

# PISA2006の結果に基づいた環境学習の指導のあり方を改善する視点

下野 洋\*

## A view point for reforming of environmental learning in science based on the results from PISA 2006

Hiroshi Shimono\*\*

### 要旨

平成19年10月に中央教育審議会教育課程部会における審議のまとめ（案）が公開された。そこでは理数科教育の充実に向けて、知識基盤社会の世界的に激しい競争社会の中でその競争を担う人材の育成、次代を担う科学技術系人材の育成、国民の科学に対する基礎的素養の向上、学習指導要領の改訂において思考力、判断力、表現力等の一層の充実を図ることの必要性を述べている。そして、理科教育の今日的課題として自然体験学習の充実や科学的素養を高めるとともに、環境教育の素地を育成することの重要性が指摘されている。

その環境教育に関して、理科では野外での発見や気づきを生かす野外観察、「科学技術と人間」や「自然と人間」についての学習の充実を図ることが求められている。また、平成19年12月に国立教育政策研究所からPISA 2006の調査結果が公表された。本稿では、PISA 2006の調査結果をもとに理科における環境学習の改善を図る若干の視点を述べる。

**キーワード**：小・中・高等学校，理科教育，環境学習，科学的リテラシー，PISA

**Keywords**：primary school, secondary school, science education, environment learning, scientific literacy, PISA

### 1. はじめに

平成18年12月に改正された教育基本法では、「知・徳・体の調和が取れた発達を基本とし、個人の自立、他者や社会との関係、自然や環境との関係、日本の伝統や国際社会を生きる日本人という観点」から具体的な教育の目標が定められた。中でも、理科教育や環境教育と深く関わるものとして「生命を尊び、自然を大切に、環境の保全に寄与する態度を養うこと」があげられる。

また、この教育基本法の改正を踏まえて学校教育法が改正され、そこでは義務教育の目標が明示されるとともに、小・中・高等学校で留意すべき内容として「生涯にわたり学習する基盤が培われるよう、基礎的な知識及び技能を習得させるとともに、これらを活用して課題を解決するために必要な思考力、判断力、表現力その他の能力をはぐくみ、主体的に学習に取り組む態度を養うこと」「学校内外における自然体験活動を促進し、生命及び自然を尊重する精神並びに環境の保全に寄与する態度を養うこと」が定められた。この2つの法律に規定されたことの重要な要素は、すでにこれまで多くの場所でその定義が議論されてきた「基礎的・基本的な知識の習得」「知識・技能を活用して課題を解決するために必要な思考力、判断力、表現力等」「学習意欲」を改めて明示したものと見える。

さらに、本年12月には国立教育政策研究所からPISA 2006調査《57カ国（内OECD加盟国27）地域が参加》の結果が公表され2000年から開始された一連の調査が終了した。この調査では、「生徒の科学的リテラシー」にかかわる知識・技能と態度面の評価についての国際比較がなされている。

\* 客員教育実践教授 岐阜大学教育学部・理科教育講座

\*\* Visitor Professor, Faculty of Education, Gifu University

ここでは、PISA 2006調査の結果に基づいて理科教育における環境学習のあり方やその学習指導の改善についての視点を述べる。

## 2. PISAにおける科学的リテラシー

PISAの科学的リテラシーの定義は次のとおりである。

- ①問題を認識し、新しい知識を獲得し、科学的な事象を説明し、科学が関連する諸問題について証拠に基づいた結論を導き出すための科学的知識とその活用。
- ②科学の特徴的な諸側面を人間の知識と探究の一形態として理解すること。
- ③科学とテクノロジーが我々の物質的、知的、文化的環境をいかに形作っているかを認識すること。
- ④思慮深い市民として、科学的な考えを持ち、科学が関連する諸問題に、自ら進んで関わること。

PISAでは、上記の定義に位置づけられた問題により生徒の科学的リテラシーの到達度を測定している。また、その到達度は以下の7段階の「習熟度」に分けて議論を進めている。

