

令和3年度 第4回「理科モデル授業オンライン研修会」概要

2021年10月23日（土）16時～19時

主会場：岐阜大学教育学部

参加 51名（大学内16名、オンライン35名 {学生14名、教員21名}）

1 開会（小倉康埼玉大学教授）

本研修会は、これまで各学校や地域で要となって理科教育を支えてこられた先生方と、これからそうなるであろう先生方と学生の皆さんのが理科授業についてオンラインで交流できる場を利用することによって、地域を超えて中核的理科教員としての資質・能力の向上と優れた理科教員の育成を推進する取組である。「理科モデル授業オンライン研修会」は、8月9日の第1回の実施から本日が第4回目である。今回は岐阜大学が会場となり配信が行われている。

本日は埼玉大学から ZOOM での参加スタイルにより、私自身もこの研修会のモデル授業の視聴と研究協議に参加できることにワクワクしている。本日の研修会が有意義な研修機会となるよう、参加者全員では是非、盛り上げていただきたい。

（2）共同代表者である中村琢岐阜大学教育学部准教授からの挨拶と授業者の紹介

理科モデル授業オンライン研修会も4回目を迎えた。良い授業を観て授業研究をすることは、とても重要なことである。自身の授業実践力の向上のために、色々な授業を観て、色々な方から多様な意見を受け、授業改善に生かしていくことが重要である。

この研修会が多くの方にとって、有意義な研修会になることを願っている。

2 中学校理科モデル授業

（1）授業者と授業内容

授業者：田中 利典（羽島市立竹鼻中学校教諭）

授業：中学校第2学年「化学変化と原子・分子」

本時の目標：二酸化炭素の中でマグネシウムが激しく反応する理由を考える活動を通して、集氣びんの内側に黒色の固体が付着した事実とマグネシウムの光沢が失われ白色に変化した事実等を原子・分子のモデルとつなげて考え、二酸化炭素がマグネシウムによって還元され、マグネシウムが酸化されたため二酸化炭素中でマグネシウムが激しく反応したと考えることができる。

【思考・判断・表現】

（2）授業者による事前説明

今まで学習してきた内容をもとに活用して考えるという、前半部分の最後の授業となる。

〔1〕これまでの学習の流れ

・分解について（第1時から第3時）

ベーキングパウダー（炭酸水素ナトリウム）の加熱から発生した気体が何であるか？ということから、発生した液体が水であることを突き止める。さらに加熱後に残った物質が何であるかを想定しながら、加熱前と加熱後では残った物質が異なるものであることを捉えつつ、化学変化について触れてきた。

・酸化銀の熱分解や水の電気分解（第4時から第5時）

酸化銀の熱分解や水の電気分解の反応を通して、物質が別の性質を持ち、異なる物質に変わることの学習を進めてきた。

・化学変化と原子・分子（第6時から第8時）

化合では、これは化学変化といえるのか？という問い合わせたり、化学変化の証拠を集めた

りすることを生徒達に求め、考えを持たせる問い合わせによる学習を進めた。

・酸素が関わる化学変化（第9時から第11時）

目に見える物質同士ではなく、酸素のような目に見えない物質との化学変化についての学習を進めてきた。酸化鉄、酸化銅、酸化マグネシウム、二酸化炭素などについて学習してきた。

・酸化物から酸素をとる化学変化（第12時）

酸化鉄と炭素の混合物を加熱した時の様子から、還元について学習をしてきた。

[2] 本時の学習（第13時）

最初に問題作りをして現象を見せ、この時に観た現象を説明するという授業である。通常の授業では、課題や問題があり、予想し、追究をし、結果から考察するという流れが多いが、今回は事実を説明するという授業に挑戦する。

