

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

2023
令和5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	14
学校法人 河合塾	化学科講師	西 章嘉
生物	27
学校法人 河合塾	生物科講師	榊原 隆人
地学	38
麻布中学校・高等学校	教諭	安原 健雄

林啓館

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

大学入試 分析と対策

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3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、会話文形式の問題や正誤確認問題、数値を答える問題などが出題されず、過去のセンター試験での出題形式に戻った感がある。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も出題されなかった。昨年度は出題範囲にやや偏りがみられたが、今年度は、全体としては全分野からバランスよく出題されている。問題内容としては、基本的な知識問題、計算問題、数値を解答させる問題、定性的思考問題がバランスよく出題されていた。それに加え、単に公式に代入して数値計算をするだけでなく、与えられた図や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：28.19点（56.38%）

◆昨年度（30.4点）より2年連続でやや難化

〈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（配点18）、第3問が電気とエネルギー分野（配点16）から出題された。観察・実験を題材とした問題が目立ち、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などがバランスよく出題されている。今回の共通テスト物理基礎において特に目立った特徴を以下にあげておく。

- ① 会話文形式の問題や解答の数値を直接マークする問題の出題はなかった。
- ② 第1問の小問集合は力学分野が2問、熱分野が1問、波分野が1問の構成で例年通りに力学分野が中心となっていた。
- ③ 定性問題55%，文字・数値計算45%であった。定性問題でも計算を必要とする問題もあり、ほぼ同じ割合で出題されていた。
- ④ 組合せ問題は3つの組合せ問題がなくなり、2つの組合せ問題が16問中4問出題されていた。
- ⑤ 大問でのA・B分けがなくなった。

難易度としては昨年度よりやや難化した。一昨年度、昨年度と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、昨年度出題された会話文による3つの分野を融合した総合問題や誤った文章の複数選択の問題は出題されなかった。どちらかと言えばセンター試験時代の出題形式に戻った感がある。

出題内容としては、昨年度と大きな変化はなく、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)

力学と熱と波分野からの小問集合。基本的な知識・理解を問う問題である。出題分野は力学2問、熱1問、波1問であった。得点率は大問3問中最も低く約55%であり、小問集合で得点を下げている受験生が多い。

問1：運動と力

接触している3つの箱A, B, Cが等加速度直線運動しているときの面にはたらく力の大きさの大小関係に関する問題。作用反作用の法則と運動方程式の理解が必要。正答率は40%程度(啓林館『高等学校 物理基礎』p.76類題5)。

問2：ばねの弾性力による位置エネルギー

2本のばねの弾性力による位置エネルギーを比較する問題で、ばね定数が異なることを見落としていると思われる誤答が多く、正答率ワースト2位であった。ばね定数の異なる2本のばねの伸びが2倍のとき、弾性力による位置エネルギーが何倍になるかを問う問題で伸びが2倍なので弾性力による位置エネルギーが4倍と解答した受験生が約46%と多い。ばね定数が異なることを見落とした結果であろう(出題例1)。

問2 ばね定数の異なる軽いばねAとBがある。図2のように、それぞれのばねの一端を天井に取り付け、もう一方の端に質量 m のおもりを取り付けた。すると、ばねAは自然の長さから a だけ伸びたところで、ばねBは自然の長さから $2a$ だけ伸びたところで、それぞれつりあいの状態になっておもりが静止した。

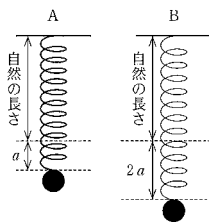


図 2

このとき、ばねBの弾性力による位置エネルギーは、ばねAの弾性力による位置エネルギーの何倍か。その値として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 倍

- ① $\frac{1}{2}$ ② $\frac{\sqrt{2}}{2}$ ③ 1
④ $\sqrt{2}$ ⑤ 2 ⑥ 4

2023年度大学入学共通テスト 物理基礎 第1問

出題例1

問3：熱力学第1法則

ピストンのついた容器に閉じ込められた気体について、

気体がピストンにした仕事と気体が受け取った熱量の関係熱力学第1法則から判断する定性問題(啓林館『高等学校 物理基礎』p.134)。

問4：弦の固有振動とうなり

ギターの音の調律に関する内容で、うなりより弦の基本振動を決める数値と語句の組合せ問題。正答率は70%以上あり高い。

第2問 力学分野 (配点18点)

落体の運動を実験の考察より判断する問題で、水平投射・自由落下・鉛直投げ上げ運動についての理解が必要である。正答率は65%程度である。

問1：水平投射

水平投射された小球を0.1sの時間間隔で撮影した写真をもとに、時刻0.3sでの小球の位置の測定値を読み取る問題。正答率はベスト1位。

問2： $v-t$ グラフ

小球の鉛直下向きの速さ v と時刻 t の関係を表す $v-t$ グラフの選択問題。上位と下位との得点差が大きかった。

問3：初速度の大きさを変えた水平投射の実験

同じ高さから初速度の大きさを変えて水平投射された3つの小球について、床に衝突するまでの時間と、衝突するときの速さの大小を比較する文章問題。時間の正答率は70.4%、速さの正答率は力学的エネルギー保存の法則を用いるヒントが明記されていたが、52.5%と低い。

問4：自由落下と鉛直投げ上げの比較

自由落下させた小球Aと初速度 V_0 で鉛直に投げ上げた小球Bとが同時に床に到達するときの V_0 の大きさを文字式で求める問題。2つの公式から求める必要がある。正答率は58.1%。

問5：運動エネルギーの大小関係

床に到達する時点での小球A, Bの運動エネルギーの大小関係を計算をせず、時間と力学的エネルギーに注目する文章で考察させる組合せ問題。正答率は高めで70%程度であった。

第3問 電気とエネルギー (配点16点)

発電および送電についての問題。前半は風力発電についての探究活動に関する問題で、後半は発電と送電に関する問題でこのテーマは過去のセンター試験(2020年度センター試験物理基礎 第1問 問3)でも出題されている。数値の桁数計算が面倒である。

問1：風力発電

風力発電でのエネルギー変換に関する文章の空所補充の問題。知識で解けるので、正答率は高かった。

問2：風力発電機の電力量

風力発電機の出力（電力）と風速の関係を表したグラフで数値を読み取り、風力発電機が一日に発電する電力量が、一般家庭の一日の消費電力量の何倍かを数値計算する問題。正答率は50.7%。

問3：送電による電力損失

発電所から家庭までの送電について、発電所から電力を送り出すとき、送電線の抵抗によって生じる電力損失を小さくする問題。電力損失を 10^{-6} 倍にするためには電流を何倍にすればよいかという数値計算問題。正答率は40.8%と低い。また、発電所から同じ電力を送り出すためには、送電線に電力を送り出す際の交流電圧が何倍であればよいかを問う数値計算問題で、正答率はワースト1位であった（出題例2）。

電流を流すことで鉄心内の磁場が変化し、二次コイルに変動する電圧（電磁誘導による誘導起電力）を発生させている。一次コイルと二次コイルの電圧の比がコイルの巻き数の比に等しいという公式の理解があれば容易であるため、正答率は高く、75.4%

(3) 学習対策

大学入学共通テストで、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、1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。会話文や実験データ、図・表の読み取りを含めた問題構成となるだろう。受験層の主が文系生となるため複雑な文字計算は少なく、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が多く出題されるであろう。

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は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」、 「やってみよう」、 「探究」、 「なるほど」などにも目を通しておきたい。

さらに電力やエネルギーに関心をもったため、発電所から家庭までの送電について調べたところ、図3に示すようなしくみで送電されていることがわかった。発電所から送電線に電力を送り出す際の交流電圧を V 、送電線を流れる交流電流を I 、送電線の抵抗を r とする。ただし、 V や I は交流の電圧計や電流計が表示する電圧、電流であり、これらを使うと交流でも直流と同様に消費電力が計算できるものとする。

図 3

問3 次の文章中の空欄 14・15 に入れる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。

発電所から電力を送り出すとき、送電線の抵抗 r によって生じる電力損失（発熱による損失）を小さく抑えたい。たとえば、この電力損失を 10^{-6} 倍にするためには、 I を 14 にすればよい。このとき、発電所から同じ電力を送り出すためには、 V を 15 にしなければならない。

① 10^{-8} 倍
② 10^{-3} 倍
③ 10^3 倍
④ 10^6 倍

① 10^{-6} 倍
② 10^{-3} 倍
③ 10^3 倍
④ 10^6 倍

2023 年度大学入学共通テスト 物理基礎 第3問 出題例2

問4：変圧器

変圧器の定番問題である。変圧器は一次コイルに交流

(1) 総括

数値計算を要する実験の問題が増加した。

大問が小問集合、力学、波動、電磁気の4題構成で、昨年度と同様に大問のA、B分け(2つのテーマを扱う形式)はなかった。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。また、昨年度に比べて実験に関する設問が増加した。昨年度は第2問の前半と第3問が実験に関する設問であったが、ほぼすべての設問が正しいグラフや文章の選択といった定性問題であり、数値計算問題は1題だけであった。それに対し、今年度は第2問と第4問が実験に関する設問で、実験データをもとにした数値計算問題も4題となり、昨年度に比べて大幅に増加した。この第2問と第4問では、大学入学共通テストにおいて特徴的な、会話文形式の問題が出題された。昨年度はこの形式の設問はなかったが、復活した形となる。配点については、昨年度は大問ごとに配点が異なっていたが、今年度はすべての大問の配点が25点の均等配分となった。また、昨年度と比較すると、実質的な問題量・分量はやや増加している。マーク数は1増加したが、設問数は変わらなかった。しかし、組合せ問題が7題あり、昨年度の2題から5題増加したことを考えると、実質的な問題量は増加したといえる。また、問題および選択肢、図が記載されたページの数は28ページと、昨年度の24ページから4ページ増加しており、全体的な分量もやや増加したといえる。

◆平均点は63.39点。(得点修正後)

◆難易度は昨年度(60.72点)よりやや易。

平均点は63.39点に上昇。得点差も大きくなった。平均点は昨年度の60.72点よりやや高くなった。その要因としては、昨年度第2問の仮説の誤りを検証する問題のような、問題の設定や意図を把握するのにかなりの時間を要する問題が減少したことや、受験生が比較的苦手とする分野(力学では力学的エネルギー保存則や運動量保存則、電磁気では電磁誘導など)が大問のテーマにならなかったこと、定性問題の選択肢が比較的選びやすかったことなどが考えられる。また、昨年度に比べ上位層と下位層の得点差が大きくなった。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22.72で、昨年度の19.22から3.50増加しており、「化学」「生物」に比べて標準偏差の増加は大きかった。得点率を分析してみると、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4題あり、昨年度の2題から2題増加した。さらには、現役生と卒業生の差も昨年度と比べて大きくなっている。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、昨年度は0であったが、今年度は11問あり、全設問のほぼ半数となっている。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:力のモーメントのつり合い

苦手になっている受験生も多い力のモーメントのつり合いの問題である。すべての設問中で最も正答率が高かった。2つの体重計の表示が人と体重計との距離の逆比となることを利用した受験生も多かったであろう(啓林館『高等学校物理』p.41章末問題①)。

問2:熱サイクル

サイクルを一周する間の内部エネルギーの変化を問う問題は正答率が高かったが、気体がされた仕事および吸収した熱量の正負を問う組合せ問題の正答率は、ワースト1位であった(出題例3)。P-Vグラフより、気体がされた仕事をした仕事よりも大きいことを読み取ることや、熱力学第一法則を正しく用いることがポイントであるが、特に吸収した熱を正とする誤答が目立った(啓林館『高等学校物理』p.130)。

問2 次の文章中の空欄 2 に入れる語句として最も適当なものを、直後の { } で囲んだ選択肢のうちから一つ選べ。また、文章中の空欄 ア・イ に入れる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。 3

図2のような理想気体の状態変化のサイクルA→B→C→Aを考える。

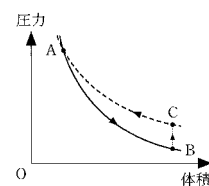


図 2

A→B：熱の出入りがないようにして、膨張させる。
 B→C：熱の出入りができるようにして、定積変化で圧力を上げる。
 C→A：熱の出入りができるようにして、等温変化で圧縮してもとの状態に戻す。

サイクルを一周する間、気体の内部エネルギーは

- 2 { ① 増加する。 ② 一定の値を保つ。 }
 { ③ 変化するがもとの値に戻る。 ④ 減少する。 }

この間に気体がされた仕事の総和は「ア」であり、気体が吸収した熱量の総和は「イ」である。

3 の選択肢

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
ア	正	正	正	0	0	0	負	負	負
イ	正	0	負	正	0	負	正	0	負

2023 年度大学入学共通テスト 物理 第 1 問

出題例 3

問 3：運動量・力学的エネルギー

そりが固定されている場合と固定されていない場合で、滑ってきたブロックがそりの上で静止するまでの間、運動量と力学的エネルギーの総和が保存されるかどうかを問う問題。そりが固定されている場合については比較的よくできていたが、そりが固定されていない場合については、運動量・力学的エネルギーがともに保存されるとする誤答の選択率が多く、正答率は伸びなかった。運動量保存則と力学的エネルギー保存則の成立条件を混同してしまっている受験生が多かったと思われる。

問 4：磁場中の荷電粒子の運動

正と負に帯電した荷電粒子にはたらくローレンツ力の向きと、円運動の半径が質量にどのように依存するかを考慮し、荷電粒子の運動の様子を描いた模式図から正しい軌道を選択する問題。ローレンツ力の向きは正しいが、半径が誤りの誤答よりも、ローレンツ力の向きが誤りで、半径が正しい誤答の選択率が高かった。ローレンツ力の向きは電荷が正、負によらず間違えやすいようである。また、磁気分野ということもあり、現役生と卒業生の差がすべての設問中で 2 番目に大きかった（啓林館『高等学校 物理』 p.288）。

問 5：光電効果

光電子の最大運動エネルギーと光の振動数の関係を表すグラフから、プランク定数を求める問題。典型問題であり、正答率も高い（啓林館『高等学校 物理』 p.355）。

第 2 問 力学（配点 25 点）

空気中での落下運動に関する会話文による探究活動の新傾向問題で大学入学共通テストの特徴的な問題。

問 1：空気抵抗力

空気から受ける抵抗力に関する空所補充の語句の組合せ問題。感覚的にも正答が選びやすかったこともあり、正答率は高かった（啓林館『高等学校 物理』 p.26）。

問 2：終端速度

実験データから終端速度の大きさを求める、数値計算問題。それほど複雑な問題ではないにもかかわらず、正答率は伸びなかった。与えられた表における区間の単位が cm であるのに対し、求める速度の単位が m/s であり、指数部での誤りが多かった。有効数字の取り扱いが苦手な受験生が多い。

問 3：予想の検証

アルミカップの枚数と終端速度の大きさの関係を表すグラフが、予想していた終端速度の大きさになっていない理由を問う問題。消去法でも正解でき、正答率は非常に高かった。

問 4：グラフの縦軸・横軸の選び方

グラフが原点を通る直線になるような縦軸・横軸の選び方の組合せを 2 つ選択する問題。第 1 回の試行調査問題でも同様の問題が出題されており、大学入学共通テストの特徴的な問題といえる。実験のレポートを作成した経験があると有利であっただろう。正答率は高い。

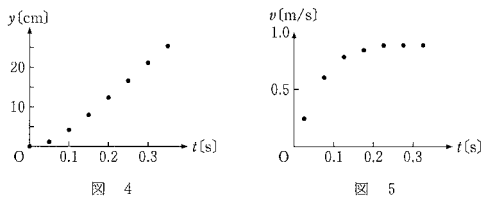
問 5：加速度と抵抗力の関係（新傾向）

与えられた $v-t$ グラフから加速度を調べるための方法についての問題と抵抗力の大きさを表す組合せ問題。加速度を調べる方法については、新傾向の問題で、加速度が一定ではなく、変化することを見抜けたかどうかポイントで正答率は低かった。一方、抵抗力の大きさを表す問題は抵抗力の大きさと加速度との関係を運動方程式から求めることがポイントで正答率は 70% を超えていたが、組合せ問題であったため、結局、正答率は 40% 程度であった（出題例 4）。

先生：抵抗力の大きさ R と速さ v の関係を明らかにするために、ここまでは終端速度の大きさと質量の関係を調べましたが、落下途中の速さが変化していく過程で、 R と v の関係を調べることもできます。鉛直下向きに y 軸をとり、アルミカップを原点から初速度 0 で落下させます。アルミカップの位置 y を $\Delta t = 0.05$ s ごとに記録したところ、図 4 のような $y-t$ グラフが得られました。この $y-t$ グラフをもとにして、 R と v の関係を調べる手順を考えてみましょう。

問 5 この手順を説明する文章中の空欄「エ」・「オ」には、それぞれの直後の { } 内の記述および数式のいずれか一つが入る。入れる記述および数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。

15



まず、図4の $y-t$ グラフより、 $\Delta t = 0.05$ s ごとの平均の速さ v を求め、図5の $v-t$ グラフをつくる。次に、加速度の大きさ a を調べるために、

- 【工】
- (a) $v-t$ グラフのすべての点のできるだけ近くを通る一本の直線を引き、その傾きを求めることによって a を求める。
 - (b) $v-t$ グラフから終端速度を求めることによって a を求める。
 - (c) $v-t$ グラフから Δt ごとの速度の変化を求めることによって $a-t$ グラフをつくる。

こうして求めた a から、アルミカップにはたらく抵抗力の大きさ R は、

$$R = \text{【オ】} \begin{cases} \text{(a)} & m(g+a) \\ \text{(b)} & ma \\ \text{(c)} & m(g-a) \end{cases} \text{と求められる。}$$

以上の結果をもとに、 R と v の関係を示すグラフを描くことができる。

	工	オ
①	(a)	(a)
②	(a)	(b)
③	(a)	(c)
④	(b)	(a)
⑤	(b)	(b)
⑥	(b)	(c)
⑦	(c)	(a)
⑧	(c)	(b)
⑨	(c)	(c)

2023年度大学入学共通テスト 物理 第2問

出題例4

第3問 波動 (配点25点)

等速円運動をしている音源によるドップラー効果の問題で教科書での本文記載がない内容である。啓林館では『センサー総合物理 3rd Edition』p.165の272で扱っている。

問1：向心力の大きさと仕事

円運動する音源にはたらく向心力の大きさと、その音源が半周する間に向心力がする仕事を問う組合せ問題。向心力の大きさの正答率が高いが、向心力がする仕事の正答率はやや低かった。この設問は、現役生の正答率が65.4%に対し、卒業生の正答率が87.3%であり、正答率の現卒差が21.9ポイントと、すべての設問中で最も大きかった(出題例5)。

全方向に等しく音を出す小球状の音源が、図1のように、点Oを中心として半径 r 、速さ v で時計回りに等速円運動をしている。音源は一定の振動数 f_0 の音を出しており、音源の円軌道を含む平面上で静止している観測者が、届いた音波の振動数 f を測定する。

音源と観測者の位置をそれぞれ点P、Qとする。点Qから円に引いた2本の接線の接点のうち、音源が観測者に近づきながら通過する方を点A、遠ざかりながら通過する方を点Bとする。また、直線OQが円と交わる2点のうち観測者に近い方を点C、遠い方を点Dとする。 v は音速 V より小さく、風は吹いていない。

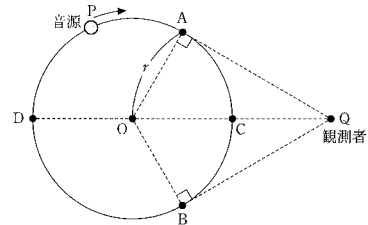


図1

問1 音源にはたらくしている向心力の大きさと、音源が円軌道を点Cから点Dまで半周する間に向心力がする仕事を表す式の組合せとして正しいものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、音源の質量を m とする。【16】

	①	②	③	④	⑤
向心力の大きさ	$mr v^2$	$mr v^2$	0	$\frac{mv^2}{r}$	$\frac{mv^2}{r}$
仕事	$\pi m v^2 v^2$	0	0	$\pi m v^2$	0

2023年度大学入学共通テスト 物理 第3問

出題例5

問2：振動数と音源の位置

観測者が測定する音波の振動数が、音源が出す音の振動数と等しくなる場合の音源の位置を問う問題。典型問題であり、第3問の中では最も正答率が高かった。

問3：振動数と音源の速さ

観測者が測定した最大の振動数と最小の振動数をそれぞれ求め、その値から音源の速さを求めるという、問題集によくあるタイプの問題。非常によくできていた。

問4：円運動する観測者が測定する振動数

円運動する観測者が最大および最小の振動数を測定する位置を問う問題。観測者の速度の音源方向成分を考慮することがポイント。よくできていた。

問5：音の速さと波長

音源のみが等速円運動している場合と、観測者のみが等速円運動している場合の、音の速さと波長に関する文章の正しい組合せを選択する問題。音源のみが円運動する場合に、静止した観測者から見た音の速さが、音源が音を出す位置によって異なるとする誤答が目立った。音の速さは音源の運動によらないことに注意したい。

第4問 電磁気 (配点25点)

コンデンサーの電気容量を測定する実験に関する問題。コンデンサーが充電する間にコンデンサーに流れる電流の時間変化のグラフ(過渡現象)を考察する内容で、後半の計算は半減期の式の処理能力を必要とする。

問1：内部電場と電気力線の本数から電気容量を導出する(ガウスの法則)式の組合せ問題

極板間の電場の大きさ E を、極板間の電圧 V と極板間隔 d を用いて表す問いは極板間の電場が一様であることから公式 $V = Ed$ を用いればよく、正答率が高い。ガウスの法則から求めた電場の大きさが等しいことから電気容量を求める問題については、ガウスの法則を利用しなくても、電気容量の公式を用いれば、文中の指示に従えば正解が得られる。この設問は、上位と下位の得点の差がすべての設問中で2番目に大きかった。

