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)
（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、それを大切にした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〕

図 1　実験の計画を立てる

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ー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。

〔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〉

〇授業展開

・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んでいると考えられる。

・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、小学校の学習が生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。
〇教材・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。
・時間をたっぷりとって、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いており、素晴らしかった。
〇指導法
・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て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んでいるか」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。

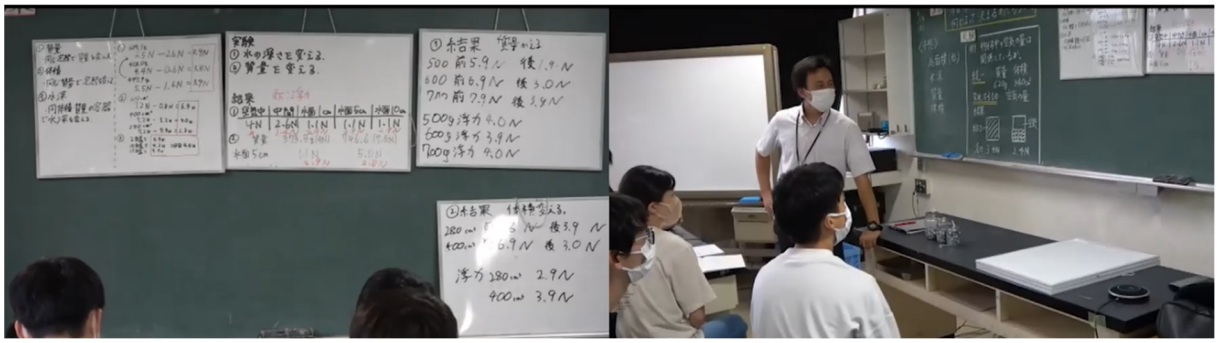

図 5　授業のまとめの様子

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も、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した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、時間もあり興味の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。