

## 理科 5 ドライアイスの中で燃焼するかどうか科学的に探究する

理科の授業で、火を使う実験を行っています。  
 (1)、(2)の各問いに答えなさい。



(1)  
手をやけどしたとき、まずすぐに行う応急処置として、最も適切なものを1つ選びなさい。

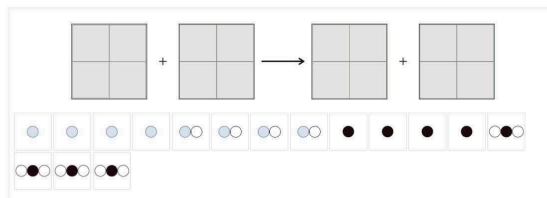
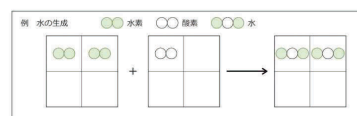


ドライアイス（二酸化炭素）の中で、マグネシウムは燃焼  
するでしょうか。動画を観て、図を参考にその結果を  
考察しましょう。



二酸化炭素の中では、火は消えると思いましたが、燃焼しました。  
何が起きているか、化学変化をモデルで表しました。

(2)  
マグネシウム原子●、二酸化炭素○●○、炭化マグネシウム○●○、炭素●と表したとき、正確な化学変化はどのように表すことができま  
すか。「例 水の生成」を参考に、□にモデルを移動して、化学変化をモデルで表しなさい。  
なお、使用しないモデルもあります。



### 出題の趣旨

加熱を伴う観察、実験において、正しい応急処置を理解しているかどうかをみるとともに、粒子のモデルを活用して科学的に探究する場面において、質的・実体的な見方を働かせて、化学変化に関する知識及び技能を活用できるかどうかをみる。

本問題では、ドライアイス（二酸化炭素）中でマグネシウムが燃焼する化学変化の動画を基に、ドライアイス中でマグネシウムが燃焼する化学変化を原子や分子のモデルで表す学習場面を設定した。

理科では、加熱を伴う観察、実験において、火傷をしたときの応急処置を生徒が理解していることが大切である。また、「粒子」を柱とする領域では、目に見える物質の性質や反応を、目に見えない粒子のモデルを用いるなどして微視的に事象を捉え、原子や分子のモデルで表現することが大切である。

授業では、観察、実験において火傷などの事故が起こらないよう十分留意するとともに、応急処置を事前に共有しておくことが大切である。また、微視的に事象を捉える際に、模型を用いるなどして目に見えない粒子をイメージしやすいように工夫することが考えられる。

## 設問（1）

### 趣旨

加熱を伴う実験における実験器具の操作等に関する技能が身に付いているかどうかをみる。

#### ■学習指導要領における分野・内容

第1分野（2）身の回りの物質

(ア) 物質のすがた



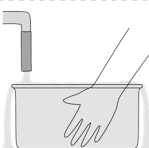
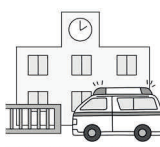
㊦ 身の回りの物質とその性質

身の回りの物質の性質を様々な方法で調べる実験を行い、物質には密度や加熱したときの変化など固有の性質と共通の性質があることを見いだして理解するとともに、実験器具の操作、記録の仕方などの技能を身に付けること。

#### ■枠組み（視点）

技能

### 1. 解答類型と反応率

問題番号	解答類型	反応率 (%)	正答
5 (1)	1  保健室へ行き、処置をする と解答しているもの	1.2	
	2  氷を直接あて、よく冷やす と解答しているもの	5.5	
	3  冷たい水でよく冷やす と解答しているもの	93.0	◎
	4  救急車を呼ぶ と解答しているもの	0.2	
	0 無解答	0.1	

(N=225,477人)

