



東北大学

令和6年度 一般選抜入学試験 個別学力試験
出題意図

(理科・生物)

前期日程

大問 1

・ 出題意図

細胞のエネルギー代謝は、生命の維持に大切であり、細胞の主要なエネルギー源である ATP を適切に合成するために様々な機構が働きます。本問では、糖や脂肪を代謝することによって ATP を産生する仕組みについて基本的な知識を問いました。さらに、個々の反応を行う酵素が働く仕組みや酵素の働きを調節することの意義について論理的に思考し、そこから導き出される結果や考察を問いました。

・ 講評

問 (1) 解答 ア：異化 イ：同化 ウ：アデニン エ：リボース
オ：マトリックス (内膜の中) カ：アセチル CoA キ：4
ク：グリセリン (モノグリセリド) (ウとエは順不同)

細胞内で起こるグルコースの解糖系による代謝とそれに続くクエン酸回路による代謝について、また、脂肪の代謝について基本的な知識を問うものです。高い正答率でした。

問 (2) 解答 活性化エネルギー
酵素についての基本的な知識を問うものです。高い正答率でした。

問 (3) 解答 7回
脂肪酸の代謝における β 酸化について基本的な知識を問うものです。低い正答率でした。

問 (4) 解答 (i)：乳酸発酵 又は 解糖
解糖系の代謝を維持するために働く乳酸発酵 (解糖) の仕組みについて基本的な知識を問うものです。解糖系と乳酸発酵 (解糖) について、教科書レベルの知識を関連づけて理解しているかを問いました。(i) は高い正答率でした。(ii) はあまり正答率は高くありませんでした。

問 (5)
ATP 合成酵素がどのようにして ATP を産生しているかを理解しているかを問うものです。ミトコンドリアにおいて、ATP 合成酵素は、ミトコンドリア内膜を隔てたプロトン濃度勾配を駆動するエネルギーにして回転し、ATP の合成を行います。また、示した実験において、ATP 合成酵素が回転するために何らかのエネルギーが必要です。これらを理解し、関連づけて推論することができるかを問う問題でした。非常に低い正答率でした。

問 (6)

代謝経路において、生成物の量を調節するために酵素の働きが調節される仕組みの一つを問う問題です。比較的高い正答率でした。

問 (7) 解答 1/3 倍 (0.33 倍と 0.3 倍も正解とした)

解糖系による ATP の産生の律速段階となる反応について、その過程の流量の調節を、順行する反応と逆行する反応を組み合わせて行っている場合、各々の酵素活性がどのように変化しているかを計算する問題です。比較的高い正答率でした。

問 (8)

解糖系による ATP の産生の律速段階となる反応について、その過程の流量の調節を、順行する反応と逆行する反応を組み合わせて行っている場合、酵素の働きの変化とそれによる生成物の量の変化の差異を読み取り、生体にとってこの仕組みが存在することの意義を考えて推論し、それを説明できるかを問う問題です。低い正答率でした。

大問 2

・ 出題意図

ヒトの身体を構成する細胞活動のしくみや、個体としての生命現象の制御のしくみを広く問う出題です。これらに関する正確な知識を持ち、そのしくみを正しく理解して、論理的に考え説明できる能力を求めました。

・ 講評

問 (1) 解答 (i) ⑤ (ii) ①

(1) は細胞骨格について、(2) は遺伝子の複製・転写・翻訳についての基礎知識を問う設問です。中程度の正答率でした。

問 (2) 解答 (i) ア 3 イ 4

細胞膜を透過型にして、細胞の放出反応のしくみを解析した実験結果について問う設問です。実験を理解して、その結果を正しく解釈することが求められます。(i) では解析対象以外は等しい条件で行った 2 つの実験結果を比べなければなりません。(ii) は、実験結果を説明する理由を問うた設問です。論理的な思考力を問うています。(iii) は、実験結果を挙げつつ細胞質因子が複数必要である根拠を問うた設問です。この問いも、短時間に論理的に考え、さらに、その考えを文章で表現することを求めました。(i)、(ii) は比較的高く、(iii) は低い正答率でした。

問 (3) 解答 (i) ② (ii) ⑤

ブドウ糖と脂肪という栄養に関する設問です。(i) では、ヒト成人の心拍数が毎分約 70 であること、空腹時のブドウ糖濃度が 100 mg/dL であることを知っていれば容易な設問であったでしょう。ブドウ糖濃度が 100 mg/dL であることは多くの教科書にありますが、基本的な値に関して、単位まで理解していなければなりません。(ii) では、中学理科で学習した脂肪の吸収と、リンパ管の灌流の理解を問うています。低い正答率でした。

