

2023年度東京海洋大学海洋生命科学部・海洋資源環境学部 私費外国人留学生特別入試学力検査問題《生物》（1 / 5）

※ 解答はすべて解答用紙に書きなさい

1 以下の文を読み、問1～問3に答えなさい。

動物の配偶子としては卵と精子がある。精子が卵と接触し、精子の核が卵の核と一緒にになるまでの過程を受精という。ウニでは精子が未受精卵の外側を取り囲み（ア）に到達すると、精子の頭部にある（イ）の中身が（ア）に向かって放出される。これによって（ア）が分解され精子が内部へと侵入可能になる。その後、精子は（ア）の下層にある（ウ）を通過して卵の細胞膜と融合する。この際、卵細胞からは（エ）の内容物が卵の細胞膜と（ウ）の間に放出される。その後、（ウ）は細胞膜から遊離して硬化し、受精膜へと変化する。卵に侵入した精子は核の尾側に（オ）を持っている。精子から卵細胞に入った（オ）は（カ）を形成し、（カ）は精核と卵核とを近づける。その後、受精卵は卵割とよばれる特殊な体細胞分裂を開始する。

問1 文中の（ア）～（カ）に入る最も適切な語句を答えなさい。

問2 以下の①～⑥について、卵だけにあてはまるものにはEを、精子だけにあてはまるものにはSを、卵と精子の両方にあてはまるものにはGを、どちらにもあてはまらないものにはNをそれぞれ選び、記号で答えなさい。

- ① 細胞質をほとんど持たない。
- ② 減数第一分裂の前期が長期にわたる。
- ③ 減数第二分裂の中期で受精が行われる。
- ④ 受精直前には単相 (n) 分のDNAをもつ。
- ⑤ 減数第一分裂では染色体の乗換えが起こる。
- ⑥ 減数分裂を開始した一つの細胞から4個の配偶子が生じる。

問3 下線部について、卵割の様式は動物の分類群ごとに異なる。魚類の受精後に生じる初期の卵割の一般的な特徴として正しいものを以下の①～⑫からすべて選び、番号で答えなさい。

- ① 分裂した割球は成長して元の割球と同じ大きさに戻る。
- ② 分裂した割球は分裂ごとに大きくなる。
- ③ 分裂した割球は分裂ごとに小さくなる。
- ④ 細胞周期のS期を欠くことがある。
- ⑤ 細胞周期のM期を欠くことがある。
- ⑥ 細胞周期のG₁期やG₂期を欠くことがある。
- ⑦ 個々の割球は、ほぼ同調して分裂し、 n 回の卵割後の割球数は 2^n 個となる。
- ⑧ 個々の割球は、ほぼ同調して分裂し、 n 回の卵割後の割球数は $2n$ 個となる。
- ⑨ 個々の割球が独立して分裂するため、割球数の増加速度は一定ではない。
- ⑩ 卵全体が分裂する。
- ⑪ 核がまず先に分裂し、これが表層に移動することで一斉に割球が生じる。
- ⑫ 8細胞期以降、動物極側と植物極側で割球の大きさに違いが生じる。

2023年度東京海洋大学海洋生命科学部・海洋資源環境学部 私費外国人留学生特別入試学力検査問題《生物》(2/5)

※ 解答はすべて解答用紙に書きなさい

2 以下の文を読み、問1と問2に答えなさい。

1970年代後半、サンガーによりDNAの塩基配列を読む技術が確立された。サンガー法の原法では、塩基配列を調べたいDNA(1本鎖)を含む溶液を4等分し、それぞれに放射性物質で標識したプライマー、DNAを複製する酵素である(ア)、4種類のデオキシリボヌクレオチドを加える。これらにジデオキシリボースという五炭糖を含んだ4種類のジデオキシリボヌクレオチドを1種類ずつ加えて反応させる。ジデオキシリボヌクレオチドは、伸長中のDNA鎖に偶然取り込まれた時点でDNA合成が止まる。このため、少量のジデオキシリボヌクレオチドを加えることで、ヌクレオチド1個から最長のDNA鎖まで、さまざまな長さのDNA断片を合成させることができる。それらのDNA鎖は、再び熱処理により1本鎖にした後、電気泳動により長さによって分けられる。

