

東京慈恵会医科大学 生物

2024年 2月18日実施

【生物（解答）】

1.

問 1. アロステリック酵素

問 2. 呼吸反応全体の先頭に近い位置で反応を抑制させることで、呼吸反応全体の最終生産物である ATP の過剰な産生を防ぎ、有機物の消費の無駄を省くため。

問 3. 反応 4 ではグルコースを無機物にまで分解しエネルギーを取り出しているが、反応 3 ではグルコースを、化学エネルギーが残るエタノールまでしか分解できないため、得られるエネルギーが少ない。

問 4. アー酵素 (チマーゼ)	イーATP	ウーNAD ⁺
オーNADH	オーアセトアルデヒド	カーエタノール

問 5. アー7200 人	イー9600 人	ウー3200 人
---------------	----------	----------

問 6. アー16 イー1 ウー1 エー6 オー15.6

2.

問 1. アー体性	イー自律	ウー腹	エー背
オー視	カー嗅		

問 2. a, b, e

問 3. 切断した B 点からイオンが流出してしまい、細胞膜内外のイオンの濃度差が失われたことで、D 点を刺激しても活動電位が生じなかったため。

問 4. 電極 F と G の間を木綿糸でしばったことで、そこに到達した興奮は消失し、ふくらはぎの筋まで伝わらなかったため。

問 5. 40 m/秒

問 6. 下図

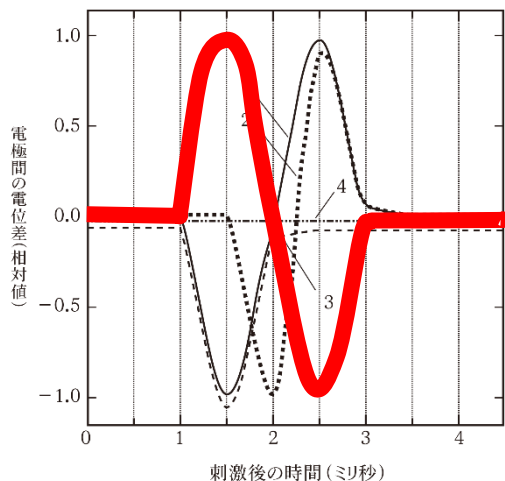


図3

【生物（解説）】

1. 呼吸と発酵に関する問題（やや難）

問 2 問われているのは、「ATP による酵素活性の抑制の生物学的意義を呼吸反応全体」から考察することである。ポイントとしては第 1 に ATP を必要以上に合成する無駄を省くことである。第 2 に呼吸反応の最初の段階にこの酵素が存在するので途中の反応過程の無駄を省くことである。この 2 点を解答に入れておけばよい。

問 3 反応 4 ではグルコースを完全に酸化分解して無機物の CO_2 や H_2O にしている。つまり生成物にエネルギーがほとんど残らない。一方、反応 3 ではグルコースをエタノールにしているため、分解反応が不完全でエタノールの化学結合の中にエネルギーが残ることになる。

問 4 空欄アは酵素が入る。これを酵素名としてチマーゼとしても良いだろう。空欄イは最初の反応に必要な ATP が入る。これはその次の「反応が最後まで進めば過剰に発生されるので枯渇しないと考えられる」とあるところから ADP ではなく ATP が入る点に注意しておきたい。

問 5 遺伝子 n の頻度が 0.6、遺伝子 d の頻度が 0.4 よりこの集団中の遺伝子型頻度は $(0.6n + 0.4d)^2 = 0.36nn + 0.48nd + 0.16dd$ より

