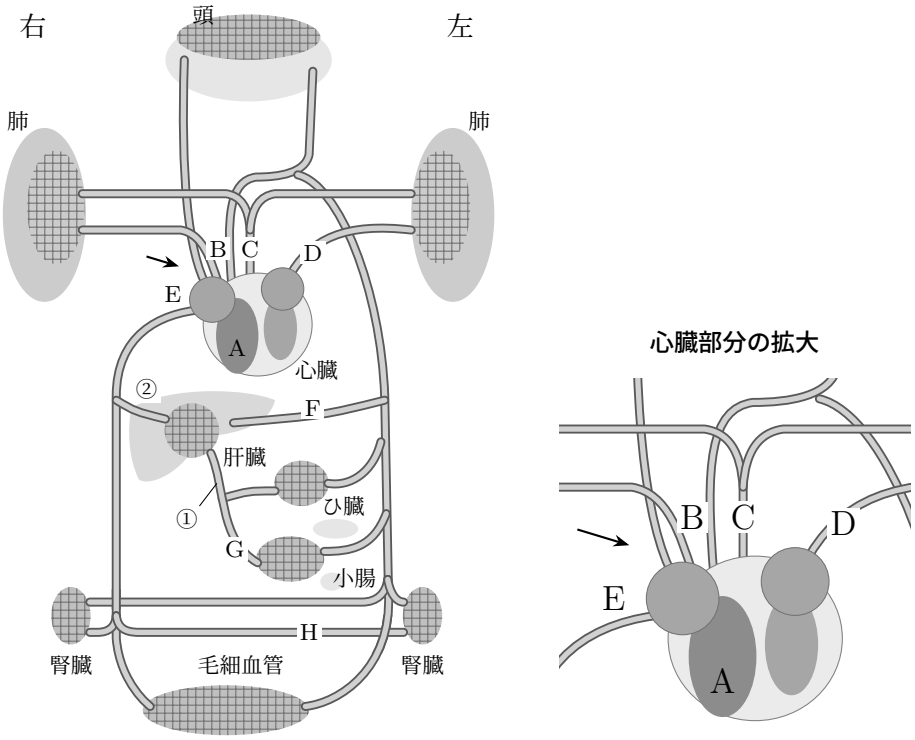
東京女子医科大学

2025 年度　一般選抜　生物

（2 科目　120 分）

I 正常なヒトの循環系に関する以下の問に答えよ。（本問の解答は、すべて記述用解答用紙に記入せよ）

下図はヒトの循環系の模式図である。なお、本問では、毛細血管から血管外に漏出した液体と同量の組織液が常に血管内に戻り、組織液からリンパ管への流入は無視できるとして考えよ。



問 1. 図の A〜E の部位のうち動脈血が流れているのはどれか、**すべて**選べ。また、その部位の血管あるいは心臓の区画の名称も答えよ。解答欄には、＜部位の記号　部位の名称＞のように、＜　＞で囲んでその中に最初に部位の記号、次いでその部位の名称を記すこと。

問 2. ある健常な成人の A と B に相当する部位から血液を採取した。その酸素飽和度を調べたところ、どちらか一方は 96％、他方は 74％ であった。酸素飽和度とは、血液中に含まれるすべてのヘモグロビンに結合できる酸素の最大量に対する、実際にヘモグロビンに結合している酸素の量の割合を百分率で表したものである。

(1)　この人の血液に含まれるヘモグロビン量は 0.13 g / mL であり、1 g のヘモグロビンがすべて酸素と結合した場合、1.4 mL の酸素と結合するものとする。この人の血液 100 mL が、A から B まであるいは B から A まで流れた間に、含まれる酸素の量（mL）はどのくらい増えたか。小数第二位を四捨五入して小数第一位までで答えよ。ただし、ヘモグロビンに結合せず血しょう中に直接溶ける酸素の量は無視してよい。

(2)　この人の 1 分間あたりの酸素消費量は 220 mL / 分であったとする。この人の心臓から 1 分間あたりに送り

出された血液量は何 L だっただろうか。小数第二位を四捨五入して小数第一位までで答えよ。

問 3. 図の C〜H の部位から、その部位を 1 分間あたりに流れる血液の量が前問（2）で求めた値とほぼ同じと思われるものを**すべて**選び、記号で答えよ。

問 4. 1 分間あたりに肝臓を通過する血液量を調べるため、ある無害な色素を腕の静脈に注入し続け、図の①と②の部位での血液中に含まれる色素の量を測定し続けた。色素を一定の速度 T mg / 分で注入し続けたところ、最終的に部位①では V mg / mL、部位②では W mg / mL で一定となった。
なお、この色素は血しょう中に容易に溶けて流れるが、肝臓を流れる際に肝臓の細胞に取り込まれ小腸内腔に排出される。しかし、それ以外には体から排出されたり分解されたりすることはなく、血管外に出ることもないものとして考えよ。また、腕の静脈は図の矢印の部位で矢印が示す血管に合流する。

