

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4年度研究中間報告書

令和5年(2023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)(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)(課題番号21H00917)令和4年度研究中間報告書, 埼玉大学.

英語表記 : Ogura, Yasushi (Principal Investigator) (2023) “Developing Online Science Teaching Workshop Program focused on Teaching of Core Science Teachers”, FY2022 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)714-2014 (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4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5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4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 (国立教育政策研究所非常勤職員)	
	千田将貴 (埼玉大学教職大学院生)	
	本庄秀行 (深谷市立岡部中学校教諭、埼玉大学内地留学生・埼玉県長期研修教員)	
	齋藤善則 (埼玉大学研究生)	
[授業者]		
	福地浩太 (岐阜市立長良小学校教諭)	第9回 (2022. 5. 28)
	野口祥太 (さいたま市立指扇中学校教諭)	第10回 (2022. 6. 18)
	藤原玄宜 (岐阜県池田町立池田中学校教諭)	第11回 (2022. 9. 19)
	濁川智子 (埼玉県鴻巣市立鴻巣北小学校教諭)	第12回 (2022. 10. 22)
	服部将也 (岐阜市立三輪南小学校教諭)	第13回 (2022. 11. 23)
	内田 純一 (鴻巣市立鴻巣西中学校主幹教諭)	第14回 (2022. 12. 17)
	細江達三 (岐阜市立青山中学校教諭)	第15回 (2023. 1. 21)
	金井大季 (深谷市立深谷西小学校主幹教諭)	第16回 (2023. 2. 23)
[講師]		
	篠田耕佑 (大垣市時小学校教諭)	合同研修会 (2022. 8. 11)
	篠田耕佑 (大垣市時小学校教諭)	合同研修会 (2022. 8. 11)
	高木 健 (関市立小金田中学校教諭)	合同研修会 (2022. 8. 11)
	米津秀人 (垂井町立不破中学校教諭)	合同研修会 (2022. 8. 11)
	横須賀篤 (さいたま市立美園北小学校教諭)	合同研修会 (2022. 8. 11)
[特別講師]		
	小森栄治 (日本理科教育支援センター代表)	研究報告会 (2023. 3. 18)

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9回小学校第5学年「植物の発芽と成長」	7
I-2 第10回中学校第2学年「電流と磁界」	25
I-3 第11回中学校第3学年「浮力」	56
I-4 第12回小学校第4学年「もののあたたまりかた」	73
I-5 第13回小学校第4学年「水のすがたと温度」	96
I-6 第14回中学校第2学年「電流とその利用」	122
I-7 第15回中学校第2学年「電流の性質（電気抵抗）」	146
I-8 第16回小学校第6学年「てこ」	168
II 研究結果② —「教材や指導の工夫」研修会—	195
II-1 令和4年度合同研修会	196
III 研究結果③ —「熟達理科教師から学ぶ」研修会—	238
III-1 令和3年度研究報告会	239
資料	246
資料1 日本科学教育学会第46回年会発表論文(2022.9.17)	247
資料2 令和4年度「理科モデル授業オンライン研修会」開催日程	251
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	252

ホームページへのリンク情報

第9回小学校第5学年「植物の発芽と成長」

http://kg.cst.saitama-u.ac.jp/ctrl/page?path=block_b/03_kenkyukai/10_contents01



第10回中学校第2学年「電流と磁界」

http://kg.cst.saitama-u.ac.jp/ctrl/page?path=block_b/03_kenkyukai/11_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/12_contents01



第11回中学校第3学年「浮力」

http://kg.cst.saitama-u.ac.jp/ctrl/page?path=block_b/03_kenkyukai/13_contents01



第12回小学校第4学年「もののあたたまり方」

http://kg.cst.saitama-u.ac.jp/ctrl/page?path=block_b/03_kenkyukai/14_contents01



第13回小学校第4学年「水のすがたと温度」

http://kg.cst.saitama-u.ac.jp/ctrl/page?path=block_b/03_kenkyukai/15_contents01



第14回中学校第2学年「電流とその利用」

http://kg.cst.saitama-u.ac.jp/ctrl/page?path=block_b/03_kenkyukai/16_contents01



第15回中学校第2学年「電流の性質（電気抵抗）」

http://kg.cst.saitama-u.ac.jp/ctrl/page?path=block_b/03_kenkyukai/17_contents01



第16回小学校第6学年「てこ」

http://kg.cst.saitama-u.ac.jp/ctrl/page?path=block_b/03_kenkyukai/18_contents01



令和3年度研究報告会 (2022.3.21)

http://kg.cst.saitama-u.ac.jp/ctrl/page?path=block_b/03_kenkyukai/09_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 (本報告書)

http://kg.cst.saitama-u.ac.jp/contents/files/block_b/03_kenkyukai/2303report.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9回モデル授業
小学校第5学年
「植物の発芽と成長」

授業者

福地浩太

(岐阜市立長良小学校教諭)

令和4年度 第9回「理科モデル授業オンライン研修会」概要

2022年5月28日（土）15時～18時00分

主会場：岐阜大学教育学部

参加47名（大学内16名、オンライン31名〔学生23名、教員24名〕）

1 開会挨拶（中村琢岐阜大学准教授）

本年度、第1回目の理科モデル授業オンライン研修会は、通算9回目となった。理科教育に携わる皆さんが自主的に楽しく学び合える場として、オンライン上の学習会を継続して行えることは大変うれしく思う。授業についての研究会と学校で起こっている色々な出来事に関する情報共有やディスカッションが行う機会が持てる。このような機会を通じて他のシック学び合える機会は大切である。この機会は中核的理科教員の専門職としてお互いに集まり Professional Learning Communities（PLC）を作り、教材開発を行っている。今後、皆様と近隣の学校との連携により盛り上げ、それぞれの学校で是非役立てて欲しい。

2 中学校理科モデル授業

（1）授業者と授業内容

授業者：福地浩太（岐阜市立長良小学校教諭）

授業：小学校第5学年「植物の発芽と成長」

本時のねらい：（本時 9・10/16時）

子葉の中でんぷんの量を比較する実験を通して、インゲンマメの成長に伴ってでんぷんがなくなっていくことに気付き、植物は種子の中の養分を使って発芽し成長することが分かる。

〔思考・判断・表現、知識・技能〕

（2）授業者による事前説明

本単元では、条件を制御することに重点を置き実験を進めていく。条件を揃えることに目が向き生物の命を扱っていることに意識が薄くなりがちである。理科の4領域の中で生命領域では、自然に親しむ心情を養い、生命尊重の心を十分に育むことに心掛けている。

本時は種子の中の養分について学ぶ。その中で、子どもが命のことを大切に思えるような学びを工夫し授業に取り組む。

（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

教員として働き始めの頃から、特に生命領域の教材準備や生命領域の授業研究に力を入れて勉強してきた。今回は生命を実感する指導の在り方をモデル授業で提案する。

《1》理科の授業で大切にしていること

①自然事象の中の事実を基にして解決する学習

「事実を基に問題を解決していくこと」が理科の本質であると考え、事実を基に問題を解決していくためには、子どもがどのような事実をつかむことができるかを授業の計画段階で考える必要がある。大人がこのような事実をつかむと良いと考えたとしても、子どもの目線に立ち、このような事実をつかめそうか考えるべきである。

②子どもが主体的に問題解決する学習

子どもがこれまでの経験や学習を基に考えることができるか。子どもたちが前時の授業から

の学んだ経験や学習を基に、今の探究活動の力を発揮している点を考慮すべきである。従って、今、子供たちが持っている力を発揮すれば、また新たな課題に挑戦していけるということを授業の計画段階で考えていく必要があると考える。

③自然の不思議さや巧みさに感動し、目を輝かせる姿を生み出す。

子どもが持つ探究心に火をつけ、自然を愛する心情を育むことを生み出したいと考える。

④教師自身が自然に親しみ、探究し続けること

教師は予め結果はわかっているが、子どもと共に感動し、子どもと一緒に自然を探究する心を持ち続けたい。私自身が意識をもって勉強し続けることが大切だと考える。

《2》指導案で使わないようにしている言葉

子どもにさせる授業（やらせる、考えさせる）ではなく、子どもの側にたつ授業（進んで探究する、粘り強く考える）に、子どもたちを信じて取り組んでいくことを大切にしている。

これらはICTが活用されても、変わらない点だと信じて取り組んでいる。

《3》変化する事実を扱うこと

生命領域の学習に取り組むとき、子どもが命の大切さや命の素敵さを感じる「生命」を実感できる時とは、「動く、食べる、育つ、枯れる、生まれる」等の時であることがアンケートからわかった。そこで授業において、「変化する」事実を扱うことが大切だと考えた。

観察は、「今の姿」を観ることで、変化している姿ではない。そこで、どのようにすることが、「生きていること」を実感しながら成長を期待して詳しく観察することに繋がるか、という点を意識しながら授業に取り組んでいる。

生命領域の学習は、単位時間内で変化する事象を扱うのは難しい。再現性や実証性を増すために、画像や動画などのコンテンツを活用しながら変化を見せていくことが大切と考える。

《4》本日の授業 「種子の養分と発芽」を扱う授業

学習指導要領には「種子の中の養分を基にして発芽することを理解する」と記述される。各教科書による表現に注目し、「養分を使って成長する」ことを、子どもの理解につなげる事実を提示して伝えるのは難しいと感じた。

1) 実践上の課題

教科書に記載されている実験を試み、実践上の課題を検討した。種子としぼんだ子葉の2つを比較し、考察ができそうか、断面の観察からでんぷん量の変化が見取れるか、どの段階の子葉を扱うのか、インゲンマメの品種等について課題を検討した。

2) 教材と実験方法の開発

①インゲンマメの品種

課題を基に、観察に適した教材インゲンマメの品種の見直しを行った。品種による特徴や断面を観て比較し、金時豆を扱うことに選択した。



図1 インゲンマメの品種

②事象提示の工夫

インゲンマメの成長段階の異なる連続的な比較を、「だんだん変わっていく」という変化の提示で、成長していくことを子どもたちが想起できると考えた。さらに、成長していくにもかかわらず子葉はしぼ



図2 子葉の成長段階による変化

んでいくことの「ずれ」に子どもが気付き、課題に繋がれると考えた。

③でんぷんの検出方法

「たたき染め法」は光合成による葉のでんぷんの検出方法の一つ。1981年岐阜県教育センター専門研修主事、森英信先生の提案。乾燥させても次の時間に教材として活用が可能。種子（子葉）の中の養分の量を比較しやすい。

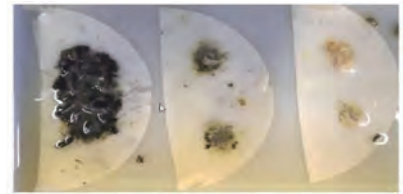


図3 たたき染め法によるでんぷんの検出

3) 考察の工夫

原因と結果の見方を働かせ、成長していくこととでんぷんが無くなったことを関連付けて考えると子どもたちから推論が導かれた。変化の提示により、「成長するほど」・「だんだん」という、生きていくことの営みに沿っての推論から考察が見られた。

4) 終末の事象提示

事象を提示し、条件を制御する力を働かせ、子どもたちから実験方法を導き出した考えの適用を図り、事実で確かめることを試みた。

この実験に関して、子葉を取ったものと取らないものとの比較という事実をもって、子葉の養分を使っている点により確信的にいうことができた。この実験の過程でたくましい生命力（子葉が無くても何とか生きられる等）を捉えることもしたい。



図2 子葉がしぼんでいくのはどうしてだろう。

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。

「本授業が、事実をもとにして、生命の巧みさを実感する学習がなされていたか？」

—指導の工夫・教材教具の工夫など—

そのほか、生命領域の学習の難しさや大切にしていること等自由に討議。

《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

- ・成長過程を3段階に設定して実験しており、生命に親しみを感じやすい。“だんだん”がわかりやすい。
- ・植物が工夫して生きているのがわかる。子葉を取っただけであれほど変化があったことから、生命の巧みさを感じられる。またそこから色々な視点を与えられると感じた。
- ・結果と考察の共有を同時にしていたが、結果を先に共有してもよかったのではないかと。
- ・結果の画像に不等号や矢印などを書き加えることで、事実のどの部分を見たら良いかがわかりやすかった。
- ・結果には事実を書く、考えは考察という点を全体の流れにおいても強調していた。
- ・子どもと一緒に授業を作りつつ進めていくところが素晴らしかった。
- ・色々な変化を見せることと、そこから気付かせることが大切だと感じた。

- ・「問い」が自分事になっている。
- ・確かな事実を用意している。(たたき染めや最後の実験)
- ・見通しを持たせないと、子どもの実験が作業になってしまう。導入で自分事にできていないと見通しも持てないと思った。見通しと振り返りが大切と感じた。
- ・終末で、推論で終わっていた部分に結果を示し、成長に使われているという事実が理解を深め、巧みさに繋がり、理解できた。
- ・一人の子どもの思考の変化に、周りの子どもがその思考の変化に気づき、それを聞いた子ども自身の思考の変化にも気付く点が見られた。一人の生徒に質問を続けることによる展開の良さを感じることができた。
- ・最初の問題提起で写真3枚により植物が確かに成長しているが子葉はしぼんでいる違和感を生徒に抱かせて問題解決に生かす展開。考察でもモヤモヤを残して課題解決につなげるところが、子どもが主体的に取り組むという工夫が見られる手法でよかった。
- ・最後に子葉ありとなしの実験を紹介することで、より子どもが納得できていた。

○教材・教具について

- ・実際に子どもがたたき染め法によってでんぷんを染めることで、事実に基づき理解しやすい。また結果が見易く、残し易い。
- ・連続性のある写真を比べることで、子どもが問いを持ちやすい。
- ・子どもが育てた個体を扱うことで、感情を抱きつつ活動に取り組めると考えられ、良いかもしれない。
- ・示された植物が「○日目」という細かな事実がなかった点が気になった。例：子葉を取った実験（何日目に取ったのか？）
- ・子葉をとっても成長できることや実際に取り組まれた目安を指導案などに入れていただけるとわかり易い。教材研究における教師側のコントロールが難しい。
- ・わかり易い実験だった。変化を重視し、成長を写真によって3段階で示す方法も良かった。提示に縮尺を加えたり、定点カメラで成長の様子を表したりする方法もあるのでは？
- ・今までピンク色の防腐剤が塗られていたインゲンマメを見てきたことが多かった。が、今回は教材研究の結果、インゲン豆の中の金時豆を選んでいたので勉強になった。
- ・たたき染め法は断面を切って調べる方法よりもわかり易く、非常に良いと感じた。またその教材を次回以降にも活用できることがわかり、是非使ってみたいと感じた。
- ・従来の教科書での提示方法では曖昧になる。子葉がしわしわだとわかりづらい。事実を子供が抑えることで納得に繋がる。

○その他

- ・個別によく声掛けされていたのが印象的だった 普段から授業で意識しているのだと思った。
- ・色チョークの色分けの内容を知りたい（色分けの意図）。
- ・言葉の言い換え（高さ→茎の長さ）が上手い。
- ・板書で、課題を中心に書くことで、課題に立ち返りやすい。
- ・どのようなところで条件制御をしているのかが少し薄かった。
- ・子葉を取って実験を行う際に、子どもから「取る子葉は一つですか？」との質問に対し、「植物は生きているから、1つでもいいかもね。」などの声掛けをするとよいと思った。
本時の授業では、「少しかわいそうだけど取りました。」と先生の声掛けがあり、生命を大切にしている気持ちや配慮が伝わってきた。

〈質問・課題〉

質問 巧みさとは何か。

授業者：生命の連続性を柱にした学習内容。次の代に子孫を残すために作られる種子には、親の世代から既に次の代への養分が含まれているものがあり、条件を整えば発芽するという形で次の世代が育つ。環境に適した環境設定をすれば発芽する、そこに巧みさを感じる。種子の養分は使ってそれだけ育っていくのだと子供たちは感じる。

魚の卵や稚魚は腹に養分を貯め、幼生はその養分を使って成長していく。ヒトの誕生ではへその緒を通じて親から養分を貰っている。親から養分を貰って育っているという巧みさを感じて欲しい。多様性共通性の視点を子どもたちなりの視点で感じて欲しい。

質問 発芽と成長が示すものとは？

授業者：成長の中に発芽過程がある。種子から芽、または何か変化したものが出たら発芽と捉えられる。子どもたちは土に植えたものが地上に出てこなければ成長を感じにくい。発芽と成長と使い分けることなく芽が出て成長に養分が使われると自身は考える。

質問 まとめと問題の不一致について

授業者 指導案には子葉がしぼんでしまった理由は〇〇と考えられると計画で書いた。授業では、一方的にまとめを書いてしまった。子どもに書かせていたら、課題に正対するまとめが書けたかもしれないと考えている。

質問 3つの成長段階の準備の時間は？種を撒いてから、または発芽してから、どの位時間が経過したものなのか？3段階の成長の準備方法（日の間隔など）？

授業者：教材準備の時間は限られているが、生物は個体差があり、条件の違いで成長の具合が変わってしまう。よって、育てた個体の条件（何日目個体）を示すことには躊躇する。

今回1か月前から1週間間隔で種を撒き、発芽させた。発芽しなかったものや天候不順により、育ちが悪いものがあつた。生物につきものであるこの多様性の中で、きまりを見出す授業を実現するには、沢山の教材を用意すること、育てていくことが大切ではないか。

子どもたちが育てているものを切るのは子どもたち自身が悲しがり残念に思う。教師も裏で同様に沢山育てる中で、教材として目的に応じたものを使うようにするのが良いと感じる。また、難しい場合には、動画教材やコンテンツを用いて成長をたどるのも一案と考える。

生物教材の準備は大変である。ヒマワリは大きくなり、ピーマンは成長していない。これを逆手に取り、ヒマワリを先に観察する。あとは葉の色、形や大きさは同じなのかと問題を見出して学習している。難しさもあり楽しさでもあるので、子どもたちと一緒に育てながら実験教材を準備することが大切と思う。

質問 実験案「子葉を取り除く」ことは、子どもの考えに出てくるのか？

授業者：第5学年では仮説を基に問題解決の方法を発想する力を育てる。指導案には位置付けていなかったが、仮説を基に問題解決の方法を発想する力を育てるためには、中盤の核となる実験を計画する時だけではなく、チャンスがあるときにはそれを問うていくことで、このような条件の実験をすれば明らかになるはずだという思考を鍛えていくことが大切で、育てることに繋がると考える。終末に次の問題を解決するにはどうしたらいいか敢えて聞いた。

子葉をとるタイミング、土の上に発芽したタイミング、葉がちょっと出ている直後に葉をとってもある程度成長はした。片方だけ子葉をとり、その後具合を見るのもよい。

質問 しぼんでいく理由について、養分が他のところにとられたという以外に、子葉の中で、もしぼんだものを道具でたたいた際に水分がほとんど見られない状況から、単に過剰に蒸発し

たという考えに繋がり易いのではないか。

質問 しわしわの子葉について、「水分もなくなった」と捉えている子どもにはどのようなアプローチをするか？

授業者：前時には種子以外の根や茎や葉になる以外のところには何が入っているのか？という点について、たたき染めの方法とでんぷんをヨウ素液で検出する知識・技能を身に付ける学習時間がある。前時をもって本時を受ける生徒は、たたき染め法を選択すると思われる。水分もなくなり、たたいても染みてこないことに気付き、役目を終えつつあると気づいている学生もいた。これは事実からの発見である。水分量の減少に着目している点も素晴らしいと考える。そのような視点をもつ生徒達を育てたい。

4 モデル授業についての講評（中村琢岐阜大学准教授）

理科の授業で大切にしている4点をまさに具現化している素晴らしい授業であった。

①事実を基に、事実をつかめるように授業展開をしている。

インゲンマメの中で金時豆を用意し、教材開発からたどり着いたたたき染めを取り入れ、子どもたちが一つ一つ事実を拾っていきけるような教材開発の工夫がなされていた。

1か月以上も前から植物教材を実際に育てることから、植物そのものを実際に育てる難しさや、発芽段階の条件設定の難しさを実感しながら、事実をつかめるような教材準備に取り組んでいた。教材に、3段階の成長過程を用意し用いていた。このような準備を「大変だが楽しい」という点を改めて感じる事ができた。

②子どもたちが主体的に問題解決に取り組む学習。

問題解決の過程で、子どもの目線に立って考え、子どもの素朴な概念をもとに無理なく事実を積み重ねていくことで思考できるような教材が用意されていた。大人が情報を与えるのではなく子供が主体的に取り組む工夫が見られた。

③自然の不思議さや巧みさやを知り、自然を愛し、子どもが目を輝かせるような授業であった。

事前授業において、授業では植物の命を貫き、私たちが学べることや実験後には「ありがとう」と言って捨てることなどの、命の大切さを育むような指導があった。

生命の連続性、特に種子は発芽の条件が揃った時にこそ発芽し、発芽したばかりの植物では根の発達が不十分で養分が吸収できず、光合成ができるようになるまでの間の成長を支えるために、種子の中に養分が蓄えられている。このような親世代から子世代への生命の連続性や巧みさを伝えている点が素晴らしい。また、このような考えを持って子どもたちに接している点が随所に見られた。子どもたちと接しながら教師自身が自然に触れ、楽しんでいる様子が、子どもたちにも伝わっていると感じる。

また問いかけが優れており、教師側が意図するような思考ができていない場面での指導援助、具体的には、連続性について考えさせて意識させるもの、種子の役割に思考が繋がるような問いかけ等がなされ、多方面から良く練り上げられた授業であった。

5 ネットワーキング（進行役 小倉康埼玉大学教授）

本研修会は中核的理科教員の専門職の学習共同体（PLC：Professional Learning Community）を醸成することを目指している。ネットワーキングの時間として、それぞれの勤務校や地域で理科教育に携わる中で感じている課題、効果的な取り組みの様子、今後取り組もうと構想していることなどを話すことが、PLCの醸成に有効と考えた。

互いについて知ること、他の地域でも同様の課題を抱えていたり、解決策を考えて取り組んでいたりする等の可能性も考えられる。こうした情報共有が進むことで、中核的理科教員の共通理解が進むとともに協働性や同朋性が深まると考える。

ご自身の状況を紹介していただきたい。全員宛でのチャット、参加者アンケートなどによる共有が可能。今回の情報共有をさらに次回以降のネットワーキングにつなげていきたい。

〈状況紹介〉

- ・理科専門職が1名しかいない現状。周りには理科が苦手の教員が多く、教科担当で理科をお願いしたいという教員が多い。

理科が苦手な教員は、植物の手入れや生活科に関わる分野には意欲的である。理科室で行う実験についての準備や器具を使うところに苦手意識を持つ教員が多いのでは？積極的に一緒に手伝えることを伝え、新学習指導要領になってから問題解決の力の育成についての理解を深めるべく理科の授業見学にも積極的に来て欲しいと伝えている。

- ・生物、特に植物の単元が得意ではない。予備実験などの準備に時間がかかり、予想通りに行かないところに難しさを感じている。理科は好きだが授業が苦手だと感じている教員は、より難しさを感じているのでは？子どもの探究心に火をつけ、問いかけるという展開は難しい。教科書通りの問題をそのまま提示し、実験を教科書通りに説明している授業を多く見かける。

今年は理科支援員の配置が巡ってきた。退職元中学校理科教員に、心強く支援をしていただいている。悩んでいたり困っていると、改善提案をしてくれたり指導に入ってくれることで子供に問いかけたり助けていただいている。このようなことから自分も中核的教員として支援員のように若手のために役割を果たせるようになりたいと考える。

- ・初任の頃はT-Tで、理科を専科とするベテラン教員との授業を2年経験し、主担当を交代しながら研修を積むことができた。そのような体制での実践を積むことでOJTが進み、理科教員が大切にすべき事柄が伝わっていくのではないかと考える。
- ・教材研究を教科書の実験の準備を教材研究だと捉えている若手教員を見て、課題を感じている。経験のある教員が付き、指導及び支援があると多くを学べて望ましい。
- ・久しぶりに複数の理科教員と授業後や実験後に意見の交流ができ、大切であると改めて感じた。いくら教員経験を積んでもこの意見交換は大切だと感じた。本日のような意見交換の場は非常に勉強になり有効だと感じている。本年、初任者指導担当であるが、このような良さを伝えていきたい。
- ・CSTでの実験実技講習会を年に1度実践するようになっている。中学校のCSTの教員が、年3回集まり、近隣の若手教員や理科の苦手な教員に実験実技などを伝える活動を約10年継続して取り組んでいる。その結果、小学校の教員は、理科から遠ざかることはなくなっているのではないかと思う。
- ・現在勤務の地域では、中学校に入学する小学校2校と連携をはかり、「一貫プラン」を3年前から作成し、進めている。学習指導要領の小学校第3学年から中学校第3学年までの理科の学習内容を並べ、1回に約30分から1時間、年3回検討会を実施。どの単元をどちらに重きをおいてどのように学習を進めたらよいか、それぞれの得意分野や学習効率などを考慮し、小学校と中学校の指導の連携協力を進めている。理科好きの生徒が増えてきていると見受けられる。
- ・自分の経験を還元したいと考え、積極的に授業を見に行き、3学年にそれぞれ理科専科がおり、良い取り組みができていると考える。「教科等支援員」の、理科の授業づくりについて学校をまたいでアドバイスを受けられる体制づくりができている。

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

- ・児童が事実から見出したズレをもとに問題化して、見通しをもって問題解決できるように指導案ができていた。そして、問題を解決できるように、確かな事実がとらえられるようにたたき染め法が活用されており、児童が事実を基に考察し、問題の答えを見出していたところが素晴らしい。それができたのは、教材研究に尽きるが、日々の授業実践で、ねらいをもって試行錯誤してきた成果もあると思った。(小学校10年以上20年未満・中学校5年以上10年未満)
- ・素晴らしい授業だった。チョークを主体として板書され、よく板書計画されており、感心した。また、インゲン豆や写真等の実物や映像を利用し、事実を連続的につかませており、子どもたちは興味関心が高まったと思う。また、これらは「変化」に気付かせることを大切にしていることからくる努力であると知り、とても良いと思った。また、金時豆、たたき染法、終末の事象提示の有効性がよく伝わって来た。(小学校5年以上10年未満・中学校10年以上20年未満)
- ・自分になかったアイデアで授業実践されており、大変勉強になった。(小学校10年以上20年未満)

質問8 「ネットワーキング(理科教育に関わる皆さんの周辺での課題を話してください)」のプログラムについて、ご意見やご提案など

- ・参加される方に事前に課題や関心を聞くことができれば、共通課題でグルーピングしてネットワーキングすることもできるのではないかと。そうすると、話題が焦点化されるのではないかと。(小学校10年以上20年未満・中学校5年以上10年未満)
- ・ネットワーキングが理科の授業づくりにも多く取り入れられてきたと、感じている。これから使いやすい方法が多く紹介され、多くの理科教師が利用できるようになると良いと思っている。本日も、オンライン研修会なので、このようなネットワーキングはこれから多くなってほしいと思う。(小学校5年以上10年未満・中学校10年以上20年未満)

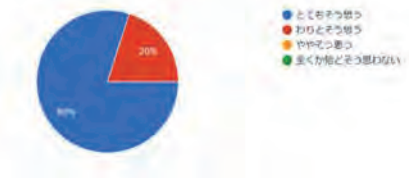
質問10 上記以外で、ご意見やお気づきの点など。

- ・大変勉強になった。本研究会がもっと広まるといいなと思う。声をかけてはいるが、なかなか参加に至らない現状がある。(小学校20年以上・中学校5年未満)
- ・授業者の負担軽減は、さらに可能なのだろうか。研究校の先生は日ごろの実践成果があるので、それを活用すれば発表資料作りも少し軽減できていることだと想像する。この研修会が持続可能であるためにも、授業者確保ができる工夫を考えねばならないと思った。
2回目の参加だが、今回も有意義な時間になった。(小学校10年以上20年未満・中学校5年以上10年未満)
- ・模擬授業でもその授業の良さが伝わってきて、とても良かった。(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。
5件の回答



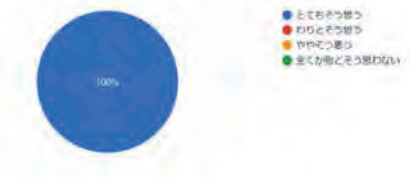
質問4 本研修会のような、勤務時間外にオンライン...最も当てはまるものを1つ選択してください。
5件の回答



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歴)
5件の回答



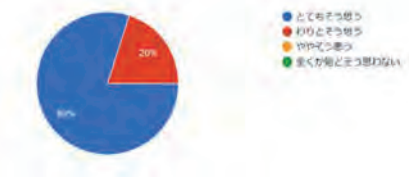
質問5 本日の研修会について、モデル授業とその...最も当てはまるものを1つ選択してください。
5件の回答



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歴)
5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...最も当てはまるものを1つ選択してください。
5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

- ・たたき染めをやってみたいと思った。従来の実験方法もよくわかっていないので、どちらも試して比較してみたいと思った。（小学校志望・実習経験あり）
- ・事実と考察を区別することを強調する声掛けが充実していて、児童が、より意識するような様子が窺えた。また、生命を尊重するような発言や行動が見られて、大切な視点だと思った。（小学校志望・実習経験あり）
- ・生物分野の注意点や工夫点について知ることができてよかった。「生命尊重」は”変化”に注目して行うことで、児童がより「尊重」について考えられるのではないかと思う。（小学校志望・実習経験あり）
- ・久しぶりに生徒の立場になって授業に参加することが出来て、どこでつまづきやすいのか、どうすれば分かりやすいのか考えることが出来た。（志望なし・実習経験あり）
- ・教科書に載っている教材をそのまま行うのではなく、子どもたちにとって、事実をより捉えやすい実験が可能な教材とは何かを吟味してみえたことが、素晴らしいと感じた。また、子どもたちに向ける視線の温かさや、問い返しの内容についても、生徒の意見を尊重しているということがよくわかった。自分の指導に活かしていきたいと思う点が多くあり、非常に有意義な時間であった。（中学校志望・実習経験あり）
- ・先生が大事にされている考えを、具体的な写真や言動におさめられていた。とても情熱を感じた。（中学校志望・実習経験あり）
- ・植物を実際に用意して授業していたところがすごいと思った。また、植物の写真も多く使い、それらを比較することで、細かい変化が捉えやすかった。子どもたちに、「色の変化（事実）からどのようなことが考えられるか」との声掛けにより、結果と考察にそれぞれ何を書けば良いかわかりやすくなり、考察からまとめを書く際には、断定できることはなく、推論であることを子どもたちにしっかり確認していたところも印象的だった。（未定・実習経験あり）
- ・素晴らしい先生の授業を、生徒役として参加することで、多くのことを体感できるのは、とてもよい貴重な経験であると思った。（中学校志望・実習経験あり）
- ・今回の授業では、より子どもが分かりやすいような実験方法の研究がされていたり、まとめの際に敢えて「考えられる」という言葉を用い、実験結果から分かる事実と、そこからの推測の区別を明確にさせていた点がとても参考になった。児童役としても仲間と話し合いながら理解を深めることができ、とても魅力的な授業だった。苗の成長を見越して実験準備をする際に、どのぐらいの時間がかかっているのかが気になった。（小学校志望・実習経験あり）
- ・教材自体もそうであるが、教材研究に対しての考え方や児童に対しての褒め方（特に既習事項との関連を強調したもの）など、理科教員としての目標となる学びが多かった。小学校段階では第二分野、生物学領域の学習内容が多いため、このような領域のモデル授業を学ぶことができたことは有益であった。（未定・実習経験あり）

質問1 あなたは、本オンライン研修会に参加したてはまるものすべてにチェックしてください。
18 件の回答



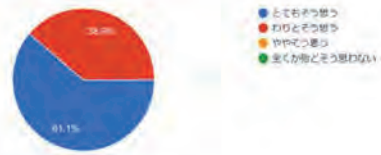
質問4 本日の研修会に、あなたはどのように参加しましたか。
18 件の回答



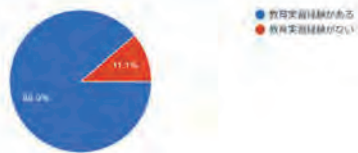
質問2 あなたについて、最も当てはまるものを1つ選択してください。
18 件の回答



質問5 本日の研修会について、モデル投票とその...、最も当てはまるものを1つ選択してください。
18 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。
18 件の回答



5年〇組 理科学習指導案

日時 5月～6月実施
場所 理科室
授業者 福地 浩太

1 単元名 「植物の発芽と成長」

2 指導の立場

(1) 単元について

今年も各学年の植物教材の栽培が始まった。4年生の子どもたちが、ヘチマの種をポットに植えて、毎日大切に水やりをしている。6年生はジャガイモとホウセンカを植えた。しかし、5月初旬になると、ジャガイモを植えたうねのあちこちから、ヘチマの芽が次々と出てきた。土から1cmほど出た子葉を引っ張ってみると、驚くことに12～13cmほどの茎がついてきた。それほど深いところから発芽して出てきたのだ。5月の連休の間も毎日8～10本ほどのヘチマが発芽してきた。ふと、その横に目をやるとヘチマの棚を移動させたあたりには、ホウセンカの芽が20～30本も出ていたことにも気付いた。すべて、昨年の3年生や4年生が育てたホウセンカとヘチマの種が自然に発芽してきたのである。植物の成長は何ともたくましい。私たちは、小さな種がちゃんと発芽して、よく育つようにと養分の含まれた柔らかい培養土を準備して、1つずつ毎日水やりをして手をかけている。しかし、そんな世話をしていない種も成長に適した時期になればちゃんと発芽してくる。種の繁栄のためにつくられた小さな種子には、次の新しい命が育つための強い生命力と成長のための巧みなしくみが備わっている。

成長に適した時期に発芽しなければ植物は成長できない。多くの植物の発芽に作用する条件は、水、空気、適当な温度である。それら3つがそろったときのみ発芽する。そこに、植物の発芽におけるきまりがあるのだ。しかし、発芽したばかりの植物はまだ、根も十分に張っていないし、光合成する能力も育っていない。そこで、根から養分を吸収したり、光合成をしたりできるようになるまでの成長を支える養分が種子の中に備えられているのである。私たち哺乳類のように子育てをしない植物であるが、そのかわりに、光合成を始めるまでの成長を支えるための養分を種子の中に詰め込んで、親世代の個体が渡しているのである。ここにこそ、生命の連続性についての神秘さと巧みさがある。

そこで、本単元の指導にあたっては、植物の発芽や成長について、条件を制御して実験方法を発想する力を養うと共に、原因と結果の見方を働か

せ、気温以外の成長に影響するものについて、成長と関係付けて考えていけるようにしたい。そのためには、1つ1つの変化の要因を明確にして、変える条件と変えない条件を整理した観察、実験の立案と、どの条件について調べているのかという目的をもちながら、成長を比較し、考察することが大切であると考える。

また、成長するための条件を調べるときにも同様に、水、日光、肥料などについて、発芽の条件を調べるときに身に付けた問題解決の力を生かして調べていけるようにしたい。

子葉の養分を調べるにあたっては、まず、種子の中にはでんぷんがたくさん入っていることをとらえられるようにしたい。種子は葉や根になる部分だけでなく、大部分に養分を蓄えているという理解が大切である。そして、子葉の中の養分の減少とそれに伴って成長する植物の様子を関係付けてとらえることで、種子の役割や子葉のはたらきについての理解を深めると共に、生命の連続性についての巧みさに気付くことができるようにしたい。

(2) 子どもの実態について

子どもたちは、3年生のときにホウセンカ、ヒマワリ、ワタ、マリーゴールドを栽培し、継続観察を通してその成長の「順序」をくわしくとらえることができた。そして、実の中はたくさん新しい命である種をつくることを実感的に学んでいる。4年生では、気温の作用を受けてヘチマが大きく成長する様子を観察している。そして、実の中に種がたくさんできることから、植物の共通性と多様性の見方も働かせてきている。栽培にあたっては、水やりを毎日することや日当たりがよい場所で育てるとよいことなど、これまでの栽培経験の中で獲得した素朴な概念をもっている。また、愛情をもって大切に育てようとする心情も養われてきている。

しかし、発芽するために必要な環境条件や成長に必要な環境条件といった、発芽や成長に作用するものを科学的に調べたことはなく、そのきまりや規則性については曖昧である。

そこで、本単元においては、発芽や成長に作用するものを科学的に調べる観察、実験を通して、植物の成長とそのために必要なものを実感的にとらえられるようにしたい。具体的には、仮説をも

とに、変える条件と変えない条件を明確にして、実験計画を立てる場を位置付ける。5年生で重点的に育てる問題解決の力である「予想や仮説を基に、解決の方法を発想すること」を高めることにつながる。さらに、条件を制御したことによる成長の差を比較観察することを通して、変化の要因をとらえ、作用するものと成長を関係付けてとらえることができるように、目的と見通しをもちながら科学的に追究できるようにする。具体的には、調べた条件を明確にしながらか、「この成長の違いを生んだ要因は何か？」と作用するものとの関係付けができるような発問をする。そして、発芽やその後の成長には作用するものがあるというきまりを科学的に見いだすことができるようにしたい。

種子の中の養分については、でんぷんという養分の基礎的な知識やヨウ素液を用いたでんぷんの検出についての基本的な技能について、全員が確実に身に付ける必要がある。その上で、①種子は中に養分を貯えていること、②葉や茎や根にならない部分は子葉として茎についていること、③子葉は個体の成長とともにしぼんでいき、やがて落ちることなどについて観察を通して理解を図っていききたい。そして、子葉の中ででんぷんが発芽の成長に伴って少なくなっていく事実から、「種子の中のでんぷんを発芽するための養分として使って成長していると考える。」というより妥当な考えを導き出せるようにしたい。

このように、「成長をとらえ、生命を実感する指導」をしくめば、植物の種子には新しい命をつないでいくための巧みなしくみがあることを実感するとともに、生命の連続性の神秘さに感動し、生命を大切にできる子が育つと考えている。

(3) 本時のねらいにせまるための手立て

本時は、子葉の中ででんぷんの有無を正しく調べ、個体の成長の様子と関係付けて考え、種子の中ででんぷんを発芽するための養分として使って成長していることについて、より妥当な考えを導くことができる姿を目指したい。

そのために、本時まで種子の中の養分を調べるための実験技能の定着を図る。また、子葉とは種子の中の葉や茎、根にならなかった部分で在ることをおさえる。

導入では、発芽してからの時間の経過の違うインゲンマメの個体を提示し、比較することで、インゲンマメの成長にともなって、それに逆行するように、子葉が小さくしぼんでいっていることに全員が気づき、問題を見いだし、その要因について仮説がもてるようにする。

課題追究の過程においては、ヨウ素液の色の変化を比較観察し、それらを時間の経過でとらえ、だんだんとでんぷんがなくなったという事実をつかむことができているかを机間指導の最中に見届

ける。色の違いには気付いているが、時間の経過で見ることができていない子に対しては、変化の順序を問うことで、連続的にとらえられるようにする。

また、考察の場面において、植物のからだの内部でおきていることを推論するための話し合いを位置付け、「インゲンマメが成長していることと、でんぷんがなくなったことをつなげて考えると、種子の中の子葉はどんなはたらきをしたのかな。」と問う。そうすることで、どのインゲンマメの子葉も個体の成長につれて養分がなくなっていたという事実をもとに、「種子の養分は発芽のために使われるのではないか。」という考えを生み出したい。

適用の場において、発芽直後に子葉を取り除いた個体と子葉についている個体の成長の違いを比較することで、種子の役割についての巧みな仕組みを実感的にとらえられるようにする。

(4) 本時の検証点について

【主張点】

- ① インゲンマメの教材としての有効性
(金時豆を用いた理由)
- ② でんぷんの検出の方法の有効性
(たたき染め法の活用)
- ③ 「種子の中ででんぷんを発芽の時の養分を使って成長している」という考えを導き出すために成長の段階の違うインゲンマメの子葉の中ででんぷんを連続的に比較観察することの有効性
(3点比較)
- ④ 終末の事象提示の有効性
(条件を制御して育てた事実の提示)

★理科モデル授業の提案にあたって

昨今、GIGA スクール構想の実現に向けた ICT の急速な普及や令和の日本型学校教育の目指す新しい授業観の流れの中で、理科学習指導の在り方も大きく変化している。私たちはその変化に対応し、自らの指導観や授業の在り方を常に見直していかなければならない。その中であって、授業の指導法や ICT 機器の活用法など、指導技術の研究が盛んに行われている。

しかし、その一方で教材開発や教材研究といった、理科の醍醐味であろう研究や、そこにかかる時間が少なくなっている気がする。理科を専門とする教師として、教師自身が自然に親しみ、常に興味をもって自然とかかわり、探究する姿勢を忘れてはならないと考える。しかしながら、特に生命領域は教材研究が難しく、新たな教材開発や研究がなされにくいのではないだろうか。若い先生方には、自然の事物・現象に常に探究心をもち、先行実践を参考にしながらも、教材研究や新たな教材・教具の開発を楽しむ姿勢を忘れないでほしいと願っている。

3 単元指導計画（全16時間）

(1) 単元の目標

発芽と成長の様子に着目して、それらに関わる条件を制御しながら、植物の育ち方を調べることを通して、植物の発芽と成長の条件についての理解を図り、実験などに関する技能を身に付けると共に、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。

(2) 単元における評価規準

知識・技能	思考・判断・表現	主体的に学習に取り組む態度
①植物は種子の中の養分を基にして発芽することを理解している。 ②植物の発芽には、水、空気及び温度が関係していることを理解している。 ③植物の成長には、日光や肥料などが関係していることを理解している。 ④植物の発芽や成長について、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。	①植物の発芽や成長について、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している。 ②植物の発芽や成長について、実験などを行い、得られた結果をもとに考察し、表現するなどして問題解決している。	①植物の発芽や成長についての事物・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植物の発芽や成長について学んだことを学習や生活に活かそうとしている。

(3) 単元指導計画

次	時	本時のねらい	学習活動	指導・援助	評価規準
第1次 種子の発芽に作用するものと発芽のしくみ	1	インゲンマメの種子を観察し、種子の中の様子を予想するとともに、これからの成長に願いをもつことができる。	・インゲンマメの種子を観察し、どんな植物の種子なのか話し合う。 どの植物が育つのかな ・発芽した様子を観察し、記録する。 ・これからの成長について、願いと見通しを話し合う。	・インゲンマメの種子と発芽してすぐの個体を提示する。	態度①
	2	これまでの植物の栽培経験などをもとに、種子が発芽するためにはどのような条件が必要かを考えることができる。	・植物を育てるために必要なものについて話し合う。 発芽に必要なものは何だろうか ・これまでの栽培経験などを根拠にして、種子が発芽するために作用する条件を話し合う。	・これまで栽培した植物について、発芽してまもなくの様子の写真を提示する。	思考①
	3 4	予想したいろいろな環境条件が植物の発芽に作用するかどうかを調べるためには、どのような条件制御を行えばよいかを考え、実験の準備をすることができる。	・発芽に作用する条件かどうかを調べるための実験方法を話し合う。 発芽に必要なものを明らかにするためにはどのように調べたらよいだろうか ・変える条件と変えない条件について話し合い、実験方法を考える。 ・それぞれの条件について、条件を制御した実験を準備し、栽培し始める。 水 →あり、なし 日光 →あり、なし 空気 →あり、なし 温度 →気温、低温 土 →あり、なし	・調べる条件以外では統一しなければならぬことをおさえる。 ・実験の目的や条件についてラベルを張るなどして、明確にしておく。 ・成長の見通しをもち、継続観察を進める。	思考① 知識④
	5	種子や発芽した直後のインゲンマメの様子を観察し、種子のつくりと発芽の順序が分かる。	・種子の中の様子について話し合う。 種子の中のはどうなっているのだろうか ・種子の中の様子と発芽した直後のインゲンマメの様子を比較観察し、つくりの様子を理解する。 ・葉や根になる部分以外の部分は発芽後、子葉として茎についていることを理解する。	・一晩水に浸しておいた種子と発芽直後の個体を比較観察する。	態度①

	6	種子の中の根や茎や葉にならない部分にはでんぷんが入っていることをヨウ素液を用いて調べることができる。	<ul style="list-style-type: none"> ・葉や根にならない部分の役割について話し合う。 葉や根にならない部分の中には何が入っているのだろうか ・ヨウ素液ででんぷんの存在を調べられることを理解し、種子の中のでんぷんの有無を調べる。 ・他の種子や私たちの食べ物とでんぷんについて調べ、養分になる物質であることを理解する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ヨウ素ででんぷん反応について説明する。 ・簡易たき染法について説明する。 	知識④
	7 8	条件を制御して育てたインゲンマメの様子を比較観察し、成長の様子の違いから、植物の発芽に作用する条件を考え、理解することができる。	<ul style="list-style-type: none"> ・それぞれの実験の結果について自分の予想を確かめる。 発芽に作用するものは何だろうか ・条件制御した実験の結果から、植物の発芽に作用するものを考える。 ・植物の発芽に作用するものについて、まとめる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・変化の要因を問い、作用するものと成長を関係付けるようにする。 	思考② 知識②
	9 10		本 時		思考② 知識①
第2次 植物の成長に作用するもの	11	発芽後のインゲンマメが成長するために作用する条件について考えることができる。	<ul style="list-style-type: none"> ・これからの植物の成長に必要なものについて話し合う。 植物の成長に必要なものは何だろうか ・これまでの栽培経験などを根拠にして、植物がよく成長するために作用する条件を話し合う。 	<ul style="list-style-type: none"> ・これまでに栽培した植物が大きく育った様子の写真を提示する。 	思考①
	12 13	予想したいろいろな環境条件が植物の成長に作用するかどうかを調べるためには、どのような条件制御を行えばよいかを考え、実験の準備をすることができる。	<ul style="list-style-type: none"> ・成長に作用する条件かどうかを調べるための実験方法を話し合う。 植物の成長に必要なものを明らかにするためにどのように調べたらよいだろうか ・変える条件と変えない条件について話し合い、実験方法を考える。 ・それぞれの条件について、条件を制御した実験を準備し、栽培し始める。 水 →あり、なし 日光 →あり、なし 肥料 →あり、なし 	<ul style="list-style-type: none"> ・実験の目的や条件についてラベルを張るなどして、明確にしておく。 ・成長の見通しをもち、継続観察を進める。 	思考① 知識④
	14 15	条件を制御して育てたインゲンマメの様子を比較観察し、成長の様子の違いから、植物の成長に作用する条件を考え、理解することができる。	<ul style="list-style-type: none"> ・それぞれの実験の結果について自分の予想を確かめる。 植物の成長に作用するものは何だろうか ・条件制御した実験の結果から、植物の成長に作用するものを考える。 ・植物の成長に作用するものについて、まとめる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・変化の要因を問い、作用するものと成長を関係付けるようにする。 	思考② 知識③
	16	これまでの学習を活用して、インゲンマメを大きく育てるための計画を立て、愛情をもって栽培することができる。	<ul style="list-style-type: none"> ・植物の発芽や成長の条件について確かめる。 インゲンマメがよく育つようにするためにはどうしたらよいだろうか ・これまでの学習をもとに、栽培するための計画を立てる。 ・栽培するための準備をする。 	<ul style="list-style-type: none"> ・再び日光に当てたインゲンマメを提示する ・根拠をもって栽培に適した条件を説明する姿を価値付ける。 	態度②

4 生命の連続性をとらえる単元構想図

<p>【今後の学習とのつながり】(植物) 6年生 →植物のからだのつくりとはたらき 養分をつくるしくみ 水分や土の養分を吸い上げ、運ぶしくみ</p>	<p>【今後の学習とのつながり】(動物) 5年生 →魚の誕生、人の誕生 動物の子どもが誕生する順序 動物の子どもが育つための養分</p>
--	--

【単元出口の子どもの体系化された概念】
 植物は水、空気、適した温度が作用して発芽する。
 植物の種子には養分が入っていて、それを使って発芽している。
 植物は子葉の養分を使いきった後、水、日光、土の養分の作用を受けて成長している。

第16時【作用】(学びを生かす場)
 これからは養分の含まれた土に植えかえ、日光のたくさん当たる場所で育てよう。毎日水やりもしよう。
 元気に大きく成長して、また種をつくるのが楽しみだ。

第14, 15時(知識・技能) ※条件制御したものの比較観察
 よく成長したものとあまり成長しなかったものがある。その違いを生んだ要因は、水、日光、肥料である。
 特に、水と日光は大きく成長に作用する。

第12, 13時(仮説をもとにした条件の制御)
 変える条件と変えない条件をはっきりさせて、調べなければならない。
 水→あり・なし 日光→あり, なし 肥料→あり, なし

第11時(予想の発想)
 子葉の養分を使いきってしまったけれど、これからも成長するはずだ。日光、水、肥料が必要ではないだろうか。

葉の枚数が増えてきた。
 茎も太く、長くなってどんどん、成長している。

第9, 10時『本時』(内部の推論) ※子葉の中でんぷんの比較観察
 インゲンマメは茎が伸び、葉が大きくなり、色も緑が濃くなって育っている。成長するにつれ、子葉の中でんぷんが少なくなっているから、インゲンマメは種子の中でんぷんを発芽のための養分として使って成長している。養分のカプセルはそのためのものだったんだ。

成長にともなって、子葉がしわしわになっている。
 インゲンマメは枯れてしまったのかな。

第7, 8時(知識・技能)
 ※条件制御したものの比較観察
 発芽したものと発芽しなかったものがある。その違いを生んだ要因は、水、空気、適した温度である。
 日光や土はなくても発芽したから、発芽に作用するものではない。

土がないと根が伸びず、あまり成長できない。

第3, 4時(仮説をもとにした条件の制御)
 変える条件と変えない条件をはっきりさせて、調べなければならない。
 水→あり・なし 日光→あり, なし 空気→あり, なし
 温度→気温, 低温 土→あり, なし

第6時(技能)
 種子の中は、葉や茎や根になる部分以外のところは、ヨウ素液につけると青紫色になったので、でんぷんが入っていることが分かる。種は養分のカプセルをもっている。

第2時(予想の発想)
 これまでの植物の栽培から考えると、水、空気、日光、養分、適した温度が必要ではないだろうか。

種子からは始めに根が出てくる。次に茎がのびて子葉が持ち上がって、その間から葉が出る。

第5時※子葉と種子の比較観察
 種子の中は、葉や茎や根になる部分がついている。それ以外の部分は白いものが詰まっている。

第1時
 インゲンマメの種子はこれまで育てた植物と同じところや違うところがある。
 ・インゲンマメはこれからどのように育つのだろう。 ・種の中身はどうなっているのだろう。

【単元入口の子どもの素朴な概念】
 植物の成長には一定の順序がある。(種子→子葉→茎や葉、根の成長→花→実→種をつくる)
 植物の成長は気温が高いと盛んになり、気温が低いと鈍くなったり、枯れてしまったりする。

成長に作用するもの

発芽に作用するもの

種子のしくみ

5 本時のねらい

子葉の中のでんぷんの量を比較する実験を通して、インゲンマメの成長に伴って、でんぷんがなくなっていくことに気づき、植物は種子の中の養分を使って発芽し、成長することが分かる。

6 本時の展開（第9・10／16時）2時間続き

過程	ねらい	教師の発問・提示	予想される児童の姿	指導の留意点
問題発見	<ul style="list-style-type: none"> インゲンマメの成長にもなって、子葉がしぼんでいくことに気づき、子葉のはたらきについての考えをもつことができる。 	<ul style="list-style-type: none"> ○成長段階の違うインゲンマメの株を提示する。 成長しているインゲンマメの子葉の変化について、どう考えますか。 	<ul style="list-style-type: none"> 成長しているよ。 茎が伸びたし、葉も大きくなったよ。 でも子葉がしおれてしまったよ。 中にあったでんぷんがなくなったのではないかな。 発芽して大きくなるのに養分を使ってしまったのかな。 養分をあげて、役目が終わったからしおれたんだと思うよ。 	<ul style="list-style-type: none"> 種子の葉や茎、根にならない部分（子葉）が発芽とともに茎について残っていることを種子のつくりと比較しながら確かめる。 子葉の変化に着目できるようにする。 導入における見方や考え方を見届けるために、予想を机間指導や挙手によって確かめ、個々の考え方を把握する。 (原因と結果) (連続的な比較)
予想	子葉がしぼんでいくのはどうしてだろうか			
観察・実験	<ul style="list-style-type: none"> 成長の段階の違うインゲンマメの子葉の中のでんぷんの有無を比較観察し、成長にもなって、子葉の中のでんぷんがなくなっていくことが分かる。 	<ul style="list-style-type: none"> 成長するにつれて、子葉の中も変化しているのかな。 子葉の中のでんぷんを調べてみて、どんなことが分かりましたか。 	<ul style="list-style-type: none"> 中のでんぷんを養分として使って発芽して成長したと思うから、でんぷんはなくなっているはずだ。 子葉の中にでんぷんがあるのかを調べてみれば分かるよ。 発芽したばかりの子葉はろ紙が青紫色に変化したから、種子と同じようにでんぷんがたくさんあることが分かりました。 しわしわになっていた子葉は青紫色にならなかったよ。でんぷんがなくなったことが分かりました。 	<ul style="list-style-type: none"> ※安全指導 →安全眼鏡着用 時間の経過で比較し、でんぷんがなくなっていくことをとらえているかを見届ける。 (机間指導)
考察	<ul style="list-style-type: none"> インゲンマメの成長と子葉の中のでんぷんの量の変化を関係付けることで、種子の中のでんぷんを発芽する時の養分として使っていることが分かる。 	<ul style="list-style-type: none"> インゲンマメが成長していることと、でんぷんがなくなったことをつなげて考えると、子葉はどんなはたらきをしたのかな。 	<ul style="list-style-type: none"> 種子の中にあったでんぷんはインゲンマメが発芽して成長するのに養分として使われたのだと考えられます。だから、種子の中の子葉は成長を助けるためにあるんだと思います。 種子の中のでんぷんがあるからインゲンマメは成長することができて、子葉はでんぷんを渡して空っぽになったから役目が終わってしぼんでしまったんだと思います。 	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>(内部の推論) でんぷんがなくなっていくことに気付いた子どもたちに、もう一度インゲンマメの成長の様子を確かめた上で、でんぷんの行方と子葉のはたらきを問う。</p> </div>
まとめ	子葉はインゲンマメが発芽し、成長するのを助けるはたらきをしていて、インゲンマメは子葉の中のでんぷんを養分として使って成長していると考えられる。			
適用	<ul style="list-style-type: none"> 子葉を取り除いた個体の成長を推論し、成長の差が生じたことについて、種子のはたらきを根拠にして、説明することができる。 	<ul style="list-style-type: none"> 子葉を取り除いた種子の成長のしかたはどうなるだろうか。 ○子葉を取り除いた個体を提示する。 	<ul style="list-style-type: none"> 子葉の中のでんぷんを使って発芽して成長しているのだから、子葉を取ってしまったら、成長できないと考えます。 少しは成長するかもしれないけれど、子葉があるものと比べると養分がないということだから、成長が少ないと考えます。 やっぱりそうだ。子葉の養分がないから、成長が少なくなってしまうんだ。 種子のでんぷんは大切だなあ。 	<ul style="list-style-type: none"> 原因と結果の見方を働かせ、条件を制御して育てた事実から、子葉のはたらきについての実感を伴った理解を図る。 生命の連続性への感動や生命を尊重しようとする態度を価値付ける。

I - 2

第 10 回モデル授業

中学校第 2 学年

「電流と磁界」

授業者

野口祥太

(さいたま市立指扇中学校教諭)

令和4年度 第10回「理科モデル授業オンライン研修会」概要

2022年6月18日(土) 15時～18時00分

主会場：埼玉大学教育学部

参加32名(大学内15名、オンライン17名{学生17名、教員15名})

1 開会

- (1) 開会の挨拶(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
- (3) 本日の授業者の紹介

2 中学校理科モデル授業

- (1) 授業者と授業内容

授業者：野口祥太(さいたま市立指扇中学校教諭)

授 業：中学校第2学年「電流と磁界」

本時の学習活動：磁力と磁界、磁界の向きについて理解する。(1/12時)

本時の評価基準

- ・磁界の様子を磁力線で表し説明している。(知識・技能)
- ・磁界の向きを「N極」「S極」の表現を使用して説明している。(主体的に学習に取り組む態度)
- ・磁界のようすを調べる活動に進んで関わり、科学的に探究しようとしている。(主体的に学習に取り組む態度)

- (2) 授業者による事前説明

プログラミング教育を各教科に導入する中で、理科でできることを探り、考案してきた。「電流と磁界」の学習単元では、実際に実験で結果を出してみると、生徒達にとって腑に落ちない部分があることが伺える。そこをそのまま知識として身に付けさせることに違和感を覚えた。そこで、理科教育の中にプログラミング教育を組み込むという新しい発想で取り組んだ。その一例を紹介する。

- (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プログラミング教育の導入

中学校の教育課程全体にプログラミング教育を導入することで、小学校から持ち上がるプログラミングを中学校で活かし、高等学校に接続し発展させることを考えた。

②「電流と磁界」へのプログラミング導入のねらい

本学習単元は、中学校第2学年の電流の単元である。小学校第3学年から高等学校に至るまで、学習が展開していく。従来の授業「磁界」の進め方は、棒磁石の周りに鉄粉を撒き、鉄粉の模様から磁力を可視化させる展開であった。ここまでは生徒達にも結果を導くことができ、スケッチをすることも可能である。だが鉄粉の模様と磁力の大きさに結び付き難さがある。更に磁石の周りに方位磁針を置き、磁界の向きについての理解、更にはフレミングの法則の理解へと学習内容が



図1 観察内容の整理

展開していくが、方位磁針を置いて電流の向きをスケッチによって確認するだけでは、磁力がN極から出てS極に向かうことの理解には及びにくい。そこで、「どうして鉄粉が多い箇所は磁力が強いといえるのか？」や、「方位磁針の針は場所によってさす方向が違うだけではないのか？」という疑問に対して、プログラミングを取り入れることで、生徒自らが、結果を解釈できるように導くことが、今回の授業のねらいである。

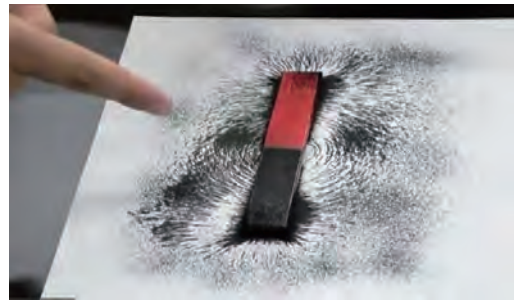


図 2 鉄粉の模様の観察

③micro:bit の活用



図 3 micro:bit

micro:bit は、英国の BBC が開発した教育用の小型コンピュータボードであり、生徒が簡単に使用できる。磁気・加速度・温度センサー等を搭載しており、生徒自身がプログラムすることで測定機器として用いることができる。今回は磁気センサーを用いた。

中学校段階ではプログラミング教育を総合的な学習の時間に位置づけ、小学校からのプログラミング教育を受け継いで進めている。micro:bit にデータを転送することや USB 接続や拡張子などについては、総合的な学習の時間に情報活用能力として育成している。理科のみならず他教科でも教科の中でプログラミングの活用を進めている。

理科では授業時数を変えることなく、実験の中にプログラミング教材を組み込み、学習を進めている。(本時の例：磁界を見る) また、中学校 3 年間の各単元で、プログラミングをとり入れた授業展開を進めている。micro:bit の他に、Scratch をアニメーションやシミュレーションに活用している。

④本時における micro:bit の活用とその他の ICT の活用例

- ・磁力を可視化する：鉄粉を用いて磁界を見た後、磁力を棒グラフで表示し、磁力線の間隔と磁力の大きさの関係理解に繋げる。
- ・磁界の向きを可視化する：方位磁針で確認後、N極から矢印で表示。磁界の向きが継続的に表示されることでN極からの流れのイメージが容易になる。

<その他の ICT 活用例の紹介>

- ・Scratch の活用例の紹介：「電池」に関して、

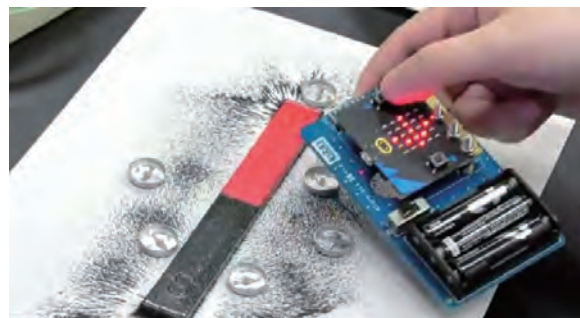


図 4 磁力・磁界の可視化

イオン、電子の流れが発生することを、生徒に Scratch を用いてアニメーションを作成させることにより、動的な理解へと繋げられる。

- Teams を活用し、画像を提示しながら結果を共有したり、生徒が自らの端末で結果を撮影したりすることで、実験のまとめや考察に活用している。

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。
「学習者が実験の結果から事実を理解する際に、プログラムした測定機器が懸け橋となっていたか」そのほか、教材や学習の難しさや大切にしていること等自由に討議。
- 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

- IC カードを接触させると、動いて見えない何かがあることと、磁力には向きがあることが飛躍しているように感じられた。例えば机にクリップを糸で括り付け、磁石を近づけると上に引っ張られる等、見えないけれど何か働いていること、引っ張られることには向きがあるなど、小学生の学習を想起させるのが良いと感じた。
- micro:bit 単体の実験だけでなく、教科書にも掲載されている砂鉄を使った実験から micro:bit を使った実験へと移行する流れが良かった。
- 磁力や磁界など目に見えないものを、鉄粉を用いて掴み、micro:bit を用いて、よりその様子を見易くしてよかった。その後も結果において具体的な数値が出てよかった。このように可視化することで、生徒も見やすくなり、理解に繋がる。
- 生徒たちが実際に micro:bit をどの程度扱えるのか興味がある。
- micro:bit の利用が、事実をおさえるための架け橋になっていた。
- 平面だけでなく、三次元的に可視化できるようになり、この後の導線のまわりの磁界の学習につながり、学習内容につながりができる。
- 見えない磁力を数値や矢印を可視化させることができている、事実をしっかり押さえることができた。
- 説明の時間が短く、生徒の活動の時間が多く確保されていた。
- 立体的に理解するのに micro:bit が役立ち、架け橋になっていた。
- 写真を撮って共有しても良いと感じた。
- 磁力の向きや大きさを動的に捉えられて、分かりやすかった
- 磁力を三次元的に捉えられたが、それが逆に分かりにくさに繋がったという人もおり、全員が同じ理解や捉え方ではないこともあると感じた。
- 鉄粉が多いところでは磁力が大きいということに意識が向かなかった。
- 磁石と電子機器を同じ机に乗せて大丈夫なのか？
- 方位磁針で授業を行っても、方位磁針を動かしながら向きを追う生徒が多くいる。磁針が矢印

になることで視覚的にわかりやすい（低位の生徒に対しての支援になる）と思うが、可視化することで生徒の思考にどのような変化がみられるのか、知りたい。

- ・結局は、プログラミングの提示の場面で磁針の向きを矢印に変える思考を行っているため、この橋渡しは相変わらず難しい。
- ・両極の端の磁力が強いだろうと考えられるが、3次元的な事象を扱っている棒グラフや数値化によって中央部の磁力が大きくなり感じられ、混乱が生じた。（3次元的な事象を無理やり扱ってしまう。）
- ・方位磁石で実験を過去に行ったが、今回は連続的で、見やすい。

○教材・教具について

- ・紙での二次元的な磁力の理解だけではなく、micro:bit の使用により三次元での理解が深まり、良かった。
- ・方位磁針が8個欲しかった。
- ・動画は滑らかで、実験後動画で上手くいった例を補足していて良かった。
- ・矢印をみることで興味が高まり、とても惹かれた。
- ・鉄粉の紙と方位磁針の紙で分けたほうが、記録を書き込むことが出来て良いと感じた。
- ・鉄粉の上からだと、結果を書き込みにくい。
- ・磁力が線として、また連続しているものとして、実感するのに役立っていた。
- ・鉄粉・方位磁針・micro:bit で、よりイメージができるようになる。
- ・基盤からの作り方が知りたい。
- ・機械は繊細で、実際に試してみると思ったように動かないこともあった。

○指導法、その他

- ・学校全体としてプログラミングをやっていく必要があり、生徒のスタートラインが大切だと思う。

〈質問・課題〉

質問 先生と生徒の関わりが少ないように見受けられる。また板書の時にコミュニケーションが少ないとも感じたが意図するものがあるのか？

授業者：端末が一人1台配布となってから、授業では主に端末を使って授業を進めており、ノートをとらせることは避けている。板書を写真に撮ってノートに貼り付け、データは後出しで配布している。板書を写す時間を削除し、micro:bit の活用に充てるように取組んでいる。教師が意図的に話しかけることで、生徒の思考が止まることに繋がりにくいところもある。授業の最初と最後になるべく意図した必要事項を伝え、後は自分の作業に徹し、試行錯誤の時間に満てられるように努めている。

質問 もし誤作動が起こった時、どのように対処するのか。

授業者：PC がうまく動かない、インターネット環境が悪い、充電し忘れていた等、常に誤作動や不具合が起こりうることを想定し、端末予備を2～3台用意している。本日はmicro:bit の予備は人数分用意している。

意見 最初の導入の自販機にカードをかざすという内容と、今回の学習内容との関わりがつかみづらい。

意見 導入のICカードの仕組みの話が最後まで無かったため、疑問のまま終わってしまったのが残念であった。良い話題であると思うので、最後に軽く原理の説明をすると良いと思った。

授業者：1時間の構成のため、今回のICカードのしくみは後の学習内容であるファラデーの電磁誘導に繋がり、疑問のまま終わらせ、結論を出さないこととした。

意見 micro:bit を使って同じ場所の磁力の動きを確認しても、他の人とは違う動き方をすることがあったので、一人で進めると勘違いに繋がることもあり、結果や経過を共有する時間もあるとよい。

授業者：通常は3人一組でグループ活動をするようにしている。2人はPCを触り、もう1人が実験をして記録をとる。3人の意見を集約し、実験なり結果について検討することとなる。

また、常に Teams を活用しており、授業中においても接続済みで、机の上では Zoom を介して他の班の手元の様子を常に観られる状況にしている。

質問 他の機器もある中で、micro:bit を用いることのメリットはあるか。

授業者：理由は自治体での導入が micro:bit であったから。代用も別の種類であるかと思うが、micro:bit についているセンサーが優秀である。加速度、磁気、デジタル温度計など。他機器は基盤の形が異なり、説明や使用法に時間を費やすことが多かったが、micro:bit は同じ基盤であり、使いやすい。

授業者 理科への興味・関心が上がったという結果は得られた。総合的な学習の時間で（スマホアプリの）コンパスのしくみについて考える学習に取り組んでいる。このような取り組みも踏まえ、理科への導入によって、理解力が上がっているのではないか。メリットもあるといえる。

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

本日のモデル授業は、新しい発想での中学校理科の授業提案であった。

今日STEM教育という用語に触れることが多くなった。Sは Science、Tは Technology、Eは Engineering、Mは Mathematics の頭文字で、科学技術を活かして実社会で活躍する人材を育成する教育全般を意味する。単に、理科と数学と情報科・技術科の総称ではなく、それらの教科に関する資質・能力が教科横断的に働いて、実社会に近い文脈で総合的な問題を解決する過程で、実用性の高い資質・能力を育成するものである。

私が日本のSSHに相当するような米国のハイスクールで15年ほど前に見たSTEM教育の例では、いわゆるセグウェイのような電動の乗り物を、生徒が電気回路を含むハードとソフトを設計し製作していた。その過程では、物理、数学、技術、プログラミングの資質・能力をすべてはたらかせて、快適かつ安全な乗り物として完成させていく高度で複雑なプロセスを体験する。この経験が、将来、科学技術を生かして社会で活躍していく上で生きて働く知識・技能となることは明らかである。

日本では、何よりも教科の基礎学力を身につけることが重要視される。どんな問題の解決にも基礎学力を身につけていることが肝心だからである。しかし、教科の基礎学力だけでは、教科横断的な実社会の問題を解決することはできないことも事実である。そこで「生きる力」の育成のため「総合的な学習の時間」が平成10年の学習指導要領改訂で導入された経緯がある。

本日の野口先生の授業提案は、教科横断的に育成する資質・能力である情報活用能力を、中学校理科の学習過程と総合的な学習の時間を関連させて育成するもので、STEM教育の取り組みと言える。目に見えない磁界を視覚的に捉えるという理科の問題に対して、鉄粉だけでは磁界の向きや強さが見えないところ、micro:bit をプログラミングして用いることで、磁界を計測し、その向きと強さを表示させることで、解決していく授業であった。

授業後に解説されたように、生徒の情報活用能力が高まるだけでなく、理科の理解度が高まり、学力と学習意欲の向上にもつながるといふシナジー効果が確認されている。このことは、生徒たちは、理科だけを学習する授業よりも、実社会で実用可能な教科横断的な資質・能力を合わせて学習できる授業に、より動機づけられることを示唆している。

野口先生の「パラレルストーリー型カリキュラム」によって、中学校3年間の理科学習を通じて、生徒たちは、計測・制御をプログラミングして理科の問題解決に用いる資質・能力や、Scratchでシミュレーションプログラムを作成して、科学的な疑問を探究する資質・能力を身につけていくことができる。今の生徒たちが成人となって生活する社会は、IoT (Internet of Things) やAIが社会基盤となる Society5.0 の社会です。micro:bit のハードウェアとソフトウェアは、普及しつつあるIoTの基盤技術と共通性が高いものとなっている。

中学校段階で、自分たちの将来の社会生活の基盤となる知識・技能を身につけながら、理科、数学、その他の教科の基礎学力を習得していくことは、すべての生徒が期待する義務教育の姿ではないかと思うところである。

率直に、本日の生徒役を務めた学生・教員の皆さんは、得をしたように感じられたのではないだろうか。GIGA School が実現した今日、このような授業提案が教育関係者の多くに共感されていくことで、中学校理科の必修の内容に取り入れられ、理科教育産業振興法等の補助金によって、すべての学校に実験観察機器として整備される時が、早期に実現することを願っている。

(2) 中村琢岐卓大学准教授より

挑戦的で新しい授業であった。ICT の活用において、新しいことに挑戦すべきとされ、現場では苦勞している様子を伺う。例えばプログラミング教育は、教科「技術」で行うべきなのか「理科」で行うべきなのか等、現場では悩ましい課題である。このような課題を踏まえ、今回は、理科の実験の中に組み込まれており、是非実践してみたいと感じる試みであった。

砂鉄の模様がみられる実験は、教科書には平面的に表されており、生徒達にとっては平面上に広がっていくと意識してしまいがちで、誤概念が危惧される。その解決策として、ペットボトル中に油を入れ、そこに鉄粉を充てんし、砂鉄の動きについて三次元的に見られるように試みた経験がある。油の抵抗が大きく、目に見えない物や定性的にしか使えないものを対象とする際の課題である。本時では、定量的に情報技術を用いて可視化した点が素晴らしい。まずクリップを用いて磁力の違いが場所によってどのように異なるか、平面で鉄粉を観察し、それを用いて測定し可視化することで、それぞれの関係性がわかり、良かった。バーチャルだけすすめるのではなく、事前に自分達でまいた鉄粉の上で micro:bit を用いることで、実験の結果とプログラムした測定機器が、まさに懸け橋の役割を担っていた。

日常生活においても、ある物理量を計る際には、まず大まかな見当をつけて測定し、ある程度の当たりを付けたところで細かく測定するとよい。磁力とは距離が離れていても働いている。磁界を伴ったブラックボックスになりがちであるが、プログラミングの能力も育てている、素晴らしい提案であった。

5 ネットワーキング (小倉康埼玉大学教授)

それぞれ勤務校や地域で理科教育に関わる中で、感じている課題や効果的な取り組みの様子、今後取り組みうと構想しておられることなどをお話いただくことで、他地域の先生も、同様の課題を感じていたり、解決策を考えたり取り組まれていたりするとわかる。そうした情報共有が進むことで、中核的理科教員としての共通理解、協働性や同朋性が深まると考える。

<状況紹介>

- **Society5.0** に向けて、理科のみならず他の教科担当と指導内容をすり合わせていくことが大切と考え、取り組んでいる。google チャットを利用し、合わない時間の中で隙間時間を活用して、内容をより良く合わせていこうという動きが進みつつある。この参加しやすさから少しずつ輪が広がりつつある。
- 一昨日初任者研修があり、実験教具の紹介を対面で実施。意欲的に初任者が参加し、若手の先生方は情報を求めていることを理解した。ネットでの情報を知っているものの、実践する方法を知りたいと感じていることがよくわかった。実践例として校内研修で紹介し、深めることができた。
- 市では県単位での CST の先生が、1 校 1 名で悉皆研修の講師として観察実技実習研修を実施。学校によってはどのようなレベルで内容を準備すべきか考えるところである。幾つかのコース分けをしてアドバンスなども含め、いくつかのレベルを用意して進めている。
- 校内で半教科担任制を進めている。どうしても忙しくなりがちなので、理科室ではなく職員室で教材研究をすることにした。双眼実態顕微鏡でメダカの観察に、職員室で取り組むことで、理科の話ができたり取り掛かりのきっかけを提供したりすることができている。
- 5 月から元は中学校理科を担当されていた理科支援員が来校。複数校の掛け持ちの指導である。木曜・金曜の週 2 回本校に来校。来校と同時に実践についての相談事が多く、指導支援に対応して貰っている。担任を持っていると時間的にも対応が難しく大変心強い。CST の立場の教員がいろいろ支援くださることで現場は助かる。
- 1 週間に 1 回ミーティング、隔週で小・中学校との連携指導、学校全体での理科研修会などがある。このような研修の機会において、共感してくれる人がいることは大切だと実感している。共感から繋がりができ、研修へと発展する。ただ批判になりがちでなく、共感が含まれる批判により、一緒に前に進もうとする方向性を見出すことができ、やっつけてよかったと思える。教育に携わっていくには、共感できる仲間を探し、どういうことをしたいのか、どういうことに課題を感じているのか等、理解し合うことや語り合える場を作ることの大切さを感じている。

6 次回の予定

8 月 11 日（木曜・祝日）岐阜大学と埼玉大学とで合同研修会を開催予定。

それぞれの会場で、講師の先生から紹介される観察実験教材や指導の工夫に直接触れながら、参加者間で交流し、ネットワークを深める機会と位置付ける。その様子をオンラインでも配信予定。

（詳細は後日公開）

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

- ・micro bit を活用した授業は、なかなか拝見することができないので、大変有意義な研修となった。特に指導案からでは伝わりづらい部分は、やはりモデル授業に参加することで理解できるので、よかったと感じる。(小学校10年以上20年未満)
- ・先端の内容を扱っているなので、たいへん興味深かった。(小学校5年以上10年未満・中学校20年以上)

質問8 「ネットワーキング（理科教育に関わる皆さんの周辺での課題を話してください）」のプログラムについて、ご意見やご提案など

- ・グループごとに、ざっくばらんに話してもよいかと思った。(小学校10年以上20年未満)
- ・せっかくの内容なので、県や市町村の教育委員会との連携が図れるとさらに良いと思う。(小学校5年以上10年未満・中学校20年以上)

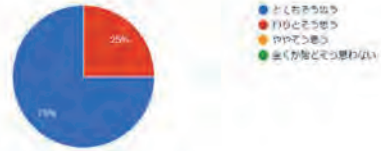
質問10 上記以外で、ご意見やお気づきの点など。

- ・校務と時間が重なってしまい、なかなか参加することができず残念。記録を残していただいているので大変ありがたい。(小学校10年以上20年未満・中学校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



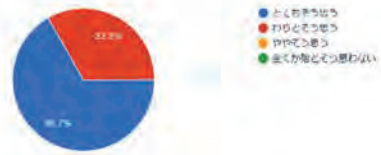
質問4 本研修会のような、勤務時間外にオンラ...、最も当てはまるものを1つ選択してください。
4件の回答



質問2 あなたについて、最も当てはまるものを...選択してください。(小学校段階での教職経験)
4件の回答



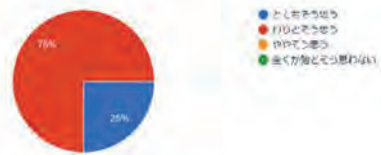
質問5 本日の研修会について、モデル授業とそ...、最も当てはまるものを1つ選択してください。
3件の回答



質問3 あなたについて、最も当てはまるものを...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...、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

- ・マイクロビットを技術科で扱うには少し難易度が下がるが、サブストーリーとして他教科で扱うにはピッタリだと思った。（中学校志望・経験あり）
- ・磁界の向きを micro:bit を用いることで、可視化して児童が学習することができていると感じた。今までの授業構成とは異なる新たな挑戦も必要になってくると考えられた。（中学校志望・経験なし）
- ・非常に独創的でかつ効果的な実験をしてくださって勉強になった。（小学校志望・経験あり）
- ・プログラミングを活用した授業を受けた経験がなかったので、とても新鮮だった。今回の授業で磁界の向きが理解しやすくなったかどうかは個人差があるが、三次元的なのはとても良かったと思う。プログラミングの操作もゲーム感覚でできそうで、楽しかった。生徒も作りやすいのではないかと思った。磁石の実験にも関わらず、磁石の近くにパソコンが置いてあるのが気になった。棒磁石自体磁力の強いものではなかったが、実際の現場では別の磁石の作業とマイクロビットの設定が違う机で行った方が良いのではないかと思った。（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

- ・音声がとても悪いと感じた。ズーム側からだとうちの方の音声が入ってる時にはズームの方がしゃべっている声が聞こえ辛くなるという現象も起きていた。音声を改善すると尚良いと感じた。（小学校志望・経験あり）
- ・ノートの必要性や何を身につけて欲しいのかという自分の課題にも繋がるが多かった。（中学校志望・経験なし）

質問1 あなたは、本オンライン研修会に参加し...てはまるものをすべてにチェックしてください。)
8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。
8件の回答



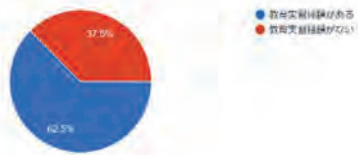
質問2 あなたについて、最も当てはまるものを1つ選択してください。
8件の回答



質問5 本日の研修会について、モデル授業とそ...、最も当てはまるものを1つ選択してください。
8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。
8件の回答



第2学年 理科学習指導案
(第10回理科モデル授業オンライン研修会提供授業指導案)

日 時：令和4年6月18日(土)

場 所：埼玉大学教育学部

授業者：野口祥太

1 単元名

東京書籍中学校第2学年、単元4「電気の世界」、第3章「電流と磁界」

2 指導の立場

(1) 指導の構想

本時の授業は、第3章「電流と磁界」の第1時を行う。学習としては、「磁力や磁界、磁界の向きについて理解する」という内容である。電流と磁界という目に見えないものを可視化するため、鉄粉や方位磁針を使用する活動を行うことになっている。しかし、生徒にとって、鉄粉が作る模様が磁石から発生する磁界であること、方位磁針が示す方向が磁石から発生する磁界の方向であることについて、「結果と事実」が繋がらないことが少なくない。

そこで、小型コンピュータボードの micro:bit を「磁力の大きさ」と「磁界の向き」を測定する機器として実験に導入することで、「結果と事実」の架け橋として活用する。micro:bit を測定機器として導入する目的は、自ら作成したプログラム(命令)のもとで動作する測定機器を扱わせるためである。生徒はプログラムを作成するために、「何を測定するのか」を明確にしなければならない。このプログラム作成のために試行錯誤する活動が、「結果と事実」の架け橋となる。

なお、生徒は授業中、一人一台端末で「磁力の大きさ」と「磁界の向き」を測定するプログラムを作成する。各自考えたプログラムを持ち寄り、班で1台の micro:bit に転送して測定機器として使用する。

(2) micro:bit について

micro:bit は、BBC が中心となって開発した教育用の小型コンピュータボードである。プログラムは専用サイトにおいてビジュアルプログラミング言語で作成する。磁気・加速度・温度センサーを搭載しており、プログラムによって測定機器として制御することができる。

micro:bit の使用方法については、2時間の事前授業を実施する。内容としては、micro:bit 専用サイトにて、micro:bit が動作するために必要なプログラムを作成し、そのデータを micro:bit に転送し、実際に動作させてみるというものである。(別添資料の指導案を参照)

