

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

2022  
令和4年度

# 理科

物理	3
学校法人 河合塾 物理科講師 本村 智樹	
化学	13
学校法人 河合塾 化学科講師 西 章嘉	
生物	26
学校法人 河合塾 生物科講師 榊原 隆人	
地学	35
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/science/>



# 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2年目の問題も、初年度と同様に、「思考力」「判断力」「表現力」を確認するという方針にしたが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。

今回の共通テストの特徴としては、1つの大問（第3問）中で3つの分野（熱・力学・電気）が含まれる総合問題が初めて出題されたことである。それにより、大問で力学のみの出題がなく、その代わりに第1問の小問集合では力学の割合（4問中3問）が大きくなっていった。また、全体を通じて波の分野からの出題は小問集合の1設問のみの出題となっていて、出題範囲にやや偏りがみられた。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はなく、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。

◆平均点：31.46点（62.9%）

◆昨年度（37.55点）よりやや難

第1問が小問集合4問、第2問が電気分野、第3問が熱、力学、電気分野からの総合問題として出題された。

第3問の出題内容は、演劇部の公演の一場面として、純金製のスプーンと銀が混ぜられているスプーンを判別するという会話文になっており、比熱や浮力や電気抵抗を利用する問題である。今回の共通テストでも観察・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。今回の共通テストにおいて特に目立った特徴を以下に挙げておく。

- ① 今回も解答の数値を直接マークする問題が出題された。
- ② 第1問の小問集合は力学分野が3問、波分野が1問で出題範囲に偏りがみられ、小問集合では会話文形式の出題はなかった。
- ③ 定性問題61%，文字・数値計算39%であり、定性問題の出題が多かった。
- ④ 昨年度にみられた乱れたグラフの出題はなかった。
- ⑤ 16問中複数解答の組合せ問題が4問、解答群2個の選択問題が6問、解答群4個の選択問題が2問、3個の解答群から正しいものをすべて選ばせる問題が2問出題されており、バリエーションに富んでいた。

難易度としては昨年度より難化した。昨年度の平均点が高すぎたため適当な難易度となった。現役生と卒業生との得点率の差はほとんどなかった。公式を用いるだけなどの単純な設問が減り、状況を正確にとらえ、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増えたため、昨年度の第1日程に比べ難化した。出題された内容としては、身近な道具を用いた実験を題材としているものの、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3問、波1問であった。小問集合で得点を下げている受験生が多い。

#### 問1：相対速度

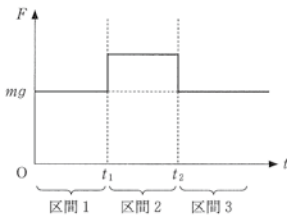
反対向きに等速直線運動しながらすれ違う電車AとB

の相対速度の大きさと、すれ違うまでに要する時間を数値で求める組合せ問題。電車 A の長さがダミーであることに注意（啓林館『高等学校 物理基礎』 p.24）。

問2：力と時間のグラフ

糸でつり下げられたおもりに加える上向きの力を表したグラフ（ $F-t$  図）から、区間ごとのおもりの運動のようすを表す文の組合せを選択する、正答率がワースト 1 位の問題。力がつり合っている（合力 0）ときは静止だけではなく等速運動をすることを理解していないと思われる。運動方程式を立て、加速度の意味をおさえておく必要がある（出題例 1）。

問 2 図 2 のように、質量  $m$  のおもりに糸を付けて手でつるした。時刻  $t = 0$  でおもりは静止していた。おもりが糸から受ける力を  $F$  とする。鉛直上向きを正として、 $F$  が図 3 のように時間変化したとき、おもりはどのような運動をするか。  $0 < t < t_1$  の区間 1、  $t_1 < t < t_2$  の区間 2、  $t_2 < t$  の区間 3 の各区間において、運動のようすを表した次ページの文の組合せとして最も適当なものを、次ページの①～⑦のうちから一つ選べ。ただし、重力加速度の大きさを  $g$  とし、空気抵抗は無視できるものとする。



- a 静止している。
- b 一定の速さで鉛直方向に上昇している。
- c 一定の加速度で速さが増加しながら鉛直方向に上昇している。
- d 一定の加速度で速さが減少しながら鉛直方向に上昇している。

	区間 1	区間 2	区間 3
①	a	b	a
②	a	b	d
③	a	c	a
④	a	c	b
⑤	b	c	a
⑥	b	c	b
⑦	b	c	d

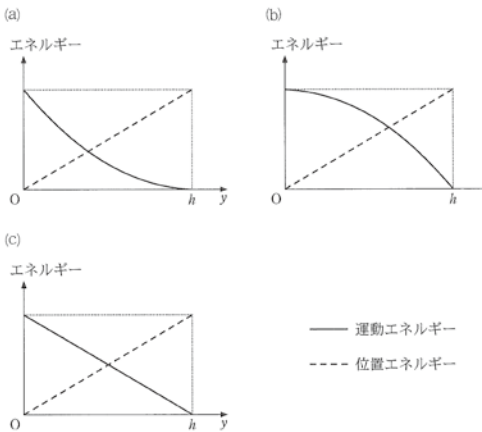
2022 年大学入学共通テスト 物理基礎 第 1 問  
出題例 1

問3：小球の高さと運動エネルギーの関係

鉛直上向きに投げ上げた小球の上昇中と下降中の高さ（ $y$  座標）と運動エネルギーの関係を表すグラフの選択問題。苦戦した受験生が多く、正答率はワースト 2 位（出題例 2）。

問 3 図 4 のように、鉛直上向きに  $y$  軸をとる。小球を、 $y = 0$  の位置から鉛直上向きに投げ上げた。この小球は、 $y = h$  の位置まで上がったのち、 $y = 0$  の位置まで戻ってきた。小球が上昇しているときおよび下降しているときの、小球の  $y$  座標と運動エネルギーの関係は、次ページのグラフ (a)、(b)、(c) の実線のうちそれぞれどれか。その組合せとして最も適当なものを、次ページの①～⑨のうちから一つ選べ。ただし、グラフ中の破線は  $y = 0$  を基準とした重力による位置エネルギーを表している。また、空気抵抗は無視できるものとする。

3



	上昇中	下降中
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)

2022 年大学入学共通テスト 物理基礎 第 1 問  
出題例 2

問4：縦波の性質

縦波についての説明文にある 2 箇所の空所補充問題。縦波の速さと媒質の変位がすべて左向きの部分を式と記号で選択させている（啓林館『高等学校 物理基礎』 p.131）。

## 第2問 電気分野（配点16点）

### A 電熱線による水の温度上昇実験

問1 2本の電熱線A、Bを直列に接続して、それぞれを同じ量で同じ温度の水の中に入れ、電熱線の両端に電圧をかけた後の温度の高低からA、Bの抵抗の大きさを判断し、直列回路の性質を利用して正しい記述の組合せをすべて選ぶ問題。上位と下位との得点差が大きい。

問2 2本の電熱線C、Dを並列に接続して同様の実験を行ったとき、Cを入れた水の温度の方が高かったことから判断できる正しい文をすべて選び出す組合せ問題。ジュール熱と回路の性質についての理解力が試されている。

### B ドライヤーで消費される電力

問3 ドライヤー全体で消費されている電力、電熱線で消費されている電力とモーターで消費されている電力の3つについての関係を表す式を求める問題。エネルギー保存の理解が必要。

問4 抵抗値が $10\Omega$ のドライヤーを2分間動かし続けるときの電熱線で消費される電力量を有効数字2桁の数値で答える計算問題。正答率はベスト1位。

## 第3問 熱・力学・電気の総合問題（配点18点）

演劇部の公演の一場面で王女役と細工師役との会話により、純金製スプーンAと純金に銀が混ぜられているスプーンBとの違いを比熱、浮力、電気抵抗率の違いから物理的に解明していく内容。

### 問1：比熱と熱容量

熱平衡温度を用いた熱量の保存により比熱の違いを判断する理由や実験結果の温度の違いをより大きくするための条件として、実験で用いる水の量や実験結果の温度の違いをより大きくするための条件として、水に入れる前のスプーンと水の温度差などの大小を問う2者択一問題。

### 問2：浮力

スプーンAとBを軽くて細いひもでつなぎ、滑車にかけた空気中でつり合って静止した図と、A、Bを水中につけ、Aが容器の底についた図から、AとBの密度の違いを判断する内容である。スプーンAとBにはたらく重力の大きさの大小や、スプーンAとBにはたらく浮力の大きさの大小および、スプーンAとBの体積の大きさを各選択肢から選ぶ問題。

## 問3：電気抵抗と電気抵抗率

電流と電圧を表すグラフから、針金AとBの電気抵抗を数値で求める問題と、電気抵抗を表す公式を変形して電気抵抗率を文字式で表す問題。

### （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課題にも取り組んでおく必要がある。大学入試センターの出題意図としては、1つの分野を深く学習することより、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、復習して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。



## (1) 総括

小問集合以外の内容・形式が大きく変化した。大問が小問集合、力学、電磁気、原子の4題構成になり、大問のA、B分け（2つのテーマを扱える形式）がなくなった。大問から波動と熱どちらも出題されなかったのは、共通テスト、センター試験を通して初めてのことである。また、原子は現役生にとって最後に学習する範囲であるため、選択問題にする、原子の知識がなくても解答可能である、などの配慮がなされてきたが、原子の知識が必須となる問題も出題された。大問1題すべて原子の出題も共通テスト、センター試験を通して初めてのことである。小問集合に変化はみられなかったが、他の大問は5つの分野から波動と熱が出題されず、かつA、B分けもされなかったため、分野とテーマに偏りがみられた。

また、大問で出題された力学、電磁気、原子においても、その内容は今までと大きく変化した。実験的要素が強くなり、電磁気はほぼ実験についての内容であり、力学も多くの内容が実験に関しての内容であった。力学は、「物体の速さは受ける力の大きさに比例し、物体の質量に反比例する」という仮説に対して実験をして誤りであることを示す、探究活動を意識した設問であった。仮説に誤りがあるため初見性があり、状況も把握しづらく、思考力と判断力を問われた。電磁気と原子は、運動や力に関しても問われており、実質力学との融合問題であった。そのため、100点満点中において実質力学の内容の問題は51.5点あり、力学の内容だけで半分を超えた。この大問では、1つの問題に力学と電磁気の内容を含むとき、配点を力学と電磁気に半分ずつに分けていることに注意してほしい。追試験でも融合問題が2題出題されており、今後も融合問題の出題が予想される。全体を通して、センター試験からの脱却がより強まったと言えよう。

◆平均点は60.72点

◆難易度は昨年度（62.36点）並み

平均点は昨年度（得点調整前で57.82点）よりやや高くなった。今年度は、仮説を検証する問題や融合問題も出題されるなど、内容に大きな変化がみられたが、それらの問題は必ずしも低い正答率にならなかった。小問集合は例年と同様の形式であったが、解きやすい問題が多

く、その平均点は2.2点高くなった。全体の平均点の上昇は、主に小問集合の平均点の上昇によるものと考えてよい。また、物理の平均点が化学（47.63点）や生物（48.81点）より10点以上高いことに注意が必要である。各科目の平均をそろえるため、来年度の想定平均点が50点以下に設定され、大幅な難化となることがありうるからである。また、設問数、マーク数はともに減少した。

設問数は1減少し、マーク数は3減少した。ただし、1つの設問中で複数解答する問題もあり、実質の問題数は24で変化していない。仮説の誤りを検証するため、見慣れぬ状況下で実験条件や結果について考察を要する出題や、工夫した計算をしないとかなりの計算量と時間を要する出題もあり、時間的に厳しい生徒も多かったのではないだろうか。

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出題され、基本法則を用いる問題が中心。

## 問1：水面波の干渉

逆位相の2波源の干渉に関する基本問題（啓林館『物理改訂版』p.146）。

## 問2：レンズ

凸レンズによる倒立実像の基本問題、レンズの上半分を通る光をさえぎったときに観測される像の問題、とにもよくていた（啓林館『物理改訂版』p.187問7）。

## 問3：力のモーメントのつり合い

苦手にしている生徒も多い力のモーメントのつり合いの問題であるが、非常に高い正答率となった。おそらく、このつり合いとみなして解くこともできたためであろう。

## 問4：気体の内部エネルギー

$P-V$  グラフの各状態における内部エネルギーの大小を問う基本的な問題であるが、正答率は伸びなかった。断熱変化と書かれた文章を読みとばし、等温変化と勘違いした誤答が目立った。

## 問5：平行電流と磁場

直線電流がつくる磁場の向きと大きさ、電流が磁場から受ける力の大きさを問う基本問題（啓林館『物理改訂版』p.284）。

## 第2問 力学 (配点30点)

物体の運動に関する探究の過程についての問題で、「物体の速さは受ける力の大きさに比例し、物体の質量に反比例する」という仮説に対して実験をして誤りであることを示す、探究活動を意識した設問であった。

### 問1：比例、反比例をまとめたグラフ

物体の速さが力の大きさに比例し、質量に反比例するグラフを選択する問題。比例と反比例をまとめたグラフの出題はほとんどなく、横軸が選択肢により異なるため一見とまどうが、よくできていた。

### 問2：実験を行うときに必要な条件

いろいろな大きさの力で力学台車を引く測定を繰り返して行い、力の大きさと速さの関係を調べる実験(実験1)を行うときに必要な条件を説明した文章を選択する問題(啓林館『高等学校 物理基礎』p.63-67探究2-4)。

リード文において、実験に用いられる記録タイマーと記録テープの説明がなく、どのようなものであり、どのように使って速さを求めるのか不明瞭になっている。そして、台車に一定の力を加えると時間によって速さに変化するため、力の大きさと速さの関係は1つに決まらない。そのような状況下であるため、実験1が具体的にどのような目的・条件下で実験を行おうとしているのかイメージできず、何度も文章を読んで時間を浪費し、とまどった生徒も多くいたであろう。

### 問3：グラフを用いた仮説の検証(新傾向)

3種類のおもりを用いて物体の質量と速さの関係を調べる実験(実験2)の結果が $v-t$ グラフにまとめられ、その結果からAさんの仮説が誤りであると判断する根拠(速さは一定にならない)を選択する単純な問題。

### 問4：運動量の時間変化

図2を運動量と時刻の関係に描き直したグラフを選択する問題。正答率は低く、グラフの読み方が苦手な受験生が多かった。

### 問5：水平方向の運動量保存則

等速直線運動する台車から鉛直上方に小球を打ち上げ、その前後での台車の速さの関係を求める問題。正答率はワースト1位であった。問題文に、「運動量の水平成分の和は保存する。」とヒントが書かれているが、打ち上げ後の小球が図示されていなかったため、その運動量を考慮し忘れた誤答が目立った(出題例3)。

さらに、Bさんは、一定の速さで運動をしている物体の質量を途中で変えたとどうなるだろうかという疑問を持ち、次の2通りの実験を行った。

問5 小球を発射できる装置がついた質量 $M_1$ の台車と、質量 $m_1$ の小球を用意した。この装置は、台車の水平な上面に対して垂直上向きに、この小球を速さ $v_1$ で発射できる。図3のように、水平右向きに速度 $V$ で等速直線運動する台車から小球を打ち上げた。このとき、小球の打ち上げの前後で、台車と小球の運動量の水平成分の和は保存する。小球を打ち上げる直前の速度 $V$ と、小球を打ち上げた直後の台車の速度 $V_1$ の関係式として正しいものを、後の①～⑥のうちから一つ選べ。 12



図 3

- ①  $V = V_1$
- ②  $(M_1 + m_1)V = M_1V_1$
- ③  $M_1V = (M_1 + m_1)V_1$
- ④  $M_1V = m_1V_1$
- ⑤  $\frac{1}{2}(M_1 + m_1)V^2 = \frac{1}{2}M_1V_1^2$
- ⑥  $\frac{1}{2}(M_1 + m_1)V^2 = \frac{1}{2}M_1V_1^2 + \frac{1}{2}m_1v_1^2$

2022 年大学入学共通テスト 物理 第2問

出題例3

### 問6：水平方向の運動量保存則

合体前後の台車の速さの関係をj選択する問題。問5と同様に水平方向の運動量保存則をj選択するだけなので、正答率は高い。昨年度も同じような設問があった。

## 第3問 電磁気 (配点25点)

磁石が複数のコイルを通過する実験による電磁誘導を考察する問題。

### 問1：台車の速さを求める数値計算

台車の速さの数値を有効数字1桁で直接マークする数値計算問題。

### 問2：力の影響と力が無視できる理由の語句選択問題

コイルに誘導電流が流れるときの電流による磁場が、棒磁石を取りつけた台車の速さに与える影響について、台車にはたらく力が小さい理由、空気抵抗の影響が小さいときの台車の質量の大小についての語句選択問題。

### 問3：条件を変えた実験のグラフの変化から変更条件を選択する問題

変更後のグラフから誘導起電力の最大値が2倍で、同じ時間間隔であることから、同じ速さで磁束密度が2倍となる理解が必要。台車の速さを2倍にした誤答が目立つ。正答率はかなり低い(出題例4)。

問3 Aさんが、条件を少し変えて実験してみたところ、結果は図3のように変わった。

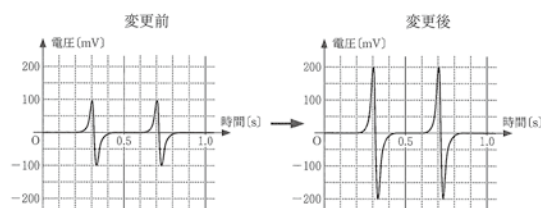





図 3

Aさんが加えた変更として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、選択肢に記述されている以外の変更は行わなかったものとする。また、磁石を追加した場合は、もとの磁石と同じものを使用したものとする。

19

- ① 台車の速さを $\sqrt{2}$ 倍にした。
- ② 台車の速さを2倍にした。
- ③ 台車につける磁石を  のように2個つなげたものに交換した。
- ④ 台車につける磁石を  のように2個たばねたものに交換した。
- ⑤ 台車につける磁石を  のように2個たばねたものに交換した。

2022年大学入学共通テスト 物理 第3問

出題例4

#### 問4：グラフの変化と電磁誘導

誘導起電力の時間変化のグラフの変化から、実験装置の違いを選択する問題。はじめの誘導起電力のみ正負が逆であることから、はじめに通過するコイル1の巻き方が逆であることが判断できる。単純な変化であるため、最も正答率の高い問題となった。

#### 問5：等加速度運動と電磁誘導

実験装置を傾けて同様な実験をしたときの、誘導起電力の時間変化を表すグラフを選択する問題。台車の運動はほぼ等加速度直線運動となるため、時間が経つほど台車の速さが増加し、誘導起電力の最大値が増加して、極値の時間間隔が短くなる。正答率が高い。

### 第4問 原子 (配点20点)

#### ボーアの水素原子模型。

#### 問1：等速円運動の向心加速度

等速円運動の角速度と微小な時間における速度変化の大きさを求める問題。角速度の正答率が高いが、速度変化の大きさの正答率は低い。速度変化の大きさは、等速円運動の加速度の導出の一部である。公式の導出もできるようにしておきたい(啓林館『物理改訂版』p.57)。

#### 問2：万有引力と静電気力

水素原子中の電子と陽子の間にはたらく万有引力と静電気力の大きさを数値のスケールで比較する問題。指数

のみで計算すると簡単に求まる。概算や指数のみの計算は高校で一般的ではないため、多くの受験生がそのまま計算したと思われる。

#### 問3：ボーアの量子条件

電子のエネルギー準位を求める問題。学習進度がやや遅く、原子分野を学習してからあまり演習できていない現役生にとっては厳しい1問であったであろう。

#### 問4：振動数条件

エネルギー準位が変化したときに放出される光子の振動数を求める問題で、第2回試行調査でやや似た問題が出題された。教科書を学習しておけば解ける典型問題であり正答率が高い。

### (3) 学習対策

昨年度の共通テストと比較して、実験的要素が強くなり、第3問や第4問のように力学との融合問題も出題されるようになった。追試験においても大問2題が融合問題であり、今後も融合問題の出題が予想される。また、出題分野の偏りもみられた。

大問で出題されなかった熱、波動であるが、追試験においては出題されている。物理の5つの分野からどれが出題されるかはランダムであり、すべての分野の対策が必須である。

今までほとんど出題されることがない融合問題は、一見すると対策に苦慮しそうだが、よくみると普段通りの学習で解ける問題が大半である。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、公式として覚えるだけではなく、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。これが問題の状況判断を速く正確にする手助けになる。そこで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いいかな、といったような問題演習をしているのでは、このような共通テストの問題に対応するのは難しい。考察の過程を意識し、論理的に説明する練習をするとよい。長い文章から速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。また、「思考力・表現力・判断力」を、実験を通して身につけさせておくことも重要となる。身近な物理現象を分析・把握する能力や、基本的な物理法則の理解の深さを問う問題が多く出題されるため、分野に関係なく、教科書を中心に、全体からまんべんなく学習しておくことが重要である。一見見慣れない形式の出題が増えると思うが、新傾向の問題に対しては図、グラフ、表からポイントを読み取り考えていく力も養う必要



