北里大学

2026 年度　一般選抜　生物

（2 科目　100 分）

注意事項　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。

I DNA に関する以下の問いに答えなさい。

問 1 ヒトの細胞が分裂する際には遺伝情報を担う DNA が複製されて，2 つの細胞へ分配される。以下の問いに答えなさい。

1. ヒトの体細胞に含まれる DNA についての記述として，適切なものだけをすべて含む選択肢を答えなさい。該当するものがない場合は「⑯　なし」を答えなさい。 [1]

A. DNA がヒストンに巻き付いて最も凝縮した状態になるのは，G_2 期である。

B. G_2 期にある 1 個の細胞に含まれる DNA の総塩基対数は，約 60 億塩基対である。

C. ゲノム DNA の塩基配列のうち，タンパク質をコードする領域は約 10 % である。

D. ミトコンドリア DNA は，進化の過程で細胞内共生したとされる嫌気性細菌に由来する。

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　⑯ なし

2. DNA の半保存的複製における，以下の酵素の働きとして，適切なものだけをすべて含む選択肢をそれぞれ答えなさい。該当するものがない場合は「⑪　なし」を答えなさい。

(1) DNA ヘリカーゼ [2]
(2) DNA リガーゼ [3]
(3) DNA ポリメラーゼ [4]

A. 岡崎フラグメントどうしをつなぐ。

B. 複製起点から 2 本鎖 DNA をほどきながら進み，DNA を 1 本鎖にする。

C. 岡崎フラグメントが合成される際に，DNA 新生鎖を伸長する。

D. リーディング鎖の DNA 新生鎖を伸長する。

① A　② B　③ C　④ D　⑤ AB
⑥ AC　⑦ AD　⑧ BC　⑨ BD　⑩ CD
⑪ なし

3. ヒトの DNA において**図 1** に示すような領域が見出された。**図 1** 中の□は塩基を表している。制限酵素 X は**図 1** 中に示された部位の 6 塩基を認識し，点線の部分で DNA を切断する。なお制限酵素 X によって認識される塩基配列は回文配列（回転対称）である。以下の問いに答えなさい。

(1) **図 1** 中の**ア**～**ウ**に当てはまる塩基として最も適切なものをそれぞれ答えなさい。同じ選択肢を複数回答えてもよい。

ア 5　　**イ** 6　　**ウ** 7

① A　② C　③ G　④ T　⑤ U

制限酵素 X により認識される塩基配列

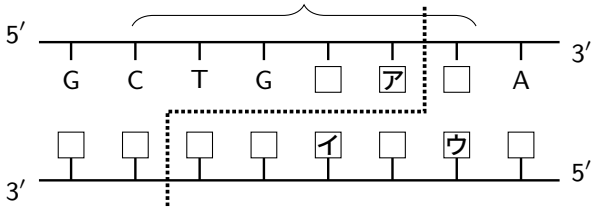

図 1　ヒトの DNA 中に存在する制限酵素 X の認識配列を含む領域の模式図
図中の□は，いずれかの塩基を表す。

(2) 制限酵素 X により認識される塩基配列は，DNA 10 万塩基対当たり理論上何個存在するかを計算し，最も近い値を答えなさい。なお DNA 中にはいずれの塩基も同じ割合で含まれているものとする。 8

① 5　② 12　③ 25　④ 50
⑤ 125　⑥ 250　⑦ 500　⑧ 1250

問 2 ヒトの DNA の遺伝情報を解析するには，十分量の DNA を得る必要がある。鋳型となる少量の DNA から解析する領域だけを増幅する方法として PCR 法がある。以下の問いに答えなさい。

