

# 生物基礎・生物

(全問必答)

**第1問** 遺伝情報の発現に関する次の文章を読み、各問い(問1～6)に答えよ。

〔解答番号  ～  〕 (配点 26)

核酸は、遺伝情報を保持するDNAと形質発現の過程で重要なはたらきを担うRNAに大別される。DNAの遺伝情報は、伝令RNA(mRNA)に転写された後、リボソームによってアミノ酸配列に翻訳される。アミノ酸がペプチド結合して生じたポリペプチド鎖は、折り畳まれて適切な立体構造をとり、機能をもつタンパク質となり生体内ではたらく。

**問1** DNAおよびRNAの構造に関する記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① DNAおよびRNAのヌクレオチド鎖は、多数のヌクレオチドが糖とリン酸の部分で繋がってできている。
- ② DNAおよびRNAのヌクレオチド鎖には方向性があり、糖側の末端は5'末端と呼ばれる。
- ③ DNAを構成する糖はリボース、RNAを構成する糖はデオキシリボースである。
- ④ RNAを構成する塩基には、DNAを構成する塩基であるウラシルのかわりにチミンが含まれている。

問2 DNAの遺伝情報とは塩基配列のことであり、体細胞分裂の際には、母細胞のDNAからまったく同一のDNAが複製され、娘細胞に分配される。これに関する次の文章中の **ア** ~ **ウ** に入る語の組合せとして最も適当なものを、下の①~⑧のうちから一つ選べ。 **2**

DNA複製の際には、母細胞のDNAの2本鎖それぞれが鋳型となり、1本の鋳型鎖と1本の新生鎖からなる新しい2本鎖DNAが合成される。この複製様式を **ア** 的複製という。複製には、 **イ** と呼ばれる鋳型鎖の塩基配列に相補的な塩基配列をもつ短いヌクレオチド鎖が必要である。新生鎖には、連続的に合成される鎖と不連続に合成される鎖とがあり、前者を **ウ** という。

	ア	イ	ウ
①	保存	プライマー	ラギング鎖
②	保存	プライマー	リーディング鎖
③	保存	DNAポリメラーゼ	ラギング鎖
④	保存	DNAポリメラーゼ	リーディング鎖
⑤	半保存	プライマー	ラギング鎖
⑥	半保存	プライマー	リーディング鎖
⑦	半保存	DNAポリメラーゼ	ラギング鎖
⑧	半保存	DNAポリメラーゼ	リーディング鎖

問3 大腸菌には、分子量 $2.4 \times 10^9$ のDNAが含まれている。この大腸菌のDNAの長さ(mm)として最も適当なものを、次の①~④のうちから一つ選べ。ただし、ヌクレオチド(残基)の分子量は $3.0 \times 10^2$ 、10ヌクレオチド対の長さは3.4nmである。 **3** mm

- ① 0.14                      ② 0.28                      ③ 1.4                      ④ 2.8



(2) 図1の **CC** を含むヌクレオチド対が遺伝子DNAから欠失した場合、合成されるポリペプチドにどのような変化がみられるか。予想される変化として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 **5**

- ① 正常なポリペプチドに比べ、アミノ酸数が1個多いがアミノ酸配列には大きな変化のないポリペプチドが合成される。
- ② 正常なポリペプチドに比べ、アミノ酸数に大きな変化はないがアミノ酸配列が大きく異なるポリペプチドが合成される。
- ③ 正常なポリペプチドに比べ、アミノ酸数が少ないポリペプチドが合成される。
- ④ 正常なポリペプチドに比べ、アミノ酸配列が1カ所だけ異なるポリペプチドが合成される。

問5 多細胞の真核生物における遺伝子発現とその調節に関する記述として誤っているものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 **6**

- ① からだを構成する細胞では、細胞ごとに発現している遺伝子は異なり、どの細胞でも常に発現する遺伝子はない。
- ② すい臓の細胞にも、インスリン遺伝子やグルカゴン遺伝子以外に、筋細胞で発現するアクチン遺伝子や水晶体細胞で発現するクリスタリン遺伝子が含まれる。
- ③ 転写調節領域には、転写を促進する領域だけでなく、転写を抑制する領域も存在する。
- ④ RNAポリメラーゼは、基本転写因子と複合体を形成し、プロモーターに結合する。

