豊かに育む授業が実現するものと考えられる。

さらに、授業の最後に、授業内容と実社会の科学技術である飲料製造業での「カーボネーション」の工法に触れ、身近な炭酸飲料が気体の性質を利用した科学技術によって実現していることを実感させていた。理科の各内容の学習で、こうした実生活や実社会との関連づけを行うことで、生徒にとって、理科を学ぶ意義や有用性が実感でき、かつ、自分が社会に出てどのような職業に

についても、理科で学んだ資質・能力が活かせること、したがって、理科を学ぶことは自分のキャリア実現につながるという認識を育むことにつながる。このことが、「学びを人生や社会に生かそうとする学びに向かう力・人間性等」の教育の在り方を具体的に表現していると捉えることができる。

このように考えると、本日のモデル授業は、これからの理科授業を考える上で、大変示唆に富んだ内容であったと思われる。

(2) 中村琢岐阜大学准教授より

4つの実験がテンポよく進んだ。流れるような導入で、思考に引き出され、引き込まれていく展開であった。知識が無くても参加していけるような工夫に富んだ授業であった。

炭酸水の液相から気相に出た気体が二酸化炭素であることをまず押さえたうえで、ペットボトルの実験で水への溶けやすさが異なることを順位付けし、次への実験への意識づけをしていくという展開であった。手応えや反発力で表現したり次の流れを意識させたりする非常に良い展開であった。さらに随所に役者である授業者の思考を促す話術や引き込む声掛けがあった。

特に気になった点は、炭酸アンモニウムの実験である。結果が予想通りにならなかったところで、とっさに判断し、原因を考えさせるところが素晴らしいと感じた。ひょっとするとこれも想定し、考えさせるところまで用意していたのかもしれないと思ったほどである。事実を基に考えていくと、予想された結果と矛盾した結果が得られた時、今日の授業での学習内容を活かして思考していけるような教材であった。そこを的確に捉えて追究したいと思われたことだろう。生徒側から、水で吸収されただけでなく、気体が常時供給されてくるからなどの発言があり、ずっと聞いていたい内容であった。このような課題を用意していた授業者は素晴らしいと感じた。

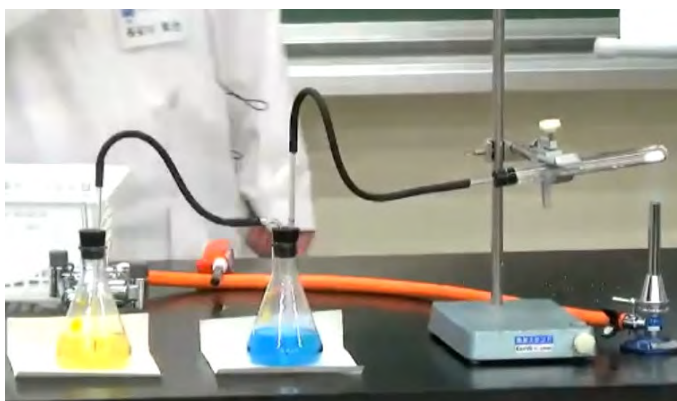


図 4 炭酸アンモニウムの分解実験

職業への関連に関しては、水を例にして関連する職業をマップで示していく場面では、学習内容を無理に繋げることなく職業を意識させていく点や、思考と思考をつなげていくことを授業の中で意識させる素晴らしい実践であった。理科が日常生活に密接に関わっていることを授業の中で意識でき、意欲を高める授業を見せていただいた。

5 ネットワーキングの時間 (小倉康埼玉大学教授)

中学校の現場で硫化水素を吸った生徒の病院搬送のニュースから、実験について社会的に関心が高まっている。危険性が高まる実験をやらない、やっちはいけないと考えることについて慎重に考えるべきだと感じ、現場の先生方の意見交換の場としたい。

本日は残念ながら時間が押ししており、又の機会とする。関心を持ってこのことを考えて欲しい。

6 次回の紹介 (小倉康埼玉大学教授)

7 閉会の挨拶

質問7 「モデル授業」の内容について、ご意見やご感想、ご質問など

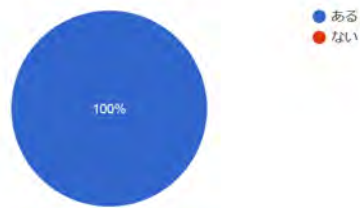
- ・理科の授業とキャリア教育等の部分に重点が置かれており、最後に清涼飲料水を作るためのカーボネーションに行き着くまでの必然性であったり、生徒たちの思考の流れに沿った授業展開であったりというような部分で大変参考になった。
- ・思考を働かせる授業で、学びになった。他科目でも活かせるような点が多く、活用していきたい。(小学校5年未満)
- ・対話型の授業で、実験が多く、たいへん参考になった。(小学校10年以上20年未満・中学校10年以上20年未満)

質問8

- ・炭酸アンモニウムの演示実験はたいへん興味がわいた。(小学校10年以上20年未満・中学校10年以上20年未満)

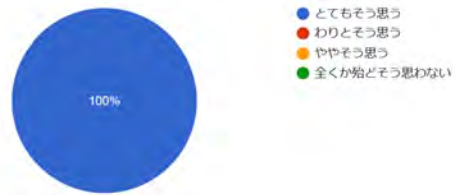
質問1 あなたは、本オンライン研修会に参加したことがありますか。

3件の回答



質問4 本研修会のような、勤務時間外にオンラインでの研修会を設けることは、あなたにとって助けになると感じますか。最も当てはまるものを1つ選択してください。

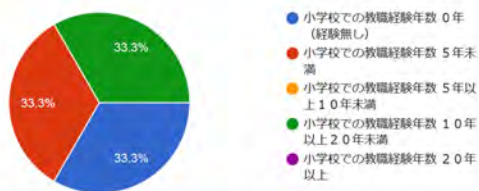
3件の回答



質問2 あなたについて、最も当てはまるものを1つ選択してください。

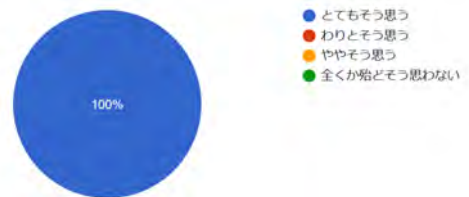
(小学校段階での教職経験)

3件の回答



質問5 本日の研修会について、モデル授業とその後の協議は、あなたにとって参考になると感じますか。最も当てはまるものを1つ選択してください。

3件の回答



質問3 あなたについて、最も当てはまるものを1つ選択してください。

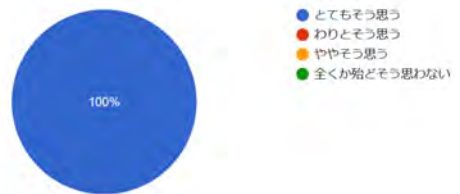
(中学校段階での教職経験)

3件の回答



質問6 本日の研修会のモデル授業の記録動画と指導案は後日公開されますが、それらをあなたの知り合いの教員に紹介することは有意義だと思いますか。最も当てはまるものを1つ選択してください。

3件の回答



質問6 「モデル授業の内容」について、ご意見やご感想、ご質問など

- ・ペットボトルで実験をすることで、生徒が楽しみながらも手で触れてどの気体がどのくらい溶けるか調べられるところが良い実験だと感じた。（中学校志望・経験あり）
- ・炭酸水の入ったペットボトルという生徒の身近なものから、問いかけにより気体の性質に関する疑問を生み出し、その疑問について一貫して追究していくことにより、生徒の思考が途切れないことを重視した授業であった。このような授業は、生徒の思考を大方予想する必要があり、生徒との関わり合いを大切にし、思考の流れを授業に落とし込みをすることは非常に参考になった。（小学校志望・経験あり）
- ・導入から全部意味があって、無駄のないスマートな授業という印象を受けた。授業の展開や使う教材についても、安全面や限られた時間にどうやっておさめるかをとてもよく考えられていてすごいと思った。炭酸アンモニウムの実験が一番盛り上がっていたと思う。（小学校志望・経験あり）
- ・実験内容が面白く、説明と実験の繋ぎ方も自然でとても参考になる授業だった。（希望無し・経験あり）
- ・職業と結びつけるのが私にとっては斬新であった。（中学校志望・経験あり）
- ・目で見える変化があると結果がわかっても驚きがあることが知れた。（中学校志望・経験あり）
- ・生徒実験と演示実験が多く、生徒主体の授業構成がとても良かった。炭酸アンモニウムを使う実験は、学生当時に教科書（東京書籍）で見ただけで、実際に見たことは初めてだった。貴重な時間になった。（高校志望・経験あり）
- ・興味深い実験を見せて生徒の興味を惹きつけつつ、対話しながらゆっくり進むことで、生徒が理解しやすくなっていた。参加してとても面白い授業だった。理科の内容を社会と結びつけることで、理科を学ぶ必要性を生徒が感じやすくなっていたと思う。今後の授業づくりに今回の授業を参考にさせていただきたいと感じた。（小学校志望・経験あり）

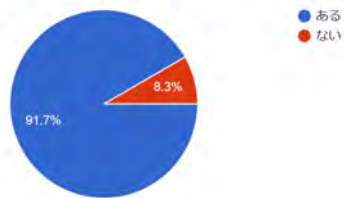
質問7 本日の研修会で感じたこと、気づきや要望など

- ・協議会の話合いの視点を授業を始める前に提示されていた方が、それを軸に授業を見やすくなると思った。（中学校志望・経験あり）
- ・理科という教科がなぜ学習するのか分からないという生徒の疑問に対して、毎回の授業に理科が身近な生活や、将来の職業にどのように取り入れられているのかを紹介する時間を取り入れることにより解決することに感心を持つことができた。授業が進み、生徒が科学的な思考や知識が十分となった段階では、紹介するだけでなく、生徒に調べさせるもしくは考えさせることも面白いかなと思った。（小学校志望・経験あり）
- ・今回の授業は先生の話術があつてからこそな気もする。どこでその話術を身につけたのか、気に

なった。一人ひとりの目を見て対話することで、しっかり見てもらっていると感ずることが出来た。私は先生とはじめましてだったが、コミュニケーションがとりやすかった。(高校志望・経験あり)

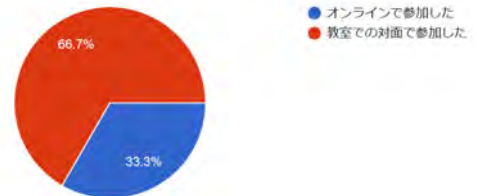
質問1 あなたは、本オンライン研修会に参加したことがありますか。(当てはまるものすべてにチェックしてください。)

12件の回答



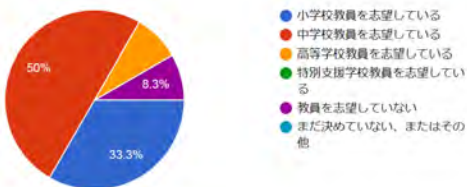
質問4 本日の研修会に、あなたはどのように参加しましたか。

12件の回答



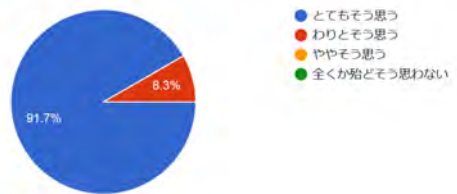
質問2 あなたについて、最も当てはまるものを1つ選択してください。

12件の回答



質問5 本日の研修会について、モデル授業とその後の協議は、あなたにとって参考になりましたか。最も当てはまるものを1つ選択してください。

12件の回答



質問3 あなたについて、最も当てはまるものを1つ選択してください。

12件の回答



第1学年 理科学習指導案

日 時：令和5年6月17日（土）第○時間目

場 所：理科室

授業者：深谷市立豊里中学校 教諭 長谷川隼也

(1) 学年・テーマ 中学校第1学年 身のまわりの物質

(2) 授業の構想

①単元内容（省略）

②学習者の状況（省略）

③単元展開と本時の位置づけ

単元2 身のまわりの物質

第1次 身のまわりの物質とその性質

第2次 気体の性質 5時間

1 身のまわりの気体の性質（1・2・3）

2 気体の性質と集め方（4本時・5）

第3次 水溶液の性質

第4次 物質の姿と状態変化

④本時の指導や教材の工夫・留意点

本時では、様々な実験等を通して、気体の種類によって水へのとけやすさが異なることを生徒に理解させる。まず、ペットボトルを用いた簡易な実験を行い、気体の種類による水へのとけやすさの違いを直感的に実感させる。そして、アンモニアの噴水実験を行い、アンモニアが水に非常に溶けやすい気体であることを確認する。さらに、炭酸アンモニウムの分解実験を行うことにより、アンモニアと二酸化炭素には、水へのとけやすさの程度にちがいがあがあることを見いださせる。

また、生徒のキャリア意識の向上を目指し、理科の学習内容と職業の関連付けを行う指導の一環として、気体の性質と飲料製造業との関連について触れる。飲料製造業では、炭酸飲料を作るために、高圧下で二酸化炭素を水溶液に大量にとかし込む「カーボネーション」と呼ばれる工法を行っている。指導に当たっては、炭酸飲料という身近な存在を示すことにより、中学校での学びが様々な職業に生かされていることを生徒に実感させるようにする。

(3) 本時の学習目標

★気体の種類による水へのとけやすさの違いを、実験結果をもとにして説明することができる。

【思考力・判断力・表現力】

(4) 準備物〔必要数は、実験班が6つの場合を想定〕

- | | | |
|---------------|---------------|--------------|
| ・酸素ボンベ〔6個〕 | ・水素ボンベ〔6個〕 | ・窒素ボンベ〔6個〕 |
| ・二酸化炭素ボンベ〔6個〕 | ・ペットボトル〔25個〕 | ・炭酸水〔1個・市販品〕 |
| ・アンモニア水 | ・水上置換用気体誘導管 | ・試験管〔2個〕 |
| ・沸騰石 | ・リトマス紙（赤色&青色） | ・スタンド |

- ・ガスバーナー
- ・ぞうきん
- ・フェノールフタレイン溶液
- ・上方置換用気体誘導管
- ・炭酸アンモニウム
- ・ワークシート①、②
- ・パソコン
- ・マッチ or チャッカマン
- ・石灰水
- ・水そう〔1個〕
- ・噴水実験セット（ゴム栓・ガラス管・ゴム球）
- ・三角フラスコ〔2個〕
- ・蒸留水
- ・テレビモニター
- ・燃えさし入れ
- ・ペットボトル用気体誘導管
- ・丸底フラスコ 500ml〔1個〕
- ・BTB溶液
- ・炭酸アンモニウム分解実験用気体誘導管
- ・HDMI ケーブル

(5) 本時の展開

時間	段階	○学習者の活動	○教員の指導、 予想される生徒の反応	★目標達成のための評価 ○留意事項
8	導入	○炭酸水のペットボトルのふたを開け、気泡が発生する様子を見る。 ○水槽でエアレーションを行っているようすを写真で見る。 ○水を入れた2つのペットボトルに、酸素と二酸化炭素を入れて振ったときの変化を見る。	○炭酸水から出た気体を石灰水に通し、生じた気体が二酸化炭素であることを確認する。 ○エアレーションは、水槽の水に酸素をとけ込ませるために行っていることを確認する。 ○酸素と二酸化炭素の水へのとけやすさの違いを、演示実験で示す。 ○ペットボトルの中の気体が減少した分だけ、ペットボトルがへこんだことを確認する。	○教卓の周辺に生徒を集め、気泡が発生したり、石灰水が変化したりする様子を見させる。 ○水中の生物の多くは、えら呼吸によって水中にとけ込んだ酸素を吸収していることにふれる。 ○同じサイズのペットボトルを使い、同量の気体をペットボトル内に集めて実験を行うようにする。
<p>気体の種類によって、水へのとけやすさにはどのようなちがいがあのだろうか。</p>				
10		○水素、窒素、酸素、二酸化炭素の水へのとけやすさのちがいを調べる。	○各班に、気体ボンベ、ペットボトル、水槽を渡し、気体の水へのとけやすさの違いを調べさせる。	○実験結果を、ワークシート①に記述させる。 ○水素、窒素、酸素は水にほとんどとけないが、二酸化炭素は水にとけることを確認する。
10		○アンモニアが水に非常にとけやすい気体であることを知る。	○アンモニアを水上置換法で集めることができないことを、演示実験で示す。	○アンモニアを水上置換法で集めることができない理由を、生徒に考えさせ、発言させる。

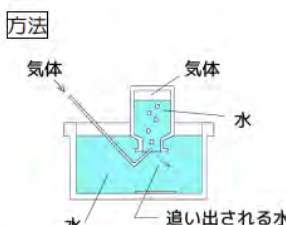
			○アンモニアを上方置換法で集め、「アンモニアの噴水」の演示実験を行う。	
15		○炭酸アンモニウムの分解実験を演示で行い、BTB溶液を加えた水の色が青色と黄色にそれぞれ変化した理由を話し合う。	○ワークシート②を配布し、実験結果を記録する。 ○BTB溶液を加えた水の色が青色と黄色にそれぞれ変化した理由を、班で話し合わせる。 ○各班の代表者に、班の考えを発表させる。 「アンモニアと二酸化炭素の水へのとけやすさの違いが関係している」 「1つめの水には、大量のアンモニアがとけこんでいる」 「2つめの水には、二酸化炭素だけがとけこんでいる」	○下図のように実験装置を組み立てる。 ○二酸化炭素は水に少しとける性質があるため、どちらの水にもとけこんだことを確認する。 ○アンモニアは水に非常にとけやすいため、1つめの水に多量にとけこんだことを確認する。 ★気体の種類による水へのとけやすさの違いを、実験結果をもとにして説明することができる 〔評価資料：生徒の発言、ワークシートの記述〕
2	まとめ	○本時のまとめをする。	「気体の種類によって、水に非常にとけやすかったり、水にほとんどとけなかったりするというちがいがあある。」	○アンモニアは水に非常にとけやすく、二酸化炭素は水に少しとける性質があることを確認する。
5	活用	○飲料製造業では、加圧した状況で二酸化炭素を水にとけこませていることを知る。	○飲料製造業が行っている「カーボネーション」という工法を紹介する。	○炭酸飲料は、水に二酸化炭素がむりやり押し込まれている状態になっていることを紹介する。

(6) 使用するワークシート

課題
気体の種類によって、水へのとけやすさにはどのようなちがいがあるのだろうか。

☆水素、窒素、酸素、二酸化炭素の水へのとけやすさのちがいを調べよう。

方法



- ① ペットボトルの中を水で満し、逆さまにして水面に立てる。
- ② 調べたい気体を、左の図のようにペットボトルに集める。
- ③ ペットボトルを振る。

結果

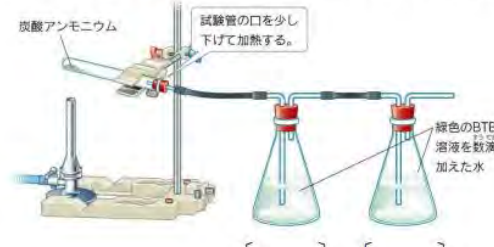
気体の種類	ペットボトルに見られた変化
水素	
窒素	
酸素	
二酸化炭素	

▲ワークシート①

学びを活かして考えよう！

炭酸アンモニウムを加熱すると、二酸化炭素とアンモニアが発生します。
(水も発生しますが、今回の実験結果には関係ありません)

①緑色のBTB溶液を加えた水は、何色に変わりましたか。



②このような結果になった理由を、気体の水へのとけやすさに注目して考え、説明しましょう。

自分の考え

他の人の考え

▲ワークシート②

(7) 引用文献、参考にした資料

- wikipedia フリー百科事典「水上置換」
<https://ja.wikipedia.org/wiki/%E6%B0%B4%E4%B8%8A%E7%BD%AE%E6%8F%9B>
- science アンモニアの噴水実験 <http://shun-ei.jugem.jp/?eid=647>
- 炭酸アンモニウムの分解 <https://www.youtube.com/watch?v=REgHI3o0x3o>
- 啓林館 中学校理科「未来へひろがるサイエンス」指導書 詳説 1分野下
https://www.shinko-keirin.co.jp/keirinkan/j-scie/kyokasho/pdf/shidosyo/19_01_ge.pdf
- CO-OP「ただの炭酸水」を開けて見た！ <https://www.youtube.com/watch?v=45FUhJgWW88>
- タダものではない「ただの炭酸水」の製造現場を見学 ふくれん | しゃかいか！
<https://www.youtube.com/watch?v=vBXzxVnrlxQ>
- 日本コカコーラ (株) https://www.cocacola.co.jp/article/low-calorie-sweeteners_031
- アクアぴあ #水槽のある暮らし
<https://aquarium.piapia.work/commense-the-risk-and-countermeasure-of-water-sprink-dough-in-the-air-ration/>

I - 3

第 19 回モデル授業

中学校第 2 学年

「動物の体のつくりと働き」

授業者

高橋 亮

(岐阜大学教育学部附属小中学校教諭)

令和5年度 第19回「理科モデル授業オンライン研修会」概要

2023年9月9日（土）15時～17時30分

主会場：岐阜大学教育学部

参加29名（大学内9名、オンライン20名）{学生19名、教員10名}

1 開会

- (1) 開会の挨拶（中村琢岐阜大学准教授）
- (2) 本日の授業者の紹介（中村琢岐阜大学准教授）
- (3) スケジュールの確認、指導案の配布

2 中学校理科モデル授業

(1) 授業者と授業内容

授業者：高橋 亮（岐阜大学教育学部附属小中学校教諭）

授業：中学校第2学年（第8学年）

単元名 生物の体のつくりと働き（全38時間）

第3章 動物のからだのつくりと働き

(2) 授業者による事前説明

生物多様性への理解を深めるための「生物の体のつくりと働き」の授業展開の工夫。本時は「植物の体のつくりと働き」の小単元を終え、「動物の体のつくりと働き」に進む動物分野への導入部分の学習である。

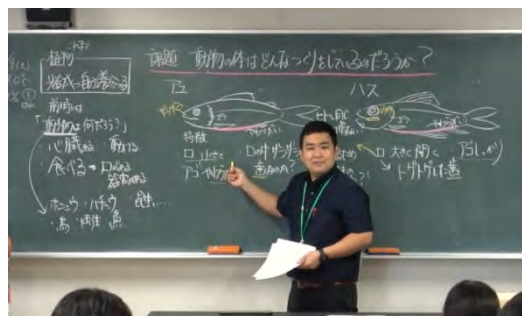


図1 形態的特徴の比較

本時のねらい：（本時15/38時）

県の魚であり草食魚のアユ（成魚）と肉食魚のハスの形態的特徴を観察することを通して、動物の体の特徴は「他の生物を食べる」という生きるための機能が根幹にある構造であることに気付き、消化の機能やそのための構造をより探究しようとする態度を養う。【学びに向かう力、人間性等】

(3) モデル授業の実施・視聴

[記録動画の通り]

(4) 授業者による事後説明 指導法・教材・授業で大切にしている点について

県の魚である草食魚のアユ（成魚）を知ってほしいと考えた。また比較に選択したハスは肉食魚で、琵琶湖で釣ったものである。形態的な特徴の観察により、まず歯の違いを観て欲しいと考えた。

授業で大事にしていること

① 理科に対する子どもの意識

国際数学・理科教育動向調査（TIMSS2019）によると、日本の中学生の理科の成績は39か国中3位で、非常に高い成績である。「理科の勉強は楽しい」「理科は得意だ」と回答した生徒の割合は高いが、「理科を勉強すると日常生活に役立つ」「理科を使うことが含まれる職業に就きたい」という質問に対しては国際平均を下回る。点数はとれるが意識が低いということは、理科で学んでいることが単なる知識で終わっていることが多く、理科で学んだことと日常生活（自然事象）とが子どもの中で分離しており、理科で学んだことが生きるうえでどう役に立つのかわからないという、それほど学びの価値を感じていないという現状が伺える。

② 生徒の実態—生命領域に関わって

自分の子どもの頃は放課後には河原に出向き、虫捕りや魚釣りで遊んだ記憶があるが、現代の子どもたちは家の中で過ごす機会が多く、自然に触れる機会が少なくなっていると感じる。自然の生き物について、知識の一つとして知っているが、給食で出てくる状態でしか知らないという実態も見えてきた。8年生（中学校2年相当）対象中学生のアユに対する関心度調査（R4・R5）より、約7割の生徒が県の魚であるアユの生活を知らないことがわかった。（アユについて何を食べているか知らない（45.7%）、長良川で遊んだことがない（57.1%）、アユについて話を聞いたことがない（61.4%）。アユの思い出がない（22.9%）など。）このことから、周りの大人がアユや長良川を意識していないからではと考える。そこで、教える側が「岐阜の素晴らしさ」の視点を持つべきだと考える。

このことを逆手にとって、ICTの活用、テクノロジーを駆使するこのような時代だからこそ、自然との関わりをより大切にし、子どもが自然に関わりたいと思える環境づくりや自然に関わりたいと感じる子どもを育みたいと考える。

生命領域において、自然の事物・現象に触れることで「生物って素晴らしい！」という感動や驚きを味わうものにしたい。

③生物を学ぶ意義のための生物多様性

なぜ生物を学習するのか考えたとき、生物を学ぶ意義のための生物多様性をいかに伝えるかが大切な課題と考える。以下4つの多様性の理解を深め、命の大切さやヒトも生物の一部であることへの理解が深まることに意識して取り組んでいる。

- ・種の多様性「どこにどのくらいの種の生物がいるか」
- ・遺伝子の多様性「環境への生き残りを秘めた遺伝子を有しているか」
- ・生態系の多様性「その場の生態系がどれだけ複雑であるか」
- ・景観の多様性

身近には多様な形態をもった生物が沢山いる（＝多様性の理解）。生きるための機能（はたらき）は共通している（＝多様性の中の共通性）。このことを踏まえ単元構想を考えている。自然あつての今の生活であり、自然を作るのは生物で、ヒトも生物の一部である。

③ 本時の立ち位置

今まで学習を進めてきて感じたのは学習内容が断片的な理解になりがちである点（他の生物を食べる、消化する、体全体に送る、養分からエネルギーを取り出す、体を動かす）。すべての機能はつながっており、他の生物を食べるために体を動かさねばならないという機能のための構造になっている点を押さえたい。そのためにここでは動物の体に対して高い関心を持たせたい。そして受け身の学習ではなく、主体的に「知りたい、考えたい」という意見が出てくるとよいと考える。

⑤本時の展開

解剖実習は一般的に教科書では単元の終わりに行うことが多いが、単元の導入で行った。

- ・外部形態に着目

アユ 稚魚時は肉食、櫛状歯、唇に細かい毛のような歯が沢山ある。

ハス コイ科では珍しい完全な肉食、



図2 外部形態の観察

大きく開くと口と喉に3列の歯がある。

- ・内部形態に着目

食べたものはどうなるのか？解剖により内部形態を観察・比較する。

食べることにに関して、腸管が1本で繋がっている構造や腸管や胃の内容物に注目する。

⑥その後の展開

ヒトとの共通性を見出す活動を含む展開。(鰓の観察(酸素を運ぶため血液)、腸管の組織切片作成による柔毛の観察やウロコの細胞の観察等)

3 モデル授業についての協議

(1) グループ協議 25 分間、5 名程度のグループ協議

- ・以下の視点を中心に協議を進めた。

『解剖実習を単元導入に行う本時の展開は、生物の体のつくりと働きを主体的に学ぼうとする態度の育成につながったか。』

- ・ブレイクアウトセッションが終わり、協議で出された質問や感想等について、各グループの記録係が報告するとともに、すべてのグループからの報告後、まとめて授業者から回答する形態で協議した。

以下に、報告された主な質問や回答、感想を示す。

《グループ協議後に各グループから報告された事項》

〈感想・意見〉

○授業展開

- ・主体的に学ぼうとする態度の育成に繋がるのではないかと。導入で解剖を行うことで、意欲的になり、面白い導入だった。
- ・導入で解剖を行い、生徒が意欲的になると思う一方で、器官名がわかるのか疑問に思った。
- ・これ以降の展開が座学になるのなら主体的な取組になりにくいと考える。ここで解剖が終わるのはもったいないと感じた。
- ・授業展開の仕方が綺麗でスムーズだと感じた。
- ・時間が一コマで終わる内容だとすると余裕がないと感じたが、時間をどのように使うのか。中学生の授業を想定すると2時間や3時間が必要だと感じる授業内容に思えた。
- ・興味がある子どもには強く惹かれる授業内容だと思った。
- ・このような実習において、グループ編成を変えれば、得意な子を中心に授業を進められるか。
- ・良い導入の一例だと思う。
- ・解剖実習を単元導入においた授業展開で、主体的に学ぶ態度を育成できると考える。
- ・解剖を導入にもってくる展開が斬新だと感じた。従来は器官を教えるから解剖するのがセオリーだと思っていた。



図 3 内部形態の観察のための解剖

- ・知識等から教えてから解剖の流れだと、教師主導の授業展開になるので、今回の展開は有効であった。
- ・子どもたちが主体的に、「これはなんだろう」と考えられる。
- ・魚の解剖という新しい視点で、現地で体験してみたかった授業である。
- ・一般化するには焦点化した方がよいのではないのかと思った。しかし焦点化により、自由度が失われないように、対話をしながら問いを教師と生徒でつくと良いと思った。
- ・解剖をしたことがない人が多いが、先に解剖をすることで他の生物はどのようなかと意欲を掻き立てられ、よいと感じた。
- ・内部と外部を観察する時間を分けることで、どちらも観察する時間を確保できる点が良かった。
- ・相違点、共通点を見つけることで動物の理解につながる。
- ・植物についても復習することで、植物とのつながりを持たせることができ、よかった。
- ・お腹を開いて、中身を見た時の驚きは何にも変えられない貴重な経験であると思う。講義型の授業になってしまう傾向があるところを、このような授業の流れにすることで、子どもの記憶に残る授業になると思う。

○教材・教具について

- ・解剖を体験してこなかった自分にとっても面白く興味深かった。
- ・2種類の魚の比較（食べるものの違い）により、実物を見る面白さを味わえた。
- ・事前の準備が大切になってくると感じた。
- ・実物を見ることでしっかりと観察できる。
- ・腸や胃の中を観察することで消化についての理解につながると感じた。
- ・種の特徴が分かる。例：鮎は藻を食べる→草食動物は腸が長いなど。
- ・解剖が苦手な理科嫌いが出てくる可能性があるのではないかと考える。
- ・解剖ガイドによって生徒が自由に学ぶことができる工夫がされていた。
- ・板書が上手なので情報が入ってきやすい。
- ・解剖をできる人がして、苦手な人はできない。

○指導法

- ・解剖や観察の進度が遅いグループへの対応をどこまですべきか。
- ・魚の外部特徴から内部特徴の観察へシームレスに無理なく誘導されていたのが素晴らしい。

<質問・課題>

質問 解剖が苦手な子にはどのような対応をするのか。

授業者：解剖実習が苦手な子は当然いる。事前に伝えておき、別室に移動し、ZOOMにて様子を映したり声だけ届くようにしたりして対応する。

質問 若手教員ができるような工夫、この解剖の授業のポイントがあれば聞きたい。

授業者：若手でも解剖のポイントがあるかについて、初任や若手に限らずやろうとするかどうかによる。初任の時から担任を持たせてもらい、教材研究に時間を避けなかった経験があり、大変なことは承知であるが、子どもたちは授業が面白くないと聞かなくなり、受け身になる。そのために自分で動いて教材を探してくる気持ちが大切だと考える。教材研究の必要性を痛感している。どれだけ勉強してもプロフェッショナルには近づけないが、50%自分でできるところまで努力すればよいが、残りの50%は自分の考えを持ったうえで身近な人に相談することや仲間と一緒に研究することがとても良いことだと感じる。身近にいる恩師や先輩先生に快く相談にのってもらっている。自分が面白くしたい、そのために解剖が必要だと考えるのであれば、どのように道筋を立て、教材研究が必要か重要となる。一緒に作っていけるとよいと思う。

質問 教師側にも生物尊重の視点が必要だと考えているが、解剖後の魚のその後の処理を知りたい。

授業者：解剖後、内臓を全部取り除き、身を保存し、家庭科の先生と相談中であるが食べることを考えている。9月であれば塩焼きでいただくこともできる。衛生的に無理に食べることはできないが、生命尊重の道徳的な部分も授業の中で育てていきたいので、何とか還元していくようにしたい。生徒と共に食べることができないときには、授業者の私が食べているところを写真に撮り、授業で見せたいと考えている。

質問 「動物とは何か？」の答えを知りたい。何か定義されているものがあるのか。

授業者：動物の定義として、1つめは体の内側と外側が膜で区切られていること。細胞でも同様である。2つめは子孫を残せること、そして3つめは代謝である。食べることから排泄まで含めて代謝と捉える。植物は光合成によって自らエネルギーを作り出せる体の構造と機能を持つため、動物とは異なる。従って動物の大きな特徴である、食べるための構造をもつ口や食べることに注目したい。動物の体のつくりと働きは、食べ物を食べるために動き、動く必要があるから筋肉や骨格が発達し、目や耳の感覚器官や、判断力思考力も発達させた。このように生きるための体の構造をしているというつながりに子どもたち自身が学習の過程で気が付くとよいと考える。1つ前の授業で動物とは何かについて学習をしているので、このつながりの理解ができることを期待している。

質問 アユの内臓がぐちゃぐちゃになってしまい、推測しながらの観察で、観察しにくかった。他に内臓が丈夫な魚を使えないか。

授業者：見やすい魚が他にいないか？というとなかなかない。ハスは肝臓が大きく、脂肪が少ない。解剖は開いてみないとわからないので、机間巡視でどれだけ授業者がフォローできるかによろと考えている。従って十分な教材研究が重要だと考える。

質問 教材の準備が大変だと感じるがどのように準備するのか？班で何個体用意するのか。

授業者：4人で1グループ。4人に対してアユ・ハス1尾ずつと考える。主体的な学びを提供するために一人1尾でも良いかもしれないが、十分すぎる大きさであるので、4人で2種1尾ずつが適当と考える。

質問 問いを作ることはよいことだが、広がりすぎて、集約するのが難しい印象をもった。

授業者：問いを作ることや問いに対して対話する時間は、どの教科でも必要だと考えている。根本的な問いについて対話し、オープンエンドで疑問が残ることもあるだろうが、次の時間で想起し、調べてみたいと考えることに繋がることを期待する。問いを作れるかということ以上に、そのような場を作ることも大切にしたいと考える。

[教材の紹介] 魚類分類カードや写真の紹介

中学校第1学年で生物の分類の学習があり、ここでは魚の形態的特徴から魚の分類をさせるような授業を展開する。学習指導要領には、分類学に準じた分類でなくても特徴を捉えた分類で良いと書かれているが、生物の分類学とは異なる。子どもたちには分類学の視点に則り分類させたり、なぜ同じグループにいるのかを考えさせたりして、学習を進めている。また、アユの透明標本の接写写真を示し、アユの歯を見せたりしている。アユの研究者にも協力してもらい、なるべく本物を見せて、子どもたちに感動や疑問がわくような教材提供に取り組んでいる。



図 4 左：アユの歯 右：魚類分類カード

4 モデル授業についての講評

(1) 中村琢岐大学准教授より

生命領域の中でも、良い授業をしたい、子どもたちに主体的に取り組ませたいという強い思いがまさに具現化された授業であったと感じる。今日提案の授業は、導入に解剖を入れることが斬新的であった。用いた魚類のカードにおいては、単に情報を先生から生徒へ伝えるものではなく、カードに書かれている情報を子どもたち自身が読み取って考えていける工夫が散りばめられていた。このように既習の内容を基にして思考していく工夫を、動物だけではなく植物においても考えており、非常に参考になる授業提案であった。

これまで、学んだ動物の体のつくりと働きについて、単元の最後に演繹的に確認をするという位置付けで解剖が行われ、観察するという流れが用いられてきた。それでは勿体ないということで、実際の魚の観察を最初にとってこようとする試みがこの授業展開の始まりである。確認していくことがスタートであるが、知識のない段階で解剖をして実物を観ることにより、子どもたちからは疑問がわき、様々な意見や予想が出て、ヒトとの共通点や相違点が新たな予想や意見として生まれ、スピード感のある展開であった。これらのことが子どもたちを主体的に取り組ませ、自分のこととして思考がつながるのではないかと感じる。生命の神秘や生命尊重、主体的に取り組ませることにつながる系統性重視の展開は、イントロダクションではあるが、その後系統的に興味を持たせることになるだろう。冒頭に解剖実習を持っていくことによって、まさに学習者を主体的に取り組ませる展開であった。

解剖では、初心者にわかるように解剖のガイドが作られていた。これを見ることによって、子どもたちが自ら進められる配慮がなされていた。また解剖図も敢えて異なる種類（サケ）を提示したものであった。生物の多様性を考慮した、細かな工夫と色々な要素が詰まった参考になる授業であった。

(2) 小倉康埼玉大学教授より

生物を対象とすることは、専門知識と教材準備に工夫を要するため、多くの教員が苦勞するところである。そのため、生徒が実物と関わらないまま、指導が写真や動画の視聴に留まる授業が少なくない。指導案より、生物の多様性と共通性、生物間のつながりを本物に触れながら、生徒自身に探究させたいという強い思いを感じた。

特に3つの点に注目した。

一点目は、アユとハスという、地域の生き物を教材として用いたこと。地域の自然の多様性、生態系を理解し、持続可能にしていこうとする生徒の資質・能力を育成する上で、とても意義のある大切な姿勢であると感じた。指導案でも「自然を守ろうとする生き方は、自然を知り、自然

の上に我々の生活があると理解することから始まると考える。」と記されており、同感である。

二点目は、草食魚と肉食魚を教材に用いたこと。教科書の知識を演繹的に確認するために観察したり解剖したりするのではなく、発展的なテーマである第一次消費者と第二次消費者の違いに着目した教材を導入で扱うことで、解剖による観察で得られた事実に基づいて、体の構造と機能の関連を帰納的に探究することが可能となり、主体的対話的で深い学びが実現されていると感じた。まず、アユとハスの外形的な特徴を、五感を生かして見出した後、「つくりの特徴は何のためなのか？」を問い、「食べるためや、食べるものが違うために、体のつくりが違うのかな」という考えを導いた。そして、2種類の魚を解剖して、体の内部のつくりをさらに探究してみようという活動につながっていく。生徒の皆さんの体のつくりへの興味・関心は高く、生物の体のしくみの神秘さに迫ろうとする様子が伝わる。興味・関心が広範囲にわたったため、指導案のねらいにある「動物の体の特徴は「他の生物を食べる」という生きるための機能が根幹にある構造であることに気付く」ことには十分には至らなかったが、本時が今後動物の体のつくりとはたらきを探究していくとても良いスタート地点になることを確信した。

余談であるが、鮮魚を十分な数用意することは、通常の教材費では難しいかと思うが、費用面で難しい場合は、地域素材ではないが、煮干しの解剖を導入の授業で行い、体の中の様々な器官とはたらきへの関心を高めることも一つの方策である。

関連して三点目は、指導案の単元展開で、34時間～38時間目の5時間を総括的な学習に設定していること。この総括的な学習は、生物の体の「はたらき」と「つくり」について、ヒトも含めた「生物の多様性と共通性」を認識させるとともに、博物館も活用して、地域の環境に生きる「生物」の存在を俯瞰的に捉えさせるものとなっている。本時を含めて、1時間1時間が、この総括的な学習の時間に密接につながっている、こうした単元構成は、とても高度に構造化されたもので、かつ、中学校理科にいかに関SDGsや環境教育を組み入れていくかという視点でも、大変参考になる提案性の高いものであると感じた。

5 合同研修会のふり返り (小倉康埼玉大学教授)

合同研修会後の質問と回答の紹介

6 次回の紹介 (小倉康埼玉大学教授)

10月21日(土)

7 閉会の挨拶

令和5年度 第3回（第19回）「理科モデル授業オンライン研修会」アンケート結果 [教員]

質問7 「モデル授業」の内容について、ご意見やご感想、ご質問など

- ・単元構成を入れ替えて、なおかつ生徒が主体的に活動することは、中学校に限らずどの校種でも大切にしたいと感じた。やはり子どもが自分事として問題を解決する授業を教材研究を通して考えていきたいと改めて思う授業だった。(小学校10年以上20年未満)

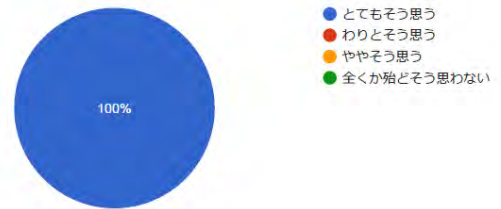
質問1 あなたは、本オンライン研修会に参加したことがありますか。

3件の回答



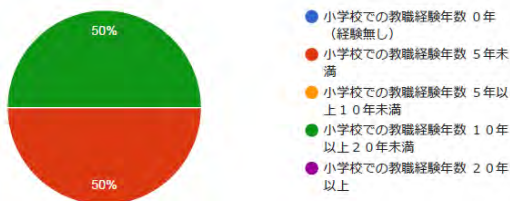
質問4 本研修会のような、勤務時間外にオンラインでの研修会を設けることは、あなたにとって助けになると感じますか。最も当てはまるものを1つ選択してください。

3件の回答



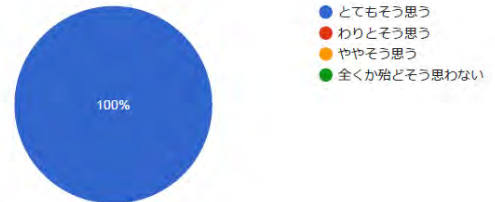
質問2 あなたについて、最も当てはまるものを1つ選択してください。(小学校段階での教職経験)

2件の回答



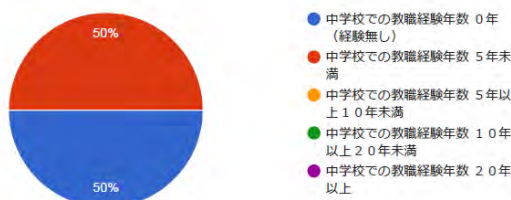
質問5 本日の研修会について、モデル授業とその後の協議は、あなたにとって参考になると感じますか。最も当てはまるものを1つ選択してください。

3件の回答



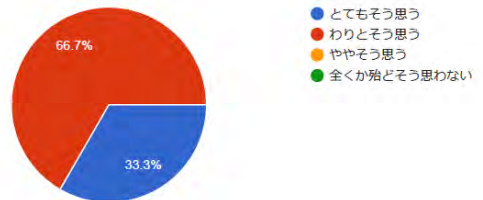
質問3 あなたについて、最も当てはまるものを1つ選択してください。(中学校段階での教職経験)

2件の回答



質問6 本日の研修会のモデル授業の記録動画と指導案は後日公開されますが、それらをあなたの知り合いの教員に紹介することは有意義だと思いますか。最も当てはまるものを1つ選択してください。

3件の回答



質問6 「モデル授業の内容」について、ご意見やご感想、ご質問など

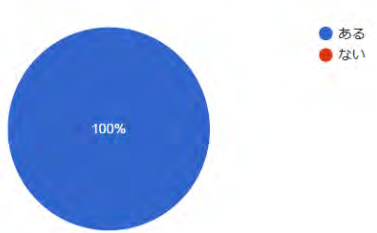
- ・私も実際に現地で解剖に参加したくなった。私自身、解剖を行った経験が無いので、実物を触ることができるという経験は生徒にとってもとても良い影響を与えると思った。（小学校志望・経験あり）
- ・授業展開がとても綺麗で参考にしたい授業だと感じた。（小学校志望・経験あり）
- ・見ていて、私もやりたい、おもしろそう！と思える授業だった。個人的に、解剖は、魚の器官の名前など、知識として学ばせるものを学ばせ終えてからやるイメージだった。解剖を単元導入に行うと、単なる作業になってしまうのではないかと心配したが、実際の授業の様子を見てみると、生徒役の皆さんは、解剖図のようなものと実際のを比べながら真剣に解剖していたので、心配無用だと思った。また、先生はとっても明るくて面白くて魅力的だったが、その一方で、子どもたちの中には解剖中にふざける子が出てくる可能性があると思うので、解剖前には、もう少しシリアスな雰囲気でも良いのかなと思った。全体的に、板書も見やすく、思考の流れがきれいで、対面で受けてみたかったと思える授業だった。（希望なし・経験あり）
- ・解剖の実験を導入に持ってくるというとても斬新な発想に驚いた。解剖実験をするには、教師自身の技量や時間、苦手な子への配慮など問題となる点も多くなると思うが、やはり実際に自身の目で見て触れるなど直接的な体験をすることで記憶に残る印象も変わり、授業への意欲にもつながってくると思う。子どもの好奇心を引き出せるような授業づくりを目指したいと改めて感じた。（中学校志望・経験あり）
- ・解剖をすることが新鮮だった。（中学校志望・経験あり）
- ・実物の良さを体現した授業であったと思う。（中学校志望・経験あり）
- ・魚の解剖をする機会はなかなか無いので面白かった。実物が目の前にあると自分で疑問に思ったことをより詳しく見ることができるので大切だと実感した。（中学校志望・経験あり）

質問7 本日の研修会で感じたこと、気づきや要望など

なし

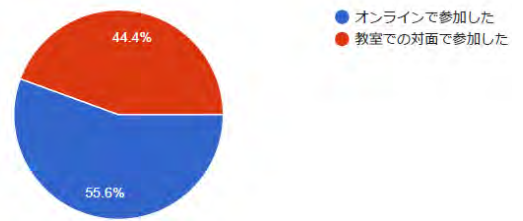
質問1 あなたは、本オンライン研修会に参加したことがありますか。(当てはまるものすべてにチェックしてください。)

9件の回答



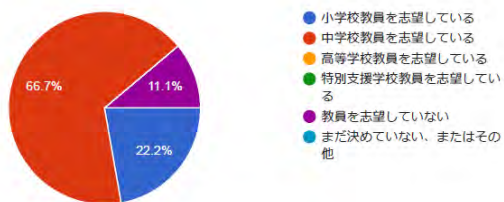
質問4 本日の研修会に、あなたはどのように参加しましたか。

9件の回答



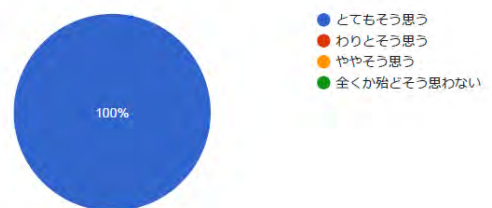
質問2 あなたについて、最も当てはまるものを1つ選択してください。

9件の回答



質問5 本日の研修会について、モデル授業とその後の協議は、あなたにとって参考になりましたか。最も当てはまるものを1つ選択してください。

9件の回答



質問3 あなたについて、最も当てはまるものを1つ選択してください。

9件の回答



第2学年 理科指導案

日 時：令和5年9月9日（土）

場 所：岐阜大学教育学部生物実験室

授業者：岐阜大学教育学部附属小中学校 教諭 高橋 亮

(2) 児童生徒について

多くの生徒は身の回りの生物について関心はあるが、実際に生物を観察したり触れたりした経験のない生徒も多い。その原因の一つに、現代の子どもの生活様式や取り巻く環境が“生きた”生物と直に触れ合えるものではなくなくなってきている。自然と触れ合う機会が減少する、それはつまり生命領域で学んだことを発揮する機会が減少していることを意味している。そのため、生命領域の学習では自然の事象・現象に触れて「ヒトと他の生物は違うように見えて根幹では“生物”としてつながっている」という感動を味わい、「生物って面白い、もっと知りたい」という感情をもつことで、生命を大切にしていける態度を育めるようにしたい。

本単元では、できる限り実物に触れたり身近な生物を観察したりすることを通して生物を身近なものとして捉えると共に、身の回りには多様な生物が存在しており、外部形態は異なっているにもかかわらず生命を維持するための機能や構造はヒトと共通していることを理解することに重点を置いて指導する。

(3) 指導について

本時は、脊椎動物の中でも魚類の体の内部を観察することを通して、種を越えて共通する体のつくりに気づき、動物がもつ消化という働きやそのための構造を探究しようとする態度を育むことを目指す。生徒は「動物とは何か」に対する考えをもって本時に臨むことで、形態面での多様性の中にも生きるという機能面での共通性があることの理解へ一歩を踏み出す。単元全体を通して動物が生きるために必要な機能を実現するための体のつくりがあることに気付けるよう、植物の学びを想起させたりヒト以外の動物の体の内部を観察させたりする指導を行い、目標を実現したい。

1 単元名 「生物のからだのつくりとはたらき」

第3章 動物のからだのつくりとはたらき

2 指導の立場

(1) 題材について

本県は標高0 mの低地から標高3000 mにも及ぶ山岳地まで高低差のある土地であるが故の暖地性と寒地性を有し、変化に富んだ豊かな生態系を見ることができ、一方、様々な生物が互いに影響し合い保ってきた調和を人間が崩している現状もある。清流・長良川に特定外来生物のコクチバズが見つかったことが注目されているが、そのことの何が問題で、その問題が我々の生活にどんな影響を与えているのかを理解しないと、今ある自然はさらに破壊されていくだろう。自然を守ろうとする生き方は、自然を知り、自然の上で我々の生活があることと理解することから始まると考える。そのための手立てとなる考え方こそ「生物多様性」である。その考え方を構成する要素、種の多様性、遺伝子の多様性、生態系の多様性は理科の生命領域の学習内容と密接に関わっている。

本単元は、中学校生命領域の内容(3)に基づき、生物多様性の理解の土台である、「どこにどんな生物がいるか」という種の多様性の理解に繋がる単元である。主に植物と動物の体の機能と構造を理解しようとする中で見えてくる生物の多様性と共通性を通して、ヒトである我々も生物の一種であるに過ぎず、どれもが優劣のない生命であると理解できるようにする。

3 単元指導計画

学年	第8学年	単元名	生物のからだのつくりとはたらき (全38時間)
単元で育む資質・能力			
<p>○生物と細胞、植物や動物の体のつくりと働きを理解し、それらの観察、実験などに関する技能を身に付けることができる。〔知識及び技能〕</p> <p>○身近な植物や動物について、観察・実験を行い、その結果を分析して解釈し、生物のからだのつくりとはたらきについての規則性や関係性を表現することができる。〔思考力、判断力、表現力等〕</p> <p>○生物の体のつくりと働きに関する事物・現象に進んで関わり、科学的に探究しようとする態度と、生命を尊重し、自然環境の保全に寄与する態度で、自然を総合的に見ようとしている。〔学びに向かう力、人間性等〕</p>			
時	主な学習活動とねらい		評価規準
1	<p>何が「岐阜県のシンボル」なのだろうか？</p> <ul style="list-style-type: none"> ・岐阜県の特徴を考え、県のシンボルを調べる活動を通して、身の回りには様々な生物がいることに気付き、生物と共に生きている今の環境に興味をもつことができる。 		<p>自分の身の回りにはどんな生物がいるのか調べようとしている。〔主体的に学習に取り組む態度〕</p>
2	<p>小学校からこれまで学習してきた「生物」について整理しよう。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・小学校3年生から7年生まで学習してきた生物分野の知識を整理する活動を通して、主に植物と動物についての形態的特徴や成長過程等を系統的且つ表層的に学んできたことに気付き、生物のからだのつくりとはたらきをより詳しく知りたいという意欲を養う。 		<p>生物のからだのつくりとはたらきをより詳しく知りたいと〔主体的に学習に取り組む態度〕</p>
3	<p>光合成はどこで行われているのだろうか？</p> <ul style="list-style-type: none"> ・光を当てた植物の葉の細胞を観察することを通して、葉緑体の部分だけにデンプン反応があることに気付き、光合成は葉緑体で行われていると考えることができる。 		<p>光合成は葉の細胞の中での葉緑体内で行われていると理解している。〔知識・技能〕</p>
4	<p>光合成で養分をつくりだすためには何が必要か？</p> <ul style="list-style-type: none"> ・光合成を行うために必要なものを確かめる実験を通して、光と二酸化炭素と水が必要であることに気付き、二酸化炭素中の炭素を取り入れることによって副産物の酸素が放出されることを理解できる。 		<p>実験結果から光合成を行うために必要なものは光と二酸化炭素と水であると判断している。〔思考・判断・表現〕</p>
6	<p>つくられた養分や吸い上げられた水はどのように体全体に運ばれるのか？</p> <ul style="list-style-type: none"> ・色水を吸わせた植物の根、茎、葉の断面を観察することを通して、根から葉まで色がついた管と色のついていない管があることに気付き、植物のからだには養分と水分を運ぶための管が通っていると理解することができる。 		<p>植物には水分の通り道である道管と養分の通り道である篩管があると理解している。〔知識・技能〕</p>
8	<p>植物は酸素を取り入れていないのだろうか？</p> <ul style="list-style-type: none"> ・酸素で充満させた袋に入れた葉を暗所に置いたときの結果につ 		<p>植物は昼夜問わず呼吸をしていると考察している。〔思考・判断・表現〕</p>
9			

	いて仮説を立てることを通して、明所の葉のデンプン反応を調べれば呼吸によって放出された二酸化炭素を用いて光合成が行われることに気づき、植物も呼吸を行っていると考えられることができる。	
10	<u>植物には気体を出し入れするための“口”はあるのか？</u> ・植物の葉や茎の観察を通して、穴の開いた部分があることに気づき、植物体の内外をつなぐはたらきをもった孔辺細胞があると理解することができる。	植物のからだには孔辺細胞によって開閉可能な気孔という穴があることを理解している。[知識・技能]
11 12	<u>蒸散と吸水にはどんな関係があるのだろうか？</u> ・蒸散量を制御した葉の吸水量的変化を調べる実験を通して、より蒸散ができる条件である植物の方が吸水する量が多いことに気づき、蒸散して体内の水分を放出することで新しい水分を根から吸収すると、実験結果から蒸散と吸水の関係性を見出すことができる。	蒸散を行い体内の水分を放出することで新しい水分を根から吸収するという蒸散と吸水の関係性を見出している。[思考・判断・表現]
13	<u>植物のからだを「はたらき」と「つくり」でまとめよう。</u> ・植物のからだに関する知識を整理する活動を通して、植物のからだは「はたらき」のための「つくり」をしていることに気付くことができる。	植物のからだは「はたらき」のための「つくり」をしていることに気付いている。[知識・技能]
14	<u>「動物とは何か」を考えよう。</u> ・「動物とは何か」という問いについて対話する活動を通して、自分（ヒト）の生活から、植物が行う「自分で養分をつくりだす」というはたらきとつくりが動物にはないことに気づき、それが動物の定義に当てはまるものなのか確かめようとする態度を養う。	「動物とは何か」という問いに対する仮説を立て、その仮説が正しいかどうか確かめようとしている。[主体的に学習に取り組む態度]
15 本 時	<u>動物の体はどんなつくりをしているのだろうか？</u> ・県の魚であり草食魚のアユ（成魚）と肉食魚のハスの形態的特徴を観察することを通して、動物の体の特徴は「他の生物を食べる」という生きるための機能が根幹にある構造であることに気づき、消化の機能やそのための構造をより探究しようとする態度を養う。	動物がもつ消化という働きやそのための構造を探究しようとしている。[主体的に学習に取り組む態度]
16 17	<u>他の生物からどのように養分を取り出すのだろうか？</u> ・植物（イモ）と動物（魚の身）に消化酵素を加える実験を通して、特定の消化酵素と反応すると別の物質に変化することに気づき、他の生物のからだを分解して糖やアミノ酸という養分を取り出し出していることと判断することができる。	消化酵素を加えた生物体の反応から、取り込んだ生物体を有益な状態（養分）に変化させると判断している。[思考・判断・表現]
18	<u>腸は養分を吸収するためにどんなつくりをしているのか？</u> ・魚の腸の切片の観察を通して、腸の壁面に無数の突起物があることに気づき、表面積を大きくし効率よく養分を吸収できるつくりになっていると考察することができる。	腸は養分を吸収する器官であり、柔毛によって効率的に養分を吸収できる構造になっていると考察している。[思考・判断・表現]

19	取り込んだ養分をエネルギーに変えるための酸素はどのように体内に取り込んでいるのか？	肺に貯められた気体は血液に乗って全身に送られる構造になっていると考察している。[思考・判断・表現]
20	魚のエラの観察を通して、ヒトの肺胞と同じように毛細血管が張り巡らされていることに気付き、肺に入れた酸素を血液に乗せて体内に送っていることと考察することができる。	
21	酸素を全身の細胞に送るために、心臓はどんなつくりをしているのか？ ・アユと鶏とブタの心臓を解剖することを通して、肺と心臓がつながっていることや心臓から全身に向かう血管があることに気付き、酸素の含まれた血液を全身に送るための構造だと理解することができる。	心臓は生命維持のために血液を循環させる構造をもつことを理解している。[知識・技能]
22	酸素を運ぶために、血液はどんなつくりをしているのか？	血液は酸素だけでなく体内で発生した不要物も運搬するつくりがあることと理解している。[知識・技能]
23	メダカの血流の観察を通して、血液は赤血球などの複数の成分で作られていることに気付き、血液は酸素だけでなく体内で発生した不要物も運搬するつくりがあると理解することができる。	
24	体に不要なものとはどこでどのように体外に出されるのだろうか？ ・魚の腎臓の切片を観察することを通して、血管を取り囲むように筋肉が発達していることに気付き、血中から不要物を分別するように濾し取って不要物だけ排出する仕組みがあることを理解することができる。	血中から不要物を分別するように濾し取って不要物だけ排出する仕組みがあることを理解している。[知識・技能]
25	動物のからだを「はたらき」と「つくり」とまとめよう。 ・動物のからだに関する知識を整理する活動を通して、動物のからだも植物と同様に「はたらき」のための「つくり」をしていることに気付くことができる。	動物のからだも植物と同様に「はたらき」のための「つくり」をしていることに気付いている。[知識・技能]
26	「食べ物をエネルギーに変える」以外に、動物のからだにはどんなはたらきがあるのだろうか？ ・エネルギーを得ること以外に目を向けてはたらきを考えることを通して、生命維持活動の他にも環境下で生き抜くための様々なはたらきがあると気付くことができる。	生命維持活動の他にも環境下で生き抜くための様々なはたらき(感覚)があると気付いている。[知識・技能]
27	外界からの刺激を受け取るために、目や耳などの器官はどんなつくりをしているのだろうか？ ・模型を用いて各感覚器官の内部を見ることが通して、それぞれの刺激の性質に合わせた受容器官があることに気付き、各感覚器官が担うはたらきをすすめるためのつくりになっていると理解することができる。	各感覚器官が担う機能が遂行されるための構造を理解している。[知識・技能]

28	感覚器官で受け取られた刺激はどこを伝わってどのように反応を起こすのだろうか？	からだが動くまでに時間がかかると判断している。[思考・判断・表現]
29	・落ちる定規を手で取るという体験を通して、目で見ながら手を動かすまでに時間がかかると判断している。目で見た映像を脳で処理して筋肉に命令を出すという一連の流れがありからだが反応しているから時間がかかると判断することができる。	
30	神経を通して伝わった刺激を受けて体が動くために、骨と筋肉はどんなつくりをしているのだろうか？	骨についての筋肉の収縮によってからだが動いていると理解している。[知識・技能]
31	・模型を用いた骨を動かす体験を通して、骨についての筋肉の収縮によって骨が動かされていることに気付く、からだが動くためのつくりを理解することができる。	魚のからだの動きから、神経系と筋肉のはたらきについてヒトとの共通性を見出している。[思考・判断・表現]
32	水中の小さな生物は動物なのか植物なのか？	動物と植物の性質をもちあわせた生物がいることに気づき、生物は動物や植物以外にどんな分類があるのかと調べようとしている。[主体的に学習に取り組む態度]
33	・ミドリムシの観察を通して、葉緑体をもちながらも動いたり他の生物を食べたりする生物がいることに気づき、動物や植物以外にも様々な種類の生物がいるだろうと他の生物群に興味をもつことができる。	
34	生物のからだの「はたらき」と「つくり」についてまとめよう。	形態は違えど生命維持する機能には種を越えた共通性があることに気づき、身のまわりの生物を大切にしようとしている。[主体的に学習に取り組む態度]
35	自分はどうな自然の中で生きていくのだろうか。	自分の生活は他の生物との関わり合いの中で成り立ち立っていることに気づき、さらに生物について知ろうとしている。[主体的に学習に取り組む態度]
～	・岐阜県博物館での実習を通して、自分の知らなかった生物が身の回りにはたくさんいたことに気づき、自分の置かれている環境を「生物」というフィルターを通して俯瞰的に見るることができる。	
38		

4 教科にかかわる本時のねらい

魚の魚であり草食魚のアユ（成魚）と肉食魚のハスの形態的特徴を観察することを通して、動物の体の特徴は「他の生物を食べる」という生きるための機能が根幹にある構造であることに気づき、消化の機能やそのための構造をより探究しようとする態度を養う。〔学びに向かう力、人間性等〕

5 本時の展開（15/38）

生徒の学習活動	教師の手立てと見届け
<p>1 前時の学びを振り返る</p> <ul style="list-style-type: none"> 植物は自分で養分を作り出すことができたけれど、動物はできない。 「動物とは何か」という問いに対して、「動くもの」「心臓があるもの」「他の生物を食べるもの」などの意見があったな。 ヒトの体や消化について小6で学習したけれど、他の動物も同じなのかという疑問が出た。 中1でイカの解剖をしたとき、イカにも心臓や消化管があったな。 観察するならば、ヒトとは異なる種の動物を見てみたい。観察できそうなのは爬虫類や魚かな。 <p>2 本時の課題を確認する</p> <p style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">動物の体はどんなつくりをしているのだろうか。</p>	<p>・単元を通して用いている「生物カード」を基に、前時までの植物の学びを振り返るとともに、植物と動物の違いや共通点を見いだせるようにする。</p> <p>・ヒトの体の内部との比較が自由に行えるよう、人体模型を教室前方に準備する。</p> <p>・素早く体の内部を観察できるよう、観察ガイド（腹の開き方、注意点を記載）を用意する。</p> <p>・食べるものや生活環境が異なる可能性を見いだせるよう、口や歯に着目した際には「なぜこのようにつくりをしているのだろうか？」と問いかける。</p> <p>・内部形態の観察時には、器官の名称や位置を類推できると、対象動物と類似性のある動物の解剖図を用意する。</p> <p>・ヒトと魚類の共通性にも気付いている生徒の意見を全体に広げる。</p>
<p>3 アユとハスの外部形態を観察し特徴を見つけ、課題に対する仮説を立てる</p> <ul style="list-style-type: none"> 口の形が違うな。ハスは口が大きくアゴがしっかりしているな。 アユには歯らしきものが無いけれど、唇の表面がザラザラしているな。ハスは口の中にギザギザの歯があるな。 食べるものが違うのだろう。食べるものによって体のつくりが異なるのかもしれない。 食べるものが違えば、体内部のつくりも変わってくるかもしれない。 「何かを食べる」のだから、ヒトと同じように胃や腸など消化に関わる器官があるだろう。 <p>4 アユとハスの体を解剖し、内部形態を観察し特徴を見つける</p> <p>5 内部形態を観察して気付いたことや考えたことを全体で交流する</p> <ul style="list-style-type: none"> アユとハスの内臓のつくりは似ているな。 魚類にある内臓とヒトにある内臓を比べると、名称が同じ器官が多くあることが分かる。 腸管は喉あたりから肛門まで一本でつながっていた。しかしアユとハスでは腸の長さの長さに少し違いがあるな。 ハスの胃からは、他の生物らしきドロドロになったものが出てきたな。 アユの腸管には黒いものが溜まっているな、これは何だろう。 <p>6 本時の学びを振り返る</p> <ul style="list-style-type: none"> 魚類の体の中のつくりは、ヒトとの共通点も多かった。魚もヒトと同じ生物なのだ。 観察すると、植物にはない「食べる」ことに特化した体のつくりをしていることが分かるな。 口から入った食べ物は、胃や腸の中でどうなっていくのだろうか。ドロドロにした次は…？ アユとハスでは口や歯の様子が違っていた。食べるものによって体のつくりを変えているのかもしれない。 食べるものが変わると、消化の仕方にも違いが出てくるかもしれない。 ヒトは肉や野菜、様々なものを食べるが、消化やそのためのつくりはどうなっているのだろうか。 	<p>【見届けの視点】</p> <p>解剖図から臓器を類推したり2種の魚とヒトの体のつくりを比較したりして見つけた事実を基に、動物の体のつくりについて他者と対話する中で、他の生物を食べるということが動物の重要な機能であり、そのための構造になっているという仮説を見いだしている姿を解剖時の様子から見届ける。</p> <p>【評価規準】</p> <p>動物がもつ消化という機能やそのための構造について探究しようとしている。 [主体的に学習に取り組む態度]</p> <p>・解剖動物の生命から学んでいる事実を確認したり生命に対して感謝の念をもってしている生徒の思いを全体で共有したりする。</p>

I - 4

第 20 回モデル授業

小学校第 5 学年

「ふりこのきまり」

授業者

中山直之

(さいたま市立見沼小学校教諭)

令和5年度 第20回「理科モデル授業オンライン研修会」概要

2023年10月21日（土）15時～17時50分

主会場：埼玉大学教育学部

参加31名（大学内21名、オンライン10名）{学生19名、教員12名}

1 開会

- (1) 開会挨拶
- (2) 本日の授業者の紹介
- (3) スケジュールの確認、指導案の配布

2 小学校理科モデル授業

(1) 授業者と授業内容

授業者：中山直之（さいたま市立見沼小学校教諭）

単元名 第5学年「ふりこのきまり」（8時間扱い）

(2) 単元構成と本時の位置づけ

第1次 ふりこの1往復する時間

- ①振り子を作って、曲のテンポに合わせる活動を通して、振り子の揺れ方について問題を見出し、振り子の1往復する時間は何によって変わるのかを予想する。
- ②振り子の1往復する時間が何によって変わるかを調べる方法を考える。
- ③計画した実験を実際に試し、実験方法を修正する。
- ④おもりの重さ、振り子の振れ幅、振り子の長さを掛けて、振り子の1往復する時間が変わるかどうかを役割分担しながら調べる。
- ⑤必要に応じて再実験を行ったり、他の実験を行った班と実験結果を共有したりする。
- ⑥実験結果を整理し、振り子の決まりについて考え、まとめる。
- ⑦1秒で1往復する振り子を作る。
- ⑧振り子のきまりについて、学んだことをまとめる。

〈本次（本単元）の学習目標〉

[知識・技能]

- ・振り子が1往復する時間は、おもりの重さなどによっては変わらないが、振り子の長さによって変わることを理解することができる。
- ・振り子の運動の規則性について、実験などの目的に応じて、器具や機器などを選択して、正しく扱いながら調べ、それらの過程や得られた結果を適切に記録することができる。

[思考力・判断力・表現力等]

- ・振り子の運動の規則性について、予想や仮説を基に、解決の方法を発想し、表現するなどして問題解決することができる。
- ・振り子の運動の規則性について、実験などを行い、得られた結果を基に考察し、表現するなどして問題解決することができる。

[学びに向かう力・人間性等]

- ・振り子の運動の規則性についての事物・現象に進んで関わり、粘り強く、他者と関わりながら問題解決しようとするすることができる。
- ・振り子の運動の規則性について学んだことを学習や生活に生かそうとすることができる。

(2) 授業者による事前説明

子どもたちが責任を持って実験を行うことで、価値のある活動ができ、それぞれの実験条件で得られた結果を共有し、それを基に考察を行う。コミュニケーション能力を高めたり有能感を感じられたりするのではないかと考え、実践研究に取り組んできた。以下の流れで授業する。

実験グループ：それぞれの役割に分かれて実験を行う

↓〈席替え〉

話し合いグループ：実験後、それぞれの情報をもとに新たに話し合いを行う。

(3) モデル授業の実施・視聴

[記録動画の通り]

(4) 授業者による事後説明 指導法・教材・授業で大切にしている点について

「協調的な問題解決を通じて児童の協調性と有能感を向上させる向上させる理科指導法」

I 研究の背景

『「個別最適な学び」と「協働的な学び」の一体的な充実』と中教審答申（令和3年1月）で述べられている。ATC21s (Assessment and Teaching of 21st Century Skills: 21世紀型スキル効果測定プロジェクト) においては、21世紀に必要だと考えられる10のスキルのうち、働く方法に関わるスキルには、「コミュニケーション」「コラボレーション(チームワーク)」Griffin, Care & McGaw 2012)が挙げられている。更にOECD PISA2015「共同問題解決能力調査」では、共同作業への価値づけにおいて、「チームの方が一人よりいい決定をすると思う」という問いに対して肯定的な回答が多い一方で、「共同作業だと、自分の力が発揮できる」という問いに対して肯定的な回答をしている生徒の割合がOECD加盟国中最下位であった。これらのことから、21世紀には、多様な人とコミュニケーションをとりながら協働的に問題解決策を見つけていくことが期待される課題であると考えた。

そこで小学校段階から協調的な問題解決の機会を設け、コミュニケーション能力や有能感を向上させる取組みを意識した理科指導法に取り組むこととした。

II 先行研究

メンバーが異なる視点を持ち寄って取り組むことが必要となるような、複雑な問題解決を扱う学習を行う際に用いる学習形態である「協調学習」の理論を基に、「知識構成型ジグソー法」(三宅2011)、「クラスで共有した問題に一人一人が答えを出して考えを外化し、対話を通して、その考えをつくり変えていくこと」(白水2020)を基に研究を進めた。

III 研究の目的

主体的・対話的な学びを通じて児童の協調性や有能感を向上させるための理科の協調的な問題解決型の授業モデルを開発することを目的とする。

IV 研究方法

(1) 授業仮説に基づく手立て

- ・手立てI：児童が計画した複数の実験の中から各児童が1つを選択し、同じ実験を選択したも



図1 実験の説明

の同士で実験を行う。・・・役割ごとに異なる実験をする実験グループ

例) A おもりの重さ、B おもりの振れ幅、C 振り子の長さ について調べる

・手立てⅡ：児童全員に対し、自ら行った実験結果を他の実験を行った他者に伝える場を設定する。・・・話し合いグループ

・手立てⅢ 協調的な問題解決を実感できるワークシート・・・自分が他者のために役に立てたことを実感できるワークシートの工夫
(2) 手立ての指導内容

・手立てⅠ：実験を分担。水の量、溶かすもの、水の温度など、グループごとに子どもたちの思いに添い、実験を分担する。子どもの希望は次の希望まで聞き、複数選んでもらい、教員側がバランス良く配置する。

・手立てⅡ：児童全員が他者に説明を行う場を設定する。より良く他者に伝えるコミュニケーション能力や有能感を育む。

・手立てⅢ：協調的な問題解決を実感できるワークシートの活用
友達の考えをワークシートの所定の枠内に記入する。自分の実験結果についての説明が友だちに伝わったと感じさせることができた時にワークシートにグッジョブシールを貼ってもらう。

(3) 調査対象及び時期

・実験群、統制群を各1学級

単元名 物のとけ方 事前調査、検証授業、授業時数前14時間、事後調査を実施。

V 研究上の示唆および今後の課題 (○：研究上の示唆 △：今後の課題)

○児童の協調性を向上させる効果がある。

○有能感を持った児童を育成する効果がある。

○今まで行われてきた理科授業と同等もしくはそれ以上に、児童の理科における地震や興味・関心を高める効果がある。

△理科において、どの単元で実施できるのかが明らかになっていない。

エネルギー分野や粒子分野には適しているが地球分野や生命分野にはそぐわないように思われる。

△「対話への興味」の意識が向上しなかった。

継続的に行うことで余裕を持って他者の考えを聞いて楽しいというような変容が見られるようになるのではと期待する。

VI 最後に

○教材・工夫点・・・教科書に準じたものを用いた

・ひもはなるべく伸びないものを選択する。(タコ糸では伸びる。100均手芸コーナーにて入手)

・「どこでもフリコ」の活用 <http://www.ricen.hokkaido-c.ed.jp/>

北海道立教育研究所よりダウンロード「簡易振り子実験器」

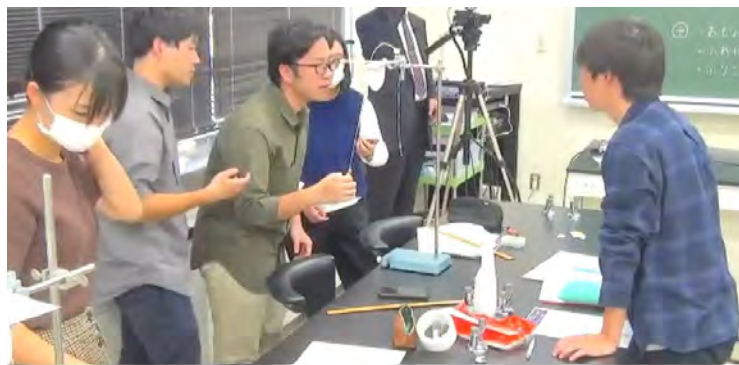


図2 グループでの実験

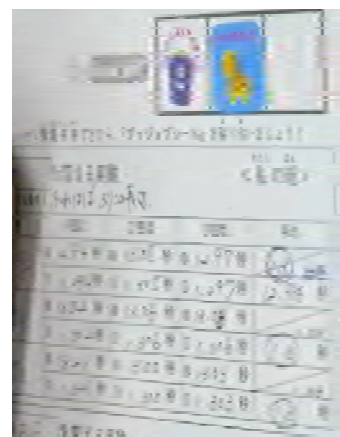


図3 グッジョブシール

○普段、大切にしていること

- ・子どもたちが「理科」を楽しんでいるように工夫する。
- ・問題解決力は勿論だが、コミュニケーション能力など、子どもたちがどのような力をつけられるかを常に考えるようにしている。

3 モデル授業についての協議

(1) グループ協議 25 分間、5 名程度のグループ協議

- ・以下の視点を中心に協議を進めた。

『本授業デザインを行うことで、未来社会に求められる資質・能力は育成されるか（そもそも未来社会に求められる資質・能力とは何か）』

- ・ブレイクアウトセッションが終わり、協議で出された質問や感想等について、各グループの記録係が報告するとともに、すべてのグループからの報告後、まとめて授業者から回答する形態で協議した。

以下に、報告された主な感想・意見、および質問と授業者の回答を示す。

<感想・意見>

① 未来社会に求められる資質・能力に関して

- ・学びに向かう力 自分たちでやりたいこと
を見いだす力や未知の課題に対して皆で(ワ
ンチームで)立ち向かう力が大事だと考えた。
- ・問題解決能力
- ・適応能力
- ・情報リテラシー
- ・協調性
- ・コミュニケーション能力や話し合いに関わ
っていく力
- ・自己決定する力
- ・自分の考えを言語化する力
- ・自立性
- ・チームワーク
- ・自分を大切にする力

② 授業展開について

- ・自分達で責任を持って実験を行い、話し合いによって共有し、他の実験結果をうのみにするの
ではなく、気になった点について再度実験によって試す点が良かった。
- ・教員と子ども全体とで、課題をつめていく点が良かった。
- ・授業について『役割』を通してコミュニケーション能力が高められていると感じる。
- ・協調性・表現力（動画や写真を撮る）・聞く力・問題解決能力は育成されていると感じる。
- ・条件制御をして実験した後分かれて、話し合いした。分かれたからこそ協調性、自分の有用性
を高められたのではないか。
- ・絶対に自分が話さないといけない状況になるため、主体的な生徒が育成されている。
- ・自分で目標を設定したものに対して、自分で実験し、伝えることが意味のあるものであると考
える。
- ・自分たちで責任を持ち、最後に気になったことを実験できることで、周りの実験や結果を鵜呑
みにするのではなく、自分たちで試すことができた。
- ・他者との協働に重きを置いた授業であると考えている。
- ・話し合いが多いと感じた。最後の考察後の実験がさらに考えを深められる為、良いと感じた。
- ・協働して動けるかどうか、コミュニケーション能力を押し出す授業であった。子ども 1 人 1 人
が話し合いグループの中で、グループの誰も知らない情報を持っており、有用感を感じられる
授業構成が設計されていた。

③ 指導法について

- ・「責任」という言葉を授業の中で多く用いており、実験に対しての意識が前のめりになったことを実感した。
- ・「責任」という言葉が多く出てきたことによって生徒の意識が変わったのを実感することができた。
- ・実験グループと話し合いグループで分かれたのが印象的だった。
- ・それぞれの班でしっかり参加すべきという責任感が育成され、ジグゾー法の活用により、より有効だと考える。
- ・シールを活用したり、別々の実験を行い話し合ったりして有能感を高めることができる授業の工夫が見られた。

④ 教材・教具について

- ・シールが可愛いから子供達のやる気が引き出される。
- ・シールを活用することにより、自ら見て、評価され認められていることが分かりやすく、有用感につながると感じる。
- ・発表や説明の仕方のフォーマットを用意し練習をすることで、このような場に慣れさせることも一案。また、おたすけシートを用意し、発表の場に持たせることで難易度を下げることになり、全員が自分の役割を担うことが可能になるのではないかと考える。
- ・プリントが大切な役割になると考える。

〈質問と授業者の回答〉

質問 必ずやらなければならないという状況が、表現が苦手な児童にとってはプレッシャーになってしまうのではないかと？

授業者：今回のこの授業では提示していないが、「足場がけ」ということを取り入れている。発表の際にもう一枚シートを用意し、実験結果が言葉の穴埋めによって出来上がるシートを作成している。授業時数が進むにつれて、レベルを上げた解答ができ上がるように工夫している。シート掲載版が11月の論文に出るので参考にさせていただきたい。

質問 実験の役割分担によっては、常に同じ分担を担っていると（記録係、測定係等）有能感の育成には繋がらない可能性があるのでは？

授業者：確かに毎回同じ役割になることが生じがちである。年間を見通して色々な役割経験が必要だと感じる。考慮し声掛けをしたい。

質問 シールに書かれた表現に差を感じる。生徒の受け取り方が変わってしまうのでは？

授業者：表現により受け止め方が異なるが、今回は急遽用意したシールを用いた。授業ではすべて英語で書かれたシールを用いている。“Grate” “wonderful” など、誉めるときによく使われる英語のワードが5種入っている。使ったシートにおいては落胆の様子は見られなかった。シールの活用は友人同士の関係において大きな効果が見られた。しかしシールは多くの枚数と種類が必要になるので、教材費もかかる。

質問 デメリットとして、自分で探究することができないのではないかと？だが気になった点を追加で確かめることはできた。

授業者：自分で探究することができない。確かに探究を深めたい児童にしてみると足りない。

2時間扱いの授業ではもう少し時間が確保できるので追加で深めることが可能になる。

質問 話し合いにおいては結果の共有に留まってしまったのでは？どこに協調性の重点を置いたのか？

授業者：同感であるが、協調性において、単に他を乱さないことを強調性と捉えているのではなく、自分の意志や意見を持ち、他者に伝えることを含めて会話をすることを協調性として捉

えている。自分の意見を他者に伝えることは子どもたちにとってはハードルが低くはない。そこで、まず取組んだ事実を伝えることをスタートとしている。今日の考察の場面では、個で考える時間を確保し、その後考察をして共有する時間を設けることで対話が生まれる。授業デザインの中で結果の共有以外にも時間をとることで十分可能となると考える。

質問 振り返って見直し、改善する場が必要では？

授業者：デメリットとしては自分が体験したことから考察することができない点。自分が見たものではないので本当にそうか確信を持ちにくいことはありうる。子どもにとって、本当にそうなのかというクリティカルシンキングの考えを大事にして、確かめることもあって良い。子どもたちのやってみようという工夫ができて育って行って欲しい。

質問 振り子の長さについて実験した班において、長さの解釈が人によって異なっていたのではないか？それによって誤差が見られたようだ。

質問 長さの解釈が人によって違うのでは？紐の長さ？重心の点の位置？

質問 データのまとめ方において四捨五入した際の誤差についての質問が出るのではないか。

質問 おもりの付け方を指導したらよいのでは？

授業者：四捨五入やおもりを掛ける位置について丁寧にしなかったのが混乱を招いてしまったと反省している。

質問 意欲がない子は外からの圧力で動くと考える。話さないと授業ができないため、やる気がないクラスだと授業が進まないのでは？

授業者：その通り。クラスの雰囲気づくりや学級経営が基盤となる。子どもたちがクラスへの所属感を有し、安心して学習できる環境を整えることが教員の仕事のひとつであると考え。

質問 実験のデータ数が少なくなるので、どの値が正しいのかというすり合わせがしにくく、実験の失敗などで値が異なると授業が成り立たなくなるのではないか？

授業者：その通り。必要に応じて再実験することや、情報共有をするよう伝えている。単元の重要デザインに加えている。

4 モデル授業についての講評

(1) 小倉康埼玉大学教授より

本日は、研究で開発された指導法を論文での単元「物の溶け方」とは別の「ふりこ」の単元に適用した新たな実践の紹介で、指導法の可能性をさらに追究された授業だった。このことから先生の「挑戦心」の一端を感じ取ることができる。

論文のタイトルは「協調的な問題解決を通じて児童の協調性と有能感を向上させる理科指導法」。論文へのリンクを掲載予定なので、ぜひご確認いただきたい。

指導案は、本時（次）案が計8校時分の単元展開案となっている。単元「ふりこのきまり」は、単元全体を通じて大きな一つの問題解決の展開として捉えることができるので、逆にどこか1時間分だけの授業を観ても問題解決全体が把握できないということが表現されている。1時間目で疑問を見だし、問題を設定して、自分の考えとして予想を立てるところまで進める。2時間目で児童が対話しながら主体的に条件を制御した実験を計画する。3時間目では更に実験計画の詳細について検討する。4時間目から6時間目にグループで実験を実行し、他の実験方法を行った班と交流して結果を共有した後、ふりこのきまりについて考察し結論を導く。そして、7・8時間目には見出したきまりを適用したものづくりをすることで学びの定着を図るとともに、実社会でのふりこの利用を知ることで、学びを日常生活や社会に活用しようとする態度を育む。このように単元全体を大きなストーリー性のある問題解決とすることで、児童にとって必然性があり、

それゆえに主体性が発揮しやすい展開になっている。

中山先生の開発された指導法の特徴は、異なる実験方法で実験した児童をグループにして、それぞれの実験結果を共有し合う場面で、班の人に自分たちの班の実験についてわかりやすく説明をすることで、一人ひとりが一定の責任を果たして有能感が抱けるようにするものである。理科実験は、班で実施することが一般的だが、ややもすると、一部のメンバーが中心になって実験を計画、実施して、結果を考察するために、他のメンバーが主体的に問題解決できない可能性がある。結果的に、そうした児童は、理科での自己効力感が高まらず、学習動機も希薄となる恐れがある。しかし、中山先生の授業デザインでは、どの児童も、自分の行った実験を、それを行っていない他の班のメンバーに説明して、質問に答える役割を担うことになる。その役割を達成することで、児童の理科に関する有能感が高まる。役割の困難さが高すぎると目標を達成できず悔しい思いや恥ずかしい思いをしてしまい、役割の困難さが低すぎると目標を達成しても有能感が高まるものとはならないので、適度な困難さが鍵となる。中山先生は、クラスの児童の実態を診断的に見積ながら困難度を調整し、必要な児童には個別に支援するなどの工夫をされていることと思う。

児童一人ひとりが主体的に他者と関わりながら問題を解決していくための資質・能力を育成することは、現行の学習指導要領が目指す中心的なテーマであり、「生きる力」の教育の本質でもある。その実現に向けて、中山先生の開発された指導法は、理科における具体的な教育方法を提示するものであり、今後の理科の授業者にとってとても価値ある提案であると考えられる。そうした貴重な実践を提供していただき、心より感謝する。

