

理科 3 水素の利用を科学的に探究する（「粒子」を柱とする領域）

- 3 東京オリンピック・パラリンピックの聖火の燃料に水素が使われたことから、水素の利用について、理科の授業で科学的に探究しました。（1）から（3）までの各問いに答えなさい。

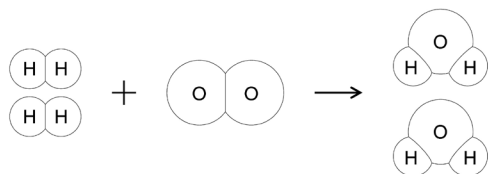
東京オリンピック・パラリンピックの聖火の写真

水素の燃焼を化学反応式で表す場面



温暖化の原因と考えられている二酸化炭素を出さない燃料として、水素が使われました。

下の分子のモデルで表した図を参考にして、水素の燃焼を化学反応式で表しましょう。



- （1）水素の燃焼の化学反応式を、下のアからエまでの中から1つ選びなさい。

- ア $4\text{H} + 2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$
 イ $\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$
 ウ $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$
 エ $\text{H}_4 + \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_4\text{O}_2$

中理 - 8

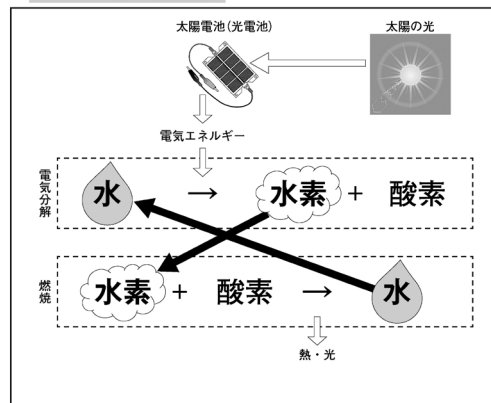
水素を燃料として使うしくみについて考える場面



ここでは、太陽電池などでつくった電気エネルギーを使って、水を分解しています。発生させた水素は、聖火の燃料にも使われました。

このようにして発生させた水素を燃料として使うしくみの例を、下の図に表しました。

図 水素を燃料として使うしくみの例



中理 - 9



水素を燃料として使うしくみの例で電気分解と燃焼を繰り返すとき、図の水の質量は、どのように考えられますか。

水の質量は と考えられます。



水素を燃料として使うしくみの例では、水素がずっと使えます。



この水素を燃料として使うしくみの例では、水を電気分解して発生させた水素を使い続けるために、おおもとして が必要です。



- （2） に当てはまる適切なものを、下のアからウまでの中から1つ選びなさい。

- ア 小さくなる イ 変化しない ウ 大きくなる

- （3） に当てはまる最も適切な言葉を水素を燃料として使うしくみの例の図の中から1つ選び、書きなさい。

中理 - 10

出題の趣旨

水素の利用について科学的に探究する学習場面において、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、東京オリンピック・パラリンピックで聖火の燃料に水素が使われたことから、**水素を燃料として使うしくみの例**について科学的に探究する学習場面を設定した。

理科では、身に付けた知識及び技能を分野や領域を横断して関連付け、身近な事象を多面的、総合的に捉えることが大切である。

授業では、身近な事象として**水素を燃料として使うしくみの例**を取り上げた学習場面を設定するなど、化学変化に関する知識及び技能と、「エネルギー」を柱とする領域の知識及び技能とを関連付けて、科学的に探究することも考えられる。

設問(1)

趣旨

化学変化に関する知識及び技能を活用して、水素の燃焼を分子のモデルで表した図を基に化学反応式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）

知識

1. 解答類型と反応率

問題番号	解 答 類 型			反応率 (%)	正答
3	(1)	1	ア と解答しているもの	3.3	
		2	イ と解答しているもの	10.3	
		3	ウ と解答しているもの	80.2	◎
		4	エ と解答しているもの	6.0	
		99	上記以外の解答	0.0	
		0	無解答	0.1	

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、原子や分子のモデルで表した図を基に、水素の燃焼を化学反応式で表すことはできている。
- 解答類型2には、水素、酸素、水を化学式で表すことはできているが、化学変化に関する原子や分子の種類や数に着目し、原子や分子のモデルで表した図を基に化学反応式の係数を正しく表すことができない生徒がいると考えられる。
- 平成30年度【中学校】理科⁴(3) (正答率50.0%)では、「平成30年度【中学校】報告書」において、原子や分子のモデルで表した図を基に、化学変化を化学反応式で表すことに課題があると分析している。これに関連して本問では、水素の燃焼を原子や分子のモデルで表した図を基に、化学反応式で表すことができるかどうかをみる問題を出題した(正答率80.2%)。今回の結果から、原子や分子のモデルを基に、化学変化を化学反応式で表すことに改善の状況が見られる。

