

大学入学共通テストおよび国公立大二次・私大

大学入試

分析と対策

2024
令和6年度

理科

物理	3
学校法人 河合塾 物理科講師	本村 智樹
化学	13
学校法人 河合塾 化学科講師	西 章嘉
生物	26
学校法人 河合塾 生物科講師	榎原 隆人
地学	36
麻布中学校・高等学校 教諭	安原 健雄

启林館

この冊子の内容は次の URL からもアクセスできます
<https://www.shinko-keirin.co.jp/keirinkan/kou/science2022/support/>

大学入試 物理

学校法人 河合塾
物理科講師 本村 智樹

1 大学入学共通テスト「物理基礎」

(1) 総括

共通テスト4年目の出題についても「思考力」「判断力」「表現力」を確認するという方針に従って出題されている。共通テストでは「日常生活と関連する物理現象」について、「実験・観察」により得られた「データの読み取りや分析」を物理法則にしたがって正確に処理する能力が求められている。今年度の共通テストは、昨年度はみられなかった会話文形式や、実験データを解析したうえで考察する問題が復活している。実験・観察を題材としながら、基本法則を踏まえたうえで、定義や数式に基づいて、やや深い考察を必要とする問題が増えたこともあり、やや難化した印象であったが、難易度としては昨年度並みである。受験生全体の正答率が50%より低くなる問題は見当たらず、難問奇問はなく平均点が60%前後になるように工夫されている問題構成であった。また、昨年度に出題された1つの大問（第3問）中で3つの分野（熱・力学・電気）が含まれる融合問題は今年度も出題されなかった。昨年度は全体としては全分野からバランスよく出題されていたが、今年度は出題範囲にやや偏りがみられ、熱分野と電気分野は小問集合での出題であった。問題内容としては、基本的な知識問題、単位に注意が必要な数値計算問題、数値を有効数字2桁で解答させる問題、グラフ選択問題等、定性的思考力を必要とする問題がバランスよく出題されていた。それに加え、単に一つの公式に代入すると正解を得られる問題ではなく、状況に応じて公式を段階的に用いて解く問題や教科書に記載されている探究による実験データのグラフ・表から数値や現象を読み取るなど工夫がなされた設問が中心となっている。

〈難易度〉

- ◆本試験平均点：28.72点（57.44%）
- ◆昨年度（28.19点）と同程度

〈出題分野・共通テストの特徴〉

第1問が小問集合4問（配点16）、第2問が力学分野、第3問が波動（音）分野から出題された。観察・実験を題材とした問題が主であり、基本的な知識問題、数値計算問題、定性的思考問題、図やグラフの数値の読み取りを含め正答率が50%を下回るような難問もなく、バランスよく出題されている。今回の共通テストにおいて特に目立った特徴を以下に5つあげておく。

- ① 会話文形式の問題と実験データの解析力を試す問題が復活した。
- ② 第1問の小問集合は、例年4問構成であるが、その内容は力学分野が1問、熱分野が1問、電気分野が1問、電気エネルギーの変換効率問題が1問であった。
- ③ 定性問題40%、文字計算13%・数値計算47%であった。
- ④ 組合せ問題は昨年度から三つの組合せ問題がなくなり、二つの組合せ問題が15問中7問出題されており、昨年度より3個増えた。
- ⑤ 昨年度に続き、大問でのA・B分けがなくなった。

難易度としては昨年度並みであった。昨年度の30.4点よりは、2年連続で平均点は下がってはいるが、大幅に難化はしておらず共通テストとしては適当な難易度である。公式を用いるだけなどの単純な設問が減り、状況や実験結果を正確にとらえ、それに応じてどの法則や式を用いるかを判断する力や、式をグラフ化する表現力と思考力を必要とする設問が中心となっており、昨年度までの出題傾向と大きな変化はない。出題形式としては、昨年度とほぼ同じ形式であるが、昨年度出題されなかった会話文が復活し、3個以上の組合せ問題はなく、2個の組合せ問題が中心であった。

出題内容としては、昨年度から大きな変化はなく、身近な道具を用いた実験や身近な物理現象を題材としており、設問内容は中学理科や物理基礎の教科書の探究活動に準拠し、基本的な知識や法則・公式を問う「易」、および「標準」レベルの問題が中心で、難問奇問の類はない。身近な物理現象を中心に基礎的な学力を問い、文系

生が主となる試験としては、次年度以降もこの傾向は変わらないであろう。

以下、今年度の共通テストの本試験「物理基礎」を分析する。

(2) 設問別分析

第1問 小問集合 (配点16点)

熱、力学、電気、エネルギー変換からの小問集合。

基本法則・基本知識から正解を得ることができる問題である。出題分野は熱が熱量の保存、力学が仕事と運動エネルギーとの関係、電気が電流の定義、エネルギー変換は電球の電力量の光エネルギーへの変換効率に関する内容であった。第1問の得点率は65.6%であったが、問2の力学の正答率が最も低く、50.6%であった。小問集合で得点を下げている受験生が多い。

問1：熱量の保存

器にスープを注いだときの熱平衡温度を数値で算出する問題で熱量の保存の典型問題である。正答率は70.4%と高い（啓林館『高等学校 物理基礎』p.128問6）。

問2：外力のする仕事と力学的エネルギーとの関係

重力に逆らって小物体を高さ h まで持ち上げたときの小物体の運動エネルギーを求める問題で、仕事と力学的エネルギーとの関係についての理解が必要。正答率はすべての中でワースト1位で、50.6%であった（啓林館『高等学校 物理基礎』p.113例題5）（出題例1）。

問2 床に静止している質量 m の小物体に、大きさ F の一定の力を加え続けて、小物体を鉛直上方に運動させた。この小物体が、床からの高さ h の点を通過したときの、小物体の運動エネルギーを表す式として正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、重力加速度の大きさを g とし、空気抵抗は無視できるものとする。 2

- | | | |
|---------------|---------------|---------------------|
| ① 0 | ② mgh | ③ Fh |
| ④ $(F - mg)h$ | ⑤ $(F + mg)h$ | ⑥ $\frac{1}{2}mF^2$ |

2024年度大学入学共通テスト 物理基礎 第1問

出題例1

問3：バッテリー充電中の通過電気量から電子の数を求める数値計算問題

モバイルバッテリーを充電する間に電流計を通過した電子の個数を数値で算出する問題である。電流の大きさの定義を理解しておくことが必要。現役生のほうが卒業生よりも正答率の高い唯一の問題であった（啓林館『高等学校 物理基礎』p.191問2）。

問4：電球の消費電力の光エネルギーへの変換効率を求める数値計算問題

白熱電球およびLED電球の光エネルギーへの変換効率を求める数値の組合せ問題である。文中にある電球の効率の定義を理解することが必要。正答率は70%を超えていている。

第2問 力学分野 (配点18点)

ジャガイモを用いた、浮力に関する探究活動の問題。共通テストとしては物理基礎の出題の意図に沿った問題である。大問3問中最も正答率が低く、上位と下位との得点差が大きく開いている。実験データを考察する必要があるためやや苦戦したと思われる。

問1：浮力に関する知識問題

浮力の大きさを数値計算で求める問題。密度と質量から体積を計算し、浮力の大きさを表す公式を用いる問題であった。

問2：力のつり合いと、実験データから浮力の大きさを求める問題

会話形式の問題で、水中で静止しているジャガイモにはたらく力のつり合いから、浮力の大きさを表す式と、ばねはかりとキッチンはかりの値の実験データを用いて、浮力の大きさを数値で求める問題である。正答率はワースト2位であった。

問3：実験で得られたデータをグラフ化したものを選ぶ問題

実験のデータからばねはかりの値とキッチンはかりの値の関係を表すグラフを選ぶ問題である。実験データをいくつかプロットして、それらを通る形のグラフを選べばよい。力のつり合いの式が一次式であることから、直線であることはわかるだろう。正答率はワースト3位であった。

問4：物体の形状と浮力の大きさの関係についての問題

与えられた図3が直線的な変化をしていることから、物体が水に沈んでいく間、沈んだ深さに比例して浮力が大きくなっていくことがわかれば、高さと体積が比例する円柱が正答と選べる。正答率はベスト2位。

問5：計量カップの底で静止しているジャガイモにはたらく力を考察する問題

張力がはたらいていないことに注意する必要がある。現役生と卒業生との正答率の差が最も大きく、卒業生のほうが正答率は約20%高い。

第3問 波動（音波）（配点16点）

空気中を伝わる音について、三つの異なる方法で音速を求める問題である。大問の中では最も正答率が高く、約70%であった。

問1：音速と気温の関係、波の基本式を確認する問題

気温が高いと音速が大きくなるという関係と、波の基本式で確認する語と文の組合せ問題である。

問2：ストップウォッチの表示値から音の速さを有効数字2桁で表す問題

ストップウォッチを用いた音速測定の際に、ストップウォッチの表示値と2点間の距離から音の速さを有効数字2桁で表す問題である。正答率はベスト1位で85%程度。

問3：ストップウォッチの操作による測定時間の誤差の原因を考える訂正問題

問2で求めた音の速さが小さくなかった原因として考えられる、ストップウォッチのスタートおよびストップ時間についての記述から、正しい組み合わせをすべて選ぶ問題である。正答率は意外にも高かった。

問4：二つの電子式メトロノームを用いて、音速を測定する問題

二つの電子式メトロノームを使った音の速さを測定して、その値を用いて音速を数値で求める問題である。題意を理解し、複数のステップで求めていくため難しいと思われたが、音の周期を求めれば容易であるため、正答率は予想より高く約75%であった。

問5：気柱の共鳴実験から音速を求める問題

3番目の方法として気柱の共鳴を利用して音の波長と速さを数値で求める組合せ問題である。内容は典型的であり、正答率は高かった（啓林館『高等学校 物理基礎』p.179実験6考察）。

問6：可聴音と超音波の波長の比較と、室温で超音波の波長を求める問題

音波の特徴について説明した文章中の空欄を、語と数値で求める組合せ問題である。超音波の波長と人の聴くことのできる音の波長との大小比較をする知識問題と、超音波の室温での波長を求める計算問題であり、室温での音速が約340m/sであることを覚えておけば容易である。正答率は65%程度であった。

（3）学習対策

大学入学共通テストで、例年得点率が低いのは第1問に出題される小問集合であることが多い。この対策とし

ては中学で学習した内容を含め、教科書の基本事項および法則・公式を正確に理解しておくことが必要である。その際、教科書に記載されている実験や探究課題にも取り組んでおく必要がある。大学入試センターの出題意図としては、一つの分野を深く学習するというより、生活の中の身近な物理現象を幅広く理解できる力を要求しているように思える。次年度以降も身近な題材（スマートフォン等）を使った実験を主とする問題が出題されると考えられる。出題される問題構成としては、今年度出題されたような会話文や、実験データ、図・表の読み取りを含めた構成となるだろう。公式を二つ連立して解く力や、複雑な文字計算にも対応できる力が必要である。また、実用的な数値計算の問題が主となり、実験を題材とした定性問題も出題されることから、その対策も必要である。

学習対策としては、やはり教科書の基本事項を幅広く理解することに努めておけばよいだろう。その際、単に公式を丸暗記するのではなく、その式の意味を考え、変化する物理量と変化しない物理量をしっかりと見抜き、公式をグラフ化する練習もしておこう。また、物理用語は基本単位まで正確に覚えておくようにしておこう。「物理基礎」の教科書では本文に記載されない、中学校で学習したテーマを題材に出題されることがあるので、復習し整理しておくことも必要である。熱と波の分野に関しては標準的な知識をしっかりと身につけ、エネルギーなどの公式は正確に理解し、比例式を用いた数値計算などは必ず練習しておきたい。日常生活の話題を科学的に探究する問題や、実験データの取り方・扱い方、実験の方法、器具の扱い方についても注意が必要である。実験には積極的に参加し、実験器具の使い方や目盛りの読み方、実験データの分析と作成についてまとめておこう。特に、エネルギー問題や、発電に関する知識はまとめておこう。具体的な問題演習としては教科書の「例題」、「類題」、「問」、「章末問題」と教科書傍用問題集（啓林館『センサー物理基礎 3rd Edition』）の演習で十分であると思われる。できれば、教科書の「参考」、「実験」、「探究」、「やってみよう」、「なるほど」などにも目を通しておきたい。

(1) 総括

昨年度と同様、実験に関する問題が多く出題された。大問が小問集合、力学、波動、電磁気の4題構成であった。昨年度と同様に、大問では熱・原子の問題は出題されなかったが、小問集合では出題されており、全分野から出題されていることになる。

昨年度に引き続き、第3問と第4問では実験に関する問題が出題され、資料の分析力が問われた。また、第2問ではペットボトルロケットに関する探究活動の問題が出題された。この問題は、ペットボトルロケットが推進するしくみをモデル化し、推進力の大きさを理論的に求めていく問題であるが、大学入学共通テストというより国公立大の二次試験の問題の傾向に近く、複雑な状況設定を把握するのが難しい問題であった。また、今年度は大学入学共通テストにおいて特徴的な、会話文形式の問題や、数値を直接マークする形式の問題が出題されなかった。配点については、昨年度と同様に、大問の配点が25点の均等配分となった。

〈難易度〉

◆平均点：62.97点

◆昨年度（63.39点）と同程度

〈出題分野・共通テストの特徴〉

平均点は昨年度の63.39点とほぼ変わらなかった。第2問は状況設定の把握に時間を要する問題で、やや難度は高かったが、実験の資料に関する分析力が問われる問題はやや減少し、紛らわしい選択肢も少なかったため、全体として難易度は昨年度とほぼ変わらなかったと言えるだろう。

また、上位層と下位層の得点差も昨年度と同程度であった。大学入試センターによると、今年度の大学入学共通テスト「物理」の標準偏差は22.82で、昨年度の22.72とほぼ変わらなかった。上位層と下位層の得点差が60ポイント以上となった設問が今年度は6題あり、昨年度の4題から2題増加した。現卒差（卒業生と現役生の正答率の差）が10ポイント以上の問題が今年度は9題と、昨年度の11題から2題減少した。

以下、今年度の共通テストの本試験「物理」を分析する。

(2) 設問別分析

第1問 小問集合（配点25点）

「物理基礎」と「物理」の教科書から幅広く基本法則を用いる問題が中心。

問1：剛体のつり合い

直角二等辺三角形の板のつり合いの問題。抗力を考慮することなく、点Cのまわりの力のモーメントのつり合いの式を立てたと思われる誤答が目立った。

問2：原子核の平均運動エネルギー

温度1500万Kの太陽の中心部にあるヘリウム原子核の運動エネルギーの平均値が、温度300Kの空気中にあるヘリウム原子の運動エネルギーの平均値の何倍かを問う問題で、正答率は非常に高かった。一方、太陽の中心部にある水素原子核の運動エネルギーの平均値がヘリウム原子核の運動エネルギーの平均値の何倍かを問う問題は、すべての問題の中で最も正答率の低い問題であった。質量数が2の水素原子核と質量数が4のヘリウム原子核を考えて、運動エネルギーが質量に比例すると考える誤答が、正答の選択率を上回った。誤答の原因としては「温度が等しければ原子核の速さは同じであり、運動エネルギーは質量に比例する」と考えてしまったのだろう（出題例2）。

問2 次の文章中の空欄 2・3 に入る数値として最も適当なものを、それぞれの直後の { } で囲んだ選択肢のうちから一つずつ選べ。

太陽の中心部の温度は約1500万Kであり、そこには水素原子核やヘリウム原子核が電子と結びつかずに存在している。その状態を、単原子分子理想気体とみなすとき、太陽の中心部にあるヘリウム原子核1個あたりの運動エネルギーの平均値は、温度300Kの空気中に、単原子分子理想気体として存在するヘリウム原子1個あたりの運動エネルギーの平均値の

約 2 { ① 2500 ② 5000
③ 12500 ④ 25000
⑤ 50000 ⑥ 125000 } 倍となる。

また、太陽の中心部で、水素原子核1個あたりの運動エネルギーの平均値は、ヘリウム原子核1個あたりの運動エネルギーの平均値の

3 { ① $\frac{1}{4}$
② $\frac{1}{2}$
③ 1
④ 2
⑤ 4 } 倍である。

2024年度大学入学共通テスト 物理 第1問 問2

出題例2

問3：光の屈折

光が、水からガラス、空気の層に向けて進むときに、どの境界で全反射するかと、そのときの臨界角の正弦を

求める組合せ問題。全問中で2番目に正答率が低い問題であった。正答率は25%程度であり、水とガラスの境界で全反射するとした誤答が目立った。

問4：磁場中の荷電粒子の運動

一様な磁場中の荷電粒子の運動から磁場の方向を求める問題。円運動するときの磁場の向きはよくできていたが、直線運動しているときの磁場の向きの間違いが多かった。正答率は45%程度であった。

問5：原子核反応と半減期

原子核反応において原子核の全質量の増減から核エネルギーが放出されるかどうかと、半減期に関する組合せ問題。問題文で質量に注目するよう誘導がなされているので、解答しやすかったであろう。半減期の計算も複雑なものではなく、全体の正答率は高く、70%を超えていた。

第2問 力学 (配点25点)

ペットボトルロケットに関する探究の過程について考察させる問題

問1：噴出する水の体積とペットボトル内で下降する水面の速さの式の組合せ

誘導が親切なこともあり、全問中で最も高い正答率となつた。

問2：噴出した水の質量と圧縮空気がした仕事

正答率はいずれも高かった。紛らわしい選択肢もなく、解答しやすい問題であった。次元を考慮するだけでも、かなり選択肢を絞りこむことができる。

問3：噴出する水の速さ

仕事とエネルギーの関係から、噴出する水の速さを求める組合せ問題。上位層と下位層の正答率の差が約70%と最も大きい問題であった。複雑な状況設定を把握し、問題文の誘導にうまく乗れたかどうかで差がついたのであろう（出題例3）。

引き続き、ペットボトルが固定されている場合を考える。栓を開けた後、図2(a)のような状態にあったところ、時刻 $t = 0$ から $t = \Delta t$ までの間に質量 Δm 、体積 ΔV の水が噴出し、図2(b)のような状態になった。このとき、 Δt は小さいので、 $t = 0$ から $t = \Delta t$ までの間、圧縮空気の圧力 p や、噴出した水の速さ u は一定とみなせるものとする。また、ペットボトルやノズルの中にあるときの水の運動エネルギーは考えなくてよい。水の密度を ρ_0 とする。なお、以下の図で、 $t < 0$ で噴出した水は省略されている。

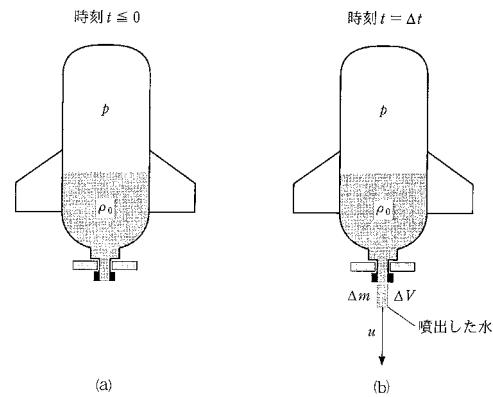


図 2

問3 次の文章中の空欄 **ウ**・**エ**には、それぞれの直後の { } 内の語句および式のいずれか一つが入る。入れる語句および式を示す記号の組合せとして最も適当なものを、後の①～⑨のうちから一つ選べ。 10

時刻 $t = 0$ から $t = \Delta t$ までの間に噴出した水の、 $t = \Delta t$ での

ウ $\left\{ \begin{array}{l} \text{(a) 運動量} \\ \text{(b) 内部エネルギー} \\ \text{(c) 運動エネルギー} \end{array} \right\}$ が、この間に圧縮空気がした仕事 W' に等しいとき、

$u = \boxed{\text{エ}} \left\{ \begin{array}{l} \text{(d) } \frac{2W'}{\Delta m} \\ \text{(e) } \frac{2W'}{p\Delta m} \\ \text{(f) } \sqrt{\frac{2W'}{\Delta m}} \end{array} \right\}$ となる。この式と前問の結果から、 p と ρ_0 を用いて u を表すことができる。

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
ウ	(a)	(a)	(a)	(b)	(b)	(b)	(c)	(c)	(c)
エ	(d)	(e)	(f)	(d)	(e)	(f)	(d)	(e)	(f)

2024年度大学入学共通テスト 物理 第2問 問3

出題例3

問4：運動量保存則

ロケットと、噴出した水からなる系についての、運動量保存則を表す式を選択する問題。正負の符号で誤りがある誤答が目立った。運動量を扱う際には正負で運動の向きを表すことに注意してもらいたい。

問5：推進力の条件

水の噴射によるロケットの推進力を求め、それがロケットにはたらく重力よりも大きくなるための条件式を求める問題。推進力を運動量と力積の関係を用いて求められたかどうかがポイントとなる問題で、第2問の中では最も正答率の低い設問であった。次元を考慮すれば選択肢を絞れたのであるが、次元を考慮していない解答が目立った。

第3問 波動（配点25点）

交流電源につながれた弦の固有振動に関する探究活動の問題

問1：電流が磁場から受ける力と弦に生じる定在波

弦に流れる電流が磁場から受ける力の向きを問う問題と、定在波に関する語の組合せ問題。正しい向きの選択肢は高い正答率であった。

問2：定在波の波長

弦に生じる定在波の波長を問う問題。弦の中央部分が節か腹かを問う問題であったが、何倍振動が生じているかが不明であるために戸惑った受験生も多かったのではないか。問2の後の図2をみると、腹の数が1, 3, 5…となることがわかる。基本的かつ典型的な問題なので、正答率は全問中2番目に高かった。

問3：振動数と腹の数を表すグラフの傾きに比例する物理量を求める

弦の固有振動数と腹の数の関係を表すグラフが直線となることから、その傾きに比例する物理量が何であるかを問う問題。固有振動数を腹の数 n を用いて数式で表すことがポイント。正答率は高かったが、紛らわしい選択肢がないので、なんとなく正解できてしまった受験生も多かったのではないか。

問4：固有振動数と張力の関係

弦の3倍振動の振動数と張力の関係を表すグラフから、弦の固有振動数が張力の何乗に比例するかを問う問題であり、グラフを吟味せずとも、固有振動数が速さに比例することと、公式 $v = \sqrt{\frac{S}{\rho}}$ を利用すれば正解できてしまうこともあり、正答率は非常に高かった。

問5：固有振動数と直径の関係

直径が異なる金属線を用いて実験を行い、得られた固有振動数から、固有振動数が直径の何乗に比例するかを問う問題。問4同様、表の数値を用いなくとも、公式

$v = \sqrt{\frac{S}{\rho}}$ と、金属線の直径が線密度に比例することを考

えれば正解できてしまう。問4、問5は本来、実験結果を表すグラフや表といった資料の分析力を問う内容の問題として出題されているが、資料を用いずに公式

$v = \sqrt{\frac{S}{\rho}}$ を用いて解答した受験生が多かったであろう。

第4問 電磁気（配点25点）

正負の2つの点電荷が作る電場と電位および、長方形の一様な導体紙に電流を流したときの導体紙上の電場と電位に関する問題。

問1：等電位線を表す図

正負に帯電した2つの点電荷の周りの等電位線を表す図を選択させる問題。等電位線が密であるほど、電位の勾配が急であることや、正負の電荷の大きさが等しい場合には、2つの点電荷の垂直二等分線上の電位が0となることに着目することがポイント。

問2：等電位線と電気力線

等電位線と電気力線について正しく述べている文をすべて選択する問題。基本的な知識が問われており、第4問の中では最も正答率の高い問題であった。

問3：等電位線と電場・電流

導体紙に描かれた等電位線から電場や電流の向きを求める問題で、導体紙の辺の近くの電場の向きが問われている。等電位線が辺に対して垂直に描かれていることから、電場はそれに垂直な向き、すなわち辺に「平行」な向きとなるのだが、「垂直」な向きとする誤答が約4割あった。問2の正答率が非常に高かったことを考えると、問題文をしっかりと読んで状況を確認することなく安直に解答してしまった受験生が多かったと思われる。正答率は50%弱と低い。

問4：電場の大きさ

位置と電位の関係を表すグラフから、原点での電場の大きさを求める問題で、グラフの傾きに注目すればよい。グラフの扱いに慣れていたかどうかで差がついた問題であった。正答率は約60%。

問5：導体紙の抵抗率

$V = Ed$, $V = RI$, および $R = \rho \frac{l}{S}$ を連立して導体の抵抗率を導く問題。連立する式の種類が多く、正答率は約45%と低い。

（3）学習対策

大学入学共通テストでは、問題文が長く、状況の把握に時間がかかる問題、問題集等によくある典型問題ではない、思考力を要する融合問題、実験に関する問題などが出題される。特に、実施回を重ねるごとに実験に関する問題の比率が高くなっている。実験データの分析や考察についての十分な対策が必要になる。また、融合

