

理科学習指導案

I 単元名 化学変化と原子・分子

II 単元の考察

本単元のねらいは主に二つある。一つ目は、化学変化や物質に関する事物・現象を日常生活や社会と関連付けながら、観察、実験を通して、化学変化における物質の変化やその量的な関係の基礎を原子・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、科学的に探究するために必要な観察、実験の技能を身に付けさせることである。二つ目は、化学変化に関する現象について、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・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やその量的な関係を見いだして表現することを通じて、思考力・判断力・表現力等を育成することである。

生徒にとって、化学変化は身のまわりに多く存在しており、すでに小学校6学年で「燃焼の仕組み」、中学校1年で「身のまわりの物質」について学習している。中学校2年の本単元では、原子や分子のモデルを導入し、それらと現象を関連付けて微視的に捉える学習活動を行う。理科教室で直接観察することはできない原子や分子をモデルとして設定し、現象を説明したり、代数的に化学反応式で表したり、実験結果をもとに量的に計算したりすることに難しさを感じる生徒も多い。また、実験を多く行うものの、その目的や方法の原理が分からないまま操作だけを行い、その結果が何を表しているか、どのような考察にすればよいか分からない生徒もいる。

そこで本単元の指導において、科学的な探究の過程を意識させることを重視したい。具体的には次の三つの手立てである。一つ目は、探究の過程について「問題と課題の違い」「仮説と予想の違い」「結果と考察の違い」など混同しやすい部分を中心に身近な例を用いて学習する授業を実施した。二つ目は、探究の過程を明示したワークシートを用いることで、理解を深めてから実験を行わせるようにした。三つ目は、探究の過程に沿って、実験の計画を立てさせる機会を多く設定した。これにより、生徒の科学的に探究する資質・能力を育みたい。

Ⅲ 単元の目標

化学変化やその量的な変化について、日常生活や社会と関連付け、主体的に問題・課題を解決しながら理解する。また、その探究的な学習活動を通して、観察、実験などに関する技能を身に付けるとともに、仮説の設定や検証実験の立案、分析、考察などに関する思考力・判断力・表現力等を高める。

Ⅳ 単元の評価規準

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、物質の成り立ちや化学変化、化学変化と物質の質量の関係について理解するとともに、それらの観察、実験などに関する技能を身に付けている。	○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やその量的な関係を見いだして表現している。	○化学変化に関する事物・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、事象を人間生活との関わりで見ようとする。それを基に、意思決定や行動をしようとする。

Ⅴ 単元の指導計画

章	内容	時数
1章	物質の成り立ち	9
2章	いろいろな化学変化	10
4章	化学変化と物質の質量	5
3章	化学変化と熱の出入り	2

1. 酸素と結びつく化学変化-酸化	(4)
2. 酸素を失う化学変化-還元	(3)
3. 硫黄と結びつく化学変化	(3) 本時 1, 2/3

Ⅵ 本時

1. 題材名 硫化の実験を安全に行うには

2. 題材の考察

鉄の硫化は、化合によって物質の性質が変化することを見出す実験として多く行われている。国内でこの実験が多く行われるようになったのは文部省編の中学校理科指導書(1959)に取り上げられたことによる。それ以前は化合の実験として、主に水素の酸化(水素+酸素→水)などが行われていた。反応物が無色無臭の気体であり、生成される水の量もわずかであったこともあり、反応物・生成物がともに固体で色・物性などの違いがつかみやすい鉄の硫化は、1962年以降のすべての教科書で取り上げられ、全国で多く実施されてきた。この経緯については三井(2005)による。

しかし、近年、実験中に発生する硫化水素・二酸化硫黄・気化した硫黄による中毒事故の報道が目立った。以下は、2019年までに産総研『リレーショナル化学災害データベース』に登録された鉄の硫化実験に伴う中毒事故である。(強調、下線は授業者による。)

発生日	都道府県	中毒者数	詳細
2012/5/17	滋賀県	3	いずれも軽症。病院に搬送された中には呼吸器系のアレルギー疾患のある生徒が1名含まれていた。
2013/7/12	京都府	15	4名は硫化水素中毒、11名は軽症。 換気もしており、手順も教科

