

# 高知大学

平成 31 年度 入学試験問題(前期日程)

## 理 科

(生物基礎・生物)

教 育 学 部：学校教育教員養成課程 科学技術教育コース  
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 0.5 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。
4. 解答用紙には，必要事項以外は記入しないこと。
5. 解答は，必ず解答用紙の指定された箇所に記入すること。
6. 解答用紙の文字数指定のある解答欄には英数字を 1 マスに 2 文字まで入れることができる。  
なお，1 マスを 1 文字として数える。
7. 解答用紙の各ページは，切り離さないこと。
8. 配付された解答用紙は，持ち帰らないこと。
9. 試験終了後，問題冊子，下書用紙は持ち帰ること。
10. 試験終了後，指示があるまでは退室しないこと。

I ニューロンにおける興奮の伝わり方に関する次の文章を読み、問いに答えよ。(50点)

興奮していないニューロンの内側には外側に対して(ア)の電位が生じている。その電位差は50～90 mVであり(イ)とよばれている。ニューロンを刺激すると、刺激を受けた部分の(ウ)チャンネルが開くことで(エ)から(オ)へ(ウ)が移動し、細胞内外の電位が逆転する。この電位逆転した部分と隣接する部分との間に活動電流が流れて隣接部に興奮を引き起こし、やがてニューロン全体に興奮が伝播していく。これを興奮の(カ)という。最初に興奮を起こした細胞膜の部分から順に(キ)チャンネルが開いて、逆転した電位がもとにもどるとともに、(ウ)ポンプが作動しイオンの分布ももとの状態にもどる。

興奮がニューロンの軸索の末端まで伝わると、末端近くの細胞膜のCa<sup>2+</sup>チャンネルが開き、Ca<sup>2+</sup>が細胞外から細胞内に流れ込む。流れ込んだCa<sup>2+</sup>のはたらきで(ク)内の(ケ)が細胞外に放出される。(ケ)が興奮性の場合、隣接するニューロンの細胞膜で興奮が引き起こされる。このニューロン間の興奮の伝わりを興奮の(コ)という。上昇した細胞内のCa<sup>2+</sup>濃度はCa<sup>2+</sup>ポンプなどのはたらきによってもとの状態にもどる。

問1 文中の(ア)から(コ)に適した語句を以下の語群から選び、答えよ。

[語群]

活動電位	神経伝達物質	静止電位	細胞外	細胞内
シナプス	シナプス小胞	伝達	伝導	正 負
Cl <sup>-</sup>	Fe <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>

問2 神経繊維には無髄神経繊維と有髄神経繊維がある。有髄神経繊維の細胞膜上の電気的信号の伝わりは無髄神経繊維のそれよりはるかに速い。この速い伝わりを何とよぶか。また、この有髄神経繊維の速い伝わりをしくみを80字以内で説明せよ。

問3 文中の(イ)に酸素はどのようにかわるのか、80字以内で述べよ。

## II

動物の細胞分裂に関する次の文章を読み、問いに答えよ。(50点)

体細胞分裂において、分裂が終わってから次の分裂が終わるまでを細胞周期とよぶ。細胞周期は間期と分裂期の2つに大きく分けられる。間期はさらにDNA合成準備期( $G_1$ 期)、DNA合成期(S期)および分裂準備期( $G_2$ 期)の3つに分けられる。DNA合成後の $G_2$ 期の核のDNA量は、合成前の $G_1$ 期の核のDNA量の2倍となる。

細胞周期の分裂期はさらに、前期、中期、後期、終期の4つに分けられる。前期では核膜が消失し、クロマチン繊維が凝縮して染色体となるとともに、2個の中心体がお互いに離れて核分裂の両極に移動する。このときの染色体はS期で複製された2本の染色体が合わさってできている。中期では染色体の動原体に両極から伸びた微小管が結合し、染色体が赤道面に並ぶことにより紡錘体が完成する。後期では2本の染色体が分離し両極に移動する。終期では微小管が分解され、染色体の脱凝縮によりほぐれたクロマチン繊維の周囲に核膜が再生し、さらに細胞質分裂が起こり2つの細胞となる。