問題は、一見すると対策に苦慮するが、よくみると普段通りの学習で解ける問題が大半である。出題範囲としては、全分野から出題されるので、「ヤマを張る」のは禁物である。まんべんなく対策することが必要となる。まずは、物理の基本的な法則を正しく理解し、身につけなければならない。その際、公式として暗記するだけでなく、導出方法および、状況や現象との結びつきを含めて理解しておく必要がある。これによって、問題の状況から、どの法則を適用すべきかを素早く正確に判断できるようになる。また、普段から問題文をしっかりと読んで丁寧に考えるようにしたい。「なんとなくこの公式を使えばよいかな」といったような問題演習をしていては、思考力を要する大学入学共通テストの問題に対応するのは難しい。普段から考察の過程を意識し、「なぜこの法則を用いるのか」等、論理的に説明する練習をするとよい。長い文章から素早く正確に状況を把握し、解答に必要な情報を取り出す練習も必要である。状況が把握しにくい問題では、問題文を読むだけでなく、必要に応じて状況を図示し、何が与えられていて、何が求められているのかをはっきりさせるようにするとよい。実験に関する問題に対しては、大学入学共通テストの実施に先立って行われた試行調査の問題は、難度が高く、非常に参考になる。

また、「思考力・表現力・判断力」を、実験を通して身につけさせておくことも重要となる。身近な物理現象を分析・把握する能力や、基本的な物理法則の理解の深さを問う問題が多く出題されるため、分野に関係なく、教科書中心に全体からまんべんなく学習しておくことが重要である。一見見慣れない形式の出題が増えると思うが、新傾向の問題に対しては図、グラフ、表からポイントを読み取り、考えていく力も養う必要がある。教科書に書かれている探究活動を題材として、実験のしかた、注意点、結果からどのようなことがわかるか、などを考えてみるとよいであろう。よってこれまで通り基本法則の確認を中心とした学習が必要である。指導する際の注意点としては、公式や法則を正確に覚えさせることはもちろん大切であるが、受験生の中には「公式を覚えておけば十分」とか「解けるようになったらそれでおしまい」と考える生徒も多くいることを指導の際には十分注意したいところである。

主な対策としては、教科書をよく読むことで、公式や法則を説明する典型的な現象や事例を、整理させておくことに重点を置いた指導が必要である。教科書に記載されている「参考」、「やってみよう」、「発展」、「Check」なども見ておく必要がある。共通テストでは、実験・観

察を踏まえた指導が必要となる。そのため、特に教科書の「やってみよう」は今まで以上に取り扱う必要がある。一方、いろいろな分野の問題を60分で処理するためには、問題の状況に応じてすばやく頭を切り替える必要がある。少なくとも教科書の「問」、「例題」、「章末問題」は全部解いておくことが必要である。さらに、できるだけ最新の実戦形式の問題集を一冊は仕上げておきたい。問題演習においては、易しい問題からやや難しい問題まで、幅広いレベルの問題を解くことが大切である。「基本」＝「易しい問題」と勘違いしている受験生が多いが、それは間違っている。やや難しい問題も解くことによって、基本法則の理解を深めたり、基本の大切さに気づかされたりする場合が多い。本番では問題文・与えられた図・解答群をよく読んでから解答を選択することが重要であるため、日頃の学習においてそのことを意識させておくことが重要である。直前期には試験特有の形式に慣れる必要があるため、共通テストおよびセンター試験の過去問やマーク模試の問題による演習が不可欠である。また、試験では時間配分も大切であるため、必ず時間を計って過去問演習をさせたい。原子分野を含む高校物理すべての学習が、共通テストが実施される1月中旬までには終了するような授業計画を立てていくことも大切となる。

3 一般入試（国公立二次・私大入試）

（1）全体の分析

今年度の国公立二次・私大入試は、全体的には「思考力」「判断力」「表現力」を確認する問題が定着し、落ち着いてきた感がある。

国立難関大の出題分量と難易度を昨年度と比較すると、東京大は分量がやや減少し、近年出題されていた目新しい題材や、複雑な設定の設問がなくなり、易化した。東京工業大は長文問題が多く、分量はやや増加した。難易度はやや難化した。出題の特徴としては結果をグラフ化して考えさせる問題が多く、昨年度に続きほぼ全問について導出過程を書かせている。京都大は分量としては一昨年度に増加したまま、昨年度と今年度も変わらない。しかし、例年通り解答時間に対して設問数と問題量は多い。受験生にとって目新しい問題を誘導にしたがつて解いていく形は今までと変わらないため、難易度は変化していない。名古屋大は分量が減少した昨年度に続きやや減少した。一昨年度までは出題方針が典型的な問題

にとどまらず、その場で判断・思考する問題が中心であったが、昨年度は受験生の基礎的な力量を問う典型的な問題が増加したが今年度も昨年度に続き、受験生の基礎的な力量を問う典型的な問題が多かった。難易度も昨年度並みであった。大阪大は、時間内にすべての設問を解答することは不可能と思われるほど分量が増加した昨年度より、減少した。設問数がやや減少し、全体的に取り組みやすくなったため難易度は昨年度から大きく易化した。東北大は分量がやや増加し、難易度はやや難化した。各大問とも幅広いテーマを含んだ総合・融合問題からなり、基本・標準問題から始まり、後半は難易度の高い設問構成となっている。また、一つの大問内で複数の状況設定が出題されており、思考力・判断力・表現力が特に要求されている。例年必ず出題されていたグラフに関する問題は出題されなかった。九州大は分量がやや増加したが、昨年度に出題された分野の融合問題や会話形式の問題は出題されず、典型的な問題が多かったため難易度は変化していない。全体的に状況を把握する力や、設問の誘導に従って処理する計算力も必要とする設問が、定着した。

主な国立大に関しては、北海道大は大問3題で形式上の分量の変化はないが、各大問中に異なるテーマの問題が2題ずつあり、実質大問6題の構成となっていた。昨年度同様、空所補充の形で論述問題が出題されたこともあり、難易度はやや難化している。神戸大の分量は変化していないが、題意をとらえにくい問題もあり、やや難化した。広島大は、大問3題から4題に増加した。設問数の分量はほぼ変化していないが、試験時間60分内で複雑な計算、記述、導き方の明示、空欄補充、グラフの描図等に対応しなければならないため、時間内で完答するのは難しい。そのため、難易度はやや難化した。来年度から試験時間が75分に変更されるそうだが、今年度の分量は試験時間が75分必要であった。

医学部系統の大学においては、東京医科歯科大では昨年度やや増加した分量の変化はなく、医学科用のやや難しい追加設問もあるが全体の難易度は変化していない。浜松医科大については分量がやや減少し、すべての問題が平易な問題であったこともあり、難易度はやや易化した。

公立大では、特に大きな変化はない。

私立大では、慶應義塾大の理工学部では分量・難易度ともに昨年度並みであった。医学部では分量がやや増加し、昨年度と異なり非典型的な問題が出題され、その場での題意の理解力と思考力が試されている。数値計算も多く難易度はやや難化した。例年、思考力、状況把握力、

数学的処理能力、知識力、論述力が試される。早稲田大の基幹・創造・先進理工学部は分量が昨年度より減少し、難易度も易化した。それでも試験時間に対する問題量が過多である特徴は変わっておらず、初見の要素も入っており、その場での理解力・対応力が必要な問題となっている。同志社大は設問数が増加したため分量はやや増加した。解答を記述させる設問に加えて、図やグラフを描かせる設問や発展的な内容を学習していなければ解けない難しい設問が出題されたこともあり、やや難化した。立命館大は、分量はやや増加したが、全体としては解答しやすくなったため、やや易化した。関西大は分量や全体的な難易度については変化がなかった。昨年度に続き新傾向を意識した会話文形式の出題があった。出題分野の割合は、国公立および私立大ともに昨年度と比べてほとんど変化がみられなかった。ほとんどの入試問題の出題分野・テーマに関しては、全大学の入試問題の多くが3~4題構成となっており、力学と電磁気は必ず出題され、それに熱か波動分野のいずれかが出題されている。力学と電磁気の出題の割合はそれぞれ30%前後であり、各大学で必ず1題が出題されていることになる。熱分野、波動分野の出題は昨年度、昨年度と同程度の割合で出題されており、次年度以降も同程度で出題されるだろう。原子分野の出題の割合をみてみると、今年度も昨年度と同程度で全体の10%程度であり、特に増加はみられない。大阪大では核反応・中性子の減速、東京医科歯科大では電子線・陽電子線・X線によるブレーキ反射、浜松医科大や慶應義塾大・理工学部では光電効果・コンプトン効果の典型的な原子の問題が出題された。昨年度は難関国立大では一つの大問の中に分野を組み合わせ、融合した形での出題がみられたが、今年度は予想ほど多くはなかった。東京大では力学・電磁気分野を組み合わせた問題が出題された程度である。融合問題というよりは、各分野の中でさまざまなテーマを問う総合問題での出題が目立った。

出題形式は国公立二次（前期）では、記述式・論述式・空所補充・選択式・グラフ選択・作図など各大学でさまざまな形式をとっている。私立大は選択式が主流で、昨年度までと大きく変わった点はみられない。次年度からも、原子分野は今年度と同じ割合で出題されるだろう。私立大において今年度も昨年度と同様に、波動分野と熱分野の出題が同じ程度になっており、原子分野に関しては全体としての出題の割合は低いが、難関大では出題の割合が増える可能性がある。私立大の受験時期から判断すると、原子分野の出題は少ないと予想される

が、決して油断してはならないだろう。今年度の特徴的な入試問題をみてみよう。

(2) 特徴的な入試問題（分野別分析）

[力学分野]

国立の大半の問題は、一つの出題テーマには偏っておらず、多くのテーマを組み合わせた総合の形を呈した問題が今年度も多くみられる。東京大では斜めになったベルトコンベア上の物体の運動をテーマに、摩擦力、等加速度運動、重心運動、相対運動、単振動をそれぞれ出題している。東京工業大は立方体ブロックのつり合い、束縛条件、振り子運動を考える目新しい問題（出題例4）でよく練られており、状況や解法をつかむのに時間がかかる。九州大は力学的エネルギー保存則、鉛直面内での円運動、束縛条件、浮きの単振動をテーマとした力学総合の問題であった。円運動と単振動をテーマとした問題が今年度多くの大学で出題された。国立では東京大、京都大、名古屋大、九州大、神戸大等である。私立大では、慶應義塾大・理工学部、早稲田大・基幹・創造・先進理工学部、関西大、関西学院大等で出題された。やはり、円運動・単振動の出題頻度は例年高い。また、例年通り力のモーメントや二物体系の運動、重心の運動等は北海道大、東京理科大・工等で、万有引力の問題は東京農工大、早稲田大・基幹・創造・先進理工等、多くの大学で出題されている。

〔B〕 図3のように、水平な床の上に B_1 と B_2 を間隔 ℓ をあけて置き、互いにたるみなく糸で水平につないだ。 B_1 と B_2 の上に、小球を下にして滑らかでない面が B_2 の辺に接するように A' を傾けて静かに置いた。図3において3つのブロックの正面は同一の鉛直面内にある。また、糸は3つのブロックの中心を含む鉛直面内にある。この鉛直面による A' の断面において、初めに A' が置かれたときに小球を含む対角線と鉛直線のなす角を θ_0 とする。 $|\theta_0| < \frac{\pi}{4}$ の場合のみを考える。図3のように小球が B_1 よりも B_2 に近いとき、 θ_0 は正とする。 θ_0 がある範囲内 $|\theta_0| \leq \theta_{\max}$ にあるとき、 A' は静止し続け、 $|\theta_0| > \theta_{\max}$ である場合には A' は滑って向きを変化させた。 A' と B_2 の間の静止摩擦係数は μ であり、床と B_1 、床と B_2 、 B_1 と A' の間には摩擦はたらかない。 B_1 と B_2 はいずれも傾くことはないとして、以下の問い合わせよ。

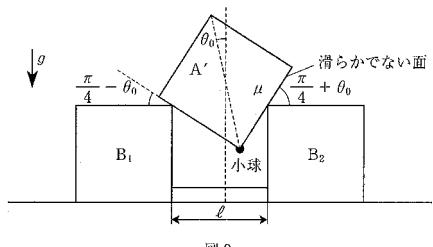


図3

〔d〕 $|\theta_0| \leq \theta_{\max}$ のとき、 A' が B_2 に及ぼす垂直抗力の大きさ N_2 を、 g 、 m 、 θ_0 を用いて表せ。

〔e〕 $|\theta_0| \leq \theta_{\max}$ のとき、 A' が B_1 に及ぼす垂直抗力の大きさ N_1 を、 θ_0 、 N_2 を用いて表せ。

〔f〕 $|\theta_0| \leq \theta_{\max}$ のとき、 B_2 が A' に及ぼす摩擦力の大きさ F を、 g 、 m 、 θ_0 を用いて表せ。

〔g〕 μ を θ_{\max} を用いて表せ。

東京工業大

出題例4

[熱分野]

熱力学の頻出出題テーマとしては気体の分子運動論、気体の状態変化に関する問題が今年度も中心となっている。国立大では大阪大の、二つの容器に入れられた気体の問題、東京工業大の、複数の熱サイクルでの熱効率の比較の問題が出題されており、私立大では、同志社大、立命館大、関西大等で出題されており、関西学院大では熱気球の典型的な問題が出題された。

[波動分野]

今年度の入試においても教科書に記載されている全分野からまんべんなく出題されている。ドップラー効果・うなりは東京大、東北大、北海道大、九州大、東京理科大、南山大等で出題された。干渉の出題も目立ち、名古屋大ではレンズと屈折を絡めた光の干渉の問題が、薄膜で反射する光の干渉として、神戸大、広島大では、一般的なヤングの実験と比べてスリットをずらした工夫された問題が、中央大では、波の式で偏光を表す問題が、早稲田大の基幹・創造・先進理工等では薄膜の干渉とレンズを含む複雑な装置を用いたニュートンリングが、それぞれ出題された。京都大や浜松医科大では光ファイバーが出題された。波の干渉、光や音についての出題は例年通りである。

[電磁気分野]

今年度もコンデンサー、電磁誘導の問題が主流であった。他には電磁場内の荷電粒子の運動、交流、電気振動の出題が例年通り多かった。電場・電位、コンデンサーの問題は、東京大では誘電体をはさんだ多重極板、東北大ではコンデンサーを含む直流回路、広島大では抵抗で発生するジュール熱を抵抗内に生じる電場の仕事から求める目新しい問題（出題例5）が、浜松医科大ではコンデンサー接続に関する問題が出題された。名古屋大では、前半は導体棒に生じる誘導起電力を用いたコンデンサーの過渡現象、後半は誘導起電力が交流電源となるRLC直列回路の問題が出題された。北海道大ではRLC直列回路の問題と、電磁場中の荷電粒子の運動が出題さ

れた。さらに、電磁場内の荷電粒子の運動は京都大で、質量分析器の原理を考察する問題は神戸大で出題された。また、探究活動を意識した電磁誘導の問題としては、電気ブランコを題材にしたコの字型導線の振り子運動による電磁誘導の問題が、東京工業大で出題された。コイルの自己誘導、過渡現象、相互誘導の問題は九州大で出題された。慶應義塾大・理工学部や早稲田大・基幹・創造・先進理工学部は電気振動が出題された。関西大と関西学院大では導体棒に生じる誘導起電力に関する典型問題が、同志社大では直流電源および交流電源を用いたブリッジ回路の問題が出題された。

(III) 電気容量 C のコンデンサー a、電気容量 $2C$ のコンデンサー b、抵抗、スイッチが金属導線でつながれた回路を考える。金属導線の抵抗は無視できる。

まず、コンデンサー a と b にそれぞれ Q_a と Q_b ($Q_a > Q_b > 0$) の電荷を蓄え、スイッチが開いた状態で図 1 のように接続した。

問 1 スイッチが開いた状態のとき、コンデンサー a と b に蓄えられている静電エネルギーの総和 U を求めよ。

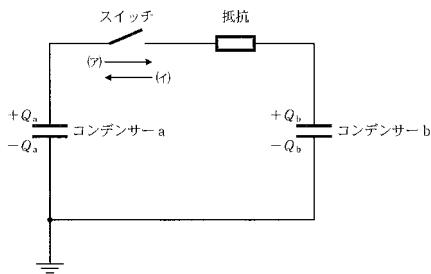


図 1

ここで、問 4 で求めたジュール熱を、別の観点から導出する。電位差による電界(または電場)は、抵抗内の電荷に仕事をする。

図 1 のスイッチを閉じてからある瞬間まで抵抗を通過した正電荷の量を q 、そのときの抵抗の両端の電位差を V_{ab} とする。

問 5 V_{ab} と q の関係式を求めよ。導き方も示せ。

問 6 V_{ab} を q の関数として解答用紙のグラフに描け。

問 7 V_{ab} と q のグラフを利用して、電荷の移動が完了するまでに生じたジュール熱を求めよ。導き方も示せ。

広島大

出題例 5

[原子分野]

原子分野については、大阪大では原子核反応と中性子の減速の問題。東京医科歯科大では、電子線、陽電子線、X線によるブレーキ反射の問題等標準的な問題が目立つ。慶應義塾大・理工学部では、典型的な光電効果・コンプトン効果の問題が出題された。また、一部の国公立大では教科書レベルの問題が中心で、私立大では小問集合での基礎知識中心の出題となっているのが主流である。内容としては、教科書に記載されている光電効果、

コンプトン効果、水素原子のボア模型、スペクトル、放射性崩壊、原子核反応に関する典型問題が中心である。

(3) 学習対策

国公立二次・私大入試においては、思考力・判断力・表現力を確認するための実験を題材とした出題に加え、一つの分野からの出題ではなく、大問のなかに複数の分野を組み合わせて思考する問題が増加傾向にある。一つの物理現象を解明するにはさまざまな分野を組み合わせて考察する必要があることから、実験を題材とする入試問題では当然の流れであるだろう。また、今年度については、数学的処理能力を試す問題を出題する大学が目立つ。原子分野からの出題は国公立大、私立大では普通に出題されている。出題内容は教科書に記載されている典型問題の出題が大半を占めており、確実に得点できるよう、時間をかけて指導していく必要がある。力学分野と電磁気分野は必ず出題されるため、この2つの分野に関しては時間をかけて学習していくことが望まれる。さまざまな分野との融合問題が増加傾向にあるため、全範囲を系統的に整理しておくことも重要である。問題の内容も長文化の傾向にあり、そのため分量も増えている。出題形式も記述式、論述式、空所補充、記号選択式、作図等多種多様の形をとるので、日常の学習で練習しておくことが大切である。さらに、問題設定の掌握力、正確でスピーディーな計算力を養っておくことが必要となっている。また、実験と観察を題材とする内容の問題も要注意である。できる限り実験による演習も含めて指導しておこう。限られた授業時間内でどのように指導していくかは重要な課題であり、緻密な授業計画を立てる必要がある。

本村 智樹 (もとむら・ともき)

授業では高1・2生、高3生、卒業生(医進クラス含む)まで幅広いレベルの講座を担当。教材作成や、全統マーク模試・物理基礎および全統記述模試・物理基礎の作成チーフ・メンバーであり、広大入試オープンと九大入試オープンでも作成メンバー・作題を担当している。

大学入試 化学

分析と対策

学校法人 河合塾
化学科講師 西 章嘉

1 大学入学共通テスト「化学基礎」

(1) 全体の概要

基本的な理解を試す問題が中心であるが、思考力を要する問題も出題された。

大問2題、小問数17、マーク数18であった。第1問は化学基礎の全範囲にわたった小問集合形式の問題、第2問は受験生にとって初見の内容も含む総合問題であり、過去の共通テストと同じ出題形式であった。

平均点は27.31点であり、昨年度の29.42点より若干低くなった。表1の平均点は大学入試センターの発表によるもの、大問別の得点率（平均点／配点×100）は河合塾の追跡調査によるものである。

（注：追跡調査での平均点は31.4点であった。したがって、実際の得点率は表の数値の90%弱と推定される。）

表1 平均点、大問別得点率

全体平均点	大問別	第1問	第2問
27.31点	得点率	59%	68%

(2) 設問別分析

第1問 物質の構成、物質の変化（配点30点）

教科書の全範囲にわたった小問集合で、基本的な問題を中心に出題された。

単体、元素の性質、状態変化、電池、ケイ素、気体の性質、化学反応の量的関係、酸と塩基、酸化数、物質量が出題された。設問数10のうち、正答率が80%以上の設問は2問（昨年度は4問）にとどまった一方で、正答率が20%台の設問が2問（昨年度はなし）あり、第1問全体としては昨年度より難化した。

正答率が最も低かった設問は、問10の混合物の組成を求める問題（出題例1）で、正答率は28%であった。同温・同圧で同体積の気体の物質量は等しいことを用いると混合気体のモル質量が求まり、グラフを読み取ると

正答に至るが、思考力を要する難度の高い問題といえる。

問10 純物質の気体アとイからなる混合気体について、混合気体中のアの物質量の割合と混合気体のモル質量の関係を図1に示した。0℃、 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ の条件下密閉容器にアを封入したとき、アの質量は0.64gであった。次に、アとイをある割合で混合し、同じ温度・圧力条件で同じ体積の密閉容器に封入したとき、混合気体の質量は1.36gであった。この混合気体に含まれるアの物質量の割合は何%か。最も適当な数値を、後の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、アとイは反応しないものとする。10 %

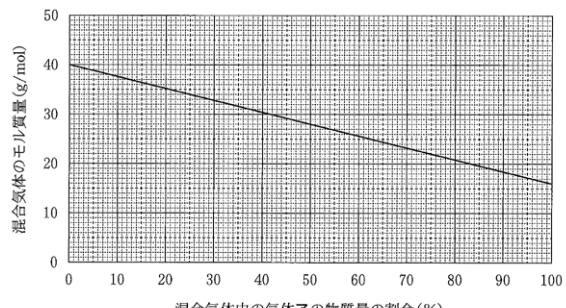


図1 混合気体中の気体アの物質量の割合と混合気体のモル質量の関係

- ① 19 ② 25 ③ 34 ④ 60 ⑤ 75 ⑥ 88

2024年度大学入学共通テスト 化学基礎 第1問

出題例1

問5はケイ素に関する正誤問題（出題例2）で、基本的な問題であるにもかかわらず正答率は30%にとどまった。半導体の材料としてケイ素か二酸化ケイ素かが曖昧な受験生が多い結果であろう。問7のメタンの燃焼に関する化学反応の量的関係の計算問題は正答率が75%と高かったが、上位層と下位層の差がかなり大きかった。例年、化学反応の量的関係では差がつきやすい。

問5 ケイ素と二酸化ケイ素に関する記述として誤りを含むものはどれか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。5

- ① ケイ素の結晶は、ダイヤモンドの炭素原子と同じように、ケイ素原子が正四面体構造を形成しながら配列している。
 ② ケイ素は、金属元素ではない。
 ③ 二酸化ケイ素の結晶は、半導体の性質を示す。
 ④ 二酸化ケイ素の結晶では、ケイ素原子と酸素原子が交互に共有結合している。

2024年度大学入学共通テスト 化学基礎 第1問

出題例2

第2問 宇宙ステーションの空気制御システムを題材とした総合問題（配点20点）
化学反応の量的関係を中心とした出題であった。

宇宙ステーションの空気制御システムを題材とした総合問題が出題された。

問1は電気分解に関する正誤問題、問2aは酸化還元、bは化学反応の量的関係、cは分子の極性に関する問題で、正答率はそれぞれ61%、60%、61%、89%であった。また、問3a～cはすべて化学反応の量的関係に関する問題（出題例3）で、正答率はそれぞれ68%、82%、60%であった。

なお、第2問の得点率は、2021年度：48%、2022年度：56%、2023年度：64%、2024年度：68%と推移している。過去3年は、難度の高い取り組みにくい問題が含まれていたが、今年度は、反応こそ目新しいものの、取り組みやすい問題構成であった。

問3 図1で示した空気制御システムにおけるH₂Oの量に関する、次の問い(a～c)に答えよ。

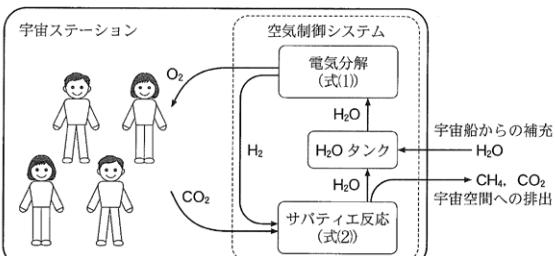


図1 水の電気分解とサバティエ反応を利用した空気制御システムの模式図(再掲)

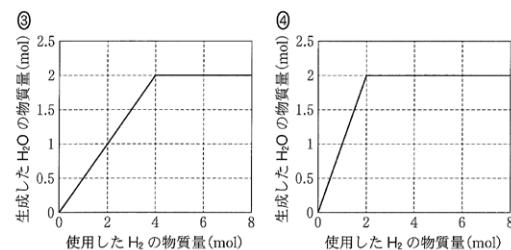
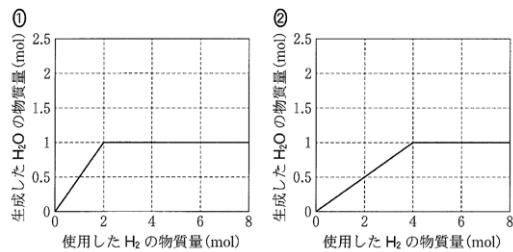


a 宇宙ステーション内の4人が1日に消費するO₂の総質量は、およそ3.2 kgである。式(1)の電気分解で3.2 kgのO₂を供給するのに必要なH₂Oの質量は何kgか。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

