立命館大学大学院
2023年度実施　入学試験
博士課程前期課程
生命科学研究科
生命科学専攻

入試方式	コース	実施月	専門科目	
			ページ	備考
一般入学試験	応用科学 生物工学 生命情報学 生命医科学	9月	P.1～	
		2月	×	
社会人入学試験		9月		
		2月		
外国人留学生入学試験		9月		
		2月		
学内進学入学試験		7月		
飛び級入学試験		2月	×	

【表紙の見方】
×・・・入学試験の実施がなかった等の理由で入学試験問題の作成がなかったもの、または、問題を公開しないもの
斜線・・・学科試験（筆記試験）を実施しないもの

立命館大学大学院
2023年度実施　入学試験
博士課程後期課程
生命科学研究科
生命科学専攻

入試方式	実施月	外国語（英語）	
		ページ	備考
一般入学試験	9月	×	
	2月	×	
一般入学試験（日本語基準）	7月 （2023年9月入学）	×	
社会人入試	9月		
	2月		
社会人入試（日本語基準）	7月 （2023年9月入学）		
外国人留学生入学試験 （日本語基準）	7月 （2023年9月入学）		
	9月		
	2月		
学内進学入学試験	7月		

【表紙の見方】
×・・・入学試験の実施がなかった等の理由で入学試験問題の作成がなかったもの、または、問題を公開しないもの
斜線・・・学科試験（筆記試験）を実施しないもの

立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

［専門科目］

1．物理化学

（物理化学の設問は３ページあります。
以下の問題［1］から［3］のうち２題を選択して解答してください。
３題すべてに解答した場合、解答はすべて無効となります。）

［1］ 以下の問いに答えよ。ただし、気体はすべて理想気体としてふるまい、二酸化炭素の定積モル熱容量は28.8 $\mathrm{J\,K^{-1}\,mol^{-1}}$、窒素の原子量は14.0、気体定数$R$は8.31 $\mathrm{J\,K^{-1}\,mol^{-1}}$とする。

（1）298 K、1.01×10^5 PaのN_2 (g) 14.0 gが等温可逆膨張で体積が2倍になった。以下のエントロピー変化（$\mathrm{J\,K^{-1}}$）を有効数字2桁で求めよ。

① 系

② 外界

（2）298 K、1.01×10^5 PaのN_2(g)14.0 gが外圧0.00 Paの状態で等温不可逆的に膨張して体積が2倍になった。以下のエントロピー変化（$\mathrm{J\,K^{-1}}$）を有効数字2桁で求めよ。

① 系

② 外界

（3）2.00 molのCO_2(g)がはじめ298 K、1.01×10^6 Paで断面積10.0 $\mathrm{cm^2}$のシリンダーに入っている。これを断熱的に外圧1.01×10^5 Paに逆らって膨張させ、ピストンを外向きに20.0 cm動かした。

① 系の温度変化（K）を有効数字2桁で求めよ。

② 膨張前後の体積、温度をそれぞれV_i、V_f、T_i、T_f、また系の物質量、熱容量をそれぞれn、C_Vとして、系のエントロピー変化ΔSを式で表せ。

立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

［専門科目］

1．物理化学

（つづき２ページ目。）

［2］電解質水溶液に関する以下の問いに答えよ。

（1）つぎのイオンについて、以下の問いに答えよ。

$$Li^+,\ Na^+,\ K^+,\ Al^{3+},\ NH_4^+,\ ClO_4^-$$

① これらのイオンを構造形成イオンと構造破壊イオンに分類せよ。
② 水分子がNa^+の水和圏内にいる平均寿命を測定したところ、約10^{-9}秒であった。水分子がAl^{3+}の水和圏内に存在する平均寿命はこの値より長くなるか短くなるか、理由も併せて答えよ。

（2）水溶液中のイオン移動度を比較すると、298 KでLi^+は$4.01 \times 10^{-4}\ cm^2\ s^{-1}\ V^{-1}$と比較的小さな値であるのに対し、$H^+$と$OH^-$はそれぞれ、$36.3 \times 10^{-4}\ cm^2\ s^{-1}\ V^{-1}$と$20.5 \times 10^{-4}\ cm^2\ s^{-1}\ V^{-1}$という大きな値であった。$H^+$と$OH^-$のイオン移動度はなぜ大きいのか、その理由を説明せよ。

（3）真空中で距離r離れた点電荷q_aとq_bのあいだに働くクーロン力Fは以下の式で表される。ここで、真空中の誘電率は$\varepsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12}\ C^2\ N^{-1}\ m^{-2}$、$\pi = 3.14$である。

$$F = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_a q_b}{r^2}$$

食塩NaClをカチオンNa^+とアニオンCl^-に分離する場合について、以下の問いに答えよ。ただし、Na^+とCl^-の電荷をそれぞれ1.60×10^{-19} Cと-1.60×10^{-19} Cとする。

① 真空中で1.0 nm離れたNa^+とCl^-のあいだに働く力の値（N）を有効数字2桁で求めよ。
② 水中で1.0 nm離れたNa^+とCl^-のあいだに働く力の値は-2.9×10^{-12} Nであった。このとき、水の比誘電率εの値を有効数字2桁で求めよ。
③ NaClの格子エネルギー（イオンを結晶格子から無限遠に離すのに必要なエネルギー）の値は787 kJ mol^{-1}であり、NaClが多量の水に溶解するときの溶解エンタルピーの値は3.80 kJ mol^{-1}である。このとき、NaClの水和エンタルピー（kJ mol^{-1}）を求めよ。

立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

［専門科目］

1．物理化学

（つづき３ページ目。）

［3］ 混合気体中の i 番目の成分の化学ポテンシャルμ_iは、その標準化学ポテンシャルμ_i°を基準にすると、つぎのように表される。

$$\mu_i = \mu_i^\circ + RT \ln \frac{P_i}{P^\circ}$$

ここで、$R = 8.31\ \mathrm{J\ K^{-1}\ mol^{-1}}$は気体定数、$T$ (K)は絶対温度、P_iは成分iの分圧、$P^\circ = 1\ \mathrm{bar}$である。このとき、以下の問いに答えよ。

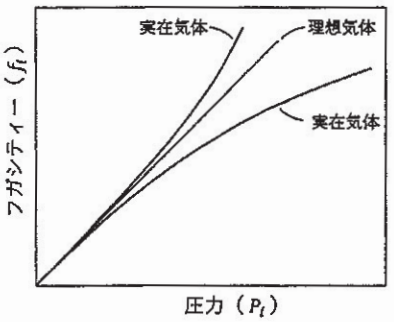
（1）気相の物質Aと物質Bのあいだにつぎのような化学平衡が成り立っているとき、以下の問いに答えよ。ただし、aとbは化学量論係数である。

$$a\mathrm{A(g)} \rightleftharpoons b\mathrm{B(g)}$$

① 物質Aと物質Bの分圧をそれぞれP_A、P_B、化学ポテンシャルをμ_A、μ_Bとして、標準反応ギブズエネルギー$\Delta_\mathrm{r}G^\circ$と平衡定数K_pのあいだに成立するつぎの関係式を導出せよ。

$$\Delta_\mathrm{r}G^\circ = -RT \ln K_p$$

② 実在気体においては、分圧P_iの代わりにフガシティーf_iを使用する。$f_i = \gamma_i P_i$の関係があり、γ_iはフガシティー係数である。$P_i \to 0$の極限では$\gamma_i = 1$で気体は理想的にふるまうが、P_iが大きくなると、γ_iは1から次第にずれていく。右図のように、そのずれ方は$\gamma_i > 1$にずれる場合と$\gamma_i < 1$にずれる場合がある。それぞれ、気体分子の何が原因でそのようにずれるのか、説明せよ。



