

# 理 科

## 1 研究のテーマ

### (1) 研究テーマ

組織的な授業改善の推進

～題材を貫く問いによる探究活動を取り入れた理科の授業実践～

### (2) 研究のねらい

主体的・対話的で深い学びの視点からの学習過程の実践として、日常生活に関連した題材を貫く問いを設定し、その問いに関する探究活動を行うことで、生徒自身が学習の意義を実感し、単元の内容を学習できることをねらいとした。

## 2 実践事例

### (1) 単元指導計画

ア 科目名：化学

イ 単元名：溶液の性質

ウ 単元の目標：溶液とその性質に関する実験などを行い、近な現象を通して溶媒と溶液の性質の違いを理解すること。

### エ 単元の評価規準

a：関心・意欲・態度 b：思考・判断・表現 c：観察・実験の技能 d：知識・理解

関心・意欲・態度	思考・判断・表現	観察・実験の技能	知識・理解
溶液の性質について、日常生活と関連付けて説明しようとしている。実験結果や日常の現象に対して、自ら仮説を立て、それを検証する実験を主体的に考えようとしている。	溶媒と溶液の性質の違いや特徴、性質について、基本的な概念や原理・法則を踏まえて、身近な現象の仕組みを論理的に説明している。	実験に関する予想を立て、実験の操作の意味や試薬の特徴を考えながら適切な手順や方法で実験を行うなどの技能を身に付けている。	溶媒と溶液の性質の違いや特徴について理解し、身近にある様々な溶液を、科学的な観点から分析し、多角的に捉えている。

### オ 単元の指導と評価の計画 ○「記録に残す評価」 ●「指導に生かす評価」

次	時	学習内容及び学習活動	評価の観点				評価規準	評価方法
			a	b	c	d		
1	1	○溶解の仕組み ・「水に溶けやすいものと溶けにくいものの違いは何か」を議論し、説明する。		●		●	溶解の仕組みを極性の有無を踏まえて説明している。	行動観察
2	2・3	○溶解度 ・「水に溶ける溶質の量に限度があるのはなぜか」について、その要因を検討し、計算する。		●			溶解度が温度によって変化することを踏まえ、再結晶による析出量を計算している。	行動観察
3	4	○溶液の濃度 ・「質量パーセント濃度の等しい食塩水と砂糖水では味の濃さに違いがあるのか」について、議論する。濃度の換算を行う。	●			●	様々な濃度表記の意味を考え、その変換をしている。	行動観察

4	5	○蒸気圧降下と沸点上昇【実験】 ・様々な溶液の沸点と濃度の関係に対して仮説を立て、溶液の沸点を測定する実験を行う。			○	様々な溶液の沸点と濃度の関係に対して仮説を立て、実験により検証している。	プリント 行動観察
	6 7	○蒸気圧降下と沸点上昇【考察】 ・「味噌汁の沸点は何℃なのだろう」について、前時の実験結果から水溶液の沸点の違いの原因を考察する。			○	実験で得たグラフから溶液の沸点と濃度の関係を考察している。	プリント 行動観察
	8	○凝固点降下 ・「冬場に塩化カルシウムCaCl <sub>2</sub> を散布する理由は何か」について、沸点上昇と関連づけて凝固点降下を考察する。また、水溶液の沸点や凝固点と質量モル濃度の量的関係をまとめる。	●	●		沸点での考察を基にして、溶液の濃度と凝固点について考察している。	行動観察
5	9	○浸透圧 ・日常的な現象をもとに、浸透圧の原因と、気体の状態方程式との関連を考察する。また、モル濃度と浸透圧の量的関係をまとめる。	●	●		日常生活と関連付けて浸透圧について説明できるとともに、その量的関係を理解している。	行動観察
6	10	○コロイドの特徴と分類 ・「泥水を浄水するにはどうすればいいだろう」について、化学的性質の違いから考察する。			●	様々な観点からコロイドを捉えている。	プリント 行動観察
7	11	○コロイドの性質【発表準備】 ・わかりやすい説明のための準備を行う。		●	●	コロイドの特徴や性質を踏まえて現象の仕組みを考えている。	プリント 行動観察
	12	○コロイドの性質【発表・共有】 ・コロイドに関する身の回りにある様々な現象を自分なりに考察し説明する。		●		身近なコロイドの現象を科学的に説明している。	プリント 行動観察
8	13	○泥水の凝析の実験 ・種類の異なる電解質水溶液を用いて凝析実験を行う。	●		●	泥水のコロイドの特徴を踏まえて、凝析に適した試薬を考えている。	プリント 行動観察
	14	○凝析の実験に関する考察 ・個人で考察した後、グループで実験結果をもとに議論し、さらに他の班と共有する。その後、個人の考察をまとめる。	○			実験結果について、他者の意見を踏まえ、科学的に妥当な仮説を立てて考察しようとしている。	プリント
9	15	○気体の溶解度 ・「炭酸水をつくるときにはどんな工夫をしているのか」について、分圧や固体の溶解度との違いを踏まえ考察する。		●	●	固体の溶解度との違いを意識しながら気体の溶解度の変化について考えている。	行動観察
		○ペーパーテスト（定期考査）		○	○		

