理科学習指導案

授業　竹原市立忠海中学校

研修グループ　Ｉグループ

東広島市立磯松中学校

福山市立大門中学校

三原市立三原第三中学校

１　日　時　　平成29年11月21日（火）第５・６校時

２　場　所　　竹原市立忠海中学校　理科室

３　学　年　　第１学年Ａ組25名

４　単元名　　身の回りの物質　　第４章　物質の姿と状態変化

５　単元について

（１）単元観

　　　本単元は，中学校学習指導要領解説の理科編第１分野（２）「身の回りの物質」を踏まえて設定したものである。

　　　中学校学習指導要領解説理科編（以下「解説理科」とする。）では，本単元について，「ここでは，物質の状態が変化する様子についての観察，実験を行い，結果を分析して解釈し，物質の状態変化を粒子のモデルと関連付けて理解させることが主なねらいである。」と示されている。物質を加熱したり冷却したりすると状態が変化することを観察し，状態が変化する前後の体積や質量を比べる実験を行い，状態変化は物質そのものが変化するのではなくその物質の状態が変化するものであることや，状態変化によって物質の体積は変化するが質量は変化しないことを見いだすこと，粒子のモデルと関連付けて，加熱や冷却によって粒子の運動の様子が変化していることを理解させることとなっている。

　　　本単元の学習に当たり，小学校では，第４学年の単元「水のゆくえ」において，水は温度によっ

　　て水蒸気や氷に変わること，水が氷になると体積が増えることについて学習している。

 （２）生徒観

　　　平成29年５月に実施した「教研式NRT（理科）」の結果では，本学級の生徒は，中領域「物のあたたまり方や体積」の正答率は46.0％（全国平均36.5％）であった。小問「温めた時の水の体積」の通過率は44%（全国38%）であり，小学校段階での状態変化に関する基礎的な知識の定着が不十分な内容がある。

　　　また，「基礎的・基本的な知識・技能を活用して，観察・実験の結果などを分析し，解釈すること」を問う設問を全国学力・学習状況調査及び，広島県「基礎・基本」定着状況調査より抜粋し，事前実態調査として実施した。平成24年度全国学力・学習状況調査中学校理科「チューリップの花が開く要因」について「分析・解釈」の設問１(５)の本学級の正答率は48％（全国平均43.3％），「構想」の設問１（６）は所属校の平均は32％（全国平均35.１%）だった。観察，実験を計画することや観察・実験の結果などを分析し，解釈することに課題があると考える。

（３）指導観

　　　中央教育審議会答申（平成28年）の理科の改善の具体的事項では，「探究の過程全体を生徒が主

　　体的に遂行できるようにすることを目指すとともに，生徒が常に知的好奇心を持って身の回りの自然の事物・現象に接するようになることや，その中で得た気付きから疑問を形成し，課題として設定することができるようになることを重視すべきである。」と示されている。また，「自然の事物・

