

令和 4 年度  
全国学力・学習状況調査

# 報告書

児童生徒一人一人の学力・学習状況に  
応じた学習指導の改善・充実に向けて

中学校 理科

授業アイデア例  
掲載

令和 4 年 8 月  
文部科学省 国立教育政策研究所

# 目 次

|  |    |
|--|----|
| <b>1. 調査の概要</b> .....                              | 1  |
| (1) 調査の目的 .....                                    | 2  |
| (2) 調査の対象とする児童生徒 .....                             | 2  |
| (3) 調査事項及び手法 .....                                 | 2  |
| (4) 調査の方式 .....                                    | 3  |
| (5) 調査日時 .....                                     | 3  |
| (6) 集計児童生徒・学校数 .....                               | 4  |
| (7) 調査結果の解釈等に関する留意事項 .....                         | 6  |
| <b>2. 教科に関する調査の結果（概要）</b> .....                    | 7  |
| (1) 調査問題の内容、課題等、指導改善のポイント .....                    | 8  |
| (2) 集計結果（正答等の状況） .....                             | 10 |
| (3) 地域の規模等の状況 .....                                | 12 |
| (4) 都道府県・指定都市の状況 .....                             | 12 |
| (5) 教育委員会の状況 .....                                 | 13 |
| (6) 学校の状況 .....                                    | 13 |
| (7) 国・公・私立学校の状況 .....                              | 14 |
| <b>3. 教科に関する調査の各問題の分析結果と課題</b> .....               | 15 |
| (1) 「3. 教科に関する調査の各問題の分析結果と課題」の見方 .....             | 16 |
| (2) 中学校 理科 .....                                   | 19 |
| ① タッチパネルを科学的に探究する（「エネルギー」を柱とする領域） .....            | 20 |
| 設問(1) .....  | 21 |
| 授業アイデア例<br>日常生活における現象を静電気の性質に関する知識と関連付けて説明する ..... | 22 |
| 設問(2) .....  | 24 |
| ② 天気の変化を科学的に探究する（「地球」を柱とする領域） .....                | 26 |
| 設問(1) .....  | 27 |
| 設問(2) .....  | 29 |
| 設問(3) .....  | 32 |
| 授業アイデア例<br>考察に用いた観測データが妥当か検討し、考察を深める .....         | 34 |

|         |                                       |    |
|---------|---------------------------------------|----|
| 3       | 水素の利用を科学的に探究する（「粒子」を柱とする領域）           | 36 |
|         | 設問(1)                                 | 37 |
|         | 設問(2)                                 | 39 |
|         | 設問(3)                                 | 40 |
| 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 | 42 |
| 4       | 生物の外部形態を基に科学的に探究する（「生命」を柱とする領域）       | 44 |
|         | 設問(1)                                 | 45 |
| 授業アイデア例 |                                       |    |
|         | 動物の外部形態を生活場所や移動の仕方などに関連付けて考察し、表現する    | 48 |
|         | 設問(2)                                 | 49 |
| 5       | 押して使うばねを科学的に探究する（「エネルギー」を柱とする領域）      | 52 |
|         | 設問(1)                                 | 53 |
|         | 設問(2)                                 | 55 |
|         | 設問(3)                                 | 57 |
| 授業アイデア例 |                                       |    |
|         | 改善点を明確にし、実験の計画を検討して改善する               | 60 |
| 6       | 観察から大地の変動を科学的に探究する（「地球」を柱とする領域）       | 62 |
|         | 設問(1)                                 | 63 |
|         | 設問(2)                                 | 65 |
|         | 設問(3)                                 | 67 |
| 授業アイデア例 |                                       |    |
|         | 一つの地層を複数の方位から捉え、広がり方や傾きを考える           | 68 |
| 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）          | 70 |
|         | 設問(1)                                 | 71 |
|         | 設問(2)                                 | 72 |
| 授業アイデア例 |                                       |    |
|         | 実験の計画を検討して改善する必要性を考える                 | 74 |
| 8       | アリの行列を科学的に探究する（「生命」を柱とする領域）           | 78 |
|         | 設問(1)                                 | 79 |
|         | 設問(2)                                 | 82 |
| 授業アイデア例 |                                       |    |
|         | 実験の計画を立案する際、予想や仮説と異なる結果が出ることを想定する     | 84 |
|         | 設問(3)                                 | 85 |

# 1. 調査の概要

### (1) 調査の目的

義務教育の機会均等とその水準の維持向上の観点から、全国的な児童生徒の学力や学習状況を把握・分析し、教育施策の成果と課題を検証し、その改善を図るとともに、学校における児童生徒への教育指導の充実や学習状況の改善等に役立てる。さらに、そのような取組を通じて、教育に関する継続的な検証改善サイクルを確立する。

### (2) 調査の対象とする児童生徒

#### 【小学校調査】

小学校第6学年、義務教育学校前期課程第6学年、特別支援学校小学部第6学年

#### 【中学校調査】

中学校第3学年、義務教育学校後期課程第3学年、  
中等教育学校前期課程第3学年、特別支援学校中学部第3学年

### (3) 調査事項及び手法

#### ① 児童生徒に対する調査

##### ア 教科に関する調査〔国語、算数・数学、理科〕

出題内容はそれぞれ次の(ア)と(イ)を一体的に問うもの。

(ア) 身に付けておかなければ後の学年等の学習内容に影響を及ぼす内容や、実生活において不可欠であり常に活用できるようになっていることが望ましい知識・技能等

(イ) 知識・技能を実生活の様々な場面に活用する力や、様々な課題解決のための構想を立て実践し評価・改善する力等

※調査問題は学習指導要領（平成29年告示）に示された目標及び内容等に基づいて作成。

##### イ 質問紙調査

学習意欲、学習方法、学習環境、生活の諸側面等に関する質問紙調査を実施。

本年度の主な調査項目は以下のとおり。

- ・挑戦心、達成感、規範意識、自己有用感等
- ・地域や社会に関わる活動の状況等
- ・ICTを活用した学習状況
- ・主体的・対話的で深い学びの視点からの授業改善に関する取組状況
- ・学習に対する興味・関心や授業の理解度等

#### ② 学校に対する質問紙調査

学校における指導方法に関する取組や学校における人的・物的な教育条件の整備の状況等に関する質問紙調査を実施。

本年度の主な調査項目は以下のとおり。

- ・生徒指導等
- ・学校運営に関する状況／教職員の資質向上に関する状況
- ・主体的・対話的で深い学びの視点からの授業改善に関する取組状況
- ・ICTを活用した学習状況
- ・各教科の指導方法
- ・個に応じた指導
- ・新型コロナウイルス感染症の影響

※調査項目は毎年度文部科学省において決定。

※全国学力・学習状況調査の開始当初（平成19年度）と比べて質問紙調査の質問項目数が増加し、平成30年度より、毎年調査する項目と数年おきに調査する項目を分別し、質問項目数を選定。

(4) 調査の方式  
悉皆調査

(5) 調査日時  
令和4年4月19日(火)

【小学校調査】

| 1時限目    | 2時限目    | 3時限目    |                     |
|---------|---------|---------|---------------------|
| 国語(45分) | 算数(45分) | 理科(45分) | 児童質問紙<br>(20～40分程度) |

【中学校調査】

| 1時限目    | 2時限目    | 3時限目    |                     |
|---------|---------|---------|---------------------|
| 国語(50分) | 数学(50分) | 理科(50分) | 生徒質問紙<br>(20～45分程度) |

※児童生徒質問紙調査は、一部の学校において、PC・タブレット等の端末を活用したオンラインによる回答方式で実施。なお、オンラインによる回答方式で実施する場合、ネットワーク等の状況を考慮し、4月19日～4月28日の期間中における回答を4月19日に実施した調査の結果として集計している。

※調査の実施日に、特定の学校において調査を実施できないやむを得ない事情がある場合は、教育委員会及び学校等の判断により、当該学校における調査実施日を後日に変更することができることとしている。調査実施日を後日に変更する場合、全体の集計からは除外するが、4月20日～5月20日に実施された調査については、採点及び調査結果の提供を行っている。

(6) 集計児童生徒・学校数

① 集計基準

児童生徒に対する調査について、令和4年4月19日に実施された教科に関する調査及び質問紙調査の結果を集計。学校に対する質問紙調査については、在籍する児童生徒が調査を実施した学校の結果を集計。

② 集計児童生徒数

(小学校第6学年、義務教育学校前期課程第6学年、特別支援学校小学部第6学年)

|    | 調査対象児童数 <sup>※1</sup> | 4月19日に調査を実施した児童数 <sup>※2</sup> | 【参考】<br>4月19日～5月20日に調査を実施した児童数 |
|----|-----------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 公立 | 1,038,101人            | 965,761人                       | 993,977人                       |
| 国立 | 6,498人                | 6,097人                         | 6,332人                         |
| 私立 | 13,061人               | 6,253人                         | 6,542人                         |
| 合計 | 1,057,660人            | 978,111人                       | 1,006,851人                     |

(中学校第3学年、義務教育学校後期課程第3学年、  
中等教育学校前期課程第3学年、特別支援学校中学部第3学年)

|    | 調査対象生徒数 <sup>※1</sup> | 4月19日に調査を実施した生徒数 <sup>※2</sup> | 【参考】<br>4月19日～5月20日に調査を実施した生徒数 |
|----|-----------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 公立 | 994,935人              | 892,585人                       | 905,178人                       |
| 国立 | 10,128人               | 9,640人                         | 9,664人                         |
| 私立 | 82,226人               | 26,284人                        | 26,827人                        |
| 合計 | 1,087,289人            | 928,509人                       | 941,669人                       |

※1 調査対象児童生徒数について、公立・国立は、調査実施前に学校から申告された児童生徒数、私立は、令和3年度学校基本調査による。調査当日までの転入出等により増減の可能性がある。

※2 調査を実施した児童生徒数は、回収した解答用紙が最も多かった教科の解答用紙の枚数で算出。

③ 集計学校数

(小学校、義務教育学校前期課程、特別支援学校小学部)

|    | 調査対象者の<br>在籍する学校<br>数 | 4月19日に調査を<br>実施した学校数<br>(実施率%) | 【参考】<br>4月20日～5月20日<br>に調査を実施し<br>た学校数 | 【参考】<br>4月19日～5月20日に<br>調査を実施した学校<br>数 (実施率%) |
|----|-----------------------|--------------------------------|--|---|
| 公立 | 18,805校               | 18,671校<br>(99.3%)             | 101校                                   | 18,772校<br>(99.8%)                            |
| 国立 | 75校                   | 73校<br>(97.3%)                 | 2校                                     | 75校<br>(100.0%)                               |
| 私立 | 242校                  | 123校<br>(50.8%)                | 4校                                     | 127校<br>(52.5%)                               |
| 合計 | 19,122校               | 18,867校<br>(98.7%)             | 107校                                   | 18,974校<br>(99.2%)                            |

(中学校、義務教育学校後期課程、中等教育学校前期課程、特別支援学校中学部)

|    | 調査対象者の<br>在籍する学校<br>数 | 4月19日に調査を<br>実施した学校数<br>(実施率%) | 【参考】<br>4月20日～5月20日<br>に調査を実施し<br>た学校数 | 【参考】<br>4月19日～5月20日に<br>調査を実施した学校<br>数 (実施率%) |
|----|-----------------------|--------------------------------|--|---|
| 公立 | 9,437校                | 9,348校<br>(99.1%)              | 60校                                    | 9,408校<br>(99.7%)                             |
| 国立 | 80校                   | 80校<br>(100.0%)                | 0校                                     | 80校<br>(100.0%)                               |
| 私立 | 765校                  | 334校<br>(43.7%)                | 5校                                     | 339校<br>(44.3%)                               |
| 合計 | 10,282校               | 9,762校<br>(94.9%)              | 65校                                    | 9,827校<br>(95.6%)                             |



### (7) 調査結果の解釈等に関する留意事項

本調査は、幅広く児童生徒の学力や学習状況等を把握することなどを目的として実施しているが、実施教科が特定の教科のみであることや、必ずしも学習指導要領全体を網羅するものではないことなどから、本調査の結果については、児童生徒が身に付けるべき学力の特定の一部分であること、学校における教育活動の一側面に過ぎないことに留意することが必要である。

本調査の結果においては、国語、算数・数学、理科ごとの平均正答数、平均正答率等の数値を示しているが、平均正答数、平均正答率のみならず、中央値、標準偏差等の数値や分布の状況を表すグラフの形状など他の情報と合わせて総合的に結果を分析、評価することが必要である。また、個々の問題や領域等に着目して学習指導上の課題を把握・分析し、児童生徒一人一人の学習改善や学習意欲の向上につなげることも重要である。

#### <用語説明>

| 語句    | 説明   |
|-------|--|
| 平均正答数 | 児童生徒の正答数の平均。   |
| 平均正答率 | 平均正答数を百分率で表示。<br>○国語、算数・数学、理科ごとの平均正答率は、それぞれの平均正答数を設問数で割った値の百分率（概数）。<br>○学習指導要領の領域、評価の観点、問題形式、問題ごとの平均正答率は、それぞれの正答児童生徒数を全体の児童生徒数で割った値の百分率。 |
| 中央値   | 集団のデータを大きさの順に並べた時に真ん中に位置する値。<br>平均値とともに集団における代表値として捉えられる。  |
| 最頻値   | 集団のデータにおいて、最も多く現れる値。   |
| 標準偏差  | 集団のデータの平均値からの離れ具合（散らばりの度合い）を表す数値。標準偏差が0とは、ばらつきがない（データの値が全て同じ）ことを意味する。  |
| 解答類型  | 各問題についての正答、予想される解答などの解答状況を分類し整理したもの。   |

## 2. 教科に関する調査の結果（概要）

## (1) 調査問題の内容、課題等、指導改善のポイント

### ○調査問題の内容

学習指導要領における第1分野の「エネルギー」を柱とする領域と「粒子」を柱とする領域、第2分野の「生命」を柱とする領域と「地球」を柱とする領域からバランスよく出題することとした。なお、第2学年までの内容としている。

- (例) ■タッチパネルを科学的に探究する(「エネルギー」を柱とする領域)  
■水の状態変化を科学的に探究する(「粒子」を柱とする領域)  
■生物の外部形態を基に科学的に探究する(「生命」を柱とする領域)  
■天気の変化を科学的に探究する(「地球」を柱とする領域)

### ○課題等

#### 「エネルギー」を柱とする領域

- ◆ 静電気に関する知識を理解することに課題がある。〔1〕(1)
- ◇ 変える条件と変えない条件を制御した実験を計画することはできており、改善の状況が見られる。〔1〕(2)
- ◆ 力の働きに関する知識及び技能を活用して、物体に働く重力とつり合う力を説明することはできているが、矢印で表すことに課題がある。〔5〕(1)
- ◆ 課題に正対した考察を行うためのグラフを作成する技能を身に付けることに課題がある。〔5〕(2)
- ◆ 考察の妥当性を高めるために、実験の計画を検討して改善することに課題がある。〔5〕(3)

#### 「粒子」を柱とする領域

- ◇ 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はできている。〔3〕(1)
- ◇ 粒子の保存性に着目し、化学変化に関わる物質の質量が変化しないことを分析して解釈することはできている。〔3〕(2)
- ◆ 状態変化に関する知識の概念的理解に課題がある。〔7〕(1)

#### 「生命」を柱とする領域

- ◇ 節足動物の外部形態について調べた内容を、生活場所や移動の仕方と関連付けて、体のつくりと働きを分析して解釈することはできている。〔4〕(1)
- ◇ 複数の脊椎動物の外部形態の考察において、あしの骨格の共通点と相違点を分析して解釈することはできている。〔4〕(2)
- ◆ 探究の方法について検討し、探究の過程の見通しをもつことに課題がある。〔8〕(2)
- ◆ 未知の節足動物とアリの外部形態を比較して、分類の観点や基準を基に分析して解釈することに課題がある。〔8〕(3)

#### 「地球」を柱とする領域

- ◆ 気圧を空気の重さやモデルと関連付けて理解することに引き続き課題がある。〔2〕(1)
- ◆ 継続的に記録した空の様子画像や観測データを天気図と関連付けて、天気の変化を分析して解釈することに課題がある。〔2〕(2)
- ◆ 他者の考えについて、多面的、総合的に検討して改善することに課題がある。〔2〕(3)
- ◇ 過去の大地の変動について、垂直方向の移動だけで推論した他者の考えを、水平方向の移動も踏まえて、検討して改善することはできている。〔6〕(2)
- ◆ ルートマップと露頭のスケッチを関連付け、地層の傾きを分析して解釈し、主として時間的・空間的な視点で捉えることに引き続き課題がある。〔6〕(3)

◇…比較的できている点 ◆…課題のある点 [ ]内の記号は、問題番号

## ○指導改善のポイント

### 「エネルギー」を柱とする領域

- 物体に働く重力とつり合う力を矢印で表す学習活動の充実
  - ・ 物体に力を働かせる実験を行い、一つの物体に二つの力が働いていることに気付くようにし、それらの力の大きさや向きを矢印で表す学習場面を設定することは大切である。教室内の風景をタブレット型端末で撮影して、画像の中からつり合っている力を見だし、物体に働く力を矢印で表すなどの学習活動を充実することが考えられる。
- 考察の妥当性を高めるために、実験の計画を検討して改善する学習活動の充実
  - ・ 身近な物理現象を科学的に探究する上で、考察の妥当性を高めるために、実験結果の処理について振り返り、実験の計画を検討して改善することは大切である。実験の測定値の不足から妥当性の高い考察が行えない場合、結果を表したグラフから、改善点を明確にし、実験の計画を検討して改善する学習活動を充実することが考えられる。

### 「粒子」を柱とする領域

- 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学習活動の充実
  - ・ 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。その際、ICT機器などを利用して、原子や分子のモデルを用いて可視化することで、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繰り返し行うことが考えられる。
- 「粒子」を柱とする領域に関する知識及び技能を身近な現象で活用する学習活動の充実
  - ・ 「粒子」に関する知識及び技能について、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。状態変化など「粒子」に関する知識及び技能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で、日常生活や社会の場面で理科の知識及び技能を活用して、現象を説明する力を育成することができると考えられる。

### 「生命」を柱とする領域

- 動物の外部形態を生活場所などと関連付けて、分析して解釈する学習活動の充実
  - ・ 身近な動物の外部形態の観察記録などに基づいて、共通点や相違点があることを見いだし、動物の体の基本的なつくりを理解することが大切である。その際、動物の外部形態を生活場所や移動の仕方などと関連付けて分析して解釈する学習活動を充実することが考えられる。
- 課題を解決するために適切な探究の方法を検討し、探究の過程の見通しをもつ学習活動の充実
  - ・ 「生命」に関する知識及び技能を活用し科学的に探究する上で、課題を解決するまでの探究の過程を見通すことは大切である。例えば、唾液がデンプンを分解する実験の計画を立案する際に予想や仮説と異なる結果が出る場合を想定し、課題を解決するために適切な探究の方法について話し合い等を行い、見通しをもつ学習場面を設定することが考えられる。

