

令和6年度 福井大学医学部医学科学士編入学者選抜学力試験問題

## 自然科学総合(生命科学)

科 目	頁 数
自然科学総合 (生命科学)	1 頁 ~ 21 頁

### 注意事項

- 1 試験開始の合図があるまでは、この冊子を開いてはいけません。
- 2 試験開始の合図の後で、問題冊子の頁数（21頁）、解答用紙の枚数（6枚）を確認してください。
- 3 解答にかかる前に、必ず受験番号を全ての解答用紙の所定の欄に記入してください。
- 4 解答は、必ず解答用紙の所定の欄に記入してください。所定の欄以外に記入した解答は無効とします。
- 5 問題冊子は、持ち帰ってはいけません。

(白 紙 頁)

# I.

問題文を読んで各問に答えなさい。

身体の中では、ほとんどのカルシウムは骨に存在しており、細胞外液中には約 0.1%、細胞質や細胞内小器官には約 1% しか存在しない。血漿中では、カルシウムの約 50% は血漿タンパク質や無機陰イオンと結合しており、残りが遊離型の  $\text{Ca}^{2+}$  として存在する。生理的に活性をもつのはこの遊離型の  $\text{Ca}^{2+}$  であり、生体の様々な機能に関与する。

細胞外液中の  $\text{Ca}^{2+}$  は 1.0~1.3 mM と狭い濃度範囲で維持されており、<sup>(a)</sup>細胞同士の接着や血液の凝固などに関与する。一方、細胞質の  $\text{Ca}^{2+}$  は、細胞膜や細胞内小器官の  $\text{Ca}^{2+}$  ポンプなどのはたらきによって、通常は 100 nM 程度（血漿中の  $\text{Ca}^{2+}$  濃度の約 10000 分の 1）という極めて低い濃度に保たれている。刺激に応じて細胞外や細胞内小器官から  $\text{Ca}^{2+}$  が移動し細胞質の  $\text{Ca}^{2+}$  濃度が増大すると、種々の細胞内応答を経て、ホルモンの分泌や<sup>(b)</sup>神経伝達物質の分泌、筋収縮などが引き起こされる。しかし、細胞が傷害を受けるなどして細胞質の  $\text{Ca}^{2+}$  濃度が過剰に増大すると、その細胞は死にむかう。

問 1. 上の文中の下線<sup>(a)</sup>細胞同士の接着に関する以下の説明を読み、問題に答えなさい。

細胞同士の接着には、カドヘリンからなる  や ，コネキシンからなる ，クローディンやオクルディンからなる  などがある。カドヘリンによる接着には細胞外の  $\text{Ca}^{2+}$  の存在が必要である。カドヘリンは、 では細胞内のカテニンを介してアクチン骨格と連結しており、 では円盤状の連結タンパク質複合体を介して中間径フィラメントと結合している。 は細胞間をつなぐチャネルであり、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$  などの無機イオンや cAMP などの小さな分子を通す。 は、上皮細胞同士や血管内皮細胞同士を強固に密着させる。特に、脳の血管内皮細胞における  は  に大きく寄与し、脳への物質の透過を制限する。

(1) 空欄  ~  に当てはまる用語を答えなさい。

(2)  は細胞質の  $\text{Ca}^{2+}$  濃度の過剰な増大によって閉じる性質をもつ。この性質の生理的意義について 100 字以内で考察しなさい。

(3)  について、次頁の図 1 (●) のように、多くの物質の油水分配係数と血流から脳組織内へ移行する相対的な能力の間には相関が認められる。油水分配係数とは、n-オクタノールと水の混合物に物質を溶解させたときの、水中の物質濃度に対する n-オクタノール中の物質濃度の比である。

著作権の都合上、この部分は公開していません。

図 1. 物質が血流から脳内へ移行する能力  
(Eric R. Kandel ら編集, 宮下保司監修「カンデル神経科学」を改変)

