

令和5年度 第22回「理科モデル授業オンライン研修会」概要

2023年12月16日(土) 15時~17時50分

主会場：埼玉大学教育学部

参加28名(大学内16名、オンライン12名){学生18名、教員10名}

1 開会

- (1) 開会の挨拶(小倉康埼玉大学教授)
- (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：遠藤裕貴(上尾市立東中学校向原分校教諭)

単元名 中学校第2学年「化学変化と原子・分子—炭酸水素ナトリウムを加熱したときの变化」

(2) 単元構成と本時の位置づけ

〈本時の目標〉(複数の仮説を対話的に吟味した上で実験で検証する2時間授業を75分に短縮)

- ・炭酸水素ナトリウムを加熱するとどうなるかについて班で吟味して仮説を立てる(1校時目)
- ・実験結果をもとに、仮説と照らし合わせながら考察する(2校時目) 【思考・判断・表現】

〈単元展開〉

単元1 化学変化と原子・分子(計31時間)

1章 化学変化と物質の成り立ち(計8時間)

2章 いろいろな化学変化(計16時間)

第4次 カルメ焼きが膨らむわけ(2時間)

1 炭酸水素ナトリウムを加熱したときの变化(1・2)〈本時〉

- ・炭酸水素ナトリウムを加熱したときに発生する気体の種類について、例示された複数の仮説を基に班で吟味し仮説を立てて、実験に取り組む。

3章 化学変化と物質の質量(計7時間)

(3) 事前説明

本時の内容は第2章の始め。第1章の学習は酸化銀の熱分解や水の電気分解を通して、状態変化と化学変化の違いを学び、実際に分解されたものを確かめる実験操作と共に、原子モデルや化学反応式についても理解している。本時はこれらの第1章の内容を踏まえ、第2章として様々な化学変化を扱っていく最初の部分の学習となる。

(4) モデル授業の実施・視聴

[記録動画の通り]

(5) 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

取組んでいる研究の紹介

「思考力・判断力・表現力」を高める理科指導—仮説設定場面における論証を吟味する活動に重点を置いた展開の工夫—

1 研究の動機

これまで科学的思考力の育成を目指し、実験結果を分析・解釈し、より妥当な考察ができる生徒の育成を目標としてきた。しかし、考察やまとめの場面に時間がかかったり、班ごとに異なる考察の書かれたワークシートでの活動に手間がかかったりした。また、時間をかけている割には

向上が見られず、生徒には難解に感じられ、苦手意識を持たれてしまうことがあった。そこで、思考力、判断力、表現力などの効果的な指導法を身に付けたいと考えた。

2 研究の背景

考察する力に関する現状では、考察場面に対話を導入するだけでは不十分（小椋 2007、小林 2015）で、仮説設定場面に工夫をすることが有効（門倉 2007、小林 2013）ではないかと考えた。仮説設定に関する先行研究から、教師との対話を基に仮説を洗練化し（宮本 2014、2016）、説明仮説と作業仮説を段階的に設定することで明確な根拠を持ち、検証可能な仮説を設定（勝間 2015）させたり、実験素材を提示して実験方法を考えさせることで新たな仮説への気づきが促された（安部ほか 2018）ことから、仮説の設定場面に重点を置くこととした。

3 研究仮説の設定

自らの仮説を支持しない実験結果が得られた時、考察が不明確になることから、複数の仮説を教員側から例示することで、意図的に複数の論証パターンに触れられるのではないかと考えた。

4 設計した指導法

① ワークシートのつくり・課題、仮説、実験方法、結果、考察

実験方法を先に示さないことで、仮説を考える時点で考えが偏ってしまうことを防ぐ。仮説の段階で吟味させてからワークシートを埋める方法を選んだ。

② 複数の仮説の例示・仮説の設定・吟味

予め複数の仮説をプリントに例示した。既習内容や正しい概念、経験、誤概念、結果予想のヒントなどを含む複数の仮説を例示することで、対話のきっかけとした。

5 結果より

これだけ仮説設定に時間を割くと、時間が足りなくなりそうだが、考察部分では仮説を活かすので時間が短くなる。学力面については、仮説を例示をすることによる悪影響は見られなかった。