			書通り。
2017/5/10	大阪府	20	うち 8 名が搬送, いずれも軽症。 換気扇は回っており, 窓も開放し換気していた。
2017/5/19	長野県	3	実験終了後 30 分以上経過して, 吐き気や頭痛。いずれも軽症。
2017/5/25	長野県	12	いずれも軽症。アルミホイルで包んでガスバーナで加熱中に, うち 1 つの班で煙が発生し, 周囲にいた生徒が発生した煙を吸い込んだ可能性がある。
2017/5/31	長野県	11	いずれも軽症。手順などは教科書通り。
2017/5/25	埼玉県	5	実験の手順などは教科書通り に行われていた。
2018/5/11	山口県	9	実験後に生徒の体調不良が起きた。実験は教員が 理科準備室で鉄と硫黄を反応させて硫化水素を発生させ, 隣の理科室で待機していた生徒が交代で同室に入って硫化水素の臭いを確認する という手順で行われていた。また, 理科準備室の廊下側のドアは開いていたが, <u>窓は閉めたまま</u> で, 隣接する理科室の窓は開いていた。実験で発生した硫化水素を吸い込んで中毒が起きた可能性がある。
2018/5/11	千葉県	5	理科室の窓を開放していたが, 生徒が硫化水素を吸入した可能性がある。
2018/6/1	大阪府	2	教室の窓を開放し換気扇を回して換気していたが, 生徒が硫化水素を吸入した可能性がある。
2018/9/25	岡山県	8	教室の窓を開放し換気扇を回して換気していたが, 生徒が硫化水素を吸入した可能性がある。

2012 年 5 月から 11 件あり, そのうち 2017 年以降が 9 件を占める。最近になって多発しているわけではなく, 報告や救急要請などが行われ, 表面化していると捉えるべきであろう。

このような事態を受け, 本校理科部会においても 2018 年 8 月に理科教諭と養護教諭を対象とした研修「理科実験でおきる子どもの体調不良をどう防ぐ?」を, 11 月に市教研理科部会若手研修会をそれぞれ開催し, 硫化実験を含む安全な実験指導について発信を行った。

この研修準備において研究した内容をもとに, 昨年, 一昨年の硫化の授業では, 二つの実験方法を検討し班ごと決定する学習活動を取り入れた。アルミホイル筒で加熱する方法(東京書籍教科書に掲載)と試験管で加熱する方法(大日本図書教科書に掲載)を比較することで, それぞれの安全性を中心にメリット, デメリットを生徒に自分事として考えさせることができた。今年の実践では, 教科書改訂により大日本図書の教科書の「鉄の硫化」実験の方法も変更されたことから, 新旧の教科書を比較・検討する学習活動へ変更した。これにより, 反応物の量を減らすことによって, 有害な副生成物・生成物の量も減らすことを生徒が見出しやすくなるとともに, 第 3 時の実施実験の種類が一つになることで教員の実験の安全管理が容易になると考えた。

3. 目標

- ①安全に実験を行えるよう, 既習事項や反応を原子モデルで考えるなどして, 実験方法の仕組みや新たな工夫を考え, 表現できるようにする。(思考・判断・表現)
- ②課題を自分事と捉え, 習得した知識や探究の方法を活用して, 主体的に実験方法を考えようとする。(主体的に学習に取り組む態度)

5. 展開

第1時 (45分授業 緊急事態宣言に伴う短縮日課)

時配	学習内容と活動	留意点 (○) 及び評価 (◆)	動画
導入 5分	○教師の話や動画から、取り扱う実験に危険があることを知る。	○附属中での研修会がNHKニュースで取り上げられた動画を見せる。	0:15
展開 35分	学習課題 内容を理解しより安全に行う方法を考えよう		
	○発生する有害な気体について、教師の説明を聞く。		5:30
	○教科書を元にして実験の概要を説明する		7:00
	補助発問 どの手順で有毒物質が発生するか？		9:50
	○教科書をもとに3種の有害物質がどの手順の段階で発生するか調べる (個人作業)	○硫黄の蒸気や二酸化硫黄は示した化学反応式に含まれないことから、意図していない化学反応であること (副生成物)を確認し、それがどの手順で発生するか改めて感がさせる。	
	○考えを理由とともに共有する。	○生徒の発言をもとに進める。	
	補助発問 中毒にならないために行う操作や注意事項などを挙げよう		15:20
	○教科書をもとに調べる。 (個人作業)	○中毒にならないためということを強調する。 ◆中毒にならないための操作や注意事項を探そうとしている。(主体的に学習に取り組む態度)	
	○考えを理由とともに共有する。	○生徒の発言を元に進める。	18:36
	補助発問 なぜよく混ぜるのだろうか? ※実体的な見方		22:20
	○モデルをかきながら混ぜる場合と混ぜない場合でどのように反応が異なるか考える	○モデルで考える方法を理解できるようにマグネットを黒板に貼って例を示す ○前の発問に比べ難しいと考えられるので、手が止まっている生徒には机間指導で助言を与える。	