　　現象から問題を見いだし，見通しをもって課題や仮説の設定や観察・実験の計画を立案したりする

　　学習場面を設けること」や，「課題の設定や検証計画の立案，観察・実験の結果の処理，考察・推

　　論する場面などでは，あらかじめ個人で考え，その後，意見交換したり，議論したりして，自分の

　　考えをより妥当なものにする学習場面を設けること」などにより学習・指導を改善していく必要が

　　あると示されている。

　　　本単元の指導にあたっては，状態変化の観察・実験の前後において，質的・実体的な視点で，粒

　　子モデルと関連付けながら事象を説明する学習活動を設定する。

　　　単元の終末では，−196℃の世界で状態変化を観察させる。液体窒素の中に空の試験管を浸けてお

くと，空気中の酸素が液体になり，試験管の中に自然とたまる。こうしてたまった液体酸素につい

て，「謎の液体Ｘは何か。」と，追究する課題を設定し，仮説検証実験を行う。「沸点」は既習事項

であるが，日常生活において気体として存在する酸素が液体に変化するのか，といった疑問は，生

徒が知的好奇心をもって追究する課題設定となると考える。

　　　仮説の設定や実験計画の立案，考察の場面では，個人の考えをワークシートの枠組みに根拠を明

　　確にしながら整理する。そして，個人の考えについて，グループや全体で，問題点を指摘し合う討

　　論を行い，設定した仮説や実験計画，考察が妥当であるか検討・改善することにより，考えを深め

　　させていく。

　　　以上の指導の工夫により，生徒は主体的・対話的に探究の過程を遂行し，状態変化についての理

　　解を深めることができると考える。

６　単元の目標

　　　・物質の状態変化についての観察，実験を行い，状態変化によって物質の体積は変化するが質量

　　　　は変化しないことを見いだす。

　　　・物質の状態が変化するときの温度の測定を行い，物質は融点や沸点を境に状態が変化すること

　　　　や沸点の違いによって物質の分離ができることを見いだす。

７　単元の評価規準

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 自然現象への関心・意欲・態度 | 科学的な思考・表現 | 観察・実験の技能 | 自然現象についての知識・理解 |
| 状態変化と熱に関する事物・現象に進んでかかわり，それらを科学的に探究しようとするとともに，事象を日常生活とのかかわりで見ようとする。 | 状態変化と熱に関する事物・現象の中に問題を見いだし，目的意識を持って観察，実験などを行い，粒子モデルと関連付けた状態変化による体積の変化について自らの考えを導き，表現している。 | 状態変化と熱に関する事物・現象についての観察，実験の基本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の仕方を身に付けている。 | 状態変化によって物質の体積は変化するが質量は変化しないことについて基本的な概念を理解し，知識を身に付けている。 |

８　単元計画（全１１時間）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 次 | 学習内容（時間数）授業のテーマ【観察実験の実施】・ポイントになる生徒の思考 | 評価 |
| 関 | 思 | 技 | 知 | 評価規準 | 評価方法 |
| １ | 単元の課題を確認する。　　　（１）もしも，地球が他の星の場所にあっても，生きていけるのか？・太陽に近いと，いろいろなものが蒸発してしまうのではないか。・太陽から遠いと，海も凍ってしまうのだろうか。・温度が上がったり下がったりすると，空気にも変化が起こるのだろうか。 | ○ |  |  |  | 様々な物質が状態変化する様子について，知らべようとしている。 | 行動観察 |
| ２ | 温度変化による物質の体積の変化を復習する。温度変化と物質の三態について学習する。　　　　　　　　　　　（１）物質は，何が起こるとその姿が変化するのか？【エタノール，ブタンの状態変化】・触るだけで沸騰する液体があるのか。・ものすごく熱くしたり，冷たくしたりすると，どんな物質でも状態が変わるのか。 |  |  |  | ○○ | 物質の温度が上がると体積が大きくなり，温度が下がると体積が小さくなることを理解している。物質は温度が変化することで，気体，液体，固体と状態変化することを理解している。 | ワークシートワークシート |
| ３ | 物質の状態変化による質量・体積の変化について，粒子モデルを用いて説明する。　　　　　　　　　　　（１）物質の姿が変化すると，体積や質量はどうなるのだろうか？【ろうの状態変化】・液体が固体になると，体積は減るのか。・水は氷になると体積が膨らむのは特別な例なのか。・液体から固体になっても質量は変わらないのか。・質量には，粒子の数が関係しているのか。体積には，粒子の間隔が関係しているのか。 |  | ○ |  | ○ | 状態変化における体積と質量の変化について，粒子のモデルを用いて考え，表現している。固体，液体，気体での物質の粒子の状態について理解している。〈評価問題　設問３，４〉 | 行動観察ワークシートワークシート |
| ４ | 物質が状態変化する温度について学習する。　　　　　　　　　　（３）状態変化と温度にはどのような関係があるのだろうか？【エタノールの沸騰，パルミチン酸の融解，融点の測定による物質の特定】・液体は必ず１００℃で沸騰するのではないのか。・沸騰している間は，温度は上昇しないのか。・融点や沸点が分かると，その物質が何か知ることができるのか。 |  | ○ | ○ | ○ | 沸点・融点の測定についての実験を適切に行い，結果を記録し整理している。物質によって沸点・融点が決まっていることを理解し，知識を身に付けている。物質の正体について，融点の違いを用いて，自らの考えを導き，表現している。〈評価問題　設問２〉 | 行動観察ワークシートワークシート行動観察ワークシート |
| ５ | 沸点の違いを利用した，物質の分離について学習する。　　　　　　（２）混合物から特定の物質を取り出すことができるのか？【海水の蒸留，ワインの蒸留】・食塩水を沸騰させて湯気を冷やすと，水が得られるな。・ワインを沸騰させて出てくる湯気は無色なのか。・液体の混合物を加熱していくと，沸点の低い方から気体になるのか。 |  | ○ | ○ | ○ | 水とエタノールを分離する実験を適切に行い，結果を記録し整理している。混合物が分離される原理について，沸点の違いをもとに自分の考えを表現している。沸点の違いによって物質の分離ができることについて理解し，知識を身に付けている。 | 行動観察ワークシート行動観察ワークシートワークシート |
| ６ | 液体窒素に空の試験管を入れておくと，その試験管の底に，自然と液体が溜まる。その液体を液体Ｘとする。液体Ｘの正体を特定し，その物質が現れる理由を説明する。　　 **本時（２）**－196℃の世界で現れた，液体Ｘは何か？【液体Ｘの特定】・試験管を冷やすだけで，液体ができた。・液体の正体は空気中の成分なのだろうか？・酸素であれば線香が燃えるだろう。・窒素なら火が消えるのか？・液体の中でも，線香が燃え続けたので，正体は酸素だろう。 |  | ○○○○ |  |  | －196℃で生じる液体は何か，既習事項を活用し，仮説を立てている。仮説を立証するための実験計画を見通しをもちながら立案している。実験結果や既習事項に基づき，空気が液化したことについて，結論を見いだしている。粒子の運動の様子と関連付けながら説明している。〈評価問題　設問１〉 | 行動観察ワークシート行動観察ワークシート行動観察ワークシート行動観察ワークシート |
| ７ | 単元の課題について考える。　　（１）もしも，地球が他の星の場所にあっても，生きていけるのか？・地球より太陽に近いと，水が液体になれないので生きていけないかもしれない。・地球より太陽から遠いと，空気が気体で存在しないだろうな。 |  | ○ |  |  | 地球は水が液体として，酸素が気体として存在できることを，物質の状態変化と結びつけて考え，表現している。 | ワークシート |