16 kg

① 0.90 ② 1.6 ③ 1.8 ④ 3.2 ⑤ 3.6 ⑥ 7.2

b 式(2)の反応において1 molのCO₂を使用するとき、使用したH₂と生成したH₂Oの物質量の関係を表したグラフとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 17



c 式(1)の反応によって3.2 kgのO₂が生成したとき、同時に生成したH₂だけを用いると、式(2)の反応で得られるH₂Oの質量は何kgか。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、式(2)の反応に用いるCO₂は十分な量があるものとする。 18 kg

① 0.90 ② 1.6 ③ 1.8 ④ 3.2 ⑤ 3.6 ⑥ 6.4

2024年度大学入学共通テスト 化学基礎 第2問

出題例3

(3) 学習のポイント (指導におけるポイント)

問題演習を通して知識を定着させ、計算問題の考え方を理解させる。

共通テストでは、思考力を要する問題に目が行きがちであるが、実際には、基本的な内容に関する問題のほうが多く出題されている。まずは、基本的な問題を解けるようにさせることが重要である。

知識が必要な分野では、教科書などで基本事項を確認、暗記させたうえで、高校の教科書傍用問題集などで演習を積ませ、知識の定着度を高めさせることが重要である。計算問題は、教科書の問題の演習で十分対応できるが、単に公式を覚えて数値を当てはめるだけでなく、「なぜ、このような式を立てるのか」を意識させ、計算式の立て方や考え方を理解しながら学習するように指導したい。

初見の内容を読み取り、知識を活用する練習が必要。

共通テストの問題作成方針の一つに「高等学校における通常の授業を通じて身につけた知識の理解や思考力等を新たな場面でも発揮できるかを問うため、教科書等で扱われていない資料等も扱う場合がある」という記述がある。この方針に沿って、第2問では、化学基礎の教科書では扱われていない内容に関する資料やデータなどを読み取って解答する問題が出題される。2021年度のイオン交換樹脂、2023年度のモール法のように化学(4単位)の内容が出題されることもあるが、化学基礎のみを必要とする受験生に化学の内容まで教えることは現実的ではない。教科書の探究活動や実験などを通して、初見の事項について、知識と組み合わせながら考える習慣

をつけさせることが効果的である。また、共通テストの過去問や模擬試験を活用し、リード文を読んだうえで解答する実戦力を鍛えさせることも重要である。

2 大学入学共通テスト「化学」

(1) 全体の概要

基本的な知識に関する問題に加え、実験問題を中心に、与えられた情報と既習の知識を組み合わせて判断する力が重視された。

大問5題、小問数29、マーク数31であった。第1問と第2問が理論分野、第3問が無機分野と理論分野、第4問が有機分野、第5問が受験生にとって初見の内容も含む総合問題であり、過去の共通テストと同じ出題形式であった。なお、方眼紙にグラフを作成する問題は出題されなかった。

平均点は54.77点で、得点調整を除くと、共通テストで最も高い平均点となった（2023年度：48.56点（得点調整前）、2022年度：47.63点、2021年度：51.06点（得点調整前））。表2の平均点は大学入試センターの発表によるもの、大問別の得点率（平均点／配点×100）は河合塾の追跡調査によるものである。

（注：追跡調査での平均点は58.2点であった。したがって、実際の得点率は表の数値の90%強と推定される。）

表2 平均点、大問別得点率

全体平均点	大問別得点率		
	第1問	第2問	第3問
54.77点	66%	52%	54%
	第4問	第5問	
	66%	54%	

全設問のうち、正答率が80%以上の設問が3問（昨年度はなし）、70%台の設問が6問（昨年度は3問）あつた一方で、正答率が30%台の設問は4問（昨年度は8問）、20%台の設問は1問（昨年度は1問）にとどまり、昨年度・一昨年度と比べて、取り組みやすい問題構成となつた。

(2) 設問別分析

第1問 物質の構成、物質の状態（配点20点）

基本～標準レベルの問題が中心。グラフの読み取りが重視された。

配位結合、気体、コロイド、水の状態図、密度と温度変化、状態変化が出題された。

正答率が最も低かった設問は、問2のメタンの液体に対する気体の体積比を計算する問題（出題例4）で、正答率は45%であった。誤答は②が目立った。

問2 溫度111K、圧力 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ で、液体のメタン CH_4 （分子量16）の密度は 0.42 g/cm^3 である。同圧でこの液体16gを300Kまで加熱してすべて気体にしたとき、体積は何倍になるか。最も適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、気体定数は $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$ とする。

2 倍

① 6.5×10^2 ② 1.3×10^3 ③ 1.0×10^4 ④ 9.6×10^5

2024年度大学入学共通テスト 化学 第1問

出題例4

問3は水の状態および状態変化に関する問題で、グラフの読み取りが重視された内容であった。aは状態図に関する正誤問題、bは氷および水の密度の温度変化に関する正誤問題、cは融解熱と密度を用いた計算問題で、正答率はそれぞれ94%、81%、53%であり、概ねよくできていた。

問1は配位結合に関する問題で正答率は79%、問3はろ過および透析に関する問題で正答率は58%であった。

第2問 物質の変化と平衡（配点20点）

電池、電離平衡では、やや難度の高い問題が出題された。

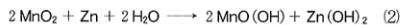
化学反応と熱、化学平衡、電池、電離平衡が出題された。

正答率が最も低かった設問は、問3の電池に関する計算問題（出題例5）で、正答率は27%であった。与えられた反応式における酸化数の変化に着目すると、反応物の物質量と流れた電子の物質量の関係を判断することができるが、思考力を要する。誤答は⑥が目立った。

問3 アルカリマンガン乾電池、空気亜鉛電池（空気電池）、リチウム電池の、放電における電池全体での反応はそれぞれ式②～④で表されるものとする。それぞれの電池の放電反応において、反応物の総量が1kg消費されるときに流れる電気量Qを比較する。これらの電池を、Qの大きい順に並べたものはどれか。最も適当なものを、後の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、反応に関与

する物質の式量(原子量・分子量を含む)は表1に示す値とする。 9

アルカリマンガン乾電池



空気亜鉛電池 $\text{O}_2 + 2 \text{Zn} \longrightarrow 2 \text{ZnO} \quad (3)$

リチウム電池 $\text{Li} + \text{MnO}_2 \longrightarrow \text{LiMnO}_2 \quad (4)$

表1 電池の反応に関する物質の式量

物質	式量	物質	式量
MnO_2	87	O_2	32
Zn	65	ZnO	81
H_2O	18	Li	6.9
MnO(OH)	88	LiMnO_2	94
Zn(OH)_2	99		

反応物の総量が1kg消費されるときに流れる電気量Qの大きい順

- ① アルカリマンガン乾電池 > 空気亜鉛電池 > リチウム電池
② アルカリマンガン乾電池 > リチウム電池 > 空気亜鉛電池
③ 空気亜鉛電池 > アルカリマンガン乾電池 > リチウム電池
④ 空気亜鉛電池 > リチウム電池 > アルカリマンガン乾電池
⑤ リチウム電池 > アルカリマンガン乾電池 > 空気亜鉛電池
⑥ リチウム電池 > 空気亜鉛電池 > アルカリマンガン乾電池

2024年度大学入学共通テスト 化学 第2問

出題例5

問4は弱酸の電離平衡に関する問題で、aは弱酸のモル濃度と電離度の関係を表すグラフ選択問題、bとcは弱酸の水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を滴下した場合についての計算問題および正誤問題(出題例6)で、正答率はそれぞれ44%, 53%, 39%であった。bでは、滴下量が2.5mLのときの $[\text{HA}]$, $[\text{A}^-]$ をグラフから読み取り、電離定数の式に代入すると正答に至る。cでは、水酸化ナトリウム水溶液の滴下量が10mLのときに中和が完了することが判断できれば正答である④を選択できるが、①の誤答が目立った。

b モル濃度0.10 mol/LのHA水溶液10.0 mLに、モル濃度0.10 mol/LのNaOH水溶液を滴下すると、水溶液中のHA, H^+ , A^- , OH^- のモル濃度 $[\text{HA}]$, $[\text{H}^+]$, $[\text{A}^-]$, $[\text{OH}^-]$ は、図1のように変化する。NaOH水溶液の滴下量が2.5 mLのとき、 H^+ のモル濃度は $[\text{H}^+] = 8.1 \times 10^{-6}$ mol/Lである。弱酸HAの電離定数 K_a は何mol/Lか。最も適当な数値を、後の①~⑥のうちから一つ選べ。 11 mol/L

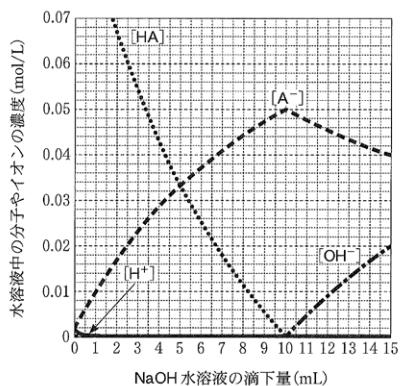


図1 NaOH水溶液の滴下量と水溶液中の分子やイオンの濃度の関係

- ① 2.0×10^{-5} ② 2.7×10^{-5} ③ 1.1×10^{-4}
④ 2.4×10^{-4} ⑤ 3.2×10^{-4} ⑥ 6.7×10^{-3}

c bで設定した条件において、NaOH水溶液の滴下に伴う水溶液中の分子やイオンの濃度変化を説明する記述として、下線部に誤りを含むものはどれか。最も適当なものを、次の①~⑥のうちから一つ選べ。 12

- ① NaOH水溶液の滴下量によらず、陽イオンの総数と陰イオンの総数は等しい。
② NaOH水溶液の滴下量によらず、 $[\text{H}^+]$ と $[\text{OH}^-]$ の積は一定である。
③ NaOH水溶液の滴下量が10mL未満の範囲では、HAの電離平衡の移動により $[\text{A}^-]$ が増加する。
④ NaOH水溶液の滴下量が10mLより多い範囲では、中和反応により $[\text{A}^-]$ が減少する。

2024年度大学入学共通テスト 化学 第2問

出題例6

問1はエネルギー図の選択問題で正答率は74%, 問2は平衡の移動に関する正誤問題で正答率は79%であった。

第3問 無機物質、物質の変化(配点20点)

無機物質の基本的な知識に加え、初見の内容を読み取って解答する問題も出題された。

化学物質の取扱い、ハロゲン、合金とめっき、ニッケルの製錬が出題された。

正答率が最も低かった設問は、問4bのニッケルの製錬における原料の再利用に関する計算問題(出題例7)で、正答率は31%であった。式(1)で生じた CuCl のすべてが式(2)で CuCl_2 に再生され、これを式(1)で再利用することから、式(1)+式(2)により得られる「 $\text{NiS} + \text{Cl}_2 \longrightarrow \text{NiCl}_2 + \text{S}$ 」の反応をもとに計算すればよいが、受験生にとっては初見の内容を読み取って解答する問題であり、難しかった。なお、aは酸化還元、cは電気分解の反応の量的関係の問題で、正答率はそれぞれ67%, 48%であった。

問4 ニッケルの製錬には、鉱石から得た硫化ニッケル(II) NiS を塩化銅(II) CuCl_2 の水溶液と反応させて塩化ニッケル(II) NiCl_2 の水溶液とし、この水溶液の電気分解によって単体のニッケルNiを得る方法がある。次の問い(a~c)に答えよ。

a 塩酸で酸性にした CuCl_2 水溶液に固体の NiS を加えて反応させると、式(I)に示すように、 NiS は NiCl_2 の水溶液として溶解させることができる。なお、硫黄Sは析出し分離することができる。



式(I)の反応におけるニッケル原子と硫黄原子の化学変化に関する説明の組合せとして正しいものはどれか。最も適当なものを、次の①~⑥のうちから一つ選べ。 18

	ニッケル原子	硫黄原子
①	酸化される	酸化される
②	酸化される	還元される
③	酸化も還元もされない	酸化される
④	酸化も還元もされない	還元される
⑤	還元される	酸化される
⑥	還元される	還元される

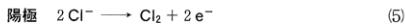
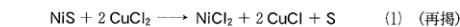
b 式(1)で NiCl_2 と塩化銅(I) CuCl が得られた水溶液に塩素 Cl_2 を吹き込むと、式(2)に示すように CuCl から CuCl_2 が生じ、再び式(1)の反応に使うことができる。



CuCl_2 を 40.5 kg 使い、NIS を 36.4 kg 加えて Cl_2 を吹き込んだ。式(1)と(2)の反応によって、すべてのニッケルが NiCl_2 として水溶液中に溶解し、銅はすべて CuCl_2 に戻されたとする。このとき式(1)と(2)の反応で消費された Cl_2 の物質量は何 mol か。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 19 mol

- ① 150 ② 200 ③ 300 ④ 350
 ⑤ 400 ⑥ 500 ⑦ 550 ⑧ 700

c 式(1)で NiCl_2 と CuCl が得られた水溶液から CuCl を除いた後、その水溶液を電気分解すると、単体の Ni が得られる。このとき陰極では、式(3)と(4)に示すように Ni の析出と気体の水素 H_2 の発生が同時に起こる。陽極では、式(5)に示すように気体の Cl_2 が発生する。



電気分解により H_2 と Cl_2 が安定に発生しはじめてから、さらに時間 t (s) だけ電気分解を続ける。この間に発生する H_2 と Cl_2 の体積が、温度 T (K)、圧力 P (Pa) のもとでそれぞれ V_{H_2} (L) と V_{Cl_2} (L) のとき、陰極に析出する Ni の質量 w (g) を表す式として最も適当なものを、後の①～⑥のうちから一つ選べ。

ただし、Ni のモル質量は M (g/mol)、気体定数は R (Pa·L/(K·mol)) とする。また、流れた電流はすべて式(3)～(5)の反応に使われるものとし、 H_2 と Cl_2 の水溶液への溶解は無視できるものとする。

$$w = \boxed{20}$$

- ① $\frac{MP(V_{\text{Cl}_2} + V_{\text{H}_2})}{RT}$ ② $\frac{MP(V_{\text{Cl}_2} - V_{\text{H}_2})}{RT}$
 ③ $\frac{MP(V_{\text{H}_2} - V_{\text{Cl}_2})}{RT}$ ④ $\frac{2MP(V_{\text{Cl}_2} + V_{\text{H}_2})}{RT}$
 ⑤ $\frac{2MP(V_{\text{Cl}_2} - V_{\text{H}_2})}{RT}$ ⑥ $\frac{2MP(V_{\text{H}_2} - V_{\text{Cl}_2})}{RT}$

2024 年度大学入学共通テスト 化学 第3問

出題例 7

問1は試薬の取り扱いに関する正誤問題で正答率は61%、問2はアスタチンの性質を他のハロゲンの性質から推定する問題で正答率は55%、問3はステンレス鋼およびトタンの成分を選択する問題で、正答率はそれぞれ39%、71%であった。ステンレス鋼にクロムが含まれていることを覚えていない受験生が多くいた。

第4問 有機化合物 (配点20点)

すべて基本～標準レベルの問題で、取り組みやすい問題構成。例年に比べて、平均点は高くなかった。

脂肪族化合物、高分子化合物、ペプチド、医薬品が出題された。正答率が50%を下回った問題はなく、取り組みやすい問題構成であった。

問1はエチレンの空気酸化による生成物を選択する問題で正答率は65%であった。知識がなくても、反応式を考えれば正答に至る工夫がされていた。問2は高分子化合物に関する正誤問題で正答率は81%と高かった。問3はトリペプチドの検出に関する問題(出題例8)で正答率は54%であった。なお、この設問は上位層と下位層の差が、全設問の中で最大であった。

問3 図1に示すトリペプチドの水溶液に対して、後に示す検出反応～ウをそれぞれ行う。このとき、特有の変化を示す検出反応はどれか。すべてを正しく選択しているものとして最も適当なものを、後の①～⑦のうちから一つ選べ。

23

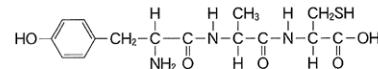


図1 トリペプチドの構造

検出反応に用いる主な試薬と操作

ア ニンヒドリン反応：ニンヒドリン水溶液を加えて加熱する。

イ キサントプロテイン反応：濃硝酸 HNO_3 を加えて加熱し、冷却後アンモニア水を加えて塩基性にする。

ウ ピウレット反応：水酸化ナトリウム NaOH 水溶液を加えて塩基性にした後、薄い硫酸銅(II) CuSO_4 水溶液を少量加える。

- ① ア ② イ ③ ウ ④ ア、イ
 ⑤ ア、ウ ⑥ イ、ウ ⑦ ア、イ、ウ

2024 年度大学入学共通テスト 化学 第4問

出題例 8

問4は医薬品を題材にした内容で、aはサリシンに関する正誤問題、bは β -ラクタム環ができる化合物を選択する問題、cはp-アミノ安息香酸の合成経路に関する問題で、正答率はそれぞれ57%、72%、68%であった。

第5問 質量分析法を題材とした総合問題 (配点20点)

受験生にとって初見の内容(質量分析法)に関する資料やデータを読み取って判断する問題であった。

質量分析法を題材とした総合問題であった。

問1は、テストステロンの質量と信号強度に関するグラフを読み取り、尿中のテストステロンの質量を求める

問題で、正答率は77%であった。問2は、銀の同位体を用いて試料中の銀の物質量を求める計算問題で、正答率は51%であった。

問3は質量スペクトルに関する文章を読んだうえで、aはクロロメタンの質量スペクトルを選択する問題、bは一酸化炭素、エチレン、窒素分子の相対質量を考える問題、cはメチルビニルケトンの質量スペクトルを選択する問題（出題例9）で、正答率はそれぞれ50%，53%，37%であった。aでは塩素の同位体の存在比、cではメチルビニルケトンの切断箇所の情報から断片イオンの相対質量に着目すると正しいグラフを選択することができる。

問3 イオンの質量(^{12}C 原子の質量を12とした「相対質量」)に対して、検出したそのイオンの個数(またはその最大値を100とした相対強度)をグラフにしたものを作成する。質量スペクトルに関する次の文章を読み、後の問い合わせ(a～c)に答えよ。

図2は、メタン CH_4 を例としたイオン化の模式図である。外部から大きなエネルギーを与えると、 CH_4 から電子が放出され、 CH_4^+ が生成する。与えられるエネルギーがさらに大きいと、 CH_4^+ の結合が切断された CH_3^+ や CH_2^+ などが生成することもある。

CH_4 をあるエネルギーでイオン化したときの質量スペクトルを図3に、相対質量12～17のイオンの相対強度を表1に示す。相対質量が17のイオンは、天然に1%存在する $^{13}\text{CH}_4$ に由来する $^{13}\text{CH}_4^+$ である。 CH_4^+ のような、電子を放出しただけのイオンを「分子イオン」、 CH_3^+ や CH_2^+ のような結合が切断されたイオンを「断片イオン」とよぶ。



図2 メタンのイオン化、断片化の模式図

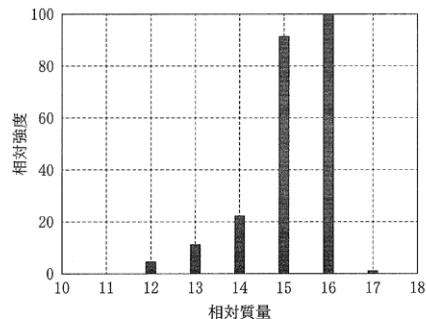
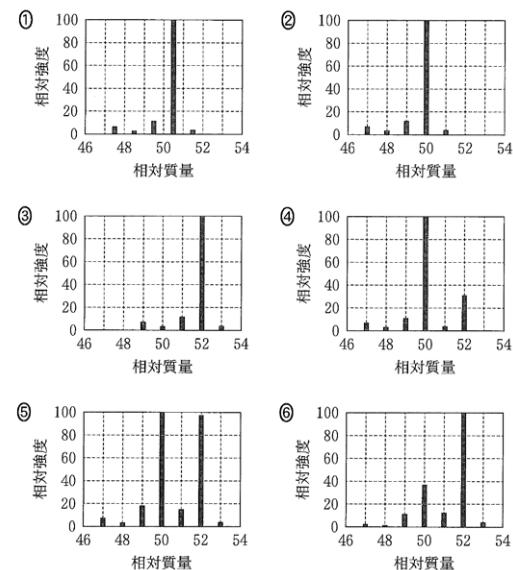


図3 メタンの質量スペクトル

表1 メタンの質量スペクトルにおけるイオンの強度分布

相対質量	相対強度	主なイオン
12	5	$^{12}\text{C}^+$
13	11	$^{12}\text{CH}^+$
14	22	$^{12}\text{CH}_2^+$
15	91	$^{12}\text{CH}_3^+$
16	100	$^{12}\text{CH}_4^+$
17	1	$^{13}\text{CH}_4^+$

a 塩素 Cl には2種の同位体 ^{35}Cl と ^{37}Cl があり、それらは天然においておよそ3:1の割合で存在する。図3と同じエネルギーでクロロメタン CH_3Cl をイオン化した場合の、相対質量が50付近の質量スペクトルはどれか。最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、 ^{35}Cl と ^{37}Cl の相対質量は、それぞれ35, 37とする。 29



(中略)

c あるエネルギーでメチルビニルケトン $\text{CH}_3\text{COCH}=\text{CH}_2$ （分子量70）をイオン化すると、図5の破線で示した位置で結合が切断された断片イオンができるやすいことがわかっている。メチルビニルケトンの質量スペクトルとして最も適当なものを、後の①～④のうちから一つ選べ。ただし、相対強度が10未満のイオンは省略した。 31

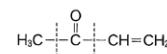
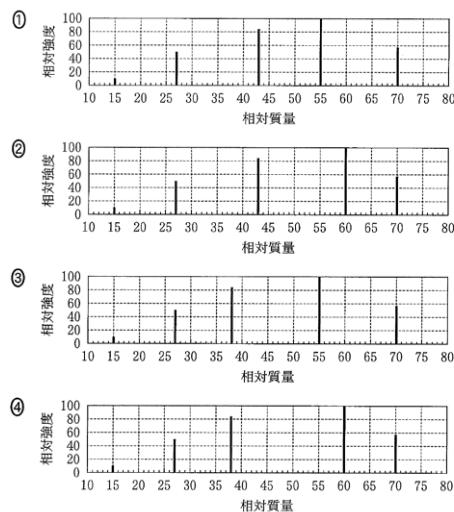


図5 メチルビニルケトンの構造と切断されやすい結合



2024年度大学入学共通テスト 化学 第5問

出題例9

(3) 学習のポイント (指導におけるポイント)

基本的な知識・技能を定着させる。

共通テストのすべてが思考力を要する問題なのではなく、基本的な内容に関する問題も多く出題されている。まずは、知識を定着させ、計算問題の考え方を理解させることが重要である。

また、複数の思考過程を要する問題であっても、基礎事項を組み立てて解答することになる。生徒の中には、問題の解法パターンを単に暗記しようとする者もみかける。そのような生徒には、原理・法則などを理解しながら問題演習を行うと、思考力を要する問題にも十分対応できるようになることを指導したい。

知識の確認には、センター試験の過去問、特に正誤問題が活用できる。演習を通して、知識の穴や曖昧な点を発見し、正確な知識に修復させることが重要である。

国公立二次・私大入試対策と一体化した学習が効果的。

共通テストでは、多くの国公立二次・私大入試と同程度（またはそれ以上）のレベルの問題も出題されており、従来のセンター試験の問題レベル・出題形式の対策だけでは、高得点を目指すのが難しい。

国公立二次・私大入試で化学を必要とする生徒はもちろん、共通テストのみでしか化学を必要としない生徒に対しても、国公立二次・私大入試まで通用する問題演習を十分に積ませることが必要である。記述式とマーク式の違いはあるが、この演習により、思考力を要する問題にも対応できる実力が養われる。

初見の内容を読み取り、知識を活用する練習が必要。

共通テストの問題作成方針には「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」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」という記述がある。実際、グラフを含めて与えられた資料から必要な情報を抽出し、既習の知識を活用しながら解いていく必要のある問題が出題されている。

このような問題にも対応できる力を養成するためには、探究活動や実験などを通して、起こった現象の考察、数学的処理も含めた必要な情報の抽出などを、知識と組み合わせながら考える習慣をつけさせることが重要であろう。

3 一般入試（国公立二次・私大入試）

(1) 全体の傾向

国公立二次・私大入試の出題形式や傾向に大きな変化はみられず、昨年度までと同様、国公立大では、計算過程を記す問題、論述問題が多く出題される。私大では、大問形式だけでなく、小問集合形式の出題も少くない。また、難関大では、受験生にとって目新しいテーマを題材に、文章から必要な情報を抽出して考える問題、誘導にのって解答する問題が出題されている。

難易度は、北海道大、広島大、慶應義塾大・理工、早稲田大・理工、同志社大、立命館大、関西大、関西学院大などでは昨年度並みであったが、京都大、東北大、九州大、東京工業大などではやや難化、東京大、名古屋大、大阪大、神戸大、東京医科歯科大、浜松医科大、慶應義塾大・医などではやや易化した。

(2) 分野別分析

国公立二次・私大入試の問題の大半は、教科書の内容の理解度を試す基本～標準的な問題である。以下に、今年度、目についた問題を取りあげる。

【理論分野】

物質の構成について、Naの第二イオン化エネルギーよりMgの第三イオン化エネルギーのほうが大きい理由の論述（関西学院大）、同位体を区別した1, 1, 2, 2-ジブロモエタンの存在比（名古屋大）、ジクロロベンゼンの存在比（大阪大-出題例10）を考える問題などがみられた。大阪大の問題は、共通テストでも出題された質量分析法を題材とした内容であった。

