

# 高知大学

平成 29 年度 入学試験問題(前期日程)

## 理 科

(生 物)

教 育 学 部：学校教育教員養成課程

理 工 学 部：生物科学科・化学生命理工学科・地球環境防災学科

医 学 部：医学科

農林海洋科学部：海洋資源科学科 海洋生命科学コース

問題冊子 問題…… **I** ~ **IV** ページ…… 1 ~ 8

解答用紙…… 7 枚(白紙を除く)

下書用紙…… 1 枚

教 育 学 部：試験時間は 90 分，配点は表示の 1.25 倍とする。

理 工 学 部：試験時間は 90 分，配点は表示の 2 倍とする。

医 学 部：試験時間は 120 分(2 科目解答)，配点は表示の 0.75 倍とする。

農林海洋科学部：試験時間は 90 分，配点は表示の 2 倍とする。

### 注 意 事 項

1. 試験開始の合図まで，この問題冊子を開かないこと。
2. 試験中に，問題冊子・解答用紙の印刷不鮮明，ページの落丁・乱丁及び下書用紙の不備等に気付いた場合は，手を挙げて監督者に知らせること。
3. 各解答用紙に受験番号を記入すること。  
なお，解答用紙には，必要事項以外は記入しないこと。
4. 解答は，必ず解答用紙の指定された箇所に記入すること。
5. 解答用紙の各ページは，切り離さないこと。
6. 配付された解答用紙は，持ち帰らないこと。
7. 試験終了後，問題冊子，下書用紙は持ち帰ること。
8. 試験終了後，指示があるまでは退室しないこと。

I 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。(50点)

生物のからだは細胞からできている。1枚の膜が細胞を包んで細胞内部と外界とを仕切っている。しかし一方で、(a)その膜を介して細胞内と細胞外の間で物質の交換が行われる。(b)細胞を構成する物質は分解されたり、合成されたりする。生物は(ア)によって自己と同じ特徴をもつ個体をつくる。すべての生物は細胞の中にDNAをもつ。DNAは細胞分裂の際に(イ)の相補性にもとづいて複製され、新しい細胞へ分配される。(c)タンパク質はDNAの遺伝情報をもとにして合成される。生物には、(d)核をもつ真核生物と核をもたない生物がある。また、からだが1個の細胞からできている(e)単細胞生物と多数の細胞からできている生物がある。多様な生物を分類するため、生物を(f)植物、動物、(g)菌類、原生生物、原核生物の、(h)5つのグループに分ける方法が用いられてきた。

問1 文中の(ア)と(イ)に入る適切な用語を答えよ。

問2 下線部(a)について、膜を貫通し、水分子やアミノ酸、糖、イオンなどの物質を透過させるはたらきをもつタンパク質を何とよぶか答えよ。

問3 下線部(b)について、生物体内で起こる分解反応と合成反応をまとめて何とよぶか答えよ。また、酵素はこれらの化学反応を促進する。酵素のようにそれ自体は変化せず、化学反応を促進する物質を総称して何とよぶか答えよ。

問4 下線部(c)について、最初に出現した生物は、生命物質としてタンパク質よりも先にRNAを用いていたという説がある。最初の生命物質がタンパク質ではなかったと考える理由を、「鑄型」という用語を使って35字以内で答えよ。

問5 下線部(d)について、核の最外層は2枚の膜からなる核膜である。核膜の外側の膜と直接つながっている構造体を答えよ。

問6 下線部(e)について、分裂後に細胞が分離せず、一定数の集団を形成して1個体のように生活する単細胞の真核生物を何とよぶか答えよ。

問7 下線部(f)について、隣り合う細胞どうしの細胞膜がつながっている部分を何とよぶか答えよ。

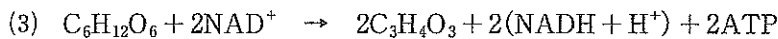
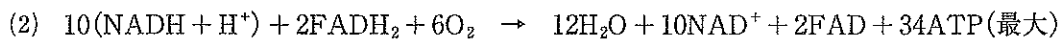
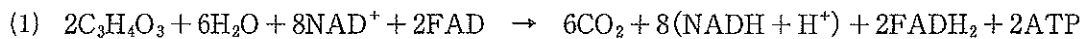
問 8 下線部(g)について、菌類は動物と同様に従属栄養生物である。しかし、菌類における栄養分の摂取の方法は動物とは異なる。菌類がほかの生物や死体からどのように栄養分を摂取するかを 50 字以内で説明せよ。

問 9 下線部(h)について、ウイルスは遺伝物質とタンパク質をもつが、5つのグループのいずれにも属さない。ウイルスは生物的な特徴と非生物的な特徴を合わせもつ存在である。ウイルスの非生物的な特徴を1つあげ、30字以内で答えよ。

Ⅱ 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。(50点)

