

第1学年A組 理科 学習指導案

本時の主張

本時は、エタノールと水の沸点の違いから、エタノールと水の混合物を蒸留すると、沸点の低いエタノールが先に、その後に水が蒸留され、エタノールと水が分離されることを説明できるようになることをねらいとしている。

生徒は前時まで、泥水を蒸留すると水が得られること、エタノールを蒸留するとエタノールが得られることを学習している。しかし、液体同士の混合物を蒸留したことはない。そのため、これまでの経験のみで考え、水だけが蒸留されると考えたり、混合物は混合物のまま蒸留されると考えたりする生徒も多い。そこで、以下の3つの手立てを講じる。

〔手立て1〕経験による予想と理論による予想のズレを生む課題提示で、生徒の問題意識を高める。

〔手立て2〕混合物内の物質を粒子で表す予想・仮説シートで物質の移動を視覚化し、生徒が話し合いを活発に行えるようにする。

〔手立て3〕根拠カードを用いた予想・仮説で、生徒が話し合いの中で主張の違いを明確にできるようにする。

これらの手立てにより、生徒は問題意識を高め、根拠に基づく予想と仮説で活発に話し合い、その中で“沸点の違う物質は別々に蒸留される”ということに気づき、混合物を蒸留すると、沸点の低いエタノールが先に、その後に水が蒸留され、エタノールと水が分離されることを説明できるようになる。

1 単元名 「物質の融点と沸点」

2 単元の目標

○物質は融点と沸点を境に状態を変化することを理解し、物質の沸点の測定、物質の蒸留の実験に関する技能を身に付ける。 【知識及び技能】

○物質の沸点の違いに着目し、混合物を加熱すると分離することを説明できる。

【思考力、判断力、表現力等】

○石油の精製など、日常生活や社会と、学習したことを関連付けて考えようとする態度を養う。

【学びに向かう力、人間性等】

3 単元の評価規準

知識・技能	思考・判断・表現	主体的に学習に取り組む態度
・物質は融点と沸点を境に状態を変化することを理解している。 ・物質の沸点の測定、物質の蒸留の実験に関する技能を身に付けている。	・物質の沸点の違いに着目し、混合物を加熱すると分離することを説明している。	・石油の精製など、日常生活や社会と、学習したことを関連付けて考えようとしている。

4 単元と指導の構想

(1) 単元について

本単元は、物質は融点や沸点を境に状態が変化すること、融点や沸点は物質によって決まって

いることを理解するとともに、混合物を加熱する実験を行い、沸点の違いを利用して混合物から物質を分離できることを説明できることをねらいとしている。そこで「1 状態変化と温度変化」「2 状態変化と蒸留」の2つの小単元に分けて学習していく。

「1 状態変化と温度変化」では、物質の状態変化と温度変化との関連性を学習する。まず、水を加熱し、加熱中の温度変化を測定する実験を行う。測定した温度変化の特徴から、物質は融点と沸点を境として状態が変化することを理解できるようにする。次に、エタノールの沸点を測定する実験、パルミチン酸とメントールの融点を測定し比較する実験を行う。実験結果から融点や沸点は物質により決まっていることに気付けるようにする。最後に、水とエタノールの混合物を加熱し、温度変化を測定する実験を行う。実験結果から混合物の温度変化は、水やエタノールなどの純粋な物質の温度変化とは違う特徴を示すことに気付かせる。

「2 状態変化と蒸留」では、沸点の違いを利用した混合物の分離方法について学習する。まず、水を蒸留する実験とエタノールを蒸留する実験を行い、蒸留のしくみを知る。ここでは蒸留のしくみを物質の状態変化と関連させて理解できるようにする。次にエタノールと水の混合物を蒸留する実験を行う。水とエタノールの沸点の違いに着目させ、混合物を加熱すると沸点の低い物質が先に蒸留し、その後に沸点の高い物質が蒸留することで混合物内の物質を分離できることを説明できるようにする。

(2) 生徒について

1年生は男子16名、女子19名、計35名の学級である。授業において、実験・観察等に興味・関心をもって臨む生徒が多い。課題に対しての自分の考えを発表できる生徒はあまり多くない。また、直感的な発言が多く、根拠があいまいで考えが整理されていないため、話し合いがかみ合わない場面も多くみられる。

