

OECD生徒の学習到達度調査 (PISA)

<調査問題例>

平成12(2000)年5月

国立教育研究所内

OECD-PISA 調査プロジェクトチーム

はしがき

経済協力開発機構（OECD）は、各国の教育制度や政策を様々な側面から比較するために 1980 年代後半から進めている「教育インディケータ事業（INES Project : Indicators of Education Systems）」の一環として、OECD 独自に PISA (Programme for International Student Assessment) と呼ばれる国際的な学習到達度に関する調査を実施することとなった。日本も PISA 調査に参加することとし、国立教育研究所が国内調査の実施を担当することとなった。

PISA（ピザ）調査は読解力、数学、理科の 3 分野についての学習到達度調査を、2000 年、2003 年および 2006 年の 3 回にわたり実施する予定にしている。それぞれの本調査の前年には調査問題等の確定のために予備調査を実施することとなっている。

PISA 調査は、多くの国で義務教育を修了する 15 歳児が、社会に参加していく上で必要となる知識や技能をどの程度身につけているかを、OECD 加盟国政府が中心となって可能な限りの専門家の知恵を絞りながら共同して進めていくプロジェクトであり、これまでの学力等に関する国際比較調査とは異なった特徴が見られる。

本書においては、第 1 部で PISA 調査の全体計画を含む概要、特徴および評価する分野の概要を紹介し、第 2 部では 1999 年に実施された予備調査の中から国際的に公表が認められた例題を紹介する。なお、各問題、特に記述式の問題は国際的に定められた採点基準にもとづいて採点される。

PISA 調査の実施にあたっては、当研究所内に PISA 調査のプロジェクトチームを組織し全所的に取り組んできている。また、国内専門委員会を組織し外部の専門家からの助言指導を仰ぐとともに、東京工業大学教育工学開発センターの牟田博光センター長をはじめとする先生方には、国際センターからの委嘱に基づく調査実施状況調査をお願いしている。さらに、OECD との連絡調整面では文部省学術国際局国際企画課および国内調査等に関しては文部省大臣官房調査統計企画課と連携を密に取りながら進めている。

平成 12 年 5 月

OECD・PISA 調査総括責任者
渡 辺 良

目 次

第 1 部：PISA 調査の概要、特徴および評価分野の内容

1. PISA 調査の概要

1) 調査の意義	1
2) 調査の目的	1
3) 調査の参加国.....	1
4) 調査の内容.....	2
5) 調査のサイクルと実施年.....	2
6) 調査対象.....	2
7) 調査規模.....	3
8) 調査の国際的実施体制.....	3
9) 日本国内の調査実施体制.....	3

2. PISA 調査の特徴..... 5

3. PISA 調査で評価する分野の概要.....	9
1) 読解リテラシー(読解力)の定義.....	10
2) 数学的リテラシー(数学)の定義.....	14
3) 科学的リテラシー(理科)の定義.....	16

第 2 部：読解力、数学、理科の例題

1. 読解力	21
2. 数学	41
3. 理科	55

付録 1：国立教育研究所内 OECD - PISA 調査プロジェクト・チーム.....	70
---	----

第 1 部：PISA 調査の概要、特徴および評価分野の内容

1. PISA調査の概要

1) 調査の意義

国際的な調査を行い、比較可能な指標を開発することにより、様々な国の生徒がどのくらいの水準にあるかについての情報を提供してくれると同時に、教育を改善しその効率・効果を高めるための方向性、示唆などを得ることができる。すなわち、PISA 調査を実施することにより、教育システムの管理運営に携わっている学校教育関係者ばかりでなく、生徒、保護者、さらには広く国民にとっても、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などが、どの程度身につけているかを国際的な水準に照らして知ることができる。

また、調査の結果から、自国の教育システムの成果が他の国に比べてどのような状況になっているかについての情報を得ることができ、国の教育政策や教育実践等に生かすことができると同時に、各国でそれぞれの教育システムの効率・効果を恒常的・定期的に評価していく際の基礎となる情報を提供してくれる。

2) 調査の目的

PISA 調査では、社会・経済生活に完全に参画し、生涯にわたる学習者となれるような知識や技能がどの程度身についているかを評価する。主要な科学的概念の習得のようなものは学校カリキュラムの一部であるが、PISA 調査で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る。そこで、生徒がそれぞれ持っている知識や経験をもとに、それらを積極的に考え活用し、自らの将来の生活に関係する課題に適用する能力があるかどうかをみてみようとするものである。

また、PISA 調査の主要な目的の一つは、定期的に国際的な調査を行うことにより、生徒の学習到達度に関する政策立案に役立つ指標を開発することにある。具体的には、生徒の知識・技能・能力に関する基礎指標(Basic Indicators)、知識・技能などが社会経済的・教育的要因などとどのように関係しているかに関する状況指標 (Contextual Indicators) および数回にわたる調査によって得られる変化指標(Trend Indicators)の3つの指標を開発する事を目指している。

3) 調査の参加国

PISA 調査には、OECD 加盟国であるオーストラリア、オーストリア、ベルギー、カナダ、チェコ、デンマーク、フィンランド、フランス、ドイツ、ギリシャ、ハンガリー、アイスランド、アイルランド、イタリア、日本、韓国、ルクセンブルグ、メキシコ、オランダ、ニュージーランド、ノルウェー、ポーランド、ポルトガル、スペイン、スウェーデン、スイス、トルコ、イギリス、アメリカのほか、非加盟国のブラジル、中国、ラトビア、ロシアの32か国が参加している。(OECD 加盟国のトルコは他の国に1年遅れた2001年に本調査を実施する予定であったが、延期の予定。)

4) 調査の内容

調査では読解力、数学、理科の3分野についてのテスト問題をもとに調査を実施することとしている。国際的に開発された調査の枠組みに関する文書では、読解リテラシー(Reading Literacy)、数学的リテラシー(Mathematical Literacy)および科学的リテラシー(Scientific Literacy)の3分野について、国際的に共同開発された問題をもとに学習到達度調査を実施する事となっている。‘リテラシー’という用語は、評価しようとする知識、技能、能力の幅の広さを表すために用いられている。調査問題は、それぞれの分野で調査対象段階の生徒が身につけておくべき知識の内容や構造、行うべきプロセス、および知識や技能が応用される状況をもとに開発している。それぞれの分野について、個人あるいは対象集団のレベルが得点の形で連続尺度の中に位置付けられるが、‘literate’と‘illiterate’の間に一線を画す事はなく、生徒のパフォーマンスを複数の尺度によって示すことにしている。

同時に、調査では学校の置かれている状況および生徒の属性等に関する学校質問紙および生徒質問紙も実施する。

なお、本稿では読解リテラシー、数学的リテラシーおよび科学的リテラシーという用語は、特に定義等の説明上厳密な用語の使用が必要な場合にのみ使用し、それ以外の場合にはそれぞれを便宜上、読解力、数学、理科と呼ぶこととする。

5) 調査のサイクルと実施年

このPISA調査では、調査を3つのサイクルに分けて行うこととし、第1サイクルの本調査を2000年、第2サイクルを2003年、第3サイクルを2006年と、3回にわたり読解力、数学、理科の三分野を取り上げて本調査を実施する(2000年については読解力が中心、2003年は数学が中心、2006年は理科を中心に調査を実施する)。なお、それぞれ1年前の1999年、2002年、2005年には調査問題確定のための予備調査を実施する。

6) 調査対象

国際的に多くの国で義務教育の修了する、15歳児を対象として調査を実施する。なお、国際的な調査対象集団は調査時期との関係で規定されており、規定では第1サイクルの本調査については、2000年4月に本調査を実施する国の対象集団は1984年1月から12月に生まれたものとなっている。国際的な規定で、学年始めの3か月間は調査を実施することができないこととなっているため、日本での本調査は7月に実施することとしている。このため、日本の調査対象集団は、第1サイクルについては1984年4月から1985年3月に生まれたものとなり、高等学校1年生が調査対象となる。したがって、日本では高等学校1年生を対象として、第1回の本調査は2000年7月の実施を予定している。

7) 調査規模

各国とも国際的な対象集団の規定に基づき15歳児が在籍している全国の学校から層化比例抽出した150校で調査を実施し、それぞれ4,500人から一万人を超えるデータを収集することとなっている。日本は、国際的な規定をもとに全国の全日制高等学校から150校を学校設置者別および大学等進学率別等に層化比例抽出し、本調査を実施し約6,000名のデータを収集する予定にしている。予備調査については、各国約30校で実施する。

8) 調査の国際的实施体制

PISA 調査を実施するために下記の委員会等が設けられている：

- ①参加国委員会（BPC：Board of Participating Countries）：調査に参加する国の委員で構成され、調査に関わる全般的な諸問題について検討する委員会。日本は現在、副議長を務めている。
- ②執行委員会(Executive Group)：BPCの議長、副議長（3名）、OECD 代表 から構成され、BPCに代わって緊急事項の検討等を行う。
- ③国際調査コンソーシアム：第1サイクルの調査については、オーストラリア教育研究所(ACER)が OECD との契約に基づき、PISA 調査の国際センター(International Project Centre:IPC)として国際的に調整を図って調査の実施に責任を負っている。また、ACER が代表機関となり、オランダ教育測定研究所(Cito)、アメリカの調査会社 Westat および Educational Testing Service(ETS)、日本の国立教育研究所（NIER）がコンソーシアムを組んで協力しながら国際的な調整・実施に当たっている。
- ④技術諮問委員会(Technical Advisory Group)：調査実施上の技術的な事柄について助言・指導する委員会。
- ⑤専門家委員会 (Functional Expert Group)：調査の内容領域について助言・指導する。読解力、数学、理科の各領域及び学校・生徒質問紙の各委員会が設置されている。
- ⑥各国調査責任者（NPM：National Project Managers）：調査を実施する参加各国の責任者。
- ⑦国内委員会 (National Committee)：各国に設けられた調査のための委員会。

9) 日本国内の調査実施体制

文部省、国立教育研究所および東京工業大学が連絡・調整・協力しながら、既に調査の準備を進めてきている。国立教育研究所は所内に OECD-PISA 調査プロジェクト・チームを組織

して国内調査の実施を担当し、東京工業大学教育工学開発センターは学校における調査の実施状況調査等を担当している。国際的な枠組み・方針あるいは手順をもとに、国内の専門家の助言等を受けながら調査の準備を進めると共に、都道府県教育委員会・学校等の関係機関の協力を得て調査を進めている。

PISA 調査の全体計画は、表 1 に示すとおりである。

表 1：OECD－PISA の計画全体の概要

年	OECD－PISA の予定概要
1997 年 (平成 9 年)	調査概要の検討；契約機関の決定；BPC 会合
1998 年 (平成 10 年)	第 1 サイクル調査計画・内容の検討；予備調査用標本抽出；予備調査用問題の翻訳等 BPC・NPM 会合
1999 年 (平成 11 年)	予備調査の実施 ；データファイル作成・分析；予備調査国内結果報告書作成；本調査 用項目確定作業および翻訳等；本調査用標本抽出；BPC・NPM 会合
2000 年 (平成 12 年)	本調査の実施（読解力中心） ；データファイル作成・分析；本調査国内結果報告書作成； BPC・NPM 会合
2001 年 (平成 13 年)	OECD による国際報告書刊行；国際報告書翻訳・刊行；追調査及び調査データの相 関分析等； 第 2 サイクル調査計画・内容の検討；調査の枠組みの翻訳・検討作業；予備調査用標 本抽出作業；予備調査用問題の翻訳等；BPC・NPM 会合
2002 年 (平成 14 年)	予備調査の実施 ；データファイル作成・分析；予備調査国内結果報告書作成；本調査 用項目確定作業および翻訳等；本調査用標本抽出；BPC・NPM 会合
2003 年 (平成 15 年)	本調査の実施（数学中心） ；データファイル作成・分析；本調査国内結果報告書作成； BPC・NPM 会合
2004 年 (平成 16 年)	OECD による国際報告書刊行；国際報告書翻訳・刊行；追調査及び調査データの相 関分析等； 第 3 サイクル調査計画・内容の検討；調査の枠組みの翻訳・検討作業；予備調査用標 本抽出作業； 予備調査用問題の翻訳等；BPC・NPM 会合
2005 年 (平成 17 年)	予備調査の実施 ；データファイル作成・分析；予備調査国内結果報告書作成； 本調査用項目確定作業および翻訳等；本調査用標本抽出；BPC・NPM 会合
2006 年 (平成 18 年)	本調査の実施（理科中心） ；データファイル作成・分析；本調査国内結果報告書作成； BPC・NPM 会合
2007 年 (平成 19 年)	OECD による国際報告書刊行；国際報告書翻訳・刊行；追調査及び調査データの相 関分析等； BPC・NPM 会合
2008 年 (平成 20 年)	追調査および分析評価報告書の刊行 BPC・NPM 会合

BPC：Board of Participating Countries(参加国委員会)

NPM：National Project Managers(各国調査責任者)

2. PISA調査の特徴

PISA調査では、生徒を対象とした読解力、数学、理科の問題と生徒質問紙のほか、学校長には学校質問紙への回答も求められるが、調査実施面での簡略化を図るために他の国際比較調査で実施されている教師に対する質問紙調査は実施されない。なお、実施上の理由から、2000年に行なわれる第1サイクルの本調査では、筆記用具とテスト用紙を使用するが、以後のサイクルでは、コンピュータの利用などペーパー・ペンシル・テスト以外の調査形式の採用も積極的に検討することになっている。

＜学校カリキュラムの位置付けと国際比較＞

PISA調査の目標は、学校での生活がまだ大半を占めている年齢の子どもたちを対象に、各教育システムが蓄積してきた成果を評価することであるため、職業教育を含む何らかの教育機関において教育プログラムを受けている15歳児に絞って調査する。各国で基本的に4,500～10,000名の生徒を対象として調査が実施され、これにより、信頼できるデータが確保され、それをもとに、生徒の多様な特性・状況に応じて、結果を詳細に国際的に比較分析することが可能となる。

調査で取り上げる、読解力、数学、理科の各分野は学校教育の教科・科目に対応しているといえるが、PISA調査は、特定のカリキュラムの内容を生徒がどの程度習熟しているかを調べるのが主目的ではない。目標としているのは、各分野について、成人としての生活を送っていく上で必要な、より広い知識・技能を若年層がどの程度習得しているか評価することである。したがって、カリキュラムをまたがる、あるいは教科横断的な能力の評価も、PISA調査の不可欠な部分となっている。このように目標を広く設定した形で調査を実施する最も重要な理由としては、以下が挙げられる。

第一に、特定の知識の習得は学校での学習では重要であるが、その知識を成人社会で応用できるかどうかは、より広い概念や技能を個人が習得しているかどうかにより大きく依存しているからである。読解力では、図表を含む書かれた素材の解釈を深め、テキストの内容と質を評価する能力が中心的な技能である。数学では、毎日の生活で必要とされる数学的技能の点から考えると、慣れ親しんでいる教科書にみられるような問題に解答する能力よりも、数量的な解釈ができ、関係や従属関係を明らかにできることのほうが重要である。理科では、成人社会でいま議論になっている科学的な問題を考えると、植物や動物の名前などの特定の知識をもっていることよりも、エネルギー消費、生物の多様性、人間の健康など、より広範な概念や主題を理解することのほうが価値がある。

第二に、国際的な調査でカリキュラムの内容をもとに問題を絞ると、取り上げられる事柄が、全てないしほとんどの国々に共通のカリキュラム要素だけに限定されてしまうからである。これでは多くの妥協を余儀なくされるとともに、他国の教育システムの長所や改善の方策について学ぼうとしているような政府にとっては、その調査結果は範囲が狭すぎてあまり価値のないものとなる。

第三に、生徒が必ず発達させるべき、広範で総合的な技能というものの存在があげられる。これらには、コミュニケーション能力、順応性、柔軟性、問題解決能力、情報テクノロジーの利用が含まれる。このような技能はカリキュラムにまたがって発達し、これを評価するには、学校カリキュラムに必ずしもとらわれない視点が必要となる。

PISA 調査の考え方の根底には、常に変化する世界にうまく順応するために必要とされる新たな知識や技能は、生涯にわたって継続的に習得していかなければならない、という生涯学習のダイナミックなモデルがある。子どもたちは、成人としての生活を送っていく上で必要とされることのすべてを学校から学ぶことはできない。そこで、今後の人生において生涯に渡って常に学習していける学習者となることが必要とされ、そのために生徒が習得しなければならないことは、読解、数学、理科など鍵となる分野についての確固たる基礎である。生徒は、自分自身の学習を構成して制御し、個人あるいは集団で学習し、学習過程で直面する困難に打ち勝つことができるようになる必要がある。それには、自分の思考過程、および学習の方策や方法を知る必要がある。さらに、人々が一緒に働き相互に依存する状況では、別の知識をさらに学習したり習得することがますます増えてくる。このような側面を評価するため、自己制御に基づく学習を生徒がおこなっているかについての情報を得るための設問の開発も PISA 調査の一部として進められる予定になっている。

PISA 調査は、読解力、数学、理科について 15 歳児の知識や技能を国際的に調査する一回限りの調査ではなく、3 年ごとに各分野のデータを収集する継続的な調査である。長期にわたる調査により、様々な国で、人口統計上は様々なグループに属する生徒について、その知識と技能の傾向をモニターするための大量の情報が収集される。各回の調査では、一つの分野が詳細に調査され、テスト合計時間の 3 分の 2 がその分野に当てられる。この「主要」分野とは、2000 年が読解力、2003 年が数学、2006 年が理科である。このサイクルにより、各領域の到達度が徹底的に分析されることになる。

<調査問題と解答形式>

調査は、様々な種類の問題から構成されている。問題の一部は「クローズド」で、正解は一つであり、生徒は、これと直接比較できる簡単な解答を選択または作成するよう要求される。これ以外の問題はより「オープン」で、生徒は自分で作り上げた解答を示すように要求されるので、従来他の調査で調べられてきたよりも、より広範な構成を測定できる設計とな

っている。さらに高度な段階の技能は、しばしば自由記述式問題により調査されるが、これはPISA調査の重要な点である。この種の問題をどの程度使用するかは、予備調査においてこの方法がどの程度信頼性のあるものかが明らかになり、また一貫性のある採点形式を各国で採用できるかにより決定することとされたが、1999年に各国で行なわれた予備調査の結果ではかなり信頼性ある結果が認められている。自由記述式問題の使用は、PISA調査の第1回サイクルでは比較的限定した形で行なわれるが、今後のサイクルでは益々その重要性が高まると考えられる。

調査で用いられるテスト問題は、素材と呼ばれる文章、図形、表などを提示し、それをもとにした複数の設問から成る。これはPISA調査において使われる問題の重要な特徴であって、各問題が全く別々の文脈で提示される場合より、より詳細な質問へと進むことができることになる。これにより、生徒が素材を理解する時間を短くできると同時に、複数の側面の能力を評価することができる。