がある。教科書に書かれている探究活動を題材として、実験のしかた、注意点、結果からどのようなことがわかるか、などを考えてみるとよいであろう。よってこれまで通り基本法則の確認を中心とした学習が必要である。指導する際の注意点としては、公式や法則を正確に覚えさせることはもちろん大切であるが、受験生の中には「公式を覚えておけば十分」とか「解けるようになったらそれでいい」と考える生徒も多くいることを指導の際には十分注意したいところである。主な対策としては、教科書をよく読むことで公式や法則を説明する典型的な現象や事例を整理させておくことに重点を置いた指導が必要である。教科書に記載されている「参考」、「やってみよう」、「発展」などもみておく必要がある。共通テストでは、実験・観察を踏まえた指導が必要となる。そのため、特に教科書の「やってみよう」は今まで以上に扱う必要がある。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1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。やや難しい問題を解くことによって、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・解答群をよく見読し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させておくのがよい。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月中旬までに終了するような授業計画を立てていくことも大切となる。

## 3 一般入試（国公立二次・私大入試）

### （1）全体の分析

今年度の国公立二次・私大入試は、昨年度に続き思考力を要する難問がいくつかの大学でみられたが、全体的には昨年度と大きな変化はみられなかった。国立の難関

大の難易度として、東京大は平易な問題からやや高度な問題まで傾斜がつけられていた。分量に変化はないが、設問数はやや減少した。難易度は変化なし。京都大は昨年度減少した分量がやや増加し、計算量も増加した。難易度は昨年度と変化なし。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をとっている。名古屋大は典型的な問題にとどまらず、その場で判断・思考する問題が出題された。昨年度と比べて分量はやや減少したが、難易度は変化なし。複雑な数値計算が多く出題され、数年ぶりに描図問題も出題された。大阪大は分量についてはほとんど変わらないが、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。九州大は分量、難易度ともに昨年度からの変化はないが、長文融合問題で解答形式は論述やグラフの作成等バリエーションに富んでいる。主な国公立大に関しては、北海道大は分量の変化はなく、難易度はやや易化している。典型問題が中心であるが、全体的に「何倍になるか」という空所が多く、必要な物理量を自分で文字設定し、計算を進めていくことが求められている。東北大は昨年度と分量、難易度ともに変化はない。出題の特徴としては、思考力と表現力が特に要求される問題となっている。広島大では、設問数が昨年度より8問増加し、全体の分量も増加しており、時間内で完答することは難しいため、難易度はやや難化した。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変わらず、難易度はやや易化した。医学部では分量が減少し、典型的な問題が多く出題され、難易度はやや易化した。早稲田大の基幹・創造・先進理工学部は分量・難易度とも昨年度と変化なし。やはり試験時間に対して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。同志社大は分量の変化はないが、発展的な内容を学習していなければ解けない問題が昨年度に引き続き出題された。難易度は昨年度と変化なし。立命館大は、分量はやや増加したが、難易度は変化なし。関西大は分量の変化はないが、やや難化した昨年度と比べると易しくなった。国公立大および私大の出題分野の割合は、昨年度と比べてほとんど変化がみられなかったが、東京大、京都大、大阪大等の難関の国立大では原子分野の出題はみられなかった。浜松医科大や熊本大、長崎大では教科書に記載のある典型的な原子の問題が出題された。出題形式は国公立二次（前期）では、記述式・論述式・空所補充・記号選択式・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。私大は記号選択式が主流で、昨年度までと大きく変わった点はみられない。出題分野・テーマに関しては、力学と電磁気は必ず出題されている。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。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、難関大学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。

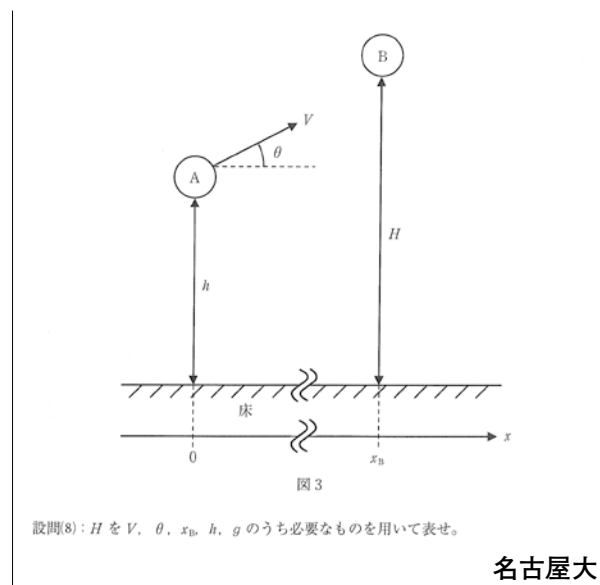
今年度の特徴的な入試問題をみてみよう。

## (2) 特徴的な入試問題 (分野別分析)

### [力学分野]

国立大の大半の問題は、1つの出題テーマに偏ってはならず多くのテーマを含む力学総合の形を呈した問題が今年度も多くみられた。東京大で出題された潮汐力の問題をはじめ、万有引力をテーマとする問題が人気だったのか九州大、東京医科歯科大、同志社大等で出題された。京都大は放物運動と円運動の融合問題。名古屋大は放物運動と2球の衝突に関する典型問題。出題例5ではモンキーハンティングの知識があると大幅な時間短縮になる。大阪大は棒に沿って動くつり下げられた振り子の問題で、与えられた状況を正しくとらえる必要があり、難しい。放物運動と衝突を融合した問題が名古屋大、北海道大、福岡大等で出題された。今年度も物体の衝突の問題が目立ち、北海道大、神戸大、名古屋大、広島大、福岡大等で出題され、単振動をテーマとした出題は、千葉大、岐阜大、関西大等でみられた。難関大では物体系に関する問題や他の分野との融合問題が主流となっており、思考力を試す形をとっている。

次に、図3のように、小球Aをx座標が $x=0$ で、水平な床からの高さが $h$ の位置から、水平方向と角度 $\theta$  [rad] ( $0 < \theta < \frac{\pi}{2}$ ) をなす向きに速さ $V$ で投げ出した。小球Aを投げ出すと同時に、小球Bをx座標が $x_B$ で、床からの高さが $H$ の位置から静かに落下させたところ、小球AとBは床に到達する前に衝突した。重力加速度の大きさを $g$ とする。以下の設問に答えよ。なお、全ての運動は紙面内に限り、小球の大きさや空気抵抗は無視できる。



出題例5

### [熱分野]

熱力学の頻出出題テーマとしては例年通り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。気体の状態変化で難易度が高かったのは京都大(ゴムひも)、名古屋大(伸縮する薄膜で覆われた気球内の気体や水蒸気を含む気体)の問題で、他には大阪大、浜松医科大、立命館大、同志社大等で出題された。熱サイクルと熱効率の問題は広島大、東京工業大、岐阜大、長崎大等で出題されている。気体の分子運動論(東京大、神戸大、早稲田大)の問題等が出題された。

### [波動分野]

今年度の入試においても教科書に記載されている全分野からまんべんなく出題されている。定常波(弦の共振、音の共鳴)は北海道大、浜松医科大、同志社大、福岡大等で出題された。ドップラー効果・うなりは長崎大や関西大等多数の大学での出題がみられた。他に正弦波の式(岐阜大)、波の屈折、波の干渉、光や音についての出題は例年通りである。光の屈折(プリズム)が筑波大、光の干渉が慶應義塾大(ニュートンリング)、レンズの問題が九州大、広島大、関西学院大等で出題された。特に出題例6の広島大での焦点距離のずれを求めさせる問題は、九州大でも類似の問題が出題された。

(2) 次に、図3のように焦点距離 $f$ の凸レンズの光軸の真下にレーザー光源を設置して、レンズとレーザー光源を固定する。屈折率 $n$ で厚さ $d$ の平面ガラス板を乗せた移動式の台を凸レンズ後方に設置した。ここで空気の屈折率は1とする。焦点よりレンズに近い側に平面ガラス板がないときに、光軸と平行にレーザー光線を凸レンズに当てると、光線は焦点で光軸と交差する。

平面ガラス板が光軸と垂直になるように、台をレンズと焦点の間に移動させたとき、図4に示すように、光線は、平面ガラス板前面に対して入射角 $\theta$ で入射し、屈折角 $\theta_1$ で平面ガラス板内部を通過し、屈折角 $\theta_2$ で平面ガラス板後面から出た。屈折角 $\theta_1$ が満たす式を、 $\theta$ 、 $n$ 、 $d$ の中から必要なものを用いて表すと、 $\sin \theta_1 =$   であり、また屈折角 $\theta_2$ が満たす式を、 $\theta$ 、 $n$ 、 $d$ の中から必要なものを用いて表すと、 $\sin \theta_2 =$   である。また、平面ガラス板を通過した後、光線が光軸と交差する距離は焦点距離 $f$ より $L_1$ だけ伸びた。 $L_1$ は $f$ 、 $\theta$ 、 $n$ 、 $d$ の中から必要なものを用いて表すと $L_1 =$   となる。

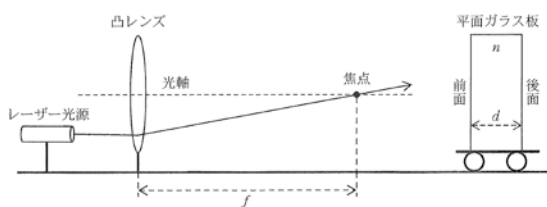


図3

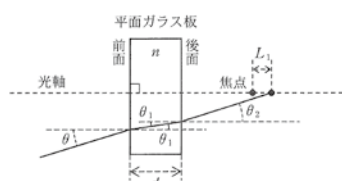


図4

広島大

出題例6

## 【電磁気分野】

コンデンサー、電磁誘導、電磁場内での荷電粒子の運動、交流の出題が目立った。コンデンサーは北海道大、東京医科歯科大、岐阜大、神戸大、慶應義塾大、同志社大等で出題され、電磁誘導は東北大（ばねにつながれた導体棒）、東京大（コイル）、京都大（はしご型回路）、早稲田大（誘導電場）や、出題例7の九州大で出題されたような、力のモーメントとの融合問題が出題されている。荷電粒子の運動は名古屋大、千葉大、東京医科歯科大、関西大（サイクロトロン）で出題されている。交流回路は大阪大（ブリッジ回路）等で出題された。点電荷による電場と電位は筑波大、神戸大で出題され、東京工業大ではトムソン型の原子モデルで一様正電荷球体中の荷電粒子の運動および電場電位の重ね合わせ等多種のテーマを組み合わせて出題された。広島大で出題されたオームの法則の電子論の問題では、自由電子が一定時間ごとに衝突する典型モデルと、一定距離進むごとに衝突する見慣れないモデルとで考察させる問題が出題された。非直線抵抗の問題も大阪大、立命館大等多くの大学で出題された。

問1. 図1(i)のように、1辺の長さが $2a$ の正方形の形をしたコイル $C_1C_2C_3C_4$ を、 $z=0$ の平面内でコイルの中心が原点 $O$ と一致し、 $C_2C_3$ と $C_4C_1$ が $x$ 軸と平行になるように置いた。空間には $z$ 軸の正の向きに磁束密度の大きさ $B$ の一定な磁場がかかっている。コイルは、図1(ii)のように、 $y$ 軸まわりでのみ回転することができ、 $z=0$ の平面からの回転角を $\theta$  [rad]とする。回転角 $\theta$ の符号は、 $y$ 軸負の側から見て時計回りを正とする。

コイルは $C_4C_1$ の中点で、起電力 $E$ の電池と抵抗値 $R$ の抵抗からなる起電力回路部に導線で接続されている。この導線の間隔は十分短く、起電力回路部はコイルから十分に離れているものとする。コイルの導線、および起電力回路部へと接続する導線は十分細いが、電気抵抗は無視できるものとする。また、コイルは変形せず、コイルと起電力回路部を接続する導線のねじれの影響は考えなくてよい。

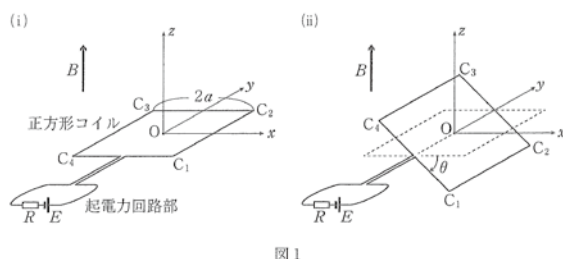


図1

(3) コイルを任意の回転角 $\theta$ で静止させた。このとき、コイルの4辺が磁場から受ける $y$ 軸まわりの力のモーメントの和 $N(\theta)$ を $E$ 、 $R$ 、 $a$ 、 $B$ 、 $\theta$ のうち必要なものを用いて表せ。ただし、 $N(\theta)$ の符号は、 $\theta$ と同じ回転の向きを正とする。

(4)  $-\frac{\pi}{2} \leq \theta < \frac{3\pi}{2}$ の範囲において $N(\theta) = 0$ となる2つの回転角 $\theta_1$ と $\theta_2$ を答えよ。ただし、 $\theta_1 < \theta_2$ とする。

九州大

出題例7

## 【原子分野】

原子分野については、昨年度は難関国立大（東京大、京都大、名古屋大、大阪大等）での出題が目立ったが、今年度は難関国立大での出題はみられなかった。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も目立ち始めた。原子分野からの出題は私大、国公立大では普通に行われている。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。今年度はレンズの出題が目立ったが、凸面鏡や凹面鏡の問題の出題は少なかった。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、描図など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

実験操作やグラフなどの資料を読み取って解答する思考力を要する問題も出題されたが、昨年度より取り組みやすい問題が増加し、やや易化した。

大問2題，設問数15，マーク数15であった。昨年度と同様，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った。

昨年度と比べて取り組みやすい問題が増加しており，平均点は27.73点と，昨年度の24.65点より高くなった。表1の平均点は大学入試センターの発表によるもの，大問別の得点率（平均点／配点×100）は河合塾の追跡調査によるものである。

（注：追跡調査での平均点は31.8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
27.73点		69%	56%

## (2) 設問別分析

## 第1問 物質の構成，物質の変化（配点30点）

教科書の全範囲からまんべんなく出題された。小問集合形式であり，過去のセンター試験と同程度のレベルであった。

イオン，原子，洗剤，酸と塩基，酸化還元，化学反応の量的関係，電池が出題された。設問数10のうち，正答率80%台が1問，70%台が5問，60%台が3問，20%台が1問であり，全体としては，取り組みやすい問題が多かった。

正答率が最も低かった設問は，問6の強酸および弱酸の電離と中和に関する問題（出題例1）で，正答率は

29%であった。正答は②であるが，酢酸のほうが電離している酸の物質量が小さいので，中和に必要な水酸化ナトリウムも少ないと考えた誤答である①が40%と目立った。

問9は鉄の製錬を題材とした化学反応と量的関係の問題で，正答率は66%，問10はダニエル型電池の正誤問題（出題例2）で，正答率は73%であったが，この2問は上位層と下位層の差が大きかった。例年，化学量計算，酸化還元反応に関する問題は，上位層と下位層の差が大きくなる傾向にある。

問6 ともに質量パーセント濃度が0.10%で体積が1.0Lの硝酸 $\text{HNO}_3$ （分子量63）の水溶液Aと酢酸 $\text{CH}_3\text{COOH}$ （分子量60）の水溶液Bがある。これらの水溶液中の $\text{HNO}_3$ の電離度を1.0， $\text{CH}_3\text{COOH}$ の電離度を0.032とし，溶液の密度をいずれも $1.0\text{ g/cm}^3$ とする。このとき，水溶液Aと水溶液Bについて，電離している酸の物質量の大小関係，および過不足なく中和するために必要な $0.10\text{ mol/L}$ の水酸化ナトリウム $\text{NaOH}$ 水溶液の体積の大小関係の組合せとして最も適当なものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。 6

	電離している酸の物質量	中和に必要な $\text{NaOH}$ 水溶液の体積
①	$A > B$	$A > B$
②	$A > B$	$A < B$
③	$A > B$	$A = B$
④	$A < B$	$A > B$
⑤	$A < B$	$A < B$
⑥	$A < B$	$A = B$

## 2022年大学入学共通テスト 化学基礎 第1問

## 出題例1

問10 金属Aの板を入れたAの硫酸塩水溶液と，金属Bの板を入れたBの硫酸塩水溶液を素焼き板で仕切って作製した電池を図1に示す。素焼き板は，両方の水溶液が混ざるのを防ぐが，水溶液中のイオンを通すことができる。この電池の全体の反応は，式②によって表される。



この電池に関する記述として誤りを含むものはどれか。最も適当なものを，後の①～④のうちから一つ選べ。 10

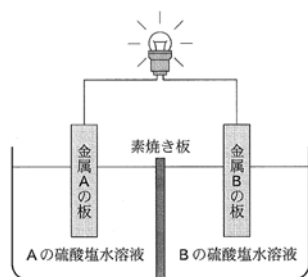


図1 電池の模式図

- ① 金属Aの板は負極としてはたらいっている。
- ② 2 molの金属Aが反応したときに、1 molの電子が電球を流れる。
- ③ 反応によって、 $B^{2+}$ が還元される。
- ④ 反応の進行にともない、金属Aの板の質量は減少する。

## 2022年大学入学共通テスト 化学基礎 第1問

### 出題例2

## 第2問 エタノールに関する総合問題 (配点20点)

実験操作の内容やグラフから必要な情報を抽出して解答を導く、難度の高い問題も含まれていた。

エタノールを題材とした総合問題であり、エタノールの性質と蒸留が問われた。

問1はエタノールの性質に関する正誤問題で、正答率は44%であった。エタノールが非電解質であり、水溶液は中性であることを判断する内容であった。

問2はエタノール、水、およびエタノール水溶液の加熱による温度変化に関する正誤問題で、正答率は74%であった。与えられたグラフを読み取って判断する問題で、上位層と下位層の差が56%と大きかった。

問3はエタノール水溶液の蒸留に関する問題(出題例3)で、正答率はaが53%、bが53%、cが58%であり、いずれの問題も上位層と下位層の差が60%程度と大きかった。aは、密度が与えられていることにより混乱した受験生が多かったと予測される。b・cは、実験操作に関する記述、および原液と蒸留液の質量パーセント濃度の関係を表したグラフを読み取って解答する、思考力を要する問題である。共通テストの問題作成方針には「高等学校における通常の授業を通じて身につけた知識の理解や思考力等を新たな場面でも発揮できるかを問うため、教科書等で扱われていない資料等も扱う場合がある」と示されており、問3は、これに沿った出題といえる。

問3 エタノール水溶液(原液)を蒸留すると、蒸発した気体を液体として回収した水溶液(蒸留液)と、蒸発せずに残った水溶液(残留液)が得られる。このとき、蒸留液のエタノール濃度が、原液のエタノール濃度によってどのように変化するかを調べるために、次の操作Ⅰ～Ⅲを行った。

操作Ⅰ 試料として、質量パーセント濃度が10%から90%までの9種類のエタノール水溶液(原液A～I)をつくった。

操作Ⅱ 蒸留装置を用いて、原液A～Iをそれぞれ加熱し、蒸発した気体をすべて回収して、原液の質量の $\frac{1}{10}$ の蒸留液と $\frac{9}{10}$ の残留液を得た。



操作Ⅲ 得られた蒸留液のエタノール濃度を測定した。

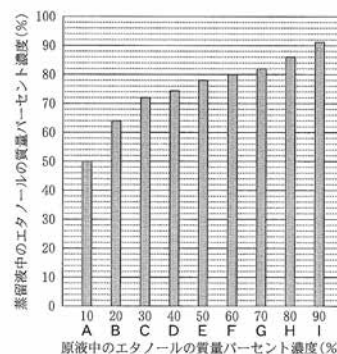


図2 原液A～I中のエタノールの質量パーセント濃度と蒸留液中のエタノールの質量パーセント濃度の関係

図2に、原液A～Iを用いたときの蒸留液中のエタノールの質量パーセント濃度を示す。図2より、たとえば質量パーセント濃度10%のエタノール水溶液(原液A)に対して操作Ⅱ・Ⅲを行うと、蒸留液中のエタノールの質量パーセント濃度は50%と高くなることがわかる。次の問い(a～c)に答えよ。

a 操作Ⅰで、原液Aをつくる手順として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、エタノールと水の密度はそれぞれ $0.79 \text{ g/cm}^3$ 、 $1.00 \text{ g/cm}^3$ とする。 13

- ① エタノール100gをビーカーに入れ、水900gを加える。
- ② エタノール100gをビーカーに入れ、水1000gを加える。
- ③ エタノール100mLをビーカーに入れ、水900mLを加える。
- ④ エタノール100mLをビーカーに入れ、水1000mLを加える。

b 原液Aに対して操作Ⅱ・Ⅲを行ったとき、残留液中のエタノールの質量パーセント濃度は何%か。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 14 %

- ① 4.4      ② 5.0      ③ 5.6      ④ 6.7      ⑤ 10

c 蒸留を繰り返すと、より高濃度のエタノール水溶液が得られる。そこで、操作Ⅱで原液Aを蒸留して得られた蒸留液1を再び原液とし、操作Ⅱと同様にして蒸留液2を得た。蒸留液2のエタノールの質量パーセント濃度は何%か。最も適当な数値を、後の①～⑤のうちから一つ選べ。 15 %



