第3 問題作成分科会の見解

「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。

「物理基礎」(本試験)の受験者数は18,379人であった。昨年度(17,949人)に比べると、430人(約2.4%)増加した。平均点は24.78点(100点満点換算で49.56点)で、昨年度(28.72点)より難化した。標準偏差は10.56であった。大問別の平均点は、第1問が6.77点、第2問が7.45点、第3問が10.56点であり、第3問がやや高かった。

以下、大問ごとに、出題意図と解答結果について述べる。

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、放射線に関する基本的理解を問う問題、問2は、物体の運動について理解を問う問題、問3は、スマートフォンのアプリを題材に、音のうなりについての理解を問う問題、問4は、バネの振動を題材に縦波の性質の基本的な理解を問う問題とした。

正答率は、問1、問3、は5割を超えていたが、問2が15%以下と非常に低く、問4も3割を切っていた。問2については、受験者の力学的エネルギー保存則への理解が不十分であること、問4については、縦波の振動についての理解の不足がうかがえた。

第2問

二つのおもりと滑車からなる、アトウッドの器械として知られる装置を用いて重力加速度を測定する、という探究課題を設定し、物体の運動の理解とグラフへの表現、グラフの読み取りを通して、力と運動についての基本的な理解と思考力を問う問題とした。問1は、吊るされたおもりについての基本的な理解を問う問題、問2は加速度運動についての理解を問う問題、問3は、アトウッドの器械の基本原理の理解を問う問題、問4は、条件を変えた測定結果を示すグラフを選択させる問題、問5は、グラフから重力加速度を求める道筋を問う問題とした。

正答率はおおむね標準的な値であったが、その中で問2が7割程度と高く、問5が約2割とかなり低かった。グラフを読む力が不足していることを示唆している。

第3問

液体をヒーターで加熱して比熱(比熱容量)を測定する装置を題材として、実験方法を含め電気回路と熱についての総合的な知識・理解及び思考力・判断力を問うことを意図した。問1は熱容量についての知識・理解を問う問題、問2は電流による発熱と物質温度上昇についての基本的

な知識・理解を問う問題、問3は実験装置を通して、電気回路についての基本的な知識・理解を問う問題、問4は、実験で得られた数値データから現象を理解し、熱量と比熱を求めさせる問題、問4及び問5は、音速を求めるための異なる実験方法を通じて思考力を問う問題、問5は液体の量と理想化した実験で得られる比熱が持つ誤差との関係を考察する問題とした。

正答率は、おおむね標準的な値以上だったが、問5が低く、3割以下であった。受験者に、このような場合の誤差を考察することに課題があったと考えられる。

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、日本理化学協会、日本物理教育学会から意見があった。

問題全体については、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、全体的にバランス良く出題されているとの意見であった。高校生が普段の授業をしっかり受けていれば正答できる問題となっており、思考力を見る出題など難しい印象があるものの、適度な難易度となっている、との意見であった。単なる知識ではなく思考力・判断力・表現力等を問う設問も多く、「物理基礎」の出題趣旨に則したものである、との評価があった。また、探究的な活動から、科学的な見方、考え方が身に付いているかを問う設問も多く見られた、との所見もあった。出題範囲は力学、波、熱、電気、放射線を含み、物理基礎の内容からバランス良く出題されていた、との意見であった。読解力に関わるような対話形式での出題がなくなったこと、高等学校の授業で行われている実験を題材とした出題が見られたことを評価する意見もあった。文系選択の受験者にとってやや難しく感じられる、という意見もあった。平均点が想定より低かったものの、総合的に見て適当な出題であったと考えている。

「日常生活や社会との関連」や「目的意識を持って観察、実験などを行い、物理学的に探究する能力と態度を育てる」ねらいに則した設問が多い、という所見があった。計算処理だけでなく式の訂正的な理解や物理現象の概念的な理解を求める問題が多く出題され、関係式の活用を求める問題や、実験結果を考察させる問題も含め、習得した知識をどう活用していくか、というメッセージ性を認める意見もあった。全体に物理現象の本質的な理解を促す設問が多く、共通テストの趣旨に沿った問題構成である、との評価があった一方で、受験者にとって新しい状況を設定する場合には解答の手掛かりとなる誘導が望まれる、との指摘があった。また、受験者の中心となる文系の受験者にとって難易度が高過ぎ、今年度平均点が低かったことに反映されている、との指摘があった。

