

第3 問題作成部会の見解

1 問題作成の方針

「物理 I」の基本的理解を問うことを目的とし、平均点が65点程度となることを目標としつつ、特定の分野に偏らないように留意して問題を作成した。高等学校学習指導要領の趣旨にそい、身近な現象や実験を題材とした新しい傾向の問題を意識して作題を行った。「物理 I」の分野構成に対応して、大問数は昨年どおりの4とし、設問数は昨年より1問減らし21問（解答数24）とした。

以下に、作題方針と問題作成時の留意点を挙げる。

- (1) 高等学校学習指導要領に準拠して出題する。
- (2) 「物理 I」の全分野から偏りなく出題する。
- (3) 平均点を60点以下にはしないように出題するという大学入試センターの方針に留意する。
- (4) 学習の達成度を多角的に判定するため、各分野において、基礎的な易しい問題、標準的な問題、思考力を問う問題をバランス良く出題する。
- (5) 計算力を問う問題とともに、グラフや図を読み取る問題を設ける。また、目新しい状況設定の問題と、受験者が見慣れた問題をバランス良く出題する。
- (6) 数値選択、文字式選択、グラフ選択、図選択、文章・語句選択など、多様な解答形式が含まれるようにする。
- (7) 問題文は、受験者に誤解が生じないようにするとともに、できるだけ簡潔にする。

2 各問題の出題意図と解答結果

「物理 I」（本試験）の受験者数は152,627人であり、平成22年度の受験者数に比べ5,308人増加した。全受験者数に対する選択率は約28.9%であり、昨年度の28.3%に比べると微増している。平均点は64.08点で、昨年度の54.01点と比べて上昇した。標準偏差は18.59で、昨年の22.81より減少した。得点分布は標準型に近い形をしており、平均・偏差ともに大きな問題はなかった。

大問別では、第2問の得点率がやや高く、第3問の得点率がやや低かったが、どちらも適切な範囲にあった。学力識別の観点からは、4問とも有効であり、大きな差はなかった。

以下に、大問ごとに問題意図、解答結果の順に述べる。

第1問 「物理 I」の全分野から基礎的な項目を選び、基本的理解を問うことを意図した。

- 問1 波の反射に関する基本的理解を問うた。
- 問2 力学的エネルギーの保存に関する基本的理解を問うた。
- 問3 静電誘導に関する基本的理解を問うた。
- 問4 波の屈折に関する基本的理解を問うた。
- 問5 力のモーメントのつり合いと重心に関する基本的理解を問うた。
- 問6 物理量の次元についての基本的理解を問うた。

第1問の得点率は、ほぼ標準的であり、大問全体としての学力識別力は適切であった。

問1は波の反射に関する基本的問題であり、固定端反射での変位の反転を理解していれば正答の選択は容易であるため、冒頭の問題として適切と考えた。ねらいどおり、正答率はやや高

く、学力識別力も良好であった。

問2は、おもりの速さと棒の角度 θ との関係を表すグラフを選択させる問題である。三角関数に不慣れな受験者にも配慮し、 θ が90度の場合の速さが計算できれば正答が導けるような選択肢としたが、正答率はやや低く、学力識別力は高かった。

問3は、身近な素材を用いた静電気の実験に関する問題であり、静電誘導と静電気力の向きについての基礎的問題である。正答率は高かった。

問4は、音波の屈折に関する比較的目新しい問題である。音波が水に入射するとき、光の場合と異なり、屈折角が入射角より大きくなることが要点であるが、光と同じ向きに屈折する誤答が多く選ばれた。正答率はやや低かったが、学力識別力は高かった。

問5は、棒がばねと連結されている状況における力のモーメントのつり合いに関する理解を問うた。棒の重心の位置を正確に考慮しないで1/2を落とした誤答が多く選ばれ、正答率は低かった。また、受験者に対して学力識別力が高かった。

問6は、選択肢の中からエネルギーと同じ次元を持つ物理量を選ぶ基本的な問題であった。誤答として、電圧×電流(=電力)が多く選ばれた。正答率、学力識別力は標準的であった。
第2問 白熱電灯を含む電気回路と電磁誘導に関する基本的理解を問うた。

