

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

2016  
平成28年度

物理 ..... 2  
学校法人 河合塾 物理科講師 本村 智樹

生物 ..... 23  
学校法人 河合塾 生物科講師 榊原 隆人

化学 ..... 11  
学校法人 河合塾 化学科講師 西 章嘉

地学 ..... 32  
私立灘高等学校・中学校 地学科教諭 野村 敏郎

啓林館

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・解答マーク数・出題形式など昨年度と変化なし  
平均点 (本試) : 34.37点 (68.74%)

昨年度のセンター試験と同様、教科書にある基本問題に類似した問題が主流となっている。文字計算と数値計算で解答する問題の数は昨年度並みで、知識や基本公式中心の問題で構成されている。小問集合は5問出題され、その構成は力学2問・波1問・電気1問・エネルギーとその利用(発電のしくみ)1問であった。第2問と第3問はA、Bの2テーマで出題され、問いの連動はなく、どちらかといえば小問集合の組合せの形式といってもよい。今年度の平均点は34.37点であり、得点率は約69%であった。難易度としては昨年度の平均点より約3点上がっており、やや易化した。それでも、センター試験としては適度な難易度であった。基礎的な学力を問い、文系生が主となる「物理基礎」の試験としては、次年度以降も平均点が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。本年度は熱分野と原子分野については次年度に出題される可能性が高いと予想できる。

### (2) 設問別分析

#### 第1問 小問集合 (配点20点)

エネルギーを中心に幅広く出題。思考力を必要とする問題もあり、物理法則の正確な理解が必要

問1: 力の合成の問題。力のベクトルの作図と成分表示 (啓林館『物理基礎 改訂版』p.43, 同『考える物理基礎』p.34) が理解できていれば容易に正解が得られる。

問2: エネルギーとその利用からの出題で、火力発電と風力発電のエネルギー変換についての知識 (啓林館『物理基礎 改訂版』p.208, 同『考える物理基礎』p.158) を問う語句の組合せ問題。

問3: 水圧の問題。この内容は苦手な受験生が多い。「液面の圧力は上部の空気の圧力に等しい」および、「液

体の圧力は液面からの深さに比例する」という2つのことを正確に理解しておく必要があり、思考力を要する(出題例1)。

問3 底面積 $S$ の円筒形のコップを密度 $\rho$ の液体につけてから持ち上げたところ、図2のように、コップ内外の液面の高さの差が $h$ となった。コップ内部の空気の圧力 $P$ を表す式として正しいものを、下の①~⑥のうちから一つ選べ。ただし、大気圧を $P_0$ 、重力加速度の大きさを $g$ とする。  $P = \boxed{3}$

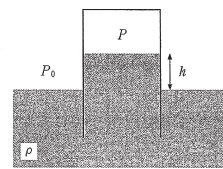


図2

①  $P_0 - \rho gh$       ②  $P_0 - \rho gh S$       ③  $P_0 - \frac{\rho gh}{S}$   
 ④  $P_0 + \rho gh$       ⑤  $P_0 + \rho gh S$       ⑥  $P_0 + \frac{\rho gh}{S}$

出題例1

正解は①であるが、誤答としては②が多い。圧力が単位面積の受ける力であることへの理解が不足していたのか、問題文中に与えられている面積 $S$ の文字を使わなければならないと思ったのだろう。

問4: 自由端反射した反射波と入射波との合成波のグラフ選択問題。意外に差がついた問題である(啓林館『考える物理基礎/マイノート』p.31に、グラフ作図の練習が入っている)。

問5: 電磁誘導(渦電流)によるエネルギー考察の3個の語句の組合せ問題。教科書では電磁誘導は現象として扱われているが、銅パイプが導体でガラスパイプが不導体であることおよび、電流が流れるとジュール熱が発生するのでエネルギーを失うことへの理解があれば正解は得られる。ヒントが文章にあるので文章をよく読み、エネルギーの変換を考えればできるようになっている。受験生にとっては、中学で学習したことを覚えておけば正解が得られる(出題例2)。

問 5 次の文章中の空欄 **ウ** ~ **オ** に入れる語句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。 **5**

内側がなめらかで、長さおよび内径が同じ銅パイプとガラスパイプを鉛直に立て、それぞれのパイプの上端で強い磁石を静かに放し、パイプ内を落下させる。**ウ**の中を磁石が落下するときには、電磁誘導により**ウ**に電流が流れ、磁石の力学的エネルギーの一部がジュール熱に変換される。一方、**エ**の中を磁石が落下するときには誘導電流は流れない。したがって、磁石の落下時間は**オ**。

	ウ	エ	オ
①	ガラスパイプ	銅パイプ	ガラスパイプの方が長い
②	ガラスパイプ	銅パイプ	銅パイプの方が長い
③	ガラスパイプ	銅パイプ	両パイプで等しい
④	銅パイプ	ガラスパイプ	ガラスパイプの方が長い
⑤	銅パイプ	ガラスパイプ	銅パイプの方が長い
⑥	銅パイプ	ガラスパイプ	両パイプで等しい

出題例 2

## 第2問 様々な物理現象とエネルギーの利用 (配点15点) 教科書にある典型問題で取り組みやすい

A 波の性質 (縦波) : 波動の基本的な理解を問う問題。

問 1 : 波の変位と位置のグラフから波長を読み取り、波の伝わる速さの式を用いて、振動数を求める数値計算問題。

問 2 : 横波表示された波形のグラフから、縦波の疎・密な位置を判断する典型問題。

B 電気 : 変圧器と送電の問題。

問 3 : 変圧器の電圧比はコイルの巻数比である基本公式を確認する数値計算問題。変圧器についての基本公式で、典型問題なので全体的に正答率は高い。

問 4 : 送電線での電力損失を抑えるために、高電圧で送電することを題材とした式と語句の組合せ問題。電力の公式は3つの式で表すが、電流が一定のときと電圧が一定のときにどの式を用いるかを理解しておく必要があり、思考力を要する。そのため、組合せ3個のすべてで正解を得るのは難しかったと思われる (出題例 3)。

問 4 次の文章中の空欄 **ア** ~ **ウ** に入れる式と語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。 **9**

発電所から送電線に送り出される交流の電圧を  $V$ 、電流を  $I$  とすると、その電力は **ア** と表される。送電線の抵抗値が  $R$  であるとき、送電線で消費される電力は、**イ** となる。したがって、同じ電力量を送るとき、送電線での電力損失を小さくするには、発電所で変圧器を使い、電圧を **ウ** して送電すればよい。

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
ア	$\frac{V}{I}$	$\frac{V}{I}$	$\frac{V}{I}$	$\frac{V}{I}$	$IV$	$IV$	$IV$	$IV$
イ	$\frac{V^2}{R}$	$\frac{V^2}{R}$	$I^2R$	$I^2R$	$\frac{V^2}{R}$	$\frac{V^2}{R}$	$I^2R$	$I^2R$
ウ	低く	高く	低く	高く	低く	高く	低く	高く

出題例 3

正解は⑧であるが、誤答としては⑤が多い。発電された電圧  $V$  で送電線に電流を流すとき、送電線にかかる電圧は変化し、 $V$  ではなく  $RI$  である。発電機と送電線に流れる電流が等しいことから、電力を表す式を、 $P=I^2R$  として用いるという思考まで至らなかったであろう。また、発電所から各家庭に電気を送るとき、送電線での電力損失を少なくするために発電所では高電圧の電圧で送電されていることを常識として押さえておく必要がある (啓林館『物理基礎 改訂版』p.196, 同『考える物理基礎』p.151)。

## 第3問 物体の運動とエネルギー (配点15点)

力学分野のうち受験生にとっては定番の問題であるが、上位層と下位層との得点差が大きくなっている。

A 力学的エネルギー保存の法則

問 1 : 弾性エネルギーが運動エネルギーとなることから速さを求める定番の文字計算問題。誤答の要因は弾性エネルギーを正確に覚えていないからだと思われる。

問 2 : 運動エネルギーが位置エネルギーとなることから高さを求める文字計算問題。力学的エネルギー保存の法則を用いる基本問題である。

B 落体の運動 (鉛直投げ上げ運動)

問 3 : 小球が最高点に達するまでの時間を求める文字計算問題。最高点では速度が0であることと、等加速度直線運動の公式を重力加速度の正・負に注意しながら用いる典型問題である。

問 4 : 高さ与时刻の関係の正しいグラフを選択する問題。単に等加速度直線運動の公式を形で覚えるだけでなく、その位置を表す式が時刻に関する2次関数となることをグラフでイメージして理解しておくことが必要である。

## (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、日常生活に関連するエネルギーを題材として幅広く知識を問う形をとっている。1つの分野を深く学習するというより、生活の中の身近な物理現象を幅広く理解できる力を要求しているように思える。受験層が文系生主体となることを考慮すると、次年度からもセンター試験「物理基礎」の平均点は60~70%となると予想される。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、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しておくことも必要である。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ておくとよいだろう。また、問題演習としては教科書の「例題」, 「問」, 「章末問題」と教科書傍用問題集の演習で十分だが、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」範囲の問題を演習しておくともよいだろう。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分野としては、今年度出題されなかった熱分野と原子分野、および波動分野の気柱の共鳴などが予想される。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

大問数・解答マーク数・出題形式など昨年度と変化なし  
平均点 (本試) : 61.70点

マーク数は昨年度と同じ21。大問数や出題分野の配列、選択問題の配置も昨年度と同じ形式をとっている。大問の構成は、第1問 [必答問題] 小問集合、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] 力学 (A, Bの2テーマ)、第5問 [選択問題] 熱、第6問 [選択問題] 原子の形をとっている。昨年度から変わった点としては、組合せ解答の問題が増加し、解答の選択肢の数も増加したことだろう。マーク数は変わらなかったが、組合せ問題が増加したことにより実質的に問題量は増加した。そして、選択肢の数も昨年度の平均6.5から7.0に増加したため、より実力が反映される形になった。なお、大問別の得点率 (=平均点 ÷ 配点) および各正答率は河合塾の追跡調査によるものである。

### (2) 設問別分析

#### 第1問 小問集合 (配点20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 : 放物運動の問題。斜方投射の投げ上げる角度を変えたとき、地面に落下するまでの時間変化を選ぶ文章選択問題。初速度の鉛直成分の違いを考慮し、等加速度直線運動の公式を用いることに気づくことがポイントである。実力による得点差が大きくなっている。

問2 : 誘電分極と静電誘導に関する語句選択問題。誘電分極による電気力の向きに注意することが大切である。  
問3 : 正弦波の式の問題。旧過程の教科書では発展項目だった内容 (啓林館『センサー 総合物理』 p.184)。正答率は50%弱である (出題例4)。

問3  $x$  軸の正の向きに速さ  $2 \text{ m/s}$  で進む正弦波がある。図3は  $x = 0$  における、変位  $y \text{ (m)}$  と時刻  $t \text{ (s)}$  の関係を表している。位置  $x \text{ (m)}$  における、時刻  $t \text{ (s)}$  での変位  $y \text{ (m)}$  を表す式として最も適当なものを、下の①~⑧のうちから一つ選べ。  $y = \boxed{3}$

図3

①  $0.2 \sin(\pi(t+2x))$                       ②  $0.2 \sin\{\pi(t-2x)\}$   
 ③  $0.2 \sin\left\{\pi\left(t+\frac{x}{2}\right)\right\}$                       ④  $0.2 \sin\left\{\pi\left(t-\frac{x}{2}\right)\right\}$   
 ⑤  $0.2 \sin\{2\pi(t+2x)\}$                       ⑥  $0.2 \sin\{2\pi(t-2x)\}$   
 ⑦  $0.2 \sin\left\{2\pi\left(t+\frac{x}{2}\right)\right\}$                       ⑧  $0.2 \sin\left\{2\pi\left(t-\frac{x}{2}\right)\right\}$

出題例4

正解は④だが、周期または角振動数を正確に扱えていないと思われる誤答⑧が目立つ。

問4 : 運動量保存の法則と相対速度の問題。静止していた物体Aから物体Bを打ち出した直後において、物体Bの速さから物体Aに対する物体Bの相対速度の大きさを求める問題。相対速度の大きさを求めるときに、速度の向きを考慮していないと思われる誤答が多い。

問5 : 熱量の保存 (「物理基礎」の範囲) の問題。水に温度が高い金属球を入れ平衡温度を求める問題と、この変化の名称を選択する組合せ問題。

#### 第2問 電磁気 (配点25点)

A コンデンサー : 電気量保存の法則とコンデンサーに誘電体を挿入したときの電界と静電エネルギーに関する問題。

問1 : 電気量の関係を表す式と蓄えられる電気量を求める組合せ問題であり、電気量の関係は電気量保存の法則の式を立て、電気量は電気容量の合成をすればよい。当然回路の問題であるからキルヒホッフの法則で立式してもよい。

問2 : コンデンサーに誘電体を挿入したあとの極板間の電界の大きさと蓄えられた静電エネルギーを求める組

合せ問題。電界の大きさを求めるのに比誘電率を用いた誤答が目立つ。

**B 電界・磁界中の荷電粒子の運動：**荷電粒子が一様な電界・磁界から受ける力と運動の問題。

**問3：**荷電粒子の運動から電界の向きを求める問題で高3生と高卒生との得点差が大きい。また、荷電粒子の運動から磁界の向きを求める問題はローレンツ力を受ける等速円運動となる典型問題である。

**問4：**磁界中の荷電粒子の軌跡と運動時間を求める組合せ問題。軌跡を図示して半径や運動時間を求める応用的な問題となっており、思考力を要するため正答率は一番低い（出題例5）。

B 一様な電場、または一様な磁場の中で、正に帯電した粒子が平面内を運動した。図3に示すように、平面内の直線ℓ上に距離Lだけ離れた2点P、Qがあり、粒子は、点Pを直線ℓと45°をなす方向に速さvで通過した後、点Qを直線ℓと45°をなす方向に同じ速さvで通過した。

図 3

問 4 磁場の場合に、点Pから点Qまでの粒子の軌跡と、その間を運動するのに要した時間を表す式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。

	軌 跡	時 間
①	放物線	$\frac{\sqrt{2} \pi L}{4v}$
②	放物線	$\frac{\sqrt{2} \pi L}{2v}$
③	放物線	$\frac{\sqrt{2} L}{v}$
④	円 弧	$\frac{\sqrt{2} \pi L}{4v}$
⑤	円 弧	$\frac{\sqrt{2} \pi L}{2v}$
⑥	円 弧	$\frac{\sqrt{2} L}{v}$
⑦	双曲線	$\frac{\sqrt{2} \pi L}{4v}$
⑧	双曲線	$\frac{\sqrt{2} \pi L}{2v}$
⑨	双曲線	$\frac{\sqrt{2} L}{v}$

出題例 5

正解は④であるが⑤を選んだ誤答が目立つ。ここでは軌跡が正しく答えられている⑤と⑥には部分点として2点が与えられた。

### 第3問 波動 (配点20点)

**A 音波の干渉とドップラー効果**

**問1：**2つのスピーカーの間で音が最も強め合う点の間隔を求める典型問題。2つのスピーカーの間には定常波ができるので、最も強め合う点の間隔は、隣り合う

腹と腹または節と節の間隔と等しく半波長になることを理解しておく必要がある。

**問2：**観測者が動いたときに受ける振動数と単位時間当たりのうなりの回数を求める組合せ問題。ドップラー効果の公式により振動数を求め、うなりの定義にしたがって計算するだけの基本問題であるが、意外にも得点率の上位層と下位層との得点差が大きい。

**B 薄膜による光の干渉：**図では典型問題に見えるが2つの光が膜内を通過する時間差を用いて干渉条件を求めるパターンはめずらしい。

**問3：**薄膜内の光の通過時間と干渉条件を求める組合せ問題。目新しく思った受験生が多かったのか正答率は思ったほど高くはない（出題例6）。

問 3 次の文章中の空欄  ・  に入れる式の組合せとして正しいものを、下の①～⑧のうちから一つ選べ。

境界面 A から薄膜に入り境界面 B で反射した光は、再び境界面 A に到達する。この光が薄膜内を往復するのに要する時間  $t$  は、真空中における光の速さを  $c$  として、 と表される。また、境界面 A と境界面 B で反射した二つの光が強めあう条件は、 $m$  を正の整数として、 $t =$   と表される。

	ウ	エ
①	$\frac{2d}{nc}$	$\frac{m}{f}$
②	$\frac{2d}{nc}$	$(m - \frac{1}{2}) \frac{1}{f}$
③	$\frac{2d}{nc}$	$\frac{mn}{f}$
④	$\frac{2d}{nc}$	$(m - \frac{1}{2}) \frac{n}{f}$
⑤	$\frac{2nd}{c}$	$\frac{m}{f}$
⑥	$\frac{2nd}{c}$	$(m - \frac{1}{2}) \frac{1}{f}$
⑦	$\frac{2nd}{c}$	$\frac{mn}{f}$
⑧	$\frac{2nd}{c}$	$(m - \frac{1}{2}) \frac{n}{f}$

問 4 次の文章中の空欄  ～  に入れる語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。

厚さを調節できる薄膜に対して垂直に単色光を入射させた。薄膜が光の波長より十分に薄いと、単色光の色によらず二つの反射光は  あった。その状態から薄膜を徐々に厚くしていくと、二つの反射光は一度  あった後、厚さ  $d_1$  のとき再び  あった。単色光が赤色、緑色、青色の場合で比較すると、 $d_1$  が最も小さいのは  色の場合であった。

	オ	カ	キ
①	弱め	強め	赤
②	弱め	強め	緑
③	弱め	強め	青
④	強め	弱め	赤
⑤	強め	弱め	緑
⑥	強め	弱め	青

出題例 6

**問4：**薄膜が光の波長より十分に薄いと、その状態から薄膜を徐々に厚くしたとき

の反射光の干渉の様子，さらに厚くしたときに反射光が弱め合う状況において薄膜が最少となる光の色を選択する組合せ問題。反射の際の位相のずれを見落とさないように注意を払わなければならない。

#### 第4問 力学 (配点20点)

##### A 鉛直面内での円運動

問1：力学的エネルギー保存の法則を用いて小物体の速さを求める基本問題。

問2：鉛直面内での円運動において最高点Aを通過するための最小の速さを求める問題。点Aにおいて垂直抗力が0となることに気づけるかがポイント。上位層と下位層との得点差が大きく差が出る問題。

##### B 重ねられた2物体とばねとの衝突

問3：台と小物体が一体となればねと衝突し，台の速度が0となったときのばねの縮みを求める問題。力学的エネルギー保存の法則を用いる基本問題で正答率も高い。

問4：台と小物体が一体となって運動しているときの台の加速度の大きさと，最大摩擦力と慣性力のつり合いからばねの縮みを求める組合せ問題。加速度の大きさが正しく答えられていれば部分点とした2点が与えられた。加速度運動している台を基準として考え，慣性力を加えた力のつり合いを考えることが出来たかどうかポイントである。上位層と下位層との得点差が大きく，思考力が必要である。

#### 第5問 (選択問題) 熱 (配点15点)

気体の混合に関する問題で，取り組みやすく得点率も全体の中で一番高い。受験生の約85%がこの熱分野を選択している。

問1：二つの容器AとBの圧力の比を求める問題で，気体の状態方程式を用いれば正解は容易に得られる。

問2：二つの容器の気体を混合し，混合後の気体の圧力を求める問題。熱をよく通す容器であることに注意が必要であり，常に気体の温度が大気温度に等しいことを用いて状態方程式を立てることがポイント。

問3：混合による気体の内部エネルギーの変化を求める基本問題。ここでも，気体の温度が変化しないため，気体の内部エネルギーも変化しないことに気づくことがポイントである。

#### 第6問 (選択問題) 原子 (配点15点)

光電効果に関する典型問題。教科書に記載された内容

を押さえておけば十分対応できる。原子の選択者は約15%程度である。熱を選択した受験生が圧倒的に多かったようである。

問1：光電効果と光子についての知識を問う組合せ問題。基本問題であり，よくできていた。正答率も高い。

問2：阻止電圧から光電子の速さの最大値を求める典型問題を教科書で学習しておけば十分対応できる(啓林館『物理』p.361, p.376) (出題例7)。

問2 図1のような装置で光電効果を調べる。電極bは接地されており，直流電源の電圧を変えることにより電極aの電位  $V$  を変えることができる。単色光を光電管に当て， $V$  と光電流  $I$  の関係を調べたところ，図2のグラフが得られた。このとき，光電効果によって電極bから飛び出した直後の電子の速さの最大値を表す式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，電気素量を  $e$ ，電子の質量を  $m$  とし，電極aでの光電効果は無視できるものとする。 2

図1 図2

①  $\frac{eI_0}{2m}$       ②  $\frac{2eI_0}{m}$       ③  $\sqrt{\frac{eI_0}{2m}}$       ④  $\sqrt{\frac{2eI_0}{m}}$   
 ⑤  $\frac{eV_0}{2m}$       ⑥  $\frac{2eV_0}{m}$       ⑦  $\sqrt{\frac{eV_0}{2m}}$       ⑧  $\sqrt{\frac{2eV_0}{m}}$

出題例7

問3：光電流と電位のグラフの変化から，光の振動数と単位時間あたりの光子の数の変化を選ぶ組合せ問題。光の振動数を一定にして光の強さ(単位時間あたりの光子の数)を変化させたときの光電流と電位のグラフの変化を問う教科書に記載されている典型問題に対して，本問では逆の順に問う形になっているため，やや思考力が必要な問題である。高3生の方が高卒生より正答率が高い。

#### (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，国公立大二次・私立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からそれでおしまい」とか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しておくことである。教科書に記載されている「参考」、「やってみよう」、「発展」なども見ておく必要がある。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間、例題、章末問題は全部解いておくことが必要である。さらにできるだけ最新の実戦形式の問題集を一冊は仕上げておきたい。問題演習においては、易しい問題からやや難しい問題まで、幅広いレベルの問題を解くことが大切である。「基本」＝「易しい問題」と勘違いしている受験生が多いが、それは間違っている。やや難しい問題も解くことによって、基本法則の理解を深めたり、基本の大切さに気づかされたりする場合が多い。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しておくことである。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。原子分野は、今年度と昨年度は選択問題の一方として出題されたただけだが、次年度以降は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。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 (二次・私大)

