

理科学習指導案

日 時 平成28年11月11日（金）5校時
学 級 1年A組 男子21名 女子14名 計35名
会 場 化学室
指導者 内藤 美佳

1 単元名

東京書籍「新しい科学」 単元2 身のまわりの物質 第4章 物質の姿と状態変化

2 単元について

本単元について、系統性から見た4領域では「粒子」領域中の「粒子の存在」「粒子の保存性」「粒子の持つエネルギー」にあたる。小学校での既習領域は第3学年では「物と重さ」、第4学年では「空気と水の性質」「金属、水、空気と温度」、第5学年では「ものの溶け方」、第6学年では「燃焼の仕組み」「水溶性の性質」となっている。また、本単元は学習指導要領の第1分野2「身の回りの物質」であり、身の回りの物質についての観察、実験を通して、固体や液体、気体の性質、物質の状態変化について理解させるとともに、物質の性質や変化の調べ方の基礎を身につけさせることをねらいとしている。ここで扱う物質としては、できるだけ身近なものを取り上げ、物質に対する興味・関心を高めるようにするとともに、物質の水への溶解や状態変化では、粒子のモデルを用いた微視的な見方や考え方への導入を図ることが大切である。

本学級の生徒は、自然科学に対する興味・関心が高く、新しい知識を得ることに価値を感じている生徒が多い。難解で不思議な現象に疑問を抱き、自分なりに追究して解決できた時には、その達成感を素直に表現することもできる。一方で実験や観察、班の話し合いなどの学習活動が出遅れる生徒も数人いる。また、実験や観察にも意欲的で、丁寧に実験操作や記録をすることができ、わからない生徒に対しても教えてあげるなど協力して学習を進めることができている。アンケートの結果から理科に対する関心は高く、「理科が好き・どちらかと言えば好き」、「授業が楽しみ・どちらかと言えば楽しみ」と答える生徒は90%を越えている。「勉強のやりがいがある・どちらかと言えばある」、「理科は大切・どちらかといえば大切」と答える生徒も95%を越え、学習の必要性や有用性を実感している生徒が多い。その反面、「理科は難しい・どちらかと言えば難しい」と思っている生徒は50%程度で、意欲が低下すれば苦手意識につながる可能性もある。

本単元の学習は、身のまわりにはあらゆる物質が存在しており、目に見えない変化によって科学的現象が引き起こされていることに気づくことで生徒の知的好奇心が高まる。知的好奇心の高まりが学習への意欲や達成感に結びつきやすいという生徒の実態をふまえた上で、科学現象に対しての興味・関心が高まるような教材を提示する必要がある。また、仮説や予想を立てて意見を交流させたり教え合ったりすることで学習への見通しをもたせ、主体的に実験を行わせていけると考えた。また、得られた結果から目に見えない物質の変化や動きを生徒自らがモデルで説明、理解することで学習内容の深い定着が図れるとも考えた。

3 単元の指導計画

(1) 目標

身のまわりの物質について進んで関わり、目的意識を持って観察・実験を行い技能を習得し、観察・実験を分析して解釈し表現する方法を身につけさせる。【関心・意欲・態度】【観察・実験の技能】

また、固体や液体・気体の性質、物質の状態変化について日常生活と関連づけて理解し、物質に対する見方や考え方を養わせる。【科学的な思考・表現】【知識・理解】

(2) 評価規準

自然事象への 関心・意欲・態度	科学的な思考・表現	観察・実験の技能	自然事象についての 知識・理解
物質のすがた，水溶液，状態変化に関する事物・現象に進んで関わり，それらを科学的に探究するとともに，事象を日常生活との関わりの中に見ようとしている。	物質のすがた，水溶液，状態変化に関する事物・現象の中に問題を見出し，目的意識を持って観察・実験などを行い，事象や結果を分析して解釈し，自らの考えを表現している。	物質のすがた，水溶液，状態変化に関する事物・現象についての観察・実験の基礎操作を習得するとともに，観察・実験の計画的な実施，結果の記録や整理など，事象を科学的に探究する技能の基礎を身につけている。	観察や実験などを通して，物質のすがた，水溶液，状態変化に関する事象・現象についての基本的な概念や原理・法則を理解し，知識を身につけている。