(2) 中村琢岐阜大学准教授より

知識構成型のジグゾー法を理科の授業の中で扱い、色々なことを考えさせられる提案であった。

協調性を向上させる効果のためには、他者の話を聞かなければ課題を解決できないという状況に追い込まれることや、他者の意見に疑問を持ちながらしっかり聞いていくことが必要となる。また有能感を高めることに繋げるためには責任をもった役割があつて、正確に伝えなければならない。生徒自身が自分の言葉で表現したり、観察実験から得られた生きた知識を自分の言葉で表現し、それらを伝えたりすることが有能感の向上に効くのだと考える。同じ実験の条件で行った子どもたちが交流する場が設定され、データを深めていく。これはさらに他の単元でも同様に試してみようとするのではないか。この部分の工夫について考えるよう意識を持つことによって、更にそれまでの授業以上に自信や興味関心を高める効果が見られるだろう。こういったジグゾー法を組込むことで、子どもたちの主体的な問題解決活動への取組みに繋がり、結果的に興味関心を高めることにも繋がると考える。実社会ではすべての事柄が全部自分でできるわけではなく、自分で調べた情報と他者から得た情報が常に混在している状況の中で、個々の事象を総合的に判断していく必要がある。このようなことが理科でできることを示していただいたことから、今後の発展を大いに期待する。

指導案では音楽のテンポに合わせた周期で振り子を考えたり、1秒で1往復する振り子を作ってみたりするなど、発展的な問題解決への取組みの内容もあり、さらに生徒を主体的に取り組みさせる興味深いものであった。これらはこの1回だけでなく、この手法を他の単元でも取り組んでみたいと思わせる非常に提案性の高い授業であった。

5 ネットワーキング (進行 小倉康埼玉大学教授)

専門職の学習共同体(プロフェッショナル・ラーニング・コミュニティ:PLC)としての皆様の情報共有の時間とする。「若手の先生方の理科の授業実践について」お話しいただき、他地域の先

生の工夫や課題などを知ったり提案したりすることで、協同性や有用感を高める機会にしたいと考える。ご自身が授業者としていかに実践しているか、また悩みやその改善について話していただきたい。

- ・小学校第3学年担任。理科の授業を交換授業で同じ学年で2クラス担当しているため、1クラス目の実践における改善点を2クラス目ですぐに改善可能な点が良い。自分の授業を誰かに見てもらう機会があまりなく、自分の授業が本当に子どもたちのためになっているのかわからず、心配である。(小学校1年目)
- ・小学校第5学年担任。1学年2クラスあり、理科2クラスとも担当している。頑張っていることは、問題があり、予想があり、問題を解決するために実験があり、考察があるという一連の流れが理科であることを伝えるために、授業の構成を工夫している点。学年すべての理科を自分が担当しているため、他のクラスの様子はどうか尋ねることができない。クラスによって反応が異なり、同じ内容を伝えるために伝え方を変える必要がある。PBL (Project Based Learning : 課題解決型学習) に取り組ませることを目標にしている。子どもたちに課題を考えさせ、実験をさせたいと考えるのだが、自由を与えすぎると教育課程からはずれかねず、どこまで自由度を与えて取り組むべきかバランスが難しい。そこに大変さも感じつつ、学習活動において生き生きとした子どもたちの表情を見ることもでき、やりがいを感じることもあり、日々頑張っている。(小学校1年目)
- ・小学校第6学年担任。急遽、学年の途中から理科の授業を担当することになった。担任がそれぞれ理科を受け持つことになったため、理科に馴染みのない教員からどこで理科の情報を得るべきか尋ねられる。指導書や教科書。体験の無いことや指導経験の無いことへの取り組みは難しい。教育の状況に合わせて情報が得られれば、現場に出た後もこのように教員がスキルアップできる機会が得られることが嬉しい。(小学校5年目)
- ・小学校での指導経験5年を終えた時に理科に取り組むことになり、高学年を主に担当。それから7年を経て、それほど経験を積みぬまにこのように研修会に参加している。研修会では子どもたちに疑問を見出してもらうような取り組みを学ぶが、実際の理科の授業では誘導発問になってしまいがちであり、経験の浅い教員から実験の方法を訊ねられる中で、それ以前の疑問を見出させる段階の必要性を感じ、研修をすればするほど、現実とのずれを感じ、問いを導く授業展開への難しさを感じている。(小学校12年目)
- ・先の教員1年目の方の発言を聞き、当時1年めだった自分が気付かなかった点に内容及び、素晴らしいと感じた。また今後の成長へと期待が感られた。中堅は教科のメンティ・メンター制度によって現場を支えなければならない立場だと感じている。「助けて」と言ってもらえるとよい。今後も経験年数を問わず、お互いに意見交換をしながら共に学んでいきたい。(中学校12年目)
- ・やりがいがある仕事であるが忙しい。学年を経ると公務分掌に時間をとられ、日々の授業準備が余裕を持ってできにくくなる。学ぶ機会や自ら自己研鑽の機会が確保しにくいいため、学ぶ場を持つために希望研修に申し込むとよい。自分の首を絞める場合もあるが、得られるものは子どもたちとの関わりの中で還元できることがある。このような週末の学びの場や、平日での時間内・時間外の研修があるため、自分のことを高めるために本を読む感覚で研修会に参加するのが良い。今の現場は学ぶ時間を生み出さなければ流されてしまいがちである。学ぶ場を学校外で作る必要もある。
- ・教員はややもすると働き方改革が進む中で、研修をせずに何となく過ぎていくことも可能である。理科を通して自然の事物に触れさせ、創造・発展・自己研鑽を続けながら子ども達の成長

を見続けたい。そのためには自己研鑽と諸先生方に学ぶこと。自分の中で常に自分のしたいことを持ち続けなければ、現場のぬるま湯効果に繋がってしまう。

子どもたちのためになっているのか否かは誰が判断するのか。子どもたちが返してきたものから教員が読み取り、前との成長が見られたら良いと考える。教員自身が頑張っている姿を見せることで子どもたちも頑張ってくれる。評価観が変わってきている、その子がどのように変わったかを見取るとよい。

クラスによって反応が異なる。ターゲットを頭に描きながら授業の発問をするとよいのではないか。問いの一の矢を投げ、二の矢を用意しておくとうい。色々な反応に対応でき、楽しくなる。

30万人分の学力学習状況調査の分析から、自己効力感が高い子が学力が伸びているという結果が見られている。よって、良いクラス経営からより高い自己効力感を持たせ、子どもたち一人ひとりを伸ばす取り組みを意識して指導実践に取り組んで欲しい。(教員経験 17 年目)

6 閉会の挨拶

質問7 「モデル授業」の内容について、ご意見やご感想、ご質問など

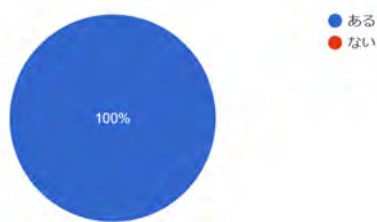
- ・ジグソー法の授業展開は、児童にとって責任が感じられるよい機会でも有効的な事が多いと捉えた。探究ができないことがデメリットと指摘していたが、探究する時間を確保できれば可能だと感じた。（小学校10年以上20年未満）
- ・児童が主体となって動けるようなしかけのある授業だった。ジグソー法を用いて、児童が自分自身の役割を感じながら学習できると感じた。ぜひ自身の授業にも取り入れていきたい。（小学校5年未満）

質問8 上記以外でご意見やお気づきの点など

- ・モチベーションが上がった。（小学校5年未満）

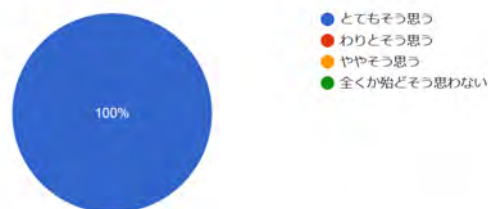
質問1 あなたは、本オンライン研修会に参加したことがありますか。

4件の回答



質問4 本研修会のような、勤務時間外にオンラインでの研修会を設けることは、あなたにとって助けになると思いますか。最も当てはまるものを1つ選択してください。

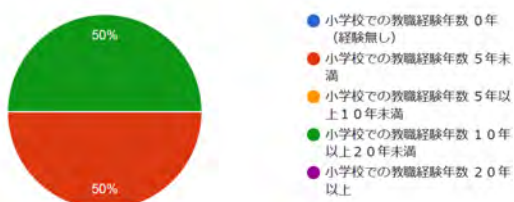
4件の回答



質問2 あなたについて、最も当てはまるものを1つ選択してください。

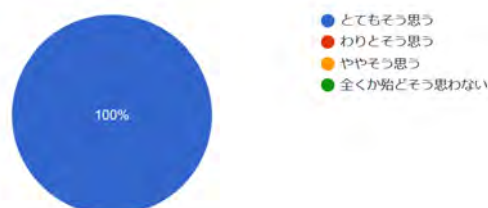
(小学校段階での教職経験)

4件の回答



質問5 本日の研修会について、モデル授業とその後の協議は、あなたにとって参考になると思いますか。最も当てはまるものを1つ選択してください。

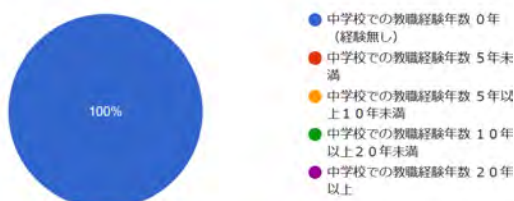
4件の回答



質問3 あなたについて、最も当てはまるものを1つ選択してください。

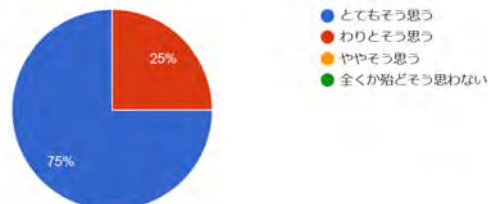
(中学校段階での教職経験)

4件の回答



質問6 本日の研修会のモデル授業の記録動画と指導案は後日公開されますが、それらをあなたの知り合いの教員に紹介することは有意義だと思いますか。最も当てはまるものを1つ選択してください。

4件の回答



質問6 「モデル授業の内容」について、ご意見や感想、ご質問など（教育実習経験の有無）

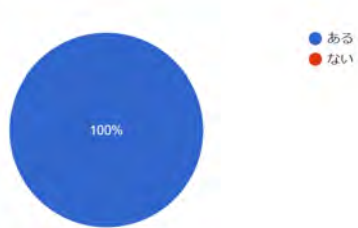
- ・グループ交流中や終わったあとでも、気になることがあれば再実験をしていいと先生が言っていることで、子どもたちの疑問をどんどん解消して行けるところがすごいと感じた。特に物理分野では何回も実験をしやすいと思うので、教員になったら自分もやってみたいと思った。（中学校志望・経験あり）
- ・ジグゾー法を用いた主体的・対話的な授業のお手本のようなようであった。また、児童生徒の自己肯定感を高めるために、シールなどを使用していたことに工夫を感じた。（小学校志望・経験あり）
- ・自分にはないやり方の授業の方法を知り、そのメリットデメリットを実際に体感することが出来たことはとても勉強になった。（小学校志望・経験あり）
- ・とても面白い授業だったと思う。ジグゾー法については、最初は、「すべての実験結果を自分の目で確かめられない」という点では、あまりよく思っていなかったが、実際に授業を受けてみると、楽しいと思えた。授業が始まる前にも、シールの柄（がら）についてのお話で盛り上がる場面があり、授業外でのコミュニケーションも促すことができる可能性もあるように感じた。ワークシートも、とてもきれいにまとめられていて、わかりやすい授業だと思った。（希望なし・経験あり）
- ・シールを貼るといったちょっとしたことでも有能感を高める手立てになったり、ジグゾー法の実践の様子などがよくわかったのが良かった。（希望なし・経験あり）
- ・ジグゾー法による生徒一人ひとりの実験への意識の向上が実感できたのがとても印象的だった。（中学校志望・経験あり）
- ・ジグゾー法の実践例を見ることができて、良い経験だった。（中学校志望・経験あり）
- ・「未来社会に求められる資質・能力の育成」といった社会とのつながりを意識した実践がとても参考になった。子供の有能感という、大切だけれども育成方法が確立されきっていない資質を育成できる点が魅力的だった。〇〇先生がおっしゃっていた、ジグゾー法の方法及び難しさのお話も含めとても学びになった。（小学校志望・経験あり）

質問7 本日の研修会で感じたこと、気づきや要望など

- ・〇〇先生が仰っていたように、今回のジグゾー法やその他これまでの研修会での指導法の中には、若手教員にとって実践の難しいものがあると思う。一方、中堅教員にはその人なりの指導法がある場合もあると思う。この研修会での指導法の提案をどのような形で現場に活かすべきなのかわからない。（中学校志望・経験あり）

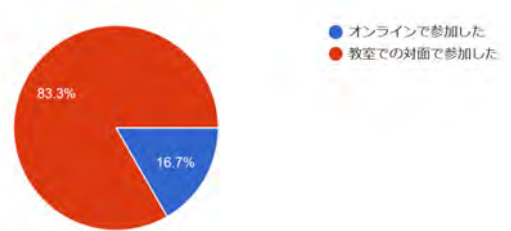
質問1 あなたは、本オンライン研修会に参加したことがありますか。(当てはまるものすべてにチェックしてください。)

12件の回答



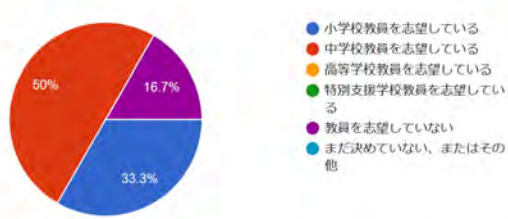
質問4 本日の研修会に、あなたはどのように参加しましたか。

12件の回答



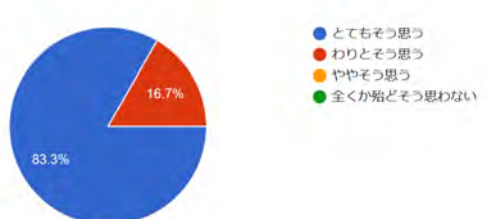
質問2 あなたについて、最も当てはまるものを1つ選択してください。

12件の回答



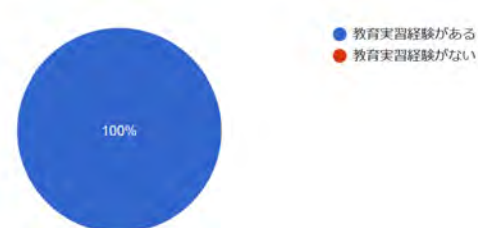
質問5 本日の研修会について、モデル授業とその後の協議は、あなたにとって参考になりましたか。最も当てはまるものを1つ選択してください。

12件の回答



質問3 あなたについて、最も当てはまるものを1つ選択してください。

12件の回答



第5学年○組理科学習指導案

日時：令和5年10月21日（土）第○校時

場所：理科室

児童数：○○名

授業者：中山 直之

1 単元名 ふりこのきまり

2 授業の構想

(1) 単元内容

本単元は、小学校学習指導要領第5学年の内容「A 物質・エネルギー（2）振り子の運動」に基づき設定するものである。その内容は、次のように示されている。

A 物質・エネルギー（2）振り子の運動

振り子の運動の規則性について、振り子が1往復する時間に着目して、おもりの重さや振り子の長さなどの条件を制御しながら調べる活動を通して、次の事項を身に付けることができるよう指導する。

ア 次のことを理解するとともに、観察、実験などに関する技能を身に付けること。

(ア) 振り子が1往復する時間は、おもりの重さなどによっては変わらないが、振り子の長さによって変わること。

イ 振り子の運動の規則性について追究する中で、振り子が1往復する時間に関係する条件についての予想や仮説を基に、解決の方法を発想し、表現すること。

本内容は、第3学年「A（2）風とゴムの力の働き」の学習を踏まえて、「エネルギー」についての基本的な概念等を柱とした内容のうちの「エネルギーの捉え方」に関わるものであり、第6学年「A（3）てこの規則性」の学習につながるものである。

ここでは、児童が、振り子が1往復する時間に着目して、おもりの重さや振り子の長さなどの条件を制御しながら、振り子の運動の規則性を調べる活動を通して、それらについての理解を図り、観察、実験などに関する技能を身に付けるとともに、主に予想や仮説を基に、解決の方法を発想する力や主体的に問題解決しようとする態度を育成することがねらいである。

(2) 単元構成と本時の位置づけ

「10 ふりこのきまり」（8時間扱い）

第1次 ふりこの1往復する時間

- ① 振り子を作って、曲のテンポに合わせる活動を通して、振り子の振れ方について問題を見だし、振り子の1往復する時間は、何によって変わるのかを予想する。
- ② 振り子の1往復する時間が何によって変わるかを調べる方法を考える。
- ③ 計画した実験を実際に試し、実験方法を修正する。
- ④ おもりの重さ、振り子の振れ幅、振り子の長さを変えて、振り子の1往復する時間が変わるかどうかを役割分担しながら調べる。
- ⑤ 必要に応じて再実験を行ったり、他の実験を行った班と実験結果を共有したりする。

- ⑥ 実験結果を整理し、振り子のきまりについて考え、まとめる。
- ⑦ 1秒で1往復する振り子を作る。
- ⑧ 振り子のきまりについて、学んだことをまとめる。

3 本次（本単元）の学習目標

知識・技能

- ・振り子が1往復する時間は、おもりの重さなどによっては変わらないが、振り子の長さによって変わることを理解することができる。
- ・振り子の運動の規則性について、実験などの目的に応じて、器具や機器などを選択して、正しく扱いながら調べ、それらの過程や得られた結果を適切に記録することができる。

思考力・判断力・表現力等

- ・振り子の運動の規則性について、予想や仮説を基に、解決の方法を発想し、表現するなどして問題解決することができる。
- ・振り子の運動の規則性について、実験などを行い、得られた結果を基に考察し、表現するなどして問題解決することができる。

学びに向かう力・人間性等

- ・振り子の運動の規則性についての事物・現象に進んで関わり、粘り強く、他者と関わりながら問題解決しようとするすることができる。
- ・振り子の運動の規則性について学んだことを学習や生活に生かそうとすることができる。

4 準備物（32名分）

- ・ワークシート32枚 ・鉄製スタンド8台 ・わりばし8本 ・2mに切った糸8本
- ・フック付きのおもり（10g）24個 ・分度器（厚紙）8枚 ・ストップウォッチ8台
- ・電卓8台 ・竹ひご（半分に切ったもの）64本 ・目玉クリップ32個 ・丸めた粘土32個
- ・輪ゴム32本 ・曲の音源 ・再生機器 ・1m物差し8本

5 本次（単元）の「場づくりから活用までの一連の展開」

時間	段階	学習者の○活動と資質・能力 ・想定される考えや発言例	教員の発問と○指導	★目標達成のための評価 ○留意事項
0	場づくり（導入）	○振り子について知る。 ・知っているよ！ ・初めて聞いたなあ。 ・ブランコみたいにゆらゆらするやつでしょ？ ・メトロノーム ・空中ブランコ	みなさんは、「振り子」というものを知っていますか。 ○振り子とは、棒やひもなどにおもりをつけて、左右に振れるようにした物だということを知らせる。 皆さんの生活の中で、振り子と関係がありそうなものはありますか。	○ひもとおもりを用意しておき、児童が、実際に振り子がふれる様子を見ることができるようにする。 ○可能な限り、メトロノームや振り子時計など、振り子

5	<ul style="list-style-type: none"> ・振り子時計 <p>○振り子を作って、自分で揺らしてみる。</p> <p>主體的に自然事象に関わり、それらを科学的に探求しようとする態度</p> <ul style="list-style-type: none"> ・揺れが大きくなるようにやってみよう！ ・「せーの」でいっしょにやってみようよ！ ・友だちと振り子の速さがちがう気がする。 ・おもりの位置を上にしたら、速くなったよ。 ・人によって振り子の速さがちがう。 ・どうしたら、テンポが変わるのかな？ ・粘土の位置を変えてやってみよう！ 	<p>みなさんも、自分で身近な物を使った「振り子」を作ってみましょう。</p> <p>○振り子の作り方を簡単に説明する。</p> <p>「振り子」を作ってみて、何か気付いたことはありませんか。</p> <p>友だちと速さ（テンポ）を合わせた子がいるようなので、今度は、曲のテンポに合った振り子を作ってみましょう。</p>	<p>に關係する物の実物や写真を用意しておき、児童の振り子への興味が高まるようにする。</p> <p>○竹ひごの交差のさせ方、輪ゴムをつける位置など、必要最低限の説明のみを行い、児童が自由に試行できる場を提供できるようにする。</p> <p>○振り子における科学的な用語である「ふりこの長さ」「ふれはば」「おもりの重さ」「支点」に言葉をそろえ、児童と共通理解を図れるようにする。</p>
15	<p>疑問</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ふりこの長さを短くしたら、ふりこの1往復する時間が短くなったよ。 ・おもりの重さを重くしたら、少しだけ、ふりこの1往復する時間が短くなった気がする。 ・ふれはばを大きくしたら、ふりこの1往復する時間が短くなったんじゃないか 	<p>テンポ（振り子が1往復する時間）を変えようとしてみて、何か気付いたことはありませんか。</p>	<p>○振り子における科学的な用語である「ふりこの1往復する時間」に言葉をそろえ、児童と共通理解を図れるようにする。</p> <p>○ふりこの長さによってふりこの1往復する時間が変わると気付いた児童が多い場合には、人によっておもりの重さやふれはばがちがうことに目を向けられるように声かけ</p>

25		<p>な。</p> <p>抽出・整理した情報について、それらの関係性や傾向を見いだす力</p>		<p>し、条件を整えた上で考える必要があることに気付けるようにする。</p>
<p>問題 ふりこの1往復する時間は、何によって変わるのだろうか。</p>				
35	予想	<p>○予想を立てる。</p> <p>見いだした関係性や傾向から、課題を設定する力</p> <p>・私は、おもりの重さが軽くなると、ふりこの1往復する時間が短くなると思います。理由は、軽いものは簡単に動かせるからです。</p> <p>・ぼくは、メトロノームのおもりを支点に近づけたときに、メトロノームのテンポが速くなったので、ふりこの長さが短くなると、ふりこの1往復する時間が短くなると予想しました。</p>	<p>予想することで、今の自分の考えをはっきりさせましょう。</p> <p>○書き方のモデルを示す。</p>	<p>○予想は正解である必要はないこと、次の活動につながる大切な活動であることに気付けるようにする。</p> <p>○どうしてそのように考えたのか、理由を学級で共有できるようにする。</p> <p>○自分の予想に自信がない児童も積極的に考えを表現できるように、◎○・で自分の考えの自信度を表すようにする。</p>
② 0 10	方法	<p>○実験を計画する。</p> <p>仮説を確かめるための観察・実験の計画を立案する力</p> <p>・私は、おもりの重さだと思うので、おもりの重さを変えて実験してみたいです。</p> <p>・ふりこの長さが関係していると思うので、おもりの重さとふれはばは同じにして、ふりこの長さだけを変えて実験したいです。</p>	<p>どのような実験をしたら、自分の考えが正しいかどうかを確かめられますか。</p> <p>同じ予想をもった人同士で</p>	<p>○学級の状況に応じて、はじめに実験装置を提示し、装置の具体的なイメージをもってもらえるようにしてもよい。</p> <p>○机間指導を行い、条件が整った実験を計画できるように支援する。</p> <p>○同じ予想の人同士で話し合</p>

<p>③ 0 20</p>		<p>○実験計画を修正する。 <u>観察・実験の計画を評価・選択・決定する力</u> <ul style="list-style-type: none"> ・あれ？思った通りにいかないな。 ・どうしたら、調べたいことを調べられる方法になるかな。 ・これだと、正しく調べられないんじゃない。 ・～するといいと思うよ。 </p>	<p><u>考えた実験方法を実際に試してみよう。</u> <u>他の班の友だちと情報を交換してみよう。</u></p>	<p>る。 ○計画した装置を組ませ、児童が考えた方法で調べたいことを調べられるか確認させる。その際、批判的思考を働かせながら実験を行えるように声かけする。 ○班同士で、アドバイスやうまくいったことなどの情報交換を行ってよいことを伝える。また、他の班のよいところは、どんどん取り入れてよいことも伝える。</p>
<p>④ ⑤ ⑥ ※以下の活動は班ごとに進める</p>	<p>実験</p>	<p>○実験を行う。 <u>観察・実験を実行する力</u> <ul style="list-style-type: none"> ・ふりこの長さを変える実験で1往復の時間が変わったら、ふりこの長さによって1往復する時間が変わると言えるね。 ・もしかしたら、2つ以上の条件で1往復する時間が変わるかもしれないね。 ・おもりの重さを変えても、ふりこの1往復する時間はほとんど変わらないね。 ・ふりこの長さを長くしたら、ふりこの1往復する時間も長くなったよ。 </p>	<p><u>実験の見通しを立てよう。</u> <u>前回考えた方法で、「振り子の1往復する時間は何によってどのように変わるのか」を解き明かしましょう。</u> ○安全な実験の行い方について確認する。</p>	<p>○おもりの重さ20g、ふれはば20°、振り子の長さ30cmで実験の方法を演示し、正しい測定方法を確認めるとともに、留意事項（平均の求め方など）を適宜、確認する。 ○児童が適切な条件で実験しているか、机間指導を行う。 ○測定が早く終了したグループは、結果の整理を行ってよいことを伝える。 ★振り子の運動の規則性について、実験などの目的に応じて、器具や機器などを選択して、正しく扱いながら</p>

				<p>調べ、それらの過程や得られた結果を適切に記録している。</p> <p>★振り子の運動の規則性についての事物・現象に進んで関わり、粘り強く、他者と関わりながら問題解決しようとしている。</p>
結果	<p>○結果をまとめる。</p> <p>観察・実験の結果を処理する力</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ふれはばを変える実験の10往復する時間が10°では11秒、20°では12秒、30°では11秒だったよ。 ・1往復する時間に直すために10で割るんだよね。 ・平均値を出すために3で割ったら割り切れなかったから、小数第2位を四捨五入しよう。 ・私は、おもりの重さを変える実験をしました。おもりの重さが10gのときは1.1秒、20gのときも1.1秒、30gのときも1.1秒になりました。 ・おもりの重さを変えても、1往復する時間は変わらないそうだね。 	<p>グループの友だちと結果を共有して、結果を整理しよう。</p> <p>○結果の整理の仕方について確認する。</p> <p>自分が行っていない実験の結果を他の班と共有しよう。</p>	<p>○記録係が実験の測定結果をグループ全体に伝えるとともに、測定した結果の平均値を求めたり、結果を表やグラフで表したりできるよう声かけする。</p> <p>○児童が入力したデータから作成された折れ線グラフを提示し、実験の結果を視覚的に捉えやすくすることができるようにする。</p> <p>○3種類の実験のメンバーが集まるように新しいグループをつくり、他班に自分たちの実験結果を伝える。</p> <p>○タブレット端末を使って、実験の様子を友だちにわかりやすく伝えられるようにする。</p> <p>○データのずれについて児童と話し合う時間を設けるようにする。</p>	

	<p>考察</p> <p>○考察する。</p> <p>観察・実験の結果を分析・解釈する力</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ふりこの長さを変える実験をしたら、ふりこの1往復する時間が変わったので、ふりこの1往復する時間は、ふりこの長さによって変わることが分かりました。 ・ふりこの長さを長くすればするほど、ふりこの1往復する時間も長くなりました。 	<p>実験の結果から、どんなことがいえるか考えましょう。</p> <p>○書き方のモデルを示す。</p>	<p>○考察は、得られた結果を根拠にして書くとよいことを伝える。</p> <p>○はじめは、個人で考える時間を設定し、その後、グループや学級全体で確認する時間をとるようにする。</p> <p>★振り子の運動の規則性について、実験などを行い、得られた結果を基に考察し、表現するなどして問題解決している。</p>
	<p>結論</p> <p>○今回の実験についてまとめる。</p> <p>事象や概念等に対する新たな知識を再構築したり、獲得したりする力</p>	<p>今回の学習についてまとめましょう。</p>	<p>○児童の言葉を用いて、まとめられるようにする。</p>
<p>ふりこの長さが長くなるほど、ふりこの1往復する時間は長くなる。</p>			
<p>⑦ ⑧</p>	<p>活用</p> <p>○学習したことを生かす活動を行う。</p> <p>学んだことを次の課題や、日常生活や社会に活用しようとする態度</p>	<p>今まで学習したことを生かして、1秒で1往復するふりこを作ってみましょう。</p>	<p>★振り子が1往復する時間は、おもりの重さなどによっては変わらないが、振り子の長さによって変わることが理解している。</p> <p>○学習感想を記入する。</p> <p>○手が止まってしまっている児童に対して、今まで学習してきたことを想起させ、問題解決の見通しがもてるようにする。</p>

	<ul style="list-style-type: none"> ・ 30 cmのときに1.1秒だったから、25 cmくらいかなあ。 ・ おもりの重さやふれはばは気にしなくていいね。 		<p>★振り子の運動の規則性について学んだことを学習や生活に生かそうとしている。</p> <p>○時間がある場合は、学びを生かして、さまざまな長さの振り子を作らせてみてもよい。</p> <p>○法隆寺や東京スカイツリー、大きな橋など、さまざまな建築物に振り子が利用されていることを伝え、学びの有用性に気付くことができるようにする。</p>
--	---	--	---

6 評価と指導の計画

	評価規準と支援が必要な児童への手立て			
	A規準	B規準	C規準	手立て
知識・ 技能	振り子が1往復する時間は、おもりの重さなどによっては変わらないが、振り子の長さによって変わること、また、振り子の長さが長くなるほど、振り子の1往復する時間が長くなることを理解している。	振り子が1往復する時間は、おもりの重さなどによっては変わらないが、振り子の長さによって変わること理解している。	振り子が1往復する時間は、おもりの重さなどによっては変わらないが、振り子の長さによって変わること理解していない。	得られた実験の結果を一つひとつ丁寧に確認していき、変化の大きさに目を向けさせることで、振り子の長さによってのみ1往復の時間が大きく変わっていることに気付くことができるようにする。
	振り子の運動の規則性について、実験などの目的に応じて、器具や機器などを適切に選択して、正しく扱いながら調べ、それらの過程や得られた結果を表やグラフなどに適切に記録している。	振り子の運動の規則性について、実験などの目的に応じて、器具や機器などを選択して、正しく扱いながら調べ、それらの過程や得られた結果を適切に記録している。	振り子の運動の規則性について、実験などの目的に応じて、器具や機器などを選択して、正しく扱いながら調べ、それらの過程や得られた結果を適切に記録していない。	期間指導を行う中で、こまめに声かけを行い、実験を協力して行ったり、実験結果を記録したりできるようにする。
思考・ 判断・ 表現	振り子の運動の規則性について、予想や仮説を基に、条件が整った解決の方法を着想し、表現するなどして問題解決している。	振り子の運動の規則性について、予想や仮説を基に、解決の方法を着想し、表現するなどして問題解決している。	振り子の運動の規則性について、予想や仮説を基に、解決の方法を着想し、表現するなどして問題解決していない。	実験装置の例を実際に提示し、イメージがもてるようにするとともに、条件制御について一つひとつ確認しながら考えられるようにする。
	振り子の運動の規則性について、実験などを行い、得られた結果を基に考察し、科学的に表現するなどして問題解決している。	振り子の運動の規則性について、実験などを行い、得られた結果を基に考察し、表現するなどして問題解決している。	振り子の運動の規則性について、実験などを行い、得られた結果を基に考察し、表現するなどして問題解決していない。	結果を折れ線グラフで表し、線の傾きに目を向けさせて、振り子の1往復する時間のちがいに気付くことができるようにする。
主体的に 学習に 取り組む 態度	振り子の運動の規則性についての事物・現象に進んで関わり、粘り強く、他者と関わりながら主体的に問題解決しようとしている。	振り子の運動の規則性についての事物・現象に進んで関わり、粘り強く、他者と関わりながら問題解決しようとしている。	振り子の運動の規則性についての事物・現象に進んで関わり、粘り強く、他者と関わりながら問題解決しようとしていない。	振り子に関わる事象を適宜紹介し、振り子に関わる事象が身近にもあることに気付かせ、興味・関心をもてるようにする。
	振り子の運動の規則性について学んだことを学習や生活と結	振り子の運動の規則性について学んだことを学習や生活に生	振り子の運動の規則性について学んだことを学習や生活に生	メトロノームなどの振り子に関わる具体物を用意し、振り子

	び付けて考え、生か そうとしている。	かそうとしている。	かそうとしていな い。	が生活と関わって いることに気付け るようになるよ うにする。
--	-----------------------	-----------	----------------	--

7 参考文献

新しい理科 5年 東京書籍

I - 5

第 21 回モデル授業

小学校第 4 学年

「動物のからだのつくりと運動」

授業者

河村泰代

(岐阜市立加納小学校教頭)

令和5年度 第21回「理科モデル授業オンライン研修会」概要

2023年11月25日（土）15時～17時30分

主会場：岐阜大学教育学部

参加28名（大学内11名、オンライン17名）{学生16名、教員12名}

1 開会

(1) 開会の挨拶（中村琢岐阜大学准教授）

本研修会は、今年度第5回、通算第21回目となり、岐阜大学からの配信で迎えることができた。オンライン上で、素晴らしい経験をお持ちの先生方の授業を皆で学び合う機会を持つことは、それぞれの立場にとって大変有効な機会だと考える。

(2) 本日の授業者の紹介（中村琢岐阜大学准教授）

2 小学校理科モデル授業

(1) 授業者と授業内容

授業者：河村泰代（岐阜市立加納小学校教頭）

単元名 第4学年「動物のからだのつくりと運動」（全5時間扱い）

(2) 単元構成と本時の位置づけ <本時の目標> （4/5）

動物の体のつくりと運動について、人と比較して根拠のある予想や仮説を考えて調べ、仲間と関わりながら問題解決しようとしたり、生命の共通性や多様性、巧みさを感じたりすることができる。【学びに向かう力、人間性等】

(2) 授業者による事前説明

これまで生命分野を公開してきたことが多かった。本日は平成26年度実践の内容を、現行の学習指導要領に合わせて実践する。「学習者の自主的・自発的な学習を促し指導の個別化を図ることにより、学習者が学びを自己調整して、仲間の結果と交流しながら本時の内容をまとめられたか」という点について見ていただきたい。

(3) モデル授業の実施・視聴 [記録動画の通り]

(4) 授業者による事後説明 指導法・教材・授業で大切にしている点について

Education 2030 ラーニングコンパス（OECD Education2030）（白井俊訳 2020.12.20 p.74 参考）より、エージェンシー（自分で変化を起こすため自分の目標を設定し自己調整を起こしながら責任を持って取り組むこと）に意識し、指導に取り組んでいる。



図1 今日の学習の整理

[1] 研究テーマの変遷

- ① 人と自然、人と人との結びつきを求め続けていく子どもの育成
- ② 自他の生命の尊さや生きることのすばらしさの自覚を深め、生命を尊重できる態度を育てる理科指導
- ③ 「生きることの素晴らしさ」を実感し、生命を尊重できる子の育成
- ④ 「生命の教育」に関する開発研究
- ⑤ 生命を尊重する子が育つ理科学習の創造 「腕」の筋肉構造
- ⑥ 理科を学ぶ意義や有用性を実感する理科学習の創造 「血管と血液の流れ」観察キット
- ⑦ 科学への興味・関心を持続させる教育的アプローチの在り方
- ⑧ 幸せな未来を作り出せる子を育てる教育



図2 腕の筋肉構造を表すモデル⑤

新規採用後、直ぐに研究テーマを持って取組んだわけではなく、まず学校教育全体について学ぶ期間があった。自分の専門性を活かしてできる取り組みについて考えた。初めに総合的な学習の時間を活かして課題意識を持ち、振り返ることから研究に取組み始めた。理科の中でも生命領域、生命観を理科の時にどのように身に付けさせたらよいか、このことに関連して学年に応じて段階的に身に付けさせていくことの大切さを踏まえ、研究に取組んできた。

後に科学館への勤務となり、「理科」の実践ではなく、博物館連携において、幼稚園から小・中学校との連携を踏まえての視点へと研究への取組みが変わってきた。さらに管理職として、現場の先生方が子どもたちと関わる中で大切にすべき視点について、学校全体としてできることを研究テーマとするように変わってきた。

岐阜市水川教育長の言葉、「子どもたちが学校へ通う真の目的は『子どもたち自身が、世界にたった一つだけの未来を創るため』である。」に共感。3つの生命観「感じる」「関わる」「つながる」を明確にして、義務教育9年間の発達段階を踏まえ、「教科」、「特別活動」、「総合的な学習の時間」を教科横断的に指導することで「幸せな未来を作り出せる力」という資質・能力を育成し、子どもたちがより良い生き方を想像することに繋がると考える。

[2] 本時 平成26年の実践を今日的に更新した内容

1. 「動物の体のつくりと運動」

全8時間から全5時間へと時間数が減少。学習内容は減っていない。

2. 見方や考え方を養う理科

→見方・考え方を働かせ、科学的に解決するための資質・能力を育成することを目指す理科

3. 「自然を愛する心情」目標に明記

→生命領域を教える使命

4. 「物（教師）」にはじまり「物（教師）」で終わる

→「物（教師 or 児童）」に始まり「主体的に問題解決をする（児童）姿で」

5. 個別最適な学びと協働的な学びの一体的な充実

「学習の個性化」や「指導の個別化」の充実

6. 指導と評価の一体化

7. 博物館との連携

[3] 平成26年度 個人研究テーマ「生命を尊重する子が育つ理科学習の創造」の一例の紹介

- ・生命観と学習内容とを関連付けた単元構想において、教科横断性も踏まえ、生活科から貫く生命観、生命への親しみ、神秘性について取り上げた。
- ・生物の構造と機能に関わる指導として第3学年「植物・昆虫を育てよう」で生命の唯一性、有限性を飼育や栽培を通して体得させた。
- ・児童の実態に応じた感動的な生命事象との出会いの工夫として、骨のイラスト手袋→運動するとき曲がる場所を体験、関節を固定→運動のしにくさを体験、心音→肋骨が籠型になっている理由を体験させるなど、具体的経験をを通して体得させた。

3 モデル授業についての協議

(1) グループ協議 25 分間、5 名程度のグループ協議

- ・以下の視点を中心に協議を進めた。
『学習者の自主的・自発的な学習を促し指導の個別化を図ることにより、学習者は学びを自己調整して、仲間の結果と交流しながら本時の内容をまとめられたか』
- ・ブレイクアウトセッションが終わり、協議で出された質問や感想等について、各グループの記録係が報告するとともに、すべてのグループからの報告後、まとめて授業者から回答する形態で協議した。

以下に、報告された主な質問や回答、感想を示す。

《グループ協議後に各グループから報告された事項》

<感想・意見>

○授業展開

- ・観察において三つの方法（実物観察、資料、コンピューター）の中で興味がある方法を用いて調べており、それが自主性につながっていると考えた。
- ・資料で見て、興味に沿って実際に触ったり解剖してみたりしようとする行動につながってく点良かった。
- ・導入（前時の復習）において、ヒトの体のつくりと運動の学習から、他の動物はどのようになっているのかという疑問を持たせることができおり、自発的な学習へとつながっていた。
- ・グループ（仲間）で交流してから、全体での交流へと展開した方が、異なる調査方法で考察が深まると考える。
- ・実際に骨や筋肉を触らせるには時間的な制約があるので、展開例として、最初にグループを作る必要はあると考える。
- ・子どもの「調べてみたい」、「やってみたい」が実現していた。ウサギや鳥などの実物がない場合どうするか不安に思った。
- ・見通しが立っていないと子どもたちにとっては難しい。どこを調べるのか、何を調べるのか。
- ・からだのつくり注目させる発問があってよかった。
- ・解剖班、インターネット班に分けていたので、ジグソー法的に交流してもよいと思った。
- ・課題設定までの流れが難しい。例えば導入と本時の内容のつながりにおいて、ヒトのことから動物のことに話題が移るときの内容のつながりについて。
- ・個人が調べたいことを実際に調べることが主体的に学習を進めるポイントとして大事だと思った。
- ・交流の時間が短くなるが、付け足しや資料を用いた説明がしやすい環境を作ることができていた。
- ・ヒトとの違いに着目させることで、導入に時間をかけている分大きく外れることなくスムー

ズに進められていた。

- ・最後の情報共有をとおして全員が納得した。
- ・ヒトのからだのつくりと比較する展開において、動物のからだも同じ調べ方で進めるとよいのかもしれないと感じた。発展しすぎると他の発見も生まれ、いい面もある一方で、まとめることが難しい場合もある。
- ・終始、生徒から疑問を出させ、実験方法を選択させ、生徒の言葉でまとめさせるという、自主的・自発的な活動であったと感じた。
- ・自分の調べたことだけでなく、仲間の結果を含めて結論を出すことでの協働の価値づけがなされていた。

○指導法

- ・結果発表で、授業者が調べた方法を繰り返し強調していたので、同じ方法で調べた子も新たに気付けると感じた。
- ・指導の個別化を図っていた。机間指導がとても丁寧だった。
- ・この授業を通して個別化がすごく大事だと伝わってきた。子どもの願いを大切にしている。一斉授業と比較すると、個別の選択学習では自分の中での学びをより深くするために調節することができると感じる。
- ・児童がのびのび活動できる良い授業であった。
- ・個別にそれぞれがやりたいことをやっていることが、自主的に活動でき、納得できる学習につながっていると感じる。
- ・観察や調べることに際して様々な方法を取ることで多角的なまとめができた（動物全体にまとめた）。
- ・発言を引き出すのが上手く、勉強できた。
- ・教材の準備や生徒一人ひとりへの声掛けから、温かい授業であると感じた。
- ・赤ペンでの指導や先生の丁寧なコメント・声掛けなどから、子どもたちがやる気の出るものであったと感じる。

○教材・教具について

- ・実物があるのでインターネットより興味を持たせられる。例：手羽先の解剖
- ・筋肉・骨を触らせる経験はとても良いと感じた。
- ・物の準備が大変だが、ハサミ、手袋、アルコールなどの子どもがやりたいことを安全にできる準備が素晴らしい。
- ・子どもたちを休み時間にも巻き込める…それだけ魅力的な教材提供である。
- ・実物は感動を生む
- ・実験方法において先生の準備が素晴らしい。

手羽先の解剖、動物を実際にさわる、図書館の本等、個別最適化につながるものであった。

- ・最後に先生からインコの説明（例えば、インコの膝に見える部分がかかとである等）があると、よりインコを観察する意味や価値づけが明確になって良いと感じた。

○その他

- ・1時間の中で子どもの真の願いを叶えることは難しい。準備しすぎると子供が気遣って真の願いとは言えないような状況を強要してしまうこともあるかもしれない。事前に何をしたい

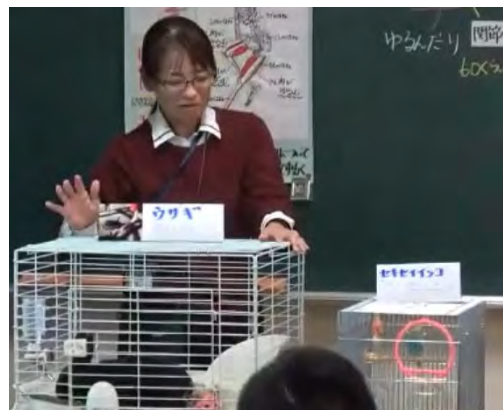


図3 教材（ウサギ・セキセイインコ）

かを聞いてから準備をすると、子どもの真の願いに近づき、自分の未来を作れる子の育成になるのではないかと考える。

<質問・課題>

質問 ピース（V）で挙手の意味は？前に出て発表する人が多かった印象ですが、何か指導されていますか？

授業者：岐阜県サイン。最初は手を挙げ、次に意見をつけ足していく場合、ピースでの挙手をする。

質問 博物館の活用にはどのくらい準備や手続きがかかるのか？

授業者：本日は岐阜県立博物館からの借用。ホームページから借用願を事前に提出。当日それを持って出向いて借りる。借用には時間があるので、使用の1か月前位の余裕を持って借りるとよい。年間で博物館を計画的に活用しようとする場合は早めに連絡をして調整するとよい。

質問 4年生での解剖実習はどれくらい可能なのか？（先生が付かなくていいのか？）

質問 先生から特に解剖の解説はなかったが、小学校4年生には課題解決のための解剖がどれだけできるのか？

授業者：事象提示のために授業者が解剖をしたことはある。子どもたちに20分だけで解剖を進めさせるのは実際は難しい。ペアにしたり下処理をしたり準備する。事象提示するときにはまねをしても良いように、また怪我のないように、料理用のはさみを使うことにする。今日は大人の方だったので、途中から一人ひとつずつ渡したが、子どもたちの場合にはペアにし、隣について指示し、進めさせるような導き方をする。



図4 手羽先の解剖

質問 希望する実験方法の偏りが出た場合はどのように調整するのか。（例えばみんなが解剖したいとなったら、）

授業者：同じになる場合も当然ある。多様な子どもがいて、事前に調べたり声掛けする事で、課題は広がる。子どもたちの持つ課題を大切にし、またこのようなこともわかるよという声掛けや事前の把握をしつつ、広げていく工夫もする。子どもたちの追及の時間を大切にしたい。

質問 動物がいない環境ではどのように実物をみせるのか？

授業者：飼育動物について、偶然すべての勤務校にウサギがいた。もしいかなかったら、借りてくると思う。実物を観て触り、確かめたときの感動を味合わせたいと考えている。

今回、鳩を見せることができなかったので、インコを持ってきた。実際に観察すると小さな鳥であっても胸の筋肉が発達していることが観察できる。

質問 プリントへの赤ペン指導が印象的だった。どのようなことを書いていたか？

授業者：赤ペンでは多分花丸を書いていたと思う。「〇〇がいいね。」とどのような点が良いのかを伝えながら、花丸をつけている。コメントを書いていると一人への時間がかかり、時間が

足りなくなってしまうので、なるべく多くの子どもたちを
観たい。

質問 黒板の図の骨格標本について。

授業者：東京書籍の冒頭にある「鉄棒をしている女の子」
を「人のからだのつくりと運動」の単元学習後に表したも
の。体操服を着ている女の子の中に骨、筋肉、関節を学習
した内容として残している。



図5 鉄棒をしている女の子 (河村先生作)

4 モデル授業についての講評

(1) 中村琢岐阜大学准教授より

大変よく練られ、工夫の詰まった授業の提供であった。
個別最適な学びということで、学習者一人ひとりがいろい
ろな考えを持っており、その中で多様な考え方や異なる興味を
学習者一人ひとりに追究させ、促し、口に出すための働きか
けをしていた。異なる興味がある中、そこで学習を促進させる声掛けをするが、一人ひとりの追
及の仕方が異なり、自ら進んで異なる主体的な探究を促すための工夫がなされていた。

河村先生と児童役の皆さんとは初対面なのにもかかわらず、先生が心の中に踏み込んでいく姿
が見られた。関係づけることを意識させ、人間の体・動物の体、さらに既習事項との関係を意識
的に引き出し、価値づけて促す言葉が随所に見られた。学習者の学ぶ方法や手立てを常に促す工
夫として、手羽先や骨格標本や生きた動物までも用意された。これらは多くの場面を想定しての
準備で膨大な用意に頭が下がった。

一人ひとりとの対話がいろいろなところで見られ、それらが自然な会話でギャップが無い。一
人ひとりとの会話が進む中で教室全体で問題を作り、まとめていく技があり、初対面で会話が進
められていることに驚かされた。対話において、価値づけたりその根拠を問うような声掛けもあ
り、対話がスムーズに進んでいた。教室全体に聞こえるような対話であり、教室全体で対話が組
み上がり、積み上がっていき、更に思考が深まっていく重厚な対話を引き出されていた。

単元の目標の骨や筋肉のつくり、人間や動物のつくりと運動を調べるという活動を通しての理
解を図り、観察技能を身に付け、根拠のある仮説を発想する力、それを達成するような準備がな
されていた授業であった。

(2) 小倉康埼玉大学教授より

理科授業を長く追究してこられた先生ならではの、指導と教材に関する深い理解に基づいた授
業だった。始めにとっても温かい雰囲気の中で、これまでの人についての学習を振り返らせ、「では他の動物ではどうなっているのか」という疑問が自然に導入されていた。実物のウサギとセキセイインコが用意されていることも疑問を追究することに児童を意欲づけていた。そこで、児童に今日調べたい問題を問い、「ほかの動物は、人のからだのつくりや動かし方と同じだろうか」を導いた。

小学校の理科は自然に親しむことから始まり、生命領域も、実際の生き物に関わりながら、見
通しを持って観察実験を行い、主体的対話的で深い学びを通じて、疑問を科学的に解決するた
めの資質・能力を培っていく。本日は、実物の他に、手羽先、資料（図鑑）、インターネット、動
物の骨格標本と腕の骨と筋肉のモデルなど、さまざまな調べる方法・教材が用意されていたので、
児童が自ら方法を選択して選んで、主体的に問題を解決しようとした。児童が、一つの方法だけ
で問題を調べる授業では、自分なりの方法で追究している実感が得られにくいのに対して、本日

の授業では、一つないし複数の方法で自ら情報を得て、主体的に問題を追究しようとした。観察が個別化されていたので、結果の考察も、一人ひとりによって異なる内容になる。河村先生は、それぞれの児童が事実に基づいて考えが深まり言葉でうまく表現できるように、個別支援されていた。形成的評価によって、評価と指導を一体化させる工夫と言える。また、児童も他の児童と考えや情報を交換しながら、問題を追究していた。児童に学習を自己調整させる工夫と言える。

発表の場面では、それぞれの追究の結果を共有するため、板書は、個別化して多様化した学びを概括できるように、かつ人のつくりとの共通性・差異性を比較しやすいように構造化されていた。先生はそれぞれの児童の発表を賞賛しながら、特徴を聞き出して端的に板書された。この発表の場面によって、個別化され広がった学びが統合され、児童が協働して統一した結論を導けたと実感できるものになった。こうした学習は、児童の学びに向かう力・人間性等の涵養に繋がるものであると思われる。

以上、先生の深い研究に下支えされた巧みな指導力、教材力を基盤にして、今日求められている学びの個別化と協働を一体化した授業の手立て、良さ、可能性をたくさん学ばせて頂ける授業であった。

5 次回の紹介（小倉康埼玉大学教授）

12月16日（土） 15時より

6 閉会の挨拶

質問7 「モデル授業」の内容について、ご意見やご感想、ご質問など

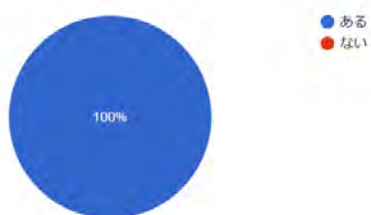
- ・子どもたちの思考に沿った授業展開と、それを支える標本や実物、資料など細やかな準備の上で成り立つ素晴らしい授業だった。少しでも近づけるように研鑽に努めたいと思った。（小学校10年以上20年未満）
- ・子ども自身が確かめたいと思うには、対話が必須であることを改めて有効的だと感じた。（小学校5年以上10年未満・中学校5年未満）

質問8 上記以外でご意見やお気づきの点など

なし

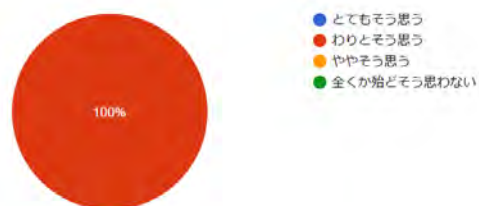
質問1 あなたは、本オンライン研修会に参加したことがありますか。

3件の回答



質問4 本研修会のような、勤務時間外にオンラインでの研修会を設けることは、あなたにとって助けになると思いますか。最も当てはまるものを1つ選択してください。

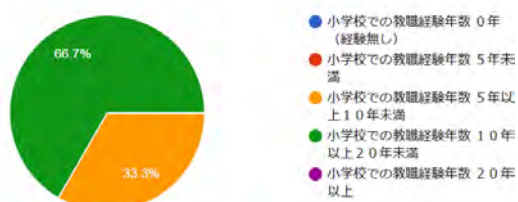
3件の回答



質問2 あなたについて、最も当てはまるものを1つ選択してください。

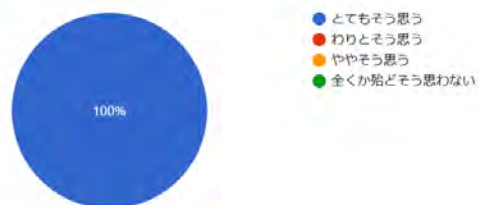
(小学校段階での教職経験)

3件の回答



質問5 本日の研修会について、モデル授業とその後の協議は、あなたにとって参考になると思いますか。最も当てはまるものを1つ選択してください。

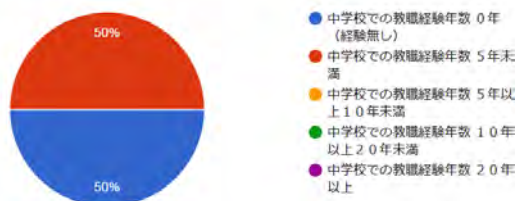
3件の回答



質問3 あなたについて、最も当てはまるものを1つ選択してください。

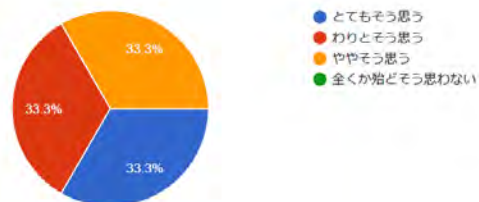
(中学校段階での教職経験)

2件の回答



質問6 本日の研修会のモデル授業の記録動画と指導案は後日公開されますが、それらをあなたの知り合いの教員に紹介することは有意義だと思いますか。最も当てはまるものを1つ選択してください。

3件の回答



質問6 「モデル授業の内容」について、ご意見や感想、ご質問など

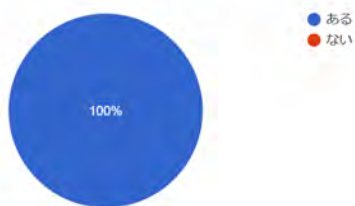
- ・ウサギやインコなどの実際の生き物の観察、手羽先の解剖といった操作活動の取り入れ方、授業の進め方がとても参考になった。実物教材を用いることで感動させ、生命観を養う点は、実践してみたいと感じた。授業の雰囲気が大変よく、魅力的だった。教材についても詳しく教えていただき、興味が湧いた。
(小学校志望・経験あり)
- ・実物のインコやウサギが用意されていることにより、生徒の関心や問題への取り組み方が好転するのを感じた。また、博物館から借りた資料などもあり、とても準備されているなと思った。また、複数の調べ方を用意することによって、ヒトの体の動かし方と他の動物のそれを多角的に考えることができる点がとても良いと考える。例えば、手羽先のみでは、鳥の腕の動きから動物全体の動きを考えることになってしまうが、インターネットでの調べ活動を通して、複数の動物の体の動かし方や動物の体のつくりの理由にまで関心を向かわせることができる点がとても参考になった。(中学校志望・経験あり)
- ・本物のウサギ、セキセイインコ、また、ヒトやハトなどの模型など、楽しいものがふんだんにちりばめられていて、見ていてとても楽しかった。また、今回の授業は、事前の説明を聞いていなければ、中学生の授業っぽいと思った。特に、指導案にある「見通し」の内容は中学校理科の教科書でも似たようなものを見たことがあると感じた。授業を見ながら、思わず、この授業のために先生がどれほどのお金と時間をかけて準備されたのだろうかと思ってしまうくらい、先生の理科授業への熱意が伝わる授業だったように感じる。それだけではなく、先生が赤ペンを持って机間指導するなど、今まではあまり見たことがないようなやり方で子どもたちと関わっている様子も見ることができて、新鮮でおもしろかった。先生の話し方も、とても上品で素敵だった。今後、参考にしたい。(希望なし・経験あり)
- ・とても面白い取り組みを見させていただいた！ただし、大学生相手だから、河村先生の空気づくり・力量あってこそそのモデル授業だったようにも感じる。小学生相手に実際に行うとどのようになるのか、若手や他の先生が行うとどのようになるのかとても気になる授業提案だったように思う。(中学校志望・経験あり)
- ・今回のモデル授業では、特に個に応じた指導という部分が非常に素晴らしく、今後自分が教員になった際にいつかできるようになりたいという目標となるようなものを見ることが出来た。(小学校志望・経験あり)
- ・それぞれの児童が個別に調べたいことを調べることができる環境を提供できていたのがとても良いと思った。(希望なし・経験あり)

質問7 本日の研修会で感じたこと、気づきや要望など

- ・協議の視点が広く、ほわっとした協議になってしまった印象を受けた。いつもより会がゆっくり丁寧に進んだ印象があり、とても充実していたと感じる。(中学校志望・経験あり)

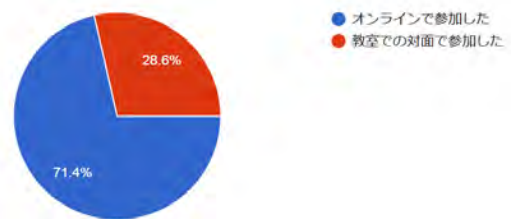
質問1 あなたは、本オンライン研修会に参加したことがありますか。(当てはまるものすべてにチェックしてください。)

7件の回答



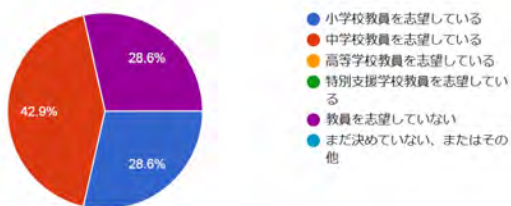
質問4 本日の研修会に、あなたはどのように参加しましたか。

7件の回答



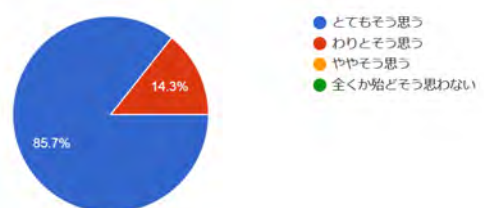
質問2 あなたについて、最も当てはまるものを1つ選択してください。

7件の回答



質問5 本日の研修会について、モデル授業とその後の協議は、あなたにとって参考になりましたか。最も当てはまるものを1つ選択してください。

7件の回答



質問3 あなたについて、最も当てはまるものを1つ選択してください。

7件の回答



4年生 理科学習指導案

授業者：岐阜市立加納小学校 河村泰代

日 時：令和〇年4月下旬～5月上旬

1 単元名 「動物のからだのつくりと運動」

2 単元構想の工夫

(1) 教材の捉え

本単元では、骨や筋肉のつくりと働きに着目して、それらを関係付けて、人や動物の体のつくりと運動との関りを調べる活動を通して、それらについての理解を図り、観察などに関する技能を身に付けるとともに、主に既習の内容や生活経験を基に根拠のある予想や仮説を発想する力や生き物を愛護する態度、主体的に問題解決しようとする態度を育成することを目標としている。

また、学習指導要領において本内容は、「B 生命・地球」に区分されており、第3学年「B(1)身の回りの生物」の学習を踏まえ、「生命」についての基本的な概念等の中の「生物の構造と機能」に関わるものであることから、第6学年「B(1)人の体のつくりと働き」の学習につながるものである。

また、第3学年で身に付けた「比較しながら調べる力」を基に、目に見えない骨、筋肉等について模型や資料、他の動物を活用しながら、それらと運動とを関係付け、とらえることができるよう学習を進めていく。そのために、単元導入では、昆虫と人の運動する様子の映像によって、差異点や共通点を基に、問題を見いだすようにし、実際に関節を曲げて調べたり、反対に、関節を固定したりして、骨や筋肉のはたらきと運動の関係について問題意識をもつことができるようにする。ここで生まれるだろう「骨のある動物(セキツイ動物)は、どのように体を動かしているのか。」という疑問を、単元を貫く課題として設定する。そして、見方・考え方を働かせ、自分の体と模型や資料とを比較しながら追究していくことを通して、体のつくりと運動との関係について問題解決し、人や動物が動くことができるのは、骨や筋肉といった器官が巧みに関連し合い機能しているという生命のしくみの巧みさを感じることができると考えている。

(2) 多面的に捉えた児童の実態

【日常的な児童理解から】

第3学年単元「身のまわりの生物」では、昆虫の体のつくりに着目して、複数の種類の昆虫の体のつくりを比較しながら調べ、差異点や共通点を基に、昆虫の体のつくりについての問題を見だし、昆虫の成虫の体は、頭、胸、腹の三つの部分からできていること、頭には目や触角、口があること、胸には3対6本のあしがあり、はねのついているものがあること、腹はいくつかの節からできていることなどの、体のつくりの特徴を学んだ。しかし、第4学年で求められている「関係付ける」という考え方を働かせることができる児童は、第3学年段階ではまだ少なく、節足動物である昆虫が節を曲げることと、体を動かしていることを関係付けて捉える児童は少数である。

【レディネステストの結果から見た本学級の児童の実態】

分析の観点		概ねできている
思考力、判断力、表現力等	昆虫が節を曲げることによって、体を動かしていると考え、表現することができる。	約15%

また、前単元「あたたかくなると(季節と生物)」「(「生命」についての基本的な概念を柱とした内容のうち、「生物の連続性」や「生物と環境の関わり)」では、動物を探したり植物を育てたりする1年間の活動の第1段階として、生命観や見方・考え方を働かせ追究することに意欲を見せる児童が多かった。このことから、児童の本来もつ生命を愛護する心情を大切に、単元を通して生命のしくみの巧みさにかかわる評価を行い、豊かに生命を感じ取る姿を広めていきたい。

(3) 単元における指導の重点

- ・指導と評価を一体的に捉えた指導と評価の計画表を作成し、児童一人一人の学習状況に合った指導改善を行うことで、本単元終末において、児童自らが主体的に学習に取り組むことができるようにする。
- ・単元の導入で、昆虫と人の運動する様子の映像を提示し、差異点や共通点を基に、問題を見いだすようにする。どちらも節(関節)を曲げて運動しているが、人の動きはしなやかである点で昆虫とは違うことに気付けるようにし、骨をもつ動物が、体をどのように動かしているのかという共通の問題がもてるようにする。
- ・人の腕は、骨についている筋肉が縮んだりゆるんだりすることによって動いていることを、第2時にどの児童も捉えられるようにすることで、第3時の全身や、第4時の他の動物のしくみや運動についても、腕のしくみと関係付けて、主体的に探究することができるようにしたい。また、生命のしくみの巧みさについて捉えられるよう指導と評価を一体的に捉えて指導していきたい。

3 単元構想

(1) 単元を通して育みたい資質・能力

知識及び技能	思考力、判断力、表現力等	学びに向かう力、人間性等
人の体のつくりと運動についての理解を図り、観察、実験などに関する基本的な技能を身に付けるようにする。	人の体のつくりと運動について追究する中で、主に既習の内容や生活経験を基に、根拠のある予想や仮説を着想する力を養う。	人の体のつくりと運動について追究する中で、生物を愛護する態度や主体的に問題解決しようとする態度を養う。

(2) 単元の評価規準

知識・技能	思考・判断・表現	主体的に学習に取り組む態度
<p>① 人の体には、骨と筋肉があることを理解している。</p> <p>② 人が体を動かすことができるのは、骨、筋肉の働きによることを理解している。</p> <p>③ 人や他の動物の体のつくりと運動の関わりについて、器具や機器などを正しく扱いながら調べ、過程や得られた結果を分かりやすく記録している。</p>	<p>① 人や他の動物の体のつくりと運動との関わりについて、既習の内容や生活経験を基に、根拠のある予想や仮説を着想及び表現し、問題解決している。</p> <p>② 人や他の動物の体のつくりと運動との関わりについて、観察などを行い、得られた結果を基に考察し、表現するなどして問題解決している。</p>	<p>① 人や他の動物の体のつくりと運動との関わりについての事物・現象に進んで関わり、他者と関わりながら問題解決しようとしている。</p> <p>② 人や他の動物の体のつくりと運動との関わりについて学んだことを学習や生活に生かそうとしている。</p>

(3) 指導と評価の計画

時間	1	2	3	4	5
<p>目標</p> <p>下線は見方・波線は考え方、点線は問題解決の力</p>	<p>昆虫と人の動きを比較することを通して、人の体のつくりと動き方について問題を見いだし、人がしなやかに動くことができるのは、関節や、筋肉が関係していると考えることができる。</p> <p>・資料映像(昆虫の動きと、人の体の動き)を比較し、体の動かし方について、気付いたことや疑問に思ったことを話し合い、動物の体のつくりや動き方について調べる問題を見いだす。</p> <p>・人の体の関節を調べ、関節が多くあること、関節と関節の間に筋肉があり、動きと関係していることに気付く。</p>	<p>腕を曲げるときに使われる筋肉の付き方やたらきを自分の腕を手掛かりとして調べ、筋肉は骨と骨とをつなぎ、縮んだり緩んだりすることで腕を動かしているという理を解することができる。</p> <p>・腕を曲げた時と伸ばした時を、腕の筋肉模型や資料を比較して調べたり、体の動きと筋肉の様子がどのように関係しているか調べたりし、まとめる。</p>	<p>人の体の全身の骨や筋肉のつくりと動き方について腕の動きと関係わらせて予想し、いろいろな方法で調べ、結果を友達と伝え合いながら、人の体が動く仕組みを考えることができる。</p> <p>・人の体の全身の骨や筋肉のつくりと動き方について、共通性・多様性という視点で、既習の「腕」と比較して、根拠のある予想や仮説を着想して調べる。</p> <p>・自分の体で調べたことと資料とを関係付けながら気付いたことを伝え合う。</p>	<p>動物の体のつくりと運動について、人と比較して根拠のある予想や仮説を考えて調べ、仲間と関わりながら問題解決しようとしたり、生命の共通性や多様性や、巧みさを感じたりすることができる。</p> <p>・動物の体のつくりと運動について、人の体のつくりを基に、根拠のある予想や仮説を着想する。</p> <p>・動物の体のつくりと動き方について、人と比較しながら調べ、共通点や差異点についてまとめる。</p> <p>・体を動かす仕組みが動物に共通していることに気付いたり、その仕組みを生活に生かそうと意欲をもったりする。(生命観)</p>	<p>学習内容の定着を確認する。</p> <p>・たしかめよう</p> <p>・確認テスト</p>
評価規準	行動観察・記録分析 知①(ほね、きん肉、関節)	発言分析・記述分析 知②③(けん(発展))	発言分析・記録分析 思① 態①	発言分析・行動観察 思①②、態①②	評価テスト
指導・援助	関節の位置を捉えられない児童には「関節は曲がる部分だったね。」と、実際に曲げたり固定したりして、関節を捉えられるようにする。	腕を曲げたとき、筋肉が縮むととらえられない児童には、筋肉をさわって確かめ、模型のようすをつなげられるよう方向付ける。	人の体の、全身のつくりと運動について、腕の動きと関連付けてとらえることができるよう、自分のからだを関節で曲げたり伸ばしたりしよう方向付ける。	人その他の動物の体のつくりと似ているところ、違うところはどこか、また、人と動物の運動の似ているところと違うところはどこか、問いかける。	

単元を貫く問題：「ほね」のある動物は、からだをどのようにして動かしているのだろうか。

4 本時の目標

動物の体のつくりと運動について、人と比較して根拠のある予想や仮説を考えて調べ、仲間と関わりながら問題解決しようとしたり、生命の共通性や多様性、巧みさを感じたりすることができる。

(学びに向かう力、人間性等)

5 本時の展開 (4/5)

過程	主な学習活動	見届ける視点 (◇) と指導・援助								
つかむ	<p>1 前時生まれた疑問から、本時の学習問題をつくる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ほねのある他の動物も同じ仕組みで体を動かしているのかな。 ・ほねやきん肉を実際に調べられたらいいな。 ・人みたいに、実際の体や模型をつかって調べたいな。 ・タブレット端末や教科書で調べたいな。 <p>【問題】ほかの動物も、人と同じように、ほね、きん肉、関節のはたらきによって、からだを動かしているのだろうか。</p>	<p>◇自分の腕などの変化や動きをとらえ、模型や資料と関係付けて筋肉の様子を考えた姿を価値付ける。</p>								
見いだす	<p>2 既習の内容や生活経験を基に、根拠のある予想や仮説を立てる。</p> <p>人の腕と同じように、筋肉がとなりの骨とつながっていて、関節でまがるしくみになっていると思う。</p> <table border="1" data-bbox="252 884 946 1108"> <thead> <tr> <th>手羽先と関係付けて</th> <th>飼育動物と関係付けて</th> <th>端末等、資料と関係付けて</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>人と同じように、となりの骨に筋肉がついていて、羽を動かしているはずだよ。</td> <td>ウサギは後ろ足で蹴って走るから、後ろ足の骨や筋肉が大きいはずだよ。</td> <td>鳥は空を飛ぶから、羽を動かす筋肉が大きいはずだよ。</td> </tr> </tbody> </table> <p>3 同じ仮説をたてた仲間と協働しながら追究する。</p> <table border="1" data-bbox="252 1176 946 1332"> <tbody> <tr> <td>ニワトリも、筋肉がとなりの骨とつながっていて、羽を動かすことができるね。</td> <td>人の足は、腕よりも大きな筋肉がついていて、筋肉が伸びたり縮んだりすることによって体を動かしている、だからやっぱり、ウサギの足には大きな骨や筋肉があることがわかったよ。</td> </tr> </tbody> </table>	手羽先と関係付けて	飼育動物と関係付けて	端末等、資料と関係付けて	人と同じように、となりの骨に筋肉がついていて、羽を動かしているはずだよ。	ウサギは後ろ足で蹴って走るから、後ろ足の骨や筋肉が大きいはずだよ。	鳥は空を飛ぶから、羽を動かす筋肉が大きいはずだよ。	ニワトリも、筋肉がとなりの骨とつながっていて、羽を動かすことができるね。	人の足は、腕よりも大きな筋肉がついていて、筋肉が伸びたり縮んだりすることによって体を動かしている、だからやっぱり、ウサギの足には大きな骨や筋肉があることがわかったよ。	<p>◇動物の体のつくりと運動について、<u>人の体のつくりを基に、根拠のある予想や仮説を発想する。</u></p> <p>◇個別最適な学びと協働的な学びの一体的な充実</p> <p>【個別最適な学び】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・自主的、自発的な学習が促されるよう、見えない部分であった骨や筋肉を見られるようにしたり、飼育動物と関わるようにしたりして教材の工夫を行い、学びを自己調整しながら学習を進めることができるよう指導の個別化を図る。 <p>【協働的な学び】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・動物の体のつくりと動き方について、追究したい方法を選択して行った実験結果を交流し、仲間の結果と比較しながら、共通点や差異点についてまとめられるようにする。
手羽先と関係付けて	飼育動物と関係付けて	端末等、資料と関係付けて								
人と同じように、となりの骨に筋肉がついていて、羽を動かしているはずだよ。	ウサギは後ろ足で蹴って走るから、後ろ足の骨や筋肉が大きいはずだよ。	鳥は空を飛ぶから、羽を動かす筋肉が大きいはずだよ。								
ニワトリも、筋肉がとなりの骨とつながっていて、羽を動かすことができるね。	人の足は、腕よりも大きな筋肉がついていて、筋肉が伸びたり縮んだりすることによって体を動かしている、だからやっぱり、ウサギの足には大きな骨や筋肉があることがわかったよ。									
確かにする	<p>4 それぞれの学びを交流し、一般化を図る。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・大きなほねをひっぱることができるじょうぶな何かでつながっていたよ。 ・動物は、人と大きさや向きなどが違ったけれど、同じからだの仕組みになっていたよ。 ・体を動かす特徴によって、骨や筋肉の大きさが違っていったよ。 <p>5 結果の交流から、考察をする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・どの動物も、やっぱり、ほねやきん肉、関節がある。 ・動物によって、動き方に特徴があるから、大きさや形に違いがあるけれど、ほねやきん肉がある。 <p>ほかの動物も、人と同じように、ほね、きん肉、関節のはたらきによって、からだを動かしている。</p>	<p>◇指導と評価の一体化</p> <p>【「関連付け」にかかわる指導・援助】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「人と他の動物の体のつくりと似ているかな。」 ・「仲間が調べたことと、似ているところはあるかな。」 <p>【「生命観（生物の機能と構造）」にかかわる指導・援助】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「人は、骨と骨を筋肉がつないでいて、筋肉が縮んだりゆるんだりすることで、体を動かしているんだよね。」 ・「人と他の動物は、違う動物だけど、似ているところがあるってことだね。」 								
つなぐ	<p>6 体を動かす仕組みが動物に共通していることに気付いたり、その仕組みを生活に生かそうと意欲をもったりして、学習を振り返る。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・仲間と交流することで、似ているところとちがうところがわかったよ。 ・人と、骨をもつ他の動物が、違う動物なのに同じ仕組みで体を動かしているなんてすごい。 ・体を動かすときにどこの筋肉を使っているのか考えることで、今までよりうまく体を動かせると思うよ。 	<p>【評価規準：主体的に学習に取り組む態度】</p> <p>他の動物の体のつくりと体の動きについて、根拠のある予想や仮説を考えて調べ、仲間と関わりながら問題解決しようとしたり、生命の共通性や多様性、生命の巧みさを感じ取ったりしている。</p>								

6 板書計画

11/25 動物のからだのつくりと運動

問題 ほかの動物も、人と同じように、ほね、きん肉、関節のはたらきによって、からだを動かしているのだろうか。

人のからだ

- ・ほね
- ・きん肉
- ・関節

予想 ほね、きん肉、関節

見通し

結果

どのように調べても、同じくりになっているはず!

じつが

ひょう本

しりょう

コンピュータ

結果

同じ・ほね、きん肉、関節
違う・部分の大きさ
考察 動きに合わせて→ 傾き方



これらのはたらきで運動している!

手羽先

背中が丸い→

足のはね、きん肉大きい

むねのはね、きん肉大きい

まとも

ほねが細い

空を飛び

よって、からだを動かしている。

T: 人には、体を動かすために大切なつくりが3つあったね。

C: 骨と筋肉と関節

T: どのようにして体を動かしていたかな。
C: 筋肉が、となりの骨とつながっていて、力を入れている時は、筋肉がかたくなつて縮んでいて、関節で曲げることができなくなった。反対に、力を入れていないときは、縮んでいた筋肉はゆるんで、もう一つの筋肉が縮んで、腕を伸ばすことができたね。

T: うまく説明できたね。つまり、骨、筋肉、関節の働きで、体を動かしていたんだね。

T: では、ほかの動物は、どのように体を動かしているのかな。

C: 同じだと思う。

T: つまり、骨、筋肉、関節の働きで、体を動かしていると思う。

T: 今日はどんなことを調べたい?

C: 他の動物も、人と同じように、ほね、筋肉、関節の働きで体を動かしているかどうか調べたい!

問題 ほかの動物も、人と同じように、ほね、きん肉、関節のはたらきによってからだを動かしているのだろうか。

T: 他の動物について、どのようにして調べたいですか。

C: 飼育の動物、模型、教科書、タブレット。

C: 骨や筋肉が実際に見られたらいいのにな。

T: 骨や筋肉が見られそうなら、お肉屋さんで見つけてきたよ。これで調べられそうかな。

C: 調べてみたい。

T: みんなが予想した結果が正しければ、どんなことが分かるのかな。

C: どの動物にも、骨や筋肉、関節がある!

T: 待って。Aさんは、同じではないと予想したよ。どうしてそう思ったの。

C: 鳥は飛ぶし、ウサギは速く走るから、同じではないと思うよ。

T: では、同じところと違うところを見つげたり、動き方とつなげたりできるといいね。

【指導・援助】

※ 「関連付け」にかかわって

・ 「人と他の動物の体のつくりと似ているところはあるかな。」

・ 「仲間が調べたことと、似ているところはあるかな。」

※ 「生命観 (生物の機能と構造)」にかかわって

・ 「人は、骨と骨を筋肉がつないでいて、筋肉が縮んだりゆるんだりすることで、体を動かしているんだよね。」

・ 「人と他の動物は、違う動物だけど、似ているところがあるってことだね。」

(実際は、ロイノートで、お互いの結果速報を見ながら追究したいが、本時は全体交流)

C: やっぱり、どのように調べても、どんな動物も、骨、筋肉、関節があったよ。

C: 骨の模型 (標本) では、筋肉はわからなかったよ。でも、人と同じで、支える骨、守る骨があったよ。鳥は空を飛ぶから骨が細かった。

C: 教科書で調べると、ウサギの背中の骨は人と違って、丸くなっていたよ。この方が、いざという時、走りやすいのかな。

C: 手羽先で調べると、筋肉を引っ張ると、羽が動いたよ。やっぱり、筋肉は、となりの骨と頑丈につながっていたよ。

T: 同じところはどこですか。
C: 同じところは、骨、筋肉、関節の働きがある。
C: それらの働きで体を動かしているというところ。

T: 違うところはどこですか。
C: 違うところは、それぞれの部分の大きさや傾き方、数が違う。

T: 理由を考えた人はいるかな。
C: それぞれの動物の、動きに合わせて、都合のいい傾き方、大きさになっている。

T: はっきりしたことは何ですか。

まとめ ほかの動物も、骨、筋肉、関節の働きによってからだを動かしている。

T: 今日の学習を振り返りましょう。
C: 見通しをもって追究できたよ。
C: 仲間と交流することで、似ているところと違うところがわかったよ。
C: 人と、骨をもつ他の動物が、違う動物なのに同じ仕組みで体を動かしているなんてすごい。
C: 体を動かすときにどここの筋肉を使っているのか考えることで、今までよりうまく体を動かせると思うよ。

インターネットで調べてみよう

NHK for School

タブレットやスマートフォンから二次元バーコードを読み取って、この動画にアクセスしよう！



https://www2.nhk.or.jp/school/watch/clo/7dae_id=D0005300644_00000

1 動物の体のうごき(2分6秒) 動物の「運動」と「関節」

NHK for School

タブレットやスマートフォンから二次元バーコードを読み取って、この動画にアクセスしよう！



https://www2.nhk.or.jp/school/watch/clo/7dae_id=D0005301133_00000

2 生活環境によってちがう体(2分39秒) 動物の「運動」と「あしのほね」

NHK for School

タブレットやスマートフォンから二次元バーコードを読み取って、この動画にアクセスしよう！



https://www2.nhk.or.jp/school/watch/clo/7dae_id=D0005301262_00000

3 馬のあしときん肉(1分17秒) 動物の「運動」と「あしのきん肉」

単元「動物のからだのつくりと運動」ふり返りカード



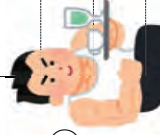
動物は どのように体を動かしているのだろうか!?

部 ()
4年

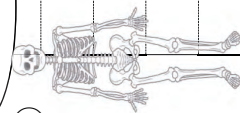
生命「ついきゅう」名人への道
目指せ「いのち」名人!

理科「ついきゅう」名人への道
目指せ「予想」・「見通し」名人!