ここでの習熟度（レベル）は、生徒の得点によって高い方から低い方へ、レベル6からレベル1未満の7段階に分け次のように定義づけられている。

レベル1：限定された状況にのみ結びつけた科学的知識を持つ。

レベル2：身の回りの状況での説明をしたり、簡単な調査に基づいた結論を導いたりするための適切な科学的知識を持つ。

レベル3：状況に応じて、科学的な疑問を明確に認識し、現象を説明するために事実や知識を選び、簡単なモデルや探究の方略を応用する。

レベル4：科学あるいは技術の役割についての推論を必要とする現象が関わる問題場面や疑問に効果的に取り組む。

レベル5：多くの複雑な生活場面での科学的構成要素を認識し、科学的概念と科学についての知識を応用する。

レベル6：複雑な生活の問題場面において科学の知識と科学についての知識を一貫して認識したり、説明したり、応用したりする。

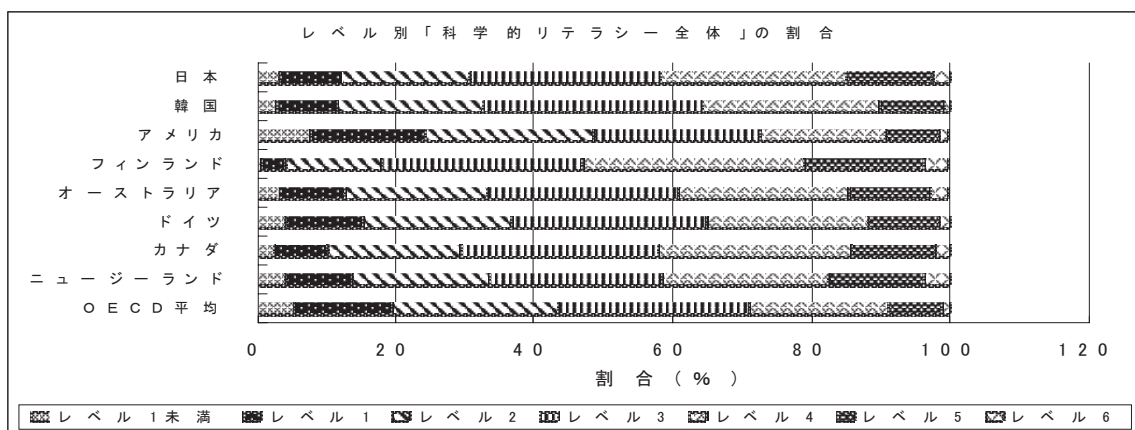


図1 科学的リテラシー全体における習熟度レベル別の生徒の割合

図1の「科学的リテラシー全体」の調査結果において、レベル6の生徒の割合が最も多いのはフィンランドとニュージーランドでともに4%であり、レベル5の割合が多いのはフィンランドの17%である。

また、PISAの科学的リテラシー国際専門委員会が「実生活と社会生活で効果的、生産的な科学的能力を発揮し始める習熟度」と判断しているレベル2以上の生徒が最も多いのはフィンランドの96%

であり、わが国は88%でOECD平均の81%よりは多い。また、これら科学的リテラシーの枠組みは次の4つの観点から構成されている。

- ①状況・文脈：科学とテクノロジーが関係する生活場面を認識すること。
- ②知識：自然界に関する知識（科学の知識）と科学自体に関する知識（科学についての知識）の両者を含む科学的知識に基づいて、自然界を理解すること。
- ③能力：科学的な疑問を認識し、現象を科学的に説明し、証拠に基づいた結論を導き出すことを含む能力を示すこと。
- ④態度：科学に対する興味・関心、科学的探究の支持、天然資源や環境に対して責任ある行動をとるための動機付けを示すこと。

### 3. 科学的リテラシーの習熟度

#### (1) 温室効果の問題

【概要】地球は太陽エネルギーを受けそのエネルギーの一部が大気に吸収されること、地球の大気は温室と同じ効果をもつこと、20世紀を通して温室効果は強まったといわれ新聞等には二酸化炭素の排出量の増加が主因であると述べているなどの説明文が掲載されている。その後1860年から1990年までの10年ごとの二酸化炭素排出量と地球の平均気温の変化の2つのグラフが示してある。

