

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）

- 科学の基本的な概念や原理・法則に関する理解を基に、理科の見方・考え方を働かせ、見通しをもって観察、実験を行うことなどを通して、自然の事物・現象を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、基本的な概念や原理・法則の理解を問う問題とともに、日常生活や社会の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等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

共通テストは実施から5年目となる。新学習指導要領への移行に対応しつつ、これまでと同様、共通テストとして求められる資質・能力を問えるような出題とした。

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」の全分野にわたる項目を選び、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小問集合とした。問1は、発電方法の得失について基本的な知識と理解を問う問題、問2は、ペットボトル内の二つの永久磁石の間に働く力と、それが重さに及ぼす影響の有無についての思考力を問う問題、問3は、投げ上げられた物体の運動エネルギーと位置エネルギーの関係を示すグラフを選択する問題、問4は、鉛粒を入れたテニスボールを床に落とす実験から熱エネルギーと力学的エネルギーの関係を理解するための思考力を問う問題とした。

正答率は全体的に標準的かそれ以上であったが、問2は低かった。問1の正答率は高かった。

第2問

水平面に置かれた物体の運動を調べる実験を設定し、摩擦力についての基本的な知識・理解及び思考力を問う問題とした。問1は、静止摩擦力についての基本的知識を問う問題、問2は、物体を引く実験から得られる最大摩擦力と質量の関係を示すグラフを読み取り、静止摩擦係数を求める問題、問3は、おもりを用いて物体を運動させて位置と時間を測定し、得られた数値データから物体の速度を読み取る問題、問4は同じデータに基づいて動摩擦係数についての理解を問う問題、問5は摩擦がない場合と摩擦がある場合の運動を比較し、移動距離と時間を示すグラフをとおして運動への総合的理解を問う問題とした。正答率は、問2と問3は標準的な値であったが、問1については低かった。静止摩擦力は受験者に手強い項目であることが示唆された。

第3問 A

並列に接続された乾電池のふるまいについて内部抵抗を考慮して考える問題とした。これは古い電池と新しい電池を一緒に使ってはいけない理由の理解につながる。問1は電池に抵抗をつないだ場合の消費電力を問う基本的問題、問2は電池の内部抵抗の効果についての理解と思考力を問う問題、問3は、内部抵抗が異なる二つの電池を並列に接続した場合について電気回路についての理解と思考力を問う問題とした。正答率は標準的な値であった。

第3問 B

受験者になじみのある楽器リコーダーを題材に、気柱の共鳴の性質を問う問題とした。問4は

開管の気中共鳴についての基本を問う問題、問5は、リコーダーの指穴の押さえ方を変えた時に出る音の変化を通して気柱共鳴についての理解と思考力を問う問題とした。正答率は標準的な値であった。

3 自己評価及び出題に対する反響・意見等についての見解

高等学校教科担当教員、日本物理教育学会から意見が寄せられた。「内容については、『共通テスト問題作成方針』に基づき、知識の理解の質を問う設問や思考力、判断力、表現力を発揮して解くことが求められる設問が、教科書で扱う学習事項を基に出題されていた。具体的には、乾電池の注意書きの考察やリコーダーの基本振動に関する問題が出題され、実生活と結び付いた題材を通して受験者の論理的思考力が試された。摩擦力を調べる実験について実験データを基に物理現象を分析する問題が出題されるなど、高等学校における観察・実験の重要性を強調し自然現象を科学的に探究する力を問う内容となっていた。単なる知識の再現ではなく、学習した内容を活用しながら論理的に考察することが求められる出題構成であった」との肯定的な意見が見られた。

力学分野の出題が多く、熱分野に関する設問が小問一つにとどまるなど、出題範囲にやや偏りが見られたが、やむを得ない程度との意見であった。問題の分量については、昨年よりも問題数がやや減少している点の指摘があったが、「内容把握に時間をとられる問題も出題されているため、時間的なバランスは取れており、分量は適切であったと考えられる」との肯定的な評価を受けた。問題の程度については、「基本的な知識を問う設問の割合が少なかったことや、受験者が問題の設定を把握するのに時間がかかったり、問題解決の糸口を掴めなかったりする設問が多いことなどから、昨年度と比較して全体的にやや難しかったのではないかと思われる」との意見であった。また、「数学的な考察や実験データの分析を求める問題も多く、受験者の論理的思考過程を要する構成となっており、受験者の深い理解が求められる内容であった。その一方、高度な思考力を必要とする問題は正答率が低くなる傾向がある。物理基礎の学習が敬遠されることのないよう、受験者の実情を踏まえた出題が望まれる。」との指摘があった。問題文中での説明から「物理基礎」の知識で解けるとしても、「物理」で扱われるテーマを出題すべきでない、との意見もあった。受験者の学習の達成度をより適切に評価できるように、部分点を設定して欲しい、との要望があった。今後の検討課題としたい。