（2）HClが生成する気相反応について、以下の問いに答えよ。ただし、気体は理想的にふるまうと仮定する。

$$\mathrm{H_2(g) + Cl_2(g) \rightleftharpoons 2HCl(g)}$$

① HCl(g)の標準モル生成ギブズエネルギー$\Delta_\mathrm{f}G^\circ$の値を$-95.3\ \mathrm{kJ\ mol^{-1}}$として、この反応の標準反応ギブズエネルギー$\Delta_\mathrm{r}G^\circ$ ($\mathrm{kJ\ mol^{-1}}$)を有効数字2桁で求めよ。

② この反応の298 Kにおける平衡定数K_pを有効数字2桁で求めよ。

Raymond Chang（著）岩澤 康裕・北川 禎三・浜口 宏夫（訳）
『化学・生命科学系のための物理化学』東京化学同人，2011年，p.194
原題：Physical Chemistry for the Chemical and Biological Sciences
原出版社：University Science Books

立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

［専門科目］

2．無機化学

（無機化学の設問は2ページあります。すべてに解答してください。）

［1］以下の問い（1）～（2）に答えよ。

（1）共有結合に関する代表的な理論は、ルイスとラングミュアが発表したオクテット説である。オクテット説について、下に示す3つの語句を用いて100字程度で説明せよ。

語句：貴ガス、電子配置、8電子

（2）以下の分子のルイス構造を答えよ。

① H_2O　② HF　③ CH_4

［2］以下の問い（1）～（3）に答えよ。

（1）つぎの文章を読み、空欄（ ア ）～（ カ ）にあてはまる最も適切な語句を下の選択肢から選び答えよ。

15族、16族、17族元素はそれぞれ（ ア ）、（ イ ）、（ ウ ）と呼ばれる。同じ周期の元素で比較すると、周期表を右に行くにつれて原子半径は一般に（ エ ）なる。これは、原子内のある電子から見て他の電子による（ オ ）が不完全であるため、右に行くほど陽子数の増加を反映して電子が感じる（ カ ）が大きくなり、その結果、電子が原子核により強く引き付けられるためである。

選択肢：アルカリ金属　アルカリ土類金属　カルコゲン　貴ガス　ニクトゲン ハロゲン　大きく　小さく　還元　混成　遮へい　緩和 第一イオン化エネルギー　電子親和力　有効核電荷　電気陰性度

（2）つぎの文章を読み、以下の問い①および②に答えよ。

アルミニウムの化合物では+III の酸化状態が安定であるのに対し、同じ13族元素であるタリウムでは（ キ ）の酸化状態が安定である。

① （ キ ）にあてはまる最も適切な酸化数を答えよ。

② 下線部の理由を80字程度で説明せよ。

（3）塩素のオキソ酸の1つである HClO（または、HOCl）の名称と、そこに含まれる塩素原子の形式酸化数を答えよ。

立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

［専門科目］

2．無機化学

（つづき２ページ目。すべてに解答してください。）

［3］$3d^6$の電子配置をもつ金属イオンに関する以下の問い（1）～（2）に答えよ。

（1）配位子場が存在しない自由イオンにおけるｄ軌道のエネルギー準位を図示し、その図中に電子を↑あるいは↑↓のように矢印で記入して自由イオンの基底状態における電子配置を答えよ。

（2）正四面体錯体の結晶場では金属イオンは通常、高スピン型の電子配置をとる。

① 低スピン型の電子配置をとらない理由を下に示す３つの語句を用いて 80 字程度で説明せよ。

語句：金属-配位子相互作用、結晶場分裂、スピン対形成エネルギー

② 正四面体錯体の結晶場における基底状態の電子配置を（1）と同様にして答えよ。

③ スピンオンリーの式で求められる磁気双極子モーメントの値を、ボーア磁子μ_Bを用いて示せ。

［4］炭酸バリウムと酸化チタン(IV)を用いて、混合と焼成により、チタン酸バリウムを合成したい。炭酸バリウムと酸化チタン(IV)以外の原料は反応に寄与しないものと仮定して、この反応の化学反応式を記せ。また、チタン酸バリウムを 10.0 g のみ合成するために必要な炭酸バリウムと酸化チタン(IV)の質量を有効数字３桁で求めよ。なお、原子量は C = 12.01、O = 16.00、Ti = 47.87、Ba = 137.3 を用いよ。

立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

［専門科目］

3．分析化学

（分析化学の設問は3ページあります。すべてに解答してください。）

［1］ 次の文章の(ア)～(ク)の空欄に入る最も適当な式または数値を答えよ。なお、化学種Xのモル濃度は[X]と表すものとする。

弱塩基（B）が総濃度 C_B で溶けている水溶液について考える。この水溶液中で考慮すべき化学平衡は、Bの共役酸である HB^+ の酸解離平衡（酸解離定数を K_a とする）と水の自己解離平衡（自己解離定数を K_w とする）である。それらの平衡定数は(1)式と(2)式で定義され、Bに関する物質収支の関係は(3)式で、電荷収支の関係は(4)式で与えられる。

$$K_a = (ア) \tag{1}$$

$$K_w = [H^+][OH^-] \tag{2}$$

$$C_B = (イ) \tag{3}$$

$$(ウ) + [H^+] = (エ) \tag{4}$$

まず、(1)式と(3)式を用いて[B]を消去すると、$[HB^+]$ は(5)式で表される。

$$[HB^+] = (オ)\, C_B \tag{5}$$

比較的濃いB水溶液である場合、(4)式中の $[H^+]$ を無視することができ、$[H^+]$ を無視した(4)式に(2)式と(5)式を代入すると $[H^+]$ に関する二次方程式が得られ、それを解くと(6)式が得られる。

$$[H^+] = \frac{K_w + \sqrt{(カ)}}{2C_B} \tag{6}$$

$2\sqrt{C_B} \gg \sqrt{K_w/K_a}$ を満たすほどBが高濃度である場合、(6)式は最終的に(7)式まで変形でき、水素イオン濃度を求めることができる。

$$[H^+] = \sqrt{\frac{(キ)}{C_B}} \tag{7}$$

アンモニウムイオンの pK_a を9.36、K_w を 1.0×10^{-14} mol^2 dm^{-6} とすると、2.0×10^{-2} mol dm^{-3} のアンモニア水溶液の $[H^+]$ は有効数字2桁で(ク)と計算される。

立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

［専門科目］

3．分析化学

（つづき２ページ目。すべてに解答してください。）

［2］ 配位子Xを含むpH緩衝溶液中での金属イオンMとエチレンジアミン四酢酸（EDTA：H_4Y）との錯形成平衡について、以下の（1）～（4）の問いに答えよ。ただし、配位子Xは金属イオンMと1：1錯体（MX）および1：2錯体（MX_2）を形成し、その全生成定数はそれぞれβ_1およびβ_2とする。また、H_4Y、H_3Y^-、H_2Y^{2-}、HY^{3-}の酸解離定数はそれぞれK_{a1}、K_{a2}、K_{a3}、K_{a4}であり、MはY^{4-}とMY錯体を生成し、その生成定数をKとする。なお、金属イオンMの加水分解によるヒドロキソ錯体の生成は考慮せず、水溶液中の化学種Aの濃度は[A]と表すものとする。

（1） 金属イオンMの総濃度C_Mに関する物質収支の関係式を、[M]、[X]、[MY]、β_1、β_2を用いて答えよ。

（2） EDTAの総濃度C_Yに関する物質収支の関係式を、[Y]、[H^+]、[MY]、K_{a1}、K_{a2}、K_{a3}、K_{a4}を用いて答えよ。

（3） Yと結合していない金属イオン化学種の全濃度をC_{nM}、Mについての副反応係数をα_Mとすると、$C_{nM} = \alpha_M$ [M]の関係にある。配位子Xの総濃度C_XがC_Mに比べて十分大きく（$C_X \gg C_M$）、$\log\beta_1 = 2.00$および$\log\beta_2 = 3.00$であるとして、C_Xが1.0 mol dm^{-3}のときのα_Mを有効数字2桁で求めよ。

