

理科学習指導案

日 時 令和2年5月29日(金)
学 級 岩手大学教育学部附属中学校
2年D組35名
会 場 第2理科室
授業者 佐々木 聡也

1 単元 化学変化と原子・分子

2 単元について

(1) 生徒観

本単元の学習内容に関わって、生徒は小学校第5学年で「ものの溶け方」、第6学年で「燃焼の仕組み」について学習している。中学校では、第1学年で「身の回りの物質」について学習し、科学的な事物・現象を粒子のふるまいとして捉える「粒子概念」を獲得してきた。図1の②は、中学2年で「原子」や「分子」等に粒子が細分化され、③は、化学反応式の作り方や質量保存の法則の学習へと内容が高度化していく。これまでの学びを本単元の学習に結びつけながら「粒子概念」をより深化させるとともに、中学3年の「イオン」の学習では、生徒一人一人が「粒子概念」を真に理解し、自分のものとして使いこなせるよう、系統性を踏まえた指導を行っていく。

本校理科では、昨年度末から一人一台のiPadとアプリ「ロイノートスクール」を使用した授業実践に取り組んできた。大学と連携した調査、「1人1台端末を使用した中学校理科の授業における生徒の反応—使用場面ごとの有効性の認知とコスト感に着目して—」(久坂・佐々木・平澤, 2020)

において、「有効性の認知:ある方略を使用することに対して役立つや効果的であると認知すること」と「コスト感:ある方略を使用することに対して大変や面倒と認知すること」が比較的高かった項目は図2のようになった。このことから、生徒は問題把握や課題提示等の「入力情報」を認知する場面や、まとめの交流や発表といった「出力情報」を表出する場面では有効性を感じており、展開場面で予想を立てたり、考察を行ったりする「内的な認知処理」を伴う場面では、あまり有効性を感じていないことが分かる。学習内容や活用場面によって変化するICTの効果的な使用方法について、更に実践と研究を重ねる必要がある。

(2) 教材観

本単元は、理科の見方・考え方を働かせ、化学変化についての観察、実験などを行い、化学変化における物質の変化やその量的な関係について、原子や分子のモデルと関連付けて微視的に捉えさせて理解させるとともに、それらの観察、実験などに関する技能を身に付けさせ、思考力、判断力、表現力等を育成することが主なねらいである。化学変化と実生活の結びつきは、衣服に使われている合成繊維の生成、肉に焼き色をつける調理の工程、駐車場のコンクリートの硬化等、衣食住どれをとっても私たちの生活と切り離せないものである。しかし、生徒の「化学変化=実験室内の薬品同士の反応」というイメージは強固であり、実生活で起こっている化学変化に気づかずに日常生活を送っていることが多いのではないかと。本単元を通して「学問としての化学」の理解に加え、「私たちの生活を化学の眼で見る」ことができる生徒の育成を目指し、ICTを取り入れたカリキュラム・デザインを行っていく。

「粒子概念」(中学1年次の初歩的な粒子概念)

- ①全ての物質は粒子できている。
- ②粒子の大きさと質量は種類によって決まっている。
- ③粒子は新しくできたり、なくなったりしない。
- ④粒子は熱運動をしている。

図1 初歩的な粒子概念

○「有効性の認知」が比較的高かった場面

- ・友達の考えをみんなで共有する場面
- ・観察したようすを写真として記録する場面
- ・実験のようすを動画として記録する場面

3場面の共通項:タブレット端末が無ければ実現が難しい場面。タブレット端末を用いて記録や保存をすることによって、後から何度も見返して詳細に観察したり、失敗の原因を追及したりすることが可能(とても有効)

○「コスト感」が比較的高かった場面

- ・自分の考えを整理する場面
- ・実験の結果から考察をする場面
- ・自分の考えをまとめる場面

3場面の共通項:新たに出会った課題や事象に対して既知知識や既習内容、生活経験などと関係付けながら自分の考えを整理したり、まとめたりといった内的な認知処理を伴う場面。

図2 有効性の認知とコスト感

(3) 教科研究との関わり

○研究の視点① 授業中における教師の「コーディネート」

「Society5.0 を生き抜く人間の強み」である思考力・主体性・協調性は、生徒に“話し合わせるだけ”では育成されず、教師が生徒の協働的な学習を“コーディネート”する働きかけが非常に重要である。本単元においても、論に示したように「生徒理解」、「内容知」、「方法知」の大きな三つの視点から、具体的な七つの働きかけを行い、仮説の設定、実験計画の立案、検証実験の実施、結果の分析・解釈など科学的な探究活動の各場面において、効果的にその資質・能力が高められるよう、授業を意図的にコーディネートしていく。