1



人からが動くしくみは



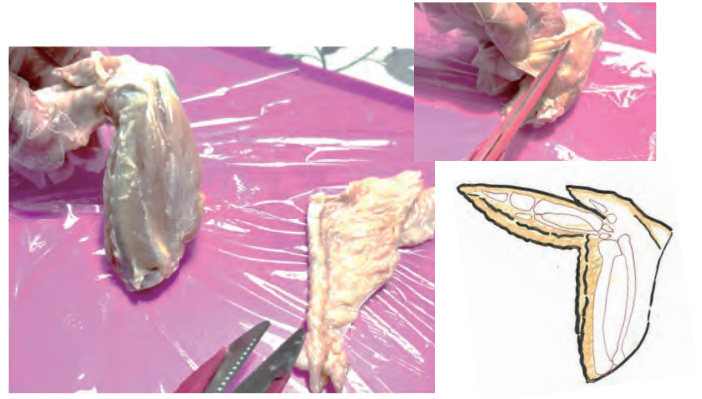
動物のからだは動くしくみは
人と同じかな

1

2

3

4



「上のきん肉」と「下のきん肉」をじゅんばんにひっぱってみよう

個人研究テーマの変遷

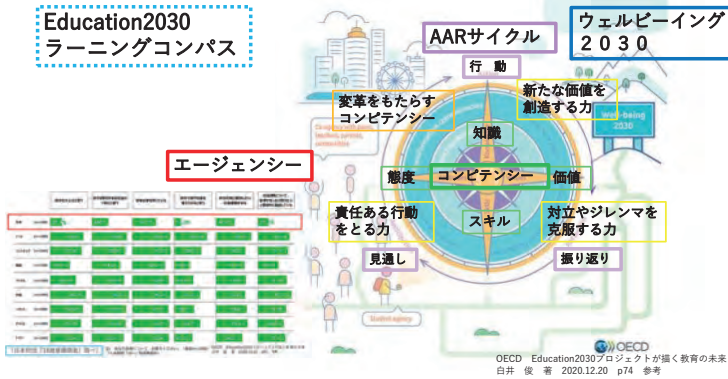
生命観を育む「理科」生命領域の役割と使命



岐阜市立加納小学校 教頭 河村 泰代

- ①人と自然、人と人との結びつきを求め続けていく子どもの育成
※ 特選 岐阜市教育実践論文
- ②自他の生命の尊さや生きることの素晴らしさの自覚を深め、生命を尊重できる態度を育てる理科指導
※ 優秀賞 教育実践論文 岐阜大学教育学部同窓会
- ③「生きることの素晴らしさ」を実感し、生命を尊重できる子の育成
※ 優秀賞 教育実践論文 岐阜大学教育学部同窓会
- ④「生命の教育」に関する開発研究
※ 岐阜大学教育学研究科 開発実践報告 教師教育研究 第7号 岐阜大学教育学部
- ⑤生命を尊重する子が育つ理科学習の創造
※ 全小理研 会長賞 理振協会賞 開発教材コンテスト 『「うて」の筋肉構造模型』
※ 全小理 開発教材コンテスト 県小理研 推薦 『「血管と血液の流れ」観察キット』
- ⑥理科を学ぶ意義や有用性を実感する理科学習の創造
- ⑦科学への興味・関心を持続させる教育的アプローチの在り方
※ 科学館職員として幼稚園および学校との連携
- ⑧幸せな未来をつくり出せる子を育てる教育
※ 管理職として

Figure 1. OECD Learning Compass 2030



幸せな未来をつくり出せる子ども

子ども達が学校へ通う真の目的は「子どもたち自身が、世界にたった一つだけの自分の未来を創るため」である。

岐阜市 水川教育長の言葉



3つの生命観「感じる」「関わる」「つながる」を明確にして、義務教育9年間の発達段階を踏まえ、教科、特別活動、総合的な学習の時間を、教科横断的に指導することで、「幸せな未来をつくり出せる力」という資質・能力を育成し、子ども達がよりよい生き方を創造することにつながると考えます。

第4学年「動物のからだのしくみと運動」を実践するなら

次の7つについて、今日的にこだわって指導したいと考えました

令和4年度～ 個人研究テーマ

幸せな未来をつくり出せる子を育てる教育

生命観を育む「理科」生命領域の役割と使命

1 「動物のからだのつくりと運動」時間数の減少(全8→全5時間) 内容は減っていない

平成29年度版	平成20年度版
<p>第4学年 2 内容 B 生命・地球 (1) 人の体のつくりと運動 人や他の動物について、骨や筋肉のつくりと働きに着目して、それらに関係づけて調べる活動を通して、次の事項を身に付けることができるよう指導する。 ア 次のことを理解するとともに、観察、実験などに関する技能を身に付けること。 (ア) 人の体には骨と筋肉があること。 (イ) 人が体を動かすことができるのは、骨、筋肉の働きによること。 イ 人や他の動物について追究する中で、既習の内容や生活経験を基に、人や他の動物の骨や筋肉のつくりと働きについて、仮説のある予想や仮説を発想し、表現すること。 3 内容の取扱い (3) 内容の「B生命・地球」の(1)のアの(イ)については、関節の働きを扱うものとする。</p>	<p>第4学年 2 内容 B 生命・地球 (1) 人の体のつくりと運動 人や他の動物の体の動きを観察したり資料を活用したりして、骨や筋肉の動きを調べ、ヒトの体のつくりと動物とのかわりについての考えをもつことができるようにする。 ア 人の体には骨と筋肉があること。 イ 人が体を動かすことができるのは、骨、筋肉の働きによること。 3 内容の取扱い (3) 内容の「B生命・地球」の(1)のイについては、関節の働きを扱うものとする。</p>

本時 今日的にこだわって指導したい7つ

2 見方や考え方を養う理科

→見方・考え方を働かせ、科学的に解決するための資質・能力を育成することを目指す理科

平成29年度版	平成20年度版
<p>第4学年 2 内容 B 生命・地球 (1) 人の体のつくりと運動 人や他の動物について、骨や筋肉のつくりと働きに着目して、それらに関係づけて調べる活動を通して、次の事項を身に付けることができるよう指導する。 ア 次のことを理解するとともに、観察、実験などに関する技能を身に付けること。 (ア) 人の体には骨と筋肉があること。 (イ) 人が体を動かすことができるのは、骨、筋肉の働きによること。 イ 人や他の動物について追究する中で、既習の内容や生活経験を基に、人や他の動物の骨や筋肉のつくりと働きについて、仮説のある予想や仮説を発想し、表現すること。 3 内容の取扱い (3) 内容の「B生命・地球」の(1)のアの(イ)については、関節の働きを扱うものとする。</p>	<p>第4学年 2 内容 B 生命・地球 (1) 人の体のつくりと運動 人や他の動物の体の動きを観察したり資料を活用したりして、骨や筋肉の動きを調べ、ヒトの体のつくりと動物とのかわりについての考えをもつことができるようにする。 ア 人の体には骨と筋肉があること。 イ 人が体を動かすことができるのは、骨、筋肉の働きによること。 3 内容の取扱い (3) 内容の「B生命・地球」の(1)のイについては、関節の働きを扱うものとする。</p>

本時 今日的にこだわって指導したい7つ

3 指導と評価の一体化

「学習指導」と「学習評価」は、学校の教育活動の根幹であり、指導と評価の一体化の観点からの学習活動改善を通して、各教科等における資質・能力を確実に育成する上で、重要な役割を担っている。
『児童生徒の学習評価の在り方について(報告)』2019年1月

単元や題材など内容や時間のまとまりを見通しながら、児童生徒の主体的・対話的で深い学びの実現に向けた授業改善を行うと同時に、評価の場面や方法を工夫して、学習の過程や成果を評価することを示し、授業の改善と評価の改善を両輪として行っていくこと
『「指導と評価の一体化」のための学習評価に関する参考資料』国立教育政策研究所 令和2年3月

本時 今日的にこだわって指導したい7つ

4「自然を愛する心情」目標に明記→生命領域を教える理科人に与えられた使命

平成29年度版	平成20年度版
自然に親しみ、理科の見方・考え方を働かせ、見通しをもって観察、実験を行うことなどを通して、自然の事物、現象についての問題を科学的に解決するために必要な資質・能力を次のとおり育成することを旨とする。 (1) 自然の事物・現象についての理解を図り、観察、実験などに関する基本的な技能を身に付けるようにする。 (2) 観察、実験などを行い、問題解決の能力を養う。 (3) 自然を愛する心情や主体的に問題解決しようとする態度を養う。	自然に親しみ、見通しをもって観察、実験などを行い、問題解決の能力と自然を愛する心情を育てるとともに、自然の事物・現象についての実感を持った理解を図り、科学的な見方や考え方を養う。

人の体のつくりと運動（内容の取扱い）
 本内容は、児童が、骨や筋肉のつくりと働きに着目して、それらを関係付けて、人や他の動物の体のつくりと運動との関りを調べる活動を通して、それらについての理解を図り、観察、技能を身に付けるとともに、主に既習の内容や生活経験を基に、根拠のある予想や仮説を発想する力や、**生命を尊重する態度**、主体的に問題解決しようとする態度を育成することがねらいである。

本時 今日的にこだわって指導したい7つ

6個別最適な学びと協働的な学びの一体的な充実

急激に変化する時代の中で、児童生徒一人一人が自分のよさや可能性を認識し、多様な人々と協働しながら様々な社会的変化を乗り越え、地蔵く可能な社会の創り手となることのできるよう必要な資質・能力を育成するため、「個別最適な学び」と「協働的な学び」を一体的に充実し、「主体的・対話的で深い学び」の実現に向けた授業改善につなげていくことが必要である。
 「『令和の日本型教育』の構築を目指して～全ての子供達の可能性を引き出す、個別最適な学びと協働的な学びの実現」(答申) 2021年1月

個別最適な学びの実現においては、ICT環境や先端技術を最大限に活用しながら、「個に応じた指導」すなわち、「学習の個性化」や「指導の個性化」を充実を図ることが重要視

本時 今日的にこだわって指導したい7つ

5「物(教師)」に始まり「物(教師)」で終わる→「物(教師or児童)」に始まり「主体的に問題解決をする(児童)姿で」

平成29年度版	平成20年度版
自然に親しみ、理科の見方・考え方を働かせ、見通しをもって観察、実験を行うことなどを通して、自然の事物、現象についての問題を科学的に解決するために必要な資質・能力を次のとおり育成することを旨とする。 (1) 自然の事物・現象についての理解を図り、観察、実験などに関する基本的な技能を身に付けるようにする。 (2) 観察、実験などを行い、問題解決の能力を養う。 (3) 自然を愛する心情や主体的に問題解決しようとする態度を養う。	自然に親しみ、見通しをもって観察、実験などを行い、問題解決の能力と自然を愛する心情を育てるとともに、自然の事物・現象についての実感を持った理解を図り、科学的な見方や考え方を養う。

本時の評価規準：主体的に学習に取り組む態度
 1～3の視点を踏まえること。
 1 粘り強い取組を行おうとする側面
 2 自らの学習を調整しようとする側面
 3 理科を学ぶことの意義や有用性を認識しようとする側面

本時 今日的にこだわって指導したい7つ

7博物館との連携

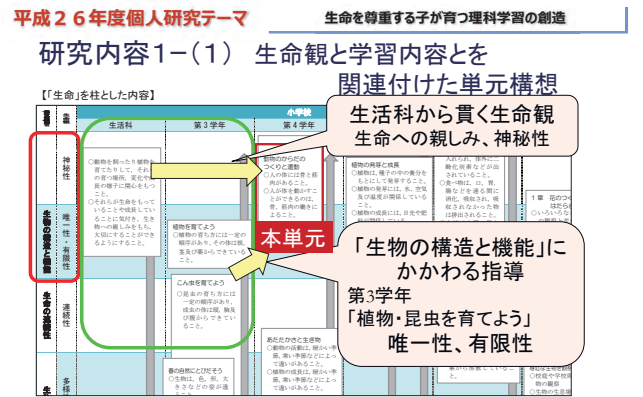
資料を使って調べるだけでなく、実際に腕で物を持ち上げたり、他の動物の体のつくりや体の動き、運動を観察したりすることが考えられる。
 実際に触れながら比較したり、映像や模型などを活用したりしながら、人の体のつくりと運動との関りについてとらえるようにする。他の動物の骨と筋肉の存在や運動について調べる際には、動物園などの**施設の活用**が考えられる。
 学習指導要領 第3章(1)

博物館や科学学習センターなどと連携、協力を図りながら、それらを**積極的に活用すること**。
 学習指導要領 第4章2-2(6)

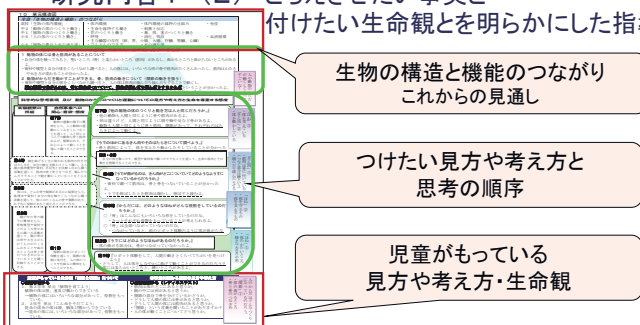
本時 今日的にこだわって指導したい7つ



参考:本時と同じ内容を扱った過去の実践



平成26年度個人研究テーマ 生命を尊重する子が育つ理科学習の創造
 研究内容1-(2) とらえさせたい事実と
 付けたい生命観とを明らかにした指導計画



平成26年度個人研究テーマ 生命を尊重する子が育つ理科学習の創造
 研究内容2-(1) 児童の実態に応じた
 感動的な生命現象との出会いの工夫



研究内容2-(2) 自己の生活と関連付けることのできる学習過程の工夫

問題をもつ場

実物・模型・資料で調べる場

予想をたてる場

結果を整理して考察する場

交流しまとめる場

主体的な問題解決を通して習得

研究内容2-(2) 自己の生活と関連付けることのできる学習過程の工夫

単元を通して他の動物を扱う

自然や生活とつないで納得

研究内容3-(1) 生命観を育てるための個に応じた指導・援助

児童の実態	目的	方向付け
A 事実を正確にとらえていない。	事実の確認 事実の整理 関連する既習内容の明確化	「～すると、…はどうなった?」「事実はお△だね。」 「～(表、ワークシートなど)を使って記録するといいよ。」 「前は～だったね。今回は?」
B 事実をとらえているが、考察することができない。	予想との関連 考察の仕方の確認 考察内容の顕在化	「予想と比べてどうだった?」 「事実からどんなことがわかったかな?」 「今話したことを書いてごらん。」
C 考察しているが、さらに深めたい。	実験結果の確かさ より科学的に	「何度やっても、他のグループの結果からもいえることはあるかな。」 「～(グラフ、図、モデル図など)を使って説明できるかな。」 「どうして～になったんだろう。」

研究内容3-(1) 生命観を育てるための個に応じた指導・援助

児童の実態	目的	方向付け
A 事実を正確にとらえていない。	事実の確認 事実の整理 関連する既習内容の明確化	A. 事実を正確に捉えるために 「筋肉は、骨のどこについていたの?」 「腕が曲がるとき、上の筋肉をさわってごらん。」 「模型と同時に腕を曲げてごらん。」
B 事実をとらえているが、考察することができない。	予想との関連 考察の仕方の確認 考察内容の顕在化	B. 生物の構造と機能をかかわらせて考察するために 「筋肉がどのようにになると、腕は曲がるの?」
C 考察しているが、さらに深めたい。	実験結果の確かさ より科学的に	C. 生命の巧みさを捉え、考察するために 「人や他の動物が運動できるのは、骨と筋肉のつき方や筋肉のようすが関係しているんだね?」

研究内容3-(1) 生命観を育てるための個に応じた指導・援助

予想と同じで、**A腕を伸ばしたとき、下の筋肉が縮んでいて、腕を曲げたときには、上の筋肉が縮んでふくらむことがわかりました。**
このことから筋肉は、**B縮んでふくらんだりゆるんで伸びたりして、形を変えて腕を曲げていて、関節や骨と同じように役割があることがわかりました。**
そこから思ったことは、**体中の筋肉も、Cきつと骨と同じように、さまざまな役割があると思って、人間の体はすごいな**と思いました。 第4時授業記録(A児の発言)

研究内容3-(2) 自己の生命観の変容を自覚することができる評価の工夫

付けたい科学の見方や概念の高まり

仲間の生命観にふれる交流・掲示

「生命」自分が生きることとつなげて

毎時間のふり返りを一覧にすることで自己の見方や概念の変容をふり返る

少しでも御参考になれば幸いです。ありがとうございました。



【令和4年度 研究紀要】



【実践力を育てる特別活動】



岐阜市立加納小学校
〒500-8488
岐阜市加納西丸町1-73-2
TEL: 058-272-2028
FAX: 058-272-2048
Email: gisyo16@kanou-e.gifu-gif.ed.jp



I - 6

第 22 回モデル授業

中学校第 2 学年

「化学変化と原子・分子」

授業者

遠藤裕貴

(上尾市立東中学校向原分校教諭)

令和5年度 第22回「理科モデル授業オンライン研修会」概要

2023年12月16日(土) 15時～17時50分

主会場：埼玉大学教育学部

参加28名(大学内16名、オンライン12名){学生18名、教員10名}

1 開会

- (1) 開会の挨拶(小倉康埼玉大学教授)
- (2) 本日の授業者の紹介(小倉康埼玉大学教授)
- (3) スケジュールの確認、指導案の配布

2 中学校理科モデル授業

(1) 授業者と授業内容

授業者：遠藤裕貴(上尾市立東中学校向原分校教諭)

単元名 中学校第2学年「化学変化と原子・分子—炭酸水素ナトリウムを加熱したときの变化」

(2) 単元構成と本時の位置づけ

〈本時の目標〉(複数の仮説を対話的に吟味した上で実験で検証する2時間授業を75分に短縮)

- ・炭酸水素ナトリウムを加熱するとどうなるかについて班で吟味して仮説を立てる(1校時目)
- ・実験結果をもとに、仮説と照らし合わせながら考察する(2校時目) 【思考・判断・表現】

〈単元展開〉

単元1 化学変化と原子・分子(計31時間)

1章 化学変化と物質の成り立ち(計8時間)

2章 いろいろな化学変化(計16時間)

第4次 カルメ焼きが膨らむわけ(2時間)

1 炭酸水素ナトリウムを加熱したときの变化(1・2)〈本時〉

- ・炭酸水素ナトリウムを加熱したときに発生する気体の種類について、例示された複数の仮説を基に班で吟味し仮説を立てて、実験に取り組む。

3章 化学変化と物質の質量(計7時間)

(3) 事前説明

本時の内容は第2章の始め。第1章の学習は酸化銀の熱分解や水の電気分解を通して、状態変化と化学変化の違いを学び、実際に分解されたものを確かめる実験操作と共に、原子モデルや化学反応式についても理解している。本時はこれらの第1章の内容を踏まえ、第2章として様々な化学変化を扱っていく最初の部分の学習となる。

(4) モデル授業の実施・視聴

[記録動画の通り]

(5) 授業者による事後説明 指導法・教材・授業で大切にしている点について

取組んでいる研究の紹介

「思考力・判断力・表現力」を高める理科指導—仮説設定場面における論証を吟味する活動に重点を置いた展開の工夫—

1 研究の動機

これまで科学的思考力の育成を目指し、実験結果を分析・解釈し、より妥当な考察ができる生徒の育成を目標としてきた。しかし、考察やまとめの場面に時間がかかったり、班ごとに異なる考察の書かれたワークシートでの活動に手間がかかったりした。また、時間をかけている割には

向上が見られず、生徒には難解に感じられ、苦手意識を持たれてしまうことがあった。そこで、思考力、判断力、表現力などの効果的な指導法を身に付けたいと考えた。

2 研究の背景

考察する力に関する現状では、考察場面に対話を導入するだけでは不十分（小椋 2007、小林 2015）で、仮説設定場面に工夫をすることが有効（門倉 2007、小林 2013）ではないかと考えた。仮説設定に関する先行研究から、教師との対話を基に仮説を洗練化し（宮本 2014、2016）、説明仮説と作業仮説を段階的に設定することで明確な根拠を持ち、検証可能な仮説を設定（勝間 2015）させたり、実験素材を提示して実験方法を考えさせることで新たな仮説への気づきが促された（安部ほか 2018）ことから、仮説の設定場面に重点を置くこととした。

3 研究仮説の設定

自らの仮説を支持しない実験結果が得られた時、考察が不明確になることから、複数の仮説を教員側から例示することで、意図的に複数の論証パターンに触れられるのではないかと考えた。

4 設計した指導法

① ワークシートのつくり・・・課題、仮説、実験方法、結果、考察

実験方法を先に示さないことで、仮説を考える時点で考えが偏ってしまうことを防ぐ。仮説の段階で吟味させてからワークシートを埋める方法を選んだ。

② 複数の仮説の例示・仮説の設定・吟味

予め複数の仮説をプリントに例示した。既習内容や正しい概念、経験、誤概念、結果予想のヒントなどを含む複数の仮説を例示することで、対話のきっかけとした。

5 結果より

これだけ仮説設定に時間を割くと、時間が足りなくなりそうだが、考察部分では仮説を活かすので時間が短くなる。学力面については、仮説を例示をすることによる悪影響は見られなかった。

中学校理科では、仮説を立てたり、吟味したり、議論する授業実践があまり見られないことから、今回モデル授業として紹介した。生物系や地学系においては展開が異なるかもしれないが、化学系や物理系の数値を扱う分野においてはこのような展開の有用性を実感している。

3 モデル授業についての協議

(1) グループ協議 20 分間、5 名程度のグループ協議

・以下の視点を中心に協議を進めた。

『教師による仮説の例示は仮説設定場面での対話が充実し、主体的・対話的で深い学びにつながるか』

・ブレイクアウトセッションが終わり、協議で出された質問や感想等について、各グループの記録係が報告するとともに、すべてのグループからの報告後、まとめて授業者から回答する形態で協議した。以下に、報告された主な質問や回答、感想を示す。

《グループ協議後に各グループから報告された事項》



図 1 複数の仮説提示「今日の仮説たち」

〈感想・意見〉

○予想・仮説に関して

- ・予想を考えられない生徒も自分の意見をもって発表することができる良さがあると感じた。
- ・予備知識が無くても仮説が立てられる点が良いと思った。
- ・誤概念をあえて仮説に入れることで、変容につながることを考えられ、良いと感じた。
- ・結果の予想があることで、見通しが立てやすいため、結果的に考察が立てやすい。
- ・自分の予想と違う結果を想定して実験結果を考えることができると感じた。
- ・同じ仮説例示を基に話し合うので、協議が深まり、対話的な学びになると考えた。
- ・中学校では実験方法を1から考えるのは難しい。そこで結果の予想をすることは現実的で効果的であり、考察の書き易さにもつながっていると考える。
- ・色々な仮説への気づきから考えが広がると感じた。
- ・対話が充実した。自分の考えに似たものや違うものがあり、それについて話したりすることが多くあり、対話的に活動ができた。
- ・主体的であったかはわからないが、対話的ではあった。Aさんたちの仮説も対話的であった。
- ・既習内容が元になっている先生の仮説が提示されているところが参考になる。
- ・児童の実態によって仮説の例示のレベルを変えることがよいと考えた。仮説を考えられない生徒にとっては手助けとなり有効であると考えた。
- ・仮説が混ざった時に、結果の予想で矛盾点について話しあったのは例示「今日の仮説たち」があったからであると考えた。
- ・予想を立ててからは結果を考えているから、その先の筋道を立てることが『論理的』（意味：道筋を立てて考える）と捉えられる。授業者からは『合理的』（意味：目的に対して無駄なく考える）との言葉も聞こえた。どちらが好ましいのか？どちらも好ましいのか？この発言はどのような目的であったのか知りたいと感じた。
- ・単元の初めには仮説の例示があって良いと思うが、前回までの学習内容との繋がりがなければ、仮説をたてることに根拠がないことになり、予想仮説がクイズ(思いつき、直感)になりかねないと考えた。
- ・例示された仮説の中に必ず正解があると思われるかもしれない。正解があるのかや、正解があっても理由は異なるという、「疑える観点」が大切だと考える。答えがあると思われぬようにしたい。
- ・子どもたちが仮説をたてやすくなることは良かったが、全員が炭酸水素ナトリウムから予想する展開になってしまうので、今回は予想が一辺倒になっていると感じた。
- ・自分の考えを持つ前に見てしまったら、どれにしようかという選択になりかねない。

○その他

- ・方法を後から配るのが良いと感じた。
- ・化学式が考察に出てきても良い。
- ・この後の授業展開が知りたい。
- ・水蒸気という仮説が出たことから、炭酸水素ナトリウムを加えたことによって膨らんだことをもっと強調し、説明をすべきなのではないかと感じた。
- ・課題に対するまとめはどうなるのか知りたい。
- ・できる子がプラスアルファでできる実験等があるとよい。

〈質問・課題〉

質問 気体の性質に着目した仮説も出てくるはずであり、全員が名前（物質名）を根拠にした仮説なので、交流をしたときにどの予想が正しいのか議論ができないのでないか。

授業者：勿論授業者がそのような仮説を挙げているからという理由もあるが、意図もある。やみくもな仮説やいい加減な仮説では、仮説のレベルが上がらず議論も深まらない。

第1章で学んだ根拠となる既習内容から考えて欲しい意図を含み、名前（例：酸化銀）を挙げているという含みもある。また誤概念を修正できるようにや根拠を基に予想が立てられるようにと願っての仮説を作成している。

質問 例示の根拠は「教師の根拠」か、「子どもの根拠」なのだろうか？子どもにも経験してきたものがあるので、「根拠」を教師の目線にするのか子どもの目線とすべきなのか？

質問 全員に仮説を配るのではなく、教師による例示を必要とする子どもにだけに渡すのはどうか？

授業者：仮説を立てられない子の授業への参加も目的としており、授業での子どもたちの実態や単元が進むにつれてその内容も変化させることが可能な発展性を含んでいると考えている。

質問 最終的に目指す子どもたちの姿は、自ら仮説を考える姿では？今回のように教師側からの仮説の例示は補助輪的な仮説と捉え、補助輪を外すことも考えられたらよいのでは？

授業者：正解がない仮説の例示は試したことがないが、補助輪的に使うことが自分も目的とするところである。

課題 自分の考えの理由が書きにくかった。仮説選択の理由を書くべきか、反応の理由を書くべきなのか迷った。

授業者：その辺りは自由に対応してもらって良いと考えている。

質問 課題設定を分けたほうが書きやすいのではないか。「炭酸水素ナトリウム～、カルメ焼きや～」

授業者：長い課題は本来好きではないが、今回は炭酸水素ナトリウムを含めたつながりのある表記とした。

質問 子どもの考え出す予想も大切にしたい。先に子どもたちに考えさせ、言わせる時間を設定し後から参考として例示してもいいのではないか？

質問 ホットケーキを小麦粉と水だけで作るなど、実際に生徒の前で見せることも効果的ではないか。

授業者：授業の時間配分で余裕ができれば是非加えるとよい。自分で動画編集や実際の演示、ホットケーキミックスの成分表を提示する事など、炭酸水素ナトリウムに注視でき、目的に合った工夫をするとよい。

質問 グループ協議にて仮説を設定するのも教師のねらいが重要なのではないかという意見が出た。今回の仮説にはどのようなねらいがあったか知りたい。

授業者：例示仮説を提示し、既習内容や生活の経験をできるだけ根拠にして欲しい、また名前（物質名）からも前の学習内容を想起したり、化学反応式を想起したりして、そこからのつな

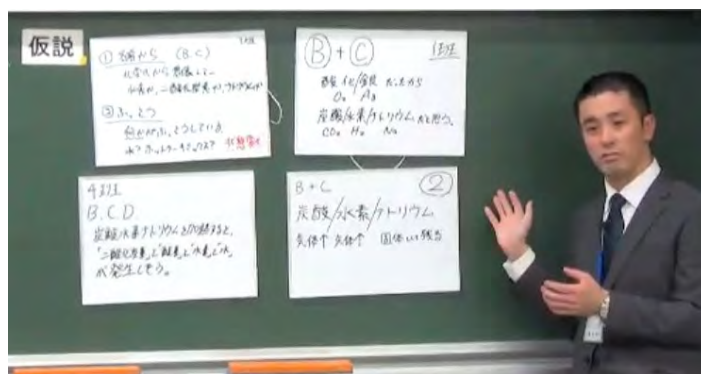


図2 各班の吟味後の仮説

がりを根拠として議論が深まることを意図して作成している。

質問 大変よくできていた「今日の仮説たち」を作るには、どのようなことを意識しているか？
授業者：誤概念を敢えて入れること、教科書の実験を中心に実験操作から仮説を立てるようにしていることである。教科書の実験内容で何のためにこの物質を使うのかがわかりにくいときがある（例：塩化コバルト紙の使用、フェノールフタレイン液の使用）。1章での既習内容があるので、敢えて例示仮説の中に状態変化ではないか？と間違っているといるということが気が付けるような意図を含め、その結果からは導き出せないような例示仮説を含めている。そこに子どもたちにとって馴染みのある言葉での表現を使うように心掛けている。イメージしやすい事柄を取り入れるように心掛けている。



図3 実験により検証（炭酸水素ナトリウムの加熱・塩化コバルト紙や石灰水による物質や気体の確認）

4 モデル授業についての講評

(1) 小倉康埼玉大学教授より

中学生にとっての理科は、観察実験は好きだけれど、自分で予想したり、実験を計画したり、結果を分析したり、事実から考察したり、結論から別の事象を説明したりといった、思考をはたらかせることは概して苦手な生徒が多いものである。誰にとっても、論理的に考えることは容易なことではなく、頭を悩ませながら考えて判断する必要があるので、子どもたちがその困難さから逃げたい、できれば回避したい、という気持ちになるのは不思議ではない。しかし、その代償として、物事を論理的に捉えて自分で事実に基づいて適切に判断することができない大人になったとしたら、その生徒は人生において様々な不利益を被るかもしれないし、それによって周囲の人間にも悪い影響を与えてしまいかねない。中学生の間に、論理的に考え判断する力を身に付け、人との話し合いでも論理的な飛躍や矛盾のない話しができたり、根拠に基づいた説明で相手を納得させることができたりするようになることは、実社会で求められるとても重要な資質・能力であり、そうした力を身に付けることは、理科を学習する最も重要な意義でもある。

遠藤先生は、生徒の論証する力、アーギュメントの力を高めるために、生徒に複数の仮説を提示して、それぞれの主張について生徒たちに批判的に吟味させた上で、自分たちが正しいと考える仮説が支持されるかどうかを実験で事実を得て確かめさせる指導法を開発考案された。

本日は、炭酸水素ナトリウムの熱分解反応の内容だった。生徒は聞いたことがない身近でない薬品かと思ったら、実はカルメ焼きやホットケーキ、パンを焼くときに使われる、重曹というとても身近な物質であることから、重曹を入れるとどうして膨らむのかを明らかにすることに興味が高まる導入であった。ここからが、生徒に頭をはたらかせて、論理的な思考力を高める段階である。A～Eの5通りの仮説を読んで、それぞれの特徴や違いを理解することが、なかなかできないというのが中学生の実状である。それを頑張って一つずつ理解すると、自分の考えが明瞭になり、自分の仮説が立てられる。そして、班でそれぞれの仮説を説明して、班としての仮説を決めるために話し合いをすることで、自分の仮説を理由とともに論証する機会が生まれる。さらに、

他の班の仮説と説明を聞くことで、仮説に対する論理的な吟味が深まる。こうした過程を経ることで、生徒の論理的な思考力、判断力、表現力が高まると期待される。ここまで来られれば、生徒たちには、ぜひ「よく頑張って考えて話し合えたね」と褒めてあげてほしいところである。彼らは、人生で生きてはたらかせることのできる資質・能力を高めたのだから。

さて、普段見ることの多い中学校の理科授業だが、実験を行うまでの時間がとても短く、実験方法を説明したらすぐに実験をして、とにかく実験結果を得ることが第一優先で展開される。生徒たちは、なぜこの方法で実験をするのか理解しないまま、とりあえず手順通りに実験して、結果を得るが、その結果が何を意味しているかが未だわからず、教員から、「では、実験結果から何が言えるのでしょうか」と問われて、初めて結果の意味を考える。班で話し合う・クラスで発表する・教員がまとめる・という流れになるので、結果の考察にはとても時間がかかる。これは、教師主導の実験を伴う授業で、生徒主体で科学的に探究する学習とは全く異なる授業展開である。

本日のモデル授業では、実験結果が得られた時点で、生徒はどの仮説が支持されたのかを直ぐに判断できるので、考察の時間はとても短く済むことになる。生徒は自分たちで吟味して決めた仮説が支持されたかどうかを、実験で得られた事実に基づいて自ら判断できる。こうして、科学的に探究するための基礎的な資質・能力が高められると考えられる。中学校理科の授業展開の在り様を考える上で、大変重要な示唆のあるモデル授業だと考える。

(2) 中村琢岐阜大学准教授より

仮説を設定する場面で、生徒達に仮説の論証・根拠を吟味することを授業の中に入れ込む研究に基づく化学分野での実践のモデル授業であった。通常の2時間の実践を凝縮しての展開で、大変参考となった。

見通しを持たせることは、学習指導要領においても観察実験を意欲的なものにするために特に重要視されている。仮説を考えるときに、学習者に十分に考えさせることが重要である。見通しを持つことによって予想や仮説がその授業における観察実験の結果とどのように関わりを持つかが非常に明確になり、結果的に学習者に主体的に課題解決活動に取り組みさせることになり、仮説の設定を行うことの重要性を考えさせられた。見通しを持つことによって主体的な学びが実現され、結果を解釈することにおいても明確にすることに繋がる。

グループで思考させることはグループの代表的な考えがそのままグループの意見となってしまうがちである。今日は5つの仮説の例を提示する方法を見せていただいた。これは多面的に考えるという点で非常に有効な方法だと考えさせられた。通常の実践では1つや2つの仮説にまとまるのがよくある。授業者の立場ではもっと多面的に考えさせることが面白さに繋がると思うのだが、しかし授業者の立場では意見を述べることに抵抗があり、学習者の意見を尊重することになり、結果的に面白さを十分に引き出す手掛かりがなく、課題だと感じていた。このような時に、今回の方法は有効であると感じた。また手掛かりがなく仮説が思い浮かばない時もある。今回は名前から発想させていたが、それをただ考えさせることは特に単元の冒頭では難しさがあるように思う。そのような時に、授業者が根拠や理由は違っても良いとし、どれに近いかということも含めた多様な考え方を促していた。このように授業者が多様な考えを促し、その中に正解があるという、自由性に富んだ提示の工夫であった。この実践のためにまず個人で考えさせ、次にグループで考えさせ、さらにホワイトボードに書かせ、書きながら議論をさせ、その後共有し、さらにグループへと戻すという過程から、赤ペンで加筆し、意見を変えることを促し許容する点が非常に素晴らしい工夫であった。仮説通りだとどのようになるのか考えさせる場面もあり、ここでは自分の班だけではなく他の班の仮説を考えさせることにより、独立変数がどのように変化すればそれに伴い従属変数が変わるのかという、自分の意見のみならず他者の意見も踏まえて関

係性を考えさせる点も有効だと感じた。授業の後半でも仮説を有効に生かす工夫であると感じた。このように授業内で多面的に思考させる実践が非常に有効なものであり、参考になるモデル授業であった。

5 次回の紹介（小倉康埼玉大学教授）

1月20日（土） 15時より

6 閉会の挨拶

質問7 「モデル授業」の内容について、ご意見やご感想、ご質問など

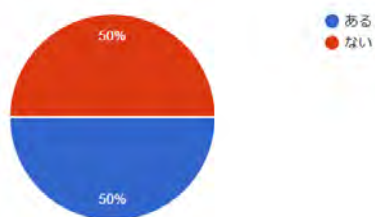
- ・仮説の過程（結果の予想も含む）を充実させることは子どもたちが見通しを持つことにつながり、主体的な学びの実現の一助になると考える。大変勉強になった。（小学校5年以上10年未満）
- ・仮説に重きを置いた授業づくりが、児童生徒の実態に応じて、強力なツールの1つになると感じた。（小学校10年以上20年未満）
- ・生徒の意見が多く出され、仮説を設定していて、その検証もスムーズになされていてよかった。（小学校10年以上20年未満・中学校10年以上20年未満）

質問8 上記以外でご意見やお気づきの点など

なし

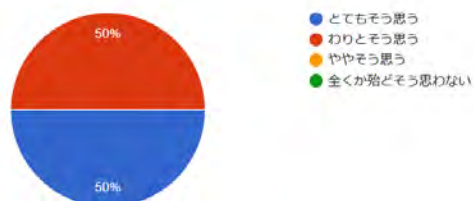
質問1 あなたは、本オンライン研修会に参加したことがありますか。

4件の回答



質問4 本研修会のような、勤務時間外にオンラインでの研修会を設けることは、あなたにとって助けになると思いますか。最も当てはまるものを1つ選択してください。

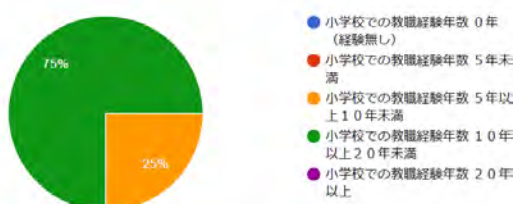
4件の回答



質問2 あなたについて、最も当てはまるものを1つ選択してください。

(小学校段階での教職経験)

4件の回答



質問5 本日の研修会について、モデル授業とその後の協議は、あなたにとって参考になると思いますか。最も当てはまるものを1つ選択してください。

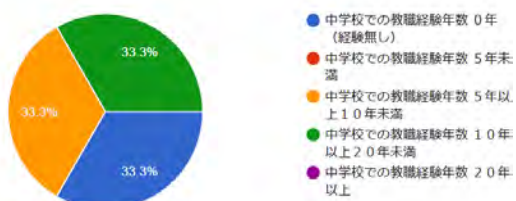
4件の回答



質問3 あなたについて、最も当てはまるものを1つ選択してください。

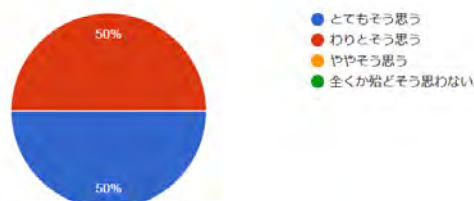
(中学校段階での教職経験)

3件の回答



質問6 本日の研修会のモデル授業の記録動画と指導案は後日公開されますが、それらをあなたの知り合いの教員に紹介することは有意義だと思いますか。最も当てはまるものを1つ選択してください。

4件の回答



質問6 「モデル授業の内容」について、ご意見や感想、ご質問など

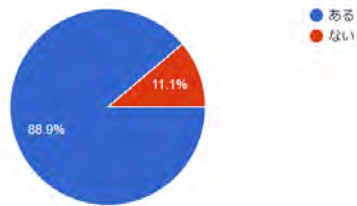
- ・教材研究をするときには、生徒がどのような考えを持つのか、どうしたら主体的に考えさせることができるか想定しておくことの重要性を感じることができた。（中学校志望・経験あり）
- ・仮説設定の訓練のために教師から複数案を出し、そこから自身の考えにしていくことが非常に参考になった。（小学校志望・経験あり）
- ・実験方法の何パターンもの例示が新鮮であった。（中学校志望・経験あり）
- ・授業で実験をする際に、教師から予想の例を提示することに関して、新たな知見を得ることができた。どのように取り入れるかによって、メリットばかりではなくデメリットも考えられるため、自分なりに改めてやり方を考えてみたくなった。（中学校志望・経験あり）
- ・理科の授業では、見通しを持って実験をすることが大切だが、既習事項や経験を踏まえなければその見通しや予想は、クイズや当てずっぽうになってしまう。今回の授業では、先生が仮説とその根拠を提示してくれることで、根拠のある見通しを立てることができ、また仮説の立て方を学ぶことができる点がとても良いと思いました。今後の授業づくりの参考にしたいと思う。（小学校志望・経験あり）

質問7 本日の研修会で感じたこと、気づきや要望など

なし

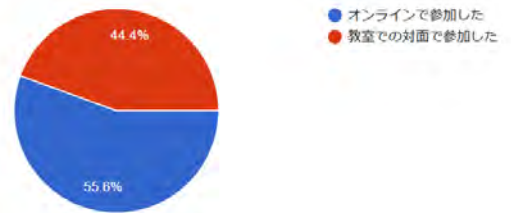
質問1 あなたは、本オンライン研修会に参加したことがありますか。(当てはまるものすべてにチェックしてください。)

9件の回答



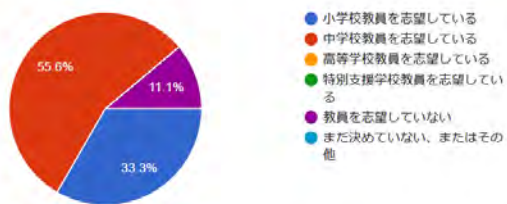
質問4 本日の研修会に、あなたはどのように参加しましたか。

9件の回答



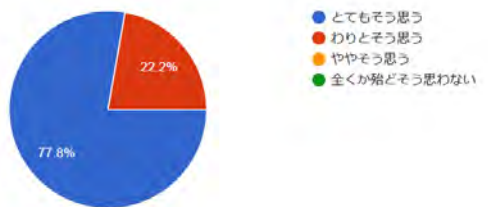
質問2 あなたについて、最も当てはまるものを1つ選択してください。

9件の回答



質問5 本日の研修会について、モデル授業とその後の協議は、あなたにとって参考になりましたか。最も当てはまるものを1つ選択してください。

9件の回答



質問3 あなたについて、最も当てはまるものを1つ選択してください。

9件の回答



第2学年 理科学習（単元）指導案

日時：令和5年12月16日（土）第○校時

場所 理科室

生徒数 ○○名

指導者 遠藤 裕貴

1 学年・単元名 中学校第2学年・化学変化と原子・分子

2 授業の構想

(1) 内容・教材

本単元は、中学校学習指導要領（平成29年告示）第1分野(4)「化学変化と原子・分子」に基づき展開されるものである。理科の見方・考え方を働かせて、化学変化についての観察・実験などを行い、化学変化における物質の変化やその量的な関係について、原子や分子のモデルと関連付けて微視的にとらえさせて理解させるとともに、観察・実験などに関する技能を身に付けさせこと、そして、見通しをもって課題を解決する方法を立案したり、観察・実験の結果を分析して解釈したり、化学変化における物質の変化やその量的な関係を見いだして表現したりすることによって思考力・判断力・表現力等を育成することをねらいとする。

化学変化については、小学校では、第6学年で「燃焼の仕組み」として学習している。中学校では、第1学年で「(2)身の回りの物質」として学習し、粒子モデルを用いて微視的に事物・現象を捉えるとともに、物質の調べ方や物質の性質をもとに物質を区別できることを学習している。

本単元では、様々な化学変化に関する実験を重ねる中で、化学変化やその種類、化学変化に伴う熱や質量についての規則性などを見いだしていくとともに、物質をつくる原子や分子についての概念も獲得していく展開となっている。実験の数も多く、実験結果から考察する展開を通して規則性や新たな概念などを獲得していくことが一般的である。

教材としては、原子のモデルカードなどを用いて原子や分子のモデルの概念の獲得を補助することに加えて、実験の素材として重曹や使い捨てカイロなど、日常生活との関連を感じられる教材を用いることができる。

(2) 指導法

長期研修における研修題目は「思考力・判断力・表現力」を高める理科指導 ～仮説設定場面における論証を吟味する活動に重点を置いた展開の工夫～であり、検証授業における手立てとしては以下の①～③を実施することとしている。

手立て①：仮説の定義や必要性、結果の予想の仕方や考察の仕方について教示する特別授業を行う。

手立て②：仮説設定場面において、複数の仮説を例示し、それらを基に生徒個人で立場を選択させた上で、班で仮説の吟味を行わせる。各班の仮説をクラスで共有した後に、班で仮説を再検討させ、例示されたそれぞれの仮説に基づく結果の予想をさせる。

手立て③：仮説設定場面において、個人で仮説を設定させ、班で話し合っ仮説を吟味させる。各班の仮説をクラスで共有した後に、班で仮説を再検討させ、仮説に基づく結果の予想をさせ、実験に取り組ませる。

本単元は、前述の通り、化学変化やその種類、化学変化に伴う熱や質量についての規則性などを見いだしていくとともに、物質をつくる原子や分子についての概念も獲得していく展開となっている。規則性や新たな概念を学ぶ過程では、実験結果という事実が根拠として必要ではあるが、教師から示された実験方法に沿って実施し、実験結果から考察する展開だけでは、生徒は目的意識を持ちにくく、定着の度合いも低いと考えられる。そこで、実験前の仮説設定場面に重点を置いた上記の手立てを取り入れた授業展開とし、見通しをもって実験に取り組ませることができれば、規則性や新たな概念の獲得にも寄与するのではないかと考える。

(3) 単元展開における手立てを実施する授業のねらい

単元1 化学変化と原子・分子 (計31時間)

1章 化学変化と物質の成り立ち (計8時間)

2章 いろいろな化学変化 (計16時間)

第4次 カルメ焼きが膨らむわけ (2時間)

1 炭酸水素ナトリウムを加熱したときの変化 (1・2)

- ・炭酸水素ナトリウムを加熱したときに発生する気体の種類について、例示された複数の仮説を基に班で吟味し仮説を立てて、実験に取り組む。

第5次 物質が結びつく化学変化 (8時間)

1 銅と硫黄が結びつく化学変化 (1)

1 鉄と硫黄が結びついて別の物質が生じるか (2・3)

- ・鉄と硫黄を加熱したとき、銅と硫黄のように結びつくような化学変化が起こるかどうかなについて、例示された複数の仮説を基に班で吟味し仮説を立てて、実験に取り組む。

2 銅と酸素が結びつくか (4)

3 鉄と酸素が結びつくか (5・6)

- ・鉄と酸素の組み合わせでは、銅と酸素のように結びつく化学変化が起こるかどうかについて、例示された複数の仮説を基に班で吟味し仮説を立てて、実験に取り組む。

4 穏やかな酸化と燃焼 (7)

5 有機物と燃焼 (8)

第6次 酸素を取り除く化学変化 (4時間)

1 酸素を取り除く化学変化・還元 (1)

2 炭素を用いて酸化銅から銅が取り出せるか (2・3)

- ・水素で酸化銅を還元できるように、炭素を用いて酸化銅が還元できるか、例示された複数の仮説を基に班で吟味し仮説を立てて、実験に取り組む。

3 その他の還元 (4)

第7次 化学変化と熱 (2時間)

1 使い捨てのカイロのしくみ (1)

2 熱が吸収される化学変化 (2)

3章 化学変化と物質の質量 (計7時間)

3 本単元の学習目標

・本単元の目標

知識・技能	思考・判断・表現	主体的に学習に取り組む態度
<ul style="list-style-type: none"> ・物質の成り立ち、さまざまな化学変化、化学変化と物質の質量を、原子や分子のモデルと関連付けながら理解する。 ・化学変化に関する事物・現象を、日常生活や社会と関連付けながら理解する。 ・加熱器具を中心とした化学実験に関する操作技能を身に付ける。 	<ul style="list-style-type: none"> ・さまざまな化学変化について、見通しをもって観察・実験などを行い、その結果を分析して解釈し、化学変化における物質の変化やその量的な関係を見いだして表現する。 ・小学校で身に付けた問題を見いだす力や根拠のある予想や仮説を発想する力などを更に高める。 ・例示された複数の仮説や他者の考えを参考にして、根拠のある仮説を設定できる。 ・仮説を参照し、根拠のある明確な考察ができるようになる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・化学変化と原子・分子に関する事物・現象に進んで関わり、見通しをもったり振り返ったりするなど、科学的に探究しようとする。 ・化学変化と原子・分子に関する事物・現象の理解が深まることによって新たな問題を見いだそうとする。 ・学習で得た知識及び技能を活用して、化学変化に関する自然の事物・現象を総合的に見たり考えたりしようとする。 ・班員との対話を通し、自分の考えを根拠のあるより妥当なものに練り上げようとする。

4 準備物

ワークシート、大型モニター、教師用タブレットまたはPC

※以下 () 内の数量は1班あたり

炭酸水素ナトリウム (2g+少量)、石灰水 (20mL 程度)、フェノールフタレイン液 (数滴)、スポイト (1)、塩化コバルト紙 (1 枚)、試験管 (7 本)、試験管立て (1)、ピンセット (1)、ガスバーナー (1)、ガラス管付きゴム管 (1)、穴あきゴム栓 (1)、ゴム栓 (3)、スタンド (1)、水槽 (1)、薬さじ (1)、薬包紙 (2)、燃えさし入れ (1)、線香 (1)、マッチ (数本)、保護眼鏡 (人数分)、のり (人数分)
ホワイトボード (1)、ホワイトボードマーカー (黒赤各1)

5 本時の目標

- ・炭酸水素ナトリウムを加熱するとどうなるかについて、班で吟味して仮説を立てる (1 校時目)
- ・実験結果をもとに、仮説と照らし合わせながら考察する (2 校時目)

6 授業展開

時間	段階	学習者の○活動と資質・能力 ・想定される考えや発言例	教師の発問と○指導	★目標達成のための評価 ☆指導改善のための評価 ○留意事項
0 2 6	場づくり (導入) 疑問	<p>○前章の学習内容を想起し確認する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・化学反応式。 ・水の電気分解で、水素と酸素ができた。 <p>○カルメ焼きやホットケーキについての動画を観る。</p> <p>○カルメ焼きやホットケーキが膨らむ理由が炭酸水素ナトリウムにあることを理解する。</p>	<p>○前時まで取り使っていた第1章「化学変化と物質の成り立ち」の学習内容を想起させる。</p> <p>○カルメ焼きやホットケーキが膨らむ理由が重曹(炭酸水素ナトリウム)にあることを補って説明する。</p> <p>炭酸水素ナトリウムを加熱するとどうなるでしょう。</p> <p>カルメ焼きがふくらむ原因はなんだろう。</p>	<p>○酸化銀は熱分解されたが、水は熱では分解できず電気を用いて分解したことを振り返る。</p> <p>○状態変化と化学変化の相違点を振り返る。</p> <p>○NHK for School 理科のページ内の動画を用いる。</p>
8	予想 活動1 仮説の選択	<p>○炭酸水素ナトリウムを加熱するとどうなるのか予想する。</p>	<p>○複数の仮説を例示する。</p>	<p>炭酸水素ナトリウムを加熱するとどうなるか理解し、カルメ焼きやホットケーキがふくらむ理由を考える。</p> <p>A : 炭酸水素ナトリウムを加熱すると酸素が発生するだろう。なぜなら、酸化銀を加熱したときも酸素が発生したし、炭酸水素ナトリウムの名前の中に「酸」という言葉が入っているから。</p> <p>B : 炭酸水素ナトリウムを加熱すると二酸化炭素が発生するだろう。なぜなら、炭酸水素ナトリウムの名前の中に「炭酸」という言葉が入っていて、炭酸ガスは二酸化炭素のことだから。また、炭酸水という物もあるので、食べても問題ないと思うから。</p> <p>C : 炭酸水素ナトリウムを加熱すると水素が発生するだろう。なぜなら、炭酸水素ナトリウムの名前の中に「水素」という言葉が入っているから。</p> <p>D : 炭酸水素ナトリウムを加熱すると水蒸気が発生するだろう。なぜなら、炭酸水素ナトリウムの名前の中に「水」という言葉が入っているから。水は熱分解されず、電流を流せば電気分解されたので、今回の実験では水は水蒸気にしかならないと思う。</p> <p>E : 炭酸水素ナトリウムを加熱すると状態変化して炭酸水素ナトリウムの液体が発生するだろう。なぜなら、水のように熱分解されない物質もあるので、炭酸水素ナトリウムも同じように熱分解はできず、融点に達して状態変化すると思うから。</p>

11	<p>○例示された複数の仮説を聞いて、自分の仮説を立てる。</p> <p>既習内容などを根拠に仮説を設定する。</p>	<p>これらの仮説を参考にして、個人で仮説を設定しましょう。仮説はA～Eの中から選んでもよいし、それ以外の仮説を立てても構いません。</p>	<p>○できるだけ理由を書かせるようにする。</p> <p>○例示された仮説以外の仮説を設定してもよいことを伝える。</p> <p>☆既習内容や経験など根拠にしている。【思考・判断・表現】(ワークシート)</p>	
16	活動2 班で吟味	<p>○実験班で互いの仮説とその理由を発表し合い、吟味して班の仮説を設定する。ホワイトボードに記入する。</p> <p>既習内容などを根拠に仮説を吟味し、設定する。</p>	<p>個人で選択・設定した仮説を発表し合った上で、話し合っ</p> <p>て班としての仮説を設定しましょう。</p>	<p>○理由を書かせるようにする。</p> <p>○多数決で決めないようにさせる。</p> <p>★班での対話を通して様々な根拠を参考にして吟味し、仮説を設定している。【思考・判断・表現】(話し合い活動・ホワイトボード)</p>
25	活動3 クラスで共有	<p>○ホワイトボードを活用して、班の仮説をクラスに発表する。</p>	<p>○各班の仮説を発表させる。</p> <p>異なる仮説を立てている班の考えや、同じような仮説でも根拠が同じかどうか</p> <p>に注意して、他の班の発表をききましょう。</p>	<p>○教師は類似点や対立点を見いだすようにする。</p>
33	活動4 班で再検討	<p>○他の班の意見を踏まえて、班で仮説を再検討する。ワークシートには赤文字で加筆・修正する。</p>	<p>○類似点や対立点を指摘し、班での再検討を促す。</p> <p>○再検討によって加筆・修正する内容は赤文字で記入させる。</p>	
38	活動5 結果の予想	<p>○実験方法を聞く。</p> <p>○塩化コバルト紙の性質と実験で用いる目的を知る。</p> <p>○班で立てた仮説を基に結果の予想をする。ワークシートに記入する。</p>	<p>○実験方法プリントを配布し、実験の方法を提示する。</p> <p>○塩化コバルト紙を見せて性質を紹介する。</p> <p>班で設定した仮説が正しいとすると、この実験ではどのような結果が得られるか、班で意見を出し合いながら予想しましょう。</p>	<p>★班で立てた仮説を基にした結果の予想ができる。</p> <p>【思考・判断・表現】(ワークシート)</p>

		○例示された複数の仮説それぞれに基づく結果の予想をする。ワークシートに記入する。	班で設定した仮説だけでなく、例で示した仮説のそれぞれが正しい場合の結果も予想しましょう。	★例示された仮説それぞれに基づく結果の予想ができる。【思考・判断・表現】(ワークシート)
0 1 20	実験	○前時の内容を確認する。 ○手順に沿って実験を行う。 ○班で協力して結果をワークシートに記入する。	○本時の課題を再提示する。	☆提示された気体の調べ方を安全に実施している【知識・技能】(実験操作) ☆加熱器具を正しく使用している【知識・技能】(実験操作)
23	考察	○考察をして、ワークシートに記入する。(個人)	班で結果を確認したら、個人で考察し、ワークシートに記入しましょう。 仮説が支持されたかどうかに着目して考察しましょう。	★カルメ焼きやホットケーキがふくらむ理由を見いだしている。【思考・判断・表現】(ワークシート) ★仮説と対応させながら考察をしている【思考・判断・表現】(ワークシート)

7 評価と指導の計画

評価規準 (B 基準)	C 基準	指導の手立て
班での対話を通して様々な根拠を参考にして吟味し、仮説を設定している。	理由のない仮説を設定している。それぞれの考えを吟味せず、誰かの考えを鵜呑みにしている。	理由を書くよう机間指導する。仮説は仮に立てたもので、実験をするまでどれが正しいかは分からないと声かけをする。

8 板書計画

・ 1 校時目

課題 : ○○○○○。 既習内容など	各班の仮説				
	○班 仮説 理由	○班 仮説 理由	○班 仮説 理由	○班 仮説 理由	○班 仮説 理由
	○班 仮説 理由	○班 仮説 理由	○班 仮説 理由	○班 仮説 理由	○班 仮説 理由
共通点や相違点のメモ					

・ 2 校時目

課題：○○○○○。	実験方法・注意	結果

9 資料 単元指導用ワークシート・例示仮説プリント

単元指導用ワークシート

令和元年度 第2学年 理科 No.48	5. 結果の予想
__月 __日 () 天気: __ __年 __組 __番・氏名 _____	
1. 課題	
<input type="text"/>	
2. 自分の考え	
<input type="text"/>	理由
3. 班の仮説	6. 結果
<input type="text"/>	
4. 実験方法	
	7. 考察
	<input type="text"/>
	__月 __日 () 天気: __ __班

今日の仮説たち No.48 補

____ 月 ____ 日 (____)

____ 年 ____ 組 ____ 番



Aさん

炭酸水素ナトリウムを加熱すると酸素が発生するだろう。なぜなら、酸化銀を加熱したときも酸素が発生したし、炭酸水素ナトリウムの名前の中に「酸」という言葉が入っているから。



Bさん

炭酸水素ナトリウムを加熱すると二酸化炭素が発生するだろう。なぜなら、炭酸水素ナトリウムの名前の中に「炭酸」という言葉が入っていて、炭酸ガスは二酸化炭素のことだから。また、炭酸水という物もあるので、食べても問題ないと思うから。



Cさん

炭酸水素ナトリウムを加熱すると水素が発生するだろう。なぜなら、炭酸水素ナトリウムの名前の中に「水素」という言葉が入っているから。



Dさん

炭酸水素ナトリウムを加熱すると水蒸気が発生するだろう。なぜなら、炭酸水素ナトリウムの名前の中に「水」という言葉が入っているから。水は熱分解されず、電流を流せば電気分解されたので、今回の実験では水は水蒸気にしかならないと思う。



Eさん

炭酸水素ナトリウムを加熱すると状態変化して炭酸水素ナトリウムの液体が発生するだろう。なぜなら、水のように熱分解されない物質もあるので、炭酸水素ナトリウムも同じように熱分解はできず、融点に達して状態変化すると思うから。

I - 7

第 23 回モデル授業

小学校第 5 学年

「人の誕生」

授業者

堀 祐太郎

(瑞穂市立牛牧小学校教諭)

令和5年度 第23回「理科モデル授業オンライン研修会」概要

2024年1月20日（土）15時～17時40分

主会場：岐阜大学教育学部

参加 29名（大学内 12名、オンライン 18名）{学生 19名、教員 11名}

1 開会

(1) 開会の挨拶（中村琢岐阜大学准教授）

(2) 能登半島での大地震の体験報告

はじめに、1月1日に発生した能登半島での地震について、理科教育に携わる参加者向けに、モデル授業者の堀氏と主催者の中村氏からそれぞれ情報提供があった。

堀氏より（石川県で地震に遭遇）

石川県小松市出身で、実家で地震に遭遇。石川県は金沢より北部の能登地方と金沢より南部の加賀地方に分かれており、被害の比較的少ない南部で震



図1 能登半島における被害の様子

度5強の揺れを体験。一斉にスマートフォンから緊急地震速報が流れ、それだけで恐怖を感じた。今までにも数度緊急地震速報を耳にしており、それほど大きくない揺れを体験していたので、その時と同じ程度であることを予想していた。今回はそれとは異なり、明確な初期微動を感じ、体験したことが無いようなものが来ることを本能的に感じた。まさに遠くからそれが近づいてきて一気に揺れが駆け抜けていくような初期微動を感じた。築50年以上経っている実家にいたので、揺れと共に家がきしむ音、食器棚が揺れる音など、あらゆるものがガタガタ、ミシミシと音を立てる状況を初めて感じた。これまで小4で阪神淡路大震災の震度3を石川で体験し、その後岐阜で東日本大震災の震度3を体験してきた。今回は、揺れと共に世の中のあらゆる物から音が鳴っているかの状況に、大きな恐怖心を感じた。

地震の後、直ぐに車に乗って山の方に逃げていく家庭もあり、町全体が騒然とした雰囲気にも包まれた。翌日、団地で造成された丘のような部分の道路に見られた被害の写真が小松市に住む母から届いた。

石川で感じたこととして、新聞のお悔やみ欄から、1名が助かり、家族5名が亡くなってしまったことを伺い知ることができ、改めて大きなことだったと感じる。また、5月に家族で出向いた能登島水族館で観た大きな水槽のジンベイザメが、今回の地震で亡くなってしまったことをニュースで聞いた。子ども達が非常に寂しがっていた。



図2 小松市の道路に見られた被害

300余名の方が亡くなったと報道されているが、「300名以上の方が亡くな

った一つの地震」ということではなく、一人の大事な人間が亡くなってしまったという大きな出来事が、石川県で一斉に300件以上起こってしまった出来事だと考えると、本当に悲しい出来事で、大きなことなのだと改めて感じる。

中村琢岐阜大学准教授より（湯量観測の地震の影響について）

岐阜県飛騨市の跡津川断層のある付近に割石温泉があり、その湯量を観測している。観測で見られた地震の影響を紹介する。研究で温泉の湯の量を計るデータをとっているが、地震がない通常時は300毎分の湯量が観測される。大きな地震が起こると湯量に大きな変化が見られる。地震波が岩盤に大きな圧力を与え、中の圧力が高まることにより、湯量が増えることから、変化が見られるとされる。湯量はすぐに元に戻るのではなく、2年ほどかかり、元の量に戻ることがわかっている。今回、元日は250毎分であった湯量が、地震が起こった1分後に非常に大きく下がり、上がり複雑な動きを記録し、7分後くらいの周期で上がっていくことが観測された。地震波が地球の表面を伝わって一周して戻ってくるまでに7分ぐらいかかったのだろうということがわかっている。また温泉の温度が5℃上がり、今回の地震では温泉の量が90ℓを記録していた。非常に大きな地震であったことが観測結果からも読み取れる。

(3) 本日の授業者の紹介（中村琢岐阜大学准教授）

(4) スケジュールの確認、指導案の配布

2 中学校理科モデル授業

(1) 授業者と授業内容

授業者 堀 祐太郎氏（瑞穂市立牛牧小学校教諭）

単元名 小学校第5学年「人の誕生」

(2) 単元構成と本時の位置づけ

<単元展開>

第1時 母体内での成長について問題を見いだす。

第2・3時 母体内での成長について、資料などで調べる。

第4時 母体内での成長について、調べたことを発表する。

第5時 羊水の量は子宮のどれくらいまでなのか、モデル実験を通して確かめる。*本時

第6時 人の子どもの母体内での成長について、学んだことをまとめる。

<本時の目標>（第5時/全6時）

子宮の中に羊水がどれくらい入っているのか疑問をもち、モデル実験から羊水が子宮に満たされていることで胎児が衝撃から守られるという羊水の働きを理解することを通して、人体の巧みさや生命の尊さを考えることができる。【思考・判断・表現】

(3) 事前説明

人の誕生という単元は、母体内での発生や成長をテーマとするため、実物を試したり実験をして追究を進めることは難しいため、調べ学習が中心となる。本時は2時間調べ学習をし、交流をし、まとめたその後の1時間である。ここでは実感を伴って理解が深まるとよいと考える。母体内の羊水の量に着目し、実験を通して確かめるものであり、胎児が衝撃から守られるという羊水の働きを理解することを通して、人体の巧みさや生命の尊さを養っていききたい。

(4) モデル授業の実施・視聴

[記録動画の通り]

(5) 授業者による事後説明 指導法・教材・授業で大切にしている点について

○本時について

学習指導要領より、生命領域を通して、生命を尊重する態度という生命領域特有の役割があるのではないかと考えている。実際に自分自身やヒトについて考えることはあまりなく、だからこそ第5学年の「動物の誕生」において、ひと工夫手立てを加え、人の誕生の調べ学習で終わるのではなく、調べたことが実感を伴って理解されたり、母親への思いや母体の大変さなどの道德面にも触れたりすることで、生命尊重の意識を高めることができるのではないかと考える。

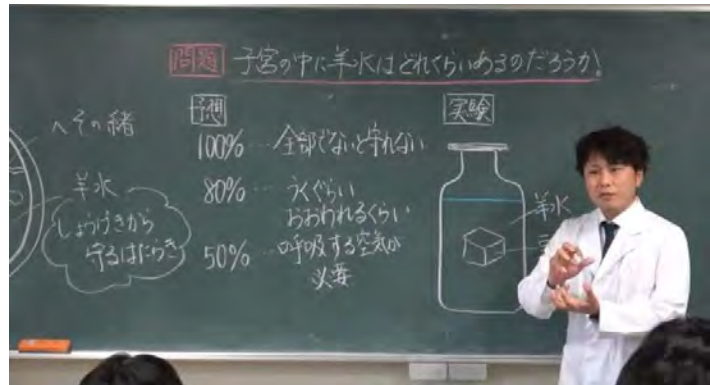


図3 子宮の中に羊水はどのくらいあるのだろう。

第1時で母体内の成長について皆で問題を見出す。第2・3時で母体内の成長についての調べ学習。第4時では調べたことを発表し合う。第5時はモデル実験を通して確かめるという、多くの教科書には見られないものである。この第5時を入れることで学んだことが効果的になるのではないかといいねらいがある。羊水の具体的な量や働きを明らかにすることは教科書でも学習指導要領でも求められていない。従ってここでは、羊水の量を明らかにし、羊水の役割を確認することによって、母親が大変な思いをしながらお腹の中で大切に育ててくれたことに如何に思いを馳せられるかが大切になると考える。

第1時で母体内の成長について皆で問題を見出す。第2・3時で母体内の成長についての調べ学習。第4時では調べたことを発表し合う。第5時はモデル実験を通して確かめるという、多くの教科書には見られないものである。この第5時を入れることで学んだことが効果的になるのではないかといいねらいがある。羊水の具体的な量や働きを明らかにすることは教科書でも学習指導要領でも求められていない。従ってここでは、羊水の量を明らかにし、羊水の役割を確認することによって、母親が大変な思いをしながらお腹の中で大切に育ててくれたことに如何に思いを馳せられるかが大切になると考える。

本時のねらいは2つある。

- ① 実験を通して羊水の働きに気付く。
- ② その働きの巧みさや母親の思いを考えることができる。

特に②の点において、如何に子どもたちの思いを巡らせられるか、工夫した点である。

本時を進めるにあたり、そしてまた今後にも迷いが生じる点がある。生命尊重を詠いながら、胎児に見立てたはずの豆腐がぐちゃぐちゃに崩れるという実験。胎児に見立てたものであるのに崩れることなくこの目的を達成するにはどうしたらよいかという点である。アイデアがあれば教えて欲しい。

○理科の授業をするうえで大切にしていること

現場には20代の教員が大変多い。30代が少なく、その上の層の教員が多い。そのような実態の中で、理科の免許を持っている教員は3名しかいない。理科以外の免許を持つ教員にも、馴染みやすく、皆で大切にしようと取り組んでいる。

理科での一連の追究の過程をよりスムーズに実現したいと考えたとき、子どもたちは実験は楽しんでですが考察が書けないという教員の悩みをよく聞く。課題の把握は追究の過程の第一歩になる。そこで、この第一歩、最初の問題の把握（発見）を「ワクワクの5分」と名付け、特に大切にしている。

〈ワクワクの5分で大切にしていること（事象提示から問題づくりにおいて）〉

- ・本時、追究することが明確になるか。
- ・「なぜだろう」「調べてみたい！」という強い目的意識が生み出せるか。
- ・どのような実験をして、何をはっきりさせられればよいかまで見通しを持てるか。
- ・事象を見て子どもがするであろう思考と本時で学ばせたいこと、つけたい力が一致しているか。

3 モデル授業についての協議

(1) グループ協議 25 分間、5 名程度のグループ協議

- ・以下の視点を中心に協議を進めた。

『本時の教材を通して、学習者は人間の体の巧みさを認識し、生命尊重の態度を養うことができていたか。』

・ブレイクアウトセッションが終わり、協議で出された質問や感想等について、各グループの記録係が報告するとともに、すべてのグループからの報告後、まとめて授業者から回答する形態で協議した。以下に、報告された主な質問や回答、感想を示す。

《グループ協議後に各グループから報告された事項》

〈感想・意見〉

- ・最後の水（ウォーターバック）を用いた実際の体験で、より深く考えることができ、生命尊重の態度を養うことができていたと感じた。この実体験により、母親のしんどさが理解でき、感謝の気持ちを抱くことができていたと感じた。
- ・モデル実験を通して、生命を尊重する態度を養うことができていた。
- ・机間巡視のさりげない授業者の声掛け、「お母さんはこれをどれくらい抱えているの？」で、児童が考え、24 時間ずっと抱えていることからの大変さや母親への尊敬の念を抱くきっかけになったと感じる。
- ・羊水の実験によって、その大切さを知ることができる。前半の実験で実際に体験することで、人体のすごさが分かるため、生命の大切さを知ることができる。
- ・声掛けで答えを言うのではなく、児童に気づかせて考えさせることができると感じた。
- ・優先席で席を譲るなど、自分の生活に落とし込み、考えることができた。
- ・実験方法や妊婦体験をする活動を通して、生命尊重の態度を育成できていたと感じる。
- ・妊婦さんを大切にすることやお母さんに感謝しようとする気持ちを育成することができていた。
- ・羊水の重要性に気づかせる展開だった。
- ・重さに気づいて、母親の大変さを体感することで、自分の命を大切にしようとする態度の育成に繋がっていた。
- ・5kg を持つての大変さを実感できる。
- ・ウォーターバックで生命の重みを実感することができる。
- ・妊婦さんの体験をすることは、非常に貴重な体験になったといえる。
- ・実験を通して、母親の体について（羊水など）を教えている点、特に、手頃で安価な品を用いて実験を行っていた点など、身近に取り入れやすい教材の工夫を感じた。
- ・実験だけで終わるのではなく、ウォーターバックを用いて、妊婦の体験を行うことで体感ができ、特に男性にも体感出来る点が良かった。
- ・「お母さんすごいね」で終わるのではなく、そこから次はどうするのかを考えることが大切なのではないかと感じた。
- ・振り返りを多くとっていたのが印象的だった。実験から胎児＋羊水はどれほど重いのかという問いかけにつなげて、そこから生命尊重への議論につなげている点が良かった。
- ・容器の形故に何%かが測りにくい。何%と指定するとピッタリにしたがる生徒もいると思う。
- ・羊水の量に疑問を持たせて、実験を行っていく流れが面白い。
- ・水が満杯に入った集気びんを振って水がまき散ることはないのかと思えた。
- ・「豆腐がぐちゃぐちゃになる」ことについて、「ぐちゃぐちゃになる」から意味があるのではな

いか。羊水の限界についても考えられると感じた。

- ・自由試行的な授業で良かった。
- ・自分たちで予想し、羊水の大切さを感じた上で実体験できる点で、めあてに合致している。
- ・体験活動を通して、羊水のはたらきやその重要性を、量や体に占める羊水の割合に着目することで、特に母親の体の、人間としての体の巧みさや凄さを実感することができた。

〈質問・課題〉

質問 独自に考える実験はどこから発想を得ているのか。

授業者：教科書にはない独自の実験である。先輩の教員が、中学校第2学年の人体の単元で取り組んでいた実験が元である。先輩教員は羊水の働きに更に着目し、成分や保温性などについても調べる取り組みであった。

質問 豆腐以外の扱いは何かあるか？

授業者：特別なことをしようということでの取り組みではなく、このような力を身に付けさせたいと考えた結果、身近なものを実験に取り入れようとした結果の実験であり、それが独自のものであることもある。

地学分野で寒天を地盤に例えて揺らし、揺れ方や揺れの伝わり方を示した等の例がある。

質問 集気びんを用いることで、客観性や再現性という点においても条件制御がしづらくなるのではないか。

質問 水の量によって振りにくさ（力の強さ）が変化していくのではないか。振る手応えに条件を揃えても良かったのではないか。

授業者 条件制御や実験の数値の確かさについて、集気びんに%を書いてみたり、振り方の差などについても取り組んでみたこともある。子どもは自分の予想に沿って取り組んでみたいと考える。水量 100%では絶対に豆腐が崩れることはないが、それ以外はすべて崩れるため、それ以外の水量の%の精度は求める必要がないと考えた。理科を通じて精度にこだわったり条件制御について学ぶことは大事であるので、そのような点が必要とされる単元や学習項目のところで学ぶべきと割り切って考える。更に安全面で危険性を含む実験内容については、正確さや条件制御の必要性が重要であるため、指導を徹底させるべきと考える。今回は子どもたちの自由度を優先させ、取り組ませたところである。

質問 なぜ集気びんを用いたのか？

授業者 理科室にあり、水が漏れず、集気びんに入るある程度の豆腐の大きさを想定し、ビーカーのような注ぎ口が無く蓋ができるもので、どこの学校にもある物を選んだ。

質問 使った豆腐はどうしているのか？

授業者：丁寧に集めて処分することを伝え、処分する。他の単元で実験に用いた植物などの生物教材の際にも同様である。

質問 ウォーターバッグをリュックサックを前に背負うことでより再現度が高くなるのでは？。

授業者：まさにそうである。予算があればリュックサックにしたい。ウォーターバックを全員に用意するには100円ショップで十分買えることが良さの一つ。キャンプ用品売りに売っている。

質問 羊水 100%に浸かってしまうことで赤ちゃんの呼吸はどうなるのかについて、この後の授業でどのように展開していくのか。

授業者 呼吸と予想した生徒に対して声掛けをした。呼吸についてへその緒から酸素を取り込む呼吸をしていたのかと考えていた。今回は全体で取り上げることはしなかったが30人いれば場合によって取り上げるかもしれない。

質問 お母さんのいない子どもへの配慮について

授業者：昨年も1名父子家庭の子どもがいた。自分がお母さんのおなかの中で大事にされたことは間違いのない事実。十分に配慮しながら進めるべき。

質問 課題『子宮の中に、羊水はどれくらいあるだろうか。』より、『羊水がどれくらいあれば、衝撃から守られるだろうか。』の方が、腑に落ちやすいのではないか

授業者：まさにその通り。「ワクワクの5分」の部分で伝えたが、今回は引っ張る課題を作り伝えてしまった。教室の様子でその時に応じて進めるとよい。

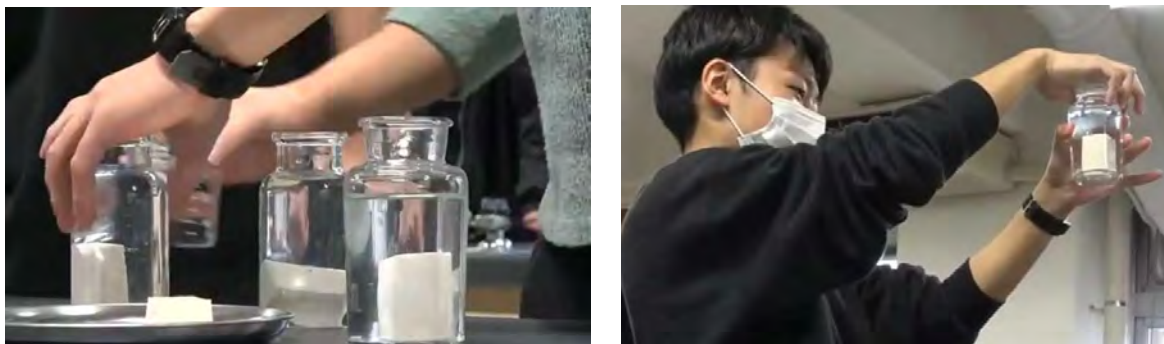


図4 子宮（集気びん）における水（羊水）の量の違いと衝撃による豆腐（胎児）の守られ方

4 モデル授業についての講評

(1) 中村琢岐阜大学准教授より

生命を尊重する態度は漠然と捉えがちである。道徳的な扱いが可能だと思うが、理科ではどのように扱うかと考えたとき、今回は探究的な手法を用い、解決に向けて立案をさせ、問題を把握させ、モチベーションを持たせるよう導入の工夫をしていた。単なる予想ではなく、根拠を持ち、事実に基づいた納得できる仮説であり、それらを具現化した、興味深い実践であった

多くのグループで述べられていたが、リアルに羊水の重量をスケールに合わせていた。中学校の実践ではよりリアルなものを追究していたが、小学校では良い追究の方法であったと感じた。豆腐を胎児に見立てて用いていたが、より崩れやすく、かつ身近なものを教材として用いていた点は力学的にも面白い。

また、大変良い声掛けをしていた。一步踏み込み、お母さんはどのようにあなたを生んでくれたのか等という、自分自身の感情を踏まえ、生命が巧みに次の世代に受け継がれているという、生命の連続性に導く教材の工夫でもあったと感じた。自分自身を含む動植物がお互いに繋がっていくことや周囲の環境や生物と関係があることなどを考えていくことが、授業の中で自然にできていくことに繋がっていた。

男性の教員にとっては難しいテーマであり、知識として母親に視点を当てるところに難しさがあると感じるが、参考になった。定性的か定量的に行うのかも意識させつつ進めるところなど、条件制御を意識させるような工夫があった。生命の尊さを感じる教材で、本時の展開は非常に参考になった。

(2) 小倉康埼玉大学教授より

中学校と小学校での理科指導の経験を活かしながら、子どもの主体性を活かしたしっかりした方針の基に指導されていることが伝わるモデル授業とその後の解説であった。

小学校第5学年の人の誕生の単元は、基本的には調べ学習を中心に展開されている。しかし、堀先生の指導案では、単元の目標に「主に予想や仮説を基に、解決の方法を発想する力や生命を

尊重する態度、主体的に問題解決しようとする態度を育成する」という表現がある。そこで、問題を科学的に解決する活動として、羊水の役割に着目させ、子宮内で羊水に浮かんだ胎児の様子を、ガラス瓶内で水に浮かんだ豆腐に置き換えたモデル実験によって、羊水の量を変えて振動させたときの豆腐への影響を予想して、確かめさせるという教材化を工夫されていた。児童にとって、子宮内が羊水で満たされていることが胎児が安全に成長するためにとっても大切であることが、とても分かりやすいモデル実験であった。

また、単元構想についても大変参考になった。指導案に示されているこの単元で目指している児童の意識の様子が次のように表現されている。「私たちはもともと受精卵というとても小さいものだった。それがお母さんの子宮で約 10 か月もかけて育って生まれてくる。子宮の中では、羊水という水で守られていたり、へその緒を通して、お母さんから養分をもらったりして育っている。赤ちゃんや羊水を合わせて 5 kg 以上のものをずっとおなかに抱えて過ごすのってとても大変だと思う。きっと、おなかの中の自分を大切にしてくれていたのだろうな。そうやって、おじいちゃんやおばあちゃんの前からずっと命がつながってきているのだ。」と表現されている。第 1 時に問題を見いだすことからスタートし、本時の 5 時間目の学びを経て、次の 6 時間目にこの目標を実現されようとしている。このように、児童に到達させたい意識の状態を明確に設定して、その実現に必要な要素が単元展開の各時間に明瞭に結び付けられている。こうした単元設計は、これから理科の授業者を目指す学生にとってのみならず、普段教科書通りに授業を進めている教員にとっても、大変参考となる学びになると考える。

そして単元の目標に掲げられた「生命を尊重する態度」については、本時は、直接的には、児童に母体と胎児の健康を大切にする気持ちや行動、母親への感謝の気持ちが高まることが期待できる授業であると思われるが、さらに、さまざまな生物が命をつなぐために素晴らしいしくみを作ってきたことについても、次の 6 時間目に、人とメダカとヘチマなどの生き物の命をつなぐしくみを想起させて、驚きや畏敬の念を実感させる計画となっているところが注目される。

このように、考え抜かれた授業展開と教材の工夫について学ばせて頂ける授業だった。

5 次回の紹介（小倉康埼玉大学教授）

2月23日（土）15時より

6 閉会の挨拶

質問7 「モデル授業」の内容について、ご意見やご感想、ご質問など

- ・羊水に着目させて、ウォーターバッグ等の体験を通して生命尊重を育成する授業、大変参考になった。この分野の実験は難しいと思っていたが、工夫次第で児童の心を揺さぶるいい学習ができると感じた。（中学校10年以上20年未満）
- ・「人のたんじょう」は、調べ学習が中心で進む単元になりがちだが、モデル実験や疑似体験を通して、母体の巧みさや凄さ、生命尊重の気持ちを育むことができるのであればそれが理想的だし、素晴らしいと思った。本当に勉強になった。（小学校5年未満）
- ・とても参考になる授業だった。羊水の大切さと妊婦体験の組み合わせが良いと思う。（小学校5年以上10年未満・中学校10年以上20年未満）

質問8 上記以外でご意見やお気づきの点など

- ・私にとっては参加しやすい時間。中学教員も部活動後に参加しやすいのではないかと思う。（中学校10年以上20年未満）
- ・現場に出ると、基本的には自分で教材研究や本やネットで勉強して授業を考えるしかなく、結構心細い。こういう勉強会のありがたみを学生のとき以上にひしひしと感じている。（小学校5年未満）
- ・導入の段階で、「ワクワクの5分」も教師がどうファシリテイトしていくかで、児童の問題解決を大切にすることがカギだなと思った。（小学校10年以上20年未満）
- ・（授業後の協議での）感想が深い内容のものが多かった。（小学校5年以上10年未満・中学校10年以上20年未満）

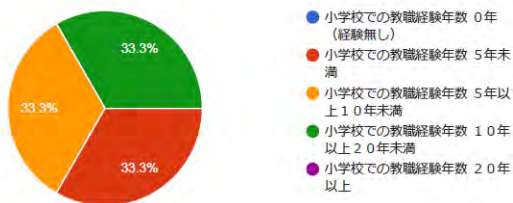
質問1 あなたは、本オンライン研修会に参加したことがありますか。

4件の回答



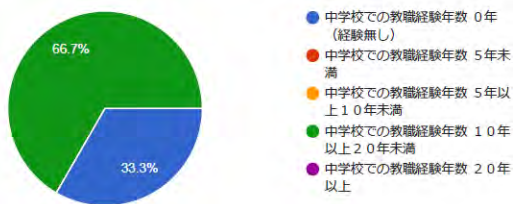
質問2 あなたについて、最も当てはまるものを1つ選択してください。
(小学校段階での教職経験)

3件の回答



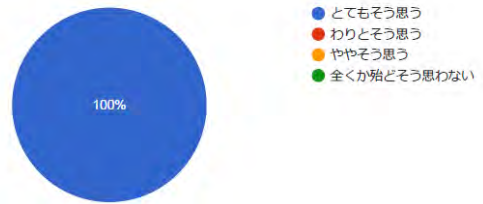
質問3 あなたについて、最も当てはまるものを1つ選択してください。
(中学校段階での教職経験)

3件の回答



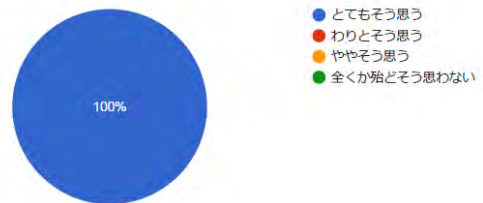
質問4 本研修会のような、勤務時間外にオンラインでの研修会を設けることは、あなたにとって助けになると感じますか。最も当てはまるものを1つ選択してください。

4件の回答



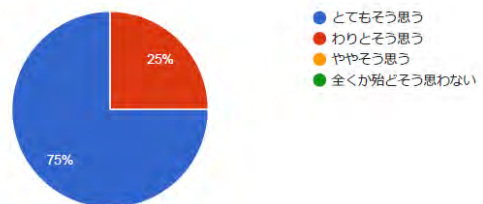
質問5 本日の研修会について、モデル授業とその後の協議は、あなたにとって参考になると感じますか。最も当てはまるものを1つ選択してください。

4件の回答



質問6 本日の研修会のモデル授業の記録動画と指導案は後日公開されますが、それらをあなたの知り合いの教員に紹介することは有意義だと思いますか。最も当てはまるものを1つ選択してください。

4件の回答



質問6 「モデル授業の内容」について、ご意見やご感想、ご質問など

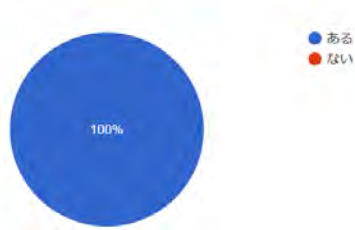
- ・生物分野は子どもに実感させることが難しいと感じていたので大変参考になった。（中学校志望・経験あり）
- ・モデル実験から胎児と羊水の重さについて生徒に問いかけ、そこから生命尊重の態度や母親、妊婦について考えることができるとも良い授業で私も参考にしたかった。（中学校志望・経験あり）
- ・具体的な指導法についてご紹介されていて、とても勉強になった。（小学校志望・経験あり）
- ・モデル実験によって人体の仕組みを明らかにした後、妊婦体験によって男女に関係なく、母や妊婦の素晴らしさ、大切さを実感できる点がとても参考になった。妊婦体験のコメントや感想を共有する時間がとても大切だと感じ、学び取った内容の共有が生命を尊重する態度を育成するのに必要だと感じた。羊水の量を予想する際、一人ひとりが根拠を持って予想していた点が、理科で育成すべき資質能力につながると感じた。（小学校志望・経験あり）
- ・授業最初の疑問・意欲を持たせるための働きかけや、実験だけで留めずに生命尊重する態度の育成までつなげた授業になっていたりする点がよかった。（志望なし・経験あり）
- ・レベルの高い授業を間近で見ることができてとてもいい経験をすることができた。（中学校志望・経験あり）
- ・実際に実験を通して体の仕組みを知った上で、妊婦の体験をすることで、ただ「重いな」「大変だな」と思うだけで終わらせないようにしていた点がとても勉強になった。（中学校志望・経験あり）
- ・豆腐を使用したモデル実験のアイデアに驚いた。生命の尊さを大切にするには豆腐をぐちゃぐちゃにしないような注意喚起が必要であると感じた。（中学校志望・経験あり）

質問7 本日の研修会で感じたこと、気づきや要望など

- ・冒頭で石川県での地震被害についてお話をお聞きすることができ、とても貴重な体験だった。記憶が新しいうちに多くの人と共有することが、防災に関する意識を高めることにつながると感じた。また、温泉の湯量や温度の変化のお話も大変興味深かった。「ワクワク5分」で紹介されていた、課題の導き方が大変参考になり、取り入れてみたいと感じた。今回の授業だけでなく、写真に掲載されていた板書も美しかったので、導入の方法だけでなく、見やすい板書も学ばせていただいた。（小学校志望・経験あり）
- ・実際に行われている授業の一部でも、実際に体験できるということは貴重なものなので良いと思った。（志望なし・経験あり）

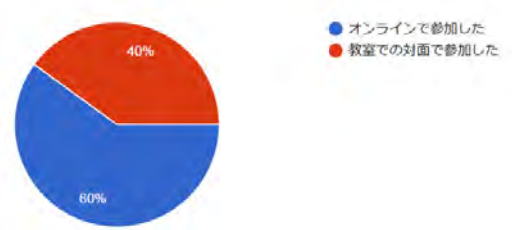
質問1 あなたは、本オンライン研修会に参加したことがありますか。(当てはまるものすべてにチェックしてください。)

10件の回答



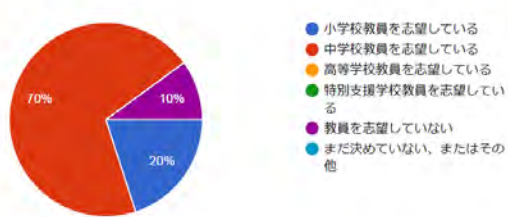
質問4 本日の研修会に、あなたはどのように参加しましたか。

10件の回答



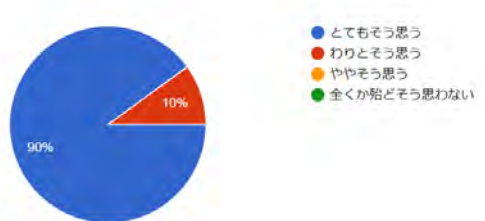
質問2 あなたについて、最も当てはまるものを1つ選択してください。

10件の回答



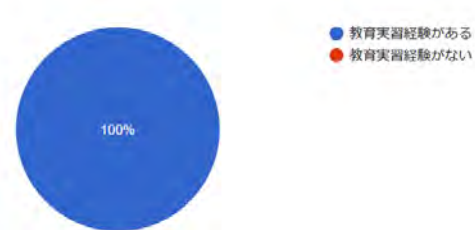
質問5 本日の研修会について、モデル授業とその後の協議は、あなたにとって参考になりましたか。最も当てはまるものを1つ選択してください。