## 2. 分析結果と課題

- 正答率は93.0%である。火傷に対する応急処置に関する技能が身に付いていると考えられる。

## 3. 学習指導に当たって

### ○ 事故の応急処置と対応を生徒に認識させる

火傷をしたときは水ぶくれが破けないように、直ちに患部を冷水で冷やし早急に専門の病院へ行くことを生徒に認識させることは引き続き大切である。また、平素から校医などと十分に連絡をとり、緊急の時にどのように対処すればよいのかについて、具体的に決めたことを生徒と共有しておく、不慮の事故の場合でも、より冷静に対処することができる。

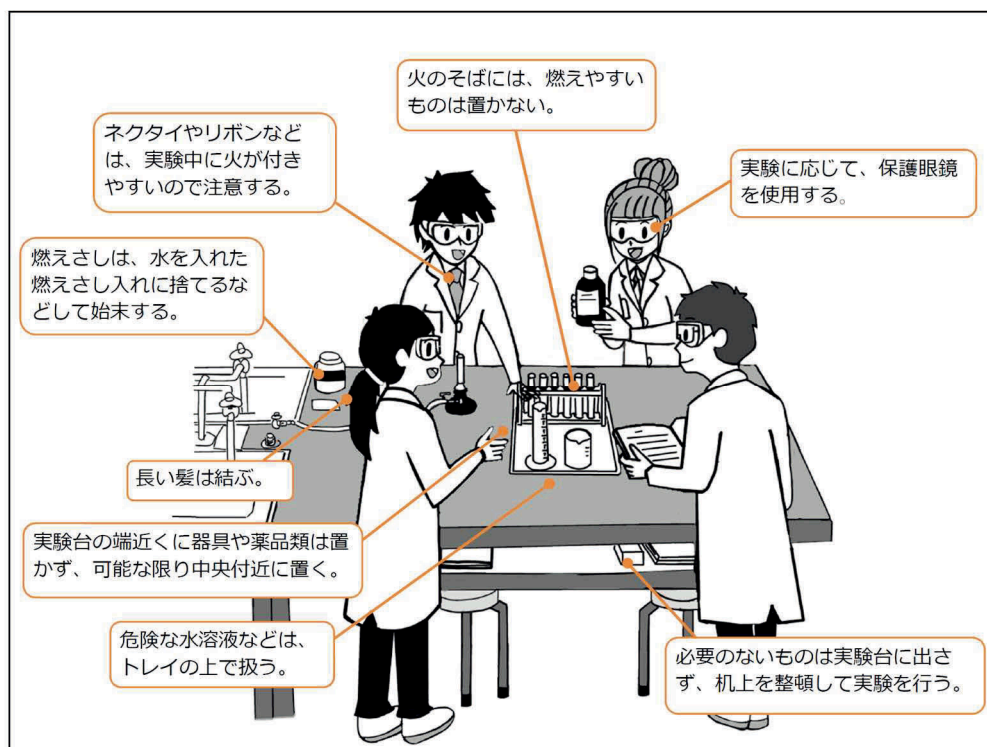
指導に当たっては、観察、実験を行う際には、事故の応急処置と対応を繰り返し確認するなどが大切である。また、観察、実験の安全を確保するために、予備実験を行うことが大切である。

## コラム④

### 安全に配慮した観察、実験を行うために

予備実験は、適切な試薬の量、安全な手順の確認等を意識しながら行うことが大切である。生徒が応急処置について理解することは、危機管理上大切である。本設問では火傷したときの適切な応急処置と対応について出題している。ガスバーナーなど火を使用する観察、実験を行う際は、事前に火傷の応急処置について確認することが大切である。例えば日頃、理科室の壁や黒板などに下図のような読み物を掲示しておくことで、生徒は休み時間等を利用して興味・関心をもって読むことが考えられる。生徒が安全への意識を高め、安全に配慮した観察、実験を生徒が主体的に行うことができるよう継続して指導することが望まれる。