(3-1) このように、相関が認められる理由を 100 字以内で説明しなさい。

(3-2) 図 1 で示したように、グルコース (○) の場合は、油水分配係数と血流から脳内へ移行する相対的な能力の相関から大きく外れる。そのメカニズムを 100 字以内で説明しなさい。

問 2. 前頁の文中の下線<sub>(b)</sub>「神経伝達物質の分泌」に関する以下の説明を読み、問題に答えなさい。

神経伝達物質として一般的に認められている低分子量物質は比較的少数であり、アセチルコリン、アミノ酸、アミン誘導体、ATP とその代謝産物などがあげられる。アミン誘導体は、チロシンやトリプトファンなどの必須アミノ酸を前駆体として、細胞内の酵素によって合成される。どの神経細胞にどの酵素が存在するかによって、その神経細胞から分泌される神経伝達物質が決まる。下の図 2 は、生体内におけるチロシンを前駆体とした神経伝達物質の合成過程を示す。

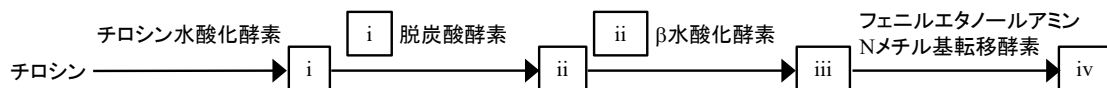
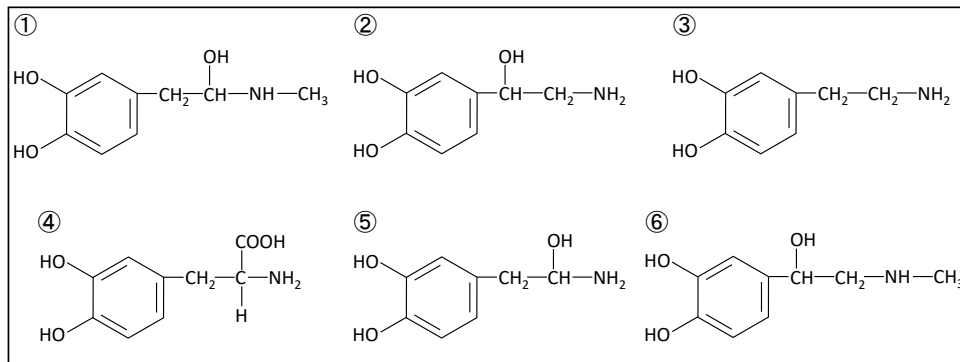


図 2. チロシンを前駆体とした神経伝達物質の合成過程

(1) チロシンの構造式を記しなさい。

(2) 図2の i-iv の化合物の名称を記すとともに、その構造式として正しいものを下の枠内の①~⑥から選び、番号を記入しなさい。



(3) 図2の ii-iv の化合物を総称して何と呼ぶか、答えなさい。

(4) 下の図3のように、イカの神経節のシナプスを用いた実験を行った。細胞の中に直接物質を注入するピペットをシナプス前細胞 A に挿入するとともに、シナプス前細胞 A とシナプス後細胞 B に膜電位記録電極を挿入した。

