

大阪工業大学大学院

＜工学研究科博士前期課程＞

2025 年度一般入試問題

化学・環境・生命工学専攻

生命工学コース

＜第1回入試＞

問 題

2025 年度

大阪工業大学大学院 工学研究科
化学・環境・生命工学専攻 生命工学コース
博士前期課程 一般入学試験（第 1 回）

論述筆記（必須科目）

2024 年 7 月 6 日(土) 10:00～11:30

(注意)

- ・有機化学その 1・その 2、生化学その 1・その 2 のすべてに解答すること。
- ・すべての解答用紙に、受験番号を明記すること。

以上

問題兼解答用紙

有機化学その1

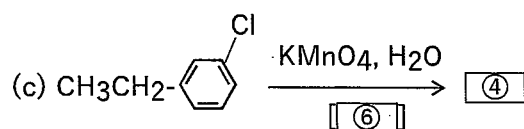
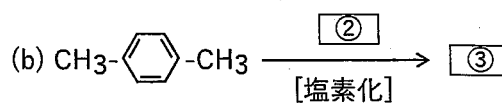
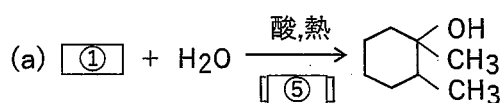
受験番号: _____

(1) 以下の文章の空欄 ①～⑥ に最も適切な語句を入れよ。

① 状態のHの電子配置は(1s)¹、Cの電子配置は ② で示され、Hは1個、Cは ③ 個の価電子をもつ。
 同じ分子式で異なる構造を持つ化合物を異性体という。これには原子の結合順序が異なる ④ 異性体と、結合順序が同じで空間配置が異なる立体異性体がある。後者はさらに鏡で写した関係にある ⑤ と、そうではない ⑥ に分けられる。

①	②	③	④	⑤	⑥
---	---	---	---	---	---

(2) 以下の反応式の空欄 ①～④ に最も適当な化学構造を、反応名の空欄 ⑤～⑥ に最も適当な語句を入れよ。立体構造は考慮しなくてよい。なお、1つの空欄に複数の化学構造が入ることもある。



①	②
③	④
⑤	⑥

(3) H₂C=CH-CH=CH₂とBr₂との反応では2種類の反応物が生じる。理由を中間体を示して解説せよ。

(4) ベンゼンからp-ブロモトルエンを合成する方法を示せ。反応の矢印下に反応名を記載すること。

問題兼解答用紙

有機化学その2 (つづき)

受験番号 _____

(1) 次の名称に対する構造を示せ。

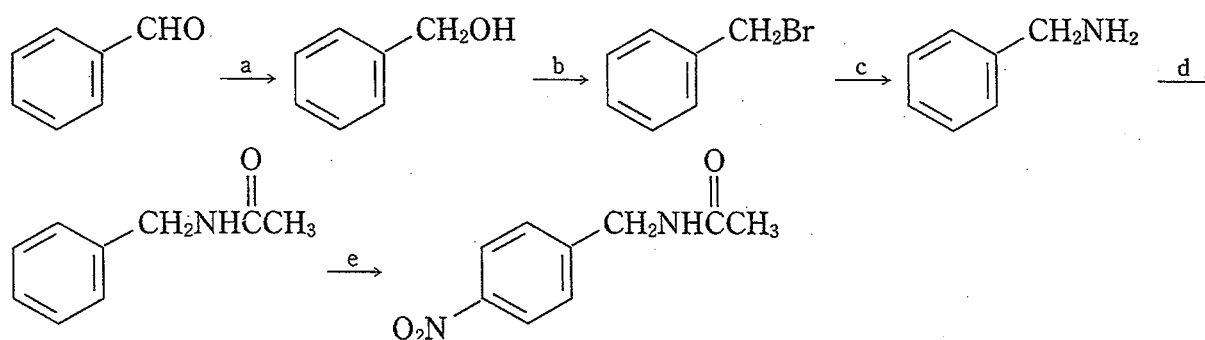
1) (Z)-1,2-ジクロロエチレン

2) 酪酸無水物

3) 4-ブロモ安息香酸

1)	2)	3)

