

平成 30 年度

(医学部医学科 後期日程)

# 問題冊子

教 科 等	ページ数
小 論 文 II	6

試験開始の合図があるまで、問題冊子を開かないこと。

## 解答の書き方

1. 解答は、すべて別紙解答用紙の所定欄に、はっきりと記入すること。
2. 解答を訂正する場合は、きれいに消してから記入すること。
3. 解答用紙には、解答と受験番号のほかは、いっさい記入しないこと。

## 注 意 事 項

1. 試験開始の合図の後、解答用紙に受験番号を必ず書くこと。
2. 下書き用紙は、片面だけ使用すること。
3. 問題の内容についての質問には応じないが、その他の用事があるときは、だまって手をあげて、監督者の指示を受けること。
4. 試験終了時には、解答用紙を必ずページ順に重ね、机上の右側に置くこと。
5. 試験終了後、問題冊子及び下書き用紙は持ち帰ること。

問題1 次の文章を読み、問1～5に答えなさい。

ドイツの化学者フリードリヒ・ヴェーラーは、1825年にアルミニウムの単離に成功した。しかし、生産方法が複雑であり、高価な原料を利用することから工業生産には至らなかった。その後、アメリカの化学者チャールズ・マーティン・ホールと、フランスのポール・ルイ・ツーサン・エルーが、ほぼ同時期に熔融塩電解を利用した生産法をそれぞれ独自に開発した。この方法はホール・エルー法と名付けられ、現在においても利用されているアルミニウムの製錬法である。この方法では、鉱石(A)から酸化アルミニウム(A)を精錬・融解後、電気分解することでアルミニウムを得る。しかしながら酸化アルミニウムの融点は $2,000^{\circ}\text{C}$ 以上と非常に高く、融解させにくい。そこで、ヘキサフルオロアルミン酸ナトリウム(B)を約 $1,000^{\circ}\text{C}$ で融解し、これに酸化アルミニウムを溶解させ、炭素電極を使って電気分解を行うことでアルミニウムを得ている。アルミニウムは展性、延性に富み、加工しやすく、多くの工業製品に利用されている。その中で、人工的に酸化被膜をつけたアルミニウム製品は(イ)と呼ばれ、食器等に利用されている。

問1 文中の(ア)と(イ)に適切な語句を書きなさい。また、(A)と(B)には化学式を書きなさい。

問2 電気分解の際、炭素電極の陰極と陽極から何が得られるか書きなさい。

問3 (イ)の食器は錆びにくく丈夫である。その理由を 50 字以内で書きなさい。

問4 アルミニウムの生産は、以前はアメリカなどの先進国で行われていたが、現在は中国などの新興国で行われるようになっている。その理由を 100 字以内で書きなさい。

問5 アルミニウムはリサイクルによって再利用するほうが効率的であると考えられる。その理由を 100 字以内で書きなさい。

問題2 次の文章を読み、問1～3に答えなさい。

今日の医療検査機器において広く普及しているものにMRI (Magnetic Resonance Imaging; 磁気共鳴画像)検査がある。MRIは人体のなかの水素の原子核(プロトン=陽子)の挙動を画像化したものである。人体のなかには、1cm<sup>3</sup>あたり約 $10^{23}$ 個のプロトンが存在する。そのプロトンは地球と同様に自転している。そして地球の地軸に相当する北極と南極に、磁気モーメント<sup>(注1)</sup>によってN極とS極が発生する。

ところで、地球でいうプロトンの地軸は、人体のなかではさまざまな方向を向いている。しかし、人体が比較的強い磁場(例えば、MRI装置のマグネット)のなかに入ると、その地軸が磁場の向きに揃う。しかも、まっすぐ磁場の方向に向くのではなく、歳差運動<sup>(注2)</sup>と呼ばれる“みそすり”運動をする。この歳差運動の回転数は、その磁場強度に比例して一定の回転数となる。