問8 質量分析計とは、分子をイオン化することで、化合物の分子量に関する情報を得ることができる機器であり、原子の同位体も区別することができる。化合物Eを質量分析計で分析したところ、同じ分子式をもつ質量数112と114の分子が3:1の比で存在していることがわかった。化合物Eの構造式を書け。つづいて、化合物Eに対して塩化鉄(III)存在下で塩素を反応させると、二置換ベンゼン誘導体Iが得られた。Iを質量分析計で分析したところ、同じ分子式をもつ質量数146, 148, 150の3つの分子が存在していることがわかった。この3つの分子の存在比を、最も簡単な整数比で答えよ。

(注) 本文中に、Eについて、ベンゼン環上に1つだけ置換基を有する中性の芳香族化合物、銅線について炎に入れると青緑色の炎色反応を示す、という内容の記述あり。なお、塩素の原子量、塩素の同位体の相対質量は与えられていない。

大阪大

出題例10

定量実験について、COD（岐阜大、慶應義塾大・医、啓林館『高等学校 化学基礎』p.175）、EDTA滴定（東

京医科大学)などの滴定の他、昨年度の共通テストでみられた吸光光度法(名古屋工業大)の出題もあった。

化学結合では、分子の沸点や融点を比較する問題が多くの大学で出題されているが、イオン結晶の融点の比較(北海道大、大阪大、東京工業大、関西学院大)も目立った。また、ポーリングとマリケンの電気陰性度、双極子モーメントに関する問題(名古屋市立大・医・出題例11)は問題文が長く、必要な情報を素早く読み取る力を要する。

次の文章を読み、問1~問8に答えよ。ただし、電子1個がもつ電荷の絶対値は $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ とし、結合エネルギーは表1の値を、イオン化エネルギー(I)と電子親和力(F)は表2の値を用いよ。

表1 結合エネルギー

結合	結合エネルギー (kJ/mol)
F-F	153
Cl-Cl	242

表2 各元素の原子1個あたりのイオン化エネルギー(I)と電子親和力(F)

元素	イオン化エネルギー(I) ($\times 10^{-19} \text{ J}$)	電子親和力(F) ($\times 10^{-19} \text{ J}$)
H	21.8	1.2
C	23.4	2.1
O	29.7	5.4
F	33.4	5.6

電気陰性度は、原子が電子を引き寄せる強さを表す数値である。ポーリングは二原子分子の結合エネルギーから、はじめて電気陰性度を定義した。2種類の元素Aと元素Bがあり、化学結合A-A, B-B, A-Bの結合エネルギーをそれぞれE(A-A), E(B-B), E(A-B)としたとき、次の(1)式で示される ΔE を考える。

$$\Delta E = E(A-B) - \frac{E(A-A) + E(B-B)}{2} \quad \text{.....(1)}$$

化学結合A-Bを完全な共有結合とみなせば、A-Bの結合エネルギーは、A-Aの結合エネルギーとB-Bの結合エネルギーの平均値と等しくなり、aとなるはずである。逆にbであれば、化学結合A-Bの電荷がかたよるため、イオン結合性が生じ、これが共有結合に加えて、結合エネルギーの増加をもたらしている。よって、 ΔE の大きさが電荷のかたより、すなわち電気陰性度を反映している。

ポーリングは ΔE の平方根が、原子Aと原子Bの電気陰性度 x_A および電気陰性度 x_B の差に比例すると考え、次の(2)式で示されるように、電気陰性度の数値をえた。ただし、ここではエネルギーの単位はkJ/molである。

$$|x_A - x_B| = \sqrt{\frac{\Delta E}{96.5}} \quad \text{.....(2)}$$

その後、マリケンはイオン化エネルギーと電子親和力から電気陰性度を定義した。マリケンは分子の極性を考える際に、まず極端な構造として二原子分子ABの各原子がイオン化した構造を考えた。つまり A^+B^- または A^-B^+ である。 A^+B^- の場合、二原子分子ABが、全体では中性を保ちながら、イオンの対をなす構造になるためには、A原子から電子を奪い、B原子に電子を与え、安定化すればよい。その結果、二原子分子ABが A^+B^- というイオン構造になったとき、放出されるエネルギー $D_{A^+B^-}$ は次の(3)式で与えられる。ここで F_B はB原子の電子親和力、 I_A はA原子のイオン化エネルギー、Cはクーロン力による安定化エネルギーである。

$$D_{A^+B^-} = F_B - I_A + C \quad \text{.....(3)}$$

一方、二原子分子ABが A^-B^+ というイオン構造になったとき、放出されるエネルギー $D_{A^-B^+}$ は次の(4)式で与えられる。ここで F_A はA原子の電子親和力、 I_B はB原子のイオン化エネルギー、Cはクーロン力による安定化エネルギーである。

$$D_{A^-B^+} = F_A - I_B + C \quad \text{.....(4)}$$

A^+B^- と A^-B^+ のどちらの構造がより安定であるかは、これらの差、 $x_{AB} = D_{A^+B^-} - D_{A^-B^+}$ を考えればよい。 x_{AB} が正の場合は、 A^+B^- がより安定に、 x_{AB} が負の場合、 A^-B^+ がより安定になる。この式を変形してわかるように、cの値がより大きい原子が分子中で負の電荷を帯びると考えられ、マリケンはcの $\frac{1}{2}$ を電気陰性度と定義した。ポーリングの電気陰性度とマリケンの電気陰性度との間にはおおよそ比例関係がある。

マリケンの電気陰性度の定義からもわかるように、電荷のかたよりから分子の極性が生じる。分子の結合の極性の大きさを示す尺度として、図に示すように電気双極子モーメントがあり、分子構造や結合のイオン結合性を調べるのに役立つ。



図 電気双極子モーメント

例えば二原子分子であれば、正電荷 $+q$ (C)と負電荷 $-q$ (C)が距離 $r(\text{m})$ だけ離れているとき、電気双極子モーメント μ は次の(5)式で与えられる。単位は $\text{C} \cdot \text{m}$ である。

$$\mu = q \times r \quad \text{.....(5)}$$

電気双極子モーメント μ が0の分子を無極性分子という。

多原子分子の場合は、各結合に関わる電気双極子モーメント μ の大きさと、正電荷から負電荷への方向を持つベクトルと同じように考え、それらのベクトルの和により、分子全体の極性を考える。よって、ジプロモベンゼンの各異性体の中で無極性の異性体は、dジプロモベンゼンであり、トリプロモベンゼンの各異性体の中で無極性の異性体は、eトリプロモベンゼンである。

問1. aとbに当てはまる適切な式を次の中から選び、数字で記せ。

- ① $\Delta E < 0$ ② $\Delta E = 0$ ③ $\Delta E > 0$

問2. 下線部(i)について、フッ素の電気陰性度を4.00、塩素の電気陰性度を3.20とおいたときのF-Clの結合エネルギー(kJ/mol)を求めよ。ただし、有効数字は3桁とする。

問3. 下線部(ii)について、 x_{AB} を、 F_A , F_B , I_A , I_B , Cの中から必要なものを用いて記せ。

問4. cを、FとIを用いて記せ。

問5. 次の各結合について、極性の大きな順番に左から数字を並べよ。また、そう考へた理由を、各元素のマリケンの電気陰性度の値を使って述べよ。ただし、原子間距離は同じと仮定する。

- ① H-C ② H-O ③ H-F

問6. 水素原子から塩素原子に電子が1個引き寄せられた場合、 H^+Cl^- というイオン構造になるのに対し、 HCl 分子では水素原子から塩素原子に電子が0.18個分、引き寄せられているとみなすことができる。水素原子と塩素原子の原子間距離を $1.3 \times 10^{-10} \text{ m}$ とすると、 HCl 分子の電気双極子モーメントの大きさ($\text{C} \cdot \text{m}$)を求めよ。ただし、有効数字は2桁とする。

名古屋市立大・医

出題例11

結晶格子について、最密構造の積層(群馬大)、金属結晶の隙間(京都大、広島大)、閃亜鉛鉱(大阪大、九州大、東京都立大)、黒鉛(大阪大、慶應義塾大・理工)などがみられた。中でも、六方最密構造と体心立方格子

の隙間を考える問題（京都大－出題例12）は難度が高かったが、六方最密構造の隙間の大きさ、金属原子の数に対する隙間の数は、同じ最密構造である面心立方格子で考えても同じ値が得られることに気づくことができれば解答しやすい。

(a) チタン Ti は水素 H を吸収する金属である。原子を球とみなし、Ti の結晶構造を最近接 Ti 原子どうしが接する完全な六方最密構造とする。H 原子の吸収量が少ないとき、Ti は六方最密構造を保ち、吸収された H 原子は図1に示す6個の Ti 原子で囲まれた隙間（八面体隙間）、もしくは4個の Ti 原子で囲まれた隙間（四面体隙間）に入る。Ti の原子半径を r とし、隙間には周囲の Ti 原子と接する大きさまでの原子が入ることができるとすると、八面体隙間には半径 $\boxed{I} \times r$ 、四面体隙間には半径 $\boxed{II} \times r$ までの原子が入ることができる。また、六方最密構造では Ti 原子 1 個あたり $\boxed{あ}$ 個の八面体隙間、 $\boxed{い}$ 個の四面体隙間が存在する。

H 原子の吸収量が増加すると、結晶構造中の Ti 原子の配列は六方最密構造から体心立方格子へと変化する。結晶構造が体心立方格子の場合も H 原子が入る位置として八面体隙間と四面体隙間と考えられる。体心立方格子中の最近接 Ti 原子どうしは接しているとする。

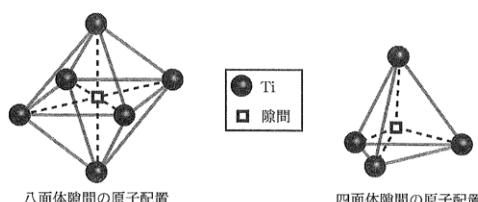


図1

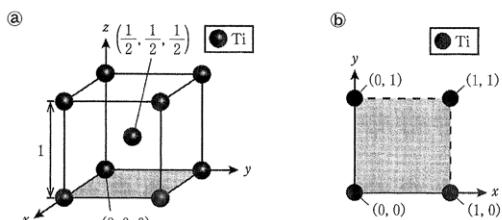


図2

問1 \boxed{I} と \boxed{II} にあてはまる数値を有効数字2桁で答えよ。

問2 $\boxed{あ}$ と $\boxed{い}$ にあてはまる整数または既約分数を答えよ。

問3 図2(a)のように体心立方格子の単位格子の一辺の長さを1とし、あるTi原子の中心を原点にとってxyz座標を設定する。下線部にに関して次の(i)～(iii)の問い合わせに答えよ。

(i) 八面体隙間の中心位置にH原子が入るとき、H原子と周囲の4つのTi原子は同一平面上に存在し、H原子の中心と周囲の各Ti原子の中心との間の距離 d_{Ti-H} には異なる2つの値が存在する。2つの d_{Ti-H} の値を有効数字2桁で答えよ。

(ii) (i)で定めた八面体隙間の中心位置にH原子が存在するとき、図2(b)に示すxy平面($z=0$)における $0 \leq x \leq 1$ 、 $0 \leq y \leq 1$ の領域で、八面体隙間に入ったH原子中心の位置として考えられるものすべてを(x, y)座標の形式で答えよ。xおよびyの値はそれぞれ小数第2位まで答えよ。

(iii) 四面体隙間の中心位置にH原子が入るとき、 d_{Ti-H} には1つの値のみが存在する。(ii)と同じxy平面における $0 \leq x \leq 1$ 、 $0 \leq y \leq 1$ の領域で、四面体隙間の中心位置にH原子が存在するとき、H原子中心の位置として考えられるものすべてを(x, y)座標の形式で答えよ。xおよびyの値はそれぞれ小数第2位まで答えよ。

京都大

出題例12

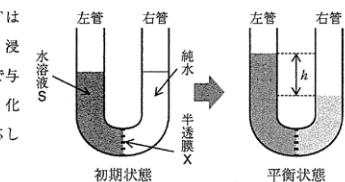
気体、溶液については、教科書の発展で扱われるファンデルワールスの状態方程式（東京医科歯科大、啓林館『高等学校 化学』p.49）、ラウールの法則（九州大、啓林館『高等学校 化学』p.70）が今年度も出題されている。気体の溶解度では、潜水病（減圧症）の対策を題材とした問題（東京農工大）がみられた。ヘンリーの法則と気体の溶解速度が融合された問題（京都大）は難しかった。希薄溶液について、浸透圧と凝固点降下が融合された問題（東京工業大－出題例13）は情報を素早く整理する力が試される。

9 水溶性で非電解質の化合物Aと塩化マグネシウム $MgCl_2$ の混合物 0.481 g を 100 mL の純水に完全に溶解させた。この溶液を水溶液Sとする。水溶液中の Mg^{2+} 、 Cl^- と水は透過させるが、化合物Aは透過させない半透膜Xで仕切られた断面積 10.0 cm^2 のU字管の左管に水溶液S、右管に純水をそれぞれ100 mL入れた。大気圧下、温度Tで長時間放置したところ、下図のように液面差(h)が 5.00 cm 生じて平衡状態となった。この平衡状態の右管の溶液を抜き出し、その凝固点を測定したところ、純水の凝固点より 0.111 K 低かった。つぎの間に答えよ。

ただし、溶液は希薄溶液としてふるまうものとし、水溶液Sおよび純水の密度は 1.00 g/cm^3 であり、溶液の濃度変化による密度の変化は無視できるものとする。

また、 $MgCl_2$ の式量は 95.2、その電離度は 1 であり、水のモル凝固点降下は $1.85 \text{ K} \cdot \text{kg/mol}$ 大気圧は $1.00 \times 10^5 \text{ Pa}$ とし 10.0 m の水柱の圧力に等しい。

気体定数 R と温度 T の積 RT は $2.50 \times 10^6 \text{ Pa} \cdot \text{L/mol}$ とする。浸透圧はファンホップの法則で与えられ、化合物Aは会合せず、化合物Aと $MgCl_2$ は互いに反応しないものとする。



問i 水溶液Sに溶解している $MgCl_2$ の質量はいくらか。解答は有効数字2桁で下の形式により示せ。

$\boxed{\quad} \cdot \boxed{\quad} \times 10^{-1} \text{ g}$

問ii 化合物Aの分子量はいくらか。解答は有効数字2桁で下の形式により示せ。

$\boxed{\quad} \cdot \boxed{\quad} \times 10^3$

東京工業大

出題例13

化学反応とエネルギーについて、ダイヤモンドの結合エネルギー（大阪大）は、ダイヤモンド 1 molあたりのC-C結合の物質量を間違える受験生が多い。光についての出題は少ないが、光化学反応としてメタンの置換反応（ラジカル反応とその停止）（慶應義塾大・薬）がみられた。電池では、ダニエル型電池の電位差（慶應義塾大・理工－出題例14）、標準電極電位（早稲田大・人間科、啓林館『高等学校 化学』p.113）、電気分解では、塩化ナトリウム水溶液の電気透析（東北大）、銅の電解精錬の計算（滋賀医科大）などが目についた。

(1) 図1のように、素焼き板で仕切った実験容器の左側に電極として銅板を浸した1.0 mol/Lの硫酸銅(II)水溶液を、右側に電極として亜鉛板を浸した1.0 mol/Lの硫酸亜鉛(II)水溶液を入れた。直流電圧計のマイナス端子を銅板につけ、プラス端子を亜鉛板につけて電位差(電圧)を測定したところ、-1.10 Vであった。直流電圧計のマイナス端子とプラス端子を逆に接続すると電圧は1.10 Vであった。表1のように、容器の左側と右側に電極として金属を浸した水溶液を入れて、直流電圧計のマイナス端子を左側電極に、プラス端子を右側電極につけて電圧を測定した。

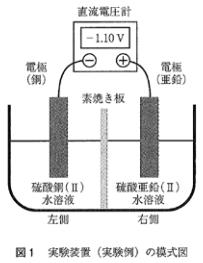


図1 実験装置(実験例)の模式図

表1 実験装置の構成

実験	実験容器の左側	実験容器の右側	電圧(V)
例	銅	硫酸銅(II)水溶液	亜鉛
(1)	マンガン	硫酸マンガン(II)水溶液	銅
(2)	銀	硝酸銀水溶液	銅
(3)	銅	硫酸銅(II)水溶液	鉛
(4)	マンガン	硫酸マンガン(II)水溶液	鉛
(5)	銀	硝酸銀水溶液	銀

問1 実験(1)～(4)で正極の金属を元素記号で答えなさい。

問3 銅、鉛、マンガンについて、還元剤としての強さを不等号で表す。つぎの(ア)～(カ)から正しいものを選び、マーク解答用紙の該当欄にマークしなさい。

(ア) 銅>鉛>マンガン (イ) 銅>マンガン>鉛 (ウ) 鉛>マンガン>銅
(エ) 鉛>銅>マンガン (オ) マンガン>銅>鉛 (カ) マンガン>鉛>銅

問5 実験(5)の電圧(V)を小数点以下2桁で答えなさい。

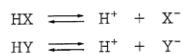
慶應義塾大・理工

出題例14

化学平衡について、ハーバー・ボッシュ法を題材とした問題は多く出題されたが、中でも文字計算の問題(九州大)は数式処理を上手くできる能力も問われた。分配平衡(名古屋市立大・医、啓林館『高等学校 化学』p.153)も出題されている。

電離平衡では、25℃以外での水の電離平衡(大阪公立大)、硫酸(慶應義塾大・理工)、2種類の弱酸の混合溶液(大阪公立大-出題例15)、リン酸(東京大-出題例16、北海道大)、錯イオン(東京大)が目についた。リン酸緩衝液の計算は、要領の良さで差がつきやすく、 NaH_2PO_4 と Na_2HPO_4 の物質量比に着目すると簡単に正答を導き出せる。

二種類の弱酸 HX と HY の混合水溶液がある。HX と HY の一部は、水溶液中で以下のように電離している。



HX と HY の電離定数は、それぞれ K_x および K_y 、電離前の HX と HY の濃度は、それぞれ c_x および c_y とする。また、水の電離は無視できるものとする。

(i) $[\text{X}^-]$ および $[\text{Y}^-]$ を用いて混合水溶液中における水素イオン濃度 $[\text{H}^+]$ を表す式を答えよ。

(ii) K_x , $[\text{HX}]$, $[\text{H}^+]$ を用いて $[\text{X}^-]$ を表す式を答えよ。また、 K_y , $[\text{HY}]$, $[\text{H}^+]$ を用いて $[\text{Y}^-]$ を表す式を答えよ。

例 混合水溶液中における HX と HY の電離度を α_x および α_y とする。 α_x , α_y , c_x , c_y , K_x , K_y を用いて $[\text{H}^+]$ を表す式を答えよ。

大阪公立大

出題例15

酸塩基滴定における pH 変化に基づいて、リン酸緩衝液の緩衝作用を考える。25℃において、0.0100 mol·L⁻¹ のリン酸 H_3PO_4 水溶液 10.0 mL を、0.0100 mol·L⁻¹ の水酸化ナトリウム NaOH 水溶液で滴定したところ、図3-3 に示す滴定曲線が得られた。中性付近では、pH の変化が緩やかであることから緩衝作用が働いていることがわかる。一方、第一中和点と第二中和点付近では、pH の変化が大きいことから緩衝作用が働かないこともわかる。

④ 25℃において、0.0100 mol·L⁻¹ の H_3PO_4 水溶液 10.0 mL と 0.0100 mol·L⁻¹ の NaOH 水溶液 e mL を混合すると、pH 7.0 のリン酸緩衝液が得られた。ここで、リン酸緩衝液への温度の影響を考える。リン酸二水素イオン H_2PO_4^- の電離は吸熱反応であるため、温度変化に伴いリン酸緩衝液の pH は変化する。このため、使用する温度を考慮した緩衝液の調製が必要である。

ここでは、中和により生成したナトリウム塩は完全に電離していると考えてよい。また、25℃におけるリン酸の電離定数とその値の常用対数を表3-1に示す。

表3-1 25℃におけるリン酸の電離定数とその値の常用対数

リン酸水溶液中の電離平衡	電離定数	電離定数の値の常用対数
$\text{H}_3\text{PO}_4 \rightleftharpoons \text{H}_2\text{PO}_4^- + \text{H}^+$	$K_{a1} = 7.10 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$	$\log_{10}(7.10 \times 10^{-3}) = -2.15$
$\text{H}_2\text{PO}_4^- \rightleftharpoons \text{HPO}_4^{2-} + \text{H}^+$	$K_{a2} = 6.30 \times 10^{-8} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$	$\log_{10}(6.30 \times 10^{-8}) = -7.20$
$\text{HPO}_4^{2-} \rightleftharpoons \text{PO}_4^{3-} + \text{H}^+$	$K_{a3} = 4.50 \times 10^{-13} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$	$\log_{10}(4.50 \times 10^{-13}) = -12.35$

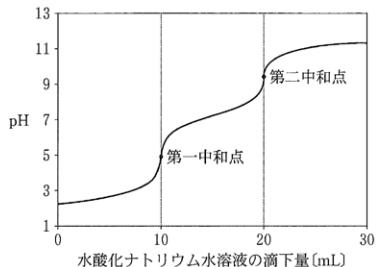


図3-3 25℃におけるリン酸水溶液の滴定曲線

(問)

オ 下線部②に関して、中性付近で緩衝作用が働いている理由を、 H_2PO_4^- とリン酸水素イオン HPO_4^{2-} のイオン反応式を用いて説明せよ。

カ 下線部③に関して、第二中和点での pH を小数第1位まで計算せよ。答えに至る過程も記せ。ただし、 HPO_4^{2-} のリン酸イオン PO_4^{3-} への電離は考えないものとする。なお、必要があれば、25℃における水のイオン積 $K_w = 1.00 \times 10^{-14} \text{ mol}^2 \cdot \text{L}^{-2}$ 、および $\log_{10} 2 = 0.301$, $\log_{10} 3 = 0.477$, $\log_{10} 7 = 0.845$ を用いてよい。

キ 下線部④に関して、 H_3PO_4 の第一中和点 pH 5.0 付近で緩衝作用を示す緩衝液を調製するには、 H_3PO_4 の代わりにどのような電離定数の値をもつ酸を用いればよいか、理由とともに答えよ。

ク e にあてはまる数値を有効数字2桁で計算せよ。答えに至る過程も記せ。

ケ 下線部⑤に関して、25℃で pH が 6.7 であるリン酸緩衝液を冷やすと、pH の値は大きくなるか小さくなるかを理由とともに答えよ。ただし、水のイオン積に対する温度の影響は考えないものとする。

東京大

出題例16

[無機分野]

無機分野は、例年通り、教科書に記載されている各論に加えて、結晶格子、電気化学、化学平衡などの理論分野が絡んだ問題も少なくない。ミヨウバンの組成の決定（広島大－出題例17）では、無機物質の知識に加えて電荷収支も含めた計算が必要な問題であり、総合的な基礎力が試される。都市鉱山の話題（東京大、千葉大）では、金を王水以外で溶かす内容に触れられている。

金属アルミニウム片を水酸化ナトリウム水溶液に加えると、すべて溶解した。
(c) この溶液に弱酸性を示すまで硫酸を加えると、無色透明の溶液が得られた。この溶液に硫酸カリウムを加えて濃縮すると固体Aが析出した。固体Aに含まれる分子あるいはイオンの物質量を以下の三つの実験によって1種類ずつ決定した。

〔実験1〕 固体A 9.48 gを水に完全に溶解し、これ以上沈殿が生じなくなるまで塩化バリウム水溶液を加えると、沈殿B 9.32 gが生じた。

〔実験2〕 固体A 9.48 gを300℃に加熱すると、水和水が水蒸気として放出され質量が減少し、5.16 gになった。加熱した後の固体から水分は検出されなかった。

〔実験3〕 固体A 9.48 gを水100 mLに溶解し、1.0 mol/LのNH₃水100 mLを加えると沈殿Cが生じた。平衡に達した後、沈殿Cを完全に分離した後の溶液には0.040 molのNH₃と0.060 molのNH₄⁺が含まれていた。

(i) 下線部(c)に関して、この反応の化学反応式を記せ。

(ii) 下線部(d)に関して、生じた沈殿Bの化学式と物質量[mol]をそれぞれ記せ。なお、答える数値は有効数字2桁で記せ。ただし、沈殿の水への溶解は無視できるものとする。

(iii) 固体A 9.48 gに含まれていた水和水の物質量[mol]を求め、有効数字2桁で記せ。

(iv) 下線部(e)に関して、生じた沈殿Cの化学式とその物質量[mol]をそれぞれ記せ。なお、答える数値は有効数字2桁で記せ。ただし、平衡に達した水溶液中のNH₃の電離、沈殿の溶解、水に溶解したNH₃が気体として大気中に拡散する影響は無視できるものとする。

(v) 固体Aの成分には、実験1～3の結果をそれぞれもじいて求めることができるものと水およびイオンの他に、1価の陽イオンが含まれている。固体Aが全体として電気的に中性であることを考慮し、固体A 9.48 gに含まれている1価の陽イオンの物質量[mol]を求め、有効数字2桁で記せ。

(vi) 固体Aに含まれる1価の陽イオン1.0 molあたりの質量[g]を求め、有効数字2桁で記せ。

広島大

出題例17

[有機分野]

