

高知大学

平成 25 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, 生涯教育課程生活環境コース)

理 学 部(理学科・応用理学科)

医 学 部(医学科)

問題冊子 問題…… **I** ~ **IV** ページ…… 1 ~ 8
解答用紙…… 9 枚
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 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)，配点は表示のとおり。

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。マス目の解答欄に記入する場合は，句読点，カッコ等には 1 字分をあてること。また，ローマ字(英語)や数字は 1 マスに 2 文字まで入れられる。(「白紙」のページには，記入しないこと。)
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)

被子植物の(ア)世代は受精後から始まる。重複受精により、受精卵は胚に、中央細胞は胚乳に分化し、種子が形成される。^(a)種子は休眠した後、適切な条件におかれると発芽する。発芽に必要なエネルギーは貯蔵物質を分解して得られる。^(b)発芽した芽生えは、貯蔵物質を使い切る前に葉を展開させ、光合成を始める。^(c)光合成でつくられた炭水化物は、葉から師管を通じて植物の各部へ運ばれ、組織の成長に使われる。また、地下では根が伸長し、水と^(d)無機塩類を吸収する。成長した植物は栄養成長から生殖成長に切り替わる。種によっては、^(e)夜の長さが一定時間以下になると、花芽を形成して開花する。^(f)栄養成長の初期に冬の季節を経験することで、開花する種もある。花が分化すると、めしべの胚珠とおしべの葯で^(g)減数分裂が起こり、それぞれの中で、生殖細胞に相当する(イ)と花粉四分子の各細胞が形成される。

問1 文中の(ア)と(イ)に入る適切な語句を答えよ。

問2 下線部(a)について、種子が発芽すると、二酸化炭素の放出量が増加する。その理由を20字以内で説明せよ。

問3 下線部(b)について、光発芽種子は一般に貯蔵物質の量が少ないので、すぐに光合成できるように地表近くの日当たりのよい場所で発芽する。しかし、林床などの暗い場所では発芽しない。その理由を100字以内で説明せよ。

問4 下線部(c)に関し、光合成の最初の反応は光化学反応である。光化学系Ⅱに光が照射されると、水分子が分解されて水素イオンを生じる。さらに、水分子から遊離した電子が電子伝達系を移動するときに水素イオンが能動輸送される。これらの水素イオンはどこに貯えられるか答えよ。また、光合成でつくられ、植物の各部へ運ばれる炭水化物の物質名を答えよ。

問5 下線部(d)について、硝酸イオンは道管または仮道管を通じて葉の細胞に輸送され、酵素反応でアンモニウムイオンに還元される。アンモニウムイオンはグルタミン酸と結合し、グルタミンが生じる。これに続く複数の反応過程で合成される高分子化合物を1つ答えよ。このように、体外から取り入れた窒素化合物を用いて有機窒素化合物をつくるはたらきを窒素同化という。植物の窒素同化が動物の窒素同化と異なる点を100字以内で説明せよ。

問6 下線部(e)の特性をもつ植物を、一定の明暗周期条件で育て、栄養成長を継続させた。その植物に暗期の途中で短時間の光を照射したところ、植物は花芽を形成した。この場合、暗期に与えた光はどのような効果をもつと考えられるか。30字以内で説明せよ。

問 7 下線部(f)について、秋まきコムギの種子を春にまくと、栄養成長はするが、開花・結実しない。秋まきコムギを春から育て、その年に開花させる方法を 30 字以内で説明せよ。

問 8 下線部(g)について、減数分裂は第一分裂とそれに引き続いておこる第二分裂からなる。第一分裂と第二分裂の前期はどちらも染色体が凝縮し、太くなる。分裂前期で、第二分裂ではみられず、第一分裂だけにおこる現象を 20 字以内で説明せよ。

II 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。(50点)