3 単元について

(1) 単元の目標

電気回路についての観察・実験を通して、電流と電圧との関係及び電流のはたらきについて理解させるとともに、日常生活や社会と関連づけて電流と磁界について初歩的な見方や考え方を養う。

(2) 系統性の視点

①これまでの学習を受けて

小学校では、第3学年で「磁石の性質」「電気の通り道」、第4学年で「電気の働き」第5学年で「電流のはたらき」、第6学年で「電気の利用」など、電流の働きや磁石の性質について初歩的な学習をしている。

本単元では、これまでの学習を想起させながら、電流や電圧、磁界や静電気などについて基本的な性質を理解させるとともに、日常生活や社会と関連づけながら電流と磁界についての化学的な見方や考え方を養いたい。

②これからの学習を見通して

高校「基礎物理」「物理」では、中学校理科との継続性を考慮するとともに、電気や磁気に関する現象を観察・実験などを通して探究し、電気と磁気に関する基本的な概念や原理・法則を系統的に理解させるとともに、それらを日常生活や社会と関連付けて考察する学習をする。

本単元では、生徒が主体的に課題に取り組み、実験による検証、実験データの分析・解釈、法則性の導出などの探求の方法を意識し、モデルを作成させたり発表を行う機会を設けたりして、理論的な思考力や表現力の育成を重視していきたい。

領域	エネルギー（エネルギーの見方・エネルギーの変換と保存）							
学年	小3	小4	小5	小6	中1	中2	中3	高校
項目	磁石の性質 電気の通り道	電気のはたらき	電流のはたらき	電気の利用		電流 電流と磁界	エネルギー	電気エネルギーとその利用

(3) 単元の評価規準

第2学年、単元4「電気の世界」、第3章「電流と磁界」における評価規準を以下に示す。

知識・技能	思考・判断・表現	主体的に学習に取り組む態度
電流と磁界に関する事物・現象を日常生活や社会と関連づけながら、電流が作る磁界、磁界中の電流が受ける力、電磁誘導と発電についての基本的な概念や原理・法則などを理解しているとともに、化学的に探求するために必要な観察、実験などに関する基本操作や記録などの基本的な技能を身につけている。	電流と磁界に関する現象について、見通しをもって解決する方法を立案して観察、実験などを行い、その結果を分析して解釈し、電流と磁界の規則性や関係性を見出して表現しているなど、科学的に探究している。	電流と磁界に関する事物・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している。

3 単元指導計画

(1) 「電流と磁界」単元計画

第2学年、単元4「電気の世界」、第3章「電流と磁界」計12時間の計画を以下に示す。

時	学習活動	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 本時	磁力や磁界、磁界の向きについて理解する	・磁界のようすを磁力線で表し説明している。 ・磁界の向きを「N極」「S極」の表現を使用して説明している。		・磁界のようすを調べる活動に進んで関わり、科学的に探究しようとしている。

2 3	コイルのまわりの磁界の様子を理解する	・磁力や磁界、磁界の向きについて説明している。		・電流と磁界の関係について調べる活動に進んで関わり、科学的に探究しようとしている。
4	磁界の中のコイルに電流を流したときのコイルのようすを知る	・目的意識を持って、コイルのまわりの磁界を調べ、結果をまとめている。	・磁界の中で電流が受ける力について、予想と実験の結果を比べている。	
5	磁界の中で電流が流れる導線が力を受ける理由を考える		・磁界の中を流れる電流にはたらく力の向きについて、立体モデルを基に考え、説明している。	
6	モーターを作る	・モーターが回転するしくみを考え、制作している。		・モーターの制作に進んで関わり、科学的に探究しようとしている。
7	電流を作り出すには何が必要かを考える		・磁界の中でコイルを動かしたときに、電流が流れるかどうか、その調べ方とともに、自分の考えを説明している。	・磁界の中でコイルを動かすことによって、電流が作り出されることを調べる活動に進んで関わり、科学的に探究しようとしている。
8	コイルと磁石によって電流を発生させる	・目的意識をもって、コイルに磁石を出し入れするときに電流が流れるかどうかを調べ、出し入れする条件ごとに結果をまとめている。	・コイルと磁石で電流をつくり出す条件について、予想と実験の結果を比べている。	
9	電流が発生する条件とそのしくみを理解する	・電磁誘導が生じる条件や、誘導電流の向きや大きさを変える条件を、コイル内部の磁界の変化と関連づけて。説明している。	・電磁誘導の原理から、コイル上の棒磁石を動かしたときに誘導電流が流れるかどうか判断している。	
10	直流と交流のしくみを知る	・交流と直流のしくみについて、相違点を挙げて説明している。	・発光ダイオードの点灯のようすのちがいから、乾電池の電流と交流電源の電流のちがいを見出している。	
11	送電のしくみと家庭用コンセントについて考える		・発電所から電圧を大きくして電気を送り出し、熱の発生を小さくして、家庭に交流で送電されていることを正しく表現している。	・本章の学習内容をふまえて、活動に進んで関わり、科学的に探究しようとしている。
12	学んだことを踏まえ、日常生活への活用法を創造する			・本章の学習内容をふまえて、創造活動に進んで関わり、科学的に探究しようとしている。

(2) 本時の展開

時間	段階	・学習者の活動 学習目標 【P】プログラミング教育	教師の発問 ○指導及び留意事項	☆理科教育の評価 ●プログラミング教育の評価
5	導入	<ul style="list-style-type: none"> ・自動販売機の受信機に IC カードを近づけて飲み物を買っている場面を見る。 ・その仕組みを考え、話し合う。 ・電流の単元で学習したこと、小学校で学習した電磁石をもとに考える。 ・磁石の周りに存在する何かがこの仕組みに関わっていることを意識する。 	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">自動販売機の受信機と IC カードは接触しなくても反応します。どのような仕組みなのでしょう。</div> <ul style="list-style-type: none"> ○これまでの電流の学習をもとに考えさせる。 ○小学校で学習した電磁石が関わっていることを伝える。 ○これまでは回路がつながっていたが、見えない何かが存在することを意識させる。 	☆磁界のようすを調べる活動に進んで関わり、科学的に探究しようとしている。【学び・人間性】
	2 課題	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">これまでに学んだことや生活経験をもとに興味・関心をもって取り組み、話し合う。</div> <p>背景から疑問を確認し、本時の課題を理解する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○システムに電磁石が関係し、磁石のまわりに何かがあることを意識させる。 	
磁石のまわりに存在するものを調べ、その性質を理解する。				
5	活動 ①	<ul style="list-style-type: none"> ・棒磁石にクリップが引き寄せられる現象を確認する。 <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">磁石から離れた場所に鉄を引き寄せる力が存在することを意識する。</div> <ul style="list-style-type: none"> ・手順 <ul style="list-style-type: none"> i) 棒磁石にクリップをつける ii) 輪ゴム付きのクリップを持ち、棒磁石を近づけていく。 iii) クリップと棒磁石が接触していなくても、クリップが引き寄せられていることを確認する。 	<ul style="list-style-type: none"> ○クリップと棒磁石の間に見えない何かが存在していることを発見させる。 	☆磁界のようすを調べる活動に進んで関わり、科学的に探究しようとしている。【学び・人間性】
3	予想	<ul style="list-style-type: none"> ・磁石のまわりに何が存在するかを予想する。 	<ul style="list-style-type: none"> ○図やモデルで表現することも可能と伝える。 ○余裕があれば根拠をつけるよう指示する。 	

15	活動 ②	<p>・棒磁石のまわりに存在するものを調べる。</p> <p>棒磁石のまわりに磁界が存在することを確認し、そのようすをスケッチする。</p> <p>・手順</p> <p>i) 紙の上に棒磁石を置く</p> <p>ii) 上から鉄粉を巻く</p> <p>iii) 紙を上から指でトントンと軽く叩く</p> <p>iv) 線のような模様が現れたらそれをスケッチする</p> <p>v) プログラムした micro:bit を使って、それぞれの位置での磁力を調べる【P】</p> <p>vi) 結果をプリントに記入する</p> <p>vii) 班ごとに結果を報告する</p>	<p>○各班模様が出現したことを確認した後、鉄粉が多く集まっているところと鉄粉が少ないところ、鉄粉がないところがあることに気づかせる。そこから磁界の存在を確認させる。</p> <p>鉄粉の量や線の数の違いは磁力の大きさを表しているか、どのように調べたら良いでしょう。</p> <p>○micro:bit をプログラムし、磁力の大きさが場所によって本当の違いなのかを調べる活動を促す。</p> <p>○micro:bit のプログラムは、扱いやすいように適宜変更して良いことを伝える。</p>	<p>☆磁界のようすを調べる活動に進んで関わり、科学的に探究しようとしている。【学び・人間性】</p> <p>☆磁界のようすを磁力線で表し説明している。【知識・技能】</p> <p>●「磁力を測定しLEDに棒グラフで表示する」ことができるようプログラムした micro:bit を使用して、棒磁石のまわりの磁力の大きさを測定することができる。</p>
15	活動 ③	<p>・磁力線はどこから発生してどこへ向かっているのか調べる。</p> <p>磁力線が棒磁石のN極から発生し、S極に向かっていくことを確認し、そのようすを表現する。</p> <p>・手順</p> <p>i) 活動①のiv)に方位磁針を設置する</p> <p>ii) 方位磁針の様子を記録する</p> <p>iii) プログラムした micro:bit を使って、磁力がどの場所でもN極からS極へ向かっているかを調べる【P】</p> <p>vi) 結果をプリントに記入する</p> <p>vii) 班ごとに結果を報告する</p>	<p>○各班方位磁針を置いたことを確認した後、方位磁針の向きを結びとN極からS極に流れているように線で結ぶことができることに気づかせる。そこから磁界の向きを確認させる。</p> <p>磁力はどの場所でもN極からS極に向かっているか、どのように調べたら良いでしょう。</p> <p>○micro:bit をプログラムし、磁力がN極からS極に向かっているかを調べる活動を促す。</p> <p>○micro:bit のプログラムは、扱いやすいように適宜変更して良いことを伝える。</p>	<p>☆磁界のようすを調べる活動に進んで関わり、科学的に探究しようとしている。【学び・人間性】</p> <p>☆磁界の向きを「N極」「S極」の表現を使用して説明している。【知識・技能】</p> <p>●「磁界の向きを矢印でLEDに表示する」ことができるようプログラムした micro:bit を使用して、棒磁石のまわりの磁界の向きを確認することができる。</p>
5	まとめ	<p>・磁界、磁力線、磁界の向きについて説明を聞き、内容をまとめる。</p>	<p>○磁界、磁力線、磁界の向きについて説明する。</p>	<p>☆磁界のようすを磁力線で表し説明している。【知識・技能】</p> <p>☆磁界の向きを「N極」「S極」の表現を使用して説明している。【知識・技能】</p>

中2理科 単元___ 「電気の世界」
令和 年 月 日 ()
プリント No. ___
2年 組 番 名前 [_____]

結果（仮説の検証・実験の結果）：

背景（話題）：

問題の所在（疑問）：

課題：

仮説（予想）：

内容（実験の方法や手順）：

結論（考察）：

（知識は裏へ）

のぐ丁の張り罫：磁石に鉄がつく！ということは知っていたけど、磁石のまわりに見えない力があることを発見したみんなってすごくない？！

実際に行った時に使用した指導案です。
必要に応じて編集してご活用ください。
今回のオンライン授業では、学生の皆さんに時間を少し
ずつ短縮して同様の授業をさせていただきました。

令和2年 月 日 () 第 校時
指扇中学校 PC 室
生徒数 名
指導者 野口祥太

(1) 学年・テーマ 「中学校2学年 総合的な学習の時間 プログラミング教育の導入」

(2) 授業の構想

① 内容・教材

本指導案では、小学校学習指導要領（平成29年告示）のなかに新たに取り入れられた「情報活用能力（プログラミング教育）」を受け、次期中学校学習指導要領にこの能力の育成が組み込まれることを想定し、プログラミング的思考の育成を目指す授業構想の提案をするものである。

中学校でのプログラミング教育は、新学習指導要領（平成29年告示）技術科の領域で扱われているため、技術科との関係を意識する必要がある。新学習指導要領（平成29年告示）技術・家庭では、「D 情報の技術」において、(2) ネットワークを利用した双方向のあるコンテンツのプログラミングによる問題の解決、(3) 計測・制御のプログラミングによる問題の解決を学習することを通して、プログラミングを、方法論として学習する。このことを踏まえ、本指導案では、プログラミングを通して、①科学技術の発展を理解すること、②プログラミングにより入力-判断-制御を自動化できること、③原理的・科学的な説明をする能力を身につけることを育みたい。

本パイロット授業では、①「scratch」を使用し、コンピュータに自分の考えた手順を正しく入力することで、コンピュータがその命令を忠実に再現してくれることを、活動を取り入れながら体感させる。その上で、②「micro:bit」という小型のコンピュータを取り入れ、様々なプログラミングを作成することができること、さらにはセンサーを取り付けることにより、自ら考えた日常生活に役立つコンピュータ製品（電化製品）を作成することができることを認識させる。

② 学習者の状況

理科の授業をはじめ、様々な授業に対して意欲的に取り組み、興味を持って活動に取り組む生徒が多い。また、主体的に活動に取り組み、積極的に発言する生徒が多い。さらに、話し合い活動などでは、しっかりと自分の意見を伝え、他人の意見に耳を傾ける生徒が多い。しかし、考察の場面となると、課題-予想-観察・実験-結果を結びつけ、根拠を持って活動する生徒は多いとは言えない。日常生活の中で、「科学的に思考する」生徒が少ないように感じる。

③ 指導法

本単元は、小学校学習指導要領（平成29年告示）のなかに新たに取り入れられた「情報活用能力（プログラミング教育）」を受け、次期中学校学習指導要領にこの能力の育成が入ることを想定

し、プログラミング的思考の育成を目指す授業構想の提案をするものである。

プログラミングを経験している生徒が少ないことを想定し、単元開始時に「Blockly Games」というプログラミングを使用した簡単なゲームをさせる。主の活動では、①「scratch」というプログラミングソフトを使用し、プログラミングを実行させる。②「micro:bit」という小型のコンピュータを使用し、本体に搭載されるセンサーを動かすプログラミングを考え、作成し実行させる。その際、①・②共に、班活動にて話し合い、協同的な活動を行う。これらのことを通して、プログラミングを学び、プログラミング的思考力を育む。また、このような装置を持つコンピュータが電化製品に入っていることにより、無駄な電力を抑えるなど、人の手を使うことなく自動制御できることを実感させる。さらに、プログラミングを通して、科学的な問題解決能力を育み、生活の諸問題への関心を持たせる。

④ 単元展開における本時のねらい

令和2年度、第3学年「総合的な学習の時間」において、修士論文研究「中学校における体系的なプログラミング教育カリキュラムの研究」中のプログラミング教育を取り入れた総合的な学習の時間のカリキュラムを実施する。作成したカリキュラムでは、プログラミングにおける内容や技能を1年次から履修し、習得させる計画になっているが、3年生はこのカリキュラムを履修していない。そのため、年度当初から年間計画を実施する際、未履修のものがあるなどの問題が生じる。そこで、1、2年次に学習する内容のうち、最低限習得しておくべき内容を2時間に凝縮し、その内容を習得した上で3年次をスタートする状況を作りたい。

以上のことを受け、本時は、「小型 PC『Micro:bit』を操作し、プログラミングの基礎・基本を身につける。」ことをねらいとする。具体的には、①プログラミングを開始するまでのコンピュータ操作方法の習得、②micro:bitの扱い方の理解、③実際にプログラミングすること（Scratchベースのブロックを操作すること）、以上の3つをねらいとし、授業を実施する。

(3) 単元の学習目標

① 本時の目標

学びに向かう力・人間性等	思考力・判断力・表現力	知識・技能
・社会の様々な場面で活用されるプログラミングの技術を習得するために、プログラミングを、試行錯誤して実行する。	・体験や活動から疑問を持ち、解決の手順を見通したり分解して、どのような手順の組み合わせが必要かを考えて実行する。	・自分の意図するプログラムを作成し、問題解決に対して実行することができる。

(4) 準備物

タブレット PC（1人1台）・ワークシート・ホワイトボード・micro:bit（2人で1台）

(5) 授業展開

	段階	○学習者の活動 ◇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	場づくり (導入)	○「Blockly Games」を使って自分でプログラミングしてみる。	発問1：プログラミングしてみよう。	○「Blockly Games」ができるところまでの操作を説明する。
5	疑問1	○プログラミングは、どんな目的で使われているか、考える。 ◇・遠隔操作されている。 ・無線通信している。 ・小さくして入っている。	発問2：どんな目的でプログラミングが使われているか、考えてみよう。	○考えるのは1人か隣同士。たくさん話し合っって意見交換するよう伝える。 ○発問2と3は、一人ひとりしっかり発表させるといよりも、教師やクラス全員との対話形式とし、考えをお互いに声に出して表現することを優先させる。
	疑問2		発問3：プログラミングしたものはどのような形で電化製品の中に取り入れられているのでしょうか。 ○小型のコンピュータとして、電化製品本体に取り込まれている。 ○今日はその小型コンピュータを紹介して、プログラミングしてみる。	
15	課題	プログラミングして、小型 PC 「micro:bit」 を操作してみよう。		
20	方法 起動	○micro:bit の使用方法とプログラミングの仕方を知る。 ・アイコンをダブルクリック ・micro:bit 画面の起動 ・micro:bit を PC に接続 ・メイン画面の説明 ：基本的に「Blockly Games」と同じ。今回はシミュレータというものが、作ったプログラムに合わせて動く。	○モニターに映しながら手順を説明する。	○概要を伝える。 ○細かなことについては机間指導の時に対応する。
35	活動1	・プログラミングしてみる。 ：micro:bit についている LED をずっと「自分の名前」という表示を繰り返		○手順などについては可能な限りワークシートに記入し、それを参照しながら自分たちで解決し活動させる。どうしても足踏みしている班については、支援を行う。 ★自分の意図するプ

		<p>すようにしてみる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・自分の名前にしたら「ダウンロード」ボタンを押す。 ・ファイル（・・・.hex）をダウンロードフォルダに保存する。 ・保存したファイルを micro:bit フォルダにドラッグ&ドロップする。 ・micro:bit の裏面の LED が点滅して書き込みが始まる。 ・書き込みが終わると USB ドライブが一度取り外されるが気にしない。その後書き込んだプログラムが動作する。書き込んだファイルは micro:bit ドライブには表示されないが気にしなくて良い。 		<p>プログラムを作成し、問題解決に対して実行することができる。【知識・技能】</p> <p>○時間に余裕があれば、ここまでの内容を一度パワーポイントで整理しておく。</p>
10 分間休憩（休み時間中もプログラミングはやって良い）				
50	<p>活動 2</p> <p>活動 3</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・LED を使ってアニメーションを作ってみよう。 ・「最初だけ」ブロックの中に入れると 1 回だけ動作し、「ずっと」に入れるとその中のブロックが繰り返し動作する。 ・音を出してみる。 ・新しいプロジェクトを作って、「最初だけ」に「音楽」から選んだ「メロディを開始する」ブロックを入れる。 ・シミュレータで音が鳴ることを確認する。 ・スピーカーを micro:bit に繋ぐ。 ：繋ぎ方は、用意した物によってクリップで繋ぐ。繋ぐ端子は 0 と GND の二つ。 ・音が出せたら、「音を鳴らす」を使ってボタン A を押すと音楽が出るようにする。 		<p>○活動 2 から 4 の実行プログラムは、あらかじめ教師側で作成し、データを生徒の PC のダウンロードフォルダに保存しておく。</p> <p>★体験や活動から疑問を持ち、解決の手順を見通したり分解して、どのような手順の組み合わせが必要かを考えて実行する。【思考力・判断力・表現力】</p> <p>★プログラミングを、試行錯誤して実行する。【学びに向かう力・人間性等】</p>

	活動4 活動5	・明るさセンサーを使ってみる。 ・自分で考え、プログラミングをしてみる。		○テキストに従って自分たちでプログラミングしてみるよう指示を出す。
90	まとめ (結論)	○プログラミングされた小型PCを内蔵することで、電化製品が自動制御可能となることを知る。		
95	活用 (考察)	○日常生活で使用されている電化製品の中には、どのようなプログラミングが取り入れられているのか考える。	電化製品の中には、どんなプログラミングが取り入れられているのでしょうか。	○パワーポイントでまとめる。

(6) 評価と指導の計画

資質・能力	評価基準 (B)	評価基準 (C)	指導の手立て
学びに向かう力 人間性等	課題を達成するために、最後までやり遂げようとする。	課題を達成するために、最後までやり遂げようとしていない。	机間指導により声をかけ、つまづいている部分や疑問点に対してアドバイスを行う。
思考力 判断力 表現力	目的や意図に合わせて見通しを立てようとしている。	目的や意図に合わせて見通しを立てることができない。	情報を整理するよう呼びかけ、ワークシートなどにメモを取り、見通しを立てることを支援する。
知識 理解	自分の意図するプログラムを作成し、問題解決に対して実行しようとする。	自分の意図するプログラムを作成できない。 問題解決に対して実行しようとしていない。	Micro : bitの使い方のテキストを参照するよう呼びかける。最初は手順通りで、徐々に自分の考えをプログラムに反映させていけばいいことを伝える。

(7) 参考文献

- ・ 中学校学習指導要領（平成29年告示）解説 総合編
- ・ 文部科学省、総務省、経済産業省『小学校プログラミング教育必修化に向けて』
- ・ ICT CONNECT21『小学校プログラミング教育導入支援ハンドブック 2018』
- ・ ICT CONNECT21『プログラミング教育支援ハンドブック 2019』
- ・ 文部科学省初等中等教育局情報教育・外国語教育課情報教育振興室『小学校プログラミング教育の趣旨と計画的な準備の必要性について（1）』
- ・ Microsoft micro:bit ホームページ <https://makecode.microbit.org>
- ・ © Copyright Micro:bit Educational Foundation <https://microbit.org/ja/>
- ・ Blockly Games <https://blockly-games.appspot.com/?lang=ja>

中学校理科×プログラミング教育

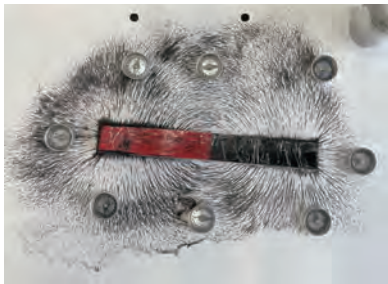
—micro:bitで磁界を眺めてみる—
授業解説



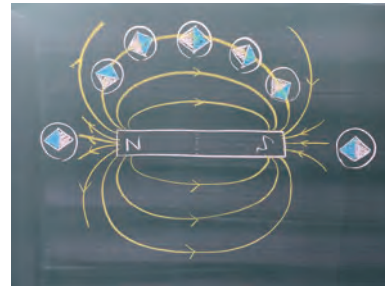
令和4年6月18日
理科モデル授業オンライン研修会
さいたま市立指扇中学校
教諭 野口祥太

領域	エネルギー ・エネルギーの見方 ・エネルギーの変換と保存							
学年	小3	小4	小5	小6	中1	中2	中3	高校
項目	磁石の性質・電気の通り道	電気のはたらき	電流のはたらき	電気の利用		電流・電流と磁界	エネルギー	電気エネルギーとその利用

東京書籍 中学2年
単元4：電気の世界
第3章：電流と磁界



棒磁石のまわり
鉄粉で
磁界の可視化
方位磁針で
磁界の向き表示



結果をまとめる
磁界が強いと
磁力線の間隔狭い
方位磁針の向き
繋げて磁界の向き

結果と事実が繋がらない

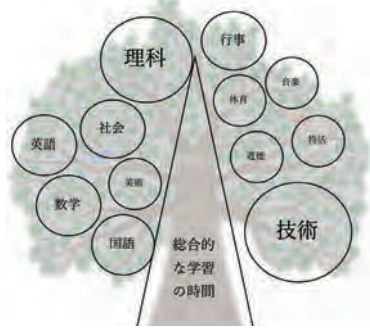


方位磁針の針は場所によって差す方向が違うだけじゃないの？

どうして鉄粉が多いところが磁力が強いといえるの？



micro:bit (マイクロビット)
・イギリスBBCが開発したセンサー付き小型PCボード
・ビジュアル言語で生徒がプログラムする



中学校段階
プログラミング教育
総合の時間を柱に
全教科で導入



中学校理科
プログラミング教育
同時並行で
・センサー
・アニメーション
・シミュレーション

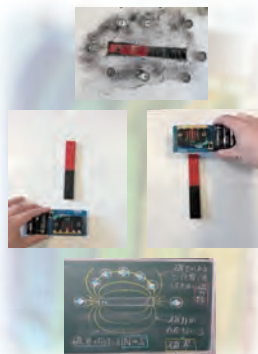
中学校理科各単元に組み入れたプログラミング教育（旧課程）

中1理科	プログラミング	中2理科	プログラミング	中3理科	プログラミング
植物の世界	花のつくりをScratchで作成	化学変化と原子・分子	原子や分子のモデルをScratchで作成	化学変化とイオン	イオンと電子の動きをScratchで再現
身のまわりの物質	粒子モデルをScratchで作成	動物の生活と生物の変遷	動物の分類表をScratchで作成	生命の連続性	細胞分裂、花粉管、遺伝規則性をScratchで再現
身のまわりの現象	・Scratchで反射シミュレーション ・micro:bitでオシロスコープ	天気とその変化	雲、気圧、前線モデルをScratchで作成	運動とエネルギー	・micro:bitで速度測定とグラフ化 ・Scratchで合力、分力の作図
大地の変化	地震発生をScratchで再現	電気の世界	方位、磁力、磁界の向きをmicro:bitで測定	地球と宇宙	月、金星の見え方をScratchで再現

事前授業にてmicro:bitの使い方を説明（60分/120分）



導入	ファラデーの電磁誘導の法則
疑問	どうして電池がないのに？
課題	磁石のまわりに存在するもの
活動①	クリップが磁石から離れていても引き寄せられる現象確認
活動②	棒磁石に鉄粉をまき磁界が出現 micro:bitをプログラム 磁力を測定
活動③	棒磁石の周りに方位磁針設置 方位磁針がバラバラに反応 micro:bitをプログラム 磁界の向きを測定
まとめ	磁力、磁界の向き解説



磁力を可視化

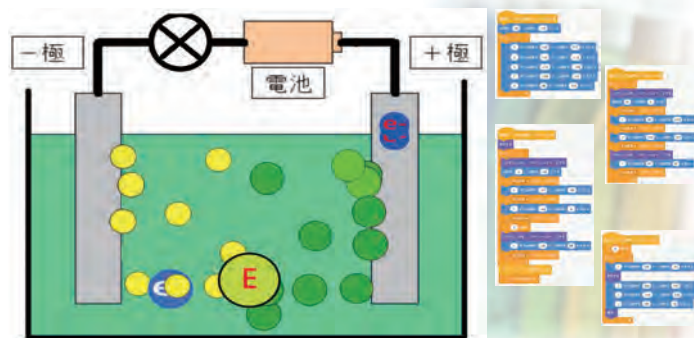
- ・鉄粉で磁界見た後
- ・磁力を棒グラフで表示
- ◎磁力線の間隔と磁力の大きさの関係理解



磁界の向きを可視化

- ・方位磁針で確認後
- ・N極を矢印で表示

◎磁界の向きが継続表示
イメージが容易に





micro : bit

programming guidebook

まずはやってみよう！！



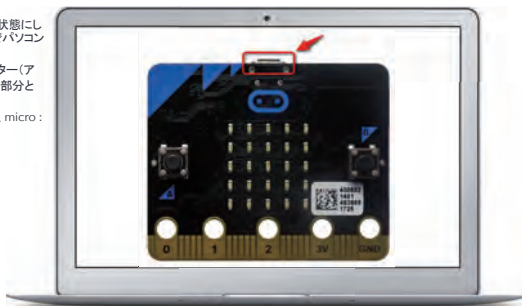
Part 1

手順編

プログラミングしてみよう

手順1 : micro : bitをパソコンにつなぐ

最初にパソコンの電源が入った状態にして、micro : bitをUSBケーブルでパソコンにつなぐ。
micro : bit側がマイクロBコネクタ（Android携帯の充電コード接続部分と同じ）です。
パソコンの電源が入っていれば、micro : bitはすぐに動き出す。



手順2 : 接続を確認する

正しく接続されていると、micro : bitは「MICROBIT」という名前のドライブとしてパソコンに表示される。
Windowsのパソコンならエクスプローラーをクリックすると確認できる。



手順3 : プログラミングの準備

micro : bitのプログラミングはyahooを立ち上げ、「マイクロビット メイクコード」と検索する。
2番目の項目「Microsoft MakeCode for micro:bit」をクリックする。
左のような画面が表示される。
この画面には、自分が作った最近のプロジェクト（プログラミングしたもの）が残っている場合がある。
新しくプログラミングをはじめるときは、「新しいプロジェクト」という紫色のボタンをクリックする。



手順4 : メイクコードエディター画面

左側が「メイクコードエディター」の画面となる。新しいプロジェクトをクリックするとこの画面となる。
左側の画面の中でプログラミングを行う。



手順5:マイクコードエディター説明①

マイクコードエディターの右側の大きなエリアが、プログラミングを行うところとなる。ここに役割を持ったブロックを並べて、プログラミングしていく。



手順6:マイクコードエディター説明②

マイクコードエディターの中央のエリアにあるのが、プログラミングに使うブロックを選ぶ部分となっている。「音楽」や「LED」、「論理」、「変数」など色々な役割を持ったブロックがある。



手順7:マイクコードエディター説明③

マイクコードエディターの左側のエリアにあるのが、プログラミングした動きを確認するところ。

micro: bitのLEDが点灯したり、マウスでAやBと書かれているボタンしたところをクリックすると、プログラミングした通りに動きます。

音楽は、パソコンのスピーカーから聞こえるので、確認するときは、パソコンの音量を揃えておく。



手順8:プログラミングしてみる①

まず、ブロックの選択をする。ここでは文字を表示するプログラミングを例に説明する。

「基本」と書かれた部分ををクリックする。表示されたら、ブロックの一番から「文字列を表示」と書かれたものをクリックする。



手順9:プログラミングしてみる②

「文字列を表示」というブロックが配置されたことを確認する。

配置されたブロックの上へマウスを合わせると、手のマークになる。そのままドラッグして、「ずっと」ブロックの中へ「文字列を表示」ブロックを移動させる。

移動し、正しく嵌め込まれると「カチッ」という音がして、ブロックがくっつく。

「文字列を表示」ブロックが、はっきりとした青色になっていない場合(画面のような黄色がかかった色)は、正しくはめ込まれていないのでやり直す。



手順10:プログラミングしてみる③

「文字列を表示」ブロックの「Hello!」の部分をクリックする。

「Hello!」の背景がグレーに変わったら、そこに、キーボードを使って「NOGUCHI」(自分の名前)と入力する。入力が終わったら、一度Enterキーを押すか、ブロックがないところをマウスでクリックする。

これで、入力が完了する。ブロック内に入力できる文字や数字は、半角英数字のみ。半角や全角、かななどの設定で確認する。



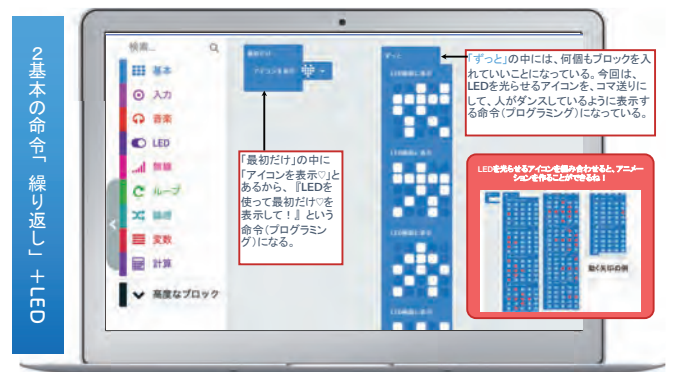
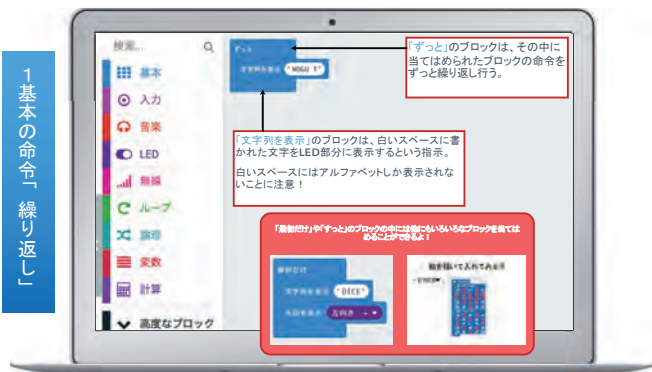
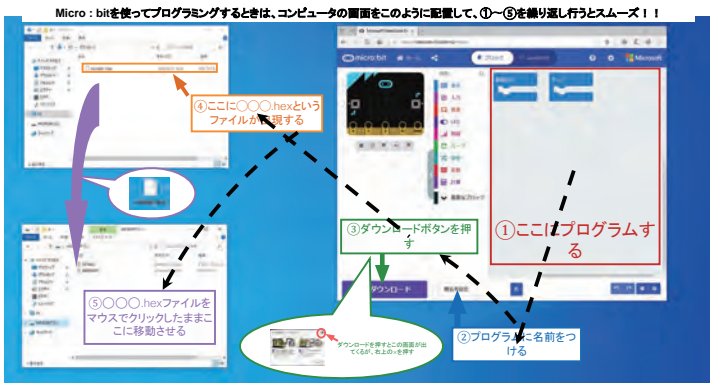
手順11:プログラミングを確認する

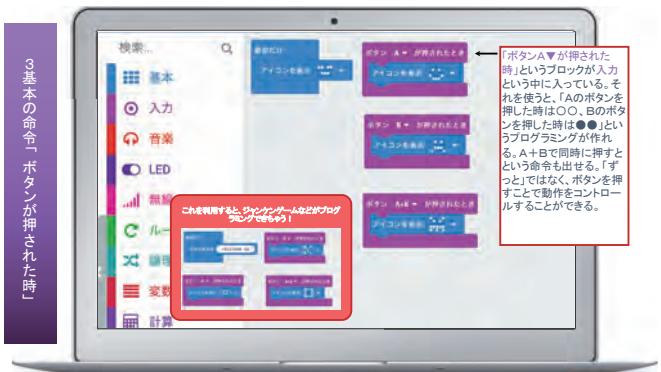
プログラミングがどのように動くかを確認する。
今回は、ボタンを押すなどの設定がないため、左のエリアのLEDの部分に、入力した文字が表示されている。



手順12:データをmicro:bitにダウンロードし実際に動かしてみる

手順11までが終わったら、実際にmicro:bitにプログラミングしたデータをダウンロードする。
いくつかの方法があるが、授業で行う方法を紹介します。
左の画面のように、マイコードエディタ、ダウンロードフォルダ、micro:bitのフォルダをパソコンの画面に表示させた状態で、①～⑤の操作を行う。⑤の操作をした段階で、micro:bitがプログラミング通りに動き出す。左の画面は、案に使うため、大きく表示したものを次ページに示す。

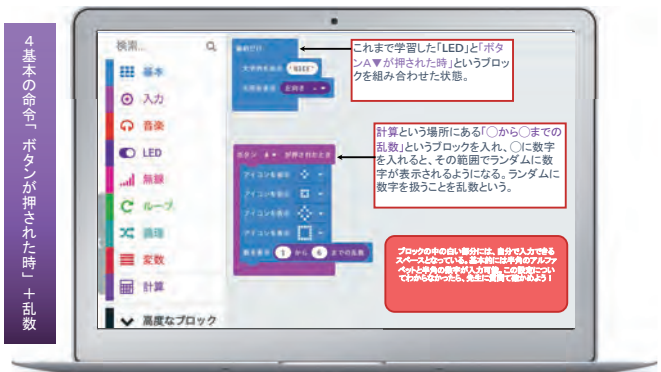




3 基本の命令「ボタンが押された時」

これを複製すると、ジャンクゲームのプログラムで使えますよ！

「ボタンA▼が押された時」というブロックが入力の中に入っている。それを使うと、「Aのボタンを押した時は●●」というプログラミングが作れる。A+Bで同時に押すと「ずっと」ではなく、ボタンを押すことで動作をコントロールすることができる。



4 基本の命令「ボタンが押された時」十乱数

これまで学習した「LED」と「ボタンA▼が押された時」というブロックを組み合わせた状態。

計算という場所にある○から○までの乱数」というブロックを入れ、○に数字を入れると、その範囲でランダムに数字が表示されるようになる。ランダムに数字を扱うことを乱数という。

ブロック中の数字の部分は、自分で入力できる数字や変数を入力する。この変数については後述の章で詳しく説明するよ！

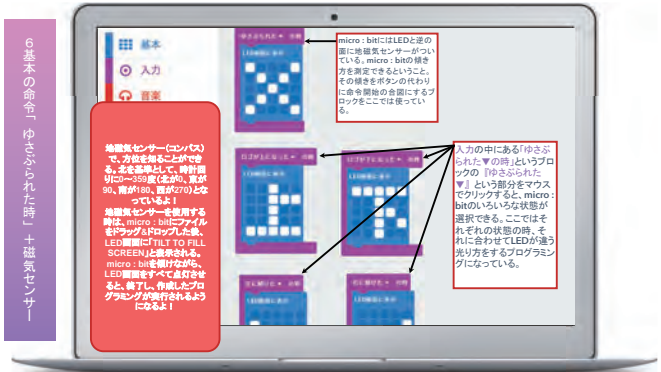


5 基本の命令「ボタンが押された時」+ センサー

ブロックの中の白い部分には、自分で入力する以外に、その部分に他のブロックを挿入(はめ込む)することができます。上のプログラムでは、「温度を測定する」ブロックの白い部分に、それぞれ「明るさ」と「温度(°C)」が挿入されているよ！

micro: bitにはLED部分に光センサーがついている。そこで明るさを測定してくれる。

micro: bitにはLEDと逆の面に温度センサーがついている。そこで温度を測定してくれる。

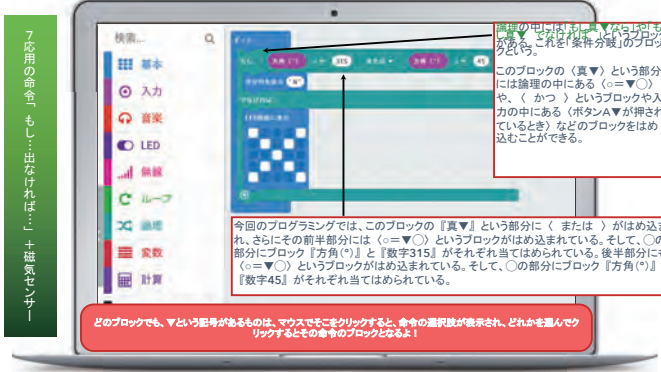


6 基本の命令「ゆさぶられた時」+ 磁気センサー

磁気センサー(MAGNETIC FIELD SENSOR)で、方位を感知することができます。その感知した方位を、角度(0°から360°)で表わすことができます。磁気センサーを使用する時は、micro: bitのマイコンボードに接続した後に、LED画面に「MAGNETIC FIELD SENSOR」が表示される。micro: bitを接続しながら、LED画面で方位を感知すると、方位の値が表示されるようになりますよ！

micro: bitにはLEDを逆の面に温度センサーがついている。micro: bitの向きを測定できるということ。その向きをマイコンの代わりに各ブロックの命令にするブロックをここでは使っている。

入力の中にあるゆさぶられた時というブロックの「ゆさぶられた」▼という部分をマウスでクリックすると、micro: bitのいろいろな状態が選択できる。ここではそれぞれの状態の時、それに合わせてLEDが点灯するようプログラミングになっている。

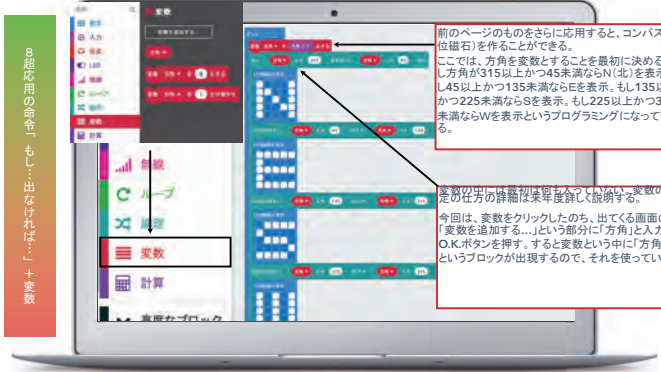


7 応用の命令「もし...出なければ」+ 磁気センサー

今回のプログラミングでは、このブロックの「真▼」という部分に「または」がはめ込まれ、さらにその前半部分には「(○=▼○)」というブロックがはめ込まれている。そして、○の部分にブロック「方角(°)」と「数字315」がそれぞれ当てはめられている。後半部分にも「(○=▼○)」というブロックがはめ込まれている。そして、○の部分にブロック「方角(°)」と「数字45」がそれぞれ当てはめられている。

このブロックの「真▼」という部分には論理の中にある「(○=▼○)」や、「(かつ)」というブロックや入力の中にある「ボタンA▼が押されているとき」などのブロックをはめ込むことができる。

どのブロックでも、▼という記号があるものは、マウスでそこをクリックすると、命令の選択肢が表示され、どれかを選んでクリックするとその命令のブロックとなるよ！



8 応用の命令「もし...出なければ」+ 変数

前のページのものにさらに応用すると、コンパス(方位磁石)を作ることができる。ここでは、方角を変数とすることを最初に決める。もし方角が315以上かつ45未満ならN(北)を表示。もし45以上かつ135未満ならEを表示。もし135以上かつ225未満ならSを表示。もし225以上かつ315未満ならWを表示というプログラミングになっている。

変数切り出し機能を使えば、変数の設定の仕方詳細は本章で詳しく説明する。今回は、変数をクリックしたら、出てくる画面の「変数を追加する。」という部分に「方角」と入力し、O.K.ボタンを押す。すると変数という中に「方角▼」というブロックが出現するので、それを使っている。

I - 3

第 11 回モデル授業

中学校第 3 学年

「浮力」

授業者

藤原玄宜

(池田町立池田中学校教諭)

令和4年度 第11回「理科モデル授業オンライン研修会」概要

2022年9月19日（土）15時～18時

主会場：岐阜大学教育学部

参加33名（大学内9名、オンライン24名）{学生15名、教員18名}

1 開会（中村琢岐阜大学准教授）

（1）開会の挨拶

大型の台風が近づいており、岐阜周辺も暴風雨による大変な状況にある。このような時こそオンラインの研修に自宅からの参加が可能である。安全を確保して参加していただきたい。

毎回のアーカイブもできている。先生方または個人で有効に活用していただき、理科の授業実践力向上に役立てていただきたい。

（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：藤原玄宜（岐阜県池田町立池田中学校教諭）

授業：中学校第3学年「探究の過程を大切にした「浮力」の実践」

ねらい：

- ・同質量、同体積の空気が入った物体と空気の入っていない物体を水に沈めたときの浮力の大きさを比較することや浮力を体験することを通して、浮力の大きさが何に関係しているかを考え、解決したい問題を見いだすことができる。（思考・判断・表現）
- ・前時の自分の予想を明らかにするための実験方法を、条件制御を大切にしながら考えることを通して、浮力の大きさが何に関係しているかを明らかにする実験計画を立案することができる。（思考・判断・表現）
- ・実験結果を比較することを通して、浮力の大きさが物体の体積に関係していることに気づき、浮力の大きさは、水に沈んだ物体の体積の大きさに関係していることを見いだすことができる。（思考・判断・表現）

（2）授業者による事前説明

この単元は学習指導要領に定性的に扱うものとして示されている。生徒たちの素朴概念が謙虚なものであり、それを大切に学習展開の提案をする。

[本時の学習]

全4時間の学習内容であるが、本日は追究の過程の3～8までを50分で公開する。

問「浮力の大きさは何によって決まるのだろうか？」

3. 問1に対しての自分の予想を立て、浮力の原因を共有する。
4. 自分の予想を解決する方法を立案する。
5. 実験方法を共有し、班で取り組む内容と順番を考える。
6. 各班で考えた実験方法を基に検証する。
前時において、やりきれなかった実験やさらに追究したくなった実験を行う。
7. 考察を立て、自分達の予想が検証できたか検討する。
8. 結論の導出

(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

「追究の過程を大切にした「浮力」の実践

<1>この授業づくりのコンセプト

[誤概念を念頭に置いた展開]

学習指導要領解説の浮力についての内容を見ると、知識技能によっていると捉えられる。生徒にとっての浮力に対する素朴な概念は多様である。この素朴概念の背景には、①水圧・浮力に対する経験の無さ、②水圧の学習での深さ水圧の関係、③普段の生活から作り出されるイメージ—浮き輪など水に浮くものの共通点、④沈みやすい形、沈みにくい形など水の中で受ける抵抗と混同、等が考えられ、感じ方で混同してしまう点がこの学習内容の大きなポイントだと考える。もし、これらに触れず教科書通り学習を進めると、この誤概念が修正されずに残ることになり、大人においても同様に当てはまる点も踏まえ、誤概念を念頭に置いた学習展開が必要だと考えた。

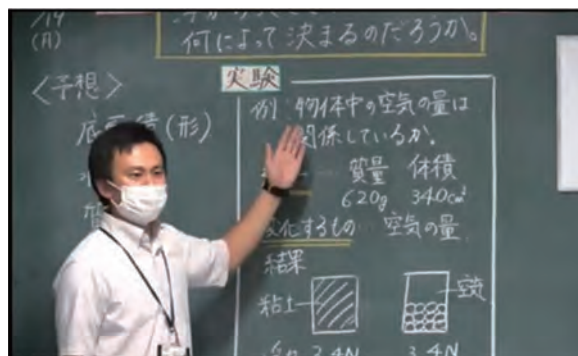


図 1 実験の計画を立てる

[問題解決の力を育むことを大事に]

10年前の実践（導入に生徒の持つ誤概念を活かし、粘土や鉛、フィルムケースなどを用いて、浮力の大きさと物体の形、浮力の大きさと質量、浮力の大きさと体積のそれぞれの関係の理解のために、体験したり自ら課題を解決するしたりする取り組みを通じて浮力概念の変容をみた）に基づき、問題解決の力を育むような更なる展開の工夫をした。

<2>見通しを持つまでの指導の工夫

- ①素朴な概念を刺激する体験活動：色々な物の浮き沈み示し、ボーリングとレンガ（縦と横）を用いて全員に浮力を体感させる。
- ②問題を明らかにする：物体中の空気の量は浮力の大きさに関係ないことをまず示し、最初に大きな素朴概念を刺激し、問題作りに導く。例：浮力の大きさは何によって決まるのだろうか、そもそも、物体が水中に入るとなぜ浮力が生じるのか、どうして空気のある無しで浮力が変わらないのか等。
- ③実験計画を立案する：条件制御をもとにする。まず個人で考えさせる。解決できるか考えることを目的として実験方法の妥当性を検討する時間をとる。実証性・再現性・客観性に着目し、より科学的な実験方法を共有する。
- ④教材・教具の工夫：粘土やナットなど、生徒が自由に質量を変化できる教材選びの工夫。



図 2 質量を変えての測定



図 3 水に沈めたときの測定

〈3〉振り返りの在り方

学習を振り返り、問題解決の力を育む以下3つの視点で書かせている。

- ・「予想を振り返って、自分の追究に納得できたか」
- ・「何を基に結論付けたか」
- ・「疑問に思うことや、さらに調べたいこと、生活に繋がることはないか」

教師の役割として、どんな力を発揮したのか顕在化させ、それを価値づけたいと考えるからである。また、どんな追究がより科学的になるのかについて、「沁みていくように」共有したいと考えるからである。

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。

「学習者の問題解決の力を育む具体的な場面は見られたか。それは、どのように引き出されていたか。」

- ・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

- ・実験方法を自分達で考え、実際にやってみるという点で、学習者の問題解決の力を育てていると考えられる。
- ・全員に体験させることの大切さや条件制御についてしっかりと指導がなされていた。
- ・探究心を刺激するような授業の工夫がなされていた。
- ・教員と生徒の会話の場面が多く、やり取りの多い授業だった。
- ・水深についての実験で半分だけ沈めた状態と全部沈めた状態での浮力の違いに1班だけ気付いており、水に沈めた部分の体積により浮力が変わることからまとめに導かれるのでは？と考えた。
- ・実験中に他の班と結果を共有できると批判的な思考が高まり、更に批判的に考えることができると、問題解決力を育む点において、もっと効果的になると思った。
- ・自分で考える時間があることで、自分の考えを持つことができると思った。
- ・実験方法を立案する時間や、実験方法が妥当なのか考える時間をとっていた。考える時間があることで、よりよい方法を吟味することによって問題解決のため思考を引き出していた。
- ・授業の中で、より科学的な探究に近づけるために、生徒の学習活動において怪しい数値が出てきたときにやり直そうとしていた姿が見られたことから、良かったと感じた。
- ・互いの結果をもとに生徒同士が交流する中で、条件制御がされていないのではないかと生徒から指摘する姿が見られ、良かった。
- ・内容についてはレベルが高い展開で、批判的な視点で探究過程を振り返ったり、議論したりする対話が生まれており、良かった。今回は対象が大学生であったため、自分たちの実験に対して振り返ることができていたが、実際の中学生では学習経験の積み重ねが重要であろう。
- ・子供たちの経験（浮き輪など）を生かしながら、浮力について考えさせる授業展開が素晴らし

い。

- ・ 予め「空気」の概念を外した授業展開が良かった。生徒たちの実態を把握した上で、どのように授業を展開していくかが大切であり、この配慮が素晴らしかった。
- ・ 生徒たちが自由に試行錯誤できる授業は、とても素晴らしい取り組みである。
- ・ 中学校で、小学校の学習が活かされていない場合も時折見られる。条件制御など小学校第5学年の学習を中学校でも継続して指導していくことはとても大切であると考える。
- ・ 生徒から出た「表面積」という言葉を教員が拾い、生徒たちとの意見交換によって問題解決に導いており、良かった。
- ・ 生徒が考えた内容が実験できることが素晴らしく、それは問いが明確であるからできることであり、問いが明確になると、調べる事柄が明確になる。
- ・ 生徒に「なぜ、どうして？」という葛藤を生み出し、探究する中で解決に導ける授業展開であった。

○教材・教具について

- ・ ICTの活用の代わりにホワイトボードを効果的に活用しており、全体への共有を図る工夫がなされていてよかった。
- ・ 時間をたっぷりとして、子供たちが主体的に実験できるような教材教具が多く用意されており、素晴らしかった。

○指導法

- ・ 実験方法の立案においてや、条件制御や実験方法への声かけにより学習者の問題解決の力を育む働きかけであった。
- ・ 実験を行いながら条件を変更していくことができる自己調整の場面において、教員からの声かけが効果的であった。
- ・ 先生の声かけによって話し合いがしやすい雰囲気づくりがされていた。
- ・ 教師から生徒への声掛けにより（例：ホワイトボードでの方法の発表の際）、生徒への積極的な思考の促しとなっていた。
- ・ 教師の支援も、子供たちの思考のレベルに合わせてできていた。

<質問・課題>

質問 中学校は1クラスでの班の数が多い。授業では、実験中にどのように机間支援を行うのか？

授業者：実験が正しく行われているかという確認。行っている追究をより良いものにするために、良い班の取り組みを抽出し、誉めたい。これらを可能にするための視点で見ている。

質問 普段の授業ではICTはどのように活用しているのか？

授業者：タブレットでのアプリ Teamsの活用により、実際はモニターとPC上で生徒が手元で見られるように活用している。実験方法の立案時にも活用している。今日は人数が少ないのでホワイトボードを用いての実施となった。

質問 バインダーをずっと持っていたが、どんなことをメモしていたのか？

授業者：本日は学生さんの名前を覚えるため。次に、どんな予想を持ち、どんな実験をするのか見つめるため。普段では良い実験をしたり面白い考え方をしたりしている生徒たちの活動をメモし、生徒に紹介してもらうためである。

質問 浮力はどのような原因で変化するのか、体積・質量・浮力などについて多様な意見が多く出されていたが、グループ分けの際に、同じ意見の生徒ごとにまとまったの学習を進めることにより、より良い問題解決が吟味できるのではないか？

授業者：ジグゾー法に似ている。過去に取り組んだこともあり、同じ意見の生徒が集まって進めるというその考え方もあって良いと思う。しかし、今回大切にしたいと考えたことは、違う意見を聞きながらそれについて良いかどうかを考え、その人と同じ気持ちで活動してみることや、他の要素も実施できると保証されること、意見の違う生徒たちも認められることや、班の中で自分の予想が大切にされている感覚が持てることなどである。分けた方が効率は良いが、敢えて分けることはしなかった。

更にデータとして納得できるかという点において、ジグゾー法では納得に導く力が弱いと感じている。実際にやってみることは、中学校までの段階では特に大切であると考えている。物理分野では特に大きく、ダイナミックをキーワードにして体感することを大切にしている。

[教材の紹介]・・素朴概念を刺激する教材

水を入れた水槽に、ガラス破損防止のために人工芝を入れ、その中にボーリングの玉、ブロックを沈めたものを用意。重く、持ち上げにくいボーリングの玉が水槽中では軽く持ち上がり、縦向きと横向きのブロックでは浮力と重さは変わらないことを体感できる。

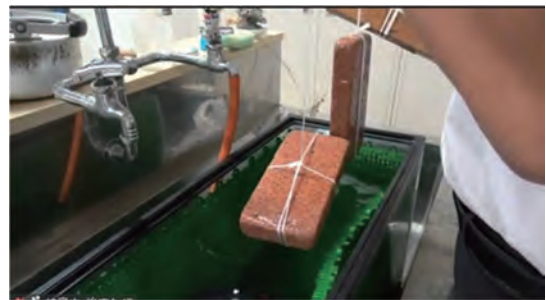


図 2 水槽に入れたのブロック 縦向きと横向き

[授業観の変更への取り組み]

教材を見せるだけで終わるのではなく、生徒が実際に試して体感してから問いを導いたり作ったりする授業展開の変更に取り組んでいる。根底に常にあるのは、「問題解決の力を果たして育てているか」という疑問である。

例「滑車」 工事現場で使われるようなサイズの滑車を持ち込み、実際に 30 kgの重さや滑車を用いて軽くなった重さを体感してみる。

「電池」 電池が水溶液と、異なる金属によってできることを示すために、生徒にいくつかの水溶液と金属板を渡し試すことで、色々な問いを導く。

1時間の学習で、はじめからまとめまで凝縮して教え込む学習展開ではなく、生徒が自分で考えて問いを作ったり、実験方法を考えたりする時間を保証し、導くことを大切にしたい。1単元で1回でもこのような学習ができればよいと考える。

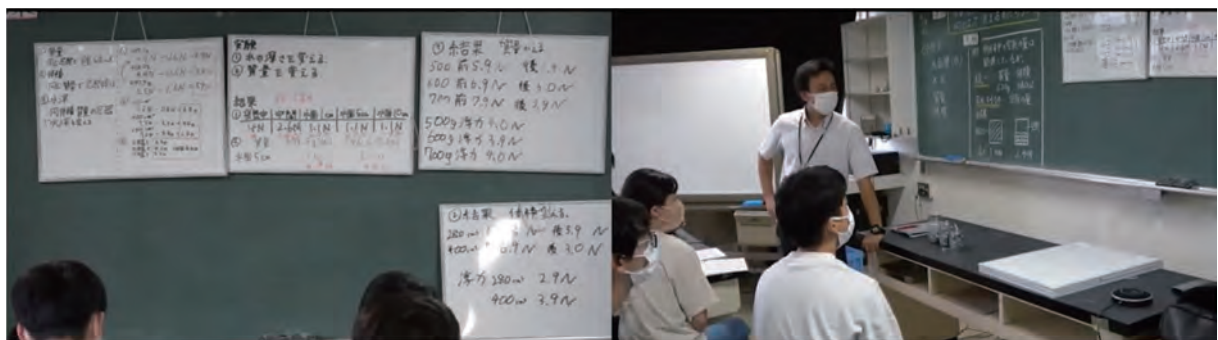


図 5 授業のまとめの様子

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

学習者一人ひとりが問題解決に取り組む授業展開で、素晴らしい授業であった。

水圧や浮力の素朴概念において、誤概念が強固になりがちな難しい単元だと言われる。浮力の大きな働きに改めて気づかせるダイナミックな教材提供と、その教材を用いた前時までの体験により、個々が疑問を持ち、確かめてみたくなるような問題解決の欲求度を高め、生徒から色々な意見を引き出す工夫がなされていた。日常生活によくある物を活用し、自由な発想で疑問を追究させていくことがうまく展開されていた。

個で考えさせ、次にグループでの取り組みにより解決を試みるという展開で、自分の結果の妥当性を評価する場面が意図的に作られ、一人ひとりとの対話も見られた。

間違っていた予想や結果の矛盾点から生徒たちに葛藤を与え、新たな解決法を導き出すという、参考になる新しい授業展開であった。

(2) 小倉康埼玉大学教授より

「浮力」をテーマとして、学習指導要領が求めている生徒の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資質・能力を身に付けさせるモデル授業として示していただいた。生徒に科学的に探究する資質・能力を身に付けさせるための授業を構想していくと、本日のような展開に行きつくのでは？と、自身の大学の理科指導法の講義での授業実践と、ほとんど同じ展開であることから、改めて実感した。

本時の授業には先生自身のこだわりや大切にしているところが如実に表れていた。

①「空気」についての素朴な考え方をいかに扱うか

生徒が日常的な経験（湯舟で風呂桶を沈める経験）から抱く「空気が多く入っている程大きな浮力が働く」という素朴な考えを持っていることから、空気の量だけを変化させた条件制御の実験で、「空気の量では浮力の大きさは変わらないこと」をまず明らかにすることで、問題を解決したい意欲を高める導入となっていた。導入場面でこのような概念的な葛藤状態を生起させることは、根強い誤概念が間違っていることをはじめに印象付けることで、生徒が持っている素朴概念を科学的な概念に変容させるうえでとても効果的だと思われる。

②条件制御について

条件制御については、主に小学校第5学年で集中的に取り上げ、変化させる要因と変化させない要因を区別して因果関係を明らかにする科学的探究の方法として定着を図ろうとしている。中学校では生徒自身が実験を計画する場面が殆どなくなり、いつの間にか生徒も条件制御を意識しなくなってしまっているように感じる。多くの先生方に対照実験を取り上げる例が見受けられるが、生徒に条件制御を意識させて実験計画を考えさせることが少ないようだ。

本日のモデル授業では、生徒に条件制御を意識して実験を計画させ、小中学校で継続して科学的な探究方法を定着させるという指導法であった。

③授業展開の工夫・・・知りたい気持ちにしてから次の時間に繋げる

本時の終わりに「どうして物体の体積が浮力の大きさに関係しているのか？」と生徒に疑問を投げかけ、知りたい気持ちにしてから次の時間に繋げる指導案となっていることも、科学的に探究することを大切に理科の授業展開であると感じた。

中学校理科で科学的探究過程として展開するための授業づくりの基本を、具体的なモデル授業として示していただいた。現行の学習指導要領の探究の過程を重視した方向性に符合する授業であった。

5 ネットワーキング（進行 小倉康埼玉大学教授）

中核的に学校や地域で理科を支えている先生方が問題意識や取り組みを共有することで、それぞれの活動を更に豊かにするための時間として設定している。

「理科の自由研究の指導について、学校・地域の状況の紹介」

理科の自由研究は必修の内容ではないが、この取り組みによって、自分で科学することの面白さを実感したり理科が得意になったり、将来の理系進路選択への効果が期待されるものであったりして、歴史的にも全国の理科教員の大切な取り組みの一つとして、各地域で大切に受け継がれてきたものだといえる。ここでは、教員個人の取り組みや学校・地域としての取り組みにおいて、理科の自由研究が効果的な経験となるための工夫を紹介いただく。

[参加者の発言内容]

- ・中学校（本校）では進んで自由研究に取り組むことにはなっていない。1学年約250名、全校で750～800名の大規模校において、提出される作品数も数点で10点には至らない実態である。
- ・前任の小学校では良く考えられているしくみがあった。生徒が学びたい・知りたいと思ったことを真剣に追究するのが夏休みであるとして、分野は理科に限定せず自分の取り組みたいテーマに取り組むという理に叶ったものであった。夏休みには何日か理科の教員が相談窓口を開いていた。
- ・市の科学館で講師の先生を迎え、相談ができる窓口が開かれ、地域で支える支援体制があった。調べ方やまとめ方を親子で一緒に考えられる場所が用意されていた。
- ・小学校全体で自由研究に取り組むことはしていない。理科としても取り組みたいという気持ちはあるが、実現には至っていない。通常の理科の授業を通じて子どもたちは沢山の疑問を出してくれる。それらを拾い、「自分で試してみたら?」「自由研究で取り組んでみると面白そうね。」という声掛けに、子どもたちは強い興味を示す。しかし夏休み前になるとすっかり忘れ、疑問が湧いたとしても子どもたちだけで自由研究に取り組むことが難しく、形にしたりまとめたりすることが特に大変であると実感している。取り組んでまとめてみるところにどのように繋げてゆくべきなのか、自分自身の課題でもある。
- ・自由研究の作品はこの時期に各学校から市町村に優秀な作品が集まり、県の審査が10月以降に進められ、全国審査へと進む。良い作品は生徒たちがいつでも見られるように校内で掲示・展示され、ある種の伝統的な取り組みでもある。以前は大きなポスターによる作品発表だったが、最近では論文形式での作品となり、まとめ方においても過渡期である。優秀な作品は校内で教材的な活用が諮れるような工夫もなされている。
- ・中学校で、夏休みの宿題ではなく、GW前に「自由研究に取り組むとしたらどのようにするか?」という見通しを立てるところまでを課題として出している。理科部会でGW明けに回収し、研究として成り立ちにくい作品は指導・集約し、夏休みに向けて授業の中でフィードバックする。夏休みには実際に自由研究として取り組むことを必修とせず、希望者が夏休み前までに学校の備品の使用希望や教員からのアドバイスの希望を予め申請し、夏休み中に自分で進め、休み明けに提出する。夏休み中の宿題が増えているという実情から、このようなしくみで進めている。
- ・中学校で授業中や授業の振り返りにおいて、日常に則した身近な疑問が出されるが、それを夏休みの自由研究に繋げることが難しく、働きかけや取り組みが必要だと感じている。探究活動を進めるためには教員も本腰を入れて、課題設定や相談会をしなければ作品として出てこない。
- ・今の時代に合った形の模索が必要では?
- ・県での理科自由研究発表会があり、70年を過ぎる歴史がある。各地から多くの作品が集まり、小学校から高校までの発表会が1日かけて行われ、熱心な取り組みであった。自分も理科に興

味がある生徒たちを誘って、研究テーマは教師の考えに偏ったかもしれないが身近な現象（モノアラガイ、伝導率等）を取り上げて調べていた。現在は学校ごとに課題を出し、市で集まり、代表が参加するスタイルなので、最近の自由研究発表会はS県のスタイルに近いかもしれない。

- ・中学校では部活動の時間があり、自由研究に興味のある生徒に十分な指導ができずに悩んだ。
- ・小学校では自由研究はどの教科に取り組んでも良い。理科の研究の相談日を設け、時間も興味もありそうな子に声を掛け、保護者にも協力をいただき、サポートも得られた。目立たない地味にコツコツ頑張る子が自由研究作品で表彰されると、認められる良い経験となり、次の年にもぜひ取り組みたいと継続性とレベルアップに繋がる。週1回の相談日を設け、予約制にして少しでも興味のある子への支援ができた。働き方改革もあり難しい現状もある。
- ・通常の理科・算数・数学の学習とは少し異なり、キャリア選択のきっかけや進路指導の一つになるのでは？指導のノウハウを共有し学んでいくことや教員自身が研究内容を学んでいくことで、お互いに学び、深め合えるのではないか。
- ・身近な疑問を自由研究へつなげるための一歩は、疑問を大切に拾うことであろう。自由研究指導そのものに繋がるのではないか。

[まとめ]

「相談会」がキーワード。普段の生活の中から生徒たちが追究したい疑問を見出した時に、それを忘れないで拾い繋いでいくことが大切である。そのためにも相談の機会を用意し、可能な範囲で子供たちの疑問の声に耳を傾けながら、可能な範囲で親のサポートも得ながら、生徒自身が追究できるような場面を作っていく試みが大切である。このような点を踏まえ、先生方の参考になるような指導法についても意識して本研修会に取り組んでいく必要がある。

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

- ・学校勤務の中で、中学校の授業を拝見する機会はなかなかないため、小学校・中学校のモデル授業の両方に参加できるメリットは大変大きいと感じる。協議の際に、ぜひ小学校・中学校両方の先生を混ぜていただくと、よい情報交換の場になると感じた（いつも混ざっているが）。（小学校10年以上20年未満）
- ・水圧・浮力については生徒にとって難解で誤概念が構築される部分であるが、生徒の疑問を表出させ、共に解決方法を考えながら進めていく今回の授業形態は、非常にワクワクして探究したい気持ちにさせる内容であったと感じる。これから浮力の授業を実際に行っていく予定なので、参考にさせていただければと感じた。（中学校10年以上20年未満）
- ・本日の授業者からも「日頃はICTを使うのだけれど・・・」とか、参加者からも「ICTはどのように活用しているのか」という質問があった。現在の現場では、ICT活用は必ず出てくるものである。この研究会においても道具としてICTが活用できるようになるとよいと思った。（小学校20年以上・中学校10年以上20年未満）

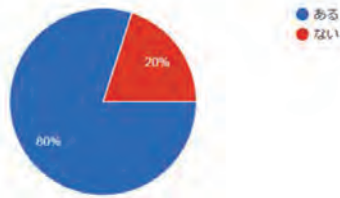
質問8 「ネットワーキング（理科自由研究の指導について学校・地域の状況を紹介してください）」のプログラムについて、ご意見やご提案など

- ・実際、理科の自由研究は低迷しているのを感じている。より科学的に探究したいと思えるような環境づくりが必要だと痛感した。（中学校10年以上20年未満）
- ・地域によって違いを認識し、他地域の様子を学べる点でよいプログラムだと思う。全体ではなく、ブレイクアウトセッションでお互いにフランクに質問し合えるとよいと思った。（小学校20年以上・中学校10年以上20年未満）

質問9 上記以外で、ご意見やお気づきの点など。

- ・継続的にありがとうございます。特に、本日は台風接近という中を、本当に感謝申し上げます。（小学校20年以上・中学校10年以上20年未満）

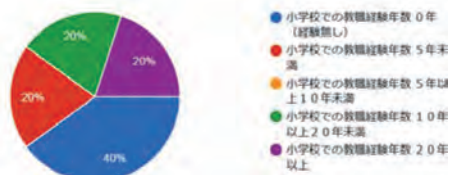
質問1 あなたは、本オンライン研修会に参加したことがありますか。
5件の回答



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。
5件の回答



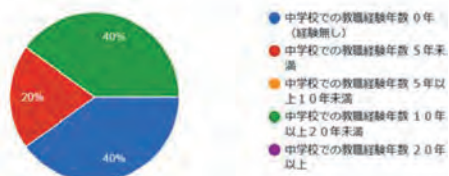
質問2 あなたについて、最も当てはまるものを1つ選択してください。
(小学校段階での教職経験)
5件の回答



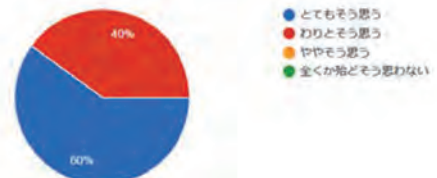
質問5 本日の研修会について、モデル授業とその後の協議は、あなたにとって参考になると思いますか。最も当てはまるものを1つ選択してください。
4件の回答



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)
5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。
5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

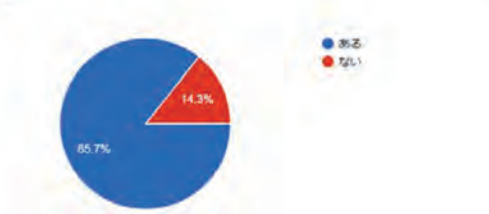
- ・本日の授業を見て、自分が中学生で授業を受けていたら、とても楽しく学ぶことができそうだった。一方で、現在、小学校での教育実習中で、小学生の様子を見てみると、実験の予想がなかなか思いつかず、書けない子や、実験方法を立案する授業でも自分で考えられないという子どもも多くいると感じた。中学生なので、小学生とは状況が違うと思うが、そのような生徒がいた場合、どのように指導を工夫するのか気になった。(中学校志望・経験あり)
- ・問題解決能力を養うための様々な工夫がされていた。一人で考えてから班で考えることで、人を頼りすぎずに実験を考えられていたと思う。また、条件制御など小学校からのつながりを大切にしており、小中の連携が大切だと思った。(小学校志望・経験あり)
- ・生徒でもなく教師でもない立場で授業を見てみると、教師の願う生徒の姿に近づけるためのこだわりがたくさんあり、更に、生徒の気づきや問題解決能力が促されやすいポイントなどを知ることができた。(志望なし・経験あり)
- ・取り入れたいアイデアがあった。(未定・経験あり)
- ・実際に中学の教員になったときに、生徒が主体的な授業をするためにはどんな方法があるかを知る良い機会となった。次回も参加したいと思えるような内容だった。(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

- ・カメラワークがとてもよく、ズーム参加でもわかりやすい授業だった。(志望なし・経験あり)
- ・自由研究についての学校側から見た実情を知ることができた。学生では知ることのできない内部の情報を知ることができ、教員となった時のビジョンがより鮮明となった。(中学校志望・経験あり)

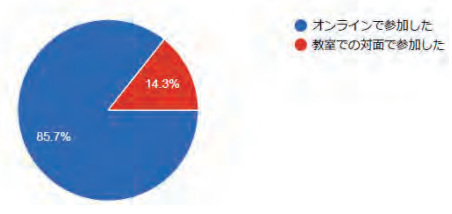
質問1 あなたは、本オンライン研修会に参加したことがありますか。(当てはまるものすべてにチェックしてください。)

7件の回答



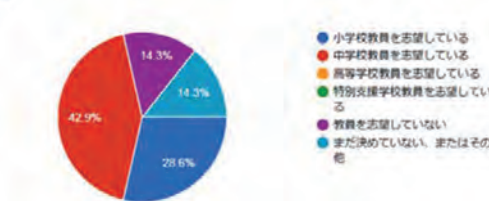
質問4 本日の研修会に、あなたはどのように参加しましたか。

7件の回答



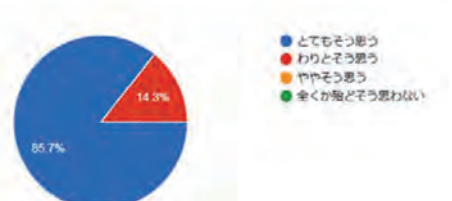
質問2 あなたについて、最も当てはまるものを1つ選択してください。

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



本時の展開		単元名：運動とエネルギー	第1章 力の合成と分解
ねらい	<ul style="list-style-type: none"> ・同質量、同体積の空気が入った物体と空気の入っていない物体を水に沈めたときの浮力の大きさを比較することや浮力を体験することを通して、浮力の大きさが何に関係しているかを考え、解決したい問題を見いだすことができる。(思考・判断・表現) ・前時の自分の予想を明らかにするための実験方法を、条件制御を大切にしながら考えることを通して、浮力の大きさが何に関係しているかを明らかにする実験計画を立案することができる。(思考・判断・表現) ・実験結果を比較することを通して、浮力の大きさが物体の体積に関係していることに気付き、浮力の大きさは、水に沈んだ物体の体積の大きさに関係していることを見いだすことができる。(思考・判断・表現) 		
	学習活動	指導上の留意点	
1 時間目	<p>1. 浮力の求め方、浮力が物体に入っている空気の量に関係がないことを知る。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・同体積、同質量の空気ありとなしで比較すると確かに浮力の大きさが変わらない。 <p>2. 疑問を出し合い問題をつくり、今後の学習計画を立てる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・中にある空気の量が関係ないなら、何が原因で浮力が生じるのか。 ・レンガの縦と横で沈めたときに感覚が違ったから、水に入るときの底面積で変わるかもしれない。 ・そもそもどうして、浮力は生じるのか。 ・空気の入っているものと入っていないもので、どうして変わらなかったのか。不思議だ。 <p>問① 浮力の大きさは、何によって決まるのだろうか。</p> <p>問② どうして物体が水に入ると、浮力が生じるのだろうか。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・休み時間等に理科コーナーにて、ボーリング球や鉄球などを水中から空気中に持ち上げる体験活動を全員が行っておく。 ・浮力の大きさに対する素朴な概念は多様であることを留意する。 ・2において、生徒たちの疑問や明らかにしたいことを出し合い、集団でこれから学んでいきたい問題を明確にしていく。そのために、板書で分類しながら、視覚的にわかりやすいように促す。 ・3の予想(仮説)では、水圧での既習事項や、体験活動をもとに、生徒にとって根拠のある予想を立てることができるようにする。そのために、体験を想起させるような問いかけや、2においての仲間の発言を振り返らせる言葉かけを行う。 	
	<p>3. 問①に対しての自分の予想を立て、浮力の原因を共有する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水圧は深いほど大きいから、深いほど浮力が大きいと思う。 ・軽い方が沈みにくいから、質量が小さい方が浮力は大きいと思う。 ・ボーリング球を水に沈めたらすごく軽く感じたから、体積が浮力の大きさに関係していると思う。 ・平べったいものより、細かったり、とがったりした形の方が沈みやすいから、底面積も関係しているかもしれない。 		
2 時間目	<p>4. 自分の予想を解決する方法を立案する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・沈める深さを変えて、他を統一すればいい。 ・体積を変化させ、質量を統一すれば、体積が原因か分かる。 <p>5. 実験方法を共有し、班で取り組む内容と順番を考える。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・全員の予想を明らかにするための実験にしよう。 ・より確かな事実を得るために何回もやって、データを増やそう。 ・変化させるものと変化させないものの程度を変えてみると、よりはっきりする。 <p>6. 各班で考えた実験方法を基に検証する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・質量は関係なさそうだ。 ・沈みにくい形も、球にしても、浮力の大きさは変わらないな。 ・体積が大きい方が、浮力は大きくなりそうだ。 ・何度やっても、同じような結果になる。 ・明らかにしたいことが同じ班と、結果が違う。何が違ったのか考えて、もう一度やってみよう。 	<ul style="list-style-type: none"> ・4において、1時間目の導入で使用した「空気量の比較」を想起することを促すことで、条件制御を考慮して立案することの見通しをもつことができるようにする。 ・5において、中間発表の場を設け、各班の実験方法が妥当かどうかを検討し合う。そうすることで、「条件制御は正しくできているか」や、「より確かな事実」を得るために何度も行うこと、他の場合でも同じになるかどうかなどの視点をもって、立案することを促す。 	

6. 前時において、やりきれなかった実験やさらに追究したくなった実験を行う。

- ・前の時間に、質量について調べたけれど、関係がなかった、他の班でも、同じような結果になっているから、別の視点で実験を計画し直そう。
- ・底面積が、一番可能性として高いと思っていたけれど、他の班の結果によると違うみたいだ。自分でも確かめてみよう。
- ・体積について実験した班にだけ、変化があったと考えられる。自分たちも、質量を統一しながら、体積を変化させて、実験してみよう。

7. 考察を立て、自分達の予想が検証できたか検討する。

- ・底面積が関係していると思っていたけれど、結果から底面積は関係ないことが分かった。
- ・各班の結果から、浮力の大きさは、水中に沈んでいる体積の大きさに関係していることは間違いなさそうだ。

8. 結論の導出

浮力の大きさは、水に沈んだ物体の体積の大きさに関係している。物体の水に沈んでいる部分の体積が大きいほど、浮力は大きくなる。

9. 振り返りをする。

- ・「予想を振り返って納得できたか」「何をもとに結論付けたか」「疑問に思うことや、さらに調べたいこと、生活と繋がることはないか」の3つの視点で振り返る。

予想とは違い驚いた。空気も質量も浮力の大きさに関係がなかった。自分達の実験や周りの班の結果から、やっぱり浮力の大きさは物体の体積に関係していることが分かった。自分達で実験方法を考え、思った通りになったときは楽しかった。けれど、どうして、物体の体積が浮力の大きさに関係しているのか分からないから、知りたいです。

- ・次時で浮力の大きさが物体の体積に関係している理由を考える。

- ・実験結果は、ICTを用いて、常に更新していく状態にして、各班が何を明らかにするためにどんな実験をして、結果がどうなっているのかを共有できるようにする。(大学内では、難しいため、ホワイトボードで発表し、共有化する)
- ・さらに明らかにしたいことを各班で考え、実験する。

- ・考察においては、自分の予想が検証できたかを検討することを促す。予想と異なったときには、どのような追究や事実から自分の考えが変わっていったのかを表出させる言葉かけを行う。
- ・結論の導出においては、「なぜ言い切っているのか」ということを問い、生徒が行った学習過程を価値づけることにつなげる。

- ・自分の追究の過程を振り返る場を位置づけ、どのような学び方によって、自分の浮力に対する概念が修正されてきたのかを表出させる。
- ・次の問いを生み出した生徒を価値づけ、次時の方向を示す。

今回の提案では、追究の過程の3～8までを公開することとする。

追究の過程を大切にした「浮力」の実践

提案者:藤原 玄宜

1 単元名 運動とエネルギー 第1章 力の合成と分解

2 指導の立場

(1)学習内容の捉え

学習指導要領では、浮力について、以下のように記述されている。

浮力については、例えば、ばねばかりにつるした物体を水中に沈めると、ばねばかりの示す値が小さくなることなどから、浮力が働くことを理解させる。このとき、浮力を、例えば水中にある直方体や円柱などの物体の上面と下面の水圧の差から定性的に捉えさせる。

上記の書きぶりからすると、知識・技能を軸として展開し、何時間もかけて学習する内容とは捉えられない。しかし、生徒の実態は、内容とかけ離れていると感じている。生徒は、水中で物体が軽くなるという経験をほとんどしていない。また、生徒は、浮く・沈むという現象について、「空気のせいで浮かぶ」、「浮力は深さとともに大きくなる」「重さが小さいほうが浮きやすい」「沈みやすい形、沈みにくい形で変わる」など様々な考え方をもっている。大人でも同様である。また、中学生に対して「アルキメデスの原理」を学習した生徒よりも学習しなかった生徒の方が浮力の学習を難しく捉える傾向にあるという報告もある(石井ほか、2020)。教科書には、「浮力の大きさは、水に沈んでいる部分の物体の体積に関係する」ということを証明する実験が紹介されているものもあるが、何を変化させて、何を測定しているか明確ではなく、浮力に関する概念を修正・強化するには至っていないと考えられる。これらのことを踏まえると、生徒の素朴概念を大切にされた事象提示があり、生徒が問いをつくり、例えば、「質量の大きさは、浮力の大きさに関係がない」といったことを、生徒自らが立案した計画をもとに追究していくような、生徒の学びの文脈を踏まえた指導展開、さらにはそれを実現できる教材開発の工夫が必要であると考えられる。

(2)理科の授業で大切にしている指導

今回の提案を通して、日常の理科の指導の中で、私が大切にしていることを挙げる。

① 生徒の素朴な概念を考慮する。(実態把握)

今回の「浮力」の学習においては、上記のように素朴な概念が多様にあると考えられる。素朴な概念の中には、間違っているものもあれば、自然の真理をつかんでいるものもある。生徒のもつ素朴な概念を表出させ、追究の過程を歩みながら、概念を修正・強化していくことを大切にしている。

② 見通しを重視する。

科学的に追究する活動において、自然の事物・現象との出会いから問いをつくる過程では、疑問を一人一人が持ち、それを出し合い、集団でどのような問いを追究するかを明確にする。また、実験計画の立案の過程では、自分の予想が確かめられる実験方法、さらに予想が正しければ結果がどうなるかまで考える。ここまでの活動が充実すると、実験時は、常に自分の予想を意識しながら追究し、予想と違っていれば、再実験や再検討を行ったり、他の班の実験方法や結果を考慮したりすることにつながる。また、それによって、考察時は、「結果が自分の予想とあっているかどうか」をもとに、自分の追究が納得できるものになったかを考

