

令和 6 年度入学試験問題

理 科

注 意 事 項

1. 指示があるまでこの冊子の中を見てはいけません。
2. 生物、物理、化学の中から 2 科目選択しなさい。
3. 1 科目につき 1 枚の解答用紙を使用しなさい。
4. 解答用紙のマーク数字は、次の「良い例」のように、濃く正しく塗りつぶしなさい。正しく塗りつぶされていない場合、採点できないことがあります。

良い例………●

悪い例………○ × ◎

5. 各解答用紙には解答欄の他に次の記入欄があるので、正確に記入しなさい。
 - ① 氏名欄……………氏名を漢字とフリガナで記入しなさい。
 - ② 受験番号欄……………6 桁の受験番号を算用数字で記入し、マーク欄の数字を正しく塗りつぶしなさい。
 - ③ 解答科目欄……………解答する科目名を記入し、該当科目のマークを塗りつぶしなさい。
6. 解答方法は、問題の解答に対応した解答欄の数字を塗りつぶしなさい。

例えば

- ・ ア と表示のある解答欄に対して②と解答する場合、解答用紙の解答欄 ア の②を塗りつぶしなさい。
- ・ ア と表示のある解答欄に対して③⑤⑦と解答する場合、解答用紙の解答欄 ア の③⑤⑦を塗りつぶしなさい。

7. この問題冊子の余白を下書きに用いて構いません。
8. 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れなどに気がついた場合は、手を上げて申し出なさい。
9. 試験中に質問がある場合は、手を上げて申し出なさい。
10. 試験終了後、この問題冊子は持ち帰りなさい。
11. 途中退場は認めません。
12. この冊子は、全部で 33 ページです。生物、物理、化学の順になっています。

目 次

生 物 1 ~ 14 ページ(問題 I ~ IV)

物 理 15 ~ 22 ページ(問題 I ~ IV)

化 学 23 ~ 33 ページ(問題 I ~ IV)

生 物

I 以下の問い合わせよ。

問 1 新口動物に含まれる動物として最も適切なものを①～⑤から1つ選べ。 ア

- ① 環形動物
- ② 棘皮動物
- ③ 節足動物
- ④ 線形動物
- ⑤ 軟体動物

問 2 相同染色体間に乗換えが起こる時期として最も適切なものを①～⑤から1つ選べ。

イ

- ① 減数分裂前のS期
- ② 減数第一分裂前期
- ③ 減数第一分裂中期
- ④ 減数第二分裂前期
- ⑤ 減数第二分裂中期

問 3 ATPのエネルギーによって行われるものとして最も適切なものを①～④から1つ選べ。

ウ

- ① アクアポリンによる水分子の輸送
- ② ATP合成酵素によるADPのリン酸化
- ③ モータータンパク質による鞭毛の屈曲運動
- ④ DNAポリメラーゼによるヌクレオチド鎖の伸長

問 4 核に関する記述として適切でないものを①～④から1つ選べ。 エ

- ① 核膜は二重の生体膜でできている。
- ② 核小体でリボソームRNAが合成される。
- ③ 核内にはDNAとRNAの両方が含まれる。
- ④ 核の内部は核膜孔を通じて小胞体の内部とつながっている。

問 5 植物の気孔の開閉に関する記述として最も適切なものを①～④から1つ選べ。 オ

- ① 光合成によるガスの損失を防ぐためには気孔を閉じる必要がある。
- ② 孔辺細胞から水が流出して孔辺細胞の膨圧が上がると気孔は閉じる。
- ③ アブシシン酸が孔辺細胞に作用すると気孔が閉じて蒸散が抑えられる。
- ④ フォトトロピンが赤色光を受容することが引き金となり気孔は開口する。

問 6 被子植物の生殖細胞に関する記述として最も適切なものを①～④から1つ選べ。 力

- ① 精細胞は極核を持つ中央細胞と合体して胚となる。
- ② 精細胞は花粉管細胞が減数分裂することによりつくられる。
- ③ 重複受精によってつくられた3つの反足細胞は胚軸となる。
- ④ 花粉四分子のそれぞれの細胞は、細胞分裂を行い、花粉管細胞と雄原細胞になる。

