

L 3 物理 L 4 化学 L 5 生物

この冊子は、**物理**、**化学** および **生物** の問題を 1 冊にまとめてあります。

物理学科は物理指定

応用生物科学科と経営工学科は、物理・化学・生物のいずれかを選択

物理の問題は、1 ページより 15 ページまであります。
化学の問題は、16 ページより 29 ページまであります。
生物の問題は、30 ページより 51 ページまであります。

[注 意]

- (1) 試験開始の指示があるまで、この冊子を開いてはいけません。
- (2) 監督者から受験番号等記入の指示があったら、解答用マークシートに受験番号と氏名を記入し、さらに受験番号と志望学科をマークしてください。
- (3) 解答は、所定の解答用マークシートにマークしたものが採点されます。
- (4) 解答用マークシートについて
 - ① 解答用マークシートは、絶対に折り曲げてはいけません。
 - ② マークには黒鉛筆(HBまたはB)を使用してください。指定の黒鉛筆以外でマークした場合、採点できないことがあります。
 - ③ 誤ってマークした場合は、消しゴムで丁寧に消し、消しくずを完全に取り除いたうえで、新たにマークしてください。
 - ④ 解答欄のマークは、横 1 行について 1 箇所に限ります。2 箇所以上マークすると採点されません。あいまいなマークは無効となるので、はっきりマークしてください。
 - ⑤ 解答用マークシート上部に記載されている解答上の注意事項を、必ず読んでから解答してください。
- (5) 試験開始の指示があったら、初めに問題冊子のページ数を確認してください。
ページの落丁・乱丁、印刷不鮮明等に気づいた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
- (6) 問題冊子は、試験終了後、持ち帰ってください。

生 物

- 1 植物に関する問題(1)から(3)に答えなさい。解答はそれぞれの指示に従って解答用マークシートの所定欄にマークしなさい。(33 点)

- (1) 次の文章の空欄(ア)～(キ)に入る最も適切な語句を解答群 A から選び、その番号をマークしなさい(番号の中の 0 という数字もかならずマークすること)。

植物界に属している生物種のうち、主に陸上で生活し組織が発達している植物は、コケ植物、シダ植物および種子植物である裸子植物と被子植物に分けることができる。例えば、シダ植物には (ア) や (イ) , 裸子植物には (ウ) や (エ) が属する。コケ植物は、根・茎・葉の区別がなく、(オ) が発達していない。シダ植物は、根・茎・葉が分化し、発達した(オ) をもつ。裸子植物と被子植物は種子を形成するが、裸子植物は(カ) がなく (キ) が裸出している。一方、被子植物の (キ) は(カ) の中にある。

このことから被子植物は、胚を乾燥から守ることで陸上生活に最も適応しているといえる。

解答群 A

- | | | | |
|---------|-----------|---------|--------|
| 00 タブノキ | 01 コチョウラン | 02 ブナ | 03 ツバキ |
| 04 ワラビ | 05 イチョウ | 06 アカマツ | 07 トクサ |
| 08 アオサ | 09 スイレン | 10 花 | 11 維管束 |
| 12 原糸体 | 13 造卵器 | 14 胚珠 | 15 子房 |
| 16 胚乳 | 17 胚軸 | | |

- (2) 次の文章を読み空欄(ク)～(セ)に入る最も適切な語句を解答群 B から選び、その番号をマークしなさい。同じ番号が入る場合もある(番号の中の 0 という数字もかならずマークすること)。

多細胞生物の器官が本来の器官に発生・分化することなく、別の器官や組織に変化する現象はホメオシスとして知られている。突然変異によってホメオシスを引き起こす遺伝子がホメオティック遺伝子である。シロイヌナズナの花の器官決定にも、ホメオティック遺伝子が関与している。このホメオティック遺伝子は、A、B、Cの3種類に分かれている。その発現の組み合わせにより、がく片、花弁、おしべ、めしべになることが決定する。表1のように、遺伝子が単独で発現する場合と同時に発現する場合で形成される器官は異なる。これらの遺伝子に変異が生じてはたらかないと、ホメオシスが生じた花や別の器官が形成される。遺伝子Aがはたらかない変異体は、最も外側に (ク)，その内側に (ケ)，中央に (コ) が形成された花をつける。(カ) がはたらかない変異体は、がく片と花弁だけの八重咲きの花をつける。また、遺伝子BとCがはたらかない変異体の花の部分には (シ) だけが形成される。このことから、(ス) は互いにはたらきを抑制していることがわかる。遺伝子AとCがはたらかない変異体は、一番外側に葉、その内側に花弁とおしべの中間の器官、中央に葉が形成された花をつける。さらに、遺伝子A、B、Cがはたらかない変異体の花の部分には (セ) だけが形成される。

表1 ホメオティック遺伝子と花の器官の関係

発現する遺伝子	形成される器官
A	がく片
A + B	花 弁
B + C	おしべ
C	めしべ

解答群B

- | | | | |
|-----------|-----------------|-----------|--------|
| 00 がく片 | 01 花弁 | 02 おしべ | 03 めしべ |
| 04 葉 | 05 花弁とおしべの中間の器官 | 06 遺伝子A | |
| 07 遺伝子B | 08 遺伝子C | 09 遺伝子AとB | |
| 10 遺伝子AとC | 11 遺伝子BとC | | |