（4） Mと結合していない配位子化学種の全濃度をC_{nY}、Yについての副反応係数をα_Yとすると、$C_{nY} = \alpha_Y$ [Y]の関係にある。このとき、問い（3）で定義したC_{nM}を用い、MとYについての副反応係数を考慮したMY錯体の条件生成定数K'は次式で表される。

$$K' = \frac{[MY]}{C_{nM}\,C_{nY}}$$

問い（3）の条件において、pHが5.00のときのMYの条件生成定数を有効数字2桁で求めよ。ただし、α_Mは問い（3）で求めた値を用い、pHが5.00でのα_Yは4.4×10^6、$\log K = 19.00$とする。

立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

［専門科目］

3．分析化学

（つづき3ページ目。すべてに解答してください。）

［3］ アスコルビン酸の酸化還元に関する次の文章の(ア)～(コ)の空欄に入る最も適当な式、数値または語句を答えよ。なお、酸解離定数の定義式やネルンスト式は関係化学種の活量を用いて記述し、化学種Xの活量は $a(\mathrm{X})$ と表すものとする。また、気体定数は R、温度は T、ファラデー定数は F とする。

アスコルビン酸（$\mathrm{H_2A}$）とデヒドロアスコルビン酸（A）の酸化還元対は(1)式の半電池反応で表され、標準電極電位を $E^\circ_{(1)}$ とすると、電極電位 E を記述するネルンスト式は(2)式で与えられる。

$$\mathrm{A} + 2\,\mathrm{H^+} + 2\,\mathrm{e^-} \rightleftharpoons \mathrm{H_2A} \tag{1}$$

$$E = E^\circ_{(1)} + \frac{RT}{(\text{ア})} \ln \frac{(\text{イ})}{(\text{ウ})} \tag{2}$$

また、$\mathrm{H_2A}$ の一つ目のプロトン解離を記述する酸解離定数 K_a は(3)式で与えられ、(2)式と(3)式を用いて $a(\mathrm{H_2A})$ を消去すると(4)式が得られる。

$$K_\mathrm{a} = \frac{a(\mathrm{H^+})\,a(\mathrm{HA^-})}{a(\mathrm{H_2A})} \tag{3}$$

$$E = E^\circ_{(1)} + \frac{RT}{(\text{ア})} \ln K_\mathrm{a} + \frac{RT}{(\text{ア})} \ln \frac{(\text{エ})}{(\text{オ})} \tag{4}$$

一方、プロトン解離したアスコルビン酸イオン（$\mathrm{HA^-}$）とデヒドロアスコルビン酸（A）の酸化還元対は(5)式の半電池反応をとり、標準電極電位を $E^\circ_{(2)}$ としてネルンスト式は(6)式で表される。

$$\mathrm{A} + \mathrm{H^+} + 2\,\mathrm{e^-} \rightleftharpoons \mathrm{HA^-} \tag{5}$$

$$E = E^\circ_{(2)} + \frac{RT}{(\text{カ})} \ln \frac{(\text{キ})}{(\text{ク})} \tag{6}$$

(4)式と(6)式を比較することにより、$E^\circ_{(1)}$ と $E^\circ_{(2)}$ は(7)式の関係にあることがわかる。

$$E^\circ_{(2)} = E^\circ_{(1)} + \frac{RT}{(\text{ア})} \ln K_\mathrm{a} \tag{7}$$

$E^\circ_{(1)} = 0.06$ V vs. SHE、$\mathrm{p}K_\mathrm{a} = 4.17$ であり、25 °C においては $(RT/F)\ln X = 0.0592 \log X$ であることを用いて計算すると、$E^\circ_{(2)} =$ (ケ) V vs. SHE と求められる。すなわち、アスコルビン酸はプロトン解離すると還元力が(コ)することがわかる。

立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

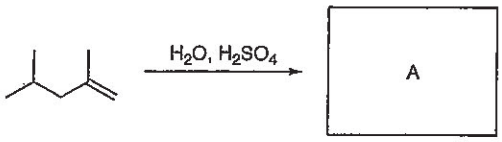
［専門科目］

4．有機化学

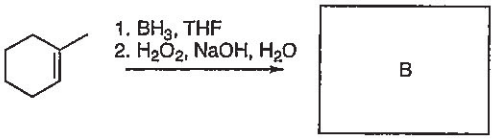
（有機化学の設問は3ページあります。すべてに解答してください。）

［1］以下の（1）～（5）の反応において、おもに得られる有機化合物 A ～ G の構造式を書け。立体中心がある場合は立体配置が分かるように構造式を書け。

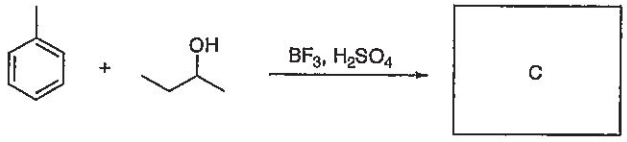
（1）



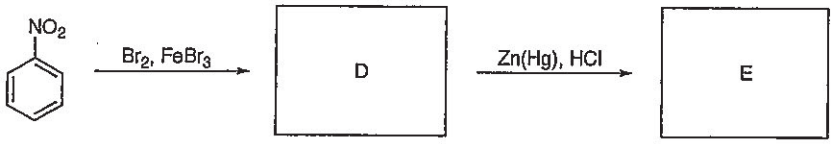
（2）



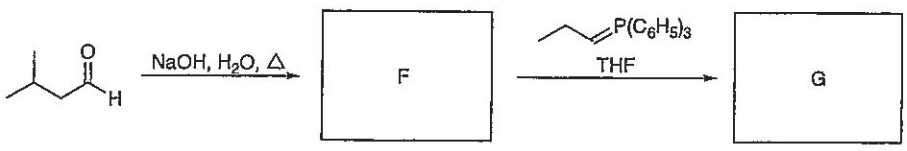
（3）



（4）



（5）



立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

［専門科目］

４．有機化学

（つづき２ページ目。すべてに解答してください。）

［２］以下の問いに答えよ。

（１）エチルベンゼンを無水酢酸と塩化アルミニウムで処理をして得られるおもな芳香族化合物 A について以下の問い①～④に答えよ。

① 化合物 A の構造式を書け。

② 化合物 A の ^{1}H NMR スペクトルおよび ^{13}C NMR スペクトル測定によって観測されるシグナルの本数をそれぞれ答えよ。ただし、スピン–スピン分裂は無視すること。

③ 化合物 A の ^{1}H NMR スペクトルにおいて四重線のシグナルが観測された。そのシグナルが帰属される水素の数を答えよ。

④ 化合物 A の IR スペクトルを測定した結果、1681 cm^{-1} にピークが観測された。1681 cm^{-1} はどの官能基に由来するか、官能基を慣用名で答えよ。

（２）1,3,5,7-シクロオクタテトラエン（COT）について以下の問い①および②に答えよ。

① COT が芳香族性を示すかどうかを答え、その理由を示せ。

② COT を酸化剤によって２電子酸化した化合物 B は、COT よりも低磁場領域に ^{1}H NMR シグナルを示した。その理由を答えよ。

［３］「ジエチルエーテル」の異性体に関して、以下の問いに答えよ。

（１）分枝状のアルキル基を有するエーテル型異性体を、Williamson エーテル合成法で作りたい。効率よく合成する方法を示せ。

（２）直鎖状のアルキル基のみを有する第一級アルコール型異性体を、ジクロロメタン中のクロロクロム酸ピリジニウムで処理して得られる生成物の名称を書け。

（３）「ジエチルエーテル」の異性体には、不斉炭素原子を有する化合物が１組ある。その一方の立体構造式を破線と実線のくさび形表記法を用いて書き、その立体中心の絶対配置が *R* であるか *S* であるかも示せ。