(3) 主な学習内容及び評価計画

※6つの思考活動

時	主な学習内容	評価【観点】	※	評価方法
1	1 物質の状態変化 バイオエタノールを紹介し，単元をつらぬく問題（バイオエタノールとは何か。どうやって作るのか）を見出す。 水の状態変化について思い出す。 塩（固体→液体），二酸化炭素（固体ドライアイス→気体），窒素（液体→気体），酸素（気体→液体），エタノール（液体→固体）の演示実験を見て，その時の状態変化の様子をとらえる。 状態変化についての説明を聞き，まとめる。	水と比較しながら，身の回りの物質の状態変化について，関心をもって考えている。 【関心・意欲・態度】 身の回りの物質が，固体，液体，気体に区別できることを指摘できる。【科学的な思考・表現】		■発言 ■学習プリント
2	2 物質の状態変化と状態変化するときの体積と質量の変化 【実験6】ロウやエタノールが状態変化するときの体積や質量の変化 実験6を行い，ロウやエタノールが状態変化するときの体積と質量の変化を調べ，予想と比較する。	水以外の物質が状態変化するとき，体積や質量がどのように変化するか仮説を立て，説明している。【関心・意欲・態度】 ロウやエタノールが状態変化するとき，体積が増えること，質量は保存されることを見だし，説明できる。【科学的な思考・表現】	5	■発言 ■学習プリント
3	状態変化と体積・質量との関係についての説明を聞きまとめる。 ロウや水が固体になるときの体積変化やエタノールが気体になるときの体積変化について，粒子のモデルで考え説明する。 液体のロウに固体のロウを入れたときの浮き沈みについて密度で説明する。	物質の状態が変化するときの様子を粒子のモデルを使って，推測し模式的に描写することができる。【科学的な思考・表現】	4	■学習プリント ■イメージボード
4	3 状態変化が起こるときの温度 水の状態変化と温度との関係についての説明を聞く。 他の物質でも，状態変化する時の温度は水と同じなのか考える。 グラフの書き方についての説明を聞く。 【実験7】エタノールが沸騰するときの温度 実験7を行い，エタノールが沸騰するときの温度変化を調べ，測定結果をグラフに表して話し合う。	エタノールを加熱したときの温度変化の仮説を立て時間ごとに記録し，結果を正しくグラフに表すことができる。【観察・実験の技能】 物質の状態が変化するときの温度は物質ごとに決まっていることを理解している。【知識・理解】	5	■学習プリント ■グラフ
5	融点と沸点についての説明を聞き，純粋な物質の融点と沸点を確認する。 混合物から純粋な物質を取り出す方法について考える。 混合物が沸騰し続けると出てくる気体はどのように変化するか。	水とエタノールの温度変化を表すグラフから融点や沸点，状態を読み取ることができる。【科学的な思考・表現】 融点や沸点は，物質の種類によって決まっていることを理解している。【知識・理解】		■学習プリント

