

2023 年度

医学部医学科一般・学士入学者選抜試験問題

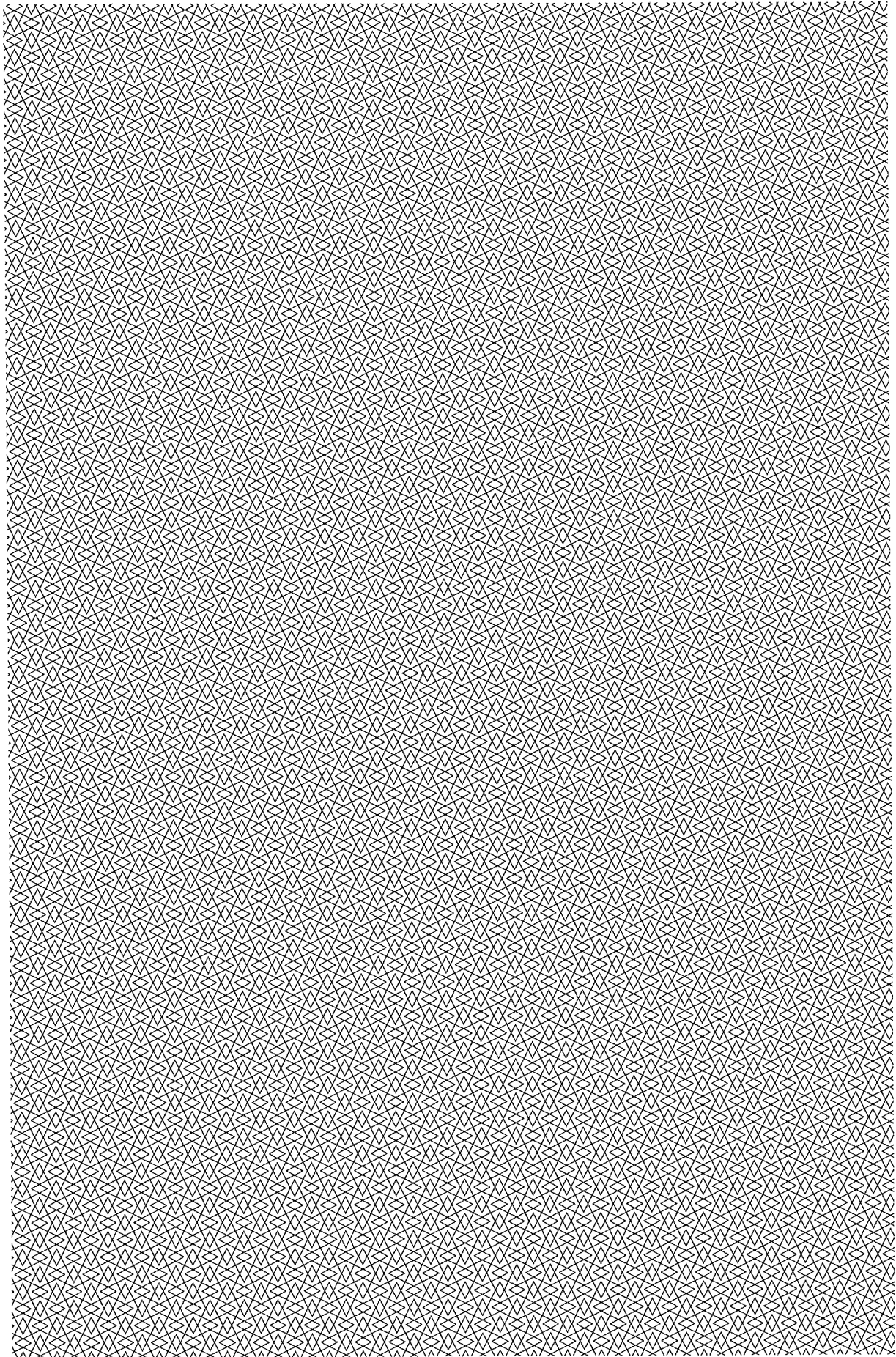
(理 科)

物理 1～10 ページ

化学 11～22 ページ

生物 23～41 ページ

- 注意事項**
1. 出願の際に選択した2科目について解答すること。
 2. 解答用紙(マークカード)は各科目につき1枚である。
 3. 選択しない科目の解答用紙(マークカード)は、全面に大きく×印をつけて、机の右端に置くこと。試験中に回収します。
 4. 解答用紙(マークカード)に、氏名・受験番号の記入および受験番号のマークを忘れないこと。
 5. マークはHBの鉛筆、シャープペンシルで、はっきりとマークすること。
 6. マークを消す場合、消しゴムで完全に消し、消しくずを残さないこと。
 7. 解答用紙(マークカード)は折り曲げたり、メモやチェックなどで汚したりしないように注意すること。
 8. 各問題の選択肢のうち質問に適した答えを1つだけ選びマークすること。1問に2つ以上解答した場合は誤りとする。
 9. 問題用紙は解答用紙(マークカード)とともに机上に置いて退出すること。持ち帰ってはいけない。



2023 年度
医学部医学科一般・学士入学者選抜試験問題(生物)

I DNAに関する以下の問いに答えなさい。

問1 次の文を読み、以下の問いに答えなさい。

生物はDNAの塩基配列という形で遺伝情報を保持している。a ヒトのゲノムにおいて、DNAの情報が転写され、mRNAとなり翻訳される領域はDNA全体のおよそ1.5～3%とされており、その中に約22000種類の遺伝子が存在する。b 細胞分裂に先だってゲノムDNAは複製され、細胞分裂時に各細胞に受け渡される。分裂後の各細胞は、細胞の生存に必要な遺伝子を常に発現し続けるが、分化するにつれてさまざまな遺伝子を発現するようになり、c 細胞ごとに発現する遺伝子の種類に違いが現れる。