遺伝子は生物の形質を決定する要素であり、その本体はDNAである。DNAはヌクレオチドが連結した鎖状の分子である。ヌクレオチドは糖に(ア)と塩基が結合した化合物である。DNAを構成するヌクレオチドの塩基は、アデニン、(イ)、グアニン、シトシンの4種類からなる。遺伝子の本体を明らかにするため、肺炎双球菌を使った実験がおこなわれた。肺炎双球菌には、病原性をもつS型菌と病原性をもたないR型菌がある。通常、R型菌からS型菌が生まれることはない。1928年、(ウ)は加熱殺菌したS型菌をネズミに注射しても発病しないが、加熱殺菌したS型菌と生きたR型菌を混ぜてネズミに注射すると発病することを発見した。このとき、発病したネズミから生きたS型菌が発見された。この結果は死んだS型菌に含まれていた物質によって、R型菌がS型菌に^(a)形質転換したことを示している。その後、ネズミに注射しなくても、S型菌の抽出液をR型菌の培養液に加えるだけで形質転換がおこることがわかった。1944年、アベリー(エイブリー)らは形質転換を引きおこす物質をつき止めるために、S型菌の抽出液をさまざまな処理のあとで、R型菌の培養液に加えて、形質転換がおこるかどうか調べた。この実験の結果にもとづき、^(b)アベリーらは、遺伝子の本体はDNAであり、タンパク質ではないと考えた。1952年、(エ)とチェイスによる大腸菌と(オ)を使った実験で、遺伝子の本体がDNAであることが最終的に証明された。

細胞のなかで遺伝子が発現する場合、まず、DNAの塩基配列をもとに^(c)伝令RNAが合成される。この過程を(カ)という。次に、表に例示されているように、伝令RNAの中の連続した^(d)3つの塩基によってアミノ酸の種類が指定され、伝令RNAの塩基配列に従いアミノ酸がペプチド結合でつながれていく。この過程を(キ)という。こうして合成されたポリペプチドは、アミノ酸配列に応じて折りたたまれ、特有の立体構造をもったタンパク質となる。タンパク質をつくるアミノ酸は、1つの炭素原子に水素原子、(ク)、アミノ基および(ケ)が結合した分子である。(ケ)の違いによりアミノ酸の種類が決まる。遺伝子が発現するときの[DNA → RNA → タンパク質]という遺伝情報の流れを(コ)とよぶ。遺伝情報の大もとがDNAであるから、^(e)DNAの塩基配列が変化するとタンパク質のアミノ酸配列に変化が生じ、タンパク質の性質が変化することがある。

問 1 文中の(ア)～(コ)に入る適切な語句を答えよ。

問 2 下線部(a)について、人為的に形質転換をおこす方法は、バイオテクノロジーにおける基礎技術の1つである。現在、大腸菌の形質転換に広く用いられている環状のDNAを何とよぶか答えよ。

問 3 アベリーらが下線部(b)のように考える根拠となった実験の内容と結果を120字以内で説明せよ。

問 4 下線部(c)について、DNAを構成するヌクレオチドとRNAを構成するヌクレオチドの間で異なる点を1つ、50字以内で説明せよ。

問 5 下線部(c)について、伝令RNAのほかに細胞内で合成されるRNAを2種類答えよ。

問 6 下線部(d)について、3つの塩基配列の並びのことを何とよぶか答えよ。

問 7 下線部(e)について、DNAの塩基配列の変化が原因で引き起こされるヒトの病気の名前を1つ答えよ。

問 8 次に示す塩基配列は、遺伝子Xの伝令RNAの一部である。初めの3つの塩基(AUG)が遺伝子Xからつくられるタンパク質の1番目のアミノ酸(メチオニン)を指定するものとする。表を参考にして、以下の(1)～(3)の問いに答えよ。

(伝令RNAの一部) 1 5 10 15 20 25 30
AUGUACCGCAGUGCAGCGGGGAGGGUUGGUU

(1) このタンパク質の4番目と9番目のアミノ酸の種類を答えよ。

(2) 伝令RNAの15番目のCがC以外の3種類の塩基(U, A, G)に変化した場合、伝令RNAから合成されるタンパク質にどのような影響を与えるか、それぞれ35字以内で説明せよ。

