

PISA調査(科学的リテラシー)及びTIMSS調査(理科)

の結果分析と改善の方向

文 部 科 学 省
平 成 1 7 年 1 月

目次

(PISA2003調査－科学的リテラシー－)

| | | |
|-----|------------------------------------------|--------|
| I | 調査結果の概要 | |
| 1 | PISA調査における科学的リテラシーの定義 | ・・・ 1 |
| 2 | 科学的リテラシー調査の能力設定と分析の観点 | ・・・ 1 |
| | (1) 科学的リテラシーの3つの側面 | ・・・ 1 |
| | (2) 出題形式 | ・・・ 1 |
| | (3) 問題内容と出題形式 | ・・・ 2 |
| 3 | 調査結果全体の状況 | ・・・ 3 |
| | (1) 科学的リテラシーの平均得点の国際比較 | ・・・ 3 |
| | (2) 科学的リテラシー得点分布 | ・・・ 4 |
| | (3) 科学的リテラシーの各問題ごとの我が国の通過率 | ・・・ 5 |
| | (4) 内容や出題形式別ごとの集計 | ・・・ 5 |
| | (5) 科学的リテラシー得点の変化 | ・・・ 8 |
| | (6) 問題ごとの我が国の正答率の変化 | ・・・ 8 |
| II | 公表問題の考察 | |
| 1 | クローニング | ・・・ 12 |
| | (1) 問題と結果の概要 | ・・・ 12 |
| | (2) 学習指導要領との関連 | ・・・ 16 |
| | (3) 指導の改善の視点 | ・・・ 16 |
| 2 | 昼間の時間 | ・・・ 17 |
| | (1) 問題と結果の概要 | ・・・ 17 |
| | (2) 学習指導要領との関連 | ・・・ 21 |
| | (3) 指導の改善の視点 | ・・・ 21 |
| 3 | 科学的リテラシーの論述形式の問題の我が国の 子どもの解答の傾向 | ・・・ 22 |
| | (1) 結果の概要 | ・・・ 22 |
| III | 学習指導の改善に向けて | |
| 1 | 科学的に解釈する力や表現する力の育成を目指した 指導の推進 | ・・・ 30 |
| 2 | 日常生活に見られる自然事象との関連や、他教科等 との関連を図った指導の推進 | ・・・ 30 |

PISA調査2003（科学的リテラシー） ～結果分析と指導の改善について～

I 調査結果の概要について

1. PISA調査における科学的リテラシーの定義

科学的リテラシーとは、「自然界及び人間の活動によって起こる自然界の変化について理解し、意思決定するために、科学的知識を使用し、課題を明確にし、証拠に基づく結論を導き出す能力」である。

2. 科学的リテラシー調査の能力設定と分析の観点

(1) 科学的リテラシーの3つの側面

- ・ 科学的知識・概念： 物理学, 化学, 生物学などの各分野から選択され, 力と運動, 生命の多様性, 生理的変化などの多くのテーマから導かれる。
- ・ 科学的プロセス： 次の3つのプロセスに分類される。
 - プロセス1：科学的現象を記述し, 説明し, 予測すること
 - プロセス2：科学的探究を理解すること
 - プロセス3：科学的証拠と科学的結論を解釈すること
- ・ 科学的状況・文脈： 生活と健康, 地球と環境, 技術について, 日常生活における様々な状況で科学を用いること。

(2) 出題形式

- ①選択肢形式 ②複合的選択肢形式 ③論述形式 ④求答形式

(3) 問題内容と出題形式

科学的リテラシーの問題は全部で35題であり、問題の内容別・出題形式別に問題数を示すと表1のとおりである。

表1

| 内 容 | 全問題数 | 選択肢形 式問題数 | 複合的選択肢 形式問題数 | 論述形式 問題数 | 求答形式 問題数 |
|----------------------------|--------|--------------|-----------------|-------------|-------------|
| 科学的过程別 | | | | | |
| プロセス1：科学的現象を記述し，説明し，予測すること | 17 (1) | 7 | 3 | 6 (1) | 1 |
| プロセス2：科学的探究を理解すること | 7 | 2 | 2 | 3 | — |
| プロセス3：科学的証拠と科学的結論を解釈すること | 11 | 4 | 2 | 5 | — |
| 計 | 35 (1) | 13 | 7 | 14 (1) | 1 |
| 科学的状況・文脈別 | | | | | |
| 地球と環境 | 12 (1) | 3 | 2 | 6 (1) | 1 |
| 生活と健康 | 12 | 5 | 2 | 5 | — |
| 技術 | 11 | 5 | 3 | 3 | — |
| 計 | 35 (1) | 13 | 7 | 14 (1) | 1 |
| 科学的知識・概念別 | | | | | |
| 物質の構造と性質 | 6 | 4 | 2 | — | — |
| 大気の変化 | 3 | — | — | 3 | — |
| 化学的・物理的変化 | 1 | — | — | 1 | — |
| エネルギーの移動 | 4 | — | 1 | 3 | — |
| 力と運動 | 1 | 1 | — | — | — |
| 形態と機能 | 3 | 1 | — | 2 | — |
| 生理的变化 | 4 | 1 | 1 | 2 | — |
| 遺伝子操作 | 2 | 1 | 1 | — | — |
| 生態系 | 3 | 2 | — | 1 | — |
| 地球と宇宙 | 7 (1) | 3 | 2 | 1 (1) | 1 |
| 地質的变化 | 1 | — | — | 1 | — |
| 計 | 35 (1) | 13 | 7 | 14 (1) | 1 |

(注) 全問題35題のうち，()を付した1題は分析からはずした。

3. 調査結果の全体状況

(1) 科学的リテラシーの平均得点の国際比較

表2は、参加各国の科学的リテラシー問題の平均得点と標準偏差を表している。なお、この得点は、OECD加盟国の平均値が500点、標準偏差が100点になるように換算して示したものである。

我が国の得点は、2000年調査550点、2003年調査では548点であり、いずれも1位グループとなっている。

■ 日本
 ■ 日本と有意差の無い国

表2 科学的リテラシー平均得点の国間比較

| 2000年調査 | | | | 2003年調査 | | | |
|---------|-----------|-----|--------|---------|-------------|-----|--------|
| | 国名 | 得点 | (標準誤差) | | 国名 | 得点 | (標準誤差) |
| 1 | 韓国 | 552 | (2.7) | 1 | フィンランド | 548 | (1.9) |
| 2 | 日本 | 550 | (5.5) | 2 | 日本 | 548 | (4.1) |
| 3 | フィンランド | 538 | (2.5) | 3 | 香港 | 539 | (4.3) |
| 4 | イギリス | 532 | (2.7) | 4 | 韓国 | 538 | (3.5) |
| 5 | カナダ | 529 | (1.6) | 5 | リヒテンシュタイン | 525 | (4.3) |
| 6 | ニュージーランド | 528 | (2.4) | 6 | オーストラリア | 525 | (2.1) |
| 7 | オーストラリア | 528 | (3.5) | 7 | マカオ | 525 | (3.0) |
| 8 | オーストリア | 519 | (2.5) | 8 | オランダ | 524 | (3.1) |
| 9 | アイルランド | 513 | (3.2) | 9 | チェコ | 523 | (3.4) |
| 10 | スウェーデン | 512 | (2.5) | 10 | ニュージーランド | 521 | (2.4) |
| 11 | チェコ | 511 | (2.4) | 11 | カナダ | 519 | (2.0) |
| 12 | フランス | 500 | (3.2) | 12 | スイス | 513 | (3.7) |
| 13 | ノルウェー | 500 | (2.7) | 13 | フランス | 511 | (3.0) |
| 14 | アメリカ | 499 | (7.3) | 14 | ベルギー | 509 | (2.5) |
| 15 | ハンガリー | 496 | (4.2) | 15 | スウェーデン | 506 | (2.7) |
| 16 | アイスランド | 496 | (2.2) | 16 | アイルランド | 505 | (2.7) |
| 17 | ベルギー | 496 | (4.3) | 17 | ハンガリー | 503 | (2.8) |
| 18 | スイス | 496 | (4.4) | 18 | ドイツ | 502 | (3.6) |
| 19 | スペイン | 491 | (3.0) | 19 | ポーランド | 498 | (2.9) |
| 20 | ドイツ | 487 | (2.4) | 20 | スロバキア | 495 | (3.7) |
| 21 | ポーランド | 483 | (5.1) | 21 | アイスランド | 495 | (1.5) |
| 22 | デンマーク | 481 | (2.8) | 22 | アメリカ | 491 | (3.1) |
| 23 | イタリア | 478 | (3.1) | 23 | オーストリア | 491 | (3.4) |
| 24 | リヒテンシュタイン | 476 | (7.1) | 24 | ロシア | 489 | (4.1) |
| 25 | ギリシャ | 461 | (4.9) | 25 | ラトビア | 489 | (3.9) |
| 26 | ロシア | 460 | (4.7) | 26 | スペイン | 487 | (2.6) |
| 27 | ラトビア | 460 | (5.6) | 27 | イタリア | 486 | (3.1) |
| 28 | ポルトガル | 459 | (4.0) | 28 | ノルウェー | 484 | (2.9) |
| 29 | ルクセンブルグ | 443 | (2.3) | 29 | ルクセンブルグ | 483 | (1.5) |
| 30 | メキシコ | 422 | (3.2) | 30 | ギリシャ | 481 | (3.8) |
| 31 | ブラジル | 375 | (3.3) | 31 | デンマーク | 475 | (3.0) |
| | | | | 32 | ポルトガル | 468 | (3.5) |
| | | | | 33 | ウルグアイ | 438 | (2.9) |
| | | | | 34 | セルビア・モンテネグロ | 436 | (3.5) |
| | | | | 35 | トルコ | 434 | (5.9) |
| | | | | 36 | タイ | 429 | (2.7) |
| | | | | 37 | メキシコ | 405 | (3.5) |
| | | | | 38 | インドネシア | 395 | (3.2) |
| | | | | 39 | ブラジル | 390 | (4.3) |
| | | | | 40 | チュニジア | 385 | (2.6) |

(2) 科学的リテラシー得点分布

表3は、科学的リテラシー平均得点の高い国（5カ国）について、それぞれの国内での得点の分布を示したものである。その国の国内での上位5%、上位10%、上位25%、下位25%、下位10%、下位5%にそれぞれ位置する生徒の得点を表している。

およそ690点を獲得した生徒は予測したり、説明するための概念モデルを作り出すか、または使用できる。また、何を検証すべきかを見つけ、実験を計画し、分析的な探究ができる。さらに、対立する見解や異なった見通しを評価するためにデータを比較することや、詳細かつ正確に科学的記述ができ、科学的議論ができるとされている。

およそ550点を獲得した生徒は予測したり、説明するために科学的概念を使用することができ、科学的に探究することによって解決されるべき課題を見つけることができる。さらに、緒論を導き出すために対立するデータや複数の関連する情報の中から適切な情報を選び出すことができるとされている。