時	主な学習内容	評価【観点】	※	評価方法
6	<p>【実験8】混合物の蒸留 実験8を行い、水とエタノールの混合物を熱して出てきた物質を調べる。 実験8で、3本の試験管にたまった液体にはそれぞれ何が多く含まれているか考察する。 蒸留についての説明を聞き、確認する。</p>	<p>水とエタノールの混合物を蒸留し、検証した結果を論述することができる。【科学的な思考・表現】 実験の結果を正しくグラフにまとめることができる。【観察・実験の技能】 実験の結果から、3本の試験管に集めた気体にそれぞれ何が多くふくまれているか説明することができる。【科学的な思考・表現】</p>		<p>■学習プリント ■グラフ</p>
7 本時	<p>「学びを活かして考えよう」 混合物からバイオエタノールを取り出す方法を考える。 仮説に基づいた実験内容や結果を見通し、混合物を熱して出てきた物質を調べる。 測定結果を記したグラフをもとに、3本の試験管にたまった液体にはそれぞれ何が多く含まれているか考察する。</p>	<p>粒子モデルを用いて実験の原理を解釈し、実験内容やバイオエタノールの含有量の結果について予想に基づいた定量的な仮説を立て説明している。【科学的な思考・表現】 混合物の液体からバイオエタノールを安全に蒸留し、実験結果やグラフで分析し定量的な表現で論述している。【観察・実験の技能】</p>	5 2	<p>■学習プリント ■グラフ ■イメージボード</p>
8	<p>石油の分留やアルコール類の製造など、物質の状態変化を利用した手法について原理を考える。また、粒子モデルを用いて確認する。 「チェック」 これまでの学習事項を確認する。 「学んだことをつなげよう」 各節で学んだことを確認し、自分の考えを記述し発表する。 単元をつらぬく問題「バイオエタノールとは何か。どうやって作るのか」の答えをまとめ、記述する</p>	<p>粒子モデルを用いて、石油の分留やアルコールの製造などを書き表している。【科学的な思考・表現】 学習事項をまとめている。【知識・理解】 バイオエタノールについての情報を知識として記述し、製作方法も状態変化と結びつけて考えている。【科学的な思考・表現】</p>		<p>■学習プリント</p>

4 本時の指導

(1) 目標

沸点の違いを利用して、混合物である液体からバイオエタノールを分離し、性質や定量性を調べ、蒸留によって得られたバイオエタノールの量を適切に記述させる。【観察・実験の技能】【科学的な思考・表現】

(2) 評価規準

評価の観点	評価の規準（概ね満足できる状況B）	努力を要する生徒への手立て
【科学的な思考・表現】	粒子モデルを用いて実験の原理を解釈し、実験内容やバイオエタノールの含有量の結果について予想に基づいた定量的な仮説を立て説明している。	前時の学習内容を提示する。周囲や全体の意見を参考にする。机間支援を行う。
【観察・実験の技能】	混合物の液体からバイオエタノールを安全に蒸留し、実験結果やグラフで分析し定量的な表現で論述している。	班員同士で協力し学び合う。実験中の個別支援を行う。

(3) 指導構想

ア 本時のねらいにかかわって

この単元では共通して「粒子モデルを用いた表現活動」と「エタノールを教材として扱う」ことを続けてきた。

「粒子モデルを用いた表現活動」は目に見えないものを視覚化して説明するのに効果的であり物質の水への溶解、再結晶、状態変化を説明する際の粒子概念を育て、原子・分子やイオンへの学習につながっていく。現象を説明する際には、個人から班、全体へ広げていき粒子概念を定着させてきた。本時においても、蒸留を液体から気体、そして液体へと状態変化する様子を粒子モデルで表現すると同時に時間的な経過やグラフとの関わり、定量的な表現も重ねることで、より科学的思考が高まると考えた。

「エタノールを教材として扱う」については、常に身近にある物質にも関わらず名前の響きか

ら馴染みのない物質として認識されていることを考慮した。従って、より深い知識を持ってもらうために単元を通して様々な機会の実験の教材としてきた。バイオエタノールという馴染みのない名称であっても性質や蒸留での取り出し方、定量的な考えも容易にでき、スムーズに課題意識につながれると考える。バイオエタノールは次世代を担うエネルギー源として注目され、利用への研究が進んでいることに加え、身近な材料が使用されていることに学習する価値を見出し、探究意欲が高まることもねらった。