（４）第三級アルコール型異性体を、Grignard 反応を利用して合成したい。効率よく合成する方法を示せ。

立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

［専門科目］

４．有機化学

（つづき３ページ目。すべてに解答してください。）

［4］シクロヘキサン類に関して、以下の問いに答えよ。

（1）シクロヘキサンをモノクロロ化して得られる化合物の構造式を、最安定のいす形立体配座で書け。

（2）シクロヘキサンを Diels-Alder 反応を介して合成したい。効率よく合成する方法を示せ。

（3）オキソシクロヘキサン（シクロヘキサノン）を、エタノール中の水素化ホウ素ナトリウムで処理して得られる生成物の名称を書け。

（4）オキサシクロヘキサン（テトラヒドロピラン）を、加熱した過剰量の濃ヨウ化水素酸で処理して得られる生成物の構造式を書け。

立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

［専門科目］

5．生化学

（ 生化学の設問は３ページあります。すべてに解答してください。）

［1］次の文章を読み、問い（1）～（5）に答えよ。

人体の約 70%を占める水は生命現象に欠くことのできない分子である。水は（ あ ）原子と（ い ）原子からなる単純な分子であるが、（ あ ）原子が負の部分電荷を（ い ）原子が正の部分電荷をもっており、電荷分布が不均一な極性をもつ分子である。一般に極性をもつ物質やイオン性の物質は水に溶ける。生体分子の多くが水に溶けるため、水を溶媒とすることで様々な生化学反応の進行が可能となる。一方で、水に溶けにくい性質を持つ生体分子も生体内で重要な役割を果たす。水に溶けにくい極性のない物質は、水を加えると水との接触面を最小にしようとする疎水（性）効果によって自発的に凝集する。疎水効果は、(a)タンパク質が固有な立体構造を形成したり、(b)リン脂質が二分子膜を形成したりする上での原動力となっている。

水は生体高分子の合成や分解においても重要な役割を果たす。(c)アミノ酸とアミノ酸をつないでタンパク質を作る（ う ）結合や、ヌクレオチドとヌクレオチドをつないで DNA や RNA を作る（ え ）結合、単糖と単糖をつないで多糖を作る（ お ）結合はいずれも、水分子が１つ分離して縮合したものである。そのため、いずれの結合においても開裂する反応は、水分子が１つ加わる(d)加水分解反応となる。

（1）（ あ ）から（ お ）に当てはまる語句を記せ。

（2）下線部(a)に関して、次の問いに答えよ。

① タンパク質の構造形成の原動力となる、無極性の側鎖をもつアミノ酸の名称を２つ記し、そのアミノ酸の一文字表記をそれぞれ記せ。

② タンパク質の立体構造を解析する手法を３つあげよ。

（3）下線部(b)に関して、次の問いに答えよ。

① 生体膜を構成するリン脂質の名称を２つ記せ。

② Singer と Nicolson によって提唱された膜構造モデルの名称を記し、そのモデルを説明せよ。

（4）下線部(c)に関して、ヒトが体内で合成することができない必須アミノ酸の名称を２つ記し、そのアミノ酸の一文字表記をそれぞれ記せ。

（5）下線部(d)に関して、タンパク質を加水分解するプロテアーゼ（タンパク質分解酵素）を１つあげ、そのプロテアーゼの生理的な役割を説明せよ。

立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

［専門科目］

5．生化学

（つづき２ページ目。すべてに解答してください。）

［2］クエン酸サイクルに関する次の文章を読み、問い（1）～（5）に答えよ。

グルコースから解糖を経て生じた（　あ　）は、（　あ　）デヒドロゲナーゼ複合体によって酸化的に脱炭酸されアセチル CoA となる。アセチル CoA のアセチル基は（　い　）と縮合することで(a)クエン酸となり、(b)クエン酸サイクルに入る。クエン酸サイクルは細胞内オルガネラであるミトコンドリアで行われる一連の化学反応であり、複数の反応において基質から電子が取り出され、電子キャリアである NAD^+ と（　う　）に受け渡されて(c)NADH と（　え　）が生じる。電子キャリアに受け渡された電子は電子伝達系に入る。図１はクエン酸サイクルにおける中間体を並べた概略図である。

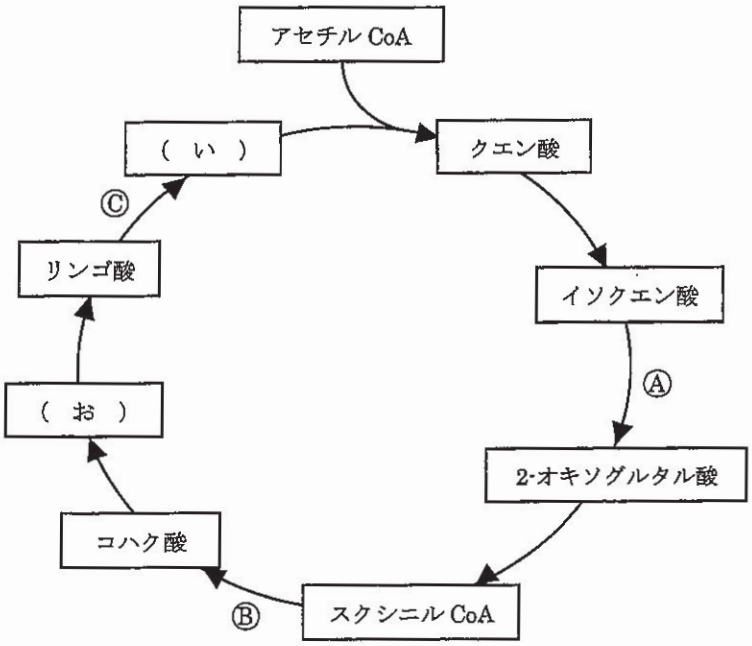


図１．クエン酸サイクルの概略図

（1）文中と図１の（　あ　）から（　お　）に当てはまる語句や化合物の名称を記せ。

（2）解糖によって生じた（　あ　）は、好気条件でのみクエン酸サイクルへ入る。その理由を説明せよ。

（3）下線部(a)に関して、クエン酸の構造式を記せ。

立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

［専門科目］

5．生化学

（つづき３ページ目。すべてに解答してください。）

（4）下線部(b)に関して、次の問いに答えよ。

① クエン酸サイクルにおいて GTP もしくは ATP が生じる反応が１つある。その反応を図１の Ⓐから Ⓒの中から選べ。

② クエン酸サイクルに入ったアセチル基に由来する２原子分の炭素は、１サイクルごとに放出される。放出される分子の名称を答えよ。

（5）下線部(c)に関して、NADH がクエン酸サイクルを制御する仕組みを説明せよ。

立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

［専門科目］

6．分子生物学

（分子生物学の設問は４ページです。すべてに解答してください。）

［1］ゲノム DNA に関する次の文章を読み、以下の問い（1）～（3）に答えよ。

全長 2 m 程度あるヒトの体細胞の DNA は、規則正しく折りたたまれて核内に納められている。DNA は八量体タンパク質からなる(a)コアヒストンに巻き付いてヌクレオソーム構造を形成する。ヌクレオソームはさらに折りたたまれクロマチン繊維を形成し、さらに折りたたまれた構造が染色体となり、核内に納められる。

原核生物においては、ヒストン様タンパク質が二量体を形成して DNA に結合し、染色体構造の折りたたみに関与している。原核生物の染色体は核様体と呼ばれる領域に存在する。この核様体にある染色体 DNA とは別に環状の(b)プラスミドが存在することがあり、通常は染色体 DNA には存在しない遺伝子をコードしている。

真核生物と原核生物のゲノム DNA を比較すると、遺伝子をコードしている領域に違いがみられる。すなわち、真核生物と比較して原核生物では遺伝子の非コード領域が少なく、一般的に原核生物においてはイントロンで分断された不連続な遺伝子は存在していない。また原核生物におけるゲノムの特徴として(c)オペロンがある。例えば大腸菌では、ラクトースオペロンやトリプトファンオペロンなどの存在が知られている。