えることにつながると考えている。

③ 体験・体感を大切にすること。(物理分野は、キーワード「大きく」「ダイナミック」に)

生徒の実態として、自然事象に対する経験が少ないと感じている。今回の浮力についていえば、例えば、「川底で大きな石を持ってみた」「水深の深いところで、耳の奥が圧迫されている感じがする」などは、ほとんどの生徒が体験していない実態がある。また、エネルギーの領域においては、目に見えない力が運動やエネルギーを捉えていく軸になるが、わずか数十gのおもりなど、手に持って重いや軽いなどの違いが分かりにくい事象で考えていっても、体験としては弱いと考えている。今回は、ボーリングの球やレンガなどにはたらく浮力を体感したり、実際に実験する道具についても10N(1kg)まで許容したりするなど、手にもってずっしりと体感を得られる道具を扱った。

④ 実証性・再現性・客観性を生徒も教師も意識すること。

実験計画の立案時、実験中、考察においては、「実証性・再現性・客観性」を大切にしている。生徒の言葉で言えば、「実験で確かめられる」「何度やっても」「誰がやっても」と置き換えることが可能と捉えている。「自分の予想は、この実験で確かめられるはずだ。何度やっても、ものを変えても、同じような結果になる。他の班でも同じような傾向を示す結果が得られた。だから、私の予想は正しかった。(違った場合は、はじめに戻って考え直したり、実験を再計画したりするなど行う。)」といった自分の追究をよりよくする視点として生徒自身に大切にしてほしいと、いつも願っている。その実現のために、「その視点をもって追究することを価値づけ広げること」「生徒が予想をもとにやりたいと願った実験をできるだけ実現できる環境設定を行うこと」を意識している。今回の提案においては、「導入時に生徒の素朴な概念を表出させ、問いをつくり、実験の見通しをもつこと」が、条件制御を大切に、実験を生徒自ら立案できるようになることや、予想が崩れてもさらなる追究が何度も行えることにつながると考えた。

⑤ 探究の過程の歩みを振り返ること。

昔は、「学ばせなければならぬ内容を如何に分かりやすく教えるか」が自分の中心にあったと感じている。いつも、どうやって「教えようか」どんな実験を「させたらいいか」と生徒主体ではなく、「教科書に書いてあることと学ばせなければ…」という私自身に中心があったと思う。しかし、今は「どうしたら生徒に問題解決の力を育むことができるか」「生徒は何を明らかにしたいか。やりたいことは何か。何が楽しいと感じるか。」が中心となった。学習指導要領解説9Pにおいて、「資質・能力を育むために重視すべき学習過程のイメージ」が明記され、そのなかに「理科における資質・能力の例」として、計16が示されている。この例をそのまま指導に生かそうと考えるならば、計16のうち「単位時間でどんな力を育むのか」ということを意識している。

問題解決の力を育むには、振り返りの活動が欠かせないと考えている。より充実した場となるように「予想を振り返って、自分の追究に納得できたか」「何をもとに結論付けたか」「疑問に思うことや、さらに調べたいこと、生活と繋がることはないか」ということを提示し、追究の過程の最後に位置付けている。そうすることで問題解決の力を発揮できたかどうかの視点で、教師が追究の過程を価値付けることができ、どんな追究がよりよい追究かを共有できる。それを繰り返すことで、生徒自身がよりよい問題解決を歩んでいくことにつながっていくと考えている。

以上のことをまとめつつ、本日の論点を明確にすると以下のように論点を提示できると考えている。

学習者の問題解決の力を育む具体的な場面はみられたか。それは、どのように引き出されていたか。

I - 4

第 12 回モデル授業

小学校第 4 学年

「もののあたたまりかた」

授業者

濁川智子

(鴻巣市立鴻巣北小学校教諭)

令和4年度 第12回「理科モデル授業オンライン研修会」概要

2022年10月22日(土) 15時～18時

主会場：埼玉大学教育学部

参加27名(大学内14名、オンライン13名){学生18名、教員9名}

1 開会 (小倉康埼玉大学教授)

(1) 開会の挨拶

本研修会は、学校や地域で核となって理科教育に尽力されている教員の皆様の優れた指導や教材に関する情報の共有と発信の場であるとともに、学校の中核となる若手の先生方の研鑽の場、また理科教員を志望する大学生が優れた理科授業について学ぶ場である。記録動画と指導案、協議の概要等の資料をホームページで公開することで、理科授業に関して半永久的に活用できる研修教材を蓄積することも重要な目的である。すでに11回のモデル授業記録がホームページで利用可能となっており、令和6年度まで蓄積を拡大していく。同時に、授業記録を活用した研修を推進させ、普及を図っていくことも進めていく。

本日は、今年度第4回、通算第12回目の研修会で、埼玉大学からの配信である。実り多い研修になることを期待する。

(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 小学校理科モデル授業

(1) 授業者と授業内容

授業者：濁川 智子 (鴻巣市立鴻巣北小学校教諭)

授業：「もののあたたまり方」第4学年 A 物質・エネルギー (2)金属、水、空気と温度

[本時の学習] (5・6時/9時間)

① ねらい

水を熱したときの水の動きを調べる実験を通して、温められた水の動きに関する予想を確かめることにより、温められた水は上の方に動くことを捉える。

② 目標

水の温まり方について、実験などを通して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。〈思考力・判断力・表現力等〉

(2) 授業者による事前説明

子どもたちは前時までに金属の温まり方について学習済みである。しかしその後、水を温めたところ、金属とは異なる温まり方をすることで、子どもたちの思考にずれが生じる。そこを子どもたちと問い返しながらなぜ水は上から温まっていくのか追究する授業を展開する。

[本時の学習活動]

○前時の実験結果から、水を温めると上の方から温まっていくことに疑問をもち、どのようにして水は上から温まっていくのかについて考える。【主体的に学習に取り組む態度】(行動観察・記述)

○熱して温められた水の動きを調べ、記録する。(実験)

実験結果から考察し、結論を導き出す。【思考・判断・表現】(発言・記述)

(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

[問題意識]

学習指導要領の改訂により、未知の状況にも対応できる力を身に付けるよう方向づけられた。小学校理科の目標には、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・能力の育成を目指すことが掲げられ、問題を科学的に解決する、また科学的な手続きを重視しながら解決していくことが重要となる。

①課題 子どもたちの中にある思い込みや合意や同調を無批判に受け入れてしまうこと

子どもたちの中には思い込みや合意や同調があり、子どもたちがこれらを無批判に受け入れてしまうことが課題であると考えた。これらは科学的でない思考で根拠のないものである。

実験結果を基により妥当な考えに改善することに課題があることは、平成30年度全国学力・学習状況調査からも指摘され、令和4年度の調査でやや改善が見られたものの、依然として課題である。

②非科学的な思考（思い込み・合意・同調）に敏感になる必要性

非科学的な思考（思い込み・合意・同調）をより科学的な思考に変えるためには、非科学的で不確かな思考に敏感になる必要がある。本当にこれで良いのかという批判的思考により、このことが科学的思考力の育成に繋がるのではないかと研究を進めた。

③本研究における「不確かさ」の定義

論理的に筋の通った科学的探究をするうえで、虚偽や誤謬の原因となりうる各探究過程における思考の誤りや曖昧さ、理論などのこととした。敢えて「不確かさ」の言葉も授業の中で用いるようにした。

[指導法の開発]

自他の考えを批判的に捉えることで、科学的探究過程における不確かさに敏感になることができる指導法を開発することとした。

①手立て1：不確かさの要素の抽出をもとに批判的に働かせる「不確かさの問い」を設定。

予想・仮説の設定場面の「不確かさ」、検証計画の立案場面の「不確かさ」、結果の処理/考察・結論の導出場面の「不確かさ」などを抽出してまとめた。

②手立て2：各探究過程における思考の「不確かさ」を批判的に話し合う指導法を設計。

話し合い活動へ取り入れる良さ：他者の考えを批判的に思考し、質問したり指摘したりする経験を積み重ねることができる。考えを見直す契機として、他者から指摘を受けることができる。思い込んでいる子どもにとっては自分で考えを見直すことが難しい。小グループ、学級全体で話し合いをすることで、繰り返し考えを検討することができる。

[指導の工夫]

①「不確かさ」に関する特別授業を実施する。

②「不確かさ」を批判的に指摘し合う活動を行う。

プロセス:慣れてくるまでは教師の考えに対して指摘する→グループでの互いの考えに対して指摘し合う→学級全体での互いの考えに対して指摘し合う→自分の考えを見直すというプロセスを踏むとよい。話し合いに適した場面は精査が必要。

補助アイテム：「不確かさ」の問いカード、「ちょっと待って」カードの活用



図1 「不確かさ」を批判的に指摘し合う補助アイテム

これらの活用により、より指摘しやすい和やかな雰囲気での話し合いができる。教室掲示による意識の促進。

③批判的に指摘し合う指導・留意事項

子どもたちにとって、色々な学習の中で友達同士認め合う経験を積み、どんな意見も受け入れる。このような関係の構築は大切なことである。このような批判的思考に基づく指摘には躊躇するものであると思われるため、以下のような批判的に指摘し合う際の留意事項を伝える。

〈指摘する人〉

- ・否定的な表現にならないようにする
- ・相手の考えを非難することではない
- ・相手の考えに対するアドバイス、優しさ

〈指摘される人〉

- ・自分の考えが否定されたわけではない
- ・必ずしも、考えを変える必要はない
- ・自分の考えをもっと良くするチャンス
- ・振り返って、見直してみることが大切

多様な場面で指導することを大切にしている。具体例として、検証計画の立案場面で「誰もがなっとく」カードを提示する例、実験を一種類だけではなく色々な種類で取り組むなどの場面で「確かめられる」カードを提示する例を紹介した。

[本時の最後での振り返りの場面について]

子どもたちが持つ素朴な疑問「温められた水はなぜ上に行くのか？」に対して、さらに追究する活動に導く提示を行った。

- ① 2つのペットボトルを水槽に沈め、同時に手を放す
- ② 2つのペットボトルの重さを測る。
- ③ 冷やされた水の動き

事象と原理を結び付けた、より科学的な「深い学び」の概念を形成することを目指した。水が回っているのでは？という疑問に対して明瞭な否定に至らなかった点が本時の課題である。



図 2 本時の振り返り場面での教材

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。
「科学的な手続きを重視しながら問題を解決していく展開となっていたか。」
- ・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

- ・自由に話し合う中で根拠を示すことを大切にしている印象を受けた。
- ・導入で批判をし合い、授業の見通しが明確になり、実験中の新たな気づきがあったと感じる。

- ・導入で予想した内容に合わせ、実際にどうなっているかについて生徒に問いかけがなされていた。
- ・今回の仮説を考える部分やこれからの実験に対して絞り込んでいく部分には、批判的な思考は有効だった。
- ・批判的思考力を働かせることで、観察の視点が増えたと感じた。
- ・議論がもっと活発になると、より科学的に深まると思う。
- ・批判的な指摘や人の意見ばかりに集中してしまうように感じられたところもあったので、指摘のし合いが終わった後に改めて自分の考えを振り返る時間があるとよいのではないかな。
- ・批判的な意見に対して計画を変更することが出来れば、科学的な解決につながると思った。

○教材・教具

- ・批判的に思考を働かせることが科学的な問題解決につながる。「ちょっと待って」カードにより突っ込みやすくなっている。
- ・「ちょっと待って」カードでの意見が的確だった。ただ、実際の学級では発言力に影響があり、発言力に左右されてしまうのではないかと気になった。今回は学生だから筋が通っていた。小学校では指摘する視点の指導も必要なのでは。
- ・ツールを使いこなすまでに時間がかかるが、使いこなせたら便利なツールだと感じた。
- ・「ちょっと待った」カードは良いアイテムで、意見出しのハードルが下がり、活発に意見を出しやすいと感じた。

○指導法

- ・先生の授業スタイルが、友達同士で言い合えるカジュアルな雰囲気良かったと感じた。
- ・和やかに批判的な思考が出来ていた。相手に対しての思いやりがあり、ただ批判でなく、お互いに前向きに話し合いができる。またこのためには、子どもとの信頼関係や学級経営が大切と感じた。
- ・楽しい授業であった。

<質問・課題>

授業者：本来2時間の授業内容を短縮して1時間に詰め込んだため、時間配分や内容展開が厳しかった。仮説設定のみならず計画や結果、考察などにおいて批判的思考を取り入れて、予想に振り返って時間をかけて進めるところであったため、不十分であったと振り返る。

質問 洗剤をはじめから提示するよりは、後から必要に応じて提示してもよかったのでは？

質問 示温インクの利用による結果と、洗剤の使用による結果を得る2回の実験において、示温インクの結果から確認作業を行い、「ちょっと待って」カードによる批判的思考を活かしての考察を行い、更に検討の後、洗剤を使った実験により、変化を確かめるといふ展開も考えられる。新たな結果からの問いに批判的思考を活用して深めることができたのでは？

授業者：洗剤と示温インクの併用においては少し課題を感じ

た。洗剤を用いたものは見やすい分、子どもたちに水の変化が見えやすいために細部が注視されてしまう。示温インクの結果と合わせて考えて欲しいと思うところであった。もう少し検討していきたい。

質問 結果から考察へと考えるときにも批判的な思考が使えるのではないかな。結果を見て、もう一度予想に立ち返り、どの予想が適当だったのかなど、批判的に絞り込む際、有効にはたらく

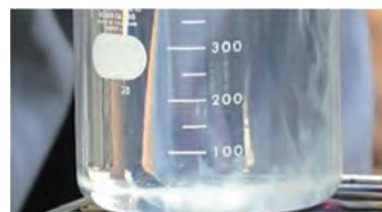


図3 温められた水の移動 (洗剤添加)

のではないか。

授業者：その通りと感じる。指導案上では、このプロセスを踏む予定であったが、時間の都合で本モデル授業では不十分となった。予想に立ち返り、自分たちの予想と結果とを振り返り、深める活動は大切だと感じている。

質問 ワークシートの「振り返り」において、子どもたちはどのようなことを書いてくるのか？

授業者：黒板に振り返りを貼っていたが時間が無くてできなかった。

水槽の中にペットボトルを入れるという実験は教科書の中には無い。第4学年では比重について未学習で、子どもたちは理解していない。また教科書には、1社以外このことについての記載が確認できない。

結果はわかったが、子どもたちの中に「なぜ温められた水が上にいくのか」という、モヤモヤを残したまま終わることになる。そこで敢えてこの内容を入れた。振り返りでは、水を熱すると温められた水が上に動き、上に貯まることに触れ、それは温められた水は周りと比べて軽くなるからだという理由について振り返られるように設定した。本モデル授業では、十分な説明の時間が取れなかった点が反省点である。

質問 どうして同体積のペットボトルを使うのか、なぜ水槽の中に入れ、比べたのか、などが提示されていただけで、主体的に問題を解決することにつながりにくいのでは？

授業者：小学校第4学年にとっては比重の概念は未習で難しい。ここを教えるために行きついたのが、同体積での扱いである。子どもたちは、本単元の前に、温められた水は体積が大きくなることを学習している。これを想起させ、示温インクにより青い水を温めたらピンク色になり、体積が大きくなり、水はあふれる。重さを測ると青い水よりピンク色の水の方が軽くなる。そこで、同体積のペットボトルを水に沈めた際には、青い水は水槽の水と温度が等しいので変化はみられないが、ピンクの水は温かく、周りの水より軽くなっているので浮き上がる。温かくなると軽くなるという点を感覚的に理解して欲しい。よって、敢えて同体積のペットボトルを用いた。本来ならば子どもたちと共に話し合いながら導く部分である。



図4 同体積のペットボトルを水槽に沈める

質問 「ちょっと待って」カードによる積み重ねによって批判的思考力が身につくと考える。この積み重ねの後、ツールが無くても自分で能動的に主体的に考えられるようになる様子が見られるのか。

授業者：どのくらい「不確かさ」に敏感になれるか、予想・仮説の設定場面における「不確かさ」の指摘の事前（授業前）と事後（授業後）での調査の紹介。1単元の指導により、実験群（不確かさの指導有）と統制群（不確かさの指導無）との比較で、実験群において事前から事後への有意な効果が得られた。1単元で、「ちょっと待って」カードがなくても不確かさの指導によって、不確かさに敏感になれることが結果として得られた。今後、継続指導により、このことがよりできるようになれば、子どもたちが積極的に批判的思考に取り組めるのではないか。更に高まれば、思考がより科学的になり、不確かさの指摘場面が減るのではないか。今後一層考えていきたい。

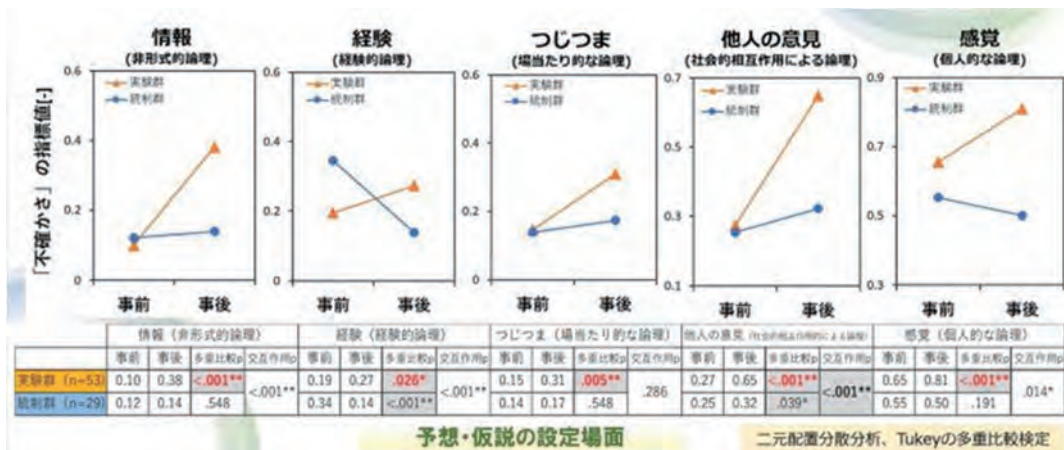


図 5 「不確かさ」に関する問題調査

質問 実際の学級では、発言力のある生徒に左右されてしまうのではないか。

授業者：根本的に学級経営が重要である。多様な考えや多様な子ども達の発言を取り上げられる学級経営を心掛けることにより、心配は軽減できる。通常は3~4人の小グループでの発言しやすい環境づくりに努め、全員が発言する授業展開を徹底している。そのような工夫は有効であるとする。

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

本日のモデル授業は、小学校理科で科学的な手続きを重視しながら批判的思考を働かせて問題解決する児童を育成する授業提案であった。

まず、温められた水は、色を変えてなければ見た目は冷たい水と同じである。目に見えない温められた水の動きを、想像で説明したり、金属の温まり方を当てはめて説明したりすることは「根拠が不確か」だから、より確かな説明をすることができるように、実験で確かめる必然性が生まれる。このように、実験は、予想や仮説の不確かさを解消するものであることを認識することで、不確かさに敏感な子どもの育成につながると思われる。

次に示温インクというツールを使うと、目に見えやすくなる。示温インクのように、より客観的な事実を得られるツールを使って、不確かさを解消しようとするのが、科学的な探究だと捉えることができる。ツールには、それぞれ特性があり、万能ではない。示温インクは特定の温度よりも高いか低いかの情報しか得られず、かつ、不透明なため、液体内部の様子が見えないものである。そこで、示温成分入りの柔軟剤



図 6 加温時の水の移動 (示温インク添加)

を薄めて用いる方法を提示することで、より知りたい事実を得られる実験計画の工夫がなされていた。こうして、得られた客観的な情報に基づいて推論し、そこから何がいえるかを考察するとともに、言える事と言えない事が区別できる批判的思考力の育成につなげる指導であった。

また、「不確かさ」を指摘し合い、批判的な思考を促す工夫として「ちょっと待って」カードが使われていた。その際、指摘は個人の否定ではなく、その人がより良い科学的な探究を進めるための協働的な行為であり、不確かさに気づいているのに気づいていないふりをするよりも、遥かに相手を大切にすることになるといえる。人は、自分の考えの飛躍や矛盾に気づきにくい存在だ

からこそ、他人から質問されたり、疑問点を指摘されることで、より合理的に思考したり判断したり表現したりすることができる。こうした授業を繰り返し、他人の考えに対して批判的に思考する習慣が身につくことで、自分自身の考えについても批判的、反省的にメタ認知（モニタリング、コントロール）しながら思考したり判断したり表現したりすることができるようになると思われる。

最後に、通常第4学年では、あたためられた水がどうして上に動くのかを追究しないが、演示実験で水の温度だけを変えたペットボトルが、冷たい水では沈み、お湯では浮かぶことから、水は温度が高くなると同じ体積の重さが軽くなるので、浮かぶように上に移動することがわかり、納得させることができる。こうした、「腑に落ちる」指導も、理科への好きな気持ちを育む効果的な工夫だと言える。

本日は、第4学年の指導例を示していただいた。小・中学校の理科教育全体で、「理科でこそしなくてはならない」児童生徒の科学的思考力を育成する上で、大変意義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

「不確かさに敏感になる」という、大変重要な点に取り組まれていた。理科において、どうしても相手の意見を受け入れる場面がよく見られる。批判的に捉えることが、科学的に見ていくことや、一つ一つの事柄を考えていくことに繋がると思う。そうすると、それぞれの思考の妥当性を検討することになり、自分自身の考えや全体の議論における妥当性を思考することがメタ認知に繋がり、科学的に探究する力を伸ばすことにも繋がるのではないだろうか考える。この点がまず大変参考になった。

また、教材において、洗剤を用いた例が活用され、参考になるものであった。上昇気流が生じる空気においても、温まれば軽くなったり密度が小さくなったりする点へと思考がつながり、大変面白い事例の紹介であったと感じた。さらに、事象としても面白く、特に体積が同じだと気づかずに、数値を見せられた時の驚きがあり、大変良い教材であった。

5 ネットワーキング

進行役 小倉康（埼玉大学教育学部教授）

中核的に学校や地域で理科を支えている先生方が問題意識や取り組みを共有することで、それぞれの活動を更に豊かにするための時間として設定している。共同性や同報性を養うことを狙いとしている。

本日は「理科に関心を高める校内環境づくりの工夫」について取り組みを共有したい。

まず、理科に身近に接することができる環境整備への取り組みの工夫として、ウェブサイト (<http://kg.cst.saitama-u.ac.jp/SciLessons/sci19/index.htm>) で視聴できる授業ビデオ（授業者：小森栄治先生）の後半部を紹介したい。例：理科室で星座が見られる光る星座盤、使われなくなった下駄箱を活用した実験道具箱を収納する棚、保護者から寄贈の旧型PCの活用、距離のある廊下を活かした、距離やサイズを体感できる太陽や惑星モデル、自由に試すことが可能な顕微鏡やサンプルなど。いつでも自由に試したり観察したりできるような工夫、お金を掛けないような工夫、科学館にいるような優れた環境を手作りで工夫されている。

実験室に生き物を飼い、生徒がお世話係になったり、身近に見られないような地域の淡水魚を飼い、ミジンコ等の継続的な飼育の工夫に加え、教員自身が取り組むことを見せたりすることで生物に対する興味・関心を高める工夫、理科関係の図鑑や雑誌を図書館以外に普通教室や実験室に置き、いつでも身近に手にとって見られるような工夫、なども見られる。さらには、理科ニュ

ースを理科室の廊下に掲示し、理科の情報に接する工夫、幼稚園にビオトープをつくり、普段から餌をあげない環境でも、豊かに動・植物が生きている様子に親しんだり、昼に観察可能な天体観測をしたりする活動を通し、幼児期から理科を楽しむ環境づくりの工夫もある。

<以下、参加者より>

- ・理科の学び方(問題解決のプロセス)を掲示物として理科室に貼ることで、理科室に来れば授業がしやすい雰囲気づくりを工夫した。掲示物や理科室整備は子どもたちのためでもあるが、それ以上に教員のために進めている。理科主任に働きかけてSDGsの掲示物づくりを進めている。
- ・担当している第5学年の廊下に、1年間の月の満ち欠けの様子を掲示し、授業の始めに今日の月の様子を訊ねることにしている。子どもたちが自然にその掲示を眺めるよう、習慣になってきた。また、絵本(色々な動物の骨の絵本)などを置き、楽しめるよう工夫している。「理科室に行きたくなる環境づくり」を目指したい。
- ・壊されてもいいもの、自分で作ったものであれば壊れても構わない、子どもたちがあまり実物を見たことがないものを廊下に展示している。例:色々な動物の骨(イノシシ・豚・鹿・亀等、知人から譲り受け、自分で処理して展示。)売り物は細かい軟骨が溶けているので細部迄の観察はしにくい、自分で作成処理をすることで、食性の違いが観察可能となり、自由に頭や歯を動かしてみることも可能になる。また植物も珍しい種の展示により、実際に触れて興味を持ってもらえるよう工夫した。
- ・子どもたちが目を輝かせるもの、視野を広げられるもの、目の前の資料に食いついて触ってみたくなるものを提示するように工夫した。理科準備室に眠っている資料(試料)を教員が知らないことがあるので、是非見てみると良い。理科準備室に置いたままにする必要がなく、眠っている貴重な資料(試料)を発掘でき、壊される可能性もあるが、子どもたちの目を輝かせる様子が見られる。
- ・4人の理科教員で協力して理科の学び方を実験室に貼った。自由研究の全員の作品展示をした。理科室の水槽で水草、魚、貝、プランクトン等の長期飼育をしたり、近くの水田で珍しい生き物を採集したりして、皆が見られるような工夫をした。カブトエビがハウネンエビの捕食に偶然遭遇し、捕食-被食の関係を理解したり、ムカデや擬態の蛾などを捕獲し、ビニール袋に入れて授業中に回覧したりして、実際に観察する工夫をした。

6 第13回「理科モデル授業オンライン研修会」の紹介 (中村琢岐大学准教授)

7 閉会の挨拶 (小倉康埼玉大学教授)

令和4年度 第4回（第12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

- ・ 批判的思考を明るく楽しく取り組める内容になっていて参考になった。(小学校20年以上)

質問8 「ネットワーキング（理科に関心を高める校内環境づくりの工夫を話し合ってみましょう）」のプログラムについて、ご意見やご提案など

- ・ たいへん参考になった。(小学校20年以上)

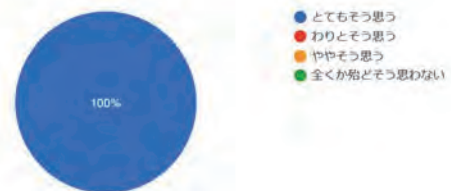
質問1 あなたは、本オンライン研修会に参加したことがありますか。

1件の回答



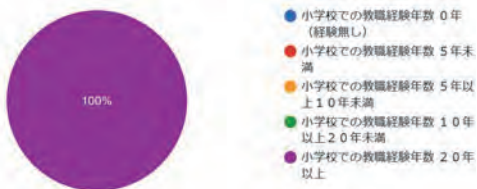
質問4 本研修会のような、勤務時間外にオンラインでの研修会を設けることは、あなたにとって助けになると思いますか。最も当てはまるものを1つ選択してください。

1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)

1件の回答



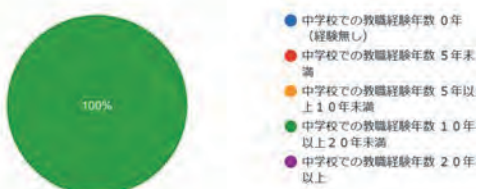
質問5 本日の研修会について、モデル授業とその後の協議は、あなたにとって参考になると思いますか。最も当てはまるものを1つ選択してください。

1件の回答



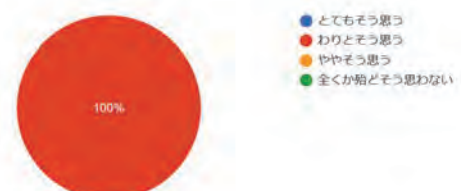
質問3 あなたについて、最も当てはまるものを1つ選択してください。
(中学校段階での教職経験)

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。

1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

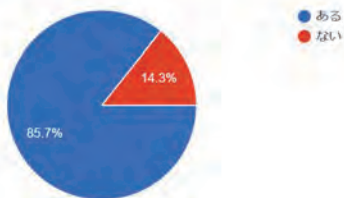
- ・今回の授業でカードを使っていたように、児童が意見を言いやすい、批判をしやすいように工夫することが大切だと感じた。（中学校志望・経験あり）
- ・科学的な見方を養うために、「不確かさ」を批判的に指摘しあうことで、自身の考えを見直すきっかけを生み出すという考え方に非常に興味深く感じた。この授業の方針は、児童が主体的に行う授業の骨組みとなる部分であると思われる、自分たちの意見に、より科学的な根拠を持たせ、論理的にするという点が重要となってくるのだと思った。（小学校志望・経験あり）
- ・今回のモデル授業では、予想で「不確かさ」を児童たちがお互いに指摘し合うことを中心に進めていた。児童たちが意見を交換し合うことで、より主体的に科学的な実験の見通しや意見を持つことができると考えられ、非常に参考になった。この「不確かさ」をお互いに指摘し合うための下地を児童たちに作る必要があり、そのために1時間授業が必要であったり、多くの子の意見を受け入れることができるようなクラス経営の仕方が必要であったりするため、そういった理科以外での授業でも融通の利く小学校のほうが教科担任制の中学校よりもやりやすいものであるのかもしれないと感じた。（小学校志望・経験あり）
- ・「ちょっと待ってカード」がとても新鮮だった。（未定・経験あり）
- ・批判的な思考を育てるために、重要となる授業だと思う。子どもたちの素直な反応を見てみたいと思った。（小学校志望・経験あり）
- ・とても面白い授業だった。濁川先生が用意してくださったツールは授業を楽しくしつつ、科学的に考える力を養うことにつながると思った。洗剤を使って液体に熱が伝わっていくことを初めて知り、示温インクよりも細かい様子が見えたと驚きだった。ツールに使い慣れている、ツールがなくてもできるようになるまで成長できれば、必ず目標は達成できると思った。（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

- ・参加者確保のためにも開催時間の検討が必要であると感じた。よりコンパクトで気軽に参加できる研修会となるとよいと感じた。（中学校志望・経験あり）
- ・参加されていた方が少なかったため、あまりお話を聞くことができず残念だった。理科室の環境整備は、限られた予算や空間の中で様々な工夫を行うことで良い空間にしていくことができることを学んだ。十人十色で多様な理科室があって良いのだと思った。（小学校志望・経験あり）

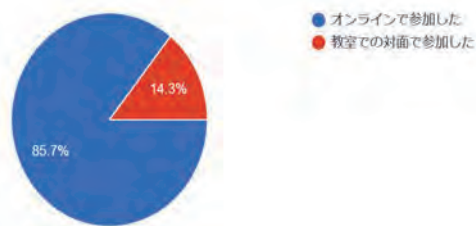
質問1 あなたは、本オンライン研修会に参加したことがありますか。(当てはまるものすべてにチェックしてください。)

7件の回答



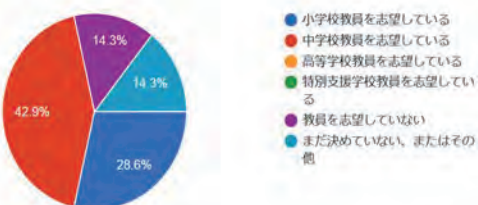
質問4 本日の研修会に、あなたはどのように参加しましたか。

7件の回答



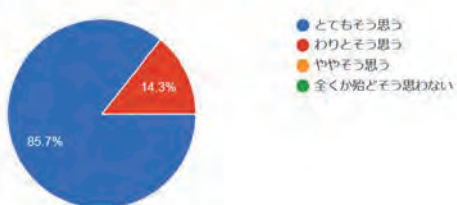
質問2 あなたについて、最も当てはまるものを1つ選択してください。

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



第4学年 理科学習指導案

授業日：令和4年10月22日（土）
 授業者：濁川 智子

1 単元名 「もののあたたまり方」 第4学年
 A物質・エネルギー (2)金属、水、空気と温度

2 単元について

本単元では、金属、水及び空気の性質について、熱の伝わり方に着目してそれらと温度の変化とを関係付けて調べる活動を通して、ものの温まり方についての理解や実験に関する技能を身に付けるとともに、金属、水及び空気の性質について追究する中で、既習の内容や生活経験をもとに根拠のある予想や仮説を着想して表現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。

また、単元を通して、金属、水及び空気を熱したとき、金属はどの部分を熱しても熱せられた部分から順に温まっていくことや、水や空気は熱した部分が上方に移動して上から順に温まっていくことを学ぶ。しかし、その理由については触れないことが多い。本単元では、あえてその理由を問い直し、児童に気付かせることで「深い学び」を促す。

3 単元の目標

金属、水及び空気の性質について、熱の伝わり方に着目して、それらと温度の変化とを関係付けて調べる活動を通して、ものの温まり方についての理解や実験に対する技能を身に付けるとともに、金属、水及び空気の性質について追究する中で、既習の内容や生活経験をもとに根拠のある予想や仮説を着想して表現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。

4 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
①金属は熱せられた部分から順に温まるが、水や空気は熱せられた部分が移動して全体が温まることを理解している。 ②金属、水及び空気の温まり方について、器具や機器を正しく扱いながら調べ、それらの過程や得られた結果を分かりやすく記録している。	①金属、水及び空気の温まり方について見いだした問題について、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し、表現するなどして問題解決している。 ②金属、水及び空気の温まり方について、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。	①金属、水及び空気の温まり方についての事物・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。 ②金属、水及び空気の温まり方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。

※学習指導要領上は「金属、水、空気と温度」であるが、「もののあたたまり方」に関するもののみを取り出して、評価規準を作成した。

5 指導と評価の計画（全9時間扱い）

次	時	学 習 活 動	評価の観点・方法	記録
第一	1	○金属の温まり方について考える。 ・料理人がフライパンの持ち手に布をかぶせて持っている理由について考える。 ・金属の棒や板の一部を熱したときの温	【思考・判断・表現①】(発言・記述)	

		まり方について、生活経験をもとに根拠のある予想や仮説を考える。		
	2	○金属の棒や板の一部を熱して、温まる順を調べ、記録する。(実験) ・実験結果から考察し、結論を導き出す。 ・身の回りにある金属でできた道具(調理器具等)の工夫について考えたり、自分で工夫して使ったりしようとする。(活用)	【思考・判断・表現②】(発言・記述) 【主体的に学習に取り組む態度②】(発言・記述)	○
第二次	3	○水の温まり方について考える。 ・試験管に入れた水の一部を熱したときの温まり方について、既習の内容や生活経験をもとに根拠のある予想や仮説を考える。	【主体的に学習に取り組む態度①】(行動観察・記述)	
	4	○試験管に入れた水の一部を熱して、温まる順を調べ、記録する。(実験)	【知識・技能②】(行動観察・記述)	○
	5	○前時の実験結果から、水を温めると上の方から温まっていくことに疑問をもち、どのようにして水は上から温まっていくのかについて考える。	【主体的に学習に取り組む態度①】(行動観察・記述)	○
	6	○熱して温められた水の動きを調べ、記録する。(実験) ・実験結果から考察し、結論を導き出す。	【思考・判断・表現②】(発言・記述)	
	7	○温められた水が上に動く理由について、追究する。 ・お風呂の追い炊き用の吹き出し口が、浴槽の下方に設置されている理由について考え、説明する。(活用)	【思考・判断・表現②】(発言・記述) 【主体的に学習に取り組む態度②】(発言・記述)	○
第三次	8	○空気の温まり方について考える。 ・部屋の中は床の方が寒く、天井の方が暖かいことに疑問をもち、空気の温まり方について興味をもつ。 ・空気の温まり方について、生活経験や既習内容をもとに根拠のある予想や仮説を考える。	【主体的に学習に取り組む態度①】(行動観察・記述) 【思考・判断・表現①】(発言・記述)	○
	9	○空気の一部を温めて、空気の温まる順を調べ、記録する(実験)。 ・実験結果から考察し、結論を導き出す。 ・エアコンで暖房をするときに、吹き出し口をどの方向に向けると効率よく部屋が暖まるかを考え、説明する。(活用)	【知識・技能①】(記述) 【主体的に学習に取り組む態度②】(発言・記述)	○

6 本時の学習指導

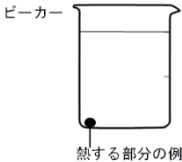
(1) ねらい

水を熱したときの水の動きを調べる実験を通して、温められた水の動きに関する予想を確かめることにより、温められた水は上の方に動くことを捉える。

(2) 目標

水の温まり方について、実験などを通して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。
(思考力・判断力・表現力等)

(3) 展開

時間	段階	学習者の○活動と資質・能力 ・想定される児童の考えや発言例	教員の発問と○指導 「不確かさ」に関する思考を促す 発問や指導【不確かさの要素】	★目標達成のための評価 ○留意事項
2	導入	○前時の実験から、水を熱すると金属とは違って上の方から温まったことを振り返る。	○水がどのようにして上から温まっていったのかについては、まだ明らかになっていないことを確認する。 ○水は金属と違い、流動性があることに気付かせる。	○児童の予想と結果の間に大きな「ずれ」が生じた場面であり、水が上から温まった理由を問い直すことで、さらに追究したいという思いを引き出す。
1	課題	○前時に見いだした問題を確認める。		
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> 【問題】 水を熱すると、水はどのような温まり方をしていくのだろうか。 </div>				
7	予想	<p>○例示した考えに対して質問したり、指摘したり、助言したりすることを通して、「不確かさ」の要素を確認する。</p> <p>○前時に考えた予想を交流する。【グループ】【学級全体】 考えを見直し改善する</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p><予想></p> <ul style="list-style-type: none"> ・あたためられた水は上の方へ動いて、そのあとぐるぐる回る。なぜなら、湯気は上にのぼっていくから、あたためられた水も上へ動くと思うから。 <p>→湯気と水を同じように考えていいのかな？</p> <p>→ぐるぐる回る理由は？</p> <p>→ぐるぐる回ったら上から温まらないのでは？</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ビーカーに伝わった熱が水に伝わる。なぜなら、ビーカーには炎が直接当たっているから。 <p>→そうだとしたら、炎に一番近い部分から温まるのでは？</p>	<p>○「不確かさ」に関する思考を促し、指摘するきっかけづくりをする。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block; margin: 5px;"> 「問いカード」をもとに、お互いに「不確かさ」を指摘し合いながら、自分の考えを見直しましょう。 </div> <p>○互いに指摘し合い、考えを見直していくようにする。</p> <p>○「不確かさ」に関する思考を促す発問を適宜行う。</p> <p>○児童が「不確かさ」に気付くことができた際には称賛し、価値付ける。</p> <p>→【似た経験】</p> <p>→【空想】</p> <p>→【空想】</p> <p>→【思い込み】</p>	<p>○指摘や質問を自由に発言できる雰囲気をつくる。</p> <p>○話し合いの進め方を理解していることを確認する。</p> <p>○指摘が否定的な表現にならないように留意する。</p> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 10px; margin-top: 10px;"> <p>働かせる 理科の見方・考え方 「粒子」領域の質的・実体的な見方を働かせながら事象を捉えるために、水が温まっていく様子をイメージ図で表現する。</p> </div>

3	計画	○実験方法を確認する。	○前回と同様に示温インクを使うことを確認する。	○示温インクは不透明であり、内部の様子が見えないため、必要に応じて約60℃で白濁する示温成分入りの柔軟剤を薄めて温める方法を提示する。
15	実験	○水に示温インクを入れ、ビーカーの一部を熱して、温まり方を調べ、記録する。	○示温インクの色が変化していく様子を、図と文章で記録する。	○熱したビーカーや水は熱くなることに気付き、実験中や実験後にやけどをしないよう触らないことや、ガラス器具の扱いなどに注意する。
7	結果 考察	<p>○実験結果を整理し、結果から水の温まり方について考察する。 【個人】</p> <p>○例示した考えに対して、質問したり、指摘したり、助言したりすることを通して、「不確かさ」の要素を確認する。</p> <p>○友達と考えを交流する。 【グループ】 【学級全体】 考えを見直し改善する</p> <p><結果・考察> ・温められた水が上に動いて、びっくりしました。 →それは感想だよ。結果からわかったことは何？ ・温められた水は上に動いていった。 →上に動いて、そのあとどうなって上から温まったの？ ・水を熱すると上の方から温まるのは、温められた水が上に動いて、上に溜まっていくからである。</p>	<p>実験結果を整理して、結果からどのようなことがいえるか考えましょう。</p> <p>○「不確かさ」に関する思考を促し、指摘するきっかけづくりをする。</p> <p>「問いカード」をもとに、お互いに「不確かさ」を指摘し合いながら、自分の考えを見直し、改善しましょう。</p> <p>○「不確かさ」に関する思考を促す発問を適宜行う。 ○児童が「不確かさ」に気付くことができた際には称賛し、価値付ける。</p> <p>→【科学的な結論】</p> <p>→【科学的な結論】</p> <p>○「温められた水は上に動くこと」「温められた水は、上にたまっていくこと」をおさえる。</p>	<p>○指摘や質問を自由に発言できる雰囲気をつくる。</p> <p>○指摘が否定的な表現にならないように留意する。</p> <p>働かせる 理科の見方・考え方 熱の伝わり方と温度の変化を関係付けて考える。</p> <p>★【思・判・表②】 水の温まり方について、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。 (発言・記述)</p> <p>働かせる 理科の見方・考え方 事物・現象の変化とそれに関わる要因を関係付けて考える。</p>
2	結論	<p>○結論を導く。</p> <p>【結論】 水を熱すると上の方から温まるのは、温められた水が上へ動き、上にたまっていくからである。</p>		

5	追究	<p>○あたためられた水が上に動く理由について追究する。</p> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> <p>働かせる 理科の見方・考え方 事物・現象の変化と それに関わる要因を 関係付けて考える。</p> </div>	<p>○演示実験を行う。</p> <p>① 水槽と同じ水（約15℃）とお湯（約70℃）をそれぞれ入れたペットボトルを沈めて同時に手を離す。</p> <p>② ①で使用した湯水の入った2つのペットボトルの重さを量る。</p>	<p>○比重については未履修であるため、同体積で比較する程度に留める。</p> <p>○「ものの温度と体積」の学習を想起させ、水は温めると体積が大きくなることと関連付けさせる。</p>
3	振り返り	○学習を振り返る。	○本時で学習したこと、また「不確かさ」に気づき、自分の考えを見直して改善することができたかななどを振り返らせる。	

※『不確かさ』の要素と批判的に働かせる問いについては、別紙資料をご参照ください。

※本授業は、思考の「不確かさ」を批判的に指摘し合う力の育成初期段階の児童を想定して行います。

(4) 準備物

- ・500mlビーカー（各班2）
- ・実験用ガスコンロ（各班1）
- ・ガスボンベ（各班1）
- ・濡れぞうきん（各班1）
- ・示温インク（1）
- ・示温成分入りの柔軟剤（1）
- ・水槽（1）
- ・ペットボトル（2）
- ・電子天秤（2）
- ・電気ポット（1）

7 参考文献

濁川智子・小倉康(2022)「思考の『不確かさ』を批判的に指摘し合うことで、考えを見直し改善することができるようにする理科指導法の開発」『理科教育学研究』第62巻、第3号、631-641.

佐伯英人・木村ひろみ(2018)「洗濯用合成洗剤を使って水の温まり方を調べる実験—小学校理科の第4学年『金属、水、空気と温度』において—」『理科教育学研究』第58巻、第3号、231-238

『埼玉県小学校教育課程実践事例』（令和4年3月）埼玉県教育委員会

理科モデル授業 オンライン研修会

令和4年10月22日
 鴻巣市立鴻巣北小学校
 教諭 濁川 智子

1. 本日の授業背景
2. 授業の振り返り

1. 本日の授業背景
2. 授業の振り返り



小学校学習指導要領（平成29年告示）解説

小学校理科の目標

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・能力の育成を目指す

問題を科学的に解決する

科学的な手続きを重視しながら解決していく

思い込み

絶対これが正しい



合意

みんなと同じ



同調

あの人なら
間違いない



科学的でない思考 → 無批判に受け入れてしまう **課題**

手立て2

各探究過程における思考の「不確かさ」を批判的に指摘し合う指導法を設計する。

1. 「不確かさ」に関する特別授業を実施する

2. 「不確かさ」を批判的に指摘し合う話し合い活動を行う

※話し合いを行う場面：
① 予想・仮説の設定 ② 検証計画の立案 ③ 結果の処理／考察・結論の導出

教師の考えに対して指摘する

グループで互いの考えに対して指摘し合う

学級全体で互いの考えに対して指摘し合う

自分の考えを見直す

手立て2

各探究過程における思考の「不確かさ」を批判的に指摘し合う指導法を設計する。

一補助アイテム



「不確かさ」の問いカード

「すよ」と書いて「サイン」



手立て2

「不確かさ」を批判的に指摘し合う指導法を設計する。



個人で考える



教師に対して指摘する



グループで指摘し合う



全体で指摘し合う

予想・仮説

実験計画

結果・考察

手立て2

批判的に指摘し合う活動の指導・留意事項



指摘する人

- ・否定的な表現にならないようにする
- ・相手の考えを非難することではない
- ・相手の考えに対するアドバイス、優しさ

- ・自分の考えが否定されたわけではない
- ・必ずしも、考えを変える必要はない
- ・自分の考えをもっとよくなるチャンス
- ・振り返って、見直してみることが大切



指摘される人

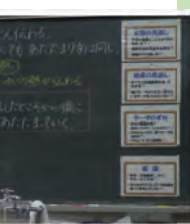
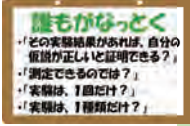
小学校第4学年「もののあたたまり方」

主な領域：A物質・エネルギー ②金属、水、空気と温度

金属

予想：「金属は熱した部分から順に温まっていくと思う。」

検証計画の立案場面



空気 検証計画の立案場面

【仮説】あたためられた空気は上に動くから、上からあたたまるのではないかな？



「フラスコの上の方に示温インクを塗って、下をあたためればいい。」

太字：「不確かさ」の要素



でも、空気の熱が伝わる前に、フラスコに熱が伝わるから、本物の結果じゃなくなっちゃう。

確かに！

予想との関連



ペットボトルでやると、でこぼこがあるから、そこに当たって動きが変わっちゃうかもしれない。

ペットボトルとか。

条件制御・予想との関連

1. 本日の授業背景

2. 授業の振り返り

本日の授業 小学校第4学年「ものあたたまり方」

水 【問題】水を熱すると、水は**どのような温まり方**をしていくのだろうか？

予想・仮説の設定場面



情報 ・「先生(親)が言っていたことは、本当に正しい?」 ・「本やテレビの情報、本当に正しい?」	経験 ・「その経験は正しいけれど、ちがうところはない?」 ・「たまたまなのでは?」 ・「その経験は、別人ならやれば同じ結果になる?」	つじつま ・「つじつまを合わせているだけののでは?」
他人の意見 ・「○○さんと同じ考えか?と聞いて、正しいのか?」 ・「信じている人と同じ考えだからって、正しいのか?」 ・「1つは信じている人と同じ考えだからって、正しいのか?」	感覚 ・「直観?」 ・「なんとなく?」 ・「空想?」 ・「自分が信じているだけ?」	

本日の授業 小学校第4学年「ものあたたまり方」

水 【問題】水を熱すると、水は**どのような温まり方**をしていくのだろうか？

【結論】水を熱すると上の方から温まるのは、温められた水が上へ動き、上にたまっていくからである。

〈児童がもつ素朴な疑問〉

温められた水は、なぜ上にいくのか？

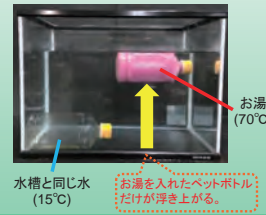


メタ認知能力
本当にこれでよいのか?
批判的思考

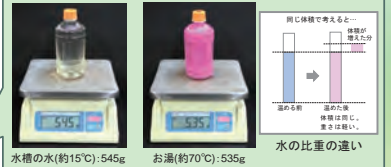
本日の授業

児童がもつ素朴な疑問に対して、さらに追究する活動を展開

【実験①】2つのペットボトルを水槽に沈め、同時に手を離す。



【実験②】2つのペットボトルの重さを測る。



【実験③】冷やされた水の動き



事象と原理を結び付けたより科学的な概念を形成
「深い学び」

協議の視点

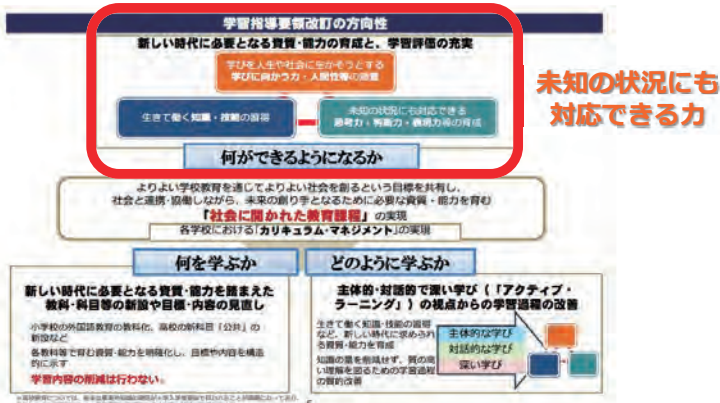
科学的な手続きを重視しながら問題を解決していく展開となっていたか。

思考の「不確かさ」を批判的に指摘し合うことで、 考えを見直し改善できるようにする理科指導法の開発

鴻巣市立鴻巣北小学校 教諭 濁川智子

研究の背景

問題の所在 小学校学習指導要領(平成29年告示)解説理科編(文部科学省, 2018)では、これからの学校教育においては、学ぶことと社会のつながりを意識し、「何を学ぶか」という知識の質や量の改善に加え、「どのように学ぶか」「何ができるようになるか」という**学びの質や深まりを重視**することが求められている。



引用：平成28年7月19日 中央教育審議会 教育課程部会（資料2）

小学校理科の目標

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・能力の育成を目指す

問題を科学的に解決する
科学的な手続きを重視しながら解決していく

小学校学習指導要領(平成29年告示)解説

しかし… 平成30年度全国学力・学習状況調査

△実験結果を基により妥当な考えに改善することに課題。

質問紙調査



児童の日常的な思考の中には「科学的でない思考」がある。

科学的でない思考 → 無批判に受け入れてしまう **課題**

そこで…



研究の目的

児童が自分の考えを見直し改善できるようになることを目指す上で、自他の考えを批判的に捉えることで科学的探究過程における「不確かさ」に敏感になることができる指導法を開発し、その有効性を実践的に検証することを目的とする。

本研究における「不確かさ」の定義

論理的に筋の通った科学的探究をする上で、虚偽や誤謬の原因となりうる各探究過程における思考の誤りや曖昧さ、論理の飛躍などのこと。

研究の手立てと内容

手立て1

「不確かさ」の要素抽出

批判的に働かせる「不確かさの『問い』」設定

- 予想・仮説の設定場面
- 検証計画立案場面
- 結果の処理／考察・結論の導出場面

「不確かさ」の例
(予想・仮説の設定場面)

探究の過程	「不確かさ」の分類	「不確かさ」の要素	「不確かさ」の解釈	批判的に働かせる「不確かさ」の問い
情報 (非形式的論理)	情報源(人)	情報源(人)	先生や親が言っていたことを論拠にしている。	「先生や親が言っていたことは、本当に正しい？」
	情報源(本・テレビ等)	情報源(本・テレビ等)	本やメディアの情報に論拠にしている。	「本やテレビの情報は、本当に正しい？」
経験 (経験的論理)	似た経験	似たような事象の実験結果を論拠にしている。	似たような事象の実験結果を論拠にしている。	「その経験は似ているけど、違うところはない？」
	特殊な経験	特殊な事例や経験を論拠にしている。	特殊な事例や経験を論拠にしている。	「その経験は、みんなもやれば同じ結果になる？」
	一人の経験	本人だけが経験したことを論拠にしている。	本人だけが経験したことを論拠にしている。	「その経験は、みんなもやれば同じ結果になる？」
つじつま (場当たり的論理)	つじつま合わせ	つじつまを合せている。	つじつまを合せている。	「つじつまを合せているだけなのでは？」
	人との合意	誰かの考えと一致したことを論拠にしている。	誰かの考えと一致したことを論拠にしている。	「○○さんと同じ考えだからといって、正しいとは言えないのでは？」
他人の意見 (社会的相互作用による論理)	信頼している人との同調	自分が信頼している人の考えを論拠としている。	自分が信頼している人の考えを論拠としている。	「信頼している人と同じ考えだからといって、正しいとはいえないのでは？」
	中心的な人との同調	いつも発表している人の考えを論拠としている。	いつも発表している人の考えを論拠としている。	「いつも発表している人と同じ考えだからといって、正しいとはいえないのでは？」
	直観	考えが直観的である。なんとなくそう思っている。	考えが直観的である。なんとなくそう思っている。	「直観？」 「なんとなく？」
感覚 (個人的論理)	空想	考えが空想的である。	考えが空想的である。	「空想？」
	思い込み	本人が、単にそう信じている。	本人が、単にそう信じている。	「自分が信じているだけ？」

手立て2

各探究過程における思考の「不確かさ」を批判的に指摘し合う指導法を設計する。

設計した指導法

「不確かさ」を批判的に指摘し合う 話し合い活動

他者の考えに批判的に思考し、
質問したり指摘したりする経験を積み重ねることができる

考えを見直し契機として、
他者から指摘を受けることができる

小グループ、学級全体で話し合いをすることで、
繰り返し考えを検討することができる

「不確かさ」に関する特別授業を行う

ティッシュペーパーでつくった紙飛行機は遠くまで飛ぶって、校長先生が言った!



ちょっと待って!

校長先生が言ったからといって、正しいとは限らないよ!

情報

- 「先生(親)が言ったことは、本当に正しい?」
- 「本やテレビの情報は、本当に正しい?」

教師の考えに対して指摘する



透明な水も、一生懸命見れば、あたたまる様子がわかると思うよ。

ちょっと待って!

水を見ただけでは、あたたまる様子はわからないよ!

たしかめられる

- 「自分たちで、観察・実験ができる?」
- 「「変える条件」と「変えない条件」を区別している?」

グループで互いの考えに対して指摘し合う



「不確かさ」の問いカード

学級全体で互いの考えに対して指摘し合う



多面的に考える

考えを共有する



各探究過程で繰り返し本指導法を行う

まとめ

本研究で行った「不確かさ」を批判的に指摘し合う指導法は、教育効果が支持され、理科指導の改善に有効であることが示唆された。また、本研究は児童の科学的思考力を高める教授法の一つであると考えられるとともに、思考過程に対する批評的思考としての「メタ認知」能力の育成にもつながると考えられる。今後は、各学年で育成を目指す問題解決の力や単元の内容を踏まえ、授業の中で重点をおいて指導する「不確かさ」の要素を設定し、段階的かつ継続的な指導を展開していくことで、本指導法のさらなる効果が期待できると考える。



「不確かさ」の問いカード

「ちょっと待って」サイン



批判的に指摘し合う活動の指導・留意事項



指摘する人

- ・否定的な表現にならないようにする
- ・相手の考えを非難することではない
- ・相手の考えに対するアドバイス、優しさ



指摘される人

- ・自分の考えが否定されたわけではない
- ・必ずしも、考えを変える必要はない
- ・自分の考えをもっとよくするチャンス
- ・振り返って、見直してみることが大切

結果と考察

発話調査

小学校第4学年「ものあたたまり方」検証計画の立案場面(8/9時間目)
【仮説】あたためられた空気は上に動くから、上からあたたまるのではないかな?

発話調査

小学第4学年「ものあたたまり方」検証計画の立案場面(8/9時間目)
【仮説】あたためられた空気は上に動くから、上からあたたまるのではないかな?

太字:「不確かさ」の要素

確かに!

じゃあ、ペットボトルとか。

条件制御・予想との関連

予想との関連

条件制御・予想との関連

児童は科学的探究をする上での「不確かさ」に敏感に反応し、互いに指摘し合いながら考えを見直し、より妥当な考えをつくりあげていく様子が見られた。

意識調査

「理科に対する意識調査」では、4項目(振り返り・批判的思考・検討改善・話し合い価値意識)について、4件法を用いて調査を実施した。結果については、二元配置分散分析をし、Tukeyの多重比較検定を行って統計的に検証した。

検証授業の事前・事後で調査を行った結果、本指導法は、友達の考えを批判的・懐疑的に捉えて考えようとする意識を向上させる効果があることが明らかとなった。また、自分の考えが間違っていないか振り返って考えようとする意識を向上させる傾向があると考えられる。

問題調査

「不確かさ」に関して児童の思考にどのような変容が見られるかを調査するために、本研究独自に調査問題を作成した。調査問題は、評価基準を設けて得点化し、「不確かさ」の指標値(=獲得得点/満点)として算出した。

検証授業の事前・事後で調査を行った結果、本指導法を実施することで、各探究過程において児童は思考の「不確かさ」に敏感になることができることが明らかとなった。

問題の一部抜粋

ゆりえさんは、「打ち水」をすると、すずしくなることをふしぎに思い、友達と一緒に、夏休みの自由研究のテーマにして調べてみました。

「打ち水」をすると、すずしくなるって聞いたけど、どうしてすずしくなるのかな?

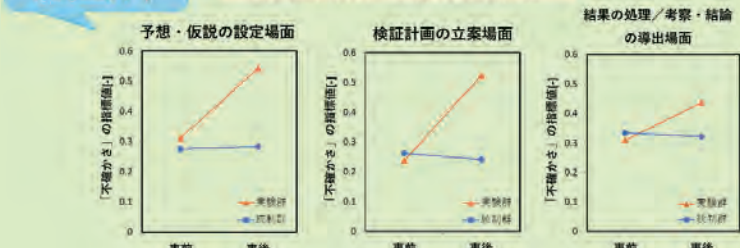
直観(空想)

直観(空想)

他人の意見(中心的な人との同調)

「不確かさ」の指標値
有意に上昇↑

- ・「不確かさ」に関する調査問題を実施
- ・「不確かさ」の指標値(-)=獲得得点/満点
- ・二元配置分散分析、Tukeyの多重比較検定



	予想・仮説の設定場面				検証計画の立案				結果の処理/考察・結論の導出			
	事前	事後	事前	事後	事前	事後	事前	事後	事前	事後	事前	事後
実験群 (n=53)	0.31	0.54	<.001**	<.001**	0.24	0.52	<.001**	<.001**	0.31	0.44	<.001**	0.05**
対照群 (n=29)	0.28	0.28	692		0.26	0.24	384		0.33	0.32	614	

I - 5

第 13 回モデル授業

小学校第 4 学年

「水のすがたと温度」

授業者

服部将也

(岐阜市立三輪南小学校教諭)

令和4年度 第13回「理科モデル授業オンライン研修会」概要

2022年11月23日（水・祝）15時～18時

主会場：岐阜大学教育学部

参加34名（大学内12名、オンライ22名）{学23名、教員11名}

1 開会（中村琢岐阜大学准教授）

（1）開会の挨拶

本研修会は、13回目を迎えた。今までのモデル授業記録と資料がアーカイブとしてホームページで利用可能となっている。是非、現職の教員の自己研修や学校での研修会に積極的に活用していただきたい。またこのような取り組みを是非広めていただきたい。

（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：服部将也（岐阜市立三輪南小学校教諭）

授業：小学校第4学年「水のすがたと温度」

本時のねらい：4/13時間

主に働かせる見方	主に働かせる考え方	主に育成される資質・能力
質的・実体的	関係付ける	問題を見いだす力

「水を冷やすと0℃で凍り始め、すべて氷になると0℃よりも温度が下がる。水は氷になると体積が大きくなる」という前時に獲得した知識から、一人一人が見いだした新たな問題を仲間と共有し、次に解決すべき問題を協議決定する活動を通して、問題の価値や最も解決すべき問題だと判断した理由を表現することができる。

（2）授業者による事前説明

昨年より、「価値ある新たな問題を見いだせる子が育つ理科学習」というテーマで研究を進めている。学習指導要領に書かれている「問題を見いだす力」に関わる学習指導法の考案である。本研究では、事象提示から見いだす問題ではなく、実験中や追究中や解決後に見いだす新たな問題に着目して研究を進めている。

4月より子どもたちから出てきた新しい問題を集積し、分類・類型化することで〔段階Ⅰ〕、子どもたちが問題を見いだす際のパターンを見いだすことができた。そこで、そのパターンから問題の見いだし方の表を作成し、子どもたちと共有し、それを基に子どもが問題を見いだす力を獲得するための指導を行った〔段階Ⅱ〕。新たな問題を獲得する力が身に付いた後、価値ある問題を見いだす力を獲得するための指導を進めた〔段階Ⅲ〕。1年間を通して学習を行っている。

本時は、子どもたちが出した問題の中から次の課題を決めるという学習内容で、ディベート（話し合い）の時間である。

（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] 研究の概要

本研究では事象提示から見いだす問題ではなく、実験中や追究中や解決後に見出す新たな問題

に着目して3つの段階に分けて研究を進めている。

[2] 主題設定の理由

一昨年度の授業における子どもの発言に違和感を覚えた。化学反応の派手さに興味を持って生ずる問題と、追究する価値を認めたくて生じる問題とでは、問題を見いだす力の質が異なるのではないかと実感した。

新旧の理科の学習指導要領解説における表記の違いからも、10年後に対象となる教材の幅も変わり、新たな事柄への対応力を身につけることが求められるようになる。時代と共に新しい事柄に対する問題発見力に注目が集まり、「価値ある問題」を見いだすことが、知の創造に必要であると考えた。

問題の所在は以下の通り。

- ・問題解決の過程では価値を認知していない。
- ・教師にとって都合の良い問題だけを取り上げて、あたかも全員の持つ問題であるかのように問題設定する。
- ・理科学習に無理矢理価値を付随させようとしている。
- ・使用されている教科書には解決の価値を明らかに示す問いがない。

これらのことを踏まえ、具体的な指導法が確立されていないので、現場でどのように指導すべきか分からないため、追究の価値を認知した問題の見いだしが現場で行われていない点が課題だと考えた。

[3] 提案する指導法

3つの段階（Ⅰ～Ⅲ）を設定し、その有効性を検証した。

段階Ⅰ：問題の価値基準を設定・問題の類型化を行う

段階Ⅱ：新たな問いを見出せるようにする

段階Ⅲ：新たな問題を見出す価値を認知できるようにする

[4] 段階Ⅰ

①問題の価値基準を4つのレベルで設定

問題が見いだされる過程を知るために、毎時間もっと知りたいことを書くよう、子どもたちに促した。その内容をもとにレベル付けをした（図2）。子ども同士で解決すべき問いを吟味することで、最も高いレベル4になる。見かけ上同じ問題であっても、レベル1とレベル4では内容が異なる。

②子どもたちが見いだした新たな問題を集積し、類型化する

「OneNote」の活用により共同作業スペースを提供し、子どもの実態の把握に努めた。子どもが見いだした新たな問題を集積し、新たな問題の見いだされ方を5つのパターンに類型化した（図3）。

6か月で3分の1の子どもたちが自ら新しい問題を見つけられるようになった。ここで教師は子どもたちに問題を見いだす力を身に付けさせることができたことと勘違いし易い。

[5] 段階Ⅱ

①子どもと問題の見だし方表を作成

子どもたちと作ることが大切なカギである。

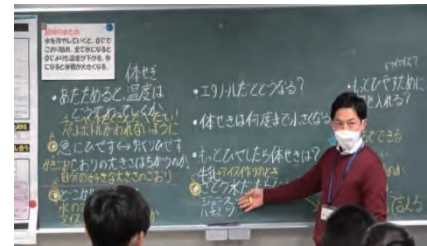


図1 問題の吟味

4.【段階Ⅰ】方法 ①問題の価値基準を設定する	
問題の価値基準を4レベルで設定	
【レベル4】新たな知識を獲得した後の知的体系に価値をもって見いだす問題	【レベル4】実用化を指向して見いだす問題
【レベル3】新たな知識の獲得に価値をもって見いだす問題	
【レベル2】現象面や、操作性に価値をもって見いだす問題	
【レベル1】外発的要因によって見いだす問題	
【レベル0】新たな問題を見いだせていない	

図2 問題の価値基準の4レベル

②見だし方を自覚できる
ような問い返しを行う

表の活用から、子どもは問題の見だし方を自覚し、見だし方の汎用性、有効性を自覚する。新たな問いを見いだせる子どもたちが激増したことから「新たな問題を見いだす力」が育成されたと判断し、段階Ⅲ「価値ある問題を見いだす力」の指導へと進めた。

[6] 段階Ⅲ

①新たな問題を共有し、「解決すべき問題」を決める

「解決すべき問題」を協議決定するときの視点は、1) 問題の現実性と2) 問題の価値の2つである。他の科目や学級活動にもこの流れを取り入れている。協議決定の際、子どもたちが、適切な類似価値を既知から検索しており、また妥当な要素を経験から選択して類推していることがわかってきた。ここで教師側から手立てを行うことで、よりレベル4に近づける子どもの育成に役立つのではないかと考える。

②解決後、どのような価値があったか振り返る

問題の価値を自覚するための振り返りの視点で検討を行う。段階Ⅲ後のアンケート結果より、自ら新たな問いを見出せるようになった子どもが増加。興味が土台にあり、価値が付随していくことが見えてきた。

新たな問題の見つけ方

1	条件を変える(付け足す)パターン	例「もっと温度を高くしたら…」 例「電池の数を増やしたら…」 例「場所を〇〇に変えたら…」 例「形を〇〇に変えたら…」 例「もし冷やしたら…」
2	物を変えるパターン	例「他の植物だったら…」 例「電池の種類を変えたら…」 例「他の金属だったら…」 例「他の液体(ジュースや塩水)だったら…」 例「空気を水に変えたら…」
3	もっとくわしく! 「なぜ」「どうして」パターン	例「なぜ〇〇すると△△なるの？」 例「どうしてうまくいかなかったの？」 例「どんな仕組みになっているの？」
4	きまいを見つけるパターン	例「どれくらいの温度で、どれくらい変わるの？」 例「何分でどれくらい変わるの？」
5	学習をつなげるパターン	例「水と空気を一緒に入れたら…」 例「木は根から水を吸うから、水たまりの水がはやく無くなったのではないか？」

図3 新たな問題の見つけ方のパターン

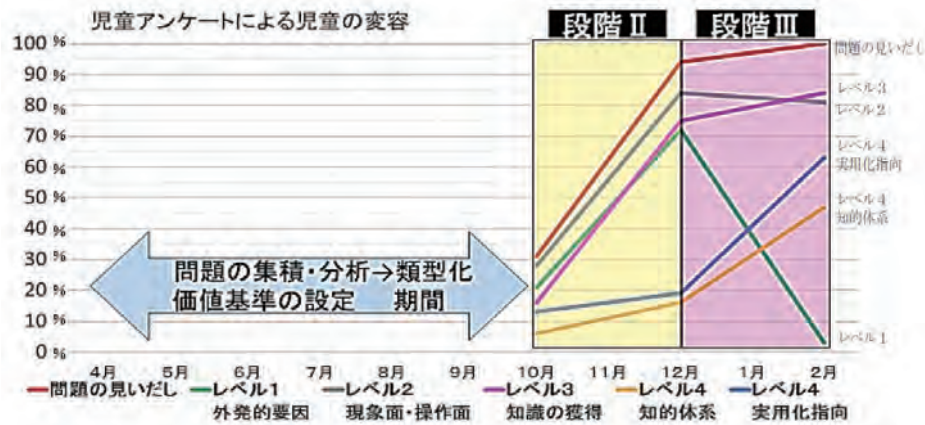


図4 児童アンケートの結果

[7] 本研究のまとめ

価値ある問題を見いだす子を育てるには、以下の段階Ⅰを踏み、段階Ⅱ・Ⅲの手立てを講じることが有効であることが明らかになった。

段階Ⅰ：問いの「価値基準の設定」・「見出し方の類型化」を行う

段階Ⅱ：類型化に基づき、問いの見だし方を指導する

段階Ⅲ：問いの価値を認知させる発問や振り返りを行う

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。

「学習者が価値ある新たな問題を見出す場面が見られたか。それがどのように見いだされたか」

- ・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〉

○価値づけ

- ・他の人の意見に影響され、考えが変わったり自分の中の価値に変換されていったりする場面が見られ、価値を見いだす場面だと感じた。
- ・価値づけの段階において、学習者の力量や理科への関心や学力で大きく左右されると思った。
- ・自分の生活、気持ち、自分の中の価値に変換されるところが良かった。
- ・「価値ある問いを見出した」より「問いの価値を見出した」感じがした。
- ・児童が主体的に問題の価値を考える場面や他の意見を聞いて変わっていく場面があるため、そこで価値ある問題を見出していたと考えられる。
- ・日常生活とつなげることも価値付けていくことも重要であると感じた。

○指導法

- ・誰かの発表に対するレスポンスがすぐできるクラスの雰囲気づくりが大切だと感じた。
- ・自分たちの考えや思ったことを言葉にして表現する活動に重視して取り組んでいる点が良いと感じた。
- ・先生の言葉が柔らかく、安心して話せる雰囲気があった。
- ・小学生から繰り返し行うことで、中学校でも継続して取り組み、価値ある問題を考える時間を短縮することができるのではないかと感じた。
- ・普段から訓練し、段階を踏まないと作ることができないと感じた。
- ・日々の積み重ねや振り返りが重要だと感じる。
- ・「〇〇は」と一般化していく場合、一つ二つで言い切ることは果たして良いかという視点を子どもたちが持つようになる。
- ・子どもの言葉を毎回分かりやすくかみ砕いて子どもたちに説明し直す点が良いと感じた。

○授業展開

- ・友達同士でお互いの考えを共有し合う時間があっても良かったのではないかと感じた。
- ・自分で次へつなげる価値ある問題を発見することは大事な活動であるので、この活動（授業実践）に時間をかけて取り組むことに大きな価値があると感じた。
- ・意見を集約していくと少数意見が消えていくのではないか。
- ・とても大事な視点であるが、授業時数の中ではなかなか時間をかけられない部分もある。
- ・出ている意見を授業者が繋げている部分が子どもたちにとっても有意義に感じられていた。
- ・体験した後に論理的にアウトプットできるルートを作っていくことで、子どもが、自分たちの問題が価値のあるものだとして理解していくような授業展開となっている。

○教材・教具

- ・話し合いの時の考え方は、子どもたちには自分のこの先の思考がわかっていないまま発言する

ことが多い。ボードや学習シートがあるから、小学校で価値ある問題をどのように見いだされてきたかがわかった。

- ・大きなボードを用意していることで、レベル0～レベル4の考え方を意識することができると感じた。
- ・類型化した表を用意していくことで、あまり問題を見いだすことができない子どもでも見いだすことができるように工夫されていた。
- ・学年に合わせて表の内容を消したり、表自体をなくしたりしていく必要がある。

〈質問・課題〉

質問 問題を一つか二つに絞る際、皆の意見に収まらなかった人の疑問はどのように対処するのか。

質問 解決すべき問題を多数決でひとつに決めたが、これにこぼれたその他の案に対する対応はどのようにするのか？

授業者：学校生活の中での選択・判断において、選ばれなかったという経験も一つの学びとして大切であると考え。その際に、次こそは皆を納得させること（価値）を話そうと、アフターフォローが大切である。多数決で選択・判断をさせていくことには賛否両論があると思うがこのような考え方で進めている。

質問 価値ある問題のとらえかたは人によって違う。このような場合には同じ考えを持つメンバーでのグループをつくって、グループで取り組む方法もあるのではないか。

授業者：グループごとに進める問題別学習の方法に取り組んだこともあるが、グループで吟味して自分の問題こそが良い問題であるということ話し合うことこそ、価値基準が高まることであると考え。グループ別ではなく、クラスで吟味し、協議して一つに絞るという方法を取っている。

質問 単元で学ばせたいことと子どもたちが調べたいことが乖離してしまったらどのようにすればいいのか？

質問 子どもたちから本来の主旨から外れる意見が出てくることも想定される。これをどう対応するか、どう制御するのか？

授業者：問題解決の力として見たときには逸れていることはない。知識としての資質能力とみるのであれば、教科書には載っていないかもしれないが、指導要領に書かれている問題解決の力を育成しているので、逸れていない。

質問 この授業に関してはどのくらいの学年を想定しているものなのか？またどのレベルのクラスでも同じように授業を行っているのか。

授業者：第4学年で実施しており、実際に形になってきたと感じたのは2～3月。発達段階で見ると、第3学年は無理であると感じており、問題を見つけるところまでの実施に留めている。訓練にもよると思うが高学年では可能だと考える。高学年でどのくらい汎用可能かを今後楽しみにしている。

質問 「問題を見いだす力（問題発見力）」が弱い子への授業者の支援はどのように行うのか？

授業者：問題を見いだせない子へは、見だし方表を用いて、既習内容の想起を行う声掛けをする。「あの時も〇〇であった。ものを変えて考えてみよう。」という手立てで全員が可能になるようにしている。

質問 自然発生的に出された問題とシート（表）による問題の出し方において、表があるのは有効であるから子どもたちが表から答えを探してしまうかもしれないのでは？

授業者：自然発生的に問題を見出すことができる生徒は自ら可能である。難しい子どもは、シートを用いて進め、繰り返しの実践により、シートが無くても自ら進めていけるようになる。途中の段階として徐々に足場を外していくというイメージ。

質問 実際のクラスは人数が多いので、一部の子どもたち（わかる子やできる子）の疑問や考えで進んでいくのではないかという危惧があるがどうか？

授業者：タブレットを一人1台持っており、共有シートに全員が打ち込むことで共有する。前半部分は時間が絞られ、意味が分からないものに関しては質問をし、共有しあうことで共通理解を得られるようにしている。全員がタブレット上で参加している。

質問 価値ある問題のとらえかたは人によって違うのではないか。この考え方は意見がわかれるのではないか。

質問 一人一人の価値観の違いをどのように教師側が見ていくのか？

授業者：ご指摘の通りで大変悩むところである。科学の価値として、価値基準レベル1～レベル4（服部オリジナル）で見ている。

質問 今回は先生と子ども間で考えを深めていた。他どのような方法で授業展開しているのか気になった。

質問 少数派の意見の価値を教員が説明すれば、そちらにも子どもたちが価値を見出すことができるのではないか。

質問 評価基準 B「新たな問題を見いだして表現している」でパターン化されている問題を出した生徒と子ども自身が本当に疑問に思った問題を出した子どもとを同様に評価していいのか。

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

小学校第4学年を対象とした内容で、1年という時間をかけた積み重ねの指導実践の紹介であった。本日はこの内容を経験のない大学生を対象として実践し、興味深い授業であった。

多様な課題を子どもたち自身にできるだけ多く提案させ、そこからディスカッションにより価値判断や価値を認識させ、どの課題に取り組むのかという意思決定へと進める提案性のある授業展開であった。

一般的に理科の授業では、課題は教員が決めたり、予め決められているものを提示したりすることが多く、子どもたちのディスカッションの中で課題を決定することは珍しい。学習者が自分達で追究したいものを課題として追究していくことは、非常に面白さがある。ここでは、自分達で追究しがいがあり、価値を認めている事柄が課題に設定されるので、科学的思考の育成にもつながる。このように課題を自分達で設定することで解決に向けて具現化されていく。

学習指導要領にも問題を科学的に解決することにより、一つの問題を解決するだけにとどまらず、児童が獲得した知識を適用して、理科の見方・考え方を働かせて、新たな問題を見出し、その解決に向かおうとすることが指摘されている。この営みが、問い続けることであり、自然の事象・現象を科学的なものに変容させていくことに繋がると表現されている。

問い続けることは、学習者にとっても授業者である教員にとっても重要なことで、科学探究の営みそのものである。通常、授業の中で1つの課題を設定し、その解決の流れで進めることが多いが、ここで終わるのでなく、新たな課題に繋げていき、ただ生徒任せに進めるのではなく研究の中で効果の実証もされている。いくつかの問いを考えさせる経験を積み、その価値を認識させていくという、子どもたちに意思決定させていく点が大変参考となり、良い方法であると考えます。

価値とはその学習者の発達段階や、授業での文脈・分野・単元の要素等によって、その時々で

変わるのではないかと思うが、小学校第4学年で、既の実現されている点が大変素晴らしい。また、最終的にシートがなくても自分達で進められることを目標としている点も素晴らしい。

(2) 小倉康埼玉大学教授より

本日のモデル授業は、科学的に追究する価値ある問題を見いだす児童を育成することを目指したモデル授業で、先進的なものであった。

現行の学習指導要領で、子ども自身が問題を見いだす力が、小中学校の理科で育成を目指す資質・能力ととされているが、それをどう指導すればよいかはとても難しい課題である。服部先生の実践では、単元の展開において問題を追究する中で新たな問題を子どもたちに見いださせていくという、新しいアプローチで先進的な研究である。

児童に「価値ある新たな問題」を見いださせる指導過程を3段階で構成し、各段階での具体的な指導方法が明示されている。このモデル授業を参考にして、実際に授業で実践することも可能であり、色々な学年で試されることも期待できる。実際の小学校第4学年において実践した結果は、1年間で児童全員が問題を見いだせるようになり、見いだした問題の価値水準も、大半の児童がレベル3ないし最高のレベル4に達したということで、説得力のある素晴らしい成果として注目される。引き続き様々な単元で試されるかと思う。高学年の授業において、どのような単元でどのように発展するのか楽しみである。中学生が中学生らしい価値ある課題をどのように見いだしていくのか、またどのように身に付けていくのかも非常に興味深い。

スーパーサイエンスハイスクールのような次世代の科学者を育成することを目指した高校生向けプログラムでも、どのような事物・現象のどこに問題を見いだして探究するか、テーマを決める段階でとても苦労されている。高校生として追究する価値のあるものをテーマとするところに難しさがある。小学校の時からこのようなトレーニングを積み、そのような能力が育成されることは大変意味があることだと考える。

レベル4の基準は、「新たな知識を獲得した後の知的体系に価値をもって見いだす問題」と、「実用化を指向することに価値をもって見いだす問題」という2つの基準が設定されている。この2つは、前者が理学的な問題、後者が工学的な問題だと捉えている。人類が科学的な手法によって問題を解決していく術を発展させてきた大きな2つの学問の方向性にこのレベル4が合致するものである。そうした「価値ある問い」を自分で見いだす力を小学校の段階で身につけることは、将来、彼らが理科で学んだことを生かして、新たな価値を生み出す大人へと成長する可能性を高めるものと確信できる。また子どもたちが科学者や科学技術の開発の中で活躍していく大人になっていく可能性もある。

時代のニーズに合致した先進的な理科指導法の一部をモデル授業として実践していただき、資料論文と合わせて、理科を教える先生方に新たな理科授業の可能性をご提示いただいた。ぜひ、全国の多くの先生方が参考にされて、一人でも多くの児童が「価値ある新たな問題を見いだす資質・能力」を身につけていくことを願いたい。

5 ネットワーキング（進行 小倉康埼玉大学教授）

理科教師という専門職者としてご活躍の皆さまが、多岐にわたる問題を日々工夫し解決している。このお互いの課題の状況や工夫を共有し合うことで、この場を有効としたい。本日は、テーマを「理科授業における効果的な教科書の使い方について話しましょう」とした。

児童生徒が主体となって問題を解決するにあたり、実験の方法、結果例、考察、結論が記載されている教科書はかなり使いにくいものと思われる。教員の中には、教科書をたどりながら学習

を進めることが理科の問題解決だと誤解されている方がおられるかもしれない。しかし教科書の中には大切な情報が詰まっているので、できるだけ効果的に利用したいものである。学校によっては、資料集やワークブックなどとの組み合わせも有効かもしれない。

どのように教科書を使っておられるかを話していただいて状況を共有したい。

(意見交流)