3. 学習指導に当たって

- **原子や分子のモデルを基に、化学変化を化学反応式で表すことができるようにする**
身近な現象を科学的に探究する上で、原子や分子のモデルを基に、身近に見られる化学変化を化学反応式で表すことは大切である。
指導に当たっては、身近に見られる化学変化を原子や分子のモデルで微視的に現象を捉えることで、化学変化に関係する原子や分子の種類や数に関することを可視化して理解することが考えられる。
その際、原子や分子のモデルを基に、化学変化を化学反応式で表す活動を通して、粒子のモデルで表す有用性を実感できるようにすることが大切である。

コラム②

原子や分子のモデルの教材活用例

原子や分子のモデルを基に化学反応式を表すことで、モデルを使って化学変化を考えることの有用性を実感することが期待できる。また、原子や分子のモデルなどを基に化学変化を化学反応式で表す学習場面も考えられる。

その際、教育センター等で情報提供されている教材を授業に活用することも考えられる。下図は北海道立教育研究所附属理科教育センターで紹介している教材である。このような教材を活用することは、生徒が実感を伴って理解する一助になると考えられる。



出典 北海道立教育研究所附属理科教育センター
<http://www.ricen.hokkaido-c.ed.jp/>

「粒子モデル Ver. 2」の作製
 ～分子の粒子モデル、化学反応式の作り方～
http://www.ricen.hokkaido-c.ed.jp/index.php?page_id=463

設問(2)

趣旨

水を電気分解して発生させた水素を燃料として使う仕組みを探究する学習場面において、粒子の保存性の視点から化学変化に関わる水の質量が変化しないことを、分析して解釈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
3	(2)	1	ア と解答しているもの	29.1	◎
		2	イ と解答しているもの	60.6	
		3	ウ と解答しているもの	9.9	
		99	上記以外の解答	0.0	
		0	無解答	0.3	

2. 分析結果と課題

- 粒子の保存性に着目して化学変化に関わる水の質量が変化しないことを、分析して解釈することはおおむねできている。
- 解答類型1には、水の電気分解で生じた水素をそのまま燃料として使用していると捉えることができず、水の電気分解だけに着目して、水の質量が減少すると解答した生徒がいると考えられる。

3. 学習指導に当たって

○ 化学変化を粒子の保存性に着目し、分析して解釈できるようにする

身近な現象を科学的に探究する上で、化学変化に関する知識及び技能を活用して、化学変化を粒子の保存性に着目し、分析して解釈することは大切である。

指導に当たっては、水の電気分解などの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、化学変化に関係する原子の種類や数が変化しないことに気付くようにすることが考えられる。

その際、原子や分子のモデルで表した複数の化学変化を比較し、粒子の保存性に気付くようにすることが重要である。

設問(3)

趣旨

化学変化に関する知識及び技能と「エネルギー」を柱とする領域の知識及び技能を関連付け、**水素を燃料として使うしくみの例**の全体を働かせるおおもとして必要なものを分析して解釈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

(4) 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。

第1分野 (3) 電流とその利用

(7) 電流

㊦ 電気とそのエネルギー

電流によって熱や光などを発生させる実験を行い、熱や光などが取り出せること及び電力の違いによって発生する熱や光などの量に違いがあることを見いだして理解すること。

■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
3	(3)	1	太陽の光（太陽も可）と解答しているもの	24.9	◎
		2	電気エネルギー又は太陽電池（光電池）と解答しているもの	20.1	
		3	電気分解又は燃焼に関係する物質と解答しているもの	43.7	
		4	熱・光と解答しているもの	1.9	
		99	上記以外の解答	5.2	
		0	無解答	4.2	

2. 分析結果と課題

- 化学変化と「エネルギー」を柱とする領域に関する知識及び技能を関連付け、分析して解釈することに課題があり、指導の充実が求められる。
- 解答類型2には、「エネルギー」を柱とする領域に関する知識を活用しようとしているが、電気エネルギーを得るためには太陽の光が必要であると捉えることができていない生徒がいると考えられる。
- 解答類型3の具体的な例としては、以下のようなものがある。

(例)

・ 酸素 ・ 水素

「エネルギー」を柱とする領域に関する知識を活用することができず、電気分解または燃焼に関する物質を仕組み全体を働かせるおおもとして捉えている生徒がいると考えられる。

- 解答類型99の具体的な例としては、以下のようなものがある。

(例)