- ① 64      ② 72      ③ 78      ④ 82      ⑤ 91

## 2022年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、暗記させただけで、高校の教科書傍用問題集などで演習を積み、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。**

今年度の第2問のように、教科書では扱われていない初見の内容を題材とした問題は、共通テストの問題作成方針に沿った内容であり、昨年度も出題されている。このような出題は、次年度以降も続くであろう。探究活動や実験などを通して、初見の事項について、知識と組み合わせながら考える習慣をつけさせることが重要である。また、国公立二次・私大入試の大問形式の問題を用いることにより、リード文を読んだうえで解答する練習を積みせ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

**昨年度同様、問題から必要な情報を読み取って考える問題が複数出題され、難度が高かった。**

大問5題、設問数29、マーク数33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問が不飽和炭化水素を題材とした総合問題であった。

平均点は47.63点で、昨年度の51.06点（得点調整前、得点調整後は57.59点）より低くなった。なお、センター試験を含めて平均点が50点を下回ったのは初めてである。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%程度と推定される。）

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
47.63点	59%	49%	47%
	第4問	第5問	
	54%	54%	

第2問の得点率が、昨年度の61%から大きく下がった。また、全設問のうち、正答率が80%台の設問が2問（昨年度0問）、70%台の設問が4問（昨年度5問）にとどまった一方、正答率が30%台の設問が4問（昨年度4問）、20%台の設問が5問（昨年度1問）あり、受験生が苦戦した問題がかなり増加した。

### (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。

電子配置、化学量計算、混合気体、非晶質、気体の溶解度が出題された。

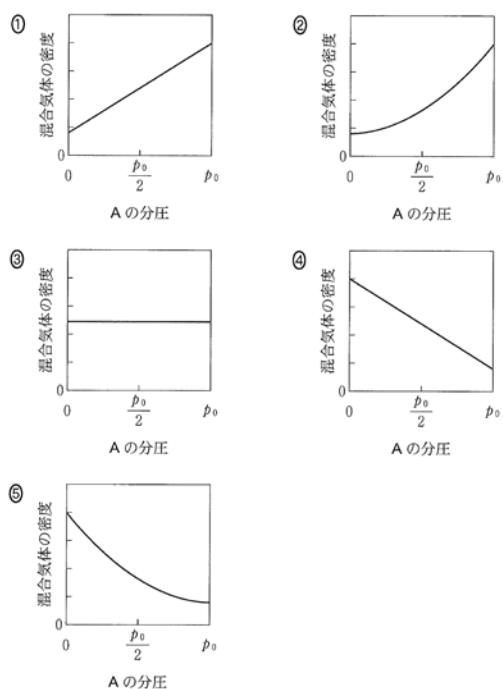
正答率が最も低かった設問は、問3の混合気体の分圧と密度の関係を表すグラフを選択する問題（出題例4）で、正答率は30%であった。密度が平均分子量に比例すること、分圧がモル分率に比例することに注目すると正答に至る。また、状態方程式を変形することにより、密度とAの分圧の関係を導いて解答することもできる。正答は④であるが、① 25%、⑤ 20%の誤答が目立った。

問5は気体の溶解度に関する問題で、正答率はaが72%、bが33%であった。bは空気の圧力変化による窒素の溶解量の変化を考える問題であったが、窒素の分圧ではなく全圧で溶解量を考えた誤答が目立った。

問1は電子配置から元素を決める問題で、正答率は85%、問2は窒素化合物中の窒素含有率の計算問題で、正答率は87%、問4は非晶質に関する正誤問題で、正答率は67%であった。

問3 2種類の貴ガス(希ガス)AとBをさまざまな割合で混合し、温度一定のもとで体積を変化させて、全圧が一定値 $p_0$ になるようにする。元素Aの原子量が元素Bの原子量より小さいとき、貴ガスAの分圧と混合気体の密度の関係を表すグラフはどれか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

3



2022 年大学入学共通テスト 化学 第1問

出題例 4

## 第2問 物質の変化と平衡 (配点20点)

化学平衡は、思考力を要する問題が出題された。

化学反応と熱、電離平衡、反応速度と化学平衡、化学量計算、燃料電池が出題された。

正答率が最も低かった設問は、問2の酢酸ナトリウム水溶液と塩酸の混合水溶液の水素イオン濃度を求める問題(出題例5)で、正答率は25%であった。弱酸の遊離により反応後の酸は酢酸だけになる、酢酸のモル濃度を求める、電離定数を用いて水素イオン濃度を計算するという3つの思考過程を要する。正答は③であるが、① 20%、② 17%、⑤ 22%の誤答が目立った。

問1は化学反応や物質の状態の変化における熱の出入りに関する正誤問題で、正答率は56%であった。問3は平衡状態における生成物のモル濃度を求める問題(出題例6)であり、正答率は48%であった。平衡状態では正反応と逆反応の反応速度が等しくなることに着目して式を立てると正答に至るが、平衡時の反応物の濃度として反応開始時の濃度をそのまま用いた誤答である②が33%と目立った。問4は水素-酸素燃料電池に関する問題であり、正答率はaが63%、bが38%、cが56%であった。bはリン酸型燃料電池の供給物と排出物を決める問題であり、排出物には、反応による生成物だけでなく未反応の物質も含めることがポイントであった。

問2 0.060 mol/Lの酢酸ナトリウム水溶液 50 mLと 0.060 mol/Lの塩酸 50 mLを混合して 100 mLの水溶液を得た。この水溶液中の水素イオン濃度は何 mol/Lか。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、酢酸の電離定数は  $2.7 \times 10^{-5}$  mol/L とする。 8 mol/L

- ①  $8.1 \times 10^{-7}$       ②  $2.8 \times 10^{-4}$       ③  $9.0 \times 10^{-4}$   
④  $1.3 \times 10^{-3}$       ⑤  $2.8 \times 10^{-3}$       ⑥  $8.1 \times 10^{-3}$

2022 年大学入学共通テスト 化学 第2問

出題例 5

問3 溶液中での、次の式(1)で表される可逆反応



において、正反応の反応速度  $v_1$  と逆反応の反応速度  $v_2$  は、 $v_1 = k_1[A]$ 、 $v_2 = k_2[B][C]$  であった。ここで、 $k_1$ 、 $k_2$  はそれぞれ正反応、逆反応の反応速度定数であり、 $[A]$ 、 $[B]$ 、 $[C]$  はそれぞれ A、B、C のモル濃度である。反応開始時において、 $[A] = 1$  mol/L、 $[B] = [C] = 0$  mol/L であり、反応中に温度が変わることはないとする。 $k_1 = 1 \times 10^{-6}$  /s、 $k_2 = 6 \times 10^{-6}$  L/(mol·s) であるとき、平衡状態での  $[B]$  は何 mol/L か。最も適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。 9 mol/L

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

2022 年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)

無機分野の知識の理解度が試された。

無機物質の識別、化学反応の量的関係、アンモニアソーダ法が出題された。

正答率が最も低かった設問は、問2の酸化物の組成式を求める問題(出題例7)で、正答率は23%と全設問の中で最も低かった。MとO<sub>2</sub>が2:1の物質質量比で過不足なく反応することに着目すれば組成式がMOと判断できるが、MとOが2:1と勘違いしてM<sub>2</sub>Oとした誤答が51%と非常に多かった。

問1はミョウバンと塩化ナトリウムを区別できない操作を選択する問題で、沈殿生成、塩の水溶液の性質、電気分解の知識が総合的に問われている。正答率は53%であった。問3はアンモニアソーダ法に関する問題で、正答率はaが54%、bが46%、cが62%であった。bでは、NaCl飽和水溶液にNH<sub>3</sub>を先に吸収させる理由、NaHCO<sub>3</sub>が沈殿すること、触媒を必要としないことなど、アンモニアソーダ法の各過程での反応の理解度が問われた。

無機分野については、単に知識を暗記しているかどうかだけではなく、知識の活用、理解度が重要である。



問 2 ある金属元素 M が、その酸化物中でとる酸化数は一つである。この金属元素の単体 M と酸素  $O_2$  から生成する金属酸化物  $M_xO_y$  の組成式を求めるために、次の実験を考えた。

実験 M の物質質量と  $O_2$  の物質質量の和を  $3.00 \times 10^{-2} \text{ mol}$  に保ちながら、M の物質質量を 0 から  $3.00 \times 10^{-2} \text{ mol}$  まで変化させ、それぞれにおいて M と  $O_2$  を十分に反応させたのち、生成した  $M_xO_y$  の質量を測定する。

実験で生成する  $M_xO_y$  の質量は、用いる M の物質質量によって変化する。図 1 は、生成する  $M_xO_y$  の質量について、その最大の測定値を 1 とし、他の測定値を最大値に対する割合(相対値)として示している。図 1 の結果が得られる  $M_xO_y$  の組成式として最も適当なものを、後の①～⑤のうちから一つ選べ。

14

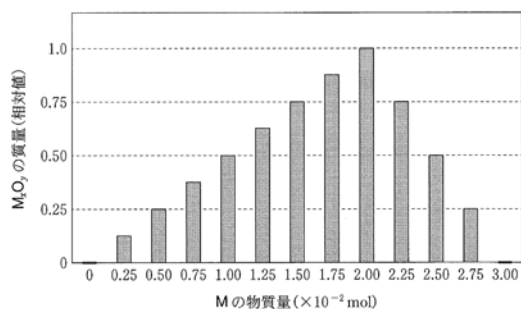


図 1 M の物質質量と  $M_xO_y$  の質量(相対値)の関係

①  $MO$     ②  $MO_2$     ③  $M_2O$     ④  $M_2O_3$     ⑤  $M_2O_5$

2022 年大学入学共通テスト 化学 第 3 問

出題例 7

#### 第 4 問 有機化合物 (配点 20 点)

問題の条件にあった異性体の数を考える問題が複数あり、ここで差がついた。

有機ハロゲン化合物、芳香族化合物、天然高分子化合物、合成高分子化合物、脂肪族化合物が出題された。

正答率が最も低かった設問は、問 2 のフェノールのニトロ化に関する問題(出題例 8)で、正答率はニトロフェノールが 27%、ジニトロフェノールが 29%であった。2,4,6-トリニトロフェノールの合成経路を考慮せずに、すべての異性体を考えた誤答が目立ち、ニトロフェノールでは③が 56%、ジニトロフェノールでは⑥が 23%と多かった。

問 4 はジカルボン酸の還元に関する問題で、正答率は a が 72%、b が 60%、c が 32%であった。c (出題例 9) は、与えられた 4 種類のジカルボン酸を還元して生成するヒドロキシ酸の構造式をそれぞれ書いていくと正答に至るが、正確に構造式が書けなかった受験生が多かった。

問 1 はハロゲン原子を含む有機化合物に関する正誤問題で、正答率は 66%、問 3 は天然高分子化合物および合成高分子化合物に関する正誤問題で、正答率は 71%であった。

問 2 フェノールを混酸(濃硝酸と濃硫酸の混合物)と反応させたところ、段階的にニトロ化が起こり、ニトロフェノールとジニトロフェノールを経由して 2,4,6-トリニトロフェノールのみが得られた。この途中で経過したと考えられるニトロフェノールの異性体とジニトロフェノールの異性体はそれぞれ何種類か。最も適当な数を、次の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。

ニトロフェノールの異性体 19 種類

ジニトロフェノールの異性体 20 種類

① 1    ② 2    ③ 3    ④ 4    ⑤ 5    ⑥ 6

2022 年大学入学共通テスト 化学 第 4 問

出題例 8

c 分子式  $C_9H_{10}O_4$  をもつジカルボン酸は、図 3 に示すように、立体異性体を区別しないで数えると 4 種類存在する。これら 4 種類のジカルボン酸を還元して生成するヒドロキシ酸  $C_9H_{10}O_3$  は、立体異性体を区別しないで数えると ア 種類あり、そのうち不斉炭素原子をもつものは イ 種類存在する。空欄 ア・イ に当てはまる数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。 24

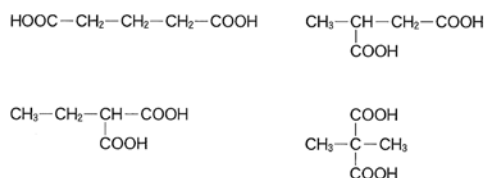


図 3 4 種類のジカルボン酸  $C_9H_{10}O_4$  の構造式

	ア	イ
①	4	0
②	4	1
③	5	2
④	5	3
⑤	6	4
⑥	6	5
⑦	8	6
⑧	8	7

2022 年大学入学共通テスト 化学 第 4 問

出題例 9

#### 第 5 問 不飽和炭化水素に関する総合問題 (配点 20 点)

理論・有機分野の総合問題であり、差がついた。

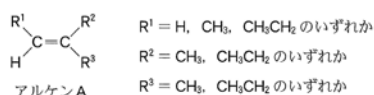
不飽和炭化水素の構造、アルケンの酸化、化学反応と熱、反応速度が出題された。なお、上位層と下位層で最も差がついた大問であった。

問 1 は不飽和炭化水素に関する正誤問題で、正答率は 70%であった。ポリアセチレンの構造に関する内容も含まれている。

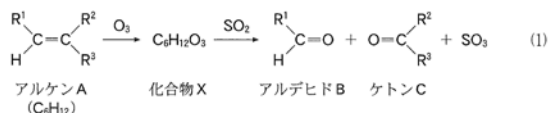
問 2 はアルケンのオゾン分解を題材とした総合問題であった。a はオゾンによる酸化を利用したアルケンの構

造決定（出題例10）で、正答率は65%であった。また、上位層と下位層の正答率の差が65%と、全設問の中で最も大きかった。これは、国公立二次・私大対策で類題の演習をしているかどうかを反映した結果であろう。bは反応熱の計算問題で、正答率は66%であった。cは反応速度を求める問題で、正答率は27%であった。モル濃度の時間変化のグラフを読み取って計算する基本問題であるが、グラフの読み間違いや、1.0秒から6.0秒を0秒から6.0秒としたケアレスミスなどが多かったと思われる。dは反応速度定数を求める問題（出題例11）で、正答率は43%であった。モル濃度と反応速度の関係から反応次数を決定したうえで、反応速度定数を求める複数の思考過程を要する問題であり、上位層と中位層の正答率の差が33%と、全設問の中で最も大きかった。

問2 次の構造をもつアルケンA（分子式  $C_6H_{12}$ ）のオゾン  $O_3$  による酸化反応について調べた。



気体のアルケンAと $O_3$ を二酸化硫黄 $SO_2$ の存在下で反応させると、式(1)に示すように、最初に化合物X（分子式  $C_6H_{12}O_3$ ）が生成し、続いてアルデヒドBとケトンCが生成した。式(1)の反応に関する後の問い(a～d)に答えよ。



a 式(1)の反応で生成したアルデヒドBはヨードホルム反応を示さず、ケトンCはヨードホルム反応を示した。 $R^1$ 、 $R^2$ 、 $R^3$ の組合せとして正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 26

	$R^1$	$R^2$	$R^3$
①	H	$CH_3CH_2$	$CH_3CH_2$
②	$CH_3$	$CH_3$	$CH_3CH_2$
③	$CH_3$	$CH_3CH_2$	$CH_3$
④	$CH_3CH_2$	$CH_3$	$CH_3$

2022 年大学入学共通テスト 化学 第5問

出題例10

d アルケンAと $O_3$ から化合物Xが生成する式(1)の反応を、同じ温度でアルケンAのモル濃度 $[A]$ と $O_3$ のモル濃度 $[O_3]$ を変えて行った。反応開始直後の反応速度 $v$ を測定した結果を表2に示す。

表2 アルケンAと $O_3$ のモル濃度と反応速度の関係

実験	$[A]$ (mol/L)	$[O_3]$ (mol/L)	反応速度 $v$ (mol/(L·s))
1	$1.0 \times 10^{-7}$	$2.0 \times 10^{-7}$	$5.0 \times 10^{-9}$
2	$4.0 \times 10^{-7}$	$1.0 \times 10^{-7}$	$1.0 \times 10^{-8}$
3	$1.0 \times 10^{-7}$	$6.0 \times 10^{-7}$	$1.5 \times 10^{-8}$

この反応の反応速度式を  $v = k[A]^a[O_3]^b$  ( $a$ ,  $b$  は定数) の形で表すとき、反応速度定数  $k$  は何  $L/(mol \cdot s)$  か。その数値を有効数字2桁の次の形式で表すとき、31 ~ 33 に当てはまる数字を、後の①～④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。

アルケンAと $O_3$ の反応の反応速度定数

$$k = \frac{\text{31}}{\text{32}} \times 10^{\text{33}} L/(mol \cdot s)$$

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

2022 年大学入学共通テスト 化学 第5問

出題例11

### (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たい。

初見の内容を読み取り、知識を活用する練習が必要。

共通テストの問題作成方針には「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は、ほとんど変化はみられず、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。なお、文部科学省からの大学入学者選抜実施要項（通知）にある「入学志願者の自ら学ぶ意欲や思考力・判断力・表現力等を適切に判断できるよう工夫することが望ましい。」を受け、文章から必要な情報を抽出して考える問題、誘導にのって解答する問題も散見されたが、難関大では従来からみられる傾向である。

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

また、コロナ禍で迎える3度目の春となった入試であったが、感染症の関連として、サイトカインと抗体の結合反応（東京大）、消毒液（エタノール、塩化ベンザルコニウム）とディスポーザブル注射器の素材（浜松医科大）、PCR検査（筑波大）、レムデシビル（早稲田大・理工）などの問題もみられた。

### （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～標準的な問題であった。以下では、今年度、目についた問題を取りあげる。

#### 【理論分野】

「周期律」については、第一イオン化エネルギーと第二イオン化エネルギーの大小を考える問題（広島大－出

題例12）は、推察力を要する。また、「化学結合」では、電子対反発則による結合角の比較（大阪大－出題例13、北海道大、関西学院大）がみられた。大阪大では $\text{NO}_2^-$ 、 $\text{NO}_2$ 、 $\text{NO}_2^+$ が、北海道大では $\text{SO}_4^{2-}$ が扱われており、やや難しい。

問 2 カルシウム Ca の第一イオン化エネルギーの値は 590 kJ/mol である。カリウム K、およびマグネシウム Mg それぞれの第一イオン化エネルギー、第二イオン化エネルギーとして最も適当な数値を、次の(あ)～(え)からそれぞれ一つ選び、記号で記せ。

- (あ) 419 kJ/mol      (い) 738 kJ/mol      (う) 1450 kJ/mol  
(え) 3051 kJ/mol

広島大

出題例12

- (3)  $\text{NO}_2$  は  $\text{O}-\text{N}-\text{O}$  の結合を有し、窒素原子上に不対電子をもつ。常温において赤褐色の  $\text{NO}_2$  ガスを十分に加圧するとほぼ無色となる。この無色の気体は、すべての原子において希ガス原子と似た電子配置をもつ分子から成る。このときに生成する分子の電子式を書け。
- (4)  $\text{NO}_2$  を含めたいくつかの分子の立体構造に関する以下の文章の空欄  エ  ク に適切な語句や化学式を入れよ。
- 電子対間の反発は分子の立体構造に影響する。例えばメタン  $\text{CH}_4$  とアンモニア  $\text{NH}_3$  と水  $\text{H}_2\text{O}$  の  $\text{H}-\text{X}-\text{H}$  ( $\text{X} = \text{C}, \text{N}, \text{O}$ ) の角度が  $\text{CH}_4 > \text{NH}_3 > \text{H}_2\text{O}$  となるのは、 エ 電子対と  オ 電子対の反発が  エ 電子対同士の反発より大きいためである。この影響に加えて、不対電子と電子対の反発は電子対間の反発より小さいことを考慮すると、亜硝酸イオン  $\text{NO}_2^-$ 、二酸化窒素  $\text{NO}_2$ 、および  $\text{NO}_2^+$  が電子を1つ失った  $\text{NO}_2^+$  における  $\text{O}-\text{N}-\text{O}$  の角度の順は、 カ  >  キ  >  ク となる。

大阪大

出題例13

「滴定」については、同濃度の水酸化ナトリウム水溶液と炭酸ナトリウム水溶液を区別する問題（東北大－出題例14）は基本的な問題ではあるが、考える力が試されている。また、スチレンーブタジエンゴムの重合比を、ヨウ素滴定を用いて求める問題（立命館大－出題例15）は目新しい。

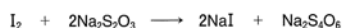
問 6 0.05 mol/L の  $\text{NaOH}$  水溶液 20 mL を入れたビーカーと 0.05 mol/L の  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  水溶液 20 mL を入れたビーカーがある。滴定実験によってこれらの溶液を区別したい。次の(a)から(d)の滴定実験のうち、2つの溶液で滴定の結果に違いが生じる実験を選択肢の中からすべて選び、解答欄の記号を○で開め。

