

理科（理科総合 A）学習指導案

物質の変化
（高等学校 第 1 学年）
神奈川県立総合教育センター



【『<高等学校>学習意欲を高める数学・理科 学習指導事例集』平成 21 年 3 月】

生徒が興味をもちやすい学習内容を選び、学習活動を工夫した「クエスチョンシートで予想を立てさせ、演示実験の観察で確かめさせる」指導によって、学習意欲を高めることを主な目的として行った授業実践の学習指導案です。

1 学年 第 1 学年

2 単元名（科目） 「物質の変化」(理科総合 A)

3 単元の目標

- (1) 化学変化では、様々な化学反応の反応式を作り、反応物と生成物の量的関係を理解し、更に化学反応にはエネルギーの出入りが伴うことを理解する。
- (2) 物理変化では、原子、分子、イオンの状態をエネルギーの出入りと関連させて理解する。

4 単元の学習計画

- ・化学変化と化学反応式 2 時間
- ・化学反応式が表す量的関係 2 時間
- ・化学反応とエネルギー 1 時間
- ・物質の三態変化 2 時間（本時はその第 1 時）

5 単元の評価計画

(1) 評価規準

関心・意欲・態度	思考・判断	観察・実験の 技能・表現	知識・理解
・物質の状態変化や化学変化の性質や構成粒子の状態とエネルギーとの関連に関心をもち、意欲的にそれらを探究しようとしている。	・物質の状態変化や化学変化の性質や構成粒子の状態の変化について考察し、それらの変化にはエネルギーの出入りが伴うことを科学的、総合的に判断している。	・物質の構成粒子の基礎に関する実験の技能を習得している。 ・実験の結果から導き出した自らの考えを的確に表現している。	・物質の状態変化や化学変化の性質について理解し、知識を身に付けている。構成粒子の状態の変化とエネルギーとの関連について理解している。

(2) 評価計画 太枠第 1 時が本時 【 】は評価方法

時	学習内容	評価項目			
		関心・意欲・態度	思考・判断	観察・実験の 技能・表現	知識・理解
1 ・ 2	<p><u>化学変化と化学反応式</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・状態変化と化学変化の違いを知る。 ・反応物と生成物の関係を理解する。 ・係数の付いた分子式を見て、その意味を理解する。 ・化学反応式を作成する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・物質の変化(状態変化、化学変化)に興味をもち、ノートに板書以外にも理解した事柄、気付いたことなどを記入している。 <p>【観察・ノート提出】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・課題に積極的に取り組もうとしている。 <p>【観察・提出課題】</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・反応物と生成物の意味を正しくとらえて、化学変化においてそれぞれを正しく対応させている。 <p>【発問・提出課題】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・化学反応式を係数を付けて正しく作成している。 <p>【発問・提出課題】</p>		<ul style="list-style-type: none"> ・係数の付いた分子式を見て、それを構成する原子の個数について理解している。 <p>【発問・提出課題】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・化学反応式における係数の意味を理解している。 <p>【発問】</p>

