

生 物

(2) 次の a~e のうち、文中の下線部Aの RNA に関する正しい記述の組み合わせとして、最も適切なものを選択肢①~⑩のうちから1つ選びなさい。

(解答番号)

- a リボソームは、rRNA とタンパク質から構成される。
- b rRNA は、DNA から転写されることなく合成される。
- c 真核細胞の場合、tRNA はおもに細胞質ではたらく。
- d 原核細胞は、tRNA をもたない。
- e tRNA は、DNA から転写されることなく合成される。

- ① a, b ② a, c ③ a, d ④ a, e ⑤ b, c
⑥ b, d ⑦ b, e ⑧ c, d ⑨ c, e ⑩ d, e

(3) 次の a~e のうち、文中の下線部Bの DNA と RNA を構成するヌクレオチドに関する正しい記述の組み合わせとして、最も適切なものを選択肢①~⑩のうちから1つ選びなさい。(解答番号)

- a デオキシリボース1分子と比較して、リボースは1分子に含まれる酸素原子が1つ少ない。
- b デオキシリボースとリボースは、3'の炭素に結合する構造(原子団, 原子)が異なっている。
- c デオキシリボースもリボースも、1分子に5つの炭素を含む。
- d DNA を構成するヌクレオチドには、塩基としてウラシルが含まれる。
- e RNA を構成するヌクレオチドには、塩基としてチミンが含まれない。

- ① a, b ② a, c ③ a, d ④ a, e ⑤ b, c
⑥ b, d ⑦ b, e ⑧ c, d ⑨ c, e ⑩ d, e

生 物

- (4) 文中の下線部Cに関して、DNAの二重らせん構造の構築には2本のヌクレオチド鎖の間に形成される水素結合が重要な役割を果たす。DNAの2本鎖構造中において相補的に結合する塩基と、その間の水素結合の数の組み合わせとして、最も適切なものを選択肢①～⑥のうちから1つ選びなさい。(解答番号

5

)

選択肢	相補的に結合する塩基	水素結合の数
①	AとG	2 つ
②	AとT	3 つ
③	AとU	2 つ
④	CとG	3 つ
⑤	CとT	1 つ
⑥	TとU	1 つ

問2 塩基配列とアミノ酸に関して、次の文章を読み、(1)および(2)に答えなさい。

(解答番号 6 , 7)

4種類のヌクレオチドの構成比(塩基の数の割合)を人為的に調整して合成したヌクレオチド鎖を mRNA の代わりに用いて試験管内で翻訳を進行させ、ポリペプチドを得た。表1は、構成比1、構成比2において合成されたポリペプチドに取り込まれていたアミノ酸の数の割合を示したものである。なお、出現するコドンで指定される可能性がある20種類のアミノ酸や翻訳に必要な物質などは、試験管内に適切な条件で含まれているものとする。

構成比1 塩基の数の割合として、 $U : G = 5 : 1$ で合成されたヌクレオチド鎖を用いて、試験管内で翻訳を進行させた。ヌクレオチド鎖中には、 $U : G = 5 : 1$ の割合でランダムに含まれている。

構成比2 塩基の数の割合として、 $U : A = x : 1$ で合成されたヌクレオチド鎖を用いて、試験管内で翻訳を進行させた。ヌクレオチド鎖中には、 $U : A = x : 1$ の割合でランダムに含まれている。

表1

アミノ酸	構成比1	構成比2
アミノ酸I	0.20	0
アミノ酸II	0.048	0
アミノ酸III	0.24	0
リシン	0	0.038
アスパラギン	0	0.11
イソロイシン	0	0.45
チロシン	0	0.33
トリプトファン	0.04	0
ロイシン	0.20	0.33
フェニルアラニン	1	1

生 物

このような実験と得られた結果を通し，表2に示すような遺伝暗号表が完成した。解答にあたっては，必要に応じて表2を利用しなさい。

表2

		2番目の塩基					
		U	C	A	G		
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 フェニルアラニン	UCC セリン	UAC チロシン	UGC システイン	C	
		UUA ロイシン	UCA セリン	UAA 終止コドン	UGA 終止コドン	A	
		UUG ロイシン	UCG セリン	UAG 終止コドン	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 ロイシン	CCC プロリン	CAC ヒスチジン	CGC アルギニン	C	
		CUA ロイシン	CCA プロリン	CAA グルタミン	CGA アルギニン	A	
		CUG ロイシン	CCG プロリン	CAG グルタミン	CGG アルギニン	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 イソロイシン	ACC トレオニン	AAC アスパラギン	AGC セリン	C	
		AUA イソロイシン	ACA トレオニン	AAA リシン	AGA アルギニン	A	
		AUG (開始コドン) メチオニン	ACG トレオニン	AAG リシン	AGG アルギニン	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 バリン	GCC アラニン	GAC アスパラギン酸	GGC グリシン	C	
		GUA バリン	GCA アラニン	GAA グルタミン酸	GGA グリシン	A	
		GUG バリン	GCG アラニン	GAG グルタミン酸	GGG グリシン	G	