20000 人の中に強い人： $20000 \times 0.36 = 7200$ 人 弱い人： $20000 \times 0.48 = 9600$ 人

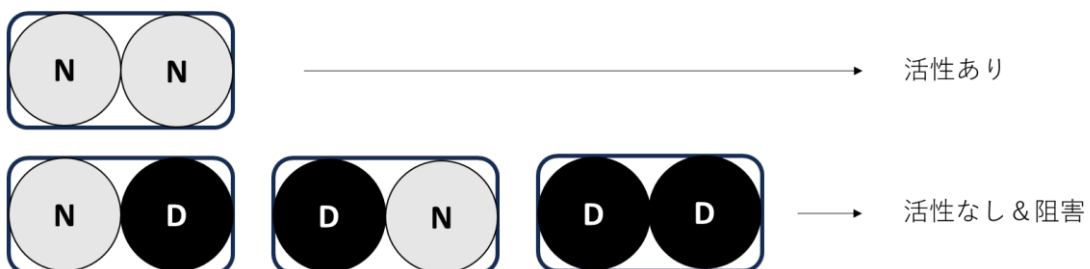
極めて弱い人： $20000 \times 0.16 = 3200$ 人

問 6 難しい問題である。「各タンパク質は固有の四カ所の位置に配置され、入れ替わることはない」とあるので、順番を区別していると考えられる。ひとつにつき N か D の 2 通りがあるため、四量体では $2^4 = 16$ 通り。このうち、「強い人」は (NN) [NN] のパターンで 1 通りのみ。「極めて弱い人」は (DD) [DD] のパターンで同様に 1 通りのみ。() と [] は二量体のそれぞれの組み合わせを表す。たかだか 16 通りなので、時間に余裕があれば全部書き出してみると良い。ウの条件を満たすのは ①(NN) [ND] ②(NN) [DN] ③(NN) [DD] ④(ND) [NN] ⑤(DN) [NN] ⑥(DD) [NN] の 6 通りである。100% の活性を持つのが 1/16、25% の活性を持つのが 6/16、そのほかは 9/16 は活性が 0% なので、全体の酵素活性は

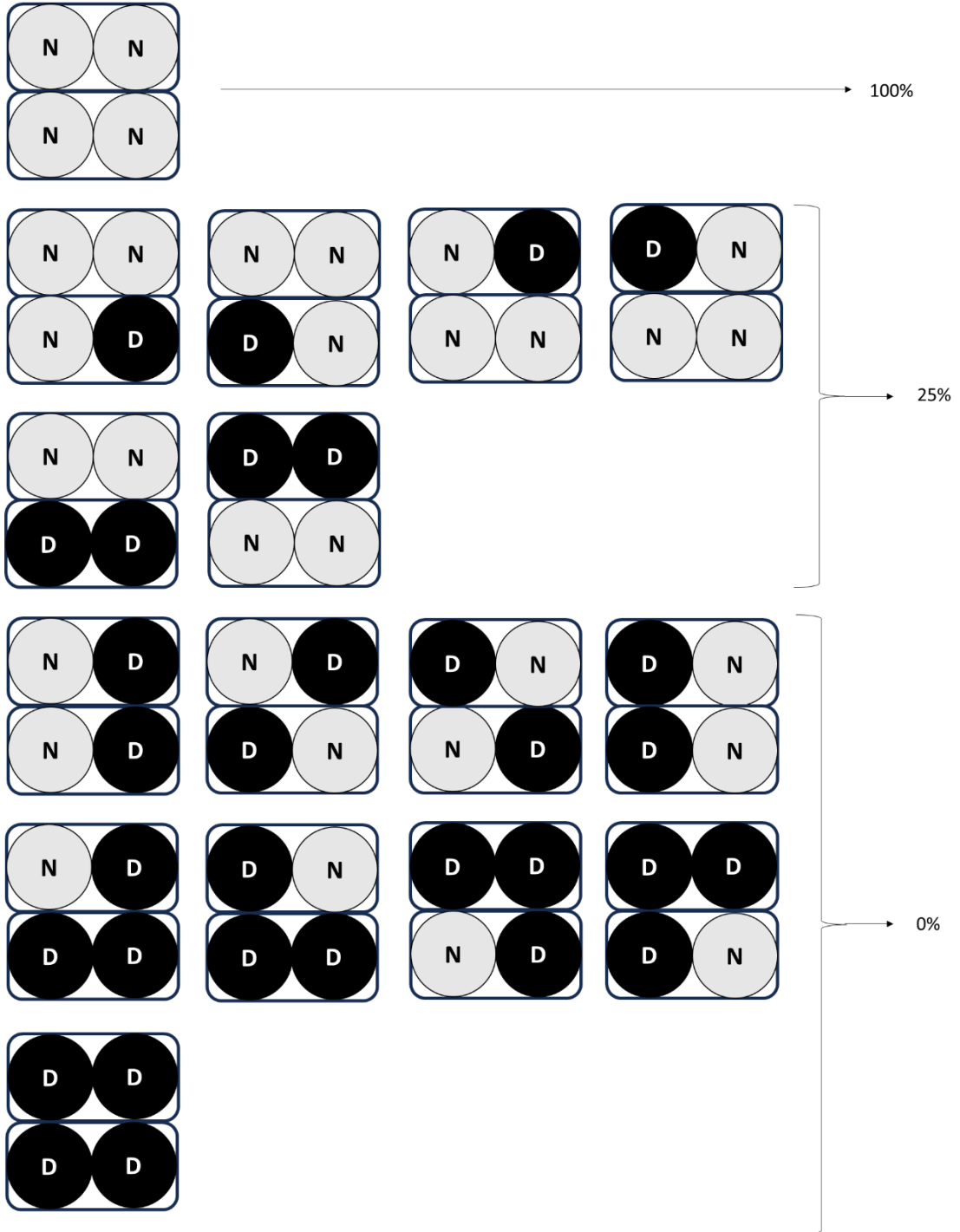
$$100\% \times 1/16 + 25\% \times 6/16 + 0\% \times 9/16 = 15.625\%$$