時	学習内容	評価項目			
		関心・意欲・態度	思考・判断	観察・実験の 技能・表現	知識・理解
3 ・ 4	<p><u>化学反応式が表す量的関係</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 化学反応式を見て、反応物、生成物の量的関係（物質量、質量、体積）について理解する。 塩酸とアルミニウムの反応における量的関係の実験について理解する。 	<ul style="list-style-type: none"> 化学反応式を見れば、反応にかかわる物質の量的関係まで明らかになることに興味をもち、積極的に課題に取り組みようとしている。 <p>【観察・提出課題】</p>	<ul style="list-style-type: none"> 化学反応における幾つかの法則から分子論に至った過程を適切に考察している。 <p>【発問・提出課題】</p>	<ul style="list-style-type: none"> 駒込ピペットの使い方、メスシリンダーでの体積の計り方を習得している。 <p>【観察・実験レポート】</p> <ul style="list-style-type: none"> 溶解させたアルミニウムの質量と発生した気体の体積との間の関係を表計算ソフトでグラフ化し、その結果を適切に説明している。 <p>【実験レポート】</p>	<ul style="list-style-type: none"> 物質量、質量、体積のいずれかが分かっているとき、他の表し方で物質の量を表している。 <p>【発問・提出課題】</p>
5	<p><u>化学反応とエネルギー</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 化学反応にはエネルギーの出入りが伴うことを理解する。 	<ul style="list-style-type: none"> 化学反応にはエネルギーの出入りが伴うことに興味をもち、発熱反応、吸熱反応の具体例について積極的に調べようとしている。 <p>【観察・提出課題】</p>	<ul style="list-style-type: none"> 反応物と生成物のもつエネルギー状態から、発熱反応か吸熱反応か判断している。 <p>【発問・提出課題】</p>		<ul style="list-style-type: none"> 反応物のもつエネルギーの総和と生成物のもつエネルギーの総和の差が反応により出入りするエネルギーであることを理解している。 <p>【観察・提出課題】</p>
6 ・ 7	<p><u>物質の三態変化</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 物質には固体、液体、気体の三つの状態が存在し、それぞれの状態において物質を構成する粒子の様子を理解する。 物質の三態は温度だけでなく圧力によっても変化することを理解する。 三態変化に伴いエネルギーが出入りすることを理解する。 	<ul style="list-style-type: none"> 物質の三態で、その構成粒子がどのような状態にあるかということに興味をもち、意欲的に学習しようとしている。 <p>【観察・クエスチョンシート】</p> <ul style="list-style-type: none"> 三態変化やそれに伴うエネルギーの授受に関心をもち、探究しようとしている。 <p>【観察・ノート】</p>	<ul style="list-style-type: none"> 物質の三態について、その構成粒子の運動状態と実際の現象を結びつけて考察している。 <p>【観察・クエスチョンシート】</p> <ul style="list-style-type: none"> 身近な現象を構成粒子の運動状態の変化、及びその際出入りするエネルギーと関連付けて考察している。 <p>【発問】</p>		<ul style="list-style-type: none"> 物質の三態について、構成粒子がどのような運動状態にあるのか理解している。 <p>【クエスチョンシート】</p> <ul style="list-style-type: none"> 状態変化が温度だけでなく圧力によってももたらされることを理解している。 <p>【クエスチョンシート】</p> <ul style="list-style-type: none"> 状態変化に伴って出入りするエネルギーについて理解している。 <p>【クエスチョンシート】</p>

(3) 観点別評価について（本時を含む第 6・7 時分のみ）

【関心・意欲・態度】

学習活動における具体的評価規準	<ul style="list-style-type: none"> 物質の三態について、その構成粒子の運動状態と実際の現象を結びつけて考察している。 三態変化やそれに伴うエネルギーの授受に関心を持ち、三態それぞれの粒子のイメージなど、重要と思われる点は板書以外の事項もノートに書き込もうとしている。
「十分満足できる」状況（A）と判断する具体的状況例	<ul style="list-style-type: none"> 物質の三態で、その構成粒子がどのような状態にあるかということに興味を持ち、設問に対し生活体験に基づいた根拠を挙げて、意欲的に周りの生徒と意見交換を行っている。 三態変化やそれに伴うエネルギーの授受について関心を持ち、状態変化が温度だけでなく圧力にもよることの具体例など授業で扱わなかった事柄まで積極的に調べ、ノートに書き込んだりしている。
「努力を要する」状況（C）と評価した生徒への手だて	<ul style="list-style-type: none"> 解答に困っている場合には、適宜、ヒントとなる事項を与え、自分の考えをもたせるように導く。 ノートへの記入が余り見られず、授業に集中できていない場合、より多くの身近な具体例を加え、質問を発し、注意を喚起する。

【思考・判断】

学習活動における具体的評価規準	<ul style="list-style-type: none"> 物質の三態について、演示実験の結果からその構成粒子の運動状態と実際の現象の関係を考察している。 身近な現象を、構成粒子の運動状態の変化及びその際出入りするエネルギーと関連付けて考察している。
「十分満足できる」状況（A）と判断する具体的状況例	<ul style="list-style-type: none"> 演示実験の結果より、誤った構成粒子のイメージを修正し、液体と固体における粒子の詰まり具合についての的確に考察し、クエスチョンシートに記入している。 加熱によって構成粒子の運動状態が変化し、体積が膨張することで密度が低下するので、温かい空気が上昇するなど、身近な現象を構成粒子の運動状態及びその際に入出入りするエネルギーとの関係に基づいて、的確に説明している。
「努力を要する」状況（C）と評価した生徒への手だて	<ul style="list-style-type: none"> 演示実験が示す事柄を丁寧に説明し、構成粒子の運動状態との対応を、順にイメージを作っていく。 振り返りシートを基に、授業内容について補充説明を行う。

