

本科1期7月度

解答

Z会東大進学教室

医学部生物

難関大生物／難関大生物 T



11章 体内環境①

問題

■演習

【1】

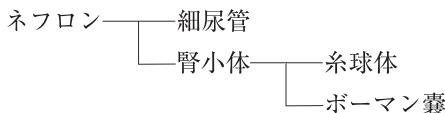
解答

- A 問1 1-ネフロン(腎単位) 2-腎小体(マルピーギ小体)
3-細尿管(腎細管, 尿細管) 4-ボーマン囊 5-集合管
- 問2 (1) ①-タンパク質 ②-グルコース
(2) ろ過は糸球体の穴を血圧によって押し出し低分子物質を輸送する。一方、原尿からの再吸収は受動輸送や能動輸送により選択的に輸送する。
- 問3 浸透圧
- 問4 (1) 1.2×10^2 倍 (2) 173L/日 (3) 3.6g/時間
- B 問5 A-肝動脈 B-肝静脈
- 問6 名称: 小腸
理由: 生じた毒物を解毒し、体内を回らないようにしている。(25字)
- 問7 生成されるもの: フィブリノーゲン
壊されるもの: 赤血球
- 問8 b, h
- 問9 d

解説

A

問1 腎臓はネフロン(腎単位)を単位としている。



問2 (1) Na^+ も再吸収率は高く、99%ほどである。

(2) 糸球体の血管は細く、ボーマン囊の内部よりも圧力が高い。糸球体の細胞には、血球や分子量の大きい物質(タンパク質)を通さないような構造がある。細尿管での再吸収は、 Na^+ や Cl^- は能動輸送で、水は受動輸送による。

あるいは、ろ過は体内環境(血液)から体外環境(細尿管)への物質輸送、再吸収は体外環境から体内環境への物質輸送という捉え方もある。

問3 pH の調節にも腎臓は関わっている。

問4 (1) 濃縮率は、何倍濃くなったか、ということである。 $132 \div 1.1 = 120$

(2) 1分あたりの尿生成量は 1mL なので、原尿は 120mL 生成された。

$$120 \times 10^{-3} \times 60 \times 24 \div 173$$

- (3) 原尿 120mL には物質 B が $5 \times 120 = 600\text{mg}$ 含まれている。90% が再吸収されるので、
尿中には 10% の 60mg が含まれる。これは 1 分あたりなので、
 $60 \times 10^{-3} \times 60 = 3.6$

B

問5 臓器に入る血管は動脈、臓器から出る血管が静脈である。

問6 肝門脈は小腸と肝臓を結んでいる血管である。

理由は上記解答の他に、「グリコーゲンを合成して、高血糖の血液が流れないようにする。
(29字)」でもよいだろう。

問7 生成されるものは上記解答の他に、プロトロンビン、ヘパリン、アルブミンなどが挙げられる。

問8 肝臓の尿素回路(オルニチン回路)で有害なアンモニアが比較的無害な尿素になる。アンモニアは神経に大きな影響を与えるため、尿素回路が正常にはたらかないと、体に重大な影響が出る。

問9 胆汁は肝臓で合成され、胆囊にためられる。その後、十二指腸に分泌されて、脂肪の乳化に関わる。

【2】

解答

A 問1 ① 心筋 ② 洞房結節 ③ 肺 ④ 大 ⑤ 副交感(迷走)

問2 (1) b (2) d (3) c (4) a

問3 筋細胞は单核である。

筋原纖維が並んだ横紋を観察できる。

問4 刺激によって、副交感神経の末端からアセチルコリンが分泌された。アセチルコリンはリンガー液の流れによって心臓Bに届き、その作用で心臓Bの拍動も減少した。

(75字)

B 問5 (1) 曲線:(a)

理由:二酸化炭素分圧が高くなると、同じ酸素分圧でも酸素とヘモグロビンの結合度合が低下するから。(44字)

(2) 曲線:(c)

理由:酸素分圧が高いとき、ヘモグロビンの75%が酸素と結合している。また、酸素分圧が低いとき、ヘモグロビンは酸素と解離しにくくなるから。(65字)