脂肪族化合物、芳香族化合物では、教科書の発展または参考で扱われるマルコフニコフ則（大阪大、三重大、九州大、啓林館『高等学校 化学』p.287）、炭素間二重結合のオゾンや過マンガン酸カリウムによる酸化（東北大、慶應義塾大・看護、早稲田大・理工、同志社大、啓林館『高等学校 化学』p.288）、芳香族置換反応の配向性（大阪大、三重大、啓林館『高等学校 化学』p.332）

が当たり前のように出題されており、中には知識がないと解答できない問題もある。その他に、配座異性体の語（千葉大、啓林館『高等学校 化学』p.283）、エステル化における酸素原子のとれ方（¹⁸Oを含むアルコールの利用）（東京大、名古屋市立大・医、早稲田大・人間科、啓林館『高等学校 化学』p.317）、直線偏光（平面偏光）と旋光性の実験（神戸大－出題例18、啓林館『高等学校 化学』p.314）なども出題されている。

問2 下線部(a)について、同じ方向にそろえた2枚の偏光板の間に試料を置き、白熱電球から発せられ、試料を透過した光の明るさを目視で観察するという、以下の図1に示すような実験を行った。試料には、アラニンのどちらか一方のイソ異性体を純水に溶解させたもの（水溶液A）と、グリシンを純水に溶解させたもの（水溶液B）を用意した。試料の透過光の明るさは試料の代わりに純水を置いたときと比較して調べた。ただし、偏光板なしに観察したときの明るさは水溶液Aと水溶液Bと純水でどれも同じであった。このとき、試料の透過光の明るさを正しく表している組み合わせを選択肢①～⑥の中から番号で答えなさい。

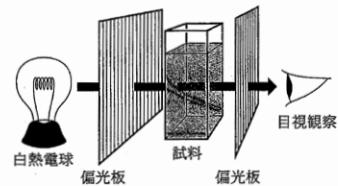


図1

選択肢	水溶液Aのときの明るさ	水溶液Bのときの明るさ
①	明るくなった	同じであった
②	明るくなった	暗くなった
③	同じであった	明るくなった
④	同じであった	暗くなった
⑤	暗くなった	明るくなった
⑥	暗くなった	同じであった

神戸大

出題例18

立体化学では、トランス付加やシス付加（京都大、九州大）、メソ体（名古屋大、九州大、慶應義塾大・看護、啓林館『高等学校 化学』p.327）などがみられたが、難関大では頻出の内容である。

天然有機化合物について、教科書で参考として扱われているアミノ酸の電離平衡（神戸大、九州大、啓林館『高等学校 化学』p.381）は従来から当たり前のように出題されているが、アミノ酸を塩酸に溶かした水溶液の滴定曲線（神戸大－出題例19）は思考力を要する。

(i) アラニン、グルタミン酸、ならびにリシンをそれぞれ50 mLの0.1 mol/L塩酸に溶解させて0.05 mol/Lの溶液をつくった。各溶液に対して0.1 mol/L水酸化ナトリウム水溶液を滴下して滴下量とpHの関係を調べたところ、以下の図2のグラフに示される滴定曲線①～③が得られた。アラニンの溶液の滴定曲線を①～③の中から番号で答えなさい。

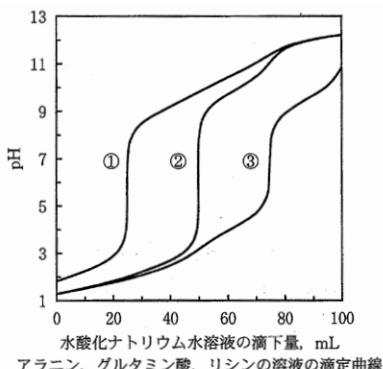


図2

神戸大

出題例19

糖では、メチル化分析（信州大、京都薬科大）が毎年出題されている。エンジオールを経由したグルコースとフルクトースの平衡（東京大－出題例20、啓林館『高等学校 化学』p.365）、フィッシャー投影式（東京大－出題例20、啓林館『高等学校 化学』p.367）は慣れていないと難しいであろう。

单糖は、アルデヒド構造（ホルミル基）をもつアルドースと、ケトン構造（カルボニル基）をもつケトースに分類され、いずれも塩基性水溶液中で加熱すると徐々に構造が変化する。例えばグルコースからは、化学的に不安定で酸化されやすい中間体Aを経由して、フルクトースとマンノースが徐々に生成する（図1-3）。

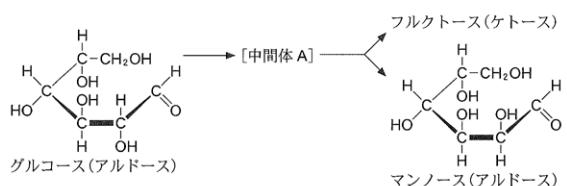


図1-3 グルコースの塩基性条件下での加熱による別の单糖の生成

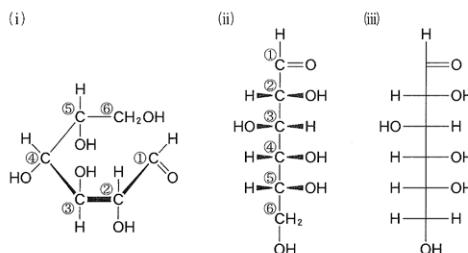
一方、フルクトースの塩基性水溶液を加熱すると、上記の中間体Aを経由してグルコースとマンノースが、また化学的に不安定で酸化されやすい別の中間体Bを経由して、ケトースであるブシコースなどが徐々に生成する（図1-4）。



図1-4 フルクトースの塩基性条件下での加熱による別の单糖の生成

ケ 中間体A、Bは化学的に不安定で酸化されやすいという事実、及び実験結果1と2から、フェーリング液と反応して赤褐色沈殿を生じるために重要なと考えられる单糖の化学構造（部分構造のみでよい）を記せ。また実験結果2で、化合物C、Dからは赤褐色沈殿が生じるが、化合物Eからは赤褐色沈殿がほとんど生じない理由を50字程度で説明せよ。なお、 $C_6H_{12}O_6$ の分子式で表される单糖は、水溶液中で直鎖状分子と環状分子の平衡混合物として存在していることが知られているが、本問ではどの单糖も直鎖状分子として存在する比率は同じであるとする。

コ 下線部⑨に関して、ブシコースの構造式を、以下の図1-5に示した投影図にならって記せ。ただし、ブシコースのカルボニル基の炭素原子の位置番号はフルクトースと同じである。



図中①～⑥は、グルコース中の炭素原子の位置番号を表している。

(i) 3次元構造が認識できるように、手前にある結合を太線で表した構造式

(ii) 直鎖状分子として、紙面手前側に向かう結合を→で表した構造式

(iii) (ii)の構造式を紙面に投影した図（投影図）

図1-5 グルコースの構造を表す方法

東京大

出題例20

合成高分子化合物について、原子移動ラジカル重合（ATRP重合）（東京農工大）は、重合の進む過程に関する説明文を理解しながら解答を進める問題で、やや難しい。環境問題に関する内容として、グルコースを原料としたバイオプラスチック（ポリカーボネート）の合成（横浜国立大－出題例21）は目新しい。リサイクルやポリ乳酸の利活用によるカーボンニュートラルの話題（早稲田大・教育）も出題されている。

セルロースは多数のグルコースが縮合重合した構造の天然高分子化合物である。セルロースの構造を図1に示す。セルロースは再生可能な生物資源（バイオマス）として注目されており、セルロースを原材料とする機能性高分子の合成が試みられている。

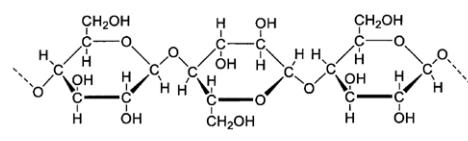
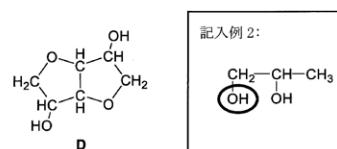


図1

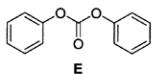
(1) セルロースを加水分解して得られるグルコースのように、加水分解によってそれ以上簡単な糖を生じない糖類は何と呼ばれるか記せ。

(2) グルコースを鎖状構造で描くと、ホルミル（アルデヒド）基をもつことがわかる。1分子のグルコースのホルミル（アルデヒド）基を1分子の水素で還元すると化合物Cが得られる。1分子の化合物Cがもつヒドロキシ基の数を答えよ。

(3) 上記(2)で得られた化合物Cの分子内脱水反応によって、下に示す化合物Dが得られた。化合物Cの構造式を記入例1にならって示し、化合物Dへと変化する際の脱水反応に関与しなかつたヒドロキシ基を記入例2にならって○で囲め。構造式を描く際に、立体構造を示す必要はない。



(4) エステル化反応ではカルボン酸（ $\text{R}'\text{COOH}$ ）のOHとアルコール（ R^2OH ）のHから水が生成し、エステル（ $\text{R}'\text{COOR}^2$ ）が得られる。同様にエステル（ $\text{R}'\text{COOR}^2$ ）とアルコール（ R^3OH ）を反応させると、アルコール（ R^3OH ）が生成し、エステル（ $\text{R}'\text{COOR}^3$ ）を合成することができる。このエステル（ $\text{R}'\text{COOR}^3$ ）の下線部の酸素原子は、アルコール（ R^3OH ）由来である。この反応を応用して、上記(3)で得られた化合物Dと、下記の化合物Eを反応させると、高分子Fとフェノールが得られた。高分子Fの構造式を記入例1にならって示せ。



(5) 上記(4)で化合物 **D** と化合物 **E** から得られた高分子 **F** の質量に対し、化合物 **D** に由来する原子の質量が占める割合を計算し、百分率で答えよ。ただし、高分子鎖の末端の構造は無視できる。また、化合物 **E** はグルコース由来ではないとする。

横浜国立大

出題例21

せたい。

(3) 学習のポイント（指導におけるポイント）

基本～標準レベルの問題を確実に得点させる。

一部の難関大を除き、入試問題の大部分は基本～標準的なレベルの問題である。このレベルの問題を確実に解くことが合格への第一歩である。基本事項を確認したうえで、問題演習を通して基本事項を組み立てて解答を導く練習を十分にさせておきたい。

化学用語や現象を説明できるようにさせる。

国公立二次試験や一部の私大入試では、論述問題が出題される。平素から、化学用語の説明、化学現象の起こる理由を文章にする練習をさせておくと、直前に焦る受験生は減るであろう。

教科書の「発展」の指導を精査する。

教科書では「発展」として扱われる内容でも、多くの大学で当たり前のように出題されている。しかし、教科書に載っている「発展」のすべてを扱うことは、授業時間を考えると難しい。生徒の受験する大学のレベルを考慮し、扱う内容を精査することが重要である。具体的には、限界半径比、緩衝液の計算、オゾン分解、マルコフニコフ則、配向性は難関大以外でも出題されており、差のつく問題になりやすい。また、難関大志望者に対しては、反応速度や電離平衡の発展的内容、錯体や有機化合物の立体化学も十分に指導しておきたい。

長い問題文から、必要な情報を抽出する練習をさせ る。

近年の入試では長い文章を読んだうえで解答する問題が多く、受験生の中には、長い文章に圧倒され、本来の実力を発揮できない者もいる。すべての文章をじっくり読んでいると試験時間が足りなくなるので、問題演習を通して、必要な情報を要領よく抽出する力も身につけさせたい。

西 章嘉（にし・あきよし）

現役生、卒業生の幅広いレベルの講座の授業を担当し、数多くのテキスト作成にも携わる。また、全統共通テスト模試の作成チーフ・メンバーを務め、阪大オープン、神大オープンの作成メンバーでもある。著書：「大学入学共通テスト 化学の点数が面白いほどとれる一問一答」（KADOKAWA）

「大学入学共通テスト 化学基礎の点数が面白いほどとれる一問一答」（KADOKAWA）

「チョイス新標準問題集」（河合出版・共著）

「大学入試問題正解」（旺文社・共著）

編集協力：「化学の新体系問題集 発展編」（啓林館）

大学入試 生物

学校法人 河合塾
生物科講師 榎原 隆人

1 大学入学共通テスト「生物基礎」

(1) 総括

「生物基礎」の共通テスト（本試験）は、大問3題、設問数16問、マーク数16であった。平均点は31.6点（50点満点）で、昨年度（平均点24.7点）と比べて約7点も高くなった。大問は、「生物と遺伝子」、「生物の体内環境の維持」、「生物の多様性と生態系」の3分野から1題ずつ出題され、昨年度のような分野横断型の問題は出題されなかった。また、すべてA・B分けになっており、幅広いテーマから出題された。昨年度最も注目された、会話文に基づいての実験の操作、および実験結果を考察する問題や、2年連続で出題された「仮説を検証するための実験」に関する問題は出題されなかった。

設問16問のうち、知識を問う問題が10問、与えられた文章や図・表に基づいて考察する問題が6問であり、昨年度まで出題されていた計算問題は出題されず、昨年度は出題されなかった平易な知識問題が増加した。昨年度・昨年度では、単純に知識を問う問題は少なく、与えられたデータに基づいて考察する問題や適切なグラフを選ぶ形式の問題などが多く出題され、高度な考察力が要求された。まさに、「思考力・判断力を問う」という共通テストの作成方針が問題に強く反映されていたが、平均点が低かったためであるのか、今年度は共通テスト以前の問題に戻ったという感じである。これらのことから、全体の難易度はかなり低下した。

河合塾の再現データ（受験者1578名、平均点34.9点）の結果では、正答率が80%以上の「易しい」問題の割合は、昨年度は1問のみであったが、今年度は5問であった。また、正答率が50%以下の「難しい」問題は、昨年度は5問であったが、今年度は1問のみであった。

なお、以下に示す正答率は河合塾の答案再現データの結果である。

(2) 設問別分析

第1問 A 細胞・ゲノムと遺伝子・形質転換 B 細胞周期（配点17点）

第1問全体の正答率は約64%で、現役生と卒業生で正答率に10%以上の差がみられた（現役生 約62%，卒業生 約73%）。

問1 原核細胞と真核細胞に共通する特徴に関する基本的な知識問題で、正答率は約88%と高かった。

問2 ゲノムや遺伝子に関する知識問題で、正答率は約58%であった。現役生と卒業生で正答率に10%以上の差がみられた（現役生 約56%，卒業生 約66%）。

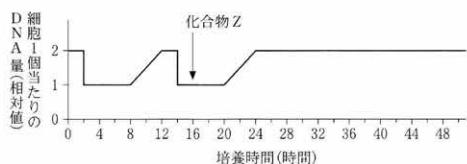
問3 遺伝子の本体はDNAであるという知識に基づいて、R型菌からS型菌への形質転換が起こる処理を過不足なく選ぶ考察問題で、正答率は約60%であった（啓林館『高等学校 生物基礎』p.66、『i版 生物基礎』p.62）。現役生と卒業生で正答率に15%以上の差がみられた（現役生 約57%，卒業生 約73%）。

問4 与えられた図に基づいて、紫外線照射後に細胞周期が停止した時期を答える考察問題（啓林館『i版 生物基礎』p.76）。正答率は約59%で、誤答として、約21%が③を選んでいた。現役生と卒業生で正答率に10%以上の差がみられた（現役生 約57%，卒業生 約70%）。

問5 与えられた図に基づいて、化合物Zが阻害した細胞周期の過程を考察する問題（出題例1）で、図4から染色体の凝縮は起こっているが、分配が起こっていないことを読み取る。正答率は約60%であった。

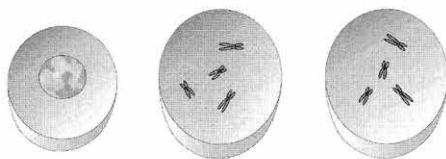
問5 次に、紫外線の代わりに、化合物Zが細胞周期に与える影響を調べた。

DNA量の測定開始16時間後から、化合物Zを培地に加えて培養を続けたところ、図3の結果が得られた。また、測定開始から15時間後、26時間後、および40時間後の各時点において、細胞を顕微鏡で観察した。図4は、その結果を模式図として示したものである。これらの結果から、化合物Zは、細胞周期のどの過程を阻害したと考えられるか。最も適当なものを、後の①～⑥のうちから一つ選べ。 5



注: 矢印の時点から、化合物Zを培地に加えて培養を続けた。

図 3



各時点において観察された細胞の模式図

図 4

- ① G₁期の進行
- ② G₂期の進行
- ③ DNAの複製
- ④ 染色体の分配
- ⑤ 染色体の凝縮

2024年度大学入学共通テスト 生物基礎 第1問

出題例1

第2問 A 血液・血液凝固・免疫 B 腎臓 (配点18点)

第2問全体の正答率は約64%（現役生 約63%，卒業生 約69%）であった。

問1 血液の成分に関する基本的な知識問題であり、正答率は約79%と高かった。（啓林館『高等学校 生物基礎』p.105, 『i版 生物基礎』p.99）

問2 血管が傷ついたときに、傷口がふさがれて出血が止まるまでの過程で起こる現象の順序を答える知識問題で、正答率は約81%と高かった（啓林館『高等学校 生物基礎』p.108, 『i版 生物基礎』p.100）。

問3 皮膚と血管が傷ついた直後に、傷口付近で起こる病原体に対する防御反応に関する知識問題で、正答率は約61%であった（啓林館『高等学校 生物基礎』p.140~141, 『i版 生物基礎』p.134~135）。「免疫」は今年で6年連続の出題となった。

問4 与えられた文章と図に基づいて、「腎臓（左側）の模型」と「腎臓と接続する血管の模型」を「内部が空洞になった人体模型」内の正しい位置に戻す考察問題で、正答率は約61%であった。

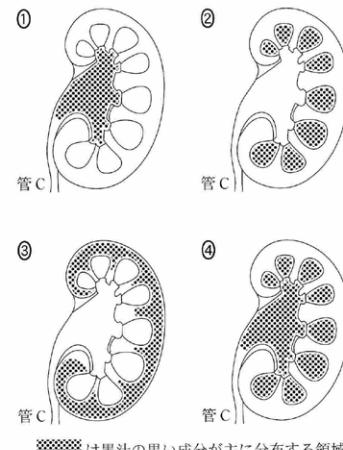
問5 健康なヒトの腎臓において、管Cに相当する管（輸尿管）を流れる液体（尿）中に存在する物質の組合せを答える知識問題で、正答率は約78%と高かった（啓林館『高等学校 生物基礎』p.133~135, 『i版 生物基礎』p.128）。

問6 腎臓内の血管の様子を調べる実験を扱った問題

（出題例2）で、実際にこの実験を行ったことがある受験生には有利であったと思われる（旧課程の啓林館『生物基礎 改訂版』p.158~159）。設問文中の「墨汁中の黒い成分は、炭素を含む微粒子が結合したタンパク質である」という記述と、「糸球体は腎臓の皮質に存在する」という知識に基づいて、墨汁の黒い成分が分布する領域を考察する。正答率は約27%で、すべての設問の中で最も低かった。誤答として、約40%が②を、約27%が④を選んでいた。

問6 ブタの腎臓は、構造や大きさがヒトの腎臓とよく似ている。健常なブタの腎臓の腎動脈の切断口から、薄めた墨汁をゆっくりと注入した。この腎臓を縦に切断したとき、切断面に見られる墨汁の黒い成分の分布を示した模式図として最も適当なものを、次の①~④のうちから一つ選べ。ただし、墨汁中の黒い成分は、炭素を含む微粒子が結合したタンパク質である。

11



2024年度大学入学共通テスト 生物基礎 第2問

出題例2

第3問 A 日本のバイオーム・湖沼生態系・植生の管理 B 外来生物 (配点15点)

第3問全体の正答率は約83%（現役生 約81%，卒業生 約90%）と高かった。

問1 日本列島におけるバイオームの分布と森林限界がみられる標高に関する基本的な知識問題で、正答率は約68%であった（啓林館『高等学校 生物基礎』p.190, 『i版 生物基礎』p.180）。現役生と卒業生で正答率に15%以上の差がみられた（現役生 約65%，卒業生 約82%）。

問2 湖沼の植生や生態系に関する記述として適当なものを過不足なく選ぶ知識問題で、正答率は約63%であった（啓林館『高等学校 生物基礎』p.175, 198, 『i版 生物基礎』p.170, 188）。現役生と卒業生で正答率に15%以上の差がみられた（現役生 約61%，卒業生 約77%）。

問3 表1と図1に基づいて、草原を維持する管理方法と観察された植物の種数に関する記述として最も適当なものを選ぶ考察問題。正答率は約95%で非常に高かった。

問4 四つの選択肢のうち、外来生物が関わっていない記述を選ぶ基本的な知識問題。正答率は約92%で非常に高かった。

問5 外来生物の管理に関する記述として最も適当なものを選ぶ基本的な知識問題。正答率は約97%で、すべての設問の中で最も高かった。

(3) 学習対策 (指導上のポイント)

今年度の共通テストでは、知識問題が多く出題されており、また、考察問題についても知識に基づいて考察する問題が多く出題されているので、基本的な知識を身につけさせることが重要である。このためには、まずは教科書に記載されている基本的な内容や用語の意味を正確に理解させ、定着させるようにしたい。そして、やや詳細な知識を必要とする問題や、知識をもとに考察する問題に対応するためには、教科書の本文だけでなく、図・表、「参考」、「コラム」、さらに欄外に記載されている事項なども含めて十分理解させておく必要がある。

今年度の共通テストでは、「仮説を立て仮説を証明するための実験を計画する」問題は出題されなかったが、「思考力・判断力を問う」という共通テストの作成方針から、来年度は出題されることが予想される。この対策のためには、やはり、教科書に記載されている「資料学習」の観察・実験や「探究」などをもとに、実際に生徒に仮説の設定や実験計画の立案を行わせ、それに対して的確な指導を行うようにしたい。上述したように、**第2問**の**問6**は、実際にこの実験を行ったことがある受験生には有利であったと思われる。実験の実施は、3年生になってからでは時間的に難しいので、1・2年生の段階で行うようにしたい。そして、共通テストでは「設問文や選択肢の文意を正しく理解する」、「与えられた図・表から必要なデータを抽出して分析する」、「必要な数値を用いて正確に計算する」など、さまざまな力が要求されるので、過去の共通テストの問題や過去のセンター試験の問題、および共通テスト対策問題集などを用いて十分に問題演習を行わせ、論理的に思考する力を養わせるようにしたい。問題集の考察問題を取り組むときに、あまり考えずにすぐに答えを見てしまい、その結論となる考察すべき内容を覚えてしまおうとする生徒がみられるので、そうさせないようにするためにも、単に問題集の考

察問題を自学自習させるのではなく、その問題を用いて、データの読み取り方や解釈のしかたなどを的確に指導するようにしたい。

2

大学入学共通テスト「生物」

(1) 総括

「生物」の共通テスト（本試験）は、大問6題、設問数20、マーク数26であった。昨年度に比べて、問題のページ数、設問数、マーク数は減少し、総選択肢数も減少したため、全体的な分量は減少した。平均点は54.8点で、昨年度（得点調整後の平均点48.5点）と比べて約6.3点高くなかった。

大問は、生物のすべての分野（「生命現象と物質」、「生殖と発生」、「生物の環境応答」、「生態と環境」、「生物の進化と系統」の5分野）から幅広く出題された。また、大問中に複数の分野の設問を含む問題も多かった。大問ごとの配点には、14点から20点までのばらつきがあった。

問題内容の配点の割合は、知識問題がおよそ4割、知識を要する考察問題がおよそ4割、考察問題がおよそ2割で、昨年度に比べて知識問題の割合が上昇し、知識を要する考察問題の割合が低下した。知識問題では、問われる知識は比較的平易なものが多く、正誤の判断に迷うような紛らわしい選択肢もほとんどなかった。考察問題では、実験の設定が読み取りにくくデータ処理が難しい問題が減少した。このため、全体的に昨年度と比べて易化した。以下に示す正答率などは河合塾の答案再現データ（受験者612名、平均点61.3点）の結果である。大問ごとの平均点と平均得点率を次表に示す。

大問	配点	平均点	平均得点率
1	14	8.0	57.1%
2	17	12.1	71.2%
3	16	8.5	53.1%
4	19	11.4	60.0%
5	14	8.0	57.1%
6	20	13.3	66.5%

(2) 設問別分析

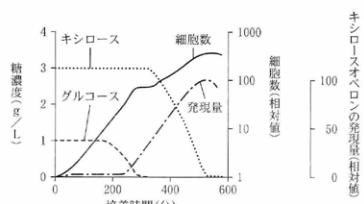
第1問 呼吸・遺伝子発現の調節 (配点14点)

呼吸に関する知識問題、および、遺伝子の転写調節に関する知識問題と考察問題で、大問の平均得点率は全体の中で2番目に低く、現役生（56.4%）と卒業生（61.4%）でそれほど大きな差はなかった。知識問題の配点が4

点、知識を要する考察問題の配点が10点であった。また、問2には部分点の設定があった。問1の正答率は63.7%（啓林館『高等学校 生物』p.158～160, 162）、問2の正答率は79.4%であった。問3は設問文に示された可能性を検討するための実験の手順を考察する問題で、探究活動の過程を意識した問題（出題例3）である。正答率は24.0%で、すべての設問の中で3番目に低く、卒業生（18.6%）より現役生（24.9%）のほうが高かった。