９　本時の学習

（１）本時の目標

　　・－196℃で生じる謎の液体Ｘは何か，既習事項を活用し仮説を立て見通しをもちながら実験計画を立案する。

　　・実験結果に基づき，結論を見いだし，粒子モデルを活用して説明する。

（２）準備物

 　　液体窒素，デュワー瓶，バナナ，金槌，くぎ，テニスボール，バラの花，豚革手袋，

　　　　バルーン用風船（黄色），大型試験管，蒸発皿，マッチ，線香

　　　　※液体窒素について

・購入先：大谷酸素（東広島市安芸津町）　10ℓ　5,400円

　　　　　　　　　　藤井商事株式会社（福山市箕沖町）10ℓ　7,000円

　　　　　・10ℓで４クラスは授業可能

　　　　　・デュワー瓶に入れておくと，理科準備室で1週間以上保管できる。

・安全上の留意点　…　豚革の手袋で取り扱う。

　　　　　　　　　　　安全メガネを生徒に着用させる。

　　　　　　　　　　　液体窒素がこぼれて生徒の衣服等にしみ込まないように留意する。

（３）学習展開（２時間連続）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 学習活動 | 指導上の留意事項（◇）（◆「努力を要する」と判断した生徒への指導の手立て） | 評価規準【観点】（評価方法） |
| １　課題意識をもたせる。○地球上で最も寒いところは何℃だろう？○液体窒素を提示し低温の世界への興味を持たせる。○演示実験を行う。・−196℃の液体の中で起こる現象を観察する。　1. 液体窒素をビーカーに入れ，沸騰している様子を観察する。
2. 液体窒素に，バナナ，ソフトテニスボール，バラの花を入れる。
3. 凍ったバラの花を握りばらばらにする。
4. 凍ったバナナでくぎを打つ。
5. 凍ったソフトテニスボールを投げ落としばらばらにする。
6. 空気で膨らませたバルーン用の風船（黄色）を，液体窒素の中に入れて風船が縮むことと，中に液体が生じることを確認する。
7. 無色透明のビニール袋で⑥と同じ実験をする。

２　本時の〔課題〕を確認する。○液体窒素に空の試験管を入れ，その試験管の底に，自然と液体がたまる現象を演示実験によって生徒に示す。　試験管にたまった液体を「液体Ｘ」とすることを伝える。課題：−196℃の世界で生じた謎の液体Ｘは何か。３　仮説を設定する　個人思考→集団思考→全体思考【討論の視点】・課題を説明する仮説となっているか。・根拠があるか。・検証可能であるか。◯仮説のちがいによってグループを編成する。４　実験計画を立案する。液体Ｘが◯◯であることを確かめるにはどうすればよいだろうか。○自分が立てた仮説を確かめる実験方法を立案する。　個人思考→集団思考（グループ）【討論の視点】・仮説を確かめる方法となっているか。・仮説が正しい場合に得られる結果について見通しを持っているか。期待される生徒の仮説設定と実験計画の立案（酸素の場合）液体Ｘは酸素である。なぜならば，袋の中には，空気があり，その成分である酸素の沸点は−１８３℃で，−１９６℃では液体として存在するはずだから。確かめるためには，液体Ｘに線香の火を近づける。液体Ｘが酸素ならば，線香の火は激しく燃えるだろう。５　実験○実験方法と見通しを確認し，実験を行う。【実験】1. 液体窒素の中に空の試験管を入れ３分間待つ。
2. 試験管の中にたまった謎の液体Ｘを蒸発皿にとる。
3. ②の液体に線香の火をつける。