10件の回答



質問3 あなたについて、最も当てはまるものを1つ選択してください。

10件の回答



第5学年 理科学習指導案

授業者：堀 祐太郎

1 単元名 「人のたんじょう」

2 単元の目標

人の発生について資料を活用する中で、胎児の様子に着目して、時間の経過と関係付けて、人の発生や成長を調べる活動を通して、それらについての理解を図り、調査などに関する技能を身に付けるとともに、主に予想や仮説を基に、解決の方法を発想する力や生命を尊重する態度、主体的に問題解決しようとする態度を育成する。

3 指導の立場

(1) 児童の実態（略）

(2) 単元における本時の役割やつながりについて

本単元は、全6時間からなる単元であり、そのうち資料を中心に調べたりまとめたりする時間が3時間を占める。本単元の目標の中の「生命を尊重する態度」や「主体的に問題解決しようとする態度」の育成について、調べ学習のみでは高めることが難しいと考えた。

そこで、第5時に本時を入れ、調べてきたことを基にして自分の予想や考察を構築することを通して、調べた内容について実感を伴って理解できるようにしたい。また、妊婦の疑似体験をすることで、母親の大変さなどを実感し、そこから生命を尊重する態度の育成へとつなげていきたい。

第2時から第4時までの調べ学習と本時の学習内容から、第6時には、既習事項であるへちまやメダカと再度比較しながら、人の発生の巧みさや生命のつながりの尊さまで考えを深めていきたい。

(3) 単位時間の指導過程の工夫

本時は子宮の中の羊水量をモデル実験で追究し解決する。しかし、羊水量や働きを理解するにとどまらず、それを通して、子宮の中の様子の巧みさや自分がそのようにして成長してきたことに思いを馳せ、母親の大変さや生命の尊さを実感できるようにするのがねらいである。

そこで、実験から分かった羊水量と胎児の重さを想定し、終末事象として5kgの水袋を抱える活動を行う。この体験を通して、調べてきたことや実験から分かったことを実感を伴って理解できるようにする。

また、第5学年では主に予想や仮説を基に、解決の方法を発想するといった問題解決の力の育成を目指している。予想では、児童が自分の根拠を基に羊水量を予想するため、班(4人)で話し合いながら、自分たちの予想を基にして水の量を決定させたい。その際、興味本位で水の量を決定させるのではなく、自分たちの予想を確かめるためにはどのような水の量で実験するのが適切なかを大切にさせることに留意する。

育成を目指す資質・能力

動物の発生や成長について、魚を育てたり人の発生についての資料を活用したりする中で、卵や胎児の様子に着目して、時間の経過と関係付けて調べる活動を通して、次の事項を身に付けることができるよう指導する。

ア 次のことを理解するとともに、観察、実験などに関する技能を身に付けること。

(ア) 魚には雌雄があり、生まれた卵は日がたつにつれて中の様子に変化してかえること。

(イ) 人は、母体内で成長して生まれること。

イ 動物の発生や成長について追究する中で、動物の発生や成長の様子と経過についての予想や仮説を基に、解決の方法を発想し、表現すること。

本単元に関する今後の学習内容

中学校 第3学年

- 「生物の成長と殖え方」
- ・細胞分裂と生物の成長
- ・生物の殖え方
- 「遺伝の規則性と遺伝子」
- 「生物の種類の多様性と進化」

学習後の児童の意識

私たちはもともと受精卵というとても小さいものだった。それがお母さんの子宮で約10か月もかけて育て生まれてくる。子宮の中では、羊水という水で守られていたり、へそのおを通して、お母さんから養分をもらったりして育てている。赤ちゃんや羊水を合わせて5kg以上のものをずっとおなかにかかえて過ごすのってとても大変だと思う。きっと、おなかの中の自分を大切にしてくれていたのだろうな。そうやって、おじいちゃんやおばあちゃんの前からずっと命がつながってきているのだ。

単元を貫く問題

人は、母親のおなかの中で、どのように成長しているのだろうか。

1次 人の生命のたんじょう

第6時

人の子どもの母体内での成長について、学んだことをまとめる。 【態度】

人は、メダカやヘチマとからだや育ち方は違うけど、前年に実から落ちたヘチマの種子が畑で芽を出したり、10年間命をつないできたメダカをもらったりしたように、命をつないでいくのは同じだ。命が繋がってすごいな。

第5時

羊水の量は子宮のどれくらいまであるのか、モデル実験を通して確かめる。 【思・判・表】

呼吸をしなくてはいけないと思ったから、羊水は80%くらいまで入っていると思っていたけど、実際には子宮の中いっぱい満たされていることがわかった。満たされていることで、揺れや衝撃から守ってくれているのだ。でも、その分、子どもとたっぷりの羊水で、お母さんは重くて大変だと思う。5kgの水を持って寝てみたら、とても寝られなかった。お母さんは、夜寝るときでさえも大変な思いをしながら私おなかの中で育ててくれたんだな。

第4時

母体内での成長について、調べたことを発表する。 【知・技】

(子宮の中の育ち方や子宮の中のようすを中心にまとめる。)

第2、3時

母体内での成長について、資料などで調べる。 【知・技】

子宮の中のようすや子どもの大きさなどは、本やインターネットで調べた方がよいと思う。おなかに子どもがいるときの大変なことなど、そのようすはお母さんや先生にインタビューした方がよさそうだな。

第1時

母体内での成長について問題を見いだす。 【思・判・表】

自分がお母さんのおなかの中で育ったことは知っている。けれど、ご飯はどうしていたのだろうか。メダカや植物とは違いそうだな。おなかの中で呼吸はしていたのだろうか。どれくらいの大ささだったのだろうか。知らないことがたくさんある。調べてみたいな。本やタブレットだけでなく、お母さんや妊娠している先生に直接聞いた方が分かりやすいこともありそうだな。

学習前の児童の意識

私がお母さんのおなかの中で大きくなったということや、お母さんから生まれたということは知っている。学校の先生にも、赤ちゃんができた先生がいて、だんだんとおなかが大きくなっていった。でも、おなかの中でどのように育てているのだろうか。植物の種子は中に養分があって発芽したけど、人がどんどん大きくなっていくのはどうしてなのかな。

本単元に関する既習内容

- 第3学年「身の回りの生物」
- ・身の回りの生物と環境との関わり
- ・昆虫や植物の成長と体のつくり
- 第4学年「季節と生物」
- ・動物の活動と季節
- ・植物の成長と季節
- 第5学年「動物の誕生」
- ・卵の中の成長

4 本時に関わって (5/6)

(1) 第5時のねらい

子宮の中に羊水がどれくらい入っているのか疑問をもち、モデル実験から羊水が子宮に満たされていることで胎児が衝撃から守られるという羊水の働きを理解することを通して、人体の巧みさや生命を尊さを考えることができる。【思考・判断・表現】

(2) 本時の展開

過程	学習活動 (○活動 ・ 予想される児童の発言)	指導・援助									
見 い だ す	<p>1 問題を見いだす。 ○子宮の中のような図を見る。 ・羊水は子どもをしょうげきから守るために入っていることは前の時間に分かったよ。 ・羊水の量まで調べてなかったし、考えてもなかったけど、しょうげきから守るには、たくさん入ってそうだな。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・子宮内のような図を示し、前時の学習内容である衝撃から胎児を守るという羊水の働きを想起させ、子宮内の羊水の量について疑問を生み出す。(問題づくり) ・数字だけの予想にとどまることのないよう、「どうしてそう思うの。」と声をかけたり、前時の学習内容を確認させたりして、予想の根拠をもてるようにする。(根拠のある予想) 									
見 通 す	<p>【問題】 子宮の中に羊水はどれくらいあるのだろうか。</p> <p>2 予想を立てる。 ・70%くらい入っていきそう。あまり少ないとしょうげきから守れなそうだし、いっぱいだと呼吸ができなくておぼれてしまうから顔が出るくらいだと思う。 ・私も呼吸ができないと困ると思うから半分くらいだと思う。 ・私は満たんだと思う。理由は、私は呼吸はへそのおを通してしている調べて分かったし、多くないとやっぱり守れないから、いっぱいいっぱいまで入っているのではないかな。</p> <p>3 実験方法を考える。 ○豆腐を胎児、水道水を羊水、集気びんを子宮に見立てて、数回振ることで、水の量の違いによって豆腐がどの程度守られるかを調べるモデル実験を行う。 ○条件制御について考える ・私たちは、変える条件の水の量を4分の1 (25%)、2分の1 (50%)、4分の3 (75%)、満たん (100%) にして実験してみよう。 ・豆腐の大きさや振る回数や強さはそろえないと調べられないね。回数だけでなく、振る人も担当を決めた方がよさそう。</p> <p>4 実験し、結果をまとめる。</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>(例)</td> <td>25%</td> <td>50%</td> <td>75%</td> <td>100%</td> </tr> <tr> <td>水の量</td> <td>くすれてしまった。</td> <td>25%と変わらないくらいくすれた。</td> <td>角が欠けている。びんとかなりぶつかっていた。</td> <td>最初のままほぼ守られている。</td> </tr> </table>		(例)	25%	50%	75%	100%	水の量	くすれてしまった。	25%と変わらないくらいくすれた。	角が欠けている。びんとかなりぶつかっていた。
(例)	25%	50%	75%	100%							
水の量	くすれてしまった。	25%と変わらないくらいくすれた。	角が欠けている。びんとかなりぶつかっていた。	最初のままほぼ守られている。							
追 究 す る	<p>5 考察する。 ・赤ちゃんもとても体は弱いと思う。だから少しでもしょうげきがなくなるように羊水は満たんに入っているのではないか。 ・10か月もおなかの中で育つことから、お母さんが転んでしまったときも守られるように満たされているのではないかと思う。</p> <p>6 5kg (胎児+羊水の重さ) の水袋をもって母親の大変さを考える。 ・こんな重い状態で生活していたお母さんはすごい。ありがたいな。 ・寝てみたけど、とても寝られない。昼だけでなく夜も大変だ。こんな大変な思いをして育ててくれたお母さんに感謝したい。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・豆腐を胎児に見立てることなどは、教師から提示するが、条件制御において、変える条件をどの程度変えるのかなどは、各班の児童の予想を基に自由に決めさせる(実験方法の立案) ・振る強度は条件をそろえるのが難しい。担当を決めるなどの工夫をしている児童を価値付け、そのよさを広める。 ・モデル実験の結果から、羊水の量を断定することはできない。胎児のようすなどから、考察させる。 ・袋の中に5kgの水を入れたものを抱えたり、運んだりさせて、母親の大変さを実感させるとともに、自分がそのような母親のもとで大切に育てられてきたことを実感させる。 ・仰向けにさせ、腹の上に水袋を乗せることで、睡眠時などでも母親が大変な思いをしていることを実感させる。 									
振 り 返 る	<p>羊水は子宮いっぱい満たされていることで子どもを守っている。お母さんのおなかはとても重くて生活するのも大変だけど、それでも何か月も大切に育ててくれたことがわかった。お母さんに感謝したいな。</p>		<p>〈評価規準〉 羊水が子宮に満たされていることで胎児が衝撃から守られるという羊水の働きを理解することを通して、人体の巧みさや生命を尊さを考えている。 【思考・判断・表現】</p>								

I - 8

第 24 回モデル授業

小学校第 5 学年

「流れる水の働きと土地の変化」

授業者

島田広彦

(飯能市立南高麗中学校教頭)

令和5年度 第24回「理科モデル授業オンライン研修会」概要

2024年2月23日（金）15時～17時40分

主会場：埼玉大学教育学部

参加 29名（大学内 17名、オンライン 12名）{学生 20名、教員 9名}

1 開会

- (1) 開会の挨拶（小倉康埼玉大学教育学部教授）
- (2) 本日の授業者の紹介（小倉康埼玉大学教育学部教授）
- (3) スケジュールの確認、指導案の配布

2 小学校理科モデル授業

(1) 授業者と授業内容

授業者：島田広彦（飯能市立南高麗中学校教頭）

単元名 小学校第5学年「流れる水の働きと土地の変化」

(2) 単元構成と本時の位置づけ

〈単元の指導計画〉（11時間扱い）

単元導入

- ①これからの学習について見通しを持ち、学習の計画を立てる。

第1次

- ②流れる水のはたらきとは、どんな「はたらき」なのか、仮説を立て、実験計画を立てる。
- ③実験計画を基に、流れる水のはたらきを確かめる実験を行う。
- ④流れる水のはたらきとは、どんな「はたらき」なのか、実験結果をもとに説明できる。

第2次

- ⑤実際の川でも侵食・運搬・堆積のはたらきが起きているのか、川の上流から下流を比べるとどのようなちがいがあがあるのか、映像で確かめる。
- ⑥川の上流から下流を比べると、どのようなちがいがあがあるのか説明できる。

第3次

- ⑦流れる水の量がとても多くなると、流れる水の働きはどうなるか仮説を立て、実験計画を立てる。
- ⑧実験計画を基に、流れる水のはたらきを確かめる実験を行い、土地の様子が大きく変わらないようにするために、どのような方法があるのか発想することができる。
- ⑨土地の様子が大きく変わらないようにするためには、どのような方法があるのか説明できる。*本時（第9時/全11時）

まとめ

- ⑩近くの川を観察し、流れる水の働きによって土地の様子が大きく変わらないようにするための工夫について、説明できる。
- ⑪流れる水の働きと土地の変化との関係について解決の方法を発想し、表現することができる。

〈本時の目標〉（第3次 第3時 9/11）

流れる水の働きについて、観察、実験などを行い、より妥当な考えを作り出し、表現するなどして問題解決している。【思考力・判断力・表現力】

(3) 事前説明

授業では埼玉県にある実際の川を教材にしている。教材としての川の捉え方は、実際の川は、人間がコントロールしている点である。人が生活しているところを流れる川には、防災のための工夫が施され、流れる水の働きを人がコントロールし、人間の生活をより良くしている。私たちの生活の中に理科で学習する内容が役立っているということ子どもにわかり易く伝える内容だと考える。

本単元は 11 時間で展開する。単元導入では、川を描いたプリントを配布し、多く雨が降ったらどうなるのかを考えさせる。約 10 時間の学習後には説明ができるようになることを伝え、学習意欲を高める。次の 3 時間では流れる水の働きの 3 つ（侵食・運搬・堆積）を学び、流水モデル実験を用いて実際に山の上から水を流し、水の働きによる侵食、運搬、堆積の様子を学習し、理解を深める。次の 2 時間では上流・中流・下流の違いを実際の映像資料を用いて比較しながら、学習を進める。更に、流れる水の量の違いに視点を移し、水の働きがどのように変化するのかについて、もう一度モデル実験を用いて学習を進める。敢えて 2 回に分けてモデル実験を行うことにより、知識の定着を図る。多くの水の量が流れた場合にどうなるのかについて、子どもたちの視点は移動していく。今日の授業は最後のまとめを行う。

これから行う授業の 45 分間の 3 分の 1 以上の時間を費やし、思考のキャッチボールを行う。これは、理科の得意な子どもだけをしゃべらせない、理科の苦手な子どもたちにしゃべらせるための伝達ツールである。身近な川は絶好の理科の教材であることを踏まえ、思考のキャッチボールによって皆が説明できるようになることを目標に進める。

(4) モデル授業の実施・視聴

[記録動画の通り]

(5) 授業者による事後説明 指導法・教材・授業で大切にしている点について

「理科」に対する視点

この世のあらゆるモノは理科でできている。理科で学習していることは、すべてこの地球上にある物を説明するためにあると考える。便利な生活が成り立つための科学技術は理科で説明できる。全ての事柄を説明するためには、理科のどのようなことを使って説明できるのだろうかと興味を持つことができる。

① これから流れる水の働きを指導する先生へ

人間の社会の近くを流れている川は、「自然に流れている」のではなく、「人間の手によってその場所で流れるようにコントロールされている」という事実を認識すべきである。

「取り組ませる視点」

・ どうして？

都市部における「川」は、コンクリートなどによってすべて固められている。流れる水の働きがあるからこそ「そうするしかなかった」結果であるが、どうして今はそのような川になってしまったのかというしくみについて考える。

・ 本当にそれでよいのか？

コンクリートで固めてしまうことで人間の生活は守られるが、元からそこに住んでいたほかの



図1 荒川放水路の過去と現在

生き物は姿を消してしまった。コンクリートで固めてしまって本当にそれで良かったのか？

- ・想定を超えた自然の脅威

「想定外」にならないように「想定を繰り返す」習慣をつけさせたい。「想定内」であるならば対策がとれる。日本のどこにいても、集中豪雨など自然災害のリスクは降りかかる。将来において、自分たちの命を守る行動ができるように指導をしてほしい。

② 思考のキャッチボールについて

27年度に開発した伝達ツール。きっかけは、理科の得意な生徒のみが発言し、それ以外の生徒はわかったふりをしていたり、理科の実験で理科が得意な子どもだけが活動して

おり、それ以外の子どもは指示に従っていたりするのみだと感じた点にあり、何とかしたいと考えたことにある。「わかったふり」「知ったかぶり」をさせない仕組みのために「わからないと言える」授業規律の形成（学級経営）が大切である。究極的には自らわかろうとする姿勢を身に付けさせることを目標とする。

- ・自分の考えを整理する。
- ・自分の意見を相手に説明する。
- ・「わからない」と認識している児童生徒から先に「なにがわからないのか」を説明する。
- ・わかる児童生徒は説明を聞いてから「わかるように説明する。」

[伝えるカードは、道徳で使われる「心情円グラフ」から発想を得たもの]

③ 理科が得意なあなたへ

「理科」が好きだからこそ、児童・生徒、保護者、地域の方への上手な伝え方を意識すべき。対象とする相手に応じて、伝え方の工夫を常にすべきである。また現物を示すことにより、伝わり方も変わる。

理科の授業は安全で楽しいものであるはず。そのためには授業者側の準備が大切で段取り8部と意識すべき。理科においては目を輝かせながら児童生徒を相手にする授業の実践を願っている。

3 モデル授業についての協議

(1) グループ協議 25分間、5名程度のグループ協議

- ・以下の視点を中心に協議を進めた。

「わからないことが知ったかぶりではなく、『わかった』と感ずることができたか。」

・ブレイクアウトセッションが終わり、協議で出された質問や感想等について、各グループの記録係が報告するとともに、すべてのグループからの報告後、まとめて授業者から回答する形態で協議した。以下に、報告された主な質問や回答、感想を示す。

《グループ協議後に各グループから報告された事項》

〈感想・意見〉

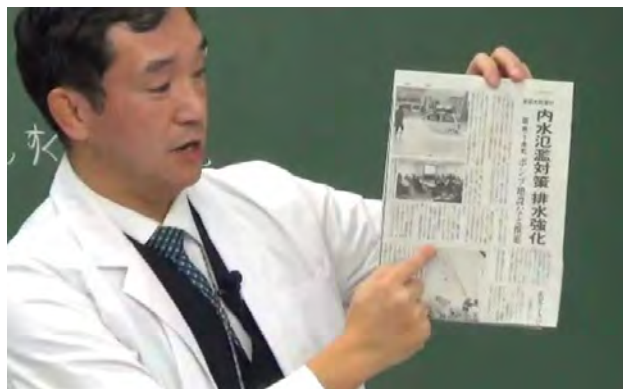


図2 理科で学んだことが実社会での科学技術に繋がる



図3 伝えるカード
青「わかる」

図4 伝えるカード
赤「わからない」

- ・理科が得意な人たちだけの理科の授業にしたくないという思いが素晴らしいと感じた。
- ・「分からない」ことの言語化がよかった。言語化により、何が分からないのかのメタ認知ができるようになって感じた。
- ・アイテムを見せるだけであるので「分からない」と伝えやすかった。聞くことの心理的ハードルが下がると感じた。
- ・班の垣根を越えるのがよかった。
- ・「教えて」だけにならないのがよかった。
- ・「分かる、分からない」よりも「思いつく、思いつかない」の側面が強い気がする。
- ・思考のキャッチボールを使うことで、自分の考えていることを整理でき、自分が「わかる」のか「わかっていない」のかに気づくことができた。
- ・思考のキャッチボールをすることができている。ただし、今回の授業で見ることができたとは言い難い。
- ・思考のキャッチボールは画期的アイデアである。
- ・教え合うことを通して、教えられるようなレベルにまで至っているかどうか自覚できるので、わかったと感じることができた。
- ・途中で気持ちを変えられるのがいい。自分の理解度を俯瞰的に見ることができる。
- ・説明する時に自分がわかっているか知ることができる。
- ・分からないことから話すことが、自分の「分からない」内容を整理できる。わかっている側だと、説明してあげようと思う。
- ・思考のキャッチボールによって自分の理解度を可視化できるので、誰に声をかければいいのかわかる。「教えて」と言いづらい子も教えてもらいやすい。
- ・理解度を目で見ることができる。
- ・わかったふりをして説明できないので、知ったかぶりは意味がないと子ども自身もわかりそう。
- ・わからない人から説明することの大切さが大変参考になる。
- ・「伝えるカード」がとても使いやすい。
- ・相手の「伝えるカード」の青（わかる）が増えると有用感を感じられる。
- ・全体共有の時間がないことが気になった
- ・全体共有の時間がないにもかかわらず、授業者が生徒の意見や考えを把握していたことに驚いた。
- ・苦手な子は、得意な子の意見に引っ張られやすく、アウトプットできる場が少ない。この教材を使うことでこのような状況の打開に繋がると感じる。
- ・今回のように話し合いのための教材として効果的。しかしどの位理解できているのかと掲げるだけの教材では、知ったかぶりの子が出てくると考えられる。
- ・ICTを活用すれば、工夫の案を複数提案しやすくなるのではないかな。
- ・ペアで行うことによって、自分が話さなければならない場面ができる。
- ・話し合いが多いので、全員を巻き込んだ授業になっていた。
- ・まとめの書き出しが指定されているので書きやすい。
- ・身近な川を教材として用いていることや実際に使われている例を示していることで、学ぶ意義を感じやすい。
- ・学習を通じて流れる水のはたらきの偉大さを感じた。
- ・実際の川の形を用いて、思考させるのがよいと感じた。

- ・人工的な川の活用方法を見出すことができたのがとても勉強になった。
- ・黒板に先生がまとめたとき、小学生だと自分の意見が書かれていないことを気にしてしまうのではないか。
- ・話し合いをすることでいろいろなアイデアに気付くことができる。
- ・日常生活とのつながりが素晴らしい。
- ・地学分野であるため、理科の知識と日常生活の関連が分かりやすい。

<質問・課題>

質問 学級開き当初において、実践や授業に取り入れ始めた時から、上手くいったのか？

授業者：学年の始め、どのような生徒がいるのかもわからない時には使えない。わからないと言って馬鹿にされない雰囲気を作った状態でなければ伝達ツールは出せず、子どもは知ったかぶりをしてしまう。このツールを使ってうまくいかない時は、まだ学級経営がうまくいっていない時だとも言える。また、使ってみて会話が成り立たない場合や相手を攻め始める場合には中断する。1～2か月が過ぎてから徐々に使い始める。

質問 アイテムが上手くいかない時の対策があれば知りたい。

質問 「わからない」と言える雰囲気づくりのためにどのような工夫をすればいいのか具体的に教えてほしい。

質問 わからないことを言える学級経営はどのようにしているのか。

授業者：コツのようなものはない。学級経営のコツは教員の人間性に依ると思う。どれだけ教員が子どもたちのために一生懸命取組むかや、どれだけ教員が子どもたちのことを好きかということ子どもたちは敏感に察し、この先生なら大丈夫だと子どもたちが思った瞬間に、この取組ができるようになる。厳しい口調の先生においても、切り替えができて、子どもたちを守り、フォローしてくれるのならば、子どもたちは本音を伝えられるようになる。それがなければ本音を出さず、「わからない」と言うことができず、思考のキャッチボールができにくい。

管理的なことを伝える時代ではないが、社会に出てから必要となる規律は大切。学校での規律指導は社会に繋がる。その点を押さえ、わからないと言えることが大切だと考える。

また、単に「わからないから教えて」だと、他力本願でダメである。子どもたちのわかろうとする姿勢が子どもを伸ばし、大切である。伝えるカードの青が増え、「わかった」、「良かった」という、子ども自身の有用感を感じることができる。

質問 知ったかぶりを続ける子、知ったかぶりを隠し続ける子の対応はどうしているか？

授業者：知ったかぶりを続ける子には授業者が話をして確かめる。最初に伝えるカードの赤を大きく出しており、次に青が大きくなった子には確実に指名をし、直接声を掛けて本当に理解しているかを確認する作業をする。また、最初から伝えるカードの青が大きい子にも本当にわかっているのか確認する。

質問 思考のキャッチボールを授業で取り入れると毎回同じような子と話してしまうのではないか。いろいろな子と話し合えるようにするための工夫はあるか。

授業者：思考のキャッチボールは仲のよい子とだけになりがちである。そのような場合には、キャッチボール相手の名前を書かせるとよい。

質問 話せない子が全く話さないままになってしまうかもしれない。どのような対応をしているのか。

授業者：話したくないという子もいるし、友達関係の中で話さない子もいる。話しやすい子をペアとしてあて、1回は必ず話すように授業者が目を配り、配慮する。思考のキャッチボールにおいてはずっと子どもたちをよく観て、どのようにしているかを見逃さないようにしている。

質問 聞き取りや見取りのコツを知りたい。

授業者：机間巡視の際、授業者が意見を求めた際には必ず全員の記入内容に目を通すようにしている。その代わり、黒板にまとめるようにする。時間短縮の場合もあるが、全体共有はせず、授業者側でまとめる。

質問 意見交換や自分の考えを出す授業形態だったため、明確な答えが少なかったのでは？

質問 明確な正解がないので「分かった」「分からない」が判断できないのでは？自信度をアイテムで表出することになるのでは？

質問 アイテムは毎時間使っていたか？一部の授業での活用か？

授業者：思考のキャッチボールをするのは、今日の授業の目標が【思考力・判断力・表現力】の時だけである。目標が【知識・技能】の時には正解は1つであり、目標が【思考力・判断力・表現力】の時には、色々な答えがあり、まとめることもしない。目標が達成できたかやどのように考えたか表現することも大切である。このような考察の時間を狙い、全員を同じに染めるのではなく、色々な考えがある中でほんわかとまとめられるように心掛けている。

質問 良かった意見のプリントを授業者が借りていたとき、何をしていたか。

授業者：市ノ川がまっすぐに描かれているものを正解と伝えたが、皆で同時に驚きを持った体験を共有するため、タイミングをはかった。具体的には、解答の画像を示し、わっと言わせたかった。また、正解を描いた子には良くできたことを伝えたかった。

質問 流れる水のはたらきのモデル実験のコツを教えて欲しい。

授業者：2学期に実施。プランターの植物を育て終わり、枯れた時期にそのプランターを貫き、プランターをひっくり返して中の土を活用し、川を作り、水を流して流れを作ることでわかり易いモデルができる。グリーンカーペットの終わりの時期を利用するとよい。

質問 プリントの枚数が多く、ICT活用がもっとできるのではないかな？

質問 プリントに書かれている川が実線だと自分の考えを書いた時に分かりにくいのでは？

授業者：枚数が多い、点線を入れるとよいなど、まさにその通り。

質問 授業数が取れるのかの問題もあるが、土地の変化を縮尺したモデルを子どもたちに実際に作らせてみると良いのではないかな？

質問 実験をしていないので、実際に今回使った土地のモデルを使って実験したらどうか。

質問 実際には、今でも氾濫していることや予算など様々なことが課題として挙げられるので、社会科等との横断的な学習ができるのでは？

授業者：市ノ川のモデル実験も時間があれば是非行ってみたい。時間に余裕がない場合には夏休みの自由研究で取り組むのもよい。事例において教科横断的に取り組むのも良いと思うし、実際に実験してみるのもよい。またフィールドワークとして連れていきたいところもあるが、なかなか難しい。授業の中で連れていき、紹介したい所について「良い」と宣伝する。家庭で連れて行って貰えることもあり、理科に興味を持たせるような促し方をしている。

質問 今回の授業では挙手発言する時間がなかったが、挙手発言と思考のキャッチボールにはそれぞれ良さがあると思う。普段の授業で使い分けをしているのか？

授業者：授業の目標が【知識・技能】の時には挙手発言をとる。思考のキャッチボールは授業の目標が【思考力・判断力・表現力】の時に行う。思考のキャッチボールでは色々な答えがあり、自信が無くても言わなくてはいけない仕組みなので、間違っただけを言っても良いと伝えられている。

質問 教え合いの時にわかる人に集中してしまうのでは？

授業者：子どもたちは他の子どもたちに教えてあげたいと思うようになる。伝えるカードの赤

の子に青の子が集中しがちになる。そこで、まず何がわからないか尋ねてから伝えるように促すとよい。1 時間わからないままで終わることも実はあるが、子どもたちは「正解」が欲しいようである。学習単元の 10 時間目に授業者がまとめに向けて展開していくことが必要な作業だと考える。

質問 他の児童の考えを受け止められない児童はいたか？その対応を知りたい。

質問 理科の授業だけで思考のキャッチボールをしているのか。他の授業でもやっているのか？

質問 伝えるカードの色を変えた児童がどれだけいたのかを知りたい。

4 モデル授業についての講評

(1) 小倉康埼玉大学教授より

①科学的リテラシーを育む理科教育

本単元は5学年の「流れる水の働きと土地の変化」だが、現行の学習指導要領では特に防災の文脈を持つ主要な内容の一つに位置付けられている。一人ひとりにとって防災は自他の命と生活を守る、生きる力に直結する重要な教育内容である。島田先生は、児童の身近な川を例にして、過去から現在まで川の水の流れのはたらきを人々がどのようにコントロールしてきたかを知ることで、安全な生活が護られてきたことを児童に実感させる。しかし、想定を超える雨量によって、侵食作用が堤防を壊し広く浸水したり、家屋を流出させたりして、毎年どこかで水災害が発生している。想定外の大雨が降っても安全に暮らせるために、自分の住む地域の川の水の流れをどうコントロールするかを問うことで、理科の学びを自分事の問題に活用させた。安全な生活を維持するために単に護岸を強大なコンクリートで固める発想は容易だが、それでは生態系の保全という動植物の営み持続可能にすることとの両立ができないことにも気づかせたいというねらいも授業後の解説で説明されていた。

このような唯一の正解が存在しないか人が賢明に判断してその都度意思決定する必要がある問題を扱うことは、SSI (social scientific issues) と呼ばれ、世界的に理科教育での扱いが検討され、取り組まれつつある科学的リテラシーに関わる内容である。学習者にとっても、単に知識だけでは解決しない実社会の複雑な問題に対して、理科で学んだことを活かして生きていくことの重要性を実感できる。また、より良い解決策を実現するためには、科学技術の利用とそのさらなる開発が必要であることにも気づかせることができる。

日本の児童生徒の多くが、理科を学ぶことの意義や有用性、職業との繋がりを認識できていないことが、20 年以上前から国際比較調査で指摘されている。これは、教員側も理科の知識を獲得する一方で、それを活用することに関する理科教育を受けて来なかったので、学ぶ意義や有用性を実感できるように理科を教えることが難しいことに起因していると考えられる。これは負の再生産である。島田先生の授業構想は、こうした課題を解決し得る優れたものと言える。

②児童一人ひとりが他者と対話しながら問題を科学的に解決する資質・能力を育む指導法

本日のモデル授業で使用された「伝えるカード」は、一人ひとりに自分がわからないことを積極的に伝えて、他者と対話することを容易にさせる、とても優れた教具だと考える。理科を通じて、科学的に思考して表現することで他人とコミュニケーションできるようにすることは、理科教育の最も重要な目標の一つである。しかし、間違ふことや、うまく表現できないことが恥ずかしい、怖いといった気持ちから、黙ってその場をやり過ごすということは、多くの人が経験することである。その結果、わからないままになったり、適切に表現するコミュニケーション力が身につかないままになったりして、せつかくの成長の機会を失ってしまうことは、その子どもが将来成功する上での不利益になる。島田先生は、無理なく、分かったふりをさせな

いたためのツールとして、この伝えるカードを採用された。研究の結果として、非常に密度の濃い児童間のコミュニケーションが実現することを明らかにされた。

このように、一人ひとりの児童の資質・能力を伸ばす理科教育としていく上で、大変重要な示唆のあるモデル授業であった。

(2) 中村琢岐阜大学准教授より

河川は人間の知恵を基に、人間が生活を守るためにコントロールをしていることを、流れる水の3つの働きから意識させていた。人間が考えることは完璧ではなく、既に完成しているように思っても、毎年集中豪雨や自然災害によって被害が出ていることから、常に考え、修正していくことが必要である点について、理科を学ぶ意義を無理なく考えさせる展開であった。また具体的な川の情報を提示し、身近な事象としてとらえさせる点においては、理科で学習したことがそのまま役に立つことを意識させる展開で良かった。更に、多方面に考えさせる工夫においては、人間にとっては都合が良いが、そこに住む他の生物にとっては非常に打撃を受けるということに触れ、それらを総合的に多面的に考えさせる点もあった。

思考させる工夫では、課題・発問が段階的に4つあり、これらは関連しており、これまでの既習事項を使って思考させる流れができていた。単に知識として教えるのではなく、日常生活にも役に立ち、考えさせる展開であった。その上で思考のキャッチボールを使うことは非常に効果的な方法であったと感じる。まず個人で思考させ、意見を持たせようとしてグループで思考させ、全体で共有させるという大きな流れがあり、仲間と交流させる場面では相手を替え、役割の固定化を防ぐために色々なことをしていた。また自分の自信度を示す伝えるカードを用いてメタ認知を促し、このことは自分の意見に責任を持たせることになり、客観的に思考をさせる意味で非常に良い工夫であった。

理科が得意な子だけに話をさせることは、工夫もなく議論させる場合にありがちであるが、わからないことを「わからない」と言ってよいのだという雰囲気を作ることは、非常に重要だと感じた。「わかったふり」をしてしまうことは、無意識のうちによくさせてしまう場合がある。大学生ではわかったふりではなく、自分はできるとしてしまうケースがある。このようなケースではなかなか人の意見を聞こうとしないケースが多々ある。そのような意味で、対話学習が有効であり、わからない人が思考を引っ掻き回すことや思考に揺さぶりをかけることで改善するきっかけになるのではないかと考える。海外で国によっては人前で間違ふことに著しい嫌悪感を抱く国もあり、難しさを感じる。先生の考案されたこの方法は、雰囲気を作るということにおいて非常に有効であると可能性を感じた。大学生が初めての人に会った場合には、事前に人間関係ができていない中で意見交換をしなくてはならないことがあり、難しさを感じる。わざと間違ふ方に加担して演じることで間違ふことに対するハードルを下げる試みもしたことがある。

今回のこの素晴らしい実践は実際の小学生においてどのように展開されるのか、大変興味深く感じた。自分の授業ですぐにでも取り入れてみたい試みであると感じた。

5 次回 令和5年度研究報告会

3月16日(土) 14時より岐阜大学教育学部にて

6 閉会の挨拶

質問7 「モデル授業」の内容について、ご意見やご感想、ご質問など

- ・島田先生の思考のキャッチボールの研究は知っていたが、実際に経験するとよりその良さを感じることができた。私も対話の研究をし、実践しているなかで、どうしても分かる子が対話のメインになっていることがあり、どんな子も満遍なく自分の考えを伝えることに課題を感じていたので、とても勉強になった。（中学校10年以上20年未満）
- ・人が川をコントロールしているというフレーズが印象的だった。導入も人が手を施した写真等から問題解決に迫る方法もあると感じた。（小学校10年以上20年未満）

質問8 上記以外でご意見やお気づきの点など

なし

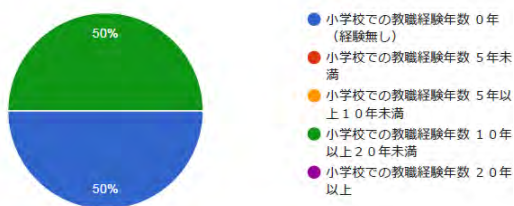
質問1 あなたは、本オンライン研修会に参加したことがありますか。

2件の回答



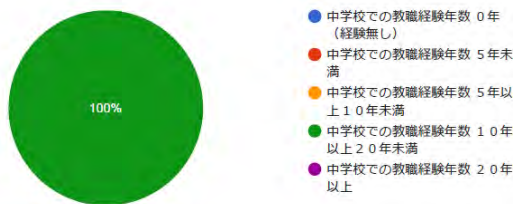
質問2 あなたについて、最も当てはまるものを1つ選択してください。
(小学校段階での教職経験)

2件の回答



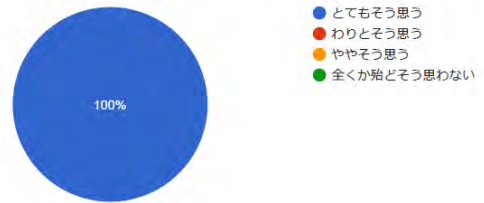
質問3 あなたについて、最も当てはまるものを1つ選択してください。
(中学校段階での教職経験)

1件の回答



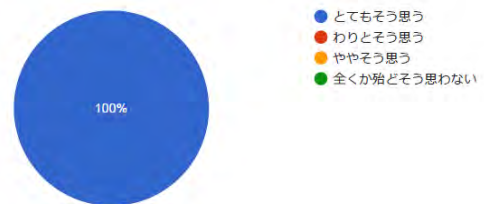
質問4 本研修会のような、勤務時間外にオンラインでの研修会を設けることは、あなたにとって助けになると感じますか。最も当てはまるものを1つ選択してください。

2件の回答



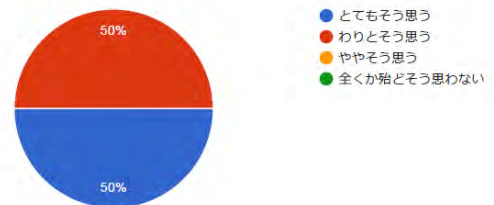
質問5 本日の研修会について、モデル授業とその後の協議は、あなたにとって参考になると感じますか。最も当てはまるものを1つ選択してください。

2件の回答



質問6 本日の研修会のモデル授業の記録動画と指導案は後日公開されますが、それらをあなたの知り合いの教員に紹介することは有意義と感じますか。最も当てはまるものを1つ選択してください。

2件の回答



質問6 「モデル授業の内容」について、ご意見やご感想、ご質問など

- ・ただ正解を教えてもらう、わかる子だけが説明するのではなく、子どもたちが自分の意見をもった上で教え合いをするという授業展開が参考になった。クラス全員が授業に参加できる良い方法だと感じた。
（中学校志望・経験あり）
- ・今回も学びになった回であった。特に授業内で用いられた思考の自信度を示すカードを用いた話し合いは、理科が得意でない子が話す機会を作るものとして非常に有効なツールだと思った。ぜひ使いたい。
（小学校志望・経験あり）
- ・授業や単元理解についてとても勉強になった。また、島田先生の落ち着いた雰囲気や見取りがすごいと感じた。（中学校志望・経験あり）
- ・円グラフを用いて目に見えない気持ちを意識して見えるようにし、それを他者に伝えることができることはおもしろいと思った。しかし、使っていて、円グラフの赤と青のどちらが多い方が先に発表するのか？教えてほしい方が先に発表するのか？等、混乱する場面が多々あったように思った。慣れれば問題ないかと思う。また、私だけかもしれないが、円グラフの伝えるカードを実際に使う場面では、教えてほしいという気持ちよりも、自分が先に言いたいときとそうでないときで、気分でグラフの大きさを変えてしまったので、（これが「知ったかぶり？」か。無自覚だったが）そうならないように指導することも大事だと思った。

あと、非常に気になったのは、「(自由に) 2人組をつくってください」という教師の指示である。「2人組をつくろう」という言葉を聞くと、余計なことを考えてしまい、「思考力・判断力・表現力」を働かせることに集中することに難しさを感じたからである。子どもたちに考えることに集中させ、かつ、様々な相手と対話させることを両立させたい場合には、教師側の支援が必要だと思う。例えば、最初に隣同士で話をさせて、その後、ペアのうち、片方の列の子どもたちが1つずつ後ろの席に下がる等、教師側で話す相手を強制的に指定するだけでも、子どもたちは考えることに集中しやすくなるのではないかと思った。

もうひとつ気になったのが、私は、わからないことはネガティブなことではなく、おもしろいことであると思っている。さらにいえば、わからない・未知のことを面白がってわかろうとする姿勢と、理科や探究（研究？）を楽しむときの考え方は似ているのではないかとも思っている。「わかる子」ばかりが活躍する授業になってしまうことを避けるためにも、わからないことは悪いことではなくて、わからないものがあるということは未知のことを楽しめる可能性があるという視点を子どもたちに提示することが効果的なのではないかと思った。

非常に興味深く、いろいろな方向から考えさせられ、感想があふれ出るような、たいへんおもしろい授業だったと思う。とても勉強になった。（小学校志望・経験あり）

- ・思考のキャッチボールのやり方がとても参考になった。（中学校志望・経験あり）
- ・教材や授業展開など様々なことを学ぶことができたが、特に身近にある人工的な川の活用方法を見出すことが出来たのがよかった。（小学校志望・経験あり）
- ・非常に勉強になる有意義な時間であった。思考のキャッチボールという手法を授業で用いることができるような学級経営、授業での積み重ねをしたいと思った。（中学校志望・経験あり）

- ・伝えるカードについて、自分がどれだけ理解しているかをメタ的にみることができる点がとても良いと感じた。共有の場面でも生徒がわかる・わからないをもとに、わからない生徒が何がわからないのかを説明する活動がとても参考になった。(中学校志望・経験あり)
- ・理科が苦手な児童から話さなくてはいけない場면을教師側で作ることで、必然的に対話が行われるようになるところが良かった。(志望なし・経験あり)

質問7 本日の研修会で感じたこと、気づきや要望など

- ・本日はネットワーキングはなかったが、環境保全是、次の世代に繋げるという意味で、理科より道徳や総合的な学習の時間で扱われる内容のイメージが強い。(小学校志望・経験あり)
- ・身の回りの地形を教材に使用することで、理科に興味を湧く可能性が高く、参考になった。(中学校志望・経験あり)

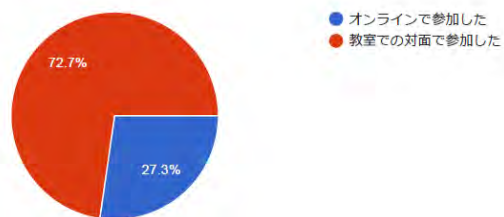
質問1 あなたは、本オンライン研修会に参加したことがありますか。(当てはまるものすべてにチェックしてください。)

11件の回答



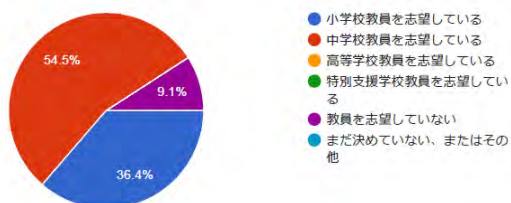
質問4 本日の研修会に、あなたはどのように参加しましたか。

11件の回答



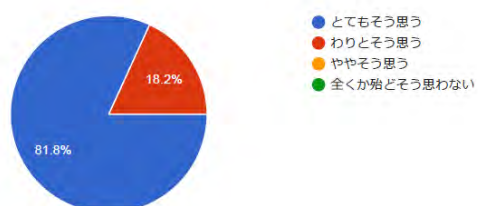
質問2 あなたについて、最も当てはまるものを1つ選択してください。

11件の回答



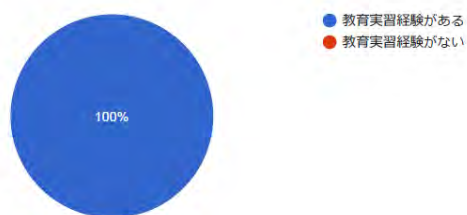
質問5 本日の研修会について、モデル授業とその後の協議は、あなたにとって参考になりましたか。最も当てはまるものを1つ選択してください。

11件の回答



質問3 あなたについて、最も当てはまるものを1つ選択してください。

11件の回答



第5学年 理科学習指導案

令和6年2月23日

授業者 島田 広彦

1 単元名 流れる水の働きと土地の変化

2 単元について

(1) 教材観

本単元は、児童が流れる水の速さや量に着目して、それらの条件を制御しながら、流れる水の働きと土地の変化を調べる活動を通して、それらについての理解を図り、観察、実験などに関する技能を身に着けるとともに、主に予想や仮設を基に、解決の方法を発想する力や主体的に問題解決しようとする態度を育成することをねらいとしている。

小学校学習指導要領解説理科編（平成29年）によると、「流れる水の働きと土地の変化について、水の速さや量に着目して、それらの条件を制御しながら調べる活動を通して、次の事項を身に着けることができるように指導する。」とされ、以下ア～イが挙げられている。

ア 次のことを理解するとともに、観察・実験などに関する技能を身に付けること。

(ア) 流れる水には、土地を侵食したり、石や土を運搬したり堆積させたりする働きがあること。

(イ) 川の上流と下流によって、川原の石の大きさや形に違いがあること。

(ウ) 雨の降り方によって、流れる水の速さや量は変わり、増水により土地の様子が大きく変化する可能性があること

イ 流れる水の働きについて追究する中で、流れる水の働きと土地の変化との関係についての予想や仮説を基に、解決の方法を発想し、表現すること。

また、本内容は、第4学年「B(3)雨水の行方と地面の様子」の学習を踏まえて「地球」についての基本的な概念等を柱とした内容のうちの「地球内部と地表面の変動」、「地球の大気と水の循環」に関わる物であり、第6学年「B(4)土地のつくりと変化」の学習につながるものである。

(2) 児童観

令和4年度と平成30年度の全国学力学習状況調査の小学校質問紙調査をもとにして、小倉(2016)で提案された5項目の科学的リテラシー指標値の分析比較を行った。

項目	指標値 (R4)	指標値 (H30)
理科の授業の内容はよくわかりますか	81	81
理科の勉強は好きですか	74	77
理科の勉強は大切だと思いますか	81	79
理科の授業で学習したことは、将来、社会に出たときに役立つと思いますか。	73	69
将来、理科や科学技術に関係する職業につきたいと思いますか。	32	31

(令和4年4月19日 全国の小学6年生 979798人 実施)

(平成30年4月17日 全国の小学6年生 1043270人 実施)

*指標値の計算については、小倉(2016)をもとに文部科学省の集計結果から独自に計算を行った)

これによると、平成30年度から令和4年度の児童に科学的リテラシー指標値に大きな変化はなく、小学生における科学的リテラシーの目安として活用できる。「よくわかる」「大切」と感じている児童が多く、次に「好き」「役立つ」と感じている。「将来就きたい」については、低いままである。

海なし県と言われる埼玉であるが、県土に占める河川面積が3.9%であり全都道府県で最多である。児童は、家族とともに河川で遊ぶ経験は豊富であると考えられる。

【モデル授業にあたって】

本モデル授業を児童役として受けるのは、大学生と小中学校の教員である。

小学校の教員は5年生の理科を担当していれば、「流れる水の働き」を指導する中で「B 生命・地球」の指導を経験している。また、小学校中学年の社会科見学において、荒川の学習をするため、川について知識・経験共に豊富であると考えられる。

河川で遊ぶ経験は、児童よりも多いことも考えられる。

(3) 指導観

指導に当たっては、今の川の流れは人間の知恵によって私たちの生活を守るためにコントロールされていることを認識させたい。さらにこの学習によって、気候変動による災害から生活を守ることができることについても、理解させたい。そして、今学習していることが、将来社会に出たときに役に立つということから、児童には社会に出て働くときには理科や科学技術が関係している職業がたくさんあることを実感させたい。

河川面積が広い埼玉県であるが、都市部と山間部では、河川の在り様は大きく異なる。これは教材観にもあるように、上流と下流で違いがあるということであり、埼玉県は上流から下流までの変化を学ぶ教材が身近にあるということである。また、都市部はコンクリートで囲まれた川（水路？）が多いが、なぜそのようにしているのかを「流れる水の働き」の学習を通して「新しい視点」でとらえさせたい。山間部は都市部のようにコンクリートで囲まれてはいないが、人間によって全く手つかずのままの川は、少ないことにも気づかせたい。埼玉県の山間部である秩父の山の中でも、ダムや砂防ダムが設置されているように、「流れる水の働き」の学習がもとになった「人間の知恵によるコントロール」がされている。それは現代だけの話ではなく、戦国時代や江戸時代から行われてきた。治水のために、新しい川の流れを作ることも盛んにおこなわれてきた。荒川の流れも、東京都内の流れは人の手によるもので自然の物ではない。川を見たときに、「流れる水の働き」がどのように行われているか、そして人間が生活しやすいために、防災のために、どのような取組がされているか探し、どうしてそうなっているのか不思議に思うことができる「視点」をもたせたい。

令和5年度は集中豪雨による災害が多かった。1日のうちにひと月分の降水量に達したことも、一度や二度ではない。その度に、水が噴き出したり道路が冠水したりする映像がニュースで放映された。土砂崩れや堤防から水があふれる越水も起き、広範囲で浸水被害が出た。これは、今までの「流れる水の働き」をもとにした「人間の知恵によるコントロール」よりも、自然の様子が変わり、対応できなくなっているためであると考えられる。

将来を生きる児童には、現在の自然環境に対応した「人間の知恵によるコントロール」を、自分たちの力で考え、実現していくようになってほしい。それは自然をねじ伏せるのではなく、自然と共生しながら持続可能な社会を形成していくことにつながる。持続可能な社会とは、理科や科学技術を捨てることではなく、理科や科学技術を新しい方法で活用することで、人の生活も自然環境もよりよくしていくことである。理科や科学技術を過信せず、将来も人としてより良く生活する方法を指導する

ことは、理科の教員としての使命であると考え。理科や科学技術は役に立つものであるが、その正しい使い方を身に着けていくことが、将来を生きていく子供たちには必要である。理科や科学技術は、私たちの生活の中にたくさん使われている。今までの職業、そしてこれからの新しい職業にも、それは必要不可欠であることに気づかせたい。

本単元の指導については、流れる水の働きの3つを学び、流水モデル実験で確かめ、実際の川で流れる水の働きが本当に起きていることを確かめたい。次に上流と下流の違いを比較しながら、石の形だけでなく土地の違いにも着目させたい。最後に、集中豪雨により水の量が増えたときに流れる水の働きがどのように変化するのかを確認し、私たちの生活を守るために何をしておくのがよいか解決の方法を発想させたい。

本時においては、集中豪雨によって1日にひと月分の降水量があった事例を紹介し、流れる水の働きによって、土地がどのように変化してしまうか予想させる。次に、予想した結果にならないようにどのような工夫が必要なのかを考えさせ、意見を交流させる。そして、実際にどのような工夫がされているのかを紹介し、どうしてそのように人間が工夫したのかを、流れる水の働きをもとに説明させる。最後は、今ある工夫を今年の集中豪雨にも対応できるように、さらなる改善を考えて意見を取りまとめていく。

今、私たちが住んでいる地域において、河川のほとんどは自然のままではなく人間の手によって防災の工夫がされている。理科や科学技術は社会に役立っているが、これからの災害を防ぐには、だれかに任せるだけでなく、自分たちで流れる水の働きを理解し、住んでいる地域についてさらなる防災の工夫を考えることで、避難指示を待たずに行動できるようにしたい。災害から私たちの生活を守る仕組みづくりを、新しい職業という視点から生み出せるようにしたい。

【モデル授業にあたって】

①これから「流れる水の働き」を指導する先生方へ

河川は自然の影響（この単元で言うところの流れる水の働き）を強く受ける場所であり、それにより私たち人間の生活にも大きな影響を受ける。だからこそ、河川は人間によりコントロールされているという事実を、大多数の人間は理解していない。人間の社会の近くを流れている川は、「自然に流れている」のではなく、「人間の手によってその場所で流れるようにされている」のである。

都市部における「川」は、コンクリートなどによってすべて固められている。これは、流れる水の働きがあるからこそ「そうするしかなかった」結果である。河岸には住宅が立ち並び、浸食されては困る人間の生活がある。

まずは「どうして今はそのような川になってしまったのか」という視点から取り組ませたい。今の川は「自然な川」ではなく「人間の手によってコントロールされた川」であることを認識してから、「どうして？」という視点から自然の影響について学習に取り組ませたい。

次に、「今の川のままでよいのか」ということに視点を移動させたい。コンクリートで固めてしまうことで人間の生活は守られるが、もともとそこに住んでいたほかの生き物は姿を消してしまった。「本当にそれでいいのか？」を問いかけたい。

最後に、想定を超えた自然の脅威について考えさせたい。つまり、「想定外」にならないように「想定を繰り返す」習慣をつけさせたい。「想定内」であるならば、対策ができる。そのことに気が付けば、だれかに任せるのではなく自分たちで自分たちの命を守る行動をとることができる。日本のどこにいても、集中豪雨のリスクは降りかかる。将来において、自分たちの命を守る行動ができるように指導をしてほしい。

②思考のキャッチボールについて

本授業の話し合い活動について「思考のキャッチボール」という伝達ツールを使用する。

基本的に、まずは自分の考えを整理する。次に二人組になり、自分の意見を相手に説明する。このときに「わからない」と認識している児童生徒から先に「なにがわからないのか」を説明させる。説明を受けた方は、「わからない」ということについて「わかるように説明」していく。

「わかる」「わからない」の説明をやりやすくするツールとして「伝えるカード」を用いる。本授業では手元に準備した「伝えるカード」およびデジタルツールでも同じように実施する。

デジタルツールは熊本県熊本市教育センターが作成した「心の数直線」を2次利用することで「伝えるカード」と同じように扱えるようにした。デジタルツールでは、画面を指でなぞるだけで青と赤の色の大きさを変化させることができる。

伝えるカードの青と赤の色の大きさで、自分が今認識している「わかる」「わからない」を表現する。このとき「わからない」ということを「言ってもいい」という学級全体が認めている雰囲気づくり（学級経営）が必要不可欠になる。理科において「知ったかぶり」「わかったふり」をされることが、教師としては最も「児童生徒の現状把握ができない」原因となる。「わからないと言っている」ことの安心感を全員で共有してもらおう。

色の大きさを比べて、「わからない」を表す「赤」が大きい児童生徒から「何がわからないのか」を説明してもらおう。または「自信はないけど多分こうじゃないか」を説明してもらおう。理科において、理科の得意な児童生徒ばかりが説明し、苦手な生徒は黙ったままその説明を聞いて「わかったふり」になってしまうことがある。「思考のキャッチボール」では、必ず「説明しなくてはいけない」「わかる」ことを表している「青」の児童生徒も、わからないという説明を聞いたら、わかってくれるように説明しなくてはいけない。このようにして、対話の絶えさせない授業を展開したい。

理科が得意な児童が語り、そうでない児童は受け取るだけでは、相互に語り合うことはできない。

では、話し合いを「キャッチボール」に例えたらどうだろう。自分の考えを伝えることは、キャッチボールで言うならボールを投げることになる。しかし、キャッチボールにするためには、ボールを投げ続けるだけではいけない。投げたボールを投げ返してもらい、キャッチする必要がある。キャッチするには「投げていいよ」という意思表示が必要である。このようにしてルール化したのが「思考のキャッチボール」である。

思考のキャッチボールをおこなうためのツールとして、「伝えるカード」を用いる。伝えるカードとは、表と裏で色の違う（青と赤）画用紙を2枚組み合わせたカードで、切れ込みを入れたことで自由に色の大きさを伝える＝見えるようにすることができる道具である。伝えるカードを使用するときは、「全員が青になることを目指さない」ことに注意したい。全員が青になることを目指すと「わからないけどわかったふりをして青にしてしまう」ことが考えられる。むしろ「わからないときは赤を見せることが認められている」ことで、安心して「わからないから教えて」と言えると考えられる。

「児童が考えを伝え合うことができ理科がわかる」という意識が高まる手法の開発」

『理科教育学研究』Vol.57 No.3, pp.223-232, 2017 より

出典：e-net(熊本市地域教育情報ネットワーク)

<http://www.kumamoto-kmm.ed.jp/>

「熊本市教育センター オリジナルデジタル教材 心の数直線」を二次利用させていただいている

3 本単元で育成する資質・能力

この単元を通して、野外での直接観察のほか、適宜、人口の流れをつくったモデル実験を取り入れて、流れる水の速さや量を変え、土地の変化の様子を調べることで、流れる水の働きについて捉えるようにすることが考えられる。また、流れる水には、土地を侵食したり、石や土などを運搬したり堆積させたりする働きがあることや増水により土地の様子が大きく変化することをとらえるために、第4学年「B（3）雨水の行方と地面の様子」の学習との関連を図るようにする。さらに、観察、実験の結果と実際の川の様子とを関係づけて捉えたり、長雨や集中豪雨により増水した川の様子をとらえたりするために、映像、図書などの資料をかつようすることが考えられる。

4 単元の目標

児童が流れる水の速さや量に着目して、それらの条件を制御しながら、流れる水の働きと土地の変化を調べる活動を通して、それらについての理解を図り、観察、実験などに関する技能を身に着けるとともに、主に予想や仮設を基に、解決の方法を発想する力や主体的に問題解決しようとする態度を育成する。

5 単元の系統図

	小4	小5	小6	中1	中3
地球の内部と地表面の変動	・雨水の行方と地面の様子	・流れる水の働きと土地の変化	・土地のつくりと変化	・身近な地形や地層・岩石の観察 ・地層の重なりと過去の様子 ・火山と地震 ・自然の恵みと火山災害・地震災害	・生物と環境 ・自然環境の保全と科学技術の利用

6 評価規準

知識・技能	思考・判断・表現	主体的に学習に取り組む態度
①流れる水には、土地を侵食したり、石や土を運搬したり堆積させたりする働きがあることを理解している ②川の上流と下流によって、川原の石の大きさや形に違いがあることを理科している ③雨の降り方によって、流れる水の速さや量は変わり、増水により土地の様子が大きく変化する場合があること ④流れる水の働きについて観察実験などの目的に応じて、器具や機器などを選択して、正しく扱いながら調べ、それらの過程や得られた結果を適切に記録している。	①流れる水の働きについて、問題を見だし、予想や仮設を基に、解決の方法を発想し、表現するなどして問題解決している。 ②流れる水の働きについて、観察、実験などを行い、流れる水の働きについてより妥当な考えを作り出し、表現するなどして問題解決している。	①流れる水の働きについての事物現象に進んで関わり、粘り強く、他者と関わりながら問題解決しようとしている。 ②流れる水の働きについて学んだことを学習や生活に生かそうとしている。

7 単元の指導計画（11時間扱い）

時	ねらい・学習活動	重点	記録	備考
単元導入	①これからの学習について見通しをもち、学習の計画を立てる。	態度	○	地面を流れる水や川の流れのようすなどに興味をもち、流れる水と土地の変化の関係を自ら調べようとしている。 →単元を貫く学習シート
第1次	②流れる水のはたらきとは、どんな「はたらき」なのか、仮説を立て、実験計画を立てる。	思考	○	流れる水にはどのようなはたらきがあるか、予想や仮説をもち、条件に着目して実験を計画し、表現している。 →実験計画シート
	③実験計画を基に、流れる水のはたらきを確かめる実験を行う。	知識	○	流れる水の速による土地の変化のちがいを調べる工夫をし、モデル実験の装置を操作して計画的に実験をしている。 →実験計画シート
	④流れる水のはたらきとは、どんな「はたらき」なのか、実験結果をもとに説明できる。	思考		流れる水と地面の変化を関係づけて、地面を削ったり、土を運んだり積もらせたりするはたらきを見だし、考察し、自分の考えを表現している。 →ノート
第2次	⑤実際の川でも浸食・運搬・堆積のはたらきが起きているのか、川の上流から下流を比べるとどのようなちがいがあるのか、映像で確かめる。	知識		安全で計画的に野外観察を行ったり映像資料などを活用して調べたりしている。 川の上流と下流によって、川原の石の大きさや形に違いがあることを理解している。 →ノート
	⑥川の上流から下流を比べると、どのようなちがいがあるのか説明できる。	思考		実際の川について、流れる水と土地の変化を関係付けて、考察し、自分の考えを表現している。 →ノート
第3次	⑦流れる水の量がとて多くなると、流れる水の働きはどうなるか仮説を立て、実験計画を立てる	思考	○	流れる水にはどのようなはたらきがあるか、予想や仮説をもち、条件に着目して実験を計画し、表現している。 →実験計画シート
	⑧実験計画を基に、流れる水のはたらきを確かめる実験を行い、土地の様子が大きく変わらないようにするために、どのような方法があるのか発想することができる。	知識	○	雨の降り方によって、流れる水の速さや水の量が変わり、増水により土地の様子が大きく変わる場合があることを理解している。 →実験計画シート
	⑨土地の様子が大きく変わらないようにするためには、どのような方法があるのか説明できる。	思考	○	流れる水のはたらきと災害との関係について、解決の方法を発想し、表現している。 →レポート

ま と め	⑩近くの川を観察し、流れる水の働きによって土地の様子が大きく変わらないようにするための工夫について、説明できる。	知 識		流れる水には、土地を侵食したり石や土などを運搬したり堆積させたりするはたらきがあることを理解している。 →ノート
	⑪流れる水の働きと土地の変化との関係について解決の方法を発想し、表現することができる。	態 度	○	増水で土地が変化することなどから自然の大きさを感し、川や土地の様子を調べようとしている。 →単元を貫く学習シート

8 本時の学習指導

(第3次 第3時 9/11)

(1) 目標 流れる水の働きについて、観察、実験などを行い、流れる水の働きについてより妥当な考えを作り出し、表現するなどして問題解決している。 【思考力・判断力・表現力】

(2) 展開

学習活動	学習内容 T 教師の働きかけ ・予想される児童の反応	指導と評価の工夫 ・指導上の留意点（教師が～） ◇評価規準	時間
1 本時の課題を知る	T 今年は1日に一月分の雨が降ってしまふこともしました。もしみんなが住んでいるところに同じような雨が降ったらどうなるだろう？ ・テレビで見たけど、マンホールから水が噴き出したり、道路が川みたいになったりしてたよ。	・令和5年9月7～9日において、千葉や茨城で線状降水帯が発生し、降水量が9月の月降水量を超えてしまった事例を、ニュース映像を交えて紹介する。	3
	めあて：土地の様子が大きく変わらないようにするためには、どのような方法があるのか説明できる。		
2 前時まで学習してきた内容から見通しをもつ	T まずは土地の様子がどう変わってしまふのか考えてみよう。 発問1：とてもたくさんの雨が一度に降って、川の水の量が増えてしまったら、土地の様子はどのように変わってしまうだろうか。	・配付するプリントの画像を掲示する。	3
	T この川が描いてあるプリントに、土地の変化を予想して記入しよう。 ・たしかカーブの外側は流れが速いし、水が増えるとさらに削る力が大きくなって・・・	・埼玉県比企郡滑川町を流れる市野川をトレースしたプリント(①)を配付する	

<p>3 自分の考えを説明する①</p>	<p>T 自分が描いた土地の様子を、ほかの人に説明しましょう。</p> <ul style="list-style-type: none"> カーブの外側が削られてしまう。 カーブの内側には流されてきた土がたまってしまう。 たくさんの雨が降ったら、川の水があふれてしまうでしょ。 そんなに水浸しになる？ 	<ul style="list-style-type: none"> 流れる水の働きの「浸食」「運搬」「堆積」のことを踏まえた記入ができていることを確認し、全員が既習の内容を把握できているように共通認識をさせる。 	<p>3</p>
<p>4 課題をつかむ</p>	<p>T 次に、みんなが考えたようにならないように、どんな工夫をすればよいか考えましょう</p>		<p>3</p>
<p>発問2：川の水が増えても土地の様子が変化ないように、どのような工夫をすればよいだろうか。</p>			
<p>5 思考のキャッチボールを行う①</p>	<p>T この川が描いてあるプリントに、工夫することを記入しよう。</p> <p>T 自分が考えた工夫を、ほかの人に説明しましょう。</p> <ul style="list-style-type: none"> 外側がけずれないように、コンクリートで固めて、ブロックを置けばいいんじゃないか。 水があふれないように、堤防で川を囲んでしまおう。 堤防やコンクリでつくりすぎたら、自然を壊すことにならない？ 	<ul style="list-style-type: none"> 思考のキャッチボールのやり方を説明する。デジタル版またはアナログ版の両方を用意しておく。 どのような工夫を考えたのか、すべての工夫を確認しておく。とくに、「7先人の工夫」の発問と同じ工夫を覚えてしまった児童がいた場合は、個別に対応して「あなたの考えは素晴らしいから、みんなに紹介したい」と言ってプリントを取り上げ、思考のキャッチボールでは「わからない」ふりを演じてもらう。 	<p>7</p>
<p>6 実際の工夫について知る。</p>	<p>T みんなの考えはすばらしいですね。実際はどんな工夫をしているのか紹介します。この写真は、みんなと同じように土地の様子が変わらないように考えた結果です。</p> <ul style="list-style-type: none"> まっすぐの川ができる？ そこに川をつくっちゃっていいの？ 	<ul style="list-style-type: none"> 市野川の映像を掲示して、実際の工夫を紹介する。 発問2で実際の工夫と同じ工夫を記入していた児童がいた場合は、ここで紹介して称賛する。 	<p>2</p>
<p>7 先人の工夫について確認する。</p>	<p>T この川は、実際に土地の様子が変わらないようになりました。</p> <ul style="list-style-type: none"> 人の手で変えちゃってるのに？ もう被害が起きないってこと？ 	<ul style="list-style-type: none"> 昔はこの場所で洪水の被害が多かったこと。今はこの工夫のおかげで被害がないことを紹介する。 	<p>3</p>

	<p>発問3：この工夫を考えた人は、どんなことを考えたからこの工夫にしたのでしょうか。</p>		
<p>8 自分の考えを説明する ②</p>	<p>T 実際の川が描いてあるプリントに、この工夫にした理由を記入しよう。</p> <p>T 自分が考えた理由を、ほかの人に説明しましょう。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水が増えると、曲がっているところじゃなくて、まっすぐの川を流れるはずだ。 ・まっすぐ流れるとカーブで削れなくなるね。 ・早く流れちゃうから、水がたまらなくなって、水も溢れないのか！ <p>T みなさんが住んでいるところの川も、このように工夫されているから大きな災害や土地の変化が起きないんですね。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・実際市野川をトレースしたプリント(②)を配付する ・手が止まっている児童には、流れる水の働きの「浸食」「運搬」「堆積」が関係していることを伝える。 ・土地の様子を人間の手で変えているが、そのおかげでこれ以上土地の様子が変わらなくなったという利点を強調する。 ・思考が深まらない場合は、実際に市野川で増水する前と増水した後の川の映像を確認して、水の流れ方の違いに気づかせる。 ・荒川放水路について説明し、人間が手を加えることで災害から守られていることを確認する。(時間がなければ省略) 	<p>5</p>
<p>9 課題に取り組む</p>	<p>T でも、今年は1日に一月分の雨が降り、災害が発生してしまうことがありました。今までの工夫では、現在のような大雨に対応できていないのかもしれないかも。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・住んでいる地域の地図を掲示して、近くに川があることを確認する。 ・タブレットなどから地図アプリを閲覧できるときは、川を確認させる。 	<p>3</p>
	<p>発問4：1日に一月分の雨が降ったとしても、いつもと同じ生活ができるような工夫を考えよう</p>		
<p>10 思考のキャッチボールを行う②</p>	<p>T 今まで学習したことを思い出して、みんなが住んでいるところに、今までなかった工夫を記入しよう。</p> <p>T 自分が考えた工夫を、ほかの人に説明しましょう。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・どうしても水があふれてしまうか 	<ul style="list-style-type: none"> ・レポート用紙(③)を配付して記入させる。 ・千葉県茂原市の水害対策について紹介し、今も工夫を重ねていることを伝える。 	<p>9</p>

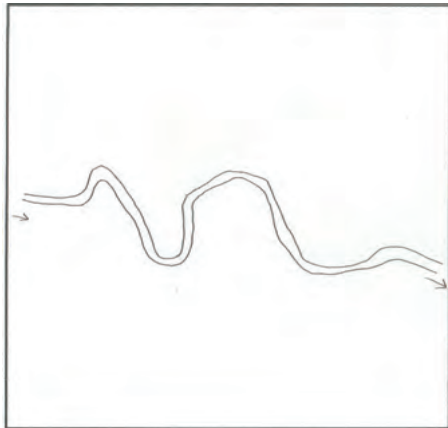
11 本時のまとめをする	<p>ら、地下に空間をつくってそこに水を貯めればいいんじゃない？ さいたま市にあるよね？</p> <ul style="list-style-type: none"> ・堤防がいつもは低いけど、大雨が降ったら高くなる仕組みは？ <p>T 今日のめあてが達成できたかを中心にまとめてみましょう。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・レポート用紙③に記入させる。 	3
<p>まとめ：土地の様子が大きく変わらないようにするためには、人間の手によって削られないようにしたり、逆に人間が川の形を変えたり新しい川を作ったりすることによって、そのあとの土地の変化を抑えたり、人間の生活を守ったりすることができる。</p>			
12 振り返りをする	<p>T 今日の学習をして、心に残ったことを振り返りましょう。</p>	<p>◇流れる水のはたらきと災害との関係について、解決の方法を発想し、表現している。【思考力・判断力・表現力】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・レポート用紙③に記入させる。 	2
<p>振り返り：人間の知恵によって川はコントロールされ、災害から守られている。しかし、今はよりすごい大雨がやってくる。それに対する人間の知恵と工夫が必要とされている。5年生の理科の学習で学んだことが実際の生活に活かされているし、これからも私たちの生活を守るために活かされていく。</p>			

参考文献

- ・内閣府防災情報 WEB ページ
- ・「人がつくった川 荒川」長谷川 敦 著 旬報社 2022 初版
- ・今昔マップ on the web 時系列地形図
- ・千葉県茂原市ホームページ 防災に関する計画等
- ・「児童が考えを伝え合うことができ理科がわかるという意識が高まる手法の開発」『理科教育学研究』Vol.57 No.3, pp.223-232, 2017 島田広彦
- ・埼玉大学：平成 27 年度理数系教員養成拠点構築プログラム（埼玉大学）業務成果報告書，2016. 小倉康
- ・e-net(熊本市地域教育情報ネットワーク)<http://www.kumamoto-kmm.ed.jp/>
「熊本市教育センター オリジナルデジタル教材 心の数直線」

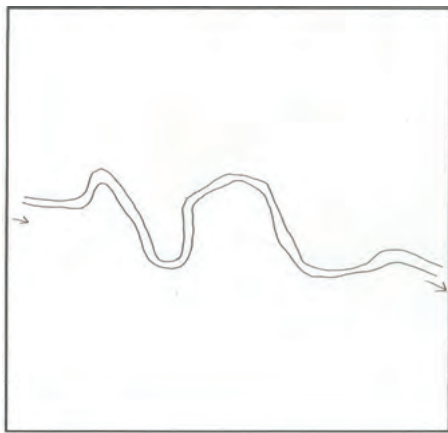
問題

とてもたくさんさんの雨が一度に降って、川の水がすごく増えてしまったら、土地の様子はどうのように変わってしまうだろうか



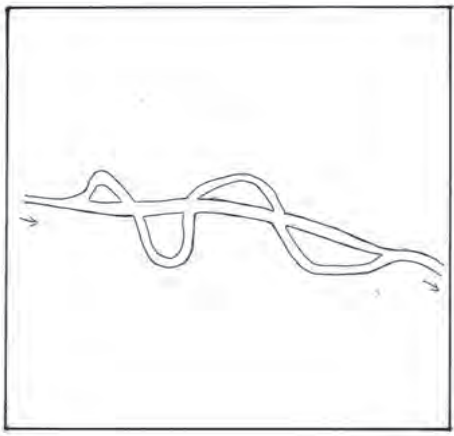
問題

川の水が増えても土地の様子が変化しないように、どのような工夫をすればよいだろうか。



問題

この工夫を考えた人は、どんなことを考えたからこの工夫にしたのでしょうか



問題

1 日に一月分の雨が降ったとしても、いつもと同じ生活ができるような工夫を考えよう。



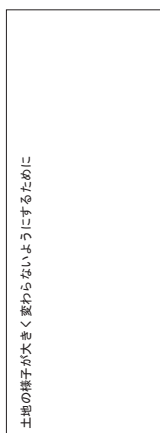
* 住んでいる地域の川の図を描いて、あなたが考える工夫を付け加えましょう。今まであなたが思い浮かべなかったアイデアを、ほかの人の発表から取り入れてもいいです。

本時のめあて

「土地の様子が大きく変わらなないようにするために、どのような方法があるか説明できる」



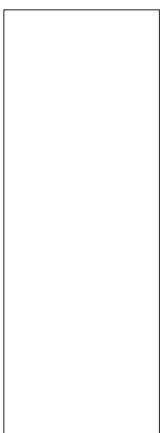
本時のまとめ



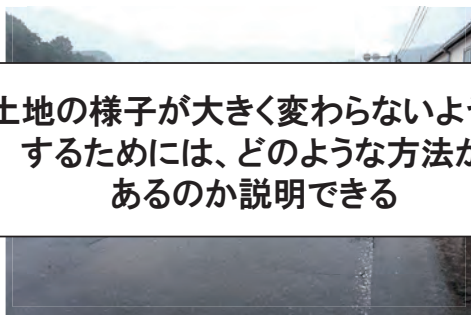
土地の様子が大きく変わらなないようにするために

振り返り

* 今日の学習で一番心に残ったこと



本時の課題を知る



**土地の様子が大きく変わらないように
するためには、どのような方法が
あるのか説明できる**

見通しをもつ（発問1）



- とてもたくさんの雨が一度に降って、川の水の量がふえてしまったら、土地の様子はどのように変わってしまうだろうか

課題をつかむ（発問2）



- 川の水が増えても土地の様子が変化しないように、どのような工夫をすればよいだろうか

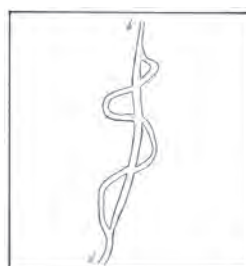
思考のキャッチボール



実際の工夫（市野川）



先人の工夫（発問3）

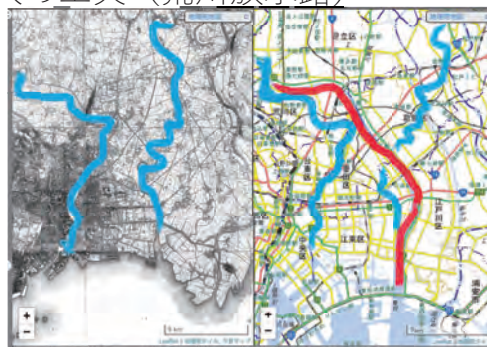


- この工夫を考えた人は、どんなことを考えたからこの工夫にしたのでしょうか。

市野川の実際



先人の工夫（荒川放水路）



課題に取り組む（発問4）

- 住んでいる地域の地図を検索して、川を見つけよう！

- 1日に一月分の雨が降ったとしても、いつもと同じ生活ができるような、災害を防ぐことができる、今までにない工夫を考えてみよう

本時のまとめ

- **土地の様子が大きく変わらないようにするためには、どのような方法があるのか説明できる**



- **まとめてみよう。達成できたかな？**

振り返り

- **心に残ったこと**

授業の指導法・教材・普段大切にしている工夫点

平成27年度認定CST
飯能市立南高麗中学校 教頭 島田 広彦

そもそもの考え方
「視点」・・・

▶この世のあらゆるモノは、理科でできている。

解説の柱

- ▶①これから流れる水の働きを指導する先生へ
- ▶②思考のキャッチボールについて
- ▶③理科が得意なあなたへ

- ①これから流れる水の働きを指導する先生へ
- ▶河川は、人間によりコントロールされているという事実

- ①これから流れる水の働きを指導する先生へ



- ①これから流れる水の働きを指導する先生へ



- ①これから流れる水の働きを指導する先生へ

▶「取り組ませる視点」
どうして今はそのような川になってしまったのか。
→仕組みについて考える

- ①これから流れる水の働きを指導する先生へ

▶「取り組ませる視点」
今の川のみままでよいのか
→「本当にそれでいいのか？」

①これから流れる水の働きを指導する先生へ



①これから流れる水の働きを指導する先生へ

- ▶「取り組ませる視点」
- 想定外にならないように
- 想定を繰り返す
- 日本のどこにいても・・・

②思考のキャッチボールについて

- ▶自分の考えを整理する
- ▶自分の考えを説明する
- ▶わからない児童生徒から先に「わからないこと」を説明する
- ▶わかる児童生徒は説明を聞いてから「わかるように説明する」

②思考のキャッチボールについて

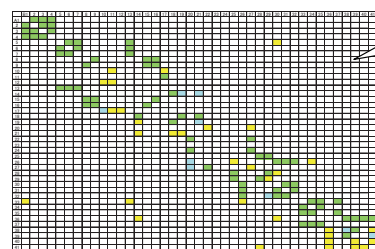


②思考のキャッチボールについて

表の見方	1	2	3	4
1				
2				
3				
4				

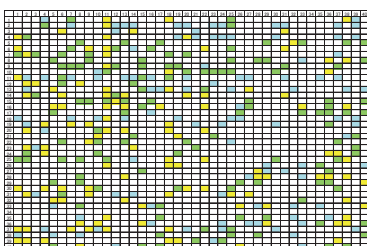
1の児童は、2の児童に**教えた**。
3の児童には**教えてもらった**。
4の児童とは**教えた・教えてもらったの両方**がある。

②思考のキャッチボールについて



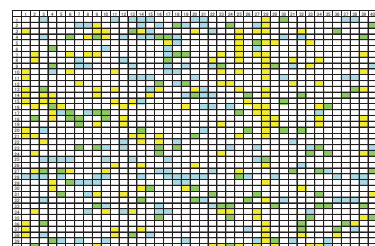
班で話合いのクラス

②思考のキャッチボールについて



思考のキャッチボールをしたクラス

②思考のキャッチボールについて



思考のキャッチボールをしたクラス

②思考のキャッチボールについて

	教えた	教えてもらった	両方	合計	人数
CB A	108	119	130	357	40
CB B	136	157	90	383	40
WB A	9	32	81	122	41

思考のキャッチボールのクラス (CB) の方が、班で話したクラス (WB) より、両方で教えている。

②思考のキャッチボールについて

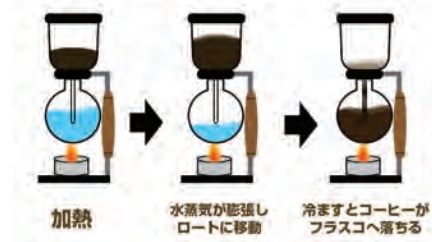
- ▶ 「わかったふり」「知ったかぶり」をさせない仕組み

→ 「わからないと言える」授業規律の形成がとても大切

③理科が得意なあなたへ

- ▶ 好きだからこそ、上手な伝え方を

③理科が得意なあなたへ



③理科が得意なあなたへ

- ▶ 好きだからこそ、安心できる理科を

Ⅱ 研究結果②

— 「教材や指導の工夫」研修会 —

令和5年度「理科モデル授業オンライン研修会」合同研修会概要

2023年8月10日（木）13時00分～17時00分

会場：埼玉大学教育学部コモ棟110実験室

岐阜大学教育学部理科実験室

参加：54名（大学内47名、オンライン7名〔教員34名、学生20名〕）

1 開会の挨拶

(1) 小倉康 埼玉大学教育学部教授

本日は「知って良かった教材や指導法の工夫」について、岐阜と埼玉から、理科教員としての知識と経験の豊富な先生を講師に迎えて行う合同研修会である。対面とオンラインでの実施で、ぜひお一人おひとりに充実した学びが実感できる研修会にできればと願う。

(2) 中村琢 岐阜大学教育学部准教授

理科の授業をどのように展開するかという理科モデル授業オンライン研修会とは異なり、本日は教材の工夫や活用に力点を置いた特別な企画である。長いお付き合いの経験豊富な先生方との研修会を開くことができ、嬉しく感じている。楽しい学びの機会としていただきたい。

2 セッション「知って良かった教材や指導の工夫」

〈1〉岐阜セッション① 講師 南部浩一氏（岐阜市立茜部小学校長）

「心にひびく理科授業の在り方～理科教師としての34年を振り返り、これだけは伝えたい～」

理科授業でめざしたことは、子どもの心をゆさぶり、子どもの記憶に残すことである。そのキーワードは、実物、本物、面白さ、動作、学ぶ意味。

I 記憶に残る

子どもたちには理科室で活躍するだけでなく、日常生活でも自然に興味を持って問題を解決できる子になってほしいと考えている。心が動いたとき記憶に残る。そこで、実感・驚き・感動・喜び・満足などといった、心を動かす授業実践を行ってきた。実践例の一部を紹介する。

[実践1] 実寸大柱状図で感動を（第6学年 大地のつくり）

問題「学校の地面の下はどうなっているのだろうか？」山がない、崖がない羽島市で、学校の敷地内を実際に掘ったり、ボーリング試料を活用したりして、地層の広がりについて調べた。教材に透明アクリル板、透明シートに印刷した地図を活用し、柱状図をアクリルパイプに巻き付け、同じ地層を糸でつなぎ、地層の広がりについて考えた。学校の地下の実寸大柱状図（30m）を廊下に広げ、子どもたちは歩数を調べたり、寝そべて自分の伸長と比較したりした。また校舎の屋上から垂らした、実物に近い図を眺め、地層の空間的な広がり、時間的なスケールの長さを体感した（図1）。今後はVR技術やAR技術で、これらのものが、より擬似的に見られるようになるかもしれないと期待する。



図1 実寸大柱状図（30m）

[実践2] 二酸化炭素が水に本当に溶けるんだ（第6学年 物の燃え方と空気）

問題「炭酸水から出る気体は何だろうか？」「二酸化炭素は水に溶けるのか？」この確認のため、3mのアクリルパイプ内に、ガラス管をゴム管で繋げた3mのガラス管を入れた教材を作成。二酸

化炭素の泡がアクリルパイプの天井に沿って上がっていく様子を観察し、二酸化炭素の泡が小さくなっていく様子から二酸化炭素が溶ける様子を実際に理解することができた。

【実践3】 作って読んで楽しい4コマ漫画～単元のまとめの学習として～

単元のまとめにおいて、学んだ内容を盛り込んだ4コマ漫画作りやイメージ図や紙芝居づくりに挑戦。子どもたちが学んだ内容を盛り込むことで、学習内容の振り返りとなる。学んだ内容を基にストーリーを考えることで、創造的な活動へ導き、作品を発表し交流することで、仲間からの賞賛を得られる。満足感・自己有用感へとつながる教材の工夫を行った。

【実践4】 体を使って表現させる動作化（第4学年 物の体積と温度、とじこめた空気と水）

【実践5】 授業で学ぶ意味を知らせる（第6学年 電気と私たちの暮らし）（個別最適な学び）

プログラミングの学習において「プログラミング的思考」の理解やその思考を働かせるために、教材「テキシコーチャレンジ」（NHK 教育テレビ参考）の活用や「禁断のヒントカード（自作）」を活用した。

II 授業で使える技

- ① 考える訓練・話す訓練：授業に緊張感を持たせ、参加を促す技「全員立ちましょう。」「自分の考えがまとまった人から座りましょう。」「自分の考えを話した人から座りましょう。」「授業の振り返りをしましょう。」「他の子はどう思う？」
- ② ズームイン・ズームアウト：実験開始後の場面で、目の前の児童の指導援助に入るのではなく、学級全体を見渡して活動の様子を見る（ズームアウト）、心配な子のところへ行き、指導援助する（ズームイン）、少し離れて見届ける（ズームアウト）。この繰り返しにより支援を届ける。
- ③ 指導援助（声のかけ方）：実験・観察中の場面で、「すごいね～」と声を掛けるのではなく、子ども自身の良さの自覚を促す。「どうして〇〇しているの？」（顕在化）、「なるほど！いい調べ方だね！」（価値付け）、「その調子で頑張ってるね！」（方向づけ）など。