問 7 進化に関する記述として適切でないものを①～④から1つ選べ。 キ

- ① 生殖的隔離が成立して新たな種が生じることを種分化という。
- ② 自然選択は個体の表現型(形質)ではなく遺伝子型に対してはたらく。
- ③ 自然選択に対して中立な遺伝的変異が集団内に広まることを中立進化という。
- ④ 異性をめぐる競争によって特定の遺伝的特徴が進化するしくみを性選択という。

問 8 生物の分類に関する記述として適切でないものを①～④から1つ選べ。 ク

- ① 学名としての種の名前は、国際的なとりきめにより、種小名の後に属名を並べて記載する二名法により表される。
- ② DNAの塩基配列やタンパク質のアミノ酸配列などの分子データを比較して作成された系統樹を分子系統樹という。
- ③ 生物が進化してきた経路を系統といい、推定された系統からの類縁関係にもとづいて生物を分類する方法を系統分類という。
- ④ 近縁な種は属に、さらにいくつかの近縁な属は科にまとめられ、同じように高次の段階として目・綱・門・界などがおかれている。このような段階的なグループ分けは分類階級と呼ばれる。

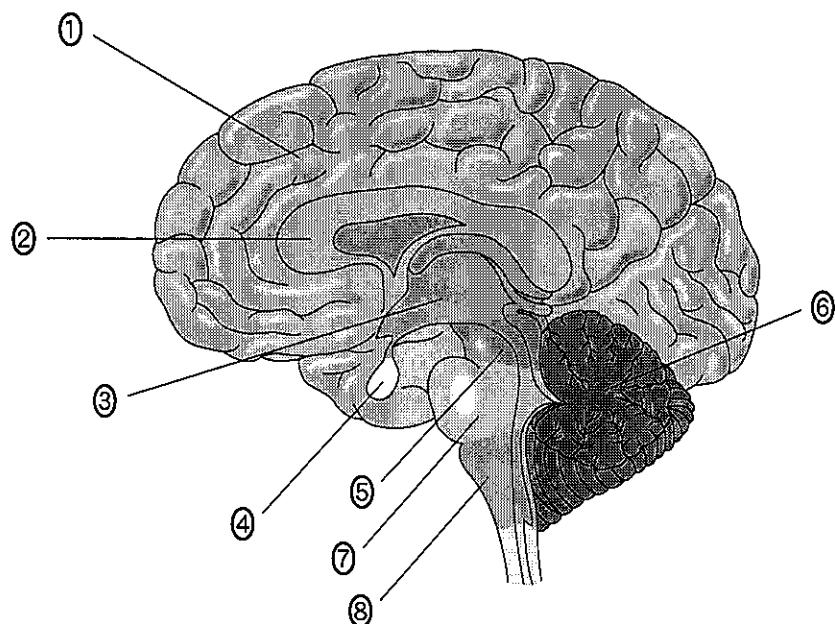
問 9 人類に関する記述として最も適切なものを①～④から1つ選べ。 ケ

- ① ネアンデルタール人と呼ばれる新人は、ヨーロッパから西アジアを中心に広がったと考えられている。
- ② ホモ・エレクトスなどの原人は、アフリカから南ヨーロッパや東アジアに進出したと考えられている。
- ③ オウストラロピテクスと総称される何種類かの類人猿は、完全な直立二足歩行をしていたと考えられている。
- ④ ホモ・サピエンスと呼ばれる旧人は、アフリカで誕生した後にユーラシア大陸に進出し、その後、全世界に広がったと考えられている。

II 以下の問い合わせよ。

問 1 下図はヒトの脳を模式的に示した図である。以下の文章にあてはまる領域として最も適切な領域を下図の①～⑧よりそれぞれ1つずつ選び答えよ。

- (1) 隨意運動を調節する中枢であるとともに、体の平衡を保つ中枢がある。 ア
- (2) 自律神経系の中枢があり、内臓のはたらきや体温・血糖濃度・摂食・睡眠などを調節する。 イ
- (3) 呼吸運動や心臓の拍動、血管の収縮などの中枢があり、生命維持に直接関係する重要なはたらきの中中枢がある。 ウ
- (4) 左右の大脳半球を連絡する神経纖維の束が通っている。 エ



