

第3 問題作成部会の見解

物 理 基 礎

1 出題教科・科目の問題作成の方針（再掲）

- 日常生活や社会との関連を考慮し、科学的な事物・現象に関する基本的な概念や原理・法則などの理解と、それらを活用して科学的に探究を進める過程についての理解などを重視する。問題の作成に当たっては、身近な課題等について科学的に探究する問題や、得られたデータを整理する過程などにおいて数学的な手法を用いる問題などを含めて検討する。

2 各問題の出題意図と解答結果

共通テストも3年目ということ considering、これまでと同様に、新しい共通テストとして本来求められる資質・能力を問えるような出題とした。

「物理基礎」（本試験）の受験者数は17,978人であり昨年度より1,417人減少した。平均点は28.19点（100点満点換算で56.38点）で、標準偏差は9.65（同じく19.3）であった。大問2は得点率がやや高かった。識別力の観点からは3問とも良好であったが、大問3が他に比べて低かった。以下に、大問ごとに出題意図、解答結果の順に述べる。

第1問

「物理基礎」の全分野から項目を選び、できるだけ身近な題材を通じて、それらの基本的理解を問うことを意図した小問集合とした。問1は一定の加速度で運動する物体間にはたらく力の大きさを問う問題。問2は異なるばね定数のばねの弾性力による位置エネルギーを問う問題。問3は、容器内の気体に与えた熱と仕事、内部エネルギーの関係を問う問題。問4は弦の振動によって発する音のうなりと張力によって振動数が変化することを問う問題とした。正答率は問3、問4は標準的であったが、問2は低かった。ばね定数の違いと伸びの違いの両方に気付いて計算する必要があるため、単純な計算だけではないことに気付いてほしい問題であった。

第2問

小球の水平投射を題材に、水平方向の運動と鉛直方向の自由落下運動や投げ上げ運動を考えさせ、物体の運動に関する基本的な理解と思考力を問うことを意図した。問1は水平投射した際の小球の水平方向の位置を問う問題。問2は鉛直方向の $v-t$ グラフを問う問題。問3は水平投射する速度を変化した場合の床に衝突するまでの時間と速さを問う思考力を必要とする問題。問4は自由落下する小球と鉛直に投げ上げた小球の床に衝突するまでの多少複雑な計算を必要とする問題。問5は問4の状況でのエネルギーを問う問題とした。

正答率は、問1は極端に高かったが、その他は標準的であった。問4は2物体の運動を考える必要があったためか、他に比べると若干、正答率が低めであった。

第3問

再生可能エネルギーという身のまわりで話題となる題材を用いて、エネルギーの利用や電力量、電力損失などを問い、身近な現象を探究する能力を問うことを意図した。問1はエネルギーの変換を問う問題。問2は調査によって得られた風速と出力（発電量）の関係を示すグラフから電力量を推定する探究的な問題。問3は送電時の電力損失の程度を具体的な数値を使って計算によって求める問題。問4は交流の変圧器の基礎的な問題とした。

正答率は，問1の2問は高かったが，問4は標準的であった。一方，問3の正答率は低かった。この問題では，電力損失を問うているため，式を丸暗記しているだけでは解答できなかったためではないかと思われる。

3 出題に対する反響・意見等についての見解

例年同様，高等学校教科担当教員，日本理化学協会，日本物理教育学会から意見を頂いた。

問題全体としては，おおむね，基礎的な知識を問う基本問題，文字式や数値により求める計算問題，グラフや現象を探究的に扱った思考問題等，全体的にバランスよく出題されていたとの評価をいただいた。

一部の意見として，分野バランスについて，波動分野が小問1つ分しか出題されていないこと，交流や送電，電力などの分野が多かったことなどの指摘もあった。共通テストでは選択問題をなくしたことから，センター試験並みにバランスを整えることは難しいと認識しており，ある程度の偏りが生じてしまうのはやむを得ないものの，極端な偏りが生じないように，十分に注意していきたい。また，難易度についても，おおむね適当であるとの評価をいただいていた。内容的には昨年度に比べてやや易化したものの，平均点は昨年より低下しており，教科書によく取り上げられる分野でも，受験者が苦手とする内容が出されていたことの影響ではないか，とのコメントがあった。