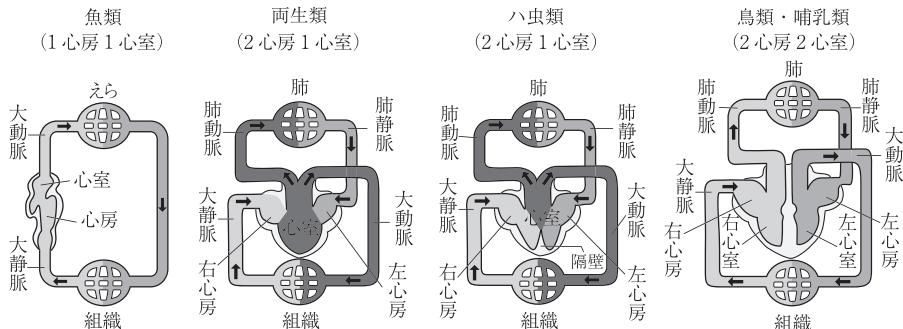
解説

A

問1 洞房結節が規則的に興奮することで、心筋を収縮させて血液を送り出すリズムをつくっている。洞房結節の興奮に異常が生じると、心臓の拍動も異常となり、血液を送り出すことができなくなる。するとからだは酸素不足となってしまう。

心臓や肺、胃など上半身の内臓器官に広く分布している自律神経を、迷走神経という。迷走神経は延髄から出る副交感神経である。ここでは、どちらの名称で答てもよい。

問2 脊椎動物の心臓は、分類群によって次のように構造が異なっている。



魚類ではえらに血液を送り込むように心臓がはたらいているので、静脈血が流れている。

両生類は心房が2つに分かれるが、肺と体へ血液を送り出す心室は1つなので、動脈血と静脈血が混ざる。ハ虫類では不完全であるが、心室の間に境ができる。鳥類は哺乳類と同じ2心房2心室である。

問3 横紋筋である骨格筋との違い、平滑筋である内臓筋との違い、以上2点について説明すればよい。

問4 このレーウィの実験が、神経伝達物質(アセチルコリン)の発見につながった。

B

問5 酸素解離曲線は、酸素分圧の変化によって、酸素と結合しているヘモグロビンの割合(酸素飽和度)がどのように変化するかを示したグラフである。酸素とヘモグロビンの結合が弱い(=酸素を離しやすい)ときは、グラフは右方向へとシフトする。反対に、結合が強い(=酸素を離しにくい)ときは、左方向へとシフトする。

添削課題

解答

I 問1 31.5 mg/分

問2 126 mL/分

問3 排泄量：13.5 mg/分 ろ過負荷量：2.52 mg/分

問4 (3)

II 問5 1-(1)

理由：図1より血糖値が2mg/mL以下であれば、グルコースはすべて再吸収されて尿中には排出されないから。

2-(2)

理由：血糖値が低くなると細尿管中のグルコース濃度が低下し、水の再吸収量が増加するから。

問6 (2)

解説

I

問1 尿流量は0.9mL/分で、尿中濃度が35mg/mLなので

$$0.9\text{mL}/\text{分} \times 35\text{mg}/\text{mL} = 31.5\text{mg}/\text{分}$$

問2 問1の文章に「物質Xは、糸球体でろ過され、細尿管で再吸収も分泌もされない物質で、また体内で代謝されない」、また問2の文章に「細尿管で再吸収も分泌もされない物質の排泄量は、ろ過負荷量と同じ値となる」とある。よって、問1で求めた値が物質Xのろ過負荷量である。

$$\begin{aligned}\text{糸球体ろ過量} &= (\text{物質Xのろ過負荷量}) \div (\text{物質Xの血しょう中濃度}) \\ &= 31.5\text{ mg}/\text{分} \div 0.25\text{ mg}/\text{mL} = 126\text{ mL}/\text{分}\end{aligned}$$

問3 物質Yの排泄量は問1と同様で、

$$0.9\text{ mL}/\text{分} \times 15\text{ mg}/\text{mL} = 13.5\text{ mg}/\text{分}$$

一方、(物質Yのろ過負荷量)÷(物質Yの血しょう中濃度)=糸球体ろ過量 である。よって、

$$\begin{aligned}\text{物質Yのろ過負荷量} &= (\text{糸球体ろ過量}) \times (\text{物質Yの血しょう中濃度}) \\ &= 126\text{ mL}/\text{分} \times 0.02\text{ mg}/\text{mL} \\ &= 2.52\text{ mg}/\text{分}\end{aligned}$$