全体的に、PISA調査で使用する問題は、たとえば、国際教育到達度評価学会（IEA）の第3回国際数学・理科教育調査（Third International Mathematics and Science Study：TIMSS）などの国際比較調査で使用した問題とは、かなり異なっているように見える。IEAのTIMSSでは、学校で学習した内容に基づいた短い選択肢式問題が中心であった。たとえば、一部の理科の問題は、簡単な知識（たとえば、昆虫の足の本数や体の部位を答える）や、知識の単純な操作（たとえば、金属、木製、プラスチックのさじを熱湯に15秒間浸したとき、最も熱く感じるのはどれか答える）を要求するだけの問題である。これに対して、PISA調査の問題は、一般的に、様々な知識と能力を組み合わせ、結論を積極的に評価するよう要求し、正解は一つではないこともある。

PISA調査の結果は、各分野の到達度のスケールに位置付けた成績のレベルとして報告される。テスト問題から構成される基準に基づいて測定することにより、生徒が各レベルで示した能力を説明する手段が提供される。つまり、各スケールの任意のレベルで、生徒が知っていることとできること（それ以下ではできないこと）を説明することができる。比較的簡単なレベルの理解を要する問題だけでなく、より高い段階の思考技能を要する問題を含むことにより、スケールはより広範な能力にまたがったものとなる。

各生徒の受けるテストの時間はそれぞれ2時間であるが、調査ではテスト問題としては約7時間分に相当する情報が収集される。その方法として、テスト問題全体をいくつかの異なるブロックに分割しローテーションと呼ばれる組み合わせを行い、各ブロックの問題をそれぞれ統計的分析を行う上で十分な人数の生徒に配布する。これにより、それぞれの参加国で特徴のある生徒集団別（男女別、社会・経済的背景別など）に、すべての問題の解答を得ることができ、到達レベルについて適切な評価を行うことができる。

＜質問紙調査＞

PISA調査では、生徒の家庭環境や学習条件および学校が置かれている背景的な情報を収集するため、生徒と学校長に、それぞれ20～30分で完了する生徒質問紙および学校質問紙に回答することを求めることとしている。これらの質問紙は、読解力、数学、理科のテストの結果の分析を生徒や学校の幅広い特性に照らして行うための重要な手段となるものである。

両質問紙により、次の情報を収集することになっている。

- 生徒とその家族の背景（経済的・社会的・文化的な背景・状況を含む）。
- 生徒の生活の諸側面（生徒の学習姿勢、学校と家庭環境内での習慣と生活など）。
- 学校が置かれている状況（学校の人的・物的資源、管理形態、意思決定過程など）。
- 教育・学習環境・条件（施設の構造、学級規模、学校運営への保護者の関与度を含む）。

生徒質問紙および学校質問紙を開発し実施することの狙いは、調査問題の結果を政策の企画立案に資する形で分析可能とするための基礎情報を収集することにある。また、これらのほかにOECDが持っている他の資料や事業の成果から得られる情報とを合せると、次のことを国際的に比較することが可能になる。

- 生徒の学習到達度やその成果の違いと、教育システム・教育の背景条件の差異とを比較すること。
- 生徒の学習到達度やその成果の違いと、カリキュラムの内容・教育のプロセスの違いを比較すること。
- 生徒の成績と、学校の規模や施設など学校側の要因との関連を考察するとともに、各国間にみられる違いについても考察すること。
- 教育システムおよび国の置かれている背景・状況が、生徒の到達度の違いに関連があるかを考察すること。

なお、生徒質問紙・学校質問紙から収集される国別の情報は、PISA調査が利用できる情報量全体の一部にすぎない。教育システムの全般的な構造を説明する指標（人口統計的および経済的背景 — たとえば、教育経費、生徒数、教育の対費用効率、学校と教師の特性、授業の進め方、および教育の労働市場での成果を示す指標）の多くは、既にOECDで日常的に作成し、使用しており、これらも加味して分析を行う予定にしている。

3. PISA調査で評価する分野の概要

表2は、読解力、数学、理科の各専門家委員会で草案を作成し各国で検討の上、採択され第1サイクルのPISA調査で用いられる、テストを実施する三つの分野についての分野の定義、およびテスト問題の特徴付ける諸側面の構成をまとめたものである。

表2： PISA調査の三分野の定義と問題で扱う諸側面

分 野	読 解 力	数 学	理 科
定 義	自らの目標を達成し、自らの知識と可能性を発展させ、社会に参加するために、書かれたテキストを理解、利用、評価すること。	個人が、建設的な、思慮深い、判断力のある市民として、その個人の現在および将来の生活で必要となる、世の中で数学が果している役割を理解する力、十分な基礎に基づく数学的判断を行う力、数学にたずさわることのできる力。	自然界および、人間の活動により自然界で起きる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、疑問を明確化し、証拠に基づく結論を引き出す能力。
問題で扱う 側面	異なる種類のテキストの読解。テキストには、類型(描写、叙述など)別に分類された連続型の散文と、構造別に分類された非連続型ドキュメントとがある。	数学的な内容－主として数学の「大きな考え」。第1回調査サイクルでは、変化と成長、空間と図形を用いる。今後のサイクルでは、確率、量的な推論、不確実性、従属と関係も用いる。	科学的概念－たとえばエネルギー保存、適応、分解など。物理学、生物学、化学などの主要な分野から選択され、エネルギーの利用、種の存続、物質の利用などにかかわる問題に応用される。
	異なる種類の読解作業の実行。特定の情報を取り出し、解釈を深め、テキストの内容や形式を評価する、など。	数学的な力量。たとえば、モデル化、問題解決など。次の三つの区分に分類される。 i) 手順の実行 ii) 関連付け iii) 数学的思考と一般化	科学的プロセス－たとえば、証拠の識別、結論の評価とコミュニケーションなど。前もって習得した(pre-set body)科学的な知識には依存しないが、科学的な内容がない場合は適用できない。
	異なる状況のために書かれたテキストの読解。個人的な興味、仕事での必要を満たすためなど。	個人、コミュニティ、世界に影響する問題など、異なる状況で数学を使用すること。	個人、コミュニティ、世界に影響する問題など、異なる状況で科学を使用すること。

三つの分野の定義では、社会に積極的に参加できる機能的な知識・技能に重点がおかれている。そのような参加には、他人や外から、たとえば雇用主などから、課せられた職務を実行できる、という以上のものが要求されるとともに、意思決定過程に参加する準備ができていることも意味するものとしている。このため、PISA調査で使用する、より複雑な問題では、生徒は、一つの「正解」しかない質問に答えるのではなく、与えられた素材や条件をもとに判断することも求められる。

PISA調査の枠組みに関する文書では、これらの定義をもとにテスト問題を開発し実施するために、各分野ごとにそれぞれの問題で扱う以下の三つの側面について説明している。

- 生徒が各分野で習得する必要がある知識の「内容」あるいは「構成」；
- 実行する必要がある、様々な認知的技能(cognitive skills)が求められる、幅広い「プロセス」；および
- 知識・技能の応用やそれが必要とされる「状況」あるいは「文脈」。

これらは、誰もが直面すると思われる様々な課題に必要となる幅広い技能について、生徒を評価するためのものである。ただし、上記三つの側面間の相対的な重要度については今後さらに検討が必要であり、1999年に行なわれた予備調査では、大量の問題をこの三つの側面について、様々な条件をもとに評価を試みた。これらの結果をもとに、多様な問題の採点・集計結果を、得点(scores)の形で整理するために最適な方法を今後検討していくこととしている。

三つの側面について、各分野はそれぞれ固有の方法で定義している。その背景には、読解と、数学・理科の間には違いがあり、読解は、それ自体がカリキュラムを超えた技能であり、特に中等教育ではそのことが要求され、また読解自体には明確な「内容」はないということがある。文の構造のような、構造的な特徴についての理解は重要かもしれないが、このような知識は、たとえば理科における幅広い諸原理・諸概念の習得とは、比較することができないからである。

次に、表2で示した三つの調査分野について、それぞれ詳細な定義および主な側面を説明する。具体的な問題例については、現時点では国際的な取り決めにより公表できないためにかなり抽象的な説明となることをあらかじめ断っておく。

1) 読解リテラシー（読解力）の定義

PISA 調査では、「読解リテラシー」という用語を広い意味で捉えている。調査対象国ではリテラシー技能を持たない若年層の成人はほとんどいないため、調査の枠組みでは、15歳児が実際に文章が読めるかどうかの技術的な意味での測定評価は行なわない。これは、中学校卒業時の生徒は、文章のような「連続型テキスト」および図表のような「非連続型テキスト」を幅広く読んでおり、これらを広く学校の内外の様々な状況に関連づけて、組み立て、展開し、意味を判断できるはずであるという考え方に基づいている。

読解リテラシー（読解力）の定義は、社会・経済・文化の変化に伴って変化している。学習、特に生涯学習の概念が広がった結果、読解リテラシーについての捉え方とその要求水準も拡大してきている。いまや読解のリテラシーとは、単に子どもが低学年の時に習得する能力ではなく、個人が様々な状況の中で、また周囲の人たちとの相互作用の中で、知識と技能

と方策とを組み合わせることで進歩していく能力であって、生涯を通じて形成し続けるものであると考えられている。

読解リテラシーについての認知論的な考え方によれば、読むことの相互作用的な性質と、解釈することの構築的な性質とが強調されている。読み手は、それまでの知識と、原文や状況からの手掛かり（多くの場合、社会的・文化的に共通している）をもとに、テキストから意味を汲み取る。一方、意味を構築する際の読み手は、様々な処理・技能・方策を用いて、理解を深め、点検し、それを保持する。連続型・非連続型の多種多様なテキストと相互作用をする状況に応じて、この読み手の行う処理やその方法は、状況と目的に合わせて変化していると思われる。

読解リテラシーについてこれまで実施された国際調査である I E A による読解力調査 (Reading Literacy Study) および O E C D の国際成人リテラシー調査 (The International Adult Literacy Survey : IALS) でも、読解が有する機能的な性質が強調されている。

I E A の読解力調査では、読解リテラシーを次のように定義している。

「社会が必要とすると同時に、あるいは個人にとって価値がある、書かれた言語形式 (written language forms) を、理解し利用する能力」

O E C D の国際成人リテラシー調査 (IALS) でも、読解リテラシーの有する機能性、特に、個人や社会の発展に寄与する可能性を強調している。IALS の定義では、言語上の形式よりもその情報に焦点をおいており、次のように定義している。

「印刷あるいは書かれた情報を利用して、社会で役割を果たし、目標を達成し、知識と可能性を発展させること」

読解リテラシーについてのこれらの定義は、社会的に必要とされ、あるいは個人的に価値があり、知識と可能性の発展を目的として、印刷または書かれたテキストを利用する読者の能力に焦点をおいている。これらの定義では、読解リテラシーとは、単なる解読 (decoding) や字義の理解 (literal comprehension) だけでなく、書かれた情報を理解し、実用的な目的にかなうように利用することとされている。しかし、これらの定義では、情報を理解または利用する際の読者の積極的かつ主導的な役割は強調されていない。したがって、PISA 調査で用いる読解リテラシーについての定義は、以下のとおりとすることとなった。

「読解のリテラシーとは、自らの目標を達成し、自らの知識と可能性を発展させ、社会に参加するために、書かれたテキストを理解、利用、評価すること」

この定義のより詳細な内容は、以下のとおりである。

(1) 定義文中の「読解のリテラシー」とは

「読解 (Reading)」よりも「読解リテラシー (Reading Literacy)」という用語を使用している。これは、一般の人々にこの調査の内容をより正確に伝えられると考えられるからである。「読

解」は、多くの場合、単に解説したり声に出して読むという意味で理解されるが、この調査の目的は、より広く、またより深く能力を測定することである。そして、ある範囲の状況の中で様々な目的で行われる読解の応用力に焦点がおかれている。歴史的に「リテラシー」という用語は、読者が知識を得るために用いる手段を意味してきた。この「リテラシー」は、非識字(illiteracy)と関連付けられたり、またはその社会で役割を果たすのに必要な最低レベルの技能という意味で用いられる場合が多いので、この用語だけでは不十分であるからである。ただし、「リテラシー」を手段あるいは道具として考えると、PISA調査で使用される「読解リテラシー」に意味が近いようにも思われる。それは、この調査は幅広く生徒をカバーしており、大学に進んで学問を追求する生徒、職業に就く準備として後期中等学校に進む生徒、また義務教育修了と同時に就職する生徒もいるからである。にもかかわらず、この生徒たちは、志望する進学先または職業に関係なく、それぞれのコミュニティに積極的に参加することを期待されているので、読解リテラシーが必要であるといえる。

(2) 定義文中の「理解、利用、評価」とは

「理解」(IEAの読解力調査の定義より)と「利用」(IEAの読解力調査およびOECDの国際成人リテラシー調査の定義より)に加えて、「評価」という語を追加している。これは、読解には相互作用的な性質があり、読み手は、テキストに連動して自分の考えや経験を呼び起こすという概念を強調するためである。また、評価するために、読者はテキストの内容について考え、それまでの知識や理解を活用したり、テキストの構造や形式を考える必要があるからである。

(3) 定義文中の「書かれたテキスト」とは

「書かれたテキスト」という語には、言語が使用された印刷物、手書き文章、電子表示された文章が含まれる。この中には、図、映像、地図、表、グラフなどの視覚的表現も含まれるが、映画、TV、アニメーション、言葉のない映像は除外される。これらの視覚的なテキストは、単独で、または連続テキストに埋め込まれて使用できる。書かれたテキストには、電子形式で表現されたテキストも含まれる。このようなテキストには、書かれたテキストとは構造や形式が異なるものもあり、別の読解手段が要求される場合もある。電子テキストについては、今後の調査サイクルで使うことが考えられるが、時間と利用手段の都合から今回の第1サイクルでは使用されない。PISA調査の定義では、国際成人リテラシー調査の定義にある「情報」ではなく、「テキスト」という用語が使用されている。これは、「情報」という用語では、文献を含めるのに十分でないと考えたからである。

(4) 定義文中の「自らの目標を達成し、自らの知識と可能性を発展させ、社会に参加するために」とは

この語句は、読解リテラシーが要求されるあらゆる状況(プライベートから公共的な状況まで、学校から職場や生涯教育まで、または積極的な市民活動まで)を網羅している。「目標を達成し、知識と可能性を発展させ」は、読解リテラシーにより個々の希望が実現できるという考え方を表している。ここで「希望」とは、学校の卒業や就職などの明確な希望とと

もに、豊かで継続的な個人生活や生涯教育という不確実ですぐには実現しない希望も含まれる。また、成人リテラシー調査で使用された「役割を果たす(function)」ではなく、「参加する(participate)」が使用されている。これは、読解リテラシーにより、人々が自分のニーズを満たすとともに、社会に貢献できることを示唆するためである。「役割を果たす」という表現は、狭い範囲の実用的な意味にとらえられるが、「参加する」には、社会的、文化的、政治的な関与が含まれる。また、「参加する」には、個人の自由・解放・エンパワーメントに向かうステップという重要な段階も含める。なお「社会」という用語には、社会的・文化的な生活とともに、経済的・政治的な生活が含まれると捉えている。

このように、読解リテラシーは、目的を達成するために、書かれたテキストを使用する個人の能力として定義されており、リテラシーのこの側面については、成人リテラシー調査などの過去の調査で十分に確立されているが、PISA調査では、さらに「アクティブ」な要素として、テキストを理解するだけでなく、テキストを評価し、自分自身の考えを引き出す能力も採り入れている。これらの考えをもとに、読解リテラシーは、次の側面をもとに問題を作成し評価が行なわれる。

- a) 読む素材(テキスト)の形式: 生徒の読解リテラシーに関する多くの調査では、文と段落から構成された「連続型テキスト」つまり散文に重点がおかれてきた。PISA調査では、さらに、表、記入用紙、グラフ、図など別の方法で情報を表現する「非連続型テキスト」を採り入れることとした。また、散文の形式を、叙述(narration)、提示(exposition)、論証(argumentation)などに区分する。このような区分は、個人は成人社会で幅広い書かれた素材に遭遇し、学校で一般的に読まれている限られた種類のテキストが読解できるだけでは不十分である、という考え方に基いている。
- b) 読解作業の類型: これは、効果的な読解を行うのに必要な様々な認知的技能の一つのレベルに対応し、調査で使用される問題の特性にも対応するものである。15歳児のほとんどの者は、基本的な読解技能をすでに修得していると考えられるので、PISA調査では、基本的な読解技能、すなわち読むことができるかどうかを評価することは行なわない。生徒は、情報の取り出し、テキストの包括的な理解、テキストの解釈、テキストの内容の評価、テキストの形式と特徴の評価を行うような問題に答えることにより、自分の熟達度を示すように求められる。
- c) テキストの用途—文脈あるいは状況: たとえば小説・個人の手紙・伝記は個人的な用途、公的文書や告示は「公的」用途、マニュアルや報告書は「職業的」用途、教科書やワークシートは「教育的」用途のために書かれている。このように区別する重要な理由は、生徒のあるグループは、ある内容よりも別の内容の読解の方が成績が良い場合があるので、PISA調査では様々な用途のための問題を幅広く含めるのが望ましいといえる。

2) 数学的リテラシー（数学）の定義

数学的リテラシーの分野は、生徒が、将来必要になる数学的能力を利用する力を扱うこととしている。これは生徒が、様々な領域や状況の中で、数学的問題を提起し、定式化し、解決することにより、自らの考えを効果的に分析し、推論し、コミュニケーションする力が必要であるということにかかわっている。

PISA調査における数学的リテラシーは次のように定義されている。

数学的リテラシーとは、個人が、建設的な、思慮深い、判断力のある市民として、その個人の現在および将来の生活で必要となる、世の中で数学が果している役割を理解する力、十分な基礎に基づく数学的判断を行う力、数学にたずさわることできる力である。

この定義のより詳細な内容は、以下のとおりである。

(1) 定義文中の「数学的リテラシー」とは

「リテラシー」という用語を用いた理由は、PISA調査が重点をおいているのは、従来の学校の数学カリキュラムで規定された数学の知識や技能ではない、ということを強調するためである。特に、PISA調査で強調している点は、判断と洞察が必要とされるような様々な状況のもとで、機能的な利用のできるような数学的知識である。もちろん、そのような使用ができるためには、学校教育で教えられる相当量の数学の基本的知識と技能が必要になることはいうまでもない。

(2) 定義文中の「世の中」とは

「世の中」という用語は、個人が生活している自然的、社会的および文化的背景を意味する。

(3) 定義文中の「たずさわる」とは

「たずさわる」という語句は、狭い意味での物理的または社会的行為だけを意味するのではない。この語句には、数学について、コミュニケーションしたり、ある立場に立ったり、数学と関連付けたり、吟味をしたり、さらには数学を楽しむことも含まれている。つまり上記の定義は、数学の機能的な使用だけに限っていると解すべきではなく、数学的リテラシーの定義では、数学の審美的および娯楽的な要素も含まれると捉えている。

(4) 定義文中の「現在および将来の生活」とは

「個人の現在および将来の生活」という語句には、コミュニティの市民としての生活とともに、同僚や親族との私生活、職業生活および社会生活が含まれる。

この数学的リテラシーの考え方が暗示する重要な能力は、様々な分野や状況の中で、数学的問題を提起し、系統立てて解決する能力である。状況には、純粋な数学の問題から、当初は明白な