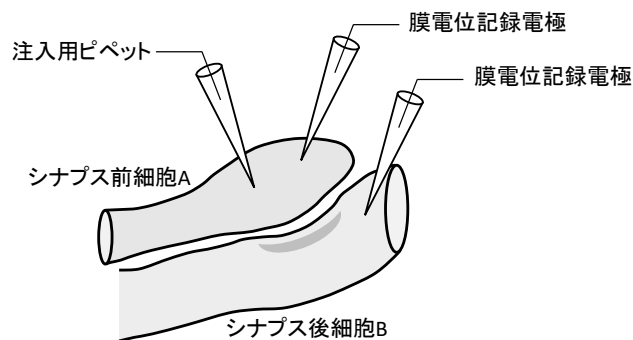


図3. イカの神経節のシナプスを用いた実験セットアップ模式図

様々な条件でシナプス前細胞 A とシナプス後細胞 B の膜電位を記録したところ、以下の結果が得られた。

- $\text{Ca}^{2+}$ を含む緩衝液中でシナプス前細胞 A を電気刺激すると、シナプス前細胞 A で活動電位が発生し、少し遅れてシナプス後細胞 B でシナプス後電位が発生した。
- $\text{Ca}^{2+}$ を含まない緩衝液中でシナプス前細胞 A を電気刺激すると、シナプス前細胞 A で活動電位が発生したが、シナプス後細胞 B ではシナプス後電位は発生しなかった。
- $\text{Ca}^{2+}$ を含む緩衝液中でシナプス前細胞 A に  $\text{Ca}^{2+}$ をキレートする薬剤を注入し、シナプス前細胞 A を電気刺激すると、シナプス前細胞 A で活動電位が発生したが、シナプス後細胞 B ではシナプス後電位は発生しなかった。
- $\text{Ca}^{2+}$ を含む緩衝液中でシナプス前細胞 A に  $\text{Ca}^{2+}$ を注入すると、シナプス前細胞 A で活動電位は発生しなかったが、シナプス後細胞 B でシナプス後電位が発生した。

これらの実験結果から神経伝達物質の放出が起こる条件を考察し、簡潔に記述しなさい。

(白 紙 頁)

## II.

各問に答えなさい。

問 1. 図 1 に示すように、傾斜したオーク板の斜面上に靴底が皮の靴を履いた体重 60 kg の人が垂直に直立している。皮革とオーク板との間の静摩擦係数は 0.6 である。靴底と斜面の接点は靴底の 1 点で接していると仮定したとき、この人が滑り落ちない最大の傾斜角  $\theta$  を整数値で答えなさい。解答の際は、計算の過程も記述しなさい。

付録 (p. 10) の三角関数表を用いても良い。

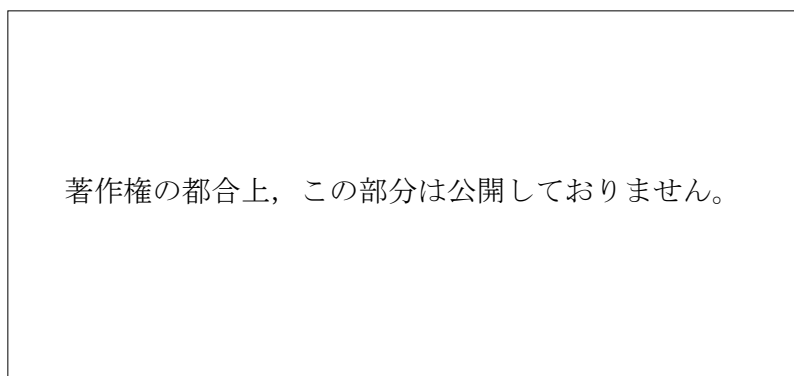


図 1.

(Paul Davidovits 著, 曾我部正博監訳「生物学と医学のための物理学」から改変)

問 2. 次の文章を読んで以下の問に答えなさい。

原子は、原子核とその周囲に分布する  からなる。原子核は、正の電気量を持つ  と、電気量を持たない  で構成されている。

同士は静電気力で互いに斥けあうにもかかわらず、静電気力よりも強い  によって引き合い、原子核内に収まっている。

同じ元素であっても、 の数が異なる原子があり、それを  という。一般に、同じ元素の  は、化学的な性質はほぼ同じであるが、物理的性質は大きく異なることがある。

天然に存在する原子核の中には、ウランやラジウムなどのように不安定なものがあり、 と呼ばれる高エネルギーの粒子や電磁波を出しながら、より安定な原子核に変化する。これを  と呼び、このような性質を持つ  を  という。