およそ400点を獲得した生徒は簡単な科学的知識を想記することができ、結論を導き出す過程で常識的な科学の知識(名称, 事実, 用語, 簡単な法則など)を使用できるとされている。

OECD加盟国の中で我が国は、上位5%及び上位10%、上位25%に位置する生徒の得点が最も高い。上位5%に位置する生徒の得点では、我が国が715点で、以下、韓国(695点)、フィンランド(691点)と続いている。しかし、下位25%に位置する生徒の得点はフィンランドに次いで第2位であり、下位10%、下位5%に位置する生徒の得点はフィンランド、韓国に次いでいずれも第3位である。

表3 科学リテラシー平均得点上位5カ国の得点分布

| | 下位5%値 | | 下位10%値 | | 下位25%値 | | 上位25%値 | | 上位10%値 | | 上位5%値 | |
|-----------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|
| | 得点 | (標準誤差) | 得点 | (標準誤差) | 得点 | (標準誤差) | 得点 | (標準誤差) | 得点 | (標準誤差) | 得点 | (標準誤差) |
| フィンランド | 393 | (3.5) | 429 | (2.6) | 488 | (2.8) | 611 | (2.2) | 662 | (2.9) | 691 | (3.5) |
| 日本 | 357 | (7.0) | 402 | (6.0) | 475 | (6.1) | 624 | (4.2) | 682 | (6.0) | 715 | (7.9) |
| 香港 | 373 | (9.8) | 412 | (8.6) | 478 | (6.9) | 608 | (3.5) | 650 | (3.9) | 680 | (4.3) |
| 韓国 | 365 | (6.3) | 405 | (5.0) | 473 | (4.8) | 609 | (4.3) | 663 | (4.7) | 695 | (5.8) |
| リヒテンシュタイン | 351 | (17.3) | 389 | (8.7) | 450 | (5.7) | 598 | (9.1) | 659 | (10.4) | 690 | (13.5) |
| OECD平均 | 324 | (1.2) | 362 | (1.1) | 427 | (1.0) | 575 | (0.8) | 634 | (0.9) | 668 | (1.0) |

(注) 香港とリヒテンシュタインはOECD非加盟である。

(3) 科学的リテラシーの各問題ごとの我が国の通過率

PISA2003科学的リテラシーの各問題ごとの我が国の正答率とOECD加盟国の正答率については、表4のとおりである(表4)。我が国は、ほとんどの問題でOECD加盟国の正答率を上回っており、下回っているものは5題である。

表4 科学的リテラシー問題の正答率

| 問題の名称 | 小問番号 | 状況・文脈 | 知識・概念 | プロセス | 出題形式 | 2003年正答率 | | 日本 — | |
|-------------------|------|-------|-----------|-------------|----------|----------|------|---------|-----|
| | | | | | | 日本 | OECD | | |
| 温室効果 | 問1 | 地球と環境 | 大気の変化 | 証拠と結果の解釈 | 論述形式 | 68.4 | 54.0 | 14.4 | |
| 温室効果 | 問2 | 地球と環境 | 大気の変化 | 証拠と結果の解釈 | 論述形式 | 52.5 | 36.0 | 16.5 | |
| 温室効果 | 問3 | 地球と環境 | 大気の変化 | 科学的探究の理解 | 論述形式 | 15.8 | 22.3 | -6.5 | |
| クローニング | 問1 | 生活と健康 | 遺伝子操作 | 現象の記述・説明・予測 | 選択肢形式 | 71.7 | 64.7 | 7.0 | |
| クローニング | 問2 | 生活と健康 | 形態と機能 | 現象の記述・説明・予測 | 選択肢形式 | 43.5 | 48.7 | -5.2 | |
| クローニング | 問3 | 生活と健康 | 遺伝子操作 | 科学的探究の理解 | 複合的選択肢形式 | 65.3 | 62.1 | 3.2 | |
| 昼間の時間 | 問1 | 地球と環境 | 地球と宇宙 | 現象の記述・説明・予測 | 選択肢形式 | 56.5 | 42.6 | 13.9 | |
| 昼間の時間 | 問2 | 地球と環境 | 地球と宇宙 | 現象の記述・説明・予測 | 求答形式 | 37.9 | 18.6 | 19.3 | |
| 役に立つ振動 | 問1 | 生活と健康 | 形態と機能 | 証拠と結果の解釈 | 論述形式 | 49.9 | 46.4 | 3.5 | |
| 役に立つ振動 | 問2 | 生活と健康 | 形態と機能 | 科学的探究の理解 | 論述形式 | 32.2 | 26.1 | 6.1 | |
| 生徒の自主研究 | 問1 | 技術 | 物質の構造と性質 | 科学的探究の理解 | 選択肢形式 | 62.5 | 60.7 | 1.8 | |
| 生徒の自主研究 | 問2 | 技術 | 物質の構造と性質 | 証拠と結果の解釈 | 選択肢形式 | 41.8 | 36.6 | 5.2 | |
| 生徒の自主研究 | 問3 | 技術 | 物質の構造と性質 | 証拠と結果の解釈 | 複合的選択肢形式 | 38.1 | 45.4 | -7.3 | |
| 衣類 | 問1 | 技術 | 物質の構造と性質 | 科学的探究の理解 | 複合的選択肢形式 | 50.9 | 42.0 | 8.9 | |
| 衣類 | 問2 | 技術 | 物質の構造と性質 | 現象の記述・説明・予測 | 選択肢形式 | 76.2 | 76.2 | 0.0 | |
| 天気予報 | 問1 | 地球と環境 | 地球と宇宙 | 証拠と結果の解釈 | 選択肢形式 | 53.5 | 52.1 | 1.4 | |
| 天気予報 | 問2 | 地球と環境 | 地球と宇宙 | 証拠と結果の解釈 | 選択肢形式 | 54.4 | 68.7 | -14.3 | |
| 天気予報 | 問3 | 地球と環境 | 地球と宇宙 | 証拠と結果の解釈 | 複合的選択肢形式 | 68.3 | 58.1 | 10.2 | |
| スプーン | 問1 | 技術 | 物質の構造と性質 | 現象の記述・説明・予測 | 選択肢形式 | 92.6 | 87.1 | 5.5 | |
| 藻類 | 問1 | 生活と健康 | 生態系 | 科学的探究の理解 | 選択肢形式 | 75.1 | 71.3 | 3.8 | |
| 藻類 | 問2 | 生活と健康 | 生態系 | 科学的探究の理解 | 論述形式 | 51.1 | 37.1 | 14.0 | |
| 藻類 | 問3 | 生活と健康 | 生態系 | 現象の記述・説明・予測 | 選択肢形式 | 64.6 | 55.9 | 8.7 | |
| 地球の気温 | 問1 | 地球と環境 | 地質的变化 | 現象の記述・説明・予測 | 論述形式 | 80.0 | 59.7 | 20.3 | |
| 地球の気温 | 問2 | 地球と環境 | エネルギーの移動 | 現象の記述・説明・予測 | 論述形式 | 78.6 | 40.4 | 38.2 | |
| 地球の気温 | 問3 | 技術 | エネルギーの移動 | 現象の記述・説明・予測 | 複合的選択肢形式 | 58.4 | 35.8 | 22.6 | |
| 水 | 問1 | 技術 | 化学的・物理的変化 | 現象の記述・説明・予測 | 論述形式 | 58.4 | 44.9 | 13.5 | |
| 水 | 問2 | 技術 | 力と運動 | 現象の記述・説明・予測 | 選択肢形式 | 72.2 | 61.8 | 10.4 | |
| 水 | 問3 | 技術 | エネルギーの移動 | 現象の記述・説明・予測 | 論述形式 | 42.9 | 38.0 | 4.9 | |
| 水 | 問4 | 技術 | エネルギーの移動 | 現象の記述・説明・予測 | 論述形式 | 62.9 | 50.2 | 12.7 | |
| 乳 | 問1 | 生活と健康 | 生理的变化 | 証拠と結果の解釈 | 論述形式 | 64.2 | 58.3 | 5.9 | |
| 乳 | 問2 | 生活と健康 | 生理的变化 | 証拠と結果の解釈 | 論述形式 | 64.0 | 62.7 | 1.3 | |
| 乳 | 問3 | 生活と健康 | 生理的变化 | 証拠と結果の解釈 | 選択肢形式 | 69.5 | 56.7 | 12.8 | |
| 乳 | 問4 | 生活と健康 | 生理的变化 | 現象の記述・説明・予測 | 複合的選択肢形式 | 29.3 | 22.3 | 7.0 | |
| 潮力発電 | 問1 | 地球と環境 | 地球と宇宙 | 現象の記述・説明・予測 | 複合的選択肢形式 | 53.9 | 61.5 | -7.6 | |
| 網掛けしたユニットは非公開である。 | | | | | | 平均値 | 57.6 | 50.1 | 7.5 |

(4) 内容や出題形式別ごとの集計

科学的リテラシー問題(34題)の内容や出題形式別に、我が国がOECD加盟国の正答率の平均を上回っている数、割合、下回っている数、割合、我が国とOECD平均の差の平均値を整理したのが表5(1)~(4)である。ただし、この集計は、表4の値をもとに算出したものである。また、問題数が1問だけといったものもあり、こうした点にも留意が必要である。

内容や出題形式別に見ても、OECD平均より正答率が5%以上上回っている問題が、ほとんどの分類項目において半数以上である。半数に達していないのは、科学的プロセス別の「科学的探究の理解」、科学的知識・概念別の「形態と機能」の2項目である。

また、各項目ごとの平均正答率の我が国とOECD平均の差(日本の正答率-OECDの正答率)で見ると、すべての項目で我が国がOECD平均を上回っている。科学的プロセス別では10ポイント以上上回っているものが「現象の記述・説明・予測」、科学的知識・概念別では、「化学的・物理的変化」、「エネルギーの移動」、「力と運動」、「地質的变化」の4項目で

ある。科学的状況・文脈別では、いずれも5～10ポイントの範囲内で上回っている。また、出題形式別では、「論述形式」、「求答形式」が10ポイント以上上回っている。

表5 科学的リテラシー問題の内容別・出題形式別の正答率比較

(1) 科学的プロセス別

| | 合計 | 現象の記述・ 説明・予測 | 科学的探究の 理解 | 証拠と結果の 解釈 |
|-------------------------|-------|-----------------|--------------|--------------|
| 全体問題数 | 34 | 16 | 7 | 11 |
| OECD平均より正答率が高い問題数 | 29 | 14 | 6 | 9 |
| (当該問題数/全体問題数)の割合 | 82.4% | 81.3% | 85.7% | 81.8% |
| 上記のうちOECD平均との差が5%以上の問題数 | 21 | 12 | 3 | 6 |
| (当該問題数/全体問題数)の割合 | 61.8% | 75.0% | 42.9% | 54.5% |
| OECD平均より正答率が低い問題数 | 5 | 2 | 1 | 2 |
| (当該問題数/全体問題数)の割合 | 14.7% | 12.5% | 14.3% | 18.2% |
| 上記のうちOECD平均との差が5%以上の問題数 | 5 | 2 | 1 | 2 |
| (当該問題数/全体問題数)の割合 | 14.7% | 12.5% | 14.3% | 18.2% |
| 日本の正答率－OECDの正答率 | 7.5 | 10.7 | 4.5 | 4.5 |