数学的構造がない問題（つまり、問題の提起者または解決者が、数学的な構造を最初に識別する必要がある）まで含まれる。

また、この定義は、ある最低レベルで数学を知っていることだけでなく、全体の状況の中で数学を使用することに関連している。自信、好奇心、興味や自分と関連があるという感覚、行動したり事物を理解したいという欲求などの態度や感情は、PISA調査の数学的リテラシーの定義には規定していないが、その重要な前提条件である。原則として、このような態度や感情がその時点で心の中になくても、数学的リテラシーを有することは可能であると考えられる。ただし、実際には、数学的要素についての自信、好奇心、興味、行動や理解への欲求がない人が、ここで定義した数学的リテラシーを実際に使用することは無いようであると考えている。

PISA調査の目的に沿うため、数学的リテラシーの様々な側面を区別しておくことが有益であるが、PISA調査の数学分野を構成・整理するにあたり、二つの主要な側面と、二つの副次的な側面を扱うこととした。主要な側面とは次の二つである。

- 数学的な力量(competencies)
- 数学の大きな考え(big ideas)

また、副次的な側面とは次の二つである。

- 数学のカリキュラム的要素
- 状況と文脈

主要な側面は、評価の範囲を示しその範囲での習熟度を表せるようにするために用いられるものであり、副次的側面は選ばれた問題が評価しようとする範囲を十分に網羅し、かつバランスが取れているかを確認するために設けられたものである。

調査の枠組みでは、これら主要および副次的な4つの側面は組み合わせて単一の分類表を作るべきものではないと考えている。「数学の大きな考え」と「数学のカリキュラム的要素」の2つは、数学的内容を説明する分類としては相互に関連しているといえる。

「数学的な力量」とは、問題の解決、数学用語や数学的モデル化の使用のような、一般的な技能や力量であり、「数学の大きな考え」とは、「現実の」状況や前後関係の中で現れる、相関してつながりがある数学的概念の諸クラスターのことである。「数学の大きな考え」には、「偶然(chance)」、「変化と成長(change and growth)」、「従属と関係(dependency and relationships)」、「図形(shape)」のように、十分に確立されたものもある。数学的リテラシーの側面として「大きな考え」を選んだのは、これを用いれば数学を異なる主題に分割するような不自然なアプローチにならないという理由からである。

「数学のカリキュラム的要素」とは、多くの学校カリキュラムで実施されている学校数学の内容を表している。PISA調査では、その内容として、数、測定、見積り、代数、関数、幾何学、確率、統計および離散数学(discrete mathematics)が扱われる。PISA調査において、「数

学のカリキュラム的要素」を副次的な要素として捉えるのは、今回の調査が伝統的な学校カリキュラムの各要素を十分にカバーするよう確認するためである。ただし、実際にPISA調査に含める内容は、より重要で広範な側面である「数学の大きな考え」によって選定することとしている。

副次的側面の第2は「状況」で、数学的問題が提示されている背景を示す。読解リテラシーと同様に、教育的、職業的、公的および私的背景がその例である。

このように数学的リテラシーは、数学の役割についての個人の理解と、個人のニーズを満たす方法でこの分野に携わる能力として定義されている。そこで、特定の数学の計算を行うのではなく、数学的な問題を提起して解決する能力に重点がおかれている。数学的リテラシーは、次の側面をもとに問題を作成し評価が行なわれる。

- a) 数学の内容: 主には、数学の「大きな考え (big ideas)」(確率、変化と成長、空間と図形、量的な推論、不確実性、従属と関係) に関して扱われ、「カリキュラム的要素」(数字、代数、幾何学) に関しては二次的にのみ扱われる。PISA調査では、数学的思考の基本にある主要な概念について、その全範囲ではなく一部の典型的な範囲を選択している。すなわち、第1回調査サイクルでは、数学は「副次的」分野であるため、変化と成長、および空間と図形の二つに限定することとした。これにより、算術的技能に過度の重点をおかずに、カリキュラムの諸側面を広範に示すことができるからである。
- b) 数学的プロセス: これは一般的な数学の力量として考えられる。これには、数学言語、モデル化、問題解決技能の使用が含まれる。ただし、数学的な問題を解決するには、幅広い数学的な力量が必要と考えられるので、このような技能をテストの設問別に区別することはしない。むしろ、必要な思考技能の型を整理した三つの「力量クラス」に分けて設問を構成している。クラス1は、従来の数学調査で最もよく見られる種類の単純な計算と定義から成る。クラス2は、簡単な問題の解決に必要な関連付けが要求される。クラス3は、数学的思考、一般化、洞察から成り、生徒は、分析を行い、状況の中にある数学的要素を識別し、問題を提起することが要求される。
- c) 数学が用いられる状況: 今回の調査の枠組みでは、私的、教育的、職業的、公的、科学的の五つの状況を区別している。しかし、数学の場合、これらはプロセスや内容より重要性が低いと見なされる。

3) 科学的リテラシー (理科) の定義

若者にとって、示された証拠や情報から適切で慎重な結論を引き出したり、示された証拠をもとにした他者の主張を批評したり、証拠に基づく命題(statements)と意見とを区別するという能力は、重要な生活技能である。その際、科学〔理科〕は、思考を検証する際の合理性、

および、周囲から得られる証拠に基づく理論と関わるので、特に重要な役割を果たすと考えられる。このことは、科学が創造性や想像力を排除することではない。創造性や想像力は、世界に対する人間の理解を進める上で、常に中心的な役割を果たしてきており、科学的な知識の発達、個人の創造性だけでなく、その考えが提示される社会の文化にも依存している。しかし、創造的なひらめきから新しい理論の枠組みを提示した後は、現実に対する入念な検証を行わなければならないといえる。

すべての人にとって望ましい理科（科学）教育の成果とは何かという点に関する最近の考え方では、科学の重要な諸概念や、説明に用いる枠組み、また、科学がその知見にもとづく主張を支えるために、証拠を導き出す方法、また、現実世界における科学の長所と限界、これらについて理解が一般に広まる必要があると考えられている。すなわち、現実世界では、いろいろな主張を評価し、意思決定をしなければならないため、科学を取り巻く現実の諸状況に照らして、これらの理解を応用する能力や科学的かつ技術的な情報を読んで吸収し、その意義を評価する能力が必要であると考えられている。

これらを踏まえて、PISA調査が焦点をあてるべき点として、理科（科学）教育の主要な目標および求められる成果とは、生徒が「科学的リテラシーがある」かどうかであると考えられている。この用語は、さまざまな文脈で用いられてきた。たとえば、International Forum on Scientific and Technological Literacy for All（万人のための科学的・技術的リテラシーに関する国際フォーラム、UNESCO, 1993）では、次のように様々な観点が提示されている。

〔科学的リテラシーとは〕理解と、ある程度の確信(confidence)をうまく働かせる能力であって、ある意味で現実世界および科学的・技術的思考の世界で力を発揮するものである。』（UNESCO, 1993）

科学的リテラシーについては多くの異なる観点があるが、それらに共通して、科学的リテラシーには何段階かのレベルがあるという意見がみられる。たとえば、名称と用語の知識をもつ程度の最も低いレベルは、「名目だけの科学的リテラシー」であり、次に低いレベルは限られた文脈の中だけで科学的ボキャブラリーを使用できるという「機能的なリテラシー」である。これらはレベルが低すぎて、PISA調査の枠組みに含まれる目的には達しないと考えられる。一方、かなり高度のレベルである、科学の性質および文化における科学の歴史と役割についての知識が必要とされるような多次元の科学的リテラシーは、一般市民ではなくエリート科学者のレベルであると考えられる。したがって、PISA調査の理科の枠組みの目的からみて、PISA調査では概念および手順等の理解を持つ程度の科学的リテラシーに焦点を当てるのが適切と思われる。

PISA調査では、これら既存のいくつかの考え方を検討した結果、科学的リテラシーを次のように定義している。

科学リテラシーとは、自然界および、人間の活動により自然界で起きる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、疑問を明確化し、証拠に基づく結論を引き出す能力である。

この定義のより詳細な内容は、以下のとおりである。

(1) 定義文中の「科学リテラシー」とは

科学リテラシーにおいては、科学に関する知識という意味での「科学的知識(scientific knowledge)」と、その知識を発展させるプロセスの両方が重要であるが、それだけでなく、この用語の意味では、これらが結びつけられていることも強調すべきであるということで、科学リテラシーという用語を用いることとした。上記のプロセスが「科学的なプロセス(scientific processes)」であるのは、科学的な事象に関して用いられる場合に限られる。したがって、科学的なプロセスを用いることは、必然的に何らかの科学的な事象を理解することである。ここで採用されている科学リテラシーとはこのように、世界の科学的側面を考える方法と、それを理解する方法〔知識とプロセス〕との組み合わせだと認識されている。

(2) 定義文中の「科学的知識を使用し、疑問を明確化し、証拠に基づく結論を引き出す」とは

前述の定義で、「科学的知識」は、事実、名称、用語の知識以上の意味で使用されている。これには、科学的な基本概念、科学的知識の限界、人間活動としての科学の性質に対する理解が含まれる。明確化される疑問とは、科学的な考察によって解答できる疑問であって、特定の主題の科学的な側面についての知識のほかに、「科学自体」についての知識も暗示している。「証拠に基づく結果を引き出す」とは、情報やデータを選択して評価するプロセスを知ってそれを応用することを意味する。また、明確な結論を引き出すための情報が十分でない場合があり、利用できる情報について慎重かつ意識的に思索する必要があることを認識することも意味している。

(3) 定義文中の「理解し意思決定する」とは

「理解し意思決定する」という語句は、第1に、意思決定の必要性と同様に、自然界を理解することが、本来目標としての価値があることを示している。第2に、科学的な理解は、意思決定に寄与できること（決定を確定させることはめったにないが）を示している。社会的、政治的または経済的な側面をもつ状況では、常に実用的な決定がなされており、科学的知識は、このような側面に関する人間の価値観の中で使用される。その状況で価値観が一致していれば、科学的な証拠の使用を議論する必要はない。しかし、価値観が異なる場合、意思決定するときの科学的な証拠の選択と使用については議論の余地があるといえる。

(4) 定義文中の「自然界および、人間活動により自然界で起きる変化」とは

「自然界」という語は、物理的な背景、生物界、およびそれらの関連を簡略に述べる語として使用されている。自然界とは何か、を決めるには、自分自身と家族、コミュニティと世

界の問題に関する科学が関連している。「人間活動により自然界で起こる変化」とは、人間の目的のために自然界を計画的および無計画に応用すること（単純および複雑なテクノロジー）と、その結果をさしている。

科学的リテラシーは必ずしも二分法で捉えることはできない。つまり、科学的リテラシーがあるか (literate)、ないか (illiterate) で人を分類はできないと考えている。むしろ科学的リテラシーには、未発達な段階からより発達した段階まで、ある種の進歩があり、したがって、たとえば、科学的リテラシーがあまり発達していない生徒が、主張を評価したり議論を支えるためにいくつかの証拠を識別できる場合がある。また、単純でなじみのある状況に関してなら、より完全な評価を下せる場合もある。より発達した科学的リテラシーのある生徒であれば、あまりなじみのない、より複雑な状況でも、より完全な解答や、知識を使用したり証拠に関連付けて主張を評価する能力を示すと考えられる。

PISA調査では、科学的リテラシーは、次の側面をもとに問題を作成し評価が行なわれる。

- a) 科学的概念: 関連ある現象の理解に役立つようなリンクを構築することである。PISA調査で用いる概念は、物理学、化学、生物学、地球・宇宙科学に関する既になじみのある概念であるが、単に概念を想起するだけではなく、問題の内容にその概念を適用する必要がある。第1サイクルの調査問題の主な内容は、生活と健康における科学、地球と地球環境における科学、テクノロジーにおける科学、の三つの応用分野から選択される。
- b) 科学的プロセス: 科学的プロセスの中心は証拠を獲得し、解釈し、それに基づいて行動する能力である。PISA調査では、次の五つのプロセスを提示している: ① 科学的な疑問の認識、② 証拠の識別、③ 結論の導出、④ 結論の伝達、⑤ 科学的概念の理解の表明。上記プロセスの⑤についてのみ、前もって習得した科学的な知識が要求される。ただし、「内容がない (content free)」場合にはプロセスもないので、PISA調査の理科の問題では、常に、前述の分野の中での概念の理解を求めていくこととしている。
- c) 科学的な状況: これは学校の教室や実験室での科学実習や科学者の研究からではなく、主として人々の日常生活から選択される。PISA調査における科学的な状況は、自分と家族、コミュニティ、全世界、科学的理解の歴史的な進化に関連した問題として定義される。

以上、OECDのPISA調査の概要と、調査の特徴および取り上げられる読解力、数学、理科の3分野の定義および扱う内容を概観したが、現時点でのPISA調査の枠組みは柔軟に設計されており、参加国の関心の変化に応じ、必要に応じて調査の枠組みを適応させることが可能な形に設計されている。

この調査の枠組みは1999年の予備調査の結果に基づいてさらに必要な修正が加えられ、その後、2000年の本調査に使用されるPISA調査の問題の最終的な内容が決定される。しかも調査の内容等の開発整理は、教育システム等の変化と、調査技術の改善をともに考慮して、今後も継続される予定になっている。とはいえ無論、このような柔軟な開発や改善の利点は、反面では、長期にわたって信頼できる比較を行う必要性との間でバランスをとる必要がある。したがって、PISA調査の核となる中心的要素の多くは何年にもわたって維持される予定である。

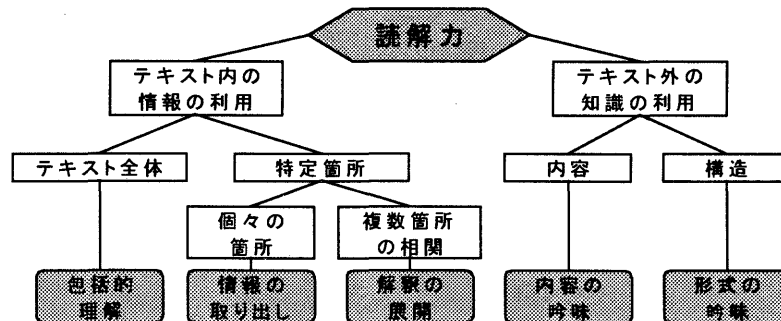
第2部：読解力、数学、理科の例題

読 解 力

各設問は、プロセス、内容、状況の三つの次元で分類され、適切な配分率で出題される。

1. プロセスー読解作業の五側面

生徒が実生活で行う読解作業は、以下の五つの側面をもつと想定される。PISA 調査の各設問は、これら五側面のいずれかに対応している。



- ①包括的理解：テキストの主題、目的などを特定する(例題1、9)。
- ②情報の取り出し：電話番号やバスの出発時刻などを読み取る(例題4、7、13、15、16、17、18)。
- ③解釈の展開：論理の流れをたどり、情報同士の比較などを行う(例題2、3、5、8、14)。
- ④内容の吟味：著者の主張などを自分のもつ知識を用いて評価する(例題6、11、12、19)。
- ⑤形式の吟味：ジャンル、文体などを特定し、その有用性などを吟味する(例題10)。

2. 内容ーテキストの類型

テキストは連続型と非連続型に分類される。前者は、散文の形式をとり、筆者の目的に応じて五つに分類される。後者は、散文以外のさまざまな形式をとり、構造に応じて六つに分類される。

○ 連続型テキスト

- ①描写：事物の空間的特性を述べる。「何(what)」に対応。(ユニット1)
- ②叙述：事物の時間的特性を述べる。「いつ(when)」に対応。(物語、レポート、ニュース記事)(ユニット3)
- ③提示：思考を分析または総合する。「どのように(how)」に対応。(随筆、定義文、解説文、要約文、議事録、テキスト解釈文)(ユニット4)
- ④論証：思考や主張についての主張を述べる。「なぜ(why)」に対応。(コメント、科学的論証)(ユニット2)
- ⑤指示：命令する。(指示文、ルール・規定・法規)

○ 非連続型テキスト

- ①図・グラフ / ②表(ユニット5、6) / ③図解 / ④地図 / ⑤記入用紙 / ⑥広告

3. 状況ーテキストの用途

読解の状況は、テキストの用途に応じて四つに分類される。

- ①私的用途：書簡、伝記、ハウツー本など、個人的興味を満たすための読解。(ユニット3、6)
- ②教育的用途：指導者が学習者に学習素材として課す読解。(ユニット1、3)
- ③職業的用途：職務遂行のための読解。
- ④公的用途：公文書や行事予定表など、社会活動への参加のための読解。(ユニット2、4、5)

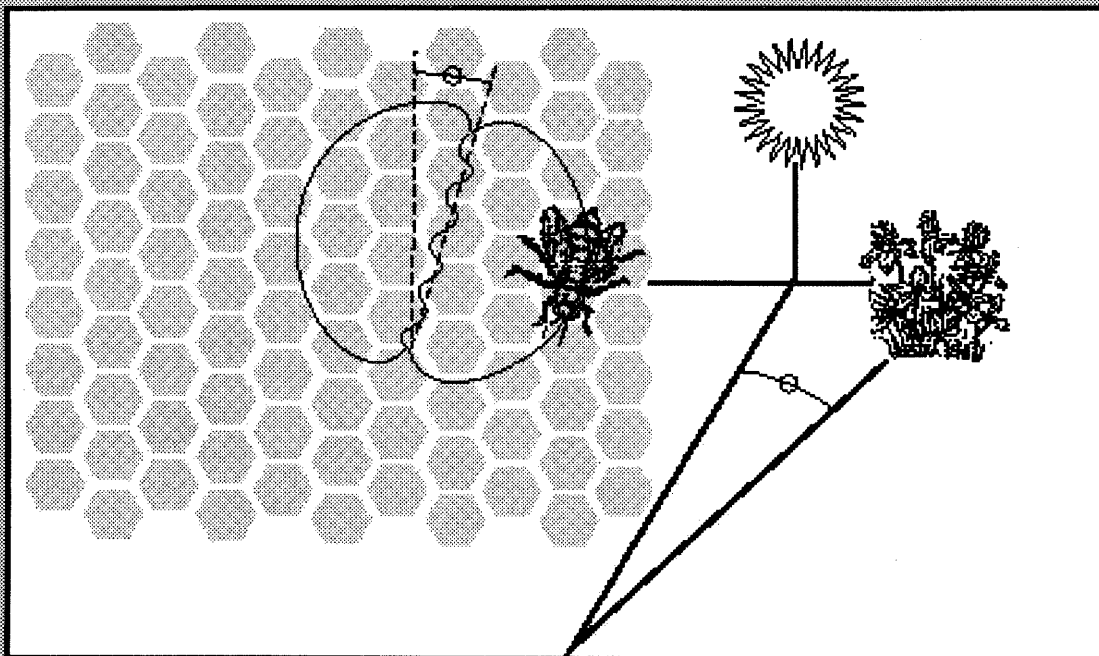
読解力ユニット1：ミツバチ

このページと次ページの資料は、ミツバチに関する小冊子から抜き出したものです。これを読んで、以下の設問に答えてください。

花みつ集め

ミツバチは生きるためにハチミツを作ります。ハチミツは、ミツバチにとって唯一の重要な食べ物なのです。一つの巣に6万匹のミツバチがいれば、その3分の1は花みつを集める作業を行っています。この花みつで巣バチがハチミツを作ります。さらにごく少数のミツバチがエサ探しのハチとして、つまり食料を探すために働きます。これは花みつのあるところを見つけ出し、すぐ巣に戻ってその場所を他のミツバチに教えるのです。