$^{238}_{92}\text{U}$  に、 $\alpha$  崩壊が 5 回、 $\beta$  崩壊が 2 回起きた後の原子核の原子番号は  で、質量数は  である。

(1) 文中の空欄①～⑩に当てはまる語句を記入しなさい。

(2) 密閉容器に保管した $^{137}_{55}\text{Cs}$ の数が $1/4$ になるのは何年後かを答えなさい。  
ただし、 $^{137}_{55}\text{Cs}$ の物理学的半減期は30年とする。

問3. 医療技術に関連するA群の①～⑤の各語句に最も関連する文章をB群の(a)～(k)より選び、記号で答えなさい。

A群：① 電子顕微鏡      ② 多焦点眼内レンズ      ③ 内視鏡（胃カメラ）  
④ Magnetic Resonance Imaging (MRI: 磁気共鳴画像)  
⑤ Computer Tomography (CT)

B群：(a) 臨界角よりも境界面に近い角度で入射した光が境界面で全反射する。  
(b) より強くX線が当たるほど、感光フィルムが黒くなる。  
(c) 外部との熱のやりとりがない状態で断熱膨張させると、気温が下がる。  
(d) 走査コイルがつくる磁場で電子にローレンツ力をかけ、電子線の方向を制御する。  
(e) 光が集まってピントが合う場所は一か所になっている。  
(f) 外部から加えられた磁場の変化により、体内の水素原子核から電磁波が発せられる。  
(g) ノイズに対して逆位相の音波を発生させることにより、ノイズが相殺される。  
(h) 光の屈折を用いるものと、光の回折を用いるもの、の2種類がある。  
(i) 作用反作用の法則を利用し、勢いよく後方へ空気を噴出し、前方への大きな推進力を得る。  
(j) 加速器で加速された重粒子を狙ったターゲットの位置で失速させ放射線を射出する。  
(k) 様々な向きからX線照射を行い、X線透過度から観察対象の内部構造を再構成し、画像化する。

参考：鎌田浩毅・米田誠著「一生モノの物理学」



問 4. からだを振り子のように揺らし、くちばしをコップの水の中に突っ込んで水を飲む動作をし、再び起き上がって同じ動作を繰り返す鳥のおもちゃがある（図 2）。

この鳥の本体部分はガラス製で、中にジクロロメタンが入っており、空気は抜いて閉じてあり外気の入る隙間はない。

鳥の頭部はフェルト布で覆われ、コップの水に浸かるとフェルト布が濡れるようになっている。鳥の頭部と腹部の間には、足を模した支持台との接点があり、この接点を支点として振り子のような動きをすることができる（図 3）。

室温 25℃・相対湿度 40%の環境で鳥の頭部を濡らすと、徐々に前かがみに傾き、ある傾きを超えると頭をあげる。この傾きが大きくなった際にまるで水を飲んでいるかのようにくちばしがコップの水に入る。頭をあげた後は振り子のように頭を前後に揺らす運動を続けながら徐々に傾きを増し、再び水飲み動作をみせ、この一連の動作が繰り返される。