（1） 部位①での血液中の色素濃度が V mg / mL で一定になったときに、同じ V mg / mL の色素濃度であると思われるのは、図の E〜H のどの部位を流れる血液だろうか。その部位を**すべて**選び、記号で答えよ。

（2） 1 分間あたりに肝臓を通って流れる血液量を T、V、W を用いて表せ。ただし、注入する色素溶液の体積は無視してよく、測定中に体内で生成する水分および体外に排出される水分の量も無視してよい。

II 生殖・発生に関する以下のハナコとヨシコの会話を読み、各問に答えよ。

（マークシート解答番号 1 〜 14 ）

ハナコさんとヨシコさんは発生の勉強をしています。

ハナコ「動物の配偶子形成には似たような名称がたくさん出てくるから混乱しそうだね。単語帳を作って覚えようかな」
ヨシコ「名称だけじゃなくて、それぞれの関係を理解しながら覚えないとね」
ハナコ「まず精子形成に関係する名称のカードを作ってみるね。それを並べながらそれぞれの関係を確認してみようか」

ハナコさんの作った単語カードをヨシコさんが並べていきます。

ヨシコ「細胞の名称をできてくる順に並べていくとこんな感じかな？　この細胞が、この細胞になるってことを示すために白い矢印でつなげるね」
ハナコ「じゃあ、現象の名称のカードは隣に並べようか？　それで、その現象がどこに関係するかを黒い矢印で示そうかな」

ハナコさんとヨシコさんは、図１のように単語カードを並べました。

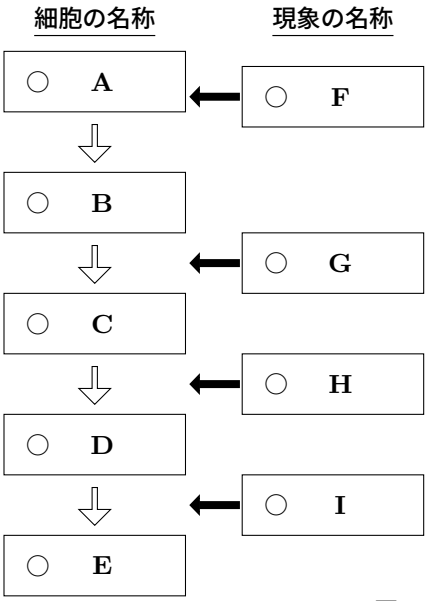


図 1

（中略）

ヨシコ「卵形成についても同じようにやってみようか」

ハナコ「現象の名称は同じだし、細胞の名称は【精】が【卵】に変わっただけだから、こんな感じに【精】の下に【卵】を書き足せば、このまま使えるんじゃない？（図 2)」

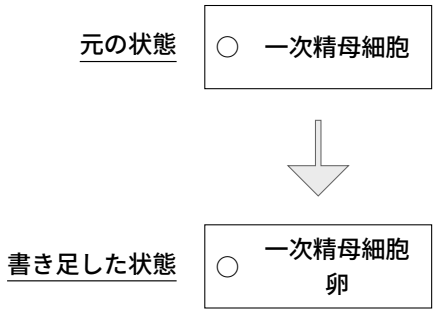


図 2

ヨシコ「そんなに簡単じゃないでしょう？　たとえば、精細胞の【精】を【卵】に換えると卵細胞になるでしょう？　植物では卵細胞と習ったけど、動物では卵と習ったよね」

ハナコ「確かに。【精】を【卵】に換えただけだとちょっと違うね。じゃあ、卵っていうカードを新しく作って交換するね」

ヨシコ「それに、（あ）卵形成では必要ないカードがあるでしょう？」

ハナコ「そうだね。（い）逆に足りないカードもあるね」

（中略）

ハナコさんは卵形成についても単語カードを完成させました。

ハナコ「卵って、ニワトリのタマゴでいえば黄身の部分だよね？　結構大きな細胞だよね」
ヨシコ「(う) 発生に必要な栄養分やタンパク質、RNA なんかが蓄えられているからね」