エサ探しのハチは、ダンスをすることで他のミツバチに花みつがある場所を教えます。このダンスによって、飛ばなければならない方向と距離という二つの情報を伝えるのです。このダンスをするときには、エサ探しのハチは8の字を描きながら腹部を左右に振ります。このダンスは、下の図に示されるパターンで行われます。



この図は、ハチの巣箱の中で、六角形のハチの巣の並んだ垂直面上でダンスするハチを表わしています。ダンスの8の字の真ん中の線がまっすぐ上を指す場合は、太陽に向かってまっすぐ飛べば花みつを見つけることができるし、8の字の真ん中の線が図のように右に傾いているなら、花みつは太陽より右方向にあるのです。

いっぽう、巣から花みつまでの距離は、ミツバチが腹部を振る時間の長さで表わされます。花みつがかなり近くにあれば、腹部を振る時間は短く、遠くにある場合は、腹部を長く振っているのです。

ハチミツ作り

ミツバチは、花みつをかかえて巣に戻ると、巣バチにそれを渡します。巣バチは、下アゴで花みつをあちらこちらと動かして、巣内の乾燥した温かい空気にさらします。花みつは、最初集められたときには、約80%の水分に砂糖とミネラルが混じっています。10～20分後に余分な水分の多くが蒸発すると、巣バチは花みつを巣房に入れます。そこでさらに蒸発が続きます。こうして巣房内のハチミツは、三日後には水分が約20%になります。この段階でハチは、みつろうで作ったふたで巣房を覆います。

巣ハチは普通、ある期間に同じ種類の花と同じ地域から採ったものは1か所に集めます。花みつを採る主な植物には、果樹、クローバー、花の咲く木があります。

用語

巣ハチ ハチの巣箱の内部で作業する働きハチ

下アゴ 口の部分

ユニット1のテキストの状況は教育的用途に分類される。また、ミツハチのエサ集め行動について述べていることから描写テキストの例である。さらに、エサ探しのハチのダンスを説明するための図を含んでいるので、連続型と非連続型の情報が同時に含まれるテキストの例でもある。

例題1－読解リテラシー

ハチのダンスの目的は次のうちどれですか。

- A ハチミツ作りが成功したことを祝うため。
- B エサ探しのハチが見つけた植物の種類を示すため。
- C 新しい女王ハチの誕生を祝うため。
- D エサ探しのハチが花みつを見つけた場所を示すため。

側面：包括的理解
テキストの類型：連続型（描写）
状況：教育的用途

正解はD。予備調査では全生徒の91%が正解を選ぶことができた。

例題2－読解リテラシー

花みつとハチミツの最大の違いは次のうちどれですか。

- A 含まれる水分の比率
- B 含まれる砂糖とミネラルの比率
- C 集められた植物の種類
- D 加工するハチの種類

側面：解釈の展開
テキストの類型：連続型（描写）
状況：教育的用途

正解はA。例題2はやや難しいようである。予備調査を受けた全生徒の72%しか正解できなかった。この問題では、「ハチミツ作り」の段落に示された思考の流れをたどって解釈を展開することが、生徒に求められる。

例題3－読解リテラシー

巣から食料までの距離を示すために、ダンスのときハチは何をしますか。

側面：解釈の展開
テキストの類型：連続型（描写）
状況：教育的用途

例題3でも、生徒はテキストの一部に示された思考の流れをたどることができなくてはならない。図の下の、「いっぽう、巣から花みつまでの距離は、・・・」で始まる段落がそれに相当する。生徒に求められるのは「腹

部をふる」「時間の長さ」という二つの事柄である。両方を答えて満点を得たのは全生徒の48%である。30%の生徒がこれら二つのうち一つだけしか答えることができず、部分点を与えられた。ミツバチが巣から食料までの距離を示すために行うことをテキストの中から二つ挙げるように指示していたならば、もっと易しかったはずである。おそらくは現時点での設問の言葉づかいのために、注意深く読んだ者しか両方の情報を答えることができなかったのであろう。

例題4－読解リテラシー

花みつを採る主な植物を三つ書いてください。

1. _____
2. _____
3. _____

側面：情報の取り出し
テキストの類型：連続型（描写）
状況：教育的用途

例題4に正しく答えるためには、生徒は、「花みつを採る主な植物には、果樹、クローバー、花の咲く木があります」と述べられているテキストの最終段落を見つけなくてはならない。この情報がテキストの特定個所に並んでおり、設問に植物の数が「三つ」と明記されていることを考えるならば、66%の生徒しか正解しなかったことは、やや意外である。この設問に答えるために生徒たちが、テキストの最終段落に述べられた情報を見つけるよりも、むしろ自分たちが既にもっている知識を用いようとした、ということが考えられる。

読解力ユニット2：貧しい感覚

次の手紙は1997年のある新聞に掲載されたものです。手紙を読んで下の設問に答えてください。

貧しい感覚

アーノルド・ジェイゴより

ご存知でしょうか、1996年にオーストラリア国民がチョコレートに費やした額は、オーストラリア政府が支出した貧困層救済のための海外援助額とほぼ同じだったということ。

私たちが優先すべきであると考えていることはどこか間違っていないでしょうか。

これをあなたはどうするつもりですか。

そう、これを読んでいるあなたです。

ユニット2で示したテキストは、計画当初に収集された候補のうちで、最も短い連続的テキストの一つである。これは「貧しい感覚」と題された手紙で、オーストラリアのある新聞に掲載されたものである。筆者が読者を自分の見方に納得させることを目指していることから、論証テキストに分類される。状況は公的用途である。

例題5－読解リテラシー

アーノルド・ジェイゴ氏がこの手紙から考えさせようとしているのは次のうちどれですか。

- A 罪の意識
- B 楽しみ
- C 恐怖感
- D 満足感

側面：解釈の展開
テキストの類型：連続型（論証）
状況：公的用途

正解はA。例題5は選択肢式問題で、平均して、PISA予備調査参加国の全生徒の81%が正解した。筆者が読者を説得しようとしていることからこの問題は論証テキストに分類される。また、このテキストを読むことが一般社会への参加と典型的に結びついており、また公的

な出来事を含む情報が扱われていることから、公的用途のテキストであると考えられる。この設問は、手紙における情報の組み立てを生徒が理解できるかどうかを見るように作られている。この目的のために、生徒たちには、この手紙に記された情報を用いて筆者の意図や目的について推論することが求められる。この手紙がそうした意図や目的にかなうものであるかどうかを判断することが求められるのではない（もしもこの設問で生徒に求められるのが、筆者の目的や意図に照らした場合の手紙の有用性について考えることであったならば、この設問は「形式の吟味」に分類されるであろう）。

例題 6－読解リテラシー

アーノルド・ジェイゴ氏がこの手紙で読者に起こさせたい反応または行動は何ですか。あなたの意見を述べてください。

側面：内容の吟味
テキストの類型：連続型（論証）
状況：公的用途

例題 6 は難問であった。PISA 予備調査で全生徒の 63% しか正解しなかった。この設問は上の設問とは別の側面を評価するものである。生徒たちに要求されたのは手紙に含まれる情報を越えて、内容を吟味することである。すなわち、単にジェイゴ氏がチョコレートへの無駄づかいをやめたり、食い意地を張らないようにすることを求めていると答えただけでは、正解として認められない、ということである。読んだ事柄を吟味するには、生徒たちは手紙の理解に関連する知識を外部から持ち込んで、政府や個人が海外援助額を増額すべきだとか、優先順位を変更すべきだといったことを表す叙述をしなくてはならない。

読解力ユニット3：正しい判事

正しい判事

バウア卡斯というアルジェリアの王は、アルジェリアのある町に、真実を立ちどころに見分ける力を持ち、どんな悪者も悪事を隠し通せないという、評判の正しい判事がいるというわさを聞きつけ、それが本当かどうかを自分の目で確かめたいと思いました。バウア卡斯は自分の着物を商人と取り替えて、馬に乗って判事の住むという町に出かけました。

町の入口に来ると、物ごいが王に近寄ってきて施しをこいました。バウア卡斯はお金をやり、立ち去ろうとしましたが、物ごいは着物をつかんで放そうとしません。

「何が欲しいのか。」王はたずねました。「金をあげたではないか。」

「施し物はもらいました。」物ごいは言いました。「一つお願いがあるのです。町の広場まで馬に乗せていってくださいませんか。さもないとわたしは馬とラクダに踏みつぶされてしまいます。」

バウア卡斯は物ごいを馬の後ろに乗せ、町の広場まで連れて行きました。王が広場で馬を止めても、物ごいは馬から降りようとしません。

「広場だぞ。どうして降りないのか。」バウア卡斯はたずねました。

「なぜ降りなければならないのだ。」物ごいは聞き返します。「この馬はおれのものだ。返してくれないのなら、法廷に行こう。」

騒ぎを聞きつけ、人びとが周りに集まってきて、大声で叫びたてました。

「判事のところへ行け。判事が裁いてくれる。」

バウア卡斯と物ごいは判事のところに outward しました。法廷にはほかに人もおり、判事が一人一人呼び立てていました。バウア卡斯と物ごいの番が来る前に、判事は学者と農夫の話聞いていました。二人は一人の女のことで法廷に来たのです。農夫はその女は自分の妻だと言い、学者は自分の妻だと言い張っています。判事は双方の言い分を聞き、しばらく黙っていましたが、次のように言い渡しました。

「その女をここに置いて、明日また来なさい。」

二人が立ち去ると、今度は肉屋と油売りが判事の前に立ちました。肉屋は血だらけで、油売りは油にまみれていました。肉屋は手に幾ばくかのお金を握り締め、油売りは肉屋の片手をつかんでいました。

「この男から油を買っていたのです。」肉屋が言います。「財布を取り出してお金を払おうとすると、この男は手をつかみ、わたしから有り金残らず取り上げようとするではありませんか。それでこの法廷にやってきたのです、わたしは自分の財布をつかみ、この男はわたしの手をつかんだまま。けれども、お金はわたしのもので、この男は泥棒なのです。」

次に油売りが話を始めました。「その話は本当ではありません。」油売りが言いました。「肉屋がわたしのところに油を買いに来たので、つぼ一杯に油を注いでやると、金貨をくずしてくれないかと言うのです。わたしが自分のお金を取り出してベンチの上に置くと、肉屋がそれを引っかき、逃げようとしたのです。そこで、ご覧のように、肉屋の手をつかみ、ここまで連れてきたというわけです。」

判事はしばらく黙っていましたが、やがて次のように言い渡しました。「お金をここに置いて行きなさい。そして、明日また来なさい。」

バウア卡斯は自分の番が来ると、何が起ったかを話しました。判事はバウア卡斯の話を聞いたあと、物ごいに話すように求めました。

「この人の話したことは全部うそです。」物ごいは話します。「この人は地面に座っていて、わたしが馬で町中を通りすぎようとする、馬に乗せてくれと言いました。馬に乗せてやり、行きたいと言うところまで連れていきました。けれども、目的の場所に着いてもこの人は馬から降りようとせず、馬は自分のものだと言うのです。そんなのはうそです。」

判事はしばらく考えていましたが、やがて次のように言い渡しました。「馬をここに置いて行きなさい。そして、明日また来なさい。」

翌日、大勢の人びとが判事の判決を聞きに法廷にやって来ました。

最初に来たのは学者と農夫です。

「奥さんを連れて行きなさい。」判事は学者に向かって言い、農夫には次のように言い渡

しました。「農夫をむち打ち 50 回の刑に処する。」

学者は自分の妻を連れて行き、農夫は罰を受けました。

判事は次に肉屋を呼びました。

「お金はお前のものだ。」肉屋に向かって判事は言いました。次に油売りを指さし、次のように言い渡しました。「この者をむち打ち 50 回の刑に処する。」

判事は次にバウアカスと物ごいを呼びました。

「20 頭の馬がいるとして、その中から自分の馬を見分けることができますか。」と、判事はバウアカスに尋ねました。

「できますよ。」バウアカスは答えました。

「あなたはどうかですか。」判事は物ごいに尋ねました。

「できます。」物ごいもそう答えました。

「ついてきてください。」判事はバウアカスに言いました。

かれらは馬小屋に行きました。バウアカスは 20 頭の馬の中からすぐに自分の馬を見つけ、指さしました。次に判事は物ごいも馬小屋に呼び、馬を見つけ出すように言いました。物ごいは問題の馬を見つけ、指さしました。判事は席に戻りました。

「あの馬を連れて行きなさい。あなたの馬です。」判事はバウアカスに言いました。「物ごいをむち打ち 50 回の刑に処する。」

バウアカスは、裁判所を出て帰宅する判事のあとを追いかけてきました。

「何か用がおりかな。」判事が尋ねました。「わたしの判決に不満でもありますか。」

「満足しています。」バウアカスは言いました。「ですが、どうしてあの女が学者の妻で、お金が肉屋のものだとわかり、馬がわたしのもので、物ごいのではないとわかったのか知りたいのです。」

「女のことはこんな風にしてわかったのです。朝、女を呼び、『インクつぼにインクを入れておいてくれ』と言っておきました。女はインクつぼを持って行くと、すばやく、手際よく洗い、インクを入れたのです。それで、女がこのような作業に慣れているとわかりました。女が農夫の妻なら、このような仕事はやり方も知らなかったでしょう。そういうわけで、学者が真実を話しているとわかったのです。」

「また、お金のことは次のようにしてわかりました。水が一杯に入ったコップにお金を入れ、朝になって油分が表面に浮き出していないか見てみました。お金が油売りのものなら、油っぽい手で金は汚れていたはずですが、水の表面に油分は浮いていませんでした。つまり、肉屋が本当のことを言っていたのです。」

「馬については、もっと苦労しました。物ごいは、あなたと同様、20 頭の中から例の馬を見つけ出しました。けれども、わたしが二人を馬小屋へ連れて行ったのは、どちらが馬を見つけるかではなく、馬がどちらを主人とわかるかを試したのです。あなたが馬に近寄ると、馬は頭を向け、首をあなたの方に伸ばしました。しかし、物ごいが馬に触れると、馬は耳を後ろに反らせ、片方の足を持ち上げました。それで、あなたが馬の本当の主人とわかったのです。」

バウアカスはそこで判事に言いました。「わたしは商人ではなく、バウアカス王です。わたしがここにきたのは、あなたの評判が真実かどうか確かめたかったからなのです。なるほど、あなたは賢い判事です。何なりと望みのものを言ってください。それをほうびに与えましょう。」

「ほうびは何もありません。」判事は答えました。「王様にほめていただいただけでじゅうぶんです。」

連続型テキストの三番目の例（ユニット 3）は「正しい判事」と題された物語である。真実を見分ける正しい判事がアルジェリアに本当にいるのかどうかを国王バウアカスが探するという話である。「貧しい感覚」（ユニット 2）が短文テキストの例であるのに対して、「正しい判事」は、生徒たちが読んで理解できるとされる長文テキストの例である。この話は、15 歳の生徒が教室で出会う教育的用途のテキストとも考えられるが、しかし、公式的な教育を目的としてではなく私的な目的で作られたフィクションであることを考えるならば、私的用途で読まれるテキストとして分類したほうがよい。

例題 7－読解リテラシー

判事は女が学者の妻であるとしてわかったのですか。次のうちから一つ選んでください。

- A 女の顔を観察し、農夫の女房には見えないと判断した。
- B 学者と農夫が法廷でそれぞれ言い分を話す様子から判断した。
- C 女が法廷で、農夫と学者に示した反応の仕方から判断した。
- D 夫のためにやらなければならない仕事が上手にできるかどうかを試すことで判断した。

側面：情報の取り出し
テキストの類型：連続型（叙述）
状況：私的用途／教育的用途

正解はD。例題7は、このテキストに付けられた設問のうち最も易しいものである（PISA 予備調査では82%の生徒が正解した）。設問で与えられた情報は、テキストで述べられたこととまったく同じではないが、同じ意味の事柄である。正解のDは、テキスト中の「・・・そ

れで、女がこのような作業に慣れているとわかりました。」という記述によく似ている。

例題 8－読解リテラシー

バウアカスはなぜ自分が国王であることをわからないようにしたのですか。次のうちから一つ選んでください。

- A 自分が「一般人」でも人びとが命令に従うかどうかを試したかった。
- B 商人のふりをして、判事の前で裁判に出ようと計画した。
- C 自由に振るまい、家臣にいたずらができるので、変装が面白かった。
- D 王がいることに影響されないで、普通のやり方で仕事をする判事の姿が見たかった。

側面：解釈の展開
テキストの類型：連続型（叙述）
状況：私的用途／教育的用途

正解はD。例題8はやや難しかった。テキストが述べているのは、王が商人と着物を取り替えて、馬に乗って判事が住む町に出かけた、ということだけだからである。読者はこの行動の動機をテキスト内の周辺箇所から推論しなくてはならない。PISA 予備調査では70%の生徒

が正解した。

例題 9－読解リテラシー

この物語は主として何について書いてありますか。次のうちから一つ選んでください。

- A 重罪
- B 賢明な裁判官
- C すぐれた統治者
- D 機知

側面：包括的理解
テキストの類型：連続型（叙述）
状況：私的用途／教育的用途

正解はB。例題9は、例題8と同程度の難しさである。この設問では、選択肢の中から主題を見つけて、テキストの包括的な理解を形成することが、生徒に求められている。72%の生徒が正解した。

例題 10－読解リテラシー

この物語の種類は何ですか。次のうちから一つ選んでください。

- A 民話
- B 旅行記
- C 歴史小説
- D 悲劇
- E 喜劇

側面：形式の吟味
テキストの類型：連続型（叙述）
状況：私的用途／教育的用途

正解はA。例題 10 は、PISA 予備調査を受けた生徒にとってよりいっそう難しいものであった。この設問は、話の内容だけではなく、その形式や構造に関する事柄をも生徒が理解しているかどうかを問うものである。この物語の修辭的構造を民話として認識することができた

生徒は、全体のおおよそ 64% であった。

例題 11－読解リテラシー

判事はすべての罪に対して同じ罰を下していますが、これを公平だだと思いますか。物語の中に出てくる三つの事件について、それぞれの類似点または相違点をあげながら、説明してください。

側面：内容の吟味
テキストの類型：連続型（叙述）
状況：私的用途／教育的用途

例題 11 への完全な答案に要求されるのは、罪の理解とその評価である。このことには、テキストと筆者のメッセージのよりいっそう複雑な吟味が必要となる。例えば、正解の一つは次のようになるだろう。「三つの罪のいずれにおいても犯人は他人をだまそうとしたのだから、彼らが同じ罰を受けたのは公平だった。」または、「公平ではなかった。これらの罪がすべて同じだったということはない。お金や馬を盗むよりも人の妻を盗むことのほうが重大な罪である。」