○研究の視点② 「ICT」の効果的な活用

図3のSAMRモデルは、ICTを授業等で活用する場合に、そのテクノロジーが授業にどのような影響を与えるのかを示すモデルであり、S→Rになる程、与える影響力が大きくICTの活用として有用であることを示している。単元を通じたS(代替)・A(増強)の活動で内容・情報の量的な充実を図りながら、章末や単元末、概念形成を図りたい中核となる授業においてM(変容)やR(再定義)を設定し、ICTを活用することで成し遂げられるクリエイティブな課題に取り組みせ、生徒の思考力・主体性・協調性を育成したい。本単元末には、写真や動画資料、物質の化学式や化学反応式等を盛り込んだ『附中版、世界で一番“身近な”化学反応図鑑』の作成に取り組みせ、この図鑑の制作を通して「学問としての化学」と「私達の生活を化学の眼で見る」ことの融合を図る。

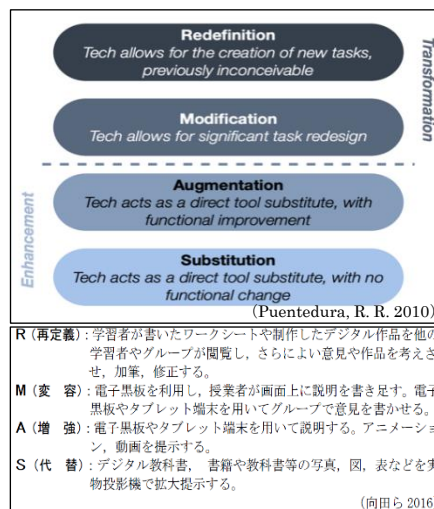


図3 SAMRモデルとその解釈

○研究の視点③ 「主体的に学習に取り組む態度」の育成と評価

生徒の主体的に学習に取り組む態度を育成する為には、単元を通して生徒の学ぶ意欲を喚起し、単元を通して身に付けた力を発揮する場として相応しい、魅力的な「単元のゴール」の設定が不可欠である。ゴールに向かう単位時間の授業においても、ゴールとのつながり、ゴールへの見通しを意識させ学習に臨ませることで、生徒のモチベーションを高めることができると考える。生徒の主体性の二側面(粘り強さと自己調整)のうち「粘り強さの側面」を見とる手がかりとなり得る「理科学習版粘り強さ尺度(久坂ほか, 2020)」(表1)を用いて、生徒が科学的探究に向かう態度やノートの記述などを見とる際に活用する。「自己調整の側面」については現在尺度の開発中であるが、自らの探究活動や、他者との協働的な活動をメタ認知的に振り返る活動を取り入れ、その記述などをもとに評価を行う。

表1 「主体的に学習に取り組む態度」を見とる為の理科学習版「粘り強さ」尺度

| 番号 | 項目内容 |
|-----|-------------------------------------------------|
| 興味1 | 理科の授業中に新しい話題が出ると、それが課題と関連しなくてもそちらに気をとられる* |
| 興味2 | 理科の授業中に一時的に夢中になるが、その後興味がなくなることがある* |
| 興味3 | 理科の学習において目標や課題の達成まで時間がかかる場合、集中して取り組み続けることができない* |
| 興味4 | 理科の学習内容について、私の興味はよく移り変わる* |
| 興味5 | 理科の学習において目標を決めても、後から変えてしまうことがよくある* |
| 興味6 | 単元の内容によって理科への興味が変わってくる* |
| 努力1 | 私は理科の学習に熱心に取り組む |
| 努力2 | 理科の学習目標や課題を達成するため、壁にぶつかっても乗り越えてきた |
| 努力3 | 私は理科の学習において、長い時間をかけて達成した目標や課題がある |
| 努力4 | 私は理科の学習において頑張り屋である |
| 努力5 | 理科の学習目標や課題に対して、一度取り組み始めたことは最後までやりとげる |
| 努力6 | 理科の学習を困難に感じても、私はやる気を失わない |

注) *は逆転項目

※尺度の文言がアンケート形式になっているのは、質問項目の信頼性と妥当性を検証する際に生徒にアンケートを行ったためであり、この尺度を用いて生徒に自己評価をさせ、その得点をもって「主体的に学習に取り組む態度」の評価を行う訳ではない。

3 単元の目標

- (1) 化学変化を原子や分子のモデルと関連付けながら、化学変化、化学変化における酸化と還元、化学変化と熱を理解するとともに、それらの観察、実験などに関する技能を身に付けている。【知識及び技能】
- (2) 化学変化について、見通しをもって解決する方法を立案して観察、実験を行い、原子や分子と関連付けてその結果を分析して解釈し、化学変化における物質の変化を見いだして表現することができる。【思考力・判断力・表現力等】
- (3) 化学変化に関する事物・現象に進んで関わり、科学的に探究しようとする。【学びに向かう力、人間性等】