小数第二位を四捨五入して 15.6% となる。

二量体の種類



四量体の種類



2. 神経に関する問題 (標準)

問3 正しい実験手順では、B点をしばってA点で切断することで細胞内容物の流出を防ぐことができているが、間違えてA点をしばってB点で切断した場合、細胞内容物が切断部から流出してしまう。その結果、活動電位を生じさせるために必要な細胞内外のイオンの濃度差が失われてしまったと考えられる。与えられた語句を手がかりに、活動電位が生じなかった理由を考察していく。

問4 測定1と測定2の違いは、電極FとGの間を木綿糸でしばったことである。図3の線3を見るとグラフの山が消失しており、電極FとGの間で興奮が消失していることがわかる。

問5 E-G間の距離：4cm (40mm) を伝導するのにかかった時間は、図3の線1より1ミリ秒と読み取れる。よって興奮の伝導速度は、 $40\text{mm} \div 1 \text{ミリ秒} = 40\text{mm}/\text{ミリ秒} = 40\text{m}/\text{秒}$ 。

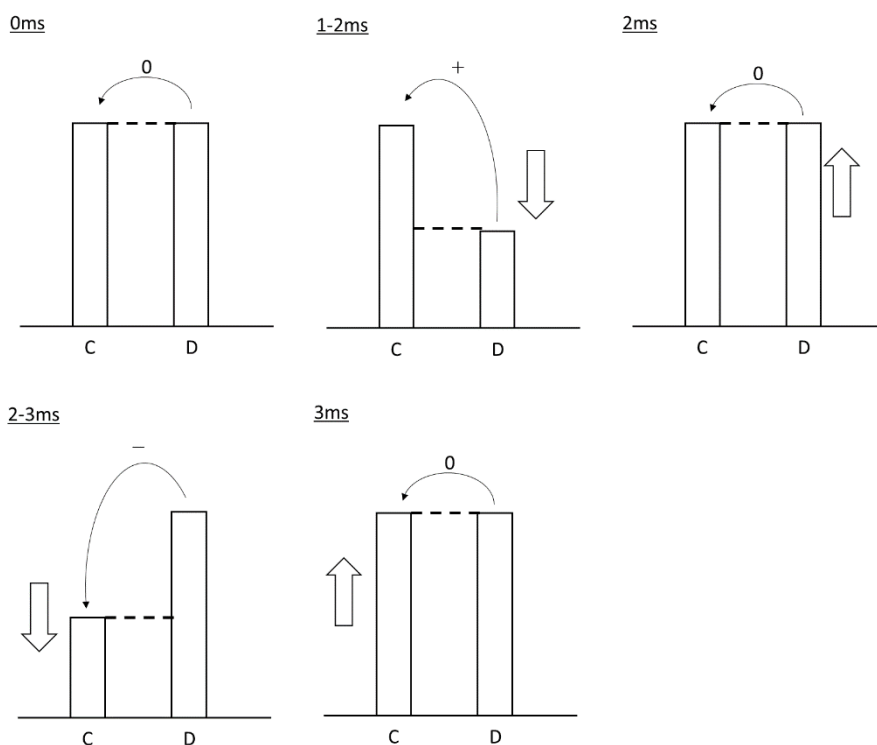
(別解)