【観察・実験の技能・表現】

<評価項目なし>

【知識・理解】

学習活動における具体的評価規準	<ul style="list-style-type: none"> 物質の三態について、構成粒子がどのような運動状態にあるのか理解し、クエスチョンシートに記入している。 状態変化が圧力によってもたらされることや、状態変化に伴って出入りするエネルギーについて理解し、その具体例をクエスチョンシートに記入している。
「十分満足できる」状況（A）と判断する具体的状況例	<ul style="list-style-type: none"> 物質の三態について、正確なイメージに基づいて実際の現象を構成粒子がどのような運動状態にあるのか理解し、クエスチョンシートに正確に記述している。 構成粒子の振り舞いと周囲の環境（温度、圧力等）及びエネルギーの出入りを基にして、実際に起こっていない現象についてもどのように変化するか、正確にクエスチョンシートに記入している。
「努力を要する」状況（C）と評価した生徒への手だて	<ul style="list-style-type: none"> 個々に発問することにより、構成粒子の運動状態に関するイメージを確認する。 構成粒子のイメージから実際の身近な現象も説明できることを、具体例を使って、順を追って丁寧に解説する。

6 本時の展開（本時を含む第 6・7 時分）

(1) 本時の目標

- ・物質の三態で、物質を構成する粒子の状態を簡単な演示により正確に把握する。

(2) 本時の指導過程

第 6 時

過程	学習活動	指導内容	指導上の留意点	評価規準 (評価方法)
導入 (10 分)	<ul style="list-style-type: none"> ・物質の三態について復習する。 ・三態の具体例を挙げる。[Q1, 2] 	<ul style="list-style-type: none"> ・既習内容の確認、復習を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> ・気体は透明であることを確認する。 ・三態以外の状態があることに触れる。 	
展開 (35 分)	<ul style="list-style-type: none"> ・三態の各状態での粒子の状態を考える。[Q3] ・[Q4]を考える。 ・[Q5]を考える。 ・[Q6]を考え、固体と液体の密度について考える。 ・[Q7]を考える。 ・[Q8]を考える。 ・[Q9]を考える。 ・[Q10]を考える。 ・[Q11]を考える。 	<ul style="list-style-type: none"> ・密度、分子間力、運動状態などに注目させる。 ・ピストンを押す様子から、注射器の中の気体と液体の振る舞いの違いを演示する。 ・ピストンを引く様子から、注射器の中の気体と液体の振る舞いの違いを演示する。 ・固体と液体で、粒子の状態の違いを解説する。 ・ピーカー内のピンポン玉とビーズの様子を演示する。 ・物質は多くの粒子の集合体であることを復習する。 ・液体と気体で、体積と分子間の平均距離との関係を考えさせる。 ・ポリエチレン袋内のメタノールの気化を演示する。 ・それぞれの状態での構成粒子の様子を图示する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・液体は粒子が十分に密であることをイメージさせる。 ・気体が途中で縮まなくなる理由が液体と異なることをしっかりと説明する。 ・気体の体積は容器又は周囲の圧力によることを説明する。 ・液体の体積は外からの要因によらず、粒子間に十分引力が働いていることに気付かせる。 ・気体に比べると、固体と液体の密度にはほとんど差が無いことに気付かせる。 ・粒子の運動こそ液体の流動性の基であると気付かせる。 ・液体と気体の密度の関係に注目させる。 ・換気に注意する。 ・[Q3]の答えと比較する。 	<p>【思考・判断】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・物質の三態について、その構成粒子の運動状態と実際の現象を結びつけて考察している。 (発問・クエスチョンシート) <p>【関心・意欲・態度】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・物質の三態で、その構成粒子がどのような状態にあるかということに興味をもち、設問に対して積極的に解答しようとしている。 (観察・クエスチョンシート)
まとめ (5 分)	<ul style="list-style-type: none"> ・三態の構成粒子の様子について改めて考え、そのイメージを描画する。[Q11] ・自分の理解が授業を通してどう変わったか考える。 		<ul style="list-style-type: none"> ・物質を構成する粒子の様子が書き表せない生徒について、本日の授業内容を振り返り、不足する点を補う。 	<p>【知識・理解】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・物質の三態について、構成粒子がどのような運動状態にあるのか理解し、クエスチョンシートに記入している。 (クエスチョンシート)