- ・机に出し、子どもたちのツールの一つとして自由に見てよいことを伝えている。教科書には解釈の部分が載っていないので、実際の事物を用いて客観性や再現性や実証性を授業で取り上げていくことで授業の価値があると考え。身に付けさせたい力を問題解決の力や学びに向かう人間性という点に目を向け、教科書は自由に見てもよいと伝えている。

子どもが自分で課題を見出す時には、教科書と異なる方法での実験を提示することもあるし、苦手な子の頼りどころになっている場合もある。また、教科書を批判のツールに使っている子どももいる。積極的に教科書を参考に進めるということではなく、自発的に見たいと思えば自由に活用し、情報源として主体的に活用させている。

タブレットは机上の文具と同じで、主に情報検索用に活用している。

- ・教科書は持たせているが「開きましょう」とは必要な時以外には伝えていない。予想の構築の際には先を見てしまう場合がある。実験で根拠のある予想を立て、実験をすることで違う結果が出るという意外性や、実験による感動などを大切にしたい。以前学習した内容と結び付けた内容もあるため、ノートは見ても良いと声掛けをしている。教科書には良い写真が多く載せられている。道具の使い方の確認をしたり、終末の復習をしたりして活用する。また安全面の配慮すべき事項が記載されているので落とさぬよう確認している。

タブレットの主となる使い方は記録と情報共有だ。子どもたちは自分達で活用している。エクセルで表を作成・記入・グラフ化などに活用し、自分たちの結果の見直しなどに活用している。

- ・私が授業していたのはかなり前のことで現在は変わっていると思うが、教科書を机上に置き、自由に見られるようにしていた。実験の説明の時には教科書を使用する。宿題で教科書を使用し、予習として次の時間の学習内容を読んでくるように、利用を促していた。終末のまとめの問題に取り組み、単元のまとめの中から単元テストを出していた。

- ・授業中に積極的な活用はしていない。子どもたち自ら活用したい場合には自由に活用している。昨年度よりデジタル教科書が出てから、使い方も変化しつつある。生徒がQRコードを読み取れば、今まで教師側が写真や図、動画で準備していたものが生徒自ら閲覧可能となり、わかり易い資料と思われる場合は紹介して活用している。実験や授業の振り返りにおいては、それに対応する教科書部分を示したり、欠席やその時授業に参加できなかった場合には、参考箇所を提示したりしている。

デジタル教科書の活用においては、理科が苦手な子や学力が高くない子にとっては、デジタル教科書に付随のルビがふられていたり読み上げ機能などを活用したりして、家庭学習で活用するように紹介している。

(まとめ)

現在の教科書の定義も変化しつつある。理科の観察・実験ごとに事実から考察をし、決まりを導くという過程で、論理的思考力や批判的思考力、問題や仮説を生み出す創造的な思考が養われるのであるが、それらが弱まらないような形で今の教科書の使い方、メディアの使い方が浸透していけば良い。

6 第14回「理科モデル授業オンライン研修会」の紹介 (小倉康埼玉大学教授)

7 閉会の挨拶

令和4年度 第5回（第13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

- ・新たな視点での授業で、大変参考になった。実際に調べていく問題を精選していく力は、理科に限らず他教科でも必要な力だと思う。事象提示の段階で問題を見いだす際にも活用してみたいと思った。（小学校 20年以上）
- ・「価値ある新たな問題の見いだす」授業は新しい試みでたいへん参考になった。（小学校5年以上10年未満・中学校10年以上20年未満）
- ・子どもが自ら調べたいことを提案していき、その価値をみていくところを参考にしたいと思った。（小学校5年未満）

質問8 「ネットワーキング（理科授業における効果的な教科書の使い方について話しましょう）」のプログラムについて、ご意見やご提案など

- ・時間が短いように感じた。もう少しゆったりと話ができるとよいと思う。（小学校5年以上10年未満・中学校10年以上20年未満）

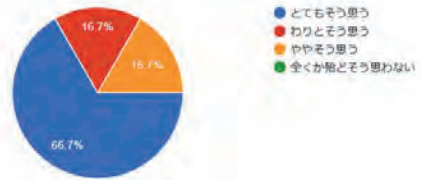
質問9 上記以外で、ご意見やお気づきの点など。

- ・各回が単発的に行われていることに、勿体ないと思った。授業を観る視点を、年間を通す共通視点として1つ決めても、面白いかもしれないと思った。一年間で、テーマに沿った有効な指導法が蓄積されると、会の成果が明確になり、他の先生方にも広めやすい。（小学校5年以上10年未満・中学校5年未満）

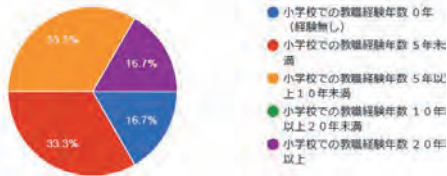
質問1 あなたは、本オンライン研修会に参加したことがありますか。
6件の回答



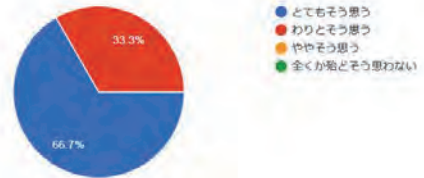
質問4 本研修会のような、勤務時間外にオンラインでの研修会を設けることは、あなたにとって助けになると思いますか。最も当てはまるものを1つ選択してください。
6件の回答



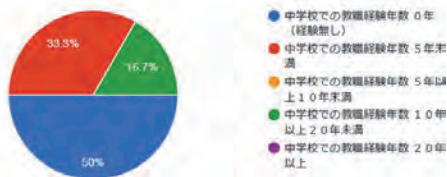
質問2 あなたについて、最も当てはまるものを1つ選択してください。
(小学校段階での教職経験)
6件の回答



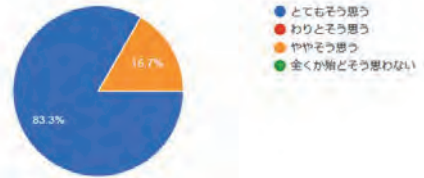
質問5 本日の研修会について、モデル授業とその後の協議は、あなたにとって参考になると思いますか。最も当てはまるものを1つ選択してください。
6件の回答



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)
6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。
6件の回答



令和4年度 第5回（第13回）「理科モデル授業オンライン研修会」アンケート結果〔学生〕

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

- ・服部先生の研究内容について、理論だけではなく、実践面から見ることで良かった。（中学校志望・経験あり）
- ・ただ授業を受けているだけだと、その知識を覚えることで終わってしまうこともあると思うが、さらに疑問を持ち、追究する経験を積むことで、理科以外でも、疑問を持って考えるという習慣ができるのではないかと感じた。（中学校志望・経験あり）
- ・今後、求められている「主体的・対話的で深い学び」に繋がる授業を見ることができ、とても勉強になった。（小学校志望・経験あり）
- ・一次的な派手さから新たな問題を見出すのではなく、「問題を見出す力」を必要な資質能力として意識して伸ばすという点がとても学びになった。（小学校志望・経験あり）
- ・話し合いがメインの授業で、課題発見や子どもたちがやりたいことを見つけていくためだけに約1時間を費やしてすごいと思った。それだけ先生が、課題を見つける力を育成していくことを重視なさっているのだろうという熱意が伝わった。ただ、やっぱり授業を見ていて、選ばれなかった子へのフォローをどのようにするのが気になった。協議会でもそのことが話題になり、この質問に対して先生は確か学級委員の選出を例に子どもたちは「自分が選ばれない」という経験をさせることが大切と答えていたが、自分としては、正直にいうとこの説明ではあまり納得できなかった。小学生の子どもたちが対象なら、やりたいことをどんどん自由に言って、それぞれの子がやりたいことができるように先生が支援するというやり方をしても良いのではないかと思った。批判が多くなってしまったが、これからの時代を生きる子にとっては課題を見つける力をつけるのはとても重要なことだと思ったので、この研究を続けてほしいと思った。（未定・経験あり）
- ・児童が抱いた疑問に価値づけをすることにより学習意欲を高められるという結果が出ているので、自己決定のプロセスはかなり大きな意味を持つだろうと思った。新たな問いの見だし方をパターン化するという発想は児童にとっても理解しやすく良いと思った。オンラインで疑問を共有することで、教師が児童全体に目を向けることができ、児童にとっても視点を広げられるのでよかった。（未定・経験あり）
- ・子どもの気づきに価値を与えることが、非常に重要なことであることが理解できた。どれだけ意見を広げられるかは、子どもの思考能力と教師の意見の整理力であると思った。（小学校志望・経験あり）
- ・問題を見いだす場面でどのように進めていけば良いのか、自分自身も試行錯誤しているところなので、非常に勉強になった。（小学校志望・経験あり）
- ・自分が経験したことがないようなものであったため、非常に有意義な時間であった。（小学校志望・経験あり）

- ・今回のモデル授業は、小学生だけでなく中学生以上の授業でも有効と考えられる内容だったと感じた。(中学校志望・経験あり)
- ・子どもたちに上辺だけの好奇心ではなく、より考えを深くするための方法として、今回の授業形式は非常に参考になった。(小学校志望・経験あり)
- ・「価値のある問題」の捉え方がそれぞれのため、難しいと感じた。ワークシートがとても良いと感じた。子どもたちにとって理科が身近なものになっているのが良かった。問いの見だし方の自覚という視点が新しいと感じた。子どもの考える問いは教師の予想を超えるものであり、実験方法も新しいものを考案しなければならないと思うので、結論づけるのが難しそうだと感じた。(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

- ・研究を行い、理論づけが行われている実践を、今後も見たい。(中学校志望・経験あり)
- ・グループごとに課題を進めるのではなく課題をクラスで1つに決める過程で問いの価値が高まっていくということは直感的な判断だと言っていたので、その調査結果が明らかになればより有用な研究になると思った。(未定・経験あり)

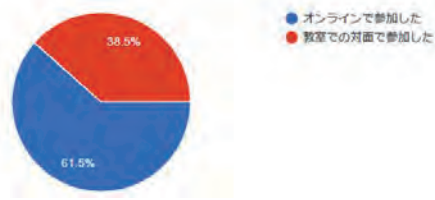
質問1 あなたは、本オンライン研修会に参加したことがありますか。（当てはまるものすべてにチェックしてください。）

14件の回答



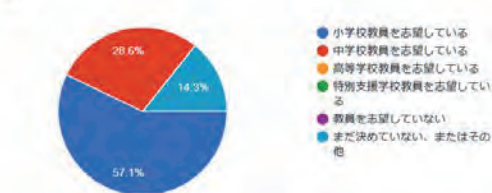
質問4 本日の研修会に、あなたはどのように参加しましたか。

13件の回答



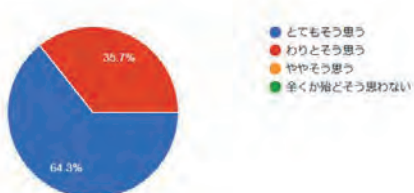
質問2 あなたについて、最も当てはまるものを1つ選択してください。

14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。

14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。

14件の回答



価値ある新たな問題を見いだせる子が育つ理科学習

— 「問題を見いだす力」に関わる学習指導法の考案—

理科部 服部 将也

【理科の目標】

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目指す。

- (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。

【理科教育における今日的課題】

人工知能の進化による急激な社会の変化により到来する時代に向けて、新たな価値を創造するための問題発見力の必要性が説かれているにも関わらず、具体的な指導法が確立されていないために、小学校理科の教育現場で価値ある新たな問題を見いだす力が育成されずにいる。

【個人研究主題】

価値ある新たな問題を見いだせる子が育つ理科学習

— 「問題を見いだす力」に関わる学習指導法の考案—

【願う児童の姿】

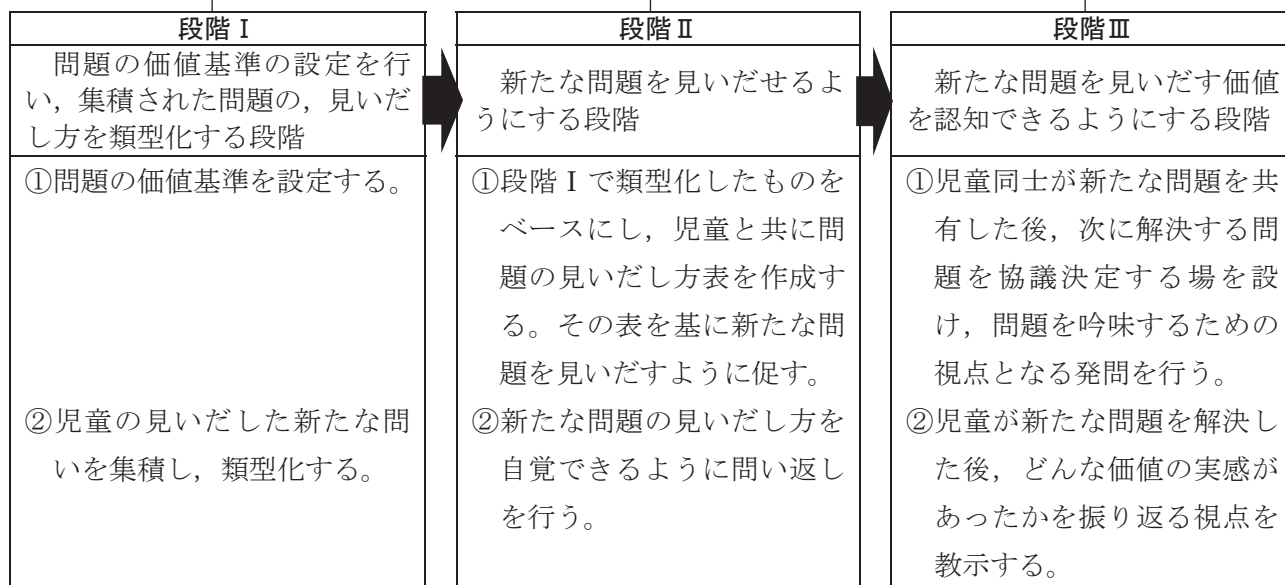
追究中や解決後に新たな問題を見だし、その問題に「新しい知的体系」や「実用化を指向すること」の価値を認知している姿。

【児童の実態と要因（5月）】

- 追究中や解決後に、新たな問題を一人も表現できていない。要因として、新たな問題を見いだす、
 - (1)過程を経験したことがない
 - (2)問題解決の力が育成されていない
 - (3)価値認知していないため、しようとならないの3点が考えられる。
- 理科学習に対する興味が、情動的な側面のみ留まっており、目の前の自然事象から得られるものにしか興味が持続しない。

【研究仮説】

価値ある新たな問題を見いだせる子が育つためには、段階Ⅰを踏み、段階Ⅱ、段階Ⅲの順で以下の手立てを講じればよい。



価値ある新たな問題を見いだせる子が育つ理科学習

—「問題を見いだす力」に関わる学習指導法の考案—

服部 将也

小学4年生を対象にした理科の授業場面において、追究中や解決後に見いだす新たな問題に着目し、価値ある問題を見いだす力を育成する指導法の効果を検討した。段階Ⅰでは、新たな問題を見いだされる時の思考過程を類型化し、問題の価値基準を設定した。段階Ⅱでは、類型化を基に新たな問題の見いだしを促し、児童が見いだし方を自覚できるように問い返しを行った。段階Ⅲでは、解決すべき問題を協議決定したり、解決後に振り返ったりする視点を教示し、問題の価値認知でどのような変容がみられるかを調査した。

その結果、新たな問題を見いだせる児童割合が100%に達したこと、自ら見いだした問題に、高い価値の認知をしている児童が増加したことが明らかになった。このことから、児童が価値ある新たな問題を見いだすためには、前述の段階Ⅰを踏んだ、段階Ⅱ、段階Ⅲの指導法の必要性が示唆された。

キーワード：問題を見いだす力、新たな問題、問題の価値、類型化、価値基準

0. 本研究のきっかけは児童から

本研究を始めるきっかけは、一昨年度【第6学年単元「水溶液の性質とはたらき」】での学習における児童の姿にあった。

次の記述は、「塩酸はアルミニウムを溶かすはたらきがある。」という結論が出た後の、A児の発言である。

A児：先生！もっと他の金属も入れてみたいです！だって熱くなって、シュワシュワして溶けていくのが面白いもん！

A児は、高い興味をもって追究しているし、新たな問題も見いだせている。しかし、「A児は、一時的な興味による問題の見いだしであり、この姿で本当に問題を見いだす力がついていると言えるのだろうか。」という違和感をもった。

この違和感をすっきりさせてくれるものが、B児の振り返りの記述にあった。

B児：次は鉄や銅とかも溶けるのか調べたいです。もし溶けたら、塩酸は金属を溶かすって言えるようになるからです。

B児は、本時の結論から新たな問題を見だし、さらにその問題解決によって獲得する知識を繋げて、新しい知的体系を形成しようとしている。

同じ「他の金属でも試したい。」という問題の見いだしでも、塩酸とアルミニウムの化学反応の派手さに興味をもって生じたものと、問題解決の価値を認めたくて生じたものでは、問題を見いだす力の質として、大きな差があるのではないかと考えた。

B児のような問題を見いだす力をもつ児童が学校現場で一人でも増えていく一助になればと願い、考案した学習指導法と研究結果を述べる。

1. 研究の背景

1-1. 問題を見いだす力を研究する意義

人工知能の進化による急激な社会の変化により到来する時代に向けて、変化にいかに対処していくかという受け身の立場のままでは、科学の創造的発展は期待できない。では、目の前の児童が未来において新たな価値を創造し、未来の創り手となるために必要な資質・能力は何か。

「世界で最も影響力のある 100 人」の一人に選ばれた Silver.N. (2013) によると、「真の創造性を備えた AI は存在しないし、問いを発する能力もない。」と述べている。この人間の強みである「問いを発する能力」に関わり、湯浅 (2019) は、「日本人は、既にある問いを改良することには長けているが、新しい問いを考える問題発見力は苦手。そして、問いを考えるよりも、与えられた問いを解く方に重点を置いた日本の教育に問題がある。」と述べ日本教育の在り方への苦言を示している。日本国としても、経済産業省の第一提言 (2018) において、創造的な課題発見力を育む日本の教育機会の必要性を説いている。

これらの「新たな価値を創造するための問い」とは、理科教育での「科学的に妥当な知を創造するための問題」と捉え、問題を見いだす力に着目した研究には大きな意義があると考えられる。

1-2. 問題を見いだす力と価値認知

井口 (1991) は、「問題解決学習の成否を決めるものは、主体的な問題把握にある」としており、自ら問題を見いだす力の必要性を示している。問題の見いだしについて田中ら (2017) は、「問いの生成は、深い興味をもった結果の行動を指していると考えられる。深い興味は、感情のみならず価値の認知を伴うことが指摘されている。」と述べている。つまり、主体的な問題の見いだしと価値認知は、密接な関係にあることが分かる。

しかし、小学校理科教育における「問題そのものの価値認知」に関する研究は、今回の文献調査では見当たらなかった。そのため、問題を見いだす力の育成と、問題の価値認知との関係を明らかにする、実践的かつ有効的な指導法を考案してい

く必要があると感じた。

ここで、問題の見いだしと価値認知に関する研究について概観する。

問題の見いだしについては、小学校学習指導要領解説理科編(2018)で育成を目指す問題解決の力の一つに掲げられていることもあり、文献調査では数多くの研究が見受けられた。しかし、追究中や解決後に見いだす新たな問題についての研究は極めて少なく、発見したのものでも、主体的に取り組む態度の側面としてのみ評価しているものばかりであった。

価値認知について、岐阜県小学校理科研究会は「物で始まり、物で追究し、物で終わる」という言葉を長年掲げている。これは、事実を基に考え、日常へつなぐこと大切にするという理科教育の本質的側面を表している。しかし、特に「物で終わる」については、県下で言葉だけが独り歩きしているように感じる。例えば、某研究校の学習では、終末に教師が用意した、日常への適用を促す事象を提示する指導を行っている。これは、問題解決に無理矢理価値を付随させようとしている行いであり、教師が与えた事象の中でしか考えることができない児童を育てているのではないか。田中(2013)は、「意味理解志向の低い生徒は、日常例の提示と価値の強調だけでは価値の内化が促されない。」と述べているように、価値を認知できるようにするための段階を踏み、価値の吟味をする場が必要である。

2. 問題の所在

小学校学習指導要領解説理科編(2018)には、新たな問題を見いだすことや、価値を見いだすことが重要であると記述されているが、具体的な方法論までは記述されていない。さらに、岐阜県が採択している理科の教科書にも、価値が明らかになっている問題は一つも無い。

よって問題の所在は、具体的な指導法が確立されていないために、小学校理科の教育現場で価値ある新たな問題を見いだす力が育成されずにいることにある。

3. 4年2組の児童の実態と原因(5月)

実際に、昨年度担任した4年2組の児童の実態(5月)を見ると、追究中や解決後に新たな問題を表現する児童は一人もいなかった。要因としては、新たな問題を見いだす、

- (1) 過程を経験したことがない
- (2) 問題解決の力が育成されていない
- (3) 価値認知していないため、しようしないの3点が考えられる。そこでまず、問題の価値に介入する前に、「新たな問題を見いだす力」を育成すべきだと判断した。

4. 研究の前提条件と目的

本研究では、事象提示から見いだす問題ではなく、追究中や解決後に児童が見いだす新たな問題に着目する。

価値ある新たな問題を児童が見いだすための指導法を実施し、授業実践を通してその効果を検証することを目的とする。

5. 考案した指導法

価値ある新たな問題を見いだす力を育成するためには、段階Ⅰを踏み、段階Ⅱ、段階Ⅲの順で以下の手立てを講じればよい。

表1：段階と手立て

段階Ⅰ	「問題の価値基準の設定をする・集積された問題の見いだし方を類型化する」 ①問題の価値基準を設定する。 ②児童の見いだした新たな問いを集積し、類型化する。
段階Ⅱ	「新たな問題を見いだせるようにする」 ①段階Ⅰで類型化したものをベースにし、児童と共に問題の見いだし方表を作成する。その表を基に新たな問題を見いだすように促す。 ②新たな問題の見いだし方を自覚できるように問い返しを行う。
段階Ⅲ	「新たな問題を見いだす価値を認知できるようにする」 ①児童同士が新たな問題を共有した後、次

	に解決する問題を協議決定する場を設け、問題を吟味するための視点となる発問を行う。 ②児童が新たな問題を解決した後、どんな価値の実感があったかを振り返る視点を教示する。
--	--

※なお、見いだした新たな問題を「共有・協議・追究」するための時間を確保するためには、各単位時間で育成される資質・能力を焦点化し、軽重をつけながらカリキュラムを組む必要があることに留意する。

6. 段階Ⅰの詳細

6-1-①. 問題の価値基準を設定する

児童が、問題に付随させている価値や、いくつかの問題から望ましいものとして選択するときの考えを見取るために、「価値基準」を定める。

表2：問題の価値基準

Lv. 4	新たな知識を獲得した後の知的体系に価値をもって見いだす問題	実用化を指向することに価値をもって見いだす問題
Lv. 3	新たな知識の獲得に価値をもって見いだす問題	
Lv. 2	現象面や、操作面に価値をもって見いだす問題	
Lv. 1	外発的要因によって見いだす問題	
Lv. 0	新たな問題を見いだせていない	

※服部の今までの研究と経験、解良ら(2014)、田中(2015)、小倉(2007)を参考にして作成。

今回、Lv. 4の2項目については上位関係を文献調査や自分の経験からは判断できず、等価とした。また、田中(2015)では、「知識の獲得の価値」と「知的体系の価値」を等価で抽出しているが、単体知識であるか、関係付けられた知識であるかという観点から、「知的体系の価値」を上位とした。

この価値基準を作成したことにより、見かけ上は同じ形をとる問題でも、より問題解決の力としての側面が強い問題の見いだしなのか、そうでないのかを判断できる。本研究では Lv. 4の問題を

見いだす児童を増やすことを目指す。

ここで、問題の価値に対する児童の認知を調査するため、表2の価値基準に対応させた児童アンケートを表3のように作成して実施した。

表3：段階Ⅰ後の児童アンケート結果

児童アンケート (4年2組 32名)		段階Ⅰ後	段階Ⅱ後	段階Ⅲ後
質問1 あなたは、理科の学習中に「新しい問題を見つける」ことができているか？	はい or どちらかと言えばはい	31%		
	いいえ or どちらかと言えばいいえ	68%	Lv.0に対応	
質問2 質問1で「はい」「どちらかと言えばはい」と答えた人のみ	先生に言われるから	21%		Lv.1に対応
	実験や観察がおもしろいので、もっとやりたい	28%		Lv.2に対応
あなたが、理科の学習中に「新しい問題を見つける」のはなぜですか？ ※当てはまるもの全てを選んでください。	解決すれば、今まで知らなかった新しいことを知ることができる	16%		Lv.3に対応
	解決すれば、今までの学習とつなげて新しい知識をつくることができる	6%		Lv.4に対応
	解決すれば、日常生活に役だてることができる	13%		Lv.4に対応
	その他	3%		

これを段階Ⅰ、段階Ⅱ、段階Ⅲの後に3回実施し、変容を検証する。なお、表3には段階Ⅰ後(手立てを講じる前)の児童割合結果が記入してある。

6-1-②. 児童の見いだした新たな問題を集積し、類型化する。

児童がどのような思考過程で新たな問題を見いだしているのかを分析するため、4月から6カ月かけて、児童が見いだした新たな問題を集積した。この期間、一問題解決の度に、「もっと調べたいことを考えてごらん。」と問い、強制的に児童が問題を表現することを促した。

こうして集積された問題を分析すると、新たな問題の見いだし方は5つに類型化できた。

表4：教師が類型化した、問題の見いだし方表

1	条件を変える(加える)問題
2	対象を変える問題
3	原理の解明を求める問題
4	規則性を求める問題
5	知識を関係付ける問題

表4の1は、「温度を変えたらどうなるか」などの、対象物以外の要因を変えたり加えたりするものである。

表4の2は、「人ではない動物も同じなのか。」などの、対象物を変えるものである。

表4の3は、「なぜ変わったのか。」などの、現象原理の解明を求めるものである。

表4の4は、「乾電池何個で、電流はどれくらい大きくなるのか。」などの、数的規則性を求めるものである。

表4の5は、「空気と水を一緒に入れたらどうなるか。」などの、既習の知識を関係付けるものである。

6-2. 考察

表3では、31%(10人)の児童が問題を見いだしていると回答していることから、新たな問題の見いだしを強制的に促すだけでも、一定の効果がある。だからこそ、現場教育では教師が、自分は問題を見いだす力を十分に育成できているという誤認をもちやすいのではないかと考える。

この時点で、手立てを講じるための土台が整ったため、段階Ⅱの新たな問題を見いだせるようにする指導へ移行する。

7. 段階Ⅱの詳細

7-1-①. 児童と共に問題の見いだし方表を作成し、その表を基に新たな問題を見いだすように促す。

今まで集積してきた問題を児童と共有し、「この問題と、同じような考え方で見つけられている問題はどれかな。」と問いながら、児童の意識に沿って、新たな問題の見いだし方表を作成した。その際、教師が類型化した表を基にコーディネートしながら進めた。

表5：児童と作成した、問題の見いだし方表

1	条件を変える(加える)
2	物を変える
3	もっとくわしく! 「なぜ?」「どうして?」
4	きまりを見つける
5	学習をつなげる

児童と共に、児童の言葉で作成するという過程を踏むことが、児童が表を使いこなすために重要である。

【児童の姿の具体「空気の温度と体積変化」】



僕は、見つけ方の2を使って考えて、「水も、空気と同じように温めたら体積が大きくなるのか」調べたいです。(表5の2)

7-1-②. 新たな問題の見だし方を自覚できるように問い返しを行う。

授業では、児童が見いだした新たな問題に対して、「その問題は、どの見つけ方に当てはまるの?」と問い、見だし方の自覚化を行った。更に、「そうやって考えて見つけたこと、今までにもあるかな?」と問い、見だし方の汎用性・有効性を実感できるようにした。

【児童の姿の具体「物の温度と体積変化」】

C 児：金属を熱したとき、何秒でどれくらい体積が大きくなるのか調べたいです。

(表5の4)

教師：新しい問題を見付けられたね。その問題は、表のどの見つけ方に当てはまるの?

C 児：これは、見だし方4の、「きまりを見つける」方法です。

僕はそうやって考えて、問題を見つけていたんだな

教師：そうやって考えて問題を見いだしたこと、今までにもある?

C 児：電流の勉強をしたとき、「並列つなぎの電池の個数を増やしていくと、長持ちする時間がどれくらい延びていくのか」という問題も、その方法だ!

この考え方を使えば、色々な場面で新たな問題が見つけられそうだな。

7-2. アンケート結果

表6：段階Ⅱ後の児童アンケート結果

児童アンケート (4年2組 32名)		段階Ⅰ後	段階Ⅱ後	段階Ⅲ後
質問1 あなたは、理科の学習中に「新しい問題を見つける」ことが得意ですか?	はい or どちらかと言えはい	31%	94%	
	いいえ or どちらかと言えはい	68%	6%	
質問2 質問1「どちらかと言えはい」のみ	先生に言われるから	21%	72%	
	実験や観察がおもしろいので、もっとやりたい	28%	84%	
あなたが、理科の学習中に「新しい問題を見つける」のはなぜですか?	解決すれば、今まで知らなかった新しいことを知ることができる	16%	75%	
	解決すれば、今までの学習とつなげて新しい知識をつくることできる	6%	16%	
	解決すれば、日常生活に役だてることできる	13%	19%	
	その他	3%	12%	

7-3. 考察

新たな問題を見いだせていると回答した児童が激増したことから、段階Ⅱでの手立ては有効であると言える。しかし、「先生が大切だと言うから」「先生に言われてからを見つける」といった、外発的要因(Lv.1)によって問題を見いだしている児童も激増している。これは、まだ問題を見いだす価値を認知していないためだと考える。また、段階Ⅰの段階で多くの児童がLv.3までは到達していることが分かる。これは、見いだした新たな問題を追究、解決する時間を確保したためだと考えられる。

この時点で、段階Ⅱにより新たな問題を見いだす力が育成されたと判断し、段階Ⅲの問題を見いだす価値を認知できるようにする指導へ移行する。

8. 段階Ⅲの詳細

8-1-①. 次に解決する問題を協議決定する場を設け、問題を吟味するための視点となる発問を行う。

児童が見いだした新たな問題を共有した後、次のような手順で発問を行った。

表 7：協議決定の場での発問手順

1	最も解決したい問題はどれですか？	協議決定 ↓
2	理科室で、自分達で解決できそうですか？	
3	それを解決すると、どんなよいことがあるの？	
4	最も解決すべき問題はどれですか？	

児童の考えが整理され、協議しやすくするために、協議前に表7の1の発問を行い、クラスの仲間の興味がどの問題に集まっているかを票をとって確認する。ここで多くの票を集めた2～4つの問題に対して、吟味を行う。協議する際は、表7の2や3の発問により、「問題解決の現実性」と、「問題の価値」を視点とした吟味が行えるようにした。協議後には表7の4の発問により、自分達で解決可能な問題の中で、最も価値があると判断したものについて採決する。

【児童の姿の具体「金属のあたたまり方」】

D 児：銅板を熱すると、どうして温まり方の広がりやゆっくりになっていったのか疑問に思いました。(表5の3)
 教師：なるほどね。その問題は自分達で解決できそう？(問題解決の現実性)
 E 児：実験の方法がうかばない。どうしてかって実験ではっきりさせることは無理そう。だからタブレット使って自主学习で調べてみます！

【児童の姿の具体「水のすがたと温度」】

F 児：ジュースも凍ると体積が大きくなるのか調べたいです。(表5の2)
 教師：それを解決するとどんなよいことがあるの？(問題の価値)
 F 児：もしジュースも水のように大きくなるなら、暑い時にペットボトルを凍らせたなら割れてしまうから危ないと思います。(Lv.4)
 G 児：暑い時に凍らせてよい飲み物かどうか分かるってことか！(Lv.4)
 H 児：ジュースも、水以外に何種類も凍らせて調べれば、「液体は全て、凍ると体積が大きくなる」のか、「液体によって違う」のか、知ることができるよ！(Lv.4)

F 児と G 児の発言は、実用化を指向することに価値(Lv.4)をもっている発言である。H 児は、新たな知識を獲得した後の知的体系に価値(Lv.4)をもっている発言である。

このように仲間と協働的に協議決定する機会を積み重ねることで児童は、学習の中で価値に着目できるようになったり、自分なりの価値基準を教科の本質的な価値基準に変えていったりすることができると考えている。なお、4年2組では、学級活動や算数の学習時間においても、この協議決定の場での発問を取り入れていることで、価値に着目できるようにしている。

【実践の具体「学級活動」】

残り2カ月で、更に学級目標に近付くために、学級内で行う取り組みを決める話し合い活動

1	最も取り組みたいものはどれですか？
2	自分達で取り組みそう？
3	取り組むとどんなよいことがあるの？
4	最も取り組むべきものはどれですか？

児童が表現した価値:全員が自信をもつ事, 学級の自慢をもっと伸ばす, 学級の課題と向き合う, 学ぶ時間が増える, コロナを広めない, SDGs, など

8-1-②. 解決後、どんな価値の実感があったかを振り返る視点を教示する。



図 1：振り返りの視点

新たな問題を解決したときは、図1の視点で振り返りを行う。「解決後に広がる・確かになる・つながる」のどの実感をもつことができたのかを振り返ることで、児童が問題の価値を自覚することを目的としている。

【児童の姿の具体「水のすがたと温度」】

私は考えが広がりました。なぜなら、エタノールは水と違って、79度ぐらいで沸騰して温度が上がらなくなったので、液体によって気体になる温度が違ふと知れたからです。

(表5の2から見いだされた価値基準 Lv.4 の問題)

8-2. アンケート結果

表8：段階Ⅲ後の児童アンケート結果

児童アンケート (4年2組 32名)		段階Ⅰ後	段階Ⅱ後	段階Ⅲ後
質問1 あなたは、理科の 学習中に「新しい 問題を見つける」 ことが ありますか？	はい or どちらかと言えははい	31%	94%	100%
	いいえ or どちらかと言えはいいいえ	68%	6%	0%
質問2 質問1で「どちらかと言えははい」 た人のみ	先生に言われるから	21%	72%	3%
	実験や観察がおもしろいので、もっとやりたい	28%	84%	81%
あなたが「理科の 学習中に「新しい 問題を見つける」 のはなぜです か？」	解決すれば、今まで知らなかった新しいことを知ることができる	16%	75%	84%
	解決すれば、今までの学習とつなげて新しい知識をつくることができる	6%	16%	47%
※当てはまるもの の全てを選んで ください	解決すれば、日常生活に役だてることができる	13%	19%	63%
	その他	3%	12%	9%

8-3. 考察

新たな問題を見いだすことができていると回答した児童が100%に達したことから、Lv.1の外発的要因によって見いだしている児童が3%(1人)に激減したことから、全員が、自ら、新たな問題を見いだしていると言える。その要因は、新たな問題を見いだすことに、何かしらの価値を認知するようになったからだと考えられる。Lv.4の問題について、僅か2カ月で47%(知的体系に価値)、63%(実用化指向価値)までそれぞれ上昇していることから、段階Ⅲでの手立は有効であったと言える。

9. 本研究の結果と考察

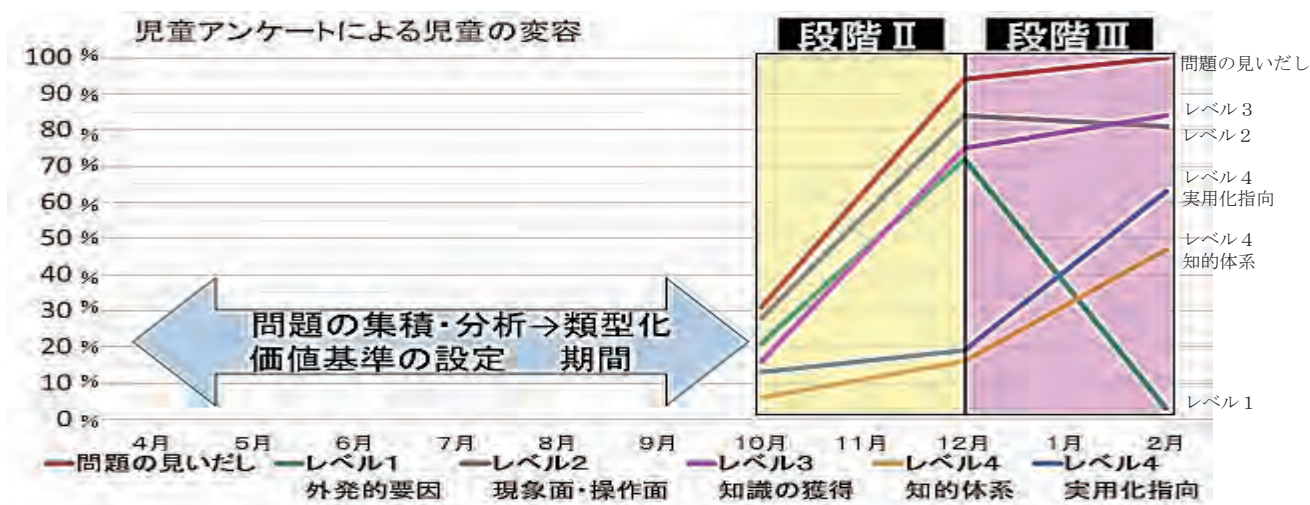


図2：児童アンケート結果のグラフ化

段階Ⅲに移行してから、価値基準 Lv.4 の問題について、上昇率が急激に上がった。しかし、Lv.2やLv.3の項目に大きな減少が見られないことから、Lv.2~Lv.3の価値が土台となってLv.4の価値認知に介入していることが読み取れる。

10. 本研究の結論

価値ある新たな問題を見いだす子を育てるためには、段階Ⅰで、新たな問題が見いだされときの思考過程を類型化し、問題の価値基準を設定する。段階Ⅱで、類型化を基に新たな問題の見いだしを促し、児童が見いだし方を自覚できるように問い返しを行う。段階Ⅲでは、解決すべき問題を協議決定したり、解決後に振り返ったりする視点を教示する。この3段階の指導法が有効である。

11. 今後の課題

11-1. 研究を深める課題

- ・問題の価値基準が、どの学年にも適用できるのかを検討する。
- ・より長期にわたる指導の介入効果を検証する。
- ・Lv.4の問題を見いだせない児童と、見いだせている児童の思考過程を比較し、見いだせない原因を解明する。
- ・協議決定していく中で、Lv.4の問題に収束していくのはなぜかを解明する。
- ・新たな問題の見いだし方表と、問題の価値基準との関係性を見いだす。
- ・問題の価値認知に他の資質・能力がどれほど影響を与えているかを解明する。

11-2. 見取り方の課題

児童が価値ある新たな問題を見いだすことができているかを客観的に見取るため、授業ノートの分析と、図3のような独自テストを2月に実施した。

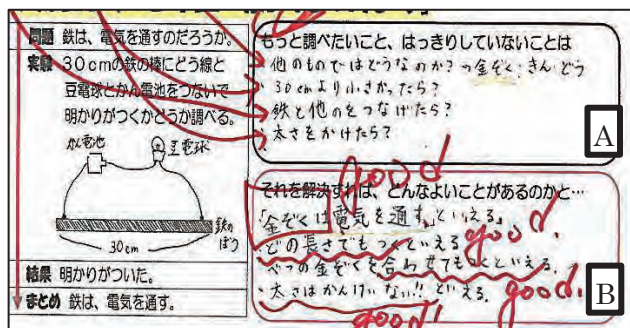


図3：独自テストの一部

この独自テストで、図3のAで新たな問題を見いだせているか、Bで価値ある問題にできているかどうかを調査した。

表9は、図3の独自テストと、授業ノートを分析した結果である。

表9：独自テストとノートの結果

項目	記述率	
	テスト	ノート
A 新たな問題が見いだせている	100%	97%
B 価値ある問題にできている	82%	68%

表9のBについては、設定した価値基準に沿って表10のように分類した。

表10：表9のBの内容分類

項目	記述率	
	テスト	ノート
外発的要因	0%	0%
現象面や、操作面に価値	0%	0%
新たな知識の獲得に価値	28%	15%
知的体系に価値	38%	31%
実用化を指向	16%	22%
その他	9%	19%
価値記述なし	9%	13%

しかしここで、見取り方の失敗がみえてきた。

失敗1 独自テストとノート分析を段階Ⅱの前に実施していないので、変容が分からない事。

→改善案 変容の把握をするためには、計画的にデータを取る。

失敗2 アンケートは複数回答可で実施したが、独自テストやノートには基本的に一つの価値の記述しかないので、アンケートとの比較ができない事。

→改善案 記述式と選択式の両方の回答の分析をしないと、資質・能力の育成を見取ることができない。また、尺度をそろえることも必須。

失敗3 アンケートでは表出されていた、価値基準のLv1やLv2についての記述が、独自テストやノートには一つも表出されない事。

→改善案 テストやノートでは、その特質上Lv.1やLv.2の記述を表現しにくいのではないかと。授業中新たな問題が見いだされた直後にアンケートを実施すると、回答が連動する可能性がある。

12. 謝辞

本研究を進める上で、高木正之先生を筆頭に、理科授業研究会岐阜支部の先生方のご助言が欠かせなかった。この場を借りてお礼申し上げる。

13. 引用・参考文献（年代順）

岐阜市立長良東小学校(2021)「研究発表会 研究要録」

角屋重樹(2019)「なぜ、理科を教えるのかー理科教育が分かる教科書ー」

湯浅正敏(2019)「21世紀型教育論ーAI時代の創造性教育導入に関する提言ー」

経済産業省(2018)『『未来の教室』とEdTech研究会第一提言』

田中瑛津子(2017)「学習・教育場面における興味の深化をどう捉えるかー鼎様相モデルによる諸研究の分析と統合ー」

田中瑛津子(2015)「理科に対する興味の分類ー質の違いに着目して」

解良優基, 中谷素之(2014)「認知された課題価値の教授と生徒の課題価値評定, および学習行動との関連」

Silver.N.(2013)「シグナル&ノイズ 天才データアナリストの『予測学』」

田中瑛津子(2013)「興味の深化を促す授業方略の検討ーポジティブ感情と価値の認知に着目してー」

小倉康(2007)「科学コミュニケーション支援型学習と子どもたちの理科学習への価値意識との相関」

管野礼司(2000)「科学教育における「概念形成」から「統合化」まで」

井口尚之(1991)「子供の自然認識と指導の在り方 新理科教育用語辞典」

1 本時のねらい (本時4 / 13)

主に働かせる見方 質的・実体的	主に働かせる考え方 関係付ける	主に育成される資質・能力 問題を見いだす力
--------------------	--------------------	--------------------------

「水を冷やすと0℃で凍り始め、全て氷になると0℃よりも温度が下がる。水は氷になると体積が大きくなる」という前時に獲得した知識から、一人一人が見いだした新たな問題を仲間と共有し、次に解決すべき問題を協議決定する活動を通して、問題の価値や、最も解決すべき問題だと判断した理由を、表現することができる。

2 本時の展開

過程	過程のねらい	学 習 活 動	個人研究との関連
見 い だ す	前時まで	0 水を冷やしたときの温度の変わり方と水の様子を調べる実験を行い、結論を出す。 【結論】水を冷やしていくと、0℃でこおり始め、全て氷になると0℃よりも温度が下がる。氷になると体積が大きくなる。	1 <段階Ⅱ-①> ・新たな問題を見いだせていない児童には、問題の見だし方を提示しながら、前時の結論を見返すように促す。
	ここから本時	1 前時の結論を確認し、見いだした新たな問題を学級の仲間と共有する。 見だし方 条件を変える 物を変える もっとくわしく! きまりを見つける 学習をつなげる	1 <段階Ⅱ-②> ・仲間の見いだした問題に興味を示す反応があるとき、「その問題は、見つけ方表のどれに当てはまるの?」と問い、見だし方の自覚ができるようにする。 ・見だし方表の物を変える方法に当てはまる問題が表現されたとき、「今までに物を変えて問題を見いだしたことはありますか。」と問い、前単元末に協議決定した新たな問題を想起できるようにする。
協 議 す る	見 い だ す	2 最も解決したい問題を自己決定することができる。	2 <段階Ⅲ-①> ・「日常生活のそんなところにつなげられそうなのだね。」「新しい考えを創り出すことができそうだね。」という価値付けを行い、価値基準のLv.4の問題に目を向けることができるようにする。 ・仲間の表現した問題の価値に興味を示す反応があるとき、「この問題は自分達で解決できそう?」と問い、現実性について考えられるようにする。 ・問題の価値を表現できない児童には、「もの温度と体積」の単元で行った、様々な液体の温度と体積の関係を調べる実験により、「水だけでなく、液体は全て、冷えると体積が小さくなる」という発見をしたことを想起させ、類推してEの問題の価値を考察できるようにする。
	協 議 す る	調べたい問題の価値を表現することができる。 自分の考えにはなかった価値について、共感したり反感したりすることができる。 最も解決すべき問題を自己決定し、判断理由を表現することができる。	2 最も解決したい問題を基に、仲間と次の追究問題を協議決定する。 視点 問題の現実性 問題の価値
見 い だ す	見 い だ す	2 最も解決したい問題を基に、仲間と次の追究問題を協議決定する。 見だし方 条件を変える 物を変える もっとくわしく! きまりを見つける 学習をつなげる	2 <段階Ⅲ-①> ・「日常生活のそんなところにつなげられそうなのだね。」「新しい考えを創り出すことができそうだね。」という価値付けを行い、価値基準のLv.4の問題に目を向けることができるようにする。 ・仲間の表現した問題の価値に興味を示す反応があるとき、「この問題は自分達で解決できそう?」と問い、現実性について考えられるようにする。 ・問題の価値を表現できない児童には、「もの温度と体積」の単元で行った、様々な液体の温度と体積の関係を調べる実験により、「水だけでなく、液体は全て、冷えると体積が小さくなる」という発見をしたことを想起させ、類推してEの問題の価値を考察できるようにする。
	見 い だ す	2 最も解決したい問題を基に、仲間と次の追究問題を協議決定する。 見だし方 条件を変える 物を変える もっとくわしく! きまりを見つける 学習をつなげる	2 <段階Ⅲ-①> ・「日常生活のそんなところにつなげられそうなのだね。」「新しい考えを創り出すことができそうだね。」という価値付けを行い、価値基準のLv.4の問題に目を向けることができるようにする。 ・仲間の表現した問題の価値に興味を示す反応があるとき、「この問題は自分達で解決できそう?」と問い、現実性について考えられるようにする。 ・問題の価値を表現できない児童には、「もの温度と体積」の単元で行った、様々な液体の温度と体積の関係を調べる実験により、「水だけでなく、液体は全て、冷えると体積が小さくなる」という発見をしたことを想起させ、類推してEの問題の価値を考察できるようにする。

◆ステップ1◆新たな問題を見付ける

新たな問題の見つけ方

1	条件を変える(付け足す)パターン	例「もっと温度を高くしたら…」 例「電池の数を増やしたら…」 例「場所を〇〇に変えたら…」 例「形を〇〇に変えたら…」 例「もし冷やしたら…」
2	物を変えるパターン	例「他の植物だったら…」 例「電池の種類を変えたら…」 例「他の金属だったら…」 例「他の液体(ジュースや塩水)だったら…」 例「空気を水に変えたら…」
3	もっとくわしく! 「なぜ」「どうして」パターン	例「なぜ〇〇すると△△なるの？」 例「どうしてうまくいかなかったの？」 例「どんな仕組みになっているの？」
4	きまいを見つめるパターン	例「どれくらいの温度で、どれくらい変わるの？」 例「何分でどれくらい変わるの？」
5	学習をつなげるパターン	例「水と空気を一緒に入れたら…」 例「木は根から水を吸うから、水たまりの水がはやく無くなったのではないか？」



◆ステップ2◆みんなの問題を聞いて、今のところ一番解決したい問題を決める



もっとも解決したい問題はどれですか？

◆ステップ3◆どの問題を解決するべきか、みんなで話し合う

話し合うときの考え方

1	自分達で 解決できる かどうか	例  <p>これは理科室で自分達で解決できるな！</p> <p>先生！〇〇は理科室にありますか？</p> <p>その問題は～だから、できないと思う。</p>
2	解決すると どんな よいことがあるか	例  <p>この問題を解決すれば、〇〇という新しいことを知ることができるよ！</p> <p>この問題を解決すれば、日常生活のこんなところにいかせるかもしれないよ！</p> <p>これと、これも、同じになるのなら、全部まとめて「〇〇は、～だ！」と言えるようになるよ！</p>

◆ステップ4◆次にみんなで解決する問題の決定！



もっとも解決すべき問題はどれですか？

I - 6

第 14 回モデル授業

中学校第 2 学年

「電流とその利用「回路に加わる電圧」」

授業者

内田純一

(鴻巣市立鴻巣西中学校主幹教諭)

令和4年度 第14回「理科モデル授業オンライン研修会」概要

2022年12月17日(土) 15時～18時

主会場：埼玉大学教育学部

参加36名(大学内21名、オンライン15名){学生18名、教員18名}

1 開会

(1) 開会の挨拶 (小倉康埼玉大学教授)

本研修会は、学校や地域で核となって理科教育に尽力されている教員の皆様の優れた指導や教材に関する情報の共有と発信の場であるとともに、学校の中核となる若手の先生方の研鑽の場、また理科教員を志望する大学生が優れた理科授業について学ぶ場である。また、記録動画と指導案、協議の概要等の資料をホームページで公開することで、理科授業に関して半永久的に活用できる研修教材を蓄積することも重要な目的としている。すでに13回のモデル授業記録がホームページで利用可能となっており、令和6年度まで蓄積を拡大していく予定である。また同時に、授業記録を活用した研修を発信し、普及させていく。

本日は、今年度第6回、通算第14回目の研修会を、埼玉大学から配信する。

(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：内田 純一 (鴻巣市立鴻巣西中学校 主幹教諭)

授業：中学校第2学年「電流とその利用－回路に加わる電圧」

(2) 授業者による事前説明

[单元における本時のねらい]

单元4 電流とその利用

第1次 電流と電圧 (19時間)

1 電流が流れる道筋、2 回路を流れる電流

3 回路に加わる電圧(本時、8時間目)－学習指導案を参照

・前時までに電圧計の使い方の技能を身に付けている。

・本時は、粒子モデルを基に直列回路に加わる電圧の規則性を、実験を通して見いださせ、理解させることがねらいである。

4 電圧と電流の関係、5 電気エネルギー

第2次 電流と磁界

第3次 静電気と電流

[学習目標]

回路の各部分に加わる電圧の規則性を、実験を通して見いだして理解することができる。

【知識・技能】

(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] 問題の所在

小学校から中学校に進学すると、理科に対する理解や態度についての度合いの低下が知られている。また、観察・実験の結果を整理・分析したうえで、解釈・考察し、説明することなどの資

質・能力に課題が見られる。この原因のひとつには、電気単元への苦手意識があるのではないかと考える。苦手の原因には、電気は目に見えないものであり、計算が必要であるからではないかと考える。

[2] 背景

中学校理科の学習では、密度やオームの法則では比例の関係について学ぶ。小倉（1999）により「全般的な生徒は「比例的変量関係認識」が低く、「概念的実体」が未発達で変量間の定性的関係を把握できない」という点が明らかである。

- ・ 比例的変量関係認識が低い状態の例 球と立法体の比較において、感覚的解釈や数値のみに着目することで、密度に関する概念的実体が欠如している。
- ・ 比例的変量関係認識が高い状態の例 1 cm^3 あたりの立方体にそろえるというイメージを持ち、密度を求めて比較したり、質量をそろえて体積を比較したり、体積をそろえて質量を比較したりすることが自在に操作できる。

[3] 比例的変量的関係認識を高めるための特別授業の構成

比例的変量的関係認識の構築のために4時間の特別授業を実施している。

特別授業1校時 「変数の理解」

変数（＝変わるもの）と値との関係についての理解（英国で実施のCASEプログラムを導入）のために、図を用いた変数についての体験を通してその関係性を学んでいく学習。

特別授業2校時 「入力変数」と「結果変数」の設定

「入力変数（独立変数）」と「結果変数（従属変数）」（笠順平（2004）を参考）のために、ゴムの本数（入力変数）と車が移動する距離（結果変数）についての実験より、正しい実験をするには入力変数以外は変化させてはいけないことを学習する。

特別授業3校時 「実験」

実験「食塩と砂糖はどちらが重いのか？」により、体積と質量の関係、質量と体積の関係を求める2回の実験からグラフを描き、変量間の関係を理解させる。このことから単位量当たりの大きさを求めることで比較が可能となることに気付かせる。本時の直列の電圧、次回の並列の電圧の学習の後に、オームの法則を導き出す授業へと生きていく。

特別授業4校時 「密度の概念的実体を構築」

「単位量当たりの大きさ」をイメージできるようにし「3つ目の変数」である密度を導入する。折り紙で梱包した銅・アルミ・木片から 1 cm^3 の立方体を取り出して比較するイメージを持たせる。このことから「密度の概念的実体を構築」し、単位量あたりの大きさ¹を理解したうえで、初めて計算を導入する。

[4] 概念的実体を構築するモデル

単元「電流とその利用」は19時間の授業内容であるが、一貫してBB弾を活用した粒子モデルで説明が可能である。この点をポイントとして、概念的実体・イメージを導入した。

例：回路＝チェーン、電流＝BB弾が流れる粒の量、電圧＝高低差、豆電球＝水車
予想、考察、説明の場面にこれらのモデルを活用する。

¹ ここでは「単位体積あたりの質量」のこと

計算処理までのサイクルでは、従来の入力変数「電圧」を「電流」、結果変数「電流」を「電圧」と設定し、グラフから変量間の関係の理解を深め、「単位量当たりの大きさ」と関連付けることで、「抵抗」の概念を学ぶ流れとした。また、クギを抵抗に見立て、合成抵抗＝渋滞、電力＝水車が回る力のイメージとした。単元を通して一貫した粒子モデルのイメージを用いることにより、高さ×粒の量＝電圧×電流を導くことが可能となる。概念的実体を構築したうえで電流単元の授業を実践している。

重要用語	イメージ
回路	チェーン
電流	流れる粒の量
電圧	高低差
豆電球	水車
電流計	電流計の中を通過する粒の量をはかるもの
電圧計	長さをはかるもの
抵抗	クギ
合成抵抗	渋滞
電力	水車が回る力
熱量 電力量	水車がどれくらい働いたか (何秒間回っているか)



図 1 概念的実体を構築するイメージ

[5] 理科の授業で大切にしていること

最も大切にしているのは「笑い」である。対面でのコミュニケーションを大切にし、生徒の発言を活かして、生徒同士のやり取りをコーディネートするのが教師の役割だと考える。笑いのある楽しい授業を心掛けている。

・生徒にとってわかる授業

実験の指示では混乱させないために明確な指示を出すことを心掛ける。

・事物、現象との出会いにより、疑問からの課題設定

探究の過程において単に事象を見せるだけでは疑問は湧かない。言い過ぎず、生徒自身が気付けるような発話に心掛ける。出てきた疑問から課題を設定していく。

・単元を見通した指導により前時とのつながりを大切に

見通しを持った指導により、生徒自身が知識のつながりに気付き、活用できることの喜びに実感できるようなしかけを組み込む。既習事項との関連性を持つ展開に心掛ける。

・日常生活との関連

単元に関わる雑学的な内容を活用した 4 択のクイズ等を取り入れ、日常的な事象との関連付けができるように心掛ける。

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。

「本時で使用した粒子モデルは概念的実体（イメージ）を構築することができ、学習者の正しい理解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〉

○概念的実体の構築

- ・最後の説明において、電流と電圧から電力につながる部分がイメージしやすかった。
- ・概念を実体化するのが素晴らしい。(あくまでイメージという声かけは必要だが)
- ・概念的実体がないことが生徒の躓きにつながっているので、モデルがあることで改善されると

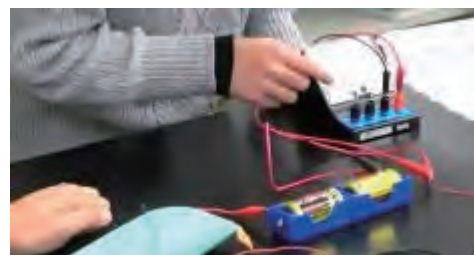


図 2 電圧の測定

感じる。

○指導法

- ・電圧計の説明で「触覚スタイル」という面白い言葉を使って説明していた。印象に残りやすい言葉は有効的であると感じた。
- ・電子の流れ方と混同しないようにしたい。
- ・高校レベルまでを考えると、電圧のBB弾によるモデルと、電子と電流が逆方向に回っているということを混同してしまいそう。
- ・生徒が実験中に時間を意識しながら行っていた。

○授業展開

- ・「電圧計は何を測っているか」のイメージにおいて、実験を通してある場所からある場所までの幅があり、その高さを測定しているという概念へと変わり、価値のある授業であった。
- ・導線の電圧の値について、モデルと正しい理解という点において難しいところがあった。
- ・全部の導線をつなぎ、実験で確認して、粒子モデルとつなげる指導に納得ができた。

○教材・教具

- ・とてもわかりやすい教材（モデル）になっていた
- ・モデルが本質的だった。
- ・モデルのクオリティが高く、イメージ構築ができた。
- ・電流計、電圧計のモデルのつなぎ方を暗記ではなく、イメージで理解できる。
- ・BB弾の利用で流れていることがわかりやすい。
- ・BB弾や電流など、見えないものを可視化するので子どもは惹きつけられてわかり易い。
- ・自分が中学生のとき、電流と電圧の学習は、水流モデルだった。BB弾でイメージしやすかった。また、高さもメジャーで示され、分かりやすかった。
- ・実物があるのは良いと思った。水車や水流モデルよりわかりやすい。
- ・予想のときに、モデルを置いておくとイメージができて予想しやすい。
- ・実物で視覚的に見える。「粒子」モデルは視覚的にわかりやすい。電子の流れ（は電流と逆向きであることをどう扱うのか）も気になる。
- ・教科書ではBB弾が動かないので、シミュレーションとは異なり、実体を見ることができる点が良い。
- ・自転車のチェーンや回路モデルや粒子モデルを測定する「メジャーを使った電圧計」や「タッパーの電流計」の教具も理解に役立っていた。
- ・モデルがわかり易いので自分で考えようと思える。
- ・予想においてモデルを使うことで、立体物として理解できる。このことで苦手意識を大きくしなと感じる。
- ・シンプルなチューブで表したモデルが、導線でもわずかに電圧が生じる理由を説明するのに有効だと感じた。
- ・チェーンを工夫して3本にすると並列回路のモデルとなり、理解に有効であると感じた。
- ・電圧計は「高低差を測るもの」で良いのではないか。
- ・モデルの各部品が大きいとさらに見やすいと思う。
- ・水流モデルよりも「電子」として粒の概念を伝えるのにも有効ではないか。



図 3 モデルで示す電圧

〈質問・課題〉

質問 「子どもの疑問を基に進めていきたい」とのことであったが、この授業の前に子どもからどのような疑問が出ていたのか？子どもの中で、電圧は各場所に違いが出るか等の疑問や、そこに向かうまでにどのような指導をしたのか？

質問 ワークシートに考察のガイドが初めから記載されていたが、生徒の柔軟な考えが出にくくなってしまっているのではないかと。

授業者：まさにその通り。ガイドは必要な場合と不要な場合とがあると考える。自由に探究し、発展させていきたい時にはガイドは不要と考える。またガイドを出す理由は、この部分に注目して実験をして欲しい場合や特に注目して考えて欲しい部分には有効であるため、今回についてその目的のためにガイドを出した。

質問 並列回路の場合にはどのようにこのモデルを用いて説明するのか。

授業者：本時は直列回路の授業であるので提示しなかったが、ホームセンターで売っているホースに二又に分けるジョイントをつけたモデルを用いる。このモデル（右と左に分け、高さを示した並列回路）を提示し、上からBB弾を流すと二手に分かれる。別れたそれぞれの電流の大きさを足すと、合わせたもの（和）は流れた電流の大きさに等しくなる。電圧においては、右と左に分か

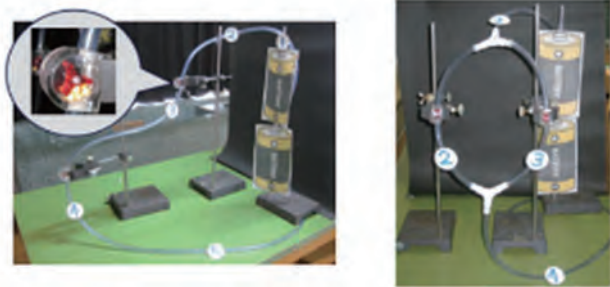


図 4 直列回路と並列回路のモデル

れた並列回路では高さが等しいと示すことができる。このモデルの提示により、こちらから揺さぶりをかけて疑問を出させるよう導き（例：違う種類の豆電球の場合や並列回路の場合）、モデルを使いながらその疑問を取り入れて展開する方法もある。

質問 今回の教具を応用して、違う単元でも活用可能で、発展的な説明にも使えるのではないかと。

授業者：単元を通して一貫した粒子モデルのイメージの活用が可能である。

質問 気づきが多い授業だったので、気づきを分かちあう時間があるとさらに自分の学びがあるのでは？

授業者：まさにその通りである。仲間との共有ができたならよかった。以後改善していきたい。

質問 筒状のモデルでは、上から落ちてきたBB弾が惰性で流れてしまうことをどう説明するか。

授業者：モデルの限界の部分である。フラットに置けば流れは生じない。速さにはそこまでこだわりはない。早い部分と遅い部分が生じるが、全体がつながっている意識が持てたらよいと考える。

質問 BB弾の流れる速さは場所によって違うのではないかと。渋滞する場所など実際の電流の粒子の流れとは異なるのではないかと？

授業者：ホースに釘が打ってあり、1か所でも渋滞して詰まると全体の流れが滞るイメージを伝える。そこで手で回し、繋がっていかないと電流は流れない。ここに豆電球代わりの水車を置き、チェーンが回ることで水車が回り、電流が流れて豆電球が点灯することをイメージでき、回路の説明にも活用できると考える。

質問 今回は「+」からBB弾が流れていたが、実際とは異なるので、言葉での補足が必要では？

質問 電子の流れと電流の流れは逆なのでBB弾を使うことで、このあとの疑問になるのでは？

授業者：その通りである。プラスから電子は流れていない。あくまでもイメージであり、ここで電子の流れを考えてしまうと間違った概念理解となる。授業では19時間目の電力量までの学習が終わった後、静電気、更にクルックス管を使って陰極線での電子の移動の向きについて学習を展開する。ここで生徒は初めて電子がマイナスからプラスへ移動するという事実を知ることとなる。本時のこの段階では電流の向きとしてはプラスからマイナスというだけで良い。最終的には、陰極線等を利用し、クルックス管を使った実験の中で電子はマイナスからプラスへ移動しており、電流が流れている正体であることが明らかになるという展開で進めている。

質問 モデルをもとにイメージを構築するため予想の幅が狭まるように感じるのでは？モデルを信じすぎて予想がたてにくい。

授業者：モデルはあくまでもイメージを持たせるために使うものである。粒子モデルはわかり易かったという生徒と混乱してしまう生徒がおり、完全にイコールでないことを授業者として押さえるべきであり、授業者の意図とは異なるものになりかねない。見極めが大切である。予想については、このモデルから離れて考えることも良いと考える。

質問 皆で大きい回路をつくる試みを考察の前に入れた理由は？

授業者：確かに考察の後でも良かったのだが、今日の測定値から、細かい数値まで測定できていたことと比較的高い数値が見られたことから、疑問を投げかける含みもあり、考察の前に急遽入れた展開とした。

授業者：生徒の中には計算がわからなくて諦めてしまう生徒がいる。そこを上手く育てていきたい。また苦手意識を少しでも軽減するためにモデルを考案したものであるなので、少しでも参考になる部分があれば是非導入いただきたい。

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

本日のモデル授業は、生徒の苦手意識の高い「電流」単元で、生徒のわからないというつまづきを解消しようとする指導法の提案と言える。共同で研究した経緯から、すこし詳しく話したい。この指導法には、大きく二つのポイントがある。

①概念的実体の把握ができず、変量間の定性的関係を把握できない

中学校理科で、生徒がつまづく大きな原因の一つが、目に見えない概念を用語として形式的に用いる際に、概念の実体がわからないために、何をしようとしているのかの意味がわからないことがある。電流単元では、電流、電圧、抵抗、電力などの目に見えない用語を使って、オームの法則性や、電力の計算式を使って、電気に関する事象を予想させたり、説明させたりする。

ネットで検索すると、オームの法則の覚え方として、丸い円の下側に I と R を、上側に V を配置した図で、どれか1つを求めるときに、残り2つの関係を図から読み取るような解説が見られる。そもそも I, R, V が何を意味していて、どうして円の上側に V で、下側に I と R なのかがわからない生徒たちにとっては、単なる暗記に過ぎない。授業の翌週には「わからない」といった声が聞こえてくる。要するに、概念が形成されないまま、記号化しても、学んだことにはならないということになる。

この問題に対して、概念的実体 (Conceptual Entity) という、概念を目に見える実在感のあるイメージ化を図り、その意味を把握させる方法がある。意味がわかった上で、用語としての「電圧」や「電流」、「抵抗」の概念を、それぞれ形式的な記号である「 V 」「 I 」「 R 」と表現させることで、概念と記号との結びつきを強める。ただし、 V ボルト、 A アンペア、 Ω オームなどが「単

位」の表現であることにも慣れさせる必要がある。本日のモデル授業では、生徒に目に見えない概念をイメージとして掴ませる様々なモデル（電流＝BB 弾の動き、電圧＝高さ、導線＝パイプ、抵抗＝水車…）が工夫されている。

② 比例的変量関係認識が低く 苦手意識を持ちやすい

「電圧」や「電流」、「抵抗」といった変化する量の間の比例関係に関する認識に、中学生は苦手意識をもちやすい。ある変数Xに比例または反比例して、別の変数Yが変化する関係は、理科では最も基本的な関係である。

例1 小学校第6学年の「てこのはたらき」

てこを時計回りに回転させるはたらきと時計と反対回りに回転させるはたらきが同じ時に水平になり、どちらかが大きい時に傾くことを実験結果から見いだす。比例という用語は用いないが、てこを回転させるはたらきは、支点からの距離と力点にはたらく力の大きさに比例して変化する関係を学習する。多くの子ども達は、「てんびんは、左右で支点からの距離と力点の重さを掛け算して同じなら、水平につりあう」という知識として暗記しようとするので、てこを回転させるはたらきがどう変化するのかについての考えをもたないまま、そのうち、計算式を忘れてしまうことになる。

例2 中学校第1学年「ばねののび」

ばねののびは力の大きさに比例するというフックの法則の学習。原点を通る直線グラフになれば「比例の関係」という知識として暗記するので、Y（ばねののび）とX（力の大きさ）との一次の関係を $Y = aX$ と表現でき、Xが1単位量変化すると、Yがa変化するという、変化量の大きさが比例定数aによって大きくなったり、小さくなったりすることがわからないままとなっている。ここでの比例定数は、「ばねののびやすさ」になっていて、比例定数が大きいと、小さな力でより長くのびることがわかる。つまり、高校で学習するフックの法則の公式（ $F = kX$ ）でのばね定数kの逆数が「ばねののびにくさ」にあたる。

例3 中学校第1学年「水溶液の濃度」

濃度（質量%）において、「質量%濃度＝溶質の質量÷（溶媒と溶質の質量の和）×100」の式を丸覚えしようとしても、質量%濃度が一定質量の溶液に溶けているある物質の質量の割合をパーセントで表したものであるという意味がわからないまま、割り算の公式として覚えようとしてわからなくなる。質量%濃度がわかっている溶液は、溶液の質量がわかれば、とけている物質の質量もわかるという関係が理解できていない。

本日の中学校第2学年の電流単元では、オームの法則として、「 $V = IR$ 」を知識として暗記しようとして、わからない生徒が多くいる。実験としては、電気抵抗Rの両端にかける電圧Vと流れる電流の大きさIが比例するVとIのグラフが描けるが、測定するIを縦軸にすると、比例定数をaとして、「 $I = aV$ 」の関係のグラフになる。比例定数aはVを1単位（ボルト）変化させると電流がa（アンペア）変化するという「電気の通しやすさ」となる。つまり、「電気の通しにくさ」である電気抵抗Rの逆数（ $1/R$ ）が比例定数となっているので、「 $V = IR$ 」のRの理解が生徒にとって難しくなる。そこで、グラフの縦軸を電圧にして、横軸を電流にして描くことで、流れる電流を1単位（アンペア）変化させると、電圧が比例定数R変化する表現となる。これにより、流れる電流が大きいほど、流すための電圧が大きくなること、および、その傾きの大きさである電気抵抗Rが大きいほど、流すための電圧が大きくなることをわかる。

こうした変化する量の間の比例関係、比例的変量関係を適切に捉え、理解させることは、公式を暗記しようとしてわからなくなる生徒を減らしていく指導方法だと考える。中学校理科で計算を伴う場面ですべて生徒はかなりの数なので、今後も関係する単元でのさらなる指導法の開発を

期待する。

(2) 中村琢岐阜大学准教授より

教材についてコメントしたい。「電流」単元は単純な内容ではあるが、概念の定着が悪く、学習者にとって難しいと感じられる単元とされている。実際に大学生に学習を進めても、この単元の理解が不十分であると感じるところでもある。原因は、電流、電圧、抵抗のイメージを具体的に持ちにくいことや、目に見えないものを扱うことに難しさを感じているからではないかと考える。小学校では電圧を扱わないという状況もあるが、どのようにイメージを持たせるかが非常に重要なテーマである。この難しさを解決する点で、本日のモデルは非常に有効なモデルだと感じた。

電圧は、ある2点間の電位の差である。電位は、ある基準点からのその地点の電圧である。本授業の中で、予想の際①から⑤の地点で電圧の値が順番に小さくなると述べた生徒がいた。電池のすぐ下流を基準点にとり、各地点までのところの2点間の電圧を考えたとと思われる。その考え方は多く生じる。この授業で扱った電圧の地点は、1点のその前後における電圧を対象としていて、これを、電圧を高さの差でイメージさせ、位置エネルギーと関連づけて考えさせており、わかり易い。今回のように2点間の高さの差がその2点間の電圧だと考えることでわかり易い。

この部分について水流モデルが良く使われるが、水の量の大小の観察は難しく、流れがある中での観察や、地点を変えてその水流を観察することは困難である。これをモデルではBB弾の観察に置き換え、流量をBB弾の数でとらえ、流れにくさを抵抗でとらえられるのは面白い。また学習者には導体(導線)には抵抗がないと一般的に思われがちであり、抵抗があると電圧が下がることもイメージしにくい。例えば豆電球にも本来抵抗があるが、電位が下がることのイメージは難しい。電池自身にも内部抵抗があり、細部のイメージも難しい。しかし、今回のモデルでは導体の長さが長いと抵抗が大きくなり、また導体自身が太くなることで抵抗が小さくなるというイメージを持ちやすいという点で、今回のモデルの活用の可能性を感じた。

また、チェーンのモデルは非常にわかり易いと感じた。電流は本来運び屋としての電子の流れになるのだが、電気信号は光の速さで伝わり、運び屋としての電子の流れはゆっくりした速度で伝わる。よくとてん方式に例えられるが、導体は、自由電子が詰まっているためにそれが次々に流れていくというイメージで、これが直感的に理解しやすいモデルだったと感じる。アナロジーであるが、目に見えないものを助ける効果的なモデルであると感じ、大変参考になった。

5 ネットワーキング(進行 小倉康埼玉大学教授)

理科教師という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)として皆様の情報共有の時間とし、共同体としての意識を高めていけたらと考える。

今回は「生徒の理科授業に臨む姿勢」をどのように指導されているか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、協働性や有用感を高める機会にしたい。

「生徒の理科授業に臨む姿勢」について、理科指導に長けた先生の授業に訪問すると、教員から細かく指示しなくても、児童生徒が自主的に動いて、理科授業がクラス全体でスムーズに進められる体制が出来ている様子を拝見することがある。これはどのように実現しているのか。ぜひご自身の工夫を共有いただきたい。

[参加者(現職教員)より]

- ・ 追究活動の際、その実験の中で子どもたち自身が見通しを持ったり振り返って再実験したりすることが可能であるように、準備をしたり声掛けをしたりして意識している。
- ・ 理科は自分も取り組んで楽しいので、その楽しさを子どもたちに伝えたい。どのようにしたら

その楽しさを伝えられるかと考えると、日常と非常につながっていることを全面に出したいと考える。最近の取り組みでは、初めに日常の出来事として一眼レフカメラを提示し、ファインダーをのぞき、それに倣って簡易カメラを皆で作ってみる取り組み。中の鏡の組み合わせ方と見え方、光の性質など、最初は子どもたちにはわからないが、これらの疑問を解決するためには何を学び、試していけば明らかにできるのかという、沢山の子どもたちの疑問・課題を拾っていくことで、カメラのしくみを明らかにできる。指導要領の本筋から外れることは好ましくないが、このように子どもたちの思考に寄り添うことによって、より日常との関わりを持ち、楽しく学べる授業研究の工夫に努めている。(←子どもたちの学ぶ意欲を引き出す工夫)

- ・「細かい指示を出さずに生徒が動く」ための方法は私自身が知りたいことである。やろうとすればするほど言葉も増えてしまい、まだ探りの状況。まず生徒が知りたいとかやりたいと思うところを理解することが大切だと感じている。本来、天体の単元は2学期の終わりに学習予定であるが、4月から星座早見表を活用し、クイズ等を出すことを試みた。この試みの成果として、ふたご座流星群の観察に授業以外で生徒たちが自ら興味を持って取り組み、報告してくれた声を聞くことができ、嬉しく思った。
- ・単元でみると授業が一つのストーリーになるとよいと考えている。子どもと事象の対話を大事すること、子ども同士の対話を大事にすること、子どもと私自身(教師)の対話を大事にすることを心掛けている。1時間の授業の中で少しでも子どもたちが自主的に動けるように、実験の開始から考察までにどのくらい時間が必要かを子どもたちに問い、子どもたちに決めさせ、問題に対して自分達で考察し、考えをまとめさせるようにその時間を確保する工夫をしている。ICTの活用により、Teams等で共有ファイルを活用し、時間内であれば追加実験も許可し、考察まで自分たちでまとめ、片付けまで子どもたちが進められるような授業の流れを作っている。
- ・授業の最初に評価基準を明らかにし、この授業で何を身に付けるべきかを明らかにする。具体的な方法は、子どもたちに毎回レポートを課し、レポートの書き方(書式)を同じにし、評価基準に則って、1年を通して進める。なぜAであったのか、なぜCであったのか?なにをどうすればAになるのかを1年を通して積み重ねていく。この積み重ねにより、考察とは何かが身に付き、言葉が整理される。言葉が整理されることで授業の中では論理立てて考えやすくなる。このような流れから一つの基準で鍛えられるようになってくると考えている。

1班だけ異なる結果になった実験をクラス全体で検証した。どこに原因があったのか、解決には至らないが検証にかなり時間をかけた。このように教科書にない思考を巡らせ、ある意味余計なことに突っ込んでいく取り組みが子どもたちの興味を掻き立て、科学的に深めていくことが子どもたちには楽しかったという声を聴くことができた。
- ・細かく説明するとか沢山言葉を伝えることは自分に準備がないと考えている。50分の授業で自分が話すのは5分程度。残りの45分は子どもたち自身で取り組んでいる。子どもたちが実験をしたいと申し出たときに、許可を出すためには、事前に試薬の確認や安全面の確保が必要であり、教員が裏側で動くことで授業では子どもたちが主体で取り組むことができると考える。どのような内容をどのように教えようとかどのようなモデルを作ろうと考えるのではなく、子どもたちの発想のためには何が必要かに注視し、準備している。子どもたちは分からないことがわかった時に楽しくなり、達成感を感じる。ある意味教えない、語らないスタイルを目指している。自分たちの生活の中で「どうして」を追究することで勝手に取り組むようになっていくと考えている。
- ・最初の授業で生徒を理科室に来た時には科学者みたいになろうと話します。言われたことをやるのは大切ではあるが、科学者は自ら知りたいことを調べていく。生徒自身が自分が主人公

だという思いを持ってもらえるように理科室での取り組みを促している。テーマはこちらで提示しても、なるべく子どもが主人公で考えられるように配慮し、取り組んでいる。

- 理科室では、あるべきところに物があるように心掛けている。生徒は理科室に最初に来た時には色々なものに興味を持つ。1度使ったものは当然元に戻すことを指導するが、次の授業では自分達で必要とするものを取れるようにすべきである。ガスバーナーを使いたいと考えるのであれば、使い方のみならず燃えさし入れが必要である等、自分たちで考えさせ、自分たちが選択できるようにしたい。そのためには、理科室が整理整頓されてなければ実現できないことなので、その点に心掛けている。また、授業者側は時間との勝負で、色々やりたいこと、やってもらいたいこともある。その中で実験の失敗や更に追究したいことができるようにしたい。そこで時間を切り詰めていく必要がある。言葉を暗唱し、書き写させることは辞めた。用語を押さえることは大切だが、いかに1時間の中で考える時間を確保するかを心掛けることに努めている。その中で生徒が新たに疑問に思ったことを追究する時間を確保したい。ノート指導もポイントを絞って進めることが大切ではないかと考える。

6 第15回「理科モデル授業オンライン研修会」の紹介 (中村琢岐阜大学准教授)

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

- ・現場で導入したいと思う教材である。（小学校10年以上20年未満・中学校10年以上20年未満）
- ・生徒にとって、モデルを示すことがとても効果的であることを実感した。数種類のモデルを利用することで、それぞれのモデルの欠点を補うことができると思った。（中学校10年以上20年未満）
- ・電流モデルの動画を授業で使いたいと思った。（小学校20年以上）
- ・内田先生の作られたモデルがどれもわかりやすく、是非ほかの単元でのモデルも学ばせて頂きたいと思った。（小学校5年未満）
- ・現場の教員研修にも取り入れたい体制、内容であると毎回感じている。（中学校10年以上20年未満）
- ・イメージづくりに有用だと本当に感じた。どこかにあの教具は売っていないだろうかと思った。（中学校10年以上20年未満）
- ・地域の先生方にも紹介しているがなかなか参加してくださらない。時間帯や拘束時間の問題があると考えられる。（小学校5年未満・学校5年未満）

質問8 ネットワーキング「理科授業に臨む姿勢を皆さんどのように指導されていますか」のプログラムについて、ご意見やご提案など

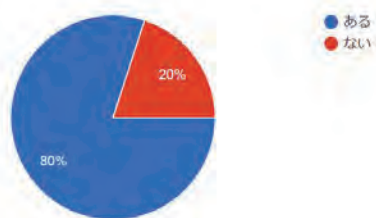
- ・事象提示から問題を作ることが大切だと感じた。（小学校5年以上10年未満・中学校5年以上10年未満）
- ・皆様の意見を参考に理科指導に生かしていきたい。（小学校10年以上20年未満・中学校10年以上20年未満）
- ・力のある先生方は、授業への熱い想いがあり、良い授業を行うための準備ができていることがわかった。（中学校10年以上20年未満）
- ・各回で学生さんや若手の先生方の疑問をあげ、双方から考えを発信することができる機会となっていると思う。これは本当に必要な時間だと感じる。（中学校10年以上20年未満）
- ・経験年数の割に良い授業経営が出来ていなくて、拙い意見で申し訳なかった。岐阜の先生方の意見まで聞けたところは参加した意義を感じた。（中学校10年以上20年未満）

質問9 上記以外で、ご意見やお気づきの点など。

- ・会場で授業を受けることが、研修の効果が最も高いと思った。（中学校10年以上20年未満）
- ・実施の時間帯がもう少し早いとよい（小学校5年以上10年未満・中学校5年以上10年未満）