図を参考に、各問に答えなさい。

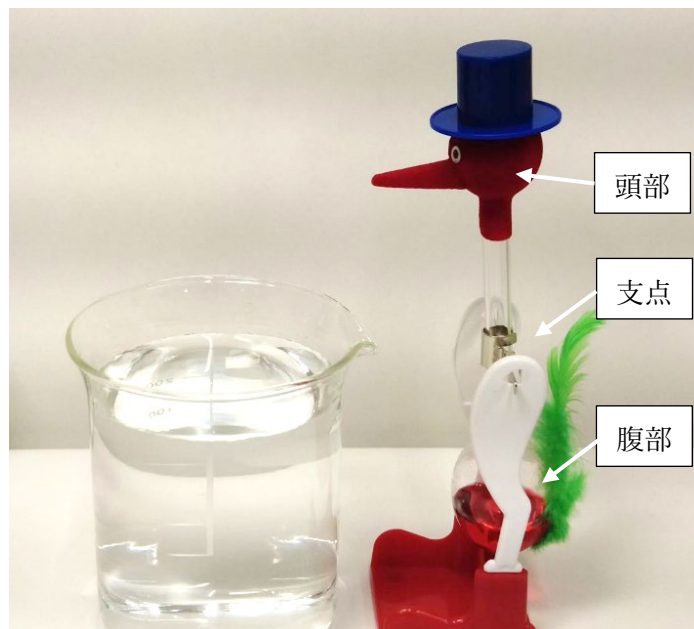


図 2.

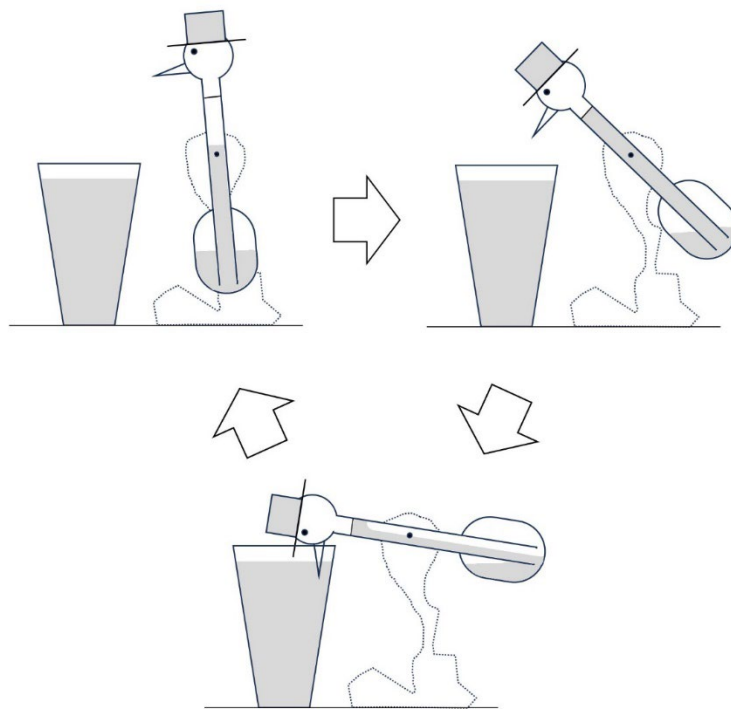


図 3. 水飲み鳥の動作

(1) この鳥が、このような動きを続ける理由を、以下の各キーワードを 1 回以上使用して 300 字以内で説明しなさい。

キーワード：圧力・温度・気化熱・凝縮・重心・蒸発

(2) 室温は  $25^{\circ}\text{C}$  のままで、相対湿度が 60% に上昇した場合、くちばしをコップの水に突っ込む動作の時間間隔について、以下の選択肢から 1 つ選び、記号で答えなさい。

(a) 長くなる                      (b) 変わらない                      (c) 短くなる

(3) XY 平面に配置された質量 20 g、断面積  $1\text{ cm}^2$ 、長さ 15 cm の密度が均一な細い丸棒が、中央（重心）を支点に z 軸を中心とした回転運動をする場合の慣性モーメントを、計算過程と共に  $[\text{g} \cdot \text{cm}^2]$  の単位で答えなさい。

<参考>

ジクロロメタン：化学式  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ ，分子量 84.93，沸点  $39.75^{\circ}\text{C}$ ，融点  $-95^{\circ}\text{C}$ ，  
蒸気圧 435 mmHg ( $25^{\circ}\text{C}$ )，蒸気密度 (Air = 1.02) 2.93