#### (例1) 理科室で安全に、今日の観察、実験を行うために

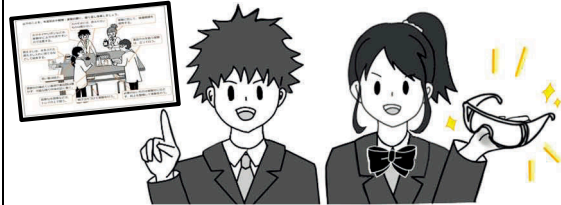


(例2) 保護眼鏡の必要性についての生徒向けの読み物の例

1 今日は水溶液を使った実験だね。  
安全に気をつけてやろう！



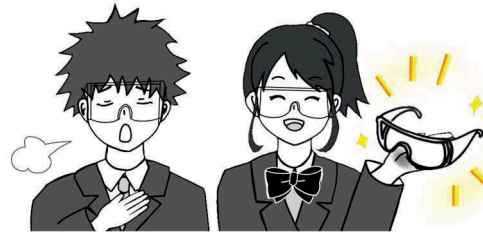
2 今日の実験の注意点を確認しましょう。  
今日は保護眼鏡がいるね。



3 あぶない！



4 安全に配慮した実験ができていますね。



## 設問（2）

### 趣旨

化学変化に関する知識及び技能を活用して、実験の結果を分析して解釈し、化学変化を原子や分子のモデルで表すことができるかどうかをみる。

#### ■学習指導要領における分野・内容

第1分野（4）化学変化と原子・分子

(1) 化学変化

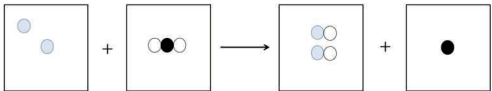
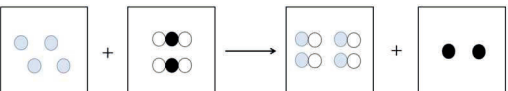
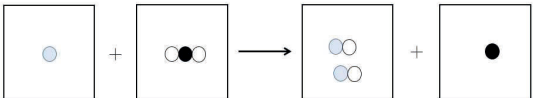
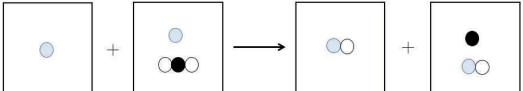
㊦ 化学変化

2種類の物質を反応させる実験を行い、反応前とは異なる物質が生成することを見いだして理解するとともに、化学変化は原子や分子のモデルで説明できること、化合物の組成は化学式で表されること及び化学変化は化学反応式で表されることを理解すること。

#### ■枠組み（視点）

分析・解釈

### 1. 解答類型と反応率

問題番号	解答類型	反応率 (%)	正答	
5	(2)			
	1	物質を正しく原子や分子のモデルで表し、化学変化の前後で原子の種類と数が増えたり減ったりしていない。かつ、モデルの数は、最も簡単な整数比で表されている。 例 	30.4	◎
	2	物質を正しく原子や分子のモデルで表し、化学変化の前後で原子の種類と数が増えたり減ったりしていない。しかし、モデルの数は、最も簡単な整数比で表されていない。 例 	5.4	○
	3	物質を正しく原子や分子のモデルで表しているが、化学変化の前後で原子の種類や数が増えたり減ったりしている。 例 	8.4	
4	類型1と原子の種類と数は同一であるが、1つの枠に複数の物質のモデルを当てはめているもの。 例 	0.1		

5	例		3.2
6	例		3.6
99	上記以外の解答		44.3
0	無解答		4.6

(N=225,477人)