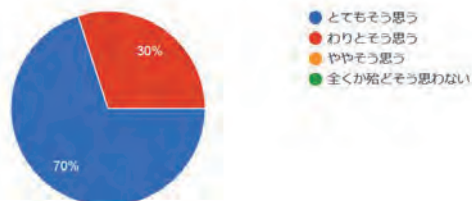
質問1 あなたは、本オンライン研修会に参加したことがありますか。

10件の回答



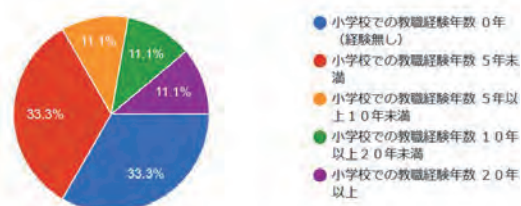
質問4 本研修会のような、勤務時間外にオンラインでの研修会を設けることは、あなたにとって助けになると思いますか。最も当てはまるものを1つ選択してください。

10件の回答



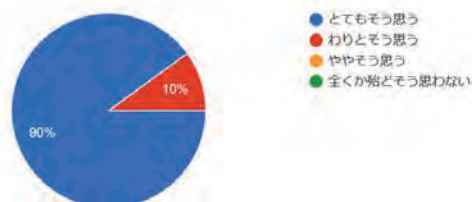
質問2 あなたについて、最も当てはまるものを1つ選択してください。
(小学校段階での教職経験)

9件の回答



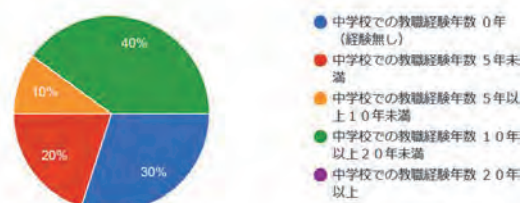
質問5 本日の研修会について、モデル授業とその後の協議は、あなたにとって参考になると思いますか。最も当てはまるものを1つ選択してください。

10件の回答



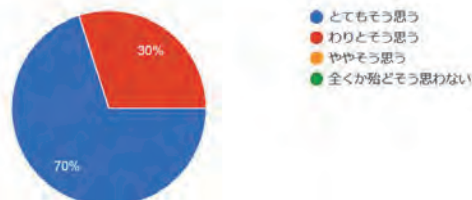
質問3 あなたについて、最も当てはまるものを1つ選択してください。
(中学校段階での教職経験)

10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。

10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

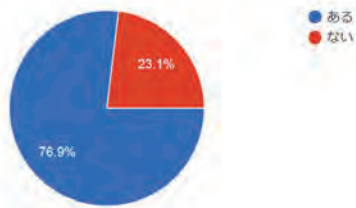
- ・実際に見てイメージをしやすいモデルを用意して授業をすることで、生徒が理解しやすくなるが、正しく理解できるように活用方法はよく考えることが大切だと学んだ。（中学校志望・経験あり）
- ・様々な先生方の指導方針や意識していることを聞くことができ、参考になる点が多々あった。また、授業者（内田先生）がどのような点を考えて授業を行っているかがわかる点がとても良いと思った。（中学校志望・経験なし）
- ・電流や電圧などの知識を獲得する際には、従来の方法であれば水路などをモデルにし、板書の上などでしか表していなかったが、電流と電圧の概念的実体を、モデルを用いることによって実物を視覚的に捉えられるようにし、生徒に正しい考え方の気付きを与えていたと思う。ただし、モデルの実物の制作時間とスペースなどを考慮しなければならないため、実際に使用しようとする、労力が必要となると感じた。（小学校志望・経験あり）
- ・特に苦手意識が強く残る電気分野を、如何に分かりやすく伝えられるか、とても勉強になった。イメージが分かりやすいだけでなく、再現性に長けている道具を使っていることも、感動した。（高校志望・経験あり）
- ・とてもわかりやすいモデルで参考になった。このような導入があれば苦手意識を持ちづらいものになると思ったので、自分も利用していきたい。（小学校志望・経験あり）
- ・電流を粒子モデルで表して学習に繋げていたのがとても良かった。見えないものを見えるように、シミュレーションではなく実物で教材を制作する意思が垣間見えた（中学校志望・経験なし）
- ・モデルを使った電流の説明がとても分かりやすく、その後の電力にもつながるような説明になっていて真似したいと感じた。（中学校志望・経験あり）
- ・真似させていただきたいモデルがたくさんあった。（小学校志望・経験あり）
- ・今回の授業では、電流の粒子モデルの概念を理解しやすく工夫されていた。また実験で変化させる値は1つに制限することや、入力変数・結果変数として表すことで、科学的な思考が初めてでもわかりやすくしてあるところが良かった。（未定・経験あり）
- ・内田先生が作成したモデルにとっても感動した。立体のモデルで実際に動かしながら観察することができるので、とてもわかりやすかった。モデルを見ながら考えることができ、実験の予想を立てやすく、理解しやすかったため、理科が苦手な生徒も楽しめるのではないかと思った。とても楽しい授業で、生徒役として参加したが、とても勉強になった。モデルの作成や活用について考えたいと思った。（小学校志望・経験あり）
- ・入力変数、結果変数という独自の言葉を用いて、子どもにもわかりやすく教えているところが良いと思った。目に見えないものを見えるようにわかりやすい教材を自作しているところもすごいと思った。モデルについては、すべての事象をモデルで表すのは難しいが、モデルを使うときにしっかり注意喚起すれば大丈夫そうだった。モデルは、予想や考察の場面で活用しやすそうだった。授業の内容はもちろん、特別授業のやり方も参考にできることが多く、とても勉強になった。（未定・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

- ・現職の先生の授業を観る機会はあまりないので、とても参考になった。(小学校志望・経験あり)
- ・本日のように現職の先生方が多く参加されると研修会が盛り上がるように感じる。しかし、対面で参加された先生が多く、対面の方が参加しやすい雰囲気があるのかもしれないと感じた。オンライン参加の場合、知らない先生方同士で協議することに抵抗があるのかもしれないと感じた。(未定・経験あり)
- ・現場で実践している授業を知る機会というのは貴重なものなので参考になることが多かった。(未定・経験あり)

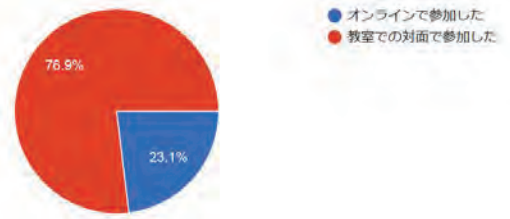
質問1 あなたは、本オンライン研修会に参加したことがありますか。(当てはまるものすべてにチェックしてください。)

13件の回答



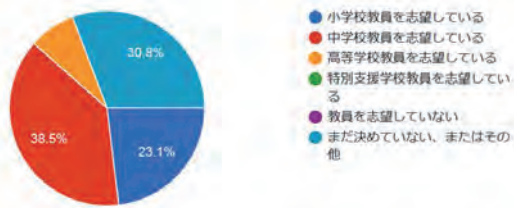
質問4 本日の研修会に、あなたはどのように参加しましたか。

13件の回答



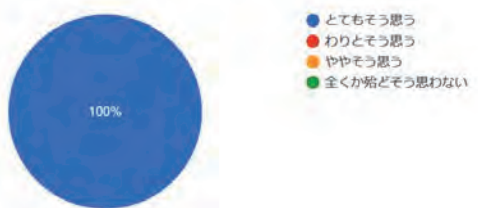
質問2 あなたについて、最も当てはまるものを1つ選択してください。

13件の回答



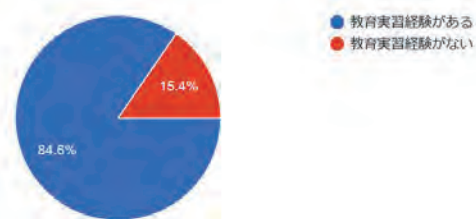
質問5 本日の研修会について、モデル授業とその後の協議は、あなたにとって参考になりましたか。最も当てはまるものを1つ選択してください。

13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。

13件の回答



(1) 学年・テーマ 中学校2学年・電流とその利用 「電圧」

(2) 授業の構想

①内容・教材

学習指導要領では、第1分野「電流とその利用」の「回路と電流・電圧」に関して以下のように記述されている。

ア 電流、磁界に関する事物・現象を日常生活や社会と関連付けながら、次のことを理解させるとともに、それらの観察、実験などに関する技能を身に付けること。

イ 電流、磁界に関する現象について、見通しをもって解決する方法を立案して観察、実験などを行い、その結果を分析して解釈し、電流と電圧、電流の働き、静電気、電流と磁界の規則性や関係性を見いだして表現すること。

(ア) 回路と電流・電圧

〈ア〉回路をつくり、回路の電流や電圧を測定する実験を行い、回路の各点を流れる電流や各部に加わる電圧についての規則性を見いだして理解すること。

小学校では、第3学年で「磁石の性質」、「電気の通り道」、第4学年で「電流の働き」、第5学年で「電流がつくる磁力」、第6学年で「電気の利用」など、電流の働きや磁石の性質について初歩的な学習をしている。しかし、「電圧」に関する内容を取り扱わないため、本単元で学習する「電圧」や「抵抗」とはどのようなものなのかを理解することは難しい。そこで、本単元では、生徒が「電圧」や「抵抗」についての概念的実体を構築してから電流とその利用についての事物・現象を扱うようするため、モデルを使って「イメージ」をもたせて考えることで内容を理解させる。ここでは、簡単な直列回路や並列回路における電流や電圧に関する規則性を、実験を通して見いださせ、回路の基本的な性質を理解させる。

②学習者の状況

理科の学習に対して意欲的に取り組む生徒が多い。一方で、自分の考えを文章で表現することや、他者に説明することを苦手とする生徒が多い。また、中学校第1学年の学習内容の「密度」の計算、「フックの法則」や「溶解度曲線」、「震源からの距離と初期微動継続時間との関係」などのグラフを作成して理解することや、計算することにつまずき、苦手意識を感じている生徒も多くいる。

③指導法

生活する中で電気はなくてはならないものであるにも関わらず、目に見えないことや感電するなどの恐怖心から、生徒にとっては理解しにくい内容である。また、「電流」、「電圧」、「抵抗」がどのようなものなのか概念的実体を構築できないまま学習を進めていくことでさらに理解することが難しくな

る。そこで、モデルを用いて「イメージ」をもたせ、実験結果を予想する場面や規則性を理解する場面で何について考えているのかを分かりやすくするための工夫を行う。このモデルは従来から用いられている流水モデルを透明なホースと BB 弾を用いて再現したものであり、実物を生徒に見せることで概念的実体を構築するねらいがある。また、授業の展開として、回路の電流や電圧の規則性を実験結果から考察する際に、2つの同じ規格の豆電球から違う規格の豆電球に変えてみるとどうなるのかを追加実験し、規則性を正しく理解させることにつなげていきたい。

④単元における本時のねらい

単元4 電流とその利用

第1次 電流と電圧 19時間

- 1 電流が流れる道筋
- 2 回路を流れる電流
- 3 回路に加わる電圧(8本時・9)
 - ・前時までに電圧計の使い方の技能を身に付けている。
 - ・本時は、電流の規則性をもとに電圧についても予想させ、直列回路に加わる電圧の規則性を、実験を通して見いださせ、理解させることがねらいである。
- 4 電圧と電流の関係
- 5 電気エネルギー

第2次 電流と磁界

第3次 静電気と電流

(3) 学習目標

★回路の各部分に加わる電圧の規則性を、実験を通して見いだして理解することができる。【知識・技能】

(4) 準備物 (班当たり)

・電圧計 ・乾電池2個 ・導線セット ・豆電球2個 (2.5V用)

(5) 授業展開

時間	段階	学習者の○活動と資質・能力	教員の発問と○指導	★評価 ○留意事項
0	課題	直列回路と並列回路の各部分に加わる電圧の関係を見つけよう。		☆結果を見通して実験を行うことができる。
3	確認	特別授業の内容を踏まえ考える。 ・入力変数＝各部分 ・結果変数＝電圧	この実験の入力変数と結果変数は何ですか。 ○実験の目的をはっきりさせるためにも、入力変数と結果変数を確認する。	

5	予想	<p>○教卓に集合し、モデル実験で確認する。</p> <p>直列回路に加わる電圧を予想する。</p> <p>○電流の決まりと関連付けて予想する。</p>	<p>○直列回路のモデルを提示する。</p> <p>直列回路に加わる電圧の関係はどうなると思いますか。</p> <p>○できるだけモデルから予想させたい。</p>	
10	実験①	<p>○直列回路をつくり、各部分の電圧を測定する。</p> <p>○測定結果をワークシートに記入する。</p>	<p>○結果を見通しながら実験を行わせる。</p> <p>○正しい回路がつれているかを確認する。</p> <p>○電圧計の誤差や各班の結果のばらつきを把握しておく。</p>	<p>○導線のみ部分は電圧計がほとんど動かないが、注意深く計測させる。</p> <p>○各班で差がつくことが予想される。</p>
18	結果	<p>○各班の結果を発表する。</p> <p>・導線部分の電圧はほぼ 0V</p>		
23	考察	<p>○直列回路では、各部分の電圧の和が、全体の電圧と等しい。</p> <p>○乾電池や豆電球がない部分の電圧は 0V である。</p> <p>実験結果から、微量であるが電圧計の針が動いた</p>	<p>乾電池や豆電球がない部分の電圧は本当に 0V でしたか。</p> <p>・針の微妙な動きを読み取っている班を称賛する。</p>	<p>☆回路の各部分に加わる電圧の規則性を、実験を通して見いだしている。</p> <p>【思考・判断・表現】</p>
30		<p>導線にも電流を流そうとするはたらきが必要だからではないか。</p>	<p>小さい値だが、導線部分にも電圧が加わっているのはなぜだろう</p>	
35	追加実験	<p>○教卓に集合し、モデル実験で確認する。</p> <p>もっと電圧が必要になるのでは。</p> <p>○各班にある導線をクラス全体で接続して 1 つの直列回路をつくる。</p>	<p>○モデル実験</p> <p>・高低差がなければ BB 弾が動かないことをもう一度確認する。</p> <p>各班の実験で、導線の長さは 30 cm ほどだが、全ての導線をつなげてみるとどうなるのかな。</p> <p>・導線 1 本分とパイプ 1 本分と考えさせる。</p>	<p>○BB 弾をアクリルパイプに入れたものを準備する。</p>

45		<p>○導線部分の電圧を測定する。</p> <p>○乾電池の電圧を測定する</p> <p>○直列回路の電圧の関係はそれぞれの電圧の和になることから考える</p> <p>・2.4Vである。</p>	<p>導線部分の電圧=0.6V</p> <p>乾電池の電圧=3.0V</p> <p>この回路で豆電球に加わる電圧の大きさは何 V だと思いますか。</p> <p>○実際に考察したことをいかして考えさせる。</p>	<p>★回路の各部分に加わる電圧の規則性を理解している。【知識・技能】</p>
48	まとめ	<p>直列回路の電圧の関係について再確認する</p>		
0 3 8 10 18 22 30	確認 実験② 発表 実験 結果 振り返り 考察 予想 仮説	<p>○教卓に集合し、モデル実験で確認する。</p> <p>○並列回路に加わる電圧の関係を予想する。</p> <p>・根拠をもとに予想する。</p> <p>○各自の予想を発表する。</p> <p>○並列回路をつくり、各部分の電圧を測定する。</p> <p>○測定結果をワークシートに記入する。</p> <p>○それぞれの結果を発表する。</p> <p>○自分の予想を振り返る。</p> <p>○並列回路では、各部分の電圧はみな同じで、それらは全体の電圧と等しい。</p> <p>○電流の考察場面を思い出して考える。</p> <p>・豆電球が同じだから電圧も同じだったのではないか。</p> <p>・違う豆電球を使用すれば電圧も変わるだろう。</p>	<p>○並列回路のモデルを提示する。</p> <p>○並列回路に加わる電圧の関係はどうなると思いますか。</p> <p>○できるだけモデルから予想させたい。</p> <p>○正しい回路がつれているかを確認する。</p> <p>○各班の結果のばらつきを把握しておく。</p> <p>○予想から、次の部分はどのようなになるのか考えながら実験するように促す。</p> <p>○実験器具はそのままの状態にしておくことを指示する。</p> <p>○予想から、次の部分はどのようなになるのか考えながら実験するように促す。</p> <p>今回の実験では2つとも同じ豆電球(2.5V用)を使っているけど、ほんとにこの考察でいいのかな。</p> <p>○考察に対して、生徒をゆさぶる。</p>	<p>☆回路の各部分に加わる電圧の規則性を、実験を通して見いだしている。</p> <p>【思考・判断・表現】</p>

35	追加 実験	○一方の豆電球を 3.8V に変えて 実験を行う。	○考察が正しかったと実証でき たことを指導する。	★回路の各部分に加 わる電圧の規則性を 理解している。 【知識・技能】 ○概念的実体をもと に理解させる。
40	結果	○各部分の電圧はみな同じで、 全体の電圧と等しい。	○モデル実験で確認する。 ・直列回路では、2カ所の水車 「抵抗」をBB弾が通過すると きの高さをイメージさせる。	
45	確認	○教卓に集合し、モデル実験で 確認する。	・並列回路では、枝分かれした が、どちらも同じ高さから落下 するイメージをもたせる。	

(6) 評価と指導の計画

評価規準 (A 基準)	B 基準	C 基準	指導の手立て
直列回路では、各部分の電 圧の和が、全体の電圧と等 しい。 乾電池や豆電球がない部分 の電圧は 0V である。	直列回路では、各部分の電 圧の和が、全体の電圧と等 しい。	直列回路の各部分の電圧と 全体の電圧の関係が分から ない。	概念的実体を構築させ、電 圧＝高低差のイメージをも たせて考えさせる。

(7) 板書計画

<p>課題 直列回路の各部分に加わる「電圧」 の関係を見つけよう。</p>	<p>考察</p> <ul style="list-style-type: none"> ●乾電池や豆電球がない区間の電圧 は・・・ ●直列回路では、各部分の電圧の和 が、全体の電圧と等しいという関係 																				
<p>予想 電圧の関係は</p> <ul style="list-style-type: none"> ・全て同じ ・③と④の和になる 	<p>結果 代表して 3 班程度</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr><td>①</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>②</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>③</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>④</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>⑤</td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	①				②				③				④				⑤			
①																					
②																					
③																					
④																					
⑤																					

〈参考文献〉

- ・文部科学省(2018)「中学校学習指導要領(平成29年告示)解説理科編」学校図書株式会社
- ・自然の探究「中学校理科2」教育出版株式会社

理科モデル授業 オンライン研修会

令和4年12月17日(土)
鴻巣市立鴻巣西中学校
主幹教諭 内田純一

問題の所在

小学校 → 中学校

理科に対する
態度の低下

観察・実験の結果を整理・分析した上で、
解釈・考察し、説明すること

資質・能力に課題

電気の単元の苦手意識

目に見えない

計算が必要

背景

中学理科の計算

密度

オームの
法則

比例

小倉(1999)により、全般的な生徒は「**比例的変量関係認識**」が低く、「**概念的実体**」が未発達で変量間の定性的関係を把握できないということが明らかとなった。

比例的変量関係認識が低い状態

重いのはどちらですか？

体積 20ml 体積 40ml
質量 30g 質量 50g

数値のみ

とりあえず40÷50をやってみるかな。30gよりは50gの方が重いよな。

○より□の方が重そうだな。

感覚的

原因

「密度」に関する
概念的実体の欠如

比例的変量関係認識が高い状態

概念的実体

1cm³の立方体にそろえて、取り出して比較する

イメージ

質量をそろえて
体積を比較する

「密度」の値
を求めて
正しく比較する

自在に
操作できる

体積をそろえて
質量を比較する

特別授業（4時間の内容）

1校時	「変わるもの(=変数)」、「値」、「関係」の理解 ※①
2校時	「入力変数(独立変数)」と「結果変数(従属変数)」の理解※②
3校時	「入力変数」と「結果変数」の設定とグラフから理解できること
4校時	「単位量当たりの大きさ」をイメージできるようにし、「3つ目の変数」を導入

※①1・2校時の内容は英国で実施されているCASEプログラムを導入
※②「入力変数」「結果変数」(笠潤平(2004)を参考)

特別授業①【変数の理解】



変数 変わるもの **値** 「変数」に対して表せるもの

● 形	正方形、三角形
● 色	赤、オレンジ
● 大きさ	大、中、小

関係 変数同士の関わり 「三角形」は「オレンジ」という**関係**があるな

変数について体験を通して学んでいく

特別授業②【入力変数と結果変数の設定】



課題 ゴムの本数を1本、2本、3本と増やしたときの、車が進んだ距離を測りなさい。

- ①実験で変化させるもの(入力変数)
「**ゴムの本数**」
- ②それに伴い結果として表れるもの(結果変数)
「**車が移動する距離**」

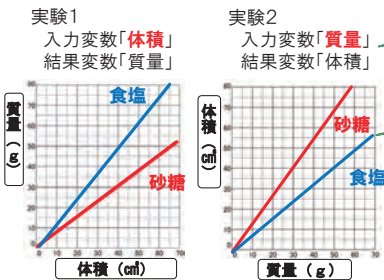
ゴムを引く長さを
変えてはいけない

正しい実験をするには、**入力変数**
以外は変化させてはいけない

他2つの実験

特別授業③【実験】

課題 食塩と砂糖はどちらが重いのか？



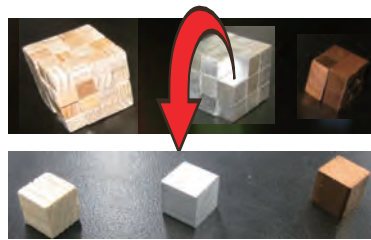
入力変数を入れ替えて
2回の実験を行う

グラフから変量間の関係
を理解

単量当たり
の大きさ
と関連づける

電圧と電流の関係を
学ぶ実験につながる

特別授業④【密度の概念的実体を構築】



密度の概念的実体を構築

単量当たり
の大きさ
の理解

計算処理

1cmの立方体にそろえて、
取り出して比較する**イメージ**



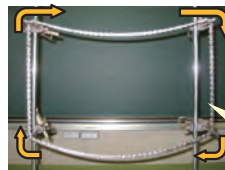
概念的実体を構築するモデル

「電流とその利用」
(19時間)



概念的実体を構築するモデル

概念的実体
⇒ **イメージ**として導入



回路 ⇒ **チェーン**

電流 ⇒ **流れる粒の量**

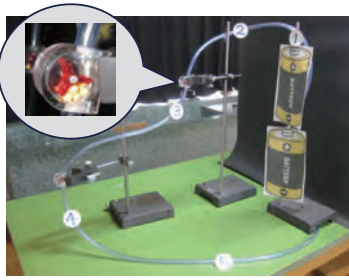


電圧 ⇒ **高低差**

豆電球 ⇒ **水車**



概念的実体を構築するモデル



予想、考察、説明、理解などの場面で活用出来る

計算処理までのサイクル 9校時「電圧と電流の関係」

従来 入力変数「電圧」
結果変数「電流」として実験

実験計画

各班で入力変数と結果変数を設定する。

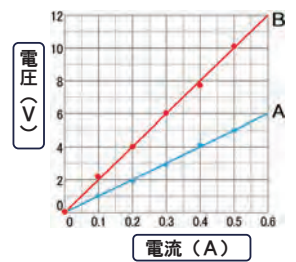
入力変数「電流」
結果変数「電圧」

グラフから変数間の関係を理解する

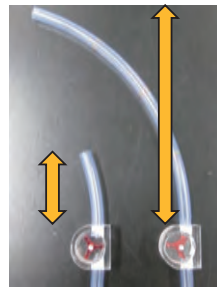
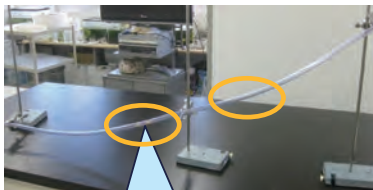
「単位量当たりの大きさ」と関連づける

「抵抗の概念を学ぶ」

実験結果のグラフ



概念的実体を構築するモデル



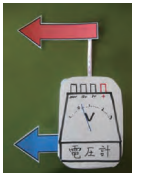
合成抵抗=渋滞

電力=水車が回る力

概念的実体を構築するモデル

単元を通して一貫した「イメージ」を使用することがポイント

重要用語	イメージ
回路	チェーン
電流	流れる粒の量
電圧	高低差
豆電球	水車
電流計	電流計の中を通過する粒の量をはかるもの
電圧計	長さをはかるもの
抵抗	クギ
合成抵抗	渋滞
電力	水車が回る力
熱量	水車がどれくらい働いたか
電力量	(何秒間回っているか)



理科の授業で大切にしていること

- ・ 生徒にとってわかる授業
- ・ 事物、現象との出会い
→ 疑問からの課題設定
- ・ 単元を見通した指導
→ 前時とのつながり
- ・ 日常生活との関連

協議の観点

本時で使用した粒子モデルは概念的実体（イメージ）を構築することができ、学習者の正しい理解につながっていたか

I - 7

第 15 回モデル授業

中学校第 2 学年

「電流の性質（電気抵抗）」

授業者

細江達三

(岐阜市立青山中学校教諭)

令和4年度 第15回「理科モデル授業オンライン研修会」概要

2023年1月21日（土）15時～18時

主会場：岐阜大学教育学部

参加30名（大学内14名、オンライン16名）{学生18名、教員12名}

1 開会

(1) 開会の挨拶（中村琢岐阜大学准教授）

新年を迎え、初めての研修会である。本年もよろしくお願ひしたい。

本研修会は、今年度第7回、通算15回目を迎える。学校現場や地域で中核的に理科教育を牽引されている教員の皆様の優れた実践を多くの皆様に見ていただき、それぞれの立場で研鑽していただき、理科の授業の実践力を高めることに役立てていただきたい。

(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：細江達三（岐阜市立青山中学校教諭）

授業：中学校第2学年「電流の性質（電気抵抗）」

（第11、12時/全17時）

(2) 授業者による事前説明

電気抵抗（オームの法則）についての学習である。

どの教科書でもよく使われている教材はセメント抵抗である。良さは、安定して結果を得ることができる点だが、どれも同じように見られ、概念がつかみにくい。今回は電熱線を用いて電気抵抗についての理解が深められるよう、展開していく。2時間で展開する授業を1時間で実施するため、予想、実験計画については省いての実施とする。

◇ 本時のねらい

・太さや長さが異なる電熱線でも同じ電流が流れる事象に興味・関心をもち、電熱線の太さや長さ、種類等によって流れる電流の大きさが変わる見通しのもと、それを探究する実験計画を立てることができる。（11時）〔思考力・判断力・表現力等〕

・計画をもとに実験を行い、測定値をグラフ化し、結果を分析して解釈することで、異なる条件の電熱線でも電圧と電流が比例関係であるが、「電流の流れにくさ」が違うことを見いだして理解することができる。（12時）〔思考力・判断力・表現力等〕

(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

考える時間が少なかった。粒子モデルなどを用いて、机間指導をしながら並列回路についても考えを深めることができたのではと考えるが、今回は十分な時間はとれなかった。

問題を焦点化し見通しをもち、課題をつかみ、事実をつかみ、事実を基に考察をするという、いかに見直し振り返りながら探究し続けるかを大切にしている。そのため、どのように指導計画を立て、進めるかを研究課題として進めてきた。積み重ねていくことで生徒の科学的な探究力が身に付くと考え、このことを常に頭に置いて進めている。

[1] 指導計画

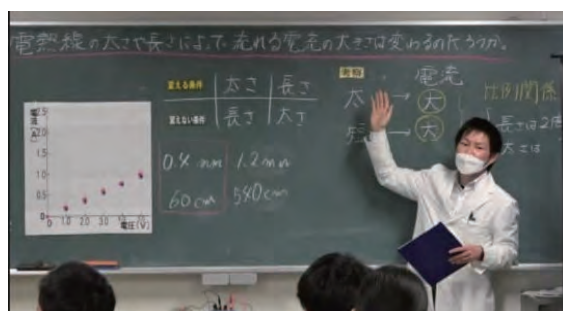


図1 実験結果の考察場面

①学習前の生徒の実態の把握

小学校でどのような電流の学習をしてきたかを知るために既習事項を把握する。必要に応じてレディネステストを活用し、内容がどの程度身に付いているのか把握する。これらをもとに学習、指導の系統性を踏まえた指導計画を立てる。

②生徒に発揮させたい姿・・・指導のビジョンをどう持つか

数値化、グラフ化、モデル化できるように単元の中でどのように教材を散りばめるかというプランを持つことが大切であり、生徒が自ら「良さ」を実感し、自ら活用していくビジョンを描くことを大切にしている。

[2] 学習過程について

①学習意欲がわくように、事象提示により問題を焦点化する。

②教材研究が大切。

研究授業の際は4～5つの教科書を比較し、検討する。一番わかり易い教材・教具を用いる。

- ・正確なデータを得るために、より誤差が小さくなるような教材の工夫をする。
- ・グラフ化した際、一つのグラフにデータがすべて収まるように、そして比較・検討が可能な設定を工夫する。
- ・操作性は安全面を踏まえての自由度を吟味する。

見通しと振り返りを常に繰り返し、学びが止まらないような学習過程を工夫している。

[3] 指導・援助について いかに関の学びを充実させるか

対象とする子(例:事実を正確に捉えていない)の実態に合わせて、目的(例:事実の整理、条件制御の確認、関連する既習内容の明確化)をもった方向付け(「～を使って記録するといいよ」「～するとどうなった。」等)を行う。

○授業改善の視点

主体的・対話的で深い学びの実践により、生徒が「こういうのが科学的に探究することなんだ。次も・・・」と、探究の良さを自覚できるように努める。

生徒に良さやその意味を伝えるとは、学習の高まりと問題解決の過程との関係において、ある時に、ある要因や仲間の意見により、学習の高まりが急に大きくなる時がある。そこを価値づけることが大切である。ではどういうところで高められるかは、予想や実験の場がある。

例:イオンの授業「塩化ナトリウムを水に溶かすと電流は流れるだろうか？」

予想:塩化ナトリウムも精製水にも電流は流れない。

授業者:濃度にも着目させて指導したい。そこで、子どもの予想「量を変えると、つまり濃度によって電流の流れが変わるのか?」を取り上げておく。そのためには机間指導で生徒のノートに着目しておく必要がある。これを取り上げることで、その後の実験の内容や質が変わる。(溶液の%を変え、電流の大きさを比較する)

価値づけ:「このようなことが導くことができたのは、〇〇さんの予想で実験が充実できたのだね。」

科学的な探究とは、実証性(実際に)、再現性(何度やっても)、客観性(誰がやっても)を満たしていくものであると伝える。子どもたちの理解度やスピードが多様であるので、「〇分までに、考察を仕上げよう。」と声掛けをすることで、個々に応じた実験や考察の場が与えられることとなる。

生徒によさ、意味を伝える

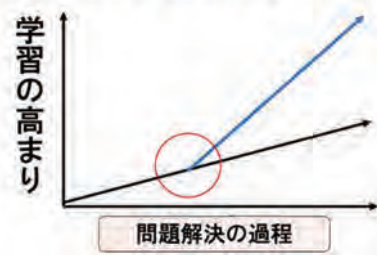


図2 授業後解説より

仲間と比べると考えが深まる。限られた時間の中で

- ・沢山の事実を見つける。
- ・共有し合い、探究し続ける。

「ちがいは考えるチャンスとなり、子どもたちの探究のきっかけとなる。本来であれば「電流が流れる水溶液と流れない水溶液を理解する」授業内容であるが、「 $+ \alpha$ 」として「流れる水溶液の中でも流れやすさが違う。泡が出ている表面積が多いと、より多くの電流が流れる」と導き、学習の高まりの瞬間となる。また、「予想を共有したから・・・、〇さんの考えのおかげで、違いに着目したから・・・等」とその都度「良さ」を自覚させ、価値づけることを繰り返すことで、子どもたち自らがこのサイクルを実践できるようになる。これらを進めるためには指導計画→学習過程→指導・援助のプロセスを大切にすべきと考える。

○青山中が取り組んでいること 「青山中シラバス」の作成。主体的に取り組む態度を育てるために、シラバスを活用している。単元を貫く課題設定を行い、それに対する自分の考えをまとめ、自己評価を行う。取り組みで、教科書にはない深い探究が生まれるようになった。

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。

「学習者は、電熱線の形状により電流の流れやすさに違いがあることを、実験を通して捉えられたか。」

- ・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

- ・協議の視点は実験の中で捉えられていた。
- ・電熱線の太さや長さを子どもたちが自由に条件設定できた点が良かった。この自由度があるのでグループの中で意見交換ができ、さらに他のグループとの意見交換ができ、深い学びにつながると思う。また、初めに太くて長さが長いものを提示することで、ある意味枠組みを与えることになるが、その中においてどのような変化が見られるのかを子どもたちが主体的にとりくむことができた点も良かった。
- ・様々な実験で多くの情報源から考察につなげることができる展開だと感じる。
- ・電流の流れやすさを調べるのか、電流の大きさを調べるのか、難しかった。
- ・実験時間が多く確保され、楽しそうに実験している様子が見られた。
- ・子どもたちが何を考えたいのかを主体的に考えさせる授業になっていたことで、考えることが好きになりそうな授業だと感じた。
- ・考察の際、太さと長さについて、聴いている側にとってはどちらについて述べているかわかりにくかった。
- ・条件制御のレベルが高い。
- ・回路の中で見る視点がはっきりしており、目的を持って実験に取り組み、生徒も考えやすい教材になっていたのではないかと感じた。

○指導法

- ・考え方の違いに価値が置かれていた。他と異なる考えを述べることを恐れない雰囲気が出てきた点良かったと感じた。これによって実験結果から論理立てて考えられるきっかけになっていた。
- ・班で実験を行うことにより、理解がより深まると感じる。
- ・自分の班と他の班の結果を知ることができることで、探究への興味が高まるのでは？と感じた、
- ・先生の事前準備が授業に活かされている。
- ・教科書にない内容を扱うことで、生徒の興味・関心を高めることに繋がっているのではないかと感じた。

○教材・教具

- ・シールで結果を示したり、黒板の整理の仕方であったり、見てすぐに分かりやすい工夫がなされていた。
- ・自分で実験を選んで行ったり、自分で視覚的に探究したりすることができることによって、その後の考察に繋がり、理解が深められるような教材が一つ示されていた。
- ・結果の数値のグラフがとてもきれいに出ていて、その実験が正しいのかがわかり易くなっていた。
- ・グラフでは色の違いによって太さや長さを捉えることが難しいのではと感じた。
- ・ワークシートも是非見てみたいと感じた。

○その他

- ・テーマについて良く理解できていたと思う。
- ・自分の意欲で実験できる。

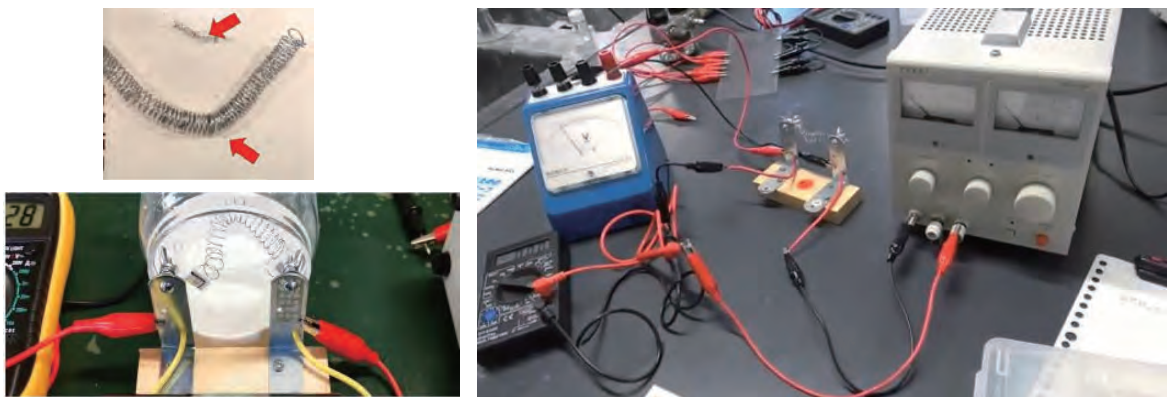


図3 教材(左 電熱線 右 測定セット)

<質問・課題>

質問 「太さと電流」、「長さ」と電流」において比例や反比例の関係など、中学生の中で具体的に出てきた考え方や気づきや考察はどの位のレベルで出されたのか知りたい。

質問 生徒に授業を行った時にも、2倍といった数値化した考え方は生徒の方から出されるのか？

質問 子どもたちから定量的な細かい数値が出てくるのか？定性的な内容も是非見て観たい。

授業者：比例関係についての考察や、「きっと、もっと太かったらもっと電流が流れて危険」など推論。モデルにて学習してきたので、太い方が多く流れる、流れにくさを水流にて考えて述べる生徒や $Y=aX$ に式化して考察する生徒もいた。ただ断面積が9倍になっていると考えた子は時間内にはいない。興味のある子が次の時間までに考えてきて授業の中で発表してくれた例もあった。

質問 一つのグラフに複数の線が示されていた。このようなグラフの解釈を授業中に考察につなげるのは難しいのではないかと感じた。グラフの解釈から考察は他公立中学校でもすぐにできるのか？

授業者：今授業するのであれば ICT を活用して、全員が手元でグラフを見られるように共有する。グラフを見る力をつけるには、中学校第1学年のばねの伸びの単元でじっくり丁寧に学習している。そこで1つのグラフに2種の数値を入れたり、このような推論を進めるなどの指導をする。これを踏まえて単元の始めに実態を踏まえつつ進める。前時でも使っているので、そこまで抵抗が大きいとは思えない。

質問 子どもにとって、どれだけ電熱線の長さや太さに注目しているのだろう？と、自分の実践を通して感じた。細い方が電流が流れにくいという点は、子どもにとっては意外とイメージしにくく、太い方が強く抵抗が大きいというイメージを持っていることが多く見受けられる。条件制御を扱う中で、とてもレベルの高い課題だと感じた。他公立中学校でこのような取組をした際の様子を伺いたい。

授業者：「電流が大きいと流れにくいイメージ」だが、子どもたちの実態では太いと流れやすいと感じている。進めていてそこまで難しいとは考えていない。だが同時に2つのことを進めるので、その点が難しいかもしれない。通常では太さの変数を横軸にとり、その電流量を問うている場合が多いが、今回敢えて電圧を横軸にとってるのは、この単元においては比例関係においてどのような変化が得られるかを考えさせたかった。そのような意味では難しかったかもしれない。

質問 最初に着目する点（長ささと太さ）が提示されているため、向かう方向性（視点）が主体的ではない。長ささと太さという視点を生徒に見付けさせた方が面白いのではないか。

授業者：考察のしやすさに着目し、今回は長ささと太さについての視点を提示した。違いについては子どもたちからは材質や巻き数についての言及が考えられる。ポイントは比例関係の中で、ものによって流れにくさが異なることを捉えられれば良いと考える。事象提示において、予め巻き数を変えたり、鉄クロム（異なる素材）を用意しておいたりして、子どもたちの着眼点によって対応できるように準備している。

質問 情報量が多すぎることで苦手意識が高まってしまうこともあるのではないか？

授業者：その通りだと感じる。しかし最近では、できるだけ多くの情報を与え、個の能力に応じて支援し、その子の学びが成立するかに重点を置いている。

質問 生徒から考えや意見が出にくい時に、どのような支援が行えるのだろうか？

授業者：実験結果がしっかり出なかった子には、その子に応じた声掛けを多くしている。なかなか考察が出ない子には、まず課題に立ち返るよう指導する。今回の例では、まず「変わるか」、「変わらないか」を書けばよい。（そのような問いかけとなっている。）

質問 電圧計をテスターとして使う理由を知りたい。

授業者：技術科でテスターを使っており、電流計を使うよりテスターの方が数値が安定し、将来的にも日常での利用が高いと考え、敢えて使った。それまでに電流計の使い方も勿論徹底的に学習する。

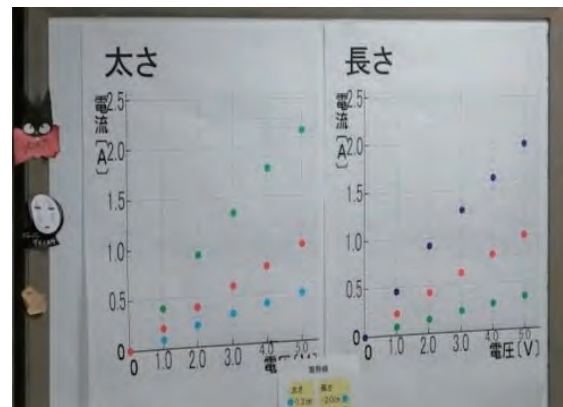


図 4 電熱線の太さと長さの違いによる電流の変化

質問 事前講義において最初にヒューズに対する説明の際に子どもたちから出た意見やその際の流れを知りたい。

授業者：単元の導入では、理科室で電気を沢山使用し、ヒューズを飛ばすという事象提示をする。その時の記録によれば（毎時間板書を含めた記録を写真に撮り残している）、モデルでヒューズに電流がぎゅうぎゅうに詰まっていく様子やそこに電気の圧力がかかるという記述。切れることで家電を守っている、送る電子の量を調節しているのでは？技術で発電所の学習から意見を出したり、電気や熱の関係を述べたりした子どももいた。

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

教材研究を深く、細かくしている点に特に強く感銘を受けた。確かな実験的な事実を踏まえ、物理概念の定着に向けた議論ができるという授業であったと感じる。

学習者には、金属には抵抗がないのではないかと、また電流が流れやすいのでは？という概念を抱く子どもがいる。実際は、導線の形状（太さや長さ）によって抵抗の値が変わる点が重要であり、その点に驚きを感じることも大切だと考える。最初にセメント抵抗を示す例が挙げられたが、ここでは中身はわからない。抵抗は電流を流しにくくするものだと考えると、中がセメントで固められていることにより、電流が流れにくくなるのでは？と子どもたちは考える。中には形状が異なるものが入っており、そこが見えないために思考が深まらないと考えがちだが、ここで授業者は形状が異なるものを用意し、確かな概念の議論が進められるような教材の工夫をしていた。

また、グラフが直線上にプロットされることで長さについてわかり易く、面積についても子どもたちに気付くことができるようなしかけがあった。このことは、データが綺麗にとれているからこそ、そのような気づきに繋がると考えられる。聞いてみると、実際には授業者が電熱線の一つずつ巻いて作成・準備しており、生徒が一人ずつ実験で試せるように、膨大な数の教材を手作りし、準備されていることがわかった。端子においても一つ一つ手作りされ、準備されている。端子はネジを締め込むように圧着させることで、データのばらつきを押さえる工夫がなされ、このような教材研究が大変素晴らしいと感じた。例えば、鉄クロムを使えるような準備を進め、探究の良さやモチベーションを維持しつつ「探究とは何か」を示し、その学びが止まらぬような工夫を伝えていく。シラバスにおいても、科学的思考力を育成する確かな学習を積み重ねていくように構成され、大変感銘を受けた。

今日学習した内容は、送電線がどのように、どのような太さになっているのかや、豆電球の光る細い部分の例など、日常的な例に繋がっていくという点でも素晴らしい授業だと感じた。

(2) 小倉康埼玉大学教授より

中学校の第2学年の電気単元は、生徒がわからない、苦手だとする代表的な単元である。本日の授業は、「電気抵抗」の性質について、セメント抵抗器ではなく電熱線を用いて、電熱線の太さと長さという2つの条件を変化させたとき、回路を流れる電流の大きさがどう変化するかを、粒子モデルや水流モデルを用いながら予想させ、条件制御した実験を計画させ、見通しをもって探究させるものであった。生徒の科学的に探究する基礎となる資質・能力を育むとともに、実験結果をグラフを用いて分析・考察し、クラス全体で対話的に結論を導くことで、生徒の論理的な思考力をはたらかせ、電熱線の電気抵抗の性質について深い理解を導くものであった。今の学習指導要領が求めている科学的な探究過程に沿って生徒の科学的な資質能力を高める授業づくりだと感じた。また電熱線は延ばすと長いものなので、透明チューブに収める教材化の工夫も見られた。

今日の議論にもあったが、電熱線の太さと長さという2つの変数を変化させた実験結果を表し

たグラフの読み取りは、生徒によっては苦手となることから、指導案でも個に応じた指導援助に留意されていると読んだ。授業後の解説からも、生徒間で考えを比べさせて理解を深めたり、単元を通して理解の深まりを確認したりするなど、丁寧な指導に努めておられることがわかった。ある程度難易度の高い課題を乗り越えることによって、子どもたちも思考力を高めるチャンスを得られることになるので、壁を越えさせるためのサポートは重要な指導の要素だと感じる。

電熱線の太さの違いによる電流の流れやすさ、発熱のしやすさについては、小学校の前学習指導要領で扱われていたが、現行では扱いが無くなった。発泡スチロールカッターを使って、電気発熱エネルギーを発生させて利用できることに触れる程度の扱いに止まっている。

一方、金属線の電気抵抗率は、高校物理基礎の内容であり、金属の種類と線の長さや太さ（断面積）によって変化することを学ぶ。中学校では、金属線には電気抵抗があること、金属の種類によって抵抗値が変わることを学習することとしている。しかし、電気抵抗はどのようなもので、なぜ電気を通しにくくできたり、電熱線で発熱したりできるのかについては、学ぶことが位置付けられていない。そのため、電熱線或いは抵抗器というブラックボックスを使うことに止まっている。今日の授業で学習したことは、その電熱線の性質の更なる理解に繋がり、日常生活で利用しているヘアドライヤーの仕組みが分かるという良さが実感できるものと思われる。

本日の授業は、2時間を1時間に短縮していただいたため、生徒の学習意欲ないし主体的な解決意欲を高めるためにどのような手立てを講じておられるのかは十分見ることができなかった。もしかすると、そもそも電気の学習に苦手意識をもつ生徒の中には、どうして電気抵抗の性質を学習するのかに意義を見いだせない子がいるかもしれない。そういった生徒をこの学習に動機づけるには、ヘアドライヤーのような実生活と関連付けることも一つの方策かと考える。ただし、電気抵抗の性質を本日のように科学的に探究していく過程で、生徒全員が知的好奇心を高め、探究の面白さを実感できるとすると、必ずしも学習への動機づけが重要な観点とは言えないと思われる。

終わりに指導案に添付の単元展開がとても工夫されていると感じた。

単元を通じて、生徒に身につけさせる資質・能力を、単元計画で明確に位置付け、「学びが止まらない授業展開」と、各時間で重点を置く学ぶ姿を位置づけていることが素晴らしい工夫だと感じた。「生徒に発揮させたい姿」として、A 生活経験を根拠にして考える、B 既習内容を根拠にして考える。C 数値化、グラフ化等、量的・関係的な視点で捉える、D 目に見えない事実をモデルを使って考える、E 見通しをもって探求しようとする、F 他の結果と比べたり繰り返し実験をしたりして探究し続ける、を特に意図して単元を展開することで、そのような学びの姿勢が「探究的な学習のよさ」として、生徒に身につけていくことと思われる。こうした単元設計が、限られた授業時間の中で、豊かな資質・能力を育むために有効なカリキュラムマネジメントになっていると思われる。

5 ネットワーキング（進行 小倉康埼玉大学教授）

進行役 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。「理科授業で生徒の対話力を高める工夫」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。児童生徒の言語力やコミュニケーション力を高めることは、理科においても重要な資質・能力の育成目標である。言語以外に表やグラフ、図なども含む科学的な表現を用いながら、正確かつ客観的・論理的に、書けること、話せること、聞けること、読みとれることは、義務教育を終える中学校第3学年の段階の生徒でも、容易でないことと考える。生徒に発表させ

る際や、生徒間や生徒と教師間で対話する際の生徒の発言、実験プリントやノートに記述された生徒の表現などを指導することは、生徒の対話力、ひいては科学的表現力を高める機会になると思われる。そこで、どのように子どもたちの対話や言語表現の質を高めようとしているかを話していただいて状況を共有できればと考える。

- ・生徒の実態に応じて活用するものを決めている。グラフは単純なものであれば自分で作ることが可能である。皆で共通のものを使えば考え易くなり、難しい内容の時ほど共通のものを使うようにしている。結果の共有の仕方にこだわっている点は、言葉だけだと相手に伝わりにくい、きっかけとなる情報があれば考えやすくなる点である。全体の結果として全体に共有することで、それを基に仲間と対話しやすくなる。そのきっかけづくりのための表の整理や結果の集約に配慮している。そのクラスやその子に応じ、更に実態に応じて行っている。
- ・対話の時に注目するポイント。自分の考えを発することは子どもにとって難しいと考えている。自分で思っていることを発するより、他者が言ったことに対して、それを自分の中で整理し、対話が進むことの方が、子どもの中ではスムーズに進められるのではないかと考える。対話の意味を改めて実感している。自分の考えは自分がベストだと思うが、一方で他者の考えは自分の考えと比較しながら思考が進められる中で、結果として他者の考えとの比較を通して自分の考えと一緒にアウトプットするものである、と実践を通じて感じることである。従って、急に「さあ、自分の考えを言ってください。」と言われても、ハードルがあると考える。この点に意識して取り組んでいる。

進行役：対話の機会を持つことで、他者の発言や考え方を自分の中で解釈していく、そのような場面が自分自身の発言力や対話力を高めることであり、その方がやり易い子どももいると考える。自分自身を自己評価し、メタ認知しながら、自分自身をコントロールすることは、かなり高度な能力であり、それを適切に表現するにはかなり時間をかけて準備して話す必要がある。他者との対話をできるだけ設けることが結果的にその子の言語力を高めることは結果的に授業の中での実施しやすく、効果的な方策と考える。

- ・子どもたちに話の和敬にこだわるのが大切だと、こだわった時期もあった。今は、何を学んでいきたいのか、或いはどういう目的のためにどのような実験をすべきか等、話し合いの中で自己決定していけるよう心掛ける点を大切にしている。同じ考えを持っていると考えを共有しやすいが、時には広い考えや違う考えを理解することも大切にするよう指導を心掛けている。

進行役：表現するときに形から入ることも大切かと思うが、表現することが理解できるか？そのようなことが形ばかりが目立つ取り組みではなく、本当に話したいことが対話の中で相手に繋がるのが大切だと考える。

- ・発達段階が上がるにつれて発言が減っていると感じている。その分、話す内容や質が高まっていると感じる。いかに話せるようにするか、話しやすい雰囲気づくり等の授業のベースづくりが大切と考える。具体的には、単純な意見交換やアドバイスタイムを設けたり、発言が苦手な子のために、付箋のメモを渡し合ってみたり、ワークシートのわきにコメントを貰えるスペースづくりをしたり、ワークシートの交換をしてみる等の工夫に取り組んでいる。発言の対話力以外にもコメントでの対話力も含め、いかに話しやすい雰囲気づくりをするかに気を付けている。

司会者：日本では特に大人しく静かに耳を傾けるのが文化的に良い子だとする価値観を持つという背景がある。海外の授業では、発言が活発になり、内容に仕分けをしたり、流れを仕切ったりする必要があるほど活発で、授業が止まってしまうかねない。疑問に思ったらすぐに手を挙げたり発言したりする積極的な態度がより一般的である例が知られる。日本の中学校ではもっ

たいないことで、授業としては活発な対話により、より豊かな内容を身に付けられるより効果的な学習環境となることが考えられる。このような雰囲気作りは特に大切である。

どうして話せないかという、間違うのが恥ずかしい、目立ちたくない、消極的な判断であり、多くの生徒にみられるからだと思う。間違うことを恐れないことは新たなことを考える時にはとても大切である。中学校第1学年からどんどん話せるクラス経営を実践し、中学校第3学年でも活発な対話力を維持できることが「普通」になるよう、子どもたちを導くことを大切にしたいものである。

- 理科の授業の最初にクイズを出し、その解答について意見交換をし、挙手をさせたりしながら、導入での会話の機会とした。導入実験をするときには子どものつぶやきを拾い、子どもたちで意見交換をして、対話リレーをすることで、意見を聞き出すようにしていた。発表の結果を班で言ってもらう際には、意見があれば挙手を求め、発表を求めている。大切なのはクラス担任であれば、クラスの耕し（間違っても笑わない、発表しやすい雰囲気づくり）ができるが、理科専科だと担任ではないクラスは授業でしか接点がない。言い易い雰囲気や間違っても馬鹿にされないクラスづくりに努め、他の担任にも（道徳の授業等も活用）意見を言えるようなクラスづくりのお願いをした。
- 学年が上がっていくと書けるが話すことは難しいと感じる。書いたことを実際に言葉にして話した際、相手によって伝え方が変わる。理科であれば妥当であったと確かめることが可能である。理科であれば自分で事実を見て欲しいと思っている。自分の目で確かめたことが自分の結果であるので、自分の言葉で表現する力は自分の中では課題である。
- 1つは雰囲気づくりを大切にしている。反応の部分大切にしており、仲間からの反応で否定されることが足かせになる場合もあるので、和敬にこだわる点もある。対話する必然性が無ければ対話が生まれにくい。単元の中に対話が必要になるところを位置づけることも、また大切にしている。

6 第16回「理科モデル授業オンライン研修会」の紹介（小倉康埼玉大学教授）

7 閉会の挨拶

令和4年度 第7回（第15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

- ・良い教材を見せていただいた。(中学校10年以上20年未満)
- ・細かな準備をされながら、毎日努力されているのは、とても頼もしいと思った。(中学校10年以上20年未満・中学校20年以上)

質問8 ネットワーキング「理科授業で生徒の対話力を高める工夫」のプログラムについて、ご意見やご提案など

- ・学生さんにとっては、すぐに直面することなので、参考になる部分があるかもしれないと思う。今の私にとってもとても参考になった。(中学校10年以上20年未満・中学校20年以上)

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)

1件の回答



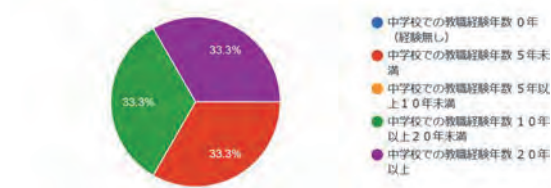
質問5 本日の研修会について、モデル授業とその後の協議は、あなたにとって参考になると感じますか。最も当てはまるものを1つ選択してください。

3件の回答



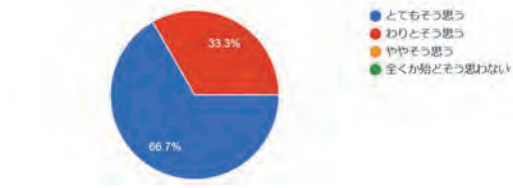
質問3 あなたについて、最も当てはまるものを1つ選択してください。
(中学校段階での教職経験)

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



令和4年度 第7回（第15回）「理科モデル授業オンライン研修会」アンケート結果〔学生〕

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

・子どもたち自身が疑問に思ったことを調べられるようにするためには、今回のモデル授業のように教師が入念な事前準備をしておくことが必要なのだと思った。より深い学びにするために主体的な実験やグループ間での情報共有などが有効に用いられていると感じた。一方で、苦手意識のある子どもたちの意識を強めないために、事前に電流の概念モデルが形成されているとさらに理解が進むものになると思った。中学校で、授業内でシラバスを用いて学ぶ内容を具体化している様子は初めて見たので、振り返りや学びの過程が可視化されてとてもいいと思った。（未定・経験あり）

・見やすい板書やグラフなど、学ぶことができた。そのほかにも、たくさんのことを学ぶことができた。（小学校志望・経験あり）

・生徒それぞれのもつ考えの違いに価値付けをすること、その中で、生徒が探究へのよさを自覚することで、探究的な学びが期待されると学んだ。（小学校志望・経験あり）

・自分が中学生のときに、色々な条件の実験器具が用意されていて、自由に実験できるという授業を受けたことがないので、新鮮で、楽しく学ぶことができた。（中学校志望・経験あり）

・細江先生の板書や結果、また授業についての解説がとてもわかりやすく、参考になった。授業中の細江先生の説明がとても噛み砕かれていて実験がしやすくなっていると思った。自分の意見を言いやすい環境があるのがとても良く、このような環境で授業を受けたかったと思った。（小学校志望・経験あり）

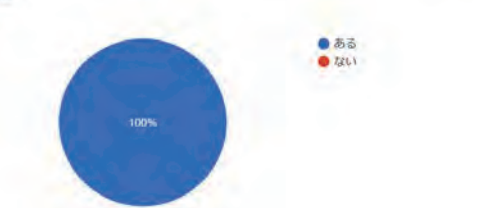
質問7 本日の研修会で感じたこと、気づきや要望など

・協議における共通の観点を授業の前に提示していただくと、その視点をもって授業を見ることができると感じた。（中学校志望・経験あり）

・もっと教員の方も参加してもらえる事でいい研修会になると感じた。（小学校志望・経験あり）

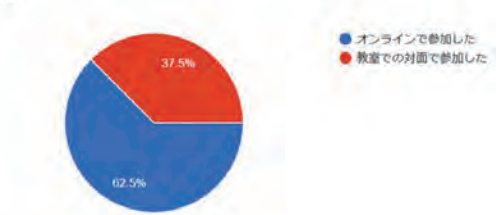
質問1 あなたは、本オンライン研修会に参加したことがありますか。(当てはまるものすべてにチェックしてください。)

8件の回答



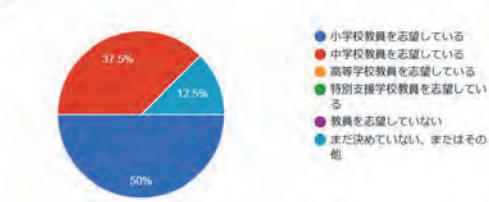
質問4 本日の研修会に、あなたはどのように参加しましたか。

8件の回答



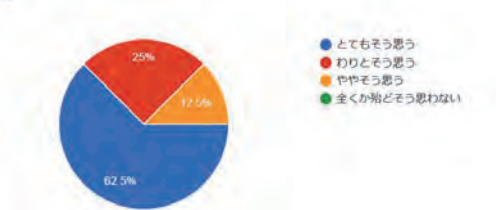
質問2 あなたについて、最も当てはまるものを1つ選択してください。

8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。

8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。

8件の回答



授業提案 電熱線を用いた「抵抗」を学ぶ学習

青山中学校 細江 達三

1 単元名

電気の世界 第2章 電流の性質 (第11, 12時/全17時)

2 本時について

本単元の内容と教科書の構成を考え、本時に関わる育成すべき資質・能力を次のように示す。

第1分野 「電流とその利用」

ア 電流に関する事物・現象を日常生活や社会と関連付けながら、次のことを理解するとともに、それらの観察、実験などに関する技能を身に付けること。

イ 電流に関する現象について、見通しをもって解決する方法を立案して観察、実験などを行い、その結果を分析して解釈し、電流と電圧や電流の働きの規則性や関係性を見いだして表現すること。

(ア) ① 電流・電圧と抵抗

金属線に加わる電圧と電流を測定する実験を行い、電圧と電流の関係を見いだして理解するとともに、金属線には抵抗があることを理解すること。

内容の取扱い

「電気抵抗」については、物質の種類によって抵抗の値が異なることを扱うこと。また、二つの抵抗をつなぐ場合の合成抵抗にも触れること。

3 本時のポイント

① 事象提示

写真の左の電熱線(細く、短い)に比べて、右の電熱線(太く、長い)の電圧と電流の関係がどうなるか問う。見た目が異なる電熱線の流れる電流量が異なるだろうという生徒の考えとは違い、電圧と電流の関係が同じになる事象を観て、電熱線の太さや長さによって電流の流れる量が変わるかどうかが疑問をもたせ、課題化する。



② 教材・教具

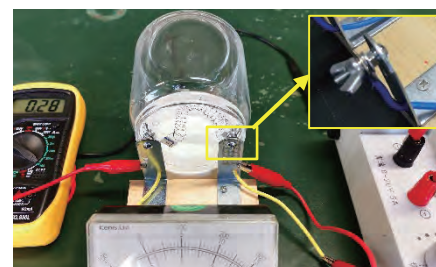
電圧と電流が比例関係(オームの法則)であることが成り立つ中で、電熱線の長さや太さ等の条件によって抵抗が違ふことを、表やグラフに整理した事実を捉えることができ、またその要因をモデル等で表現して考察できる教材・教具を作成した。この時、次の点を改善する方向で検討した。

- ・誤差を小さくし、より正確なデータが得られるようにすること
- ・グラフ化したときに、比較・検討できる範囲の電熱線の条件(太さ、長さ等)であること
- ・生徒の操作性や安全面に考慮した電熱線の条件(太さ、長さ等)や教具にすること

予備実験のはじめとして、最も扱いやすい太さである0.4mmの電熱線の電流量を実測した。ここで、120cmでおよそ10Ωであることが分かり、このデータを基準とし、断面積等の関係を基に、理想データを作成、そのデータをもとに実測。これを繰り返して、扱う電熱線の条件を次のように明らかにした。

太さ (mm)	0.2,	0.3,	0.4,	0.5,	0.6,
長さ (cm)	20,	30,	60,	120,	180

また、電熱線を接続する器具も工夫し、接続抵抗をより小さくすることで、誤差を生まれにくくした。さらに、操作性や技術科との関連を図り、電流計のかわりにテスターを用いる教材・教具にした(右図)。



③ 結果・考察

結果は、実験をしながらICTなどを活用して瞬時に共有する。それを参考に、再実験や考察に生かせるようにする。考察は、グラフ化したデータから、太いと電流が流れやすい。短いと電流が流れやすい。ということをつまめるだけでなく、これまで思考のツールとして活用してきた粒子モデルや流水モデルを使って考えることで、より抵抗についての探究を深めることができるようにする。

また、事象提示で示した2つの電熱線の関係についても、「細くて流れにくいけど、短くて流れやすい」「太くて流れやすいけど、長くて流れにくい」という関係をもとに、だからちょうど同じ流れやすさになったんだ。と捉えることができるようにする。

4 今回の模擬授業では、

2時間で仕込む授業を1時間で実施するため、予想、実験計画については省いて実施する。

◇ 本時のねらい（11，12／17時）

- ・太さや長さが異なる電熱線でも同じ電流が流れる事象に興味・関心をもち、電熱線の太さや長さ、種類等によって流れる電流の大きさが変わる見通しのもと、それを探究する実験計画を立てることができる。（11時）
- ・計画をもとに実験を行い、測定値をグラフ化し、結果を分析して解釈することで、異なる条件の電熱線でも電圧と電流が比例関係であるが、「電流の流れにくさ」が違うことを見いだして理解することができる。（12時）

◇ 本時の展開

学習活動	指導・支援 及び 評価規準
<p>1 前時、用いた電熱線より太くて長い電熱線をつないで電圧を加え、電流の大きさが同じになる事象を観て、その要因を考える。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・電熱線の長さや太さによって、流れる電流が違うと思ったけど…。 ・どんな電熱線でも、前時と同じような電圧と電流の関係なのかな。 <p>2 課題をもつ。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p>【課題】 電熱線の太さや長さによって、流れる電流の大きさは、変わるのだろうか。</p> </div> <p>3 予想し、見通しをもつ。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・小学6年の時に、電熱線が太いと発熱の仕方が大きかったから、電熱線が太ければ、流れる電流が大きくなるはず。 ・電熱線を長くすると、それだけ電流が流れにくくなると思う。わけは、モデルで考えると長い分、電子が流れにくくなるから。グラフは比例だけど、まったく同じではないと思う。 <p>4 実験の計画を立て、交流する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・同じ長さで、太さが異なる電熱線に電圧を加えて電流の大きさを測定しグラフ化すればよい。きっと比例になるはずだ。 ・同じ太さで長さが異なる電熱線で同様の実験も行えばよい <p>※調べる条件や結果への見通し、予想されるグラフ等について交流する。</p>	<p>課題の生み出し</p> <p>◇「見た目が異なる電熱線だと、電流量も異なるだろう」という生徒の考えとのずれを明らかにし、生徒が電熱線についての既習内容や条件制御の考えを發揮して本時の課題を生み出す。</p> <p>個に応じた指導援助</p> <p>◇生徒のこれまでの探究の実態を踏まえ、目的と対象とする生徒を明らかにした助言や方向付けを行う。</p> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p>【評価規準】 電熱線の太さや長さなどに着目し、電圧と電流が比例関係になるという見通しのもと、電熱線の条件を整理しながら実験の計画を立てている。（思考・判断・表現）</p> </div> <p>教材・教具</p> <p>◇電熱線の太さや長さ等による抵抗の大きさの違いや比例関係が捉えられる教材・教具を作成した。また、複数の結果を集約したグラフにより、各探究における結果のちがいを（傾き）を顕在化することができるようにする。</p>
<p>----- ここまで第11時、ここから第12時 -----</p>	
<p>5 実験の見通しを確認して上で実験を行い、自分の調べる条件による流れる電流の値を測定する。</p> <p>① 電圧を変えたとき、電熱線に流れる電流の大きさを測定する。</p> <p>② 表に記録を整理し、既習の結果(第10時)と比較しながらグラフ化する。</p> <p>6 結果、考察を交流する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・私たちの結果は、電圧が1.0Vのとき0.05A、2.0Vのとき0.10A…でした。グラフを観ると分かるけど、どれも電圧と電流の関係は比例関係でした。だけど、条件によって傾きが違うことが分かりました。 ・電熱線が太いとき、電圧が1.0Vのとき電流が…でした。このことから、電熱線が細いものと比べ、太いと流れる電流は強くなることが分かる。 ・傾きが違うことが、電流の「流れにくさ」のちがいを表していると思う。条件をそろえると、電熱線が細く、長いほど電流が流れにくい。 ・最初の異なる電熱線は、太くて長いもの、細くて短いものが組み合わさって、ちょうど同じぐらいの「流れにくさ」になっていたんだ。 <p>7 「抵抗」という言葉を知り、まとめをする。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p>【まとめ】異なる条件の電熱線でも、比例関係は成り立つが、電流の流れにくさ（抵抗）により、流れる電流の大きさは変わる。</p> </div> <p>8 振り返りをする。</p>	<p>個に応じた指導援助</p> <p>◇グラフの傾きに注目して考察をする生徒には、モデル化して表現している生徒の考えとつなげるように方向付けるなど、対象とする生徒と目的を明らかにして机間指導する。（一例）</p> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p>【評価規準】 グラフ化した結果から、異なる条件の電熱線でも電圧と電流の比例関係が成り立つが、電流の流れやすさが異なることを見だし、それを説明している。（思考・判断・表現）</p> </div> <p>変容の自覚</p> <p>◇自己の探究を材料にして、「流れにくさ（抵抗）」を説明する。</p>

単元構想図

単元「電気の世界」

第2章「電流の性質」全17時間

育成すべき資質・能力

- 電流、磁界に関する事象・現象を日常生活や社会と関連付けながら、「回路と電流・電圧」「電流・電圧と抵抗」「電流とそのエネルギー」「静電気と電流」「電流がつくる磁界」「磁界中の電流が受ける力」「電磁誘導と発電」を理解するとともに、それらの観察、実験などを通して観察、実験などを行い、その結果を分析して解釈し、電流と電圧、電流の働き、静電気、電流と磁界の規則性や関係性を見いだして表現すること。↑
- 電流、磁界に関する現象について、見通しをもって解決する方法を立案して観察、実験などを行い、その結果を分析して解釈し、電流と電圧、電流の働き、静電気、電流と磁界の規則性や関係性を見いだして表現すること。↑
- 電流、磁界に関する事象・現象に進んで関わり、科学的に探究しようとする態度を養うとともに、日常生活や社会との関わりについて認識して、自然を総合的に見ることができるようになる。[学びに向かう力・人間性等]

【思考力・判断力・表現力等】

2章 電流の性質 (17時間)

①熱量、電力量【A、B、C】

電気代を支払うには電力量が用いられていた。電気エネルギーの消費を抑えるためには、電気器具の使用時間に気を付けなければならぬ。理科室のブレーカーがさがされたのは、並列回路で電圧が100Vで一定。流れる電流が多すぎたからなんだ。日常の電気製品の使い方を考えていこう。

③合成抵抗、導体と不導体【B、C、D、E、F】

全体の抵抗が直列回路では各抵抗の和、並列回路では各抵抗より小さくなるんだ。

⑩⑫電圧と電流と抵抗【B、C、D、E、F】(本時)

電熱線の太さや長さが違えば電流の流れる向き(抵抗)が違った。でも、どんな発熱線も必ず比例していた。(オームの法則)

⑭電圧と電流と抵抗【B、C、F】

電圧を大きくすると電流も比例して大きくなっていった。

⑤⑥直列回路と並列回路に流れる電流【B、C、D、E、F】

直列回路はどこでも同じ。並列回路は枝分かれする前、枝分かれした後の和、合流した後は等しい。同じ電池だったのに全体に流れる電流が変わっていたのは不思議だ。

④流入する電流と流出する電流【B、D、E、F】

電流計の使い方を知って、豆電球に流入する電流と流出する電流の大きさを調べたら同じだった。豆電球で電気が使われて減っているわけではないんだ。電子は粒で表したり、電流は水の流れで表したりすると分かりやすいな。技術で使ったテスターは、電流計の役割があるんだ。

③直列回路と並列回路【A、B、C】

電池の数が同じなのに回路が違うと、豆電球の明るさが違う。つまり電流の大きさが違う。電流は回路の中をどのように流れているのだろうか。並列回路は豆電球を外しても回路が繋がっている。電池の直列つなぎと並列つなぎとは違う。

①日常と電気【A、B、D】

身の回りの電気製品に目を向ける。電気製品をたくさん利用するとブレーカーが落ちたり、中には複雑な回路があったりすることを観る。

②回路【A、B、D、F】

回路には電源と導線と負荷(電流が利用するところ)がある。発光ダイオードには電流の流れる向きがある。電気用図記号を使って回路図がかけられる。

技術科との関連

技術科との関連

⑮⑯発熱量【A、B、C、E、F】

電力が大きいほど、発熱量が大きい。発生した熱が逃げてしまうこともあれる。熱が逃げない工夫をすることで、もっと水温を上げることができる。

⑭電圧【A】

電気器具に表示されているワットは電力であり、電流×電圧で求められるものであり、大きいほど電気がかかる。

⑧⑨直列回路と並列回路に加わる電圧【B、C、D、E、F】

並列回路は各区分と電池の電圧は同じ。直列回路は各区分に加わる電圧の大きさの和と全体の電圧の大きさが等しい。電流のときは反対だ。

⑦電圧【B、C、D、E、F】

電圧計の使い方を知って、負荷に加わる電圧と電流の電圧を調べたら同じ。長い導線に電圧が少し加わっていたけど0に近い。

技術科との関連

技術科との関連

技術科との関連

技術科との関連

技術科との関連

技術科との関連

技術科との関連

技術科との関連

技術科との関連

技術科との関連

技術科との関連

技術科との関連

技術科との関連

技術科との関連

技術科との関連

技術科との関連

技術科との関連

技術科との関連

技術科との関連

技術科との関連

生徒に発揮させたい姿

※ここで示すものがすべてではなく、教師が特に意図して進めていくために抽出したものを考える。

A 生活経験を根拠にして考える。

B 既習内容を根拠にして考える。

C 数値化、グラフ化等、量的・関係的な視点で捉える。

D 目に見えない事実をモデルを使って考える。

E 見通しをもって探究しようとする。

F 他の結果と比べたり繰り返し実験をしたりして探究し続ける。

3章 電流と磁界 (17時間)【A、B、D、E、F】

技術科との関連

技術科との関連

技術科との関連

技術科との関連

技術科との関連

技術科との関連

技術科との関連

技術科との関連

技術科との関連

技術科との関連

技術科との関連

技術科との関連

技術科との関連

技術科との関連

技術科との関連

技術科との関連

技術科との関連

【日常とつながる課題】 なぜ理科室のブレーカーが落ちたのだろうか。

1章 静電気と電流 (5時間) レディネステストも含む【A、D】

学習前の生徒の実態 レディネステスト

- ・ 回路、電気を通す物、乾電池の数とつなぎ方、そして電気の利用(主に発熱)についての理解
- ・ 電流の量的な視点、グラフ化する関係の視点、目に見えない電流の具体的な視点(モデル化)
- ・ 条件制御して実験を行う力、誤差の見方等…第1学年での「ばねに加える力の大きさ」とばねの伸びとの関係
- ・ 日常生活や社会に存在する「静電気、電流、磁界」についての認識について

既習事項

- ・ 小) 第6学年 「電気の利用」…発電、蓄電、変換、利用
- ・ 小) 第5学年 「電流がつくる磁気」…鉄心の磁化、極の変化、電磁石の強さ
- ・ 小) 第4学年 「電流のはたらき」…乾電池の数とつなぎ方
- ・ 小) 第3学年 「磁石の性質」…、磁石に引き付けられる物、異極と同極 「電気の通り道」…電気を通すつなぎ方、電気を通す物

レディネステスト

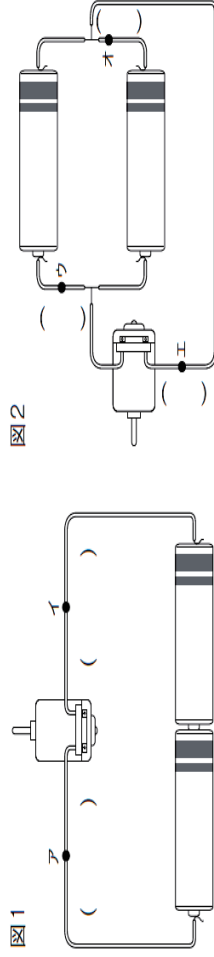
2年 () 組 () 番 名前 ()

1 「静電気」について、知っていることや知っている現象をかきなさい。

2 「電気」や「電流」と聞いて、あなたのイメージとしてア～エのうち、該当するものを、すべてに○をつけなさい。

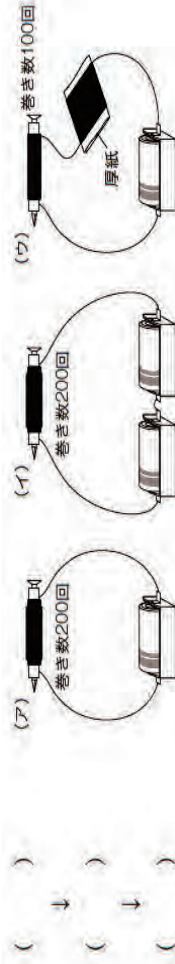
- ア 便利なもの、生活に必ず必要なもの
- イ 小学校の時、学習したが「面白い」内容（プラスのイメージ）
- ウ 小学校の時、学習したが「よく分からない」現象（マイナスのイメージ）
- エ 危険で、怖いもの

3 図のア～オの各地点に流れる電流の向きを () に矢印で表しなさい。



4 上の図のアとイを流れる電流はどちらが大きいか、または同じか答えなさい。 ()

5 下の(ア)～(ウ)を、電磁石のはたらきの大きい順に並べなさい。



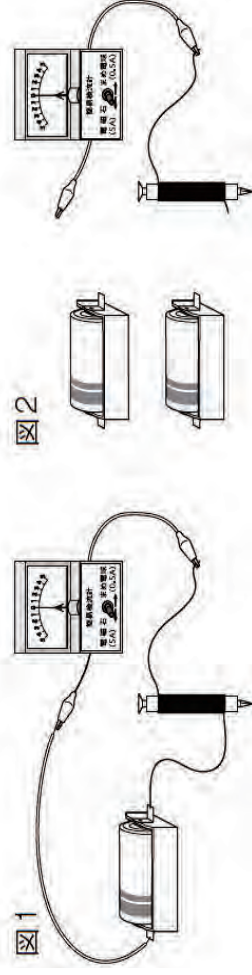
6 5の(ウ)で導線を厚紙に巻き付けたのはなぜか。答えなさい。

7 乾電池1つの回路で、長さを同じにした太さの違う電熱線に電流を流すと、太い方が細い方のどちらが発熱するか、答えなさい。
(電熱線が _____ 方)

8 7のとき、太い方と細い方に流れる電流の様子をモデル図(イメージ図)で表しなさい。(決められた答えはないです。自分なりに必ず表現すること)

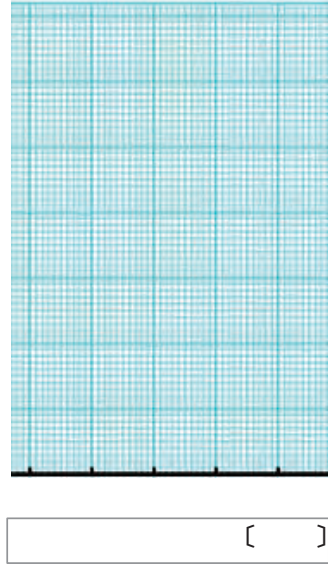
細い _____ 太い _____

9 下の図1の電磁石を、巻数を変えずに電磁石のはたらきを大きくし、さらに極が反対になるように、図2を線で結びなさい。



10 図1の回路を用いて、「導線の巻き数」と「つり上げたおもりの重さ」の関係を次の表にまとめた。

巻き数 (回)	50	100	150	200	250
おもりの重さ (g)	6	12	17	24	30

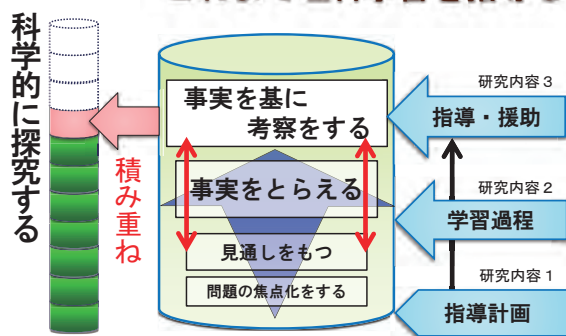


[]

理科モデル授業 オンライン研修会

令和5年 1月21日(土)
青山中学校
細江達三

これまで理科学習を指導して

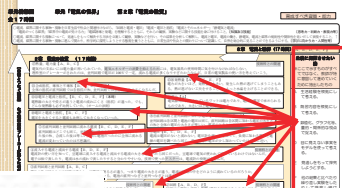


指導のビジョンをどうもつか

研究内容 1

指導計画

生徒が「よさ」を実感し、
自ら活用していくビジョンを描く



生徒に発揮させたい姿
○数値化、グラフ化
○モデル化 等

○生徒の実態 **把握**
○学習、指導の系統性

資料参照

見通しと振り返りを常にくり返す 学びが止まらない学習過程

研究内容 2

学習過程



【そのために】

教材・教具

- 正確なデータ → 誤差は小
- グラフ化 → 比較・検討が可能
- 操作性や安全面 → 自由度の吟味

いかに個の学びを充実させるか

研究内容 3

指導・援助

対象とする子	目的	方向付け
A. 事実を正確にとらえていない	事実の整理 条件制御の確認 関連する既習内容の明確化	「～を使って記録するといはよ、 「～すると、どうなった。」 「前は…だったよね。今日の～」
B. 事実をとらえているが考察を書くことができない	事実の確認 予想との関連 考察の仕方を確認	「調べてみてどうだった。」 「予想とくらべてどうだった。」 「このことから、どんなことが」

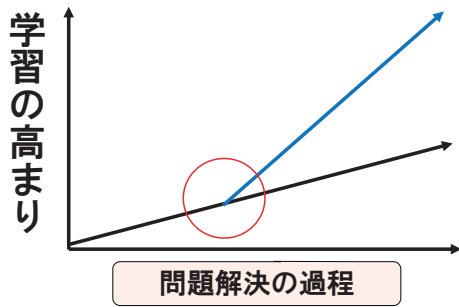
→ 単位時間のより具体的な方向付けを考える。

授業改善の視点

主体的・対話的で深い学び

生徒が **よさを自覚**
「こういうのが、科学的に探究する
ということなんだ。次も…」

生徒によさ、意味を伝える



では、どこで高めるか。

- 予想の場。
- 実験の場。
- 考察の場。

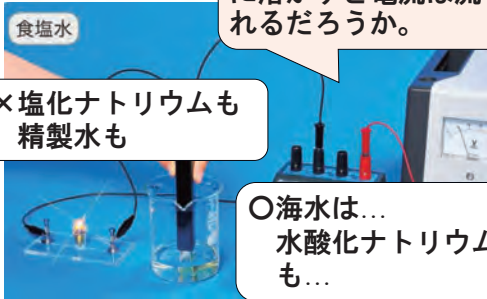
予想の場

食塩水

塩化ナトリウムを水に溶かすと電流は流れるだろうか。

×塩化ナトリウムも精製水も

○海水は...
水酸化ナトリウムも...