問 2 図1は2種類の草本植物群集における生産構造図である。

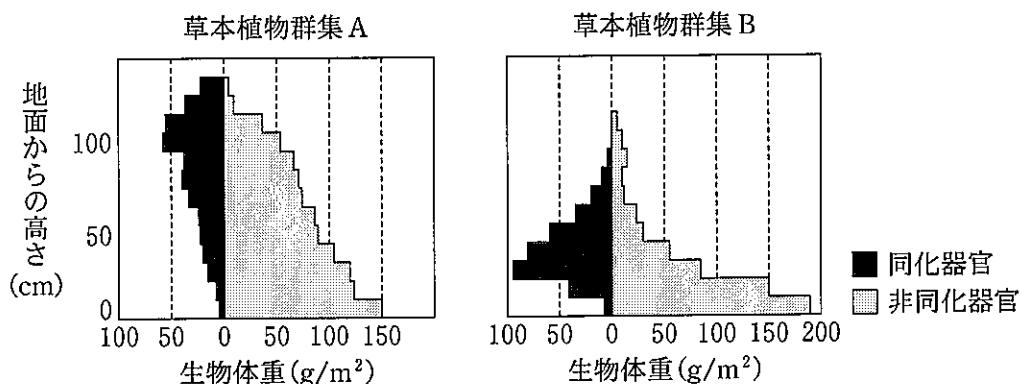


図1

(1) A, Bの生産構造図はそれぞれ何型と呼ばれるか、最も適切なものを①～⑧からそれぞれ

1つずつ選べ。

A :

B :

① イネ科型

② マメ科型

③ 広葉型

④ 針葉型

⑤ 極相型

⑥ 遷移型

⑦ 陰樹型

⑧ 陽樹型

(2) A, Bのような型の生産構造図を持つ植物を①～④からそれぞれ2種ずつ選べ。

A :

B :

① アカザ

② ススキ

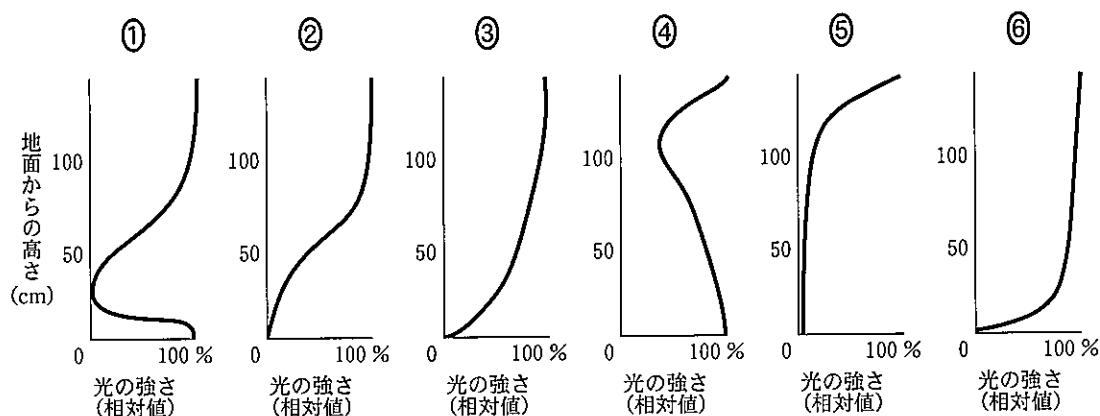
③ ダイズ

④ チカラシバ

(3) A, Bの生産構造図における光の強さ(相対照度)を表したものはどれか、最も適切なものを①～⑥からそれぞれ1つ選べ。

A :

B :



(4) 図1の草本植物群集についての説明として、最も適切なものを①～④から1つ選べ。

サ

- ① 草本植物群集Aは、広い葉を茎の比較的低い位置に持つ。
- ② 草本植物群集Aは、細長い葉が斜めにつき、光が植物群集の内部まで届く。
- ③ 草本植物群集Bは、広い葉を茎の比較的低い位置に持つ。
- ④ 草本植物群集Bは、細長い葉が斜めにつき、光が植物群集の内部まで届く。