1. ゲノムDNAを抽出できる材料として適切なものだけをすべて含むものを答えなさい。

1

- A. エジプトの三千年前のミイラの骨 B. ニワトリ卵の卵白
C. ヒトの血しょう D. ヒマワリの種
E. マウスの胆汁

- ① A ② B ③ C ④ D ⑤ E
⑥ AB ⑦ AC ⑧ AD ⑨ AE ⑩ BC
⑪ BD ⑫ BE ⑬ CD ⑭ CE ⑮ DE

2. DNAの構造や性質についての記述として適切なものだけをすべて含むものを答えなさい。 2

- A. DNAの2本鎖ではアデニンとチミンが対となり、1対あたり3つの水素結合を形成する。
B. 構成元素としてC, H, O, Pのみからなる有機物である。
C. 塩基対10個で1巻きのらせん構造となっている。
D. DNAを55℃にすると、すみやかに2本鎖が解離し1本鎖となる。
E. DNAは正に帯電しているので、電気泳動を行うと陰極に向かって移動する。

- ① A ② B ③ C ④ D ⑤ E
⑥ AB ⑦ AC ⑧ AD ⑨ AE ⑩ BC
⑪ BD ⑫ BE ⑬ CD ⑭ CE ⑮ DE

3. ある生物の1つの染色体(2本鎖DNA)における塩基の割合について調べると、グアニンの割合は17%であった。また、2本鎖のうち片側の1本鎖DNAのグアニンの割合は20%で、アデニンの割合は30%であった。この1本鎖DNAに含まれるチミンの割合(%)を計算し、最も適切な値を答えなさい。ただし、 は10の位の数字、 は1の位の数字をそれぞれ表す。該当する位がない場合は「⑩ 0」を答えなさい。なお、同じ選択肢を複数回答してもよい。 %
- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5
 ⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8 ⑨ 9 ⑩ 0

4. 文中の下線部 a についての記述として、適切なものだけをすべて含むものを答えなさい。

- A. mRNA 前駆体から mRNA が合成される際、特定のエクソンに対応する領域が除かれることがある。
- B. mRNA の 3' 側に付加されたキャップ構造は RNA の分解を防ぐ働きがある。
- C. mRNA に付加されている連続したアデニンヌクレオチドの数は、その mRNA の分解のされやすさに影響する。
- D. 選択的スプライシングが起こるのは mRNA が核から細胞質へ移動した後である。
- ① A ② B ③ C ④ D ⑤ AB
 ⑥ AC ⑦ AD ⑧ BC ⑨ BD ⑩ CD
 ⑪ ABC ⑫ ABD ⑬ ACD ⑭ BCD ⑮ ABCD

生物—3

5. 文中の下線部 b についての以下の問いに答えなさい。

(1) 下線部 b についての記述として、適切なものだけをすべて含むものを答えなさい。

6

- A. リーディング鎖の合成にはプライマーは必要ない。
- B. ヌクレオチドが付加される時、デオキシリボヌクレオシド三リン酸の2つのリン酸基がはずれる際に放出されるエネルギーが使われる。
- C. ラギング鎖の合成の際、鋳型鎖に相補的な DNA プライマーが合成され、それが複数か所に結合する。
- D. 合成中の DNA 鎖では DNA ポリメラーゼにより 3' から 5' 方向へヌクレオチドの付加が起こる。
- E. DNA ヘリカーゼが DNA の複製起点(複製開始点)に結合し 2 本鎖をほどく。

- ① A ② B ③ C ④ D ⑤ E
- ⑥ AB ⑦ AC ⑧ AD ⑨ AE ⑩ BC
- ⑪ BD ⑫ BE ⑬ CD ⑭ CE ⑮ DE

(2) 次の文を読み、以下の問いに答えなさい。

DNA ポリメラーゼによる DNA の平均的な伸長速度は、種によって異なる。例えば大腸菌では 1000 ヌクレオチド/秒であるのに対し、ヒトでは 1000 ヌクレオチド/分ほどである。また大腸菌のゲノム DNA の複製起点(複製開始点)は 1 か所であるのに対し、真核生物のゲノム DNA の複製起点は複数か所にある。

1) 大腸菌のゲノムサイズは 460 万塩基対である。ある複製起点から全ゲノム DNA の複製が完了するまでに何分かかかるか計算し、答えの数値の小数点以下第 1 位を四捨五入して最も適切な値を答えなさい。開裂したある部位の片方の鎖ともう片方の鎖の DNA の複製は同時に始まり、リーディング鎖とラギング鎖の合成速度は等しいものとする。ただし、 は 10 の位の数字、 は 1 の位の数字をそれぞれ表す。該当する位がない場合は「⑩ 0」を答えなさい。なお、同じ選択肢を複数回答してもよい。

分

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5
- ⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8 ⑨ 9 ⑩ 0

2) ヒトのゲノムサイズは30億塩基対であり、通常ヒトの体細胞は2組のゲノムをもつ。複数の複製起点と複数のDNAポリメラーゼが存在し、1個のヒト細胞の2組のゲノムDNAの複製は8時間で完了する。このようなヒトの体細胞では、2組のゲノム上で複製起点は最低何か所あると推察されるか、その値を計算し最も近いものを答えなさい。なお、ゲノム上に複製起点がほぼ等間隔で存在し、開裂したある部位の片方の鎖ともう片方の鎖のDNAの複製は同時に始まり、隣の複製起点から合成されたDNA鎖と接した段階で同時に完了するものとする。 か所

- ① 416 ② 625 ③ 1250 ④ 4166 ⑤ 6250
 ⑥ 12500 ⑦ 41660 ⑧ 62500 ⑨ 125000

6. 文中の下線部cのように、発現する遺伝子の違いを生み出すしくみの1つとして、ヌクレオソームにおけるヒストンの化学修飾の制御がある。そのしくみとして最も適切なものを答えなさい。

- ① ヒストンのアセチル化によりクロマチンが緩み、転写が促進される。
 ② ヒストンのアセチル化によりクロマチンが凝集し、転写が抑制される。
 ③ ヒストンのアセチル化によりクロマチンが緩み、転写が抑制される。
 ④ ヒストンのアセチル化によりクロマチンが凝集し、転写が促進される。
 ⑤ ヒストンのメチル化によりクロマチンが緩み、転写が抑制される。
 ⑥ ヒストンのメチル化によりクロマチンが凝集し、転写が促進される。