※本実践の報告対象：上記表の太枠囲みの箇所（6～8次（10～14時））

カ 授業実践例 (14時間目/15時間)

生徒の学習活動	教員の指導上の留意点	学習活動における具体的な評価規準
<p>1. 泥水の凝析の実験結果の確認 (導入) 前時の実験結果を振り返り、凝析に用いた試薬の種類や濃度の条件を確認する。 【試薬】※前時の実験 (凝析) ① <math>5.0 \times 10^{-3}</math> mol/L NaCl水溶液 ② <math>1.5 \times 10^{-2}</math> mol/L NaCl水溶液 ③ <math>5.0 \times 10^{-3}</math> mol/L <math>\text{CaCl}_2</math>水溶液 ④ <math>5.0 \times 10^{-3}</math> mol/L <math>\text{AlCl}_3</math>水溶液</p> <p>2. 疑問を基にした凝析のしやすさについての考察 (展開) 前時の実験に関する疑問を基に、全体として考えたい課題を確認する。</p>	<p>前時の実験結果の画像やグラフをクラス全体に提示し、本時で扱う内容を整理するよう展開に留意する。</p> <p>前時の実験に係るワークシートを事前に回収し前時の実験についての生徒の疑問を共有し、本時の課題を設定する過程を共有することで、クラス全体で課題を把握するよう留意する。</p>	
<p>【全体の課題】凝析のしやすさは何によって変化するのか?</p>		
<p>①グループで疑問に対する仮説を立てる。(5分) ②仮説を検証する実験を考える。(10分) ③考察内容を共有し、議論する。(1班あたり2分の発表)</p> <p>3. 凝析についての考察の整理 (まとめ) 様々な考察や意見を基に、自分なりの考察をまとめる。</p>	<p>各生徒が立てた仮説から議論することを通して考えを深めるため、仮説を立てる際、凝析の原理を必ずしも説明の必要がないことを伝える。</p> <p>仮説と検証実験は科学的かつ論理的なものであるかを、議論の中で生徒自身に気付かせるように促した。また、生徒の考えを否定せず、その考えの前提となっている意見が適当かどうかを生徒に判断させる言葉掛けをした。</p>	<p>凝析の実験結果について、他者の意見 (協議内容) を踏まえ、科学的に妥当な仮説を立てて考察しようとしている。 (課題の取組)</p>

研究実施校：神奈川県立川崎北高等学校 (全日制)

実施日：令和4年11月25日 (金)

