

大学入試センター試験および国公立大二次・私大

大学入試 分析と対策

理科

2018
平成30年度

物 理	2
学校法人 河合塾 物理科講師 本村 智樹	
化 学	11
学校法人 河合塾 化学科講師 西 章嘉	
生 物	22
学校法人 河合塾 生物科講師 榊原 隆人	
地 学	30
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からもアクセスできます
<http://www.shinko-keirin.co.jp/keirinkan/tea/kou/rika>

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 センター試験「物理基礎」

(1) 総括

大問数3問・解答マーク数13で出題形式など昨年度と変化なし（この形式で定着）。昨年出題されなかったグラフ選択の問題が復活し、例年出題されていた発電に関する問題がなかった。また、昨年度同様一部組合せ問題に部分点が与えられた。

◆平均点（本試）：31.32点（62.64%）

◆昨年度よりやや易化

第1問が小問集合、第2問が波と電気分野、第3問が力学分野からの出題でこの4年間のセンター試験の大問構成と同じ。出題内容としては教科書に準拠し、エネルギーに関する基本的な知識や法則・公式を問う「易」、および「標準」レベルの問題を中心として出題された。この形式での出題は定着したようである。今年度の平均点は31.32点であり、得点率は62.64%であった。難易度としては昨年度の平均点より1.63点上がっており、やや易化した。今回は第1問問4の数値組合せ問題と、第2問A問1のグラフ選択問題に部分点を与えるという措置がとられた。この措置により、連動でのミスをなくしており、大学入試センターの想定平均30点（60%）とほぼ同じになっている。次年度以降も平均点としては、30～35点（60～70%）に落ち着く難易度で問題は作成されるだろう。今年度の本試験において特に目立った特徴を以下に挙げておく。

- ① 昨年は出題されなかったグラフ選択問題が復活した。
- ② 数値計算の組合せ問題とグラフの組合せに関する問題で、昨年と同様に部分点措置がとられた。
- ③ 数値計算・文字計算の問題は昨年度並みで、一つの公式だけを使う問題が減った。

例年通り小問集合が出題されたことで、大学入試センターの出題意図としては、受験生が物理に関して幅広い基礎知識を身につけているかを確認することにあると思われる。受験対策としてはこのことをふまえて、教科書

の全範囲をまんべんなく学習しておく必要がある。以下、今年度のセンター試験の本試験「物理基礎」を分析する。

(2) 設問別分析

第1問 小問集合（配点20点）

さまざまな分野からの小問集合。基本的な知識・理解を問う問題であり、計算を要する問題は1題であった。理解が浅いと解けないものも出題されるので、公式だけでなく、図やグラフなども合わせた学習を心がけよう。

問1：小物体に加えた力がした仕事を求める基本問題。

重力による位置エネルギーの変化に等しいことも利用できる。

問2：3本のひもでつながれた物体の力のつり合いを考える問題。力の図示により $1:2:\sqrt{3}$ の関係をを用いると楽である（啓林館『物理基礎 改訂版』p.45）。

問3：帯電の仕組みについての知識を問う、3つの語句の組合せ問題（啓林館『物理基礎 改訂版』p.174）。

問4：音の伝わる時間についての問題（啓林館『物理基礎 改訂版』p.157）。空気中の音速の値が知識として問われた。部分点あり（出題例1）。

問4 次の文章中の空欄「エ」・「オ」に入れる数値の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑨のうちから一つ選べ。 4

図3のように、静止している観測者から距離 L の位置にビルがある。観測者とビルを結ぶ線上のある地点で、時刻 $t=0$ sに合図用のピストル音を鳴らしたところ、観測者はピストルから直接届く音を $t=1.0$ sに聞き、ビルの壁で反射して届く音を $t=2.0$ sに聞いた。空気中の音速は約「エ」m/sなので、 L の値はおおよそ「オ」mである。

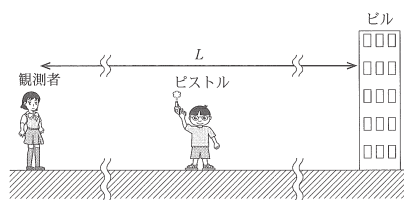


図 3

	エ	オ
①	34	34
②	34	51
③	34	68
④	340	340
⑤	340	510
⑥	340	680
⑦	3400	3400
⑧	3400	5100
⑨	3400	6800

出題例 1

問 5：熱量の保存（啓林館『物理基礎 改訂版』 p.120）に関する数値計算と熱容量の大小比較をする組合せ問題。比熱、熱容量の定義を単位とともに正確に理解させておくことがポイントである。熱分野は本試験においてこの 4 年間に大問での出題がないことから、次年度から小問集合での出題となるだろう。

第 2 問 さまざまな物理現象とエネルギーの利用（配点 15 点）

A のうなりは教科書（啓林館『物理基礎 改訂版』 p.160）にある内容を問う基本問題であり、B の抵抗については抵抗率（啓林館『物理基礎 改訂版』 p.180）で表す抵抗値の式と単位時間に発生するジュール熱（電力）の式を使う内容。

A うなり

問 1：うなりを表す合成波の時間と変位のグラフと、うなりの周期を表す時間間隔を選ぶ組合せ問題（出題例 2）。

問 1 これら二つの波の合成波の、図 1 と同じ位置での時間と変位の関係を表すグラフは図 2 の (ア)～(エ) のうちどれか。また、うなりの周期はそのグラフ中に示された時間間隔 A と B のどちらか。グラフと時間間隔を示す記号の組合せとして最も適当なものを、下の ①～⑧ のうちから一つ選べ。ただし、図 2 のグラフの目盛りは、図 1 のグラフの目盛りと等しいものとする。 6

(ア)

(イ)

(ウ)

(エ)

図 2

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
グラフ	(ア)	(ア)	(イ)	(イ)	(ウ)	(ウ)	(エ)	(エ)
時間間隔	A	B	A	B	A	B	A	B

出題例 2

問 2：うなりの周期を求める問題。うなりの振動数を求める公式と勘違いしないことがポイント。

B 電気抵抗

問 3：消費電力の公式から電気抵抗を求める問題。毎年出題されている。

問 4：抵抗値が長さに比例し断面積に反比例することを表す抵抗率を用いた公式を利用する問題。

第 3 問 物体の運動とエネルギー（配点 15 点）

A 発射装置をもつ台車から打ち上げられた物体の運動

問 1：鉛直投げ上げ運動の速度の公式を用いる問題で、最高点で物体の速度が 0 になることに気づくことがポイント（啓林館『物理基礎 改訂版』 p.30）。

問 2：一定の速度で動く台車から真上に打ち出された小球の運動に関する語句の組合せ問題。斜方投射に関する知識があれば容易であるが思考力が必要であるため正答率は低く、現役生と卒業生との得点差がいちばん大きかった。

B 滑車による 3 物体の運動方程式

問 3：力のつり合いの典型問題、物体にはたらく力の図示により解答しなければ正解は得られない。

問 4：3 物体 A、B、C の運動方程式により加速度を求める典型問題であるが、B と C をまとめた 1 つの物体と考えると滑車にかけられた 2 物体の運動方程式（啓林館『物理基礎 改訂版』 p.60, 61）を立式するのがポイント。正答率はワースト 1 位であった（出題例 3）。

問 4 次に、図 3 のように、物体 A の下部のひもを静かに放して物体を運動させた。物体 A の加速度の大きさとして正しいものを、下の ①～⑥ のうちから一つ選べ。 13

図 3

① $\frac{1}{3}g$

② $\frac{1}{2}g$

③ $\frac{2}{3}g$

④ g

⑤ $\frac{4}{3}g$

⑥ $\frac{3}{2}g$

⑦ $3g$

出題例 3

(3) 学習対策

センター試験「物理基礎」の問題では、基本的には日常生活に関連するエネルギーを題材として全問題が小問集合的に出題されている。大学入試センターの出題意図としては、一つの分野を深く学習するというより、生活の中の身近な物理現象を幅広く理解できる力を要求しているように思える。受験層が文系生主体となることを考慮すると、次年度以降もセンター試験「物理基礎」の平均点は60～70%と予想される。対策としては、やはり教科書の基本事項および法則・公式を幅広く正確に理解させておけばよいだろう。その際、単に公式を丸暗記させるのではなく、その式の意味を考え、グラフを利用し、変化する物理量と変化しない物理量をしっかり見抜く練習をさせておくことも必要である。また、物理量は単位とともに正確に覚えさせることも忘れてはならない。さらに、日常生活におけるエネルギーに関心を持ち、そのエネルギーを教科書で確認する習慣を身につけさせておくとうまいだろう。また、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 改訂版』）の演習で十分だが、センター試験では同じ内容が繰り返し出題されることがあるので、過去のセンター試験「物理Ⅰ」の「物理基礎」範囲の問題を演習させておくとうまいだろう。また、教科書の「参考」、「実験」、「やってみよう」、「探究活動」、「Q & A」などにも目を通しておきたい。次年度に出題される可能性が高い内容としては、今年度は出題されなかった発電方法およびエネルギーの変換、波動分野の反射波と定常波の出題が予想される。しっかり対策をとっておきたい。

2

センター試験「物理」

(1) 総括

選択問題が力学分野と原子分野となった。原子分野は毎年選択問題として出題されるが、もう1題は、一昨年度が熱、昨年度が波動、今年度は力学分野と毎年出題分野が変わっているため、どの分野が選択分野になるかは決まっていない。また、部分点措置が取られた。

◆今年度の平均点（本試）：62.42点

今年度の平均点は62.42点で、昨年度の平均点の62.88点からわずかに減少した。ただし、昨年度はなかった部分点が、今年度は多くの設問に与えられた。部分点が与えられていなければ、今年度の平均点は59.3点程度であると思われる。実質的には、昨年度よりも若干難化していることがわかる。また、選択問題第5問としては、2016年度 熱（気体の状態変化）、2017年度 波動（ドップラー効果）、2018年度 力学（万有引力）で第6問は原子であった。今年度の第5問と第6問の選択者の割合はほぼ8：2であり、例年通り原子選択者は少なめであった。

全体構成は以下のようであった。

第1問 [必答問題] 小問集合 5問、第2問 [必答問題] 電磁気（A、Bの2テーマ）、第3問 [必答問題] 波動（A、Bの2テーマ）、第4問 [必答問題] A力学、B熱、第5問 [選択問題] 力学、第6問 [選択問題] 原子の形となっている。昨年と比較して、マーク数は23で変化なし、組合せ問題は増加した。しかし、複数の事柄をまとめて問う組合せ問題の数が10問に倍増した。また、時間をかけて丁寧に考察しないと正解できない問題が増加したため、解答時間は厳しかった。また、図・グラフの選択問題や模擬実験を題材にした問題など、工夫された設問が多かった。

今年度は図・グラフの選択問題が6題あった。これらは単純な計算問題と比べて、現象の定性的な理解をためたり、複数の内容を同時に問うことができ、有効な場合が多い。また、第6問では教科書の探究活動で扱われているような模擬実験を題材にした出題もあった。これら以外にもありきたりな計算問題ではない工夫された設問が多く見られた。

(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：運動量保存則と運動エネルギー。2物体が完全非弾性衝突をした後の運動エネルギーを求める問題。

問2：音の性質に関する正誤問題。空気中を伝わる音波の性質の一つとして、回折を選ぶ。正答率は67.3%。誤答の選択肢の中には、音を1オクターブ高くすると…という記述があったが、この選択肢を選んだ人は2.3%しかいなかった。逆に、音の速さは振動数に比

例して増加するという誤答が25.8%あった。

問3：点電荷による電場の向き。4つの点電荷によってつくられる電場の向きを選ぶ問題。

問4：気体の運動エネルギーと温度。気体分子の平均運動エネルギーは絶対温度に比例する。その比例定数は分子量にはよらない。また、そのことから、分子の2乗平均速度は軽い分子のほうが速くなる。これらの組合せを求める問題。絶対温度に比例するというところまでは正しく正解しているものの、その後が続かなかった。正答率はワースト1の問題（出題例4）。

問4 次の文章中の空欄「ア」～「ウ」に入れる語句の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑨のうちから一つ選べ。 4

単原子分子理想気体では、気体分子の平均運動エネルギーは絶対温度に「ア」し、「イ」。分子の平均の速さの目安となる2乗平均速度は、同じ温度のヘリウム(He)とネオン(Ne)では、「ウ」。

	ア	イ	ウ
①	比 例	分子量によらない	ヘリウムの方が大きい
②	比 例	分子量によらない	同じになる
③	比 例	分子量とともに大きくなる	ネオンの方が大きい
④	比 例	分子量とともに大きくなる	同じになる
⑤	反比例	分子量によらない	ヘリウムの方が大きい
⑥	反比例	分子量によらない	同じになる
⑦	反比例	分子量とともに大きくなる	ネオンの方が大きい
⑧	反比例	分子量とともに大きくなる	同じになる

出題例4

問5：一部が切り取られた物体の重心を求める問題は、過去に演習したことがないと難しく感じたであろう。重心が円の中心Oより右側にあることが判断できれば部分点が与えられる。

第2問 電磁気 (配点20点)

A コンデンサーを含む直流回路：

問1：コンデンサー充電時の電流変化。コンデンサーが充電される過程で、電流の時間変化グラフを選ぶ問題。上位生の正答率が高かった。

問2：放電時に発生するジュール熱。コンデンサーが放電される過程で、抵抗で発生するジュール熱を求める問題。コンデンサーが蓄えていた静電エネルギーの値が正解。

B 落下するコイルの電磁誘導：

問3：コイルが一定の速さで磁場中に落下していく際、コイルに流れる電流の時間変化グラフを選ぶ問題。等速で磁場に進入する間は一定の誘導起電力が生じて一定の電流が流れるが、磁場内に完全に入ると電流は流れない。

問4：等速で落下するコイルの速さ。コイルの落下速度を求める問題。電流が磁場から受ける力を重力の力のつりあいから求める。あるいは、重力の位置エネルギーの減少分がコイルで発生するジュール熱に等しいというエネルギー保存則を単位時間あたりについて計算して求めることもできる。上位生と下位生の間で最も大きな差がついた設問であった（出題例5）。

B 図2のように、鉛直上向きにy軸をとり、 $y \leq 0$ の領域に、磁束密度の大きさBの一様な磁場(磁界)を紙面に垂直に裏から表の向きにかけた。この磁場領域の鉛直上方から、細い金属線でできた1巻きの長方形コイルabcdを、辺abを水平にして落下させる。コイルの質量はm、抵抗値はR、辺の長さはwとℓである。

コイルをある高さから落とすと、辺abが $y = 0$ に到達してから辺cdが $y = 0$ に到達するまでの間、一定の速さで落下した。ただし、コイルは回転も変形もせず、コイルの面は常に紙面に平行とし、空気の抵抗および自己誘導の影響は無視できるものとする。

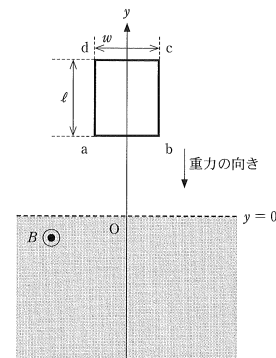


図2

問4 時刻 $t = 0$ と $t = T$ の間で、コイルが落下する一定の速さvを表す式として正しいものを、次の①～⑨のうちから一つ選べ。ただし、重力加速度の大きさをgとする。 $v =$ 4

- | | | | |
|----------------------|---------------------------|---------------------------|------------------------|
| ① $\frac{mgR}{B^2w}$ | ② $\frac{mgR}{B^2\ell^2}$ | ③ $\frac{mgR}{B^2\ell w}$ | ④ $\frac{mgR}{B^2w^2}$ |
| ⑤ $\frac{mgR}{Bw}$ | ⑥ $\frac{mgR}{B\ell^2}$ | ⑦ $\frac{mgR}{B\ell w}$ | ⑧ $\frac{mgR}{Bw^2}$ |

出題例5

第3問 波動・熱 (配点20点)

A 正弦波、波の反射、定常波：

問1：波の変位の式。原点における媒質の変位を表す式を求める問題。時刻0の波形から初期位相を決定し、 $\frac{1}{4}$ 波長進むのに要する時間が $\frac{1}{4}$ 周期であることから求める。数学的要素がやや強い項目。

問2：定常波の性質。入射波と反射波の波形が与えられており、それらから生じている定常波の腹と節の位置を定める。また、その腹と節の位置から反射が自由端反射であったことを判断する問題。よく工夫された出題である。

問3：基本振動・2倍振動・合成波の波形。時刻0から

時刻 $\frac{4T}{8}$ まで $\frac{T}{8}$ 毎の基本振動と 2 倍振動の定常波の波形が与えられ、時刻 $\frac{5T}{8}$ の波形、さらにそれらの合成波を求める問題。目新しく、よく工夫された問題である。

B 光の干渉：

問 4：2 枚のガラス板による光の干渉。反射による位相のずれとガラス板を $\frac{\lambda}{2}$ 変化させたときの干渉の様子を問う問題。約 3 割の人が $\frac{\lambda}{2}$ を見て弱めあうという誤答を選んでしまった。

問 5：干渉条件を用いた数値計算。干渉条件の式を用いて数値計算させる問題。上位生と下位生で差が開いた。

第 4 問 力学・熱 (配点 20 点)

A あらい水平面上での単振動：

問 1：ばねの力と最大摩擦力。ばねの弾性力と最大摩擦力の力のつりあいから求める問題。

問 2：あらい面上での常振動。ばねの弾性力と動摩擦力の合力を求め、単振動の中心と半周期の時間を求める問題。過去のセンター試験にはあまり出題されたことがない、国公立二次のような問題であった。

B ばねつきピストンによる気体の状態変化：

問 3：ばねつきピストンの力のつりあい。ピストンにはたらく力のつりあいから、ばね定数を求める。また、ばねのエネルギーはばね定数の値を代入し、さらに状態方程式を用いて式変形して求める。一つの設問としては作業が多かったため、正答率は低い。ただし、部分点まで含めると 82% の人が得点している。

問 4：内部エネルギーの変化を問う問題。基本問題であり、正答率は高い。

問 5：気体のする仕事。気体がした仕事は $P-V$ 図中のどの部分で表されるのかを選ぶ問題。正答率は高く、この知識はよく定着していると言える。

第 5 問 (選択問題) 力学 (配点 15 点)

問 1：ケプラーの第二法則（面積速度一定の法則）を求める問題。正答率は全設問中で最も高かった。

問 2：万有引力による力学的エネルギー。惑星の運動エネルギーと万有引力による位置エネルギーのグラフ選択問題。

問 3：円軌道と楕円軌道の比較。等速円運動する惑星の速さと、等速円運動と楕円軌道を運動する惑星の力学的エネルギーの大小を求める問題。

第 6 問 (選択問題) 原子 (配点 15 点)

放射線と原子核反応

問 1：原子核と素粒子に関する正誤問題。国公立二次でもめったに出題されることのないクォークやニュートリノ、基本的な 4 つの力といった素粒子に関する記述が含まれている。クォークは電氣的に中性であるという誤答が目立った。第 6 問の中では最も正答率が低い。

問 2：放射性破壊。 α 崩壊と β 崩壊の回数を求める問題。典型題ではあるがよくできている。

問 3：半減期。放射能をもつ電子核の数が減少していく原子を、さいころを用いて模擬的に実験するという問題で、2020 年度から実施される共通テストを意識させる内容となっている（啓林館『物理 改訂版』p.414）。やや問題文は長いが、正答率はかなり高く、しっかり問題の状況が把握できている。探究活動的な要素をもった設問である（出題例 6）。