生 物

- (1) 表 1 中のアミノ酸 I～III にあてはまるアミノ酸の組合せとして、最も適切なものを選択肢①～⑥のうちから 1 つ選びなさい。(解答番号 6)

選択肢	アミノ酸 I	アミノ酸 II	アミノ酸 III
①	システイン	バリン	グリシン
②	システイン	グリシン	バリン
③	バリン	システイン	グリシン
④	バリン	グリシン	システイン
⑤	グリシン	バリン	システイン
⑥	グリシン	システイン	バリン

- (2) 構成比 2 における、 $U : A = x : 1$ の x にあてはまる整数として、最も適切なものを選択肢①～⑥のうちから 1 つ選びなさい。

(解答番号 7)

- | | | |
|-----|-----|-----|
| ① 1 | ② 2 | ③ 3 |
| ④ 4 | ⑤ 5 | ⑥ 6 |

生 物

問3 遺伝子の複製に関して、次の文章を読み、(1)~(5)に答えなさい。

(解答番号

8

 ~

12

)

PCR法(ポリメラーゼ連鎖反応法)は目的のDNA領域を複製する技術で、現代の遺伝子の研究において欠くことのできないものになっている。PCR法では、反応の温度を3段階(ステップ1~3)に、順に変化させることを1サイクルとして、これを繰り返し行うことで少量の試料から短時間でDNAを大量に増幅することが可能である。

ステップ1：95℃程度に加熱する。

ステップ2：55℃程度に冷却する。

ステップ3：72℃程度に加熱する。

PCR法では、特殊なDNAポリメラーゼの利用と、増幅したい目的のDNAの領域を挟み込むように^D鋳型鎖に結合する2種類の^Eプライマーの選定が重要なポイントである。図1は、PCR法によってDNAが増幅される様子を3サイクル目まで示したもので、目的の領域のみからなる2本鎖DNAは、3サイクル目にはじめて得られることがわかる。また、2種類のプライマーは、プライマー1、プライマー2として示している。