①化学変化によってそれ以上分割することができない。

②原子の種類によって質量や大きさが決まっている。

③化学変化によって、他の種類に変わったり、なくなったり、新しくできたりすることはない。

化学変化とは原子同士の結びつきが変わる変化だと捉えている。

これら①～③の原子の性質を捉え、原子・分子のモデル操作をしながら、頭の中にあるものを言葉で伝えるより、モデル操作を活用して相手に視覚的に伝える生徒や、モデル操作をしなくても頭で考えてしまうことに慣れつつある生徒もある。このような活動を通して、これまでの学習内容をつなげ、現象を説明する力が生徒達には育ってきていると感じている。班の仲間と、お互いの考えを出し合いながら、目の前の事実との矛盾から自分の考えを再構築する作業を行っている。

後半は化学変化と質量に注目して学習を進める单元へと続くが、基本的な化学変化の学習について本時が最後である。

(3) モデル授業の実施・視聴 [記録動画の通り]

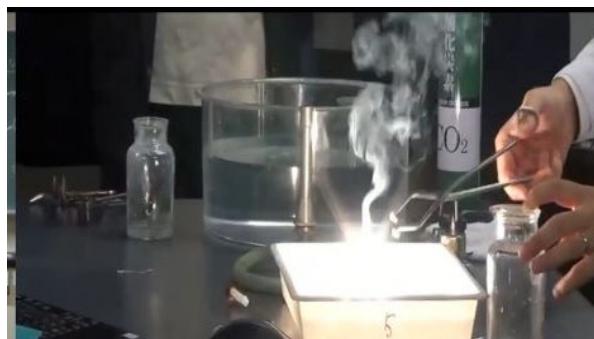


図1 マグネシウムの燃焼



図2 モデルによる反応の説明

(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] 何のために理科を学ぶのか？

昔は自分のクラスから理科の仕事に携われる人やミニ科学者が生まれるといいと考えていた。しかし考え方があり、知識・技能や実生活における経験などを基にしながら、考える力を育て伸ばすことが理科の授業の目的ではないかと考えるようになった。

インターネットを用いることで情報は集められるようになった。今は知識・技能が使えることの方が大事である。例：新型コロナワクチンの開発・活用。

そこで、色々な経験を踏まえ、こうしたらうまくいくのではないかと考えて行動できるよう

になるために、理科では考える力を伸ばしたいと考える。

[2] 考える力を伸ばすために

① 問題（課題）づくり

- ・「～はなぜか。」（理由）・・「～しよう」は使わない。
「～しよう」は、道具の操作をする場合。例：ガスバーナー、顕微鏡が使えるようになろう。
- ・「～どうすればよいか。」（方法）。
- ・「～しなさい。」（実証、知識の説明）。例：実際に溶けていることを示しなさい。溶けていることの証拠を示しなさい。答えを求めるときに用いる 例：○○について説明しなさい。

② 考えさせる内容

- ・追究の方法：予想をもとに、どのように明らかにするのかを考える。
多くの場合、実際に試してうまくいくかどうかを判断する。
- ・事実（結果）の分析・解釈：学習してきた内容を基に前の事実に矛盾がないように自分たちの理論（考え）を構築する。

③ 実験班の仲間との議論の意義

- ・発話の機会を増やす。
全体で交流する時間よりも仲間との議論の時間を増やすようにしている。発話の時間を増やすことで、自分の頭の中を整理しなければならないという状況を作り出す。
- ・相手の意見を聞き、その場で一緒に考えることで、相手の考えを基に自分（たち）の考えを再構築し、納得解を導き出す。

留意点

- ・理科が得意な生徒も頭を使う状況づくり。
塾で学んだ既に知っていることを単に答えることには意味がなく、誰から見てもそのようになると決まっているとしか考えられないことは、考えるよりも別のことに時間を使うべきである。
- ・適度抵抗があり、解決への見通しが持てる内容。
簡単すぎず、難しすぎず、こうすれば何とかうまくいきそうだという見通しを持てるような内容を取り上げる。

[3] 可能性を考える実践例の紹介

中学校第1学年「気体の性質」

三角フラスコの中に入れた白い顆粒状の物質に塩酸を加えると、気体が発生した。この発生した気体は何か？既習の気体（水素・酸素・二酸化炭素・アンモニア）の性質を基に考えさせる。