問2：電流の時間変化と抵抗値

コンデンサーに接続された抵抗に流れる電流の時間変化を表すグラフから、抵抗値を求める問題 $t = 0$ の状態に注目し、オームの法則を用いればよい。よくできていた。

問3：電流-時間のグラフ面積と電気量の対応から電気容量を求める問題

電流の時間変化を表すグラフを方眼紙に写したとき、 1 cm^2 の面積がいくらの電気量に対応するかを問う問題で正答率は60%程度であった。電流の単位 A が、 $A = C/s$ であるという知識が必要。 $I-t$ グラフの面積から電気量を求め、そこから電気容量を求める問題では前の問いで間違えると連動して不正解になってしまい、部分点も得られない。正答率は45%程度であった。上位層と下位層との得点の差がすべての設問中で最も大きかった。

問4：電流の大きさの半減期から放電時間を求める問題

コンデンサーの放電によって流れる電流の大きさが、十分小さくなるまでにかかる時間を見積もる問題。原子分野の半減期と同様な考え方をすればよく、1000が2のほぼ何乗になるかがわかればよい。予想に反して正答率は高く、80%を超えていた。

問5：電気容量の誤差(会話文での考察)

$t = 0$ において蓄えられていた電気量と、 $t = t_1$ までに放電された電気量との関係を問う式と語句の組合せ問題。Aさんの発言を手がかりに電流と電気量の関係を立式すればよい。式の正答率は60%を超えているが、問3の方法で求めた電気容量が正しい値より大きいか小さいかを問う問題の正答率は40%程度であった。問4の直前の「問3の方法では、 $t = 120\text{ s}$ のときにコンデンサーに残っている電気量を無視していた。この点について、授業で討論が行われた。」という一文に注意したい。そうすれば、問3の方法でははじめに蓄えられていた電気量を正しい値よりも小さく見積もってしまっているため、電気容量は正しい値よりも小さくなっていることに気づきやすかったであろう。別解として、具体的に電気容量を求め、問3で求めた電気容量と比較して正答を選ぶこともできるが、やや時間を要する。

問3の方法では、 $t = 120\text{ s}$ のときにコンデンサーに残っている電気量を無視していた。この点について、授業で討論が行われた。」という一文に注意したい。そうすれば、問3の方法でははじめに蓄えられていた電気量を正しい値よりも小さく見積もってしまっているため、電気容量は正しい値よりも小さくなっていることに気づきやすかったであろう。別解として、具体的に電気容量を求め、問3で求めた電気容量と比較して正答を選ぶこともできるが、やや時間を要する。

(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おり、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、よく見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

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、昨年度に続き思考力を要する問題がいくつかの大学でみられ、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増加し、複数の分野を組み合わせた問題が大半を占めており、難化している。東京工業大は分量と難易度ともに変化はない。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昨年度やや増加した分量と変わらない。難易度は昨年度に比べると解答に至るまでの作業量が減り、取り組みやすくなったが、受験生にとって目新しい問題を誘導にしたがっ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。名古屋大は分量がやや減少した。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昨年度から変化し、今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、難易度もやや易化した。昨年度のような複雑な数値計算が減り、計算が簡単になるような工夫がみられた。昨年度から久しぶりに登場した描図問題は連続して出題された。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、難易度は難化した。昨年度に引き続き、受験生にとって見慣れない設定の問題が多く、非常に取り組みにくい問題が多かった。東北大は分量の変化はなかったが、難易度はやや易化した。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、全体は難易度の高い設問構成となっている。また、選択理由の論述や数式の証明問題も出題されており、思考力・判断力・表現力が特に要求されている。九州大は分量の変化はないが、難易度はやや難化した。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増加した。主な国公立大に関しては、北海道大は分量の変化はないが、140字以内でまとめる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。筑波大は分量はやや増加したものの難易度に変化はない。岐阜大は分量が減り、やや易化した。神戸大は分量の変化はないが、全体的に計算量が減少し、解答しやすくなり易化した。広島大は、分量は変化していないが、設問がやや複雑になり、計算量はかなり増加し、時間内

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」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し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」、「発展」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」、「実験」は今まで以上に扱う必要がある。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・解答群をよく見て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しておくことである。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の実施される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。

で完答することは難しいため、難易度はやや難化した。医学部系統の大学においては、千葉大医学部と浜松医科大については分量・難易度ともに変化なし。東京医科歯科大では分量がやや増加しており、医学科用のやや難しい追加設問があり、やや難化した。公立大では、特に大きな変化はない。私大では、慶應義塾大の理工学部では分量はやや増加し、難易度もやや難化した。医学部では分量がやや減少し、昨年度同様典型的な問題が多く出題され、難易度は変わらない。早稲田大の基幹・創造・先進理工学部は分量が増加し、難化した。やはり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。同志社大は分量・難易度ともに変化はない。発展的な内容を学習していなければ解けない問題が多い。立命館大は、分量は減少したが、易問が少なくなり、全体としてはやや難化した。関西大は分量としては設問数がやや増加しているが、全体的な難易度については変化がなかった。トピックスとしては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、国公立大および私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、波動分野の出題は一昨年度、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見てみると、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。東京工業大、浜松医科大や慶應義塾大医学部では典型的な原子の問題が出題された。一方、難関国立大では1つの大問の中に分野を組合せ・融合した形での出題もみられた。東京大では力学・電磁気・原子の3つの分野を組み合わせた問題と電磁気と波動を組み合わせた問題が、京都大では電磁気と原子の融合問題が、九州大では熱と音波の融合問題がそれぞれ出題された。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・描図など各大学でさまざまな形式をとっている。私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見てみよう。

(2) 特徴的な入試問題 (分野別分析)

[力学分野]

国立大の大半の問題は、1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。さらに、東京大で出題されたように、力学（相対運動）分野と電磁気（一様な電磁場中の荷電粒子の運動）分野と原子（半減期、核分裂）分野と分野を絞らず各分野を組み合わせた総合問題形式での出題もみられた。京都大は通常の万有引力と距離の k 乗に反比例する万有引力による周回運動を比較させる問題でテーマの融合はないが思考力を試す工夫がなされていた。東北大も万有引力を題材とした円運動と単振動の問題。今年度も物体の衝突の問題が目立ち、名古屋大は2物体の衝突と連結した2物体の単振動に関する融合問題。大阪大は放物運動と2次元での2物体での衝突問題でかなりの計算力と重心から見た運動の扱いに習熟していなければ解くことができない難問であった。九州大では最速降下曲線（サイクロイド）上での運動が単振動であることに気づかせる新傾向の問題で面白く工夫がなされた問題（出題例6）であった。他の大学で円運動をテーマとした出題は北海道大、千葉大医学部、筑波大、神戸大、慶應義塾大理工学部、関西大、福岡大等であり、単振動をテーマとした出題は、名古屋大、岐阜大、早稲田大（基幹・創造・先進理工学部）、立命館大等がある。

問3. 次に、図3に示すように、図2と同じ曲線ABC上の二つの物体の運動を考える。時刻 $t=0$ で、質量 m の物体は点A(0, $2L$) ($L>0$)に、質量 $2m$ の物体は曲線BC上で $y=L$ の位置にあり、二つの物体はともに初速度0(ゼロ)で同時に運動を始めた。二つの物体は、ある時刻で完全非弾性衝突し、衝突後に合体して一つの物体となった。

- (1) 二つの物体が衝突する時刻を求めよ。
- (2) 衝突後に一つに合体した物体が到達する最高点の y 座標を求めよ。

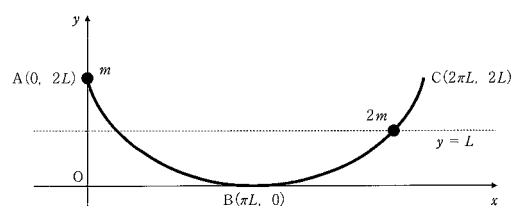


図3

九州大

出題例6

[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国公立大、私大で多数出題されている。気体の分子運動論で特徴的だったのが、九州大の波分野との融合問題で、前半が気体の分子運動論を用いた断熱変化の考察問題で、後半は断熱状態で単振動をするピストンの運動による気体の圧力の変化から波の式を利用して音速を求めさせる問題でかなりの思考力を要する。また、東京大ではゴム膜の膜張力、連結された風船中の気体の平衡に関する難問であった。気体の状態変化でやや難易度が高かったのは北海道大、名古屋大で、他には浜松医科大、岐阜大、広島大、慶應義塾大理工、立命館大等であった。東北大では、液体に浮かぶシリンダー内の気体について定圧、断熱変化が出題され、浮力と圧力を的確に使い分ける必要があった。大阪大では密閉された気球についての問題が出題されており、各大学でかなり工夫された問題が増えている。

[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万遍なく出題されている。ドップラー効果・うなりは大阪大、大阪公立大、広島大等で出題された。光の干渉の出題も目立ち、京都大、東京大、岐阜大、関西学院大等で出題された。他に波の屈折に関しては、千葉大のフェルマーの原理を誘導に沿って解く問題、慶應義塾大医学部はレンズと鏡による像の考察問題、同志社大では球面による光の屈折を扱う問題、関西大の凸レンズの像に関する問題等が出題されている。神戸大では気柱の共鳴、浜松医科大では波の式が出題されていた。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]

今年度は電磁誘導の問題が主流であった。他にはコンデンサー、電磁場内での荷電粒子の運動、交流、電気振動の出題が例年通り多かった。電磁誘導は大阪大（コンデンサーを含む）、北海道大、神戸大、広島大、千葉大、筑波大、岐阜大、慶應義塾大理工学部、関西学院大（自己誘導・相互誘導）等が出題された。コンデンサーは東京工業大（ダイオードとコンデンサーの直流回路）、大阪公立大、福岡大等で出題された。東京大では電磁誘導と光の干渉を組み合わせた問題（出題例7）で、質量測定装置を題材にしている。電磁場内での荷電粒子の運動は、京都大、同志社大、関西大等で、交流、電気振動の出題は名古屋大、京都大、九州大等で出題されている。

図2-1

図2-2

図2-3

ソレノイドの巻数をうまく選ぶことで、電流の測定誤差に比べて抵抗値 R の測定誤差を相対的に小さくすることができる。量子ホール効果での R_{H1} は、物理定数であるプランク定数 h 、電気素量 e と自然数 ν を用いて $R_{H1} = \frac{h}{\nu e^2}$ と表せる。ここでは、 $\nu = 2$ 、 $R_{H1} = 12.9 \text{ k}\Omega$ の素子を用いる。いま、測定したい抵抗値 R は 100Ω 程度であることが測定前にわかっている。測定誤差を小さくするために、 $\frac{h_2}{h_1}$ が $\frac{R}{R_{H1}}$ と近い値となり、 $\frac{h_2}{h_1}$ が小さくなるように巻数の比を選び、 $n_1 : n_2 : n_3 = 1290 : 10 : 129$ とした。

(3) 電流 I_1 と I_3 の測定値と真の値、および抵抗値 R の真の値を表2-1に示す。電流の相対誤差は10%程度である。 I_1 、 I_3 の測定値と設問II(2)で得た近似式から、抵抗値 R の測定値を有効数字3桁で求めよ。また、この抵抗測定の相対誤差は何%か、有効数字1桁で答えよ。

	I_1	I_3	R
測定値	$540 \mu\text{A}$	$400 \mu\text{A}$	
真の値	$600 \mu\text{A}$	$350 \mu\text{A}$	106Ω

図2-5

出題例7

東京大

[原子分野]

原子分野については、東京大で半減期と核分裂、東京工業大でX線と電子線の結晶格子による回折、浜松医科大で半減期とブラック反射、筑波大で水素原子のエネルギー準位とコンプトン効果、関西大でコンプトン効果が出題された。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、水素原子のボーア模型、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

今年度の国公立大二次・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、大問のなかに1つの分野からの出題ではなく、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。1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。原子分野からの出題は私大、国公立大では普通に出题されている。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に、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、描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 分析と対策

化学

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と思考力を要する問題が、バランスよく出題された。

大問2題、小問数16、マーク数20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、この出題形式は、過去2年度の共通テストと同じであった。

平均点は29.42点であり、昨年度の27.73点より若干高くなった。これは、第2問で得点しやすい問題が増加したことが影響したと思われる。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33.4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 得点率	第1問	第2問
29.42点		69%	64%

(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了された。

原子、分子、物質の三態と状態変化、物質質量、酸と塩基、酸化還元、金属とその反応が出了された。設問数9のうち、正答率90%台が1問、80%台が3問、60%台が3問、40%台が2問であり、全体としての難易度は昨年度とほぼ同じであった。

正答率が最も低かった設問は、問9の中和滴定の計算問題（出題例1）で、正答率は43%であった。正答は②であるが、コニカルビーカーに加えた水の体積も含め

て考えた④の誤答が目立った。

問9 2価の強酸の水溶液Aがある。このうち5 mLをホールビペットではかり取り、コニカルビーカーに入れた。これに水30 mLとフェノールフタレイン溶液一滴を加えて、モル濃度 x (mol/L) の水酸化ナトリウム水溶液で中和滴定したところ、中和点に達するのに y (mL) を要した。水溶液A中の強酸のモル濃度は何 mol/L か。モル濃度を求める式として正しいものを、次の①～⑧のうちから一つ選べ。 mol/L

- ① $\frac{xy}{5}$ ② $\frac{xy}{10}$ ③ $\frac{xy}{35}$ ④ $\frac{xy}{70}$
 ⑤ $\frac{xy}{5+y}$ ⑥ $\frac{xy}{35+y}$ ⑦ $\frac{xy}{2(5+y)}$ ⑧ $\frac{xy}{2(35+y)}$

2023年度大学入学共通テスト 化学基礎 第1問

出題例1

問6は混合気体の組成に関する物質質量の計算問題（出題例2）で正答率は45%、問8はイオン化傾向に関する問題で正答率は70%であったが、問9も含めてこれらの問題は、上位層と下位層、現役生と卒業生の正答率の差が大きかった。例年、化学量計算、酸化還元に関する問題は、差が付きやすい傾向にある。

問6 ヘリウムHeと窒素N₂からなる混合気体1.00 molの質量が10.0 gであった。この混合気体に含まれるHeの物質質量の割合は何%か。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 %

- ① 30 ② 40 ③ 67 ④ 75 ⑤ 90

2023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 塩化ナトリウムの定量実験に関する総合問題（配点20点）

与えられた資料やデータを読み取り、既習の知識を活用しながら判断して解答を導く、難度の高い問題も含まれていた。

しょうゆに含まれる塩化ナトリウムの定量実験（モル法）を題材とした総合問題であった。第2問の得点率は、2021年度：48%、2022年度：56%、2023年度：64%と推移しており、今年度は過去2年度の共通テストより得点しやすかった。これは、解答しやすい問題が増えた

こと、難度の高い問題の配点が小さかったことが影響したと考えられる。

問1 aはイオン反応式の係数を決定する問題、bは酸化数の変化に関する問題、問2はビュレットを選択する問題、問4は硝酸銀水溶液の滴下量と塩化銀の沈殿量の関係を表すグラフを選択する問題であった。正答率は問1 a : 88%, b : 78%, 問2 : 88%, 問4 : 74%であり、これらの問題はよくできていた。

問3は実験操作および結果の考察に関する正誤問題(出題例3)で、正答率は②が46%, ⑤が71%であった。特に、②と③は「文献の記述」を理解したうえで判断する必要があり、③の誤答が目立った。

問5はしょうゆに含まれる塩化物イオンのモル濃度、および塩化ナトリウムの質量を求める計算問題(出題例3)で、正答率はa : 18%, b : 12%と低かった。aでは、50倍希釈を忘れた誤答である③が40%と目立った。bは、aと連動すること、求めた数値そのものをマークする形式であったことで、非常に低い正答率となった。なお、問5の配点は各2点であり、全体の平均点への影響は軽微なものであったと考えられる。

ある生徒は、「血圧が高めの人には、塩分の取りすぎに注意しなくてはいけない」という話を聞き、しょうゆに含まれる塩化ナトリウムNaClの量を分析したいと考え、文献を調べた。

文献の記述

水溶液中の塩化物イオンCl⁻の濃度を求めるには、指示薬として少量のクロム酸カリウムK₂CrO₄を加え、硝酸銀AgNO₃水溶液を滴下する。水溶液中のCl⁻は、加えた銀イオンAg⁺と反応し塩化銀AgClの白色沈殿を生じる。Ag⁺の物質量がCl⁻と過不足なく反応するのに必要な量を超えると、^(a)過剰なAg⁺とクロム酸イオンCrO₄²⁻が反応してクロム酸銀Ag₂CrO₄の暗赤色沈殿が生じる。したがって、滴下したAgNO₃水溶液の量から、Cl⁻の物質量を求めることができる。

そこでこの生徒は、3種類の市販のしょうゆA~Cに含まれるCl⁻の濃度を分析するため、それぞれに次の操作I~Vを行い、表1に示す実験結果を得た。ただし、しょうゆにはCl⁻以外にAg⁺と反応する成分は含まれていないものとする。

操作I ホールビュレットを用いて、250 mLのメスフラスコに5.00 mLのしょうゆをはかり取り、標線まで水を加えて、しょうゆの希釈溶液を得た。

操作II ホールビュレットを用いて、操作Iで得られた希釈溶液から一定量をコニカルピカーにはかり取り、水を加えて全量を50 mLにした。

操作III 操作IIのコニカルピカーに少量のK₂CrO₄を加え、得られた水溶液を試料とした。

操作IV 操作IIIの試料に0.0200 mol/LのAgNO₃水溶液を滴下し、よく混ぜた。

操作V 試料が暗赤色に着色して、よく混ぜてもその色が消えなくなるまでに要した滴下量を記録した。

表1 しょうゆA~Cの実験結果のまとめ

しょうゆ	操作IIではかり取った希釈溶液の体積(mL)	操作Vで記録したAgNO ₃ 水溶液の滴下量(mL)
A	5.00	14.25
B	5.00	15.95
C	10.00	13.70

問3 操作I~Vおよび表1の実験結果に関する記述として誤りを含むものを、次の①~⑥のうちから二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。

15
16

- ① 操作Iで用いるメスフラスコは、純水での洗浄後にぬれているものを乾燥させずに用いてもよい。
- ② 操作IIIのK₂CrO₄および操作IVのAgNO₃の代わりに、それぞれAg₂CrO₄と硝酸カリウムKNO₃を用いても、操作I~VによってCl⁻のモル濃度を正しく求めることができる。
- ③ しょうゆの成分として塩化カリウムKClが含まれているとき、しょうゆに含まれるNaClのモル濃度を、操作I~Vにより求めたCl⁻のモル濃度と等しいとして計算すると、正しいモル濃度よりも高くなる。
- ④ しょうゆCに含まれるCl⁻のモル濃度は、しょうゆBに含まれるCl⁻のモル濃度の半分以下である。
- ⑤ しょうゆA~Cのうち、Cl⁻のモル濃度が最も高いものは、しょうゆAである。

問5 次の問い(a・b)に答えよ。

a しょうゆAに含まれるCl⁻のモル濃度は何mol/Lか。最も適当な数値を、次の①~⑥のうちから一つ選べ。 18 mol/L

- ① 0.0143 ② 0.0285 ③ 0.0570
- ④ 1.43 ⑤ 2.85 ⑥ 5.70

b 15 mL(大さじ一杯相当)のしょうゆAに含まれるNaClの質量は何gか。その数値を小数第1位まで次の形式で表すとき、19と20に当てはまる数字を、後の①~⑥のうちから一つずつ選べ。同じものを繰り返し選んでもよい。ただし、しょうゆAに含まれるすべてのCl⁻はNaClから生じたものとし、NaClの式量を58.5とする。

NaClの質量 19 . 20 g

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5
- ⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8 ⑨ 9 ⑩ 0

2023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、暗記させたい一方で、高校の教科書傍用問題集などで演習を積みませ、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。

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た。これは、共通テストの問題作成方針の1つである「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」に沿った内容であり、次年度以降もこのような出題は続くであろう。一昨年度のイオン交換樹脂、今年度のモール法は、化学（4単位）で扱われている内容（啓林館『高等学校 化学』p.187）であるが、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重要である。また、国公立二次・私大入試の大問形式の問題を用いて、リード文を読んだうえで解答する練習を積み重ねることも効果的であろう。

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る力が重視された。

大問5題、小問数30、マーク数35であり、大問ごとの配点はすべて20点であった。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問が硫化水素と二酸化硫黄を題材とした総合問題であった。また、昨年度は出題されなかった、グラフを作成する問題が出題された。

平均点は48.56点（得点調整前）で、昨年度に引き続き50点を下回った（昨年度は47.63点）。なお、一昨年度の平均点は51.06点（得点調整前）であり、共通テスト導入以降、50点前後の平均点が続いている。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52.9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
(得点調整前) 48.56点	56%	54%	53%
(得点調整後) 54.01点	第4問	第5問	
	55%	46%	

全設問のうち、正答率が80%以上の設問はなく（昨年度2問）、70%台の設問が3問（昨年度4問）にとどまった一方、正答率が30%台の設問が8問（昨年度4問）、20%台の設問が1問（昨年度5問）あり、昨年度同様、受験生が苦戦した問題がかなり多かった。