(2) 次の合成経路中で、試薬 a~e として適切なものを記せ。なお、複数の試薬が必要な場合もある。



a	b	c
d	e	

生化学 その1

核酸とタンパク質・酵素に関する以下の問いに答えよ。

① 以下の文章の空欄に当てはまる適切な語句を答えよ。

核酸の構成単位は(1)であり、これは五炭糖、(2)と1個以上のリン酸が結合した構造である。DNAを構成する五炭糖は(3)で、RNAの場合は(4)である。またDNAを構成する(2)のうち、RNAには存在しない(2)は(5)であり、RNAでは(5)の代わりに(6)が構成成分となる。DNAは(7)構造をとっており、(8)のゲノムDNAは線状二本鎖であるのに対して(9)のゲノムDNAやミトコンドリアのDNAなどは環状二本鎖である。DNAは加熱することで(10)して一本鎖になるが、冷却すると元の二本鎖に戻る。冷却して二本鎖に戻る現象のことを(11)と言い、(10)と(11)を応用した遺伝子工学的な技術として(12)が知られている。

② 以下の塩基配列について、その相補的な塩基配列を1本鎖DNAの配列を横書きする時のルールに従った書き方で記述せよ。

「GTCAGTCAACGTATTAC」

③ 塩基配列がGCのみからなるDNA1とATのみからなるDNA2を比較した時、 T_m 値がより高い値になるのはどちらのDNAか？またその理由についても説明せよ。

④ DNAとRNA以外にヌクレオチドがその構成成分として含まれる生体分子を一つ答えよ。

⑤ あるタンパク質の遺伝子について解析したところ、終始コドンも含めて1365塩基から構成されていることが明らかになった。この遺伝子から翻訳されたタンパク質の分子量はいくつになるかアミノ酸残基の平均分子量を用いて答えよ。

⑥ このタンパク質のpIは7.2であった。このタンパク質をpH 7.2の溶液に溶かした場合とpH 6.5の溶液に溶かした場合の見かけの電荷はどうなっているか、それぞれ答えよ。またこのタンパク質を陰イオン交換カラム(+の電荷を帯びた粒子が詰められた筒)に吸着させたいとした場合、どのようなpHのbufferで溶解するのが良いか説明せよ。

⑦ このタンパク質はミカエリス・メンテン式に従う活性を示す酵素であることが分かった。

そこで K_m 値の10倍の基質濃度で酵素活性を調べることにしたのだが、

このときの酵素活性は V_{max} の何%にあたると考えられるか？

答えだけでなく、その考え方も詳細に示すこと。

$$v = \frac{V_{\max} [S]}{K_m + [S]}$$

生化学(その2)

[1] アミノ酸代謝に関する次の文章を読み、設問に答えよ。

タンパク質は、(①) 結合を加水分解するプロテアーゼによって分解される。消化酵素としてのタンパク質分解酵素は(②) という不活性型の酵素前駆体として分泌され、消化管の中で活性化される。この仕組みにより、タンパク質分解酵素が臓器の細胞を破壊するのを防いでいる。タンパク質は全てアミノ酸に分解されてから体内に吸収される。吸収されたアミノ酸は新しくタンパク質が合成される時に用いられる。

生体にとって余剰のアミノ酸は貯蓄しておくことができず分解される。多くのアミノ酸は、(a) アミノ基転移反応によって、アミノ基が α -ケトグルタル酸 (2-オキソグルタル酸) に転移されることで(③アミノ酸名) が生成される。(③ アミノ酸名) のアミノ基は、酸化的脱アミノ反応によってアンモニアとなる。アンモニアは毒性が強いので、ほ乳類では(④ 臓器名) で(b) 無毒な物質に変換される。一方、アミノ基が除かれたアミノ酸の炭素骨格は、アミノ酸によって代謝経路が異なるが、最終代謝産物はピルビン酸やTCA サイクル (クエン酸回路) の中間体物質となる。