以下、個々の問題に関する意見を紹介し、本部会の見解を述べる。

第1問

問1は、発電方法の利点と問題点を整理する基本的な知識を問う設問であり、受験者にとって試験の導入として取り組みやすく、最初の設問として適切であった、との意見であった。問2については、「複数の物体に接触力と非接触力が同時にはたらく、といった複雑な設定で、類似の問題を経験した受験者に有利な知識依存の設問になった恐れもある」との指摘があった。実際に正答率は低く、部会は指摘を受け止めて今後活かすべきと考える。問3は受験者にとって不慣れであり思考力が問われる設問だった、との意見であった。問4については、位置エネルギーの計算には kg、熱量の計算には g が質量の単位に使われていることを適切に処理できない受験者がいたと考えられる、との指摘があった。

第2問

設問の流れが探究的学習のプロセスに近いことが評価された。問1で問うている静止摩擦力は理解が難しく「物体が動かないときは、静止摩擦力が物体を引く力より大きい」と誤解されることが多いので、このような出題は高校の物理教員にとって授業を見直す契機となる、と評価された。試験での解答傾向は指摘のとおりであり、正答率は低くとも出題の意味はあったと考えられ

る。問2はグラフの読み取り力が必要な問題、問3、問4は力学の基本理解を問う問題で、「物理基礎」の受験者に対して識別力があると言える、との評価であった。

第3問

「乾電池の注意書きやリコーダーでの気柱振動といった身近な減少を通じて知識・技能を活用する設問は、学習内容を適切に想起する力が求められる点で受験者に手強い内容であった」との意見であった。物理基礎で扱わない電池の起電力については、問題文で丁寧な説明が加えられている点が評価された。これは、出題に当たって注意すべき点で、常に意識する必要があることを再認識させられた。問2では「内部抵抗」という表現を使わず、内部電圧を明確に定義しながら丁寧に説明されていた、との評価があったが、起電力の概念を持たない受験者にはやや取り組みにくい内容であった、との指摘もあった。問3は実学的な内容も含む良問との評価があったが、逆向きに接続された電池に戸惑ったり、題材の理解が及ばなかったりする受験者もいたと考える、との指摘もあった。実際の正答率は標準的で、部会としては解答への誘導がある程度適切に働いたと考える。問4では、何を一定にして何を変化させているかを問題文から読み取る力が必要で、物理を苦手とする受験者には誘導文などがあった方が望ましかった、との指摘があった。問5は開管の共鳴についての一般的な出題ではなく、取り組みにくい受験者もあったと思われる、との指摘があった。設問の工夫の可能性が示唆された。

4 ま と め

今回で共通テストは5年目である。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を今後行うため、本年度の結果と各方面からの反響・意見を踏まえ、新学習指導要領に基づき、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、難易度のバランス、配点、組合せ問題の在り方等を十分に検討し、分かりやすい問題説明文や表現を用い、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・観察の重要性に鑑み、試験として適切な形式で実験等を題材とした問題を作成するように努める。
- (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問題が含まれるようにする。
- (3) 平均的な学力を持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。問題文の分量にも留意する。
- (4) 設問形式、状況設定、問題文、図などをよく検討し、受験者がじっくり問題を把握できるよう配慮する。
- (5) いわゆる連動問題をできるだけ避ける。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する。
- (6) いわゆる組合せ解答問題では、共通テストから導入された形式での出題となるように配慮する。

『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、理科の見方・考え方を働かせ、見通しをもって観察、実験を行うことなどを通して、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、基本的な概念や原理・法則の理解を問う問題とともに、観察、実験、調査の結果などを数学的な手法等を活用して分析し解釈する力を問う問題や、受験者にとって既知ではないものも含めた資料などに示された事物・現象を分析的・総合的に考察する力を問う問題などを含めて検討する。その際、基礎を付した科目の内容との関連も考慮する。