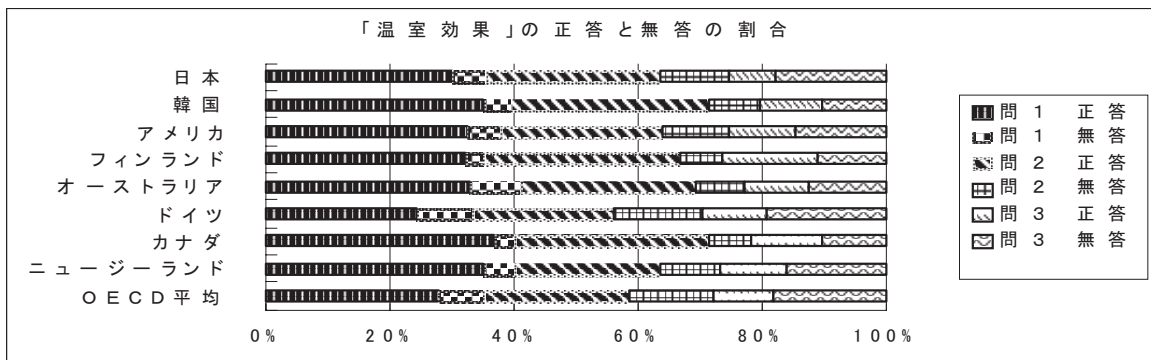


図2 問題「温室効果」の国別の正答率

問1：地球の平均気温が上昇したのは二酸化炭素排出量が増加したためという結論はグラフのどの事柄を根拠にしているかをたずねた記述式の問題である。

正答例；気温と二酸化炭素排出量の間で正の相関を挙げている。この問題は習熟度レベル3に属しており、OECD平均が54%であるのに対して日本は69%であった。

問2：グラフで上の結論に反する部分を1つ示せという記述式の問題である。

正答例；グラフの特定の部分で両者が同時に増加したり同時に減少していないことを指摘する。完全正答のためには2つのグラフを比較し、ここでの結論を批判する能力（レベル5）が要求される。

両グラフの相違は指摘できるがそれを説明できないとき（部分正答）はレベル4になる。

グラフを読み取る力は、自分でグラフを作成できる力を持っていないと難しいと思われる。日本の無答率は25%で、イタリア、ドイツ、フランスに次いで高く、OECD平均とほぼ同じである。

問3：平均気温の上昇は二酸化炭素排出量の増加のためであるという結論を出す前に、温室効果に影響を及ぼす可能性のある他の要因を1つあげるといふ記述式の問題である。

正答例；太陽からのエネルギーないし放射熱のことを述べて、1つの要因とする。これら地球規模での環境問題として「地球温暖化」「オゾン層の破壊」に関しては、日本の中学校理科教科書第2分野

の大項目「自然と人間」の中で取り上げている。問3は習熟度レベル6の段階に属するものであるが、日本の正答率は18%でOECD平均の19%とほぼ同じである。また、無答率もOECD平均の26%とほぼ同じ25%であった。

(2) グランドキャニオンの問題

【概要】 グランドキャニオンの写真を載せて、深い渓谷でいくつもの地層が重なり過去の地殻変動により地層が隆起したこと、渓谷の深さは1.6kmに及ぶところがあり谷底にはコロラド川が流れていることを説明している。写真には代表的な地層に石灰岩、頁岩、片岩と花こう岩などの表示がしてある。問1：2つの内容について、科学的な調査によって答えが出るか否かを問うている。2つの内容とは、①歩行者通路の利用者による侵食の度合い、②この公園が100年前と同じ美しさかどうか、である。正答；①は可能であるが、②はできない。

この問題は習熟度レベル3であるが、正答率はOECD平均が61%であるのに対して日本は54%でこの中では最低である。ここでは、科学的な疑問を認識し科学的に探究できる知識と態度を評価しようとしたものであるが、日本の生徒は日ごろからこのような社会的な場面である事象を科学的に見たり考えたりする習慣をもっていないとも考えられる。