問 3 次の文章中の空欄 ウ エ に入れる記号と数値の組合せとして最も適当なものを、下の ①～⑨のうちから一つ選べ。 3

放射能をもつ原子核が崩壊する確率は、その原子核の数が生成されてからの時間には関係がないので、原子核の数が減少する様子は、さいころを使った次の簡単な模擬実験で再現できる。

さいころを 1000 個用意し、それぞれを原子核とみなす。すべてのさいころを同時にふって、1 の目が出たさいころを崩壊した原子核と考えて取り除き、残ったさいころの個数を記録する。以後、残ったさいころをふって 1 の目が出たさいころを取り除く操作を 1 分ごとに繰り返す。さいころの個数と時間の関係をグラフに表すと、図 1 の ウ が得られた。

この実験結果は、実際の原子核の崩壊の様子をよく表している。はじめに放射能をもつ原子核が 1000 個あったとき、それが 500 個に減少するのにかかる時間を T とすると、はじめから $2T$ の時間が経過した時の原子核数は約 エ 個となることがわかる。

	ウ	エ
①	(a)	250
②	(a)	50
③	(a)	0
④	(b)	250
⑤	(b)	50
⑥	(b)	0
⑦	(c)	250
⑧	(c)	50
⑨	(c)	0

出題例 6

(3) 学習対策

理系生にとっては、高校物理のすべてを含む「物理」は、国公立二次・私大入試向けの学習がセンター試験対策とも言える。ただし、センター試験では応用性の高い難問は出題されない。単純な設定であるが、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。今後も、分野に関係なく、

教科書全体からまんべんなく出題する方針も維持され、基本重視の類型的な問題になると予想される。この傾向に対処するには、基本法則の確認を中心とした学習が必要である。この学習とは、授業や問題演習で扱われている現象と基本法則がどのようにかかわっているのかを常に考えながら進めることである。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。その点も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」、「Point」なども見ておく必要がある。特に、今年度の原子分野で出題された内容は2020年度から実施される共通テストを意識しており、実験・観察をふまえた指導が必要となる。そのため、特に教科書の「やってみよう」は今まで以上に取り扱う必要がある。一方、いろいろな分野の問題を60分で処理するためには、問題の状況に応じてすばやく頭を切り替える必要があり、そのために問題演習の重要性は言うまでもない。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人が多い。センター試験本番では問題文・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させておくことである。直前期にはセンター試験特有の形式に慣れる必要があるため、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。よくセンター試験では同じ内容が繰り返し出題される。例えば、今年度の第1問の問1は、音波に関する正誤問題であったが、回折についての記述は何回も出題されている。また、センター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。原子分野は、新課程のセンター試験になって4年とも、選択問題の一方として出題されている。次年度以降も選択問題として出題されるだろう。また、必答問題である小問集合の中の1設問としても問われる可能性もある。この場合は、知識

を問う程度の内容になる可能性が高く、受験生には確実に得点させたい。2015年度以降の「物理」に変わってから、旧課程の「物理Ⅰ」と比較してセンター試験の出題範囲はおおよそ倍増した。国公立二次・私大入試向けと同じ出題範囲になったため、全範囲の学習を仕上げる時期が旧課程のときよりおよそ一か月早くなった。センター試験までに、原子分野を含む高校物理すべての学習が終了するような授業計画を立てていくことが大切だ。

3 一般入試(国公立二次・私大入試)

(1) 全体の分析

今年度の入試において目立ったこととして、国立大学の二次試験において、問題文の訂正や補足説明が多く見られたことである。昨年度の大阪大学や京都大学の事例が繰り返されないよう各大学は注意をはらったと思われる。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見られなかった。出題形式は国公立二次(前期)では、記述式・論述式・空所補充・選択式・グラフ選択・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、昨年までと大きく変わった点はみられない。今年度の入試は課程変更から4年目の入試であった。出題分野・テーマに関しては、課程変更により出題の割合が増加すると予想していた熱分野の「ポアソンの法則」、波動分野の「波の式」の出題は一昨年、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。また、「凸面鏡と凹面鏡」の問題は今年度もほとんど見られない。電磁気分野の「交流回路のインピーダンス」は昨年度と同程度であった。「原子」分野の出題の割合を見てみると、昨年度は若干増加したが、今年度は昨年度と同程度であった。各大学の入試問題の多くが3～4題構成となっており、例年通り重要分野であ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。熱分野と波動分野の出題の割合がそれぞれ全体の15%程度、原子分野は約10%の割合で出題されており、これはかつて原子分野が出題されていた1997～2005年度の割合とほぼ同じである。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。私大において以前は熱分野より波動分野の出題の割合が高かったが、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

の割合は低いですが、昨年度と比較すると若干増加している。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。難関大学の難易度として、私大では、慶應義塾大学は理工学部が難化、医学部がやや難化、早稲田大学は理工が易化、教育学部は変化なし。国立大に関しては、東京大学はやや難化。京都大学は昨年引き続き難化。名古屋大学は問題の分量が減少したこともありやや易化。大阪大学は昨年度やや難化していたが、今年度はさらにやや難化した。主な国公立大に関しては、北海道大学は80字の論述問題が出題されたこともありやや難化。東北大学は問題の分量が減少しやや易化。九州大学は昨年度と同程度であり、広島大学は問題の分量が増加しやや難化。岡山大学は易化した。公立大では、大阪市立大学は2年続けて難化したが、今年度はさらにやや難化した。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]

一つの出題テーマで問題を発展させる出題は少なく、多くのテーマを含む力学総合の形を呈した問題が多く見られた。北海道大学は単振動・相対運動・慣性力を含む総合問題。東北大学は浮力をメインテーマとして、エネルギー・運動量・単振動を含む総合問題。名古屋大学は衝突円運動・放物運動を含む総合問題。広島大学は衝突・運動量保存・力学的エネルギー保存・単振動、九州大学は円運動と2物体系の運動量保存則に関する総合問題であった。難化した出題例7の京都大学の問題は、抵抗を受けた物体の運動で、実験により与えられた表や図を正しく読み取る必要があり、さらに題意にそって式をたてる思考力が必要である。入試改革の方向性(新テスト)を見据えた問題ともとれる。また、万有引力の問題も多くみられた。

(3) 水中で物体を静かに落下させ、落下を始めてからの時間と落下距離の関係を計測した。この実験結果について考えよう。なお、重力加速度の大きさ g は 9.8 m/s^2 とする。

この実験では、一方は質量 $m_1 = 1.0\text{ kg}$ の物体、他方は質量 $m_2 = 2.0\text{ kg}$ の物体と、形状は同じで質量だけ異なる2種類の物体を落下させた。それぞれを実験1、実験2とよぶことにする。2つの実験の結果を表1に示すとともに、物体の時間と落下距離の関係をグラフにすると図2のようになる。

表 1

$m_1 = 1.0\text{ kg}$ の物体の結果 (実験 1)					$m_2 = 2.0\text{ kg}$ の物体の結果 (実験 2)				
時間 (s)	3.0	4.0	5.0	6.0	時間 (s)	3.0	4.0	5.0	6.0
落下距離 (m)	15.0	20.8	26.6	32.4	落下距離 (m)	19.8	28.0	36.2	44.4

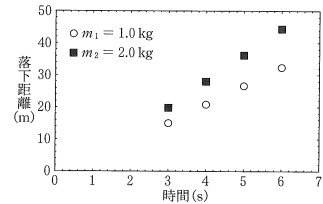


図 2

質量 $m_1 = 1.0\text{ kg}$ と質量 $m_2 = 2.0\text{ kg}$ の物体の終端速度をそれぞれ v_1 、 v_2 とする。実験結果より、終端速度の大きさは有効数字2桁で、 $v_1 = \text{キ}$ 、 $v_2 = \text{ク}$ である。

問 1 (3)の2つの実験結果より、抵抗力の大きさは速さの2乗に比例していると考えられる。その理由を示せ。ただし、抵抗力に関する定数 k 、 c はそれぞれ物体の形状で決まり、質量に依存しないと考えるよい。

また、実験1、すなわち質量 $m_1 = 1.0\text{ kg}$ の物体を落下させた場合について、実験データから得られた終端速度をもとに緩和時間 τ_2 の数値を有効数字1桁で計算すると $\tau_2 = \text{ケ}$ となり、速やかに終端速度に達していることが理解できる。物体を静かに落下させてから時間3.0 sまでの速度の変化を実験1、2の両方について正しく描いているのは図3の{コ: ①, ②, ③, ④, ⑤, ⑥}である。ただし、2本の点線は実験1、2それぞれの終端速度を表している。

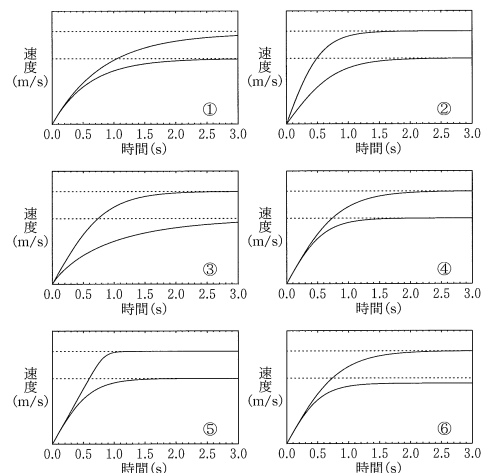


図 3

(4) 速さの2乗に比例する抵抗力についてさらに考察する。図4のように、断面積 S 、質量 m の円柱形の物体が水中を運動している。水から受ける効果だけを考えて、物体は水平方向に運動しているとする。水の密度は ρ とする。速度、加速度は右向きを正にとり、時刻 t での物体の速度は v とする。ここで、この物体が時刻 t から微小時間 Δt の間、微小質量 $\Delta m = \rho \times \text{サ} \times \Delta t$ の静止した水のかたまりと衝突すると考える。その結果、時刻 $t + \Delta t$ には水のかたまりは物体と一体となって速度 $v + \Delta v$ で運動することになる。物体と水のかたまりを合わせた全運動量が保存されるので、微小時間 Δt の間に生じる微小な速度変化 Δv より

$$m \frac{\Delta v}{\Delta t} = \text{シ} \times v^2$$

のように、水のかたまりとの衝突により物体に作用する力を導くことができる。ただし、微小量 Δt 、 Δv の1次までを残し、2次は無視すること。

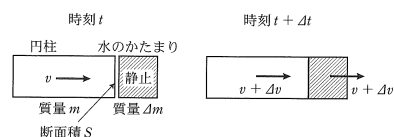


図 4

京都大学

出題例 7

[熱分野]

昨年度と変わらず，気体の状態変化，気体の分子運動論，水圧に関する問題が出題されている。国立大では北海道大学，東北大学，京都大学，名古屋大学等で出題がみられた。出題例8の東京大学は理想気体の膨張に関する問題で，3つの液面についての力のつり合いや気体の圧力が液面の高さに比例していることの認識が必要。

第3問 図3のように，鉛直方向に立てられた3つの円柱状の容器A，容器B，容器Cが管でつながれている。3つの円柱の断面積は等しく，全てSである。容器内には密度が一樣な液体が入っており，液体は管を通して3つの容器の間を自由に移動できる。容器Aと容器Bの上端は閉じられ，容器Cの上端は開いている。容器Aの液面より上は何もない空間(真空)であり，容器Bの液面より上には単原子分子の理想気体が入っている。以下の設問に答えよ。ただし，気体と液体および気体と容器の間の熱の移動はないものとする。また，各容器の液面は水平かつ常に管より上にあり，液体の蒸発や体積の変化は無視できるものとし，容器Bの気体のモル数は常に一定であるとする。

I 最初，図3のように容器A，容器Bの液面が容器Cの液面に比べてそれぞれ $5h$ ， $2h$ だけ高く，また容器Aの真空部分の長さが h ，容器Bの気体部分の長さが $4h$ であった。このとき容器Bの気体の圧力 p_1 を，外気圧 p_0 を用いて表せ。

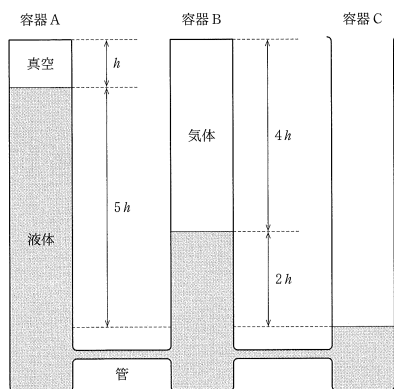


図3

東京大学

出題例8

[波動分野]

波の式，反射・屈折，干渉，ドップラー効果等例年通りの出題がみられる。斜め方向のドップラー効果が九州大，岐阜大等でみられた。慶應大学で出題された音波の干渉と反射板による斜めドップラー効果の融合問題もやや計算力と思考力を要し，やや難となっている。昨年度大阪大，京都大で出題された反射による音波の干渉は出題されなかったが，出題例9の東北大学の音波の干渉は単色光によるヤングの実験と同じように考察する形で出題しており，工夫がみられる問題である。

3 図1のように， xy 平面内の点Sにおいて音源から音波を発生させ， y 軸上においたマイクを使って音の強さを測定する実験を行った。音源から発生した音波が空気中を伝わり，壁にかけられた二つの円形の穴AA'，BB'を通った後に干渉した結果， y 軸上では音が強い場所と弱い場所が生じた。壁は x 軸に垂直である。穴の中心軸は xy 平面内にあり， x 軸に平行である。なお，穴BB'にヒーターが取り付けられており，穴BB'内のみの空気の温度を均一に上げることができる。

点Sから壁の音源側の面(表面)までの距離を L ，壁の厚さを w ，壁の裏面から原点Oまでの距離を ℓ とし，また，穴AA'，BB'の中心は，それぞれ $y = \frac{d}{2}$ ， $y = -\frac{d}{2}$ の位置にあり，マイクの位置の y 座標は Y とする。また， L および ℓ は， d に比べて十分大きいとする。

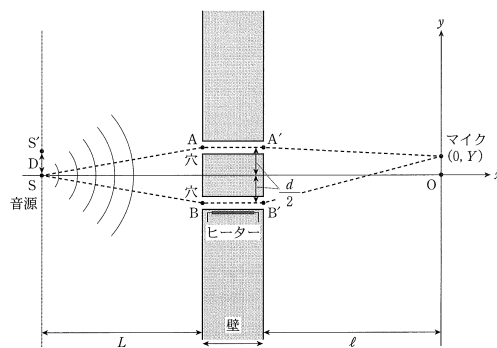


図1

東北大学

出題例9

【電磁気分野】

今年度もコンデンサー、電磁誘導、電磁場内での荷電粒子の運動の問題が多く出題された。交流回路も昨年程度で出題がみられる。東北大、千葉大、東京大、北海道大、東京慈恵会医科大等でコンデンサーの問題が、名古屋大、広島大、九州大、東京医科歯科大、筑波大等で電磁誘導の問題が、慶應大、早稲田大（人間科学部）、福岡大、千葉大、京都大、大阪市立大等で荷電粒子の運動が出題された。出題例10の広島大のコイルに生じる電磁誘導の問題は、スリットのある整流子により全波整流化した脈流（啓林館『物理 改訂版』p.312）に関する問題である。

〔Ⅱ〕 一様な磁束密度 B の磁界を発生させる磁石の間に図1のような堅い一巻きのコイルを設置した。磁界中のコイルは長方形であり、回転軸に平行な辺の長さは L_1 、垂直な辺の長さは L_2 である。コイルは図のように円筒状の整流子に接続されており、コイルと整流子は一体となって回転する。整流子は導体と円弧の部分でなめらかに接続しており、導体および導線を介して抵抗値 R の外部抵抗に接続されている。回転軸（整流子側）から見た概略図に示すように、長さ L_1 の辺の一方に対して、コイルの面に垂直な向きに力を加え続け、力の大きさ F を時間とともに調整しながら一定の角速度 ω でコイルを回した。次の問いに答えよ。ただし、図中の矢印の向きに流れる電流を正の方向とし、コイルの回転軸は磁界に対して垂直である。また時刻 $t = 0$ においてコイルの面は磁界と平行である。以下、円周率を π とする。

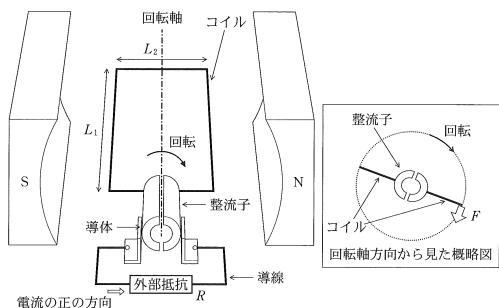


図1

広島大学

出題例10

【原子分野】

原子分野については、私大での出題は知識中心の選択問題が主流で、大問としての出題は少ない。国公立大では大問としての出題もみられるが、放射性崩壊、光電効果、コンプトン効果のテーマをあつかった問題が多くみられた。放射崩壊・半減期の問題は、佐賀大（医学部）、東京医科歯科大、筑波大、弘前大、奈良医科大等で出題、光電効果の問題は関西大、立命館大等で、コンプトン効果の問題は大阪府立大、立命館大、また、素粒子の知識を含めた形で神戸大等で出題されている。出題例11のボーア模型・水素原子の線スペクトルと万有引力の融合問題は大阪大で、物質波とブラッグ反射の問題は立教大等で出題されている。

〔3〕 以下のA、Bの両方の問題に解答せよ。なおAとBは独立した内容の問題である。

A. 水素原子の線スペクトルは、電子と原子核（陽子）の間に働く力に関する基礎的な情報を与える。この力の性質を詳しく調べるため、以下では一つの水素原子内にある電子と原子核の間にはたらく力のみを考え、ボーアの仮説に従って、電子が原子核の位置を中心とした円運動をすることを考えよう。プランク定数を h 、電子の質量を m 、原子核の質量を M 、電子の電荷の大きさ（電気素量）を e 、真空中のクーロンの法則の比例定数を k_0 、万有引力定数を G とする。

ボーアの量子条件とは、電子が原子核を中心として半径 r の円運動をしていると仮定した際に、電子の軌道一周の長さが電子のド・ブローイ波長の自然数倍であるという条件のことである。速さ v で運動している電子のド・ブローイ波長は $\lambda = \frac{h}{mv}$ で与えられる。以下の問いに答えよ。

問1 ボーアの量子条件から、電子の速さ v を、 h 、 m 、 r 、および自然数 n を用いて表せ。

問2 水素原子内で、電子は原子核からクーロン力を受ける。円運動の運動方程式とボーアの量子条件から、電子の軌道半径 r が求まる。最小の軌道半径（ボーア半径）を、 k_0 、 m 、 e 、 h を用いて表せ。

問3 電子と水素原子核の間には、万有引力も働いているはずである。ニュートンの万有引力とクーロン力の大きさの比 s は、 $s = \frac{GMm}{k_0 e^2}$ と与えられる。クーロン力に加えてニュートンの万有引力も考慮したとき、最小の軌道半径は、万有引力を考慮しないときに比べて何倍になるか。 s を用いて表せ。

大阪大学

出題例11

（3）学習対策

今年度の国公立二次・私大入試においては、昨年度と大きな変化はなかった。しかし、やはり原子分野からの出題も目立つ。原子分野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。さらに、原子分野はもちろん「インピーダンス」「正弦波の式」などの出題も定着しており、しっかり対策をとっておく必要がある。「凹面鏡と凸面鏡」に関しての出題は少ないと思われるが、教科書にある内容は押さえておけば十分であろう。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。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 センター試験 化学基礎

(1) 全体の概要

化学と日常生活の関わりが重視された。

大問2題、マーク数16、第1問が「物質の構成」、第2問が「物質の変化」を中心とした内容で配点は各25点であり、分量・形式は昨年度と同じであった。

平均点は30.42点で、昨年度より1.83点高くなったものの、他の理科基礎と比べるとまだ低い状況であった。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34.4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
30.42点		75.6%	62.0%