- (a) それぞれの溶液にフェノールフタレインを指示薬として添加し、0.1 mol/L の HCl 水溶液で中和滴定する。
- (b) それぞれの溶液にメチルオレンジを指示薬として添加し、0.1 mol/L の HCl 水溶液で中和滴定する。
- (c) それぞれの溶液に 0.1 mol/L の HCl 水溶液を 30 mL 加え混合する。次に、それぞれの溶液にフェノールフタレインを指示薬として添加し、0.1 mol/L の NaOH 水溶液で中和滴定する。
- (d) それぞれの溶液に 0.1 mol/L の HCl 水溶液を 30 mL 加え混合する。次に、それぞれの溶液にメチルオレンジを指示薬として添加し、0.1 mol/L の NaOH 水溶液で中和滴定する。

東北大

出題例 14

文章中の下線部(c)について、スチレン-ブタジエンゴム (SBR) に含まれるブタジエン単位の比率を求めるために、0.500 g の SBR を 2.54 g のヨウ素と反応させる実験を行った。この実験では、ヨウ素は SBR に対して過剰量存在しており、SBR はヨウ素と完全に反応したとする。反応が完了した後、デンプン水溶液を指示薬として 0.500 mol/L のチオ硫酸ナトリウム水溶液で未反応のヨウ素を滴定すると、チオ硫酸ナトリウム水溶液を 20.0 mL 加えたところでデンプン指示薬の色が完全に消失した。ただし、チオ硫酸ナトリウム水溶液を用いた滴定では、水溶液中で次の反応が起こる。



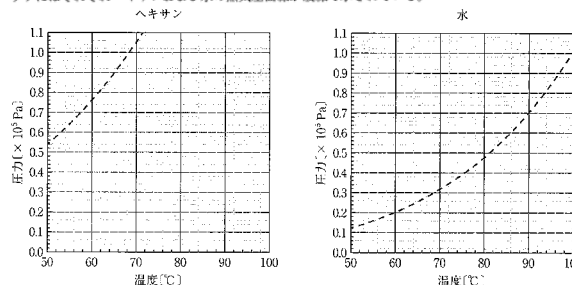
この SBR に含まれるブタジエン単位の質量パーセント (%) を求め、有効数字 2 桁で解答用紙の  内に記入せよ。

立命館大

出題例 15

「気体」については、ファンデルワールスの状態方程式の導出(啓林館『化学 改訂版』p.46)が千葉大でみられた。また、蒸気圧に関して、定積での温度と圧力の関係のグラフを書く問題(信州大-出題例16)は基本的ではあるが、蒸気圧を苦手とする受験生が多く、意外と差がついたと思われる。

10 L の密閉容器にヘキサンまたは水を 0.20 mol 封入し、温度を 57 °C にした。その後、容器内の温度を 100 °C まで上昇させた。このときの容器内の圧力変化をそれぞれ示せ。ただし、気体はすべて理想気体として扱えるものとする。また、液体の体積は無視できるものとする。なお、解答欄のグラフにはそれぞれヘキサンおよび水の蒸気圧曲線が破線で示されている。



信州大

出題例 16

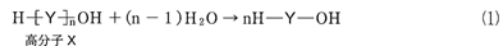
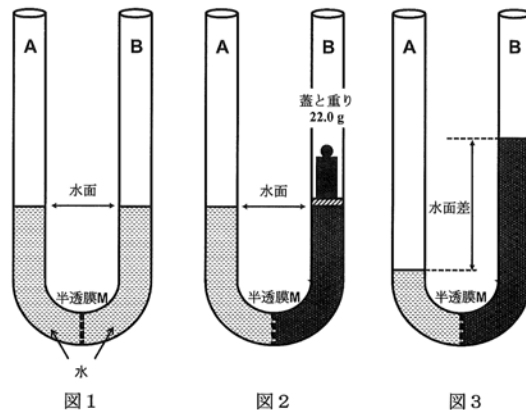
「浸透圧」では、高分子化合物の加水分解による液面の移動に関する問題(筑波大-出題例17)、U字管の断面積を変えた場合の液面差の変化に関する問題(京都大)がみられ、これらは思考力を要する。

図1のようにU字型の容器を半透膜Mで仕切った実験装置と非電解質の高分子Xを用いて、浸透圧に関する実験を 27 °C で行った。高分子Xは、鎖状の高分子化合物であり、酵素Eを作用させると、反応式(1)に従い、その末端から順番に加水分解され、n個のモノマーH-Y-OHが生成する。モノマーH-Y-OHと水分子は、半透膜Mを透過できるが、高分子Xと酵素Eは透過できない。

はじめに容器に水 100 mL を入れたところ、図1のようにA側とB側の水面の高さは一致した。次に、高分子X 0.500 g をB側に溶解し、B側の水面に容器との隙間がなく、なめらかに動く蓋をのせた。その蓋の上に、蓋とおもりの合計の質量が 22.0 g になるようにおもりをのせたところ、図2のようにA側とB側の水面差はなくなった。おもりと蓋を取り除いたところ、水面の移動が起こり、図3のようにB側の水位がA側より高くなり、水面の移動が停止した。

ここで、B側に分子量が 60,000 の酵素Eを加えて溶解したところ、A側およびB側の水面の移動が起き、十分な時間が経った後、酵素Eが高分子Xを完全に加水分解し、水面の移動が停止した。容器との隙間がなく、なめらかに動く蓋をU字管の一方の水面にのせた。その上におもりをのせて、蓋とおもりの合計が 0.600 g になるようにしたところ、A側とB側の水面差はなくなった。なお、一連の溶解操作や反応にともなう温度変化および体積変化は無視できるものとする。

水のモル凝固点降下を  $1.85 (\text{K} \cdot \text{kg/mol})$  とする。また、この浸透圧の実験におけるU字管内の断面積は一律に  $2.00 \text{ cm}^2$ 、 $1 \text{ cm}^2$  あたり 1 g の質量による圧力は 98 Pa とする。



問 3 下線部(c)に関して、次の問に答えよ。

- (i) 高分子 X を溶解したときに生じた浸透圧 [Pa] を有効数字 2 桁で求めよ。
- (ii) 高分子 X の平均分子量を有効数字 2 桁で記せ。

問 4 下線部(c)に関して、次の問に答えよ。

- (i) おもりは、A 側と B 側の蓋のどちらの上に置いたか。A または B の記号で答えよ。
- (ii) 加えた酵素 E の質量 (g) を有効数字 2 桁で求めよ。

問 5 下線部(d)に関して、次の問に答えよ。

酵素 E を B 側に加えてから、酵素 E が高分子 X を完全に加水分解し、水面が停止するまで、B 側の水面はどのような変化をするか。最も適切な記述を次の①~⑥から一つ選び、番号で答えよ。

- ① 上昇し、停止する。
- ② 最初上昇し、その後、下降してから停止する。
- ③ 下降し、停止する。
- ④ 最初下降し、その後、上昇してから停止する。
- ⑤ 上昇と下降を繰り返しながら、下降し、停止する。
- ⑥ 上昇と下降を繰り返しながら、上昇し、停止する。

筑波大

出題例 17



「化学反応とエネルギー」については、新学習指導要領（2022年度から実施）の先取りとして、エンタルピー、エントロピー、ギブスエネルギーに関する問題（関西学院大－出題例18）がみられた。文章を読めば解答できる問題ではあるが、試験時間内に内容を理解して解答するのは厳しかった受験生が多かったであろう。

$$\text{NH}_4\text{Cl}(\text{固}) + \text{aq} = \text{NH}_4^+ \text{aq} + \text{Cl}^- \text{aq} - 15.9 \text{ kJ} \quad (1)$$

$$\text{NaNO}_3(\text{固}) + \text{aq} = \text{Na}^+ \text{aq} + \text{NO}_3^- \text{aq} - 25.7 \text{ kJ} \quad (2)$$

この時、反応物のエネルギーの総和を  $H_1$ 、生成物のエネルギーの総和を  $H_2$  として、式(1)をエネルギーの観点で書き直すと、 $H_1 = H_2 - 15.9 \text{ kJ}$  という等式が成立することを表している。この反応において変化するエネルギー量  $\Delta H$  を考えてみると、 $\Delta H = H_2 - H_1$  と表される。したがって式(1)の溶解反応の  $\Delta H$  の符号は エ である。

エ 反応のように、生成物のエネルギーの方が反応物のエネルギーよりも低い場合、ボールが坂道を転がり下りて、低い安定な位置に達するのと同様、反応が進行しやすいことは理解しやすい。しかしながら、オ 反応のように、反応物よりも生成物のエネルギーの方が大きい場合でも、反応が進行する場合がある。これは、反応物と生成物のエネルギーの総量だけで反応の進行が決定されている訳では無いことを表している。

化学反応を支配している要因としては、このような熱的なエネルギーの他に、状態の乱雑さが大きく関与していることが明らかになっている。科学の用語では、エントロピーという言葉を使うが、近年では、混沌とした状態や混乱した状態というような社会状態などを表す言葉としても使われ、新聞紙面にも現れる。エントロピーは、19世紀初頭のフランスの科学者サディ・カルノーに因んで  $S$  の記号で表される。また、先の反応物と生成物のエネルギー  $H$  は、エンタルピーと呼ばれる。この  $H$  は熱を表すことから Heat が由来であるなど諸説がある。さらに、19世紀末にアメリカの科学者ギブスが定温・定圧条件下での化学反応から取り出し得るエネルギー量や反応の進行に関する研究を行い、定温・定圧条件下で化学反応が進行するかどうかは、この2つの量の兼ね合いで決まることを明らかにし、ギブスエネルギー  $G$  という量が導入された。

定温・定圧下において反応物から生成物への状態変化を考える時、先の  $\Delta H$  に加えてエントロピーの変化量  $\Delta S$ 、温度  $T$  を用いてギブスエネルギーの変化量  $\Delta G$  を表すと

$$\Delta G = \Delta H - T \Delta S \quad (3)$$

となり、この  $\Delta G$  が負となる場合、すなわちギブスエネルギーが減少する場合、反応が進行する。したがって、 $\Delta G$  の符号を考えればその反応が進行するかどうかを検討することができる。

例えば、室温では正反応が進行するアンモニアの合成反応の熱化学方程式は

$$\frac{1}{2} \text{N}_2(\text{g}) + \frac{3}{2} \text{H}_2(\text{g}) = \text{NH}_3(\text{g}) + 46.1 \text{ kJ} \quad (4)$$

と表される。この反応の  $\Delta S$  は、 $-99.4 \text{ J/K}$  であり、温度を上昇させると反応を逆転させることができる。すなわち、式(3)を用いると A  $^{\circ}\text{C}$  以上でアンモニアの解離が進行すると計算できる。

混合気体の方が純粋な気体よりも乱雑さが大きくなるなどのため、エントロピーの値は反応の進行度にも依存し、反応物と生成物が混合している状態でギブスエネルギーが極小値を取ることも多い。すなわち、ギブスエネルギーが極小値をとる状態が平衡状態ということになる。

出題例18

「電池」では、レドックスフロー電池（早稲田大・理工）、マグネシウム空気電池（名古屋大）、現在研究が進んでいるアンモニア燃料電池（慶應義塾大・理工）などがみられた。「電気分解」についての、電気透析および連続イオン交換による純水の製造に関する問題（大阪大）は思考力を要する。

「反応速度」では、アレニウスの式（千葉大、名古屋大、上智大、啓林館『化学 改訂版』p.129）、半減期（筑波大、名古屋大、滋賀医科大、東京都立大、兵庫県立大、慶應義塾大・理工、啓林館『化学 改訂版』p.123）が、今年度も複数の大学で出題された。また、酵素反応の反応速度（東京医科歯科大、和歌山県立医科大－出題例19、啓林館『化学 改訂版』p.429）については、阻害

剤の考察も出題されている。

式①に示すように、酵素(E)は反応を起こす特定の分子構造(活性部位)をもち、反応の相手である基質(S)と活性部位で結合し、酵素-基質複合体(E・S)を形成する。次に、この複合体の中で反応が起こり、生じた生成物(P)は酵素から分離し、酵素は再利用される。

$$\text{E} + \text{S} \rightleftharpoons \text{E} \cdot \text{S} \longrightarrow \text{E} + \text{P} \quad \text{……式①}$$

生成物が生じる反応の反応速度( $v$ )は、基質濃度([S])の値が小さい状況では[S]に比例して上昇するが、[S]が大きくなると一定の値に収束する。この最大速度を  $V_{\text{max}}$  とし、 $V_{\text{max}}$  の  $\frac{1}{2}$  の速度を与える基質濃度として定義されるミカエリス定数( $K_m$ )を用いて、反応速度  $v$  は式②(ミカエリス・メンテンの式)で表される。

$$v = \frac{V_{\text{max}}[\text{S}]}{K_m + [\text{S}]} \quad \text{……式②}$$

ある酵素について基質濃度を変化させて、生成物が生じる反応の反応速度  $v$  を測定した。その結果、表1の実験結果が得られ、これをグラフにしたのが図1である。実験結果からさらに  $\frac{v}{[\text{S}]}$  を求めた。  $\frac{v}{[\text{S}]}$  に対して  $v$  をグラフにすると、図2の直線的な関係が得られた。

図1 基質濃度([S])と反応速度( $v$ )

図2  $\frac{v}{[\text{S}]}$  と反応速度( $v$ )

問1 実験結果から、以下の値を求めよ。有効数字2桁で単位をつけて答えよ。

- 最大速度( $V_{\text{max}}$ )
- ミカエリス定数( $K_m$ )

問2 阻害剤(I)とは、酵素の反応系に入れておくと、本来の基質に対する反応を進行しにくくする作用(阻害作用)を示すものである。阻害剤には、医薬品として使われているものもある。例えば、血圧上昇に関与するアンジオテンシン変換酵素を阻害するカaptopリルは、高血圧の治療薬として使われている。阻害作用には幾つかの種類があるが、カaptopリルの阻害は式③で表され、競合阻害といわれる。

$$\begin{array}{c} \text{E} + \text{S} \rightleftharpoons \text{E} \cdot \text{S} \longrightarrow \text{E} + \text{P} \\ + \\ \text{I} \\ \downarrow \\ \text{E} \cdot \text{I} \end{array} \quad \text{……式③}$$

酵素-阻害剤複合体(E・I)の解離定数( $K_I$ )は、酵素の濃度([E])と阻害剤の濃度([I])そして酵素-阻害剤複合体の濃度([E・I])を用いて、式④で表される。

$$K_I = \frac{[\text{E}][\text{I}]}{[\text{E} \cdot \text{I}]} \quad \text{……式④}$$

競合阻害の場合、阻害剤が存在する時のミカエリス定数( $K_m'$ )は、阻害剤のない時のミカエリス定数( $K_m$ )、[I]、 $K_I$ を用いて、式⑤で表される。

$$K_m' = K_m \left( 1 + \frac{[\text{I}]}{K_I} \right) \quad \text{……式⑤}$$

一方、酵素反応の最大速度( $V_{\text{max}}$ )は競合阻害の場合、阻害剤が存在しても変わらない。競合阻害の場合、阻害剤が存在する時に  $\frac{v}{[\text{S}]}$  に対して  $v$  をグラフにすると、どのような直線となるか。下図の(ア)～(カ)の中から1つ選び、その記号を答えよ。ただし、図中の点線は阻害剤がない場合の直線を示す。

(ア)

(イ)

(ウ)

(エ)

(オ)

(カ)

和歌山県立医科大

出題例19

「化学平衡」では、不均一系の平衡（東京工業大、千葉大、東京理科大）、分配平衡（京都大－出題例20、慶應義塾大・医、東京理科大、啓林館『化学 改訂版』p.180）などもみられた。京都大と慶應義塾大・医の問題では、酸の水中での電離および有機溶媒中での会合も考える必要があり、思考力を要する。

混ざり合わない2種類の溶媒(溶媒1、溶媒2とする)を用いた、物質の抽出操作において、両溶媒に可溶な溶質は2つの溶媒間を移動する。移動が平衡に達したとき、両溶媒に溶けている溶質の濃度比 $P$ は、定温条件下で一定値を示し、この値を分配係数と呼ぶ(図1)。したがって、溶質が両溶媒中で同じ分子として存在するならば、両側に分配される溶質の物質量は両溶媒の体積比によって決まる。

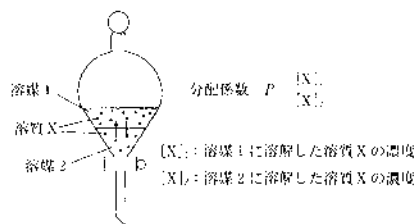


図1

では、溶質が両溶媒中で異なる状態で存在する場合はどうなるだろうか。例として、トルエンと水を溶媒として用いた、ある1価の弱酸HAの分配を考える。弱酸HAは水層中で式1のように解離する。303 KにおけるHAの電離定数は $2.5 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$ である。



また、トルエン層中に溶解したHAは水素結合により会合して、式2のように「量体(HA)<sub>n</sub>」を形成する。303 Kにおける式2の平衡定数を $K_2 \text{ (L/mol)}$ とする。



0.10 Lの試験管(全4.0 L)に $n \text{ (mol)}$ の弱酸HAが溶解した水溶液を分液ろうとうに入れ、さらに0.10 Lのトルエンを加え、よく振り混ぜたあと303 Kで十分な時間静置した。トルエン層と水層を分離し、トルエン層に移動したHAの物質 $n \text{ (mol)}$ を測定した。その結果から、水層中のHAおよびA<sup>-</sup>の総物質 $b \text{ (mol)} = n - a$ を求めた。

水とトルエンはまったく混ざらないものとし、溶質の溶解による溶液の体積変化は無視できるとする。また、トルエン層中ではHAは電離せず、水層中での会合も起こらないとする。さらに、水層中で電離したイオンA<sup>-</sup>およびH<sup>+</sup>はトルエン層に移動せず、同様に「量体は水層へ移動しないと」。pH4.0の水層中における電離していないHAの濃度を $[\text{HA}]_w$ とすると、水層中のA<sup>-</sup>の濃度は $[\text{A}^-]_w = \text{ア} \times [\text{HA}]_w$ と表せる。また、トルエン層における単量体としてのHAの濃度を $[\text{HA}]_o$ とすると、「量体(HA)<sub>n</sub>」の濃度は $[(\text{HA})_n]_o = \text{イ}$ と表せる。したがって下線部の実験により得られたHAの物質 $a$ と $b$ の比は以下の式3により表せる。

$$\frac{a}{b} = \text{ウ} \quad (3)$$

電離していないHAの単量体はトルエン層と水層の間を移動する。移動が平衡に達したとき、両層間の濃度比、すなわち分配係数 $P_{\text{HA}} = \frac{[\text{HA}]_o}{[\text{HA}]_w}$ は定温において一定となる。 $P_{\text{HA}}$ を用いて式3を整理すると式4の関係が得られる。

$$\frac{a}{b} = 0.8 P_{\text{HA}} + \text{エ} \times K_2 P_{\text{HA}}^2 [\text{HA}]_w \quad (4)$$

水層中のHAおよびA<sup>-</sup>のうち、 $\text{オ}$  %がHAとして存在することから、式4は式5のように表せる。

$$\frac{a}{b} = 0.8 P_{\text{HA}} + \text{カ} \times K_2 P_{\text{HA}}^2 b \quad (5)$$

問3 様々な物質量のHAに対して下線部の操作を行ったときの、物質 $a$ と物質 $b$ の関係を図2に示した。図中の●は各測定によって得られた実験値を表す。トルエン層と水層の間におけるHAの分配係数 $P_{\text{HA}}$ の値を答えよ。

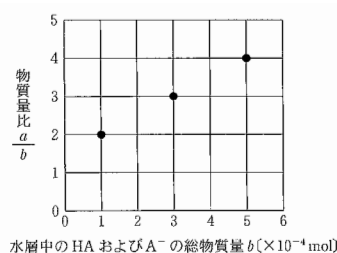


図2

京都大

出題例20

「電離平衡」では、塩の水溶液のpH（浜松医科大、長崎大、慶應義塾大・理工、立命館大、啓林館『化学 改訂版』p.165）、指示薬（上智大、啓林館『化学 改訂版』p.172）、錯安定係数（早稲田大・理工、慶應義塾大・薬）などもみられた。クロム酸の水溶液中での挙度（京都大）は、受験生にとって目新しい。

## 【無機分野】

無機分野は、例年通り、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。発展的な内容としては、錯イオンの立体異性体（東京農工大－出題例21、啓林館『化学 改訂版』p.241）がみられた。

(オ) 異性体には、物理的性質や化学的性質が基本的に同じでありながら立体的に重ね合わせることができない鏡像異性体や、物理的性質や反応性が異なる

(カ) 異性体などが含まれる。錯イオンについても、配位子の配置によってこれらと同様の異性体が存在することがある。また、分子内の複数箇所で1つの金属イオンに配位結合する配位子をキレート配位子という。代表的なキレート配位子であるエチレンジアミン( $\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$ )において、アミノ基はアンモニアと同様に (イ) を介して、金属イオンに配位結合することができる。分子形状の制約から、エチレンジアミンの2つのアミノ基は正八面体の隣接する頂点に存在する。

複数のエチレンジアミン分子が配位した錯イオンでは、様々な異性体ができることもある。

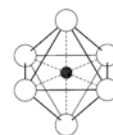


図1 正八面体型金属錯イオン (中央の球は中心金属イオン、白い球は配位子を表し、正八面体は補助的に示す)

