

受 験 番 号					

プログラム
-------

令和6年度

生物生産学部第3年次編入学

学 力 検 査 問 題

# 総 合 問 題

令和5年6月17日(土)

自 10時00分

至 11時30分

## 答案作成上の注意

- 1 この冊子には、総合問題があります。総ページ数は5ページです。
- 2 解答用紙は5枚、下書き用紙は1枚です。
- 3 **解答は横書き**で解答用紙に記入してください。
- 4 受験番号・志望プログラム名は、問題冊子の表紙及び解答用紙の所定の箇所に必ず記入してください。
- 5 配付した下書き用紙は持ち帰ってください。

# 第1問

次の文章を読み、下の問1~4に答えなさい。

細胞内におけるタンパク質の発現は、(a)DNAからRNAへの転写、RNAからポリペプチドへの翻訳によって制御されている。すなわち、( ① )の働きにより転写されたメッセンジャーRNA (mRNA)にはDNAの遺伝情報が写し取られ、この塩基配列において3つの塩基(コドン)が翻訳時のアミノ酸の種類1つを指定している。mRNAが細胞質に存在するRNA-タンパク質複合体の( ② )と結合したのち、mRNAコドンと相補的なアンチコドンをもち20種類のアミノ酸をそれぞれ保持する( ③ )の働きにより、mRNAの塩基配列によって指定されるアミノ酸が次々とペプチド結合を形成し、ポリペプチド鎖が合成される。(b)合成されたポリペプチドは正しく折りたたまれて三次元的な構造を獲得したのち、タンパク質として機能する。ここで、遺伝子コード領域における同じアミノ酸を指定するコドン(同義コドン)の使用はランダムではなく、生物種間でコドン使用頻度にバイアス(偏り)が存在する。例として大腸菌のコドン使用頻度を以下の図に示す。コドン使用頻度は翻訳伸長速度やmRNAの安定性を決定するなど重要な因子であり、(c)高発現タンパク質は、ほとんどが使用頻度の高いコドンを持つ遺伝子によってコードされる。

		コドン	アミノ酸	割合*	コドン	アミノ酸	割合*	コドン	アミノ酸	割合*	コドン	アミノ酸	割合*	
U	1つ目の塩基	UUU	Phe F	0.64	UCU	Ser S	0.18	UAU	Tyr Y	0.65	UGU	Cys C	0.52	U
		UUC	Phe F	0.36	UGC	Ser S	0.14	UAC	Tyr Y	0.35	UGC	Cys C	0.48	C
		UUA	Leu L	0.18	UCA	Ser S	0.18	UAA	STOP	0.59	UGA	STOP	0.32	A
		UUG	Leu L	0.13	UCG	Ser S	0.11	UAG	STOP	0.09	UGG	Trp W	1.00	G
C	2つ目の塩基	CUU	Leu L	0.15	CCU	Pro P	0.24	CAU	His H	0.63	CGU	Arg R	0.30	U
		CUC	Leu L	0.10	CCC	Pro P	0.16	CAC	His H	0.37	CGC	Arg R	0.26	C
		CUA	Leu L	0.06	CCA	Pro P	0.23	CAA	Gln Q	0.35	CGA	Arg R	0.09	A
		CUG	Leu L	0.38	CCG	Pro P	0.37	CAG	Gln Q	0.65	CGG	Arg R	0.15	G
A	3つ目の塩基	AUU	Ile I	0.48	ACU	Thr T	0.22	AAU	Asn N	0.59	AGU	Ser S	0.18	U
		AUC	Ile I	0.31	ACC	Thr T	0.31	AAC	Asn N	0.41	AGC	Ser S	0.20	C
		AUA	Ile I	0.21	ACA	Thr T	0.25	AAA	Lys K	0.71	AGA	Arg R	0.13	A
		AUG	Met M	1.00	ACG	Thr T	0.22	AAG	Lys K	0.29	AGG	Arg R	0.07	G
G		GUU	Val V	0.32	GCU	Ala A	0.22	GAU	Asp D	0.65	GGU	Gly G	0.34	U
		GUC	Val V	0.19	GCC	Ala A	0.26	GAC	Asp D	0.35	GGC	Gly G	0.29	C
		GUA	Val V	0.19	GCA	Ala A	0.27	GAA	Glu E	0.64	GGA	Gly G	0.19	A
		GUG	Val V	0.29	GCG	Ala A	0.25	GAG	Glu E	0.36	GGG	Gly G	0.18	G
		U	C			A			G					