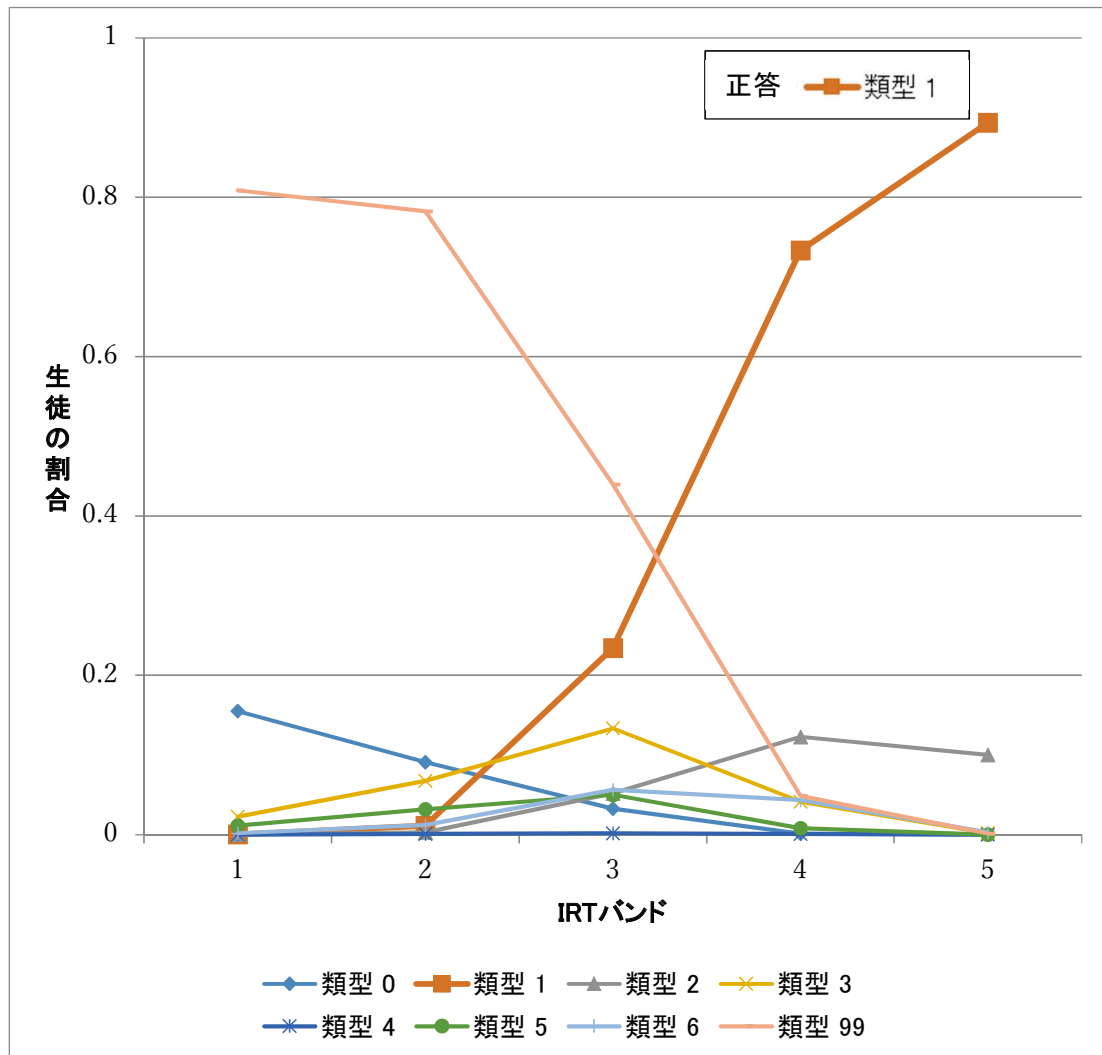
## 2. 分析結果と課題

- 化学変化に関する知識及び技能を活用して、実験の結果を分析して解釈し、化学変化を原子や分子のモデルで表すことに課題があると考えられる。
- 解答類型3（反応率8.4%）と解答類型5（反応率3.2%）については、化学変化の前後で何が反応して何が生成するかは理解できているが、原子の数が変わらないことは理解できていない生徒や、化学変化を原子や分子のモデルで表す際に化学変化の前後で原子の数を揃えることを意識できていない生徒がいると考えられる。
- 解答類型99の反応率は44.3%である。具体的な例としては、以下のようなものがある。

(例)