授業担当者：山西 康介 教諭

## (2) 主体的・対話的で深い学びの視点に基づく指導と評価のポイント

### ア 主体的・対話的で深い学びの視点から学習過程の実践における指導のポイント

本研究では「泥水を浄水するには、どうすればよいだろう」という日常生活に関連した題材を貫く問いを設定した。このことにより、生徒が学習の意義や必要性を実感し、主体的に学習に取り組むとともに、本題材（コロイド）における学習が進むたびにこの問いに立ち返り（振り返り）、生徒自身が単元の学習を深められるように工夫した。

本題材における構成はさらに次の(ア)～(ウ)の小さなまとまりに分けることができる。その構成は「(ア) コロイドの分類、(イ) コロイドの性質、(ウ) 泥水の凝析を通じた探究」である。それぞれの内容のまとまりでの指導の工夫点を以下にまとめる。

#### (ア) コロイドの分類

ここでの目標は、コロイドは他の水分子などに比べて粒子が大きいことやその種類が多様であることを身近な例から理解することである。

具体的な実践として、音楽ライブの映像から、レーザーの演出の原理を考察した。粒子の大きさによる化学的性質の学習を通して、コロイドの特徴を学んだ。さらに、身近にあるコロイドを挙げ、その種類の多さを理解し、様々な視点からコロイドを分類して学習することの必然性を生徒が実感できるように促した。この学習を通して、泥水もコロイドに分類されることに気付くことができた。また、泥水がどんな特徴をもつコロイドなのかを考えるよう促した。

#### (イ) コロイドの性質

ここでの目標は、コロイド粒子の大きさゆえの様々な性質や化学的な現象を理解し、説明することである。この目標を達成するために、コロイドにまつわる身近な現象を調べ、発表させる活動を行った。具体的には次の六つの項目についての調べ学習を行った。

- |            |                |
|------------|----------------|
| ① 三角州の形成過程 | ② 腎臓のはたらき      |
| ③ セッケンの製造  | ④ 煙を電気によって除く方法 |
| ⑤ 墨汁の安定化   | ⑥ 顕微鏡で見た花粉の動き  |

これらの調べ学習を通して、コロイドの性質を主体的に学び、それを共有することで学びを深めることができた。また、泥水の浄化にこのような性質を用いることができるかを考えさせ、次につなげた。

#### (ウ) 泥水の凝析を通じた探究（本時）

ここでの目標は、今まで学習したコロイドの性質を踏まえて、実験結果の予想・考察をすることである。そして、コロイドについての学びを深めるとともに、主体的・対話的に事象の探究をすることである。本研究で使用した教科書「東京書籍改訂化学」には、凝析について「コロイド粒子と反対符号の電荷をもち、価数の大きなイオンほど、疎水コロイドを凝析させやすい」とある。本授業ではこの内容を泥水の凝析を通して探究する活動にあてた。

実験においては、題材を貫く問いを確認することで主体性をもって取り組めるように工夫した。また、実験後の考察では、生徒の疑問を基にして授業を展開することで凝析のしやすさに対し、考察し、仮説を立て、検証する実験をグループで検討させた。意見を共有する場面では、仮説と検証実験は科学的かつ論理的なものであるかを、教員が判断するのではなく、議論の中で生徒自身に気付かせるように促した。また、生徒の発言を受容することを心掛け、その生徒の考えを否定せず、その考えの前提となっている意見が適切かどうかを生徒に判断させる言葉掛けをした。

#### 【主体的な学び】

身近な例から学びを深めるだけでなく、題材を貫く問いを設定することで学習の見通しをもち、自分事として学習を進められるように工夫した。

#### 【対話的な学び】

学習を通してグループで学びを深め、様々な観点からの考察を全体で共有することで、自分の学習をさらに深めていくことができるように場を設定した。

## 【深い学び】

凝析のしやすさに関して自分なりの仮説を立てるだけでなく、それを検証する実験を考えることで、さらに深い学びができるように工夫した。本研究での凝析の実験における協議を行う前の生徒の疑問の一部を示す。

② 実験の結果を参考に、これから考えてみたいことは何か？(自分の予想と結果を比べてみよう！)