本部会は出題に対するこれらの反響・意見を十分に検討して今後の問題作成に活かして行くつもりである。

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

放物運動について出題された問2は、力学的エネルギー保存則の概念理解を求める良い問題だが、物理基礎のみを学習してきた受験者には難易度が高く、問題文に丁寧な説明を入れるなどの工夫が欲しいという意見があった。スマートフォンのアプリを題材とした問3は日常生活に関連付いた問題、との評価があった。問4は、振動についての物理現象の正しい理解が求められる設問との評価があった。ただ、「振れ幅」という用語になじみのない受験者に何らかの説明が必要だったのではないかと指摘があった。

第2問

この探究活動についての出題は、限られた時間内で、初めて目にする実験の設定を把握するのが難しかった可能性があるとの指摘があった。また、最初に与えられた加速度の関係式を最後の問5で活用する設定は、受験者に分かりにくかったのではないかと指摘があった。問1

と問3が共に等速直線運動についての出題で、重複を避けて欲しかった、との意見もあった。問5は思考力を見るのに良い問題であるとの評価があった。一方、問4を正答しないと解答できないため文系進学希望の受験者には難し過ぎる、との意見があった。問5の問題文にある加速度が何の加速度なのかを明確に示す、「関係する」という言葉の意味を説明する、与えられた式を使うことを示す、などにより受験者の理解高まったのではないかと、との指摘があった。

第3問

多くの学校で行われている実験を題材とするのは良い傾向である、という意見があった。全体に学力、思考力を見るのに良い出題であったとの評価があった。問3で問うている測定のための電気回路の接続方法は実験する上での必要な考察であるが、前後の設問とつながりがなく、唐突な印象である、との指摘があった。問5は実際の実験で起こりうる誤差について考えさせる良問である、との評価があったが、学校現場で実験について時間をかけて解析することを要求することは難しく、考えるために誘導をすとか、問題の空欄を減らすなどの工夫があると良かった、との指摘があった。

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、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・観察や探究の重要性に鑑み、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。また問題文が長くなり過ぎないように留意する。
- (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に配慮する。
- (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、見直しをもって観察、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。

「物理」（本試験）の受験者数は144,761人であり、昨年度の「物理」受験者数と比較すると2,236人（約1.6%）増加した。一方、全受験者数461,505人に対する「物理」の選択率は31.4%であり、昨年度31.2%、一昨年度30.7%という数字から見ると微増の傾向にある。平均点は58.96点であり、昨年度の平均点62.97点に比べて4.01点低かった。標準偏差は22.72で、昨年度の22.82からの微減である。設問ごとの識別力は若干の違いはあるものの、全体的に高いか標準的であり良好であった。

以下、大問ごとに意図と解答結果を述べる。

第1問

学習指導要領「物理」の全分野「様々な運動」、「波」、「電気と磁気」、「原子」から、基本的事項の理解を問う問題を小問形式で出題した。問1は、山の頂上とふもとで異なる温度と気圧がピストン内の気体の体積の変化をもたらす実験から、気体の状態方程式に関する基礎的知識と思考力を問う問題、問2は、地球表面にある物体にはたらく万有引力と重力加速度の関係から地球の質量の数値を導く基本的知識の理解力を問う問題、問3は、剛体に働く作用点の異なる三つの力の合力を求める思考力を問う問題、問4は、荷電粒子（電子）の電場、磁場中での運動を、電場と磁場の効果が相殺する場合も含めて考察することによって確かめる応用力を問う問題、問5は、物質波としての電子を結晶面に入射した時のブラッグの条件を求める基本的な問題とした。

正答率は、問1と問2が8割と高かったのに対し、問3と問4で約2割と非常に低かった。受験者が経験していない問題設定であったことを示唆している。問5は標準的であった。