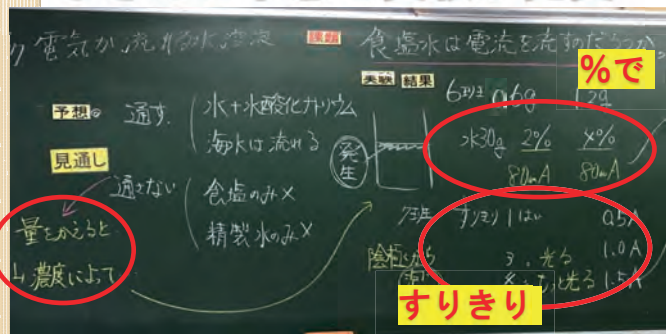
濃い食塩水になるほど、電流が流れる。

学習の高まり

電流は流れる。

問題解決の過程

〇〇さんの予想で実験が充実

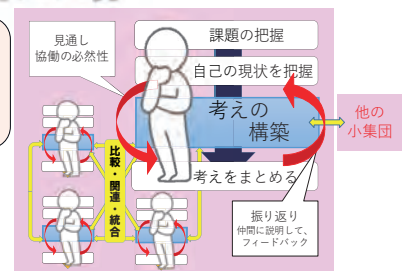


実験、考察の場

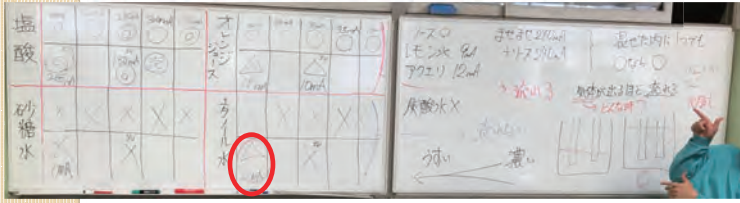
- 実証性 (実際に)
- 再現性 (何度やっても)
- 客観性 (だれがやっても)

科学的な探究!

「〇分までに、
考察まで仕上げよう。」



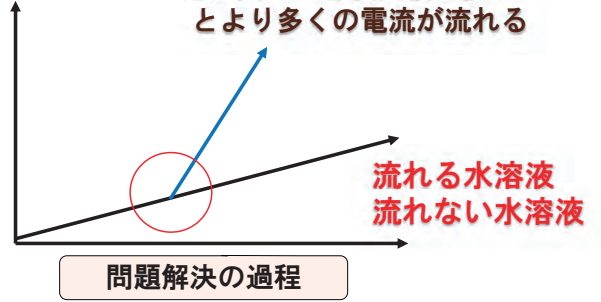
仲間と比べると考えが深まる



ちがいは考える
チャンス

- 限られた時間の中で、
- ・ たくさんの事実を見つける
 - ・ 共有し合い、探究し続ける

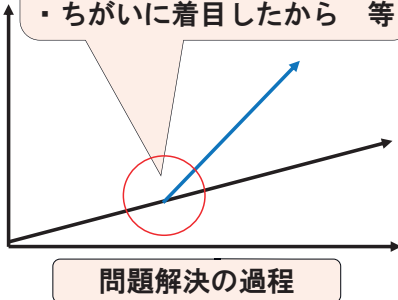
学習の高まり



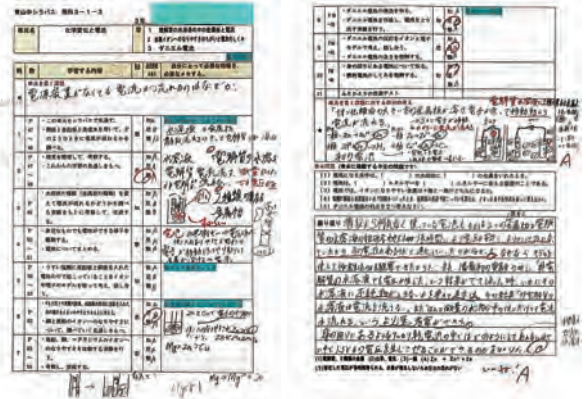
学習の高まり

- ・ 予想を共有したから
- ・ Oさんの考えのおかげで
- ・ ちがいに着目したから 等

よさを自覚



今、やっていること
青山中シラバス

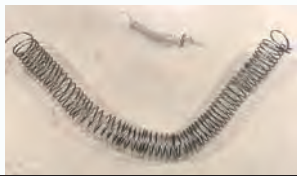


実践例 2年生「電流の性質」

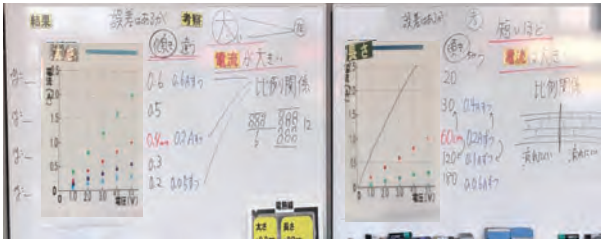
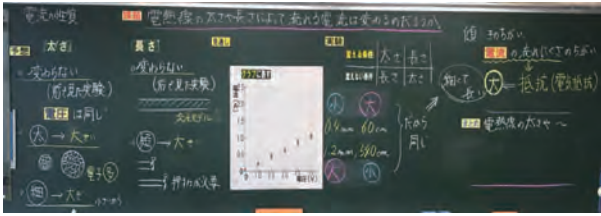
電気抵抗の授業

事象提示 (課題作り)

「大きく長い：径 1.2mm、長さ 540cm」と「短くて細い：径 0.4mm、長さ 60cm」見た目の異なる電熱線が同じ電圧と電流の関係になる事象を観る。そして、電熱線の条件によって流れる電流が変わるかどうか生徒の疑問から課題づくりを行う。



これは、実践したときの板書である。



実践例 2年生「電流と磁界」

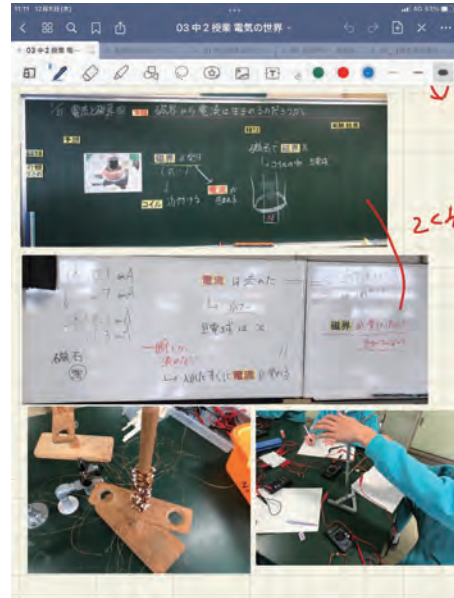
スマホのワイヤレス充電でも可能

事象提示で見て、「磁界から電流がうまれるのだろうか」と課題が設定

様々なコイルや磁石で実験



「磁界が変化しているとき流れる」
「巻き数や磁力、磁石の動かす速さによって流れる電流の大きさが異なる」など考察



実践例 1年生「火山」

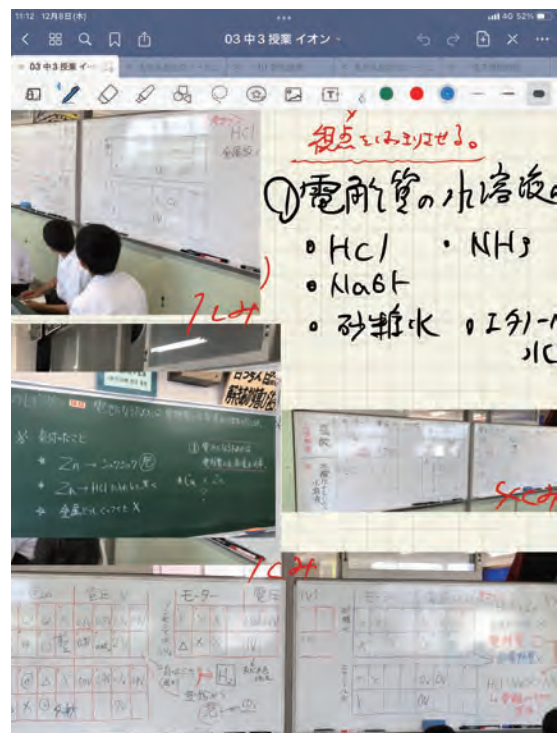
3つの火山灰を比較して、色の違いに有色鉱物、無色鉱物の割合をしらべる。



実践例 3年生「化学変化とイオン」

これは、どちらかというと、教材というより、実験をどのように充実させるか、交流をどのように組織してやるかなどで主張しやすいと思う。(学び方を教えていくときにもやりやすい)

電池になる条件を探る授業の一部



I - 8

第 16 回モデル授業

小学校第 6 学年

「てこ」

授業者

金井大季

(深谷市立深谷西小学校主幹教諭)

令和4年度 第16回「理科モデル授業オンライン研修会」概要

2023年2月23日（木・祝日）15時～18時

主会場：埼玉大学教育学部

参加 29名（大学内 16名、オンライン 13名）{学生 17名、教員 12名}

1 開会

(1) 開会の挨拶（小倉康埼玉大学教授）

本研修会は、学校や地域で核となって理科教育に尽力されている教員の皆様の優れた指導や教材に関する情報の共有と発信の場であるとともに、学校の中核となる若手の先生方の研鑽の場、また理科教員を志望する大学生が優れた理科授業について学ぶ場である。また、記録動画と指導案、協議の概要等の資料をホームページで公開することで、理科授業に関して半永久的に活用できる研修教材を蓄積することも重要な目的としている。すでに15回のモデル授業記録がホームページで利用可能となっており、令和6年度まで蓄積を拡大していく予定である。また同時に、授業記録を活用した研修を発信し、普及をはかっていく。

本日は、今年度第8回、通算第16回目の研修会を、埼玉大学から配信する。

(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：金井 大季（深谷市立深谷西小学校主幹教諭）

授業：小学校第6学年「てこ」（第4、5、6時/全9時）

(2) 授業者による事前説明

①単元展開と本時の位置づけ

第1次 支点、力点、作用点の位置関係による手応えの違い（1、2、3）

第2次 てこ実験器が水平になる条件（4、5、6）

*本次（3時間の内容をコンパクトにまとめ、50分にて実施。）

第3次 身のまわりのてこ【第1のてこ・第2のてこ・第3のてこ】（7、8、9）

②視点

授業中での子どもたちの話し合いや実験などの活動する場面において、事前に目標を持たせ、行動するための実験場面、観察場面、話し合いをする場面で行動するための目標を自分で決定させ、頭の中で意識しながら活動することで、より学びに向かう力が高められるのではないかと考えた。また、学んだことと日常生活との関連を重点的に1時間の枠をとり、学習した内容に活用した場面をプログラムに位置づけることで総合的・総括的に学びに向かう力が高められるものと考えた。

③本時の学習目標

- ・実験用てこを正しく使い、力点の位置を決めて物を持ち上げるときのきまりを確かめ、その結果を適切に記録している。【知識・技能】
- ・てこを使って物を持ち上げるとき、棒が水平になった場合には（おもりの重さ）×（支点からの距離）が棒の左右で等しくなるきまりがあることを理解している。【知識・技能】
- ・棒が水平になった場合の規則性について見いだした問題に対して、効率よく確実に確かめる手順を考え、表現している。【思考・判断・表現】
- ・棒が水平になった場合の規則性について、実験の結果をもとに、てこの規則性に関するより妥

当な考えをつくり出し、その考えを表現している。【思考・判断・表現】

- ・棒が水平になった場合の規則性に興味をもち、粘り強く他者と関わりながら、すすんで問題を解決しようとしている。【主体的に学習に取り組む態度】
- ・行動を高めるための目標達成に向けた取り組みについて表現しようとしている。【主体的に学習に取り組む態度】
- ・学習した内容が様々な場面と関連していることに気付き、自分の言葉でふり返り、表現しようとしている。【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意識面に対する取り組みの必要性

初任の頃から情意面、意欲面を大切に考えており、どのようにしたら学習意欲を高められるかが課題と考えていた。また、TIMSS2015の結果からも学習意欲面に日本は課題があることや、小学校から高等学校へと学習段階が上がるにつれて学習意欲面での低下が見られる課題(小倉(2019))を改めて理解した。そこで、意欲面に小学校段階から再注目し、改善のための方策を探る必要性をより感じた。また学習指導要領に示される資料も踏まえて再考し、小倉(2020)が示す、学びに向かう力・人間性等の目標のタイプを基に研究を進めることとした。以下の7つの目標のタイプが高まることで、学びに向かう力・人間性等が育まれるととらえ、研究を進めてきた。

- ・「自己効力感(自信)」
- ・「興味・関心」
- ・「重要性」
- ・「有用性」
- ・「職業との関連性」
- ・「主体性」
- ・「協調性」

②意識面を高めるために

[仮説]

児童自身に行動目標を自己決定させた上で問題解決の過程に取り組ませる〔手立てⅠ…児童の自己決定による意識づけ〕と共に、学習したことが日常生活と関連していることを活用として扱う〔手立てⅡ…活用場面の設定〕授業を設計し実践すれば、児童の学びに向かう力・人間性等を育むことができるだろう。



図1 前時までのこの学習の振り返り

現場では、イベントがある際に事前に目標を立てさせることがある。勿論、子ども自身でこうすべきという目標を立てられる子どももいる。しかし、子どもの中には何に意識して取り組むべきなのかわからず、ただ頑張ろうとするだけになってしまう子どもも少なからずいる。そこで、何を頑張るべきなのかという目標について、ある程度指導者側(授業者側)が示して気づかせる必要があると考える。いくつかの行動目標を例示することで、頑張るべき方向性が明確になり、頑張れば達成感が得られ、自己効力感を高めることにもつながると考え、行動目標「頑張りたい姿」を設定するプログラムを作成することとした。

③実践

手立てⅠ：行動目標「がんばりたい姿」を各場面で設定した。

【話し合い場面】


- ①-1 自分の考えを友だちに伝えようとする姿
- ①-2 自分の考えと比べながら聞こうとする姿
- ①-3 友だちにその考えについて確認したり、質問したりしようとする姿

【観察・実験場面】

- ②-1 自分から進んで観察・実験に参加しようとする姿
- ②-2 結果の見通しをもちながら観察・実験しようとする姿
- ②-3 確かめの観察・実験をしようとする姿

がんばりたい姿一覧


組 班 番 名 前



話し合い行動

自分のステータスを見て、経験値を伸ばした方がいいところを自分で決めて経験値アップを目指そう！△を○に、○を◎にできるように設定していくと経験値アップしやすいと思うよ。

△⇒あまり行動できていない
○⇒ほとんど行動できている
◎⇒いつでも自信をもって行動できる



	△→1 P	○→2 P	◎→3 P	最初	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	最後
① 話し 合い 行 動	①-1	自分の考えを友だちに伝えようとする姿。														
	①-2	友だちの考えを、自分の考えと比べながら聞こうとする姿。														
	①-3	友だちに友だちの考えについて確認したり、質問したりしようとする姿。														
② 実 験 取 り 組 み 行 動	②-1	自分から進んで実験に参加しようとする姿。														
	②-2	実験結果の見通しをもちながら実験しようとする姿。														
	②-3	確かめの実験をしようとする姿														

図 2 設定した行動目標「頑張りたい姿」

○実際の活用例の紹介

- ・がんばりたい姿の自己決定：班でマグネットシートを使いながら、お互いに理解し合い、自己決定する。
- ・お助けハンドブックの活用：ハンドブックを活用したり、自分で見通しをもって話し合いをしたりして、イメージトレーニングをしたうえで活動を進めた。(別添資料提供)
- ・振り返り表「がんばりたい姿の一覧」を活用し、時間ごとに評価をして進めた。

手立てⅡ：学習したことが日常生活と関連していることを活用として扱う。

○教材の提示→次なる疑問「なぜ手応えが異なる？なぜ軽い力で可能？」につなげていく。

- ・ダブルクリップへの細工・・・手ごたえの違い
- ・爪切りや洗濯ばさみに含まれる、てこの原理
- ・自転車のギア、ボールにみられるてこの活用

④結果・考察

○理科に対する意識調査 (図 3)

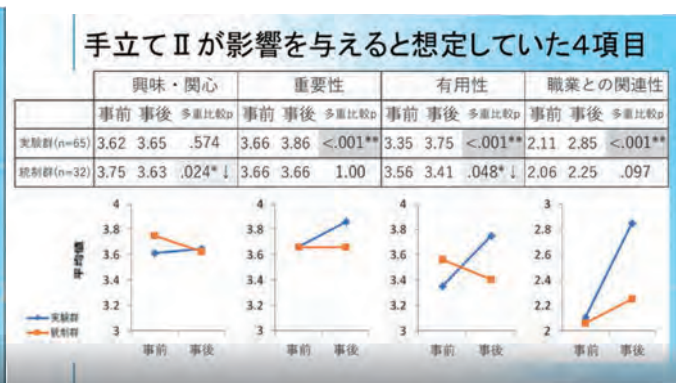
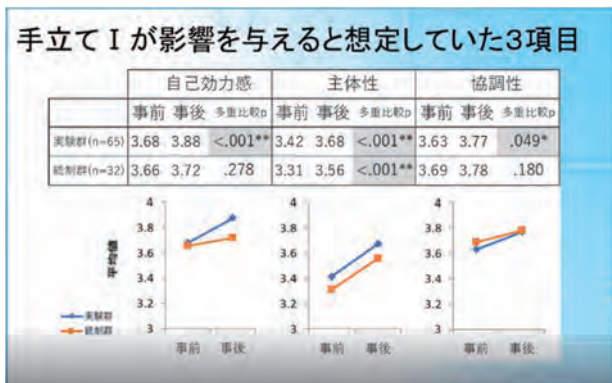


図 3 理科に対する意識調査の結果の例

○子どもの意欲をいかに高められるかを大事にしている。特に次の2点を意識している。

- ・活動に対するモチベーションを持たせる
- ・日常生活との関連 (図4、図5)

子どもたちは色々知識を持つてるが、それらが日常生活での理科の要素とつながっていると考えにくい。そこでそのような意識を高めるよう、心掛けている。



図 4 てこの原理を利用した日常生活とのつながり

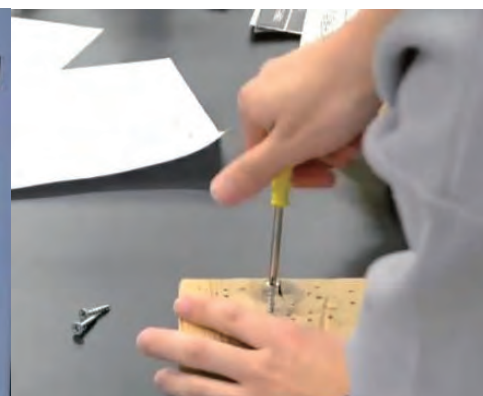


図 5 てこの原理を利用したドライバー

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。

「授業は『学びに向かう力を伸ばすための手立て』となっていたか」

- ・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

- ・実験を行う際、子どもたちに主体的に学びに向かわせるために、実験方法を考えさせたいが、実際は難しい。実験方法を提示して、子どもたちに効率よく精度よく、実験を進める手段を考

えさせ、子どもたちに主体的に学びに向かわせるという点が勉強になった。

- ・学びに向かう力が伸びる授業であったと感じた。がんばりたい姿を意識することで、自信がつくと感じた。
- ・自分の行動を自分で決めるという「自分で決めること」が大切だと感じた。これが学びに向かう力につながると感じた。
- ・学びに向かう力を伸ばすための手立てとして、振り返りにて自分自身の取り組みを書かせるるとよいと思う。どのようなことを努力したのか、何を頑張ったのか、自分ではどのように思っているのかを書かせるるとよい。書かせておくことでより振り返りの内容も具体的に意味のあるものになると考える。中学校においてもうまく応用できると良いと考えた。
- ・授業ごとに短期的な目標に絞って取り組めるので良い。
- ・子どもが新たに目指したい姿を作り出してもよいとのことだった。
- ・子どもたちが目標をきめることに肯定的な意見が多かった。
- ・日常生活と結びつけると意欲的に取り組めると感じた。
- ・活用の場面で興味・関心や職業との関連性が意識できるようになっていた。
- ・現場では「将来役に立つ？」という考えが多い。とても有用性が意識された授業だった。
- ・職業と関連させたことで将来とも関連し、学ぶ必要性に繋がっていた。
- ・理科の有用性に気づくことができた。科学技術についても考えることができた。
- ・少し発展した内容まで入れたことも良いと思う。
- ・先生から提示した量が多かった。後半は子どもたちが気づいたものを出していく形でも良いと感じた。

○指導法

- ・自己決定ができる環境がつくられていて素晴らしいことだと思った。自己決定への手立て(足場かけ)として有効だと感じた。中学校へとつながっていく手立てだと思った。
- ・児童の発言へのコメントが大切だと思った。ぜひ真似したいことだった。
- ・発達段階によって、取り組み方を変える必要があると考えた。中学生に頑張りたい姿を提示した場合、自分で書かせる能力を持たせられれば意味のあるものになるのではないかと考えた。逆に授業者側から項目を立て、子どもに選ばせた場合には、中学校第2学年・第3学年にとっては与えられたものに対して意欲的に取り組みにくく、モチベーションも上がりにくいと思われる。また振り返りにおいてもそれほど大きな意味をなさないと考える。
- ・中学生では、粘り強く取り組んだ姿や、事前と事後の変化を見取っていききたい。
- ・先生の雰囲気づくりが上手かった。単純に授業が楽しく理科が好きになるのではないかと。
- ・苦手な子は「考えを伝える」だけでも良いとしたのがよい。
- ・目標に向かった結果、見通しをもって実験することができた。
- ・学びに向かう力を伸ばすための手立てという点を考えると、子どもたちに今日頑張ることを決めさせていたことで、子どもたちにとっては絶対に決めなければならないので、決めたことをやり切ろうと頑張ることができる。またそのようにすることで子どものやる気を出させていたと考える。
- ・実験の手順を自分たちで考えることで予想がより深まり、見通しを持ち意欲的に行動ができていた。
- ・目標にする姿があると頑張れる。
- ・意欲的になったことで自信に繋がると感じた。

○教材・教具

- ・日常生活の例が学校にあるものだったり想像しやすいものだったり多数挙げられていて、自分にじっくりくる活用の例を見つけやすく、関連が分かりやすかった。
- ・クリップ、ドライバーなどの体感できる例が良かった
- ・頑張りたい姿を目的別に自分で選べるところが良い。
- ・お助けブックによって自分の取り組みの目的が分かりやすい。何となく実験するよりもレベルに合った目標があり、自分の目標を考えることが苦手な子どもでも取り組みやすいと思った。
- ・お助けブックが具体的で例がたくさんあって良かった。
- ・頑張りたい姿が難易度別にいろいろ用意されているところが良い。
- ・ワークシートでの話し合った結果の欄の選択肢がプラスに捉えやすい表現で書かれていて良い。
- ・ワークシートのレイアウトが工夫されていて、まとめが強調されるようになっていた。

〈質問・課題〉

質問 頑張りたい姿を決める部分において、どのような目標を決めさせているのか？またそれは子どもの自由記述が目標か、教師の提示によるものか？

授業者：教師の方で提示した。理想では、スタートは自分達で意識的に目標を作ることだが、こちらから提示する。こちらから与えているものに対して、前向きになりにくい子どもがいることもある。そこで、この目標は一例であり、学級によっては少しずつ目標設定を変えたり、自由記述による自己決定をしたりする場合もある。理科に限ったことではなく、学級経営の中で教科横断的に進めていくと良い。初期段階では提示する。

質問 お助けハンドブックの中身はどのような中身なのか？

授業者：(追加資料としてアップロードした上で)教師からのアドバイスをつづったものであり、教師からの子どもたちへの思いの提示である。

質問 目標を決めた後の振り返りはどのようにしているのか？

授業者：振り返りの時間は大切にしており、取り入れている。1時間目と2時間目は頑張りたい姿を決めることを授業の中に設定しているので、これを中心に振り返る。3時間目は日常生活との関連についての視点で振り返る。振り返りをさせることで、さらに自分の中で取り組んだことがうまくできたのかどうか等記述し、次への繋がりを発展させることが期待でき、大切だと考える。

質問 日常生活との関連づけにおいて、ドライバー、自転車、蛇口の仕組みを取り上げていたが、小学生がどこまで理解できるのか。

授業者：正直に言うと、小学校段階の学習内容ではないので、理解させるところまでは求めていない。中学校の内容を発展的に扱っている。このようなものが今日の学習とつながっていると捉えてくれればよいと考える。理解させることに重きを置いているのではなく、関連をさせることに重きを置いている。

質問 3時間目の内容が45分であったら、どのような授業展開になっていたのか？

授業者：日常生活に少し近いところからスタートし、シーソーの動画を示したり、ハンガー(物干し)を掛けてみたり、自転車を示したりして、難しい内容程体感をさせることを大切にして進めている。

質問 「日常生活に活かす」の主語は？

授業者：授業者が日常生活と学習内容をつなげる橋渡しをすることで、子どもが日常生活とつながっているのだと気づいてくれることを目的としている。

授業者：手立てⅡにおいて、こちらから与えてしまうことの方が多い。その点は私の反省点で

あり、課題である。本来、授業展開としては子どもの方から出すものが多い方が良いに決まっているが、授業者から伝えたい、紹介したいと強く出しすぎると、子どもが置いてきぼりになってしまうことがあるので、うまくコントロールしていくことが大切だと考える。

質問 頑張りたい姿を決めることは学年が上がるまで続けるのか。自然とできるようにしていくのか。

授業者：段階を経て、自然と自分で目標を立てられるようになってくるのが究極の完成形だと考える。頭の中のことは目に見えないが、意識をして行動することと、意識をせずに行動することは異なる。何を意識づけさせるべきかは常に必要なことだと感じる。

質問 自分の言葉で表現することを目標とする子どもがいる場合は、まとめを子どもの言葉で書かせた方が良いのではないか。

授業者：まとめは自分の言葉で書いた方が良いと感じる。今回は省略した。授業内容によっては、子どもに任せたり、考察の内容から授業者がまとめを行ったりして、状況に応じてまとめ方は変えている。

質問 今回は時間の制限があったためと思われるが、児童が疑問に思ったことを解決していくという流れがあった方が良いのではないか。

授業者：勿論そうである。児童が疑問に思ったこと取り上げることは大切にしたい点である。が、コントロールが必要である。すべての希望や疑問を取り上げていると、授業としては流れていかない。許容できる範囲を授業者は決めておく必要がある。例えば、全体の学習内容には関係がないが、子どもが一部に強いこだわりを持っている場合、授業が終わった後や休み時間などに少し話をしたり、別の時間に取り上げたりしてフォローアップを意識している。

質問 振り返りにおいて、他の子どもからの評価があると良いのではないか？（他者評価）

授業者：確かにそれもある。いかに良い学級経営ができていくかに依るといえる。他者評価では特にこの点が大切だと考える。友達を批判するつもりはなくても批判になってしまう可能性もあり、指摘が受容できる環境になっているか、注意が必要。否定されているわけではないが、とても良い指摘が、見方によっては自分の考えを否定されたと思わせてしまうこともある。学級経営により、良い環境を作ることが大切である。今年は担任ではないので他者評価は設定しないことにした。

質問 目標を班で共有することの理由を知りたい。

授業者：頑張ることを共有することによって、他の人に頑張っている内容を理解してもらうことで、よく頑張っていたと認めてもらえることもある。また自分に責任を持ち、自分が宣言することで、頑張る気持ちを高めることができ、周りの子からのフォローアップがあることもプラスアルファの目的として考え、行った。

質問 がんばりたい姿での慣れ(同じ項目だけを選ぶ)への対応や工夫があれば教えて頂きたい。

授業者：がんばりたい姿は状況に応じて変えていくとよいと思う。

質問 ワークシートが非常にわかり易くて良いと感じたが、作り方がU字になっていることへの思いは何かあるか？

授業者：研究に関係なく、ワークシートを導入して取り組んでいる。U字の黒板、U字のノート記録にしている。見開きでノートを上下で4分割し、1の部屋（問題と予想）、2の部屋（実験方法）、3の部屋（実験結果）、4の部屋（考察とまとめ）という具合に示して使うようにしている。このように使う目的は①単元に関係なく、同じ形式にすることでノートを振り返り見たときにわかり易いと考え。②U字にすることで横の見方ができる。例えば問題とまとめ、実験方法に対して結果という具合に、問題とまとめで正対することを大切にしておき、横に見る

ことも大切だと考えている。これがU字の利点だと考える。慣れるまで子どもに戸惑いもあったようだが、慣れることで自然に取り組めるようになっていった。一つの手法だと考える。観察では通常通りのノートの使用法を用いたこともある。

質問 話し合いの時に全く意見が異なる場合はどのような対応をするか？

授業者：話し合いの答えは4つだと考える。①結果的に同じ意見だった、だから一つにまとめた。②自分の意見と他人の意見は異なり、友達の見解を取り入れる。③自分の意見と友達の意見が全く異なり、意見は平行線でまとまらない。④自分の意見がよくわからず、友達の意見を聞いて、もっともらしく感じて、それを取り入れる。色々な流れがあると思うが、一つにまとめる力も大事だと思うが、一つにまとめなくても良い場面もある。実験方法も時と場合によっては全く違う考えを出す子どもがいる。タイムマネジメントが必要だが、時間の許す限り、また安全指導もできる環境下であれば、それぞれの実験をさせるようにする場合もある。一つにまとめることも良いことだと考えるし、まとめない結果も意味のあることだと考える。自分の意見を曲げる必要はなく、他の人の意見を理解することが大切だと指導をしている。

質問 話し合いの際に名前を書くのではなく、マグネット式にするものいいのでは。(前回設定したものが見られる)

授業者：同感である。今回は準備をしていなかったが、マグネット式にすると、結果や流れがわかり易くなる。

質問 班ごとに目標を決める形にすると、お互いに評価しながら意識を持って取組めることができるのではないか。

授業者：ケース・バイ・ケースだと考える。そのような見方をするといいと考える。

質問 目標を強いられることが苦手な子にとっては、自己決定であっても、より苦手意識を感じてしまうかもしれない。

授業者：授業者が何かしらの手立てを考えたとき、ほとんどの子どもに対応できることであっても、一部の子にとっては対応できないという場合がある。そのような場合、どのようにそれを見取るのが大切だと考える。そのような子どもたちがいることにどのように気付けるかが特に大切だと考える。例えば、授業者が子どもの振り返りの表現を見て、そこから少し疑いを抱き、もしかしたらこの子どもが目標を立てることに苦手意識を持っているのでは？と察知し、個別に声を掛けたり苦手意識を柔らかくしていく働きかけの工夫をしたりするという具合である。

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

児童の学びに向かう力、人間性等を伸ばすために、児童に頑張りたい姿としての行動目標を自己決定させるとともに、学習する内容の重要性・有用性や職業との関連性を意識させることを重点とした授業づくりの一部を紹介いただいた。

理科で児童に身に付けさせる大きな柱の一つである、学びに向かう力・人間性等をいかに伸ばすかは理科教育の大きな課題である。特に何も改善の取り組みをしない状態では、「理科の勉強は好きだ」という意識の児童の割合は、小学校第3学年の8割から、小学校第4学年では6.5割、小学校第5学年では5割、小学校第6学年では4割、中学校第1学年では3割、中学校第2学年では2.5割、中学校第3学年では2割となり、学年とともに急激に減少していく。これを、学年が上がると内容が難しくなるのだから好きだという意識が減少するのは当然だと、重要な課題と捉えていないことが大きな問題である。子どもたちの理科学習への意識の低下は、興味・関心だ

けではなく、自分は理科がわかるという自信に繋がる自己効力感の低下、理科学習が実生活や社会に出て役立つものなのか、学習することや生きていくうえで大切なものだという、有用性や重要性の意識の低下、理科学習は自分が将来就く職業に関係していると意識しない、意識できないことにも連動している問題である。つまり、学習意欲が全般的に低下しているということである。理科教育によって、こうした5つの意識をすべての子どもに、醸成されるべき科学的リテラシーの指標として、その状況を改善する理科教育を呼びかけている。

金井先生はこれらの意識に加え、理科の話し合いや観察・実験の場面で、子ども自身にこれからの学習で自分が頑張る姿を行動目標として自己決定させ、学習後にその達成度を自己評価させるという手立てを組み込むことで、子どもの主体性と協調性を高めることを強調された。結果的に、考案された指導法は、主体的・対話的で深い学びを通じて、子どもたちが科学的リテラシーを獲得していく理科授業の提案になっている。本日のモデル授業では、てこのきまりを子どもたちに主体的・対話的に見出させようとする工夫が表れてれていた。金井先生の考案された指導法は、他の学年・授業内容でも広く適用可能だと考える。このモデル授業を参考にして、他の先生方におかれても幅広い普及・進展を期待する。

(2) 中村琢岐阜大学准教授より

3時間の内容を盛り込み、色々な展開が含まれた指導案を見たときから、学びに向かう力をどのように育むのかに焦点を絞った展開であることが示されており、大変興味深く楽しみにしていた。

2つの方法を示していただいたと思う。

まず、学習者に日々の授業の中でこのようなことを意識づけるのは難しいと感じるが、興味を持たせ、意欲を高めるというのは、どのような手立てがあるのかにおいて、声掛けをするだけでなく、頑張りたい姿を、具体例を示して選ばせる方法を示していただいた。無理なく示して意識づけることを教えていただいた。話し合い、実験・考察等の授業の各場面で、目標を持たせて意識づけさせるということが有効だと強く感じた。

2つ目の方法として、実験を効率よく、もれなく確実にを行うためには、どのような手順、方法であればよいかという問いかけをしていた。非常に良い問いかけであると感じた。世の中には何度も実験できないことがある。機会が限られている、この1回のチャンスしかない、材料の関係、時間の関係、お金の関係など、日常生活ではそのような事例の方が多いように思う。そのような時には膨大な情報を整理し、綿密な計画を立てることになる。理科の授業において、適当に自由に実験をさせ、それらの結果から帰納的に法則を導くというのは悪くないが、目的意識が低いとも思われる。それを、今回のように演繹的に進めることで、この予想が正しいならばこうなるはずであろうとか、この方法でやれば効率が良いただろうといった、目的意識を高める方法をとられていて見事であった。

3時間目の学習した事実が日常生活と確かに関連しているということを扱う展開が、無理の無い展開として紹介されていた。特に輪軸の部分は難しく、てこでは考えつかないことが多い。同じような図を示して考えさせたり、具体例を示すだけでなく、ドライバーでネジを回させたりするなど、その展開がスムーズな流れになっていると感じた。

このように理科に対する意欲をいかに高めるかについて、日々の授業の中で意識していくことの大切さを教えていただいた。

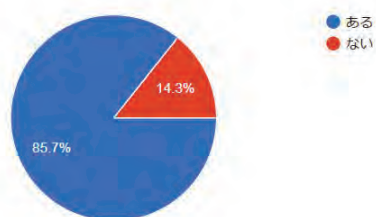
5 令和4年度研究報告会の紹介 (小倉康埼玉大学教授)

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

- ・金井先生の明るく朗らかな話しぶりの印象がとても良かった。実験を効率よく行わせるための方法を考えさせる取り組みは、探究の過程における『構想』の力を身につけさせる上で効果的であると感じた。意欲づけの手段については、発達段階によってやり方を変える必要があると思ったため、自分なりに研究していきたいと思う。（中学校10年以上20年未満）
- ・たいへん興味深くためになった。（小学校 5年以上10年未満・中学校10年以上20年未満）
- ・自分が在りたい姿を設定することで主体的に学びに向かう姿勢が育まれ、また日常生活と関連づけることで学ぶ意義や有用性を感じられる授業となっていたと思う。（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。

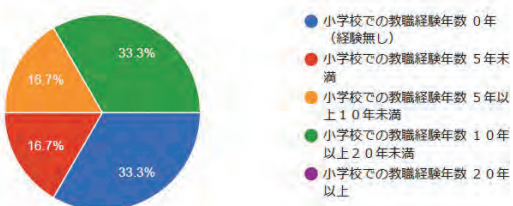
7件の回答



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)

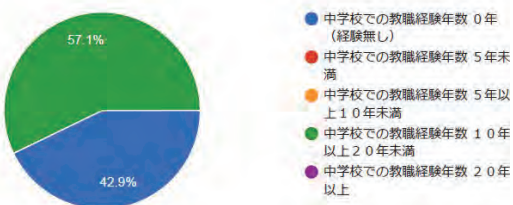
6件の回答



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。

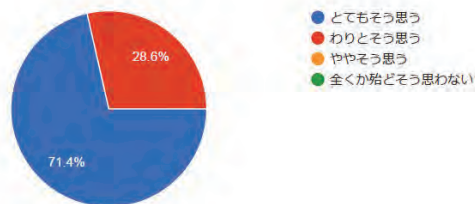
(中学校段階での教職経験)

7件の回答



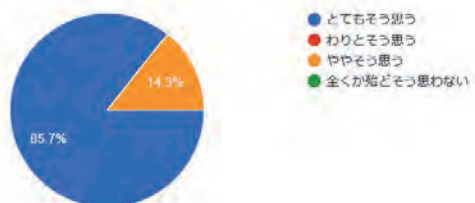
質問4 本研修会のような、勤務時間外にオンラインでの研修会を設けることは、あなたにとって助けになると感じますか。最も当てはまるものを1つ選択してください。

7件の回答



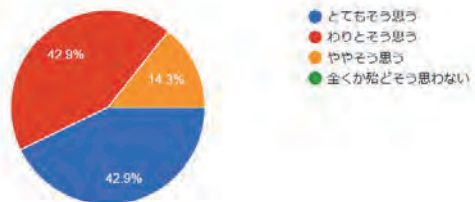
質問5 本日の研修会について、モデル授業とその後の協議は、あなたにとって参考になると感じますか。最も当てはまるものを1つ選択してください。

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

- ・非常に有意義な時間であった。参加者を増やせると意見交流が活発になっていいと思う。（中学校志望・経験あり）
 - ・児童が効率的に確実に実験をする手順を考えるという方法を初めて見たので、とても参考になった。（中学校志望・経験あり）
 - ・実験方法の効率などを考えて、考えることが重要だと学んだ。他者評価は学級経営がしっかりできてからでないといけないという点が印象に残った。（小学校志望・経験あり）
 - ・児童生徒のやる気を引き出すために、児童たちに本日の自分の授業に対する目標を設定させることは、非常に有効であると言えらると思った。また、児童に実験の方法を考える時間をとることで、理科の見方・考え方を養うことができると考えた。（小学校志望・経験あり）
 - ・“学びに向かう力”を育むことは難しいと思うが、今回の授業ではとても良い見本になっていた。実際に教壇に立った際には、活用していきたい。（小学校志望・経験あり）
 - ・お助けハンドブックで短期目標を定めたり、様々な日常生活での応用例を紹介したりすることで、学びに向かう力がとても効果的に高められていたと思う。大変参考になった。（小学校志望・経験あり）
 - ・頑張りたい気持ちはあるのに、何を頑張ればいいのかよく分からないという状況は往々にしてあることなのではないかと思う。そういった子どもたちにとっては、自己決定する環境が作られていることが、頑張る方向が学びと結び付く足場かけとなるように思った。何よりも、金井先生の人柄があってこそこの授業だと思った。私は金井先生のような授業者になりたい！（小学校志望・経験あり）
 - ・45分間の授業を見させていただき、事前に読み込んだ指導案と照らし合わせてみると、児童に将来的に身に付けたい力や、目指す姿などを、とても丁寧に考えて授業の計画を立てているのが強く伝わった。また、授業に対する意見や質問等について、各グループの意見を聞き、更に考えを深めることができたため、とても有意義な時間だった。（志望無し・経験あり）
 - ・先生が、学びに向かう力、人間性という非常に曖昧で難しいテーマに対してしっかり向き合っているのが伝わった。目標を自分で決められるというのは、主体性を育むためには有効な方法だと思った。日常生活に活用することも、学びに向かう力を育成できる良い方法だと思った。（志望無し・経験あり）
 - ・それぞれに適した目標を決めることができるように設定されているのが良いと思った。
- ワークシートだけでなく、ノート書き方もU字に工夫していることが参考になった。（未定・経験あり）
- ・金井先生の板書やプリントの作り方、授業の進め方がとても参考になった。私も取り入れてみたいと思った。目標や実験方法を児童自身に決めさせることは学びに向かう力を身につけることにつながるとともに、自分で自分のことを考えることができるため、生きる力につながると思った。金井先生の声掛けがとても優しく、児童が授業に向かいやすい雰囲気があって、とても楽しかった。（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

- ・カメラワークがとても丁寧で、黒板に貼られた見えにくい文字や、生徒役のワークシートの細かい部分

などを拡大して配信して下さったため、授業の流れがより分かりやすかった。(志望無し・経験あり)

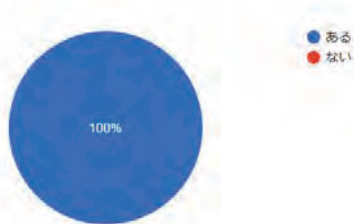
- ・アンケートのリンクを少し早めに送ると、記入してから会を出ることができるのではないかと思った。

(未定・経験あり)

- ・後ろのカメラのズームイン・アウトが多く、画面酔いしそうになった。(中学校志望・経験あり)

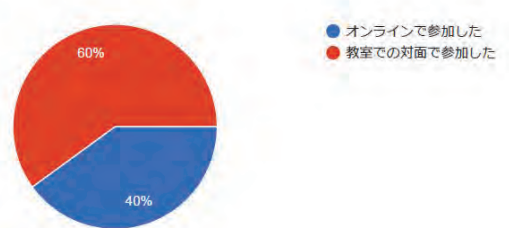
質問1 あなたは、本オンライン研修会に参加したことがありますか。(当てはまるものすべてにチェックしてください。)

15件の回答



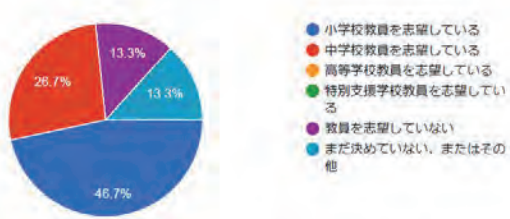
質問4 本日の研修会に、あなたはどのように参加しましたか。

15件の回答



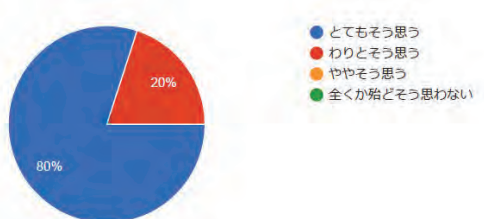
質問2 あなたについて、最も当てはまるものを1つ選択してください。

15件の回答



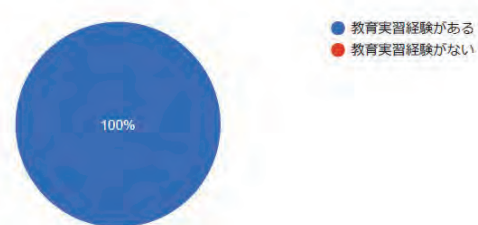
質問5 本日の研修会について、モデル授業とその後の協議は、あなたにとって参考になりましたか。最も当てはまるものを1つ選択してください。

15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。

15件の回答



第6学年〇組 理科学習指導案

令和5年2月23日(木)
在籍児童 〇名
授業者 金井 大季
場所 埼玉大学教育学部

(1) 学年・テーマ 第6学年・てこ

(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6学年の内容「A 物質・エネルギー(3)てこの規則性」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 (3) てこの規則性

てこの規則性について、力を加える位置や力の大きさに着目して、てこの働き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。

(ア) 力を加える位置や力の大きさを変えると、てこを傾ける働きが変わり、てこが釣り合うときにはそれらの間に規則性があること。

(イ) 身の回りには、てこの規則性を利用した道具があること。

イ てこの規則性について追究する中で、力を加える位置や力の大きさとてこの働きとの関係について、より妥当な考えをつくりだし、表現すること。

本内容は、第5学年「A (2) 振り子の運動」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、中学校第1分野「(1) ア(イ) 力の働き」の学習につながるものである。

ここでは、児童が、加える力の位置や大きさに着目して、これらの条件とてこの働きとの関係を多面的に調べる活動を通して、てこの規則性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、主により妥当な考えをつくりだす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学習者の状況(例)

本学級の児童は、自分の考えをもつことができるようになってきた。発言によって表現することが得意な児童もいれば、書くことで考えを表現する児童もいるが、自分の考えだからどのような考えでもよいと指導してきた結果が出てきたと感じている。ただし、学習に向けた取り組み意識は様々であり、個で活動することに対して自信がもてない児童もいる。そこで、今回は、班やペアで実験を行ったり、話し合い活動の時間を確保したりすることを心がけていきたい。

③ 単元展開と本時の位置づけ

第1次 支点、力点、作用点の位置関係による手応えの違い（1、2、3）

第2次 てこ実験器が水平になる条件（4、5、6）本次

第3次 身のまわりのてこ【第1のてこ・第2のてこ・第3のてこ】（7、8、9）

（3）本次の学習目標

○実験用てこを正しく使い、力点の位置を決めて物を持ち上げるときのきまりを確かめ、その結果を適切に記録している。【知識・技能】

○てこを使って物を持ち上げるとき、棒が水平になった場合には（おもりの重さ）×（支点からの距離）が棒の左右で等しくなるきまりがあることを理解している。【知識・技能】

○棒が水平になった場合の規則性について見いだした問題に対して、効率よく確実に確かめる手順を考え、表現している。【思考・判断・表現】

○棒が水平になった場合の規則性について、実験の結果をもとに、てこの規則性に関するより妥当な考えをつくり出し、その考えを表現している。【思考・判断・表現】

○棒が水平になった場合の規則性に興味をもち、粘り強く他者と関わりながら、すすんで問題を解決しようとしている。【主体的に学習に取り組む態度】

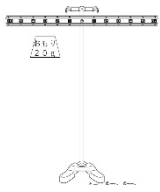
○行動を高めるための目標達成に向けた取り組みについて表現しようとしている。【主体的に学習に取り組む態度】

○学習した内容が様々な場面と関連していることに気付き、自分の言葉でふり返り、表現しようとしている。【主体的に学習に取り組む態度】

（4）本次の授業展開

時間	段階	学習者の○活動と資質・能力 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
第4時				
10	場づくり（導入）	<ul style="list-style-type: none"> ・ 支点から力点のきよりが遠いほど小さい力で持ち上げられる。 ・ 支点から作用点のきよりが近いほど小さい力で持ち上げられる。 	<p>てこのきまりとしてわかったことは何でしたか。</p> <p>てこの仕組みについて勉強してきましたね。支点、力点、作用点の位置の違いによって手応えが違いましたね。手応えて感覚だから、人によ</p>	○学習の軌跡から既習内容をふり返る。

		<p>力の表し方について疑問に思う。【興味・関心】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・力ってどうやって表せるのだろう。 ・体力テストの握力は kg だったような気がするな。 <p>・めもりが動いた。</p>	<p>って感じ方は違いますね。手応えは力の加え方だけど、力ってどうすれば、みんなと同じようにとらえることができると思いますか？</p> <p>前回、モデルで実験したとき、木の棒を押して手ごたえを比べましたね。同じようにはかりを押すと、どうなりますか。</p> <p>実は、力を加えると目盛りが動きまです。この目盛りの単位は kg です。つまり、力は重さで表すことができるのです。</p> <p>○実際にはかりに力を加えることで目盛りが動く様子から、力は重さで表現できることに気付かせる。</p> <p>○前回のモデル実験では、上から力を加えていたが、下から引いても同じ状況がつかれることを確認して、おもりをつるすことが置き換えられることを教師用でこ実験器を用いて確認させる。</p> <p>そこで、今回は、今まで手応えと感覚でやってきたものを重さで表して誰が見ても違いが分かるようにして持ち上がるきまりをはっきりさせていきましょう。</p>	<p>○感覚的にとらえることも大切だが、科学的に物事をとらえるためには客観的にとらえることの大切さを伝え、必要性を感じさせる。</p> <p>○はかりを示し、力が kg 等、重さで表現されていることに気付かせる。</p>
10	疑問 予想	<p>手ごたえを重さで表して、てこを使ってものを持ち上げるときのきまりはどのようなものかはっきりさせよう。</p>	<p>今回は、重さに注目して実験を進めていくので、前回のモデルをコンバ</p>	<p>○前回までの実験を手応えではなく、重さで示していくため、</p>

		<p>・大きさは違うけど同じような実験道具なのか。</p> <p>予想を考える。【仮説を設定する力】</p> <p>・手ごたえは支点に近い方が大きかったから、1の方がたくさんおもりを必要とするだろう。</p> <p>・1の位置より6の位置の方がおもりは軽いだろう。</p>	<p>クトにしたこのでこ実験器で実験を行っていきましょう。</p> <p>○前回の力点のところにおもりで置き換えて例示し、力点（左側）3の位置に20gをつるしたとき、水平になる様子を示し、前回のモデルと対比させ、同じ現象を示していく。</p> <p>前回のモデルと同じものとしてとらえると、右側の1で水平をつくるときと、6で水平をつくるときとではどちらがたくさんのおもりが必要だと思いますか？予想してみてください。</p> 	<p>前回までの実験と同様の環境をこ実験器で示していく。</p> <p>○棒が偏ると手応えを重さで正確に表現できない例を示すことで、棒が水平になった時の条件で調べることの必要性を見出させる。</p> <p>○前回までの実験と同内容なので、予想は前回の結果を根拠に予想立てをさせる。</p> <p>○作用点のおもりの条件は共通して設定しておく。</p>
20	実験方法	<p>実験方法を書く。【実験計画を立案する力】</p> <p>・力点と支点の距離が遠い6はたぶん少ないおもりで</p>	<p>力点の位置を変えて水平になる条件を見つけていきましょう。今回は力点の位置が1～6まであります。前回は、一か所に力を入れていましたから今回も一か所におもりをつるしていきましょう。</p> <p>今回の実験は右側の1～6におもりをつるしていけば結果は見つけられると思います。ただ、やみくもにやるのではなく、効率よく、漏れなく確実に実験をしていくためにはどのような手順・方法で行っていったらよいか考えてみましょう。</p>	<p>○実験道具のイラストを板書して、実験計画のイメージを立てやすくする。</p> <p>棒が水平になった場合の規則性について見いだした問題に対して、効率よく確実に確かめる手順を考え、表現する。【思考・判断・表現】（ワークシート）</p>

	<p>結果がわかるだろうから、1にいくにつれておもりは多くなるだろう。6の方からやっていった方がよさそうだ。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・1から順に1個ずつおもりをつるしていけば間違いないよ。 	<p>話し合い活動でがんばりたい姿を自己決定する。【主体性・協調性】</p> <p>○自己決定したがんばりたい姿を班で共有する。</p> <p>自分の実験方法を伝え、他の実験方法を聞く。【実験計画を立案する力】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・わたしは△△と思います。理由は□□と思うからです。 ・なるほど。そういう考えもあるな。 ・○○さんはそう考えたのか。でも私はこう思う。 ・☆☆さんはなんでそう思ったの？ <p>班で実験計画をホワイトボードにまとめ、板書する。【実験計画を表現する力】</p>	<p>話し合い活動でがんばりたい姿を決めて、話し合いに臨みましょう。</p> <p>○話し合い活動でがんばりたい姿を自己決定させる。</p> <p>○たっせいお助けハンドブックで目指す姿に対する具体的な意識をもたせる。</p> <p>班のみんなで実験方法を出し合って意見交換してみよう。</p> <p>○意見交換した結果、自分の考えが変わった場合、ワークシートの項目に表現させる。</p> <p>全員で実験計画を確認してホワイトボードに班の実験計画を書いて黒板に貼りにきてください。</p> <p>○班で考えが1つにまとまらなかった場合は複数の方法で実験を行わせるようにする。</p>	<p>○たっせいお助けハンドブックで、がんばりたい姿を育むためのポイントをいつでも確認できるようにしておく。</p> <p>○自己決定させた姿を視覚化させることで、意識を高めさせるとともに、他者にも伝わるようにさせる。</p>
5	ふり返り		今日の学習のふり返りをしましよ <u>う</u> 。	★行動を高めるための目標達成に向けた取り組みについて表現

		○話し合いでの自分の姿を ふり返る。	○目標設定した自分の姿に対して達 成状況を自己評価するとともに、行 動についてふり返らせるようにす る。	しようとする。【主体的に学習 に取り組む態度】（ワークシ ート）
第5時				
15	実験	<p>実験活動でがんばりたい姿 を自己決定する。【主体 性・協調性】</p> <p>○自己決定しがんばりたい 姿を班で共有する。</p> <p>ペアごとに実験をする。 【観察・実験を実行する 力】</p> <p>○ペアで順番に実験をして 体感する。</p> <p>・実験をして、棒の端の方 が軽い力で動かさそうだと いうことがわかったぞ。</p> <p>ペアで結果を用紙にまとめ る。【実験結果を表現する 力】</p>	<p>実験活動でがんばりたい姿を決め て、話し合いに臨みましょう。</p> <p>○実験活動でがんばりたい姿を自己 決定させる。</p> <p>○たっせいお助けハンドブックで目 指す姿に対する具体的な意識をもた せる。</p> <p>実験をしてみましょう。実験した ら、実験結果をワークシートに書き ましょう。ペアで結果を確認して用 紙に結果を書いてまとめましょう。</p>	<p>○たっせいお助けハンドブック で、がんばりたい姿を育むため のポイントをいつでも確認でき るようにしておく。</p> <p>○自己決定させた姿を視覚化さ せることで、意識を高めさせると ともに、他者にも伝わるよう にさせる。</p> <p>○たっせいお助けハンドブック で、がんばりたい姿を育むため のポイントをいつでも確認でき るようにしておく。</p> <p>★目的に応じて選択した器具を 正しく扱いながら、力点の位置 を決めて物を持ち上げるときの きまりを確かめ、その結果を適 切に記録する。【知識・技能】 （ワークシート）</p> <p>★棒が水平になった場合の規則 性に興味をもち、粘り強く他者 と関わりながら、すすんで問題 を解決しようとする。【主体的 に学習に取り組む態度】（行動 観察）</p> <p>○ペア実験で行えるようにてこ 実験器の個数を用意しておく。</p>
15	考察	<p>班で結果を確認した上で考 察する。【実験結果を分 析・解釈する力】</p> <p>・やっぱり支点に近い方が 軽くなる。</p>	<p>班内で結果を確認して、考察してみ ましょう。</p> <p>○班で実験結果が異なった場合は、 班で再実験をして結果を確認させ る。</p> <p>○班内の結果から言えることは何か をワークシートに書かせる。</p>	

	柱①	<ul style="list-style-type: none"> ・数字で表されるとはつきりわかるね。 ・なんかきまりがありそうだな。 <p>話し合い活動でがんばりたい姿を自己決定する。【主体性・協調性】</p> <p>○自己決定したがんばりたい姿を班で共有する。</p> <p>自分の考察を伝え、他の考察を聞く。【実験結果を分析・解釈する力】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・なるほど。そういう考えもあるな。 ・ぼくの考えと◇◇さんの考えは同じだけど、◇◇さんの方がわかりやすい。 ・〇〇さんはそう考えたのか。でも私はこう思う。 ・☆☆さんはなんでそう思ったの？ 	<p>話し合い活動でがんばりたい姿を決めて、話し合いに臨みましょう。</p> <p>○話し合い活動でがんばりたい姿を自己決定させる。</p> <p>○たっせいお助けハンドブックで目指す姿に対する具体的な意識をもたせる。</p> <p>考察について意見交換をしましょう。</p>	<p>○たっせいお助けハンドブックで、がんばりたい姿を育むためのポイントをいつでも確認できるようにしておく。</p> <p>○自己決定させた姿を視覚化させることで、意識を高めさせるとともに、他者にも伝わるようにさせる。</p> <p>★棒が水平になった場合の規則性について、実験の結果をもとに、てこの規則性に関するより妥当な考えをつくり出し、その考えを表現する。【思考・判断・表現】（ワークシート） (机間支援)</p>
10	結論	<p>てこを使ってもものを持ち上げるとき、棒が水平になった場合、（おもりの重さ）×（支点からのきょり）が棒の左右で等しくなるというきまりがある。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・これがわかれば、計算で水平になる条件を見つけることができるね。 <p>★てこを使って物を持ち上げる時、棒が水平になった場合には（おもりの重さ）×（支点からの距離）が棒の左右で等しくなるきまりがあることを理解する。【知識・技能】（ワークシート）</p>		
5	ふり返り	○実験・話し合いでの自分の姿をふり返る。	今日の学習のふり返りをしましょう。	★行動を高めるための目標達成に向けた取り組みについて表現

			○目標設定した自分の姿に対して達成状況を自己評価するとともに、行動についてふり返らせるようにする。	しようとする。【主体的に学習に取り組む態度】（ワークシート）
第6時				
40	活用 柱②	<p>学習したことと日常生活の関連について考える。【重要性、有用性、職業との関連性、興味・関心】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・下がっている方の洗濯物を支点に近づければいいよ。 ・上がっている方の洗濯物を支点から遠ざけてもいいよ。 ・重さをはかるためにてこが生かされていたのだな。 ・今の時代にも生かされているのだな。 ・てこが関係しているわけだから、きよりが変わっているのだろうな。 ・自転車もてこが生かされているのか。 	<p>今回勉強したことは、いろいろなどころにつながっています。</p> <p>例えば、洗濯を干すとき、先生はこんな経験があります。これを水平にしたいのだけど、どうしたらいいでしょうか？</p> <p>○洗濯干しが偏ってしまっているものを示し、水平にするための方法を考えさせる。</p> <p>○解決方法を確認したら、実演して実感をもって理解させる。</p> <p>○同様の現象としてシーソーを取り上げ、水平を保つための方法を動画で確認する。</p> <p>また、重さをはかる道具にも今回の学習はつながっています。</p> <p>○はかりの歴史に触れ、てんびん、さおばかりから現代のはかりの技術の進歩に触れ、現代のはかりであってもこの原理をふまえた電子ばかりの存在を伝える。【重要性】</p> <p>そして、こんなものにも実は関係しています。</p> <p>○自転車を見せ、ギアの切り替えによる手応えの違いを体感させ、どのような原理で手応えが変わっているのかを考えさせる。</p> <p>○自転車のギアのイラストとてこ実験器を対比させ提示し、輪軸とてこの水平の関係を説明することで、輪軸もてこの原理を生かしていることに気付かせる。</p>	<p>○パワーポイントで学習内容に関連する身の回りにある場面を紹介し、学習したことと日常生活との関連に気付かせる。</p> <p>○過去の重さを量る道具から技術の進化の過程を紹介することで、学習したことの重要性に気付かせる。</p> <p>○輪軸の原理を紹介しつつも、身の回りの多くの場面で生かされていることを感じ取らせることを重視する。</p> <p>○1分26秒、2分15秒、48秒の動画の順で見せる。</p>

		<p>・そのような仕組みで生かされているのか。</p> <p>・意外なところにつながっているのだな。</p>	<p>○自転車のギアの大きさの違いとかかる力の関係を動画で確認させる。</p> <p>○プラスドライバーの持ち手の太さの違いによる手応えの違いを体感させ、ユニバーサルデザインの蛇口と通常の蛇口の違いによる手応えの違いも紹介する。【有用性・重要性】</p> <p>○紹介したものに関連した職業を紹介する。【職業との関連性】</p>	<p>○ペアで作業ができるよう、持ち手を太くできるドライバーの数を用意しておく。</p> <p>○ほかにも輪軸を使った道具として鉛筆けずりや車のハンドル、ドアノブも紹介する。</p> <p>○自動車整備士、ドライバーを使う仕事、漁師、トラックドライバー、紹介した道具を開発するような業種を紹介する。</p> <p>○理科の学習は、理科を専門とする仕事だけでなく、身の回りのいろいろな仕事に関係していることに気付かせる。</p>
5	ふり返り	<p>○学習をふり返る。</p>	<p>本次の学習のふり返りをしましよ う。</p> <p>○学習のまとめには、本次で学習した内容や活用場面で学んだことなどを書かせることで自覚できるようにする。</p>	<p>★学習した内容が様々な場面と関連していることに気づき、自分の言葉でふり返り、表現しようとする。【主体的に学習に取り組む態度】（ワークシート）</p>

01 意識面に対する取組の必要性

重要要素

学びに向かう力・人間性等

どのような方向性で働かせるのかを決定付ける

知識・技能
思考力・判断力・表現力等

学習意欲面に課題

「数学・理科の学習に対する意識」～16337019理科算数履修者から～

●授業が楽しめれば、国際平均に比べて、日本の中学生は学習意欲が最も高いと、国際比較の結果が示されています。

	数学	理科
数学・理科の勉強は楽しい	52%	71%
数学・理科を勉強すると日常生活に役立つ	74%	84%
数学を勉強するために数学・理科が必要	87%	89%
遠くまで行くために強い勉強が必要	72%	85%
将来役に立つために強い勉強が必要	69%	81%
数学・理科を学ぶことが将来ある職業につきたい	21%	52%

01 意識面に対する取組の必要性

カリキュラム・デザインのための概念と「学力の三要素」の考え方

主体性をもって多様な人々と協働して学ぶ態度

学びを人生や社会に生かそうとする学びに向かう力・人間性等の涵養

小倉(2020)が示す学びに向かう力・人間性等の目標のタイプ

	目標のタイプ
学びに向かう力・人間性等	「自己効力感(自信)」
	「興味・関心」
	「重要性」
	「有用性」
	「職業との関連性」
	「主体性」
	「協調性」

02 意識面を高めるために

児童自身に行動目標を自己決定させた上で問題解決の過程に取り組みせると共に、学習したことが日常生活と関連していることを活用として扱う授業を設計し実践すれば、児童の学びに向かう力・人間性等を育むことができるだろう。

- 手立てⅠ…児童の自己決定による意識づけ
- 手立てⅡ…活用場面の設定

02 意識面を高めるために

問題解決の流れ	児童の具体的な活動
導入・問題設定	生活場面や学習での疑問から問題を設定する
手立てⅠ 予想・仮説 方法 観察・実験 考察	<ul style="list-style-type: none"> 問題解決場面で活動(話し合いや実験・観察)する際の主体性、協調性に関する行動目標を自己決定する 活動の見通しをもった上で活動に取り組む 行動目標の達成状況について自己評価する
結論	問題に対する結論をまとめる
手立てⅡ 活用	本日の内容と 日常生活との関連 を「重要性」「有用性」「職業との関連性」の視点から学ぶ

設計した指導法

03 実践

【話し合い場面】

- ①-1 自分の考えを友だちに伝えようとする姿
- ①-2 自分の考えと比べながら聞こうとする姿
- ①-3 友だちにその考えについて確認したり、質問したりしようとする姿

【観察・実験場面】

- ②-1 自分から進んで観察・実験に参加しようとする姿
- ②-2 結果の見通しをもちながら観察・実験しようとする姿
- ②-3 確かめの観察・実験をしようとする姿

設定した行動目標「がんばりたい姿」

03 実践

がんばりたい姿一覧

組 班 番 名 前

自分のスタート地点を見て、経験値を伸ばした方がいいところを自分で決めて経験アップを目指そう！

○に、心算の出来るように設定していくと経験値アップしやすいと思うよ。

◎はあと行動できない

◎はいつでも自信をもって行動できる

	①-1 P	①-2 P	①-3 P	②-1	②-2	②-3	達成
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							

設定した行動目標「がんばりたい姿」

たっせいお助けハンドブック

みんなに意識・行動してほしい部分をポイントとしてのせよ！具体的な例もあるから参考してみてくださいね。大切なのは**意識すること・意識して行動すること**！チャレンジしていこう！経験値アップできること期待しているよ！！



話し合い行動 経験値アップポイント

①-1

自分の考えを友だちに伝えようとする姿



自分の考えは「**〇〇と思います。**」という言葉で表現してみよう。自分の考えは自分が思うことなのだから、思っていることに間違いはないよ！なんとなくということでもいいから、伝えることを大切にしよう。もちろん自分なりに理由がつけられれば、より good です。どうしても考えが思いつかなかったときは「こういったところが思いつかなかった」と伝えることも自分の考えを伝えることです。

ぼくは〇〇と思います。理由は△△だからです。
ぼくは〇〇と思います。
(なんとなく...)

話し合い行動 経験値アップポイント

①-2

友だちの考えを、自分の考えと比べながら聞こうとする姿



考え方は人それぞれ。いろいろな考えがあっているのです。いろいろな人の考えを知ること、気付かなかったところ気付いたり、自分の考えに自信をもてたりします。**自分の考えと友だちの考えを比べて、同じところ、違うところなど意識して聞いてみよう！**

私と考え方は同じだな。でも、理由は違う。なるほど、その理由もあるな。
ぼくは違う考えだけど、その考えもわかる。
みんなも同じ考えだったのか。自分の考えに自信がいたぞ。

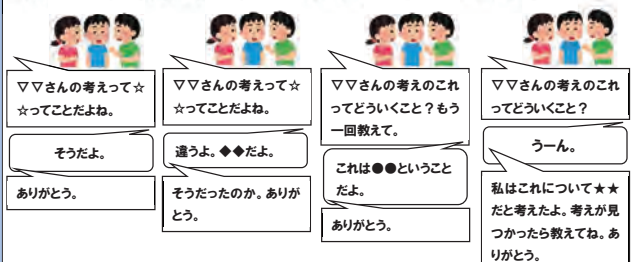
話し合い行動 経験値アップポイント

①-3

友だちにその考えについて確認したり、質問したりしようとする姿



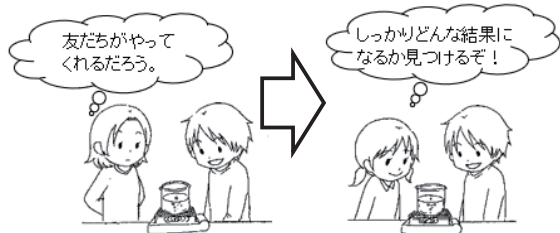
友だちの考えを聞いて、友だちの考えがわかったと思っても、**本当に自分が友だちの考えを正しくわかっているかは確認してみないとわからない**ね。また、友だちの考えを聞いてわからないことがあったら**質問してみる**ことも大切なことだね。質問して、友だちがうまく答えられない時は、自分だったらこう考えたよと伝えてあげるのもいいかもね。



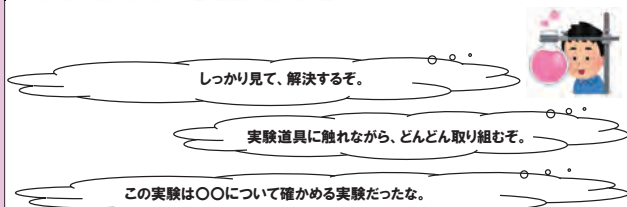
実験取り組み行動 経験値アップポイント

②-1

自分から進んで実験に参加しようとする姿



まず大切なのは、参加すること！**自分の目で見て、自分の手で取り組んで、自分で結果を書いてと自分で行動**してみよう。自分で進んで取り組むからこそ、いろいろな発見に気付いたりするよ！実験をしているときは、しっかりその実験と向き合い、積極的に取り組もう。どんな実験を行っているのか意識することもいいですね。



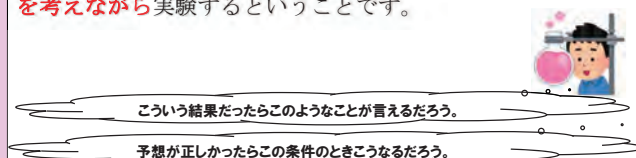
実験取り組み行動 経験値アップポイント

②-2

実験結果の見通しをもちながら実験しようとする姿



この条件でこのような結果だったらこのようなことが言えるだろうと見通しをもって実験することは大事なことです。『こういう結果だったらこう、違う結果だったらこう』と考えながら実験することを意識してみよう。『予想が正しかったらこの条件のときこうなるだろう』『実験計画だとこの後これをやろう』という考えもいいですね。大切なのは、**結果を考えながら**実験することです。



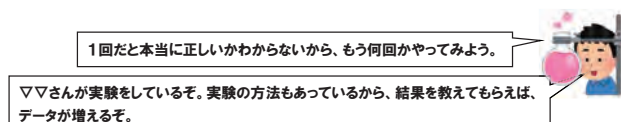
実験取り組み行動 経験値アップポイント

②-3

確かめの実験をしようとする姿



結果のデータは多ければ多いほど説得力が増します。1回だけだと『たまたま』や『うまくはかかれていなかった』ということもあります。だから、**しっかり実験方法も確認して、多くの実験結果を集める**ようにしましょう。自分で実験する回数を増やしたり、友だちが行った実験を見ながら、その結果を加えたりすることもいいですね。



Ⅱ 研究結果②

— 「教材や指導の工夫」研修会 —

令和4年度「理科モデル授業オンライン研修会」合同研修会概要

2022年8月11日（木・祝）13時～17時

会場：埼玉大学教育学部・岐阜大学教育学部

参加57名（大学内51名、オンライン6名）{学生23名、教員34名}

1 開会挨拶（小倉康埼玉大学教授）

埼玉大学と岐阜大学をネットワークでつなぎ、それぞれの大学で対面での参加も可能とした。従来の研修会のモデル授業は、中核的理科教員の授業実践力を対象としたものであるのに対し、この合同研修会は教材研究力に焦点を当てたものである。優れた教材研究は指導法と同じく、すべての教員が追究するものである。両県の4名の中核的理科教員からこれまで工夫してこられた教材を紹介していただく。優れた教材や指導法を知的財産として共有化することで、広く理科教育の向上に資することとする。全国の理科を教える理科教員に広く活用していただきたい。

2 セッション1 「知って良かった教材や指導の工夫①」 @岐阜大学会場

<1>講師 篠田耕佑氏（大垣市時小学校教諭）

テーマ 「地学事象の規則性を捉えるモデル教材の開発」

1) 自作教材を作成するにあたって意識していること

地学領域では、自然の力は規則性を持つが不規則でもあり、この成り立ちを解き明かすところに楽しさと面白さを感じる。しかし、それらが長期間であったり範囲が大きく変化し続けているものであったりして、再現が難しいところが、また地学領域の難しさであると感じる。

そこで、①成り立ちを解き明かすために、観察して捉えた事実やその原因を子どもたちが明確にできるもの、②目の前のモデルと子どもたちの捉えた事象が結び付けられるもの、③教室などの大きさや範囲に合わせたコンパクトでかつ事象が子どもたちの印象に残るインパクトを与えられるものを意識して、自作教材作成に取り組み、進めている。これら3点は子どもたちの思考に沿ったものである必要があり、自作教材を作ったからそれを使って示すのではなく、子ども自身の問題解決能力や知識の育成につながるための手立ての一つとして位置付けている。

2) 3つの実践の紹介 小学校地球分野における自作教材とそれを用いた授業づくりの紹介

①第6学年「大地の変化とつくり」

地層を観察し、どのように地層ができるかを明らかにするための教材である。1回土を流すことで地層が一層できることの意味を大切にとらえることに留意した。層を作ることが目的ではなく、層ができる間隔についても意識をさせながら、目の前の事象と自然の事象とをつなげて考えさせるようにした。

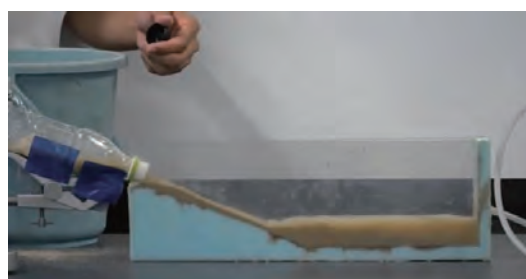


図1 地層の作成

②第3学年「太陽とかげの動き」

スタイロフォームで中心をくりぬいた円盤を作り、太陽に見立てた発泡スチロール球、三角錐、懐中電灯などを用い、かげの位置を記録し、太陽の位置の変化の規則性を見出すことを目標とした。自分で観察記録をとったり自分が太陽になって観察記録と同じ影をつくったりすることにより、「太陽」と「もの」と「かげ」が一直線になることから、位置関係を考え、考察を深めた。

③第6学年「月の形と太陽」

使い方を変えた②の円盤を活用し、ボール（月）、観測者（地球）、ライト（太陽）に見立て、光を当てたところからものの形を見たり、自分の手を使って高さを確認したりした。月の位置と形を記録したり、方位磁針で方位を確認し、観察記録を作成した。このモデル実験では、太陽の位置を西に固定するために18時頃の観察を行った。円盤の中から光に照らされた球を見ることで、「太陽」と「月」と「自分」の位置関係の変化を

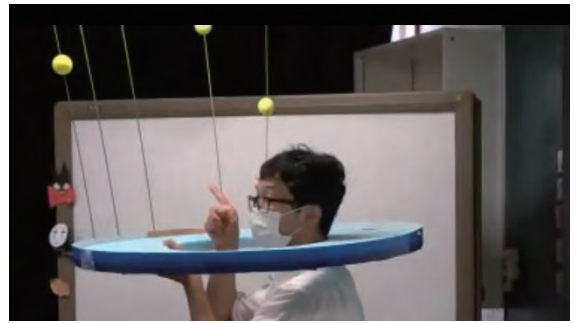


図2 円盤の中から光に照らされた球を見る

捉えることができ、観察して得られた事実と、モデルで得られた結果がぴったり重なることを体感できた。モデルを見ている時は月を見上げる状況と等しくなるよう工夫した。第3学年と第6学年でのモデルの使い方は異なるが、観察記録と円盤型のモデル使用は規則性を見出すのに有効である。

4) 今後に向けて

子どもの論理的な問題解決の過程と自作教材の使い方において、子どもは自分の仮説を解決するための方法を発想する。子どもの資質能力を育成するために、問題解決の過程に沿うように、教材を提示していくことが大切と考える。

感想：第3学年は生活科を終えたばかりで 子どもたち自身が記録をしていくという学習活動に生活科からのつながりを感じ、大変良かった。

感想：子どもたちのなぜ？を踏まえ、地球教材を作るとよいのはわかっているが、なかなか時間が無くてうまくいかない状況にある。地学の流水のところの実験で、詳しくスライドで説明しており、自分でも取り組みそうだと感じられた。

感想：流水の実験を是非してみたいと感じた。

感想：太陽とかげとの関係で、子どもは夕方に影が伸びていることは意外と目にしていると感じている。今回のモデル教材は、このことを活かして気付けるように導くことができると感じた。

質問：太陽のかげの記録から太陽の高度を調べる学習活動において、実際の事象と実験室のモデルとでは相似の関係にあると思うが、その関係の理解に低い学年での混乱はなかったか？高度について、小学校第3学年、または第6学年で十分な理解ができたか？

講師：観察をする前に、子どもたちは教科書に示されるように太陽の高度とかげの長さについて、自分自身の体を使って関係を考える活動をした。相似という言葉は使わなかったが、子どもたちからは、「大きな三角形ができています」と声が挙がり、三角形を多く見つけるという活動の中で、目に見えない大きな線を結び、大きな三角形の存在を想像して、モデルでも抵抗なく理解を深めることができたと思う。

質問：流水・地層の実験はコンパクトでわかり易いが、広がりについてどのように子どもたちは捉えたのか？

講師：実験器具の示す方向は、切り取って横から見たところが繋がっている状況を示すものがアクリル板から見られる。それらが繋がっている状態にあることを説明し、広がりという意識を持たせた。

質問：資質・能力や子どもの主体性に関連し、子どもの思考の実態を聞きたい。透明半球を用いた実験手順と似ているが、今回はそれにスケールがあり、教材の工夫を感じた。透明半球を用いると、数が揃えば一人に一つずつという教材の提供が可能だという利点がある。この教材な

らではの利点を知りたい。

講師：このモデル教材の使用により、球の位置と影の位置と、自分が実際に観察したモデルから示される位置とで直線をイメージし、モデルでも相似を示す三角形の存在を捉えることが可能となった。実際の自然事象や身の回りの木や建物においても、三角形のイメージを描くことができたことから、このモデルの使用により自然現象の規則性に繋がられたのではないかと考える。スケールが大きいからこそ気づくことができたのではないかと考える。

〈2〉講師 高木健氏（関市立小金田中学校教諭）

テーマ 「運動とエネルギー」の自作教材と授業実践

中学校第3学年の「力と運動」の単元における自作の斜面教材で、力が働くことによって運動が変化することを直感的に理解させる授業の紹介である。教材を作ることが目的ではなく、知識・技能を身に付けさせるために、またこのような力を付けさせたいという願いの裏に、教材開発があると考える。

1) 理科における誤概念を克服することの重要性

学習者は物体の運動方向に必ず力が働いているという自然法則に反した考え方をもちやすく（MIF 素朴概念 (J. Clement (1982))）、そうした考え方をなかなか変えられないところが、この運動の単元における学習の最大の難しさだと考える。

2) 子どもに身に付けさせたい力

学習指導要領によると、子ども自身が「見だして理解すること」と記載されている。「子どもに探究の過程を通して見出させたい。」つまり、子ども自身が既習内容を適宜振り返りながら、子ども自身が運動と力の規則性を見つけていくことが目標である。授業が終わった時、斜面を下る台車がだんだん速くなるのは、①進行方向に ②一定の大きさの力が ③働き続けているという点を子どもに見つけさせたいという願いから、この教材開発が始まっている。

3) 「台車定加速装置」の開発と単元構想

教科書によっては各社多様なアプローチが見られる。「斜面における運動は力によるもので働いていること」を振り返らせることを特にねらいとした。

力についての基本事項をまず教え、斜面で角度を変えることも含めて、子どもたちに徹底的に遊ばせる。〔①力の基本的な性質〕「なぜそうなるのだろうか？」という疑問を子どもたちから出させるように導いた。そこで、引っ張り続ける力を加えるための装置を取り付けて実験を行った。データのグラフ化により、同じ形になることがわかる。〔②運動の規則性〕斜面の運動も重力によって引っ張られたことを体感させたい。〔③運動の規則性と力の働きとの関連性〕開発した「台車

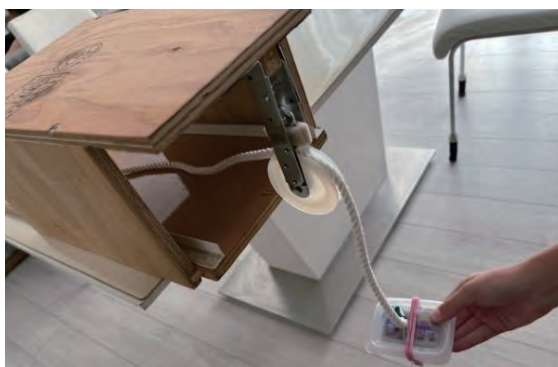


図3 台車定加速装置 + おもり

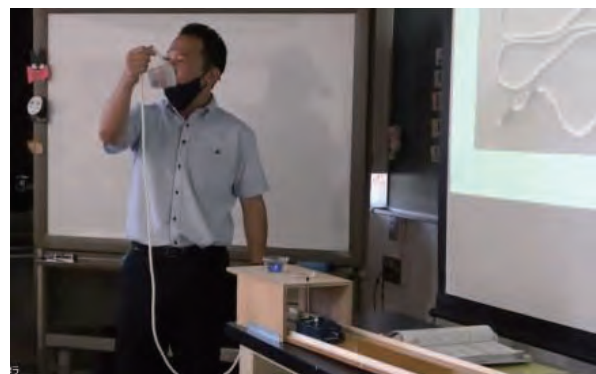


図4 台車定加速装置+力上台車

定加速装置」を用いて、同じ大きさの力で台車を引っ張り続けた時に、一定の割合でだんだん速くなることを記録させ、運動の規則性に、力の働きが関係していることを定着させる。〔④力の働きを変化させたときの運動の変化〕このような展開で生じうる間違っただけの考え方や不要な考え方をできるだけ防ぎ、排除する工夫をして、学習内容の整理を目指した。