例題 12—読解リテラシー

あなたはあなたの国の法律や裁判とこの物語に出てくる法律や裁判とを比べる必要があります。

この物語の中では犯罪は法の下に処罰されます。この他に、あなたの国の法律や裁判とこの物語に出てくるような法律や裁判で似ている点は何ですか。

この物語の中では裁判官はすべての犯罪に対してむち打ち 50 回の刑を与えています。罰の種類のほか、あなたの国の法律や裁判とこの物語に出てくるような法律や裁判とで違っている点は何ですか。

側面：内容の吟味

テキストの類型：連続型（叙述）

状況：私的用途／教育的用途

例題 12 でも、物語を理解して、外部の知識を利用することができることを示すよう生徒に求めている。外部の知識の利用とは、ここでは、生徒自身の国の法律体系との類似点と相違点の特徴を示すこと、である。例えば、類似点を述べる問題への正しい答えは、次のようになるだろう。「裁判で争っている両者には、それぞれの真実を述べるのが許される」というものである。その他、「似たような犯罪に対してはふつう同じ処罰が宣告される」というものもある。不正解となるのは、あいまいで不正確に物語を参照していたり、的外れであったりするものである。例えば、「国の重要な支配者であっても裁判にかけられたり法廷に呼び出されたりする」というものである。設問の後半部分では、生徒に相違点を述べさせることで内容の吟味をさせているが、前半と同様に採点される。33%の生徒がこの問題で満点を得た。

読解力ユニット4：いじめ

次の記事は1996年の日本のある新聞に掲載されたものです。これを読んで下の設問に答えてください。

いじめに気づかない親達

水曜日に公表された文部省の調査によれば、自分の子どもが関与するいじめに気づいているのは、調査した親のうちのわずか3人に1人であることが明らかになった。

この調査は、いじめがあった小学校、中学校、高校の約1万9,000人の親、教師、子どもを対象として1994年12月から1995年1月の間に行われた。

この種の調査を文部省が実施するのは初めてで、この調査は4年生以上の児童に対して行われた。この調査によると、いじめにあっていると答えたのは中学生が13%、高校生が4%であったのに対し、小学生は22%であった。

一方、小学生の約26%がいじめたことがあると答え、その比率は中学生では20%、高校生では6%に減少している。

いじめたことがあると答えた子どものうち39%から65%が、自分もいじめられたことがあると答えている。

この調査により、いじめられている小学生の親の37%が自分の子どもがいじめの対象になっていることに気づいていたことが明らかになった。中学生の親では34%、高校生の親では18%であった。

いじめに気づいていた親のうち、14%から18%が、教師からいじめについて知らされたと答えた。この調査によると、自分の子どもからいじめを知らされたと答えた親は3%から4%しかいなかった。

また、この調査で小学校の教師の42%が自分のクラスの児童がいじめの対象になっていることに気づいていなかったことも、明らかになった。このような教師は、中学校では29%、高校では69%に上った。

いじめの原因についての質問では、教師の約85%が家庭教育が欠けていることをあげた。多くの親は、いじめの主な原因として子どもの間で正義感と思いやりが欠けていることをあげている。

親と教師がいじめをなくすために子どもとより深くふれ合うべきであることをこの調査結果は示している、と文部省の担当者は述べた。

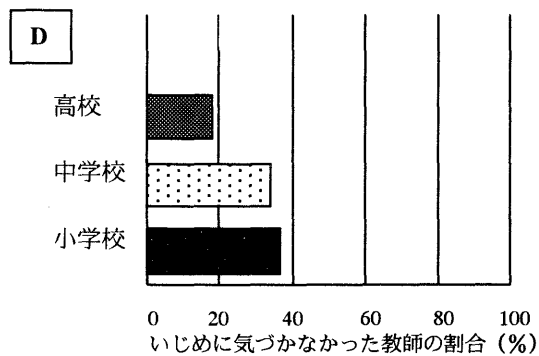
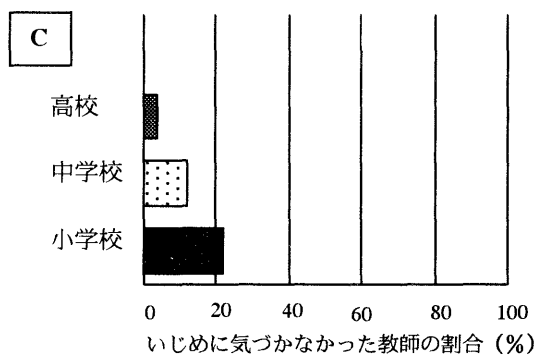
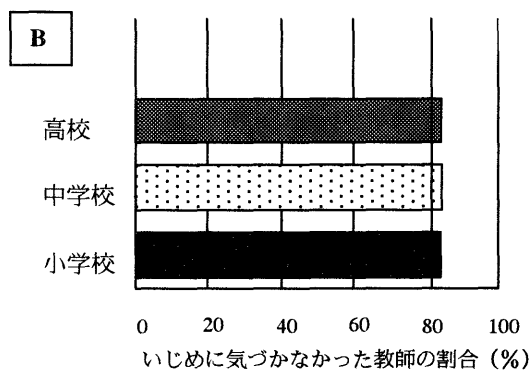
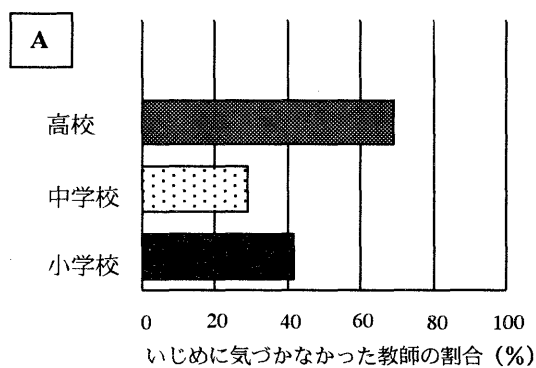
学校でのいじめは、1994年秋に愛知県西尾市で13歳の少年が、同級生に繰り返し近くの川に沈められたりお金を取られたりしたことを遺書に残して首つり自殺をした後、日本で大きな問題となった。

このいじめによる自殺により、文部省は1995年3月にいじめに関する報告書を発表し、いじめる側の生徒に学校に来ないように指示することを教師たちに求めた。

ユニット4は、連続型テキストの例である。日本の新聞記事から選ばれたものである。これも公的用途に分類される。叙述テキスト（ニュース記事）の一例だが、提示テキストの修辭的特徴を持っている。筆者は、問題を提起した後、事実と意見を提示し、その相互関係を説明し、それを問題に結びつけることによって、この問題を説明している。文部省の動きに繰り返し言及することで、この記事の説明に視座が与えられている。これは「新聞記事」であり、政治的・論争的なものである。そのため、問題を解決する責任が文部省にあること、また実際に、責任ある行動がとられていることが、示されている。このようなテキストの形式はしばしばマスコミで用いられるものであり、それゆえ、読解力領域を代表するものとしてふさわしいと思われる。

例題 13－読解リテラシー

小学校、中学校、高校の教師のうち、どのくらいの割合の教師が生徒のいじめに気づいて
いませんでしたか。
もっとも適切な選択肢（A、B、CまたはD）を○で囲んでください。



側面：情報の取り出し
テキストの類型：連続型（提示）
状況：公的用途

正解はA。例題 13 では情報の取り出しが生徒に求められる。この情報は新聞記事の中に文字通りに述べられている。問題に正しく答えるには、「また、この調査で小学校の教師の 42%が・・・」で始まる段落に記されている情報を見つけ、問題で示された四つの選択肢のうちの一つをそれと一致させなくてはならない。

PISA 予備調査を受験した全生徒の 73%が正解した。連続型テキストで与えられた情報を、グラフという非連続型テキストで表現された問いと一致させなくてはならないため、難易度が増した。

例題 14－読解リテラシー

この記事で、ある 13 歳の少年の死について述べているのはなぜですか。

側面：解釈の展開
テキストの類型：連続型（提示）
状況：公的用途

例題 14 は少し易しい問題であった(PISA 予備調査受験生の 84%が正解)。ここでは生徒に、解釈を展開する技能を示すことが求められている。正解するためには、最後の 2 段落から得られる情報を互いに結びつけることができなくてはならない。また、彼らは、テキスト内

における論理の構成と概念の提示に従うこともできなくてはならない。ここでは、選択肢式ではなく、短文を作り出すことを生徒に求めている。短文で、生徒の自殺を、いじめに対する危機感の増大や、日本の学校における同様の行動への公共の関心に、直接結びつけることができなくてはならない。

読解力ユニット 5：中山図書館

中山図書館システムでは、新しい会員に対し、開館時間を示したしおりを配っています。このしおりを参考にして、以下の設問に答えてください。

中山図書館システム	開館時間				
	1998年2月1日以降				
	白井図書館	黒川図書館	荒井図書館	緑山図書館	青山図書館
	日曜	午後1～午後5	休館日	午後2～午後5	休館日
	月曜	午後2～午後5	休館日	午後2～午後5	休館日
	火曜	午前11～午後8	午前11～午後5:30	午後1～午後8	午前11～午後5:30
	水曜	午前11～午後8	午前11～午後8	午前11～午後8	午前10～午後8
	木曜	午前11～午後8	午前11～午後8	午前11～午後8	午前10～午後8
	金曜	午前11～午後8	午前11～午後5:30	午前10～午後8	午前11～午後5:30
	土曜	午前11～午後5	午前11～午後5	午前10～午後8	午前11～午後5:30

ユニット5は非連続型テキストの例である。全生徒の91%が正解したことから、このテキストに付けられた設問はすべて比較的易しいものであることが判明した。各設問は、生徒がこのタイプの掲示から情報を取り出すことができるかどうかを見るように作られている。

例題 15－読解リテラシー

緑山図書館は、水曜日には何時に閉館しますか。

側面：情報の取り出し
テキストの類型：非連続型（表）
状況：公的用途

例題 15 に正解するためには、生徒は、水曜の行をたどって緑山図書館の見出しの下の開館時間を見つけるだけでよい。

例題 16－読解リテラシー

金曜日の夕方午後 6 時でも開いているのは次のうちのどの図書館ですか。

- A 白井図書館
- B 黒川図書館
- C 荒井図書館
- D 緑山図書館
- E 青山図書館

側面：情報の取り出し
テキストの類型：非連続型（表）
状況：公的用途

正解はB。例題 16 でも、生徒は「金曜」という見出しの列を調べて、6 時以降開いているただ一つの図書館を見つけるだけでよい。

読解力ユニット6：保証書

カメラショット

ビデオハウス

東京都江戸川区北葛西 10-1-5

電話: 5530-1212 ファクス: 5530-1214

http://www.camerashots.co.jp

お客様名

馬場さち子様

東京都江東区深川 11-2-5-205

カメラショットビデオハウス

〒299-2526

東京都江戸川区北葛西 10-1-5 (5530-1212)

請求番号 26802	日付 99年10月18日	時間 12:10
顧客番号 195927	販売責任 山田直哉	登録 16

製品番号	明細	製造番号	リスト	数量	本体価格	合計金額	特記
150214	ローリ・フォトネックス 250 ズーム	30910963		1	24,908	24,908	X
33844	三脚			1	566	566	X
	取引 入金 つり銭			小計		25,474	
	Visa/銀行カード ¥25,474			合計		25,474	

毎度ありがとうございます。

前ページの領収書は、さち子が新しいカメラを買ったときにもらった領収書です。下記はこのカメラの保証書です。領収書に書いてある情報を用いて、設問に答えてください。

1 年間保証書：（個人ユーザー）

この保証書は日本国内でのみ有効です。

ビデオハウス株式会社（ACN 008 458 884）は、本カメラが材料または製作についてまったく欠陥のないことを原所有者に対して保証します。本保証書は譲渡できません。

当社は保証期間中に当社の検査により、材料または製作について欠陥と判明した部品を無料で修理または交換いたします。

はっきりと記載してください。

NO. M 409668

カメラ型式番号.....

製造番号:.....

所有者氏名: 馬場さち子.....

住所: 東京都江東区深川.....

11-2-5-205.....

購入年月日:.....

購入価格:.....

取扱店名記入欄（ゴムスタンプ）

ご注意:

本保証書はすぐ郵送してください。切手が必要です。

本保証書は購入後十日以内に所定事項を記入の上、当社まで返送してください。

ご請求があれば国際保証書を発行します。

非連続型テキストのもう一つの例がユニット6に示されている。このテキストは二つの部分からなる。一つはさまざまな情報が記された領収書であり、もう一つは記入しなくてはならない保証書である。このテキストについてなされるいくつかの質問によって、この様式の中で提示された情報を、生徒が理解し、利用することができるかどうか確かめられる。

例題 17—読解リテラシー

領収書の記載事項に基づいて、保証書に記入してください。
所有者の氏名と住所は既に記入してあります。

側面：情報の取り出し
テキストの類型：非連続型（表）
状況：私的用途

例題 17 では、保証書に記入するために、領収書に記された情報を用いなければならないことが生徒に知らされている。生徒は四つの情報を取り出して、適切な欄に記入しなくてはならない。四つの情報はそれぞれ別個に採点され、まとめて一つの得点になる。四つの情報すべてについて正解できたのは、PISA 予備調査に参加した全生徒の 44% だけであった。

例題 18—読解リテラシー

保証書は、購入後何日以内に返送することになっていますか。

側面：情報の取り出し
テキストの類型：非連続型（表）
状況：私的用途

例題 18 では、生徒は、購入後十日以内に返送しなければならない旨を述べた情報が、保証書の一番下にあることを特定しなくてはならない。86% の生徒が正解した。

例題 19—読解リテラシー

領収書の末尾には「毎度ありがとうございます」と記載されています。この言葉を記載した理由の一つとして考えられるのは、単に感謝の意を表わすというだけのことですが、そのほかに理由があるとすればどんな理由か説明してください。

側面：内容の吟味
テキストの類型：非連続型（表）
状況：私的用途

例題 19 は、領収書の一番下にある小さな印刷箇所に関わるものであるが、テキストで与えられる情報以上のことを答えるように求めている。生徒はこの状況に関連する外部の知識を持ってきて、顧客との良好な関係を作り出すためであるという趣旨の答えをしなくてはならない。56% の生徒しか正解できなかった。

数 学

各設問は、プロセス、内容、状況の三つの次元で分類され、適切な配分率で出題される。

1. プロセス—力量クラス

数学的プロセスは、論証、モデル化、記号操作、補助器具の使用などいくつかの技能から成り立つが、PISA 調査では、これらの技能を個別に評価しようとはしない。これらの技能を横断する形で、三つの「力量クラス」を構成し、各設問を分類する。各クラスは段階的なものではあるが、相互に独立している。すなわち、クラス1よりもクラス3のほうが難しい設問ではあるが、例えば計算が苦手でも数学的思考に長けた場合があることからわかるように、クラス1がクラス2の、クラス2がクラス3の前提となるわけではない。

①力量クラス1：再現、定義、計算(例題3、5)

クラス1は、単純な事実の再現と計算の技能を中心とする。数学的な対象や特性の想起、ルーチン手順（記号や公式が標準的な形式で含まれる式の操作）の実行、標準的算法の適用などが含まれる。

②力量クラス2：問題解決のための関連付けと統合(例題1、2、4、6、7、8、9、10、11、12、13、14)

クラス2は、実社会の単純な問題を解決するために数学のさまざまな要素を関連付ける能力を中心とする。生徒は、解法や数学的道具を選択しなくてはならず、ルーチン手順の実行以上のものが要求される。記号・形式言語の解読・解釈、及び、記号・形式言語と日常言語との関連の理解も、このクラスの重要な技能である。このクラスの設問は、特定の文脈（状況）の中に置かれることが多い。

③力量クラス3：数学的思考、一般化、洞察

クラス3は、数学的思考、推論、概念を用いて、実社会の問題を「数学化」（数学的な概念・思考を用いて現実を組織化すること）し、問題状況の解決策を吟味することを中心とする。生徒には、状況に内在する数学性を認識して抽出し、問題解決のためにその数学性を使用すること、自分のモデルや解法を分析、解釈、発展させ、証明や一般化を含む数学的論証を提示することが求められる。

2. 内容—大きな考え

伝統的な数学カリキュラムは、代数、幾何、関数、確率などに細分化され、計算や公式を過度に強調してきたが、「数学リテラシー」に重点をおく PISA 調査では、「大きな考え」(big ideas)と呼ばれる新たな内容区分が採用されている。これにより、各設問は、①偶然、②変化と成長、③空間と図形、④量的な推論、⑤不確実性、⑥従属と関係、のいずれかに分類されることになる。2000 年の調査は、「変化と成長」と「空間と図形」だけからの出題となる。

3. 状況

状況（提示素材の文脈）は、設問と生徒の間の「距離」に応じて、生徒に最も近い私的生活から、最も遠い科学的文脈まで、五段階に区分される。

①私的状況(例題 1、8、9、10、11、12、13、14) / ②教育的状況 / ③職業的状況(例題 2) / ④公的状況(例題 8、9、10、11、12) / ⑤科学的状況(例題 3、4、5、6、7、14)

数学ユニット1：ピザ

ある国のピザ屋は、厚さが等しく、大きさの違う丸いピザを2種類販売しています。小さいピザは直径 30 cm で値段は 30 セットです。大きいピザは直径 40 cm で値段は 40 セットです。

例題1－数学リテラシー

どちらのピザの方が得ですか。その理由も示してください。

力量クラス：2－問題解決のための関連付けと統合
大きな考え：変化と成長 または 空間と図形
状況：私的

ユニット1の提示素材と設問は、面積の増加率に関するものであるが、日常生活に結びついている。この問題は、さまざまなレベルの数学的力量を使って解く

ことができる。そのためこの問題は自由記述式問題になっている。

まず、生徒は、この状況に含まれる数学性を識別しなくてはならない（「数学化」の一部）。これはモデル化（ここでは、30cm; 30 セット; 40cm; 40 セット）の重要な一段階である。次に、生徒はこの問題を質的な推論によって解くことができる。すなわち、ピザの表面積（2次元で増加する）は値段（1次元で増加する）よりも速く増加するので、大きいピザの方が得である、というものである。これは正確かつ簡潔な解法である。なぜなら推論が数学的な議論の核心に至っており、容易に一般化されうるからである。しかしながら、多くの生徒が量的な解法を、より易しいやり方だと思ふであろう。彼らは面積を計算し、2種類のピザそれぞれについて、1セットあたりの量を計算するであろう。小さいピザの面積は1セットあたり約 24cm^2 であり、大きい方は約 31cm^2 である、というように。その他の解法も予想される。例えば、ピザの絵を描いて問題を視覚化し、それを計測して、そこから推論しようとする、ということもありうる。方眼紙を使えば、円の面積の公式は必要ないが、それでも「計算」の方略は用いることができる。

