

令和2年度一般入試 正解・解答例等（出題の意図を含む）

【理科（生物基礎・生物）】

作問意図

2020年度の試験問題作成に当たり、基礎的な生物学的知識に加え、読解力・論理的思考力・説明力等が問える問題になるように留意した。①では、呼吸の仕組みについての知識と理解度を、②では、免疫についての知識と理解度を問うた。さらに①、②では、問題中に示された実験やデータを正しく解釈する能力を問うことも試みた。③では、近年開発され、その利用例が急速に拡大している新バイオテクノロジーの一つ「CRISPR/Cas9 システム」を題材とした説明文を読解し、高校生物の知識を駆使しつつ、論理的な思考に基づき、設問に答える能力を備えているかを問うた。

① 呼吸の仕組みの理解度を様々な視点から問う問題である。

問1：細胞内小器官の分離方法と役割に関する基礎的知識を問うた。

問2および問3 (i) (ii)：栄養素の代謝に関する基礎的知識を問うた。

問3 (iii) (iv)：実験結果を解釈するとともに、呼吸商の意義について推論し、説明する能力を問うた。

② 病原微生物に対する免疫反応の理解度を問う問題である。

問1, 2, 4：免疫のしくみに関する基礎的知識を問うた。

問3：樹状細胞から抗原提示を受けたT細胞が活性化するしくみを、適切に説明する能力を問うた。

問5：HIVとAIDSに関する基礎的知識を問うた。また、データから必要な情報を読み取る力や、論理的な思考によって問題を解決する能力を問うた。

③ 遺伝子コードの知識や論理的考察力を問う問題である。

問1：遺伝子の本体がタンパク質ではなくDNAであることを証明した、教科書にも記載されている半世紀前の有名な実験を正しく説明できるかを問うた。

問2：説明文を読むことを通じ、CRISPR/Cas9システムが細菌の免疫機構であることを理解できるか、さらに、哺乳類の免疫機構との相違点に気付くかを問うた。

問3：遺伝子が指定するタンパク質のアミノ酸配列が、遺伝子の塩基配列の変異によってどのように変化するかについて、基礎的な知識を問うた。

問4：オフターゲット効果という聞きなれない言葉が登場するが、説明文を理解していれば、その意味は容易に想像できる。CRISPR/Cas9システムの弱点を正しく予想できるかについて、知識の応用力を問うた。

問5：CRISPR/Cas9システムを用いたゲノム編集技術の応用例に関する説明文の空欄を埋める中で、遺伝子の発現調節に関する基礎的な知識を問うた。

問6：将来、医生物学を学ぶ者として、新知識への好奇心や、科学技術の益害を判断できるバランス感覚を備えているかを問うた。

解答例

1

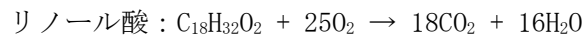
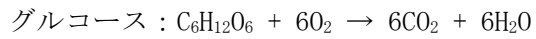
問 1

- (i) 解糖系：④，クエン酸回路：②，電子伝達系：②
- (ii) ③
- (iii) ③
- (iv) 粗面小胞体

問 2

ア：β酸化，イ：脱アミノ

問 3 (i)



(ii)