### 「地球」を柱とする領域

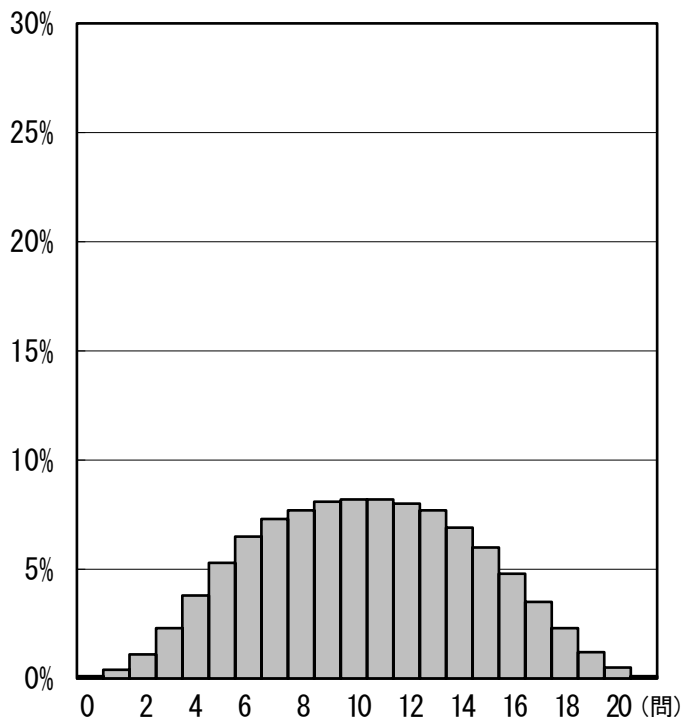
- 複数の観測データを天気図と関連付け、天気の変化を分析して解釈する学習活動の充実
  - ・ 天気の変化を科学的に探究する上で、気圧に関する知識を活用し、観測データから読み取った情報を天気図と関連付けることが大切である。その際、校庭にある百葉箱の観測データやタブレット型端末で空の様子を撮影した画像と、天気図を関連付けて分析して解釈する学習場面を設定することが考えられる。
- 地層の傾きを主として時間的・空間的な視点で捉え、分析して解釈する学習活動の充実
  - ・ 地層の広がり方を理解する上で、露頭のスケッチの位置関係をルートマップから捉えて空間として認識するなどして、分析して解釈することが大切である。例えば、地層モデルや露頭の360度パノラマ画像を活用して地層を立体的に捉え、生徒が試行錯誤しながら広がりや傾きを考える学習場面を設定することが考えられる。

## (2) 集計結果 (正答等の状況)

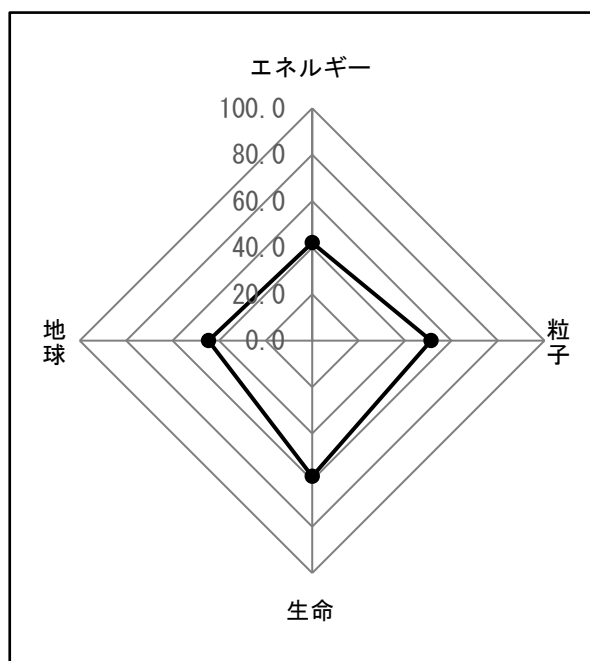
### 【理科】

| 生徒数       | 平均正答数       | 平均正答率 | 中央値    | 標準偏差  | 最頻値  |
|-----------|-------------|-------|--------|-------|------|
| 928,509 人 | 10.4 問/21 問 | 49.7% | 10.0 問 | 4.1 問 | 10 問 |

正答数分布グラフ (横軸: 正答数、縦軸: 生徒の割合)



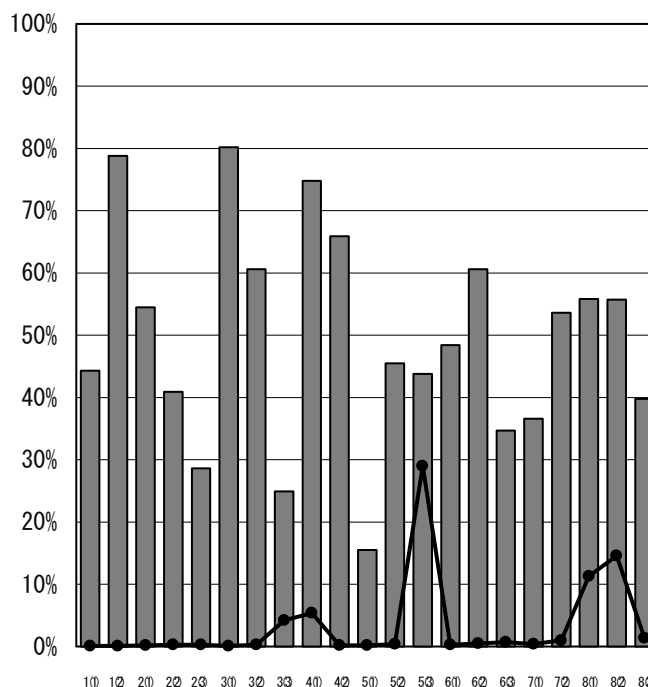
学習指導要領の領域等の平均正答率



分類・区分別集計結果

| 分類               | 区分             | 対象<br>問題数<br>(問) | 平均<br>正答率<br>(%) |
|------------------|----------------|------------------|------------------|
| 学習指導要領の<br>分野・内容 | 「エネルギー」を柱とする領域 | 6                | 42.1             |
|                  | 「粒子」を柱とする領域    | 5                | 51.2             |
|                  | 「生命」を柱とする領域    | 5                | 58.4             |
|                  | 「地球」を柱とする領域    | 6                | 44.6             |
| 評価の観点            | 知識・技能          | 7                | 46.4             |
|                  | 思考・判断・表現       | 14               | 51.3             |
|                  | 主体的に学習に取り組む態度  | 0                |                  |
| 問題形式             | 選択式            | 15               | 49.9             |
|                  | 短答式            | 1                | 24.9             |
|                  | 記述式            | 5                | 54.0             |

問題別正答率「棒」・無解答率「折れ線」  
(横軸: 問題番号、縦軸: 生徒の割合)



問題別集計結果

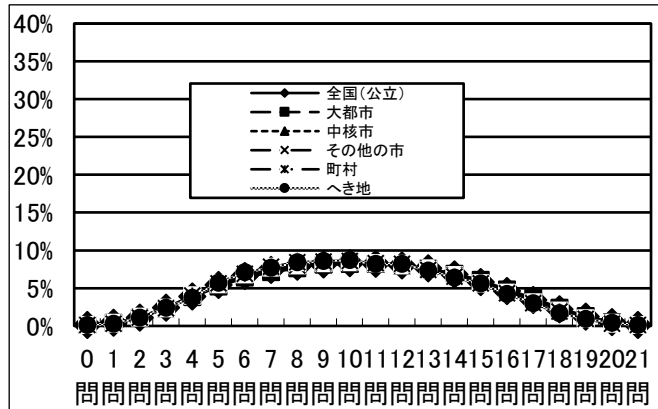
| 問題番号  | 問題の概要   | 出題の趣旨  | 学習指導要領の領域      |             |             | 評価の観点 |          |               | 問題形式 |     |     | 正答率 (%) | 無解答率 (%) |
|-------|---|--|----------------|-------------|-------------|-------|----------|---------------|------|-----|-----|---------|----------|
|       |   |  | 「エネルギー」を柱とする領域 | 「粒子」を柱とする領域 | 「地球」を柱とする領域 | 知識・技能 | 思考・判断・表現 | 主体的に学習に取り組む態度 | 選択式  | 短答式 | 記述式 |         |          |
| 1 (1) | 日常生活の中で、物体が静電気を帯びる現象を選択する   | 日常生活や社会の中で物体が静電気を帯びる現象を問うことで、静電気に関する知識及び技能を活用できるかどうかをみる  | (3)<br>(ア)     |             |             | ○     |          |               | ○    |     |     | 44.3    | 0.1      |
| 1 (2) | タッチパネルの反応に水が関係しているかを調べるために、変える条件と変えない条件を適切に設定した実験操作の組合せを選択する                      | モデルを使った実験において、変える条件と変えない条件を制御した実験を計画できるかどうかをみる   | (3)<br>(ア)     |             |             | ○     |          |               | ○    |     |     | 78.8    | 0.1      |
| 2 (1) | 観測した気圧と天気図の気圧が異なる理由を空気の柱の長さで説明する際、適切な長さの変化を選択する                                   | 観測した気圧と天気図の気圧が異なる理由を考える学習場面において、観測地の標高を空間的に捉え、気圧の概念を空気の柱で説明できるか問うことで、気圧に関する知識及び技能を身に付けているかどうかをみる |                |             | (4)<br>(ア)  | ○     |          |               | ○    |     |     | 54.5    | 0.2      |
| 2 (2) | 気圧、気温、湿度の変化をグラフから読み取り、雲の種類の変化と関連付けて、適切な天気図を選択する                                   | 継続的に記録した空の様子を撮影した画像と百葉箱の観測データを天気図に関連付けて、天気の変化を分析して解釈できるかどうかをみる                                   |                |             | (4)<br>(イ)  | ○     |          |               | ○    |     |     | 40.9    | 0.3      |
| 2 (3) | 上空の気象現象を地上の観測データを用いて推論した考察の妥当性について判断する  | 飛行機雲の残り方を科学的に探究する学習場面において、地上の観測データを用いて考察を行った他者の考えについて、多面的、総合的に検討して改善できるかどうかをみる                   |                |             | (4)<br>(イ)  | ○     |          |               | ○    |     |     | 28.6    | 0.3      |
| 3 (1) | 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   | 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                                    | (4)<br>(イ)     |             |             | ○     |          |               | ○    |     |     | 80.2    | 0.1      |
| 3 (2) | 水素を燃料として使うしくみの例の水の質量の変化について、適切なものを選択する  | 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        | (4)<br>(イ)     |             |             | ○     |          |               | ○    |     |     | 60.6    | 0.3      |
| 3 (3) | 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を指摘する  | 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   | (3)<br>(ア)     | (4)<br>(イ)  |             | ○     |          |               | ○    |     |     | 24.9    | 4.2      |
| 4 (1) | ダイオウグソクムシとダンゴムシのあしの様子が異なることについて、生活場所や移動の仕方と関連付け、その理由を説明する                         | 節足動物の外部形態の観察結果と調べた内容を、生活場所や移動の仕方と関連付けて、体のつくりと動きを分析して解釈できるかどうかをみる                                 |                | (1)<br>(イ)  |             | ○     |          |               | ○    |     |     | 74.8    | 5.4      |
| 4 (2) | 脊椎動物には骨格のつくり共通点があることから、カラスの関節Aに対応するヒトとカエルのあしの関節を選択する                              | 複数の脊椎動物の外部形態の考察を行う場面において、あしの骨格について共通性と多様性の見方を働かせながら比較し、共通点と相違点を分析して解釈できるかどうかをみる                  |                | (1)<br>(イ)  |             | ○     |          |               | ○    |     |     | 65.9    | 0.2      |
| 5 (1) | おもりに働く重力とつり合う力の矢印を選択し、その力について説明する   | 力の働きに関する知識及び技能を活用して、物体に働く重力とつり合う力を矢印で表し、その力を説明できるかどうかをみる   | (1)<br>(イ)     |             |             | ○     |          |               | ○    |     |     | 15.5    | 0.2      |
| 5 (2) | 「ばねが縮む長さは、加える力の大きさに比例するか」という課題に正対した考察を行うために、適切に処理されたグラフを選択する                      | 課題に正対した考察を行うためのグラフを作成する技能が身に付いているかどうかをみる   | (1)<br>(イ)     |             |             | ○     |          |               | ○    |     |     | 45.5    | 0.4      |
| 5 (3) | 考察の妥当性を高めるために、測定範囲と刻み幅をどのように調整して測定点を増やすかを説明する                                     | 考察の妥当性を高めるために、測定値の増やし方について、測定する範囲と刻み幅の視点から実験の計画を検討して改善できるかどうかをみる                                 | (1)<br>(イ)     |             |             | ○     |          |               | ○    |     |     | 43.8    | 29.0     |
| 6 (1) | 玄武岩の露頭で化石の観察が可能か判断し、その理由を選択する   | 玄武岩の露頭で化石が観察できるかを問うことで、岩石に関する知識及び技能を活用できるかどうかをみる   |                |             | (2)<br>(ア)  | ○     |          |               | ○    |     |     | 48.4    | 0.3      |
| 6 (2) | 陸上のB地点で古生代のサンゴの化石が観察されることについて、垂直方向の変動だけで推論した他者の考察を検討し、水平方向の変動も踏まえた推論が必要であることを指摘する | 過去の大地の変動について、垂直方向の移動だけで推論した他者の考察を、水平方向の移動も踏まえて、検討して改善できるかどうかをみる                                  |                |             | (2)<br>(イ)  | ○     |          |               | ○    |     |     | 60.6    | 0.5      |
| 6 (3) | 東西方向と南北方向の地層の断面である露頭のスケッチから、地層が傾いている向きを選択する                                       | 地層の広がり方について、時間的・空間的な見方を働かせながら、ルートマップと露頭のスケッチを関連付け、地層の傾きを分析して解釈できるかどうかをみる                         |                |             | (2)<br>(イ)  | ○     |          |               | ○    |     |     | 34.7    | 0.7      |
| 7 (1) | 液体が気体に状態変化することによって温度が下がる身近な現象を選択する  | 液体が気体に状態変化することによって温度が下がる身近な現象を問うことで、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                                  | (2)<br>(ウ)     |             |             | ○     |          |               | ○    |     |     | 36.6    | 0.4      |
| 7 (2) | 吸湿発熱繊維に水蒸気を多く含む空気を通した一つの実験だけを行った考察について、課題に正対しているかどうかを検討し、必要な実験を指摘する               | 実験の結果が考察の根拠として十分かどうかを検討し、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   | (2)<br>(ウ)     |             |             | ○     |          |               | ○    |     |     | 53.6    | 1.0      |
| 8 (1) | アリの視覚による情報を基に行列をつくるかを調べた実験の結果を基に、課題に正対した考察を記述する                                   | アリの行列のつくり方を探究する場面において、視覚による情報を基に行列をつくるかを調べた実験の結果を分析して解釈し、課題に正対した考察を行うことができるかどうかをみる               | (3)<br>(ウ)     |             |             | ○     |          |               | ○    |     |     | 55.8    | 11.3     |
| 8 (2) | 予想や仮説と異なる実験の結果が出る場合、その意味することや考えられる可能性について考え、実験の操作や条件制御の不備の可能性を指摘する                | 予想や仮説と異なる結果が出る場合について、結果の意味を考え、観察、実験の操作や条件の制御などの探究の方法について検討し、探究の過程の見通しをもつことができるかどうかをみる            | (3)<br>(ウ)     |             |             | ○     |          |               | ○    |     |     | 55.7    | 14.6     |
| 8 (3) | 生物Xが昆虫類かどうかアリと比較しながら、観点と基準を明確にして判断する  | 未知の節足動物とアリの外部形態を比較して共通点と相違点を捉え、分類の観点や基準を基に分析して解釈できるかどうかをみる                                       | (1)<br>(イ)     |             |             | ○     |          |               | ○    |     |     | 39.8    | 1.4      |

### (3) 地域の規模等の状況

○ 平均正答数、平均正答率、中央値、標準偏差を見ると、地域の規模等（公立：大都市、中核市、その他の市、町村、へき地）による大きな差は見られない。

#### [理科]

正答数分布グラフ（横軸：正答数、縦軸：生徒の割合）



|        | 生徒数      | 平均正答数      | 平均正答率 | 中央値   | 標準偏差 |
|--------|----------|------------|-------|-------|------|
| 全国（公立） | 892,585人 | 10.4 / 21問 | 49.3% | 10.0問 | 4.1問 |
| 大都市    | 224,585人 | 10.5 / 21問 | 49.9% | 10.0問 | 4.2問 |
| 中核市    | 207,133人 | 10.4 / 21問 | 49.4% | 10.0問 | 4.1問 |
| その他の市  | 372,876人 | 10.2 / 21問 | 48.7% | 10.0問 | 4.1問 |
| 町村     | 78,107人  | 10.2 / 21問 | 48.5% | 10.0問 | 4.0問 |
| へき地    | 13,654人  | 10.2 / 21問 | 48.4% | 10.0問 | 4.0問 |

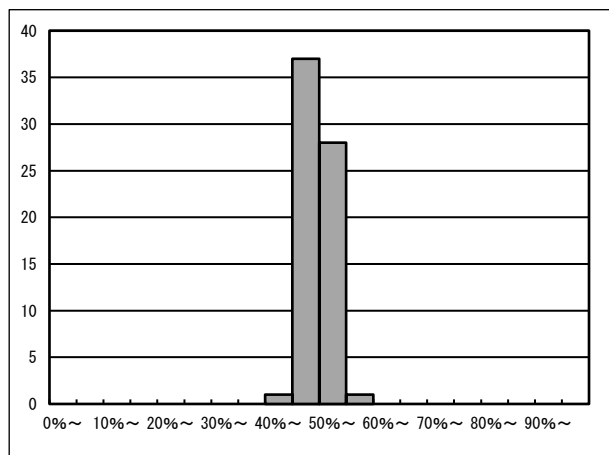
※大都市（政令指定都市及び東京23区）、中核市、その他の市、町村の値は、当該地方公共団体の教育委員会が設置管理する公立学校に在籍する生徒の調査結果（正答数）を集計したものである（都道府県立学校は含まない）。  
 ※へき地の値は、へき地教育振興法及び各都道府県の条例（規則）によって指定された学校に在籍する生徒の調査結果を集計したものである。大都市、中核市、その他の市、町村の値に重複する。