1. PCR 法は 1 サイクル目から決められた 3 つの反応段階を繰り返す。以下の問いに答えなさい。

(1) 1 サイクル目で起こる反応段階を左から順に並べたものとして，最も適切なものを答えなさい。 9

A. 新しい DNA 鎖が合成される。
B. DNA の 2 本鎖が完全に解離する。
C. プライマーが DNA の相補的な塩基配列をもつ部位に結合する。

① A→B→C　② A→C→B　③ B→A→C
④ B→C→A　⑤ C→A→B　⑥ C→B→A

(2) 上記 9 における 3 つの反応段階のうち，2 段階目の反応に用いられる一般的な温度として，最も適切なものを答えなさい。 10

① 4 ℃　② 25 ℃　③ 37 ℃　④ 55 ℃　⑤ 72 ℃　⑥ 95 ℃

2. ヒトの個体間でゲノム DNA を比較すると，さまざまな塩基配列の違いが検出される。例えば常染色体上の M 遺伝子座には，1 組の対立遺伝子があり，ある部位が制限酵素 Y によって 1 か所切断される対立遺伝子 M1 と，切断されない対立遺伝子 M2 が存在する。ある姉妹の M 遺伝子座についての遺伝子型を調べるた

め，両者の口腔粘膜の細胞からそれぞれ得た DNA を用いて，プライマー F とプライマー R により挟まれた領域を PCR 法で増幅した（**図 2**）。次に，得られた PCR 産物を 2 つに分け，一方は未処理のまま，もう一方は制限酵素 Y で十分に切断処理し，それぞれを同時に電気泳動したところ，**図 3** のような結果になった。なお，制限酵素 Y で切断される部位は**図 2** 中の**あ**～**お**で示すいずれかの 1 か所である。以下の問いに答えなさい。

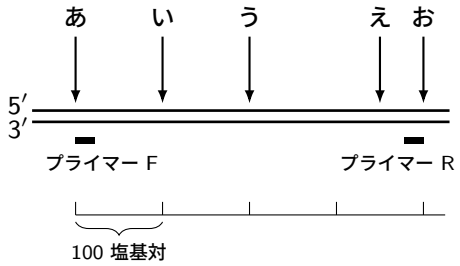

図 2　M 遺伝子座の模式図
下に付したスケールの 1 目盛りは 100 塩基対を表す。

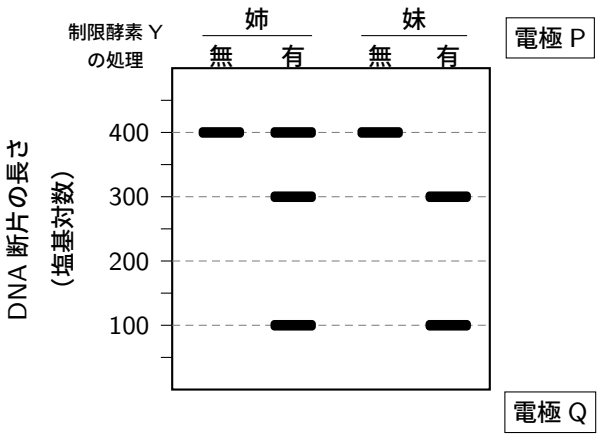

図 3　電気泳動の結果
電極 P と電極 Q はそれぞれ陽極か陰極のいずれかを表す。

(1) 下線部についての記述として適切なものだけをすべて含む選択肢を答えなさい。該当するものがない場合は「⑯　なし」を答えなさい。 11

A. ある遺伝子のアミノ酸を指定する領域における，コドンの 3 番目の塩基に対応する塩基の置換は，その遺伝子から転写・翻訳されるタンパク質の性質を必ず変化させる。

B. ある遺伝子のプロモーター領域における塩基配列の欠失は，その遺伝子から転写される mRNA の発現量に影響することがある。

C. DNA の特定の位置には数個～数十個の塩基配列がくり返されている領域（反復配列）があり，その反復数の差異を用いて生物学上の親子鑑定が行われることがある。

D. 一塩基多型（SNP）は遺伝性疾患の発症のしやすさに影響しない。

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　⑯ なし

(2) **図 3** のように電気泳動で異なる長さの DNA 断片が分離する理由として，最も適切なものを答えなさい。[12]

① 長い DNA 断片の方が，短いものより陰極である電極 P の方向へ速く移動するため。
② 長い DNA 断片の方が，短いものより陽極である電極 P の方向へ速く移動するため。
③ 短い DNA 断片の方が，長いものより陰極である電極 Q の方向へ速く移動するため。
④ 短い DNA 断片の方が，長いものより陽極である電極 Q の方向へ速く移動するため。