(2) 状況・文脈別

| | 合計 | 地球と環境 | 生活と健康 | 技術 |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|
| 全体問題数 | 34 | 11 | 12 | 11 |
| OECD平均より正答率が高い問題数 | 29 | 8 | 11 | 10 |
| (当該問題数/全体問題数)の割合 | 82.4% | 72.7% | 91.7% | 90.0% |
| 上記のうちOECD平均との差が5%以上の問題数 | 21 | 7 | 7 | 7 |
| (当該問題数/全体問題数)の割合 | 61.8% | 63.6% | 58.3% | 70.0% |
| OECD平均より正答率が低い問題数 | 5 | 3 | 1 | 1 |
| (当該問題数/全体問題数)の割合 | 14.7% | 27.3% | 8.3% | 10.0% |
| 上記のうちOECD平均との差が5%以上の問題数 | 5 | 3 | 1 | 1 |
| (当該問題数/全体問題数)の割合 | 14.7% | 27.3% | 8.3% | 10.0% |
| 日本の正答率－OECDの正答率 | 7.5 | 9.6 | 5.7 | 7.1 |

(3) 科学的知識・概念別

| | 合計 | 物質の構造 と性質 | 大気の変化 | 化学的・ 物理的変化 | エネルギー の移動 | 力と運動 |
|-------------------------|-------|--------------|-------|---------------|--------------|--------|
| 全体問題数 | 34 | 6 | 3 | 1 | 4 | 1 |
| OECD平均より正答率が高い問題数 | 29 | 5 | 2 | 1 | 4 | 1 |
| (当該問題数/全体問題数)の割合 | 82.4% | 66.7% | 66.7% | 100.0% | 100.0% | 100.0% |
| 上記のうちOECD平均との差が5%以上の問題数 | 21 | 3 | 2 | 1 | 3 | 1 |
| (当該問題数/全体問題数)の割合 | 61.8% | 50.0% | 66.7% | 100.0% | 75.0% | 100.0% |
| OECD平均より正答率が低い問題数 | 5 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| (当該問題数/全体問題数)の割合 | 14.7% | 16.7% | 33.3% | 0.0% | 0.0% | 0.0% |
| 上記のうちOECD平均との差が5%以上の問題数 | 5 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| (当該問題数/全体問題数)の割合 | 14.7% | 16.7% | 33.3% | 0.0% | 0.0% | 0.0% |
| 日本の正答率－OECDの正答率 | 7.5 | 2.4 | 8.1 | 13.5 | 19.6 | 10.4 |

| | 形態と機能 | 生理的変化 | 遺伝子操作 | 生態系 | 地球と宇宙 | 地質的変化 |
|-------------------------|-------|--------|--------|--------|-------|--------|
| 全体問題数 | 3 | 4 | 2 | 3 | 6 | 1 |
| OECD平均より正答率が高い問題数 | 2 | 4 | 2 | 3 | 4 | 1 |
| (当該問題数/全体問題数)の割合 | 66.7% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 66.7% | 100.0% |
| 上記のうちOECD平均との差が5%以上の問題数 | 1 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 |
| (当該問題数/全体問題数)の割合 | 33.3% | 75.0% | 50.0% | 66.7% | 50.0% | 100.0% |
| OECD平均より正答率が低い問題数 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 |
| (当該問題数/全体問題数)の割合 | 33.3% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 33.3% | 0.0% |
| 上記のうちOECD平均との差が5%以上の問題数 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 |
| (当該問題数/全体問題数)の割合 | 33.3% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 33.3% | 0.0% |
| 日本の正答率－OECDの正答率 | 1.5 | 6.8 | 5.1 | 8.8 | 3.8 | 20.3 |

(4) 出題形式別

| | 合計 | 選択肢形式 | 複合的選択 肢形式 | 論述形式 | 求答形式 |
|-------------------------|-------|-------|--------------|-------|--------|
| 全体問題数 | 34 | 13 | 7 | 13 | 1 |
| OECD平均より正答率が高い問題数 | 29 | 11 | 5 | 12 | 1 |
| (当該問題数/全体問題数)の割合 | 82.4% | 76.9% | 71.4% | 92.3% | 100.0% |
| 上記のうちOECD平均との差が5%以上の問題数 | 21 | 7 | 4 | 9 | 1 |
| (当該問題数/全体問題数)の割合 | 61.8% | 53.8% | 57.1% | 69.2% | 100.0% |
| OECD平均より正答率が低い問題数 | 5 | 2 | 2 | 1 | 0 |
| (当該問題数/全体問題数)の割合 | 14.7% | 15.4% | 28.6% | 7.7% | 0.0% |
| 上記のうちOECD平均との差が5%以上の問題数 | 5 | 2 | 2 | 1 | 0 |
| (当該問題数/全体問題数)の割合 | 14.7% | 15.4% | 28.6% | 7.7% | 0.0% |
| 日本の正答率－OECDの正答率 | 7.5 | 3.9 | 5.3 | 11.1 | 19.3 |

(5) 科学的リテラシー得点の変化

表6は、PISA2003年調査及びPISA2000年調査における主な参加各国の科学的リテラシー得点の平均値と標準偏差を表わしている。なお、データは得点について2003年調査の平均値から2000年調査の平均値を引いた差の大きい国から小さい国の順に掲載している。

我が国は、2000年調査と2003年調査とで平均値に統計的な有意差がなく変化が見られない。

表6 科学的リテラシー得点の経年変化

| 国名 | 科学的リテラシー得点 | | | | |
|-----------|------------|--------|-------|--------|-------------|
| | 2003年 | | 2000年 | | 2003年－2000年 |
| | 平均値 | (標準偏差) | 平均値 | (標準偏差) | |
| OECD加盟国 | | | | | |
| スイス | 513 | (3.7) | 496 | (4.4) | 17 ▲ |
| ドイツ | 502 | (3.6) | 487 | (2.4) | 15 ▲ |
| ポーランド | 498 | (2.9) | 483 | (5.1) | 15 ▲ |
| ベルギー | 509 | (2.4) | 496 | (4.3) | 13 ▲ |
| チェコ | 523 | (3.4) | 511 | (2.4) | 12 ▲ |
| フランス | 511 | (3.0) | 500 | (3.2) | 11 ▲ |
| フィンランド | 548 | (1.9) | 538 | (2.5) | 10 ▲ |
| ハンガリー | 503 | (2.8) | 496 | (4.2) | 7 |
| 日本 | 548 | (4.1) | 550 | (5.5) | -3 |
| スペイン | 487 | (2.6) | 491 | (3.0) | -4 |
| スウェーデン | 506 | (2.7) | 512 | (2.5) | -6 |
| ニュージーランド | 521 | (2.4) | 528 | (2.4) | -7 |
| アイルランド | 505 | (2.7) | 513 | (3.2) | -8 |
| アメリカ | 491 | (3.1) | 499 | (7.3) | -8 |
| カナダ | 519 | (2.0) | 529 | (1.6) | -11 ▼ |
| 韓国 | 538 | (3.5) | 552 | (2.7) | -14 ▼ |
| ノルウェー | 484 | (2.9) | 500 | (2.8) | -16 ▼ |
| メキシコ | 405 | (3.5) | 422 | (3.2) | -17 ▼ |
| オーストリア | 491 | (3.4) | 519 | (2.6) | -28 ▼ |
| OECD非加盟国 | | | | | |
| リヒテンシュタイン | 525 | (4.3) | 476 | (7.1) | 49 ▲ |
| ラトビア | 489 | (3.9) | 460 | (5.6) | 29 ▲ |
| ロシア | 489 | (4.1) | 460 | (4.7) | 29 ▲ |
| ブラジル | 390 | (4.3) | 375 | (3.3) | 14 ▲ |
| インドネシア | 395 | (3.2) | 393 | (3.9) | 2 |
| 香港 | 539 | (4.3) | 541 | (3.0) | -2 |

(注) 2003年と2000年の差の欄において、プラスの値は2003年の方が2000年よりも平均得点が高く、マイナスの値はその逆を示す。統計的に有意な差(危険率5%)がある場合は▲印または▼印で示している。

(6) 問題ごとの我が国の正答率の変化

表7には、2回の調査に共通に出題された科学的リテラシー問題個々の正答率の経年変化を示した。データは2003年調査の正答率から2000年調査の正答率を引いた差の高い問題から低い問題の順に掲載している。共通問題25題の正答率の平均値は、我が国では2000年調査の60%に対して2003年調査は58%と2ポイント低くなっている。OECD平均は2回の調査とも50%で変化していない。我が国において10ポイント以上、正答率が変化した問題は4題あり、そのうち2003年の方が正答率が高い問題が1題、残りの3題は2003年の方が正答率

が低い問題である。正答率が上がった1題は複合的選択肢形式で出題された問題であり、正答率が下がった3題はすべて論述形式で出題された問題である。

論述形式の詳細について確認したいところであるが、PISA2003では、の論述形式の問題で公開されているものはない。PISA2000調査では、論述形式の問題が3問公表されており、問題の解説に示す。

