

第3 問題作成部会の見解

1 問題作成の方針

「物理Ⅰ」では、学習指導要領の趣旨に沿い、特定の分野に偏らないよう留意しつつ、身近な現象や実験を題材として取り上げるように作題した。特に、「物理Ⅰ」の基本的理解を問うことを目的とし、標準的な難易度の問題を中心に問題を作成し、平均点が65点程度となることを目標とした。また問題は、「物理Ⅰ」の分野構成に対応して、大問数は昨年とおりの4とし、設問数は昨年より1問少ない21問（解答数22）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) 平均得点率を6割程度に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、受験者が見なれた問題をバランスよく出題する。
- (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160,823人であり、平成25年度の受験者数に比べ1,179人増加した。全受験者数に対する選択率は約30.2%であり、昨年度の29.4%に比べると約0.8%増加している。平均点は61.64点と昨年度の62.70点と比べて1.06点の減少となったが、例年並みである。標準偏差は24.10で、昨年の20.17より増加した。識別力があり、平均点・偏差値ともに大きな問題はなかった。

大問別では、第1問と第3問との得点率が他に比べてやや高く、第2問の得点率がやや低かったが、いずれも適切な範囲内にあった。識別力の観点からは4問とも有効であり大きな差はなかった。

以下に、大問ごとに出题意図、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 力学的エネルギー保存則に関する理解を問うた。
- 問2 抵抗で消費する電力とエネルギーの理解を問うた。
- 問3 光の分散とレンズの焦点の関係を問うた。
- 問4 磁場中の電流が受ける力に関する理解を問うた。
- 問5 定常波とうなりの基本事項の理解を問うた。
- 問6 力のモーメントのつり合いに関する基本的理解を問うた。

問1は、力学的エネルギー保存の法則から小物体が達する最高点の高さを求めさせる問題

である。力学に関する基礎的問題であり、冒頭の問題として適切と考え出題した。正答率・学力識別力ともに高かった。高さの基準点を取り違えたと思われる誤答が多かった。

問2は、落雷によって立ち木に流れるときに消費される電力を計算させる問題である。エネルギー変換に関する基礎的問題であり、正答率は比較的高かった。

問3は、光の分散の理解を問う問題である。色収差は「物理I」の内容にはないが、レンズに入射した光の屈折がプリズムによる光の屈折と同じであることを説明した上で光の屈折の基礎的な理解をしていれば正解が得られるよう誘導した。正答率は高かった。識別力は標準的であった。

問4では、磁場中の電流が受ける力に関する理解を問う問題である。電流が作る磁場と、フレミングの左手の法則を理解していれば正解に到達できる。正答率、識別力ともかなり高かった。

問5は、分割された弦の長さの変化と振動数の変化を定性的に理解していれば答えられる。定常波の性質、あるいはうなりの性質のいずれかを理解していれば部分点が与えられるようにした。正答率は標準的であった。識別力は高かった。

問6は、棒につり下げた2物体の質量の関係を求めさせる基礎的な問題である。正答率・識別力とも標準的であった。

第2問 電磁気に関する基本事項の理解とその応用を問うた。

A 交流と電力に関する理解を問うた。

問1 オシロスコープによる交流波形の観測を通して、交流の周波数と電圧について問うた。

問2 交流の送電において、電圧と抵抗における電力損失についての理解力を問うた。

B 磁場中の電流が受ける力と電磁誘導に関する理解を問うた。

問3 一定の磁場中の電流が受ける力について理解力を問うた。

問4 磁場の強さを変化させることによる電磁誘導と、これにより電流が受ける力について問うた。

問1は、交流の波形における周波数と電圧を問うており、誤答を選ぶものも比較的多く、識別力は高かった。

問2は、交流電源と電熱器を電線で直接接続したときの電力損失と、変圧器での損失がないとした場合に変圧器で電圧を変化させたときの電力損失を問うており、両者とも識別力が高いが、後者は正答率が低かった。