問 1. 図 1 の B、F、H にあてはまる名称を、以下のア～シから選べ。

B：[1]　F：[2]　H：[3]

ア．精子　イ．精細胞　ウ．精原細胞　エ．第一極体
オ．第二極体　カ．一次精母細胞　キ．二次精母細胞　ク．受精
ケ．変形（変態）　コ．体細胞分裂　サ．減数分裂第一分裂　シ．減数分裂第二分裂

問 2. この動物の常染色体数は 44、性染色体は X と Y である。X と Y の両方をもっている細胞を、問 1 の選択肢の**ア～キ**から**すべて**選べ。[4]

問 3. 下線部（あ）に関連して、図 2 のように【卵】を書き足したカードを使って卵形成を説明しようとした場合に不要になる図 1 のカードを、以下のア～ケから**すべて**選べ。(精細胞のカードはすでに卵のカードと交換してあるので選択しないものとする) [5]

ア．A　イ．B　ウ．C　エ．D　オ．E
カ．F　キ．G　ク．H　ケ．I

問 4. 下線部（い）に関連して、問 3 で述べた不要なカードを取り除いた上で、新たに矢印とカードを追加する必要がある。以下の枠内の文章の(a)と(c)にあてはまる図 1 のカードを、以下の選択肢の**ア～オ**から、(b)と(d)にあてはまる細胞の名称を、以下の選択肢の**カ～シ**から選べ。
ただし、不要なカードを取り除くことによって、残りのカードの位置がずれることはない。また(a)には、(c)よりも卵形成の早い段階のカードが入るものとする。

> (a)から出る白い矢印を 1 本増やし、その先に(b)のカードを追加する。
> 同様に、(c)から出る白い矢印を 1 本増やし、その先に(d)のカードを追加する。

a：[6]　b：[7]　c：[8]　d：[9]

ア．A　イ．B　ウ．C　エ．D　オ．E
カ．卵　キ．卵原細胞　ク．第一極体　ケ．第二極体
コ．始原生殖細胞　サ．一次卵母細胞　シ．二次卵母細胞

問 5. 下線部（う）に関連する問である。卵形成の過程で、卵の細胞質基質内に蓄えられるさまざまな mRNA やタンパク質の中には、受精卵の発生過程に影響を及ぼすもの（母性因子）が存在する。ある動物の胚の正常な発生には、一定量のタンパク質 X が必要である。タンパク質 X を指定する遺伝子 X の mRNA は母性因子であり、遺伝子 X は常染色体に存在する。

正常な遺伝子 X とそのはたらきを失った対立遺伝子 x とのヘテロ接合体では、遺伝子 X のホモ接合体に比べて、転写され蓄えられる遺伝子 X の mRNA は半量になる。翻訳されるタンパク質 X の量は、蓄えられている mRNA の量に比例する。遺伝子 X のホモ接合体で転写される遺伝子 X の mRNA 量を 1 とした場合、1 あれば正常な個体が孵化するが、0 では孵化することなく死んでしまう。0.5 では形態異常が認められるが、1 と同等の生殖能力を示す個体が孵化する。

ヘテロ接合体の雄と雌とを交配した（1 度目）。孵化したすべての雌を、遺伝子 X のホモ接合体の雄と交配した（2 度目）。2 度目の交配の結果得られた個体は、理論上どのような分離比を示すか。適切なものを下のア〜サから選べ。 10

	正常な個体	：	形態異常のある個体	：	孵化せず死亡した個体
ア.	1	：	1	：	0
イ.	1	：	1	：	1
ウ.	1	：	2	：	0
エ.	1	：	2	：	1
オ.	1	：	3	：	0
カ.	1	：	3	：	1
キ.	2	：	1	：	0
ク.	2	：	1	：	1
ケ.	2	：	2	：	1
コ.	2	：	3	：	0
サ.	2	：	3	：	1