問 3 DNA 全体の分子量が 3.6×10^9 となる、ある細菌について、以下の問いに答えよ。

- (1) この細菌の DNA を構成する塩基対の数を答えよ。ただし、DNA を構成するヌクレオチドの平均分子量は 3.0×10^2 とする。

シ . ス $\times 10^6$ 塩基対

- (2) この細菌では DNA 全体の 90 % が翻訳される部分である。この細菌が作るタンパク質の平均分子量は 4.8×10^4 あるとすると、この細菌は何種類の遺伝子を持つことになるか答えよ。ただしタンパク質を構成するアミノ酸(残基)の平均分子量は 1.2×10^2 とし、1種類のタンパク質は1つの遺伝子により指定されるものとする。また、1つの塩基対が複数の遺伝子に属することはないとする。

セ . ソ $\times 10^3$ 種類

III 以下の問いに答えよ。

問 1 ヒトを含む多くのほ乳類の腎臓は体内環境を一定に保つうえで重要なはたらきをする。腎小体では血しょうをろ過し、原尿を作る。

原尿に含まれるグルコースは、輸送体と呼ばれるタンパク質を介して能動的に再吸収される。薬剤Xはこの輸送体に作用し、グルコースの再吸収へ影響する。薬剤Xを投与する前に、血しょう中のグルコース濃度と、腎臓全体の糸球体において原尿へろ過されたグルコース量を測定したところ、図1の実線Aのようになつた。一方、薬剤Xの投与後、同様に測定したところ、それらの関係は図2の実線Bのようになつた。また、血しょう中のグルコース濃度と再吸収されたグルコース量の関係は、薬剤Xを投与する前では図1の破線Cのようになり、薬剤Xの投与後では図2の破線Dのようになつた。

以下の問いでは、グルコースは上記の輸送体タンパク質を介してのみ再吸収されるものとして解答せよ。なお、薬剤Xは投与後から上記の測定が終了するまでの間、安定的に作用する。