- (3) 花の遺伝子発現を解析した実験に関する次の文章を読み、問題(a)~(c)に答えなさい。

DNA から転写された mRNA 前駆体は、スプライシングにより成熟 mRNA になる。この過程では、スプライシングを行う酵素が、イントロンを除去してエキソンどうしをつなぎあわせる。DNA 中のイントロンとエキソンの境界部位をスプライシング部位とよぶ。スプライシング部位は切断されないことがあり、一つの mRNA 前駆体から複数の成熟 mRNA ができる。この現象を選択的スプライシングと呼ぶ。エキソンの組み合わせが変化することで、一つの遺伝子から複数の mRNA が転写されることになり、選択的スプライシングは遺伝子発現の多様性を生み出すことができる。

花における遺伝子 D の発現の多様性を調べるために次の実験を行った。がく片と花弁から成熟 mRNA を抽出して、逆転写酵素(RNA を鋳型にして DNA を合成する反応を触媒する酵素)を用いることで成熟 mRNA に相補的な DNA (cDNA) を合成した。遺伝子 D の転写開始点および転写終結点の塩基配列に基づいた PCR プライマー(化学合成した 20 塩基程度の短いオリゴヌクレオチド)^{A)}を用いて、がく片のゲノム DNA、がく片の cDNA、花弁のゲノム DNA、花弁の cDNA を鋳型に PCR 法(ポリメラーゼ連鎖反応法)により DNA 断片を増幅した。その DNA 断片を、DNA の大きさの順に分離できるゲル電気泳動法により解析した結果を図 1 に示す。760 bp よりも短い DNA 断片は検出されなかった。

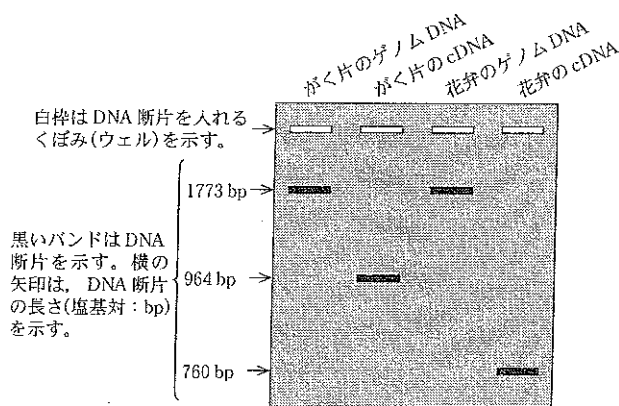


図 1 PCR 法により増幅した DNA 断片のゲル電気泳動

5'-GATTTGTCAT TTTTGTCTA GCCAAAAA AAAAAAAG AGGAGAGAGA 第1エキソン (346 bp)
GAGAGAGAGA GAGAGAGAGA GAAACGAAGA AAAAAAAGA AGCAAAAAAC
ATTGTGGGTC TCCGGTGATT AGGATCAAAT TAGGGCACCA GCCTTATCGG
AGGAAGAAGC CATGGGTAGA AAAAAAGTCG AGATCAACCG AATCGAGAAC
AAAAGTAGTC GACAAGTCAC TTTCTCCAAA CGACGCAATG GTCTCATCGA
GAAAGCTCGA CAACTTTCAA TTCTCTGTGA ATCTTCCATC GCTGTTCTCG
TCGTCTCCGG CTCCGAAAA CTCTACAAGT CTGCCTCCGG TGACAAGTAA
GCTGCTACTT TCCTCTTCTG GATCTAACTC GAGTTCTGTC CTTTCTCTCT
TTGTTTAATC GTTCATGATA TCTCCAGCAT GTCAAAGATC ATTGATCGTT 第2エキソン (58 bp)
ACGAAATACA TCATGCTGAT GAACTTGAAG CCTTAGTAAG TTAGCTACGA
ATATCAATTAA AATTCTTCTG GATGCAGTTT TTGATGTTAT GAAGGGATAG
AAGCACTGGT CGAACCTGAG ATAACCTCAAT GTTTTGAATT TTTCGTACTG
GACTTAATTC TCTCTAGTTA CAGTTATTGC ATTTTTCGGA AAACTCACAA
TCTTTCTGAC CATTCCCTTC GTTTTCTCCA TGTGCAGGAT CTGTCAGAAA 第3エキソン (62 bp)
AAACTCGGAA TTATCTGCCA CTCAAAGAGT TACTAGAAAT AGTCCAAAGG
TTAGCACAAA GACACTTTTA TCTCCCTCTT CTTCTGATGA AAAATACTTT
TTTTTTTCTT TTCTTTTGGC GAATTATGAA TACAGCAAGC TTGAAGAATC 第4エキソン (100 bp)
AAATGTCGAT AATGCAAGTG TGGATACTTT AATTTCTCTG GAGGAACAGC
TCGAGACTGC TCTGTCCGTA ACTAGAGCTA GGAAGGTATT TTGTAAGTCT
ACTAAGTGAT CAAACCAATT ATCCCAAATT TGTTTTGTTA ATTAGTTAGA
TCTGACTACA AGTATAGTCT TTTGATATTT TCGTAATGTC TTGTTGTAGA 第5エキソン (42 bp)
CAGAACTAAT GATGGGGGAA GTGAAGTCCC TTCAAAAAAC GGTTAGTACT
CCTAATTAGA ACCCAAAAAA AAAGCACTTA TAACTTGTG ATCAAAATTCG
ACTTTTCTCC CTCGATGAAT CACCGAATTG GATGAGGATC ATGCTCAGAT
AGCTTTAGAA CTGTGTAGAA ATTAATGACC TTATGATCTT GTCCAAACAG
GAGAACTTGC TGAGAGAAGA GAACCAGACT TTGGCTAGCC AGGTGACAAA 第6エキソン (42 bp)
AACATCTCTT AAAATTCAAA TTTCTTGTTA CTATTTAGTT GAATGATCAG
TTTAAATTAA TGAATTTTTC CAAAAAAG CAGCCTTTT ACAATATAGA
TTGATTTCTT GTTAATGTTT GTTAGCTGTA GGAAAATAAT ATAAGAAAGT
TTCTTACAGG TGGGGAAGAA GACGTTTCTG GTTATAGAAG GTGACAGAGG 第7エキソン (314 bp)
AATGTCATGG GAAAAATGGCT CCGGCAACAA AGTACGGGAG ACTCTTCCGC
TGCTCAAGTA ATCCACATCA TCAACGGCTG AGCTTTCACC TTAAACTTAC
AGCCTGATTC AGAAGTTTTT ACAAATTTGT AAATTATAAA AAGCTTCATA
ATAATCTCAA CCTTTTATC TTCTTCGCGC CAATGTGGAA ATTAAGTTA
AAAATAAAAT AAAACAGAAG CTCATGCGAA AGAATTGTAA AACTAAGATA
AAGCTATAGT AGATCTTTAT TGT-3'