原子や分子のモデルですべての空欄を埋めるもの、マグネシウムと二酸化炭素だけを左辺に示すもの、原子や分子のモデルをランダムに入れている解答が見られた。このことから、実験の様子の動画等から「反応する物質」と「生成してできた物質」については整理できていないと考えられる。

○ IRT バンド別類型割合グラフ（具体的な見方の例については、次ページにあります。）



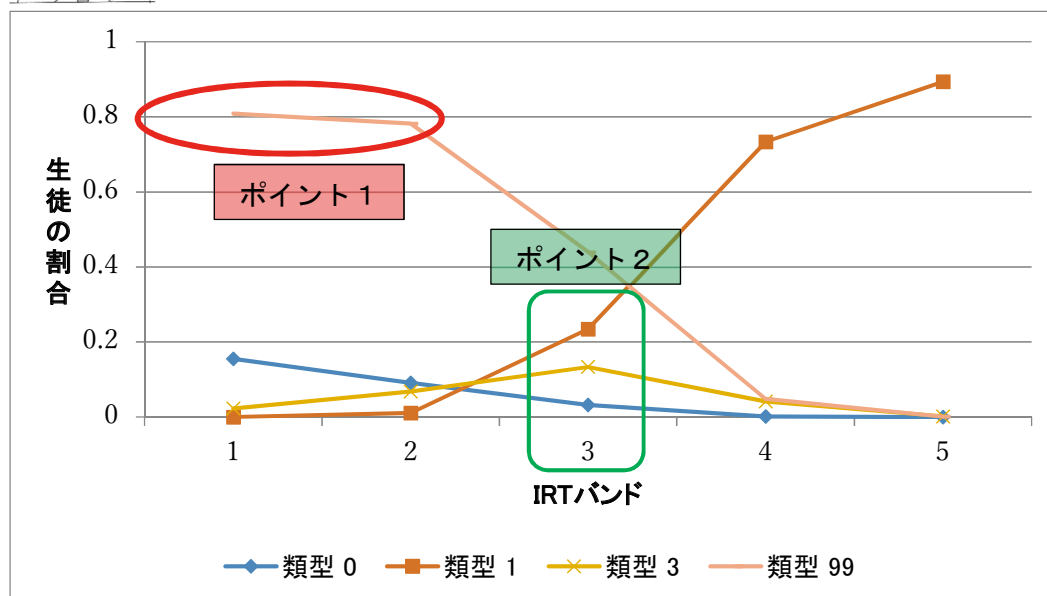
- ☆ IRT バンド4、5に属する7割強の生徒は、正答の類型である解答類型1を解答している。  
このことから、IRT バンド4、5に属する生徒は、物質を正しく原子や分子のモデルで表すこと、化学変化の前後で原子の種類と数が増減しないこと、モデルの数は最も簡単な整数比で表すことを適切に理解している。
- ☆ IRT バンド1、2に属する8割以上の生徒が、解答類型99の「上記以外の解答」である。  
解答類型1～6と解答している生徒は、実験の様子動画等から「反応する物質」と「生成してできた物質」については整理できている。また、解答類型99と解答している生徒では、実験の様子動画等から「反応する物質」と「生成してできた物質」については整理できていないと考えられる。このような生徒には、化学変化を指導する際に「何が反応して、何が生成したのか」に留意した指導を行うことが有効であると考えられる。
- ☆ IRT バンド4に属する生徒以降ではじめて、解答類型1の割合が解答類型99の割合を逆転する。IRT バンド3に属する生徒の約4割が解答類型99の「上記以外の解答」であり、約2割が正答の類型である解答類型1を解答している。このことから、IRT バンド3に属する生徒には、まず「何が反応して、何が生成したのか」が整理できるような指導の改善が必要であると考えられる。「何が反応して、何が生成したのか」が整理できた上で「化学変化の前後で原子の種類と数が増減しないこと」に重点をおいた指導の改善を行うことが有効であると考えられる。
- ☆ 無解答の類型である解答類型0は、IRT バンド1、2に集中している。