生物—5

問2 マウスの発生過程における H 遺伝子の発現制御についての次の文を読み、以下の問いに答えなさい。

マウスの H 遺伝子は d ホックス遺伝子(ホメオボックスを含むホメオティック遺伝子) の 1 つで、e マウスの胚発生 の過程で前脳では発現しないが、後脳で発現し、内胚葉や体節でも発現する。図 1 A は、H 遺伝子の発現調節に関与するゲノム領域を示しており、H 遺伝子の 5' 側にはこの遺伝子の発現に必須なプロモーター配列がある。また 3' 側には転写調節因子 S の結合配列が 2 か所存在し、それらを Q と R とする。f S は細胞質中である脂溶性物質(脂溶性物質 T)と結合すると、S は核へ移行し転写調節に働く。なお脂溶性物質 T は、正常発生中の胚のどの組織にもある量は存在し作用しているものとする。H 遺伝子の組織特異的な発現を制御するゲノム領域を調べるため、H 遺伝子の塩基配列の 5' 側のプロモーター領域を含む塩基配列(黒太線)と 3' 側の塩基配列(白太線)の間に H 遺伝子の代わりに GFP 遺伝子をつないだ DNA の断片(断片 1)を作成した(図 1 B)。さらに、断片 1 の Q と R のいずれか、あるいは両方に S が結合できない変異を導入した断片 2, 3, 4 を用意し(図 1 B)、これらの DNA 断片をそれぞれマウス受精卵に導入し、4 種類のトランスジェニックマウスを作製した。トランスジェニックマウス胚は野生型胚と同様に発生が進んだ。実験 1 として、所定のステージに達した段階で各トランスジェニックマウス胚を採取し、組織ごとに GFP の発現量を観察すると、図 1 C のような結果になった。次に実験 2 として、所定のステージに達する 12 時間前から脂溶性物質 T を過剰に投与しておいた各トランスジェニックマウス胚を採取し、組織ごとに GFP の発現量を観察すると、図 1 D のような結果になった。なおここでは、遺伝子の発現促進に働く塩基配列をエンハンサー、遺伝子の発現抑制に働く塩基配列をサイレンサーと呼ぶこととする。

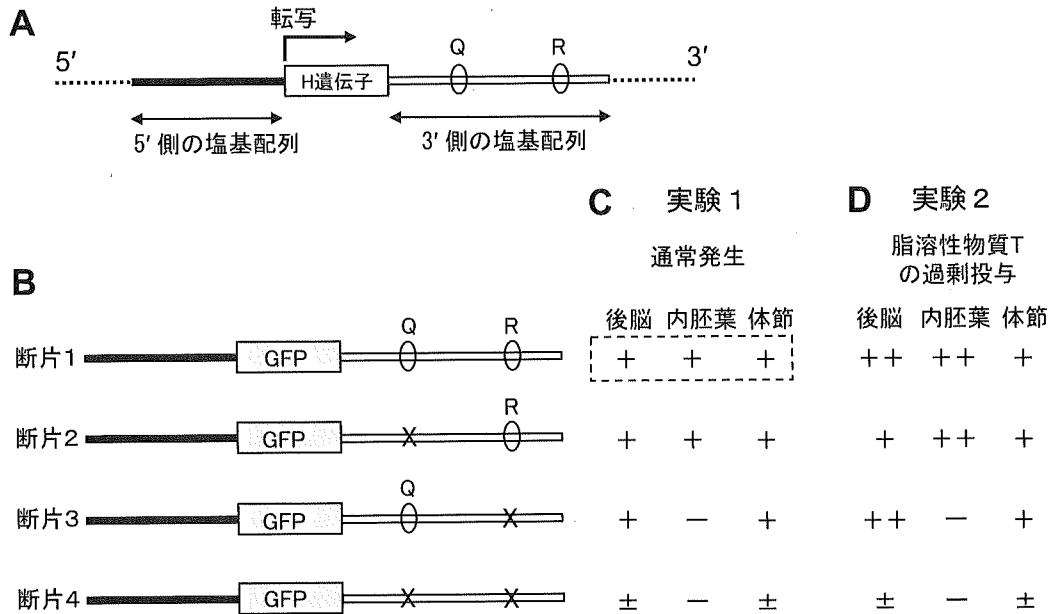


図1 トランスジェニックマウスを用いたH遺伝子の発現制御についての実験：(A)H遺伝子のゲノム領域の模式図。QとRは転写調節因子Sが結合する塩基配列を示す。(B)各トランスジェニックマウスに導入されたDNA断片1～4の模式図。Xは、該当する塩基配列に変異を導入したことを示す。(C)実験1において各トランスジェニックマウス胚のGFPの発現量を比較した結果。GFPの発現量については、断片1を導入したトランスジェニックマウス胚における各組織のGFP発現量を(+)で表し(破線囲い)、それを“基準”とした。そして、断片2～4をそれぞれ導入したトランスジェニックマウス胚の組織ごとのGFP発現量を“基準”と比較したとき、基準と同程度の発現であれば(+), 基準より発現が減少すれば(±), 発現が消失すれば(-)とした。(D)実験2において各トランスジェニックマウス胚のGFPの発現量を比較した結果。比較には同じく実験1の断片1を導入したトランスジェニックマウス胚の各組織のGFP発現量(破線囲い)を基準とし、脂溶性物質Tを投与した各トランスジェニックマウス胚の組織ごとのGFP発現量を“基準”と比較したとき、基準と同程度の発現であれば(+), 基準より発現が減少すれば(±), 発現が消失すれば(-), 基準より発現が増加すれば(++)とした。

1. 文中の下線部dについて、マウスやショウジョウバエにおける働きや性質についての記述

として適切なものだけをすべて含むものを答えなさい。 11

- A. ショウジョウバエでは、複数のホックス遺伝子が1つの連鎖群にある。
- B. ショウジョウバエのこの遺伝子はセグメントポラリティ遺伝子が発現する前に、7つの体節の位置を決める。
- C. マウスの頭部領域で発現するホックス遺伝子と似た配列の遺伝子がショウジョウバエにも存在し、頭部側で発現する。
- D. ショウジョウバエのウルトラバイソラックス遺伝子が欠失すると、本来触角のある部位に翅がつくられ、翅が合計4枚になる。
- E. この遺伝子産物のほとんどが酵素として働く。