昨年度と比べると、第1問の得点率は同じであったが、第2問の得点率が6.8%高くなった。また、正答率が80%以上の設問が6問（昨年度は4問）、正答率が50%を下回る設問が1問（昨年度は4問）となり、平均点の上昇につながった。

なお、今年度は、化学と人間生活の関わりが4問出題され（水の状態変化、日常生活に関連する物質、身近な物質のpH、身のまわりの電池）、例年以上に重視された。

(2) 設問別分析

第1問 文字式の計算、化学と人間生活の関わりで差がついた。

イオン、結晶、電子配置、分子やイオンの電子数、化学量、物質の溶解と元素の検出、水の状態変化、物質の

用途が出題された。正答率が90%以上の設問が2問、80%台の設問が3問あった一方、正答率が50%未満の設問が1問あり、全体としては昨年度と同レベルの内容であった。

正答率が最も低かった設問は、問4の物質を構成する元素の質量を求める問題（出題例1）で、正答率は45%であった。誤答は①、②、⑤に分散しており、文字式の計算であるために方針が立たなかった受験生が多かったのであろう。

問6は水の状態変化に関する正誤問題で、水が凝固して氷になると体積が増加することを知っていれば正答に至り、正答率は71%であった。なお、体積が氷>水であることは日常生活の常識であるが、その理屈は水素結合が絡み、本来「化学基礎」ではなく、「化学」の内容である。問7は日常生活に関連する物質に関する正誤問題で、正答率は71%であった。なお、問1bの共有結合の結晶を選択する問題は、正答率が82%と高かったものの、上位層と下位層で41%の差があった。例年、化学結合や結晶の内容は、上位層と下位層で差がつく傾向にあり、指導上、留意する必要があるだろう。

問4 原子XおよびZからなり、化学式が X_2Z_3 で表される物質がある。XおよびZのモル質量がそれぞれ M_X (g/mol) および M_Z (g/mol) であるとき、物質 X_2Z_3 5gに含まれているXの質量を求める式として正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 5 g

- ① $\frac{2M_X}{2M_X + 3M_Z}$ ② $\frac{5M_X}{2M_X + 3M_Z}$ ③ $\frac{10M_X}{2M_X + 3M_Z}$
 ④ $\frac{2M_X}{3M_X + 2M_Z}$ ⑤ $\frac{5M_X}{3M_X + 2M_Z}$ ⑥ $\frac{10M_X}{3M_X + 2M_Z}$

出題例1

第2問 昨年度より取り組みやすい問題構成であった。

化学量、溶液の濃度、pH、中和滴定、酸化還元、電池が出題された。正答率が80%台の設問が1問、70%台の設問が1問で、正答率が50%未満の設問はなかった（昨年度は4問）。

正答率が最も低かった設問は、問5の炭酸水素ナトリウム水溶液を塩酸で滴定したときの滴定曲線を選択する

問題で、正答率は50%であった。教科書の「発展」で扱われている二段階中和の学習をしていない受験生にはやや厳しい問題であるが、炭酸水素ナトリウム水溶液が弱塩基性、塩酸が強酸性を示すことから正答を選択することができる。誤答は①が目立った。

問2の混合気体の質量を求める問題（出題例2）の正答率は54%、問3のモル濃度が最も高い水溶液を選択する問題の正答率は58%であったが、上位層と下位層の差がともに50%を超えた。なお、日常生活に関連した問4の身近な物質のpH、問7の身のまわりの電池は、正答率がそれぞれ84%、74%と高かった。

問2 0℃、 1.013×10^5 Paにおいて、体積比2：1のメタンと二酸化炭素からなる混合気体1.0 Lの質量は何gか。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 g

- ① 0.71 ② 1.1 ③ 1.5
④ 2.0 ⑤ 2.2

出題例2

(3) 学習のポイント（指導においてのポイント）

「化学基礎」の学習は高2までに終わっていると思われるので、基本事項を確認、理解させたうえで、問題演習を通して定着度を上げていくという学習がよい。知識が必要な分野のうち、化学結合・結晶の分類や性質、分子の極性の有無、酸と塩基の定義、塩の水溶液の性質、酸化還元は、特に、受験生の理解度の低い分野である。また、計算問題は、教科書の章末問題の演習で十分対応が可能であるが、単に公式を覚えるだけでなく、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ておきたい。

日常生活に関わる内容は重視される傾向にある。教科書の「化学と人間生活」や「酸化還元反応の利用」などで扱われているもの、過去のセンター試験で扱われたものを中心に確認させておきたい。また、実験に関する内容も出題頻度が高いので、教科書で扱われている実験内容は、できるだけ授業で触れておきたい。

(1) 全体の概要

平均点は大幅に上昇した。

大問数は必答問題5問と選択問題1問の6問構成で、昨年度と同じであった。マーク数28、設問数25は、昨年度のマーク数35、設問数27よりやや減少した。第1問が「物質の状態と平衡」、第2問が「物質の変化と平衡」、第3問が「無機物質」、第4問が「有機化合物」、第5問が「合成高分子化合物と天然有機化合物」、第6問が「合成高分子化合物」、第7問が「天然高分子化合物」で、配点は第1問・第2問が各24点、第3問が23点、第4問が19点、第5問が5点、選択問題である第6問と第7問が各5点であった。

平均点は60.57点で、昨年度より8.63点高くなり、6割の平均点を目指しているセンター試験として適切な難易度であった。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65.8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			
60.57点	第1問	第2問	第3問	第4問
	60.4%	68.8%	63.5%	70.0%
	第5問	第6問	第7問	
	66.0%	76.0%	70.0%	

昨年度と比べると、第1問、第5問の得点率がそれぞれ7.1%、1.5%低くなったものの、第2問～第4問、第6問、第7問の得点率はそれぞれ19.2%、7.2%、17.4%、12.0%、4.0%高くなった。また、正答率が80%以上の設問は4問で、昨年度の3問より増えた一方、正答率が50%を下回る設問は2問で、昨年度の10問よりかなり減り、平均点の上昇につながった。

(2) 設問別分析

第1問 例年より平易な問題がやや少なかった。

原子やイオンの構造（化学基礎）、元素の分類（化学

基礎)、金属の結晶格子、沸点と外圧の関係、濃度単位の変換、物質の状態が出題された。正答率が80%以上の設問はなく(昨年度は1問)、正答率が50%未満の設問が1問(昨年度も1問)あった。例年に比べると、平易に解答できる問題が少なく、得点率が低かった。

正答率が最も低かった設問は、濃度の単位変換に関する問5(出題例3)で、正答率は32%であった。モル濃度から質量パーセント濃度に変換する問題は、教科書傍用問題集などにもよく載っているが、この問題はモル濃度を質量モル濃度に変換する問題で、あまり慣れていなかったことが正答率の低かった原因であろう。なお、誤答は④が最も多く、①と②も目立った。

問1は、質量数の最も大きい陰イオンを選択する基本的な問題であるにもかかわらず、正答率は54%と低かった。これは、質量数の最も大きい原子を選択した誤答が28%もあったことが原因である。

問5 溶媒1 kgに溶けている溶質の量を物質量[mol]で表した濃度は、質量モル濃度[mol/kg]とよばれる。ある溶液のモル濃度がC[mol/L]、密度がd[g/cm³]、溶質のモル質量がM[g/mol]であるとき、この溶液の質量モル濃度を求める式はどれか。正しいものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

mol/kg

① $\frac{C}{1000d}$

② $\frac{1000CM}{d}$

③ $\frac{CM}{10d}$

④ $\frac{C}{1000d - CM}$

⑤ $\frac{1000C}{1000d - CM}$

出題例3

第2問 昨年より取り組みやすい問題構成であった。

化学反応と熱、反応速度、電気伝導度を用いた中和滴定、燃料電池、電離平衡が出題された。昨年度は5問もあった正答率50%未満の設問は1問だけになった。また、昨年度はなかった正答率が80%以上の設問が1問あり、難度の高かった昨年度に比べてかなり易しくなった。

正答率が最も低かった設問は、電気伝導度を用いた中和滴定の問題(出題例4)で、aの正答率は49%であった。誤答は、中和点の25mL以降は加えた硫酸の電離によりイオンが増加することを見落とした③、⑤が目立った。なお、bの正答率は79%と高かった。

問5のメタノール燃料電池の計算問題(正答率75%)、問6のアンモニアの電離定数とアンモニウムイオンの加水分解定数の関係式を考える問題(正答率66%)は、上位層と下位層の差が特に大きく、それぞれ61%、65%であった。

問3 濃度不明の水酸化バリウム水溶液のモル濃度を求めるために、その50 mLをビーカーにとり、水溶液の電気の通しやすさを表す電気伝導度を測定しながら、0.10 mol/Lの希硫酸で滴定した。イオンの濃度により電気伝導度が変化することを利用して中和点を求めたところ、中和に要した希硫酸の体積は25 mLであった。この実験結果に関する次の問い(a・b)に答えよ。ただし、滴定中に起こる電気分解は無視できるものとする。

a 希硫酸の滴下量に対する電気伝導度の変化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。

	希硫酸の滴下量が0 mLから25 mLまでの電気伝導度	希硫酸の滴下量が25 mL以上のときの電気伝導度
①	変化しなかった	減少した
②	変化しなかった	増加した
③	減少した	変化しなかった
④	減少した	増加した
⑤	増加した	変化しなかった
⑥	増加した	減少した

b 水酸化バリウム水溶液のモル濃度は何 mol/Lか。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 mol/L

① 0.025

② 0.050

③ 0.10

④ 0.25

⑤ 0.50

⑥ 1.0

出題例4

第3問 基本的な知識問題が中心であるが、身近な物質は注意が必要。

身近な無機物質、ハロゲン、気体の発生と性質、同族元素の性質、硫酸塩の化学式に関する化学量計算が出題された。全6問のうち、正答率が70%台の設問が3問、50%台の設問が3問であった。

問1は身近な無機物質に関する正誤問題(出題例5)で、正答率は56%であった。ルビーやサファイアの主成分が酸化アルミニウムであることを知らないと解答できない問題であり、誤答は③、④、⑤に分散していた(啓林館『化学 改訂版』p.223)。身近な物質に関する知識問題は毎年出題されており、教科書で扱われている物質は注意しておく必要がある。

正答率が最も低かった設問は、硫酸塩の水和物の熱分解による質量変化からその化学式を求める問5(出題例6)で、正答率は53%であった。水和水の変化の比からnが求まり、さらに水和物と無水物の質量比から無水物の式量が求められる。複数の思考過程が必要な問題であり、上位層と中下位層で大きく差がついた。

問 1 身近な無機物質に関する記述として下線部に誤りを含むものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 1

- ① 宝石のルビーやサファイアは、微量の不純物を含んだ酸化マグネシウムの結晶である。
- ② 塩化カルシウムは、水に溶解すると溶液の凝固点が下がるので、道路の凍結防止に用いられる。
- ③ 酸化チタン(IV)は、建物の外壁や窓ガラスの表面に塗布されていると、光触媒としてはたらくし、有機物の汚れが分解される。
- ④ 高純度の二酸化ケイ素からなるガラスは、繊維状にして光ファイバーに利用されている。
- ⑤ 酸化亜鉛の粉末は白色であり、絵の具や塗料に用いられる。

出題例 5

問 5 金属 M の硫酸塩 $\text{MSO}_4 \cdot n \text{H}_2\text{O}$ について、水和水の数 n と金属 M を推定したい。 $\text{MSO}_4 \cdot n \text{H}_2\text{O}$ を 4.82 g とり、温度を 20℃ から 400℃ まで上昇させながら質量の変化を記録したところ、段階的に水和水が失われたことを示す図 1 の結果を得た。加熱前の化学式 $\text{MSO}_4 \cdot n \text{H}_2\text{O}$ として最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、図 1 中の n と m は 7 以下の整数であり、300℃ 以上で硫酸塩は完全に無水物(無水塩) MSO_4 に変化したものとする。

6

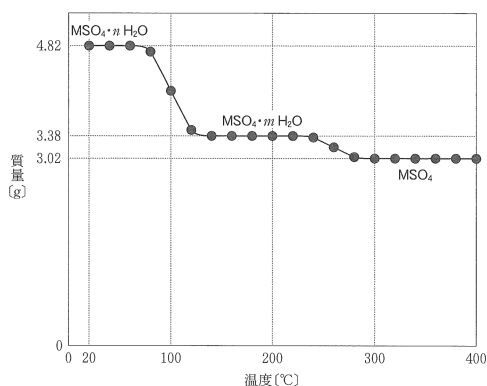


図 1

- ① $\text{MgSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$
- ② $\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$
- ③ $\text{MnSO}_4 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$
- ④ $\text{MnSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$
- ⑤ $\text{NiSO}_4 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$
- ⑥ $\text{NiSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$

出題例 6

第 4 問 基本問題が中心で、解答しやすくなった。

指定された原子の数が同じである有機化合物の組合せ、幾何異性体、アセトンの性質、不飽和アルコールの分子式の決定、アセチルサリチル酸の合成実験が出題された。昨年度は 3 問あった正答率が 50% 未満の設問はなくなった一方、正答率が 80% 以上の設問が 2 問あり、昨年度よりかなり易しくなった。

正答率が最も低かった設問は、不飽和アルコールの分子式を求める問 4 (出題例 7) で、正答率は 51% であった。水素の発生量から反応したアルコールの物質量を求め、水素の付加量から不飽和結合の数が決まり、これから分子式が求まる。複数の思考過程が必要な問題であ

り、上位層と中下位層で大きく差がついた。

問 1 の指定された原子の数が同じ有機化合物の組合せを選択する問題は、正答率が 64% であったが、上位層と下位層の差が 69% と非常に大きかった。有機化合物の構造式を書けば容易に解答できるが、それができない受験生も少なくないので、指導上、留意したい。

問 4 分子式が $\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{O}$ で表される不飽和結合をもつ直鎖状のアルコール A を一定質量取り、十分量のナトリウムと反応させたところ、0.125 mol の水素が発生した。また、同じ質量の A に、触媒を用いて水素を完全に付加させたところ、0.500 mol の水素が消費された。このとき、A の分子式中の n の値として最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 4

- ① 14
- ② 16
- ③ 18
- ④ 20
- ⑤ 22

出題例 7

第 5 問 高分子全般が問われた。

問 1 は合成高分子化合物の構造と合成に関する正誤問題で、正答率は 62%、問 2 は高分子化合物の性質に関する正誤問題で、正答率は 69% であった。問 2 では、ポリエチレンの結晶性の高低による性質の違い、導電性高分子のハロゲン添加も扱われているが、正答はヨウ素デンプン反応に関する内容であり、解答しやすかった。

第 6 問 今年度も計算問題が出題された。

問 1 は熱硬化性樹脂を選択する問題で、正答率は 86% と高かった。問 2 はナイロンを構成するジカルボン酸のメチレン基の数を求める計算問題であり、構造式、平均重合度、平均分子量が与えられているため解答しやすく、正答率は 70% と高かった。

第 7 問 計算問題で差がついた。

問 1 はタンパク質に関する正誤問題で、正答率は 96% と高かった。問 2 はスクロースの加水分解生成物の量からはじめのスクロースの量を求める計算問題(出題例 8)で、正答率は 53% であった。一部のみが加水分解するという設定のうえ、還元性の有無も判断する必要があり、上位層と中下位層の差が大きかった。

問 2 スクロース水溶液にインペルターゼ(酵素)を加えたところ、図 1 に示す反応により一部のスクロースが単糖に加水分解された。この水溶液には、還元性を示す糖類が 3.6 mol、還元性を示さない糖類が 4.0 mol 含まれていた。もとのスクロース水溶液に含まれていたスクロースの物質量は何 mol か。最も適当な数値を、下の①～⑤のうちから一つ選べ。 mol

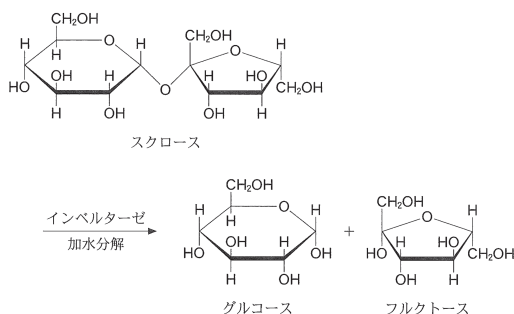


図 1

- ① 3.6 ② 4.0 ③ 5.6
④ 5.8 ⑤ 7.6

出題例 8

(3) 学習のポイント (指導においてのポイント)

国公立二次・私大入試対策と一体化した学習を。

現行課程になってから低い平均点が続いていたセンター試験であったが、今年度はほぼ 6 割の平均点で適切な難易度になった。センター試験は、基本事項の理解を確認する問題が中心とはいえ、複数の思考過程を要する問題も出題され、今年度では、電気伝導度を用いた中和滴定、硫酸塩の水和物の化学式の決定などが挙げられる。2020 年度から実施される「大学入学共通テスト」では、知識だけではなく、思考力、判断力も要求するとしており、昨年度実施された試行調査でもそのような出題が目立った。現行のセンター試験でもその影響を受ける可能性は十分にあるので、高得点を目指す受験生に対しては、かつてのセンター試験レベルの対策にとどまるのではなく、国公立二次・私大入試対策用の問題演習を十分に積ませておきたい。

無機・有機分野の知識定着を。

例年、無機分野と有機分野では、現役生と卒業生の得点率の差が出やすい。知識分野での失点は、高得点を目指す受験生にとっては避けたいものである。物質の性質や反応を系統的に整理し、問題演習を通じて知識の定着をはかりたい。

また、実験考察問題は頻出であり、教科書に記載され

ている実験装置・探究活動、センター試験で過去に出題された内容は必ず確認させておきたい。

直前期にはセンター試験形式の問題に慣れさせる。

センター試験で高得点をとるには、センター試験の形式の問題に慣れることも必要である。特に、正誤問題、グラフの絡む問題、実験考察問題、身近な物質に関する知識問題は国公立二次・私大入試対策だけではカバーしにくいので、十分に演習させておきたい。

3 一般入試 (二次・私大)

(1) 全体の傾向

2018 年度国公立二次・私大入試の難易度は、昨年度並みの大学が圧倒的に多かったが、京都大、北海道大、東北大、大阪大、九州大、筑波大、名古屋工業大、岡山大学など、易化した大学も少なくなかった。一方、難化した大学は、東京大、名古屋大、神戸大、早稲田大・理工など、あまり多くなかった。

国公立大では、論述問題が多く、計算過程を記す問題も出題される。私大では、一部の難関校を除き、小問集合形式の出題が多い。いずれの入試においても、基本事項の理解度を試す出題が中心となっている。

(2) 分野別分析

【理論分野】

酸と塩基、酸化還元では、シュウ酸や食酢などを題材とした中和滴定、アンモニアや二酸化炭素の逆滴定、過マンガン酸カリウム滴定が多い。また、教科書では発展として扱われている二段滴定やヨウ素滴定も多く出題されており、ヨウ素滴定では、過酸化水素やオゾン、二酸化硫黄の定量以外に、銅 (II) イオンの定量 (岐阜大・出題例 9、東京理科大) も見られた。

硫酸銅 (II) 水溶液に多量のヨウ化カリウム水溶液を加えると、 Cu^{2+} は Cu^+ に還元されて白色のヨウ化銅 (I) CuI の沈殿を生じる。また、加えたヨウ化物イオンの一部は酸化されてヨウ素 I_2 が生じ、溶液はヨウ素ヨウ化カリウム水溶液となる。このとき生じたヨウ素を濃度がわかっているチオ硫酸ナトリウム $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 水溶液によりデンプン存在下で滴定すると、もとの硫酸銅 (II) 水溶液中の Cu^{2+} の物質量が求められる。