### (4) 都道府県・指定都市の状況

○ 各都道府県・指定都市（公立）の状況については、平均正答率を見ると、全ての都道府県・指定都市が平均正答率の±10%の範囲内であり、大きな差は見られない。

#### [理科]

正答率分布グラフ（横軸：平均正答率、縦軸：都道府県・指定都市数）



| 全国（公立）の平均正答率 | 全都道府県市（公立）中、最高平均正答率【全国との差】 | 全都道府県市（公立）中、最低平均正答率【全国との差】 |
|--------------|----------------------------|----------------------------|
| 49%          | 55%<br>【+6%】               | 44%<br>【-5%】               |

※都道府県は指定都市を除く。全国（公立）の平均正答率は整数値で表示している。

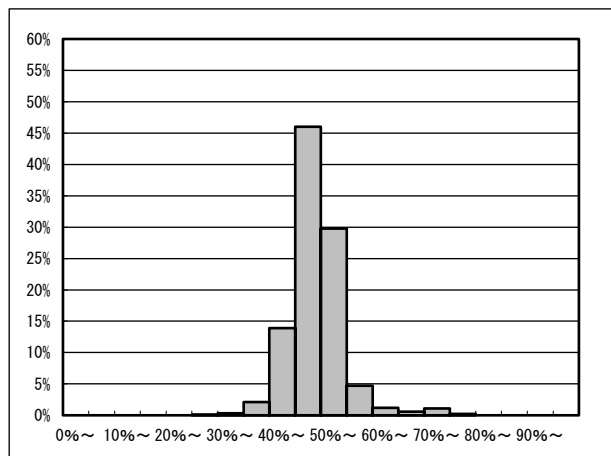
## (5) 教育委員会の状況

○ 各教育委員会の状況については、全国平均からの離れ具合を表す平均正答率の標準偏差を見ると、平成30年度と比べ、ばらつきに大きな変化は見られない。

[理科]

| 教育委員会数 | 教育委員会の平均正答数 | 教育委員会の平均正答率 | 教育委員会の中央値 | 教育委員会の標準偏差 |
|--------|-------------|-------------|-----------|------------|
| 1,779  | 10.3 / 21問  | 49.1%       | 48.7%     | 5.2%       |

正答率分布グラフ（横軸：平均正答率、縦軸：教育委員会の割合）



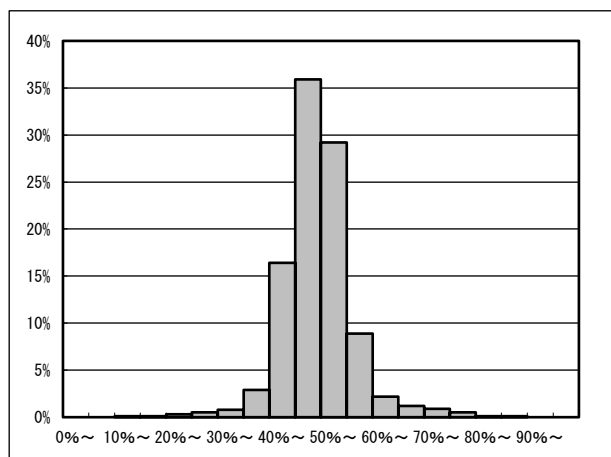
## (6) 学校の状況

○ 各学校の状況については、全国平均からの離れ具合を表す平均正答率の標準偏差を見ると、平成30年度と比べ、ばらつきに大きな変化は見られない。

[理科]

| 学校数    | 学校の平均正答数   | 学校の平均正答率 | 学校の中央値 | 学校の標準偏差 |
|--------|------------|----------|--------|---------|
| 9,750校 | 10.4 / 21問 | 49.4%    | 49.1%  | 6.9%    |

正答率分布グラフ（横軸：平均正答率、縦軸：学校の割合）



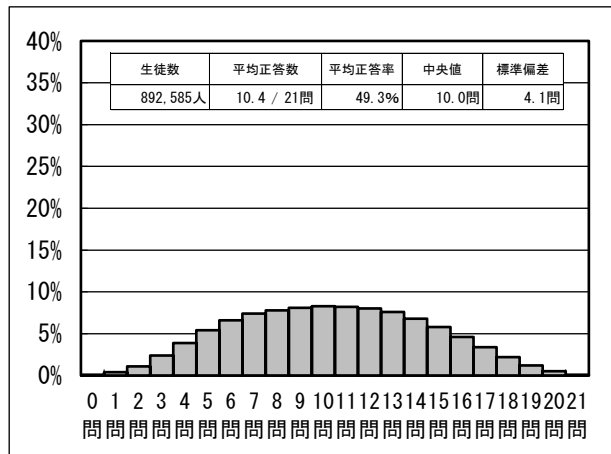


## (7) 国・公・私立学校の状況

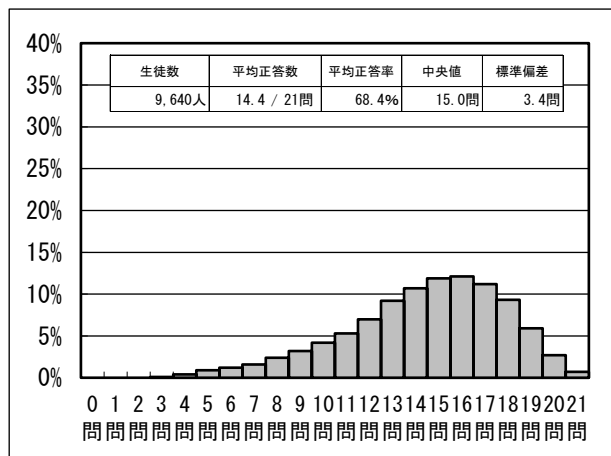
○ 国立・私立学校は一般的に入学者選抜を行っていることに留意する必要があるが、平均正答数について見ると、国立・私立学校は、公立学校を上回っている。

[理科]

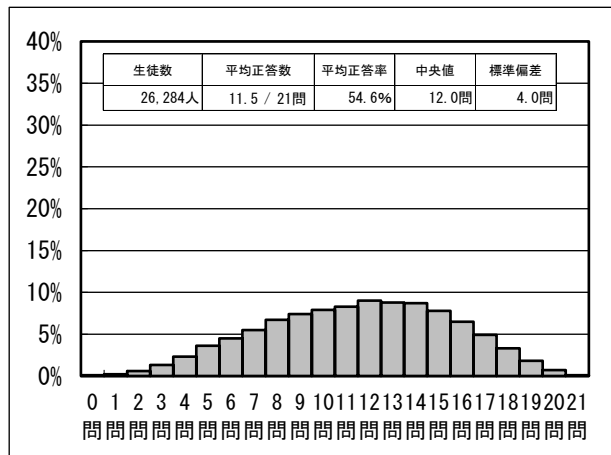
<公立> 正答数分布グラフ（横軸：正答数、縦軸：生徒の割合）



<国立> 正答数分布グラフ（横軸：正答数、縦軸：生徒の割合）



<私立> 正答数分布グラフ（横軸：正答数、縦軸：生徒の割合）



### 3. 教科に関する調査の各問題の分析結果と課題

### (1) 「3. 教科に関する調査の各問題の分析結果と課題」の見方

調査問題について、出題の趣旨、学習指導要領における分野・内容、枠組み（視点）、解答類型と反応率、分析結果と課題、学習指導に当たってなどを記述しています。

※図はイメージです。

**問題画像**  
調査問題を縮小して掲載しています。  
※著作権の都合により一部を省略しているものもあります。

**出題の趣旨**  
問題ごとに出題の意図、把握しようとする力、場面設定などを記述しています。

**趣旨**  
設問ごとの出題の意図、把握しようとする力などを記述しています。  
■学習指導要領における分野・内容  
調査対象学年及び他の学年の児童生徒への学習指導の改善・充実を図る際に参考となるように、関係する学習指導要領における分野・内容を示しています。

**1. 解答類型と反応率**  
解答類型ごとの反応率、正答の条件を示しています。（詳細は下欄参照）

教科名○ .....

問 題 画 像

出題の趣旨

.....

設問○  
趣旨

.....

■学習指導要領における分野・内容  
〔第○学年〕 .....

■枠組み（視点） .....

1. 解答類型と反応率

| 問題番号 | 解 答 類 型 | 反 応 率 (%) | 正 答 |
|------|---------|-----------|-----|
| ○ 1  | .....   | ..        | ◎   |
| 2    | .....   | ..        |     |
| 3    | .....   | ..        |     |
| 4    | .....   | ..        |     |
| 99   | 上記以外の解答 | ..        |     |
| 0    | 無解答     | ..        |     |

#### 解答類型と反応率

解答類型は、児童生徒一人一人の具体的な解答状況を把握することができるように、設定する条件等に即して解答を分類、整理したものです。正誤だけではなく、児童生徒一人一人の解答の状況（どこでつまづいているのか）等に着目した学習指導の改善・充実を図る際に活用することができます。

<正答>

「◎」… 解答として求める条件を全て満たしている正答

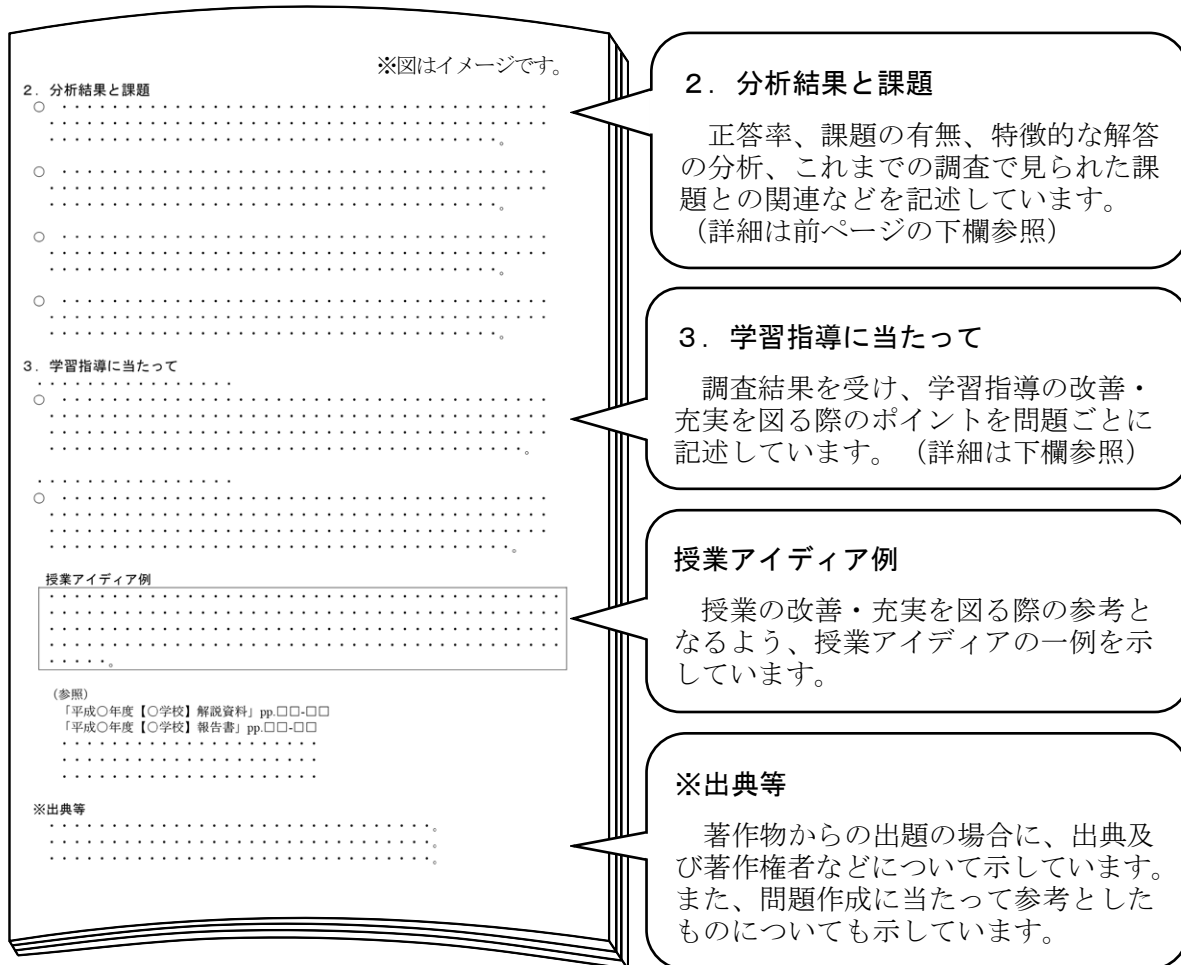
「○」… 問題の趣旨に即し必要な条件を満たしている正答

※反応率は小数第二位を四捨五入したものであるため、「◎」と「○」の反応率の合計と正答率が一致しない場合や合計が100%にならない場合があります。クロス集計についても同様です。

#### 分析結果と課題

問題ごとに、以下の内容について記述しています。

- ・ 正答率、課題の有無
- ・ 特徴的な解答について、反応率、解答例、課題の詳細
- ・ これまでの調査で見られた課題との関連 など



**学習指導に当たって（授業アイデア例含む）**

調査問題に関係する分野・内容について、各学年での日々の学習指導の改善・充実を図る際に「解説資料」（本年4月公表）と併せて御活用ください。

また、今年度から、授業の改善・充実により資するよう、これまで別途作成していた「授業アイデア例」を本書に掲載し、調査結果の課題分析と課題の解決を図る事例を一体的に示すことといたしました。

なお、関連する過去の調査の報告書や授業アイデア例など、これまで作成した資料の該当ページを記載していますので、これらの資料も併せて御活用ください。

本書では、以下の資料については略称を用いています。

| 資 料                                     | 略 称                 |
|---|---------------------|
| 「平成○年度 全国学力・学習状況調査 解説資料 ○学校 ○○」         | 「平成○年度【○学校】解説資料」    |
| 「平成○年度 全国学力・学習状況調査 報告書 ○学校 ○○」          | 「平成○年度【○学校】報告書」     |
| 「平成○年度 全国学力・学習状況調査【○学校】の結果を踏まえた授業アイデア例」 | 「平成○年度【○学校】授業アイデア例」 |



### 3. 教科に関する調査の各問題の分析結果と課題

#### (2) 中学校 理科

# 理科 1 タッチパネルを科学的に探究する（「エネルギー」を柱とする領域）

- 1 タブレット型端末のタッチパネルについて、理科の授業で科学的に探究しました。  
 (1)と(2)の各問いに答えなさい。



## ノートの一部

### 【タッチパネルについて調べたこと】

タッチパネルは、液晶画面と表面の保護ガラスとの間に静電気を発生させている。

図のように保護ガラスに触れると静電気が発生するが、その変化をセンサーが読み取り、画面上の位置が分かる。

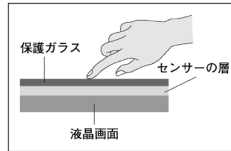


図 タッチパネルの模式図(断面)

- (1) 日常生活の動作の中で、物体が静電気を帯びるものとして最も適切なものを、下のアからエまでの中から1つ選びなさい。

- ア 手で地面に触れる。
- イ プラスチック製のものさしを布でこする。
- ウ カギ穴にカギをさす。
- エ 金属製のドアノブに触れる。

中理-1

## タッチパネルの反応について実験を計画する場面

小林さん：タッチパネルに触れるとき、皮膚では少しの面積で反応しますが、爪では面積が広くないと反応しません。なぜだろう。

加藤さん：皮膚は、爪に比べて水分を多く含むからかな。

小林さん：静電気は、湿度が高い夏は発生しにくく、湿度が低い冬は発生しやすいことから、水が関係しているのではないかと考えます。

先生：タッチパネルの反応に水が関係しているか調べる実験を計画しましょう。

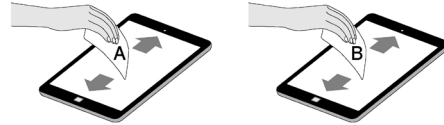
## ノートの続きの一部

### 【課題】

タッチパネルの反応は、水に関係しているか。

### 【実験の計画】

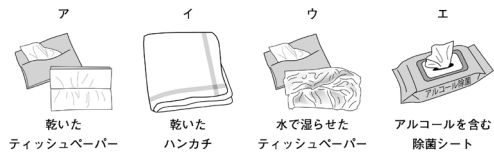
「変える条件」と「変えない条件」を操作したAとBを用意し、下の図のようにしてタッチパネルの反応を調べる。



### 【結果の予想】

.....