問題作成部会としては，総合的にみて適当な出題であったと考えている。

また，問題形式としては，会話文形式が出題されなかったことにより，短い解答時間を，長文を読む時間に充てなくてよかったとする意見もあった。例年同様，思考力や探究力を問う問題では，生徒同士が話し合ったり，先生との会話や実験結果の中から思考すべき点を見いだしたりすることは，思考力・判断力・表現力等を問う上でも重要であり，単なる形式や体裁として捉えられるのではなく，どのような学力が求められているのか問いながら問題作成を行いたいと考えている。

以上の意見や要望については詳細な検討を加え，今後の問題作成に反映させていく所存である。以下に，個々の具体的な問題に関する意見に対する本部会の見解を述べる。

第1問

全体的に物理の概念の理解を確認するのに適切であるといった肯定的な意見が多いとの評価を受けた。

問2は，ばねの伸びからばね定数を比較させた後に弾性力による位置エネルギーを考えさせており，思考が2段階となりやや難しいという意見もあったが，学力をみるのに良い問題であるという意見が多かったという評価を受けた。

問3は，熱と内部エネルギーの違いを理解しているかを問うており，「物理基礎」のみ学習している受験者にとっては難しいという意見もあった。

問4では，弦を伝わる波の速さと張力の関係は発展ではないかという意見があった。この点を補うために，問題文中に張力と弦を伝わる速さの関係を記述したが，そのような説明を入れると問題文が長くなってしまい，説明を見落としてしまうということかもしれない。今後の継続的な検討課題としたい。

第2問

問1～問3については，「物理基礎」で水平投射について定量的に問うのは，成分ごとに問いを設定してはいるものの範囲外の出題ではないか，あるいは，基礎なし物理を履修している者は解答しやすいなどの意見があった。また，問1の表の数値にばらつきがなく，図1を

「写真」としていることが、実際の実験結果を示していないという点で否定的な意見もいただいた。このような点が「学習効果への貢献度」を下げている可能性が指摘されていた。一方、問4、問5については、現象をイメージし、思考力を問う問題として良いのではないかという評価をいただいた。学習指導要領で水平投射を扱う趣旨を確認しながら、思考力を求める問いとして出題しており、その出題意図は伝わっているものと思われるが、題材や出題形式など、今後の検討課題としたい。

第3問

日常生活と関連して、物理の総合的な学力を測るのによい出題である、という意見と、高校で学習する物理現象への理解の有無に直結していない問題であるのではないか、という意見があった。「日常生活や社会との関連を考慮し、科学的な事物・現象に関する基本的な概念や原理・法則などの理解と、それらを活用して科学的に探究を進める過程についての理解などを重視」することができるような、グラフの読み取りや電力量などの知識に基づいて思考する問いとして設定したが、問題があるという意見の趣旨は、個々の問いと風力発電などの題材が直接関係していないという点であった。文系の受験者が多いことや日常生活に関連した題材を真面目に取り上げることは、問題を必要以上に複雑化してしまうことも考えられるため、双方のバランスを取れるような出題について、今後も検討を重ねていきたい。

4 今後の問題作成に当たっての留意点

今回は、共通テストも3年目ということ considering、これまでと同様に、新しい共通テストとして本来求められる資質・能力を問えるような出題とした。今後も、本年度の結果と各方面からいただいた御意見・御要望を踏まえ、以下に示す点に留意するとともに、問題構成、出題範囲、出題の題材、出題形式、問題説明文の分かりやすい表現、配点、組合せ問題の在り方等を十分に検討し、これまでと比較して極端に難易度を変えることなく、共通テストにふさわしい問題となるように問題作成に取り組んでいきたいと考えている。

- (1) 教科書に掲載され、授業でも時間をかけて教える基本的な授業内容について問う基礎的問題から、物理的思考力を問う問題までバランス良く出題する。さらに、実験観察を推奨する問題を作成するように心掛けたい。
- (2) 物理に対する興味・関心を高めるために、日常生活に関連した題材を取り上げた問題が含まれるよう配慮する。
- (3) 平均的な学力をもつ受験者が試験時間30分以内に全ての問題に取り組むことができ、また探究活動や思考力を必要と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。
- (4) 設問形式、状況設定、問題文、図などはよく検討し、受験者がじっくり問題を把握できるよう配慮する。
- (5) 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影響しないよう配慮し、部分点を設定するなどの方法で対処する。
- (6) いわゆる「組合せ解答問題」では、共通テストから試みている別形式での出題とするように配慮し、受験者の学習到達度をより詳しく見る必要がある場合には、部分点を与えるように配慮する。