中学校理科では、仮説を立てたり、吟味したり、議論する授業実践があまり見られないことから、今回モデル授業として紹介した。生物系や地学系においては展開が異なるかもしれないが、化学系や物理系の数値を扱う分野においてはこのような展開の有用性を実感している。

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。

『教師による仮説の例示は仮説設定場面での対話が充実し、主体的・対話的で深い学びにつながるか』

・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》

今日の仮説たち No.48	
月 日 ()	年 組 番
Aさん	炭酸水素ナトリウムを加熱すると酸素が発生するだろう。なぜなら、炭酸水素ナトリウムを加熱したときも酸素が発生したし、炭酸水素ナトリウムの名前の中に「酸」という言葉が入っているから。
Bさん	炭酸水素ナトリウムを加熱すると二酸化炭素が発生するだろう。なぜなら、炭酸水素ナトリウムの名前の中に「炭酸」という言葉が入っていて、炭酸ガスは二酸化炭素のことだから。また、炭酸水という物もあるので、食べても問題ないと思うから。
Cさん	炭酸水素ナトリウムを加熱すると水素が発生するだろう。なぜなら、炭酸水素ナトリウムの名前の中に「水素」という言葉が入っているから。
Dさん	炭酸水素ナトリウムを加熱すると水蒸気が発生するだろう。なぜなら、炭酸水素ナトリウムの名前の中に「水」という言葉が入っているから。水は熱分解されず、電流を流せば電気分解されたので、今回の実験では水は水蒸気にしかならないと思う。
Eさん	炭酸水素ナトリウムを加熱すると状態変化して炭酸水素ナトリウムの液体が発生するだろう。なぜなら、水のように熱分解されない物質もあるので、炭酸水素ナトリウムも同じように熱分解はできず、融点に達して状態変化すると思うから。

図1 複数の仮説提示「今日の仮説たち」

<感想・意見>

○予想・仮説に関して

- ・予想を考えられない生徒も自分の意見をもって発表することができる良さがあると感じた。
- ・予備知識が無くても仮説が立てられる点が良いと思った。
- ・誤概念をあえて仮説に入れることで、変容につながることを考えられ、良いと感じた。
- ・結果の予想があることで、見通しが立てやすいため、結果的に考察が立てやすい。
- ・自分の予想と違う結果を想定して実験結果を考えることができると感じた。
- ・同じ仮説例示を基に話し合うので、協議が深まり、対話的な学びになると考えた。
- ・中学校では実験方法を1から考えるのは難しい。そこで結果の予想をすることは現実的で効果的であり、考察の書き易さにもつながっていると考える。
- ・色々な仮説への気づきから考えが広がると感じた。
- ・対話が充実した。自分の考えに似たものや違うものがあり、それについて話したりすることが多くあり、対話的に活動ができた。
- ・主体的であったかはわからないが、対話的ではあった。Aさんたちの仮説も対話的であった。
- ・既習内容が元になっている先生の仮説が提示されているところが参考になる。
- ・児童の実態によって仮説の例示のレベルを変えることがよいと考えた。仮説を考えられない生徒にとっては手助けとなり有効であると考えた。
- ・仮説が混ざった時に、結果の予想で矛盾点について話しあったのは例示「今日の仮説たち」があったからであると考えた。
- ・予想を立ててからは結果を考えているから、その先の筋道を立てることが『論理的』(意味:道筋を立てて考える)と捉えられる。授業者からは『合理的』(意味:目的に対して無駄なく考える)との言葉も聞こえた。どちらが好ましいのか?どちらも好ましいのか?この発言はどのような目的であったのか知りたいと感じた。
- ・単元の初めには仮説の例示があって良いと思うが、前回までの学習内容との繋がりがなければ、仮説をたてることに根拠がないことになり、予想仮説がクイズ(思いつき、直感)になりかねないと考えた。
- ・例示された仮説の中に必ず正解があると思われるかもしれない。正解があるのかや、正解があっても理由は異なるという、「疑える観点」が大切だと考える。答えがあると思われぬようにしたい。
- ・子どもたちが仮説をたてやすくなることは良かったが、全員が炭酸水素ナトリウムから予想する展開になってしまうので、今回は予想が一辺倒になっていると感じた。
- ・自分の考えを持つ前に見てしまったら、どれにしようかという選択になりかねない。