問 5. 下線部(d)について、次の文中の にあてはまる適切な語句を答えよ。

ヨウ化銅 (I) は水にわずかにしか溶解しない。水溶液中に多量のヨウ化物イオンが溶けていると、 効果により溶解する量はさらに減少する。

問 6. 下線部⑥について、この滴定のイオン反応式を下に示した。以下の①および②に答えよ。



① この滴定の終点における溶液の色の変化を答えよ。

② 0.100 mol/L のチオ硫酸ナトリウム水溶液を 25.0 mL 滴下すると終点となった。硫酸銅(Ⅱ)水溶液中の Cu^{2+} の物質量 (mol) を求めよ。

岐阜大

出題例 9

結晶は、面心立方格子、体心立方格子、塩化ナトリウム型などについての、基本的な内容が中心であるが、例年通り、限界半径比（北海道大・後期、筑波大、啓林館『化学 改訂版』p.76）も散見された。黒鉛の結晶の計算（東京工業大、東京農工大）はやや難しい。また、合金 Cu_3Au の結晶格子を描く問題（東北大）は思考力が必要であった。なお、結晶格子の問題ではないが、論述問題として、金属結晶が展性・延性を示す理由（徳島大、啓林館『化学基礎 改訂版』p.88）、イオン結晶が劈開する理由（筑波大、香川大、啓林館『化学基礎 改訂版』p.63）、イオン結晶の融点の比較とその理由（東京大―出題例 10、明治薬科大、啓林館『化学基礎 改訂版』p.62）などが見られた。

表 2―1 Mg, Al, Ca, Ba の各元素の代表的な酸化物の性質

酸化物の組成	MgO	Al_2O_3	CaO	BaO
酸化物の密度 [g/cm^3]	3.65	3.99	3.34	5.72
金属イオンのイオン半径 [nm]	0.086	0.068	0.114	0.149

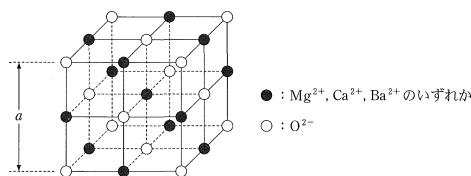


図 2―1 MgO, CaO, BaO の結晶構造の模式図

ウ 物質の融点は、その物質を構成する粒子間にはたらく化学結合と深く関係する。MgO, CaO, BaO の結晶のうち最も融点の高いものを推定し、化学式とともに、その理由を記せ。

東京大

出題例 10

気体は、混合気体や蒸気圧の典型的な問題が中心で、目新しい問題はあまり見られない。実在気体については、ファンデルワールスの状態方程式（山形大、慶應義塾大・理工、北里大、啓林館『化学 改訂版』p.46）も出題された。

溶液では、希薄溶液の性質の基本が中心であるが、水溶液柱の高さから浸透圧を求める問題（北海道大・後期、信州大、福岡大）は差がつきやすい。発展的な内容としては、ラウールの法則（広島大―出題例 11、富山県立大、福岡大、啓林館『化学 改訂版』p.61）が見られた。また、コロイドは基本的な問題が中心であるが、分子コロイドの説明（北海道大・後期）、ゾルの説明（静

岡大、啓林館『化学 改訂版』p.69）、凝析が起こる理由（筑波大、啓林館『化学 改訂版』p.72）、チンダル現象が起こる理由（山形大、啓林館『化学 改訂版』p.70）、ブラウン運動が起こる理由（名古屋市立大・中期、啓林館『化学 改訂版』p.71）などの論述問題も見られ、これらは用語を暗記するだけでは対応できない。

次の文章を読み、以下の(i)~(iii)の問いに答えよ。

純溶媒の蒸気圧を p_0 (Pa)、不揮発性の溶質が溶解した希薄溶液の蒸気圧を p (Pa) とすると、以下の関係がある。

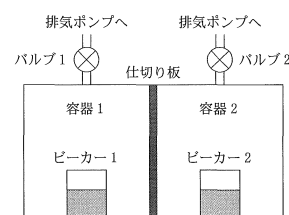
$$p = \frac{N}{N+n} \cdot p_0$$

N (mol) は溶媒の物質量、 n (mol) は溶質の物質量である。

図の実験装置を用いて、以下の操作①~③を行った。

- ① 仕切り板で区切られた、密閉された容器 1、容器 2 に、希薄なグルコース水溶液の入ったビーカー 1、ビーカー 2 を、それぞれ入れた。
- ② 操作①のあと、バルブ 1、バルブ 2 を開けて各容器の気体を排気してから両方のバルブを閉じ、一定温度で十分長い時間放置した。このときの、ビーカー 1、ビーカー 2 内のグルコース水溶液の質量パーセント濃度をそれぞれ c_1 (%), c_2 (%) とすると、 $c_1 < c_2$ であった。また、各ビーカー内の水溶液の質量はそれぞれ 100 g であった。
- ③ 操作②のあと、仕切り板を取り去り、十分長い時間放置した。

なお、純水の蒸気圧を p_0 (Pa) とし、グルコースのモル質量を M (g/mol)、水のモル質量を m (g/mol) とする。また、容器中の水蒸気の物質量は、ビーカー中の水の物質量に比べて、無視できるほど小さいものとする。



図

- (i) 操作②を行ったあと、容器 1 と容器 2 では、どちらの蒸気圧が高いか、あるいは等しいか、次の(あ)~(う)の中から正しいものを一つ選び、記号で答えよ。
 - (あ) 容器 1 の方が高い
 - (い) 容器 2 の方が高い
 - (う) 容器 1 と容器 2 の蒸気圧は等しい
- (ii) 操作②を行ったあとの容器 1 の蒸気圧を p_1 (Pa) とするとき、 p_0 と p_1 の差 $\Delta p_1 = p_0 - p_1$ (Pa) を表す式を、 c_1 , M , m , p_0 を用いて答えよ。
- (iii) 操作③により、一方のビーカーから他方のビーカーへ、 x (g) の水が移動した。水はどちらからどちらへ移動したか、次の(あ)と(い)のうち正しいものを一つ選び、記号で答えよ。また、この x (g) を表す式を、 c_1 , c_2 を用いて答えよ。
 - (あ) ビーカー 1 からビーカー 2 へ移動した
 - (い) ビーカー 2 からビーカー 1 へ移動した

広島大

出題例 11

熱化学は、生成熱、燃焼熱、結合エネルギー、中和熱に関する基本～標準レベルの問題が中心であり、例年通り、ボルンハーバーサイクル（信州大、浜松医科大、早稲田大・理工、東京理科大、明治薬科大、愛知医科大、神戸薬科大、福岡大、啓林館『化学 改訂版』p.96）も多く出題された。

電池，電気分解は，教科書に載っている反応を押さえ
ていれば解答できる問題がほとんどである。受験生に
とって見慣れない電池として，レドックスフロー電池の
原理（滋賀県立大－出題例12），濃淡電池の起電力をネ
ルンストの式から考える問題（順天堂大－出題例13）
が見られた。

アメリカでは1970年代に宇宙開発のため，鉛蓄電池より軽い蓄電池の開発が進め
られた。その一つに，電解質水溶液中のイオンを溶液中に留めたまま，その酸化数を
変化させる電池がある。この考えは今も電力貯蔵施設用の電池に使われている。

図1はこのような電池のうちの模式図である。電池はイオン交換膜で負極側と
正極側に仕切られており，このイオン交換膜は水素イオンだけを通す。また電解質水
溶液として，負極側は Cr^{2+} と Cr^{3+} を含む酸性水溶液，正極側は Fe^{2+} と Fe^{3+} を含
む酸性水溶液が用いられている。放電時には負極で Cr^{2+} が Cr^{3+} に変化し，正極で
 Fe^{3+} が Fe^{2+} に変化する。充電時にはこれらの逆の反応が生じる。

問2 図1の電池ではイオン交換膜の中を水素イオンが移動する。放電時のイオンの
正しい移動方向を，次のア，イから選び，記号で記せ。また，そのように移動す
る理由を説明せよ。

ア 負極側から正極側へ移動

イ 正極側から負極側へ移動

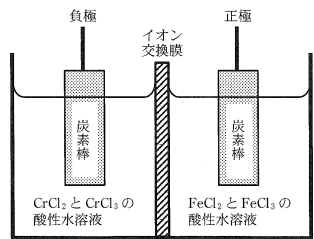


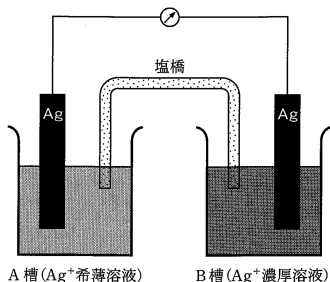
図1 クロムと鉄の酸化還元を利用した蓄電池の模式図

滋賀県立大

出題例12

仕切り板のある容器の片側に AgNO_3 溶液を，もう一方に水を入れてお
き，仕切り板を取り外すと AgNO_3 溶液は水で希釈される。この反応は自発
的に起こる反応なので，放出されるエネルギーを電気エネルギーに変えるこ
とができる。

濃度の異なる2種類の AgNO_3 溶液をつくり，それぞれに銀電極を浸し
た。イオンが移動できるように2つの電極槽を塩橋(KNO_3 溶液を寒天で固
めU字管に詰めたもの)でつなぎ，電極を導線でつなぎと電流が流れ，両電
極槽の Ag^+ 濃度が等しくなるまで続く。



この電池の起電力 E は，希薄溶液(A槽)の Ag^+ 濃度を C_A mol/L，濃厚
溶液(B槽)の Ag^+ 濃度を C_B mol/Lとすると，25℃では次式のような
る。

$$E = -0.059 \log_{10} \frac{C_A}{C_B}$$

次の問い(a)～(c)に答えなさい。ただし，温度は25℃とする。

(a) 電流が流れているとき，この電池に関する(i)～(v)の記述で正しいものは
どれか。正しい組み合わせを①～⑥の中から一つ選びなさい。 6

- (i) 電流はA槽からB槽に流れる。
- (ii) A槽では電極の質量が増加する。
- (iii) B槽では電極の質量が増加する。
- (iv) A槽では酸化反応が起こっている。
- (v) 起電力は減少していく。
- (vi) NO_3^- イオンは塩橋を通してA槽からB槽に移動する。

- ① (i), (ii) ② (iii), (vi) ③ (iv), (v)
- ④ (ii), (iv), (vi) ⑤ (iii), (iv), (v) ⑥ (iii), (iv), (vi)

(b) AgNO_3 希薄溶液の濃度が 1.00×10^{-2} mol/L， AgNO_3 濃厚溶液の濃度
が2.00 mol/Lのとき，起電力 E は何Vになるか。最も近い値を①～⑥の
中から一つ選びなさい。ただし，必要なら $\log_{10} 2 = 0.300$ ， $\log_{10} 3 =$
 0.477 ， $\log_{10} 5 = 0.700$ としなさい。 7 V

- ① 5.90×10^{-2} ② 8.90×10^{-2} ③ 1.07×10^{-1}
- ④ 1.36×10^{-1} ⑤ 1.77×10^{-1} ⑥ 4.77×10^{-1}

(c) AgCl の溶解度積を求めるために AgCl 飽和水溶液と 1.00×10^{-2} mol/L
の Ag^+ 水溶液で電池を組み立て，その起電力 E を測った。塩橋をⅡで表
すと，電池式は次のようになる。

電池式：(－) $\text{Ag} \mid \text{AgCl}(\text{飽和水溶液}) \parallel \text{Ag}^+(1.00 \times 10^{-2} \text{ mol/L}) \mid \text{Ag}(+)$

$E = 0.177$ Vであったとすると AgCl の溶解度積は何 mol^2/L^2 か。最も
近い値を①～⑥の中から一つ選びなさい。ただし，起電力の測定で電流は
流れなかったものとする。 8 mol^2/L^2

- ① 1.00×10^{-10} ② 1.34×10^{-9} ③ 2.07×10^{-8}
- ④ 1.00×10^{-5} ⑤ 1.44×10^{-4} ⑥ 1.93×10^{-4}

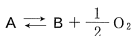
順天堂大

出題例13

反応速度では，発展的な内容として，アレニウスの式
(徳島大，大分大，京都府立医科大，慶應義塾大・薬，
啓林館『化学 改訂版』p.129)，多段階反応（京都府立
医科大，久留米大，啓林館『化学 改訂版』p.132)，半
減期（名古屋大，明治大，同志社大，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。

化学平衡では，例年通り， $\text{H}_2 + \text{I}_2 \rightleftharpoons 2\text{HI}$ ， N_2O_4
 $\rightleftharpoons 2\text{NO}_2$ ，ハーバー・ボッシュ法が多く，ほとんどは
基本～標準的な内容である。 $\text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{CO} + \frac{1}{2}\text{O}_2$ を扱っ
た大阪大の問題（出題例14)では，平衡状態で生じた
酸素が微量であることから，平衡状態での CO_2 と CO の
物質量が，反応前と同じであると近似することがポイント
であった。

気体Aの分子式より酸素原子(O)が1つ少ない気体をBとする。AとB
との間には以下の平衡が成り立つとする。



問3で求めた物質量の気体Aと0.50 molの気体Bを大気圧下(1.0 × 10⁵ Pa)、温度Tまで昇温し、平衡状態にしたところ、微量の酸素が生成した。この状態(大気圧下、温度T)ではK_pを圧平衡定数とすると以下の式が成り立つとして、生成した酸素の分圧を有効数字2桁で答えよ。

$$K_p = \frac{P_B \sqrt{P_{O_2}}}{P_A} = 2.0 \times 10^{-6} \text{ Pa}^{\frac{1}{2}}$$

ただし、P_A、P_B、P_{O₂}はそれぞれA、B、酸素の分圧とする。

〔編集注〕「問3で求めた物質量の気体A」は、「0.1molのCO₂」を指している。

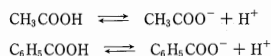
大阪大

出題例14

電離平衡では、教科書で「発展」として扱われている緩衝液の計算(啓林館『化学 改訂版』p.170)、加水分解定数(啓林館『化学 改訂版』p.165)が出題されることがめずらしくなくなっている。2種類の弱酸の混合溶液の水素イオン濃度(青山学院大-出題例15)は難しい。また、超希薄な強酸の水溶液の水素イオン濃度(弘前大、慶應義塾大・医、啓林館『化学 改訂版』p.158)、錯体の安定度定数(京都府立医科大)、分配平衡(福島県立医科大、啓林館『化学 改訂版』p.180)なども見られた。溶解度積では、金属イオン濃度の対数とpHの関係のグラフを描く問題(名古屋大-出題例16、京都府立医科大)が見られたが、これは、「大学入学共通テスト」の試行調査でも題材として用いられていた。モール法(神戸大、大阪府立大、早稲田大・理工、明治大、同志社大、産業医科大、啓林館『化学 改訂版』p.175)は、例年通り、複数の大学で出題された。

以下の文を読み、下線①、③、④の数値を有効数字2桁で、下線②と⑤の数値を有効数字1桁で求め、15 ~ 27 にあてはまる最も適切な数値を、同じ番号の解答欄にマークせよ。必要があれば、 $\sqrt{2} = 1.41$ 、 $\sqrt{3} = 1.73$ 、 $\sqrt{5} = 2.24$ 、 $\sqrt{7} = 2.65$ を使うこと。ただし、酸の溶解はすべて25℃で行われ、溶解による溶液の温度変化は無視できるものとする。

酢酸と安息香酸の混合水溶液中で、酢酸と安息香酸はともに一部だけが電離し電離平衡状態になる。



この電離平衡状態での各成分のモル濃度を[CH₃COOH]、[CH₃COO⁻]、[C₆H₅COOH]、[C₆H₅COO⁻]、[H⁺]とすると、酢酸の電離定数K_{aa}と安息香酸の電離定数K_{ba}は、それぞれ

$$\begin{aligned} K_{aa} &= \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} \\ K_{ba} &= \frac{[\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}]} \end{aligned}$$

と表される。25℃における酢酸の電離定数は、K_{aa} = 2.8 × 10⁻⁵ mol/L、安息香酸の電離定数は、K_{ba} = 1.0 × 10⁻⁴ mol/Lである。酢酸と安息香酸は弱酸であるため、それぞれの電離度は非常に小さく1と比べて無視できるものとする。

初めに、酢酸だけを溶かした2.0 × 10⁻² mol/Lの酢酸水溶液の電離度 α_0 を計算すると15・16 × 10⁻¹⁷となる。

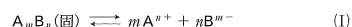
次に、酢酸の濃度が2倍になった4.0 × 10⁻² mol/Lの酢酸水溶液の電離度 α_1 を計算し、2.0 × 10⁻² mol/Lの酢酸水溶液の電離度 α_0 との比 α_1/α_0 の値を百分率で計算すると18 × 10¹⁹%となり、濃度が2倍になると酢酸の電離がおよその値に抑制されることがわかる。

ここで、酢酸と安息香酸の濃度がともに2.0 × 10⁻² mol/Lになっている混合水溶液の水素イオン濃度[H⁺]を計算すると20・21 × 10⁻²² mol/Lとなり、この混合水溶液中の酢酸の電離度 α_2 を計算すると23・24 × 10⁻²⁵となる。また、2.0 × 10⁻² mol/Lの酢酸水溶液の電離度 α_0 との比 α_2/α_0 の値を百分率で計算すると26 × 10²⁷%となり、酢酸の濃度が同じ2.0 × 10⁻² mol/Lであっても、安息香酸と共存させた場合には酢酸の電離がおよその値に抑制されることがわかる。さらに、この比 α_2/α_0 の値を、すでに計算した比 α_1/α_0 の値と比較すると、酸の濃度が同じ4.0 × 10⁻² mol/Lであっても、電離定数の大きな安息香酸と共存させた場合に酢酸の電離がより抑制されていることもわかる。

青山学院大

出題例15

下線①について、一般式A_mB_nで表される難溶性塩が、(I)式のような溶解平衡にあるとき、その溶解度積K_{sp}は、(II)式で表される。



$$K_{sp} = [A^{n+}]^m [B^{m-}]^n \quad (\text{mol/L})^{m+n} \quad (\text{II})$$

水酸化カドミウムCd(OH)₂は難溶性塩であり、そのK_{sp}は25℃で2.50 × 10⁻¹⁴ (mol/L)³である。全量が1.00 LのCd²⁺を含む中性の水溶液Xに対し、温度を25℃に保ちながら水酸化ナトリウムNaOH水溶液を少量ずつ加えた。その結果、あるpHにおいてCd(OH)₂が14.6 mg沈殿し、水溶液Xに溶解しているCd²⁺の濃度が0.0280 mg/Lとなった。NaOH水溶液を加えることによる水溶液Xの体積変化は無視できるものとする。

- (i) Cd(OH)₂が14.6 mg沈殿した後の、水溶液XのpHを有効数字2桁で求めよ。導出過程も記すこと。
- (ii) 水溶液Xに溶解しているCd²⁺のモル濃度[Cd²⁺] (mol/L)をその常用対数log₁₀[Cd²⁺]で表したとき、pHの変化に対するlog₁₀[Cd²⁺]の変化の概形を答案紙の図に実線で記せ。

名古屋大

出題例16

【無機分野】

無機分野は、例年通り、各論を暗記していれば解答できる問題がほとんどであるが、国公立大では、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、今年度も、錯体の立体構造(東京大、名古屋市立大・中期、立命館大、啓林館『化学 改訂版』p.241)が複数の大学で出題された。また、オキソ酸の強さを理論的に考察する問題(慶應義塾大・理工-出題例17、大阪医科大)も見られた。