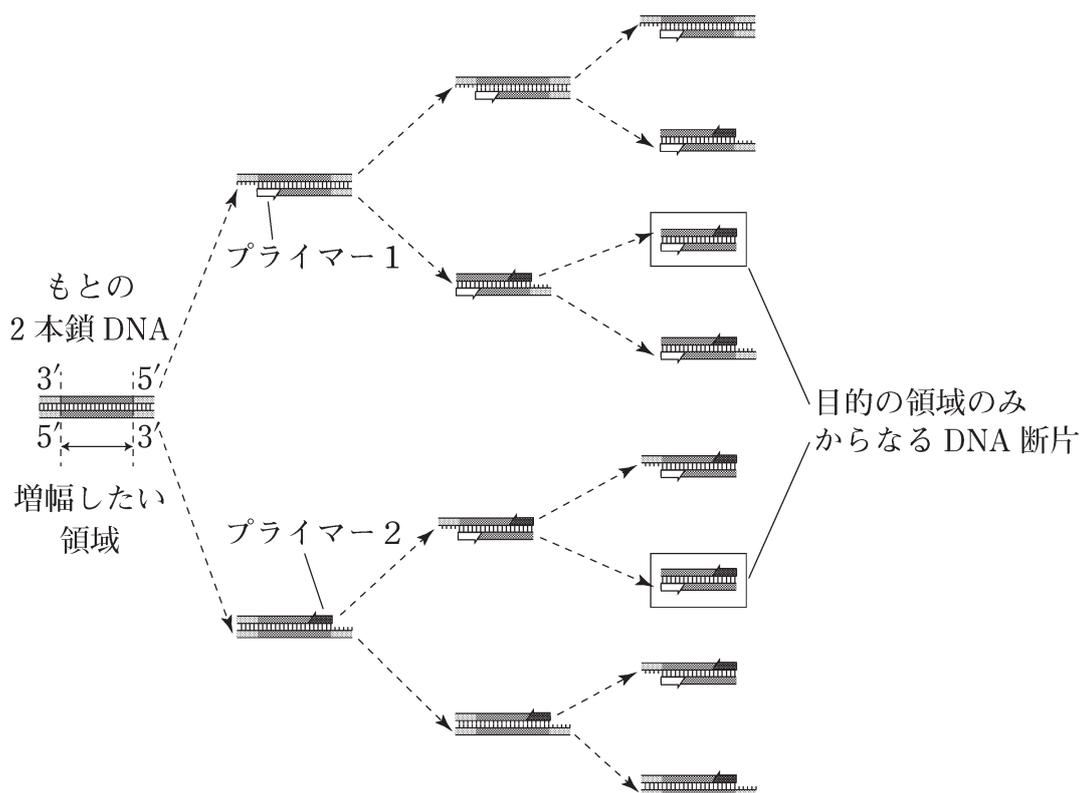


図1

- (1) PCR法のステップ1～3では、それぞれどのような反応が起こっているか。その組み合わせとして、最も適切なものを選択肢①～⑥のうちから1つ選びなさい。(解答番号 8)

選択肢	ステップ	現象
①	ステップ1	2本のヌクレオチド鎖間の水素結合が回復する。
②	ステップ1	ヌクレオチド鎖の伸長反応が起こる。
③	ステップ2	それぞれの鋳型鎖にプライマーが結合する。
④	ステップ2	2本のヌクレオチド鎖が解離する。
⑤	ステップ3	新たなヌクレオチドの合成が起こる。
⑥	ステップ3	鋳型鎖の分解が起こる。

生 物

(2) 文中の下線部Dに関して、特殊な DNA ポリメラーゼの利用によって可能になることとして、最も適切なものを選択肢①～④のうちから1つ選びなさい。(解答番号

9

)

- ① DNA の複製だけでなく、転写や翻訳もまとめて行える。
- ② 高温にしても失活しにくい。
- ③ DNA の複製の誤りの頻度を低下させられる。
- ④ 目的の領域を含む 2 本鎖 DNA が得られる。

(3) 文中の下線部Eに関して、PCR 法で利用されるプライマーと生体内での DNA の複製に使われるプライマーはそれぞれどのようなものか。その組み合わせとして、最も適切なものを選択肢①～④のうちから1つ選びなさい。(解答番号

10

)

選択肢	PCR 法	生体内での DNA の複製
①	短い 1 本鎖 DNA	短い 1 本鎖 DNA
②	短い 1 本鎖 DNA	短い RNA
③	短い RNA	短い 1 本鎖 DNA
④	短い RNA	短い RNA

(4) 1 分子の 2 本鎖 DNA をもとに、PCR 法の一連の反応を10サイクル繰り返した場合、目的の領域だけを含む 2 本鎖 DNA は理論上、何分子得られるか。最も適切なものを選択肢①～⑥のうちから1つ選びなさい。(解答番号

11

)

- ① 502分子
- ② 512分子
- ③ 1004分子
- ④ 1024分子
- ⑤ 2008分子
- ⑥ 2048分子

生 物

(5) PCR 法の応用例として、誤っているものを選択肢①～④のうちから1つ選びなさい。(解答番号

12

)

- ① 犯罪現場での遺留物から犯人を特定する。
- ② 遺伝子組換え作物の混入を確認する。
- ③ 患者のウイルス感染の有無を調べる。
- ④ ヒトの ABO 式血液型を調べる。

生 物

〔Ⅱ〕 体液や生体防御に関して，問に答えなさい。

(解答番号 ～) (22点)

問 ヒトの血液に関して，次の文章を読み，(1)～(6)に答えなさい。

(解答番号 ～)

ヒトの体液は，血液，組織液，リンパ液に分けられる。血液は血管系によって全身をめぐる，恒常性の維持にはたらく。表1は，ヒトの血液中の成分の組成について示したものである。

表1

名称		大きさ (直径)	核	数 (血液 <input type="text" value="14"/> 中)	はたらき
有 形 成 分	赤血球	<input type="text" value="13"/> μm	ア	380万～570万個	酸素を運搬
	白血球	6～25 μm	イ	4000～9000個	<u>免疫</u> に関係 A
	血小板	2～4 μm	ウ	15万～40万個	<u>血液凝固</u> に B 関係
液 体 成 分	血しょう	水(約91%)，タンパク質(約7%)，無機塩類(約1%)， <u>その他有機物</u> (約1%)など C			