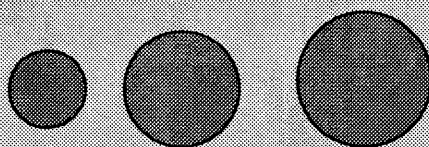
おそらく、2種類のピザの大きさ当たりの値段は等しい、と答える生徒もいるだろう。これは明らかに誤解である。

ほとんどの生徒にとって、これはルーチン手順の実行以上のものが必要な設問であり、さまざまな要素と「大きな考え」が組み合わされている。ほとんどの解法はクラス2の力量に頼ったものであるが、もしも生徒が質的な推論を行ったならば、その場合はクラス3の力量（数学的思考）が発揮されたということもできるだろう。同様に、この問題に関連する「大きな考え」も二つあるといえる。

数学ユニット 2：硬貨

一組の新しい硬貨をデザインするよう依頼されました。すべての硬貨は円形で銀色ですが、それぞれの直径が異なるように造ります。

硬貨は、以下の条件を満たすものでなければなりません。



- ・硬貨の直径は 15 mm よりも小さくはなく、45 mm よりも大きくはない。
- ・小さい順に並べた場合、硬貨の直径は、その一つ前の硬貨より少なくとも 30% 長くなければならない。
- ・硬貨鑄造（ちゅうそう）用の機械は 1 mm 単位でしか硬貨を造ることができない（たとえば、直径 17 mm はできるが直径 17.3 mm はできない）。

例題 2－数学リテラシー

上の条件を満たす一組の硬貨をデザインしてください。一番小さい硬貨の直径を 15 mm とすると、どのような直径の硬貨の組合せが作れますか、できるだけ多くの種類ができるような組合せを示してください。

力量クラス：2－問題解決のための関連付けと統合
大きな考え：変化と成長
状況：職業的

一組の硬貨をデザインするためには、何らかの数学リテラシーをもっていなくてはならない。ユニット 2 で与えられた必要条件是、ある程度の現実性をもっている。そ

れにもかかわらず、例題 2 に設定された問題は、数学の構成的・限定的な用法を表している。求められる計算技能は明らかに最低限のものであるけれども、情報が複雑な形式で提示されているので、ある程度のモデル化、論証、象徴的・形式的・技術的な技能が必要となっている。日常言語から数学的な言語へと問題を転換するために数学化が要求される。

解答形式は明らかに自由解答式である。なぜなら生徒にはさまざまな解法を採用する可能性が十二分に与えられているからである。多くの生徒は情報が与えられたのと同じ順序で問題に取り組むだろう。すなわち、最初の硬貨が直径 15mm でなくてはならないということから考え始めるということである。次に彼らは 30% の増加を計算するだろう。数学的に正確かつ簡潔な解決法は、30% の増加は 1.3 の階乗による指数関数的増加につながるというものである。15、19.5、23.35、32.955、42.8415 という数列が導かれる。これは数学的理解のレベルとしては洗練されたものであるが、誤答である。なぜなら 1 mm 単位という要求を無視しているからである。したがって、一つの正しい解法は、15 から始めて、30% を加え、19.5 を 20 に切り上げ、もう一度 30% を加え、同様の計算を繰り返す、というものである。その結果、15、20、26、34、45 という数列が導かれる。このことから、部分正解の答案が多くありうるということが明らかである。特に、生徒がテキストを十分に注意深く読んでいなかったり、状況を十分に理解していなかったりした場合、部分正解になりやすい。

もちろん計算能力（力量クラス 1）も要求されるが、情報の統合（力量クラス 2）が必要である。「大きな考え」は一見、「空間と図形」に見えるが、それは表面的な理解である。

この問題は、いくぶん幾何学的な状況を用いた、パーセンタイル的・指数関数的成長についての問題であるからである。

数学ユニット3：こけ

地球温暖化によって、氷河の水の一部が溶けています。氷が溶けきってから12年後に、こけと呼ばれる小さな植物が岩に生え始めます。

こけは、ほぼ円形に成長します。

この円の直径とこけの年齢の関係は、おおよそ、下の公式で表されます。

$$d = 7.0 \times \sqrt{t - 12} \quad (t \geq 12)$$

ここで、 d はこけの円の直径（単位：mm）を表し、 t は氷が溶けきった後に経過した年数を表します。

ユニット3で示された問題は既にモデル化されており、そのため、数学化の処理はテキストを数式に当てはめることに変えられている。しかしながら、これはつまらない要求ではなく、象徴的・形式的・技術的な力量が要求される事柄である。円の成長を論ずる場合には必ず空間と図形の構成要素が関係するが、大部分の生徒は、図形を取り扱っているという自覚をほとんど持たないまま、公式に値を代入することによって問題を解くであろうと予想される。例題3と4の出題形式は、解法のバリエーションは限られているけれども、明らかに自由解答式問題である。この問題の状況は科学的であり、それゆえ生徒から「遠い」ものではあるが、やはり文脈が、問題の理解と解法の発見に最低限の関連をもっている。ほとんどの生徒は純粋に数学的な観点から、公式とそれへの値の代入とに注目するであろう。文脈が利用されるのは、単に、値を代入する先が t か d かを知るためだけであろう。

例題3－数学リテラシー

この公式を用いて、氷が溶けきってから16年目のこけの円の直径を求めてください。

力量クラス：1－再現、定義、計算
大きな考え：変化と成長
状況：科学的

例題3は、比較的簡単なものなので、処理過程の理解が十分ではない生徒も、正しく解答する可能性が十分にある。解法のバリエーションは非常に限られており、部分正解の可能性も同様に限られている。最初の操作は、

16を公式の t に代入すること以外にはないだろう。その結果、平方根 $16 - 12$ が得られ、それに7を掛ける。このことがわかれば、生徒は既に問題の本質をつかんでいるので、ここで部分点が与えられる。しかしながら、満点を得るためには、生徒はさらに正解(14)を導かなくてはならない。計算もここでは同様に重要なのである。この問題は、力量クラス1で重要な位置を占める「再現」の基準を満たしてはいないが、要求されている代入は、基本的な道具としてどの生徒にとっても重要な事柄である。

例題4－数学リテラシー

明子さんが、あるこけの円の直径を測ったところ、その直径は35 mmであることがわかりました。

この場所で氷が溶けきったのは何年前ですか。

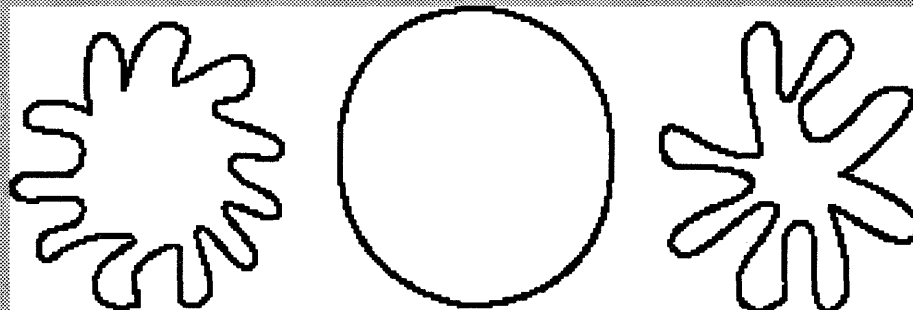
計算方法も示してください。

力量クラス：2－問題解決のための関連付けと統合
大きな考え：変化と成長
状況：科学的

例題4は前問よりもやや難しい。 t ではなく d に代入しなくてはならないことから、多くの生徒にとって計算が難しいものとなるからである。試行錯誤の答案が予想される。その場合、生徒は、妥当な答えに至るまで t の値を次々に推測して代入し、例題3で用いられた手順を繰り返すであろう。例題4でも、答案のバリエーションは、完全に正しい答案から、代入の仕方は正しいが計算が間違っているもの、あるいは試行錯誤の解法をとる答案まで、

さまざまに見られるであろう。試行錯誤は答えを正解に近い値までは導くかもしれないが、正確ではない。例えば答えが 37 ではなく 36 となったりする。例題 4 は例題 3 よりも複雑な力量が必要とされる問題である。

数学ユニット4：形



A

B

C

ユニット4は、お金の取り扱いのような数的操作の基礎や、計測の取り扱いを含む空間と図形に関する基本的概念への習熟に関わっている。また、ユニット4は、数学的に思考し作業する能力にも関わっている。この状況を実生活上の問題と結びつける生徒もいるかもしれないが、この状況は生徒の経験からはこの上なく遠いものである。例題5、6、7はすべて、幅広い解法がありうるので、自由記述式である。

例題5－数学リテラシー

上の図形のうち最も面積が大きいのはどれですか。その理由も説明してください。

力量クラス：1－再現、定義、計算
大きな考え：空間と図形
状況：科学的

例題5は、力量クラス1を必要とするものであり、比較的簡単なものである。三つの面積を比較するというものだが、そのうち二つは変則的な形をしており、ひとつは円に近い。変則的な二つの形は、ほぼ円のなかに入る大きさなので、「円に近い」ものの面積が最も大きいのは明らかである。これが「期待される」答えであり、この推論の筋に近いものにはすべて満点が与えられる。しかし採点にあたっては注意が必要である。「Bが最も大きい。面積を減らすギザギザがないから。AとCにはすき間がある」や「B。これは完全な円だが、他のものは円から少し取り除いたもののようだから」という答えは完全に正解である。絵で同じような内容を伝える答案でもよい。しかしながら、生徒が「B。きわめて自明だから。」と答えた場合、判断が難しい。確かに、生徒はそのことを自明だと思ったのだが、設問には「その理由も説明してください」と明記されている。したがって、この生徒には満点を与えることができない。

例題 6－数学リテラシー

図形 C の面積を見積もる方法を説明してください。

力量クラス：2－問題解決のための関連付けと統合
大きな考え：空間と図形
状況：科学的

例題 6 では、いくらかの数学的推論と、かなりのコミュニケーション技術が要求される。いくつかのアプローチが可能である。生徒はこの図形の上に方眼を描いて、マス进行数える

という「利口な」方法を提案するかもしれない。最も洗練された解法は、(完全に埋まっていないマスを組み合わせることによって) 図形を再構成し、できるだけ多くの完全に埋まったマスを作るというものだろう。その他の解法としては、腕の部分を切り離し、部分部分を再編成して、正方形を作り、その辺の長さを計って面積を求めるといったものがある。経験から言って生徒たちは非常に発明の才に富むので、液体を用いた解法が出てきてもおかしくはない。「この形をした底板に 1cm の高さの縁をつけてモデルを作る。そこに水を注ぎ、水の量を計る。水の量から面積を導き出す。」

技術的な面で別の問題点がある。問題文は「図形 C の面積が何 cm^2 かを見積もる方法を説明してください。」の方が良いのではないだろうか。この問題文では欠けているが、見積もりをするには計測のための単位が必要である。多くの生徒はこれを障害とは感じなかったようだが、単位を特定した方が良いと思われる。

例題 7－数学リテラシー

図形 C の周の長さを求める方法を説明してください。

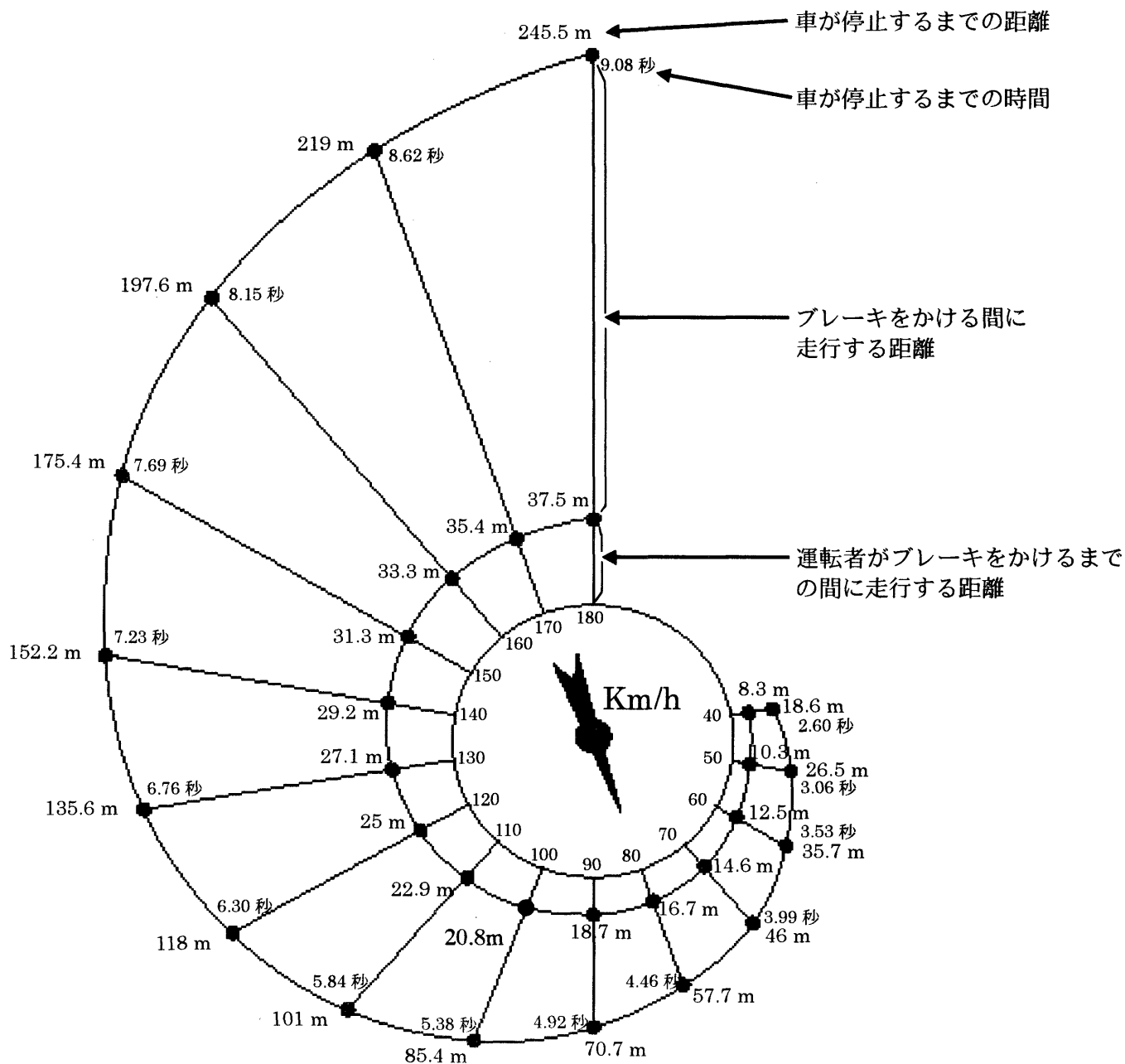
力量クラス：2－問題解決のための関連付けと統合
大きな考え：空間と図形
状況：科学的

例題 7 は、例題 6 に似た複雑さを備えており、同様の難しさを数多く生徒に与えるであろう。生徒がどの程度巧みに不規則な図形の周を測定することができるかを調べ

ようとするものである。一つの良い方法は、図形の輪郭に沿って巻尺、紐、コードなどを置き、この紐の長さを計るといったものである。もっと単純な推論をする生徒は、細かい直線部分の長さをそれぞれ概算して、後に合計するというやり方を提案するかもしれない。あるいは、いまある不規則な星型を規則的な星型に置き換えて、腕の部分の長さを計り、後に 8 つの星の腕を合計して概算できると論じるかもしれない。

数学ユニット5：ブレーキ

走行中の車が停止するために必要な距離は、次の距離の合計になります。
 運転者がブレーキをかけるまでの間に走行する距離（反応距離）
 ブレーキをかけている間に走行する距離（制動距離）
 下の「かたつむり」のような形をした図は、良好な条件のもと（動作のすばやい運転者、正しく動くブレーキとすり減っていないタイヤ、なめらかで乾いた道路）での車の理論的な停止距離と、その停止距離と速さの関係をわかりやすく図に示しています。



モデル化はさまざまな形をとることがありうる。ユニット5では、道路を移動する人すべてに関わりのある良く知られた状況が、制動距離の増加を速度の関数として見やすく表した図表を用いて、提示されている。この状況は多くの生徒にとって馴染み深いものであるだろう。この状況の中に数学的モデルが隠れていることに気づくことはなくても、本問と生徒自身の世界との間の「距離」は比較的小さい。しがたって、これは作り物の文脈ではなく、実生活を送る人々の現実経験と实际的活動のなかに存在するものである。この問題を理解する力は、複雑な社会で仕事をしていく上で、きっと有益である。そして、視覚的に提示された情報を解釈し利用する能力は、リテラシーの範囲に当然含まれる。リテラシーは、知っている公式に数値を代入するようなテクニカルな技能に頼るだけのものではないからである。

ブレーキをかける過程のモデル化はすでになされているが、図表を「脱数学化」して、それを日常言語に翻訳する際には、モデル化と表現の技能が用いられなくてはならないであろう。基本的には、生徒に求められているのは、速度、反応の時間と距離、ブレーキをかける動作、これらを相互に関連させながら、図表を「読む」ことだけである。これは簡単なことのようにもあるが、生徒たちは、教室で教わったことをそのまま探し出すようなテストに慣れすぎていて、自分の技能を異なった文脈に置きかえて用いる能力に欠けている。PISA 調査では、このような認識にたつて、すべての問題を簡単にしている。すなわち、図表の中に示された数字をそのまま使うようになっている。すべての設問で同じ速度を用いているので、設問同士の間になつたつながりがある。問題の性質から明らかなことだが、われわれはここでは解法や解答様式のバリエーションを期待してはいない。それゆえ例題8から12は、限定記述式の問題である。部分得点を与える採点は必要ない。確かにこれは成長曲線に関わる単純な問題ではあるが、生徒はこれまでにこうした表現様式に接したことがないと思われる。そのため、この提示素材に関わる問題はすべて力量クラス2を必要とするものと想定されている。

このように制動距離を図表を通じて取り扱う状況を用いて、さらに別の技能を必要とするような問題を作ることもしられるかもしれない。例えば、速度を時速107kmにしたならば、生徒は、速度計の100と110の間に目測で点を取り、そこから直線を引いて、正解の目星をつける必要があるが、これには別の解法もありうるだろう。さらに複雑な問題を作ることもしられる。例えば、運転者がブレーキをかけるまでの間に走行する距離と車が停止するまでの距離との比率を計算させるといったものがある。時速40kmではこの比率は8.3:18.6、すなわち約1:2になる。時速180kmでは、比率は37.8:245.5、すなわち約1:6になる。生徒にこの違いを説明するように求めてもよいだろう。