- ① A
- ② B
- ③ C
- ④ D
- ⑤ E
- ⑥ AB
- ⑦ AC
- ⑧ AD
- ⑨ AE
- ⑩ BC
- ⑪ BD
- ⑫ BE
- ⑬ CD
- ⑭ CE
- ⑮ DE

生物—7

2. 文中の下線部 e には、ヒトや両生類と同様に進行する発生現象が多く含まれる。このような共通の発生現象についての以下の問いに答えなさい。

(1) 前脳の一部が左右に突出して形成された眼胞は、眼杯を経て(ア)に分化し、(ア)の一部の細胞は(あ)遺伝子を発現する。また眼杯は隣接する表皮に作用し(イ)を誘導し、(イ)は分化するにつれて(い)遺伝子を発現する。さらに(イ)は(ウ)に作用し、(エ)を誘導する。以下の問いに答えなさい。

1) 文中の(ア)、(イ)、(ウ)、(エ)に当てはまる語を左から順に並べた組合せとして最も適切なものを答えなさい。 12

- | | |
|------------------|------------------|
| ① 網膜 水晶体 角膜 ガラス体 | ② 水晶体 網膜 表皮 角膜 |
| ③ 網膜 角膜 水晶体 表皮 | ④ 水晶体 角膜 網膜 ガラス体 |
| ⑤ 網膜 水晶体 表皮 角膜 | ⑥ 水晶体 網膜 表皮 ガラス体 |

2) 文中の(あ)と(い)に当てはまる語を左から順に並べた組合せとして最も適切なものを答えなさい。 13

- | | |
|----------------|---------------|
| ① アルブミン クリスタリン | ② アルブミン オプシン |
| ③ クリスタリン アルブミン | ④ クリスタリン オプシン |
| ⑤ オプシン アルブミン | ⑥ オプシン クリスタリン |

(2) 内胚葉由来ではないものとして最も適切な組合せを答えなさい。 14

- | | | |
|---------|---------|----------|
| A. 気管上皮 | B. 血管内皮 | C. 甲状腺 |
| D. 小腸上皮 | E. ぼうこう | F. 輸尿管上皮 |
- | | | | | |
|------|------|------|------|------|
| ① AB | ② AC | ③ AD | ④ AE | ⑤ AF |
| ⑥ BC | ⑦ BD | ⑧ BE | ⑨ BF | ⑩ CD |
| ⑪ CE | ⑫ CF | ⑬ DE | ⑭ DF | ⑮ EF |

(3) 体節由来のものとして最も適切な組合せを答えなさい。 15

- | | | |
|--------|--------|--------|
| A. 血球 | B. 骨格筋 | C. 脊髄 |
| D. 脊椎骨 | E. 腸間膜 | F. 平滑筋 |
- | | | | | |
|------|------|------|------|------|
| ① AB | ② AC | ③ AD | ④ AE | ⑤ AF |
| ⑥ BC | ⑦ BD | ⑧ BE | ⑨ BF | ⑩ CD |
| ⑪ CE | ⑫ CF | ⑬ DE | ⑭ DF | ⑮ EF |

3. 文中の下線部 f にある脂溶性物質 T のように脂溶性であり、ホルモンとして働く物質として適切なものだけをすべて含むものを答えなさい。 16

A. アドレナリン

B. 鉱質コルチコイド

C. 成長ホルモン

D. 糖質コルチコイド

- ① A ② B ③ C ④ D ⑤ AB
 ⑥ AC ⑦ AD ⑧ BC ⑨ BD ⑩ CD
 ⑪ ABC ⑫ ABD ⑬ ACD ⑭ BCD ⑮ ABCD

4. 実験 1 の結果から、通常発生での胚の内胚葉および体節における Q と R の働きとして最も適切な記述をそれぞれ答えなさい。

(1) 内胚葉 17

(2) 体節 18

- ① Q のみが、エンハンサーとして H 遺伝子の発現に働く。
 ② R のみが、エンハンサーとして H 遺伝子の発現に働く。
 ③ Q のみが、サイレンサーとして H 遺伝子の発現に働く。
 ④ R のみが、サイレンサーとして H 遺伝子の発現に働く。
 ⑤ Q と R どちらもエンハンサーとして H 遺伝子の発現に働く。
 ⑥ Q と R どちらもサイレンサーとして H 遺伝子の発現に働く。
 ⑦ Q がエンハンサーとして、R がサイレンサーとして H 遺伝子の発現に働く。
 ⑧ Q がサイレンサーとして、R がエンハンサーとして H 遺伝子の発現に働く。

5. 実験 1 と実験 2 の結果から、通常よりも過剰に脂溶性物質 T が投与された胚の後脳および内胚葉における Q と R の働きを、通常発生時と比べたときの記述として最も適切なものをそれぞれ答えなさい。

(1) 後脳 19

(2) 内胚葉 20

- ① Q のみを介して H 遺伝子の発現をより強く抑制できる。
 ② R のみを介して H 遺伝子の発現をより強く抑制できる。
 ③ Q のみを介して H 遺伝子の発現をより強く促進できる。
 ④ R のみを介して H 遺伝子の発現をより強く促進できる。
 ⑤ Q と R のどちらも H 遺伝子の発現をより強く抑制できる。
 ⑥ Q と R のどちらも H 遺伝子の発現をより強く促進できる。
 ⑦ Q と R のどちらも過剰な脂溶性物質 T に対して抑制や促進に働くことはない。

生物—9

II 生物の分類と細菌や古細菌に関する以下の問いに答えなさい。

20世紀以降、生物の基本単位である細胞構造の違いから、生物は原核生物と真核生物に分類されてきた。その後、生物の分類に分子系統学的な解析手法が取り入れられると、生物が共通にもつ 21 の塩基配列の比較を行ったウーズの研究から、真核生物は1グループにまとまるが、原核生物は細菌(バクテリア)と古細菌(アーキア)の2つの異なるグループに分かれることが明らかになってきた。現在では生物を細菌、古細菌、真核生物の3つに分ける3ドメイン説が提唱されている。染色体の基本構造をつくるタンパク質である 22 の遺伝子やその相同遺伝子の有無、さらにそれらの遺伝子の塩基配列を調べた結果、真核生物との分岐年代は 23 と考えられている。