問 (4) 解答 (i) ② (ii) ③

ホルモンに関する設問です。(i) は、アドレナリンに関する基礎知識を問う設問です。(ii) は、アミノ酸のおおよその分子構造の理解を問う設問です。多くの教科書では構造式を掲載していますが、アミノ酸 1 つあたりのおおよその分子量を推定して、アミノ酸 51 個ならば約 5,000 と推定できるかを問いました。(iii) は、分泌タンパク質の細胞内での輸送様式を問うた基本的な設問です。(i)、(ii) は高く、(iii) は低い正答率でした。

問 (5) 解答 ウ 赤血球 エ 炭酸水素イオン (HCO_3^- 、炭酸でも可)

組織で発生された二酸化炭素の運搬様式を問うた基本的な設問です。比較的低い正答率でした。

大問 3

・ 出題意図

相同染色体の間での対立遺伝子の配列や発現量の違いは、個体間や細胞間において多様性を生じる一因となります。本問では、染色体を題材として、前半では動物の配偶子形成と減数分裂の基本的な知識を問いました。さらに、後半では X 染色体の不活性化を利用した実験において、原理を正しく理解した上で、結果を基に論理的に考察し、適切に説明することができるかを問いました。

・ 講評

問 (1) 解答 ア：対合 イ：二価 ウ：キアズマ

減数分裂に関する基本的な知識を問う問題です。高い正答率でした。

問 (2) 解答 ①②⑤

動物の配偶子形成に関する基本的な知識を問う問題です。高い正答率でした。

問 (3) 解答 (i) : 17% (ii) : 検定交雑 (検定交配)

遺伝子の連鎖と組換えに関する基本的な知識を問う問題です。高い正答率でした。

問 (4) 解答 ④

X 染色体の不活性化を理解した上で、雌の個体において X 染色体に存在する遺伝子がどのように発現するかを導く問題です。正答率は中程度でした。

問 (5)

X 染色体に存在する GFP 人工遺伝子の発現を利用し、マウスの個体内で、正常な遺伝子の発現が消失している細胞を同定することができるかを問う問題です。正答率は中程度でした。

問 (6)

正常な遺伝子の発現が消失している細胞を観察した実験の結果から、その遺伝子が本来、機能する細胞を同定する問題です。実験の原理を正しく理解し、論理的に説明する力があるかを問う問題になっています。やや低い正答率でした。

問 (7)

卵を形成する過程において、常染色体だけでなく、X 染色体でも乗換えが起こることを理解し、X 染色体の不活性化を利用した実験の原理と照らし合わせて、不都合な点を導く問題です。非常に低い正答率でした。

後期日程

大問 1

・ 出題意図

植生の成り立ちは、種の生活史特性、種間関係、および個体の生理生態が密接に関係しています。本問では、森林の遷移の過程、陽生植物・陰生植物の生理特性や物質生産の変遷についての理解度、およびその基礎となる光合成について、葉緑体における電子伝達系における ATP 生産や炭酸同化と環境適応のしくみについての知識と理解度および考察力を問いました。

・ 講評

問 (1) 解答 ア：一次遷移 イ：二次遷移 ウ：先駆種（先駆植物も可、先駆樹種も可） エ：極相種（極相樹種も可）

環境攪乱後の遷移に関する知識を問う基礎的な問題です。高い正答率でした。

問 (2) 解答 ①

陽生植物・陰生植物の生活史特性について、各々の植物種名等の知識がなくても、遷移の時間スケール認識があれば正答できる問題です。高い正答率でした。

問 (3) 解答 (i) 図 D

陽生植物・陰生植物の生理特性について、両者の差異を問うものです。教科書には必ず掲載されている図で、高い正答率でした。

(ii) 陰生植物は呼吸量が小さく光補償点が低いことが、弱い光の条件下で陽生植物よりも繁茂するのかを説明する記述問題です。中程度の正答率でした。

問 (4) 解答 ③

森林の中規模攪乱、そしてその後の遷移について、「ギャップ」に対する理解度を問う問題です。比較的高い正答率でした。

問 (5)

森林や植物の総生産量、純生産量に関する知識、および遷移の進行に伴い、総生産量が頭打ちになること、極相においては光合成量と呼吸量がほぼ等しいという平衡状態に至り、純生産量が 0 に近くなることを問う記述問題です。比較的低い正答率でした。

問 (6) 解答 ケ：光化学系 II コ：酸素 (O_2 も可) サ：光化学系 I シ：リブローソビスリン酸 (リブローソニリン酸、リブローソジリン酸、RuBP も可) ス：デンブリン

光合成のエネルギー代謝における基礎知識を問う問題です。全体としては、高い正答

率でしたが、一部に極端に低いものもありました。

問 (7)

葉緑体における ATP の合成のしくみについて正確な記述を求める問題です。中程度の正答率でした。

問 (8)

