

## 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 ~ 11 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（11頁）、解答用紙の枚数（5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ものは無効とします。
- 5 問題冊子は、持ち帰ってはいけません。

# I.

以下の問いに答えなさい。

問1. ジョーカーを含まない1組52枚のトランプから同時に2枚のカードを抜き出すとき、以下の問いに答えなさい。解答の際には、計算の過程も記述しなさい。なお、確率は既約分数で答えなさい。

- (1) 2枚ともダイヤである確率を求めなさい。
- (2) 2枚とも10以上のダイヤである確率を求めなさい。
- (3) 2枚ともダイヤであるとき、少なくとも1枚は9以下である条件付き確率を求めなさい。

問2. 次の表は、ある病院の小児科における健常児と脳腫瘍患者の身長測定の結果である。このデータから脳腫瘍患者の身長は健常児と比べて低いといえるか。有意水準5%で検定しなさい。計算の過程も記述しなさい。次頁の  $t$  分布表を参照してよい。

	人数(人)	平均身長(cm)	不偏分散( $\text{cm}^2$ )
健常児	21	135	$12^2$
脳腫瘍患者	21	125	$10^2$

著作権の関係上、この部分は公開していません。

## II.

次の文章を読んで、以下の問いに答えなさい。

ヒトの体は 60 兆個とも言われる細胞で構成され、体内環境は一定に保たれている。しかし、がん化した細胞が無秩序な増殖を繰り返すと、その恒常性は破綻する。がん化に関わる遺伝子には、がん遺伝子とがん抑制遺伝子などがあり、ヒトのゲノムが解読される以前から、その同定に多くの研究がなされてきた。1980 年代初頭にごん化能を示す DNA 断片から変異型 (または活性化型) *KRAS* 遺伝子が発見された。その産物の RAS は、低分子量 GTP 結合蛋白質である。

RAS は細胞外からの刺激に応じて、不活性化型である GDP 結合型から活性化型である GTP 結合型へ変換される。GTP 結合型は、様々なエフェクター分子と会合してシグナル伝達経路を活性化する。RAS が活性化に関わるエフェクター分子として、RAF が知られている。

RAS は細胞増殖だけではなく、細胞分化の制御にも関わると考えられている。その例として、RAS ホモログ LET-60 が、*C. elegans* の陰門と呼ばれる器官の形成に重要な役割を果たすことが知られている。

問 1. ヒトのがん細胞で見られる RAS 遺伝子の異常として、代表的なものはどれか、以下の用語の中から 1 つ選びなさい。

点変異, 転座, 欠失, 増幅

問 2. RAS が関与するシグナル伝達カスケードを 1 つ答えなさい。

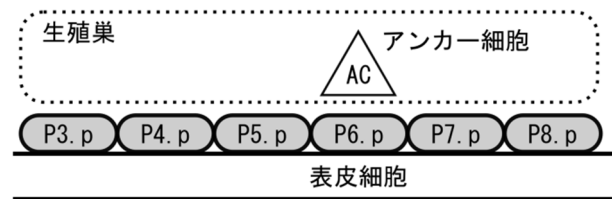
問 3. RAS のエフェクター分子である RAF は、ATP を基質として蛋白質をリン酸化する酵素であり、その反応はミカエリス・メンテンの式によく従う。RAF と ATP との結合を阻害する競合阻害薬は、RAF によるリン酸化反応の最大反応 (初) 速度  $V_{\max}$  や ATP に対するミカエリス定数  $K_m$  にどのような影響を与えるか、解答欄の適切な選択肢 1 つを○で囲みなさい。

問 4. 野生型 *C. elegans* の雌雄同体は、陰門と呼ばれる器官を 1 つ持つ。陰門は、6 個の陰門前駆細胞 (P3.p~P8.p) から形成される (図 1)。すべての陰門前駆細胞は、1°, 2°, 3°のいずれかの細胞運命をたどるが、その運命決定は細胞間の相互作用に大きく影響される。