また、2回の調査ともOECD平均を下回っている問題が3問あり、うち1問は公表されている「クローニング」の問2である。

表7 科学的リテラシーの共通問題の正答率の経年変化

| 問題の名称 | 小問番号 | 状況・文脈 | 知識・概念 | プロセス | 出題形式 | 正答率 | | | | | |
|-------------------|------|-------|----------|-------------|----------|-------|------|-------|------|-------------|------|
| | | | | | | 2003年 | | 2000年 | | 2003年－2000年 | |
| | | | | | | 日本 | OECD | 日本 | OECD | 日本 | OECD |
| 天気予報 | 問3 | 地球と環境 | 地球と宇宙 | 証拠と結果の解釈 | 複合的選択肢形式 | 68.3 | 58.1 | 57.5 | 54.8 | 10.8 | 33.0 |
| 昼間の時間 | 問2 | 地球と環境 | 地球と宇宙 | 現象の記述・説明・予測 | 求答形式 | 37.9 | 18.6 | 34.5 | 18.0 | 3.4 | 0.6 |
| 生徒の自主研究 | 問1 | 技術 | 物質の構造と性質 | 科学的探究の理解 | 選択肢形式 | 62.5 | 60.7 | 59.3 | 56.4 | 3.2 | 4.3 |
| クローニング | 問2 | 生活と健康 | 形態と機能 | 現象の記述・説明・予測 | 選択肢形式 | 43.5 | 48.7 | 40.4 | 45.3 | 3.1 | 3.4 |
| 天気予報 | 問1 | 地球と環境 | 地球と宇宙 | 証拠と結果の解釈 | 選択肢形式 | 53.5 | 52.1 | 50.8 | 48.2 | 2.7 | 3.9 |
| 地球の気温 | 問3 | 技術 | エネルギーの移動 | 現象の記述・説明・予測 | 複合的選択肢形式 | 58.4 | 35.8 | 56.2 | 35.8 | 2.2 | 0.0 |
| クローニング | 問3 | 生活と健康 | 遺伝子操作 | 科学的探究の理解 | 複合的選択肢形式 | 65.3 | 62.1 | 63.2 | 61.1 | 2.1 | 1.0 |
| 衣類 | 問1 | 技術 | 物質の構造と性質 | 科学的探究の理解 | 複合的選択肢形式 | 50.9 | 42.0 | 49.3 | 40.3 | 1.6 | 1.7 |
| 生徒の自主研究 | 問3 | 技術 | 物質の構造と性質 | 証拠と結果の解釈 | 複合的選択肢形式 | 38.1 | 45.4 | 36.7 | 43.5 | 1.4 | 1.9 |
| クローニング | 問1 | 生活と健康 | 遺伝子操作 | 現象の記述・説明・予測 | 選択肢形式 | 71.7 | 64.7 | 71.6 | 62.0 | 0.1 | 2.7 |
| 藻類 | 問1 | 生活と健康 | 生態系 | 科学的探究の理解 | 選択肢形式 | 75.1 | 71.3 | 75.5 | 73.6 | -0.4 | -2.3 |
| 地球の気温 | 問2 | 地球と環境 | エネルギーの移動 | 現象の記述・説明・予測 | 論述形式 | 78.6 | 40.4 | 79.4 | 42.0 | -0.8 | -1.6 |
| スプーン | 問1 | 技術 | 物質の構造と性質 | 現象の記述・説明・予測 | 選択肢形式 | 92.6 | 87.1 | 93.8 | 88.3 | -1.2 | -1.2 |
| 昼間の時間 | 問1 | 地球と環境 | 地球と宇宙 | 現象の記述・説明・予測 | 選択肢形式 | 56.5 | 42.6 | 58.2 | 38.5 | -1.7 | 4.1 |
| 藻類 | 問2 | 生活と健康 | 生態系 | 科学的探究の理解 | 論述形式 | 51.1 | 37.1 | 52.9 | 40.4 | -1.8 | -3.3 |
| 地球の気温 | 問1 | 地球と環境 | 地質的变化 | 現象の記述・説明・予測 | 論述形式 | 80.0 | 59.7 | 82.4 | 59.0 | -2.4 | 0.7 |
| 温室効果 | 問2 | 地球と環境 | 大気の変化 | 証拠と結果の解釈 | 論述形式 | 52.5 | 36.0 | 55.3 | 39.5 | -2.8 | -3.5 |
| 衣類 | 問2 | 技術 | 物質の構造と性質 | 現象の記述・説明・予測 | 選択肢形式 | 76.3 | 76.2 | 80.2 | 75.9 | -4.0 | 0.3 |
| 温室効果 | 問1 | 地球と環境 | 大気の変化 | 証拠と結果の解釈 | 論述形式 | 68.4 | 54.0 | 74.1 | 57.3 | -5.7 | -3.3 |
| 生徒の自主研究 | 問2 | 技術 | 物質の構造と性質 | 証拠と結果の解釈 | 選択肢形式 | 41.8 | 36.6 | 50.0 | 41.8 | -8.2 | -5.2 |
| 天気予報 | 問2 | 地球と環境 | 地球と宇宙 | 証拠と結果の解釈 | 選択肢形式 | 54.4 | 68.7 | 63.0 | 72.2 | -8.6 | -3.5 |
| 藻類 | 問3 | 生活と健康 | 生態系 | 現象の記述・説明・予測 | 選択肢形式 | 64.6 | 55.9 | 73.6 | 57.8 | -9.0 | -1.9 |
| 役に立つ振動 | 問1 | 生活と健康 | 形態と機能 | 証拠と結果の解釈 | 論述形式 | 49.9 | 46.4 | 62.8 | 50.6 | -12.9 | -4.2 |
| 温室効果 | 問3 | 地球と環境 | 大気の変化 | 科学的探究の理解 | 論述形式 | 15.8 | 22.3 | 31.7 | 24.8 | -15.9 | -2.5 |
| 役に立つ振動 | 問2 | 生活と健康 | 形態と機能 | 科学的探究の理解 | 論述形式 | 32.2 | 26.1 | 48.1 | 24.7 | -15.9 | -1.4 |
| 網掛けしたユニットは非公開である。 | | | | | | 57.6 | 49.9 | 60.0 | 50.1 | -2.4 | -0.1 |
| 平均値 | | | | | | | | | | | |

次に、科学的リテラシーの共通問題の正答率の経年変化を、内容や出題形式別に整理したのが、表8(1)～(4)である。ただし、この集計は、表7の値をもとに算出したものである。また、問題数が1問だけといったものもあり、こうした点にも留意されたい。

内容や出題形式別に見て、前回の正答率を5%以上下回った問題が項目別問題数の半数以上であったものは、科学的プロセス別の「証拠と結果の解釈」、科学的知識・概念別の「大気の変化」「形態と機能」、出題形式別の「論述形式」である。特に、出題形式別の「論述形式」では、8題すべてが前回を下回った。

表8 科学的リテラシー問題の内容別・出題形式別の正答率の経年変化

(1) 科学的プロセス別

| | 合計 | 現象の記述・ 説明・予測 | 科学的探究の 理解 | 証拠と結果の 解釈 |
|---------------------|-------|-----------------|--------------|--------------|
| 全体問題数 | 25 | 10 | 7 | 8 |
| 経年変化で正答率が上がった問題数 | 10 | 4 | 3 | 3 |
| (当該問題数/全体問題数)の割合 | 40.0% | 40.0% | 42.9% | 37.5% |
| 上記のうち前回との差が5%以上の問題数 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| (当該問題数/全体問題数)の割合 | 4.0% | 0.0% | 0.0% | 12.5% |
| 経年変化で正答率が下がった問題数 | 15 | 6 | 4 | 5 |
| (当該問題数/全体問題数)の割合 | 60.0% | 60.0% | 57.1% | 62.5% |
| 上記のうち前回との差が5%以上の問題数 | 7 | 1 | 2 | 4 |
| (当該問題数/全体問題数)の割合 | 28.0% | 10.0% | 28.6% | 50.0% |

(2) 状況・文脈別

| | 合計 | 地球と環境 | 生活と健康 | 技術 |
|---------------------|-------|-------|-------|-------|
| 全体問題数 | 25 | 10 | 8 | 7 |
| 経年変化で正答率が上がった問題数 | 10 | 3 | 3 | 4 |
| (当該問題数/全体問題数)の割合 | 40.0% | 30.0% | 37.5% | 57.1% |
| 上記のうち前回との差が5%以上の問題数 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| (当該問題数/全体問題数)の割合 | 4.0% | 10.0% | 0.0% | 0.0% |
| 経年変化で正答率が下がった問題数 | 15 | 7 | 5 | 3 |
| (当該問題数/全体問題数)の割合 | 60.0% | 70.0% | 62.5% | 42.9% |
| 上記のうち前回との差が5%以上の問題数 | 7 | 3 | 3 | 1 |
| (当該問題数/全体問題数)の割合 | 28.0% | 30.0% | 37.5% | 14.3% |

(3) 科学的知識・概念別

| | 合計 | 物質の構造 と性質 | 大気の変化 | エネルギー の移動 | 形態と機能 |
|---------------------|-------|--------------|--------|--------------|-------|
| 全体問題数 | 25 | 6 | 3 | 2 | 3 |
| 経年変化で正答率が上がった問題数 | 10 | 3 | 0 | 1 | 1 |
| (当該問題数/全体問題数)の割合 | 40.0% | 50.0% | 0.0% | 50.0% | 33.3% |
| 上記のうち前回との差が5%以上の問題数 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| (当該問題数/全体問題数)の割合 | 4.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% |
| 経年変化で正答率が下がった問題数 | 15 | 3 | 3 | 1 | 2 |
| (当該問題数/全体問題数)の割合 | 60.0% | 50.0% | 100.0% | 50.0% | 66.7% |
| 上記のうち前回との差が5%以上の問題数 | 7 | 1 | 2 | 0 | 2 |
| (当該問題数/全体問題数)の割合 | 28.0% | 16.7% | 66.7% | 0.0% | 66.7% |

| | 遺伝子操作 | 生態系 | 地球と宇宙 | 地質の変化 |
|---------------------|--------|--------|-------|--------|
| 全体問題数 | 2 | 3 | 5 | 1 |
| 経年変化で正答率が上がった問題数 | 2 | 0 | 3 | 0 |
| (当該問題数/全体問題数)の割合 | 100.0% | 0.0% | 60.0% | 0.0% |
| 上記のうち前回との差が5%以上の問題数 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| (当該問題数/全体問題数)の割合 | 0.0% | 0.0% | 20.0% | 0.0% |
| 経年変化で正答率が下がった問題数 | 0 | 3 | 2 | 1 |
| (当該問題数/全体問題数)の割合 | 0.0% | 100.0% | 40.0% | 100.0% |
| 上記のうち前回との差が5%以上の問題数 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| (当該問題数/全体問題数)の割合 | 0.0% | 33.3% | 20.0% | 0.0% |

(4) 出題形式別

| | 合計 | 選択肢形式 | 複合的選択 肢形式 | 論述形式 | 求答形式 |
|---------------------|-------|-------|--------------|--------|--------|
| 全体問題数 | 25 | 11 | 5 | 8 | 1 |
| 経年変化で正答率が上がった問題数 | 10 | 4 | 5 | 0 | 1 |
| (当該問題数/全体問題数)の割合 | 40.0% | 36.4% | 100.0% | 0.0% | 100.0% |
| 上記のうち前回との差が5%以上の問題数 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| (当該問題数/全体問題数)の割合 | 4.0% | 0.0% | 20.0% | 0.0% | 0.0% |
| 経年変化で正答率が下がった問題数 | 15 | 7 | 0 | 8 | 0 |
| (当該問題数/全体問題数)の割合 | 60.0% | 63.6% | 0.0% | 100.0% | 0.0% |
| 上記のうち前回との差が5%以上の問題数 | 7 | 3 | 0 | 4 | 0 |
| (当該問題数/全体問題数)の割合 | 28.0% | 27.3% | 0.0% | 50.0% | 0.0% |

II 公表問題の考察

PISA調査2003の公表問題について解説する。

1 クローニング

(1) 問題と結果の概要

生物用のコピー機？

1997年の「今年の動物大賞」を選ぶとすれば、ドリーが受賞していたのは疑う余地がない。ドリーは次の写真に写っているスコットランド生まれの羊である。しかし、ドリーはただの羊ではない。ドリーは、別の羊のクローンなのである。クローニングとは、元になる一つの「マスターコピー」からコピーを作ることをいう。科学者は、「マスターコピー」である羊とまったく同じ羊（名前はドリー）を作ることに成功した。