生徒は、これまでに、第4学年で、水は温度によって水蒸気や氷に変わるということについて学習している。本単元では、状態変化と温度変化との関連性、沸点の違いを利用した混合物の分離方法について学習していく。混合物を加熱したときに、混ざり合った物質が別々に状態変化をする様子をイメージできず、沸点の違いを利用した混合物の分離方法の理解に困難を感じる生徒が多くなることが予想される。混合物を加熱したときに、温度変化とともにそれぞれの物質がどのように変化していくのかをイメージをもとに話し合い、沸点の違いを利用した混合物の分離方法について説明できる生徒を目指したい。

(3) 指導の構想

本時のねらいを達成するために、以下のように展開をしていく。

一次では、まず、液体の水を加熱し、加熱中の温度変化を測定する実験を行う。実験技能を身に付けるとともに、沸とう中に温度変化が止まる特徴に着目させ、物質は融点と沸点を境として状態が変化することに気付かせたい。ここでは、温度の測定結果をグラフ化し、可視化することで、物質の沸とう中は温度変化が止まるという特徴に気付けるようにする。

次に、エタノールの沸点の測定実験とパルミチン酸とメントールの融点を測定、比較する実験を行う。水とエタノールの沸点の違い、パルミチン酸とメントールの融点の違いなど、いくつかの物質の融点・沸点を測定した結果から、融点や沸点は物質により決まっていることに気付かせる。

最後に、エタノールと水の混合物を加熱し、温度変化を測定する実験を行う。混合物の場合は、

エタノールや水などの純粋な物質を加熱したときの温度変化と、違った温度変化をすることに気付かせて二次の学習につなげられるようにする。

二次では、まず、水の蒸留実験とエタノールの蒸留実験を行う。蒸留の実験技能を身に付けるとともに、蒸留は加熱で液体を気体に変え、その後、冷却により液体にもどすという状態変化と関連した操作であることを理解できるようにする。ここでは、エタノールが蒸留装置の中を移動する様子を、粒子モデルを用いて説明させることで蒸留のしくみへの理解を深めさせる。

次に、物質ごとに沸点が決まっていることをヒントに、混合物を蒸留するとどうなるのかを考えさせる。温度変化とともに混合物内の物質がどのように蒸留装置の中を移動していくのかを粒子モデルを使って予想し、検証実験を行うことで、混合物を蒸留すると沸点の低い物質から順に蒸留され、混合物内の物質が分離することを理解できるようにするとともに、その現象を、粒子モデルを用いて説明できる力を養っていきたい。

5 単元の指導計画（全7時間）

次	時	学習のねらい(○)と主な活動内容(・)	評価			
			知	思	態	評価規準
1 状態 変化 と 温度 変化	1	○融点, 沸点での物質の温度変化の特徴を説明できる。	◎	○		融点, 沸点では状態変化が終わるまで温度変化が止まることを説明している。
	2	○エタノールの沸点を説明できる。	○	◎		加熱中のエタノールの温度変化に着目し, 沸点を説明している。
	3	○パルミチン酸とメントールの融点の違いを説明できる。	◎	○		パルミチン酸とメントールを融点の違いを説明している。
	4	○純粋な物質と混合物を加熱したときの温度変化の違いを説明できる。	◎	○		純粋な物質と混合物の温度変化の違いを説明している。
2 状態 変化 と 蒸留	5	○蒸留のしくみを説明できる。	○	◎		蒸留のしくみについて物質の状態変化と関連させて説明している。
	6 本 時	○混合物は沸点の違いから物質を分離できることを説明できる。	○	◎		混合物は沸点の違いから蒸留によって物質を分離できることを説明している。
	7	○石油の精製方法を蒸留のしくみと関連させて説明できる。		○	◎	石油から沸点の違うガソリンや灯油を蒸留で取り出していることを説明している。