(3) **図 2** 中の**あ**〜**お**のうち，制限酵素 Y で切断される部位として最も適切なものを答えなさい。[13]

① **あ**　② **い**　③ **う**　④ **え**　⑤ **お**

(4) ハーディ・ワインベルグの法則が成り立つある集団 100 人において，対立遺伝子 M1 のみをもつ人は 64 人であった。この集団における姉と同じ遺伝子型をもつ人の数を計算し，最も適切な値を答えなさい。ただし，[14] は 10 の位の数字，[15] 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。同じ選択肢を複数回答えてもよい。

[14] [15] 人

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

II 動物の受精および発生に関する次の文を読み，以下の問いに答えなさい。

有性生殖をする動物では，あ卵と精子がい受精することで個体の発生が始まる。受精後，卵割が起こり，ある程度細胞数が増えてくるとう周囲の細胞との相互作用により，細胞の分化が誘導され，その結果さまざまな組織や器官が形成される。ヒトでは受精後 3 週間ほどでえ始原生殖細胞が分化し，その後，始原生殖細胞は未分化な精巣もしくは卵巣へ移動する。

問 1 文中の**下線部あ**についての以下の問いに答えなさい。

1. ヒトの卵の大きさ（直径）よりもサイズが小さいものとして，適切なものだけをすべて含む選択肢を答えなさい。該当するものがない場合は「⑯　なし」を答えなさい。[16]

A. 酵母　　B. スギの花粉
C. ヒトの赤血球　　D. アフリカツメガエルの卵

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　⑯ なし

2. ヒトの精子および精子形成過程についての記述として，適切なものだけをすべて含む選択肢を答えなさい。該当するものがない場合は「⑯　なし」を答えなさい。[17]

A. 精原細胞が体細胞分裂している過程で相同染色体間の乗換えが起こる。
B. 精細胞が精子になる過程で変態（変形）が起こる。
C. 鞭毛（べんもう）は中間径フィラメントによって構成される。

D. 中片（中片部）にはミトコンドリアが存在する。

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　⑯ なし

問 2 文中の**下線部い**について，ウニの精子が卵に近づいてから受精に至る過程についての正しい記述を選択肢から 4 つ選び，それらを起こる順に並べたとき，**2 番目**と **4 番目**に当てはまる最も適切なものをそれぞれ答えなさい。

2 番目 18　　**4 番目** 19

① 先体突起が伸長し，精子と卵の細胞膜が融合する。
② 先体が卵の細胞膜と融合し，先体から内容物が細胞質内に放出される。
③ 先体から内容物がゼリー層で放出される。
④ 表層粒の内容物が卵黄膜と細胞膜の間に放出される。
⑤ 表層粒の内容物が卵黄膜とゼリー層の間に放出される。
⑥ ゼリー層が硬化する。
⑦ 卵黄膜が硬化する。

問 3 アフリカツメガエルの胚についての以下の問いに答えなさい。

1. 4 細胞期以降の発生過程についての記述として，適切なものだけをすべて含む選択肢を答えなさい。該当するものがない場合は「⑯　なし」を答えなさい。 20

A. 第 3 卵割は赤道面よりも植物極側で起こる。
B. 卵割腔は赤道面よりも動物極側に形成される。
C. 卵割腔はその後消化管の内腔となる。
D. 消化管の上皮は内胚葉に由来する。

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　⑯ なし

2. **図 1** は 4 細胞期胚を模式的に示した図である。**図 1** 中の a〜d は各割球を表す。この胚を**分断面 1** もしくは**分断面 2** で分割したものをそれぞれ発生させた。その結果，**分断面 1** で分割した場合，ab および cd のどちらからも正常な胚が形成された。一方，**分断面 2** で分割した場合，ad からは正常な胚が形成されたが，bc からは腹側の構造のみをもつ異常な胚が形成された。以下の問いに答えなさい。

