

第3 問題作成部会の見解

1 問題作成の方針

平成23年度大学入試センター試験の「理科総合 A」は、基礎的で総合的な理解や思考力を評価する出題となるように留意した。

本年度は、以下のような観点で問題を作成した。

- (1) 自然の事物・現象に対してエネルギーの保存と変換の考え方から理解しているか。
- (2) 物質を構成する基本粒子の組合せと変化に基づいた見方、考え方ができるか。
- (3) 日常生活とのかかわりにおいて自然の事物・現象を総合的に見たり考えたりできるか。
- (4) 科学技術と人間生活とのかかわりについて科学的に考察できるか。
- (5) 自然現象の観察や実験を通して探究する科学の方法が習得されているか。
- (6) 知識を応用したり論理的に考察したりする思考力があるか。

その他に、以下の点にも留意した。

- (1) 問題数、難易度、配点に配慮する。
- (2) 設問の方法、表現、形式に配慮する。
- (3) 適切な出題範囲となるよう留意する。
- (4) 特定の教科書に偏らないよう留意する。
- (5) 他教科・科目の出題内容との重複がないよう留意する。

2 各問題の出題意図と解答結果

高等学校学習指導要領の示す内容にそって、エネルギーと物質の成り立ちを中心にした自然の事物・現象についての理解、人間と自然のかかわりについての考察力及び自然に対する総合的な見方や考え方を評価しようとした。その際に、観察や実験の力量についても評価することを意図した。内容的には、自然の探究、資源・エネルギーと人間生活、物質と人間生活、科学技術の進歩と人間生活について、幅広く総合的に考察する力を評価しようとした。

「理科総合 A」の本試験の平均点は、昨年度まで65.80点、57.05点、48.00点、56.59点、63.38点と推移してきたが、本年度は55.63点であった。昨年度と比較すると低い平均点となったが、おおむね妥当な難易度の出題であったと考えている。

第1問 高等学校学習指導要領の内容「(3) 物質と人間生活」の「ア 物質の構成と変化」及び「イ 物質の利用」に関連して、元素の周期表及び原子の電子配置、化学反応式の係数の意味、質量保存の法則などについて問い、気体の化学的性質、及び水溶液の液性による指示薬の色変化についても実験を通して問う出題である。第1問の得点率は、半分を若干下回るものであった。

問1 代表的ないくつかの元素について、電子配置を示し、各元素又は原子の化学的性質について問う出題である。高等学校学習指導要領の「(3)ア(ア) 物質の構成単位」に対応する。正答率は科目全体の得点率よりも低く、選ばれた解答のばらつきが大きかった。

問2 化学的性質を利用して混合物を分離する方法についての理解を問う出題である。高等学

校学習指導要領の「(3)イ(ア) 日常生活と物質」に対応する。正答率はかなり高かった。

問3 a 空気の主成分である窒素を原料とするアンモニアの工業的製法の化学反応式の意味、及びアンモニアの化学的性質について問い、化学反応式から読み取ることができる物質の量的関係及び質量保存則の基本的な内容について問う出題である。高等学校学習指導要領の「(3)ア(イ) 物質の変化」に対応する。正答率は科目全体の得点率よりもかなり低く、選ばれた解答のばらつきが大きかった。

問3 b アンモニアが水に溶解しやすいこと、及び溶解による体積の減少に伴い、密閉空間での圧力が減少すること、また指示薬の色の変化について問う出題である。高等学校学習指導要領の「(3)イ(ア) 日常生活と物質」に対応する。正答率は科目全体の得点率を若干上回る程度であったが、アンモニアが水に溶けたときの性質に関する誤答が多かった。

問4 うすい塩酸の電気分解において、陽極と陰極での電子の授受と酸化・還元反応について、基本的な理解を問う出題である。高等学校学習指導要領の「(3)ア(イ) 物質の変化」に対応する。正答率は半分以下で、選ばれた解答のばらつきが大きかった。

問5 金、銅、アルミニウムの性質と利用に関する基本的な理解を問う出題である高等学校学習指導要領の「(3)イ(ア) 日常生活と物質」に対応する。正答率は半分をかなり下回り、銅に関する理解に課題が残った。