問3は、磁場中の電流が受ける力の向きを理解していれば正答を導くことができる。正答率及び識別力は高かった。

問4は、磁場が変化する場合の電磁誘導と、磁場中の電流が受ける力の向きの両者を理解している必要があり、正答率は比較的低かったが識別力は高かった。

第3問 波動に関する基本的理解を問うた。

A ドップラー効果発現の機構の理解を問うた。

問1 ベルトコンベア上に移動する作業者が一定時間間隔で物体を置く時のコンベア上の物体の位置の間隔と、静止した作業者がそれを受け取る時間間隔を問うた。

問2 問1の状況をドップラー効果に対応させたとき、波の波長、振動数、速さがどうなるかを問うた。

B 基本振動以外の定常波のモードと周波数の理解を問うた。

問3 音源の振動数を固定して閉管の長さを変化させたときの共鳴の様子から判断して音源の振動数がどうなるかを問うた。

問4 音源の振動数と閉管の長さを、常に共鳴を保つように変化させたときの振動数の変化について問うた。

問1は、ベルトコンベア上の位置の変化と波の位相を対応させ、ドップラー効果を考えるための準備としてベルトコンベアで期待されることを問うた。正答率は標準的で識別力は高かった。

問2は、問1の模型がどのように音波と対応するか、またどのような結果がドップラー効果と対応するかを問うた。このような対応が誤解を与えないようにベルトコンベアと波動とは物理として全く異なったものであることを問題中で述べた。正答率は高かった。識別力は高かった。

問3は、与気柱内に生じた定常波の様子が理解できれば正解に到達できる基礎的問題である。正答率は標準的で、識別力は高かった。

問4は、気柱の長さを変えたときの定常波の変化の様子が理解できれば正解に到達できる問題である。正答率はやや低いだが、識別力は比較的高かった。

第4問 力学及び熱に関する基本的理解を問うた。

A 物体の運動に関する基本的理解を問うた。

問1 定滑車にひもでつり下げられた3物体が運動するときの加速度の大きさを問うた。

問2 運動する物体について、働いている力がつり合うときと、つり合わないとき、それぞれの速度の変化を問うた。

B 力のモーメントのつり合いに関する基本的理解を問うた。

問3 質量の異なる二つの棒を接合して出来た物体の重心の位置を問うた。

問4 天井からつり下げられた物体に働く張力の大きさの比を問うた。

C 圧力、及び熱力学の基本法則の理解を問うた。

問5 J字形管に閉じ込められた気体の圧力の大きさを問うた。

問6 管に閉じ込められた気体の圧力の変化を問うた。

問7 管に閉じ込められた気体の気柱の長さの変化を問うた。

問1は、運動方程式の理解を問う基本的な問題で、正答率は低かったが、識別力は高かった。物体Bの質量を忘れたと思われる誤答が多く見られた。

問2は、等加速度運動と等速運動の理解を問う問題であり、正答率は標準的で、識別力は高かった。

問3は、一様でない棒の物体の重心を問う基本的問題であるが、正答率は低く、識別力は高かった。左右の棒の重心を押え損ねたことによるとと思われる誤答が多かった。

問4は、物体に働く力のモーメントのつり合いについての理解を問う問題であり、正答率・識別力とも標準的であった。

問5は、液面の高さの差と、気体の圧力及び液体の圧力の関係を問う問題であり、正答率はやや低く、識別力は高かった。

問6は、気体が等温変化する場合に成り立つボイルの法則の理解を問う問題であり、正答率は標準的で、識別力は高かった。

問7は、変化の前後で気体の圧力が等しい場合に成り立つシャルルの法則の理解を問う問題であり、正答率はやや低く、識別力は高かった。

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ご意見をいただいた。問題全体としては、難易度は適当、問題の分量は適量であったという意見が多かった一方、物理の基礎知識を組み合わせさせて答えさせる問題が多く、「全体としてやや難しい」という意見もいただいている。本部会は、理科他科目と同程度の平均点を目標としている。今回の平均点は平成24年度に比べ1.06点減少したが、例年並みであり、理科の他の科目との比較からも、適切な値の範囲内にあると考えている。