【質問】 発問において意識的に取り上げていることがあったら知りたい。

【回答】 急に質問された時、授業者が慌てて回答をすると、当てはまらないことがある。敢えて時間を取り、「皆も考えてみよう」と声を掛けつつ自分の考えを整理してから話すことにしている。慌てて続けて回答しようとする、まとめきれずに繰り返しになりがち。日ごろから「おちよける先生」のキャラクターを出している。授業の中でわざと間違えても認め合える寛大さを伝えている。緊張する授業では、授業者が本当に焦ったり間違えたりしがちになるので、その時、安心して対応可能な小技導入を日ごろから心掛けている。

【質問】 プログラミング教育の際、子どもたちにどのような声掛けをしているのか。また子どもたちが選択できる2枚のヒントカードの使い方や活用について知りたい。

【回答】 ヒントカード2の存在は予め子どもたちには伝えていない。レベルの異なるヒントを2種用意しており、その時の生徒の理解度に応じて、声掛けや提示、使い分けを進める。ヒントカード1では基本的な内容についてのヒント、ヒントカード2は子どもが本当に困っており、理解度が低い場合、「実はもう1枚、禁断のヒントカードがあるけれどどうする？」と尋ねる。子どもたちにその必要性をその都度確認の後、提示するようにしている。



図2 禁断のヒントカード

【質問】 4コマ漫画はどのように評価するのか？

【回答】 当時の評価規準ですが、行動観察により「関心意欲態度」面での評価と、記述分析により「知識理解」面での評価をしていました。学習面と意欲面の評価です。捉え間違えの場合は声を掛けてもう一度見直しをさせる。学んだことを表現する意欲を評価している。漫画として面白い点も評価。授業後でも取り組みが見られ、「新作ができた。」と新たに次の続きを考えて持ってきてくれた子どももいた。絵が苦手な生徒には棒人間でも良いと伝え、取り組ませる。

【終わりに】

子どもたちに日常生活でも疑問を持ってほしいと感じて取り組んでいる。台風、高潮、水面が上がる現象があるが、授業の中では「水は押しても体積が変わらない」と学習している。こういうことに対して「どうしてなのか？」と考えるのが楽しい。

〈2〉埼玉セッション① 講師 杉山直樹氏（さいたま市立田島小学校教頭）

「理科授業における不易と流行～ICT とものづくり」

1 理科における ICT 活用【流行】

この先 ICT をどのように活用していくかが重要な課題だと考えている。毎日毎時間の ICT 活用が当たり前になりつつある。スマホの活用は情報を得るとき、情報を発信する際にはパソコンを活用している。

理科と ICT の相性は比較的良いと言われてきた。予想や結果の共有がしやすく、動画や写真での記録が有効である。結果の処理においては、様々なアプリ（地図、計算処理等）が利用可能であり、直接、観察実験できない事象に対して、充実した動画コンテンツが利用できるなどの特徴が挙げられる。一方で、ノート、タブレット、教科書、実験器具を机上面に扱うなど、机上面にものが増えてしまうことが課題であると考えられる。

2 ICT 活用のメリット

GIGA スクール構想で一人1台端末の活用により、その有効な活用法について、より考える必要性が出ている。予想や実験結果の共有、動画や写真の活用が可能なメリットがある。科学では記録がとても重要で、理科の実験内容の記録を記すノートづくりは大切である。一方、実験における予想や実験結果の共有において、ノートに書いてあることとタブレットに保存の内容を同時に見ることはできない課題もある。この点において、Microsoft OneNote の活用実践により、有効性が見えつつある。

[OneNote 実践事例の紹介]

これまでのノート同様、1 サイクルの問題解決を1枚のページにまとめることができ、一つのファイルにまとめられるので、効率よい振り返りが可能である。問題、予想を必要に応じて記入したり移動させたりすることができる。必要な情報を必要な時にその都度子どもたちに送ることができる。共同編集や写真を撮って張り付けが可能であり、記録の後からの編集も可能である。B5に収める必要がなく、ページに際限がない。教科においてノートの必要性がなくなるのは算数ではないかと考えている。



図 3 OneNote の活用紹介

3 問題解決と課題解決【不易】

理科は問題解決を大切にしている教科である。教科によって「問題」と「課題」の捉え方が異なる。理科のものづくりを「課題解決」として取り組んできた。ものづくりは、小学校各学年の理科で2種類以上行うことが求められているが、実際には行われていない。面倒だからである。勉強した性質を用いて新しいものを作ることは難しい。今回の学習指導要領では、目的をもって作ること、作ったものが思ったものになっているのか計測して制御（調整）せよとなっている。このものづくりは、家庭科に似ている。

「これまでのものづくりは、その活動を通して解決したい問題を見出すことや、学習を通して得た知識を活用して、その理解を深めることを主なねらいとしてきた。今回、学んだことの意義を実感できるような学習活動の充実を図る観点から、児童が明確な目的を設定し、その目的を達成するためにもものづくりを行い、設定した目的を達成できているかを振り返り、修正するといったものづくりの活動の充実を図ることが考えられる。」（小学校学習指導要領解説理科編 指導計画の作成と内容の取扱いより一部抜粋）

4 課題解決としてのものづくりの例

単元：燃焼の仕組み

目的：5分間燃え続けるランタンづくり・・・明確な目的をもった教材例の紹介

ペットボトルのランタンの中にろうそくを入れ、5分間燃え続けること。サーキュレーターを使用して、どの向きから風が当たっても火が消えないこと。キャップは閉めた状態で作る。

5 理科の見方・考え方に対する疑問

現行の学習指導要領が公示されてから6年目。理科の見方・考え方についての議論は尽きない。先生が教えるものでないのか、評価はしないのか、勝手に育成されるはずはないよね、教師の価値づけでよいのかなど。そこで、理科の見方・考え方を働かせやすい教材の提供を心掛けている。

6 理科の見方・考え方を働かせた教材例

単元：ものの温まり方

- ・空気と水の温まり方は似ているが実験方法は異なる。
 - ・水の温まり方：水の温まり方を示温インク等を用いて調べる。水が温まるときの水の動きを、おがくずなどで調べる。温度変化と対流により移動して上から温まっていくことが観察できる。
 - ・空気の温まり方：空気の温まり方を温度計を用いて調べる。空気が温まるときの空気の動きを煙などで調べる。
- 水の動きと温度変化をセットで見ることができる。

(QRコードから動画教材が活用可能)



図4 示温インクを用いた空気の温まり方

【質問】理科の授業におけるアナログの「紙のノート」はなくなつては困ると考えているし、なくならないだろうと考えている。子どもがどのように思考したか、子どもの考えが残っているノート作りを重要視している。デジタルになった時に結論だけが残り、思考の過程がアセスメントしにくくなった。子どもの思考の過程はどのように今後診ていきたいと考えるか？

【回答】自分の思考を図解することは、手書きでなければできないと考える。それを写真に撮り、記録として入れ込むことは可能。(児童が)学びの過程を(振り返って)見るとき、1冊のノートを使い終え、次のノートを使い始めた際に、使い終えたノートをどれだけ活用するかと考えると、意外とその時だけであることが多い。本当は学びの積み重ねを見ながら学習を深めるこ

とが好ましいと考える。なくならないかという捉え方ではなく、使ってみて、使用方法や目的に応じて、ノートか端末かを選ぶことが大切だと考える。この先ノートか端末かを選択する時代が来るかもしれない。まず授業者がそれぞれの特徴を知っておく必要があると考える。

【質問者】意外と子どもはアナログを選んでいる。同感で、取り組みの中で良い方法を選ぶとよいと考える。

【質問】問題と課題、「問題」は小学校理科、「課題」は中学校理科のイメージがあるが、他の分類の考え方があれば教えて欲しい。

【回答】指導要領上は小学校で「問題」、中学校では「課題」と表しているのでは。考え方として、小学校ではわからないものに対してどのようにアプローチするのかという点で「問題」。一方で家庭科などのようにゴール地点がわかっていたり、モノづくりのようにゴールがわかっている、そこに向けて展開したりする場合には、問題解決ではなく「課題解決」と伝えている。考え方の違いを教師が認識して進めることが大切だと考える。埼玉県では「STEAMS タイム」と言う時間を設定しているが、これは課題解決に近い、ゴール地点に向かってプログラミングを考えたり、ものづくりをしたりしているので問題解決とは異なる。要するに、「問題」か「課題」よりも、教師がどういうスタンスで意識して進めるかで良いと捉えている。

【質問】ICT活用のご紹介がありました。自分もやってみたいと思っておりますが、子どもたちに使えるようにするのに時間がかかるため思うように進みません。子どもたちが使うための練習にどのくらいの時間がかかるでしょうか。

【回答】一番はタイピングです。理科の授業だけでは難しいと思いますが、普段の授業で使っていると1学期である程度身に付きます。本校では、3・4年生で使い始めると、5・6年生では問題なく使えています。子供たちにとっては、タイピング練習は楽しいので、感想だけタブレットなど、コンスタントに練習する時間を取ってあげるとよいのではないのでしょうか。

【質問】スケッチはノートに手書きで行うのと、写真を撮るとそれぞれの良さがある気がします。写真を撮るのを日ごろから撮らせる授業をされていますか。スケッチと写真はどちらが良いとお考えでしょうか。

【回答】スケッチの良さは、特徴を捉えるものです。今でも植物図鑑に植物画が採用されているのは、そのためです。写真だと、一般化しにくいのです。3年生の身近な生き物の観察や5年生のメダカの観察はスケッチのほうが特徴をとらえやすいと思います。一方、変化に気づきたいのなら写真です。4年生の季節と生き物、5年生の流れる水の働きなどは写真のほうが望ましいと思います。使い分けるとよいのではないのでしょうか。

【質問】紙に記録を残すことの大切さを、子どもたちにどう伝えているのでしょうか。

【回答】理科は、「知っていること」より「証拠を示すこと」が大切と指導しています。また、どの記録が役に立つかわからないとも伝えています。だから、日付、天気、気温はもちろん、理科の授業で気づいたことは、役立つかもしれないので書いておこうと伝えています。もちろん、書かない子もいますが・・・

【質問】単元で一貫した実験教材を用いることが理科の見方・考え方を養うことになるのでしょうか。私は一貫した教材を作るのに苦労していてつながりがない教材を使うことが多いので、お考えを聴きたいです。

【回答】単元を通して同じ教材を使うことは必要ないと思います。今回紹介した内容は、児童が同じ見方をできるようにと思い、同じような場面の実験を用意しました。でも全部の単元でできるわけではありません。経験上ですが、5年生で「植物の花のつくり」を調べていた時、A児

が「ヘチマとアサガオはちがう」と言いました。それに対して、B 児は「形は違うけど、あるものは同じ」と言いました。このとき、「A さんは、形の違いに気づいて、B さんはあるものは同じことに気づいたね。違いと同じ、どちらもその通りだけど、今回の問題で考えるとどうかな。」と発問をしました。つまり、「見方はどちらを選択する」という発問です。こんな感じでよいと思っています。放っておいても児童が見方・考え方を働かせるわけではないので、教師が価値づけして気づかせたいと考えています。理想は勝手に働かせてほしいので、紹介した教材は見方を揃えました。ケースバイケースだと思います。

【質問】ICT 活用は私自身も難しいなと考えています。私は一度学校で低学年の子は黒板を見て授業についてくるよ、という指導を受けました。ICT 活用と授業の流れが分かる黒板を両方できるようになりたいと考えているのですが、両方できる ICT 活用にはどのようなものがありますか。また、学力は ICT 活用前と活用後で変化はありましたか。

【回答】まず、学力（テスト）では変化はないとのこと。でも、意欲（ノートをとる率）は向上しました。学力をどうとらえるかによりますが、個人的に一番は、勉強が楽しいと思えることだと思っていますので、そういう意味では成果があるのだと思います。（使えるだけで楽しいのかもしれませんが、それもアリだと思っています）「低学年は黒板を見る」はあくまでも、教師の先入観です。なぜなら、それを実証していないからです。（ICT のみを使った子がどんな大人になる裏付けはありません。）だから、あまりそこはこだわらなくてよいと思います。紙のほうが、子供たちが意欲的なのか、ICT のほうが良いのか、児童の実態で決めていくことが大切だと思います。授業の流れを残すなら、それその時の画面をスライド化すれば済むと思います。黒板は消してしまうので 1 枚にまとめることにこだわりますが、ICT は残っているので、それをつなげれば十分記録になりますし、児童に送ってあげるとさらに良いと思います。

【質問】ONE NOTE は、前年度のものを児童たちは見ることができると教えてください。

【回答】自分のノートブックにコピーすれば次年度も継続できるそうです。

〈3〉岐阜セッション② 講師 山田茂樹氏（関市立桜ヶ丘中学校校長）

「季節変化を地球の公転運動と関連付けて理解できる教材や指導の一例」

「地球と宇宙（ア）イ 年周運動と公転」の実践より

授業で予想される子どものつまずきは以下の点である。

- ・夏至は日本が太陽に近いから暑いのか？
- ・モデル実験で昼の長さの変化はわかるが、南中高度が高いとなぜ気温が高くなるのか？

そこで、自然体験や野外学習において五感を用いて、自然環境にみられる「比較・観察の対象となる事象」「関連性をもつ事象」「変化を読み取ることが可能な事象」などの自然事象を通じて、そこにみられる事実や関連性の発見、比較・類推を行う

活動を通して、自然の変化に関する科学的知識、概念を獲得し、思考力を高める技法「パターン把握」を重視し教材や指導の工夫を行っている。[文献 山田茂樹（2009）「パターン把握」を用いた野外観察で、科学的な思考力、表現力を育成する指導～中学校理科「地球と宇宙」での一実践を通して～、科教研報、23(5)、pp. 59-62.]

- ① 季節変化を実感できる野外観察を実施する。
- ② 子どもたち自身が地軸の傾きに気付くモデル実験を行う。



図 5 モデル教材による季節変化の理解

一人1個のミニ透明半球を活用した記録と、自分の影の長さを7月と10月の2回測定することで、季節による昼の長さや南中高度が大きく変化していることを実感する地球の公転モデル実験を行い、地軸の傾きにより南中高度が変化することに気付かせる。夏至と冬至の地球モデルをサーモカメラで撮影することによって、南中高度によって温度が変化することを立体的・視覚的に捉えるなど、季節変化を地球の公転運動と関連付けて理解できる教材や指導の紹介をする。

[モデル教材]

- ・蛍光色の発泡スチロール球、ブラックライト光源、日本の位置に人間モデルのつまようじを刺す。
- ・蛍光色の地球にブラックライト光源を使うと眩しくなく、昼と夜の境が鮮明である。
- ・土台に粘土を使うことで、試行錯誤的に地軸を傾けることができる。

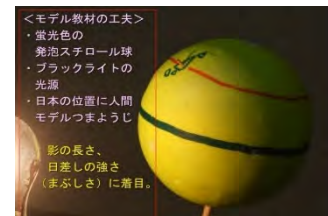


図 6 モデル教材の工夫

II 軽石の理科教材的魅力～津保川軽石の起源を探る～

家族旅行で訪れた北海道有珠山で見られた白い軽石、群馬県浅間山で見られた白い軽石・黒い軽石への疑問から研究が始まった。研究から明らかになった事柄を通して、軽石の理科教材的魅力を紹介する。

[研究の内容]

軽石の穴(空洞)はどのようにしてできるのか、軽石の成因について、各種モデル実験による再現と、浅間山天命3年(1783年)の大噴火の際の古文書の記録とにより、爆発のストーリーを描き、浅間山に白い軽石と黒い軽石がある理由が説明できた。翌年、岐阜県関市津保川河口で軽石層を発見し、地質図などの文献には、岐阜県関市における火山噴火物の記載はなかったことから、さらに津保川軽石の起源を探ることを目的として研究を進めた。露頭観察や、岐阜県周辺の5火山の特徴の比較を行い、火山と軽石の広がり方の特定を検討した。重鉱物組成分析やわんがけによる鉱物分析(角閃石、シソ輝石、磁鉄鉱の割合より)、軽石層に含まれる礫の種類などより、約8～10万年前に御獄山から噴出し、堆積していた軽石が、古木曾川によって浸食・運搬され、関市で堆積したものだ結論付けた。



図 7 教材(軽石)の頒布

[津保川軽石の教材としての魅力]

1. 自形の鉱物、種類が多い＝鉱物の特徴・比較観察に最適である。
 2. 身近な火山の噴出物から、大地の変化の時間的・空間的スケールを実感できる。
- 【終わりに】ホームセンターで買ってきた鹿沼土(軽石)を示すのではなく、身近にある露頭観察、軽石からのわんがけによる鉱物顕微鏡観察、ストーリーや写真の提示により、子どもたちに大きな興味と感動を与えることができるのではないかな。

- 【質問】サーモグラフィーの映像が見易かったが具体的にどのようなものか知りたい。
- 【回答】本日の映像で示したものは約15年ほど前、1台20万円程度のサーモグラフィーで、かなり精度が良いものである。(CSTで利用)今では、“Seek Thermal”(シークサーマル)がスマートフォンと接続可能で1台約2.5万円程度とおすすめ。
- 【質問】素晴らしい教材はどのようなところからヒントを得るのか?
- 【回答】教材のヒント2つ。①子どもの意識づかみである。子どもが授業において、自然の事物・現象のどこに疑問を持ち、更にその疑問に対して、どうしたら子どもが理解しやすくなるのか

という、子どもの意識さえつかめば、自ずと教材や指導法が出てくる。②理科教師として足で稼ぐ。地学で卒論を書く段になり、陸上が得意であった経験も手伝い、足で稼いで路頭に出向き、多くの標本を得てまとめた経験がある。現地に出向きサンプルを採集したり、露頭の前で自ら写真を撮って示したりする生の教材が子どもたちの興味関心を高め、惹きつけると信じている。

【質問】 季節変化を実感できる野外観察について、先生のどんなお声がけで「野外観察してみたい！」と子どもたちは興味を持ったのでしょうか。

【回答】 野外観察に行く前に理科室内で、「今日の正午に太陽は天球上のどこを通るのか」を予想して、一人1個のミニ透明半球上に印をうってから、「本当に予想したところに太陽が通るのか確かめに行こう」としました。その後、「関連した事象として自分の影の長さや地面の温度、諸感覚で感じ取ったことを記録しよう」と投げかけました。

【質問】 モデル図と自分たちを結びつける空間的な視点、7-10月の時期まで広げた時間的視点、このような視点を与えることで、一人一人の見方、考え方を育てられていることが一番勉強になりました。生徒たちが振り返りの記入を行っていましたが、日々の授業の中でどのような声かけをしたら、あのように振り返りが書ける生徒に育ちますか。

【回答】 基本的にノートの記述は宿題です。家に帰って、もう一度今日の授業を振り返り、「わかったこと・感想」を文章で書きます。文章はできるだけ長く書いた方がその子の表現力が高まるので、最初は「5行以上書きましょう」と分量の目安を提示しました。数時間ごとにノート提出をして、教師が評価をします。その中で、既習事項や日常生活と結び付けるなど模範となるノートの例を紹介すると子どもたちの意欲や表現力が高まる傾向にありました。

【質問】 子どものつまずきに応じた教材の工夫、大変勉強になりました。ぜひ参考にさせていただきたいです。7月に行った観察の後、どのような動機づけをして10月の観察につなげたのかを聞きたいです。

【回答】 10月には通常の本単元の授業が進んでいる中なので、子どもたちには地球の年周運動と関連付けた季節変化の概念ができつつあります。7月に行った観察と比較・変化をとらえさせることは子どもにとっては意識の連続性があるためスムーズに目的意識をもつことができたと考えます。

【質問】 五感にうったえかける工夫、生徒が納得できる展開が素晴らしいです。生徒から課題を引き出すのが難しく思うのですが、どうすれば良いのでしょうか。

【回答】 日ごろの授業の中で、課題設定能力を身に付ける指導を積み重ねます。課題の文言を子どもたちから引き出そうとする授業をよく拝見しますが、そうではなく、授業の最初に、例えば教師が事象を比較提示した時に、「何が違うのか、どうしてそうなると思うのか、今日は何を知りたい（解決したい）のか」という思考ができるように指導します。

【質問】 生徒の一人が問題の核心を突くような疑問を持ったり発見したりしたとき、それをクラス全体にどのように共有していますか。（今回だと、光が真上から当たっている方が光が集まるから熱くなるのではないかと気づいた生徒がいたとき）

【回答】 観察、実験中の机間指導で子どもの見方や考え方を引き出しながら、子どもづかみをすることが重要です。全体交流で、見方や考え方が深まるよう意図的な指名をしながら話し合いを構成します。今回の「光が真上から当たると光が集中するから熱くなる」という意見は、サーモグラフィ画像を提示する前に、意図的な指名をし、その子の机の周りに皆を集めて、実演しながら発言できるような配慮もしました。

＜4＞埼玉セッション② 講師 山本孔紀氏（埼玉大学教育学部附属中学校教諭）

『試行錯誤をしながら学ぶ』を支え、生徒の主体性を引き出す観察・実験教材の工夫

主に教材と教材研究の視点に絞り、子どもが主体的に、自主的に取り組んでいけるものについて紹介する。

1 生徒の主体性を引き出す教材の条件として心掛けていること

自ら選択し、決定できる。繰り返し思考できる。認知的葛藤を引き起こす。本質に迫ることができる。安全であること。授業者自身によって「良い教材」の条件の順位は変わる。

2 教材紹介① 化学分野

『パストゥールピペットを用いた化学実験群』

炭酸水素ナトリウムの熱分解 * 演示

鉄と硫黄の化合 * 演示

酸化銅（Ⅱ）の水素による還元

金属ナトリウムと塩素の化合 など

応用がきき、皆が同じ実験をするのではなく、同じテーマの中で分かれて行うことができ、試行錯誤が可能なものが面白いと考える。パストゥールピペットを用いてマイクロスケール化することにより、個別実験を可能とし、生徒の自由な探究の幅を広げることを目指した。

教材1：安全性を高めた鉄と硫黄の化合実験

- ・硫化水素（有毒）が発生するため、換気に十分な注意が必要な実験。
- ・パストゥールピペットを用いることで「におい」を抑えながら少量で反応させ、反応後の硫化鉄を少量取り出し、硫化水素を発生させる際の安全性も改善。
- ・2023年5～6月に起きた「鉄と硫黄の結びつく化学変化」に伴う複数の事故事例で、どの事例も実験の際の理科室の換気は行われており、実験手順や使用した物質の量などは適切であったとのこと。教員経験5年以内の教員が多く、コロナ禍で経験が浅く、事故が起きやすい状況であった。

教材2：未知の物体の正体を探究する活動

- ・炭酸アンモニウムの熱分解により、アンモニアの刺激臭がする。
- ・炭酸アンモニウムの熱分解をマイクロスケール化することで、アンモニア臭を抑えられる。
- ・発生する気体をパストゥールピペットの先端に細いシリコンチューブを接続し、回収することで、試験管内のBTB溶液で反応の確認が可能。
- ・匂いが出ない分、子どもたちは化学反応の過程をじっくり観察し、「未知の物体」を探るために尿素説、混合物説、中和説に言及し、考察にも内容の広がりが見られた。

3 教材紹介② 生物分野

『マイクロテストチューブを活用したただ液のはたらきの検証実験』

教材：消化液の働きを調べる実験における個別化の工夫



図8 パストゥールピペットを用いた鉄と硫黄の反応

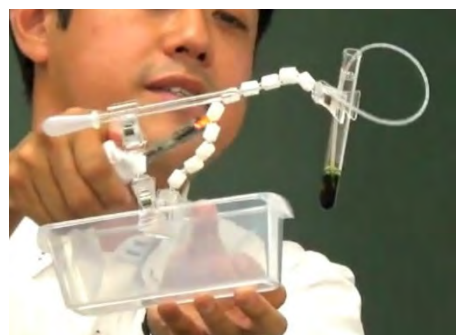


図9 パストゥールピペットを用いた炭酸アンモニウムの熱分解

- ・基質特異性、最適温度、失活などへの発展
- ・タッパーにお湯、氷水、体温の水など反応温度を変え、10分間放置・反応させる。
- ・学ぶ意義や身近なものへの繋がりが感じられる点を考慮し、デンプン溶液よりご飯粒の使用がおすすめ。
- ・ベネジクト液、ヨウ素液、尿糖試験紙等の活用による糖やデンプンの検出。
- ・デジタル（OneNote）の利用で、自主的に発展性を持った結果や考察のまとめができる。

【終わりに】

教材には、メリット・デメリットがある。生徒にとって個別化が可能で自由度が高く実験をデザインできることや、繰り返して試行錯誤や思考ができることを目指している。心に残る教材を今後も探究していきたい。

【質問】 ノートやOne Note(デジタル)の使い分けがあれば知りたい。

【回答】 個人で使い分けしている。PCが好きな子はPCを使い、ノートが好きな子はノートを使う。またペンで書きたい子はペンで記入し、キーボードで打ちたい子はキーボードでの入力を進めている。提出法も異なり、手間な場合もある。全部デジタルで提出もありうる。使い分けについてはこちらが対応できる範囲で選択出来たらよいと思う。子どもとどのようにしたら良いか、話し合っているとよいのでは。恩師より「困ったら子供と相談」「迷ったら子供に聞く」と提案いただいたようにしている。

【質問】 章の「問い」はどのように設定されたのですか。どんな過程があって、その問いに到達したのですか。子どもはその問いを章末にどう整理し、まとめるのでしょうか。（中2生物を例にしたスライド「第3章で考える問い 食べること、息をすることは、動物が生きていくことにどのように関係しているだろうか。」）

【回答】 章の問いは、東京書籍の教科書の扉絵にある「章の問い」をそのまま使いました。東京書籍の「章の問い」はよく練られているので、参考になるかと思います。ただし、単元を貫く「本質的な問い」、「章の問い」、「各授業における問い」など、問い1つ1つ重く扱えば扱うほど、子供の負担が大きくなっていくように感じています。また、ここでの「章の問い」は教師から提示したものであり、あくまで方向付けの目安として取り上げました。したがって、ここでの「章の問い」のまとめは、章末に簡単に相互に意見交換する程度にとどめ、それぞれの考えをノートにメモさせておく程度でした。繰り返しになりますが、東京書籍の「章の問い」は時間が許すのであれば、章ごとにOPPシートとしてまとめさせてもよいと思います。

【質問】 探究型の授業に興味があります。難しすぎたり、時間がかかりすぎたりするという点で難しく感じてしまいます。どうやって探究型の課題を設定されているのでしょうか。

【回答】 私は、生徒自身による質問づくり（しばしばQFTと呼ばれる）において、ダン・ロス、ルース・サンタナ（2015）のいう「質問づくりの七つの段階」を参考にしています。ここで、生徒から出てきた問い（疑問）を課題へと練り上げていくようにします。ただし、大きな枠組みでいう「探究課題＝ゴール」は、単元当初に問う「本質的な問い」への回答とします。（例：イオンとは何か。命とは何か。など）

探究型の授業は、教師主導のみの一斉指導と比較すると+1～2授業時間余分にかかる取組であると実感しています。その実現のためには、コンテンツに縛られることなく、その単元の本質は何なのかと必要な探究のスキルは何なのか、そして自律的な学習者へと育てるにはどのような資質・能力が必要かを考えて、勇気をもって取捨選択することが必要であると思います。

カリキュラムマネジメントの視点も大切だと思います。私も常に試行錯誤しています。

【質問】 中学 1 年の化学分野におけるパスツールピペットの可能性は現在どのように考えていらっしゃるでしょうか。

【回答】 実際に今年度の探究的な学び（第 2 学年）の中で、個別探究の時間にこの手法を「使ってみれば？」と必要感のある一部の生徒に伝えて使わせました。生徒は、鉄と硫黄の結びつく変化や酸化銀の実験など試行錯誤しながら、繰り返し実験をしていました。実験が個別化することができるということは、全員で同じ実験を同じ手法でやらなくてもよいという可能性が広がると考えます。

第 1 学年であれば、気体の性質の単元で使えると思います。アンモニアの発生実験は特に、少量の薬品で何度も行うことができるため有効に活用できるのではないかと思います。他にも固体の水への溶けやすさなどを確かめる場合などに、パスツールピペットはピペットとしても使うことができます。爆鳴気や電気分解、化学電池などの化学実験でも廃液の量を少なくして、安全に行う「マイクロスケール実験」の種類は広がってきています。これらの中の一つのツールとして、これからも様々な活用場面を考えていけたらと思います。

3 大学教員から教材・指導法を提案

<1>中村琢 岐阜大学教育学部准教授（岐阜大学会場）

「web を活用した理科授業の実践 一霧箱の製作と環境放射線観察から一」

多くの教員が放射線の内容に苦手意識を感じており、教員自身が放射線の内容を学習した経験が乏しいこと、勤務校に実験道具がないことや不足していることなどにより、霧箱を実際に作るには意外とハードルが高いと思われがちだとわかった。そこで、重要な部分を Web 教材で紹介できたら良いと思ったのが本教材活用の大きな理由である。対面授業で生徒に思考させていることの大部分は Web であっても可能だと考える。グループでのディスカッション、観察・実験、全体交流を通じて、素朴概念を基にした揺さぶり、動画による課題提示などを進め、展開するとよい。

[中学校理科における放射線の扱い]

- ・ 静電気と電流(中学校第 2 学年)
- ・ エネルギーとエネルギー資源 (中学校第 3 学年)

ここで紹介する霧箱は、ドライアイスとアルコールを使って過飽和層を作る拡散霧箱である。環境中の自然放射線の飛跡を観察できる。加えて、飛跡の太さ、長さ、折れ曲がりや直線性などから、 α 線、 β 線、 γ 線など放射線の種類の弁別が可能である。材料はいずれも安価であり、ホームセンター等で手に入るものである。

放射線は五感で感じにくく、直接目に見えない難しさがある。特別な環境でなくても放射線を見られることから、探究的な活動への発展性を踏まえ、自由に使える教材である。また、東日本大震災後の放射性物質による大地の汚染や、その後の除染活動、放射性トリチウムを海洋放出したりするなど放射性廃棄物の問題、エネルギー政策の問題など、国が抱えているこれら多様な問題の理解や判断にも、放射線の知識が不可欠で、この教材と絡めて科学的な思考を深めるきっかけとなる。(動画により霧箱の作成方法などを説明)

α 線の観察



図 10 霧箱によるアルファ線の観察

〈2〉小倉康 埼玉大学教育学部教授（埼玉大会場）

「学習者の粒子概念とモデル思考を育む方略」

・科学的思考力としての「モデル思考」

モデル思考とは実際のものではないが、目に見えない存在や複雑な事象をイメージや単純化した図式に置き換えて、予想したり説明したりする科学的思考様式。目的に合わせて自然の事象を単純化するため、正確に表現したものとは言えない点に留意し、生徒がモデル思考パターンに長けていくために、より積極的に使い、慣れていくことが必要と考える。

・モデル思考と科学研究

巨視的な時空間で複雑な現象を扱う地学領域「天文、地質、気象」等ではリアルな実験が困難。そこでモデルに置き換えた実験やシミュレーションによって、現象を説明したり予測したりすることが有効な探究手段となる。

・概念的実体

「学習者にとって何らかの実在性をもって機能していると考えられる認識上の構成物を意味している。（中略）理科の学習者によって学習者の持つ「概念的実体」は、科学的な「概念」へと変容していくことが要求される。（小倉,1999）「科学的概念形成途上の仮説的表象」学習が進むにつれて概念的実体が、より本質的実体へと変容していくと考える。

【粒子概念のモデル思考を育む指導方略】

小学校理科の題材を中心に、小・中学生をターゲットとした指導例を紹介。

・小学校第3学年「塩と砂糖の重さ」

問い「塩と砂糖はどちらも同じ体積だが重さは同じだろうか？」同じ粒の大きさと数で表示、粒に慣れていく。[粒子のイメージ化]

塩と砂糖はどちらも同じ体積でも、物によって重さは異なる。[初期の密度概念]

・小学校第4学年「とじこめた空気と水」

問い「空気でっぽうは、どうして前の玉を飛ばすことができるのだろうか。」「空気でっぽうに水を入れるとどうなるのだろうか？」棒を押すと粒の間が狭くなり、空気が玉を押し返す力が強くなり、前の玉が飛び出して、閉じ込められた空気の粒が外に出る。水の場合は、隙間なく粒が入っている。棒を押すと、すぐ前の玉が外れて、水の粒が外に出る。[初期の粒子概念の獲得]

・小学校第4学年「蒸発と水蒸気」

問い「水の入った容器を置いておくとどうなる？」「水の量が減った。どうして？」水が蒸発して水蒸気になる。目に見えない水蒸気が空気中にある。[水と水蒸気の粒子モデルの獲得]

問い「水に氷をいれて温度を冷やすとどうなる？それはどうして？」低い温度になり、水蒸気の一部が目に見える姿の水に戻って水滴になった。[結露の粒子モデルの獲得]

・小学校第4学年「水のすがたと温度」

問い「水を熱し続けるとどうなる？」「湯気とあわが出てくる。これらの正体は？」[沸騰、水蒸気、湯気の粒子モデルの獲得]

問い「水蒸気が出ていくとどうなる？」水の粒がどんどん少なくなる。水の量が減る。[初期の粒子の保存概念の獲得]

・小学校第4学年「水の体積と温度」

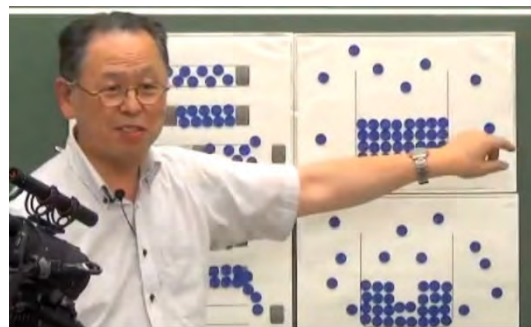


図 11 粒子概念の指導例の紹介

問い「水を温めるとどうなる?」「水を冷やすとどうなる?」水を温めると、水の粒の粒の間が広がり、体積が増える。温度によって密度が変わる。[温度による体積変化の概念] [物の浮き沈みと密度との関係]

- ・小学校第4学年「水のあたたまり方」

問い「水を熱するとどのように温まる?」水を熱すると、軽くなった水が上に動き、次第に全体が温まる。流体を熱すると対流しながら温まる。[対流の概念]

- ・小学校第5学年「ものの溶け方」

問い「水に食塩をとかすとどうなるだろう?」水がものに溶けると、目に見えない粒になって透明で均一な水溶液になる。水を蒸発させると物が出てくる。[溶解、粒子・質量保存の法則] [蒸発乾固、粒子の保存の概念]

粒子モデルを適用できるその他の例

- ・小学校第6学年「物の燃え方と空気」(異なる性質の気体の粒)、「動物の呼吸と消化」(異なる性質の粒を利用)、「水溶液のはたらき」(粒の性質を変えるはたらき)など。

【質問】中1の理科「水が氷になると体積が増える」という事実を水分子の粒子モデルでどのように表現させるとよいとお考えですか。

【回答】本日は、小学校の内容を中心に、子どもたちに粒子概念のモデル思考を育む指導方略をご紹介しました。中学校では原子・分子の見方・考え方を身に付けて、より科学的なモデル思考が可能となりますが、中1の三態変化では本日扱った範囲の粒子モデルでの思考が可能です。講演資料にその部分の指導方略を補足して公開用ホームページにアップしますのでご参照ください。

4 閉会の挨拶

(1)中村琢 岐阜大学教育学部准教授

もっと聞いていたいと思う大変充実した時間であった。管理職になられた先生方から直接話を聞くことができ貴重な時間となった。それぞれの立場の方が学ぶ機会が大変多かった時間であった。今回発表に向けて、非常に多くの時間を費やして多くの資料を準備していただいた。それぞれの立場の教員が県をまたいで対等な立場で意見交換を進める大切なひと時だと感じる。時間の許す限り、情報交換をして持ち帰って欲しい。

(2)小倉康 埼玉大学教育学部教授

知識と経験をふんだんに盛り込んだお話と愛情のこもった資料等を提供いただき、心より感謝申し上げます。対面とオンラインでご参加いただいた教員と学生の皆様には、参加して良かったと実感していただけたのではないかと思います。

本日の講師の先生方の熟練された様子から、自身の将来目標とする教員像を重ねて見られた方も少なくないと思う。こうして、中核的な理科教員の世代間継承を図ることも、本研修会が目指している大切なことの一つである。本日の動画と資料、概要を公開し、今後の全国の先生方の研修や学生教育の場での活用普及に努める。

質問7 本日の研修会の内容について、ご意見やご感想、ご質問など

[教員]

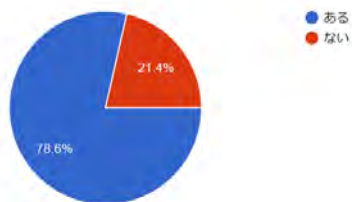
- ・本日参加させていただいて、大変参考になった。小学校籍だが、中学校のこともあわせて知ることに価値があると思った。理科のことを子供に教える、子供とともに学ぶ立場として、見聞を広めることを怠らず、これからも研鑽に励みたい。(小学校10年以上20年未満)
- ・部分的にしか参加できず残念だったが、得られるものはあり有意義だった。(小学校10年以上20年未満)
- ・実験や事物を見せていただくと、分かりやすかった。(小学校5年未満・中学校5年未満)
- ・教師の教材研究、山田校長先生が話していた通り「足で稼ぐこと」が大切であることを改めて感じた。(小学校5年未満・中学校10年以上20年未満)
- ・いくつになっても学びがある。このような貴重な場をZoomでもご準備くださりありがたかった。目の前にいる子どもらのアセスメントに基づいた、子どもに軸足を置いた教材研究をこれからも続けていこうと思う。(小学校5年未満・中学校10年以上20年未満)
- ・講師の方の熱意がこもった教材の紹介がとても印象的だった。すぐに実践できる教材も多くあり、実践していきたい。(小学校5年未満・中学校10年以上20年未満)
- ・教材の紹介等、すぐに実践できるものを持ち帰ることができてありがたい。優れた実践を聞いて自分の指導に取り入れたいと思った。(小学校5年未満・中学校5年以上10年未満)
- ・本日は、力のある先生方の実践をうかがうことのできる貴重な機会となった。理科の得意な校長先生や管理職の先生、附属中の先生から実践のお話を聞くことができ、授業者として日々の授業改善に取り組んでいきたいと感じた。(小学校10年以上20年未満)
- ・参考になる内容が多く、たいへん興味深く思った。夏の暑さを少し忘れることができた。(小学校10年以上20年未満・中学校10年以上20年未満)
- ・小、中学校の先生方の実践を紹介していただき、今後の授業に活かしていきたいと思った。埼玉の理科の中核的な教員の方々にお会いできて刺激を受けた。(小学校5年未満)
- ・久々に理科に触れ、大変勉強になった。(小学校10年以上20年未満)
- ・昨年度同様、夏の合同研修会では講師の方のこれまでの実践等を凝縮して、何人もご紹介いただけるので、内容の濃い研修だと感じている。また、当日会場に行けなくてもオンラインで参加できること、さらに当日参加できなくても、後日動画を視聴できることは大きな魅力である。今回は対面で参加させていただき、現職の先生や学生さんとのコミュニティやつながりをもつことができ、対面のよさも感じた。埼玉にいながら、岐阜県の先生の実践を聞くことができてよかった。(小学校10年以上20年未満)

[学生]

- 先生方の熱量、理科の大好きさが伝わってきて、とても楽しく、貴重な時間を過ごすことができました。私も私自身が理科を楽しみ、それを子供たちに伝えていけるような教師を目指したいと強く思った。(教員志望)
- 大学の授業とは少し違った、理科の授業をする上での具体的な教材の提案を聞くことができました。生徒の驚く反応がたくさん見られる様な変化のある授業の提案がいくつもあった。校長先生からもお話を聞くことができ、参加して良かったと思った。(教員志望)
- 子どもたちが実物や実際の大きさを見て学べるようにすること、実際に体験することはとても有意義なことだと学ぶことができた。(教員志望)
- 非常に経験のある講師の方に授業について教えてもらうことは、自分が気付いていなかったことが多くあり、非常に為になった。(教員志望)
- ICTの活用やパスツールピペットの実験など、今まで知らなかった指導方法を知ることができ、非常に参考になった。試行錯誤し続けることが必要だと学べた。(教員志望)

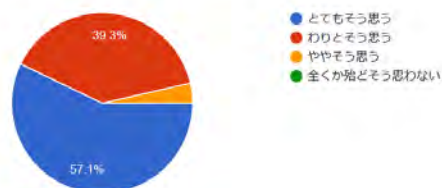
質問1 あなたは、本オンライン研修会に参加したことがありますか。

28件の回答



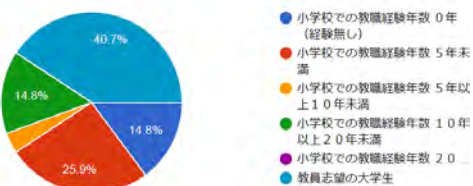
質問4 本研修会のような、勤務時間外（授業時間外）にオンラインでの研修会を設けることは、あなたにとって助けになると思いますか。最も当てはまるものを1つ選択してください。

28件の回答



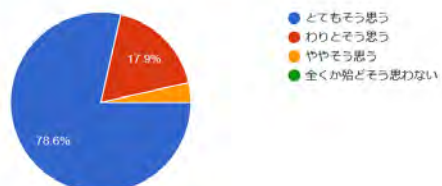
質問2 あなたについて、最も当てはまるものを1つ選択してください。
(小学校段階での教職経験)

27件の回答



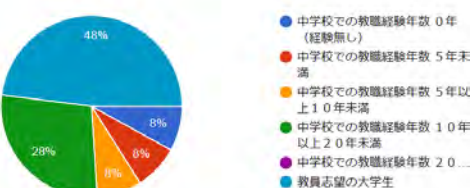
質問5 本日の研修会は、あなたにとって参考になると思いますか。最も当てはまるものを1つ選択してください。

28件の回答



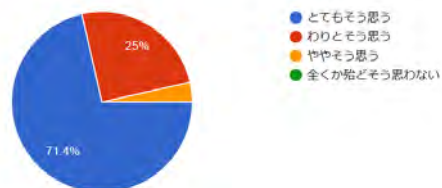
質問3 あなたについて、最も当てはまるものを1つ選択してください。
(中学校段階での教職経験)

25件の回答



質問6 本日の研修会の記録動画と資料は後日公開されますが、それらをあなたの知り合いの教員（学生）に紹介することは有意義だと思いますか。最も当てはまるものを1つ選択してください。

28件の回答



心にひびく理科授業の在り方

～理科教師としての34年を振り返り
これだけは伝えたい～

岐阜市立茜部小学校
校長 南部 浩一

令和5年8月10日

今日、一番伝えたいこと

私が理科授業でめざしたこと
子どもの心をゆさぶり、
子どもの記憶に残す

キーワード

実物、本物、面白さ、動作、学ぶ意味

他にも

子どもに力をつけるための
授業で使える指導法(技)

I 記憶に残る ～理科室を飛び出して～

理科室では活躍するが・・・

日常生活でも

自然に興味関心をもって
問題を解決できる子に

問題 (課題設定) = 「自分で解決するぞ！」という意欲
予想 (仮説)
実験 (データ収集)
結果・考察 (検討)
<繰り返し>
解決!



I 記憶に残る ～理科室を飛び出して～

心が動いたとき

記憶に残る

★心を動かす授業

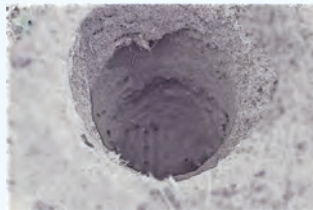
実感・驚き・感動・喜び・満足

実践1 実寸大柱状図で感動を ～6年 大地のつくり～

山がない、崖がない羽島市・・・

1 問題「学校の地面の下はどうなっている
のだろうか」

学校の敷地内を掘っ
て調べた。(1.5m程)

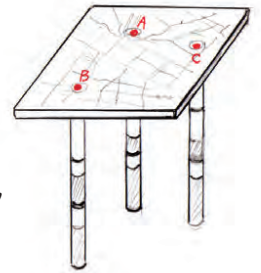


実感

「しま模様があるね」地層に興味をもった。

実践1 実寸大柱状図で感動を ～6年 大地のつくり～

- 2 ボーリング試料を使って地下の様子を調べる。
- 3 学校以外の2カ所の
ボーリング試料を調べて
地層の広がりについて
える。



透明アクリル板に透
明シートに印刷した
地図を貼る

柱状図をアク
リルパイプに
巻き付ける

実践1 実寸大柱状図で感動を ～6年 大地のつくり～

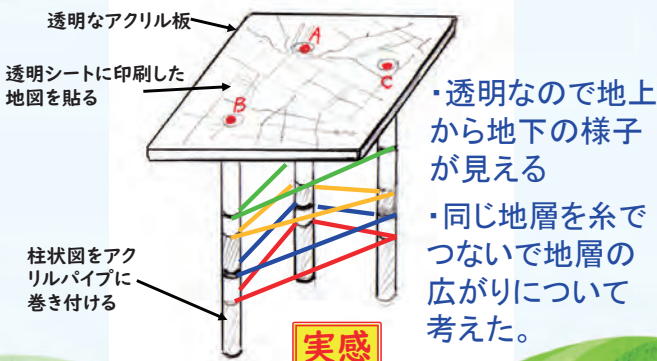
実践1 実寸大柱状図で感動を ～6年 大地のつくり～

- 4 水の働きでできた地層の特徴を調べる。
- 5 流れる水の働きによる地層のでき方を予想し、
モデル実験をする。

学校の地下の
実寸大柱状図を見る。



写真が残っていないので
イメージです



透明なアクリル板
透明シートに印刷した
地図を貼る

柱状図をアク
リルパイプに
巻き付ける

・透明なので地上
から地下の様子
が見える
・同じ地層を糸で
つないで地層の
広がりについて
考えた。

実感

実践1 実寸大柱状図で感動を
～6年 大地のつくり～

実寸大柱状図(30m)を見た児童の様子

(1)廊下に広げる

- ・歩数で調べる児童
- ・寝そべて自分の身長と比べる児童

実感

(2)校舎の屋上から垂らしてみる

- ・地下10mが砂って、こんなにあるんだ
- ・この10mがずっと市役所のほうまで続いているんだね。

感動

★ より実物に近いものを!

実践1 実寸大柱状図で感動を
～6年 大地のつくり～

実寸大柱状図(30m)を見た児童の様子(続き)

(2)校舎の屋上から垂らしてみる

- ・実験だと早く積もったけど、こんなに積もるのにはどのぐらい時間がかかったんだろう。

驚き

※横に見る30mと縦で見る30mの違い



※地層の空間的な広がり
時間的スケールの長さ

気付き

実践1 実寸大柱状図で感動を
～6年 大地のつくり～

※地層の空間的な広がり



今後はVR技術やAR技術で、
より擬似的に見られるようになるかも



実践2 二酸化炭素が水に 本当に 溶けるんだ
～6年 物の燃え方と空気～

問題 炭酸水から出る気体は何だろうか。

酸素かな。炭酸水は飲むから体に役立つものだと思う。

二酸化炭素かな。炭酸っていう名前だから何となく。

泡を水上置換で集めてろうそくの火を入れて大きくなれば酸素。消えたら二酸化炭素か窒素かな。

泡を水上置換で集めて気体検知管で調べれば分かる。

泡を石灰水に入れる。白くにごったら二酸化炭素。

白くにごった。二酸化炭素だ。

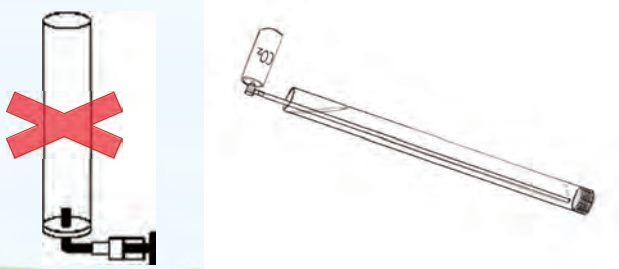
あれ?消えた。

酸素じゃない。二酸化炭素だ。

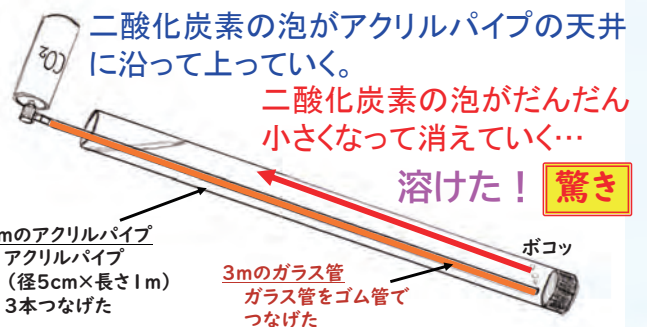
二酸化炭素だ。

実践2 二酸化炭素が水に 本当に 溶けるんだ
～6年 物の燃え方と空気～

炭酸水から出る気体は二酸化炭素だった。二酸化炭素は水に溶けるのか。(新たに生まれた問題)



実践2 二酸化炭素が水に 本当に 溶けるんだ
～6年 物の燃え方と空気～



★ 実際の様子を!

実践2 二酸化炭素が水に 本当に 溶けるんだ
～6年 物の燃え方と空気～



実践3 作って読んで楽しい4コマ漫画
～単元のまとめの学習として～

単元のまとめにおいて、学んだ内容を盛り込んだ「4コマ漫画」づくりに挑戦

- ・学んだ内容を盛り込まないといけない
→ 内容を振り返る
- ・学んだ内容をもとにストーリーを考える
→ 創造的な活動
- ・作品を発表し、交流する
→ 仲間からの賞賛を得る

満足感

自己有用感



他にも 紙芝居 ~6年「大地のつくり」~

大地のつくり紙しばい作り

4年班の設定案

「レキリン、スナリン、シルトリンの大冒険」の紙芝居。山から海まで冒険をし、地層になるまでの物語。

他にも 紙芝居 ~6年「大地のつくり」~

5年班の計画書

一巻のストーリー

「羽島の地層ができるまで」の紙芝居。水のはたらきによって地層ができるまでを描いた。「浸食」「運搬」「堆積」が物語形式で擬人化されて描かれている。

満足感

自己有用感

他にも イメージ図 ~4年「とじこめた空気と水」~

空気を擬人化することで、空気の性質についてのイメージ化ができたのではないかと記憶

他にも イメージ図 ~4年「とじこめた空気と水」~

擬人化したイメージ図を書かせることで、その子なりの理解につながったのではないかと

実践4 体を使って表現させる動作化 ~4年「物の体積と温度」~

問題 水は、温度が変わると体積は変わるのだろうか。前時に空気の体積変化と温度による関係を学習済。

【予想の場面】

先「前の時間に空気について調べたね。空気を温めたら空気の体積はどうなった？ 指でやっごらん。」

子「ギューーン。」

一斉に指を動かす。 **動作**

実践4 体を使って表現させる動作化 ~4年「物の体積と温度」~

問題 水は、温度が変わると体積は変わるのだろうか。

先「空気を冷やしたら、空気の体積はどうなった？ 指でやっごらん。」

子「ギューーン。温めた時よりはゆっくりだよ。」

一斉に指を動かす。 **動作**

教師は見届ける。指が動いていない児童には指導援助する。

実践4 体を使って表現させる動作化 ~4年「物の体積と温度」~

問題 水は、温度が変わると体積は変わるのだろうか。

【まとめの場面】

先「水を温めたら水の体積はどうなったの？ 指でやっごらん。」

子「ゆっくりゆっくり…」

一斉に指をゆっくり上に動かす。

教師は見届ける。 **動作**

実践4 体を使って表現させる動作化 ～4年「物の体積と温度」～

問題 水は、温度が変わると体積は変わるのだろうか。

【まとめの場面】

先「水を冷やしたら水の体積
はどうなったの？

指でやってごらん。」

子「ゆっくりゆっくり…」

一斉に指をゆっくり下に動かす。

教師は見届ける。

動作

実践4 体を使って表現させる動作化 ～4年「とじこめた空気と水」～

活動 エア空気でつぼうを飛ばす演技をする。

先「はい。空気でつぼうをもって。
前玉をつめるよ。後玉もつめるよ。
押し棒を当てて後玉を押しよ。
ゆっくりゆっくり…
前玉は、まだ我慢しているよ。
はい、押し。ポーン。」

動作



活動 空気を入れたエア注射器を
押す演技をする。

動作

実践4 体を使って表現させる動作化 ～4年「とじこめた空気と水」～

活動 エア空気でつぼうの中の空気になって
役割演技をする。

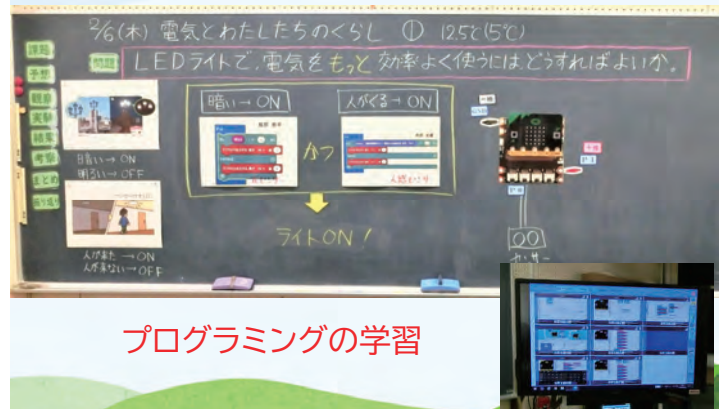
空気役4人

前玉1人 後玉1人

「空気役は、後玉役に圧されて
お互いの間隔が狭くなり、前玉役を押し、
我慢できなくなった前玉役が飛び出した。」
という演技をする。

動作

実践5 授業で学ぶ意味を知らせる ～6年「電気と私たちの暮らし」～



プログラミングの学習

実践5 授業で学ぶ意味を知らせる ～6年「電気と私たちの暮らし」～

①まずゴールを示した

「プログラミング的思考を身に付けるよ！
これから生きてくうえで必要な力だよ。」

意欲

憧れ

②プログラミング的思考の説明をした。

テキシコーとは？

- ①分解 小さく分けて考える
- ②組み合わせ 手順の組み合わせを考える
- ③一般化 パターンを見つける
- ④抽象化 大事なものだけ ぬき出して考える
- ⑤シミュレーション 頭の中で手順をたどる

「テキシコー」のネーミングで、児童に説明し、意識しやすいようにした。

※参考
NHK教育テレビ『テキシコー』
(2019年)

実践5 授業で学ぶ意味を知らせる ～6年「電気と私たちの暮らし」～

③授業の終末に、振り返る場を確保した。

名前()

テキシコーチャレンジ (プログラミング的思考を獲得しよう！)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
① 問題を分解して考える	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
② 手順を組み合わせて考える	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
③ パターンを見つける	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
④ 大事なものを抜き出して考える	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
⑤ 頭の中で手順をたどる	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

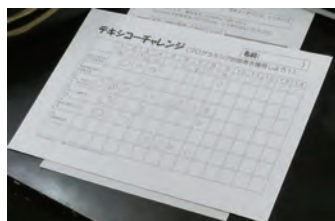
・その時間の自分の思考場面を振り返り、使ったテキシコー(プログラミング的思考)の番号に○を付ける。
・その中でも1番頑張ったと思うテキシコーに◎を付ける。

実践5 授業で学ぶ意味を知らせる ～6年「電気と私たちの暮らし」～

③授業の終末に、振り返る場を確保した。

・単元を通して振り返りを累積していくことで、自分の思考の傾向が見えてくる。

→「自分はこの思考が得意だな」と自分のよさを自覚できる。
→「この思考を次には使ってみたいな」と目標をもつことができる。



実践5 授業で学ぶ意味を知らせる ～6年「電気と私たちの暮らし」～

④授業の導入に、意識できる場を確保した。

・授業の導入において授業者が、「今日の授業で働かせるとよいテキシコー(プログラミング的思考)あるいは働かせたいテキシコーは何でしょう」と児童に問う。
・そうすることで、その時間の追究場面で、児童が意図的にプログラミング的思考を働かせようとする姿を生み出すことができる。

実践5 授業で学ぶ意味を知らせる
～6年「電気と私たちの暮らし」～

前々時 LED電球で、電気を効率よく使うには、どうすればよいか。

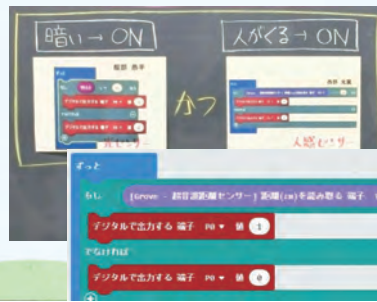
前時 LEDライトで、電気を効率よく使うには、プログラムをどのように組めばよいか。



サンプルプログラム集を配布
(必要な情報を検索)

実践5 授業で学ぶ意味を知らせる
～6年「電気と私たちの暮らし」～

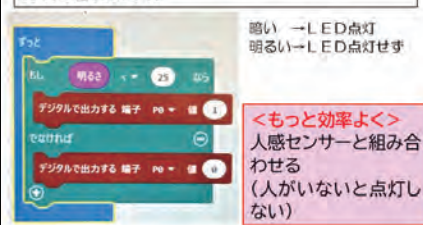
本時 LEDライトの電気を、もっと効率よく使うためにはどのようなプログラムを組めばよいか。



「2つのセンサーを同時に使いたい」
→「かつ」のブロックの使い方を提示

実践5 授業で学ぶ意味を知らせる
～6年「電気と私たちの暮らし」～

Cさん
明るさセンサーによって、LEDのON/OFFの切り替えをする

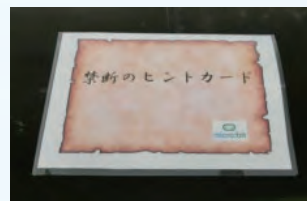


<もっと効率よく>
人感センサーと組み合わせる
(人がいないと点灯しない)



実践5 授業で学ぶ意味を知らせる
～6年「電気と私たちの暮らし」～

個別最適な学び



II 授業で使える技 ★ 授業に緊張感を!

考える訓練・話す訓練をする

「全員、立ちましょう!」 **緊張**

- A: 自分の考えがまとまった人から座りましょう。
- B: 自分の考えを話した人から座りましょう。
- C: 自分の考えをペアに話しましょう。話し終わったペアから座りましょう。

- ・手が挙がらないとき
- ・緊急学年集会で

II 授業で使える技 ★ 授業に緊張感を!

発言と言えば・・・

1コマの授業で 発言10～15人として
1日に4コマでは 15人×4=60人ほど
個人では、1日に1回発表するかどうか...

「立ちましょう。話したら座りましょう」を
1コマの授業で 2回実施すると・・・
1日に4コマとして 2回×4=8回
個人で8回発表したことと同じ

II 授業で使える技 ★ 授業に緊張感を!

話す訓練と言えば・・・

「授業のふりかえりをしましょう!」

- 「今日やったこと」 ...事実
- 「思ったこと」 ...考察
- 「次にやってみたいこと」 ...次の問題

- ・朝の会、帰りの会で
- ・技能教科で
- ・掃除後に

II 授業で使える技 ★ 授業に緊張感を!

★★ 他の子はどう思う?

子「〇〇だと思います」
先「その通り!よく分かったね!」

子「〇〇だと思います」
先「なるほど!他の子はどう思う?」
子「えっと...」

聞いていないと
答えられない

緊張

Ⅱ 授業で使える 技

ズームイン・ズームアウト

【実験開始後の場面で】

目の前の児童の指導援助に入る

- 学級全体を見渡して活動の様子を見る ズームアウト
- 心配な子の所へ行き、指導援助する ズームイン
- 少し離れて見届ける ズームアウト

Ⅱ 授業で使える 技

指導援助(声のかけ方)

【実験・観察中の場面で】

~~すごいね。~~

自分のよさの自覚

- 「どうして〇〇しているの？」 顕在化
- 「なるほど！いい調べ方だね！」 価値付け
- 「その調子で頑張ってね！」 方向付け

Ⅱ 授業で使える 技

指導援助(声のかけ方)

【実験・観察中の場面で】

~~〇〇しやあ。~~

自力で解決する力を

- 「どうした？何か困っているの？」 顕在化
- 「そうか。ここまではできたんだね。さすがだね。やるなあ。」 価値付け
- 「〇〇を見てみたら？」 方向付け



理科授業における不易と流行 ～ICTとものづくり～

さいたま市立田島小学校 教頭 杉山直樹

1 自己紹介

経歴

- ▶ さいたま市立土合小学校 臨任 1年
- ▶ さいたま市立日進北小学校 教諭 3年
- ▶ 埼玉大学教育学部附属小学校 教諭 10年
- ▶ さいたま市青少年宇宙科学館 指導主事 3年
- ▶ さいたま市立田島小学校 教頭 3年目 ←いまここ

- ▶ 主な理科研究は、日進北小と附属小の13年間のみ
- ▶ 青少年宇宙科学館勤務時は、プラネタリウム投影やサイエンスショーなど

理科授業における不易と流行 ～ICTとものづくり～

▶ 今日の内容

1. 自己紹介
2. ICTの実践事例【流行】
3. ICTのメリット
4. 課題解決と問題解決【不易】
5. 課題解決としてのものづくり
6. 理科の見方・考え方？
7. 教材紹介

理科におけるICT活用【流行】

・・・もうすぐ不易

理科とICTの相性

- ▶ 予想や結果の共有がしやすくなる
例) ロイロノート、ミライシードなど
- ▶ 動画や写真での記録が有効的
例) 生き物の観察、流水実験等の時間変化の実験など
- ▶ 結果の処理で様々なアプリが使用可能
例) 振り子実験などのデータの処理、グラフ化、地図アプリ等
- ▶ 直接、観察実験できない事象に対して、動画コンテンツが充実している。
例) NHK for School, youtube等

▶ これまでも理科とICTの相性は比較的良好と言われてきた。一方で、ノート、タブレット、教科書、実験器具と扱うものが多くなってしまうことが課題であった。

ICT活用のメリット

1人1台端末をどう活用するか

予想や実験結果の共有、動画や写真の活用などICTのメリットは大きい。これからは、ICTで考えや記録を共有するのは、理科の授業としてマストだ！！



科学において、記録はとても大切だ。これまでも理科のノートづくりは大切にしてきた。でもノートを書きながら、予想や実験結果だけICTで共有するのは、手間が増えてしまう。

今年、本校の理科主任がMicrosoft onenoteによる実践をはじめ、その有効性が見えてきた。

ICTの実践事例【OneNoteを用いた事例】

メリット

- ▶ これまでノート同様、1サイクルの問題解決を1枚のページにまとめることができ、一つのファイルにまとめるので、振り返りが可能。
- ▶ 必要な情報を教師が送ることができる。
- ▶ 共同編集が可能
- ▶ 後から編集可能
- ▶ ページに制限がない。

問題解決と課題解決【ここから不易】

- ▶ 理科は問題解決を大切にしている教科
- ▶ 教科によっても捉えがちがう「問題」と「課題」
- ▶ 今回は、理科のものづくりを「課題解決」として考える。
- ▶ 「さらに、**目的を設定し、計測して制御する**といった考え方に基いた学習活動については、まず、観察、実験などにおいて、その目的を明確に意識することにより、観察、実験の結果を見直し、再度観察、実験を行ったり、解決方法の修正をしたりするといった学習活動の充実を図ることが考えられる。また、**ものづくりの活動を充実させる**ことが考えられる。**これまでのものづくりの活動は、その活動を通して解決したい問題を見いだすことや、学習を通して得た知識を活用して、理解を深めることを主なねらいとしてきた。今回、学んだことの意義を実感できるような学習活動の充実を図る観点から、児童が明確な目的を設定し、その目的を達成するためにものづくりを行い、設定した目的を達成できているかを振り返り、修正するといったものづくりの活動の充実を図ることが考えられる。**」
(小学校学習指導要領解説理科編 指導計画の作成と内容の取扱いより一部抜粋)

- ▶ 家庭科や中学校の技術科に考え方が似ている。

課題解決としてのものづくり

1. 単元：燃焼の仕組み
2. 小学校学習指導要領：

燃焼の仕組みについて、空気の変化に着目して、物の燃え方を多面的に調べる活動を通して、次の事項を身に付けることができるよう指導する。

ア 次のことを理解するとともに、観察、実験などに関する技能を身に付けること。

⑦ 種物体が燃えるときには、空気中の酸素が使われて二酸化炭素ができること。

イ 燃焼の仕組みについて追究する中で、物が燃えたときの空気の変化について、より 適切な考えをつくりだし、表現すること

- 目的：5分間燃え続けるランタンづくり
- ①：ペットボトルのランタンの中に入ろうそくを入れ、5分間燃え続けること
 - ②：どの向きから風が当たっても火が消えないこと。(サーキュレーターを使用)
 - ③：火の真上は熱くなるので、ペットボトルのキャップは開めた状態で作ること。
 - ④：ペットボトルが溶けないように、ろうそくの上のスペースを広くとること。

※実際は、結構危ないので、換気、軍手、水バケツは必ず用意。 2015～6年頃の実践



理科の見方・考え方？

現行の学習指導要領が公示されてから6年目。未だに、理科の見方・考え方についての議論は尽きない。

小学校学習指導要領解説理科編 第1章総説 3 理科改訂の要点

「見方・考え方」とは、各教科等の特質に応じた物事を捉える視点や考え方である。理科の学習においては、この「理科の見方・考え方」を働かせながら、知識及び技能を習得したり、思考・判断・表現したりしていくものであると同時に、学習を通じて、「理科の見方・考え方」が豊かで確かなものとなっていくのである。そこで、各内容において、児童が自然の事物・現象を捉えるための視点や考え方を示し、それを軸とした授業改善の取組を活性化させ、理科における資質・能力の育成を図ることとした。

→先生が教えるものではない？ 評価はしない。勝手に育成される？ 教師の価値付けでよい？ など見解は様々。

→見方・考え方を働かせやすい教材を用意してあげるはどうでしょう？

ものの温まり方から

- ▶ 水の温まり方
 - ★水の温まり方を示温インク等を用いて調べる。
 - ★水が温まるときの水の動きをおがくすなどで調べる。
- ▶ 空気の温まり方
 - ★空気の温まり方を温度計を用いて調べる。
 - ★空気が温まるときの空気の動きを煙などをで調べる
- ▶ 似た実験方法を用いることができれば、同じ「見方」ができるのでは？

NHK for school

- ▶ <https://www.nhk.or.jp/school/keyword/?kyoka=rika&grade=g4&cat=c&from=1&kw=%E6%B8%A9%E3%81%BE%E3%82%8A%E6%96%B9>

ものの温まり方 空気



令和5年度「合同研修会」
知って良かった教材や指導の工夫

季節変化を地球の公転運動と 関連付けて理解できる 教材や指導の一例

岐阜県関市立桜ヶ丘中学校
山田 茂樹

1. はじめに

(1) 中学校学習指導要領解説 理科編より

地球と宇宙

(ア) 天体の動きと地球の自転・公転

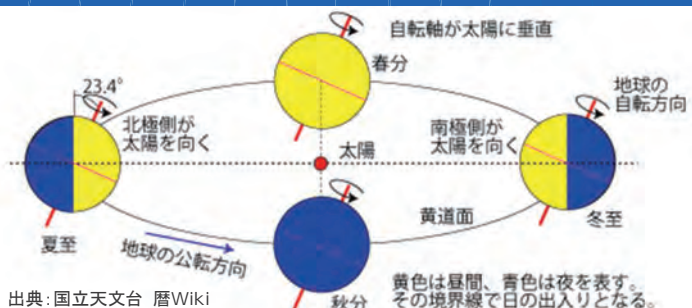
① 年周運動と公転

地軸の傾きについては、例えば、季節ごとに太陽の南中高度を継続的に観測させ（中略）。その際、太陽の南中高度の変化に伴う昼夜の長さや気温の変化に触れ、さらに、四季の生じる理由を取り上げることが考えられる。

1. はじめに

(2) 予想される子どものつまづき

- ・夏至は日本が太陽に近いから暑い？
- ・モデル実験で昼の長さの変化は分かるけれども・・・
- ・南中高度が高いとなぜ気温が高くなるの？



1. はじめに

(3) 教材や指導の工夫

① 季節変化を実感できる野外観察

② 地軸の傾きに気付くモデル実験

※パターン把握 (下野2009)

- ・「比較・観察」「関連性」「変化」

① 季節変化を実感できる野外観察 (第2時)

夏(7月)

正午

一人1個の透明半球を使い、太陽の南中高度を記録する

目的: 太陽の南中高度や昼の長さの変化と関連させて、**自然環境の季節変化**を、**諸感覚**をつかって、とらえる。

① 季節変化を実感できる野外観察 (第8時)

その後、

秋(10月)

正午

一人1個の透明半球を使い、太陽の南中高度を記録する

① 比較・観察が可能な事象



7月(正午)の影の長さ

・気温、地温

・自分の影の長さ

・自由記述

「その他の景色や日差しなど諸感覚で見つけたこと・感じたこと」

② 関連性をもつ事象



10月(正午)の影の長さ

授業記録から

課題化

T：夏（7月）に比べて、身のまわりの自然環境が変化した原因は何だと思いますか？

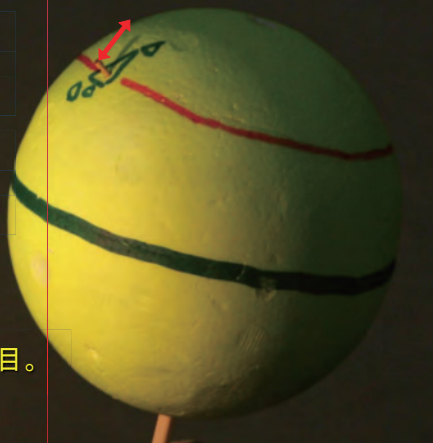


MM子：私は、いろいろな自然が変化した原因は、気温が変化したからで、それは、やっぱり太陽の南中高度に関係すると思います。例えば、影の長さが変わったのも、こうやって（図を書きながら）南中高度が高いと影が短くなって、南中高度が低いと影が長くなります。それで、私は、こうやって季節によって南中高度が変化するのは、地球が公転しているからだと思って、でも、どんなふうに地球が公転すると南中高度が変わるのがわからないので、今日はそれを知りたいです。

<モデル教材の工夫>

- ・蛍光色の発泡スチロール球
- ・ブラックライトの光源
- ・日本の位置に人間モデルつまようじ

影の長さ、日差しの強さ（まぶしさ）に着目。



授業記録から

課題提示：季節によって太陽の南中高度や昼の長さが変化するのは、地球がどのように公転しているからなのだろう。

T：モデル実験をして、地球がどのように公転すると、昼の長さや太陽の南中高度が変化するのか考えてみよう。

地球モデル

発砲スチロール球（Φ12cm）に蛍光色。割りばしと粘土。



太陽光源モデル

ブラックライト電球。木片に装着したソケット。

地球モデル

色なし地球 + 白熱球光源よりも、



蛍光色地球 + ブラックライト光源を使うとまぶしくなく昼と夜の境が鮮明。



①授業記録から モデル実験中

土台に粘土を使うことで、試行錯誤的に地軸を傾げることができる。

T：どんなところから南中高度が変化したことがいえるのかな？→影の長さ、日差しの強さ

①授業記録から 結果交流

T：モデル実験で考えたこと、わかったことを発表しましょう。

FT男：（地軸が傾いたまま公転すると昼の長さが変化する）

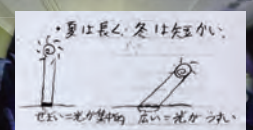


NM子：私たちは、南中高度が高くなると影が短くなって、南中高度が低くなると影が長くなる（粘土でつくった人形モデルと懐中電灯を使って影を作り示しながら）ということを使って、実験をしました。すると、地軸が太陽に向かっていているときはつまようじの影が短くなって、この時が夏で、そして逆向きの時は影が長くなったので、この時が冬になるのだと思います。

①授業記録から 結果交流

T：モデル実験で考えたこと、わかったことを発表しましょう。

SK男、AY男、KT男の3人の発言の後、

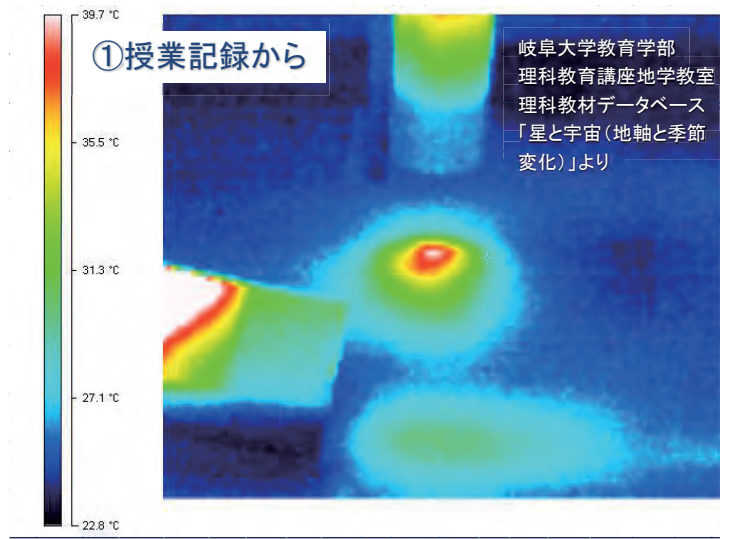


YY男：僕は南中高度が変化すると気温が変化することを考えました。（懐中電灯で光を当てながら）こうやって南中高度が高いと、地面に光が当たる面積が狭くなって日ざしが強くなって、南中高度が低いと面積が広がって日ざしが弱くなって、例えば、虫眼鏡で光を集めて面積が狭いと温度が上がるから、やっぱり南中高度が高いと気温が上がるのだと思います。

①授業記録から
終末の提示

岐阜大学教育学部
理科教育講座地学教室
理科教材データベース
「星と宇宙(地軸と季節
変化)」より

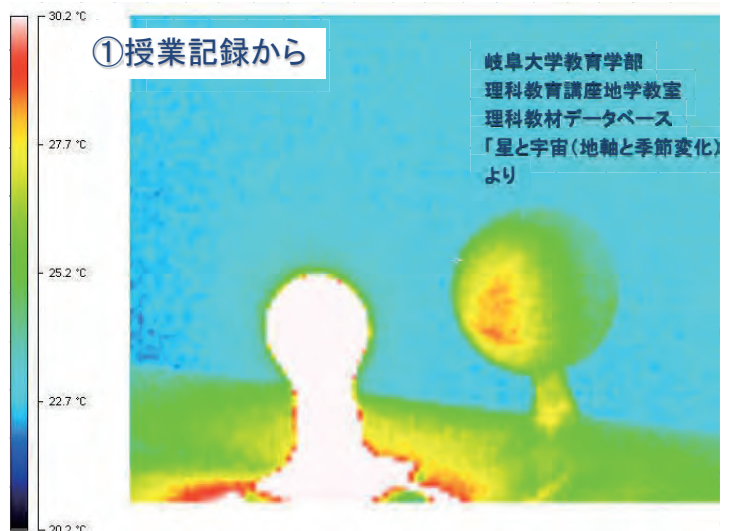
T: YY男くんの意見にあった、南中高度と気温の関係を
サーモグラフィーで確かめてみよう。



①授業記録から

岐阜大学教育学部
理科教育講座地学教室
理科教材データベース
「星と宇宙(地軸と季節
変化)」より

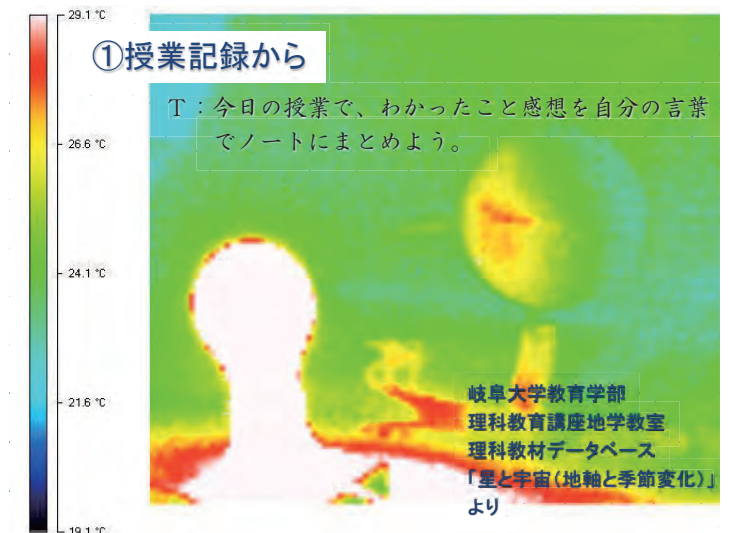
夏至のモデル



①授業記録から

冬至のモデル

岐阜大学教育学部
理科教育講座地学教室
理科教材データベース
「星と宇宙(地軸と季節
変化)」より

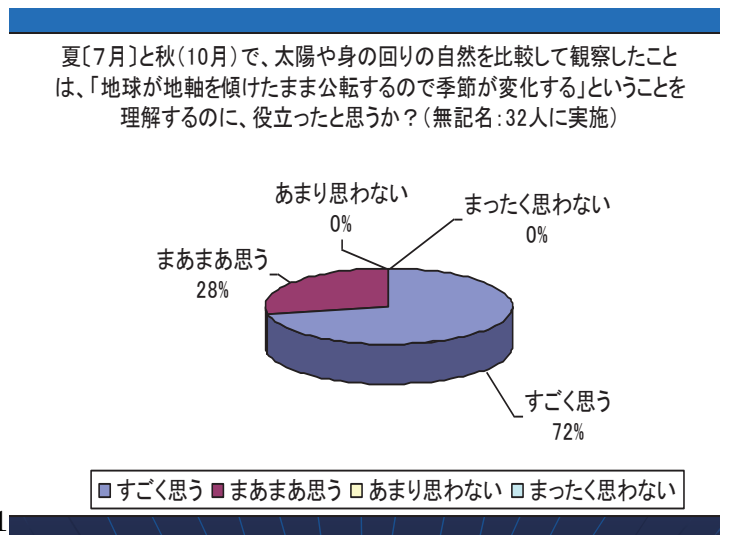


夏(7月)と秋(10月)で、太陽や身の回りの自然を比較して観察したことは、「地球が地軸を傾けたまま公転するので季節が変化する」ということを理解するのに、役立ったと思うか？(無記名:32人に実施)

夏(7月)と秋(10月)で、太陽や身の回りの自然を比較して観察したことは、「地球が地軸を傾けたまま公転するので季節が変化する」ということを理解するのに、役立ったと思うか？(無記名:32人に実施)

夏(7月)と秋(10月)で、太陽や身の回りの自然を比較して観察したことは、「地球が地軸を傾けたまま公転するので季節が変化する」ということを理解するのに、役立ったと思うか？(無記名:32人に実施)

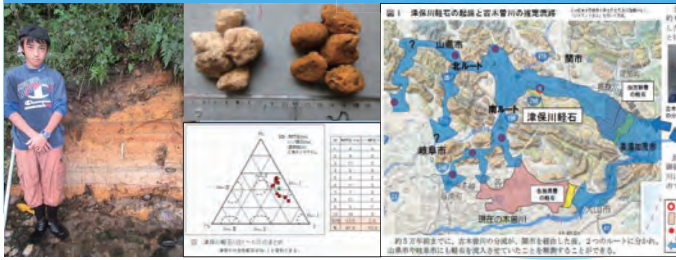
- 諸感覚をつかって得た自然環境の変化や関連性についての内容
- 図、スケッチ、簡潔な文章で表現し、第三者に伝える。
- 科学的表現力の高まり
- 思考力、理解の深まり。
- 日常生活や社会との関連。
- 学習への満足感、有用性。



軽石の理科教材的魅力

～津保川軽石の起源を探る～

ある中学生の科学作品から



関市立桜ヶ丘中学校 山田 茂樹

2. 研究の内容

軽石の穴(空洞)はどのようにしてできるのか?

軽石の成因について、各種モデル実験で再現しました。

①黒曜石の加熱・炭酸飲料水の発泡モデル実験

黒曜石は、マグマの急冷により、水などの揮発成分が閉じ込められているため、加熱することで揮発成分が発泡してふくらみ、人工的に軽石をつくることができました。



黒曜石のかけらをガストープで十分に加熱し、発泡させました。

マグマ中に含まれている水などの揮発成分が発泡

→泡状になった部分が冷えてできた
→多くの穴(空洞)ができた



写真左:発泡してふくらみ、体積が大きくなった黒曜石(軽石)

2. 研究の内容

浅間山天明3年(1783年)の大噴火



古文書の記録では、火口から10km離れた「軽井沢の宿に赤熱した軽石が大量に降り、焼けたりつぶれたりした」。

翌年、岐阜県関市 津保川で軽石層を発見!



地質図などの文献に、岐阜県関市における火山噴出物の記載は無し。
そこで、津保川軽石の起源を探ることを研究の目的とした。

図2 岐阜県関市津保川で発見した軽石層の露頭場所

1. 研究の動機

- ・北海道有珠山→白い軽石
- ・群馬県浅間山→白い軽石・黒い軽石



白い軽石は水に浮き、黒い軽石は沈んだ。



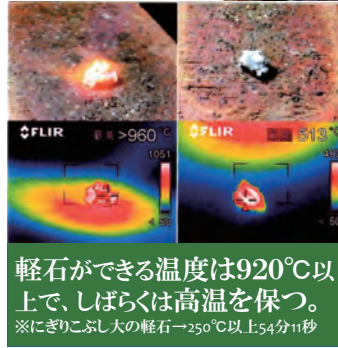
(1) 軽石はどのようにしてできたのか?

(2) なぜ、白い軽石と黒い軽石?

