

令和3年7月31日(土)

大阪大学大学院情報科学研究科

令和4(2022)年度 博士前期課程(8月選抜) 入学試験問題

(一般選抜)

専門科目

(生物情報)

筆記試験1

9:00~11:00

【注意事項】

- 次の4題の問題すべてに解答しなさい。
- 全ての解答用紙に受験番号を記入すること。
- 解答は、解答用紙の所定の欄に記入すること。
- 解答時間に注意すること。時間になるまで問題冊子を開いてはいけない。
- 問題用紙は表紙を含めて7枚である。
- 配点率は記してある。

問題 1 (配点率 25%)

大腸菌における DNA の複製について, 以下の問いに答えよ.

問 1-1

DNA ポリメラーゼが元の DNA を鋳型にしてどのように DNA を複製するのか. DNA ポリメラーゼは 5'→3'方向にしか重合反応を行えないことを踏まえて, 250 字程度で説明せよ. 厳密な字数は問わない.

問 1-2

DNA ポリメラーゼが 5'→3'方向にしか重合反応を行うことができないという制約は, 細胞にとってどのような利点があると考えられるか, 100 字程度で説明せよ. 厳密な字数は問わない.

問 1-3

細胞内の DNA は常に損傷を受けており, 脱プリン反応や脱アミノ反応が起こりやすいことが知られている. これらの損傷が修復されないと, DNA の複製においてそれぞれどのような変異が生じるか具体的に説明せよ.

問 1-4

DNA の誤対合修復系は, 間違っただ対合をしたヌクレオチドを残さないために, 何を行うのか 100 字程度で説明せよ.

問 1-5

DNA の二本鎖切断が生じた場合に修復する方法を 2 つ挙げよ. また, それぞれの修復方法について, それぞれ 100 字程度で説明せよ. 修復の結果にどのような違いが生じるかを明確にすること.

問題 2 (配点率 25%)

次の問いに答えよ。

問 2-1

動物の組織は大きく結合組織とそれ以外に分けられる。結合組織では豊富にある細胞外マトリックスが組織に強度を与えている。細胞外マトリックスで張力および圧力に対抗する役割を担う代表的な分子をそれぞれ1つ挙げよ。

問 2-2

細胞と細胞外マトリックスの接着を担うタンパク質のうち、細胞外に存在するものと、細胞膜を貫通しているものをそれぞれ1つ挙げよ。

問 2-3

動物の体を構成する細胞は、結合組織のほかに上皮の構築にも使われている。上皮の主な生理機能を3つ述べよ。

問 2-4

上皮の形成に必要な結合構造について、次の問いに答えよ。

- (1) 密着結合の役割とそれに関与するタンパク質を1つ述べよ。
- (2) ギャップ結合の役割とこの結合の形成に関わるタンパク質複合体を述べよ。
- (3) 接着結合とデスモソームの共通点と相違点について、介在するタンパク質を挙げて説明せよ。
- (4) 図1は細胞外にトレーサー分子(黒く見える)を加えた上皮の電子顕微鏡写真である。矢印の結合構造の名称を述べよ。

Essential 細胞生物学 第4版 P. 697 の図 20-23 を参照ください。

次のページに続く。

問 2-5

図2は代表的な上皮である小腸内壁上皮の顕微鏡写真である。

- (1) 図中の(a), (b)の構造の名称を答えよ。

- (2) 小腸上皮には(i), (ii), (iii)のような異なる役割の細胞が一層に並んで単層上皮を作っている。図の(i), (ii), (iii)はどのような役割の細胞か, それぞれの役割を述べよ。

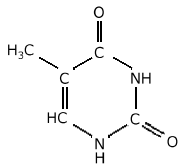
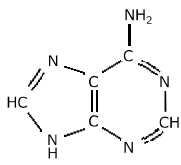
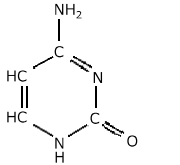
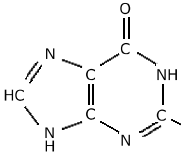
Essential 細胞生物学 第4版 P. 706 の図 20-36 を参照ください。

問題 3 (配点率 25%)

次の問いに答えよ。必要であれば, $\log_{10}2 = 0.3$, アボガドロ数を 6×10^{23} として用いよ。

問 3-1

DNA は 4 種類のヌクレオチドの並び方によって暗号化されている。図にヌクレオチドに含まれる 4 種類の塩基の構造式を示した。それぞれの塩基の名称を答えよ。

構造式				
名称	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)