(6) 下線部(ロ)に関連して、 $\text{Co}^{3+}$ イオンにエチレンジアミンが2分子、アンモニアが2分子配位した錯イオンZを仮定する。錯イオンZにも異性体が存在するが、そのうちの1つ(Z1)の構造を図3に示す。エチレンジアミン分子の位置は、2つの (イ) を曲線で結ぶことによって表記し、アンモニア分子は省略する。錯イオンZ1に対し、以下 (1)、(2)に該当する異性体の構造がそれぞれいくつ存在するか書きなさい。錯イオンZ1は含めないものとし、存在しない場合には0と書きなさい。ただし、錯イオンの構造を回転させて互いに重なるものは同じ構造とみなし、そのうちどれか1つで代表させるものとする。解答欄には既にエチレンジアミン分子1つが書かれているので、もう1分子の位置を示しなさい。また、全ての異性体の構造についても、図3にならって書きなさい。

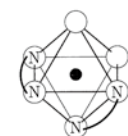


図3 錯イオンZ1の構造 (表記方法の例をわざわざ示す)

- (1) 下線部(ロ)に相当する異性体
- (2) 下線部(ロ)に相当する異性体

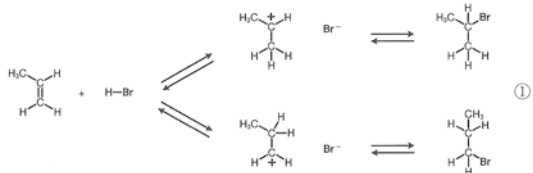
東京農工大

出題例21

## [有機分野]

「脂肪族化合物」では、炭素陽イオンの安定性（マルコフニコフ則、ザイツェフ則）の問題（東京大、同志社大－出題例22、啓林館『化学 改訂版』p.285）がみられたが、知識がなくても文章を読むと解答できる。また、例年通り、炭素間二重結合のオゾン分解（啓林館『化学 改訂版』p.286）は多くの大学で出題されている（東京大、名古屋工業大、京都工芸繊維大、長崎大、慶應義塾大・薬、慶應義塾大・看護、東京理科大、上智大、同志社大、関西大）。

化学反応によって生成する化合物を予測することは重要である。たとえば、①式に示す反応のように、二重結合に対して分子構造が対称でないアルケンに臭化水素（HBr）が（あ）する場合、水素原子が二重結合の炭素原子のどちらに結合するかによって、2種類の化合物が生成することになる。それでは、どちらの化合物が優先して得られるかを考えてみよう。この反応は、①式に示すように2段階で進行する。



1段階目では、二重結合で結びついている炭素原子の1つとHBrの水素イオン（H<sup>+</sup>）が結びつき、正電荷をもつ炭素陽イオン（カルボカチオン）と臭化物イオン（Br<sup>-</sup>）が生成する。この際、プロペンに含まれる二重結合の炭素原子のどちらにH<sup>+</sup>が結びつくかによって、異なるカルボカチオンが生成するが、図1に示すように、結合しているメチル基などのアルキル基の多いカルボカチオンが、より安定であるために、（い）が優先して得られる。このように優先して得られる生成物を主生成物と呼ぶ。

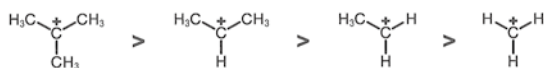
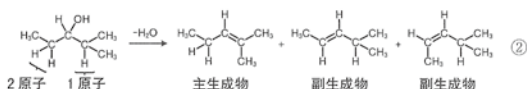


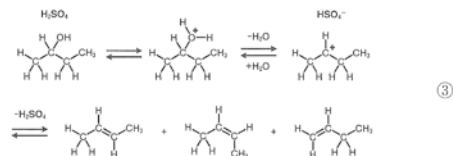
図1 カルボカチオンの安定性（左側がより安定）

ハロゲン化水素（HX）あるいは水（HOH）などがアルケンに（あ）するとき、二重結合を形成する炭素原子のうち、水素原子の多い方にHが、水素原子の少ない方にXあるいはOHが結び付きやすい。この規則は、これを見出したロシアの化学者ウラジミール・マルコフニコフにちなんでマルコフニコフ則と呼ばれている。

マルコフニコフはロシア化学の父と言われるアレクサンドル・ブートレロフに師事していたが、アレクサンドル・ザイツェフもブートレロフに師事していた。ザイツェフは、アルカンのハロゲン化合物やアルコールから、（う）反応によってアルケンを生成する際の経験則を発表している。このザイツェフ則によれば、アルコールの脱水反応によって2種類以上のアルケンが生成する可能性がある場合、②式に示すように、結合している水素原子の数がより少ない炭素原子から水素原子が奪われたアルケンが主生成物となる。



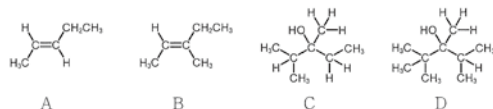
実際に、硫酸を触媒として用いた2-ブタノールの脱水反応では（え）と（お）とが82：18の比率で得られる。ただし、前者の生成物には、（か）異性体が存在する。2-ブタノールの脱水反応を詳しく見てみよう。この反応は、③式に示すように1）ヒドロキシ基の酸素原子とH<sup>+</sup>との結びつき、2）脱水によるカルボカチオンの生成、(a)3）アルケンの生成の3段階で進行する。このように、共通のカルボカチオンから3種類の生成物得られる。この反応は可逆反応であり、温度が十分高ければ、生成物の比率は生成物の安定性の差によって決定される。



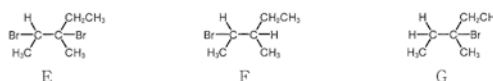
(4) ③式の3段階目の反応（文中の下線部(a)）における硫酸水素イオン（HSO<sub>4</sub><sup>-</sup>）の働きとして正しいものを次の（ツ）～（ニ）から選び、記号で記せ。

- (ツ) 酸化作用
- (テ) 脱水作用
- (ト) 酸としての作用
- (ナ) アレニウスの定義による塩基としての作用
- (ニ) プレンステッド・ローリーの定義による塩基としての作用

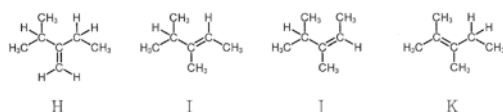
(5) 次に示す化合物A～Dに関する次の問い（i）～（iv）に答えよ。



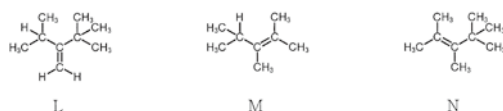
- (i) 化合物Aと臭化水素との反応により得られる化合物には立体異性体を含め何種類の異性体が存在するか答えよ。
- (ii) 化合物Bと臭化水素との反応により得られる主生成物を、マルコフニコフ則をもとに予測し、化合物E～Gから選択し記号で記せ。



- (iii) 化合物Cの脱水反応により得られる主生成物を、ザイツェフ則をもとに予測し、化合物H～Kから選択し記号で記せ。



- (iv) 化合物Dの脱水反応により得られる主生成物を、ザイツェフ則をもとに予測し、化合物L～Nから選択し記号で記せ。



同志社大

出題例22

「芳香族化合物」では、配向性の知識（三重大・後期、啓林館『化学 改訂版』p.331）も問われている。また、解熱鎮痛薬として用いられるアセトアミノフェンの構造を覚えていないと解答できない問題も複数出題されている（北海道大、千葉大－出題例23、岡山大）。

p-ニトロフェノールのニトロ基を試薬Zで還元した後、アンモニア水を加えるとp-アミノフェノールが生じた。このp-アミノフェノールに同じ物質量の無水酢酸を作用させると、対症療薬として利用されている化合物Gが得られた。

千葉大

出題例23

「実験」については、アセトアルデヒド（新潟大，立命館大），エステル（立命館大），アセトアニリド（新潟大），アゾ染料の合成（大阪公立大），分液漏斗の使い方（群馬大，慶應義塾大・医）などが出題されており，注意が必要である。

「天然有機化合物」では，糖のフィッシャー投影式（京都大，立命館大，啓林館『化学 改訂版』p.368），アミノ酸のD型とL型の区別（早稲田大・教育，啓林館『化学 改訂版』p.378）などの立体化学も出題されている。ヒトがグルコースをグリコーゲンとして貯蔵することに関する問題（名古屋工業大－出題例24）は，与えられた情報から類推する力が試されている。

- 問 5 ヒトではエネルギー源として食物から摂取したデンプンを単糖にまで分解し，肝細胞などで再び分子量数百万程度に高分子化した **ケ** として細胞中に貯蔵する。もしグルコースがそのまま細胞中に貯蔵されるとすれば，細胞においてどのような致命的なことが起こるか次の(a)～(c)の事項を元に3行以内で答えよ。
- (a) 肝細胞に貯蔵されている **ケ** の濃度は約  $1 \times 10^{-8} \text{ mol/L}$  で，グルコースとしての濃度は  $0.4 \text{ mol/L}$  相当と考えられる。
- (b) 細胞外(血液中)のグルコース濃度は約  $5 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$  であるとする。
- (c) 細胞膜(細胞を取り囲む膜)は半透膜の性質をもつ。

名古屋工業大

出題例24

「合成高分子化合物」では，シュタウディングーの高分子説（東京農工大）， $^1\text{H}$  NMR を用いてポリ酢酸ビニルの重合度を求める問題（和歌山県立医科大－出題例25）などもみられた。

問 6 核磁気共鳴法(NMR; Nuclear Magnetic Resonance)とは，水素原子  $^1\text{H}$  や炭素原子  $^{13}\text{C}$  の原子核が強い磁場中で電磁波を吸収する現象(核磁気共鳴)を利用した分析方法である。吸収される電磁波の波長は，分子内の原子核の環境(結合している原子の種類や，さらにその先に結合している原子の種類や数など)によって異なるため，有機化合物の基本的な構造を知ることができる。水素原子  $^1\text{H}$  の原子核を観測対象とするNMRを $^1\text{H}$  NMRという。トブチルメチルエーテル(図1)の $^1\text{H}$  NMRの測定結果(スペクトル)を図2に示す。図1の構造式中のメチル基の③で示す水素原子は，図2のスペクトルにおいて化学シフト約3.2 ppmのシグナルとして観測される。図1の構造式中のトブチル基の④で示す水素原子は，図2のスペクトルにおいて化学シフト約1.2 ppmのシグナルとして，③の水素原子のシグナルとは区別されて観測される。図2のスペクトルにおいて，③のシグナルの面積と④のシグナルの面積の比率は1:3となり，分子中のそれぞれの水素原子の数に比例する。平均分子量は $^1\text{H}$  NMRスペクトルの測定により求めることができる。

今，高分子Aの一方の末端にトブチル基を結合させた高分子Cがある。この高分子Cの平均分子量を求めるために $^1\text{H}$  NMRスペクトルを測定した。その結果，側鎖のメチル基と末端のトブチル基の水素原子のシグナルは区別されて観測され，そのシグナルの面積の比は， $\text{CH}_3:\text{C}(\text{CH}_3)_3 = 160:1$ であった。

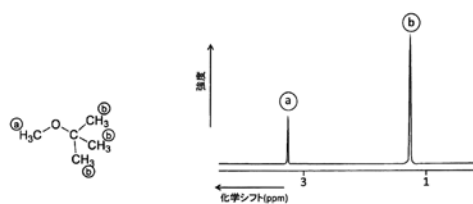
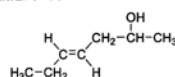


図1 トブチルメチルエーテルの構造式

図2 トブチルメチルエーテルの $^1\text{H}$  NMRのスペクトル

- (1) 高分子Aの原料となるモノマーの構造式を，下記の構造式の例にならって書き。

構造式の例



- (2) 高分子Cは平均して何個のモノマーが結合していると考えられるか，整数で答えよ。
- (3) 高分子Cの平均分子量を，高分子Aの原料モノマーの分子量を $x$ として数式で表せ。ただし，高分子の末端の構造に由来する分子量は考慮しなくてよい。
- (注) 高分子Aはポリ酢酸ビニルである。

和歌山県立医科大

出題例25

### (3) 学習のポイント (指導におけるポイント)

国公立二次・私大入試では，従来から思考力を要する問題が出題されており，入試改革による出題傾向の大きな変化はみられなかった。したがって，従来の指導から大きく変更する必要はないであろう。以下に，特に注意したい点を述べる。

#### 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み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16問、マーク数17であった。平均点は23.9点（50点満点）で、昨年度（第1日程）より5.3点低くなった。大問は、「生物と遺伝子」、「生物の体内環境の維持」、「生物の多様性と生態系」の3分野から1題ずつ出題され、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1問Bで、昨年度（第1日程）は出題されなかった会話形式の問題が出題された。また、第2問の間1で、「光学式血中酸素飽和度計（パルスオキシメーター）」に関する時事的な問題が出題された。

設問16問のうち、単純に知識を問う問題が3問、知識に基づいて考察する問題が7問、図に基づいて考察する問題が6問（計算を要する2問を含む）であった。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くなった。「思考力・判断力を問う」という共通テストの作成方針が、昨年度の問題以上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、昨年度に比べて難しい問題が多く出題された。これらのことから、全体の難易度は昨年度（第1日程）よりかなり難化した。そして、平均点23.9点はセンター試験を含めて過去最低となった。

河合塾の再現データ（受験者3032名、平均点27.5点）の結果では、正答率が80%以上の「易しい」問題の割合は、昨年度は4問であったが、今年度は1問のみ（第2問問4）であった。また、正答率が50%以下の「難しい」問題は、昨年度は3問であったが、今年度は7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 酵素・ATP・DNAの抽出（配点19点）

Aは酵素とATPに関する知識問題と考察問題、BはDNAの抽出と定量に関する考察問題であった。第1問全体の正答率は約56%（現役生 約53%、卒業生 約63%）であった。

問1 酵素に関する記述として誤っているものを選ぶ基本的な知識問題で、全体の正答率は約67%であった。

問2 ATPが合成される細胞小器官を過不足なく含むものを選ぶ問題であり、全体の正答率は約54%であった。誤答として、全体の約11%が②を、約12%が③を、約12%が⑦を選んでいて。

問3 「測定されたATP量から細菌数を推定するキット」について、ATP量から細菌数を推定するための前提となる条件を選ぶ問題であり、過去のセンター試験や共通テストでは出題されることがない形式の問題であった。全体の正答率は約33%と低く、誤答として全体の約28%が②を、約21%が④を選んでいて。

問4 会話文と図2の細胞の顕微鏡写真から、ブロッコリーの茎よりも花芽のほうがDNAを抽出する材料として適している理由を考察する問題（出題例1）であり、全体の正答率は約69%であった（啓林館『高等学校 生物基礎』p.76、『i版 生物基礎』p.58）。

B ナツキさんとジュンさんは、DNAの抽出実験について話し合った。

途中省略

二人は、(d)花芽と茎を酸で処理し、細胞を解離した後、核を染色して、光学顕微鏡で観察した。

ナツキ：濃く染まっているのが核だね。

ジュン：花芽と茎を比較すると、花芽のほうが、アから、DNAを多く得やすいだね。だから、花芽を材料にしたんだね。

ナツキ：ところで、この(e)白い繊維状の物質は全部DNAなのかな。

ジュン：RNAはDNAと同様にヌクレオチドがつながってできた鎖状の物質だから、(f)白い繊維状の物質にはDNAのほかRNAも含まれているんじゃないのかな。調べてみようよ。

問4 下線部(d)について、図2は二人が観察した花芽と茎の細胞の写真である。

この写真を踏まえて、DNAの抽出実験の材料に関する上の会話文中のアに入る文として最も適切なものを、後の①～⑥のうちから一つ選べ。

4

写真省略

図 2

- ① 核がより濃く染まっているので、核の DNA の密度が高い
- ② 核が大きいのので、核に含まれている DNA 量が多い
- ③ 細胞が小さいので、単位重量当たりの細胞の数が多
- ④ 一つの細胞に複数の核が存在しているので、単位重量当たりの核の数が多
- ⑤ 体細胞分裂が盛んに行われているので、染色体が凝縮している細胞の割合が高い

## 2022年大学入学共通テスト 生物基礎 第1問

### 出題例1

問5 DNA濃度と黄色光の強さとの関係を示した図3のグラフを用いて、花芽10gから得られたDNA量を求める問題である。全体の正答率は約47%と低かった。約26%の受験生が、黄色光の強さが0.6であることから、図3からDNA濃度を0.075と読み取って③を選んでいった。

問6 「白い繊維上の物質にはDNAのほかにRNAも含まれている」という仮説を支持するための実験結果を選ぶ考察問題であり、正答率は現役生が約60%、卒業生が約74%で、現役生と卒業生で差がみられた。

## 第2問 酸素の運搬・免疫 (配点16点)

Aは血液による酸素の運搬に関する考察問題、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52%（現役生 約51%、卒業生 約57%）であった。

問1 図2のグラフから、光学式血中酸素飽和度計（パルスオキシメーター）を用いた測定に関する考察問題（出題例2）で、共通テストの「日常生活や社会との関連性を考慮し、（以下省略）」という作成方針に沿ったものであった。選択肢の内容を解釈するのが難しく、全体の正答率は約33%と低かった。

A ヒトでは、細胞の呼吸に必要な酸素は、赤血球中のヘモグロビン(Hb)に結合して運ばれる。動脈血中の酸素が結合したヘモグロビン(HbO<sub>2</sub>)の割合(%)は、図1のような光学式血中酸素飽和度計を用いて、指の片側から赤色光と赤外光とを照射したときのそれぞれの透過量をもとに連続的に調べることができる。図2は、HbとHbO<sub>2</sub>が様々な波長の光を吸収する度合いの違いを示しており、縦軸の値が大きいほどその波長の光を吸収する度合いが高い。(a)光学式血中酸素飽和度計では、実際の測定値を、あらかじめ様々な濃度で酸素が溶けている血液を使って調べた値と照合することで、動脈血中のHbO<sub>2</sub>の割合を求めている。



図 1

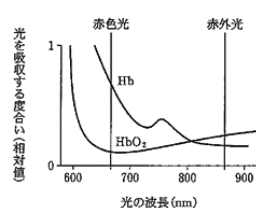


図 2

問1 下線部(a)に関連して、図2を参考に、光学式血中酸素飽和度計を用いた測定に関する記述として最も適切なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

7

- ① 動脈血では、赤色光に比べて赤外光の透過量が多くなる。
- ② 組織で酸素が消費された後の血液では、赤色光が透過しやすくなる。
- ③ 血管内の血流量が変化すると、それに伴い赤色光と赤外光の透過量も変化するため、透過量の時間変化から脈拍の頻度を知ることができる。
- ④ 赤外光の透過量から、動脈を流れるHbの総量を知ることができる。

## 2022年大学入学共通テスト 生物基礎 第2問

### 出題例2

問2 8は、図3からHbO<sub>2</sub>の割合が80%のときの動脈血中における酸素濃度を読み取る問題で、全体の正答率は約78%と高かった。9は酸素解離曲線に関する計算問題であった。問題集に載っている典型的な問題と出題様式が異なるため、問題の内容を正しく解釈できなかった受験生が多くいたと思われる。全体の正答率は約38%と低かった（啓林館『高等学校 生物基礎』p.107、『i版 生物基礎』p.102）。

問3 「実験1の結果から導かれる考察文」となっているが、実質的には、好中球の移動と好中球以外の食細胞に関する知識を問う問題であった。全体の正答率は約42%と低く、誤答として全体の約39%が⑤を選んでいった。

問4 実験2の結果から導かれる考察として適切なものを選ぶ問題であるが、実質的には、皮膚移植の二次応答に関する知識を問う問題であった。全体の正答率は約91%で、今年度の共通テストの問題の中で最も高かった。

問5 実験3でマウスが生存できた理由を、知識をもとに考察する問題であった。全体の正答率は約36%と低く、誤答として全体の約13%が⑦を、約18%が④を、約23%が⑩を選んでいった。

## 第3問 バイオーム・食物連鎖・窒素の循環 (配点15点)

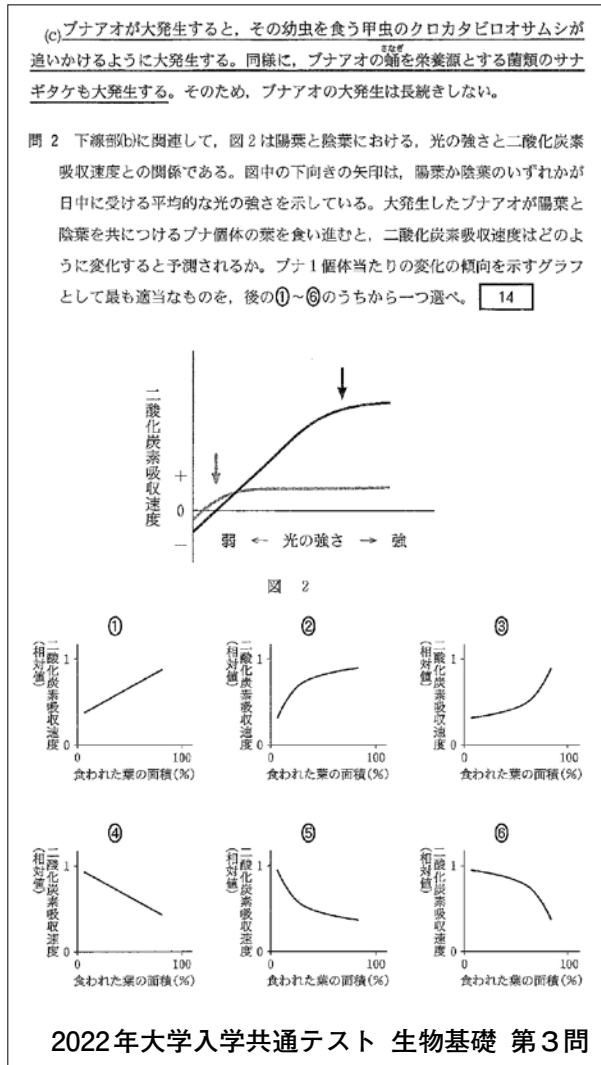
Aはバイオームの垂直分布と栄養段階に関する知識問題、および昆虫の食害がブナの二酸化炭素吸収速度に及ぼす影響に関する考察問題、Bは生態系における窒素の循環に関する考察問題であった。第3問全体の正答率は約57%（現役生 約55%、卒業生 約62%）であった。