生徒実験 発生した気体を水上置換で集める。集めた気体が何かを確認するため、マッチの火を近づけると音が発生した。石灰水は白濁した。発生した気体は1種類だと生徒達が考えることが想定できる。しかし、「石灰水の白濁」・「マッチの火を近づけたらポンと音が出た」ことから、生徒達は頭を働かせなくてはならない状況となる。

考えさせるためのキーワード「他の可能性はない？」により、発生した気体は水素や二酸化炭素の混合気体であるのでは？という考え方へつながる。更に、iPadで撮影された写真から、白色の固体と黒色の固体が混ざっていることに気付き、水素や二酸化炭素の発生へと考えるようになる。

アンモニアの既習内容をもとに、生徒からの「アンモニアの発生の可能性はないか？」「気体は水上置換だけでは集まらず、水に溶けた可能性はないか？」という意見から、フェノールフ

タレイン溶液を加え、色の変化がないことから、アンモニアは発生しないことを確認する。

授業の中では「こうである」という事実を確認して結論付けることも大切であるが、「こうではない」結論も同様に大切にしている。うまくいかないことも実証し、納得する時間をとることを心掛けている。



図3 気体の発生



図4 水上置換



図5 マッチの火を近づける

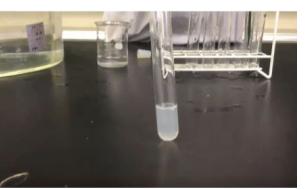


図6 石灰水の白濁

検証 理科室の窓際の水槽にいるメダカは6月下旬に卵を産んだのに、12月下旬には卵を産みませんでした。その原因としてどんなことが考えられますか？

(参考：平成29年度東京都教育委員会「児童・生徒の学力向上を図るための調査）

2つ以上の可能性を考えた生徒は、対象学級の生徒（N=64）では57.8%であるのに対し、対象学級以外の生徒（N=170）では14.7%で、43.1ポイントの差が見られた。

普段の授業の中で「これしかない」と決めつけて進めるのではなく、色々な可能性を考えて進めることで、生徒の思考の幅が広がっていくのではないかと考える。

[4] 授業で大切にしていること

社会の中で初めて出会った問題について、それまで身に付けた知識や技能、思考力・表現力等を発揮させながら、解決に向かう生徒を育てる。そのために、仲間と互いの考えを基に議論し合い、解決していく場を位置づけている。

3 モデル授業についての協議

(1) グループ協議 15分間、5名程度のグループ協議

- ・グループ協議では、グループ内での「司会者」と「記録係」を決めて進めた。
- ・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、各グループの司会者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。

《グループ協議前に全体で確認した事項》

質問 指導案について「見方・考え方を働かせている姿」の欄を設けるねらいや意図を知りたい。

授業者：新指導要領における「見方・考え方を働かせる」について理解されていない現状を踏まえた本校での取組である。教員がまず、「見方・考え方とはどのようなことか」のイメージを持つことが大切だと考え、具体的な姿を教師が明らかにするために始めた記述である。

段階0：どのような見方・考え方をするのが良いか考え、整理する。

段階1：生徒と教師が、見方・考え方を授業の中で共有し、選択できるようにする。

段階2：生徒が無意識に見方・考え方を働かせることができる。

今年度、指導案を作成し、段階1までが本年度の取組の目標として進めている。

質問 「納得解」とは、どのようなことを表すのか？授業では、生徒達にとって本当に納得したのかが興味の土台になるのではと考える。

授業者：事実に矛盾がない、こうあると考えられるものをイメージしている。小学校から中学校へ、中学校から高校・大学へと、生徒の発達段階に応じて、あいまいだったものがより明らかになり、より確かなものになっていくはずである。現段階で学習している事実のレベルにおいて、矛盾がないと考えられるものを納得解と捉える。