ここでは、陰門前駆細胞の運命決定について、以下に示す 4 つの実験結果が得られているとする。

- ① アンカー細胞 (AC) を取り除くと、すべての陰門前駆細胞が 3°の運命に誘導される。
- ② P6.p を取り除くと、代わりに P5.p が 1°の運命に誘導され、P4.p が 2°の運命に誘導される。あるいは、P7.p が 1°の運命に誘導され、P8.p が 2°の運命に誘導される。
- ③ P5.p を取り除くと、代わりに P4.p が 2°の運命に誘導され、P7.p を除くと代わりに P8.p が 2°の運命に誘導される。
- ④ P3.p 以外のすべての陰門前駆細胞を取り除くと、P3.p は 1°の運命に誘導される。

・ 陰門前駆細胞とアンカー細胞の位置関係



・ 陰門前駆細胞がたどる細胞運命

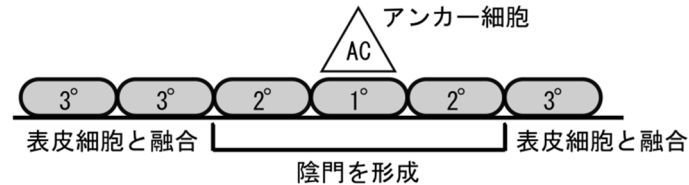


図1 野生型 *C. elegans* における陰門の形成

これらの実験結果を踏まえ、以下の各問いに答えなさい。

- (1) 陰門前駆細胞の運命決定のしくみについて考察し、簡潔に説明しなさい。
- (2) *let-60* 遺伝子の **constitutive-active** 変異を持つホモ接合体では、アンカー細胞を取り除いても、陰門様構造が複数形成される。一方、**loss-of-function** 変異を持つホモ接合体では、すべての陰門前駆細胞が 3° の運命をたどり表皮細胞と融合するため、陰門が全く形成されない。野生型 *C. elegans* の陰門形成における LET-60 の役割を考察し、簡潔に説明しなさい。
- (3) 陰門前駆細胞には RAF ホモログである LIN-45 が発現している。LIN-45 は、LET-60 からのシグナルを受け、陰門の形成を促進すると考えられる。この仮説が正しいと判断するためには、どのような遺伝子変異を持つ個体で、どのような表現型が観察できればよいか、簡潔に説明しなさい。  
ただし、ここでは任意の遺伝子変異体をホモ接合体として得ることができ、それらは全て陰門の形成が観察できる状態まで成長すると仮定する。

### Ⅲ.

次の文章を読んで、以下の問いに答えなさい。

人体を構成する細胞は分裂によって増殖する。1個の細胞が分裂して2個の細胞になる過程を細胞周期といい、アと分裂期(M期)に分けられる。アはさらにG1期、S期、G2期に分けられ、M期では有糸分裂とそれに引き続く細胞質分裂が起こる。

M期もさらに細かい段階に分けられる。まず前期において染色体の凝縮が始まる。この過程では、<sup>(a)</sup>ヌクレオソーム構造が密集しコイルを形成してイ線維となり、これがさらに折りたたまれて染色体になる。染色分体ははじめ、染色体のほぼ全長にわたってウとよばれるタンパク質によって束ねられているが、次第にエ領域以外の大部分のウは乖離する。

前中期では核膜とオが消失する。分裂した中心体は核の両側に移動し、紡錘体極となる。<sup>(b)</sup>紡錘体極から伸び出した微小管は染色体との間で紡錘体となり、染色体上のエ領域が特殊化した動原体と結合する。中期では全ての染色体が細胞の赤道面に整列し、後期では染色分体がそれぞれの紡錘体極に引っ張られていく。その後の細胞質分裂では、細胞膜にカというリング状構造が現れて細胞膜にくびれが生じ、細胞が分裂する。

