

# 理科 7 水の状態変化を科学的に探究する（「粒子」を柱とする領域）

- 7 水の状態変化について科学的に探究したことを、2つのグループが理科の授業でポスター発表しています。
- (1)と(2)の各問いに答えなさい。



## グループ1 水が水蒸気になるときの温度変化

アフリカの乾燥地帯の電気を使わない冷蔵庫（断面図）

素焼きのつばには小さな穴がたくさんあり、水が表面にしみ出します。

空気が乾燥しているので、しみ出した水は、すぐに熱をうばって蒸発するため、全体が冷えます。

- (1) 下線部としくみが同じ現象を、下のアからエまでの中から1つ選びなさい。

ア かき氷をつくった金属のスプーンの温度が下がる

イ ラムネ菓子を食べると化学変化で口の中の温度が下がる

ウ アルコールで手を消毒すると、手の温度が下がる

エ 氷に食塩をかけると0℃より温度が下がる

中理 - 20

## グループ2 水蒸気の水になるときの温度変化

水が水蒸気になるとき、熱をうばうため、温度が下がります。

水蒸気の水になるときは、逆に温度が上がるのではないかと考えました。

肌着などに使われている吸湿発熱繊維は、皮膚から出た水蒸気の水に状態変化することで発熱するそうです。

実際に確かめてみました。

### 【課題】

水蒸気の水に状態変化することで、吸湿発熱繊維は発熱するか。

### 【実験】

- ① 下の図の装置で、水蒸気を多く含む空気を吸湿発熱繊維に通す前後で、温度が上昇するか確かめる。
- ② 実験の前後で吸湿発熱繊維の質量が大きくなるか調べることで、水蒸気の水に状態変化したか確かめる。

温度計 20.0℃

水蒸気を多く含んだ空気

空気

送風機

水

吸湿発熱繊維

【結果】

|       | 前    | 後    |
|-------|------|------|
| 温度(℃) | 15.0 | 20.0 |
| 質量(g) | 4.80 | 5.00 |

中理 - 21

【考察】

【結果】から、水蒸気の水に状態変化すると、吸湿発熱繊維は発熱すると考えられる。

私は、この実験だけでは、その【考察】のように判断できないと考えます。

- (2) 下線部に対して、どのように考えることが最も適切ですか。下のアからエまでの中から1つ選びなさい。

- ア この実験だけで【考察】のように判断できる。
- イ この実験だけでは【考察】のように判断できないので、乾燥した空気では発熱しないことを確かめる必要がある。
- ウ この実験だけでは【考察】のように判断できないので、水蒸気の量を多くして、温度がさらに上昇することを確認する必要がある。
- エ この実験だけでは【考察】のように判断できないので、吸湿発熱繊維の量を多くして、温度がさらに上昇することを確認する必要がある。

中理 - 22

## 出題の趣旨

水の状態変化における温度変化について科学的に探究する学習場面において、状態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、状態変化に関する知識及び技能を活用して、水の状態変化における温度変化を科学的に探究し、グループでポスター発表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活用して、日常生活で見られる事象を主体的に探究することが大切である。その際、ポスターなどにまとめ、発表や対話を通して考察が妥当かどうかを検討して改善することが大切である。

授業では、状態変化に関する知識及び技能と日常生活や社会の中の事象を関連付けて探究することで、理科を学ぶことの意義や有用性の実感を高め、次の探究につなぐことも大切である。

### 設問(1)

## 趣旨

液体が気体に変化することによって温度が下がる身近な事象を問うことで、状態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。

### ■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

(ウ) 状態変化

⑦ 状態変化と熱

物質の状態変化についての観察、実験を行い、状態変化によって物質の体積は変化するが質量は変化しないことを見いだして理解すること。

### ■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<br>(%) | 正答 |
|------|-----|---------|-------------|------------|----|
| 7    | (1) | 1       | ア と解答しているもの | 19.7       |    |
|      |     | 2       | イ と解答しているもの | 10.5       |    |
|      |     | 3       | ウ と解答しているもの | 36.6       | ◎  |
|      |     | 4       | エ と解答しているもの | 32.6       |    |
|      |     | 99      | 上記以外の解答     | 0.1        |    |
|      |     | 0       | 無解答         | 0.4        |    |

## 2. 分析結果と課題

- 液体が気体に変化することによって温度が下がる身近な現象について、その概念等を理解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1と解答類型2には、熱の伝わり方や、化学変化に関する知識が身に付いていないため、熱の伝導や化学変化に伴う吸熱反応を状態変化に伴う温度変化と捉えている生徒がいると考えられる。
- 解答類型4には、氷に食塩を加えて水の温度を下げる小学校での観察、実験を想起し、温度が下がることのみに着目し、熱を奪って蒸発する仕組みと捉える生徒がいると考えられる。

## 3. 学習指導に当たって

- 状態変化に関する知識を身近な現象で活用できる程度に概念等を理解できるようにする  
状態変化に関する知識を身に付けるだけでなく、身近な現象で活用できる程度に概念等を理解することは大切である。  
指導に当たっては、状態変化に関する知識と身近な現象を関連付けて探究する学習場面を繰り返し設定することが考えられる。  
その際、乾湿計の乾球と湿球に温度差が生じる現象やアルコール消毒で手が冷たくなる現象など、温度が下がる現象と状態変化の知識を関連付けながら概念等を理解することが考えられる。

### 設問(2)

#### 趣旨

実験の結果が考察の根拠として十分かどうか検討し、必要な実験を指摘して、実験の計画を改善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 (2) 身の回りの物質