2 各問題の出題意図と解答結果

共通テストは実施から5年目となる。新学習指導要領への移行に対応しつつ、これまでと同様、共通テストとして求められる資質・能力を問えるような出題とした。

以下に、大問ごとの出題意図と解答結果を述べる。

第1問

学習指導要領「物理」に含まれる全分野「様々な運動」、「波」、「電気と磁気」、「原子」にわたって、基本的事項の理解を問う問題を小問形式で出題した。具体的に、問1は、円錐容器内面での小物体の運動方程式と運動の性質を問う問題、問2は、光の反射と干渉についての基本的な知識と思考力を問う問題、問3は、風が吹いている場合の音のドップラー効果について思考力を問う問題、問4は、磁場中のコイルが受ける力から磁場の性質を問う問題、問5は、水素原子の電子状態について基本的な理解を問う問題とした。

正答率は、問4が標準的であった以外は低めだった。特に問3がかなり低かった。観測者と音源が共に動く設定に起因する可能性がある。

第2問

二つのボールの弾性衝突に関する基本的な問題から、それと発展的に関連する、惑星の近くを通る探査機が惑星からの重力を利用して加速する、スイングバイの技術を題材として、運動量保存則、力学的エネルギーの保存則を用いた物体の運動に関する基礎知識及び思考力を問う問題とした。出題の背景には、惑星探査に使われる技術を物理的に考察してもらいたいという意図がある。問1は、両方のボールが運動している弾性衝突での速度と運動量の関係を問う基礎的問題、問2は二つのボールの質量比が非常に大きい場合の特徴を運動量保存の法則から求める応用力を問う問題、問3は、片方のボールの静止系で見た衝突について考察し、座標系を変えた時の運動への理解力を問う問題、問4は、問3までの得たことを元に、スイングバイ技術が使われる状況を基に、万有引力を及ぼし合いながら運動する惑星と探査機の速度を求める応用力を問う問題、問5は、燃料を使わずに探査機を加速する条件を設定し、探査機の加速に関しての思考力を問う問題とした。

正答率は、問2は高く、問4が低く、他は中程度であった。

第3問 A

取り上げられることが少ない凹面鏡の光学について、基礎的な理解と思考力を問う問題とした。問1と問2は、鏡から見て物体が焦点の手前にある場合と焦点と鏡の間にある場合、

各々について結ぶ像についての基礎的理解を問う問題，問3は，物体の位置と倍率を示すグラフの特徴を理解して選択する問題とした。正答率は低めであった。

第3問 B

B ピストンがついたシリンダー中の気体についての熱力学的な状態変化についての思考力を問う問題とした。問4はピストンが固定された状態で気体に熱を加えた時の温度と圧力の変化を問う基礎的な問題，問5はピストンが動く場合に熱を加えた時の状態方程式とピストン位置の変化を通して定圧変化についての理解を問う問題，問6は断熱変化を起こさせる場合と，等温変化を起こさせる場合の比較から気体の内部エネルギーと体積の変化について思考力を問う問題とした。正答率は問4が標準的であったが，問5，6はやや低かった。

第4問

光電効果を調べる実験を題材に，電場中の電子の運動，光電効果に関する理解と思考力を問う問題とした。問1は，平行平板間の電位を表すグラフを選ばせて基本的な知識を問う問題，問2は，電場中で静電気力が電子にする仕事の観点から光電子の減速に対する理解力を問う問題，問3は，光電子の速さを表す式を問う基本的な問題，問4は，光電効果についての知識と理解を問う問題，問5は入射する光の振動数と電子が電極に到達しなくなる限界電圧の関係を示すデータのグラフ表示から光電効果の基本量を計算させることにより思考力を問う問題とした。正答率は，問4は標準的だったが，それ以外はおしなべてかなり低めであった。原子分野の問題設定に不慣れであることを示唆する結果であった。