（1） 下線部(a)に関して、以下の問いに答えよ。

① ヒストンタンパク質を構成するアミノ酸の 20%程度はアルギニンやリシンである。ヌクレオソーム構造を形成する上で、ヒストンタンパク質ではアルギニンやリシンの割合が高い理由として考えられることを述べよ。

② ヒストンタンパク質は 5 種類あり、H1、H2A、H2B、H3、H4 からなる。コアヒストンは H2A、H2B、H3、H4 から構成されており、H1 はコアヒストンには含まれない。ヒストン H1 の役割を述べよ。

③ 以下の文章を読み、（ あ ）～（ う ）にあてはまる適切な語句を答えよ。

コアヒストンの結晶構造を解析すると、ヒストンの N 末端側には特定の構造をもたない（ あ ）という構造の存在が明らかになった。（ あ ）はアセチル化されるとクロマチンの（ い ）が可能となり、（ う ）が DNA に近づきやすくなったことで遺伝子の転写が活性化される。

④ ヒストンタンパク質のアセチル化と脱アセチル化に関わる酵素名をそれぞれ答えよ。

立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

［専門科目］

6．分子生物学

（つづき２ページ目。すべてに解答してください。）

（2） 下線部(b)に関して、１種類のプラスミドを保持する大腸菌からプラスミドを抽出して電気泳動すると、２つのバンドが検出された。この２つのバンドには、どのような形状のプラスミドが存在するかを記せ。

（3） 下線部(c)に関して、以下の問いに答えよ。

① オペロンとは何か説明せよ。

② 大腸菌におけるラクトースオペロンの役割を説明せよ。

立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

［専門科目］

6．分子生物学

（つづき３ページ目。すべてに解答してください。）

［２］真核生物の翻訳に関する次の文章を読み、以下の問い（１）～（５）に答えよ。

真核生物の翻訳は、「開始」、「伸長」、「終結」の３つのステップに大別される非常に複雑な反応である。

真核生物の翻訳の開始には、（　あ　）と呼ばれる因子群が関与している。真核生物の翻訳開始過程は、（　い　）結合タンパク質である（　う　）、足場タンパク質である（　え　）、そして DEAD-box タンパク質である eIF4A からなる（　お　）複合体が mRNA の 5'末端に存在する（　い　）構造を認識することから始まる。他方、リボソームの（　か　）に eIF3 が結合し、さらに GTP が結合した eIF2 と結合した（　き　）が（　か　）に結合することで、43S 開始複合体が形成される。その後、43S 開始複合体は（　お　）複合体が結合した mRNA 上を 5'から下流側に移動していき、最初の(a)開始コドンを探す。開始コドンと出会うと、（　あ　）の一部が解離し、空いた場所に（　く　）が結合することで、(b)リボソームが完成する。この際、（　き　）はリボソーム内の（　け　）部位に結合しており、アミノ酸と結合した次の tRNA が（　こ　）部位に結合することで、タンパク質合成が開始される。

真核生物の翻訳の伸長には、翻訳伸長因子と呼ばれる因子群が関与している。翻訳伸長過程の一段階目では、アミノ酸と結合した次の tRNA が eEF1A を伴ってリボソーム内の（　こ　）部位に結合する。二段階目では、リボソーム内の（　け　）部位においてポリペプチド鎖の（　さ　）末端のアミノ酸と tRNA の間の（　し　）結合が切断され、（　こ　）部位の tRNA に結合したアミノ酸の遊離のアミノ基との間で（　す　）結合をつくる。(c)三段階目では、eEF2 の作用によってリボソームが３'側に正確に３ヌクレオチド分移動し、（　け　）部位と（　こ　）部位に結合した tRNA が、E 部位と（　け　）部位に移動する。その結果、（　こ　）部位にアミノ酸と結合した次の tRNA が結合することが可能になる。これらの三段階の過程が繰り返されることで、ペプチド鎖が伸長されていく。

真核生物の翻訳の終結には、（　せ　）と呼ばれる因子群が関与している。翻訳伸長過程の三段階目のリボソームの移動の結果、（　こ　）部位に(d)終止コドンのいずれかが来ると、翻訳終了の合図となる。終止コドンに対応する tRNA が存在しないため、（　こ　）部位に終止コドンが来ると、eRF1 というタンパク質が（　こ　）部位に結合する。その後、ポリペプチド鎖の（　さ　）末端にアミノ酸の代わりに（　そ　）が付加されることで、完成したタンパク質はリボソームから放出される。

立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

［専門科目］

6．分子生物学

（つづき４ページ目。すべてに解答してください。）

（1） 文中の（ あ ）～（ そ ）にあてはまる適切な語句を答えよ。

（2） 下線部(a)に関して、一般的な開始コドンの RNA 配列を記せ。

（3） 下線部(b)に関して、ヒトのリボソーム内には 4 種類の rRNA が含まれている。これらの rRNA を転写する RNA ポリメラーゼの名称を全て答えよ。

（4） 下線部(c)に関して、以下の問いに答えよ。

① シクロヘキシミドは、真核生物のリボソームによる下線部(c)の過程を阻害する抗生物質である。シクロヘキシミドを用いてヒト細胞内のあるタンパク質 X の半減期を調べるためには、どのような実験をすればよいか。100 字以内で説明せよ。

② 以下の文章を読み、（ た ）と（ ち ）にあてはまる適切な語句を答えよ。

翻訳が効率よく行われている場合、1 本の mRNA 分子上に 80 ヌクレオチド程度の間隔で多数のリボソームが結合した（ た ）が形成される。シクロヘキシミドで処理した細胞から抽出液を調製し、（ ち ）で処理すると、ほぼ全ての RNA が分解されるが、リボソーム内に取り込まれていた約 30 塩基の mRNA は分解されない。この mRNA 由来の断片を次世代シークエンサー解析によって調べることで、細胞内の翻訳の状態を網羅的に調べることができる。

（5） 下線部(d)に関して、一般的な終止コドンの RNA 配列を 3 つ記せ。

立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

［専門科目］

7．微生物学

（微生物学の設問は２ページあります。すべてに解答してください。）

［1］大腸菌に関する下記の文を読み、以下の問い（1）～（5）に答えよ。

大腸菌の血清型は大腸菌表面のO抗原とH抗原により分類されている。O抗原は菌体表層の（　あ　）に対応しており、分離株の同定の際に利用される。O抗原を構成する主要な物質は（　い　）と呼ばれ、熱に強く、(a)感染した動物に対して生理活性を持つ。（　い　）は別名、（　う　）毒素ともいわれ、細菌が死滅した際に放出される。（　い　）の生理活性の本体は、外膜に位置する（　え　）と呼ばれる構成成分である。（　い　）と同様な物質は(b)他の細菌でも存在する。

一方、H 抗原は菌体の（　お　）と呼ばれる構造に対応しており、H 抗原を構成する主要な物質は（　か　）である。（　お　）は(c)（　き　）法により染色される。(d)（　お　）は大腸菌が動物の腸管内で生きていくために重要な構造である。

（1）文中の（　あ　）～（　き　）に当てはまる語句を答えよ。

（2）下線部(a)に関して、（　い　）は宿主細胞のどの受容体と結合するのか、受容体の名前を記せ。また、この受容体を介して宿主に対してどのような反応を起こすか説明せよ。

（3）下線部(b)に関して、大腸菌以外の細菌の例を２つ挙げよ。

（4）下線部(c)に関して、どのような化合物が結合するので染色することができるのか、原理を簡単に説明せよ。

（5）下線部(d)に関して、（　お　）はなぜ重要なのか、理由を説明せよ。

立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

［専門科目］

7．微生物学

（つづき２ページ目。すべてに解答してください。）

［2］微生物の育種、保存、および培養に関する下記の文を読み、以下の問い（1）～（5）に答えよ。

自然界から目的の物質を産生する微生物を分離することをスクリーニングといい、これまでに数多くの微生物が分離されてきた（親株）。これらの微生物がつくる物質を効率よく生産するため、目的物質を高生産する菌株を(a)育種することができる。育種された菌株（変異株）は、(b)親株の遺伝子上に変異が入り、いろいろな要因で目的物質を高生産できるようになる。