- (1) (①)～(④)にあてはまる語句を答えよ。
- (2) 下線(a)の反応を触媒する酵素と補酵素を答えよ。
- (3) 下線(b)について、無毒な物質に変換する反応経路は何か。また、細胞のどこで行われるか。
- (4) 下線(b)について、無毒な物質の構造を書け。また、その炭素(C)と窒素(N)原子の由来も示せ。
- (5) 末梢組織や筋組織において生成されたアンモニアは(④ 臓器名)に運搬され無毒な物質に変換される必要がある。その輸送について説明せよ。
- (6) アミノ酸はタンパク質の構成成分だけでなく多くの生体物質の合成の前駆体となっている。

次の①～④の記述の () にあてはまるアミノ酸名を答えよ。

- ① () から脱炭酸によりヒスタミンが生成される。
- ② () から脱炭酸により γ -アミノ酪酸(GABA)が生成される。
- ③ () はドーパになり、神経細胞ではドーパミン、メラノサイトではメラニンが生成される。
- ④ ヘム合成の初期段階で、() とスクシニル CoA が縮合する。

2025 年度

大阪工業大学大学院 工学研究科
化学・環境・生命工学専攻 生命工学コース
博士前期課程 一般入学試験（第1回）

論述筆記（選択科目）

2024 年 7 月 6 日(土) 10:00～11:30

(注意)

- ・以下から 3 問選択し、解答すること。
遺伝子工学、微生物学、人体生理学、生体システム工学、生体物性工学、
エレクトロニクス、バイオメカニクス、食品化学工学、機能性食品学
- ・すべての解答用紙に、受験番号を明記すること。
- ・各科目につき、解答用紙 1 枚に、小問も含めてすべて解答すること。
- ・選択しない科目の解答用紙には大きく×印を付けること。

以上

問題1

遺伝子工学

[1] DNA に関する文章を読み、問に答えよ。

DNA は 4 種類の塩基、糖、リン酸で構成されている。DNA は、2本のポリペプチド鎖がらせん状に巻きあっている。ボリヌクレオチド鎖の主鎖は(①)結合により連なり、塩基間は(②)結合により相補的塩基対が形成されている。

大腸菌の DNA は 4.6×10^6 塩基対(bp)で環状である。DNA の複製は特定の(③)から始まる。一つの(③)から複製される領域は(④)と呼ばれ、大腸菌の場合は単一(④)である。大腸菌の DNA 複製では、(⑤)鎖の合成は(a) DNA ポリメラーゼ III によって連続的に行われるが、(⑥)鎖では、1000~2000 塩基の(⑦)が合成され、それらが連結することで DNA 鎖が合成される。DNA 合成では、 10^6 塩基に 1 個の割合で誤りを生じるが、複製時の DNA ポリメラーゼ III の(⑧)活性によって誤りの確率は 10^7 塩基に 1 個となる。さらに、(b) DNA 複製の過程で生じた誤対合は(⑨)修復され、最終的な誤りは $10^9 \sim 10^{10}$ 塩基に 1 個となる。

- ①~⑨に当てはまる語句を答えよ。
- DNA は負の電荷を帯びている。その理由を説明せよ。
- DNA は 260 nm に吸収極大を持つ。その吸収は DNA のどの構成成分に由来するのか。
- 下線(a)について、大腸菌 DNA の 1 回の複製には 40 分かかる。DNA ポリメラーゼの DNA 合成速度(塩基/秒)を計算から求めよ。計算式も書くこと。小数点以下1桁まで求めよ。
- 下線(b)の(⑨)修復では、誤りの生じた DNA 鎖をどのように見分けているかを説明せよ。

[2] 制限酵素に関する問に答えよ。

- 4 塩基認識と 8 塩基認識の制限酵素でヒトゲノムを切断した場合、切断された DNA 断片の塩基対数はどちらの制限酵素で処理した場合が短い。
- 次に示す制限酵素の認識配列はパンドローム配列になっている。□に当てはまる塩基を書け。
5'-GAAT □ □ -3'