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



中理-2

出題の趣旨

タッチパネルの反応について科学的に探究する学習場面において、静電気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、タッチパネルの反応に疑問をもち、問題を見いだして課題を設定し、条件を制御した実験を計画して、科学的に探究する学習場面を設定した。

理科では、身に付けた知識と日常生活における経験を関連付け、身近な事象の中に問題を見いだして課題を設定し、科学的に探究する過程を通して、理科を学ぶことの意義や有用性の実感が高めることが大切である。

授業では、実験を計画する際に、事象の観察を通して抽出した要因を整理して、適切に条件を制御することが考えられる。

設問(1)

趣旨

日常生活や社会の中で物体が静電気を帯びる現象を問うことで、静電気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 (3) 電流とその利用

(ア) 電流

① 静電気と電流

異なる物質同士をこすり合わせると静電気が起こり、帯電した物体間では空間を隔てて力が働くこと及び静電気と電流には関係がある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 (%) | 正答 |
|------|-----|---------|-------------|---------|----|
| 1    | (1) | 1       | ア と解答しているもの | 1.1     |    |
|      |     | 2       | イ と解答しているもの | 44.3    | ◎  |
|      |     | 3       | ウ と解答しているもの | 1.2     |    |
|      |     | 4       | エ と解答しているもの | 53.3    |    |
|      |     | 99      | 上記以外の解答     | 0.1     |    |
|      |     | 0       | 無解答         | 0.1     |    |



## 2. 分析結果と課題

- プラスチック製のものさしと布のように、異なる不導体同士をこすり合わせると静電気が発生することについて、静電気に関する知識を日常生活の動作と関連付けて活用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4には、日常生活の動作の中で発生する静電気の性質が放電だけであると考え、物体が静電気を帯びる現象と静電気の放電を区別することができていない生徒がいると考えられる。

## 3. 学習指導に当たって

- **日常生活における現象を静電気に関する知識と関連付けて説明できるようにする**  
日常生活における帯電や放電の現象を静電気に関する知識と関連付けて説明することは大切である。  
指導に当たっては、日常生活の動作の中で発生する静電気の性質により引き起こされる現象や、静電気を利用したものを静電気の性質と関連付けて説明する学習場面を設定することが考えられる。  
その際、日常生活における静電気に関する現象を、静電気の性質と関連付けながら帯電と放電に分けて整理することが重要である。

### 授業アイデア例

#### <日常生活における現象を静電気の性質に関する知識と関連付けて説明する>

##### 本時の概要

課題の把握 … 日常生活で静電気が関係している現象を挙げ、問題を見いだして課題を設定し、学習の見通しをもつ。

課題の探究 … 日常生活で見られる静電気が関係していると思われることをカードに記述する。  
タブレット型端末で、記述した現象を静電気の知識を活用して分類する。

課題の解決 … 静電気について考察する。

##### 学習場面の展開例

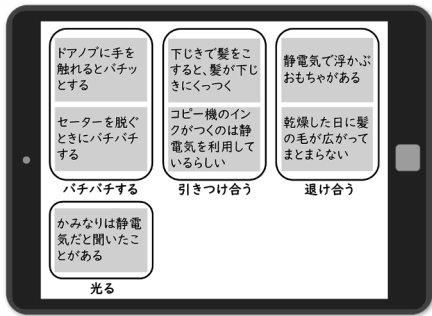
##### 学習場面の展開例



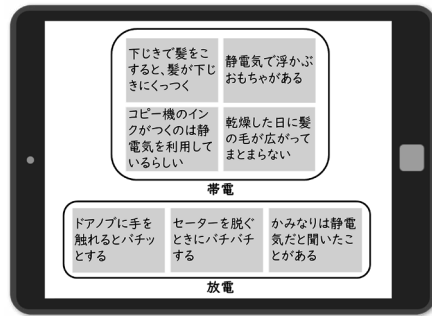
先生

日常生活で見られる静電気が関係していると思われることを、タブレット型端末を使ってカードに書き込みましょう。  
皆さんが書き込んだカードを、学習した静電気の知識を活用して分類しましょう。

【班の考えを全体で発表する場面】



静電気の性質で分類  
しました。



帯電と放電で分類し  
ました。

引きつけ合ったり退け合っ  
たりすることは、帯電と関  
係がありそうですね。

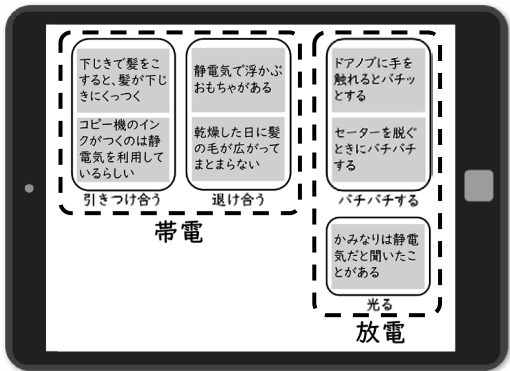
パチパチしたり光ったりす  
ることは、放電と関係があ  
りそうですね。



二つの班の分類は、  
一つにできそうですね。



自分の班の分類を「静電気の  
性質」、「帯電と放電」の両方  
の観点で表したものに改善し  
ましょう。



両方の観点で表して  
みました。

ポイント

- 「観点や基準で分類する」ことを基に、静電気に関する現象进行分类する。
- 「静電気の性質」と「帯電と放電」の両方の観点を表したものに整理することで、静電気によって帯電や放電が起こることが実感できる。

## 設問(2)

## 趣旨

モデルを使った実験において、変える条件と変えない条件を制御した実験を計画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 (3) 電流とその利用

(ア) 電流

㊦ 静電気と電流

異なる物質同士をこすり合わせると静電気が起こり、帯電した物体間では空間を隔てて力が働くこと及び静電気と電流には関係があることを見いだして理解すること。

## ■枠組み（視点）

構想

## 1. 解答類型と反応率

| 問題番号  | 解答類型                | 反応率 (%) | 正答 |
|-------|---------------------|---------|----|
| 1 (2) | 1 アとウ と解答しているもの     | 78.8    | ◎  |
|       | 2 イとウ と解答しているもの     | 1.1     |    |
|       | 3 アとエ、イとエ と解答しているもの | 3.6     |    |
|       | 4 アとイ、ウとエ と解答しているもの | 3.9     |    |
|       | 99 上記以外の解答          | 12.6    |    |
|       | 0 無解答               | 0.1     |    |

## 2. 分析結果と課題

- 課題を解決するために、変える条件と変えない条件を制御した実験を計画することはおおむねできている。
- 平成27年度【中学校】理科<sup>3</sup>(2)（正答率39.6%）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、「観察・実験の計画における条件の制御」に課題があると分析している。これに関連して本問では、「変える条件と変えない条件を制御した実験の計画」について出題した（正答率78.8%）。今回の結果から、実験の計画における条件の制御について改善の状況が見られる。

### 3. 学習指導に当たって

#### ○ 変える条件と変えない条件を制御した実験を計画できるようにする

身近な物理現象を科学的に探究する上で、日常生活の現象から問題を見いだして課題を設定し、条件を制御した実験を計画することは大切である。

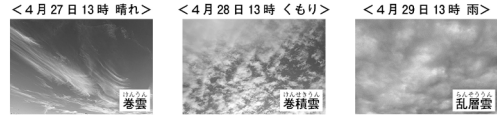
指導に当たっては、現象の観察を通して抽出した要因を整理し、変える条件と変えない条件を検討して実験を計画する学習場面を設定することが考えられる。

理科 2 天気の変化を科学的に探究する（「地球」を柱とする領域）

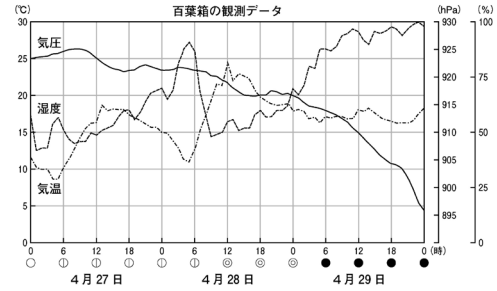
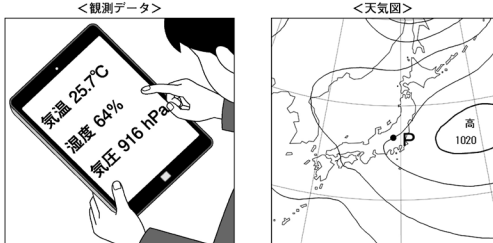
2 中村さんと山本さんの学校は、下の天気図のP地点にあります。タブレット端末で空のようすを撮影し、百葉箱の観測データと関連付け、天気の変化について理科の授業で科学的に探究しました。  
(1)から(3)までの各問いに答えなさい。



西の空のようすと観測データを関連付けて考察する場面



観測データと天気図を関連付けて考察する場面



中村さん: P地点の気圧は、天気図では1016 hPaなのに、観測値が916 hPaしかないのはなぜだろう。

先生: 天気図の等圧線は、観測値を海面の高さの値に計算直して引かれています。天気図から読み取った気圧より観測値の方が低くなる理由を図の空気の柱で考えましょう。

山本さん: P地点は、標高が高いため、天気図の気圧より観測値が低くなったと考えられます。海面の気圧を図のように表す場合、P地点の空気の柱が「A」ことで説明できます。

図 気圧を空気の柱で表す

山本さん: 雲の種類が変化して、天気が崩れてきました。

中村さん: 観測データの気圧も3日間下がっています。

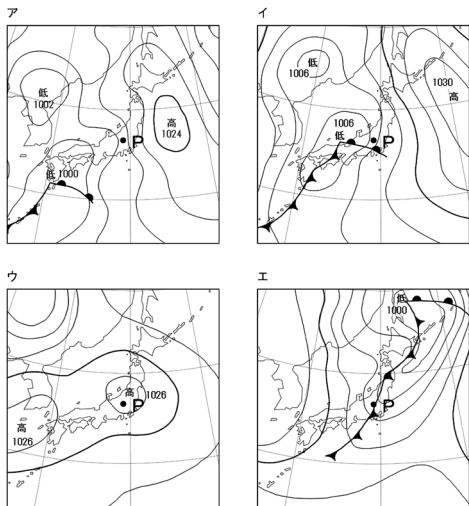
先生: 雲の種類の変化と観測データから、4月29日12時の気圧配置を考えましょう。

(1) A 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 長くなる イ 短くなる ウ 変わらない

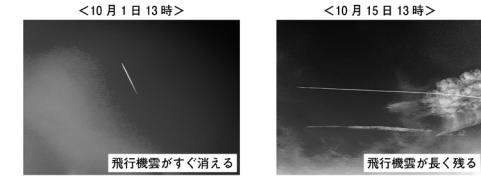
中理-4

中理-5

(2) 4月29日12時の天気図として最も適切なものを、下のアからエまでの中から1つ選びなさい。



飛行機雲のようすを考察する場面



山本さん: 日によって、飛行機雲がすぐ消えたり、長く残ったりします。なぜだろう。

先生: 飛行機雲は、燃料の燃焼でできた水蒸気が凝結したものです。このことから何が関係していると考えますか。

山本さん: 飛行機雲の残り方は、湿度と関係していると考えます。

中村さん: 飛行機雲を撮影した日時の百葉箱の観測データを調べました。

| 日時        | 気温(°C) | 湿度(%) | 飛行機雲の残り方 |
|-----------|--------|-------|----------|
| 10月1日13時  | 21.5   | 61    | すぐ消えた    |
| 10月15日13時 | 20.3   | 61    | 長く残った    |

私は、このデータから、「湿度は関係していない」と考えます。

(3) 中村さんの下線部の考えに対して、どのように判断す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 観測データの気温が異なるので、「湿度は関係していない」と言える。
- イ 観測データの湿度が等しいので、「湿度は関係していない」と言える。
- ウ 湿度が異なる他の日を調べないと、「湿度は関係していない」とは言えない。
- エ 飛行機雲の高さの湿度を調べないと、「湿度は関係していない」とは言えない。

中理-6

中理-7

## 出題の趣旨

天気の変化を科学的に探究する学習場面において、百葉箱の観測データと空の様子を撮影した画像、天気図を関連付け、気象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、校庭にある百葉箱の観測データとタブレット型端末で空の様子を撮影した画像を基に、天気の変化を科学的に探究する学習場面を設定した。

気象とその変化の学習では、継続的に気象観測を行い、時間的・空間的な見方を働かせながら、気象要素と天気の変化を関連付けて捉えることが大切である。

授業では、実感を伴った理解を図るために、観測データや空の様子を撮影した画像をネットワーク上に蓄積、共有して、考察することが考えられる。

### 設問(1)

#### 趣旨

観測した気圧と天気図の気圧が異なる理由を考える学習場面において、観測地の標高を空間的に捉え、気圧の概念を空気の柱で説明できるか問うことで、気圧に関する知識及び技能を身に付け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2分野 (4) 気象とその変化

(ア) 気象観測

⑦ 気象要素

気象要素として、気温、湿度、気圧、風向などを理解すること。また、気圧を取り上げ、圧力についての実験を行い、圧力は力の大きさと面積に関係があることを見いだして理解するとともに、大気圧の実験を行い、その結果を空気の重さと関連付けて理解すること。

⑧ 気象観測

校庭などで気象観測を継続的に行い、その観測記録などに基づいて、気温、湿度、気圧、風向などの変化と天気との関係を見いだして理解するとともに、観測方法や記録の仕方を身に付けること。

#### ■粹組み(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 |
|------|-----|---------|-------------|------------|----|
| 2    | (1) | 1       | ア と解答しているもの | 40.0       |    |
|      |     | 2       | イ と解答しているもの | 54.5       | ◎  |
|      |     | 3       | ウ と解答しているもの | 5.3        |    |
|      |     | 99      | 上記以外の解答     | 0.0        |    |
|      |     | 0       | 無解答         | 0.2        |    |

## 2. 分析結果と課題

- 観測地と海面の標高の差による気圧の違いを、空気の柱をモデルとして用いて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には、標高が高い場所で観測した気圧と、海面更正された天気図の気圧との違いを空気の柱で捉えようとしているが、柱の長さや気圧の関係を誤って捉えている生徒がいると考えられる。
- 平成27年度【中学校】理科2(4)（正答率62.7%）では、「平成27年度【中学校】報告書」において、自然の事物・現象とモデルを使った実験における操作との対応を認識することに課題があると指摘している。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

- **気圧の概念を空気の柱と関連付けて捉えることができるようにする**  
 身に付けた気圧に関する知識を活用して、標高による気圧の変化を空気の柱の長さや関連付けて説明することは大切である。  
 指導に当たっては、本問のように、百葉箱で観測した気圧と天気図から読み取った気圧が異なる理由について、空気の柱をモデルとして用いて説明する学習場面を設定することが考えられる。  
 その際、登山をしたり飛行機に乗ったりしたときに、ペットボトルや菓子袋が膨らむ現象と、空気の柱の長さを関連付けることが考えられる。また、空気には重さがあることを見だし、空気の重さと気圧を関連付けて捉えられるような観察、実験を行うことも大切である。

## 設問(2)

## 趣旨

継続的に記録した空の様子を撮影した画像と百葉箱の観測データを天気図に関連付けて、天気の変化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2分野 (4) 気象とその変化

(1) 天気の変化

① 前線の通過と天気の変化

前線の通過に伴う天気の変化の観測結果などに基づいて、その変化を暖気、寒気と関連付けて理解すること。

## ■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 |
|------|-------------------|---------|----|
| 2    | (2) 1 ア と解答しているもの | 7.3     |    |
|      | 2 イ と解答しているもの     | 40.9    | ◎  |
|      | 3 ウ と解答しているもの     | 9.1     |    |
|      | 4 エ と解答しているもの     | 42.4    |    |
|      | 99 上記以外の解答        | 0.0     |    |
|      | 0 無解答             | 0.3     |    |

## 2. 分析結果と課題

- 雲の種類や読み取った観測データの変化を、天気図と関連付けながら天気の変化を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4には、前線の種類や構造、前線の通過に伴う天気の変化などに関する理解が十分でなかったり、雨が降っているだけで寒冷前線が通過していると考えていたりする生徒がいると考えられる。



### 3. 学習指導に当たって

- 複数の観測データを天気図と関連付け、天気の変化を分析して解釈できるようにする  
天気の変化を科学的に探究する上で、温帯低気圧に関する知識を活用し、観測データから読み取った情報を天気図と関連付けて考察することが大切である。

指導に当たっては、本問のように、校庭にある百葉箱の観測データとタブレット型端末で空の様子を撮影した画像を、天気図と関連付けて考察する学習場面を設定することが考えられる。

その際、複数の観測データから読み取った情報を総合し、分析して解釈できるようにすることも重要である。

#### コラム①

継続的な気象観測を可能にし、気象現象に関する主体的な探究を促す一人一台端末の活用例

##### <仕組み>

気象観測センサーを百葉箱等に設置



無線 LAN

クラウド上で観測データが蓄積されグラフ化される

無線 LAN



測定間隔は任意で設定でき、長期間観測できる



必要な日時を指定するとグラフが表示される

##### <考えられる学習活動>

- ・ 身に付けた知識を活用して気圧等の変化をグラフから読み取ることで、天気の変化を予測したり、霧の発生や寒冷前線の通過など、身近な地域の気象現象の原因を考察したりすることができる。このような学習活動によって、理科を学ぶことの意義や有用性を実感することができる。
- ・ 特徴的かつ局所的な気象現象に生徒が遭遇した際、その日時の必要な観測データを自分で取り出し、気象現象を考察することができる。このような学習活動を可能にすることで、主体的な探究を促すことができる。

##### <教師による準備や設定>

- ① 気象観測センサー（マイコン本体とセンサー）を準備する（図1）。
- ② パソコンを使い、マイコン本体を制御するプログラムを作成する（図2）。
- ③ 気象観測センサーを無線 LAN に接続するための準備をする。
- ④ 観測データを保存するクラウドの設定をする。
- ⑤ ③、④の内容を②のプログラムに入力する。
- ⑥ パソコンから、マイコン本体へプログラムを書き込む。
- ⑦ 百葉箱等に気象観測センサーを設置する。

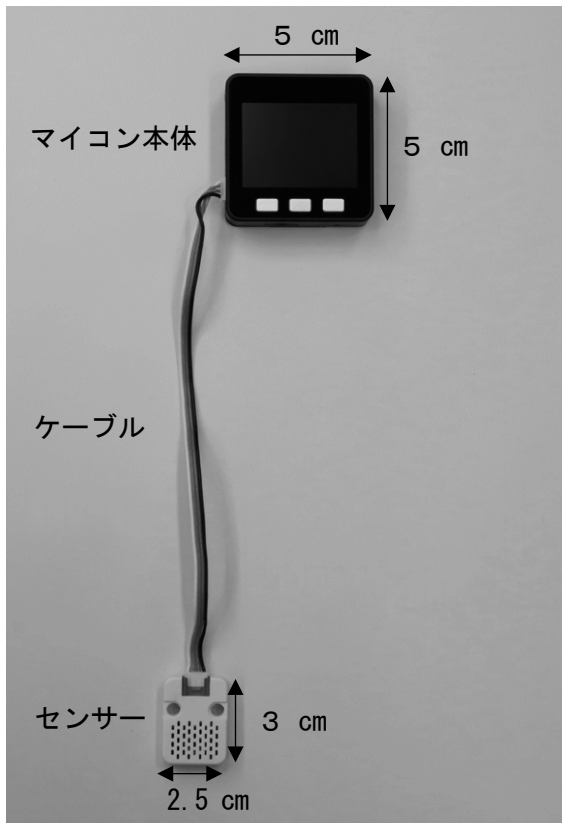


図1 マイコン本体とセンサー

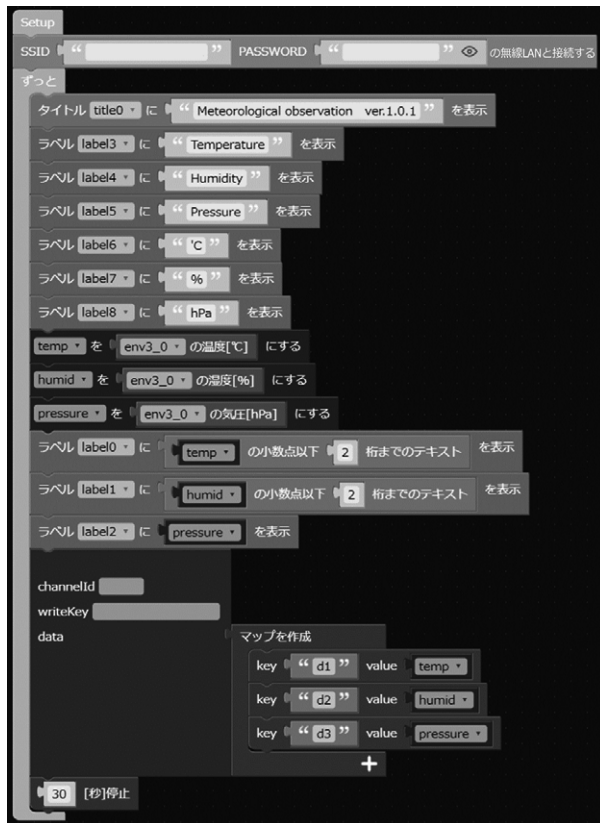
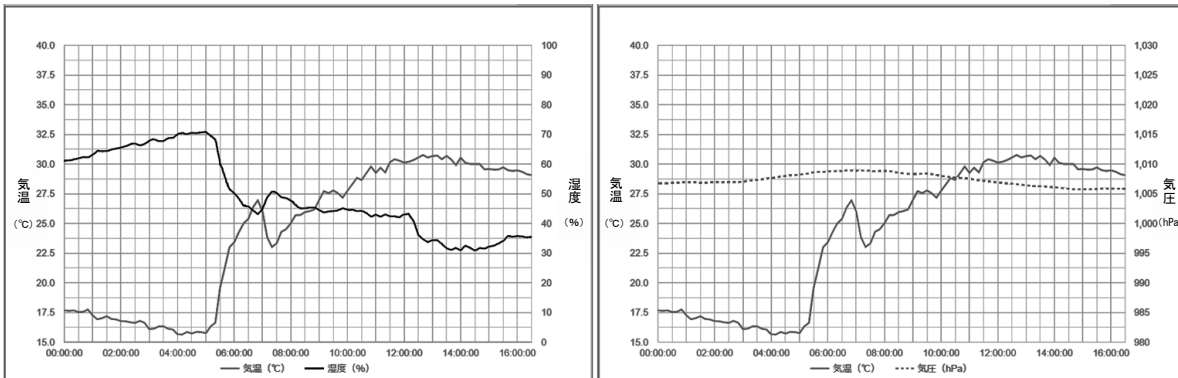


