

実践報告 2 化学分野における授業モデルの提案 1

－現象に対する論理的思考力と表現力の向上を目指した授業実践－

1 はじめに

近年の社会では、コミュニケーション能力や自分の意見を周囲に伝える力を発揮できる人材が求められている。同時にこれからの社会では、教えられたことを暗記し、正答が必ずある問題の答えを導き出す力だけでは通用しないであろうとも言われている。このような状況を踏まえ、理科の教科指導においても、観察・実験の授業を中心に活発な言語活動を行うとともに、周囲と協力しながら自分の意見を自分の言葉で表現する力を身に付けさせる指導の充実が、重要な課題となる。

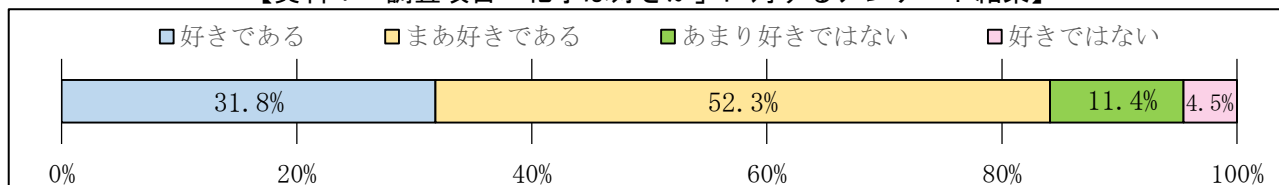
現行の高等学校学習指導要領において、理科では「目的意識をもって観察、実験などを行い、科学的に探究する能力と態度を育てる」ことを目標としている。授業で習得した知識を組み合わせる機会を設けることで、学力の三要素である「基礎的な知識及び技能」「思考力、表現力、判断力等」「主体的に学習に取り組む態度」を育成し、理科を学ぶことの楽しさや有用性を実感できる授業を目指さねばならない。更に今後は次期学習指導要領に向けて、アクティブ・ラーニングを通じた「主体的な学び」「対話的な学び」「深い学び」を実現できる授業モデルの開発が、重要な課題となってくる。したがって、これから授業改善を進める上で心がけるべき授業の展開は、「学習した知識や考え方を日常生活等と関連付けて活用し、新たな視点で自然の事物や現象を考察する機会を設けるもの」「その中で他者と協働して議論を行い、自分の考えをより妥当なものにするもの」であると考えられる。

本研究では、習得した知識を日常生活との関連を踏まえて活用するパフォーマンス課題を取り入れることで、生徒の論理的な思考とグループでの協働的な議論を促すアクティブ・ラーニングの視点に立った授業を実践した。更に生徒の学習活動と変容を多面的に評価するため、ルーブリックを用いた評価に取り組んだ。

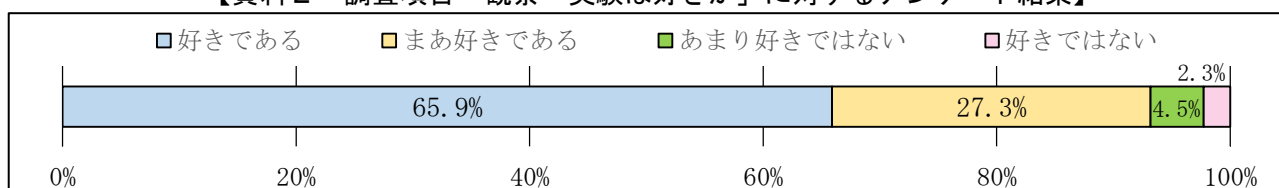
2 研究の目的

本校では2年生で「化学基礎」を履修している。多くの生徒は、設定された条件において公式や法則を活用しながら問題を読み解く力は高いが、初めて目にする現象や問題について多面的に思考・判断する力、科学的・論理的に思考する力に課題があると思われる。そのような状況を踏まえ、本研究に取り組むに当たって、2年生の授業を担当している理系1クラスに事前アンケートを実施し、五つの項目で化学に関する意識を調査した。その結果は、次のようになった（資料1、資料2）。

