



2021年度 東海大学 1日目

【 講 評 】

大問1はプリオン病という、受験生にはやや馴染みのない出題であった。問題文や実験の理解に苦しんだ受験生が多かったであろう。大問2の遺伝計算は、家系図は与えられているものの、場合分けが必要な問題が多く、時間が足りなくなる受験生も多かったと予想される。大問3の問4ではかなり細かい知識が問われており、完答できた受験生は少ないだろう。ただ大問3のそれ以外の問題は、さほど難易度が高くないため、ここで素早く解答することが、高得点への鍵である。大問4に関しては、昨今話題になっているPCR法に関する問題であったが、特にIについては、ノックインや酵素による切り出しの流れをきちんと理解できないと解答は難しかったであろう。大問5については、Iでどれだけの得点が見込めるかが明暗を分けることになるだろう。IIの問6では、選択に迷った受験生も多いだろう。全体を通して、知識問題で確実に得点できた受験生が合格を勝ち取れるものと予想される。

【 解 答 】

1

問1 エ

問題文9行目より。セントラルドグマとは、自己複製能を持つDNAから、mRNA、タンパク質と、順に遺伝情報が伝達されるという考え方のことである。DNAなしにタンパク質が自己増幅することは、この考え方に反する。

問2 ウ

問1の解説より、逆転写はセントラルドグマを逆行する減少である。

問3 加熱する。酸やアルカリで処理する(pHを大きく変化させる)。大きな圧力をかける。 などから2つ

問4 ア エ オ

ア 実験3より PrP-C と PrP-Sc のアミノ酸配列は同じものであるが、実験5より、両者の立体構造は異なることが読み取れる。

イ mRNA の塩基配列とタンパク質の立体構造の関係を調べた実験は行っていない。

ウ イと同様に誤り。

エ 実験5より、脳内で PrP-C が PrP-Sc と接触することで、その立体構造が変化している。

オ 実験6より、PrP-C が PrP-Sc に立体構造を変化し、蓄積することで、PrP-C の蓄積では起こり得ない神経障害を引き起こすことがわかる。

カ 選択肢の内容自体は正しいものであるが、本実験ではタンパク質の失活については触れていないため誤り。

問 5 3

PrP-C と PrP-Sc の mRNA の塩基配列とタンパク質の立体構造が全く同じということから、プリオンは正常型も病原性も同一の遺伝子が発現することで合成されており、したがってその自己増幅にもこの遺伝子が関与していることが予想される。プリオンの自己増幅の仕組みが明らかになったのは実験 5 であるが、セントラルドグマの過程を経ていると考えられたきっかけはこの実験 3 のほうである。

問 6 イ

- ア 実験 8 に矛盾する。PrP-Sc が海綿状脳症の発症の結果生じる物質なのであれば、PrP-Sc が接種されても海綿状脳症の発症は引き起こされないはずである。
- ウ 実験 8 に矛盾する。PrP-Sc に種特異性があるならば、マウスにヒツジの PrP-Sc を接種しても発症しないはずである。
- エ 実験 7 に矛盾する。野生型マウスは PrP-Sc を接種されると海綿状脳症を発症するが、PrP 遺伝子欠損マウスでは発症しないことから、PrP 遺伝子の有無が海綿状脳症発症の有無に関与することがわかる。

問 7 ア ウ カ

実験結果より、PrP 遺伝子から合成された PrP-C に、PrP-Sc が接触することで PrP-C の立体構造が変化し、PrP-Sc となって蓄積することで海綿状脳症を発症することがわかる。

- ア PrP-C の発現には PrP 遺伝子すなわち DNA の遺伝情報が必須である。
- ウ PrP-Sc はそれ自体が増幅していくのではなく、接触した PrP-C の立体構造変化によって増幅していく。
- カ ウの解説より、PrP-Sc の増幅に必要なのは、その遺伝情報ではなく、PrP-C との接触である。

問 8 A 自己増幅 B 病原性 PrP C 変化

A:本文 9～10 行目など。B:実験 3 の 2 行目など。C:実験 6 の 1 行目など。

問 9 D 病原性物質 E 伝染

D:実験 1 の 2 行目など。E:本文 4 行目など。

2

問 1 突然変異

問 2 1/8

Aa と Aa の交配から aa が生まれる確率は 1/4 であり、このうち男となる確率は 1/2 であることから、
 $1/4 \times 1/2 = 1/8$

問 3 1/6

(3)が aa となるためには、(1)と(2)が Aa である必要がある。

(1)は、前妻との間に aa の子供がいることから、遺伝子型が Aa に決まる。このうち、a が子供に伝わる確率は 1/2 である。

一方で、(2)は、兄弟に aa がいることから、この両親がともに Aa であることがわかる。したがって、(2)の遺伝子型は、AA:Aa=1:2 と考えられることから、Aa となる確率は 2/3 である。また、このうち、a が子供に伝わる確率は 1/2 である。

したがって、

$$(1 \times 1/2) \times (2/3 \times 1/2) = 1/6$$

問 4 1/24

問 3 と同様に、(3)が aa となるためには、(1)と(2)が Aa である必要がある。

(1)が Aa となるためには、(6)が AA であることから、その夫が Aa である必要がある。その両親である(4)と(5)は、一方が AA、一方が Aa であることから、(6)の夫の遺伝子型は、AA:Aa=1:1 と考えられる。よって、Aa となる確率は 1/2 であり、このうち、a が(1)に伝わる確率は 1/2 であることから、(1)が Aa となる確率は

$$1/2 \times 1/2 = 1/4$$

である。また、このうち、a が子供に伝わる確率は 1/2 である。

さらに、(2)には aa の兄弟がいることから、この両親はともに Aa であるので、(2)の遺伝子型は、AA:Aa=1:2 と考えられる。よって Aa となる確率は 2/3 である。また、このうち、a が子供に伝わる確率は 1/2 である。