問1 文中の 21 と 22 に当てはまる最も適切な語をそれぞれ答えなさい。

- ① シトクロム ② テロメア ③ ヒストン
④ プラスミド ⑤ RNAポリメラーゼ ⑥ rRNA

問2 文中の 23 に当てはまる最も適切な記述を答えなさい。

- ① 細菌より古細菌の方が古いため、真核生物と古細菌はより近縁である
② 細菌より古細菌の方が古いため、真核生物と細菌はより近縁である
③ 古細菌より細菌の方が古いため、真核生物と古細菌はより近縁である
④ 古細菌より細菌の方が古いため、真核生物と細菌はより近縁である

問3 古細菌に分類される生物として適切なものだけをすべて含むものを答えなさい。

24

- A. 枯草菌 B. 紅色硫黄細菌 C. 高度好塩菌
D. 硝酸菌 E. メタン菌
- ① A ② B ③ C ④ D ⑤ E
⑥ AB ⑦ AC ⑧ AD ⑨ AE ⑩ BC
⑪ BD ⑫ BE ⑬ CD ⑭ CE ⑮ DE

問4 古細菌の構造的な特徴として最も適切なものを答えなさい。 25

- ① エーテル脂質の細胞膜をもち、セルロースからなる細胞壁をもつ。
- ② エーテル脂質の細胞膜をもち、ペプチドグリカンからなる細胞壁をもつ。
- ③ エーテル脂質の細胞膜をもち、セルロースやペプチドグリカンとは異なる成分からなる細胞壁をもつ。
- ④ エーテル脂質の細胞膜をもち、細胞壁はもたない。
- ⑤ エステル脂質の細胞膜をもち、セルロースからなる細胞壁をもつ。
- ⑥ エステル脂質の細胞膜をもち、ペプチドグリカンからなる細胞壁をもつ。
- ⑦ エステル脂質の細胞膜をもち、セルロースやペプチドグリカンとは異なる成分からなる細胞壁をもつ。
- ⑧ エステル脂質の細胞膜をもち、細胞壁はもたない。

問5 シアノバクテリアの光合成についての記述として、最も適切な組合せを答えなさい。

26

- A. 光化学系Ⅰのみをもつ。
 - B. 光化学系Ⅰと光化学系Ⅱをもつ。
 - C. クロロフィルaをもつ。
 - D. バクテリオクロロフィルをもつ。
 - E. 光化学系では、水の分解により生じた電子が使われる。
 - F. 光化学系では、硫化水素の分解により生じた電子が使われる。
- ① ACE ② ACF ③ ADE ④ ADF
 ⑤ BCE ⑥ BCF ⑦ BDE ⑧ BDF

Ⅲ ヒトやマウスの恒常性に関する以下の問いに答えなさい。

問1 ヒトの恒常性には、自律神経系と内分泌系が重要な役割を担う。図1はヒトのいくつかの分泌器官あるいは分泌腺を模式的に示したものである。①～③の拡大図には動脈と静脈、および血液の流れる方向を矢印で示す。また、⑤は④の背面に4か所存在する器官である。さらに、臓器Aは主に⑨と⑩の2種類の細胞集団で構成され、その大部分は⑨が占める一方、⑩は内部に島状に散在する。以下の問いに答えなさい。

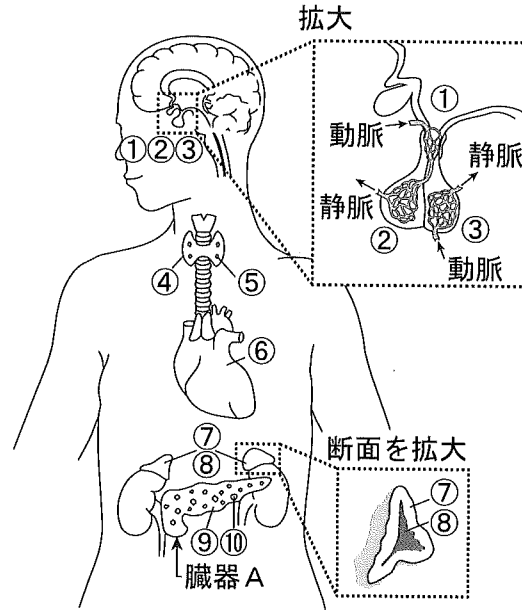


図1 ヒトの分泌器官あるいは分泌腺

1. 自律神経系についての以下の問いに答えなさい。

(1) 交感神経と副交感神経が出る部位として、適切なものだけをすべて含むものをそれぞれ答えなさい。なお、同じ選択肢を複数回答してもよい。

1) 交感神経

2) 副交感神経

A. 小脳

B. 中脳

C. 延髄

D. 脊髄

① A

② B

③ C

④ D

⑤ AB

⑥ AC

⑦ AD

⑧ BC

⑨ BD

⑩ CD

⑪ ABC

⑫ ABD

⑬ ACD

⑭ BCD

⑮ ABCD

(2) 小腸に分布する交感神経と副交感神経の神経終末から放出され、効果器への情報伝達に主要な役割を担う神経伝達物質として最も適切なものをそれぞれ答えなさい。なお、同じ選択肢を複数回答してもよい。

1) 交感神経

- ① アセチルコリン
- ③ γ -アミノ酪酸(GABA)
- ⑤ セロトニン
- ⑦ ノルアドレナリン

2) 副交感神経

- ② アドレナリン
- ④ グルタミン酸
- ⑥ ドーパミン

(3) 一般に、交感神経と副交感神経は同じ効果器に分布し、その効果器に対して互いに拮抗的な作用を示すが、例外的に交感神経または副交感神経の一方のみが分布する効果器も存在する。そのような例外的な効果器と分布する神経についての記述として最も適切なものを答えなさい。

- ① 胃には、交感神経のみが分布する。
- ② 胃には、副交感神経のみが分布する。
- ③ 瞳孔には、交感神経のみが分布する。
- ④ 瞳孔には、副交感神経のみが分布する。
- ⑤ 皮膚の血管には、交感神経のみが分布する。
- ⑥ 皮膚の血管には、副交感神経のみが分布する。
- ⑦ ぼうこうには、交感神経のみが分布する。
- ⑧ ぼうこうには、副交感神経のみが分布する。