グルコースとキシロースの両方を含む培地（以下、混合糖培地）における、細菌Nの増殖を調べるために、実験1を行った。

実験1 細菌Nの野生株を混合糖培地で培養し、培地中の細胞数とそれぞれの糖の濃度の変化を調べた。同時に、そのときのキシロースオペロンの発現量を調べた。図1は、その結果を示したものである。また、野生株とは糖の利用の仕方が異なる異株Mを同様に培養し、細胞数と糖濃度の変化を調べたところ、図2の結果が得られた。なお、図1と図2で、培養開始時の細胞数は同じである。



注：細胞数は、培養開始時の細胞数を1とした相対値です。キシロースオペロンの発現量は、最大の発現量を100とした相対値です。

図 1

問3 図1から、細菌Nのキシロースオペロンの発現制御について、次のような仮説を立てた。

「キシロースオペロンは、キシロースが存在すると発現するが、グルコースが存在するとキシロースが存在しても発現は抑制される」

しかし、図1からは、「キシロースオペロンの発現は、グルコースのみによって制御される」という可能性も考えられる。この可能性を検討するためには、次の条件④～⑦のうち、どの条件で培養したときのキシロースオペロンの発現量を比較すればよいか。その組合せとして最も適当なものを、後の①～⑦のうちから一つ選べ。 3

- ④ グルコースのみを含む培地
- ⑤ キシロースのみを含む培地
- ⑥ グルコースとキシロースのどちらも含まない培地
- ⑦ 混合糖培地

- ① ④, ⑤
- ② ④, ⑥
- ③ ④, ⑦
- ④ ⑤, ⑥
- ⑤ ⑤, ⑦
- ⑥ ⑥, ⑦
- ⑦ ⑥, ⑦

2024年度大学入学共通テスト 生物 第1問

出題例3

4点であった。また、問4には部分点の設定があった。問1の正答率は65.8%であった（啓林館『高等学校 生物』p.142～144）。問2の正答率は89.2%ですべての設問の中で最も高かった（啓林館『高等学校 生物』p.341）。問3の正答率は59.5%であった（啓林館『高等学校 生物』p.276～277, 279）。問4はニューロンの興奮の伝導と伝達に関する知識問題である。正答率は64.4%で、現役生（59.7%）と卒業生（93.0%）で大きな差があり、また、成績上位層（83.3%）と下位層（22.9%）でも大きな差があった。

第3問 筋肉・細胞の分化と形態形成（配点16点）

筋収縮に関する知識問題と考察問題、および、筋肉の発生に関する考察問題で、大問の平均得点率は全体の中で最も低く、現役生（53.1%）と卒業生（55.0%）でそれほど大きな差はなかった。知識問題の配点が6点、知識を要する考察問題の配点が5点、考察問題の配点が5点であった。また、問2には部分点の設定があった。問1の正答率は□8が58.0%、□9が65.5%、問2は筋収縮に関する知識をもとに考察する問題（出題例4）で、正答率はすべての設問の中で最も低い18.3%であった（啓林館『高等学校 生物』p.293～294）。3つの実験（実験5～7）の結果をそれぞれ予測する必要があり、実験5の結果は正しく予測できても実験6と実験7の結果を正しく予測できなかったために、誤答の⑤や⑥を選んだ受験生が多くみられた。問3は与えられた条件から実験結果を推測する問題であり、論理的な思考力が問われたが、正答率は60.6%で、卒業生（57.0%）よりも現役生（61.2%）のほうが高かった。また、成績上位層（82.6%）と下位層（15.6%）で大きな差があった。

問2 下線部(a)について、哺乳類の筋細胞の収縮の仕組みを調べる実験1～4を行った。実験の内容とそれぞれの結果を次に示す。

実験に使った試料

- ・筋細胞をグリセリンに浸し、筋原纖維のみにした筋（以下、グリセリン筋）
- ・筋細胞から細胞膜のみを除去し、筋原纖維や細胞小器官は正常のままの筋（以下、スキンド筋）

実験1 ATPと高濃度のCa²⁺を含む溶液に、グリセリン筋を浸した。

結果 筋収縮が起こった。

実験2 実験1と同じ高濃度のCa²⁺を含み、ATPは含まない溶液に、グリセリン筋を浸した。

結果 筋収縮は起こらなかった。

実験3 ATPと低濃度のCa²⁺を含む溶液に、スキンド筋を浸した。

結果 筋収縮は起こらなかった。

第2問 生体膜・神経（配点17点）

生体膜における物質の輸送に働くタンパク質に関する知識をもとに答える問題と、気孔の開閉に関する考察問題で、大問の平均得点率は全体の中で最も高く、現役生（68.8%）と卒業生（82.9%）で大きな差があった。知識問題の配点が13点、知識を要する考察問題の配点が

実験4 実験3と同じ溶液に、スキンド筋をしばらく浸した後、カルシウム

チャネルを強制的に開く薬剤を加えた。

結果 筋収縮が起こった。

次に、実験5～7を行った。実験1～4の結果を踏まえると、どのような結果になるとを考えられるか。予想される実験結果の組合せとして最も適当なものを、後の①～⑧のうちから一つ選べ。 10

実験5 実験1で使用した溶液のATPを、グルコースに替えて、グリセリン筋を浸した。

実験6 実験4と同じ操作を、スキンド筋の代わりにグリセリン筋を用いて行った。

実験7 実験1と同じ操作を、グリセリン筋の代わりにスキンド筋を用いて行った。

	実験5の結果	実験6の結果	実験7の結果
①	○	○	○
②	○	○	×
③	○	×	○
④	○	×	×
⑤	×	○	○
⑥	×	○	×
⑦	×	×	○
⑧	×	×	×

注：表中の○は筋収縮が起こることを、×は筋収縮が起こらないことを示す。

2024年度大学入学共通テスト 生物 第3問

出題例4

第4問 生殖・植物の環境応答（配点19点）

生殖に関する知識問題と、ジャガイモの塊茎の形成と同化物の分配を題材とした植物の環境応答に関する知識問題と考察問題で、大問の平均得点率は全体の中で3番目に高く、現役生（59.5%）と卒業生（63.7%）でそれほど大きな差はなかった。知識問題の配点が5点、知識を要する考察問題の配点が5点、考察問題の配点が9点であった。また、問1と問2には部分点の設定があった。

問1の正答率は86.3%、問2の正答率は13が49.5%、14が49.0%であった（啓林館『高等学校 生物』p.35, 327）。問3は設問文に示された仮説を検証するための測定項目と計算式を考える問題（出題例5）で、探究活動の過程を意識した問題である。正答率は低く、15が26.3%、16が68.1%であった。15では、同化物が栄養分として蓄えられるだけでなく組織の構築にも使われることに気がつかず、誤答の④を選んだ受験生が非常に多くみられた。

問3 植物の炭酸同化で生産された物質（以下、同化物）は、いろいろな器官に分配されて、組織の構築に使われたり、栄養分として蓄えられたりする。2班は、「ジャガイモの塊茎の形成に際して、同化物の分配がどのように変化するか」をテーマに議論し、「より多くの量の同化物が地下茎に分配されるようになる」という仮説を立てた。そして、これを検証するために、表1の各試料について特定の項目の測定を行い、得られたデータから、地下茎に分配された同化物の比率を計算して、塊茎形成が誘導される条件と対照条件とでその値を比較することを考えた。測定する項目として最も適当なものを、後の①～⑨のうちから一つ選び、比較する値を求める計算式として最も適当なものを、後の⑩～⑯のうちから一つ選べ。

測定項目 15
計算式 16

表 1

栽培条件	試 料	
	地下茎(x)	地下茎を除く植物全体(y)
1  長日条件で一定期間栽培	x ₁	y ₁
2   長日条件で一定期間栽培した後、短日条件に移して栽培	x ₂	y ₂
3   長日条件で一定期間栽培した後、さらに長日条件のまま栽培	x ₃	y ₃

- ① 生のままの重量 ② 乾燥させた後の重量
③ 焼却した後の灰の重量 ④ 含まれるデンプンの重量
⑤ 含まれるDNAの重量
⑥ $\frac{x_1 + y_1}{x_2 + y_2}$ と $\frac{x_1 + y_1}{x_3 + y_3}$
⑦ $\frac{(x_2 + y_2) - (x_1 + y_1)}{x_2 + y_2}$ と $\frac{(x_3 + y_3) - (x_1 + y_1)}{x_3 + y_3}$
⑧ $\frac{x_2 - x_1}{(x_2 + y_2) - (x_1 + y_1)}$ と $\frac{x_3 - x_1}{(x_3 + y_3) - (x_1 + y_1)}$
⑨ $\frac{x_2 - x_3}{(x_2 + y_2) - (x_1 + y_1)}$ と $\frac{y_2 - y_3}{(x_3 + y_3) - (x_1 + y_1)}$

2024年度大学入学共通テスト 生物 第4問

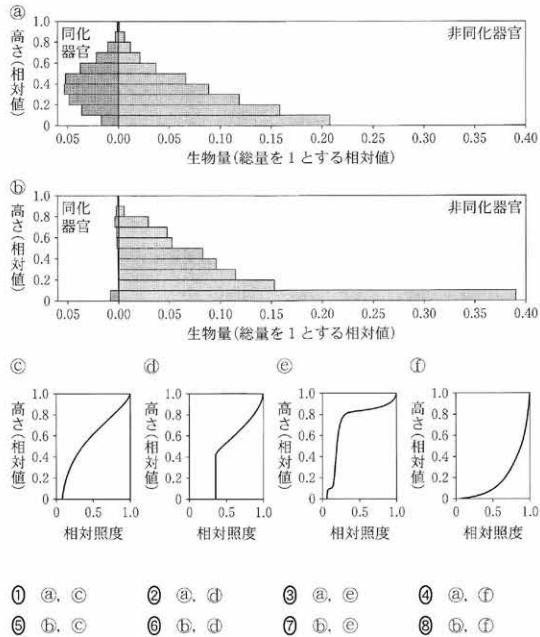
出題例5

第5問 物質生産（配点14点）

物質生産に関する知識問題と考察問題で、大問の平均得点率は全体の中で2番目に低く、現役生（56.4%）と卒業生（59.3%）でそれほど大きな差はなかった。すべての設問が知識を要する考察問題であった。問1は生産構造図に関する知識に基づいて、森林における同化器官と非同化器官の量と相対照度を考える問題（出題例6）である（啓林館『高等学校 生物』p.389）。正答率は20.9%で、すべての設問の中で2番目に低く、卒業生（18.6%）より現役生（21.3%）のほうが高かった。グラフの横軸が総量を1とする相対値であることを考慮せず、森林ではなく草原（牧草地）の生産構造図を示した選択肢を選んでしまい、誤答の①を選んだ受験生が非常に多かった。問2の正答率は80.4%（啓林館『高等学校 生物』p.327）。問3の正答率は74.7%であった。

陸上生態系の(a)様々な植生のなかでも、(b)森林は有機物の蓄積が多い。21世紀に入ってから、熱帯を中心に100万km²を超える森林が消失したため、植生や土壤中に蓄積されていた有機物は、熱帯地域を中心に大きく減少した。森林の消失の主要な原因の一つとして、(c)農耕地への転用が指摘されている。

問1 下線部(a)に関連して、光合成を行う器官(以下、同化器官)と行わない器官(以下、非同化器官)の生物量(生物体量)の高さ別の分布には、植生ごとの特徴が現れる。次のグラフ④、⑤は、林床の草本層が発達した森林あるいは牧草地における、同化器官と非同化器官の量を、高さ(各植生の最高点の高さを1とする相対値)ごとに示している。森林のグラフは④、⑤のどちらか。また、そのグラフから推測される、この森林のそれぞれの高さにおける相対照度(植生の直上の明るさを1とする相対値)のグラフは、次の⑥～⑩のどれか。その組合せとして最も適当なものを、後の①～⑩のうちから一つ選べ。 [17]



2024年度大学入学共通テスト 生物 第5問

出題例6

第6問 動物の系統・進化のしくみ (配点20点)

Aは動物の系統に関する知識問題、Bは遺伝情報の伝達に関する考察問題で、大問の平均得点率は全体の中で2番目に高く、現役生(65.0%)と卒業生(74.0%)で比較的大きな差があった。知識問題の配点が10点、知識を要する考察問題の配点が6点、考察問題の配点が4点であった。会話文を用いた問題で、問題作成の方針にある「学習の過程を意識した問題の場面設定」となっていた。問1の正答率は40.0%で、問2の正答率は[21]、[22]、[23]がそれぞれ64.7%、60.9%、73.7%であった(啓林館『高等学校 生物』p.94~95)。問3の正答率は[24]が78.3%、[25]が86.9%であった。問4は遺伝子頻度の変動に関する問題(出題例7)である。設問文に「シミュレーションの結果も参照しながら」とあるものの、教科書の知識のみから正解を選ぶことが可能であった。正答率は68.0%で、現役生(66.0%)と卒業生(80.2%)で大きな差があった。

B ハルさんとアキさんは、先生と一緒に遺伝情報の伝達について考察している。

先生: 集団中における遺伝情報の伝達を考えるために、シミュレーションをしてみましょう。条件や手順を説明したプリント(図3)を見てください。

ハル: サイコロを振って、親とその個体から生まれた子を線で結ぶんですね。

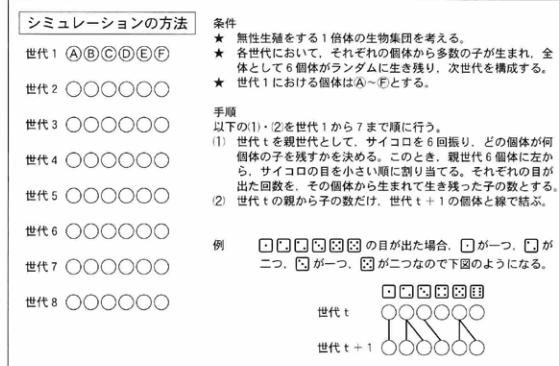


図3

アキ: 先生、できました。

(図4は未完成のハルさんの結果、図5はアキさんの結果である。なお、ハルさんが世代7を親世代としてサイコロを振ったところ、□□□□□□□である。)

先生: シミュレーションの結果は、集団中の個体の系図を表しています。皆さんの結果で、世代8の個体の遺伝情報は、世代1のどの個体に由来していますか。

ハル: 私の結果(図4)では、世代8の6個体のうち、[ア]個体が世代1の個体[エ]に由来し、それ以外は個体[エ]に由来しました。

アキ: 私の結果(図5)では、世代8の全個体が個体[エ]に由来しています。

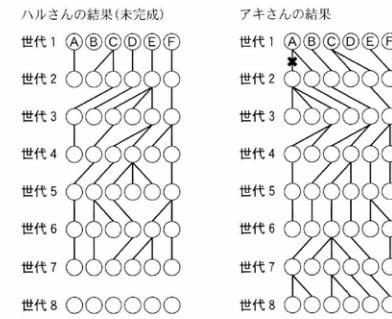


図4

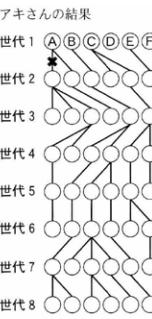


図5

先生: 次に、系図のどこかで突然変異が起ったと考えてみましょう。シミュレーションの結果は、遺伝的浮動による(b)遺伝子頻度の変動としても捉えることができます。

アキ: 私の結果(図5)で、*印のところで突然変異が起ったと考えると、変異型の対立遺伝子を持つ個体は、一つの世代中に最大[イ]個体まで増加し、その後消失しています。

ハル: 突然変異をランダムに起こすシミュレーションもできそうですね。

問4 下線部(b)に関連して、次の記述①～⑩のうち、現実の生物集団で起こる遺伝子頻度の変動についての記述として適当なものはどれか。シミュレーションの結果も参照しながら、その組合せとして最も適当なものを、後の①～⑩のうちから一つ選べ。 [26]

① 新しく生じた突然変異の多くは、集団全体に広まることはなく、やがて集団中から失われる。

② 生存や繁殖にとって中立な突然変異は、集団全体に広まることができない。

③ 1回の突然変異に由来する対立遺伝子が、ある世代で集団全体に広まっているとき、その世代の全個体が共通の祖先を持つことを意味する。

④ 遺伝子頻度の変動に与える遺伝的浮動の影響は、集団が大きくなるほど大きくなる。

① ④, ⑤
④ ⑤, ①

② ④, ⑦
⑤ ⑥, ⑦

③ ④, ⑥
⑥ ⑦, ⑧

2024年度大学入学共通テスト 生物 第6問

出題例7

(3) 学習対策 (指導上のポイント)

今年度の共通テストは、昨年度に比べて知識問題の割合が上昇し、2年前以前の問題に戻った感じである。共通テストの知識問題で問われる知識は、教科書に記載されている内容に限られるが、単に用語を問うような形式の問題ではなく、文章選択肢でその正誤を判定するような形式のものが多く、単なる用語の丸暗記だけではほとんど対応できない。したがって、まず、教科書の内容や用語の意味を正しく理解させ、さらに他の事項との関連性などについても理解させ、定着させることを徹底させたい。そのためには、実際の共通テストやセンター試験の問題、および共通テスト向けの問題集などを用いて十分に問題演習を行わせ、知識として定着させるようにしたい。また、「生物」のすべての範囲から幅広く出題されるので、苦手とする分野や学習が進んでいない分野がないように、バランスよく学習させることも重要である。

共通テストでは、仮説を設定させたり、実験計画を立案させるなど、探究活動の過程を意識した問題が出題される。この対策としては、まず日ごろから実験や観察に對して、生徒が興味を持って主体的に取り組むことができるよう指導していきたい。また、共通テストの考察問題は、実験の内容など与えられる情報が多いので、これらを正しく読み取る読解力が必要である。さらに、実験結果などのグラフや表のデータを解釈するための高度な思考力と考察力が要求される。このような力を身につけさせるには、やはり、問題演習を十分に行わせることが有効である。共通テストやセンター試験の問題、共通テスト向けの問題集あるいは国公立二次・私大入試の問題を利用して、与えられた文章と実験データから情報を正確に読み取り、どのデータを比較すればよいのかを考えさせる練習を十分に行わせるようにしたい。その際、生徒に自学自習させるのではなく、その問題を用いて、データの読み取り方や解釈のしかたなどを授業で的確に指導するようにしたい。そして、このような共通テストの知識問題、考察問題を解く力を身につけさせるためには、やはり、早い段階から計画的に学習を進めるように指導していくことが重要であると思われる。

3 一般入試 (国公立二次・私大入試)

(1) 全体の傾向

今年度の国公立二次・私大入試の難易度は、昨年度と比べて、京都大、大阪大、神戸大、浜松医科大、慶應義塾大（医）などでは難化し、東京大、名古屋大、九州大、東京医科歯科大、早稲田大・理工、同志社大、立命館大、関西大、関西学院大などでは変化がなかったが、北海道大、東北大、広島大などでは易化した。昨年度に比べて共通テストが易化したのに対し、国公立二次・私大入試は全体として昨年並みの難易度の出題が多かった。

出題内容については、入試改革の方向性を踏まえて、考察問題が増加することを予想したが、昨年に比べむしろ考察問題が減少している感じであった。そして、問題文が長く、論述形式の問題が多く出題されているため、時間内に解答し終えるのが難しいと思われる大学がかなりみられた。また、近年発展した科学技術の成果などを扱った目新しい内容の出題もみられず、これまで多くの大学で出題されてきた典型的な問題や標準レベルの問題が多くみられた。旧課程最後の年とあって、あまり大きな変化はなく、落ち着いた出題であった。しかしながら、一部の難関大などでは、例年通り、問題文が長く、示された実験の内容や結果の解釈が難しく、高度な思考力と考察力が要求される問題が出題されている。

出題分野は、これまでと同様に「遺伝子」が最も多くみられた。また、遺伝子の内容はいろいろな分野の問題にも関連して出題されており、ここ数年この傾向が続いている。「遺伝」については、ここ数年出題が著しく減少し、他の分野に絡めて小設問1～2問程度の出題となっている。そして、入試改革の方向性を踏まえて、仮説を設定し検証する問題や、実験を計画する思考問題などの出題が増加すると予想したが、昨年度も出題は少なかったが、今年度は旧帝大や難関私大などでは全く出題されなかった。この点では、共通テストとはその対応がかなり異なっているといえる。

(2) 2024年度で注目される出題項目

新型コロナウイルスに関する問題（出題例8）は、昨年多く出題されたので、今年は出題が少なかったが、「日常生活や社会との関連を図りながら」という指導要領の観点からも、授業で扱っておきたい内容である。

体内に侵入したウイルスなどの抗原は(③)に取り込まれ、(③)は(⑤)に移動する。(⑥)が抗原情報を提示している(③)によって活性化され、(⑦)や(⑧)となり増殖する。(⑦)や(⑧)はその後、感染部位に移動し、(⑧)は抗原を持つ感染細胞を殺し、(⑦)は(②)を活性化させて作用を強化する。以上が細胞性免疫の仕組みである。

一方、体液性免疫では(⑨)が中心的な役割を果たす。特異的に抗原を捕らえた(⑨)はその抗原を取り込み分解し、その一部を提示する。既に同一の抗原によって活性化した(⑦)がその情報を認識すると、(⑨)を活性化させ、増殖して一種類の抗体のみを大量に分泌する(⑩)に分化させる。(⑩)が分泌した抗体は感染部位に運ばれて抗原と結合して無毒化する。さらに病原体に結合した抗体が目安となり、(①)や(②)の作用が促進され、病原体の増殖と細胞への感染を防御する。

問1 文章中の(①)～(⑩)に入る適切な語句を下の(a)～(j)から選び記号で答えよ。

- (a) 樹状細胞 (b) ナチュラルキラー細胞(NK細胞) (c) リンパ節
(d) マクロファージ (e) キラーT細胞 (f) 好中球
(g) ヘルパーT細胞 (h) 形質細胞 (i) B細胞
(j) ナイーブT細胞*

*：抗原にさらされていないT細胞のこと

問4 予防接種についての下記の文章で、(①)～(⑥)に入る適切な語句を下の(a)～(f)から選び記号で答えよ。

病原体に対する免疫ができる体の仕組みを使って、病気に対する免疫をつけたり、免疫を強くしたりするために、ワクチンを接種することを予防接種という。ワクチンには、ウイルスを含めた病原体の病原性を弱めて弱毒化させた(①)、感染力をなくした病原体である(②)、病原体を構成するタンパク質である(③)、体内でウイルスのタンパク質を作らせるその遺伝情報となる(④)、(⑤)、(⑥)がある。新型コロナウイルスワクチンは、新型コロナウイルスのスパイクタンパク質(ウイルスがヒトの細胞へ侵入するために必要なタンパク質)の遺伝情報を含んだ(④)あるいは(⑤)が当初用いられたが、その後(③)も用いられるようになった。

- (a) 組換えタンパクワクチン (b) 不活化ワクチン
(c) DNAワクチン (d) ウイルスベクターワクチン
(e) 生ワクチン (f) mRNA(メッセンジャーRNA)ワクチン

信州大

出題例8

「RNA干渉」や「ゲノム編集」など遺伝子分野の発展的な内容を扱った問題（出題例9）については、今年度の入試での出題は少なかったが、教科書にも記載されている（啓林館『高等学校 生物』p.209, 255）ので、今後、徐々に出題が増加することが予想される。これらについては、授業で扱って詳しく説明しておきたい内容である。

さらに近年、Bという技術も開発されている。この技術の一つにCRISPR-Cas9法がある。この方法においては、まず、二本鎖DNA切断酵素であるCas9とガイドRNAが複合体を形成する（図1）。ガイドRNAには20塩基の標的DNA配列に相補的なRNA配列が含まれている。そのため、ゲノムDNA中の標的配列へとCas9が誘導され、その二本鎖DNAを切断する（図2）。このDNAは修復されるが、そのときにヌクレオチドが誤って挿入されたり、欠失が生じたりする場合が多い。

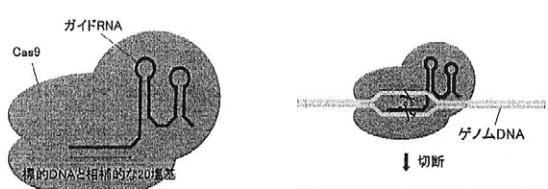


図1. ガイドRNAとCas9の複合体

図2. 複合体によるゲノムDNA切断の概要

問3. 従来のES細胞による遺伝子改変技術と比較して、CRISPR-Cas9法が優れている点を2つあげ、それぞれ20字以内で答えよ。なお、句読点も字数に含む。

問4. CRISPR-Cas9法はきわめて有用だが、課題も指摘されている。どのような課題か、40字以内で説明せよ。なお、句読点も字数に含む。

横浜国立大

出題例9

考察問題については、東京大、京都大、大阪大、名古屋大などで難度の高い考察問題が出題されたが、北海道大、滋賀医科大、早稲田大、同志社大などでは考察問題の出題が減少した。特に、東京医科歯科大では実験考察問題が全く出題されなかった。名古屋大では、長い問題文で与えられる情報量が非常に多く、示された実験の内容や結果の解釈が難しく、かつパズル的な要素も含まれる問題（出題例10）が出題された。長い問題文を素早く読み取って内容を理解する「読解力」と「考察力」が必要となる。