二原子分子XYに含まれる共有電子対の重心の位置は、XとYの電気陰性度の差によって大きく変化する。このことを用いて、三原子分子HOXの性質を、XがNaとClの場合について考える。O-X間の共有電子対の重心がよりX側にあるのはXが(正)のときである。このときOのまわりの電子密度の減少を補うため、H-O間の共有電子対の重心は(オ)側に寄ることになり、HOXは酸性を示す。ハロゲンを含む酸の電離定数は、ハロゲンの原子番号が大きくなるほど、次亜ハロゲン酸では(正)となり、ハロゲン化水素では(正)になる。

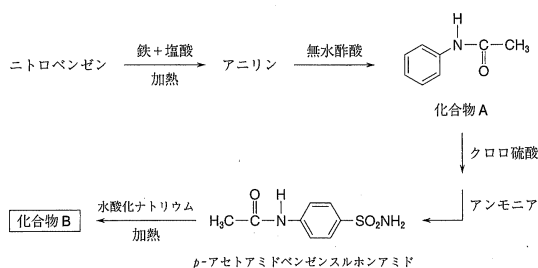
慶應義塾大・理工

出題例17

[有機分野]

脂肪族化合物，芳香族化合物では，例年通り，有機化合物の合成経路，構造決定が中心である。合成経路では，医薬品や染料の合成（京都大，信州大，金沢大，滋賀医科大学，広島大・後期，琉球大，立命館大－出題例18）が，構造決定では，ジエステルの構造決定（北海道大・後期，東北大・後期，名古屋工業大，岐阜大，岐阜薬科大，明治薬科大）が目立った。なお，難度が非常に高い構造決定の問題は減少傾向にある。

有機化合物には，医薬品として利用されているものが多く存在する。一般に，医薬品は多段階の反応工程を経て合成されるが，歴史上，早期に開発された医薬品には，分子量が小さく合成が比較的容易で，高純度品として提供される有機化合物が多い。解熱鎮痛薬である アセチルサリチル酸 と化合物 A はその代表的なものである。A はニトロベンゼンを還元して得られる アニリン に，無水酢酸 を反応させて得ることができる。A は医薬品として副作用が強く，現在では解熱鎮痛薬として使用されていないが，スルファニルアミド（サルファ剤）と呼ばれる化合物 B の原料として利用できる。図 1 に示したように，A をクロロ硫酸と反応させ，得られる生成物をアンモニアと反応させると p-アセトアミドベンゼンスルホンアミドが得られる。これを水酸化ナトリウム水溶液中で加熱すると B が生成する。B は あ をもつ医薬品である。



また，合成品だけでなく，複雑な化学構造をもつ天然由来の化合物も医薬品として利用される。アオカビが生産する抗生物質の い や最初の結核治療薬として利用されたストレプトマイシンは，その代表的な例である。

〔2〕 本文中の図 1 について，（i）および（ii）の問いに答えよ。

（i）化合物 A の名称を，解答欄の 内に記せよ。

（ii）化合物 B の構造を，図 1 に示した 2 つの構造にならって解答欄の 内に記入せよ。

〔4〕 本文中の あ および い のそれぞれにあてはまる語句として最も適当なものを，下の選択肢の中から選び，その番号を解答用紙にマークせよ。

- | | | |
|--------------|------------|----------|
| ① 抗炎症作用 | ② 抗菌作用 | ③ 消毒作用 |
| ④ 抗がん剤としての作用 | ⑤ ニトログリセリン | ⑥ シスプラチン |
| ⑦ アセトアミノフェン | ⑧ ペニシリン | ⑨ オキシドール |

立命館大

出題例 18

教科書では「発展」として扱われる炭素間二重結合のオゾン分解や過マンガン酸塩酸化（啓林館『化学 改訂版』p.286），マルコフニコフ則（啓林館『化学 改訂版』p.285）は，当たり前のように出題されており，中には，これらの知識がないと解答できない問題（千葉大，浜松医科大学，三重大，福島県立医科大学）も出題されている。配向性（啓林館『化学 改訂版』p.331）の知識も出題さ

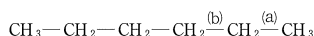
れ（京都大，千葉大），特に京都大では立体障害を考える論述も出題されており難しい。また，立体化学では，ジクロロシクロプロパンの異性体（メソ体を含む，横浜国立大），ポリ乳酸の立体異性（東京医科歯科大）が，機器分析では，水素核磁気共鳴スペクトルを用いた構造決定（岐阜薬科大），マスマスペクトル（東京医科歯科大－出題例 19）が出題された。

<質量分析法>

化学物質の同定には，質量分析法が用いられる。同定したい分子に高エネルギーをもたせた電子を衝突させてイオン化し，さらに，化学結合を切断することによって，いくつかの断片（フラグメント）が得られる。イオン化した分子量と同じ質量数（ m ）をもつ分子を親ピーク（分子イオンピーク），親ピークより質量数の少ないピークをフラグメントとよぶ。また，信号強度の最も強いピークを基準ピークという。これらのイオン化した分子やフラグメントの質量数を横軸，信号強度（イオン量）を縦軸にとったものがマスマスペクトルである。これらのパターンから分子が同定される。なお，電荷数（ z ）は 1 をとることが多く，フラグメントに 1 価だけが観測される場合， m/z は m と同じ数値になり，各フラグメントの質量数と一致する。本問題では $z = 1$ のみとする。

例として，図 2-2 (A) にヘキサンの構造式，(B) にそのマスマスペクトルを示す。親ピークは $m/z = 86$ ，基準ピークは $m/z = 57$ である。下記の図に示すように， $m/z = 71$ は結合(a)が切断され，メチル基（ $-\text{CH}_3$ ）が脱離したフラグメント， $m/z = 57$ は結合(b)が切断され，エチル基（ $-\text{CH}_2\text{CH}_3$ ）が脱離したフラグメントである。

(A)



(B)

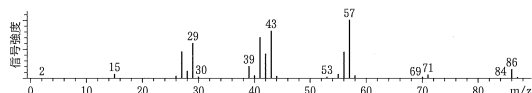
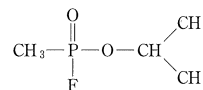


図 2-2 ヘキサンのマスマスペクトル

次に図 2-3 (A) に神経ガスのサリンの構造式，(B) にそのマスマスペクトルを示す。

(A)



(B)

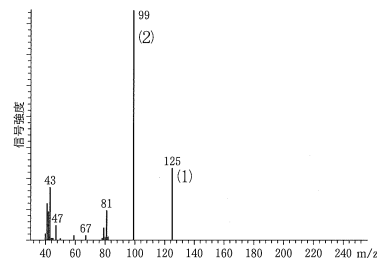
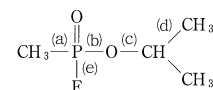


図 2-3 サリンのマスマスペクトル

問 4 下線部(3)について，ピーク(1)，(2)はサリン分子の単結合(a)～(e)が切断されてできたフラグメントである。次の各問いに答えよ。



- (1) ピーク(1)の説明で正しいのはどれか。(ア)～(オ)から選べ。
- (ア) (a)または(b)が切断された。
- (イ) (a)または(c)が切断された。
- (ウ) (a)または(d)が切断された。
- (エ) (b)または(d)が切断された。
- (オ) (ア)～(エ)のいずれでもない。

- (2) ピーク(2)は化学結合の切断後、水素原子 2 個が付加している。サリンのどの結合が切断されたか。(a)～(e)から選べ。

東京医科歯科大

出題例 19

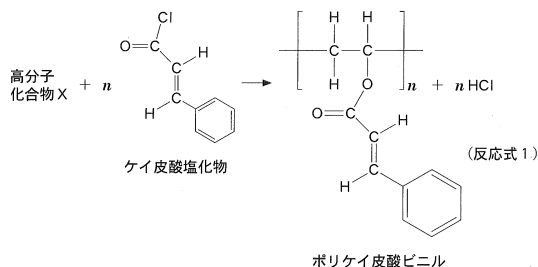
天然有機化合物である糖類、アミノ酸・タンパク質、核酸は、知識問題が中心である。応用的な問題としては、ペプチドのアミノ酸配列の決定（名古屋市立大・中期、徳島大、早稲田大・理工、東京理科大、産業医科大）がある。教科書では「参考」として扱われているアミノ酸の電離平衡（名古屋市立大・前期・中期、大阪府立大・前期・中期、東京理科大、中央大、関西大、関西医科大、啓林館『化学 改訂版』p.380）は、当たり前のように出題されている。また、糖のメチル化に関する問題（群馬大、名古屋市立大・中期、星薬科大）も少なくない。

合成高分子化合物では、基本的な知識問題や計算問題が中心であるが、イオン交換樹脂を用いたアミノ酸の分離（九州大、札幌医科大、大阪府立大・前期）、生分解性高分子（名古屋工業大、広島市立大、同志社大、福岡大）なども少なくない。感光性樹脂（北海道大・後期－出題例 20）は思考力を要する問題であった。

なお、教科書では、ヘミアセタールは糖で、アセタールはビニロンで扱われているが、糖やビニロン以外でもこれらの内容が出題されている。名古屋大ではエチレングリコールとベンズアルデヒドのアセタール、京都府立医科大では $C_7H_{14}O_3$ のアセタールの構造決定が出題された。また、「大学入学共通テスト」の試行調査では、メタノールとアセトアルデヒドのヘミアセタールが問われており、今後、注意が必要であろう。

代表的な機能性高分子として感光性高分子が知られている。感光性高分子は、光が当たると化学反応を起こしてさまざまな物理的、化学的性質が変化する。このような感光性高分子の光に対する特性は、プリント配線、半導体、印刷版の製造などに応用されている。

感光性高分子の一つであるポリケイ皮酸ビニルは、ポリ酢酸ビニルのけん化によって得られる高分子化合物 X とケイ皮酸塩化物（酸塩化物とはカルボン酸の $-COOH$ が $-COCl$ になった化合物）との縮合反応によって得られる。その反応式は以下に示すとおりである。

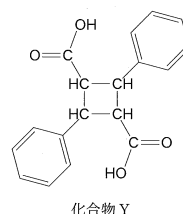


金属や半導体等の基板上にポリケイ皮酸ビニルの薄膜を作り、模様をつけたフィルムを密着させて光を当てると、模様どおりに溶媒に対して不溶性の部分ができるので、溶媒を用いて溶ける部分を除き、現れた基板表面を薬品で腐食させると模様どおりの形状が基板表面に転写される。

光照射によってポリケイ皮酸ビニルの薄膜が溶媒に対して不溶性になる機構を調べるために、実験 1、2 を行い、それぞれ以下に示す結果を得た。

実験 1：純粋なポリケイ皮酸ビニルの薄膜は、光照射前には高温にすると軟化したが、十分な量の光を照射した後では高温にしても軟化しなかった。

実験 2：純粋なポリケイ皮酸ビニルの光照射後の薄膜を強塩基の水溶液に加えて加熱すると、化合物 Y の塩が生成していることがわかった。



問 1 高分子化合物 X の名称を答えよ。

問 2 反応式 1 に示した反応によって得られるポリケイ皮酸ビニルの平均分子量を求めたい。以下の(1)、(2)に答えよ。ただし、平均分子量とは含まれるすべての分子の分子量の和を、総分子数で割ったものである。

- (1) ポリケイ皮酸ビニルの繰り返し単位の式量を整数で求めよ。
- (2) 反応式 1 では、高分子化合物 X 中のすべての官能基がケイ皮酸塩化物と反応したときのポリケイ皮酸ビニルの構造が描かれているが、実際に実験を行うと高分子化合物 X 中の一部の官能基は反応せずに残った。出発物質として平均分子量が 2.2×10^4 の高分子化合物 X を用い、高分子化合物 X 中の官能基の 80 % がケイ皮酸塩化物と反応したとき、本反応により得られる高分子の平均分子量はいくつになるか。有効数字 2 桁で示せ。

問 3 実験 1、2 の結果をもとに、ポリケイ皮酸ビニルの薄膜に光を照射したときに起こる反応について考察した。以下の(あ)～(お)のうち、誤っているものを二つ選び、記号で記せ。

- (あ) 光照射後はポリケイ皮酸ビニルのエステル結合が開裂しており、生成した水酸基間の水素結合により高分子鎖間に架橋構造ができたため、溶媒に対して溶けにくくなったと考えられる。
- (い) 化合物 Y に見られるシクロブタン環の構造は、一対の炭素－炭素二重結合が反応して形成されたものであり、光によって高分子間または高分子内の側鎖同士が反応して新たな共有結合を形成していることがわかる。
- (う) 光を照射することで熱が発生し、その結果、ポリケイ皮酸ビニル薄膜は高温となり、室温では起こらない反応が起こっていると推察できる。
- (え) 光照射によって高分子が軟化しなくなった原因としては、ゴムの加硫に見られるような高分子鎖間での架橋反応が起こり、立体網目構造が形成された可能性が考えられる。
- (お) 光照射後の薄膜を強塩基の水溶液中で十分に加熱すれば、高分子化合物 X も生成するはずである。

北海道大・後期

出題例 20

(3) 学習のポイント (指導においてのポイント)

全体としては、出題傾向の変化は見られなかったもので、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。

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、論述問題もよく出題される。論述問題の多くは、教科書の基本事項の理解を確認するための問題であり、決して難しい内容が出題されるわけではない。平素から、化学用語、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少なくなるであろう。

教科書の「発展」の指導を精査する。

近年は、教科書で「発展」として扱われる内容が、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。

西 章嘉 (にし・あきよし)

授業では高1～3生、卒業生の幅広いレベルの講座を担当し、教材では数多くのテキスト作成を担当する。また、全統マーク模試の作成チーフを務め、阪大即応オープン、神大オープンなどの作成メンバーも担当する。

著書：「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 榊原 隆人

1 センター試験「生物基礎」

(1) 総括

「生物基礎」のセンター試験は、大問3題、設問数16問、マーク数17であった。平均点は35.6点(50点満点)で、昨年度より3.9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。

河合塾の再現データ(受験者3,171名、平均点39.8点)の結果では、正答率が80%以上の「易しい」問題の割合は、昨年度が約76%であったのに対し、今年度は約47%と大幅に低下した。また、正答率が50%以下の「難しい」問題の割合は、昨年度と同じく今年度も0%であり、最も正答率の低い問題は第1問 問1で、正答率は約62%であった。

設問16問のうち、14問が知識問題、1問が考察問題、1問が図から選択肢の正誤を判断する問題であった。これまでのセンター本試験で例年出題されていた計算問題は出題されなかった。知識問題については、教科書に記載されている基本的な知識を問う問題が多かったが、昨年度に比べて、やや詳細な知識を必要とする問題も出題された。知識問題では、文章選択問題が5問から8問に増加し、残りの6問はすべて文章中の空欄に入る語の組合せを選ぶ問題であった。

(2) 設問別分析

第1問 生物の特徴および遺伝子とそのはたらき
(配点19点)

Aは生物の特徴に関する知識問題、Bは遺伝子の本体と核酸に関する知識問題であった。第1問全体の正答率は約81%(現役生 約81%, 卒業生 約85%)であった。

問1 ヒトと大腸菌の細胞に関する適当な記述を選ぶ基本的な知識問題(出題例1)であったが、正答率は約62%で全16問中最も低かった。誤答の②を選択した受験生が約20%見られた。

問2 細胞小器官などのさまざまな構造に関する適当な記述を選ぶ基本的な知識問題(出題例1)であり、正答率は約69%であった。誤答の②を選択した受験生が約20%見られた。

問1・2の誤答の結果から、原核細胞と真核細胞のちがいを正しく理解できていない受験生が多いことがうかがえる。なお、④について、リボソームにおけるタンパク質合成は、「生物基礎」の教科書の発展に記載されている内容であり、範囲外である。

A 生物の基本単位である(a)細胞の研究から、細胞内には、(b)細胞小器官などの様々な構造があることが分かってきた。植物の細胞内にみられる細胞小器官の一つである葉緑体では、(c)炭酸同化(二酸化炭素の同化)が行われる。

問1 下線部(a)に関連して、ヒトと大腸菌の細胞に関する記述として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 1

- ① ヒトの細胞と大腸菌の細胞とにあるATPの構造は、互いに異なる。
- ② ヒトの細胞と大腸菌の細胞とは、呼吸に関する細胞小器官は共通である。
- ③ ヒトの細胞と大腸菌の細胞は、ともに細胞壁をもつ。
- ④ ヒトの細胞と大腸菌の細胞とは、進化上共通した起源をもたない。
- ⑤ ヒトの細胞と大腸菌の細胞は、ともに細胞分裂で増殖する。

問2 下線部(b)に関する記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 2

- ① 細胞質基質は、タンパク質を含む。
- ② 核は、あらゆる生物の細胞に存在する。
- ③ ミトコンドリアは、DNAを含まない細胞小器官である。
- ④ リボソームは、DNAと直接結合してタンパク質を合成する。

出題例1

問3 炭酸同化に関する文章中の空欄に入る語の組合せを選ぶ基本的な知識問題であり、正答率は約87%と高かった。誤答の④を選択した受験生が約9%見られた。

問4 文章中の空欄に入る語の組合せを選ぶ基本的な知識問題であり、正答率は約96%と高かった。なお、③・④の「小胞体」は「生物基礎」の教科書の発展に記載されている内容である。

問5 ①～⑥に記された研究成果の正誤を問う問題ではなく、正しい研究成果のうちから、「形質の遺伝を担う物質がDNAであることを明らかにした成果」を選

ぶ問題である。正答率は、②が約86%、⑥が約79%とどちらも高く、誤答としては、④の「ワトソンとクリックによるDNAの二重らせん構造モデルの提唱」が目立った。(DNAに関する研究のうち、本問の正解である研究成果は啓林館『生物基礎 改訂版』p.64～65にまとめられている。)

問6 文章中の空欄に入る語の組合せを選ぶ基本的な知識問題であり、正答率は約92%と高かった。誤答の⑧を選択した受験生が約6%見られた。

第2問 生物の体内環境の維持 (配点15点)

Aは体液と腎臓に関する知識問題、Bは自律神経とホルモンに関する知識問題であった。第2問全体の正答率は約75%（現役生 約73%、卒業生 約79%）であった。

問1 体液に関する適切な記述を選ぶ基本的な知識問題であるが、正答率は約66%とやや低かった。誤答の③の選択率が約20%、④の選択率が約11%であった。「血しょう」と「血清」のちがいを、また、肺動脈中を流れているのは静脈血であることの知識が不十分であったようである。

問2 腎臓に関する文章中の空欄に入る語の組合せを選ぶ基本的な知識問題であり、正答率は約78%と高かった。誤答の③を選択した受験生が約10%見られた。

問3 健康なヒトの腎臓のはたらきに関する適切な記述を選ぶ基本的な知識問題であり、正答率は約80%と高かった。誤答の④の選択率が約10%、③の選択率が約8%であった。尿素は肝臓で合成され、腎臓では合成されないこと、また、腎動脈を流れる血しょうのすべてがろ過されるわけではないことを理解していないと思われる。

問4 体内環境の調節に関する文章中の空欄に入る語の組合せを選ぶ基本的な知識問題であり、正答率は約85%と高かった。誤答の③の選択率が約12%、②の選択率が約6%であった。

