

## 令和3（2021）年度広島大学理学部第3年次編入学試験

### 試験問題表紙記載の試験日について

令和3（2021）年度広島大学理学部第3年次編入学試験の試験日については、台風10号接近に伴い、以下のとおり延期の上実施しましたが、試験問題表紙記載の試験日は、当初予定試験日のままとっております。

予めご了承ください。

（当初予定試験日） 令和2年9月7日

（延期後試験日） 令和2年9月14日

令和3（2021）年度広島大学理学部

生物科学科

第3年次編入学試験学力検査問題

筆記試験（生物）（3問）

令和2年9月7日  
自 9時00分  
至 11時00分

**答案作成上の注意**

- 1 この問題冊子には、生物の問題が計3問、総ページは、表紙を入れて7ページある。
- 2 解答用紙は、3枚（表面）ある。解答はすべて問題番号と同じ番号の解答用紙の所定の解答欄（表面）に記入すること。
- 3 下書き用紙は、各受験者に1枚ある。
- 4 受験番号は、すべての解答用紙（1箇所）の所定の欄に必ず記入すること。
- 5 配付した解答用紙は、持ち出さないこと。

[問題 I] 動物の受精と発生について、以下の問1～問3に答えよ。

問1 動物の受精について、以下の問いに答えよ。

ウニでは、海水中に放出された精子は誘引物質を出す卵に向かって泳いでいく。精子の頭部がゼリー層に接触すると、( ① ) が起こり、精子と卵膜の融合へと進行する。精子と卵膜が融合すると、卵膜の膜電位が変化する。この膜電位の変化は早い多精拒否(多精受精の防止)として作用する。次いで、卵の表面近くに存在する( ② ) が細胞膜と融合する反応が起こり、その後、卵膜は( ③ ) へと変化する。( ③ ) は遅い多精拒否として働く。

問(1) 文中の空欄①～③に当てはまる適切な語を答えよ。

問(2) ウニの卵に多精拒否の仕組みが備わっている意義について、核相の観点から簡潔に答えよ。

問2 動物の卵割について、以下の問いに答えよ。

多くの動物において、卵割のパターンは( ① ) の分布により影響を受ける。卵割において、細胞分裂により卵の表面に形成される溝を卵割溝と呼ぶ。両生類や哺乳類の卵のように、卵割溝が卵の表面を完全に横断するタイプの卵割を( ② ) と呼ぶ。一方、鳥類や爬虫類、あるいは昆虫では、卵割溝が卵全体を横断することではなく、( ① ) が少ない部分だけで卵割が進む( ③ ) がみられる。

問(1) 文中の空欄①～③に当てはまる適切な語を答えよ。

問(2) 受精の成立後、多くの動物では初期発生における卵割の段階に移行する。卵割とは細胞分裂の一つの様態である。卵割の特徴を、細胞周期の観点から答えよ。

(次ページに続く)

問3 脊椎動物の前肢が形成される仕組みについて、以下の問いに答えよ。

下の図はニワトリの翼（前肢）形成の模式図である。便宜上、指には前方から No. 1～No. 3の番号をつけた。図の上段の様に、正常な指のパターンが形成される機構として、(a)翼原基の後方領域から前方に向かう指形成シグナルの濃度勾配が存在するという仮説を立てた。この仮説を検証するために、(b)他の個体から採取した翼原基の後方領域の一部を、翼原基の前方に移植すると、図の下段のような鏡像重複した指のパターンを持った翼が形成された。移植片（翼原基の後方領域の一部）の機能と、鏡像重複した指のパターンが形成された仕組みを、仮説に基づいて答えよ。

