

学力考查問題 [生物] (その1)

解答はすべて解答用紙に記入せよ。

1 次の文を読み、下の問いに答えよ。

核酸は、リン酸と糖と塩基からなるヌクレオチドが構成単位であり、DNAとRNAに大別される。DNAを構成するヌクレオチドは、糖としてデオキシリボースをもち、①塩基としては、アデニン、チミン、グアニン、シトシンの4種類がある。デオキシリボースを構成している5つの炭素原子には1'から5'までの番号が付けられており、塩基は(ア)の炭素に、リン酸は(イ)の炭素に結合している。また、DNAのヌクレオチド鎖では、ヌクレオチドどうしの結合は、一方の(ウ)の炭素と、他方の(イ)の炭素につながったリン酸との間に形成される。従って、ヌクレオチド鎖には方向性があり、リン酸がある末端を(イ)末端、その反対側の末端を(ウ)末端とよぶ。DNAは二重らせん構造をしており、2本のヌクレオチド鎖が互いに向かいあい、内側に突き出た②塩基どうしが水素結合している。このとき、2本のヌクレオチド鎖はそれぞれ逆方向を向いている。

③DNAの遺伝情報は、RNAに転写され、タンパク質に翻訳される。真核生物では、転写は核内で行われ、翻訳はリボソームで行われる。まず、核内でRNAポリメラーゼが④DNAの2本鎖の一方の鎖に相補的なRNAのヌクレオチド鎖(mRNA前駆体)を合成する。このとき、RNAポリメラーゼはRNAのヌクレオチド鎖を(イ)末端から(ウ)末端の方向に合成していく。真核生物では、多くの場合、mRNA前駆体の合成後に、その⑤ヌクレオチド鎖の一部が取り除かれることが知られている。この過程をスプライシングとよび、スプライシングを受けたあとのRNAがmRNAとなる。リボソームでは、mRNAの塩基配列に従って翻訳が行われる。

(1) (ア)から(ウ)にあてはまる適切な番号を次の〔 〕の中から選び、答えよ。

〔 1' 2' 3' 4' 5' 〕

(2) 下線部①について、DNAに含まれる4種類の塩基のうち、RNAには含まれない塩基はどれか、答えよ。

(3) mRNA以外に生体内で働くRNAの名称を2つあげ、それぞれの役割を答えよ。

(4) リボソームが結合した小胞体を何とよぶか、答えよ。

(5) 下線部②について、水素結合によって塩基対を形成するのはどの組み合わせか。次の選択肢から最も適切なものを2つ選び、記号で答えよ。また、それぞれの塩基対の間に形成される水素結合の数を答えよ。

A. アデニンとグアニン

B. アデニンとチミン

C. アデニンとシトシン

D. グアニンとチミン

E. グアニンとシトシン

F. チミンとシトシン

(6) 下線部③のように、遺伝情報が〔DNA → RNA → タンパク質〕の一方向に流れるという概念を何とよぶか、答えよ。

(7) 下線部④について、2本のDNA鎖のうちRNAに転写されるDNA鎖を何とよぶか、答えよ。

(8) 下線部⑤について、取り除かれる部分に対応するDNA領域を何とよぶか、答えよ。

学力考查問題 [生物] (その2)

解答はすべて解答用紙に記入せよ。

2 獲得免疫とワクチンに関する次の文を読み、下の問いに答えよ。

これまでは、(ア)用のワクチンとして(イ)した病原体や毒素を使うことが一般的だった。SARS-CoV-2という新型コロナウイルスによる感染症の世界的なひろがりに対処するために、2020年にはこのウイルスのスパイクタンパク質の情報を持つmRNAを使う新しいタイプのワクチンが開発された。スパイクタンパク質はヒト細胞に感染するために必須なウイルス粒子の表面にあるタンパク質で、このワクチン接種によりスパイクタンパク質に対する(ウ)が作られ感染をおさえることが期待される。

このワクチンのmRNAは細胞に取り込まれた後にリボソームで翻訳されスパイクタンパク質が合成される。このスパイクタンパク質は異物として(エ)などの抗原提示細胞に取り込まれ抗原として提示される。抗原提示を受けた(オ)T細胞は活性化される。この(オ)T細胞がスパイクタンパク質に対する抗体を生産しうるB細胞を活性化し、(カ)への分化を誘導し、この抗体の生産および細胞外への放出を促す。このように活性化された(オ)T細胞とB細胞の一部は(キ)として体内に保存され、SARS-CoV-2が侵入したときに迅速かつ強力に応答する。実際にウイルスが体内に侵入したときには、この抗体はウイルスのスパイクタンパク質に結合し、ヒト細胞への感染を防ぎ、ウイルスの分解を促す。また、ウイルスに感染した細胞は、スパイクタンパク質の断片を(ク)とともに細胞膜上に提示し、この断片を認識した(ケ)T細胞により殺され、感染のひろがりがおさえられる。

(1) (ア)から(ケ)にあてはまる適当な語を次の語群から選べ。

シナプス前細胞 核膜 細菌 錐体細胞 抗体 リボソーム MHC分子 樹状細胞 ヘルパー 弱毒化
形質細胞 ミトコンドリア 記憶細胞 キラー 好中球 リゾチーム 予防接種 ナチュラルキラー細胞