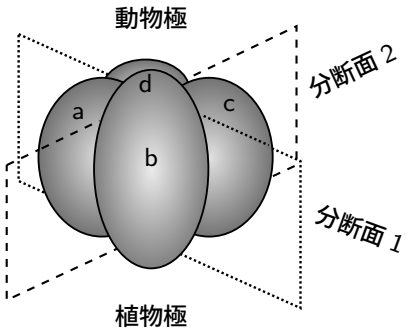

図 1　4 細胞期胚の模式図
a〜d は各割球を表す。

(1) この結果から, 受精時に精子が進入したと考えられる部位として最も適切なものを答えなさい。 21

① a と b にまたがる部位　② a と d にまたがる部位
③ b と c にまたがる部位　④ c と d にまたがる部位
⑤ 動物極側の abcd にまたがる部位　⑥ 植物極側の abcd にまたがる部位

(2) **分断面 2** で分割したときに片方のみから正常な胚が形成された理由は，受精後に以下の現象が特定の部位で起きていたからである。以下の現象が起こった部位として，最も適切なものを答えなさい。同じ選択肢を複数回答えてもよい。

1)　表層回転の後にディシェベルドが局在した。 22
2)　β カテニンが細胞質に蓄積した。 23

① a と b にまたがる部位　② a と d にまたがる部位
③ b と c にまたがる部位　④ c と d にまたがる部位
⑤ 動物極側の abcd にまたがる部位　⑥ 植物極側の abcd にまたがる部位

問 4 文中の**下線部う**についての次の文を読み，以下の問いに答えなさい。

アフリカツメガエルの胚では，原口背唇部から分泌されるコーディンが（**ア**）に結合しその作用を抑制する。その結果，胚の背側の組織から（**イ**）が誘導され，原口背唇部自身は主に（**ウ**）へ分化する。

1. 文中の(**ア**)～(**ウ**)に当てはまる語を左から順に並べたものとして, 最も適切な組合せを答えなさい。 24

① ノギン　形成体　脊索
② ノギン　形成体　側板
③ ノギン　神経　脊索
④ ノギン　神経　側板
⑤ ノギン　表皮　脊索
⑥ ノギン　表皮　側板
⑦ BMP　形成体　脊索
⑧ BMP　形成体　側板
⑨ BMP　神経　脊索
⑩ BMP　神経　側板
⑪ BMP　表皮　脊索
⑫ BMP　表皮　側板

2. 文中の（**ウ**）が発生の過程で形成される生物として，適切なものだけをすべて含む選択肢を答えなさい。該当するものがない場合は「⑯　なし」を答えなさい。 25

A. ナメクジウオ　B. ヒトデ　C. プラナリア　D. ホヤ

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　⑯ なし

問 5 文中の**下線部え**の発生についての次の文を読み，以下の問いに答えなさい。

マウスの始原生殖細胞（PGC）は，胎生 7.5 日（受精から数えて 7.5 日）以降に PGC 前駆細胞（PGC へ分化することが決定された細胞）から分化し，胎生 9 日頃までには PGC は未分化な生殖腺へ向けて移動を始める。PGC 前駆細胞が，胎生 7.5 日より前のどの時期に，そして胚のどの領域で形成されるのか，以下の**実験 1～3** によって調べた。胎生 5.5～6.5 日のマウス胚は，**図 2 A** に示すように，将来胎盤などを形成する細胞が含まれる領域 T（胚体外外胚葉）と将来胚になる細胞が含まれる領域 U（エピブラスト）から構成されている。各発生時期のマウス胚を子宮から取り出し T と U に分離し（**図 2 B**），U のみを所定の培養液中で一定期間（胚において PGC が分化するのに十分な時間）培養した（**実験 1**）。また U を T に近い領域（U1）と T から遠い領域（U2）の 2 つに分離し，それぞれを上記と同様の条件で培養した（**実験 2** と**実験 3**）。培養終了後に PGC 特異的な遺伝子の発現によって PGC の分化の有無を判定したところ，**表 1** のようになった。