(1) 表1中の に入る数値の範囲として，最も適切なものを選択肢①～④のうちから1つ選びなさい。(解答番号)

- ① 1～2 ② 3～4 ③ 7～8 ④ 12～15

生 物

(2) 表1中の **14** に入る数値と単位として、最も適切なものを選択肢①～④のうちから1つ選びなさい。(解答番号 **14**)

- ① 1 mm^3 ② 100 mm^3 ③ 1 mL ④ 100 mL

(3) 表1中のア～ウにあてはまる語句の組み合わせとして、最も適切なものを選択肢①～⑥のうちから1つ選びなさい。(解答番号 **15**)

選択肢	ア	イ	ウ
①	有	有	有
②	有	無	有
③	有	無	無
④	無	有	有
⑤	無	有	無
⑥	無	無	有

生 物

- (4) 表1中の下線部Aに関して、生体防御のしくみについてのそれぞれの説明として、最も適切なものを選択肢①～⑦のうちから1つずつ選びなさい。ただし、同じ選択肢を何度使ってもよい。(解答番号 ～)

体液性免疫・・・

細胞性免疫・・・

自然免疫・・・

- ① ヘルパー T 細胞が病原体感染細胞のもつ物質を認識し、直接攻撃する。
② キラー T 細胞が病原体感染細胞を直接攻撃し、死滅させる。
③ 病原体を認識した樹状細胞が、その病原体の排除にはたらかないリンパ球を不活性化する。
④ キラー T 細胞によって活性化された B 細胞がつくる抗体が、病原体などを不活性化する。
⑤ ヘルパー T 細胞の作用で分化した形質細胞(抗体産生細胞)がはたらいで、抗原抗体反応が起こる。
⑥ NK 細胞(ナチュラルキラー細胞)が、ワクチンの排除にはたらく。
⑦ マクロファージや好中球が、さまざまな異物の排除にはたらく。
- (5) 表1中の下線部Bに関して、血液凝固に強く関係するタンパク質として、最も適切なものを選択肢①～④のうちから1つ選びなさい。
(解答番号)

① ペクチン

② アルブミン

③ デイフェンシン

④ フィブリン

生 物

- (6) 表1中の下線部Cに関して、血しょう中の有機物としてはグルコースが重要である。健康なヒトの血しょう中のグルコースの濃度(質量%濃度)として、最も適切なものを選択肢①～④のうちから1つ選びなさい。

(解答番号

20

)

- ① 0.01% ② 0.1% ③ 0.3% ④ 0.9%

生 物

〔Ⅲ〕 タンパク質の構造に関して，問に答えなさい。

(解答番号 21 ～ 24) (11点)

問 タンパク質の構造に関して，次の文章を読み，(1)～(4)に答えなさい。

(解答番号 21 ～ 24)

タンパク質がはたす機能は，タンパク質の立体構造にもとづいている。表1は，タンパク質の構造について示したものである。

表1

構造	特徴など	関係する化学結合・構造の名称
一次構造	DNA の塩基配列によって直接決定されるアミノ酸の種類と配列	<u>ペプチド結合</u> A
二次構造	部分的な <u>ポリペプチドの折りたたみ</u> B のパターン	α ヘリックス構造 β シート構造
三次構造	分子全体の形状を決める広い範囲の立体構造	<u>ジスルフィド結合</u> C <u>(S-S 結合)</u>
<u>四次構造</u> D	複数のポリペプチドの立体位置	—

(1) 表1中の下線部Aに関して，ペプチド結合の説明として，最も適切なものを選択肢①～⑤のうちから1つ選びなさい。(解答番号 21)

- ① 2つのアミノ酸のアミノ基どうしの間で形成される。
- ② 2つのアミノ酸のカルボキシ基どうしの間で形成される。
- ③ 2つのアミノ酸のアミノ基とカルボキシ基の間で形成される。
- ④ 2つのアミノ酸の側鎖とアミノ基の間で形成される。
- ⑤ 2つのアミノ酸の側鎖とカルボキシ基の間で形成される。

生 物

(2) 表1中の下線部Bに関して、ポリペプチドの折りたたみに深く関係する分子として、最も適切なものを選択肢①～⑤のうちから1つ選びなさい。

(解答番号)

- | | |
|----------|--------------------|
| ① シャペロン | ② コラーゲン |
| ③ ペプシン | ④ β ガラクトシダーゼ |
| ⑤ インテグリン | |