2. 内分泌系には、生体内のホルモン量を適正に保つためのしくみが存在する。たとえば甲状腺から分泌され、ほぼ全身の細胞に作用して代謝を促進するホルモン(以下、**ホルモンH1**とする)には負のフィードバックによる分泌調節機構がある。すなわち、甲状腺から分泌された**ホルモンH1**が多くなると、**ホルモンH1**は(ア)に作用して甲状腺刺激ホルモン放出ホルモンの分泌を(あ)するとともに、(イ)に作用して甲状腺刺激ホルモンの分泌を(い)することで、**ホルモンH1**の分泌を(う)する。**ホルモンH1**は、洞房結節の細胞に作用し、に対する受容体の合成を促進して感受性を高めることが知られている。以下の問いに答えなさい。

(1) 甲状腺、(ア)、(イ)の場所として最も適切なものを図1中の①～⑩からそれぞれ答えなさい。なお、同じ選択肢を複数回答してもよい。

1) 甲状腺

2) (ア)

3) (イ)

生物—13

(2) 文中の(あ), (い), (う)に当てはまる語を左から順に並べた組合せとして最も適切なものを答えなさい。 35

- ① 促進 促進 促進 ② 促進 促進 抑制 ③ 促進 抑制 促進
 ④ 促進 抑制 抑制 ⑤ 抑制 促進 促進 ⑥ 抑制 促進 抑制
 ⑦ 抑制 抑制 促進 ⑧ 抑制 抑制 抑制

(3) ホルモンH1についての以下の問いに答えなさい。

1) ホルモンH1として最も適切なものを答えなさい。 36

- ① アドレナリン ② 鉱質コルチコイド ③ 成長ホルモン
 ④ チロキシン ⑤ 糖質コルチコイド ⑥ バソプレシン
 ⑦ パラトルモン

2) ホルモンH1には生体内にはきわめて微量にしか含まれないある元素が含まれ、この元素が長期間にわたって欠乏すると正常なホルモンH1の血中濃度が低下して負のフィードバックが働く。この元素と、その欠乏により甲状腺に起こると考えられる障害の組合せとして最も適切なものを答えなさい。 37

- ① 亜鉛 甲状腺の肥大 ② 亜鉛 甲状腺の萎縮
 ③ 鉄 甲状腺の肥大 ④ 鉄 甲状腺の萎縮
 ⑤ ヨウ素 甲状腺の肥大 ⑥ ヨウ素 甲状腺の萎縮
 ⑦ リン 甲状腺の肥大 ⑧ リン 甲状腺の萎縮

3) バセドウ病は、甲状腺刺激ホルモン受容体に結合してその働きを促進する自己抗体が産生されることによって、甲状腺が過剰に機能する自己免疫疾患である。バセドウ病において見られると考えられる症状として適切なものだけをすべて含むものを答えなさい。 38

- A. ホルモンH1の過剰な分泌 B. 甲状腺刺激ホルモンの過剰な分泌
 C. 心拍数の増加 D. 熱産生の増加
- ① A ② B ③ C ④ D ⑤ AB
 ⑥ AC ⑦ AD ⑧ BC ⑨ BD ⑩ CD
 ⑪ ABC ⑫ ABD ⑬ ACD ⑭ BCD ⑮ ABCD

3. 健康なヒトの血糖値(血中グルコース濃度)は、空腹時で血液 100 mL あたり(え) mg 程度の狭い範囲内に維持されている。血糖値が上昇すると、(ウ)にある B 細胞がそれを感知してインスリンの分泌を促進する。また、血糖調節中枢でも血糖値の上昇が感知され、この情報が**神経 1**を介して B 細胞に伝えられると、インスリンの分泌が促進される。一方、血糖値の低下が感知されると、その情報が**神経 2**を介して(エ)にある A 細胞に伝えられ、グルカゴンの分泌を促進する。以下の問いに答えなさい。

(1) 文中の(え)に当てはまる数値として最も近いものを答えなさい。 39

- ① 1 ② 5 ③ 10 ④ 50
 ⑤ 100 ⑥ 200 ⑦ 500 ⑧ 1000

(2) 文中の(ウ)と(エ)の場所として最も適切なものを図 1 中の①～⑩からそれぞれ答えなさい。なお、同じ選択肢を複数回答してもよい。

1) (ウ) 40 2) (エ) 41

(3) 文中の**神経 1**と**神経 2**の名称を左から順に並べた組合せとして最も適切なものを答えなさい。 42

- ① 交感神経 交感神経 ② 交感神経 副交感神経
 ③ 副交感神経 交感神経 ④ 副交感神経 副交感神経

(4) グルカゴンは、主に肝臓に作用してグリコーゲンからグルコースを生成する反応を促進して血糖値を上昇させる。グルカゴンと異なり、主に筋に作用してタンパク質からのグルコースの合成を促進することで血糖値を上昇させるホルモンも存在する。以下の問いに答えなさい。

1) 文中の下線部のホルモンを分泌する器官あるいは分泌腺として、最も適切なものを図 1 中の①～⑩から答えなさい。 43

2) 文中の下線部のホルモンの名称として、最も適切なものを答えなさい。 44

- ① アドレナリン ② 鉱質コルチコイド ③ 成長ホルモン
 ④ チロキシン ⑤ 糖質コルチコイド ⑥ バソプレシン
 ⑦ パラトルモン

問2 インスリンが適正に分泌されるためには、細胞外から取り込まれたグルコースが適正に代謝されてB細胞内のATP濃度が上昇することが必須である。この過程の異常により発症に至るまれな糖尿病の1つに、グルコキナーゼ遺伝子の変異によって起こるMODY2と呼ばれる遺伝病がある。グルコキナーゼは、解糖系においてグルコースからグルコース-6-リン酸を生成する反応を触媒して、解糖系全体の反応速度に大きな影響を与える酵素である。MODY2の発症の有無は1組の対立遺伝子によって決まる。a MODY2の発症に至る変異型グルコキナーゼ遺伝子は顕性(優性)遺伝子であり、野生型グルコキナーゼ遺伝子は潜性(劣性)遺伝子である。ただし、その症状はそれほど重篤ではない場合も多く、b ある変異型グルコキナーゼをもつ人では、空腹時には野生型グルコキナーゼをもつ人と比べて血中インスリン濃度が低く血糖値が上昇している一方で、食後の血中インスリン濃度および血糖値は正常であるために症状を自覚しない場合もある。以下の問いに答えなさい。

