

【自然科学総合 (生命科学)】

I .

【出題の意図】

問1は、確率統計に関する基本知識を問うた。

問2は、統計解析の基本知識として「 t 検定」を問うた。

【解答例】

問1.

(1) 2枚ともダイヤである確率は以下の通りである

2枚ともダイヤである事象をAとする

$$P(A) = \frac{{}^{13}C_2}{{}^{52}C_2} = \frac{13 \times 12}{52 \times 51} = \frac{1}{17}$$

答え $\frac{1}{17}$

(2) 2枚とも10以上のダイヤである確率は以下の通りである

2枚ともダイヤである事象をA、2枚とも10以上である事象をBとする

$$P(A \cap B) = \frac{{}^4C_2}{{}^{52}C_2} = \frac{4 \times 3}{52 \times 51} = \frac{1}{221}$$

答え $\frac{1}{221}$

(3) 2枚ともダイヤであるとき、少なくとも1枚は9以下である条件付き確率は以下の通りである

2枚ともダイヤであるとき、共に10以上である条件付き確率は

$$P(B|A) = \frac{P(A \cap B)}{P(A)} = \frac{\frac{1}{221}}{\frac{1}{17}} = \frac{17}{221} = \frac{1}{13}$$

2枚ともダイヤであるとき、少なくとも一枚は9以下である条件付き確率は

$$1 - P(B|A) = \frac{12}{13}$$

答え $\frac{12}{13}$

問2.

脳腫瘍患者の身長は健常児と比べて低いといえるかについての検定の過程と結論は以下の通りである

母分散未知であるから t 検定を行う。

健常児、脳腫瘍患者の身長の母平均を μ_1 、 μ_2 とすると、

帰無仮説 $H_0: \mu_1 = \mu_2$ 、対立仮説 $H_1: \mu_1 > \mu_2$ (右側検定)

t 統計量の自由度は $21+21-2=40$

$$SE = \sqrt{\left(\frac{1}{21} + \frac{1}{21}\right) \frac{1}{21+21-2} (20 \times 12^2 + 20 \times 10^2)}$$

$$t \text{ 値} = \frac{135125}{SE} = \frac{135125}{\sqrt{\frac{244}{21}}} > \frac{135125}{\sqrt{\frac{252}{21}}} = \frac{10}{\sqrt{12}} = \frac{5}{\sqrt{3}} = 2.88$$

$$2.88 \dots > 1.684 = t_{0.05, 40}$$

したがって H_0 は棄却される。すなわち有意差が認められる。

答え 脳腫瘍患者の身長は健常児の身長より低い

II.

【出題の意図】

問1および問2は、がん遺伝子と細胞内シグナル伝達機構に関する基礎的知識を問うた。

問3は、酵素反応と競合阻害薬の作用機序に関する基礎的知識を問うた。

問4は、実験データを解釈して生理現象を洞察し、論理的に説明する能力を問うた。

【解答例】

問1. 点変異

問2. MAPキナーゼカスケード

問3. V_{max} 変わらない K_m 大きくなる

問4.

(1)

- ・アンカー細胞からシグナルを受けると、陰門前駆細胞は1°あるいは2°の運命を選択できる。
- ・アンカー細胞から最も近い細胞が、1°の運命を選択する。
- ・1°の運命を選択した細胞の隣の細胞は、2°の運命を選択する。
- ・1°あるいは2°の運命を選択できない場合は、表皮細胞と融合する。などが考えられる。

(2)

- ・アンカー細胞からのシグナルによって、LET-60は活性化される。
- ・P6.pの細胞運命を1°に誘導する。
- ・P5.pおよびP7.pの細胞運命を2°に誘導する。
- ・P5.p~P7.pに3°の運命を選択させない。などが考えられる。

(3)

- ・*let-60* 遺伝子の gain-of-function 変異と *lin-45* 遺伝子の loss-of-function 変異を持つ個体で、陰門が形成されないことを観察する。
- ・*let-60* 遺伝子の loss-of-function 変異と *lin-45* 遺伝子の gain-of-function 変異を持つ個体で、陰門が（複数）形成されることを観察する。などが考えられる。

Ⅲ.

【出題の意図】

問1は、細胞周期の基礎的知識について問うた。

問2は、ヌクレオソームについて説明する能力を問うた。

問3は、体細胞分裂と減数分裂の違いについての単なる知識だけでなく、その知識をもとに考察し、論述する能力を問うた。

問4は、細胞周期におけるサイクリンとCDKの役割について論述する能力を問うた。

【解答例】

問1. ア：間期 イ：クロマチン ウ：コヒーシン
 エ：セントロメア オ：核小体（核ラミナ） カ：収縮環
 キ：チェックポイント

問2. 4種類のヒストンタンパク質からなるヒストン8量体にDNAが巻き付いた構造。

問3. 体細胞分裂では染色体が別れて染色分体となるため、微小管は一つの染色体の両側から動原体に結合する。一方、減数分裂第一分裂では相同染色体が対合しそれぞれの染色体は分離せずに娘細胞に分配されるため、一方の極から伸び出す微小管は一つの染色体に対して一方向性に結合する。

問4. CDKは単独では活性体ではないが、細胞周期のある段階で合成されたサイクリンが結合すると、サイクリン-CDK複合体はプロテインキナーゼとして活性型となる。これによってタンパク質をリン酸化し、最終的に細胞周期を進めるのに必要な遺伝子の転写因子が活性化され、細胞周期が進む。

IV.

【出題の意図】

本問では、最先端かつハイレベルの科学論文を原著で読解する能力を問うた。

【解答例】

問1. 雪片は、最初のごく小さな水の結晶である。その小さな結晶がシードとなって周りに水分子が凝集し、地面に落ちるまでの間に雪片はだんだん大きくなっていく。同じようにタンパク質もシードとなり得る。例えば、アミロイド疾患と総称される加齢関連疾患では、アミロイドと呼ばれるタンパク質の何千個ものコピーが異常な構造をとって集まり、有害な凝集体になる。

問2. 株、系統 など

問3.

(1) α -シヌクレインが関わる2つの疾患であるパーキンソン病と多系統萎縮症 (MSA) 疾患を識別する診断用ツールとしてタンパク質ミスフォールディング循環増幅 (PMCA) 法を使用できることを示したこと。

(2) 現在証拠が増えつつある「1つの多形、1つの疾患」仮説、つまり、同じ凝集体タンパク質の異なった構造型 (多形) は、異なる病理と症状を引き起こし得るという考え方を裏付けるさらなる証拠となったこと。

なお、(1) と (2) の順番は問わない。

問4. (b) A protein's structure used to diagnose disease

V.

【出題の意図】

本問では、医学生として必要な医学研究と医療倫理に関する文章の英文読解能力を問うた。

【解答例】

問1. データの「再利用」、「二次利用」。臨床現場で患者の治療のために収集された情報が、医療記録保存以外の目的に使われること。

問2. 自身の医療データが同意なしに営利企業に共有されること。

問3. 研究者と患者間の信頼関係。すなわち研究者組織と患者において、患者データの使用方法などの意見交換、透明性、規制をしっかりと分かり合う。