図. 大腸菌におけるコドン使用頻度

\*各アミノ酸あたりのコドン使用頻度の合計を1.00とした割合を示す。

公益社団法人かずさDNA研究所 Codon Usage Database *Escherichia coli* [gbtct]: 8087 CDS's を改変

問1 ( ① ) ~ ( ③ ) に当てはまる語句を答えなさい。

問2 下線部(a)について、DNAとRNAの構造上の違いを3つ答えなさい。

問3 下線部(b)について、タンパク質の構造には一次構造から四次構造までの4つの階層がある。ここでポリペプチド鎖のどの部分が二次構造と三次構造の形成にかかわるか、それぞれ答えなさい。

問4 下線部(c)について、適切な転写調節領域の下流に任意のタンパク質コード遺伝子を付加したDNAを大腸菌に導入することで、大腸菌の転写・翻訳機構により異種タンパク質を作製することが可能である。ここで、大腸菌を用いて以下の15アミノ酸(1文字表記で示す)からなるポリペプチドを作製したい。

**M Q W E R T Y I P S D F H K L**

図に示すコドン使用頻度を参考に、このアミノ酸配列からなるポリペプチドが大腸菌内で最も効率よく合成されると考えられるDNA配列を答えなさい。ただし、翻訳領域のみを考えるものとし、終止コドンをつすこと。

## 第2問

次の文章を読み、下の問1～4に答えなさい。

外来種とは、もともとその地域にいなかったのに、人間活動によって他の地域から意図的・非意図的に入ってきた生物のことであり、その由来により（ ① ）外来種と（ ② ）外来種に分けることができる。すべての外来種が定着するわけではないものの、それらの中には(a)原産地よりも侵略的になる場合があり、注意が必要となる。

外来生物法の目的は、（ ③ ）, 人の生命・身体, （ ④ ）に対して問題を引き起こす（ ① ）外来種を(b)特定外来生物として指定し、その飼養・栽培, 運搬, 保管, 野外への放出, 輸入, 譲渡, 販売といった取扱いを規制することである。

アカミミガメとアメリカザリガニは、2023年6月1日より通常の特定外来生物の規制の一部を、当分の間、適用除外とする条件付特定外来生物に指定された。一般家庭の場合、(c)両種の捕獲, 飼養, 無償での譲渡については許可無しで行うことができるが、販売, 購入, 野外への放出については通常の特定外来生物の取扱いと同様の規制がかかる。

問1 （ ① ）～（ ④ ）に当てはまる適切な語句を答えなさい。

問2 下線部(a)について、外来種が原産地よりも侵略的になる場合がある理由を100字程度で答えなさい。

問3 下線部(b)について、下の用途や経路から入ってくる特定外来生物としてどのようなものがあるか、1つずつ具体例をあげて答えなさい。ただし、アカミミガメとアメリカザリガニは除く。

(ア)食用として持ち込まれた

(イ)ペット・鑑賞用として持ち込まれた

(ウ)貨物に紛れて持ち込まれた

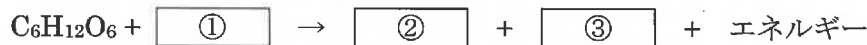
問4 下線部(c)について、アカミミガメとアメリカザリガニの取扱いについて、規制の一部が、当分の間、適用除外となった理由を100字程度で答えなさい。

### 第3問

次の文章を読み、下の問1~8に答えなさい。

光合成をしない生物にとって、グルコースなどの糖質は重要なエネルギー源である。ヒトが日常的に摂取する糖質の種類は多いが、通常の食事ではデンプンが最も多い。(a)デンプンはグルコースが重合したホモ多糖である。摂取されたデンプンは、(b)だ液やすい液に含まれる消化酵素によって部分的に消化・分解されたのち、(c)小腸上皮細胞の刷子縁膜に局在する消化酵素によってグルコースまで分解される。体内に吸収されたグルコースは、生体内の複雑な反応を経て、エネルギー産生のために消費される。まず、(d)細胞内に取り込まれたグルコースはピルビン酸に変換される。(e)ピルビン酸はアセチル CoA となったのちに、オキサロ酢酸と反応してさらに酸化され、NADH などのエネルギー運搬体分子を産生する。NADH の持つ高エネルギー電子は、電子伝達系をたどって ATP 産生に使われる。なお、糖と同様に脂質も重要なエネルギー源であり、脂肪酸は脂肪酸アシル CoA に変換されたのち、(f)酸化反応によりアセチル CoA を生じる。