実験 1　U のみを培養した。
実験 2　U1 のみを培養した。
実験 3　U2 のみを培養した。

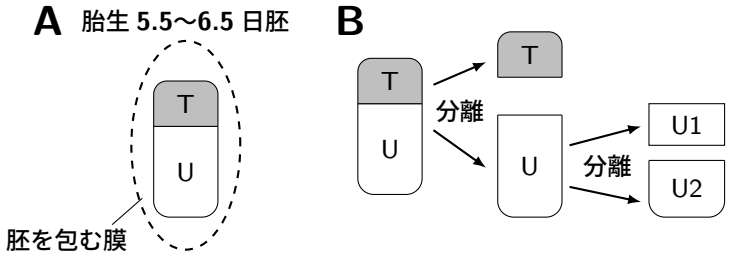

図 2　マウスの子宮内にある胚の模式図（A）と
領域 T と領域 U の分離，および U1 と U2 の分離（B）

表 1　実験 1〜3 における PGC の分化の有無を解析した結果
PGC が分化した場合を○，分化しなかった場合を × で表す。

	取り出した胚の発生時期		
	胎生 5.5 日	胎生 6.0 日	胎生 6.5 日
実験 1　U のみの培養	×	○	○
実験 2　U1 のみの培養	×	○	○
実験 3　U2 のみの培養	×	×	×

1. **実験 1〜3** の結果から考えられる，正常なマウスの体内における PGC 前駆細胞の形成と PGC の分化についての記述の組合せとして，最も適切な選択肢を答えなさい。 26

A. PGC 前駆細胞は胎生 6.0 日の U にはすでに形成されている。
B. PGC 前駆細胞は胎生 6.0 日の U にはまだ形成されていない。
C. PGC は U1 よりも U2 から分化する。
D. PGC は U2 よりも U1 から分化する。
E. PGC は U1 と U2 のどちらからも同程度分化する。

① AC　② AD　③ AE　④ BC　⑤ BD　⑥ BE

2. **実験 4** として胎生 5.5 日と 6.5 日の胚から T と，U もしくは U2 を分離し，次にそれぞれを**表 2** に示す組合せで**図 3** のように付着させて共培養を行った。その結果，PGC の分化の有無は**表 2** のようになった。以下の問いに答えなさい。

表 2　実験 4 における PGC の分化の有無を解析した結果
PGC が分化した場合を○，分化しなかった場合を × で表す。

T と U の共培養の組合せ	PGC の分化
胎生 5.5 日の T のみ	×
胎生 6.5 日の T のみ	×
胎生 5.5 日の T と胎生 5.5 日の U	○
胎生 5.5 日の T と胎生 5.5 日の U2	○
胎生 5.5 日の T と胎生 6.5 日の U2	○
胎生 6.5 日の T と胎生 5.5 日の U2	○
胎生 6.5 日の T と胎生 6.5 日の U2	○

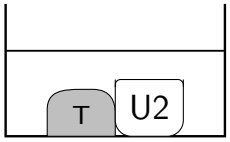

図 3　T と U，もしくは
T と U2 の共培養

(1) **実験 1〜4** の結果から考えられる，正常なマウスの体内における PGC 前駆細胞の形成に対する T の役割についての記述の組合せとして，最も適切な選択肢を答えなさい。[27]

A. 促進的に働く。
B. 抑制的に働く。
C. 胎生 6.5 日では T の作用は失われる。
D. 胎生 6.5 日でも T の作用は維持されている。
E. U1 は T に近く，T の作用が十分にとどくため，PGC 前駆細胞が形成されにくい。
F. U2 は T から遠く，T の作用が十分にとどかないため，PGC 前駆細胞が形成されにくい。

① ACE　② ACF　③ ADE　④ ADF
⑤ BCE　⑥ BCF　⑦ BDE　⑧ BDF

(2) T の細胞に発現し細胞外へ分泌され，上記 [27] のような作用をもつシグナル分子としてタンパク質 Z が見つかった。タンパク質 Z の PGC の分化に対する作用を検証する実験と，その実験から得られる