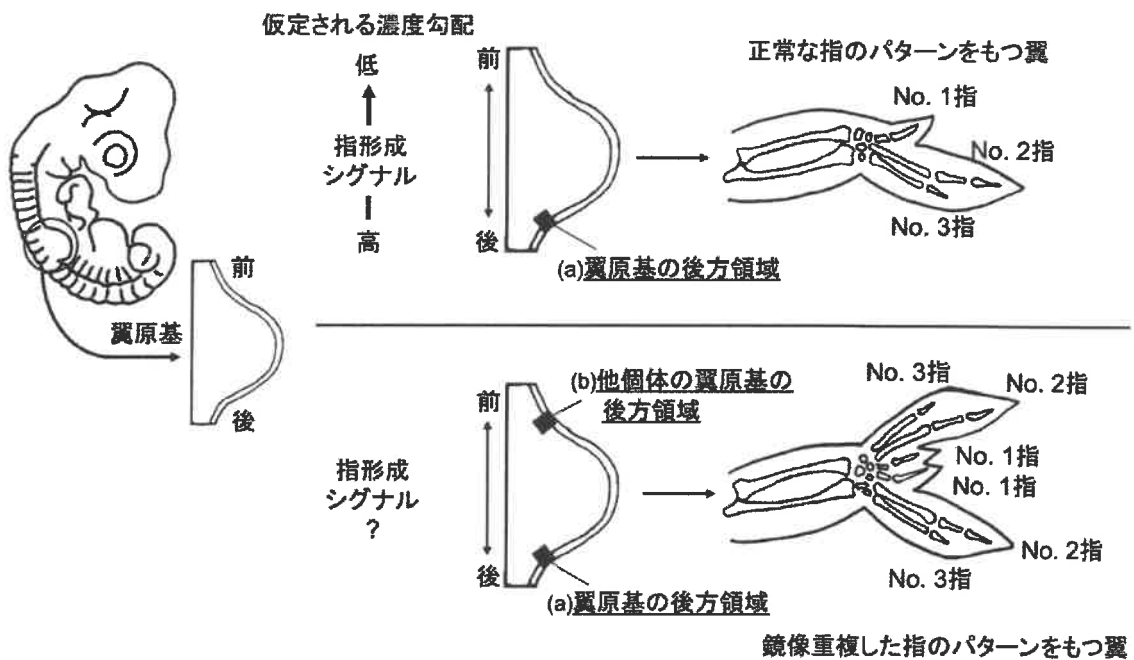


図 ニワトリの翼(前肢)形成の模式図

[問題 II] 遺伝子の発現に関する以下の文章を読み、問1～問7に答えよ。

生物の遺伝情報は、DNA分子に四種類の塩基の配列としてコードされている。DNA分子を構成する基本単位はヌクレオチドであり、塩基と糖と(①)で構成される。そして、ヌクレオチドが連結してポリヌクレオチド鎖が形成され、2本のポリヌクレオチド鎖が会合してDNAのらせん構造が形成される。

DNA上で、(a)タンパク質へ翻訳されずに機能するRNAやタンパク質の一次構造を規定する領域を遺伝子という。遺伝子が発現するとき、DNAの塩基配列は(②)の働きでRNAへと転写される。(②)がプロモーターとよばれる領域に結合することにより、転写が開始される。転写では、DNAを構成する一方のポリヌクレオチド鎖を鋳型として、(②)が相補的なRNAのヌクレオチドを連結していく。ただしRNAでは、DNAで使われるチミンに代わって(③)が使われる。

伝令RNA(mRNA)の塩基配列は、リボソームとよばれる細胞内構造体でタンパク質のアミノ酸配列へと翻訳される。翻訳では、塩基配列は(④)とよばれる連続した3個ずつのグループとして読み取られ、一つの(④)は一種類のアミノ酸を指定するか、タンパク質合成の終了を指定する。翻訳では、mRNAの塩基配列は5'末端側から3塩基ずつ連続的に読み取られ、読み取った(④)に対応するアミノ酸を伸長中のポリペプチド鎖のC末端に付加していく。

翻訳においてアミノ酸を運搬する役割を担う転移RNA(tRNA)は、(④)と相補的な3つの塩基をもっており、さらに(④)に対応するアミノ酸を結合して運ぶことができる。tRNAにアミノ酸を付加する酵素はアミノアシルtRNA合成酵素であり、(⑤)種類のアミノ酸に対応している。

問1 文中の空欄①～⑤にあてはまる適切な語を答えよ。

問2 DNAに使われる糖の名称を答えよ。また、RNAに使われる糖との構造的な違いを説明せよ。

(次ページに続く)