文1

リボソームは小サブユニットと大サブユニットからなり、(ア) サブユニットにはアミノ酸と合成中のタンパク質をペプチド結合でつなげる酵素活性がある。リボソームは生物界の3つのドメイン(細菌、(イ)、(ウ))のどの生物でも似ているが、それらを構成するRNAやタンパク質の配列が異なる。(イ) のリボソームは細菌のリボソームよりも(ウ) のリボソームに似ている。また、(ウ) に含まれるミトコンドリアにもリボソームがあり、電子伝達系のタンパク質を合成している。ミトコンドリアのリボソームは細菌のリボソームに似ており、このことは今から約20億年前に別の生物の細胞に細菌の一種が入ったことによって(ア) (ウ) が出現したという仮説を支持する。

設問(1)：空欄(ア)～(ウ)に当てはまる語句を答えよ。

設問(2)：下線①の仮説の名称を答えよ。

文2

テトラサイクリンは抗生物質の一種で、細菌のリボソームの空洞部分に入り込み、mRNAとtRNAの結合を阻害する。したがって、通常、大腸菌はテトラサイクリン存在下で生育できない。しかし、tetA遺伝子(TetAタンパク質をコードする)を含むプラスミドをもつ大腸菌はテトラサイクリン存在下でも生育できる。TetAタンパク質はテトラサイクリンを細胞外に排除する輸送体である。一方、tetR遺伝子という遺伝子も存在する。tetR遺伝子から合成されたTetRタンパク質はtetA遺伝子のリプレッサーであり、テトラサイクリンと結合するとDNA結合能を失う。

ストレプトマイシンも抗生物質で、細菌のリボソームに結合してタンパク質合成の開始を阻害するため、通常、大腸菌はストレプトマイシン存在下では生育できない。しかし、ごく低頻度でストレプトマイシンに耐性をもつ菌が生じることが知られている。そのような耐性菌では、rpsL遺伝子(リボソーム小サブユニットのタンパク質をコードする)にアミノ酸置換を伴う突然変異が生じている。この変異遺伝子をrpsL-mutと呼ぶことにする。rpsL-mutの配列をもつDNAをプラスミドに連結し、ストレプトマイシン感受性の大腸菌に入れると、その大腸菌はストレプトマイシン耐性になる。

設問(3)：下線②について、tRNAの中でmRNAと結合する領域の名称を答えよ。

設問(4)：下線③のrpsL-mut変異遺伝子を持つ大腸菌がストレプトマイシン存在下でも生育できるメカニズムを考察し、解答欄の枠内で述べよ。

文3

化学物質の中には、哺乳類の体の中でDNAに影響を与えるものがある。大腸菌のストレプトマイシン耐性化の機構はその影響を試験することに応用されている。以下はその例である。

野生型 *rpsL* 遺伝子, *tetA* 遺伝子, *tetR* 遺伝子および大腸菌での複製起点(複製開始点)を連結したDNAを制限酵素 *EcoRI*で切斷される配列ではさみ、マウスゲノムDNAの中に挿入した(図1)。このトランシジェニックマウス系統を系統Mと呼ぶ。系統Mのマウス個体からDNAを取り出し、*EcoRI*で切斷後、5 kb(5,000塩基対)のDNAを回収し、DNAリガーゼを反応させて環状化した。そのDNAをテトラサイクリンとストレプトマイシンの両方に感受性を示す大腸菌に導入し、テトラサイクリンを含む寒天培地(Tプレート)とテトラサイクリンとストレプトマイシンの両方を含む寒天培地(TSプレート)にて培養したところ、Tプレートにはコロニーができるが、TSプレートにはコロニーができない。次に、系統Mの個体に化学物質Xを4週間投与してから、同じ実験を行ったところ、TSプレートでもコロニーが出現した(図2)。

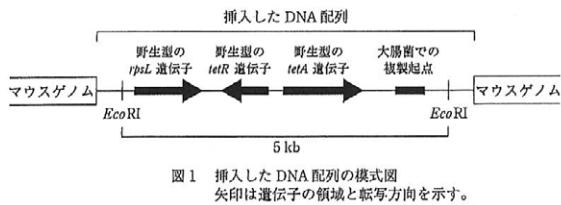


図1 挿入したDNA配列の模式図
矢印は遺伝子の領域と転写方向を示す。

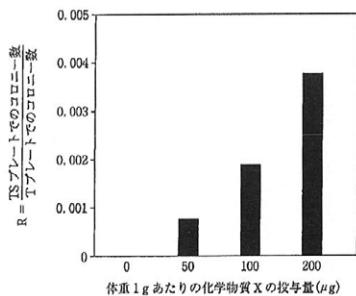


図2 TSプレートとTプレートに生育する大腸菌のコロニー数の比(R)

設問(5)：以下の(i)と(ii)の問い合わせに答えよ。なお、表1中の *tetA-mut* は機能欠損型の変異をもつ *tetA* 遺伝子であり、*tetR-mut* は機能欠損型の変異をもつ *tetR* 遺伝子である。*rpsL-mut* については文2を参照のこと。

- (i) 系統Mのマウスに化学物質Xを与えたかった実験において、Tプレートで生育する大腸菌からDNAを回収すると5 kbの環状DNAが含まれていた。最も高頻度に得られるDNAの模式図を図3の(a)～(d)の中から1つ選び、遺伝子の状態を表1の(s)～(z)の中から1つ選んで記せ。
- (ii) 体重1gあたり200 μgの化学物質Xを系統Mのマウスに与えた実験において、TSプレートで生育する大腸菌からDNAを回収すると5 kbの環状DNAが含まれていた。最も高頻度に得られるDNAの模式図を図3の(a)～(d)の中から1つ選び、遺伝子の状態を表1の(s)～(z)の中から1つ選んで記せ。

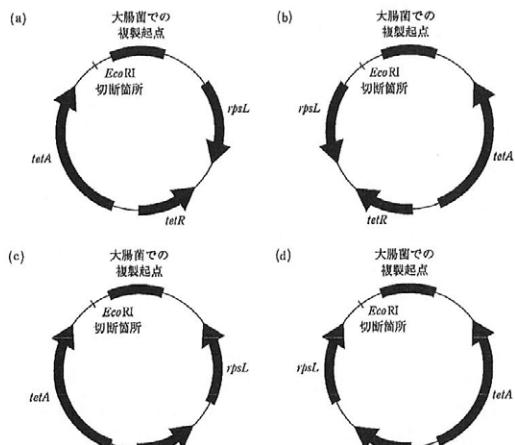


図3 大腸菌から回収されたDNA配列の模式図
矢印は遺伝子の領域と転写方向を示す。

表1 3つの遺伝子の組み合わせ表

	<i>tetA</i>	<i>tetR</i>	<i>rpsL</i>
(s)	野生型 <i>tetA</i>	野生型 <i>tetR</i>	野生型 <i>rpsL</i>
(t)	野生型 <i>tetA</i>	野生型 <i>tetR</i>	<i>rpsL-mut</i>
(u)	野生型 <i>tetA</i>	<i>tetR-mut</i>	野生型 <i>rpsL</i>
(v)	野生型 <i>tetA</i>	<i>tetR-mut</i>	<i>rpsL-mut</i>
(w)	<i>tetA-mut</i>	野生型 <i>tetR</i>	野生型 <i>rpsL</i>
(x)	<i>tetA-mut</i>	野生型 <i>tetR</i>	<i>rpsL-mut</i>
(y)	<i>tetA-mut</i>	<i>tetR-mut</i>	野生型 <i>rpsL</i>
(z)	<i>tetA-mut</i>	<i>tetR-mut</i>	<i>rpsL-mut</i>

tetA-mut は機能欠損型の変異を持つ *tetA* 遺伝子である。
tetR-mut は機能欠損型の変異を持つ *tetR* 遺伝子である。

文4

クロラムフェニコールは細菌のリボソームの活性部位に結合して、翻訳反応を阻害する抗生物質である。一方、ヒトの細胞質で機能するリボソームは細菌のリボソームと活性部位の微細構造が異なり、クロラムフェニコールが結合せず、したがって機能も阻害されない。しかし、ヒトの細胞にクロラムフェニコールを投与すると、一部のタンパク質の合成が阻害されて毒性を呈する。そのため、細菌感染症に対する抗生物質としてクロラムフェニコールをヒトに投与する際には副作用に注意する必要がある。

設問(6)：下線④について、ヒトの細胞において、一部のタンパク質の合成がクロラムフェニコールによって阻害されるのはなぜか考察し、解答欄の枠内で述べよ。

名古屋大

出題例10

論述問題については、典型的な知識論述問題の出題が多くみられたが、浜松医科大では教科書に記載されている内容であるが、論述するのが難しい問題(出題例11)が出題された。

問2 下線部(1)について、真核生物の細胞における、環境に応じた遺伝子発現調節について、以下の全ての語句を用いて説明せよ。図を用いてもかまわない。

【転写調節領域、転写活性化因子(アクチベーター)、RNAポリメラーゼ、基本転写因子、プロモーター、転写複合体、ループ構造】

浜松医科大

出題例11

(3) 学習対策(指導上のポイント)

今年度の入試は、昨年度と同様に標準的な典型的な問題が多く出題され、教科書の「発展」に扱われているような高度な内容の出題は少なかった。したがって、入試対策で重要なのは、やはり基本的な内容をきちんと理解させることである。理解を伴わずに単に用語を丸暗記して、問題集の答えを覚えようとしている生徒がみられるので、基本的な内容で、それを理解することの重要性を指導していきたい。一方で、「遺伝子」、「発生」、「神経」の分野などにみられる高度な内容を授業でどこまで扱うかがポイントとなる。あまり詳しく扱いすぎると、生徒は消化不良となり、費やす時間も多くかかりすぎるので、生徒の現状に合わせた指導内容の吟味が重要となる。また、「遺伝」については、出題が減少しているも

のの、学習しておかないとできない分野なので、十分に指導して演習も積ませておきたい。

ここ数年、出題の内容が落ち着いており、これまで多くの大学で出題されてきた典型的な問題や標準レベルの問題が多く出題されている。したがって、担当されている生徒の志望する大学の入試問題を十分に分析し、出題される問題のレベルを把握してそれを重点に指導し、出題されないレベルについてはあまり深入りし過ぎないようにしたい。

今年度の入試で最も注目すべき点は、仮説を設定し検証する問題や実験を計画する思考問題など、入試改革の方向性を踏まえた問題である。国公立二次・私大入試ではそれほど多く出題されていないが、共通テストでは必ず出題されると思われるので、十分な対策をしておきたい。それには十分な問題演習を積ませることが必要であるが、3年生になってから問題演習を始めるのではなく、1・2年生の段階で、授業において実験や観察を積極的に導入し、生徒が興味を持って主体的に取り組むことができるよう指導していきたい。

入試の鍵となるのは考察問題と論述問題である。考察問題の対策には、やはり十分な問題演習を積ませることが必要であるが、まず、じっくり考えさせて解かせ、そのうえで問題を解くのに必要な知識や、与えられた図や表の解釈のしかたなどをきちんと解説するようにしたい。そして、昨年度、一昨年度の共通テストにみられるように、長い問題文を読み取る読解力が求められる問題も多いので、典型的なテーマを扱った考察問題の演習を十分に行った後に、生徒が初めて見るテーマの考察問題をいくつか解かせて、読解力をつける練習もさせておきたい。論述問題の対策には、単に生徒に論述問題を書かせるだけでなく、必ず添削指導を行うようにしたい。そして、生徒の書いた答案に対し、どこがどのように誤っているのか、あるいはどう書くべきなのかを的確に指導するようにしたい。論述問題は大きく得点差がつくところなので、その十分な対策が不可欠である。

榎原 隆人 (さかきばら・たかひと)

授業では、卒業生・高3生の共通テスト対策講座からハイレベル講座まで幅広く担当する。教材では、生物基礎共通テスト試験対策テキスト（夏期・冬期講習、大学受験科通年テキスト）、および生物記述論述添削の作成を担当する。また、模試では、生物基礎の全統共通テスト模試の作成チーフを務め、全統記述模試、および名大入試オープンの作題・作成も担当している。

著書：「生物基礎 早わかり一問一答」

(KADOKAWA),

「生物 早わかり一問一答」(KADOKAWA),

「2024共通テスト過去問レビュー」

(河合出版・共著)

大学入試 地学

分析と対策

麻布中学校・高等学校
地学科教諭 安原 健雄

大学入学共通テスト「地学基礎」

(1) 全体の傾向

今年度も出題形式や分量等に例年からの大きな変更はみられなかった。大問数は昨年度と同じく4つで、大問構成は「固体地球、変動、地史」、「大気と海洋」、「宇宙」、「自然との共生」、分野別配点割合は20:10:10:10（各大問の小問数は6, 3, 3, 3）であった。過去数年間の平均点が高かったこともあり、来年度からの新課程を前に今年度はやや難化することも予想されたが、平均点は35.56点で、昨年度よりも0.53点増加し、「地学基礎」として最も高い平均点であった。

「地学基礎」初年度の2015年度には、3文の正誤で8択の問題が複数出題され、そのほかの問題の内容や選択肢の多さも含めて難度が高かった（平均点は26.99点）。出題形式として、最適解を1つ選ぶ選択問題と異なり、消去法での確認ができない正誤問題は判断に迷いややすく、得点率に影響しやすいと考えられる。「地学基礎」2年目の2016年度にはこれが大幅に易化し、選択肢は主に4択で最大6択、正誤問題では最大4択となつたが、その出題傾向は今年度まで継続している。センター試験として最終年度だった2020年度には、出題傾向が変わらずに平均点が27.03点と低かったが、理解できている受験生が得点を落としやすい設問や、やや細かい知識が含まれる設問、見慣れない図や表現を含む設問がみられた。2021年度からは共通テストとなったが問題内容や出題傾向に変化はなかった。思考力・判断力を問う課題探究型の出題が意識されてはいるが、設問の題意や状況設定をしっかりと読み取ることができれば難しいものではなく、以降の平均点は33.5～35.5点で推移してきた。先述の通り、今年度の平均点はその中でも最高点となった。

今年度は昨年度よりも考察を要する出題が減り、単純な知識を問われる設問が多かったことに加え、題意の判断に迷いややすい設問や、細かい文言や設定の見落としてミスになりやすい出題がほぼなかった印象である。ま

た、多少の思考ステップを要する設問においては、内容が平易だったうえに、昨年度同様に前提となる知識等の情報が問題文に示されており、文章を読み取る力は求められるが、問題難度は低かった。これらが、今年度の平均点が高かった要因として挙げられるだろう。

(2) 設問別分析

第1問 (1～6)

- A : プレートの区分に関する基礎知識問題と、緊急地震速報に関する簡易な計算問題。
 B : 火成岩や鉱物に関する知識問題。問4では火成岩体の形態上の分類名称が問われた。
 C : 生物進化と地球史に関する知識問題。

- A -

問1はプレートと地殻の違いや、プレートとその下のアセノスフェア（問題中ではアセノスフェアとは示されていない）が、かたさ（流動しやすさ）で区分されることの確認問題である。頻出の内容の基礎知識問題で、4点配点であった。

問2は、緊急地震速報に関する計算問題（出題例1）。緊急地震速報について説明されたうえで、問題文中では計算に必要な最小限の情報のみが示されている。計算自体も、震源距離200kmの大阪市でのS波の走時（ $200\text{km} \div 4\text{km/秒} = 50\text{秒}$ ）から、緊急地震速報発出までの15秒を引くだけという、簡易なものであった。

問2 緊急地震速報は、震源近くの観測点で観測されたP波の情報をもとに、振幅の大きなS波が到着する前に警告を出すことを目的としている。紀伊半島沖の浅部で大地震が発生し、緊急地震速報が地震発生の15秒後に出されたとする。震源から200km離れた大阪市では、緊急地震速報を受信してから何秒後にS波が到着するか。最も適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、S波の速度は4km/秒、緊急地震速報が出されてから受信するまでの時間は無視できるものとする。② 秒後

① 15 ② 35 ③ 50 ④ 65

2024年度大学入学共通テスト 地学基礎 第1問

出題例1

緊急地震速報を題材とした出題は過去にもみられ、例えば2018年度地学基礎本試験では、グラフの読み取りや複数の思考ステップを必要とする問題として出題された（過去の出題例1）。

問3 次の図1は、ある地域における震源距離と地震発生からP波到達までの時間との関係を示したものである。また、この地域では、震源距離 D [km]と初期微動継続時間 T [秒]について、 $D = 8.0T$ という関係がある。

この地域で発生したある地震において、地震発生から3.0秒後に緊急地震速報が受信された。震源距離40kmの場所では、S波到達は緊急地震速報の受信後何秒後か。その数値として最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。ただし、緊急地震速報はこの地域全域において同時に受信されるとする。

3 秒後

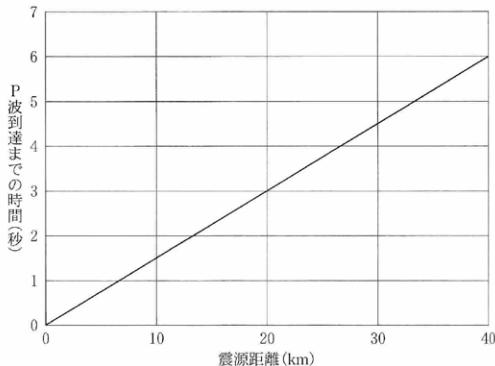


図1 震源距離と地震発生からP波到達までの時間との関係

- ① 3.0 ② 5.0 ③ 6.0 ④ 8.0

2018年度大学入試センター試験 地学基礎

過去の出題例1

— B —

問3は火成岩や造岩鉱物に関する基礎知識問題。オーソドックスな設問であり、火成岩の分類基準（組織と化学組成）や、苦鉄質岩の鉱物組成に関する知識が問われた。火成岩や造岩鉱物に関する問題は、昨年度に出題されたような偏光顕微鏡観察でのスケッチや、火成岩中の造岩鉱物の量比を示す教科書的な図を伴い、実習的な要素を取り入れた出題が過去にみられたが、今回は単に知識を問われるのみであった。今年度の追試験では、大陸地殻の構造を示す断面図と、海洋地殻の岩石を偏光顕微鏡写真（名称は与えられていなかったが、花こう岩と玄武岩）から選ぶ出題がみられた。また、今年度の地学本試験では、造岩鉱物の特徴を整理してグループ分けを行う、という実習的な出題がみられた（出題例2）。地学基礎の範囲であり、学習段階でも、鉱物標本を用いながら特徴を整理する実習として用いることができる内容であった。

問1 高校生のKさんは、鉱物の特徴を整理して理解するために、おもな造岩鉱物である輝石、黒雲母、石英、かんらん石を、以下の三つの基準a～cに着目してグループ分けした。

- a 有色鉱物か、無色鉱物か
b へき開がよく見られるか、そうでないか
c 斑れい岩のおもな構成鉱物であるか、そうでないか

次の図1に示されたX～Zは、a～cのうちどの基準に着目してグループ分けを行ったものか。その組合せとして最も適当なものを、後の①～⑥のうちから一つ選べ。10

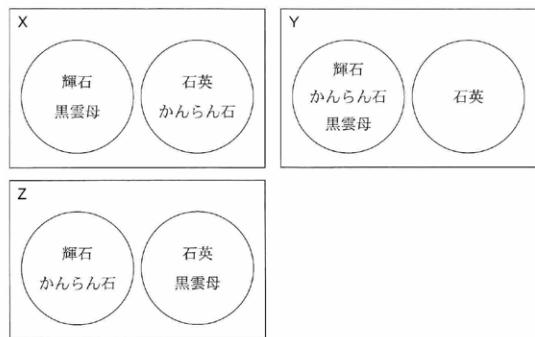


図1 鉱物のグループ分けの図

2024年度大学入学共通テスト 地学

出題例2（選択肢は省略）

問4は火成岩体の形態上の分類を問う出題。今年度唯一の6択問題だが、単に分類名称の組合せを選ぶのみである（出題例3）。4点配点であった。

問4 次の図1は、マグマが地下深部からある地層に貫入して固化した火成岩体の形態上の分類を示した模式断面図である。この図のA～Cの名称の組合せとして最も適当なものを、後の①～⑥のうちから一つ選べ。4

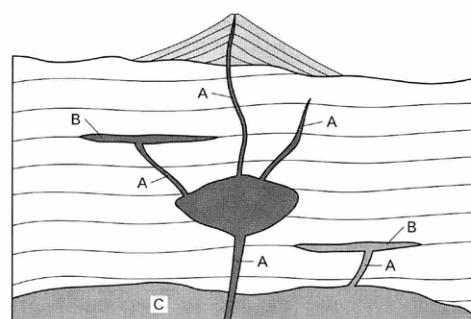


図1 火成岩体の形態上の分類を示す模式断面図

	A	B	C
①	岩床	底盤(パソリス)	岩脈
②	岩床	岩脈	底盤(パソリス)
③	岩脈	底盤(パソリス)	岩床
④	岩脈	岩床	底盤(パソリス)
⑤	底盤(パソリス)	岩床	岩脈
⑥	底盤(パソリス)	岩脈	岩床

2024年度大学入学共通テスト 地学基礎 第1問

出題例3

地層面を切断するように貫入した「岩脈」は地層の形成順序を問う問題中に何度か登場しているが（例えば2018年度本試験、2019年度本試験の図中）、地層面に平行に貫入した「岩床」は、1998年度以降で名称が用語として出題されたことはない。また、「底盤（バソリス）」も、2000年度や2009年度に選択肢中の用語として使用された以降、出題はみられない。過去の出題では「岩脈」に振り仮名はなかったが、今回は全ての名称に振り仮名があることからも、これまで名称について出題されていなかったから用語の確認として出題した、という印象の問題であった。なお、日本にも底盤の花こう岩は広く分布しているが、底盤は地下深くで形成された花こう岩体が、地表で大規模に露出したものとされている（教科書では示されていないが、一般には露出面積が100km²以上のものをいう）。そのため、用語の定義を示した文の正誤が問われるのであれば、花こう岩体が露出したものであり、地下にあるものではない、ということになる。教科書では、底盤が地下深くで形成されたもの（すなわち深成岩である花こう岩体）であるという点や、岩脈や岩床との形成場や形態的な違いを明確にするために、本来見えないはずの地下断面図で名称を示している。その点では、教科書（啓林館『高等学校 地学基礎』p.57）の図を覚えているかどうかを問われる設問であったといえる。

－C－

問5は先カンブリア時代に出現した光合成生物と、古生代後半に大森林を形成した植物の種類を問う出題。地球史における酸素分子の増加について述べたリード文中の空欄穴埋め問題で、オーソドックスな内容である。光合成生物の選択肢については、正答であるシアノバクテリアに対し、誤答はグリパニアであったが、それぞれに括弧書きで原核生物か真核生物かも示されていた。グリパニアはその名称が記載されていない教科書もあるための配慮であろう（旧課程の啓林館『地学基礎 改訂版』には記載されていないが、新課程では『高等学校 地学基礎』p.145に記載されている）。リード文中に、シアノバクテリアによる酸素の放出に関連して縞状鉄鉱層の形成が述べられており、関連事項がヒントとして提示されている形となっているが、学習段階では、縞状鉄鉱層が人類にとって主要な鉄資源である点も重要なポイントである（教科書では「自然との共生」の分野でも記載されている）。同様に、古生代後半のシダ植物の大森林は石炭となり、地質時代名のもとになっているだけでなく、化石燃料として産業革命を促進させた点も重要であり、これらは地層や地質時代の学習を実生活や他教科での学

習とリンクさせやすい内容である。それらを併せて出題していることから、設問としては基礎的な知識の確認ではあるが、資源や石炭という語を出さずに学習段階での意識を問う（もしくは意識づける）意図のある出題だったのかもしれない。

問6は問5と同じリード文に対し、原生代初期の地球について述べた文を選択する問題。全球凍結、マグマオーシャン、多細胞生物の爆発的多様化、魚類の出現について、地球史における時期をおさえているかを問う出題であり、こちらも基礎的な知識問題であった。全球凍結は原生代初期（約23億年前）だけでなく原生代後期（約7～6億年前）にも起こったとされており、判断に迷った受験生もいたかもしれないが、他の選択肢について、マグマオーシャンは地球形成時なので誤り、多細胞生物の爆発的多様化と原始的な魚類の登場は古生代（カンブリア爆発）なので誤り、と判断できれば問題はなかっただろう。

第2問 (7～9)

- A：天気図の並び替えと、台風による災害に関する問題。
B：海洋の熱収支に関する問題。

－A－

問1は台風接近時の4日間の天気図を順番に並び替える問題（出題例4）。

問1 次の図1のa～dは、台風が日本に接近した際の、連続する4日分の地上天気図を順不同で示したものである。この天気図a～dの日付の順序として最も適当なものを、後の①～④のうちから一つ選べ。 7