第2問

単振り子についての実験を題材として単振動の基本的性質、測定に付随する誤差、レーザー光と光センサーを用いた高精度の装置の特性、更に測定から得られる重力加速度の値の緯度依存性など、力学と実験についての理解と応用力を問う問題とした。問1は、糸と小物体による振り子に働く力を問う基本的な問題、問2は、振り子の運動を単振動の角振動数に関係付けることを求める応用力を問う問題、問3は、振り子の周期をストップウォッチによる測定から求める際の実験誤差を考察する思考力を問う問題、問4は、レーザー光が振り子の糸を遮ることを、電気信号により観測する実験から得られる波形グラフを選択させる解答に、実験装置のはたらきへ

の理解が必要な問題、問5は、地球上の異なる緯度（赤道上と極）での測定から得られる重力加速度の違いを求める思考力を問う問題とした。

正答率は、問1、問3、問4では約7割から8割と高く、問2、問5では約4割から5割とやや低かった。

第3問 A

理想気体の変化とそれに伴う仕事や温度についての理解を問う問題とした。問1は、連続する定積変化と定圧の際の仕事について問う基本的な問題、問2は、同じ過程での温度の変化を表すグラフを選択させる問題、問3は、同じ過程を含むサイクルを設定し、内部エネルギーの変化や仕事についての思考力を問う問題、とした。

正答率は、問1と問3が高め、問2が低めであった。

第3問 B

二つの振動源から平面上に波を起こし、その振る舞いを調べる実験を想定し、波の伝搬と重ね合わせについての理解と思考力を問う問題とした。問4は、ある点での波の変位と時間の関係を示すグラフを読み取り、振動数と振幅を求める基礎的問題、問5は二つの波源から到達した波の変位のグラフを選択させ、位相が異なる波の重ね合わせの理解を問う問題、問6は具体的に振動を設定し、波の伝搬を理解した上で、ある点で波が強め合う条件を数値的に求める問題とした。

正答率は、問4と問5が高め、問6が低めであった。

第4問

平行な導体によるレール上に直角に置かれた導体棒を磁場中で動かす実験を設定し、電磁誘導と回路の応答についての基本的な知識と理解力及び思考力を問う問題とした。レールと導体棒にコンデンサー、スイッチを接続した回路を考え、現象の時間変化を考察する。問1は、導体棒の運動による誘導機電力についての基本的な理解を問う問題、問2は、スイッチを閉じた後も導体棒を等速で運動させるために必要な力の時間変化をグラフから選択させる理解力と思考力を問う問題、問3は、加えた力がした仕事、コンデンサーに蓄えられたエネルギー、抵抗で発生するジュール熱の関係を通してエネルギー収支についての理解力を問う問題、問4は、十分時間がたった後の状態を、導体棒を止めてスイッチを閉じた時に起きる電流と導体棒の動きを求めることにより、現象の理解と思考力を問う問題とした。問5からは、接続したコンデンサーをコイルに換えた実験についての問題とした。問5は、問1に対応して、コイルに発生する誘導起電力を問う基本的問題とした。問6は問2に対応して、コイルの場合の力の変化を問、コンデンサーとコイルのはたらきの違いの基礎的理解を問う問題、問7は、回路に流れる電流の時間変化のグラフを見てコイルの自己インダクタンスを求める過渡的現象への理解を問う問題とした。

正答率は、問1、問2、問3、問6が標準的、問4、問5、問7が低めと、全体的に低かった。指数関数的に変化する現象への理解が不十分であることを示唆している。

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、日本理化学協会、日本物理教育学会から意見があった。

問題全体に対しては、「難易度や出題範囲等のバランスを保ちつつ、探究の過程を重視し、高等学校の授業改善につながるような良問」との高評価や、「学習指導要領の目標及び共通テストの問題作成方針にのっとった出題であり、今後の授業の指針となるもの」「思考力を問う出題であるにもかかわらず難しくなり過ぎず良問」といった好意的な意見があった。分量・程度については、おおむね