グルコース：計算式 $6/6=1.0$ ，呼吸商 1.0

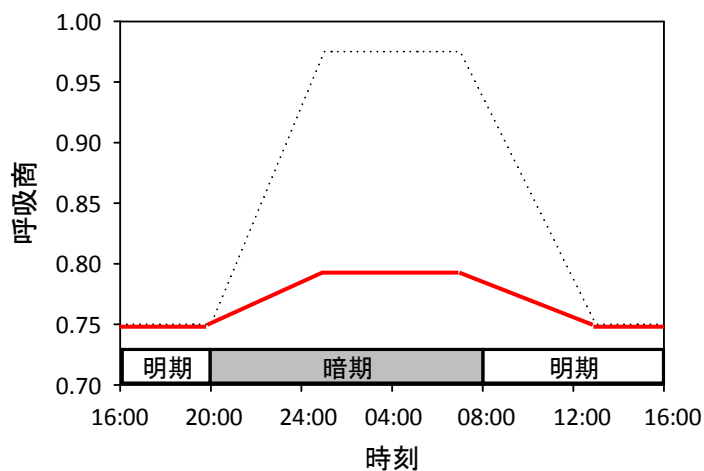
リノール酸：計算式 $18/25=0.72$ ，呼吸商 0.72

(iii)

暗期に食事をするため暗期の呼吸商が 1.0 に近い，明期は食事をとらないためグルコースの利用が減り、蓄積した脂肪の利用が増えるため、呼吸商が 0.72 に近づく，など

(iv)

暗期の呼吸商が小さくなっていれば可



2

問 1

ア：自然免疫 イ：獲得免疫 ウ：好中球
エ：マクロファージ オ：TLR カ：記憶細胞

問 2

細菌の細胞壁を分解する分子： リゾチーム
細菌の細胞膜を破壊する分子： ディフェンシン

問 3

樹状細胞は、取り込んで分解した病原体の断片を、抗原として MHC と共に T 細胞に提示する。抗原提示を受けた T 細胞の T 細胞受容体が、抗原と MHC の複合体を認識すると T 細胞は活性化する。

問 4

T 細胞の分化に適した組織： 胸腺
B 細胞の分化に適した組織： 骨髄

問 5 (i)

健康なヒトには病気を起こさない病原体が、免疫能が低下したヒトに病気を引き起こす感染のこと。

(ii)

e

(iii)

① HIV 感染細胞（あるいは CD4⁺ヘルパーT 細胞）を攻撃する CD8⁺キラーT 細胞が増殖したり中和抗体が作られても、遺伝子変異によって抗原の構造が変化してしまうとそれらが機能しなくなる可能性が考えられる。

② ウイルス遺伝子が転写されなければ、HIV 感染細胞（あるいは CD4⁺ヘルパーT 細胞）は抗原を CD8⁺キラーT 細胞に提示できない。CD8⁺キラーT 細胞は、抗原を提示していない細胞を攻撃することができないので、増殖していない HIV 感染細胞は体内から排除されないと考えられる。

3

問 1

T₂ファージのタンパク質を放射性同位体 ³⁵S で、DNA を ³²P でそれぞれ標識し、大腸菌に感染させた。その後ミキサーで攪拌してファージを大腸菌から振り落とし、遠心分離によって大腸菌を沈殿させた。その結果、ほとんどの ³²P は大腸菌を含む沈殿物で、³⁵S はファージの殻などを含む上澄みで検出されたことから、大腸菌内に注入されたのは DNA で、DNA が遺伝子の本体であることが証明された。

問 2

(i) スペーサー配列部分の塩基配列解析を行ったところ、細菌に固有のものではなく、外来のファージのゲノムに由来していた。

(ii) 細菌の CRISPR/Cas9 システムはウイルスの DNA を標的としているのに対して、ヒトの免疫系はウイルスそのものを標的としている点が異なる。

問 3

①と②ともにフレームシフトが起きる。①では Met-Phe の後に終止コドンが入るので、正常に比べ短いタンパク質が合成される。②では、Met-Phe-Asn-Arg-Gln と途中からアミノ酸が異なる異常なタンパク質が合成される。

問 4

用いる標的配列によっては、ゲノム上の他の場所にも似た塩基配列が存在することがあるから。

問 5

ア： 変異 イ： プロモーター ウ： 転写調節領域、
エ： DNA 切断活性 オ： 融合 カ： ガイド RNA
*イとウは逆になっても正解。

問 6

① (CRISPR/Cas9 によるゲノム編集で得られた個体と、一般の突然変異体との区別はつかない。)