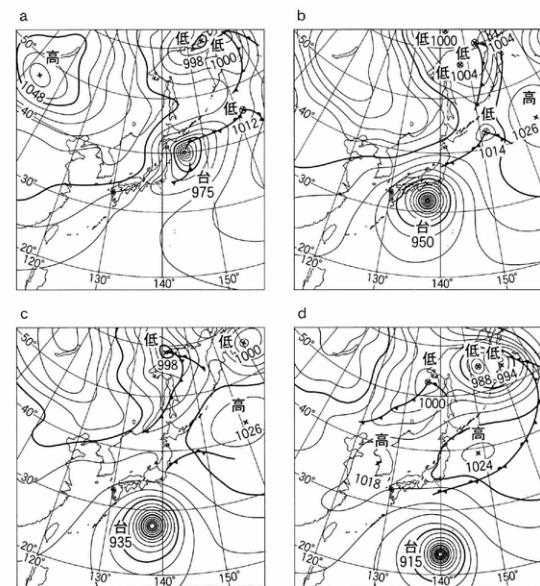


図1 台風が日本に接近した際の、順不同に並べた連続する4日分の天気図

2024年度大学入学共通テスト 地学基礎 第2問

出題例4（選択肢は省略）

地上天気図に関する出題は近年頻出であり、例えば2022年度には高気圧周りの風向について出題され、2023年度には高気圧（高圧部）の範囲（距離）と移動速度を読み取り、移動時間を計算する問題が出題された。そのため、天気図の読み取りについて意識していた受験生は多かったと思われる。今年度の問題は、通常の台風が熱帯域で発生して日本に近づくことさえ認識できていれば、北上する台風を順番に並べ替えるだけの初歩的な設問であった。単に並び替えるだけでなく、例えば周囲の低気圧や高気圧の移動、これまでにもみられたような地点ごとの風向に関する内容等を加えると、難度は高くなるが、もう少し天気図全体の読み取りを意識させる設問となっただろう。また、aの天気図から、この台風がこの後に前線を伴う温帯低気圧に変化することが読み取れるが、それに関連づけて、台風（熱帯低気圧）と温帯低気圧のエネルギー源について触れる設問もありだろ。

なお、a～dは2019年10月10日～13日の4日間の天気図で、東海～東北地方で甚大な被害をもたらした台風19号である。10月にこれほど台風が発達した要因として日本の南の海面水温が高かったことが挙げられ、日本列島に直撃した要因としては太平洋高気圧の張り出しが挙げられる。教科書では、台風の月別の主な経路について一般的な説明がなされているが（啓林館『高等学校 地学基礎』p.115）、当然のことながら自然界は典型的な例ばかりではない。特にこのような災害につながる自然現象については、学習段階でそのような点も強調しつつ、「なぜそうなのか」を意識できるようにしておきたい。

問2は台風接近時の様子について、誤文を選択する問題。台風の進行方向の右側で風が強くなる（危険半円とよばれる）ことを知っているかが問われた。一般的によく知られたことではあるが、根拠を伴って判断をするという点では、問題文中に「台風内部の地表付近では風が反時計回りに吹いて」と示されており、問1で台風の進行方向を意識していることから、向きが合わさるのは右側であると考えることはできただろう。また、2022年度や2023年度の地学基礎本試験にもみられた形式と同じく、注意箇所が下線部で示されていたことや、正文選択肢の内容として近年に出題のみられた内容（等圧線の間隔と風の強さの関係や高潮など）を含んでいたことからも、判断しやすかっただろう。

– B –

問3は海洋の熱収支のしくみに関する穴埋め問題。海水の蒸発が海面水温を上げるか下げるか（蒸発時に潜熱

が吸収されるか放出されるか）と、海面から放射される電磁波が可視光線か赤外線かを問う出題であった。地球の熱収支において海洋表面からも熱が放出されていることについて、その仕組みを理解していることを求める設問であり、4点配点であった。潜熱については教科書（啓林館『高等学校 地学基礎』p.115）に説明があるが、海面からの放射については、地球放射について、教科書（啓林館『高等学校 地学基礎』p.87）で「地表や大気からは可視光線より波長の長い赤外線が放射されている」と示されていることからの類推となる。なぜ可視光線ではなく赤外線を放射しているかについては、表面温度と放射する電磁波のピークの関係から説明できるが、発展範囲であるため、地球放射が赤外線であるという点は知識としておさえておくものであった。

なお、太陽放射が主に可視光線であるのに対し、地球放射が赤外線である点は温室効果の学習につながる部分である。今年度の地学本試験では、地球の気温分布に関する地学基礎範囲の出題で、「成層圏上部の気温が高いおもな原因是、大気に含まれるオゾンによる温室効果である」という文の正誤判断が求められた。地球放射とそれを吸収した大気の再放射による温室効果の仕組みを理解していないと安易に正しいと判断してしまいそうな文であり、地学基礎でも注意しておきたいところである。

本質の理解から安易な判断を避ける、という点では、分野は異なるが、今年度の地学基礎追試験の問題も例として挙げておきたい（出題例5）。

問1 地球が球ではなく偏平な回転楕円体（みかん型）であることを確認する測定と結果として最も適当なものを、後の①～④のうちから一つ選べ。ただし、ある地点の緯度とは次の図1のように鉛直線と赤道面のなす角である。

1

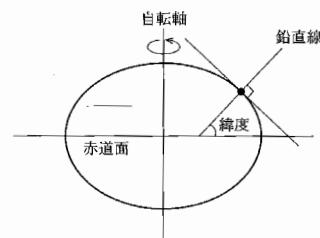


図1 地球（回転楕円体）のある地点の緯度の定義

- ① 北極点の高度を測定すると、高緯度ほど高かった。
- ② 春分の日の正午に同じ長さの棒を垂直に立て、その影の長さを測定すると、高緯度ほど長かった。
- ③ 春分の日に日の出から日没までの時間を測定すると、緯度によらず同じであった。
- ④ 同じ経線上の緯度差1度の距離を測定すると、高緯度ほど長かった。

2024年度大学入学共通テスト 地学基礎（追試）

出題例5

地球が偏平な回転楕円体であることを確認する選択肢を選ぶ問題において、地球が球形であることに関する内容、すなわち地球が偏平な回転楕円体でも成り立つことが誤答選択肢となっている。題意をしっかりと読み取ったうえで、安易な判断をしないよう注意する必要がある出題であった。

第3問 (10~12)

- A: 太陽系の形成と太陽の進化に関する基礎知識問題。
B: 宇宙の構造に関して、夜空における天体の分布から天体種別を答える問題。見慣れない図の読み取りと、宇宙における天体の分布についての理解が求められた。

- A -

問1は太陽系の形成に関して、原始太陽系星雲中の星間物質の分布は球状か円盤状かと、惑星の形成過程はもととなった天体の合体か分裂かの、組み合わせ4択問題であった。基本的な知識の確認であり、4点配点である。学習段階では、単に用語として覚えるだけでなく、なぜ球状ではなく円盤状と考えられているのかや、微惑星と隕石についてなども含めて、太陽系の形成シナリオや天体の分布について理解しておきたい。

問2は太陽の進化段階のうち、内部で水素の核融合が起こっている進化段階を選ぶ問題（出題例6）。

- 問2 太陽の進化段階のうち、主系列星、赤色巨星、白色矮星について考える。
これら三つのなかで、内部で水素の核融合が起こっている進化段階をすべてあげたものとして最も適当なものを、次の①~④のうちから一つ選べ。
- 11
- ① 主系列星、赤色巨星
② 主系列星、白色矮星
③ 赤色巨星、白色矮星
④ 主系列星、赤色巨星、白色矮星

2024年度大学入学共通テスト 地学基礎 第3問

出題例6

教科書（旧課程の啓林館『地学基礎 改訂版』p.184）では、水素の核融合が外側の領域に移る（水素殻燃焼が起こる）と巨星段階となることが示されている。また、白色矮星は核融合終了後の中心部が収縮して余熱で輝く星であり、当てはまらない。よって、主系列星と赤色巨星を選べばよいと判断できる。もし、主系列星のみという選択肢があれば、それを選んでしまう受験生も多くなっただろう。安易な引っ掛け問題にせず、単に用語の

知識だけではない、恒星の進化段階に関する理解を問う設問であった。

なお、新課程では太陽の進化について、現在の主系列星より先（赤色巨星や白色矮星）は発展範囲となってしまう。地学基礎になった時点でも、大質量星の一生は発展範囲となっていましたが、太陽や地球のもとになった元素が、宇宙誕生時だけでなく恒星たちによってつくられ、その一生の最後に放出されてきたものである、という点は学習段階で意識しておきたいところである。

- B -

問3は夜空に分布する天体について、天の川や黄道との位置関係、天体自体の分布の特徴を参考として、その天体の種類を問う出題（出題例7）。見慣れない図に戸惑った受験生も多かったのではないか。

問3 太陽系天体や恒星、星雲、銀河などは、その種類ごとに夜空における分布が異なっている。次の図1は、8月上旬の午後8時、東京の南の空における、ある種類の天体の分布を示したものである。図中の灰色の領域は天の川を、破線は黄道を表している。この種類の天体は、実線の円で囲まれた領域Aのように集団をつくり、より大きな天体構造を形成する。この天体の種類として最も適当なものを、後の①~④のうちから一つ選べ。 12

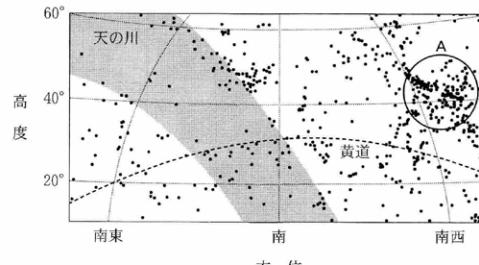


図1 8月上旬の午後8時、東京の南の空における、ある種類の天体の分布
一つの黒丸が一つの天体の位置を表す。

- ① 火星軌道と木星軌道の間にある小惑星
② 太陽から3000光年以内にある恒星
③ 銀河系内にある星雲
④ 銀河系から1億光年以内にある銀河

2024年度大学入学共通テスト 地学基礎 第3問

出題例7

設問としては、図において“ある種類の天体”的分布が、天の川や黄道とは無関係に分布していることや、（問題文中にも示されているが）Aのように集団でより大きな天体構造を形成している点を読み取り、選択肢の各天体の分布に関する知識から正答を導くという思考問題である。ここでは、教科書的な知識から、天の川が地球から銀河系円盤部に平行に見たものである点と、地球の公転軌道面に平行な構造は黄道に平行となる点を理解していることが前提となるが、銀河系と天の川については昨

年度も出題されていた。その前提のうえで、小惑星帯は黄道に沿うはずだから①は当てはまらない、銀河系円盤部に多く分布する恒星や星間雲は天の川に多いはずなので②と③も当てはまらない、銀河系の外にある銀河は天の川や黄道とは無関係に分布し、銀河群や銀河団といった集団を形成するため④が正しい、と判断できる問題ではあった。

なお、設問の図中では、天の川にもそれなりの数の天体が分布していることが示されているが、教科書（旧課程の啓林館『地学基礎 改訂版』p.189）の図でも「可視光線では、銀河面に沿った方向には、太陽にごく近い範囲内のものしか観測できない」と説明されており、銀河系の構造や天体分布をしっかりと理解している受験生ほど、天の川にも天体が分布している設問の図からの判断に悩むことになってしまったということは考えられる。教科書等で見たことがないような図を用いることで思考力を問う出題はこれまでにもみられたものであり、設問において日時や場所を与え、天球ではなく「夜空」における分布と表現することで難度を下げつつ観測を意識づけているであろうこともとらえられるが、理解している受験生が正答判断に疑問を持ってしまう問題となってしまうことがあれば残念である。

天体分野の補足として、今年度の追試験では、天体のスケール感に関して、数直線の読み取りと計算要素を含む問題が出題された（出題例8）。近年の特徴の一つといえる、問題文の内容を正しく読み取って整理し、状況を適切に考えることが求められる設問であった。

B 天体の大きさや天体までの距離に関する次の文章を読み、後の問い合わせ（問3・問4）に答えよ。

宇宙には、地球などの惑星、太陽を含む恒星、銀河などさまざまな天体がある。次の図1は、これらの天体の大きさや地球からの距離を数直線（1目盛り増えるごとに1桁ずつ値が増加する数直線）上に表示したもので、さまざまな天体の大きさや地球からの距離の違いを実感できる。

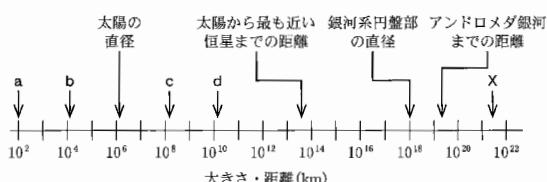


図1 天体の大きさと、地球から天体までの距離

問3 地球の直径と、地球と太陽の間の平均距離（1天文単位）を上の図1に示した場合、a～dのいずれの位置となるか。その組合せとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 [12]

問4 次の文章中の「ア～ウ」に入れる数値と語の組合せとして最も適当なものを、後の①～④のうちから一つ選べ。 [13]

前ページの図1を見ると、太陽から最も近い恒星までの距離は太陽の直径のおよそア倍になるのに対して、アンドロメダ銀河までの距離は銀河系円盤部の直径のおよそ20倍である。恒星や銀河の大きさ、恒星間や銀河間の距離としてこれらの値が典型的なものであるとする。銀河間距離を銀河の大きさで割った値（比）は、恒星間距離を恒星の大きさで割った値にくらべてイ。ただし、図1のX（3億光年に相当）よりも大きな範囲で見渡すと、銀河はウに分布しており、銀河がほとんどない空間も存在する。

2024年度大学入学共通テスト 地学基礎（追試）

出題例8（選択肢は省略）

第4問 (13～15)

自然との共生の分野として、主に火山の噴火をテーマとする出題。活火山と火山災害に関する知識問題、火山灰層の起源と堆積に関する正誤問題、海流に関する計算要素を含む問題が出題された。

問1は活火山と火山災害に関する文中の空欄穴埋め問題（出題例9）。

問1 次の文章中の「ア～ウ」に入れる数値と語句の組合せとして最も適当なものを、後の①～④のうちから一つ選べ。 [13]

日本では、おおむねア年以内に噴火した火山および現在活発な噴気活動のある火山は、活火山とされ、国内に約110ある。火山のさまざまな噴火様式のなかでも爆発的な噴火は、マグマの粘性が高く、かつマグマ中のイの含有量が多い場合に引き起こされやすい。そのような噴火が陸上の火山で起こると、高温の火山ガスと軽石などの火山碎屑物が一団となってウとして高速で山腹を流れ下り、火山の周辺地域に甚大な被害をもたらす。

	ア	イ	ウ
①	1万	鉄やマグネシウム	土石流
②	1万	揮発性(ガス)成分	火碎流
③	1000	鉄やマグネシウム	火碎流
④	1000	揮発性(ガス)成分	土石流

2024年度大学入学共通テスト 地学基礎 第4問

出題例9

基本事項の確認であることに加えて、空欄3つに対して4択問題のため、2つがわかれば解答できるものであり、難度は低い。空欄イについては、マグマの噴火が揮発性成分の発泡によるものであるという仕組みを理解していれば選択しやすいが、それだけでなく、「粘性が高いマグマは二酸化ケイ素の含有量が高く、鉄やマグネシウムは相対的に少ない」ということも考えれば、対となる選択肢がなぜ誤りなのかの判断もできる。

問2は柱状図中に見られる火山灰層に関する正誤問題（出題例10）。4点配点であった。

問2 地層中の火山灰層は、過去の火山噴火で広範囲に及んだ降灰の様子を知る手がかりとなる。次の図1は、ある湖の底を鉛直方向に掘削して得られた第四紀の地層の柱状図である。地層中には3枚の火山灰層X・Y・Zがみつかり、それぞれの火山灰層の層厚と構成粒子の種類は図1に示すとおりであった。また、これらの火山灰層は、いずれも湖に降って堆積したもので、堆積後に侵食を受けていなかった。図1について述べた後の文a・bの正誤の組合せとして最も適当なものを、後の①～④のうちから一つ選べ。 14

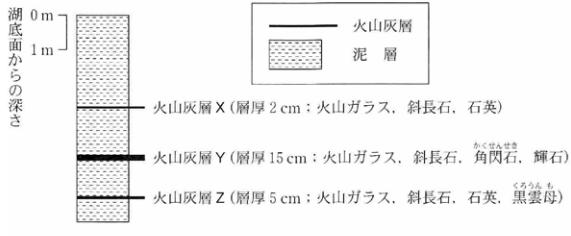


図1 湖の底を掘削して得られた地層の柱状図

- a 火山灰層X・Y・Zは、含まれる鉱物の組合せは異なるものの、いずれも斜長石が含まれることから、すべて同一の火山からもたらされたものと考えられる。
- b 火山灰層X・Y・Zの厚さの違いは、この湖に降った火山灰の量の違いをおおむね反映していると考えられる。

2024年度大学入学共通テスト 地学基礎 第4問

出題例10

柱状図を用いた出題は昨年度にもみられたが、今年度の問題自体は火山灰層の起源の判断と火山灰層の厚さの違いに関する文の正誤選択であり、柱状図の読み取りを必要とするものではなかった。ただ、問題文や柱状図で補われている情報が多いので、それを整理して認識する必要はある。aに関しては、斜長石が多くの火成岩に含まれる鉱物であることから、どのような火山のマグマ噴火においても火山灰中に含まれるはずだ、と判断ができるかどうか。同じ種類の鉱物が含まれているからといって同じ火山から来たとはいえない、という堆積物の起源の判断根拠に関する視点を与える、探究的な内容の設問であったといえる。bに関しては、問題文中で堆積後に侵食を受けていないことが示されていることから、堆積した火山灰がそのまま残っている、すなわち火山灰層の層厚が、降った火山灰の量を反映していると判断でき、aと比べると容易な内容であった。

柱状図に関する設問においては、その地点における堆積順序、そこから読み取れる堆積環境の変化に関して扱われることが多く、堆積物の起源についてあまり意識する必要がない場合が多い。また、地層の対比においては同一火山起源の火山灰層が鍵層とされるため、ともすれば「同じ柱状図にあるなら同じ火山起源だろう」という先入観を持ってしまっていた受験生もいたかもしれない。日本では多くの広域テフラが知られており、火山活動や火山災害と、地層や地史とを関連づけて学習するう

えでも活用したい。

問3は海底火山から噴出した軽石の経路を題材とした、海流に関する問題。北太平洋の亜熱帯の環流の向き(時計回りか反時計回りか)と、黒潮と対馬海流の速さの違いを図から読み取って求めることが問われた(出題例11)。

問3 次の文章中の 工・オ に入る語と数値の組合せとして最も適当なものを、後の①～④のうちから一つ選べ。 15

次の図2は、1924年10月に西表島近くの海底火山から噴出した軽石が漂流した経路の模式図である。軽石は北太平洋の亜熱帯を 工 に流れる環流などによって日本近海を漂流するが、軽石が通過した位置と日にちの情報を集めると、各地の海流の速さの違いがわかった。たとえば軽石が区間N1—N2(経路長約300 km)、区間S1—S2(経路長約1200 km)を海流のみによって移動したとすると、これらの区間において、黒潮の平均的な速さは対馬海流の平均的な速さの約 オ 倍と推定できる。

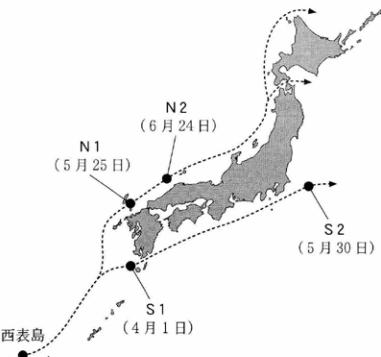


図2 西表島近くから漂流した軽石の経路を示した模式図
N1, N2, S1, S2は軽石が通過したある4地点で、
通過日を1924年の日付で示す。

2024年度大学入学共通テスト 地学基礎 第4問

出題例11(選択肢は省略)

海流に関する出題は昨年度の本試験と追試験にもみられ、特に追試験では今年度と同じく亜熱帯環流の向きが問われていたので、意識できていた受験生は多かっただろう。海流の速さの違いについては、距離を問題文から、期間を図から読み取り、対馬海流(図中N)では1か月で300km、黒潮(図中S)では2か月で1200km移動することから比較すればよい。昨年度の本試験での設問が海面水温の図の読み取りから暖流の流路を判断するものであり、題意を読み取る難度が高かったことに比べると、今年度は単に流れの速さを読み取る問題であり、難度は低かった。

なお、問題では1924年の西表島付近の海底火山噴火が題材とされているが、2021年8月に小笠原諸島の福徳岡ノ場が噴火し、大量の軽石が沖縄をはじめ各地に流れ着いたことは記憶に新しい。学習段階でも、日々目の当たりにする自然現象と学習とをリンクさせることを意識したい。

(3) 対策

今年度は基本的な知識問題が多く、読み取りを伴う問題も難度が低いものが多かったが、近年の出題傾向をみても、基本的な知識を身につけていることだけでなく、情報を正しく読み取る力や、そのうえでの判断力や思考力といった要素が求められる。思考のベースとなる情報が問題文中で示されている設問も多いが、その情報を正しくとらえて的確な判断に結びつけられるかは、やはり基本的な知識を身につけられているか、それが単に用語の暗記ということではなく、知識を活用して身の回りの自然現象への理解を深めることができているか、といった学習段階における取り組みによる部分が大きいだろう。基本的な知識を身につけるうえで、学習段階でやはり大事なのは、教科書での学習をしっかりと行うことである。教科書は図やグラフを多用しながら全体に読みやすく見やすく整理されているが、その記載事項を網羅的に覚えようとするのではなく、それぞれの内容において基本的な仕組みを理解することを意識して、「なぜそうなのか」という本質を捉えられるよう、じっくりと目を通してみたい。図やグラフは、読み取るだけでなく自分で描いてみることも、そこに表れている事象の関係を理解するために重要である。また、実物や映像等を用いて、実際のイメージも持てるようにしておきたいところではある。教科書では「参考」や「発展」にも目を通すことで、「地学基礎」の内容をより深めることもできる。加えて、観察や、思考力・判断力・表現力の育成においては、「やってみよう」や「実習」、「探究実習」も有効に活用したい。実習や観察等を題材として思考力・判断力を問う問題設問は、これまでの「地学基礎」でも出題されてきたが、課題の設定や検証を含めた探究活動は、新課程でもさらに求められていくものである。なお、教科書は単元別に整理されているが、さまざまな事象が横断的に関わってもいる。教科書をベースに視野を広げる学習は心掛けたい。

問題演習としては、過去間に取り組んでおいたほうが多い。知識を詰め込むために膨大な問題に取り組む必要があるということではないが、過去問を通して、基本事項の確認や、選択（マーク）式の問題形態に慣れることにもなり、設問の場面設定の把握や情報の読み取りの練習にもなる。また、過去と同様の形式や類似内容の出題もみられるため、その対策にもなるだろう。なお、通常の選択問題においても、必ず、誤答のどこが間違っているのかを考えながら解いておけば、本番での判断が確実

にできるようになっていくことが期待できる。

地学基礎としても10年分の過去問が蓄積されたことで、さまざまな出題形式を確認することができるが、実習・観察の流れや、提示された図から思考・判断を求められる形式の出題等は、地学基礎だけでなく理科総合Bでも出題されていた。地学基礎以前（地学Iなど）の過去問も有効であるので、良問を選んで解かせることは是非行いたい。「地学」であっても活用できる問題はある。例えば、今年度の地学本試験において、化石に関して与えられた情報を読み取って考察する出題がみられたが（出題例12）、地学基礎の範囲でありながら、知識に頼らず思考力を求める問題であり、探究活動として行うことも想定される内容であった。

問5 二枚貝の化石の種類を組み合わせることによって、地層が堆積した水深の範囲を限定できることがある。地点Xからみつかった4種類の二枚貝の化石A～Dは、生息していた場所で埋没して化石になり、その後、運搬されていない。次の表1は、化石A～Dとそれぞれ同じ種類の二枚貝の現在の海における生息水深を示したものである。表1をもとに限定される、地点Xの地層が堆積した水深の範囲として最も適当なものを、後の①～④のうちから一つ選べ。 14 m

表1 地点Xからみつかった化石と同じ種類の二枚貝の生息水深

二枚貝の種類	生息水深(m)
A	5～70
B	10～50
C	10～100
D	20～200

- ① 5～200
② 10～100
③ 20～50
④ 50～70

2024年度大学入学共通テスト 地学

出題例12

また、同じく今年度の地学本試験においては、表で与えられたデータを自身でグラフエリアにプロットすることで解答を導く出題もあった。こちらは地学基礎の範囲外であるが、学習活動における実習という点でも意識したい内容であり、出題形式としても参考となるだろう。

安原 健雄（やすはら・たけお）

授業は高校地学と中学理科の地学分野を担当。早稲田大学大学院理工学研究科（地球・環境資源理工学専門分野地質学部門）を修了後、複数の中高での非常勤講師を経て、2010年より現職。



— 知が啓く。 —
啓林館

URL <https://www.shinko-keirin.co.jp/>
令和7教 内容解説資料

本 社	〒 543-0052	大阪市天王寺区大道4丁目3番25号	電話(06)6779-1531	FAX(06)6779-5011
東京支社	〒 113-0023	東京都文京区向丘2丁目3番10号	電話(03)3814-2151	FAX(03)3814-2159
北海道支社	〒 060-0062	札幌市中央区南二条西9丁目1番2号サンケン札幌ビル1階	電話 (011)271-2022	FAX(011)271-2023
東海支社	〒 460-0002	名古屋市中区丸の内1丁目15番20号ie丸の内ビルディング1階	電話 (052)231-0125	FAX(052)231-0055
広島支社	〒 732-0052	広島市東区光町1丁目10番19号日本生命広島光町ビル6階	電話(082)261-7246	FAX(082)261-5400
九州支社	〒 810-0022	福岡市中央区薬院1丁目5番6号ハイヒルズビル5階	電話(092)725-6677	FAX(092)725-6680