問 6. 下線部（う）に関連した以下の文章の空欄（ e ）〜（ h ）にあてはまる語を、下のア〜コから選べ。

ショウジョウバエの未受精卵には、数種類の mRNA が母性因子として蓄えられている。これらの mRNA の中には卵の（ e ）に局在するものがあり、胚の（ e ）軸の形成において重要な役割を果たしている。受精後に、それらの mRNA からタンパク質が翻訳されると、その濃度に応じて（ f ）遺伝子の発現領域が決定される。（ f ）遺伝子とは、からだを区画化し、（ g ）の形成を促す遺伝子の総称である。その後、複数の（ h ）遺伝子が、からだの（ e ）軸にそって発現し、その発現の重なりによって、どの（ g ）にどのような構造が形成されるかが決められる。このようにショウジョウバエのからだの（ e ）軸にそった（ g ）構造は、さまざまな遺伝子が時間的・空間的に厳密に制御されて発現することによってつくられる。

e：11　f：12　g：13　h：14

ア．左右　イ．前後　ウ．背腹　エ．内外
オ．体節　カ．分節　キ．ギャップ　ク．ペアルール
ケ．ホメオティック　コ．セグメントポラリティー

III 消化管における水の輸送に関する以下の文章を読み、各問に答えよ。

（問 1〜問 2：マークシート解答番号 15 〜 22 ）

消化管は、生命活動を維持するための水分や栄養素の取り入れと吸収を担う器官である。消化管の上皮は、(あ)栄養素の分解に必要な消化酵素などを分泌しており、その表面は粘液に覆われているため粘膜上皮とも呼ばれる。消化酵素や粘液層が正常にはたらくためには、酵素や粘液成分の分泌だけでなく十分な水分も必要である。消化管の管腔に流入する水分には、飲食物として摂取する水分だけではなく（い）消化管上皮からの水分（分泌液）があり、合わせて 1 日に約 9 L にもおよぶ。つまり上皮細胞からの水の供給によっても消化管内は、適切な環境を維持しているのである。

上皮細胞から管腔への水の輸送は、細胞膜上に発現しているイオンチャネルによって制御されている。これには cAMP* 依存性の Cl^- チャネル（CFTR）が主要な役割を担っている。CFTR が活性化されると、Cl^-（および HCO_3^-）が細胞内から管腔側へと分泌され、それに伴い Na^+ も排出されるため、管腔側の塩分濃度が a

なる。水の輸送は浸透圧の差によって［ b ］におこるため、水も管腔側に移動することになる。その際、（う）水を通す膜上のチャネルだけでなく、上皮細胞同士の隙間からも水が管腔へ抜けていく。

コレラは、（え）コレラ菌によって汚染された水や食物をヒトが経口摂取することによりかかる感染症であり、上下水道の設備などの衛生基盤の乏しい地域では定期的に流行をおこすことがある。世界的には毎年 2.1 万人～14.3 万人の死者を出していることが推測されている。経口で摂取され、小腸まで達したコレラ菌は、管腔内で増殖してコレラ毒素を産生する。上皮細胞内に取り込まれたコレラ毒素は、cAMP の合成に関わるアデニル酸シクラーゼの活性化状態を維持する作用をもつため、cAMP が産生され続けることになり、cAMP 依存性の CFTR の活性化が持続される。（お）その結果、大量の水が管腔側に排出されることになる。重篤な場合では、1 時間に 1 L にもおよぶ米のとぎ汁様の大量の下痢が引きおこされる。

*cAMP：細胞内において情報伝達を担う物質のひとつ。

問 1. 文章内の［ a ］と［ b ］に入る語の組み合わせとして正しいものを、下のア～エから選べ。［ 15 ］

ア．［ a ］：高く　［ b ］：能動的
イ．［ a ］：高く　［ b ］：受動的
ウ．［ a ］：低く　［ b ］：能動的
エ．［ a ］：低く　［ b ］：受動的

問 2. 下線部（あ）に関する次の文章の空欄（ c ）から（ i ）にあてはまる語を、次ページのア～スから選べ。

ヒトが、食物から取り入れる主な有機物の栄養素は、炭水化物、タンパク質、脂肪である。炭水化物に属するデンプンは、消化酵素の（ c ）で大まかに消化され、最終的に小腸で（ d ）にまで分解される。タンパク質は、消化酵素の（ e ）で大まかに消化され、最終的に小腸で（ f ）にまで分解される。（ d ）と（ f ）は、小腸の柔毛内の（ g ）に取り込まれ、（ h ）を通じて（ i ）に送られ処理される。

c：［ 16 ］　d：［ 17 ］　e：［ 18 ］　f：［ 19 ］
g：［ 20 ］　h：［ 21 ］　i：［ 22 ］

ア．リパーゼ　イ．アミラーゼ　ウ．ペプシン　エ．ブドウ糖（グルコース）
オ．核酸　カ．アミノ酸　キ．グリセリン　ク．毛細血管
ケ．リンパ管　コ．大静脈　サ．肝門脈　シ．腎臓　ス．肝臓