感想：台車を子どもたちに色々動かすように試させて、自分も自然現象を沢山試す機会を与え、その中で疑問を出させるようにしたいと感じた。

感想：どのように学ばせることをデザインするかが大切だと感じた。紹介された素朴概念は最もで、力で運動や向きや速さを捉えていくことの重要性を改めて感じた。

感想：等速直線運動を敢えて混ぜたデータがあり、比較検討するのも一案と考えた。広がりのある教材であり各要素だと感じた。

質問：装置に高さを考慮することで、等速直線運動への発展性も踏まえた学習内容の広がりも考えられるのではないかと感じた。そのような意味でも素晴らしい装置だと感じた。

講師：装置に高さを加えたり、等速直線運動についても考えたりできるが、誤概念に繋がらないようにするため、意図的にロープの長さも最低限とした。

質問：MIF 素朴概念を踏まえ、実験を通してこの素朴概念がどのように変わったのか知りたい。生活場面で素朴概念の解消などが見られた例などがあれば是非知りたい。

講師：学習後すぐには、誤概念が改善され、レディネステストにおいても誤概念が解消された結果が得られた。時間の経過とともに誤概念に再びすり替わってしまうことが課題である。また学習の中で子どもが任意に力の大きさを書くことを体感したからこそ、斜面上に下向きの力が働く矢印を書く子どもも見られたと考える、力の矢印を生み出した点に関して、この実験は成果だと考える。

〈3〉講師 米津秀人氏（垂井町立不破中学校教諭）

テーマ 「地球と宇宙」日食を参考にした自作教材と授業実践

中学校第3学年の天体の単元において、「日食」から月と太陽のモデルを用いて位置関係や見え方を調べた。月の400倍の大きさの太陽が、地球と月の距離の400倍離れたところにあるため、モデルの活用により太陽が月と同じ大きさに見えることに気付かせ、宇宙の広がりや理解できるように工夫した。また地学の天体分野はスケールが大きいので、できる限り数字を使うことでわかり易くしたいと考えた。

1) 実践1 太陽と月の重なり

金環日食では太陽と月が重なったら太陽が見えなくなる。しかし太陽と月の大きさは同じではない。実際の知識を与えた後、関係や並びを把握しやすくするためにモデルを活用した。太陽は大きいけれど遠くにあるから小さく見え、小さい月は近くにあるので大きく見えるという、遠近法に疑問を持つことから学習に入り、地球と月、太陽の大きさと距離を表す資料の数字を計算できて認識しやすい単位に換算して示した。

（太陽を直径1.4mの円、地球はビー玉1つ分、月は3mmのBB弾位）。教室から150m先に太陽モデルを貼り、50cmの物差しの上で月（BB弾）を動かして、どの位の距離で太陽と月が重なるかを調べた。

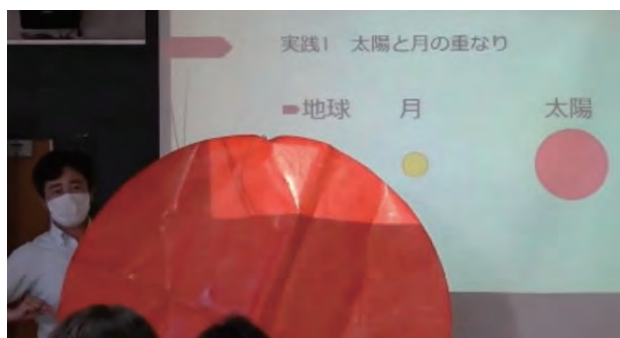


図3 地球と月と太陽の大きさ

美術の遠近法や数学の相似の学習内容とつながりがあり、理解を深めることに繋がった。自分の目に近い時には月の方が大きく見えるが、遠くなる際には重なるなどの、現象としての実感が得られた。指導側が準備し、説明しなければならぬ指導方法であったが、離れたところに貼られていた太陽モデルに対し、生徒自身が月のモデルを用いて同様の関係が見られるのかどうか試す姿が見られた。

100メートル以上離れているものを見るにはぼやけて見えてしまう。また一斉に同じことを試した場合、果たして同じものが見えているのかわからない。400対1は数値が大きすぎて、捉えられないという実態もあった。これらを踏まえ、カメラのレンズを通して皆が同じものを見られるようにし、これらを終末事象に持っていき、相似を用いて他の場面でも同じよう見られるように工夫した。

2) 実践2 季節の変化「季節の変化はどうして起こるのだろうか。」

季節の変化や南中高度が捉えられる工夫の紹介。簡易地球儀を作成し、ストロー2本を取り付けて地軸を傾けた状態で試すと四季の変化が見られるが、地軸を0度にしたら変化が見られない。公転面のずれなど実際との違いを実感しながら試すことができる。太陽の光が当たる角度と温度変化との関係を考えるには、発泡スチロール板に黒い画用紙を貼り、サーモテープとつまようじを用いてモデルを作成した。子どもたちと実際に起きている物をモデル化して授業が進められるように考えた教材。



図4 簡易地球儀作成の工夫

感想：つま楊枝を立てて影の長さを確認していくなど試みた

が、それ以前の様々な学習事項が繋がり、積み重ねていくからこそ、中学校での理解に繋がると感じた。また教師が十分理解しているからこそ教材がこのように工夫されており、そのことがよく表れていることがわかった。広がりについて数字でとらえていくには難しいので工夫を重ねたい。

感想：ハンドボールに黒い画用紙を貼り付け、懐中電灯を固定し、明るい部分は光が当たる部分とし、黒い部分が影である教材を用いて学習に活用してきた。正確な相似を用いて説明することが大事と感じた。

感想：工夫され、わかり易い実験装置の工夫であったのでぜひ使ってみたいと感じた。

質問：サーモテープを用いて太陽が当たる角度でどのように温度が変わるかという点において、角度によってどの位温度変化が見られるか？

講師：11月末、気温の低い段階で教室の窓際の太陽の光では、5分かからずに2～3度の違いが見られる。角度が90度近い状態の場合には、5分ほどで6度上がる。角度が小さく平らな場合では、2～3度の上昇が見られる。

3 セッション2「知って良かった教材や指導の工夫②」 @埼玉大学会場

<1>講師 横須賀篤氏（さいたま市立美園北小学校教諭）

テーマ 「岩石標本づくり」「モーターのしくみを調べる教材」

1) はじめに

授業には十分な教材研究をするのは重要なことだが、実際には難しいこともある。そこで、先輩の先生方の授業や隣のクラスの板書を見たりして、仲間と共に勉強し合うことを大切にすると

よい。また、1年に1単元ずつ丁寧に授業を作り、これを毎年実践していくとよい。

2) 小学校第6学年「大地のつくりと変化」

岩石標本づくりを通して、石の特徴を学ぶ。石の分野は、教材としても取り上げられ難いが、研究は未知の部分も少なくない。そこで、将来を担う子どもたちに、ぜひ小学校で石に興味を持ってもらい、その後の学習の発端（スタート地点）にしてもらいたい。

①分類することの意味

標本用の石を手にとって観察しただけでは学ぶ楽しさを感じられない。五感を活かして調べ、自分の視点で分類するから楽しい。

②授業展開例

(1) 身近に使われている石は？

(2) 石の分類をしてみよう

なぜそのように分けたのか？岩石名を教えず仮の名前で呼び、記録用紙に該当する石の破片を置かせてみる。

(3) 石を分類した特徴は？

記録用紙に項目ごとに特徴を記入させる。色、質感、重さ、割れ方、におい、音など、五感を活かした観察事項を記入する。

(4) 石の特徴をまとめる

子どもたちが発見したことを活かし、まとめる。

色：問いかけた際、子どもたちがイメージでき、納得できる表現を活かす。どちらが良いとは言わない。「おうど色」・「ストッキングの色」、「ゴマ塩の色」・「ダルメシアン（犬）」等

におい：「マヨネーズみたい」塩原火山の石、「温泉みたい」大島の噴火口の石。子どもたちが奥日光の源泉に向く野外学習を話題に挙げる。

手触り：手に取って触ることをしなければ、石を見ただけで終わりになる。「手に付く」ことは大切で、粒が細かいことを表す。校庭に体育座りをして立ち上がった時、お尻をパンパンと払った時には「泥」、「じやりじやり」したらは砂。「じやりじやり」と「さらさら」が区別できれば砂岩と泥岩の区別となる。

(5) 標本づくりで興味をさらに高める

3) モーターのしくみを調べる教材

約1か月間磁石の学習をしても、モーターがなぜ回るのか説明するのは難しい。そこでモーターの中が磁石であることに気付かせたいと考えた。遊びを通して自身で気付ける教材として、模型用モーターを分解し、回転する仕組みがわかりやすいように工夫された教材の紹介である。

実験ネタを見つけるとき、科学の祭典などに足を運ぶと、教育職以外に携わる専門家からの情報が得られる。ソニーの科学教育財団などのプログラムも活用し、教材の工夫をするとよい。



図 5 石の標本作成

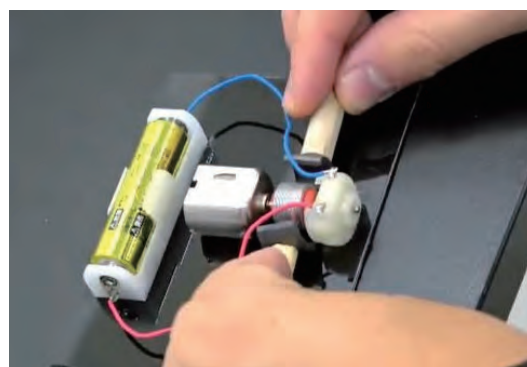


図 6 モーターのしくみを調べる

質問：さいたま市で地層を教材として扱うときに露頭を見つけづらい。写真資料や準備した資料になりがちである。さいたま市での地層を活用した例を知りたい。

講師：学校のボーリング試料を見せて話をするとよい。実際の砂岩と泥岩の資料を見せた後にボーリング試料を見せる。また3層のボーリング試料などを見せ、地層の広がりの説明するとよい。

4 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

テーマ 「力学教材 第3学年 力と運動の単元の体系的な概念の獲得」

1 はじめに

力と運動の単元の体系的な概念獲得は難しい。大学においても、ニュートンの3法則の学習者の概念調査をしてみると、意外と誤概念の実態がある。力の概念を身に付ける学習は中学校から取り組む。力と運動に着目すると、徐々に速くなる運動と、徐々に遅くなる運動では斜面の事象を扱っており、ここが難しさを生んでいるのではないかと考える。特に力が物体にどのように働いているのか、関連付けることが難しい。そこで平面から学習を始めるとよいと考え、概念獲得に向けた教材の紹介をする。

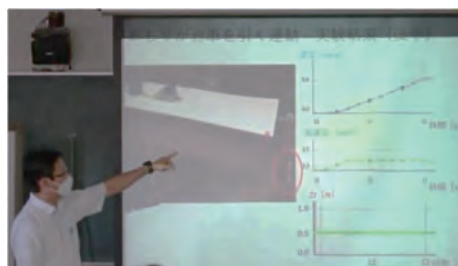


図7 おもりが台車を引く運動

2 授業の流れと教材

力学台車と超音波センサーによる距離計、結果をリアルタイムで読みだすコンピューターを用いたシステムで、演習実験として教師が示したり実験動画のみを提示したりして活用するとよい。位置-時間のグラフや、結果を時間で微分した速度-時間グラフ、さらに微分した加速度-時間グラフを示すことができる。中学校では、グラフや数値を表示せず、力学台車の動きを見せることも有効である。力学台車に働く力との関係を議論させるために、力学台車に力センサーを取り付け、結果を読み出せるようにすることも有効である。

授業の流れの例：① 歩く・走る速さを測定する。等速で動く、速度を測定する。② 手で台車を引く。③ 台車を糸で結び、他端を滑車に通して、重りをつけて重りの重力で台車を引く運動。④③で引く重りの重量を変えたときの運動。⑤③で引く重りの重量を一定にし、引かれる台車の重量を変えたときの運動。⑥③で台車を引く一定の力がなくなったときの運動。⑦正味の力がゼロのときの運動。⑧自由落下。下向きに一定の力が働くときの運動。⑨鉛直投げ上げ。下向きに一定の力が働くときの運動。⑩静止摩擦力と動摩擦力。⑪最大静止摩擦力と動摩擦力の大小。⑫作用と反作用。力学台車と超音波センサーによる距離計、および結果をリアルタイムで読みだすコンピューターを用いる。

3 力学概念の定着に必要なポイント

- 1) 1つの事象を力と関連付けて思考させる。物体に働く力の合力（正味の力）がゼロであるか、一定であるか、つりあっているのかなど、力の働き方の種類と運動を関連付けて思考させる。
- 2) 1つ1つの事象を関連付けて思考させ、既習事項との共通点、差異点を考えさせる。このことを意識させると、実験・観察の際に、力に関連付けて思考させる1)のポイントが自然にできるようになる。
- 3) 簡単な事象から扱い、一足飛びの事象に行かない。例：平面においた台車を手で台車を引く

事象、さらに、台車をひもで引く事象といったような単純な事象を扱い、そのあとで斜面を扱うと、力との関連に気づきやすくなる。

テーマ 「光の屈折実験用の光源の作成」

理科の「光の屈折」の単元で扱う光源、理科学機器メーカーから販売されている製品で LED 1 色の安価なものでも 1 万円を超えるほど高価で、生徒実験用に数をそろえるのは現実的ではない。そこで、300 円程度で自作できる安価な光源を紹介。

スタイロボード、黒プラスチック板、LED 赤、LED 青、保護抵抗、プリント基板、乾電池等を材料に作成。次のような授業での展開が可能である。

- ①光の直進。光が真っ直ぐ媒体を進む様子を観察する。
- ②光の反射。鏡や異なる媒質との境界面で光が反射する。
- ③入射角。④反射角。⑤光の反射の法則。⑥凹凸のある物体に照射させたときに発生する乱反射。
- ⑦光の屈折。ガラスの他、透明な容器に入れた水も観察できる。⑧屈折角。グラフ用紙を用いて実測できる。⑨全反射。入射角を大きくしていくと屈折光が見えなくなり、境界面ですべての光が反射する。⑩凸レンズの働き。⑪焦点および焦点距離。凸レンズに平行に入射させるときの光路をグラフ用紙に写し取る。また、高等学校でも扱える発展的内容の一例として、以下も紹介された。
- ①ガラスへの入射角を変えながら反射角を測定し、ガラスの屈折率を測定する。②①と同じことを赤色光と青色光で比較し、波長による屈折の違いを測定する。③ガラスの代わりに透明なケースに入れた水で行い、水の屈折率を測定する。

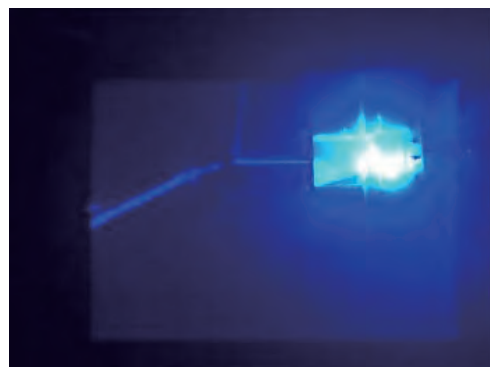


図 8 青色光の直角プリズムでの反射と屈折

<2>小倉康（埼玉大学教育学部教授）@埼玉大学会場

テーマ 「光の屈折現象の探究に利用できるレンズの作成と指導の工夫」（会場での教材作成）

中学校第一分野の単元「光の世界」は計 8 時間で学習を進める。物の見え方、光の反射、凸レンズの像のでき方（本時 3 時間）を学習し、その後、光の屈折に学びを進めることで、より探究的な展開を意識した授業展開が可能となり、その一例を紹介する。

小学校で虫めがねを使って日光で黒い紙を焦がした経験から、どうして焦げたのだろうか？と問いかけ、日光が凸レンズの焦点距離で、どうして一点に集まるのかという疑問より、自然現象の気づきから課題の設定を行い、予想を立てさせる。この仮説の設定から、どのような実験をすれば予想が確かめられるのか？計画した実験をするとどのような結果になると思うか？と検証計画

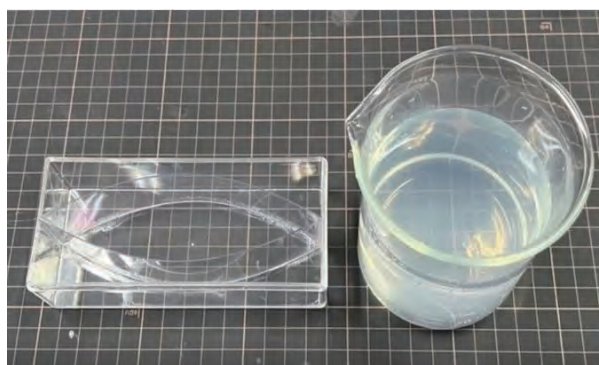


図 9 自作凸レンズと石けん水

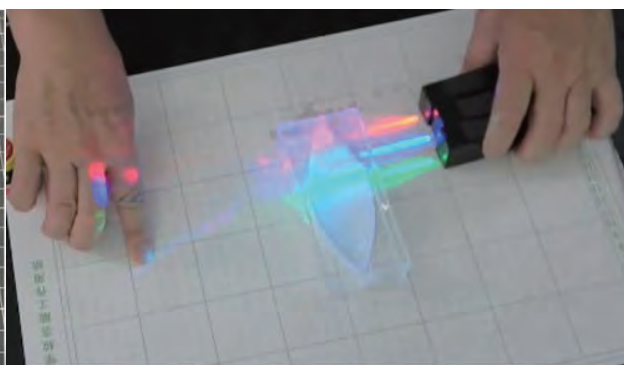


図 10 自作凸レンズの屈折

の立案を進める。実験結果はどのようになるか？実験結果から何が言えるか？予想との比較をし、観察・実験を実施し、結果の処理を行い、わかったことをまとめる。この後、凸レンズでなく直方体のガラスや水に光を入射させるとどのように進むだろう？虫眼鏡や凸レンズを使うときに、太陽を決して見てはいけないのはなぜだろう？虫眼鏡を使うとどうして物が大きく見えるのだろうか？と、更なる課題の解決に向けた探究活動をより深めていくことができる。

2) 自作教材による探究的な実験

光の屈折現象の探究に利用できるレンズの作成方法の紹介として、透明スチロールケースと透明塩ビ板等を用いて、凸レンズの作成を行った。更にこれらを用いた探究的な実験が紹介された。①凸レンズの屈折、②凸レンズの焦点距離、③凸レンズによってもものが拡大される見え方、④直方体ガラス（水）による屈折、⑤凸レンズの外側に水を入れた場合の屈折、⑥自作凹レンズの屈折とももの見え方、⑦自作三角プリズムによる分光、⑧凸レンズの厚みと焦点距離の変化（高校）、⑨水を砂糖水や油に変えた屈折率の変化（高校）。更には問題として、老眼鏡、近視鏡はどの実験に関係しているか、など、高校で扱われる内容を含むが、探究的課題として中学生にも興味深い活動例を紹介した。

この後、各会場にて自由に質疑や交流がなされた。

5 閉会

次回（9月22日「モデル授業オンライン研修会」の案内と共に閉会した。

地学事象の規則性を捉える モデル教材の開発

大垣市立時小学校 篠田耕佑

0 はじめに 3年生「太陽とかげの動き」の授業から

10月も3月も、東から南の高い所を通り西へ沈むのは同じ。

10月より、3月の方が、高い位置にある。



なぜ？
きっと……。だって……。
そのために……。

主体的に
問題解決



0 本日の発表の流れ

1 自作教材を作成するにあたって

2 教材紹介・操作

- (1) 6年生「大地の変化とつくり」より
- (2) 3年生「太陽とかげの動き」より
- (3) 6年生「月の形と太陽」より

3 今後に向けて

1 自作教材を作成するにあたって

地学領域の面白さ

地学領域の難しさ

- ・変化の原因を追究
- ・規則性と不規則性
- ・自然の力
- ・長期間
- ・範囲が大きい
- ・変化し続けている

成り立ちを解き明かす

再現の難しさ

事実と原因

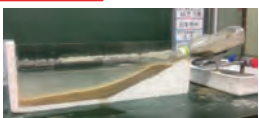
モデルと事象

コンパクトとインパクト

2 教材紹介・操作

(1) 6年生「大地の変化とつくり」

①紹介



2 教材紹介・操作

(1) 6年生「大地の変化とつくり」

②作成方法(材料)

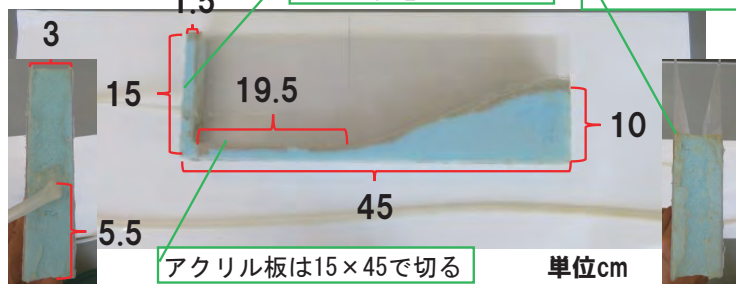
- ・スタイロフォーム (水に強い・軽い・丈夫・加工が簡単)
- ・アクリル板 (分厚い方が丈夫)
- ・シリコン管 (ゴム管は劣化する)
- ・ペットボトル (土を流せれば何でも可)
- ・ペットボトルの台 (スタンドを利用)
- ・土 (調べたい土)
- ・接着剤 (シリコン シリコンガン 接着剤)

2 教材紹介・操作
 (1) 6年生「大地の変化とつくり」

②作成方法(手順)

水を出す穴を開け、シリコン管を差し込む

シリコンで固める



単位cm

2 教材紹介・操作
 (1) 6年生「大地の変化とつくり」

③操作のポイント

- ・ 1回土を流す意味について
 - ・ 土がたくさん流れる状況について
 - ・ アクリル板から見ている地層と実際の地層の位置について
- ・ 一回流すことで一層できる

2 教材紹介・操作
 (2) 3年生「太陽とかげの動き」

①紹介



やっぱり、太陽は、東から南の高い所を通過して、西の方に位置が変わるよ。

2 教材紹介・操作
 (2) 3年生「太陽とかげの動き」

②作成方法(材料)

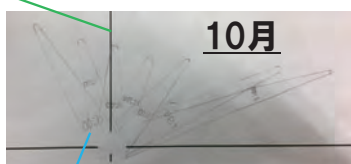
- ・ スタイロフォーム (太陽に見立てる)
- ・ 発泡スチロール球 (園芸用支柱を立てるため)
- ・ プラスチック段ボール (丈夫で細い物)
- ・ 園芸用支柱 (固定・安全)
- ・ ガムテープ (安全)
- ・ キャップ (クラッカーを使用)
- ・ 三角錐の物
- ・ 懐中電灯

2 教材紹介・操作
 (2) 3年生「太陽とかげの動き」

②作成方法(手順 記録用紙編)

方角を記入

画用紙に垂直に交わる直線を引く



交わった部分に円錐形の立体を固定する

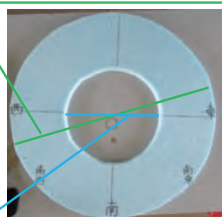
かげの形と時刻を記録する

2 教材紹介・操作
 (2) 3年生「太陽とかげの動き」

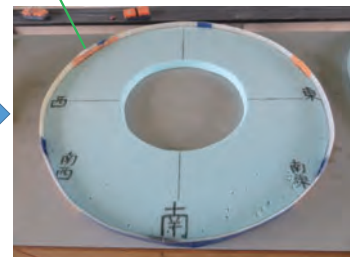
②作成方法(手順 円盤編)

直径約90cmの円で切る

円盤の周りにプラスチック段ボールをはる



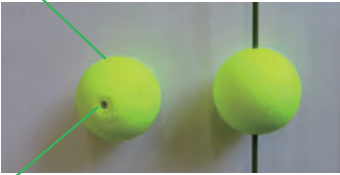
直径40cmの円を切りぬく



2 教材紹介・操作
(2) 3年生「太陽とかげの動き」

②作成方法(手順 モデル球編)

発泡スチロールの球に色を付ける



発泡スチロールの球に穴を開ける

支柱の先にガムテープを貼る。
実験時はキャップを付ける



2 教材紹介・操作
(2) 3年生「太陽とかげの動き」

③操作のポイント

- ・自分の観察記録を使用
- ・自分が太陽になって、観察記録と同じかげをつくる
(懐中電灯の位置に球を置く)

- ・「太陽」と「もの」と「かげ」が一直線

2 教材紹介・操作
(3) 6年生「月の形と太陽」

①紹介

ボール(月)

観測者(地球)

ライト(太陽)

2 教材紹介・操作
(3) 6年生「月の形と太陽」

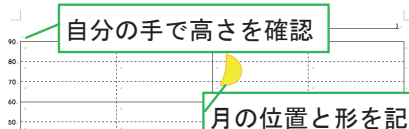
②作成方法(材料)

- ・スタイロフォーム (月に見立てる)
- ・発泡スチロール球 (園芸用支柱を立てるため)
- ・プラスチック段ボール (丈夫で細い物)
- ・園芸用支柱 (固定・安全)
- ・ガムテープ (安全)
- ・キャップ (安全)
- ・電球 (太陽のモデルとして使用)

2 教材紹介・操作
(3) 6年生「月の形と太陽」

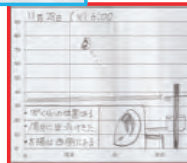
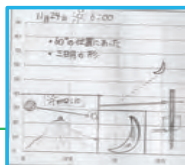
②作成方法(手順 記録用紙編)

自分の手で高さを確認



月の位置と形を記録

方位磁針で方位を確認



2 教材紹介・操作
(3) 6年生「月の形と太陽」

②作成方法(手順 円盤編・モデル球編)

- ・3年生「太陽とかげの動き」と同じ物を使用
- ・使い方を考える

③操作のポイント

- ・ 自分の観察記録を使用
(モデル実験で太陽の位置を西に固定したかったため、
18:00頃に観察した)
- ・ 円盤の中から光に照らされた球を見る
- ・ 「太陽」と「月」と「自分」の
位置関係の変化を捉える

子どもの問題解決の過程と 自作教材の使い方

子どもは、自分の仮説を解決するための方法を発想する。その子どもの問題解決の過程に沿うように、教材を提示していく。

「運動とエネルギー」の 自作教材と授業実践

理科モデル授業オンライン研修会「合同研修会」 R04.08.11
 関市立小金田中学校 高木 健

「台車定加速装置」 の開発と単元構想

生徒自身が「運動の規則性」と「力の働き」との関連性を見いだすことを目指して、写真のような教材を開発し、学習内容を以下のような順序とし、単元構想図に整理した上で、授業実践を行った。

- ①力の基本的な性質
- ②運動の規則性
- ③運動の規則性と力の働きとの関連性
- ④力の働きを変化させた時の運動の変化



台車定加速装置

- ・ベニヤ合板を組み合わせ
- ・戸車を中心に中吊り
- ・ベニヤ合板の下端の一方にL字型の金属板を貼付



斜面台

- ・長さ180cm程度
- ・L字型プラスチック材を両側に貼付
- ・一端（写真左側）の片側にはL字型プラスチック材が無い部分を準備
- ・一端（写真右側）の両側面には穴を開け、木ダボを打つ



斜面台

- ・L字型プラスチックを片側10cm程は貼り付けず、記録タイマー（ケニス製品）を備え付けられるようにした。

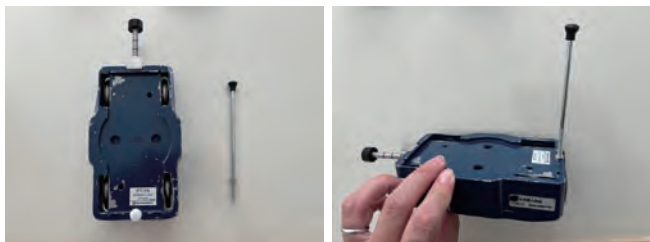


台車定加速装置 + 斜面台

- ・斜面台の両側面にある木ダボに台車定加速装置を引っ掛けて使用。また、台車定加速装置の金属板を斜面台の下に敷いて使用
- 斜面と装置が衝撃等によって外れたり、ズレたりすることを防ぐ



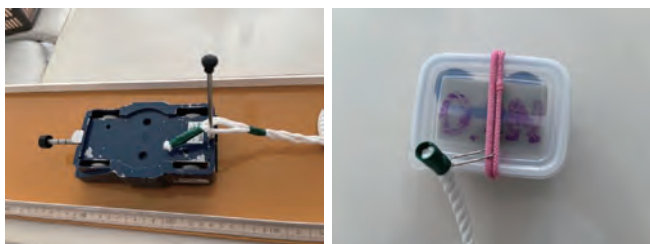
力学台車（島津製品）



ロープ 及び おもり



力学台車 と おもり を ロープ で つなぐ



記録タイマー + 力学台車

- ・力学台車の先端の棒にロープをかける
 - ・力学台車の後方に記録テープを貼付
- 注) 記録テープの長さは150cm以下にする



台車定加速装置 + おもり

- ・滑車（戸車）にロープをかけ、おもりから手を離して実験開始
 - ・おもりは、プラスチックケース、ビー玉のどちらも約0.2Nに調整。生徒自身が任意で変化させることが可能
- 注) 斜面台の長さ以上の高さで実験を行う必要あり



台車定加速装置 + 力学台車

- ・力学台車の先端の棒が台車定加速装置に衝突し、おもりの落下や台車の進行も停止→安全な実験となるように配慮



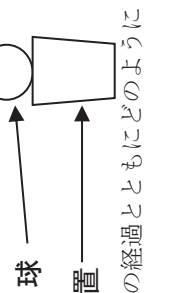
MIF 素朴概念の克服を目指した「運動とエネルギー」の単元・教材開発

関市立小金田中学校 高木 健

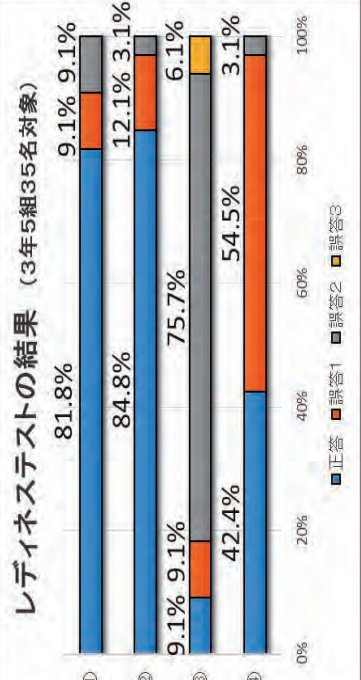
【理科における誤概念を克服することの重要性】
 生徒は、日常生活における観察や経験の蓄積をもとに、自然についての見方や考え方を形成している。しかし、こうした観察や経験の蓄積で得られた見方や考え方は、科学的に獲得される概念と異なる場合がある（以下、誤概念とする）。日本理科教育学会編（1992）では、誤概念は経験に裏付けられると同時に、より感覚的な理解を与えたり、学習者のもつ論理に合致したりすることによって、例え自然法則に反した考え方であっても、学習者が保持しやすいことが報告されている。

【MIF 素朴概念】
 上記した誤概念の代表の一つである。J.Clement（1982）が報告した“Motion Implies a Force”という誤概念。例えれば、「ボールを上向きに投げると上昇中のボールには上向きの力が働いている」のように、物体の運動方向には必ず力が働いているという自然法則に反した間違った考え方。

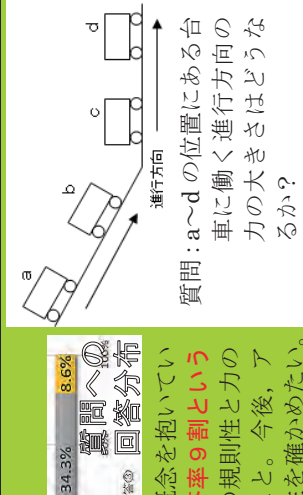
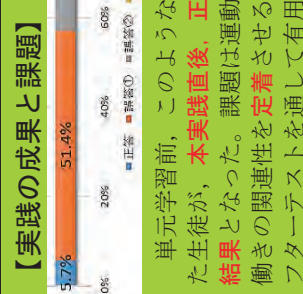
【レイネステストから捉えた生徒の実態】
 図1のような打ち上げ装置を使って、球を真上に打ち上げた。
 (1) 球は真上に上昇してからしばらくすると、(2) 真下に落ちてきた。次の各問いに答えなさい。(空気抵抗や摩擦ははたらいえないものとする。)



- ① 下線部(1)の時、球の速さは時間の経過とともにどのように変化しますか。
- ② 下線部(2)の時、球の速さは時間の経過とともにどのように変化しますか。
- ③ 下線部(1)の時、球にはたらいている力を矢印で書きなさい。
- ④ 下線部(2)の時、球にはたらいている力を矢印で書きなさい。



1. 生徒が最もつまづきやすい「運動の規則性」と「力の働き」の関連性を明らかにできるように整理し、単元構造図にまとめた。
- ① 力の基本的な性質
- ② 運動の規則性
- ③ 運動の規則性と力の働きの関連性
- ④ 力の働きを変化させた時の運動の変化



台車定加速装置



第1章：力の規則性

①力のつり合い (U, J2)
 一直線上で反対向きにはたらいている力の大きさがはつり合う。(ウ, イ)

②力の合成 (U, ア, イ)
 二つの力と同じ向きにはたらいている力の合力は、二つの力の和になる。(ウ, エ)

第2章：物体のいるいる運動

③物体の速さが一定である運動 (U, ク, サ, シ)
 進行方向に一定の力がはたらき続けていると、台車は一定の割合で速くなる。(ウ, ケ, コ)

④進行方向に力がはたらき続けている時の運動 (U, ク, サ, シ)
 進行方向に一定の力がはたらき続けていると、台車は一定の割合で速くなる。(ウ, ケ, コ)

⑤斜面の角度が一定の時、物体は自由落下をし、速さの最大になる。(ウ, エ)

⑥斜面の傾きが一定の時、速さの最大になる。(ウ, エ)

⑦斜面の傾きが一定の時、速さの最大になる。(ウ, エ)

⑧斜面の傾きが一定の時、速さの最大になる。(ウ, エ)

⑨斜面の傾きが一定の時、速さの最大になる。(ウ, エ)

⑩斜面の傾きが一定の時、速さの最大になる。(ウ, エ)

⑪斜面の傾きが一定の時、速さの最大になる。(ウ, エ)

⑫斜面の傾きが一定の時、速さの最大になる。(ウ, エ)

⑬斜面の傾きが一定の時、速さの最大になる。(ウ, エ)

⑭斜面の傾きが一定の時、速さの最大になる。(ウ, エ)

⑮斜面の傾きが一定の時、速さの最大になる。(ウ, エ)

⑯斜面の傾きが一定の時、速さの最大になる。(ウ, エ)

⑰斜面の傾きが一定の時、速さの最大になる。(ウ, エ)

⑱斜面の傾きが一定の時、速さの最大になる。(ウ, エ)

⑲斜面の傾きが一定の時、速さの最大になる。(ウ, エ)

⑳斜面の傾きが一定の時、速さの最大になる。(ウ, エ)

㉑斜面の傾きが一定の時、速さの最大になる。(ウ, エ)

㉒斜面の傾きが一定の時、速さの最大になる。(ウ, エ)

㉓斜面の傾きが一定の時、速さの最大になる。(ウ, エ)

㉔斜面の傾きが一定の時、速さの最大になる。(ウ, エ)

㉕斜面の傾きが一定の時、速さの最大になる。(ウ, エ)

㉖斜面の傾きが一定の時、速さの最大になる。(ウ, エ)

㉗斜面の傾きが一定の時、速さの最大になる。(ウ, エ)

㉘斜面の傾きが一定の時、速さの最大になる。(ウ, エ)

㉙斜面の傾きが一定の時、速さの最大になる。(ウ, エ)

㉚斜面の傾きが一定の時、速さの最大になる。(ウ, エ)

㉛斜面の傾きが一定の時、速さの最大になる。(ウ, エ)

㉜斜面の傾きが一定の時、速さの最大になる。(ウ, エ)

㉝斜面の傾きが一定の時、速さの最大になる。(ウ, エ)

㉞斜面の傾きが一定の時、速さの最大になる。(ウ, エ)

㉟斜面の傾きが一定の時、速さの最大になる。(ウ, エ)

㊱斜面の傾きが一定の時、速さの最大になる。(ウ, エ)

㊲斜面の傾きが一定の時、速さの最大になる。(ウ, エ)

㊳斜面の傾きが一定の時、速さの最大になる。(ウ, エ)

㊴斜面の傾きが一定の時、速さの最大になる。(ウ, エ)

㊵斜面の傾きが一定の時、速さの最大になる。(ウ, エ)

㊶斜面の傾きが一定の時、速さの最大になる。(ウ, エ)

㊷斜面の傾きが一定の時、速さの最大になる。(ウ, エ)

㊸斜面の傾きが一定の時、速さの最大になる。(ウ, エ)

㊹斜面の傾きが一定の時、速さの最大になる。(ウ, エ)

㊺斜面の傾きが一定の時、速さの最大になる。(ウ, エ)

㊻斜面の傾きが一定の時、速さの最大になる。(ウ, エ)

㊼斜面の傾きが一定の時、速さの最大になる。(ウ, エ)

㊽斜面の傾きが一定の時、速さの最大になる。(ウ, エ)

㊾斜面の傾きが一定の時、速さの最大になる。(ウ, エ)

㊿斜面の傾きが一定の時、速さの最大になる。(ウ, エ)

【実践内容】

1. 運動と力の概念を関連付けながら定着させるための単元構造図の作成
2. 力の概念を確かな事実として捉えさせるための教材の開発

※ビーズ1球の個数（1個20g）で、力の大きさを変化させる。

1 単元名「地球と宇宙」

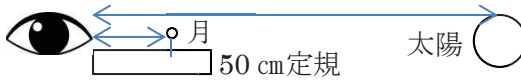
2 本時のねらい

日食の様子から大きさの小さい月が太陽を隠してしまうことに疑問をもち、月と太陽のモデルで位置関係や見え方を調べることを通して、月の400倍の大きさの太陽が、地球と月の距離の400倍離れたところにあるため、月と同じ大きさに見えることに気づき、宇宙の広がりを理解することができる。

3 本時までの生徒の意識

太陽や月、惑星について聞いたことはある。月は地球の近くであって、地球の周りをまわっている。太陽のように自ら光や熱を出す天体を恒星という。夜空に光る星（天体）は、すべて恒星なんだ。

4 本時の展開（2 / 22）

学習活動	指導・援助
<p>1 日食の資料から本時の課題を見いだす。</p> <ul style="list-style-type: none"> 月と太陽では、月の方が小さいはずなのになぜ同じ大きさに見えるのだろう。 月は地球の近くにあるので大きく見えるが、太陽は遠くにあるから小さく見えているのではないか。 	<ul style="list-style-type: none"> 授業前学習で、天体、恒星について出題しておく。 生徒の天体の大きさや距離を関係づけて見え方が変わっているという発言から課題化することで、目的意識をもった追究ができるようにする。
<p>地球から見ると月と太陽が同じ大きさに見えるのはどうしてだろう。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 地球と月、太陽の大きさと距離の資料を提示して、天体の大きさや距離の違いが分かるようにする。 大きな物体でも遠くにあると小さく見える生活経験に基づいた発言を価値付けていく。 地球と月、太陽の大きさと距離の資料の数字を、計算できて認識しやすいmやcmの単位に変換していく。
<p>2 見通しをもち、実験方法から結果を予想する。</p> <ul style="list-style-type: none"> 地球をビー玉（1.3cm）ぐらいとしたとき、太陽の大きさが1.4mぐらいになるのなら、月の大きさはBB弾（0.35cm）ぐらいになる。 太陽がかなり遠くないと、月と太陽の大きさは同じに見えない。 地球と太陽の距離を150mとしたとき、地球と月の距離は、大体35cm～40cmぐらいになりそうだ。 <p>3 月のモデルを作り、太陽のモデルと重なる位置を探す。</p> <p>4 結果と考察を交流する。</p> <ul style="list-style-type: none"> 月の大きさがBB弾ぐらい（0.35cm）のとき、目から38cmのところまで、太陽と重なって見えた。 小さい物体でも近ければ大きく見えるし、大きい物体でも遠ければ小さく見える。 太陽は月のおよそ400倍の大きさで、距離もおよそ400倍なので、ちょうど同じ大きさに見えている。 ちょうど同じ大きさに見えるから、日食という現象が起こるのだと思うとなんだかすごい。 <p>5 本時を振り返り、ノートにまとめる。</p> <ul style="list-style-type: none"> 地球から見ると月と太陽が同じ大きさに見えるのは、太陽が月の大きさの400倍で、地球と月の距離の400倍離れているからである。 <p>6 夜空の星と太陽の大きさについて考える。</p> <ul style="list-style-type: none"> 恒星は同じぐらいの大きさで、距離があるから小さく見えているだけではないか。 太陽よりも遠くにあるのでもっと大きいではないか。 太陽よりもこんなに大きな恒星が、とても小さく見えるなんて、宇宙はとても広いんだ。 	 <ul style="list-style-type: none"> 机間指導では、「月と太陽の大きさが同じに見えたのは月の位置が何cmのときですか。」と問い、大きさの変化と距離の変化の事実を全員がとらえられるようにする。 「太陽と地球の距離と月と地球の距離はおよそ何倍ですか。」と問い、距離の関係に目を向けられるようにする。 発表の際には、モデル実験で得た数値と資料の数値を比較しながら、太陽と月が同じ大きさに見えた理由について発表できるようにする。 「太陽と他の恒星の写真」を提示して、太陽よりも大きい恒星の存在を知らせるとともに、それだけ大きくても点にしか見えないほど宇宙が広いことを感じられるようにする。
<p>出口の生徒の意識</p> <p>地球から太陽を見ると月と同じぐらいの大きさだけど、見た目と実際の大きさにはこんなに差があり、離れていることが分かった。夜空の星の中には太陽よりも大きな恒星があることに驚いた。他の天体についてもっと知りたい。</p>	<p>【評価規準】（知識・理解）</p> <p>天体の位置関係や見え方を調べることを通して、宇宙の広がりを理解することができる。</p>

<良かった点>

- ・大きくても遠くのもの小さく見えて、近くのもの大きく見えるという考え方は多くの生徒がもっている見方や考え方であった。美術の「遠近法」や数学の「相似」の学習とつなげて考える生徒も多くいた。
- ・約4mmの小さな月のモデルと遠くに設置してある1.4m太陽のモデルが重なって見えた時に、歓声を上げる姿があった。
- ・教室内に設置した合った1.4mの太陽のモデルでも同じようなことができないか追究する姿があった。

<反省点>

- ・月と太陽のモデルを重ねるときにどちらかがぼやけて見えるため、感動が小さかったり、よく分からないといったりする反応の生徒もいた。
- ・一人ひとりが見ているため、本当に同じように見えているかは分からない部分がある。
- ・実際の数値が大きすぎたり、その数値を縮小して扱うことについていけなかったりする生徒もいた。そもそも、400対1という数値が大きすぎてよく分からないと言っていた。

<改善>

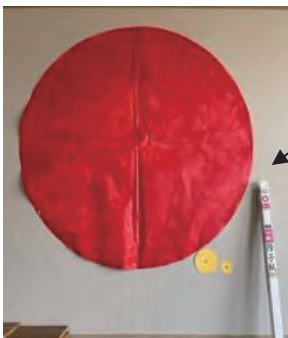
- ・終末事象をさらにモデル化してみた

1.4mの太陽モデルに対して14cmと7cmの天体モデルを使い、10対1、20対1の縮尺でも同じ現象が起きることを確認する時間をもった。

- ・円で扱っていたものを球にしてみた

単元を通して使う予定の天体モデル(球体)を用いて、球であれば、回転しても重なり続けることも確認できた。

1.4mの太陽モデルと14cmと7cmの天体モデル



1.4mと14cmを重ねてみる 10mと1mの距離



1.4mと7cmでも近いと7cmの方が大きく見える



球の方がやりやすい



教材1 簡易地球儀のつくり方

<主な材料>

- ・ SPORTS BALL (空気が抜けない PU ボール) KASHIMAYA
- ・ L字型金具 特厚金折
- ・ 木片 (コンパネ破片) 10cm×5cm
- ・ 竹串
- ・ ストロー

<作成方法>

- 1 SPORT BALL に経線 (8等分) と緯線 (35度) を引く。
- 2 1 に竹串を刺して、ボンドで固定する。
- 3 木片に L字型金具を取り付ける。
- 4 3の金具に、ストローを2本とりつける。90度と66.6度



教材2 太陽の光が当たる角度と温度変化

<主な材料>

- ・ 発泡スチロール板
- ・ 黒い画用紙
- ・ サーモテープ
- ・ 太めのつまようじ

<作成方法>

- 1 発泡スチロール板に黒い画用紙を貼る
- 2 1にサーモテープを貼る
- 3 2につまようじを垂直に立てる



／ () 繰 季節の変化はどうして起こるのだろうか。 p 70

<季節の変化>

- 春 春分
- 夏 夏至 南中高度高い 暑い
- 秋 秋分
- 冬 冬至 南中高度低い 寒い

<地軸>

北極と南極を結ぶ軸
公転面に対して 23.4 度傾いている

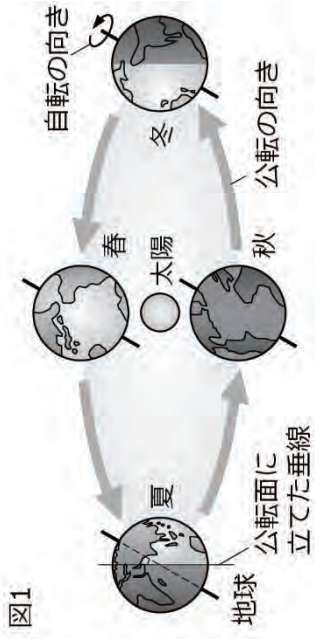


図1

- <ためしてみよう>教材 1
- ① 太陽の南中高度を調べる
 - ② 昼間と夜間の長さを調べる

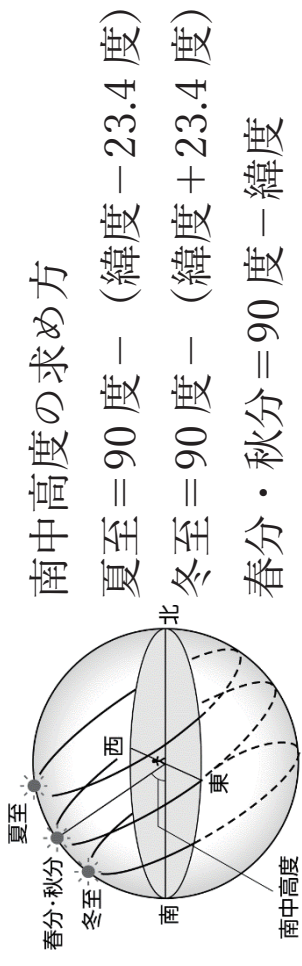
<結果>

	春	夏	秋	冬
①	60 度	80 度	60 度	30 度
②	8	10	8	6

- ① より地球が公転すると南中高度が変化した。冬低い
- ② より地球が公転すると日照時間が変わった。冬短い
地球が公転することによって季節が変化している。

㊦ 季節の変化は、地球が地軸を傾けたまま公転するためにおこる。

<太陽の日周運動>

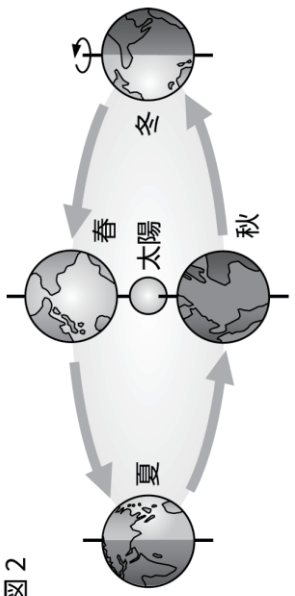


南中高度の求め方
夏至 = 90 度 - (緯度 - 23.4 度)
冬至 = 90 度 - (緯度 + 23.4 度)
春分・秋分 = 90 度 - 緯度

<地軸が公転面に対して垂直だった場合>

- ・ 季節の変化がない

図 2



・ 南中高度の変化と昼間の長さの変化は説明できしたが、なぜ、夏は暑くて冬は寒いのだろうか。教材 2
☆理科の学習は、p 27 まで進めることができます

6年生 大地のつくりと変化

岩石標本づくりをとおして、石の特長を学ぶ。

美園北小学校 横須賀 篤

1 分類することの意味

小学校で岩石について学ぶのは、「6年生：大地のつくりと変化」です。この単元では石の特長について取り上げていますが、標本用の石を手にとって観察しただけでは、学ぶ楽しさを感じることができません。そこで、高学年の先生方と知恵をしばって取り組んだ、「石について学ぶ授業」を紹介します。

昆虫採取に熱中する子を思い浮かべて下さい。初めのうちは虫取り網をふりかざし、手当たりしだい虫を捕まえ、標本を増やしていきます。次の段階になると、蝶やクワガタなど自分が興味を持っている仲間の虫だけを集めるようになります。すると、図鑑を調べたり友達に聞いたりしながら、牙の形や羽の色など細かい特徴に目がむくようになります。このように分類の基本は、まず初めにたくさん集める、その次に興味のある物を見つけ、共通している事と、互いに異なる事を見つけていくことです。この授業では、子供達に、一見無駄に思えるような試行錯誤の中から、岩石の特徴を見つけさせたいと考えました。【五感を活かして調べ、自分の視点で分類するから楽しい】

2 授業の準備

石の破片（泥岩、砂岩、凝灰岩、石灰岩、花崗岩、溶岩）を人数分より多めに、トレイ、釘、虫眼鏡、グルーガンか接着剤、特徴を黒板でまとめるための用紙、観察用紙、標本用台紙、透明袋（A6）。太字の筆記具。

(1)石の準備について

理化学教材の実習用岩石、ホームセンターの石材コーナーにある石を、小指の先程度の大きさに割って利用します。実習用岩石は1箱 1500円程度、石材コーナーの石は驚く程安価です。石材は花崗岩ではなく御影石、砂岩ならサンドストーンというように別の名称がついている場合があります。金床の上に石を置き、大き目の金槌やロックハンマーで割ります。石を割

る作業は教師が行い、石の破片が飛び散るので、安全眼鏡を着用して作業してください。



実習用岩石



石材コーナー

3 授業の流れ

この授業は、2時間(90分)を標準とします。

(1)身近に使われている石は(5分)

始めに石がどなたで使われているか質問します。塀や道路の敷石、墓石、習字の硯（子供用には軽い樹脂の製品があります）、宝石などが答えにあがることでしょう。それぞれが石の特徴を利用していることにふれ、今日は皆さんに石博士になってもらいましょうと提案します。



(2)石を分類してみよう(10分)



トレイに入れた石



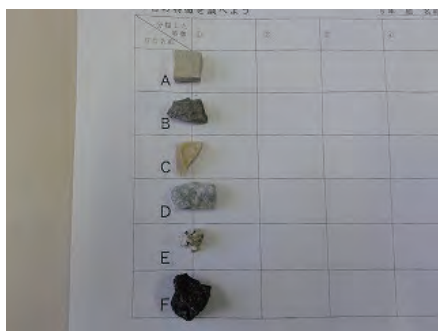
石を仲間分けする

トレイに石を入れて配ります。入れる石の種類は6種類、各種類の石を班の人数+2入れておきます（4人の班なら、泥岩、砂岩などを各6個）。配り終わったら、トレイの中にある石は何種類あるのか質問します。子ども達は、石を手に取りながら同じ石どうしを集めていきます。大体分類がで

きたら、何種類あるのか発表させます。もし、種類にばらつきがあったら、再度確認させます。この後で6種類だと発表しますが、分類が上手にできると、全ての班の結果が同じになります。石の数を2個余計に入れるのは、石調べをするときに予想外の調べ方に対応するためです。

(3)石を分類した特徴は(10分)

子ども達に、どんな特徴で石を分類したのか問います。色、模様、手触り、重さ、表面の様子などが発表されます。そこで、6種類の石の特徴を調べるために、どんな特徴を利用して調べるか、特徴の項目は班毎に話し合っ
て決めることにします。ただし、調べた結果をみんなで共有できるようにするため、岩石名を教えずにA～Fの仮の名前でよび、凝灰岩はA、泥岩はB、砂岩はC、石灰岩はD、花崗岩はE、溶岩はFのようにします。自分の記録用紙のA～Fの欄に、該当する石の破片を置かせて確認します。



記録用紙の欄にA～Fの石をおく



特徴を短冊に書いて掲示

◎【分類することで、各岩石の特徴に気づき目がいく】

(4)石の特徴を調べる(20分)

調べる時間を告げ、石の特徴を調べさせます。表面の観察用に虫眼鏡を渡し、それ以外の道具は必要がある班だけに渡します。前述の特徴以外にも、磁石につくか、薄めた塩酸に入れてみる、床に落としたときの石の響く音を聞く、においなどを調べる子どももいます。教師は各班をまわりながら、特徴をまとめるための短冊を1枚ずつ配り、短冊に特徴を書かせます。項目は6つ程度にして、項目が少ない班は教師が助言します。短冊はB紙(模

造紙)を切り分けたものです。

(4)石の特徴をまとめる(15分)

各班が記入した特徴を記した短冊を、黒板に掲示して結果を共有します。多くの目で観察することにより、いろいろな特徴が発見されることでしょう。花崗岩に表面には透明できらきら光る粒があることや、溶岩の表面には小さな穴があることなど、よい発見をしたときは誉めてあげます。

◎【子ども達が発見したことを活かし、まとめる】

(5)標本作りで興味を更に高める

標本用の台紙に標本を接着します。グルーガンは、先端部が熱くなるので火傷をしないように注意させます。一般用の接着剤でも代用できます。標本が完成したら、透明袋を配り、標本を入れさせます。



グルーガンと接着方法



完成した標本

五感を生かして石を調べることにより、石のいろいろな特徴に目を向けることができたと思います。このような活動を通して、理科に対する興味関心を高めていけたらと思います。この他に、花崗岩の由来は、花の模様に見えることを説明したり、溶岩のそばには温泉があることを紹介したりすると、子ども達の興味関心がさらに深まると思います。

※火打ち石に使われるチャートや磁石につく磁鉄鉱など、一つ変わった石を入れると、楽しい学習ができます。

※補足

(5)標本づくりを省略すれば、60分前後の授業時間でも可能です。

モーターの仕組みを調べる教材

さいたま市立美園北小学校 横須賀 篤

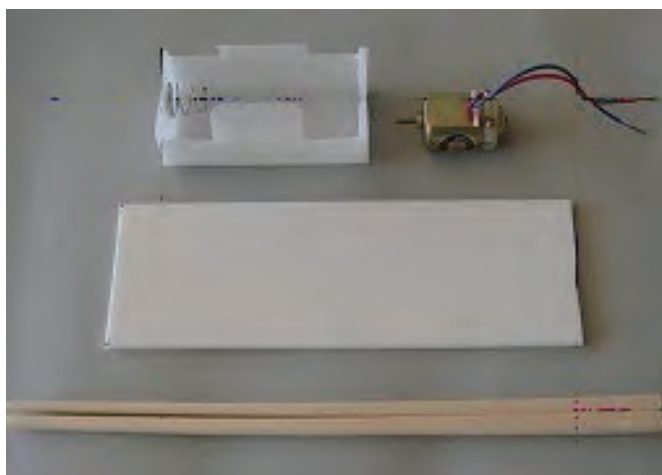
1 モーターの仕組み

マブチ製の FA-130 型を例に説明します。本体容器の中に、永久磁石、永久磁石を固定するU字型のピン、エナメル線を3対巻いた電機子、電気のやりとりをする整流子（ブラシ）があります。電機子に巻かれたエナメル線に電流が流れると、エナメル線が巻かれた部位の鉄芯が電磁石になります。永久磁石との間で反発と引き寄せ合いが起こり、回転運動になります。

2 モーターの仕組み実験器づくり

□準備するもの

モーター（マブチ製の FA-130 など）、単三～単一の電池ケース、木かアクリルの板、割り箸、小型のー（マイナス）ねじ回し、エポキシ接着剤など。

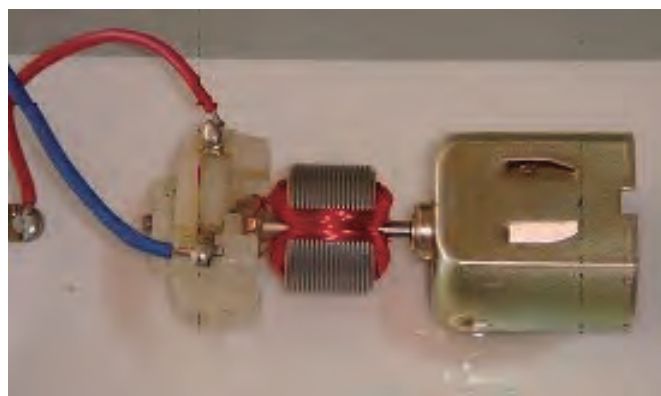


□作り方

- 1)背面の爪をねじ回しで立て、モーターを分解します。
- 2)完成例を参考にして、本体容器、ブラシ、電池ケースを接着します。電気が滑らかに回転するように、接着位置を調整します。
- 3)モーターの導線を、電池ケースに取り付けます。
- 4)必要に応じて永久磁石を、割り箸に接着させます。

※注意点

- ・塩ビ板の場合には、接着剤を選ばないと部材が剥れることがあります。
- ・アクリル板の切断には、Pカッターを利用します。



3 利用方法

乾電池を電池ケースにセットします。スイッチがないので、使用後は必ず乾電池を抜いてください。

1)永久磁石を近づける

1個の永久磁石を近づけます。モーターに接近するにつれて、回転数が増えていきます。両側から永久磁石ではさむと、回転数が増えます。

2)反対の極の磁石を近づける

続いて、磁石の極を変えてみましょう。今度は逆回転をします。

3)電機子は磁石になっているのか

電磁石を手作りした経験があっても、モーターの電機子が電磁石になっていると考える子どもは意外と少ないようです。電気を流した電機子が、電磁石になっているか、クリップを近づけて調べましょう。



4 おわりに

この実験機を使う前に、モーターの中には何が入っているのか、エナメル線は何mくらい巻いてあるのか予想させると、意欲が高まります。合計で約7mのエナメル線が巻かれている事実には、子どもは驚くことでしょう。この原稿の執筆にあたり、本教材を考案された青森の野呂茂樹先生、改良された埼玉の後藤富治先生にお礼申し上げます。

1



モーターの仕組み実験機

2

金 尺



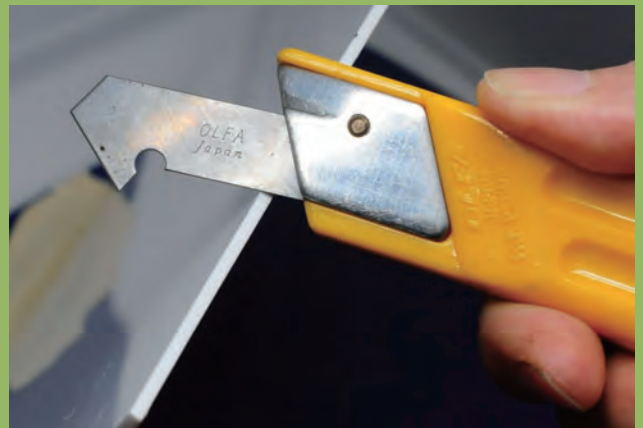
P カッター

3



刃先を手前に引きながら、溝を切ります。
目安は厚みの半分

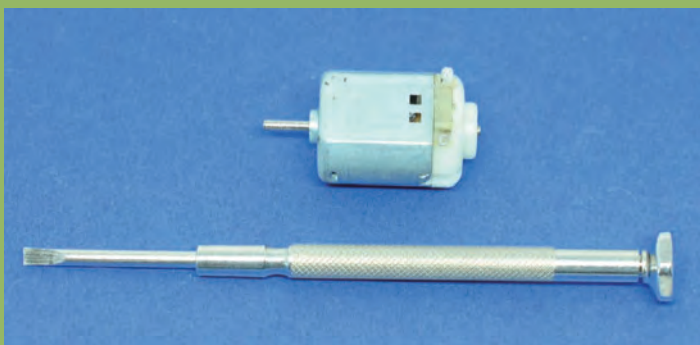
4



刃先の根本で、ばりを取ります。

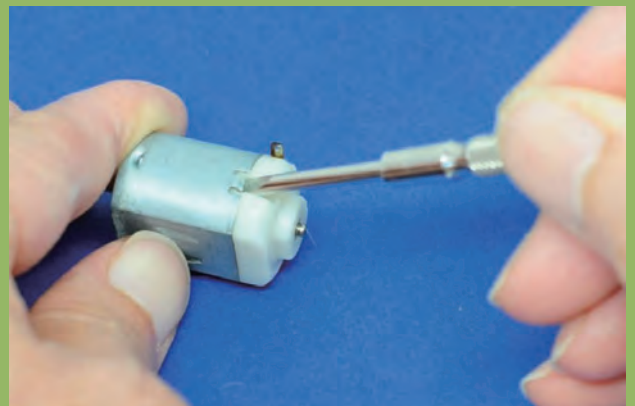
5

FA-130 タイプの平型モーター

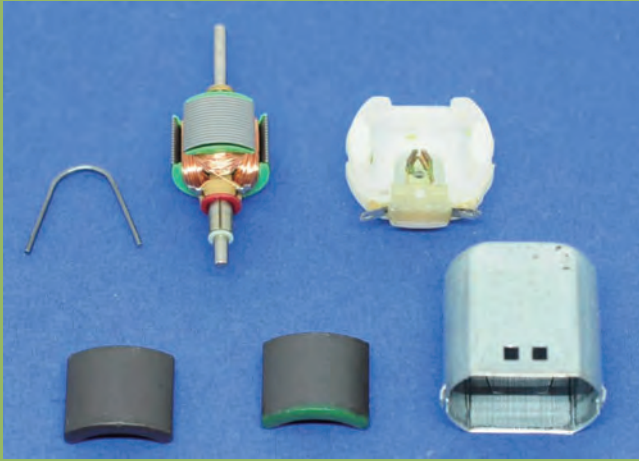


時計ドライバー

6



モーターケースの爪を立てます



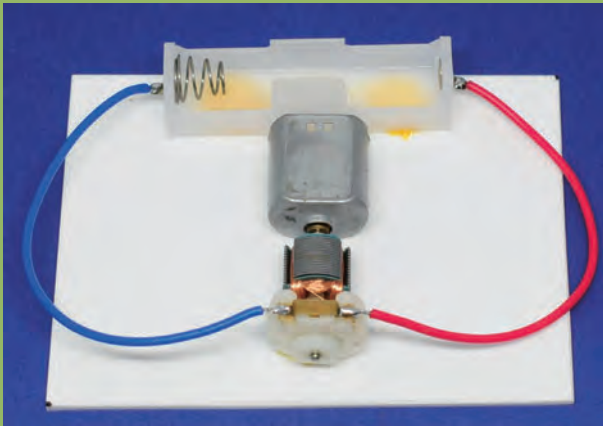
7

モーターの構成部品



8

豆電球ソケット モーターの導線は、このワイヤー・ストリッパーを利用して、被覆をむきます。



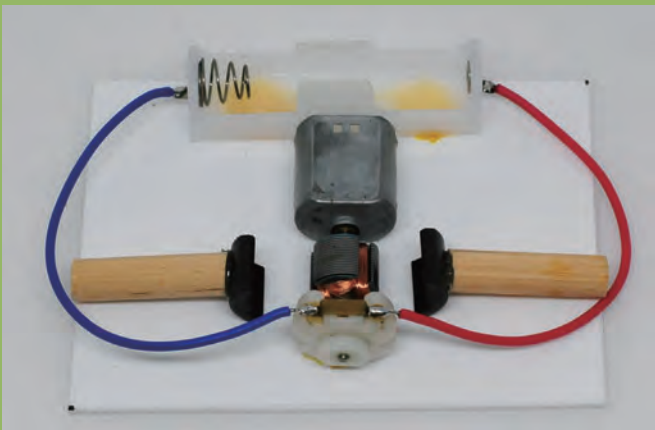
9

- ・電機子が滑らかに回るように。
- ・接着剤は部品 板の両面に塗り、数分おいて接着。



10

- ・磁石にグリスが付着していたら、アルコール等で拭き取ります。
- ・木の棒に接着剤でつけます。



11

力学教材 中学校第3学年 力と運動の単元の体系的な概念獲得

中村琢 (岐阜大学)

nakamura@gifu-u.ac.jp

1. はじめに

ニュートンの3法則を学ぶ学習者が力学の学習を難しいと感じる要因の一つは、日々の授業で扱う事象を単発の実験にとらえて、実験の結果を理解することの繰り返しの学習法であり、系統的に思考する場面に乏しいことであると考えられる。50分間の授業では時間的な制約から、一つの事象のみを扱うことが多い。打電式記録タイマーと紙テープの実験のように、実験結果の確認と、考察・まとめを2時間に分けて行う授業もある。このような授業形態では、実験結果の確認で時間を使い、運動の種類、物体に働く力と結果とを結びつけた議論にならない場合が多いように思う。

そこで、中学校第3学年で扱う内容について、力学概念の系統的な積み上げを志向した教材と授業法の一例を紹介する。

2. 授業の流れと教材

力学台車と超音波センサーによる距離計、および結果をリアルタイムで読み出すコンピュータを用いる。このシステムは演示実験として教師が示すことや、実験動画のみを提示する方法もある。位置-時間のグラフを表示することや、結果を時間で微分した速度-時間グラフ、さらに微分した加速度-時間グラフを示すこともできる。中学校では、グラフや数値を表示せず、力学台車の動きを見せることも有効であると考えられる。力学台車に働く力との関係を議論させるために、力学台車に力センサーを取り付け、結果を読み出せるようにする。授業の流れの例を示す。

- (1) 歩く・走る速さを測定する。等速で動く、速度を測定する。
- (2) 手で台車を引く。
- (3) 台車を糸で結び、他端を滑車に通して、重りをつけて重りの重力で台車を引く運動。
- (4) (3)で引く重りの重量を変えたときの運動。
- (5) (3)で引く重りの重量を一定にし、引かれる台車の重量を変えたときの運動。
- (6) (3)で台車を引く一定の力がなくなったときの運動。
- (7) 正味の力がゼロのときの運動。
- (8) 自由落下。下向きに一定の力が働くときの運動。
- (9) 鉛直投げ上げ。下向きに一定の力が働くときの運動。
- (10) 静止摩擦力と動摩擦力。
- (11) 最大静止摩擦力と動摩擦力の大小。
- (12) 作用と反作用。

<p>問1. 台車が水平な机の上で、おもりで引かれ動いている。速さと時間の関係はどうなっているか。(摩擦は0とする)</p> <p>1. ① <input type="checkbox"/></p> <p>2. ② <input type="checkbox"/></p> <p>3. ③ <input type="checkbox"/></p>	<p>問2. 台車が水平な机の上で、おもりで引かれ動いている。移動距離と時間の関係はどうなっているか。(摩擦は0とする)</p> <p>1. ① <input type="checkbox"/></p> <p>2. ② <input type="checkbox"/></p> <p>3. ③ <input type="checkbox"/></p>
<p>問3. 台車が水平な机の上で、おもりで引かれ動いている。加速度と時間の関係はどうなっているか。(摩擦は0とする)</p> <p>1. ① <input type="checkbox"/></p> <p>2. ② <input type="checkbox"/></p> <p>3. ③ <input type="checkbox"/></p>	<p>問4. 台車が水平な机の上で、おもりで引かれ動いている。台車を引く力と時間の関係はどうなっているか。(摩擦は0とする)</p> <p>1. ① <input type="checkbox"/></p> <p>2. ② <input type="checkbox"/></p> <p>3. ③ <input type="checkbox"/></p>

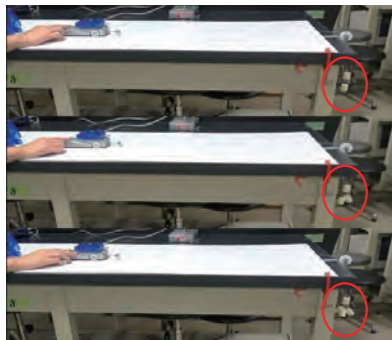
図1 授業冒頭に問いかける Peer Instruction の例

課題3-2
台車を引くおもりを増やし、台車を引く力を大きくしていく。
台車の速度、加速度はどうなっていくのでしょうか？

0.4N

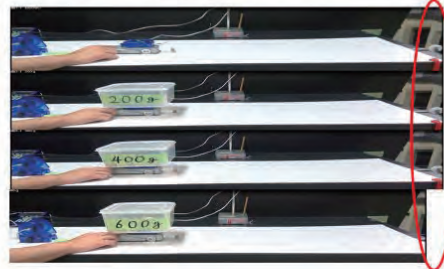
0.6N

0.8N



課題5-2 台車をおもりで引く運動

課題4-1
同じ重さのおもりで台車を引っ張ります。台車の質量を変えます。
台車の位置、速度、加速度、引く力はどうなっていくのでしょうか？



位置-時間、速度-時間、加速度-時間、力-時間
の4つをグラフで書いてみましょう



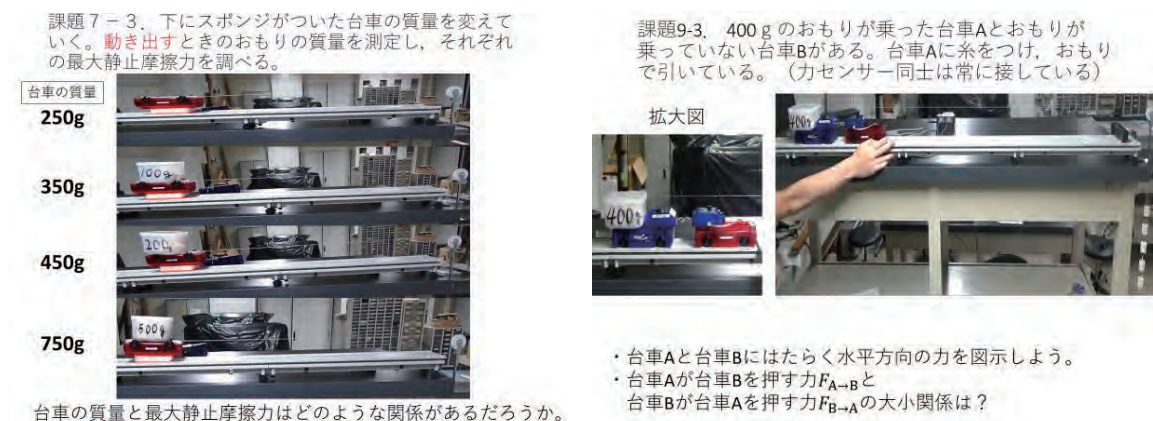


図2 動画による課題の提示例

授業では、図2のように生徒実験の他に動画で課題を提示する方法もある。実験動画は用意しておくことで10秒程度で提示でき、何度も再生したり、一時停止させたり、スロー再生させたりと、議論の状況に応じた観察が可能である。打電式記録タイマーと紙テープによる実験は、一度の実験と結果の処理に時間がかかるが、動画による課題追究では、動画の状況を生徒による追実験で確かめることもできる。

3. 力学概念の定着

力学の授業において、概念の定着や系統的な理解に必要なポイントを4点に整理する。

- (1) 1つの事象を力と関連付けて思考させる。物体に働く力の合力(正味の力)がゼロであるか、一定であるか、つりあっているのか、など、力の働き方の種類と運動を関連付けて思考させる。
- (2) 1つ1つの事象を関連付けて思考させ、既習事項との共通点、差異点を考えさせる。このことを意識させると、実験・観察の際に、力に関連付けて思考させる(1)のポイントが自然にできるようになる。
- (3) 簡単な事象から扱い、一足飛びの事象に行かない。例えば、物体に一定の大きさの力がかかり続ける事象の場合、斜面を下る台車の例がよく用いられる。この事象は力の作用点が分かりにくいいため、学習者にとって難しい事象である。平面においた台車を手で台車を引く事象、さらに、台車をひもで引く事象といったような単純な事象を扱い、そのあとで斜面を扱うと、力との関連に気づきやすくなる。

また、力学に限定した内容ではないが、学習者に典型的な誤概念や矛盾点を突き付け、それらを解決するためのテーマを限定した対話を設定することも有効である。特に授業者が学習者に認知的葛藤を促すように仕向け、議論させる場面を与えることも考えられる。

光の屈折実験用の光源の製作

中村琢（岐阜大学）

nakamura@gifu-u.ac.jp

1. はじめに

中学校や高等学校の理科の「光の屈折」の単元で扱う光源は、理科学機器メーカーから販売されている製品では LED 1 色の物で安いものでも 1 万円を超えるほど高価である。生徒実験用に 10 個程度をそろえるのは困難な場合も多い。そこで、300 円程度で自作できる安価な光源を紹介する。

2. 材料

スタイロボード（2 cm 程度の厚み）、黒プラスチック板（2 mm 厚）、LED 赤、LED 青（LED は光の広がる角度が狭い狭角タイプが望ましい）、保護抵抗（300 Ω 程度、470 Ω 程度）、プリント基板（3.5 cm \times 4.5 cm 程度）、9V の乾電池または、直流安定化電源（9V）、はんだごて、ワニロクリップ（赤、黒）1 本ずつ、ガラスブロック（片面が擦りガラスになっているもの。擦りガラスが手に入らないときは、粒径の細かい砂に水を加え、ガラス面をこすりつけることにより擦りガラスになる。）、プリズム等。

3. 作り方

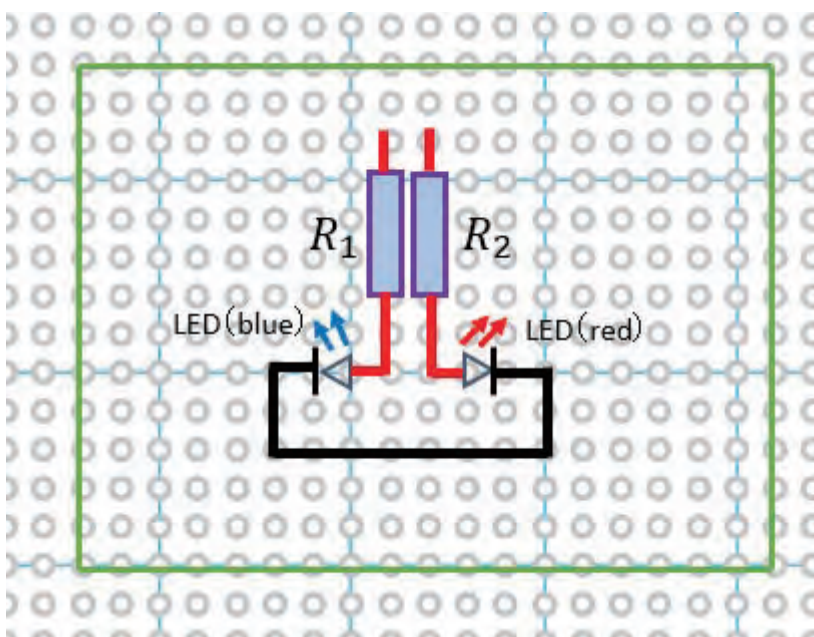


図 1 LED 光源用回路図

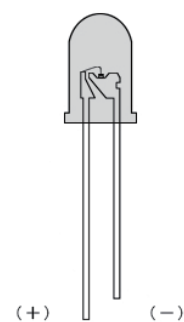


図 2 LED

(1) LED 光源

図 1 のようにプリント基板を縦 3.5 cm、横 4.5 cm（緑色の線）のサイズに切る。LED2 種類と保護抵抗をはんだ付けする。LED（青）側に $R_1 = 300\Omega$ の保護抵抗を、LED（赤）

側に $R_2 = 470\Omega$ の保護抵抗をそれぞれ図 1 のように直列にはんだ付けする。図中の黒太線と赤太線はそれぞれマイナス側，プラス側であり，等電位になるようにつなげる。LED は図のように足の長い方がアノード (+) 側で短い方がカソード (-) 側である。

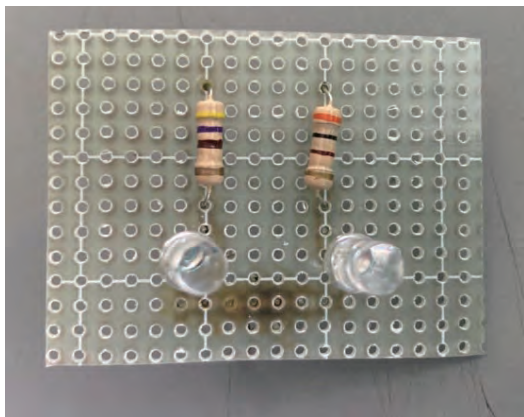


図 3 LED 基盤 (表面)

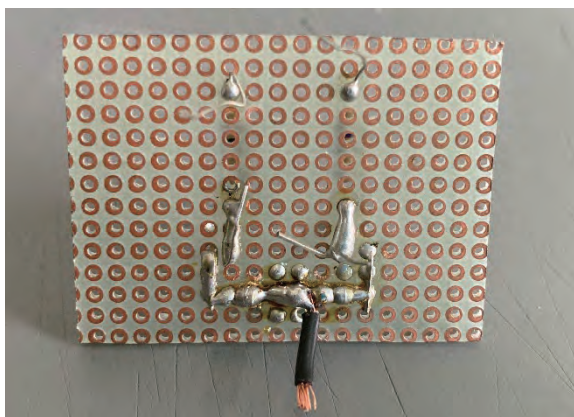


図 4 LED 基盤 (裏面)

(2) シングルスリット

LED の光の広がりやシングルスリットで絞り込む。黒プラスチックを $2\text{ cm} \times 6\text{ cm}$ に切断し，長辺の中心から短辺に平行に 14 mm 程度の切り込みを入れる (図 5)。糸鋸を使うときれいに削れるが，ない場合はカッターナイフでも加工できる。

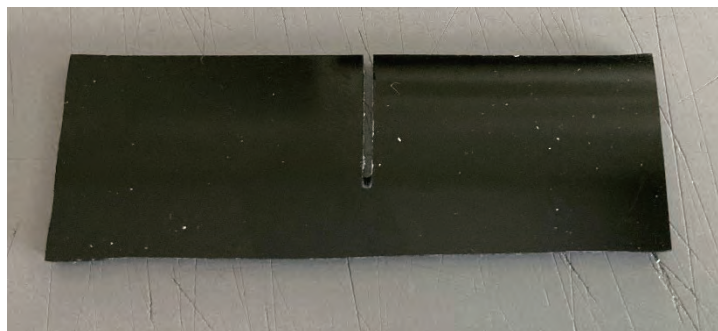


図 5 シングルスリット

(3) LED 基盤とスリットを保持する治具

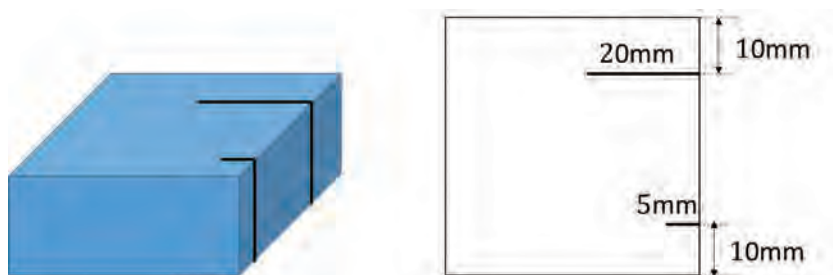


図 6 LED 光源とシングルスリットを保持する治具 (左：立体図 右：上から見た図)

2 cm厚のスタイロボードを 5 cm×5 cmに 4 個切り出す。図 6 のように 5 cmの辺を端から 10 mmの位置で 20 mmと 5 mm程、カッターナイフで切り込みを入れる。左右対称となるように 4 個作る。