個体の形成、維持、生命活動の営みに必要なすべての遺伝情報を含むゲノムについて、DNAの全塩基配列を解読することは、その生物をつくり出す設計図を解き明かす作業ともいえる。このような作業を(イ)といい、これまでに数百種に及ぶ生物のゲノムの全塩基配列が解読されている。

問1 文中の(ア)および(イ)に入る適切な語句を答えなさい。

問2 以下の①～⑥について、DNAだけにあてはまるものにはAを、RNAだけにあてはまるものにはBを、DNAとRNAの両方にあてはまるものにはCを、どちらにもあてはまらないものにはDをそれぞれ選び、記号で答えなさい。

- ① ヌクレオチド鎖に方向性があり、5'末端側から3'末端側に向かって水素結合でつながっている。
- ② 翻訳によって合成される。
- ③ リン酸と糖と塩基からなる。
- ④ リン酸と糖がつながった主鎖のリン酸に塩基が結合した構造をしている。
- ⑤ 真核生物では、ヒストンと結合してヌクレオソームを形成している。
- ⑥ プロモーターとよばれる塩基配列が存在する。

2023年度東京海洋大学海洋生命科学部・海洋資源環境学部 私費外国人留学生特別入試学力検査問題《生物》（3／5）

※ 解答はすべて解答用紙に書きなさい

3 以下の文を読み、問1と問2に答えなさい。

被子植物の生殖器官は花で、一般的に各花器官の形成には3種類のホメオティック遺伝子をはたらいっている。被子植物の有性生殖は、おしべ内の花粉とめしべ内の胚のうにおいてつくられる配偶子の接合による。めしべの柱頭についた花粉は発芽し、最終的には胚珠中の胚のうにたどりつく。受精卵は細胞分裂を繰り返して胚球と胚柄になり、胚球はさらに分裂して胚になる。

問1 植物の生殖に関する以下の①～⑥の中から間違っているものを1つ選び、番号で答えなさい。

- ① 花粉母細胞は減数分裂を行い、4個の成熟花粉となる。
- ② 雄原細胞は体細胞分裂を行い、1個の花粉あたり2個の精細胞を生じる。
- ③ 胚のうは、卵細胞、助細胞、反足細胞、中央細胞の合計7個の細胞で構成される。
- ④ 胚珠を包む子房は、受精後に種皮となる。
- ⑤ 中央細胞は、2個の極核と1個の精核と融合して、三倍体の胚乳細胞となる。
- ⑥ 反足細胞は他の細胞に分化することはない。

問2 下線部について、シロイヌナズナの場合、外側から、領域1：がく片、領域2：花弁、領域3：おしべ、領域4：めしべの順に花器官が形成され、この形成過程は3種類のホメオティック遺伝子（Aクラス、Bクラス、Cクラス）のはたらしきによって制御されている。これらの遺伝子はそれぞれはたらく領域が決まっており、その組み合わせによってどの花器官が形成されるか決まる。これまでに、花器官の形成に異常を示すシロイヌナズナの突然変異体が多数得られている。それぞれの遺伝子が欠損した突然変異体では、表のように、いくつかの花器官の形成に異常を示す。以下の設問(1)～(3)に答えなさい。

表 各突然変異体で形成された花器官

欠損したホメオティック遺伝子	形成された花器官			
	領域1	領域2	領域3	領域4
なし	がく片	花弁	おしべ	めしべ
Aクラス	めしべ	おしべ	おしべ	めしべ
Bクラス	がく片	がく片	めしべ	めしべ
Cクラス	がく片	花弁	花弁	がく片

- (1) ホメオティック遺伝子に関する以下の①～⑤の中から正しいものを1つ選び、番号で答えなさい。
- ① おしべの形成にはAクラスとCクラスの遺伝子をはたらく必要がある。
 - ② がく片の形成にはAクラスとBクラスの遺伝子をはたらく必要がある。
 - ③ 花弁の形成にはBクラスの遺伝子は関与していない。
 - ④ 領域4ではAクラスの遺伝子が単独ではたらいっている。
 - ⑤ Bクラスの遺伝子が単独ではたらいて形成される花器官はない。
- (2) シロイヌナズナで、領域1から領域4のすべての領域でBクラスの遺伝子を強制的にはたらかせると、各領域にはどの花器官が形成されると考えられるか、それぞれの領域で形成される花器官の名称を答えなさい。
- (3) シロイヌナズナで、BクラスとCクラスの遺伝子が両方とも欠損した場合、各領域にはどの花器官が形成されるか、それぞれの領域で形成される花器官の名称を答えなさい。