## 生物基礎・生物

問6 生物のもつ機能を活用する技術をバイオテクノロジーといい、遺伝子を扱う技術として、遺伝子組換え法やPCR法などがある。次の問い(1)・(2)に答えよ。

(1) 遺伝子組換え法では、DNAの特定の塩基配列を認識し、そこを切断する制限酵素が利用される。「5'-GAATTC-3'」を認識・切断するある制限酵素をヒトゲノム(30億塩基対)に作用させた場合、およそいくつの断片に分断されるか。その数値として最も近いものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

7

- ①  $75 \times 10^3$       ②  $150 \times 10^3$       ③  $75 \times 10^4$       ④  $150 \times 10^4$

(2) PCR法は、DNA断片を短時間で大量に増幅する方法であり、具体的には「40～60℃(以下、約50℃)」「約72℃」「約95℃」の温度をある順序で繰り返す。この順序として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

8

- ① 約50℃ → 約72℃ → 約95℃      ② 約50℃ → 約95℃ → 約72℃  
③ 約72℃ → 約50℃ → 約95℃      ④ 約72℃ → 約95℃ → 約50℃  
⑤ 約95℃ → 約50℃ → 約72℃      ⑥ 約95℃ → 約72℃ → 約50℃

(下書き用紙)

生物基礎・生物の試験問題は次に続く。

**第2問** ATPの合成に関する次の文章を読み、各問い(問1～5)に答えよ。

〔解答番号  ～  〕 (配点 15)

細胞内での代謝におけるエネルギーのやり取りは、ATPを仲立ちとして行われている。ATPは、生体膜を隔てた水素イオン( $H^+$ )の濃度勾配を利用して合成されるという仮説が最初にたてられ、その後、葉緑体を用いて暗所下で行われた以下の**実験1**により証明された。

**実験1** 葉緑体から分離したチラコイドをpH4の溶液に数時間浸し、チラコイド内のpHを4にした。その後、このチラコイドを取り出してpH8の溶液に浸し、そこにADPと  を加えたところ、溶液中にATPが合成された。

葉緑体で進行する 、ミトコンドリアで進行する  でも、実験でみられた仕組みを利用してATPが合成されている。

**問1** 上の文章中の  ～  に入る語の組合せとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

	ア	イ	ウ
①	リン酸	酸化的リン酸化	光リン酸化
②	リン酸	光リン酸化	酸化的リン酸化
③	クレアチンリン酸	酸化的リン酸化	光リン酸化
④	クレアチンリン酸	光リン酸化	酸化的リン酸化

問2 光合成の最初の反応は、チラコイド膜に埋め込まれたクロロフィルなどの光合成色素で進行する。光合成色素と反応中心としてはたらくクロロフィルに関する記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 2

- ① 反応中心のクロロフィルが光エネルギーを受け取ると、加水分解反応が起こる。
- ② 光化学系Ⅰの反応中心のクロロフィルは、水の分解で生じた電子を受け取る。
- ③ 光化学系Ⅱの反応中心のクロロフィルは、チラコイド膜を伝達する電子を受け取る。
- ④ 光合成色素には、クロロフィルaやb、アントシアニンなどがある。

問3 次の実験2の結果を予想し、最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 3

実験2 葉緑体から分離したチラコイドをpH8の溶液に数時間浸し、チラコイド内のpHを8にした。その後、このチラコイドを取り出してpH4の溶液に浸し、そこにADPと ア を加えた。

- ① ATPは合成されない。
- ② チラコイド内にATPが合成される。
- ③ 溶液中に多量のATPが合成される。
- ④ 溶液中にATPが合成されるが、その量は非常に少ない。

問4 ミトコンドリアの ウ において、ATPが合成される際に $H^+$ が輸送される方向と、電子伝達系を流れた電子を最終的に受け取る受容体の組合せとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 4