羊の「コピー機」を設計したのはスコットランドの科学者、I・ウィルムット博士である。博士は、羊の成獣（羊1）の乳腺から非常に小さな切片を取り出した。

次に、その小さな切片から細胞核を取り出し、その核を別の（めすの）羊（羊2）の卵細胞に移植した。ただしその卵細胞からは、特定の物質（この卵細胞から生まれる子羊に、羊2の特性をもたせるはずだった物質）を、あらかじめすべて除去してある。ウィルムット博士は羊2の操作済みの卵細胞をさらに別の（めすの）羊（羊3）に移植した。羊3は妊娠して子羊を生んだ。それがドリーである。

2～3年以内に人間のクローンを作ることも可能になると考えている科学者もいる。しかし、すでに多くの国の政府は、人間のクローニングを法律で禁止することを決定している。



クローニングに関する問 1

ドリーは次のうちの羊のコピーですか。

- A 羊 1
- B 羊 2
- C 羊 3
- D ドリーの父

問 1 の出題の意図は以下のとおりである。

プロセス：科学的現象を記述し，説明し，予測すること

知識・概念：遺伝子操作状況・文脈：生活と健康

問 1 の正答は A であり，結果は次の表に示した。

(単位：%)

| 国名 | A | B | C | D | 無答 | 正答率 |
|----------|------|------|------|-----|-----|------|
| 日本 | 71.8 | 10.4 | 10.0 | 6.8 | 1.2 | 71.7 |
| オーストラリア | 67.2 | 18.6 | 10.0 | 3.4 | 0.9 | 67.2 |
| カナダ | 68.7 | 15.9 | 11.6 | 2.8 | 1.0 | 68.7 |
| フィンランド | 74.9 | 10.9 | 10.6 | 2.7 | 0.9 | 74.9 |
| フランス | 72.8 | 10.5 | 12.1 | 2.3 | 2.3 | 72.8 |
| ドイツ | 67.4 | 12.5 | 13.6 | 4.2 | 2.4 | 67.4 |
| アイルランド | 58.7 | 19.8 | 16.1 | 5.0 | 0.5 | 58.7 |
| イタリア | 64.3 | 12.5 | 18.0 | 3.9 | 1.3 | 64.3 |
| 韓国 | 68.2 | 8.9 | 17.9 | 4.4 | 0.6 | 68.2 |
| ニュージーランド | 66.7 | 16.9 | 12.4 | 3.7 | 0.3 | 66.7 |
| アメリカ | 61.8 | 15.9 | 16.2 | 4.4 | 1.7 | 61.8 |
| オランダ | 70.9 | 11.7 | 13.1 | 4.3 | 0.1 | 70.9 |
| 香港 | 71.7 | 10.2 | 10.7 | 6.6 | 0.8 | 71.7 |
| OECD平均 | 64.7 | 13.5 | 15.4 | 4.9 | 1.5 | 64.7 |

(注) 正答率は，正答 A に解答した生徒の割合である。

問 1 は，クローン羊「ドリー」に関する文章を読み，誕生したクローン羊は文中のどの羊のコピーなのかという遺伝子操作の基本についての理解ができているかどうかを知るための問題である。

正答は，乳腺の小さな切片を取り出した「羊 1」である。この問題は，遺伝子組成が等しいクローン羊というコピー元の遺伝子は乳腺の小さな切片（細胞）を取り出した羊のものであることを答える基本的な問題である。正答率が高いのはフィンランドで75%，続いてフランス73%，我が国と香港が72%である。OECD加盟国の正答率の平均は65%である。

クローニングに関する問2

課題文の13～14行目に、使用された乳腺の部分が「非常に小さな切片」と説明されています。課題文から、「非常に小さな切片」が何を意味するか見つけることができます。

その「非常に小さな切片」とは次のうちどれですか。

- A 細胞
- B 遺伝子
- C 細胞核
- D 染色体

問2の出題の意図は以下のとおりである。

プロセス：科学的現象を記述し、説明し、予測すること

知識・概念：遺伝子操作状況・文脈：生活と健康

問2の正答はAであり、結果は次の表に示した。

(単位：%)

| 国名 | A | B | C | D | 無答 | 正答率 |
|----------|------|------|------|------|-----|------|
| 日本 | 43.5 | 31.1 | 16.4 | 8.3 | 0.7 | 43.5 |
| オーストラリア | 56.2 | 14.5 | 20.0 | 8.7 | 0.7 | 56.2 |
| カナダ | 58.4 | 13.3 | 20.4 | 7.2 | 0.7 | 58.4 |
| フィンランド | 62.8 | 13.5 | 15.9 | 6.8 | 0.9 | 62.8 |
| フランス | 55.7 | 11.1 | 26.7 | 4.9 | 1.5 | 55.7 |
| ドイツ | 46.7 | 8.0 | 40.1 | 4.4 | 0.9 | 46.7 |
| アイルランド | 48.4 | 13.2 | 27.5 | 10.4 | 0.5 | 48.4 |
| イタリア | 59.7 | 10.3 | 21.1 | 7.6 | 1.3 | 59.7 |
| 韓国 | 33.1 | 35.0 | 18.4 | 13.0 | 0.5 | 33.1 |
| ニュージーランド | 55.0 | 13.1 | 21.9 | 9.8 | 0.3 | 55.0 |
| アメリカ | 56.2 | 13.2 | 19.5 | 9.5 | 1.6 | 56.2 |
| オランダ | 57.6 | 9.2 | 26.2 | 7.0 | 0.0 | 57.6 |
| 香港 | 53.5 | 19.8 | 18.8 | 7.3 | 0.6 | 53.5 |
| OECD平均 | 48.7 | 17.5 | 25.1 | 7.4 | 1.3 | 48.7 |

(注) 正答率は、正答Aに解答した生徒の割合である。

問2は、「乳腺から非常に小さな切片を取り出し」という課題文の「非常に小さな切片」は何であるかという基本的な知識を聞く選択肢問題である。

正答は、「細胞」である。説明文には、非常に小さな切片を取り出してから「その小さな切片から細胞核を取り出し」とあり、小さな切片が細胞であることを類推することができる問題である。

正答率が高いのは、フィンランド63%、イタリア60%、カナダ58%などである。我が国の正答率は44%で、33%の韓国と2か国だけが表に示した各国の中でOECD加盟国の平均49%を下回っている。

誤答のOECD加盟国平均は、「遺伝子」が18%、「細胞核」が25%、「染色体」が7%である。課題文にある「細胞核」を選んだ生徒の割合が最も多いのはドイツで40%、続いてフランスの27%である。我が国はOECD加盟国平均より低い16%である。一方、「遺伝子」を選んだ生徒の割合が最も多いのは韓国で35%、続いて我が国で31%である。我が国と韓国が、小さな切片を「遺伝子」として回答した生徒の割合が30%台であり、他のOECD加盟国は10%台かそれ以下であるとの違いが際だっている。

クローニングに関する問3

課題文の最後に、多くの国の政府は人間のクローニングを法律で禁止することを決定している
と書いてあります。

以下に、その理由として考えられる根拠が二つあげられています。

これらは、科学的な根拠とみなせますか。

それぞれの根拠について、科学的であると「みなせる」と思うものには○、「みなせない」
と思うものには×を、解答欄に記入してください。

| 理 由 | 解答欄 |
|------------------------------|-----|
| クローン人間は、普通の人間より特定の病気にかかりやすい。 | |
| 人間は、神の領域をおかすべきでない。 | |

問3の出題の意図は以下のとおりである。

プロセス：科学的探究を理解すること

知識・概念：遺伝子操作状況・文脈：生活と健康

問3の採点基準は、○、×の順で解答したものが完全正答であり、次の表の正答率は完全
正答を示している。表の反応率の部分正答は、どちらか一方が合っていた割合を示したもの
である。

(単位：%)

| 国 名 | 完全正答 | 部分正答 | 誤答 | 無答 | 正答率 |
|----------|------|------|------|-----|------|
| 日本 | 65.3 | 11.7 | 22.1 | 1.0 | 65.3 |
| オーストラリア | 72.8 | 16.0 | 10.7 | 0.6 | 72.8 |
| カナダ | 73.3 | 15.8 | 10.4 | 0.6 | 73.3 |
| フィンランド | 69.7 | 15.9 | 13.8 | 0.6 | 69.7 |
| フランス | 64.2 | 15.4 | 18.9 | 1.6 | 64.2 |
| ドイツ | 63.1 | 14.6 | 21.6 | 0.7 | 63.1 |
| アイルランド | 71.4 | 13.8 | 14.0 | 0.8 | 71.4 |
| イタリア | 69.4 | 17.2 | 12.7 | 0.8 | 69.4 |
| 韓国 | 51.2 | 22.8 | 25.6 | 0.4 | 51.2 |
| ニュージーランド | 74.9 | 13.3 | 11.6 | 0.3 | 74.9 |
| アメリカ | 66.4 | 17.3 | 14.8 | 1.5 | 66.4 |
| オランダ | 70.3 | 12.8 | 16.9 | 0.0 | 70.3 |
| 香港 | 51.8 | 24.9 | 22.8 | 0.5 | 51.8 |
| OECD平均 | 62.1 | 18.8 | 18.2 | 1.0 | 62.1 |

(注) 正答率は、完全正答した生徒の割合である。

問3は、示された2つの問題が科学的調査によって答が出せるものかどうかを問う複合的
選択肢形式の問題である。

この間の正答は、2つの問題のどちらにも正答したものであり、我が国の正答率は65%で、
OECD加盟国の正答率の平均62%をわずかに上回っている。最も正答率が高いのはニュージーラ
ンドで75%、続いてカナダ73%である。

一方、我が国の誤答の割合は22%でOECD加盟国の平均18%を上回っている。誤答の割合が
多いのは正答率が50%台と低迷した韓国の26%、香港の23%であり、我が国の22%はそれら
に続いて多いという結果になっている。

(2) 学習指導要領との関連

遺伝子操作に関しては、我が国では義務教育段階で履修していない。しかし、その基礎となることは、中学校学習指導要領「第2分野(5) 生物の細胞と生殖」で、身近な生物についての観察、実験を通して、細胞のレベルで見た生物の体のつくりと生殖について理解させるとともに、親の形質が子に伝わる現象について認識する学習を行なっている。したがって、そうした履修内容を基礎としながら問題文の文脈を理解すれば、ある程度正解を導き出すことが可能であると考えられる。

(3) 指導の改善の視点

問1、問2については、義務教育で学んだ理科の内容をベースにしなが、問題文の文脈を正確にとらえ思考することが求められる。そのためには、理科の基礎的・基本的な内容の確実な理解、新しい科学的な情報等への興味・関心、文章等から情報を正確にとらえることなどが大切であり、理科の授業のみならず幅広い視点からこのような力を育てていくことが重要と考えられる。