問4 問3より、物質Yの排泄量は物質Yのろ過負荷量より多いことがわかる。これは、糸球体でろ過された量よりも排泄された量が多いということである。

排泄量 = ろ過負荷量 + 分泌量 - 再吸収量
の関係があるので、 分泌量>再吸収量 となる。

II

問5 1: 図1より、血糖値が閾値よりも低いときには、グルコースの排泄量は0である。血糖値が0.9mg/mLであれば閾値以下なので、グルコースは尿中に含まれない。

2: 文2で、再吸収されないグルコースが細尿管中にあると、尿量が増えるとある。インスリンの投与によってグルコースがすべて再吸収されたので、水の再吸収量は増加して、尿量は減少する。

問6 クリアランスとは、ある物質が1分間で何mLの血しょうから取り除かれたか、言い換えることができる。たとえば、ある物質Aが1分で10mg取り除かれた(=排泄量[mg/分])とき、血しょうにおける物質Aの濃度が1mg/mLであれば、 $10\text{mg} \div 1\text{mg/mL} = 10\text{mL}$ の血しょうに由来すると計算できる。

血糖値が閾値に達するまでは、排泄量は0なのでクリアランスも0である。よって、(1), (3)は誤りである。閾値を越えたときには、

グルコースの排泄量 = (糸球体ろ過量) × (血糖値) - (グルコースの再吸収量)
である。クリアランス = (グルコースの排泄量) ÷ (血糖値) であるので、

$$\text{クリアランス} = \frac{(\text{糸球体ろ過量}) \times (\text{血糖値}) - (\text{グルコース再吸収量})}{\text{血糖値}}$$

という関係式が成り立つ。グラフは縦軸がクリアランス、横軸が血糖値であるので(4)のような直線にはならないとわかる。

12章 体内環境②

問題

■演習

【1】

解答

- A 問1 1-H 2-C 3-B 4-F 5-E
 6-A 7-D

問2 グルコースからグリコーゲンを合成して肝臓に貯蔵したり、細胞内へのグルコースの取り込みと分解を促したりすることで、血糖量が減少する。

問3 1-D 2-B 3-C 4-A

問4 血糖量が少なくなりすぎると脳のはたらきが低下して、意識を失うなど生命の危険がある。よって、複数のホルモンで血糖量を上げておく必要がある。一方、血糖量を下げる必要があるのは食後だけであるから。

- B 問5 1-受容体 2-酵素

問6 細胞膜はリン脂質からなるので、脂溶性の物質を透過させられる。副腎皮質ホルモンはステロイド系で脂溶性であるので、細胞膜を透過できる。

問7 (1) b

(2) 視床下部と脳下垂体前葉は、血管でつながっている。視床下部の神経分泌細胞はホルモンを分泌し、脳下垂体前葉を刺激してホルモン分泌の促進や抑制を調節できる。(75字)

B' 問8 通常時、プロラクチンは視床下部からのホルモンにより分泌が抑制されている。視床下部からの抑制ホルモンの分泌量が減少すると、プロラクチンは分泌されるようになる。(78字)

解説

A

問1 ホルモンは内分泌腺から体液中へと分泌され、血液の流れによって標的器官へと運ばれる。ホルモンが標的器官の標的細胞にのみ情報を伝えられるのは、標的細胞には特定のホルモンに対する受容体(レセプター)があるからである。

問2 インスリンは、グリコーゲンの合成、細胞内へのグルコースの取り込みと呼吸によるグルコースの分解、中性脂肪の合成などを促すことで、血糖量を下げる。

問3 余談ではあるが、糖質コルチコイドは抗炎症作用がある。そのため、皮膚炎の治療薬などとして人工的に合成され、用いられている。

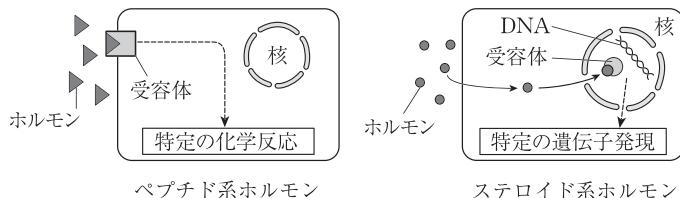
問4 現代の日本では、食べ物に困ることはあまりないかもしれない。しかし、野生生物や日本においても数十年前までは、常に食料があり満腹感を得られることはそう多くはなかった。脳は呼吸基質としてグルコースしか利用できないので、血糖量が $50\text{mg}/100\text{mL}$ より下がると中枢神経系のはたらきが低下し、 $30\text{mg}/100\text{mL}$ 以下になると意識を失ってしまう。なお、高血糖($500\text{mg}/100\text{mL}$ 以上)になっても昏睡状態になってしまうことがある。