問5 ヒトが興奮や緊張した状態で生じる、体内環境の応答に関する記述として誤っているものを選ぶ知識問題である。正答率は約64%とやや低く、誤答の③の選択率が約14%、④の選択率が約21%であった。アドレナリンのはたらきによってグリコーゲンの分解が促進されるので、①は明らかに誤りであると判断できるが、糖質コルチコイドやチロキシンが興奮や緊張した状態で分泌されることについては、教科書に明確に記載されておらず、迷ったと思われる。

第3問 生物の多様性と生態系 (配点16点)

Aはバイオームの分布に関する知識問題と図から判断する問題、Bは植生の遷移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82%（現役生 約82%、卒業生 約83%）であった。

問1 世界の陸上のバイオームに関する適切な記述を選ぶ知識問題である。世界のバイオームの分布に関して、「年平均気温」と「年降水量」の具体的な数値まで覚えておく必要があったが、正答率は約79%と高かった。誤答の選択率は、①が約7%、②が約6%、③が約8%で、特に偏った選択は見られなかった。

問2 日本における森林バイオームの分布に関する知識にもとづいて、図1と問題文から、文章中の空欄に入る樹林の組合せを選ぶ問題であるが、正答率は約83%と高かった。

問3 遷移に関する適切な記述を選ぶ基本的な知識問題であり、正答率は約80%と高かった。誤答の選択率は、②が約10%、③が約4%、④が約6%で、特に偏った選択は見られなかった。

問4 図2と表1の調査結果にもとづいて湿性遷移のしくみを考察する問題（出題例2）で、正答率は約81%であった。誤答の①を選択した受験生が全体の約15%も見られたが、浮葉植物が水面に葉を広げている古い池では「水深50cmでの相対光強度」が著しく低下していることから、「池の中の環境は、生物の作用を受けて変化」していることがわかる。

問4 下線部(d)に関連して、遷移のしくみを明らかにするため、図2のような二つの池で、池の中の非生物的環境(以後、環境とよぶ)と植物の状態を調べた。二つの池は、遷移が始まってからの経過年数が異なり、池の外の環境は極めて似ているので、新しい池の現在の様子が、古い池の過去の様子を表すと考えられる。図2と表1の調査結果から導かれる、遷移のしくみについての考察として最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 16

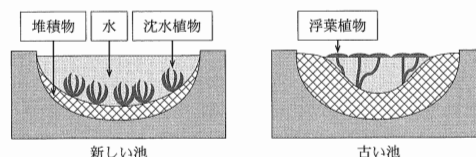


図 2

表 1

観察項目	新しい池	古い池
平均水深	4 m	1 m
水深 50 cm での相対光強度*	80 %	10 %
浮葉植物**の被度***	0 %	80 %
沈水植物****の被度	70 %	0 %
堆積物の状態	土砂の層の上に、未分解の植物の枯死体が、薄く積もっていた。	新しい池と同じ程度の厚さに土砂が積もり、その上に、植物の枯死体が厚く堆積していた。

- ① 池の中の環境は、生物の作用を受けずに変化し、池の中の環境の変化に応じて、植物種が交代する。
- ② 池の中の環境は、生物の作用を受けずに変化し、池の中の環境の変化とは関係なく、植物種が交代する。
- ③ 池の中の環境は、生物の作用を受けて変化し、池の中の環境の変化に応じて、植物種が交代する。
- ④ 池の中の環境は、生物の作用を受けて変化し、池の中の環境の変化とは関係なく、植物種が交代する。

出題例2

問5 遷移に関する文章中の空欄に入る語の組合せを選ぶ基本的な知識問題であり、全体の正答率は約90%と高かった。

(3) 学習対策 (指導上のポイント)

今年度のセンター試験では、設問16問中14問が知識問題であった。昨年度と同様に今年度も知識問題の割合が高く、来年度以降もこの傾向が続くと予想されるので、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。知識問題の中にはやや詳細な知識を必要とする問題も多く含まれているので、これらの問題に対応するためには、教科書の本文だけでなく、「図・表」、「観察・実験」、「参考(コラム)」、「探究活動」なども含めて隅々まで理解させておく必要がある。(ただし、教科書の「発展」に記載されている内容はセンター試験では出題されない。)

今年度は出題されなかったが、昨年度では細胞周期に関する計算問題が出題された(啓林館『生物基礎 改訂版』p.79)。一昨年度では腎臓における尿素の濃縮率に関する計算問題が出題されており(啓林館『生物基礎 改訂版』p.117)例年計算問題が出題されている。来年度以降も計算問題が出題される可能性が高いので、ミクロメーターによる測定、DNA中の塩基組成、細胞周期、酸素解離曲線、腎臓における濃縮率・再吸収率、暖かさの指数、生態系内の物質循環とエネルギーの流れなどについては、問題集や過去のセンター試験などを用いて十分に問題演習を行い、計算問題に対応できるようにさせておきたい。

今年度は考察問題とともに、図から選択肢の正誤を判断する問題が出題された。来年度以降も、図や表などの資料にもとづいて選択肢の正誤を判断する問題や、実験結果などにもとづいて考察する問題が出題される可能性がある。このような問題では、設問文や選択肢の文意を理解するとともに、与えられたデータ(図・表など)を正確に読み取り、論理的に思考する力が要求される。計算問題と同様に、問題集や過去のセンター試験などを用

いて十分に問題演習を行い、対応できる力をつけさせるようにしたい。

2

センター試験「生物」

(1) 総括

「生物」のセンター試験は、大問数は6題(7題のうち第6問と第7問はいずれか1問を選択する選択問題)で、マーク数は34であった。昨年度より問題の総ページ数、問題文の行数、図と表の数、総選択肢数がいずれも増えたため、全体的な分量は増加した。平均点は61.4点で、昨年度より7.6点低くなった。

必答問題の第1問から第5問は、「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1題ずつ出題されており、配点は各18点であった。また、すべてA・B分けになっており、各分野から幅広く出題された。選択問題の第6問と第7問は、第6問が「生命現象と物質」の分野から、第7問が「生態と環境」と「生物の進化と系統」の分野からの出題であり、配点は各10点であった。

問題内容の割合は、知識問題がおよそ5割、知識を要する考察問題がおよそ3割、考察問題がおよそ2割であり、昨年度とほぼ同じ傾向であった。また、昨年度に比べて選択肢の数が4個の設問が大幅に減少(昨年度はマーク数13→今年度はマーク数7)し、代わりに、選択肢の数が6個以上の設問が増加(昨年度はマーク数14→今年度はマーク数18)した。また、解答に時間を要すると思われる考察問題が多く、全体の難易度は昨年度よりもやや難化した。なお、以下に示す正答率は河合塾の答案再現データ(受験者1219名、平均点69.4点)の結果である。

(2) 設問別分析

第1問 生命現象と物質

(配点18点)

Aはタンパク質の構造と機能に関する知識問題、BはDNAの複製と遺伝子の発現に関する知識問題と考察問題である。第1問の平均点は11.1点(得点率61.6%)で、必答問題5題の中で最も低かった。問1はインスリンに関する知識問題、問2は免疫に関与するタンパク質に関する知識問題である。問3は酵素に関する知識問題で、成績上位層と下位層で正答率に大きな差があった(上位層93.1%、下位層33.7%)。問4はDNAとRNAに関す

る知識問題である。問5は塩基どうしの相補性に関する知識を要する考察問題（出題例3）である。正答率は28.1%で全設問中最も低く、また、成績上位層と下位層で正答率に大きな差があった（上位層44.7%，下位層7.8%）。問6は選択的スプライシングに関する知識を要する考察問題であり、成績上位層と下位層で正答率に大きな差があった（上位層87.4%，下位層36.3%）。

問 5 下線部③に関連して、次の文章中の に入る数値として最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。

ある mRNA 前駆体の塩基組成を調べると、この RNA を構成する全塩基に占めるシトシンの数の比率は 15 % であることが分かった。また、この RNA のもととなった転写領域の 2 本鎖 DNA の塩基組成を調べると、その 2 本鎖 DNA を構成する全塩基に占めるシトシンの数の比率は 24 % であることが分かった。このとき、この RNA を構成するグアニンの数の比率は % である。

① 12	② 15	③ 24
④ 26	⑤ 33	⑥ 36

出題例 3

第2問 生殖と発生

(配点18点)

Aは両生類の発生に関する知識問題と考察問題、Bは被子植物の生殖に関する知識問題と考察問題であった。

第2問の平均点は12.5点（得点率69.6%）であった。問1は両生類の原基分布図に関する知識問題で（啓林館『生物 改訂版』p.153）、成績上位層と下位層で正答率に大きな差があった（上位層82.5%，下位層29.0%）。問2は両生類の原腸胚期における外胚葉領域に生じる変化のしくみに関する考察問題で、2つの正解のうち一方の正答率は低く（46.7%）、もう一方の正答率は非常に高かった（91.0%）。問3は花粉管が胚のうへ誘引されるしくみに関する考察問題である。問4は被子植物の生殖に関する知識問題で、成績上位層と下位層で正答率に大きな差があった（上位層90.5%，下位層31.1%）。

第3問 生物の環境応答

(配点18点)

Aは筋収縮に関する知識問題と考察問題、Bは植物ホルモンと植物の病害抵抗性に関する知識問題と考察問題であった。第3問の平均点は11.3点（得点率62.9%）で、必答問題5題の中で2番目に低かった。問1は筋収縮のしくみに関する知識問題で、成績上位層と下位層で正答率に大きな差があった（上位層87.4%，下位層35.2%）。問2は筋収縮に関する知識を要する考察問題で、正答率

は低く、成績上位層と下位層で正答率に大きな差があった（上位層47.5%，下位層11.9%）。問3は筋収縮のしくみに関する知識問題で、成績上位層と下位層で正答率に大きな差があった（上位層77.0%，下位層19.7%）。問4は植物ホルモンに関する知識問題で、正答率は高かった。問5は植物の病害抵抗性に関する考察問題で、正答率は低く、成績上位層と下位層で正答率に大きな差があった（上位層66.4%，下位層19.2%）。

第4問 生態と環境

(配点18点)

Aは生態系の窒素循環と物質生産に関する知識問題と考察問題、Bはカッコウの托卵と生物多様性に関する知識問題と考察問題であった。第4問の平均点は14.2点（得点率79.1%）で、必答問題5題の中で最も高かった。問1は窒素固定と共生に関する知識問題で、正答率は非常に高かった。問2は物質生産に関する知識を要する考察問題で、成績上位層と下位層で正答率に大きな差があった（上位層85.2%，下位層23.8%）。問3は総生産量に関する知識を要する考察問題、問4はカッコウの托卵に関する知識を要する考察問題であり、ともに正答率は高かった。問5は生物多様性に関する知識問題である。

第5問 生物の進化と系統

(配点18点)

Aは分子進化と集団遺伝に関する知識問題と考察問題、Bは植物の系統と適応に関する知識問題と考察問題であった。第5問の平均点は12.9点（得点率71.8%）で、必答問題5題の中で2番目に高かった。問1は鎌状赤血球貧血症の遺伝子頻度に関する知識を要する考察問題で、成績上位層と下位層で正答率に大きな差があった（上位層88.4%，下位層26.4%）。問2は塩基配列における分子時計に関する知識を要する考察問題である。問3は突然変異に関する知識問題で、成績上位層と下位層で正答率に大きな差があった（上位層75.2%，下位層25.9%）。問4は植物の適応に関する考察問題で、正答率は高かった。問5は植物の系統に関する知識問題で、中学校の理科の知識で解けるので、正答率は高かった。問6は適応放散に関する知識問題で、成績上位層と下位層で正答率に大きな差があった（上位層77.5%，下位層25.9%）。

第6問 生命現象と物質
(配点10点)

遺伝子を組み込んだプラスミドが導入された大腸菌だけを選別する遺伝子組換え実験に関する問題である。第6問の平均点は7.6点(得点率75.5%)であった。問1は組換えDNA実験に用いられる酵素に関する知識問題であり、正答率は高かった。問2はプラスミドを用いた形質転換操作に関する知識を要する考察問題で、正答率は高かったが、成績上位層と下位層で正答率に大きな差があった(上位層97.1%, 下位層41.1%)。問3は遺伝子組換え大腸菌に関する知識を要する考察問題(出題例4)で、成績上位層と下位層の正答率に最も大きな差があった(上位層76.5%, 下位層8.9%)。

生物学の研究において、(a)遺伝子組換え技術は重要な手法の一つである。目的の遺伝子を組み込んだ遺伝子組換え用プラスミドを大腸菌に取り込ませる形質転換操作を行う場合、全ての大腸菌にプラスミドが導入されるわけではない。そこで、細菌の生育を阻害する抗生物質に対する耐性遺伝子をプラスミドに組み込むことで、プラスミドが導入された大腸菌のみを抗生物質によって選別することができる。遺伝子組換え大腸菌を作製するため、実験1を行った。

実験1 大腸菌培養用の液体培地、寒天、および抗生物質のアmpシリン、カナマイシンを用いて、寒天培地A～Cを作製した。寒天培地Aには抗生物質が含まれておらず、寒天培地Bにはアmpシリンが、寒天培地Cにはカナマイシンが含まれている。また、遺伝子組換え用プラスミドとして、図1に示すプラスミドX～Zを準備した。これらのプラスミドには、アmpシリン耐性遺伝子、カナマイシン耐性遺伝子、緑色蛍光タンパク質(GFP)遺伝子のうちの2種類が組み込まれている。これらの遺伝子はいずれも、大腸菌内で常に発現を誘導するプロモーターに連結されている。

大腸菌の膜の透過性を高め、プラスミドを取り込みやすくする溶液で大腸菌を処理した後、遺伝子組換え用プラスミドを用いて形質転換操作を行った。また対照実験として、形質転換操作にプラスミドを用いないものも実施した。これらの形質転換操作を行った大腸菌を、それぞれの寒天培地上に塗布し、恒温器で一日培養したところ、表1の結果が得られた。ただし、寒天培地に塗布した大腸菌数は、いずれの場合でも等しいものとする。



図 1

表 1

形質転換操作に使用したプラスミド	寒天培地 A (抗生物質なし)	寒天培地 B (アmpシリン含有)	寒天培地 C (カナマイシン含有)
プラスミドなし	+	—	—
プラスミド X	+	+	+
プラスミド Y	+	—	+
プラスミド Z	ア	イ	ウ

+: コロニーあり, —: コロニーなし

問 3 実験1で生じた大腸菌のコロニーについて、GFPの検出に適した条件で観察したときの記述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、形質転換操作を行っていない大腸菌は、緑色の蛍光を発しないものとする。 3

① プラスミド X を用いた場合、寒天培地 A では、全てのコロニーが緑色の蛍光を発する。

- ② プラスミド X を用いた場合、寒天培地 B では、ごく一部のコロニーのみが緑色の蛍光を発する。
③ プラスミド Y を用いた場合、寒天培地 A では、全てのコロニーが緑色の蛍光を発する。
④ プラスミド Y を用いた場合、寒天培地 A では、緑色の蛍光を発するコロニーは存在しない。
⑤ プラスミド Y を用いた場合、寒天培地 C では、全てのコロニーが緑色の蛍光を発する。

出題例 4

第7問 生態と環境・生物の進化と系統
(配点10点)

学名と縄張りに関する知識問題と、雌による繁殖相手の選び方の進化に関する考察問題であった。第7問の平均点は7.6点(得点率75.5%)であった。問1は生物の分類階級と二名法による学名に関する知識問題である。問2は縄張りに関する知識問題であり、正答率は高かった。問3は仮説を検証するために行われた実験の結果を考察する問題(出題例5)であり、示された仮説が正しかった場合に想定される実験結果を考えるという、比較的新しい傾向の考察問題であった。

マダラヒタキ(以後、マダラとよぶ)とシロエリヒタキ(以後、シロエリとよぶ)はヨーロッパなどで見られる小形の鳥類である。(a)マダラの学名は *Ficedula hypoleuca* であり、シロエリの学名は *Ficedula albicollis* である。これらの種では、繁殖期になると雄は、(b)縄張りをつくり、雌が雄を選ぶことによってつがいを形成し、繁殖を行う。(c)マダラとシロエリの種分化には、両種の祖先が氷河期に経験した地理的隔離が関わっている。

問 3 下線部(c)に関連して、マダラとシロエリの現在の分布域は、一部が重なっている。図1のように、分布が重ならない地域(異所的分布域)の、黒色の目立つマダラの雄(黒型雄)はシロエリの雄とよく似ている。一方、分布が重なる地域(同所的分布域)のマダラの雄の体色は茶色が目立つ(茶型雄)。また、マダラとシロエリの交配によって生まれた雑種個体の繁殖力は低い。これらのことから次の仮説を立てた。

「同所的分布域のマダラの雌はシロエリの雄とマダラの黒型雄との区別ができない。そのため、同所的分布域のマダラの雄ではシロエリの雄と間違われなような茶色の体色が進化し、同所的分布域のマダラの雌では茶型雄を選ぶような好みが進化した。」

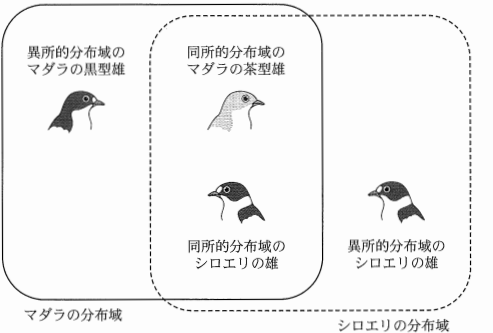


図 1

この仮説を検証するために、マダラの雌に異なるタイプの雄を選ばせる実験1～3を行った。

実験1 異所的分布域のマダラの雌9羽のそれぞれに、マダラの黒型雄1羽と茶型雄1羽を同時に提示し、どちらかの雄を交配相手として選ばせた。黒型雄を選んだ雌は8羽、茶型雄を選んだ雌は1羽であった。

実験2 同所的分布域のマダラの雌12羽のそれぞれに、マダラの黒型雄1羽と茶型雄1羽を同時に提示し、どちらかの雄を交配相手として選ばせた。黒型雄を選んだ雌は「ア」羽、茶型雄を選んだ雌は「イ」羽であった。

実験3 同所的分布域のマダラの雌12羽のそれぞれに、マダラの黒型雄1羽とシロエリの雄1羽を同時に提示し、どちらかの雄を交配相手として選ばせた。マダラの黒型雄を選んだ雌は「ウ」羽、シロエリの雄を選んだ雌は「エ」羽であった。

実験1～3の結果は、仮説を支持するものであった。上の文章中の「ア」～「エ」に入る数値の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑨のうちから一つ選べ。 3

	ア	イ	ウ	エ
①	2	10	2	10
②	2	10	10	2
③	2	10	6	6
④	10	2	2	10
⑤	10	2	10	2
⑥	10	2	6	6
⑦	6	6	2	10
⑧	6	6	10	2
⑨	6	6	6	6

出題例5

(3) 学習対策 (指導上のポイント)

センター試験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は少なく、文章選択肢で、その正誤を判定するような形式のことが多い。したがって、単なる用語の丸暗記だけではほとんど対応できない。教科書の内容や用語の意味を正しく理解させ、定着させるようにしたい。さらに、他の事項との関連性なども理解させるようにしたい。このためには、センター試験の過去問やセンター試験向けの問題集などを用いて、十分に問題演習を行わせることが有効である。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。

センター試験の考察問題では、実験の内容などを読み取る読解力と、グラフや表のデータなどを解釈する考察力・分析力が要求される。このような力を身につけるためには、やはり、センター試験の過去問やセンター試験向けの問題集などを利用して、問題演習を十分に行わせておくことが有効である。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