(2) 設問別分析

第1問 物質の状態（配点20点）

基本問題から思考力を要する問題まで、幅広く問われた。

化学結合、コロイド、気液平衡、塩化ナトリウム型の結晶の構造が出題された。

正答率が最も低かった設問は、問4bの結晶の体積と質量から単位格子の体積を求める計算問題（出題例4）で、正答率は38%であった。誤答は単位格子中の粒子数を間違えた①と③が目立った。問4cは教科書の発展で扱われる限界半径比に関する問題（出題例4）であったが、正答率は65%と比較的よくできていた。

問4 硫化カルシウム CaS（式量 72）の結晶構造に関する次の記述を読み、後の問い(a～c)に答えよ。

CaSの結晶中では、カルシウムイオン Ca^{2+} と硫化物イオン S^{2-} が図2に示すように規則正しく配列している。結晶中の Ca^{2+} と S^{2-} の配位数はいずれも **ア** で、単位格子は Ca^{2+} と S^{2-} がそれぞれ4個ずつ含まれる立方体である。隣り合う Ca^{2+} と S^{2-} は接しているが、(a)電荷が等しい Ca^{2+} 同士、および S^{2-} 同士は、結晶中で互いに接していない。 Ca^{2+} のイオン半径を r_{Ca} 、 S^{2-} のイオン半径を R_{S} とすると $r_{\text{Ca}} < R_{\text{S}}$ であり、CaSの結晶の単位格子の体積 V は **イ** で表される。

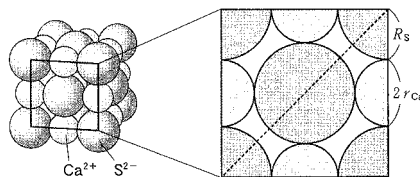


図2 CaSの結晶構造と単位格子の断面

b エタノール 40 mL を入れたメスシリンダーを用意し、CaS の結晶 40 g をこのエタノール中に加えたところ、結晶はもとの形のまま溶けずに沈み、図 3 に示すように、40 の目盛りの位置にあった液面が 55 の目盛りの位置に移動した。この結晶の単位格子の体積 V は何 cm^3 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、アボガドロ定数を $6.0 \times 10^{23}/\text{mol}$ とする。 cm^3

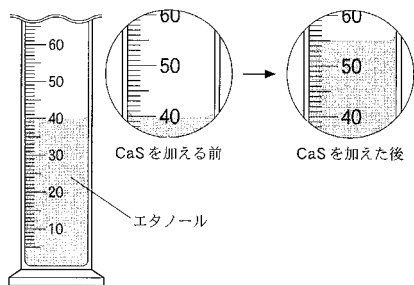


図 3 メスシリンダーの液面の移動

- ① 4.5×10^{-23} ② 1.8×10^{-22} ③ 3.6×10^{-22}
 ④ 6.6×10^{-22} ⑤ 1.3×10^{-21}

c 図 2 に示すような配列の結晶構造をとる物質は CaS 以外にも存在する。そのような物質では、下線部(a)に示すのと同様に、結晶中で陽イオンどうし、および陰イオンどうしが互いに接していないものが多い。結晶を構成する 2 種類のイオンのうち、イオンの大きさが大きい方のイオン半径を R 、小さい方のイオン半径を r として結晶の安定性を考える。このとき、 R が $(\sqrt{\text{ウ}} + \text{エ})r$ 以上になると、図 2 に示す単位格子の断面の対角線(破線)上で大きい方のイオンどうしが接するようになる。その結果、この結晶構造が不安定になり、異なる結晶構造をとりやすくなることが知られている。

空欄 ・ に当てはまる数字として最も適当なものを、後の①~⑥のうちから一つずつ選べ。ただし、同じものを繰り返し選んでもよい。

ウ
 エ

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5
 ⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8 ⑨ 9 ⑩ 0

2023 年度大学入学共通テスト 化学 第 1 問

出題例 4

問 3 は気液平衡に関する内容で、圧縮により生じた液体の水の物質量を求める問題であった。正答率は 47% で、上位層と下位層の差が大きかった。問 1 は、すべての化学結合が単結合からなる物質を、 CH_3CHO 、 C_2H_2 、 Br_2 、 BaCl_2 から選択する問題であった。基本的な内容であるにもかかわらず、正答率は 55% にとどまった。誤答はイオン結合である BaCl_2 が 41% と目立った。

問 2 はコロイドに関する問題で正答率は 66%、問 3 a はイオン結晶の配位数、イオン半径と単位格子の体積の関係に関する問題で、正答率はそれぞれ 54%、77% であった。

第 2 問 物質の変化と平衡 (配点 20 点)

反応速度について、思考力を要する問題が出題された。

化学反応と熱、電気分解、化学平衡、反応速度が出題された。

正答率が最も低かった設問は、問 4 b の過酸化水素の分解速度を求める計算問題(出題例 5)で、正答率は 24% であった。誤答は、過酸化水素の分解量を濃度ではなく物質量で考えた②、過酸化水素と酸素の物質量比 2 : 1 を忘れた⑤、その両方を間違えた①がそれぞれ約 20% ずつと目立った。また、問 4 c の反応速度定数が 2.0 倍になったときに発生した酸素量の時間変化を表すグラフを選択する問題(出題例 5)は、正答率が 34% であった。誤答は、反応速度を大きくしすぎた④が 32% と目立った。なお、問 4 a は触媒に関する正誤問題で、正答率は 67% であった。

問 4 過酸化水素 H_2O_2 の水 H_2O と酸素 O_2 への分解反応に関する次の文章を読み、後の問い(a~c)に答えよ。

H_2O_2 の分解反応は次の式(3)で表され、水溶液中での分解反応速度は H_2O_2 の濃度に比例する。 H_2O_2 の分解反応は非常に遅いが、酸化マンガン(IV) MnO_2 を加えると反応が促進される。



試験管に少量の MnO_2 の粉末とモル濃度 0.400 mol/L の過酸化水素水 10.0 mL を入れ、一定温度 20 °C で反応させた。反応開始から 1 分ごとに、それまでに発生した O_2 の体積を測定し、その物質量を計算した。10 分までの結果を表 1 と図 2 に示す。ただし、反応による水溶液の体積変化と、発生した O_2 の水溶液への溶解は無視できるものとする。

表 1 反応温度 20 °C で各時間までに発生した O_2 の物質量

反応開始からの時間 (min)	発生した O_2 の物質量 ($\times 10^{-3}$ mol)
0	0
1.0	0.417
2.0	0.747
3.0	1.01
4.0	1.22
5.0	1.38
6.0	1.51
7.0	1.61
8.0	1.69
9.0	1.76
10.0	1.81

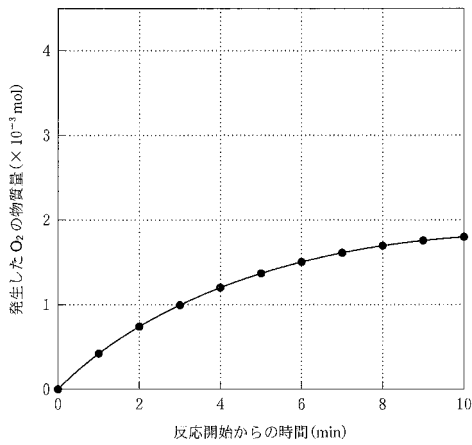
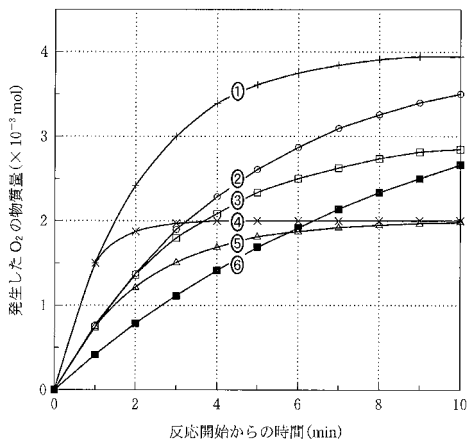


図2 反応温度 20°C で各時間までに発生した O₂ の物質

- b 反応開始後 1.0 分から 2.0 分までの間における H₂O₂ の分解反応の平均反応速度は何 mol/(l・min)か。最も適当な数値を、次の①~⑥のうちから一つ選べ。 mol/(l・min)

- ① 3.3 × 10⁻⁴ ② 6.6 × 10⁻⁴ ③ 8.3 × 10⁻⁴ ④ 1.5 × 10⁻³
 ⑤ 3.3 × 10⁻² ⑥ 6.6 × 10⁻² ⑦ 8.3 × 10⁻² ⑧ 0.15

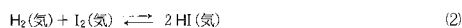
- c 図2の結果を得た実験と同じ濃度と体積の過酸化水素水を、別の反応条件で反応させると、反応速度定数が2.0倍になることがわかった。このとき発生した O₂ の物質量の時間変化として最も適当なものを、次の①~⑥のうちから一つ選べ。



2023 年度大学入学共通テスト 化学 第2問
出題例5

問1 は生成熱から反応熱を求める計算問題で正答率は63%、問2 は電気分解に関する正誤問題で正答率は70%、78%であった。問3 は化学平衡に関する計算問題(出題例6)で、はじめの平衡状態から平衡定数を求め、これを用いて別の平衡状態を考えるという複数の思考過程を要する内容であった。正答率は55%であった。

- 問3 容積一定の密閉容器Xに水素 H₂ とヨウ素 I₂ を入れて、一定温度 T に保ったところ、次の式(2)の反応が平衡状態に達した。



平衡状態の H₂、I₂、ヨウ化水素 HI の物質量は、それぞれ 0.40 mol、0.40 mol、3.2 mol であった。

次に、X の半分の一定容積をもつ密閉容器 Y に 1.0 mol の HI のみを入れて、同じ一定温度 T に保つと、平衡状態に達した。このときの HI 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。ただし、H₂、I₂、HI はすべて気体として存在するものとする。 mol

- ① 0.060 ② 0.11 ③ 0.20 ④ 0.80 ⑤ 0.89 ⑥ 0.94

2023 年度大学入学共通テスト 化学 第2問
出題例6

第3問 無機物質、物質の変化 (配点20点)

無機物質の知識は基本的なものであったが、化学反応の量的関係の問題は難度が高かった。

フッ化水素、金属イオンの系統分離、化学反応の量的関係が出題された。

正答率が最も低かった設問は、問3 c の混合物の組成を考える計算問題(出題例7)で、正答率は34%であった。水は水酸化物から、二酸化炭素は炭酸塩から生じたものであることに着目できたかどうかポイントであった。また、問3 a は、水または塩酸との反応による水素発生量から金属の種類を決定する問題(出題例7)で、正答率は X、Y とともに35%であった。単体と発生する水素の物質量が、1族では2:1、2族では1:1になることを踏まえ、図のデータから原子量を計算する内容で、思考力を要した。なお、問3 b は元素分析に関する問題で、正答率は76%であった。

- 問3 1族、2族の金属元素に関する次の問い(a~c)に答えよ。

- a 金属 X、Y は、1族元素のリチウム Li、ナトリウム Na、カリウム K、2族元素のベリリウム Be、マグネシウム Mg、カルシウム Ca のいずれかの単体である。X は希塩酸と反応して水素 H₂ を発生し、Y は室温の水と反応して H₂ を発生する。そこで、さまざまな質量の X、Y を用意し、X は希塩酸と、Y は室温の水とすべて反応させ、発生した H₂ の体積を測定した。反応させた X、Y の質量と、発生した H₂ の体積(0°C、1.013 × 10⁵ Pa における体積に換算した値)との関係を図2に示す。

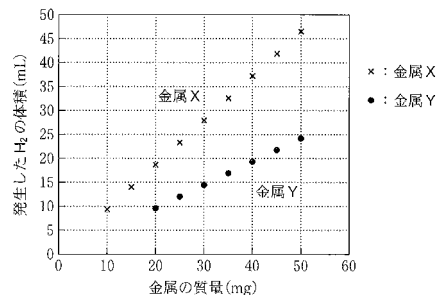


図2 反応させた金属 X、Y の質量と発生した H₂ の体積(0°C、1.013 × 10⁵ Pa における体積に換算した値)の関係

このとき、X、Y として最も適当なものを、後の①~⑥のうちからそれぞれ一つずつ選べ。ただし、気体定数は R = 8.31 × 10³ Pa・l/(K・mol) とする。

X
Y

- ① Li ② Na ③ K
④ Be ⑤ Mg ⑥ Ca

b マグネシウムの酸化物 MgO、水酸化物 Mg(OH)₂、炭酸塩 MgCO₃ の混合物 A を乾燥した酸素中で加熱すると、水 H₂O と二酸化炭素 CO₂ が発生し、後に MgO のみが残る。図 3 の装置を用いて混合物 A を反応管中で加熱し、発生した気体をすべて吸収管 B と吸収管 C で捕集する実験を行った。

(中略)

c b の実験で、ある量の混合物 A を加熱すると MgO のみが 2.00 g 残った。また捕集された H₂O と CO₂ の質量はそれぞれ 0.18 g、0.22 g であった。加熱前の混合物 A に含まれていたマグネシウムのうち、MgO として存在していたマグネシウムの物質量の割合は何 % か。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 %

- ① 30 ② 40 ③ 60 ④ 70 ⑤ 80

2023 年度大学入学共通テスト 化学 第3問

出題例 7

あるトリグリセリド X (分子量 882) の構造を調べることにした。(a) X を触媒とともに水素と完全に反応させると、消費された水素の量から、1 分子の X には 4 個の C=C 結合があることがわかった。また、X を完全に加水分解したところ、グリセリンと、脂肪酸 A (炭素数 18) と脂肪酸 B (炭素数 18) のみ得られ、A と B の物質質量比は 1 : 2 であった。トリグリセリド X に関する次の問い(a～c)に答えよ。

a 下線部(a)に関して、44.1 g の X を用いると、消費される水素は何 mol か。その数値を小数第 2 位まで次の形式で表すとき、 ~ に当てはまる数字を、後の①～⑥のうちから一つずつ選べ。ただし、同じものを繰り返し選んでもよい。また、X の C=C 結合のみが水素と反応するものとする。

. mol

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5
⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8 ⑨ 9 ⑩ 0

c トリグリセリド X をある酵素で部分的に加水分解すると、図 2 のように脂肪酸 A、脂肪酸 B、化合物 Y のみが物質質量比 1 : 1 : 1 で生成した。また、X には鏡像異性体(光学異性体)が存在し、Y には鏡像異性体が存在しなかった。A を R^A-COOH、B を R^B-COOH と表すとき、図 2 に示す化合物 Y の構造式において、 ・ に当てはまる原子と原子団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。

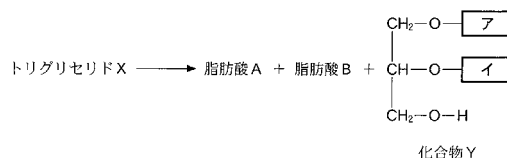


図 2 ある酵素によるトリグリセリド X の加水分解

	ア	イ
①	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{C-R}^{\text{A}} \end{array}$	H
②	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{C-R}^{\text{B}} \end{array}$	H
③	H	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{C-R}^{\text{A}} \end{array}$
④	H	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{C-R}^{\text{B}} \end{array}$

2023 年度大学入学共通テスト 化学 第4問

出題例 8

問 1 はフッ化水素に関する正誤問題で正答率は 64%，
問 2 は金属イオンの系統分離に関する問題で正答率は 58% であった。

第4問 有機化合物 (配点 20 点)

最も差のついた大問であり、上位層と下位層の正答率の差が 50% を超えた。

アルコール、芳香族化合物、高分子化合物、トリグリセリド (油脂) が出題された。

正答率が最も低かった設問は、問 4 c のトリグリセリドを部分的に加水分解したときの生成物に関する問題 (出題例 8) で、正答率は 38% であった。誤答は、不斉炭素原子の有無で間違えた②が 22%，Y を構成する脂肪酸の種類で間違えた③が 28% と目立った。問 4 a は、トリグリセリドに付加する水素の量を求める計算問題 (出題例 8) で、正答率は 50% であった。内容は基本的なものであったが、上位層と下位層の差が 70% もあり、全設問の中で最も差がついた。なお、問 4 b は、トリグリセリドを構成する脂肪酸の二重結合の数を考える問題で、正答率は 56% であった。

問 4 グリセリンの三つのヒドロキシ基がすべて脂肪酸によりエステル化された化合物をトリグリセリドと呼び、その構造は図 1 のように表される。

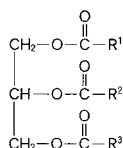


図 1 トリグリセリドの構造 (R¹, R², R³ は鎖式炭化水素基)

問 1 はアルコールの反応に関する問題で正答率は 58%，問 2 は芳香族化合物に関する正誤問題で正答率は 69%，問 3 は高分子化合物と水素結合に関する正誤問題で正答率は 55% であった。

第5問 硫黄化合物を題材とした総合問題 (配点 20 点)

受験生にとって初見の実験 (吸光光度法) に関する資料やデータを読み取って判断する問題が含まれていた。

硫化水素と二酸化硫黄を題材とした総合問題であり、硫化水素と二酸化硫黄の性質・反応、反応速度と化学平

衡, 酸化還元滴定, 吸光光度法が出題された。

問1 aは硫化水素と二酸化硫黄の発生や反応に関する正誤問題, bは反応速度と化学平衡に関する正誤問題で, 正答率はそれぞれ55%, 69%であった。

問2は酸化還元滴定による硫化水素の定量実験に関する計算問題(出題例9)であった。ヨウ素滴定かつ逆滴定(ヨージメトリー)の内容のため難度は高く, 正答率は35%にとどまった。誤答は, ヨウ素とチオ硫酸ナトリウムの物質質量比を間違えた②が31%と目立った。

問2 窒素とH₂Sからなる気体試料Aがある。気体試料Aに含まれるH₂Sの量を次の式(2)~(4)で表される反応を利用した酸化還元滴定によって求めたいと考え、後の実験を行った。

$$\text{H}_2\text{S} \longrightarrow 2\text{H}^+ + \text{S} + 2\text{e}^- \quad (2)$$

$$\text{I}_2 + 2\text{e}^- \longrightarrow 2\text{I}^- \quad (3)$$

$$2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} \longrightarrow \text{S}_4\text{O}_6^{2-} + 2\text{e}^- \quad (4)$$

実験 ある体積の気体試料Aに含まれていたH₂Sを水に完全に溶かした水溶液に, 0.127gのヨウ素I₂(分子量254)を含むヨウ化カリウムKI水溶液を加えた。そこで生じた沈殿を取り除き, ろ液に5.00×10⁻²mol/Lチオ硫酸ナトリウムNa₂S₂O₃水溶液を4.80mL滴下したところで少量のデンプンの水溶液を加えた。そして, Na₂S₂O₃水溶液を全量で5.00mL滴下したときに, 水溶液の青色が消えて無色となった。

この実験で用いた気体試料Aに含まれていたH₂Sは, 0℃, 1.013×10⁵Paにおいて何mLか。最も適当な数値を, 次の①~⑤のうちから一つ選べ。ただし, 気体定数はR=8.31×10³Pa・L/(K・mol)とする。 mL

① 2.80 ② 5.60 ③ 8.40 ④ 10.0 ⑤ 11.2

2023年度大学入学共通テスト 化学 第5問

出題例9

問3は吸光光度法に関する問題(出題例10)で, ほとんどの受験生にとって初見の内容である。与えられた資料を読み, 実験の原理を理解したうえで解答する問題であり, 思考力を要した。aは二酸化硫黄のモル濃度を求める問題で, 正答率は41%であった。与えられたデータを方眼紙にグラフでかき, これと透過率T=0.80の対数値を照合させると正答に至る。bは容器の長さが2倍になったときの透過率を考える問題で, 正答率は32%であった。長さが2倍になるとlog₁₀Tが2倍になるので, Tの値は2乗になるという数学的な処理ができたかがポイントであるが, Tの値を1/2倍にした誤答である②が30%と目立った。

問3 火口周辺でのSO₂の濃度は, SO₂が光を吸収する性質を利用して測定できる。光の吸収を利用して物質の濃度を求める方法の原理を調べたところ, 次の記述が見つかった。

多くの物質は紫外線を吸収する。紫外線が透過する方向の長さがLの透明な密閉容器に, モル濃度cの気体試料が封入されている。ある波長の紫外線(光の量, I₀)を密閉容器に入射すると, その一部が気体試料に吸収され, 透過した光の量は少なくなりIとなる。このことを模式的に表したものが図1である。

図1 密閉容器内の気体試料に紫外線を入射したときの模式図

入射する光の量I₀に対する透過した光の量Iの比を表す透過率 $T = \frac{I}{I_0}$ を用いると, log₁₀TはcおよびLと比例関係となる。

a 圧力一定の条件で, 窒素で満たされた長さLの密閉容器内に物質量の異なるSO₂を添加し, ある波長の紫外線に対する透過率Tをそれぞれ測定した。SO₂のモル濃度cと得られたlog₁₀Tを次ページの表1に示す。次に, 窒素中に含まれるSO₂のモル濃度が不明な気体試料Bに対して, 同じ条件で透過率Tを測定したところ0.80であった。気体試料Bに含まれるSO₂のモル濃度を次の形式で表すとき, に当てはまる数値として最も適当なものを, 後の①~⑤のうちから一つ選べ。必要があれば, 次ページの方眼紙やlog₁₀2=0.30の値を使うこと。ただし, 窒素および密閉容器による紫外線の吸収, 反射, 散乱は無視できるものとする。

気体試料Bに含まれるSO₂のモル濃度 ×10⁻⁸mol/L

① 2.2 ② 2.6 ③ 3.0 ④ 3.4 ⑤ 3.8

表1 密閉容器内の気体に含まれるSO₂のモル濃度cとlog₁₀Tの関係

SO ₂ のモル濃度c (×10 ⁻⁸ mol/L)	log ₁₀ T
0.0	0.000
2.0	-0.067
4.0	-0.133
6.0	-0.200
8.0	-0.267
10.0	-0.333