B・B'

問5 ホルモンが微量でも効果が現れるのは、複数の酵素の活性化を引き起こす第一段階としてはたらくからである。

問6 ペプチド系ホルモンは細胞膜を透過できないが、ステロイド系ホルモンは脂質なので細胞膜を透過できる。「細胞の構造と関連付けて」とあるので、細胞膜の性質について述べること。

なお、ホルモンはペプチド系とステロイド系に大別^{*1}され、それぞれ受容体の存在位置が異なる^{*2}。そのため、ホルモンの作用が現れるための機序が異なる。



*1 アドレナリンとチロキシンはアミノ酸誘導体系というカテゴリーに入る。

*2 チロキシンの受容体は細胞内に存在する。

問7 神経分泌細胞の末端が後葉の部分にあり、そこでホルモンが分泌される。一方、前葉には神経分泌細胞はない。

問8 問7がヒントである。脳下垂体前葉から分泌されるホルモンは、視床下部から分泌される放出ホルモンや抑制ホルモンの制御を受けている。脳下垂体を視床下部から離れたところに移植すると、分泌が増加したことから、抑制ホルモンの支配を受けていると考えられる。

【2】

解答

問1 (ア) - 自律

(イ) - 内分泌

(ウ) - 交感

(エ) - 脊髄

(オ) - ノルアドレナリン

(カ) - 副交感

(キ) - アセチルコリン

(ク) - 間

(ケ) - 視床下部

(コ) - 標的

問2 (3)

問3 酸性である胃から、消化物が小腸に流入した状態を再現し、観察する目的で使われた。

問4 塩酸による刺激で、ホルモンが小腸粘膜から血液中に分泌される。ホルモンが膵臓にはたらくことで、膵液の分泌が促進される。

問5 (1) × (2) ○ (3) × (4) ×

解説

問1 基本事項の確認である。恒常性の維持のために、自律神経系と内分泌系がはたらいている。

問2 下線 a のように、交感神経と副交感神経で一方がはたらいている場合に他方が抑制されることを拮抗作用と呼ぶ。

立毛筋は交感神経の作用により収縮する。そうすることで放熱量が減少し、体温が上昇する。また、立毛筋には副交感神経は分布していない。

多くの臓器は交感神経と副交感神経の両方がはたらくことで調節されているが、以下の部位ではいずれか一方の支配となっている。

・瞳孔散大筋…交感神経 　・瞳孔括約筋…副交感神経 　・汗腺…交感神経

よって、瞳孔(ひとみ)の大きさについては、交感神経によって瞳孔散大筋が収縮することで拡大し、副交感神経によって瞳孔括約筋が収縮することで縮小している。1つの筋肉の収縮と弛緩によって瞳孔の大きさが変わっているわけではない点に注意したい。

問3 胃液はペプシンの最適 pH である pH 2 前後に保たれている。なお、消化管には次のようなホルモンがはたらいている。

・ガストリン… H^+ の多い胃液の分泌促進。

・パンクリオザイミン…膵臓の酵素の分泌にはたらく。胆囊を刺激して胆汁を放出させる。

問4 ホルモンは血流にのって移動する。そのため、小腸粘膜から分泌されたホルモンが静脈注射によって膵臓にはたらいた。

問5 小腸に分布する神経は切除されており、それでも膵液の分泌が促進されている。よって、水で希釀した塩酸による膵液分泌に、神経は関与しないと考えられる。

ベイリスとスターリングによる実験から、血液によって運搬されて特定の器官に効果を及ぼす物質、ホルモンが発見された。このホルモンをセクレチンという。

添削課題

解答

- 問1 A系統：B系統の血液にあるホルモンXの影響により、摂食行動が減少する。
B系統：ホルモンXの受容体は異常なままであるので、過食を示したままで変化はない。
- 問2 受容体(レセプター)
- 問3 ホルモンXの受容体がホルモンXを受け取ったことで起こる反応が起こっていないので、負のフィードバック調節がはたらかない。
- 問4 アーランゲルハンス島 イ-B ウ-副交感
- 問5 ②
根拠：インスリンの分泌が減少していると、食事によって上がった血糖値が下がりにくく。また、インスリンが正常に分泌されている場合よりも、血糖値は高いから。
- 問6 a：器官-脳下垂体前葉
作用-骨や筋肉の成長を促す。
b：器官-副腎皮質
作用-腎臓におけるナトリウムイオンの再吸収を促す。
c：器官-甲状腺
作用-からだの代謝を活発にする。
d：器官-小腸(十二指腸)
作用-膵液の分泌を促進する。
- 問7 ②, ④, ⑦