図2 遺伝子DのゲノムDNA配列(1773 bp)

DNA鎖のリン酸基側を5'末端、ヒドロキシ基側を3'末端と呼ぶ。塩基配列は5'末端から3'末端方向に、10 bpごとにスペースを入れて示している。下線はエキソンの塩基配列、上矢印はスプライシング部位、四角は終止コドンを示す。

がく片のゲノム DNA と cDNA から増幅された DNA 断片の塩基配列を比較した結果、図 2 のように、遺伝子 D の成熟 mRNA は第 1 エキソンから第 7 エキソンまでの 7 つのエキソンがつなぎあわさってできていた。開始コドンは第 1 エキソンに、終止コドンは第 7 エキソンにあった。がく片のタンパク質を解析した結果、遺伝子 D 由来の 196 個のアミノ酸からなるタンパク質 E が、表 2 のコドン表に従って翻訳されて、がく片に蓄積していた。タンパク質 E の N 末端のアミノ酸 (mRNA から翻訳される最初のアミノ酸) から 3 番目のアミノ酸は (ソ) , 62 番目のアミノ酸は (タ) であった。また、第 7 エキシソンのうち (チ) bp (塩基対) の塩基配列がアミノ酸をコードしていた。

図 1、図 2 の結果に基づき、スプライシング部位が増えないと仮定すると、花卉において最大 (ツ) 種類の成熟 mRNA が選択的スプライシングにより、できていると考えられる。そのすべての成熟 mRNA が表 2 のコドン表に従って翻訳されていると仮定すると、花卉に蓄積しているタンパク質は最大 (テ) 個のアミノ酸からなると考えられる。

右のページは白紙です。

第2番目の塩基						
		U	C	A	G	
第1番目の塩基	U	フェニルアラニン	セリン	チロシン	システイン	U
		フェニルアラニン	セリン	チロシン	システイン	C
		ロイシン	セリン	(終止)	(終止)	A
		ロイシン	セリン	(終止)	トリプトファン	G
	C	ロイシン	プロリン	ヒスチジン	アルギニン	U
		ロイシン	プロリン	ヒスチジン	アルギニン	C
		ロイシン	プロリン	グルタミン	アルギニン	A
		ロイシン	プロリン	グルタミン	アルギニン	G
	A	イソロイシン	トレオニン	アスパラギン	セリン	U
		イソロイシン	トレオニン	アスパラギン	セリン	C
		イソロイシン	トレオニン	リシン	アルギニン	A
		メチオニン	トレオニン	リシン	アルギニン	G
	G	バリン	アラニン	アスパラギン酸	グリシン	U
		バリン	アラニン	アスパラギン酸	グリシン	C
		バリン	アラニン	グルタミン酸	グリシン	A
		バリン	アラニン	グルタミン酸	グリシン	G

第3番目の塩基

表2 コドン表

- (a) 下線AのPCR プライマーの組み合わせとして最も適切な組み合わせを解答群Cから選びなさい。

- ① 5'-GATTTGTCATTTTTTGTCTA-3'
- ② 5'-CTAAACAGTAAAAAACAGAT-3'
- ③ 5'-CTATAGTAGATCTTTATTGT-3'
- ④ 5'-TGTTATTTCTAGATGATATC-3'
- ⑤ 5'-ACAATAAAGATCTACTATAG-3'

解答群C

- | | | |
|-------|-------|-------|
| 0 ①と③ | 1 ①と④ | 2 ①と⑤ |
| 3 ②と③ | 4 ②と④ | 5 ②と⑤ |

- (b) 上の文章の空欄(ウ)と(ク)に最も適切な語句を解答群Dから選び、その番号をマークしなさい(番号の中の0という数字もかならずマークすること)。

AGU

解答群D

- | | | |
|-------------|------------|------------|
| 00 アスパラギン | 01 アスパラギン酸 | 02 アラニン |
| 03 アルギニン | 04 イソロイシン | 05 グリシン |
| 06 グルタミン | 07 グルタミン酸 | 08 システイン |
| 09 セリン | 10 チロシン | 11 トリプトファン |
| 12 トレオニン | 13 バリン | 14 ヒスチジン |
| 15 フェニルアラニン | 16 プロリン | 17 メチオニン |
| 18 リシン | 19 ロイシン | |

- (c) 上の文章の空欄(チ)～(ケ)に最も適切な数値をマークしなさい。3ケタの整数としてあらわし、百の位、十の位が空位の場合には0をマークしなさい。

- 2 動物の行動と神経系のはたらきに関する問題(1)から(3)に答えなさい。解答はそれぞれの指示に従って解答用マークシートの所定欄にマークしなさい。

(37 点)

