

2021年度 スポーツ健康学部自己推薦入学試験（理数系）

筆記試験

設問 I

インフルエンザウイルスに関する以下の記述を読み、問いに答えなさい。

インフルエンザウイルスはオルソミクソウイルス科に属する (a) 一本鎖 RNA ウイルス である。A 型、B 型、C 型の 3 種類のインフルエンザウイルスがあるが、ヒトに対して病原性を発揮して流行するのは、A 型と B 型のインフルエンザウイルスである。

インフルエンザウイルスを包む膜には、ヘマグルチニンという糖タンパク質とノイラミニダーゼという酵素が外に向かって突き出している。これらはスパイクタンパク質と呼ばれ、インフルエンザウイルスに対するヒトの免疫応答を引き起こす物質である。A 型インフルエンザウイルスの場合、ヘマグルチニンには 15 種類、ノイラミニダーゼには 9 種類あるが、(b) これらのスパイクタンパク質の組み合わせや、スパイクタンパク質自体が変化することが知られている。

(c) インフルエンザウイルスはヒトの気道から飛沫に含まれて体外に排出される。 排出されたウイルスが他のヒトの気道内に入ると、スパイクタンパク質のヘマグルチニンがヒトの細胞膜にあるシアル酸と結合して細胞の中に取り込まれる。細胞質の中に放出されたウイルス内部の RNA は、細胞核の中に移行して新たなウイルス粒子を構成するタンパク質の合成と RNA の複製を始める。タンパク質の合成には (d) メッセンジャー RNA が必要である。しかし、インフルエンザウイルスの RNA は、それ自体がメッセンジャー RNA として機能しない。そこで一緒に細胞の中に取り込まれた酵素を使って、ウイルスの RNA をメッセンジャー RNA に転写し、これを用いてウイルス粒子の合成を行う。

インフルエンザウイルスの感染を予防する方法の一つにワクチン接種がある。ワクチンの効果は「診断陰性コントロール試験」と呼ばれる分析を行って有効率を計算して評価されることがある。この方法ではワクチン有効率を以下のように計算する。

$$\text{ワクチン有効率 (\%)} = \frac{(\text{非接種者の発病率} - \text{接種者の発病率})}{\text{非接種者の発病率}} \times 100 \quad \dots \text{式 [1]}$$

ここで「発病率」とは、インフルエンザウイルス感染症にかかった者の割合のことである。以下にこの「診断陰性コントロール試験」の例を示す。

ある年の冬にワクチンを接種した者と接種しなかった者をそれぞれ 100 名ずつ選び、この 100 名のうち何名がインフルエンザウイルス感染症にかかったかを調べた。ワクチンを接種した 100 名のうちインフルエンザウイルス感染症にかかった者は 12 名であった。ワクチンを接種しなかった 100 名のうちインフルエンザウイルス感染症にかかった者は 30 名であった。この例で上記の式 [1] を用いてワクチン有効率を計算すると (e) % であった。すなわちワクチンを接種しなかった者の発病率を基準とすると、ワクチンを接種した者の発病率は (f) % 減ったといえることができる。

問1 下線部 (a) にある RNA (リボ核酸) について、ヒトの細胞内における役割を DNA (デオキシリボ核酸) との違いを踏まえて簡潔に説明しなさい。

問2 下線部 (b) は、感染予防のために毎年新しいインフルエンザワクチンを製造して用いることと関連している。なぜ毎年新しいワクチンを用いるのか、ワクチンの作用機序も踏まえつつ「抗原」と「抗体」の 2 つの用語を用いて詳しく説明しなさい。

問3 下線部 (c) を踏まえて、ワクチン接種以外にインフルエンザウイルス感染症の予防のためにできることとして有効な方法を 3 つ答えなさい。

問4 ヒトの細胞で DNA からタンパク質が合成される過程を下線部 (d) の用語を用いて簡潔に説明しなさい。

問5 カッコ (e) (f) に入る数値をそれぞれ答えなさい。四捨五入して整数で回答すること。

(裏面に続く)

問6 高校の運動部の部活で、地区予選を勝ち抜き全国大会に進出することになったため、大会に先立って会場のある現地の宿に入った。到着したその日に、部員の一人が39度の発熱とともに悪寒、関節痛を訴えたため、病院を受診したところ検査の結果インフルエンザウイルス感染症と診断され、治療薬を処方された。大会当日まで残り5日であった。他の部員に感染を広げず大会出場に万全を期すためには、どのような対応をとるべきか答えなさい。なお問3で回答した内容は含めてはならない。

設問Ⅱ

以下の文章のカッコ（ア）～（オ）に入る数値をそれぞれ答えなさい。

野球の投手が打者に対して水平速度35[m/sec]、バックspin速度188[rad/sec]のボールをリリースした。それが打者に到達した時には水平速度は33[m/sec]、バックspin速度は168[rad/sec]になっていた。加速度、角加速度は一定、投手から打者までの距離は17[m]とすると、ボールが打者に到達するまでの時間は（ア）[秒間]であった。その間のバックspinの角加速度は $\omega = \omega_0 + \alpha t$ （ ω ：到達角速度、 ω_0 ：初期角速度、 α ：角加速度、 t ：時間）から（イ）（単位も付けなさい）となる。そして打者に到達するまでのボールの角変位は $\theta = \theta_0 + \omega_0 t + 1/2 \cdot \alpha t^2$ （ θ ：到達角度、 θ_0 ：初期角度）から（ウ）[rad]、1回転は（エ）[rad]なので、回転数にすると（オ）[回転]（四捨五入により小数点以下1位までで回答）であった。

設問Ⅲ

以下の文章のカッコ①、②に入る数値をそれぞれ答えなさい。

バレーボールのサーブでボール（質量0.27[kg]）に加えられた力（ F ）を計測したところ、下のような時系列の記録を得た。ボールに加えられた力積は、横軸にtime、縦軸に F をとって折れ線グラフ化すれば三角形と台形の面積で概算でき、（①）（単位も付けなさい）と計算される。そして打つ前のボール速度を0[m/sec]とすると、この力積のおかげで打ち出されたボール速度は（②）[m/sec]（四捨五入により小数点以下1位までで回答）と計算される。

frame	time[sec]	F [N]
0	0	0
1	0.025	12
2	0.050	25
3	0.075	46
4	0.100	72
5	0.125	58
6	0.150	40
7	0.175	26
8	0.200	14
9	0.225	0