図2 プログラム

<生徒による観測データの閲覧>

クラウド上でグラフ化された観測データを閲覧する（タブレット型端末など ICT 機器の活用）。



クラウド上でグラフ化された観測データの様子

## 設問(3)

## 趣旨

飛行機雲の残り方を科学的に探究する学習場面において、地上の観測データを用いて考察を行った他者の考えについて、多面的、総合的に検討して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2分野 (4) 気象とその変化

(1) 天気の変化

⑦ 霧や雲の発生

霧や雲の発生についての観察、実験を行い、そのでき方を気圧、気温及び湿度の変化と関連付けて理解すること。

## ■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 (%) | 正答 |
|------|-------------------|---------|----|
| 2    | (3) 1 ア と解答しているもの | 7.1     |    |
|      | 2 イ と解答しているもの     | 38.1    |    |
|      | 3 ウ と解答しているもの     | 25.8    |    |
|      | 4 エ と解答しているもの     | 28.6    | ◎  |
|      | 99 上記以外の解答        | 0.0     |    |
|      | 0 無解答             | 0.3     |    |

## 2. 分析結果と課題

- 飛行機雲の残り方に関する考察の妥当性を検討する際、雲が発生する高さの観測データが必要であることを考慮していないと考えられる。このことから、考察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2と解答類型3の反応率の合計は63.9%である。この中には、雲の発生と湿度の関係に着目はしているが、校庭にある百葉箱の観測データだけで上空の飛行機雲の残り方を考察している生徒がいると考えられる。このことから、考察の根拠としてその観測データを用いることが妥当かどうか検討して改善することに課題があると考えられる。

### 3. 学習指導に当たって

#### ○ 考察の根拠が妥当か、多面的、総合的に検討して改善できるようにする

自然の事物・現象を科学的に探究する上で、自分や他者の考察について根拠が妥当か、多面的、総合的に検討して改善することが大切である。

指導に当たっては、本問のように、他者の考察の根拠としている観測データの種類や科学的に探究する方法が妥当か検討する学習場面を設定することが考えられる。

その際、用いた観測データが自然の事物・現象と対応しているか、観測データの読み取りが適切であるかなどの視点を明示することが重要である。

## 授業アイデア例

<考察に用いた観測データが妥当か検討し、考察を深める>

## 本時の概要

課題の把握 … 飛行機雲の残り方が日によって違うことに問題を見いだして、課題を設定し、学習の見直しをもつ。

課題の探究 … 複数の観測データを基に個人で考え、班で検討して改善する。

## 学習場面の展開例

全体で考察の妥当性を検討する。

課題の解決 … 飛行機雲の残り方に関する気象要素について考察する。

## 学習場面の展開例



先生

飛行機雲の残り方は、気温と湿度のどちらに関係しているか、四つの観測データから二つ選択して考えましょう。個人で考えた後、班で検討します。



|                         |
|-------------------------|
| 10月1日 13時<br>〔地上の観測データ〕 |
| 高度 27 m                 |
| 気温 14.3 °C              |
| 湿度 74 %                 |

|                         |
|-------------------------|
| 10月1日 13時<br>〔上空の観測データ〕 |
| 高度 8,730 m              |
| 気温 -39.7 °C             |
| 湿度 17 %                 |



|                          |
|--------------------------|
| 10月15日 13時<br>〔地上の観測データ〕 |
| 高度 27 m                  |
| 気温 13.7 °C               |
| 湿度 78 %                  |

|                          |
|--------------------------|
| 10月15日 13時<br>〔上空の観測データ〕 |
| 高度 8,730 m               |
| 気温 -37.2 °C              |
| 湿度 57 %                  |

## 【個人の考えを班で検討する場面】

(地上の観測データで比較した生徒)

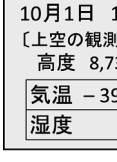


|                         |
|-------------------------|
| 10月1日 13時<br>〔地上の観測データ〕 |
| 高度 27 m                 |
| 気温 14.3 °C              |
| 湿度 74 %                 |

|                          |
|--------------------------|
| 10月15日 13時<br>〔地上の観測データ〕 |
| 高度 27 m                  |
| 気温 13.7 °C               |
| 湿度 78 %                  |

地上の観測データで比較すると、気温も湿度もほとんど変わりません。このことから、気温も湿度も関係していないと考えます。他に原因があるのかな。

(上空の観測データで比較した生徒)



|                         |
|-------------------------|
| 10月1日 13時<br>〔上空の観測データ〕 |
| 高度 8,730 m              |
| 気温 -39.7 °C             |
| 湿度 17 %                 |

|                          |
|--------------------------|
| 10月15日 13時<br>〔上空の観測データ〕 |
| 高度 8,730 m               |
| 気温 -37.2 °C              |
| 湿度 57 %                  |

上空の観測データで比較すると、飛行機雲が残った日は、湿度が高いことが分かります。このことから、湿度が関係すると考えます。



先生

観測データの選択の仕方によって、いろいろな考察ができますね。飛行機雲の残り方を考えるとき、地上と上空のどちらの観測データを根拠として用いるとよいか考えて、考察を深めましょう。

【板書例】

課題 飛行機雲の残り方は、何に関係しているか。

10月1日 13時



10月15日 13時



予想

- ・ 湿度に関係しているのではないか。
- ・ 気温に関係しているのではないか。

高度に着目して比較

10月1日 13時

[上空の観測データ]  
高度 8,730 m

気温 -39.7℃

湿度 17%

10月15日 13時

[上空の観測データ]  
高度 8,730 m

気温 -37.2℃

湿度 57%

考察

飛行機雲の残り方は、飛行機雲ができる高度の湿度に関係している。

ポイント

- 観測データの選択の仕方によって、様々な考察ができることに気付く。
- 高度の違いによる気象要素の変化を調べることで、気象現象について、主として時間的・空間的な視点で捉えることができる。

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）

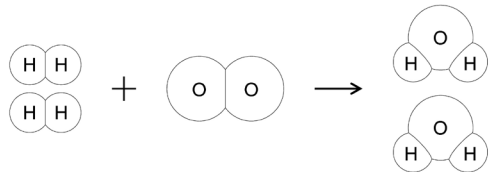
3 東京オリンピック・パラリンピックの聖火の燃料に水素が使われたことから、水素の利用について、理科の授業で科学的に探究しました。（1）から（3）までの各問に答えなさい。

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  $\text{H}_4 + \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_4\text{O}_2$

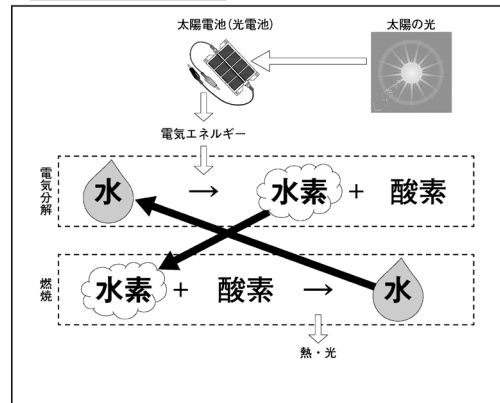
中理-8

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、どのようになると考えられますか。

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<sup>4</sup>(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](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

⑦ 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

(1) 化学変化

㉞ 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

㉞ 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。



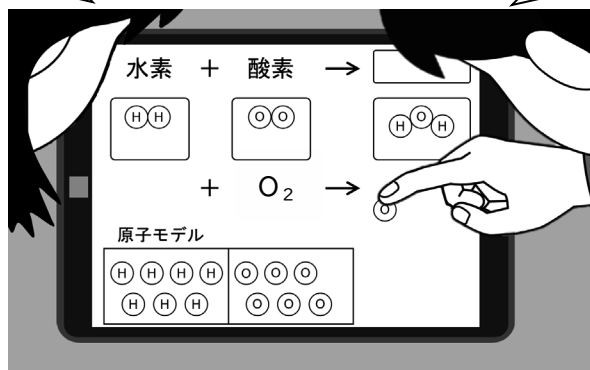
先生

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。

(H)と(O)の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<sub>2</sub>が二つと酸素O<sub>2</sub>が一つ反応して、水H<sub>2</sub>O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！

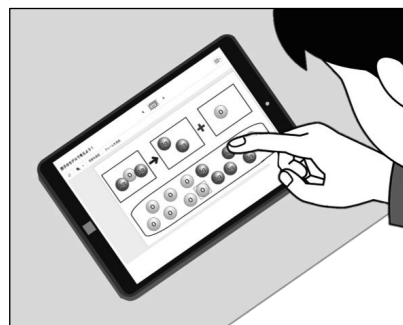
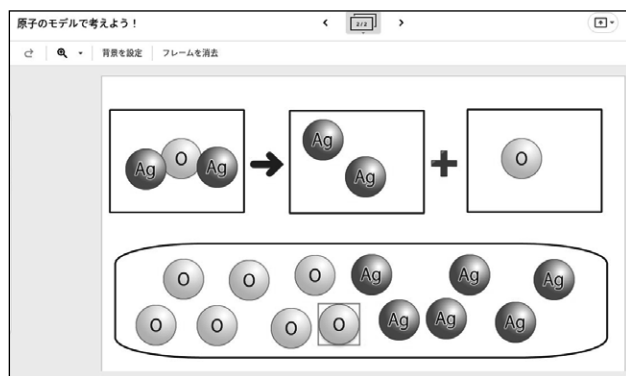


原子のモデルを配信しておくので、自分が興味のある化学反応式を家でつくって提出しましょう。



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。

理科 4 生物の外部形態を基に科学的に探究する(「生命」を柱とする領域)

4 動物の体のつくりとはたらきの共通点や相違点に着目し、科学的に探究した内容を2つのレポートにまとめました。  
(1)と(2)の各問いに答えなさい。


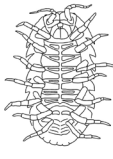
レポート1の一部

**【水族館の展示から】**  
ダイオウグソクムシは深海で生活しており、ダンゴムシと同じ甲殻類(エビやカニのなかま)である。

**【疑問】**  
ダイオウグソクムシとダンゴムシは、同じ甲殻類であるが、体のつくりとはたらきは、どこまで似ているのか。

**【課題】**  
ダイオウグソクムシとダンゴムシの体のつくりとはたらきの共通点と相違点は何か。

**【調べたことと結果】**

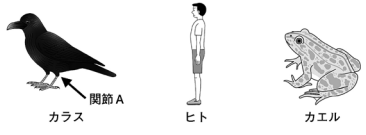
| 調べたこと   | ダイオウグソクムシ   | ダンゴムシ   |
|---------|---|---|
| 食べもの    | 動物の死がい  | 落ち葉、動物の死がい  |
| あしのようなす | <br>泳ぐのに用いるあしがある | <br>泳ぐのに用いるあしがない |
| 体の表面    | 外骨格   | 外骨格   |
| 子のうまれ方  | 卵生  | 卵生  |

**【考察】**  
.....

(1) ダイオウグソクムシとダンゴムシのあしのようなすが異なる理由として、考えられることを書きなさい。

レポート2の一部

**【動機】**  
カラスのあしの関節Aは、同じセキツイ動物であるヒトやカエルと比較して、逆に曲がっていることに疑問をもち、調べようと考えた。

  
カラス                      ヒト                      カエル

**【課題】**  
カラス、ヒト、カエルのあしのつくりの共通点と相違点は何か。

**【調べたことと結果】**  
① カラスの関節Aは、逆に曲がっているように見えるが、下の図のようにセキツイ動物の関節の曲がる向きには共通点がある。

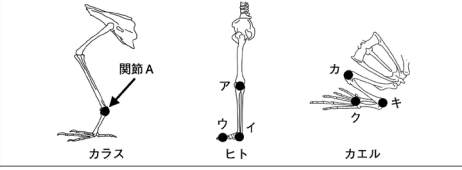
  
カラス                      ヒト                      カエル

図 カラス、ヒト、カエルの骨格

② あしのつくりの相違点は.....

**【考察】**  
関節の曲がる向きには共通点があるので、カラスのあしの関節Aは、ヒトの 、カエルの  に相当すると考えられる。

(2)  に当てはまる適切なものを、図のアからウまでの中から1つ選びなさい。また、 に当てはまる適切なものを、図のカからクまでの中から1つ選びなさい。

## 出題の趣旨

動物の外部形態を基に科学的に探究する場面において、共通性・多様性の視点から、動物の体のつくりと働き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、動物の体のつくりと働きについて、外部形態や生活場所と関連付け、共通点や相違点に着目して考察を行う場面を設定した。

理科では、身に付けた知識及び技能を日常生活の事象に活用し、問題を見いだして課題を設定するなど、科学的な探究を主体的に遂行できるようにすることが大切である。

授業では、動物の体のつくりと働きの共通点と相違点に着目し、その特徴を生活場所や骨格のつくりなどと関連付けて分析して解釈する学習活動が考えられる。

## 設問(1)

### 趣旨

節足動物の外部形態の観察結果と調べた内容を、生活場所や移動の仕方と関連付けて、体のつくりと働き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2分野 (1) いろいろな生物とその共通点

(1) 生物の体の共通点と相違点

① 動物の体の共通点と相違点

身近な動物の外部形態の観察を行い、その観察記録などに基づいて、共通点や相違点があることを見いだして、動物の体の基本的なつくりを理解すること。また、その共通点や相違点に基づいて動物が分類でき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   |   |
|------|--|---|------|---|
| 4    | (1) (正答の条件)<br>次の (a) と (b) の両方、又はいずれかを満たしているもの<br>(a) ダイオウグソクムシとダンゴムシの生活場所を比較して記述している。<br>(b) ダイオウグソクムシとダンゴムシの移動の仕方を比較して記述している。<br>~~~~~<br>(正答例)<br>・ダイオウグソクムシは深海（水中）を泳ぎ、ダンゴムシは陸上を歩くから。(解答類型1)<br>・ダイオウグソクムシは深海（水中）で生活し、ダンゴムシは陸上で生活しているから。(解答類型2)<br>・ダイオウグソクムシは泳ぐが、ダンゴムシは泳がないから。<br>(解答類型3) |   |      |   |
|      | 1  | (a) と (b) の両方を満たしているもの  | 36.6 | ◎ |
|      | 2  | (a) だけを満たしているもの   | 18.8 | ◎ |
|      | 3  | (b) だけを満たしているもの   | 12.1 | ◎ |
|      | 4  | (a) 又は (b) について、一方の生物について記述しているもの<br>(正答例)<br>・ダイオウグソクムシは深海（水中）を泳ぐから。 | 7.3  | ○ |
|      | 5  | (a) と (b) の両方を満たしていないが、レポート1の共通点と相違点に関するもの                            | 16.5 |   |
|      | 99   | 上記以外の解答   | 3.3  |   |
|      | 0  | 無解答   | 5.4  |   |

## 2. 分析結果と課題

- 正答率は 74.8% である。動物の外部形態の観察結果と調べた内容を、生活場所や移動の仕方と関連付けて、体のつくりと働き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5の具体的な例としては、以下のようなものがある。

(例)

- ・ 普段生活している環境が違うから。
- ・ ダイオウグソクムシは足がまっすぐで、ダンゴムシは少し曲がっている。
- ・ ダイオウグソクムシは足の本数がダンゴムシより多い。

このように解答した生徒は、生物名を示さずに説明したり、外部形態の観察結果から読み取った事実だけを記述したりするなど、体のつくりと働きを生活場所や移動の仕方と関連付けて、分析して解釈することに課題があると考えられる。

### 3. 学習指導に当たって

#### ○ 動物の外部形態を生活場所や移動の仕方などと関連付けて、分析して解釈できるようにする

身近な動物の外部形態の観察を行い、その観察記録などに基づいて、共通点や相違点があることを見いだして、動物の体の基本的なつくりを理解することが大切である。その際、動物の外部形態を、生活場所や移動の仕方などと関連付けて分析して解釈することが考えられる。

指導に当たっては、いろいろな動物の外部形態を観察して見いだした特徴を、共通点と相違点に着目して生活場所や移動の仕方などと関連付けて考察し、表現する学習場面を設定することが考えられる。

例えば、幾つかの外部形態の共通点や相違点、生活場所、移動の仕方などを表にまとめ、その表を用いてそれぞれの関連について話し合うことが考えられる。これらの学習活動を通して、動物に対する興味・関心を高め、動物を観察するときどのような点に着目すればよいか考えるようにすることが大切である。

## 授業アイデア例

## &lt;動物の外部形態を生活場所や移動の仕方などに関連付けて考察し、表現する&gt;

## 本時の概要

課題の把握 … いろいろな動物の外部形態を観察して、その特徴から問題を見だし、課題を設定する。

課題の探究 … 植物を分類した学習を生かして、動物の特徴などを表にまとめる。共通点と相違点に着目して、動物の外部形態を生活場所や移動の仕方などに関連付けて考察する。