3 自己評価及び出題に対する反響・意見等についての見解

高等学校教科担当教員，日本物理教育学会から意見が寄せられた。内容については，「教科書で取り扱っている学習事項を基に，学習者に身に付けておいて欲しい物理の基本から，受験者が躓きやすい内容や物理の本質に迫る内容まで多岐にわたっており，受験者にとってはボリュームのある内容であった。」との意見であった。また，「ドップラー効果の式やレンズの式など物理現象の基本となる関係式が問題文中で与えられ，その式を活用することで物理現象を分析し，解を導いていくような問題は，従来の会話文形式や実験データを基にした探究的な出題とはタイプの違った出題であり，高等学校の教育活動において『物理で何を身に付けさせるのか』という原点を問う良い取り組みとして評価したい」との意見であった。「範囲は，やや電磁気学分野が少なかったものの，力学，熱学，波動，原子の全分野からの出題となっており，特に原子分野を柱とする大間が出題されたことが大きな特徴であった」との所見であった。受験者がつまずきそうなポイントをついた出題は，高等学校の授業の再考のきっかけを作り出している，との意見があった。全体としては，共通テストの出題趣旨に則したものの，との評価であった。一方，難易度や問題量を「基礎的な学習の達成の程度を判定することを主たる目的とするもの」という共通テストの性格に合致するように改めるべきである，との指摘があった。また，受験者の学習の達成度をより適切に評価できるように，部分点を設定していただきたい，との要望があった。今後検討が必要な点と認識する。

以下では，具体的な問題ごとの意見を紹介し，本部会の見解を述べる。

第1問

力学，波動，電磁気，原子の分野から出題され，複数の基本事項を組み合わせ正しく物理現象を分析する力を必要とする設問との所見があり，部会の出題意図とも合致している。問1は思考力を測る良い設問と評価された。問2の「光の反射を低減する」という問題設定が設問の冒頭にあった方が，受験者は状況を把握しやすかったのではないかと，との指摘があった。問4は受験者

の学習到達度が鮮明に反映される良問と評価された。問5が対象とする原子分野は高等学校の物理で最後の方に学習するため、既卒と現役の受験者との間に有利不利が生じる懸念が指摘され、難易度の検討が今後必要であることが示唆された。

第2問

探究的な内容であるが、理論的に考察する点が新しい取り組みとの所見があった。前半（問1から問3まで）については、受験者の学習の成果が反映される良問との評価があった。後半のスイングパイに関する設問は受験者にとってかなり手強かったと推察された。問5について、問題文の記述を深く読み込まずに正解にたどりつく可能性があり、再検討が必要との指摘があった。

第3問

問1から問3の中間Aは、第1問の問3と同様に、問題文中に与えられた式を正しく理解し活用できるかを問う新しい取り組みであった、との所見であった。凸レンズでの理解を凹面鏡に活用するには思考力が必要であり、知識を活用して問題を解決する力を問う良問だった、との評価があった。問4から問6の中間Bは熱力学の基本が理解できているかを問う問題との所見であった。問6は、断熱変化と等温変化の違いに関する思考力を問う良問であった、との評価であったが、ピストンの位置の変化を問う空欄□には、熱力学第1法則の式を与えて解決の糸口を示すことも考えられる、との示唆があった。

第4問

光電効果を題材として物理現象を総合的に考える力が問われる設問、との所見であった。電子が減速する電場（問1）、負の仕事（問2、問3）などは、受験者は苦手とする、との指摘であった。問5のグラフの縦軸の設定は受験者に目新しく、正解に辿り着く上でのハードルとなったのではないかと、との指摘があった。また、光電効果は高等学校「物理」の最後の方の単元であるため、共通テストまでに丁寧に学習することができないのが現状であり、深く掘り下げて問いを立てられると厳しい、との意見があった。実際にもこの問題の正答率はかなり低かった。出題に当たって考慮すべき事項である。

4 ま と め

今回で共通テストは5年目である。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を今後も行うため、本年度の結果と各方面からの反響・意見を踏まえ、新学習指導要領に基づき、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、難易度のバランス、配点、組合せ問題の在り方等を十分に検討し、分かりやすい問題説明文や表現を用い、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、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からの出題についても検討する。
- (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問題が含まれるようにする。
- (3) 平均的な学力を持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な問題とする。
- (4) 設問形式、状況設定、問題文、図等はよく検討し、受験者が確実に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るが、そのような出題が必要な場合には、一つの誤答が他に大きく波及しないよう配慮する。
- (6) いわゆる組合せ解答問題では、共通テストから導入された形式での出題となるように配慮し、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、部分点を与えることを検討する。