1. 図2は、MODY2を含む3種類の遺伝病について、それぞれ別の遺伝病を発症している家系における遺伝のようすを示したものである。3種類の遺伝病の原因遺伝子は別々の遺伝子で、発症の有無はそれぞれ1組の対立遺伝子によって決まるものとする。以下の問いに答えなさい。ただし、□、◻と■は男性、○、◉と●は女性を表し、■と●は発症した患者、◻と◉は変異遺伝子をもつが発症しなかった保因者を示す。

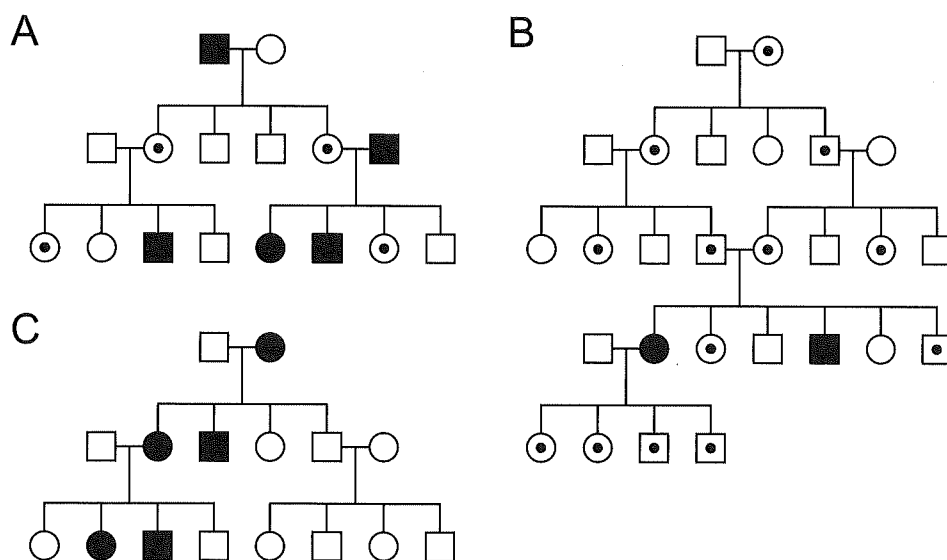


図2 MODY2を含む3種類の遺伝病の遺伝のようす

(1) 図2のような遺伝形式を示す疾患の原因遺伝子についての記述として、最も適切なものをそれぞれ答えなさい。なお、それぞれの疾患の原因遺伝子は①～④のいずれかである。同じ選択肢を複数回答してもよい。

- 1) A 2) B 3) C

- ① X染色体上にある潜性(劣性)遺伝子である。
- ② Y染色体上にある遺伝子である。
- ③ 常染色体上にある顕性(優性)遺伝子である。
- ④ 常染色体上にある潜性(劣性)遺伝子である。

(2) 文中の下線部aから考えられる、ある家系におけるMODY2の遺伝のようすを示した家系図として最も適切なものを答えなさい。

- ① A ② B ③ C

2. 野生型グルコキナーゼを準備し、試験管内においてさまざまな濃度のグルコースの存在下でグルコースからグルコース-6-リン酸が生成される反応速度を、ある特定の条件下においてそれぞれ測定したところ、図3の実線のようになった。同様に、下線部bで示す人がもつ変異型グルコキナーゼを準備し、上記と同じ条件で反応速度を調べたところ、図3中に点線で示す①～④のいずれかとなった。グルコース濃度はB細胞内と血液中でほぼ同じである。図3中の2つの灰色部分は、それぞれ空腹時あるいは食後の血糖値に相当するグルコース濃度の範囲を示し、野生型グルコキナーゼをもつ人と変異型グルコキナーゼをもつ人の空腹時あるいは食後の血糖値も、それぞれこの範囲内にある。この変異型グルコキナーゼが示した反応速度として最も適切なものを図3中の①～④から答えなさい。なお、この人がもつ変異遺伝子はグルコキナーゼ遺伝子のみであったものとする。

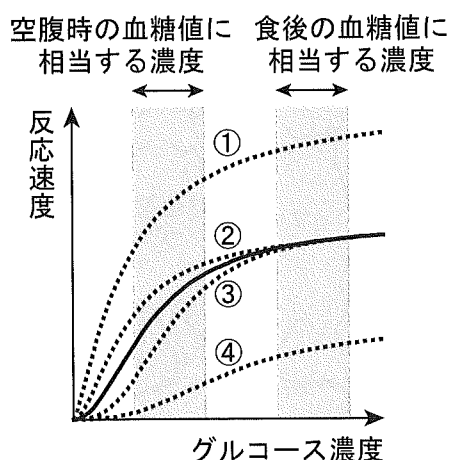


図3 野生型および変異型グルコキナーゼの反応速度：
2つの灰色部はそれぞれ空腹時あるいは食後の血糖値に相当するグルコース濃度の範囲を示す。

問3 肥満は、体重や食欲の恒常性が破綻したことによる疾患であると考えられる。その発症機構は、今から50年以上前に発見された2つの系統の肥満マウスを用いて広く調べられてきた。これらの肥満マウスでは、それぞれ第4染色体あるいは第6染色体上に存在する単一遺伝子の変異によって摂食量が増大し、体重が野生型マウスより増加して肥満に至る。ここでは、第4染色体上の野生型遺伝子をP遺伝子、第6染色体上の野生型遺伝子をQ遺伝子、P遺伝子の変異による肥満マウスをpマウス、Q遺伝子の変異による肥満マウスをqマウスとする。P遺伝子およびQ遺伝子から産生されるタンパク質のうち、一方は脂肪細胞から分泌されるホルモン(以下、ホルモンH2とする)であり、もう一方はホルモンH2に対する受容体であることがわかっている。

pマウス、qマウスおよび野生型マウスを用いて、外科的手術によって2匹のマウスの主な血管をつなぎ合わせて、両者の間で血液を循環させる併体結合実験を行った(図4)。まず、pマウスと野生型マウスの併体結合(実験1、図4A)およびqマウスと野生型マウスの併体結合(実験2、図4B)を行い、併体結合後のそれぞれのマウスの摂食量と体重の変化のしかたを併体結合前と比べたところ、【結果】に示すようになった。併体結合による拒絶反応は起こらず、2匹のマウス間で神経による連絡は形成されなかったものとして、以下の問いに答えなさい。