- (1) 動物の神経系と行動についての文章を読み、問題(a)～(d)に答えなさい(解答群の番号の中の0という数字もかならずマークすること)。

動物の神経系は、進化と共に発達し、行動の制御に深く関係している。ヒドゥなどの刺胞動物の神経系は、神経繊維が体内を網目状に連絡し合う原始的なもので、(ア)と総称され、反射を制御する。プラナリアなどの扁形動物やそれ以上高等な動物群の神経系は、体の特定部位に神経細胞が集まって複雑な神経回路(多くの神経細胞が相互に接続して形成される情報処理の基盤)を形成しており、(イ)と総称され、高等な動物ほどより複雑な回路になって高度な神経機能や複雑な行動の制御が可能になる。扁形動物では、頭部に神経細胞が集まった単純な脳神経節があり、体内にはかご状の神経系が分布する。ミミズなどの環形動物やバッタなどの節足動物では、頭部に発達した脳神経節があり、体節ごとに神経細胞の集中した(ウ)が連結したはしご状の神経系を形成する。脊椎動物の神経系は、体の各部と(エ)との間の情報を伝える体性神経系と自律神経系から構成される(オ)と、脊椎骨と頭骨でそれぞれ保護された(カ)と(キ)から構成される中枢神経系とからなる。高等動物の中枢神経系は、学習、記憶、思考などのより高次な神経機能や行動を制御できる。

動物の行動には、種によって特徴的なもの、刺激や環境に反応して起こるもの、経験や学習によって変化したりするものなどがある。経験をしなくても起こすことができるその種に先天的に備わった定型的な行動の例として、餌を見つけたミツバチがそのありかを他のミツバチに伝えるための円形ダンスや、繁殖期のトゲウオ(イトヨの仲間)のオスが卵でふくれたメスの腹部を(ク)として起こすジグザグダンスなどがある。一方、生後の経験や学習によって、後天的に獲得する行動の例として、アヒルやカモのひなが、発育の限られた時

期に、最初に見た動く物体を対象として追従する (ㄱ) がある。また、イヌに餌を見せるとだ液を分泌するが、餌を与えるたびにベルの音を聞かせていると、ベル音を聞いただけで、だ液を出すようになる (ㄴ) も、この行動の一例である。

- (a) 文章の空欄(㉠)～(㉣)に入る最も適切な語句を解答群Aから、空欄(㉤)～(㉦)に入る最も適切な語句を解答群Bから選び、その番号を指定欄にマークしなさい。
- (b) 文章の下線A)における神経細胞間の結合は何というか。最も適切な語句を解答群Aから選び、その番号を指定欄にマークしなさい。
- (c) 文章の下線B)の行動は総称して何というか。最も適切な語句を解答群Bから選びその番号を指定欄にマークしなさい。
- (d) 文章の下線C)の行動は総称して何というか。最も適切な語句を解答群Bから選び、その番号を指定欄にマークしなさい。

解答群A

00 網様体	01 神経鞘	02 神経管	03 介在神経系
04 末梢神経系	05 接合	06 ギャップ結合	07 シナプス結合
08 脊髄	09 神経節	10 集中神経系	11 管状神経系
12 中枢	13 接着結合	14 脳	15 散在神経系

解答群B

00 適刺激	01 かぎ刺激	02 無条件反射	03 脊髓反射
04 群れ	05 刷込み	06 恒常性	07 条件づけ
08 生殖行動	09 習得的行動	10 攻撃行動	11 自発的行動
12 知能行動	13 欲求行動	14 生得的行動	15 反射的行動

- (2) 無脊椎動物のショウジョウバエの幼虫をもちいた学習行動に関する実験についての文章を読み、問題(a)~(c)に答えなさい。

[実 験] AM(酢酸アミル：バナナの様な匂い)とOCT(1-オクタノール：バラの様な匂い)は、ショウジョウバエ幼虫に同程度の誘引作用をもつ揮発性物質である。幼虫は、トレーニングをしなくても、AMやOCTの刺激に対して方向性のある一定の行動パターンを示す。幼虫の餌となる果糖を含む寒天プレートと、含まない寒天プレートを用意し、AMあるいはOCTを含む容器をプレートの両端において、2つのテストを行った(図1)。

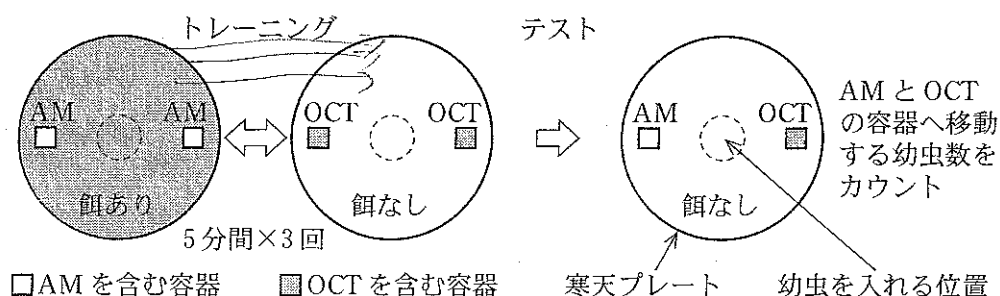


図1

[テスト1] ショウジョウバエの幼虫(30匹)を、AM容器を置いた餌ありトレーニング用プレート(図1の左側)に入れ、蓋をして5分間置く。次いで、OCT容器を置いた餌なしトレーニング用プレート(図1の中央)に移し、蓋をして5分間置く。この操作を3回繰り返した。最後にテストとして、両端にAM容器とOCT容器を離して置いた餌なしテスト用プレート(図1の右側)の中央部に、トレーニングした幼虫を入れ、どの匂い容器側に移動するかを調べた。