2023年度東京海洋大学海洋生命科学部・海洋資源環境学部 私費外国人留学生特別入試学力検査問題《生物》（4／5）

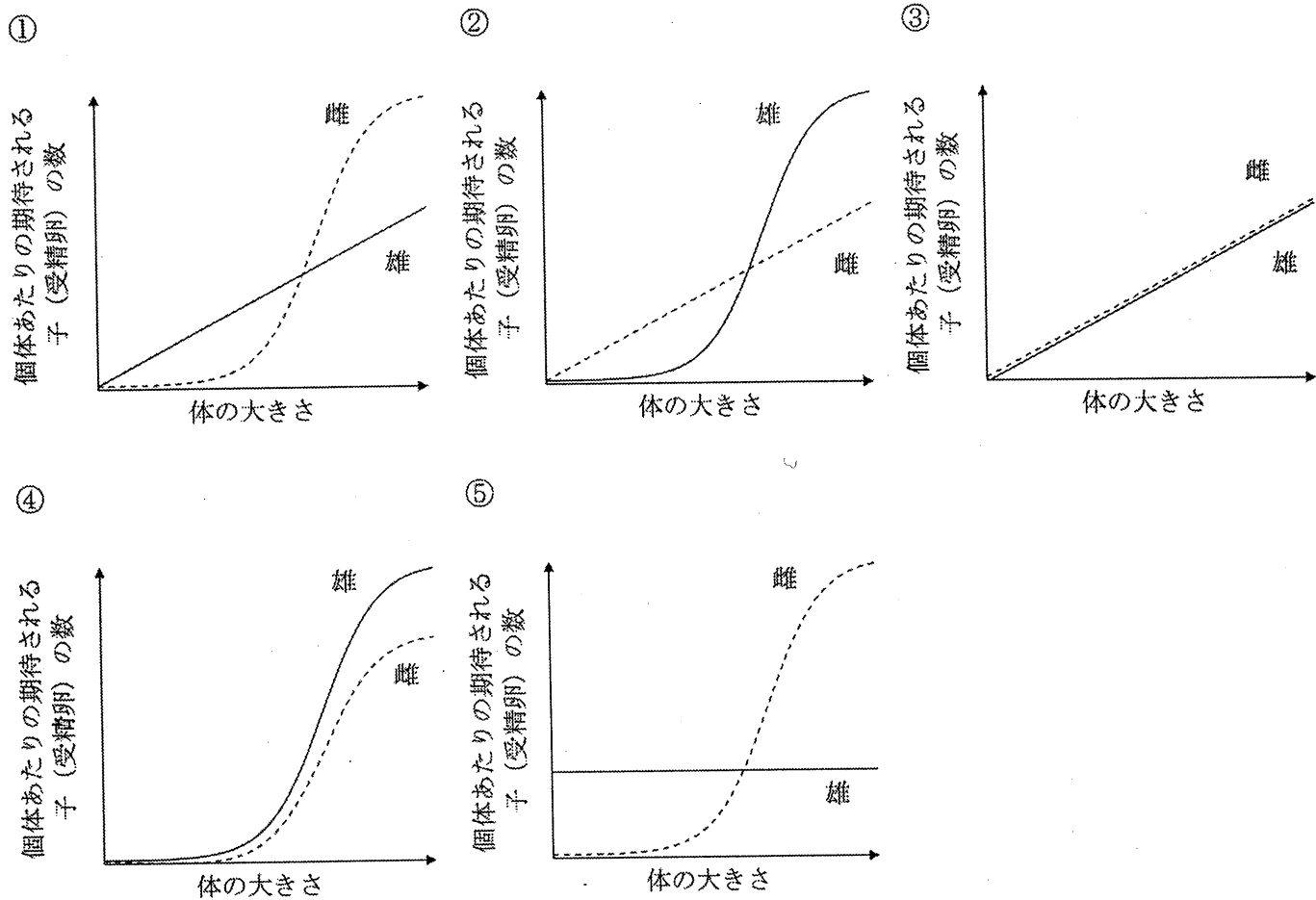
※ 解答はすべて解答用紙に書きなさい

4 以下の文を読み、問1と問2に答えなさい。

魚類では、種によってさまざまなつがい関係が認められる。ベラ科の魚類のなかには、雄が縄張りをもってハレムを形成する種が存在する。体の大きな雄は、縄張り争いに勝利して大きな縄張りを持ち、縄張り内に複数の雌をすまわせて配偶することで、多くの子を残すことができる。このベラのようなつがい関係を（ア）という。一方、イソギンチャクにすむクマノミのなかには、同居するなかで最も大きい個体が雌、2番目に大きい個体が雄であり、この2個体間でのみつがいを形成する種がいる。このクマノミのようなつがい関係を（イ）という。ハタ科の魚類のなかには、繁殖期になると複数の雌雄が集まって群れ産卵を行う種が存在する。このハタのようなつがい関係を（ウ）という。

問1 文中の（ア）～（ウ）に入る最も適切な語句を答えなさい。

問2 縄張りをもってハレムを形成するベラ科魚類のなかには、体が大きくなると雌から雄に性転換する種が存在する。この種が性転換する理由を説明する図として、最も適切なものを下の①～⑤から1つ選び、番号で答えなさい。



2023年度東京海洋大学海洋生命科学部・海洋資源環境学部 私費外国人留学生特別入試学力検査問題《生物》（5 / 5）

※ 解答はすべて解答用紙に書きなさい

5

以下の文を読み、問に答えなさい。

動物はエネルギーを食事から得ており、摂食行動による摂取エネルギーの制御は、動物にとって個体の生命維持に必須である。マウスを用いた一連の研究により、脂肪細胞で産生され、血液中に分泌されるレプチンと名付けられたペプチドホルモンが摂食行動の制御に関わることが確かめられている。摂取エネルギー量が消費エネルギー量を上回ると、余ったエネルギーは主に中性脂肪に変わり体脂肪として貯蔵される。