[3] PCR に関する問に答えよ。

- 次の遺伝子 A の塩基配列の DNA を PCR で増幅したい。プライマー (20 塩基) を設計し、5' 側から示せ。

遺伝子 A

atgccctgtg gatgcgcctc ctgccctgc tggcgctgct ggccctctgg ggacctgacc cagccgcagc ctttgtgaac caacacctgt tgcaggtggg
ctggcgggg ctttgtgaac caacacctgt gcaggtggag ggacctgtaa ggccctctgg ggacctgacc

- T_m 値が最も高い塩基配列は下記の①~⑤のどれか。○で囲め。

- | | | |
|----------------|----------------|----------------|
| ① GATCGATCGATC | ② GAGCGCGTGAGC | ③ GAGCGATTGATC |
| ④ GAGCGATCGATC | ⑤ GATTGATTGATC | |

- PCR のサイクルプログラムは下記のサイクルを 30 回行った。()に温度を書け。

()℃ 30 秒 → 60 °℃ 30 秒 → 72 °℃ 30 秒

問題2

微生物学

問．分類と微生物の生育条件に関する以下の問いに答えよ。

- ① 生物の分類法として、五界説と3ドメイン説が広く受け入れられているが、それぞれの分類において「乳酸菌」はどの分類に属するか答えよ。また「コウジカビ」の場合についても答えよ。
- ② 3ドメイン説ではある遺伝子の配列を解析、比較することでその分類が行われる。この解析に用いられる遺伝子は何か答えよ。またこの遺伝子が用いられる理由についても述べよ。
- ③ 形態による分類では細菌の形は大まかに3種類に大別できる。*Bacillus subtilis*という微生物はどの分類に属するか、また *Staphylococcus aureus* という微生物についてはどうか？
- ④ グラム染色法を行うとグラム陽性菌は紫色、陰性菌はピンク色に染まる。このような染色性の違いが生じる理由を、「Crystal violet」、「ペプチドグリカン」、「アルコール」、「サフラニン」という語句を使って染色の手順を含めながら説明せよ。
- ⑤ ウイルスについては、2つの生活環が知られている。このうち宿主細胞のゲノム DNA にウイルス DNA が組込まれて、宿主細胞の分裂、増殖とともに複製が行われる過程を何と呼ぶか答えよ。
- ⑥ 地球上において第6群と第7群に分類されるウイルスだけが持つ酵素の名称を答えよ。
- ⑦ 通性嫌気性菌は酸素の有無に関係なく生育することができるが、一般的に好気条件の方が良く生育する。これはどうしてか説明せよ。
- ⑧ 自由水の含量を表す指標のことを何と呼ぶか答えよ。またこの指標を考慮した食品の保存方法を一つ答えよ。

問題3 人体生理学 問題兼解答用紙 受験番号 _____

1. 大脳皮質の領域（葉）の名称とそれぞれの代表的な機能について述べよ。

2. 神経細胞に活動電位が発生する仕組みを述べよ。記述には次の()内の語句を含めること。
(ナトリウムイオン、カリウムイオン、上昇相、下降相、イオンチャネル)

3. 辛味と渋味を引き起こす化学物質をそれぞれ述べ、これらの感覚が生じる仕組みを説明せよ。

4. 抗体が病原菌や異物を排除する仕組みを4つ挙げ、それぞれについて説明せよ

5. 下垂体後葉から分泌される2種類のホルモンの名称、それぞれの作用、それぞれの産生部位について述べよ。

問題4 生体システム工学 問題兼解答用紙

受験番号 _____

私たちの暮らしの中では生産者から消費者への物品の輸送などを担う物流システムがあるように、我々の体内においても個々の細胞に必要な物質が運ばれるシステムなど様々なシステムが存在する。体内のシステムについて以下の問題に答えよ。

