理科学習指導案

授業　　呉市立安浦中学校

　研修グループ　Ｃグループ

江田島市立江田島中学校

坂町立坂中学校

広島県立呉南特別支援学校

１　日　　時　　平成２９年　１月　１７日（火）　第２校時

２　場　　所　　安浦中学校　第１理科室

３　学　　年　　第　１学年　２組　　３０名（男子１７名　女子１３名）

４　単元名　　身のまわりの物質　第３章　水溶液の性質

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）身の回りの物質を受けて設定している。

　　　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，本単元のねらいについて，「ここでは，物質の性質及び物質の状態変化の様子についての観察，実験を行い，結果を分析して解釈し，物質の性質や溶解，状態変化について理解させるとともに，物質を調べるための実験器具の操作や，実験結果の記録の仕方やレポートの書き方などの技能を習得させること及び物質をその性質に基づいて分類したり分離したりする能力を育てること」と示されている。

　　　本単元の学習に当たり，小学校で生徒は第３学年で「物と重さ」，「磁石の性質」及び「電気の通り道」，第４学年で「金属，水，空気と温度」，第５学年で「ものの溶け方」，第６学年で「燃焼の仕組み」について学んでいる。特に，第５学年では，物が水に溶ける量には限度があり，物が水に溶ける量は水の温度や量，溶けるものによって違うこと，この性質を利用して溶けている物を取り出すことができることについて学習している。

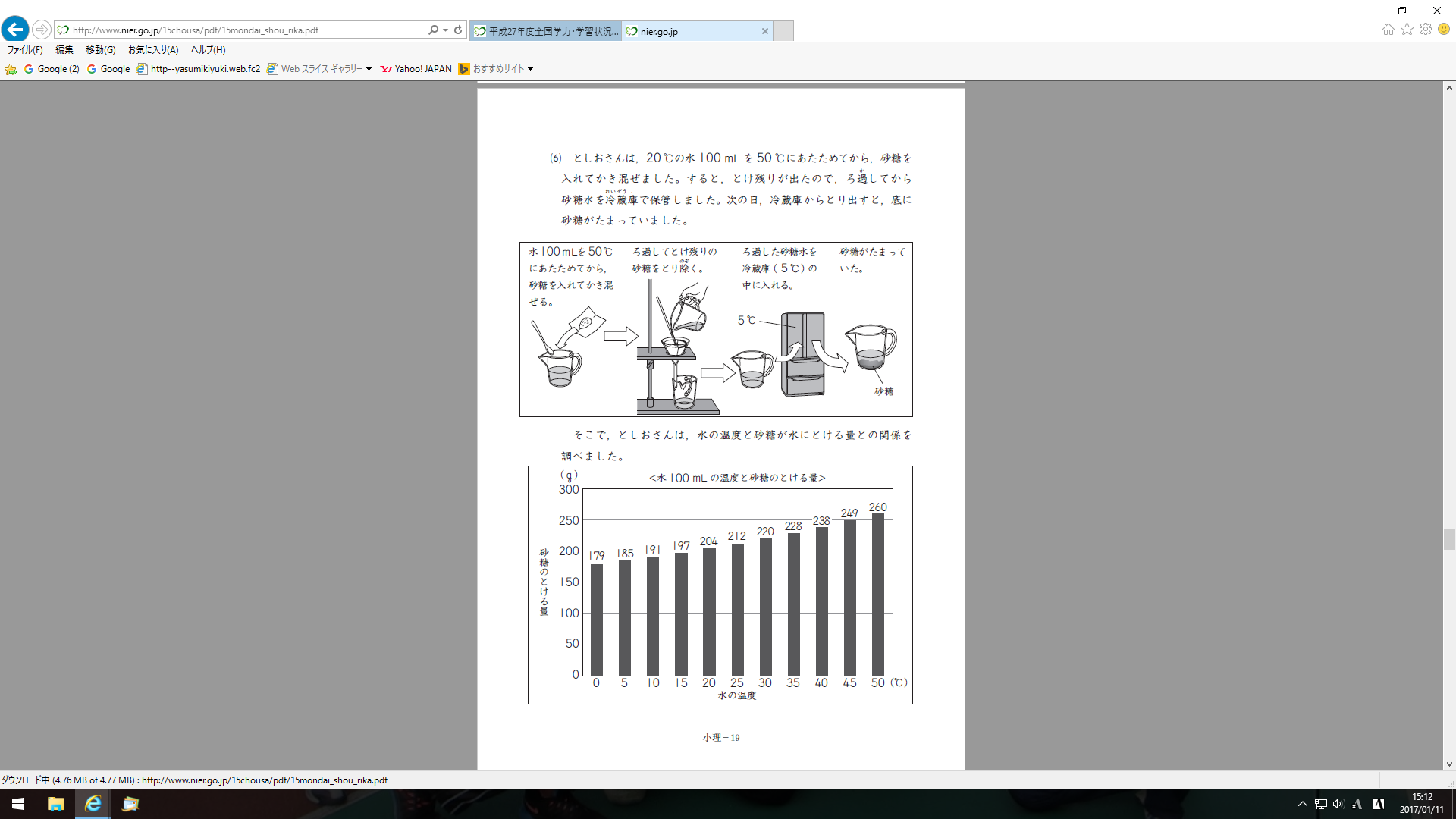
　　　中央教育審議会答申（平成20年）の中学校理科の改善の具体的事項では，「小学校で身に付けた問題解決の力を更に高めるとともに，観察・実験の結果を分析し，解釈するなどの科学的探究の能力の育成に留意する。」と示されている。本学習では，水溶液の温度を下げたり水溶液から水を蒸発させたりする実験を通して，水溶液から溶質を取り出すことを見いださせ，溶解度と関連付けて理解させることがねらいである。ここで行う実験としては，例えば，硝酸カリウムと食塩を取り上げ，硝酸カリウムはその水溶液の温度を下げることにより，食塩は食塩水の水を蒸発させることにより結晶を取り出すことができることを扱い，溶解度と関連付けて理解させる。その際，溶解度曲線にも触れる。また，再結晶は固体の物質を水溶液に溶かし再び元の物質を結晶として取り出すことにより，少量の不純物を含む物質から純粋な物質を得る方法であることを理解させる。