物 理

1 出題教科・科目の問題作成の方針（再掲）

- 科学の基本的な概念や原理・法則に関する深い理解を基に，基礎を付した科目との関連を考慮しながら，自然の事物・現象の中から本質的な情報を見いだしたり，課題の解決に向けて主体的に考察・推論したりするなど，科学的に探究する過程を重視する。問題の作成に当たっては，受験者にとって既知ではないものも含めた資料等に示された事物・現象を分析的・総合的に考察する力を問う問題や，観察・実験・調査の結果などを数学的な手法を活用して分析し解釈する力を問う問題などとともに，科学的な事物・現象に係る基本的な概念や原理・法則などの理解を問う問題を含めて検討する。

なお，センター試験で出題されてきた理科の選択問題については，設定しないこととする。

2 各問題の出題意図と解答結果

共通テストも3年目となり，これまでと同様に，共通テストとして求められる資質・能力を十分に問えるような出題を目指した。

「物理」（本試験）の受験者数は144,914人であり，昨年度（共通テスト2年目）の物理の受験者数と比較すると3,671人減少していた。一方，全受験者数471,313人に対する「物理」の選択率は約30.7%であり，昨年度の選択率の30.5%に比べると増加していた。平均点は63.39点であり，昨年度の得点調整前の平均点60.72点に比べて2.67点高かった。標準偏差は22.72で昨年度の19.22と比較すると若干上昇しており，受験者間の点の開きが大きくなったことを示唆している可能性がある。識別力は設問ごとに若干の違いは見られたが，全てが高いか標準的であり良好であった。

以下に，大問ごとに出題意図と解答結果を述べる。

第1問

「力学」，「熱力学」，「電気と磁気」，「原子」の分野の基本的事項を理解しているかどうかを小問形式で問うた。内容としては，問1は剛体のつりあいに関する理解，問2は理想気体の内部エネルギーと仕事，熱量に関する理解，問3は運動量と力学的エネルギーのそれぞれの保存則に関する理解，問4は磁場中で運動する荷電粒子にはたらくローレンツ力に関する理解，問5は光の振動数と仕事関数に関する理解を問う問題である。正答率は，問1，問3，問5は高かったものの，問4は約4割，問2は3割以下であり，特に問2は，全ての問題の小問の中で最も低い正答率であった。

第2問

空気抵抗を無視できない物体の自由落下運動について，実際の実験で得られた結果を，教科書に記載されている「速度に比例する空気抵抗」という説明や記述と比較し考察するという，探究活動を問う新しいタイプの問題とした。

問1は一般的な空気抵抗の説明と，終端速度に関する問題。問2は実際の実験結果から，有効数字を考慮して終端速度を科学的表記による数値選択形式で求める問題。問3は実験結果と予想される結果が異なっていることをグラフから確認させる問題。問4は教科書には記述されていない速さの2乗に比例する空気抵抗を確認するための方法を問う問題。問5は瞬間の加速度を求めるための基本的な方法や運動方程式を問う問題とした。

正答率は，問1，問3，問4で高く，問2，問5で低かった。

第3問

音源や観測者が等速円運動する場合の接線方向のドップラー効果を問う問題とした。問題の状況設定は、多少複雑ではあるが、きちんと順を追って考える思考力や、音源と観測者のどちらが動く場合に何が変化するかを問う、ドップラー効果の基本的な理解を問うことを意図とした。

問1は等速円運動における向心力とその仕事について問う問題。問2は、音源が動くときの音の振動数の変化が起こる向きを問う問題。問3は音源が観測者に近づく場合と遠ざかる場合の振動数や音源の速さを問う問題。問4は観測者が等速円運動するように条件を変更した場合の音の振動数の変化を問う問題。問5は音源が動く場合と観測者が動く場合を比較して音の速さや波長の変化を問う問題とした。

正答率は、全体的に標準的、あるいは、高めの傾向の数値であった。

第4問

平行平板コンデンサーの基本的性質や、充電や放電の基本的な性質を利用して、実験を通じて抵抗、電気量、電気容量、放電時間などの測定とその方法を問う問題とした。

問1は平行平板コンデンサーの極板間の電場や、ガウスの法則や電気容量の基本的な理解を問う問題。問2は充電されたコンデンサーが起電力となることを利用して、グラフの結果を読みとり抵抗の値を求める問題。充電されたコンデンサーから流れる電流のグラフで囲まれた面積から蓄えられた電気量や、コンデンサーの電気容量を求める問題。問4は与えられた条件よりグラフが指数関数で減衰していることを理解し、想定した電流値になるまでの時間を推定する問題。問5はより正確に電気容量を求めるための方法について考察する問題とした。