優れた変異株を工業的に生産するため、これらの親株や変異株を保存する必要がある。実験室では寒天プレート法がよく用いられるが、長期保存には不向きであるため、(c)いくつかの保存方法が開発されている。

育種された微生物を用い目的物質の工業生産のため、大量培養の手法が研究され、大型装置が開発されている。具体的には、(d)回分培養法、流加培養法、および連続培養法が知られており、それぞれに特徴がある。

（1）下線部(a)に関して、育種方法を示し、具体的に手法を説明せよ。

（2）下線部(b)の遺伝子上の変異に関して、目的物質が高生産になるメカニズムの一例を挙げ説明せよ。

（3）下線部(c)に関して、保存方法を２つ示し、それぞれの特徴について説明せよ。

（4）下線部(d)に関して、回分培養法、流加培養法、および連続培養法の特徴と使用用途をそれぞれ説明せよ。

（5）上記の文章に関して、工業的に生産されている物質と微生物の例を挙げ、その微生物の特徴について説明せよ。

立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

［専門科目］

8：人体の構造と機能

（人体の構造と機能の設問は３ページあります。すべてに解答してください。）

［1］血液成分に関する以下の文章を読み、問い（1）～（3）に答えよ。

血液は［あ］と血球成分で構成されている。［あ］は液体でその90%以上が水であるが、タンパク質やそれ以外の物質を溶解している。［あ］に含まれるタンパク質は主に［い］で合成されており、［あ］タンパク質のうち半分以上を占めている［う］は血液浸透圧を維持するのに重要である。その次に多く存在する［え］には免疫に関わる抗体が含まれる。また、［お］の含有は7%ほどであるが、血液凝固に重要なタンパク質である。一方、血液を試験管に入れて遠心分離をすると比重の大きい血球成分は沈み、血液体積の（ ア ）%ほどを占める。この血球の体積の割合を表す数値を［か］値というが、ほぼ［き］の体積を表しており、貧血の検査などに利用される。血球は絶えず造血組織で作られ、古くなった血球は排除される。［き］の寿命は約［く］日である。

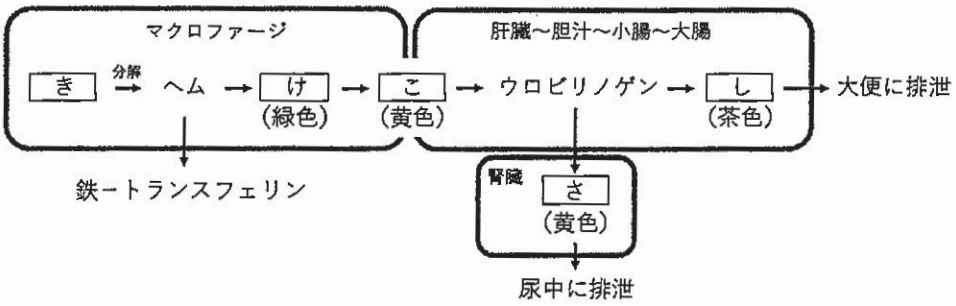
（1）［あ］～［く］にあてはまる適切な語句および数値を答えよ。

（2）（ ア ）にあてはまる最も適切な数値を下の (a)～(d) から選び答えよ。

(a) 15　　(b) 30　　(c) 45　　(d) 60

（3）下線部に関して、以下の問い①～③に答えよ。

① ［き］はマクロファージに貪食された後、その中の成分は以下のように代謝される。［け］～［し］にあてはまる適切な物質を下の枠内から選び答えよ。



ウロビリン、ガストリン、ステルコビリン、ビリベルジン、ビリルビン、プラスミン

② ①の［こ］は血中濃度が上昇すると皮膚や粘膜に沈着し、皮膚や目が黄色くなる。この症状のことを何というか。

③ ［き］の産生を促進するホルモン（造血因子）の名称を答えよ。また、それが生成される主な臓器を答えよ。

立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

［専門科目］

8．人体の構造と機能

（つづき２ページ目。すべてに解答してください。）

［2］体液および電解質に関する問い（1）～（5）に答えよ。

（1）人体の水バランスの維持に関わる要素を記した表１の空欄（ア）～（エ）にあてはまる用語を答えよ。

表１．人体の水バランスの維持に関わる要素

要素	メカニズム	効果
視床下部　渇き中枢	飲水欲求刺激	水分摂取
（ア）	アルドステロン分泌刺激	尿中への水排出減少
アルドステロン	Na^+の再吸収を増加させ、その浸透圧によって水再吸収増加	尿中への水排出減少
（イ）ペプチド	水を伴うNa^+の尿中排出増加	尿中への水排出増加
抗利尿ホルモン（ADH）	腎（ウ）管細胞膜への（エ）挿入促進	尿中への水排出減少

（2）血漿、間質液、細胞内液の電解質等の濃度を記した表２の空欄（オ）～（ク）にあてはまる電解質を答えよ。

表２．血漿、間質液、細胞内液の電解質等の濃度（単位：mEq/L）

電解質等		血漿	間質液	細胞内液
陽イオン	（オ）	142	145	10
	（カ）	4	4	140
	（キ）	5	3	超低濃度
	Mg^{2+}	2	2	35
陰イオン	（ク）	100	117	3
	HCO_3^-	24	27	15
	HPO_4^{2-}	2	2	100
	SO_4^{2-}	1	1	20
陰イオンになっている蛋白質		20	2	50

立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

［専門科目］

8．人体の構造と機能

（つづき３ページ目。すべてに解答してください。）

（3）炭酸ー炭酸水素緩衝系は、過剰な H^+があれば、それを取り除く。その緩衝作用を記した下記の反応の空欄（ア）（イ）にあてはまる化学式を答えよ。

$$H^+ + \boxed{\text{（ア）}} \rightarrow \boxed{\text{（イ）}}$$

（4）呼吸による体液の pH の維持には、下記の可逆反応が関わっている。

$$CO_2 + H_2O \rightleftharpoons \boxed{\text{（イ）}} \rightleftharpoons H^+ + \boxed{\text{（ア）}}$$

呼吸回数と深度の変化により、換気が盛んになった場合、上記の反応は左右どちら向きに進行するかを答えよ。

（5）リン酸緩衝系は強塩基由来の OH^-に対する緩衝作用（緩衝作用 A）と、塩酸のような強酸から放出される H^+に対する緩衝作用（緩衝作用 B）を持つ。これらの緩衝作用を記した下記の反応の空欄（ウ）（エ）にあてはまる化学式を答えよ。

（緩衝作用 A）

$$OH^- + \boxed{\text{（ウ）}} \rightarrow H_2O + \boxed{\text{（エ）}}$$

（緩衝作用 B）

$$H^+ + \boxed{\text{（エ）}} \rightarrow \boxed{\text{（ウ）}}$$

立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

［専門科目］

9．公衆衛生学

（公衆衛生学の設問は４ページです。すべてに解答してください。）

［1］ 日本の公害病に関する次の文章を読み、以下の問い（1）～（3）に答えよ。

戦後の経済成長とともに、工場が排出する煙や汚水などにより環境汚染が進み、公害による健康被害が大きな社会問題となった。被害を受けた人々の救済をめぐって公害裁判となり、とりわけ社会の注目を集めた四大公害病の特徴について表１に要約する。

表 1. 日本の四大公害病

公害病名	地域	発生源	原因
（ ア ）	新潟	工場排水	（ オ ）による慢性中毒
（ イ ）	富山	鉱山廃水	（ カ ）の慢性経口中毒
（ ウ ）	三重	石油コンビナート	（ キ ）を含んだ煙への曝露
（ エ ）	鹿児島	工場排水	（ オ ）による慢性中毒

