

令和 7 年度

筑波大学 生命環境学群 生物資源学類

国際バカロレア特別入試

小論文

10:00～12:00 (120 分)

注意：問題 1 および問題 2 のすべてに解答すること。

問題 1

以下の英文を読み、設問 (1) ～ (6) に答えなさい。

* のついた単語は文末の注記を参考すること。

(この部分は、著作権の都合により公開できません)

* 注記 *sculpting : 削る *mimic : 擬態する *aquifers : 帯水層

(出典) G. Tyler Miller, Jr. and Scott E. Spoolman 著「Living in the Environment」より抜粋、改変

設問 (1)

下線部①を 40 字以内の日本語に和訳しなさい。

設問 (2)

重要な水の機能を第一段落から 3 つ抜き出し、日本語で答えなさい。

設問 (3) - 1

本文における下線部②waste の意味を、具体的な例を挙げて、100 字以内の日本語で説明しなさい。

設問 (3) - 2

本文における下線部③pollute の意味を、具体的な例を挙げて、100 字以内の日本語で説明しなさい。

設問 (4)

本文における下線部④plants、⑤plant、⑥nutrient-rich の意味を日本語で書きなさい。

設問 (5)

下線部⑦を実現するための方法を第 5 段落から 3 つ選び、それぞれ日本語 50 字以内で説明しなさい。

設問 (6)

下線部⑧について、あなたが考える local action を、具体的な例を挙げながら日本語 200 字以内で説明しなさい。

問題2

設問 (1)

2019 年末に世界で最初の新型コロナウイルス SARS-CoV2 (RNA ウイルス) の感染者が報告されて以来、多くの人々が「すごもり」やリモート勤務、マスク着用といった感染防御を第一とした生活を強いられてきた。

このウイルスは、外殻に突き出したスパイクタンパク質 (S タンパク質) を介して、細胞膜上の受容体に結合し、エンドサイトーシスにより細胞内に取り込まれる。細胞内に侵入したウイルス粒子から自身のゲノムである RNA を元に、自身のゲノムの複製はもとより、ウイルス粒子を構成するタンパク質などを合成することにより、感染した細胞内で増殖、やがて細胞外に飛び出し、全身で増殖する。そして患者から患者へと脅威的な感染力で伝播していく。

2023 年度ノーベル生理学・医学賞受賞の米国ペンシルバニア大学のカタリン・カリコ特任教授とドリュー・ワイスマン教授が開発した mRNA ワクチンは、原理的には上記 S タンパク質のみをコードする mRNA をワクチンとして接種するものである。

S タンパク質をコードした mRNA は接種細胞 (主に骨格筋細胞) 内に取り込まれた後、リボソームで S タンパク質のみが翻訳・合成される。このうち、エクソサイトーシスにより細胞外に放出された S タンパク質は、^(A) エンドサイトーシスによりマクロファージや好中球、樹状細胞などに取り込まれ、^(B) 細胞内タンパク質分解によりその断片が細胞表面に抗原提示される。提示された抗原 (S タンパク質) がヘルパーT 細胞により認識された後、ヘルパーT 細胞は B 細胞の活性化と抗体産生を誘導し、産生された抗体が接種後に体内に侵入したコロナウイルスの S タンパク質と結合、ウイルスを不活性化させる。

一方、ワクチン接種細胞内で翻訳された S タンパク質のうち、^(C) 細胞内にとどまったものはタンパク質分解により断片化され、その断片が感染細胞の表面に抗原提示される。これは上記のヘルパーT 細胞からの情報で活性化されたマクロファージや細胞傷害性 T 細胞 (キラーT 細胞) などにより認識され、ワクチン接種後にウイルスに感染した細胞は破壊されることで、体内のウイルス増殖を防ぐ。 ヒトの免疫システムについて、下記の問い (問 (1) -1、問 (1) -2) に答えなさい。

問 (1) -1 下線 (A) のように、最初にこれらの細胞が異物を認識し攻撃する仕組み (ア) と、(B)・(C) のように、主としてヘルパーT 細胞が起点となって働く仕組み (イ) をそれぞれ下記の選択肢 (a) ~ (i) から答えなさい。