単元始めにバイオエタノールを紹介し、単元をつらぬく問題として「バイオエタノールとは何か。どうやって作るのか」を提示してきた。この問題を解決するために毎時間の学習課題や実験課題を追究してきている。また、総合的な学習の時間には林業を学習しながらバイオマス燃料とバイオエタノールについて学習している。そして前時には自然発酵によってできた液体の中にバイオエタノールが存在していること、これを取り出す原理は学習してきた実験の技能が活用できることを理解している。

本時では、具体的にどうやったらバイオエタノールが取り出せるか、どのくらいの量がとりだせるのか、という問題意識から実験課題につなげていく。課題に対する予想では、前時の既習内容と科学的根拠のない予想となるが、予想を基に定量的な実験結果や温度変化のグラフの仮説を立てることで実験や結果に見通しを持って取り組める。また、実験の原理を班ごとのイメージボードに粒子のモデルでイメージを書き込み説明することで、蒸留の視覚化していく。これらは研究構想（6つの思考活動）の5（仮説を立てて検証する）の思考活動であり、既習内容から仮説を立て実験結果まで見通して仮説を検証していく。

実験による課題の検証は、適切かつ安全な方法で調べ、結果を記録する。この流れは前時で行った活動が活かされることとなるが、進行、検証と測定、記録、グラフの作成が同時進行で進まなくてはならず、班で積極的に協力できるよう、教師からの支援を行っていく。これらは研究構想（6つの思考活動）の2（必要な情報を抽出し、分析する）の思考活動であり、実験結果から必要な情報を抽出し、それに基づいて分析した結果から実験課題の答えを見出していく。

次時には、実験結果と予備実験で行った結果には違いがあることから、バイオエタノールの含まれた液体の原料や作り方などの実験条件を研究する意義にも気がつく。ここからバイオエタノールの製造方法や研究内容について更に興味をもたせられると考えた。また、お酒の製造についても蒸留、醸造、2つの方法があることを話し、理科の学習の有用性を深く図っていく。

イ 6つの思考活動にかかわって

6つの思考活動〔5〕（仮説を立て検証する）

粒子モデルを用いて実験の原理を解釈し、実験内容やバイオエタノールの含有量の結果について予想に基づいた定量的な仮説を立て図や文章、グラフを用いて実験結果を見通した説明をする。

6つの思考活動の〔2〕（必要な情報を抽出し、分析する）

混合物の液体からバイオエタノールを安全に蒸留し、見通した結果の内容と照らし合わせながら実験結果やグラフで分析し、定量的な表現で論述する。この結果から必要な情報を抽出し、実験課題の答えを見出していく。