1. 骨は我々の体を支える重要な器官であるが、血液中のカルシウム濃度を保つなど体を支える以外に生体にとって重要な働きをしている。骨は静的な器官ととらえられがちであるが、実際は、非常に動的な器官であることがわかってきている。骨が動的な器官であることを簡潔に記載しなさい

2. 現在人口減少局面に入り、体外受精などの生殖補助医療は妊娠において重要な役割を担っている。妊娠の初期段階である排卵について、簡潔に説明しなさい。

3. 約 20,000 ある遺伝子の大多数は、メンデルの法則に則り卵子および精子のアレル（遺伝子座）から等しく発現されている。哺乳類では、雄ゲノム（精子由来の染色体）でのみ発現する遺伝子、逆に雌ゲノム（卵子由来の染色体）でのみ発現する遺伝子が存在するが、それらを何遺伝子というか適切な語句を答えなさい。

4. 胎児は父親と母親それぞれに由来する遺伝子を持っているため、父親由来のタンパク質を発現する。しかしながら、胎児は母親の体の中で、母親の免疫機構によって拒絶反応が起こらない。このような免疫の現象を何というか記載しなさい。

問題5 その1
生体物性工学

問題兼解答用紙

受験番号 _____

問1 圧力が 1520 mmHg、温度が 37 °C における二酸化酸素 (分子量は 0.040 kg mol⁻¹) 0.12 kg によって占有される体積を求めなさい。体積は立方メートル(m³)で表しなさい。

1atm = 760 mmHg = 101325 Pa 気体定数(R) は、8.314 m³ Pa mol⁻¹

_____ 答え

問 2 ネフロンは腎臓の基本単位である。濾液は糸球体毛細血管を横切る濾過によってボーマンのう内のスペースに入る。この毛細血管壁は、小さいイオンや他の溶質が血液の血漿からボーマンのうの濾液に透過する。しかしながら、タンパク質は毛細血管壁を透過するには大きすぎるため、ほとんどは毛細血管内に保持される。平均糸球体内圧が 60 mmHg で濾液が集まるボーマンのう内圧が 20 mmHg のとき、糸球体濾過率 (GFR) [ml/min] を求めなさい。血漿タンパク質の浸透圧は 25.6 mmHg である。糸球体毛細血管に対する LpS の値は約 8.7 mL min⁻¹ mmHg⁻¹ である。有効数字 3 桁で答えよ。

$$\text{GFR} = Q = L_p S [(P_c - P_{TF}) - (\pi_c - \pi_{TF})] = L_p S \bar{\Delta P}$$

_____ 答え

問 3 太い動脈には半径約 0.5 cm のものがあるが、一方、太い静脈には半径 約 0.8 cm のものがある。これらの動脈と静脈における平均血液速度は、それぞれ 30 と 15 cm S⁻¹ ほどである。これらの血流に対する壁すり速度を計算せよ。

$$\dot{\gamma}_w = \frac{4Q}{\pi R^3} = \frac{4V_{\text{average}}}{R} = \frac{8V_{\text{average}}}{d} \quad (4.21)$$

式) 太い動脈

太い動脈 答) _____

太い静脈

太い静脈 答) _____

ウラへ続く

問4 下記の表から、対流ありのブロックマン小体の酸素消費速度 Γ_{oxygen}

$\mu\text{M}/\text{sec}$ を求めよ。また、() に適したものをいれよ。細胞体積分率 0.8, 直径 $1000\mu\text{m}$, 酸素のヘンリー定数 $H_{\text{oxygen}} 0.60\text{mmHg } \mu\text{M}^{-1}$, 拡散係数 $D_T = 2.0 \times 10^{-5} \text{ cm}^2 \text{ sec}^{-1}$.

$$pO_2(r) = pO_2|_{r=R} - \frac{H_{\text{oxygen}} \phi \Gamma_{\text{oxygen}} R^2}{6D_T} \left[1 - \left(\frac{r}{R} \right)^2 \right]$$

(7.6)