(3) 遺伝子 X の 1 つの塩基に突然変異がおこった結果、タンパク質のアミノ酸配列が以下のようになった。どのような突然変異がおきたかを予想し、伝令 RNA に生じた変化を 30 字以内で説明せよ。

メチオニン(1番目) - チロシン - ロイシン - アルギニン - アラニン -
 アラニン - グリシン - アルギニン - バリン - グリシン -

表

		第2番目の塩基								
		U		C		A		G		
第1番目の塩基	U	UUU	フェニルアラニン	UCU	セリン	UAU	チロシン	UGU	システイン	U
		UUC		UCC		UAC		UGC		C
		UUA	ロイシン	UCA		UAA	終止	UGA	終止	A
		UUG		UCG		UAG		UGG	トリプトファン	G
	C	CUU	ロイシン	CCU	プロリン	CAU	ヒスチジン	CGU	アルギニン	U
		CUC		CCC		CAC		CGC		C
		CUA		CCA		CAA	グルタミン	CGA		A
		CUG		CCG		CAG		CGG		G
	A	AUU	イソロイシン	ACU	トレオニン	AAU	アスパラギン	AGU	セリン	U
		AUC		ACC		AAC		AGC		C
		AUA		ACA		AAA	リシン	AGA	アルギニン	A
		AUG	メチオニン/開始	ACG		AAG		AGG		G
	G	GUU	バリン	GCU	アラニン	GAU	アスパラギン酸	GGU	グリシン	U
		GUC		GCC		GAC		GGC		C
		GUA		GCA		GAA	グルタミン酸	GGA		A
		GUG		GCG		GAG		GGG		G

表の見方：たとえば CAU なら、第1番目の塩基が C、第2番目の塩基が A、第3番目の塩基が U となりヒスチジンを指定する。開始と終止はそれぞれタンパク質の合成開始と合成停止となる塩基配列を示している。

Ⅲ 次の文章は「生物多様性基本法(平成20年6月6日法律第58号)」の前文の一部である。この文章を読み、以下の問いに答えよ。(50点)

生命の誕生以来、^(a)生物は数十億年の歴史を経て様々な環境に適応して進化し、今日、地球上には、多様な生物が存在するとともに、これを取り巻く大気、水、土壌等の環境の自然的構成要素との^(b)相互作用によって多様な生態系が形成されている。

人類は、生物の多様性のもたらす恵沢を享受することにより生存しており、生物の多様性は人類の存続の基盤となっている。また、生物の多様性は、地域における固有の財産として地域独自の文化の多様性をも支えている。

一方、生物の多様性は、人間が行う開発等による^(c)生物種の絶滅や生態系の破壊、社会経済情勢の変化に伴う^(d)人間の活動の縮小による里山等の劣化、^(e)外来種等による生態系のかく乱等の深刻な危機に直面している。(後略)

問1 下線部(a)に関して、以下の(1)～(4)の化石を、それらが発見される地層の年代にしたがって、古いものから順に番号で並べ替えよ。

- (1) ロボクなどの木生シダ類
- (2) アウストラロピテクス類
- (3) アノマロカリス類
- (4) アンモナイト類

問2 下線部(a)に関して、シソチョウの化石が進化の証拠の1つとされる。なぜ証拠とされるのか、以下の(1)～(4)から1つ選んで番号で答えよ。

- (1) 生きている化石であるから。
- (2) 中間型の化石であるから。
- (3) 連続的な進化を示す化石であるから。
- (4) 適応放散を示す化石であるから。

問3 下線部(b)に関して、生物学では、生物が無機的环境から影響を受けることを作用、逆に生物が無機的环境に及ぼす影響を反作用とよび、生物どうしの種内関係や種間関係を一般に相互作用とよぶ。反作用の具体例をあげ、60字以内で説明せよ。

問 4 下線部(b)に関して、生物の種間の相互作用として、捕食者と被食者の関係や競争、共生などが生態系の形成に重要である。競争する2種が生態的地位を違えることによって共存する例を、以下の(1)～(4)から1つ選んで番号で答えよ。