しかし、この状態だけではMR信号は検出できない。ここに、歳差運動の回転数と同じ周波数の電波を照射すると、このプロトンの歳差運動にエネルギーが伝わり各プロトンの位相が揃う。この現象を磁気共鳴現象<sup>(1)</sup>と呼ぶ。電波を遮断すると、プロトンの位相が不揃いになり、やがて電波を受ける前の状態に戻る。この過程をMR信号<sup>(2)</sup>として検出する。MR信号を画像化したものがMRI検査であり、プロトンが存在する割合(プロトン密度)や、不揃いになったプロトンの位相が元に戻るまでの時間の違いなどが画像のコントラストに反映される。

(医療科学社 VERSUS 研究会 監修 超実践マニュアルMRIより一部改変)

注1：磁力の大きさとその向きを表すベクトル量。

注2：こまやジャイロコンパスなどの回転体の回転軸がその方向をゆっくりと変えてゆく回転運動。首振り運動、みそすり運動とも呼ぶ。

問1 下線(1)共鳴現象について「おんさ」を例に200字以内で説明せよ。

問2 下線(2)のMR信号は、プロトンを磁石、MRI装置をコイルとしたときに検出される誘導電流のことである。この場合において、磁石とコイルから誘導電流が発生する現象を“磁束”という単語を用いて100字以内で説明せよ。

問3 MRI装置のように電磁誘導を応用した機器を挙げ、そのしくみについて150字以内で説明せよ。

問題3 問1～2に答えなさい。

問1 DNAの二重らせん構造を発見した英国の分子生物学者フランシス・クリックが、1958年にセントラルドグマ(central dogma)と呼ばれる概念を提唱した。このセントラルドグマについて、50字以内で説明せよ。

問2 以下の記事を読み、「人工生物の作製」について自分の考えを250字以内で述べよ。

米国の分子生物学者、クレイグ・ベンター博士らが2016年3月、生命の維持に必要な最小限のゲノム(全遺伝情報)で人工細菌を作製したと報告し、注目を集めた。将来は人間に有益な生物を作ることが目標の一つだが、悪用はされないのか。期待と懸念の中、開発が進む。

ベンター博士らの研究チームは2010年、「マイコプラズマ・マイコイデス」という細菌のゲノムを基に、人工合成したDNAから外見や性質が同じ細菌を人工的に作製したと発表した。今回はその人工細菌のゲノムから生命活動に必須でない遺伝子を除いた世界最小ゲノムの人工細菌を作った。「生命の中核機能を調べたり、全ゲノムをデザインしたりするうえでの基盤にできる」と意義を強調する。

ゲノムは生命の「設計図」だ。細胞内でこの情報を担うDNAはアデニン(A)、グアニン(G)、シトシン(C)、チミン(T)の塩基4種類がさまざまな組み合わせのペア(塩基対)を作り、らせん状に連なってできている。

チームは解読したDNAの塩基配列、すなわちAGCTの4文字による膨大なデジタル情報を基に、コンピューターでゲノムを小型化。4種類の塩基でDNAの断片を化学的に合成し、微生物や酵素の働きを借りてつなぎ合わせた。これを移植した近縁種の細菌は、新たなDNAの指令で作られた組織に徐々に変化し、最後は完全に置き換わった。人工細菌の誕生だ。約53万塩基対のDNAによる世界最小ゲノムで、大きさは2010年版の半分だ。

木賀大介・早稲田大教授(合成生物学)は「コンピューターでサイズを縮小した設計図からリアルなDNAを作っている。生殖や自己増殖で代々DNAを受け継ぐ自然界の生物と

根本的に異なる」と説明する。今回作った細菌が持つ遺伝子は 473 個で、3 割を占める 149 個は生命維持には必要だが役割が不明であることも分かった。正体が知れない遺伝子がまだ多いという点で研究者を驚かせた。

合成生物学は、生命の本質に迫るとともに、医薬品やバイオ燃料の原料を作る藻類や微生物の開発にもつながると期待される。半面、人工生物が屋外に漏出した時の生態系への悪影響や、バイオテロなどへの悪用も懸念される。

(毎日新聞 2016 年 5 月 19 日 東京朝刊より一部改変)