問1 地球温暖化がバイオームの垂直分布に及ぼす影響に関する問題であり、全体の正答率は約65%であった。

問2 ブナアオによる食害がブナの二酸化炭素吸収速度に及ぼす影響に関する考察問題（出題例3）である。

下線部(b)の「ブナアオの幼虫は、陽葉よりも陰葉

から食い始める」こと、および図2から「平均的な光の強さにおける二酸化炭素吸収速度は、陰葉では小さく陽葉では大きい」ことを読み取り、これらから、選択肢の傾きがどうなるのかを判断する。全体の正答率は約53%で、現役生（約50%）と卒業生（約60%）でやや差がついた。



出題例3

問3 各生物の栄養段階を選ぶ知識問題であり、全体の正答率は約75%と高かった。

問4 生物を利用して下水から窒素を取り除くための、処理過程の順序を選ぶ問題で、知識を必要とする考察問題である。「有機窒素化合物を無機窒素化合物に分解する」ことを「無機窒素化合物の生成」と読みかえる必要があり、また、脱窒や窒素固定の正しい知識が必要である。正答率は今年度の共通テストの問題の中で最も低く、約28%（現役生 約27%，卒業生 約32%）であった。

問5 人間活動による森林植生の消失が河川水の窒素濃度に及ぼす影響に関する考察問題であり、全体の正答

率は約63%であった。

### (3) 学習対策（指導上のポイント）

上述したように、今年度の共通テストでは平易な知識問題は出題されなかったが、知識に基づいて考察する問題が多く出題されており、やはりこれまでと同様に、基本的な知識を身につけさせることが重要である。したがって、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」なども含めて十分理解させておく必要がある。

これまでのセンター試験に比べて、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「探究」や「資料学習」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、昨年度の共通テスト第1日程、第2日程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。問題集の考察問題に取り組むときに、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26問、マーク数28であった。昨年度（第1日程）に



比べて、設問数、マーク数はほとんど変わらず、総選択肢数はやや増加したが、問題のページ数と図や表の数がやや減少したため、全体的な分量ではあまり変わらなかった。平均点は48.8点で、昨年度（第1日程）より23.8点低くなった。

大問は、生物のすべての分野（「生命現象と物質」、「生殖と発生」、「生物の環境応答」、「生態と環境」、「生物の進化と系統」の5分野）から幅広く出題されていたが、「生殖と発生」と「生物の環境応答」の分野からの出題が多かった。また、大問ごとの配点には、12点から22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2割、知識を要する考察問題がおおよそ6割、考察問題がおおよそ2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、生物の知識を必要としない考察問題の割合が減少した。昨年度と同様、思考力・判断力・表現力を問うようになっていた。昨年度およびこれまでのセンター試験と比べて、難度の高い考察問題の出題が増加した。また、選択肢数の多い設問が増加し、より正確な知識や高度な考察力が要求された。昨年度の難度が低かったこともあり、昨年度と比べて難度がかなり高くなった。なお、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1279名、平均点56.0点）の結果である。大問ごとの平均点と平均得点率を次表に示す。

大問	配点	平均点	平均得点率
1	12	7.6	63.3%
2	22	12.2	55.5%
3	19	8.4	44.2%
4	12	8.2	68.3%
5	16	7.8	48.8%
6	19	11.9	62.6%

(2) 設問別分析

第1問 ヒトの進化 (配点12点)

ヒトの進化を題材とした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(61.7%)と卒業生(66.7%)でそれほど差はなかった。知識問題の配点が4点、知識を要する考察問題の配点が8点であった。また、問3には部分点の設定があった。問1・2の正答率はそれぞれ67.1%、83.5%であった。問3は分子時計に関する計算を含む考察問題(出題例4)であり、正答率は26.3%と非常に低かった。アミノ酸配列の違いの予測値の計算は比較的よくできていたが、実際に調べた値が予測値よりも小さくなった原因に

関する考察が正しく選べていない受験生が多かった。なお、予測値の計算と予測値よりも小さくなった原因に関する考察のいずれか一方のみが正しく選べていた解答には部分点が与えられた。

(a)ヒトの近縁種の系統関係を調べるため、チンパンジー、ゴリラ、オランウータン、およびニホンザルのそれぞれについて、遺伝子Aからつくられるタンパク質Aのアミノ酸配列を調べたところ、互いに異なっているアミノ酸の割合は、表1のとおりであった。

表 1

	チンパンジー	ゴリラ	オランウータン
ゴリラ	0.90 %	—	—
オランウータン	1.93 %	1.77 %	—
ニホンザル	4.90 %	4.83 %	4.85 %

問3 チンパンジーの祖先とオランウータンの祖先が分岐した年代が1300万年前、ヒトの祖先とチンパンジーの祖先が分岐した年代が600万年前とすると、分子時計の考え方により、表1を用いてヒト-チンパンジー間のタンパク質Aにおけるアミノ酸配列の違いを予測できる。ところが、タンパク質Aにおけるヒト-チンパンジー間のアミノ酸配列の違いを実際に調べた値は、分子時計の考え方による予測値よりも小さかった。次の数値㉔~㉞のうち、分子時計の考え方による予測値はどれか。また、後の記述Ⅰ~Ⅲのうち、実際に調べた値が予測値よりも小さくなった原因に関する考察として適当なものはどれか。そ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。

- ㉔ 0.42 %                      ㉕ 0.89 %                      ㉞ 4.18 %

- Ⅰ 遺伝的浮動により、ヒトの集団内で、突然変異によって遺伝子Aに生じた新たな対立遺伝子の頻度が上がったため。  
Ⅱ ヒトにおいて生存のためのタンパク質Aの重要度が上がり、タンパク質Aの機能に重要なアミノ酸の数が増えたことで、突然変異によりタンパク質Aの機能を損ないやすくなったため。  
Ⅲ 医療の発達により、ヒトでは突然変異によってタンパク質Aの機能を損なっても、生存に影響しにくくなったため。

- ① ㉔, Ⅰ                      ② ㉔, Ⅱ                      ③ ㉔, Ⅲ  
④ ㉕, Ⅰ                      ⑤ ㉕, Ⅱ                      ⑥ ㉕, Ⅲ  
⑦ ㉞, Ⅰ                      ⑧ ㉞, Ⅱ                      ⑨ ㉞, Ⅲ

2022年大学入学共通テスト 生物 第1問

出題例4

第2問 個体群・遺伝子組換え (配点22点)

Aは植物の遺伝的な違いが種内競争にどのように影響するかを分析する考察問題、Bはトランスジェニック植物の作製に関する知識問題と考察問題であった。大問の平均得点率は全体の中で3番目に低く、現役生(53.2%)と卒業生(59.1%)で大きな差があった。知識問題の配点が3点、知識を要する考察問題の配点が15点、考察問題の配点が4点であった。問1はグラフで示されたデータを基に考察する問題(出題例5)で、示されたデータと選択肢のグラフとの対応関係が読み取りにくく、正答率は32.1%と非常に低かった。

A キク科の草本 R には、A 型株と B 型株とがある。両者は遺伝的な性質や形態が異なり、互いに交雑することがない。A 型株は病原菌 P に感染することがあるが、B 型株は病原菌 P に対する抵抗性を持ち、病原菌 P には感染しない。

アオバさんとミノリさんは、草本 R の A 型株と B 型株とを高密度で混せて栽培した実験 1 に関する資料を見つけ、このことについて話し合った。

実験 1 温室内の 2 箇所の栽培区画のそれぞれに、草本 R の A 型株と B 型株の芽生えを 144 個体ずつ混せて植えた。片方の区画を健全区、もう片方の区画を感染区とし、感染区では病原菌 P を A 型株に感染させた。両区の個体を同じ環境条件で育成し、十分に成長させた後、健全区と感染区において A 型株と B 型株の個体数と個体の乾燥重量をそれぞれ測定し、図 1 のように頻度分布としてまとめた。

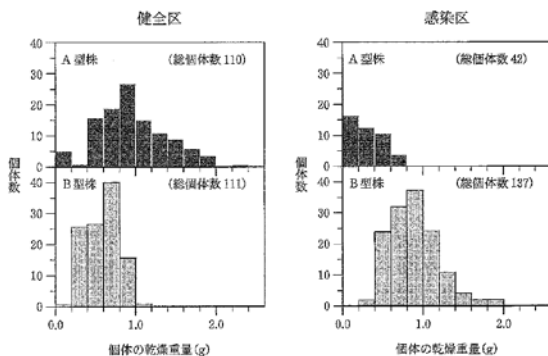


図 1

アオバ：図 1 を見ると、個体によって乾燥重量が違うね。乾燥重量が大きい個体は小さい個体よりも高い位置に多くの葉を配置して、光をたくさん浴びることができるということだね。

ミノリ：そうだね。つまり、光は植物の生存に必須の資源なので、個体が重いほど生存に有利になるということが言えるね。

アオバ：だけど、健全区の A 型株では B 型株よりも重い個体が多いのに、個体数の差はほとんどないよ。

ミノリ：実験 1 では 1 年しか栽培していないからね。個体数が変わらなくても、  
(a) 個体の大きさが違うので、生産される種子数は変わってくるはずだよ。

問 1 下線部(a)に関連して、実験 1 の健全区において、A 型株と B 型株が生産した種子数の総計は、それぞれ約 2000 個と約 200 個であった。個体の乾燥重量が同じであれば、A 型株と B 型株とが生産する種子数は互いに等しいとすると、草本 R の個体の乾燥重量と個体当たりの種子生産数との関係を表す近似曲線として最も適当なものを、図 2 中の①～⑤のうちから一つ選べ。

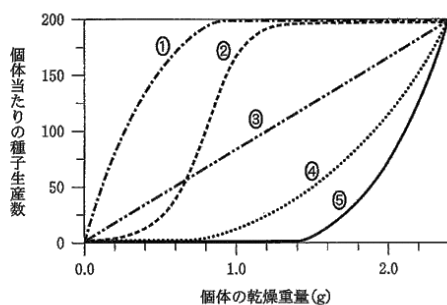


図 2

2022年大学入学共通テスト 生物 第2問

出題例 5

問 2・3 の正答率はそれぞれ 57.4%，84.4% であった。  
問 4 はトランスジェニック植物の作製に関する考察問題であり、全体の正答率は 67.6% で、成績上位層 (90.4%)

と下位層 (29.4%) で大きな差があった。問 5・6 の正答率はそれぞれ 45.3%，49.8% であった。

### 第3問 発生と遺伝子 (配点19点)

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 (43.2%) と卒業生 (46.3%) 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 15 点であった。会話形式の問題で、問題作成の方針である「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 Hox 遺伝子に関するやや詳細な知識を問う問題 (出題例 6) であり、選択肢の数も多かったことから、正答率は 9.1% とすべての設問の中で最も低く、成績上位層でも正答率が非常に低かった (上位層 14.2%，下位層 2.5%)。問 2 は会話文と実験の結果から導かれる考察を過不足なく含むものを選ぶ問題で、導かれる考察であるかどうかの判断に迷う記述 (記述㉔) があり、正答率は 25.61% と非常に低かった。誤答として② (記述㉔) を含まない選択肢) を選んでいた受験生が非常に多かった。問 3・4 の正答率は 62.4%，54.3% であった。問 5 は仮説を検証するために行われた実験とその結果について考察する問題で、正答率は 65.4% であった。科学的に探究する過程を重視した問題であった。

問 1 下線部(a)について、次の記述㉑～㉔のうち、正しい記述はどれか。その組合せとして最も適当なものを、後の①～⑤のうちから一つ選べ。

10

- ㉑ 核に移動して DNA に結合するタンパク質の遺伝子である。
- ㉒ 連鎖している遺伝子群である。
- ㉓ 母性効果遺伝子 (母性因子) である。
- ㉔ パージェス動物群はまだ持っていないと考えられる遺伝子である。

- ① ㉑、㉒      ② ㉑、㉓      ③ ㉑、㉔      ④ ㉒、㉓
- ⑤ ㉒、㉔      ⑥ ㉓、㉔      ⑦ ㉑、㉒、㉓      ⑧ ㉑、㉒、㉔
- ⑨ ㉑、㉓、㉔      ⑩ ㉒、㉓、㉔

2022年大学入学共通テスト 生物 第3問

出題例 6

### 第4問 動物の行動 (配点12点)

アリの道標フェロモンの役割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高く、現役生 (66.7%) と卒業生 (71.7%) 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 4 点、考察問題の配点が 4 点であった。また、問 2 には部分点の設定があった。問 1 は実験結果を解釈する考察問題で、実験結果のデータの解釈が比較的易しく、正答率は 15 が 69.8%，16 が 85.5% と高かつ

た。問2は実験結果から導かれる考察文の空欄補充問題で、あまり用いられない「正のフィードバック」の語を正しく選べていない解答に部分点が与えられた。正答率は72.5%であった。問3はフェロモンに関する基本的な知識問題であったが、正答率は42.9%と低かった。

### 第5問 植物の生殖・動物の感覚と行動 (配点16点)

複数の分野の内容を含む総合的な問題で、大問の平均得点率は全体の中で2番目に低く、現役生(45.6%)と卒業生(53.8%)で大きな差があった。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点であった。問1は被子植物の特徴に関する知識問題で、複数の分野の知識が必要となる問題であり、正答率は36.2%とやや低かった。記述a(被子植物の表皮がクチクラで覆われる)を正しい記述と判断できなかった受験生が多かった。問2の正答率は43.4%と40.0%、問3の正答率は43.8%であった。問4はショウジョウバエを用いた実験に関する考察問題であり、正答率は73.0%と比較的高かったが、上位層(93.4%)と下位層(29.4%)で非常に大きな差があった。

### 第6問 植物の環境応答 (配点19点)

低温がイネに対して与える影響を題材とした知識問題と考察問題で、大問の平均得点率は全体の中で3番目に高く、現役生(61.6%)と卒業生(62.4%)でそれほど大きな差はなかった。知識問題の配点が3点、知識を要する考察問題の配点が4点、考察問題の配点が12点であった。問1の正答率は53.7%であった。問2は実験結果をもとに考察する問題で、実験結果のデータの解釈が易しく、正答率は93.7%とすべての設問の中で最も高かった。問3の正答率は70.1%であった。問4は実験結果から導かれる考察文の空欄補充問題で、実験結果の解釈はそれほど難しくない問題であったが、正答率は37.4%と低かった。問5は実験結果から考えられる仮説を検証するための追加実験を考察する問題(出題例7)で、探究活動の過程を意識した問題であった。正答率は55.5%であった。

問5 下線部cに関連して、植物が0℃を大きく下回るような低温での凍結をどのように回避しているかを調べるため、実験2を行った。

実験2 実験室でよく栽培されるシロイヌナズナの植物体を、通常の生育温度である23℃から急速に-15℃に温度を下げて数時間処理すると、23℃に戻してもすぐに枯れてしまった。しかし、あらかじめ生育温度を通常の23℃から2℃に下げて3日間栽培して寒さに慣らしてから-15℃の低温処理を数時間行った場合、植物は枯れずに生き続けることができた。また、-15℃にさらされても生き残った植物の細胞内の糖やアミノ酸の量は、通常に生育させた植物に比べて増えていた。

この実験の結果から、細胞内の糖やアミノ酸を増やすことが、凍結による細胞の破壊を回避するために有効であると考えた。この考えが正しいかどうかを調べるために追加すべき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。

28

- ① まず-15℃で数時間処理し、次いで2℃に移して3日後に糖やアミノ酸の量を測定する。
- ② -15℃での処理による細胞の破壊の程度を、あらかじめ2℃での栽培をする場合としない場合とで比較する。
- ③ 2℃で3日間栽培する前後で、糖やアミノ酸の量を比較する。
- ④ 増えた糖やアミノ酸の合成に関わる酵素の遺伝子が働かなくなるようにした株が、-15℃の低温処理に対して弱くなるかどうかを調べる。
- ⑤ 増えた糖やアミノ酸の合成に関わる酵素の遺伝子を過剰に働くようにした株が、-15℃の低温処理に対して強くなるかどうかを調べる。

2022年大学入学共通テスト 生物 第6問

出題例7

### (3) 学習対策 (指導上のポイント)

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、および共通テスト対策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たりするなど、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、共通テストの考察問題では、実験の内容などを読み取る力と、グラフや表のデータなどを解釈する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、共通テスト対策問題集あるいは二次・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。その際、生徒に自学自習させるのではなく、その問



題を用いて、データの読み取り方や解釈のしかたなどを的確に指導するようにしたい。

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るためには、やはり、早い段階から計画的に学習を進めるように指導していくようにしたい。

## 3 一般入試（国公立二次・私大入試）

### （1）全体の傾向

今年度の国公立二次・私大入試の難易度は、昨年度と比べて、東京大、東北大、名古屋大、広島大、九州大などでは難化し、京都大、大阪大、北海道大、筑波大、神戸大、東京医科歯科大、岐阜大、浜松医科大、大阪公立大、関西大などでは変化がなかったが、千葉大、慶應義塾大・医、早稲田大・理工、同志社大、立命館大、関西学院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若干難化した程度で、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ていたが、昨年度と同様に今年度も若干増加したものの、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、昨年度と同様に、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。学習指導要領の改変前でもあり、ここ数年出題の内容が落ち着いてきているといえる。

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。昨年度は新型コロナウイルスの影響による学校の進度の遅れに配慮して、教科書の後半で扱われる「生態」や「進化・系統」分野の出題が減少したが、今年度はこれらの分野も例年通りに出題された。また、昨年度は「生殖」や「神経」などの出題が少なく、「タンパク質」や「代謝」、『生物基礎』の「血液循環」や「ホルモン」、「植生の遷移」などの出題が多くみられ、出題分野の偏りがみられたが、今年度はそのような出題の偏りはみられず、一昨年度以前に戻ったようである。そして、入試改革の方向性を踏まえて、仮説を設定し検証する問題や、実験を計画する思考問題などの出題が増加すると予想したが、それほど多くは出題されなかった。

### （2）2022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「実験計画」について不十分な部分を指摘し、その理由とともに改善点を問う問題（出題例8）が出題され、慶應義塾大・医では「あなたの考えを記述せよ」「あなたの意見を述べよ」などの設問（出題例9）や示された実験の重要性・意義を答えさせる設問が複数出題された。

2) あきら君は、学習記憶に関する論文の中に、「魚類を含む多くの動物は、新たな物体に遭遇すると、探索行動すなわち周囲の状況を積極的に調査する行動を示し、新奇な物体に対して興味を示す」という文言を見つけたので、自らキンギョを使って実験をすることにした。

あきら君が立てた下記の実験計画において、いくつか適切でない（不十分な）部分がある。重要だと考えられる問題点を3つ選び、その理由と共に、より良い方法を考えて書け。

#### <実験計画>

あきら君は、昨日キンギョの専門店で購入した元気なキンギョを10匹用意して、早速実験に取り掛かった。実験は、まず30 cm × 30 cm × 30 cmの水槽に青色の丸い物体を2つ用意して水中に図3のように配置して5分間学習させた。もしもこの青色の物体を覚えているとすると、翌日（試験日）、片方だけ黄色の丸い物体に代えた時に、黄色の物体に近づくだろうと考えた。また、その論文の中ではエストラジオールという脂溶性のホルモンには、記憶の増強作用があるということが書かれていたので、その点についても確かめることにした。青色の物体を5分間学習させた後、実験群（5匹）は、DMSOという有機溶媒に溶かしたエストラジオールを麻酔下で腹腔内に投与して、翌日の記憶のスコアを調べ、何もしない対照群（5匹）の記憶のスコアと比較した。

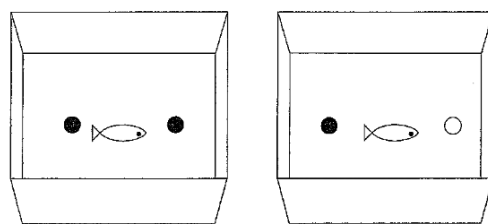


図3 学習日（左）と試験日（右）の物体（●青色と○黄色）の配置

東京医科歯科大

出題例8

問4 下線部（2）のように、通常のクロレラ培養などと比べると、分離した共生藻類の培養は難しく、緑色植物から葉緑体を取り出して単独培養することは不可能である。それについてはさまざまな原因を考え得るが、ここでは「自己複製のために必要な遺伝情報」をキーワードとして用い、あなたの考えを記述せよ。