問2については、我が国では誤答である「B 遺伝子」を選択する生徒の割合が高かった。「乳腺から非常に小さな切片を取り出し」、「その小さな切片から細胞核を取り出す」ということを、説明文から読み取って類推することが求められる。その際、この問いに答えるためには「細胞」、「(細胞)核」、「染色体」、「遺伝子」等の言葉の示す意味や違いをとらえていることが前提となる。このことが曖昧であるために、「クローニング」から「遺伝子操作」を連想し、誤答である「B 遺伝子」を選択したといったことも考えられる。中学校学習指導要領「第2分野(5) 生物の細胞と生殖」の「ア 生物と細胞」での細胞のつくりに関する学習と、「イ 生物の殖え方」での親から子への形質が伝わることを染色体にある遺伝子を介して行なわれることの学習等を、相互に関連付けて総合的に理解させるなどの工夫が考えられる。学習内容の相互の関連を意識しながら、観察、実験等を通して探究的に学習することが重要と考えられる。

問3については、現代社会がかかえる課題に対する意識を問うているという側面ももつ問題である。理科の学習においても現代社会と関わりの深い内容があり、それらの内容に基づき現代社会への課題意識を育てていくことが大切である。

このような現代社会がかかえる課題に関連した内容については、他の教科や総合的な学習の時間との関連を図ることも重要である。関連を意識しながら授業展開することで、生徒の思考がより多角的になっていくことが期待される。

クローニングなどに代表される現代的な話題に関連する情報などは、テレビや新聞等、メディアから得られることが多い。日頃から生徒たちがそうした情報に目を向けているかどうかといったことにも左右されると考えられる。したがって、そうした情報に目を向けやすいような環境づくりや指導が大切である。理科室はじめ学校の様々な場所に生徒が科学に興味をもつような展示や掲示を工夫したり、図書館やコンピュータなどを活用して生徒自らが情報を採っていくことが自然に行われるような環境をつくったり、授業以外の普段の生活の中で生徒が科学的な疑問を探究できるような環境を整備したりするなど、幅広い視点での科学教育の充実を図ることも大切である。このように、生徒が意欲的に自然事象や情報と関わっていくことで、自然を観察する力や、文章を正確に捉える力も身に付いていくと考えられる。

2 昼間の時間

(1) 問題と結果の概要

昼間の時間

次の文章を読んで、以下の間に答えてください。

2002年6月22日の昼間の時間

きょうは、北半球では昼間
が最も長い日〔夏至〕だが、
オーストラリアでは昼間
が最も短い日〔冬至〕にあたる。

オーストラリアのメルボルン*では、日の出が午前7時36分、日の入りが午後5時08分で、昼間の時間は9時間32分になる。

南半球で1年のうち昼間
が最も長い日と予想される12
月22日と、きょうの昼間の

時間を比較してみよう。メルボルンでは12月22日は、日の出が午前5時55分、日の入りが午後8時42分で、昼間の時間は14時間47分になる。

天文学会のP・ブラホス会長の説明によると、北半球でも南半球でも、昼間の時間が季節によって変化するのは、地球が約 23° 傾いていることと関係がある。

*メルボルンは、南緯約 38° に位置するオーストラリアの都市である。

昼間の時間に関する問1

地球に昼と夜がある理由を正しく説明している文は、次のうちどれですか。

- A 地球が、地軸を中心に自転しているから。
- B 太陽が、太陽の軸を中心に自転しているから。
- C 地軸が傾いているから。
- D 地球が、太陽の周りを公転しているから。

問題1の出題の意図は以下のとおりである。

プロセス：科学的現象を記述し、説明し、予測すること

知識・概念：地球と宇宙 状況・文脈：地球と環境

問題1の正答はAである。結果は、以下の表に示したとおりである。

(単位：%)

| 国名 | A | B | C | D | 無答 | 正答率 |
|----------|------|-----|------|------|-----|------|
| 日本 | 56.5 | 2.2 | 14.5 | 24.7 | 2.2 | 56.5 |
| オーストラリア | 33.9 | 2.6 | 33.6 | 28.4 | 1.5 | 33.9 |
| カナダ | 41.8 | 2.3 | 28.9 | 26.2 | 0.9 | 41.8 |
| フィンランド | 54.5 | 2.7 | 19.3 | 18.2 | 5.4 | 54.5 |
| フランス | 31.6 | 1.6 | 26.7 | 34.2 | 5.9 | 31.6 |
| ドイツ | 32.3 | 4.2 | 22.7 | 32.1 | 8.7 | 32.3 |
| アイルランド | 29.5 | 3.5 | 31.4 | 34.0 | 1.6 | 29.5 |
| イタリア | 37.6 | 2.4 | 24.5 | 30.5 | 5.0 | 37.6 |
| 韓国 | 63.1 | 1.9 | 15.0 | 19.1 | 0.9 | 63.1 |
| ニュージーランド | 38.6 | 2.9 | 30.8 | 27.4 | 0.4 | 38.6 |
| アメリカ | 43.5 | 4.5 | 26.4 | 23.8 | 1.9 | 43.5 |
| オランダ | 47.5 | 7.6 | 18.6 | 25.9 | 0.4 | 47.5 |
| 香港 | 43.7 | 3.1 | 18.4 | 33.7 | 1.3 | 43.7 |
| OECD平均 | 42.6 | 3.4 | 20.8 | 29.3 | 3.9 | 42.6 |

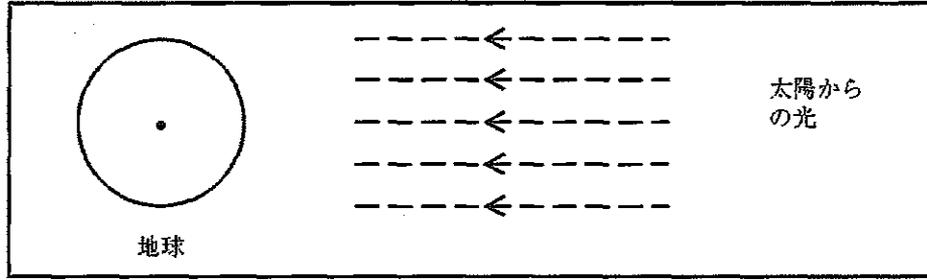
(注) 正答率は、正答Aに解答した生徒の割合である。

問1は、地球に昼夜がある理由として適当なものを選択する問題である。日常生活の中で実感している昼夜の繰り返しが生じる理由を問う問題であり、地球と宇宙に関する基本的な知識・概念である。

OECD加盟国の正答率の平均は43%であり、誤答である「太陽が自転している」は3%、「地軸が傾いている」は21%、「公転している」は29%となっている。最も正答率が高いのは、韓国で63%、続いて我が国が57%、フィンランドが55%となっている。我が国の誤答の割合は「公転している」が25%、「地軸が傾いている」が15%、「太陽が自転している」が2%であり、いずれもOECD加盟国の平均よりも低くなっている。

昼間の時間に関する問 2

下の図は、太陽光線が地球を照らしている様子を示しています。



図：太陽からの光線

これは、メルボルンで、昼間の時間が最も短い日の図であるとします。

図に、地軸、北半球、南半球、赤道を書き入れ、それぞれに名前をつけてください。

問 2 の出題の意図は以下のとおりである。

プロセス：科学的現象を記述し、説明し、予測すること

知識・概念：地球と宇宙 状況・文脈：地球と環境

問 2 の採点基準、結果は次のとおりである。

| 昼間の時間に関する問 2 の採点基準 | |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| コード | 回答 |
| 完全正答 (2点) | |
| 21 | 赤道の傾きが $10^{\circ} \sim 45^{\circ}$ の範囲内であり、かつ地軸の傾きが $10^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 以内であり、北半球と南半球、またはその片方に明示してある名前が正しい (他の片方は暗示されている) もの。 |
| 部分正答 (1点) | |
| 11 | 地軸の傾きを $10^{\circ} \sim 45^{\circ}$ の範囲内で書いていて、かつ、北半球と南半球、またはその片方に明示してある名前が、正しい (他の片方は暗示されている)。しかし赤道の傾きを $10^{\circ} \sim 45^{\circ}$ の範囲内に書いていないもの。または赤道が描かれていない。 |
| 12 | 赤道の傾きを $10^{\circ} \sim 45^{\circ}$ の範囲内で書いていて、かつ、北半球と南半球、またはその片方に明示してある名前が、正しい (他の片方は暗示されている)。しかし地軸の傾きを $10^{\circ} \sim 45^{\circ}$ の範囲内で書いていないもの。または地軸が描かれていない。 |
| 13 | 赤道の傾きを $10^{\circ} \sim 45^{\circ}$ の範囲内で書いていて、かつ、地軸の傾きを $10^{\circ} \sim 45^{\circ}$ の範囲内で書いていて、しかし北半球と南半球、またはその片方に明示してある名前が、正しくない (また、片方のみを記入し他方を暗示しているのでもないか、両方描かれていない) もの。 |
| 誤答 無答 (0点) | |
| 01 | 北半球と南半球、またはその片方について明示してあり、その名前が正しい (または、片方のみを記入し他方を暗示している) 点だけが正解であるもの。 |
| 02 | 赤道を傾き $10^{\circ} \sim 45^{\circ}$ の範囲内で書いている点だけが正解であるもの。 |
| 03 | 地軸を傾き $10^{\circ} \sim 45^{\circ}$ の範囲内で書いている点だけが正解であるもの。 |
| 04 | 正しい特性を全く述べていない、または上記以外の答え。 |
| 99 | 無答 |

(単位：%)

| 国名 | 完全正答 | 部分正答 | 誤答 | 無答 | 正答率 |
|----------|------|------|------|------|------|
| 日本 | 23.5 | 28.8 | 34.2 | 13.5 | 37.9 |
| オーストラリア | 17.5 | 15.3 | 45.6 | 21.6 | 25.2 |
| カナダ | 19.6 | 15.4 | 52.5 | 12.6 | 27.3 |
| フィンランド | 19.2 | 14.2 | 55.7 | 11.0 | 26.2 |
| フランス | 15.6 | 9.8 | 50.9 | 23.7 | 20.5 |
| ドイツ | 11.7 | 7.9 | 47.7 | 32.8 | 15.6 |
| アイルランド | 9.4 | 14.4 | 60.4 | 15.8 | 16.6 |
| イタリア | 10.6 | 16.5 | 45.1 | 27.8 | 18.9 |
| 韓国 | 13.8 | 18.6 | 43.6 | 23.9 | 23.2 |
| ニュージーランド | 16.4 | 13.7 | 48.7 | 21.2 | 23.3 |
| アメリカ | 10.9 | 12.3 | 59.8 | 17.0 | 17.0 |
| オランダ | 13.4 | 9.0 | 65.5 | 12.1 | 18.0 |
| 香港 | 15.1 | 14.6 | 58.9 | 11.5 | 22.4 |
| OECD平均 | 12.5 | 12.2 | 51.2 | 24.1 | 18.6 |

(注) 正答率は、完全正答した生徒の割合に部分正答の生徒の割合を0.5倍して加えたものである。

問2は、太陽の光と地球との関係について示された図に「地軸」「北半球」「南半球」「赤道」を書き込むという求答形式の問題である。

OECD加盟国の正答率の平均は19%であり、その内訳は完全正答率に部分正答率の0.5倍を加えたものとなっている。我が国の正答率は38%で最も高く、続いてカナダ27%、フィンランド26%、オーストラリア25%となっている。