	<p>○考えを理由とともに共有</p> <p>○説明を聞き、自分の考えに書き足す。</p>	<p>◆モデル化し、よく混ぜることが安全につながる理由を記入している。(思考・判断・表現)</p> <p>○生徒の発言を元に進める。</p> <p>○モデルを動かしながら、鉄原子と硫黄原子の接触面積を大きくすることが、硫黄蒸気や二酸化硫黄の発生を抑えること説明する。</p>	31:20
振り返り 5分	<p>○本時の学習を振り返る。 ・学習の振り返りカードを記入する。</p>	○次回の資料(前の版の教科書のコピー)を配付	35:42

第2時 (50分授業)

時配	学習内容と活動	留意点(○)及び評価(◆)	動画
導入 5分	○前時の内容を振り返る。		37:05
展開 40分	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> 補助発問 教科書が前回版と実験の方法が変わった点を調べ、その理由を考えよう </div> <p>○二つを比較して違いを書き出し、その理由を書く</p>	<p>◆比較し見いだした違いを調べ、その理由を考えようとしている。(主体的に学習に取り組む態度)</p>	39:14 (×4)
	<p>○考えを理由とともに共有する。</p>	○生徒の発言をもとに進める。	41:04
	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> 補助発問 なぜ、質量比 鉄：硫黄=7:4 で測りとるのだろうか？ </div> <p>○反応物の比が、原子量の比と同じになっている理由を考える。</p> <p>○考えを共有する。</p> <p>○教師の説明を聞く。</p>	<p>○周期表で鉄と硫黄の原子量を探させる。その比率が7:4であることを見出させる。原子量は質量の比であることを説明する。</p> <p>○考えが持てた生徒に発言を促す。</p> <p>○生徒の発言をもとにすすめる。</p> <p>○質量を計ることで粒の数を数えようとしていること説明する。同様に体積でも物質の粒の数として扱っていることを水の電気分解の結果と関連して説明する。水溶液の濃度についても言及する。</p>	cut

	補助発問 より安全に行うための工夫を新たに考えよう		47:10
振り 返り 5分	○実験における新たな工夫 を考える。 (班で相談してもよい)	◆ここまでの学習事項をもとに新たな実験の工夫を考えら れ記入しているか。(思考・判断・表現)	52:00
	○考えを理由とともに共有 する。	○生徒の発言をもとに進める。	
	○自分の考えに書き加える。 ○本時の学習を振り返る。 ・学習の振り返りカードを記 入する。		55:45

6. 評価

- ①安全に実験を行えるよう、既習事項や反応を原子モデルで考えるなどして、実験方法の仕組みや新たな工夫を考え、記入しているか。(思考・判断・表現)
- ②課題を自分事と捉え、習得した知識や探究の方法を活用して、主体的に実験方法について考えようとしているか。(主体的に学習に取り組む態度)

Ⅶ 参考文献

- ・大寫竜午 (2021) 「実験方法に目を向けさせる-実験計画で生徒に何を求めるのか-」『理科の教育』11月号 p. 48-49 (通巻 第832号 p. 748-749)
- ・三井澄雄 (2005) 「科学史入門：鉄と硫黄の化合実験-実験の研究と学習の順序-」『科学史研究』第44号 p. 148-153
- ・村上忠幸 (2018) 「「深い学び」を実現するための探究学習とは」『京都教育大学教育実践研究紀要』第18号 p. 11-20
- ・石井英真 (2020-a) 『授業づくりの深め方 「よい授業」をデザインする5つのツボ』ミネルヴァ書房
- ・石井英真 (2020-b) 『未来の学校 ポスト・コロナの公教育のリデザイン』日本標準
- ・松下佳代 (2015) 『ディープ・アクティブラーニング』勁草書房
- ・産業技術総合研究所「リレーショナル化学災害データベース」 <https://r2.aist-riss.jp> (2021年11月9日閲覧 メンテナンス中)