(2) SARS-CoV-2のゲノムは、スパイクタンパク質の他にも重要な働きをするnsp12というタンパク質のアミノ酸配列情報を持っている。スパイクタンパク質は約1300個のアミノ酸、nsp12タンパク質は約900個のアミノ酸からできている。SARS-CoV-2が進化して、次の表の数だけアミノ酸が置き換わった2つのタンパク質の配列情報を持つ2種類の新たなウイルスSARS-CoV-2AとSARS-CoV-2Bが出現したとする。上記のSARS-CoV-2に対するmRNAワクチンはどちらのウイルスによりよく効くと考えられるか。また、その理由も説明せよ。

表

ウイルスの種類	置換されたアミノ酸の数	
	スパイクタンパク質	nsp12 タンパク質
SARS-CoV-2A	50	5
SARS-CoV-2B	10	80

学力考查問題 [生物] (その3)

解答はすべて解答用紙に記入せよ。

3 生命の進化に関する次の文を読み、下の問いに答えよ。

分類学の父と言われるカール・フォン・リンネは複雑化する一方だった生物分類を簡潔化・体系化した(ア)法を編み出した。(ア)法ではその分類を段階的に下位から(種・属・科・目・綱・(イ)・界)とし、生物の学名は(ウ)名と(エ)名の2語の組み合わせで表記される。生物分類は博物学の進展に伴いリンネの二界説から時代を経てヘッケルの三界説、ホイッタカーの五界説と広がっていき、現在は細菌、古細菌、真核生物からなるとするウーズの3ドメイン説が広く認められている。

真核生物は原核生物どうしの共生によって生まれたと考えられている。ある種の好気性細菌が細胞小器官の(オ)、シアノバクテリアが細胞小器官の(カ)となったという仮説(①細胞内共生説)がマーグリスによって提唱された。真核生物は、長い間単細胞あるいは小さな多細胞生物のままであったが、約6~7億年前に大型化したとされる。②肉眼で確認できる最初期の大型多細胞生物の化石は先カンブリア時代末期のもので(キ)生物群と総称され、柔組織(軟体物)の体をもつ。古生代のカンブリア紀に入ってから多細胞生物の化石の産出が飛躍的に増大し、眼と硬組織(硬い殻)をもつ動物が現れ始めた。(ク)動物群やチェンジャン動物群などがその代表である。この地質時代から既に脊索動物や、無顎類であるが最初期の(ケ)動物と思われる化石も見つかっている。しかしカンブリア紀から次のオルドビス紀までは節足動物や軟体動物が大勢を占め、魚類は弱者の側であった。魚類の繁栄は顎口類が出現したシルル紀から始まり、「魚類の時代」と言われる(コ)紀に大型化が進んだ。

- (1) (ア)から(コ)に適切な語を入れよ。ただし、(ウ)と(エ)は順不同とする。
- (2) 下線①の仮説(細胞内共生説)の根拠を述べよ。
- (3) 下線②について、多細胞動物の大型化が起きる直前に起こったとされる気象事変の名称を答えよ。

解答用紙 [生物]

2022
般 IB

受験 番号	
----------	--

1	(1)	ア	1'	イ	5'	ウ	3'
---	-----	---	----	---	----	---	----

(2)	チミン
-----	-----

(3)	名称	tRNA (転移 RNA, 運搬 RNA)	役割	翻訳の過程で, mRNA の情報に対応したアミノ酸をリボソームへ運搬する。
	名称	rRNA (リボソーム RNA)	役割	リボソームの構成要素となる。

(4)	粗面小胞体
-----	-------

(5)	記号	B	水素結合の数	2
	記号	E	水素結合の数	3

(6)	セントラルドグマ
-----	----------

(7)	アンチセンス鎖 (鋳型鎖)
-----	---------------

(8)	イントロン
-----	-------

2	(1)	ア	予防接種	イ	弱毒化	ウ	抗体
		エ	樹状細胞	オ	ヘルパー	カ	形質細胞
		キ	記憶細胞	ク	MHC 分子	ケ	キラー

(2)	ウイルス	SARS-CoV-2B
	理由	SARS-CoV-2 に対する mRNA ワクチンはスパイクタンパク質を認識する抗体の生産をおよびキラーT細胞の活性化を誘導するので、スパイクタンパク質の構造変化が小さいと考えられる新ウイルスにより良く効くと考えられるから。

3	(1)	ア	二名	イ	門	ウ	属
		エ	種小	オ	ミトコンドリア	カ	葉緑体
		キ	エディアカラ	ク	バージェス	ケ	脊椎
		コ	デボン				

(2)	ミトコンドリアも葉緑体も独自の環状 DNA をもち、分裂によって増えるから。 ミトコンドリアも葉緑体も 2 枚の生体膜 (リン脂質) で包まれているから。 (ミトコンドリアも葉緑体もそれぞれ祖先とされる好気性細菌、シアノバクテリアと類似点が多いから)
-----	---

(3)	全球凍結 (スノーボールアース)
-----	------------------