光合成の多様性と植生の分布を関連付けて考察する記述問題です。比較的低い正答率でした。

大問 2

・ 出題意図

新型コロナウイルスのパンデミックにおけるワクチンの例でも明らかなように、近年、医療における生体の免疫反応の重要性を正しく理解する必要性が増しています。本問では、免疫反応の中でも、外来の異物に対して特異的に応答する機構の基本的な知識を問うとともに、与えられた実験結果を論理的に解釈することができるかを問いました。

・ 講評

問 (1) 解答 ア：粘膜、イ：物理的、ウ：ナチュラルキラー細胞、エ：サイトカイン、オ：細胞性、カ：形質

免疫応答の自然免疫から獲得免疫にいたる経路の基本的な知識を問う問題です。比較的高い正答率でした。

問 (2) 解答 トル様受容体

病原体を認識するための機構の基礎的な知識を問う問題です。こちらも比較的高い正答率でした。

問 (3)

炎症反応の際の免疫細胞の振る舞いを問う問題です。比較的高い正答率でした。

問 (4) 解答 ②、⑤

獲得免疫の重要な反応の一つである抗体抗原反応に対する正しい理解を問う問題です。低い正答率でした。

問 (5) 解答 ①、②

実験の結果を解釈し、論理的に正しく導かれる結論を問う問題です。中程度の正答率でした。

問 (6)

免疫系の知識をもとに実験の結果を正しく解釈し、適切に記述できるかを問う問題です。中程度の正答率でした。

問 (7)

実験の結果を解釈し、論理的に考察できるかを問う問題です。比較的高い正答率でした。

大問 3

・ 出題意図

形質の遺伝様式は、生物集団の遺伝子頻度や一塩基多型 (SNP) による個体間差を調査することで明らかとなります。本問では、ヒト血液型の遺伝様式が解明される過程を通じ、進化、遺伝情報、有性生殖、バイオテクノロジーといった遺伝学に関する幅広い知識を問うとともに、知識と与えられた情報から論理的な思考をし、適切に説明し計算できるかを問いました。

・ 講評

問 (1)

ハーディ・ワインベルグの法則が成立するための条件を問うものです。問題文にある条件を踏まえて正答を導く設問です。正答率は中程度でした。

問 (2) 解答 ア： p_O^2 イ： $2p_Ap_B$

仮説Ⅱの仮定の下で、OO型およびAB型の期待される血液型の頻度を問う設問です。高い正答率でした。

問 (3)

与えられた仮説の条件下で、両親とその子供の遺伝子型と表現型との関係を問う設問です。正答率は中程度でした。

問 (4) 解答 ①

仮説Ⅰの期待される血液型の頻度を用いて、血液型の頻度間の関係式を問う設問です。正答率は中程度でした。

問 (5) 解答 0.30

仮説Ⅱの条件下で、対象集団における遺伝子頻度を問う設問です。高い正答率でした。

問 (6) 解答 (i) オ：O カ：B (ii) BO (iii) え：1 お：18 か：81

電気泳動の結果と遺伝子型との関係を問う設問です。(i)、(ii) の正答率は高く、(iii) の正答率は中程度でした。

○志願者へのメッセージ

生物学は生命の起源や進化、生物の構造や機能、生態系や生物多様性など、生命現象を科学的に理解する学問です。生物学は、基礎科学のみならず、医学や環境科学、農学、工学などの応用科学分野にも密接に関連しており、人間の健康維持、環境の保全、食料生産などに対しても大きな貢献を果たしています。

このように基礎学問として、そして応用科学としても重要な生物学ですが、皆さんが生物学を学ぶ際には、いくつかの難しい点があると思います。複雑な生命の仕組みや進化の理論を理解するための知識や科学的思考の発展が必要であること、実験や観察による実証的なアプローチの難しさ、生物学特有の専門用語や図解の解釈の難しさ、生物学の多岐にわたる分野の幅広さによる理解の深化の難しさ等でしょうか。

東北大学の入学試験の生物では、暗記ではなく、用語を正しく理解しているか、背景にある作用機序や論理を理解しているかを問います。そのため、実験の理解や、その結果の解析、結果の適切な考察を必要とすることもあります。生物学の最新の研究成果や技術を活用した問題も出題されることがあり、それらの問題をよく理解して解答する、応用的な視点や論理的な思考が必要となります。

問題を解く過程を重視することは本学の特徴であり、論理的な思考能力を養うことが極めて大切です。文章やグラフを読み解いたり、データを分析したりするスキルを身につけるようにしましょう。

日頃から、生命現象や実験結果の背景に目を向け、不明部分を自分で調査、探究する姿勢をとれると生物学の理解も進みます。