6 本時の計画（6時間目／全7時間）

(1) 本時のねらい

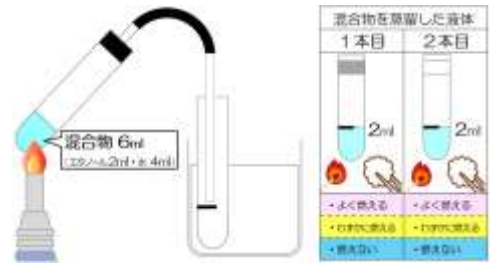
エタノールと水の混合物の蒸留について、混合物を蒸留した液体に火を近づけるとどうなるかを予想し、異なる仮説・予想をもつ生徒と話し合い、検証実験をする活動を通して、沸点の低いエタノールが先に、その後に水が蒸留され、エタノールと水が分離されることを説明できる。

(2) 本時の構想

本時で、生徒が沸点の違いに着目し、エタノールと水の混合物を蒸留したときに起こる現象について説明できるよう、次の3つの手だてを講じる。

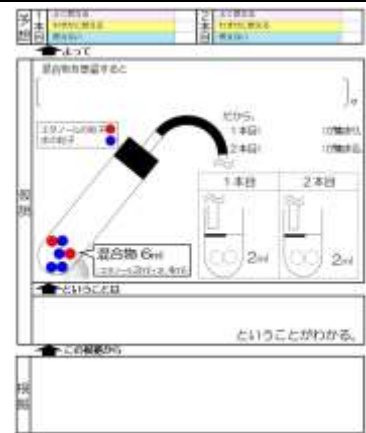
【手立て1】 経験による予想と理論による予想のズレを生む課題提示で、生徒の問題意識を高める。

生徒は、泥水を蒸留すると水が得られること、エタノールを蒸留するとエタノールが得られることを学習している。これらの学習から生徒は、単に“汚れた水から水だけを取り出す操作”“蒸留は液体を気体に変え、再び液体として得る操作”としてとらえていることが考えられる。そのため、エタノールと水の混合物を蒸留すると、“水だけが蒸留される”“混合物は混合物のまま蒸留される”と、多くの生徒が考えることが予想される。経験のみで考える生徒と論理的に考える生徒の予想が分かれ、自分とは異なる予想をする生徒の存在を知ることによって学習課題への問題意識を高める。



【手だて2】 混合物内の物質を粒子で表す予想・仮説シートで物質の移動を視覚化し、生徒が話し合いを活発に行えるようにする。

混合物内のエタノールと水はどちらも無色透明であり、視覚的に変化を捉えることはできない。そこで図のような予想・仮説シートを用いる。シートには、エタノールと水をそれぞれ粒子で表しておく。生徒はシート上にあるそれらの粒子を用いて、エタノールと水がどのように試験管に集まっていくのかという自分の考えを視覚的に表現する。視覚的に表現することで、自他の考えの違いが捉えやすくなり、話し合いを活発に行えるようになる。



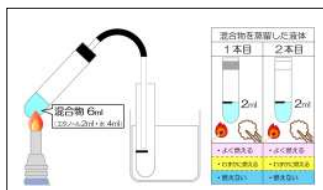
【手だて3】 根拠カードを用いた予想・仮説で、生徒が話し合いの中で主張の違いを明確にできるようにする。

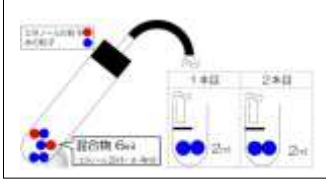
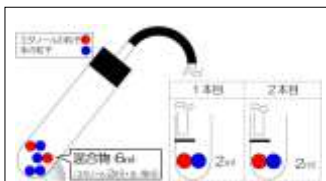
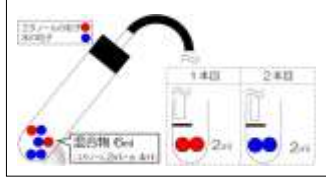
本生徒が既習事項を基に予想・仮説シートを作成できるように図のような根拠カードを用いる。既習事項を根拠とした予想・仮説を互いに出し合い、話し合うことで異なる予想・仮説同士の中にある“水だけが蒸留される”“混合物は混合物のまま蒸留される”“沸点が違うので混合物内のエタノールと水は別々に蒸留される”という主張の違いを明確化する。