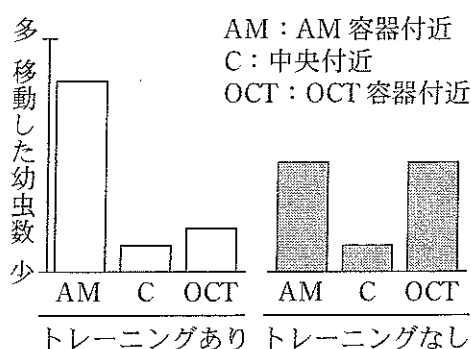


図 2

テスト1の結果を図2に示す。トレーニングありの幼虫は、餌が無いプレートでも、AM に対し高い選択性を示した (AM 容器へ移動した幼虫数が多い)。しかし、トレーニングなしの幼虫では、匂いの選択性は無かった (AM と OCT への移動には差がない)。

[テスト2] 幼虫の神経に関連する遺伝子Aの変異体を用いて、図1と同様の行動と遺伝子Aのはたらきとの関係について調べた。変異体では、ゲノム上の遺伝子Aを欠失しており、タンパク質の発現は検出されなかった。

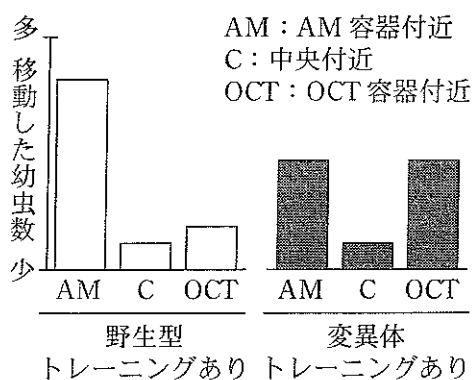


図 3

テスト2の結果を図3に示す。トレーニングありの変異体幼虫のAM選択性は、トレーニングありの野生型幼虫の約50%まで減少し、AMとOCTへの移動数に差が無くなった。なお、変異体は、寒天プレート上を移動する運動能には変化はなかった。

- (a) 下線Dの行動を何というか。最も適切な語句を解答群Cから選び、その番号をマークしなさい。

解答群C

- | | | | |
|--------|-------|--------|--------|
| 0 動機づけ | 1 反 射 | 2 慣 れ | 3 鋭敏化 |
| 4 屈地性 | 5 走地性 | 6 化学屈性 | 7 化学走性 |

- (b) テスト1の結果から、何が考えられるか。最も適切なものを解答群Dから選び、その番号をマークしなさい。

解答群D

- 0 AM(匂い刺激)と餌あり(報酬)の環境を繰返し経験することで、報酬による匂い刺激への鋭敏化が起こった
- 1 OCT(匂い刺激)と餌なし(飢餓)の環境を繰返し経験することで、飢餓による匂い刺激への鋭敏化が起こった
- 2 AM(匂い刺激)と餌あり(報酬)の環境を繰返し経験することで、AMへの慣れが生じた
- 3 OCT(匂い刺激)と餌なし(飢餓)の環境を繰返し経験することで、OCTへの忌避が生じた
- 4 AM(匂い刺激)と餌あり(報酬)の環境を繰返し経験することで、匂いと報酬を連合した条件づけが成立した
- 5 OCT(匂い刺激)と餌なし(飢餓)の環境を繰返し経験することで、匂いと飢餓を連合した条件づけが成立した

(c) テスト2の結果から、変異による影響として何が考えられるか。次の6つの文①～⑥のうち、最も適切な内容の組合せを解答群Eの中から選び、その番号をマークしなさい。

- ① 遺伝子Aの変異は、AMとOCTとの匂い識別をできなくする
- ② 遺伝子Aの変異は、OCTの匂いに対する鋭敏化を増強する
- ③ 遺伝子Aの変異は、AMと餌を関連づける学習能力を低下させる
- ④ 遺伝子Aの変異は、OCTと餌を関連づける本能的なはたらきを強化する
- ⑤ 遺伝子Aの変異は、AMの匂いに対する忌避反応を強める
- ⑥ 遺伝子Aの変異は、OCTの匂いがもつ誘引作用を促進する

解答群E

- | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0 ①と④ | 1 ②と⑤ | 2 ①と③ | 3 ③と⑥ | 4 ⑤と⑥ |
| 5 ④と⑤ | 6 ③と⑤ | 7 ②と③ | 8 ①と⑤ | 9 ②と④ |

(3) 脊椎動物の脳の進化と行動実験についての次の文章を読み、問題(a)～(i)に答えなさい。

脊椎動物の脳は、前から大腦、間脳^{E)}、中脳^{F)}、小脳、延髄^{G)}の順に並ぶ解剖学的・機能的に区別される領域で構成され、種間で比較すると進化に伴って各領域が発達したようすを見てとれる(図4：いずれも左側面図を示す)。魚類は中脳と小脳、両生類は中脳がやや大きい、他の領域は小さい。は虫類では、脳幹(間脳・中脳・延髄)が発達する。鳥類では、大腦が大きくなり、中脳と小脳が発達している。哺乳類になると、大腦がさらに増大する。とくに霊長類では、高等になるほど大腦の発達が著しく、複雑なしわ構造を形成した大腦が脳全体を覆うようになる。ヒトの大腦では、進化上古い辺縁皮質^{H)}が脳の深部に追いやられ、大腦の表面は進化上新しい新皮質^{I)}で占められる。新皮質はさらに多くの機能領域に細分化され、図4のヒト脳において灰色で示した機能領域a～cなどがある。