(2) 学習指導要領との関連

本問に関連する内容は、「第2分野(6) 地球と宇宙 ア 天体の動きと地球の自転・公転」である。この項目において、天体の日周運動の観察を行い、その観察記録を地球の自転と関連付けてとらえること、四季の星座の移り変わり、季節による昼夜の長さ、太陽高度の変化などの観察を行い、その観察記録を地球の公転や地軸の傾きと関連付ける学習等を行なっている。

(3) 指導の改善の視点

これらの問題について、他国と正答率を比較すると、問1が2位、問2が1位となっている。しかし、問1の誤答の中では、「公転している」が約25%と一番多くなっており、「自転」と「公転」の区別がついていないことが考えられる。また、昼間の時間の長さが季節で異なること等を日常生活で体験しているにもかかわらず、そのことに疑問を持たなかったり、あるいはその原因について科学的な認識にまで至っていなかったことが考えられる。

こうした状況を改善するためには、日常見られる自然事象に観察や実験を通して意識を向けさせること、日常見られる自然事象がモデルなどを用いて説明できることを実感させるなどの指導が大切である。例えば、昼間の時間の長さについて実際に観察した資料からその変化に気付くような学習をした後に、太陽に見立てた電球と地球儀などを用いたモデル実験を行う。こうすることで、天体ではどのようなことが起きているのか、また地球からはどのように見えるのかなどについて、自分の視点を意識させながら学習させることが大切である。その際、自分と他の生徒との考えや解釈の違いなどについて議論したりする中で、誤った認識を修正し科学的な理解へと変えていくことも重要である。

3 科学的リテラシーの論述形式の問題の我が国の子どもの解答の傾向

PISA2003の科学的リテラシーの論述形式の問題について公表されているものはないが、PISA2000では、小問単位で3題公表されている。その解答状況には、「完全正答の割合が高く、誤答の割合が低く、無解答の割合が高い」といった傾向がみられた。以下にその状況を具体的に示す。

また、PISA2000とPISA2003において、同一問題による調査が実施されている。全体では同程度であるが、論述形式の問題は8問全問とも低下している。

なお、論述（記述）形式の無解答の割合が高いことについては、教育課程実施状況調査（平成13年度中学校理科、平成14年度高等学校 化学、生物、地学）でも、その傾向が見られた。

(1) 結果の概要

① ゼンメルワイス医師の日記に関する問題

ゼンメルワイス医師の日記に関する課題文1

「1846年7月。来週から、ウィーン総合病院の産婦人科第1病棟の『先生』になる。この病棟で死亡する産婦の比率を聞いてびっくりした。今月など、産婦208人のうち少なくとも36人が産褥熱（さんじょくねつ）で亡くなっている。お産をすることは、第1級の肺炎と同じくらい危険だ。」

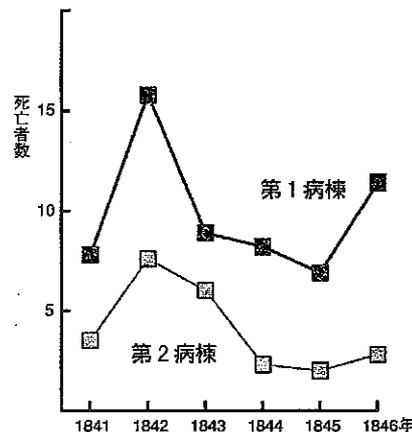
上にあげたのは、イグナス・ゼンメルワイス（1818～65）の日記で、産褥熱の怖さをよく伝えています。この伝染病のために、多くの女性が出産後に死亡しました。彼は、産褥熱による死亡者数のデータを、第1病棟と第2病棟のそれぞれについて集めました（右の図）。

ゼンメルワイス医師を含めて、医師たちは、産褥熱がなぜ起こるのかまったく分かっていませんでした。日記にもこうあります。

「1846年12月。出産は何も問題なかったのに、後になってなぜこれほど多くの女性がこの熱病で死ぬのだろう。今まで何世紀もの科学によると、産後の女性を殺しているのは、目に見えないある流行病だと言われてきた。その原因は、空気の変化か、何か地球外からの影響か、地球そのものの動き、つまり地震かもしれないというのだが…。」

現代では、地球外からの影響とか、地震が熱病の原因かもしれないと考える人はほとんどありません。それは私たちが、熱病は衛生状態と関係があるのだということを知っているからです。しかしゼンメルワイス医師の時代には、多くの人々がそう思っていました。科学者たちでさえ、そうだったのです！ しかしゼンメルワイスは、地球外からの影響や地震などは、熱病の原因になりえないと考えていました。彼は、集めたデータ（上の図を参照）を同僚たちに見せ、これを使って彼らを説得しようとしていました。

分娩100件当りの、産褥熱による死者数



ゼンメルワイス医師の日記に関する問1

ゼンメルワイス医師になったつもりで、彼の集めたデータに基づいて、産褥熱の原因が地震ではない理由を説明してください。

問1の出題の意図は以下のとおりである。

プロセス：結論の導出と評価

概 念：人間生物学

分 野：生活と健康

問1は完全正答を2点とし、部分正答を1点としてある。その採点基準は以下のコードのとおりであり、結果は表に示した。

| ゼンメルワイス医師の日記に関する問1の採点基準 | |
|-------------------------|-------------------------------------|
| コード | 回答 |
| 完全正答（2点） | |
| 21 | 二つの病棟における死亡者数（分娩100件あたり）の違いを述べている。 |
| 部分正答（1点） | |
| 11 | 地震はそうたびたび起こるものではないという事実を述べている。 |
| 12 | 地震は病棟の外の人々にも影響するという事実を述べている。 |
| 13 | 地震が起きたときでも、男性は産褥熱にかからないという考えを述べている。 |
| 誤答 無答（0点） | |
| 01 | （単に）地震は熱病の原因にはなりえないと言いきっている。 |
| 02 | （単に）熱病には他の原因があるはずだと言っている（正誤を問わない）。 |
| 03 | コード01と02の組合せである答 |
| 04 | その他の誤った答 |
| 99 | 無答 |

この問1は、課題文を読み、ゼンメルワイス医師になったつもりで産褥熱の原因が地震ではないことの理由を説明する問題である。

完全正答の生徒の割合はOECD平均正答率で22%と低く難問であることがわかる。この間で完全正答であった生徒は科学的リテラシーが高いといえる。一方、何らかの回答をしたが誤答である生徒の割合は、OECD加盟国平均で44%にもなる。誤答が50%を超えているのはアメリカ、アイルランド、カナダである。また、無答の生徒の割合もOECD加盟国平均で28%である。わが国の正答率は36%で韓国の41%に続く第2位である。また、わが国は誤答の生徒の割合は25%で最も低い、無答は38%でイタリアの40%に次ぐ高さである。

(単位：%)

| 国名 | 完全正答 | 部分正答 | 誤答 | 無答 | 正答率 |
|----------|------|------|------|------|------|
| 日本 | 35.8 | 1.2 | 24.9 | 38.2 | 36.3 |
| オーストラリア | 20.0 | 10.8 | 46.9 | 22.3 | 25.4 |
| カナダ | 23.7 | 9.3 | 50.4 | 16.5 | 28.4 |
| フィンランド | 26.5 | 9.1 | 46.6 | 17.7 | 31.0 |
| フランス | 28.9 | 5.5 | 29.3 | 36.3 | 31.7 |
| ドイツ | 18.3 | 8.8 | 39.5 | 33.3 | 22.8 |
| アイルランド | 21.3 | 9.9 | 51.0 | 17.8 | 26.2 |
| イタリア | 16.2 | 5.3 | 38.5 | 39.9 | 18.9 |
| 韓国 | 40.5 | 3.1 | 41.1 | 15.3 | 42.0 |
| ニュージーランド | 26.4 | 8.1 | 46.7 | 18.7 | 30.5 |
| イギリス | 25.5 | 8.2 | 43.9 | 22.5 | 29.6 |
| アメリカ | 17.5 | 10.2 | 58.3 | 14.1 | 22.5 |
| OECD平均 | 21.6 | 7.3 | 43.5 | 27.7 | 25.2 |

(注) 正答率は、完全正答した生徒の割合に部分正答の生徒の割合を0.5倍して加えたものである。

② 他の論述式の問題

他の論述式の問題については、問題と採点基準、反応率の表を示す。

ゼンメルワイス医師の日記に関する問題の問3については、正答率が77.9%あり、無答の反応率はOECD平均より低い値となっている。また、オゾンに関する問題の問1は、完全正答率が高く、無答の反応率が高い結果となっている。

ア ゼンメルワイス医師の日記に関する問題 問3

ゼンメルワイス医師の日記に関する問3

ゼンメルワイス医師は、産褥熱による死亡者数を減らすことに成功しましたが、産褥熱は現在でも難病の一つです。

現代でも、いろいろな治りにくい熱病が、相変わらず病院内で問題になっています。予防のためにはいろいろな日常的手段が講じられ、その一つがシーツを熱湯で洗たくすることです。

シーツを熱湯で洗うとなぜ熱病の予防になるのか、説明してください。

問3の出題の意図は以下のとおりである。

プロセス：知識の表現

概念：人間生物学

分野：生活と健康

問3の採点基準は下記のとおりであり、結果は表に示した。

| ゼンメルワイス医師の日記に関する問3の採点基準 | |
|-------------------------|--------------------------------|
| コード | 回答 |
| 正答（1点） | |
| 11 | バクテリアを殺すことを述べている。 |
| 12 | 微生物や細菌、ウイルスを殺すことを述べている。 |
| 13 | バクテリアの除去（殺すのではなく）を述べている。 |
| 14 | 微生物や細菌、ウイルスの除去（殺すのではなく）を述べている。 |
| 15 | シーツの殺菌消毒を述べている。 |
| 誤答 無答（0点） | |
| 01 | 病気を殺すと述べている。 |
| 02 | その他の誤った答 |
| 99 | 無答 |

(単位：%)

| 国名 | 正答 | 誤答 | 無答 | 正答率 |
|----------|------|------|------|------|
| 日本 | 77.9 | 4.6 | 17.5 | 77.9 |
| オーストラリア | 70.1 | 14.6 | 15.3 | 70.1 |
| カナダ | 71.7 | 15.8 | 12.5 | 71.7 |
| フィンランド | 85.2 | 6.8 | 8.0 | 85.2 |
| フランス | 58.0 | 8.6 | 33.4 | 58.0 |
| ドイツ | 61.7 | 14.1 | 24.2 | 61.7 |
| アイルランド | 69.8 | 17.1 | 13.1 | 69.8 |
| イタリア | 70.4 | 6.7 | 22.9 | 70.4 |
| 韓国 | 79.8 | 9.8 | 10.4 | 79.8 |
| ニュージーランド | 70.6 | 14.6 | 14.8 | 70.6 |
| イギリス | 71.8 | 14.8 | 13.4 | 71.8 |
| アメリカ | 64.1 | 23.9 | 12.1 | 64.1 |
| OECD平均 | 67.6 | 13.9 | 18.5 | 67.6 |