と予想される結果についての記述として，適切なものだけをすべて含む選択肢を答えなさい。 28

A. **実験 1** の胎生 5.5 日の U の培養液中にタンパク質 Z を添加すると，添加しなかった場合に比べ分化する PGC の数が増加する。

B. **実験 2** の胎生 6.0 日の U1 の培養液中にタンパク質 Z を添加すると，添加しなかった場合に比べ分化する PGC の数が減少する。

C. タンパク質 Z をコードする遺伝子をノックアウトしたマウス胚では，野生型マウス胚に比べ分化する PGC の数が減少する。

D. タンパク質 Z の受容体をコードする遺伝子をノックアウトしたマウス胚では，野生型マウス胚に比べ分化する PGC の数が増加する。

① A　② B　③ C　④ D　⑤ AB
⑥ AC　⑦ AD　⑧ BC　⑨ BD

III ヒトの神経細胞とその活動に関する次の文を読み，以下の問いに答えなさい。

神経細胞は，核のある（**ア**）と，主に他の神経細胞からの情報の入力を担う（**イ**），主に他の細胞へ信号を送る（**ウ**）の領域に分けられる。あ神経細胞の内側と外側はイオンの組成が異なり，この組成の違いはいナトリウムポンプなどの働きによって維持されている。このようなイオンの組成の違いや複数種のうチャネルの働きによって，神経細胞では細胞膜を隔てて電位差（膜電位）が形成されている。神経細胞が興奮する際には，膜電位が変化して活動電位が発生する。発生した活動電位がえ興奮の（**エ**）によって（**ウ**）の末端へ伝えられると，その情報はさらにこの神経細胞とシナプスを形成している別の細胞へ伝えられる。

問 1 文中の(**ア**)～(**エ**)に当てはまる語を左から順に並べたものとして，最も適切な組合せを答えなさい。 29

① 細胞体　軸索　樹状突起　伝達　② 細胞体　軸索　樹状突起　伝導
③ 細胞体　樹状突起　軸索　伝達　④ 細胞体　樹状突起　軸索　伝導
⑤ 軸索　細胞体　樹状突起　伝達　⑥ 軸索　細胞体　樹状突起　伝導
⑦ 軸索　樹状突起　細胞体　伝達　⑧ 軸索　樹状突起　細胞体　伝導
⑨ 樹状突起　細胞体　軸索　伝達　⑩ 樹状突起　細胞体　軸索　伝導
⑪ 樹状突起　軸索　細胞体　伝達　⑫ 樹状突起　軸索　細胞体　伝導

問 2 さまざまな生物の細胞膜について，適切なものだけをすべて含む選択肢を答えなさい。該当するものがない場合は，「⑧　なし」を答えなさい。 30

A. 細胞膜を構成するリン脂質は，互いに疎水性の部分を向け合って二層に並んでいる。

B. 細胞壁をもつ原核細胞の細胞膜は，細胞壁の内側にある。

C. 真核細胞の細胞膜は，細胞の内部にある膜構造と融合することがある。

① A　② B　③ C　④ AB
⑤ AC　⑥ BC　⑦ ABC　⑧ なし

問 3 文中の**下線部あ**について，興奮していない状態で，細胞の内側（細胞質基質）に比べて細胞の外側の方が濃度の高いイオンとして，適切なものだけをすべて含む選択肢を答えなさい。該当するものがない場合は，「⑯　なし」を答えなさい。 31

A. Ca^{2+}　B. K^{+}　C. Na^{+}　D. Cl^{-}

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　⑯ なし

問 4 文中の**下線部い**についての記述として適切なものだけをすべて含む選択肢を答えなさい。該当するものがない場合は，「⑯　なし」を答えなさい。 32

A. 濃度勾配に従った Na^+ の輸送を行う。

B. 神経細胞のみで働いている。

C. Na^+ だけでなく K^+ も輸送する。

D. ATP を分解する酵素活性をもつ。

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　⑯ なし

問 5 文中の**下線部う**について，すべてのチャネルがもつ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選択肢を答えなさい。該当するものがない場合は，「⑧　なし」を答えなさい。 33

A. 濃度勾配に従った物質の輸送を行う。

B. 細胞膜上のみに存在する。

C. イオンのみを透過する。

① A　② B　③ C　④ AB
⑤ AC　⑥ BC　⑦ ABC　⑧ なし

問 6 ポンプやチャネルなどを介さず細胞膜のリン脂質の部分を直接透過する物質として，適切なものだけをすべて含む選択肢を答えなさい。該当するものがない場合は，「⑯　なし」を答えなさい。 34

