



2022年度 日本大学 後期

【 講 評 】

問題形式は前期と同じで、基本的な知識・実験考察・計算問題が問われた。大問数が多く幅広い分野についての知識が問われる。実験考察や計算は医学部入試の中では難易度が低く解きやすいので必ずとっておきたい。

【 解 答 】

I

- 問1 ⑤
問2 ⑧
問3 (1) ① (2) ⑤

II

- 問1 ⑥
問2 ⑤
問3 ②
問4 ④

III

- 問1 ⑥
問2 ⑦
問3 ⑤
問4 ②

IV

- 問1 ⑥
問2 ⑨
問3 ⑥
問4 ⑦

V

- 問1 ⑨
問2 ⑦
問3 (1) ⑧ (2) ④

VI

- 問1 ③

問2 ③

問3 (本番では廃問) ④,⑥

問4 ⑥

問5 ⑤

VII

問1 ⑤

問2 ①

問3 ④

【 解 説 】

I

問1 代謝系で酸化還元に関与する補酵素は NAD^+ や FAD^{2+} があり、これらが水素と電子を受け取ったり与えたりする反応がどこで起こるかが問われている。補酵素が酸化される反応は補酵素が水素と電子を放出する反応である。アルデヒドの酸素を還元すればアルコールになることは化学を勉強していれば分かる。また、グルコース($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$)と2分子のピルビン酸($\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_3$)では後者の方が水素が少ないことから、ここで補酵素が還元されていると予想できる。

問2 b: 酵素反応は温度や pH の影響を受けるので誤り。

c: クエン酸回路はアセチル CoA を取り込み、補酵素を還元して CO_2 を発生させるだけで有機窒素化合物の合成は起きない。

f: ピルビン酸1分子あたり ATP は1分子できるので誤り。

問3

(1) 酸素が減少し ATP が合成されることから、操作 I で起きるのは、呼吸の反応の中で唯一酸素を消費する電子伝達系における反応であると予想できる。プロトンの濃度勾配を無くすと ATP 合成酵素が働かず ATP 合成は起きないが、補酵素が運んだ水素と酸素から水ができる反応は起きるので、①が正しい。

(2) ATP 合成酵素が水素イオンを透過できないと膜間腔に水素イオンがどんどん溜まっていき、濃度が上がる。操作 I のみだと ATP 合成酵素が働くので、ATP 合成酵素を阻害した時よりは膜間腔の水素イオン濃度は低くなるが、マトリックスよりは水素イオン濃度が高くなる。操作 II の状況では膜間腔とマトリックスの水素イオン濃度が同じになるので⑤が正しい。

問4 プラスミドが細胞に導入されているもののみがアンピシリン存在下で生育できる。プラスミドが細胞に導入されており、かつプラスミドの Sal I 切断部位に遺伝子が導入されていないものだけがテトラサイクリン存在下で生育できる。プラスミドが導入されていてかつ Sal I 切断部位に遺伝子が導入されているものを選別したいので、アンピシリン存在下では生育し、テトラサイクリン存在下で生育できないものを選ぶ。

II

問1 塩基が4種類あるので、 $1/4^6 \approx 1/4000$ 程度の確率で認識配列と一致する塩基配列が現れる。

$4.0 \times 10^6 / 4000 = 1.0 \times 10^3$ 回切断が起きると考えられる。

問2 プラスミドを切断するのは Sal I なので、これで切った断面と同じ形になるように遺伝子 X の周辺を切断できればよい。

問3 遺伝子 X 周辺の両端を Sal I で切断した DNA が組み込まれたプラスミドと、遺伝子 X 周辺を Sal I と Xho I で切断した DNA が組み込まれたプラスミドの 2 種類ができる。前者であれば Sal I で遺伝子 X 周辺を切り出せるが、後者では遺伝子 X 周辺の片方しか切断できない。

問4 ④

III

問3 ①: B で培養すると動物極側は胞胚期で発生が停止するので、胚葉の分化に至っておらず不適。

②: B で培養すると植物極側は幼生まで発生が進むので外胚葉は分化しており不適。

③: 均一に存在しているならば分割によって差が生まれないはずなので不適。

④: A で培養して発生が起きていることから、8 細胞期より後に軸が決定しているので不適。

問4 b: 大割球と中割球のみで正常な胚ができていないので不適。

c: 中割球と小割球で培養して正常な胚ができており、骨片を作る細胞以外は中割球由来だと考えられるので不適。

e: 中割球と小割球の培養で正常な胚ができていないので不適。

IV

問3 健康なヒトであればグルコースは尿に出ず再吸収されることに気をつける。

問4 体内に取り込んだ Na^+ の量は、 $400 \times 10.5 = 4200\text{mg}$ であり、これを排出するには $4200/6.5 = 650\text{mL}$ の尿を排出する必要があるため、 $650 - 400 = 250\text{mL}$ の水を失っている。

V

問3

(1) 実験 1 より、心臓 i の拍動が抑制されたので、A は副交感神経だとわかる。また、A への刺激によって何らかの物質が放出され、それが心臓 ii に到達して作用したと考えられるので、心臓 i から少し遅れて心臓 i と同様拍動が抑制されると推測できる。

(2)

① 実験 3 より、加熱しても因子は活性を持つので不適。

② 実験 3 で実験 1 と同様の変化が起きたとあるので、加熱で効果が高くなるとは言えない。

③ 実験 3 では時間経過させたにも関わらず活性を持っているので不適。

④ 実験 2 では因子が分解酵素で分解され、実験 3 では加熱によって分解酵素が失活して分解が起きなかったと考えれば矛盾が起きず妥当。

⑤, ⑥ 心臓に温度変化は起こしていないので不適。

VI

問1 最後にどの光を照射したかでフィトクロムの型が決まることに注意する。

問3 条件の違いが複数あると原因が特定できないので、実験結果の比較をする際には条件が 1 つだけ異なるもの同士を比べるのが基本である。二つの実験の条件の差が”ジベレリンが存在するか否か”のみになるように選べば良いので、答えは④, ⑥であると答えさせたかった意図の問題である。

VII

問1 ヒトとウマの $68/18$ 倍の時間が分岐にかかったはずなので、 $8000 \times 68/18 \approx 30000$ (万年)

問2 “アミノ酸1箇所”という言葉に注意する。ヒトとウマの共通祖先から、ヒトとウマはそれぞれ9箇所の塩基置換が起きたと考えられる。よって、ヘモグロビン α 鎖全体では、8000万年で9箇所の塩基置換が起きている。

問3 自然選択に不利に働くような置換は淘汰されやすくなるので、生物の主要な機能に影響を及ぼすタンパク質のアミノ酸置換は起きにくく、生物の主要な機能に影響を及ぼさないタンパク質のアミノ酸置換は起きやすい。