- | $H^+$ が輸送される方向 | 電子受容体   |
|----------------|---------|
| ① マトリックス側から膜間  | $NAD^+$ |
| ② マトリックス側から膜間  | 酸素      |
| ③ 膜間からマトリックス側  | $NAD^+$ |
| ④ 膜間からマトリックス側  | 酸素      |

※膜間とは、ミトコンドリアの内膜と外膜の間をさす。

## 生物基礎・生物

問5 真核細胞では、嫌気条件下、解糖系により $H^+$ の濃度勾配を利用しない仕組みでATPが合成されている。解糖系に関する記述として誤っているものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 5

- ① 細胞質基質で進行する。
- ② 脱水素酵素により促される反応を含む。
- ③ 脱炭酸酵素により促される反応を含む。
- ④ ATPを合成する反応だけでなく、ATPを分解する反応も含む。

(下書き用紙)

生物基礎・生物の試験問題は次に続く。

**第3問** 菌類と一遺伝子一酵素説に関する次の文章(A・B)を読み、各問い(問1～4)に答えよ。〔解答番号  ～  〕 (配点 23)

A 菌類は、体外で有機物を分解し、それを栄養分として吸収する多細胞の  栄養生物である。菌類は光合成能力をもたず、細胞壁にはキチンが含まれ、からだ  
が細い菌糸からできているなど、植物とはまったく異なっている。菌類の多くは胞  
子によって繁殖する。そして、その胞子の形成には無性生殖による場合と有性生殖  
による場合があり、有性生殖の様式により、アカパンカビやアオカビなどが属する  
 類、マツタケやシイタケなどが属する  類などに分類される。

問1 上の文章中の  ～  に入る語の組合せとして最も適当なものを、次  
の①～④のうちから一つ選べ。

- |   | ア  | イ    | ウ    |
|---|----|------|------|
| ① | 独立 | 子のう菌 | 担子菌  |
| ② | 独立 | 担子菌  | 子のう菌 |
| ③ | 従属 | 子のう菌 | 担子菌  |
| ④ | 従属 | 担子菌  | 子のう菌 |

問2 菌類に属する生物として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 大腸菌                      ② 肺炎双球菌                      ③ 酵 母                      ④ ファージ

B 工 アカパンカビは、「一遺伝子一酵素説」を提唱したビードルとテイタムが実験材料として用いたことでよく知られている。そこで、グルコースや無機塩類など最小限の物質しか含まない培地(最少培地)での生育が可能なアカパンカビの野生株と最少培地では生育できない変異株を用いて、以下のような**実験**を行った。ただし、変異株は野生株の胞子にX線を照射して作出したものであり、4株(変異株1, 2, 3, 4)存在し、いずれも異なる単一の遺伝子に変異が生じている。

**実験** 最少培地、および、最少培地に物質X, Y, Zとアミノ酸Wをそれぞれ添加した培地での野生株と変異株1～4の生育の有無を調べたところ、表1のようになった。なお、物質X～Yは前駆物質からアミノ酸Wが合成される経路の中間物質であり、表中の+は生育したこと、-は生育しなかったことを示している。

表 1

	最少培地に添加した物質				
	なし	X	Y	Z	W
野生株	+	+	+	+	+
変異株 1	-	+	-	+	+
変異株 2	-	+	-	-	+
変異株 3	-	+	+	+	+
変異株 4	-	-	-	-	+

## 生物基礎・生物

問3 下線部エに関して、アカパンカビは、胞子や菌糸の核相(n)であるため、このような実験の材料としては適している。このことに関する次の文章中の **オ** ~ **ク** に入る語として適当なものを、下の①~⑧のうちからそれぞれ一つずつ選べ。オ **3** カ **4** キ **5** ク **6**

X線照射により人為的な突然変異が起こり **オ** 遺伝子が生じた場合、核相  $2n$  の生物や細胞では、**カ** 接合になっていると **オ** 形質が表現型に **キ** ため発見しにくい。一方、核相  $n$  の生物や細胞では遺伝子型と表現型が **ク** ため、容易に発見できる。

- |       |          |        |          |
|-------|----------|--------|----------|
| ① ヘテロ | ② 一致しない  | ③ 現れない | ④ 顕性(優性) |
| ⑤ 現れる | ⑥ 潜性(劣性) | ⑦ ホモ   | ⑧ 一致する   |