○その他

- ・方法を後から配るのが良いと感じた。
- ・化学式が考察に出てきても良い。
- ・この後の授業展開が知りたい。
- ・水蒸気という仮説が出たことから、炭酸水素ナトリウムを加えたことによって膨らんだことをもっと強調し、説明をすべきなのではないかと感じた。
- ・課題に対するまとめはどうなるのか知りたい。
- ・できる子がプラスアルファでできる実験等があるとよい。

〈質問・課題〉

質問 気体の性質に着目した仮説も出てくるはずであり、全員が名前（物質名）を根拠にした仮説なので、交流をしたときにどの予想が正しいのか議論ができないのでないか。

授業者：勿論授業者がそのような仮説を挙げているからという理由もあるが、意図もある。やみくもな仮説やいい加減な仮説では、仮説のレベルが上がらず議論も深まらない。

第1章で学んだ根拠となる既習内容から考えて欲しい意図を含み、名前（例：酸化銀）を挙げているという含みもある。また誤概念を修正できるようにや根拠を基に予想が立てられるようにと願っての仮説を作成している。

質問 例示の根拠は「教師の根拠」か、「子どもの根拠」なのだろうか？子どもにも経験してきたものがあるので、「根拠」を教師の目線にするのか子どもの目線とすべきなのか？

質問 全員に仮説を配るのではなく、教師による例示を必要とする子どもにだけに渡すのはどうか？

授業者：仮説を立てられない子の授業への参加も目的としており、授業での子どもたちの実態や単元が進むにつれてその内容も変化させることが可能な発展性を含んでいると考えている。

質問 最終的に目指す子どもたちの姿は、自ら仮説を考える姿では？今回のように教師側からの仮説の例示は補助輪的な仮説と捉え、補助輪を外すことも考えられたらよいのでは？

授業者：正解がない仮説の例示は試したことがないが、補助輪的に使うことが自分も目的とするところである。

課題 自分の考えの理由が書きにくかった。仮説選択の理由を書くべきか、反応の理由を書くべきなのか迷った。

授業者：その辺りは自由に対応してもらって良いと考えている。

質問 課題設定を分けたほうが書きやすいのではないか。「炭酸水素ナトリウム～、カルメ焼きや～」

授業者：長い課題は本来好きではないが、今回は炭酸水素ナトリウムを含めたつながりのある表記とした。

質問 子どもの考え出す予想も大切にしたい。先に子どもたちに考えさせ、言わせる時間を設定し後から参考として例示してもいいのではないか？

質問 ホットケーキを小麦粉と水だけで作るなど、実際に生徒の前で見せることも効果的ではないか。

授業者：授業の時間配分で余裕ができれば是非加えるとよい。自分で動画編集や実際の演示、ホットケーキミックスの成分表を提示する事など、炭酸水素ナトリウムに注視でき、目的に合った工夫をするとよい。

質問 グループ協議にて仮説を設定するのも教師のねらいが重要なのではないかという意見が出た。今回の仮説にはどのようなねらいがあったか知りたい。

授業者：例示仮説を提示し、既習内容や生活の経験をできるだけ根拠にして欲しい、また名前（物質名）からも前の学習内容を想起したり、化学反応式を想起したりして、そこからのつな