問3 次のDNAについての記述①～⑧のうち、正しいものを四つ選び、記号で答えよ。

- ① DNAの1本のヌクレオチド鎖において、ヌクレオチドどうしは水素結合により連結している。
- ② DNAを構成する2本のポリヌクレオチド鎖は、塩基間の水素結合により会合している。
- ③ DNAを構成する2本のポリヌクレオチド鎖の方向性(5'末端→3'末端の方向)は、同じ向きである。
- ④ DNAを構成する2本のポリヌクレオチド鎖は、加熱処理により分離することができる。
- ⑤ DNAの塩基は、メチル化などの化学修飾を受けることがある。
- ⑥ DNAの複製において、新たに合成されるDNA鎖は、3'側から5'側の方向(3'→5'方向)へのみ伸長する。
- ⑦ 真核生物の核内のDNAは、ヒストンタンパク質に巻き付いてヌクレオソームを形成する。
- ⑧ 真核生物の細胞内で、DNAが存在するのは核の中だけである。

問4 下線部(a)のタンパク質へ翻訳されずに機能するRNAについて、tRNA以外の例を一つあげ、その役割を100字以内で説明せよ。

問5 原核生物と真核生物のmRNAの構造の違いを100字以内で説明せよ。

問6 ある原核生物のmRNAを構成する塩基の組成が、Aが30.9%、Gが24.4%、Cが19.4%であったとする。このmRNAをコードする二本鎖DNAにおける各塩基の割合は何%か答えよ。

問7 真核生物のタンパク質をコードする遺伝子において、RNAへと転写される領域内のDNAに突然変異を生じたが、最終的に合成されたタンパク質のアミノ酸配列に変化はなかった。どのような突然変異だったと考えられるか、それぞれ40字以内で二つ例をあげよ。

[問題 III] 生物多様性に関する以下の文章を読み、問1～問5に答えよ。

地球上にはさまざまな生物が存在している。ある地域に存在する生物全体を生物相と呼ぶ。一方、実際の自然界では複数の種の個体群のあつまりである生物群集内の種間相互作用がみられる。この場合、ある地域の植生とそこで生活する生物のまとまりを(①)とよぶ。地球上にある(①)は、気候、地形、地理的位置などの特徴の類似性に基づいて類型化できる。その地域にもともと生息・生育する生物を在来種とよぶ。在来種は長い時間をかけた<sup>(a)</sup>進化の結果、その地域の環境に適応した集団といえる。一方で、意図的・非意図的に関わらず人為的に持ち込まれた生物を(②)とよぶ。これには自力で移動してきたものは含まれない。(②)には侵入した地域の生態系にほとんど影響を与えないものや、役に立っているものも存在する。しかしながら、過去には(②)のもたらす益だけを見て安易な持ち込みを行ったものが意図せず広がってしまい、それに伴う害が問題となっている事例もある。このようなその地域の生態系に影響を与える(②)をとくに侵略的(②)とよぶ。侵略的(②)のうちとくに生態系に重大な影響を及ぼすものは特定(②)として法律で対策がなされている。生物は自身だけで生きていくことはできず、さまざまなレベルで互いに影響を与えながら生活している。生物間のつながりや果たす役割、構造を生物多様性とよぶ。生物多様性として三つの階層があり、<sup>(b)</sup>遺伝的多様性と種多様性、(③)があげられる。(②)の存在がその地域の生物多様性に影響を与える場合がある。また、森林伐採や河川改修、<sup>(c)</sup>森林火災などに伴う自然環境の悪化により、地球レベルで生物多様性が現在急速に失われつつある。地球上では地質時代に規模の大きな5回の絶滅イベントがあったことが知られている。

問1 文中の空欄①～③にあてはまる適切な語を答えよ。

問2 文中の空欄②について、このような生物の例を一つあげよ。また、その影響を具体的に60字以内で説明せよ。

問3 下線部(a)に関連して、進化のしくみを説明する用語を三つ答えよ。

問4 下線部(b)に関連して、絶滅を引き起こす要因の一つとして集団内の遺伝的多様性の低下が考えられる。ある生物種内に有性生殖を行う集団と、無性生殖を行う集団があると仮定し、この種全体にあるウイルス性の感染症が蔓延した場合、時間経過にともなって両集団にどのような違いが生じるか70字以内で説明せよ。

(次ページに続く)

問5 下線部(c)に関連して、以下の問いに答えよ。

問(1) 日本の暖温帯域で裸地が生じた場合、一般的にどのように一次遷移が進むか、その過程を130字以内で説明せよ。

問(2) 日本の暖温帯域で森林火災が生じた場合、一般的に植生はどのように変化していくか、一次遷移と比較しながら、その過程を100字以内で説明せよ。