## 学習場面の展開例

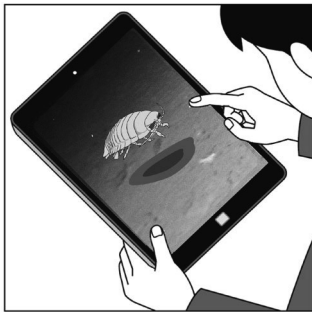
課題の解決 … 動物を観察するときに着目すべき点について考え、学習を振り返る。

## 学習場面の展開例



先生

ダイオウグソクムシとダンゴムシについて、植物を分類したときのように、タブレット型端末や図鑑などを使って調べましょう。



それぞれの特徴をホワイトボードにまとめ、共通点と相違点を考えてみよう。

## 【共通点と相違点をまとめたホワイトボードの例】

| 調べたこと   | ダイオウグソクムシ              | ダンゴムシ      | 共通点…○<br>相違点…× |
|---------|------------------------|------------|----------------|
| 体の表面の様子 | 殻で覆われている               | 殻で覆われている   | ○              |
| あしの様子   | 歩くのに用いるあし<br>泳ぐのに用いるあし | 歩くのに用いるあし  | ○と×            |
| 生活場所    | 水中(深海)                 | 陸上(湿ったところ) | ×              |
| 移動の仕方   | 歩く・泳ぐ                  | 歩く         | ○と×            |



先生

体のつくりと生活場所や移動の仕方には、どのような関連がありますか。ホワイトボードを見て考えてみましょう。



陸上だと歩くのに用いるあし、水中だと泳ぐのに用いるあしもあると考えます。

生活場所や移動の仕方に適した体のつくりをしているんだね。



### ポイント

- 身近な植物を分類する学習で身に付けた、観点や基準を見いだして表現する力を活用して、いろいろな動物の外部形態を観察して表にまとめる。

## 設問(2)

### 趣旨

複数の脊椎動物の外部形態の考察を行う場面において、あしの骨格について共通性と多様性の見方を働かせながら比較し、共通点と相違点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2分野 (1) いろいろな生物とその共通点

(1) 生物の体の共通点と相違点

① 動物の体の共通点と相違点

身近な動物の外部形態の観察を行い、その観察記録などに基づいて、共通点や相違点があることを見いだして、動物の体の基本的なつくりを理解すること。また、その共通点や相違点に基づいて動物が分類でき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<br>(%)            | 正答          |      |   |
|------|---------|----|-----------------------|-------------|------|---|
| 4    | (2)     | X  | Y                     |             |      |   |
|      |         | 1  | イ と解答しているもの           | キ と解答しているもの | 65.9 | ◎ |
|      |         | 2  | ア と解答しているもの           | カ と解答しているもの | 15.2 |   |
|      |         | 3  | ウ と解答しているもの           | ク と解答しているもの | 0.3  |   |
|      |         | 4  | 解答類型 1 から 3 以外の組合せの解答 |             | 18.3 |   |
|      |         | 99 | 上記以外の解答               |             | 0.0  |   |
|      |         | 0  | 無解答                   |             | 0.2  |   |

## 2. 分析結果と課題

- 主として共通性と多様性の視点で捉え、カラスとヒト、カエルのあしの骨格を比較し、共通点と相違点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 2 には、カラスの関節 A が曲がっている図の様子から、カラスの関節 A がヒトやカエルのどこの関節と対応しているか考えるなど、脊椎動物の体のつくりと働きの共通点と相違点について、分析して解釈できない生徒がいると考えられる。

## 3. 学習指導に当たって

- 主として共通性と多様性の視点で捉え、動物の体のつくりを分析して解釈できるようにする
 

身近な動物の外部形態の観察を行い、その観察記録などに基づいて、主として共通性と多様性の視点で捉え、脊椎動物の体のつくりを比較し、分析して解釈できるようにすることは大切である。

指導に当たっては、いろいろな動物を脊椎動物と無脊椎動物に分類でき、さらに脊椎動物については、五つの仲間に分類できることを見いだして理解できるようにする。例えば、骨格のつくり共通点と相違点が見られることについて気付くようにする学習場面を設定することが考えられる。

その際、骨格標本や図鑑、タブレット型端末などの ICT 機器を活用し、いろいろな動物の体のつくりを比較することも重要である。


## コラム③

## 共通点や相違点を基に生物を分類し、分類の仕方の基礎を身に付ける

生徒は、身近な生物に出会った際、身に付けた系統分類の知識を活用して分類しようとするが、当てはまらない場合は分類に戸惑うことがある。そこで、共通点や相違点に着目し、未知の生物であっても新たな観点や基準を設定し分類することが考えられる。また、その分類の妥当性を検討して改善できるようにすることが大切である。

国立教育政策研究所では、理科の学習指導の改善・充実のポイントを15分程度の授業映像にまとめた指導事例集を、文部科学省公式チャンネルにて配信している。その中から本問に関連する事例として、第1学年「生物の特徴と分類の仕方」を紹介する。





事例A 第1学年「生物の特徴と分類の仕方」  
『多様な観点や基準によって  
生物を分類する』

検討・改善

出典 国立教育政策研究所「理科映像指導事例集」のウェブページ  
<https://www.nier.go.jp/kaihatsu/shidousiryoku/rika/r01.html>



理科 5 押して使うばねを科学的に探究する(「エネルギー」を柱とする領域)

5 ばねを押すとき、加える力の大きさとばねが縮む長さの関係について、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。

押して使うばねを探究する場面

ばねののびは、加える力の大きさと比例の関係がありました。

ばねは、生活の中で押して使うことが多いですね。

ばねを押すときも、比例の関係が成り立つのかな。

押して使うばね

ボールペンのばね

自転車のサドルの下にあるばね

ノートの一部

**【課題】**  
ばねが縮む長さは、加える力の大きさに比例するか。

**【実験の計画】**  
図1の装置をつくり、ばねに加える力の大きさを変化させたときのばねの長さを3回測定して平均をとり、ばねが縮む長さを計算してグラフに表す。

**【実験の結果】**

|           |      |     |     |     |     |     |
|-----------|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 力の大きさ(N)  | 0    | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 |
| ばねの長さ(cm) | 10.0 | 8.0 | 6.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 |
| 縮む長さ(cm)  | 0    | 2.0 | 4.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 |

**【考察】**  
.....

中理-13

(1) 図2のように、ばねにのせたおもりが静止したとき、矢印で表したおもりにはたらく重力とつり合う力を、下のAからEまでの中から1つ選びなさい。  
また、選んだ力の説明として適切なものを、下の力からEまでの中から1つ選びなさい。

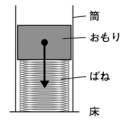
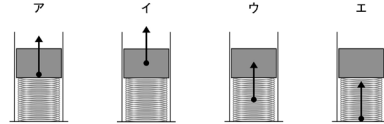
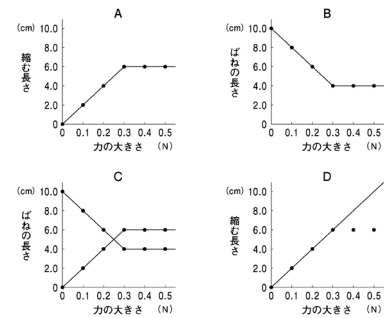


図2 おもりにはたらく重力



- カ おもりがばねを押す力      キ ばねがおもりを押す力  
ク おもりが床を押す力      ケ 床がおもりを支える力

(2) 【考察】に最も適したグラフを、下のAからDまでの中から1つ選びなさい。



中理-14

磁石を使ったばねを探究する場面

リアモーターカーは、磁石の引き合う力と、磁石の退け合う力で浮いて走行します。

磁石の退け合う力は「磁気ばね」として利用されています。

磁石の同じ極どうしを近づけたら、ばねみたいだったね。

「磁気ばね」では、加える力と縮む長さは比例するのかな。

ノートの続きの一部

**【新たな課題】**  
「磁気ばね」が縮む長さは、加える力の大きさに比例するか。

**【実験の計画】**  
図3のように、磁石に加える力の大きさを0から0.5Nずつ2.0Nまで変化させたときの「磁気ばね」が縮む長さを3回測定して平均をとり、グラフに表す。

**【実験の結果】**

|          |   |     |     |     |     |
|----------|---|-----|-----|-----|-----|
| 力の大きさ(N) | 0 | 0.5 | 1.0 | 1.5 | 2.0 |
| 縮む長さ(cm) | 0 | 1.5 | 2.3 | 2.9 | 3.2 |

**【考察】**  
.....

中理-15

グループで個人の考察を検討している場面

グラフが原点を通る直線になるので、比例すると考えます。

グラフは原点を通るけれど、直線にはならないので、比例しないと考えます。

測定値が足りないため、どちらの考えが妥当か判断できません。

(3) 下線部について、測定値をどのように増やせばよいか、【実験の計画】の「加える力の大きさを0から0.5Nずつ2.0Nまで変化させた」の部分参考にして書きなさい。

中理-16

## 出題の趣旨

ばねを押すときの力の大きさとばねが縮む長さの関係を科学的に探究する学習場面において、力の働き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、押して使うばねや磁気ばねの縮む長さと、ばねに加える力の大きさについて、理科の授業で科学的に探究する学習場面を設定した。

理科では、科学的に探究する活動を通して見いだした規則性や関係性を、日常生活や社会と関連付けることで、理科を学ぶことの意義や有用性の実感を高めることが大切である。

授業では、見いだした規則性や関係性を基に、身近な道具や技術などから新たな問題を見だし、課題を設定して科学的に探究することが考えられる。

### 設問(1)

#### 趣旨

力の働きに関する知識及び技能を活用して、物体に働く重力とつり合う力を矢印で表し、その力を説明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 (1) 身近な物理現象

(4) 力の働き

㊦ 力の働き

物体に力を働かせる実験を行い、物体に力が働くとその物体が変形したり動き始めたり、運動の様子が変わったりすることを見いだして理解するとともに、力は大きさと向きによって表されることを知ること。また、物体に働く2力についての実験を行い、力がつり合うときの条件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 (%)       | 正答            |      |   |
|------|------|-------------|---------------|---------------|------|---|
| 5    | (1)  | つり合う力を表した矢印 | つり合う力の説明      |               |      |   |
|      |      | 1           | ア と解答しているもの   | キ と解答しているもの   | 15.5 | ◎ |
|      |      | 2           | ア と解答しているもの   | キ 以外を解答しているもの | 2.4  |   |
|      |      | 3           | ア 以外を解答しているもの | キ と解答しているもの   | 62.1 |   |
|      |      | 4           | ア 以外を解答しているもの | キ 以外を解答しているもの | 18.8 |   |
|      |      | 99          | 上記以外の解答       |               | 0.8  |   |
|      |      | 0           | 無解答           |               | 0.2  |   |

## 2. 分析結果と課題

- 静止している物体に働く重力とつり合う力を矢印で表すことに課題があり、指導の充実が求められる。
- 解答類型3には、ばねの上で静止している物体に働く重力とつり合う力を説明できているが、重力とつり合う力をばね全体で押し返す力と捉え、ウのような作用点がばねの中心にあると考える生徒がいると考えられる。また、つり合う力をイのような同一作用点の力やエのような床からの垂直抗力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

- 物体に働く重力とつり合う力を矢印で表して説明できるようにする  
力の働きについて科学的に探究する上で、力は大きさと向きによって表されることや物体に働く2力のつり合いなど、目に見えない力を矢印で表して説明することは大切である。  
指導に当たっては、物体に力を働かせる実験を行い、一つの物体に二つの力が働いていることに気付くようにし、それらの力の大きさや向きを矢印で表して、つり合いの関係を説明する学習場面を設定することが考えられる。

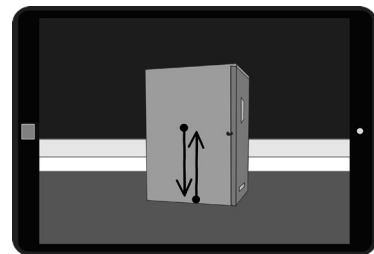
## 学習場面の例

## ＜物体に働く力を矢印で表す＞

教室内の風景をタブレット型端末で撮影し、画像の中から、物体に働く力や、つり合う力を見だし、それらの力を矢印で表すなどの学習活動を行うことが考えられる。



理科室で撮影している場面



物体に働く力を矢印で表す

## 設問(2)

## 趣旨

課題に正対した考察を行うためのグラフを作成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 (1) 身近な物理現象

(イ) 力の働き

⑦ 力の働き

物体に力を働かせる実験を行い、物体に力が働くとその物体が変形したり動き始めたり、運動の様子が変わったりすることを見いだして理解するとともに、力は大きさと向きによって表されることを知ること。また、物体に働く2力についての実験を行い、力が釣り合うときの条件を見いだして理解すること。

## ■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<br>(%)  | 正答   |   |
|------|---------|----|-------------|------|---|
| 5    | (2)     | 1  | A と解答しているもの | 45.5 | ◎ |
|      |         | 2  | B と解答しているもの | 23.5 |   |
|      |         | 3  | C と解答しているもの | 18.0 |   |
|      |         | 4  | D と解答しているもの | 12.6 |   |
|      |         | 99 | 上記以外の解答     | 0.0  |   |
|      |         | 0  | 無解答         | 0.4  |   |

## 2. 分析結果と課題

- 課題に正対した考察を行うために、実験結果を適切に処理し、グラフを作成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、課題に正対した考察を行うために縦軸を「縮む長さ」として設定しておらず、実験結果を適切に処理し、グラフを作成する技能を身に付けていない生徒がいると考えられる。
- 解答類型3には、課題に正対した考察を行うための縦軸を「縮む長さ」として設定しておらず、更に全ての値を用いてグラフを作成していることから、考察を行うために必要な結果を抽出し、グラフを作成する技能を身に付けていない生徒がいると考えられる。
- 解答類型4には、グラフ上に表した点を結んでおらず、実験結果を適切に処理し、グラフを作成する技能を身に付けていない生徒がいると考えられる。

### 3. 学習指導に当たって

#### ○ 課題に正対した考察を行うために適切なグラフを作成できるようにする

ばねを押す力の大きさとばねが縮む長さの関係を科学的に探究する上で、課題に正対した考察を行うために適切なグラフを作成する技能を身に付けることは大切である。

指導に当たっては、課題に立ち返りながら考察を行うために、どのようなグラフを作成すればよいかを検討する学習場面を設定することが考えられる。

その際、グラフの横軸である「変化させる量」と縦軸である「変化した量」が何に当たるかを考え、グラフを作成することが重要である。

## 設問(3)

## 趣旨

考察の妥当性を高めるために、測定値の増やし方について、測定する範囲と刻み幅の視点から実験の計画を検討して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 (1) 身近な物理現象

(1) 力の働き

㊦ 力の働き

物体に力を働かせる実験を行い、物体に力が働くとその物体が変形したり動き始めたり、運動の様子が変わったりすることを見いだして理解するとともに、力は大きさと向きによって表されることを知ること。また、物体に働く2力についての実験を行い、力が釣り合うときの条件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 (%) | 正答 |
|------|---|---------|----|
| 5    | (3) (正答の条件)<br>次の (a) と (b) の両方、又は (c) を満たし、測定値を増やしているもの<br>(a) 刻み幅を数値で示している。<br>(b) 測定する範囲を数値で示している。<br>(c) 2.0 N より大きい力で、1点又は2点の測定値を示している。<br>~~~~~<br>(正答例)<br>・加える力の大きさを 0 N から 0.2 N ずつ 2.0 N まで変化させる。<br>(解答類型 3)<br>・加える力の大きさを 2.0 N から 0.5 N ずつ 4.0 N まで変化させる。<br>(解答類型 3)<br>・加える力の大きさを 3.0 N にして測定する。(解答類型 4) |         |    |
|      | 1 (a) だけを満たしているもの   | 5.2     |    |
|      | 2 (b) だけを満たしているもの   | 3.1     |    |
|      | 3 (a) と (b) を満たしているもの   | 43.5    | ◎  |
|      | 4 (c) を満たしているもの   | 0.2     | ◎  |
|      | 5 (a) ~ (c) のいずれも満たしていないが、加える力の大きさに関して数値を示していないもの   | 6.7     |    |
|      | 6 (a) ~ (c) のいずれも満たしていないが、ノートの記事に関するもの  | 7.7     |    |
|      | 99 上記以外の解答  | 4.6     |    |
|      | 0 無解答   | 29.0    |    |

## 2. 分析結果と課題

- 考察の妥当性を高めるために、測定値の増やし方について、測定する間隔（刻み幅）や範囲に着目して実験の計画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1と解答類型2と解答した生徒は、測定する間隔か範囲の一方しか記述しておらず、測定する間隔や範囲の両方に着目して具体的に数値を示して計画することができていないと考えられる。
- 解答類型5と解答類型6の具体的な例としては、以下のようなものがある。

(例)

- ・ おもりをより重いものにして測定する。（解答類型5）
- ・ 測定する間隔をもっと細かくして実験を行う。（解答類型5）
- ・ 何度も同じ実験を行い、測定値を増やす。（解答類型6）
- ・ 磁石のN極同士が向き合うようにする。（解答類型6）

加える力の大きさを具体的に示さない解答が見られた。このように解答した生徒は、測定値を増やして実験をすることは理解しているが、具体的に数値を示した実験を計画できていないと考えられる。

- 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)

- ・ 加える力の大きさを0から0.2ずつ2.0まで変化させる。
- ・ 縮む長さが変わらなくなるまで測定値を増やせばよい。
- ・ リニアモーターカーには磁気ばねの原理が使われている。

単位の未記入や測定する力の大きさを具体的に示していない解答が見られた。このように解答した生徒は、加える力の大きさを具体的に示して実験を計画することができていないと考えられる。

- 無解答の反応率は29.0%である。無解答の中には、測定値を増やして実験を計画することは理解しているが、測定する間隔と範囲に着目して加える力の大きさを具体的に示した実験を計画できていない生徒がいると考えられる。  
また、作成したグラフから考察の妥当性を検討して、追加の実験方法をどのように計画するか表現することができていない生徒がいると考えられる。

- 平成27年度【中学校】理科 $\boxed{1}$ (4)（正答率74.0%）、平成30年度【中学校】理科 $\boxed{8}$ (2)（正答率72.4%）で類題を出題しており、条件を変えた二つの実験結果のグラフを分析して解釈することがおおむねできていた。これに関連して本問では、「考察の妥当性を高めるために、実験結果のグラフから実験の計画を検討して改善できるかどうか」を出題した（正答率43.8%）。今回の結果から、探究の過程を振り返り、実験の計画を検討して改善することに課題がある。

### 3. 学習指導に当たって

#### ○ 考察の妥当性を高めるために、実験の計画を検討して改善できるようにする

身近な物理現象を科学的に探究する上で、考察の妥当性を高めるために、実験結果の処理について振り返り、実験の計画を検討して改善することは大切である。

指導に当たっては、本問のように、測定値の不足から妥当性の高い考察が行えない場合、測定する間隔や範囲などの改善点を明確にし、それらを基に実験の計画を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。