動物細胞によるグルコース分子の酸化は次の一般式に従う。



(g)グルコース 1 分子の完全酸化により、30 個の ATP 分子が得られ、動物細胞は毎分  $10^9$  個の ATP 分子を消費する。

問1 下線部(a)について、デンプン分子内のグリコシド結合の様式(種類)を2つ答えなさい。

問2 下線部(b)について、消化酵素の名称を答えなさい。また、この酵素による分解産物の名称を2つ答えなさい。

問3 下線部(c)について、消化酵素の名称を2つ答えなさい。また、これら酵素と同様に小腸上皮細胞に発現し、ショ糖や乳糖を分解する消化酵素の名称をそれぞれカタカナで答えなさい。

問4 下線部(d)について、グルコース 1 分子から何分子のピルビン酸が生じるか答えなさい。また、この代謝の名称と、この代謝が起こる細胞区画あるいは細胞小器官を答えなさい。

問5 下線部(e)について、この代謝の名称と、この代謝が起こる細胞区画あるいは細胞小器官を答えなさい。

問6 下線部(f)について、この代謝の名称を答えなさい。

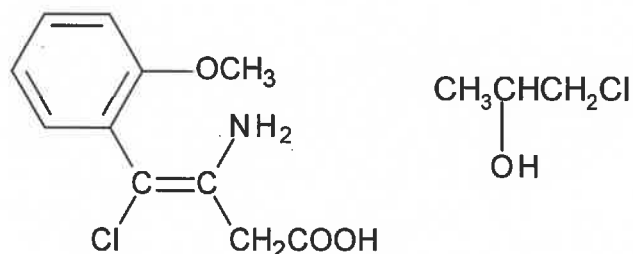
問7 ①, ②, ③に当てはまる適切な分子式を答えなさい。なお、必要な分子数が2以上の場合は分子数も書くこと(例.  $12\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ )。

問8 下線部(g)について、1つの細胞は1分間で何リットルの酸素を消費するか、有効数字2桁で答えなさい。なお、1モルの気体の体積、アボガドロ定数はそれぞれ22.4リットル、 $6 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ とする。その際、計算式を含めた計算過程も記入しなさい。

## 第4問

次の文章を読み、下の問1~7に答えなさい。ただし、構造式は例にならい簡略化して答えなさい。

構造式の例：



化合物A~Eは、炭素、水素、酸素のみから構成される芳香族化合物であり、分子量が108で同一の分子式をもつ。化合物AとBは一置換ベンゼン、化合物CとDとEは二置換ベンゼンである。

問1 化合物A 1.08 gを完全燃焼させると、二酸化炭素 3.08 g、水 0.72 gが生じた。化合物Aの分子式を答えなさい。

(原子量はH = 1.00, C = 12.0, O = 16.0とする)

問2 化合物A~Eをそれぞれ金属ナトリウムと反応させると、化合物Aだけが反応しなかった。化合物Aの構造式を答えなさい。

問3 化合物Aを等モルのヨウ化水素と反応させると、化合物XとYが生じた。化合物XとYの構造式を答えなさい。

問4 化合物Bを過マンガン酸カリウムで酸化すると、安息香酸が生じた。化合物Bの構造式を答えなさい。

問5 化合物Cを二クロム酸カリウムで酸化すると、サリチル酸が生じた。化合物Cの構造式を答えなさい。

問6 化合物BとCの混合物から、それぞれの化合物を分離したい。その分離方法について、以下の用語を使って100字程度で答えなさい。

(用語：分液ロート, エーテル)

問7 鉄触媒を用いて化合物Dの水素原子1つを塩素原子1つに置換する反応を行うと、2種類の生成物が得られた。これと同じ反応を化合物Eに行うと、4種類の生成物が得られた。化合物DとEの構造式を答えなさい。