問4 図1は、アカパンカビの細胞( $n$ )での、前駆物質からアミノ酸Wが合成される経路と各段階を促す酵素およびその酵素遺伝子を示したものである。下の問い(1)~(3)に答えよ。

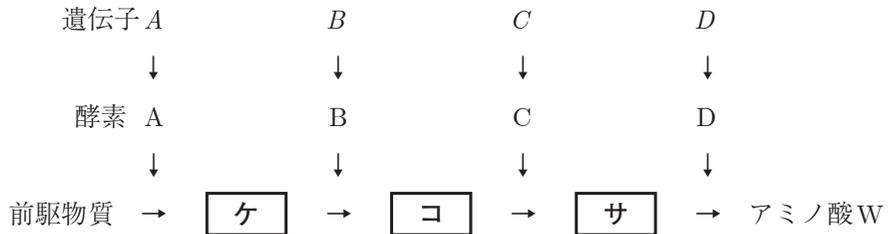


図 1

(1) 図1の ケ ~ サ に入る中間物質名の組合せとして最も適当なものを、次の①~⑥のうちから一つ選べ。 7

- |   | ケ | コ | サ |
|---|---|---|---|
| ① | X | Y | Z |
| ② | X | Z | Y |
| ③ | Y | X | Z |
| ④ | Y | Z | X |
| ⑤ | Z | X | Y |
| ⑥ | Z | Y | X |

(2) 変異株1では遺伝子A~Dのうち、どの遺伝子に突然変異が生じているか。最も適当なものを、次の①~④のうちから一つ選べ。遺伝子 8

- ① A                      ② B                      ③ C                      ④ D

## 生物基礎・生物

(3) 変異株1と変異株2の菌糸間で有性生殖を行わせ、接合子(2n)を得た。その後、接合子は減数分裂と1回の体細胞分裂を行い、8個の孢子(n)が形成された。この8個の孢子のうち、変異株2と同じ栄養要求性を示すものは何%含まれるか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、遺伝子A～Dはどれも異なる染色体に存在する。  %

① 0

② 25

③ 50

④ 75

⑤ 100

(下書き用紙)

生物基礎・生物の試験問題は次に続く。

**第4問** 血液に関する次の文章(A・B)を読み、各問い(問1～5)に答えよ。

〔解答番号  ～  〕 (配点 21)

A ヒトの血液は、有形成分である白血球・赤血球・血小板と液体成分である血しょうから構成され、それぞれ異なるはたらきを担っている。

白血球は生体防御にはたらく。ヒトでは、病原体など異物の侵入は、まず、皮膚や粘膜などの物理的・化学的防御によって阻止される。例えば、皮膚の表皮では、中間径フィラメントの成分である  と呼ばれるタンパク質を含む角質層が形成され、機械的強度を高くするなどして、異物の侵入を防いでいる。また、皮膚の汗腺から分泌される汗は、  と呼ばれる細菌の細胞壁を分解する酵素を含み、細菌を破壊している。これらの防御を突破して体内に侵入した異物は、  やマクロファージなどの食細胞によって処理され、更には適応免疫(獲得免疫)がはたらく場合もある。適応免疫には、Ⅰ体液性免疫と細胞性免疫という二つの機構がある。

問1 上の文章中の  ～  に入る語の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑧のうちから一つ選べ。

	ア	イ	ウ
①	アクチン	リゾチーム	好中球
②	アクチン	リゾチーム	好塩基球
③	アクチン	ディフェンシン	好中球
④	アクチン	ディフェンシン	好塩基球
⑤	ケラチン	リゾチーム	好中球
⑥	ケラチン	リゾチーム	好塩基球
⑦	ケラチン	ディフェンシン	好中球
⑧	ケラチン	ディフェンシン	好塩基球