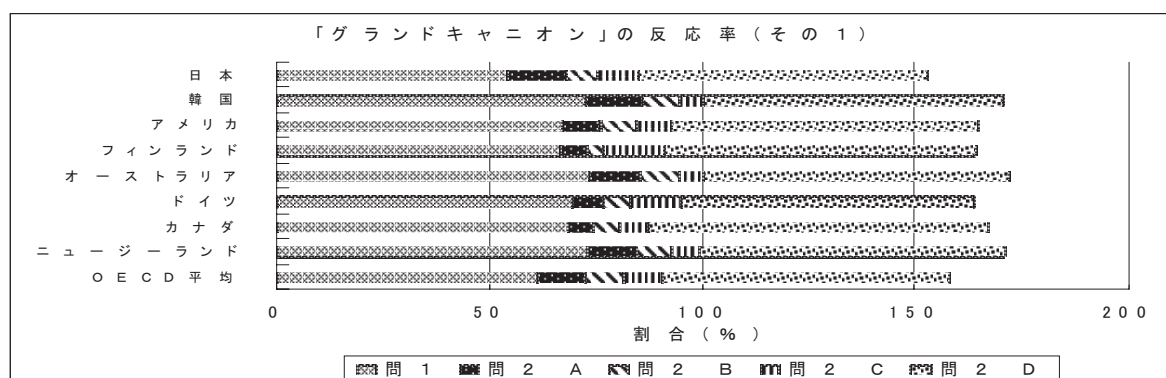


図3 問題「グランドキャニオン」の国別の反応率 (問1～問2)

問2：気温変化と岩石の割れ目にたまった水は岩石が崩れるのを早めることになるという説明のあとで、岩石の風化の仕方を次の4つの選択肢から選ぶ。

- ①凍った水が暖かい岩石を溶かしてしまう。
- ②水が岩石同士をくっつけてしまう。
- ③氷が岩石の表面をつるつるにする。
- ④凍った水が岩石の割れ目を広げる。

この問題の出題の意図は、日常生活の中で見られる自然環境に見られる現象を科学的に説明できるかを評価しようとしたものである。その場合、地球と宇宙に関する知識、ここでは岩石の風化に関する知識を応用しなければならない。

習熟度レベルは2であり、日本の生徒の正答率（④に反応した者）は68%ほどでOECD平均と同じであるが、14%の者が①に反応している。

わが国では、このことに関する内容は、小学校理科6学年「土地のつくりやでき方」、中学校理科の大項目「身の回りの物質」「大地の変化」で取り上げてはいる。

日本の子どもたちは、物質の膨張、収縮などの規則性を日常目の当たりにする岩石の変化にあてはめるという学習態度は大変少ないと考えられる。また、岩石の風化という事象は野外へ出ればよく目に付くはずであるが小学校から中学校にかけてこれら野外での学習が十分機能していないと考えられる。

問3：石灰岩の地層から海洋性の動物化石が産出していることから、過去にどのようなことが起きていたかを次の選択肢から選ぶ。

- ①昔、人が海からここへ魚介類を運んだ。 ②昔、大波によって海洋生物が内陸に打ち寄せられた。  
 ③当時ここは海面下にありその後海が後退した。④海になる前はいくつかの動物はかつて陸地にいた。  
 問3の出題意図は、自然現象を地学的知識を用いて科学的に説明できることを評価しようとした。