#### (1) 全体の分析

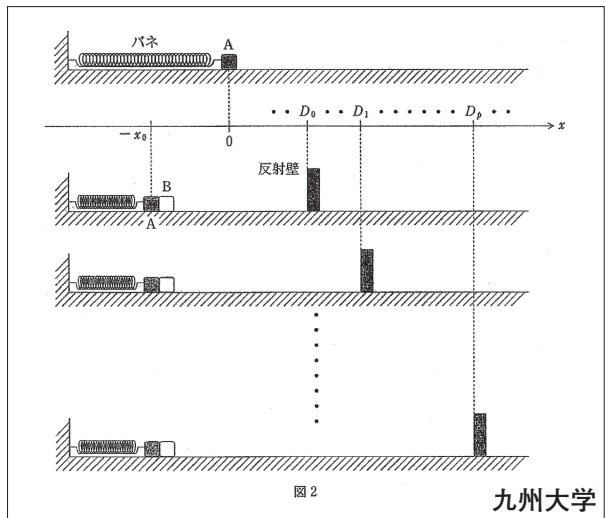
新課程入試初年度であった昨年度の入試では、「旧課程履修者」のための措置が行われ、出題分野に制限が加えられたり、選択形式による出題が見られた。新課程入試2年目となる今年度入試には注目していたが、昨年度と比べて各分野の出題割合にはほとんど変化が見られなかった。その理由として、昨年度同様に旧課程履修者

に対する配慮や高校での履修進度を考慮したためと考えられる。新課程の分野として出題が増えると考えられていた「正弦波の式」・「凸面鏡と凹面鏡」・「交流回路のインピーダンス」・「原子」においては、「正弦波の式」の出題は増えたが、その他の増加は見られなかった。特に「凸面鏡と凹面鏡」の問題はほとんど見られない。新課程入試特有の分野が本格的に出題されるのは次年度以降になると思われる。難関大学の難易度としては、東京大は昨年度と同程度であったが、京都大は難化、大阪大はやや難化している。名古屋大も昨年度同様、難化が続いている。岡山大は昨年度までより大きく難化した。東北大と九州大は昨年度と同程度で、広島大はやや易化した。公立大では、横浜市立大と大阪市立大は難化した。私立大学については、早稲田大の基幹学部をはじめ一部の大学は難化しているが、全体的には大きな変化はみられない。ただ、原子分野の出題は昨年度より増加している。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]

昨年度、東京大で出題された「物体の重心の運動」が今年度は増加すると予想していたが、目立つことはなかった。放物運動、固定面との衝突、単振動、物体系の運動などが出題テーマとして人気があった。出題例8の九州大の問題は単振動と反射壁との衝突の融合問題で、設定の読み取りに時間がかかり、難問であった。



出題例8

九州大学

また、幅広いテーマを融合した力学総合の問題が主となっている。

**[熱分野]**

気体の状態変化に関する出題が目立ち、熱機関と熱効率のテーマが主であった。教科書では「参考」として記載されている断熱変化における圧力と体積との関係 ( $P V^\gamma = \text{一定}$ ) を問題文中に与えずに出題した大学 (筑波大、金沢大 - 出題例9等) や二原子分子の内部エネルギー (啓林館『物理』 p.108) についての知識も必要とする問題 (福岡大等) が出題された。今後もこの形での出題があると思われるので、注意しておく必要がある。

図5 aのように断面積  $S$  [m<sup>2</sup>]、高さ  $L$  [m]の鉛直円筒容器と、滑らかに動くことができ質量および厚みを無視できるピストンが、 $n$  [mol]の単原子分子の理想気体を密封している。気体には熱を加えることができるようになっている。円筒容器とピストンはいずれも断熱材でできており、また気体が密封されている部分以外の空間は真空である。はじめに質量  $m$  [kg]、高さ  $\frac{L}{2}$  のおもりがピストンに載せられており、ピストンは円筒容器の底から  $\frac{L}{3}$  の高さで静止している。また円筒容器の上部にはピストン上のおもりが通り抜けられる大きさの穴が開いており、質量  $m$  のもう一つのおもりが載せられている (状態A、図5 a)。重力加速度を  $g$  [m/s<sup>2</sup>]、気体定数を  $R$  [J/(mol·K)]とする。

理想気体を以下のような過程で状態変化させた。

(過程I) ゆっくりと気体を加熱すると気体の体積が増加していき、やがてピストン上のおもりが円筒容器上のおもりに接した (状態B)。

(過程II) ピストンが2つのおもりを載せたまま上昇を開始する直前まで、気体を加熱し続けた。

(過程III) 気体をさらに加熱するとピストンが上昇を開始した (状態C)。ピストンが円筒容器上部に接したところで加熱を止めた (状態D)。図5 bは過程IIIの途中の状態を示している。

(過程IV) ピストンに外力を加えて気体を状態Bと同じ体積になるまでゆっくりと圧縮した (状態E)。

- 問1 状態Aの気体の圧力を答えなさい。
- 問2 状態Aの気体の温度を答えなさい。
- 問3 過程Iの変化を何とよいか答えなさい。
- 問4 過程Iで気体が行った仕事を答えなさい。
- 問5 過程Iで気体に加えられた熱量を答えなさい。
- 問6 過程Iでの気体の内部エネルギーの増加分を答えなさい。
- 問7 過程IIの変化を何とよいか答えなさい。
- 問8 過程IIでの気体の内部エネルギーの増加分を答えなさい。
- 問9 円筒容器の底からのピストンの高さを横軸に、気体の圧力を縦軸にとった図に、状態B、C、Dを表す黒点と記号B、C、D、および過程I、II、IIIの経路を表す実線を図示しなさい。なお、答案用紙の図には状態Aを表す黒点と記号Aが記してある。
- 問10 状態Eの気体の圧力を答えなさい。必要であれば  $2^{\frac{1}{2}} \approx 2.6$  または  $2^{\frac{5}{2}} \approx 3.2$  を用いなさい。

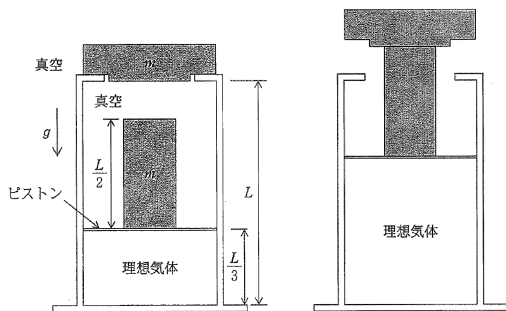


図5 a

図5 b

金沢大学

出題例9

**[波動分野]**

新課程教科書で本文記載になった正弦波の式を出題する大学が国公立大・私立大問わず多くみられた (出題例10)。

ドップラー効果、光の干渉・回折をテーマとした出題頻度は例年と変わらない。特に、マイケルソンの干渉が目立った。

III ある媒質中を  $x$  軸の正方向に速さ  $v$  で減衰することなく進行している連続波を考える。この波の振幅を  $A$ 、周期を  $T$  とすると、 $x$  軸上の原点  $O$  での媒質の変位は時刻  $t$  の関数として  $y = A \sin \frac{2\pi}{T} t$  で表される。これを入射波として  $x = L$  ( $L > 0$ ) の位置で固定端反射させる。反射による波の減衰は無視できるとする。以下の問1~5に答えなさい。解答の導出過程も示しなさい。 (配点25点)

- 問1 入射波の振動数  $f$  と波長  $\lambda$  を  $v$  と  $T$  で表しなさい。
- 問2  $x < L$  における入射波を、 $v$  と  $T$  を用いて  $t$  の関数として表しなさい。
- 問3 問2の結果を用いて、反射波を  $x$  および  $t$  の関数として表しなさい。
- 問4 入射波と反射波が重なり合って波形の進行しない波、つまり定常波ができることを、式を使って説明しなさい。なお、 $\sin \alpha \pm \sin \beta = 2 \sin \frac{\alpha \pm \beta}{2} \cos \frac{\alpha \mp \beta}{2}$  を用いてよい。
- 問5  $L = \frac{5}{4} \lambda$  の場合について、問4の定常波が最大振幅になるときの波形の概略をかきなさい。

神戸大学

出題例10

凸面鏡・凹面鏡の出題は今年度はみられなかったが、公式と作図の練習はしておく必要がある (啓林館『Toitemi 入試必修問題集 高校物理』 p.95)。

**[電磁気分野]**

頻出テーマとしては、電界・磁界中での荷電粒子の運動や電気振動が多くみられた。多重極板コンデンサーが早稲田大で出題されており、難易度は高い。新課程入試で注目された交流のインピーダンスについては、東京大 (出題例11) や中京大で出題された。インピーダンスを直接求める問題はなかったが、知識があれば解法が楽になるような出題であった。

I 交流電気回路における共振現象を考える。図2-1に示すように、抵抗値  $R$  の抵抗器、自己インダクタンス  $L$  のコイル、電気容量  $C$  のコンデンサーを角周波数  $\omega$  の交流電源に直列に接続した。時刻  $t$  に回路を流れる電流を  $I = I_0 \sin \omega t$  とするとき、交流電源の電圧は  $V = V_0 \sin(\omega t + \delta)$  と表されるものとする。この回路について、以下の設問に答えよ。必要であれば三角関数の公式  $a \sin \theta + b \cos \theta = \sqrt{a^2 + b^2} \sin(\theta + \alpha)$  ただし、 $\tan \alpha = \frac{b}{a}$  を用いてもよい。また、 $\overline{f(t)}$  は関数  $f(t)$  の時間平均を表し、 $\overline{\sin \omega t \cos \omega t} = 0$ 、 $\overline{\sin^2 \omega t} = \overline{\cos^2 \omega t} = \frac{1}{2}$  である。

- (1) 回路を流れる電流の振幅  $I_0$  および  $\tan \delta$  を、 $V_0$ 、 $R$ 、 $L$ 、 $C$ 、 $\omega$  のうち必要なものを用いて表せ。
- (2) 交流電源が回路に供給する電力の時間平均  $\overline{P}$  を、 $V_0$ 、 $R$ 、 $L$ 、 $C$ 、 $\omega$  を用いて表せ。ただし、 $\overline{P}$  は抵抗器で消費される電力の時間平均に等しいことを用いてもよい。
- (3) 交流電源が回路に供給する電力の時間平均は、角周波数  $\omega$  がある値のときに最大値  $P_0$  となった。抵抗器の抵抗値  $R$  を、 $P_0$  と  $V_0$  を用いて表せ。

(4) 交流電源の角周波数が  $\omega_1$  および  $\omega_2 (\omega_2 > \omega_1)$  のときに、交流電源が回路に供給する電力の時間平均が設問 1(3)における  $P_0$  の半分の値  $\frac{P_0}{2}$  となった。コイルの自己インダクタンス  $L$  を、 $V_0$ ,  $P_0$ ,  $A\omega$  を用いて表せ。ただし、 $\Delta\omega = \omega_2 - \omega_1$  とする。

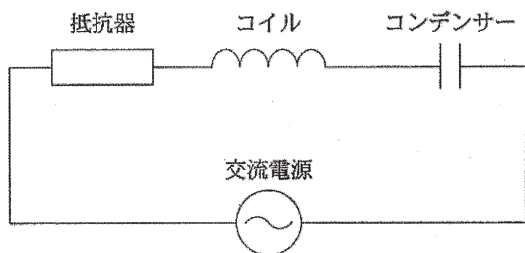


図 2—1 東京大学  
出題例11

また、例年通り電磁誘導の出題も多く、コイルやコンデンサーの回路と組合せた問題は人気が高い。

### 【原子分野】

全体として、予想よりも原子分野の出題は多くみられなかった。私立大では小問集合での出題も目立ち、「物理基礎」を含めた知識問題や典型問題が中心の内容であった。各大学の出題テーマとして、光電効果は札幌医科大学、立命館大、同志社大、九州工業大、佐賀大等で見られ、コンプトン効果は見当たらない。物質波は東京理科大学、立教大、立命館大等私立大学で見られた。ブラッグ反射は東京理科大学で見られた。ボーアの原子模型は、関西大、立命館大、東京理科大学、大阪府立大（出題例12）等でみられた。

Ⅲ 高温の気体から放射される光は、その気体に含まれる原子に特有の複数の輝線が規則的にとびとびに分布する線スペクトルを示す。メタン ( $\text{CH}_4$ ) ガスを用いて放電したところ、図 3 (a) の波長の範囲において、矢印 A, B で示した 2 本の線スペクトルが観測された。これらの線スペクトルは、放電中に発生した水素原子の線スペクトルに対応している。そこで、この水素原子の線スペクトルの波長の規則性を理論的に導き、観測結果と比較することを考える。

水素原子は、一つの陽子と一つの電子から構成されている。ここで、陽子は電子に比べて非常に重いので静止しているものとし、電子は陽子からのクーロン力を向心力として半径  $r$  で速さ  $v$  の等速円運動をしている模型を考える。電子の質量を  $m$ 、電子の電荷を  $-e$ 、陽子の電荷を  $e$ 、光速を  $c$ 、クーロンの法則における比例定数は真空中において  $k$  とし、以下の問いに答えよ。

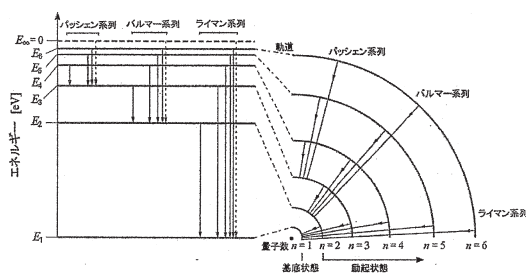
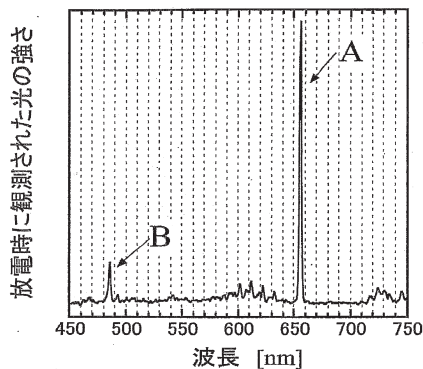


図 3 (b) 大阪府立大学  
出題例12

原子核は立教大、法政大、浜松医科大、熊本大等でみられた。大分大（医）は原子核の構造と年代測定の問題で、放射能の単位（ベクレル）を用いる。素粒子についての出題は見当たらなかった。出題されたとしても、教科書にある知識を身につけておけば対処できるであろう。特殊な問題として、東京慈恵医科大の中性子波の干渉問題（出題例13）を紹介しておく。

3. 中性子は物質波（ド・ブロイ波）として波動性を示し、干渉する。一般的な重力のもとでの中性子波の干渉について考える。シリコン結晶を図 1 のように切り出すと中性子波を透過（直進）するものと、結晶により回折するもの二手に分けることができる。図 1 に示す干渉計において、点 A に入射した波長  $\lambda$  の中性子波を二手に分け、点 D で再び合わせることで干渉させる。点 A, B, C, D においてシリコン結晶の板状の部分十分薄く、厚みは無視でき、中性子波の経路は図 2 (a) のように表される。

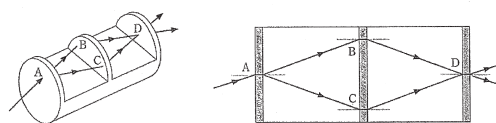


図 1 中性子干渉計

中性子波の干渉に及ぼす重力の影響を調べるために、図 2 (a) の長さ  $l$  の経路 AB, CD をそれぞれ水平に保ち、図 2 (b) の平行四辺形 ABCD が鉛直となす角  $\theta$  を変えて、AB と CD の高さの差  $z$  を変化させながら、点 D で中性子の強度を計測する。重力加速度の大きさを  $g$ 、中性子の質量を  $m$ 、プランク定数を  $h$  とし、以下の問いに答えなさい。

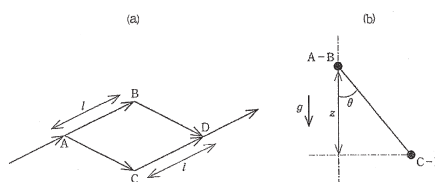


図 2 中性子の経路

問 1. 入射中性子の運動エネルギーを求めなさい。

問 2. 経路 CD における中性子の波長  $\lambda'$  を求めなさい。

問 3. 経路 CD の屈折率  $n$  を、中性子の経路 CD における速さに対する経路 AB における速さの比と定義するとき、 $n$  を求めなさい。

問 4. 波長  $\lambda$  と屈折率  $n$  を用いて、D で中性子波が強め合う条件を求めなさい。

問 5. 平行四辺形 ABCD の面積を  $1.0 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ 、入射中性子波の波長  $\lambda = 1.4 \times 10^{-10} \text{ m}$ 、重力加速度の大きさ  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ 、中性子の質量  $m = 1.7 \times 10^{-27} \text{ kg}$ 、プランク定数  $h = 6.6 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$  とする。面 ABCD が鉛直となす角  $\theta$  を  $0^\circ$  から  $90^\circ$  まで変化させたとき、D における中性子の強度の山は何回見られるか。ただし、この間の波長の変化は非常に小さい。また、 $|x| < 1$  のとき、 $(1+x)^n \approx 1 + nx$  であることを用いてよい。

東京慈恵医科大学

出題例13

### (3) 学習対策

今年度の国公立大二次・私立大入試においては、旧課程生に対する配慮を引き続き行った大学もあったため、昨年度と大きな変化はなかった。しかし、次年度からの入試では本格的に新課程入試が始まると思っておくべきである。今年度は国公立大で原子分野の出題が少なかったが、次年度は出題頻度が高くなると予想される。原子分野は典型問題の出題が大半を占める可能性が高いので、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」などの出題は当然定着するため、しっかり対策をとっておく必要がある。「凸面鏡と凹面鏡」に関しての出題は少ないと思われるが、教科書にある内容を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。これらの内容の対策も含め、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・ともぎ)

授業では高1・2生、高3生、高卒生（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

#### 思考力を要する問題が増加し、難化した

大問2題、マーク数16であり、総マーク数は昨年度より2増加した。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点であった。

平均点は26.77点で、昨年度から8.53点低くなり、難化した。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30.7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
26.77点		64.8%	58.0%

昨年度と比較すると、正誤問題が2問から4問に、計算問題が3問から4問に増加し、複数の思考過程を要する問題、実験に関する知識や考察力を要する問題も含まれており、これらにより、平均点が大きく下がった。なお、正答率が80%以上の設問は4問あり、昨年度の9問から大きく減少した。一方、正答率が50%を下回る設問は4問あり、昨年度の1問から大きく増加した。

### (2) 設問別分析

#### 第1問 化学結合、計算、実験問題で差が付いた

同位体、電子式、電子配置、元素の周期律、化学結合、化学量の計算、気体の発生と検出、混合物の分離が出題され、正答率が80%以上の設問が3問あった一方、正答率が40%台の設問が3問あった。

正答率が最も低かった設問は、問4の化学結合に関する正誤問題(出題例1)で、正答率は41%であった。誤答は①、②、④に分散しており、正答である⑤の配位結合と共有結合(啓林館『化学基礎 改訂版』p.74)について理解できていない受験生が多かった。

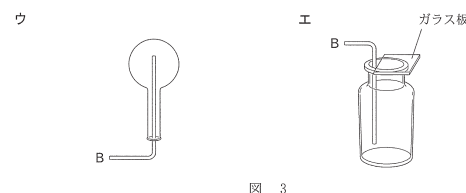
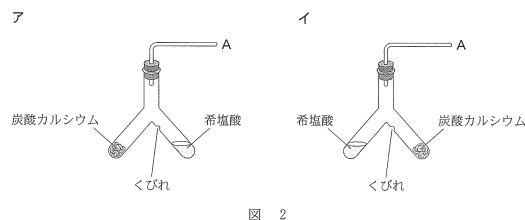
問5は、青銅1.0kg中に含まれるスズの物質量を求める計算問題で、複数の思考過程を要するため、正答率は42%と低かった。誤答は、青銅4.0kg中のスズの物質量を求めた②が23%、物質量を求めた④が19%と多かった。問6は、ふたまた試験管の使い方と二酸化炭素の検出に関する問題(出題例2, 啓林館『化学基礎 改訂版』p.33, 233)で、正答率は45%であった。誤答は、ふたまた試験管に炭酸カルシウムと希塩酸を逆に入れた③が31%と目立った。

問4 化学結合に関する記述として誤りを含むものを、次の①~⑤のうちから一つ選べ。

- ① 無極性分子を構成する化学結合の中には極性が存在するものもある。
- ② 塩化ナトリウムの結晶では、ナトリウムイオン $\text{Na}^+$ と塩化物イオン $\text{Cl}^-$ が静電気的な力で結合している。
- ③ 金属が展性・延性を示すのは、原子どうしが自由電子によって結合しているからである。
- ④ 二つの原子が電子を出し合って生じる結合は、共有結合である。
- ⑤ オキシニウムイオン $\text{H}_3\text{O}^+$ の三つのO-H結合のうち、一つは配位結合であり、他の二つの結合とは性質が異なる。

#### 出題例1

問6 炭酸カルシウムと希塩酸をふたまた試験管中で反応させ、気体を発生させる。この実験を行うとき、図2に示すふたまた試験管の使い方(ア・イ)、図3に示す気体捕集法(ウ・エ)、およびこの実験で発生した気体を石灰水に通じたときの石灰水の変化の組合せとして最も適当なものを、下の①~⑤のうちから一つ選べ。ただし、図中のAとBの部分をゴム管で連結する。



	ふたまた試験管の使い方	気体捕集法	石灰水の変化
①	ア	ウ	白濁する
②	ア	ウ	変化しない
③	ア	エ	白濁する
④	ア	エ	変化しない
⑤	イ	ウ	白濁する
⑥	イ	ウ	変化しない
⑦	イ	エ	白濁する
⑧	イ	エ	変化しない

出題例 2

## 第 2 問 計算問題は昨年度より難しくなった

化学量，化学反応と量的関係，溶液の濃度，中和滴定と指示薬，塩の水溶液の性質，酸化還元，電池が出題された。正答率が 80 % 台の設問は 1 問しかなく，昨年度の 4 問に比べてかなり減った。また，正答率が 30 % 未満の設問が 1 問あった。

正答率が最も低かった設問は，問 2 の有機化合物の元素分析に関する問題（出題例 3）で，正答率は 30 % 弱であった。「化学」で有機化合物の内容を学習していれば平易な内容であるが，センター試験で「化学基礎」を選択するほとんどの受験生は，この内容を学習しておらず，戸惑ったものと思われる。