問2 下線部Ⅰに関する記述として適当なものを、次の①～⑥のうちから二つ選べ。  
ただし、解答の順序は問わない。

2

3

- ① 胸腺のないヌードマウスでは、骨髄に造血幹細胞があっても成熟したT細胞がないので、細胞性免疫は機能しないが体液性免疫は機能する。
- ② 拒絶反応は、体液性免疫がはたらき、免疫グロブリンにより移植細胞が攻撃されて起こる現象である。
- ③ 樹状細胞は、エンドサイトーシスにより取り込んだ抗原を断片化し、その断片をMHC分子に載せて細胞表面に提示する。
- ④ T細胞は、Toll様受容体(TLR)で樹状細胞の提示する抗原断片と結合すると活性化して増殖し、ヘルパーT細胞やキラーT細胞に分化する。
- ⑤ 特異的に抗原を捕らえ、自身もつB細胞受容体(BCR)に抗原断片を結合させたB細胞は、同一の抗原によって活性化されたT細胞からサイトカインを受け取り活性化する。
- ⑥ ヒト免疫不全ウイルス(HIV)は、樹状細胞やマクロファージ、B細胞に感染し、破壊してしまうため、後天性免疫不全症候群(AIDS)を引き起こす。

## 生物基礎・生物

B ヒトの血液では、オ赤血球は、肺胞から血液中に取り込んだ酸素を赤血球内のヘモグロビンに結合させて組織に運搬し、供給している。また、血小板は、壊れた血管からの出血を防ぐため、血液を凝固して止血するはたらきがある。体内では、出血すると、傷口に集まった血小板から複数の血液凝固因子が放出され、血しょう中の **カ** イオンなどのはたらきも加わり、酵素が活性化されて酵素 **キ** となる。その結果、最終的に **ク** が作られ、止血にいたる。

問3 体重52kgの男性において、1日に産生される赤血球数を求め、その数値として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、血液は体重の $\frac{1}{13}$ の重量でその密度は1kg/L、赤血球数は500万個/mm<sup>3</sup>、赤血球の寿命は120日であるものとする。 **4**

- ①  $1.7 \times 10^8$       ②  $1.7 \times 10^{11}$       ③  $2.0 \times 10^{10}$       ④  $2.0 \times 10^{13}$

問4 下線部オに関して、図1は、赤血球のもつヘモグロビンの酸素親和性(酸素と結合する力)が酸素分圧によってどのように変化するかを示したもので、酸素解離曲線と呼ばれる。これについて下の問い(1)・(2)に答えよ。

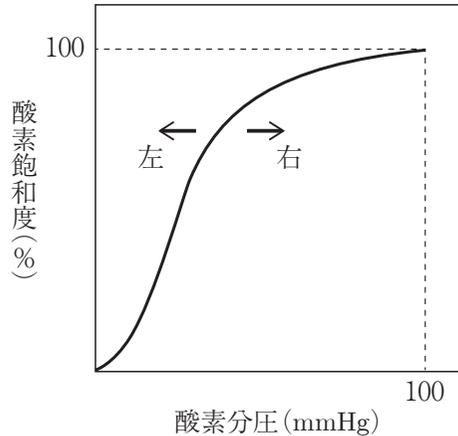


図 1

(1) 体温が下がった場合、および、二酸化炭素分圧が上昇した場合、図1の酸素解離曲線は、左もしくは右のいずれの方向に移動するか。その組合せとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 5

	体温が下がった場合	二酸化炭素分圧が上昇した場合
①	左	左
②	左	右
③	右	左
④	右	右

(2) ある組織に出入りする血管における酸素飽和度を調べたところ、動脈血で95%、静脈血で40%であった。この組織に供給される酸素量は血液100mL当たり何mLか。その値として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、すべてのヘモグロビンに酸素が結合すると、血液100mL当たり21mLの酸素を運ぶことができるものとする。 6 mL

- ① 10.5                      ② 11.0                      ③ 11.5                      ④ 12.0

生物基礎・生物

問5 36ページ文章中の **カ** ～ **ク** に入る語の組合せとして最も適切なものを、次の①～⑧のうちから一つ選べ。 **7**

	カ	キ	ク
①	ナトリウム	フィブリン	血清
②	ナトリウム	フィブリン	血ぺい
③	ナトリウム	トロンビン	血清
④	ナトリウム	トロンビン	血ぺい
⑤	カルシウム	フィブリン	血清
⑥	カルシウム	フィブリン	血ぺい
⑦	カルシウム	トロンビン	血清
⑧	カルシウム	トロンビン	血ぺい