(方眼紙省略)

b 図2に示すように, aで用いたものと同じ密閉容器を二つ直列に並べて長さ2Lとした密閉容器を用意した。それぞれにaと同じ条件で気体試料Bを封入して, aで用いた波長の紫外線を入射させた。このときの透過率Tの値として最も適当な数値を, 後の①~⑤のうちから一つ選べ。ただし, 窒素および密閉容器による紫外線の吸収, 反射, 散乱は無視できるものとする。

図2 密閉容器を直列に並べた場合の模式図

① 0.32 ② 0.40 ③ 0.60 ④ 0.64 ⑤ 0.80

2023年度大学入学共通テスト 化学 第5問
出題例10

(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率的。

共通テストでは、国公立二次・私大入試と同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・私大入試でも化学を利用する生徒だけでなく、共通テストのみで化学を利用する生徒にも、国公立二次・私大対策用の問題演習を十分に積ませることが重要である。

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る。

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た。私大では、大問形式だけでなく、小問集合形式の出題も少なくない。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、誘導によって解答する問題が出題されている。

難易度は、京都大、北海道大、東北大、名古屋大、大阪大、九州大、千葉大、東京医科歯科大、東京工業大、広島大、大阪公立大、慶應義塾大・医、慶應義塾大・薬、慶應義塾大・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、東京大、神戸大などではやや難化、筑波大、浜松医科大、岐阜大、早稲田大・理工、早稲田大・教育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】

電子軌道 (啓林館『高等学校 化学基礎』p.70, 『i 版 化学基礎』p.43, 『高等学校 化学』p.196) について、第4周期の遷移元素を題材とした問題 (名古屋大 - 出題例 11)、ナトリウムの励起を題材とした問題 (岐阜薬科大) がみられた。なお、電子軌道は、現行課程では教科書の発展で扱われているが、新課程 (化学) では参考 (本文扱い) で扱われるようになる。

原子の中の電子は、K殻、L殻、M殻、N殻…という電子殻に収容される。電子殻中にはさらに、電子が収容される軌道というものが存在し、各軌道には最大2個まで電子が収容される。これらの軌道はs軌道、p軌道、d軌道、f軌道と分類される。さらに、軌道の名称には軌道を表すアルファベットの前に、K殻では1、L殻では2…と数字をつける。電子殻に存在する軌道の数と収容できる電子数は表1のようになる。

第4周期の遷移元素は最外殻電子の数が1または2という共通の特徴をもつ。原子の電子配置では、「 $1s \rightarrow 2s \rightarrow 2p \rightarrow 3s \rightarrow 3p \rightarrow 4s \rightarrow 3d \dots$ 」のようにエネルギーの低い軌道から順に電子が入っていくことが多い。アルゴン原子Arでは3p軌道まで電子が入っているが、次の周期のカリウム原子Kとカルシウム原子Caでは4s軌道に電子が入る。さらに、スカンジウム原子Sc以降の遷移元素になると4s軌道と3d軌道へ部分的に電子が入るようになる。その結果、最外殻の電子数が1または2となる。

表1

電子殻	M						N			
	K	L	3s		3p	3d	4s	4p	4d	4f
電子軌道	1s	2s	2p	3s	3p	3d	4s	4p	4d	4f
軌道の数	1	1	3	1	3	ア	1	3	ア	7
収容できる電子数の合計	2	2	6	2	6	イ	2	6	イ	エ
最大収容電子数	2	8				ウ				オ

設問3)：下線②に関して，第4周期の遷移元素のクロム原子Crと銅原子Cuだけは4s軌道に電子が1個，他は4s軌道に電子が2個入る。したがって，第4周期の3～11族の元素の中で3d軌道の電子数が同数となる原子が1組存在する。それらの原子の原子番号と3d軌道の電子数を答えよ。

名古屋大

出題例11

化学結合では，沸点や融点を比較する問題が多く，大学の出題されているが，クレゾールの融点（九州大），ペンタンとその異性体の融点（東京理科大・工）のように，分子の対称性をもとに考える問題もみられた。

滴定について，アセチルサリチル酸の定量（早稲田大・理工－出題例12）がみられたが，アセチルサリチル酸と水酸化ナトリウムが物質比1：2で反応することの判断，空試験の扱いが難しい。その他に，EDTA滴定（筑波大，大阪医科薬科大・医）も出題されている。

解熱鎮痛剤として用いられる市販薬には，有効成分として，有機化合物Aと無機化合物Bが含まれている。化合物Aは，炭酸水素ナトリウム水溶液を加えると気体が発生する。また，化合物Aに水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱した後，塩酸を加えて酸性にすると無色の結晶が得られる。この結晶に塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えると，赤紫色を呈する。化合物Bは金属の水酸化物であり，塩酸や過剰な水酸化ナトリウム水溶液には溶けるが，アンモニア水には溶けない。

化合物Aの含有率を測定によって求めるために，以下の実験を行った。0.50 mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液10.0 mLの入ったビーカーを2個準備し，片方にはすり潰した市販薬1錠（0.40 g）を加えて穏やかに加熱した。その後，それぞれのビーカーに0.50 mol/Lの塩酸を滴下し，指示薬のフェノールフタレインの色が無色となったとき滴定を終了した。このとき，化合物Bの白色沈殿が生じた。市販薬を含んだビーカーでは塩酸の滴定量は3.20 mL，市販薬が含まれないビーカーでの滴定量は9.00 mLであった。

問5 市販薬に含まれる化合物Aの含有率（質量パーセント濃度）を有効数字2桁で答えなさい。ただし，化合物Bが滴定に及ぼす影響は無視できるものとする。

早稲田大・理工

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（啓林館『高等学校 化学』p.49）が九州大，浜松医科大で，ラウールの法則（啓林館『高等学校 化学』p.70）が京都大で出題された。京都大の問題は，混合溶液の蒸気圧を題材に数式処理する内容であり，難度が高い。浸透圧を求める問題では，液面の高さや圧力の関係（1 cmの水溶液柱 = 98Pa）または水銀の密度と水銀柱の高さを利用するものが多いが，重力加速度を利用する問題（東北大）もみられた。

化学反応とエネルギーについて，電池ではナトリウム硫黄電池（北海道大）がみられた。標準電極電位とエネルギーの関係から反応の自発性を考察する問題（東京農工大－出題例13）は，問題文の内容を理解したうえで解答する内容で，思考力・判断力を要する。

物質の酸化のされやすさは，水素分子が水素イオンになる性質の強さと比較して数値で表すことができる。これを標準電極電位といい，電圧の単位(V)で表す。様々な酸化還元反応の標準電極電位を表1に示す。

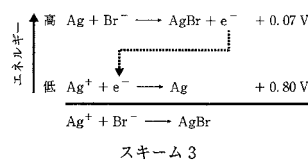
表1 様々な酸化還元反応の標準電極電位

酸化還元反応	標準電極電位 [V]
① $K^+ + e^- \rightleftharpoons K$	-2.93
② $Mg(OH)_2(固) + 2e^- \rightleftharpoons Mg + 2OH^-$	-2.69
③ $Mg^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Mg$	-2.36
④ $Zn^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Zn$	-0.76
⑤ $2CO_2(気) + 2H^+ + 2e^- \rightleftharpoons C_2H_2O_4(シュウ酸)(aq^*)$	-0.48
⑥ $Fe^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Fe$	-0.44
⑦ $Ni^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Ni$	-0.26
⑧ $AgI + e^- \rightleftharpoons Ag + I^-$	-0.15
⑨ $Sn^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Sn$	-0.14
⑩ $2H^+ + 2e^- \rightleftharpoons H_2$	0.00
⑪ $AgBr + e^- \rightleftharpoons Ag + Br^-$	+0.07
⑫ $AgCl + e^- \rightleftharpoons Ag + Cl^-$	+0.22
⑬ $O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightleftharpoons 4OH^-$	+0.40
⑭ $Ag^+ + e^- \rightleftharpoons Ag$	+0.80
⑮ $AgF + e^- \rightleftharpoons Ag + F^-$	+0.93
⑯ $O_2 + 4H^+ + 4e^- \rightleftharpoons 2H_2O$	+1.23
⑰ $MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \rightleftharpoons Mn^{2+} + 4H_2O$	+1.51
⑱ $Au^{3+} + 3e^- \rightleftharpoons Au$	+1.52

第6版 電気化学便覧 電気化学会編 丸善出版2013年より抜粋

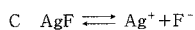
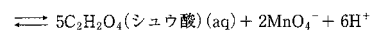
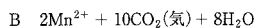
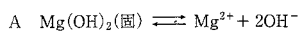
*aq: 水溶液

次に，難溶性の塩である臭化銀の水への溶解性についても，半反応式の組み合わせと，標準電極電位の違いにより説明することができる。この反応では平衡時には $Ag^+ + Br^- \rightleftharpoons AgBr$ という反応式が成り立っており，2つの半反応式を使って表すと，次のスキーム3のようにになる。



この反応では，自発的な酸化還元反応によって高い化学エネルギーをもつ物質から低い化学エネルギーをもつ物質が生成する。このとき表1⑮の反応は左向きに，⑱の反応は右向きに進行し，塩が生成する方向に平衡が移動する。臭化銀の平衡反応では，実際にスキーム3の2つの半反応式どおりの反応が起きているわけではないが，半反応式を組み合わせた酸化還元反応について考えることで，エネルギーの観点から塩の溶解性を説明することができる。2つの半反応式の標準電極電位の差が大きいくほど，平衡の偏りは大きくなる。

(4) 表1を利用して，以下のA～Cの反応式について，平衡が左向きに偏っているか，右向きに偏っているかを答えなさい。解答欄には左か右のどちらかを記入しなさい。



(5) 表1を利用してAgF, AgCl, AgBr, AgIの溶解度積 K_{sp} を小さいものから大きい順へと並べなさい。解答欄には化学式を書きなさい。

東京農工大

出題例13

反応速度では，アレニウスの式（名古屋工業大，岐阜薬科大，慶應義塾大・理工，東京理科大・創域理工，啓林館『高等学校 化学』p.140）が，今年度も複数の大学で出題された。その中でも，慶應義塾大・理工では，2019・2020年度同様，アレニウスの式が与えられていなかった。

化学平衡について、ハーバー・ボッシュ法の問題（東京大）では、触媒表面への気体の吸着も考える内容で、思考力を要した。不均一系の平衡では、酸化銅（Ⅱ）、酸化銅（Ⅰ）、酸化アルミニウムの酸化力の比較が絡んだ問題（同志社大）が難しかった。分配平衡（星薬科大、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、物質収支や電荷収支を扱った問題（東京大、大阪大－出題例14、東京医科歯科大、大阪公立大、啓林館『高等学校 化学』 p.179）が例年より目立った。また、錯体の安定度定数の問題（名古屋大－出題例15）もみられた。これらの内容は、特に、演習による経験値で差がつきやすい。超希薄な強酸や強塩基（東京医科歯科大、愛知教育大、岐阜薬科大、啓林館『高等学校 化学』 p.170）、指示薬（同志社大、啓林館『高等学校 化学』 p.184）などの平衡も出題されている。

濃度 C (mol/L) の酢酸水溶液中で $\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$ の平衡がなりたっているとき、水のイオン積 $K_w = [\text{H}^+][\text{OH}^-]$ と酢酸の電離定数

$$K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$$

を用いて、 $[\text{H}^+]$ を表すことができる。陽イオンと陰イオンの電荷のつりあいの条件が

$$[\text{H}^+] = \boxed{\text{ア}} + \boxed{\text{イ}}$$

を満たすこと、および、濃度 C が

$$C = \boxed{\text{ウ}} + \boxed{\text{エ}}$$

で表されることを考慮すれば、 $[\text{H}^+]$ 以外の分子やイオンの濃度を消去することにより、 $[\text{H}^+]$ に関する三次方程式

$$[\text{H}^+]^3 + (\boxed{\text{オ}})[\text{H}^+]^2 + (\boxed{\text{カ}})[\text{H}^+] + (\boxed{\text{キ}}) = 0$$

が得られる。この方程式の解 $[\text{H}^+]$ を用い、酢酸の電離定数 $K_a = 1.6 \times 10^{-5}$ mol/L、水のイオン積 $K_w = 1.0 \times 10^{-14}$ (mol/L)² として、酢酸水溶液の pH の濃度変化曲線の一部を図1に描いた。

なお、濃度 C が高いときには、水の電離の影響を無視できるので $K_w = 0$ の近似が許され、三次方程式を二次方程式

$$[\text{H}^+]^2 + K_a[\text{H}^+] - K_a C = 0$$

へと変形することができる。この方程式の解 $[\text{H}^+]$ は、高濃度の極限において $\sqrt{K_a C}$ で近似できる。

大阪大

出題例 14

第4周期の元素に限らず、遷移元素のハロゲン化物には水に難溶性の塩になるものがある。しかし、遷移元素が錯イオンを形成する条件では、この塩はある程度水に溶解する。ここで、固体の臭化銀 AgBr の飽和水溶液中における溶解度積を K_{sp} とする。また、銀(I)イオン Ag^+ がアンモニア水中で $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ 錯イオンを形成する、

$$\text{Ag}^+ + 2\text{NH}_3 \rightleftharpoons [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$$

という反応の平衡定数を K_f とする。25℃におけるこれらの値を表2に示す。

表 2

K_{sp} [(mol/L) ²]	5.0×10^{-13}
K_f [(mol/L) ⁻²]	1.6×10^7

以下の問いに答えよ。

(i) AgBr をアンモニア水に加えると $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ を形成して溶解する。この溶解平衡を表すイオン反応式を記せ。

(ii) (i) の溶解平衡の平衡定数 K を K_{sp} と K_f で表せ。導出過程も書くこと。なお、導出過程では Ag^+ 、臭化物イオン Br^- 、 NH_3 、 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ のモル濃度 (mol/L) をそれぞれ $[\text{Ag}^+]$ 、 $[\text{Br}^-]$ 、 $[\text{NH}_3]$ 、 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ と記せ。ただし、固体の量は溶解平衡には影響しない。

(iii) 25℃で、1.0 mol/L アンモニア水に(i)の溶解平衡が成立するまで AgBr を溶かした。この溶液中の Ag^+ 、 Br^- 、 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ のモル濃度 (mol/L) を表2の値を用いて計算し、有効数字2桁で求めよ。ただし、アンモニアと水の反応は AgBr の溶解や Ag^+ の錯イオン形成に影響がなく、溶解反応で溶液の体積および温度は変化しないとする。

名古屋大

出題例 15

【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。塩を推定する問題（立命館大－出題例16）は、無機物質に関する総合的な力が試される。教科書で扱われる内容としては、錯イオンの立体異性体（名古屋大、啓林館『高等学校 化学』 p.255）がみられた。


以下は、8種類の未知の物質A～Hを用いた実験1～13に関する記述である。なお、A～Hは、次の①～⑧のいずれかである。

① 硫酸亜鉛	④ 酢酸亜鉛
② 硫酸アンモニウム	⑤ 硝酸鉛(Ⅱ)
③ 硫酸銅(Ⅱ)五水和物	⑥ 塩化バリウム
⑦ 塩化鉄(Ⅲ)	⑧ 塩化カリウム
⑨ 過マンガン酸カリウム	⑩ クロム酸カリウム
⑪ ヨウ化ナトリウム	⑫ チオ硫酸ナトリウム
⑬ 酢酸鉛(Ⅱ)	⑭ 炭酸水素ナトリウム
⑮ 硝酸銀	

実験1 物質A、B、C、D、E、Fとその水溶液は、いずれも無色であった。

実験2 物質G、Hとその水溶液は、それぞれ特有の色を示した。

実験3 物質Aの水溶液に十分な量の硫酸ナトリウム水溶液を加えて生成した白色沈殿を図1のようにろ過して除いた。ろ液に適量の濃硫酸を滴下し、エタノールを加えて熱すると、果実のような芳香が確認された。



ろ過 沈殿

ろ液

図1

実験4 物質BとGの水溶液について図2のように炎色反応を行うと、物質Bの水溶液では黄緑色、物質Gの水溶液では赤紫色の炎が観察された。

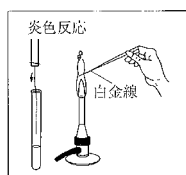


図2

実験5 物質AとBの水溶液にそれぞれ物質Gの水溶液を加えると、いずれも黄色沈殿を生じた。

実験6 物質Gの水溶液に希硫酸を加えて酸性にすると、溶液は橙赤色になった。これに、水酸化ナトリウム水溶液を多量に加えて塩基性にすると、溶液はもとの色に戻った。

実験7 物質Cの水溶液にアンモニア水を加えて塩基性にし、硫化水素を通じると白色の沈殿を生じた。また、物質A、DおよびHの水溶液を酸性にして硫化水素を通じると、それぞれ黒色の沈殿ができた。

実験8 物質Cの水溶液に物質Bの水溶液を加えると、酸に溶けにくい白色沈殿を生じた。

実験9 物質Dの水溶液に物質Bの水溶液を加えると、白色沈殿が生じた。この沈殿はアンモニア水によく溶けた。また、この沈殿に太陽光を当てると、色が黒くなった。

実験10 物質Dの水溶液に物質Eの水溶液を加えると、黄色の沈殿が生じた。

実験11 物質Eの水溶液に、酸性条件下で次亜塩素酸ナトリウム水溶液を加えると、液の色は褐色になった。

実験12 物質Fの水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えて温めると、気体が発生した。

実験13 図3のように、物質FとHの水溶液にガラス棒を浸けて、青色リトマス試験紙につけると、両方とも赤く変化した。次に、物質Hの水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えると、青白色の沈殿を生じた。

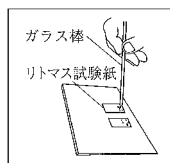


図3

立命館大

出題例16

[有機分野]

脂肪族化合物、芳香族化合物では、教科書の発展で扱われる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（啓林館『高等学校 化学』p.288）が、今年度も多くの大学で出題された（東京大、名古屋工業大、神戸大、岐阜薬科大、慶應義塾大・薬、早稲田大・理工、関西大）。その多くは、問題中に反応の説明があるが、神戸大、早稲田大・理工では、反応の説明はなく、知識として必要であった。また、この反応が関連した問題のほとんどは構造決定であり、中でも、東京大（分子式 $C_{16}H_{16}O_4$ 、ナフトキノン誘導体）、神戸大（出題例17、分子式 $C_5H_6O_2$ 、環状のエノールエステル）、慶應義塾大・薬（分子式 $C_{28}H_{27}NO_3$ のエステル結合とアミド結合をもつ化合物、およびロキソプロフェン）は難し

い。

分子式 $C_5H_6O_2$ で表され、不斉炭素を有する五員環の環状化合物Aがある。この化合物Aを酸条件下で加水分解することで、化合物Bが得られる。化合物Bは、フェーリング液を加えると、赤色の沈殿物Xが生じる。また、化合物Bを硫酸酸性下でニクロム酸カリウム水溶液を加えて、加熱酸化すると化合物Cが得られる。

一方、化合物Aをオゾンおよび亜鉛と反応させ、さらに酸条件下で加水分解すると、ギ酸と化合物Dが得られる。化合物Dも下線部①と同様な反応を示す。そして、化合物Dを、硫酸酸性下でニクロム酸カリウム水溶液により加熱酸化することで、化合物Eが得られる。

また、この化合物Aと臭素を付加反応させることで、化合物Fが得られる。

神戸大

出題例17

フェノールとベンゼンの反応性の違いを考察する問題（大阪大－出題例18）は、反応機構を学習したことの無い受験生には難しかったであろう。

ベンゼンは $FeBr_3$ の存在下において臭素とともに加熱すると臭素化されるが、アルケンの臭素化とは異なり付加反応は進行せず、異なる形式で反応が進行する。また、ベンゼンに濃硝酸と濃硫酸を混合して反応させるとニトロベンゼンが生成する。ニトロベンゼンにスズ(Sn)と濃硫酸を加えて反応させると、アニリン塩酸塩が生じる。

フェノールは工業的には、ベンゼンと下線部②のアルケンの1つを酸触媒で反応させ、さらに酸化反応等を経て合成される。ベンゼンと異なり、フェノールは $FeBr_3$ を加えなくとも臭素との反応が速く進み、無色針状結晶が沈殿する。また、フェノールは硫酸を加えなくとも室温で速やかに希硝酸と反応しニトロ化された生成物を与え、混酸（濃硝酸：濃硫酸＝1：3体積比）と反応させるとピクリン酸（2,4,6-トリニトロフェノール）が生じる。

問9 下線部⑧、⑨のように、フェノールはベンゼンとは反応性が異なる。以下に示すその反応性に関する説明文の空欄「ア」～「ウ」には、「正」または「負」の語句が当てはまる。解答欄の適切な方を丸で囲め。

説明文：

フェノールのヒドロキシ基は、酸素の電気陰性度を考慮するとベンゼン環に「ア」電荷をもたらす。反対に、酸素上の非共有電子対の効果によりベンゼン環に「イ」電荷をもたらす働きが知られている。フェノールの反応性においては、後者の効果が大きい。一方、ベンゼンにはこのヒドロキシ基の効果が無く反応性が低いため、反応を進行させるためには、臭素や硝酸の反応性を高める必要がある。 $FeBr_3$ と硫酸には、ベンゼンの臭素化やニトロ化において、臭素や硝酸に「ウ」電荷を帯びさせる作用がある。

大阪大

出題例18

立体化学では、メソ体（名古屋大、大阪大、早稲田大・人科、啓林館『高等学校 化学』p.327）がみられたが、難関大では頻出の内容である。ニューマン投影図（東京大－出題例19）は、2009年度にも東京大で出題されているが、今年度の問題はシクロヘキサン骨格も扱っており、難度が高い。