(ウ) 状態変化

⑦ 状態変化と熱

物質の状態変化についての観察、実験を行い、状態変化によって物質の体積は変化するが質量は変化しないことを見いだして理解すること。

#### ■枠組み（視点）

検討・改善

## 1. 解答類型と反応率

| 問題番号 |     | 解 答 類 型 |             | 反応率<br>(%) | 正答 |
|------|-----|---------|-------------|------------|----|
| 7    | (2) | 1       | ア と解答しているもの | 8.7        |    |
|      |     | 2       | イ と解答しているもの | 53.6       | ◎  |
|      |     | 3       | ウ と解答しているもの | 23.5       |    |
|      |     | 4       | エ と解答しているもの | 13.2       |    |
|      |     | 99      | 上記以外の解答     | 0.0        |    |
|      |     | 0       | 無解答         | 1.0        |    |

## 2. 分析結果と課題

- 適切な考察を行うために、科学的な探究の方法として妥当か検討し、「水の有無」を変える条件とした実験の計画が必要であることを検討して改善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3には、適切な考察を行うための実験の計画について、変える条件を「水の量」と捉えている生徒がいますと考えられる。
- 解答類型4には、適切な考察を行うための実験の計画について、水蒸気に関係していることに着目できていない生徒がいますと考えられる。
- 平成24年度【中学校】理科1(5)（正答率43.3%）、平成27年度【中学校】理科1(5)（正答率52.5%）で類題を出題している。「平成27年度【中学校】報告書」において、課題に正対した対照実験を計画することに課題があると分析している。これに関連して本間では、「実験結果が考察の根拠として十分か検討し、必要な実験を指摘して、実験の計画を改善できるかどうか」をみる問題を出題した（正答率53.6%）。今回の結果から、引き続き課題がある。

## 3. 学習指導に当たって

- **実験結果が考察の根拠として十分か検討し、実験の計画を改善できるようにする**  
 科学的に探究するために必要な資質・能力を育成する上で、探究の過程や方法を振り返り、実験の計画や操作などの妥当性について検討して改善することは大切である。  
 指導に当たっては、話し合い活動を通して、実験の計画を再検討して改善する学習場面を設定することが考えられる。  
 その際、実験の計画や考察が妥当か検討し、より適切な実験の計画を考えるようにすることが重要である。また、条件の制御が不十分な実験をあらかじめ提示し、検討して改善する場面を設定することも考えられる。

## 授業アイデア例

## &lt;実験の計画を検討して改善する必要性を考える&gt;

## 本時の概要

課題の把握 … 空気中で木炭とスチールウールを燃焼させる実験を行い、化学変化における質量の変化について問題を見だし、課題を設定する。

課題の探究 … 実験結果から、化学変化の前後で質量の変化の規則性を調べるために、今まで行った実験をどのように工夫したり改善したりすればよいか話し合う。

## 学習場面の展開例

課題の解決 … 次の時間に、検討して改善した実験方法で実験を行い、化学変化における質量の変化の規則性を見いだす。

## 学習場面の展開例

## 【実験の説明の場面】



先生

このような装置を準備して、同じ質量の木炭をつけています。  
右の木炭を燃焼させ、左の木炭はそのままにしておきます。これで、燃焼後の質量を比較できますね。  
スチールウールについても同じ操作をします。実験をしましょう。



## 【実験結果から考察を発表し、実験の計画を検討する場面】



先生

グループで考察し、発表しましょう。

化学変化の前後で質量が減るものと増えるものがあります。Aの結果は二酸化炭素が空気中に出ていって、Bの結果は空気中の酸素が結び付いたからです。



A 木炭



B スチールウール





空気中に出ていったり、結び付いたりした気体の分だけ質量が変化したのかな？



化学変化の前後で、質量がどうなるかの規則性は、この実験だけでは分からないよね。



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ないので、質量も変化しないと予想しました。



先生

では、これまで行ってきた実験の方法を工夫して、化学変化の前後で質量がどうなるかの規則性を確かめる方法を考えてみましょう。



気体のことを考えて実験の方法を工夫する必要があるそうですね。



気体が発生しない実験を考えれば良いと思います。化学かいろを作って、化学変化の前後で質量を比べる実験を計画すれば規則性を確かめられると思います。



気体が発生する実験で、気体が逃げないようにすると、化学変化の前後で質量がどうなるかの規則性を確かめられると思います。



これで本当に規則性を確かめられるかな。改善するところはないかな。

### ポイント

- 開いた系の実験をあらかじめ準備して、この実験だけでは化学変化の前後で質量の変化について規則性を見いだすことができない学習場面を設定することで、生徒が主体的に検討するような授業デザインをする。

## コラム⑤

## 日常生活で昇華（固体→気体）を実感できる事例

物質の状態変化には、液体を経由せず、固体から直接気体に変化することがある。この変化を昇華という。

冷凍庫の中の氷が、数日～数週間経過すると小さくなっていることがある。これは、冷凍庫の中が、 $0^{\circ}\text{C}$ 以下の温度で減圧の状態にあるため、液体の水を経由せずに固体から直接気体の水蒸気に変化し、その結果、氷が小さくなっている例である。



野菜などを一旦凍結し、低温下で減圧することで野菜などから水分を直接水蒸気として放出させて、乾燥野菜をつくることができる。この技術をフリーズドライといい、即席カップ麺の乾燥野菜や、非常食などに利用されている。フリーズドライを利用した製品を探す活動を通して、状態変化の昇華が身の回りで利用されていることを実感する学習活動を行うことも考えられる。