【資料1 調査項目「化学は好きか」に対するアンケート結果】



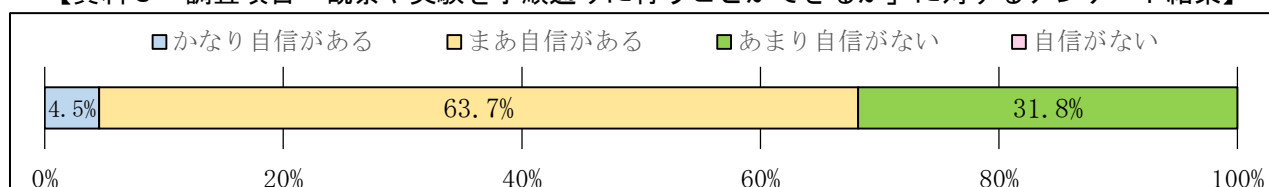
【資料2 調査項目「観察・実験は好きか」に対するアンケート結果】



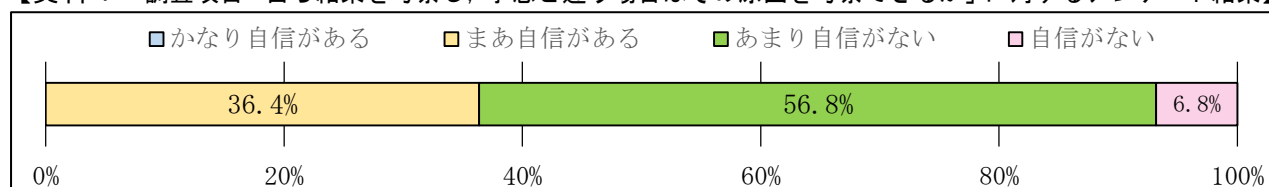
調査項目「化学は好きか」「観察・実験は好きか」については、「好きである」「まあ好きである」の肯定的な回答の合計が80%を超えた。また、「好きである」に着目して資料1と資料2を比較すると、観察・実験を「好きである」と回答した生徒の割合が、化学を「好きである」と回答した割合の2倍を超えていることが分かった。このことから、授業で習得した知識をより深く理解し定着させるためには、観察・実験で目にした現象を、既習の知識を再構築しながら考察する機会を設けるとよいのではと考えた。

事前アンケートでは、観察・実験の操作、考察、結果のまとめ方についても意識を調査した。これらの結果は、次のようになった(資料3, 資料4, 資料5)。

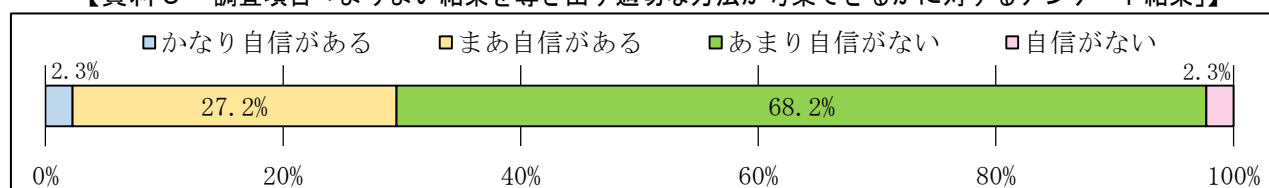
【資料3 調査項目「観察や実験を手順通りに行うことができるか」に対するアンケート結果】



【資料4 調査項目「自ら結果を考察し、予想と違う場合はその原因を考察できるか」に対するアンケート結果】



【資料5 調査項目「よりよい結果を導き出す適切な方法が考案できるか」に対するアンケート結果】



調査項目「観察・実験を手順通りに行うことができるか」については、「まあ自信がある」という回答が60%を超え、「かなり自信がある」と合わせると約70%となった。一方、調査項目「自ら結果を考察し、予想と違う場合はその原因を考察できるか」「よりよい結果を導き出す適切な方法が考案できるか」については、いずれも「かなり自信がある」「まあ自信がある」の合計が30%程度にとどまった。このことから、知識を確認するために決められた手順の操作に全員で取り組む実験には自信があるが、学習した知識を活用して分析したり、論理的な思考に基づいて考察したりする実験には自信がない様子が見えてきた。あわせて、実験結果を踏まえて失敗した原因を検討したり、実験方法を改善したりする力も乏しいことがうかがえた。このような生徒の実態を踏まえ、次の三点を本研究に取り組む目的とした。

- ① 「主体的な学び」「深い学び」の実現を目指し、簡単な観察・実験で確認した現象を、既習の知識を再構築して深く考察できるようなパフォーマンス課題を考える。
- ② 「対話的な学び」の実現を目指し、班内での役割分担に基づいて得られた実験結果を生かして考察させるようなパフォーマンス課題を考える。
- ③ 生徒が観察・実験に取り組む様子、思考力・判断力・表現力等の「見えにくい学力」を、ルーブリックを用いて評価する。

3 研究の方法と実際

(1) 研究の仮説

本研究では主題設定に向けた仮説を、次のように設定した。

仮説Ⅰ 論理的思考に基づいて結果を予想させ、実験による検証と観察を行えば、結果との差異を考察し、探究する過程で「主体的な学び」を実現できるであろう。

仮説Ⅱ 実験操作を細分化し、結果を班で共有することにより結論を導き出せば、個の学びから協働した学びへと発展し、「対話的な学び」が実現できるであろう。

仮説Ⅲ 学習した知識と現象を結びつける視覚的なアプローチを行えば、生徒が適切なイメージを構築することができ、段階的な論理的思考を促進させて「深い学び」を実現できるであろう。