データ参照元：厚生労働省 職場のあんぜんサイト

付録：三角関数表

著作権の都合上，この部分は公開しておりません。

(J.P. Guilford, Benjamin Fruchter 「Fundamental Statistics in Psychology and Education, 6<sup>th</sup> ed.」)

(白 紙 頁)

### III.

<用語解説>を参考に Cornwallis らの論文（抜粋及び一部改変）を読んで，各問に答えなさい。

<用語解説>

- 【algae】藻類   【*Brachionus*】ツボウムシ   【by-product】副産物  
【*Chlamydomonadales*】クラミドモナス   【Chlorophyta】緑藻植物門  
【clade】《生物》分岐群   【co-option】吸収，共用，共役  
【extra cellular matrix: ECM】細胞外基質   【fertility】受胎(生殖)能  
【fitness】《生物》適応度：生物個体が環境に適応して子孫を残す能力の度合い。  
【genera】《生物分類》属   【iterations】反復  
【*Microglena*】ミクログレナ，クラミドモナスの一種  
【null】ゼロの，空値の，無効な   【order】《生物分類》目  
【palmelloid】パルメラ状群体   【pay-off】報酬・見返り  
【phylogenetic】系統発生的な   【phytoplankton】植物(性)プランクトン  
【zygospore】《植物》接合孢子

<論文（抜粋及び一部改変）>

著作権の都合上，この部分は公開しておりません。

著作権の都合上，この部分は公開しておりません。

著作権の都合上，この部分は公開しておりません。

著作権の都合上，この部分は公開しておりません。



著作権の都合上，この部分は公開しておりません。

著作権の都合上，この部分は公開しておりません。

著作権の都合上，この部分は公開しておりません。

著作権の都合上、この部分は公開していません。

(C.K. Cornwallis *et al.*, Nat. Ecol. Evol. 7: 889-902 (2023) から抜粋及び一部改変)

- 問 1. Cornwallis らの論文のタイトル中の空欄アにふさわしい単語を1つ答え、日本語訳の表題を付けなさい。
- 問 2. 本研究で単細胞藻類と多細胞藻類を区別するために用いられた基準と根拠を簡潔に答えなさい。
- 問 3. Fig. 1a の赤丸の湖で採取した株を用いた実験で最も重要な発見を示した Fig. を一つ選び、解答欄の選択肢に○をつけなさい。
- 問 4. 次の英文は Cornwallis らの論文の要旨です。空欄イ～コに当てはまる英単語1つを答えなさい。

The evolution of multicellular life has played a pivotal role in shaping biological diversity. However, we know surprisingly little about the natural environmental conditions that favour the formation of multicellular groups. Here we experimentally examine how key environmental factors (  ,  and   ) combine to influence multicellular group formation in 35 wild unicellular green algae strains (19 Chlorophyta species). All environmental factors induced the formation of multicellular groups (more than four cells), but there was no evidence this was adaptive, as multicellularity (% cells in groups) was not related to   rate under any condition. Instead,   was related to   around single cells and palmelloid formation, a unicellular life-cycle stage where two to four cells are retained within a mother-cell wall after mitosis.   production increased with  levels resulting in more cells being in palmelloids and higher rates of multicellular group formation. Examining the distribution of 332 algae species across 478 lakes monitored over 55 years, showed that   and  availability also predicted patterns of obligate multicellularity in nature. Our results highlight that adaptations of  organisms to cope with environmental challenges may be key to understanding evolutionary routes to multicellular life.