《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

- ・事実をもとに考えていく進め方に、「確かな事実」という先生のこだわりを感じた。
- ・モノで始まってモノで終わる授業スタイルが良い。
- ・事実としての「煙」を大切にしているが、iPadを活用して今回のような反応過程を動画撮影すると後で確認しやすい。
- ・思考力を育む授業であり、モデルを活用した子供たちが意欲的に取組める授業である。
- ・白い煙というのが難しかった。煙は気体か？と、モヤモヤが残る生徒がいるかもしれない。また、「煙」が出るのは事実をよく見ているからこそ出る見方だと考える。
- ・小学校では比較的時間にゆとりを持って丁寧に進めることが可能であるが、中学校では軽重を付けて授業を進めていく必要があり、課題提示などに教員のマネジメントを伺い知ることができた。
- ・納得解を得ていくところ、可能性を考えていくところ、事実を大事にしながらの授業設計に関するところで、論理性を育むために矛盾点をいかに切り崩していくかという教師の引き出しの必要性や、目の前の事実の何に注目させるかという視点を育てる必要性があることを感じた。
- ・大事にしている考え方を日常に返す中で、児童生徒達自身がどのように納得し、学びの有用性を感じながら次の授業に生かすことができるのかという点や、自分事と捉えられる興味のあることや将来に関わる道徳観・職業観に関わる教科横断的な視点を育てていく必要性があることを感じた。
- ・残った黒いものが炭素か？、これが本当に炭素かどうか確かめていきたいという生徒が出てくるとさらに良いと思った。こういう生徒の姿も見られると良いと感じた
- ・内容面の日常生活への転化だけでなく、田中先生が大切にしている理科の考え方方が日常生活に生きている場面を伝えていくことも大切だと思った。
- ・話し合いに対する指導技術の高さ、問い合わせ力や学生のつぶやきに対する反応が多様で、指導技術の高さを感じた。
- ・事実を得てから事実をモデルでつないだり、まずは個で考えてから集団で取り組んだりしたりする展開も大変参考になった。
- ・子どもと先生の対話や問い合わせによって子どもが考えを深め、話し合いの中で試行錯誤し、子供たちの変容が見られる。

質問 今回の指導展開では、教師がまず演示、課題を出し、その後生徒にやらせてみて事実を集める展開であったが、最初に生徒にやらせてみてから課題を生むという展開にしなかったことの意図を知りたい。

授業者 最初に生徒にやらせてみてから課題を生むという展開方法もあった。今回は実際に見て「えっ？」と感じる内容を共有したかったのが理由である。

質問 気体が使われた直接的な証明がされていないのではないでは？

授業者：正しさを求める授業をするには1時間では足りない。

質問 先に演示実験をすることで、子供の興味が減ることもあるのではないか？

授業者：子どもが先に実験をすることもあり、見通しを持って取組んでくれる。

質問 前半部分での「問題」か「課題」かの言葉の用い方について。

授業者：「○○しよう」というときは「課題」という言葉を用いる。イエスかノーではなく、自分の考えた答を出す時は「問題」という表現である。

4 モデル授業についての講評（中村琢岐阜大学准教授）

色々な観点で工夫されている、提案性のある授業であったと感じる。

◎一人一人を思考させる、考えさせる授業

課題（問題）の設定において、単に事実を確認させる課題だけではなく、What（何が）、How（どのように）、why（なぜ）、というように、学習者に深い思考が必要になるような課題の設定をしていることが、概念の獲得に有効である。

◎答えが一つに定まらないような課題の設定

生徒はとかく答えが一つに定まるようなトレーニングを受けがちである。上位層の生徒にとって、あれ？と、自分の思っていたこととの矛盾を用意し、考えさせる点が素晴らしい。下位層の生徒たちにとっても、授業に参加し、対話の中で活躍できるような場面づくりが工夫されている点も面白い授業であった。

◎矛盾を突き付けていく、揺さぶりをかけていく、事実を突きつけていく展開

矛盾を突き付け、揺さぶりをかけ、事実を突きつけていく、思考をゴールにたどり着かせるだけでなく、誘導ではない、何が最も妥当性のある解であるかに気づかせる揺さぶり方である。