このように体脂肪が増加すると、脂肪細胞におけるレプチンの産生量が増加する。血液中に分泌されたレプチンは脳の視床下部のレプチン受容体に作用し、摂食行動を強力に抑制する。以上のように、ホルモン分泌による食欲の制御で、摂取エネルギーと消費エネルギーのバランスがとられ、体内の脂肪量は一定に保たれる。

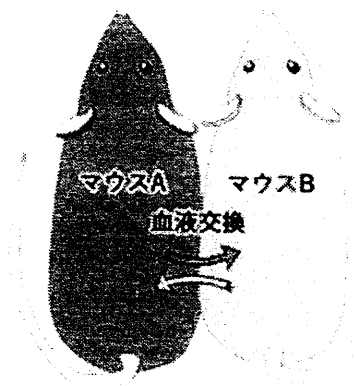


図1 マウスの併体結合

レプチンの機能を解明するうえで、レプチン遺伝子の突然変異による遺伝性肥満マウス（レプチン変異マウス）、およびレプチン受容体遺伝子の突然変異による遺伝性肥満マウス（レプチン受容体変異マウス）が重要な役割を果たした。これらの遺伝性肥満マウスは過剰に摂食し、その体重は通常の3倍程度になる。レプチン変異マウスでは、通常168個のアミノ酸からなるタンパク質に翻訳されるレプチン遺伝子の1塩基置換により、104個のアミノ酸からなる異常レプチンが産生される。この異常レプチンはレプチン受容体に結合できず機能不全となる。また、レプチン受容体変異マウスでは、スプライシング異常によりレプチンと結合できないレプチン受容体が産生される。これらの遺伝子変異マウスと遺伝子変異を持たないマウス（野生型マウス）を外科的に結合することで（併体結合実験、図1）、レプチンの機能が調べられた。なお、この2匹のマウス間では1分あたり全血液の約1~2%が交換される。

問 図2は、野生型マウス、レプチン変異マウス、レプチン受容体変異マウス、3種類のマウスから2匹を選び、それぞれマウスAおよびBとして併体結合した実験の結果をまとめたものである。なお、これらのマウスには自発的に摂食させた。図2中の(a)~(d)にあてはまるマウスを解答欄の3種類の中から選び、丸で囲みなさい。

	実験1		実験2		実験3	
	マウスA	マウスB	マウスA	マウスB	マウスA	マウスB
	(a)	野生型	(b)	(c)	野生型	(d)
体重 (g)						
摂食量 (g/日)						

図2 併体結合実験におけるマウスAおよびBの体重および摂食量の変化