## IRT バンド別類型割合グラフから授業改善を考える

特徴的な類型に絞り、分かることを考える



特徴的な傾向を示す類型を取り出して、考えてみましょう。



ポイント1について

☆IRT バンド1、2に属する8割以上の生徒が、解答類型99の「上記以外の解答」である。動画を見て、「反応する物質が何で、生成する物質が何である」ということから確認して、化学反応式を考えることが大切である。

☆具体的な授業場面



動画を見て、何が反応して、何が生成したかを考えてみましょう。

ドライアイスの中で、マグネシウムを燃やしたね。

ドライアイスは二酸化炭素の固体でしたね。ということは、マグネシウムと二酸化炭素が反応する物質ですね。

反応した後は、白い粉末ができていました。これは酸化マグネシウムですね。

黒い粒は炭素ですね。



反応する物質、生成する物質が整理できましたね。よって、「マグネシウム+二酸化炭素→酸化マグネシウム+炭素」というように考えることができますね。

## ポイント2について

☆IRT バンド3に属する生徒では、「物質を正しく原子や分子のモデルで表しているが、化学変化の前後で原子の種類や数が増えている」解答類型3と解答している割合が一定数みられる。

☆具体的な授業場面

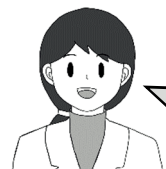


反応する物質、生成する物質が整理できました。  
化学変化は、  
マグネシウム+二酸化炭素→酸化マグネシウム+炭素  
と考えることができますね。  
原子と分子のモデルを用いて、化学変化を表すときの注意点は  
何だったでしょうか。

原子の種類と数を考える  
といいですね。

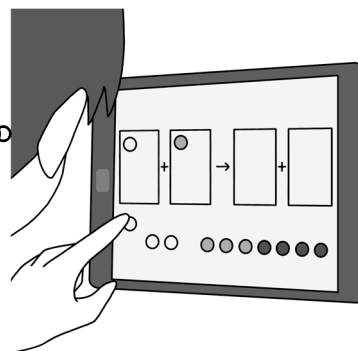
「化学変化の前後で、原子の種類  
は変わらない」という性質があり  
ました。

「化学変化の前後で、原子  
の数は変わらない」という  
性質もあったね。



それでは、確認した注意点を基に、タブレット  
端末を使って、原子や分子を使って化学変化を  
表してみましょう。

原子の種類や数が増えたり減ったり  
しないことに注意して、  
モデルを使って表して  
みよう。



### 3. 学習指導に当たって

#### ○ 化学変化を質的・実体的な視点で捉えることができるようにする

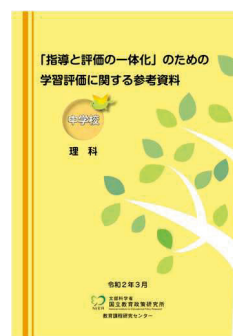
化学変化を原子や分子のモデルで表すなど、自然の事物・現象を質的・実体的な視点で捉えることは大切である。

指導に当たっては、化学変化を原子や分子のモデルを用いて考察させるなど、微視的に事象を捉えるようにすることが考えられる。

その際、化学変化における「反応する物質」と「生成してできた物質」を整理した上で、「化学変化の前後で原子の種類は変わらず、原子の数も変化しない」という知識を確認し、微視的に事象を捉えることが大切である。微視的に事象を捉える際には、1人1台端末を使用して原子や分子のモデルを動かし、生徒が試行錯誤できるようにすることが考えられる。

「指導と評価の一体化」のための学習評価に関する参考資料

「指導と評価の一体化」のための学習評価に関する参考資料では、学習評価の基本的な考え方や、評価規準の作成及び評価の実施等について解説しているほか、指導と評価の単元計画、観点別学習状況の評価の進め方について事例を出して紹介している。その中から本問に関連する事例として、第3編第2章事例6を基に出題した。



3 指導と評価の計画 (10時間)