（4）展開…別紙

(4) 展開

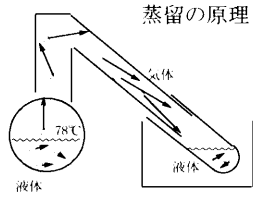
段階	学習活動と内容	指導上の留意点	6つの思考活動との関わり
導入 1分	<p>1 単元をつらぬく問題の確認</p> <ul style="list-style-type: none"> 「バイオエタノールとは何か。どうやって作るのか」の問題解決に向かっていることを確認する。 (単元最初に確認した) バイオエタノールはエタノールの可燃性に着目し、バイオ燃料として石油燃料の代替物として注目されていることを思い出す。 状態変化による粒子の運動が蒸留の原理となっていることをモデルで確認する。 自然発酵させて作った液体の中にはバイオエタノールが入っているが確認する方法や含有量について考え、問題の「どうやって作るのか」の解決となることを認識する。 <p>2 実験課題の設定</p> <p style="text-align: center; border: 1px solid black;">謎の液体の中にバイオエタノールはどれぐらい入っているか。</p>	<ul style="list-style-type: none"> バイオ燃料(生物体のもつエネルギーを利用したアルコール燃料)の利点として非枯渇性資源、炭素循環量に対して二酸化炭素排出量が中立であるカーボンニュートラルについても確認する。 各班のイメージボードを提示させる。 液体を提示し、バイオエタノールの含有量はわからないことを説明する。 	
展開 44分	<p>3 課題に対する予想</p> <ul style="list-style-type: none"> 実際の液体のにおいをかいで、予想を立ててみる。 <p>4 予想から仮説を立て、実験結果を見通す</p> <ul style="list-style-type: none"> 予想したバイオエタノールの含有量に対して、液体から気体になり始め、全てが気体になるまで沸点の温度が継続するとの仮説を立てる。また、何本目の試験管までバイオエタノールが含まれることとなるのか仮説を立てる。 以上のことを粒子モデル、イメージボード、グラフを用いながら説明する。 実験のデータをグラフに表す方法を確認し、時間的な経過と蒸留して得たエタノールの本数を記録することを確認する。 <p>5 実験による課題の検証</p> <ul style="list-style-type: none"> 検証する内容は何かを把握し、常に仮説を振り返りながら、安全に適切な方法で実験を進める。 実験結果の記録(グラフ作成) <p>6 各班の実験結果と結果からわかったことを発表</p> <ul style="list-style-type: none"> 試験管○本目の実験結果から、含有量○cm³がわかる。 グラフの実験結果からエタノールの気体になり始めから全てが気体になった時間がわかる。 <p>7 課題に対する答え</p> <p style="text-align: center; border: 1px solid black;">生徒の記述例(B評価) 謎の液体にはバイオエタノールが2.5cm³あたり約○cm³(○%)入っていた。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 発表の様子から課題が把握できているかを確認する。 前回の実験を想起しながらも、科学的根拠のない予想範囲で構わない。 前時のエタノールを含む液体の混合物を熱したときの温度変化グラフを提示する。 フラスコ内を粒子モデルで表して、提示する。 熱する液体2.5cm³、蒸留で集まった液体は試験管1本を2cm³として、試験管の本数で表すように指示する。 バイオエタノールの検証方法の確認を行う。(色、におい、手触り、可燃性、密度) 水に対する比重(水1.0、ストロー(ポリプロピレン)0.9、エタノール0.8)を利用する。 実験結果のまとめ方を具体的に見通し、班での分担、協力、効率化を促す。 枝つきフラスコ、メスリンガー、試験管、試験管立て、ビーカー、温度計、ゴム栓、ガラス管、沸騰石、ガスバーナー、マッチ、スタンド、三脚、金網、ろ紙、蒸発皿、ストロー、安全眼鏡、グラフ用紙 ストローによる密度、可燃性、グラフなどを根拠として、より純度の高い試験管の中身をバイオエタノールとして選ぶように助言する。 	<p>6つの思考活動〔5〕</p> <p>…粒子モデルを用いて実験の原理を解釈し、実験内容やエタノールの含有量の結果について予想に基づいた定量的な仮説を立てて説明させる。 【評価】学習プリント、イメージボード</p> <p>6つの思考活動〔2〕</p> <p>…混合物の液体からバイオエタノールを安全に蒸留し、実験結果やグラフで分析し定量的な表現で論述させる。 【評価】学習プリント、グラフ</p>
終末 5分	<p>8 まとめ</p> <ul style="list-style-type: none"> 学習プリントに、感想、単元をつらぬく問題に対する今回の実験課題の追究からわかったことなどを記入する。 <p>9 片付け</p> <ul style="list-style-type: none"> 実験器具の洗浄と片付けを行う 	<ul style="list-style-type: none"> 理科学習の有用性が実感できる感想が持てるような支援。 片付け方法、場所、洗浄方法を指示する。 	

(5) 板書計画

問題Q

**バイオエタノールとは何か、
どうやって作り出すのか。**

バイオエタノール→バイオマスエネルギー(生物体から作られる)、
燃える、燃料、再生可能(光合成で作られる)
酸化炭素増えない(光合成で使われる)