(注) 正答率は、正答した生徒の割合である。

イ オゾンに関する問題 問1

オゾン

オゾン層に関する次の文を読んで、問1～4に答えてください。

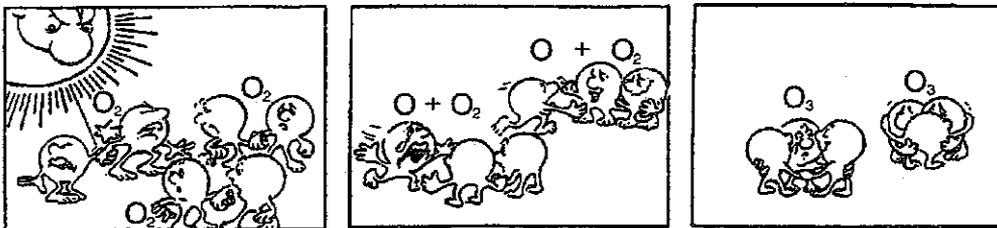
大気は空気の海であり、地球上の生命を維持する上でなくてはならない天然資源である。残念ながら、国家や個人の利益を優先する人間の活動が、この人類共有の資源に害を与えている。特に地球上の生命にとって保護膜の役割を果たしている、オゾン層の破壊が目立っている。

- 5 酸素分子が2個の酸素原子からできているのに対し、オゾン分子は、3個の酸素原子から構成されている。オゾン分子の量はきわめてわずかで、大気中の分子100万個につき10個以下の割合である。しかし、大気中のオゾンの存在は、ほぼ10億年にわたって地球上の生命を保護する上で決定的な役割を果たしてきた。ところでオゾンはその存在する場所によって、地球上の生命を保護することも、また害をおよぼすこともある。対流圏（地表から10キロメートル上空まで）のオゾンは「悪い」オゾンで、肺の組織や植物に害を与える恐れがある。しかし、成層圏（地表から10～40キロメートル上空）に存在するオゾンのおよそ90%は「良い」オゾンであり、太陽から来る有害な紫外線（UV-B）を吸収するという、大切な役割を果たしている。

- 15 こうした有用なオゾン層がなければ、太陽から来る紫外線の影響が増大するので、人間は特定の病気に、もっとかかりやすくなるだろう。ところがここ数十年間、オゾンの量は減りつづけている。1974年に、その原因は塩化ふっ化炭素類（以下「フロン」と略す。）ではないかとの仮説が出された。1987年までは、フロンとの因果関係を十分に説明する科学的判定は出されなかった。しかし、1987年9月、世界中の外交官がカナダのモントリオールで会合し、フロンの使用をきびしく制限することに合意した。

オゾンに関する問1

課題文の中では、大気中のオゾンの生成過程について何も述べていません。実際には毎日、生成されるオゾンもあれば消滅するオゾンもあります。下の漫画はオゾンの生成過程を表わしています。



表わしています。

あなたのおじさんが、この漫画の意味を知りたいのですが、学校で理科を教わらなかった

ので、理解できません。おじさんは、大気中にこのような小人がいないことはわかっていますが、漫画の中の小人たちが何を表わすのか、 O_2 、 O_3 という不思議な記号が何の意味か、この漫画がどのような過程を表わしているのかわかりません。あなたにこの漫画の意味を説明してほしいと言っています。ただし、おじさんは次のことはわかっています。

- ・Oという記号は酸素であること
- ・原子と分子というものの意味

おじさんのために、この漫画の意味を書いて説明してください。

その際、原子や分子という単語は、課題文の5～6行目で使われているのと同じ方法で書いてください。

.....

.....

.....

.....

問1の出題の意図は以下のとおりである。

プロセス：情報の伝達

概 念：化学的・物理的変化

分 野：地球と環境

問1は完全正答を3点とし、部分正答は2点と1点に区分してある。その採点基準は下記のとおりであり、結果は表に示した。

| オゾンに関する問1の採点基準 | |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| コード | 回答 |
| 完全正答（3点） | |
| 31 | 答の中で以下の①～③の三つの点を指摘している。 ①1個または一部の酸素分子（それぞれ2個の酸素原子から成る）が酸素原子に分裂する（図1）。 ②（酸素分子の）分裂は太陽光の影響を受けて起こる（図1）。 ③酸素原子が他の酸素分子と結合して、オゾン分子となる（図2及び3）。 |
| 部分正答（2点） | |
| 21 | 上記の①と②のみが正解 |
| 22 | 上記の①と③のみが正解 |
| 23 | 上記の②と③のみが正解 |
| 部分正答（1点） | |
| 11 | 上記の①のみが正解 |
| 12 | 上記の②のみが正解 |
| 13 | 上記の③のみが正解 |

(単位：%)

| 国名 | 完全正答 | 部分正答 (2点) | 部分正答 (1点) | 誤答 | 無答 | 正答率 |
|----------|------|--------------|--------------|------|------|------|
| 日本 | 17.6 | 9.7 | 14.0 | 20.7 | 38.0 | 34.3 |
| オーストラリア | 11.8 | 12.9 | 18.2 | 33.8 | 23.3 | 33.8 |
| カナダ | 12.7 | 12.8 | 15.9 | 43.6 | 15.0 | 33.5 |
| フィンランド | 10.5 | 8.7 | 20.4 | 38.1 | 22.3 | 29.4 |
| フランス | 15.3 | 12.7 | 14.8 | 29.0 | 28.1 | 35.5 |
| ドイツ | 10.0 | 7.6 | 17.3 | 27.1 | 38.0 | 26.2 |
| アイルランド | 9.0 | 7.8 | 18.8 | 40.8 | 23.5 | 26.2 |
| イタリア | 13.9 | 6.7 | 11.1 | 36.1 | 32.1 | 26.2 |
| 韓国 | 6.6 | 7.0 | 22.3 | 39.1 | 25.0 | 24.8 |
| ニュージーランド | 9.9 | 9.4 | 15.7 | 45.1 | 20.0 | 27.1 |
| イギリス | 11.9 | 11.4 | 18.3 | 39.1 | 19.3 | 32.4 |
| アメリカ | 4.9 | 9.1 | 12.2 | 59.9 | 14.0 | 20.0 |
| OECD平均 | 11.4 | 9.5 | 14.8 | 35.9 | 28.4 | 28.3 |

(注) 正答率は、完全正答と部分正答(2点)の生徒の割合に、部分正答(1点)の生徒の割合を0.5倍して加えたものである。

III 学習指導の改善に向けて

PISA調査は、各国の子どもたちが将来生活していく上で必要とされる知識や技能が、義務教育段階において、どの程度身に付いているかを測定することを目的としている。国際教育到達度評価学会（IEA）が行なっている国際数学・理科教育動向調査（TIMSS）が、それぞれの国で生徒が学校カリキュラムの内容をどの程度習得しているかを調査分析するものであるのに対し、PISA調査は、学校の教科で扱われているようなある一定範囲の知識の習得を超えた部分まで評価しようとするものであり、生徒がそれぞれ持っている知識や経験をもとに、自らの将来の生活に関係する課題を積極的に考え、知識や技能を活用する能力があるかをみるものである。

そのため、科学的リテラシーに関する指導の改善においても、教育課程全体で改善をしていこうとする視点が大切である。ここでは、理科として以下の2点を述べる。

1 科学的に解釈する力や表現する力の育成を目指した指導の推進

科学的リテラシー問題について出題形式別ごとに結果を集計すると、論述形式の問題は、OECD加盟国の通過率を平均で10ポイント以上上回っていた。しかしながら、2回の調査に共通に出題された問題個々の正答率の経年変化を見ると、8題すべてが前回は下回っており、前回の正答率を5%以上下回る問題が項目別問題数の半数であった。また、科学的プロセス別の「証拠と結果の解釈」においても、前回の正答率を5%以上下回る問題が半数であった。

また、論述式問題の具体的な内容については2003年調査では公表されていないが、2000年調査の解答状況（公表問題3題）を見ると、我が国では正答率が高いものの無答率も高く、誤答が少ないという傾向が見られた。無解答が高いことについては、教育課程実施状況調査（平成13年度中学校理科、平成14年度高等学校の化学、生物、地学）でも、同様の傾向がみられたところである。

こうした点を改善するには、科学的に解釈する力や表現する力を育成することが重要である。観察、実験の結果を整理してまとめ考察する、さらに図やモデルを使って別角度からも考える。これらの一連の活動について自分の考えをまとめ表現するといった学習活動が大切である。

学習指導要領においても、観察、実験等の授業の中で探究的に学習を行うことが強調されている。自分の予想や仮説、その検証方法、考察、結果等を自分なりにまとめ表現する経験を積むことが大切であり、このような活動を年間指導計画の中に適切に位置付けて指導することが重要である。そうした指導により、科学的に解釈する力や表現する力を身に付けていくことができると考えられる。

2 日常生活に見られる自然事象との関連や、他教科等との関連を図った指導の推進

科学的リテラシーは、「自然界及び人間の活動によって起こる自然界の変化について理解し、意思決定するために、科学的知識を使用し、課題を明確にし、証拠に基づく結論を導き

出す能力」であると定義されている。教科で学習した範囲を超えたことを扱った文章や資料から、これまでに身に付けた知識や技能をもとに、自分なりに考察、判断し、結論を導き、それらを表現していくことが求められる。このような力は、これからの時代を生きる生徒たちにとって必要な力でもある。

例えば、「昼間の時間」の問題などは日常見られる自然事象について問うているが、昼間の時間の長さなどについて実際に観察したり、資料からその変化に気付くような学習、太陽に見立てた電球と地球儀などを用いたモデル実験等から自然事象を理解していくような活動等が重要である。そうした体験を積むことにより、逆に、学習内容から関連する自然事象に気付くといったことも行われるようになるであろう。このような日常生活との関連を意識した指導の中で、興味・関心が高まることばかりでなく、基礎的な科学概念や知識、技能等の定着、科学的な思考力の育成にもつながっていくと期待される。

PISAの問題に取り上げられる題材は、「クローニング」、「オゾン」など、現代社会がかかえる課題に関連しているものも多い。そうした内容については、社会科など他の教科や総合的な学習の時間との関連を図ることも重要である。関連を意識しながら授業展開することで、生徒の思考がより多角的になっていくことが期待される。

また、現代社会がかかえる課題に関連する情報などは、テレビや新聞等、メディアから得られることが多い。生徒がそのような情報に日常的に目を向けやすくするような環境づくりや指導も大切である。理科室はじめ学校の様々な場所に生徒が科学に興味をもつような展示や掲示を工夫したり、図書館やコンピュータなどを活用して生徒自らが情報を探していくことが自然に行われるような環境をつくったり、授業以外の普段の生活の中で生徒が科学的な疑問を探究できるような環境を整備したりするなど、幅広い視点での科学教育の充実を図ることも大切である。このように、生徒が意欲的に自然事象や情報と関わっていくことで、自然を観察する力や、文章を正確に捉える力も身に付いていくと考えられる。