半径方向の位置における pO_2

Radial Position in the Brockmann Body, μm	pO_2 , mmHg
100	10.58
150	14.10
175	16.22
200	17.63
225	20.68
250	23.5
275	25.85
300	30.55
325	35.25
350	41.83
400	57.58

解)

ここで、X 軸に (答 1) _____)

Y 軸に (答 2) _____) をプロットする

と、右下がりの直線が得られ、その傾きは、

-50.0 mmHg となる。よって、酸素消費速度 Γ_{oxygen} は

_____ 答 3)

以上

問題6 エレクトロニクス

問1 次の論理式を主加法標準展開式に展開しなさい。

$$F = (A + B + C)(A + \bar{B} + C)(A + B + \bar{C})(\bar{A} + \bar{B} + C)$$

問2 $R = 100\text{k}\Omega$ 、 $C = 1.0\mu\text{F}$ の直列回路に、直流電圧 $E = 9\text{V}$ の電源が、スイッチを通して接続されている。回路の時定数はいくらか。

問3 図1の回路の電圧利得を求めなさい。

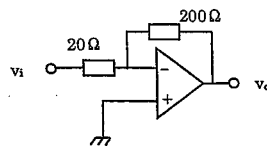


図1 問3の図

問題7

バイオメカニクス

1. 次の文章中のかっこ内空欄に文脈から最も適切な語彙を下から選んで入れなさい。ただし、同じ語句を選んでも良い。
- a) 筋の発揮する静的な張力は筋の長さに依存して変化する。これを (1) 関係と呼び、張力が最大になる長さを (2) と定義している。長さが長くなりながら張力が大きくなる領域を (3)、長さが長くなりながら張力が小さくなる領域を (4) と定義する。アクチンとミオシンが最大に重なる長さは (5) である。
- b) 1つの運動神経とそれが支配する筋線維の集団を (6) と呼ぶ。摘出筋などでは1回の活動電位で運動神経が興奮すると (7) を起こすが、生体筋の筋力発揮では通常 (8) Hz の活動電位で (9) が起きている。(6) には動員される順序があり、筋力の増大に伴って (10) の (6) が使われるようになる。(10) の (6) は、(11) 性収縮において優先的に動員される。
- c) 人工的な動力装置と生体筋の (12) 関係を比較すると、生体筋は負荷増大の影響を強く受けて (13) に近似する。最大筋力を超えるような伸張性収縮が起きた場合の上限は等尺性最大筋力の (14) %程度となる。筋力発揮においては伸張性収縮が短縮性収縮に先行する場合があります、これを (15) と呼ぶ。生体の動的特性において最大の筋パワーを得るには、等尺性最大筋力の約 (16) %が良い。
- d) 高強度トレーニングによる筋肥大において、(17) は活性化するが (18) の数はほとんど増えない。すなわち、(17) 活性化の主たる役割は既存の (19) に (20) を供給することである。(21) では、(17) 活性化によって新たな (18) が作られる。廃用性筋萎縮ではタンパク分解が亢進し、筋線維組成も (19) に移行する。
- e) 摘出筋の最大張力は生物種によって異なるが、これは生物種によって筋の (20) 量や (21) の長さ、ミオシン分子の特性が関わっていることが関係している。ヒトの最大随意筋力は基本的に (22) に比例する。しかし、最大随意筋力を (22) で割ると個人差は (23) なる。通常、ヒトの最大随意筋力は (24) により決定される筋力の (25) %程度に抑制されている。