一方、配偶子を形成する過程では、染色体数を半減させる特別な分裂、すなわち減数分裂が起こる。減数分裂は配偶子の母細胞において、第一分裂と第二分裂という連続する2回の分裂により行われる。第一分裂の前期では相同染色体が対合し、合計4本の染色体からなる二価染色体が形成される。中期で赤道面に並んだ二価染色体は、後期では対合面で2本ずつに分かれて、それぞれが両極に分離する。第二分裂では、第一分裂で2本ずつに分離された染色体が1本ずつ両極に分離してそれぞれ新しい核を形成する。このように、減数分裂により母細胞の半分の数の染色体をもつ細胞が4個生じる。

(a)二価染色体では相同染色体の間での交さにより乗換えが起こる。また、(b)相同染色体が2組以上ある場合、異なる二価染色体から分離する染色体がお互いに影響することはない。これにより、異なる染色体に含まれる遺伝子が独立して遺伝する。

問1 染色体に含まれるおもなタンパク質の名称を1つ答えよ。

問2 動物細胞において中心体が複製される時期はいつか、次の(1)~(4)より1つ選び番号で答えよ。

- (1)  $G_1$ 期      (2) S期      (3)  $G_2$ 期      (4) M期

問 3 次の6つの記述の中で、体細胞分裂において染色体が両極に分離するしくみの説明として適切なものを3つ選び、番号で答えよ。

- (1) 動原体と中心体を結びつける微小管が長くなる
- (2) 動原体と中心体を結びつける微小管が短くなる
- (3) 中心体同士を結びつける微小管が長くなる
- (4) 中心体同士を結びつける微小管が短くなる
- (5) 中心体が細胞膜から遠ざけられる
- (6) 中心体が細胞膜に引きつけられる

問 4 動物の細胞質分裂を引き起こす細胞骨格、およびその上を移動するタンパク質は何か、それぞれの名称を答えよ。

問 5 減数分裂により生じた4つの細胞のそれぞれの核のDNA量を $1C$ ( $C$ はDNA量の単位)とすると、減数分裂直前の母細胞の核のDNA量として適切なものを次の(1)～(3)より1つ選び番号で答えよ。

- (1)  $1C$       (2)  $2C$       (3)  $4C$

問 6 減数分裂の第一分裂と比較して、第二分裂が体細胞分裂に類似する点を30字以内で述べよ。

問 7 下線部(a)と(b)により配偶子における多様な遺伝子の組み合わせが生じる理由を、下線部(a)と(b)それぞれについて50字以内で述べよ。

## III

DNA の構造と複製に関する次の文章を読み、問いに答えよ。(50 点)

DNA の構成単位であるヌクレオチドは糖(デオキシリボース)とリン酸、塩基から構成されている。(a)塩基にはアデニン、チミン、シトシン、(ア)の4種類があり、1つのヌクレオチドにはいずれか1つの塩基が含まれている。ヌクレオチドのリン酸は、隣のヌクレオチドの糖と結合して、ヌクレオチド鎖を形成する。したがって、ヌクレオチド鎖の一方の端はリン酸で、他方の端は糖である。このように、ヌクレオチド鎖には方向性があり、リン酸側を5'末端、糖側を3'末端とよぶ。一般にDNAは2本のヌクレオチド鎖から構成されているが、互いに逆向きに並んでおり、それらの間で塩基どうしが結合している。

DNA は細胞分裂の際に複製され、娘細胞に分配される。DNA の複製では、もとの DNA の 2 本のヌクレオチド鎖がそれぞれ鋳型となって、相補的な塩基配列をもつヌクレオチド鎖が新しく作られる。このような複製方式は(イ)とよばれ、メセルソンとスタールの実験により証明された。メセルソンとスタールは最初に、(b)ふつうの窒素  $^{14}\text{N}$  より質量の大きい同位体  $^{15}\text{N}$  でおきかえた塩化アンモニウム ( $^{15}\text{NH}_4\text{Cl}$ ) のみを窒素源として含む培地で大腸菌を何世代も培養した。次に大腸菌の窒素がほとんど  $^{15}\text{N}$  におきかわったところで、 $^{14}\text{NH}_4\text{Cl}$  のみを含む培地に大腸菌を移し、数世代にわたり培養した。その間、世代ごとに大腸菌から DNA を抽出し、(c)密度勾配遠心法により  $^{15}\text{N}$  のみを含む DNA ( $^{15}\text{N}/^{15}\text{N}$ )、 $^{15}\text{N}$  と  $^{14}\text{N}$  を両方含む DNA ( $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ )、 $^{14}\text{N}$  のみを含む DNA ( $^{14}\text{N}/^{14}\text{N}$ ) に分離した。その結果、もとの大腸菌の DNA では ( $^{15}\text{N}/^{15}\text{N}$ ) のみがみられた。