(3) 表1中の下線部Cに関して、ジスルフィド結合はタンパク質の四次構造の形成に関与することもある。その例として、最も適切なものを選択肢①～⑤のうちから1つ選びなさい。(解答番号)

- | | |
|---------|-----------|
| ① セルロース | ② グリシン |
| ③ X-gal | ④ 免疫グロブリン |
| ⑤ キアズマ | |

(4) 表1中の下線部Dに関して、四次構造をもつタンパク質として、最も適切なものを選択肢①～⑤のうちから1つ選びなさい。(解答番号)

- | | |
|------------|----------|
| ① クロロフィル | ② ヘモグロビン |
| ③ アセトアルデヒド | ④ グリコーゲン |
| ⑤ アスパラギン酸 | |

生 物

〔Ⅳ〕 減数分裂と動物の生殖に関して、問1および問2に答えなさい。

(解答番号 25 ～ 36) (34点)

問1 減数分裂に関して、次の文章を読み、(1)～(4)に答えなさい。

(解答番号 25 ～ 28)

減数分裂は、生物が世代を通じて染色体数を一定に維持するために欠くことができない重要な細胞分裂の様式である。また、減数分裂の過程では、もとは異なる染色体の組み合わせ、さらには遺伝子の組み合わせが形成される。これによって、種が存続できる可能性が高まり、さらには種の進化につながる。図1は、有性生殖を行うある生物(体細胞の核相と染色体数が $2n = 6$)の減数分裂第一分裂のある段階を模式的に示したものである。なお、Pおよびア～オは染色体を示しており、a～cおよびqは染色体上の位置(遺伝子座)を示している。また、各染色体は細胞内において1つの平面上に並んでいて、黒色の染色体は一方の親から受け継いだもの、白色の染色体はもう一方の親から受け継いだものを示している。

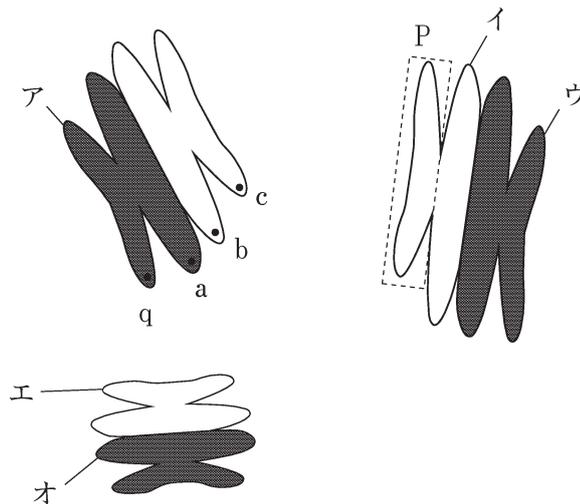


図1

生 物

- (1) 図1は、減数分裂第一分裂のいずれの時期に相当するか。その時期として、最も適切なものを選択肢①～④のうちから1つ選びなさい。

(解答番号)

- ① 前期 ② 中期 ③ 後期 ④ 終期

- (2) 減数分裂第一分裂が完了して形成された細胞に、図1中のPの染色体が含まれていたものとする。このとき、Pの染色体が入る細胞と同じ細胞に入る可能性がない染色体はどれか。選択肢①～⑤のうちから1つ選びなさい。(解答番号)

- ① ア ② イ ③ ウ ④ エ ⑤ オ

- (3) 減数分裂第二分裂が完了して形成された細胞に、図1中のPの染色体が含まれていたものとする。このとき、Pの染色体が入る細胞と同じ細胞に入る可能性がない染色体はどれか。選択肢①～⑩のうちから1つ選びなさい。(解答番号)

- ① ア, イ ② ア, ウ ③ ア, エ ④ ア, オ ⑤ イ, ウ
⑥ イ, エ ⑦ イ, オ ⑧ ウ, エ ⑨ ウ, オ ⑩ エ, オ

生 物

- (4) 図1に染色体像を示した個体の両親の遺伝子型は GG と gg で、図1中の q の遺伝子座には G が存在したものとする。このとき、 $a\sim c$ の遺伝子座を占める遺伝子の組み合わせとして、最も適切なものを選択肢①～④のうちから1つ選びなさい。(解答番号

28

)

選択肢	a	b	c
①	G	g	g
②	g	G	G
③	g	G	g
④	g	g	G

生物

問2 動物の配偶子形成と受精に関して、次の文章を読み、(1)~(5)に答えなさい。

(解答番号 29 ~ 36)