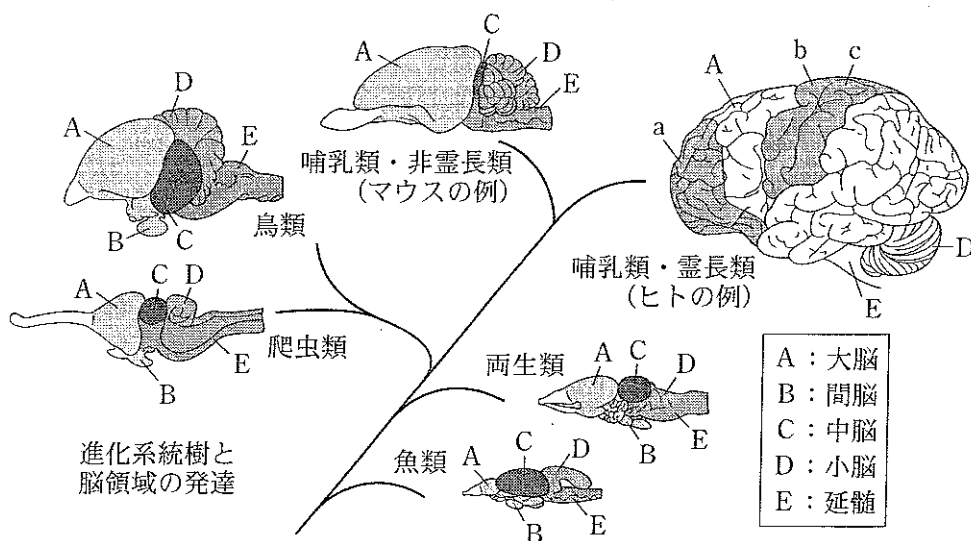


図4

(a) 文章の下線E)の脳領域の主な機能は何か。最も適切な内容の文を解答群Fから選び、その番号をマークしなさい。

(b) 文章の下線 F)の脳領域の主な機能は何か。最も適切な内容の文を解答群 F から選び、その番号をマークしなさい。

(c) 文章の下線 G)の脳領域の主な機能は何か。最も適切な内容の文を解答群 F から選び、その番号をマークしなさい。

(d) 文章の下線 H)の脳領域の主な機能は何か。最も適切な内容の文を解答群 F から選び、その番号をマークしなさい。

(e) 文章の下線 I)の脳領域の主な機能は何か。最も適切な内容の文を解答群 F から選び、その番号をマークしなさい。

解答群 F

- 0 協調的な筋肉運動や体の平衡
- 1 呼吸運動・心臓の拍動・血管収縮の調節
- 2 情動や本能行動の制御
- 3 姿勢保持, 眼球運動, 視覚・聴覚の中継
- 4 思考・認知・随意運動の制御
- 5 大脳への情報の中継, 自律機能の調節

(f) 図 4 のヒト脳の機能領野 a の機能から、その部分の疾病や損傷で起こる症状として、最も適切なものを解答群 G から選び、その番号をマークしなさい。

(g) 図 4 のヒト脳の機能領野 b の機能から、その部分の疾病や損傷で起こる症状として、最も適切なものを解答群 G から選び、その番号をマークしなさい。

(h) 図 4 のヒト脳の機能領野 c の機能から、その部分の疾病や損傷で起こる症状として、最も適切なものを解答群 G から選び、その番号をマークしなさい。

解答群G

- 0 記憶ができなくなり、言語の理解に影響がでる
- 1 知性や計画の立案などに影響がでる
- 2 眼球で正常に物体が見えても、それが何であるか判断できなくなる
- 3 体のしびれや皮膚性の感覚のまひを引き起こす
- 4 反対側の身体の運動性のまひを引き起こす

(i) 次の3つの文①～③について、正しい内容の文とその行動を説明する語句の組合せとして最も適切なものを解答群Hから選び、その番号をマークしなさい。

- ① ニワトリ(鳥類)は、前に置いた餌との間を横幅約5m長の金網フェンスで仕切ると、中脳が小さいので、しばらくはフェンス前をうろつき、すぐに餌をあきらめる。しかし、ニワトリは小脳が発達しているので、フェンスの端を迂回して餌を取ることができることに気づく。
- ② マウス(哺乳類・非霊長類)は、ゴールに餌がある長い迷路のスタート地点から、最初は迷いつつようやくゴールにたどり着く。しかし、マウスは脳がニワトリに比べてより発達しているので、同じ迷路を何度か体験すると周囲の情報などを記憶し、短い距離や時間でゴールにたどり着くことができるようになる。
- ③ チンパンジー(哺乳類・霊長類)は、手の届かない高所や手の入らない狭い穴に餌があると、新皮質が発達しているので、盛んに餌を取ろうと興奮して、周囲にある踏み台や細長い枝に全く関心を示すことはない。しかし、チンパンジーは辺縁皮質も発達しているので、使い方を何度か教えれば、ようやく次からは台や枝を道具として餌を取るようになる。

解答群H

- | | | |
|------------|------------|-------------|
| 0 ①と「試行錯誤」 | 1 ①と「本能行動」 | 2 ①と「見通し学習」 |
| 3 ③と「知能学習」 | 4 ③と「条件学習」 | 5 ③と「適応」 |
| 6 ②と「条件学習」 | 7 ②と「試行錯誤」 | 8 ②と「慣れ」 |

右のページは白紙です。

- 3 ホルモンは生体中の機能を発現させ、生物の正常な状態を支える重要な役割を果たす情報を伝達する分子である。動物のホルモンに関する以下の問題(1)と(2)に答えなさい。解答はそれぞれの指示に従って解答用マークシートの所定欄にマークしなさい。(30点)