正答率は、全体的には標準的であったが、問3の後半と問5は低かった。

3 出題に対する反響・意見等についての見解

高等学校教科担当教員、日本理化学協会、及び日本物理教育学会から意見を頂いた。

問題全体としては、出題範囲が適切であるとする意見が大勢を占めていたが、文章量が多い、問題量が多いとの意見も見られた。一方、知識の理解の質や基本的知識を組み合わせる考え、判断できる力を問う問題や、日常的な物体を使った探究的な実験を対象として、学習の過程を意識した問題も出題されており、「主体的・対話的で深い学び」の実現に向けた高等学校の授業改善のメッセージとなっていることも特筆すべき点であったとする意見も見られた。難易度については、おおむね適当という評価を頂いた。また、「観察実験による科学的探究能力・態度の育成への貢献度」は、これまでになく高く評価していただいた。以上より、総合的には適当な出題であったという評価であったと考えている。

以下に、個々の具体的な問題に関する意見に対しての本部会の見解を述べる。

第1問

力学、熱、電磁気、原子と幅広い分野からバランスよく出題され、基本的な理解と、よく練られた定性的な問題で良問であるという評価を頂いた。問2については、熱力学の法則に基づいて論理的に考える必要があり、やや難しいものの学力を測るのに良い出題であるという意見であった。問3についても本質的な理解を問う良問との評価であった。問5については易しすぎるとの意見もあったが、一方で、原子分野の出題としては適切だという意見もあった。今後も継続して、良問を作成できるように注力したい。

第2問

探究活動の問題として、実験からその分析までの推移に必然性があり、物理ならではの分

析の流れが難しい数学を使わずに行われており，科学的に探究する過程を重視し，科学的思考力を問う良問であるという意見を多く頂いた。ただし，問2の指数表示で0乗を用いることに違和感があるという意見もあった。このような良問と評価していただけるような問題を，今後も作成できるよう努力していきたい。

第3問

音源及び観測者が等速円運動する場合の斜めドップラー効果についての問題であったが，ほとんどの受験者は各大学の個別学力検査（二次試験）に向けて問題集に取り組んでいるため，初見の問題ではないとの評価であった。また，力学分野と波動分野の二つの分野にまたがってはいるものの，それぞれが独立しており，融合問題ではなかったとの意見もあった。また，学習指導要領の「音源や観測者が同一直線上を動いているとき観測される現象を扱う」ことを鑑みたときの指摘もあった。以上の指摘については，今後検討を要する課題としたい。

第4問

後半の難易度が高いという意見もあったが，探究的で科学的思考力を問う良い問題であるという意見をいただいた。特に，具体的な操作や実験を現場で実践してほしいという出題意図や実験の測定誤差や近似について考察し，科学的に探究する過程を重視している点に対して，高評価であった。ただし，問5については，グラフのあった問4と比べ，会話をしっかりと読み考える必要があったため，正答率が低くなったのではないかとの意見も見られた。今後も十分に問題の形式，表現などを検討していきたい。

4 今後の問題作成に当たっての留意点

今回は，共通テストも3年目ということ considering，これまでと同様に，共通テストとして求められる資質・能力を十分に問えるような出題とした。今後も，本年度の結果と各方面から頂いた御意見・御要望を踏まえ，以下に示す点に留意するとともに，問題構成，出題範囲，出題の題材，出題形式，問題説明文の分かりやすい表現，配点，組合せ問題の在り方等を十分に検討し，これまでと比較して極端に難易度を上げることなく，共通テストにふさわしい問題となるよう，問題作成に取り組んでいきたいと考えている。

- (1) 教科書に掲載され，授業でも時間をかけて教える基本的な授業内容について問う基礎的問題から，物理的思考力を問う問題までバランス良く出題する。特に，実験での具体的な操作や実際に実験を行ったときに必要な事項を問えるような題材の出題についても検討を重ねていきたい。
- (2) 物理に対する興味・関心を高めるために，日常生活に関連した題材からの問題が含まれるよう配慮する。
- (3) 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，また探究活動や思考力を必要と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。
- (4) 設問形式，状況設定，問題文，図などはよく検討し，受験者がじっくり問題を把握できるよう配慮する。
- (5) 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し，部分点を設定するなどの方法で対処する。
- (6) いわゆる「組合せ解答問題」では，共通テストから試みている別形式での出題とするように配慮し，受験者の学習到達度をより詳しく見る必要がある場合には，部分点を与えるように配慮する。