（1）表１の（ ア ）～（ エ ）にあてはまる病名を述べよ。

（2）表１の（ オ ）～（ キ ）にあてはまるもっとも適切な語句を下の枠の中から一つずつ選べ。

亜ヒ酸、一酸化炭素、カドミウム、トリクロロメタン、二酸化硫黄、フロン、メチル水銀

（3）（ ア ）～（ ウ ）の特徴的な症状として適切なものをそれぞれ下の枠の中から全て選べ。

気管支喘息、歯牙の黄色環、出生児の知能発育障害、腎障害、多発性骨折、中枢神経障害

立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

［専門科目］

9．公衆衛生学

（つづき２ページ目。すべてに解答してください。）

［2］ 医療保障の仕組みに関する次の文章を読み、以下の問い（1）～（3）に答えよ。

医療保障制度の仕組みは歴史や文化に依存するため、国ごとに異なる。その特徴を整理すると大きく以下の３タイプに分類される。

①（ ア ）が中心の国：イギリスの医療サービスは、国民保健サービス（NHS）といい、医療費の約80%が（ ア ）で支えられ、医療が行政サービスとして行われる。外来処方箋などを除いて、患者の（ イ ）はない。一方で、（ ア ）で運営されるため、予算が年度単位で設定され、(a)医療需要に応じた柔軟な支出が難しいなどの問題がある。これらを回避するために、（ ウ ）に加入して、NHSに参加しない自費診療の病院を利用する人もいる。

②（ ウ ）が中心の国：アメリカは自由競争や選択の自由を重視する国民性から、医療保障の大部分は（ ウ ）によって行われ、人によって契約ごとに（ エ ）やカバーされる範囲が異なる。ただし、高齢者と身体障害者のためには（ オ ）と呼ばれる（ カ ）がある。なお、国民のうち最も困窮している層には（ キ ）と呼ばれる公的医療扶助が適用されるが、（ ウ ）の（ エ ）を支払う能力がない人が無保険となる場合が多く、かつて、その数は国民の約15%ともいわれていた。

③（ カ ）が中心の国：日本の制度では、（ ク ）を作り、その加入者が（ エ ）を出し合い、もしもの時の医療費の支出を助け合う形となっている。その他、（ ア ）や（ イ ）も投入されており、その割合は、（ カ ）が約50%、（ ア ）が約40%、（ イ ）が約10%となっている。

（1）（ ア ）～（ ク ）にあてはまるもっとも適切な語句を下の枠の中から一つずつ選べ。

公的医療保険、自己負担、税金、被扶養者、被保険者、保険者、保険料、民間医療保険、メディケア、メディケイド

（2）下線部(a)に関して、具体的な問題の例を一つ挙げて答えよ。

（3）① ～ ③ の医療保障制度を採用する国として適切なものをそれぞれ下の枠の中から全て選べ。

イタリア、カナダ、シンガポール、スウェーデン、ドイツ、フランス、ベルギー

立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

［専門科目］

9．公衆衛生学

（つづき３ページ目。すべてに解答してください。）

［3］ 検査診断の性能に関する次の文章を読み、以下の問い（1）～（3）に答えよ。

ある感染症 X を検出することを目的として、50 人を対象に迅速診断キットによる検査と分離培養法による確定検査を同時に行った結果を表１に示す。

表 1. 検査の結果

	分離培養検査 陽性者数 （感染症 X に 罹患していた）	分離培養検査 陰性者数 （感染症 X に 罹患していない）	合計（人）
迅速診断キット 陽性者数	9	2	11
迅速診断キット 陰性者数	1	38	39
合計（人）	10	40	50

（1）迅速診断キットの感度、特異度、偽陽性率、偽陰性率を求めよ。数値は四捨五入により小数点以下第２位までを答えよ。

（2）迅速診断キットの陽性反応適中度と陰性反応適中度を求めよ。数値は四捨五入により小数点以下第２位までを答えよ。

（3）患者の訴えや症状から予想される感染症 X の検査前確率が 50%のときに、迅速診断キット検査が陽性だった場合の検査後確率を求めよ。数値は四捨五入により小数点以下第２位までを答えよ。

立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

［専門科目］

9．公衆衛生学

（つづき４ページ目。すべてに解答してください。）

［4］ 疫学・統計学に関する以下の問い（1）～（4）に答えよ。

（1）量的データの２群間比較に用いるパラメトリックな方法として、最も適切なものはどれか。該当する番号を一つ選べ。

① カイ二乗検定
② ステューデントのｔ検定
③ ログランク検定
④ カプランマイヤー法

（2）仮説検定に関する①～③の記述のうち正しい記載はどれか。該当する番号を一つ選べ。なお、すべて誤っている場合は④を選べ。

① 帰無仮説が真のときに対立仮説を採択する確率を第１種の過誤という
② 対立仮説が真のときに対立仮説を採択する確率を第２種の過誤という
③ 対立仮説が真のときに帰無仮説を棄却しない確率を検出力という
④ ①～③はすべて誤り

（3）統計学的な推定に関する①～③の記述のうち正しい記載はどれか。該当する番号を一つ選べ。なお、すべて誤っている場合は④を選べ。

① サンプルサイズを大きくすると正確度が高くなる
② 「正確度が低く、精度が高いデータ」とは偶然誤差は大きいが、バイアスが回避されていることを意味する
③ ランダム割付けがされない研究では交絡は起こらない
④ ①～③はすべて誤り

（4）介入群と対照群の有効割合の差（介入群の有効割合 60%－対照群の有効割合 55%）は ＋5%であり、その 95%信頼区間を求めたところ、－10% ～ ＋10%と推定された。有意水準を 5%と設定した場合、この結果の解釈に関する①～③の記述のうち正しい記載を一つ選べ。なお、すべて誤っている場合は④を選べ。

① 介入群と対照群との間の有効割合に統計学的な有意差を認めない
② 対照群と比較して介入群では有効割合が統計学的な有意差をもって小さい
③ 対照群と比較して介入群では有効割合が統計学的な有意差をもって大きい
④ ①～③はすべて誤り

立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

［専門科目］

１０．プログラム言語

（プログラム言語の設問は４ページあります。すべてに解答してください。）

［1］ 以下のプログラムは、キーボードから入力した 2 以上の整数が素数かどうかを判定するプログラムである。このプログラムについて、問い（1）～（5）に答えよ。

```
01: #include <stdio.h>
02: int checkPrime(int x, int y) {
03:   if (x == y) {
04:     return 1;
05:   } else if (canDivide(x, y) == 1) {
06:     return 0;
07:   } else {
08:     return [      1      ] ;
09:   }
10: }
11: int isPrime(int x) {
12:   return checkPrime(x, 2);
13: }
14: int main(void) {
15:   int x;
16:   scanf("%d", &x);
17:   printf("%d¥n", isPrime(x));
18:
19:   return 0;
20: }
```

立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

［専門科目］

１０．プログラム言語

（つづき２ページ目。すべてに解答してください。）

（1） 関数 checkPrime() の中で呼ばれている関数 canDivide(x, y) は、x が y で割り切れる場合は 1 を返し、割り切れない場合は 0 を返す関数である。関数 canDivide() を示せ。

（2） 関数 checkPrime(int x, int y) は、x が、y 以上 x 以下の整数で割り切れるかどうかを再帰的に判定する関数である。空欄 [1] に入る式を示せ。

（3） 上記プログラムの 3 行目で、関数 checkPrime(int x, int y) は x と y が等しい場合に 1 を返しているが、実際にはこの判定条件には無駄が多い。無駄な処理を避けるためにはこの行をどのように変更すれば良いか説明せよ。

（4） 関数 isPrime() を、再帰関数 checkPrime() を使わず、さらに再帰を使わない関数として実現し、そのプログラムを示せ。

（5） 関数 isPrime() を、再帰関数 checkPrime() を使わず、さらに再帰を使わない関数として実現した場合、変数を保持するために使用するメモリの量は再帰関数を使用する場合と比較してどのように変化するか、理由とともに述べよ。