時間	ねらい・学習活動	重点	記録	備考
1	・鉄と硫酸を反応させる実験を行い、反応前後の性質の違いを比較し、別の物質が生成していることを見いだす。	思	○	・反応前後の性質の違いを比較し、別の物質が生成していることを見いだして表現している。〔記述分析〕
2	・化学変化を、原子や分子のモデルと関連付けて理解する。	知		・化学変化を、原子や分子のモデルと関連付けて理解している。
3	・スチールウールを燃焼させる実験を行い、酸素と結び付いて、別の物質が生成していることを見いだす。	思	○	・鉄が酸素と結び付いて、別の物質が生成していることを見いだして表現している。〔記述分析〕
4	・銅やマグネシウムが酸素と結び付く反応を、原子や分子のモデルと関連付けて理解する。	知		・酸化は、物質が酸素と結び付く反応で、特に激しく熱や光を出す反応が燃焼であることを理解している。
5	・酸化銅と炭素の混合物を加熱する実験を行い、金属や気体の性質から、銅と二酸化炭素が生成したことを理解する。	知		・金属や気体の性質から、銅と二酸化炭素が生成したことを理解している。
6	・酸化銅と炭素から銅と二酸化炭素が生成したことを、原子や分子のモデルを用いて表現する。	思	○	・実験の結果を基に、化学反応について原子や分子のモデルを用いて表現している。〔記述分析〕
7	・二酸化炭素中でマグネシウムリボンが燃焼する現象を観察し、その変化を原子や分子のモデルを用いて説明する。	感	○	・二酸化炭素中でマグネシウムリボンが燃焼する現象について、原子や分子のモデルを用いて説明しようとしている。〔記述分析〕
8	・熱を取り出す実験を行い、化学変化には熱の出入りが伴うことを見いだす。 ・塩化アンモニウムと水酸化バリウムを反応させる実験を行い、温度変化を調べ、化学変化には熱の出入りが伴うことを見いだす。	思	○	・化学変化には熱の出入りが伴うことを見いだして表現している。〔記述分析〕
9	・鉄粉の酸化を利用したカイロを作成するなど、ものづくりを通して化学変化による発熱について理解する。	知		・熱を発生する化学変化について理解している。
10	・化学変化に関する学習を振り返り、概念的な知識を身に付けているかどうかを確認する。	知	○	・化学変化に関する概念的な知識を身に付けている。〔ペーパーテスト〕

\*記録の欄に○が付いていない授業においても、教師が生徒の学習状況を把握し、指導の改善に生かすことが重要である。

第3編 事例6

4 観点別学習状況の評価の進め方 「主体的に学習に取り組む態度」

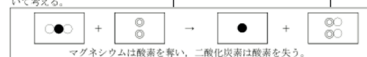
(1) 本時 (第7時) のねらい  
二酸化炭素中でマグネシウムリボンが燃焼する現象を観察し、酸化銅と炭素の反応における知識及び技能を活用して、その変化を原子や分子のモデルを用いて説明する。

(2) 評価規準  
「主体的に学習に取り組む態度」  
二酸化炭素中でマグネシウムリボンが燃焼する現象を、原子や分子のモデルを用いて、説き語しながら説明しようとしている。

(3) 評価のポイント  
二酸化炭素中でマグネシウムリボンが燃焼する現象を、原子や分子のモデルを用いて説明しようとしているかを、ワークシートの記述を基に評価する。

ワークシートの一部	
1	物質が二酸化炭素の中で燃焼するかを予想する。(学習前)
2	マグネシウムが二酸化炭素の中で燃焼することを、原子や分子のモデルを用いて説明しよう。(学習後)
3	学習前後の考えを比較し、対話を通して、どのように課題を解決しようとしたか記述しなさい。