A 白熱電灯を含む電気回路を題材に電力とオームの法則に関する理解を問うた。

問1 抵抗の直列接続の理解と白熱電灯の特性を表すグラフを読み取る力を問うた。

問2 白熱電灯と抵抗を直列接続したとき全体の電圧がそれぞれの電圧の和になることとオームの法則の基本的理解を問うた。

B 磁石を動かすことにより生じる電磁誘導についての基本的理解を問うた。

問3 銅のリングに磁石を近づけるときのリングに生じる誘導電流の理解を問うた。

問4 1円玉から磁石を急に離すとき1円玉に生じる誘導電流の効果を問うた。

問1の白熱電灯の直列回路の電圧は非常に高い正答率であった。この電圧から電流を読み取り電力を求める問いの正答率はやや高く、学力識別力は標準的であった。

問2は、図1及び選択肢のように電流を横軸にとると、電圧がそれぞれの電圧の和になることとオームの法則の理解だけで解答できる。正答率、学力識別力は標準的であった。

問3、問4は実験を想定した作題である。電磁誘導に関する基本的理解があれば、渦電流の概念を学んでいなくても問4が自然に解答できるように配慮した。問3の正答率は高く、問4はやや低かったが、どちらも学力識別力の観点からは適当であった。

第3問 波動に関する基本的理解を問うた。

A レンズと人間の眼を題材として、レンズによる光の屈折と結像に関する理解を問うた。

問1 凹レンズが作る虚像に関する基本的理解を問うた。

問2 人間の眼を題材にして、網膜上の結像と屈折異常(近視)の理解を問うた。

B 同じ振動数の二つの音源から広がる音波を題材として、波の干渉に関する基本的理解を問うた。

問3 圧力変化のグラフを読む力と、波長、音速、振動数の関係の理解を問うた。

問4 二つの音源からの音波が干渉する場合の経路差について、干渉条件の表式を問うた。

問5 ある点に対する波長と経路差の関係を図から読み取り、その点での音波の干渉につい

て、音源の振動数、音源の位相との関係を含めて問うた。

問1は、凹レンズによる結像の基本的な知識から解答できるが、凸レンズに比べて凹レンズは取り扱いの頻度が少ないので、やや難易度が高いと想定した。しかし、正答率はやや低い程度であり、学力識別力も適当であった。

問2では、重要な人間の器官であり、受験者の関心も高いと考えられる眼を題材として、その光学的機構と屈折異常に関する基本的な理解を問うた。問うたのは凸レンズが作る物体の実像についての定性的な理解であり、問1に比べてやや正答率が低いものの学力識別力は適当であった。

問3は、音波による圧力変化のグラフと音速から、音波の波長を求める問題である。標準的な基本問題であり、正答率は高かった。

問4は、二つの同位相の音源からの音波が干渉によって弱め合う場合の経路差を表す式を問う問題で、正答率は非常に高かった。

問5は、リード文の図2から経路差が読み取れる特定の点における干渉を、元の場合、振動数を2倍にした場合、更に位相を逆転した場合について問うた。元の場合は容易であるが、変化を重ねたときについては、波長・振動数・位相の関係を整理して理解していることが求められ、正答率は非常に低かった。特に、元の場合を正答した者のうち、振動数が2倍の場合について選択を誤った者が正しい者の1.5倍程度あった。

第4問 力学、熱・エネルギーに関する基本的理解を問うた。

A 連結されたばねとおもりを題材に、力のつり合いと力学的エネルギー保存則に関する基本的理解を問うた。

問1 ばねの弾性力と力のつり合いに関する基本的理解を問うた。

問2 力学的エネルギー保存則に関する基本的理解を問うた。

B 摩擦のある面上での糸でつながれた2物体の運動に関する基本的理解を問うた。

問3 動摩擦力に関する基本的理解を問うた。

問4 動摩擦力を受けている物体の運動に関する基本的理解を問うた。

C 水と容器を題材に、理想気体の熱力学と圧力についての基本的理解を問うた。

問5 理想気体の性質に関する基本的理解を問うた。

問6 容器にはたらく力のつり合いに関する基本的理解を問うた。

問1は、力のつり合いの考察から、二つのばねの伸びをそれぞれ問う基本的な問題であり、いずれも正答率はやや高く、学力が適切に識別された。

問2は、力学的エネルギー保存則を適用する基本的な問題であったが、正答率は期待したほどでなく、やや低かった。重力による位置エネルギーを考慮し忘れた誤答が多く、学力識別力が高かった。