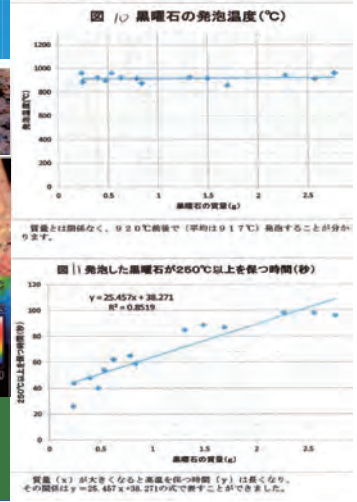
2. 研究の内容

～できただけの軽石は熱い!～

加熱→発泡直後の黒曜石(軽石)は、色がまだ赤く、かなりの高温であると考えられました。

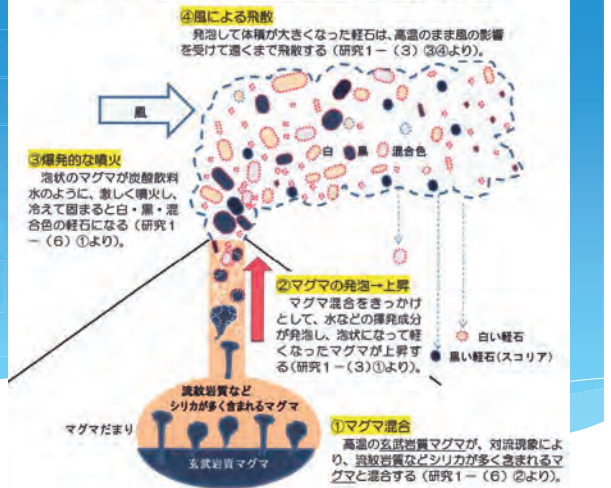


軽石ができる温度は920°C以上で、しばらくは高温を保つ。
※にぎりこぶし大の軽石→250°C以上54分11秒



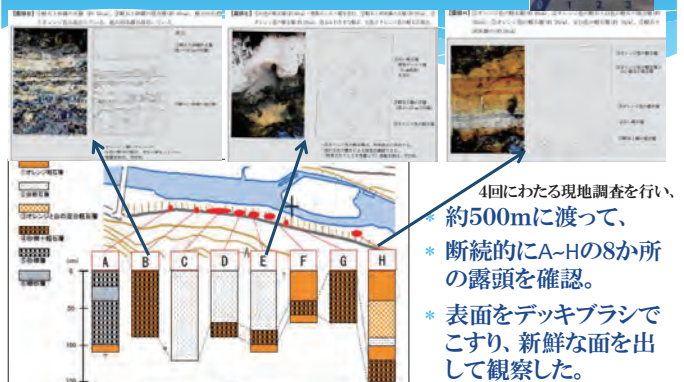
3. 研究のまとめ

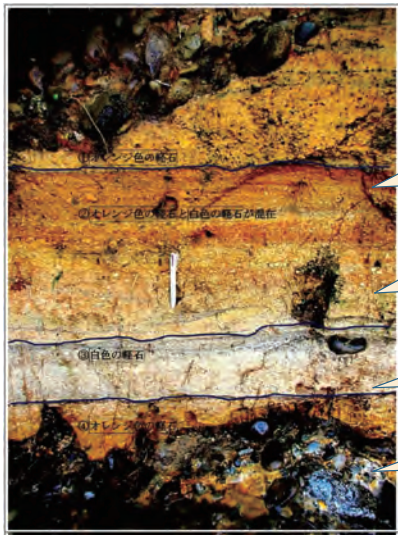
図解 浅間山に白い軽石と黒い軽石がある理由



研究の内容

(1) まずは、津保川軽石の特徴





(例) 津保川軽石層の露頭Hでは、
 白色とオレンジ色の2種類の軽石
 色や大きさ(直径1~80mm)が混合
 円磨度が高い
 他の河床礫と混在



図3 津保川軽石層の調査の様子(左・中)、サンプリングした軽石(右上)、露頭接写(右下)

これらの調査から、**津保川軽石の特徴**
 白とオレンジ色の2種類、円磨度が高い、色や大きさ・他の河床礫と混在。

→ では、津保川軽石はどこからどのようにして関市まで来たのでしょうか？

(2) 火山と軽石の広がり方の特定

① まずは、岐阜県周辺の5火山の特徴の比較

図14 岐阜県周辺の5火山の特徴(気象庁の資料をもとにまとめた)

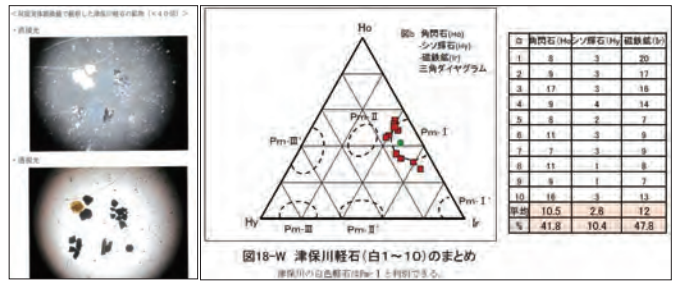
火山名	位置・標高	構成岩石 SiO ₂ 量	過去の噴火活動
白山	北緯 36° 09' 18" 東経 136° 46' 17" 標高 2,702m	56.4~66.6wt.%	火砕物降下を伴う噴火が主流。溶岩流出や溶岩ドームを形成する噴火も起きている。最新は、1654年に小規模火砕物噴火。
焼岳	北緯 36° 13' 37" 東経 137° 35' 13" 標高 2,455m	61.0~65.0wt.%	現在も活動中。安山岩・デイサイトの成層火山。山頂部は溶岩ドームで、山腹には火砕流堆積物を伴う。最近1万年間にも溶岩や火砕物の噴火、千年に4回の割合で水蒸気爆発が発生している。
アカンダナ山	北緯 36° 12' 01" 東経 137° 34' 22" 標高 2,109m	61.0wt.%	溶岩ドーム、溶岩流、火砕岩による形成。有史以降の火山活動は記録がない。
乗鞍岳	北緯 36° 06' 23" 東経 137° 33' 13" 標高 3,026m	53.7~69.6wt.%	安山岩・デイサイトの溶岩ドーム、溶岩流を主体、火山砂、火山灰、スコリア、溶岩流の噴火・流出。最新は、約2000年前に火山灰、溶岩噴火・流出。
御嶽山	北緯 35° 53' 34" 東経 137° 28' 49" 標高 3,067m	50.3~72.6wt.%	軽石は、玄岩質・安山岩・デイサイト。約9~11万年前に 本流の流紋岩質の軽石(Pm-I) の噴火。約8~9万年前には流紋岩〜デイサイト質の権母岳火山群。約8万年前からは安山岩質の摩利支天火山群が活動。約5万年前の土流堆積物も木曾川氾濫堆積物として、木曾川沿いに約150kmに達する。最新噴火は、1979年10月28日、2014年9月27日の水蒸気爆発。

※御嶽山の可能性が高い

(2) 火山と軽石の広がり方の特定

そこで、津保川軽石の重鉱物組成を分析。白色=御嶽山Pm-I、オレンジ色=Pm-II'。

約6~9万年前に、御嶽山から噴出したPm-I ~ IIIと呼ばれるものであることが判明。



しかし、ここで新たな疑問 御嶽山から噴出した軽石が、なぜ南西の関市に？



On-Pm Iの分布
 国土地理院技術資料(2012)をもとに作成

ところで・・・(鹿野1990、青野・鹿野2010)先行研究より古木曾川の分流が美濃加茂市~長良川方面へ流下していたという説がある。

仮説: 現在とは流路が異なる古木曾川の分流によって関市まで運搬されたのでは？



③ 仮説「現在とは流路が異なる古木曾川の分流によって関市まで運搬されたのではないか？」の検証



そこで、津保川軽石層と、津保川・木曾川・長良川の河床礫の種類の比較。



図9-a 津保川軽石層に含む

図9-b 川底の礫の種類の調査場所(左)と調査の様子(右)

図9-c 津保川軽石層に含まれる礫の種類の数と割合(%)

番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	割合(%)
1 赤褐色	773	28.6	28.6	21.4	29.0	28.6	21.3	37.5	25.0	40.0	29.5
2 ナイロ	65.0	9.7	27.4	21.4	18.8	14.3	18.8	18.8	30.0	13.0	21.0
3 砂岩	130	14.3	28.6	35.7	31.3	35.7	41.7	31.3	40.0	31.8	30.4
4 頁岩	4.5	0.3	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5 凝灰岩	4.5	0.3	14.3	7.1	14.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.8
6 安山岩	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7 玄岩質	4.5	14.3	7.1	7.1	14.3	7.1	0.0	0.0	0.0	13.8	8.6
8 その他	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

図9-d 津保川河川に含まれる礫の種類の数と割合(%)

番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	割合(%)
1 赤褐色	14.3	34.8	16.3	16.3	14.3	16.3	14.3	14.3	23.1	23.1	16.7
2 ナイロ	28.6	16.3	34.8	34.8	34.8	34.8	34.8	34.8	34.8	34.8	35.7
3 砂岩	21.4	43.6	34.8	25.8	25.8	25.8	25.8	25.8	25.8	25.8	26.7
4 頁岩	4.5	34.8	0.0	7.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6
5 凝灰岩	2.4	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
6 安山岩	11.9	4.3	16.3	0.0	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.1
7 玄岩質	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3	2.3	2.3	0.0	0.0	0.0	0.8
8 その他	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

その結果、津保川軽石層に含まれる礫の種類は、木曾川に酷似。

図9-e 木曾川河川に含まれる礫の種類の数と割合(%)

番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	割合(%)
1 赤褐色	18.0	0.7	10.3	14.3	18.8	15.0	21.4	14.3	16.7	17.6	15.4
2 ナイロ	19.6	20.0	13.0	14.3	18.8	15.0	7.1	17.6	20.0	14.7	15.6
3 砂岩	15.0	0.7	1.9	14.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.3
4 頁岩	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5 凝灰岩	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6 安山岩	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7 玄岩質	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8 その他	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

図9-f 長良川河川に含まれる礫の種類の数と割合(%)

番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	割合(%)
1 赤褐色	25.8	15.8	34.8	25.8	25.8	25.8	25.8	25.8	25.8	25.8	27.7
2 ナイロ	4.1	4.1	0.0	17.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.9
3 砂岩	2.4	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.1
4 頁岩	11.9	4.3	16.3	0.0	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.1
5 凝灰岩	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6 安山岩	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7 玄岩質	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8 その他	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

以上のことから、

(3) 結論 「津保川軽石の起源」

約8~10万年前に御嶽山から噴出し、堆積していた軽石が、古木曾川によって侵食・運搬され、関市で再堆積したもの。



図6 本曾谷川の位置(左)と軽石調査(右:各務原市, 中:中津川市, 下:美濃加茂市)



令和5年4月20日の津保川軽石の露頭

(4) さらに、これを使うと、古木曾川の流路の推測



関市以西の313か所のボーリングデータを調べ、軽石が含まれる地点をプロット。

古木曾川の分流経路を推測。

古木曾川の分流は、関市を通った後、2つのルートに分かれ、岐阜市や山県市に軽石を流入させていた。

白色の軽石 (Pm-I) 約10万年前
硬い、黒雲母や磁鉄鉱を含む

オレンジ色の軽石 (Pm-II?) 約8万年前
風化(軟らかい)、角閃石や輝石、カンラン石を含む



中学校学習指導要領解説 理科編より

「大地の成り立ちと変化」

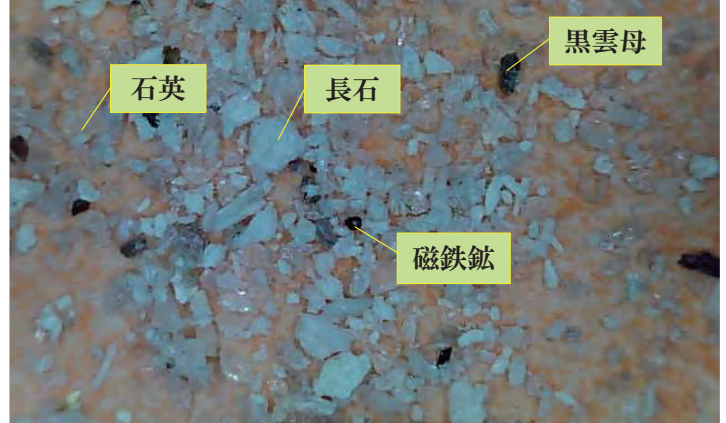
(ウ) ⑦ 火山活動と火成岩

火山噴出物については、溶岩や軽石、火山灰などの色や形状を比較しながら観察させ、その結果をマグマの性質と関連付けて考察させる。

その際、異なる火山の火山灰について、例えば、実体顕微鏡を用いてその中に含まれる火山ガラスや鉱物の色、形などを比較しながら調べさせる。

わんかけ後マイクロスコープ(×40)撮影

Pm-I



わんかけ後マイクロスコープ(×40)撮影

Pm-II?

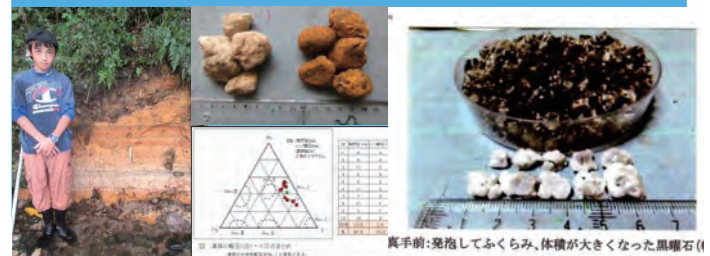


<津保川軽石の教材としての魅力>

1. 自形の鉱物、種類が多い=鉱物の特徴・比較観察に最適。
2. 身近な火山の噴出物から、大地の変化の時間的・空間的スケールを実感できる。

ご清聴ありがとうございました。

ご希望がありましたら、津保川軽石と黒曜石お分け致します。



真事前:発泡してふくらみ、体積が大きくなった黒曜石(1)

関市立桜ヶ丘中学校 山田 茂樹

【中3年 地球と宇宙】学習名 天体の動きと地球の自転・公転

○本時のねらい(9/9)

地球が公転すると日本付近では季節が変わることに着目し、地球が太陽の周りを公転するモデル実験を行い、地軸をかたむけたまま公転すると、太陽の南中高度や昼の長さの変化することにより、南中高度による単位面積あたりの光の量や昼の長さの変化によって、気温をはじめとする季節の変化が現れることを見いだすことができる。(科学的思考)

○本時の展開

教師の働きかけ

・「夏(7月)に比べて、太陽の南中高度や身の回りの自然環境では、どんな変化があったのか発表しよう。」

・「地球モデルを使って実験をして、地球が公転すると昼の長さや太陽の南中高度が変化する原因について考えてみよう。」

・「実験からわかったこと、考えたことを発表しよう。」

【評価規準】

地球が公転面に対して地軸をかたむけたまま、公転することで太陽の南中高度や昼の長さが変化する、気温など身の回りの自然環境の季節の変化が現れることを見いだすことができる(科学的思考)。

【手立て】

モデル実験で導かれた南中高度の変化と野外観察で把握した事実(暑い、まぶしい、陰の長さなど)を関連してとらえる視点を与える。

・「今日の学習でわかったことを自分のことばでまとめよう。」

生徒の学習活動

◎ 夏(7月)と秋(10月)の太陽の南中高度や身の回りの自然環境など季節の変化がおきる原因について予想する。

<7月と10月を比べて変化した事実>

南中高度→低い。昼の時間→短い。
影→長い。気温→低い。地温→低い。
日差し→弱い。木の緑・せみの声→無い。

地球が公転すると、太陽の南中高度や昼の長さが変化するのとはなぜだろう。

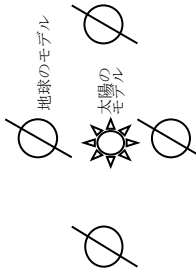
・季節によって見える星座が変わったように、この3ヶ月で地球が公転したから、太陽の南中高度や昼の長さも変化したのだと思う。

◎ 公転運動による南中高度や昼の長さを調べるモデル実験を行う。

<実験>地球モデルを公転させ、昼の長さや南中高度・陰の長さの変化を調べる。

<地軸をかたむけたまま公転>

公転面に対して、地軸をかたむけたまま公転すると、昼の長さや南中高度(陰の長さ)が変化する。地軸がまっすぐの場合は、変化しない。7月と10月で昼の長さや南中高度が変化するのとは、これが原因だと考えられる。



◎ 意見交流をする。

地球が公転面に対して、地軸をかたむけたまま公転することで、太陽の南中高度や昼の長さが変化する。秋になると教室のカーテンが必要になったり、日没時刻が早くなったりすることがこれで説明できる。

南中高度が高くなると、同じ面積あたりに受ける光の量が強くなる。だから、7月は日差しがまぶしく感じたり、地温がすごく高かったりするのだと思う。

◎ まとめをする。

地球が地軸をかたむけたまま公転することで太陽の南中高度や昼の長さが変化するの、気温などの身の回りの自然環境の季節変化がおきているんだな。

パターン把握に関わって

《身につけるパターン把握》
イ：関連性を持つ事象
諸感覚で調べた夏と秋の自然現象の変化について、それぞれ関連性について考える。また、夏と秋の季節変化の要因について、地球の公転運動と関連付けて考える。

《パターン把握を身につけさせるための教師の発問》

「どうやって公転すれば、昼の長さや南中高度が変化するのかな?」→「昼の長さや南中高度はどう変化したかな?」→「どんなところが南中高度が変化したことか?」→「南中高度が高くなると、気温や日差しはどうか?」→「どうすれば、それを説明することができるかな?」

「太陽の南中高度が高くなると、なぜ気温が高くなったり、日差しが強くなったりするのだろうか。」

「身の回りの自然環境の季節の変化をおこす一番の原因は何かわかったんだね。」

<単元のねらい>身近な天体の観察を通して、地球の運動について考察させるとともに、太陽の特徴及び太陽系についての認識を深める。

ねらい	学習活動	パターン把握に関わって
<p>1</p> <p>身近な天体である太陽や月、地球の大きさの違いやその距離の大きさに気付くことで、広大な宇宙に関心をもち、身近な天体について調べていこうとする意欲をもつことができる。</p> <p><評価規準> 太陽、地球、月の大きさや距離について関心をもち、進んで課題を解決しようとすることができる。(関心・意欲・態度)</p>	<p>☆ 太陽を直径40cmのボールに例えたら、地球や月はどれくらいの大きさになるだろうか。</p> <ul style="list-style-type: none"> 地球は直径約3.7mmの球、月は直径約1mmの球になる。このモデルで考えると、地球と月は計算上、11cm離れていることになる。 <p>地球と太陽はどれくらい離れているだろうか。</p> <p>☆太陽と月は見かけ上、同じ大きさだから、モデルを使って同じ大きさで見えるところを見つけてみよう。</p> <ul style="list-style-type: none"> 運動場に出て調べてみよう。40mぐらい離れると、月と太陽がだいたい同じ大きさで重なって見える。 <p>☆自転、公転について説明をする。</p> <p>地球は太陽に比べるとこんなに小さく、離れて太陽のまわりを回っているとは驚きだ。太陽がこの大きさなら、他の惑星を引きつけていられるし、太陽を中心として多くの惑星が公転していることが納得できるなあ。</p> <p><単元を貫く課題>地球が運動をすると、天体はどのように動いて見えるのだろうか。</p>	<p>パターン把握に関わって</p> <p>ア：比較・観察が可能な事象 太陽と地球、月の大きさをモデルで比較する。</p> <p>イ：関連性を持つ事象 見かけの大きさと距離を関連付けて考える。</p> <p>◎太陽のモデルは、直径40cmの半球状のプランターを2つ張り合わせたものなどを提示する。生徒には、粘土を使って、自由な発想で地球の大きさを表現させてみたい。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・皆既日食の写真を提示し、太陽と月の見かけ上の大きさはほぼ同じであることを確認する。 <p>◎運動場へ出て、学級全員で太陽と地球の公転軌道をつくることで、よりダイナミックさをイメージさせる。</p>
<p>2 (7月に実施)</p> <p>太陽の見かけの動きを観察し、透明半球に記録できると共に、太陽の南中高度と関連させた自然環境について、五感をつかって把握したことを記録することができる。</p> <p><評価規準> 透明半球に太陽の位置を記録し、身の回りの自然環境について総合的に記録することができる。(技能・表現)</p>	<p>☆天球の概念を説明する。地球が自転していることは、どんな事実からわかるのだろうか。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・太陽が東から昇り、西に沈む。 <p>太陽は天球上のどこを通過して見えるのだろうか。</p> <p>☆今日の正午には太陽は天球上のどこにあるのだろうか。</p> <p>☆透明半球への記録の仕方を説明する。</p> <p>☆野外へ出て、透明半球に太陽の位置を記録すると共に、気温や地温、自分の陰の長さも測定してみよう。また、その他に景色や日差し、体感温度など五感で見つけたこと・感じたことを自由に文章で記録しよう。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・正午には太陽は天球の真上にあると思ったけれど、少しだけ南寄りに位置していた。 ・気温より地温がかなり高い。 ・木の緑が多い。まぶしい。雲が大きい。セミの鳴き声。ジリジリと肌が焼けるように暑い。南からの風。アスファルトをさわると熱い。 <p>☆その後、下校までの休み時間に透明半球への記録を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・下校前(18時)には、太陽は天球の西北西に位置していた。 	<p>イ：関連性を持つ事象 太陽の南中高度と関連付けて身の回りの自然環境について五感を使って調べる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・天球のイメージ(観測者の位置)、透明半球の記録の仕方を丁寧に説明する。 ・本時のみ、事前に、太陽の南中高度が高い7月に実施し、10月にも実施する同様の観察データとの比較・変化をとらえさせる意図をもつ。 <p>◎透明半球に記録する太陽の南中高度と関連させて、身の回りの自然環境について「暑い・まぶしい」など五感をつかって総合的な把握を文章で記録させる。</p>
<p>3</p> <p>観測結果をもとにして、連続した記録から太陽の日周運動に気付き、太陽の1日の見かけの動きが理解できる。</p> <p><評価規準> 透明半球を用いた太陽の見かけの動きの観察を行い、観測結果をまとめたり、発表したりすることができる。(技能・表現)</p>	<p>☆7月に行った観察の結果を思い出して、発表しよう。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・太陽は真東から昇って真西に沈むと思っていたけれども、実際に、透明半球で記録してみると、少し北寄りから昇り、正午には南寄りの道を通ることがわかった。 ・東から、西に移動しているから、地球はそれとは逆の動きに自転しているのではないか。 ・1時間ごとの記録を見ると、だいたい同じ長さを進んでいるから、まわる速さは一定なのではないか。 <p>☆測定結果から、当時(7月)の日の出、日の入りの時刻を考えよう。</p> <p>☆太陽の日周運動の説明をする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地球が自転すると太陽は1日に1回公転して見えるんだから、星も同じような動きになるかもしれない。 <p>星の動き方は太陽と同じなのだろうか。</p>	<p>イ：関連性を持つ事象 透明半球上の観察記録と地球の自転運動を関連付けて考える。</p> <p>◎夏の日出・日没時の太陽の位置が、北寄りにずれていることを透明半球の記録から推測したり、日常生活の体験をもとにして結論づけたりした姿を評価し、位置づける。</p> <p>◎「太陽は年中、同じ道筋を通っているのか?」という疑問を投げかけ、継続的観察の必然を高める。</p>

ねらい	学 習 活 動	留 意 点															
<p>4</p> <p>星（星座）の日周運動を観察するための方法がわかり、星の動きを観察し、記録することができる。</p> <p><評価規準> 星の日周運動の変化を観察し、結果を記録することができる。（技能・表現）</p>	<p>☆地球の自転による太陽の見かけの動きについて復習する。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p>星も太陽と同じような動きをして見えるだろうか。</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> ・太陽と同じように、東の方から昇って西の方に沈むはずだ。 ・天球の真上の星や北空の星はどのような動きになるだろうか。 <p>☆北極星の見つけ方や、「にぎりこぶし法」でペガサス座（南天～天頂付近）とカシオペア座（北天）の動きを調べる方法を説明、練習を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「にぎりこぶし法」を使えば、夜でも家の近くで星の動きを記録用紙に記録できそうだな。 <p>☆各自が、家庭で星の日周運動について観察し、記録する。</p>	<p>ア：比較・観察が可能な事象 太陽の日周運動と比較して、星座の日周運動を観察する。</p> <p>ウ：変化を読み取ることが可能な事象 時間経過に伴う、星座の見かけの動きについて観察する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・夜間における家庭での観察になるため、観察の技能はもちろん、安全面などにも十分指導しておく。 <p>◎「にぎりこぶし法」で練習を行い、「今晚の〇時には、この方角に見えるはず」という見通しをもたせる。</p>															
<p>5</p> <p>南天と北天の星の動きの観察結果から、天球上の星の一連の動きに気付き、地球の自転による日周運動となって見えることを説明できる。</p> <p><評価規準> 南天や北天の星の動きの観察結果を総合的にとらえて、天球全体の星の動きの規則性に気付くことができる。（科学的思考）</p>	<p>☆観察結果を発表しよう。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ペガサス座など南に見える星座は、東の方から西の方へ動いて見えた。太陽の動きとそっくりだ。 ・カシオペア座など北に見える星座は、北極星を中心にして反時計回りに動いているように見えた。 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p>空全体では、星はどのように動いて見えるのだろうか。</p> </div> <p>☆透明半球に矢印を書き込みながら考えてみよう。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・4方位バラバラの動きに見えたが、実は大きな流れのような動きとなっている。 ・北極星を中心として、円を描くように動いている。 ・地球の自転は、星の動きの逆ということになるのではないか。北極星を中心とした回転軸が地軸になるのではないか。 <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>地球の自転による動きで、星は北極星を中心として円を描くように反時計回りに動いていることがわかった。地球の自転による見かけの動きだから、星と太陽は同じ動きになるんだ。</p> </div>	<p>イ：関連性を持つ事象 南天・北天の観察記録を関連付けて、全天の星の見かけの動きを推測する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・家庭で粘り強く観察した生徒を大いに認め、評価したい。 <p>◎透明半球に星の動きを矢印で書き込み、「南天と北天の矢印をつなげる」という見方や考え方を価値づける。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・透明半球をもちいて全天の星の動きを考えていく中で、地軸の傾きについて気付かせたい。 															
<p>6</p> <p>地球の公転モデル実験を行い、地球から見て、太陽の方向にある星座は見えないこと、太陽と反対側にある星座は真夜中に南中することに気付き、地球が公転することによって見える星座が変化することがわかる。</p> <p><評価規準> モデル実験を行い、季節によって見える星座が変化することを見いだそうとすることができる。（関心・意欲・態度）</p>	<p>☆季節に見られる代表的な星座を紹介する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・季節によって見える星座が違うのはなぜだろう。 ・自転以外に公転をしているからだと思う。 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p>地球が公転すると、各季節に見られる星座はどのように変化するだろうか。</p> </div> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 10px;"> <thead> <tr> <th></th> <th>真夜中に南中</th> <th>南中時、太陽の背後</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>春</td> <td>しし座</td> <td>ペガサス座</td> </tr> <tr> <td>夏</td> <td>さそり座</td> <td>オリオン座</td> </tr> <tr> <td>秋</td> <td>ペガサス座</td> <td>しし座</td> </tr> <tr> <td>冬</td> <td>オリオン座</td> <td>さそり座</td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> ・季節の代表的な星座は真夜中に南中する星座だ。 ・夏の真夜中に南中する星座は、冬の昼間にあるから見えないんだな。 <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px;"> <p>星座は1年間でどのような動きになって見えるのだろうか。</p> </div>		真夜中に南中	南中時、太陽の背後	春	しし座	ペガサス座	夏	さそり座	オリオン座	秋	ペガサス座	しし座	冬	オリオン座	さそり座	<p>イ：関連性を持つ事象 季節によって見える星座と関連付けて、地球の公転の向きを推測する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・導入において、知っている星座を発言させ、その星座が見られる季節と関連づけたい。自分の「誕生星座」との関係から興味・関心をもたせてもよい。 <p>◎日本で太陽の南中していないとき、太陽と同時に南中する星座を考えさせる。このとき、「日本の真夜中に南中する星座は何だろう」と検討を促し、考えさせる。</p>
	真夜中に南中	南中時、太陽の背後															
春	しし座	ペガサス座															
夏	さそり座	オリオン座															
秋	ペガサス座	しし座															
冬	オリオン座	さそり座															

ねらい	学 習 活 動	留 意 点
<p>7</p> <p>地球の公転による星座の年周運動は1年で360°であり、1カ月あたり30°であることに気付き、1日に1°ずつ東から西に動いて見えることを説明できる。</p> <p><評価規準> 観測記録をもとに、1日の星座の見かけの動きを見いだすことができる。(科学的思考)</p>	<p>☆1カ月の同じ時刻に観測した星座の記録を見てみよう。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・同じ時刻に記録したオリオン座を見ると少しずつ西に位置が変わっている。 ・オリオン座だけでなく、他の星も同じように西に移動している。日周運動と同じ動きになっている。 <p style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">星座が少しずつ西に位置を変えるのは、なぜだろう。</p> <p>☆地球は1日に1回転自転しながら、太陽に対して約1°公転することをもとにして考えてみよう。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・1日約1°だから、1カ月で約30°西に動いて見える。 ・1年12カ月で30°×12=360°になるから、1年たつと、またもとの星座が見えることになる。 <p>☆星は1カ月に30°、1時間に15°西に移動することをもとにして評価問題を考えてみよう。</p> <p style="border: 1px dashed black; padding: 5px;">地球が公転すると、なぜ季節が変わるのだろうか。</p>	<p>イ：関連性を持つ事象 地球の自転と公転運動とを関連付けて星の見かけの動きについて考える。</p> <p>◎地球の自転と公転が同時に起きていることと関連付ける見方や考え方を位置づけ、評価する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・評価問題は次のように設定する。『今日午後8時に真南に見える星は、1カ月前の何時に真南に見えたのだろうか。』→解答『1カ月前の午後8時にこの星は真南より30°東に見える。30°動くためには2時間かかるから、午後10時に真南に見えることになる。』
<p>8</p> <p>夏と比較して南中高度が低くなったり、昼の時間が短くなったりすることを記録すると共に、身の回りの自然環境についての変化を五感をつかって調べ、記録することができる。</p> <p><評価規準> 夏と比較して、太陽の南中高度が低くなった事実と関連づけて、身の回りの自然環境の変化を把握し、記録することができる。(技能・表現)</p>	<p style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">夏(7月)に比べて、太陽の南中高度や身の回りの自然環境は、どのように変化しているのだろう。</p> <p>☆正午の南中高度と身の回りの自然環境は、7月と比べてどう変化したのか、調べてみよう。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・透明半球上に記録すると、南中高度は7月に比べて低い。だから、陰も長くなった。最近になって、教室の窓から太陽の日差しが差し込むようになってカーテンが必要になったのは、このためだったのか。 ・太陽の沈む位置も南寄りになるのかな。 ・気温や地温も低く、涼しい。気温と地温の差が少ない。 ・日差しも強くない。山の緑が少なくなって、せみの声はしない。 ・そういえば、最近、下校時刻が早まって、昼の時間が短くなってきた。 ・南中高度が低くなったり、昼の時間が短くなったりすることと、身の回りの自然環境の変化(陰の長さや、気温、日差し、木の緑、虫の声など)は何か関係があるのだろうか。 	<p>ア：比較・観察が可能な事象 ウ：変化を読み取ることが可能な事象 夏(7月)の観察事実と比較して、太陽の南中高度や自然環境の変化について五感をつかって調べる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・7月に実施した観察のデータを思い出せるよう、記録や景観の写真を提示する。 ◎7月の事実との相違や複数の身の回りの自然事象との関連に気づかせるために、比較したり、関連づけたりする視点を与える助言をする。 ◎事実を的確に表現したり、発見した感動を伝えたりする見方や考え方を大いに評価し、詳細な文章で記録するよう促す。
<p>9</p> <p>地球が地軸をかたむけたまま公転することで太陽の南中高度や昼の長さが変化することに気付き、地球の公転運動が季節の変化の原因となっていることが理解できる。</p> <p><評価規準> 地球が地軸をかたむけたまま公転することで太陽の南中高度や昼の長さが変化することを見いだすことができる(科学的思考)。</p>	<p>☆夏(7月)と比較して、身の回りの自然環境が変化した原因は何だろう。</p> <p>陰→長い。気温→低い。地温→低い。日差し→弱い。木の緑・せみの声→無くなる。南中高度→低い。昼の時間→短い。</p> <p style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">季節によって太陽の南中高度や昼の長さが変化するのは、地球がどのように公転しているからなのだろう。</p> <p>☆モデル実験をして、地球がどのように公転すると昼の長さや太陽の南中高度が変化するのか考えよう。</p> <p>☆実験の結果を発表しよう。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地軸を傾けたまま公転すると、昼の長さが違うところがある。昼の長さが長いところでは、陰が短くなるから南中高度も高い。 ・南中高度が高いと、なぜ気温が高くなる夏になるのだろう。 ・南中高度が高くなると、同じ面積あたりに受ける光の量が強くなる。だから、7月は日差しが強かったんだ。 ・昼の長さも長くなるから、それだけ地表は温められて気温が上がると思う。だから7月は地温がとても高かったんだ。 <p style="border: 1px dashed black; padding: 5px;">地球が地軸をかたむけたまま、太陽のまわりを公転することで、太陽の南中高度や昼の長さが変化し、気温が高くなるなど身の回りの自然が変化するのだな。</p>	<p>イ：関連性を持つ事象 自然事象の季節変化が生じる原因について、地球の運動と関連付けて考える。</p> <ul style="list-style-type: none"> ◎モデル実験用のミニ地球儀に、小さな棒を立てておき、昼の長さや南中高度の変化に関連づけて、陰の長さの変化に気づかせる視点を与える。 ◎モデル実験で導かれた論理と野外観察で把握した事実(暑い、まぶしい、陰の長さなど)を関連してとらえた見方や考え方は、実感を伴った理解として評価し、位置づける。 ・地球の公転運動が原因となつて、その中で身の回りの自然環境(木の緑、せみ、人)の季節的な変化が現れているという認識に立たせたい。

埼玉大学・岐阜大学共同実施
理科モデル授業オンライン研修会
令和5年度「合同研修会」

全体テーマ

「知って良かった観察・実験教材や指導の工夫」

発表テーマ

「『試行錯誤をしながら学ぶ』を支え、生徒の主体性を引き出す観察・実験教材の工夫」

期 日：令和5年8月10日（木）
場 所：埼玉大学教育学部コモ棟
発表者：埼玉大学教育学部附属中学校
教諭 山本 孔紀（やまもと こうき）
電話：048-862-6891（準備室直通）
Email: kyamamoto@mail.saitama-u.ac.jp

本日の内容（40分）

- ・ 自己紹介
- ・ 生徒の主体性を引き出す教材の条件
- ・ 教材の紹介
 - ① マイクロスケール化学実験群
 - ② 消化液のはたらきを調べる実験における個別化の工夫
- ・ まとめ

自己紹介

□所属等

附属中学校勤務 理科主任、研究主任（2年目）
理科教育学会、日本化学会所属

□研究会業務

埼玉県理科教育研究会 事務局長（3年目）

□これまでの主な仕事

- ・ 埼玉県中学校教育課程編成要領作成（理科）協力委員（平成30年3月）
- ・ 埼玉県中学校教育課程指導・評価資料（理科）作成協力委員（令和3年3月）
- ・ 埼玉県中学校教育課程実践事例（総合的な学習の時間）作成協力委員（令和5年3月）
- ・ 2023年度日本リスク学会 グッドプラクティス賞
- ・ 教科書編集協力委員 ・ その他、教育系雑誌原稿投稿 …など

□Facebookで細々と教材を紹介しています。

<https://ja-jp.facebook.com/kouki.yamamoto/>

私の考える

生徒の主体性を引き出す教材の条件

- ・ 自ら選択し、決定できる。
- ・ 繰り返し試行できる。
- ・ 認知的葛藤を引き起こす。
- ・ 本質に迫ることができる。

あなたならどのような観点で教材を選択しますか？

教材紹介① 化学分野

『パスツールピペットを用いた化学実験群』

- 炭酸水素ナトリウムの熱分解
- 鉄と硫黄の化合
- 酸化銅（Ⅱ）の水素による還元
- 金属ナトリウムと塩素の化合 など

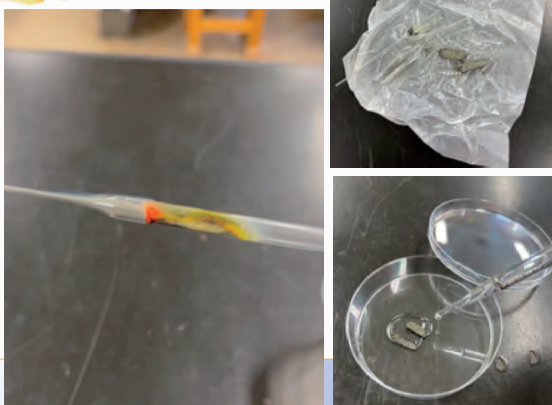
<参考>小松 寛, 池本 勲, 「加熱をとまう化学反応のマイクロスケール化（パスツールピペットを用いた簡単なマイクロスケール実験）（新実験・新教材）」, 化学と教育, 63巻, 2号, 96-97, 2015

教材紹介①

事例1：安全性を高めた鉄と硫黄の化合実験



教材紹介①



【参考】2023年5～6月に起きた「鉄と硫黄の結びつく化学変化」に伴う事故事例

- ・ 2023/5/17 秋田・中学校の理科の実験
体調不良生徒13名、病院に搬送されたが、いずれも軽症
 - ・ 2023/5/18 茨城・中学校の理科の実験
体調不良生徒4名、病院に搬送されたが、いずれも軽症
 - ・ 2023/5/25 茨城・中学校の理科の実験
体調不良生徒7名、頭痛や吐き気で病院に搬送されたが、いずれも軽症
 - ・ 2023/5/26 愛知・中学校の理科の実験
体調不良生徒11名、10名が病院に搬送され、1名が早退した。いずれも軽症であった。
 - ・ 2023/6/2 福岡・中学校の理科の実験
体調不良生徒10名、病院に搬送されたが、いずれも軽症
- どの事例も実験の際の理科室の換気は行われており、実験手順や使用した物質の量などは適切であったとのこと。

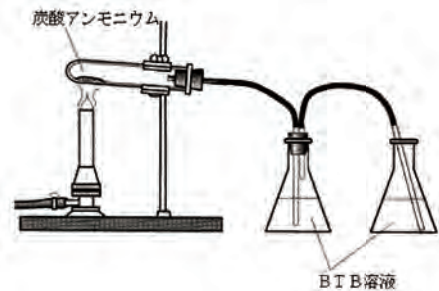
教材紹介① 実践

事例1：未知の物体の正体を探究する活動 (炭酸アンモニウムの熱分解のマイクロスケール化)



【参考】山本孔紀：「見方・考え方」を働かせる「物質」の学習—未知の物体の正体を探究する活動を通して—, 理科の教育, 66, No. 784, 735-737, 2017.

従来型の実験装置



【参考】宮内 卓也, 「炭酸アンモニウムの熱分解(5分間デモ実験, 実験の広場)」, 化学と教育, 61巻, 11号, 538-539, 2013 より

学習と指導の実際 生徒の捉え①「尿素説」

【考察】
以上、炭酸アンモニウムの熱分解の結果、生成した気体の正体を探究する活動を通して、理科の教育、66, No. 784, 735-737, 2017. の内容を参考に、尿素説を提議する。尿素は、炭酸アンモニウムの熱分解によって生成する。尿素の化学式は NH_2CONH_2 であり、炭酸アンモニウムの化学式は NH_4CO_3 である。尿素は、炭酸アンモニウムの熱分解によって生成する。尿素の化学式は NH_2CONH_2 であり、炭酸アンモニウムの化学式は NH_4CO_3 である。

$\text{NH}_3(\text{アモニア}) + \text{CO}_2(\text{二酸化炭素}) \rightarrow \text{NH}_2\text{CONH}_2$
 $\text{NH}_2\text{CONH}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_3 + \text{CO}_2$

学習と指導の実際 捉え②「混合物説」

【考察】
上記の結果より、未知の物体は二酸化炭素とアモニアの混合物であると推定される。理由は、一つの試験管は酸性、もう一つの試験管はアルカリ性という点からである。

二つ目は、BTB溶液を滴入すると、黄色から無色になった。このことから、酸性の物体はアモニア、アルカリ性の物体は炭酸アンモニウムであると推定される。

三つ目は、石灰水を入れたときに白く濁った。このことから、炭酸アンモニウムであると推定される。マッシュをいれ、石灰水を加えてこのことから、酸性の物体はアモニア、アルカリ性の物体は炭酸アンモニウムであると推定される。

また、今日行った実験は、炭酸アンモニウムの熱分解である。

学習と指導の実際 捉え③「中和説」

【考察】
以上、炭酸アンモニウムの熱分解の結果、生成した気体の正体を探究する活動を通して、理科の教育、66, No. 784, 735-737, 2017. の内容を参考に、中和説を提議する。炭酸アンモニウムは、アモニアと二酸化炭素の混合物である。アモニアは、炭酸アンモニウムの熱分解によって生成する。アモニアの化学式は NH_3 であり、二酸化炭素の化学式は CO_2 である。アモニアと二酸化炭素は、水と反応して炭酸アンモニウムを生成する。炭酸アンモニウムの化学式は NH_4CO_3 である。

$\text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_4\text{CO}_3$

実際にやってみましょう！①

- ・ メリット
- ・ デメリット

教材紹介② 生物分野

『消化液のはたらきを調べる実験における個別化の工夫』

- ・ だ液に含まれる消化酵素のはたらき
- ・ 基質特異性、最適温度、失活などへの発展

<参考>

正元 和盛, 川元 信人「新規デキストリンを用いた『だ液のはたらきを調べる』実験開発」理科教育学研究, Vol.49, No.2, 2008)

川島 紀子「自宅でできる食物の消化実験の開発と実践」(公益財団法人東レ科学振興会「第52回東レ理科教育賞」東レ理科教育賞受賞作品)

石浦章一他：わくわく理科6年, 啓林館, 299(2020).

準備物の例(尿糖試験紙を用いる場合)



実験手順 その1

①デンプン溶液の準備

チャック付き袋にご飯粒(3粒)と水(3 mL)を入れ、指の腹を使って細くなるまで(形がなくなるまで)つぶす。

②マイクロチューブの準備

2本用意して、①のデンプン溶液を1mLずつ入れる。区別ができるようにふたにA、B(A:だ液あり、B:だ液なし)と記入する。できるだけ沈殿を吸わないようにして上澄みだけに移す。

③だ液の準備

(対照実験のため)綿棒にだ液または水を含ませて、マイクロチューブの中ですすぐ。だ液は綿棒を約1分間口にくわえてたっぷりを含ませる。



実験手順 その2

④酵素の活性条件を考え、検証する。

例えば…温度

- ・それぞれ0℃の氷水、40℃のお湯、80℃の湯に10分間つける。

例えば…反応時間

- ・それぞれ2分、4分、6分…と反応時間を変える。

など



結果①

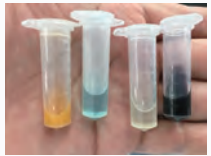
⑤ベネジクト液を用いる場合

糖の検出

10分後、それぞれのチューブを固定板(穴を開けた発泡ポリスチレンの板など)にセットし、湯煎する。その時の色の変化を観察する。

デンプンの検出

ヨウ素液を、1滴ずつたらして、色の変化を観察する。



結果②

⑤尿糖試験紙を用いる場合

1枚の尿糖試験紙を縦に半分になり、2枚を区別できるように、A、Bと記入しておく。

糖の検出

10分後、お湯から出し、尿糖試験紙をそれぞれに1秒間ひたした後、色の変化を観察する。

デンプンの検出

ヨウ素液を、1滴ずつたらして、色の変化を観察する。



学習と指導の実際(デジタルノートの活用)

The screenshot shows a digital notebook interface with various sections:

- 課題** (Assignment): A table with columns for '課題' (Task), '指導' (Guidance), and '評価' (Evaluation). It lists tasks like '観察' (Observation) and '実験' (Experiment) with corresponding guidance and evaluation criteria.
- 観察** (Observation): A section with a photo of test tubes and text describing the expected color changes for sugar and starch detection.
- 実験** (Experiment): A section with a photo of a test strip and text describing the procedure and expected results for urine sugar detection.

実際にやってみましょう! ②

・ メリット

・ デメリット

最後に...

・ 子供の心に残る授業とは、...

第1節 消化のしくみ

(10)月(25日)

単元2 生物のからだのつくりとはたらき

第3章 動物のからだのつくりとはたらき

2年(A)組 氏名()

第3章で考えer問い

食べること、息をすることは、動物が生きていくことにどのように関係しているだろうか。

出会い ヒトをふくめた動物がどのようなものを食べているのを見てみよう。



視点①・カレーに含まれている食料(生物)は…?

・食べるときに口を動かすのは…?

○「食べる」とは?

- ・(家庭的には怒られるけど) 生命の維持に必要な栄養を体外から取り入れる行為
- ・食べなきゃいけないから食べる・おなかがすくから・命をいただく
- ・食物連鎖・最悪栄養ドリンクで良い
- 消化していくこと 消化器管>消化管を通る 栄養を取り込むため…消化液で…**化学的消化** 口噛む…物理的消化

課題

(消化のなかでも)化学的消化はどのような仕組みか。

胃液
唾液
胆汁
すい液

仮説

課題に対する自分の考えは？仮説を立てよう。

3班：唾液にはデンプンを糖に変える働きがあるのではないだろうか

自分が追加：ヨウ素液を入れるまでの時間で最も良いものはいつだろうか。

構想



調べ方を考えよう。

思

【方法】使用できる物：□だ液(タカジアスターゼ) □マイクロテストチューブ □綿棒
□ヨウ素液 □ペネジクト液 □可溶性でんぷん □ガスコンロ

- ◇手順 視点②
 - ・試料を用意するときに注意することは何か。
 - ・指示薬を使うときに注意するべきことは何か。

温度40℃

⑤片方ヨウ素液投入

⑥もう片方ペネジクト液投入 専用発泡スチロール

にふたをあけて刺す。

対照実験

唾液とお湯両方で実験

○**ペネジクト液**(もとは水色)…糖があるかをしらべる。入れてから加熱するのが、ガス禁止。湯煎。もし糖があれば濃いオレンジ色に変化する 糖が少ない順に青→黄色→黄緑→オレンジ。

結果



唾液と混ぜているものは、唾液が入っていない物に比べてヨウ素液の反応が薄かった。

唾液とデンプン溶液を混ぜたものにペネジクト液を入れて加熱したところ、オレンジ色に変化した。

また、放置時間によるヨウ素液の反応の差では、2分のものが一番反応しておらず、4分の物が一番反応することがわかった(3、4分は唾液が入っていない物と似た色になった。)

考察

結論：唾液にはデンプンを糖に変化させる働きがある。

考察：唾液を混ぜたほうがお湯を入れたものよりヨウ素液が濃い青紫になりにくかったことから、唾液はデンプンを何かに変える働きがあるとわかった。また、ペネジクト液を入れたところオレンジ色に変化したことから、唾液はデンプンを糖に変化させていることが示唆されたが、対称実験ではないため、また機会があれば対照実験にしたい。

省察

題

視点③ ・行った活動や進め方が適切だったか。また改善できるところがあったかなど

仮説①に対する実験としては、計画した実験は適切だったと考えるが、慌てていて対照実験にならなかつた部分があるので反省したい。また、今回実験した放置時間によって反応の様子が変わるかを調べる実験では、なぜ放置すればほどデンプンが減らなくなっていくのかわからなかつた(予想：デンプンの溶液に長い時間唾液を入れると、デンプンを糖に変化させる力が弱くなるのではないか?) 発表したかった～ 今度動画編集しておきます!

あと、発表の際は簡潔かつ間違いを伝えない・誤解されないようにすると良いと思った。

☆知識 唾液は**消化液**の一種で、**消化酵素が入っている**。消化酵素(**アミラーゼ**)はデンプン(**グルコース**)を**麦芽糖**(マルトース)に分解する。

☆知識 消化管…食道・胃・小腸・大腸の4つ

パストゥールピペットを用いた加熱実験 ～炭酸アンモニウムの熱分解～

(1) 実験概要

炭酸アンモニウムの熱分解によるアンモニアと二酸化炭素の発生実験は、従来より「活用」の位置付けで行われてきた。しかし、炭酸アンモニウムの熱分解は発生する気体の性質を調べるのに、集気瓶2つに気体を誘導して行うものが多く、実験装置が大型になり、準備、片付けなどにも多くの負担がかかっていた。ここでは、これまでの課題をクリアするために、従来の実験方法よりも小型で試薬の量を少なくするマイクロスケール化を試みる。そのことにより、個別実験を可能とし、生徒の自由な探究の幅をより広げることを目指した。

(2) 材料と費用

材 料	費 用
パストゥールピペット：硼珪酸ガラス製，150mm（アズワン5-4032-01）	7円／本
ゴム球（ニップル）（ナリカ）	18円／個
チャッカマン（ナリカ F35-6302）	460円
チャッカマン用ボンベ（ナリカ）	270円
シリコンチューブ 外径5×内径2.5（モノタロウ）	59円／m
マイクロパーテル 180mm（ナリカ）	190円
シリコン栓 0号（アズワン）	24円／個
プラスチック容器 800mL（ダイソー）	108円／2個
ポップホルダー（両側クリップのもの）（ダイソー）	108円／3個

(3) 手順

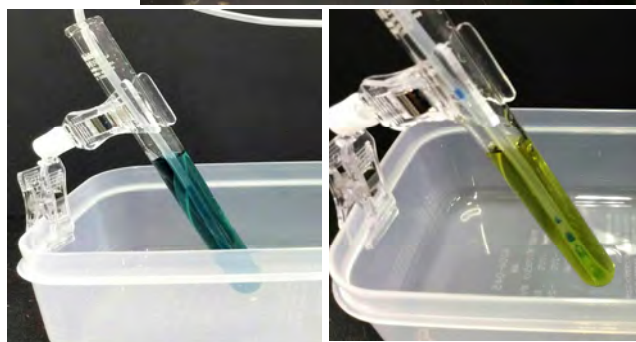
- ① パストゥールピペットにマイクロパーテル1杯の炭酸アンモニウムを入れ、ピペットの端にゴム球をつけた。
- ② ピペットの先端にシリコンチューブをつけ、試料の部分をチャッカマンで穏やかに加熱し、気体を発生させた。
- ③ シリコンチューブの先端から出てくる気体を、石灰水やBTB溶液、リトマス紙（赤・青）で調べたり、色やにおいを確認したりして、発生した気体の性質を調べる。



(4) 結果（例）

試料を加熱すると、気体が発生し始め、しばらくしてBTB溶液が緑色から青色に変化していった。ピペットの先端および内壁には水滴がつき始めた。まもなくして、試料がすべてなくなったころ、BTB溶液は青から急激に黄色に変化した。ただし、チューブ内のBTB溶液の色は青色であった。

その他、石灰水は白く濁り、赤色リトマス紙を青く変化させた。気体に色はなく、鼻をつく刺激臭がした。



(5) 本実験の考察

本実験の最も面白い点は、気体の性質の矛盾にあるといえる。BTB溶液は最初青くなり、刺激臭がすることから、生徒は当初アンモニアを想起する。しかしながら、石灰水が白く濁ることから矛盾が生じ、自分たちの実験が失敗だったのではないかと疑う生徒も出てくる。BTB溶液が後半、黄色く変化していくことにも不思議さを感じ、「発生している気体は一つではないのかもしれない」と考える生徒が出てくる。その後、個別実験の良さである、生徒が納得するまで繰り返し実験を行うことができ、自分自身の考えを形成していく。

(6) 参考文献

「加熱をとまなう化学反応のマイクロスケール化（パストゥールピペットを用いた簡単なマイクロスケール実験）」（小松寛・池本勲，化学と教育63巻2号，2015）（文責 山本 孔紀）

表 授業における評価基準表の例

はかる資質・能力	① 計画を立て、目的意識をもって観察・実験する力 ② 科学的な根拠を基に表現する力	
規準の説明	① 気体の性質を調べる順序を筋道立てて計画することができるか。 ② 複数の実験結果から、科学的な根拠を基に未知の気体を同定できるか。	
A	B	C
<ul style="list-style-type: none"> これまでの知識から、未知の気体を調べる方法の手順を考え、論理的に実験を計画している。 得られた複数の実験結果を基に、二種類の未知の気体がそれぞれもつ二つ以上の性質を根拠にして、気体を同定している。 	<ul style="list-style-type: none"> 未知の気体を調べる方法の手順を考え、実験を計画している。 得られた複数の実験結果を基に、二種類の未知の気体がそれぞれもつ性質を一つ根拠にして、気体を同定している。 	<ul style="list-style-type: none"> 未知の気体を調べる方法の手順を考えたが、計画した記述が残っていない。 得られた複数の実験結果を基に、未知の気体一種類がもつ性質を一つ根拠にして、気体を同定している。

「見方・考え方」を働かせる「物質」の学習
—未知の物体の正体を探究する活動を通して—

山本 孔紀

1. はじめに

理科の見方・考え方は、教科を学ぶ本質的な意義の中核をなすとともに、教科等の教育と社会をつなぐものとされる。これからの時代は、子供たちが学習や人生において「見方・考え方」を自在に働かせられるようにすることが強く求められている。

本稿では、生徒らにとって未知試料となる「炭酸アンモニウム」から発生する気体を同定する探究の過程を通して、埋め込まれた資質・能力である「計画をたて、目的意識をもって観察・実験する力」と「科学的な根拠をもとに表現する力」を育成する授業を提案する。育成された資質・能力に支えられ、生徒のもつ「見方・考え方」は高められ、学習対象に対してより深いアプローチができるようになっていく。それらが学習者にとっての新たな価値（概念）の創造へとつながることが期待される。

2. 教材とねらい

(1) 実験の概要

炭酸アンモニウムの熱分解によるアンモニアと二酸化炭素の発生実験は、従来より「活用」の位置付けで行われてきた。しかし、炭酸アンモニウムの熱分解は発生する気体の性質を調べるのに、集気瓶等にそれらの気体を誘導して行うものが多く、実験装置が大型になり、準備、片付けなどにも多くの負担がかかっていた。

本稿では、これまでの課題をクリアするために、従来の実験方法よりも小型で試薬の量を少なくす

るマイクロスケール化を試みた。マイクロスケール化を行うことにより、個別実験を可能とし、生徒の自由な探究の幅をより広げることを目指した。ここでは、パストゥールピペットを用い、ピペットにわずかな試料を入れて加熱実験を行う。炭酸アンモニウムの加熱実験の個別化、試料の最小化、複数回の試行の容易さを目指した。

(2) 器具・材料

- パストゥールピペット：硼珪酸ガラス製，150mm
- ゴム球（ニップル） □ガスライター
- シリコンチューブ 外径 5mm × 内径 2.5mm
- マイクロパーテル 180mm □シリコン栓 0号
- プラスチック容器 800mL
- ポップホルダー（両側クリップのもの）

(3) 実験手順

- ① パストゥールピペットにマイクロパーテル1～2杯の炭酸アンモニウムを入れ、ピペットの端にゴム球をつける。
- ② ピペットの先端にシリコンチューブをつけ、試料の部分をガスライターで穏やかに加熱し、気体を発生させる。
- ③ シリコンチューブの先端から出てくる気体を、石灰水やBTB溶液、リトマス紙（赤・青）で調べたり、色やにおいを確認したりして、発生した気体の性質を調べる。



図1 実験装置

(4) 反応例

試料を加熱すると、気体が発生し始め、しばらくしてBTB溶液が緑色から青色に変化していく。その後、ピペットの先端および内壁には水滴がつ

き始める。試料がすべてなくなったころ、BTB溶液は青から急激に黄色に変化する。

その他、石灰水は白く濁り、赤色リトマス紙は青く変化する。気体に色はなく、鼻をつく刺激臭もわずかながら感じられる。

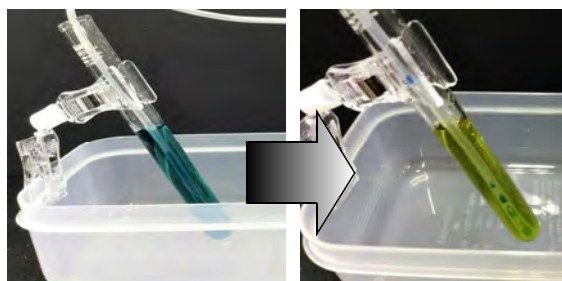


図2 BTB溶液の色変化

アルカリ性の青色（左）から酸性の黄色（右）へ

3. 実践例

(1) 授業デザイン

以下に、授業の流れについて示す。なお、本授業は、気体の学習の終末部に、探究課題として位置付けた。

形態	生徒の学習活動 働かせたい見方・考え方	育てたい 資質・能力
個	①配布された白色粉末は、どのような物質からできているか予想する。 質的・実体的	
個⇒ 班	②白色粉末の見た目やにおいを近くで確認する。 ⇒わずかに刺激臭がする。気付き ⇒アンモニアの固体だろうか。	
学級	③白色粉末を加熱する演示実験を見る。 ⇒固体が消失してしまう。気付き ⇒アンモニアの気体となったのか。	
ペア	④発生した気体の種類を特定する実験方法を書き、実施する。計画立案 ⇒BTB溶液やフェノールフタレイン溶液、リトマス紙の使用を計画 ⇒結果に矛盾が生じる。	

学級	⑤問題を把握する。 発生した気体は何だろうか。
ペア ⇒個	⑥計画を再度立て、器具を準備する。ペアで実験を行ない、実験結果をノートに記入する。
個⇒ 班	⑦考察をノートに記入し、班で意見を交換する。考察・推論
個	⑧本時の振り返りを行う。質的・実体的

(2) 授業の実際

第1学年の学習では、自然の事物・現象から問題を見いだすことが重点とされている。これをまず探究の過程の初めに行う。問題を見いだすことは、「気付き」から始まる。

本授業実践での「気付き」は、二つある。一つ目は、白色粉末の性質と状態の変化である。はじめに、この「白色粉末の正体は何か」と問うと、多くの生徒は既習事項である、物質の調べ方を持ち出してくる。まずは見ためとにおいからである。においてはアンモニア臭がするため、生徒はこの物質は、アンモニアの固体（結晶）ではないかと考え始める。ここで物質の調べ方の一つである加熱をしてみると、みるみるうちに白色粉末が液化して、最後には何も残らないことが観察できる。生徒らは、アンモニアの固体が状態変化して気体になったことを想像する。

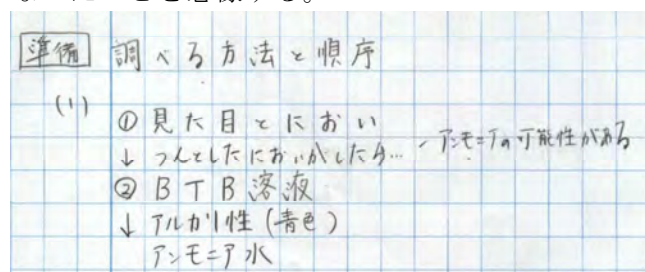


図3 生徒の考えた実験方法の一例

次には、上記の記入例のようにBTB溶液やフェノールフタレイン溶液を使って色の変化を調べることを提案してくるようになる。しかし、BTB溶液を用いて調べると、BTB溶液が青色になっ

たり、黄色になったりする班が出てくる。ここで2つ目の気づきが生まれる。BTB 溶液の色が、アンモニアの性質と異なる結果が出た班は、戸惑い、問題を見だし始める。ここでの問題は、『発生した気体はアンモニアではないのか。発生した気体の正体は何か』である。

その後、実験は失敗だったのだろうかなどといった様々な意見が出てくるため、ここで一度学級全体で意見を整理する。可能性として、水にとけて酸性の気体が存在することが指摘されると、生徒たちは二酸化炭素などの発生を調べるために石灰水を使うことを考える。このようにして、生徒らは自



図4 加熱実験の様子

分たちで探究を進めていく。その後、ペア別実験の良さが生かされ、生徒は納得するまで繰り返し実験を行い、自分の考えを形成していく。

以下に、ある生徒の考察文を示す。この記述は、簡潔さの点ではあまり良い文例とは言えないが、探究の道筋と考えの推移がノートから伝わってくる好例である。

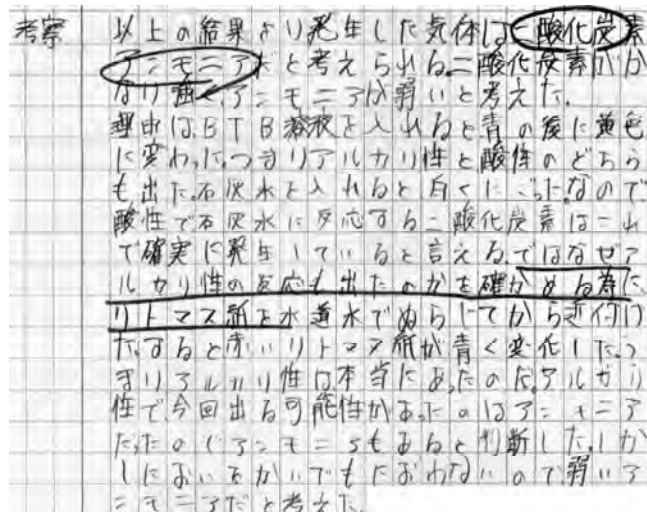


図5 生徒の考察の一例

(3) 授業後の生徒の変容

次に、授業の振り返りで記入させた「今日の授業でもっとも大切だと思ったこと」の例を示す。

- ・実験をやってみて思ったことは、仲間と協力して結論を話し合ったり実験するのは楽しい

ということです。2つの気体をが組み合わせている物体というのは新しい発想だなと思いました。

- ・答えは1つという固定観念をもってはいけません。
- ・私は、これまで気体にはある一定のイメージしかありませんでしたが、これらの実験を機に1つ1つの気体は、それぞれ特徴をもった物質として存在しているんだなと思いました。(下線部は筆者が加筆)

上述の生徒らは、実験の結果や知識をまとめるのではなく、未知の物質を見る時の視点として、固定観念を持たずにあらゆる可能性を考慮ことや、物質の成り立ちについてより微視的に捉えようとする視点への萌芽が感じられた。この後、この白色粉末を加熱したときのイメージ図を描かせたところ、それぞれ特有の性質をもった粒が集まった固体を描き、加熱によってそれらが拡散していくような図を描いていた。これらのような物質の質的・実体的な見方は、第2学年の化学変化、熱分解へとつながっていくものと考えられる。

4. おわりに

理科の見方・考え方を働かせながら探究活動を行うためには、課題そのものの質が極めて重要である。その点で、未知試料に葛藤場面を取り入れた本実践は、生徒の問題発見を促し、授業前後の生徒の物質を見る視点や概念の変容に効果的であったと考える。今後も学びの文脈を大切に、深い学びへとつなげる授業づくりを目指したい。

引用・参考文献

- 文部科学省『中学校学習指導要領解説 理科編』, 2017.6.
 埼玉大学教育学部附属中学校『平成 29 年度中学校教育研究協議会資料 教育研究』, pp.59-72, 2017.5
 小松寛・池本勲『加熱をともなう化学反応のマイクロスケール化』, 化学と教育, Vol63, No.2, 2015

やまもと こうき
 (埼玉大学教育学部附属中学校)

放射線の性質の単元における教材と使い方

中村琢（岐阜大学）

nakamura.taku.a5@f.gifu-u.ac.jp

1. はじめに

筆者はこれまで放射線の教材開発や教育活動に数多く従事してきた。多くの教員と放射線の内容や教材、それらを用いた授業などについて議論した経験から、多くの教員が放射線の内容に苦手意識を感じていることを実感した。加えて、この単元の授業で、座学が中心となり、実験や観察をほとんどしていないことを知った。原因の多くが、教員自身が放射線の内容を学習した経験に乏しいこと、勤務校に実験道具がない、または不足していることなどによることもわかった。

2017年告示の現行の中学校学習指導要領では、放射線の単元がこれまでの第3学年から第2学年に移行した。第3学年に設置されていたときは、教科書の最後の単元に掲載され、高校入試などが終わった卒業間近の時期に扱うことが通例であった。第2学年に移行した現在は、従前よりも重要度が増したように感じる。東日本大震災後の放射性物質による大地の汚染や、その後の除染活動、放射性廃棄物の問題、エネルギー政策の問題など、国が抱えているこれら多様な問題の理解や判断にも放射線の知識が不可欠である。学習指導要領における放射線の内容の変遷や教科書における扱いなどについては、中村（2015）にまとめてある。

本研修では中村（2017、今回配布します）で紹介した、放射線の飛跡を可視化する高感度霧箱の作り方と使い方、それを用いた中学校の授業の展開例についてまとめる。高感度霧箱は放射性物質を線源として用いることなく、環境中の自然放射線の飛跡を可視化できる点が優れている。一方、この霧箱の授業における使用には、霧箱本体や光源の用意だけではなく、ドライアイスやエタノールなどの消耗品も用いる。霧箱の材料を用意し、授業中で観察させるための準備は、他の実験教材と比較して容易ではない。そこで、本稿では高感度霧箱で観察した放射線の飛跡を撮影した動画を授業で使用方法も提案する。

2. 教材の作成

（1）準備物

プラスチックダンボール A（横方向の平行線入り）、プラスチックダンボール B（縦方向の平行線入り）、発泡スチロール板、ドライアイス（2kg ブロック）、エタノール（500mL、純度 99% 以上の物がよい。大量に使う場合は、プロパノールで代替でき安価である。）、アルミ板（0.8~1.0mm 厚）、はさみ、カッターナイフ、軍手、定規（20cm~30cm）、スコッチテープ（透明セロハンテープ）、布製ガムテープ（黒色、幅~50mm）、ホッチキス、ペットボトル（500mL）、糸、ラップフィルム、ストレッチフィルム、黒厚紙（2枚）、黒画用紙（2枚）、輪ゴム（大2本、小4本）、注射器（シリンジ 50mL と注射針）、ガスランタン

用マントル（放射線源として使用する。自然放射線の観察だけでなくとも良い）、LED 光源、AC アダプター、黒布、ライトカバー（黒色の小さな紙）。

(2) 高感度霧箱の作製

1. プラスチックダンボール A の線（横に平行な線）の上に定規を置き、図 1、図 2 のように直角に折り曲げる。蓋と底のない箱を作る。

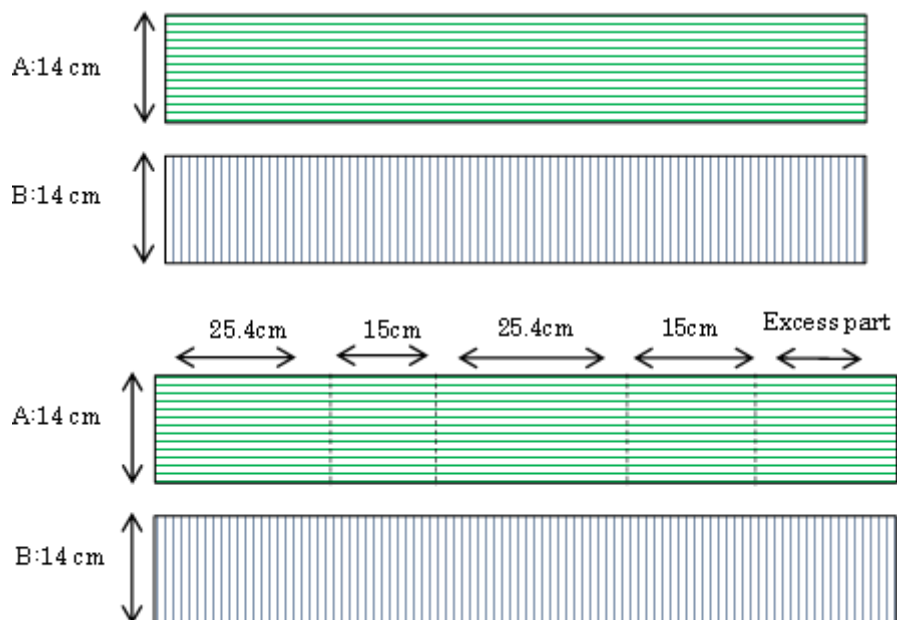
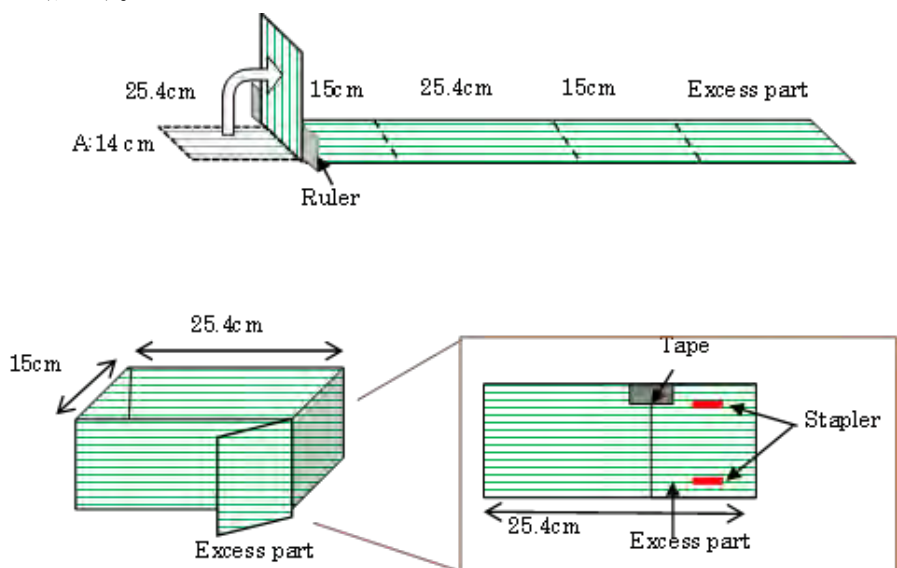


図 1

2. プラスチックダンボールの余分な部分を重ね合わせ、上部を梱包用テープで固定する（図 3）。



上：図 2， 下：図 3

3. プラスチックダンボール A の端からプラスチックダンボール B で箱の外側を覆い、構造物の四方を二重になるように重ねる (図 4)。

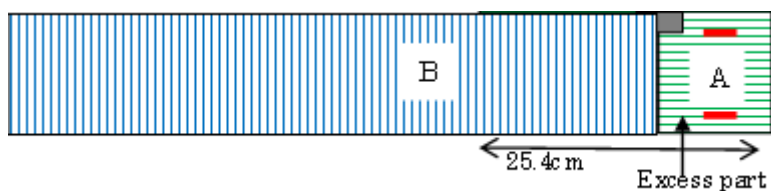


図 4

4. ホッチキスで上下の 2 点を四方に固定する (図 5 の赤い位置)。

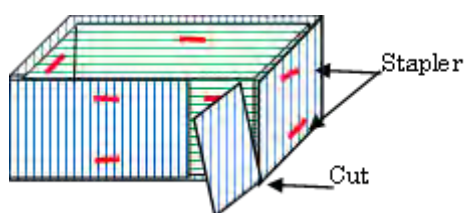


図 5

5. この箱の下側に黒い布をかぶせる。黒い面が内側になるように布を貼る。布を箱の中央に置いて伸ばし、梱包用テープで箱の四方に固定する (図 6, 図 7)。
6. 布の上から 120mm の小さな輪ゴムを 2 本、箱に巻き付けて固定する (図 8)。

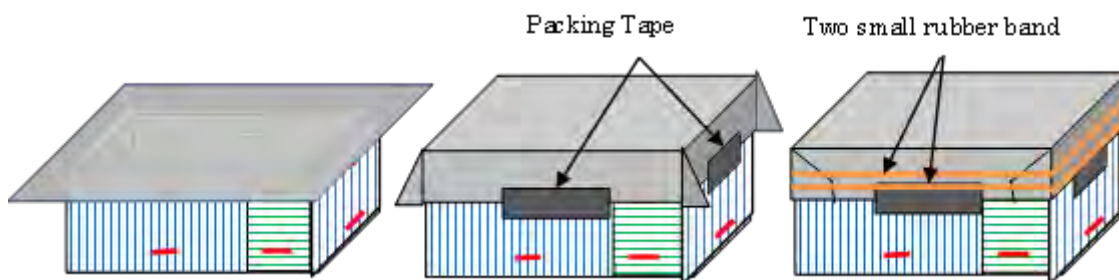


図 6

図 7

図 8

7. 布の上からストレッチフィルムをかぶせ、さらに輪ゴムを巻きつける (図 9, 図 10)。ストレッチフィルムはサランラップよりも強度があり穴があきにくい。

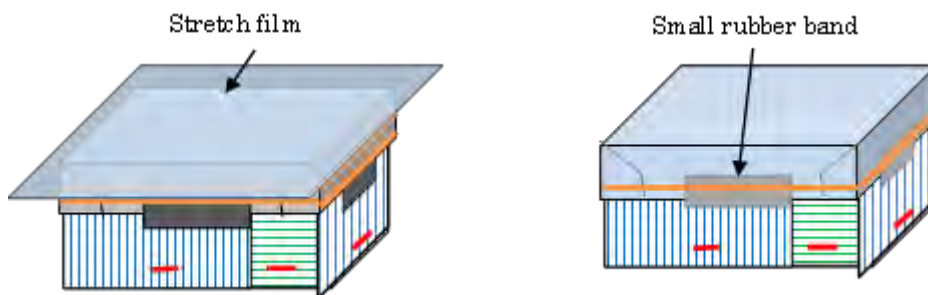


図 9

図 10

8. プラスチックダンボールの箱の四方の布がかかっていない部分に梱包用テープを貼る (図 11)。箱の内側底面が布で覆われるようにして固定する。

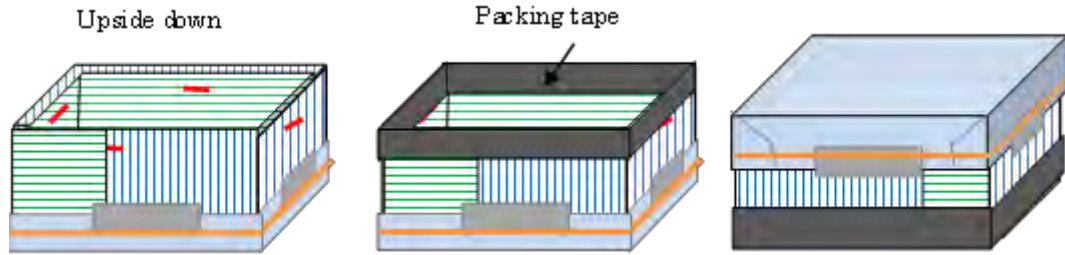


図 11

9. 図 12 のように発泡スチロールのパーツをガムテープで接着し、ドライアイスの台座を作る。箱の外側のみガムテープで固定する。

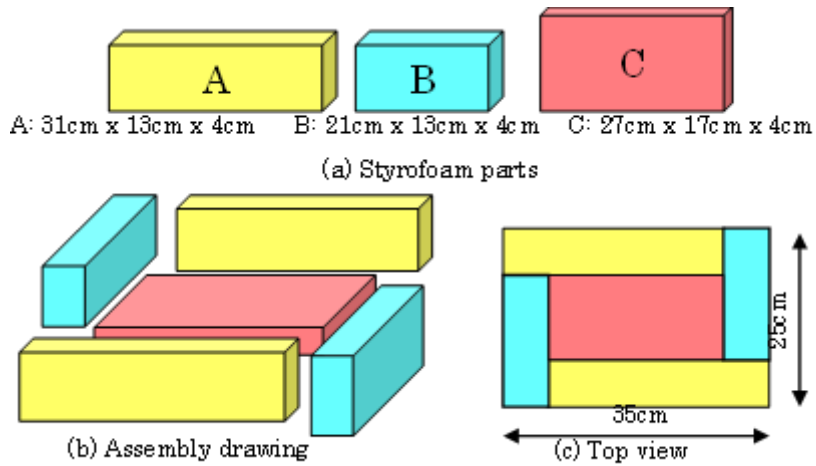


図 12

(3) 高感度霧箱のセットアップと観察

1. 発泡スチロールの台座に 2kg のドライアイスブロックを入れる (図 13, 14)。

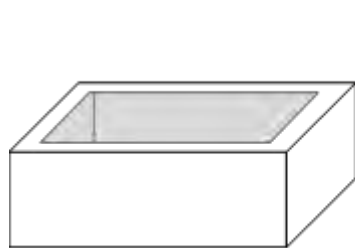


図 13

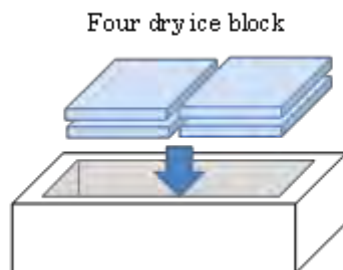


図 14

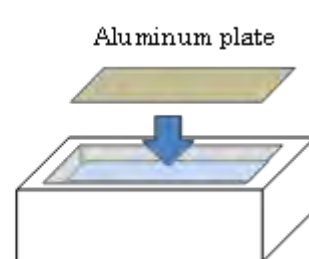


図 15

2. アルミ板をドライアイスの上に置く (図 15)。

3. アルミ板の上に霧箱を置く。霧箱の布面を下向きにする（図 16, 図 17）。

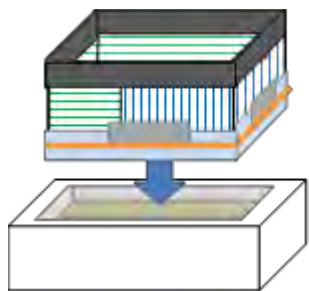


図 16

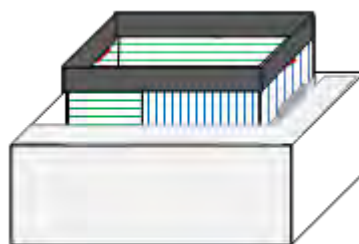


図 17

4. 霧箱にエタノール 500mL を注ぐ（図 18）。

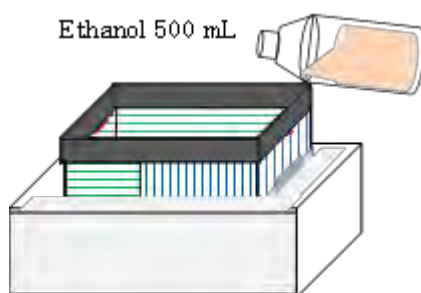


図 18

5. 黒い厚紙をエタノールで十分に濡らし，霧箱の内側の側面に貼り付ける（図 19）。

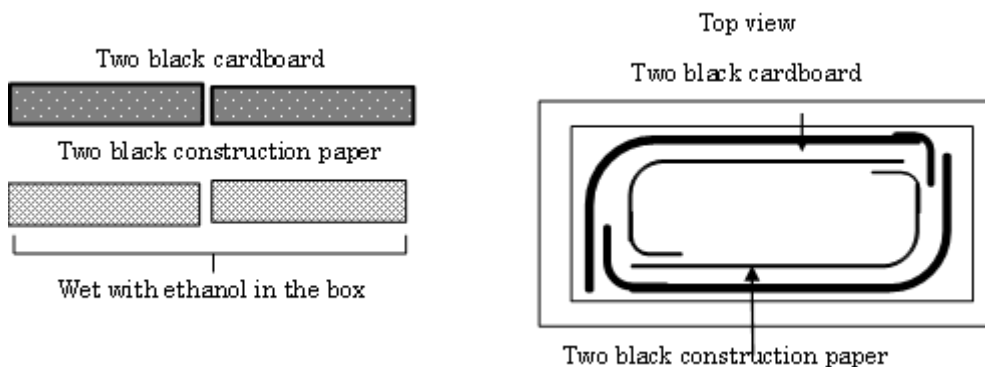


図 19

6. 同様に黒い画用紙をエタノールで濡らし，厚紙の内側に貼り付ける（図 19）。
7. ラミネート定規を霧箱内の厚紙の上に引っ掛けるように置く（図 20）。これは放射線の飛跡の長さを測って放射線の種類と放射性核種の種類を同定する高等学校の探究活動などに用いる。中学校理科では定規は不要である。アルコールの液滴で濡れるため，印刷した定規の目盛りをラミネートフィルムでコーティングするとよい。

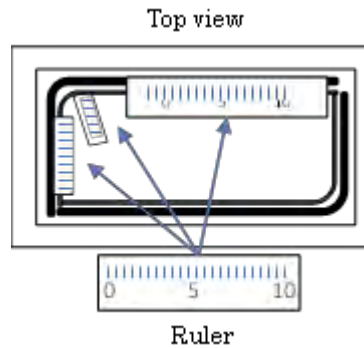


図 20

8. 霧箱の上面をラップフィルムで覆い、しわが寄らないように伸ばす (図 21)。

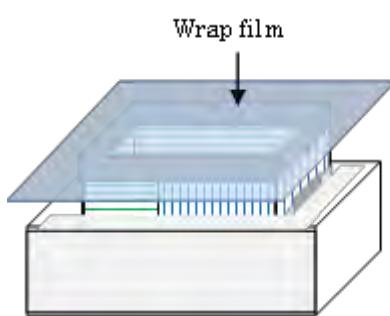


図 21

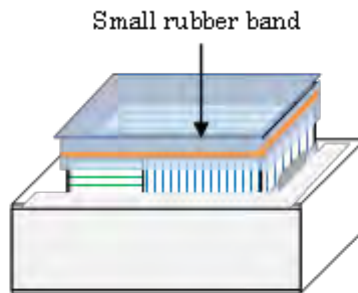


図 22

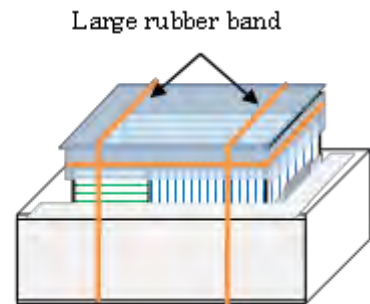


図 23

9. 霧箱のラップフィルムの上に小さな輪ゴムをかける (図 22)。

10. 霧箱と発泡スチロールの箱が一体となるように、大きな輪ゴムで左右を固定する (図 23)。

11. LED 照明を雲箱表面近くのラップフィルム上に配置する (図 24)。LED ケーブルを AC アダプターに接続し、AC100V の電源を接続する。ライトガードを LED の上に置く (図 25)。ライトガードは光源の光が直接目に入れないために用いる。

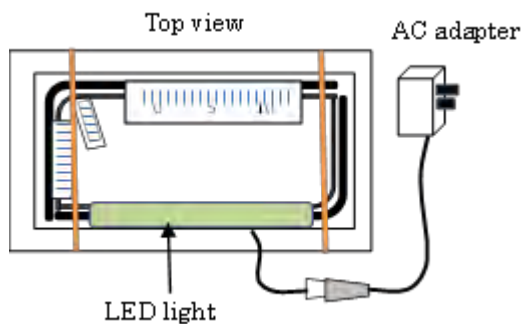


図 24

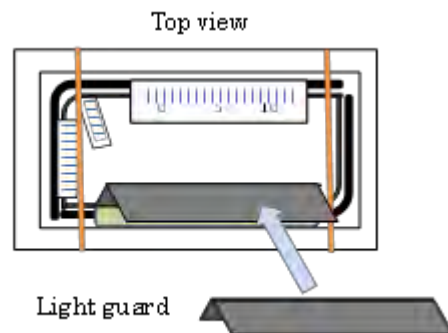


図 25

12. この状態を維持し、15 分間待つ。霧箱内部に一様な温度勾配ができ、上部で 8 cm 程度の過飽和層ができるまでに 15 分くらいかかる。

3. 霧箱の使い方と動画教材

霧箱の用意が難しい場合には、それに代わる方法として観察動画を用いて放射線の性質を学ぶ方法を提案する。小中学校理科だけでなく、高等学校の物理基礎、物理、大学の放射線教育教材としても使用できる。主な使用例は中村(2017)に示した。これをもとに次の3種類の動画教材を作成した。

動画情報

動画1 放射線の観察 <https://www.youtube.com/watch?v=DXMznlv-74>



動画2 霧箱で見る放射線の性質 https://www.youtube.com/watch?v=X_8XTCN_nio



動画3 α 線 <https://www.youtube.com/watch?v=APX0JLwGJZc>



動画を観察するだけでも、放射線のふるまいを思考することができる。例えば高校の物理までの内容で展開するなら、次のような流れが考えられる。以下では、学習者に提示する課題の形式でまとめた。

観察 1 次の動画1は室内に霧箱を置いたときに得られた動画である。室内には放射線を出す放射性物質を使用していません。放射線の飛跡はどのように観察できますか。絵と言葉で現象を記述してください。観察した後に、近くの学習者と気づいたことを共有して、それが正しいかどうかを、再び動画で確認してください。(動画1)

観察 2

- (1) 霧箱を用いた環境中の放射線の飛跡を観察すると、図 26 のような飛跡が観察された。(a)～(d)は何の放射線の飛跡と考えられますか。またそのように考える根拠を説明してみよう。

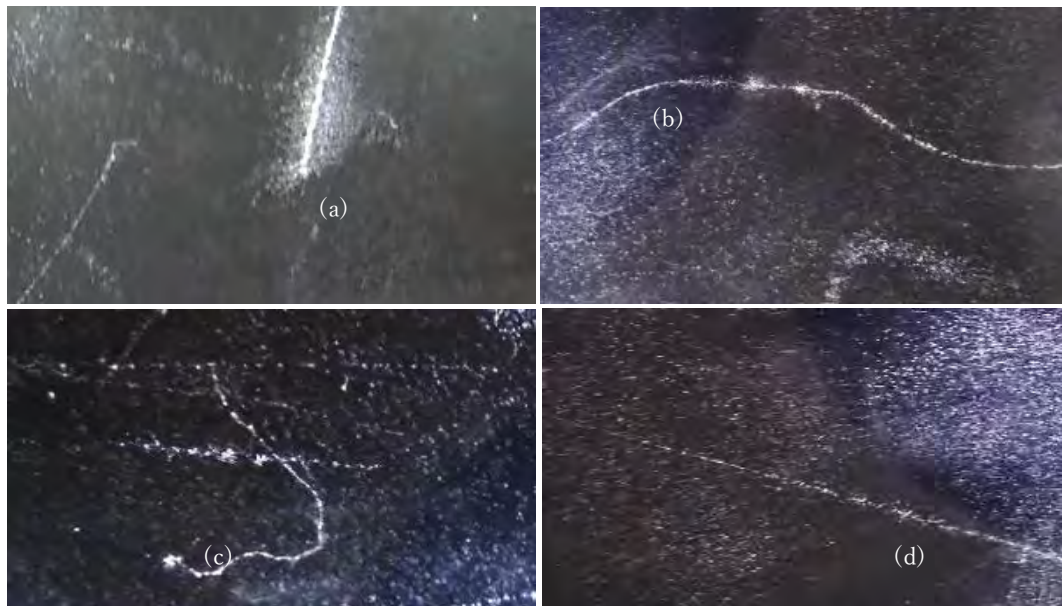


図 26 霧箱で観察された放射線の飛跡

- (2) 観察された放射線の飛跡はどの種類が多いですか。再度観察し、発生頻度が高い放射線、頻度が低い放射線は何でしょうか。その理由も予想してみよう。周りの学習者と議論してみよう。(動画 1)

観察 3 (動画 2)

- (1) 霧箱の上面や側面に花崗岩、マントルを近づけたときに観察される飛跡の特徴を絵と言葉で説明してください。
- (2) 花崗岩、マントルの間に間隔を取ったとき、観察される放射線の種類や数、見え方などはどのようになりますか。またそのようになるのは、どのように説明すれば良いでしょうか。言葉で説明してください。
- (3) 花崗岩、マントルと霧箱の間に、1 mm厚のアルミニウム板を1枚ずつ挿入すると、観察される放射線の種類や数、見え方などはどのようになりますか。アルミニウム板の代わりに1 cm厚の鉄板を挿入した場合はどうでしょうか。言葉で説明してください。
- (4) これらの観察から放射線の種類と透過力について説明してください。
- (5) 霧箱による放射線の観察から、 α 線の飛跡はほとんど観察できませんでした。この理由は何でしょうか。

- 観察 4** α 線は透過力が弱いために、霧箱内でその飛跡を観察するのは困難でした。それでは、放射線源として使用しているマントルをシリンジ（注射器）に詰めたものを、

シリンジ内の空気と一緒に直接、霧箱の本体の中に入れてみましょう。このマントルには、 α 線のほか β 線、 γ 線を放射する放射性物質が含まれています。観察できた放射線の飛跡を絵と言葉で説明してください。観察後に、近くの学習者と情報を共有し、それらが正しいか検証してください。(動画3)

観察5 マントルに含まれる放射性核種のうち、 α 線を放出する放射性核種の寿命を調べてみましょう。 α 線の飛跡数を一定時間(たとえば10秒間など)ごと数えて、飛跡数が時間経過とともにどのように変化するか調べます。結果をグラフにかいて、およその半減期を求めてみましょう。(動画3)

参考文献

- 1) 中村琢, 中学校教員のための放射線教育, 教師教育研究, pp.53-62, 岐阜大学教育学部, 2015.
- 2) 中村琢, 理科の「見方・考え方」を働かせ資質・能力を育てる 中学校 エネルギー領域の授業「放射線の性質と利用」小学校・高等学校の実践比較から, 理科の教育, 2017.