問 3-2

PCR は特定の DNA 塩基配列を増幅する手法である。なぜ特定の DNA 塩基配列だけ増幅できるかわかるように、250 字程度で PCR の原理を説明せよ。図を使ってもよい。厳密な字数は問わない。

問 3-3

10^7 塩基対の細菌ゲノムの一か所を PCR で増幅したい。そのための特異的なプライマーは最小で何塩基が必要と考えられるか。また、 10^{10} 塩基対の動物細胞のゲノムの場合には、この長さは何塩基必要になると考えられるか。ただし、ゲノムに含まれるヌクレオチドの種類に偏りはないと仮定する。

問 3-4

1 分子の 2 本鎖 DNA から出発して、その中の 915 塩基対の領域を増幅する。この DNA を 100 ng つくるためには、PCR による増幅をおよそ何回行う必要があるか。各ヌクレオチドの平均分子量を 330 とする。増幅回数は小数第一位を四捨五入して整数で答えよ。

次のページに続く。

問 3-5

以下はあるタンパク質をコードする開いた読み枠 (ORF) の塩基配列である。この遺伝子がコードするタンパク質の C 末端のアミノ酸がリシンからトリプトファンに代わるように、DNA 断片を PCR によって増幅したい。プライマーのセットを設計せよ。塩基配列を左から右に 5'末端から 3'末端の向きに書くこと。プライマーは 20 塩基として、3'末端側の 14 塩基対以上が相補的な配列であればハイブリッド形成するものとする。

atgaagcaaattcgtctgctggcgcagtattatgttgacctgatgatgaagttaggt
 ctggtgcgcttctcaatg ... 途中省略 ... gagatgaaagaagagtggcgt
 cacgacgtagaagtgctgaaagcgtgggtggcaaaagccactaaaaaatga

コドン表

第 1 塩基 (5'末端)	第 2 塩基				第 3 塩基 (3'末端)
	U	C	A	G	
U	Phe	Ser	Tyr	Cys	U
	Phe	Ser	Tyr	Cys	C
	Leu	Ser	Stop	Stop	A
	Leu	Ser	Stop	Trp	G
C	Leu	Pro	His	Arg	U
	Leu	Pro	His	Arg	C
	Leu	Pro	Gln	Arg	A
	Leu	Pro	Gln	Arg	G
A	Ile	Thr	Asn	Ser	U
	Ile	Thr	Asn	Ser	C
	Ile	Thr	Lys	Arg	A
	Met	Thr	Lys	Arg	G
G	Val	Ala	Asp	Gly	U
	Val	Ala	Asp	Gly	C
	Val	Ala	Glu	Gly	A
	Val	Ala	Glu	Gly	G

問題4（配点率25%）

次の語句の意味，語句が複数の場合はそれらの違いや関連性を，100字から200字程度で説明せよ。（厳密な字数は問わない）

問4-1

rRNA, tRNA, リボザイム, ポリペプチド鎖

問4-2

聴覚有毛細胞, 光受容細胞, チヤネル

問4-3

分子量, 単位, ドルトン

問4-4

トランスゴルジ網

問4-5

相補性試験と表現型

問4-6

原形質連絡

問4-7

遺伝子ファミリー

問4-8

p53と細胞周期

令和3年7月31日(土)

大阪大学大学院情報科学研究科

令和4(2022)年度 博士前期課程(8月選抜) 入学試験問題

(一般選抜)

専門科目

(生物情報)

筆記試験2

11:00~12:00

【注意事項】

- 次の1題の問題に解答しなさい。
- すべての解答用紙には受験番号を記入すること。
- 解答時間に注意すること。時間になるまで問題冊子を開いてはいけない。
- 問題用紙は表紙を含めて2枚である。

問題 5

次の文章は H_2S からエネルギーを得ている硫黄細菌について説明したものである。下記の問いに答えよ。

Essential 細胞生物学 第4版 P. 14 の図 1-12 説明文章を参照ください。

問 5-1

ヒト、大腸菌、出芽酵母に共通して見られるエネルギーを得るメカニズムについて 200 文字程度で説明せよ。

問 5-2

H_2S を酸化して硫黄を作り、その過程で得たエネルギーで暗闇でも炭素を固定できるメカニズムを推定せよ。

問 5-3

あなたはこの硫黄細菌に関する下記の3種のテーマで研究に取り組むことになった。それぞれのテーマでどのような研究を実施するのか、計画を具体的に記述せよ。必要ならば図を使って説明してもよい。3つの研究は用いる手法が異なるように設計せよ。

研究テーマ1: 問 5-2 で推定したメカニズムを検証する研究

研究テーマ2: 他の硫黄細菌を探索する研究

研究テーマ3: 硫黄細菌を産業応用する研究