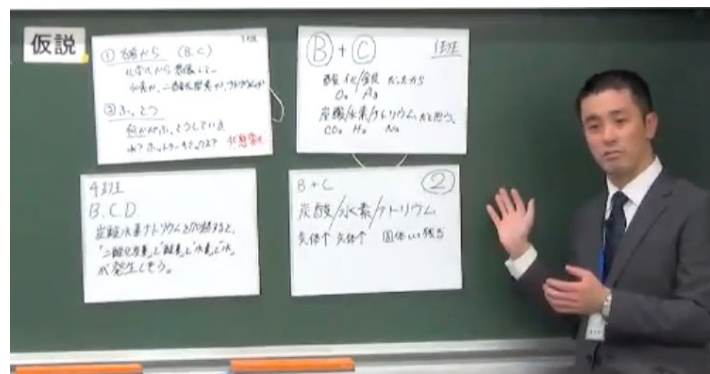


図2 各班の吟味後の仮説

がりを根拠として議論が深まることを意図して作成している。

質問 大変よくできていた「今日の仮説たち」を作るには、どのようなことを意識しているか？
授業者：誤概念を敢えて入れること、教科書の実験を中心に実験操作から仮説を立てるようにしていることである。教科書の実験内容で何のためにこの物質を使うのかがわかりにくいときがある（例：塩化コバルト紙の使用、フェノールフタレイン液の使用）。1章での既習内容があるので、敢えて例示仮説の中に状態変化ではないか？と間違っているといるということが気が付けるような意図を含め、その結果からは導き出せないような例示仮説を含めている。そこに子どもたちにとって馴染みのある言葉での表現を使うように心掛けている。イメージしやすい事柄を取り入れるように心掛けている。



図3 実験により検証（炭酸水素ナトリウムの加熱・塩化コバルト紙や石灰水による物質や気体の確認）

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

中学生にとっての理科は、観察実験は好きだけれど、自分で予想したり、実験を計画したり、結果を分析したり、事実から考察したり、結論から別の事象を説明したりといった、思考をはたらかせることは概して苦手な生徒が多いものである。誰にとっても、論理的に考えることは容易なことではなく、頭を悩ませながら考えて判断する必要があるので、子どもたちがその困難さから逃げたい、できれば回避したい、という気持ちになるのは不思議ではない。しかし、その代償として、物事を論理的に捉えて自分で事実に基づいて適切に判断することができない大人になったとしたら、その生徒は人生において様々な不利益を被るかもしれないし、それによって周囲の人間にも悪い影響を与えてしまいかねない。中学生の間に、論理的に考え判断する力を身に付け、人との話し合いでも論理的な飛躍や矛盾のない話しができたり、根拠に基づいた説明で相手を納得させることができたりするようになることは、実社会で求められるとても重要な資質・能力であり、そうした力を身に付けることは、理科を学習する最も重要な意義でもある。

遠藤先生は、生徒の論証する力、アーギュメントの力を高めるために、生徒に複数の仮説を提示して、それぞれの主張について生徒たちに批判的に吟味させた上で、自分たちが正しいと考える仮説が支持されるかどうかを実験で事実を得て確かめさせる指導法を開発考案された。

本日は、炭酸水素ナトリウムの熱分解反応の内容だった。生徒は聞いたことがない身近でない薬品かと思ったら、実はカルメ焼きやホットケーキ、パンを焼くときに使われる、重曹というとても身近な物質であることから、重曹を入れるとどうして膨らむのかを明らかにすることに興味が高まる導入であった。ここからが、生徒に頭をはたらかせて、論理的な思考力を高める段階である。A～Eの5通りの仮説を読んで、それぞれの特徴や違いを理解することが、なかなかできないというのが中学生の実状である。それを頑張って一つずつ理解すると、自分の考えが明瞭になり、自分の仮説が立てられる。そして、班でそれぞれの仮説を説明して、班としての仮説を決めるために話し合いをすることで、自分の仮説を理由とともに論証する機会が生まれる。さらに、

他の班の仮説と説明を聞くことで、仮説に対する論理的な吟味が深まる。こうした過程を経ることで、生徒の論理的な思考力、判断力、表現力が高まると期待される。ここまで来られれば、生徒たちには、ぜひ「よく頑張って考えて話し合えたね」と褒めてあげてほしいところである。彼らは、人生で生きてはたらかせることのできる資質・能力を高めたのだから。