この細胞周期の進行は厳密に調節されており、細胞周期の段階を進めるか停止させるかを定める細胞周期キという機構が存在する。<sup>(c)</sup>キの通過には、サイクリンとサイクリン依存性キナーゼ(CDK)というタンパク質が重要な役割を果たすことが知られている。

問1. 文章中の空欄ア～キに当てはまる適切な用語を答えなさい。

問2. 下線(a)、ヌクレオソームとはどのような構造か簡潔に説明しなさい。

問3. 下線(b)の過程は、体細胞分裂と第一減数分裂では異なっている。どのように異なるか説明しなさい。その際、「動原体」「微小管」の語句を必ず用いること。

問4. 下線(c)について、これらのタンパク質がキの通過をどのように調節するか、その基本的な過程について簡潔に説明しなさい。

(白 紙 頁)

#### IV.

次の文章を読んで、以下の問いに答えなさい。なお、解答は問4以外はすべて日本語で行うこと。

著作権の関係上、この部分は公開しておりません。



著作権の関係上、この部分は公開していません。

(出典：Nature 578 (2020), 一部改変)

\*【注】

multiple system atrophy (MSA) : 多系統萎縮症

protein misfolding cyclic amplification (PMCA) : タンパク質ミスフォールディング循環増幅

問 1. 下線部(1)を和訳しなさい。

問 2. 下線部(2)を読んで、文中の strain を最も適した日本語に訳しなさい。

問 3. Shahnawaz らの研究結果のもつ重要性を 2 つ簡潔に説明しなさい。

問 4. 上記の文章の表題として最も適当なものを次の (a) ~ (e) の中から 1 つ選びなさい。

- (a) A protein-protein interaction used to diagnose disease
- (b) A protein's structure used to diagnose disease
- (c) An enzymatic digestion for protein aggregates used to diagnose disease
- (d) An enzymatic digestion for protein aggregates used in therapy for amyloid disease
- (e) An analysis of cellular environmental condition used to diagnose disease

## V.

次の文章を読んで、以下の問いに答えなさい。なお、解答はすべて日本語で行うこと。

著作権の関係上、この部分は公開しておりません。

著作権の関係上、この部分は公開しておりません。

(出典： *Nature Medicine* 26 (2020), 一部改変)

問1．医療の発展にとって何が重要であると述べているか答えなさい。

問2．医療の発展にとって何が障害事項であると述べているか答えなさい。

問3．病院や研究者が取るべき姿勢について何が最も重要であると述べているか答えなさい。

受 番	験 号	
--------	--------	--

○

○

令和3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) (式と答え)

--

答え  
\_\_\_\_\_

(2) (式と答え)

--

答え  
\_\_\_\_\_

(3) (式と答え)

--

答え  
\_\_\_\_\_

(裏面へ)

採 点 欄	
-------------	--

問2.  
(式と答え)

Answer area for question 2. The text "答え" (Answer) is located at the bottom left of the box, with a horizontal line underneath it.

採 点 欄	
-------------	--

受 番	験 号	
--------	--------	--

○

○

令和3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.

--

問2.

--

問3.

$V_{\max}$	小さくなる・変わらない・大きくなる	$K_m$	小さくなる・変わらない・大きくなる
------------	-------------------	-------	-------------------

問4.

(1)

--

(2)

--

(3)

--

採 点 欄	
-------------	--

受 番	験 号	
--------	--------	--

○

○

令和3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	イ	ウ
---	---	---

エ	オ	カ
---	---	---

キ
---

問2.

--

問3.

--

問4.

--

採 点 欄	
-------------	--

受 番	験 号	
--------	--------	--

○

○

令和3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）

IV.

問1.

--

問2.

--

問3.

(1)
(2)

問4.

--

採 点 欄	
-------------	--



受 番	験 号	
--------	--------	--

○

○

令和3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）

V.

問1.

--

問2.

--

問3.

--

採 点 欄	
-------------	--