(2) 授業実践について

事前アンケートを実施したクラスの「化学基礎」において、次のような学習指導案による研究授業を実践した。

1 実施クラス	第2学年理系		
2 科目	「化学基礎」		
3 単元	物質の変化（物質量）		
4 指導計画	物質量（全6時間） 原子量，分子量，式量（1時間） 物質量（2時間） 溶液の濃度（3時間）（本時2／3）		
5 本時の展開	（1時限 50分）		
過程	学習活動	指導上の留意点	評価の観点
導入 （10分）	・未知の濃度の清涼飲料水3種類について、どの溶液の質量パーセント濃度が大きいかを個人と班で考える。（手だて①）	・間違いを気にせず、検証方法と結果を予想させ、思考した根拠とともにワークシートに記入するよう促す。	【関心・意欲・態度】 【思考・判断・表現】
展開① （15分）	・濃度の異なる溶液を注ぐ例としてコーヒー飲料と牛乳の組み合わせについて考える。（手だて①） ・4種類の液体から2種類の液体を選び、さまざまな組み合わせで試験管にゆっくり注ぎ、層が混合するかしないか、変化の様子を観察する。（手だて②） ・4種類の液体を試験管に注いだときの変化について、実験で確認する（各班がそれぞれ指定された順序で液体を注ぐ）。（手だて③）	・記録を取り、層が混合した（しなかった）理由について、班で意見をまとめるよう促す。 ・2種類の液体を選択する際、班内で組み合わせが重複しないように伝える。 ・溶液を注ぐ度に、変化の様子をワークシートに記入し、段階的に記録するよう伝える。	【観察・実験の技能】 【思考・判断・表現】
展開② （20分）	・『赤→青→緑→黄』の順序で試験管に液体を注いだ場合、試験管の様子はどのようになるか」という最後の課題に取り組む。（手だて④）	・班で実験した結果を踏まえ、質量パーセント濃度の違いによりどのような様子が観察されるかを論理的に予想するよう促す。	【観察・実験の技能】

	・結果の予想，実験による検証に取り組み，結果を考察する。	・班内の予想と実験結果を比較し，結果について詳細に考察するよう指示する。	【思考・判断・表現】
まとめ (5分)	本時の振り返りを行い，取組を自己評価する。	・本時の活動全体を振り返って適切に評価するよう促す。	【関心・意欲・態度】

(3) 授業実践における手だて

パフォーマンス課題を通して「主体的な学び」「対話的な学び」「深い学び」の実現を目指し，本実践における手だてを次のように設定した。

ア 手だて①

身近な清涼飲料水の濃度に関する考察（本時の展開の「導入」及び「展開①」の最初に実施）

(ア) 清涼飲料水の濃度の検討

市販されている3種類の清涼飲料水をモニター画面に提示し，濃度の濃い順番を知る方法を検討させる。

同時にこのことについて，本時の学習で判断する方法を考えることを，生徒に伝える。



清涼飲料水

(イ) コーヒー飲料と牛乳の濃度（密度）に関する考察

市販されているコーヒー飲料と牛乳を加える順序を逆にした試験管（左の試験管：コーヒー飲料に牛乳を加えた場合，右の試験管：牛乳にコーヒーを加えた場合）の写真をモニター画面に提示し，牛乳とコーヒーのどちらの濃度（密度）が大きいのか，考える。



提示した画面

イ 手だて②

食塩水の質量パーセント濃度の大小を決定するパフォーマンス課題（本時の展開の「展開①」で手だて①の次に実施）

<実験方法>

- 1 教師が用意した純水及び質量パーセント濃度の異なる3種類の食塩水（それぞれ下の写真のように食用色素で着色）から2種類を選び，順序を変えて試験管に注いで，層が混合するかどうか観察する。

質量パーセント濃度	0%（純水）	5%	10%	15%
加える食用色素の色	赤	黄	緑	青



食用色素で着色した純水及び食塩水



試験管に溶液を注ぐ様子

- 2 注ぐ順序と層の状態から，質量パーセント濃度（密度）の順序を考察する。

食用色素で着色した4種類の食塩水を2種類ずつ選択し，注ぐ順序によって層に分かれるか混合す

るか確認する。まず、班内の4名で同じ色の組み合わせが生じないように、それぞれ自分が実験で使用
する純水または食塩水を2種類選択する。これにより4パターンの組み合わせについて、実験で検証す
ることができる。その結果を踏まえ、更に2パターンの異なる組み合わせを追加し、計6パターンにつ
いて実験で検証する。実験後は得られた結果を基に、班内で各液体の質量パーセント濃度の大小につ
いて協働的に考察し、結論をまとめる。