・測定電極の位置を電極Eにした場合(図3の線1)と電極Fにした場合(図3の線2)を比較し、E-F間の距離(2cm=20mm)を興奮が伝導するのに0.5ミリ秒かかっていることから、 $20\text{mm} \div 0.5 \text{ミリ秒} = 40\text{mm}/\text{ミリ秒} = 40\text{m}/\text{秒}$ 。

問6 電極Dを基準電極、電極Cを測定電極とし、電極Eを刺激する。

- ・電極D-C間の距離は4cmであり、電極E-G間の距離と同じなので、グラフの振幅は線1と同じと考えられる。
- ・電極Eを刺激したときの興奮の伝導方向は逆なので、グラフの山と谷が逆になる。

以上の二点を踏まえて描画する。

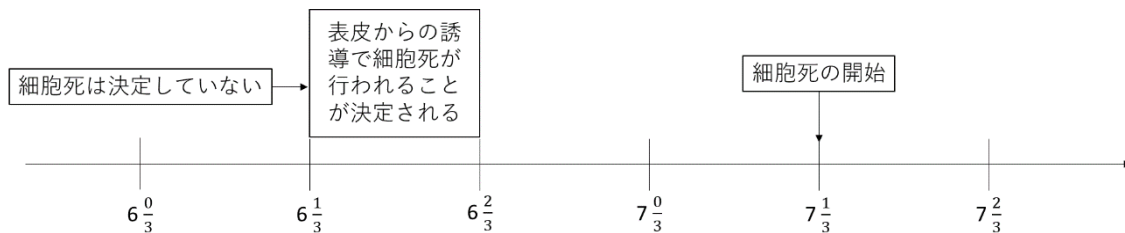


3. 細胞死に関する問題 (標準)

問1 アの肺は内胚葉, イの網膜は外胚葉, ウの腎臓, エの心臓, オの骨格筋は中胚葉由来である。

問2 実験1で起こっている中胚葉由来の組織の細胞死が, 実験2で表皮を除去してしまうと起こらなくなってしまうことから, 表皮が中胚葉に作用し細胞死に導くことと, 日数の観点を解答に含めたい。

問3, 4 実験3, 4から以下の内容を読み取る。



問5 アヒルは水辺で生活しているため, 後肢の水かきがあった方が都合がよい。ニワトリは陸上生活しているため水かきは必要ないことが述べられていれば良いであろう。

問6 アポトーシスは細胞膜の破壊を伴わないため, 周辺の細胞への影響は少なく済むが, ネクローシスは細胞膜の破壊を伴うため, 周辺の細胞への影響が出てしまう。

問8 胚柄の退化や, 死細胞から構成される道管の形成などが挙げやすいと思われる。

問9 ②: 冬期の低温により光合成速度が低下してしまい, 葉の細胞の呼吸によるエネルギーの損失もあるため, 葉をつけておくデメリットがメリットを上回ってしまうことを述べる。

4. 体液に関する問題 (やや易)

問6 「図を参考に」とあるので, 酸素解離曲線のグラフに注目する。ヘモグロビンの基礎知識として, S字型のグラフとなり, 酸素の多いところでより結合しやすく, 酸素の少ないところではより解離しやすくなっていることで, 効率よく肺から組織に酸素を運搬していることも思いつきたい。肺に障害が起こって酸素濃度が低下し始めても, 酸素濃度が十分高いうちは酸素ヘモグロビンの割合は少しずつ低下し, 変化が小さくとらえにくい。パルスオキシメーターで低下がわかりやすくなる頃には酸素濃度はすでに半分近く下がってしまっている。

本解答速報の内容に関するお問合せは


医学部専門予備校
YMS
 heart of medicine
 ☎ 03-3370-0410 <https://yms.ne.jp/>
 東京都渋谷区代々木1-37-14

医学部進学予備校 **メビオ** ☎ 0120-146-156
<https://www.mebio.co.jp/>
 医学部専門予備校
英進館メビオ 福岡校 ☎ 0120-192-215
<https://www.mebio-eishinkan.com/>

メルマガ登録または LINE 友だち追加で全科目を閲覧

メルマガ登録  LINE 登録 