例題 8－数学リテラシー

車が時速 110 km で走行しているとき、運転者がブレーキをかけるまでの間に走行する距離は何 m ですか。

力量クラス：2－問題解決のための関連付けと統合
大きな考え：変化と成長
状況：私的・公的

図表を読むことができれば、例題 8 の答えが 22.9m ことがわかる。

例題 9－数学リテラシー

車が時速 110 km で走行しているとき、停止するまでに走行する距離は何 m ですか。

力量クラス：2－問題解決のための関連付けと統合
大きな考え：空間と図形
状況：私的・公的

例題 9 も同様に簡単なものである。答えは 101m。

例題 10－数学リテラシー

車が時速 110 km で走行しているとき、停止するまでにかかる時間は何秒ですか。

力量クラス：2－問題解決のための関連付けと統合
大きな考え：空間と図形
状況：私的・公的

例題 10 は前問と関連している。この問題はブレーキをかける実際状況とはあまり関係がないが、外側の曲線から 5.84 秒とわかる。

例題 11－数学リテラシー

車が時速 110 km で走行しているとき、ブレーキをかけている間に走行する距離(制動距離)は何 m ですか。

力量クラス：2－問題解決のための関連付けと統合
大きな考え：空間と図形
状況：私的・公的

例題 11 は上と異なり、図表を読ませるだけではなく、簡単な計算をさせて図表の解釈を問うものである。生徒は、110 から 22.9 を引いて 78.1m と答えなくてはならない。

例題 12－数学リテラシー

同じ条件で運転している別の運転者が車を停止するのに、合計 70.7 m かかりました。ブレーキをかける前の車の速さは時速何 km ですか。

力量クラス：2－問題解決のための関連付けと統合
大きな考え：空間と図形
状況：私的・公的

例題 12 は、この提示素材に付けられた最後の設問。いくぶん簡単なものであり、与えられた合計の距離から速度を読み取るだけである。

数学ユニット6：中庭

例題 13－数学リテラシー

英子さんは、新しい家にある長方形の中庭にレンガを敷きたいと思っています。この中庭は縦 5.25 m、横 3.00 m で、 1 m^2 当たり 81 個のレンガが必要です。
英子さんが中庭全体に敷くために必要なレンガの数を計算してください。

力量クラス：2－問題解決のための関連付けと統合
大きな考え：空間と図形
状況：私的

数学リテラシーの定義の重要な部分は、「作り物ではない」多様な状況で数学を利用するという点である。こうした状況には、個人生活や仕事が含まれる。ユニット6は、単

純ではあるが、この定義にきわめてふさわしく、日常生活や仕事の中でさまざまな形で出会う状況である。

例題 13 に答えるために、生徒は問題を理解しなくてはならない。この場合、言葉づかいは簡単であり、誤解はほとんど生じえない。ほぼ「標準」の問題である。解答は全面積を計算し、 1 m^2 当たりに必要なレンガの数 81 を掛けることで得られる。それゆえ、この問題には二つの段階があると言うことができる。数学化の過程（テキストの中から関連する数学的要素、 5.25×3.00 と 1 m^2 当たり 81 を見つけ出すこと）は、おそらく第3の段階である。設問自体はややあいまいである。なぜならそこでは、「英子さんが中庭全体に敷くために必要なレンガの数」という日常言語が用いられているが、これは少なくとも3通りに解釈できるからである。一つの答えは 1276 個である。あるいは（明らかにやや不自然だが）「砕いていない」レンガがいくつ必要か、と言って、1275 個と答えることもできる。あるいは、（砕いたものも含めた）レンガの「正確な」数で、1275.75 個と答えることもできる。もっともありそうな答えは、 15 m^2 から 1215 個と算出するものである。 $1/4\text{ m}^2$ の部分が3つ残される。81 の 4 分の 1 は約 20 なので、60 個のレンガを 1215 に足して、1275 という答えが導かれる。したがって、生徒はさまざまな解法をとることができるので、出題形式は自由記述式である。

正解を求めるのに最も必要な能力はモデル化の技能、問題の数学化、及び問題解決の技能である。また答えは一つではないので、コミュニケーションの技能も必要である。（ほとんどすべての問題と同じように）テクニカルな技能も正確な計算のために必要である。さらに、もしも生徒が問題解決のために視覚化しようと思ったならば、表現の技能も役に立つ。彼らは、中庭を描き、81 個のレンガのまとまりにそれを分割しようとするだろう。この問題はクラス 2 に正確に対応するように思われる。なぜなら、記憶再現の問題ではなく、このレベルに典型的である簡単な問題解決技能が必要となるからである。

数学ユニット7：アザラシ

アザラシは、水中で眠っているときでも呼吸をしなくてはなりません。マーチンは1時間のあいだアザラシを観察しました。最初、アザラシは水面にいて、1回呼吸をしました。次にアザラシは海底に潜り、眠り始めました。8分かけて、海底から水面にゆっくり浮かび上がり、再び呼吸をしました。3分かけて、再び海底に戻りました。マーチンはこの一連のプロセスがとても規則正しいものだとすることに気づきました。

例題 14—数学リテラシー

1時間後にアザラシはどの状態ですか。

- A 海底にいる
- B 上昇中
- C 呼吸している
- D 下降中

力量クラス：2—問題解決のための関連付けと統合
大きな考え：変化と成長
状況：私的・科学的

正解は B。例題 14 は、われわれのまわりの世界を理解するのに、単純な数学を利用することができるということを示すものである。生徒たちは、テキストを注意深く分析し、こ

こで不可欠な数学的概念が周期性であることを認識しなくてはならない。周期性の概念は、変化と成長という「大きな概念」の範囲に含まれる。彼らは問題文に示された事柄を純粹に数学的な問題に置き換えなくてはならないが、それはいろいろな仕方で行うことができる。この問題は比較的難問である。なぜなら情報が生徒向けにきちんと整理されていないからである。まず、彼らはサイクルのうち、沈潜のプロセスに関する情報を与えられるが、沈潜にかかる時間は知らされない。彼らはこの情報を、浮上のプロセスに関する数的な情報を与えられて、はじめて手に入れることができる。生徒が日常的にこうした事態に直面することはない。彼らは1サイクルに11分かかることを把握しなくてはならない。潜るのに3分、水面に浮かび、1回呼吸をし、再び潜り始めるのに8分である。この問題の数学化は次のようになる。 $t=0$ で、アザラシは潜り始める、 $t=3$ で、海底に達する、 $t=11$ で、再び水面に達する。以下同様。 $t=60$ では、アザラシは何をしているか。答え。5サイクルで55分なので、 $t=60$ では、サイクルの始めから5分経過したところである。ゆえに、アザラシは上昇中である。しかし、生徒はこの問題をこれほど形式的なやり方を用いなくても、数学化することができる。2本の平行線で水面と海底を描き、下降線（3分）と上昇線（8分）を描く作業を60分に達するまで繰り返す。この場合、用いられる能力はモデル化、再現、形式的技能である。多くのバリエーションや他の解法が予想される。

この問題は、ほとんどの生徒の世界にとって「近い」ものではない。この問題はやや科学的すぎるかもしれない。しかし、生徒は家庭でこれに似た問題に直面するかもしれない。例えば、海の近くに住む生徒ならば潮の干満の予測、あるいはそうでなければ定期バスの到着時刻などである。それゆえこの問題は、あらかじめモデル化されているが、作り物ではない。出題形式は選択肢式であり、マークシート採点が可能である。しかしこの問題を限定記述式問題に変えたならば、そこから得られる情報はさらにいっそう有意義なものとなるだろう。

理 科

各設問は、プロセス、内容、状況の三つの次元で分類され、適切な配分率で出題される。

1. プロセス－五つの科学的プロセス

科学的プロセスは、以下の五つに分類される。

- ①科学的に調査可能な疑問の識別(例題 10)
- ②科学的な調査に必要な証拠の識別(例題 3)
- ③結論の導出または評価(例題 2、4、5、6)
- ④有効な結論の伝達(例題 7)
- ⑤科学的概念の理解の表明(例題 1、8、9、11)

2. 内容－科学的概念

内容は、科学的概念として、以下の通り分類される。(例題で示されたものを太字にしてある。)

①物質の構成と特性、②大気中の変化(例題 7)、③化学的・物理的变化(例題 3)、④エネルギー変換(例題 2、8)、⑤力と運動(例題 1)、⑥形状と機能、⑦人体生物学、⑧生理学的変化(例題 4、9)、⑨生物多様性、⑩遺伝子操作(例題 10、11)、⑪生態系(例題 5、6)、⑫地球と宇宙、⑬地質学的変化

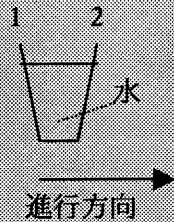
3. 状況－応用分野

状況は、科学的概念の応用分野として、以下の通り分類される。

- ①生命と健康における科学：健康・疾病・栄養(例題 3、4、8、9)、種の維持と持続的利用(例題 5、6)、物理学と生物学の相互依存
- ②地球と地球環境における科学：環境破壊(例題 2)、土壌の産出と損失、天候(例題 7)
- ③テクノロジーにおける科学：バイオテクノロジー(例題 10、11)、資源の利用と廃棄物の処理、エネルギー利用、輸送(例題 1)

理科ユニット1：バス

1 台のバスがまっすぐな道路を走っています。バス運転手の太郎が水のはいたコップをダッシュボードの上に置きました。



突然、太郎は急ブレーキをかけました。

例題 1－理科リテラシー

コップの中の水は、太郎が急ブレーキをかけた直後、どうなりますか。

- A 水は水平のままである。
- B 水は 1 の側にこぼれる。
- C 水は 2 の側にこぼれる。
- D 水はこぼれるが、1 の側と 2 の側のどちらにこぼれるか分からない。

プロセス：科学的概念の理解の表明

概念：力と運動

状況／応用分野：テクノロジーにおける科学(輸送)

正解はC。バスに関するユニットの最初の設問である例題1では、われわれが日常的に経験する輸送形態の科学的な側面を考察することが生徒に求められる。この設問は、この

状況を利用して、運動中の物体の運動量と、運動を停止させるのに必要な力とに関する知識を評価しようとするものである。バスがすばやく停止すると、コップの水はそれまで動いていた方向に動きつづけるので、進行方向にこぼれると思われる。コップの壁面による反作用が水を押し戻すので、馴染み深い経験にひきつけて、液体が前後両方にこぼれると考えることもできる。しかしながら、最初にこぼれるのがどちら側かを特定するためには、液体に作用する力に関する知識が必要となる。解答の可能性を限定するために、ここでは選択肢式解答様式が適切である。

例題 2－理科リテラシー

太郎のバスは、たいていのバスと同じように、石油を使ったエンジンで動きます。石油を使ったエンジンのバスは環境汚染を引き起こします。

太郎の仲間はトロリーバスを使っている町で働いています。トロリーバスはモーターで動きます。このモーターに必要な電気は（電車と同じように）架線から得ています。その電気は、石炭を用いる発電所から供給されます。

ある都市でトロリーバスの運行を支持する人は、トロリーバスは環境汚染をもたらさないと主張しています。

こうしたトロリーバス支持者の主張は正しいでしょうか。以下に説明してください。

プロセス：結論の導出または評価
概念：エネルギー変換
状況／応用分野：地球と地球環境における科学（環境破壊）

例題 2 では、大気汚染の原因という、バスのもう一つ別の特徴に焦点が移される。大気汚染は将来の重要課題であり、生徒がそれに関わる決定を正しく行えることが大切である。この問題

の導入個所では、一部の人のによって主張された一つの結論が提示されており、そこでは、電気で動くトロリーバスは大気汚染の原因ではない、とされている。生徒に求められるのは、設問で与えられた情報と、発電所での石炭燃焼によって発生する物質に関する自分自身の知識とを用いて、この結論の妥当性を評価することである。生徒は、電気の使用そのものは汚染の原因ではないと思っているかもしれないが、正解するためには、答案の中で、電気を作り出している火力発電所が汚染の原因になっているということに言及しなくてはならない。

理科ユニット2：ハエ

次の記事を読んで、以下の設問に答えてください。

ハエ

ある農業試験場でK氏が乳牛の世話をしていた。牛小屋の中にハエがどっとふえ、牛の元気がなくなったため、K氏は小屋と乳牛に殺虫剤Aをまいた。ハエはほぼ全滅したが、しばらくたつとまたふえてきた。K氏はまた殺虫剤をまいた。効果は最初とだいたい同じで、わずかなハエ以外は死んだ。けれども今度は最初のときより短時間でハエがふえてきて、また殺虫剤をまいた。それが5回も続いたところ、殺虫剤Aの効き目がどんどん落ちてくる気配が見えた。

殺虫剤は、大きなタンクで一度につくり、小出しに使ってきた。それを思い出したK氏は、殺虫剤が時間とともに少しずつ分解したのではないかと考えた。

ユニット2の主題である農業における殺虫剤の使用は、重要性を増しつつある主題である。集約的食糧生産に伴って、殺虫剤や除草剤の使用量が増加してきたが、これらの薬品は継続的に使用されると効力が減少する傾向にあることが知られている。しかしながら、ある特定の場合には、このユニットで指摘されているように、駆除対象となっている生物の抵抗力の増大の他にも理由がありうる。したがって、ここで生徒に与えられる問題は、作り話ではない重要な事柄を含む状況に組み込まれている。

例題3－理科リテラシー

K氏は、殺虫剤が時間とともに少しずつ分解したのではないかと考えました。それを確かめるにはどうすればよいか、簡潔に説明してください。

プロセス：科学的な調査に必要な証拠の識別

概念：化学的・物理的变化

状況／応用分野：生命と健康における科学（健康・疾病・栄養）

例題3では、殺虫剤Aの効力に関するK氏自身の考えに注意が向けられる。生徒に求められるのは、この考えを確かめることができるような証拠を識別することである。

分解の意味と、分解が殺虫剤Aの化学的構造及び効果を変化させる仕組みとに関する、科学的知識が、この問題を理解する背景として必要である。殺虫剤の変化が効力の減少によるものかどうかを知るための科学的に妥当な方法はいくつかある。その一つは、統制された条件下で新旧二つのタンクを比較するという経験的な方法である。この実験で統制されなくてはならない変数は、ハエの種類、殺虫剤の古さ、殺虫剤をかける量、である。しかしながら、この種の答えは、これらの統制条件にはっきりと言及していなくても正解とされる。なぜならそうした統制条件が含意されているのが自明である場合が多いからである。妥当ではあるが必要な比較を行うのに十分ではない手続きを示した答案には、部分点が与えられる。

例題4－理科リテラシー

K氏は、殺虫剤が時間とともに少しずつ分解したのではないかと考えました。なぜ「殺虫剤Aの効き目がどんどん落ちてきた」のかについて、他に二つの説明を記してください。

原因 1: _____

原因 2: _____

プロセス：結論の導出または評価

概念：生理学的変化

状況／応用分野：生命と健康における科学（健康・疾病・栄養）

このユニットの提示素材では、別の結論を引き出すこともできるような観察が示されている。例題4では、K氏が考えたことのほかに、殺虫剤

の効力の減少の理由としてありうる事柄に焦点が当てられている。ハエの抵抗力に言及する答案の場合、生理学的な変化とその結果として抵抗力が遺伝される可能性とに関する知識が必要である。PISA 予備調査を受けた生徒のほとんどは、このことを答えの一つとして挙げた。例えば「同じ殺虫剤を繰り返し使ったので、ハエはこの製法で作られた薬に免疫を持つようになった」というものがある。その他の二つの正しい説明は、分解の可能性の認識と、十分な散布量の必要性の認識である（いずれも利用可能な証拠から引き出されうる結論である）。このように、三つ（またはそれ以上）の正解があるが二つしか解答を要求しないような設問では、採点に関する一般的な問題が生じる。どれか一つの答えが他のものよりも価値が高いため、満点が与えられるのは、この答えが含まれる場合だけである、と考えることもできる。例題4の場合は、ハエの獲得された抵抗力に言及する答えが、他の二つの答えよりも重要であると考えられる。しかしながら、一つのタイプの答えが好ましいことが問題中で生徒に知らされていない場合は、すべての答えを同様に扱うのが結局のところは正当である。

理科ユニット3：生物多様性

次の新聞記事を読んで、下の設問に答えてください。

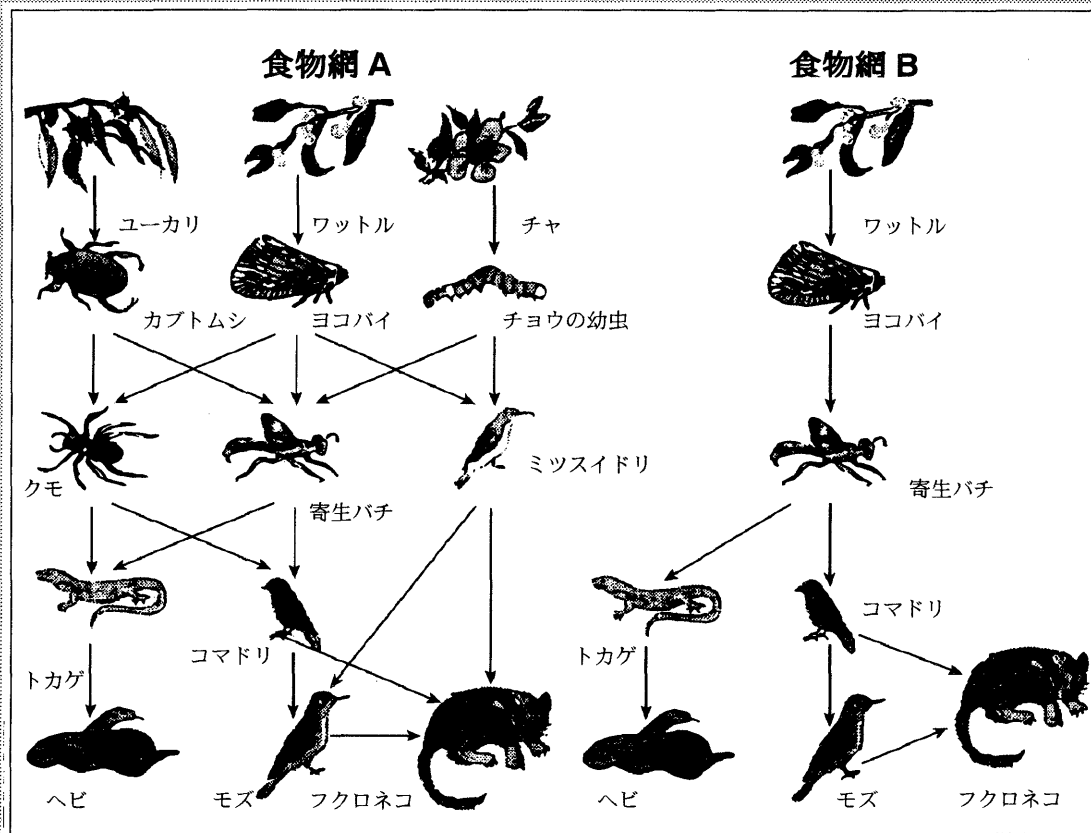
生物多様性は環境管理の決め手

高度の生物多様性（すなわち、多種多様な生物が存在すること）を維持している生態系の方が、生物多様性に乏しい生態系よりも、人為的な環境変化に対する適応性ははるかに高い。

下図に示された二つの食物網をよく見てほしい。矢印は、生物の食べられる側から食べる側の関係を示している。下図の食物網は現実の生態系の食物網に比べて非常に単純化されているが、それでも多様性に富んだ生態系と、多様性に乏しい生態系との基本的な違いを明らかにしている。