予想では、濃度の差が大きいほど沈殿しやすくなると思っていたけれど、実験結果がどうなるか？  
 $\text{NaCl}$ も濃度を薄くすると沈殿しやすくなる結果が変化するのか？  
 また、濃度の関係が異なるのか？  
 どの原理で沈殿しやすくなるのか？

② 実験の結果を参考に、これから考えてみたいことは何か？(自分の予想と結果を比べてみよう！)

$\text{AlCl}_3$ 以外ではあまり差がないのはなぜか。  
 $\text{NaCl}$ は濃度を変えても凝析しやすさは変わらないように見えたけれど、 $\text{AlCl}_3$ の濃度を変えるとどうなるか

協議を行った後の生徒の考察の一部を示す。

凝析のしやすさは、溶液の陽イオンの価数の大きさに変化すると考える。また、その指数関数的な増加になる。

実験

同じ物性である  $\text{Al}^{3+}$  と同じ価数の  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Ti}^{4+}$  はどの4つの陽イオンのうち、同じ濃度、同じ方法で実験する。もしも私の考察が正しいならば  $\text{Fe}^{2+} < \text{Fe}^{3+} < \text{Ti}^{4+}$  となる。もしも  $\text{Fe}^{2+}$  と  $\text{Fe}^{3+}$  が同じ値にならないならば、物質の特性によって沈殿している、という説が成り立たなくなる。(なぜ  $\text{Fe}^{2+}$  と  $\text{Fe}^{3+}$  を入れ替えたか)

得た結果でグラフを書く。

このような指数関数的な増加が急激に大きくなるグラフが書けるのではないか

自分の実験後に感じた疑問

- なぜ濃度の関係が異なるのか
- どの原理で沈殿しやすくなるのか
- 凝析させず

今回自分のグループでは陽イオンの引力は同じ目盛りにして強さの分けで沈殿すると思える。そのために、 $\text{Al}$  と同じ3価の金属元素 ( $\text{Ca}$ ,  $\text{In}$ ,  $\text{Ti}$ ) を使う。これはグループが話さないと、陽イオンの引力が同じで濃度の関係は異なるのではないか、と思った。

仮説

前回の実験では  $\text{NaCl}$  ( $5.0 \times 10^{-3}$ ),  $\text{NaCl}$  ( $1.5 \times 10^{-3}$ ) の濃度の違う水溶液では、沈殿する時間が増える(濃度の異なる方が沈殿しやすくなる)。

仮説

この考察と、2つの説を試しに  
 1. 濃度の異なる同じ物質の水溶液を試す。  
 また、陽イオンの引力の関係はどうかを試しに、陽イオンの価数の違う水溶液と同時の実験を行う。

左の生徒の考察の記述から、泥水の凝析のしやすさを陽イオンの価数と関連付けるだけでなく、他教科の学習内容である指数関数と結びつけて考察し、それを検証する実験が考えられている。また、それを検証するため実験について、その実験に用いる試薬の物性に言及しながら提案できており、凝析について深く学んでいることが読み取れる。

右の生徒は、協議前の自身の疑問を踏まえ、協議内容を自分なりに解釈し考察を深めていることが読み取れる。また、実験において、沈殿する時間を測定することで凝析のしやすさを比較することが示されており、具体的な実験を想定しながら深く学ぶことができている。

## イ 評価のポイント

本実践例では、コロイドの凝析について、第14時において「関心・意欲・態度」を評価した。題材を貫く問いに対する考えを授業ごとに生徒に記述させ、その変容を教員と生徒自身が見取れるようにした(別紙資料)。また、本時では実験事実と仮説を比較し、それを検証するために論理的な実験を説明しようとしている側面をワークシートの記述を分析することにより評価した。

本授業のテーマである題材を貫く問いの「泥水を浄水するには、どうすればよいだろう」に対して、生徒は最初、ろ過や蒸留、塩素による消毒などを挙げていた。しかし、題材の学習が進むにつれてコロイドの性質から考えを再構築し、凝析や電気泳動などの意見が増加した。このような生徒の考えの変容を見取る機会を設定し、生徒の思考に寄り添った授業を行えるように工夫した。