生物は細胞内で有機物を分解し、そのエネルギーを用いて生命活動に必要な ATP を合成している。この過程を呼吸や発酵という。呼吸は、酸素がある条件で有機物を二酸化炭素と水に分解し、ATP を合成する過程である。呼吸の過程は、<sup>(a)</sup>解糖系、クエン酸回路、電子伝達系の3つに分けられる。呼吸によって分解される物質を<sup>(b)</sup>呼吸基質といい、グルコースなどの炭水化物の他に、脂肪やタンパク質も利用される。一方、<sup>(c)</sup>発酵は酸素のない条件で有機物を分解して ATP を合成する過程である。<sup>(d)</sup>酵母菌はアルコール発酵によってグルコースをエタノールと二酸化炭素に分解する。乳酸菌は、<sup>(e)</sup>グルコースを乳酸に変える乳酸発酵を行う。

問 1 下線部(a)について、真核細胞において、3つの反応はそれぞれ細胞のどの部分で起こるか。反応が起こる部分の名称を答えよ。また、クエン酸回路の反応を表した式を以下の(1)~(3)から1つ選び、番号で答えよ。



問 2 以下の文中の(ア)と(イ)に入る適切な用語を答えよ。

呼吸における電子伝達系では、膜を隔てて $H^+$ の濃度勾配が生じる。そして、その $H^+$ の浸透によってATPの合成が起こる。植物の光合成におけるATPの合成も同様のしくみで起こる。葉緑体の(ア)内と(イ)の間に $H^+$ の濃度勾配が生じ、(ア)内の $H^+$ 濃度が高くなっている。

問 3 下線部(b)について、呼吸基質としてタンパク質が用いられる場合、タンパク質はアミノ酸に分解され、アミノ基をアンモニアとして遊離する。この反応を何とよぶか答えよ。また、ほ乳類の場合、生じたアンモニアは、どの器官で、最終的に何という物質になるか答えよ。

問 4 下線部(c)について、グルコース1分子あたりの発酵によるATPの合成量は、呼吸による合成量よりも少ない。その理由を20字以内で説明せよ。

問 5 下線部(d)について、酵母菌は、酸素がない条件ではアルコール発酵を行い、酸素が存在する条件では呼吸を行う。それぞれの条件で培養した酵母菌の細胞内部を電子顕微鏡で観察すると、酸素存在条件では、ある細胞小器官がよく発達した。その細胞小器官の名称を答えよ。また、酸素がない条件では、その細胞小器官がほとんど発達しない理由を 50 字以内で説明せよ。

問 6 下線部(e)について、激しい運動をしている筋肉では、乳酸発酵と同様の過程で ATP を生成する。この現象を何とよぶか答えよ。また、それでも ATP が不足する場合には、筋肉に貯蔵されている高エネルギーリン酸結合をもつ物質が分解され、そのエネルギーを使って ATP の合成を行う。その物質の名称を答えよ。

III 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。(50点)

精子と卵が接触し、それぞれの核が融合するまでの過程を受精という。ウニの受精を顕微鏡で観察すると、卵に受精膜がつくられるようすをみることができる。精子は、(ア)と卵膜(卵黄膜)を通過し、卵の細胞膜に到達する。精子と卵の細胞膜が融合すると、卵の細胞質でカルシウムイオンの濃度が上昇し、卵の(イ)の中身が細胞膜と卵膜の間に放出される。これにより、(a)卵膜は細胞膜から離れ、かたい受精膜へと変化する。カエルも発生の研究によく使われる動物の1つである。(b)産卵直後のカエルの卵は、減数分裂が第二分裂中期で停止した二次卵母細胞である。受精によって卵の減数分裂が再開し、(ウ)の放出がおこる。カエルの精子は、動物半球から卵に進入する。精子が入ると(エ)が起こり、精子の進入点の反対側に、(c)周囲と色調の違う領域が現れる。この領域の植物極側の位置に、将来(オ)ができる。

受精卵は体細胞分裂を始め、発生を開始する。(d)発生初期の体細胞分裂を卵割といい、卵割で生まれた娘細胞は(カ)とよばれる。卵に含まれる卵黄の量や分布は卵割に影響を与える。ウニの卵は、卵黄が少なく、分布もほぼ均等な等黄卵である。第三卵割まで大きさの等しい(カ)ができる。一方、カエルの卵では、卵黄が多く、植物半球にかたよって分布している。このような卵を(キ)とよぶ。第三卵割では、細胞分裂面が卵黄の少ない動物極側にかたよるので、動物極側の(カ)は植物極側の(カ)よりも小さくなる。

発生が進んで胞胚期を過ぎると、胚の細胞は大規模に移動し、細胞の配置転換が起こる。胚の表面にある細胞が(オ)から内側へともぐりこみ、原腸がつくられる。この時期の胚を原腸胚とよぶ。胞胚期から原腸胚期にかけて、胚の細胞は3つの胚葉に分かれる。原腸胚期の終わりごろの胚では、その動物の体の基本的な構造ができ上がっており、その後、器官形成が進んでいく。この過程で、細胞はそれぞれの形やはたらきをもった細胞へと変化していく。これを(e)細胞の分化という。