分子の立体構造を考える上で、図1-3に示す投影図が有用である。ブタンの例にすると、C^αとC^βの結合軸に沿って見たとき、投影した炭素と水素がなす角はおよそ120°である。C^α、C^β間の単結合が回転することで異性体の一種である配座異性体を生じる。②
ブタンのメチル基どうしがなす角θが180°のときをアンチ形という。C^αとC^βの結合をアンチ形から60°回転すると置換基が重なった不安定な重なり形の配座異性体となる。さらに60°回転した配座異性体をゴーシュ形という。ゴーシュ形はメチル基どうしの反発により、アンチ形より約4 kJ/mol不安定である。

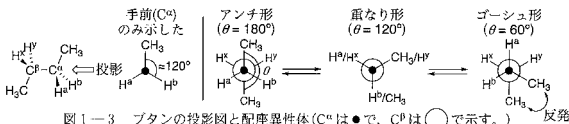


図1-3 ブタンの投影図と配座異性体(C^αは●で、C^βは○で示す。)

シクロヘキサンのいす形の配座異性体J(図1-4)の各C-C結合の投影図を考えると、すべてにおいてCH₂どうしが **a** となる。また、C-C-Cがなす角が109°に近づくため、わずかにエネルギーをもたない。Jには環の上下に出た水素(H^β, H^γ)と環の外側を向いた水素(H^α, H^δ)がある。不安定なKを解いて配座異性体Lへと異性化することで、水素の向きが入れ替わる。

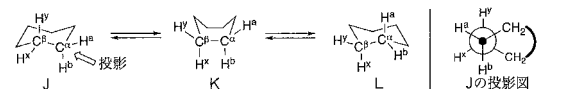


図1-4 シクロヘキサンの環反転(いくつかの中間体は省略。一部のCH₂は略記。)と投影図(C^αは●で、C^βは○で示す。シクロヘキサンの残りの部分は()で略記。)

1,2-ジメチルシクロヘキサンは立体的異性体MとNがある。立体的異性体Mにはいす形の配座異性体としてエネルギー的に等価なもののみが存在する。③
立体的異性体Nにはエネルギーの異なる2つのいす形の配座異性体がある。④

キ 下線部②について、ブタンの配座異性体のエネルギーと角θとの関係の模式図として相応しいものを図1-5の(1)~(4)の中から1つ選べ。なお、メチル基どうしの反発に比べ水素と水素、水素とメチル基の反発は小さい。

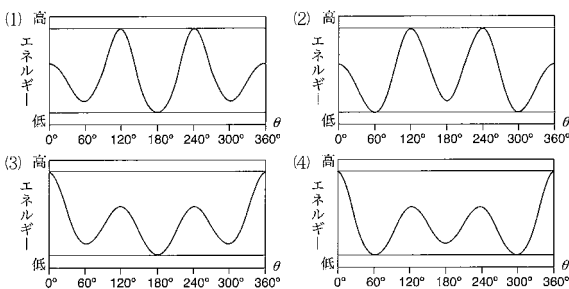


図1-5 ブタンのメチル基どうしがなす角θとエネルギーの関係

- ク 空欄 **a** に入る語句として適切なものを以下から選べ。
アンチ形 重なり形 ゴーシュ形
- ケ 下線部③に関して、最も安定ないす形の配座異性体の投影図を立体的異性体M、Nについてそれぞれ示せ。投影図はメチル基が結合した2つの炭素の結合軸に沿って見たものをJの投影図(図1-4)にならって図示すること。なお、CH₂とメチル基がゴーシュ形を取るときの反発は、メチル基どうしのそれと同じとみなしてよい。
- コ 最も安定ないす形の配座異性体において、立体的異性体M、Nのどちらが安定か選べ、理由とともに答えよ。
- サ 下線部④に関して、Nの最も安定ないす形の配座異性体において、2つのメチル基が占める位置を図1-6の構造式中の空欄 **b** ~ **e** から選べ。

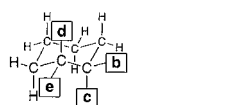


図1-6 1,2-ジメチルシクロヘキサンの構造式

東京大

出題例19

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(啓林館『高等学校 化学』p.381)は、もはや当たり前の問題として出題されている。また、糖のメチル化に関する問題(大阪大)が今年度もみられた。ペプチドの構造決定のうち、京都大(出題例20)ではタンパク質を構成しないアミノ酸も扱われており、思考力を要した。

ジペプチドAは不斉炭素原子を1つつ化合物であり、分子式はC₇H₁₂N₂O₃であった。Aに塩酸を加えて加熱し、完全に加水分解すると、環状構造をもたない2種類のアミノ酸X1とX2が生じた。X1とX2はいずれも図1の構造式で表されるα-アミノ酸であった。X1を酸触媒の存在下でメタノールと反応させ、完全にエステル化させると、分子式C₉H₁₆NO₃の化合物が得られた。pH7.0において、それぞれのアミノ酸の電気泳動を行うと、X2はほとんど移動しなかったが、X1は大きく陽極側に移動した。

トリペプチドBの分子量は289であった。Bに塩酸を加えて加熱し、完全に加水分解すると、環状構造をもたない2種類のアミノ酸Y1とY2が物質量比1:2で生じた。Y1とY2のうち、Y2のみが図1の構造式で表されるα-アミノ酸であった。Y1を酸触媒の存在下でメタノールと反応させ、完全にエステル化させると、分子式C₈H₁₄NO₃の化合物が得られた。

Y2中の窒素原子はすべてアミノ基として含まれていた。0.1 molのY2に含まれる窒素原子をすべてアンモニアに変えた。生じたアンモニアを1 mol/Lの硫酸水溶液250 mLに吸収させたのち、残った硫酸を完全に中和するためには、1 mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液が300 mL必要であった。この実験結果から、Y2に含まれる窒素の数は **ア** と決定される。

トリペプチドBとアミノ酸Y2は不斉炭素原子をもつが、Y2に対してカルボキシ基を水素原子に置き換える反応を行うと、不斉炭素原子をもたない化合物が得られた。

京都大

出題例20

合成高分子化合物では、SDGsを意識した問題がみられた。題材として、生分解性高分子であるポリ乳酸(横浜国立大、東京理科大・理、京都薬科大)は従来から出題されているが、植物由来のプラスチック(ポリエチレンフラーエート)の合成をネタとした問題(同志社大)もみられた。また、リサイクルに関する問題(神戸大、東京理科大・理)も出題されている。

(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、直前期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、オゾン分解は中堅大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 分析と対策

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15問、マーク数18であった。平均点は24.7点（50点満点）で、昨年度（平均点23.9点）とほぼ同程度であった。大問は、「生物の特徴」、「ヒトの体の調整」、「生物の多様性と生態系」の3分野から1題ずつ出題されたが、第2問Aと第3問Aで分野横断型の問題が出題された。大問はすべてA・B分けになっており、幅広いテーマから出題された。第2問Aで、会話文に基づいて、実験の操作、および実験結果を考察する問題が出題され、問2では「仮説を検証するための実験」に関する問題が出題された。

設問15問のうち、単純に知識を問う問題が6問、知識に基づいて考察する問題が1問、図・表や会話文・設問文に基づいて考察する問題が8問（計算問題1問を含む）であった。昨年度と同様、空欄補充で用語を問うような平易な知識問題は出題されなかった。「思考力・判断力を問う」という共通テストの作成方針が、昨年度の問題と同様に強く反映されており、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た。また、教科書では扱われていない内容を題材にした考察問題が出題されており、高度な考察力が要求された。これらのことから、全体の難易度は、センター試験を含めて過去最低の平均点となった昨年度とほぼ同程度であった。

河合塾の再現データ（受験者2358名、平均点27.8点）の結果では、正答率が80%以上の「易しい」問題の割合は、昨年度と同じく1問のみ（第3問問5）であった。また、正答率が50%以下の「難しい」問題は、昨年度は7問であったが、今年度は5問であった。

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 細胞・細胞周期（配点16点）

Aは細胞と、共生に伴う代謝の変化に関する知識問題と考察問題、Bは細胞周期に関する計算問題と考察問題であった。第1問全体の正答率は約55%（現役生約54%、卒業生約66%）であった。

問1 原核細胞と真核細胞の比較に関する基本的な知識問題で、全体の正答率は約60%であった（啓林館『高等学校生物基礎』p.34、『i版生物基礎』p.30）。

問2 共生関係にある動物細胞と藻類における代謝の変化について、与えられた文章から考察する問題で、全体の正答率は約68%であった。

問3 ヒトの1個の体細胞の核における複製起点の数を求める計算問題（出題例1）であった。体細胞の核には精子の核の2倍量のDNAが含まれることに注意する必要がある。全体の正答率は約43%と低く、誤答として、約44%が③を選んでいった。現役生と卒業生で最も正答率の差が大きい問題であった（啓林館『高等学校生物基礎』p.101⑤、『i版生物基礎』p.95⑤）。

問3 下線部(c)に関連して、ヒトの体細胞では、細胞周期に伴うDNAの複製は、DNAの複製の場所から開始される。1回の細胞周期の間に、DNAの一つの場所で 1×10^9 塩基対のDNAが複製されるとすると、1個の体細胞の核で全てのDNAが複製されるためには、いくつの場所で複製が開始される必要があるか。その数値として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、ヒトの精子の核の中には、 3×10^9 塩基対からなるDNAが含まれるとする。

- | | | |
|--------|---------|---------|
| ① 1500 | ② 2000 | ③ 3000 |
| ④ 6000 | ⑤ 12000 | ⑥ 24000 |

2023年度大学入学共通テスト 生物基礎 第1問

出題例1

問4 与えられた文章に基づいて、「タンパク質Xのみが発現し、タンパク質Yは発現していない細胞」の細胞周期の時期を考察する問題で、全体の正答率は約68%であった。

問5 設問文に記された物質Aに関する情報と図1に基

づいて、力の細胞集団における細胞周期の時期を考察する問題で、全体の正答率は約43%と低かった。誤答として、約17%が⑦を、約13%が②を選んでいった。

第2問 リパーゼの実験・免疫 (配点17点)

Aはリパーゼと胆汁の働きに関する実験考察問題、Bは免疫に関する知識問題と考察問題であった。第2問全体の正答率は約56% (現役生 約55%, 卒業生 約64%)であった。

問1 結論1～3が示されており、会話文および実験結果に基づいて、3つの結論を得るために比較した試験管の組合せを選ぶ考察問題であった。この問題では , , にそれぞれ1点ずつ配点されており、3つとも全て正解である場合には4点が与えられた。3つとも全て正解の正答率は、全体の約62%であった。

問2 実験1・2の結果から立てた、「胆汁は、リパーゼによる脂肪の分解を、脂肪を乳化することにより助けている」という仮説を検証するための実験と、その仮説が正しい場合に得られる実験結果を考察する問題 (出題例2)であった。会話文から、「乳化」の意味を理解し、また、油は水より比重が小さいので、層Xに食用油、層Yに水が位置することに気づく必要があった。これまでにみられない様式の考察問題であり、全体の正答率は約61%であった。

	ア	イ	ウ
①	X	Y	X
②	X	Y	Y
③	X	Z	X
④	X	Z	Z
⑤	Y	Z	Y
⑥	Y	Z	Z

2023年度大学入学共通テスト 生物基礎 第2問

出題例2

問3 物理的・化学的な防御を含む自然免疫に関するやや詳細な内容を問う知識問題で、全体の正答率は約57%とやや低かった。誤答として、約25%が③を選んでいった (啓林館『高等学校 生物基礎』p.138, 『i版 生物基礎』p.132)。

問4 抗体産生に関するやや詳細な内容を問う知識問題で、全体の正答率は約47%と低かった。誤答として、約21%が①を、約12%が③を選んでいった (啓林館『高等学校 生物基礎』p.139, 『i版 生物基礎』p.133)。

問5 実験1～3でそれぞれマウスが生存できた理由を考察する問題であった。実験3では、マウスTがB細胞を完全に欠いていることから考えるのであるが、全体の正答率は約52%とやや低く、誤答として、全体の約18%が⑤を選んでいった。

第3問 生態系・バイオーム (配点17点)

Aは水槽内の生態系に関する知識問題と考察問題、Bは世界のバイオームに関する知識問題と考察問題であった。第3問全体の正答率は約49% (現役生 約47%, 卒業生 約56%)であった。

問1 光合成と同化に関する基本的な知識問題であるが、全体の正答率は約51%とやや低かった。誤答として、約25%が⑦を、約11%が⑥を選んでいった (啓林館『高等学校 生物基礎』p.45, 『i版 生物基礎』p.44)。

問2 水槽内の有機窒素化合物が硝酸菌などの働きにより無機窒素化合物に変換されていく過程に関する知識問題で、全体の正答率は約40%と低かった。誤答として、約24%が⑤を、約11%が③を、約10%が②を選んでいった (啓林館『高等学校 生物基礎』p.197, 『i版 生物基礎』p.190)。

問3 設問文に書かれている内容を理解して、水槽の生態系から窒素を除くために必要な操作を選ぶ考察問題 (出題例3)であった。①では水槽内の生態系から窒素が取り除かれるが、②や③では生態系内を窒素が移

マ オ: 胆汁はどのようにして脂肪の消化を助けているのだろうか。資料を調べたら、「胆汁は脂肪を乳化する」と書いてあったけど。

ナ ツ: 乳化って、食用油にセッケン水を入れて振ったときに、油分が微粒子になって水中に分散し、白く濁る現象のことだね。胆汁による乳化がどんなものか、実験2で確かめてみよう。

実験2 試験管①・②のそれぞれに蒸留水2mLと食用油1mLを入れ、さらに試験管③にのみ胆汁の粉末を入れた。それぞれの試験管をよく攪拌し、室温で静置した。1時間後、図2のように、試験管①には層Xと層Yが、試験管②には層X、層Y、および層Zが、それぞれ観察された。

問2 二人は、実験1・実験2の結果から、「胆汁は、リパーゼによる脂肪の分解を、脂肪を乳化することにより助けている」と仮説を立て、その検証実験と、仮説が正しい場合に得られる結果を考えた。この検証実験と予想される結果について述べた次の文章中の ~ に入る語句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。

2本の試験管を用意し、一方には実験2で得られた層 を、他方には層 を、それぞれ等量入れる。次にリパーゼ溶液とリトマスの粉末を入れてよく攪拌し、37℃で1時間反応させた後、試験管内の液体の色調を比較する。仮説が正しければ、2本の試験管のうち、層 を入れた試験管が、より濃い赤色になる。

動するだけであることを理解する必要がある。全体の正答率は約23%で、今年度の共通テストの全問題の中で最も低かった。誤答として、約30%が④を、約13%が⑤を、約12%が⑦を、約11%が②を選んでいった。

問3 水槽の生態系に入ってきた窒素(N)は、炭素(C)と違って空気中に出ていきにくい。これは、水槽のような好気的な(酸素が十分にあり)生態系では、窒素の循環は生物から生物への経路が主であり、炭素の循環における光合成や呼吸のような、生物と大気との間で直接やりとりされる経路がほとんどないからである。このことを踏まえて、次の操作①~③のうち、水槽の生態系から窒素を取り除くための操作として適当なものはどれか。それを過不足なく含むものを、後の④~⑦のうちから一つ選べ。

- ① 茂った水草を切り取って水槽から取り除く。
- ② 水草を食べる魚を水槽に入れて水草を減らす。
- ③ 光の量を減らして水草の成長を遅らせる。

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

2023年度大学入学共通テスト 生物基礎 第3問

出題例3

問4 バイオームに関する基本的な知識問題で、全体の正答率は約53%であった。

問5 人工衛星を利用したリモートセンシング技術により、植生の様子を推定する技術を扱った問題である。設問文と図3に基づいて、2つのバイオームにおける緑葉の量の季節変動を示すグラフを選ぶ知識を必要とする考察問題で、全体の正答率は が約69%、 が約82%であった。 は今年度の共通テストの全問題の中で最も正答率が高かった。

(3) 学習対策 (指導上のポイント)

今年度の共通テストでは、昨年度と同様に平易な知識問題は出題されていないが、知識に基づいて考察する問題が出題されており、また第2問Bのようなやや詳細な知識を必要とする問題も出題されている。このため、これまでと同様に、基本的な知識を身につけさせることが重要である。これには、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、欄外の内容なども含めて十分理解させておく必要がある。

昨年度と同様に、今年度の共通テストでは、考察問題の割合が高く、その出題内容が難化している。来年度以降もこの傾向が続くと予想される。「仮説を立て仮説を

証明するための実験を計画する」問題が出題されており、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」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。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23、マーク数28であった。昨年度に比べて、マーク数は変わらず、問題のページ数と図や表の数がやや増加したが、設問数は減少し、総選択肢数が減少したため、全体的な分量はあまり変わらなかった。平均点は48.5点(得点調整後の平均点)であった。

大問は、生物のすべての分野(「生物の進化」、「生命現象と物質」、「遺伝情報の発現と発生」、「生物の環境応答」、「生態と環境」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、12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、知識問題がおおよそ1割、知識を要する考察問題がおおよそ8割、考察問題がおおよそ1割で、昨年度に比べて知識を要する考察問題の割合が増加し、知識問題と生物の知識を必要としない考察問題の割合が減少した。与えられる情報が多く、読解力と高度な思考力を必要とする問題が増加した。仮説を検証するための実験を考える問題も複数出題され、正誤の判断に

迷うような紛らわしい選択肢も多かった。一昨年度と比べて昨年度はかなり難化した。今年後はその昨年度の問題よりもさらに難化した。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857名、平均点43.1点）の結果である。大間ごとの平均点と平均得点率を次表に示す。なお、平均点は得点調整前のものであり、第5問の問2については、⑤のみを正解としたデータである。

大問	配点	平均点	平均得点率
1	17	9.4	55.3%
2	18	8.6	47.8%
3	12	4.9	40.8%
4	20	7.2	36.0%
5	19	5.6	29.5%
6	14	7.3	52.1%

(2) 設問別分析

第1問 遺伝子発現・系統 (配点17点)

遺伝子の転写調節に関する知識問題と考察問題、および、光合成生物の系統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（約55%）と卒業生（約59%）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13点であった。また、問4には部分点の設定があった。問1の正答率は約48%であった。問2の正答率は90%で、全ての設問の中で最も高かった。問3は設問文に示された仮説を証明するための実験として適当でないものを選ぶ問題（出題例4）であり、探究活動の過程を意識した問題であった。正答率は約55%で、成績上位層（約74%）と下位層（26%）で大きな差があった。

問3 図1の遺伝子Eと遺伝子Fの転写には、調節タンパク質Rが関わっていると考えられた。この仮説を証明するための実験として適当でないものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 調節タンパク質Rの機能を失っている変異体で、遺伝子Eと遺伝子Fの発現を調べる。
- ② 調節タンパク質Rを過剰に発現している変異体で、遺伝子Eと遺伝子Fの発現を調べる。
- ③ 調節タンパク質Rが、遺伝子Eと遺伝子Fの転写調節領域に結合するかを調べる。
- ④ 調節タンパク質Rが、遺伝子Eと遺伝子Fからつくられるタンパク質と結合するかを調べる。
- ⑤ 調節タンパク質Rの発現が、硫酸イオン濃度の異なる条件によって変動するかを調べる。

2023年度大学入学共通テスト 生物 第1問

出題例4

問4は光合成生物の系統関係を、与えられたデータと

条件に基づいて考察し、さらに生物の系統に関するやや詳細な知識も使って判断する必要がある。生物の知識を活用したうえで、読解力と思考力を要する考察問題である。正答率は約33%で、卒業生（31%）より現役生（約33%）のほうが高かった（啓林館『高等学校 生物』p.86）。

第2問 色覚の進化・嗅覚受容体 (配点18点)

Aは哺乳類の色覚の進化に関する考察問題で、Bはヒトの嗅覚に関する考察問題であった。大問の平均得点率は全体の中で3番目に高く、現役生（約47%）と卒業生（約54%）でそれほど大きな差はなかった。知識を要する考察問題の配点が10点、考察問題の配点が8点であった。問1は遺伝子重複に関する知識をもとに考察する問題（出題例5）である。示された①～③の記述がすべて正しいという選択肢が正解であるが、記述⑥を誤りとする選択肢⑤を選んだ受験生が非常に多く、正答率は約17%と非常に低かった。問2の正答率は が約80%、 が約37%であり、問3の正答率は約83%であった（啓林館『高等学校 生物』p.41）。問4は嗅球の興奮する位置と興奮の大きさの組合せに関する計算問題であり、生物の知識を必要としない比較的平易な計算問題であったが、正答率は30%で、成績上位層（約51%）と下位層（約10%）で大きな差があった。

問1 下線部(a)について、次の記述①～③のうち、適当なものはどれか。それを過不足なく含むものを、後の④～⑦のうちから一つ選べ。

- ② 重複によって生じた遺伝子の片方に突然変異が起こることで、もう一方の遺伝子が合成するタンパク質とは異なるアミノ酸配列のタンパク質が合成されるようになることがある。
- ⑤ 重複によって生じた遺伝子の片方の転写調節領域に突然変異が起こることで、その遺伝子はもう一方の遺伝子とは異なる組織で発現するようになることがある。
- ③ 重複によって生じた遺伝子の片方に突然変異が起こることでその遺伝子の働きが失われても、個体の生存にとって不利にならないことがある。

① ② ④ ⑤ ③ ④ ④ ⑤, ⑥
⑤ ⑥, ⑦ ⑥ ⑦, ⑧ ⑦ ⑧, ⑨, ⑩

2023年度大学入学共通テスト 生物 第2問

出題例5

第3問 光受容体と葉緑体の分布 (配点12点)