ウ 手だて③

質量パーセント濃度の異なる食塩水の性質を理解するためのパフォーマンス課題（本時の展開の「展
開①」で手だて②の次に実施）

<実験方法>

- 1 役割を分担し、4本の試験管にそれぞれ異なる順序で、濃度の異なる食塩水を注ぐ。

	1回目		2回目		3回目		4回目
試験管A	青	⇒	緑	⇒	黄	⇒	赤
試験管B	赤	⇒	黄	⇒	緑	⇒	青
試験管C	黄	⇒	青	⇒	赤	⇒	緑
試験管D	緑	⇒	赤	⇒	青	⇒	黄

各班で4本の試験管に純水または食塩水を注ぎ、1回目、2回目、3回目、4回目を注ぎ終えた
後にそれぞれワークシートに色の変化を記入する。層に分かれず食塩水が混合した場合は、変化し
た色を記録する。

- 2 食塩水が層に分かれた場合と混合した場合の違いを、質量パーセント濃度の違いに注目して考察
する。

ここでは、実験レポートの記録から段階的に現象を確認し、論理的な検討を行った。質量パーセント
濃度の大小によって溶液が層に分かれるか、混合するかという点に注目して考察した。班員4名がそれ
ぞれ異なる順序で溶液を注ぐため、各班員のレポートの記録を班員で共有し合い、溶液の質量パーセン
ト濃度と溶液の層の形成について考察した。これらの活動を通じて、論理的な思考力を向上させること
をねらいとした。また、本パフォーマンス課題では本時内でレポートを作成することとした。その時間
を確保するために、観察・実験で正確な操作を速やかに行う技能が求められた。

課題に取り組む生徒の様子を、次に示す。



実験操作の様子



結果の記録の様子



班で話し合って考察する様子

エ 手だて④

予想した結果と現象との差異について考察するためのパフォーマンス課題（本時の展開の「展開②」
で実施）

<実験方法>

試験管に純水または食塩水を **赤 ⇒ 青 ⇒ 緑 ⇒ 黄** の順番に注いだ後の水溶液の状態を
予想し、実験により検証し、結果について考察する。

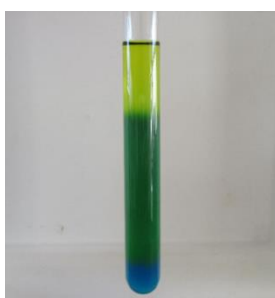
教師が提示した順序で液体を注いだ場合の結果を予想し、実験を通して検証する課題に取り組む。予想に当たっては、4種類の液体の質量パーセント濃度（密度）の大小関係を、それまでの実験から正しく確認できている必要があるため、班内での考察結果が重要な鍵となる。また、この課題では次の3点が大切なポイントとなる。

- ① ここまでの本時での実験操作を踏まえ、より丁寧に実験に取り組む。
- ② 液体の質量パーセント濃度が分かっているならば、溶液が混合してしまった場合の質量パーセント濃度がどのような値になるかに注目し、現象をイメージする。
- ③ 食塩水の層が混合した場合、「それぞれの溶液がどのように対流して混合したか」まで注意して観察する。

この実験で、ある生徒が作成した食塩水の層と正確な実験操作を行った食塩水の層を、次に示す。



生徒が作成した食塩水の層



正確な実験操作を行った食塩水の層

(4) 評価方法

本研究の実践では、次のようなルーブリックを作成し、生徒の「観察・実験の技能」「思考・判断・表現」を評価した。

評価項目	評価の観点	レベル3 (十分に満足)	レベル2 (概ね満足)	レベル1 (努力を要する)	評価の資料
食塩水の層の変化の様子から、準備された食塩水の濃度を特定することができたか。	【観察・実験の技能】	実験結果を踏まえ、それぞれの液体の濃度を明確な根拠にしたがって特定することができている。	実験結果を踏まえ、それぞれの液体の濃度を特定することができている。	実験結果を踏まえた考察ができている。	レポート 自己評価
食塩水の層の混合・分離について結果を予想し、実験により検証することができたか。	【思考・判断・表現】	層が混合する場合と混合しない場合の違いについて、食塩水の濃度の違いから対流についてまでの的確に踏まえた上で考察できている。	層が混合する場合と混合しない場合の違いについて、食塩水の濃度の違いを的確に踏まえた上で考察できている。	層が混合する場合と混合しない場合の違いについて、間違いも見られるが考察できている。	レポート 自己評価