旧帝大などの難関大の難易度は、昨年度と比べて、東

京大、東京医科歯科大、早稲田大(理工)などでは難化し、東北大、筑波大、浜松医科大などでは易化し、北海道大、名古屋大、京都大、大阪大、広島大、九州大、千葉大、横浜市立大、静岡大、岐阜大、大阪市立大、神戸大、岡山大、慶應義塾大(医)、東京慈恵会医科大、立命館大、同志社大、関西大、関西学院大などでは変化がなかった。このように、昨年度と比べて難易度が変化した大学が少なく、ほとんどが昨年度とほぼ同じ難易度であった。

出題分野は、昨年度と同様「遺伝子」が非常に多く見られ、また、他の分野との融合問題としての出題も多い。ここ数年この傾向が続いている。内容に関しては、これまで出題が多かった遺伝子発現の調節やバイオテクノロジーよりもDNAの複製・転写・翻訳の内容が多く見られた。「遺伝」については、一昨年度に出題が激減したためか、昨年度はそれ以前と同程度まで出題が増加し、胚乳の遺伝やライオニゼーション、他分野との融合問題(ABCモデルなど)など、多くのタイプが出題されたが、今年度はまた激減した。大問1題すべて「遺伝」の問題になっているものはほとんどなく、他の分野の大問中に小設問1問程度含まれているものであった。「発生」については、昨年度より出題が多く見られたが、どのように出題されるかが注目されている母性効果因子や背腹軸の決定、および、神経誘導の分子機構などは、昨年度と同様に今年度もあまり出題されなかった。また、『生物基礎』の範囲となって以降、出題が減少していた「体液・循環」、「恒常性」、「遷移」の出題が増加した。その他、「膜タンパク質」、「免疫」などの出題も増加したが、昨年度、一昨年度と出題が多かった青色光受容体(フォトリポピン)は今年度はかなり減少した。新課程入試となって4年目を迎えた今年度では、新課程で新たに扱われるようになった内容の出題が落ち着いてきたようである。

(2) 2018年度で注目される出題項目

「免疫」の分野は、教科書の改訂によりこれまでより教科書で詳しく扱われるようになった(啓林館『生物基礎 改訂版』p.140～157)。大阪大では、B細胞の抗原認識の詳しいしくみが知識問題として出題された(出題例6)。また、愛知医科大では、抗原あるいは抗体の存在を検出・定量するELISA法が出題された(出題例7)。

(啓林館『生物 改訂版』p.47にB細胞受容体について書かれている。)

ヒトは、細菌やウイルスなどの病原体の侵入に対して、これを排除して体を防御する（生体防御と呼ぶ）ために、免疫というしくみを備えている。免疫の特徴のひとつは、大部分の病原体を特異的に認識して排除できることであり、これには、抗体が重要な役割を果たす。ある病原体が侵入すると、その病原体の成分と特異的に結合する抗体を産生することができる細胞が、細胞分裂によって増加し、生体防御に十分な量の抗体を産生するに至る。この他、ある病原体に感染し、重い症状が出たとしても、同じ病原体に二度目に感染した時には、症状が著しく軽いという特徴があり、免疫記憶と呼ばれる。

問 5 下線部①について、ある抗原と結合する抗体を産生する細胞が、その抗原を認識する方法を2行以内で述べよ。

大阪大

出題例6

病原体を認識し特異的に結合する抗体は次のような手順で検出することができる。まず、病原体抗原を小さな試験管（クエル）の底に結合させる（図1-①）。検査対象のヒト血清をクエルに加え、その抗原と反応させると、病原体抗原を特異的に認識する抗体（病原体特異的抗体）は結合するが、認識しない抗体は結合しない（図1-②）。抗原に結合しない抗体を洗い流した後、抗原に結合した抗体を、ヒト免疫グロブリンを認識する抗体（二次抗体）で検出する（図1-③）。この時、二次抗体に酵素Eを化学的に結合させておくと、酵素Eに対する基質Sを加えることにより、生成物Pが産出される。生成物Pを検出することにより、病原体特異的抗体がわずかな量であっても高感度で調べることができる。このような方法を ELISA 法（Enzyme-Linked Immunosorbent Assay）という。

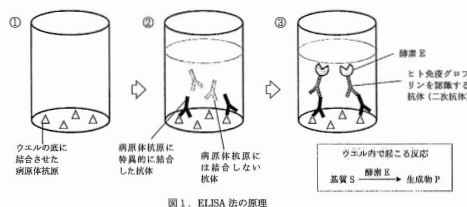
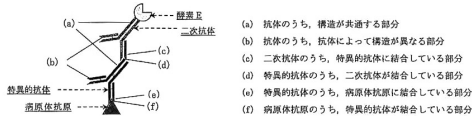


図1. ELISA法の原理

図2. ELISA法において形成される複合体（病原体抗原-病原体特異的抗体-酵素を結合させた二次抗体）を図2に模式的に示す。図2の(a)～(f)のうち、エドープとなっている部分はどれか、すべて選び、記号で記せ。ただし、右の(a)～(f)の説明は、それぞれ図2の(a)～(f)に対応している。



愛知医科大

出題例7

発展的な内容として「神経」の分野で、刺激電極の+、-のつなぎ方を逆にした場合に、発生する活動電位のちがいを説明する問題が浜松医科大で出題された（出題例8）。刺激電極の+極では膜電位が低下しており、活動電位が発生しにくくなることから考えるのであるが、この内容を学習したことがないと解答するのが難しい。

実験1 トノサマガエルの座骨神経標本を用いて、電気刺激により生じた複合活動電位を細胞外記録法により記録し、その性質を調べる実験を行った。図4は、実験に用いた標本および電極の配置の模式図である。電極箱内に5mmの等間隔で配置された銀線上に、座骨神経とその支配筋の1つである腓腹筋がつながった神経筋標本をのせた。各銀線は独立しており、相互に接触はない。図4のaに刺激電極の+電極を、bに-電極をつないで（実線部）、bにaよりも低い電位を生じさせることにより刺激を行い、cとdにつないで記録電極で興奮の伝導を記録した。なお、cに記録電極の-電極を、dに+電極をつないで、両電極間の電位差(d-c)をモニターのチャンネル1に表示されるようにした。さらに、与えた刺激の大きさを確認するため、別の記録電極を刺激電極と同じaとbにつなぎ（点線部）、モニターのチャンネル2に表示されるようにした。また、興奮していない部分の標本と銀線の電位を一定にするための基準電極を、Eにつないだ。

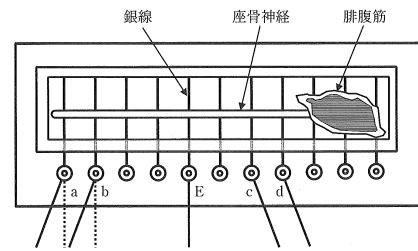


図4 電極箱内の配線および神経筋標本の配置

刺激時間を0.1ミリ秒に設定して、刺激の強さを徐々に増やしていくと、ある程度の強さの刺激を加えたところで、図5のような波形が記録された。①の波形は、刺激電極に加えた電位差が神経束表面を伝わって直接記録電極に記録されたことによるもので、②の波形が複合活動電位である。チャンネル1の破線は電位差0の基準を示す。

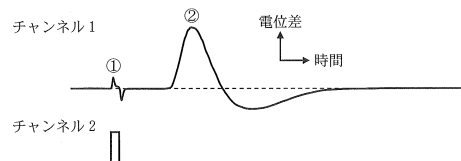


図5 記録された波形の例

・・・（途中省略）・・・

実験3 複合活動電位の振幅が中程度となる刺激の強さで、刺激電極のつなぎ方を逆にした。すなわち、aに-電極を、bに+電極をつないで、aにbよりも低い電位を生じさせることにより刺激した場合の波形の変化を記録すると、図7の実験結果が得られた。

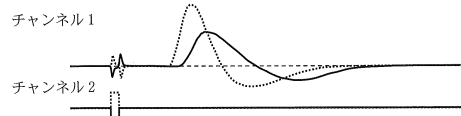


図7 刺激電極をつなぎ換える前（点線）と、逆向きにつなぎ換えた後（実線）に得られた波形。刺激の強さはどちらも同じ。

問 5 電極を逆につなぎ換えて同じ強さの刺激を加えたことで記録された複合活動電位の、立ち上がりまでの時間と振幅が変わった理由をそれぞれ説明せよ。

浜松医科大

出題例8

また、新しい内容としては、ノーベル賞を受賞した「オートファジー」の内容が名古屋大、立命館大などで出題された（出題例9）。いずれも、用語を問う程度の問題であった。

細胞が飢餓状態におちいると、タンパク質を分解して、細胞内でタンパク質をリサイクルするしくみが活性化される。このような現象を(ア)と呼び、これは(イ)という細胞小器官に含まれるタンパク質分解酵素によって行われる。大隅良典博士は、酵母を使って(ウ)の分子メカニズムを解明し、2016年にノーベル生理学・医学賞を受賞した。

設問(4)：空欄(ウ)～(イ)に入る適切な用語を記入せよ。

名古屋大

出題例9

最も注目すべきは、入試改革の方向性をふまえた問題で、実験を設定する思考問題が大阪大で、自由な発想で

仮説を考える問題が東京大(出題例10)で出題された。今後、このような問題が増えることが予想されるが、作題が難しく、また採点も難しく時間がかかるので、どの程度まで増加していくのか注目される。

G 高温で伸長が促進される性質は、胚軸だけでなく、茎や葉柄でも見られる。この性質が自然選択によって進化したとすれば、それはどのような理由によるだろうか。自由な発想で考え、合理的に説明できる理由の1つを3行程度で述べよ。

東京大

出題例10

(3) 学習対策(指導上のポイント)

新課程になって教科書に高度な内容や詳しいしくみが記載されるようになり、そのような「高度な内容」が入試でどのように出題されるか注目されていた。新課程入試になって4年間の入試問題を見ると、「遺伝子」の分野を除けば高度な発展的内容からは量的にそれほど多く出題されていないと感じられた。したがって、やはり重要なのは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見られるので、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」については、高度な内容を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。さらに、近年の入試の出題状況を十分に分析して、担当されている生徒の志望する大学の入試によく出題される内容を重点に指導し、出題されない内容についてはあまり深入りし過ぎないようにしたい。そして、「発生」および「神経」の分野の中で、新課程になって新たに扱われるようになったが入試であまり出題されていない発展的な内容については、この4年間の入試の出題状況から判断して、扱う内容を吟味することが必要になるだろう。

また、「遺伝」は教科書での扱いは少なくなっているが、旧課程の頃と同様の内容まで扱い、演習も積ませたい。特に伴性遺伝については、その知識が必要とされる問題が出題されており、十分な演習が必要である。

このように、学習する分量が多く、内容も深いため、指導には多くの時間が必要となる。これを4単位という限られた時間内で指導するためには、上述したように、教科書に記載された内容をどの程度まで教えるかを吟味し、入試の出題状況をふまえたうえで、各分野を balan

スよく扱うことが重要となるだろう。

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仕方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・現役生のセンター講座からハイレベル講座まで幅広く担当する。教材では、生物基礎センター試験対策テキスト(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、生物基礎全統マーク模試および全統記述模試の作成チーフを務め、名大入試オープンの作題も担当している。

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),

「2018センター試験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

センター試験「地学基礎」

(1) 全体の傾向

昨年度4つに増えていた大問数が3つに戻ったが、第1問の中間数が4つもあった。例年、分野別配点割合は教科書の記載分量と概ね同じく、「固体地球、変動、地史」:「大気と海洋」:「宇宙」が2:1:1程度であるが、今年度は「宇宙」分野が少なかった。随筆を引用した第2問が目新しい印象ではあったが、全体的な出題内容に変化があったわけではない。解答までの思考ステップが必要な出題が複数ある一方、解答に悩みやすい正誤問題や、苦手な受験生が多いであろう計算要素は昨年度よりも減少し、いずれも今年度は1題のみであった。全体の難易度としては昨年度と同程度かやや易化したといえる。

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の内容と設問数は得点率に影響するだろう。「地学基礎」初年度である2015年度は3文の正誤で8択の問題が複数出題され（通常の選択問題も選択肢が多く）、受験生を驚かせた。難度が高く平均点が低い2015年度の出題と、翌年2016年度の大幅な易化から、その後の難易のぶれが心配されていたが、今年度まで設問傾向も難易度も2016年度と同程度で続いており、選択肢は主に4択で最大6択、正誤問題では最大4択となっている。今年度の平均点は昨年度から1.63点増の34.13点で、33.90点の2016年度よりもわずかに高かった。

(2) 設問別分析

第1問 (1~8)

A: 地球の内部構造と緊急地震速報に関する問題。図の選択、正誤選択、グラフの読み取りと計算、といったバリエーションに富む出題。

B: ルートマップと地質断面図を読み取る問題。問題を整理して考えることが必要であった。

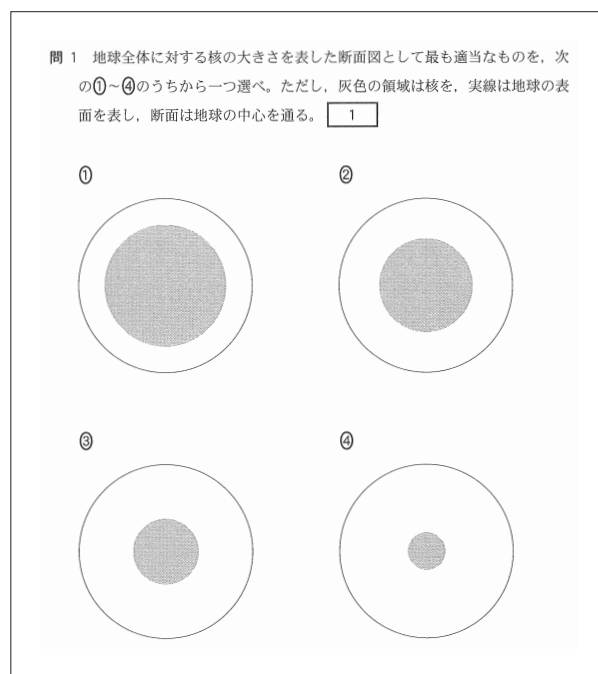
C: 火成岩と造岩鉱物に関する問題。色指数の意味か

ら造岩鉱物の分類までの知識に加え、図を読み取る力が求められた。

D: 変成岩について基礎知識を問う問題。

— A —

問1は地球全体に対する核の大きさについて、断面図を選ぶ問題（出題例1）。

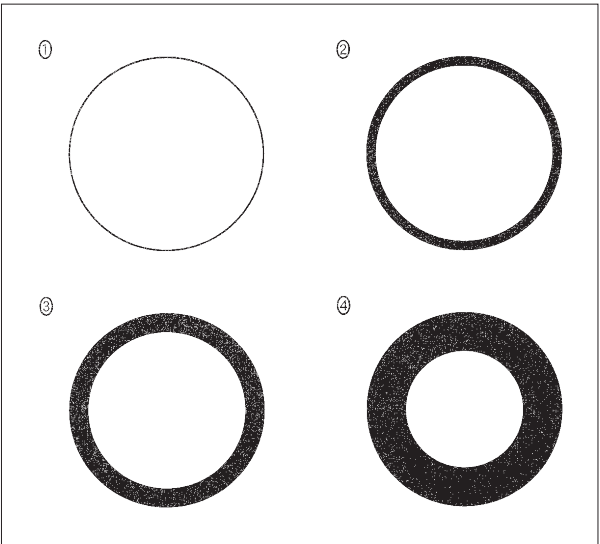


出題例1

地球の層構造については、各層の境界の深さは教科書において図と共に示されている（啓林館『地学基礎 改訂版』p.9）。したがって、学習段階で、値を覚えるだけでなく視覚的にも捉えることができているはずであり、定規を用いて確認することはできないが、②を選ぶことは容易だろう。逆にいえば、学習においては用語や数値を覚えておけばよいということではなく、教科書などで示されている図等を用いて、空間的なイメージを持てるようにしておきたい。

この問題が内核を問うものであれば、難度が上がり、③と④の判断がつかない受験生が増えただろう。また、過去には、2006年度の「地学Ⅰ」追試験で、平均的なリソスフェアの断面を選ぶ問題として同様の出題があっ

た（過去の出題例1）が、リソスフェアを地球全体の断面の中で示す図を見る機会がほとんどなく、あっても模式的に厚く描かれてしまうため、こちらは値から図を考える問題として、今年度よりも難度は高かったといえる。このような過去問に触れたことのある受験生には、今年度の問題は既視感があり、取り組みやすかっただろう。



過去の出題例1

問2は地殻とマントル、リソスフェアとアセノスフェアについての基礎知識を問う正誤問題。aについては、やわらかさという、リソスフェアとアセノスフェアの区分そのものを問う最も簡単な設問であり、さすがに誤文とされていた。既出ではあるが、マントルやモホロビッチ不連続面（モホ面）との関係を問う問題となると迷う受験生は増えただろう。bはモホ面の深さを問うもので、本来であれば、アイソスタシーと関連させて学習すべき内容である。実際、教科書において、モホ面の深さについての記載は発展項目内にある。「地学基礎」では地殻について物質と厚さのみを扱うため、本文中に記載のない内容を、教科書の図（啓林館『地学基礎 改訂版』p.9）を用いて学習していることを前提に出題されていた。ここでも、視覚的に捉えておくことがポイントとなった。

問3は緊急地震速報を題材とした今年度唯一の計算問題。昨年度と似たグラフを用いた計算問題であるが、グラフをバツと見て地震波速度を求める問題と勘違いしてしまわないよう、問題をしっかりと読み、思考ステップを踏みたい。ここでは、グラフからP波到達までの時間を読み取る、大森公式から初期微動継続時間を求める、S波到達までの時間を求める、緊急地震速報受信からS波到達までの時間を求める、という手順で解答を導いた

め、昨年度よりもステップが増えた。緊急地震速報の仕組みを把握している受験生にとっては、P波観測～発信～受信～S波観測のタイムラグなどが気になる点かと思うが、ここでは「地震発生から受信まで」という示し方をされているため、それを気にすることなく考えることができただろう。

－ B －

問4は露頭図から地質構造の前後関係を読み取る問題（出題例2）。

ジオくんは、次の図2(a)に示したある地域の道路沿いの露頭Xから露頭Zまでの地質を調べた。露頭Xでは花こう岩と結晶質石灰岩を観察し、露頭Yでは図2(b)のスケッチを作成した。露頭Xの結晶質石灰岩は、露頭Yと同じ石灰岩が変成した岩石である。また、露頭Zでは露頭Yと同じ泥岩が露出していた。

図2 (a) 露頭Xと露頭Y、露頭Zの位置を示す図
(b) 露頭Yのスケッチ（露頭面は平面とする）

問4 上の図2(b)に示した露頭Yで観察された岩脈、不整合、褶曲が形成された順序として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 4

① 褶曲 → 不整合 → 岩脈

② 褶曲 → 岩脈 → 不整合

③ 不整合 → 褶曲 → 岩脈

④ 不整合 → 岩脈 → 褶曲

出題例2

図から、褶曲が不整合に切断され、それらを切断して岩脈が貫入していることが一目瞭然であり、解答は容易だっただろう。この問題のように、岩脈、不整合、褶曲、断層といった構造の切断関係から形成の前後関係を問う問題は過去にも何度となく出題されており、今年度のように順番に並べるだけの設問は、同じ内容の問題の中でも最も簡単なものであった。この地質構造の前後関係の読み取りに、昨年度や2016年度のように、地質時代や示準化石の知識、断層運動に関する知識が加わったり、文で示されて選択することになったりすると、難度が上がることになる。

問5は上述のように、地質の前後関係の読み取りに、古生物の知識が加わった問題である。問題文から判断できることは、石灰岩が白亜紀に花こう岩の貫入で結晶質石灰岩となり、不整合面上にはその花こう岩が礫として含まれていた。すなわち、石灰岩→花こう岩→不整合面