問 3 は質量パーセント濃度をモル濃度に変換する計算問題で，正答率は 60 % であったが，上位層と下位層の正答率の差が 55 % あり，差がついた。問 4 は中和滴定の指示薬を選択する問題（出題例 4）で，正答率は 55 % であった。この設問では，酸の滴下量と pH の関係をまとめた表から中和点を読み取る必要があり，滴定曲線が与えられていない点が目新しい。問 7 は電池の原理に関する文章の空所補充の問題（啓林館『化学基礎改訂版』p.186）で，正答率は 53 % であったが，上位層と下位層の正答率の差が 76 % と全設問の中で最も大きかった。

問 2 ある有機化合物 0.80 g を完全に燃焼させたところ，1.1 g の二酸化炭素と 0.90 g の水のみが生成した。この化合物の化学式として最も適当なものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。 10

- ① CH<sub>4</sub>                      ② CH<sub>3</sub>OH                      ③ HCHO  
④ C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>                      ⑤ C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH                      ⑥ CH<sub>3</sub>COOH

出題例 3

問 4 ある酸 A の水溶液をある塩基 B の水溶液に滴下すると，pH は表 1 のように変化した。この酸 A の水溶液を用いて塩基 B の水溶液を中和滴定するとき，用いる指示薬として最も適当なものを，下の①～④のうちから一つ選べ。

12

表 1

滴下量 (mL)	pH
4.0	9.4
5.0	9.2
6.0	9.1
7.0	9.0
8.0	8.7
9.0	8.3
9.8	7.6
10.0	5.2
10.2	3.0
11.0	2.4
12.0	2.0
13.0	1.8
20.0	1.5
40.0	1.2

- ① 変色域の pH が 1.2～2.8 の指示薬  
② 変色域の pH が 4.2～6.2 の指示薬  
③ 変色域の pH が 8.0～9.8 の指示薬  
④ 変色域の pH が 9.3～10.5 の指示薬

出題例 4

### (3) 学習のポイント (指導におけるポイント)

「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，理解させた上で，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，化学結合や結晶の種類，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。

今年度は実験に関する内容も重視された。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いた方がよいであろう。また，今年度は出題されなかったが，日常生活に関わる物質についても注意が必要である。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，身のまわりの物質や現象について確認させておきたい。

なお，今年度の平均点は，ほかの理科基礎科目と比べて最も低かった。次年度はやや易しくなることも予想されるが，昨年度ほど易しくなることは想定しにくい。今年度のレベルに対応できるよう，早期から学習を進めるように指導しておくとうよいであろう。

## 2 センター試験 化学

### (1) 全体の概要

やや難化した。また、合成高分子化合物と天然有機化合物が必答問題として出題された

大問数は必答問題5題と選択問題1題の6題構成で、昨年度に比べて、大問数が1増加した。マーク数は30または29で、昨年度とほぼ同じであった。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3問が各23点、第4問が19点、第5問～第7問が各6点、分野別のウェイトは、理論：50%、無機：20%、有機：30%程度であった。また、昨年度と同様、「化学基礎」からも出題され、全体の約10%を占めた。なお、昨年度はすべて選択問題であった合成高分子化合物・天然有機化合物が、一部、必答問題（第5問）として出題された。

平均点は54.48点で、昨年度から8.02点（得点調整前の中間集計からでは4.72点）低くなり、やや難化した。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66.3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	第4問
54.48点	73.9%	55.7%	59.6%	51.1%
	第5問	第6問	第7問	
	66.7%	56.7%	51.7%	

昨年度と比較すると、正誤問題は11問から10問とほぼ同じであるが、計算問題が9問から11問に増加した。また、難度の高い計算や異性体の問題も含まれ、さらに、選択肢の数が6以上の設問が全体の約20%と増加しており、やや難化した。なお、正答率が80%以上の設問は5問あり、昨年度の6問とあまり変わらないが、正答率が50%を下回る設問が、第6問選択者で7問、第7問選択者で8問あり、昨年度の4問から大きく増加した。

### (2) 設問別分析

#### 第1問 取り組みやすい問題が多かった

イオンの電子配置、結晶の構造、水上置換による気体の捕集量、冷却曲線、密度と原子量、浸透圧が出題された。6問中4問が正答率75%を超えており、取り組みやすい問題が多かった。

最も正答率の低かった設問は、水上置換で捕集された気体の物質量を求める問3（出題例5）で、正答率は51%であった。また、上位層と下位層の差が53%と大きかった。メスシリンダー内の気体に水蒸気が含まれていることを考慮していない③の誤答が、28%と多かった。

問3 過酸化水素の分解によって発生した酸素を、水上置換でメスシリンダー内に捕集する。メスシリンダー内の気体の体積が27℃、 $1.013 \times 10^5$  Paで150 mLであるとき、酸素の物質量は何 mol か。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、27℃における水の飽和蒸気圧は $3.6 \times 10^3$  Pa、気体定数は $R = 8.3 \times 10^3$  Pa・L/(K・mol)とする。  mol

- ①  $4.0 \times 10^{-3}$       ②  $5.9 \times 10^{-3}$       ③  $6.1 \times 10^{-3}$   
 ④  $6.3 \times 10^{-3}$       ⑤  $6.7 \times 10^{-3}$       ⑥  $8.3 \times 10^{-3}$

出題例5

#### 第2問 差のつく問題が多く出題された

反応熱の計算、物質の変化とエネルギー、電離平衡、化学平衡、酸化還元反応の量的関係が出題された。6問中、正答率が70%以上の設問が2問、正答率が50%を下回った設問が2問あった。

酢酸と塩酸の混合溶液の電離平衡に関する問4（出題例6）の正答率は35%と低かった。公式代入では解答できず、応用力が必要であり、上位層の正答率も46%にとどまった。

問6の酸化還元反応の量的関係に関する計算問題では、還元剤が具体的な物質として与えられていないためか、正答率は50%にとどまった。なお、過マンガン酸カリウムと二クロム酸カリウムの物質量の比を逆にした誤答である⑥が10%と目立った。

問4 0.016 mol/Lの酢酸水溶液50 mLと0.020 mol/Lの塩酸50 mLを混合した溶液中の、酢酸イオンのモル濃度は何 mol/L か。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、酢酸の電離度は1より十分小さく、電離定数は $2.5 \times 10^{-5}$  mol/Lとする。  mol/L

- ①  $1.0 \times 10^{-5}$       ②  $2.0 \times 10^{-5}$       ③  $5.0 \times 10^{-5}$   
 ④  $1.0 \times 10^{-4}$       ⑤  $2.0 \times 10^{-4}$       ⑥  $5.0 \times 10^{-4}$

出題例6

#### 第3問 無機物質の基本的な知識が中心

水素の製法と性質、金属単体と合金、ナトリウムの単体と化合物、周期表と物質の性質、金属イオンの分離、

鉄ミョウバンの純度の計算が出題された。8問中、正答率が70%以上の設問が3問、正答率が50%を下回った設問が2問あった。

問1～問4は無機物質の知識についての基本的な問題であり、正答率はすべて60%を超えた。問5は金属イオンの分離に関する問題（出題例7、啓林館『化学』p.242～244）で、分離操作や沈殿物の性質などを正確に理解しておく必要があり、正答率は49%にとどまった。また、上位層と下位層の差が51%と大きかった。なお、4種類以上の金属イオンの分離は、旧課程でみられた歯止め規定がなくなったため、新課程のセンター試験でも出題が可能となっている。問6は鉄ミョウバンの純度を求める計算問題（出題例8）で、正答率は22%と全設問の中で最も低かった。誤答は②が最も多く、30%に達した。これは、固体5.40g中の鉄ミョウバンの物質質量までは正しく求められたが、鉄ミョウバンの式量を求める過程で水と水の式量を足し忘れたことが原因である。

#### 第4問 思考力を要する問題が多い

炭化水素の構造、フェノールとその塩の反応、不飽和脂肪酸の炭化水素基の決定、不飽和化合物の幾何異性体の数、アセチレンの製法と反応・量的関係が出題された。5問中3問の正答率が50%を下回り、また、現役生と高卒生の差が15%を超えた設問が2問あった。

問3は、付加した水素の量から油脂を構成する脂肪酸の炭化水素基の化学式を決定する問題で、正答率は42%と低かった。問4では、3つの炭素原子間二重結合をもつ化合物の幾何異性体の数が問われ（出題例9）、難度が高い問題のため、正答率は35%と、全設問の中で2番目に低かった。問5は、アセチレンの製法と付加反応に関する問題（出題例10）で、正答率は49%であった。誤答は②21%、③16%が目立った。特に、③の誤答は、発生したアセチレンの物質質量が臭素の物質質量より多いことを見落としたためであろう。

問5  $Al^{3+}$ 、 $Ba^{2+}$ 、 $Fe^{3+}$ 、 $Zn^{2+}$ を含む水溶液から、図3の実験により各イオンをそれぞれ分離することができた。この実験に関する記述として誤りを含むものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 7

図3

① 操作aでは、アンモニア水を過剰に加える必要があった。  
 ② 操作bでは、水酸化ナトリウム水溶液を過剰に加える必要があった。  
 ③ 操作cでは、硫化水素を通じる前にろ液を酸性にする必要があった。  
 ④ 沈殿Aを塩酸に溶かして $K_4[Fe(CN)_6]$ 水溶液を加えると、濃青色沈殿が生じる。  
 ⑤ ろ液Iに塩酸を少しずつ加えていくと生じる沈殿は、両性水酸化物である。  
 ⑥ 沈殿Uは、白色である。

出題例7

問6 不純物を含む鉄ミョウバン( $FeK(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ )の固体5.40gをすべて水に溶かし、水溶液を調製した。その水溶液に十分な量の塩化バリウム水溶液を加えて、完全に反応させると、硫酸バリウムの白色沈殿が4.66g生成した。鉄ミョウバンの純度(質量パーセント)として最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、不純物は沈殿を生成しないものとし、すべての硫酸イオンは硫酸バリウムとして沈殿したものとす。また、 $FeK(SO_4)_2$ の式量は287、 $BaSO_4$ の式量は233とする。 8 %

① 47    ② 53    ③ 73    ④ 86    ⑤ 93

出題例8

問4 次の化合物は植物精油の成分の一つである。この構造式で示される化合物には幾何異性体はいくつあるか。下の①～⑥のうちから一つ選べ。 4

$$CH_3-C=CH-(CH_2)_2-C=CH-(CH_2)_2-C=CH-CH_2OH$$

① 幾何異性体は存在しない    ② 2    ③ 3  
 ④ 4    ⑤ 5    ⑥ 6  
 ⑦ 7    ⑧ 8

出題例9

問5 図1は、ある気体の発生を観察するための実験装置である。ふたまた試験管には水0.20molと炭化カルシウム0.010molを、試験管Aには0.010mol/Lの臭素水10mLを入れた。ふたまた試験管を傾けて、すべての水を炭化カルシウムに加えて完全に反応させた。このとき試験管Aで起きた変化および試験管Bでの気体捕集の様子に関する記述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。 5

図1

	試験管 A で起きた変化	試験管 B での気体捕集の様子
①	臭素水の色が消えた。	アセチレンが捕集された。
②	臭素水の色が消えた。	エチレン(エテン)が捕集された。
③	臭素水の色が消えた。	気体は捕集されなかった。
④	臭素水の色は変化しなかった。	アセチレンが捕集された。
⑤	臭素水の色は変化しなかった。	エチレン(エテン)が捕集された。
⑥	臭素水の色は変化しなかった。	気体は捕集されなかった。

出題例10

### 第5問 合成高分子化合物, 天然有機化合物の両方が必答問題に

問1が合成高分子化合物, 問2が糖類からの出題。

問1は, 生分解性高分子, 陰イオン交換樹脂, 生ゴムの加硫, PET, 高吸水性高分子に関する正誤問題(出題例11)で, 正答率は57%であった。誤答としては, ②が13%, ④が15%と目立った。PETはプラスチックとしての利用に目が向いているため, 合成繊維としての利用を誤りとしたのであろう。問2は, 単糖類と二糖類に関する正誤問題で, 正答率は76%と高かった。

問1 高分子の性質や用途に関する記述として誤りを含むものを, 次の①~⑥のうちから一つ選べ。

- ① 合成高分子には, 酵素や微生物によって分解されるものがある。
- ② 陰イオン交換樹脂は, 強塩基の水溶液で処理することにより再生できる。
- ③ 生ゴムに硫黄を数パーセント加えて加熱すると, 弾性が小さくなる。
- ④ ポリエチレンテレフタレート(PET)は, 合成繊維として衣服などに用いられる。
- ⑤ カルボン酸のナトリウム塩を分子内に含む網目構造の高分子は, 高い吸水性をもち, 紙おむつなどに用いられる。

出題例11

### 第6問 昨年度に続き, 計算問題も出題された

問1は, NBRの単量体の比を求める問題(出題例12)で, 正答率は57%であった。高分子の計算は苦手とする受験生が多く, 上位層と下位層の正答率の差が50%と大きかった。問2は, ポリメタクリル酸メチルおよびナイロン6の単量体の構造式を選択する問題で, それぞれの正答率は53%, 67%であった。ポリメタクリル酸メチルの単量体であるメタクリル酸メチルの選択では, 誤答が③(メタクリル酸), ⑤(アクリル酸メチル), ⑥(酢酸ビニル)に分散していた。

問1 アクリロニトリル( $C_3H_3N$ )とブタジエン( $C_4H_6$ )を共重合させてアクリロニトリル-ブタジエンゴムをつくった。このゴム中の炭素原子と窒素原子の物質量の比を調べたところ, 19:1であった。共重合したアクリロニトリルとブタジエンの物質量の比(アクリロニトリルの物質量:ブタジエンの物質量)として最も適当なものを, 次の①~⑦のうちから一つ選べ。

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

出題例12

### 第7問 昨年度に続き, 計算問題も出題された

問1は, トリペプチド中の窒素の質量パーセントを求める計算問題で, 正答率は44%と低かった。また, 上位層と下位層の差が54%と大きかった。最も多かった誤答は③で, 23%に達した。これは, トリペプチドが形成される時に2分子の水がとれることを忘れたためであろう。問2は, シトシンと塩基対を形成する塩基の構造を選択する問題(出題例13, 啓林館『化学』p.413)で, 正答率は57%と意外に高かった。

問2 DNA中の4種類の塩基は, 分子間で水素結合を形成して対となり, 二重らせん構造を安定に保っている。図1はDNAの二重らせんの一部である。右側の塩基(灰色部分)と水素結合を形成する左側の部分Xとして最も適当なものを, 下の①~④のうちから一つ選べ。

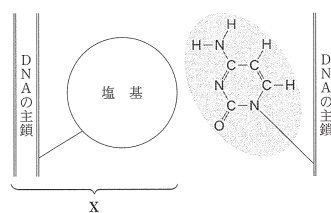
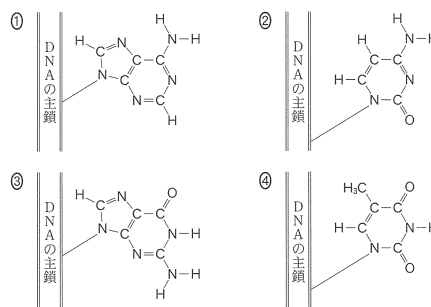


図1



出題例13

### (3) 学習のポイント(指導におけるポイント)

#### 理論分野の早期対策が必要

理論分野の範囲はかなり広い。理論分野では, 現象を理解し, さらに, 計算問題にも対応できる能力が要求されるため, 直前期の詰め込み学習では高得点を望めない。早い時期から, 教科書などで基礎事項を確認, 理解した上で, 教科書傍用問題集などで問題演習し, 解答に至る手順や公式の運用の仕方を身につけさせる必要がある。

## 無機・有機分野の知識定着が高得点をとるポイント

例年、無機分野と有機分野では、現役生と高卒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、実験に関する問題は頻出であり、教科書に記載されている実験装置・探究活動は必ず確認させておきたい。

## 直前期にはセンター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、グラフの絡む問題は二次・私大対策だけではカバーできないので、十分に演習させたい。

なお、今年度の電離平衡や幾何異性体の問題に見られるように、センター試験の過去問演習だけでは対応できない内容も出題されている。したがって、高得点を目指す受験生には、二次・私大入試対策と一体した学習を進めさせたい。

# 3 一般入試（二次・私大）

### (1) 全体の傾向

2016年度二次・私大入試の難易度は、多くの大学で昨年並みであったが、東京大、京都大、北海道大、九州大など一部の難関大ではやや難化した。これは昨年度やや易しかった反動であろう。一方、東京医科歯科大、名古屋大、金沢大、大阪府立大などはやや易しくなった。

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。私立大では、一部の難関大を除き、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。

出題分野は、電池、無機物質、核酸、合成高分子化合物、ゴムが増えた。昨年度は旧課程履修者に対する配慮により、核酸、合成高分子化合物、ゴムの出題を避けた大学が多かったが、今年度はそのような配慮がなくなったためであろう。一方で、気体、電気分解は減った。

### (2) 分野別分析

#### [理論分野]

酸と塩基では、例年通り、シュウ酸や食酢を題材とした中和滴定、逆滴定（滋賀県立大、和歌山県立医科大）、二段滴定（広島大、星薬科大、明治薬科大、近畿大）が

出題されている。

酸化還元では、過マンガン酸カリウムを用いた滴定以外に、ヨウ素滴定（筑波大、長崎大、東京理科大、立命館大）が目立ち、COD（昭和大・医、啓林館『化学基礎改訂版』p.184）、有効塩素濃度の測定（明治大）、溶存酸素量の測定（関西大－出題例14、中央大）も出題された。

(ii) 次の文の  および  に入れるのに最も適当なものを、それぞれ  a 群 および  b 群 から選び、その記号をマークしなさい。また、 (5) } には必要なら四捨五入して有効数字2桁の数値を解答欄に記入しなさい。なお、原子量は O = 16 とする。

次の①式～③式の反応を利用することによって、水に溶けている酸素 O<sub>2</sub> の質量を求める方法が知られている。

①  $Mn(OH)_2 + O_2 + 2H_2O \rightarrow \text{(1)} Mn(OH)_3 \dots\dots\dots ①$

$2Mn(OH)_2 + 2KI + 6HCl \rightarrow 2MnCl_2 + 2KCl + I_2 + 6H_2O \dots\dots\dots ②$

$I_2 + 2Na_2S_2O_3 \rightarrow 2NaI + Na_2S_4O_6 \dots\dots\dots ③$

②式で生成したヨウ素 I<sub>2</sub> を、③式に従って、チオ硫酸ナトリウム Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 水溶液を用いて滴定する。③式において、I<sub>2</sub> は  (2) } されていることから、この I<sub>2</sub> は  (3) } として働いている。

以上の①式～③式より、物質量の比で、O<sub>2</sub> : Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> は  (4) } である。

いま、O<sub>2</sub> が溶けている水から 100 mL の水を取り、それを試料とした。この試料について、①式と②式により I<sub>2</sub> を生成させた後、0.020 mol/L の Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 水溶液を用いて滴定を行ったところ、Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 水溶液は 4.0 mL 必要であった。この結果より、この水の 1.0 L あたりに溶けている O<sub>2</sub> の質量は  (5) } mg と求めることができる。

a 群

(イ) 1	(ロ) 2	(ハ) 3	(ニ) 4
(ケ) 5	(コ) 6	(セ) 7	(ソ) 8

b 群

(イ) 酸化	(ロ) 還元	(ハ) 酸化剤	(ニ) 還元剤
(ケ) 1 : 1	(コ) 1 : 2	(セ) 1 : 3	(ソ) 1 : 4
(タ) 2 : 1	(チ) 2 : 3	(リ) 3 : 1	(ハ) 3 : 2
(ニ) 4 : 1			

関西大

出題例14

結晶は、無機分野の問題の中の小問として扱われることも多く、基本的な問題が中心である。面心立方格子、体心立方格子、塩化ナトリウム型が多い。このほかに、ダイヤモンド型の結晶（東京大、群馬大、東京医科歯科大、滋賀医科大、岐阜薬科大、青山学院大、明治大、同志社大、関西大、関西学院大など）も多く出題されている。また、六方最密構造（北海道大、東京工業大）、塩化セシウム型（名古屋大、新潟大、早稲田大・理工）、黒鉛（大阪市立大）なども出題されている。新潟大のイオン結晶の限界半径比の問題（出題例15、啓林館『化学』p.34, 35）は、結晶の図が与えられておらず、内容を理解できていないと難しい。また、大阪大の面心立方格子

の積層数を考える問題（出題例16）は難度が高い。

イオン結晶では、陽イオンと陰イオンが静電的な引力で結合し、規則的に配列している。例えば、塩化セシウム CsCl は立方体の単位格子の頂点に陰イオン、同じ単位格子の中心に陽イオンが位置する結晶構造を有する。一般に、イオン結晶は同符号の電荷を持ったイオン同士が接触すると結晶は不安定になる。

問 6 下線部(e)について、塩化セシウム結晶を構成している Cs<sup>+</sup> がイオン半径の小さい陽イオンに変わると Cl<sup>-</sup> 同士が近づく。塩化セシウム型の結晶について、次の(1)および(2)に答えよ。ただし、陽イオンのイオン半径を  $r_+$  [cm]、Cl<sup>-</sup> のイオン半径を  $r_{Cl}$  [cm] とする。

(1) 単位格子の1辺の長さ  $a$  [cm] を表す式を  $r_+$  と  $r_{Cl}$  を用いて書け。平方根はそのままでもよい。

(2) 結晶が安定であるための  $r_+$  の条件を表す不等式を  $r_{Cl}$  を用いて書け。平方根はそのままでもよい。

新潟大

出題例15

一方、金の結晶構造は、銅や銀と同様の  格子で、単位格子の1辺の長さは  $4.08 \times 10^{-8}$  cm である。金はたたいて延ばすと薄く広がり、金箔となる。この箔状になる性質を  という。

問 4 金の原子半径は何 nm か。有効数字3桁で答えよ。解答欄には計算過程も記せ。

問 5 金の結晶の密度は何 g/cm<sup>3</sup> か。金の原子量は197とし、有効数字3桁で答えよ。解答欄には計算過程も記せ。

問 6 金 3.86 g を延ばして 1.73 m<sup>2</sup> の大きさの金箔を作った。金が結晶構造を保ち、同一平面内で1つの金原子が6つの金原子と接する層を底面として広がったとすると、この金箔は何層の金原子層からできているか。有効数字3桁で答えよ。解答欄には計算過程も記せ。