出題分野については、偏りはないとされたが、「物理I」の標準的な教科書で扱われている各分野に対するページ数等と比較して、電磁気関係の問題がやや多く、力学がやや少ないのではという意見もあった。出題形式についてもバランスがとれているとされたが、数値計算の多さが指摘されている。幾つかの問題は良問と評価された。アンケートで同一の問題に対して良問とする意見と悪問とする意見で評価が割れるものがあったが、そのような新傾向の問題に対しても意欲的な取り組みとしておおむね歓迎するコメントが多かった。

一方、出題範囲が「物理I」を超えている設問があるという意見もあった。本部会では、「高校における基礎的学習達成度を測る」という大学入試センター試験の目的を達成するためには、単に知識を問うばかりでなく、その基礎知識の様々な状況での理解を問うことも大切であると考えている。その観点から、出題範囲が「物理I」を超えているのでは、という疑問が呈された設問も、下に示すように、「物理I」の範囲内の問題と考えている。また、「物理II」学習者に有利あるいは「物理I」のみの学習者には不利と思える問題が含まれているという意見や、問題の状況説明が長すぎて問題の理解に時間を要する問題があったとのコメントもあった。これらに関して、平成27年度以降、「物理I」は廃止となるが、引き続き公平性を重視するとともに文章表現の工夫に十分配慮していく必要があると考えている。

過去において、一问5点の配点は重いので、設問数を増やし、一つの設問の配点を減らすことを検討してほしいという要望があったが、今回の問題においては部分点を与えることによって、一问の配点が重すぎることをないように考慮した。

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、力学的エネルギー保存の法則についての基礎的な問題であり、第1問の問1として適切との評価をいただいた。「易すぎる」という意見が多数寄せられたが、現実には物理概念の理解不足が原因で得点できていない受験者も見受けられ、「出題の価値はあった」という見解もいただいた。基礎的な問題を冒頭の問題とする本部会の目的は十分達成されたと考え

る。

問2は、落雷という身近な現象を題材とした問題として良い評価をいただいた。一方で、落雷と直流電流を結び付けることができるかどうか説明文をより丁寧にする必要があるとの指摘もいただいた。今後の問題作成において考慮したい。

問3は、良問であるとの評価のほかに、範囲を超えた応用問題であり許容しかねるという評価もいただいた。正答率を考慮すると応用問題であっても許容範囲であると考ええる。

問4は、第2問B問3と重複しているというご意見を頂いた。「物理Ⅰ」の電磁気学の学習内容は大変限られており、このような制限の下で問題のバランスを考慮したい。

問5は、第3問Bと題材・分野として重複しているとのことご指摘があったが、うなりの効果を定性的に問う問題と、倍音定常波の振動数を計算させる問題という本質的な違いがあり、正答者の相関が標準的な場合より著しく高いとは考えにくい。問題文が分かりにくいとのことご指摘もあり、今後の作題の参考にしたい。

問6は、棒に働く力のモーメントを考えれば解答を導き出せる基礎的な問題であるという評価をいただいた。一方、力のモーメントのつり合いは第4問Bと出題内容が重複しているという意見をいただいた。今後は配慮したい。

第2問

問1は、交流電圧を変圧器によって変圧したときの波形を問う標準的な問題であるという評価をいただいた。

問2は、電線での損失電力の問題は物理Ⅰの教科書では“参考”や“発展”の取り扱いであり、大学入試センター試験としては不適切ではないかとの指摘を頂いた。文章により問題を丁寧に説明することで「物理Ⅰ」の標準的な学習内容を身に付けているものが解ける問題となっているが、今後の問題作成の参考にしたい。