問 5. 図 1 はポリペプチド鎖の回転角  $\Phi$ ,  $\phi$ ,  $\Omega$  を説明した模式図である。

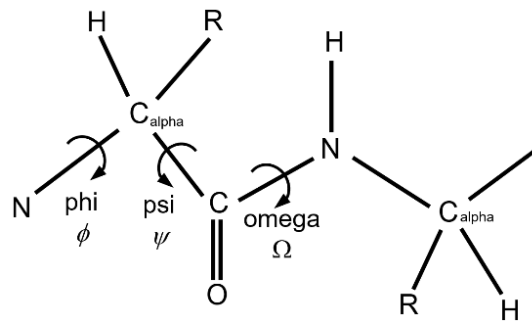


図 1. ポリペプチド鎖の回転角  $\Phi$ ,  $\phi$ ,  $\Omega$

- (1) プロリンに関する下記の記述を読んで、プロリンのユニークな特徴がペプチド鎖の構造に及ぼす影響とその理由を 100 字以内で簡潔に述べなさい。

著作権の都合上、この部分は公開していません。

(B.K. Kay *et al.*, FASEB Journal 14: 231-241 (2000)から抜粋)

(2) ポリペプチド主鎖の1残基あたりの回転角  $\Omega$  (omega)は次の式で与えられる。

$$3 \cos \Omega = 1 - 4 \cos^2 \left( \frac{\phi + \psi}{2} \right)$$

polyproline type II helix の  $C\alpha$ -N結合の回転角  $\phi$ (phi)が $-75^\circ$ 、 $C\alpha$ -C結合の回転角  $\psi$ (psi)が $150^\circ$ であるとき、 $\Omega$  (omega)を整数で求めなさい。また、問5(1)の記述中の  に当てはまる自然数を答えなさい。

下記の【半角の公式】と大問IIの付録の三角関数表(10頁)を用いても良い。

【半角の公式】

$$\cos^2 \left( \frac{\theta}{2} \right) = \frac{1 + \cos \theta}{2}$$

(3) 植物の代表的な ECM であるアラビノガラクトタンパク質は、polyproline type II helix 構造をとることが知られています。このことと Cornwallis らの発見から、どのようなタンパク質の特性が多細胞生物の誕生に寄与したかについて、100字以内で考察しなさい。

受 験 号	
-------	--

○

○

令和6年度福井大学医学部医学科  
学士編入学者選抜学力試験解答用紙

自然科学総合（生命科学）
--------------

# I.

問1.

(1)

ア：	イ：
ウ：	エ：
オ：	

(2)


100

(3-1)


100

(3-2)


100

(次頁へ)

採点欄	1 枚目		2 枚目		総計	
-----	---------	--	---------	--	----	--

受 番	験 号	
--------	--------	--

○

○

令和6年度福井大学医学部医学科  
学士編入学者選抜学力試験解答用紙

自然科学総合（生命科学）

問2.

(1)

--

(2)

	名称	番号
i		
ii		
iii		
iv		

(3)

--

(4)

--



受 番	験 号	
--------	--------	--

○

○

令和6年度福井大学医学部医学科  
学士編入学者選抜学力試験解答用紙

自然科学総合（生命科学）

## II.

問1.

答え _____	
----------	--

問2.

(1)

①	②	③	④	⑤
⑥	⑦	⑧	⑨	⑩

(2)

年後
----

問3.

①	②	③	④	⑤
---	---	---	---	---

(次頁へ)

採 点 欄	1 枚 目		2 枚 目		総 計	
-------------	-------------	--	-------------	--	--------	--



受 験 号	
-------	--

○

○

令和6年度福井大学医学部医学科  
 学士編入学者選抜学力試験解答用紙

自然科学総合（生命科学）
--------------

### III.

問1.

ア：
日本語訳

問2.

基準：
根拠：

問3.

	Fig. 1b	Fig. 1c	Fig. 1d	Fig. 1e	Fig. 1f
Fig. 2a	Fig. 2b	Fig. 2c	Fig. 2d	Fig. 3a	Fig. 3b
Fig. 4a	Fig. 4b	Fig. 5a	Fig. 5b	Fig. 5c	Fig. 5d

問4.

イ：	ウ：	エ：
オ：	カ：	キ：
ク：	ケ：	コ：

(次頁へ)

採点欄	1 枚目		2 枚目		総計	
-----	---------	--	---------	--	----	--