大阪大

出題例16

気体では、単純に気体の法則だけを扱う問題は私立大の小問形式の問題でみられる程度であり、混合気体、蒸気圧、平衡の絡んだ問題が多い。特に、蒸気圧（北海道大、群馬大、新潟大、山梨大、奈良女子大、北里大・医、同志社大）は苦手とする受験生が多い。中でも、水+ヘキサン+窒素の混合気体の問題（東京大）はやや難しい。実在気体は、三重大、熊本大、奈良県立医科大・後期、福岡大などで出題され、難関大志望者は、教科書の「発展」で扱われるファンデルワールスの状態方程式（岡山大、東京薬科大、法政大、啓林館『化学』p.30）にも注意しておきたい。

溶解度は、小問形式の出題が多い。気体の溶解度では、密閉容器中の液相と気相の関係を考える応用的な問題（宮崎大、旭川医科大、慶應義塾大・薬、東京理科大・理）もあり、炭酸の電離平衡との融合問題（お茶の水女子大）は難度が高い。

希薄溶液の性質は、凝固点降下、浸透圧を中心に、基

本～標準的な問題が多いが、水銀柱の高さから浸透圧を求める問題（金沢大）は苦手とする受験生が多い。また、浸透圧による高分子の分子量測定（岡山大）は、ファントフオッフの法則が成り立たず、問題文の読み取りが必要であった。

熱化学は、生成熱、燃焼熱、結合エネルギー、中和熱に関する標準的なレベルの問題が中心である。ダイヤモンドの結合エネルギー（北海道大、大阪市立大－出題例17）は、C 1 molあたり 2 mol の C-C 結合が存在する点に、多くの受験生はつまづく。

黒鉛とダイヤモンドをそれぞれ ① 酸素中で完全燃焼させると、ともに二酸化炭素を生じる。黒鉛とダイヤモンドの燃焼熱はそれぞれ 394 kJ/mol、396 kJ/mol である。また、高温・高圧のもとでは、② 黒鉛からダイヤモンドが生成する。

(4) 下線部①について、黒鉛の完全燃焼を表す熱化学方程式を記せ。

(5) 下線部②の反応の反応熱を求めよ。

(6) ダイヤモンドの C-C の結合エネルギーを求めよ。必要な以下の値を用いよ。

酸素 O <sub>2</sub> の O=O の結合エネルギー	494 kJ/mol
二酸化炭素 CO <sub>2</sub> の C=O の結合エネルギー	799 kJ/mol

大阪市立大

出題例17

光とエネルギーは、出題数は少ないものの、化学発光（東京医科歯科大、東京理科大・理－出題例18、兵庫医科大）、光化学反応（早稲田大・教育）が出題されている。

(3) 化学反応と光に関して、(a)~(j)の中で正しい記述はどれか。正しい記述の組み合わせを解答群から一つ選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。

- (a) ルミノールは過酸化水素によって酸化されると赤色発光を示し、血痕の検出に使われる。
- (b) ルミノールはオゾンによって還元されると赤色発光を示し、血痕の検出に使われる。
- (c) ルミノールは過酸化水素によって酸化されると青色発光を示す。
- (d) ルミノールはオゾンによって還元されると青色発光を示す。
- (e) 光合成では、水が還元剤として働き、二酸化炭素が還元される。
- (f) 光合成では、水が酸化剤として働き、二酸化炭素が還元される。
- (g) 光合成は、吸熱反応である。
- (h) 光合成は、発熱反応である。
- (i) 化学発光では、物質が化学反応のエネルギーを得てエネルギーの高い状態になり、そこからエネルギーが低い状態に移るときに、そのエネルギー差を光として放出し、発光する。
- (j) 化学発光では、物質が化学反応でエネルギーを失ってエネルギーの低い状態になり、そこからエネルギーが高い状態に移るときに、そのエネルギー差を光として放出し、発光する。

解答群

- |               |              |              |
|---------------|--------------|--------------|
| 1 a, e, h, i  | 2 a, f, g, j | 3 b, e, g, i |
| 4 b, f, h, j  | 5 c, e, g, i | 6 c, f, g, j |
| 7 c, f, h, i  | 8 d, e, g, i | 9 d, e, h, i |
| 10 d, f, h, i |              |              |

東京理科大

出題例18

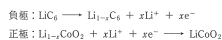
電池の出題は増加した。内容的には、ダニエル電池、鉛蓄電池、燃料電池が多いが、リチウムイオン電池（浜松医科大、和歌山大、早稲田大・理工－出題例19、法政大、啓林館『化学基礎 改訂版』p.191「発展」、同『化学』p.107）やニッケル水素電池（名古屋工業大・後期、和歌山大、啓林館『化学基礎 改訂版』p.193「発展」、同『化学』p.109）もみられた。中でも、名古屋工業大・後期と早稲田大・理工では、自動車の動力源の話題に触れられていた。

電気分解の出題はやや減少し、内容的にも、塩化ナトリウム水溶液の電気分解（イオン交換膜法）、直列回路の電気分解など基本的なものが中心であった。

ガソリンなどの化石資源を節約し、地球環境を保全するため、二酸化炭素を発生しないゼロ・エミッション自動車として電気自動車の開発が進んでいる。ガソリンエンジンの動力の一部または全部を電気モーターに替えるには、電池のエネルギー密度を高くする必要がある。<sup>(問5)</sup>鉛蓄電池は重く、エネルギー密度が低いので、電気自動車の動力源には適さない。現在のガソリン・電気ハイブリッド自動車には、より軽くエネルギー密度の高い<sup>(問6)</sup>リチウムイオン電池やニッケル水素電池が用いられている。

問5 電池のエネルギー密度 [J/g] は、電池全体の反応式における活物質の合計 1g に対して得られる電池のエネルギーとして定義される。鉛蓄電池のエネルギー密度を有効数字 3 桁で答えなさい。

問6 リチウムイオン電池は、負極として黒鉛とリチウムが形成する  $\text{LiC}_x$ 、正極として  $\text{Li}_{1-x}\text{CoO}_2$  ( $0 < x \leq 1$ ) を用いた二次電池であり、放電させるときの反応が起こる。



$x = 1$  として、リチウムイオン電池のエネルギー密度 [J/g] を有効数字 3 桁で答えなさい。ただし、リチウムイオン電池の起電力は 3.60 V である。

早稲田大・理工

出題例19

反応速度は、反応速度式に関する内容が多い。特に、過酸化水素の分解反応が目立ち、発生した酸素の水上置換も絡めた問題（横浜国立大、九州工業大、首都大東京、静岡県立大、啓林館『化学』p.113）も多かった。近年、難度の高い問題が増加傾向にあった反応速度であるが、今年度はやや落ち着いた。とはいえ、発展的な内容として、多段階反応（九州大、東京理科大・基礎工、啓林館『化学』p.130）、アレニウスの式（岡山大、徳島大、東京理科大・基礎工、福岡大、啓林館『化学』p.125）などが出題された。

化学平衡では、例年通り、 $\text{A} + \text{B} \rightleftharpoons 2\text{C}$ （名古屋工業大・後期、大分大、琉球大、明治大、順天堂大・医、関西大、福岡大）、 $\text{A} \rightleftharpoons 2\text{B}$ （富山大、広島大、横浜市立大、立教大、学習院大、関西学院大）、ハーバー・ボッシュ法（奈良女子大、大阪府立大、明治大）が多く、標準的

な問題が中心である。

電離平衡は、昨年度よりやや増え、教科書では「発展」として扱われている緩衝液の計算、加水分解定数も多く大学の出題されている。題材としては、酢酸やアンモニアが多く、 $1 - \alpha \approx 1$  の近似が使えない問題（山口大）もみられる。炭酸（お茶の水女子大、慶應義塾大・理工、慶應義塾大・薬）や炭酸の緩衝液（名古屋市立大・医、慶應義塾大・医）も少なくない。また、炭酸水素ナトリウム（青山学院大、東北医科薬科大・薬）、希薄な塩酸（北里大・理）、指示薬（芝浦工業大）も出題されたが、いずれも丁寧な誘導が付いていた。ギ酸と酢酸の混合水溶液（東京工業大－出題例20）、サリチル酸の pH による平均荷電数の変化（京都大）はやや難しい。

濃度  $2\text{C} [\text{mol/L}]$  のギ酸水溶液に、同じ体積の  $2.20 \times 10^{-4} \text{mol/L}$  の酢酸水溶液を混合した。この水溶液の水素イオン濃度は  $2.80 \times 10^{-4} \text{mol/L}$  であった。下の問に答えよ。

ただし、すべての水溶液の温度は  $25^\circ\text{C}$  であり、ギ酸と酢酸の電離定数はそれぞれ  $2.80 \times 10^{-4} \text{mol/L}$ 、 $2.80 \times 10^{-5} \text{mol/L}$  とする。また、混合後の水溶液のギ酸イオンと酢酸イオンの濃度の和は水素イオン濃度に等しいものとする。

問1 混合後の酢酸イオンの濃度はいくらか。最も適切なものをつぎの 1～6 から選び、番号で答えよ。

- |                                      |                                      |                                      |
|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 1. $2.8 \times 10^{-6} \text{mol/L}$ | 2. $1.0 \times 10^{-5} \text{mol/L}$ | 3. $1.1 \times 10^{-5} \text{mol/L}$ |
| 4. $2.8 \times 10^{-5} \text{mol/L}$ | 5. $1.0 \times 10^{-4} \text{mol/L}$ | 6. $1.1 \times 10^{-4} \text{mol/L}$ |

問2 C はいくらか。最も適切なものをつぎの 1～6 から選び、番号で答えよ。

- |                                      |                                      |                                      |
|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 1. $2.5 \times 10^{-4} \text{mol/L}$ | 2. $2.7 \times 10^{-4} \text{mol/L}$ | 3. $5.4 \times 10^{-4} \text{mol/L}$ |
| 4. $2.5 \times 10^{-3} \text{mol/L}$ | 5. $2.7 \times 10^{-3} \text{mol/L}$ | 6. $5.4 \times 10^{-3} \text{mol/L}$ |

東京工業大

出題例20

溶解度積は、硫化物（東北大、新潟大、札幌医科大、大阪府立大・中期、立教大、星薬科大）、モール法（千葉大－出題例21、和歌山大、兵庫医科大、啓林館『化学』p.171）が多い。なお、モール法については、溶解度積を用いない、定量だけの問題（愛知教育大、高知大）も出題されている。

次の文章を読み、以下の問い(問1～6)に答えなさい。ただし、塩化銀およびクロム酸銀の溶解度積は  $25^\circ\text{C}$  においてそれぞれ  $1.8 \times 10^{-10} (\text{mol/L})^2$  および  $3.0 \times 10^{-12} (\text{mol/L})^2$  とする。また、必要であれば  $\sqrt{3} = 1.73$  を用いなさい。

物質の量を定量的に分析する手法の一つに滴定法がある。滴定法には酸と塩基を用いた ア 滴定、過マンガン酸カリウムのような イ 剤とシュウ酸のような ウ 剤を用いた エ 滴定がある。また、難溶性塩の沈殿生成を利用して水溶液中のイオン濃度を求めることができる沈殿滴定もある。沈殿滴定の一つである オ 法はクロム酸カリウムを用いた塩化物イオンの定量法である。 オ 法について、以下の実験を行った。

実験1  $25^\circ\text{C}$  において塩化物イオンとクロム酸イオンをそれぞれ  $1.00 \times 10^{-4} \text{mol/L}$  含む水溶液中に硝酸銀水溶液を滴下したところ、はじめに白色沈殿が生じた。さらに硝酸銀水溶液を滴下していくと、暗赤色沈殿が生じた。

実験2 ある濃度の塩化ナトリウム水溶液を10.0 mLと、0.0100 mol/Lのクロム酸カリウム水溶液を11.0 mL加えた。25℃において0.0100 mol/Lの硝酸銀水溶液で滴定したところ12.0 mLで暗赤色沈殿が生じた。

問1  ~  にあてはまる適切な語句をかきなさい。

問2 下線部①および②で起こる反応をイオン反応式でかきなさい。

問3  法におけるクロム酸カリウムの働きについて60字以内で説明しなさい。ただし、説明には「暗赤色」と「未反応の塩化物イオン」の語句を必ず用いて答えなさい。

問4 実験1で最初の沈殿が生じるのに必要な最小限の銀イオン濃度は25℃において何mol/Lか。計算過程も示し、有効数字2けたで答えなさい。

問5 実験1で暗赤色沈殿が生じたとき、白色沈殿に含まれる陰イオンについて、滴定前の何%が沈殿したか。計算過程も示し、有効数字2けたで答えなさい。ただし、滴下した硝酸銀水溶液による体積変化は無視できるものとする。

問6 実験2で塩化ナトリウム水溶液の濃度は何mol/Lか。計算過程も示し、有効数字3けたで答えなさい。

千葉大

出題例21

【無機分野】

無機分野は、例年通り、ハロゲン、硫黄、窒素、炭素、ケイ素、ナトリウム、カルシウム、アルミニウム、鉄、銅、銀などの各論を暗記しておれば解答できる問題が大半を占め、今年度は、特にアルミニウムの出題が目立った。また、国公立大や難関私立大では、結晶や化学平衡などの理論分野の絡んだ問題もみられる。

鉄の腐食（横浜市立大、明治薬科大、明治大）、錯イオンの立体構造（大阪大、青山学院大－出題例22、芝浦工業大、啓林館『化学』p.239）は類題を学習していないと厳しいであろう。

錯体は配位結合をもつ化合物であり、 $\text{Co}^{3+}$  は様々なイオンや分子と錯体を形成する金属イオンである。ここに、2種類の錯体Aと錯体Bがあり、これらはいずれも  $\text{CoCl}_2(\text{NH}_3)_n$  ( $n$  は整数) という組成式で表すことができる。また、 $\text{Co}^{3+}$  の配位数は6であり、 $\text{NH}_3$  は  $\text{Co}^{3+}$  に配位結合しており、 $\text{Co}^{3+}$  に配位結合している塩化物イオンは硝酸銀と反応しない。

$2.0 \times 10^{-3}$  mol の錯体Aと錯体Bをそれぞれはかり取って別々に水1Lに溶かし、それらに過剰量の硝酸銀水溶液を加えたところ、錯体Aの水溶液からは  $2.9 \times 10^{-1}$  g の沈殿が得られたが、錯体Bの水溶液は沈殿を生じなかった。

(1) 錯体Aと錯体Bの組成式を求め、 $n$  の値をそれぞれ解答用紙のA、B欄に記せ。

(2) 下線(a)をあらわす化学反応式を示せ。錯体Aに関しては  $\text{Co}^{3+}$  の配位子の種類や数がわかるように例に示すような化学式で記すこと。

例 ヘキサシアニド鉄(III)酸カリウムの場合は、 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$

(3) 錯体Aと錯体Bにおいて、2種類の配位子が  $\text{Co}^{3+}$  のまわりに正八面体構造を保って配位するとき、配位子が結合する位置の違いによって立体異性体が存在する可能性がある。錯体A、Bに関して考えられる異性体の数をそれぞれ解答用紙のA、B欄に記せ。

青山学院大

出題例22

【有機分野】

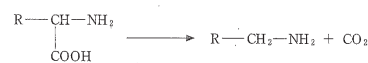
有機化合物の合成経路、簡単な構造決定が中心であったが、例年同様、一部の難関大では難度の高い構造決定も出題された。

構造決定は、エステル（京都大、北海道大・後期、東北大、金沢大、名古屋工業大、慶應義塾大・医、慶應義塾大・薬、関西大など）が目立った。

合成経路については、教科書に載っているものを中心だが、アセトアミノフェン（立命館大、同志社大、啓林館『化学』p.343脚注）、ベンゾカイン（愛知教育大）など医薬品の合成、ノルアドレナリン（名古屋工業大・後期－出題例23）、ルミノール（兵庫医科大）の合成などもみられた。

ヒトの体を構成するタンパク質を合成するために必要な $\alpha$ -アミノ酸は約20種類であるが、その中で食物として摂取しなくてはならないアミノ酸を必須アミノ酸という。残りのアミノ酸は、必須アミノ酸を原料として生合成することができる。例えば、チロシンはフェニルアラニンのベンゼン環のpara位を水酸化する酵素により生合成されている。実際には、ヒトの体内には $\alpha$ -アミノ酸以外に、 $\beta$ -アミノ酸など多様なアミノ酸が存在している。アミノ酸はタンパク質を構成するだけでなく、酵素によりさまざまな物質に変換されて重要な生理作用を担っている。

体内の脱炭酸酵素の中には、 $\alpha$ -アミノ酸に対して下を示すような反応を行うものがある。側鎖Rの中のカルボキシ基に対しては、この酵素は働かない。



この酵素の働きにより、アスパラギン酸は $\beta$ -アラニンに変換される。また、グルタミン酸はGABAに変換される。GABAは抑制系の神経伝達物質であり、血圧を下げる作用がある。

カテコール(*o*-ジヒドロキシベンゼン)部位はさまざまな生理活性物質に含まれている基本構造の1つである。神経伝達物質でもありストレス・ホルモンとして働くノルアドレナリンは、構造中にカテコール部位を有している。体内では、チロシンを原料として、神経伝達物質の1つであるドーパミンを経由してノルアドレナリンに変換されている。

問3 GABAの構造式を記せ。

問4 ノルアドレナリンは分子量169の化合物であり、元素分析の結果はC:56.8%、H:6.5%、N:8.3%である。ノルアドレナリンの分子式を記せ。なお、解答に至る導出過程も記すこと。

問5 体内の水酸化酵素はC-H結合をC-OHに変換している。チロシンに水酸化酵素Aが働くときカテコール部位が生成する。その後、脱炭酸酵素が働くとドーパミンが生成する。ドーパミンの構造式を記せ。

問6 ドーパミンに水酸化酵素Bが働くとノルアドレナリンが生成するが、ノルアドレナリンには不斉炭素原子が1つ存在している。この条件の下でノルアドレナリンの構造式として考えられるものをすべて記せ。ただし、不斉炭素原子の上または下に\*をつけて記すこと。

問7 実験室でノルアドレナリンの人工合成を行った。チロシンに問6の水酸化酵素Bを作用させるとヒドロキシ基が一つ増加し、不斉炭素原子を2つ有する化合物Xが生じた。Xに脱炭酸酵素を作用させた後に、問5の水酸化酵素Aを作用させるとノルアドレナリンが生じた。Xとノルアドレナリンの構造式を記せ。ただし、不斉炭素原子の上または下に\*をつけて記すこと。

名古屋工業大・後期

出題例23

教科書では「発展」として扱われる炭素原子間二重結合のオゾンや過マンガン酸カリウムなどによる酸化分解（滋賀医科大，香川大，琉球大，明治大，星薬科大，明治薬科大，立命館大，関西大，産業医科大，啓林館『化学』p.288）は例年通り多く出題され，一部の問題（慶應義塾大・理工，同志社大）では反応の説明がなかった。また，マルコフニコフ則（北海道大，千葉大，岡山大，京都府立大，東京理科大・理，啓林館『化学』p.288），配向性（京都大，熊本大，京都府立大，福岡大，啓林館『化学』p.331）も出題され，知識がないと解答できない問題もみられた。

アルケンへのシス付加とトランス付加による生成物の立体構造（東京理科大・理－出題例24）は，難関大志望者は注意しておきたい。

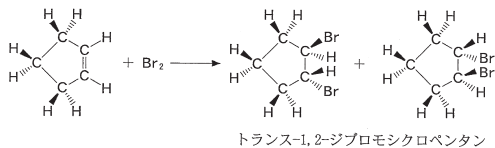
アルケンでは，二重結合を構成する2個の炭素原子と，それらの炭素原子に結合する2個ずつの原子の合計6個の原子は，同一平面上に位置するので，アルケンは一つの平面を形成すると言える。アルケンへの付加反応について以下の問(1)から(3)に答えなさい。ただし本問で表示する構造式では，通常の実線で表された結合は紙面上，太い実線で表された結合は紙面の手前，破線で表された結合は紙面の向こう側にあることを示し，矢印で示した結合は自由に回転できるものとする。（25点）

(1) アルケンに塩化水素が付加するとき，二重結合を構成する2個の炭素原子のうち，結合している水素原子が多いほうの炭素原子にHが，少ないほうの炭素原子にClが付加しやすい。1-ブテンに塩化水素が付加する反応の主生成物はどれか。最も適当な化合物を解答群から1つ選び，その番号を解答用マークシートにマークしなさい。ただし，反応中に炭素-炭素単結合は切れないものとする。

解答群

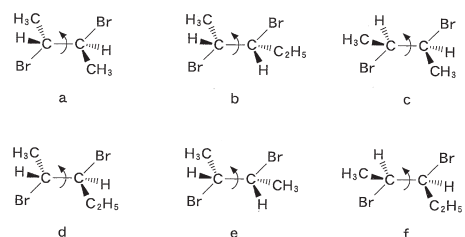
- |            |                   |
|------------|-------------------|
| 1 1-クロロブタン | 2 1-クロロ-2-メチルプロパン |
| 3 2-クロロブタン | 4 2-クロロ-2-メチルプロパン |

(2) アルケンに臭素が付加する反応では，臭素がアルケンの炭素-炭素二重結合が形成する平面の上下(反対側)から付加した化合物が生成するのでトランス付加と呼ばれる。例えばシクロペンテンに臭素を反応させるとトランス-1, 2-ジブロモシクロペンタンが生成する。



(3) シス-2-ブテンに臭素が付加する反応の生成物はどれか。最も適当な構造を以下の構造式 a-f の中から2つ選んでその正しい組み合わせを解答群から選び，その番号を解答用マークシートにマークしなさい。

構造式

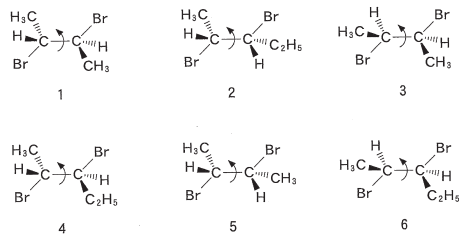


解答群

- |         |         |         |         |          |
|---------|---------|---------|---------|----------|
| 1 a と b | 2 a と c | 3 a と e | 4 b と c | 5 b と d  |
| 6 c と d | 7 c と e | 8 d と e | 9 d と f | 10 e と f |

(4) トランス-2-ブテンに臭素が付加する反応の生成物はどれか。最も適当な構造を解答群から1つ選び，その番号を解答用マークシートにマークしなさい。

解答群

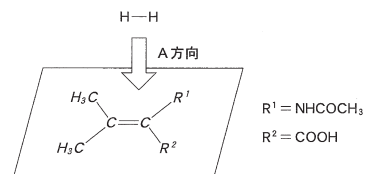


(5) シクロヘキセン 12.3 g すべてに臭素を付加させるのに必要な臭素の質量は何 g か。最も近い値を解答群から選び，その番号を解答用マークシートにマークしなさい。ただし原子量は，H = 1.0，C = 12，Br = 80 とする。