DNA の複製は、複製起点において 2 本鎖の DNA の一部分がほどかれて始まり、そこから両方向に向かって複製が起こる(図 1)。新たなヌクレオチド鎖(新生鎖)を合成する酵素は(ウ)である。(ウ)は、ある程度の長さをもつヌクレオチド鎖にのみ作用し、鎖を伸長させる。このため、DNA の複製では、まず、別の酵素によって鋳型の塩基配列に相補的な配列をもつ短いヌクレオチド鎖が合成される。(d)このような複製の開始点となるヌクレオチド鎖は(エ)とよばれる。また、(ウ)は 5'側から 3'側の方向(5'→3'方向)にのみヌクレオチド鎖を伸長させることができる。DNA の 2 本のヌクレオチド鎖は互いに逆向きに配列しているので、新生鎖のうち一方は DNA がほどけていく方向と同じ向きに連続的に合成されるのに対し、他方は DNA がほどけていく方向とは逆向きに不連続に合成される。このとき、連続的に合成される新生鎖を(オ)、不連続に合成される新生鎖を(カ)という。(カ)では、(e)複数の短いヌクレオチド鎖(岡崎フラグメント)が 5'→3'方向へ断続的に合成され、各々の岡崎フラグメントは最終的に(キ)という酵素によりつながれる。

細胞から取り出した DNA の一部を試験管内で増幅する手法としては PCR 法が知られている。(f)PCR 法では、反応の過程で反応液を約  $95^\circ\text{C}$  という高温にするため、高温でも失活しない耐熱性の酵素が用いられる。

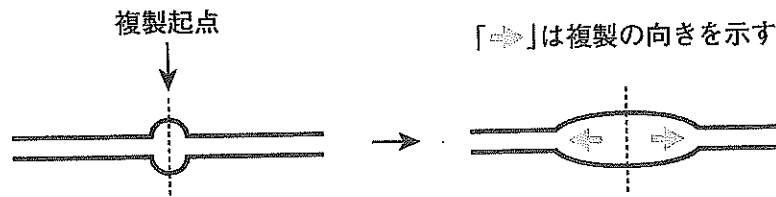


図 1

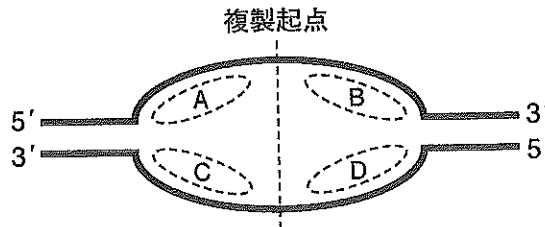


図 2

問 1 文中の(ア)から(キ)に適切な語句を入れよ。

問 2 下線部(a)に関して、ある生物種の DNA の塩基組成を調べたところ、アデニンの割合は 28%であった。この生物種の DNA におけるチミンの割合として適切なものはどれか、次の(1)～(4)より 1つ選び番号で答えよ。

- (1) 14%      (2) 22%      (3) 28%      (4) 72%

問 3 下線部(b)の結果、 $^{15}\text{N}$ が DNA のどの部分に取り込まれたか、次の(1)～(6)より 1つ選び番号で答えよ。

- (1) リン酸      (2) 糖      (3) 塩基  
 (4) リン酸と糖      (5) リン酸と塩基      (6) 糖と塩基

問 4 下線部(c)に関して、 $^{14}\text{NH}_4\text{Cl}$ のみを含む培地に移して 1 回分裂後の大腸菌の DNA について適切なものはどれか、次の(1)～(5)より 1つ選び番号で答えよ。