さて、普段見ることの多い中学校の理科授業だが、実験を行うまでの時間がとても短く、実験方法を説明したらすぐに実験をして、とにかく実験結果を得ることが第一優先で展開される。生徒たちは、なぜこの方法で実験をするのか理解しないまま、とりあえず手順通りに実験して、結果を得るが、その結果が何を意味しているかが未だわからず、教員から、「では、実験結果から何が言えるのでしょうか」と問われて、初めて結果の意味を考える。班で話し合う・クラスで発表する・教員がまとめる・という流れになるので、結果の考察にはとても時間がかかる。これは、教師主導の実験を伴う授業で、生徒主体で科学的に探究する学習とは全く異なる授業展開である。

本日のモデル授業では、実験結果が得られた時点で、生徒はどの仮説が支持されたのかを直ぐに判断できるので、考察の時間はとても短く済むことになる。生徒は自分たちで吟味して決めた仮説が支持されたかどうかを、実験で得られた事実に基づいて自ら判断できる。こうして、科学的に探究するための基礎的な資質・能力が高められると考えられる。中学校理科の授業展開の在り様を考える上で、大変重要な示唆のあるモデル授業だと考える。

(2) 中村琢岐阜大学准教授より

仮説を設定する場面で、生徒達に仮説の論証・根拠を吟味することを授業の中に入れ込む研究に基づく化学分野での実践のモデル授業であった。通常の2時間の実践を凝縮しての展開で、大変参考となった。

見通しを持たせることは、学習指導要領においても観察実験を意欲的なものにするために特に重要視されている。仮説を考えるときに、学習者に十分に考えさせることが重要である。見通しを持つことによって予想や仮説がその授業における観察実験の結果とどのように関わりを持つかが非常に明確になり、結果的に学習者に主体的に課題解決活動に取り組みさせることになり、仮説の設定を行うことの重要性を考えさせられた。見通しを持つことによって主体的な学びが実現され、結果を解釈することにおいても明確にすることに繋がる。

グループで思考させることはグループの代表的な考えがそのままグループの意見となってしまうがちである。今日は5つの仮説の例を提示する方法を見せていただいた。これは多面的に考えるという点で非常に有効な方法だと考えさせられた。通常の実践では1つや2つの仮説にまとまるのがよくある。授業者の立場ではもっと多面的に考えさせることが面白さに繋がると思うのだが、しかし授業者の立場では意見を述べることに抵抗があり、学習者の意見を尊重することになり、結果的に面白さを十分に引き出す手掛かりがなく、課題だと感じていた。このような時に、今回の方法は有効であると感じた。また手掛かりがなく仮説が思い浮かばない時もある。今回は名前から発想させていたが、それをただ考えさせることは特に単元の冒頭では難しさがあるように思う。そのような時に、授業者が根拠や理由は違っても良いとし、どれに近いかということも含めた多様な考え方を促していた。このように授業者が多様な考えを促し、その中に正解があるという、自由性に富んだ提示の工夫であった。この実践のためにまず個人で考えさせ、次にグループで考えさせ、さらにホワイトボードに書かせ、書きながら議論をさせ、その後共有し、さらにグループへと戻すという過程から、赤ペンで加筆し、意見を変えることを促し許容する点が非常に素晴らしい工夫であった。仮説通りだとどのようになるのか考えさせる場面もあり、ここでは自分の班だけではなく他の班の仮説を考えさせることにより、独立変数がどのように変化すればそれに伴い従属変数が変わるのかという、自分の意見のみならず他者の意見も踏まえて関

係性を考えさせる点も有効だと感じた。授業の後半でも仮説を有効に生かす工夫であると感じた。このように授業内で多面的に思考させる実践が非常に有効なものであり、参考になるモデル授業であった。

5 次回の紹介（小倉康埼玉大学教授）

1月20日（土） 15時より

6 閉会の挨拶