慶應義塾大・医

出題例9

考察問題については、東京大、名古屋大、広島大、九州大などで出題が増加したが、早稲田大・理工、同志社大などでは出題が減少した。名古屋大では与えられた



データの解釈が難しく、それと植物の生理現象との関係を考察するのが難しい問題（出題例10）が出題された。

文2

個々の遺伝子のPTR比は、組織によっても異なる値を示すことが明らかになっている。例えば、発現しているすべての遺伝子群のPTR比の分布を、栄養成長期の植物体全体と24時間吸水させた発芽前の種子と比較すると、吸水種子では植物体全体と比べてPTR比が非常に大きいものや小さいものの割合が高い(図3)。これは、<sup>③</sup>水や温度などの環境条件が整えば速やかに発芽を開始する種子特有のしくみを反映していると考えられた。そこで、吸水種子で発現する遺伝子群のPTR比が、図3のような分布を示す理由を調べるため、以下の実験を行なった。

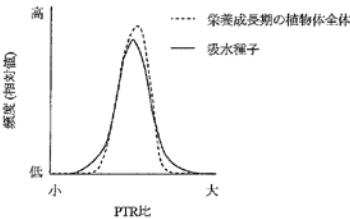


図3 栄養成長期のシロイヌナズナ植物体全体で発現している遺伝子群のPTR比の分布と、吸水種子で発現している遺伝子群のPTR比の分布の比較。

(実験1)

乾燥種子を水に4時間浸して予備吸水を行い、細胞の代謝活性を回復させた。この時点を実験の開始時間(0時間)とする。なお、予備吸水中の種子中のmRNAやタンパク質量は無視できるほど小さいものとする。引き続き、水またはタンパク質への翻訳を阻害する化合物(翻訳阻害剤)を含む水で種子を24時間吸水させ、平均的なPTR比を示す遺伝子群およびPTR比が非常に大きい遺伝子群のそれぞれについて、各遺伝子に由来するタンパク質の存在量の変動を時間を追って測定した。その結果、平均的なPTR比を示す遺伝子群は図4(A)のような応答を示したが、PTR比が非常に大きい遺伝子群は図4(B)のような応答を示した。

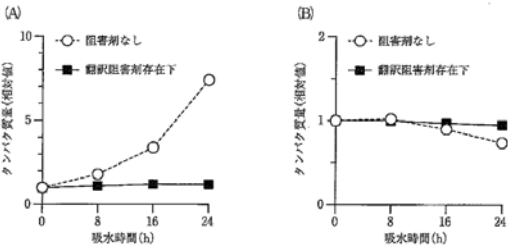


図4 翻訳阻害剤の存在下における吸水種子中のタンパク質量の変動。(A)吸水種子において平均的なPTR比を示す遺伝子群に由来するタンパク質群の変動。(B)PTR比が非常に大きい遺伝子群に由来するタンパク質群の変動。結果は、実験開始時(0時間)のタンパク質量を1とした変動の相対値で示している。

(実験2)

予備吸水を行った種子を、さらに水または遺伝子の転写を阻害する化合物(転写阻害剤)を含む水で24時間吸水させ、平均的なPTR比を示す遺伝子群およびPTR比が非常に小さい遺伝子群のそれぞれについて、各遺伝子に由来するタンパク質の量の変動を時間を追って測定した。その結果、平均的なPTR比を示す遺伝子群は図5(A)のような応答を示したが、PTR比が非常に小さい遺伝子群は図5(B)のような応答を示した。

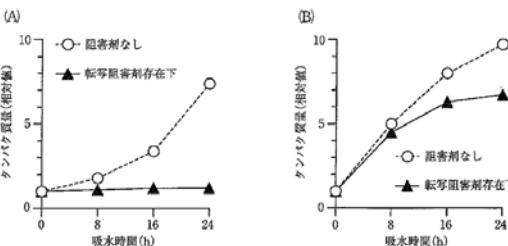


図5 転写阻害剤の存在下における吸水種子中のタンパク質量の変動。(A)吸水種子において平均的なPTR比を示す遺伝子群に由来するタンパク質群の変動。(B)PTR比が非常に小さい遺伝子群に由来するタンパク質群の変動。結果は、実験開始時(0時間)のタンパク質量を1とした変動の相対値で示している。

設問(4): 実験1および図4について、翻訳阻害剤はすべてのタンパク質の翻訳を完全に阻害するものとする。吸水種子においてPTR比が非常に大きいタンパク質群は、種子が発芽する際にどのような役割を担っていると考えられるか。下線部②に留意しながら解答欄の枠内で述べよ。

設問(5): 実験2について、転写阻害剤はすべての遺伝子の転写を完全に阻害するものとする。吸水種子においてPTR比が非常に小さい遺伝子群が図5(B)に示されたような応答を示すメカニズムにはどのような可能性が考えられるか。また、それは種子にとってどのような利点があると考えられるか。下線部②に留意しながら解答欄の枠内で述べよ。

名古屋大

出題例10

「遺伝」については、昨年度と同様に出题が減少傾向にあり、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。

新しい内容としては、筑波大ではウイルス感染症の感染拡大について数理モデルを扱った問題（出題例11）が出題された。また、岐阜大ではCRISPR/Cas 9でゲノム編集を行い、ノックアウトマウスを作製する題材を用いた問題が出題された。

問3 下線部(C)に関連する以下の文を読み、設問(1)～(3)に答えよ。

図1は、人口36万人のある島での、島外からの渡航者が持ち込んだこの病原体に対する累積感染者数を、最初の感染が確認された日をゼロ日としてグラフにしたものである。当時、この島では外部との渡航制限は実施したが、重症者の入院と感染者の自主的隔離以外に島内での移動制限は行われなかった。また、この病原体に対するワクチンは当時開発されておらず予防接種も行われていなかった。なお、感染には感染者との接触が必須であり、接触時の感染しやすさは個人の健康状態などによらず、感染者との接触があれば一定の確率で感染するものとする。また、人口の増減、感染者の治癒については考慮しなくてよい。

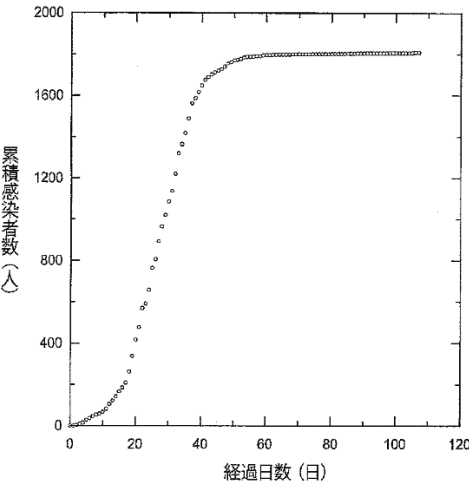


図1

(1) 病原体が持ち込まれた直後の感染者数から累積感染者の増え方を求めたところ、累積感染者数が2倍となるのに約4.4日かかっていた。このペースで感染が拡大すると、約80日で島民が全員感染すると予測される。この累積感染者数予測を表すグラフの概略を、縦軸の目盛りを含め120日経過まで描け。また、実際の累積感染者数が、島の全人口よりもずっと少なかったのはなぜか、30字以内で述べよ。

(2) 当初、この島に渡航して来た感染者数がもし2倍だったとしたら、初期の感染者数増加速度すなわち1日あたりの新規感染者数は何倍となると考えられるか。島の人口が半分だった場合、さらに、当初渡航して来た感染者数が2倍で島の人口が半分だった場合はどうか。それぞれについて最も適したものを次のア～オより選び記号で答えよ。

- ア. 1/4になる      イ. 1/2になる      ウ. 変化しない  
エ. 2倍になる      オ. 4倍になる

(3) この島での日々の累積感染者数を横軸に、1日あたりの新規感染者数を縦軸にして感染拡大の様子をグラフにしたところ、図2に示す様に放物線状の経緯をたどった。さらに、累積感染者数 $x$ と1日あたりの新規感染者数 $y$ の間には、おおよそ $y = x(1808 - x)/11400$ という関係があった。この式の1808、 $(1808 - x)$ 、 $1/11400$ はそれぞれ何を表していると考えられるか、簡潔に記せ。

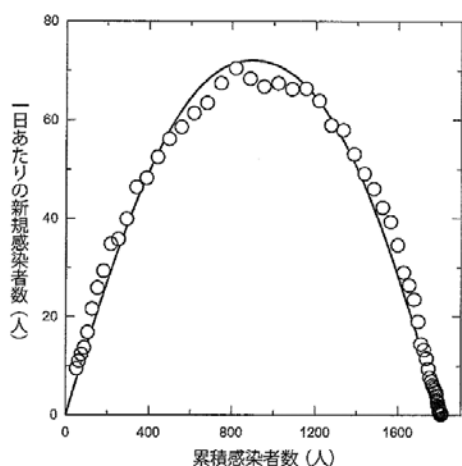


図2

筑波大

出題例11

### (3) 学習対策 (指導上のポイント)

今年度の入試は、昨年度と同様に「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。あまり詳しく扱いすぎると、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。

上述したように、ここ数年出題の内容が落ち着いており、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るようになった。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、よく出題される内容や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。また、新型コロナウイルスに関するトピック的な問題はそれほど出題されておらず、特にその対策をとる必要はないと思われる。

「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を扱い、演習も積ませておきたい。

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、3年生になってから問題演習を十分に行うだけでなく、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。また、考察問題については、今年度の国公立二次・私大の入試で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。

入試の鍵となるのは考察問題と論述問題である。考察問題では、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。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。論述問題は大きな得点差が生じるので、その十分な対策が不可欠である。

#### 榊原 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

大学入学共通テスト初年度であった昨年度と同様に、出題形式や分量等に、例年から大きな変更はみられなかった。大問構成は「固体地球、変動、地史」、「大気と海洋」、「宇宙」、「自然災害と環境」であり、昨年度と比べて「自然災害と環境」の出題により大問が1つ増加した。分野別配点割合は2:1:1:1（各大問の小問数が6, 3, 3, 3）であり、これも例年と変わらず、教科書の記載分量と概ね同じであった。

昨年度は課題探究的な要素を重視し、思考力・判断力を問う出題がみられた点が特徴的だったが、今年度はそのような出題が減り、基本的な知識問題が増えた印象である。問題の中で設定されている状況を読み取って把握する、という思考ステップが減った分、解きやすいと感じた受験生は多かったのではないかと。また、計算要素がわずかだったことや、判断に迷いやすい正誤問題が出題されなかったこと、解答形式においてもほとんどが4択問題で6択が1つしかなかったことなどからも、全体として昨年度よりもやや易化したといえる。平均点は35.47点で、昨年度よりも1.95点高かった。これは2015年度に「地学基礎」となって以降で最も高い平均点でもあった。なお、追試験では、正誤問題や計算要素を含む問題がそれぞれ複数問出題され、解答として図を選択する出題もみられた。

## (2) 設問別分析

## 第1問 (1～6)

A：断層の種類と地球の内部構造の区分に関して、基礎知識を問う問題。

B：地史の読み取り問題と、古生物に関する知識を問う問題。

C：造岩鉱物、岩石の分類に関する問題。岩石の共通点と相違点について、ベン図を用いており、特徴

的な出題の1つであった。

- A -

問1は断層の種類と力のはたらき方に関する基礎的な問題。上盤の動きから正断層か逆断層かを判断し、その断層運動を生じさせる力が引っぱりなのか圧縮なのかを問うという、オーソドックスな出題であった。立体的な図が用いられ、解答に方位が含まれる設問となっているが、問われている要素は二次元であり、模式図において判断のポイントとなる岩盤の動き（下盤に対する上盤の動き）も判別しやすいため、容易であった（出題例1）。

問1 次の図1に模式的に示した断層の種類と、この断層の周辺の岩盤への力のはたらき方と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。 ☐ 1

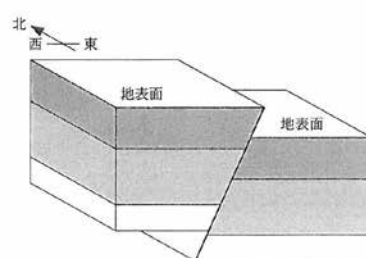


図1 断層の模式図

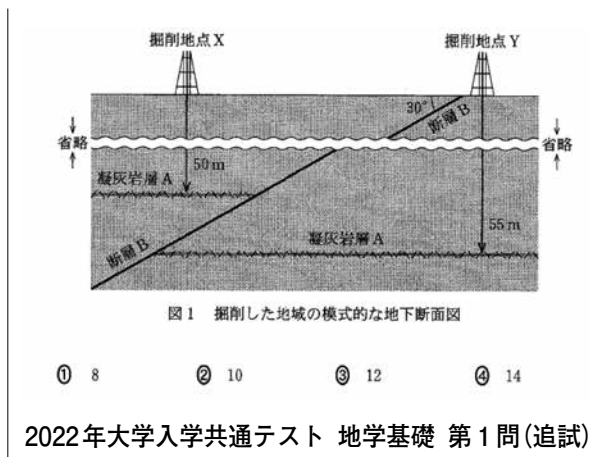
	断層の種類	力のはたらき方
①	正断層	東西方向の引っぱり
②	正断層	東西方向の圧縮
③	逆断層	東西方向の引っぱり
④	逆断層	東西方向の圧縮

2022年大学入学共通テスト 地学基礎 第1問

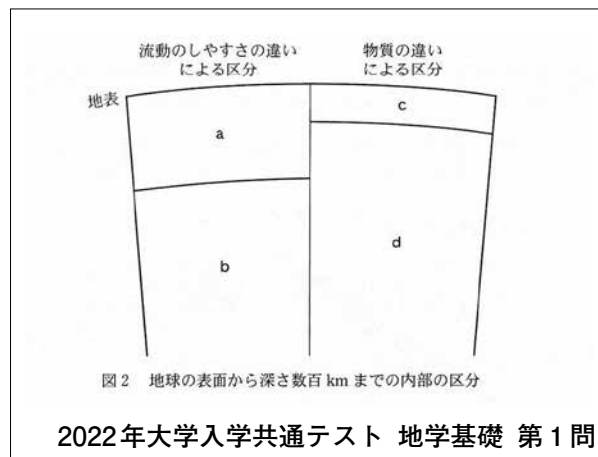
出題例1

断層に関連する出題の補足として、今年度の追試験（第1問B問4）では、断層面に沿ったずれの量を図から読み取る問題がみられた（出題例2）。こちらには若干の計算要素もあり、実習要素も含む出題であった。

問4 次の図1のように、ある地域に断層面の傾斜角が30°の断層Bが存在する。この断層Bによるずれの量を調べるため、断層の上盤側(掘削地点X)と下盤側(掘削地点Y)で掘削調査を行った。その結果、掘削地点Xでは深さ50 m、掘削地点Yでは深さ55 mで断層の凝灰岩層Aを発見した。断層Bの断層面に沿ったずれの量として最も適当なものを、後の①～④のうちから一つ選べ。ただし、断層Bの上盤と下盤の地層はともに水平であり、かつ地表面も水平とする。 ☐ 4 m

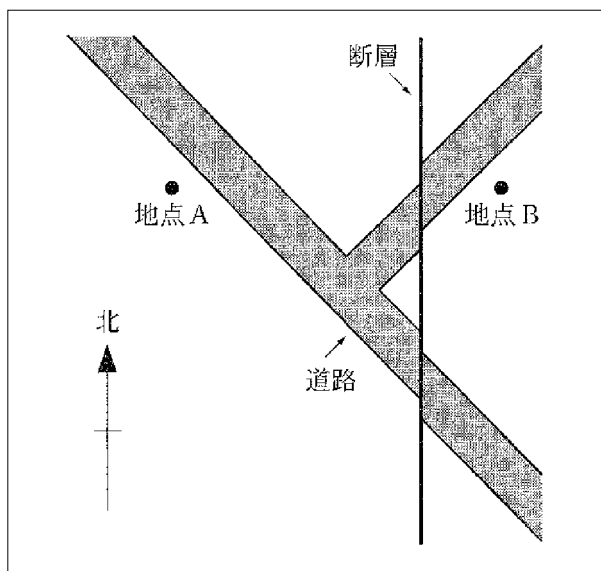


出題例2



出題例3 (図のみ)

なお、断層についての学習では、分類と力の向きという観点だけでなく、正断層であれば岩盤が水平方向に伸張する動き、逆断層であれば岩盤が水平方向に圧縮する動きという、地殻の変形構造としての特性にも注目させたい。この観点では、2011年度の地学Ⅰ追試験での出題がよい例だろう（過去の出題例1）。水平面における道路の不連続な様子から、断層の種類と水平方向の距離変化を問う出題であったが、解答に至るには、元の道路からどのように変化しているかを読み取ったり鉛直断面を推測したりと、まさに思考力を問われる出題であったといえる。



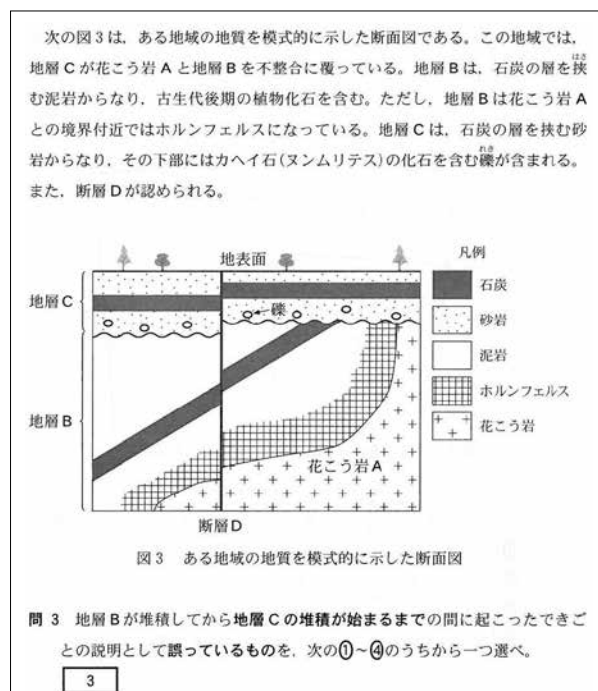
過去の出題例1 (図のみ)

問2は地殻・マントルとアセノスフェア・リソスフェアの区分についての、図を用いての確認問題。これまで文章選択で出題されることも多かった内容であるが、今回の設問は教科書（啓林館『高等学校 地学基礎』p.22）と同じ内容の図を使用したものであった（出題例3）。

文章選択の場合、例えば領域の特性や上下関係などを文章から読み取って判断するという要素に加え、境界面の名称やその深さの値など、要求される知識が今回よりも多い場合がほとんどである。その点で、今回の設問は区分の確認として最も簡単な形式といえるが、ただ用語の羅列として覚えておくのではなく、領域としての視覚的イメージを持つておくことの重要性を確認する設問ではあった。

— B —

問3は、地質断面図から地史を判断する出題（出題例4）。同様の図からの読み取り問題は過去にも繰り返し出題されており、例えば2021年度の地学基礎追試験や2019年度の地学基礎本試験でも出題がみられた。





- ① 地層Bが断層Dの活動によってずれた。
- ② 地層Bが傾斜した。
- ③ 地層Bに花こう岩Aが貫入した。
- ④ 地層Bが侵食作用によってけずられた。

# 2022年大学入学共通テスト 地学基礎 第1問

## 出題例4

図中では、垂直な断層を挟んで両側の岩盤が垂直方向に変位しており、問1の後だとなおさら運動像が気になってしまうかもしれないが、ここではその解釈は要求されない。全て同じ変位のしかたなので一連の断層運動によると判断できればそれでよい。また、花こう岩Aの年代が示されず、地層Bの傾斜と花こう岩Aの貫入の前後関係を決めることはできないが、これもまた設問には含まれない。「特定の時期に起こったできごととして誤っているものを選ぶ」という問題設定をしっかりと把握し、上記のような情報に惑わされずに解くよう注意が必要である。

選択肢に関係する内容としては、地層Bの傾斜した部分や花こう岩A、ホルンフェルスが、不整合面で切断されて地層Cに覆われていることから、選択肢②③④が正しいと判断できる。また、地層Cは断層Dによって切断されており、そのずれ方が地層Bと同じであるため、断層Dの活動は、地層C堆積後であった。すなわち①が誤りであると判断できる。

問4は問3の地質断面図に関連して、地質時代と化石についての知識の確認問題で、唯一の6択問題であった。出題内容は、古生代後期の地層Bと、カヘイ石の化石を含む礫を含む地層Cの、それぞれから流出する可能性のある植物化石を、メタセコイア、フウインボク、クックソニアから選ぶという問題。カヘイ石は新生代の示準化石であることから、古生代後期の地層Bと、新生代の地層Cに当てはまる化石の組合せを選ぶ問題だと言い換えられる。