- (1)  $(^{15}\text{N}/^{15}\text{N})$ と $(^{14}\text{N}/^{14}\text{N})$ が 1:1 の比率でみられた  
 (2)  $(^{15}\text{N}/^{14}\text{N})$ と $(^{14}\text{N}/^{14}\text{N})$ が 1:1 の比率でみられた  
 (3)  $(^{15}\text{N}/^{14}\text{N})$ と $(^{14}\text{N}/^{14}\text{N})$ が 1:3 の比率でみられた  
 (4)  $(^{14}\text{N}/^{14}\text{N})$ のみがみられた  
 (5)  $(^{15}\text{N}/^{14}\text{N})$ のみがみられた

問 5 下線部(c)に関して,  $^{14}\text{NH}_4\text{Cl}$ のみを含む培地に移して4回分裂後の大腸菌のDNAにおける( $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ )と( $^{14}\text{N}/^{14}\text{N}$ )の比率を答えよ。

問 6 下線部(d)の文中の(エ)の成分として適切なものはどれか, 次の(1)~(5)より1つ選び番号で答えよ。

- (1) アミノ酸      (2) RNA      (3) 酵素      (4) タンパク質      (5) DNA

問 7 図2は, 図1の右側の図を詳細に示したものである。図2の領域A~Dにおいて, 下線部(e)の岡崎フラグメントが合成される領域の組み合わせとして適切なものはどれか, 次の(1)~(6)より1つ選び番号で答えよ。

- (1) AとB      (2) CとD      (3) AとD      (4) BとC  
(5) AとC      (6) BとD

問 8 下線部(f)に関して, 反応液を約95℃という高温にする目的を60字以内で説明せよ。ただし, 以下の語群に示した語句のうち1つを必ず用いること。

[語群]

プロモーター      形質転換      イントロン      水素結合

IV 脊椎動物の進化に関する次の文章を読み、問いに答えよ。(50点)

中生代には、は虫類の多様化と大型化が起こり恐竜類が繁栄した。(ア)紀には、原始的な哺乳類が出現した。このグループは現生のカモノハシのような(イ)類に近い動物であった。その後、現生のカンガルーのような(ウ)類が出現した。(エ)紀には羽毛をもつ恐竜類から(オ)類が派生し、現代も繁栄している。(エ)紀の後期には、胎児がある程度の大きさまで母体内で育つという特徴をもった哺乳類の(カ)類が出現した。(キ)紀末に起こった地球規模の大量絶滅により、アンモナイト類や恐竜類は絶滅した。

哺乳類は新生代に入ると適応放散が進み、絶滅したは虫類の生態的地位を占めて、急速に多様化した。哺乳類のうち、(カ)類の中から<sup>(a)</sup>森林の樹上生活に適応した(ク)類が、さらにこの中から尾をもたない類人猿が出現した。現生の類人猿としてはテナガザル類、オランウータン、ゴリラ、チンパンジー、ボノボが知られる。猿人とよばれる初期の人類はおよそ700万年前に出現したとの説もあるが、その時期は十分に解明されていない。初期の人類化石にはラミダス猿人やアウストラロピテクス類などが知られ、これらは(ケ)大陸で発見された。およそ(コ)万年前にホモ・エレクトスなどのホモ属が猿人の中から進化し、ヒト(ホモ・サピエンス)はおよそ20万年前に出現したと考えられている。

問1 文中の(ア)から(コ)に適した語句や数字を以下の語群から選び、答えよ。

- [語群]
- |      |      |         |       |     |     |    |    |    |
|------|------|---------|-------|-----|-----|----|----|----|
| 三畳   | シルル  | ジュラ     | 石炭    | デボン | ペルム | 白亜 |    |    |
| アフリカ | アメリカ | オーストラリア | ユーラシア |     |     |    |    |    |
| 魚    | 真獣   | 総鱗      | 単孔    | 鳥   | 有袋  | 両生 | 霊長 | ワニ |
| 500  | 300  | 200     | 100   | 70  | 40  |    |    |    |

問2 文中の(イ)類と(ウ)類の繁殖方法の違いについて、40字以内で説明せよ。

問3 (ウ)類と(カ)類の間に見られる収束進化の例として、それぞれの動物名を答えよ。

問4 「適応放散」について、60字以内で説明せよ。



問 5 異なる地域で同じ生態的地位にある種を何とよぶか，答えよ。

問 6 文中の下線部 (a) に関連した重要な身体的特徴のうち 2 つの特徴について，それぞれ 60 字以内で説明せよ。