問3は、動摩擦力に関する基本的問題であり、正答率は非常に高かった。

問4は、正答率はやや高く、定量的な数値や数式を問う問題と比較して、学力識別力は比較的lowだった。

問5は、圧力が一定の気体の体積と温度の関係（シャルルの法則）の理解を問う基本的な問題であったが、絶対温度に直さずに摂氏温度のままにシャルルの法則を適用した誤答が目

立ち、正答率は低かった。

問6は、気体の圧力が外部に及ぼす力に関する正確な理解を試す問題であり、正答率が低かったが、学力識別力が高かった。

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、日本物理教育学会、日本理化学協会から意見をいただいた。問題全体としては、難易度は適当、問題の分量は適量、平均点は平成22年度までと同程度であり適切な値であったという意見が多い。分野についても偏りがなく、出題形式についてもバランスがとれているとされ、いくつかの問題は良問と評価された。出題範囲が「物理Ⅰ」を超えているという意見がある設問もあったが、下に示すように、本部会としては「物理Ⅰ」の範囲の問題と考えている。また、「物理Ⅰ」の受験者の多くは「物理Ⅱ」を履修しているので、「物理Ⅰ」の平均点は理科のいくつかの他科目より高くても受け取れる意見があったが、本部会としては理科他科目と同程度の平均点を目標としている。

以下、各問に関する評価に対する本部会の見解を述べる。

第1問

問1は、冒頭の問題として適切であるという評価をいただいた。受験者が親近感を感じるような基礎的な問題を冒頭の問題とする本部会の意図のとおりであった。

問2は、グラフの概形を問うのは難しい、出題意図が不明、との意見が目立った。本部会としての出題意図は、力学的エネルギー保存則を用いて角度と速さの関係を求め、それにより、棒の回転の様子を具体的にイメージできるかを問うたものである。一方、指摘にもあったように、グラフの概形を要求するのは難易度が高すぎると判断し、 θ が90度の場合の速さで識別できるように配慮した。しかし、 θ が90度の値が正しい選択肢は一つしかないため、結果的に出題意図が不明瞭^{めいりょう}となってしまった感は否めない。今後は配慮したい。

問3は、静電気力の基礎的な問題であるが、身近な素材を利用して実験を通して実験の重要性を問う良問との評価をいただいた。

問4は、音の屈折は実験が難しいという意見もあったが、おおむね光と音の違いを考えさせる面白い良問という評価をいただいた。本部会の意図のとおりであった。

問5は、標準的、あるいはやや難しいとの意見であった。また、図中の棒を、より幅を持たせて示す方が分かりやすいとの意見もあった。題意をシンプルに表せるよう、図の作成には一層配慮したい。

問6は、物理量と単位の重要性を再認識させる良問であり、新しい出題形式であるが毎年出題されてもよい、との評価であった。

第2問

Aの「非線形抵抗」に関する問題は、グラフの読み取りや電流・電圧に関する基礎的な知識の範囲内で解くことのできる標準的な良問との評価をいただいた。一方、「非線形抵抗」の素材が「物理Ⅰ」の範囲外ではないかとの指摘があった。しかし、グラフからの数値の読み取りと簡単な電圧の合成の知識さえあれば解答できるよう配慮された問いとなっているため、本部会としては「物理Ⅰ」の範囲内の設問であると考えている。正答率も標準的で、学力の識別力

にも優れていた。

Bは、誘導電流の向きを落ち着いて考えれば答えを導くことができる。身近な素材で行うことができる実験を題材にしており、実験の重要性を喚起するという点で好評価をいただいた。

問4の「渦電流」は「物理 I」の範囲外ではないかという指摘があったが、問題文に十分な説明が与えられており、誘導に従えばその場で無理なく解くことができたと考えられる。本部会としては「物理 I」の範囲内の設問であると考えている。実際、問4の正答率はほぼ標準的であった。

一方、Aでは電流・電圧特性の縦軸・横軸が教科書に通常載せられているものとは逆であった点、及びBの問3、問4が重複した問題ではないかという点についても指摘があった。これらは受験者が無理なく解答できるよう配慮した結果であるが、今後の作題の参考にしたい。

第3問

Aのレンズと人間の眼に関する問題は、身近な題材である眼の物理を扱った良問であり、また、現実に即して面白くという評価をいただいた。今後もこのような工夫された問題が望まれるというコメントもあった。

問1は凹レンズの基本的な性質を問う標準的な問題という評価のほかに、「凹レンズは虚像を作る」という表現に対する違和感の指摘や、組合せ解答への批判などがあった。今後の作題の参考にしたい。