・ 二酸化炭素 ・ 水素自動車
・ 東京オリンピック・パラリンピックの聖火

図の中にない語を記載している解答が見られた。

3. 学習指導に当たって

- 化学変化と「エネルギー」を柱とする領域の知識及び技能を関連付け、分析して解釈できるようにする

身近な現象を科学的に探究する上で、化学変化と「エネルギー」を柱とする領域の知識及び技能を関連付け、分析して解釈することは大切である。

指導に当たっては、水の電気分解や水素の燃焼などの化学変化には、電気、熱、光など「エネルギー」を柱とする領域が関連していることに気付くようにすることが考えられる。

その際、化学変化を起こすきっかけとなるエネルギーの形態だけでなく、それらが生み出される過程について触れることも重要である。

授業アイデア例

<ICT 機器を活用して、化学変化を原子や分子のモデルを基に化学反応式で表す>

本時の概要

課題の把握 … 試験管にためた水素に火をつける実験から、問題を見だし課題を設定する。

課題の探究 … 試験管の中で何が起きたのかを考え、タブレット型端末を使用して原子や分子のモデルを基に、水素の燃焼を化学反応式で表す。

学習場面の展開例

課題の解決 … 他の化学変化も、タブレット型端末を使用して、原子や分子のモデルを基に化学反応式で表す。

学習場面の展開例

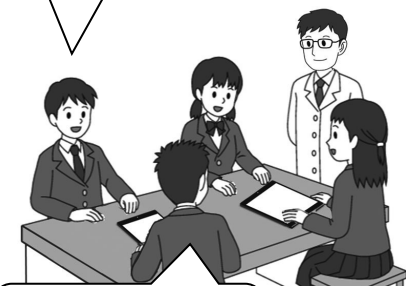
水素の燃焼の実験を行ったとき、試験管の中で何が起きたのか、原子や分子のモデルを使って考え、化学反応式で表しましょう。



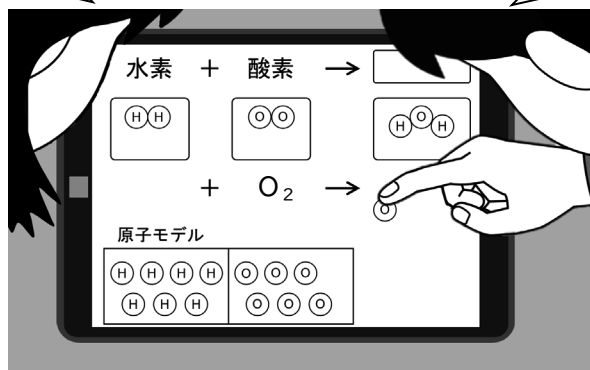
何が起きたのかな。

それぞれの物質をモデルにするとこうなるよ。

反応の前後で原子の種類と数が同じになるようにしよう。



ⓂとⓂでできる物質は水ですね。



化学変化を原子や分子のモデルで表すことができたから、化学反応式も書けるね。

水素 H_2 が二つと酸素 O_2 が一つ反応して、水 H_2O が二つできているから、化学反応式は、 $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ と表せますね。



他の化学変化でも原子や分子のモデルを使って考えると化学反応式がつくれそう！
これまで実験した化学変化もモデルで表してみたいな。



酸化銀の分解でも同じようにできるかな。



炭酸水素ナトリウムの分解でチャレンジします！

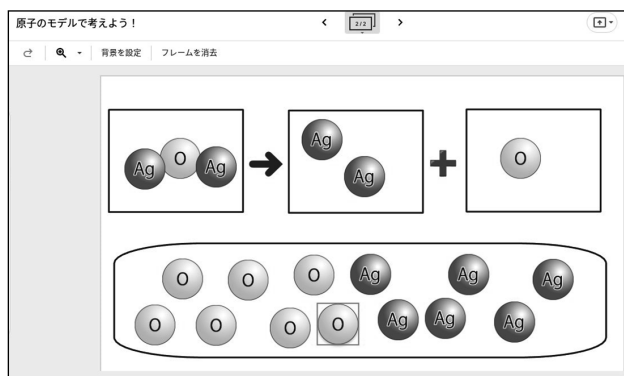


原子のモデルを配信しておくので、自分が興味のある化学反応式を家でつくって提出しましょう。



先生

【例】 酸化銀の分解



操作中のタブレット型端末の画面

ポイント

- タブレット型端末を利用することで、原子や分子のモデルを基に化学反応式で表す学習活動が容易になり、生徒が試行錯誤しながら取り組みやすくなる。
- タブレット型端末に、元素記号の原子のモデルを配信することで、家庭学習等において活用することが容易になると考えられる。