(1) 次の文章を読み、問題(a)～(d)に答えなさい。

動物のホルモンは、最終的な作用部位から遠く離れた体内のさまざまなところにある内分泌腺や内分泌組織で生産され、血流によって移動する。主要な内分泌腺は副腎、卵巣、精巣、脳下垂体およびヨウ素を含むホルモンを分泌する(ア)などである。(イ)は、神経の直接制御、ホルモンの直接放出、調節ホルモンの放出による間接制御などの方法でほかの組織と連携している。ホルモンは、酵素の活性を阻害するシグナルの伝達(情報伝達)、特定のタンパク質の合成の開始、速度の変化、あるいは何らかの方法で細胞での代謝に影響を及ぼす物質である。たとえばヒトの血糖量(血液中のグルコース量)は、食事の直後を除いて一定であるが、低血糖の血液が視床下部に入ると、その情報は(ウ)や脳下垂体に伝達される。そして交感神経を通じて副腎髄質から(エ)が分泌され、それによりグリコーゲン分解が促進される。一方で、低血糖の血液が(オ)を流れるとランゲルハンス島A細胞から(カ)が分泌され、(キ)でのグリコーゲン分解を促進することにより血糖量を(ク)させる。血糖量を(ケ)させる作用のホルモンはほかにもあり、(コ)から分泌される糖質コルチコイドは、タンパク質分解によって生じる(サ)を糖代謝に供給する。

- (a) 文中の空欄(ア)～(サ)に当てはまるものを解答群Aから一つ選び、その番号をマークしなさい。同じ番号が入る場合もある(番号の0という数字も必ずマークすること)。

解答群 A

00 肝 臓	01 すい臓	02 腎 臓
03 胸 腺	04 甲状腺	05 副甲状腺
06 脳下垂体	07 視床下部	08 副腎髄質
09 副腎皮質	10 交感神経	11 副交感神経
12 上 昇	13 低 下	14 放出ホルモン
15 抑制ホルモン	16 バソプレシン	17 グルカゴン
18 インスリン	19 アドレナリン	20 糖
21 脂肪酸	22 アミノ酸	

(b) 次の記述で正しいものを解答群 B から一つ選び、その番号をマークしなさい。

解答群 B

- 0 血液中のチロキシン量が不足すると、視床下部を介して脳下垂体前葉から甲状腺刺激ホルモンが分泌されて甲状腺のチロキシン分泌を促進する
- 1 血液中のチロキシン量が不足すると、視床下部を介して脳下垂体前葉から甲状腺刺激ホルモンが分泌されて甲状腺のチロキシン分泌を抑制する
- 2 血液中のチロキシン量が不足すると、視床下部を介して脳下垂体後葉から甲状腺刺激ホルモンが分泌されて甲状腺のチロキシン分泌を促進する
- 3 血液中のチロキシン量が不足すると、視床下部を介して脳下垂体後葉から甲状腺刺激ホルモンが分泌されて甲状腺のチロキシン分泌を抑制する
- 4 血液中のチロキシン量が増加すると、視床下部を介して脳下垂体前葉から甲状腺刺激ホルモンが分泌されて甲状腺のチロキシン分泌を促進する

- (c) 次の記述で正しいものを解答群Cから一つ選び、その番号をマークしなさい。

解答群C

- 0 副甲状腺ホルモンの分泌は血中ナトリウム濃度の減少により促進される
- 1 副甲状腺ホルモンの分泌は血中カルシウム濃度の増加により促進される
- 2 副甲状腺ホルモンの分泌は血中カルシウム濃度の減少により抑制される
- 3 副甲状腺ホルモンの分泌は血中カルシウム濃度の増加により抑制される
- 4 副甲状腺ホルモンの分泌は血中ナトリウム濃度の増加により促進される

- (d) インスリンの作用に関する下記の記述①～⑤には、誤っている記述が二つある。その組み合わせとして最も適切なものを解答群Dから選び、その番号をマークしなさい。

- ① 各組織へのグルコースの取り込みを促進する
- ② 各組織へのグルコースの取り込みを抑制する
- ③ すい臓でグルコースをグリコーゲンに変える
- ④ 脾臓でグルコースをグリコーゲンに変える
- ⑤ 肝臓でグルコースをグリコーゲンに変える

解答群D

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

(2) 下記の文章を読み、問題(e)と(f)に答えなさい。

あるホルモンは細胞膜の受容体に結合することで作用する。受容体と結合した時にのみ蛍光を発する特殊な蛍光物質で標識したこのホルモンを使うことにより、蛍光を観察することで結合量を測定することができる。

細胞の培養液にさまざまな濃度の蛍光標識したホルモン溶液を加え、このホルモンと受容体の結合量を測定した結果を図1に示した。t1の時間にさまざまな濃度のこのホルモン溶液を加え、各培養液中のホルモン濃度を 0.12×10^{-8} モル/L[注]、 0.37×10^{-8} モル/L、 1.1×10^{-8} モル/L、 10×10^{-8} モル/L、 30×10^{-8} モル/L とした。結合量が一定となる時間t2まで放置し、その後も短時間培養を続けた。一定になった状態を平衡状態ということにする。その後、時間t3でホルモンを含まない溶液に交換し、結合量の減少を時間t4まで測定した。各実験で用いた細胞数は一定であり、ホルモンが受容体に結合しても溶液中の濃度はほとんど変化しなかった。

[注] モルとは原子・分子の個数に着目した物質の量(物質質量)の単位で、1モルには 6.02×10^{23} 個の粒子が含まれる。モル/Lは、溶液1Lあたりに含まれる溶質の物質質量で表した濃度である。