(3) 本時の展開

学習活動	教師の働き掛けと予想される児童生徒の反応	評価規準(観点/方法)・留意点
導入 1 課題をつかむ (10分)	T1 前回、エタノールを蒸留しました。エタノールを蒸留した液体に火を近づけるとどなりましたか？ S1 燃えました。 T2 ここにエタノール2ml, 水4mlを混ぜて作った混合物があります。エタノールと混合物の燃え方の違いは覚えていますか？ S2 エタノールはよく燃え、混合物はわずかに燃えた。 T3 では、この混合物を蒸留し、その蒸留した液体に火を液体に火を近づけるとどうなりますか？ S3 蒸留する前と同じようにわずかに燃えます。 S4 よく燃えるようになると思います。	●エタノールを蒸留した液体が燃える様子を示す。 ○エタノールが燃える様子、混合物が燃える様子を示し、“よく燃える”“わずかに燃える”の燃え方の違いを確認。 ○混合物を蒸留する様子を示す。 ○今の時点での予想を挙手で示させる。



	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> 【学習課題】 混合物を蒸留した液体に火を近づけるとどうなるか </div>	<p>○混合物を蒸留した液体、火の2つキーワードから課題を設定。</p>
<p>展開 2人で予想と仮説を考える。 (10分)</p>	<p>T4 まず、個人で、仮説・予想シートを作成し、実験結果を予想してください。</p> <p>S5 泥水を蒸留するとききれいな水になった。このことから蒸留は、水をきれいにするができるということがわかる。ということは、混合物を蒸留すると水だけが2つの試験管に集まると思う。よって2つとも火を近づけても燃えない。</p> <p>S6 エタノールを蒸留した液体に火を近づけるとよく燃えた。このことから液体を蒸留してもその性質は変わらない。ということは、混合物を蒸留した液体は、混合物がそのまま蒸留されたと思う。よって2つともわずかに燃える。</p> <p>S7 エタノールの沸点は78℃、水の沸点は100℃。このことからエタノールの方が、沸点が低いことがわかる。ということは、混合物を蒸留するとエタノールの方が先に蒸留され、水が後から蒸留されると思う。よって1本目はよく燃えて、2本目は燃えない。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;">    </div>	<p>○記入した生徒は仮説・予想シートを提出箱(ロイロノート)へ</p> <p>○予想カードを提出箱(ロイロノート)へ</p> <p>○机間巡視をし、全体交流での代表発表者を選ぶ。</p>
<p>3 全体交流 (15分)</p>	<p>T5 それでは、それぞれの予想について、代表者に予想と仮説を発表してもらいます。発表後、それぞれの代表者の予想・仮説シートへの疑問、見落とし、付けたし、共感した部分を教えてください。まず、燃えない・燃えない予想の代表者はお願いします。</p> <p>T6 ありがとうございます。では、今の代表者の発表についての質問、疑問、見落とし、共感した部分を教えてください。</p> <p>S8 エタノールも蒸留されるのでは？</p> <p>T7 燃えない・燃えない予想の人、それについてはどうですか？</p> <p>S9 泥水では、水に混ざった泥は残ったので、今回も水に混ざったエタノールは残ります。</p> <p>S10 その考えには見落としがあります。泥は固体でした。エタノールは液体なので、水と一緒に蒸留されると思います。</p> <p>T8 次にわずかに燃える・わずかに燃える予想の代表者は発表をお願いします。</p> <p>T9 ありがとうございます。今の代表者の発表について何かありますか？</p> <p>S11 エタノールと水は別々に蒸留されるのではないですか？</p> <p>T10 わずかに燃える・わずかに燃える予想の人、それについてはどうですか？</p> <p>S12 混ざっているので、一緒に蒸留されると思います。</p> <p>S13 エタノールと水は沸点が違うので、沸点が低い方から順に蒸留されると思います。</p> <p>T11 最後によく燃える・燃えない予想の代表者は発表</p>	<p>○代表発表者の仮説・予想シートを黒板に拡大する。</p> <p>○代表生徒は、拡大した図を利用し、自身の仮説を説明する。</p> <p>○生徒の発表内容を板書し、整理する。</p>