第2問 高等学校学習指導要領の内容「(1) 自然の探究 ア 自然の見方、イ 探究の仕方」、
「(2) 資源・エネルギーと人間生活 イ(ア) 仕事と熱」、「(3) 物質と人間生活 ア(イ) 物質の変化、イ(ア) 日常生活と物質」に関する出題である。水道水、井戸水、雨水という身近な素材について、(1)観察、実験を通して、写真からの現象の読み取りや、実験に必要な計測器の選択など、探究の進め方に関する能力、(2)水の重力による落下運動や、井戸水をくみ上げるときに必要な仕事など、エネルギーの基礎に関する理解度、並びに(3)人間生活とかかわりの深い水の状態変化と、それに伴うエネルギーの移動に関する理解度を見るために出題したものである。第2問の得点率は、半分を下回った。

問1 a 写真により観測された水流の太さの変化を、水流の速さと関連させて理解する力を問う出題である。高等学校学習指導要領の「(1)ア 自然の見方」に対応する。正答率は良好であったが、水流の太さの変化を逆にとらえる誤答もあった。

問1 b 水流の速さを測定するための方法について考察させ、それに必要な計測器を正しく選択できる力を問う出題である。高等学校学習指導要領の「(1)イ 探究の仕方」に対応する。正答率は良好であった。

問1 c 水流の断面積と速さとの関係、及び力学的エネルギー保存の法則に関する知識を用いて、水流の初速度を求める応用力を問う出題である。高等学校学習指導要領の「(2)イ(イ) エネルギーの変換と保存」に対応する。正答率はかなり低かった。

問2 冷たいコップの側面に水滴が付くという事例を題材にして、水の状態変化とそれに伴うエネルギーの移動に関する知識を問う出題である。高等学校学習指導要領の「(2)イ(イ) エネルギーの変換と保存」に対応する。正答率は低く、熱の移動方向に関する誤答が多かった。

問3 井戸水をポンプでくみ上げるという事例を題材にして、仕事率に関する知識と計算力を問う出題である。高等学校学習指導要領の「(2)イ(ア) 仕事と熱」に対応する。正答率はかな

り低かった。

問4 水資源を有効利用するために雨水を使って打ち水をするという事例を題材にして、熱容量に関する知識と計算力を問う出題である。高等学校学習指導要領の「(2)イ(ア) 仕事と熱」、
「(3)ア(イ) 物質の変化」に対応する。正答率は半分を下回り、選ばれた解答もばらついた。

第3問 高等学校学習指導要領の内容「(1) 自然の探究」の「イ 探求の仕方」、及び「(3) 物質と人間生活」の「ア 物質の構成と変化」と「イ 物質の利用」に関連して、身近な食品を題材に取り上げ、生物が作る物質や酸塩基に関する基礎的理解力、探究力、科学的思考力を総合的に問う出題である。第3問の得点率は、科目全体の得点率を若干上回る程度であった。

問1 身近な微生物の働きについての基礎的知識を問う出題である。高等学校学習指導要領の「(3)イ(イ) 生物のつくる物質」に対応する。正答率は高かったが、分解によって生成する物質に関する誤答もあった。

問2 酵素の性質についての基礎的知識を問う出題である。高等学校学習指導要領の「(3)イ(イ) 生物のつくる物質」に対応する。正答率は高かったが、酵素と化学反応の関係に関する誤答もあった。

問3 微生物や酵素の利用について基礎的理解力を問う出題である。高等学校学習指導要領の「(3)イ(ア) 日常生活と物質」に対応する。正答率は高かった。

問4 a 紫キャベツを用いた実験結果をもとに酸塩基について科学的思考力を問う出題である。高等学校学習指導要領の「(1)イ 探求の仕方」、及び「(3)ア(イ) 物質の変化」に対応する。正答率は良好であったが、身近な水溶液を選ぶ誤答もあった。

問4 b 酸塩基についての基礎知識と科学的思考力を問う出題である。高等学校学習指導要領の「(1)イ 探求の仕方」、及び「(3)ア(イ) 物質の変化」に対応する。正答率は比較的低く、選ばれた解答はばらついた。

問5 酸化還元反応の利用について基礎的理解力を問う出題である。高等学校学習指導要領「(3)ア(イ) 物質の変化」に対応する。正答率は比較的低く、選ばれた解答は大きくばらついた。

第4問 高等学校学習指導要領の内容「(2) 資源・エネルギーと人間生活」における「イ いろいろなエネルギー」の「イ(ア) 仕事と熱」と「イ(イ) エネルギーの変換と保存」に関連して、エネルギーと物質の成り立ちを中心に、自然の事物・現象についての理解と思考力を問う出題である。全体を通して、いろいろなエネルギーの形態があり、これらが互いに変換されるがその総量は保存されることについての理解、「力と仕事」及び「仕事と位置エネルギー」などの基礎概念の理解、電流による発熱における「温度と熱量」と「電力量」などの基本概念の理解、そしてそれらの基礎的・基本的知識と概念に基づくグラフの読み取りや計算などを伴う思考力を問う出題である。第4問の得点率は、科目全体の得点率を大きく上回るものであった。