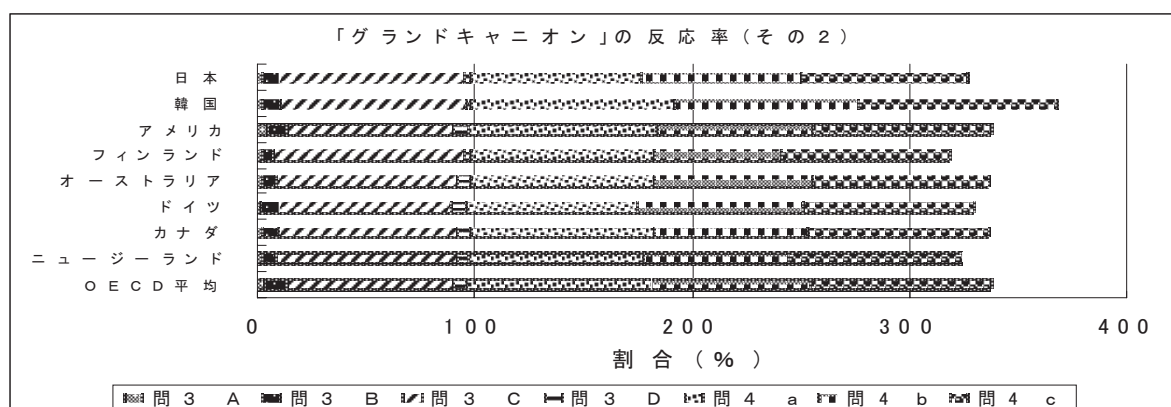


図4 問題「グランドキャニオン」の国別の反応率(問3～問4)

正答は、③で日本の生徒の84%が正しく答えているが7%が②に反応している。わが国でこれに関する内容は、問2と同様に小・中学校の理科で取り上げている。この問題の習熟度レベルは2である。  
 問4：次の①～③の3つの内容について、自分の考えに当てはまるものを「全くそうだと思う」「そうだと思う」「そうは思わない」「全くそう思わない」の中から1つ選ぶ。

- ①化石に関する体系的な調査研究は重要だ。
- ②国立公園をダメージから救うために何をすべきか、科学的根拠に基づくべきだ。
- ③地層の科学的調査は重要だ。

日本の生徒の反応率(「全くそうだと思う」「そうだと思う」の合計)は、①が78.3%、②が73.2%、③が76.7%であった。この問題は、「態度」面の「科学的な探究の支持」の分類に含まれている。

①については、OECD平均が84.7%であるのに対して日本は78.3%、②は日本とOECD平均は73.2%と72.5%のほぼ同率、③はOECD平均が84%に対して日本は76.7%であった。①と③のように日常生活と直接関わることがないように見えることへの支持がもっと増えることが望ましいと考えられる。

#### 4. 生徒の科学に対する態度

PISA 2006では、生徒質問紙で「科学的探究の支持」「理科学習者としての自己信頼」「科学への興味・関心」「資源と環境に対する責任」の4領域において生徒の態度と取り組みに関するデータを収集している。ここでは、次の2つの項目を取り上げる。

##### (1) 科学における自己効力感

生徒の自己信頼感を明らかにするため、生徒が課題などを効率よく処理し、困難に打ち勝つ能力を信じることによる「科学における自己効力感」という尺度を設定している。

この調査では、以下の8項目について自分自身でするとしたらどの程度できると思うかを、「簡単にできる」「少し努力すればできる」「とても大変である」「できない」の選択肢から1つ選ぶのである。

- A：地震が頻繁に発生する地域とそうでない地域があることの理由を説明する。
- B：健康問題を扱った新聞記事を読み、何が科学的な問題であるかを読み取る。
- C：食品ラベルに表示されている科学的な説明を理解する。
- D：環境の変化がそこに住む特定の生物の生存にどのように影響するかを予測する。
- E：ゴミ捨てについて、何が科学的な問題なのかが分かる。
- F：病気の治療で使う抗生物質にはどのような働きがあるかを説明する。

G：酸性雨の発生の仕方に関して2つの説があった時に、そのどちらが正しいかを見極める。  
 H：火星に生命体が存在するかについて、これまで自分で考えていたことが、新発見によりどう変わってきたかを議論する。