――― **マークシートへの解答はここまで。問 3～問 7 の解答は、記述用解答用紙に記入せよ** ―――

問 3. 下線部（い）の、消化管や消化管に付随する様々な器官からの分泌液（例：腸液）として考えられるものを腸液以外に 3 つ書け。

問 4. 下線部（う）について、水を透過させる細胞膜上の膜タンパク質の名称を書け。

問 5. 下線部（え）のコレラ菌とヒトの分類についての下の問に答えよ。

(1) 1990 年にウーズらは、すべての生物が共通してもつリボソーム RNA（rRNA）の塩基配列をもとに分子［ j ］を描き、生物をコレラ菌の属する［ k ］と、古細菌（アーキア）と、ヒトの属する［ l ］の 3 つの［ m ］に分ける説を提唱した。文中の空欄［ j ］～［ m ］にあてはまる適切な用語を書け。

(2) ヒトという「種」の属する分類群を上位の階級（階層）から順に並べると以下のようになる。

［ l ］ - 動物 - 脊索動物 - 哺乳 - 霊長（サル） - ヒト - ヒト

（階級名は省略）

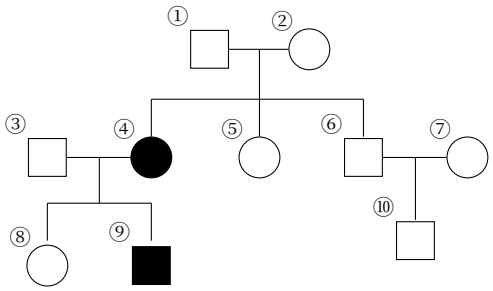
1) 上の「脊索動物」の分類階級は何か。階級の名称を答えよ。（例：目（もく））

2） 上のヒトの属する分類群のうち、分類階級「目」にあたるものはどれか。

問 6. 下線部（お）の理由について、近年、別の要因もあげられている。コレラ毒素に反応した粘膜上皮細胞が、何らかの化学物質を上皮下の結合組織に分泌し、それによって結合組織中に存在する神経組織から神経伝達物質の過剰分泌がおこり、腸のぜん動運動とともに分泌活動が活性化して大量の水分が管腔側に排出されるというものである。このとき、活性化されたのは、どの神経と考えられるか。最も関係すると考えられるものを、下のア～エから選び記号で答えよ。

ア．運動神経　　イ．感覚神経　　ウ．交感神経　　エ．副交感神経

問 7. のう胞性線維症は、常染色体上にある *CFTR* 遺伝子の変異による潜性（劣性）対立遺伝子が原因でおこる。消化管や気管支の水分分泌が低下し、粘性の高い糞便による腸閉塞や便秘が頻繁にみられ多くの患者が 40 歳までに死に至る。下の図は、*CFTR* 遺伝子の変異が原因となるのう胞性線維症家系の架空の家系図である。図の①～⑩の人物において、○は正常な女性、□は正常な男性、それぞれ黒塗りされている場合は、のう胞性線維症を発症していることを表す。正常な *CFTR* 遺伝子の対立遺伝子を A、変異型の *CFTR* 遺伝子の対立遺伝子を a とする。以下の（1）～（3）に該当する人物を図の①～⑩から**すべて**選び番号で答えよ。該当者がいない場合は、「なし」と答えよ。



（1） *CFTR* 遺伝子に関して AA の遺伝子型をもつと確定できる人物

（2） *CFTR* 遺伝子に関して Aa の遺伝子型をもつと確定できる人物

（3） この家系図からは、*CFTR* 遺伝子の遺伝子型は判断できない人物

Ⅳ 免疫に関する以下の文章を読み、各問に答えよ。

（問 1～4：マークシート解答番号 23 ～ 29 ）

ヒトのからだには、（あ）病原体などの異物の侵入を防ぐさまざまなしくみが備わっている。これらをすり抜けて体内に侵入した異物は、（い）食細胞が中心になってはたらく自然免疫や、T 細胞や B 細胞が中心になってはたらく獲得免疫（適応免疫）によって排除される。後者はさまざまな異物に対応できる強力な防御機構であるが、自己の正常な臓器を攻撃し排除することはほとんどない。このような状態を（う）免疫寛容という。