問1 高等学校学習指導要領の「(2)イ(イ) エネルギーの変換と保存」に関連して、各種のエネルギーの形態とその変換過程を総合的に問う出題である。ここでは光エネルギー、電気エネルギー、化学エネルギーの3種の相互変換過程について問う出題とした。最初の問いの正答率は極めて高かったが、2番目の問いの正答率は中程度であった。エネルギー変換の装置については、受験者によく知られているものとそうでないものがあることが分かる。

問2 高等学校学習指導要領の「(2)イ(イ) エネルギーの変換と保存」に関連して、仕事と力学的エネルギーに関する基本的な知識・理解を問う出題である。ここでは、仕事に変換されるエネルギーの名称を問う出題とした。正答率は高かった。

問3 高等学校学習指導要領の「(2)イ いろいろなエネルギー」に関連して、各種のエネルギーとその変換過程及び仕事と力学的エネルギーに関する基本的な知識・理解を問う出題である。ここでは、体内の有機物（脂肪など）が持つ化学エネルギーの一部が力学的エネルギーに変換される過程について、基本的知識、科学的思考及び計算能力を問う出題とした。正答率は半分を若干下回る程度で、エネルギーの変換効率を考慮しなかった誤答が目立った。

問4 高等学校学習指導要領の「(2)イ(ア) 仕事と熱」に関連して、熱エネルギーに関する基本的な知識・理解を問う出題である。ここでは、水の温度と熱量について、基礎的知識と科学的思考に基づき、図表の読み取りや計算能力を問う出題とした。正答率は高かった。

問5 高等学校学習指導要領の「(2)イ(ア) 仕事と熱」と「(2)イ(イ) エネルギーの変換と保存」に関連して、熱エネルギーと電気エネルギーに関する基本的な知識・理解を問う出題である。ここでは、電気エネルギーにおける電力量と電流の関係について、基礎的知識と科学的思考を総合的に問う出題とした。正答率は比較的高かった。

問6 高等学校学習指導要領の「(2)イ いろいろなエネルギー」に関連して、運動エネルギーに関する基本的な知識・理解を問う出題である。ここでは、速度や質量が運動エネルギーにどのようにかわるのかについて、基礎的知識と科学的思考を総合的に問う出題とした。正答率はおおむね良好であったが、運動エネルギーを速さのみと関係付ける誤答があった。

3 出題に対する反響・意見についての見解

高等学校教科担当教員からは、次のような御指摘をいただいた。

- ・高等学校学習指導要領で示されている四つの大項目のいずれからも出題されていた。
- ・目標準拠評価に係る四つの観点を踏まえており、内容、難易度が検討されている。
- ・日常生活との関連で科学的思考力や判断力を問う設問が工夫されている。
- ・昨年度本試験と比べると、「知識・理解」を見る設問の割合が大きい。
- ・大問により物理分野と化学分野が明確に分かれており「自然に対する総合的な見方や考え方を養う」という「理科総合A」の目標から若干離れているという印象を受ける。

日本化学会からは、次のような御指摘をいただいた。

- ・エネルギーと物質を中心に自然に対する総合的な考え方を養う「理科総合A」の趣旨にそった問題が多く、「物質と人間生活」の領域のほぼ全範囲から出題されており、適切であった。
- ・小問集合形式の出題であり、それぞれの問題に関連性を持たせた「総合」らしい問題は見られなかった。
- ・実験結果やグラフに基づいて考えさせる思考力・応用力を問う問題も適度に配置されている。
- ・「物質と人間生活」の領域では計算問題の出題が難しく、知識主体の出題になりがちである。
- ・細かい知識を問う問題が多く、この点で難易度はやや高かった。

日本物理教育学会からは次のような御指摘をいただいた。

- ・最近の科学・技術やエネルギー資源に関する設問はない。
- ・物理・化学の基本的事項に関する設問が目立つ。
- ・題材で新しい試みもあったが、思考力をみる設問は少なく、基本的な知識を問う設問が多い。