(下書き用紙)

生物基礎・生物の試験問題は次に続く。

**第5問** 細胞内液や体液の浸透圧調節に関する次の文章を読み、各問い(問1～3)に答えよ。〔解答番号  ～  〕 (配点 15)

単細胞の原生生物であるゾウリムシは、自然下では繊毛の運動により淡水中を移動する。ア 淡水から採取したゾウリムシをそのまま試験管に入れて暗所で静置すると、試験管上方へ泳いで集まっていた。ゾウリムシの細胞内には、細胞内液の浸透圧調節にはたらく細胞小器官である収縮胞が存在する。ゾウリムシを濃度の異なる食塩水に入れると、収縮胞の運動周期が変化する。そこで、4種類の濃度の食塩水中にゾウリムシを入れて運動周期を測定し、表1の結果を得た。

表 1

食塩水の濃度(%)	0.0	0.2	0.4	0.6
収縮胞の運動周期(秒)	11.2	13.7	24.3	39.9

**問1** 下線部アに関して、ゾウリムシ以外に、他の動物や植物にも重力を感知する仕組みや重力刺激に対する応答性がある。次の問い(1)・(2)に答えよ。

(1) ヒトの耳において、耳石を用いて重力や直線加速を感知する受容器として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 鼓膜                      ② 半規管                      ③ コルチ器                      ④ 前庭

(2) 植物を横倒しにすると、茎は上を向いて立ち上がり、根は下を向いて曲がる。これを重力屈性という。この重力屈性に関する記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 2

- ① 横倒しにした植物において、茎では下側の濃度が高くなり、オーキシン感受性の低い茎では、下側が成長する。根でも下側の濃度が高くなるが、根はオーキシン感受性が高いため、下側が成長する。
- ② 横倒しにした植物において、茎では下側の濃度が高くなり、オーキシン感受性の高い茎では、下側が成長する。根でも下側の濃度が高くなるが、根はオーキシン感受性が低いため、下側が成長する。
- ③ 横倒しにした植物において、茎では下側の濃度が高くなり、オーキシン感受性の低い茎では、下側が成長する。根でも下側の濃度が高くなるが、根はオーキシン感受性が高いため、上側が成長する。
- ④ 横倒しにした植物において、茎では下側の濃度が高くなり、オーキシン感受性の高い茎では、下側が成長する。根でも下側の濃度が高くなるが、根はオーキシン感受性が低いため、上側が成長する。

問2 表1に関する記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

3

- ① 環境の浸透圧(濃度)が高くなると収縮胞の活動は活発になるので、水分を排出することで体液浸透圧を維持していることがわかる。
- ② 環境の浸透圧(濃度)が高くなると収縮胞の活動は活発になるので、水分を取り込むことで体液浸透圧を維持していることがわかる。
- ③ 環境の浸透圧(濃度)が低くなると収縮胞の活動は活発になるので、水分を排出することで体液浸透圧を維持していることがわかる。
- ④ 環境の浸透圧(濃度)が低くなると収縮胞の活動は活発になるので、水分を取り込むことで体液浸透圧を維持していることがわかる。

## 生物基礎・生物

問3 ヒトの腎臓は、収縮胞のように体液浸透圧の調節を行い、さらに老廃物の排出も行う器官である。ヒトの腎臓に関する記述として適当なものを、次の①～⑥のうちから二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。

- ① 一つの腎臓には、腎小体と細尿管と集合管からなるネフロンが約100万個ある。
- ② 健康なヒトでは、原尿中のグルコースやナトリウムイオンはすべて再吸収される。
- ③ グルコースの血しょう濃度と原尿濃度は異なり、後者の方が低い。
- ④ ある成分の血しょう濃度と尿濃度が同じ場合、その成分は再吸収されなかったと考えられる。
- ⑤ 体液浸透圧が上昇すると、バソプレシンが分泌され、尿量が減少する。
- ⑥ ろ過後、再吸収も分泌もされない物質の濃縮率が100の場合、尿量を100倍すれば原尿量になる。