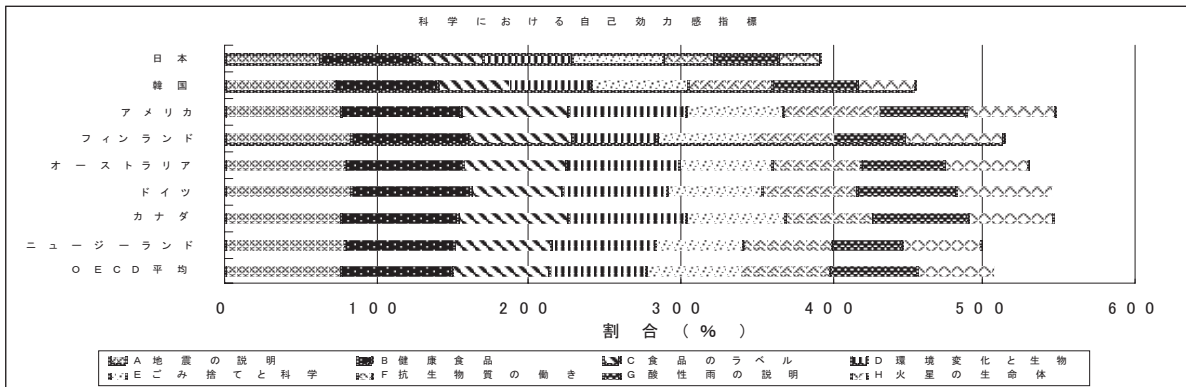


図5 生徒の態度面に関する調査「科学における自己効力感」

図5は、「簡単にできる」「少し努力すればできる」と回答した生徒の割合を示したものである。この内、日本の生徒はAの地震の説明、Cの食品のラベル、Fの抗生物質の働き、Gの酸性雨の説明、Hの火星の生命体についてはいずれもOECD平均を10%以上下回っている。項目B、F、G、Hの反応率は50%以下で、中でもFは33%、Hに至っては26%という低い状況である。

これらの内容は、説明や予測あるいは議論をする以前にこれら項目に関してどの程度興味・関心を持っているかが問題であると考えられる。

(2) 科学に関する全般的な興味・関心についての調査

ここでは、次の8項目についてどれくらいの興味・関心があるかを「高い」「中くらい」「低い」「全くない」の選択肢で回答を求めた。

- A：ヒトに関する生物学      B：天文学に関する話題      C：化学に関する話題
- D：物理に関する話題      E：植物に関する生物学      F：科学者が実験を計画する方法
- G：地質に関する話題      H：科学的な説明を求められること

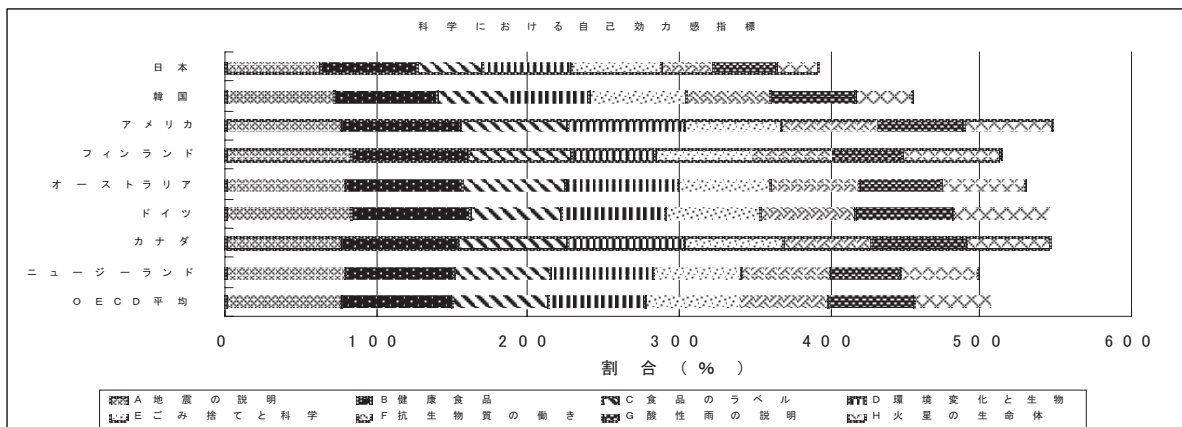


図6 生徒の態度面に関する調査「科学に関する全般的な興味・関心」

図6は、「高い」「中くらい」と回答した生徒の割合を示している。日本の生徒の反応率が50%以下のものは、D物理の話題は40%、F科学者の実験計画は34%、G地質学の話題は33%、H科学的な説明は25%であり、これらはいずれもOECD平均より低い割合となっている。日ごろの学習や生活経験