全体的に、高等学校学習指導要領の内容の大項目と評価の四観点を満たしているとの評価をいただき、実験結果やグラフに基づいて考えさせる思考力・応用力を問う問題への肯定的な評価をいただき感謝している。しかし、今年度は知識を問う出題が多い、物理的内容と化学的内容を合わせた総合的な内容の出題が少ない、思考力に関する出題が少ないなどの御指摘を各界からいただいた。問題作成部会では、日常的な現象に科学を活用する力を問う出題や科学技術と生活の関連を題材とする出題を取り入れつつ、高等学校学習指導要領の趣旨にそい、かつ、教科書にそった学習を進めてきた受験者に不利にならないような出題を心掛けているが、今年度の出題について、基本的な知識・理解を問う出題への偏りや最近の科学技術に関する出題が欠けていることなどの問題点が指摘されたことを受け止めて、今後に生かしたい。

出題方法について、今年度も日本化学会から、『理科総合 A』の化学分野には一部に選択領域があるにもかかわらず、試験問題ではこの点が全く考慮されていないことは遺憾に思う。」との御指摘をいただいている。これは、高等学校学習指導要領の以下の記述に関連する御指摘と考えられる。

2 内容

(3) 物質と人間生活

ア 物質の構成と変化

(ア) 物質の構成単位

原子、分子、イオンとその結合についての基礎を理解させる。

イ 物質の利用

(ア) 日常生活と物質

人間生活とかかわりの深い物質の特性と利用及び物質の製造にエネルギーが必要であることについて理解させる。

(内容の取り扱い)

内容の(3)のアの(ア)については、元素の周期性を基に原子、分子、イオンを平易な例に基づいて扱うこと。また、原子の構造も簡単に扱うこと。(イ)については、三態変化、燃焼、酸化・還元、中和などの中から事例の一つ又は二つ選び、物質の状態変化や化学変化にはエネルギーの出入りが伴うことを扱うこと。

イの(ア)については、半導体、磁性体、金属、セラミックス、プラスチックの中から二つ又は三つの事例を選び扱うこと。(以下略)

高等学校学習指導要領の記述において、「内容」は「(ア) 物質の構成単位」の「原子、分子、イオンとその結合についての基礎を理解させる。」と、「(ア) 日常生活と物質」の「人間生活とかかわりの深い物質の特性と利用及び物質の製造にエネルギーが必要であることについて理解させる。」

であり、問題作成部会では、高等学校学習指導要領が示しているのは内容の選択ではないと考えている。類似した記述の仕方は、「(1) 自然の探究」にも見られる。そこで、出題に当たっては、受験者がどのような事例を通して「自然の探究」や、「物質の構成単位」、「日常生活と物質」などの内容について学んだとしても、基礎的・基本的な知識と、問題文で与えられた情報に基づいて思考することによって解答できるように留意している。このため、出題が基礎的・基本的な内容にならざるを得ない。この際、中学校の学習内容に関する発展的な内容も「理科総合A」の出題には含まれることになる。この点についての御理解を引き続きお願いする次第である。

日本化学会からは、受験者に対して、選択領域であっても必答問題として出題する旨を伝えることについての御提案もいただいているが、「理科総合A」の教科書には、基本的に内容の選択を意味する表示はされていない。したがって、問題作成部会では受験者に混乱が起こることは考えておらず、現状のままの出題方式について御理解をいただきたい。

また、日本化学会からは、独立した複数の問題の解答を組み合わせで正答を選択させる解答形式（「複数題組合せ解答形式」）では、一つ誤れば全問が不正解となるため避けるようにとの御要望を引き続きいただいている。しかし、限られた設問で受験者の多様な学力を測定するため、特に基礎的な設問においては、このような出題方法も採用することがあることについて御理解をいただけると幸いである。

以下に、各問題についていただいた御意見について述べる。

第1問

高等学校教科担当教員から、問4での酸化・還元についての電子の授受での説明は「理科総合A」の受験者にとっては難しいとの御指摘を受けた。日本化学会からも具体的な御意見をいただいている。問2のお茶をいれる操作における物質の分離に関する出題について「面白い」との評価をいただきながらも「抽出」について困難を感じる受験者の存在の可能性を指摘された。しかし、この問題の正答率はかなり高いものであった。問5の鋼と銑鉄^{せんてつ}の炭素含有量についての出題について「^{さまつ}瑣末な知識を要求している」との御意見をいただいた。問題作成部会では、鉄の精錬において炭素の含有量を少なくしていくことに関する理解は、重要な学習内容であると判断しているが、正答率が低かったことから要求水準が高すぎたかもしれない。今後に生かしたい。