これらのことから，本単元は，生徒の科学的探究の能力を育成することに適した単元であると言える。

（２）生徒観

　　　本単元の学習に当たって，平成27年度全国学力・学習状況調査小学校理科より以下の設問を抜粋し，事前実態調査として実施した。

平成27年度全国学力・学習状況調査報告書（以下「報告書」とする）によれば，本設問の趣旨は，「析出する砂糖の量について分析するために，グラフを基に考察し，その内容を記述できるかどうかをみる」こととされている。本校１学年の正答率は４４．８％であった（全国平均２９．２％）。誤答分析を行った結果，適切な析出量を選択することができた生徒は６０．３％であり，決して低い数値ではない。しかし，適切な析出量を「選択できた」生徒数と，その理由まで記述することのできた生徒数の乖離に注目したい。このことから，生徒は直観的にグラフから２つの温度の溶解度の差を読み取ればいいことは理解できるが，その理由を端的に記述することを苦手としており，「５℃まで冷やすと溶ける量が１８５ｇになることを根拠として，析出量について分析し的確に記述すること」に課題があると言える。



【問い】

グラフから考えると，砂糖水を５℃の冷蔵庫からとり出したとき，とけきれなくなってたまっていた砂糖は約何ｇだと考えられますか。下の１から４までの中から１つ選んで，その番号を書きましょう。また，その番号を選んだわけを書きましょう。