A. O_2　B. アドレナリン　C. グルコース　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　⑯ なし

問 7 文中の**下線部え**についての記述として適切なものだけをすべて含む選択肢を答えなさい。該当するものがない場合は，「⑯　なし」を答えなさい。 35

A. 興奮している部分とそれに隣接するまだ興奮していない部分との間に電流が生じて起こる。

B. ある神経細胞において，（**ウ**）のある部位に電気刺激を与えて興奮させた場合，興奮は刺激を与えた部位から（**ア**）の方向には伝わらない。

C. 無髄神経繊維において，（**ウ**）が太い神経繊維と細い神経繊維を比べたとき，**下線部え**の速度は一般的に太い神経繊維の方が速い。

D. 髄鞘は電気を通しやすい性質をもつため，（**ウ**）の太さが等しい有髄神経繊維と無髄神経繊維を比べたとき，**下線部え**の速度は一般的に有髄神経繊維の方が速い。

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　⑯ なし

問 8 生体内と同様の環境下においた神経細胞の（**ウ**）の内側に**電極 1** を挿入し，細胞の外側においた**電極 2** との間の電位差を測定した。また，これらの電極とは別の**電極 3** を用いて，この神経細胞の外部から（**ウ**）の細胞膜上の 1 点のみに電気刺激をある強さ S で与えたところ，この神経細胞に活動電位が発生した。このとき生じた膜電位の変化についての以下の問いに答えなさい。なお，**電極 3** は**電極 1・2** と十分な距離をおいて設置し，**電極 3** を用いて与えた電気刺激自体は記録されないものとする。

1. 細胞の内側に挿入した**電極 1** を基準（0 mV）として**電極 2** の電位を測定したところ，膜電位の変化を示す波形は**図**中の①～⑧のいずれかとなった。測定された波形として最も適切なものを答えなさい。 36

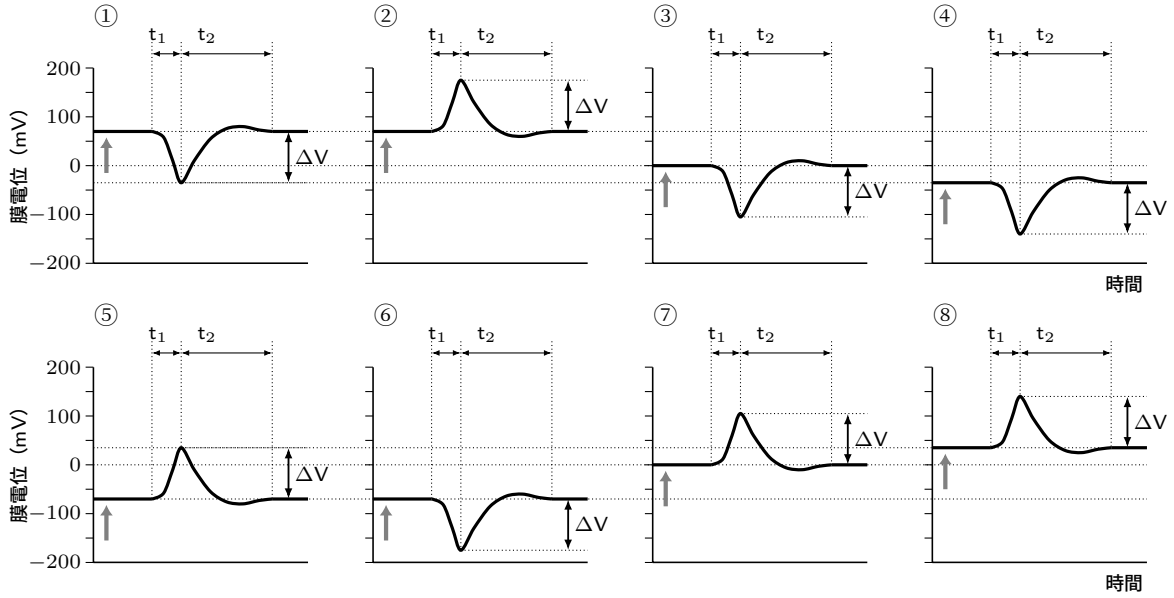

図　膜電位の変化を示す波形

すべてのグラフにおいて縦軸（膜電位）と横軸（時間）のスケールは同一であり，縦軸の値は最も左のグラフのみに示してある。電気刺激を与えた時点を図中の灰色の矢印で示す。図中の ΔV は膜電位の変化量を示し，その大きさは互いに等しい。また，図中の t_1 および t_2 は，それぞれ膜電位の変化に要する時間を表す。