4 研究のまとめと考察

(1) 評価の分析

ア 自己評価

実験後に生徒に実施した自己評価の結果は、次のとおりである。

評価項目	できた	まあできた	あまりできなかった	できなかった
現象の原因を論理的に思考することができたか	29.5%	68.2%	2.3%	0%
授業で学習した知識を活用することができたか	18.2%	63.6%	18.2%	0%
仮説を自分で設定することができたか	47.7%	47.7%	4.6%	0%
仮説を検証する方法を検討し実験することができたか	45.5%	50.0%	4.5%	0%
根拠に基づいて考察することができたか	43.2%	50.0%	6.8%	0%
現象が起こる結論を導き出すことができたか	47.7%	45.5%	6.8%	0%
グループでの話し合いは十分にできたか	75.0%	22.7%	2.3%	0%
観察・実験に意欲的に取り組むことができたか	84.1%	15.9%	0%	0%

次に、生徒の自己評価シートに記載された感想等の一部を示す。

- ・ 濃度の違いで食塩水が層になることを不思議に思ったが、班のメンバーと話し合うことで、論理的な結論を出すことができた。また、検証方法も工夫して効率的に実験できた。
- ・ 濃度によって食塩水の沈み方が異なる理由を班で話し合え、自分もそれに参加して考察できたので理解しやすかった。
- ・ グループで協力をして実験を行うことによって、自分の意見や他人の意見を聞いて、どれが正しいかどうかを判断することができた。
- ・ 一人で実験するとアイデアが浮かばないけど、話し合うことでたくさんの意見が聞けてよかった。
- ・ ふだんあまり意識したテーマではなかったなので、化学は身近なところで感じられるのだと思った。
- ・ 自分たちの実験で正しい結果が出せなかったのが悔しかった。次はもっと注意深く観察したい。
- ・ 実験では計算などで立てた仮説通りに行かないのが面白いと思った。
- ・ 実験をする授業でもっと考える力をつけたいと思った。
- ・ ふだんの座学だけでは身につかない思考力を鍛えることができたと思う。
- ・ もっと授業で習った知識を活用させたら、スムーズに実験をすることができたと思った。

実験後の自己評価から、評価項目「現象の原因を論理的に思考することができたか」については、ほぼ100%の生徒が「できた」「まあできた」という肯定的な回答をした。しかし、評価項目「授業で学習した知識を活用することができたか」については、肯定的な回答は80%程度であった。これは、観察した現象のどの場面でどの知識を活用すればよいのかが不明確だった生徒がいたことに起因すると考えられる。つまり、「混合した液体の質量パーセント濃度や密度を計算式から導くということ、現象としての液体の混合・分離に結びつけて考えることが難しかった」と感じた生徒がいたということである。

また、評価項目「仮説を自分で設定することができたか」「仮説を検証する方法を検討し実験することができたか」「根拠に基づいて考察することができたか」「現象が起こる結論を導き出すことができたか」については、いずれも肯定的な回答が90%以上であった。今回のアクティブ・ラーニングの視点に

立った授業のように、グループ内で意見を出し合い共有しながら協働的に探究していく学習では、他の生徒による自分にはなかった視点や意見を聞きながら自分の考え方を見つめ直し、よりよい考え方を追究する経験をさせることができたと言える。

さらに、評価項目「グループでの話し合いは十分にできたか」「観察・実験に意欲的に取り組むことができたか」についても、肯定的な回答がほぼ 100%であった。生徒が示した仮説に基づく根拠は必ずしも正しいものばかりではなかったが、それでもグループで話し合っただけで導いた結論が実際の現象と近い結果となったとき、生徒の学習意欲を高める効果があったという手応えを感じている。

以上のように、今回のアクティブ・ラーニングの視点に立った授業を通して、生徒は観察・実験を行う意義や班での協働的な学習の有用性を感じるとともに、教科書での学びと実際の現象との差異について考察する意義や面白さを感じることができた。したがって、本実践ではアクティブ・ラーニングによる「主体的な学び」「深い学び」「対話的な学び」をおおむね達成できたと考えられる。

イ ループリックを用いた評価

評価項目 1 「食塩水の層の変化の様子から、準備された食塩水の濃度を特定することができたか。」

レベル 3 (十分に満足)	レベル 2 (おおむね満足)	レベル 3 (努力を要する)
52.3%	20.4%	27.3%

質量パーセント濃度(密度)の異なる純水または食塩水を順番どおりに注いだ時の各液体の層の変化の様子については、班での協働的な作業を実施したのち、個人で結果を記入した。したがって、同じ結果であった班内においても別の結果を記入している生徒が複数見られた。このことは、協働的な活動を行った後も、現象の論理的な理解は個々の生徒によって異なっていることに起因するためと考えられる。同じ結果であっても、そこにたどり着くまでの思考のプロセスが生徒により異なることを、ワークシートから読み取ることができた。また、レベル 3 の生徒についても、レポートに記述されていた内容は、「濃度が違ったから」という単純な考察から、「溶液の重さが違うため、軽い溶液の上に重い溶液を注いだ時は混ざり、逆の時は混ざらない」という実験の様子をイメージしながら記述していたものまで、さまざまであった。