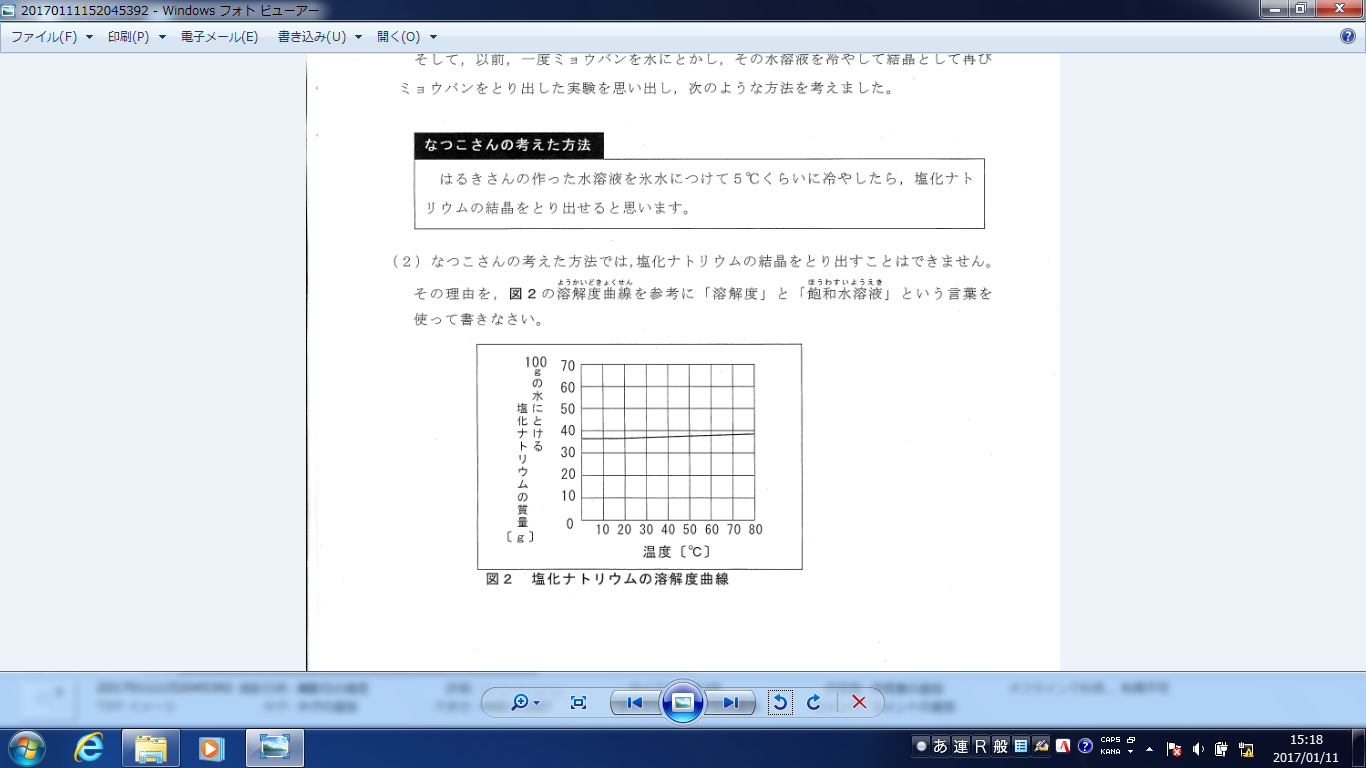
　１　約１９ｇ

　２　約７５ｇ

　３　約１８５ｇ

　４　約２６０ｇ

　　　次に示すのは平成２８年度広島県「基礎・基本」定着状況調査中学校理科のうち，溶解度に関する設問を抜粋したものである。



　　　本校第２学年の正答率は２２．６％であった（県平均：５２．９％）。前述した平成27年度全国学力・学習状況調査小学校理科からの抜粋問題の正答率の低さと併せて考えると，「ものの溶け方」に関する小学校第５年生段階での課題は，中学校第１学年における「水溶液の性質」の授業を経てもなお改善されていないと考えることができる。このことから，中学校第１学年におけるこれまでの授業の在り方では，本単元内容の理解の定着そのものにも課題が見られ，授業改善の必要性があると言える。

（３）指導観

　　　「報告書」では，「見いだした問題をそのまま課題に当てはめるのではなく，（中略）視点を明確にして解決の見通しをもった課題づくりを行う学習場面を設定すること」や「『考察が設定した課題に正対しているかどうか』に留意して指導すること」等が「学習指導に当たって」で述べられている。「報告書」が求めるこれらの指導の工夫は，これまでの多くの理科教師による授業が課題・予想・観察実験・結果・考察といった一連の探究の過程に沿って授業を進めるに留まり，各過程間の関係性（授業のストーリー性）を意識した授業づくりがなされてこなかったことに対する問題提起であると捉えられる。