	<p>をお願いします。</p> <p>T12 ありがとうございます。今の代表者の発表について何かありますか。</p> <p>S14 エタノールが水より沸点が低いから先に集まるという考えに共感です。</p> <p>S15 でもエタノールが早く蒸留されるなら2本ともエタノールになるのではないですか？</p> <p>T13 よく燃える・燃えない予想の人、それについてはどうですか？</p> <p>S16 エタノールが先ですが、エタノールはもともと2mlなので、2本目は水だと思います。</p> <p>T14 ここまでの話合いの内容を聞いて、予想が変わった人はいますか？</p> <p>T15 では、それぞれの主張を確認しましょう。水だけが蒸留されるなら、2つの試験管は何が集まり、火を近づけるとどうなりますか。</p> <p>S17 2つとも水が集まり、火を近づけても燃えません。</p> <p>T16 混合物が混合物のまま蒸留されるならどうなりますか。</p> <p>S18 1本目も2本目も混合物が集まり、どちらもわずかに燃える。</p> <p>T17 沸点の低いものから先に蒸留されるならどうなりますか。</p> <p>S19 1本目はエタノール、2本目は水が集まり、1本目はよく燃え、2本目は燃えません。</p>	<p>○話し合った結果、予想が変わった生徒は、予想カードを変更する。(ロイロノート)</p>
4 実験結果確認 (10分)	<p>T18 それでは、混合物を蒸留して集まった液体に火を近づけて見ましょう。</p> <p>S20 1本目はよく燃えて、2本目は燃えなかった。</p> <p>【まとめ】混合物を蒸留した液体に火を近づけると沸点の違いからエタノールが先に、水が後に蒸留されるので、1本目は燃え、2本目は燃えない。</p>	<p>○演示実験で確認。</p>
終末 5 振り返り (5分)	<p>T19 ここに赤ワインがあります。赤ワインはエタノールと水の混合物です。これを使ったワイン煮という料理があります。ワインを加え、十分加熱すると料理の中に水分は残っていますが、その中にエタノールは含まれていません。その理由を振り返りに記入しましょう。</p>	<p>■完成したワイン煮にエタノールが含まれない理由を説明できる。(思考・判断・表現)</p>

(4) 本時の評価

- ① 評価方法 振り返りへの記述をもとに評価する。
- ② 評価規準 赤ワインに含まれるエタノールの沸点が低いためエタノールが先に出てきたことを理解している記述がある。
- ③ B評価の具体的な記述の例
 - ・エタノールは沸点が低いから。
 - ・エタノールの方が沸とうしやすいから。
 - ・エタノールが先に出ていったから。
 - ・エタノールが先に沸とうしたから。

7 参考文献・資料

- ・授業の見方 澤井洋介 2017年 (東洋館出版)
- ・仮説実験授業のABC 1977年 (仮説社)

8 板書計画

学習課題	混合物を蒸留した液体に火を近づけるとどうなるか													
<p>氷だけが凝縮される。</p> <p>蒸留水もきれいにすることができる ということがわかる。</p>	<p>混合物はそれぞれの蒸気蒸発し、蒸気はそれぞれエタノールと水に分けて凝縮される。</p> <p>蒸留しても性質は変わらない ということがわかる。</p>	<p>エタノールの沸点に達すると、水が先に凝縮される。</p> <p>エタノールの方が水よりも沸点が低い ということがわかる。</p>												
	<p>それぞれの主張 ○よく燃える△わずかに燃える×燃えない</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th>1本目</th> <th>2本目</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>水だけ蒸留</td> <td style="text-align: center;">水 (×)</td> <td style="text-align: center;">水 (×)</td> </tr> <tr> <td>混合物のまま</td> <td style="text-align: center;">混合物 (△)</td> <td style="text-align: center;">混合物 (△)</td> </tr> <tr> <td>沸点が低い方が先</td> <td style="text-align: center;">エタノール (○)</td> <td style="text-align: center;">水 (×)</td> </tr> </tbody> </table> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 5px;"> <p>【まとめ】混合物を蒸留した液体に火を近づけると、沸点の違いからエタノールが先に、水が後に蒸留されるので1本目は燃え、2本目は燃えない。</p> </div>			1本目	2本目	水だけ蒸留	水 (×)	水 (×)	混合物のまま	混合物 (△)	混合物 (△)	沸点が低い方が先	エタノール (○)	水 (×)
	1本目	2本目												
水だけ蒸留	水 (×)	水 (×)												
混合物のまま	混合物 (△)	混合物 (△)												
沸点が低い方が先	エタノール (○)	水 (×)												