- (1) イソギンチャクとカクレクマノミ
- (2) イワシとカツオ
- (3) イワナとヤマメ
- (4) ジンベエザメとコバンザメ

問 5 下線部(c)に関して、絶滅の危機にある種のリストを環境省や地方自治体、学術団体が公表し、保全に役立っている。このリストの名称を答えよ。

問 6 下線部(d)に関して、里山は集落をとりまく自然のことであり、人間の影響を受けて維持されてきた。里山の林には、アカマツ林や、コナラ・クヌギなどの落葉樹林などがある。現在、日本の暖温帯で、以下の(1)、(2)のような変化が起きている。この要因をそれぞれ20字以内で説明せよ。

- (1) 里山の林がシイ林に移り変わった。
- (2) 里山の林がタケ林に移り変わった。

問 7 下線部(e)に関して、日本における外来種を(1)～(9)から4つ選んで番号で答えよ。

- (1) アカハライモリ (2) アホウドリ (3) アマミノクロウサギ
- (4) アライグマ (5) オオクチバス (6) オオヒキガエル
- (7) カダヤシ (8) シジュウカラ (9) ジュゴン

問 8 絶滅が心配される貝類の捕食者として、ある池に生息するコイの個体数を調べることにした。この池のコイを全数捕獲することは不可能であるため、ある日その池から50匹のコイを捕獲し、標識をつけた後、再び池に放った。2日後、その池から同じ方法でコイを捕獲したところ、60匹が捕獲され、そのうち12匹に標識がついていた。以下の(1)～(3)に答えよ。

- (1) この池には何匹のコイがいると推定できるか、答えよ。
- (2) このような個体数の推定方法を何とよぶか、その名称を答えよ。
- (3) この方法で個体数を正しく推定するための前提条件を2つあげ、それぞれ40字以内で説明せよ。

IV 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。(50点)

30 数億年前の地球には原核生物のみが存在し、その後、(ア)が現れた。(ア)の細胞小器官であるミトコンドリアと(イ)が、原核生物の共生によって起源したという考えは、共生説とよばれる。この説によれば、ミトコンドリアの起源となったのは原始的な(ウ)である。(イ)をもたらした原核生物は原始的な(エ)であり、(オ)の能力をもっていた。ミトコンドリアと(イ)は独自の(カ)をもち、これは共生説の1つの根拠とされる。

単細胞からなる(ア)の一部の系統から、多細胞からなるからだをもつ後生動物とよばれるグループが派生した。30以上の門からなるこのグループでは、約110万の種に名前がつけられている。ここでの「名前がつけられている」とは、(キ)の確立した二名法によって、(ク)が与えられていることを意味する。(キ)の時代には、種は一般に不変であると考えられていた。しかし後年、ガラパゴス諸島における動物の観察などから、ダーウィンが(ケ)による進化説を発表した。

(コ)動物門に含まれる昆虫類が後生動物において種の過半を占める。初期発生を比較すると、(サ)動物門でははっきりとした胚葉は形成されないが、他の門では形成される。ヒドラを含む(シ)動物門では、外胚葉と内胚葉の二胚葉が形成される。イカを含む(ス)動物門やウニを含む(セ)動物門では、中胚葉も形成されて三胚葉となる。同じく三胚葉であるが、イカでは原口が(ソ)になり、ウニでは(タ)になる。

問1 文中の(ア)～(タ)に入る適切な語句を答えよ。

問2 ヒトが分類される界、門、綱の名称をそれぞれ答えよ。

問3 ガラパゴス諸島に生息するゾウガメでは、島ごとに甲らの形や模様が異なっている。考えられる理由を1つ、50字以内で説明せよ。

問4 イカとウニにおける中胚葉の発生を80字以内で比較せよ。

問5 内胚葉から分化する器官を(あ)～(さ)からすべて選択し、記号で答えよ。

- | | | | |
|--------|-----------|---------|----------|
| (あ) 心臓 | (い) 角膜 | (う) 腎臓 | (え) ぼうこう |
| (お) 肺 | (か) 肝臓 | (き) 骨格筋 | (く) すい臓 |
| (け) 脳 | (こ) 皮膚の表皮 | (さ) 胃 | |