そこで本単元では，生徒用ワークシートを工夫することで，生徒自身が探究の各過程間の関係を意識して学習を進めることができるようにする。具体的な工夫点は次の２点である。１点目は，レイアウトの工夫である。「予想」と「結果」，「課題」と「考察」を矢印で結び，各過程間の関係を視覚的に理解しやすくした。２点目はチェック項目の導入である。各過程の記述欄の下に記述が満たすべき条件を明示した。生徒には各欄に記述させた後，下のチェック項目と照らし合わせ，自分の記述が適切なものとなっているかどうかを自己評価させる。本ワークシートを使用することで，生徒は探究の各過程間の関係を意識し，探究の過程の妥当性を検討するなど総合的に振り返る力をつけることができると考える。

　　　さらに，単元構成の工夫を行う。具体的には，単元終末に既習事項を活用して解決する課題を設定する。そして生徒に課題を解決するために妥当な実験方法を考案させるともに，得られた実験結果を基に考察し，探究の過程の妥当性を検証する学習を展開させる。以上の指導の工夫により，生徒の科学的探究の能力を高めるとともに，溶解度に関する理解の定着を図ることができると考える。

６　単元の目標

　　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付けさせる。

７　単元の評価規準

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 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 |
| ・物質の溶解，溶解度と再結晶に関する事物・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みようとしている。 | ・物質の溶解，溶解度と再結晶に関する事物・現象の中に問題を見いだし，目的意識をもって観察，実験などを行い，粒子のモデルと関連付けた溶質の均一な分散，溶解度と再結晶との関連などについて自らの考えを導いたりまとめたりして，表現している。 | ・物質の溶解，溶解度と再結晶に関する観察，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。 | ・水溶液中では溶質が均一に分散していること，水溶液から溶質を取り出すことなど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　単元の指導計画（全９時間）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 学　習　活　動 | 時数 | 指導上の留意点（○），期待される生徒の反応（◇） |
| 単元を貫く課題の設定  【パフォーマンス課題】  ２０××年、日本全国に未知の病が広がった。 この病気の原因は不明だが、発症してすぐに「硝酸カリウム」という薬品を投与すれば助かることが分かっている。 あなたは「日本感染症対策センター」のスタッフである。 ある日、センターに１本の電話が かかってきて，日本中の硝酸カリウムに少量の食塩が混入されてしまったことが分かった。  硝酸カリウムに少量の食塩が混ざった混合物から，硝酸カリウムだけをとり出すためにはどうすればいいだろうか。 また，その方法によって硝酸カリウムが取り出せる理由を，「溶解度」「飽和水溶液」という語句を用いて説明しなさい。  ○物質が水にとけるとはどのようになることなのかについて考え，水溶液についての興味・関心を高め今後の学習への見通しを持つ。  ・物質によって，とけ方に違いがあるのだろうか。    ・水にとけた物質はなくなってしまうのだろうか。また，そのときの全体の質量はどうなるのだろうか。  ・物質が水にとけるとその液は透明になるのだろうか。  ・物質を溶かした水溶液をしばらく置いておくとどうなるのだろうか。   |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | 評価の観点 | | | | | 関 | 思 | 技 | 知 | | ◎ |  |  |  | | 評価規準 | | | | | 物質が水に溶ける現象に関心をもち，事象を日常生活とのかかわりでみようとする。 | | | |   情報の収集，整理，分析，まとめ  ○物質の溶解について簡単な実験を行い，物質が水に溶ける現象について考える。  【実験】水にとける物質のようす  コーヒーシュガー(砂糖)とデンプンをそれぞれ水に入れて混ぜ，とけ方に違いがあるかを観察する。また,とかした後の液について調べ,物質がとけるとはどういうことなのかを考える。   |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | 評価の観点 | | | | | 関 | 思 | 技 | 知 | |  |  | ◎ |  | | 評価規準 | | | | | 物質の溶解に関する実験の基本操作を習得するとともに，結果の記録や整理の仕方を身に付けている。 | | | |   情報の収集，整理，分析，まとめ  ○前時の実験結果を確認し考察する。  ・コーヒーシュガーとデンプンを水に入れたとき，すきとおっていた物とにごっていた物とは何が異なっていたのだろうか。  ・ろ過した後のろ紙のようすから, コーヒーシュガーとデンプンはそれぞれろ紙を通過できたと言えるだろうか。  ・水に入れる前後での質量の値から，何がわかるか。    ○実験結果を基に，物質が水に溶けるようすを粒子モデルと関連づけて説明する。     |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | 評価の観点 | | | | | 関 | 思 | 技 | 知 | |  | ◎ |  |  | | 評価規準 | | | | | 物質の溶解とは，溶質が水溶液中に均一に分散していることを粒子モデルを使って合理的に説明できる。 | | | |   情報の収集，整理，分析，まとめ  ○水溶液の濃度について理解し，質量パーセント濃度をもとめることができる。   |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | 評価の観点 | | | | | 関 | 思 | 技 | 知 | |  |  | ◎ | ○ | | 評価規準 | | | | | 質量パーセント濃度について理解し，計算して質量パーセント濃度を求めることができる。 | | | |   情報の収集，整理，分析，まとめ  ○水溶液から溶質をとり出す方法を考える。  ・水溶液から溶質をとり出すためには，どのようにすればよいのだろうか。  ○溶解度，溶解度曲線，飽和水溶液の意味を理解する。  ○溶解度のグラフを基に，混合物から純粋な溶質を取り出す方法を考える。   |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | 評価の観点 | | | | | 関 | 思 | 技 | 知 | |  | ◎ |  |  | | 評価規準 | | | | | 溶解度と再結晶との関連などについて自らの考えを導いたりまとめたりして，表現している。 | | | |   情報の収集，整理，分析，まとめ  ○水溶液から溶質をとり出す実験を行う  【実験】水にとけた物質をとり出す  ○溶解度の差を利用して硝酸カリウムと食塩を再結晶させる実験を行う。  ○実験を行い，水にとけた物質を結晶としてとり出して観察し，結果をまとめる。  ○物質の種類によってとける量がちがうこと，温度によってとける量が違うこと，高い温度の濃い溶液を冷やして溶質をとり出せることを確認する。   |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | 評価の観点 | | | | | 関 | 思 | 技 | 知 | |  |  | ◎ |  | | 評価規準 | | | | | 再結晶に関する実験の基本操作を習得するとともに，実験の計画的な実施，結果の記録や整理の仕方を身につけている。 | | | |   課題の解決，創造・表現，まとめ  ○パフォーマンス課題の内容を確認する。  ○硝酸カリウムと食塩の混合物から，硝酸カリウムをとり出す方法について考え，実験計画を立案する。  個人思考・グループ学習  　　　　　↓  集団思考（他のグループとの交流）  ○課題を解決するために妥当な実験方法を検討し，なぜその方法が適しているか，その理由を説明する。   |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | 評価の観点 | | | | | 関 | 思 | 技 | 知 | |  |  | ◎ |  | | 評価規準 | | | | | 温度による溶解度の差の大小により，再結晶を利用して混合物から不純物を取り除く実験計画を立案できる。 | | | |   【実験】硝酸カリウムと食塩の混合物から，硝酸カリウムをとり出す。（本時）  ○前時の計画に従って班ごとに実験を行う。  ○得られた結果を分析して解釈し，適切な考察を導出する。   |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | 評価の観点 | | | | | 関 | 思 | 技 | 知 | |  | ◎ |  |  | | 評価規準 | | | | | 実験計画に従って実験を行い，得られた結果を適切に処理し，根拠を示して考察を導出できる。 | | | |   創造・表現，まとめ  ○検証問題に取り組む。   |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | 評価の観点 | | | | | 関 | 思 | 技 | 知 | |  | ◎ |  |  | | 評価規準 | | | | | ２つの物質の溶解度の変化の仕方の違いを利用して，混合物から任意の物質のみを取り出す方法が提示された時，その方法が有効である理由について基本用語を正しく用いて説明できる。 | | | | | １  １  １  １  １  １  １  １  １ | ○生活経験や既習事項を根拠にして，自分の考えを記述させる。  ◇食塩は水によく溶けたけど，砂糖はお湯にすると溶けやすくなる。  ◇水に溶けた物質は，目には見えなくても水溶液の中にある。  ◇全体の質量は，物質が溶ける前後で変化しない。  ◇水に物質が溶けたときは透明になるけど，溶けない時はにごっている。  ◇食塩水を一晩置いていた時に，何の変化もなかった。  ○実験の目的を明確にし，それぞれの操作の意味を理解させて実験を行わせる。  ○前時に考えたことを基にしながら，物質が水にとけるとはどういうことなのかについて,質量保存，拡散のようす,透明性,均一性の視点(結果の見方)を確認させる。  ◇コーヒーシュガーは水にとけて透明になるが，デンプンは水に入れると白くにごるのは，水溶液中でのそれぞれの物質の粒の大きさに違いがあるからだ。  ◇コーヒーシュガーは通過したが，デンプンは通過できなかった。  ◇水に溶けた物質は，目には見えなくても水溶液中に存在している。  ◇物質が水に溶けるとは，物質が目に見えないほど小さな粒子にばらばらになり,全体に均一に広がっている状態のこと。  ◇物質が溶けると，どの部分も濃さは同じになる。その状態がいつまでも続き,時間がたっても液の下の方がこくなることはない  ○粒子のモデルを用いた初めての考察なので①～③の手順で丁寧に説明する。  ①たくさんの粒子でできていることを示す。ろ紙の穴を通過できる目に見えない大きさであることを確認する。  ②均一になった状態について粒子モデルで説明させる。  ③粒子の集まり具合によって色の濃さが違うことを説明させる。  ○考察した内容を，粒子モデルを使った図で表現をさせる。  ○数値の扱いのみならず，濃度を視覚的に捉えられるよう指導の工夫を行う。  ○小学校算数での指導法や生徒の実態を踏まえ,丁寧に指導する。  ○溶媒，溶質，溶液の関係を正しく理解させる。  ○小学校での既習事項を基に考えさせる。  ◇水溶液を加熱して水を蒸発させればいい。  ◇水溶液の温度を下げれば，溶けきれなくなった物質が出てくるので，取り出すことができる。  ○以下の点を確実に理解させる。  ・温度を上げれば水に溶ける物質の質量も増える。  ・水の量を増やせば溶ける物質の質量も増える。  ・水の量と温度が一定のとき，溶ける物質の質量は種類によって決まっている。  ・溶解度は物質の種類によって決まっている。  ◇水にとけていた物質は,水溶液の温度を下げることで結晶として取り出せるのではないか。  ◇溶質の種類や質量によって，結晶が取り出せる温度に違いがある。  ○食塩と硝酸カリウムを比較しながら生徒一人一人に自分の言葉でまとめさせる。  ○溶解度や飽和水溶液等の用語やグラフを使用するなど条件を与えて表現させる。  ◇食塩は温度を上げてもとける量はあまり変わらないけれど，硝酸カリウムはふえる。  ◇食塩は温度を下げても結晶が少ししか出てこないけれど,硝酸カリウムは大量に出てくる。  ◇食塩の結晶は立方体の結晶だけれど，硝酸カリウムは剣のような細長い結晶だ。  ○本単元での既習事項の活用を促す。  ○得られた結晶が硝酸カリウムであることを確認する方法についても考えさせる。  ○班ごとに実験計画を交流させ，妥当性を相互検討させる。  ◇食塩も硝酸カリウムもどちらも水に溶けるから，ろ過では分けられない。  ◇再結晶が使える。  ◇二つの物質の溶解度が違うことが利用できる。  ○班ごとに異なる実験方法が挙がることが望ましい。  例：①混合物を水に加え，温度を上げて全て溶かす。その後，冷却して硝酸カリウムのみを再結晶させる。  ②混合物を水に加えて全て溶かし，加熱して水を蒸発  させる（蒸発乾固する前に止める）。  ③混合物を冷水に加えて混ぜ，溶け残った物質をろ過  して取り出す。  ○ワークシートの「理想の結果」欄にあらかじめ書いたことと比べて，仮説が立証されたか反証されたかを確認させる。  ○ワークシートのチェック項目を活用して当該班の探究の過程の妥当性を検討させる。 |

