

令和5年度 第17回「理科モデル授業オンライン研修会」概要

2023年5月20日（土）15時～17時30分

主会場：岐阜大学教育学部

参加名（大学内14名、オンライン21名）{学生20名、教員15名}

1 開会

（1）開会の挨拶

①会場担当より挨拶（中村琢岐阜大学准教授）

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

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

②研究代表者より挨拶（小倉康埼玉大学教授）

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

（2）本日の授業者の紹介（中村琢准岐阜大学准教授）

（3）スケジュールの確認、指導案の配布

2 中学校理科モデル授業

（1）授業者と授業内容

授業者：佐藤秀行（美濃市立美濃中学校教諭）

授業：中学校第1学年『身のまわりの物質とその性質 「白い粉末の見分け方」』
（第5～7時/全23時）

（2）授業者による事前説明

①本時について（教材の背景）

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

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

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

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

②本時の目標

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

【思考・判断・表現】

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

【主体的に学習に取り組む態度】

(3) モデル授業の実施・視聴

[記録動画の通り]

(4) 授業者による事後説明 指導法・教材・授業で大切にしている点について

①理科の授業で大切にしていること 教師が主役の授業から生徒が主役の授業へ

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



図 1 課題の提示 複数の純物質を混ぜると・・・

②生徒が自分の頭で考える授業づくり

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

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

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

③本時に関わって

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

① 水に入れてよく振り混ぜた時の水への溶け方

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

②弱火で熱するとどうなるか。

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

表1 白い粉末に対する実態調査 n=30 ※橙色部分が正しい知識

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

④授業の様子（昨年6月授業実践での様子の紹介）

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

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

○実験計画を修正する

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

○必要に応じて実験器具を選択し、技能を身に付ける（2時間目）

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

⑤生徒の振り返り

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

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

3 モデル授業についての協議

(1) グループ協議 25 分間、5 名程度のグループ協議

- ・以下の視点を中心に協議を進めた。

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

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

以下に、報告された主な質問や回答、感想を示す。

《グループ協議後に各グループから報告された事項》

〈感想・意見〉

○授業展開

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

難しく感じるが多いため、予備知識を確かめる意見を簡単に引き出せると考える。

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

○指導法

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

○教材・教具

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

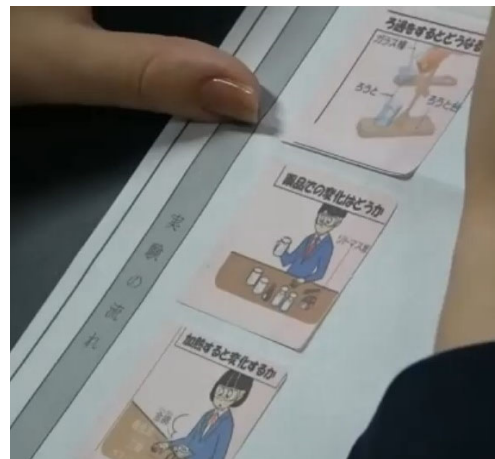


図 2 調べ方カード

ていること以外にも調べ方があるのではないかと考える。

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

〈質問・課題〉

質問 カードがどのように作られているのか？

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

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

質問 タブレットでの活用の可能性について知りたい。

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

質問 実験の順序については最初に言わなくてもいいのでは？

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

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

方法を見直すところまで取り組めるのは中学校での取り組みか？

授業者：中学生でもゼロから考えるのは難しい。

質問 突飛な意見が出てきた場合どうするべきか(味など)。

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

質問 考えがあまり出ていない班はどのように深めていくのか？

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

けをしていきながら既習内容を引き出し、少しでも班の考えを導き出していく。

質問 時間をかけて問題を解決する場面は中学校で可能なのか？

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

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

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

質問 探究をする上で授業中に使いやすいグッズの紹介をしてください。

授業者：実験計画シートやワークシートなど。

質問 2つ以上の実験案が出てきたときにどのように導くか

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

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

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

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

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



図 3 実験方法の検討

4 モデル授業についての講評

(1) 中村琢岐大学准教授より

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

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

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

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

(2) 小倉康埼玉大学教授より

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

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

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

5 次回の紹介 (小倉康埼玉大学教授)

6 閉会の挨拶