理科の「見方・考え方」を働かせ資質・能力を育てる中学校エネルギー領域の授業
「放射線の性質と利用」 小学校・高等学校の実践比較から

中村 琢

1. はじめに

新学習指導要領では、児童生徒に身につけさせる資質・能力を具体的に示し、理科の見方・考え方を、「自然の事物・現象を、質的・量的な関係や時間的・空間的な関係などの科学的な視点で捉え、比較したり、関係付けたりするなどの科学的に探究する方法を用いて考えること」と整理した。

その中で中学校のエネルギー領域では、「放射線の性質と利用」が大きく変更され、これまでの第3学年に加えて、第2学年でも放射線を扱うこととなった。背景には2011年の原発事故の影響も関係していると考えられる。さらに、東日本大震災以降の人々の放射線に対する不安や、関心の高まりのある中、理科では放射線について科学的に理解することが重要であるとし、学習を通して、生徒たちが自ら思考し、判断する力の育成や、他教科との関連の可能性などにも言及している¹⁾。

正しい科学概念の獲得には、観察・実験などの体験を通して、手を動かして学ぶことが不可欠である。観察・実験および探究的要素を伴い、かつ、理科の見方・考え方を働かせ資質・能力を育てる理科授業について考えたい。本稿では「放射線の性質と利用」を取り上げ、生徒同士の主体的な学習を促進させる教材と、中学校での実践例を示すとともに、社会的な問題等への発展について論じる。

2. 教材とねらい

放射線の単元の指導が中学校の教員にとっても難しく感じる要因の一つに、放射線が目に見えない存在であることが挙げられる²⁾。GMサーベイメーターや「はかるくん」などの放射線測定器には、放射線の飛来を数値や音で知らせるものもあるが、何といても存在を肉眼で観察し、放射線の飛跡

を空間的に捉えられる教材が勝る。

本稿で紹介する霧箱は、ドライアイスとアルコールを使って過飽和層を作る拡散霧箱である(図1)。霧箱の感度を決めるのは過飽和層の厚みであり、厚いほど放射線の飛跡の視認性が高い。ドライアイスと霧箱の筐体との密着を良くして断熱性を向上させると過飽和層は5cmほど確保できる。このくらいあると放射線源を使わなくても、環境中の自然放射線の飛跡を観察できる。加えて、飛跡の太さ、長さ、折れ曲がりや直線性などから、 α 線、 β 線、 γ 線など放射線の種類の弁別が可能である(図2)。材料はいずれも安価であり、ホームセンター等で手に入るものである。

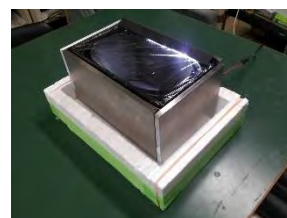


図1 高感度霧箱



図2 霧箱で観察した放射線の飛跡
(左上： α 線，右上： β 線，左下：コンプトン電子，右下：宇宙線)

授業では生徒一人ひとりが放射線のふるまいを十分に観察できるように、2~4人に1セットの霧箱を用意することが望ましい。光源用LEDの半田付けを除いては、小学生でも簡単に作れるので、ものづくりを含めた実践にも利用可能である。

3. 中学校での実践例

ここでは中学校3年の標準的な授業数である2時間で、この単元の授業を提案する。教師が一方向的に生徒に情報を伝えることをできるだけ避けた。複数の実験・観察および対話を通して、生徒集団が思考を積み上げられるようにしてある。事象を空間的に捉え、比較するなど、定量的に扱うことにより、正しい科学概念の獲得を目指す。

(1) 授業デザイン

1時間目	
導入 5分	GMサーベイメーターを使って見えな い放射線を音で感じる。
観察 5分	霧箱で自然放射線の飛跡観察。飛跡の 種類があることに気付かせる。
探究 10分	生徒の意見を基に放射線の種類の説 明。自然放射線の種類の分析、再観察。
演示 5分	花崗岩・マンテルをGMサーベイメ ーターで測定。
探究 15分	霧箱で放射線の種類と透過力・遮蔽の 実験。 α 線の観察、放射性物質の寿命。
5分	まとめ

放射線の種類と性質の実験では、放射線源として花崗岩と、ランタン用のマンテルを使用する。これらを霧箱に近づけると線源から出る放射線の種類の違いと出現頻度を観察できる。霧箱と線源の距離を変えたり、間に遮へい材を挟んだりして、放射線が物体で止められ、数が少なくなる様子を飛跡の種類と数により数量的に測定できる。遮蔽体として紙、1mm厚のアルミ板、1cm厚の鉄板などを組み合わせて用いると、放射線の種類によって透過力が異なることを確認できる。

β 線、 γ 線は霧箱筐体の壁面を貫通して入り込んでくる。電荷を持たない γ 線は、コンプトン効果の際にはじかれた電子の出現により間接的に補足できる。

透過力の弱い α 線は、霧箱の筐体で止まってしまふ。そのことを説明した上で、 α 線を観察するにはどうすればよいか、考えさせる。マンテルをシリンジに入れ、ラップの上から霧箱の内部に射出する方法で実際にやってみると、太くて短い典型的な α 線の飛跡を観察できる。5分ほどの観察後に、 α 線の出現数の変化を問いかける。線源の投入直後に比べて、数が減少していることを発見させ、放射性物質が放射能には、物質固有の寿命があることに繋げる。

2時間目	
導入 10分	霧箱動画を見ながら復習。 放射能の単位SvとBqの説明。
観察 15分	環境放射線モニタで校内の環境放射 能測定し、放射能マップ作成。
5分	放射能の減り方、寿命の解説。
グルー プ活動 20分	原発事故の問題を考える。福島で撮影 した霧箱の動画を見ながら、グルー プで考える。
5分	放射線の工業、医療への利用の説明。

2時間目の授業では、霧箱動画を用いて復習し、結果を交流するとともに、福島の問題に触れた。事故後の福島にこの霧箱を持って行き、飛跡を撮影した動画を見せる。0.1 μ Sv/hや0.5 μ Sv/h、1.0 μ Sv/hといった数値の違いは何なのか、思考させた。同じ霧箱を用いた動画は、飛跡数の比較が容易であり、インパクトも大きい。これまで観察・実験により学んだ事実や知識をもとに、福島の問題をどうとらえるのか、自分たちにできることは何か、グループで考えさせた。

(2) 授業実践

生徒は主に次の3点にまとめた。①具体的な対策について：「放射線防護の三原則」放射性物質から離れる、作業の時間を短くする、コンクリートなどで遮るべきだ。②差別・偏見について：福島の土だけではなく、岐阜の土や花崗岩からも放射線が出ている、差別や偏見は無意味である、震災から6年経った今でも福島の被害は続いている、他人事ではなく日本全体の問題と考えるべきだ。③エネ

ルギー政策について：再生可能エネルギーの追求や、原発に依存しない新エネルギーの開発などを考えるべきだ。



図3 放射能測定結果をマップに貼り付ける

(3) 生徒の変容

概念調査の結果から、授業後に正しい科学概念が獲得されていることを確認できた。放射線を絵で描かせてみると、授業前は、粒子、指向性を持った直線、原子力発電所等の施設、無回答、が大半であったが、授業後には、飛跡の詳細なスケッチや、それに種類の違いの解説を加えたものなど、自然放射線の様子を記録していた。放射線について知っていることの記述では、授業前は、無回答や、福島の問題、病気になること、が多かったのに対し、授業後には、放射線の種類や性質の違い、それを利用した工業、医療の技術などのほか、福島の問題にどう関わるのかといった内容も含まれていた。

4. 高等学校での実践例

本稿で紹介した教材は、高等学校の物理基礎および物理の授業にも最適である。放射線の性質では、霧箱内部に紙や薄いアルミ板などで縦に仕切りを作り、放射線源を外から近づけたり、 α 線源を内部に封入したりして、放射線が物を透過したり遮蔽されたりする様子の定量化が可能である。

また、放射性核種の寿命測定と核種同定ができる。 α 線源に使用するマントルは、トリウム232から始まるトリウム系列の放射性核種が含まれている。放射性壊変系列の図を見せ、放射性核種の半減期と崩壊様式に着目しながら探究活動としての実施も考えられる²⁾。ラドン220は、 α 崩壊してポロニウム216になり、0.145秒の半減期ですぐ鉛212に α 崩壊する。これら一連の崩壊は、霧箱では空間の1点から2回の α 線がほぼ同時に見られ、V字型の飛跡として観察できる。この2本の α 線の出現頻度を測定すれば、ラドン220の寿命が求まる。

5分間程度測定し、グラフにプロットするとラドン220の半減期が求まる。ウラン系列の崩壊図も併せて提示し、探究活動で実施したところ、約3分の1の生徒が20分くらいで正解に到達した。放射線の性質を理解した上での探究になるので、座学で知識を獲得していく過程と比べてより深い学びが実現できると考えられる。

放射線源が手に入らない場合には、空間中の塵を線源として利用できる。家庭用掃除機の吸気口にティッシュペーパーで蓋をして30分程度吸気し、集めた塵を霧箱内部に吊り下げると塵から出る飛跡を観察できる。

5. 小学校での実践例

小学校理科では放射線の取り扱いはない。しかし、原発事故後、「放射線」という言葉は小学生にも広く浸透しており、不安や関心が高まっている。これらの関心の高まりや、小学生用の放射線副読本³⁾で扱っている放射線の性質の理解にも、霧箱教材が適している。先述したように、小学校では霧箱の製作から実施すれば、簡単な工作で見えない放射線の飛跡を見る、という感動が得られる。放射線源を使わず、自然放射線で十分である。

6. おわりに

理科の見方・考え方を働かせ資質・能力を育成するエネルギーの授業について、放射線の性質と利用の単元を例に論じた。事象を量的に扱える教材が、理科の見方・考え方の養成と、深い学びの実現に不可欠であり、理科の楽しさに繋がるものと考ええる。また本単元は社会科など他教科と融合した実践にも効果があると考ええる。

引用・参考文献

- 1) 文部科学省、中学校学習指導要領解説理科編、2017。
- 2) 中村琢、中学校教員のための放射線教育、教師教育研究、pp.53-62、岐阜大学教育学部、2015。
- 3) 文部科学省、放射線について考えてみよう、小学生のための放射線副読本、2011。
- 4) 文部科学省、小学生のための放射線副読本、2013。

なかむらたく(岐阜大学教育学部)

学習者の粒子概念とモデル思考※を育む指導方略 ～小学校の題材を中心に～

小倉康（埼玉大学教育学部）

○科学的思考力としての「モデル思考」

目に見えない存在や複雑な事象をイメージや単純化した図式に置き換えて予想したり説明したりする科学的思考様式

留意：目的に合わせて自然の事象を単純化するため、正確に表現したものとは言えない

○モデル思考と科学研究

巨視的な時空間で複雑な現象を扱う地学領域（天文、地質、気象）等ではリアルな実験が困難

→モデルに置き換えた実験やシミュレーションで現象を説明したり予測したりすることが有効な探究手段となる

○概念的実体としての粒子

「学習者にとって何らかの实在性をもって機能していると考えられる認識上の構成物を意味している。

（中略）理科の学習によって、学習者のもつ「概念的実体」は、科学的な「概念」へと変容していくことが要求される。」（小倉, 1999）

⇒科学的概念形成途上の仮説的表象

○参考文献

[小倉（1999）「理科的問題解決における生徒の比例的変量関係認識」『科学教育研究』23\(5\), 309-321.](#)

[井形・小倉（2021）「モデル化思考の能力を高める6つの局面からなる理科指導法の開発」『埼玉大学紀要教育学部』70\(2\), 1-6.](#)

[内田・小倉（2023）「概念的実体を構築することで比例的変量関係認識を高め理科学習を改善する学習プログラムの開発」『埼玉大学紀要教育学部』72\(1\), 27-45.](#)

○粒子概念のモデル思考を育む指導方略

教員養成課程「初等理科指導法」および「中等理科指導法」で扱う内容

小学校の題材を中心に、小中学生をターゲットとした指導例

○モデル用素材

“コクヨ ホワイトボード A3 サイズ ポジティ 吊り下げタイプ 縦横両用 P3FB-A3W”（A3 サイズ・黒赤マーカー付、@1186 円）、“ゲームチップ 1号 RENEWAL”（5色各50枚、@689 円）、“コクヨ S&T マグネットシート（片面・粘着剤付き）マク-345”（19mm x 9mm、150片、@726 円）、“ユウキ MC フードカラーボックス 7.25ml×4”（食用色素（青、赤、黄、緑）、@898）、価格はいずれも Amazon

I 小3「しおとさとうの重さ」

- ・食塩と砂糖（グラニュー糖）を、同じ容器（プラカップ）に同じ高さまで入れて各班に配布
スライド 同じつぶの大きさと数で表示 [粒子のイメージ化]
- ・発問 「しおとさとうはどちらも同じ体積だけど、重さは同じかな」
- ・活動 手で持った感覚 「しおの方が重い」
はかりで量る 「さとうは〇〇g、しおは〇〇g」
考察 「同じ体積でも、物によって重さは異なる」 [初期の密度概念]

II 小4「とじこめた空気と水」

- ・活動 空気でっぼうで玉を飛ばす 観察
- ・発問 「空気でっぼうは、どうして前の玉を飛ばすことができるのだろう」
- ・活動 ①イラストを描いたプリントを配布し、プリント上で素朴な考えを交流
②空気の粒（円形プラスチックチップ）を配布し、プリント上で考えを交流
③説得力のある仮説を共有 [モデル思考、表現]
- ・発問 「空気でっぼうに水を入れるとどうなるのだろう」
- ・活動 ①プリント上で粒を使って、予想を交流
②説得力のある仮説を共有 [モデル思考、表現]
③空気でっぼうに水を入れて玉を飛ばしてみる（代表が演示） 実験
- ・説明 スライドを使い対話しながら、粒子モデルで現象を説明する
「棒をおすと、中にとじこめられた空気が前後の玉をおし返す
さらに棒をおすと、つぶの間がせまくなり、空気が玉をおし返す力が強くなり
前の玉が飛び出して、とじこめられた空気のつぶが外に出る」
「水の場合は、すき間なくつぶが入っている
棒をおすと、すぐに前の玉がはずれて、水のつぶが外に出る」
粒子モデルでの説明に納得する [初期の粒子概念の獲得]

III 小4「じょう発と水じょう気」

- ・発問 「水（のに入った容器）を置いておくとどうなる？」（粒子イメージのスライド） ビーカー図
- ・活動 考えを交流「水の量がへる」
- ・発問 「水の量がへった どうして？」（粒子が少なくなったイメージのスライド）
- ・活動 ビーカー図と粒チップを使って、考えを交流 [モデル思考、表現]
「じょう発する」「水の粒が少なくなる」
- ・説明 スライドを使い対話しながら、粒子モデルで現象を説明する
「水がじょう発して見えないすがた＝水じょう気になる」
「目に見えない水じょう気が空気中にある」
粒子モデルでの説明に納得する [水と水蒸気の粒子モデルの獲得]
- ・発問 「水に氷を入れて温度を冷やすとどうなる？ どうして？」（粒子イメージのスライド）
- ・活動 粒子イメージと氷を使って、考えを交流 [モデル思考、表現] 実験

「まわりに水てきがつく」「空気中の水じょう気が水てきになる」

- ・説明 スライドを使いたいしながら、粒子モデルで現象を説明する
「低い温度になり、水じょう気の一部が目に見えるすがたの水にもどって水てきになった」
粒子モデルでの説明に納得する [結露の粒子モデルの獲得]

IV 小4「水のすがたと温度」

- ・発問 「水を熱し続けるとどうなる？」(粒子イメージのスライド)
- ・活動 粒子イメージを使って、考えを交流 [モデル思考、表現] 観察
「湯気が出てくる」「ふっとうする」「あわが出てくる」
- ・発問 「湯気とあわが出てくる これらの正体は？」(粒子イメージのスライド)
- ・実験 教科書通り (スプーンを湯気に当てると水てきになった、袋に集めたあわは水になった)
- ・発問 「湯気もあわも水だったということは？(粒でどう表せるだろう)」(スライド)
- ・活動 粒子イメージを使って、考えを交流 [モデル思考、表現]
「あわは水じょう気」「湯気は水の粒」
- ・説明 スライドを使って、粒子モデルで現象を説明する
「ふっとうして出てくるあわは、目に見えない水じょう気」
「白い湯気は、水じょう気の温度が下がって目に見える水になったもの」
「湯気の水は、じょう発して、目に見えないすがたの水＝水じょう気になる」
粒子モデルでの説明に納得する [沸騰、水蒸気、湯気の粒子モデルの獲得]
- ・発問 「水じょう気がでていくとどうなる？」(粒子イメージのスライド)
- ・活動 粒子イメージを使って、考えを交流 [モデル思考、表現]
「水の粒がどんどん少なくなる」「水の量がへる」
粒子モデルでの説明に納得する [初期の粒子の保存概念の獲得]

V 小4「水の体積と温度」

- ・発問 「水を温めるとどうなる？」(粒子イメージのスライド)
- ・活動 粒子イメージを使って、考えを交流 [モデル思考、表現] 実験
「体積がふえる」
- ・説明 スライドを使って、粒子モデルで現象を説明する
「水を温めると、水の粒と粒の間が広がって、体積がふえる」
粒子モデルでの説明に納得する [温度による体積変化の概念]
- ・発問 「水を冷やすとどうなる？」(粒子イメージのスライド)
- ・活動 粒子イメージを使って、考えを交流 [モデル思考、表現] 実験
「体積がへる」
- ・説明 スライドを使って、粒子モデルで現象を説明する
「水を温めると、水の粒と粒の間がせまくなり、体積がへる」
粒子モデルでの説明に納得する [温度による体積変化の概念]

(氷になる時に体積がふえることの疑問が出た場合、
→「水は氷になると、粒と粒の間が広がって、体積がふえる性質がある」
「ふつう」「高い」「低い」の温度の水のようすを、それぞれ粒子モデルで提示し
粒の数がどれも同じことを確認する

・発問 「ふつうの温度と高い温度の水の体積を同じにするとどうなる？」(粒子イメージのスライド)

・活動 粒子イメージを使って、考えを交流 [モデル思考、表現]

「高い温度の水の方が、粒の数が少なくなって軽くなる」

・発問 「どのような実験をしたら確かめられる？」

・活動 考えを交流 [構想]

「ふつうの温度と高い温度の水の体積を同じにして、重さ(質量)を比べる」

材料 0.1 g 表示ができる電子てんびん、メスシリンダー、ピペット、ビーカー(2)、温度計 実験

・結果 「高い温度の水の方が、重さ(質量)が軽い」

・説明 スライドを使って、粒子モデルで現象を説明する

「同じ体積なら高い温度の水の方が軽い」

粒子モデルでの説明に納得する [初期の密度概念]

・発問 「低い温度と高い温度の水を静かに加えるとどうなる？」

・活動 粒子イメージを使って、考えを交流 [モデル思考、表現]

「高い温度の水の方が軽いから、上になる」「液体だから、混ざって同じ温度になる」

材料 丸形水槽、ビーカー、温度計(2)、色素2色 実験

・結果 「高い温度の水の方が上になる」

・考察 「高い温度の水のほう軽いから」(粒子の密度が小さい)

・説明 スライドを使って、粒子モデルで現象を説明する

「低い温度と高い温度の水を静かに加えると

高い温度の水の方が軽い(密度が小さい)から上になる」

粒子モデルでの説明に納得する [物の浮き沈みと密度との関係]

・観察 「同じ体積の食塩水は○ g、水は○ g と、食塩水の方が水より重い」

・発問 「同じ温度の食塩水と水を静かに加えるとどうなる？」

・活動 粒子イメージを使って、考えを交流 [モデル思考、表現]

「水の方が軽いから、上になる」「液体だから、混ざってうすい食塩水になる」

材料 丸形水槽、ビーカー、温度計(2)、色素2色 実験

・結果 「水の方が食塩水よりも上になる」

・考察 「水のほうが食塩水よりも軽いから」(粒子の密度が小さい)

・説明 スライドを使って、粒子モデルで現象を説明する

粒子モデルでの説明に納得する [物の浮き沈みと密度との関係]

VI 小4「水のあたたまり方」

- ・発問 「水を熱するとどのようにあたたまる？」(粒子イメージのスライド)
- ・活動 粒子イメージを使って、考えを交流 [モデル思考、表現]
「熱せられて高い温度になった水は上に移動する」「上の方から下に向かって温まる」
- 材料 示温インクなど、ビーカー、加熱器具
- ・説明 スライドを使って、粒子モデルで現象を説明する
「温められた水が軽くなり上に動く」
粒子モデルでの説明に納得する [対流の概念]

実験

VII 小5「もののとけ方」

- ・発問 「水に食塩をとかずとどうなる？」(粒子イメージのスライド)
- ・活動 粒子イメージを使って、考えを交流 [モデル思考、表現]
「食塩はとけてなくなる」「食塩が底にたまる」「食塩の重さがなくなる」
- ・結果 「食塩がとけて見えなくなった。重さは変わらなかった」
- 材料 食塩、ビーカー、ガラス棒、電子天秤
- ・説明 スライドを使って、粒子モデルで現象を説明する
「食塩がとけて目に見えなくなるが、
水と食塩の粒の数は変わっていないので重さは変わらない」
粒子モデルでの説明に納得する [溶解、質量の保存の概念]


実験

- ・発問 「食塩水をじょう発させるとどうなる？」(粒子イメージのスライド)
- ・活動 粒子イメージを使って、考えを交流 [モデル思考、表現]
「水が無くなると、食塩が残る」
- 材料 食塩水のビーカー、蒸発皿、金網、加熱器具、ピペット
- ・説明 スライドを使って、粒子モデルで現象を説明する
「(水が無くなり) 食塩が目に見えるすがたで出てきた」
粒子モデルでの説明に納得する [蒸発乾固、粒子の保存の概念]

実験

粒子モデルを適用できるその他の例

- 小6 物の燃え方と空気 (気体の異なる性質の粒)
- 小6 動物の呼吸と消化 (異なる性質の粒を利用)
- 小6 水溶液のはたらき (粒の性質を変えるはたらき)
- 小4 雨水のしみこみ方 (土の粒の大きさを変えて、水の粒の通りにくさを表現)



**学習者の粒子概念と
モデル思考※を
育む指導方略**
～小学校の題材を中心に～

小倉 康
埼玉大学教育学部
理科モデル授業オンライン研修会合同研修会にて
2023. 8. 10

※ 参考文献
小倉 (1999) 『科学教育研究』 23 (5), 309-321
井形・小倉 (2021) 『埼玉大学紀要教育学部』 70 (2), 1-6
内田・小倉 (2023) 『埼玉大学紀要教育学部』 72 (1), 27-45

1

モデル思考

目に見えない存在や複雑な事象をイメージや単純化した図式に置き換えて予想したり説明したりする科学的思考様式

目的に合わせて自然の事象を単純化するため、正確に表現したものとは言えないことに留意

2

モデル思考と科学研究

巨視的な時空間で複雑な現象を扱う
地学領域（天文、地質、気象）等では
リアルな実験が困難

↓
モデルに置き換えた実験やシミュレーションで現象を説明したり予測したりすることが有効な探究手段となる

概念的実体としての粒子

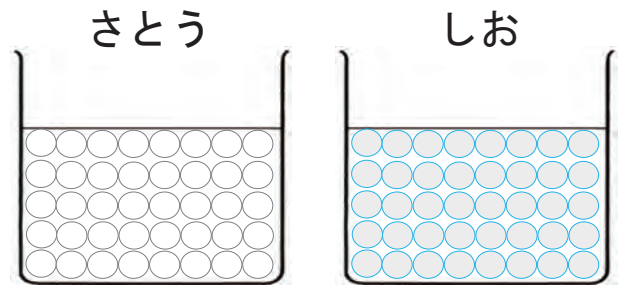
「学習者にとって何らかの实在性をもって機能していると考えられる認識上の構成物を意味している。（中略）理科の学習によって、学習者のもつ「概念的実体」は、科学的な「概念」へと変容していくことが要求される。」（小倉, 1999）
⇒科学的概念形成途上の仮説的表象

3

4

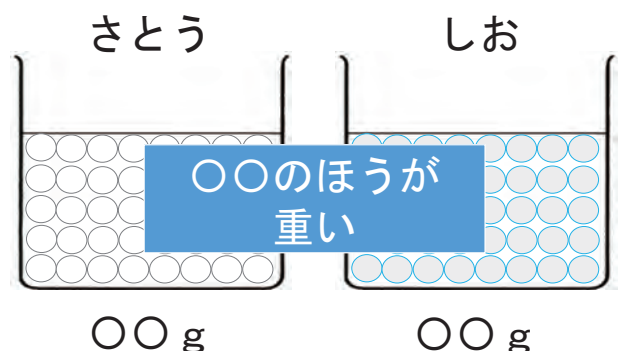
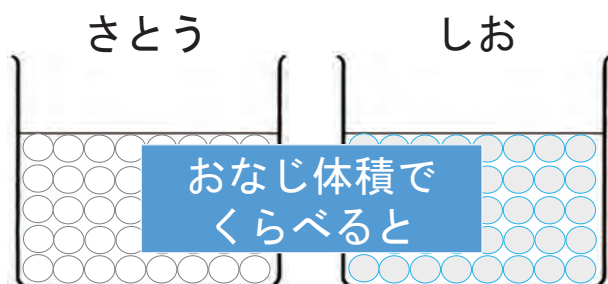
小3

しおとさとうの重さ



5

6

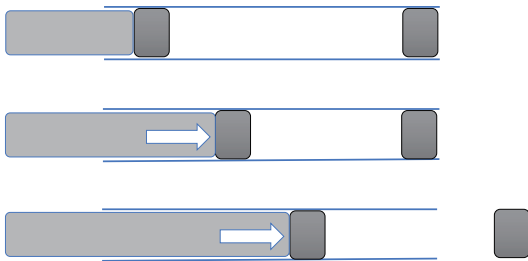


小3

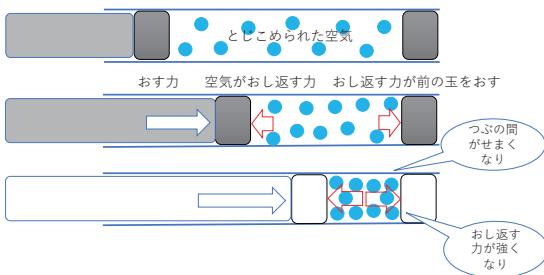
しおとさとうの重さ

同じ体積でも ● ●
物によって重さは異なる
⇒密度の概念につながる

疑問「空気でっぽうは、どうして前の玉を飛ばすことができるのだろう」



疑問「空気でっぽうは、どうして前の玉を飛ばすことができるのだろう」



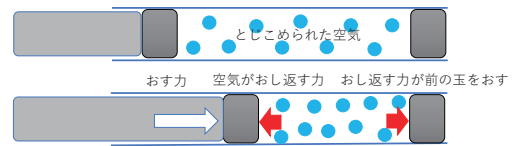
疑問「空気でっぽうに水を入れるとどうなるのだろう」



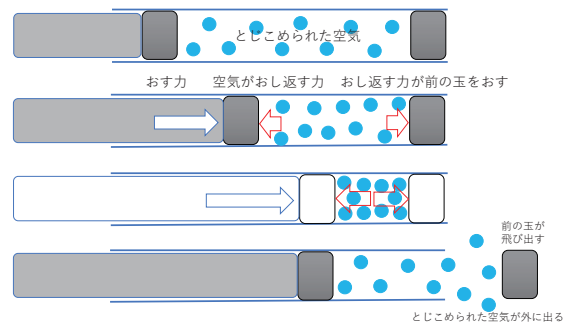
小4

とじこめた空気と水

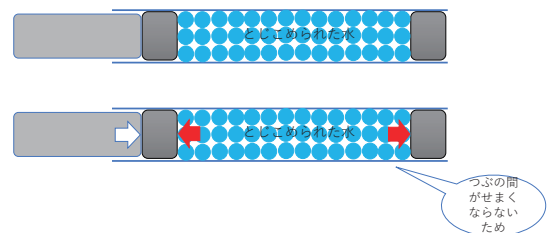
疑問「空気でっぽうは、どうして前の玉を飛ばすことができるのだろう」



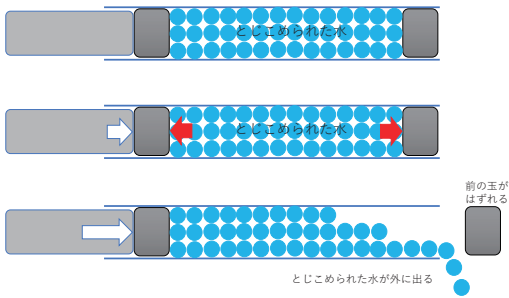
疑問「空気でっぽうは、どうして前の玉を飛ばすことができるのだろう」



疑問「空気でっぽうに水を入れるとどうなるのだろう」



疑問「空気っぽうに水を入れるとどうなるのだろう」



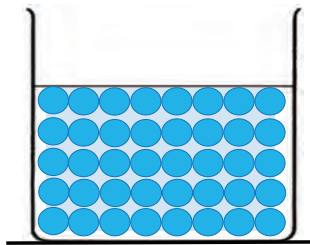
小4

じょう発と水じょう気

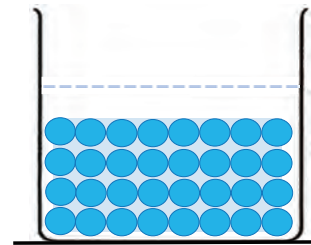
17

18

水を置いておくと



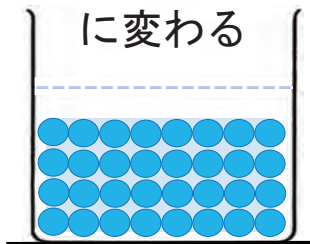
水の量がへった
どうして？



19

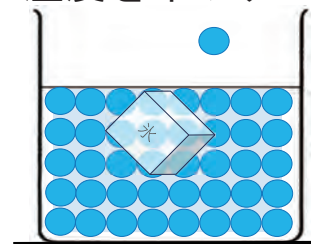
20

じょう発して
目に見えないすがた
に変わる



水じょう気
(見えない)

氷を入れて
温度を冷やすと

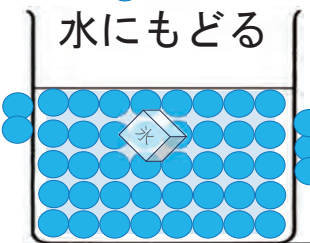


水じょう気
(見えない)

21

22

水じょう気が
目に見えるすがたの
水にもどる



水じょう気

低い温度で
目に見える
水のつぶ=
水てきになる

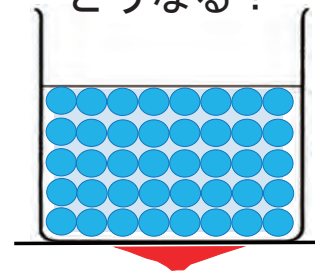
小4 じょう発と水じょう気

水はじょう発して目に見えない姿の水じょう気になったり、冷やされて水にもどったりする
⇒蒸発、結露

小4

水のすがたと温度

水を熱し続けると
どうなる？

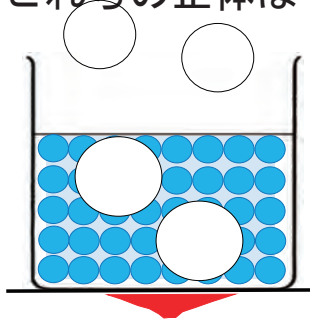


水じょう気
(見えない)

25

26

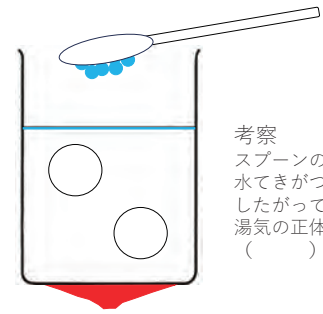
湯気とあわが出てくる
これらの正体は？



水じょう気
(見えない)

実験 湯気の正体は何か

スプーンを湯気に当てると・・・



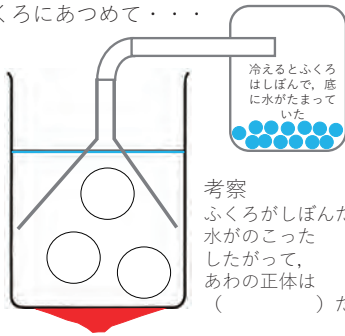
考察
スプーンの下に
水てきがついた
したがって、
湯気の正体は
() だ

27

28

実験 水がふっとうして出るあわは何なのだろう

あわをふくろにあつめて・・・

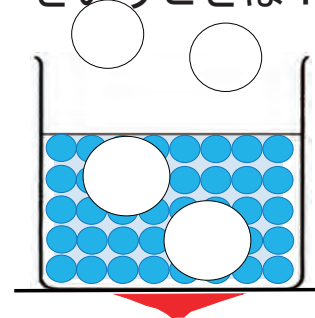


冷えるとふくろ
はしぼんで、底
に水がたまっ
ていた

考察
ふくろがしぼんだ
水がのこった
したがって、
あわの正体は
() だ

仮説
もし、あわが
()
だったら、
温度が下がれば
()
になるだろう

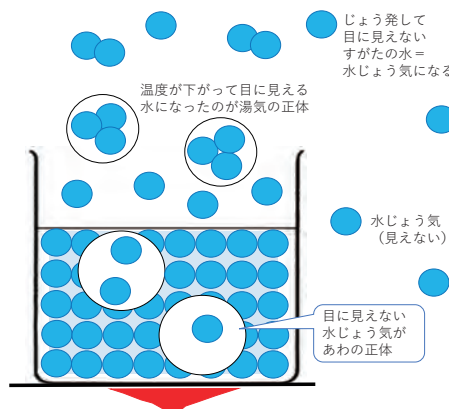
湯気もあわも水だった
ということは？



水じょう気
(見えない)

29

30

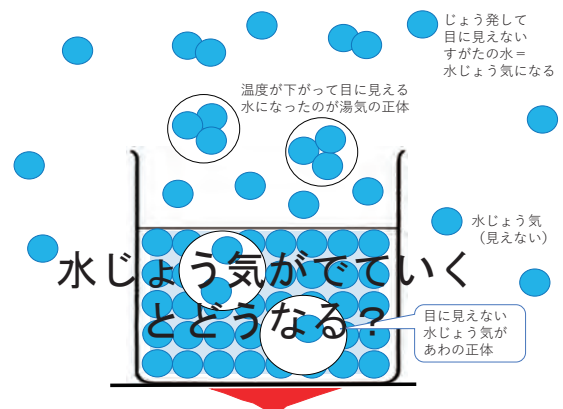


じょう発して
目に見えない
すがたの水=
水じょう気になる

温度が下がって目に見える
水になったのが湯気の正体

水じょう気
(見えない)

目に見えない
水じょう気が
あわの正体



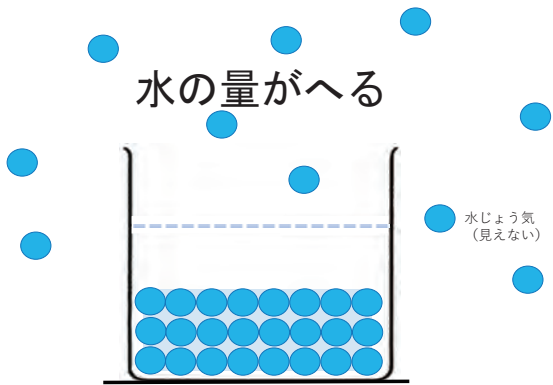
じょう発して
目に見えない
すがたの水=
水じょう気になる

温度が下がって目に見える
水になったのが湯気の正体

水じょう気
(見えない)

水じょう気がでていく
とどうなる？

目に見えない
水じょう気が
あわの正体



小4 水のすがたと温度

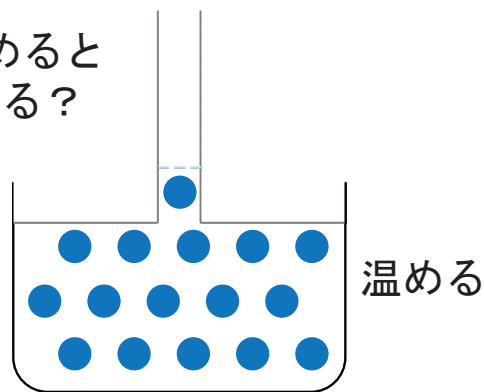
水を熱すると約100℃でふっとうし、水じょう気のアワになる。空気で冷やされると目に見える水のつぶである湯気になる。湯気はじょう発して空気中の目に見えない水じょう気になる

33

34

小4 水の体積と温度

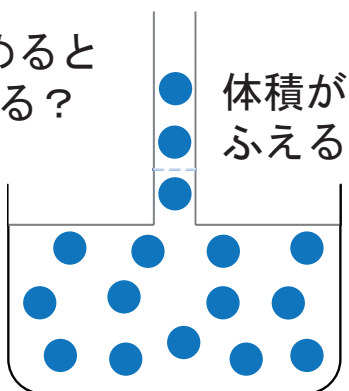
水を温めると
どうなる？



35

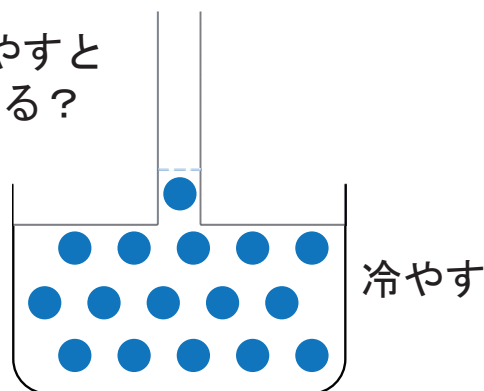
36

水を温めると
どうなる？



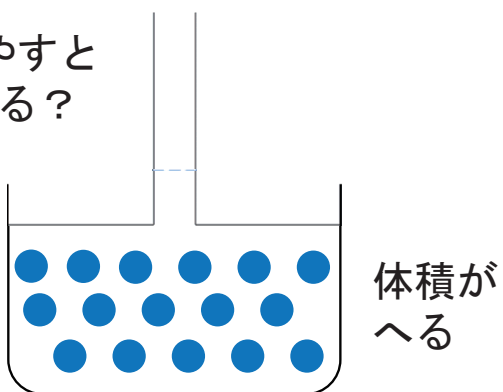
37

水を冷やすと
どうなる？



38

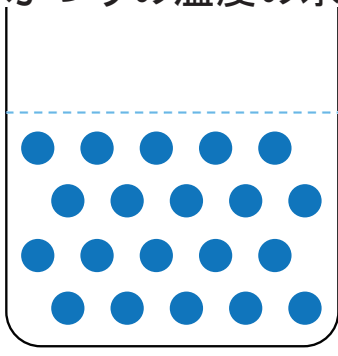
水を冷やすと
どうなる？



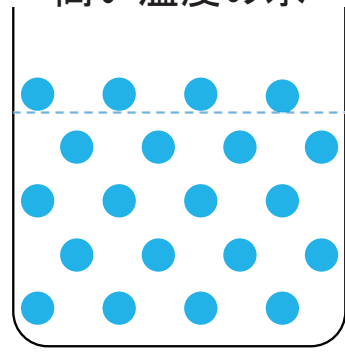
小4 水の体積と温度

水を温めると、体積がふえる
水を冷やすと、体積がへる
⇒温度によって粒子の間隔が変わる

ふつうの温度の水



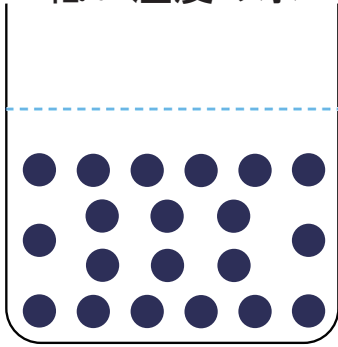
高い温度の水



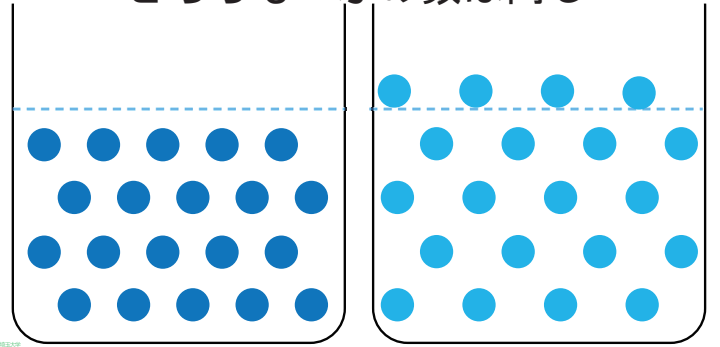
41

42

低い温度の水



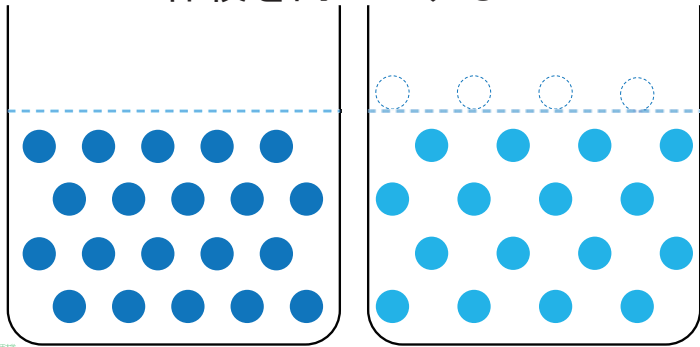
どちらもつぶの数は同じ



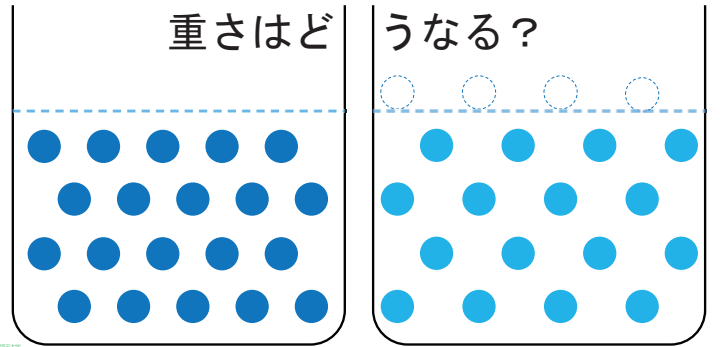
43

44

体積を同じにすると



高い温度の水のつぶが少なくなる
重さはど
うなる？



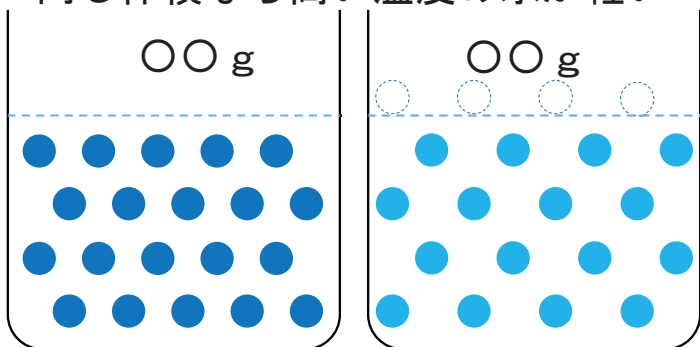
45

46

同じ体積なら高い温度の水が軽い

〇〇 g

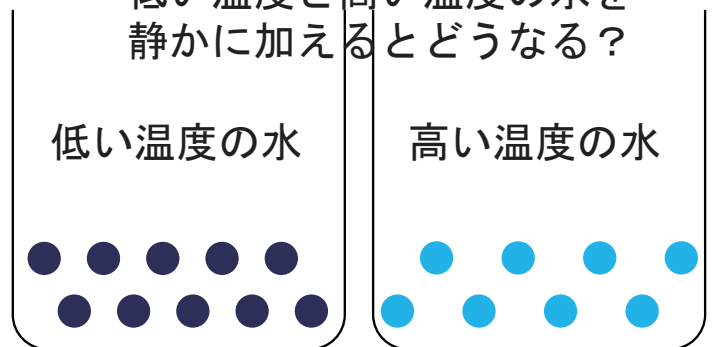
〇〇 g



低い温度と高い温度の水を
静かに加えるとどうなる？

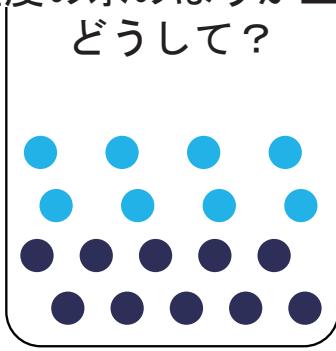
低い温度の水

高い温度の水



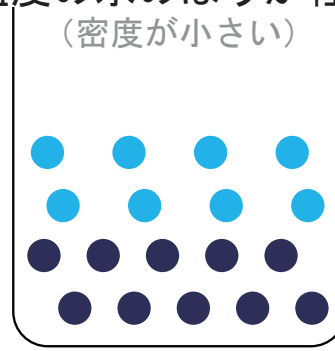
高い温度の水のほうが上になる

どうして？



高い温度の水のほうが軽いから

(密度が小さい)



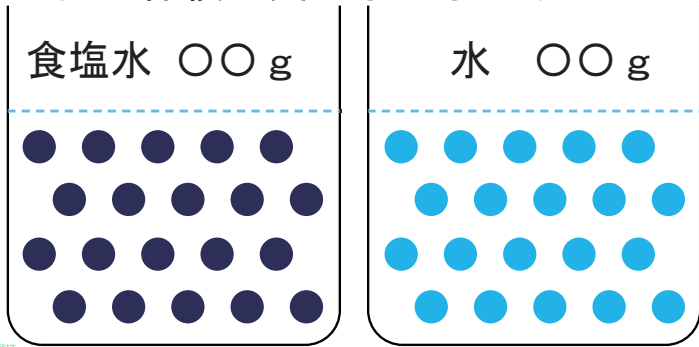
49

50

同じ体積の食塩水は水より重い

食塩水 ○○ g

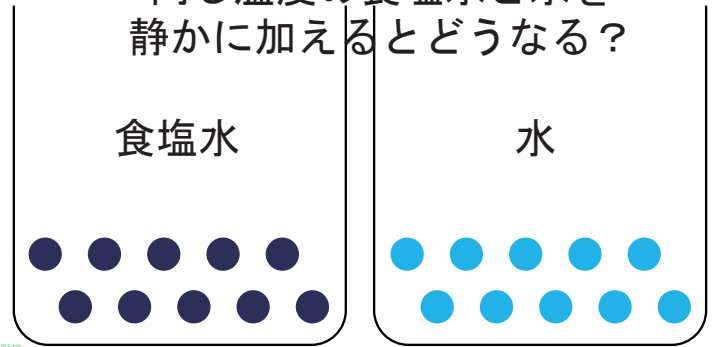
水 ○○ g



同じ温度の食塩水と水を
静かに加えるとどうなる？

食塩水

水

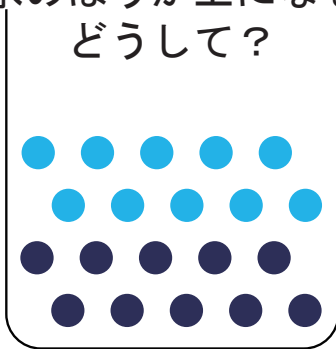


51

52

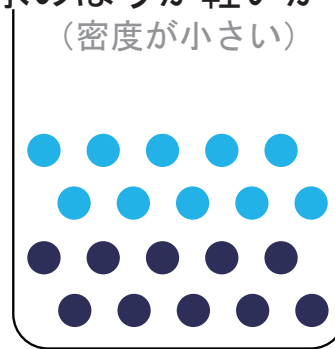
水のほうが上になる

どうして？



水のほうが軽いから

(密度が小さい)



53

54

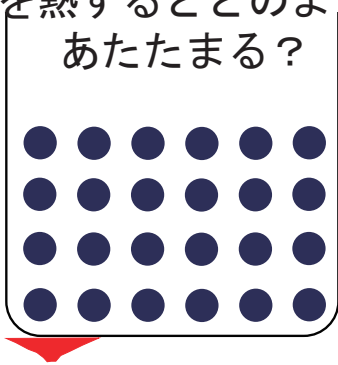
小4 水の体積と温度

小4

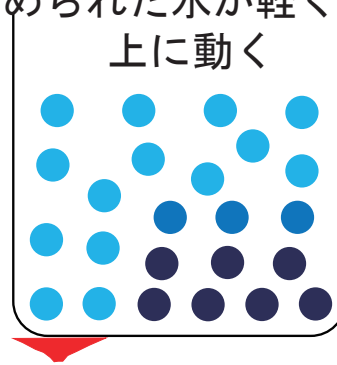
水のあたたまり方

温められた水は、体積がふえて
軽くなる
⇒温度によって密度が変わる

水を熱するとどのようにあたたまる？



温められた水が軽くなり上に動く



57

58

小4 水のあたたまり方

水を熱すると、軽くなった水が上に動き、しだいに全体が温まる
⇒流体を熱すると対流しながら温まる

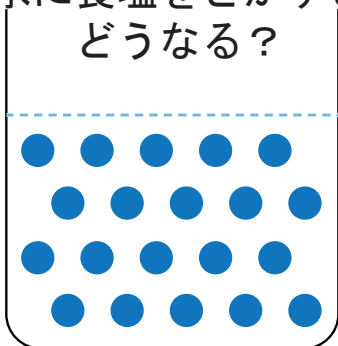
小5

もののとけ方

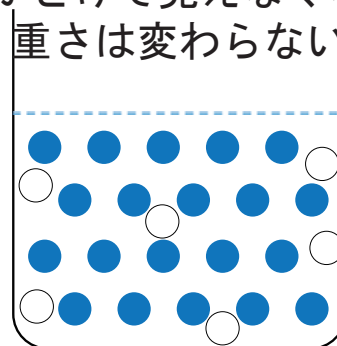
59

60

水に食塩をとかすとどうなる？



食塩がとけて見えなくなるが重さは変わらない

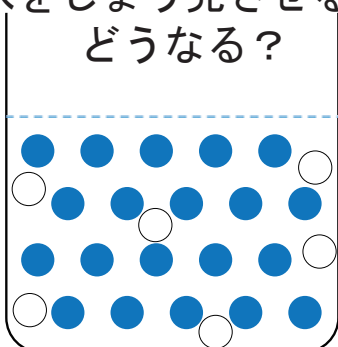


食塩のつぶ
(小さくて見えない)

61

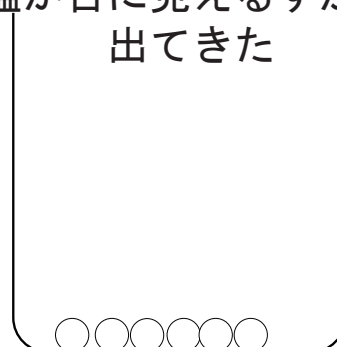
62

水をじょう発させるとどうなる？



食塩のつぶ
(小さくて見えない)

食塩が目に見えるすがたで出てきた



小5 もののとけ方

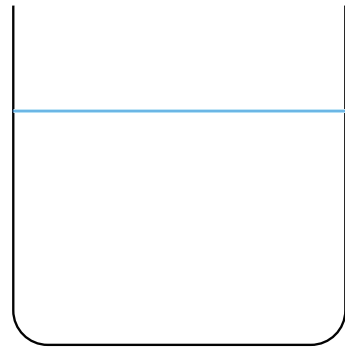
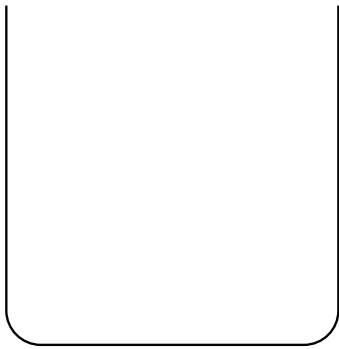
水に物が溶けると、目に見えない粒になって透明で均一な水溶液になる
水を蒸発させると物が出てくる
⇒粒子・質量の保存

その他の例

- 小6 物の燃え方と空気 (気体の異なる性質の粒)
- 小6 動物の呼吸と消化 (異なる性質の粒を利用)
- 小6 水溶液のはたらき (粒の性質を変えるはたらき)

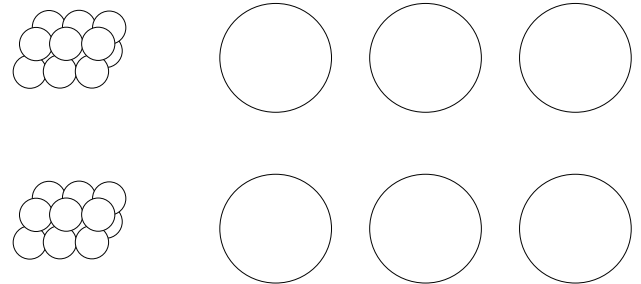
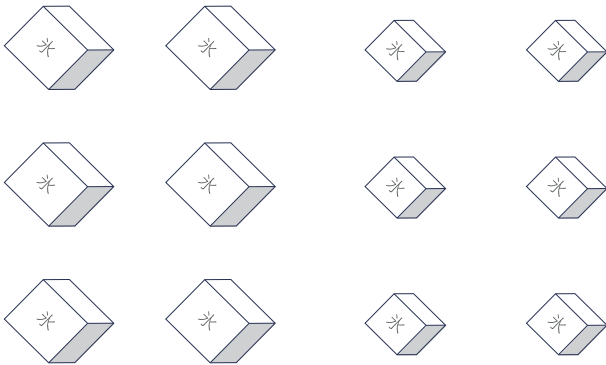
65

66



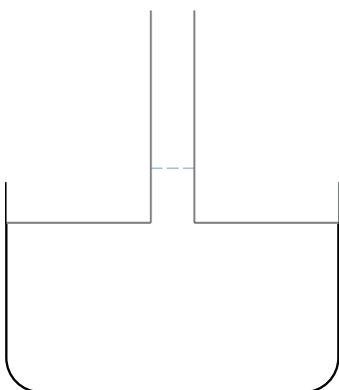
67

68



69

70

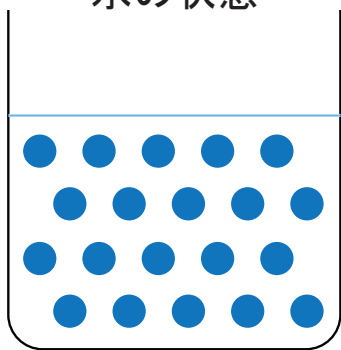


補足

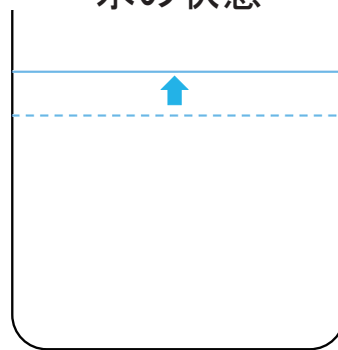
中学1年

物質の三態変化

水の状態



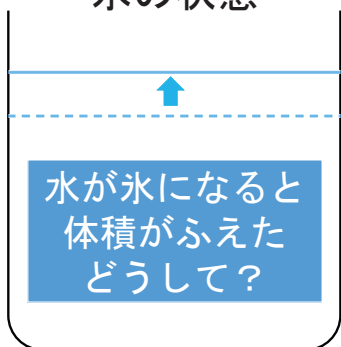
氷の状態



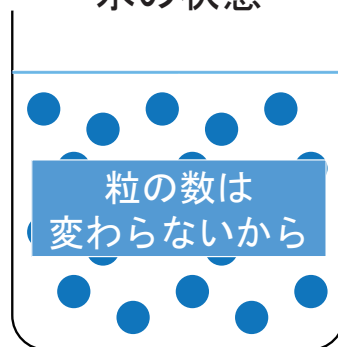
73

74

氷の状態



氷の状態

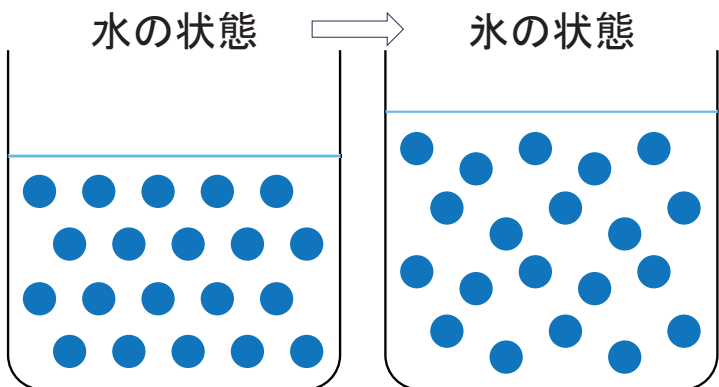


75

76

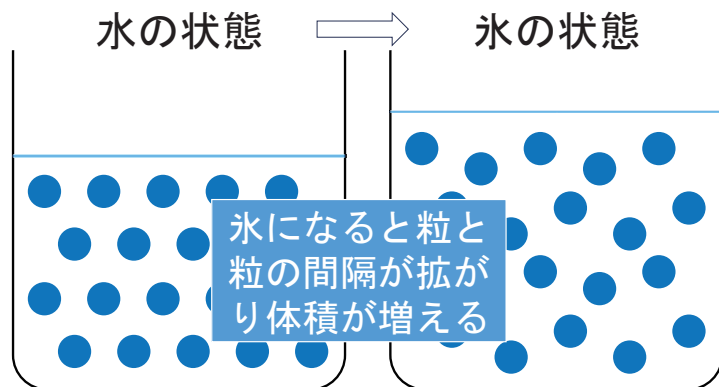
水の状態

氷の状態



水の状態

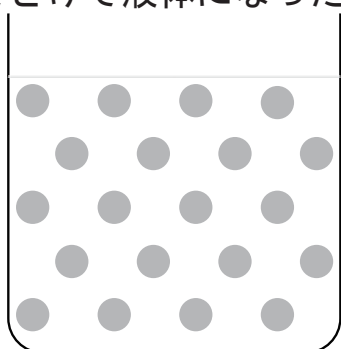
氷の状態



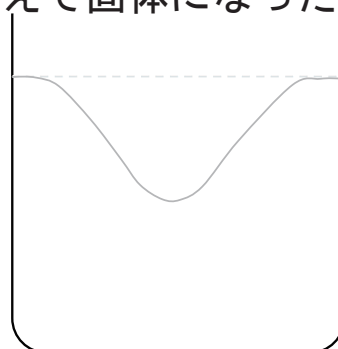
77

78

熱でとけて液体になったろう



冷えて固体になったろう



冷えて固体になったろう

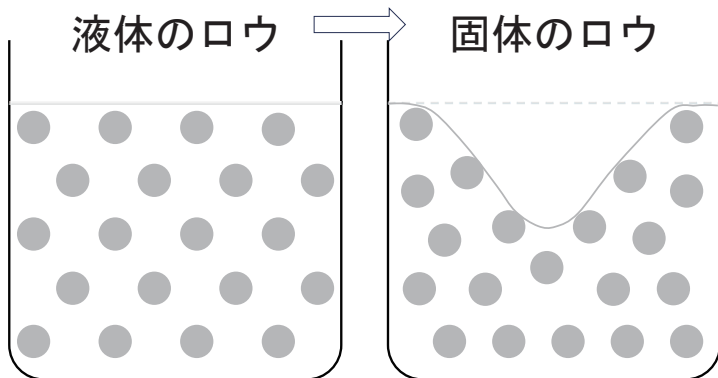
固体になると中央部分がくぼんで体積が減った
どうして？

冷えて固体になったろう

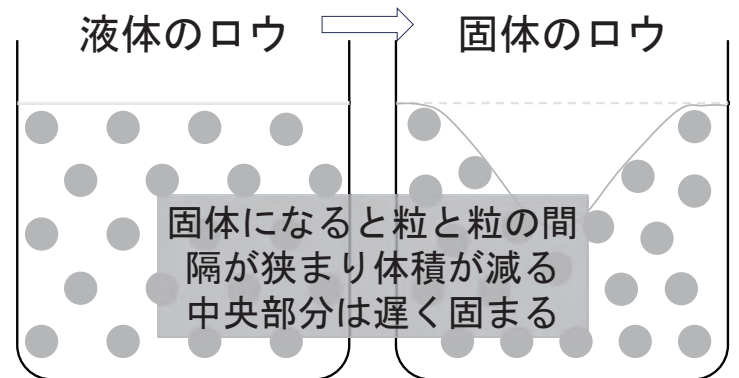
粒の数は
変わらないから

81

82



83



84

実生活や自然現象に関連づけた例

- エアコンの冷気と暖気の移動
- 気球・風船の上昇下降
- 気流・海流の上昇下降
- マンテプルームの上昇下降
- 海に近い川（汽水域）の底は塩水

85

Ⅲ 研究結果③

— 「熟達理科教師から学ぶ」研修会 —

令和4年度 理科モデル授業 研究報告会

2023年3月18日(土) 14時～17時

主会場：埼玉大学教育学部

参加53名(大学内31名、オンライン22名 {学生18名、教員35名})

1 開会

- (1) 研究代表者挨拶 小倉康(埼玉大学教育学部教授)
- (2) 令和4年度研究報告 次年度の計画 (研究報告書の配布)

本年度は4年間の研究のうちの2年目になる。今年度の8回のワークショップと研究報告会を実施してきた。すべての研修会の記録動画や記録用紙・資料をホームページにリンクを貼って紹介している。本日配布の今年度報告書とともに、全国の理科を教える教員や理科教員を目指す学生のための資料として、是非積極的な活用をお願いしたい。

次年度も配布のスケジュールに沿って引き続き継続して研修会を予定している。

2 特別企画「小森栄治氏の理科指導法を学び取る」

- (1) 講師紹介 小倉康(埼玉大学教育学部教授)

小森栄治氏

埼玉県久喜市出身。東京大学大学院工学系研究科修士課程修了。28年間公立中学校で理科教師を務める間に、「理科は感動だ」をモットーとした実践によりソニー教育財団最優秀賞や優秀教員として文部科学大臣表彰を受ける。中学校学習指導要領(理科)作成協力者を務めた後、全国の理科教員と子ども達を理科好きにとの思いから早期退職し、「日本理科教育支援センター」を起ち上げ、研修会講師等として全国を訪問指導しつつ、埼玉大学教育学部ほかの非常勤講師として理科教員養成にも尽力する。

参考：中学3年理科授業(ヘッドアースモデルによる宇宙の学習)と理科室経営
解説動画と授業の指導案等を以下から参照可能。

掲載サイト <http://kg.cst.saitama-u.ac.jp/SciLessons/index.htm>

- (2) 講演

第一部 「理科指導法ワークショップ」

教材作りと指導法の工夫例として、フレミングの法則をテーマに、実験器を参加者に製作してもらい、指導法が紹介された(具体は授業動画、製作資料を参照のこと)。

フレミングの法則について、実験をしたことがあるのかと訊ねると、明確な記憶が無かったり、中学校第2学年の学習で、モデルとして左手の使い方を教わってから確認作業をして、学習単元を終えてしまったりすることが多いことがわかった。「何のための実験か？」に注視し、子どもたち自身が法則性を見だし、更には発見の喜びを味合わせたいと考え、教材や授業展開の工夫をしてい



図1 フレミングの法則 モデル

る。

- ① 動機づけ：磁石と電流による磁界の反応を、パスカル電線を用いることで提示する。このことから法則性を探る。パスカル電線の紹介。(パスカル電線：S-cable、杉原和男先生開発。10芯ケーブルの中の線をつなぎ、大きなコイルになっている。1本に見える電線中を30～40Aの電流が流れる。)
- ② 簡単で確実にできる実験装置：1981年の作成 (Ver.0) から改良を加え、2022年 Ver.6のプラスチックL型アングルを使用。商品名は「光モールドブラックアングル」。
- ③ 法則性を見つけやすい記録法：平面の図から立体を想起して考えることはハードルが高いので、立体模型を用いて動かしながら規則性を記録する教材を用いた。

[実習] フレミングの法則実験器 Ver.6 の作成

プラスチック段ボール、アルミテープ、ブラックアングル、両面テープ等を用いてフレミングの法則実験器 Ver.6 を作成した。アルカリ 6P 電池を電源として用いる。電池の保存の際は、ショートしないように注意。



図2 フレミングの法則実験器

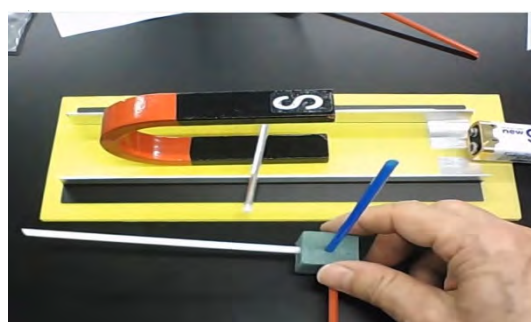


図3 法則性を見つけるための模型

第二部 「小森氏が大切にしてくられたこと」

(1) 今までの歩み

様々な出会いと理科教育実践の紹介がされた。

① 小学生・中学生当時

幼い頃、よく病気をし、けがも多かった。鉄腕アトムが流行り、科学で未来は明るいことが取り上げられていた。物を分解して遊ぶことが多かった。収集癖があり、後に本を買い集めることが多くなった。学研の雑誌「科学」と「学習」が大好きだった。「科学」の付録をよく活用した。小学校5年生の時、父親から顕微鏡を買ってもらい、花粉の研究に熱心に取り組んだ。オリンパスのコンクールで入賞し東京まで行った。

中学校でも科学部に入り、続けて花粉の研究に取り組んだ。しつこさも必要で、改善策を常に考え、いつも頭の片隅に置き、100円ショップやホームセンターに出向くなどすることが、より良い活かせる材料を探すのに役立っている。

② 学生時代、よき指導者との出会い

中学校時代3年間、理科の小島嵩子先生との出会いで理科が大好きとなった。豪快

でスケールの大きい実験の思い出の一つには、密度の実験がある。ある日水銀（密度 13.6 g/cm^3 ）を持ってきて、鉄球を入れて浮くことを示し、次に自分の金（密度 19.3 g/cm^3 ）の指輪を外して沈め、演示してくれた。ピンセットで取り出し、黒いアマルガムの塊となった指輪を硝酸と塩酸との混合液に入れ、その場で元の指輪に戻し水道水で洗ってはめたというあっと驚くものであった。

高校では、青春時代の恩師といえる増田三男先生（日本伝統工芸である彫金分野での人間国宝）と出会った。3年間、工芸部にて部長を務め、増田先生からは人生の生き方を学んだ。文武両道の高校時代であった。

高校の物理では増田益先生に学んだ。理科は実験豊富な授業で、特に物理・化学の実験が多く、実験から学ぶことをこの時代に身に付けた。また内容をかみ砕いて作成されたプリントによる授業で、教員になってからのプリント授業の礎がここにある。

大学に入り、英会話学校に通った。高校の最後の授業で、英語の先生からのアドバイスを受け、大学に合格後、最も英語力が高い受験後の大学2年間に通うことにした。このことは後々役に立った。

実際に接した感動を伴う当時のエピソードは記憶に残り、実験の効果の大きさを改めて実感している。良き指導者に理科を学ぶことが何より大切だと痛感している。

③ 教育のすばらしさに触れ、教員免許取得へ

東京大学では工業化学科を専攻。当時は教員になろうとは思っていなかった。偶然見えていたテレビ番組で、山形県小国町キリスト教独立学園高等学校の紹介で、教育のすばらしさを感じた。そこで駒場と本郷の校舎に教員免許のための科目履修に通った。さらに大学院で工業化学の研究活動をしながらか、中学校の教員免許の取得のために複数の学部の授業に出席した。

教育学部にて、板倉聖宜先生の仮説実験授業を受講する機会に恵まれた。これが理科教育のスタートとなったように思う。科学の根本原理を強制的に暗記するものとして伝えるのではなく、授業書に従って予想を立て、討論し、実験をし、その実験結果から自分なりに仮説を立てて次に活用して学んでいくという手法であった。板倉先生の本を多く読み、勉強した。理科教育の恩師の一人である。

④ キャリア選択

人生は一度きり。工業化学の研究も捨て難い。行きたい会社も決まっていた。教師も捨てがたい。宗谷岬まで自転車で 2000km を走破できたら、教員になることという賭けをした。行きがけに教員採用試験の願書を投函して出発した。そして、この結果、教員としての人生に進路を進めた。

人生はどこでどのようになるかわからない。15年前にキャリア変更し、自営業となった。「偶キャリ」という言葉があるように、今の進路指導や進路学習ではキャリア変更をマイナスとする指導は酷であると思う。キャリアアップ、転職も良いと思う。

大学時代には教育相談室にカウンセリングを受けに通ったこともあった。そこで見

出した結論は「やらずに後悔するより、やって後悔する方が良い」である。石橋をたたいて渡らない人生を 20 歳までしてきたが、それ以降、迷惑はかけたかもしれないが、やって後悔したことはない。

⑤ 良き指導者、仲間との出会いに育まれ、キャリア邁進

新任研で鈴木秀三郎先生と再会した。小学校の先生たちの勉強会に誘っていただき、中学校籍ながら参加することで、視点の違いを踏まえた指導について大変勉強になった。また理科室経営に力を入れた。

新任ながら仮説実験授業法の導入を認めてもらい、取り組むことができた。教室に大きな分子モデルを導入して取り組んだ。

また良き管理職に出会った。先進校視察を通して、魅力ある教員、良い指導実践に出会うこと、記録をとることが大切だと実感。常に良い指導、良い実践を見ていなければ取り入れられない。またライフワークになるような研究課題を持つことのアドバイスから、「理科は感動だ！」とした。

その後ソニー賞の応募・受賞や上越教育大学院への進学、海外（米国 SEPUP 研修会）にも研修と研究の場が広がった。

⑥ キャリアチェンジ ～理科好きの子どもを増やすために

人生は 1 度きり、60 歳の定年後では体力的に難しい。「やらずに後悔するよりやって後悔。」公務員を辞して、日本理科教育支援センターを設立し、理科教育コンサルタントとして自立した。一人の教員は一生に 1000 人の子どもに出会える機会がある。そこで、より多くの教員を指導し、更にそこから子どもたちを理科好きにするための機会を提供することができると思った。その後さらに仕事は広がり、埼玉大学と保育園での体験を通した指導の機会に恵まれた。

(2) 質疑

進行役 小倉 康（埼玉大学教育学部教授、研究代表者）

中村 琢（岐阜大学教育学部准教授、共同研究者）

小倉：職業において研究者、会社経営者、医師などの職業を選んだならばそれぞれに成功されたことと想像する。なぜ中学校の理科の教員を選択したのかという疑問を抱いていた。しかし、色々な指導者と出会い、その中で自分の進む道として教員を選ばれた

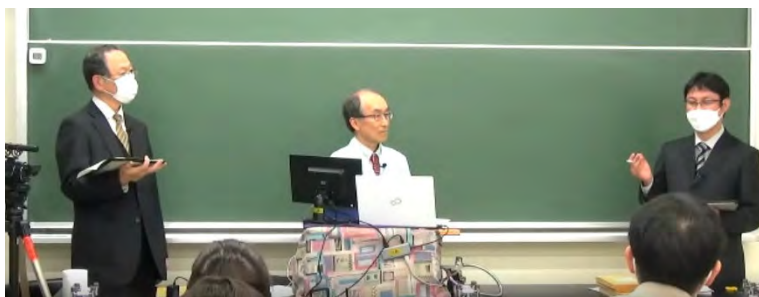


図4 質疑 左：小倉 中：小森 右：中村（敬称略）

たことがわかった。その中でも東京大学での板倉聖宜先生の仮説実験授業は、非常に多くの小学校・中学校の先生方が仮説実験授業の板倉先生に陶酔し、全国的に広がったもので

あったと理解する。“アンチ文部省体制”であったともある意味考える。小森先生は良いものは積極的にどんどん取り入れられ、更に行政との良い協力関係を構築されてきたと考える。教員は聖職者と呼ばれるが、誰からでも求められれば答えるという姿勢やそのような人柄は、どのように培われたか、またどこにそのルーツがあるのか？

小森：先祖は農耕民族であり、武士ではなく、農民としてのDNAを持っているので、戦いが得意ではない特徴があるのかもしれない。

指導法という点では、新任当時学校が荒れており、喉が枯れるほど叫んで生徒指導に取り組んでおり、悪い教員であったと思う。

小倉：正面からぶつからないと、子どもたちの人生観は変わらないものがあるのでは？

小森：当時は指導力に欠けており、子どもの心がわかっていなかった。子どもたちの気持ちができるようになったのは辞める間際であり、幼児教育や特別支援についての勉強や配慮が必要だと感じ、わかるようになってきた。若い先生たちには、理科を教える以前に学んでほしいと考える。

小倉：良いものには貪欲であるということもよく分かった。

中村：本物を見ていかに自分のものとして活かしていくか、その部分のトークセンスを感じた。自分が面白いと思うことを、同じように生徒が面白いと必ずしも受け取れないことがあり、この部分に悩んでいる。自ら学んで求めていき、それを極めていくことの喜びをどのように伝えたらよいのか？

教材が様々な工夫の積み重ねであることが大変勉強になった。学んでプレゼントになる教材を学ぶことができた。

小森：仮説実験授業で授業書を使うのは一部である。そのほかの部分は自分でプリントを作成した。授業をしながら、この発問はだめだ、こうした方が良いというメモを記入している。履歴を残しているのは前年度の振り返りに更に積み重ねを加えて改善していくため。工夫点を調べてよい点をメモとして挟んでいく。授業をしながらその時の気付いた点を挟み込み、次に使う時にその記録を活かすという、3年後の使用のために今改善点をその場で加えていく、つまり3年後の準備をしていることになる。

保育園の授業も同様。試行錯誤をしながら積み重ねていくこと、ある意味“科学”である。その点を大事にしており、第〇版となる。個人で教材を最初から作成していくのでは能率が悪い。共有化し、残して記録を重ねていくとよい。お互いに公開し合いながら教材研究を進め、指導法の工夫を共有していく。小森（私）の版の更に上に重ねて行っていったら欲しいと願う。

<参加者からの質問>

質問：実際に教員になりたいと思う立場からだが、どのように自分の理想の先生に近づいていけるのか？

小森：本を買い、読み、学ぶことが大切。そして先進校の視察など、生の授業を見ること。書物には載っていないことが沢山あるからだ。教師がどのように子どもに指示をしてい

るのか、子どもたちはどのようなノートを使っているのか、どのような掲示物をしているのか、玄関から廊下・庭まですべてを記録の写真に撮り、それを参考にすることと考える。そして自分のしたことの記録を残し、改善点を加えていくとよい。

質問：「理科は感動だ」のキャッチフレーズの背景を知りたい。

小森：「芸術は爆発だ」を参考にした。英語では「Science is exciting.」子どもには「Science is fun」ではないと伝えている。Exciting は興奮、熱中であり、楽しいとは異なる。理科好きの子どもたちを育てたい。わかる授業は楽しい授業である。わかるとはテストの答えを出す方法がわかっただけであり、テストが終わってからの継続的な興味や動機づけとは異なる。その原動力としての感動があると考ええる。

質問：理科室経営は小学校では馴染みがない。小学校でできる理科室経営を知りたい。

小森：学級経営は聞いたことがあるが、最初の学校の校長先生が教えてくださり、初めて接した。行くと楽しくなるような掲示物や展示物。教師向けでは、備品や消耗品の配置をわかり易く使いやすくすること。何がどこにあるかまず探すのでは時間がもったいない。この時間のロスが実験を遠ざけかねない。出向いて直ぐにどこに何があるかがわかり、直ぐに使えるようにパッケージ化をしておくことで、持っていけばすぐにできる状態にしておくことが大切である。

質問：GIGA スクールが進み、子どもたちがタブレットを使い、子どもたちがカメラを使う機会が増えた。指導法におけるカメラに対するこだわりを知りたい。

小森：手動焦点である。自動焦点は、沸騰している物やビーカーに近づけるとピントが合わなくなってしまう。そこで、どこまで近づけるかにこだわっている。

アナログ書画カメラのときからフレキシブルアームで手動焦点、手動しぼりを使っている。手動しぼりは大切で、部屋を暗くしても手動であれば対応可能である。手動しぼりと手動焦点の web カメラが現在発売されている。このしくみを授業の中でメカと合わせて紹介することも可能で、こだわりを持っている。

質問：この本がお勧めという、お勧め本を教えてください。

小森：片っ端から買って欲しい。読んだのは10分の1位。教え方や指導法は向山洋一先生の「授業の腕を上げる法則」。新しい教育に関するものであれば「2040 教育のミライ」や落合陽一さんの本も刺激的である。日本では、教員は一斉授業が上手である。明治時代の富国強兵の画一的な指導法だったが、これからはそれではうまくいかない。乱読ではなく乱買。古本やメルカリ、ブックオフも活用するとよい。新刊のみならず古本もおすすめである。図書室も活用してどんどん借りて欲しい。雑誌なども教育学部の図書館から随分お世話になった。

質問：地域のために尽力する人もあれば、理科を教える教員がずっと生徒と向かい合っていくという人もいる。また管理職や指導主事として行政に関わるという人もいる。色々な生き方があり、色々な悩みを抱えていると思うが、どのようなメッセージを伝えたいか。

小森：最小限の手間で最大限の効果を目指し、「簡単・綺麗・感動が起こる」を伝えたい

と思う。教師が苦勞するのではなく、楽しんでハッピーを目指すのがよい。(教材の例：シマフムラサキツユクサならば気孔が飛び出しており、観察できる。)

質問：教員としてのライフステージはそれぞれの立場で進むべき？

小森：自営業はかなり厳しい。収入のめどを立ててから踏み切るのがおすすめ。後悔はしていないが大変。自営業ではすべて自分でマネジメントの必要があり、自分のところに道具がないといけない。ハサミや発電機など、自前で数も揃えねばならないことが大変。ある組織内にいるのと一人でいるのは大変異なる。しかし、すべてを自らコントロールできるのは楽しい。確定申告はあるが書かされる書類は少ない。

質問：動機付けに興味を持っているが、教材開発のみならず発問の仕方で大切にしていることを知りたい。

小森：「あなたは どう 思いますか？ どう 考えますか？」と発問すれば、必ず「私はこう 思います。」という回答になる。また、「あなたの知っていることを書きなさい。」ならば「私は・・・」と回答でき、○×はなく間違いはない。

仮説実験授業での質問では大多数が間違ふことを良く出す。なぜ？ どうして？ と疑問がわき、盛り上がる。初めて顔を合わせる子どもたちには「お金は磁石に付くか？」と問う。予想を立て、意見を戦わせ、予想を変えたい人はいるか？ 人の考えを聞いて意見を変えるのもよいことだと導く。教師側が「アルミは磁石には付かない」とは教えない。子どもはアルミが磁石に付くとは思わない。そこで次に 1 万円を出して尋ねる。少数派でやんちゃな子どもが堂々と手を挙げ、反対意見を述べる。最初の授業でこの逆転現象を示すことができる。このように発問の中に逆転現象を使うとよい。

チューリップの球根は花が変化したのか？ 茎が変化したのか？ 葉が変化したのか？ 根が変化したのか？

色々なものを見せるとよい。子どもたちがもっと知りたい、調べたいと思える。このように色々なこともつまみ食いして見て、反応が良かったものを用いることで、自分なりの指導のスタイルを作るとよい。