#### コラム④

##### 博物館や科学学習センターなどとの連携

博物館や科学学習センターなどとの連携については、中学校学習指導要領（平成 29 年告示）解説理科編に記述があり、生徒の実感を伴った理解を図るために、博物館などの施設を利用し、学習活動を行うことの有効性が示されている。

磁石の同極が退け合う力を利用した磁気ばねや、磁石の異極が引き合う力と同極が退け合う力を利用して走行するリニアモーターカーは、磁石に働く力を利用したもので、理科で学習したことが日常生活や社会の中で活用されている一例である。

理科で学ぶ様々な原理や法則によって科学技術が支えられていることに触れ、それらが日常生活や社会に深く関わりをもっていることを理解するために、博物館や科学学習センターなどと連携して学習活動を進めることは大切である。

例えば、リニアモーターカーについて、博物館などを活用して走行の原理を学んだり、専門的な説明を受けたりすることで、さらに理解が深まると考えられる。また、理科だけでなく、関連する教科と横断的に探究することで、多面的、総合的に理解することも考えられる。



リニアモーターカー



走行試験の様子



走行の原理を説明したパネル



走行の原理の模擬実験の様子

出典 山梨県立リニア見学センター

<https://www.linear-museum.pref.yamanashi.jp/>

## 授業アイデア例

&lt;改善点を明確にし、実験の計画を検討して改善する&gt;

## 本時の概要

課題の把握 … リニアモーターカーに磁気ばねが使われていることを知り、問題を見いだして、課題を設定する。

課題の探究 … 磁気ばねに力を加える実験を行い、加えた力の大きさと磁気ばねの縮む長さの実験の結果を表にまとめる。課題に正対した考察を行うためのグラフを作成し、比例の関係があるかどうか話し合い、実験の計画を検討して改善する。

## 学習場面の展開例

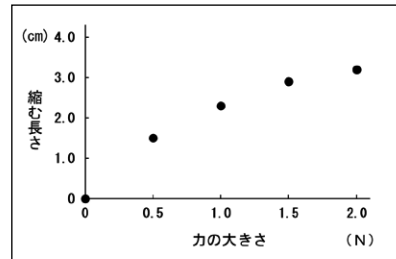
課題の解決 … 測定値を増やして実験を行い、磁気ばねの規則性を見いだす。

## 学習場面の展開例

【個人の考察を班で発表し、考察の妥当性を検討する場面】

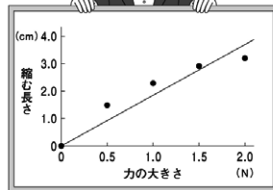


実験の結果を点にとりました。  
グラフは直線になるのかな。  
それとも直線にならないのかな。



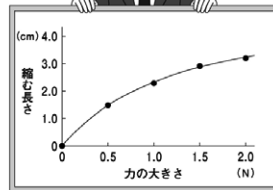
Aさん

グラフが原点を通る直線になるので、比例すると思います。



Bさん

グラフは原点を通るけど、直線にはならないので、比例しないと考えます。



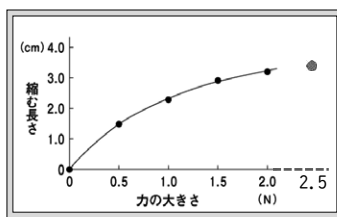
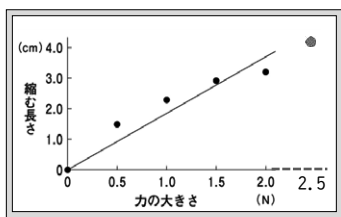
どちらのグラフになるのかな。

どちらのグラフになるか判断できないので、測定値を増やしてみたいです。

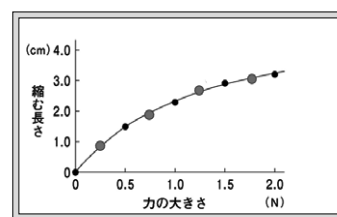
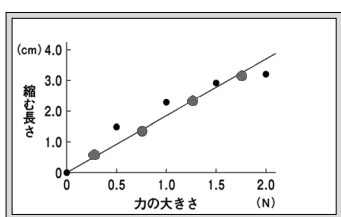


どちらの考えが妥当かを判断するために、測定値をどのように増やしたらよいか考えましょう。

【測定値の増やし方を検討し、実験の計画を改善する場面】



力の大きさを 2.5 N にしたときの値を調べればよいと考えます。  
 Aさんの考えであれば、縮む長さは 4.0 cm あたりになると思います。  
 Bさんの考えであれば、縮む長さは 3.0 cm あたりになると思います。



力の大きさを 0.25 N ずつ 2.0 N まで調べればよいと考えます。  
 Aさんの考えであれば、グラフの形が直線になると思います。  
 Bさんの考えであれば、グラフの形が直線にならないと思います。



先生

測定する間隔や範囲に着目して測定値を増やすと、AさんとBさんのどちらの考えが妥当か判断できそうですね。

ポイント

- 上記のような学習場面を設定することで、粘り強く試行錯誤したり、自らの学習を調整したりする生徒の姿から、主体的に学習に取り組む態度の学習評価に生かすことも考えられる。
- 以下の内容でも、改善点を明確にし、実験の計画を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。
  - ・物質に熱を加えるときの時間と温度上昇の関係
  - ・物体が斜面を下るときの時間と移動距離の関係      など



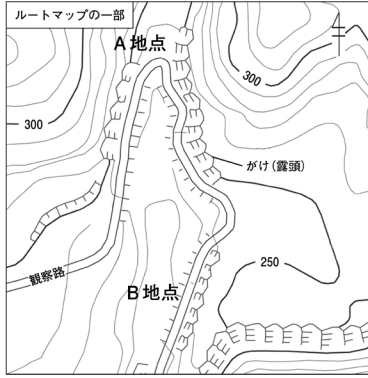
理科 6 観察から大地の変動を科学的に探究する（「地球」を柱とする領域）

6 青木さんと赤井さんは、博物館の観察会に参加して、大地の成り立ちと変化について科学的に探究しました。  
(1)から(3)の各問いに答えなさい。



化石が観察できる露頭を考える場面

赤井さん：ルートマップ上にたくさんの露頭がありますね。  
青木さん：A地点の露頭では、化石が観察できますか。



学芸員：A地点には、玄武岩が分布しています。化石が観察できるか考えましょう。  
青木さん：玄武岩は  X だから、化石は  Y。

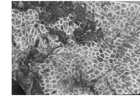
(1)  X、 Y に当てはまる適切なものを、下のア、イの中からそれぞれ1つずつ選びなさい。

- X ア 火成岩      イ 堆積岩  
Y ア 観察できます      イ 観察できません

中理-17

化石から大地の変動を考える場面

学芸員：B地点の露頭では、サンゴ礁をつくる古生代のサンゴの化石を含む地層が観察できます。このことから、どのような大地の変動があったと考えられますか。



青木さん：古生代に、浅くあたたかい海で堆積した地層が隆起したと考えられます。

サンゴの化石

学芸員：確かに、そのように考えられますね。しかし、足りない考えがあります。伊豆半島は、南にあった島が北上して日本列島の一部になったと考えられていることや、インド大陸が移動してユーラシア大陸に衝突したと考えられていることを参考に、もう一度考えましょう。

赤井さん： Z と考えられます。

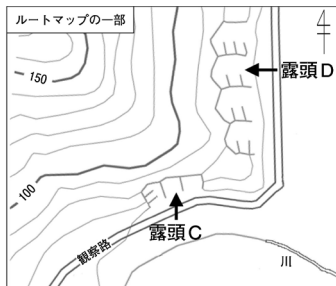
(2)  Z に当てはまる最も適切なものを、下のアからエまでの中から1つ選びなさい。

- ア B地点は、古生代は浅くあたたかい海であり、サンゴの遺骸を含む地層が堆積し、プレートの移動によって海溝に沈んでいった  
イ B地点は、古生代は浅くあたたかい海であり、サンゴの遺骸を含む地層が堆積し、その後、隆起した  
ウ 古生代の浅くあたたかい海で、サンゴの遺骸を含む地層が堆積し、プレートの移動によって運ばれた後、隆起してB地点で観察される  
エ 古生代のサンゴの遺骸が、海流に運ばれて堆積した後、隆起してB地点で観察される

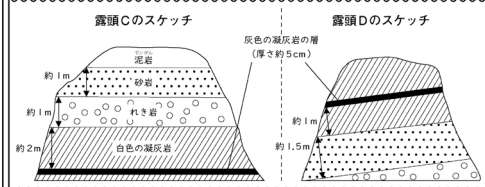
中理-18

ルートマップと露頭のスケッチから地層の傾きを考える場面

学芸員：この地域には、堆積岩が分布しています。地層の傾きについて考えましょう。



フィールドノートの一部



赤井さん：露頭をルートマップの矢印の向きから観察して、スケッチしました。観察した地層には、特徴的な灰色の凝灰岩の層がありました。

青木さん：露頭Cと露頭Dの位置関係とスケッチから、この地層は  W に下がるように傾いていると考えられます。

(3)  W に当てはまる適切なものを、下のアからエまでの中から1つ選びなさい。

- ア 北から南      イ 南から北      ウ 西から東      エ 東から西

中理-19

## 出題の趣旨

露頭を観察した結果とルートマップの情報を関連付けながら、時間的・空間的な見方を働かせて大地の変動を推論する場面において、大地の成り立ちと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、野外における露頭の観察を通して、大地の成り立ちと変化について科学的に探究する場面を設定した。

「地球」を柱とする領域では、時間的・空間的な見方を働かせ、観察結果や資料を基に規則性や関係性を見いだしたり、過去に起きた、又はこれから起こると考えられる事象を推論したりできるようにすることが大切である。

授業では、化石や露頭の観察結果から推論の妥当性を検討したり、複数の露頭の観察から地層の広がりや推論したりする学習活動が考えられる。

### 設問(1)

## 趣旨

玄武岩の露頭で化石が観察できるかを問うことで、岩石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2分野 (2) 大地の成り立ちと変化

(ア) 身近な地形や地層、岩石の観察

⑦ 身近な地形や地層、岩石の観察

身近な地形や地層、岩石などの観察を通して、土地の成り立ちや広がり、構成物などについて理解するとともに、観察器具の操作、記録の仕方などの技能を身に付けること。

### ■枠組み(視点)

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   |   |
|------|-----|---------|-------------|-------------|------|---|
| 6    | (1) |         | X           | Y           |      |   |
|      |     | 1       | ア と解答しているもの | イ と解答しているもの | 48.4 | ◎ |
|      |     | 2       | ア と解答しているもの | ア と解答しているもの | 16.1 |   |
|      |     | 3       | イ と解答しているもの | ア と解答しているもの | 29.2 |   |
|      |     | 4       | イ と解答しているもの | イ と解答しているもの | 5.9  |   |
|      |     | 99      | 上記以外の解答     |             | 0.1  |   |
|      |     | 0       | 無解答         |             | 0.3  |   |

## 2. 分析結果と課題

- 玄武岩が火成岩であるという知識と、マグマが冷えて固まった火成岩には化石が含まれないことを関連付けられていないと考えられる。このことから、岩石に関する知識を身に付け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、玄武岩が火成岩であるという知識が身に付いておらず、岩石の成因などに関する理解が十分でない生徒がいると考えられる。

## 3. 学習指導に当たって

- 岩石に関する知識及び技能を活用し、化石が含まれる可能性の有無を判断できるようにする

身近にある岩石に化石が含まれる可能性の有無について、岩石に関する知識及び技能を活用して判断することは、理科を学ぶことの意義や有用性を実感する上で大切である。

指導に当たっては、本問のように、地域にどのような岩石が分布しているかを調べ、身に付けた岩石に関する知識及び技能を活用して、化石が含まれる可能性の有無を判断する学習場面を設定することが考えられる。

その際、岩石を観察して、その組織から火成岩と堆積岩に分類し、化石が含まれる可能性を考えるようにすることも重要である。

## 設問(2)

## 趣旨

過去の大地の変動について、垂直方向の移動だけで推論した他者の考察を、水平方向の移動も踏まえて、検討して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2分野 (2) 大地の成り立ちと変化

(1) 地層の重なりと過去の様子

⑦ 地層の重なりと過去の様子

地層の様子やその構成物などから地層のでき方を考察し、重なり方や広がり方についての規則性を見だして理解するとともに、地層とその中の化石を手掛かりとして過去の環境と地質年代を推定できることを理解すること。

## ■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   |   |
|------|------|----|-------------|------|---|
| 6    | (2)  | 1  | ア と解答しているもの | 9.8  |   |
|      |      | 2  | イ と解答しているもの | 19.3 |   |
|      |      | 3  | ウ と解答しているもの | 60.6 | ◎ |
|      |      | 4  | エ と解答しているもの | 9.7  |   |
|      |      | 99 | 上記以外の解答     | 0.0  |   |
|      |      | 0  | 無解答         | 0.5  |   |

## 2. 分析結果と課題

- サングの化石を含む地層がB地点で観察されることを、プレートの水平方向の移動と、それに伴う隆起のような垂直方向の移動とを関連付けて推論している。このことから、他者の考えを検討して改善することはおおむねできている。
- 解答類型2と解答類型4の反応率の合計は29.0%である。ここには、過去の大地の変動について、プレートの水平方向の移動に関する理解が十分ではない生徒がいると考えられる。

### 3. 学習指導に当たって

○ 観察結果から、過去の大地の変動についての推論を検討して改善できるようにする

過去の大地の変動を考える上で、水平方向と垂直方向の移動を関連付け、主として時間的・空間的な視点で捉えて推論することは大切である。

指導に当たっては、本問のように、観察結果と身に付けた知識を関連付けながら推論の妥当性を検討することが考えられる。

その際、生徒は過去の大地の変動について垂直方向の移動だけを推論してしまいがちであると考えられる。そのため、プレートが移動して海底が山脈になった例などを示しながら、水平方向の移動にも着目できるようにすることが重要である。

## 設問(3)

## 趣旨

地層の広がり方について、時間的・空間的な見方を働かせながら、ルートマップと露頭のスケッチを関連付け、地層の傾き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2分野 (2) 大地の成り立ちと変化

(1) 地層の重なりと過去の様子

⑦ 地層の重なりと過去の様子

地層の様子やその構成物などから地層のでき方を考察し、重なり方や広がり方についての規則性を見だして理解するとともに、地層とその中の化石を手掛かりとして過去の環境と地質年代を推定でき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 |
|------|------|----|----------------|---------|----|
| 6    | (3)  | 1  | ア と解答しているもの    | 34.7    | ◎  |
|      |      | 2  | イ と解答しているもの    | 13.4    |    |
|      |      | 3  | ウ又はエ と解答しているもの | 51.2    |    |
|      |      | 99 | 上記以外の解答        | 0.0     |    |
|      |      | 0  | 無解答            | 0.7     |    |

## 2. 分析結果と課題

- ルートマップと露頭C、Dのスケッチを関連付けて考察できていないと考えられる。このことから、地層の広がり方について主として時間的・空間的な視点で捉え、地層の傾きを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と解答類型3の反応率の合計は64.6%である。ここには、地層の広がり方について、主として時間的・空間的な視点で捉え、複数の観察結果から考察することが十分ではない生徒がいると考えられる。
- 平成24年度【中学校】理科3(2) (正答率31.5%)では、「平成24年度【中学校】報告書」において、空間を認識し、地層の傾きの方向を解釈することに課題があると指摘している。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

- 地層の傾きを主として時間的・空間的な視点で捉え、分析して解釈できるようにする  
地層の広がり方を理解する上で、露頭のスケッチの位置関係をルートマップから把握して空間として認識し、分析して解釈することが大切である。

指導に当たっては、例えば、地層モデルや露頭の360度パノラマ画像を活用して地層を立体的に捉え、生徒が試行錯誤しながら広がり方や傾きを考える学習場面を設定することが考えられる。

その際、露頭に対して自分がどの方位から見ているのかを常に意識して、地層の傾きを分析して解釈できるようにすることが重要である。

#### 授業アイデア例

＜一つの地層を複数の方位から捉え、広がり方や傾きを考える＞

##### 本時の概要

課題の把握 … 複数の露頭のスケッチから、この地域の地層の広がり方や傾きに問題を見いだして、課題を設定し、学習の見通しをもつ。

課題の探究 … 地図上に露頭のスケッチを立てて貼り、位置関係を捉える。  
地層の広がり方や傾きを空間的な視点で捉える。

##### 学習場面の展開例

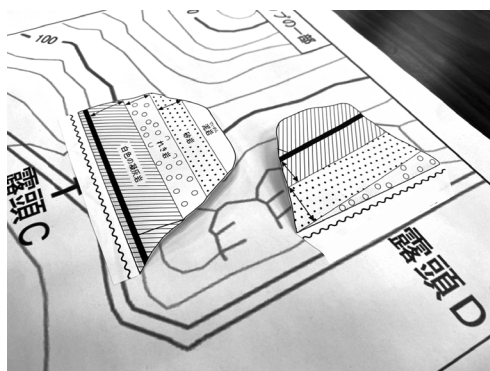
課題の解決 … この地域の地層の広がり方や傾きについて考察する。

##### 学習場面の展開例

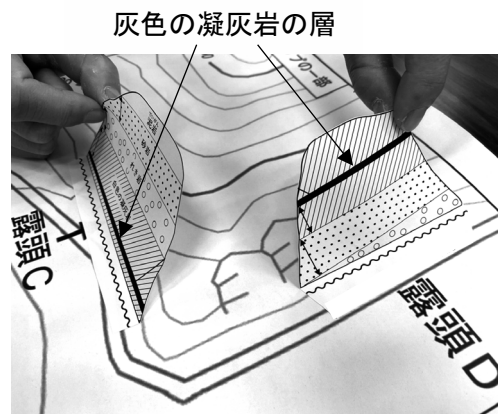


先生

スケッチをルートマップ上の露頭の位置に置いて貼り、持ち上げて露頭の位置関係を立体的に把握しましょう。



持ち上げる

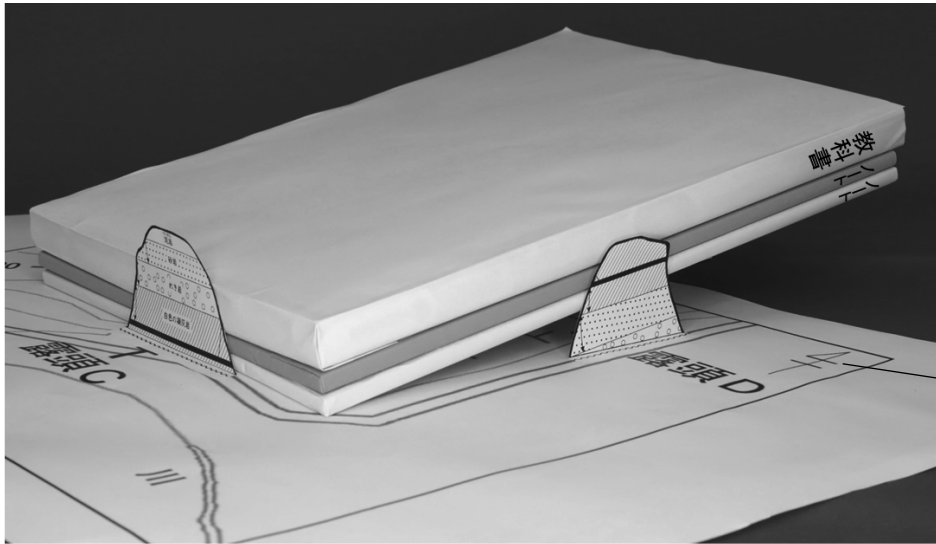


実際の露頭を上から見ているようで、どの方位から露頭をスケッチしたのかがよく分かります。  
灰色の凝灰岩の層は、どのようにつながっているのかな。





それでは、教科書やノートを地層に見立て、色の濃いノートを灰色の凝灰岩の層として、地層の広がり方を調べ、傾きを方位で考えましょう。



灰色の凝灰岩の層は、南からは水平に見えるけれど、東からは傾いて見えます。つまり、この付近の地層は北から南に下がるように傾いていると考えられます。



**ポイント**

- 地図上に露頭のスケッチを立たせて貼ることで、方位と露頭の位置関係が明確になり、観察した地域を俯瞰して見るができるようになる。
- 教科書やノートなど教室にあるもので、地域に広がる地層の様子を空間的な視点で捉えることができる。