【結果】

実験1：併体結合したpマウスは、摂食量は変わらず、体重は併体結合前と同様に増加した。一方、併体結合した野生型マウスは、摂食量が減少し、体重も減少した。

実験2：併体結合したqマウスは、摂食量が減少し、体重も減少した。一方、併体結合した野生型マウスは、摂食量は変わらず、体重は併体結合前と同様に増加した。

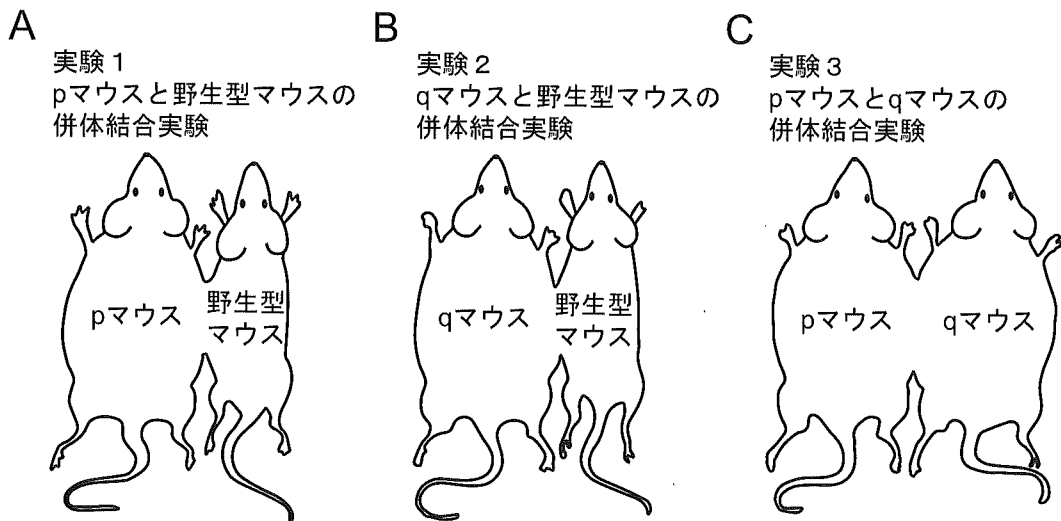


図4 併体結合実験

1. 実験1および実験2からわかるpマウスおよびqマウスについての説明として、最も適切なものをそれぞれ答えなさい。なお、ホルモンH2とホルモンH2受容体の結合能の高さは、その後活性化される細胞内シグナル伝達の強さと正の相関を示すものとする。

(1) pマウス

(2) qマウス

- ① 正常なホルモンH2を合成できない遺伝子変異をもつ。
- ② 正常と比べてホルモンH2受容体への結合能の高いホルモンH2が合成される遺伝子変異をもつ。
- ③ 正常なホルモンH2受容体を合成できない遺伝子変異をもつ。
- ④ 正常と比べてホルモンH2への結合能の高いホルモンH2受容体が合成される遺伝子変異をもつ。

2. 実験3として、pマウスとqマウスの併体結合を行った(図4C)。その後のpマウスおよびqマウスの摂食量と体重の変化のしかたを併体結合前と比べた場合に考えられる結果として、最も適切なものをそれぞれ答えなさい。なお、同じ選択肢を複数回答えてもよい。

(1) pマウス

(2) qマウス

- ① 摂食量は増加し、体重は併体結合前と同様に増加する。
- ② 摂食量は増加し、体重は減少する。
- ③ 摂食量は変化せず、体重は併体結合前と同様に増加する。
- ④ 摂食量は変化せず、体重は減少する。
- ⑤ 摂食量は減少し、体重は併体結合前と同様に増加する。
- ⑥ 摂食量は減少し、体重も減少する。

3. ホルモンH2とその受容体はヒトにも発現しており、ヒトの肥満にも関与する。図5は、人の体格と血しょう中のホルモンH2の濃度の関係について、オランダで行われた調査の結果を示したものである。この調査では、健常人から重度肥満患者に渡る幅広いBMI^{注)}をもつ63人の成人が選ばれ、血しょう中のホルモンH2の濃度が調べられた。図5には、それぞれの人のBMIと血しょう中のホルモンH2濃度の関係が示されていて、両者には強い正の相関がある。このことから考えられる、ホルモンH2およびその受容体に関連するヒトの肥満の発症要因の可能性として、適切なものだけをすべて含むものを答えなさい。実際のヒトの肥満は複数の要因が複合的に関与して発症するが、ここでは1つの要因のみがそれぞれ単独で肥満を発症させ、それ以外の過程は正常であるものと仮定する。 54

注) BMI：体重(kg)/[身長(m)]²で求められる、ヒトの体格を表す指数。ここではBMIが25未満を標準体重、25以上30未満を過体重、30以上を肥満とする。

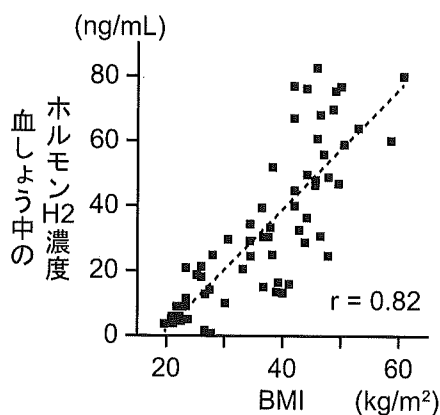


図5 人のBMIと血しょう中のホルモンH2濃度の関係：
図中のrは相関係数であり、両者間には強い正の相関がある。

- A. ホルモンH2を分泌する細胞の数の減少
 - B. ホルモンH2の1つの細胞あたりの分泌量の減少
 - C. ホルモンH2受容体が合成された後に細胞膜へと輸送される過程の阻害
 - D. ホルモンH2受容体によって活性化される細胞内シグナル伝達の阻害
 - E. ホルモンH2受容体とホルモンH2の結合能の低下
- ① ABC ② ABD ③ ABE ④ ACD ⑤ ACE
 ⑥ ADE ⑦ BCD ⑧ BCE ⑨ BDE ⑩ CDE
 ⑪ ABCD ⑫ ABCE ⑬ ABDE ⑭ ACDE ⑮ BCDE