協議の中でいくつかのグループも指摘していたが、問い合わせ方において、先生がヒントを与えるのではなく、色々な観点から思考させるような揺さぶり方が素晴らしい。このような学びが、生徒達を、理科の有用性をより好意的に捉えることに繋げるのではないかと考える。

一方で、「それが本当に炭素であることを証明することになっているのか」という点において、この一単位時間（50分）をゴールと設定しているのではなく、むしろ科学的な思考の中で最も妥当性のある解を導くことをゴールに設定して、50分の中で多くの内容を盛り込み取組んでいた。

まとめは教師が書くのではなく、生徒自身にまとめさせている。50分のプロセスで、一人ひとりが頭を使って思考し、アウトプットさせている点も工夫され、素晴らしい授業であった。

5 全体協議「コロナ禍での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」

これまでコロナ禍で、多くの自治体でオンライン授業の導入が進み、従来の観察・実験を通して、主体的・対話的で深い学びや科学的に疑問を解決していくという本来の理科の授業のありかたを変えざるを得ない状況が起こっている。

GIGAスクール環境を活用した理科の授業実践の工夫や課題、有用な情報について、共有した。さらにコロナ禍が明けた後、どのような理科授業の取組が可能なのか、前回の第3回に引き続き、全体での意見交換を行った。

（1）G市の私立小学校の状況

・教室内のICT環境

iPad（第8世代）+キーボード、ホワイトボード+プロジェクタ、apple TV、Google Workspace（Classroom/form/JAMBOARD/スプレッドシート/ドキュメント）

・Google Formsの活用紹介（定着の確認と分析）

アンケートを簡単に作成したり集配したり集計できるので、オンラインであればどのようなプラットフォームでも活用できるメリットがある。定着の確認、フィードバック、自学に活

用している。定着の確認や即時フィードバックを返すことも可能である。

- ・授業スタイルの変化（反転授業、共有、自学）

リアルタイムで児童の定着度合いを確認し、フィードバックできる。満点を目指して何度も取り組める。その取組具合も把握できる。これらは数年の指導経験の中で、最も大きな効果を実感している。

- ・リアルタイムでできることが増える。ICTのスキルは、教科横断的に活用できるなどのメリットがある。

質問 問題解決学習の際、複数のアプリを使い分けているように伺えたが、子供の問題解決が最後に一例となつた際にどのように集約するのか？

発表者：実際の使用の中では子供たちの思考が途切れたり分断する状況は感じられない。それぞれの実験や結果考察段階において子供たちが考えを練る部分や、家庭で予想を立て、授業中や休み時間にお互いの意見を見合って進める活動においても不便を感じてはいない。使い方や使うタイミングと必要性を重視すると良いと考える。

(2) O市 の公立小学校の状況

- ・タブレット学習ソフト「ミライシード」を活用。

オフリンク（授業支援）、ムーブノート（協働学習）、ドリルパーク（個別学習）

- ・結果の可視化や整理を目的に合わせて行うことができる。

紙ベースより結果の一覧に加筆・修正する事が可能で容易である。

- ・考察を「個」のレベルで可視化でき、意見を深めることから開始できる。塾に通っている子どもや理解できている一部の子どもの意見で授業が進行しない。

- ・コメントが「個」に対して、より妥当な考え方を作り出すことを促していることに繋がる。

個の資質・能力を育成する授業の実現＝パーソナライズド・ラーニングの実現（個別最適化）に寄与している。

(3) S市 公立中学校の状況

すべての授業で教師がタブレットを使用し、生徒たちは一人一台のタブレットをすべての授業で使用し、文房具のように使うことを意識させている。よって授業プリントもタブレットにて記録したり写真を用いたりして、生徒達の積極的な活用により理科の実習やレポートに活用している。また、Microsoft Teamsを使用することで、複数のクラスで共通の授業内容を配信し交流に活用する例もある。