植物の光環境への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番目に低く、現役生（約39%）と卒業生（約49%）で差があった。すべての設問が知識を要する考察問題であった。問1は光環境とフィトクロムの変化に関する知識をもとにして考える問題である。正答率は約55%で、成績上位層（約

81%)と下位層(約27%)で大きな差があった(啓林館『高等学校 生物』p.328)。問2は葉緑体の分布の違いが葉を通る光に与える影響について考える問題で、正答率は約16%と非常に低かった(啓林館『高等学校 生物基礎』p.37にある探究問題と類似)。複数の情報を統合して判断する必要がある、また、選択肢のグラフの縦軸の解釈を誤って、誤答の①や③を選んだ受験生が非常に多くみられた。問3は葉緑体の定位運動に関する問題で、センター試験の2019年度追試と2016年度追試でも出題されている。正答率は51%であった。

第4問 窒素とリンの代謝・物質生産 (配点20点)

植物の窒素とリンの代謝に関する知識問題と考察問題、および、物質生産に関する考察問題で、大問の平均得点率は全体の中で2番目に低く、現役生(約35%)と卒業生(約44%)で差があった。知識問題の配点が4点、知識を要する考察問題の配点が12点、考察問題の配点が4点であった。また、問5には部分点の設定があった。問1・問2はともに基本的な知識問題であったが、正答率はそれぞれ約39%、約26%と低かった(啓林館『高等学校 生物』p.127, p.381, p.386)。問3は窒素とリンの不足による植物の成長の制限に関する考察問題であり、生物の知識を必要としない問題であった。正答率は約43%で、成績上位層(約67%)と下位層(約21%)で大きな差があった。問4は窒素同化に関する知識と与えられた情報に基づいて考察する問題(出題例6)で、正答率は16%が約13%と非常に低かった。ATPが合成される反応と電子が供給される反応が別の反応であることを考慮できず、誤答の②を選んだ受験生が非常に多かった。17%の正答率は約52%であった(啓林館『高等学校 生物』p.382)。問5の正答率は約34%であった。

1分子の窒素をアンモニアに還元するためには、分子のグルコースが必要である。生成したアンモニアは NH_4^+ に変換され、植物細胞内で数段階の反応を経てとなる。のアミノ基は有機酸に転移され、様々なアミノ酸の合成に利用される。

- ① $\frac{1}{4}$ ② $\frac{1}{2}$ ③ 1 ④ 2
 ⑤ オキサロ酢酸
 ⑥ ケトグルタル酸(α -ケトグルタル酸)
 ⑦ グルタミン酸
 ⑧ ビルビン酸

2023年度大学入学共通テスト 生物 第4問

出題例6

第5問 発生と遺伝子 (配点19点)

ショウジョウバエの発生と遺伝子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最も低く、現役生(約28%)と卒業生(約35%)で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15点であった。問2では大学入試センターから別解が発表された。問1は母性因子の遺伝に関する問題(出題例7)で、19%の正答率は約9%で、すべての設問の中で最も低かった。母性因子であることを考慮できずに誤答の④を選んだ受験生が非常に多かった。20%の正答率は約28%であった。問2はショウジョウバエの母性因子に関する知識問題で、記述③の中に誤字があり、正解の⑤とは別に①(記述③も誤りとする選択肢)も正解となった。約43%の受験生が①を選んでおり、誤字とは無関係に記述③を誤りと判断した受験生が非常に多くみられた(啓林館『高等学校 生物』p.234)。問3の正答率は22%が約51%、23%が約50%であった。問4は母性因子の働きについて調べるための実験の手順を考える問題であり、与えられたデータを分析するような一般的な考察問題とは異なる思考力が要求される問題であった。正答率は約11%と非常に低かった。

問4 下線部(c)に関連して、窒素固定はATPと電子(e^-)を必要とする反応である。根根菌では、植物から供給された有機物を利用してATPと e^- を得て、窒素固定を行っている。図3は、ある条件において、グルコースから呼吸を通じてATPが合成される反応、ATPの合成とは別の反応によりグルコースから e^- が供給される反応、および窒素固定反応について調べた結果を示した模式図である。図3を踏まえて、窒素が固定され、植物で利用される過程に関する後の文章中の・に入る数値または語句として最も適当なものを、後の①~④のうちからそれぞれ一つずつ選べ。ただし、同じものを繰り返し選んでもよい。

エ ・ オ

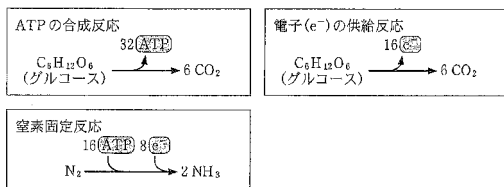


図 3

問1 下線部(a)に関連して、ショウジョウバエの胚の生存に必要な母性因子を合成する母性遺伝子Mに関する次の文章中の・に入る数値として最も適当なものを、後の①~④のうちからそれぞれ一つずつ選べ。ただし、同じものを繰り返し選んでもよい。なお、遺伝子Mは、常染色体上にあり、母性遺伝子としてのみ働くものとする。

ア ・ イ

遺伝子Mと、その働きを失った対立遺伝子mとをヘテロ接合体で持つ個体どうしを交配して得られた受精卵のうち、理論上は%が成虫まで発生する。このとき成虫まで発生した全ての雌と野生型の雄とを交配して得られる受精卵のうち、%が成虫まで発生する。

- ① 0 ② 25 ③ 50 ④ 75 ⑤ 100

2023年度大学入学共通テスト 生物 第5問

出題例7

第6問 縄張りと群れ (配点14点)

縄張りや群れ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番目に高く、現役生(約51%)と卒業生(約61%)で差があった。すべての設問が知識を要する考察問題であった。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は縄張りや群れに関する知識をもとにして考える問題である。正答率は約49%で、成績上位層(約71%)と下位層(約23%)で大きな差があった(啓林館『高等学校 生物』p.358)。問2の正答率は約72%と高かった。問3は縄張りの大きさと利益・労力の間接関係を考える問題であった。27の正答率は約47%で、成績上位層(約69%)と下位層(約26%)で大きな差があった。28の正答率は約33%であった(啓林館『高等学校 生物』p.359)。

(3) 学習対策 (指導上のポイント)

共通テストで考察問題の割合が増えたとはいえ、基本事項の知識を身につけることが重要であることに変わりはない。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対して、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に指導していきたい。また、今年度の共通テストの考察問題の特徴として、実験の内容など与えられる情報が多く、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・私大の入試問題を利用して、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。この際、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きたい。

3 一般入試 (国公立二次・私大入試)

(1) 全体の傾向

今年度の国公立大二次・私大入試の難易度は、昨年度と比べて、東京大、東北大、大阪大、千葉大(医)、同志社大などでは難化し、京都大、北海道大、名古屋大、広島大、筑波大、岐阜大、浜松医大、大阪公立大、慶応大(医)、早稲田大(理工)、立命館大、関西学院大などでは変化がなかったが、九州大、神戸大、東京医科歯科大、関西大などでは易化した。昨年度に比べて共通テストが著しく難化したのに対し、国公立二次・私大の入試は全体として昨年度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、昨年度と同様、今年度もそれほど大きな増加はみられなかった。また、目新しい内容の出題は少なく、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。しかしながら、一部の難関大などでは、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、「遺伝子」が最も多くみられ、ここ数年この傾向が続いている。そして、「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いる。「遺伝」については、昨年度と同様に問題が減少傾向にあり、他の分野に絡めて大問中に小設問が1~2問含まれている形式のものが多かった。以前のように、大問1題すべて「遺伝」の内容で出題されることがなくなった。他の分野については特に出題の偏りはみられなかった。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、昨年度と同様、今年度もそれほど多くは出題されなかった。

(2) 2023年度で注目される出題項目

入試改革の方向性を踏まえた問題として、東京医科歯科大では実験案を考える問題（出題例8）が出題され、岐阜大では仮説を証明するために必要な追加実験を答えさせる問題が出題された。

問題2 下線①について以下の文を読み、問題に答えよ。

あきら君は、エバートの実験を参考にして、かき刺激として用いる四角形の縦と横の長さをいろいろと変えた時にヒキガエルがどのような反応をするのかを調べようと思った。あきら君はヒキガエルをガラスの円筒の中に入れて、円筒から約7cmの距離に回転ベルト装置を置いた。視覚刺激として、黒い紙で作った図形を回転ベルト装置の白地のベルトに張り付け、図形がヒキガエルの視界から消えないように一定速度で往復運動させた（図5(a)）。まずは一辺の長さが2.5mmの正方形から始め、その図形の大きさをいろいろと変え、次の実験1と実験2を行った（図5(b)）。実験1では水平方向にのびる長方形を用い、垂直方向（縦）の辺を2.5mmに固定し、水平方向（横）の辺Xを2.5mmから段階的に40mmまで伸ばしていった。実験2では垂直方向にのびる長方形を用い、水平方向の辺を2.5mmに固定し、垂直方向の辺Xを2.5mmから段階的に40mmまで伸ばしていった。いずれの実験も60秒間行い、それぞれの図形を2秒で1往復する速度で水平方向に往復運動させた。ヒキガエルが図形の動く方向を追うように頭を向ける行動を獲物に対する定位反応とし、各実験において図形に対する定位反応の回数をそれぞれ調べ、その結果をグラフにした（図5(c)）。

【図5】実験方法の概要(a, b)と実験結果(c)
(注意) 図の説明は問題文に記載している。

ア) 実験1と実験2の結果（図5(c)）から、ヒキガエルは視野に入った刺激のどのような特徴から獲物であると認識していると考えられるか、答えよ。

イ) 黒い長方形（縦2.5mm×横40mm）の図形を用いて、ア)で答えた刺激の特徴をさらに詳しく調べるためには、刺激の何を変化させるとよいか、仮説を立て、それを明らかにするための具体的な実験計画を述べよ。

東京医科歯科大

出題例8

考察問題については、東京大、名古屋大、同志社大などで難度の高い考察問題が出題されたが、九州大、東京医科歯科大などでは出題が減少した。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、また、示された実験の内容や結果の解釈が難しい問題（出題例9）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」が必要となる。

文1

地球上の生物は、独立栄養生物と従属栄養生物の2種類に大別される。Nさんは、従属栄養生物の細菌Aを独立栄養生物に作り変えることができないかと考えた。

Nさんの理論はこうだ(図1)。例えば代表的な独立栄養生物である植物の場合、光合成によって栄養とエネルギーを生産する。光化学系によって生じたNADPHの還元力と(ア)のエネルギーを使い、カルビン・ベンソン回路(CBB回路)を介して二酸化炭素を固定し糖類を生産する(ここでは、糖類が $a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d$ の順で代謝されるとする)。

細菌Aでは、解糖系により糖類が $d \rightarrow c \rightarrow b \rightarrow a$ の順で代謝されてピルビン酸を生産する。糖類bとcは、酵素BとCのはたらきで解糖系から分岐する経路にも代謝され、菌体の増殖に必要な物質b'およびc'に変換される。一方ピルビン酸は、クエン酸回路(TCA回路、 $x \rightarrow y \rightarrow z$ の順で代謝されるとする)により最終的に(イ)へと代謝され、還元力を有する(ウ)およびエネルギー源として(ア)を生産する。さらに細菌Aは、解糖系の逆ルートをたどり、ピルビン酸から $a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d$ の順で糖類を合成する糖新生の酵素類も併せもつ。

ならば、二酸化炭素を固定して $d \rightarrow a$ を触媒するルビスコを細菌Aで発現させてやれば、糖新生の経路を人為的なCBB回路に作り変えることができ、二酸化炭素を炭素源とする細菌を作れるだろう。これによって、独立栄養生物へ作り変える目標の第一段階を達成できるはずだ。

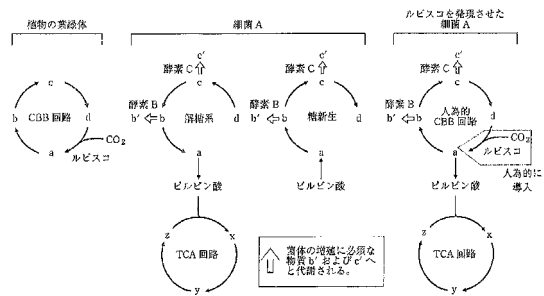


図1 植物の葉緑体と細菌Aにおける代謝経路とNさんの理論

設問(1): 空欄(ア)～(ウ)に適切な物質名をそれぞれ一つ記載せよ。

文2

細菌Aでルビスコを発現させるため、Nさんはシロイヌナズナのルビスコ遺伝子をプラスミドに組み込み、細菌Aに導入した。さらに、菌体の増殖に利用される物質へと代謝される糖類bとcの生産効率を上げるため、aとピルビン酸の変換を触媒する酵素を破壊することで、人為的CBB回路とTCA回路の間で起こる代謝物の流入も抑えた(図2、この細菌をA'とする)。培地には、ピルビン酸、およびCBB回路に必要なエネルギー源と還元力を与える有機物も分量を加えた(以降、これら有機物は炭素源とは考えない)。しかし、細菌A'は二酸化炭素の固定を行うことができなかった。

正常に機能するルビスコがあるにもかかわらず、二酸化炭素を炭素源に利用できないのはなぜだろうか。Nさんは以下の仮説を考えた。もともと従属栄養である細菌Aの代謝は、二酸化炭素を炭素源とする環境に適応していないため、例えルビスコがあってもそれをすぐに炭素固定に利用することができないのではないかと考えた。この考えのもと、Nさんは指向性進化の実験を行うこととした(実験1)。

指向性進化とは、ランダムな変異の導入と選抜の繰り返しという生物の進化を模した方法を試験管内で行うことで、有用な突然変異が蓄積され、タンパク質や微生物の機能を任意の環境へと適応させる手法である。人工酵素や抗体医薬といった重要な発見へと波及し、2018年にはノーベル化学賞の獲得に至ったことでも知られている。

(実験1)

- 古い培地と新しい培地を定期的に自動で入れ替える連続培養装置で細菌A'を長期間培養する。
- 培地にはピルビン酸およびエネルギーと還元力を与える有機物を添加する。
- 培養の際、ランダムな突然変異が低頻度で自然発生する。
- 炭素源として常に一定量の二酸化炭素を添加する(図3)。
- 培養開始時には、生命活動の維持に必要な最小量の糖類dも炭素源として添加する(図3)。
- 徐々に糖類dの添加量を減らし、最終的には二酸化炭素のみを炭素源として与える(図3)。

新しい内容としては、岐阜大、東京大、東京医科歯科大で新型コロナウイルス感染症（COVID-19）に関する問題が出題された。岐阜大では新型コロナウイルスに関するやや詳細な知識が問われ、治療薬として使われたレムデシビルの作用機序を考察する問題（出題例10）が出題された。

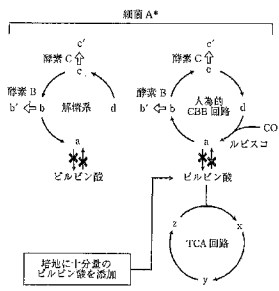


図2 細菌A*における代謝経路
Xは酵素を破壊したことを示す。

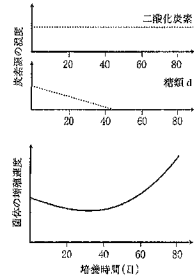


図3 指向性進化実験における炭素源の濃度と菌体の増殖速度の変化

設問(2): 80日にわたる培養において、図3のように増殖速度の増加が観察された。培養0日目と80日目に取り出した菌体培養液を、糖類dのみを炭素源として含む液体培地、あるいは二酸化炭素のみを炭素源として含む液体培地で培養した際に想定される菌体の増殖を、i)増殖する、ii)増殖しない、から選んで記号で答えよ。この実験で培養する際には、変異は起こらないものとする。

	糖類dを含み二酸化炭素を含まない培地	二酸化炭素を含み糖類dを含まない培地
0日目のサンプル	(ア)	(イ)
80日目のサンプル	(ウ)	(エ)

文3

80日にわたる指向性進化の実験の結果、Nさんは二酸化炭素を炭素源として生育する細菌A*を単離することに成功した。その性質を調べるため、Nさんは以下の実験を行った。

(実験2)

細胞内での物質の代謝経路を調べるために、放射性同位体を用いた手法がある(図4)。例えば、炭素の放射性同位体である¹⁴Cをもつ化合物を外から投与すると、代謝経路の下流の化合物は¹⁴Cで標識される。一方、代謝経路の上流の化合物は¹⁴C標識されない。Nさんは、¹⁴C二酸化炭素や¹⁴Cピルビン酸を、野生型の細菌A、細菌A*および細菌A**に一定時間投与し、それぞれの代謝物が¹⁴C標識されるかを追跡した。

(実験3)

細菌A**よりゲノムDNAを抽出し、その塩基配列を細菌A*と比較することで、指向性進化で生じた突然変異を同定した。

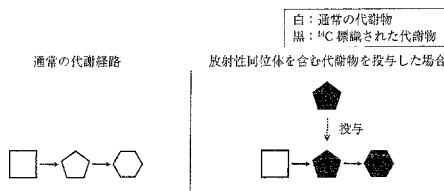


図4 放射性同位体による標識の原理

設問(3): 実験2のそれぞれのケースについて、¹⁴C標識された代謝物の組み合わせとして正しいものを下記1)~4)から選び、数字で答えよ。

	¹⁴ C二酸化炭素	¹⁴ Cピルビン酸
細菌A	(ア)	(イ)
細菌A*	(ウ)	(エ)
細菌A**	(オ)	(カ)

- 1) a, b, c, d
- 2) x, y, z
- 3) a, b, c, d, x, y, z
- 4) なし

設問(4): 実験3の結果、指向性進化の原因となった変異が、酵素BとCの遺伝子中に発見された。この変異が酵素活性に与える影響として想定されるものを下記1)~3)から一つ選択し、番号で答えよ。また、その解答に留意しながら細菌A*で二酸化炭素固定が行われなかった理由を解答欄の枠内で述べよ。

- 1) 酵素活性の消失
- 2) 酵素活性の低下
- 3) 酵素活性の上昇

新型コロナウイルスによって引き起こされる新型コロナウイルス感染症は、2019年に発生し、世界各地でアウトブレイク(大規模かつ集団的に感染症が発生すること)を繰り返し、今もなお私たちの生活に大きな影響を与えている。

コロナウイルスは直径約100nmの球状のウイルスである。ウイルス表面には突起状のタンパク質(スパイクタンパク質)が存在し、その形態が王冠に似ていることからギリシャ語で王冠を意味するコロナという名前が付けられた。コロナウイルスの内部にはウイルスゲノムとして1本鎖RNAが存在し、1本鎖RNAの状態では遺伝子情報が保持されている。コロナウイルスのゲノムRNAにはわずか10種類程度の遺伝子しか存在しない。これらの遺伝子の中には、ウイルス粒子を構成するのに必要な4つの構造タンパク質(スパイクタンパク質を含む)を指定する遺伝子や、ゲノムRNAの複製に必要なRNA依存性RNAポリメラーゼ(RNAを鋳型にして1本鎖RNAを合成する酵素)を指定する遺伝子などが含まれる。残りの遺伝子は、アクセサリタンパク質とよばれるタンパク質を指定しており、宿主細胞からウイルス粒子が放出されるのを促進する役割や、宿主の免疫反応から回避する役割を果たしている。

宿主に感染する際には、スパイクタンパク質が宿主細胞の表面に存在するACE2とよばれるタンパク質と結合し、ウイルス粒子が宿主細胞内に取り込まれる。その際に、ゲノムRNAが宿主細胞質中に放出される。宿主細胞質中では、放出されたゲノムRNAがmRNAとして機能する。まず、放出されたゲノムRNAに宿主細胞のリボソームが結合し、ゲノムRNAの塩基配列にしたがってRNA依存性RNAポリメラーゼが翻訳される。その後、翻訳されたRNA依存性RNAポリメラーゼのはたらきによってゲノムRNAの複製が起こる。次に、ゲノムRNAから構造タンパク質が翻訳される。翻訳された構造タンパク質は宿主細胞の小胞体からゴルジ体へ輸送される。構造タンパク質を取り込んだゴルジ体はゴルジ小胞を形成し、複製されたゲノムRNAを包み込んで新たなウイルス粒子ができていく。新たなウイルス粒子は、エクソサイトーシスによって細胞外へ放出される。

厚生労働省は、エボラ出血熱(RNAウイルスであるエボラウイルスによって引き起こされる感染症)の治療薬として開発されたレムデシビルを新型コロナウイルス感染症の治療のために使用することを承認した。また、mRNAワクチンが開発され、mRNAワクチン接種をすることにより発症の予防や症状の軽化が可能になった。一方で、新型コロナウイルスについては、デルタ株、オミクロン株などの亜株が次々と出現し、今もなお新型コロナウイルス感染症との戦いは続いている。

- 問1. コロナウイルスは自己増殖能をもたず、増殖するためには宿主の細胞に感染する必要がある。その理由を60字以内で記せ。
- 問2. 下線部①に関して、RNA依存性RNAポリメラーゼによってコロナウイルスのゲノムRNAが複製されるためには、2回のRNA合成反応が起こる必要がある。その理由を100字以内で記せ。
- 問3. 下線部②に関して、レムデシビルはアデノシングクシノチド(リボースにアデニンとリン酸が結合した核酸)と類似した構造をもつ化合物である。この治療薬は、宿主細胞にウイルスが感染して、新たなウイルス粒子が放出されるまでの、どの段階を特異的に阻害する作用をもつと考えられるか。最も適切なものを、次の(a)~(e)の中から1つ選び、記号を記せ。
 - (a) スパイクタンパク質が宿主細胞のACE2と結合する段階を阻害する。
 - (b) ウイルス粒子が宿主細胞内に取り込まれる段階を阻害する。
 - (c) ウイルスのゲノムRNAが複製される段階を阻害する。
 - (d) 複製されたゲノムRNAがゴルジ小胞に包み込まれて新たなウイルス粒子が作られる段階を阻害する。
 - (e) ウイルス粒子が宿主細胞外へ放出される段階を阻害する。