謎の液体
謎の液体
主に水と α -ブチルアルコール、その他の混合物

実験課題Q

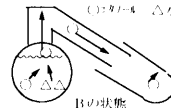
謎の液体の中に α -ブチルアルコールはどれくらい入っているか

予想 (25cm中に0.0cm³くらい)

仮説 蒸留で○本分の試験管に α -ブチルアルコールが集まる
水と α -ブチルアルコールの混合割合が α -ブチルアルコールの割合が α



Bの間に○本分の試験管に α -ブチルアルコールが集まる



水=液体(粒子は運動している、互いの結びつきは少しある)

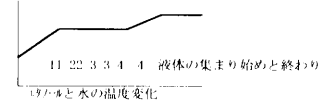
α -ブチルアルコール=気体(粒子は激しく運動、互いの結びつきはなし)

実験方法

- ①装置の組み立て(温度計の球部は気体の温度をはかる、試験管はガスバーナーより遠く、ガラス管の出口は液体に接しない)
- ②ガスバーナーを熱し始める(弱火、温度計の目盛りは1.0分の1、1分ごと計測)
- ③蒸留と液体の検証の同時進行

実験結果

	1本目	2本目	3本目	4本目	5本目	6本目
色			無色透明			
におい	ある	ある	ある	ある	ない	ない
手触り	スーッとする	スーッとする	スーッとする	何も	何も	何も
比重	沈む	沈む	沈む	浮く	浮く	浮く
燃える	○	○	○	×	×	×



実験結果からわかったこと

- ・色、におい、手触りからは1~4本目までが α -ブチルアルコール
- ・比重より密度が小さいのが1~3本目、燃えるのも1~3本目
- ・以上のことより1~3本目までが α -ブチルアルコール

実験課題の答えA

謎の液体に α -ブチルアルコールは25cm中に6cm³入っていた
=24%の割合

授業プランニングシート

11月11日(金) 5 時間目 1年A組 教科:理科 指導者 内藤 美佳



構想・立案



本時の流れ

1 本時のねらい * 評価規準 B について記述する

- ・粒子モデルを用いて実験の原理を解釈し、実験内容やバイオエタノールの含有量の結果について予想に基づいた定量的な**仮説を立て説明している。**
- ・混合物の液体からバイオエタノールを安全に蒸留し、実験結果やグラフで**分析し**、定量的な表現で**論述している。**

評価の観点(評価方法)

思考・判断 (学習プリント, グラフ)・表現 (発言, 学習プリント, イメージボード)

2 評価に達した生徒の姿 * B 評価に達した生徒の姿(反応例, 記入例, 評価問題の解答例等)を記述する

- ・状態変化による粒子運動を的確に書き表し、エタノールと水の沸点が言うことができている。
- ・予想に基づき、蒸留後に得られる試験管の本数を言うことができている。
- ・蒸留実験を班で分担、協力して行っている。
- ・実験結果を適切にグラフ化することができる。
- ・試験内の液体について色, におい, 手触り, 可燃性, 密度の結果を記録し、試験管内の液体が何であるのかを言うことができている。

3 学習課題

実験課題: 謎の液体の中にバイオエタノールはどれぐらい入っているか。

4 課題意識の持たせ方 * 生徒から課題を引き出すための手立てを具体的に示す

- ・未知の液体が混合物であることを示し、既習した分離法を用いると課題解決に至るとい見通しから、解決に向けた意欲を持たせる。
- ・未来のエネルギーとして注目されているバイオエタノールへの探究心から、課題解決への意欲を持たせる。

5 課題を解決するための学習教材・資料・補助発問など

- ・蒸留装置
- ・バイオエタノール蒸留前の液体 (サツマイモを米麹とイースト菌で発酵させる)
- ・エタノールの検証方法 (ストローでの密度判定, 色, におい, 手触り, 可燃性 等)