【演示】④　酸素ボンベのガスを液化させ，燃え方を比較する。○結果を整理する。　・蒸発皿にとった液体Ｘの中に火を入れると激しく燃えた。・蒸発皿にとった液体Ｘは放置するとあっという間に気化した。　・酸素100％の液体は，線香の火を激しく燃やした。６　考察○液体Ｘは何か，考察し，結論を見いだすとともに，なぜＸが液体に変化したのか，粒子モデルを用い，粒子の運動の様子と関連付けながら説明する。個人思考→集団思考→全体思考　→個人思考【討論の視点】・結論を説明するための妥当な理由付けとなっているか。・粒子モデルは妥当か。（粒子の大きさ，運動の様子）　　の様子）生徒のまとめ例　　液体Ｘは酸素であると考えられる。理由は100％の液体酸素で燃えたのと同じように，液体Ｘでも線香が激しく燃えたから。気体として飛び回っていた空気中の酸素の粒子は，−１９６℃では，運動するエネルギーを奪われ，粒子同士が集まってきて，液体に変化した。７　振り返り○本時を振り返り，次時につなげる。 | ◇日常生活で知っている「温度」は限られた範囲であることについて意識させる。◇−196℃の液体が窒素であることはここでは知らせない。空気で膨らませた風船を液体窒素に入れているところ◇①～⑤の演示実験を通して，－196℃の世界に対して興味・関心をもたせる。◇⑥⑦の演示実験を通して，風船やビニール袋の中に「液体」が生じることに疑問をもたせる。◇ワークシートの枠組みに，根拠を明確にしながら，自分の仮説を記述する。◇個人の仮説についてグループ・全体で討論を行い，検討する。◆沸点・融点の表をタブレット（忠海中では生徒一人一人がタブレットを持っている）に提示する。《想定される生徒の仮説》・水である。空気中には水蒸気があるから。・空気が液体になった。袋の中には空気があったから。・酸素である。袋の中の空気の成分のうち，　　　酸素の沸点は−183℃で窒素の沸点よりも高いから。・窒素も液体になっている。・水は０℃で凍るから，水ではない。◆液体Ｘの正体として予想した物質の性質について既習事項を想起させる。《想定される生徒の実験計画》・水上置換で集め,線香の火を入れる。激しく燃えれば→酸素火が消えれば→二酸化炭素または窒素石灰水をにごらせれば→二酸化炭素・塩化コバルト紙を赤くする→水◇個人で考えた実験方法についてグル－プで討論し，検討する。◇助燃性や不燃性を確かめるために，液体Ｘを蒸発皿にとり，線香の火を近づける方法を提示する。◇安全メガネ・革手袋を装着させる。◇衣服の袖等に液体窒素がしみ込むことの危険性を伝え，安全に実験することを意識させる。◇−196℃の液体は窒素であることを説明する。◆キーワードを提示する。「粒子モデル」「温度」「沸点」「空気の成分」◆物質の三態を表す「粒子モデル」について既習事項を想起させる。◇全体で討論を行い，結論が妥当であるか検討する。◇個々の考えた粒子モデルを電子黒板に提示し，相違点に着目させる。 | ・－196℃で生じる液体は何か，既習事項を活用し，仮説を立てている【科学的な思考・表現】（ワークシート・発表）・仮説を立証するための実験計画を見通しをもちながら立案している。【科学的な思考・表現】（ワークシート・発表）・実験結果や既習事項に基づき，空気が液化したことについて，結論を見いだしている。・粒子の運動の様子と関連付けながら説明している。【科学的な思考・表現】（ワークシート・発表） |

（４）板書計画

−196の世界で生じた液体Ｘは何か？

　　　　　　　課題

　　　　　　　仮説

理由：空気の成分

　　　酸素の沸点

　仮説　　液体Ｘは◯◯である。

水・酸素・

空気　　？

液体が酸素であることを確かめるにはどうすればよいか。

　　　　　　　実験　　　　　　　　　　　　　　　考察　液体Ｘは何か？

　　　　　　結果　　線香の火が激しく燃えた。　　　　　　室温　　　　　　　　　　　　−196℃

　　　　　　　　　　あっという間に気化した

キーワード



（５）生徒の記述例