問 4. 下線部③に関して、mRNA ワクチン接種とは、スパイクタンパク質を指定する mRNA を細胞膜に似た性質をもつ小さな粒子の中に包み込んだものを、筋肉内に接種することである。これによって筋細胞などの細胞質中に mRNA を取り込ませ、実際にコロナウイルスに感染したときと同じように、細胞の中でスパイクタンパク質を翻訳・産生させることができる。mRNA ワクチン接種によって、新型コロナウイルス感染症の発症予防や症状の緩和が期待される理由として適切なものを、次の(a)~(e)の中から2つ選び、記号を記せ。

- (a) mRNA ワクチンによってスパイクタンパク質に対する特異的な自然免疫を予め活性化させることができる。これによってウイルス感染が起こった際に強い自然免疫がはたらき、スパイクタンパク質をもつウイルスが速やかに排除されるようになるから。
- (b) mRNA ワクチンによってスパイクタンパク質を発現する細胞に対する特異的な細胞性免疫を予め活性化させることができる。これによってウイルス感染が起こった際に強い細胞性免疫がはたらき、感染した細胞が速やかに排除されるようになるから。
- (c) mRNA ワクチンによってスパイクタンパク質に対する特異的な体液性免疫を予め活性化させることができる。これによってウイルス感染が起こった際に強い体液性免疫がはたらき、スパイクタンパク質をもつウイルスが速やかに排除されるようになるから。
- (d) mRNA ワクチンによってスパイクタンパク質を発現する細胞に対する特異的な自己免疫を予め活性化させることができる。これによってウイルス感染が起こった際に強い自己免疫がはたらき、感染した細胞が速やかに排除されるようになるから。
- (e) mRNA ワクチンによってスパイクタンパク質を指定する mRNA に対する RNA 干渉作用を予め活性化させることができる。これによってウイルス感染が起こった細胞の中で強い RNA 干渉作用がはたらき、ウイルスの増殖が抑制されるようになるから。

問 5. 下線部④に関して、新型コロナウイルスの RNA 依存性 RNA ポリメラーゼは複製の精度を欠き、複製過程でゲノム RNA の変異が生じることが知られている。新型コロナウイルスについては、スパイクタンパク質に異なるアミノ酸変異をもった亜株が次々と誕生し、感染拡大することが繰り返された。このように、異なるアミノ酸変異をもった亜株の感染拡大が繰り返し起こった理由として、2つの可能性があると考えられている。そのうち1つは、スパイクタンパク質のアミノ酸変異によってより強く ACE2 に結合できるようになった亜株が、感染力を増し、選択的に増殖した可能性である。もう1つの可能性について100字以内で記せ。

岐阜大

出題例10

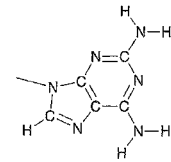


図2 塩基Zの構造

Z を合成する酵素の遺伝子をもっている。細菌のもつウイルス感染防御機構である DNA 切断酵素は、Z を含んだ DNA を切断できないため、このウイルスは感染を広げやすいと考えられている。

(途中省略)

問 4. 下線部③について、図2に示したZの構造を参考に、どの塩基がZに置き換わっているか、アルファベット一文字で表される略号で答えよ。また、Z を含む塩基対の塩基間で形成される水素結合の数を答えよ。

問 5. 下線部④について、細菌のもつ DNA 切断酵素が切断できないようにするためには、ウイルスの DNA に含まれる塩基がZを含んだ4種類の塩基のみからなる必要がある。一方、細菌はA、C、G、Tからなる自身のDNAを合成するしくみを備えている。この細菌の細胞内で、Zを含んだ4種類の塩基のみからなるウイルスDNAを合成するためには、Zを合成する酵素以外にどのようなしくみが必要であると考えられるか、述べよ。

浜松医科大

出題例11

浜松医科大では、近年発見された、一部のウイルスがA(アデニン)のかわりにも塩基Z(2-アミノアデニン)について出題された(出題例11)。

DNA を構成する2本のヌクレオチド鎖は、互いに逆方向に並んでねじれた二重らせん構造を形成している。らせんの内側では、2本のヌクレオチド鎖上の向かい合った位置に存在する塩基どうしが、水素結合によって決まった組み合わせでのみ結合している(図1)。

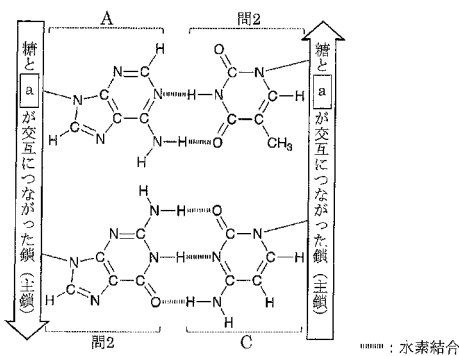


図1 DNAにおける塩基対の構造
4つの塩基のうち、AとCのみは明示してある。

(途中省略)

また、ウイルスにも標準的な塩基対とは異なった塩基対をDNAにもつものがある。たとえば、細菌に感染するあるウイルスは、A、C、G、Tの4種類の塩基のうちの1つが、特殊な塩基(Zと略される)に置き換わった2本鎖DNAをもつ(図2)。宿主の細菌はZを合成することはできないので、このウイルスは

名古屋大では、2022年度のノーベル医学生理学賞のテーマに関連する内容が出題された(出題例12)。

文2

SARS-CoV-2 ウイルス感染者5万人を対象に大規模ゲノム解析を行った。その結果、一部の人のにおいて、ネアンデルタール人型の塩基配列が数万から数十万塩基にわたって連続しているゲノム領域が含まれている例が見つかった。そのような領域は複数あったが、そのうちの1つ(領域Rとする)は常染色体にあり、遺伝子Sの全長を含んでいた。各感染者のゲノム配列とウイルス感染後の重症化率を調べると、この領域の遺伝子型と重症化率には関連性があることがわかった(表4)。

これまでに、世界で3000人以上のさまざまな人からiPS細胞が作製され、ゲノム配列情報とともに細胞バンクに保管されている。iPS細胞を適切な培地に移すと、細胞が分化して、臓器に似た細胞集合体(オルガノイド)を形成することができる。そこで、以下の実験を行った。

(実験1)

領域Rが現生人類型のホモ接合になっているiPS細胞、現生人類型とネアンデルタール人型のヘテロ接合のiPS細胞、およびネアンデルタール人型のホモ接合のiPS細胞について、それぞれ5人分を細胞バンクから入手し、それらから肺オルガノイドを作製して遺伝子SのmRNA量を測定した。結果を図1に示す。

(実験2)

遺伝子Sの周辺には図2のように、5箇所(部位a、b、c、d、e)において一塩基多型(SNP)があった。そこで、領域Rが現生人類型ホモ接合のiPS細胞の一つを用いて、ゲノム編集によってSNP部位を一つずつネアンデルタール人型ホモ接合に変化させ、それぞれのゲノム改変iPS細胞から肺オルガノイドを作製した。これらの遺伝子SのmRNA量を測定し、領域Rがネアンデルタール人型ホモ接合型の肺オルガノイドのmRNA量と比較したところ、図3の結果を得た。

表4 領域Rの遺伝子型と重症化率の関係

遺伝子型	重症化率(相対値)
現生人類型ホモ接合	1.00
ヘテロ接合	0.91
ネアンデルタール人型ホモ接合	0.83

(注) 遺伝子型ごとに年齢や性別の偏りはなかった。

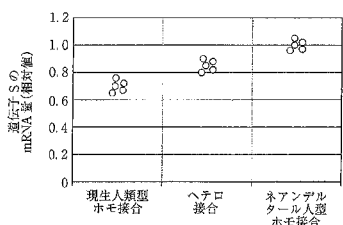


図1 遺伝子型別の肺オルガノイドでの遺伝子SのmRNA量
○は異なるiPS細胞由来のオルガノイドでの発現量を示す。

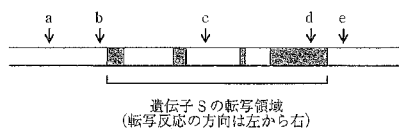


図2 遺伝子S周辺のゲノム領域におけるSNP部位
灰色部分は転写された後にmRNAになる領域を示す。

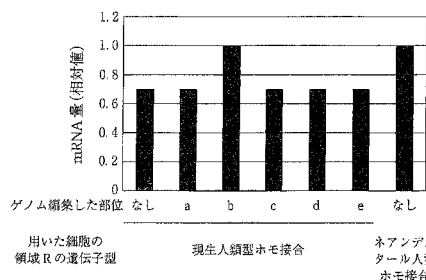


図3 ゲノム改変iPS細胞由来の肺オルガノイドでの遺伝子SのmRNA量

設問(3): 文2の下線部の領域の減数分裂における特徴を考察し、解答欄の枠内で述べよ。

設問(4): 実験2の結果から、対立遺伝子間でmRNA量の違いが生じる機構を考察し、解答欄の枠内で述べよ。

設問(5): SARS-CoV-2感染症のパンデミックより前に行われた大規模ゲノム解析研究の結果から、遺伝子S周辺のゲノム領域は他のゲノム領域に比べてネアンデルタール人型の頻度が高く、注目されていた。この領域について、ネアンデルタール人型の頻度が現生人類集団の中で高くなったメカニズムについて、遺伝的浮動以外の可能性について考察し、解答欄の枠内で述べよ。

名古屋大

出題例12

(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「遺伝子」分野を除けば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と思われる。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。あまり詳しく扱すぎると、生徒は消化不良となり、費やす時間も多くなりすぎるので、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であるので、十分に指導しておきたい。そして、現行課程の教科書で扱われている内容だけでなく、旧課程の頃と同様の内容まで扱い、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、出題されない内容や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。少しずつではあるが出題の増加傾向がみられるので、やはり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に指導していきたい。

入試の鍵となるのは考察問題と論述問題である。考察問題については、今年度は昨年度に比べそれほど増加していないが、今年度の共通テストを踏まえて、来年度では増加することが予想される。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、そのもと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、今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、生徒が初めてみ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しておきたい。論述問題は、添削指導を通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であるので、その十分な対策が不可欠である。

神原 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），高1・2 夏期・冬期講習テキスト，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，生物基礎の全統記述模試，および全統共通テスト模試の作成チーフを務め，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)，

「2021共通テスト対策問題パック生物基礎」

(河合出版・共著)

大学入試 分析と対策

地学

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」である。分野別配点割合は19:7:14:10(各大問の小問数は6, 2, 4, 3)で、「自然との共生」分野の1小問が気象関連の出題であったことを含めても、「大気と海洋」分野が少なかった。

昨年度は基本的な知識問題が多く、2015年度に「地学基礎」となって以降で最も高い平均点であった。そのため、今年度はやや難化することも予想されたが、平均点は35.03点で、昨年度よりも0.44点減少はしたが「地学基礎」として昨年度に次いで高い平均点であった。今年度は昨年度よりも計算要素や図の読み取りからの考察を要する出題は増えたが、以前の平均点が低かった年度と比較すると、理解できている受験生が題意の判断に迷いやすい設問や、細かい文言や設定の見落としでミスになりやすい出題がなかった印象である。また、考察を要する設問においては、前提となる知識自体を求めるのではなく問題文に情報として示している設問もみられ、思考力を問う意図が感じられた。今年度の平均点が高めとなったそのほかの要因としては、解答形式においてほとんどが4択問題で6択が1つしかなかったことや、正誤問題が1題であったことなども挙げられる。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すく、得点率に影響しやすいことは考えられる。

なお、追試験は全16小問で、1題の小問で2つの解答を選択する問題(配点は各2点ずつ計4点)が出題された。また、本試験よりもやや高度な知識に加えて思考ステップが必要な出題もみられた。

(2) 設問別分析

第1問 (1~6)

- A: 地球全周の長さやプレート境界に関する問題。問1は実習的な計算問題だが、オーソドックスな内容であった。
- B: 鍵層に関する基礎知識問題と、地層の対比に関して柱状図の読み取りを要する問題。
- C: 深成岩の組織と、火山に関する問題。問6は探究活動的な図を用いた出題だが、内容は基礎知識の確認であった。

— A —

問1はエラトステネスの方法にならって、南北に位置する2地点における南中高度の差と2地点間の距離を用いて地球全周の長さを計算する、教科書の実習的な問題(出題例1)。4点配点であった。

問1 次の文章中の「ア」に入れる数値として最も適当なものを、後の①~④のうちから一つ選べ。

エラトステネスの方法にならって、X市に住むAさんはY市に住むBさんと共同で地球の大きさを求めることにした。X市とY市はほぼ南北に位置している。同じ日に太陽の南中高度を測定すると、Aさんは57.6°、Bさんは53.1°という結果を得た。X市とY市はほぼ真っ直ぐの高速道路で結ばれている。そこで、AさんはBさんを訪問するときに、自動車の距離計で距離を測定したところ、550 kmであった。これらのデータから地球全周の長さを計算すると「ア」kmとなった。実際の地球全周の長さよりは少し長くなったが、近い値を得ることができた。

- ① 10500
- ② 11000
- ③ 42000
- ④ 44000

2023年度大学入学共通テスト 地学基礎 第1問

出題例1

地球全周が約4万kmであるという知識から選択肢を絞ることはできるが、計算しないと答えは出ない出題であった。計算には、南北に位置する2地点の南中高度差が緯度差である点の理解が必要であり、これがエラトステネスの測定に関する学習のポイントの1つである。こ

の設問では、南北にほぼ真っ直ぐの高速道路で自動車の距離計で測定するなど、より具体的な状況が設定され、授業で学習した科学的な考え方に、生活の中で触れることへの印象づけがなされていた。実際に授業内で同様の測定を行ってみようとする動きが限られるため、緯度差が小さくなってしまいが、その点この設問ではスケール感がエラトステネスの測定と同程度であり、計算はしやすかっただろう。また、「実際の地球全周の長さよりは少し長くなったが、近い値を得ることができた。」ということから、実習の誤差へのイメージも持たせる意識がみられた。

今回は文章で状況が示された設問だったが、同様の内容の問題は、過去には、エラトステネスの測定そのままの計算問題（2000年度地学I B本試験）や、エラトステネスの測定方法を応用的に用いる問題（平成30年度プレテスト地学基礎）として出されている。また、2地点間の緯度差と距離を用いて地球全周の距離を表す文字式を選択する出題もみられた（2007年度地学I本試験）。

問2は、地形、深発地震、火山活動に着目し、プレート境界について述べた文章の穴埋め問題。今回は図を伴わない設問であったが、文章で挙げられているそれぞれの事象については仕組みが関連しているものであり、ただ用語として覚えるのではなく、教科書（啓林館『高等学校 地学基礎』p.23）の図のような視覚的イメージも持っておきたい。その際、マグマが発生する仕組みは発展の範囲（啓林館『高等学校 地学基礎』p.64）となってしまうが、日本だけでなく世界の火山災害に関する意識という観点からも、なぜそこに火山があるのか、という点は学習しておきたい。

- B -

問3は鍵層に適している地層の特徴を問う基礎知識問題。教科書（啓林館『高等学校 地学基礎』p.182）では、広範囲に堆積することが多い火山灰が地層の対比に有効である点は示されているが、鍵層自体の堆積期間の長さについては言及されていない。とはいえ、鍵層が離れた地域での同時堆積面を示すものであるという理解や、示準化石（個体数が多く、分布が広く、存在期間が短い生物の化石）に関する知識があれば、容易に判断できるだろう。問4の設問のように、離れた地域で堆積速度の異なる地層を対象とするという条件があると、同時堆積面を示す鍵層の意味や必要性をより認識しやすかったのではないだろうか。

問4は地層の対比についての正誤問題（出題例2）。柱状図の読み取りを含む探究的な内容の設問であった。

互いに離れた地域Aと地域Bで地質調査を行い、次の図1に示すような地層の柱状図を作成した。両地域でXとYの2枚の凝灰岩層が見つかり、それらを鍵層として地域Aと地域Bの地層を対比した。なお、砂岩層と泥岩層はそれぞれ異なる速さで堆積し、堆積の速さの変化や中断はなかったものとする。

図1 地域Aと地域Bの地層の柱状図

問4 地域Aと地域Bの地層の対比に関連して述べた次の文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。 4

a 凝灰岩層Xと凝灰岩層Yで挟まれる地層について、地域Bの砂岩層が10m堆積するのにかかる時間は、地域Aの泥岩層が10m堆積するのにかかる時間より長い。

b 地域Bの地層の堆積環境がわかれば、地層の対比にもとづき、地域Aの地層の堆積環境も地域Bと同じと推定できる。

	a	b
①	正	正
②	正	誤
③	誤	正
④	誤	誤

2023年度大学入学共通テスト 地学基礎 第1問

出題例2（問3は省略）

aについては、図1から地域Aと地域Bにおける堆積速度の違いを読み取ったうえでの判断を求められる設問である。柱状図において、2枚の鍵層、すなわち同時堆積面に挟まれた堆積物の厚さが地域Aよりも地域Bのほうが厚いことから、地域Bの砂岩層のほうが堆積していく速度が速かったことが読み取れる。したがって、同じ10m堆積するのにかかる時間は地域Bのほうが短いはずなので、aは誤りと判断できる。このような設問では、何について比較し、どちらがどうなのか、という情報の把握をしっかりと行いたい。

bについては、地層の対比という用語そのものに関する設問である。地層の対比とは、離れた地域の地層の同時代性を確認することであり堆積環境を比較することではない、という点を正しく認識できているかが問われた。またその認識には、堆積環境という語の理解も必要である。堆積環境とは、教科書（啓林館『高等学校 地学基礎』p.172）でも使用されているが、堆積した場所

や堆積時の流水の状態などを示し、地層を構成する岩石の種類や堆積構造、含まれる化石などによって判断できるものである。したがって、堆積したのが同時代かどうかを調べることに、それがどのような堆積場や環境のもとで堆積したのかを調べることは別ものだ、という判断をできるかどうか、この設問のポイントであった。ただ、「環境」という語はさまざまな範囲をもって漠然と使われることもあるため、堆積環境という語の意味自体をあまり意識しなかったり、離れた地域でも同じ火山灰層を鍵層としているのだから堆積環境も同じ、という判断をしてしまったりという受験生もいたかもしれない。学習段階で使用する専門的な用語には、具体的なイメージやスケール感を持てるように意識はしておきたい。

なお、柱状図は2021年度地学基礎本試験でも出題され、堆積物の種類と堆積場や流速の関係について意識できていた受験生もいただろう。今回の出題では、図1だけでなく文aでも触れられているように、鍵層に挟まれた地層が地域A(泥岩)とB(砂岩)では異なっていた。そのため、流水のはたらきにおける粒径と流速の関係の学習から考えれば、地域AとBの泥岩と砂岩では堆積する流速が異なる、すなわち堆積場や堆積時の条件が異なる、という判断もできるはずである。そこから、地域Bの地層の堆積環境がわかったところで、地域Aでも同じというわけではない、という判断材料にもなるだろう。

- C -

問5は深成岩の鏡下観察のスケッチから、自形と他形の区別と晶出順序を答える問題(出題例3)。

鉱物の晶出順序の読み取りにおいて気をつけたいのは、図2のような図において組織を平面的にとらえてしまい、紙を上重ねていった結果の模様のように考えてしまいがちな点である。そうすると、他のものに隠されていないbが順番としては最後であると勘違いしてしまいがちである。新しいものが上に重なって見える、という状況は普段の生活でも目にしやすいので、図2をぱっと見て感覚的にとらえてしまわないように注意したい。また、地学的な見方をできたとしても、例えば地層の解釈における断層や不整合などの切断関係では、基本的に切っているものが新しく切られているものが古い。したがって、その視点で図2を読み取ろうとしてみると、bがaやcの結晶面を切って後からできたという解釈になってしまうことも考えられる。深成岩の組織がどのようにできるものなのか、という点を考えながら図の読み取りを行いたい。とはいえ、今回の設問では問題文の前半に、はじめに晶出する鉱物は本来の形(自形)になるということが示されたうえで、晶出順序が一番早いものを選ぶ問題となっていた。観察経験の有無や、図の読み取り方法を含む知識の有無を単に問うのではなく、自形と他形の違いという基本事項をおさえたうえで、その場で情報をしっかりと確認し判断できるか、という点が重視されていたといえるだろう。その点で、今年度唯一の6択問題ではあったが難度は高くなかった。今回と同様の図から晶出順序を読み取る問題は2011年度地学I本試験でもみられたが、この時は鉱物結晶の形と晶出順序の関係については知識前提だった。

顕微鏡観察でのスケッチを用いた火成岩の組織に関する出題は、実習要素を含むこともあり、近年の地学基礎の試験でも頻繁にみられる。その対策ということではないが、学習段階ではできるだけ観察や実習によって実物の様子を確認しておきたい。ただ、設備や時間の都合で鏡下観察まで行うことが難しいこともある。また、実際の岩石では教科書的な特徴や典型的な組織がみられない場合も多い(それを認識することも重要ではあるが)。教科書(啓林館『高等学校 地学基礎』p.58)では、実際の写真から晶出順序を考察する問いも掲載されており、実物での観察ができない場合でも取り組んでおきたいところである。