子供たちにタブレットを渡し、ノートやペンと同じように使えるようにするための摸索をしている。今後にむけて意見が積みあがっていくことを期待している。

(4) 個人での取組における工夫や苦労について

① 動画の撮影と活用

- ・頭の中にある自分の描く映像と、周りの人がそれを聞いた時に描く内容との「ずれ」を埋めることができる。また変化を捉えやすく、活用している。

- ・タブレットを使うようになってから、周りの理解の状況を把握しにくくなつた。伝えようとする際、自分の端末画面を見てしまい、相手の反応を見なくなつたことで、伝わっているかどうか気にしなくなりがち。人と人との直接的なコミュニケーションが大事である。

② 動画の活用

複数回の使用と送信も可能な動画を授業で活用している。

③ ICTを活用した物理教材開発の紹介

音の高低をオシロスコープを用いて振幅と振動数を実際の弦で観察することを試みている。

アプリを用いて各自が観察できることを目標に開発中である。振動数において、オシロスコープを用いた場合、波として捉えることが難しい。周期や使い方において研究中である。

④ All PC がよいのか？ノートとタブレット使用における課題

生徒のタイピング能力に差がある。タブレット活用の使用頻度によって、記録の仕方に差がある。タブレット活用とノートでの利便性の比較や、顕微鏡観察におけるスケッチなどのスキルと単元の違いによる利用についても伺いたい。

- ・国際調査や学力調査においても CBT が導入され、タイピング技能の育成は必要だと考える。ゲーム感覚でのタイピング育成の工夫を勧めたい。
- ・タブレットを使うか使わないかの見極めは子供たちに任せている。評価の方法論においては同じだが、子供たちに学び方を選択してもらうことも大切だ。
- ・アプリ（メタモジ）の利用を生徒達と一緒にやってみたが、使い方を個人に任せてみたところ、ノート派が多数を占めた。生徒からは記入し易さが理由との回答。
- ・すべてが ICT である必要はない。子供の学びが一番。使えそうな写真とスケッチではどこに注目するのかで異なる。ここを見てよ！という指示に応じた活用でよいと考える。
- ・観察ではスケッチだが、実物より勝る物はない。その人のフレームで見ていることになるので、実物と写真の両方の提出を求めている。
- ・アプリ（メタモジ）にある観察カードは追加が可能で、季節ごとに活用できる点が便利で使い良い。観察力をつけたい学習内容ではスケッチが有効である。

6 主催者挨拶 (小倉康埼玉大学教育学部教授)

本日のモデル授業は、探究の過程（中学校指導要領解説理科編 9 ページ）の「課題の把握（発見）」から「課題の探究（追究）」に入るための「仮説の設定」に重点を置き、それによって、批判的思考力（自他の考え方の矛盾を問う）を喚起しながら、論理的思考力（矛盾のない考え方）を伸長させる授業と解釈した。中学校の時間の短い単元展開において、50 分の内に、生徒に自力で問題発見から解決まで展開させることは難しいが、本授業のように、どこかの段階に重点を置いて、その他の過程は短時間で進める工夫が必要になる。

本時は、客観的な事実をもとにした思考を対話的に展開させることで、“納得解”としての仮説を設定することが重点で、その仮説を演示実験によって検証し結論を導いたものと捉えた。田中先生はきっと探究の過程の他の部分に重点を置いた授業も工夫し実践しておられるのではないか。中学校では、こうした限られた時間の効果的マネジメントが今後大変重要なと思われる。多くの教員に、一つの有用なアプローチを提供していただいたと感じた。

GIGA School 環境を理科の授業にどのように利用するかの協議について、従来の理科授業でも指導ツールとして様々に活用されてきたが、一人一台タブレットが使えるならば、

◎コミュニケーションツールとして

◎情報編集・表現ツール（ノートとペンに代わる）

◎観察・実験のツールとして（センサー利用、シミュレーション）

◎情報入手ツールとして（インターネットサイト）

など、多様な学習形態が実現すると思われる。そのための具体的な実践情報が今後報告されるにつれ、どのような場面でどのように利用することが、有効性が高いのかについても、認識が共有化していくことを期待したい。