解答群

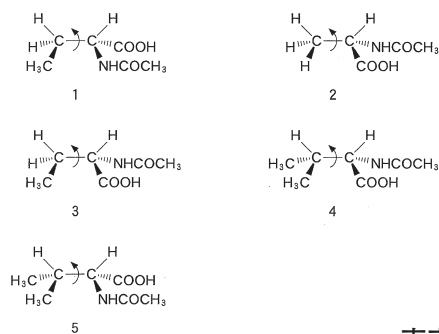
- |       |      |      |      |      |
|-------|------|------|------|------|
| 1 8.0 | 2 12 | 3 16 | 4 20 | 5 24 |
| 6 28  | 7 32 | 8 36 | 9 40 |      |

(3) Ptなどを触媒として炭素-炭素二重結合に水素が付加する反応では，水素が炭素-炭素二重結合が形成する平面の同じ側から付加した化合物が生成するのでシス付加と呼ばれる。



図に示す化合物の炭素-炭素二重結合が形成する平面のA(上側)方向からのみ水素が付加したときに生成する化合物はどれか。最も適当な構造を解答群から1つ選び，その番号を解答用マークシートにマークしなさい。

解答群



東京理科大

出題例24

油脂は，基本的な知識やけん化や付加の計算（和歌山大，宮崎大，慶應義塾大・看護，東京理科大・基礎工）が中心であるが，例年通り，構成脂肪酸の決定（千葉大，島根大，東京理科大・薬）やオゾン分解を用いた構造決定（産業医科大）も出題されている。また，糖脂質（筑



大、奈良県立医科大、東京理科大、芝浦工業大、同志社大など)も多い。また、リサイクル(滋賀医科大-出題例28)も出題された。

機能性高分子は、イオン交換樹脂のほか、生分解性高分子であるポリ乳酸(立命館大)、導電性高分子であるポリアセチレン(慶應義塾大・看護、同志社大)、吸水性高分子であるポリアクリル酸ナトリウム(静岡大、慶應義塾大・理工)なども出題されている。

あろう。また、教科書には載っていない物質を題材とした出題もみられる。化学を苦手とする受験生は、見たことのないものは難しく感じるようであるが、大半の問題は基本的な知識の組合せで解答できる。問題演習を通して練習させておきたい。

核酸と合成高分子化合物からの出題は、やや増加した。これらの単元は、次年度以降も今年度並みに出題されると予想されるが、教科書の最後の方で扱われるため、学習が遅れがちになる。入試に間に合うように準備をしておきたい。

なお、難関大では、結晶、反応速度、化学平衡、有機化合物の立体構造、オゾン分解など、教科書の「発展」で扱われる内容が、当然のように出題される。難関大を目指すには、「発展」に関連した問題演習も十分に行い、思考力を養っておくことが必要である。

尿素  $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$  は哺乳類における窒素を含む化合物の代謝排出物である。また、尿素は肥料としての利用のほか、工業原料としても重要である。尿素から図1に示すメラミンが合成される。さらに、尿素と ① から尿素樹脂が製造され、同様にメラミンと ① からメラミン樹脂が製造される。

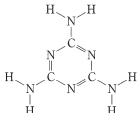


図1 メラミンの構造

合成樹脂は熱に対する性質によって2つのグループに分類される。そのうち、尿素樹脂とメラミン樹脂が属するグループは ② とよばれ、これらは三次元の ③ 状の分子構造をもつ。もう1つのグループの樹脂は ④ とよばれ、鎖状の分子構造をもつことが多い。資源の有効利用と環境保全のため、合成樹脂のリサイクルが重要である。回収した合成樹脂を、融解して再製品化する方法を ⑤ といい、原料になる物質にまで分解して、再び材料として利用する方法を ⑥ という。

問8 ① ~ ⑥ に適切な語句を入れよ。

問9 メラミンは尿素のみを原料として合成することができ、その際には、二酸化炭素とアンモニアも生成する。メラミンを分子式で表記して、この合成反応の反応式を示せ。

問10 メラミンと水素結合をつくる、六角形の環状構造をもつ化合物Fがある。化合物Fは次の(a)~(c)の条件をすべて満たす。下の(1)、(2)に答えよ。

(a) 分子量が129で、元素分析の値は、質量パーセントでC:27.9%, H:2.3%, N:32.6%, O:37.2%である。

(b) 窒素原子どうしの結合はない。

(c) すべての酸素原子は二重結合で炭素原子と結合している。

(1) 化合物Fの分子式を求めよ。

(2) いずれもが平面構造であるメラミンと化合物Fの1分子どうしが同一平面上にあるとき、3本の水素結合で結びつく。その状態を構造式を用いて表せ。水素結合を太い破線で示すこと。

**滋賀医科大**

出題例28

(3) 学習のポイント(指導におけるポイント)

2016年度入試も、昨年度までと大きな違いはみられなかった。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。

(1), (2)でも述べたように、入試問題の大部分は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上で、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。

国公立二次試験や一部の私立大では、論述問題も多く出題される。平素から、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

西 章嘉(にし・あきよし)

授業では高1~3生、高卒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・化学基礎の作成チーフを務め、全統マーク模試・化学、阪大即応オープン、神大入試オープンなどの作成・作題も担当する。

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)

# 大学入試 分析と対策

# 生 物

学校法人 河合塾  
生物科講師 神原 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27.6点(50点満点)で、昨年度より0.9点高くなった。大問は、「生物と遺伝子」、「生物の体内環境の維持」、「生物の多様性と生態系」の3分野から、バランス良く1題ずつ出題された。また、大問はすべてA・B分けになっており、幅広いテーマから出題された。

河合塾の再現データの結果では、正答率が80%以上の「易しい」設問の割合は、昨年度が約19%であったのに対し、今年度は約24%とわずかに上昇した。また、正答率が50%以下の「難しい」設問の割合は、昨年度は約31%であったのに対し、今年度は約29%とわずかに低下した。(なお、以降の正答率はすべて河合塾の再現データによるものである。)

設問16問のうち、13問が知識問題であり、昨年度は出題されなかった考察問題が2問出題された。また、昨年度と同様に計算問題が1問出題された。実験結果や図・表にもとづいて考察する問題は出題されなかった。知識問題については、幅広いテーマから少しずつ出題され、その内容はやや詳細な知識を必要とするものも多かった。13問のうち、文章正誤問題が5問、生物用語や記号などを選ぶ問題が8問であり、また、13問のうち、7問が正しいもの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と考察問題、Bは遺伝子とそのはたらきに関する知識問題であり、第1問の平均点は11.7点(平均得点率は61.2%)であった。

問1はミトコンドリアに関する文章正誤の知識問題である。正答率は29.6%で全設問中最も低かった。②を選んだ誤答が約26%と多くみられた。問2は代謝の過程にはたらく酵素に関する考察問題(出題例1)である。

「生物基礎」の範囲ではあまりみかけないタイプの問題で、同じタイプの問題を解いたことがないと難しく、正答率は低いと予想されたが、50.9%の正答率で予想よりも高かった。問3はリンを構成元素としてもつ物質を過不足なく含む組合せを選ぶ問題であり、正答率は46.7%と低かった。①を選んだ誤答が約28%と多くみられ、核酸(DNA, RNA)は糖、塩基、リン酸からなる物質であることを覚えていない受験生が多かったようである。(啓林館『生物基礎 改訂版』p.60, 74, 75/同『新編生物基礎』p.48, 57) 問4はDNAとRNAで異なる塩基を選ぶ問題であり、正答率は95.4%で極めて高かった。問5は遺伝情報の発現に関して、「転写」と「翻訳」の語を選ぶ問題であり、正答率は91.5%で極めて高かった。問6はタンパク質に関する知識問題であり、正答率は60.5%であった。⑤を選んだ誤答が約31%と多くみられた。mRNAの塩基3つの並びが指定するのは1つのタンパク質ではなく1つのアミノ酸であり、アミノ酸が多数結合してタンパク質が合成されることを理解していない受験生が多かったようである。

問2 下線部b)に関して、次の文章に示す実験を行い、下の結果Ⅰ～Ⅲが得られた。これらの結果から、下の図1中のア、エ、およびオに入る物質と酵素の組合せとして最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 2

ある原核生物では、図1に示す反応系により、物質Aから、生育に必要な物質が合成される。この過程には、酵素X、Y、およびZがはたらいている。通常、この原核生物は、培養液に物質Aを加えておくと生育できる。一方、酵素X、Y、またはZのいずれか一つがはたらかなくなったもの(以後、変異体とよぶ)では、物質Aを加えても生育できない。そこで、これらの変異体を用いて、ア～ウの物質を加えたときに、生育できるかどうかを調べた。ただし、ア～ウには物質B、C、またはDのいずれかが、エ～カには酵素X、Y、またはZのいずれかが入る。

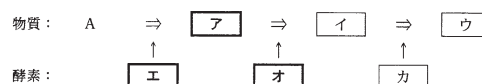


図 1

結果

- I：酵素 X がはたらかなくなった変異体の場合、物質 B を加えたときのみ生育できる。
- II：酵素 Y がはたらかなくなった変異体の場合、物質 B、C、または D のいずれか一つを加えておくと生育できる。
- III：酵素 Z がはたらかなくなった変異体の場合、物質 B または C を加えると生育できる。

出題例 1

第2問 生物の体内環境の維持 (配点16点)

Aは体液、肝臓、腎臓に関する知識問題と計算問題、Bは血液循環、ホルモン、自律神経に関する知識問題であり、第2問の平均点は9.1点(平均得点率は56.9%)であった。

問1は組織液と組成に近い液体の組合せを選ぶ問題であり、正答率は62.8%であった。①および⑤を選んだ誤答がそれぞれ約19%、約11%であった。問2は肝臓のはたらきに関する基本的な知識問題であり、Aの正答率は98.3%で全設問中最も高く、イの正答率も77.2%と高かった。問3は1日あたりの原尿中に含まれるタンパク質とグルコースの量および尿素の濃縮率を求める問題(出題例2)であり、正答率は約33%と低かった。④を選んだ誤答が約31%みられ、③・④の選択率の合計が約65%であることから、多くの受験生は「糸球体からボーマンのうへグルコースはろ過されるが、タンパク質はろ過されない」ことを理解できていたようである。尿素の濃縮率を求めるためには、まず尿中の尿素濃度を求めたのち、尿中の尿素濃度を血しょう中の尿素濃度で割るという二段階の計算過程が必要である。表中の尿(g/日)の値を尿中の尿素濃度と勘違いし、正答率が低くなったものと考えられる。問4はヒトの血液の循環に関わる各器官のはたらきに関する文章正誤の知識問題であり、正答率は47.7%と低く、①を選んだ誤答が約35%と多かった。心臓から肺へ血液を運ぶ血管は肺動脈であることを尋ねている問題であるが、問題文を「肺静脈から(心臓に)運ばれてきた血液が…」のように読み間違えてしまったと思われる。また、高卒生(約62%)と現役生(約45%)で正答率に大きな差がみられた。問5は各器官のはたらきとその調節に関する問題であり、正答率は50.7%であった。ホルモンを分泌する部位とその作用、自律神経のはたらき、さらにフィードバック調節など様々な内容が含まれており、幅広い正確な知識が必要な問題である。②および③を選んだ誤答がそれぞれ約24%、約16%であった。また、高卒生(約62%)と現役生(約48%)で正答率に大きな差がみられた。

問3 下線部(b)に関連して、それぞれの物質が再吸収される効率は、濃縮率(尿中の物質濃度を血しょう中の物質濃度で割った数値)で表すことができる。次の表1は、健康なヒトにおける様々な物質の血しょう中の濃度(質量パーセント)、原尿中および尿中に含まれる一日当たりの量と、濃縮率を示している。表1のウ～オに入る数値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。 10

表 1

物質名	血しょう(%)	原尿(g/日)	尿(g/日)	濃縮率
水	91.0	170000	1425	1
タンパク質	7.5	ウ	0	0
グルコース	0.1	エ	0	0
尿素	0.03	51	27	オ
クレアチニン	0.001	1.7	1.5	100

	ウ	エ	オ
①	0	0	60
②	0	0	900
③	0	170	60
④	0	170	900
⑤	13000	0	60
⑥	13000	0	900
⑦	13000	170	60
⑧	13000	170	900

出題例 2

第3問 生態と環境 (配点15点)

Aはバイオームの分布に関する知識問題、Bは生態系とその保全に関する考察問題と知識問題で、第3問の平均点は9.8点(平均得点率は65.3%)であった。

問1はバイオームの分布に関する基本的な知識問題であり、正答率は高かった。問2は雨緑樹林の代表的な樹種であるチークの特徴に関する知識問題で、正答率は58.4%と低かった。④を選んだ誤答が約24%みられ、雨緑樹林の樹種が雨季に葉をつけ、乾季に落葉することを覚えていない受験生が多かったようである。問3はサバンナでみられる樹木の例を選ぶ問題であり、正答率は40.2%と低かった。④・③・⑥を選んだ誤答がそれぞれ約23%、約11%、約10%であった。下線部(b)の地域がサバンナであることを理解した上で、樹種を選ぶ必要があり、また、サバンナでみられる樹種としてアカシアが記載されていない教科書もあり、正答率が低くなったものと考えられる。問4はヤチネズミの個体数が一定の範囲に保たれる原因を知識をもとに考察する問題であり、正答率は59.9%であった。「原因として考えられないもの」を選ぶ問題であり、選択肢の文章をよく読み、個体数が増えたときにはさらに増えるような条件、または、個体数が減ったときにはさらに減るような条件を選ぶ必要があった。問5は生態系のバランスに関する正しい記述の組合せを選ぶ問題である。正答率は91.5%で極めて高かった。

### (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、小設問 16 問中 13 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十分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。)

今年度は腎臓における尿素の濃縮率に関する計算問題が、昨年度の本試験では遺伝子に関する計算問題が出題されており、これらの正答率は非常に低かった。来年度以降も計算問題が出題される可能性が高いので、マイ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、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関する計算問題を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。

昨年度の本試験では出題されなかったが、今年度は考察問題が 2 問出題された。来年度以降も、実験結果などにもとづいて考察する問題(実験考察問題)が出題される可能性がある。実験考察問題では、実験の意義と内容、設問文や選択肢の文意など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、実験考察問題に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 32 であった。昨年度より設問数や総選択肢数が減少し、全体的な分量はやや減少した。平均点は 63.6 点で、昨年度より 8.6 点高くなった。

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、配点も 18 点ずつであった。また、すべて A・B 分けになっており、幅広いテーマから出題された。選択問題

の第 6 問と第 7 問は、複数の分野にわたる複合的な問題であり、配点は 10 点であった。問題内容の割合は、知識問題がおおよそ 5 割、知識と考察を要する問題がおおよそ 3 割、考察問題がおおよそ 2 割であり、昨年度とほぼ同じ傾向であった。詳細な知識を問う問題や紛らわしい選択肢が減少し、選択肢の数も減少した。また、難度の高い考察問題も減少したため、昨年に比べて易化した。

### (2) 設問別分析

#### 第 1 問 生命現象と物質(配点 18 点)

A は酵素に関する知識問題、B は細胞内物質輸送に関する知識問題と考察問題で、第 1 問の平均点は 13.1 点(平均得点率は 72.7%)であった。

問 1 と問 2 は酵素に関する基本的な知識問題であり、正答率はともに非常に高かった。問 3 は細胞内物質輸送に関する基本的な知識問題であったが、現役生の正答率が低く、高卒生と現役生の正答率の差が大きかった(啓林館『生物』p.10)。問 4 はエキソサイトシスに関する考察問題(出題例 3)であり、難しい内容ではなかったが、正答率は 36.2%ときわめて低かった。

B 動物細胞では、細胞内でつくられて細胞外へ放出されるタンパク質は、**オ**で合成されて小胞体に移動した後に**カ**で濃縮され、小胞(分泌顆粒)に貯蔵される。タンパク質に限らず小胞に蓄えられた物質は、小胞が細胞膜と融合することによって細胞外に放出される(この現象を以後、現象 E とよぶ)。神経細胞が興奮するときには、細胞質基質の  $\text{Ca}^{2+}$  濃度が上昇して現象 E が生じる。この  $\text{Ca}^{2+}$  の供給源を調べるため、細胞膜を介した  $\text{Ca}^{2+}$  の移動を妨げる試薬 X、および小胞体膜を介した  $\text{Ca}^{2+}$  の移動を妨げる試薬 Y を用いて次の実験 1 を行った。

実験 1 環形動物のヒルに存在する、ある種の神経細胞を電気刺激によって興奮させると、現象 E が生じる。この神経細胞のある色素が入った培養液中で興奮させると、現象 E の生じた部位が、次の図 1 のように、斑点状に色素で標識される。このとき、標識された点の数は、細胞質基質の  $\text{Ca}^{2+}$  濃度上昇の程度を反映している。

実験では、培養液中(細胞外)の  $\text{Ca}^{2+}$ 、試薬 X、および試薬 Y がある条件、ない条件を組み合わせて神経細胞を一定時間興奮させた。その後、神経細胞上に標識された点を数えたところ、下の図 2 の結果が得られた。

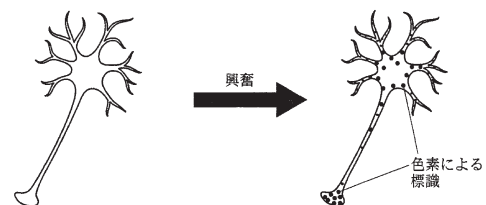


図 1

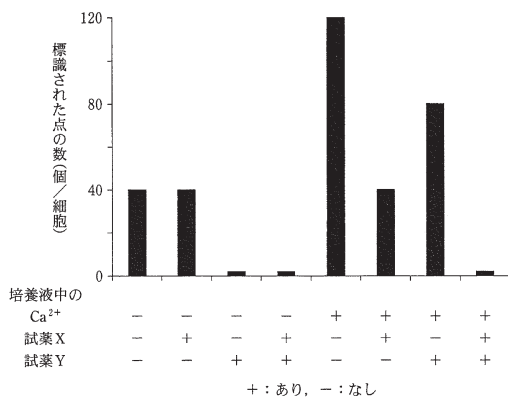


図 2

問 3 上の文章中の「オ」・「カ」に入る語としてそれぞれ最も適当なものを、次の①~⑥のうちから一つずつ選べ。オ  ・カ

- ① 核                      ② ゴルジ体              ③ 中心体
- ④ リボソーム          ⑤ リソソーム          ⑥ スクレオソーム
- ⑦ 液 胞

問 4 実験 1 に関して、現象 E を表す語と、現象 E が生じるときに必要な Ca<sup>2+</sup> の供給源として最も適当な組合せを、次の①~⑥のうちから一つ選べ。

	現象 E	Ca <sup>2+</sup> の供給源
①	エキソサイトーシス	細胞外
②	エキソサイトーシス	小胞体
③	エキソサイトーシス	細胞外と小胞体
④	エンドサイトーシス	細胞外
⑤	エンドサイトーシス	小胞体
⑥	エンドサイトーシス	細胞外と小胞体

出題例 3

## 第 2 問 生殖と発生 (配点18点)

Aは動物の受精と発生に関する知識問題と考察問題、Bは被子植物の生殖と発生に関する知識問題と考察問題で、第2問の平均点は12.6点(平均得点率は70.0%)であった。昨年度の本試験の第2問と出題内容が類似していた。問1はウニの発生に関する知識問題で、様々な内容が含まれており、幅広い知識が必要な問題であったが、正答率は高かった。問2はセンチュウの発生に関する考察問題で、考察する内容が易しく、正答率は高かった。問3は被子植物の生殖・発生に関する知識問題で、問1と同様に様々な内容が含まれており、幅広い正確な知識が必要な問題である。2つの正解のうち、②の正答率は75.9%と高かったが、④の正答率は46.2%と低かった。問4は花粉管の伸長と受精に関する考察問題で、高卒生に比べて現役生の正答率が低く、その差が大きかった(啓林館『生物』p.202)。

## 第 3 問 生物の環境応答 (配点18点)

Aは受容器と神経系に関する知識問題、Bは植物ホルモ

ンに関する知識問題と考察問題である。第3問の平均点は11.2点(平均得点率は62.2%)で、必答問題5題の中で最も低かった。

問2はヒトの神経系に関する基本的な知識問題であったが、正答率は低かった。問3はヒトの受容器に関する基本的な知識問題であったが、正答率はそれほど高くなかった。聴覚の受容器を「コルチ器」ではなく「鼓膜」と間違えた受験生が多かった。問5は植物ホルモンと細胞の分化に関する考察問題(出題例4)で、比較的詳細な知識をもとにして考察する必要がある、正答率は非常に低かった。また、高卒生に比べて現役生の正答率が低く、その差が大きかった。問6も植物ホルモンと細胞の分化に関する考察問題であり、正答率は低かった。

B 植物では、細胞が脱分化することによって、カルスとよばれる細胞塊ができる。さらにそのカルスから植物体を再生させることができる。この過程には、(c)植物ホルモンであるオーキシンとサイトカイニンが関与する。カルスと類似した細胞塊は、土壌細菌アグロバクテリウムが植物に感染した際にも形成される。これは、アグロバクテリウムがもつ遺伝子XとYが植物のゲノムに組み込まれて発現し、植物細胞内でのオーキシンやサイトカイニンの濃度が上昇することによる。遺伝子XとYのはたらきを調べるため、次の実験1を行った。

実験1 アグロバクテリウムの野生型wと、遺伝子Xのはたらきを失った変異体x、および遺伝子Yのはたらきを失った変異体yを用意し、それぞれをタバコに感染させた。感染を確認した後に細菌を除去し、その変化を観察したところ、次の表2の結果が得られた。

表 2

感染させた細菌	植物の変化
野生型 w	カルス状の細胞塊の形成
変異体 x	根に分化した細胞塊の形成
変異体 y	芽に分化した細胞塊の形成

問 5 実験 1 で野生型 w、変異体 x、および変異体 y を感染させて生じた細胞塊のオーキシン濃度とサイトカイニン濃度を測定した。その後、それぞれの細胞塊のオーキシン濃度とサイトカイニン濃度の比(オーキシン濃度/サイトカイニン濃度)を計算し、それぞれ Rw、Rx、および Ry とした。実験 1 の結果から推定される Rw、Rx、および Ry の大小関係として最も適当なものを、次の①~⑥のうちから一つ選べ。