第2問

日本物理教育学会から、水の流れを示す写真をもとに運動とエネルギーについて考察させる出題について、新しい試みと評価された。問1については、写真を見るだけで正解が分かるのではないかとの御指摘で、確かに正答率は比較的高い。これについて問題作成部会では、理論的な考察だけでなく、観察に基づく推論も科学的探究の重要な要素であると考えており、この点についても御理解いただけると幸いである。他の設問について、選択肢の作り方などについての御意見をいただいたことについては、今後も工夫を続けたい。

第3問

問4 aについて、日本化学会と日本物理教育学会から煮汁が酸性であることに受験者が気付くことがやや困難であるとの御指摘をいただいた。しかし、この設問の正答率は科目全体の得点率を上回っており、受験者の思考力を問う出題としてうまく機能したのではないかと考えて

いる。

第4問

第4問については、日本物理教育学会から易しすぎるのではないかと御意見をいただいた。確かに、第4問全体での得点率は高く、難易度が高い出題ではない。第4問では、計算を要する出題を多くすると「理科総合A」の受験者にとっての困難度が著しく高くなることから、できるだけ計算を行わずに仕事とエネルギーに関する本質的な理解を問うように工夫したものである。しかし、問1と問3は正答率がかなり高く得点差がつきにくかったことから、今後も検討を続けたい。しかし、他の出題においては極端に正答率が高すぎることはなく、受験者の識別機能がよく働いている。その意味では、「理科総合A」の受験者向けの出題として、このような仕事やエネルギーの本質に関する基本的な出題を行うことに御理解いただけると幸いである。

最後に、全体的な御指摘について触れさせていただきたい。

高等学校教科担当教員からは、「科目の目標に即した出題であり、総合的にはおおむね適切な問題である。」としつつも、「高等学校における『理科総合A』の位置付けとして『科学技術と人間のかかわり』を中心に、物質やエネルギーなどの日常生活と関係の深い自然を探究する能力と態度を養う科目として、『物理I』や『化学I』とは違った視点で理科の学力を評価する問題としてふさわしい内容」の出題への御要望をいただいた。教科書とかけ離れた出題にならないように留意しつつ、高等学校学習指導要領が示す「理科総合A」の目標にそった出題の努力を続けたい。

日本化学会からは、今年度の平均点が昨年度と比べてかなり低かった原因について、やや細かい知識を問う出題が難易度を高めたのではないかと御指摘をいただいた。「理科総合A」の受験者の多くは物理や化学を履修していないと推察されるため、難問でなく、しかも本質的な理解力や思考力を問う出題の工夫を続けたい。

日本物理教育学会からは、物理や化学の基本問題とみなされる出題への疑問が呈された。問題作成部会では、高等学校学習指導要領にそって「理科総合A」で求められている学力を測定するのにふさわしい出題に努めている。高等学校の科目としての「理科総合A」は、物理や化学より前に履修することが前提であり、物理や化学の学習の基礎的・基本的な内容が含まれている。今後も、高等学校学習指導要領と教科書にそった出題について御理解いただきたい。

4 来年度以降の留意点

「理科総合A」では、日常生活とのかかわり、自然の事物・現象についての総合的な見方や考え方、科学技術と人間生活とのかかわりに留意しつつ、それらを科学的に考察することや観察や実験を通しての科学的な探究の方法を重視する出題に努めている。問題文に示された文章、図表、グラフなどから情報を抽出し、それらを用いて推論して結論を下したり説明を行ったりすることは、PISA型の科学的リテラシーとして重視されるようになってきている。「理科総合A」では、従来からそのような方向性出題を多く取り入れており、今後もこのような出題への配慮を怠らないようにしたい。

一方で、基礎的な知識や技能の習得について評価する問題作りにも引き続き取り組みを続けた

い。「理科総合 A」のみを履修した受験者も十分に解答できるように配慮しつつ、基礎的・基本的な知識を問う問題と、知識を活用して与えられた情報を読み解く応用的な問題をバランス良く出題したい。

出題の表現や設問構成については、高等学校教科担当教員から具体的な御指摘をいただいた。身近な事例を取り上げつつ、高等学校学習指導要領の幅広い内容を出題するという制約があるが、いただいた御指摘を生かして工夫を続けたい。

最後に、今年度の出題について詳細な検討をしてくださり、貴重な御指摘や提言を賜った高等学校教科担当教員、日本物理教育学会、社団法人日本化学会に心から感謝したい。各界からの叱咤^{しった}激励に感謝しつつ、それらを次年度の問題作成に生かしたい。