９　本時の学習

（１）本時の目標

　　　　前時で立案した実験計画に従って実験を行い，得られた結果を適切に処理して考察を導出することができる。

（２）準備物

　　　ワークシート，硝酸カリウム，食塩，試験管，ビーカー，ガスバーナー，マッチ，顕微鏡，ルーペ，ろ紙，ろうと，ろうと台　など生徒の考えた実験方法に合わせて準備物を用意する。

（３）学習の流れ

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 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。  　・課題を確認とともに前時の実験計画をふり返る。  ２　本時のめあて〔課題〕を確認する。  課題：硝酸カリウムに少量の食塩が混ざってしまった。どのようにすれば硝酸カリウムだけを取り出すことができるだろうか。とり出す手順と，そう考えた理由を「溶解度」「飽和水溶液」という語句を用いて答えなさい。  めあて：実験の結果を分析し，自分たちが考えた計画が課題を解決するために妥当であったかどうか検証する。また，その理由を説明できる。  ３　課題解決の見通しをもつ。  　・実験の目的および理想の結果はどうあるべきか確認する。  個人思考・グループ学習  ４　観察・実験  　・前時で立案した計画に基づき準備を行い，実験を実施し結果を記録する。  ５　結果の処理  　・４の実験で得られた結果を，必要に応じて図や表，グラフの形に整理する。  ６　考察  　・５で整理した結果に基づき，前時の予想（今回は実験計画が予想を兼ねている）が立証されたか否かを判断する。反証であれば，その理由を記述する。  　・予想と結果を参照しながら，課題で問われたことに対する解答となる（正対する）ように考察を記述する。  集団思考  ７　各班の一連の探究の過程（課題から考察まで）を聞きあい，探究の過程の妥当性を検討する。  期待される生徒の考察例  食塩と硝酸カリウムの混合物から硝酸カリウムのみを取り出すためには，混合物を水に加えて加熱し，完全に溶かした後に冷  却する。すると硝酸カリウムのみが再結晶するため，それらをろ過すればよい。この方法が有効な理由は，溶解度曲線を見る  と，硝酸カリウムは塩化ナトリウムに比べて温度による溶解度の変化が大きい。そのため，冷却したときに，塩化ナトリウム  水溶液は飽和しないが，硝酸カリウム水溶液は飽和する。従って溶けきれなくなった硝酸カリウムだけが結晶として出てくる  ためである。  ８　本時を振り返り，次時につなげる。 | ◇予想が正しいならば，どのような結果が得られるはずかをあらかじめ想定するよう指示する。  ◇想定される生徒の実験計画  ①混合物を水に加え，温度を上げて全て溶かす。その後，冷却して硝酸カリウムのみを再結晶させる。  ②混合物を水に加えて全て溶かし，加熱して水を蒸発させる。（蒸発乾固する前に止める）  ③混合物を冷水に加えて混ぜ，溶け残った物質をろ過して取り出す。  ◇得られた物質が硝酸カリウムかどうかを確かめる方法として，顕微鏡あるいはルーペで結晶の形を観察し，針状かどうかを見る方法が考えられる。  ◇本時の課題を再度確認させる。  ◇考察が課題で問われたことに対する解答となり得ているか，実験結果に基づいているか等を確認させる。  ◇「溶解度曲線」と「溶解度と水の温度の表」，「溶解度」や「飽和水溶液」等の用語の定義を掲載したプリントを補助資料として与え，合理的な説明ができるよう支援する。  ◇ワークシート内のチェック項目に従い，相手の探究の過程が妥当であったか（探究の各過程間のつながりがあるか）を検討させる。  ◇「この実験方法に不十分なところはないだろうか。得られた結晶は本当に硝酸カリウムだけだったと言えるのだろうか。」と問い，各自の考えを記述させる。  ※「結晶の見た目だけでは判断できないのではないか。」という意見が出た場合あるいは③の方法を採用した班があった場合，硝酸銀水溶液を用いて白濁の有無を確かめることも考えられる。その場合，微量の食塩にも硝酸銀水溶液は反応するため，得られた結晶を数回蒸留水で洗浄することが必要である。 | 実験計画に従って実験を行い，得られた結果を適切に処理し，根拠を示して考察を導出できている。  〔科学的な思考・表現〕（ワークシート） |

10　板書計画

課題　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　各班の計画

課　題　　　　予　想　　　　計　画　　　　実　験　　　　結果の処理　　　　考　察

今，自分が行っている場面の場所に自分の名前のカードを貼り，生徒一人一人が今どの段階にいるのかが分かるようにし，机間指導の目安にする。