のなかでこのような話題を取り上げることが大変少ないことの現われともいえるのではないか。

## 5. 理科の学習環境

ここでは、1つには生徒質問紙により理科の様々な授業に関する生徒の認識を調査し、2つ目には学校質問紙で学校が行う科学の学習、環境学習、職業準備のための学習などの実施状況を調査している。その中で、環境学習を促進するために学校が行う様々な活動の程度についての調査を取り上げる。

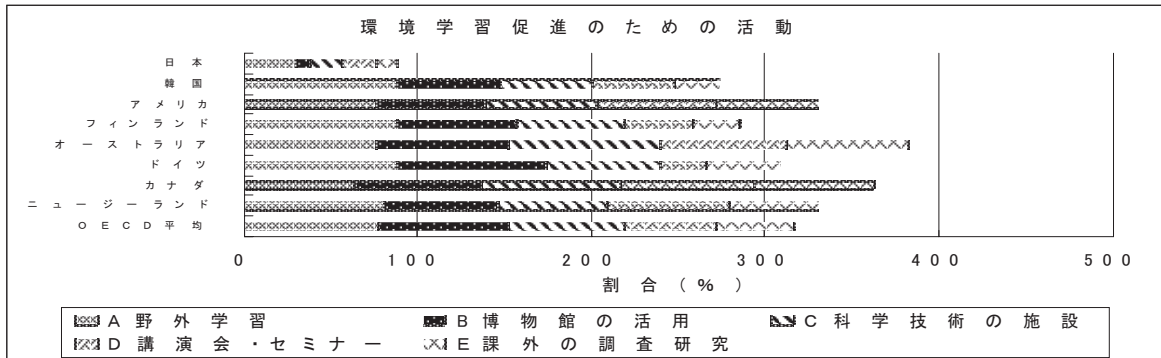


図7 学校質問紙での「環境学習を促進するための様々な活動」の調査結果

この調査では、次の5つの項目に関する活動を行っている学校の割合を集計した。

- A：野外学習    B：博物館への訪問    C：科学や科学技術の諸施設への訪問  
 D：講演会・セミナー（講師を呼んで）    E：課外での環境プロジェクト（調査研究を含む）

図7から分かるように、日本の実施状況は5つの項目を合わせても100%に満たない。OECD平均は5つの項目をあわせると300%強である。日本で最も実施率が高い項目は、野外学習で30%、博物館への訪問は僅かに8%、他の項目はいずれも10%台である。

いずれにしてもこれら活動の日本の実施状況はデータを取った参加国中最下位である。

## 6. 環境学習のあり方を改善する視点

### (1) 観察結果における科学的表現力を高めること

「温室効果」の問題で2つのグラフの相違点を見つけそれを説明することができない生徒が57%いる。環境学習では、継続的な観察・観測に基づく複数のデータを比較しそれら類似点や相違点を考察する力が必要である。

このことから身近な自然環境についての観察、測定、データのまとめ、グラフ化など一連の科学的表現に関わる活動を随所で取り上げて子どもの状況に応じた適切な学習を展開することが大切であろう。

この内容と関連して、中学校理科第2分野に「自然と人間」の単元があるが、その展開はややもすると知識習得型の学習に終始しがちである。ここでは、例えば身近な地域の気象データに関してはインターネットだけに頼らず、学校での気象観測の結果を表やグラフにまとめ季節や天気による特徴、日較差など基礎的なことは実際に自分たちで確かめることが必要である。