問 1. 下線部（あ）のしくみに関する正しい記述を、下のア～オから**すべて**選べ。 23

ア．リゾチームが細菌の細胞膜を構成する脂質二重層を分解する。

イ．気管の内側表面から異物をからめとる粘液が分泌される。

ウ．皮膚の表面を角質層が覆っている。

エ．ペプシンが胃の内部を酸性に保つ。

オ．ワクチンがリンパ球を活性化する。

問 2. 下線部（あ）に関する以下の文章中の空欄(a)～(d)に入る適切な語を、下のア～キから選べ。

下線部（あ）のしくみには、皮膚の表面や消化管の内腔などに生息し、有害な細菌の繁殖を抑える常在菌の存在も含まれる。常在菌は通常無害であるが、免疫機能が低下すると病気を引きおこすことがある。このような現象を(a)という。免疫の異常を伴う疾患には、あるウイルスの感染が原因で(a)がおこりやすくなる(b)、免疫が病原体以外の異物に反応し自身に不利益をもたらす(c)、免疫が自身の成分を抗原として認識し攻撃してしまう(d)などがある。

a：[24]　b：[25]　c：[26]　d：[27]

ア．後天性免疫不全症候群（エイズ）　イ．自己免疫疾患　ウ．アレルギー
エ．アレルゲン　オ．日和見感染　カ．二次感染
キ．がん

問 3. 下線部（い）の食細胞の内部には、ある構造物が多数見られる。食細胞の生体防御におけるはたらきに直接関係するその構造物とは何か。最も適切なものを、下のア～キから選べ。[28]

ア．ミトコンドリア　イ．リソソーム　ウ．リボソーム　エ．接着結合
オ．小胞体　カ．中心体　キ．葉緑体

問 4. 下線部（い）のしくみによっておこる反応の一つに炎症がある。炎症の一般的な特徴として適切なものを、下のア～オから 1 つ選べ。[29]

ア．病原体などの異物が抗原として認識されることによって開始される。
イ．血液凝固が促進された結果、腫れが生じる。
ウ．開始には抗原抗体反応が必要である。
エ．異物の侵入部位に白血球が集まる。
オ．血管が収縮し、血流が減少する。

――― **マークシートへの解答はここまで。問 5 の解答は、記述用解答用紙に記入せよ** ―――

問 5. 下線部（う）に関する以下の文章を読み、各問に答えよ。

免疫寛容が生じる理由の一つは、T 細胞の成熟の過程で、自己の成分に反応する T 細胞が取り除かれるしくみがはたらくためである。このしくみを利用して、他種の臓器を移植した際におこる拒絶反応を抑えることはできないだろうか。この点に関連した、以下のような実験がある。

ニワトリの受精卵は、温めはじめてから 20～21 日で孵化を迎える。約 4 日間温めたニワトリ受精卵の殻に穴をあけ、中のニワトリ胚から将来羽（翼）になる領域を取り除き、同じ時期のウズラ胚のそれに置き換えた（タイプ A）。そして、殻の穴をふさいで再び温め、孵化させた。こうしてウズラの羽をもつニワトリのヒナが誕生した。ヒナは、しばらくはすくすくと成長したが、2 週間程度で羽は脱落してしまった。移植したウズラ由来の羽が拒絶されたのである。そこで次の実験を行った。移植を行う際に、将来羽（翼）になる領域に加えて、将来胸腺になる領域の一部をウズラ胚のものに置き換えたのである（タイプ B）。この実験によって誕生したヒナの羽は拒絶されることなく、生後長期間にわたって維持された。

(1) タイプ B のヒナでは、移植した羽が拒絶されなかった。その理由の説明として最も適切なものを、下のア～エから選び記号で答えよ。

ア．ニワトリの細胞に反応する T 細胞が、ニワトリ由来の胸腺で取り除かれたため。
イ．ウズラの細胞に反応する T 細胞が、ニワトリ由来の胸腺で取り除かれたため。
ウ．ニワトリの細胞に反応する T 細胞が、ウズラ由来の胸腺で取り除かれたため。

エ．ウズラの細胞に反応する T 細胞が、ウズラ由来の胸腺で取り除かれたため。

(2) 孵化 2 週間後のヒナの血液を調べたところ、タイプ A のヒナの血液中にはウズラの細胞と反応する抗体が大量に含まれていたが、タイプ B のヒナの血液中にはそのような抗体はほとんど含まれていなかった。このような違いが生じた理由を 80〜100 字程度で説明せよ。説明は、「タイプ A の個体とは異なりタイプ B の個体では」で始めること。なお、鳥類の B 細胞は、肛門近くにあるファブリキウスのうと呼ばれる器官で成熟し、胸腺で取り除かれることはない。

（注）解答欄にマス目はない。問題の末尾に下書き用の 120 字のマス目（書き出しを含む）がある。