ショウジョウバエでは、発生初期における遺伝子のはたらきがよく調べられている。未受精卵の前端には、ピコイド遺伝子の(ク)が局在している。受精後、翻訳が始まると、胚の前方から後方に向かってピコイドタンパク質の濃度勾配ができる。(f)ピコイドタンパク質の濃度の違いは、胚のなかで前後軸に沿った位置情報となる。ショウジョウバエの体は、14の(ケ)に分けられる。(ケ)ごとの性質や構造は(コ)遺伝子のはたらきによって決められている。(コ)遺伝子のはたらきが異常になった突然変異体では、体の一部が別の部分におきかわる奇形が生じることがある。

問1 文中の(ア)～(コ)に入る適切な用語を答えよ。

問2 下線部(a)について、受精膜の役割を1つあげ、20字以内で説明せよ。

問 3 下線部 (b) について、二次卵母細胞の核相を答えよ。

問 4 下線部 (b) について、 $G_1$  期の卵原細胞の核にある DNA 量を「1」としたとき、二次卵母細胞の核にある DNA 量がいくらになるか、数値を答えよ。

問 5 カエルの受精卵において、下線部 (c) で示した領域の名称を答えよ。

問 6 下線部 (d) について、卵割が他の体細胞分裂と異なっている点を 2 つ、それぞれ 20 字以内で述べよ。

問 7 下線部 (e) について、以下に示す 2 つの細胞で、選択的に発現する遺伝子を 1 つずつ答えよ。

- (1) 水晶体細胞      (2) ランゲルハンス島の B 細胞

問 8 次の枠線内に示す実験の結果から、どのようなことがわかるかを 40 字以内で説明せよ。

(ガードンの実験)

アフリカツメガエルのオタマジャクシの腸上皮細胞から取り出した核を、紫外線照射によって核を不活性化した未受精卵に移植した。その結果、核を移植された卵が発生を開始し、正常なオタマジャクシになった。

問 9 下線部 (f) について、ピコイドタンパク質の濃度がショウジョウバエの胚発生における位置情報となることを、次の枠線内にあるすべての用語を用いて 50 字以内で説明せよ。

ギャップ遺伝子群      ピコイドタンパク質      前後軸

IV 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。(50点)

神経系には、ニューロン(神経細胞)がからだに散在し、網目状に分布する散在神経系と、脳などにニューロンがあつまった集中神経系がある。集中神経系をもつ動物では、神経系は(ア)神経系と末梢神経系に分けられる。

脊椎動物の(ア)神経系は、脳と脊髄からなる。脊髄は脳の延髄から伸長し、脊椎骨でおおわれる。カエルの発生を観察すると、胚の表面背側の(イ)が徐々に厚くなり、神経板が形成される。神経板は後に(ウ)をつくる。(ウ)の前部は脳になり、それに続く部位は脊髄になる。

ヒトの末梢神経系は、脳神経12対と脊髄神経31対からなる。はたらきの面からは、体性神経系と(エ)神経系に分けられる。(エ)神経系では、(オ)の末端でノルアドレナリンを分泌する(カ)と、(キ)を分泌する(ク)が、拮抗的にはたらく。

脊髄は感覚神経の興奮を脳に伝え、脳からの興奮を(ケ)神経に伝える神経回路である。脊髄の横断面をみると、中央に(コ)があり、その周辺に(サ)がある。受容器で発生した興奮は、感覚神経の経路である脊髄の(シ)を通過し、脳に伝わる。脳からの命令は、(ケ)神経の経路である脊髄の(ス)を通過し、効果器に伝わる。

末梢神経系において、ニューロンは細胞体とそこから伸びる多数の突起からなる。短い突起を(セ)といい、長い突起を(オ)という。(オ)は(ソ)細胞がつくる神経鞘で包まれ、(オ)と神経鞘をあわせて神経繊維とよぶ。神経繊維には、髄鞘のある有髄神経繊維と髄鞘のない無髄神経繊維がある。

問1 文中の(ア)～(ソ)に入る適切な用語を答えよ。

問2 集中神経系をもつ動物を以下の(a)～(i)からすべて選び、記号で答えよ。

- (a) ゴカイ (b) カブトムシ (c) カイメン (d) クラゲ  
(e) イソギンチャク (f) エビ (g) ヒドラ (h) フナ (i) ゾウリムシ

問3 延髄のはたらきに該当する事項を以下の(a)～(e)からすべて選び、記号で答えよ。

- (a) 眼球の運動の調節 (b) 血糖値の調節 (c) 高度な精神活動  
(d) 呼吸の調節 (e) からだの平衡を保つ

問4 カエルにおいて、神経板に沿って分化する棒状の器官を1つあげよ。



問 5 ヒトの末梢神経系における脳神経の具体的な名称を2つあげよ。

問 6 有髄神経繊維と無髄神経繊維を比較した場合、興奮の伝導速度は有髄神経繊維の方が速い。その理由を100字以内で述べよ。