問3は、一つの設定で電流が磁場から受ける力と、電磁誘導とを同時に問うている点で工夫された問題であり、受験者の理解度を見ることのできる良問という評価を頂いた。

問4では磁場の変化による電磁誘導は「物理Ⅰ」では扱わないという意見が寄せられたが、これは多くの教科書で取り扱っている内容であり、出題範囲は妥当であると思われる。

第3問

Aは波とドップラー効果に関する基本的事項を問う問題である。工夫された優れた問いであるとの評価をいただいた一方で、「波を物体が運動するように考えている」という誤概念があるということを知らないで出題したとしか思えない悪問であると指摘する意見もあった。この点については、作成の初期段階から部会内で検討をしてきた点であり、設問中に「ベルトコンベアの搬送は波動とは異なる現象」との説明を入れることにより配慮した。

Bは共鳴する気柱を題材にして、閉管の長さと言源の振動数の関係といった基本的な理解を問うた。標準的な問題であり、難易度としても適当であるというご意見をいただく一方、5倍振動と7倍振動は実験では難しいというご指摘をいただいたが、部会内で実験を実施した結果妥当と判断したものである。第1問の問5と重複している点、出題が音波しかないことについて設問に偏りがあるというご指摘もいただいた。今後の検討課題としたい。

第4問

Aは目新しい設定ではあるが、歴史的な実験（アトウッドの器械）を工夫し、力と加速度の関係といった基本的内容を問うており、おおむね良問であるという評価をいただいた。

問1は、運動方程式を正しく立てるかを問う基礎的な問題であるという評価をいただいた。

問2は、運動の法則を理解しているかを問う基礎的な問題であるという評価をいただいた。

Bは力のモーメントの標準的内容であるが、第1問の問6でも同様の問題が出題されており、全体に対する剛体分野の割合がやや多めになったという意見をいただいた。今後は配慮したい。

問3は、左右の棒の重心の位置を考えられるかが解答のポイントとなる基礎的な問題であるという評価をいただいた。

問4は、物体に働く力のモーメントを考えられるかを問う基礎的な問題であるという評価をいただいた。 l_1 を用いて解答させることに関しては、不要なミスを誘い、計算を複雑にさせるだけとの批判を頂いた一方、問3が解けずとも問4を解くことができることを保証することにより、連動して失点しないよう出題の仕方が配慮されていたとの評価もいただいた。実際、問4の方が正答率が高く、連動問題を避けるという本部会の目的は十分達成されたと考える。

Cは基本的で典型的な問題との意見も多いが、定圧変化・等温変化を見抜かなければいけない点で、文系と理系の受験者の間で差が生まれてしまったことが予想されるため、その意味で、相変わらず「理系向け」の設問レベルになってしまっている点は改善されていないという批判をいただいた。今後の検討課題としたい。

問5は、液面の高さの差と、気体の圧力及び液体の圧力の関係を考えられるかを問う標準的な問題であるという評価をいただいた。

問6は、ボイルの法則を適用できるかを問う基礎的な問題であるとの評価をいただいた。

問7は、シャルルの法則を適用できるかを問う標準的な問題であるとの評価をいただいた。「物理 I」の学習内容のシャルルの法則で解くことができるが、問題文中の温度が「絶対温度であることが明記されていない。」ことを指摘する意見をいただいた。確かに摂氏温度との違いを明確にするべく各教科書では絶対温度という用語がよく出てくるが、大学入試センター試験の「物理 I」で絶対温度という用語が使われたことは過去に例がなく、また、物理量の単位としては国際単位系が標準であるという状況も踏まえつつ、今後の検討課題としたい。

4 来年度以降の留意点

平成27年度から「物理 I」は廃止となるが、本年度の結果と各方面からいただいた意見を踏まえ、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、組合せ問題の在り方等を検討し「物理基礎」及び「物理」の問題作成に生かしていきたい。

- (1) 平均得点率が6割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。

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、イメージが湧きやすいよう、図を挿入したりするなどの工夫をした上で、「物理基礎」ないしは「物理」の範囲内で解けるように出題する。
- (6) 平均的な学力をもつ受験者が試験時間60分以内に全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、状況設定、問題文、図などはよく検討し、受験者が短時間で容易に問題を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。