4. 使用法

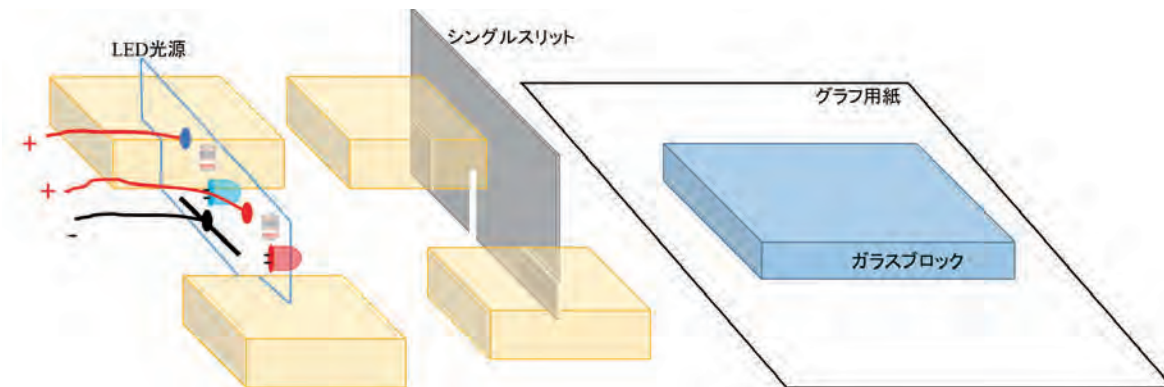


図 7 装置のセットアップ

図 7 に示すように、LED 光源とスリットを左右から治具の切り込みに挿入して、机と垂直になるように設置する。ワニ口クリップでプラス側とマイナス側の間に電源または乾電池で 9V の電圧を印加する。LED から出た光線がスリットを通過して真っ直ぐ進むようにスリットの位置を微調整する。スリットは切り込みが入っている方を机に付ける。

観察する場所は暗いほど光線を見やすい。明室で電気を消す程度でも観察できるが、暗室で行うとより観察しやすい。暗室もなく、光線を見にくいときは、ダンボールなどで遮光して観察する方法もある。LED 光源とスリット間の距離は光線の見やすさにより微調整する。

ガラスは擦りガラス面を下にする。グラフ用紙（方眼紙）を下に敷くと、入射角と屈折角を測ることができ、定量的に扱うことができる。光源からの距離が長くなると、光線が太くなる。この場合は光線の幅の中心を読む。

5. この教材を用いて授業で扱う内容

この教材を使って以下のような授業での展開が可能である。

- (1) 光の直進。光が真っ直ぐ媒体を進む様子を観察する。
- (2) 光の反射。鏡や異なる媒質との境界面で光が反射する。
- (3) 入射角。
- (4) 反射角。
- (5) 光の反射の法則。
- (6) 凹凸のある物体に照射させたときに発生する乱反射。
- (7) 光の屈折。ガラスの他、透明な容器に入れた水も観察できる。
- (8) 屈折角。グラフ用紙を用いて実測できる。

- (9) 全反射。入射角を大きくしていくと、屈折光が見えなくなり、境界面ですべての光が反射する。
- (10) 凸レンズの働き。
- (11) 焦点および焦点距離。凸レンズに平行に入射させるときの、光路をグラフ用紙に写し取る。

6. 高等学校でも扱える発展的内容

- (1) ガラスへの入射角を変えながら反射角を測定し、ガラスの屈折率を測定する。
- (2) 同じことを赤色光と青色光で比較し、波長による屈折の違いを測定する。
- (3) ガラスの代わりに透明なケースに入れた水で行い、水の屈折率を測定する。

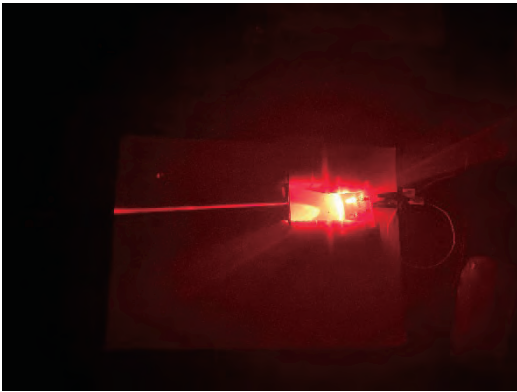


図 8 光の直進

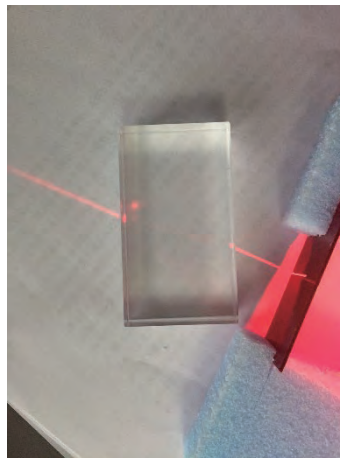


図 9 明室での結果

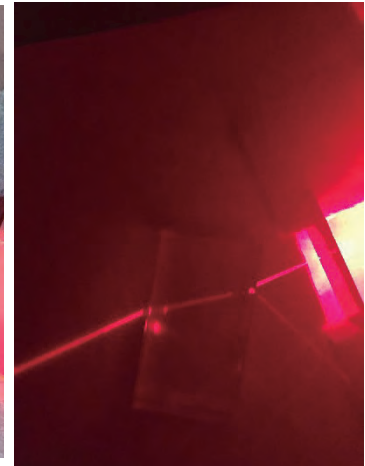


図 10 暗室での結果



図 11 直角プリズムでの反射と屈折

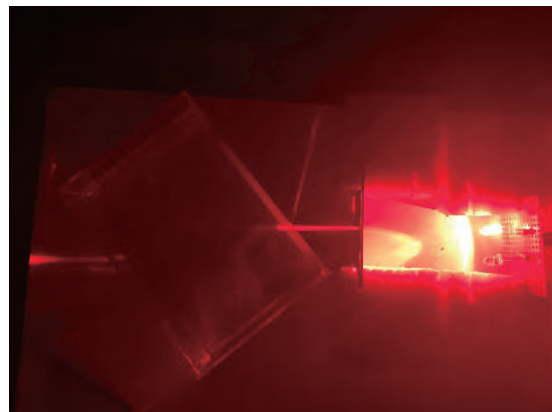


図 12 水での反射と屈折

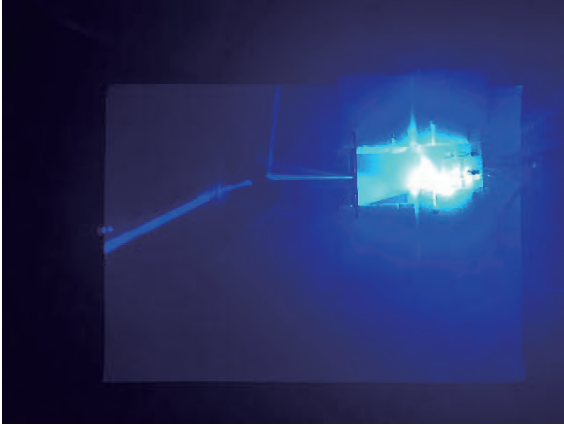


図 13 青色光の直角プリズムでの反射と屈折

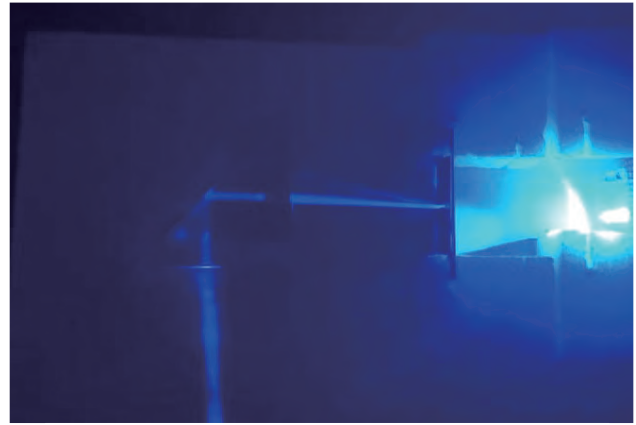


図 14 青色光の直角プリズムでの全反射

授業展開例

第一分野 単元3 身の回りの現象

1章 光の世界（計8時間）

1節 物の見え方（1時間）

2節 光の反射（2時間）

3節 凸レンズの像のでき方（本次, 3時間）

- ★追究する問題に対する予想を適切に表現できる【思考力・判断力・表現力等】
- ★予想を確かめる実験方法を適切に計画できる【知識・技能】
- ★問題に対して結果から論理的に言えることを適切に表現できる【思考力・判断力・表現力等】
- ★凸レンズによる像のでき方に関する知識を適用して、事象を適切に説明できる。【知識・技能】

4節 光の屈折（2時間）



3
小学校で虫めがねを使って日光で黒い紙を焦がしましたね。どうして焦げたのだろう？

活動 虫めがねで日光を集めて、黒い紙を焦がした経験を思い出す。

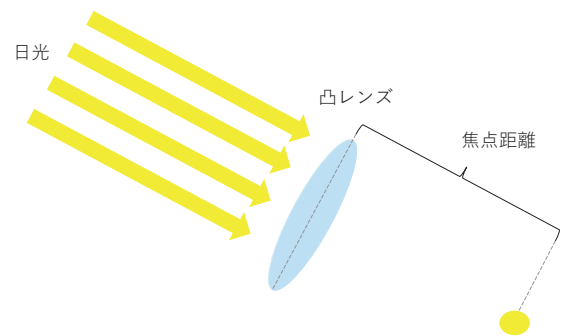
発表 「虫めがねで日光が小さな点に集まって、高温になったからではないか」

板書ノート

日光を1点に集めて紙を焦がした時の凸レンズからの距離を**焦点距離**という。

疑問 日光が凸レンズの焦点距離でどうして1点に集まるのはなぜだろう？

4
日光が凸レンズの焦点距離で1点に集まるのはなぜだろう？ 予想してみよう



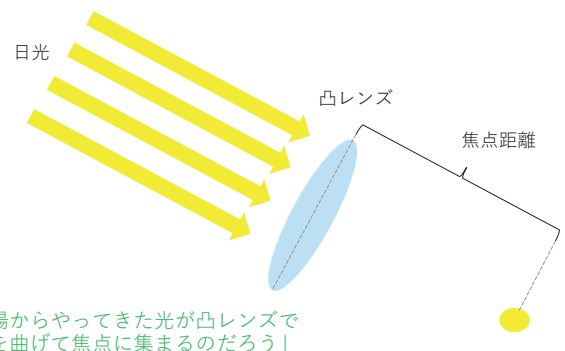
5
日光が凸レンズの焦点距離で1点に集まるのはなぜだろう？ 予想してみよう

資質能力 疑問に対する予想を表現する。

予想（ノート，板書）

「太陽からやってきた光が凸レンズで進路を曲げて焦点に集まるのだろう」

6
どのような実験をすれば、予想が確かめられるのだろう？ 実験を構想しよう



7
どのような実験をすれば、予想が確かめられるの
だろう？ 実験を構想しよう

資質能力 予想が確かめられる実験を構想する。

班で方法と手順を考える（教師が支援する）

方法 モデル実験

太陽からやってくる光 — 光源装置の光

虫めがね — 光の進路が見える凸レンズ

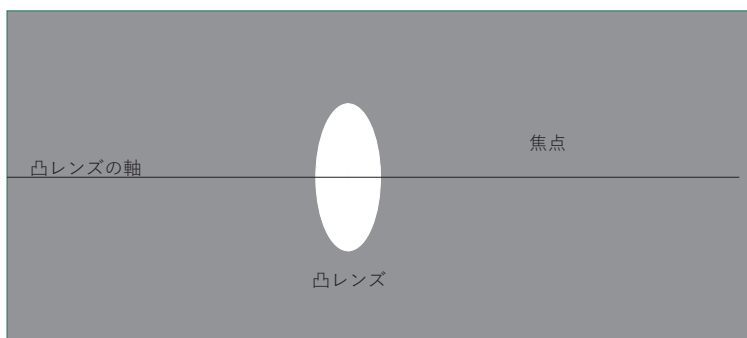
手順 教室を暗くする

①方眼紙をしく

②太陽は非常に遠いので、凸レンズの軸に平行な光線にする

③凸レンズの数か所に光線を入射して、方眼紙上に光の進路を記録する

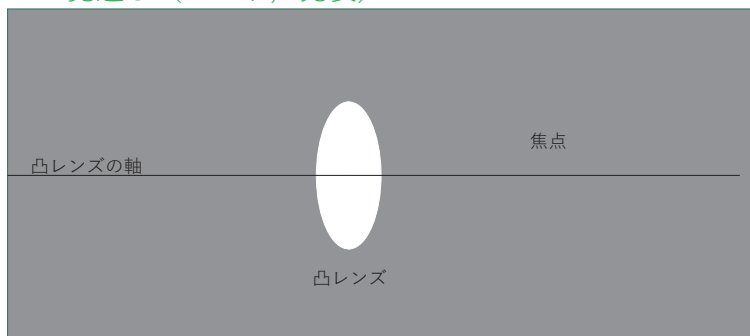
8
計画した実験をすると、どのような結果になる
と思うか？



9
計画した実験をすると、どのような結果になる
と思うか？

資質能力 予想が正しいときの結果を見通す。

見通し（ノート、発表）

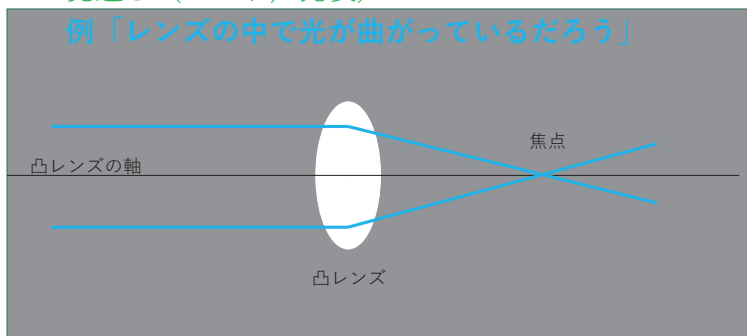


10
計画した実験をすると、どのような結果になる
と思うか？

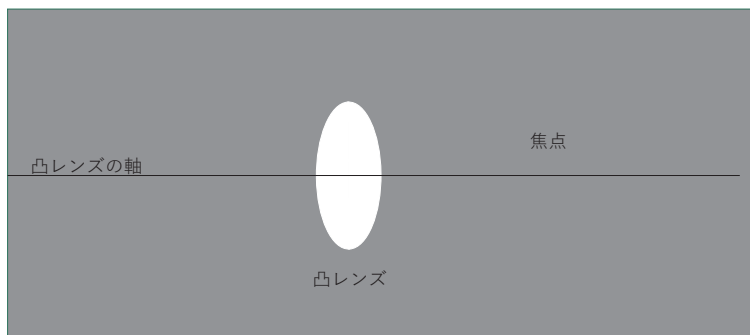
資質能力 予想が正しいときの結果を見通す。

見通し（ノート、発表）

例「レンズの中で光が曲がっているだろう」



11
実験結果は、どのようになりましたか？

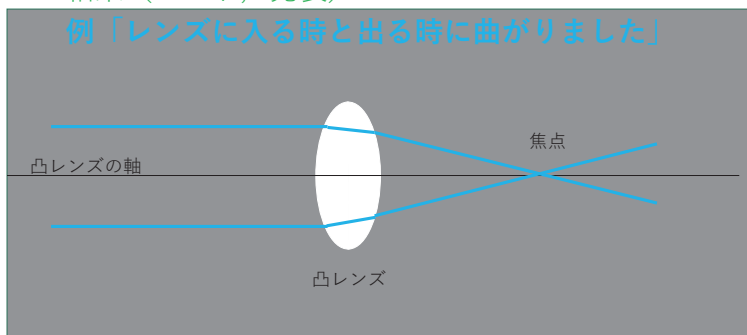


12
実験結果は、どのようになりましたか？

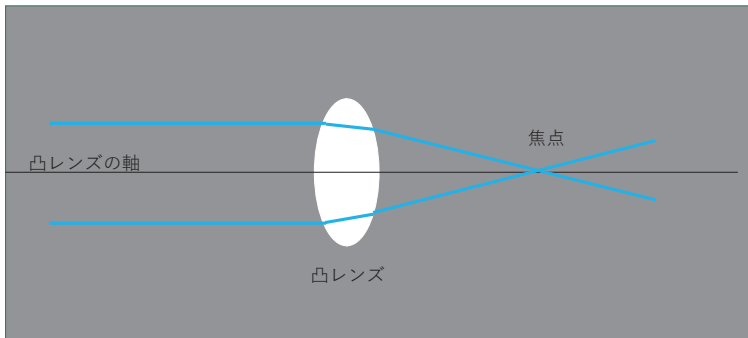
資質能力 事実としての結果を表現する。

結果（ノート、発表）

例「レンズに入る時と出る時に曲がりました」



13
実験結果から、何がいえませんか？予想通りでしたか？

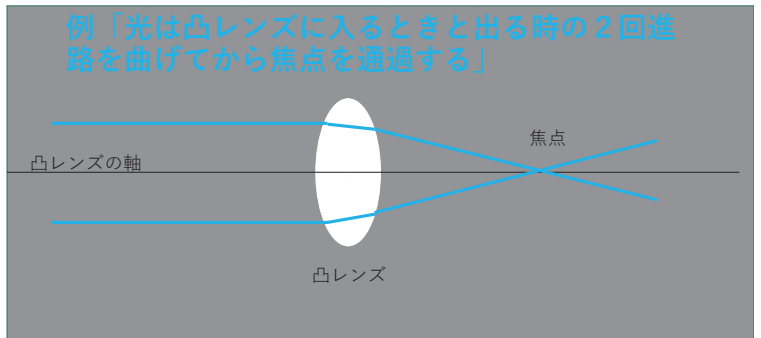


14
実験結果から、何がいえませんか？予想通りでしたか？

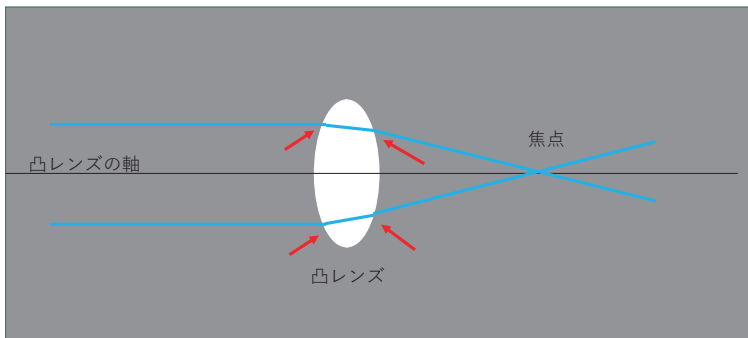
資質能力 事実に基づいて考察する。

考察（ノート、班で対話、発表）

例「光は凸レンズに入るときと出るときの2回進路を曲げてから焦点を通過する」



15
大変良く調べましたね。
わかったことをまとめましょう。

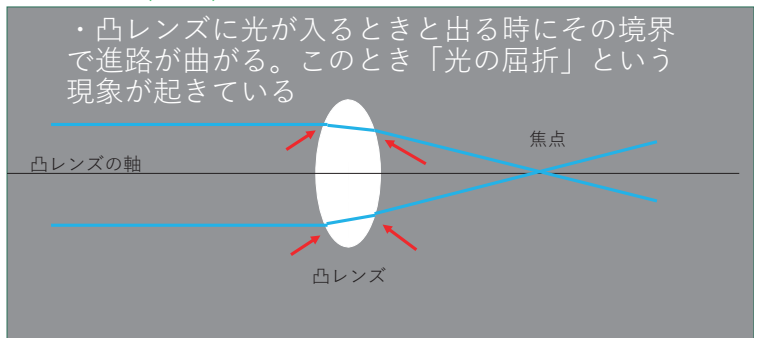


16
大変良く調べましたね。
わかったことをまとめましょう。

資質能力 得られた知識を明確にする。

結論（板書）

・凸レンズに光が入るときと出るときの境界で進路が曲がる。このとき「光の屈折」という現象が起きている



17
(3時間後の授業では)
凸レンズでなく直方体のガラスや水に光を入射させるとどのように進むだろう？

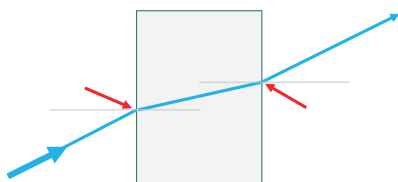
予想「光は直進するだろう」

実験結果「光がガラスに入る時と出るときに曲がる」

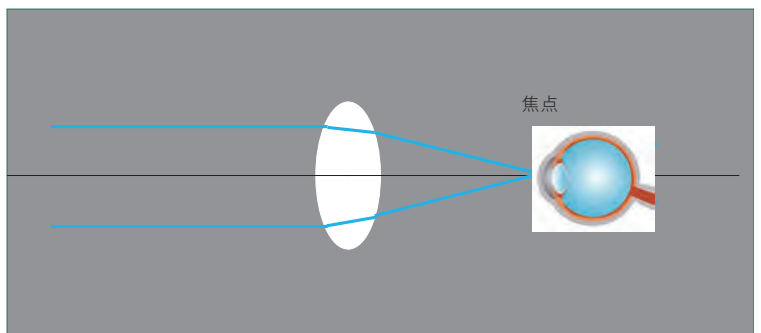
考察「ガラスと空気の境界で屈折する」

「曲がり方が凸レンズの時と違う」

課題「屈折のしかたについて調べよう」



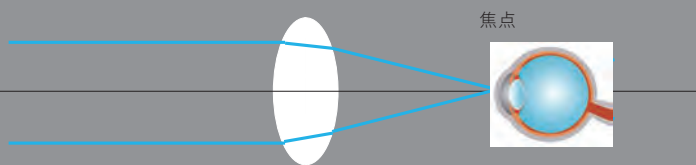
18
虫めがねや凸レンズを使うときに、太陽の方向を決して見てはいけないのはなぜですか？



19 虫めがねや凸レンズを使うときに、太陽の方向を決して見てはいけないのはなぜですか？

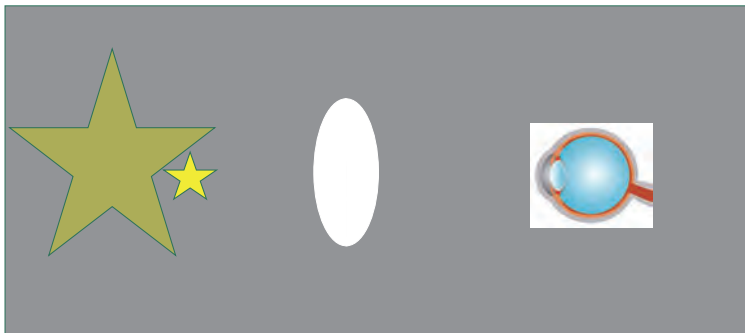
資質能力 知識を日常生活に活用しようとする。
活用 (安全)

・凸レンズに入った日光が焦点に集まるので、目を焦がしてしまうから



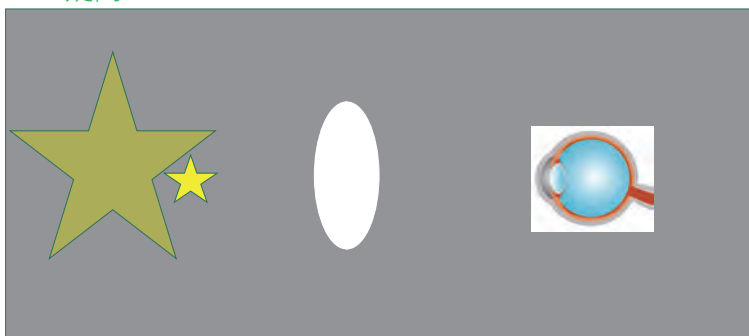
・ガリレオは凸レンズを使って発明した天体望遠鏡で太陽を見たことが原因で失明した

20 では虫めがねを使うとどうして物が大きく見えるのだろう？



21 では虫めがねを使うとどうして物が大きく見えるのだろう？

資質能力 新たな科学的疑問に興味を持つ。
疑問



22 虫めがねを使うとどうして物が大きく見えるのだろう？

活動 虫めがねを使って、物を見てみる。

発表 「虫めがねと物体との距離を変えると見え方が変わります」「教室の照明が虫めがねを通すと机に映ります」

板書ノート

物体から出た光が凸レンズを通す物体の像 (実像) を映し出すことがある。目で見ると大きな像 (虚像) が見えることがある。

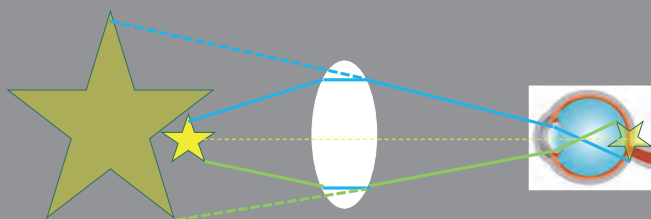
課題 光源と凸レンズとの距離を変えて、像がどのようにできるのか調べよう。

(次時は、光学台の実験、シミュレーション実験)

23 虫めがねを使うとどうして物が大きく見えるのだろう？

資質能力 光の屈折の原理を適用して説明する
活用 (説明)

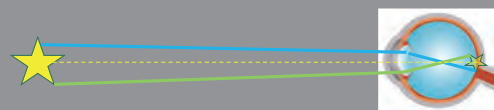
例「物体から出た光 (実線) が凸レンズで屈折したため目に入る光が大きな物体から出た (点線) と同じ方向となり、目から虚像が見えている」「網膜には左右上下が逆の大きな物体の像が映る」



24 虫めがねを使うとどうして物が大きく見えるのだろう？

資質能力 光の屈折の原理を適用して説明する
活用 (説明)

凸レンズが無い場合



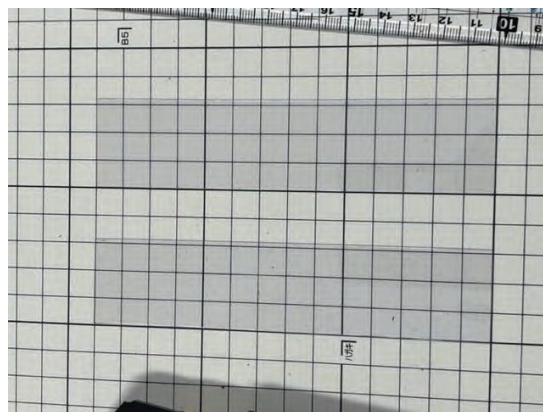
光の屈折現象の探究に利用できる レンズの作成

25

材料	参考価格
透明スチロールケース (内寸130x58x32, サンプラテック/No.10)	@238
透明塩ビ板 (1枚で6班分作成) (サイズ200x300x0.5, Hikari/EB235-1)	@204
塩ビ用接着剤 (光/EBN-1)	@368
先細で長いピペット (パスツールピペット)	@9
カッター、カッター板、ものさし	
300mLビーカー、せっけん、水	
光源装置 (Artec/LED光源装置3色セット)	@1,657

①塩ビ板を140mmx31mmに切る
カッターできずつけ、反対側に折ると良い
1班分に2枚必要

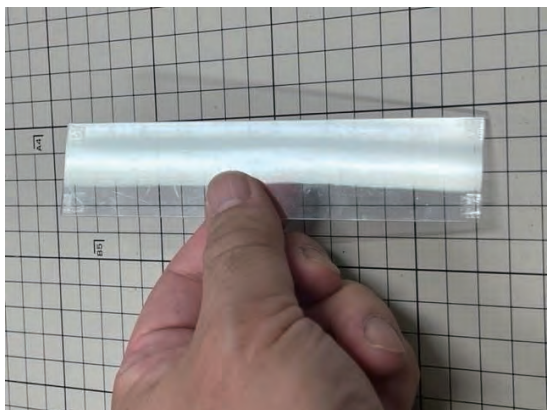
26



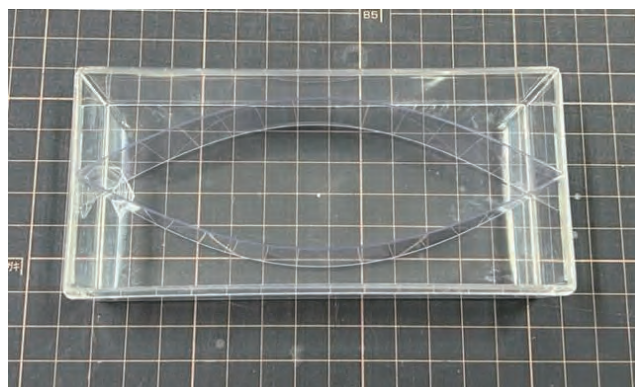
27

②切り取った塩ビ板を2枚重ねにして四隅を小さいセロハンテープで貼って止める

28



③透明スチロールケースに、2枚重ねにした塩ビ板を真ん中を開いて据え付けることで凸レンズの形になる



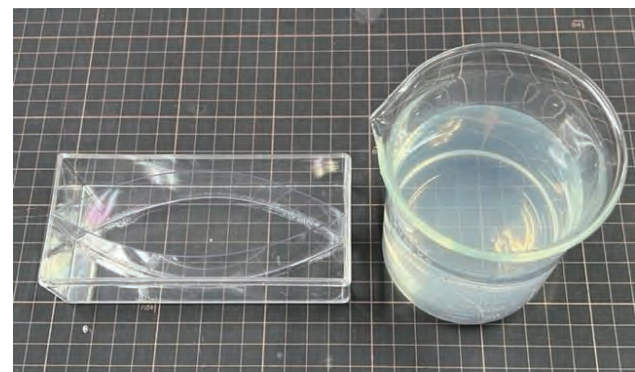
29

⑤先細のピペットを使って、塩ビ用接着剤を凸レンズとスチロールケースに隙間がないように丁寧にしみこませる。水漏れしないよう2~3回重ねる。

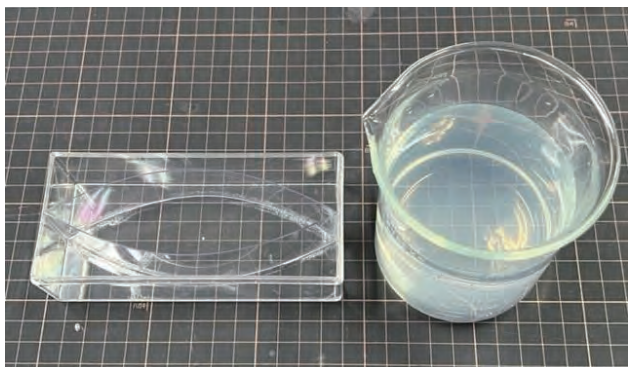
30



⑥接着剤が完全に乾燥したら、300mLビーカーにせっけん水を作り、凸レンズに注いで水漏れしないか確認する



⑥接着剤が完全に乾燥したら、300mLビーカーにせっけん水を作り、凸レンズに注いで水漏れしないか確認する



自作教材による探究的な実験

- ①凸レンズの屈折
- ②凸レンズの焦点距離
- ③凸レンズによってものが拡大される見え方
- ④直方体ガラス（水）による屈折
- ⑤凸レンズの外側に水を入れた場合の屈折
- ⑥自作凹レンズの屈折ともの見え方
- ⑦自作三角プリズムによる分光
- ⑧凸レンズの厚みと焦点距離の変化（高校）
- ⑨水を砂糖水や油に変えた屈折率の変化（高校）

問題 老眼鏡、近眼鏡はどの実験に関係しているか？

		学習過程例	理科における資質・能力の例	第1次 物の見え方	第2次 光の反射	第3次 レンズのはたらき(1)	第3次 レンズのはたらき(2)	第4次 光の屈折
課題の把握	自然現象に対する気づき	↓ 課題の設定	主体的に自然現象と関わり、それらを科学的に探究しようとする態度	太陽と月がどちらも光って見える理由に興味をもち考えようとする	鏡にはなぜ物体が映って見えるのか、興味を持ち調べようとする	虫眼鏡を用いたり白で紙を焦がしたりできるのか考えようとする	虫眼鏡を使うとどうして物体が拡大して見えるのか考えようとする	凸レンズの表面でどうして光の進路が曲がったのか考えようとする
			自然現象を観察し、必要な情報を抽出・整理する力	太陽は自ら光を放ち、月は太陽に照らされて光っている	鏡に映る像を見ると左右反対に映っていることに気づく	虫眼鏡を使うと太陽からの光が1点に集まって高温になることに気づく	虫眼鏡と物体との距離を変えると見え方が変わること気づく	水やガラス越しに見る物の位置がずれて見えることに気づく
			抽出・整理した情報について、それらの関係性(共通点や相違点など)や傾向を見いだす力	太陽の光に照らされた月の光が目に入ることで月は光って見えるのだろうか	鏡に映る像から本物の物体がどのように入っているのか調べよう	平行光線が1点に集まる凸レンズの中心からの距離を焦点距離という	光源と凸レンズとの距離で像の向きが違ってくる	光が水やガラスに入ったり出たりするとき直進しないことに気づく
			見いだした関係性や傾向から、課題を設定する力	物体が目に見えるとき、光がどのように進んでいるのか調べる	鏡に映る物体から目まで光がどのように進んでいるのか調べる	平行光線が凸レンズの焦点距離で1点に集まる理由を調べる	光源と凸レンズとの距離を変えると像がどのようにできるのか調べる	水やガラスと空気の境界では光がどのように進むか調べる
課題の探究(追究)	見通し ↓ 検証計画の立案 ↓ 観察・実験の実施 ↓ 結果の処理 ↓ 考察・推論 ↓ 振り返り	↓ 仮説の設定 ↓ 観察・実験の実施 ↓ 結果の処理 ↓ 考察・推論 ↓ 振り返り	見通しを持ち、検証できる仮説を設定する力	光る物体から出た光が物の表面で反射して、目に向かって進むだろう	光る物体から出た光は鏡ではねかえって進むだろう	凸レンズの軸に平行に進む光はレンズで進路を曲げて焦点に集まるだろう	光源と凸レンズとの距離を変えると像の向きが変わるだろう	光が水やガラスに入ったり出たりするとき光は曲がるだろう
			仮説を確かめるための観察・実験の計画を立案する力	途中の光を遮ることで、光る電球とそのまわりに見える物から目に届く光の道筋を記録する	途中の光を遮ることで、鏡に映る光源から出た光が目に入る道筋を記録する	方眼紙の上に光源装置と凸レンズを置いて、凸レンズの軸に平行に進む光がどのように進むかを記録する	光源(物体)一凸レンズスクリーンを並べ、物体と凸レンズの距離を変え、スクリーンに映る像とその位置を記録する	半円形ガラスや水の直方体ケースを使って、空気中から様々な角度で光線が入るときと出るとききの道筋を記録する
			観察・実験の計画を評価・選択・決定する力	部屋を暗くする必要があることに気づくとともに、強い光を直接目に入れてはいけないことに注意する	部屋を暗くする必要があることに気づくとともに、強い光を直接目に入れてはいけないことに注意する	部屋を暗くする必要があることに気づく	像については大きさだけでなく、その向き(向きが同じか逆さまか)も記録する必要があることに気づく	光源装置から出る光の道筋がよく見られるように、部屋を暗くしたり、水を少し濁らせること良いことに気づく
			観察・実験の実行する力	電球から出た光を遮りながら、目に届く光の道筋を調べる	光源から出た光を鏡に当て、目に届く光の道筋を調べる	凸レンズに入るときと出るとき光線の進路に注意して調べる	凸レンズの焦点距離に着目しながら、像の様子と距離を記録する	光源装置から出る光を異なる角度で入射させてその道筋を記録する
			観察・実験の結果を処理する力	光源から出た光が目に入るまでの光の道筋を図と文章で記録する	鏡で反射する光の道筋を図で記録し、反射したとききの角度を測り記録する	方眼紙の上に複数の平行光線の進路を記録する	光源と凸レンズとスクリーンの距離、像の大きさや形を表に記入する	光が入射する角度と入射後に屈折する角度を表と図に整理する
			観察・実験の結果を分析・解釈する力	光源から目に直進する光と、物に当たって反射して目に向かって直進する光がある	光は鏡で反射して進む。入射角と反射角は等しい。	凸レンズの軸に平行に進む光は、凸レンズに入るときと出るとき2回進路を曲げ、焦点を通過する	物体が焦点より遠いとき、スクリーンに上下左右反対の像が映る。この像は物体が遠くにあるほど小さく、スクリーンの位置は近づく。物体が焦点より近いとき、スクリーンに像は映らない。光源の位置が焦点距離の2倍のとき、像は焦点距離の2倍の位置に同じ大きさで映る。	光は空気から水やガラスに入るとき、境界で入射角>屈折角のように曲がる。空気中に出るときは、入射角<屈折角となり、境界面に近づくように曲がる。入射角が一定以上大きくなると光が空気中に出ずに反射する。
			情報収集して仮説の妥当性を検討したり、考察したりする力	実験結果から、自分の立てた仮説が妥当だったといえるか考える	実験結果から、自分の立てた仮説が妥当だったといえるか考える	実験結果から、自分の立てた仮説が妥当だったといえるか考える	実験結果から、自分の立てた仮説が妥当だったといえるか考える	実験結果から、凸レンズの表面で光の進路が曲がった理由を考える
			全体を振り返って推論したり、改善策を考えたりする力	部屋を暗くして光源を一つだけにした方が調べやすい	物の形が左右反対に見える理由を説明する	非常に遠い太陽からの光は平行光線なので、焦点に集まるのだろうか	虫眼鏡で物体が大きに見える理由がまだ分からないことに気づく	実験結果から、凸レンズの表面で光の進路が曲がった理由がある
			新たな知識やモデル等を創造したり、次の課題を発見したりする力	目に見える光の道筋は1本でも、物体からは様々な方向に光が出ている	カーブミラーには凸面鏡が用いられている理由がわかる	凸レンズの一部を隠しても焦点は変わらないが集まる光の強さが変わる	光源が焦点より近いとき凸レンズ越しに光源が大きく見えることに気づく	水やガラスの中から光が空気中に出ていわずすべて反射する角度がある
			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	自ら光を出さない物体は、光源からの光を反射することで見えている。特定の色の光を反射するとき色が違って見える	光が鏡で反射するとき、入射角と反射角は等しくなることを反射の法則という。鏡以外の物体では光は乱反射する	光が凸レンズに入るときと出るときにその境界面で進路が曲がる。光の屈折という現象が起こっている	シミュレーションで、実像と虚像ができるときの光の進み方を調べ、作図方法とともに実像と虚像のでき方がわかる	物質の境界面で光が曲がることを屈折といい、空気中から入るときと空気中に出るときで入射角と屈折角の関係が変わる
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	様々な色の光を当ててみることで物の見え方や印象を変えられることに興味をもつ	全身を鏡に映すには、どのくらい大きな鏡が必要か考える	虫眼鏡を使うときは、目を焦がしてしまわないように決して太陽の方向を見てはいけない	凸レンズが用いられている理由がわかる	ブルーで隣の人の足が短く見える理由を考えると、鳥がどうやって水中の魚を捕まえるかを考える			
考察・推論したことや結論を発表したり、レポートにまとめる力	課題を探究し解決した過程について発表し実験レポートを作成する	課題を探究し解決した過程について発表し実験レポートを作成する	課題を探究し解決した過程について発表し実験レポートを作成する	課題を探究し解決した過程について発表し実験レポートを作成する	課題を探究し解決した過程について発表し実験レポートを作成する			
次の探究の過程			鏡を通して物体が見えるとき、光はどのように進むのかに興味を持つ	虫眼鏡を使うと直進でも反射でもない現象が起こることに興味を持つ	虫眼鏡を使うとどうして物体が拡大して見えるのかに興味を持つ	凸レンズの表面で光の進路が曲がった光の屈折の現象に興味を持つ	プリズムを使うと、白色の光が虹色に分かれることに興味を持つ	
学びに向かう力・人間性等	「興味・関心」	・・・について興味・関心をもつ。知りたいと思う。不思議だと思う。[知的好奇心を高める]	白色の光をプリズムでさまざまな色に分けられることに興味を持つ	向かい合わせの鏡の間に入ると像が何重にも見えることに興味を持つ	虫眼鏡で日光を集めて紙を焦がすことができることに興味を持つ	虫眼鏡を通した物体の見え方について興味を持つ	ガラス面方体によって鉛筆の位置がずれて見えることに興味を持つ	
	「重要性」	・・・について重要だと思う。[環境や生命、エネルギーなど、個人や社会、世界的な諸問題への取り組みに重要]	赤外線やX線など、目に見えない光が安全や医療のために研究されている	光の進む方向を変えられる鏡の発明は、人類に重要な技術をもたらした	ガリレオは凸レンズで天体望遠鏡を発明したが、太陽を見たため失明した	遠くのもの、小さな物を見ようとするには、優れたレンズが必要だ	生き物は、レンズによる光の屈折を巧みに利用し、眼を発達させた	
	「有用性」	・・・について役立つと思う。[実生活や実社会でより良く問題を解決したり効果的に行動するために役立つ]	照明では光源の色を変えることで、物の見え方を様々な色に変えている	人々の生活にとって鏡は必要不可欠な存在として利用されている	カメラや顕微鏡で“ピントを合わせる”操作の意味としくみを知る	メガネやコンタクトなど、多くの人がレンズを使って生活している	光ファイバーは、光を自在に曲げることで内視鏡治療にも使われている	
	「職業との関連性」	・・・に関連する職業があると知る。[キャリア意識を醸成]	照明の技術を駆使するアーティストがいる	ずばる望遠鏡のような最先端の研究装置にも大きな鏡が必要だ	カメラ、望遠鏡、顕微鏡、カメラや顕微鏡で“ピントを合わせる”操作の意味としくみを知る	眼鏡など、レンズは様々な製品に利用されていて、日本には優れた光学機器を開発している会社が多くある	全反射が光ファイバーに利用されていて、情報通信を支えていることを知る	
	「主体性」	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。[自己をコントロールして自律的に行動]	実験班で進んで役割を分担することができる	実験班で進んで役割を分担することができる	実験班で進んで役割を分担することができる	実験班で進んで役割を分担することができる	実験班で進んで役割を分担することができる	
	「協調性」	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。[他者を理解し協調して行動]	実験班で協力して行動することができる	実験班で協力して行動することができる	実験班で協力して行動することができる	実験班で協力して行動することができる	実験班で協力して行動することができる	
	「自己効力感(自信)」	理科の学習はよくわかる。[自身の学習状況を把握し着実に向上]	目に見える物の光が、どのように進んできたかを説明できる	反射の法則を使って、鏡に映る像について説明することができる	虫眼鏡を使って日光で紙を焦がすことができる理由を説明できる	虫眼鏡で物が大きく見えたり小さく逆さまに見える理由を説明できる	光がレンズを通過するとき、空気との境界で進路が2回曲がる理由を説明できる	

Ⅲ 研究結果③

— 「熟達理科教師から学ぶ」研修会 —

令和3年度 研究報告会・パネル討議 概要

2022年3月21日（月・祝）14時～16時

会場：岐阜大学サテライトキャンパス

参加者：36名（会場10名、オンライン26名）

1 開会

(1) 研究代表者・及び共同研究者挨拶

研究代表者 小倉康（埼玉大学教育学部教授）

共同研究者 中村琢（岐阜大学教育学部准教授）

(2) 研究報告会の趣旨

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、今年度、8回実施してきた「理科モデル授業オンライン研修会」を中心に、今年度の研究成果や手法をふりかえり、埼玉と岐阜で地域の理科教育の発展に長年尽力してきた先達の中核的理科教員から、その有効性や課題についてご意見を聴くことで、次年度以降の研究の発展に生かすことを目的としている。

(3) パネリストの紹介

丹羽直正氏（各務原市立那加第二小学校校長、岐阜県小学校理科研究会会長）

教職歴38年 岐阜県内公立小学校・中学校で教諭・管理職、岐阜大学教育学部附属小学校、各務原市教育委員会に勤務

引間和彦氏（さいたま市立尾間木小学校校長、埼玉県理科教育研究会会長）

教職歴38年 埼玉県内公立小学校で教諭・管理職、埼玉大学教育学部附属小学校、さいたま市教育委員会・さいたま市青少年宇宙科学館に勤務

2 パネル討議

(1) 丹羽直正氏「理科教員として自分が大切にしてきたこと～過去の授業をふりかえって～」

- ・5年生「てこの学習」単元の授業後のある生徒の感想より

「今までと違って、あまい理科じゃない。疑問もどんどん出てくる。次から次へと疑問が出てくる。でもその疑問を解決していく途中が楽しいし、解決した瞬間がたまらない！」
疑問を持ち、さらに追究したいという意欲を大切にしていた。

- ・初任の頃の、ベテランの有名な教員の授業を見学した時の心に残っている出来事より

教科書の課題「コイルの周りの磁界の様子はどのようになっているだろうか。」

教科書での学習内容から、鉄粉・コイル・方位磁針を用いて実験を進め、課題に対する答えを導く過程の記述にギャップがあった。子ども達は、エナメル線のコイル部分に方位磁針を置き、置いた位置の変化により、ほんの少しの方位磁針の傾きを観察して見出し（事実を詳細に見つめる）、回転しているのではないかと自分達で考え出し（子どもが考える）、コイルを立てたとき（子どもが考えた実験（必然））の方位磁針の動きを導き出した（子供が発見）。子どもたちの生き生きした姿が印象的だった。事実をいかに子ども達が見つめる目を育てるかが大事



図1 丹羽直正各務原市立那加第二小学校校長

だと感じた。

1 教科書の行間を読む 教材研究

時に教科書の内容に飛躍がある。したがって、指導者側は教科書の行間を読むことが大事である。なぜ教科書にはこれが書いてあるのかを踏まえ、子どもたちの意識が途切れないように、子どもたちの力で追究する力を大切にしたい。学習指導要領を踏まえることは大前提である。このような意識の基、教材研究を行い、以下を大切にしたい。

2 子どもの意識が連続した単元構成

単元構成では、子どもの意識の連続性を考慮し、はたらかせたい見方・考え方（当時は概念形成）をかなり意識した。各時間がどのようにつながるか、生徒がこのように考えたから次はこのように考えて動くだろうと想定をしながら実験準備をした。

3 課題の必然化（物で始まる）

こだわりを持ち続けられる単元指導計画を意識した。

例1 振り子の学習 ロープにぶら下がり、いかに速く10往復できるか、ボールをぶつけたらどこまで遠くに飛ぶかなどのゲームを班ごとに競う課題設定。「完全に優勝するにはどうしたらいいのか」、条件設定（飛び方、角度、重さなど）を変えた課題を子どもたち自身が考え、次の理科の時間で調べたいという意識を大切にしたい。

例2 「電流やエナメル線の太さを同じにして、コイルの巻き数を多くすると、磁力は本当に強くなるのだろうか。」根拠を明確にして予想を立て、話し合いを行った。子ども達が話し合うほど、対立や迷いが生じる。また、討議を通して概念が深まり、反対の考えも出される。「では実験で確かめてみよう」という必然性を大事にした。

4 事実を基に考える（物で追究）

事実をいかに鋭い目で詳しく追究するかということ。

事実を黒、考えを青、疑問を赤で記入。早く書く必要があり、丸で書いて線で結び、結論を導き出すノート指導の実践。発言「～という事実から～ということがわかる」という事実を基に考えることを徹底した。中学校での授業参観にて、小学校でのこの学びが生きていた。

例：子どもたちのノート指導

5 子どもの考えで追究

子どもたちはうまくいくことを求めているのではなく、「やってみたい、確かめてみたい。」と思っているのであるから、それを大切にしなければならぬ。10人いれば10通りのそれぞれの思いがある。

例：子どもたちに実験方法を考えさせ、ノートに書かせた。指導者側からすると、この実験ではうまくいかないことが想定できるため、勧めたい方法を誘導した。実験後の感想に「失敗しても良かったから自分の考えた実験がしたかった。」とあった。

<実験における具体的な方途>

①学習過程の工夫

- A 自由度を持たせた探究過程を仕組む必要がある
- B 自由交流の設定
- C 環境設定 理科室にある物は自由にとりに行っても良い

②その子の見方・考え方に寄り添ったポイントの支援が必要

一人一人の思いをもとに一人一人の考えを把握し、今日はその子に寄り添う。それぞれの追究の仕方があり、それぞれが実験に取り組むため、その子に深く支援する必要があったり

ポイント支援の必要がある。

〈実験における大切にしたい振り返りの3つ観点〉

- ・実験をしながらそれが本当に正しいか
- ・何度行ってもそれが確かか
- ・最終的には納得できるか

子どもたちは、仲間同士での自由交流により、事実を持ち寄って筋道が立っていない部分を総合的に考えて納得のいく考えを導き出そうとする。「納得できない」子ども同士で意見交換をし、大人をなるほどと思わせる発想をする。考察中に勝手に集まって意見交換を自由にする。

6 一般化・検証（物で終わる）

物で始まり、物で追究し、物で終わることを大切にしたい。

例：メダカの心臓の血液の循環 もう一度授業の終わりに歓声を上げるようなものを示す
ダンゴムシが枯葉を食べること・・・実際に食べている映像を示す

[まとめ]

- 1 事実を基に考えること
- 2 自由に追究すること
- 3 納得できるまで追究すること

価値づけを大切に、特に個人名を挙げて具体的に価値づけること（褒めること）が大切。

(2) 引間和彦氏「理科教員として自分が大切にしてきたこと～過去の授業をふりかえって～」

〈私が理科好きになったわけ〉

PTA 資料より（昆虫・生き物を効率よく捕る方法、夜空のムコウに何がある？ 土の中のいろいろな世界、植物も世界も興味津々、魚つりも楽しいが飼育もいいよ）など長期記憶として残るエピソード 21 と学んだ知識の紹介が理科の授業に役立っている。

〈勉強サークルへの参加から理科の道へ〉

教育実習の指導教員との出会いにより、理科の勉強サークルへの参加が理科の道に入るきっかけとなった。

事実を大切に、子どもたちが自由に議論する、実験をしてお互いに共有するなど、実践を通して大切にしてきた。

①学び手自身が理科を作れるようにすること

「学び方アイテム」子どもたちの内省言語をまとめたものから、調べること・自分の考え・調べた結果など、項目ごとに整理したアイテムを活用する。

「なぜ理科を学ぶのか」「卒業するまでにどうして理科を学ぶのか」自分の考えをはっきり持ってほしい。子どもたちの考えを子どもたち自身が整理し、明確化する。

②問題解決活動 問題解決学習 問題解決の過程

「問題解決」の言葉の中のそれぞれの土台が異なる。サークル活動での多くの教員と話していく中で、各言葉の考え方が異なることに気付き、その違いを明確にした取組の必要性を感じた。

③自然認識を深める指導の工夫



図 2 引間和彦さいたま市立尾間木小学校校長

最初に考えてきた研究のタイトル

④科学的な方法 → 科学的とは（実証性、再現性、客観性）

理科では「自然」科学的であり、「科学的」の前に「自然」が隠れている点を若い先生方と共有したいと考える。

⑤附属小学校時代の資料の紹介（記録動画を参照）

小学校教育研究協議会より「自らの学びを意識し、科学的な能力を高める指導の工夫」

（3）学校や地域の理科はどのように支えられてきたか～自身の経験から～

小倉：丹羽先生は中学校の先生からの影響を受けられたとのこと、引間先生はサークルの議論の中で影響を受けられたとのこと。他の教員が近寄りやすいレベルの話が多いような印象を受けた。他の教員との関わりの中でお二人が育っていったという点が印象深い。初めから成長すべくして成長したのではなく、人との出会いやチャンスがあり、高い次元まで理科教育を追究



図3 パネル討議

してこられたと感じた。岐阜・埼玉の中で、どのように育っていかれたのか。育っていく風土やしくみとはどのようなものなのか？理科教育を熱心に進められ、周りの先生方を引き寄せ、影響を与えられるような教員はどのように育てられるのか？大学の立場からはなかなか見えにくく、是非知りたい。

丹羽：岐阜県の県小理研での研究員を経験し、小理研の先輩から学ぶことができた。また県のセンターにおける講座を受講できたり、教材の提示をしていただけた。さらに各学校での公開授業があり、そこでも悩んで学べた。子どもがこうして間違いを犯したりミスするのだと学んだり、先輩教員のように素敵な授業をしてみたいと感じる授業を学んだ。お手本とした方がサークルをしており、自分自身も理科教育のレベルアップを目指していたら紹介していただき、学ぶ機会をいただいた。人との出会いにより学ぶ機会と、学校として公開研究会しなくてはならないという必然性と両面あり、自身の勉強に繋がった。

引間：各指導主事からの指導もあるが、次のような埼玉県、埼玉市、地域のサークル、小中合同研究会ごとの研究会・研修会がある。

・「埼玉県理科教育研究会」：小中合同の研究会（全小理、全中理に繋がる）、埼玉連合教育研究会（県内の全教員からなる）に繋がる、埼玉大学教育学部附属小・中学校が事務局となり、科学教育振興展覧会、理科教育研究発表会（児童生徒・教員の部）、授業研究会、指導法研究会などを事業として進め、活性化している。

・「さいたま市理科専門部」：小中合同の研究会（県理科教育研究会さいたま支部）、さいたま市教育研究会（市内の全教員からなる）に繋がる、さいたま市の理科教員が事務局となる。教育委員会の指導の下、さいたま市理科教育推進協議会、市科学教育振興展覧会、市理科教育研究発表会（児童生徒の部）、市教研研修大会（授業研究会）、臨地研修会、情報交換会、および、さいたま市CSTを中心とした実験実技研修会、などの事業を行っている。

・地域のサークル：「埼玉理科の会」、SSTA 埼玉支部（埼玉市他）、究理会（熊谷地区）、所沢理科サークル、川越理科サークル、初等理科研究会など。

・小中合同研究会：現在 SSTA 埼玉支部が中心となり、実践発表、理科教育の講演、ワークショップ、埼玉大学教育学部自然科学講座の協力、理科教材会社の協力など。
人との交流を通して理科を学ぶ機会を作ってきた。

(4) 今日の多忙な環境で、理科を教える教員はどのように授業力を高められるか

丹羽：自分が若い頃は今ほど様々な「〇〇教育」はなく、当時理科の授業を研究することが中心にあることが許される時代であった。今は、総合的な学習の時間、英語教育、タブレット導入などで、〇〇教育を全力で進めなければならない状況にある。また、コロナ禍で、トイレ掃除や対策にも追われる多忙な現場であり、管理職としては無理を強いることはできない。

しかし、教員も“必然”があると頑張るし、公開研究会のような必然があることで、授業研究に専念できる。軽重を付ける必要もある。子どものことをずっと考える必要はあるが、必然に応じてエンジンがかかり、教員自身の吸収が高まる。無理の無いところで必然が良い成果を生む。この研究は、無理の無い範囲でビデオを見て学ぶという点で、役立つことをしていただいていると感じる。

引問：「鉄は熱いうちに打て」の言葉通り、若い教員には若いうちに自ら学ぶ気持ちを持って勉強してほしい。自らのスタイルが出来上がってしまってから勉強しようとしても、持続が難しい。若いうちに研究授業を自ら進んで進めて欲しい。

教員になって10年後、附属小学校に勤務。自らの力量を見極め、ハードルが少し高いところに育ててもらった機会を得た。今まで持っていたものを砂山が波にさらわれるような気持ちでの学び直しだった。この経験が今の自分を作っている。自分の中の1本の柱を太くするべく、子どもたちとしっかり勉強する姿勢を大切にしている。子どもたちと学んだ成果を発表することで、成長できたように感じる。

- ・知らない人生より知っている人生の方が豊かになる 知ることは怖い、知らないと恐ろしいことになる。
- ・百聞は一見に如かず 良い授業を見る。その時に若い先生はどのようなところを見たらよいかをテキストや報告書を見て参考にするとよい。
- ・実践研究のすすめ 1コマの授業研究から始めるとよい。45分の授業を子どもたちとどのように作るのか。理科の実験であれば、2コマ続きをどのように子どもたちと作るのか。さらに単元を通しての実践研究へ。更に1年間の実践、教科としての実践研究へとつなげていけるような実践研究が良いと考える。
- ・ネットワークの活用 サテライト研究会。人的なネットワークや自分の学校にいる良き先輩から教科を問わず学ぶことを大切にしたい。
- ・価値づけ、意味づけ 教員としての哲学を持とう。「なぜ理科教員になりたいと思ったのか?」「理科実践を通して、自分はどのようなことをしたいのか?」を自分自身で問いながら、子どもたちと理科の授業を楽しんでいくことが、忙しいけれど自分が好きな理科を通して授業力を高めることに繋がると考える。
- ・記録を大切に デジタルカメラは必需品。子どもの気付いたところをその時を記録することで振り返りにも使える。授業で携帯するとよい。

(5) 本研究の有効性と課題について

丹羽：若い先生方に参加して欲しいと思うが、現場のスケジュールを考えると心苦しさもある。

この取組の素晴らしいところは、動画として記録に残され、時間のある時に研修として見る
ことができる点である。必然性のある場合、参考になる。

世の中に良い研修材料が埋もれてしまっているという現状である。良い研修サークルも沢山
あるが、活動が少なくなってきた。土曜日の出勤がなくなったことも一因か。このように収
録した内容を色々なところで紹介し、周知することが大切と考える。

引間：動画を見ることで授業そのものが丸ごとみられる点が良い。他にもコンテンツがあるので
探してみるとよい。

・IT 授業実践ナビの紹介 授業のそれぞれの場面を動画で見ることができる。

今は子どもたち自身が動画を撮ることも可能になっている。ぜひ積極的な活用をして欲し
い。実践記録をまとめていくと、1冊の本となる。足跡を残すことで、自分自身のアイディ
アを生み出すことにもつなげることができる。

・「理科の授業で大切なこと—Science Frangancer からの贈りもの」(鳴川哲也著 東洋館出
版)この本を読んで「理科の授業をやってみようかな。」という気持ちになるだろう。25人の
小学校を中心とした理科の伝導師(教員)からのメッセージである。若い先生方、子どもと
ともに理科を楽しみましょう。

中村：大変参考になるお言葉をいただきました。一教員として自分の授業実践力を向上させたいと感
じた。また学び続ける教師でいたいと感じた。まだまだ研修会への周知・認知度において課題
を感じる。今回のプログラムは、中堅の教員達の熱心な取組がある。このように、自分自身が
わくわくする取組みが、若手の教員へ伝わっていくのではないか。後輩の教育にも繋がると考
える。今後も是非アドバイスをいただきたい。

小倉：この事業は大学からのアプローチである。これをすると課題解決ということではない。大
学として関わりを持ち、協力者を増やしていく。大学側からは作れない“必然”を既存の組織
と連携して増やしていく。それにより若い先生方や意欲のある先生方が増えていくことを願う。
それぞれの立場が連携をし、大学側も意識して繋がっていくことが大切だと強く感じた。

3 初年度成果の考察と課題 (小倉康 埼玉大学教育学部教授)

(1) 参加者アンケート結果について

質問 A は、「本日の研修会のモデル授業の記録動画と指導など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思いますか。」、質問 B は、「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思いますか。」で、ともに肯定
的な回答がいずれも 85%以上であった。質問 C の「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。」についても同様に
90%近い肯定的回答であった。ただし「全くそう思わない」という意見も少数あり、勤務時間
外での自己研鑽としての研修が、必ずしもすべての教員に肯定的に受け止められるものでない
こともわかった。

開催の時間帯については、6回以降議論と検討を行い、開始時間は15時が適当で、授業後に
必要な協議内容によって、長さを3時間または2時間30分に設定する形態が望ましいと思わ
れる。

オンラインでの参加者数について、当初100人を超える規模を想定していたが、初年度は30
~50人の程度に止まった。広く周知する手法を改善することや、興味をもった教員が参加して
その良さを実感した上で、可能な回に主体的に参加した結果として、参加数が増えることが望

ましいと考えられる。「専門職の学習共同体」(PLC: Professional Learning Community)の形成は人と人とのつながりであり、今後力を入れていく必要があると考える。

(2) 科学的リテラシー指標 (SLI) 測定システムについて

理科への学習意欲と学力の向上に向けた授業改善のツールで、全国のどの学校も無償で利用でき、個人情報は一切入らないシステムで、安心して利用可能である。子どもたちの理科に対する学習意欲を、科学的リテラシー指標 5 項目の状況、また主体性・協調性の状況によって測定できる。

児童生徒自身が自分でサイトにアクセスし、短時間で回答し、教員が自動集計の結果を参照可能なシステム

で、教員単位、個人単位、学校単位、地域単位でも活用可能である。図 4 はシステミックリフォームによる授業改善のイメージであり、ウェブ・リソースを利用する研修から、SLI 測定システムを活用して、①「現状把握」を行い、どのような授業をすれば測定値が向上するのかを中核的理科教員や理科主任のサポートを得て、②「授業計画」し、実際に授業に取り組んだ後に再度、③「効果測定」すると特定の項目の測定値が向上することから、④「効果・課題分析」によって改善が必要な項目を明らかにし、次の授業改善のプロセスに繋げることを示している。少ない労力により進められるシステムであり、授業改善のツールとして活用し、結果的に学校全体の理科授業力が向上し、児童生徒の学習意欲と学力の向上に繋がることを今後実証したい。

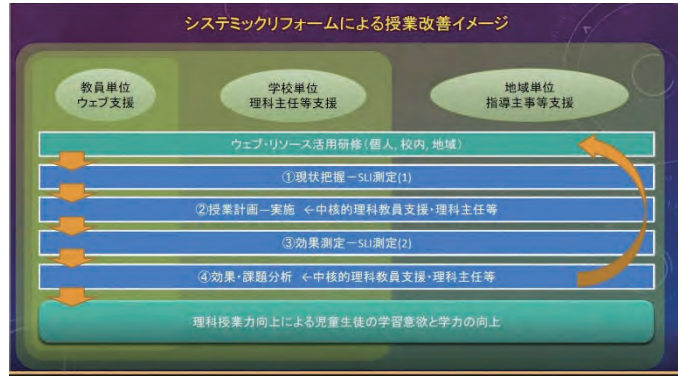


図 4 システミックリフォームによる授業改善のイメージ

(3) 中核的理科教員の専門家としての協働的学びのしくみ

オンライン研修会では、司会者からの決められたテーマに沿った意見を出し合うことに止まる傾向があった。今後、各地域で活動している「中核的理科教員」同志の交流が生まれる場面を作り、「同僚性」が醸成される場を創出することが課題である。

研究報告会は、先達の先生方や若手の教員が、過去—現在—未来という時間軸でつながり、将来への見通しをもって地域の理科教育を支えていくという「協働性」、また、地域を越えて、中核的理科教員が共通のミッションに向かい尽力しているという「同僚性」が醸成されるきっかけになるのではないかと期待する。

次年度以降の取組みにおいてはモデル授業に加えて、優れた理科授業のための効果的な理科教材や、教育環境づくりの工夫、校内での理科授業改善の取り組みとその成果の共有など、価値ある情報の拡大を図ることが重要と考えている。

4 次年度研修会の予定

5月～2月まで計8回、小学校4回、中学校4回のモデル授業を実施予定。合同研修会を8月、研究報告会を3月に実施予定。

資 料

資料 1 日本科学教育学会第 46 回年会発表論文(2022.9.17)

資料 2 令和 4 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実施方法の開発～

Promotion of Science Education Led by Core Science Teachers:
Developing Method for Implementing “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} 国立教育政策研究所

^{*1}Saitama University, ^{*2}Gifu University, ^{*3}National Institute for Educational Policy Research

〔要約〕本研究は、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、中核的理科教員による「専門職の学習共同体(PLC)」を形成し「理科モデル授業オンライン研修会」を通じて、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共有化する。可視化された知識と技能をモデル授業の動画とともにウェブサイトを通じて学校向けの研修情報として公開する。優れた理科授業実践の根拠として「科学的リテラシー指標 (SLI) 測定システム」を同ウェブ上で利用可能とするとともに、このウェブシステムを用いて学校の「理科主任」が中核的理科教員として校内授業改善を持続的に牽引する事例研究を実施する。当初は埼玉と岐阜両県でPLCを形成し、参加する中核的理科教員にとっての効果の検証する。本発表は初年度開発した「理科モデル授業オンライン研修会」の実施方法を中心に報告する。〔キーワード〕中核的理科教員, モデル授業, オンライン研修, 授業改善, 科学的リテラシー

I. 理科モデル授業オンライン研修会の実施方法の開発

1. オンライン研修会の基本設計

(1) 開催日時

本研究におけるオンライン研修会は、学校の勤務時間を避け、土曜日午後（または休日）に自宅等から参加できるようにしている。ただし、参加によって教員としての資質能力が向上し、所属校の児童生徒の学習向上や校内研修等への還元による他教員の資質能力の向上も期待できることから、学校が研修会への参加を出張扱いとすることを否定してはいない。特に、モデル授業者においては、所属長に対して研修会での授業実施への協力を依頼することで、参加を確実にしている。

年間8回の開催を基本とし、年間を通じた実施予定を早期に公開することで、教員が見通しをもって参加を検討できるようにした。開催時間については、本研究初年度はいくつかのパターンを試行し、参加者の意見を聴取しながら、本研究の趣旨に沿った開催時間を検討した。

第3回～第6回の研修会は、土曜日の16時～19時に実施した。モデル授業とそれに関する協議に加えて、Giga スクール環境の活用など特定のテーマに関する協議を行うことで、密度の濃い研修内容となった。しかし、3時間の拘束時間が長く感じられること、終了時刻が19時と遅くなり家庭生活に支障が生じること

などの意見が寄せられたことから、終了時刻を早めることが課題となった。

そこで、第7回の研修会は、開始時間を1時間早めて、土曜日の15時～18時に実施した。これにより、開始時間については概ね適切と思われる反応が得られた。

開始時間を15時よりも早めることは、モデル授業と研修会場および配信の準備が厳しくなることに加えて、土曜日午前を授業日としていたり、部活動の練習を設定している学校が少なくないことから、参加する教員においても開始に間に合わなくなる可能性が高まる。

以上を踏まえると、本研究のオンライン研修会の開催時間は、土曜日午後（または休日）の15時に開始し、特定のテーマに関する協議を行ったとしても18時までには終了する形態が望ましいとの結論に至った。

(2) モデル授業者と授業内容

本研究は、埼玉大学と岐阜大学に所属する研究者の共同研究であることから、それぞれの大学をモデル授業の実施会場とし、研修会を主催する大学の研究者が、それぞれの地域（必ずしも県内に限定しない）において中核的理科教員に相当する活動をしている教員から、モデル授業者を務めてもらえる教員を見だし、交渉する過程でモデル授業の内容を決めている。本研究での「中核的理科教員」とは、「理科授業や実験のアドバイス、理科授業研究会の実施、自

由研究指導などを通じて、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」であり、必ずしも CST 事業等によってコア・サイエンス・ティーチャー (CST) に認定された教員を意味していない。

毎年度 8 回実施する研修会のモデル授業の動画と、協議記録の概要をアーカイブし、教員研修や教師教育での利用に提供することから、小中学校における幅広い内容に関する優れた理科授業実践についての研修や学習リソースとなる。同じ内容が複数となる場合も、中核的理科教員によって異なるアプローチで実践された興味深い授業記録となる。

(3) 研修会参加者

本研修会は、オンライン (zoom) で配信されることから、研修会参加者を、「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参加できます。」としている。埼玉県、岐阜県のそれぞれの地域での中核的理科教員のネットワーク形成を推進するため両地域に集中して呼びかけているが、自主的な参加は、全国どこからでも参加可能としている。

また、国の補助金によって行う研究の一環であることから、参加費を無料とする一方、参加者には研究目的での無記名の参加者アンケートに協力することを参加の要件としている。

さらに、研修会では、参加者がグループ協議する場面や、授業者に対する質問や意見を述べる場面があるが、否定的な意見のために協議が不活発になることが懸念されたため、授業者を含めた参加者全員が充実感を得られて安定した会が運営できるように、参加者に対して右枠内に示す「お願い」をすることとした。

2. オンライン研修会のプログラム

(1) 基本の構成要素

研修会の基本的なプログラムは、以下の要素で構成されている。

- ①主催者開会挨拶
- ②授業者紹介
- ③授業者事前説明 (前時までの学習、本時のねらい等)
- ④モデル授業 (児童生徒は教員志望大学生または現職教員 12 名程度)
- ⑤授業者事後説明 (指導法、教材、普段の工夫点等)
- ⑥参加者グループ協議 (年代別または年代混合のブレイクアウトセッション)

参加される皆様へのお願い

研究代表者

中核的理科教員は、自身の理科授業の向上はもとより、自校の教員と地域の教員の理科授業がより充実するよう支援することを通じて、地域全体の理科教育の向上に貢献しようとする教員です。本研修会は、優れた授業や効果的な支援について情報共有したり、先輩教員から学び取ったりすることができる場として、中核的理科教員の活動を応援することを目指しています。参加者におかれましては、以下にご留意の上、参加者全員が、真剣にかつ楽しみながら成長を実感できるよう会の運営にご協力願います。

ア. 授業を提供していただいた授業者と関係者に敬意を払いながら発言し、互いを尊重しましょう。

イ. モデル授業は模範ではありません。学べる点を見出す一方で、改善可能な点を建設的に吟味する姿勢も大切です。その際、指導案等や質疑を踏まえて、授業者の指導の意図をできるだけ理解しましょう。また、単元展開から切り取った 1 時間に過ぎないことから、より長期的な視点で児童生徒に育成される資質・能力を考えることも大切です。

ウ. 理想の授業像は唯一ではなく、異なる授業観を知ること、各自が理想とする授業像を追究することに役立つと捉えましょう。一方的な判断で授業実践を批判することは控えましょう。(学習指導要領は変わり続けています。本研究では「時代によって変わらない優れた理科授業」を支え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」の実践力にも着目します。)

⑦協議結果報告 (「記録係」がグループ協議の概要をチャットに送信し説明)

⑧授業者回答補足説明

⑨大学教員の総括的コメント

⑩特定テーマに関する情報提供や協議

⑪次回モデル授業紹介

⑫主催者閉会挨拶

⑬閉会、参加者アンケートへの回答依頼

上記のうち、①、②、③、④、⑤、⑨については、記録動画を公開の対象としている。

その他については、オンライン参加者が特定可能な情報を省いて記録の概要を作成し、指導案等の資料とともに公開する。

(2) 特定テーマに関する協議

本研究の目的に関連したテーマで、参加者が情報を紹介して共有したり、主催者に対して意見したりすることで、オンライン研修会が参加者と主催者にとってより有効なものとなるよ

う、令和3年度は以下を実施した。

第1回 本研究の概要説明

第2回 科学的リテラシー指標測定システム利用法の説明

第3回 GIGA スクール環境を活用した理科授業づくりの工夫や可能性

第4回 GIGA スクール環境を活用した理科授業づくりの工夫や可能性～中学校を中心に

第5回 主催者との対話「本オンライン研修会の発展に向けて」

第6回 主催者との対話(学校内や地域での理科授業の向上にどう貢献していくことができるか)

第7回 全体協議(学校全体で理科教育力の向上にどう取り組めるか)

3. 参加者アンケート

研修会では、毎回終了時に、参加者に対して Google Form での参加者アンケートに回答するよう依頼している。メールアドレスなど参加者が特定可能な情報を収集しない無記名式のアンケートで、教員と学生では質問内容が異なることから、2通りのアンケートを作成し、いずれかに回答するよう求めている。100%の回収率が理想であるが、いずれについても回収率を高めることが課題である。

4. ホームページの構成

本研究では、独自のサイトを起ち上げるのではなく、研究代表者が運営する既存のサイト「理科教員支援」の「中核的理科教員支援」の内容を拡張する形式で、本研究に関するホームページを新設することとした。

すでに「理科教員支援」に関わる数多くの研究成果が利用可能となっているサイトであり、本研究の成果が加わることでその普及への相乗効果が期待できると考えた。

本研究のホームページは、以下の構成となっている。

①概要説明・研修会の案内と記録・参加方法・参加者へのお願い

②モデル授業のサンプル

③各回の研修会記録(各回ごとのページ)

各ページにおいては積極的に動画を利用し、YouTube に限定公開動画としてアップした動画にリンクする形式を採用することで、より安定的な動画の利用を可能としている。

オンライン研修会への参加方法としては、

「案内パンフ」を pdf で提供し、以下で説明するメーリングリストに登録することで、各回の開催情報を電子メールで案内している。

5. メーリングリストの利用

本研究では、参加者の個人情報を収集しないまま、各回の研修会の開催情報を周知するために、メーリングリストを利用することとした。参加方法の「開催案内」において、「オンライン研修会は学校で理科を教える教員の方ほ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、メーリング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。」と説明している。

Ⅲ. モデル授業オンライン研修会の実施技術

1. 基本技術

本研修会は、zoom を用いたリアルタイム・オンライン研修会としている。「ブレイクアウトセッション」機能により小人数のグループ協議を実施できる。

大学内の会場は、実験を伴う講義を実施している教室であり、新型コロナウイルス感染対策のため、常時換気するとともに、8人掛けの実験台に4人までの着席としている。

研修会では、zoom の「共同ホスト」として2台の PC を稼働し、それぞれにビデオカメラを接続することで、異なる視野の2画面の映像に「スポットライト」を設定することで、参加者はその2画面のみを見ることができるとともに、研修会を通じて、共同ホストの PC 内にレコーディングすることで、研修会後に編集してアーカイブする動画を保存している。

協議や質疑の場面ではオンライン参加者が画面に表示されるが、プライバシー保護のため、研修会後の動画編集で削除し、公開する動画に含まれないようにしている。代わりに、協議や質疑の場面での発言内容やチャットでの意見、アンケートの内容を、個人情報を除いて要約した「概要」を公開している。

2. 映像・音声収録・配信に関わる技術

(1) 映像

ビデオカメラ(HD, 1080P)の HDMI 出力から HDMI ケーブルを介して、HDMI キャプチャーボードに接続し、1080P のビデオ出力を PC の USB3.0 端子に入力する。その後、Zoom の

ビデオ入力先に表示される USB を選択する。

2 台のビデオカメラは三脚に取り付け、二人の撮影者がズームしながら分担して授業の様子が把握できる映像としている。

(2) 音声

zoom の特性上、教室内のマイク入力とスピーカーへの出力は、1 台の PC に限定する必要がある。複数の PC でマイク入力した場合は、zoom 内では合成されず、いずれかの音声が選択されて配信される。そのため、zoom に接続している参加者は、自分が発言する機会以外は、常にマイクを OFF の状態にしておく必要がある。また、教室内の複数の PC でスピーカーから出力すると、別の PC からマイク入力され、ハウリングが発生してしまう。

そのため、埼玉大学側のシステムでは、1 台の PC に、4 チャンネルのオーディオミキサー（レコーダー）からの出力信号を USB 入力している。オーディオミキサーは、ZOOM 社の「PodTrak P4」を使用している。

(3) zoom の設定

zoom の「このコンピュータにレコーディング」の機能を用いて、研修会全体の動画を mp4 形式で記録している。教室全体の音の状況ができるだけリアルに記録するため、「背景雑音を抑制」については「低」を選択し、「音楽とプロフェッショナルオーディオ」の設定では、「ミーティング内オプションを表示して「オリジナルサウンド」を有効にします」を選択し、さらに「詳細」を選択して「Windows オーディオデバイスドライバによるシグナル処理」を「オフ」を選択している。

IV. 初年度の成果と今後の展開

下図は、初年度 8 回実施した研修会での現職教員 (n=92) 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「とてもそう思う」と「わりとそう思う」を加えた肯定的回答割合は、それぞれ 86%、88%、89%と高い割合になっている。

今後は、ウェブ上に蓄積されつつある情報をコンテンツとして多用な研修会に活用するための具体的な方法を開発する予定である。

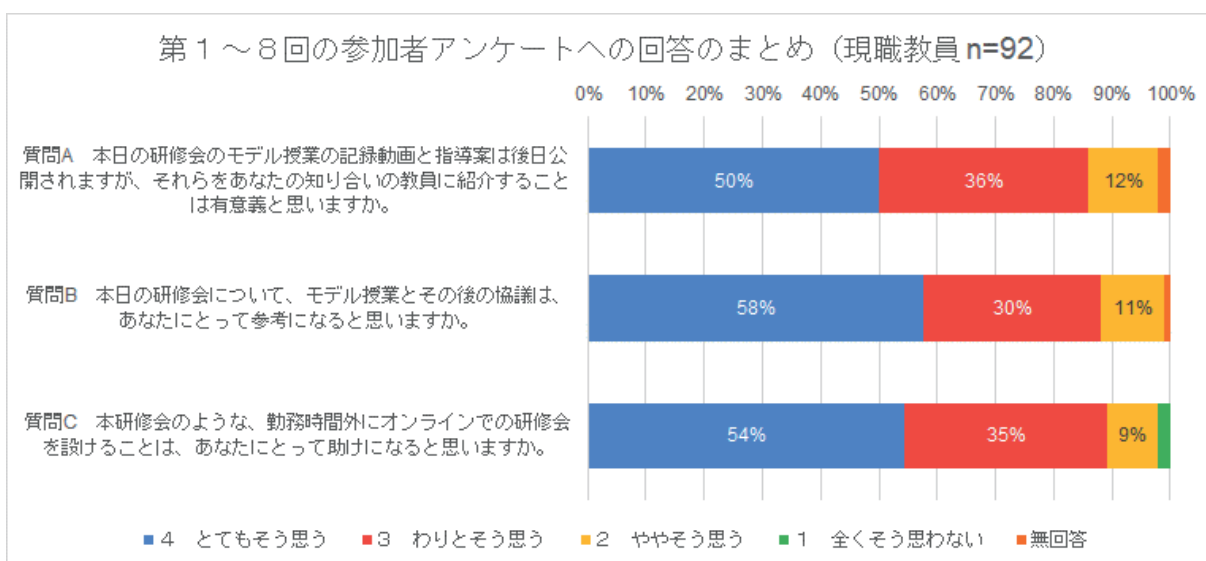
[注・文献]

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）を受けて実施している。詳細情報はプロジェクトのホームページと文献で紹介している。

ホームページ 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 (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.



埼玉大学・岐阜大学共同実施 令和4年度 「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に役立つ新たな研修手段として

- (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

開催予定 (2022.3.21時点)

実施回	実施日時	モデル授業	主催大学
第1回	5月28日(土)15~17時45分	小学校理科	岐阜大学
第2回	6月18日(土)15~17時45分	中学校理科	埼玉大学
合同研修会	8月11日(木・祝)午前・午後	対面交流	(共催)
第3回	9月19日(月・祝)15~17時45分	中学校理科	岐阜大学
第4回	10月22日(土)15~17時45分	小学校理科	埼玉大学
第5回	11月23日(水・祝)15~17時45分	小学校理科	岐阜大学
第6回	12月17日(土)15~17時45分	中学校理科	埼玉大学
第7回	1月21日(土)15~17時45分	中学校理科	岐阜大学
第8回	2月23日(木・祝)15~17時45分	小学校理科	埼玉大学
研究報告会	3月18日(土)14~16時	対面交流	(共催)

詳細情報 参加方法



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および教員志望の学生はどなたでも参加できます。
◎登録後も参加は任意です。都合の悪い日の研修会不参加で構いません。参加費は一切無料です。
◎毎回無記名の参加者アンケートを実施しますが、メーリング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、個人情報収集することはありません。

参加登録サイト 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

優れた理科授業づくりに役立つ新たな研修手段として

- どこからでもいつでもインターネットで利用可能
- 職務研修および自己研鑽目的の研修の両面に対応
- 理科モデル授業の動画、指導案と協議会の記録等
- 優れた理科授業について教員同士の学び合いの場
- 地域を越えた優れた理科授業者によるモデル授業
- 児童生徒への授業改善効果の測定ツールが利用可
- 教員研修、教員養成のコンテンツとして無償提供



モデル授業研修用コンテンツ一覧 (令和4年10月時点、以後も拡大予定)

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)
- 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)
- 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)

指導の特徴

- 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、確かな事実とつなげながら探究していく姿を導く科学的な探究活動。
- 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。
- 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。

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)

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、太陽の動き教材他)、高木健(関市立小金田中学校教諭、運動とエネルギー教材他)、米津秀人(垂井町立不破中学校教諭、地球と宇宙教材他)、横須賀篤(さいたま市立美園北小学校教諭、岩石標本他)、中村琢(岐阜大学教育学部准教授、力学教材他)、小倉康(埼玉大学教育学部教授、光の屈折とレンズ他)

研究情報
とウェブ
サイト



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。
◎研修会への参加も可能です。メーリングリストで参加情報を配信します。参加費は一切無料です。
◎研究の継続のため、利用者アンケートへのご協力を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

(1) モデル授業コンテンツを活用する研修

- 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

- 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、私のふ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

アクションリサーチ
（事前測定-計画-実施-事後測定-効果分析）