食物網Bは、きわめて生物多様性に乏しい状態を示したもので、この生態系には、採餌経路が一つしかない段階がある。食物網Aは、多様性に富んだ生態系を示したもので、代わりとなる採餌経路が多くある。

一般に、生物多様性の低下を深刻に受け止めなければならないのは、絶滅した生物が倫理上および実益上の理由から大きな損失となるだけでなく、生き残った生物もその分だけ、将来絶滅の危機に瀕するおそれが大きくなるためである。



種の多様性を維持することの重要性は、日常生活の中ですぐに目に見える形で現れるわけではないが、地球規模で、かなりの長期間にわたって重大な影響を有する問題である。人間活動に関わる多数の理由のために、種の数が増えることの影響は、思いがけないものとなるかもしれない。こうした因果関係の連鎖の理解を左右するのは、生物の相互依存に関する知識と、この知識を用いて特定の生物の生息数の変化が他の生物の生息数に与える影響を予測する能力である。食物網は、このような関係を提示・説明するための通常の方法である。これは世界中の理科カリキュラムで目にするのできるものである。生物多様性に関するユニット3では、二つの食物網が示されている。一つは他方よりも多様な生態系をあらわしている。

例題5－理科リテラシー

記事の中に、「食物網Aは、多様性に富んだ生態系を示したもので、代わりとなる採餌経路が多くある。」とあります。

食物網Aを見てください。この食物網では、直接食料供給源が3種類ある動物が2種類だけいます。その2種類の動物は次のうちどれですか。

- A フクロネコと寄生バチ
- B フクロネコとモズ
- C 寄生バチとヨコバイ
- D 寄生バチとクモ
- E フクロネコとミツスイドリ

プロセス：結論の導出または評価

概念：生態系

状況／応用分野：生命と健康における科学（種の維持と持続的利用）

正解はA。このユニットの最初の設問（例題5はその一つである）では、食物網を「読んで」、それがあらわす事柄を

正しく解釈する能力が問われる。例題5は、食物網に関する知識と食物網Aから得られる情報とを用いてデータに合う結論を導くことを求めている。答えは、食物網Aから得られる情報の中にあるものであって、特定の動物に関する知識を必要とするものではない。

例題6－理科リテラシー

食物網Aと食物網Bは地域が異なります。ヨコバイが両方の地域で絶滅したとします。ヨコバイの絶滅がそれぞれの食物網に及ぼす影響とその理由を、最も適切に述べているのは次の文のうちどれですか。

- A 食物網Aには寄生バチの食料供給源が一つしかないため、食物網Aの方が影響は大きくなる。
- B 食物網Aには寄生バチの食料供給源がいくつかあるため、食物網Aの方が影響は大きくなる。
- C 食物網Bには寄生バチの食料供給源が一つしかないため、食物網Bの方が影響は大きくなる。
- D 食物網Bには寄生バチの食料供給源がいくつかあるため、食物網Bの方が影響は大きくなる。

プロセス：結論の導出または評価

概念：生態系

状況／応用分野：生命と健康における科学（種の維持と持続的利用）

正解はC。このユニットには、生態系の変化の影響に関する生徒の理解を問う設問がいくつか含まれているが、例題6はその一つである。その他の設問には、生物多様性の減少がなぜ深刻な問題であるのかを、与えられた食物網の文脈から説明させるといったものもある。例題6は、二つの食物網を比較して、

生息数の変化の影響を受けやすいのが多様性に乏しい生態系のほうである、ということを認識させようとするものである。食物網の選択よりも理由の選択に重点をおいた選択肢が用いられている。得点は、正しい食物網と正しい理由の組み合わせに対してのみ与えられる。正解以外の選択肢を注意深く読まなくてはならないが、60%の生徒が正解していることから、そのことは予備調査では障害とはならなかったと思われる。

理科ユニット4：気候変動

次の文章を読んで、設問に答えてください。

人間の活動と気候変動との関係

石炭、石油、天然ガスの燃焼や、森林の消失、農業・産業活動などが、大気の成分を変え、気候を変えようとしている。人間のこうした活動によって、大気中の微粒子と温室化ガスの濃度が上昇した。

気温の変化に何がどの程度の効果を持つかを、図1にまとめてある。

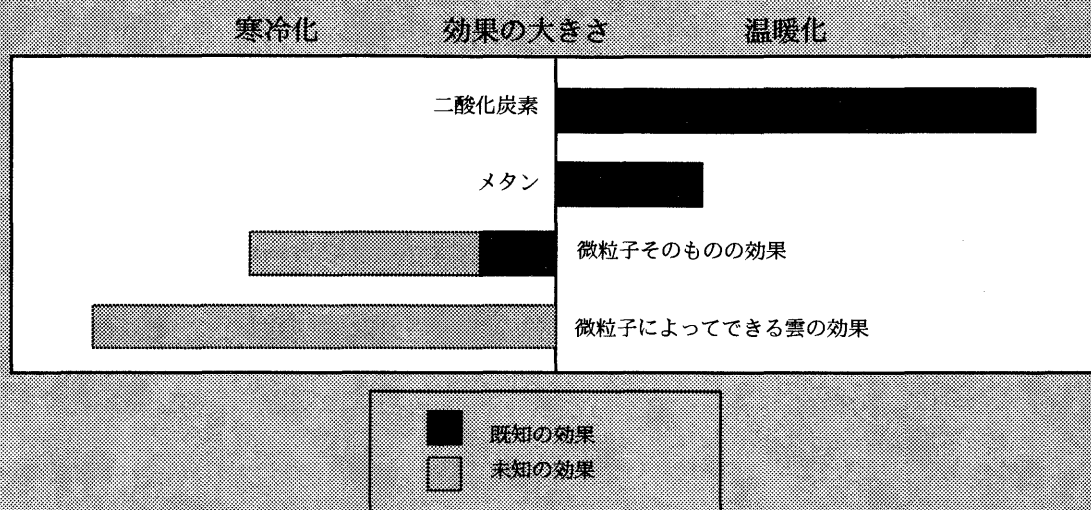


図1：気温を変える原因とそれぞれの大きさ

二酸化炭素やメタンが増えれば地球は暖まる。反対に、微粒子が増えると、ひとつは微粒子そのものが太陽光をさえぎり、もうひとつは微粒子によってできる雲が太陽光をさえぎって、地球は冷えるのだ。

グラフの右手にいくほど温暖化の度合いが強く、左手にいくほど寒冷化の度合いが強くなっている。「微粒子そのものの効果」と「微粒子によってできる雲の効果」は、まだ分からないことが多いが、棒グラフの薄い網かけ部分のどこかに来ると思われる。

ユニット4の提示素材は、インターネット上で見つけられた情報から採用したものである。気候変動の要因に関するものである。インターネットは、現代の生徒たちの日常生活のなかで、情報源として、次第に頻繁に用いられるようになるであろう。したがって、彼らがこのような情報を解釈し利用できるのは、重要なことである。しかし、データ提示の方法が設問の障害とならないように、いくつかの説明を付け加えてある。この話題は、対策としてどのような行動をとるべきかについて、決定的な証拠が見当たらない性質のものである。

例題 7－理科リテラシー

図 1 を見て、「人間の活動から出る二酸化炭素を減らした方がよい」という立場での理由を書いてください。

プロセス：有効な結論の伝達

概念：大気中の変化

状況／応用分野：地球と地球環境における科学(天候)

例題 7 では、与えられた情報を用いて、特定の行動、すなわち人間活動の結果としての二酸化炭素放出を減少させること、を支持するよう生徒に求めている。別の設問

(ここでは示さない) では、同じ情報を別の仕方で用いて、人間活動の影響は真の問題ではない、という意見を支持するよう生徒に求めている。どちらも、設問で評価されるのは、証拠に基づいて結論を伝達する能力である。これら二つの問題は、組み合わせると、科学的情報がこうした複雑な事項に適用される際に注意すべきことの例示となる。この設問への正解は、寒冷化と温暖化が気候変動において重要であるのはなぜか、二酸化炭素、メタン、大気中の微粒子がこれらの効果をいかに引き起こすのか、といった内容の知識の有無に左右される。しかしながら、焦点は、与えられたデータを用いて議論を構成することであり、効果的にコミュニケーションする能力を評価することである。この例題では、得点は、提案された議論に関連する情報がどれかを特定できている答えに対して与えられる。たとえ答えが二酸化炭素の発生原因となる活動に関わっていたとしても、その減少に向けた議論に焦点化していない場合は得点を与えられない。

理科ユニット 5：チョコレート

以下に示したのは、1998 年 3 月 30 日の新聞『デイリーメール』紙の記事を要約したものです。これを読んで、下の設問に答えてください。

ある新聞記事で、ジェシカという名前の 22 歳の学生に関する話題が報道された。彼女は、「チョコレート・ダイエット」を行っている。チョコレートを 1 週間に 90 枚食べ、5 日に 1 回の正しい食事のとき以外は、チョコレートの他の食べ物を一切とらないというものである。彼女は、自分が健康であり、50 キロの体重を維持していると言っている。栄養学の専門家は、「こんな食事で生きていける人がいるとは驚きです。脂肪は彼女に生きるためのエネルギーを与えますが、食物のバランスはとれません。チョコレートにはミネラルや栄養分が含まれてはいますが、ビタミンは決して十分にはとれていません。いずれ年をとってから健康上深刻な問題に直面する可能性があります。」と述べている。

ユニット 5 の各設問は、健康な食事の理解や、さまざまな種類の必要な食物に関する知識の理解に関わるものである。これらの問いは次のような結論につながる。すなわち、チョコレート・ダイエットは健康からはほど遠く、実際には必要以上のエネルギーが与えられることになる、というものである。このユニットは、魅力のある重要な話題と設問の豊富さをあらわす例としてここに示されている。

ここに掲載していない設問には、図表によって情報をさらに与え、そこから、ジェシカの体重が安定しつづけるという主張の検証に必要な証拠を引き出させる、というものがある。この設問によって、図表から得られる情報にテキストを関連付けるという、読解リテラシーの一側面が評価される。さらに別の設問では、エネルギーの過度の摂取にも関わらずジェシカはなぜ安定した体重を維持できるのかという点について、考えられる理由を問うている。

例題 8－理科リテラシー

栄養価についての本に、チョコレートに関して次のようなデータが記されています。これらのデータは、ジェシカさんがいつも食べている種類のチョコレートに当てはまるものとします。

表 1：チョコレート 100g 中の栄養成分

タンパク質 (G)	脂肪 (G)	炭水化物 (G)	ミネラル		ビタミン			総エネルギー量 (KJ)
			カルシウム (MG)	鉄 (MG)	A	B (MG)	C	
5	32	51	50	4	-	0.20	-	2,142

この表によると、100g のチョコレートには 32g の脂肪が含まれ、また、2,142kJ のエネルギーが得られます。栄養学者は「脂肪は彼女に生きるためのエネルギーを与えますが...」とあります。

100g のチョコレートを食べた場合、エネルギー (2,142kJ) のすべてが 32g の脂肪から得られるのですか。表のデータを利用してあなたの答えを説明してください。

プロセス：科学的概念の理解の表明

概念：エネルギー変換

状況／応用分野：生命と健康における科学（健康・疾病・栄養）

例題 8 では、チョコレート
の栄養価に関する情報が与え
られているが、これはジェシ
カが消費している栄養価の種
類を示していると考えられる。

チョコレートが、脂肪、たんぱく質、炭水化物だけでなくミネラルやビタミンも含んでいることがわかる。与えられた問いは、これら各構成要素のエネルギー量に関わるものであり、エネルギーがミネラルやビタミンではなく脂肪、たんぱく質、炭水化物から生じるという知識、ミネラルやビタミンが健康な食事において別の役割を果たしているという知識を必要とするものである。それゆえこの設問は、単に記憶の想起だけではなく、知識を実際の生活状況に応用することをも要求している。満点が与えられるのは、エネルギーが、チョコレートに含まれる脂肪だけでなく、たんぱく質や炭水化物（いずれか一つでも可）からも生じるということを示す答えである。例えば、「いいえ。例えば炭水化物は脂肪よりも多くのエネルギーを供給するから。」という答えである。1g の炭水化物のエネルギー量は 1g の脂肪のエネルギー量よりも少ないが、生徒は炭水化物のほうがチョコレートに多く含まれている、と言いたいのかもしれないので、これは正解であるといえる。部分点が与えられるのは、たんぱく質や炭水化物だけでなくビタミンやミネラルからもエネルギーが生じるとする答えである。例えば、「そうは思わない。炭水化物、ミネラル、ビタミンからもエネルギーが生じるから。」という答えである。

例題9－理科リテラシー

栄養学の専門家は「ビタミンは決して十分にはとれていません。」と言いました。チョコレートに欠けているビタミンの一つはビタミンCです。もしかすると彼女は、「5日に1回」の「正しい食事」で、ビタミンCを多く含む食物をとることによって、これを補うことができるかもしれません。

食物の種類の一覧があります。

1. 魚
2. 果物
3. 米
4. 野菜

ジェシカさんがビタミンCの不足を補えるように、2種類を勧めるとしたら、あなたはどれを選びますか。

- A 1と2
- B 1と3
- C 1と4
- D 2と3
- E 2と4
- F 3と4

プロセス：科学的概念の理解の表明

概念：生理学的変化

状況／応用分野：生命と健康における科学（健康・疾病・栄養）

正解はE。例題9では、健康な食事のもっとも重要な構成要素の一つが何によって供給されるかを問うている。これは、食

事に関する正しい決定をするために必要な知識である。

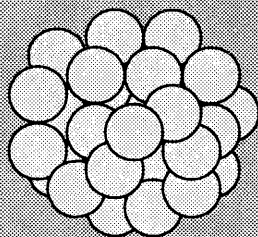
理科ユニット6：クローン子牛

5頭の子牛誕生に関する下の記事を読んで設問に答えてください。

1993年2月、フランスの国立農業研究所の研究班が5頭のクローン子牛をつくることに成功した。クローンは、別々の母親から生まれて、まったく同じ遺伝子をもっている動物のことで、その出産は、複雑な手順を踏んで行われた。

研究者はまず、雌牛（めうし）ブランシュ1号から約30個の卵細胞を抜き出した。研究者は、ブランシュ1号から取った卵細胞のそれぞれから核を抜き去った。

次いで研究者は、別の雌牛（ブランシュ2号）から胚（はい）を取り出した。この胚には約30個の細胞が含まれていた。



研究者は、ブランシュ2号から取った細胞のかたまりを一つ一つバラバラにした。

次いで研究者は、これらの一つ一つの細胞から核を抜き出し、それぞれの核を、ブランシュ1号から抜き出した30個の卵細胞（すでに核を取り除いてある細胞）にそれぞれ一つずつ注入した。

最後に、核を注入した30個の卵細胞を、30頭の別々の雌牛（代理雌牛）に移植した。それから9か月後に、そのうちの5頭の代理雌牛がクローン子牛を出産した。

研究者の一人は、このクローンをつくる技術を大がかりに利用すれば、畜産業者に利益をもたらすと述べている。

ユニット6のテキストでは、ある実験とその結果が報告されている。この実験で検証しようとしている考えは明確には述べられておらず、生徒はそれが何であるかを問われている。

例題10－理科リテラシー

牛を使ったこのフランスの実験では、ある主要なテーマがテストされ、実験結果によって裏づけられました。この実験でテストされた主要なテーマは、どのようなものですか。

プロセス：科学的に調査可能な疑問の認識

概念：遺伝子操作

状況／応用分野：テクノロジーにおける科学（バイオテクノロジー）

例題10に正解するには、科学的調査で焦点となるような問題点を認識することが必要である。この場合は、細胞分

裂と、遺伝における核の重要性とに関する知識が必要とされるような内容の認識が必要である。採点に当たっては、子牛や牛に言及していなくても「クローンが可能であること」というような妥当な答えに対して、得点が与えられる。得点が与えられないのは、テストすることはできるがこの調査においてはテストされていない考えや、科学的に答えることができない考えである。

例題 11－理科リテラシー

次の文のうち正しいのはどれですか。それぞれについて「正しい」と思うものには○、「誤り」と思うものには×を解答欄に記入してください。

	解答欄
5 頭の子牛はすべて遺伝子が同じである	
5 頭の子牛はすべて性別が同じである	
5 頭の子牛はすべて毛の色が同じである	

プロセス：科学的概念の理解の表明
 概念：遺伝子操作
 状況／応用分野：テクノロジーにおける科学(バイオテクノロジー)

すべての解答欄に○を記入したものが正解である。ここでは、クローンに関する提示素材で示された結果

についての叙述が提示されている。しかし、これらの叙述は、経験的なデータから導き出されたものではなく、提示素材で与えられた証拠に基づいているわけでもない。もしそうだったとしたら、ここで評価される処理は、「結論の導出と評価」になるはずである。その代わりに、生徒は、遺伝に関する自分自身の知識を用いて答えることになっている。それゆえ、概念と応用分野は例題 11 と同じだが、処理は異なっている。

付録1：国立教育研究所内 OECD-PISA 調査プロジェクト・チーム

渡辺 良	国際研究・協力部	部長（総括責任者兼事務局長）
下野 洋		次長（理科班主査）
相良憲昭	企画調整部	部長（質問紙班）
坂本孝徳	企画調整部	企画調整官（質問紙班）
河合 久	企画調整部	室長（読解力班）
岩崎久美子	企画調整部	主任研究官（事務局、質問紙班）
山田兼尚	生涯学習研究部	部長（調査班、質問紙班主査）
澤野由紀子	生涯学習研究部	室長（読解力班）
鬼頭尚子	生涯学習研究部	研究員（事務局、読解力班）
清水克彦	教育指導研究部	室長（調査班、数学班）
有元秀文	教科教育研究部	室長（読解力班主査）
沼野太郎	国際研究・協力部	室長（事務局、調査班、読解力班）
永田佳之	国際研究・協力部	主任研究官（事務局、読解力班）
上原秀一	国際研究・協力部	研究員（事務局）
長崎栄三	科学教育研究センター	室長（数学班主査）
小倉 康	科学教育研究センター	主任研究官（調査班、理科班）
瀬沼花子	科学教育研究センター	室長（数学班）
猿田祐嗣	科学教育研究センター	室長（調査班副主査、理科班）
松原静郎	科学教育研究センター	室長（質問紙班、理科班）
鳩貝太郎	科学教育研究センター	室長（理科班副主査）
五島政一	科学教育研究センター	室長（理科班）
小林幸乃	科学教育研究センター	研究員（事務局、質問紙班）
三宅征夫	教育情報資料センター	センター長（調査班主査、質問紙班、理科班）
斎藤道子	教育情報資料センター	室長（調査班、質問紙班）

OECD生徒の学習到達度調査 (PISA)
<調査問題例>

平成 12 年 5 月

発 行 国立教育研究所内 OECD-PISA調査プロジェクトチーム

〒153-8681 東京都目黒区下目黒6-5-22
電話：03-5721-5150 (代表)

印 刷 光和商事