次に具体的な評価方法について、本授業の評価基準は次のとおりである。

A	B	C
凝析の実験結果について、他者の意見（協議内容）を踏まえ、科学的に妥当な仮説及び仮説を検証するための実験計画を立てて考察しようとしている。	凝析の実験結果について、他者の意見（協議内容）を踏まえ、科学的に妥当な仮説を立てて考察しようとしている。	凝析の実験結果について、仮説を立てて考察しようとしていない。

評価基準AとBの違いは、自身で立てた仮説に対して行う実験の妥当性の有無である。試薬の種類や用いる溶液の濃度、その手順などが適切に示されているかどうかで判断する。しかし、生徒の思考の中で妥当性を判断しにくいものは評価に含まない。例えば、凝析のしやすさは価数によって変化するという仮説を立て、その検証のために $Ti^{4+}$ を用いるという実験を計画するとき、その化合物の中でどれが最も実験に適しているかを生徒が判断することは難しいため、評価には加味しない。

具体的な生徒の提出物を基に評価の例を下に示す。

(4)【個人】(疑問)に対する自分なりの考察を書こう。また、その考察(仮説)を証明するための実験も考えられると良い。

凝析のしやすさは  $Al(OH)_3$  の特性と濃度で変化すると考える。

理由は、泥水の凝析の実験から  $AlCl_3(aq)$  の明瞭に沈殿が起こったことが確認でき、沈殿している物質も目に見える大きさの粒子に付着して沈殿していた。調剤は  $Al^{3+}$  と  $OH^-$  が反応して  $Al(OH)_3$  という粒子状の物質が生成されること分かった。他の  $NaCl$  や  $CaCl_2$  は生成しないため、 $Al(OH)_3$  の特性の原因はそれかと考える。①

泥水の凝析、実験から  $NaCl(aq)$  の濃度を変えて実験したがどちらも 10mL 以上の範囲の沈殿は見えなかった。また確認できていることから濃度も影響している可能性があると考える。②

この考察を証明するために、

①  $FeCl_2(aq)$  と  $FeCl_3(aq)$  と同じ濃度の泥水の凝析の実験と同様にを行う。  
 → どちらも沈殿しない:  $Al(OH)_3$  の特性の原因と分かる。  
 →  $FeCl_3(aq)$  が沈殿した場合: 何故か沈殿が起こったと分かる。

② ①の実験結果で分かった原因による溶液の濃度を変え、同様に実験を行う。  
 → 濃度の違う溶液で沈殿のスピードに差が生じた場合: 濃度も関係しているといえる。

仮説

仮説の根拠

実験内容

この生徒の考察は、大きく「仮説」「仮説の根拠」「実験内容」の三つに分けられる。まず、仮説として $Al(OH)_3$ の物性と濃度を挙げている。また、その根拠も充実している。次に実験内容であるが、 $FeCl_2$ 水溶液と $FeCl_3$ 水溶液での対照実験を提案している。物性による凝析のしやすさの検証として $Al^{3+}$ と同じ価数の $Fe^{3+}$ を含む溶液での実験を計画していることが読み取れる。具体的な濃度の提案はないものの、同じ濃度を用いることで対照実験を想定していることも読み取れる。 $Fe^{2+}$ を含む溶液での実験は、価数による凝析のしやすさの検証であることが示されており、授業内での議論を踏まえた実験であることがわかる。さらに実験を提案するだけでなく、観察する視点や実験結果の予測なども示されており、評価Aの基準を十分満たしていると判断できる。

(別紙資料)

## 溶液の性質〈コロイド〉

問い：「泥水を浄水にするには、どうすればよいだろう？」

	問いについての考え	新たに学んだことやこれから考えてみたいこと
1		
2		
3		
4		
5		

2年( )組( )番 氏名( )