したがって、

$$(1/4 \times 1/2) \times (2/3 \times 1/6) = 1/24$$

問 5 1/4

(1)が保因者(XAX^a)となるためには、父親が健常であることから、母親が XAX^a である必要がある。母親には血友病の兄弟(X^aY)がいることから、その母親も XAX^a である。したがって、(1)の母親の遺伝子型は、 $XAX^A : XAX^a = 1:1$ なので、 XAX^a である確率は 1/2 である。このうち、 X^a が娘に伝わる確率は 1/2 であるので、

$$1/2 \times 1/2 = 1/4$$

問 6 1/49

問 5 より、 $P(A)$ は 1/4 であり、 $P(\bar{A})$ は 3/4 である。

また、(1)が保因者(XAX^a)のとき、息子が正常である確率は 1/2 である。(1)には息子は 4 人いるため、 $P(B|A)$ は $(1/2)^4$ である。

さらに、(1)が正常のとき、息子が正常である確率は 1 である。1)には息子は 4 人いるため、 $P(B|\bar{A})$ は 1^4 である。

したがって、与式に代入して、

$$P(A/B) = (1/4 \times 1/16) / (1/4 \times 1/16 + 3/4 \times 1) = 1/49$$

3

問1 適刺激

問2 受容体

問3 受容器電位

問4 (1) イ オ (2) イ (3) ア イ オ

問5 閾刺激 (閾値)

問6 イ エ

問7 3

問8 神経筋接合部

問9 終板電位

ただし、高校生物範囲で答えるならば、シナプス後電位である。特に、神経筋接合部でのシナプス後電位のことを終板電位という。

問10 ①③

ただし、問9の答えをシナプス後電位とするならば、⑤も正解である。

問11 (1) 筋紡錘 (2) 伸筋 (骨格筋) (3) 1つ (3つ)

(3) 膝蓋腱反射には、介在ニューロンがないことが特徴であり、伸筋を効果器とした場合は中枢神経内(この場合は脊髄内)のシナプスは、感覚ニューロンと運動ニューロンの間に形成されるもののみである。しかし、骨格筋を効果器とした場合は屈筋も含めて考えると、さらに2つシナプスを要する。

4

問1 (a) オ (b) ア (c) イ (d) エ (e) イ (f) オ (g) ア (h) ア

学生Aに関しては、DNAを含まない試料Nにおいて、568bpのライン上にDNAが検出されていることがおかしい。これは、試料N内に、DNAを含む他のサンプルが混入した可能性が考えられる。

学生Bに関しては、3匹のマウスの父親マウスで500bpと568bpにバンドが出ているのにも関わらず、マウス#2でどちらにもバンドが現れていないことがおかしい。父親マウスの遺伝子型は $Q^{wt/loxP}$ であるが、マウス#2は Q^{wt} も Q^{loxP} も持っていないことになる。これは、DNAの抽出や精製の過程で実験に失敗し、PCR法でのDNAの増幅ができなかったことが原因と考えられる。

問2 #1 500bpと268bpの位置にバンド #2 268bpの位置にバンド #3 500bpの位置にバンド

学生Cが正しかったと仮定すると、マウス#1は $Q^{wt/loxP}$ 、#2は $Q^{loxP/loxP}$ 、#3は $Q^{wt/wt}$ である。Creリコンビナーゼが作用すると、loxPノックインから遺伝子Qが切り出されることから、 Q^{loxP} を持つマウスのPCR産物は、568bpから268bpへと変化する。

問3 46

2次PCR反応において陽性が出ている被験者が答えである。1次PCR反応でのみ陽性が出ている#5については、問題文より、1次PCR反応産物が遺伝子"S"とは全く異なるものであったことから、偶然プライマー①と②と相補的な塩基配列を持っていただけであったことが予想される。

問4 試料からのRNAの調製や相補的なDNAの合成に失敗した (23字)

手順(1)や(2)の反応産物が正しく得られなかったためにその後のPCR反応がうまくいかなかった可能性が考えられる。

5

問1 A アレルギー B アレルゲン

問2 形質細胞 または 抗体産生細胞

問3 オ

- ア 抗体は抗原刺激を受けてから産生されるものである。
- イ 抗体産生には、自然免疫細胞による抗原提示が必要である。
- ウ 抗体は抗原特異性を有しており、特定の抗原としか結合できない。
- エ 花粉症による炎症反応の惹起は、ヒスタミンによる。

問4 MHC

問5 自己

問6 ア ウ

- ア 実験2より、PRFにより赤血球が溶解されることがわかる。
- イ 実験1より、マスト細胞株であるRBL細胞は、抗原とIgE抗体存在下で脱顆粒を起こすことは書いてあるが、その詳しいしくみについてはこの実験からは読み取れない。
- ウ 実験2より、PRFは細胞内顆粒から検出されており、脱顆粒によってX-赤血球が溶解されることがわかる。
- エ PRFのみで機能するかどうかを調べた実験は行っていないため、PRFの機能にヒスタミンが必要であるかどうかはこの実験からは判断できない。
- オ 化合物Xについて、このような記述はない。

問7 エ

問8 E 接着 F 脱顆粒

問9 G タンパク質

ただし、高校生物の範囲で答えるならば、セカンドメッセンジャーである。活性化されるGタンパク質の種類によって、活性化されるセカンドメッセンジャーも異なり、それにより細胞内シグナルの誘導方向が変わってくるため、正確に答えるならば、Gタンパク質となる。

お問い合わせは ☎0120-302-872

<https://keishu-kai.jp/>