動物の配偶子は、体細胞分裂と減数分裂を経て形成される。減数分裂により、体細胞と比較して染色体数が半減した配偶子は、受精によって染色体数を倍加させる。図2は、ヒトの配偶子形成の様子を模式的に示したものである。図2中において、aは不均等に分裂し、bは小さく、cは大きいことを示している。また、bはのちに消失する。

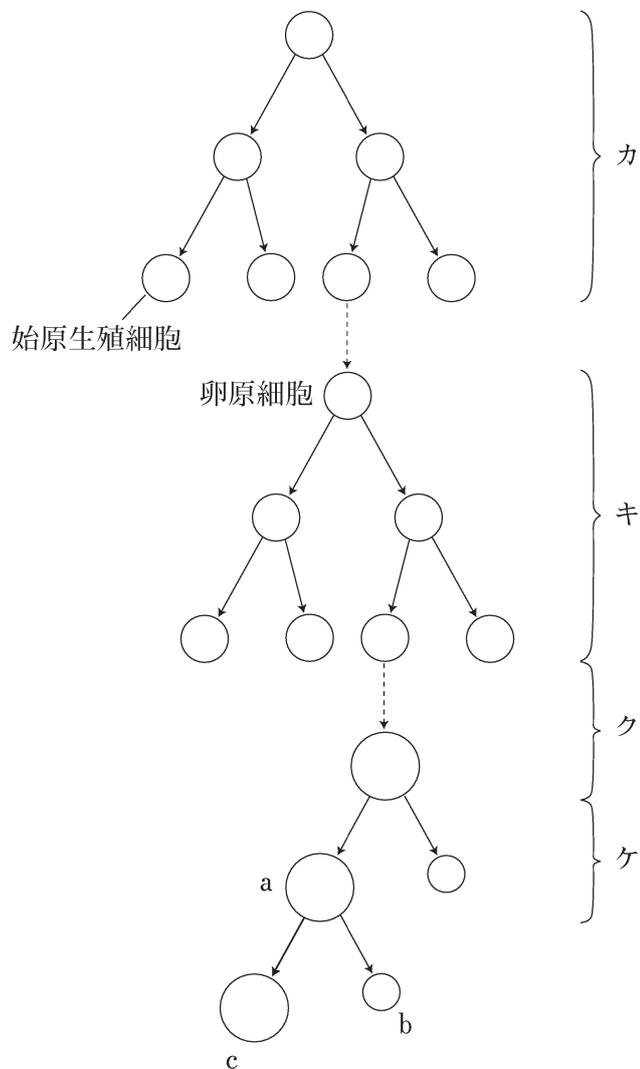


図2

生 物

- (1) 図2中のカ～ケの過程のうち、卵巣外で行われているものとして、最も適切なものを選択肢①～④のうちから1つ選びなさい。

(解答番号)

- ① カ ② キ ③ ク ④ ケ

- (2) 図2中の細胞のうち、aとbの名称として、最も適切なものを選択肢①～⑤のうちから1つずつ選びなさい。ただし、同じ選択肢を何度使ってもよい。(解答番号 ,)

a . . .

b . . .

- ① 一次卵母細胞 ② 二次卵母細胞 ③ 卵
④ 第一極体 ⑤ 第二極体

- (3) 図2中の細胞のうち、aとbの核相と染色体数はどのように表されるか。最も適切なものを選択肢①～⑧のうちから1つずつ選びなさい。ただし、同じ選択肢を何度使ってもよい。(解答番号 ,)

a . . .

b . . .

- ① $2n=46$ ② $2n=23$ ③ $n=46$ ④ $n=23$
⑤ $2n=6$ ⑥ $2n=3$ ⑦ $n=6$ ⑧ $n=3$

生 物

- (4) ヒトのもつ精子の核内 DNA 量を10とすると、図2中の細胞のうち、a と b がもつ核内 DNA 量はどのように表されるか。最も適切なものを選択肢①～④のうちから1つずつ選びなさい。ただし、同じ選択肢を何度使ってもよい。(解答番号 ,)

a . . .

b . . .

- ① 40 ② 20 ③ 10 ④ 5

- (5) ウニの場合、図2中のcに相当する細胞に精子が進入する。この際、2個目以降の精子の進入を妨げる構造が形成され、多精が阻止される。その構造の名称と由来の組み合わせとして、最も適切なものを選択肢①～④のうちから1つ選びなさい。(解答番号)

選択肢	名称	由来
①	受精膜	細胞膜
②	受精膜	卵黄膜
③	細胞壁	細胞膜
④	細胞壁	卵黄膜