## 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）

素焼きのつぼ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AからEまでの中から1つ選びなさい。

ア かき氷をす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】

- 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。
- 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。

【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と思います。

- (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AからE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かめる必要がある。
- 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かめる必要がある。

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 (%) | 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ると考えられる。
- 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ると考えられる。
- 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。これに関連して本問では、「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。



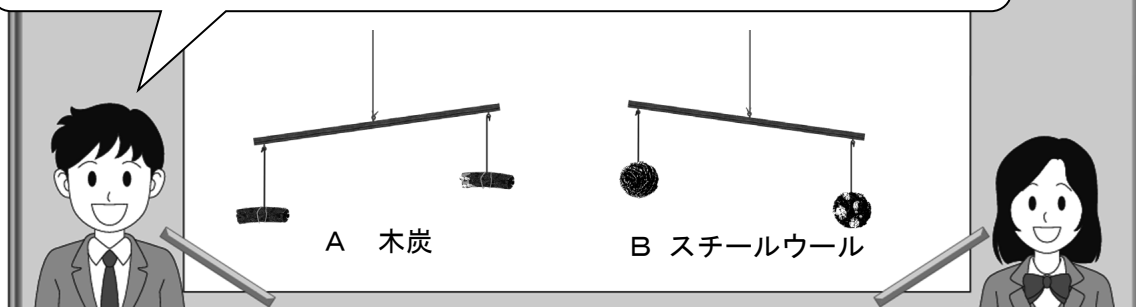
## 【実験結果から考察を発表し、実験の計画を検討する場面】



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。





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、原子の種類や数が変化しないので、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りそうだね。



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。





# 理科 8 アリの行列を科学的に探究する（「生命」を柱とする領域）

8 『ファール昆虫記』を読んで、アリの行列のつくり方に興味をもち、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。



レポートの一部

**【課題1】**  
 アリは、視覚による情報をもとに行列をつくるか。

**【実験1】**  
 ① 図のように行列を覆い、10分間まわりの景色を見えなくする。

図 覆いをしたようす

② 覆う前後の行列のようすを写真に撮り、比較する。  
 ③ ①と②の操作を別のアリの行列で3回繰り返す。

**【結果1】**

| 6月9日(13時から15時) 場所：中央公園 |     |     |     |
|------------------------|-----|-----|-----|
| 覆いをする前                 |     |     |     |
| 覆いをした後                 | 1回目 | 2回目 | 3回目 |

**【考察1】**  
 この実験の結果からは、アリの行列のようすは  ので、 と考えられる。

(1)  .  に当てはまる適切な言葉をそれぞれ書きなさい。

レポートの続きの一部

**【調べたこと】**  
 アリは、腹部の先から「においの物質」を出し、地面に付けながら歩く。

**【課題2】**  
 アリは、嗅覚による情報をもとに行列をつくるか。

**【実験2】**  
 ① アリをつぶさないように2枚の透明な板で行列を分断する。  
 ② 操作Aと操作Bを行った後のアリの行動を比較する。

**【結果の予想】**  
 嗅覚による情報をもとにしていれば、操作Aは行列をつくらず、操作Bは行列をつくるだろう。

予想と異なる結果が出る場合について考える場面

もし、【結果の予想】と異なり、操作Aも操作Bも行列をつくる結果になった場合は、どのように考えればよいですか。

私は、嗅覚による情報をもとにしていないと考えます。

私は、アリの種類を変えて同じ操作で確かめるとよいと考えます。

私は、操作Aで、 ことができなかったのではないかと考えます。

(2)  に当てはまる適切な言葉を書きなさい。

アリの行列のそばにいた、アリと外見が似た生物Xに気づき、観察を行いました。

レポートの続きの一部

**【新たな課題】**  
 生物Xは昆虫か。

**【観察】**  
 生物Xとアリを透明なビンに入れ、それぞれスケッチして比較する。

**【観察の結果】**

上

|      |      |
|------|------|
| 生物X  | アリ   |
|      |      |
| 1 mm | 1 mm |

横

|      |      |
|------|------|
| 生物X  | アリ   |
|      |      |
| 1 mm | 1 mm |

**【考察】**  
 . . . . .

(3) 生物Xは昆虫かどうか、下のア、イの中から1つ選びなさい。また、その根拠を書きなさい。

ア 昆虫である    イ 昆虫でない

## 出題の趣旨

アリの行列について科学的に探究する場面において、共通性・多様性の視点から、刺激と反応や、体のつくり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、ファーブル昆虫記におけるアリの行列に関する実験を参考に、問題を見いだして課題を設定し、科学的に探究する場面を設定した。

理科では、探究の過程が見通しに沿って進んでいるか常に把握し、その過程を調整して課題を解決できるようにすることが大切である。また、観察、実験の結果を分析して解釈し、それらを根拠として、課題に正対した考察を行うことも大切である。

授業では、探究の各過程において見通しに沿って進んでいるか振り返ったり、観察、実験を計画する際に、予想や仮説と異なる結果が出た場合について考えたりすることが大切である。

### 設問(1)

#### 趣旨

アリの行列のつくり方を探究する場面において、視覚による情報を基に行列をつくるかを調べた実験の結果を分析して解釈し、課題に正対した考察を行う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2分野 (3) 生物の体のつくりと働き

(ウ) 動物の体のつくりと働き

① 刺激と反応

動物が外界の刺激に適切に反応している様子の観察を行い、その仕組みを感覚器官、神経系及び運動器官のつくりと関連付けて理解すること。

#### ■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   |   |
|------|------|---|----------------|------|---|
| 8    | (1)  | (正答の条件)<br>次の (a) と (b) の両方を満たしているもの<br>(a) アリの行列が変化しなかったことについて記述している。<br>(b) アリは、視覚による情報を基に行列をつくらないことについて記述している。 |                |      |   |
|      |      | (正答例)<br>(a) 変化しない<br>(b) 視覚による情報をもとに行列をつくらない   |                |      |   |
|      |      | <b>P</b>  | <b>Q</b>       |      |   |
|      | 1    | (a) を満たしているもの   | (b) を満たしているもの  | 55.8 | ◎ |
|      | 2    | (a) を満たしているもの   | (b) を満たしていないもの | 24.3 |   |
|      | 3    | (a) を満たしていないもの  | (b) を満たしているもの  | 0.7  |   |
|      | 4    | (a) を満たしていないもの  | (b) を満たしていないもの | 6.2  |   |
|      | 5    | (a) と (b) の両方を満たすが、においに関する事など、この実験の考察としては過剰な推論等を記述しているもの  |                | 0.2  |   |
|      | 99   | 上記以外の解答   |                | 1.5  |   |
| 0    | 無解答  |   | 11.3           |      |   |

## 2. 分析結果と課題

- 観察、実験の結果を分析して解釈し、それらを根拠として、課題に正対した考察を行うことに課題があり、指導の充実が求められる。
- 解答類型2の具体的な例としては、以下のようなものがある。

(例)

- ・ P : 行列は変わっていない Q : 視覚による情報をもとに行列をつくっている
- ・ P : 行列は変わっていない Q : 変わらない

このように解答した生徒は、行列が変化しないことは読み取れているが、課題に正対した考察のQの部分が不十分であり、実験の結果を分析して解釈することができていないと考えられる。

### 3. 学習指導に当たって

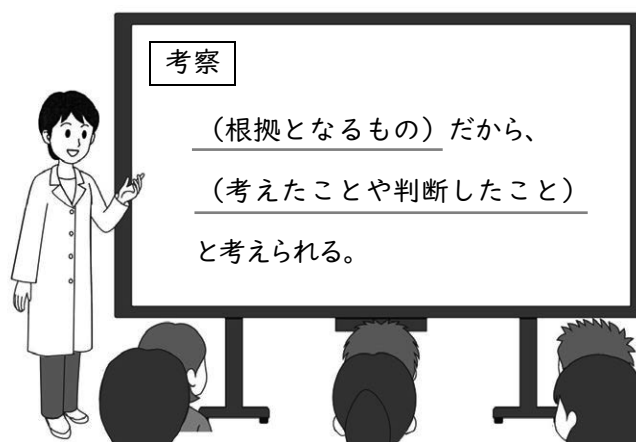
- 実験の結果を分析して解釈し、課題に正対した考察を行うことができるようにする  
 観察、実験の結果を分析して解釈する上で、課題で明らかにしようとしていることは何かを意識して考察することが大切である。  
 指導に当たっては、本問のように、アリの行列のつくり方に問題を見いだして設定した課題と考察が正対しているか、考察の根拠は明確かなどの検討を促す学習場面を設定することが考えられる。  
 その際、具体例を示しながら根拠を基に考察を繰り返すことで、課題に正対した考察を行うことができるようになることが期待できる。

#### 学習場面の例

##### <具体例を示し考察する学習活動を繰り返す>

課題に正対した考察を行うために、「根拠となるもの」を書く部分と課題を意識して「考えたことや判断したこと」を書く部分を空欄にした具体例を示し、両者を区別しながら記述する学習活動を行うことが考えられる。

課題に正対した考察を行うことができるようになるまでは、全ての領域で繰り返し、取り組むことが大切である。



## 設問(2)

## 趣旨

予想や仮説と異なる結果が出る場合について、結果の意味を考え、観察、実験の操作や条件の制御などの探究の方法について検討し、探究の過程の見通しをもつ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2分野 (3) 生物の体のつくりと働き

(ウ) 動物の体のつくりと働き

① 刺激と反応

動物が外界の刺激に適切に反応している様子の観察を行い、その仕組みを感覚器官、神経系及び運動器官のつくりと関連付けて理解すること。

## ■枠組み(視点)

構想

## 1. 解答類型と反応率

| 問題番号 | 解答類型   | 反応率 (%) | 正答 |
|------|--|---------|----|
| 8    | (2) (正答の条件)<br>においを取り除く(消す) ことについて記述しているもの<br>(正答例)<br>・においを消す(解答類型1)<br>・十分に板の間隔をとる(解答類型1)<br>・十分に地面を手でこする(解答類型2) |         |    |
|      | 1 条件の制御が不十分であることについて解答しているもの   | 52.5    | ◎  |
|      | 2 実験の操作が不十分であることについて解答しているもの   | 2.9     | ◎  |
|      | 3 同じ操作を繰り返すことについて記述しているもの<br>(正答例)<br>・操作の手順どおりに実験する   | 0.3     | ○  |
|      | 4 他の条件や、条件の制御と関係のない操作について解答しているもの  | 1.0     |    |
|      | 99 上記以外の解答   | 28.7    |    |
|      | 0 無解答  | 14.6    |    |

## 2. 分析結果と課題

- 予想や仮説と異なる結果が出る場合について、結果の意味を考え、観察、実験の操作や条件の制御などの探究の方法について検討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 99 の具体的な例としては、以下のようなものがある。

(例)

- ・ 移動する
- ・ 合流する

図から読み取ったアリの行列の様子について記述している解答が見られた。このように解答した生徒は、結果に影響を与える観察、実験の操作や条件の制御などを検討することができていないと考えられる。

## 3. 学習指導に当たって

- **観察、実験の操作や条件の制御などの探究の方法を検討し、探究の過程の見通しをもつことができるようにする**

問題を見いだして課題を設定し、科学的に探究する上で、課題を解決するまでの探究の過程を見通すことが大切である。

指導に当たっては、本問のように、実験の計画を立案する場面で予想や仮説と異なる結果が出る場合を想定し、探究の方法について検討する学習場面を設定することが考えられる。

その際、話し合い活動を通して、課題を解決するために適切な探究の方法を確認することで、観察、実験の基本的な技能を身に付けていくことも重要である。

## 授業アイデア例

<実験の計画を立案する際、予想や仮説と異なる結果が出ることを想定する>

## 本時の概要

課題の把握 … 米を口の中で何度も噛んでいると甘く感じられる経験から、唾液の働きに関して問題を見だし、課題を設定する。

課題の探究 … 仮説を確かめる実験の計画を立案し、[結果の予想]を立てる。  
実験の結果が、[結果の予想]と異なる場合を想定して、探究の方法について再検討する。

## 学習場面の展開例

実験を行う。

課題の解決 … 結果を分析して解釈し、唾液の働きについて考察する。

## 学習場面の展開例

## 【板書例】

## [課題]

だ液によってデンプンはどのような物質に変化するのだろうか。

## [仮説]

だ液によってデンプンは糖に変化する。

## [結果の予想]

|           | (実験A)<br>ヨウ素液に<br>対する反応 | (実験B)<br>ベネジクト液に<br>対する反応 |
|-----------|-------------------------|---------------------------|
| デンプン溶液+だ液 | 変化なし                    | 赤褐色の沈殿                    |

実験Bも変化しなかったら、どう考えたらいいのかな？



どんなことが結果に影響しそうか、その原因を考えましょう。



先生

## 「実験の操作」に原因があると考えられる場合



ベネジクト液を入れた試験管の加熱が不十分だったのかな。

ベネジクト液を入れる量が少なかったのかな。



## 「実験に使用した物質」に原因があると考えられる場合



デンプンが溶けなくて、溶液にならなかったのかな。

だ液の働きの強さには差があると聞きました。



この実験の方法だけで仮説を確かめることができますか？



先生

「実験の条件の制御」について

この方法だけではだ液の働きによるものだと確かめられないので、だ液と同量の水を入れた実験を行う必要があります。



先生

このように、実験を計画して行う際には、「実験の操作」「実験に使用した物質」「実験の条件の制御」などを意識しながら見通しをもって進めることが大切です。

#### ポイント

- 仮説を検証するための探究の方法はどうあればよいか、[結果の予想]と異なる結果が出る場合を想定することで、課題を解決するまでの探究の過程を見通し、主体的に取り組んでいくことができる。

### 設問(3)

#### 趣旨

未知の節足動物とアリの外部形態を比較して共通点と相違点を捉え、分類の観点や基準を基に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2分野 (1) いろいろな生物とその共通点

(1) 生物の体の共通点と相違点

① 動物の体の共通点と相違点

身近な動物の外部形態の観察を行い、その観察記録などに基づいて、共通点や相違点があることを見いだして、動物の体の基本的なつくりを理解すること。また、その共通点や相違点に基づいて動物が分類でき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  |      |   |
|------|---------|---------|-------------|---|------|---|
| 8    | (3)     | 生物X     | 根拠          |   |      |   |
|      |         | 1       | ア と解答しているもの | 昆虫の体の特徴を記述しているもの  | 8.8  |   |
|      |         | 2       | ア と解答しているもの | 生物Xの体の特徴やアリとの相違点を記述しているもの   | 3.6  |   |
|      |         | 3       | イ と解答しているもの | 昆虫の体の特徴を記述しているもの  | 1.6  |   |
|      |         | 4       | イ と解答しているもの | 生物Xについて、昆虫の体の特徴と相違点を記述しているもの<br>(正答例)<br>・生物Xは、あしが8本あるから。<br>・生物Xは、体が頭胸部、腹部に分かれているから。   | 9.0  | ○ |
|      |         | 5       | イ と解答しているもの | アリと生物Xを比較して、体の特徴の相違点を記述しているもの<br>(正答例)<br>・昆虫であるアリはあしが6本だが、生物Xのあしは8本だから。<br>・アリと生物Xで体の分かれている数が異なるから。<br>・アリは触角があるが、生物Xは触角がないから。 | 30.9 | ◎ |
|      | 99      | 上記以外の解答 |             | 44.8  |      |   |
| 0    | 無解答     |         | 1.4         |   |      |   |

## 2. 分析結果と課題

- 動物の外部形態について共通点と相違点を捉え、分類の観点や基準を基に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1には、昆虫類の分類の観点や基準を理解しているものの、その観点や基準に基づいて未知の生物の外部形態の特徴を捉えて分類す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99の具体的な例としては、以下のようなものがある。

(例)

- ・ 足が6本ではなく8本だから。
- ・ 頭、胴体、腹に分かれていない。
- ・ この昆虫はクモという昆虫だから。

生物Xが昆虫かどうかの判断をした根拠に主語が含まれておらず、生物Xの説明なのか、アリの説明なのかについて不明確なものが多く見られた。

- 平成 24 年度【中学校】理科<sup>1</sup>(5) (正答率 43.3%) では、「平成 24 年度【中学校】報告書」において、実験結果を分析して解釈し、結論を導くために必要な実験結果の組合せを指摘することに課題があると指摘している。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

- 動物の外部形態を比較して、共通点や相違点に基づいて動物を分類できるようにする  
身近な動物の外部形態の観察を行い、共通点や相違点を見だし、それらを基にして動物を分類できるようにすることが大切である。

指導に当たっては、いろいろな動物の外部形態を観察し、共通点と相違点を基に観点や基準を見だして分類する学習場面を設定することが考えられる。

例えば、共通点や相違点に基づいて分類表や検索表などを作り、その表を用いて、未知の動物がどの仲間に分類できるかについて、話し合うことが考えられる。また、どのように判断したか根拠を示す際に、主語を明確にして表現するなどの学習活動が考えられる。これらの学習活動を通して、動物に対する興味・関心を高め、動物を観察するときどのような点に着目すればよいか考える力を身に付けることが大切である。