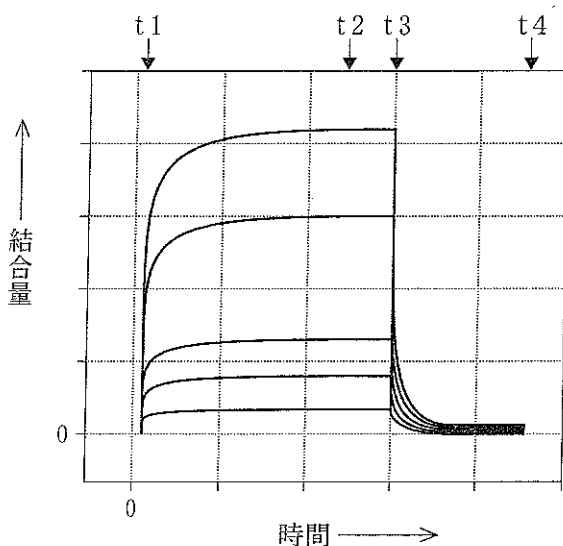


図1

- (e) 平衡状態における結合量が最大値と最小値の半分になるときのホルモンの濃度を算出し、最も近い値を解答群Eから一つ選び、その番号をマークしなさい。必要に応じて、結合量を縦軸に、ホルモンの濃度を横軸にとったグラフを作成して読み取りなさい。

解答群E

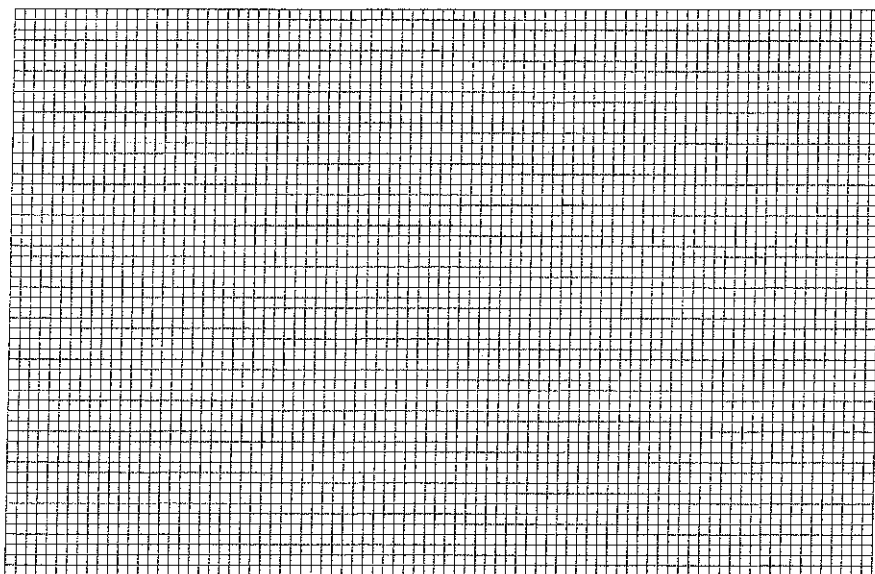
0 0.25×10^{-8} モル/L

1 1.1×10^{-8} モル/L

2 3.3×10^{-8} モル/L

3 11×10^{-8} モル/L

4 25×10^{-8} モル/L



- (f) 下記の文中の(シ)～(セ)に当てはまる語を次の①～④の中から選びなさい。最も適切な組み合わせを解答群Fから一つ選び、その番号をマークしなさい。同じ番号が入る場合もある。

受容体の濃度を[R]，受容体に結合していないホルモンの濃度を[H]，ホルモンと結合した受容体の濃度を[RH]とすると，毎秒当たり(s)・単位体積当たり(L)のホルモンと受容体が結合する量(vとする)は[R]と[H]の積に比例し， $v = k_+ \times [R] \times [H] \left(\frac{\text{モル}}{\text{L} \cdot \text{s}} \right)$ である。ここで， k_+ は結合速度定数とよばれる比例定数であり，単位は $\left(\frac{\text{L}}{\text{モル} \cdot \text{s}} \right)$ となる。一方，毎秒当たりのホルモンが受容体から解離する単位体積当たりの量(v'とする)は[RH]に比例し， $v' = k_- \times [RH] \left(\frac{\text{モル}}{\text{L} \cdot \text{s}} \right)$ であり， k_- は解離速度定数とよばれる比例定数である。vとv'が等しくなった状態が平衡状態である。野生型受容体と変異型受容体のホルモンとの結合を比較したとき， k_+ が大きくなれば結合量は(シ)。 k_- が大きくなれば解離する量は(ス)。図1に示したような実験結果を解析することにより， k_+ と k_- の値を求めることができる。その結果，野生型受容体と変異型受容体の間で k_+ の値を比較すると，変異型の方が大きくなり， k_- の値は逆に小さくなった。このことから，変異型とホルモンの結合は野生型とホルモンの結合より(セ)。

- ① 大きくなる ① 小さくなる ② 変わらない
③ 弱い ④ 強い

解答群F (シ), (ス), (セ)の順に)

- | | | |
|----------|----------|----------|
| 00 ①と①と③ | 01 ①と①と④ | 02 ①と①と④ |
| 03 ①と①と③ | 04 ①と②と④ | 05 ①と②と③ |
| 06 ①と①と③ | 07 ①と①と④ | 08 ①と①と③ |
| 09 ①と①と④ | 10 ①と②と③ | 11 ①と②と④ |
| 12 ②と①と③ | 13 ②と①と④ | 14 ②と①と③ |
| 15 ②と①と④ | 16 ②と②と③ | 17 ②と②と④ |