- ①  $R_w > R_x > R_y$     ②  $R_w > R_y > R_x$     ③  $R_x > R_w > R_y$
- ④  $R_x > R_y > R_w$     ⑤  $R_y > R_w > R_x$     ⑥  $R_y > R_x > R_w$

出題例 4

## 第 4 問 生態と環境 (配点18点)

Aは標識再捕法に関する計算問題と種間競争に関する考察問題、Bは種間関係に関する知識問題と考察問題である。第4問の平均点は15.5点(平均得点率は86.1%)で、必答問題5題の中で最も高かった。問1は標識再捕法に関する典型的な計算問題であり、正答率は高かった。問2はゾウリムシの種間関係に関する考察問題であったが、知識でも解ける問題であり、正答率は95.5%で極めて高かった。問3は種間関係に関する基本的な知識問題であったが、正答率はそれほど高くなかった。「問

接効果」を「環境形成作用」と間違えた受験生が多かった。これらの用語は新課程になって教科書で大きく扱われるようになった用語であり、高卒生よりも現役生の正答率の方が高かった。問4は種間関係に関する知識を要する考察問題で、問題の意味が読み取りにくい問題であったが、正答率はそれほど低くなかった。問5はガの行動に関する考察問題で、考察する内容が易しく、正答率は非常に高かった。

### 第5問 生物の進化と系統 (配点18点)

Aは進化のしくみに関する知識問題と考察問題、Bは生物の変遷に関する知識問題と考察問題で、第5問の平均点は11.6点(平均得点率は64.4%)であった。問1は進化のしくみに関する用語を選ぶ基本的な知識問題であったが、正答率はそれほど高くなかった。問2は進化のしくみに関する考察問題で、考察する内容が易しく、2つの正解のうち、③の正答率は95.6%で、すべての設問の中で最も高かった。問3は生物の変遷に関する知識を要する考察問題(出題例5)で、グラフの解釈がやや難しく、比較的詳細な知識も必要とする問題であったため、正答率は38.0%と非常に低かった。問4は人類の進化に関する詳細な知識を要する問題であり、2つの正解のうち、⑧の正答率は24.6%で、すべての設問の中で最も低かった(啓林館『生物』p.322-324)。また、⑥の正答率は高卒生よりも現役生の方が高かった。

B 次の図3には、化石として見つかる科の数の変化を、被子植物については破線で、爬虫類については実線で示してある。また、類人猿の出現した時期を矢印Cで示してある。霊長類の中では、キツネザルのなかまが初期に出現し、後に類人猿や<sup>(b)</sup>人類が出現した。

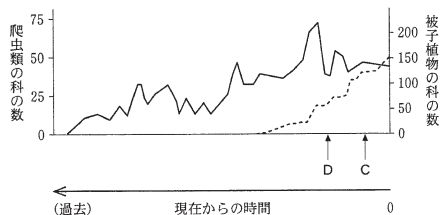


図 3

問3 上の図3に関して、矢印Dの時期に起こったできごとについての記述として最も適当なものを、次の①~⑥のうちから一つ選べ。  4

- ① アンモナイト類が絶滅した。
- ② 三葉虫類などの海洋生物を中心に大量絶滅が起こった。
- ③ 無類類が絶滅した。
- ④ 哺乳類が出現した。
- ⑤ 恐竜類が出現した。
- ⑥ 鳥類が出現した。

出題例5

### 第6問 生命現象と物質・生物の環境応答 (配点10点)

植物の花芽形成や光合成に関する知識問題と遺伝子に関する考察問題で、第6問の平均点は5.4点(平均得点率は54.0%)であった。どの設問も、成績上位者と下位者で正答率に大きな差がみられた。問1は植物の花芽形成に関する基本的な知識問題であったが、正答率はそれほど高くなかった。問2は植物の光合成に関する比較的詳細な知識を要する問題であり、正答率はそれほど高くなかった。問3はPCR法に関する知識を要する考察問題(出題例6)で、比較的煩雑な計算が必要であり、正答率は38.0%と非常に低かった。

問3 下線部(C)に関連して、4億塩基対のゲノムをもつイネのゲノムDNAを0.01 μg用いて、ゲノム上に一か所しかない400塩基対の遺伝子領域についてPCR法を行ったところ、0.1 μgのDNA断片が得られた。この遺伝子領域のDNA量は10の何乗倍になったか。その数値として最も適当なものを、次の①~⑥のうちから一つ選べ。  3 乗倍

- ① -7      ② -5      ③ -3      ④ -1
- ⑤ 1        ⑥ 3        ⑦ 5        ⑧ 7

出題例6

### 第7問 生態と環境・生物の進化と系統 (配点10点)

社会性昆虫に関する考察問題と血縁度に関する考察問題で、第6問の平均点は7.9点(平均得点率は79.0%)であった。問1はセイヨウミツバチの行動に関する考察問題で、考察する内容が易しく、2つの正解のうち、⑥の正答率は94.3%で極めて高かった。問2はセイヨウミツバチの血縁度に関する考察問題で、難しい内容であったが、問題文から答えを推測することが容易であり、正答率はそれほど低くなかった。

#### (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ものが多い。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、ほかの事項との関連性なども理解させるようにしたい。そのためには、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させるように指導していくようにしたい。

### 3 一般入試（二次・私大）

#### (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、早大（理工）、慈恵医大、岡山大などは難化し、東京大、慶応大（医）などでは易化し、京都大、北海道大、東北大、名古屋大、大阪大、広島大、九州大、東京医科歯科大、神戸大、筑波大、千葉大、静岡大、岐阜大、横浜市立大、大阪市立大などは変化がなかった。全体的には昨年度とほぼ同じ難易度であるが、やや易化した傾向もみられた。

出題分野は、昨年度と同様「遺伝子」が非常に多くみられた。図1に2013年度から2016年度入試の生物各分野の出題状況を示した。

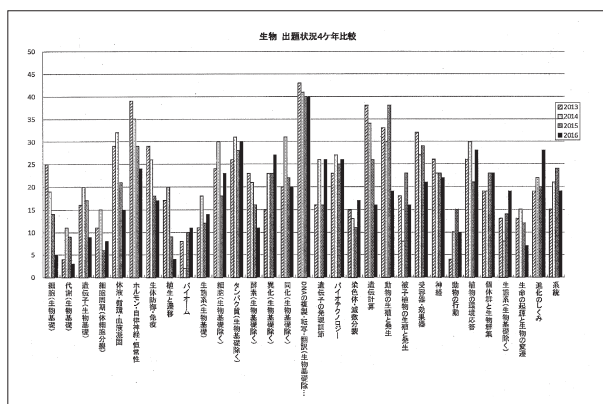


図1

旧課程入試の2013年・2014年度と比べ、新課程入試になった2015年・2016年度では、「進化・系統」「生態」などの出題が増加した。これらは旧課程では選択分野であった内容であり、選択分野の廃止により出題しやすくなったことが考えられる。逆に、「体液」「ホルモン」「免疫」「遷移」など『生物基礎』の内容の出題が減少した。また、「酵素」「遺伝計算」「動物の生殖と発生」などの出題も減少した。「遺伝」は新課程の教科書で扱いが少なくなった内容であり、遺伝計算の問題は、昨年度はまだ一昨年以前並みに出題がみられたが、今年度はかなり減少した。また、「発生」については、新課程で新たに扱われるようになった内容（以下、新課程内容と記す）

であ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の出題が増加すると予想したが、それらの出題はきわめて少なかった。

昨年度は新課程入試の初年度で、移行措置的な配慮がなされたのか、新課程内容の出題された量は少なく、単に用語を尋ねるだけのものや、小設問1題程度を出題するものが多かった。今年度は受験生のほとんどが新課程で学習しているので、本格的な新課程入試となり、新課程内容の出題が昨年より増加した。

#### (2) 2016年度で注目される出題項目

図2に2013年度から2016年度入試の新課程内容の出題状況を示した。

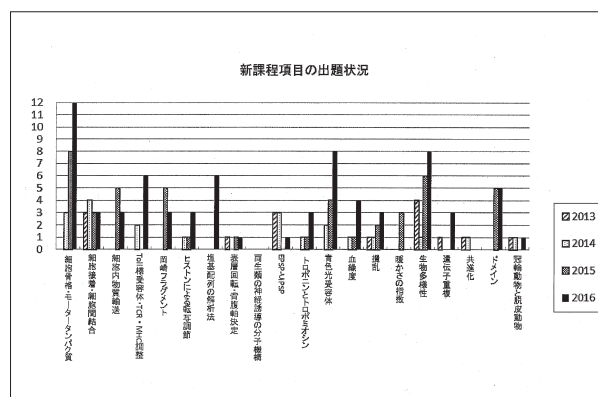


図2

最も多く出題がみられたのは細胞骨格・モータータンパク質（出題例7）であった。そして、植物の環境応答では、青色光受容体（出題例8）が多く出題された。昨年度ではフォトトロピン、クリプトクロムの青色光受容体の名前を尋ねるだけの問題が多かったが、今年度では出題例8のような考察型の問題も出題された（啓林館『生物』p.276, 277）。

真核細胞の細胞質基質にあって、細胞に一定の形態を与えている繊維状の構造物を「細胞骨格」という。細胞骨格は、微小管、アクチンフィラメント、中間径フィラメントの3つに分けられる。微小管は、チューブリンとよばれるタンパク質が重合してできた管状の構造物である。アクチンフィラメントは、アクチンとよばれるタンパク質が重合してできた繊維であり、3つの中で一番細い。中間径フィラメントは、繊維状のタンパク質が束ねられた強度のある繊維である。細胞骨格は細胞の構造を支えるだけでなく、さまざまな細胞機能にかかわっている。微小管およびアクチンフィラメントは、細胞分裂のときにそれぞれ重要な役割を果たしており、チューブリンやアクチンの重合を阻害すると、正常な細胞分裂が起こらない。アクチンフィラメントは、細胞の外形が変化するアメーバ運動にも深く関与している。また、細胞内の物質や細胞小器官は、微小管の上を移動するモータータンパク質によって運ばれる。

一方、多細胞動物の多くの細胞は、周囲の細胞や、コラーゲンなどを主成分とする細胞外の構造と接着しており、これを「細胞接着」という。細胞接着の構造はいくつかの種類に分けられ、隣り合う細胞どうしをボタン状に強固に結合する構造は①とよばれる。①を構成する②というタンパク質には多くの種類があり、同じ種類の②は細胞膜の外側の部分で互いに結合する性質がある。②のこの性質を維持するためには③が必要である。①では、②と中間径フィラメントが連結タンパク質を介して結合している。細胞骨格および細胞接着について調べるため、ヒト由来の培養細胞Xを用いて実験1および2を、ニワトリ胚の網膜の色覚上皮細胞を用いて実験3を行った。

(実験1) 図1の細胞X(染色体数は2n)の細胞周期は24時間である。下線部①について問べるため、以下のような培養液の入った3つの培養皿A~Cの中で細胞Xを48時間培養した。

(培養皿A) チューブリンの重合を阻害する薬剤を加えた培養液  
(培養皿B) アクチンの重合を阻害する薬剤を加えた培養液  
(培養皿C) 培養液のみ

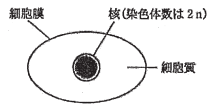


図1 ヒト由来の培養細胞X

(実験2) 細胞Xは、化学物質Yに対して正の化学走性を示す。下線部②について問べるため、細胞Xのアクチンフィラメントを蛍光物質で標識した(図2)。この標識された細胞Xを培養液の入った培養皿に入れ、端においた細いガラスのピペットの先端から静かに化学物質Yを出して細胞のようすを顕微鏡で観察した。



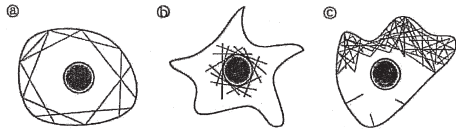
図2 アクチンフィラメントを蛍光標識した細胞X

(実験3) ニワトリの8~9日目の胚から網膜の色素上皮を取り出して細胞をばらばらにし、培養皿に入れて培養すると、1~2日後には細胞どうしが密着した細胞塊が形成された。この培養皿から培養液を取り除いて①を含まない塩類溶液を入れ、さらに②を結合して除去する効果をもつ薬剤Zを加えて細胞のようすを顕微鏡で観察した。

問1 文中の①~③に適切な語句を入れよ。

問2 実験1の結果について、培養皿Cと比較して、培養皿AおよびBの中に正常ではない細胞が観察された。それぞれどのような細胞か述べよ。また、そのような細胞ができた理由について説明せよ。

問3 実験2を始めてしばらくすると、細胞Xの形が変わり、化学物質Yの方へ移動し始めた。移動中の細胞とアクチンフィラメントのようすを表す最も適切なスケッチを以下の㉔~㉖から1つ選び、記号で答えよ。また、その理由について説明せよ。



問4 下線部③に関連して、メダカのように存在する色素胞とよばれる細胞では、色素顆粒がモータータンパク質によって輸送されており、色素顆粒の分布状態によって体色は明るくなったり暗くなったりする。色素胞内における色素顆粒の輸送とそれに伴う体色の変化について、「キネシン」、「ダイニン」、「中心体」という語句をすべて用いて説明せよ。

問5 実験3について、以下のア~ウのような観察結果が得られた。このような結果が得られた理由について、それぞれ説明せよ。

- ア 薬剤Zを入れる前の細胞塊では、細胞どうしが密着していた。細胞は、石畳の敷石のような多角形であり、それぞれ少しずつ形が異なっていた。
- イ 薬剤Zを入れてしばらくすると、隣り合った細胞の間にすきまが見えるようになった。
- ウ イよりもさらに時間がたつと、細胞はばらばらになり、すべて丸い形になった。

滋賀医大

出題例7

科学部の研究で植物の光に対する反応を研究したいと思いついた先生に相談したところ、先生がシロイヌナズナの突然変異体の種子を下さった。シロイヌナズナは研究でよく用いられている植物である。種子が入った袋には「光受容体A欠損株」、「光受容体B欠損株」、「光受容体C欠損株」および「野生株」と書かれていた。しかし、光受容体A、B、Cがどのような受容体であるかは教えてもらえなかった。

そこで、光受容体A、B、Cがそれぞれ何という受容体であるかを明らかにするために、実験1、2、3を行い、以下のような結果を得た。

実験1: 種子に白色光を当てて発芽率を調べた結果、「光受容体A欠損株」以外はほぼ100%の発芽率を示したが、「光受容体A欠損株」は低い発芽率を示した。

実験2: 発芽した種子を、暗所で育てると、すべての野生株はもやし状になった。一方、白色光を当てて育てると、「光受容体C欠損株」は「野生株」と同じような形態を示したが、「光受容体A欠損株」と「光受容体B欠損株」は「野生株」に比べて胚軸が長くなった。

実験3: 発芽した種子を窓において育てたところ、「光受容体C欠損株」以外は、光が当たる窓側に向かって成長したが、「光受容体C欠損株」は窓側に向かって成長することはなかった。

問1 種子の発芽調節には、光以外に植物ホルモンが関係することが知られている。その調節に関わるホルモンの名称を2つあげ、発芽調節における働きをそれぞれ述べよ。

問2 実験2において、下線部aのもやし状とはどのような状態か、その特徴を3つ答えなさい。

問3 暗所で発芽した種子がもやし状になることは、ほとんどの植物にみられる性質であり、特に地中で発芽する植物にとって重要な性質である。暗所でもやし状になることは、これらの植物にとってどのような利点があると考えられるか、2つ答えなさい。

問4 実験2から、胚軸の伸長に光が関わっていることがわかるが、茎の成長にも同様に光が重要な役割を果たしている。光は光受容体を介して植物ホルモンに何らかの影響を与えている。茎の成長に関わり、光の影響を受ける植物ホルモンの名称を3つあげなさい。

問5 下線部bについて小問①~③に答えなさい。

- ① 植物が光に向かって成長する反応を何というか。
- ② この反応に関わる植物ホルモンの名称を答えなさい。
- ③ 下線部bの反応には、実験3で示されたように光受容体が関係していると考えられるが、植物が光に向かって成長するしくみを、光受容体と植物ホルモンという語を用いて説明しなさい。

問6 A、B、Cはそれぞれ何という光受容体と考えられるか、その名称を答えなさい。また、それぞれの受容体が活性型になるために吸収する光の色を答えなさい。

問7 「光受容体C欠損株」は、実験3で示されたように、光に向かって成長する性質を失った表現型を示した。「光受容体C欠損株」は、他にどのような表現型の異常が見られるか、答えなさい。

静岡大

出題例8

また、免疫では Toll 様受容体・TCR・MHC が、遺伝子では岡崎フラグメント、ヒストンによる転写調節(出題例9)、塩基配列の解析法、さらにRNA干渉(出題例10)など、発展的な内容も多く出題されるようになった。

真核生物では、DNAは主に核内に収納されている。DNAに結合するタンパク質の大部分はヒストンが占める。ヒストンは5種類あり、その中の4種類が2個ずつ集まりヒストン8量体を形成する。1つのヒストン8量体は、約148bpのDNAを左巻きに約1.65回巻き付け、クロマチン構造の最小単位である「ア」を構築する。

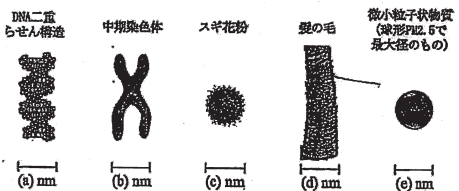
「ア」から突き出た部分は「イ」と呼ばれ、ここにメチル基や「ウ」基が結合してヒストンの修飾が起こると、染色体のクロマチン構造が変化する。このようなヒストン、あるいはDNAの修飾により、同一の塩基配列でも遺伝子発現に差異が生じる場合が存在する。

1. 「ア」~「ウ」に適切な語句を答えなさい。

2. 次の図はDNA二重らせん、中期染色体、スギ花粉、髪の毛、微小粒子状物質(PM2.5)の模式図を表している。

(1) (a)、(b)に入る適切な数値を記載で答えなさい。

(2) (a)~(e)を大きい順に並べ替え、記号で答えなさい。



3. 下線部①はDNAに対しても起こる。メチル化が起こりやすい塩基配列を答えなさい。

4. 下線部②について、転写されにくい状態と転写されやすい状態を、次の模式図を用い解答欄に書きなさい。ただし、それぞれの図でヒストン8量体と(イ)を2個ずつ用い、DNAの長さは適宜かえてよい。なお、DNAの修飾、およびヒストンH3の修飾は考えない。



5. 下線部③の例を一つ挙げ、それを引き起こす要因を答えなさい。

産業医大

出題例9

mRNAの一部と同じ配列を持つ短いRNAが細胞内にあると、mRNAが分解されたり翻訳が阻害される現象をRNA干渉という。細胞内に短いRNAを人為的に導入することにより、RNA干渉のしくみを利用した様々な実験方法や技術が考えられている。

問9 下線部gの例として適当なものすべてを、(ウ)~(イ)のうちから選び記号で答えよ。

- (ウ) 細胞の正常な機能を維持する遺伝子の発現をRNA干渉により促進させて、病気の発生を抑える。
- (イ) 機能が分からない遺伝子の翻訳をRNA干渉により妨げて、その遺伝子の持つ機能を調べる。
- (ウ) 花の老化を誘導する遺伝子の発現をRNA干渉により抑えることにより、花の日持ちを長くする。
- (イ) 病気の原因となる遺伝子の塩基配列をRNA干渉により改変して、その病気を治療する。

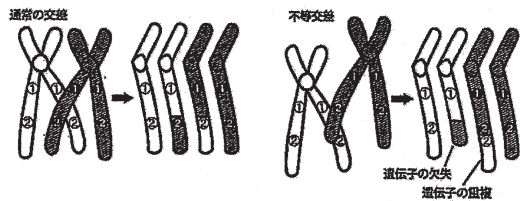
東京農工大

出題例10

生態では血縁度、攪乱などが、進化では遺伝子重複(出題例11)やドメインなどの出題がみられるようになり、出題傾向が変化しつつあるように感じられた。

② 生殖細胞の形成における減数分裂の過程では、同じ大きさや形を持った相同染色体が並び、その一部が交差して乗換えが起こる。この際、これらの染色体がきちんと整列して並ばなかった場合に、最終的にできる染色体上の遺伝子のならび方に不均衡が生じることがある。これを不等交差と呼ぶ。

下図は不等交差の結果、一本の染色体上に対立遺伝子が2つ並ぶ重複と、染色体から遺伝子がうしなわれる欠失が生じる様子を示した模式図である。図中の①と②および③と④はそれぞれ対立遺伝子を意味している。



問1 相同染色体の乗換えが起きるのは減数分裂のどの段階か。段階の名称を答えなさい。

問2 生存にとってきわめて重要な遺伝子が、不等交差によって重複したと仮定する。この後、重複した遺伝子の片方が突然変異が生じ、この遺伝子によって作られるタンパク質の機能が消失した場合、どのようなことが予想されるか、理由とともに説明しなさい。

問3 不等交差によって生じる遺伝子の重複は、生物の進化においてどのような役割を担ってきたと考えられるか説明しなさい。

札幌医大

出題例11

新課程の教科書では扱いが少なくなった浸透圧や光合成曲線などは、昨年度は少し出題がみられたが、今年度はほとんど出題されなくなった。遺伝については、伴性遺伝の内容が少し出題されていた。

(3) 学習対策(指導上のポイント)

新課程になって、これまでは一部の難関大学で考察問題として出題されてきた高度な内容が、教科書に記載されるようになったことで、中堅大学でもその一部(用語など)が知識問題として出題されるようになった。しかし、高度な発展的内容からの出題は量的には少なく、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。また、発展的内容については、各教科書によって扱い方が様々なので、どの内容をどこまで扱うかが重要になる。p.28の図1・図2に示した近年の出題状況を十分に分析して指導内容を吟味し、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。また、新課程内容については、これまであまり出題されていない「発生」および「神経」の内容が今後どのように出題されるのか注目される。

また、新課程では教科書の扱いが少なくなった「植物の組織」や「浸透圧」は、昨年度も今年度もほとんど出題されておらず、今後も出題されないと考えられる。しかし、「伴性遺伝」については、啓林館以外の教科書では扱われていないが、その知識が必要とされる問題が出題されており、ある程度の対策が必要である(啓林館『生物』p.148, 149)。

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となると、ややもすれば、知識の羅列になりかねない。このためには、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する必要があるだろう。そして、入試の出題状況をふまえた上で、各分野をバラン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。