→泥岩の順で形成されたということである。したがって、出題内容自体はシンプルで、白亜紀の花こう岩の前後に堆積した石灰岩と泥岩から産出する化石はどれか、という問題である。しかし、この問題においては、ルートマップが示され、いちいち“露頭Xの”のような言葉が添えられていることで、混乱してしまった受験生もいただろう（出題例2,3）。

問 5 露頭 Y でみられた不整合面上の礫岩には、露頭 X の花こう岩が礫として含まれていた。また、露頭 X の花こう岩は白亜紀に形成されたことがわかっている。露頭 Y の石灰岩と露頭 Z の泥岩から産出する可能性のある化石の組合せとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

5

	露頭 Y の石灰岩	露頭 Z の泥岩
①	ピカリア	リンボク
②	ピカリア	モノチス
③	三葉虫	クックソニア
④	三葉虫	デスモスチルス

出題例 3

このような地層の対比は実際の野外調査で重要な過程であり、それを意識した出題であったと考えられるが、受験生にとっては、ただの意地悪のように感じられる設問となってしまうことは残念である。加えて、地質の連続性について理解のある受験生であれば、露頭 Y に見られる背斜構造から、どうして露頭 X に石灰岩と花こう岩の境界面が見られるのか理解に苦しんだだろう。また、露頭 Y において、少なくとも Z 方面には水平に続くと思われる不整合面が、露頭 Z では見られずに最上位の泥岩だけが露出していることから、露頭間の地質構造を考えて戸惑ったかもしれない。道路が X から Z にかけて上り坂になっているとすれば、最もシンプルに考えられるが、ルートマップにはスケールも標高変化の記載もなく、（意味づけという点を除けば、）露頭 X～Z という表記は全く意味を持たない。解答に際しては、いきなりリード文と図の解釈に取り組もうとせず、まずは問題全体を確認するほうがよい、という典型例だろう。

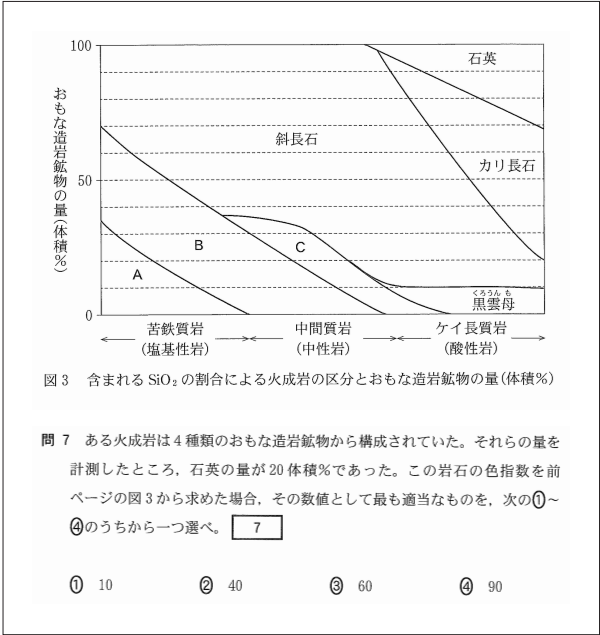
さて、設問に惑わされなかったとしても、古生物に関してのやや細かい知識は必要であった。頻出のピカリア、三葉虫の他に、リンボク、モノチス、クックソニア、デスモスチルスが出題されたが、特に中生代三疊紀（トリアス紀）の示準化石であるモノチスは教科書でも太字で示されているものではなく（啓林館『地学基礎 改訂版』p.94）、これらの用語が並ぶと、悩んでしまった受験生もいただろう。クックソニアは最初の陸上植物として名前を覚えることが多いと思うが、それが古生代（シ

ルル紀）のことであるという点も把握できているか。設問としては、紀までの知識は必要なく、まず頻出のピカリア（新生代）と三葉虫（古生代）で中生代白亜紀よりも古い三葉虫を選び、もう片方の 2 択で新生代のデスモスチルスを選ぶ、というものである。文字だけで示されるうえでは、ピカリアと、バージェス動物群の一員であるピカイア（古生代カンブリア紀）とを間違える、というミスにも注意したいところである。

－ C －

問 6 は造岩鉱物の組合せを選ぶ問題。教科書の図（啓林館『地学基礎 改訂版』p.46）で必ず確認しているはずの内容であり、容易に選べただろう。

問 7 は造岩鉱物の構成から色指数を問う問題。選択肢の関係で難度は低いが、無色鉱物と有色鉱物を区別できたうえで、図をきちんと読み取ることが求められる設問ではあった（出題例 4）。



出題例 4（問 6 は省略）

まず、この図において、造岩鉱物の割合を縦に読み取るとは、学習段階で把握しておきたい。そのうえで、石英が 20 体積%ということは、カリ長石 35 体積%、斜長石 35 体積%、黒雲母 10 体積%のケイ長質岩ということが判断できる。色指数とは有色鉱物の体積%なので、この中で唯一の有色鉱物である黒雲母の体積%から、10 を選ぶことができる。

ここで、問題文に図 3 から求めることが明記され、かつ選択肢に 80 がないということは、石英を除いた残り 80 が解答である、という短絡的なミスをせず思考させるための配慮であろうと考えられる。一方で、石英が 20 体積%も含まれる火成岩はケイ長質で色指数が小さ

い、ということは（高校地学範囲の）火成岩に関する基本的な知識でもあり、10の次が40という今回の選択肢では思考させる必要がなくなってしまい、受験生によっては、一応確認のために設問に従って図を見てみる、という形になってしまっただろう。現行センター試験ではできないが、これが色指数そのものを値として答える問題だったらよかったと感じる。

－ D －

問8は変成作用と変成岩に関する基本事項について、誤っているものを選ぶ問題（出題例5）。

問8 変成作用およびそれによって生じる岩石について述べた文として、誤っているものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 8

- ① 結晶片岩では、変成鉱物が一方向に配列した組織が見られ、面状にはがれやすい。
- ② 接触変成作用は、マグマとの接触部から幅数十～数百 km にわたっておこる。
- ③ 片麻岩は鉱物が粗粒で、白と黒の縞模様しまようが特徴である。
- ④ ホルンフェルスは硬くて緻密である。

出題例5

この分野については、変成条件が地学基礎の範囲外となったこともあり、「泥岩が接触変成作用を受けるとホルンフェルス…」というように、原岩・変成作用・変成岩・組織をセットにして覚えることが学習のポイントになってしまっている感がある。過去にも、今年度の選択肢①や③、④のような変成岩の組織に関する出題は多く見られたが、変成作用がおよぶ具体的な範囲については、あまり言及されてこなかったように思う。他の選択肢で基本事項が述べられていることから解答の判断はできると思うが、どれだけの受験生が確信を持って選べただろうか。地学という科目は対象とする現象の時間的・空間的な幅が非常に大きく、捉えにくいものが多いこともあり、「広域」や「高温」といった言葉の範囲も分野によって異ってくる。そこでは、やはり用語の確認よりも、各々の現象のスケール感を、イメージとして持たせてあげたいところである（そこから興味、探究へとつなげていきたいところでもある）。教科書では接触変成作用について、「接触部から幅数十～数百 m にわたって」と記載されており（啓林館『地学基礎 改訂版』p.74）、そのイメージを持てていれば、②がkmの点で異なると判断できただろう。

第2問（9～12）

寺田寅彦の随筆を引用した、身近な現象と気象現象や自然災害を結びつけて解答させる問題。主には大気

海洋分野の内容であるが、分野横断的な出題で、広く現象の仕組みを理解していることが求められた。今後の「大学入学共通テスト」に向け、新たな傾向を意識した出題と思われるが、設問自体は知識主体のものであった。

問1は湯気についての説明文を選ぶ問題（出題例6）。

問1 上の文章中の ア に入れる語句として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 9

- ① 熱い水蒸気が冷えて、小さなしずくになったのが無数に群がっているの
で、ちょうど雲や霧と同じようなもの
- ② 熱い湯から立ちのぼった気体が光を反射したもの
- ③ 熱いところと冷たいところとの境で光が曲がるために、光が一様にならず
ちらちらと目に見える、ちょうどかげろうと同じようなもの
- ④ 小さな塵ちりが群がり粒の大きい塵ちりとなったのがちらちらと目に見えたもの

出題例6

中学理科の知識があれば湯気は水滴であり、雲や霧と同じようなものであると判断でき、迷わず①の正答が選べるだろう。「地学基礎」を学習してきた受験生にとって②～④の選択肢は唐突かつ強引に感じ、むしろ思考に至らなかったのではないか。現象の本質に目を向けさせる設問にするのであれば、目新しさはないが、「なぜ湯気が“立ちのぼる”のか」、「なぜ湯の面からなのか」、「湯気はなぜすぐ消えるのか」といったような部分を考えさせ、そこにさらに自然現象を引っ張ってくる形で、同じ引用文からでも展開できただろう。

問2は湯が表面から冷える過程を問う選択問題。可視光線、紫外線、二酸化炭素、潜熱という用語が並べられ、地球のエネルギー収支分野での学習（啓林館『地学基礎 改訂版』p.120～122）と思考をリンクさせるねらいが見える出題である。湯の表面が熱を放出するしくみを選べばよいので、①可視光線の反射では熱の収支はない、②湯から紫外線の放射はない、③二酸化炭素は温室効果ガスであるがその放出で物体が冷えるわけではない、④湯の蒸発時に表面から熱が奪われるので正しい、ということが容易に判断できるだろう。この分野については、2016年度に大問中3つの小問で、紫外線について、放射と温室効果について、潜熱について、それぞれを問う出題があり、今年度はこれらの内容をまとめて知識選択として1つの小問にした印象であった。

問3は温度差による対流現象について、誤ったものを選ぶ問題（出題例7）。

問 3 前ページの下線部①に関連して、温度差をおもな原因とする鉛直方向の動きが、全体の動きを駆動している現象として適当でないものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 11

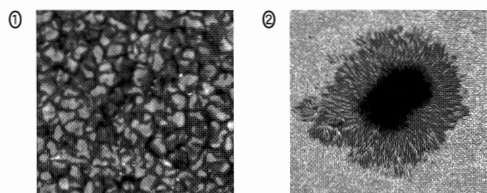
- ① 海洋の深層循環 ② 続成作用
③ 粒状斑 ④ ハドレー循環

出題例 7

①海洋循環、②堆積岩の形成、③太陽の表面構造、④大気循環、のそれぞれについての知識を問われる分野横断的な出題であった。ただ、「温度差をおもな原因とする鉛直方向の動き」とされている中で、堆積物が堆積岩になる過程である②続成作用は、あまりに異質な選択肢であり、結果として、ただ用語の意味を知っているかどうかの問題となってしまった感がある。その点で解答の選択は容易であったが、①海洋の深層循環は教科書において（啓林館『地学基礎 改訂版』p.135）、温度や塩分の違いが水塊の密度差を生じさせ、鉛直方向の流れをもたらし、と説明されていることから、問題文の「おもな」の度合いが気になった受験生はいただろう。選択肢全体の程度問題を超越して「誤り」であると判断させるためには、突飛な選択肢も必要だということだろうか。

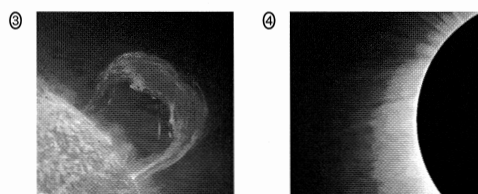
設問の意図としては、分野ごとに切り離して現象を覚えるのではなく、それぞれの現象の本質を理解し、思考できる能力を養いたい、ということであろう。もしここに選択肢を加えるのであれば、マントル対流あたりであろうか。ただし、複雑系である自然現象をシンプルなモデルで理解することは重要であるが、同時に、本来は複雑系であることは学習段階で示しておきたいところでもある。また、例えば③の粒状斑は、太陽表層の対流の渦であると教科書の本文や図のキャプションで説明されており（啓林館『地学基礎 改訂版』p.168）、昨年度に写真と説明文の選択問題として出題されたが（過去の出題例 2）、現象の様子を捉えて理解を深めるためにも、画像と説明だけでなく映像も活用した学習を行いたい。

問 1 太陽の表面と外層の構造に関する写真の説明文として誤っているものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 11



① 太陽内部の対流によってつくられる太陽表面の構造である。

② 周りより温度が高いため黒く見える太陽表面の構造である。



③ 光球の外側にガスが噴出した巨大な構造である。

④ 彩層の外側に存在する 100 万 K 以上の高温な気体からなる構造である。

過去の出題例 2

問 4 は上昇気流や渦がもたらす現象や自然災害についての問題（出題例 8）。

問 4 著者はこの随筆の別の箇所、茶碗の湯から湯気が渦を巻きながら立ち上る様子について記述している。このことに関連して、上向きの流れや渦がもたらす現象や自然災害について述べた文として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 12

- ① オゾンホールは、渦を伴う上昇気流がオゾン層に穴をあけることで発生することが多い。
② 親潮は、台風の渦による気圧の変化や海水の吹き寄せによって生じる。
③ 火砕流は、火山噴火に伴う火山灰が成層圏まで達するような強い上向きの流れである。
④ 積乱雲は、強い上昇気流を伴い激しいわか雨や雷雨をもたらしることがある。

出題例 8

随筆の内容に関連させた設問にはいるが、①オゾンホール、②親潮、③火砕流、④積乱雲、のそれぞれについての説明文から適当なものを一つ選ぶ、オーソドックスな問題であった。このような選択問題では、途中まで正しくても一部に誤りがあるような文に惑わされることが多いが、ここでは①～③の誤答選択肢に紛らわしいものがなかった。

強いというなら、オゾンホールは地上で放出されたフロンを原因として発生する、とだけ認識していた場合、①は渦を伴う上昇気流がオゾン層にフロンをもたらしオゾンホールの発生に寄与するということかもしれない、と考えてしまう可能性もある。しかし、問題には「上昇気流が穴をあける」としか書いていないため、フロンを持ち出して考える必要はなく、そもそもオゾンホールはオゾン濃度が低下している領域であり、いわゆる「穴」ではないため当てはまらない。また、④については、積乱雲は強い上昇気流によって発達するが、下降気流であるダウンバーストを伴うことがある、と考えてしまう可能性もある。しかし、（ここまでくるとこじつけではあるが）、ダウンバーストは常に発生しているものではなく、積乱雲が常に伴っているのは上昇気流であるため、正答として問題ない。

一つの自然現象に多くの要素が関係してくることから、その全てを捉えて簡潔に表現することは難しい。学習段階では是非とも、そのような部分を科学的に捉えて深めることに取り組みたいが、一方でセンター試験の解答に際しては、選択肢の文をよく読む必要はあるが、そこに書かれていることを深読みして他の可能性や裏を探る必要はない。

第3問 (13～15)

宇宙と地史分野を融合した、会話形式の問題。昨年度の第4問と同じ出題分野と形式であるが、設問内容は昨年度よりも易しい。

問1は会話文の空欄に入れる語の組合せを問う問題。主系列星における水素の核融合、原始地球でのマグマオーションを答えればよく、容易な問題であった。

問2は星間物質についての基礎知識を問う問題（出題例9）。

問2 上の文章中の下線部(a)に関連して、星間物質について述べた文として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 14

- ① 星間空間の塵は、地球に到達するとオーロラとして観測される。
- ② 星間空間の塵は、大部分がビッグバン直後に形成された。
- ③ 星間ガスは、恒星から放出された物質を含む。
- ④ 星間ガスは、ヘリウムを含まない。

出題例9

①オーロラは、星間塵ではなく、太陽風の荷電粒子が大気突入して起こる発光現象である。②星間塵がケイ酸塩や石墨、氷などの微粒子であることは教科書に示されているが（啓林館『地学基礎 改訂版』p.183）、その組成まで把握できていただろうか。そのものを直接聞かれる設問となると、難度が上がるだろう。その場合、地球の岩石や、太陽程度の恒星の巨星段階の核融合と関連させて考えさせる問題であれば、ただ細かい知識を問うだけにならずにすむだろう。さて、②では星間塵が、水素とヘリウムしかなかったはずの「ビッグバン直後に形成された」とされていることから、誤答であると容易に判断できる。③恒星から放出された物質という表現はあまりなじみがないと思うが、教科書（啓林館『地学基礎 改訂版』p.185）でも示されている太陽の進化の過程で、巨星が放出したガスが惑星状星雲になることなどを考えれば、正答であると容易に判断できる。④ヘリウムは宇宙において質量で25%程度を占め、水素に次いで2番目に多い。星間ガスにも当然含まれる。

問3は原始地球の表面温度の上昇について、原因の組合せを問う問題（出題例10）。

問3 前ページの文章中の下線部(b)に関連して、原始地球の表面温度が上昇したおもな原因は次のa～dのうちのどれとどれか。その組合せとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 15

- a 太陽風
- b 微惑星の衝突
- c 大気の温室(保温)効果
- d 地球内部の核融合反応

- ① a・b ② a・c ③ a・d
- ④ b・c ⑤ b・d ⑥ c・d

出題例10

a～dの4つの原因の中で、aとbが地球外由来、cとdが地球由来、と区分できる。そうすると、それぞれから1つずつ選びたいくなるが、そこに落とし穴がある場合もあり得るので注意したい。結果的には、ここでは地球外由来1つ、地球由来1つとなっている。まずaとbについて、原始地球の形成に関する問題は昨年度にも出題されており（過去の出題例3）、bの微惑星の衝突がすぐには選ばただろう。aの太陽風は、現在の地球にも届いているものであり、これによって地球表面がマグマで覆われるような温度にはならないことは容易に想像できる。初期の太陽ほど暗かったことを知っている受験生であれば、なおさらaはすぐに除外できただろう。次にcとdについて、まず選択肢を見てdが誤りであることはすぐに判断でき、その時点でbとcの組合せとなる。これについては、教科書（啓林館『地学基礎 改訂版』p.83）で、問1のマグマオーションに至る説明がなされている。

問3 隕石や微惑星の衝突は、地球の形成と歴史に影響を与えた。隕石や微惑星の衝突に関して述べた文として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 3

- ① 大量の微惑星の衝突により、地球の形成初期にその表層はとけてマグマで覆われた。
- ② 金属を主成分とする微惑星の集積で地球の核が形成された後、岩石を主成分とする微惑星が衝突してマントルが形成された。
- ③ 衝突した微惑星中のガス成分が気化し、酸素を主成分とする地球の原始大気が形成された。
- ④ 白亜紀末の生物の大量絶滅は、巨大隕石の衝突と関係がないと考えられている。

過去の出題例3

(3) 対策

やはり大事なのは、教科書での学習をしっかりと行うこと。意識したいのは、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である。教科書は図やグラフを多用しながら全体に読みやすく見やすく整理されており、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るよう、じっくりと目を通したい。「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。図やグラフは、しっかりと読み取れるようにしておくだけでなく、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。「やってみよう」や「探究活動」も取り組んでおきたい。教科書では最後の単元となる環境や災害に関して頻出であることに對しても、教科書は最初から最後まで、しっかりと活用しておこう。また、静止画像だけでなく映像で見たり、実物を手に取って見たりするなど、より詳細なイメージを持てるようにしておけるとよい。これらの学習は、センター試験の対策ということだけでなく、そもそも科学的素養として身につけておいてもらいたいところでもある。

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。基礎事項の確認や、問題形態に慣れるだけでなく、センター試験では同様の内容の出題が繰り返し見られるため、その対策にもなる。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。東京都私立中高協会の理数系教科研究会（地学）の委員も務める。