4 単元計画

(1) 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 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| 化学変化を原子や分子のモデルと関連付けながら、化学変化、化学変化における酸化と還元、化学変化と熱についての基本的な概念や原理・法則などを理解しているとともに、科学的に探究するために必要な観察、実験などに関する基本操作や記録などの基本的な技能を身に付けている。 | 化学変化について、見通しをもって解決する方法を立案して観察、実験などを行い、原子や分子と関連付けてその結果を分析して解釈し、化学変化における物質の変化を見いだして表現しているなど、科学的に探究している。 | 化学変化に関する事象・現象に進んで関わり、見通しをもったり振り返ったりするなど、科学的に探究しようとしている。 |

(2) 指導と評価の計画

| 時 | 内容 | ■学習課題・学習内容等 | 重点 | 記録 | 見とりの視点【方法】 |
|---------------|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|-----------------------------------------------------------------------|
| 1 | 原子 | ■1円玉を半分、また半分、そのまた半分…と続けていくと、どこまでも小さくなるか、どこかで限界がくるか。 ・原子の存在、原子核（陽子、中性子）や電子等原子の構造について知る。 | 知 | | ・原子の存在とその構造、種類について理解している。 |
| 2 | 分子 | ■周期表には、「アルミニウム」や「銅」などは載っているが、「水」はない。「水」は何でできているのか。 ・分子と分子を作る物質について知る。 | 知 | | ・分子の存在を、原子との違いに触れながら理解している。 |
| 3 ・ 4 | 結合 | ■食塩（塩化ナトリウム）はNaClで表すが、分子ではない。NaClはどのような状態で存在しているのか。 ・電子配置をもとに、3つの結合（共有結合、イオン結合、金属結合）について考える。※擬人化メタファーを用いて、3つの結合を表現する。 | 態 | ○ | ・結合の違いを、メタファーを用いて表現しようとしている。【ロイロ資料】 |
| 5 | 分解 | ■黒色の酸化銀を加熱して温度を上げると、どのような変化が起きるか。 ・酸化銀の熱分解をモデルで予測し、演繹的に実証する。 | 知 | | ・物質の分解を化学反応式をもとに予想できることを理解している。 |
| 6 ・ 7 | | ■水を電気分解すると陰極と陽極の気体の体積は2:1になった。それぞれの気体は何か。 ・水の電気分解から化学反応式の立て方について考える。 ・ゲイ・リュサックの法則、アボガドロの法則について知る。 | 思 | | ・実験結果から、H ₂ Oの電気分解をモデルと化学反応式を用いて表現している。 |
| 8 ・ 9 | | ■重曹（炭酸水素ナトリウム）を熱分解した時の化学反応を、化学反応式で予想しなさい。 ・炭酸水素ナトリウムを熱分解すると、炭酸ナトリウムと水と二酸化炭素ができることを知る。熱分解を化学反応式で予測し、演繹的に実証する。 | 思 | ○ | ・実験結果から、NaHCO ₃ の熱分解をモデルと化学反応式を用いて表現している。 【ノート記述、ロイロ資料】 |
| 10 | 化合 | ■銅板の上に硫黄の粉末をのせてこすりつけたら、硫化銅はできるか。 ■もっと速く、硫化銅をつくるにはどうしたらよいか。 ・物質の接触により、化合が行われることを知る。 ・粒子の熱運動と化学変化のスピードの関係を知る。 | 知 | | ・化合物ができる条件（接触）と、その速度を変える要素（温度）について理解している。 |
| 11 | | ■鉄と硫黄を化合させ硫化鉄を作りなさい。また、化学変化によって物質の性質が変わったことを確かめなさい。 ・混合物と化合物の違いを、物質がもつ性質から理解させる。 ・化学反応が起こる際の反応熱について知る。 | 思 | ○ | ・混合物と化合物の違いを、実験結果をもとに表現している。 【ノート記述】 |
| 12 本 時 | 身近な化学反応 | ■「ねるねるねるね」の色が変わり、ふくらむのはなぜか。起きている化学反応を予想し、1の粉、2の粉に含まれる物質を特定しなさい。 ・「ねるねるねるね」に関わる化学反応を予想し、化学反応式を考える。 ・予想した化学反応を実験で検証する。 ・明らかになったことをロイロノートにまとめ発表する。 | 態 | ○ | ・ねるねるねるねの化学反応を明らかにするために、最後まで粘り強く探究しようとしている。 【ロイロ資料】 |
| 28 ～ 30 | 図鑑作り | ■『世界で一番身近な化学反応図鑑』を作ろう。 ・事前に準備した写真・動画を編集する。写真・動画にタイトル・解説等を書き込み、起きている化学反応をテキストとして入力する。 ・一人一人が作成した資料を、班内・学級内で発表し合い、相互評価を行う。 ・相互評価をもとにブラッシュアップし、完成させる。 | 態 | ○ | ・伝わりやすさと正確さに配慮した図鑑を協働的に粘り強く制作しようとしている。 【ロイロ資料】 |