立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

［専門科目］

１０．プログラム言語

（つづき３ページ目。すべてに解答してください。）

［２］ 以下のプログラムは、入力される正の整数を、昇順に線形リストに挿入することで整列するものである。線形リストは、構造体 celldata の配列で表現されており、構造体の data に要素の数値、next に、その要素の次の要素の配列要素番号が登録されている。また、リストの最終要素の next は-1 となっている。このプログラムについて、問い（1）～（5）に答えよ。

```
#include <stdio.h>
struct celldata {
  int data, next;
} cell[10];
int start = 0, new = 2;
void ins(int now, int x) {
  int nextcell = cell[now].next;
  cell[new].data = x;
  cell[now].next = new;
  cell[new].next = nextcell;
  new++;
}
int main() {
  cell[0].data = 1; cell[0].next = 1;
  cell[1].data = 10; cell[1].next = -1;
  while (1) {
    int x;
    scanf("%d", &x);
    if (x == 0) {
      printall();
    } else if (x == -1) {
      ins(0, 5);
    } else {
      ins_sort(x);
    }
  }
  return 0;
}
```

立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

［専門科目］

１０．プログラム言語

（つづき４ページ目。すべてに解答してください。）

（1） 変数 start には、線形リストの開始要素番号が登録されている。関数 printall()は、線形リストの要素を先頭から順に表示する関数であり、プログラム開始直後に 0 を入力すると 1 10 が表示される。関数 printall()を示せ。

（2） 関数 printall()は、線形リストの要素を先頭から順に表示する関数であるが、線形リストを逆順に表示する関数 printrevall()を考える。関数 printrevall()を再帰関数として作り示せ。ただし、必要であれば関数に引数を追加しても構わない。

（3） 関数 ins(int now, int x)は、配列要素番号 now の要素の次に数値 x の要素を挿入する関数である。プログラム開始直後にキーボードから-1 を入力することで、ins(0, 5)が呼ばれた場合、関数 ins()実行後に配列 cell はどのようになっているか示せ。

（4） ins_sort(int x)関数は、リストの数値が昇順に並ぶように、数値 x をリストの適切な場所に挿入する関数であり、プログラムを開始して 7 3 0 を入力すると 1 3 7 10 が表示される。関数 ins_sort(int x)を示せ。ただし、関数 ins_sort()の中で関数 ins()を使用しても構わない。

（5）このプログラムでは、リスト構造として線形リストが使用されているが、線形リスト以外のリスト構造として双方向リストがある。双方向リストはどのようなものか説明し、線形リストに対してどのような利点があるか説明せよ。

立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

［専門科目］

１１．バイオアルゴリズム

（バイオアルゴリズムの設問は３ページあります。すべてに解答してください。）

［1］表１は Dayhoff の PAM250 スコア行列であり、相同なタンパク質間のアミノ酸置換確率を対数オッズスコアに変換した要素からなる。以下の問いに答えよ。

（1）表１を用いて次のアラインメントのスコアを計算せよ。ただしギャップペナルティは-1 とする。

FISDAIIGHVLHSK
FISEIII-EVLKKR

（2）PAM250 スコア行列では物理化学的性質の近いアミノ酸同士は高いスコアになる傾向にある一方で、その性質の異なるアミノ酸同士は低いスコアになる傾向がある。その理由を述べよ。

表 1. PAM250 スコア行列

	C	S	T	P	A	G	N	D	E	Q	H	R	K	M	I	L	V	F	Y	W
C	12																			
S	0	2																		
T	-2	1	3																	
P	-3	1	0	6																
A	-2	1	1	1	2															
G	-3	1	0	-1	1	5														
N	-4	1	0	-1	0	0	2													
D	-5	0	0	-1	0	1	2	4												
E	-5	0	0	-1	0	0	1	3	4											
Q	-5	-1	-1	0	0	-1	1	2	2	4										
H	-3	-1	-1	0	-1	-2	2	1	1	3	6									
R	-4	0	-1	0	-2	-3	0	-1	-1	1	2	6								
K	-5	0	0	-1	-1	-2	1	0	0	1	0	3	5							
M	-5	-2	-1	-2	-1	-3	-2	-3	-2	-1	-2	0	0	6						
I	-2	-1	0	-2	-1	-3	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	2	5					
L	-6	-3	-2	-3	-2	-4	-3	-4	-3	-2	-2	-3	-3	4	2	6				
V	-2	-1	0	-1	0	-1	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	2	4	2	4			
F	-4	-3	-3	-5	-4	-5	-4	-6	-5	-5	-2	-4	-5	0	1	2	-1	9		
Y	0	-3	-3	-5	-3	-5	-2	-4	-4	-4	0	-4	-4	-2	-1	-1	-2	7	10	
W	-8	-2	-5	-6	-6	-7	-4	-7	-7	-5	-3	2	-3	-4	-5	-2	-6	0	0	17

立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

[専門科目]

１１．バイオアルゴリズム

（つづき２ページ目。すべてに解答してください。）

［２］平面座標（x, y）に、①（4, 1）、②（2, 4）、③（5, 7）、④（5, 2）、⑤（3, 4）、⑥（6, 5）、⑦（2, 6）、⑧（7, 2）の８点がある。これらの点に対して、ユークリッド平方距離による最短距離法を用いて、クラスタリングを行った。以下の問いに答えよ。

（１） 最短距離法の利点と欠点を述べよ。

（２） 最短距離法のアルゴリズムを答えよ。

（３） ８点それぞれの組み合わせ距離を、総当たり表で示せ。

（４） 最初に接合する２点を述べよ。

（５） クラスタリングの結果をデンドログラム（樹形図）で示せ。

（６） ユークリッド平方距離 6.0 以下をクラスタと定義した場合、いくつのクラスタができるかを答えよ。また、それらすべてのクラスタに対し属する点を以下の例にならって答えよ。
（例）全部のクラスタ数は４である。クラスタＡは点①，点②，点③の３点から、クラスタＢは点④の１点から、クラスタＣは点⑤と点⑥の２点から、クラスタＤは点⑦と点⑧の２点からなる。

立命館大学大学院生命科学研究科（博士課程前期課程）

［専門科目］

１１．バイオアルゴリズム

（つづき３ページ目。すべてに解答してください。）

［３］タンパク質ＡおよびＢはどちらか一方が球状タンパク質であり、もう一方が膜貫通タンパク質である。図１の疎水性尺度プロットから、ＡとＢのどちらのタンパク質が膜貫通タンパク質であるかを答えよ。また、その理由を述べよ。ただし、疎水性尺度は Kyte と Doolittle による定義を用い、ウインドウ幅は１９残基とした。

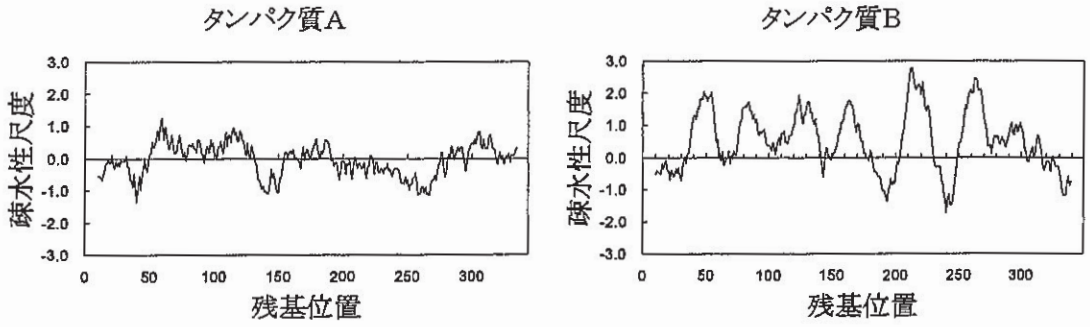


図 1. 疎水性尺度プロット