解説

- 問1 A系統マウスが分泌したホルモンはB系統へも流れ込む。同様に、B系統マウスが分泌したホルモンはA系統マウスに流れ込む。

A系統マウスはホルモンXを合成できないが受容体は正常、B系統マウスはホルモンXを合成できるが受容体が異常である。よって、B系統マウスからホルモンXがA系統マウスへと流れたので、A系統マウスはそれを受容した。今までではホルモンXの不足により過食となっていたが、ホルモンXを受容できたので正常に戻る。

B系統マウスは受容体の異常なので、A系統マウスとの血液が交換可能になったとしても、ホルモンXの受容には関係ないので、摂食行動に変化はない。

なお、摂食行動に関係するホルモンにレプチンがある。レプチンは脂肪細胞が分泌する食欲を抑えるはたらきをもつホルモンであるが、肥満が進行して脂肪細胞が増えるとレプチンの分泌量は減少し、またははたらきも悪くなる。

- 問2 受容体、あるいはレセプターと答える。

- 問3 レプチンは視床下部で受容される。受容されたことによって、レプチン量が十分だとうことを感知すれば、フィードバックによってレプチンの合成量は減少する。しかし、受容できないのであるから、負のフィードバックは起こらない。

問4 インスリンはすい臓のランゲルハンス島B細胞から分泌される。

問5 ①は食事の前の血糖値が正常よりも低くなっている。③, ④では食事の後に血糖値が下がっている。⑤, ⑥のようにまったく変化しない, ということもない。

問6 ホルモンの特徴や作用を述べるときには、他と比較して異なる点を挙げればよい。

問7 敵と戦うときや逃げるときには、交感神経が優位となる。反対に、食後や安静時などには副交感神経が優位となる。

13章 体内環境③

問題

■演習

【1】

解答

問1 イー食作用 ローサイトカイン(インターロイキン)

ハ-抗体産生細胞 ニ-逆転写酵素

問2 ① (ニ) ② (ロ)

問3 ① (5) ② (イ)

問4 (ロ)

解説

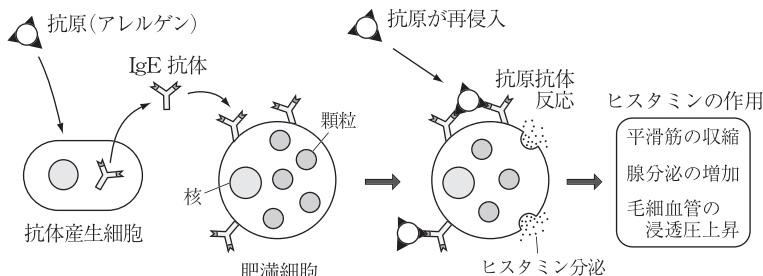
問1 免疫は、自然免疫と獲得免疫(適応免疫)に大別される。自然免疫は、顆粒球の1つである好中球やマクロファージの食作用による。食作用によって細胞に取り込まれた異物は、プロテオソームによって分解される。

従来、免疫応答の発現や調節などに関与する因子のうち、リンパ球が分泌するものをリンホカイン、単球やマクロファージが分泌するものをモノカインと呼んでいたが、近年では総称してサイトカインと呼ぶことが多い。また、サイトカインのうち単離・同定できたものに関してはインターロイキンとして分類されている。

問2 ① 抗原提示を行うのは、樹状細胞やマクロファージである。ヘルパーT細胞は、自身の細胞膜表面にあるT細胞受容体(TCR)が、MHCと一緒に結合した抗原を認識することで、サイトカインを分泌し、B細胞などを活性化する。

② (ハ)：細胞障害性とは、細胞そのものの機能や増殖に悪影響を与える物質の性質をいう。キラーT細胞と呼ぶT細胞は、そのはたらきから細胞障害性T細胞(CTL)と呼ばれることが多い。