適当という評価が多く、アンケートの結果として難易度が「適当である」との回答が多かったが、「やや難しい」が昨年度より増加した。また、探究活動や実験を題材とした設問については、会話形式のものがなくなり、受験者が設定を把握しやすいように、例年に比べて文章量が抑えられていると同時に、表やグラフで情報をまとめるなど、工夫が増えているなどの意見や、観察・実験による科学的探究能力・態度の育成への貢献があると評価する声が多いとの意見があった。一方で、より「基本的な概念や原理・法則の理解を問う問題」にすることで、難易度を抑えるべき、との意見もあった。

以下に、個々の具体的な問題への意見に対して、本部会の見解を述べる。

第1問

熱とエネルギー、力学、電磁気学、原子の各分野から出題され、基本的な事項を正しく理解した受験者が解答できる適切な難易度の良い小問集合である、との評価であった。問2は概算で数値を求める良問との意見がある一方、そのままきちんと計算すると時間がかかってしまう、との指摘があった。問3は受験者の考えの深さを見るのに良い問題である、との意見があったが、正答率が低かったことは、力のモーメントに関する現象を、数式のみからではなく、力による回転のイメージも普段の学習の習慣にする必要を示唆している、との意見があった。問4は、定性的な思考を求める良い問題だが、複数の様相を基に思考する点で小問としての難易度は高かった、との意見があった。問5については、の解答のためにはが必要であるため、の設定は不要との意見があった。

第1問については、今後とも、他の大問の内容も考慮しつつ、全分野についてバランス良く出題し、身近な現象などを積極的に取り上げながら、基礎的な知識・理解、思考力・判断力・表現力等を測ることができる問題となるように努力して行きたいと考えている。

第2問

単振り子を題材とした探究活動の設問で、実験の目的やその流れが分かりやすく構成されている、という評価があった。高等学校等での実験や探究活動での不確かさ（誤差）を考慮した実験データの取り扱い方についての示唆に富んでいるとの評価もあった。問1と問2は基本的な内容の理解を問う良問との評価がある一方、公式を暗記していれば解答できる、との指摘があった。実験誤差を問う問3は実験の状況を考える力が必要な問題、との評価があった。問題等に接したことがあるかどうかで難易度が変わる、との指摘もあった。問4では実験データと運動の様子を関連させて理解できているかを問い、問5では重力が万有引力と遠心力の合力であることを理解した上で考察させる問題、との高評価があった。

第3問

二つの中間からなることについて、広い分野からの出題を可能とする、という評価と、中間ごとに状況の把握が必要になり解答に時間を要する、との意見があった。

中間A

問1はグラフを読み取る力、問2はp-V グラフからT-V グラフを描く表現力、問3は過程の違いを定性的に考察する力によって気体の状態変化の基礎・基本を確認する良い出題だとの評価があった。問3については、熱力学第一法則の表式が教科書等によって異なることが受験者の思考を混乱させた可能性が指摘された。今後の出題に当たって本委員会で確認する必要があると思われる。

中間B

問5は与えられた合成波から一方の波の様子を考察するところに新味がある、と評価された。問6は波が強め合う条件を与えられた選択枝から選ぶため、合成波の変位を表す式を理解させ

たい、という作題意図は受験者に伝わらない可能性があるとの指摘があった。

第4問

磁場中で導体棒を動かす設定でコンデンサーやコイルを回路に含む点に新味がある問題との所見があった。電気回路、電磁誘導、エネルギー、自己誘導など、電気の現象を総合的に問う良問、との評価があった。問2、問6については、コンデンサーやコイルを含む回路の電流や電圧の過渡現象を教科書では指数関数で表さないため、選択肢のグラフに戸惑った受験者もいた可能性の指摘があった。一方、教科書では参考扱いの過渡現象についてグラフの形から選択させる工夫を評価する意見もあった。問3は、エネルギーの視点で電気現象を捉える力を見る良問との評価があった。問7の対象となっている図3のグラフの形は力学領域で見慣れているため電磁気領域から出題されて戸惑った受験者が多かった可能性が指摘された。グラフの意味を読み取るための思考力を問う設問との評価もあった。

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・観察や探究の重要性に鑑み、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。また問題文が長くなり過ぎないように留意する。
- (4) 設問形式、状況設定、問題文、図などを良く検討し、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。