問6は探究活動的な設定の出題として、火山に関連する用語をつないだ図から判断する問題(出題例4)。設問自体は基礎知識の確認である。

問5 次の文章を読み、オ・カに入れる語と記号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。 5

次の図2は、ある深成岩Gのプレパラート(薄片)を偏光顕微鏡で観察したスケッチである。マグマの中からはじめに晶出する鉱物は、自由に成長することができる。したがって、その鉱物は結晶面で囲まれた鉱物本来の形になり、これをオと呼ぶ。このことを考慮すると、この深成岩Gに見られる3種類の鉱物a~cのうち、一番はじめに晶出した鉱物はカと考えられる。

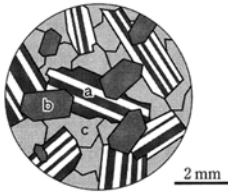


図2 深成岩Gのプレパラート(薄片)を偏光顕微鏡(直交ニコル)で観察したときのスケッチ

2023年度大学入学共通テスト 地学基礎 第1問
出題例3

問 6 Nさんは、火山に関連する言葉をつないだ図を、A：火山の形、B：マグマの分類、C：マグマの粘性、D：マグマのSiO₂量の四つの項目に着目して描いてみた(図3)。Nさんは、図を見直して、A～Dのうちの一つの項目について、言葉が上下入れ替わっていることに気づいた。どの項目の言葉を入れ替えると図3は正しくなるか。最も適当なものを、後の①～④のうちから一つ選べ。 6

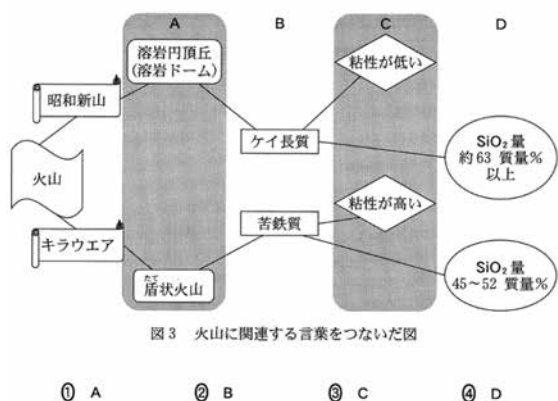


図3 火山に関連する言葉をつないだ図

① A ② B ③ C ④ D

2023年度大学入学共通テスト 地学基礎 第1問

出題例4

火山の形やマグマの分類など、それぞれの事柄がリンクしていることを図示して確認する内容であるが、溶岩ドームや盾状火山からいきなりケイ長質や苦鉄質に結ばれ、そこから粘性につながっている点がやや気になるところではある。着目する項目を設定したうえでの図であるとされているが、学習段階ではおそらく、火山の形－粘性－SiO₂含有量－区分としての名称、とつなげながら、なぜそうなのか、ということの理解につなげる場合が多いのではないだろうか。ここでは、間違い探しの設問における難度設定という点で、火山の形と粘性が少し離れているほうが都合がよかったということなのかもしれない。

第2問 (7～8)

A：天気図の読み取りと計算を含む問題。
B：黒潮の流路を選択する問題。選択肢の図だけでなく、海面水温の図からの読み取りができるかがポイントであった。

－ A －

問1は高気圧における基礎知識の確認と、地上天気図の読み取りから高気圧の移動時間を計算する問題(出題例5)。4点配点であった。

問 1 次の文章中の「ア」・「イ」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。 7

図1に日本付近のある日の地上天気図を示す。日本付近は高気圧に覆われている。1020 hPaの等圧線に囲まれた高圧部の形や移動する速さ、方向が変化しないと仮定すると、この高圧部の東端が東経140°を通過し始めてから西端が通過し終わるまでに、およそ「ア」時間かかる。高気圧は「イ」が卓越し、雲ができてくいため、この高圧部が通過するおよそ「ア」時間は晴天が続くと考えられる。

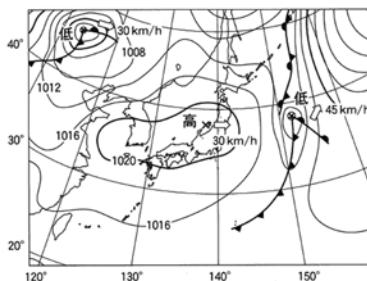


図1 ある日の地上天気図

×は高・低気圧の中心位置を示す。矢印は高・低気圧の移動する方向、数値(km/h)は移動する時速を示す。なお、北緯35°付近において、経度幅10°に相当する距離は約900 kmである。

2023年度大学入学共通テスト 地学基礎 第2問

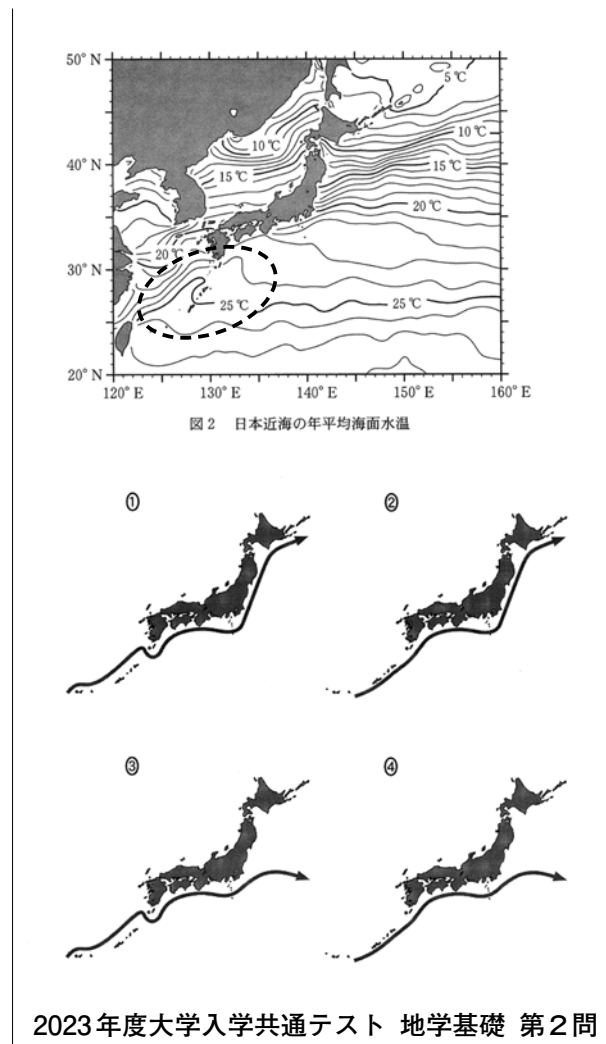
出題例5 (選択肢は省略)

地上天気図に関する出題は近年頻出であり、例えば2019年度と2021年度の地学基礎本試験では、気圧の読み取りや、風向の判断についての設問がみられた。また2022年度地学基礎本試験では、梅雨期の高気圧の特徴と風向について出題され、これらのことから、天気図の読み取りについて意識できていた受験生は多かったのではないかと。今回の設問として、高気圧が上昇流か下降流かについては基礎知識であるが、学習段階では雲の発生(啓林館『高等学校 地学基礎』p.79)と関連しておさえておきたいところであり、問題文内で「晴天が続く」と示されている点はヒントにもなっていた。計算が求められた高気圧(高圧部)の移動時間については、高気圧が時速30kmで東に向かって移動していることと、高圧部の東端から西端までの東西距離が約20°分=約1800kmであることを読み取れるかがポイントだが、東西の距離などの計算に必要な情報が図1の下にあるので、そこまでを含めて読み取らなくてはならない点は注意が必要であった。ある距離を点が移動するのにかかった時間を求めるというような設定と比べると、求める内容の判断がつきにくかったかもしれないが、計算自体は2択であり難度は低い。例えば計算のみで選択数を増やす設問や、東西距離の緯度による差を含む問題とすると難度は上がるだろう。

少し問題内容からはそれるが、地球の大きさや形に関する単元において、地球が赤道方向に膨らんだ形である

ために、同一緯度差における南北の距離が緯度によって変わることが学習する。これについて、地形図を用いた実習なども教科書（啓林館『高等学校 地学基礎』p.11）に掲載されているが、今回の設問でも前提となっていたように緯度によって東西の距離も変わるため、同一経度差で描かれている地形図の区画の上側と下側の長さは異なっている。当たり前のことではあるが、緯度差による南北の距離の変化と東西の距離の変化は全く別の理由によるものであり、学習段階ではそういったさまざまな観点到に注目させながら、なぜそうなのかを考える姿勢を持たせたい。

気象分野の補足として、今年度の追試験では台風の経路についての出題がみられた（出題例6）。こちらにも近年多くみられる、風向の変化から判断する設問であった。



出題例7（問題の図に破線囲みを加筆）

問1 台風の通過に伴う強風によって、建物の倒壊などの被害が生じることがあるので、風の変化に注意する必要がある。たとえば、ある台風が通過したときに、東京における風向が東風→南風→西風のように時間変化したとする。この台風の経路として考えられるのは次の図1に示した経路A～Dのうちどれか。最も適当なものを、後の①～④のうちから一つ選べ。 14

図1 関東地方付近を通過した台風の経路の模式図

① 経路A ② 経路B ③ 経路C ④ 経路D

2023年度大学入学共通テスト 地学基礎 第4問（追試）

出題例6

— B —

問2は海面水温分布図から黒潮の流路を判断する問題（出題例7）。

問2 日本近海を流れる黒潮は、大量の暖かい海水を輸送し、その流路の付近では水温が高い。このことは、周辺の気象や海洋生物の分布に大きな影響を与えている。日本近海の年平均海面水温を次の図2に示す。図2を参考にして、黒潮の典型的な流路の模式図として最も適当なものを、後の①～④のうちから一つ選べ。 8

これまで海洋分野では、例えば2020年度地学基礎本試験や2021年度地学基礎追試験での出題のように、海水の鉛直構造や深層循環に関する出題が多かった印象だが、今年度は追試験でも海流に関連して、北半球の環流の向き（時計回りか反時計回りか）が問われた。本問の主題である黒潮については、2018年度地学基礎追試験で熱輸送に関連して出題されたほか、2022年度地学基礎追試験では水温の鉛直分布と関連して出題された。これらの問いにおいては、黒潮が低緯度から高緯度に向かって流れる暖流であるという知識が解答のポイントであり、学習段階では、教科書（啓林館『高等学校 地学基礎』p.101）のような図のイメージを持ちながら、風との関係を含めた大局的な海流についての理解に重点を置く場合が多いだろう。今回はその知識は補足として示されたうえで、海面水温分布図から暖流の位置を読み取れるかどうかポイントとなる設問であった。

出題内容は、黒潮が東北や北海道まで北上するかしないかと、南西諸島の西側と東側のどちらを通るか、の組み合わせ4択である。前者については北方からの親潮に

についての知識と合わせて判断しやすいだろう。後者については、教科書の「参考」(啓林館『高等学校 地学基礎』p.102)に図として載っているものではあるが、黒潮が沖縄や奄美大島の西側を通るか東側を通るかまで覚えていることを求められるものではない。ここでは、黒潮の流路付近では水温が高いということが問題文の頭で示されているため、それをもとに、出題例7の図2中で破線囲みをした部分の等温度線の特徴に気づき読み取る必要がある。見慣れない等温度線に戸惑った受験生もいたかもしれないが、地図の等高線や天気図の等圧線と読み取り方は同じであり、そこでの対応力が求められた設問ではあっただろう。海面水温は低緯度ほど高いため、図2においてもその様子が等温度線で示されているが、破線囲みの部分で、沖縄や奄美大島の西側で25℃の等温度線が北向き(図の上向き)に凸になっている。そこから、暖流である黒潮がその位置を南から北に向かって流れており、③が正答であると判断できる。九州のすぐ南の屋久島や種子島では、その東側で24℃の等温度線が北向きに凸になっているため、奄美大島と屋久島の間で流路が東側に移ることも読み取れるが、選択肢③の図と整合的である。

なお、海面水温分布図は、気象庁ホームページで見ることができる。水温分布の鉛直断面図なども、日時を指定して確認することができるため、今回のような海水の動きに関連した読み取りや、例えば10月の台風発生時に日本のすぐ南の海面水温が十分に高いことを確認するなど、学習段階でも活用できる部分が多い。天気図やプレートの等深度線でもそうだが、自然災害のメカニズムにも直結する地学の学習においては、例えば実際に天気図で状況を読み取ってみたい、発生した地震の震源の深さとプレート上面の深度を対応させてみるなど、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。

第3問 (9~12)

星団と星雲、太陽黒点、銀河に関する会話形式の問題。基本は知識問題であるが、問4では銀河系外の天体を用いて、銀河系内での視線と天の川に関する理解について問われた。

- A -

問1は星団と星雲の分類や特徴について、会話文の中で示された特徴から判断する問題。基本的な知識の確認ということで、4点配点であった。写真も付されてはい

るが、星団の分類名称と恒星の年齢に関する知識と、星雲の分類やでき方に関する知識の組み合わせであった。星団に含まれる恒星の年齢については、教科書(啓林館『地学基礎 改訂版』p.189)では図のキャプションに小さく説明が含まれているだけであり、認識できていない受験生もいたかもしれない。教科書本文では、散開星団は大部分の恒星や星間物質とともに銀河系の円盤部に分布していることが示されているが、それはすなわち銀河系では円盤部に恒星の材料があり、そこで新しい恒星が形成されているということである。学習段階で、球状星団と散開星団の分布だけでなく、その位置づけも意識できていたかが、判断に影響しただろう。なお、会話文中では、一人のセリフの中で、M13(球状星団)とM45(散開星団)の順で紹介した後に、散開星団(ア)と球状星団(イ)の順で恒星の年齢を説明する流れになっていた。ここでは単に星団の紹介ということで順番の意図なく並べられていただけだろうが、あえて別ページにある写真を対応させる構成になっていた点で、その順番に引っ張られてしまった受験生もいたかもしれない。判断のポイントをしっかりとらえ(ここでは写真ではなく恒星の年齢)、安易に判断しないように気をつけたい。星雲については、太陽や恒星の一生と関連づけて星雲の分類名称をしっかりとおさえられていたかの確認であったが、こちらは一人のセリフの中で紹介された星雲の順番とその後の説明の順番が同じであった。

問2は星雲という天体についての知識問題。誤答選択肢にあまり迷うような内容はないが、宇宙空間におけるスケール感(星雲が太陽系の中か外か)や太陽コロナに関する知識をしっかりとっておくことが、判断を確実にするポイントであった。系外惑星については教科書では「参考」として紹介されているだけであるが(啓林館『地学基礎 改訂版』p.175)、太陽系の惑星についての知識や、夜空で見上げられる太陽系惑星の様子から判断はできるだろう。

問3は太陽の黒点が黒く見える理由について、太陽磁場との関係の知識を問われる出題。教科書(啓林館『地学基礎 改訂版』p.170)に記載されている内容をそのまま問う設問であった。表面温度と放射エネルギーの関係や太陽の内部構造についてが発展範囲である点や、太陽の磁場について教科書では説明されておらずイメージしづらい点からも、現象の仕組みの理解から選択肢の正誤判断を行う設問というよりも、表面的な知識として覚えているかを問う形になっていた印象ではある。黒点に関連した過去の出題としては、2022年度地学基礎本試験

で、黒点の移動を示す図の読み取りから黒点の大きさや太陽の自転周期を求める出題がみられた。

問4は銀河系の円盤部の大きさと、天の川の見え方に関する問題（出題例8）。思考力を問われる出題であり、4点配点だった。

問4 58ページの会話文中の下線部b)に関連して、次の文章中の「カ」・「キ」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。 [12]

銀河系の円盤部は直径が「カ」光年ほどで、太陽系は円盤部の中に位置しており、地球からは円盤部の星々が帯状の天の川として見える。M31はアンドロメダ銀河とも呼ばれる銀河で、地球からは天の川と異なる方向に見える。図2は銀河系を真横から見た断面の模式図で、銀河系の中心とM31の中心はこの断面を含む面内にある。この図においてM31の方向は「キ」である。

図2 銀河系の断面の模式図
銀河系から見たM31の方向は、方向Aまたは方向Bである。

	カ	キ
①	100万	方向A
②	100万	方向B
③	10万	方向A
④	10万	方向B

2023年度大学入学共通テスト 地学基礎 第3問
出題例8

円盤部の大きさについては教科書（啓林館『地学基礎改訂版』p.189）でも本文で示されており、おさえておきたいところ。もう1つの要素であるM31の方向に関しては、アンドロメダ銀河について問われたことで、戸惑った受験生もいたかもしれない。ここでは、天の川が銀河系の円盤部を内側から（地球から）見たものである、ということ的前提に、M31は天の川と異なる方向に見えることから銀河系の円盤部の延長方向（方向B）にあるのではない、と判断することが求められた。見慣れない図である点に惑わされず、示されていることをしっかりと確認して解答を選択したい。

天の川が銀河系を内側から見たものであることは、教科書（啓林館『地学基礎改訂版』p.188）の図1とそのキャプションで示されているが、学習段階では、太陽系が銀河系の中心ではない（中心から約3万光年の距離にある）ということも合わせておさえておきたい。銀河系の中心方向を見るか外側を見るかによって視線方向に分布する恒星の数が異なり、天の川の濃さが季節によって

異なる、という観察にもつながる部分ではあるが、生活範囲によっては夜空で天の川を見られる機会はなかなか得られるものではない。この点は、例えば国立天文台の4次元デジタル宇宙プロジェクトが開発したフリーのソフトウェアであるMitakaを用いると、銀河系内で天の川を眺める視点から、銀河系を飛び出して銀河系外から円盤部を立体的に眺める視点まで、自身の操作によって連続的にスケールや視線方向を変化させてみるができる。実際の観察や体験が難しいものについては、このようなソフトウェアを活用することが効果的である。

なお、宇宙分野の補足として、今年度の追試験（第3問）では、ビッグバン後の温度低下による宇宙の晴れ上がり、空気塊の上昇に伴う雲の形成について、共通点を考える問題が出題された（出題例9）。それぞれの現象自体の知識ではなく、その原理を理解できていることが問われる設問であり、2018年度地学基礎本試験での寺田寅彦の随筆を引用した出題と似た印象のある問題であった。

ビッグバンで宇宙が誕生してから約3分後には、陽子と「イ」が結合し、「ウ」が形成された。さらに、(a)約38万年後には水素原子が形成された。

問3 上の文章中の下線部(a)の現象と、地球大気において空気塊が上昇して雲が形成される現象には共通点がある。その説明として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 [13]

- ① どちらの現象も、膨張に伴う温度の上昇によって引き起こされる。
- ② どちらの現象も、膨張に伴う温度の低下によって引き起こされる。
- ③ どちらの現象においても、形成の結果、光の進路が妨げられ、遠くまで見通せなくなる。
- ④ どちらの現象においても、形成の結果、光の進路を妨げるものがなくなり、遠くまで見通せるようになる。

2023年度大学入学共通テスト 地学基礎 第3問（追試）
出題例9

第4問 (13～15)

自然との共生の分野として、主に資源をテーマとする小問集合の出題。火山の恵み、石灰岩、降水をもたらす気象現象に関して出題されたが、いずれも難度は低かった。

問1は火山の恵みについて誤文を選択する問題で、4点配点であった。ここでは、化石燃料はマグマ活動によって生成されたものである、という文が誤りであることを判断する出題であった。2015年度地学基礎本試験でも類似の出題がみられたが、化石燃料は過去の生物の遺骸から生成されたものであり、判断は容易だろう。な

お、ここでは誤文を1つ選択する設問であったが、文章選択問題においては、最も適当なものを解答する設問の場合も、誤答選択肢において何が誤りなのかを判断できるようにすることで、解答を確実にしたい。

問2はセメント原料としての石灰岩と、続成作用や変成作用についての基礎知識問題。石灰岩は炭酸カルシウム (CaCO_3) の成分の堆積岩で、サンゴやフズリナからなる。選択肢③④の放散虫は、二酸化ケイ素 (SiO_2) の成分の堆積岩であり、セットでしっかりおさえておきたい。教科書では石灰岩の資源としての位置づけについては触れられていないが、日本列島の構成要素である付加体(啓林館『高等学校 地学基礎』p.26)とも関連させて学習しておきたい。

問3は水資源としての降水について、こちらも誤文を選択する問題。2022年度地学基礎本試験にもみられた形式として、注意箇所が下線部で示されていたため、判断はしやすかっただろう。正答選択肢である梅雨前線については、2022年度本試験でも扱われた内容であり、意識できていた受験生は多かったのではないだろうか。

降水に関連する問題として、今年度の追試験では水蒸気量に関する計算が出題された。グラフの読み取りからさらに思考ステップと計算が必要な出題であり、やや難度が高かった。

(3) 対策

今年度は昨年度と比較すると、知識だけで対応できる出題が減って考察を要する出題が増えたが、思考のベースとなる情報が問題文中で示されていた設問も多く、その点で難度が上がったわけではなかった。ただし、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、またその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ものは、教科書での学習をしっかりと行うこと。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たい。図やグラフは、読み取り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「探究活動」も有効に活用したい。実習や観察等を題材として思考力・判断力を問う問題や課題探究型の設問は、これまでの「地学基礎」でも出題されてきたものである。課題の設定や探究、検証は、その対策のためというだけでなく、学習の一環としても行いたいところである。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、過去問に取り組んでおいたほうがよい。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今年度の設問にみられたような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。地学基礎としてもある程度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。「応用的な場面設定」や「問われていることに適した解答を選ぶ出題」等については、平成29年度、30年度の試行調査(プレテスト)の問題(「地学」であっても範囲的に可能な設問はある)も活用できる。なお、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6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	〒 112-0013	東京都文京区音羽2丁目10番2号日本生命音羽ビル4階	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7番11号広島CDビル5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