**榊原 隆人（さかきばら・たかひと）**

授業では、高卒生・高3生のセンター講座からハイレベル講座、および医進クラスを担当する。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」（中経出版）  
「生物 早わかり一問一答」（中経出版）  
「2016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

私立灘高等学校・中学校  
地学科教諭 野村 敏郎

## センター試験 地学基礎

### (1) 全体の傾向

昨年度より易しくなった。理由の1つに全ての問題が4択になったことがある。昨年度は4択が半分以下(15問中7問)で少なく、逆に8択の問題は1/3で5問あり、不評であった。それがすべて4択になったので、受験生は余裕を持って答えられたと思う。

内容は、広い範囲にわたって正確な知識を要求される良問である。中にはダミー選択肢として、かけ離れた分野の2項目を引っ付けたものがあり、それを間違いと断定することは、うろ覚えの知識ではできなかつただろうと感じた。計算問題は太陽定数に関する1問のみで、昨年度より減った。分野に関しては「固体地球、変動、地球史」の配点が54%にまで増えた。昨年度の46%でも多いと感じたが、さらに増えたわけで、そういう方針なのだとは納得するしかない。ちなみに「大気と海洋」は26%、「宇宙」は20%であった。追試験ではさらに「固体地球、変動、地球史」が増えて、60%であったと聞く。

### (2) 設問別分析

#### 第1問

**A：地震全般に関する知識、緊急地震速報や津波、高潮、液状化現象、プレートの動きと、広い範囲の知識が要求された。問3の設問の仕方にはやや違和感を覚えた。**

**B：地質断面図、大量絶滅に関する問題。グラフが「絶滅率」であった。いろいろな時代の示準化石になる生物や全球凍結が問われたのは、昨年度を引き継いだ。**

**C：火山と火成岩に関する問題で、今年度唯一の正誤問題が含まれている。**

-A-

問1は地震の震度、マグニチュード、エネルギー、初期微動継続時間に関して、基本知識を問う平易な問題であった(出題例1)。しかしながら、ダミーの④は「マ

グニチュードが大きいほど初期微動継続時間は長い」とある。もちろんマグニチュードは地震の規模(エネルギーの大きさ)を表す数値。初期微動継続時間は( $V_p$ ,  $V_s$ を一定として)震源距離のみで決まる時間。それらが無関係であると断定できる自信は、それぞれの内容を完全に理解していないと出てこない。うろ覚えの知識では、関係があるのかないのか迷ってしまう。問題形式が「最も適当なものを1つ選べ」であり、これが最後の選択肢になっているからよいようなものの、もし昨年度のように3項目の正誤を問う8択の問題だったなら、正解者は確実に減っていただろう(改作例1)。

#### 第1問 地球に関する次の問い(A~C)に答えよ。(配点 27)

A 地震と自然災害、プレートの運動に関する次の問い(問1~3)に答えよ。

問1 地震の震度やマグニチュード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。  1

- ① ある地点の地震による揺れ(地震動)の強さは、震度階級で表される。
- ② 震度階級が一つ大きくなると、地震のエネルギーは約32倍になる。
- ③ 震源からの距離が遠くなるにつれて、マグニチュードは小さくなる。
- ④ マグニチュードが大きいほど初期微動継続時間は長い。

出題例1

問X 地震の震度やマグニチュードについて述べた次の文a~cの正誤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。  1

- a 震度階級が一つ大きくなると、地震のエネルギーは約32倍になる。
- b 震源からの距離が遠くなるにつれて、マグニチュードは小さくなる。
- c マグニチュードが大きいほど初期微動継続時間は長い。

	a	b	c
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

改作例1

問2は「自然災害に関する」と銘打って、緊急地震速報と津波、液状化現象、高潮について尋ねている(出題例2)。

問 2 日本の沿岸部での自然災害に関する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。  2

- ① 海底下での断層運動の開始を事前に予測して、緊急地震速報が発表される。
- ② 沖合で発生した津波が海岸付近に近づいても、津波の高さは変わらない。
- ③ 水を多く含んだ砂層では、地震動により液化化(液状化現象)が起こることがある。
- ④ 台風が近づくと、気圧の上昇によって海面が異常に高くなることもある。

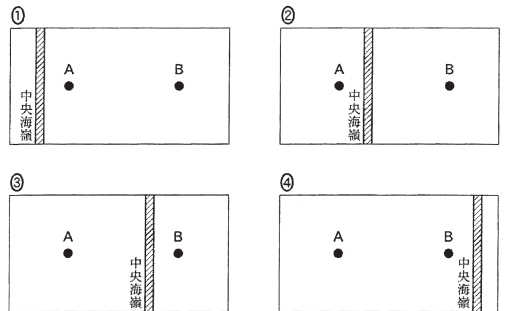
出題例 2

これも最も適当なものを1つ選ぶ問題であった。

①で緊急地震速報の発表は「断層運動の開始を事前に予測して」などではないので誤り(啓林館『地学基礎改訂版』p.217)。②の「津波」は岸に近づくと波高が高くなるのは今や常識と言っていいであろう。④は「高潮」という言葉こそ使っていないが、台風の吸い上げ効果や吹き寄せ効果による高潮のことを言っており、もちろん気圧の「上昇」の部分が間違いである(啓林館『地学基礎改訂版』p.221)。このように、間違いの選択肢が明白だったので易しかった。

問 3 は中央海嶺付近のプレートの動きに関する問題である(出題例 3)。

問 3 中央海嶺付近の海洋プレート上にある地点 A と地点 B を調べたところ、地点 A の溶岩は地点 B の溶岩より古いこと、および地点 A と地点 B の間の距離は時間とともに変化しないことがわかった。2 地点と中央海嶺の位置を模式的に示した平面図として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、この付近のプレートは、中央海嶺の両側に同じ速さで広がっているとし、中央海嶺以外での溶岩の噴出はないとする。  3



出題例 3

この問題の図を最初に見たとき、ホットスポットが作った火山島や海山の古さを問う問題かと思ったが、読んだら違った! 中央海嶺で作られた海底そのものの古さと2点間の距離の変化を問うていた。それも普通とは逆の質問の仕方をしていたところに注目したい。つまり「地点 A の溶岩は地点 B の溶岩より古い」、「地点 A と地点 B の間の距離は時間とともに変化しなかった」という条件の下で、地点 A と地点 B と中央海嶺の位置関

係を4択で尋ねているのである。普通ならば、図(例えば①)の位置関係を与え、「地点 A の溶岩と地点 B の溶岩はどちらがより古いか」および「地点 A と地点 B の間の距離は時間とともに、近づくか、遠ざかるか、変化しないか」を尋ねるだろう。その場合は6択になるが、はっきり言って易しい。その点、この問題は古さと距離の条件を与え、どのような位置関係かと図の4択で尋ねたのである。多くの受験生は4枚の図すべてを、「距離の変化はあるか」「どちらが古いか」と検討しただろう。中には条件を整理して、「距離の変化はない」→「同じ側のプレート上に2地点がある」。「地点 A の方が古い」→「地点 A の方が中央海嶺から遠い」と考え、④と答えた生徒もいたかもしれないが、そう多くはないだろう。

この問題は発展させてもっと難しくできる。海底の溶岩の古さだけでなく、ホットスポットでつくられた火山島の古さも同時に扱うのである(改作例 2)。

問 X 中央海嶺付近のホットスポット H でかつて作られたと考えられる火山島 A と B の溶岩の古さを調べた。また中央海嶺からの距離が図 1 のような関係にある地点 C の海底の溶岩の古さも調べた。3 地点の溶岩を古い順から並べたものとして最も適当なものを、①～⑥から一つ選べ。  3

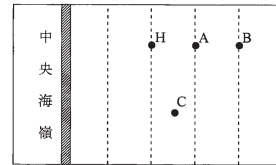


図 1 中央海嶺とホットスポット H、火山島 A、B 及び地点 C の位置関係

- ① ABC
- ② ACB
- ③ BAC
- ④ BCA
- ⑤ CAB
- ⑥ CBA

改作例 2

- B -

問 4 はよくある地質断面図で地層や地質構造の形成順序を問うた問題と言っていいであろう。ただし、④は断層の種類と成因となる力の種類を尋ねている(出題例 4)。

問 4 次の図 1 は、ある崖で観察される地層の断面を模式的に示したものである。この場所での地層や地質構造の形成過程について述べた文として最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。なお、この地域では地層の逆転はなく、断層には水平方向のずれ(横ずれ)はない。  4

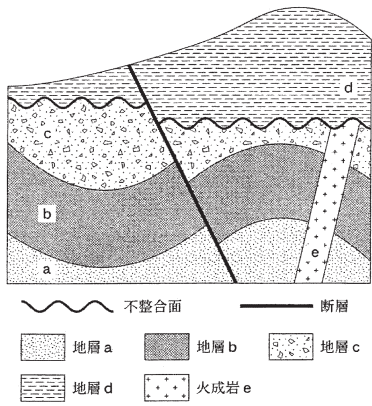


図1 ある崖で観察される地層の模式的な断面図

- ① 褶曲が形成された時期は、地層 d が堆積した時期よりも新しい。
- ② 断層が最後に活動した時期は、火成岩 e が貫入した時期よりも新しい。
- ③ 地層 a が堆積した時期は、地層 b が堆積した時期よりも新しい。
- ④ 断層は逆断層であり、水平方向に圧縮の力が加わったことで形成された。

出題例 4

①～③はどれも2つの事項のどちらが新しいか尋ねている。①では褶曲の時期と不整合面上の地層 d の堆積時期の比較。当然、不整合面上の地層 d の方が新しいので①は間違い。②では断層の活動時期と火成岩 e の貫入時期の比較。これらは不整合面との比較で新旧が分かる。断層は不整合面を切っているが、火成岩 e は不整合面に切られている。断層の方が新しいので②は正しい。③は褶曲している一連の地層内で、下位の地層 a が上位の地層 b より新しいという。問題文に「この地域では地層の逆転はなく」と書いてあることから、「地層累重の法則」が成り立つので③は間違いと容易に分かる。④は断層の種類と、成因となる力の種類であるが、上盤が重力に従ってずり落ちているから正断層であり、引っぱりの力で生じる（啓林館『地学基礎 改訂版』p.32）。よって④も間違いである。

この問題も3項目の正誤問題に作り直してみた（改作例3）。難易度はどう変わったであろうか。

問 X 次の図1は、ある崖で観察される地層の断面を模式的に示したものである。この場所での地層や地質構造の形成過程について述べた文ア～ウの正誤の組合せとして最も適当なものを、下の①～③のうちから一つ選べ。なお、この地域では地層の逆転はなく、断層には水平方向のずれ（横ずれ）はない。

4

図1 ある崖で観察される地層の模式的な断面図（省略）

- ア 褶曲が形成された時期は、地層 d が堆積した時期よりも新しい。
- イ 断層が最後に活動した時期は、火成岩 e が貫入した時期よりも新しい。
- ウ 断層は逆断層であり、水平方向に圧縮の力が加わったことで形成された。

	ア	イ	ウ
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

改作例 3

問5は生物の大量絶滅についての出題であるが、グラフが「絶滅率」であった（出題例5）。

問5 次の図2は、過去約2億7000万年間の海生無脊椎動物の絶滅の変遷を示している。縦軸は、各年代での海生無脊椎動物の絶滅率を示しており、絶滅の規模を読み取ることができる。この図に基づいて海生無脊椎動物の絶滅について述べた文として最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。

5

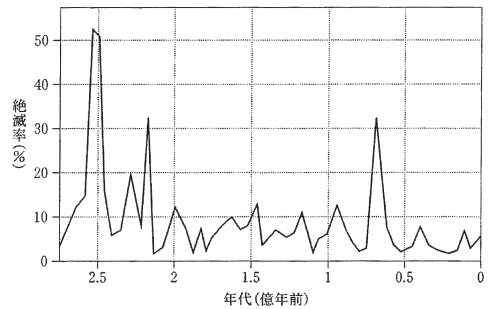


図2 過去約2億7000万年間における海生無脊椎動物の絶滅率  
絶滅率はそれぞれの年代において、 $\text{絶滅した属の数} \div \text{すべての属の数} \times 100$ で計算されている。属とは生物分類の単位の一つである。

- ① ビカリアが繁栄していた時期では、絶滅率が10%を超えたことはない。
- ② 最古の人類が出現した時期に、絶滅率が最大の絶滅が起こった。
- ③ 絶滅率が25%を超えた時期では、全球(全地球)凍結が起こったために多くの生物が絶滅した。
- ④ アンモナイトが完全に絶滅した時期と三葉虫が完全に絶滅した時期では、海生無脊椎動物の絶滅率はほぼ同じである。

出題例 5

大量絶滅を扱うときは海生動物の種類数（科の数）の推移のグラフがよく用いられる。実際、2007年センター試験「地学I」ではそのグラフが出ている（過去の出題例1）。今回は見慣れぬグラフで、面くらった受験生も多かったであろう。

地学 I

B 地球の歴史と生物の進化に関する次の文章を読み、下の問い(問5・問6)に答えよ。

次の図3は、地質時代における海生動物の種類数(科の数)の変化を表している。例えば、白亜紀末のようにグラフが急激に落ち込んでいるところは、多くの海生動物が短い期間に地球上から姿を消したことを示している。このような現象を大量絶滅といい、白亜紀より前にも少なくとも4回起こっていた。そのうち、ペルム紀(二疊紀)末期に生じた大量絶滅は、古生代と中生代という地質時代の大区分の境界に位置している。

大量絶滅を引き起こした要因の一つとして、プレート運動に伴う大陸と海洋の配置の変化によって、海洋環境や気候が大きく変化したことがあげられる。

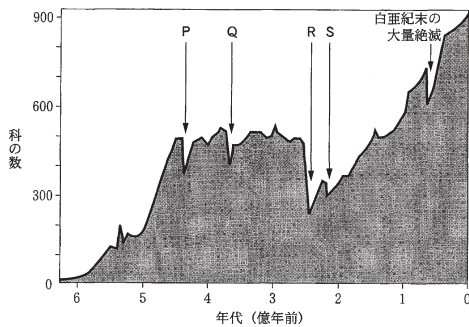


図3 海生動物の種類数(科の数)の変化

生物の分類単位には、上位から、界・門・綱・目・科・属・種の階層がある。縦軸は、その中の一つである科の数を表す。

2007年センター試験「地学I」

過去の出題例1

今回の問題は大量絶滅の知識だけあっても解けない。

①の正誤判断には、ピカリアが繁栄していた時期を絶対年代でも把握しておく必要がある。同様に、②では最古の人類が出現した時期(2.5億年前と考える人がいるとは思えないが。)を、③では全球凍結が起きた時期を、④ではアンモナイトや三葉虫が完全に絶滅した時期を、それぞれ把握しておかなければ解けない。このうち、全球凍結は先カンブリア時代の出来事であり(啓林館『地学基礎 改訂版』p.86)、アンモナイトが白亜紀末に恐竜とともに絶滅したことは有名である。問題は三葉虫だ。2015年センター試験「地学基礎」にも出題されたように、三葉虫はカンブリア爆発で出現したバージェス動物群の一種である。カンブリア紀からオルドビス紀に大繁栄したが、オルドビス紀末の大量絶滅(第1回目の大量絶滅)で激減する。そこで細々と生き延びた種も、2.5億年前に起きた地球史上最大規模の大量絶滅で、完全に絶滅した。三葉虫という古生物の扱いは、どちらかと言うと、古生代の初めに繁栄した示準化石に重点を置く。古生代の終わりまで生き延びて絶滅したと授業で強調していなかったら、生徒は三葉虫が古生代初めで絶滅した印象を持つかもしれない。古生代末の絶滅種として、フズリナ(紡錘虫)などを強調しがちであることを反省した。もっとも問5ではグラフで扱っている期間が2.25億年前以後であるから、三葉虫がオルドビス紀末に絶滅

していたと勘違いしていた生徒が仮にいたとしても、④は誤りと考えるであろう。

三葉虫は昨年度のセンター試験「地学基礎」でも出題されたと先述したが、もしも2015年、2016年の出題順序が逆だったら不都合が生じたことも指摘しておきたい(過去の出題例2,3)。

カンブリア紀には、無脊椎動物が突如多様化したことが化石記録からわかる。このできごとはカンブリア爆発とよばれ、バージェス動物群はそのよく知られた例である。

問5 バージェス動物群の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。

- ① アノマロカリス、ストロマトライト、ピカリア
- ② ピカイア、ヌムリテス、モノチス
- ③ 三葉虫、アノマロカリス、オパビニア
- ④ オパビニア、デスマスチルス、ウミュリ

2015年センター試験「地学基礎」

過去の出題例2

問7 次の図3は、ある場所で観察される地層の断面を示したものである。地層aは約10億年前の年代を示す片麻岩であり、地層cからはフズリナ(紡錘虫)、地層eからはアンモナイト、地層gからはマンモスが産出する。この図の中で、バージェス動物群化石が見つかる可能性のある地層として最も適当なものを、下の①～⑦のうちから一つ選べ。

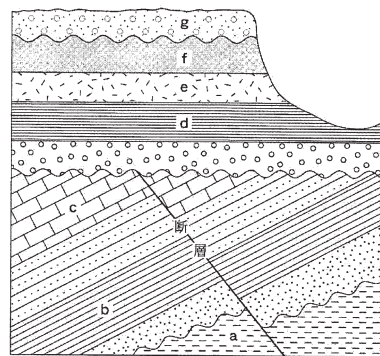


図3 ある場所で観察される地層の断面図

地層境界の波線は不整合面を示す。

- ① a ② b ③ c ④ d ⑤ e ⑥ f ⑦ g

2015年センター試験「地学基礎」

過去の出題例3

2015年センター試験「地学基礎」の問5では、三葉虫をバージェス動物群の1つとして答えさせていた。その後の問7でバージェス動物群の化石が見つかる可能性のある地層はどれか、地質断面図から選ばせている。

この問7の正解は②の「b」だけである。フズリナを含む③の「c」は不正解とされている。もし2015年と2016年の出題順序が逆だったら、出題内容としては次のようになる。

- ・三葉虫が完全に絶滅したのは古生代末である。
- ・三葉虫はバージェス動物群の一種である。

・バージェス動物群の化石が見つかる可能性のある地層は、10億年前の片麻岩 a を不整合で覆う地層 b か、さらに上位のフズリナを含む地層 c か、それとも…？となる。最後の問題の正解は地層 b だけとされている。いかがであろう。フズリナを含む古生代末の地層 c から「三葉虫」の化石なら出る可能性がある。地層 b だけを正解にするのはまずい。地層 c の解答③にも（昨年度の「地学」ではないが）部分点をあげるべきではないのか？ もちろんカンブリア紀のバージェス動物群の三葉虫と、古生代末の三葉虫では種が違うのであろうが、高校生にとっては三葉虫は三葉虫である。不要な混乱は避けるべきであった。これは本当ならば、昨年度気づいて指摘するべきであったと反省している。

最後にもう一つ、2013年11月12日に大学入試センターが発表した「平成27年度からの大学入試センター試験における数学、理科の問題例（試作問題）の発表について」の中で、三葉虫の絶滅がアンモナイトの絶滅や植物、脊椎動物の陸上への進出とならんで順序を問う問題で出題されていたのはご存じだろうか。ただし、「地学」ではなく「生物」の試作問題に、である（過去の出題例4）。これまでも地学だけでなく地理Bの問題はチェックしていたのだが、生物や物理もよく見ておく必要を感じた。

「生物」問題例

第〇問 進化と植物の環境応答に関する次の文章（A・B）を読み、下の問い（問1・2）に答えよ。

A 現在地球上でみられる多種多様な生物が、約40億年前の生命誕生から現在まで、どのような変遷をたどってきたのかという問題は、地層の中に残された生物化石の種類の変遷によって明らかにされている。

問1 化石によって示される生物の変遷（a～d）を、古いものから新しいものへ順に並べた組合せとして最も適当なものを、次の①～⑧のうちから一つ選べ。 6

a 三葉虫の絶滅  
b 植物の陸上への進出  
c アンモナイトの絶滅  
d 脊椎動物の陸上への進出

① a - b - c - d  
② a - c - b - d  
③ b - a - d - c  
④ b - d - a - c  
⑤ c - b - a - d  
⑥ c - b - d - a  
⑦ d - a - b - c  
⑧ d - b - a - c

大学入試センター試作問題「生物」  
過去の出題例4

- C -

問6は火山噴火に関する問いであるが、要するに火山ガスの主成分はSO<sub>2</sub>かH<sub>2</sub>Oか？粘性の高いマグマは

SiO<sub>2</sub>の含有量が多いか少ないか？を組合せて尋ねている4択で、どちらも教科書にそのまま書かれている基本事項であり、今回最も易しい問題であった（出題例6、啓林館『地学基礎 改訂版』p.38, 39）。

問6 次の文章中の ア・イ に入れる語の組合せとして最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 6

火山噴火ではマグマに溶け込んでいる揮発性成分が発泡し、火山ガスが発生する。火山ガスの主要な成分は ア である。粘性が高いマグマ中で揮発性成分が急激に発泡すると、爆発的な噴火となることが多い。このような粘性が高いマグマは、一般的に二酸化ケイ素(SiO<sub>2</sub>)の含有量が イ。

	ア	イ
①	二酸化硫黄	多い
②	二酸化硫黄	少ない
③	水蒸気	多い
④	水蒸気	少ない

出題例6

もう少し難しくするには、例によって3項目正誤である。問題文中に、設問にはなっていない「粘性が高いマグマ中で揮発性成分が急激に発泡すると、爆発的な噴火となることが多い。」の文も項目の1つに取り上げると、こうなる（改作例4）。

問X 火山噴火とマグマについて述べた文a～cの正誤の組み合わせとして最も適当なものをひとつ選べ。 6

a マグマに溶け込んでいる揮発成分が発泡して生じる火山ガスの主成分は二酸化硫黄である。  
b 粘性が高いマグマ中で揮発性成分が急激に発泡すると、爆発的な噴火となることが多い。  
c 粘性の高いマグマは、一般的に二酸化ケイ素(SiO<sub>2</sub>)の含有量が多い。

	a	b	c
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

改作例4

問7は火山に関連した3項目、成層火山、ハザードマップ、火砕流、及び火山活動とは無関係の縞状鉄鉱層の問題である（出題例7）。これも、最も適当なものを1つ選ぶ問題である。

問7 火山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。 7

- ① 富士山のような成層火山は、粘性の高い溶岩が盛り上がってきた。
- ② 火山のハザードマップには、噴火に関連した災害の予想される地域が示されている。
- ③ 鉄資源である縞状鉄鉱層は、先カンブリア時代の火山活動でできた。
- ④ 火砕流は、噴火によってとけた雪が火砕物(火山砕屑物)と混ざって流れ下る現象である。