(4) 指導と評価の流れ

学習場面	学習活動	学習活動における具体的評価規準	評価方法
導入	・物質が二酸化炭素中で燃焼するかを予想する。 ・火の着いたろうそくやマグネシウムリボンを、二酸化炭素中に入れる実験を行う。		
展開1	課題：マグネシウムが二酸化炭素の中で燃焼することを、原子や分子のモデルを用いて説明しよう。 ・生成した物質を観察して、炭素ができていないことに気付く。		
展開2	・マグネシウムが燃焼し炭素が生成することを、原子や分子のモデルを用いて考える。 	・マグネシウムは酸素を奪い、二酸化炭素は酸素を失う。	

出典 国立教育政策研究所「指導と評価の一体化」のための学習評価に関する参考資料 (中学校理科) のウェブページ

[https://www.nier.go.jp/kaihatsu/pdf/hyouka/r020326\\_mid\\_rika.pdf](https://www.nier.go.jp/kaihatsu/pdf/hyouka/r020326_mid_rika.pdf)

【課題の見られた問題の概要と結果】

- 5 ドライアイスの中で燃焼するかどうか科学的に探究する
- 5(2) 正答率 35.8% 化学変化に関する知識及び技能を活用して、実験の結果を分析して解釈し、化学変化を原子や分子のモデルで表すことができるかどうかをみる



二酸化炭素で満たした集気瓶があります。  
この中に火をつけたマグネシウムを入れるとどうなると思いますか？



やってみましょう。



二酸化炭素は、ものを燃やす働きがないので、  
火は消えると思います。



火は消えずに、  
マグネシウムが  
燃焼したよ。

どうして二酸化炭素  
中で燃焼するのか、  
分からないね。



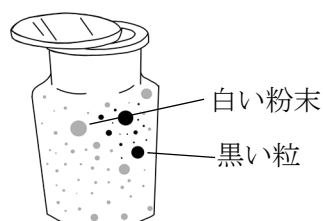
皆さんの疑問を解決するための課題を設定しましょう。  
今回、皆さんで解決したいことは何ですか。



今回の実験で、どのような化学変化が起こったかを調べたいです。

**課題** 火をつけたマグネシウムを二酸化炭素の中に入れると、どのような化学変化が起きているか。

集気瓶の中に、白い粉末と、  
黒い粒があります。

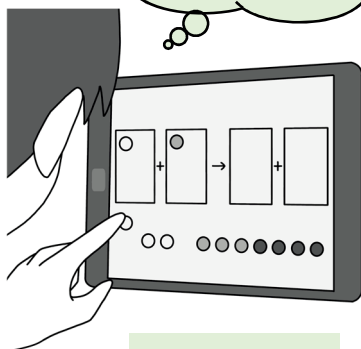


集気瓶の中で起きた化学変化を、モデルで表してみましょう。

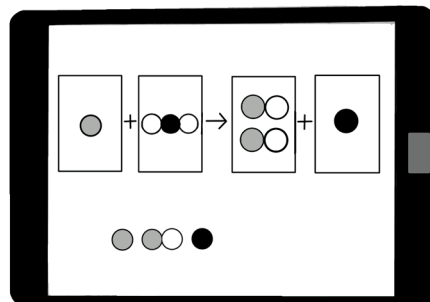


白い粉末は、酸化マグネシウムだろうな。

酸化マグネシウムは、マグネシウムと酸素の原子が1:1で結び付いていたよね。



自分で考える



グループで考える

そうなると炭素があまるね。黒い物質は炭素かな。

原子の種類は、変わらないよね。

あれ？化学変化の前後で、原子の数が変わっているよ？数を合わせると・・・

火をつけたマグネシウムを二酸化炭素の中に入れたとき、反応後にできた白い粉末は酸化マグネシウム、黒い粒は炭素であると考えました。

### <指導のポイント>

- 二酸化炭素中におけるマグネシウムの燃焼実験は、集気瓶中で十分可能である。
- 既習事項である金属の燃焼から、実験後に観察できる白い物質が酸化マグネシウムであると判断できる。
- 化学変化についてモデルを動かして考える場面を設定し、1人1台端末を活用するなどして個人でじっくりと考えられるようにする。