- (a) 自己免疫 (b) 獲得免疫 (適応免疫) (c) 交差免疫 (d) 免疫寛容 (e) 体液性免疫
(f) 移植免疫 (g) 自然免疫 (h) 中和免疫 (i) 細胞性免疫

問 (1) -2 下線 (B) のように抗体を主とした病原体の不活化機構 (ウ) と、下線 (C) のようにマクロファージや細胞障害性 T 細胞などによる感染細胞の排除機構 (エ) をそれぞれ下記の選択肢 (a) ~ (i) から答えなさい。

- (a) 自己免疫 (b) 獲得免疫 (適応免疫) (c) 交差免疫 (d) 免疫寛容 (e) 体液性免疫
(f) 移植免疫 (g) 自然免疫 (h) 中和免疫 (i) 細胞性免疫

設問 (2)

上記 B 細胞が産生する抗体 (免疫グロブリン) について、下記の問い (問 (2) -1、問 (2) -2) に答えなさい。

問 (2) -1 免疫グロブリンの模式図を描画しなさい。

但し、H 鎖、L 鎖、定常部、可変部、抗原結合部位をそれぞれ図内に示すこと。

問 (2) -2 抗体は多種多様な抗原に対応する。これは B 細胞が成熟する過程で、ヒトでは H 鎖をコードする染色体上で複数の V 断片、D 断片及び J 断片の遺伝子群から、また L 鎖をコードする染色体上で、やはり複数の V 断片と J 断片の遺伝子群から、それぞれ 1 つずつ遺伝子がランダムに選ばれた後に、定常部の遺伝子と連結して H 鎖遺伝子及び L 鎖遺伝子が完成するからである。

それでは、

- ・ H 鎖では V 断片 (65 種類)、D 断片 (25 種類)、J 断片 (6 種類) が、
- ・ L 鎖では V 断片 (40 種類) と J 断片 (5 種類) が、

あるとすると、点変異や欠失などを考えない場合、これら再構成された H 鎖と L 鎖可変部の遺伝子から、理論上何種類の抗体が作られると考えられるか。

計算式を示して答えなさい。

設問 (3)

コロナウイルスは、パンデミックの過程で様々な変異を繰り返している。このうち、S タンパク質の 681 番目のアミノ酸は、当初発見された株ではプロリンであったが、その後発見されたデルタ株ではアルギニンに、そしてさらに 2021 年以降現在に至るまで主流となっているオミクロン株ではヒスチジンに変異していたことが報告されている。この部位の変異が 1 塩基変異によるものであると仮定すると、元々のコドンが当初の株からデルタ株、デルタ株からオミクロン株に変異した各過程で、下の「遺伝暗号表」を参考にそれぞれのアミノ酸を指定するコドンを列挙しながら、どのように変異したか 300 字以内で説明しなさい。

1番目の塩基	2番目の塩基				3番目の塩基
	U	C	A	G	
U	フェニルアラニン	セリン	チロシン	システイン	U
	フェニルアラニン	セリン	チロシン	システイン	C
	ロイシン	セリン	(終始)	(終始)	A
	ロイシン	セリン	(終始)	トリプトファン	G
C	ロイシン	プロリン	ヒスチジン	アルギニン	U
	ロイシン	プロリン	ヒスチジン	アルギニン	C
	ロイシン	プロリン	グルタミン	アルギニン	A
	ロイシン	プロリン	グルタミン	アルギニン	G
A	イソロイシン	トレオニン	アスパラギン	セリン	U
	イソロイシン	トレオニン	アスパラギン	セリン	C
	イソロイシン	トレオニン	リシン	アルギニン	A
	メチオニン (開始)	トレオニン	リシン	アルギニン	G
G	バリン	アラニン	アスパラギン酸	グリシン	U
	バリン	アラニン	アスパラギン酸	グリシン	C
	バリン	アラニン	グルタミン酸	グリシン	A
	バリン	アラニン	グルタミン酸	グリシン	G