小倉： どうして小森先生が小森先生になることができたのか？ 偉大な先生の生き方を知ることによってこれからの人生の大きな力になるお話であったと考える。

質問7 本日の研修会の内容について、ご意見やご感想、ご質問など

- ・小森栄治先生のお話をオープンにさせていただき感謝している。小森先生のご実践をたくさん学び、目の前の子どもたちに還元したい。(中学校10年以上20年未満)
- ・理科というと、男性が多いというイメージだが、女性の先生が多くいらっしゃったことに驚いた。やはり小森先生に惹かれて、参加される先生方が多いのだと感じた。
これまでいろいろなものを作ってらっしゃるので、工夫する部分が見えて、何度も何度も改良されているのだということが分かった。原理を知っているからこそ、モノが準備できる、工夫することができるのだと実感した。私は、(原理を知らないまま)それ(モノ)を教えてもらって授業していただけなので、自分で(工夫して)作り出すことができない。いいとこ取りをしていて、効果が半減していることが分かった。
小森先生のたくさんの言葉が、勉強になった。
「理解は暗記じゃない！理解！シンプルなんだ！」「自作教材も見ただ目のかっこよさが重要！」「人生1回きりだから！」「やらずに後悔より、やって後悔」「教師に次はあるけれど、子どもに次はない。」「最小限の手間で、最大限の効果」「簡単、キレイ、感動！」感動するとともに、教員として身の引き締まる思いだった。
小森先生は、気が付いたことをメモして記録を残されていた。その場主義で、授業が終わって、これいいなと思うものは、すぐに挟んでおく。すると、3年後見たときに、すぐに授業できる。実践の分析、記録を残すべきだと痛感した。分かる授業より、楽しい授業！肝に銘じて、理科授業をしていく。(小学校10年以上20年未満・中学校5年以上10年未満)
- ・学びが深まる研修会だった。トップイメージを獲得するための有意義な研究会であると確信した。(中学校10年以上20年未満)
- ・理科にご尽力いただいた先生の講演は、重みがあり、大変学ぶことができた。(小学校10年以上20年未満)
- ・小森栄治先生の経験を断片的にお伺いしたことはあったが、このような形で経験談をまとめて話されたのは初めてではないかと思う。そして、その経験がまさに小森先生の人格とすごい実践に根っここの部分で繋がっていることを感じて、有意義だった。(経験無し)
- ・このような対面とオンラインのハイブリッドによる研修は、時間的に行けない時にはとても助かる。対面がいいが、オンラインでも、かなりの学びがあった。ぜひ、継続をお願いしたい。(中学校20年以上)
- ・オンラインにて開催してくださったからこそ参加することができた。対面で参加できることが一番だが、オンラインでも参加できる環境を整えていただいているのは大変ありがたい。(小学校10年以上20年未満)
- ・いつも有意義な時間にしていただきありがとうございます。このような研修を引き続き受

けていきたい。(小学校10年以上20年未満)

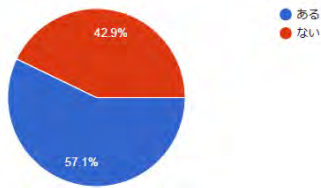
- ・小森栄治先生の理科教育にかける取り組みの姿勢を知ることができ、教師教育の在り方について考える契機となった。(中学校 20年以上)
- ・無料でこのような研修会を開いていただき、感謝している。オンラインでの選択肢をつくっていただき、快適に参加することができた。小森先生からは、著書やセミナーで学ばせていただいた。フレミングの法則は、つい数か月前に教えたところだ。やり方は教科書通りにした。今日の教え方の方が、子どもたちにとっては何倍もわかりやすく、感動もあると思った。小森先生の研究精神を感じた。また、小森先生の生い立ちをお聞きして、偉大な理科教師は子どもの頃からなるべくしてなるものなのだと思った。本を読み、様々な視察や研究会に参加して、自己研鑽を積んでいきたい。(中学校10年以上20年未満)
- ・現職の理科教師でない私を対面参加させてくださりありがとうございました。(小学校 20年以上)
- ・小森先生の実践や経験をお聞きして、授業改善への意欲が向上した。やはり、自分の力を高めるためには、何事にも貪欲に取り組むことが大切であることを実感した。本日の研修会で学んだことを、今後の教育活動に生かしていく。(中学校10年以上20年未満)
- ・小森先生の講座はもちろんのこと、その生き様を真に学んだ研修会だった。やらずに後悔よりやって後悔、理科は感動だ、小森先生のキャッチフレーズの由来も伺った。若い頃にたくさん挑戦され、たくさん失敗され、たくさん悩まれたからこそ、今がおありだと思うと、私ももっともっとやるべきことがあったのではと思った。貪欲に追求していく気概を強く感じた。(中学校 20年以上)
- ・今日は大変勉強になった。理科学習は実験ありき、もっともっと子どもに体験させてあげようと思った。また、今回の学習で感じたワクワクを、同僚の先生にも広げていけるようにしたい。(小学校5年以上10年未満)
- ・非常に学びの多い研修会だった。今後も、このような研修会の情報をお教えいただけましたら幸いである。(中学校 20年以上)
- ・対面で参加させていただいた。実際に教材を作製したり、体験したりすることを通して、小森先生が伝えたい感動を体感できたように感じる。(小学校 20年以上)
- ・小森先生が講師を務められた学習会に何度も参加したことがあったが、小森先生の人生についてここまで深く話を聞いたのは初めてだった。また、小森先生が持参された資料のなかに、自分が見たことのない資料もあり、とても感動した。小森先生の原点を知ること、自分の原点も見つめ直すきっかけになった。今日学んだことを今後の指針として、これからがんばっていこうと思った。(その他)

質問7 本日の研修会の内容についてのご意見やご感想、ご質問など

- ・とても楽しかった。工作苦手でも、作り方がわかりやすかったので簡単に教材をつくれた。
- ・優れた先生の人生について、学ぶことができ、これからの目標となった。
子供達が主体となって臨める授業になるように、教材研究に励んでいこうと思う。
- ・実際に実験道具を作ってみたりして、どのような点に気をつけているのかを知ることができた。また、改良したら完成なのではなく、終わることなく改良が続くのだと感じた。
- ・教材の作り方や道具を知ることができ、とても参考になった。教材を見るだけでなく、作り方を教えていただいたことで、教材研究の大切さが理解できたとともに、教材研究に対するハードルの高さが下がり、やってみようという気持ちになった。

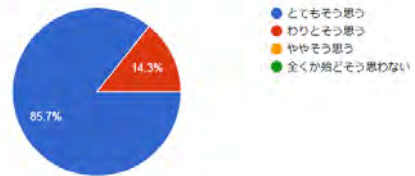
質問1 あなたは、本オンライン研修会に参加したことがありますか。

35件の回答



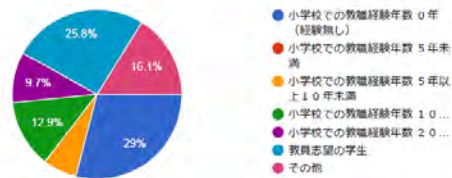
質問4 本研修会のような、勤務時間外にオンラインでの研修会を設けることは、あなたにとって助けになると感じますか。最も当てはまるものを1つ選択してください。

35件の回答



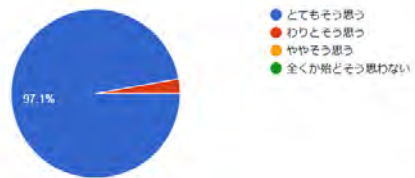
質問2 あなたについて、最も当てはまるものを1つ選択してください。
(小学校段階での教職経験)

31件の回答



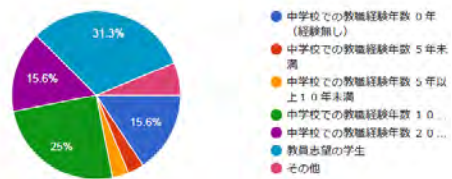
質問5 本日の研修会の内容は、あなたにとって参考になると感じますか。最も当てはまるものを1つ選択してください。

35件の回答



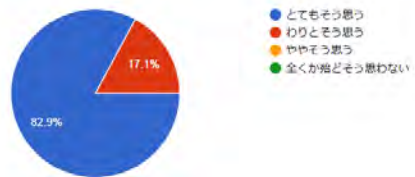
質問3 あなたについて、最も当てはまるものを1つ選択してください。
(中学校段階での教職経験)

32件の回答



質問6 本日の研修会の内容は後日公開されますが、それらをあなたの知り合いの教員に紹介することは有意義だと思いますか。最も当てはまるものを1つ選択してください。

35件の回答



フレミングの法則実験器の製作と指導法の工夫

小森栄治

何のための実験か？

法則を教えるから確かめるため → 生徒が法則を見いだすため

【ポイント】

- ①動機づけ 磁石と電流による磁界の反応の提示 → 法則性を探ろう
- ②簡単で確実にできる実験装置 今回紹介するのはVer 6
- ③法則性を見つけやすい記録法 立体的に記録 → 動かしながら法則性を見いだす

①動機づけ

この実験の前に、**パスカル電線**※を使って電流によってできる磁界のようすを確かめた。
 ※京都の**杉原和男**先生が開発したもので、現在は**S-cable**という名前で世界に広めている。
 10芯ケーブルの中の線をつないで、大きなコイルになっている。1本に見える電線の中を
 30～40 Aの電流が流れている。 平成4年度東レ理科教育賞受賞

「**パスカル電線**」と検索すれば、トップに出てくる。

<http://www.eonet.ne.jp/~sugicon/gogo/10s-cable/s-cable1.html>

電磁気学習新教具 「S-cable」 研究室






「エルステッド」の大発見から始まるすべての電磁気現象を手元体験できる唯一の実験教具
 「S-cable」 = 製作 [簡単+安価] + 学習 [簡単+時短]

贈呈案内 「S-cable」 見本

Ver. 2 n (透明蓋仕様) 6 m版

2020年は、「エルステッドの実験」200周年、「S-cable」42周年です。

先生の身近(ご本人、勤務校、勤務教育関係機関など)にない場合、研究用見本として1台を贈呈させていただきます。

→送料のみの負担でいただける。もらったら、ぜひお礼メール、お礼状を。
 杉原先生の個人的ボランティアで作って下さっている。

この前時からのつなぎ

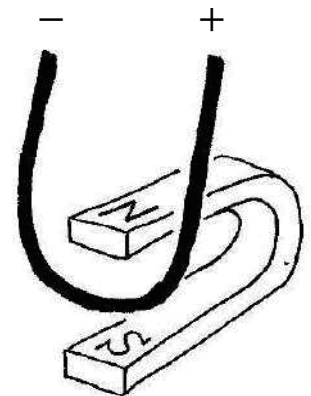
電流のまわりには磁界ができました。磁石のまわりにも磁界があります。この磁界どうして、力がはたらくことがあるのでしょうか？

【やってみよう】

図のように、電流が流れている電線の近くに、強力な磁石を近づけてみよう。動くかな？

【実験】

電流の向き、磁石の置き方をいろいろ変えてみましょう。



②簡単で確実にできる実験装置

Ver 0 1981年 電気ブランコの演示実験で済ませていた。

Ver 1 1989年 教科書どおりにアルミパイプを粘土で固定してレールに。

その上に短いアルミパイプを置いて実験。ストローと粘土で立体記録。

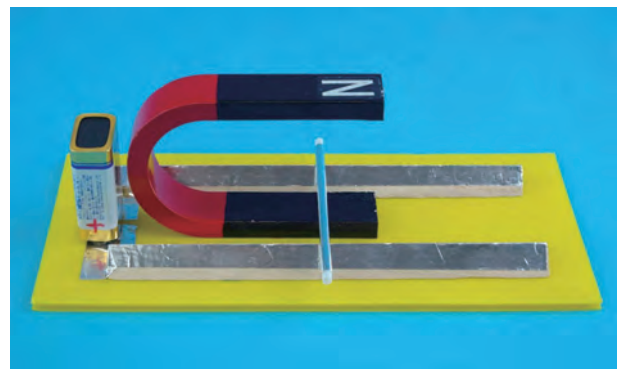
Ver 2 1995年？木の板にレールを固定。さまざまな材質のレールを試行。アルミが最適。

アルミL型アングルを固定。

Ver 3 2008年？プラスチック段ボールにアルミL型アングルを固定。

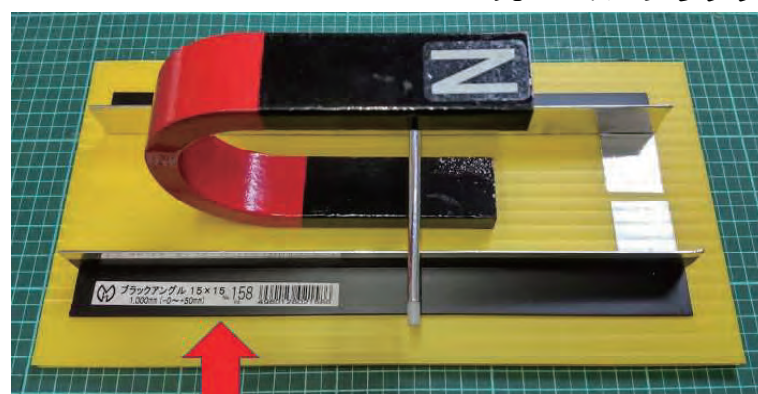
Ver 4 2009年？アルミL型アングルの代わりに三角棒とアルミテープで加工が簡単に。

載せるパイプをストローにアルミテープを巻いたもの、電源を6P電池に。



Ver 5 2021年 三角棒の入手が難しくなり、プラスチックケースに。

Ver 6 2022年 プラスチックL型アングル（商品名：光モール ブラックアングル）を使用。



プラスチックのアングルにアルミテープを貼る

【備考】

アルミL型アングルやパイプは酸化皮膜ができて電流が通りにくくなることがある。
紙やすりでこするとよい。アルミテープの場合は、目の細かい耐水ペーパーを使う。

③法則性を見つけやすい記録法

平面の図から、立体を想起して考えるのはハードルが高い。

立体的に記録（模型） → 動かしながら法則性を見いだす

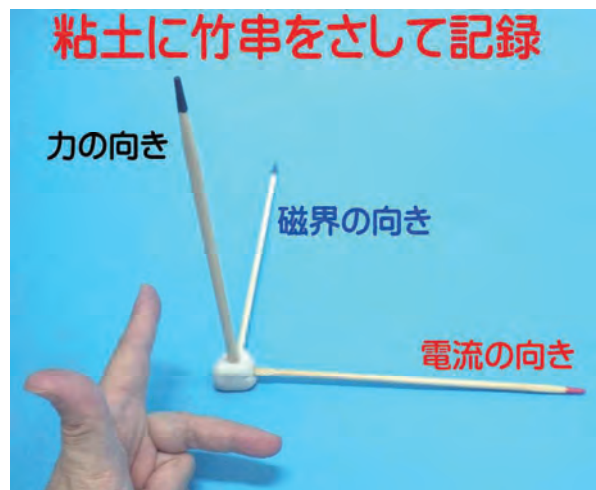
※電流による磁界の実験でも、立体的な関係を理解しやすくする教材を使用した。

中学校勤務時代

竹割り箸で **電流の向き……赤**
磁界の向き……青
力の向き……黒

2015年ごろから

スポンジと **カラーストロー※**
電流の向き……赤
磁界の向き……青
力の向き……白



※写真は竹割りばしを粘土にさしたものの

※ダイソーの3色カラーストローは、2022年には赤、青、白であったが、今は淡い色のピンク、青、緑になっている。

【実習】 フレミングの法則実験器Ver 6 の作成

プラスチック段ボール（厚さ4mm、10cm×23cm）

アルミテープ（今回は、幅5cmの厚手）別添の型紙どおりに右用と左用にカットする。

ブラックアングル（20cm）、両面テープ、アルカリ6P乾電池、U字型磁石

細いストロー（給食牛乳用）、生け花用吸水スポンジ（オアシス）、3色カラーストロー

このほか、定規、はさみを使用。

※型紙は原寸どおり（100％）に印刷して使用してください。

当日、実際に作りながら作成方法を説明します。

そのあと、実験して、結果から法則性を見いだします。

22cm

左

左

右

右

フレミングの法則実験器 Ver.6

型紙 小森栄治

2023.3.18

小森栄治の歩み ~ 出会い、理科教育実践 ~

- 1956年 埼玉県久喜市に生まれる。
同学年生まれには、ビルゲイツ、郷ひろみ。スティーブジョブズは55年生まれ。
久喜小、久喜中、浦和高校、東京大学工学部工業化学科へ。
久喜中学校では小島崇子先生に3年間理科を教えていただく。
浦和高校では工芸の増田三男先生(のちに人間国宝)に大きな影響を受ける。
- 1975年 [キリスト教独立学園高校](#)を紹介した番組を見て、教育に興味を持ち始める。西村秀夫
- 1977年 自転車で1000mの峠を2つ超え、山形のキリスト教独立学園高校まで往復。
- 1979年 東京大学教育学部にて板倉聖宣の特別講義を半年受講。[仮説実験授業](#)の本を読み漁る。
学生最後の年、宗谷岬まで2000km走破。北海道リハビリで西村氏に会う。教師になることを決断。
BSブルームの[完全習得学習](#)に出会う。
- 1980年 大学院修士課程修了。埼玉県公立学校教諭に。仮説実験授業「もしも原子が見えたなら」でスタート。
形成的テストを実施。新任研で小学校の恩師鈴木秀三郎先生に再会。サークルに参加、原稿執筆。
- 1982年 鈴木秀三郎編『観察・実験の基本事項と事故防止』(初教出版)編集執筆
生涯の理科教育テーマ「理科は感動だ!」をキャッチフレーズに。興味関心に関する縦断調査開始。
栃木県内のソニー賞受賞校を見学。「気体X徹底研究」「ヘッドアースモデル」を実践。
- 1983年 「理科に対する興味・関心を高めるために~アンケート調査の分析と考察~」
[日本理科教育学会](#)関東支部大会(宇都宮大学)
- 1984年 [ソニー賞](#)初応募で優良賞受賞。
- 1985年 2年間上越教育大学大学院研修。その間、[ソニー賞最優秀校全国大会](#)4校を見学。
「中学生の環境世界への関心と理解」日本理科教育学会北陸支部大会(富山大学)
- 1986年 「多変量解析による興味・関心調査の分析~中学校理科3年間の縦断的調査より~」
日本科学教育学会全国大会(筑波大学)
「理科に対する興味・関心の変動とその要因に関する縦断的研究(1)」日本理科教育学会全国大会
「理科に対する興味・関心の変動とその要因に関する縦断的研究
(2)小学校までの理科的体験の影響」日本理科教育学会北陸支部大会(上越教育大学)
- 1987年 修士論文『中学生の理科に対する興味関心の縦断的研究』
2月筑波大付属小での向山氏・有田氏の立ち会い授業に参加。向山洋一氏と初対面。
4月法則化中学準備合宿に参加。向山氏から励ましの葉書をいただく。
「理科に対する興味・関心の変動とその要因に関する縦断的研究(3)」日本理科教育学会全国大会(滋賀大)
[福島第三小学校](#)のソニー賞全国大会に参加。児童が主体的に探究する授業に感銘。
- 1988年 電流单元における探究学習を実践。
- 1989年 [ソニー賞最優秀賞](#)を受賞。
「電気ぎらいを少なくする单元構成の一事例」日本教育技術学会(新潟大学)
- 1991年 ハワイ島にて皆既日食観察。
「ヘッド・アース・モデルによる中1『宇宙』の学習指導」日本教育技術学会(大分大学)11月
- 1993年 埼玉県教育委員会「中学校教育課程指導実践事例集」作成委員。
埼玉県南教育センター調査研究委員「ティームティーチング」
- 1994年 「中学生の環境世界への関心 85年と94年の比較」日本教育技術学会(広島大学)
- 1995年 ソニー賞優良賞受賞。
埼玉県南教育センター調査研究委員「新しい学力観に立つ高校入試学力検査問題作成のための基礎研究」
- 1996年 初の単著『中学校の「理科」がよくわかる本』PHP研究所
- 1998年 平成10年版学習指導要領作成協力委員(99年まで)
- 1999年 日本化学会・化学教育協議会委員(06年まで)
- 2000年 シンポジウム「理科教育の課題」日本理科教育学会(宇都宮大学)
カリフォルニア大学バークレー校にて[SEPUP](#)リーダー研修会に参加。



- 2001年 イエローナイフにてオーロラ観察。オハイオ州シンシナティ工科大学にてSEPUP研修会に参加。
日本理科教育学会『理科の教育』編集委員(02年まで) 文部科学省・理振法基準改定協力委員。
- 2002年 文部科学省・教育課程実施状況調査問題作成委員。
オハイオ州シンシナティ工科大学にてSEPUP研修会に参加。
- 2003年 NHK「わくわく授業」にて「気体X」の授業が放映される。
文部科学省・特定の課題に関する中学校理科委員(06年まで)
「ヘッド・アース・モデルによる『宇宙』の学習指導」日本地学教育学会(上越教育大学)
向山氏により**向山・小森型理科**と命名される。埼玉県教育委員会・優秀教員表彰。ソニー賞最優秀賞。
- 2004年 エネルギー教育実践校に指定される。3年間で助成金260万円。
第1回科学の鉄人最優秀賞。 編著『理科の学力向上策』明治図書
[T O S S授業技量検定三段「遺伝子解説」](#)(サマーセミナー) [ソニー科学教育研究会](#)全国大会を開催。
- 2005年 エネルギー環境教育情報センター エネルギー環境教育教材実態調査委員会委員
- 2006年 文部科学省・平成20年版学習指導要領作成協力委員(08年まで)
「理科は感動だ! 蓮田南中の取組み」日本科学教育学会研究会研究報告
単著『中学校の「理科」を徹底攻略』PHP研究所
編著『中学理科の授業開き』『高校入試問題を中学理科で授業する』明治図書
[T O S S授業技量検定四段「リスクを考える」](#)(一門ライセンスセミナー)
- 2007年 [T O S S授業技量検定五段「顕微鏡の世界」](#)(篠ノ井東小・5年生の授業)
[N S A](#)(ナリカサイエンスアカデミー)開始。 第1回文部科学大臣表彰。
NHK「ニュースウォッチ9」にて先進的な理科教育として紹介される。
- 2008年 公務員を辞して、**日本理科教育支援センター**代表・理科教育コンサルタントとして自立。
埼玉大学で非常勤講師として理科指導法を担当。保育園での科学あそびの授業を開始。
第1回[辰野千壽教育賞](#)(上越教育大学)最優秀賞受賞。
- 2009年 NHK「おはよう日本」,フジテレビ「ニュースジャパン」にてN S Aが紹介される。
- 2010年 朝日新聞教育覧にコラム連載。J S T『サイエンスウィンドウ』にて紹介される。
[T O S S授業技量検定六段「シングル・エイジ・サイエンス](#)(中央事務局検定セミナー)
- 2011年「日本の化学の未来を考える会」委員(委員長:野依良治)
日本テレビ「シューイチ」にてアフタースクールでの理科講座を紹介される。
単著『[子どもが理科に夢中になる授業](#)』(学芸みらい社)
- 2013年 [T O S S授業技量検定七段「理科におけるキャリア教育」](#)(高段者検定セミナー)
文部科学省研究開発校(久喜小学校,テーマ【科学技術・理科教育】)の指導者に(2016年度まで)
- 2014年 熱海合宿「磁石で花が咲く」 サマーセミナー「アクモキャンドル」
- 2015年 熱海合宿「火山噴火~命を守る地学教育~」 編著『「理科」授業の新法則 全3巻(学芸みらい社)
- 2016年 熱海合宿「水 氷の状態変化」 サマーセミナー「ヘッドアースモデル」
外務省政府開発援助海外経済協力事業に採択されたナリカのケニア向け理科教材の作成
[T O S S授業技量検定八段「21世紀を生きる子供たちのための理科授業」](#)(高段者検定セミナー)
- 2017年 伊東合宿「電気の利用~発電と蓄電~」サマーセミナー「理科におけるプログラミング教育」
単著『[簡単・きれい・感動!! 10歳までのかがくあそび](#)』(学芸みらい社)
- 2018年 [T O S S授業技量検定九段「理科は感動だで子供たちの人生が変わる」](#)(十段への挑戦セミナー)
サマーセミナー「自由試行・実験の授業 磁石の性質」
- 2019年 『向山洋一映像全集』に協力
- 2020年 『「理科」授業の腕が上がる新法則』(学芸みらい社)編集
- 2021年 『[新・向山洋一実物資料集](#)』(教育技術研究所)第9巻担当
- 2022年 第1回[向山洋一教育賞](#)論文選考委員 『理科教科書のわかる教え方』全2巻(学芸みらい社)監修執筆
- 2023年 埼玉大学での非常勤講師終了(3月)

現在、9園11クラスの保育園や子ども園で科学遊びを実施。

日本理科教育支援センター主催の理科教育推進実験セミナーを全国各地で49回開催し、延べ1150名が参加した。

IV 研究結果④

— 個別研究 —

IV-1 S L I 測定ツールを活用した事例研究

～公立中学校での取組みを目的とした実践例～

本庄 秀行（深谷市立岡部中学校）

1. 取組みの背景

2023年5月に実施された埼玉県学力・学習状況調査の生徒質問紙調査では、本校の1年生は「あなたが勉強する理由は何ですか」に対して「勉強することが楽しい・好き」と答えた生徒は7.9%、「国語、社会、数学、理科、英語の教科でどれが好きですか。当てはまるもの全て選んでください」に対して「理科」と答えた生徒23.6%であった。1つ目の質問に対しては、「理科」に限定したことではないため、理科の授業についての実情を知る必要がある。また、本校では4つの小学校から入学してきており、さらに、部活動による越境入学の生徒も1割程度存在する。そして、すべての生徒が理科授業に意欲的に取り組んでいるとは言い難い状況である。測定ツールを用いることで、まず現状において科学的リテラシー指標のどの項目に対して、生徒がどの程度肯定的あるいは否定的に意識しているかを正確に把握した上で、特定の項目（例えば、理科学習の重要性（意義）を意識できていない生徒が少なくないなど）に課題が見られた場合、授業においてその課題の克服に留意した取組みを行うことによって、実態の持続的改善に繋げることが可能と考える。

2. 事前調査結果の分析

事前調査を2023年11月上旬に中学1年生145名に行った。表1の事前調査結果から「Q2 理科の勉強は好きだ」「Q5 私がはたらく職業は理科に関係している」の項目が他に比べて低いことがわかる。これらの項目を肯定的な解答が上昇するように取組みを行っていきたい。

表1 事前調査結果

項目		指標値	指標値			人数	
			4当てはまる	3どちらかという当てはまる	2どちらかという当てはまらない		
Q1	理科の授業の内容はよくわかる	74.7	50	81	13	1	145
Q2	理科の勉強は好きだ	67.8	46	63	31	5	145
Q3	理科の勉強は大切だ	77.9	61	72	12	0	145
Q4	理科を勉強すれば、私のふだんの生活や社会に出て役立つ	70.1	52	60	29	4	145
Q5	私が将来はたらく職業は、理科に関係している	40.2	15	34	62	34	145
Q6	理科の授業では、自分のやるべきことを考えながら、進んで学習に取り組むことができる	76.1	61	65	18	1	145
Q7	理科の授業では、他の人と協力したり分担したりして学習を進めることができる	82.8	76	64	4	1	145

3. 取組みの概要

水溶液の性質を学習した後に、「ミョウバンの結晶づくり」を探究的に行った。活動を通して生徒達で課題に対して仮説を立て、(1)表2の合い言葉を基に検証方法の立案をする、(2)立案した計画を基にミョウバンの結晶づくりする、(3)ミョウバンの結晶づくりの結果を記録し他の班と表3の合い言葉に基づき話し合い、振り返り評価・改善してより良くなる方法を考え発表する。最後

に、京セラが製品化している「クレサンペール」という宝石の精製法について紹介をする。再結晶を活用した例を紹介し、身近に使われていることを説明する。また、食塩の精製には蒸発による精製の方が良いということを確認する。

表2 検証方法の立案のときの合い言葉

検証方法（ものづくり）の立案を考える合い言葉（気をつけること）

- ㊦ いげんできますか
- ㊧ かいすうは何回行えば信頼できる結果が得られますか
- ㊨ なっとくすることができますか
- ㊩ んぜんですか
- ㊪ つけて「変える条件」と「変えない条件」を区別していますか
- ㊫ た（結果）をどのように整理して表現したらわかりやすくなりますか
- ㊬ とは何人必要で（だれが）なにをどんな順番で行いますか
- ㊭ ものは何がどのくらい必要ですか

表3 振り返り評価・改善するための合い言葉

検証方法（ものづくり）を見直すときの合い言葉（気をつけること）

- ㊮ そうと結果にどんな違いがあった？（結果の見直し、振り返り）
- ㊯ さの原因は何？（データのずれ、誤差の検討）
- ㊰ べての実験結果を使って大丈夫？（データ処理、結果の見直し）
- ㊱ える条件と変えない条件ではそれぞれ何を变える？（実験の見直し、振り返り）
- ㊲ かんからわかったことは？（論理性）

単元2 身のまわりの物質

気温__湿度__天気__ R 年 月 日 1年 組 番 氏名：

大きな結晶はどのようにしてできるのか

課題

第1次仮説

方法1とその予想1	【質問内容】
結果1	【質問内容】

第2次仮説

方法2とその予想2	【質問内容】
結果2	【質問内容】

第3次仮説

方法3とその予想3	【質問内容】
結果3	【質問内容】

考察

*100gに対するミョウバンの溶解度(g)		
水温℃	焼ミョウバン	結晶ミョウバン
0	3	5.7
20	5.9	11.4
40	11.7	23.8
60	24.75	57.4

結論

振り返り・自己評価（当てはまるものに丸をつける）

資料的・資料をうまく使えた (A B C) 意見を発表した (A B C) 授業内容の理解できた (A B C)

図1 授業で使ったワークシート

4. 事後調査結果の分析

事後調査を12月下旬に実施し、その結果が表4である。「結晶を綺麗に大きくする」という課題に対して、ものづくりを取り入れた探究型の授業を行った。自分たちで実証性のある方法を立案・ものづくり・結果を振り返り改善し、次の方法につなげることを繰り返す指導法を取り入れ

たことで、「Q2 理科の勉強は好きだ」の項目の他にも「Q7 理科の授業では、他の人と協力したり分担したりして学習を進めることができる」が上昇した。これらは、主体的に活動を行うことで学習に対して意欲的になり、班での探究活動をすることでコミュニケーションを取る機会が増えたと考えられる。一方で「Q3 理科の勉強は大切だ」の項目では有意な差とはいえないが指標値が低下した。古来の塩の作成方法などを示したが身近な生活や自分の進路との関連は薄く、また、中学1年生では宝石などへ興味が高い生徒も少ない。さらに将来の夢が決まっている生徒も少なく、結びつきにくいと考えられる。そのため「Q3」については特に効果がなかったと考えられる。

表4 事前調査結果と事後調査結果の比較

項目	指標値(前)	指標値(後)	4(前)	4(後)	3(前)	3(後)	2(前)	2(後)	1(前)	1(後)	人数(前)	人数(後)
Q1	74.7	74.7	50	52	81	78	13	15	1	1	145	146
Q2	67.8	70.3	46	49	63	68	31	25	5	4	145	146
Q3	77.9	76.3	61	62	72	66	12	16	0	2	145	146
Q4	70.1	71.7	52	52	60	66	29	26	4	2	145	146
Q5	40.2	45.4	15	18	34	50	62	45	34	33	145	146
Q6	76.1	76.5	61	58	65	73	18	15	1	0	145	146
Q7	82.8	86.8	76	94	64	46	4	6	1	0	145	146

5. 得られた示唆と今後の課題

探究的な学習を進めることで主体的に取り組むことができ「理科が好き」という項目が肯定的になると考えられる。一方、班活動を中心としたため、学力が高い生徒やリーダー的な存在の生徒が指示を出したり、その生徒の意見が採用されたりすることが多く、「Q6 理科の授業では、自分のやるべきことを考えながら、進んで学習に取り組むことができる」の項目は肯定的な考えが上昇しなかったと考えられる。

この実践を通じて、科学的リテラシー指標（SLI）測定ツールの活用を定期的に利用することにより、生徒と教師の意識のギャップに気づくことができることがわかった。また、毎年異なる生徒集団へ授業をする際にも授業改善をするときに、どこに意識を持って行けば良いのかを確認することができると思われる。

今後の課題として単元の前後で実施したり、自分の指導法を行う前後で実施したりすることにより、生徒の変容を捉えることができるので、定期的の実施していきたい。

IV-2 教員研修用モデル授業コンテンツを活用した研修を

「研修履歴」に記載することについて

小倉 康（埼玉大学）

1. 背景

令和4年5月18日公布の「教育公務員特例法及び教育職員免許法の一部を改正する法律」により、教員研修の制度が大きく変わった。「令和の日本型学校教育を実現する「新たな教師の学びの姿」として、教職生涯を通じて探究心を持ちつつ主体的に学び続けること、一人一人の教師の個性に即した個別最適な学びの提供、校内研修等の教師同士の学び合いなどを通じた協働的な学びの機会確保が重要」であることから、学校長及び教員の任命権者等による研修等に関する記録の作成及び当該履歴を活用した資質の向上に関する指導助言等を行う仕組みに関して、令和4年8月（令和5年3月一部修正）に「研修履歴を活用した対話に基づく受講奨励に関するガイドライン」が策定された。

ガイドラインでは、以下の一覧が研修履歴に記録される研修の範囲であるとしている。

- | |
|--|
| <p>①必須記録研修等</p> <ul style="list-style-type: none">i) 研修実施者が実施する研修ii) 大学院修学休業により履修した大学院の課程等iii) 任命権者が開設した免許法認定講習及び認定通信教育による単位の修得 <p>②その他任命権者が必要と認めるものに含まれ得る研修等</p> <ul style="list-style-type: none">・職務研修として行われる市町村教育委員会等が実施する研修等・学校現場で日常的な学びとして行われる一定の校内研修・研究等・教師が自主的に参加する研修等 |
|--|

これらの研修形態のうち、本研究に関係するのは、「学校現場で日常的な学びとして行われる一定の校内研修・研究等」と「教師が自主的に参加する研修等」であると考えられる。前者は、教員が勤務時間内で協働的に行う研修、後者は、教員が勤務時間に関わらず個別最適な学びの一環で行う研修であると解釈することができる。

2. 研修へのモデル授業コンテンツの利用

まず、「学校現場で日常的な学びとして行われる一定の校内研修・研究等」については、ガイドラインでは次のように説明されている。

「校内研修・研究等の学校現場における日常的な学びについては、その時期・頻度・方法等を含め、多様なスタイルで行われることが想定される。そのため、一律にその研修履歴の記録を作成することになじまない側面があるが、教職生涯を通じた資質向上を図る上で教師個人の研修履歴を蓄積し、それを振り返るという趣旨に合う一定の校内研修・研究等は、研修履歴の記録を作成することが考えられる。このような校内研修・研究等としては、例えば、国・都道府県・市町村による研究委託（指定）や、年間を通じて、学校ごとに主題を設定した上で組織的に行う研究活動など、各地域・学校の教育課題に即して学校全体で体系的・計画的に学び合い、振り返りながら資質向上を図るものが想定される。一方で、情報伝達を目的とするものや、例年確認的に行

われているものなどは、記録のための記録となり、教師の負担が高まる可能性があり、記録にはなじまないと考えられる。」

本研究で開発したモデル授業コンテンツは、理科指導に関するものである性質上、学校全体で組織的に行う研究活動にはなじまないと考えられるが、「教科指導力の向上」や「授業改善」といった主題のもとで教科ごとに体系的・計画的に学び合い、ふり返りながら資質向上を図る研修形態においては、理科を教える教員全員に効果的な研修をもたらすと考えられる。その場合、本研究で提供している「科学的リテラシー（SLI）測定システム」を合わせて利用することで、年間を通じて、授業改善による児童生徒の学習状況が改善していく様子を継続的に測定し、更なる改善に向けた手立てを検討するためのデータを、短時間で容易に収集することが可能である。

次に、「教師が自主的に参加する研修等」については、ガイドラインでは次のように説明されている。

「教師が自主的に参加する研修等（職専免研修を除く。以下同じ。）には、例えば、任命権者以外の市町村、教職員支援機構、大学・教職大学院、教科研究会、民間企業等の様々な主体が主催する研修・講習が考えられる。このような研修履歴を記録することは、教師が自らの学びを振り返ったり、校長等と対話を行ったりする上で有益な場合も多いと考えられる。他方、このような研修等に関してすべからず記録を求めることにより、その記録の負担のために、オンライン動画を視聴したり、見聞を広めるために研修に参加したりすることをためらうことも考えられる。また、不定形のために詳細な把握が困難なものや勤務時間外に行われるものなど、多様な内容・スタイルの学びが含まれることが想定される。これらに鑑み、教師が自主的に参加する研修等については、教師の申告により選択的に記録することを原則にすることが適当だと考えられる。」

本研究で開発したモデル授業コンテンツは、地域の理科教育の中核的存在として研鑽してきた優れた教師の理科指導法と授業観、児童生徒観を一体的に学べるとともに、他の教員や教員志望学生のような様々な意見や感想、質問などに対する優れた教師の回答も知ることができることから、これを利用する教師にとって、時間的、経済的な負担なく、幅広い有益で実践的な研修効果をもたらすことができる。また、小中学校の多様な理科単元のモデル授業が収録されていることから、研修する教師にとって、自身が今最も必要としている研修目的に沿ったコンテンツを選択することができ、個別最適な学びを実現しやすい形態となっている。

ガイドラインは、「教師に共通的に求められる資質能力の具体的内容」を、「①教職に必要な素養、②学習指導、③生徒指導、④特別な配慮や支援を必要とする子供への対応、⑤ICT や情報・教育データの利活用の5つの柱」で整理し、「②学習指導」について以下を示している。

「学習指導に主として関するもの

- ・関係法令、学習指導要領及び子供の心身の発達や学習過程に関する理解に基づき、子供たちの「主体的・対話的で深い学び」の実現に向けた授業改善を行うなど、「個別最適な学び」と「協働的な学び」の一体的な充実に向けて、学習者中心の授業を創造することができる。
- ・カリキュラム・マネジメントの意義を理解し、教科等横断的な視点や教育課程の評価、人的・物的な体制の確保・改善等の観点をもって、組織的かつ計画的に教育課程を編成・実施し、常に学校の実態に応じて改善しようとしている。
- ・子供の興味・関心を引き出す教材研究や、他の教師と協働した授業研究などを行いながら、授業設計・実践・評価・改善等を行うことができる。
- ・各教科等においてそれぞれの特質に応じた見方・考え方を働かせながら、資質・能力を育む

ために必要となる各教科等の専門的知識を身に付けている。」

本研究が、「中核的理科教員」に着目しているのは、こうした「教師に共通的に求められる資質能力」を高い水準で有している、または追究している実践者であるからである。かつ、埼玉県と岐阜県の2地域で活躍してきた数多くの中核的理科教員をモデル授業者兼指導者としたことで、特定の教師や地域に偏らず、2地域以外の全国においても、活用可能な有益な研修リソースとなっていると考えられる。

以上により、本研究で開発してきた「理科教員研修用モデル授業コンテンツ」を活用した研修は、今日の教員研修制度の下で十分「研修履歴」に記載可能な水準であると考えられる。

3. 研修履歴へ記載のイメージ

文部科学省が整備を進める「研修履歴記録システム」に記録する項目のイメージが令和5年1月20日に文部科学省から事務連絡として示されている。それによると、「自主研修」に関わり記録する項目は以下の8点である。

- ・年度
- ・特に重点的に取り組んだ育成指標項目
- ・研修テーマ
- ・研修名
- ・研修主催者
- ・研修実施方法
- ・研修実施日・期間
- ・受講した気づき・所感

これに基づき、本研究の「教員研修用モデル授業コンテンツ」を研修利用した記録例を以下に示す。

- | | |
|--------------------|----------------------|
| ・年度 | 2024 |
| ・特に重点的に取り組んだ育成指標項目 | 5 指導方法・指導技術 |
| ・研修テーマ | 理科授業力の向上 |
| ・研修名 | 教員研修用モデル授業コンテンツ |
| ・研修主催者 | 埼玉大学・岐阜大学 |
| ・研修実施方法 | オンラインコンテンツ（動画・資料）の利用 |
| ・研修実施日・期間 | 2024年〇月〇日～〇月〇日 |
| ・受講した気づき・所感 | 〇〇〇・・・ |

4. 実質的効果のある研修記録の作成の提案

以上のように、「研修履歴」は研修をしたことの実態を整理する目的に特化し、記録者の負担とならないよう簡略化されたものであることがわかる。研修を行う教師にとっては、「履歴」に記録することは研修ではなく、研修をふり返ることによって、実質的にどのような効果が得られたかを自覚し、自身の更なる成長へのメタ認知が培われるような記録を作成することが研修の効果を高める。そうした目的においては、次に示す様式で、独自に研修報告書を作成し、可能であれば他の指導的立場の教員や管理職と対話することで、自身の成長へのアドバイスを得ることができれば、研修効果を拡大することができると考えられる。

以上から、本研究では、以下の様式を教員研修用モデル授業コンテンツと同じサイトで公開することで、実質的効果のある「研修記録」の作成を容易にし、研修効果の向上に繋げることとした。

(様式)

研修報告書

報告者氏名

所属・職名

報告日 令和 年 月 日

研修会 理科モデル授業オンライン研修会（合同研修会・研究報告会）令和（20）年 月 日開催

研修方法 以下から公開の教員研修用モデル授業コンテンツ（動画と資料）の視聴と参照

URL http://kg.cst.saitama-u.ac.jp/ctrl/page?path=block_b/03_kenyukai/00_contents00



研修会の概要

① 授業者（指導者）・テーマ（学年・単元名等）

② 研修に用いたコンテンツ（該当するものにチェック✓する）

動画 挨拶・事前説明[] 授業[] 授業後解説[] 補足説明[] 総括的コメント[] その他[]

資料 概要[] 指導案[] その他[]

研修日時 令和 年 月 日 ～ 月 日（合計約 時間）

[報 告]

① 特に印象的だった事柄

② 成長できたと思う事柄

③ 今後に活かしたい事柄

本研修報告書にコメント頂いた方 氏名・所属（職）

コメントの要約（研修者本人が記載）

研修報告書

報告者氏名 ○○ ○○

所属・職名 ○○立○○小学校・教諭

報告日 令和 6年 3月31日

研修会 理科モデル授業オンライン研修会（合同研修会・研究報告会）令和4（2022）年10月22日開催

研修方法 以下から公開の教員研修用モデル授業コンテンツ（動画と資料）の視聴と参照

URL http://kg.cst.saitama-u.ac.jp/ctrl/page?path=block_b/03_kenkyukai/00_contents00



研修会の概要

① 授業者（指導者）・テーマ（学年・単元名等）

授業者：濁川智子（埼玉県鴻巣市立鴻巣北小学校教諭）

授業：小学校第4学年「ものあたたまりかた」

② 研修に用いたコンテンツ（該当するものにチェック✓する）

動画 挨拶・事前説明[✓] 授業[✓] 授業後解説[✓] 補足説明[✓] 総括的コメント[✓] その他[]

資料 概要[✓] 指導案[✓] その他[✓]（解説資料・研究論文）

研修日時 令和 6年 3月23日 ～ 3月25日（合計約 4 時間）

[報 告]

① 特に印象的だった事柄

自分の考えや他人の意見の「不確かさ」に気づくような思考をはたらかせる発問をしながら・・・

指導案等の資料を参考に、授業動画等を視聴する中で、「これはいい」「なるほど」など、指導者の取組みや工夫に重要性や有用性が感じられた場面を「印象的だった事柄」として表現します
表現にスペースが足りない場合、枠を広げて本報告書を表裏の2ページにすると良いです（以下同様）

② 成長できたと思う事柄

児童にどのような資質・能力を身に付けさせるかを明確にして・・・

本研修を通じて得られた、自身にとっての「個別最適な学び」や「協働的な学び」の成果について「成長できたと思う事柄」として表現します

③ 今後に活かしたい事柄

「問いカード」をもとに、互いに「不確かさ」を指摘し合いながら、考えを進める授業に取り組んで・・・

本研修を踏まえて、自身の「今後に活かしたい事柄」を、具体的に考えて表現します

本研修報告書にコメント頂いた方 氏名・所属（職） ○○○○・○○立○○小学校（教諭）

コメントの要約（研修者本人が記載）

子どもたちが主体的対話的に問題を科学的に解決する理科授業となるよう、本研修で得られた視点を活かして4月から年間を通じて取り組むと良いだろうとの示唆を受け、すぐに検討を始めることとした。

5. 引用・参考文献

本項で引用・参考とした文献等は、すべて以下のホームページに掲載の本文・関連情報・別添資料のリンク情報から参照可能となっている。

- ・文部科学省総合教育政策局教育人材政策課（2023）「正教育公務員特例法における令和5年4月からの教員研修に関する運用の留意事項及び関連情報について（事務連絡）

https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/kenshu/1244840.htm（最終検索日 2024.2.29）

資料

資料1 日本科学教育学会第47回年会発表論文(2023.9.19)

資料2 令和5年度「理科モデル授業オンライン研修会」開催日程

資料3 理科教員研修用モデル授業コンテンツの利用案内

中核的理科教員を活用した理科教育推進
～「理科モデル授業オンライン研修会」を普及させる意義～
Promotion of Science Education Led by Core Science Teachers:
Disseminating the “Model Science Lesson Online Workshop”

○小倉康^{*1}, 益子典文^{*2}, 中村琢^{*2}, 長谷川仁子^{*3}

OGURA Yasushi^{*1}, MASHIKO Norifumi^{*2}, NAKAMURA Taku^{*2}, HASEGAWA Hiroko^{*3}

^{*1}埼玉大学, ^{*2}岐阜大学, ^{*3}静岡文化芸術大学

^{*1}Saitama University, ^{*2}Gifu University, ^{*3}Shizuoka University of Art and Culture

[要約] 本研究では、小中学校の理科授業を改善し学習者の理科学習を向上させる新たな仕組みとして、令和3年度より、中核的理科教員を授業者とした「理科モデル授業オンライン研修会」を開催し、授業後の協議も含めて、小中学校で優れた理科授業実践を導く専門的知識と技能を可視化し、モデル授業の動画と記録資料をウェブサイトから教員向けの研修情報として公開してきた。さらに優れた理科授業実践の根拠を示すために利用されることを想定して開発した「科学的リテラシー指標 (SLI) 測定システム」も同ウェブ上で公開した。これまで主として埼玉と岐阜の両県で理科を教える教員と教員志望の学生が参加者となってきたが、今後は他地域と連携した「理科モデル授業オンライン研修会」の拡大を検討している。本発表はその意義について論考する。

[キーワード] 中核的理科教員, モデル授業, オンライン研修会, 授業改善, 科学的リテラシー

1. 理科モデル授業オンライン研修会とは

1. 新たな教員研修機会を必要とする背景

[研修機会の減少] 学校の業務は多忙化し、働き方改革を進める中、理科の授業者としての資質・能力を高める研修会を開催したりそれに出張したりすることが益々困難な状況となっている。

[理科授業の在り方] 現行学習指導要領が求める「主体的対話的で深い学び」を通じて子どもの資質・能力を高める理科授業について、その具体的な実践を学べる機会が不足している。

[高度な授業実践力の普及・継承] これまで各地域で小中学校における理科授業を推進したり支援したりしてきた中核的理科教員がもつ高度な授業実践力を普及したり、熟練教員から若手教員が継承したりできる機会が希少化している。

[理科教育の課題] 一方で、多くの子どもにとって理科は「よくわからない」「重要と思わない」「役立つと思わない」「自分の将来の職業に関係しない」教科と意識されており、子ども自身が今日および将来の社会で充実して生きる上で基盤となる資質・能力を身に付けていると意識できる授業づくりに課題がある。

[研修手段としての ICT の有効活用] 社会全体で ICT を活用できる環境整備が進んだことから、教員研修においても、オンライン上でリアルタイムに授業を参観して協議に参加した

り、好きな時間帯にウェブ上で授業動画や資料、協議記録を参照したりといった形態で研修が行える環境となっている。

[プライバシーの保護] 今日、実際の小中学校での授業を参観し動画収録することは、児童生徒のプライバシー保護のため、困難になっている。そのため、様々に工夫された優れた授業実践を、それを直接参観できた教員以外の教員が具体的に知ることができなくなっている。

2. 目的

以上の背景から、本研究では「理科モデル授業オンライン研修会」により、中核的理科教員の優れた理科授業実践を支えている専門的知識と技能を継承可能とし、優れた理科授業実践を目指す教員の研修ニーズに応えるとともに、若手教員や教員志望の学生が次代の中核的理科教員として成長するための拠り所になるという新たな社会的機能を創出することを目的とする。以下が具体的な特徴である。

[オンラインでの研修会] 移動時間をかけず任意の場所から参加できる。対面式の研修会よりも多くの教員がリアルタイムで参加できることに加え、参加者の同意により、研修会の動画記録や資料をウェブサイトから提供することで、半永久的に研修に利用できる。

[自己研鑽として] 学校は、働き方改革を進める上で、出張を減らす必要がある。そこで、本オンライン研修会は、土曜日（または休日）

午後の開催を基本とすることで、学校の勤務時間を避け、自宅等から参加できるものとする。

参加者は自己研鑽目的で参加する一方、二次的効果として所属校や地域の理科教育水準向上と広く教員の理科授業力向上が期待できる。

〔モデル授業の提示〕中核的理科教員の高度な授業実践力を普及させるために、少人数の教員志望の大学生を児童生徒に見立てたモデル授業を実施し、授業後に授業者が指導案とともに学校での授業の様子やその他工夫している事柄などを説明した上で、参加者全員で協議を進める形態を基本とする。

〔優れた理科授業の追究〕現行の学習指導要領は、「主体的対話的で深い学び」を通じて子どもの資質・能力を高める理科授業を求めているが、このことは過去の「優れた理科授業」を否定するものとは捉えていない。過去の授業実践においても、優れた理科授業では児童生徒は主体的対話的に問題を科学的に探究する中で、科学的な見方や考え方、科学的態度などを身につけてきた。本研修会では「時代によって変わらない優れた理科授業」に内包される本質的な授業実践力とともに、理科教育の今日的課題の克服につながる「今日必要とされる優れた理科授業」の実践力の両面に着目する。

〔中核的理科教員のコミュニティ〕熟練教員と若手教員がともにモデル授業を提案する立場にも学ぶ立場にもなり、協働して「優れた理科授業」を追究する研修会を構築することで、中核的理科教員の研鑽の場としての「専門職の学習共同体(Professional Learning Community: PLC)」が形成される。若手教員の参加は、中核的理科教員のコミュニティを持続可能にする。各地域で次代の中核的理科教員が持続的に育成されるという意義がある。

〔科学的リテラシー指標(SLI)測定ツールの提供〕子ども自身が生きる上で基盤となる資質・能力が高まったと意識できる授業づくりを支援するため、「科学的リテラシー指標(Scientific Literacy Index: SLI)」を簡便に測定できるシステムが利用できる。これは、学校と児童生徒を特定可能な情報を一切収集しないで、ID番号のみでインターネットのサイトにQRコードでアクセスし、児童生徒が自分のタブレットで数分の短時間で次の項目に回答(四肢選択)し、教員がその自動集計結果を参照可能になるシステムである。これにより、「理科学習に主体的に取り組む態度」が醸成されてい

るかの現状を把握することができる。

- ①理科の授業の内容はよくわかる
- ②理科の勉強は好きだ
- ③理科の勉強は大切だ
- ④理科を勉強すれば、私のふだんの生活や社会に出て役立つ
- ⑤私が将来はたらく職業は、理科に関係している
- ⑥理科の授業では、自分のやるべきことを考えながら、進んで学習に取り組むことができる
- ⑦理科の授業では、他の人と協力したり分担したりして学習を進めることができる

①は、生徒の理科学習に対する自己効力感の程度を、②は、生徒の理科学習への興味・関心の程度を、③は、生徒が理科学習に感じている重要性の程度を、④は、生徒が理科学習に感じている有用性の程度を、⑤は、生徒が理科学習と自身の長期的な目標であるキャリア意識との間に感じている関連性の程度を測定する。いずれの質問項目も、学習動機に関する「期待-価値理論(expectancy-value theory)」(Wigfield & Eccles, 2000)において学習意欲に直接影響を与える要因と考えられる(小倉, 2016)。全国学力学習状況調査では、対応する5項目すべてで、理科学力との間に正の相関関係が認められている(国立教育政策研究所, 2015)。また、⑥と⑦では、それぞれ主体性、協調性の程度を測定し、生徒が理科の授業に主体的対話的に取り組むことができている程度を把握する。

3. 実施方法

実施方法の詳細は、小倉康、益子典文、中村琢、長谷川仁子(2022)に報告の通りである。研修会は、埼玉大学、岐阜大学のいずれか、または両方を会場として実施している。

4. 開催実績

令和3年度より年間8回の「モデル授業研修会」と、8月に実施する「知って良かった教材や指導の工夫」合同研修会、および3月に実施する研究報告会を実施している。令和4年度末までに開催した研修会は次ページ図1の通りである。モデル授業の内容と授業者(講演者)、指導・教材の特徴を一覧としている。各回の記録を、半永久的に研修利用可能な情報源とするため、すべての回の動画記録と指導案等の資料、協議会等の記録などを、ウェブサイトから非営利の教員研修・教員養成の目的に利用者登録不要で利用可能としている。

この取り組みを、科学研究費補助金の助成を受けて令和6年度末まで実施する予定である。

モデル授業と授業者(所属は収録時のもの)		指導・教材の特徴
第1回 (R3.8.9)	小学校第6学年「物の燃え方と空気」 藤井 祐矢(岐阜大学教育学部附属小学校教諭)	子どもたちへの丁寧な声かけ、問い返しと言葉えらび。児童に見えないものが目に見えてくるようにする工夫。
第2回 (R3.8.9)	中学校第3学年「金星の満ち欠け」 井形 哲志(埼玉県立伊奈学園中学校教諭)	金星の満ち欠けがわかりやすいモデル実験。モデルと自然現象とを対応付ける指導の工夫。
第3回 (R3.9.29)	小学校第4学年「ものの体積と温度」 佐久間 聡子(幸手市立上高野小学校教諭)	子どもたちに科学的に思考するための知識を教えて、問題解決での活用を通じて定着させる指導の工夫。
第4回 (R3.10.28)	中学校第2学年「化学変化と原子・分子」 田中 利典(羽島市立竹森中学校教諭)	知識にとらわれず、目の前の事象から考察させる指導。実験室内で議論し、納得解を導き出させる工夫。
第5回 (R3.11.27)	中学校第3学年「力学的エネルギーの保存」 山本 孔紀(埼玉大学教育学部附属中学校教諭)	目的意識を持ち必要感のある物語が生まれる題材。葛藤状態から主体的対話的で深い学びを実現する工夫。
第6回 (R4.12.25)	小学校第6学年「てこのはたらき」 宮谷 郁江(岐阜市立徹明さくら小学校教諭)	子どもが見通しを持って追究するための条件統一。予想時間の確保と求められたら提供できる教材準備。
第7回 (R4.1.22)	小学校第4学年「動物のからだのつくりと運動」 塩盛 秀雄(埼玉大学教育学部附属小学校教諭)	見たり触ったり、モデルを操作しながら予想を更新する。自信がなくても考えを表明しやすい「自信度」の活用
第8回 (R4.2.28)	中学校第3学年「化学変化とイオン」 松浦 亮太(清見川町立清見川中学校教諭)	生徒が見通しを持って解決に向かう姿や、確かな事実とつながりながら探究していく姿を導く科学的な探究活動。
令和3年度研究報告会企画討議「学校や地域の理科教育の改善に貢献することを目指して」 (R4.3.21)	丹羽直正(各務原市立加那第二小学校校長) 引間和彦(さいたま市立尾間木小学校校長)	岐阜県において理科教員としての成長の環境と条件。埼玉県・さいたま市で理科教員としての成長の環境と条件。
第9回 (R4.5.28)	小学校第5学年「植物の発芽と成長」 福地清太(岐阜市立長良小学校教諭)	発芽後の成長と種子(子葉)の養分を関連づける工夫。観察・実験の事実をもとに、生命の巧みさを実感する学習。
第10回 (R4.6.18)	中学校第2学年「電流と磁界」 野口祥太(さいたま市立指扇中学校教諭)	中学校理科にプログラミング教育を統合する指導法。磁気センサーによる磁界の可視化を活用した指導。
令和4年度合同研修会「知って良かった教材や指導の工夫」 (R4.8.11)	篠田耕佑(大垣市時小学校教諭) 高木健(関市立小金田中学校教諭) 米津秀人(垂井町立不破中学校教諭) 横須賀寛(さいたま市立美園北小学校教諭) 中村琢(岐阜大学教育学部准教授) 小倉康(埼玉大学教育学部教授)	太陽の動き教材の工夫、他。 運動とエネルギー教材の工夫、他。 地球と宇宙教材の工夫、他。 岩石標本、モーター模型の自作と授業、他。 力学、光学教材の工夫、他。 光の屈折とレンズの授業と教材の工夫、他。 学習者の素朴概念を念頭に置いた学習展開の工夫。 生徒が条件制した実験を計画できる教材・教具の工夫。 思考の「不確かさ」に敏感になるための指導の工夫。 科学的な手続きを重視して問題を解決する授業の展開。 科学的に追究する価値ある問題を見いださせる授業の工夫。 「問題の見つけ方」を活用、見出し協議し決定させる展開。
第11回 (R4.9.19)	中学校第3学年「浮力」 藤原玄直(池田町立池田中学校教諭)	電気単元への苦手意識を克服させるための指導の工夫。 概念の比例的変量関係のイメージ化を容易にする教材群。
第12回 (R4.10.22)	小学校第4学年「ものあたたまりかた」 瀧川智子(鴻巣市立鴻巣北小学校教諭)	電気抵抗(オームの法則)を電熱線を用いて指導する工夫。 生徒が単元を通じて学びが止まらない探究的な授業展開。
第13回 (R4.11.23)	小学校第4学年「水のすがたと温度」 服部将也(岐阜市立三輪南小学校教諭)	「学びに向かう力・人間性等」を育む学習意欲を高める工夫。 児童が行動目標を自己決定し学びを日常に関連させる指導。
第14回 (R4.12.17)	中学校第2学年「電流とその利用」 内田 純一(鴻巣市立鴻巣西中学校主幹教諭)	フレミングの法則実験器の製作と指導法(ワークショップ)。
第15回 (R5.1.21)	中学校第2学年「電流の性質(電気抵抗)」 細江達三(岐阜市立青山中学校教諭)	
第16回 (R5.2.23)	小学校第6学年「てこ」 金井大幸(深谷市立深谷西小学校主幹教諭)	
令和4年度研究報告会・特別企画「小森栄治氏の理科指導法を学ぶ」 (R5.3.18)	小森栄治(日本理科教育支援センター代表) 公立中学校28年間の教職とその後理科の教員研修に尽力した背景、さまざまな人との出会い、学んでくれたことを紹介。	

研究情報
・利用の
接続先



研究プロジェクト「中核的理科教員を活用した理科授業力向上オンライン研修プログラムの開発」
令和3～6年度科学研究費補助金基盤研究(B) 研究代表者：小倉 康・埼玉大学教育学部教授
共同研究者：益子典文・岐阜大学教育学部教授、中村 琢・岐阜大学教育学部准教授
◎研修用コンテンツは、学校で理科を教える教員および教員志願の学生はどなたでも利用できます。
◎利用に伴う費用・登録申し込みは一切不要です。
◎研究の継続のため、利用者アンケートへのご協力をHPを通じてお願いすることがございます。
ウェブサイト http://kg.cst.saitama-u.ac.jp/ctrl/page?path=block_b.03_kenkyukai00_contents00

図1 開催実績および利用への案内

5. 評価

図2は、図1に示す延べ19回実施した研修会での現職教員(n=180)のアンケート結果の一部である。質問A「本日の研修会のモデル授業の記録動画と指導案は後日公開されますが、それらをあなたの知り合いの教員に紹介することは有意義だと思いますか。」

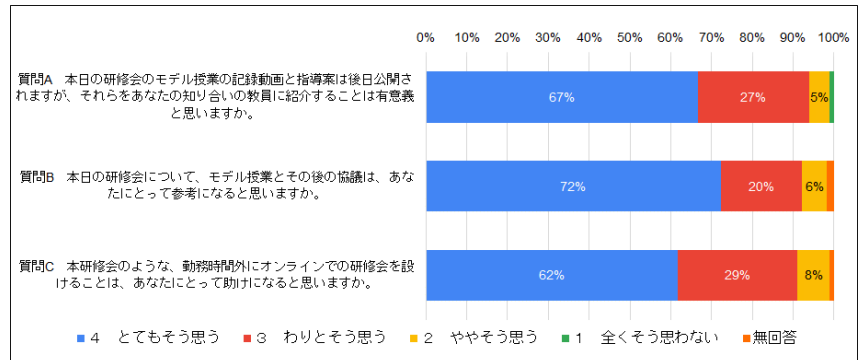


図2 令和3・4年度の研修会に参加した現職教員のアンケート結果 (無記名式、延べ回答数180件)

ことは有意義だと思いますか」、質問B「本日の研修会について、モデル授業とその後の協議は、あなたにとって参考になると思いますか」、質問C「本研修会のような、勤務時間外にオンラインでの研修会を設けることは、あなたにとって助けになると思いますか」に対する参加者の肯定的回答割合は、それぞれ94%、92%、91%である。

II. 他地域への普及

本研修会と同様の研修会を埼玉や岐阜以外の地域に拡大し他地域と連携して実施することを検討する。

1. 普及のメリット

全国様々な地域で活躍している中核的理科教員の工夫された授業をモデル授業として地域を超えて紹介することは、小中学校で理科を教える教員全体にとって授業力向上に貢献できる。

8月に実施している「教材と指導の工夫」のワークショップで紹介される数々のノウハウは、それを知った教員が「そういう工夫があったのか」と「目から鱗が落ちる」思いを経験する有用性の高い情報であり、全国的に共有の場を拓ける意義は高い。

3月に実施している講演セッションは、円熟した理科教員がこれまでをふり返って価値があった経験や示唆を後進の理科教員に継承するもので、どの地域のどのライフステージの理科教員にとっても自身の今後の成長や努力の方向性を考える上で参考になる。

また、本研修会に参加した教員が、校内や地域の教員に有用な情報を伝搬することで、自分の学級はもとより、学年、学校、地域

の理科授業の質の改善充実に寄与し、結果的に学校と地域の児童生徒の理科学習が向上することが期待される。

様々な地域の中核的理科教員にとっては、これまで個人的に限られた地域での理科授業の改善向上に取り組んだ成果を、本研修会の拡大によって、全国的な理科教育の水準向上、ひいては国民全体の科学的リテラシーの向上に貢献可能な成果として発信することを意味する。

さらに、研修会を開催する教員養成系大学にとっては、教員を養成する本来の機能に加えて、地域の中核的理科教員との人的ネットワークを構築することで、教員研修面から地域の理科教育を支える拠点として機能するという存在意義が生まれる。加えて、研修会を通じてウェブサイト上に蓄積される研修用コンテンツを教員養成に活用することで、理科授業力の高い教員を育成するプログラムが充実する。

2. 研修の質の確保

本研修会は、モデル授業とその後の協議という極めて実践的な手法で、小中学校で優れた理科授業実践を導く専門的な知識と技能を可視化し共有可能にしている。参加者が中核的理科教員と同様の授業を実践することを可能とするために、授業動画の他に、学習指導案、授業者本人による教材と普段の工夫点等を説明した動画、参加者のグループ協議で出た質問や意見などに対する授業者の補足説明なども、参照可能としている。こうした具体性と資料性の高さが、本研修会の質を高める要素である。

研修会の終わりには、大学教員から、学術的、理論的立場でコメントを行う。授業実践者として指導するものではなく、あくまで大学の理科教育研究者として講評するものであるが、いわゆる学識経験者の見識を表明することも、研修会の質保証につながる一要素と捉えている。

本研修会は、オンラインでリアルタイム配信するとともに、記録動画を半永久的に利用可能とすることから、授業者とすべての参加者がそのことを了解していることと、研修記録の利用者においても、授業者と児童生徒役となった学生のプライバシーの保護と人権の尊重に十分留意して利用することが前提となる。とりわけ貴重な研修機会を提供した授業者に対する感謝の意識が重要である。加えて、動画や資料で発信される情報が、第三者の著作権を侵害しないものであることを確かにする必要がある。一般に、教員研修会で検定済教科書の一部を配信

することは著作権侵害に当たるとして許可されない。ICT活用に関する研修を行う際も、有料のソフトウェアの画面を配信したり、動画や写真の教材の画面を配信したりすることも同様である。こうした前提で、配信可能な情報の範囲で研修会を実施することが必要である。

「科学的リテラシー指標 (SLI) 測定ツール」(小倉 (2022) pp.30-32) は、本研修会ホームページから、全国の学校が無償で活用できるものとして公開した。このツールを用いて、理科の授業改善の児童生徒に対する意識面の効果が、極めて短時間に容易に把握できる。このツールは、本研修会の質を確保する可能性の一つとして用意したものである。

3. 普及への課題

小中学校で理科を教える教員への周知が十分とはいえない。ただし、周知されたとしても働き方改革と矛盾しない(=いつでも時間が合えば利用できる)自己研鑽型研修プログラムであるがゆえに、自主的な利用が広がらない困難さを実感している。こうした自己研鑽型研修への参加も任命権者が認める研修実績として評価されれば普及が大きく前進すると考える。

[注・文献]

本研究は令和3～6年度科学研究費補助金(課題番号21H00917, 研究代表者 小倉康)を受けている。成果は次のURLで随時発信している。

http://kg.cst.saitama-u.ac.jp/ctrl/page?path=block_b/03_kenkyukai/00_contents00

小倉康, 益子典文, 中村琢 (2021) 日本科学教育学会年会論文集 45, pp.579-582.

小倉康, 益子典文, 中村琢, 長谷川仁子 (2022) 日本科学教育学会年会論文集 46, pp.358-361.

小倉康 (2022) 『中核的理科教員を活用した理科授業力向上オンライン研修プログラムの開発』科学研究費補助金基盤研究 (B) (#21H00917) 令和3年度研究中間報告書, 埼玉大学。

小倉康 (2023) 『中核的理科教員を活用した理科授業力向上オンライン研修プログラムの開発』科学研究費補助金基盤研究 (B) (#21H00917) 令和4年度研究中間報告書, 埼玉大学。

国立教育政策研究所 (2015) : 平成27年度全国学力・学習状況調査【都道府県別】集計結果 (retrieved from <http://www.nier.go.jp/15chousakekkahoukou/index.htm>, in 2015.9.1)

Wigfield, A. and Eccles, J.S. (2000) : Expectancy-Value Theory of Motivation, Contemporary Educational Psychology, 25, 68-81.

埼玉大・岐阜大共同研究プロジェクト 「理科モデル授業オンライン研修会」のご案内

優れた理科授業づくりの新たな研修手段の提案

- (1) どこからでも参加可能なオンラインの研修会
- (2) 土曜日夕方に出張ではなく自己研鑽として
- (3) 理科モデル授業の参観と協議
- (4) 優れた理科授業について互いに学び合える機会
- (5) 地域を越えた中核的理科教員のつながりの形成
- (6) 科学的リテラシー指標 (SLI) 測定ツールの提供
- (7) 記録動画と資料がウェブ掲載され再利用が可能

参加費
無料

令和5年度スケジュール

年間8回の理科モデル授業（小・中学校各4回）をZoomを用いて実施します
埼玉県・岐阜県の経験豊かな教員が授業者を務めます

- ① 5月20日（土）15～17時45分 中学校理科モデル授業・岐阜大学
- ② 6月17日（土）15～17時45分 中学校理科モデル授業・埼玉大学
- 特 8月10日（木）13～17時 合同研修会「教材と指導の工夫」
- ③ 9月9日（土）15～17時45分 中学校理科モデル授業・岐阜大学
- ④ 10月21日（土）15～17時45分 小学校理科モデル授業・埼玉大学
- ⑤ 11月25日（土）15～17時45分 小学校理科モデル授業・岐阜大学
- ⑥ 12月16日（土）15～17時45分 中学校理科モデル授業・埼玉大学
- ⑦ 1月20日（土）15～17時45分 小学校理科モデル授業・岐阜大学
- ⑧ 2月23日（祝）15～17時45分 小学校理科モデル授業・埼玉大学
- 特 3月16日（土）14～17時 研究報告会「理科指導の熟達」・岐阜大学
（令和6年度も年間8回の研修会を予定しています）

研修会の基本的な流れ

- ①指導案・資料等を配信、②授業者が本時の位置付けを説明、
- ③対面の大学生を児童生徒役として1時間の理科授業を実施、
- ④授業後に授業者が実際の児童生徒の様子も含めて授業説明、
- ⑤参加者が小グループ協議、⑥協議後の質問に授業者が回答、
- ⑦大学教員のコメント、⑧理科に関わる話題提供・情報共有

※毎回簡易な参加者アンケートに回答していただきます。研修会のモデル授業の動画記録と授業後協議の概要（個人情報を含まない）を、研究成果の一部として公開します

詳細情報と 参加の方法



研究題目「中核的理科教員を活用した理科授業力向上オンライン研修プログラムの開発」
令和3～6年度科学研究費補助金基盤研究(B) 研究代表者：小倉 康・埼玉大学教育学部教授

◎オンライン研修会は、学校で理科を教える教員の方はどなたでもご参加できます。
毎回無記名の参加者アンケートを実施しますが、メールリストで接続情報をお届けするためのメールアドレス以外に、個人情報を収集することはありません。

http://kg.cst.saitama-u.ac.jp/ctrl/page?path=block_b/03_kenkyukai/00_contents00

埼玉大学・岐阜大学共同開発 理科教員研修用モデル授業コンテンツの利用案内

モデル授業研修用コンテンツ一覧 (2024.3.1現在、令和6年度まで拡大予定)

モデル授業と授業者(所属は収録時のもの)

- 第1回** 小学校第6学年「物の燃え方と空気」
(R3.8.9) 藤井 祐矢(岐阜大学教育学部附属小学校教諭)
- 第2回** 中学校第3学年「金星の満ち欠け」
(R3.8.9) 井形 哲志(埼玉県立伊奈学園中学校教諭)
- 第3回** 小学校第4学年「ものの体積と温度」
(R3.9.25) 佐久間 聡子(幸手市立上高野小学校教諭)
- 第4回** 中学校第2学年「化学変化と原子・分子」
(R3.10.23) 田中 利典(羽島市立竹鼻中学校教諭)
- 第5回** 中学校第3学年「力学的エネルギーの保存」
(R3.11.27) 山本 孔紀(埼玉大学教育学部附属中学校教諭)
- 第6回** 小学校第6学年「てこのはたらき」
(R4.12.25) 宮谷 郁江(岐阜市立徹明さくら小学校教諭)
- 第7回** 小学校第4学年「動物のからだのつくりと運動」
(R4.1.22) 塩盛 秀雄(埼玉大学教育学部附属小学校教諭)
- 第8回** 中学校第3学年「化学変化とイオン」
(R4.2.23) 松浦 亮太(揖斐川町立揖斐川中学校教諭)
- 令和3年度研究報告会パネル討議「学校や地域の理科教育の改善に貢献することを目指して」**
(R4.3.21) 丹羽直正(各務原市立那加第二小学校校長)
引間和彦(さいたま市立尾間木小学校校長)
- 第9回** 小学校第5学年「植物の発芽と成長」
(R4.5.28) 福地浩太(岐阜市立長良小学校教諭)
- 第10回** 中学校第2学年「電流と磁界」
(R4.6.18) 野口祥太(さいたま市立指扇中学校教諭)
- 令和4年度合同研修会「知って良かった教材や指導の工夫」**
(R4.8.11) 篠田耕佑(大垣市時小学校教諭)
高木健(関市立小金田中学校教諭)
米津秀人(垂井町立不破中学校教諭)
横須賀篤(さいたま市立美園北小学校教諭)
中村琢(岐阜大学教育学部准教授)
小倉康(埼玉大学教育学部教授)
- 第11回** 中学校第3学年「浮力」
(R4.9.19) 藤原玄宜(池田町立池田中学校教諭)
- 第12回** 小学校第4学年「もののあたたまりかた」
(R4.10.22) 濁川智子(鴻巣市立鴻巣北小学校教諭)
- 第13回** 小学校第4学年「水のすがたと温度」
(R4.11.23) 服部将也(岐阜市立三輪南小学校教諭)
- 第14回** 中学校第2学年「電流とその利用」
(R4.12.17) 内田 純一(鴻巣市立鴻巣西中学校主幹教諭)
- 第15回** 中学校第2学年「電流の性質(電気抵抗)」
(R5.1.21) 細江達三(岐阜市立青山中学校教諭)
- 第16回** 小学校第6学年「てこ」
(R5.2.23) 金井大季(深谷市立深谷西小学校主幹教諭)
- 令和4年度研究報告会・特別企画「小森栄治氏の理科指導法を学び取る」**
(R5.3.18) 小森栄治(日本理科教育支援センター代表)
公立中学校28年間の教職とその後理科の教員研修に尽力した背景、さまざまな人との出会い、学んでこられたことを紹介。

指導・教材の特徴

- 子どもたちへの丁寧な声かけ、問い返しと言葉えらび。児童に見えないものがおのずと見えてくるようにする工夫。
- 金星の満ち欠けがわかりやすいモデル実験。モデルと自然現象とを対応付ける指導の工夫。
- 子どもたちに科学的に思考するための知識を教えて、問題解決での活用を通じて定着させる指導の工夫。
- 知識にとらわれず、目の前の事象から考察させる指導。実験班内で議論し、納得解を導き出させる工夫。
- 目的意識を持ち必要感のある物語が生まれる題材。葛藤状態から主体的対話的で深い学びを実現する工夫。
- 子どもが見通しを持って追究するための条件統一。予想時間の確保と求められたら提供できる教材準備。
- 見たり触ったり、モデルを操作しながら予想を更新する。自信がなくても考えを表明しやすい「自信度」の活用
- 生徒が見通しを持って解決に向かう姿や、確かな事実とつながらながら探究していく姿を導く科学的な探究活動。
- 岐阜県において理科教員としての成長の環境と条件。埼玉県・さいたま市で理科教員としての成長の環境と条件。
- 発芽後の成長と種子(子葉)の養分量を関連づける工夫。観察・実験の事実をもとに、生命の巧みさを実感する学習。
- 中学校理科にプログラミング教育を統合する指導法。磁気センサーによる磁界の可視化を活用した指導。
- 太陽の動き教材の工夫、他。
- 運動とエネルギー教材の工夫、他。
- 地球と宇宙教材の工夫、他。
- 岩石標本、モーター模型の自作と授業、他。
- 力学、光学教材の工夫、他。
- 光の屈折とレンズの授業と教材の工夫、他。
- 学習者の素朴概念を念頭に置いた学習展開の工夫。
- 生徒が条件制御した実験を計画できる教材・教具の工夫。
- 思考の「不確かさ」に敏感になるための指導の工夫。
- 科学的な手続きを重視して問題を解決する授業の展開。
- 科学的に追究する価値ある問題を見いださせる授業の工夫。
- 「問題の見つけ方」を活用、見出し協議し決定させる展開。
- 電気単元への苦手意識を克服させるための指導の工夫。
- 概念の比例的変量関係のイメージ化を容易にする教材群。
- 電気抵抗(オームの法則)を電熱線を用いて指導する工夫。
- 生徒が単元を通じて学びが止まらない探究的な授業展開。
- 「学びに向かう力・人間性等」を育み学習意欲を高める工夫。
- 児童が行動目標を自己決定し学びを日常に関連させる指導。
- フレミングの法則実験器の製作と指導法(ワークショップ)。

研究情報
・利用の
接続先



研究プロジェクト「中核的理科教員を活用した理科授業力向上オンライン研修プログラムの開発」
令和3～6年度科学研究費補助金基盤研究(B) 研究代表者：小倉 康・埼玉大学教育学部教授
共同研究者：益子典文・岐阜大学教育学部教授、中村琢・岐阜大学教育学部准教授
◎研修用コンテンツは、学校で理科を教える教員および教員志望の学生はどなたでも利用できます。
◎利用に伴う費用・登録申し込みは一切不要です。
◎研究の継続のため、利用者アンケートへのご協力をHPを通じてお願いすることがございます。

ウェブサイト http://kg.cst.saitama-u.ac.jp/ctrl/page?path=block_b/03_kenkyukai/00_contents00

埼玉大学・岐阜大学共同開発 理科教員研修用モデル授業コンテンツの利用案内

モデル授業研修用コンテンツ一覧 (2024.3.1現在、令和6年度まで拡大予定)

モデル授業と授業者(所属は収録時のもの)

第17回 中学校第1学年「身のまわりの物質」

(R5.5.20) 佐藤秀行(美濃市立美濃中学校教諭)

第18回 中学校第1学年「身のまわりの物質」

(R5.6.17) 長谷川隼也(深谷市立豊里中学校教諭)

令和5年度合同研修会「知って良かった教材や指導の工夫」

(R5.8.10) 南部浩一(岐阜市立茜部小学校長)

杉山直樹(さいたま市立田島小学校教諭)

山田茂樹(関市立桜ヶ丘中学校長)

山本孔紀(埼玉大学教育学部附属中学校教諭)

中村琢(岐阜大学教育学部准教授)

小倉康(埼玉大学教育学部教授)

第19回 中学校第2学年「動物の体のつくりと働き」

(R5.9.9) 高橋 亮(岐阜大学教育学部附属小中学校教諭)

第20回 小学校第5学年「ふりこのきまり」

(R5.10.21) 中山直之(さいたま市立見沼小学校教諭)

第21回 小学校第4学年「動物の体のつくりと運動」

(R5.11.25) 河村泰代(岐阜市立加納小学校教頭)

第22回 中学校第2学年「化学変化と原子・分子」

(R5.12.16) 遠藤裕貴(上尾市立東中学校向原分校教諭)

第23回 小学校第5学年「人の誕生」

(R6.1.20) 堀 祐太郎(瑞穂市立牛牧小学校教諭)

第24回 小学校第5学年「流れる水の働きと土地の変化」

(R6.2.23) 島田広彦(飯能市立南高麗中学校教頭)

指導・教材の特徴

白い粉末の混合物から食塩を取り出す計画を生徒達が練り合う。生徒が自分の頭で考える授業づくりの工夫。

生徒の思考の流れを捉えて気体の水への溶けやすさを探究する指導の工夫。理科とさまざまな職業との関連づけ。

心にひびく理科授業の在り方～実感・驚き・感動・喜び・満足。理科授業における不易と流行～ICTとものづくり～季節変化を地球の公転運動と関連づける教材や指導、他。生徒の主体性を引き出す観察・実験教材の工夫、他。放射線の性質の単元における教材と使い方、他。学習者の粒子概念とモデル思考を育む指導方略。

地域の生き物である草食魚のアユと肉食魚のハスの解剖を単元導入に行い生徒の学習意欲を高める工夫。

子どもたちが責任を持って実験を行うことで、コミュニケーション能力を高めたり有能感を感じられたりする工夫。

生命領域で大切な見方・考え方を働かせ主体的に学習に取り組む態度を養う工夫。

複数の仮説について班で対話し吟味して立てた仮説を実験で検証させる工夫。

羊水の働きを理解することを通して、人体の巧みさや生命の尊さを考えさせる授業の工夫。

流れる水の働きをコントロールして安全な生活が護られていることを、主体的対話的な学びを通じて実感させる工夫。

令和6年度末までコンテンツの拡大を予定しています

研究情報
・利用の
接続先



研究プロジェクト「中核的理科教員を活用した理科授業力向上オンライン研修プログラムの開発」
令和3～6年度科学研究費補助金基盤研究(B) 研究代表者：小倉 康・埼玉大学教育学部教授
共同研究者：益子典文・岐阜大学教育学部教授、中村琢・岐阜大学教育学部准教授
◎研修用コンテンツは、学校で理科を教える教員および教員志望の学生はどなたでも利用できます。
◎利用に伴う費用・登録申し込みは一切不要です。
◎研究の継続のため、利用者アンケートへのご協力をHPを通じてお願いすることがございます。

ウェブサイト http://kg.cst.saitama-u.ac.jp/ctrl/page?path=block_b/03_kenkyukai/00_contents00

モデル授業コンテンツを研修で利用する方法（例）

（１）モデル授業コンテンツを活用する研修の例

- ①ウェブサイトへアクセスする
- ②研修したいモデル授業を選択する
- ③授業者による事前説明の動画（約5分）を視聴し、指導案を確認する（約5分）
- ④モデル授業の動画（約50分）を視聴しながら自身の評価コメントをメモする〔複数教員で研修する場合は、評価コメントを元に意見交流する（約30分）〕
- ⑤授業者による事後解説の動画（約15分）を視聴し、資料等を確認する（約15分）
- ⑥モデル授業研修会の概要記録を読み、他の教員の意見や質問への授業者の回答の内容を確認する（約15分）
- ⑦モデル授業とその後の協議会記録から学べた授業改善の視点を考察する（約15分）〔複数教員で研修する場合は、授業改善の視点について意見交流する（約30分）〕

（２）授業改善の視点を実践に活かす研修の例

- ①事前調査：自身の理科授業に対する児童生徒の意識の現状を科学的リテラシー指標値測定ツール^{*1}により測定する（タブレット使用、準備5分、実施5分、集計5分）
- ②授業改善の視点を活かして、自身の理科授業の改善を目的とした授業を計画する（約3時間～）〔できれば中核的理科教員等^{*2}から意見やサポートを得る（約1時間）〕
- ③授業計画を実践する（約1時間～）
- ④事後調査：授業を実践した後に、児童生徒の意識の状況を科学的リテラシー指標値測定ツールにより測定し、事前調査結果からの変化（改善の効果）を把握する（タブレット使用、準備5分、実施5分、集計5分）
- ⑤研修報告書^{*3}を作成する（約2時間）
- ⑥研修報告書を中核的理科教員等や管理職者に報告する（約1時間）〔更なる向上への意見やアドバイスを得る〕

*1 科学的リテラシー指標値(SLI)測定ツール

個人情報を入力せず、児童生徒が自分のタブレットでQRコードを使ってサイトにアクセスし、今日実現が期待されている理科授業像を想定した以下の7項目（追加可）に回答し、教員がその自動集計結果と過去からの変化を学級単位や学習者単位で即時に参照可能になるシステムです。

- ①理科の授業の内容はよくわかる（自己効力感（自信））
- ②理科の勉強は好きだ（興味・関心）
- ③理科の勉強は大切だ（重要性）
- ④理科を勉強すれば、私の心だんの生活や社会に出て役立つ（有用性）
- ⑤私が将来はたらく職業は、理科に関係している（職業との関連性）
- ⑥理科の授業では、自分のやるべきことを考えながら、進んで学習に取り組むことができる（主体性）
- ⑦理科の授業では、他の人と協力したり分担したりして学習を進めることができる（協調性）

*2 中核的理科教員等とは

授業や教材・実験等のサポート、理科授業研究会での授業提供者や指導者役、自由研究の指導などを通じて、校内や地域の理科教育の推進に中心的な役割を担う教員です。理科主任がその役を務めることもあります。

*3 研修報告書の作成

理科を教える教員が自身の授業力向上のプロセスを研修報告書に記すことで、熟達した授業者に成長するための確かな研修の証となります。
（構成例）Ⅰ 現状と課題（事前調査から）Ⅱ 授業の構想、指導案
Ⅲ 実施結果（学習記録等から）Ⅳ 効果の分析（事後調査から）
Ⅴ 総括と今後の課題

〔理科指導力の新たな研修手段としての利用が期待されます〕

研修用コンテンツと科学的リテラシー測定ツールを用いた研修プロセスと研修効果の概観図

I 教員主体

II 学校主体

III 地域主体

①理科モデル授業オンライン研修会コンテンツを活用した研修（個人、校内、地域）

②現状把握－科学的リテラシー指標値(SLI)測定(1)

③授業計画－実施 ← 中核的理科教員・理科主任等が支援

④効果測定－科学的リテラシー指標値(SLI)測定(2)

⑤効果・課題分析 ← 中核的理科教員・理科主任等が支援

⑥理科授業力向上による児童生徒の学習意欲と学力の向上

タブレット
（事前調査・計画・実施・事後調査・効果分析）