～選択語彙～

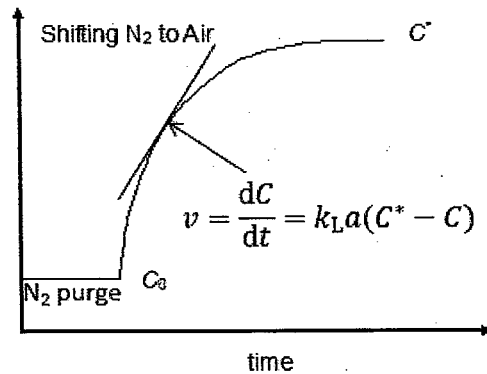
上向域、高向域、低向域、下向域、直角双曲線、30, 40, 50, 60, 70, 80, 95～120, 10～100, 105～130, 130～140、熱発生、熱効率、エネルギー発生、力発生、静止長、最大長、サルコメア長、運動単位、長さ-張力、力-速度、神経筋単位、生理的、心理的、単縮、短縮、伸張、強縮、速筋タイプ、遅筋タイプ、筋肥大、筋再生、筋修復、ミオシンフィラメント、アクチンフィラメント、サテライト細胞、大きく、小さく、結合組織、筋原線維、筋線維、筋断面積、活動量、核、栄養、細胞、伸筋、屈筋、サルコペニア、臥床、ストレッチショートニングサイクル(選択する場合：SSC と記述)

問題 8 食品化学工学

問 1)

バイオリアクターにおいて、酸素供給速度 $v (=dC/dt)$ は単位液体積あたりの気液接触面積 a と、液中の酸素濃度 C と飽和酸素濃度 C^* の差分 $(=C^*-C)$ に比例する。同一の運転条件（通気や攪拌速度）では気液接触面積 a は一定値と考えられ、酸素供給速度 $v (=dC/dt)$ は反応定数を酸素移動容量係数 $k_L a$ として濃度差 C^*-C のみに比例する一次反応で記述できる。

酸素濃度が十分に低下した状態に通気を再開することで得られる酸素濃度 C の継時変化のデータ（右図）から、 $k_L a$ を図解法により求める方法について、図を用い 200 字程度で説明せよ（式の導出の過程も含めて記述すること）。ただし、通気再開時 ($t=0$) の酸素濃度を C_0 、通気再開後の任意の時間 t における酸素濃度を C 、飽和酸素濃度を C^* とする。



問 2)

好氣的培養を行うバイオリアクターの運転において、問 1 のように $k_L a$ 値を事前に求めることはどのような意味、利点を操作者にもたらすか、200 字程度で簡潔に答えよ。箇条書きでも構わない。

問題9 機能性食品学

1. 次の文章を読んで、問に答えよ。

ウェスタンブロットは、目的タンパク質に対する抗体①、そして、①の抗体を認識する抗体②を用いて検出する方法である。②には、西洋ワサビ由来のペルオキシダーゼ (HRP) が標識されており、高感度に検出を行える。

問 | 今回、ヒトアクチンタンパク質を検出する場合、①には、ヒトアクチンタンパク質 (抗原) をウサギに免疫した血清から精製した抗体を使用した。②を選ぶ場合、次の A～D 中から適当なものを全て選べ。

- A. ラットにウサギ IgG を免疫した HRP 標識抗体 B. ウサギにウサギ IgG を免疫した HRP 標識抗体
C. マウスにウサギ IgG を免疫した HRP 標識抗体 D. ウサギ HRP 標識抗体

答 _____

2. 次の文章を読み、次の問1)、2)に答えよ。

機能性食品成分 A に抗炎症作用の有無を検査した。具体的には、炎症誘導剤 B の添加によるインターロイキン 8 (以下 IL-8) の発現を機能性食品成分 A が抑制するかを検査する。IL-8 の検出には、ELISA 法を用いた。なお、予め、機能性食品 A、炎症誘導剤 B の最適条件を求めて行った。

- 1) 定量した結果、機能性食品成分 A は、見事に炎症誘導剤 B の添加による IL-8 の産生を抑制した。この時、右の①～④の中で最も適当な結果の図はどれか。なお、図中の「A」は機能性食品成分 A、「B」は炎症誘導剤 B、「-」は無添加、「+」は添加を示す。

答 _____

- 2) 同時に、MTT 法を用いて、細胞生存(右図中では、生存率(%))を確認した。その結果において、右の図の①～④の中で最も適当な図はどれか。なお、図中の「A」は機能性食品成分 A、「B」は炎症誘導剤 B、「-」は無添加、「+」は添加を示す。

答 _____

- 3) 2)において、選んだ理由を述べよ。