出題例7

①は日本で一番高い山、富士山について。富士山は成層火山であり、溶岩と火山砕屑物が交互に積み重なってできた。しかし粘性の高い溶岩が盛り上がるできるのは溶岩円頂丘(溶岩ドーム)であるから、これは誤り(啓林館『地学基礎 改訂版』p.39~40)。

②は火山のハザードマップ(防災マップ)がどのようなものか、素直に書かれている。これが正解。「ハザード」という言葉は、世間ではゲームの名前の一部としての方がよく知れわたっているようだが、本来「危険、冒険、偶然、運、運任せ、障害地域」などの意味である。ハザードマップの知名度がもっと上がることを希望している(啓林館『地学基礎 改訂版』p.218)。

③は縞状鉄鉱層の成因であるが、もちろん正しい成因は大気中の酸素の増加が海水中の鉄イオンを海底に沈殿させたことによる(啓林館『地学基礎 改訂版』p.87)。火山活動が大気に影響するのはCO<sub>2</sub>やH<sub>2</sub>Oの放出で(温室効果ガスとして、全球凍結の解除のときにはこれが働いた)、酸素の増加はない。火山活動とは無関係と自信を持って結論づけるには、縞状鉄鉱層の成因を正しく完全に理解していなければならない。③には今年度の問題中で一番驚かされた。非常に遠い無関係を結びつけて、もっともらしいダミーを作っている。お見事である。

一方で④の火砕流は、説明文の後半がよく似た火山泥流にすり替えられている。火砕流は地学を学習する者なら誰でも知っているような常識であるが、実は世間一般では、火山泥流や土石流と混同されることが非常に多い。1991年5月の雲仙普賢岳の大火砕流で、報道関係者などに多数の犠牲者が出た原因の1つとして、日本ではまだ聞き慣れなかった「火砕流」という言葉と、その少し前にマスコミデビューした「土石流」という言葉の間で混同があったことは、当時の記者会見におけるマスコミの質問からも見て取れる。また、現に火砕流が発生した場所で、火山泥流や土石流も発生するわけだから、間違えられやすいのは仕方ないかもしれない。④はそういった急所を突いてきた見事な問いかけといえる。

問8は今回唯一の正誤問題である。ただし、2項目で4択であった(出題例8)。内容は火成岩2種類のプレ

パートを偏光顕微鏡で観察したスケッチから、SiO<sub>2</sub>含有量による分類と、形成過程(固結深度と冷却速度)を尋ねている。岩石の種類は石材Aが(こういう問題で最も多く出題される)花こう岩。石材Bが(その次によく出題される)玄武岩であった。(ちなみに安山岩もよく出題される。)文aは石材Aが酸性岩(ケイ長質岩)、石材Bが塩基性岩(苦鉄質岩)と述べているので「正」。文bは石材Aが地下深くで徐冷、石材Bが地表または浅所で急冷と述べているので「正」。普通に勉強してきている者にとっては簡単な問題である(啓林館『地学基礎 改訂版』p.46~47)。ところが当てずっぽうで答えようとすると、正解を当てられない。どういうことかということ、石材Aは酸性岩か中性岩か塩基性岩か、同じく石材Bは…と考えると9通り。どう見ても石材Aと石材Bではいろんな特徴が違いすぎると考えても3×2で6通りで、文aに正しいことが書かれている確率は17%しかないのである。だから勉強してこなかった受験生は83%の確率の「誤」を選びたくなる(はずである)。同様に、文bも深度と冷却速度を別項目とすると、正しいことが書かれている確率が25%。2つの文を合わせると「正・正」の確率は4%しかない。勉強していなければ、①の「正・正」は選びにくい心理を突いている。ただし来年度からはどうなるか分からない。

問8 火成岩は石材として広く利用されている。次の図3は、石材Aと石材Bのプレパレート(薄片)を偏光顕微鏡で観察して描いたスケッチである。石材Aと石材Bの火成岩の分類について述べた文aと、石材Aと石材Bが形成された過程について述べた文bの正誤の組合せとして最も適当なものを、下の①~④のうちから一つ選べ。 8

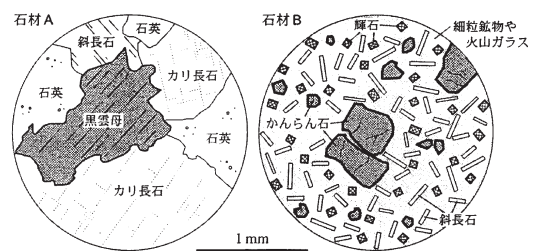


図3 石材Aと石材Bのプレパレート(薄片)を偏光顕微鏡で観察したときのスケッチ

- a 石材Aは酸性(ケイ長質)岩で、石材Bは塩基性(苦鉄質)岩である。
- b 石材Aはマグマが地下深い場所でゆっくり冷えてできたものだが、石材Bはマグマが地表あるいは地表付近で急速に冷えてできたものである。

	a	b
①	正	正
②	正	誤
③	誤	正
④	誤	誤

出題例8

## 第2問

地球のエネルギー収支(熱収支)に関連して、紫外線、太陽放射、地球放射、温室効果、潜熱などについて尋ねられた。太陽定数に絡んで唯一の計算問題も出された。この問題に関しては、よく似た言葉の細かい使い分けに神経質になる必要があった。うっかり読むと足元をすくわれる。

問1は紫外線について述べた文として最も適当なものを1つ選ぶ問題であった(出題例9)。**①**は赤外線のことを書かれており、明らかに間違い。**②**は、これが正解なのであるが、なんと成層圏界面(stratopause=成層止面)が出された。ただし、この知識を尋ねてきたのではない。紫外線との関係である。なぜ成層圏では高度とともに気温が上がるのかという重要な理由を聞いてきた。ここでも原因と結果が重視されている。また圏界面には3つある。対流圏界面(tropopause)と成層圏界面(stratopause)、中間圏界面(mesopause)の3つである。それが一時期、対流圏界面ばかりが圏界面と呼ばれる風潮があった。

**③**と**④**はどちらも間違いなのであるが、尋ね方は絶妙と言えよう。このように太陽放射と地球放射を並べられると、どちらかが正しいかのようについ思ってしまう。**②**の理由をよく知らなくて迷っている受験生なら、こちらに引っかかるだろう。

また、例によって3項目の正誤問題にされたら、(もう例は示さないが)ずいぶんと難しくなる。

第2問 地球全体のエネルギー収支(熱収支)に関する次の文章を読み、下の問い(問1~4)に答えよ。(配点 13)

太陽からのエネルギーは、電磁波によって地球に運ばれている。地球も電磁波により宇宙空間にエネルギーを放射している。電磁波は、波長によって赤外線、可視光線、紫外線などに分けられる。地球の表面積で平均した大気上端での平均的な太陽放射エネルギーは約0.34 kW/m<sup>2</sup>であるが、大気中を通過するときに、減衰しながら地球表面に到達する。地球表面でのエネルギー収支には、放射や潜熱などが関わっている。

問1 紫外線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。

- ① 紫外線は、人工衛星から雲の分布や海面水温を観測するときに利用される。
- ② 紫外線は、成層圏界面(成層圏と中間圏の境界)付近で気温が極大になることと関係している。
- ③ 紫外線は、太陽から放射されるエネルギーの主要部分を占める。
- ④ 紫外線は、地球から放射されるエネルギーの主要部分を占める。

出題例9

問2は「地球表面」と「地球」が微妙に使い分けられているので注意が必要である。**①**、**③**、**④**は「地球表面」であるが、**②**は大気圏も含めた「地球」である(出題例10)。

問2 地球全体のエネルギー収支に関連して、放射と温室効果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。

- ① 地球表面に到達した太陽放射エネルギーの大半は、地球表面で反射される。
- ② 地球が吸収する太陽放射エネルギーは、地球が宇宙空間に放射するエネルギーよりも多い。
- ③ 地球表面から放射されるエネルギーは、水蒸気や二酸化炭素には吸収されるがメタンには吸収されない。
- ④ 温室効果がなければ、地球表面の平均気温は氷点下まで下がる。

出題例10

これを正しく理解した上でもやや難しかった。**①**は太陽放射エネルギーの大半が地球表面で反射されるとあるので、誤り。地表での反射は約1割である。地表と雲の反射を合わせても約1/3と覚えておれば「大半」は誤りと判断できる(啓林館『地学基礎 改訂版』p.122)。**②**は地球全体としてであることに注意して、吸収と放射が等しいことは熱収支のつり合いの基本概念なので、容易に誤りと判断できる。

**③**はメタンが水蒸気、二酸化炭素に並ぶ温室効果ガスであるので、これも誤り(啓林館『地学基礎 改訂版』p.123)。**④**は温室効果が全く無かった場合の地球の放射平衡温度を尋ねているわけだが、これも教科書にそのまま書かれている内容である(啓林館『地学基礎 改訂版』p.123)。また、「地学」の学習内容だが、地球の放射平衡温度は太陽定数と地球のアルベドからシュテファン・ボルツマンの法則で導き出すことも可能である。

問3は今回唯一の計算問題であるが、発電所1基の出力が地球表面の何km<sup>2</sup>に到達する太陽放射エネルギーに匹敵するかを計算するものであった(出題例11)。ここで注意しなければならないのが「平均」の意味である。実は第2問の前文で下線部に「平均」が2回出てくる。

「地球の表面積で平均した大気上端での平均的な太陽放射エネルギー」と書かれている(出題例9)。前者の「平均」は、地球が太陽放射エネルギーを太陽定数の強度で受ける断面積 $\pi R^2$ を、地球の全表面積 $4\pi R^2$ に振り分けるという「1/4倍する平均」である。一方、後者の「平均」は太陽放射エネルギーの「変動の平均」である。地球の公転軌道が楕円であるため、太陽・地球間の距離が変化すると、太陽放射エネルギーの強度も変動するし(±3%)、太陽活動の11年周期に伴っても変動する(±0.1%)。これらの変動を平均するという意味である。さてこの問3でいう「平均的な」は後者の「平均」である。決して前者と受け取って、太陽放射エネルギー強度を1/4倍してはいけないのである。必要な地表の面積が4倍も必要になってしまう。**①**~**④**を見てみると

数値が10倍ごとになっている。これは出題者も「平均」の受け取り方に2通りあると気づいていたから、正解の4倍の誤答を避けるために、10倍ごとの選択肢群にしたと推測される。

問4は潜熱に関する出題であるが、潜熱の本質を押さえていて、さらに温室効果やエルニーニョ現象の仕組みを知っていれば、たやすく④を選べた問題であった(出題例11)。

問3 前ページの文章中の下線部に関連して、出力100万kWの発電所1基に相当するのは、およそ何km<sup>2</sup>の地球表面に到達する平均的な太陽放射エネルギーか。最も適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、大気上端での平均的な太陽放射エネルギーの半分が地球表面に到達するものとする。

km<sup>2</sup>

① 6            ② 60            ③ 600            ④ 6000

問4 潜熱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。

① 暑い日に道路に水をまく(打ち水をする)と、地表付近の気温が上がる。  
 ② 潜熱による熱の放出は、温室効果と呼ばれている。  
 ③ 東部赤道太平洋では、西部に比べて海水が活発に蒸発しているため、海面水温が低い。  
 ④ 湿った空気塊が上昇し、水蒸気が凝結するときに潜熱が放出される。

出題例11

### 第3問

**A：宇宙の大規模構造とハッブルの法則，膨張宇宙の問題である。誤っているものを1つ選ぶネガティブ選択で，ネガティブ選択は今回2問だけ。これと次の問題の1つめであった。**

**B：太陽系の色々な天体の性質や，太陽と地球の様々な点の比較である。中には中学校の理科の範囲の問題もあった。**

- A -

問1は宇宙の大規模構造が見える銀河の分布図が出された(出題例12)。ネガティブ選択で尋ねている内容は銀河間の後退速度や、膨張宇宙に関する基本的な知識である。①は見える方向が60°離れた同じ距離にある銀河AとBの互いの後退速度を尋ねている。図の矢印のように速度ベクトルで考えると、銀河Aの銀河Bに対する相対速度は+10000 km/sであり、①は誤りである。もちろん宇宙原理を知っていれば、どの銀河から見ても銀河の後退速度は距離だけで決まり、図から正三角形の三辺はどれも4.7億光年で、後退速度は+10000 km/sと分かる。

### 第3問 宇宙に関する次の問い(A・B)に答えよ。(配点 10)

A 銀河の分布に関する次の文章を読み、下の問い(問1)に答えよ。

次の図1は、われわれの銀河系を中心とした約7億光年までの銀河の分布を示している。銀河系の観測者から見た方向が60°離れた銀河Aと銀河Bは、ともに銀河系から同じ距離にあり、銀河系から遠ざかる方向(図中の矢印の方向)に同じ速さ10000 km/sで動いている。

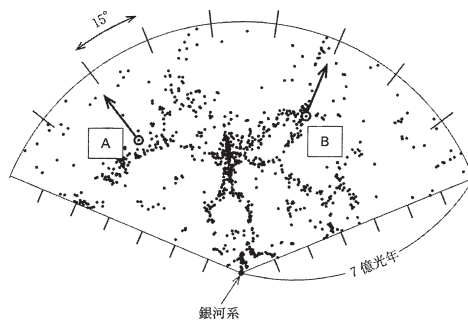


図1 観測された銀河の分布

問1 上の図1に関連して、銀河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。

- ① 銀河Aは銀河Bから5000 km/sの速さで遠ざかっている。
- ② 銀河Aを観測すると、約4.7億年前の情報を得ることができる。
- ③ 銀河が少ない空洞や、銀河が連なる壁のような宇宙の大規模構造が見られる。
- ④ 銀河が遠ざかる速度を調べることで、宇宙の膨張が見つかった。

出題例12

60°離れた方向にある、銀河の相対運動という、確か前にもセンター試験に出ていたなという記憶があった。調べてみると、何と、これまた2007年センター試験「地学I」である(過去の出題例5)。

#### 地学I

B 宇宙の構造と進化に関する次の文章を読み、下の問い(問3～6)に答えよ。

宇宙はおおよそ140億年前に誕生し、膨張を続けながら、(b)銀河や銀河群、銀河団などの大規模な構造をもつようになった。(c)銀河のなかの星間物質から恒星が生まれ、その星々が作りだした重元素(重い元素)は星間物質に戻される。この過程が繰り返されることで宇宙全体の重元素量は増大してきた。そのために、若い星ほど重元素量が多いという傾向がある。

宇宙の膨張はほぼ一様で、宇宙には特別な点や中心はない。そのために、遠方の銀河までの距離とその遠ざかる速度(後退速度)は比例関係にある。したがって、天球上のほぼ同じ方向にある二つの銀河AとBの後退速度がそれぞれ4000 km/sと6000 km/sであった場合、銀河Bにいる観測者が銀河Aを観測すると速度  km/s で  ように見える。また、天球上で60°離れた二つの銀河CとDがあり、その後退速度がそれぞれ2000 km/sと4000 km/sであった場合、CとDの間の距離は約  億光年である。

問3 省略

問4 省略

問5 前ページの文章中の空欄「ウ」・「エ」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①～④のうちから一つ選べ。 [ 5 ]

- |         |      |
|---------|------|
| ウ       | エ    |
| ① 2000  | 近づく  |
| ② 2000  | 遠ざかる |
| ③ 10000 | 近づく  |
| ④ 10000 | 遠ざかる |

問6 前ページの文章中の空欄「オ」に入れる数値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、1億光年の距離にある銀河はおよそ2000 km/sで遠ざかっているものとする。 [ 6 ]

- ① 1.0      ② 1.4      ③ 1.7      ④ 2.0

2007年センター試験地学I

過去の出題例5

この時は、ほぼ同じ方向に見えて後退速度が1.5倍と異なる2つの銀河A、Bの、互いの後退速度（銀河Bから銀河Aを観測するとどう見えるか）をまず尋ね、次に60°離れた方向に見えて後退速度が2倍違う2つの銀河C、Dの、互いの距離を尋ねた問題であった。今回と類似した問題である。

- B -

問2は海王星、月、木星、彗星について様々な性質が述べられている（出題例13）。これも誤っているものを選ぶ。①は海王星の性質についてであるが、木星型惑星の性質についての出題では定番の平均密度が出された。それも平均密度が大きいと書かれている。ネガティブ選択であるから①を読んだ時点で、もう答えが分かってしまった。あとは②～④が正しいかの確認だけである。②は月が新月のとき、月から地球がどう見えるか？これは私立中学の入試問題でも時々出される小学生向けの質問と言っていい。③の木星はガス惑星なので、もちろん表面に隕石クレーターはない。④の彗星の尾も、太陽と反対の方向に延びていることは教科書に書いてある通りであるから（啓林館『地学基礎 改訂版』p.162）、どれも易しかった。せめて④はもうひとひねりしてよかっただろう（改作例5）。

- ④ 彗星は太陽の近くで、太陽と反対の方向に延びた尾を形成するので、太陽から遠ざかる時は尾を前方にして遠ざかる。

改作例5

問3は太陽と地球の関係について、正しいものを1つ選ぶ問題である（出題例13）。

B 太陽系の天体に関する次の問い(問2・問3)に答えよ。

問2 太陽系の天体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。 [ 14 ]

- ① 海王星は地球に比べ、半径が大きく、平均密度も大きい。  
 ② 月が新月のとき、月から地球を見ると満月のように丸く見える。  
 ③ 木星表面には、隕石が衝突して形成されるクレーターは存在しない。  
 ④ 彗星は太陽に近づくとき、太陽と反対の方向に延びた尾を形成する。

問3 太陽と地球の関係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。 [ 15 ]

- ① 太陽の自転方向と地球の公転方向は異なる。  
 ② 大気を構成する元素の割合は、太陽と地球でほぼ同じである。  
 ③ 太陽と地球の距離が変わることが、季節変化の主な原因である。  
 ④ 太陽でフレアが起こると、オーロラの活動が活発になることがある。

出題例13

①の太陽の自転方向と地球の公転方向の比較は今さらの感があつた。本当なら「全ての惑星の公転方向」とか「金星の自転方向」（もちろん逆転である）とかを尋ねたいところなのだが、これでは「太陽と地球の関係」とくれないのでそれは聞けなかった。同じようなことが②でも感じられた。太陽大気（彩層）と地球大気で構成元素の割合が同じか違うかと尋ねるのは、あまりに易しすぎる。本当なら木星型惑星とか金星の大気を尋ねたかったのではないか。③の季節が生じる原因は中学校の理科の教科書に載っている（啓林館『未来へひろがるサイエンス3年』p.63～66）。④は正しい記述として選ぶべきものであるが、これも教科書にそのままある（啓林館『地学基礎 改訂版』p.168）。

(3) 学習対策

昨年度、今年度と2回あった「地学基礎」の出題から何を読み取るか？ 試験問題には何かしら出題者からの隠されたメッセージがひそんでいるはず。それは何か？

昨年の難しい問題に対し、今年の易しさ。さらに一昨年の「地学I」最後の年の難しさも合わせると、これは単なる揺り戻しと捉えるべきではない。実は出題者側も難易度を調整中であるとの宣言ではないのか？ 選択肢の作り方しだいで、同じ内容の問題でも難易度はいくらかでも変えられることは示した。2013年以前のセンター試験「地学I」や「地学IB」などの過去問を解くと、選択肢の少なさから、生徒が当てずっぽうで正解することがしばしばあった。今後はこういう意味での「地学基礎」の易しさは期待してはいけない。ただ、どこまで難しくするかは出題者側にとっても悩ましい問題で、毎年平均点を見ながら難易度の調整を手探りしている状況ではないだろうか。では受験する側としてはどう対応す

べきか。やはり「大リーグボール養成ギブス方式」で、普段から徹底的に3項目8択の正誤問題で鍛え上げておく。選択肢を作り変えることで1つ1つの項目の理解を正確にチェックしていく。そして「本番はこれより多少は易くなるはず」と信じよう。

さらに学習範囲については、今回の「月から見た地球の見え方」や「季節の生じる原因」などの出題でも感じたが、中学校や小学校の理科で習った内容は完全に身につけておく必要がある。そして高校での「地学基礎」は、全ての地学的な事柄に対して「原因と結果」という因果関係で捉えてほしい。そのためには、やはり教科書を大切にしてほしい。昨年度も書いたが、教科書では要約された少ない文章の中に原因があり、結果がある。因果関係のストーリーが詰め込まれている。

話は「地学基礎」から少し離れるが、今年度の大学入試センター試験「地学」では**第4問A 問2**で、現行のグレゴリオ暦での「うるう年」の設け方が出題された。そう聞くと、単に暦の知識を尋ねたかのように思われるかもしれないが、1太陽年（回帰年）が365.2422日と与えられていることからそうでないと分かる。「地学」の教科書を見ると（啓林館『地学』p.314～315）、なぜ現行のうるう年の設け方になったかの理由が、ちゃんと計算によって示されている。このように原因と結果として捉えていけば、たとえ無関係なことを無理やり結びつけたダミーの選択肢が出てきても、惑わされることはない。自信を持って解答してほしい。

#### 野村 敏郎 (のむら・としろう)

授業は地学基礎と中学理科の地学分野を担当。早稲田大学理工学部資源工学科大学院修士卒。NPO 法人東亜天文学会総務担当理事。アマチュア天文家。1989～1994年に新小惑星を13個発見。No.4106に「Nada」と命名。ほかの趣味は養蜂、砂金掘り、漂着コハク拾いなど多数。ホームページ「野村先生の砂金教室」(<http://www.geocities.co.jp/Outdoors-Mountain/6557/>)

# MEMO

A series of horizontal dotted lines for writing.

# MEMO

A series of horizontal dotted lines for writing.

# 林啓館

URL <http://www.shinko-keirin.co.jp/>  
平成 29 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	TEL(06)6779-1531	FAX(06)6779-5011
東京支社	〒 113-0023	東京都文京区向丘 2 丁目 3 番 10 号	TEL(03)3814-2151	FAX(03)3814-2159
札幌支社	〒 003-0005	札幌市白石区東札幌 5 条 2 丁目 6 番 1 号	TEL(011)842-8595	FAX(011)842-8594
東海支社	〒 461-0004	名古屋市東区葵 1 丁目 4 番 34 号双栄ビル 2 階	TEL(052)935-2585	FAX(052)936-4541
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	TEL(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 号ハイビルズビル 5 階	TEL(092)725-6677	FAX(092)725-6680