問2は、眼の調節機能を題材にしているのが面白くとの評価がある一方、近視の知識があると有利ではないかという意見があった。後者は予想されたものであるが、一般常識の一つでもあり、許容範囲であると考ええる。また、物体の距離とレンズの焦点距離の関係を考えさせることが新鮮であるとの意見があった。これは出題意図の一つのポイントでもあった。

Bの音波の干渉に関する問題については、「基礎的な問題で解きやすくよい」という評価や、「振動数を2倍に変える設定も良い」という声があった。一方、リード文の図の説明における「山・谷」の表現と音波の干渉条件の関係について、より丁寧な説明が必要であり、混乱を与えたのではないかと指摘があった。

「物理 I」で教える音波（音）の干渉条件は圧力（密度）変化に着目したものである。第3問Bは、リード文の図2で経路差を読み取り、問3で圧力変化に着目してから問4・問5で干渉条件を考えるという順であり、問3で別の音源による圧力変化を重ね合わせれば干渉条件が自然に導かれる構造である。問4の正答率は非常に高く、問4・問5には知識としての干渉条件を用いた者が多かったと思われる。リード文の段階では図2を音波に伴って物理量が変動する様子にとらえれば十分であるが、変動の山・谷の出会いと干渉条件を対応させるには問3のように圧力（密度）変動に着目する、というのが意図した流れであるが、問4・問5で干渉条件の知識を用いた場合には、何の山・谷かは特に意識されなかったと思われる。問4の正答率の高さは混乱を生じなかったことを示しているが、できるだけ丁寧で簡潔な説明については今後も留意したい。

問5では、変化が2段階あり、2段階目の逆位相の場合、元の振動数と誤解する可能性があるとの指摘があった。文章として誤解の余地はないが、試験中の一読でも誤解されないよう表現を工夫する余地があったことは今後役に立たい。変化のない段階で正答を選んだ者のう

ち、半数以上の者が1段階目の変化ですでに誤った選択をしており、上記の指摘が正答率の低さの直接の原因ではないと考えられる。

第4問

Aの問1については、標準的という意見と、難しく不適切という意見とがあった。正答率は全体平均より高く、適切であったと考える。問2については、おおむね良問であるとの評価であった。また、問1と問2の配点のバランスを欠くとの意見があった。配点については、今後一層配慮したい。

Bについては、難しいという意見があったが、正答率はどちらの問いも平均より高く、難易度は標準的であったと言ってよい。また、物理現象の全体像を把握することが重要だというメッセージを持った問題である、思考力を問う良問である、といった評価もあった。

Cについては、標準的であるという意見と、難しいという意見があった。正答率はどちらも低めであった。基礎的事項の理解度を問うセンター試験としては不適切であるという意見があったが、一定の範囲内であり適切であったと考えている。問6に関しては、「良問。今後もこのような出題を期待したい」との意見があった。今後の作題の参考としたい。

4 来年度以降の留意点

本年度の結果と各方面からいただいた意見とを踏まえ、従来からの以下の留意点を確認するとともに、問題構成、配点、組合せ問題のあり方等を検討していきたい。

- (1) 平均点が65点程度になるよう配慮する。
- (2) 教科書にあり授業でも時間を割いて教える基本的な知識・法則を問う基礎的問題から物理的思考力及び計算力を問う問題までバランス良く出題する。
- (3) 物理教育に良い影響を与えるように、実験可能な問題、探求活動のきっかけとなるような問題が含まれるよう配慮する。
- (4) 物理に対する関心を高めるために、日常生活に密着した題材からの問題が含まれるよう配慮する。
- (5) 教科書で発展として扱われている題材を取り上げる場合は、ヒントを与えたり、イメージがわかりやすい図を挿入したりするなどの工夫をした上で、「物理Ⅰ」の範囲内で解けるよう出題する。
- (6) 平均的な学力を持つ受験者が試験時間60分以内にすべての問題に取り組むことができ、また思考力・計算力を要する問題に十分な時間を割けるよう、問題設定や問題文を分かりやすくする。
- (7) 設問形式、文章、図などは十分検討し、受験者が問題を短時間で容易に把握できるよう配慮する。
- (8) いわゆる連動問題はできるだけ避け、連動問題を出題する必要がある場合には、一つの誤答が他に大きく波及しないよう配慮する。