第 7 時

過程	学習活動	指導内容	指導上の留意点	評価規準 (評価方法)
導入 (10分)	・物質の三態について復習する。	・前時の学習内容を復習する。	・三態の構成粒子のイメージについて確認する。	
展開 (30分)	<ul style="list-style-type: none"> ・ Q12 を考える。 ・ Q13 を考える。 ・ Q14 を考える。 ・ Q15 を考える。 ・ Q16 を考える。 	<ul style="list-style-type: none"> ・防虫剤の加熱を演示する。 ・昇華する物質にも液体の状態が存在すること、あらゆる物質に三態が存在することを説明する。 ・沸騰のときの泡が水蒸気であることを確認する。 ・蒸発と沸騰の違いを説明する。 ・液体内部からの蒸発で生じた気泡がつぶれない条件を考えさせる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・換気に注意する。 ・熱を加えると分解する物質もあることに注意する。 ・周囲の圧力が状態変化の原因の一つであると気付かせる。 	<p>【関心・意欲・態度】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・三態変化やそれに伴うエネルギーの授受に関心を持ち、三態それぞれの粒子のイメージなど、重要と思われる点は板書以外の事項もノートに書き込もうとしている。 (観察・ノート) <p>【知識・理解】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・状態変化が圧力によってもたらされることや状態変化に伴って出入りするエネルギーについて理解し、その具体例をクエスチョンシートに記入している。 (クエスチョンシート)
まとめ (10分)	<ul style="list-style-type: none"> ・クエスチョンシートを振り返り、振り返りシートを記入する。 ・振り返りシートで復習を行い、身近な現象について考える。 	<ul style="list-style-type: none"> ・自分の理解の在り方が授業を通してどう変わったか考えさせる。 ・液化化現象やクーラーの原理に関するヒントを与える。 	<ul style="list-style-type: none"> ・理解が不足している生徒がいれば、補足説明を行う。 ・振り返りシートは次回の授業までに完成させる。 	<p>【思考・判断】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・身近な現象を、構成粒子の運動状態の変化及びその際出入りするエネルギーと関連付けて考察している。 (観察・クエスチョンシート)

< 参考 >

クエスチョンシート

物質の三態	
Q 1	水は温度によって異なる三つの状態 (固体、液体、気体) をとる。例えば、雪は固体、雨は液体などである。では、「霧」はどの状態であるか？
Q 2	固体、液体、気体の例 (純物質) をそれぞれ最低三つ挙げよ。
Q 3	固体、液体、気体の状態を表した下のイメージ図、このとおりで良いだろうか？
Q 4	注射器の口を閉じて、中の空気 (水) を強く <u>押し</u> たらピストンはどうなると思う？
Q 5	注射器の口を閉じて、中の空気 (水) を強く <u>引</u> いたらピストンはどうなると思う？
Q 6	水と氷、密度が大きいのはどちら？
Q 7	氷の中の気泡は動かないのに、水中の気泡は水面に登っていく。何が違うのか？
Q 8	コップに水分子を入れていく。1 秒間に 1 万個ずつの分子を入れていくと、コップ 1 杯 (180 cm ³) たまるのにどれくらい掛かる？
Q 9	液体と気体、分子同士の平均距離は大体何倍ぐらいになるの？
Q 10	ポリエチレンの袋 (1000cm ³ ぐらい) がある。この袋の中に約 2 cm ³ のメタノール (沸点 65 ぐらい) を入れ、袋を押しつぶして中の空気を抜き、口を閉じる。この袋をお湯の中につけて、しばらく置くとどうなると思う？
Q 11	改めて、固体・液体・気体の状態を、粒子の密度・運動状態・粒子間の力に気を付けて、イメージ図として表してみよう。
Q 12	ここにタンスから持ってきた衣類の防虫剤がある。これは小さな固体の集まりであるが、これを試験管に入れて熱していったら、どうなると思う？
Q 13	試験管で熱した防虫剤。これをビーカーの水 (20 ぐらい ?) で冷やすとどうなると思う？
Q 14	ぼこぼこ煮え立ったなべの中の水。沸騰という状態だが、このぼこぼこ出てくる気体 (水中の泡) の正体は何だろう？
Q 15	「蒸発」と「沸騰」、どちらも液体が気体になる変化だが、この二つは様子が違う。違いは何だろう？
Q 16	液体中にできる気体の泡がつぶれないような条件とは何だろう？