(二)：即時型アレルギーでは、IgEというタイプの抗体が関与する。抗原の刺激によって肥満細胞がヒスタミンを分泌することで、アレルギーが起こる。



- 問3 ①(a)：血清療法は、体内に侵入した抗原を排除するために行う治療法である。抗体は永久に体内に残るのでないで、予防のために血清を打っておくことで効果があるのは、限られた場合だけであり、現在ではほとんど行われていない。
- (b)：インフルエンザウイルスは遺伝情報を RNA でもつ RNA ウィルスである（しかし、逆転写酵素はもっていないのでレトロウィルスではない）。突然変異の起こるスピードが速いために、免疫記憶ができてもすぐに新しいインフルエンザウイルスができるので、何度もインフルエンザに感染してしまう。
- 問4 (二)：HIV がヘルパー T 細胞に感染することは正しいが、それと突然変異とは直接関係しない。

【2】

解答

- A 問1 1-骨髄 2-胸腺 3-リンパ節 4-脾臓
問2 1-(イ) 2-(ア) 3-(オ) 4-(ウ)
問3 b, c, d
問4 HIV
問5 鎖骨下静脈
問6 c, e
問7 c, e
問8 b
B 問9 脾臓
問10 (1) 約10日で脱落する。
(2) 生着する。
(3) 胸腺の除去により成熟したT細胞がなく自己非自己の区別ができないから。
(34字)
問11 A型-40人 B型-20人 O型-25人 AB型-15人

解説

- A
問1 リンパ球に限らず、すべての血球は骨髄にある造血幹細胞に由来する。
問2 1:骨髄は「骨の髓」、髓とは「内側にあるもの」を指している。
2:胸腺はその名前の通り、胸部にある。幼少期には発達しているが、成人になると萎縮する。
3:耳の下やわきの下、脚の付け根などにリンパ節がある。
4:脾臓は胃の左側上部にある器官である。
問3 a:抗体をつくるのはB細胞である。
e:食作用はマクロファージなどが行う。
f:ヒスタミンは肥満細胞や好塩基球が分泌する。
問4 エイズ(後天性免疫不全症候群: Acquired ImmunoDeficiency Syndrome)は、ヒト免疫不全ウイルス(HIV: Human Immunodeficiency Virus)が原因である。
問5 毛細リンパ管が集まって太い管となり、鎖骨下静脈で血管と合流する。
問6 閉鎖血管系をもつのは、脊椎動物と環形動物、軟体動物のうちの頭足類(イカやタコなどの仲間)である。
問7 最初に抗原を取り込み、抗原提示を行うのは樹状細胞とマクロファージである。
問8 ウマの血清中に含まれるヘビ毒素に対する抗体は、あくまでウマの抗体であるのでヒトにとっては異物である。

B

- 問10 (1) B 系統のマウスであるが、生後すぐにまだ T 細胞の成熟が終わっていない段階で A 系統マウスの細胞を注射されると、A 系統の抗原(MHC)も自己と認識するようになる。しかし、何も処理をしていない(=A 系統マウスを非自己と認識する)B 系統マウスのリンパ球を注射すると、そのリンパ球のはたらきによって拒絶反応が起こる。
- (2), (3) 自己非自己を見極められるようになるには、T 細胞が 2 段階の選別を受ける必要がある。そのとき重要なのは胸腺であるが、除去されてしまうと T 細胞が成熟できない。なお、これは誕生直前や直後の短い時期であり、大人になった個体では起こらない。

問11 抗 A 血清とは B 型のヒトの血清であるので、凝集素 α を含む。同様に、抗 B 血清は A 型の血清であるので、凝集素 β を含む。

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{抗 A 血清に凝集反応をする} = \text{A 型} + \text{AB 型} \\ \text{抗 B 血清に凝集反応をする} = \text{B 型} + \text{AB 型} \\ \text{両血清に反応しない} = \text{O 型} \end{array} \right.$$

$$\text{よって } \text{A 型} + \text{AB 型} = 55 \cdots ① \quad \text{B 型} + \text{AB 型} = 35 \cdots ②$$

$$\text{O 型} + \text{AB 型} = 40 \cdots ③$$

$$① + ② + ③ = (\text{A 型} + \text{B 型} + \text{AB 型} + \text{O 型}) + 2 \times \text{AB 型} = 130$$

$$2 \times \text{AB 型} = 30 \quad \therefore \text{AB 型} = 15 \text{ 人}$$

B3V/B3T
医学部生物
難関大生物／難関大生物 T



| | |
|------|--|
| 会員番号 | |
|------|--|

| | |
|----|--|
| 氏名 | |
|----|--|