メタセコイアは、教科書（啓林館『地学基礎』改訂版p.77）ではメタセコイアと表記され、化石の例として掲載されているが、年代は示されていない。ただし、「生きている化石」として紹介されることが多い植物でもあることから、その点で知識を持っていた受験生もいたかもしれない。フウインボクは、リンボクやロボクと共に石炭紀に繁栄したシダ植物として教科書（啓林館『高等学校 地学基礎』p.153）で示されており、古生代後期の化石と判断できる。クックソニアはシルル紀に現れた最初の陸上植物として示されており、古生代後期や新生代の化石としては当てはまらないと判断できる。したがっ

て、メタセコイアの年代を知らなくても、消去法で判断できる設問であった。

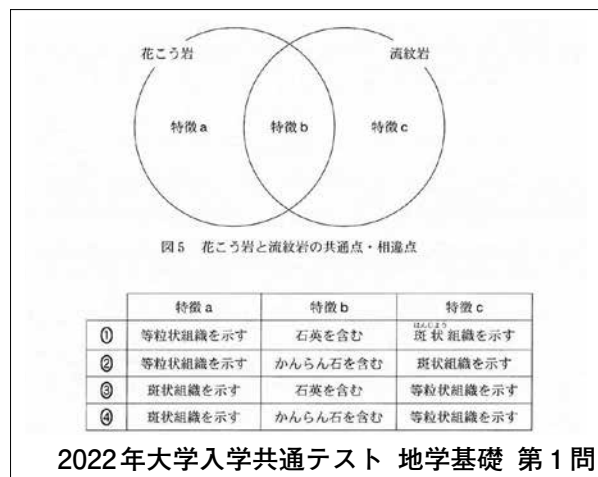
これらの植物、特にクックソニアや石炭紀のシダ植物については、名前と地質時代における位置づけが、これまでも繰り返し出題されている（例えば2020年度の地学基礎本試験）。意識して学習できていた受験生は多かったのではないだろうか。

## －C－

問5は有色鉱物と無色鉱物について、鉄やマグネシウムをより多く含むほう（ア）と、マントル上部を構成する岩石に多く含まれるほう（イ）をそれぞれ問う出題。アは有色鉱物と無色鉱物の違いの確認であり、イについては、マントル上部を構成する岩石がかんらん岩で、主にかんらん石からなる超苦鉄質岩であることの確認である。特定の鉱物名を出さない点でも容易な基礎知識問題であったといえるが、その辺りは問6との兼ね合いでもあっただろう。

造岩鉱物に関する出題は近年だけでも、SiO<sub>4</sub>四面体のつながり方と鉱物名（2021年度の地学基礎追試験）のほか、顕微鏡下でのへき開の様子を含む出題（2020年度本試験）や、色指数の測定（2019年度本試験）、火成岩における割合と鉱物名（2018年度本試験）といったものがみられる。問6にもつながる部分ではあるが、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。また、学習単位としては、地球の内部構造の項目で火成岩名が先に教科書に登場することになるが（啓林館『地学基礎』改訂版p.9）、火成岩の学習段階でも、鉱物組成や密度が地球の内部構造とリンクする点は意識づけをしておきたい。

問6は花こう岩と流紋岩の特徴に関する基礎知識を問う問題。岩石の共通点と相違点がベン図で示された点が特徴的であった（出題例5）。



# 2022年大学入学共通テスト 地学基礎 第1問

## 出題例5（問題文は省略）

ここでは高校生が課題に取り組んだという設定の問題となっており、実習の取り組み例の側面もあるだろう。図としての提示のされ方が特徴的ではあるが、問われている内容は基本的なものである。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。

補足として、同じく岩石の分類について、今年度の追試験（第1問C問5）でも見慣れない図を用いた出題がなされた（出題例6）。こちらも実習や情報の整理のしかたの一例といえる。なお、礫岩の基質部は比較的細粒な場合もあるが、泥岩との比較として判断する設問となっている。

問5 高校生のSさんは、ある地域で採取した5種類の岩石(A～E)について、次の手順1・2で分類した。

手順1 岩石の特徴のうち、色調(黒っぽい、白っぽい)と構成粒子の大きさ(粗粒、細粒)に注目して整理し、色調を横軸に、構成粒子の大きさを縦軸にして図に表した。

手順2 資料や図鑑などを用いて、岩石Aを花こう岩、岩石Bを砂岩、岩石Cを斑れい岩、岩石Dを泥岩、岩石Eを礫岩に分類した。

手順1の結果について、岩石(A～E)の特徴を表した図として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 5

①

②

③

④

2022年大学入学共通テスト 地学基礎 第1問(追試)

出題例6

## 第2問 (7～9)

- A：梅雨期の天気図に関して、高気圧の性質と風向を問う基礎的な問題。
- B：津波の伝播時間について、図とグラフから判断する問題。

－ A －

問1は太平洋高気圧とオホーツク海高気圧が、それぞれ乾いているか湿っているかを問う問題（出題例7）。

教科書（啓林館『高等学校 地学基礎』 p.113）でもこれらの高気圧から多湿の空気が吹き出すことは明示されており、判断は容易である。同様の内容に関しては、気圧配置や風向、大気と海洋の相互関係などに関連させた文章での選択問題が出題されることが多かった印象だが、今回の設問は最も簡易なものであったといえる。

問2は天気図から風向を読み取る問題（出題例7）。高気圧で時計回りに吹き出す風の向きを考えれば選ぶことはでき、図1でB点の付近にわざわざ「高」と記入されていることから、なおさら判断はしやすかっただろう。ただし、空欄に入れる語は風向であり、風が吹いて来る向きであるという点は注意して読み取りたい。2020年度の地学基礎本試験にも同様の設問がみられたことから、意識できていた受験生は多かったのではないだろうか。

日本付近の梅雨前線は、暖かく ア 太平洋高気圧と、冷たく イ オホーツク海高気圧の境界に形成される。次の図1は、梅雨期のある日の地上天気図である。この天気図から判断すると、梅雨前線の北側のA点では ウ の風、南側のB点では エ の風が吹くと考えられる。

図1 梅雨期のある日の日本付近の地上天気図

×印は低気圧および高気圧の中心位置を、数値はその中心気圧(hPa)を示す。

2022年大学入学共通テスト 地学基礎 第2問

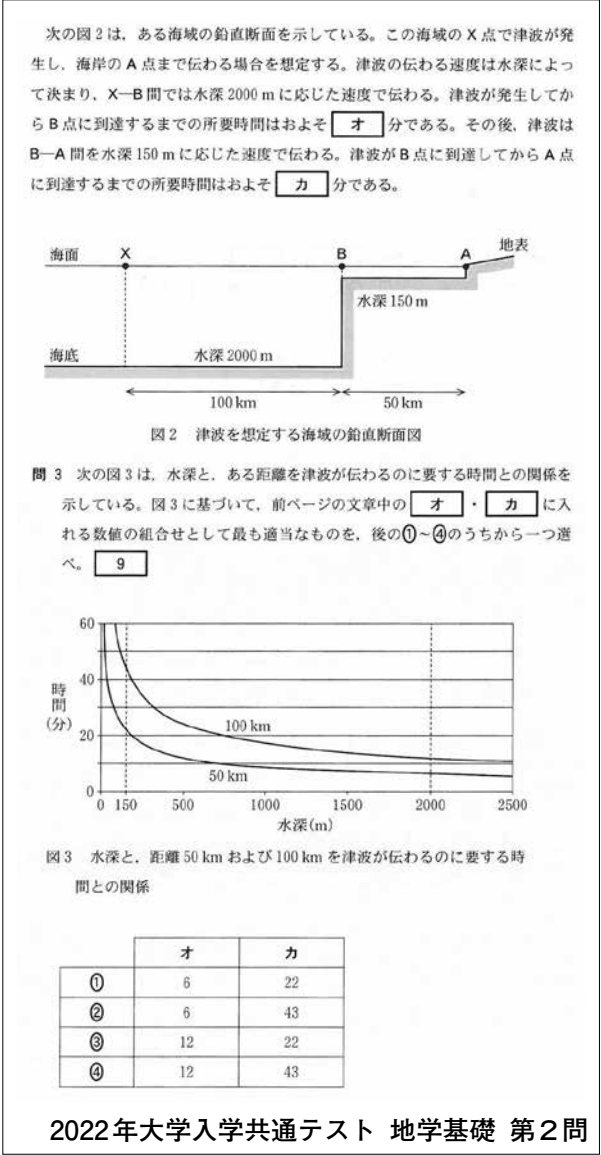
出題例7

余談ではあるが、図1の天気図は平成30年7月豪雨（西日本豪雨）の最中の、2018年7月6日9時の気象庁天気図であった。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。

－ B －

問3は津波の伝播速度に関して、グラフの読み取りが必要な問題（出題例8）。津波の速度に関する計算は地学基礎の範囲外だが、ここでは図2で条件が設定された

うえで、水深と距離と所要時間の関係が示されたグラフから解答を得るという設問である。解答はグラフ上の2点の値(時間)を読み取るだけであり、選択肢はそれぞれの水深に対して距離が異なる場合の値が単純に4択として用いられているものであるが、やや複雑なグラフに示されている情報を的確に判断する力が求められた。



出題例8

前提となる知識を要さず、図とグラフのみから判断できる設問としては、昨年度の本試験(第3問B問4)と同様に新傾向の出題といえるが、実習要素として実際の観測方法を紹介しながら思考させる昨年度の設問と比べると、やや機械的に判断力を問うだけの設問となっていた感がある。とはいえ、ここでの配点が4点であることから、全体に知識問題が多い今年度の出題において、単に知識の確認を行うのではなく、図やグラフに示されている情報を的確に読み取る力にも重点を置きたいという意図が感じられる。なお、グラフからは、水深が大きい

ほど、距離による所要時間の差が小さくなることや、同じ距離においての所要時間が短いことが読み取れる。したがって、水深が大きいほど津波が速く伝わるということが認識できる。津波を題材としている以上、知識で補完されてしまう場合が多いためここでの設問としてはそぐわないが、グラフに関してはそのような情報の分析という観点での設問もよいだろう。

### 第3問 (10～12)

A：太陽の成分と、黒点の観察に関する問題。問2は地学基礎初年度だった2015年度にみられた問題とほぼ同じ図と内容の出題であった。  
B：太陽系の天体に関する基礎知識を問う問題。

— A —

問1は太陽の主成分についての確認として、水素の起源が、太陽内部での核融合反応か、ビッグバンかという問題であった。太陽内部では主成分である水素の核融合反応によってヘリウムが生成されている、という基本的な知識で判断はできるが、ビッグバンが約138億年前の宇宙誕生時のことであり、太陽が誕生した46億年前よりもはるか昔のことであるという点で、判断に迷った受験生もいたのではないかな。太陽の一生と炭素や酸素までの核融合反応については地学基礎の学習内容として扱うが、恒星の質量と寿命の関係や、超新星爆発を含む大質量星の進化については地学基礎の範囲外であることから、地球を構成する元素の起源や、宇宙の進化におけるその位置づけなどは地学基礎の学習としては認識しにくいのが現状であろう。その点で、宇宙誕生初期に生成された元素と太陽とを結びつけて考えるというのは、ややハードルが高かったかもしれない。その辺りは学習段階で補っておきたいところである。

問2は黒点の大きさと太陽の自転周期についての問題(出題例9)。黒点の大きさをスケッチにおける大きさから判断し、太陽の自転周期を黒点の移動から判断するという設問だったが、いずれも教科書(啓林館『地学基礎』改訂版p.168, p.170)で示されている内容であり、知識で解答できるものであった。

問2 前ページの文章中の下線部a)について、Sさんは6月上旬に、ある黒点を毎日正午に観察した。次の図1は、観察することができた6月4日と6月6日、6月7日の黒点のスケッチをまとめたものである。この図1から、太陽が自転していることが確認できる。この黒点の大きさと、地球から見た太陽の自転周期について、図1からわかること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。 **11**

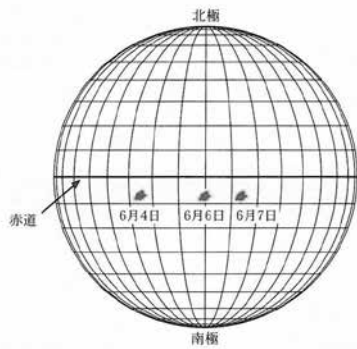


図1 観察した黒点の移動  
太陽面の経線と緯線は10°ごとに描かれている。

	黒点の大きさ	地球から見た太陽の自転周期
①	地球の直径の約0.05倍	約13日
②	地球の直径の約0.05倍	約27日
③	地球の直径の約5倍	約13日
④	地球の直径の約5倍	約27日

### 2022年大学入学共通テスト 地学基礎 第3問

#### 出題例9

設問の題意に従って読み取りを行うとすると、まず黒点の大きさについては、図1において太陽の緯度差約5°分に相当する大きさであることを読み取り、太陽の周の長さが地球の約100倍であるという知識を用いて計算することになる。また、自転周期については、図1において3日で40°移動していることを読み取り、360°移動するのに必要な時間を求めることになる。知識で判断できそうな場合にも、条件設定があればそれを読み取って確認をしておくといよい。

なお、この問題は2015年度の地学基礎本試験第3問（過去の出題例2）と類似しており、その問1と問2をまとめたような出題であったため、過去問に取り組んでいた受験生には既視感のある問題だっただろう。

さまざまな観察によって太陽を多角的に調べることができる。次の図1の左図は、ある日の太陽表面のスケッチであり、右図は同様に6日後の同時刻に得たスケッチである。図1には10°おきに経線と緯線が記してある。このスケッチから低緯度では見かけの自転周期は「ア」日であり、これは高緯度での自転周期より「イ」ことがわかる。分光器を用いると、下の図2に示すような太陽光のスペクトルを観察することができ、詳しく調べると、太陽に存在する元素の種類と存在量を知ることができる。

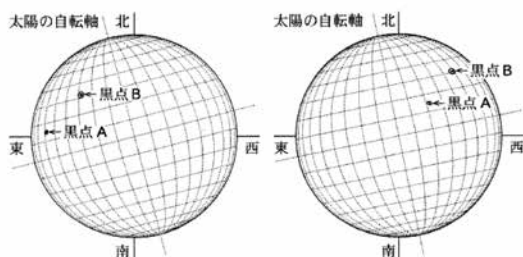


図1 太陽黒点のスケッチ  
各図の東西南北は天球面上における方向を示す。

問1 前ページの文章中の「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、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 13

	ア	イ
①	8	短 い
②	8	長 い
③	14	短 い
④	14	長 い
⑤	27	短 い
⑥	27	長 い

問2 前ページの図1のスケッチでかかれた黒点Aは緯度方向に約2°の広がりをもっている。このことから黒点Aは地球の直径のおよそ何倍であるか。太陽の直径は地球の約100倍であることを考えて、最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 14 倍

- ①  $\frac{1}{200}$     ②  $\frac{1}{20}$     ③ 2    ④ 20    ⑤ 200

過去の出題例2（図2は省略）

#### － B －

問3は太陽系の天体についての、知識の確認問題。金星の大気圧が地球よりも高い（すなわち①が誤文であり正答となる）という判断は、金星という惑星の特徴（温室効果により高温）からも連想できる。なお、ここは誤文を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。

宇宙分野の補足として、今年度の追試験（第3問）では、宮沢賢治の「銀河鉄道之夜」を題材とする出題がみられた（出題例10）。設問自体は天体名称を示したうえでの知識問題ではあったが、それを文学作品における描写として確認するという取り組みは、学習者への興味づけという点でよい例であった。

第3問 次の文章は、宮沢賢治による「銀河鉄道之夜」からの抜粋であり、ジョバンニとカムパネルラの二人が銀河鉄道に乗って天の川を旅している途中、石炭袋の近くに差しかった場面を描写している。石炭袋とは、後の図1に示された、みなみじゅうじ座に実在する暗黒星雲である。この文章を読み、後の問い（問1～3）に答えよ。（配点 10）

「あ、あすこ石炭袋だよ。そらの穴だよ。」カムパネルラが、少しそっちを避けるようにしながら、<sup>(a)</sup>天の川のひととこを指さしました。ジョバンニはそっちを見て、まるでぎくっとしてしまいました。天の川のひととこに<sup>(b)</sup>大きなまっくらな穴が、どほんとあいているのです。その底がどれほど深いか、その奥に何があるか、いくら目をこすつてのぞいてもなんにも見えず、ただ目がしんと痛むのでした。

（出典：谷川徹三編「童話集 銀河鉄道之夜 他十四篇」）



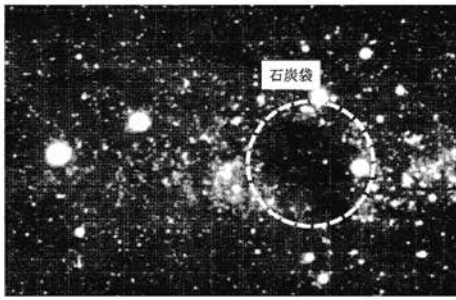


図1 みなみじゅうじ座に見られる石炭袋(破線の丸で囲われた暗い領域)

2022年大学入学共通テスト 地学基礎 第3問(追試)

出題例10(問題は省略)

- ① 方法a・bともに適している。
- ② 方法aは適しているが、方法bは適していない。
- ③ 方法aは適していないが、方法bは適している。
- ④ 方法a・bともに適していない。

2022年大学入学共通テスト 地学基礎 第4問

出題例11

#### 第4問 (13~15)

昨年度出題されなかった自然災害と環境の分野として、地震と火山噴火、ハザードマップ、気象災害や環境問題に関する基礎的な問題。

問1は地震と火山噴火の予測・予報についての問題。2020年度の地学基礎本試験では、自然災害分野は図の読み取りや計算要素を含む設問となっていたが、今年度は教科書記載事項の確認のような設問であった。とはいえ、自然災害については現象と被害が注目されやすい中で、今回の出題内容のように、自然現象の仕組みなどを理解したうえで、どのような点が予測につながっているのかを知ることや考えることは、地学の学習において重要な観点である。

問2はハザードマップの作成法についての問題(出題例11)。先にも挙げた2020年度本試験のように、ハザードマップの情報を読み取って思考する設問は過去にも出題されているが、これは作成方法を考えるという実習要素を含む設問であり、特徴的な出題の1つであった。配点も4点となっている。実際にハザードマップを利用するうえでも、どのような情報をもとにして、何が示されている図なのかを理解しておく必要があるが、教科書(啓林館『高等学校 地学基礎』p.207)では富士山火山ハザードマップを例に、その作成に関する一連の流れが示されている。

問2 活火山に近い地域にあるS高校の科学部は、自分たちの地域の火山のハザードマップを作ってみようと考え、その過程で次の方法a・bを計画した。これらの方法について、ハザードマップを作成する上で適した方法であるかどうかを述べた文として最も適当なものを、後の①~④のうちから一つ選べ。

14

<方法>

- a 地質調査により、過去の火山噴出物の種類やその分布範囲、層序を調べる。
- b 歴史的な資料から、過去の噴火に関する情報を収集して整理する。

問3は気象災害や環境問題についての問題として、フロンガスとオゾン、酸性雨と原因物質、積乱雲と豪雨災害、黄砂の時期に関する出題であった。ここでも誤文を選択する設問だったが、判断のポイントとなる部分が下線部で示されていたため、解答しやすかっただろう。なお、黄砂については、教科書(啓林館『高等学校 地学基礎』p.199)で「日本では3月~5月ごろに移動性高気圧とともに観測されることが多く」と記載されており、④の「春季を中心として」という文が正しいと判断できる。黄砂の影響を受けやすい時期を体験として認識している場合もあるかと思うが、影響の少ない地域に住んでいる場合は経験と結びつきにくく、ただ時期を知識として覚えているだけでは判断は難しくなるだろう。学習段階では、なぜそうなるのかという部分も(一概には説明できない場合もあるが)補いながら現象を理解しておきたい。

#### (3) 対策

今年度は知識で対応できる出題が増えた印象であったが、思考のベースとしても知識は重要である。その点でも、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である。ただし、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たい。教科書は図やグラフを多用しながら全体的に読みやすく見やすく整理されており、さらっと眺めるだけで情報が入ってくるような気がしてしまうが、「なぜそうなのか」という本質を捉えられよう、じっくりと目を通したい。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。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。これは探究活動の一環にもなるだろう。また、「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「探究実習」も有効に活用したい。実習や観察等を題材とした、思考力・

判断力を問われる問題形式や、課題探究型の出題は、これまでの「地学基礎」でも出題されてきたものである。課題の設定や探求、検証は、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を心掛けたい。

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量の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）式の問題形式に慣れることもでき、設問の場面設定の把握や情報の整理等の練習もできる。また、今年度にもみられたように、過去と同様の内容の出題は想定されるため、その対策にもなるだろう。実習や観察の流れや、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でも過去に出題されている。地学基礎以前（地学Iなど）の過去問も有効なので、良問を選んで解かせることは是非行いたい。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。また、「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」などについては、昨年度の問題や、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。地学オリンピックの問題も、難度は高いが参考になるだろう。

**安原 健雄（やすはら・たけお）**

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





—— 知が啓く。 ——

啓林館

URL <https://www.shinko-keirin.co.jp/>

令和 5 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