また、ある班の生徒の実験レポートから、2種類の食塩水を注ぐ順序を逆にしたにもかかわらず、結果として両方とも混合が起きたという考察も見られた。したがってこの班では、実験操作の精度が十分でなかった生徒が複数いたと考えられる。どのような結果が得られるのか分からない状況の中、決められた時間内に全ての操作を行わねばならないという焦りのため、誤った操作をしてしまったり、考察に十分な時間を割けなかったりしたケースも見られた。全員の生徒が見通しをもって実験に取り組み、考察することができるような授業を展開することを、今後の課題としたい。

評価項目 2 「食塩水の層の混合・分離について結果を予想し、実験により検証することができたか。」

レベル 3 (十分に満足)	レベル 2 (おおむね満足)	レベル 3 (努力を要する)
0%	76.7%	23.3%

結果の予想と検証については、純水または食塩水を加えたことによる濃度の変化について計算結果を根拠に予想を立てて「結果と同じになった」とワークシートに記入する班が見られた。しかし、観察・実験の技能の乏しさから、加えた後の液体の動きまで観察することができた生徒は少なかった。

教科書では、溶液を混合する際は均一にするという前提があるが、この実験では試験管内を均一にするための十分な攪拌を行わないため、溶液内に濃度差が生じ、理論値から予想される変化と実際の現象には違いが生じる。数名の生徒は、実験レポートの中でその様子を色塗りによって丁寧に記録していた

が、考察でその根拠に注目することができず、計算による理論値のみで結果を追う形となってしまった。このことは、高校での観察・実験の機会が少ないことにより、「何のために何を記録するのか」という目的意識をもって観察・実験に取り組むことができなかつたことを示している。この点は今後、観察・実験の機会を増やし生徒の経験を高めることで、改善するようにしたい。

多くの進学校の平素の授業では、導き出した数値と解答が一致することが重視され、実験と理論の誤差についてあまり目を向けられていない状況がある。しかし、生徒から示された複数の感想で「予想と結果は大体同じだったが、異なっていた点もあったのが不思議だった。実際に実験をして得られる結果は、教科書に書いてある内容とは違うと思った」という趣旨の記述が見られた。観察・実験の実施時期・方法も含め、今後の各単元の指導計画をどのように練り直すべきか、考えさせられた。

(2) 考察

ア 「主体的な学び」の実現に向けて

「主体的な学びの実現」では、学ぶことに興味や関心を持ち、見通しをもって粘り強く取り組み、自らの学習活動を振り返って次につなげることが、大切なポイントとなる。

本実践では、生徒から「班の他のメンバーがたくさん意見を言っていてすごいと思った」という感想も示されたが、これは協働的な学びによって周囲の生徒の学習に対する姿勢や思考力を、自分の姿と素直に対照させたためであると考えられる。また、「よく分からなかった点をしっかり理解したい」「実験中に考える力をもっとつけたい」という意欲あふれる感想を示した生徒も見られた。本実践のパフォーマンス課題を通して、個別の学習では感じる事が難しい大きな刺激を得るとともに、個々の知識を組み合わせて活用する力の必要性を認識し始めた様子うかがえた。

その他に、「ふだんの座学だけでは身につかない思考力を鍛えることができたと思う」「授業で習った知識を上手に使えるなら、スムーズに実験をすることができたのではと思った」という感想が見られた。本実践のパフォーマンス課題により、生徒が化学を学ぶ意義や有用性を感じるとともに、自然現象を理解するための論理的な思考力を身につけたいという意欲を高めることができたと感じている。

こうしたことから、生徒は「対話的な学び」を実現することはできたと考えられる。また、生徒は本実践を通じて得られた反省を生かし、今後の学習活動においても引き続き「主体的な学び」に取り組んでくれるものと期待できる。

イ 「対話的な学び」の実現に向けて

「対話的な学びの実現」では、生徒同士の協働、教師との対話等を手がかりに自らの考えを広げ深めることが、大切なポイントとなる。

本実践では実験操作を班員で分担し、異なる順序で試験管に食塩水を注ぐよう指示したが、「最初は何をするのかよく分からなかったが、班で協力して実験し、結果について話し合いをすることで、理解することができた」という感想が複数見られた。また、食塩水の質量パーセント濃度の大小を判断するには、自分が操作した実験結果と他の班員の実験結果の両方が必ず必要となるため、自分たちの仮説と異なる結果が出たときに、班員同士で協議しながら再実験を試みた班も見られた。更に既習の知識自体に誤りがないか再確認したり、実験操作の適切さに疑問を感じて再実験したりする生徒も見られた。操作の手順が全て決められている実験では活用する場面がない思考力、判断力を、生徒が適切に発揮している様子うかがえた。