次期学習指導要領（理科）では小・中学校の段階で科学的な見方考え方と関わって観察、関係付け、条件制御、推論、分析・解釈、判断という科学の方法が一層高められるようになっている。このことが形だけのものでなく実際に身に付ものとなるためには基礎的なことは自分自身でやること、教師がそのような指導計画を持てるようにしなければならない。

### (2) 日ごろの教育実践で科学的リテラシーを高める場を用意すること

記述式の問題における「無答率」が25%に達する問いがいくつも存在することは、問題の意味が理解できない、興味・関心のなさ、学習意欲の欠如など科学的リテラシーの不足が挙げられる。

また、生徒の態度面の「自己効力感」「興味・関心」の調査においてその反応率がOECD平均を下回るものがいくつかあり、「環境学習を促進する場」に至っては参加国中で最低であった。

一方、理科の目標の記述には「目的意識をもって観察実験などを行い、科学的に調べる能力と態度を育てる」とあるが、実際に実験・観察のデータを取った後でデータの確かさ、それが意味するもの、データのグラフ化、事実と推論の区分けなどを十分に検討する時間や場を保障しているであろうか。

現行の学習指導要領がスタートした時点で、「教える教育」から「自ら学び考える教育」へ転換したはずである。日ごろの教育実践において、例えば知識の獲得と気づき考えることのバランス、科学技術の内容と日常生活との関わり合い、学習者に応じた科学技術を学習できる場の設定などを学校全体、地域社会で考えていくことも大切であろう。

### (3) 自然体験や野外学習のあり方を見直すこと

「グランドキャニオン」の問題では、日常生活や旅先でしばしば出合う自然事象の科学的見方や考え方が問われている。

この内容に関わることは小・中学校理科で学習してきているが、理科で学習したことを実際の事象に当てはめて考える習慣ができていないと考えられる。折角自然体験をさせても足早に見て回ったり、一方的な事象の説明を受けたりするだけでは、自然の美しさや巧みさなどを感じ取ったり、ましてや自然を大切に思ったりする気持ちをもたせることは難しいであろう。

自然体験では、まず自然の美しさや素晴らしさ、自然の仕組みや営みの巧みさなどから感性を豊かにし、自然を大切に思う心を育むように仕向けていきたいものである。

## 7. おわりに

PISA 2006のわが国の調査は、2006年6月～7月に、義務教育を終了する15歳児（わが国で高等学校1年生）を対象に実施された。したがって、調査結果には中学校までの学習結果が反映されていると思われる。

このことからPISA 2006の「科学的リテラシー」の結果を見てわが国の小学校から中学校までの理科教育や環境教育の学習のあり方を検討することは幼児から成人に至るまでの幅広い段階での教育の改善や見直しにつながるのである。

日ごろの教育実践を改革するにあたって、個人的な体験や感想などに左右されることなく、このような実証的なデータを拠り所として検討することが大切なことである。

本稿では、理科の環境学習を進めるにあたってそのいくつかの改善の視点を示した。

### 【参考・引用文献】

- 国立教育政策研究所(2007)：PISA 2006年調査 評価の枠組み OECD生徒の学習到達度調査2006年調査国際結果報告書 ぎょうせい 1-38
- 国立教育政策研究所(2007)：生きるための知識と技能, OECD生徒の学習到達度調査 (PISA), 2006年調査国際結果報告書 ぎょうせい 1-169
- 中央教育審議会教育課程部会 (2007) 教育課程部会におけるこれまでの審議のまとめ(案) 1-146
- 文部省 (1998) 小学校学習指導要領 1-97
- 文部省 (1998) 中学校学習指導要領 1-104
- 養老猛司ほか監修 (2006) 小学校理科6上 1-102 教育出版
- 養老猛司ほか監修 (2006) 小学校理科6下 1-46 教育出版
- 細谷治夫ほか監修 (2006) 理科1分野 上 1-141 教育出版
- 細谷治夫ほか監修 (2006) 理科1分野 下 1-127 教育出版
- 細谷治夫ほか監修 (2006) 理科2分野 上 1-137 教育出版
- 細谷治夫ほか監修 (2006) 理科2分野 上 1-145 教育出版