

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発進させ、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と。
- ・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で良かったと感じた。
- ・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う展開も考えられる。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？



図3 温められた水の移動 (洗剤添加)

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と。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

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と。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と。今後一層考えていきたい。

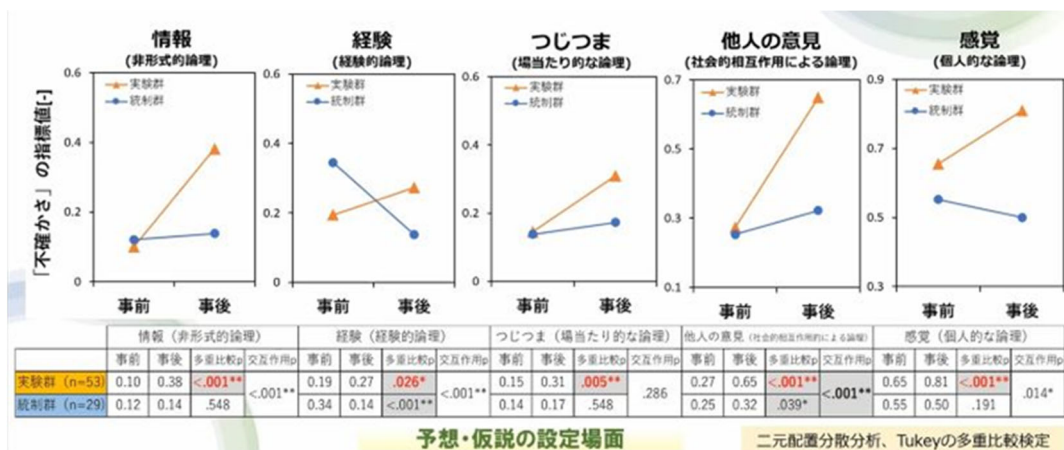


図 5 「不確かさ」に関する問題調査

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 (中村琢岐阜大学准教授)

7 閉会の挨拶 (小倉康埼玉大学教授)