グループでの協働的な活動を通して、「グループで協力をして実験を行うことによって、自分の意見や他人の意見を聞いて、どれが正しいかを判断することができた」「一人で実験するとアイデアが浮かばないけど、話し合うことでたくさんの意見が聞けてよかった」という感想も多く示された。班で実験

を実施し、目にした現象を既習の知識と結びつけながら協働的に結果をまとめることで、自分たちなりの根拠をもった考察をまとめたことが、大きな達成感となったことがうかがえた。

本実践では、実験で検証するまで自分たちの仮説が正しいかどうか判断できないようなパフォーマンス課題を作ることにより、生徒にさまざまな角度からの協議を促すことができた。実験操作が苦手な生徒でも、協議の場面では活躍する様子が見られることもあった。

以上のような生徒の様子から、「対話的な学び」を実現することはできたと考えられる。また、生徒は今後もパフォーマンス課題に取り組む経験を重ねることで、更に「主体的な学び」を深めてくれるものと期待できる。

ウ 「深い学び」の実現に向けて

「深い学び」の実現においては、化学の学習で習得した概念や考え方を活用して自分の考えを形成したり、新たな問いを見いだして解決したりすることが、大切なポイントとなる。

このパフォーマンス課題では、食塩水が混合するか層に分かれるかについては、実験操作を丁寧かつ適切に行えば詳細な結果を得ることができる。しかし本実践では、ほとんどの生徒は駒込ピペットの使い方や食塩水の注ぎ方については意識を高めることができたが、試験管の中の液体の動きまで注意を向けることはできなかった。これは、高等学校学習指導要領にある「目的意識をもって観察実験を行い、科学的に探究する能力と態度を育てる」という内容に直結したことであり、今後の大きな課題の一つである。

実験後に試験管の中の液体の動きについて詳しく解説したところ、多くの生徒から、「溶液が沈んでいく速度と対流に関する視点が全くなかった」という声が上がった。「自分たちだけで正しい結果が出せなかったことが、悔しかった。次はもっと注意深く観察したい」という感想に見られたように、「先入観で現象を捉えてしまい、大切な視点を落としてしまったことが、その後の考察に影響した」過ちに気付いた生徒も複数いた。また、液体が層に分かれるか否かを判断する場面で自分の操作が雑だったことに後で気づき、「次回は丁寧に実践したい」という感想を示した生徒もいた。本実践で扱う素材はありふれたものであり、操作も簡単であったが、教科書の学習内容を実験で視覚的に得られた情報と結びつけて活用した経験や、様々な情報を活用して新しい考え方を形成することの大切さを知った経験は、生徒のその後の化学の学習、観察・実験に対する意欲の向上につながっている。

こうしたことから、生徒は「深い学び」を実現することができたと考えられる。また、「化学は身近なところで感じられるのだと思った」「実験結果が計算などで立てた仮説の通りにならないのが面白いと思った」という感想が多く示され、既習の知識を日常生活に関連付けて広げることができたことから、今後も更に「深い学び」を進めてくれるものと期待できる。

5 他校での実践例

昨年度、筆者の前任教である専門学科の高校でも同様の取組を実践した。この高校では、大学進学を目指す過程で化学を活用する生徒はいなかったこともあり、ルーブリックについても本稿で示したルーブリックにおけるレベル2をレベル3と設定していた。

この高校における実践では、視覚的に色の変化を捉えることを重視し、溶液が混合する場合と分離する場合の違いを中心に考察するようにした。生徒は色の変化に対する興味・関心が大変高く、終始丁寧に実験に取り組んだため、「観察・実験の技能」は高い水準を示した。また、丁寧な実験操作と注意深い観察により、教師の予想以上に細かく変化を観察することができていた。

全ての生徒が十分に論理的な考察をするには至らなかったが、目指すレベルを的確に設定し目的意識

をもった観察・実験が行うことができた。生徒からは「実験を行えて楽しかった」「色が混ざったり、分けられたりすることが不思議だった」という感想が示され、ここでも既習の知識を目にした現象と結びつけて考察することに興味・関心を高めている様子が、うかがえた。

生徒の実態が大きく異なる2校で同じ内容の課題に取り組んでみて、課題の達成目標やルーブリックの評価のポイントと判断基準を定め直すことにより、同じ内容のパフォーマンス課題をさまざまな学校で実施し、多面的に評価することは可能であると実感した。