2. この神経細胞に，以下の (1)～(4) の条件でそれぞれ電気刺激を与えたところ，膜電位の変化は 36 に比べて**【選択肢】**①～⑦のいずれかのようになった。ただし，**阻害薬 X** と**阻害薬 Y** はそれぞれ電位依存性ナトリウムチャネルと電位依存性カリウムチャネルの働きを完全に阻害する薬剤であり，**阻害薬 X** と**阻害薬 Y** の両方を同時に処理した場合にも，それぞれの阻害薬は単独で処理した場合と同じ効果を示す。観察された膜電位の変化として最も適切なものをそれぞれ答えなさい。同じ選択肢を複数回答えてもよい。なお，ΔV，t_1，t_2 はそれぞれ**図**中に示したものである。

(1) S の 2 倍の強さの電気刺激を与えた。 37

(2) **阻害薬 X** のみを処理して強さ S の電気刺激を与えた。 38

(3) **阻害薬 Y** のみを処理して強さ S の電気刺激を与えた。 39

(4) **阻害薬 X** と**阻害薬 Y** の両方を処理して強さ S の電気刺激を与えた。 40

【選択肢】

① 36 と同じ波形が得られた。

② 活動電位が発生しなかった。

③ 膜電位の変化量が ΔV の 2 倍になった。

④ 膜電位の変化量は ΔV と同じであったが，主に t_1 が延長したために，刺激前の膜電位に戻るまでの時間が長くなった。

⑤ 膜電位の変化量は ΔV と同じであったが，主に t_2 が延長したために，刺激前の膜電位に戻るまでの時間が長くなった。

⑥ 膜電位の変化量は ΔV と同じであったが，主に t_1 が短縮したために，刺激前の膜電位に戻るまでの時間が短くなった。

⑦ 膜電位の変化量は ΔV と同じであったが，主に t_2 が短縮したために，刺激前の膜電位に戻るまでの時間が短くなった。

問 9 2 つの神経細胞 N1 と N2 を同じ培養皿上で培養したところ，これら 2 つの細胞の間にお興奮性シナプスが 1 か所形成された。かこの興奮性シナプスを形成する N1 の神経終末の細胞内に微小なガラスピペットを挿入し，ある陽イオンを注入することで，この部位を直接，一過的に脱分極させた。なお，この操作は一過的な脱分極以外には作用を及ぼさない。その結果，N1 に活動電位が発生し，それからわずかに遅れて，N2 に脱分極が起こった。次に，この培養皿の培養液中に**問 8** の **2．**の実験で用いた**阻害薬 X** と**阻害薬 Y** の両方を加えた後，上記の**下線部か**の操作を行ったところ，N2 ではこれらの阻害薬を処理する前と同様の脱分極が起こった。以下の問いに答えなさい。

1. 文中の**下線部お**について，興奮性シナプスにおける神経伝達物質として適切なものだけをすべて含む選択肢を答えなさい。該当するものがない場合は，「⑯　なし」を答えなさい。 41

A．アセチルコリン　　B．GABA（γ-アミノ酪酸）

C．グルタミン酸　　D．ノルアドレナリン

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　⑯ なし

2. 上記の実験の結果から考えられることとして，適切なものだけをすべて含む選択肢を答えなさい。該当するものがない場合は，「⑯　なし」を答えなさい。 42

A. **阻害薬 X** と**阻害薬 Y** を処理した状態でも，文中の**下線部か**の操作を行うと，N1 において，これらの阻害薬を処理しなかった場合と同様の活動電位が発生する。

B. N1 における神経伝達物質の放出は，活動電位が発生しなくても起こりうる。

C. N1 における神経伝達物質の放出は，リガンド依存性イオンチャネルの働きによって引き起こされる。

D. N2 の細胞膜上にある神経伝達物質の受容体の働きは，**阻害薬 X** や**阻害薬 Y** によって直接阻害される。

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　⑯ なし