※記録の欄に○が付いていない授業においても、生徒の学習状況を把握し指導の改善に生かす。

5 本時について

(1) 主題 「ねるねるねるね」の化学反応

(2) 評価規準

- ① 化学変化の概念をもとに、「ねるねるねるね」の化学反応を明らかにする観察・実験に論理性・実証性・客観性をもって取り組み、その探究過程を表現している。【思考・判断・表現】
- ② 課題を解決するために最後まで粘り強く探究しようとしている。【主体的に学習に取り組む態度】

(3) 授業構想

単元のゴールに設定した「世界で一番“身近な”化学反応図鑑」の1ページをイメージした内容である。生徒にとって非常に身近なお菓子「ねるねるねるね」に関わる化学変化を題材に、「化学反応をモデルで表す」、「化学反応式を作る」、「予想した化学変化を検証する」等、単元を通して身に付けた能力を発揮する、単元の中核的な位置づけの授業を目指す。「ねるねるねるね」の醍醐味である“色が変わって”、“膨らむ現象”は、『1の粉』に含まれる炭酸水素ナトリウムと、『2の粉』に含まれるクエン酸の化学反応による“液性の変化（アルカリ性→中性→酸性）”と“二酸化炭素の発生”によるものである。幼少期に不思議に感じたこの現象を、中学2年生になった今、原子・分子の視点をもって探究することは、これまでの学習内容の深化を促すとともに、これまで気づけなかった身の回りの様々な化学反応に目を向けるきっかけになるなど、私達の生活を「化学の眼で見る」力の育成に寄与するのではないかと考える。

(4) 本時の展開

| 段階 | 学習内容および学習活動 ・予想される生徒の反応等 | 時間 (分) | 評価規準および評価 ・指導の留意点 ○評価 |
|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 導入 | 1. 問題を発見する。 →「ねるねるねるね」作りを演示し、“色”と“体積”の変化から化学反応が起きていることを確認する。 | 5 | ・「ねるねるねるね」の主成分を伝え、既習事項（炭酸水素ナトリウムの熱分解等）とのつながりを想起させる。 |
| | 2. 現象を記録する。 ・1の粉は白く、水と混ぜってから色が変化した。 ・2の粉の量に応じて、色が青→ピンクに変化する。 | 10 | ・iPadで「ねるねるねるね」の化学反応を記録させ、以降の再現実験との比較対象とする。 |
| 「ねるねるねるね」の色が変わり、ふくらむのはなぜか。 起きている化学反応を予想し、1の粉、2の粉に含まれる物質を特定しなさい。 | | | |
| 展開 | 4. 予想（個人→班→学級） →モデルを用いて化学反応を予想する。 ・CO ₂ 、H ₂ Oが発生しそうだ。膨らみの原因はCO ₂ だ。 ・食べられる物質の組み合わせは…。 | 20 | ・化学反応式シートを用いて、起きている化学反応と、発生する物質を予想する。 |
| | 5. 再現実験の計画、実験を実施する。 ・炭酸水素ナトリウムは青、クエン酸はピンクになる。 ・やはり、混ぜるとシュワシュワと気体が発生する。 ・色の変化から、『1の粉』に炭酸水素ナトリウムと試薬、『2の粉』にクエン酸が入っているのではないか。 | 35 | ・行った実験と、結果をiPadで記録させる。記録データは共有させる。 |
| | 6. 実験の記録、結果と考察をシートにまとめる。 7. 学級内で交流する。 | 45 | ・科学的探究の方法（なぜその実験を行ったか、結果からどのようなことが言えるか等）と、シートの示し方（実際の現象と再現実験の比較の仕方等）の両方の視点を大切に、発表させる。 |
| 終結 | 8. 『1の粉』、『2の粉』の内容物を確認する。 | | ・制作会社のwebページを参照に粉の正体を明らかにする。 |
| | 9. まとめ、振り返りを行う。 「ねるねるねるね」がふくらむのは、炭酸水素ナトリウムとクエン酸の化学反応により、二酸化炭素が発生するからである。色が変わるのは、1の粉に含まれる炭酸水素ナトリウムによってアルカリ性を示していたものが、2の粉に含まれるクエン酸によってアルカリ性→中性→酸性へと変化するからである。食べているときの「ねるねるねるね」は酸性ということだ。 | | |
| | 10. 販売会社の歴史について知る。 →一時期「怪しい色」が原因で売上げが低迷したが、色の変化の理由をwebで公開することで消費者が安心し、売上げがV字回復したと言われている。 | | ・改めて、世の中の事物・現象を「化学の眼で見る」有用性に気づかせる。 |
| | 11. 制作物の提出 | 50 | ○【制作物：ロイロノート資料】のみとり |