6 今後の課題

本研究を通して、パフォーマンス課題を活用したアクティブ・ラーニングの視点に立った授業が、生徒の論理的な思考力や協働的な学びを実現する上で効果があることを実感した。同時に、化学の学習で得た知識を自然現象と結びつけて考える力は、決して十分ではないことも痛感した。本研究の実践で得られた反省を改善し、引き続き各単元におけるパフォーマンス課題の取組を充実させることで、講義形式の授業だけでは得ることが難しい思考力・判断力・表現力や観察・実験の技能を育成するとともに、生徒の「化学をもっと学びたい」という思いを引き出したい。また今後は、平素の授業のさまざまな場面において、知識を活用して現象を論理的に考え、自分の言葉で説明するような場面を設定する方法を工夫したい。

講義、観察・実験、その他の探究的な取組等のあらゆる場面において、化学の学習に対する意欲と自然現象に対する論理的な思考力を高める授業の在り方を、今後も継続的に研究したい。

参考文献等

- R. ドラン他（古屋光一監訳）『理科の先生のための新しい評価方法入門』北大路書房
- 堀哲夫，西岡加名恵『授業と評価をデザインする 理科』日本標準
- 文部科学省『高等学校学習指導要領』平成21年3月公示
- 中央教育審議会『幼稚園，小学校，中学校，高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について（答申）』平成28年12月

【資料】

化学基礎「物質の変化」探究活動

液体の性質について

3種類の清涼飲料水（果汁100%のジュース「オレンジ」「リンゴ」「グレープ」）の濃度を考えよう
どの飲料水の濃度が最も大きいのか？

予想「 理由	検証方法と結果の予想
-----------	------------

さまざまな組み合わせで、2種類の液体をゆっくり注いでみる

※組み合わせが重ならないよう班内で確認して、分担決めをする

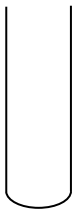
○赤色 ○青色 ○緑色 ○黄色

1色目（ ） 2色目（ ） ・試験管2本を用意し、それぞれの試験管で
順番①（ ） →（ ） ①と②に取り組む。
②（ ） →（ ） ・注ぐ時間の目安は8秒程度

観察した様子

観察した様子

①



②



他の班員の結果メモ

なぜ、注ぐ順番により変化の様子に違いが生じたか

蒸留水：（ ）色 食塩水（質量パーセント濃度5%）：（ ）色
食塩水（質量パーセント濃度10%）：（ ）色
食塩水（質量パーセント濃度15%）：（ ）色 密度が最大のものは（ ）色

濃度（密度）の異なる液体を順番に注いだときの変化の様子

濃度（密度）の差が（ ）ときは（ ）
濃度（密度）の差が（ ）ときは（ ）

4種類の液体で実験する（A～Dのうち班で指定された順序で実験）

○ 駒込ピペットを用いて液体を試験管に入れる

※試験管は新しいものを使用すること（前の実験で使ったものを洗って使用しない）

※駒込ピペットは、必ず各液体で決められたものを使用すること

※液体を注ぐ度に変化の様子を記録する（色塗りも毎回する）。

担当 A：青 → 緑 → 黄 → 赤 B：赤 → 黄 → 緑 → 青
 C：黄 → 青 → 赤 → 緑 D：緑 → 赤 → 青 → 黄

自分の担当
 ()

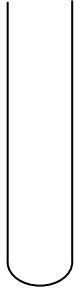
1色目



2色目



3色目



4色目

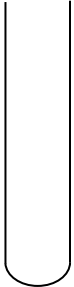


結果の色

どのようなときに液体は混合し、どのようなときに層に分かれたか

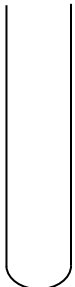
○ 用いた液体を注ぐ順番を「 → → 」としたとき
 最後の試験管の状態を予想する

予想



理由

実際の結果



考察

組 番 氏名

本時の実験の振り返り

1 自己評価

- 現象の原因を論理的に思考することができたか。
できた まあできた あまりできなかった できなかった

- 授業で学習した知識を活用することができたか。
できた まあできた あまりできなかった できなかった

- 仮説を自分で設定することができたか。
できた まあできた あまりできなかった できなかった

- 仮説を検証する方法を検討し、実験することができたか。
できた まあできた あまりできなかった できなかった

- 根拠に基づいて、考察することができたか。
できた まあできた あまりできなかった できなかった

- 現象が起こる結論を導き出すことができたか。
できた まあできた あまりできなかった できなかった

- グループでの話し合いは十分にできたか。
できた まあできた あまりできなかった できなかった

- 観察・実験に意欲的に取り組むことができたか。
できた まあできた あまりできなかった できなかった

2 気付いたこと、感想等

組 番 氏名