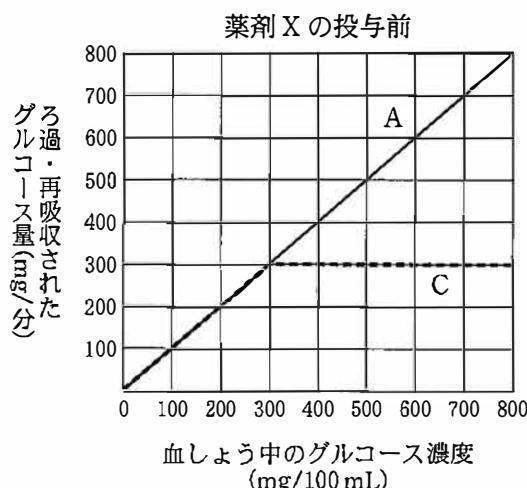


図1

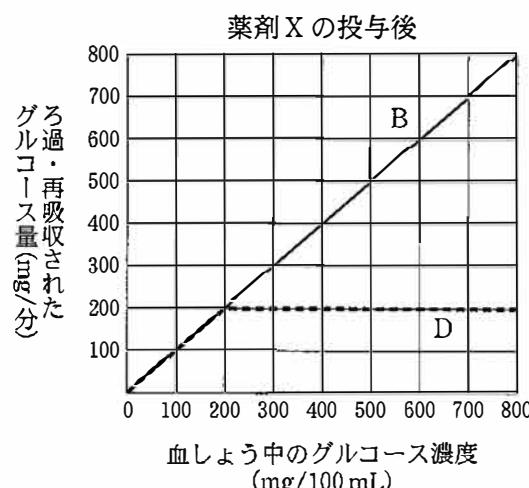


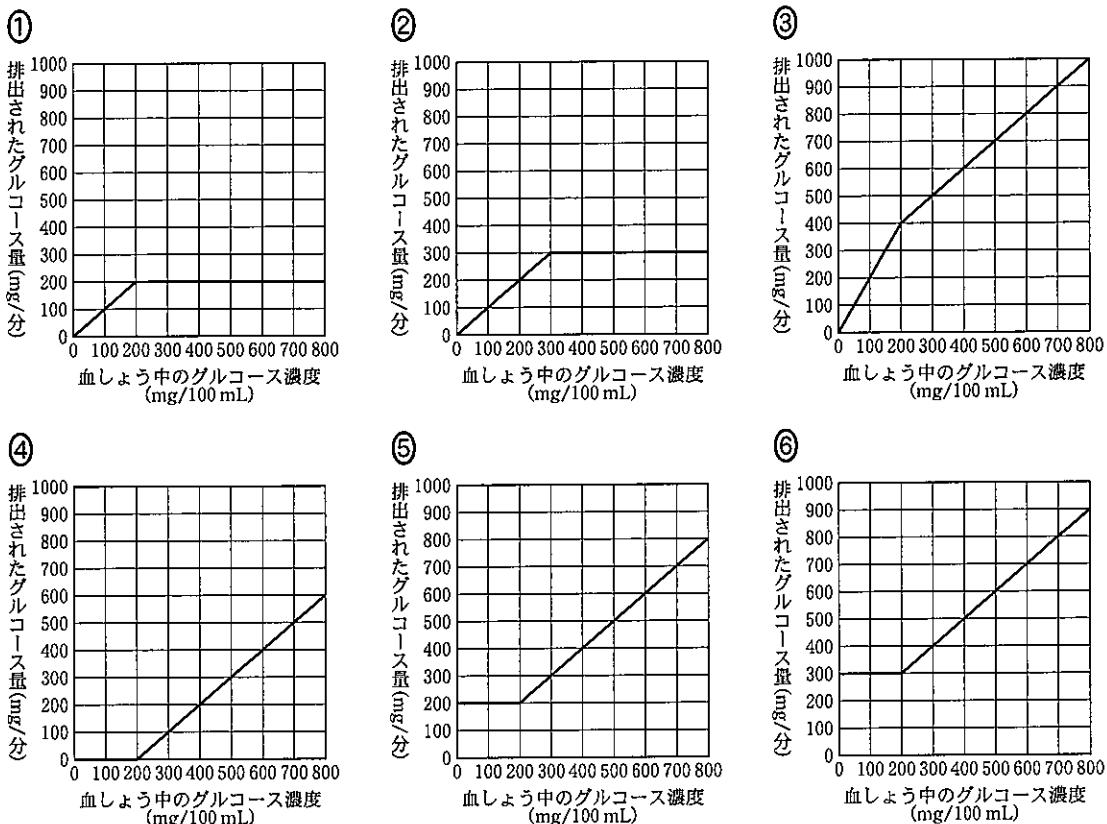
図2

(1) 薬剤Xの投与前、1分間に100 mgのグルコースが尿中へ排出されるのは、血しょう中のグルコース濃度が何mg/100 mLのときであるか、最も適切なものを①~⑧から1つ選べ。

ア

- | | | | |
|-------|-------|-------|-------|
| ① 100 | ② 200 | ③ 300 | ④ 400 |
| ⑤ 500 | ⑥ 600 | ⑦ 700 | ⑧ 800 |

(2) 薬剤Xの投与後、血しょう中のグルコース濃度と尿中に排出されたグルコース量の関係を示すグラフとして最も適切なものを①～⑥から1つ選べ。 イ



(3) 血しょう中のグルコース濃度が400 mg/100 mLのとき、尿中のグルコースの濃縮率は、薬剤Xを投与することで薬剤Xを投与する前の何倍となるか。小数第二位を四捨五入した値で答えよ。例えば、値が1.23倍の場合、1 . 2 とせよ。ただし、薬剤X投与による原尿量の変化はないものとする。また、尿中のグルコースの濃縮率は以下のように定義する。

$$\frac{1\text{分間あたりに尿中へ排出されるグルコース量}}{1\text{分間あたりに血しょうからろ過されるグルコース量}} \times 100(\%)$$

ウ . エ 倍

(4) 薬剤Xの投与による血しょう中のグルコース濃度への影響についての説明として最も適切なものを①～④から1つ選べ。 オ

- ① 尿中のグルコースの濃縮率が上がるため、血しょう中のグルコース濃度が低下する。
- ② 尿中のグルコースの濃縮率が下がるため、血しょう中のグルコース濃度が低下する。
- ③ 尿中のグルコースの濃縮率が上がるため、血しょう中のグルコース濃度が上昇する。
- ④ 尿中のグルコースの濃縮率が下がるため、血しょう中のグルコース濃度が上昇する。

問 2 ある動物の遺伝子座 I, 遺伝子座 II, 遺伝子座 III の特定の部位の塩基には一塩基多型が認められる。これら 3 つの遺伝子座のうち、2 つは 1 番染色体上に存在し、残りの 1 つは 2 番染色体上に存在する。この動物のオス 1 個体から精子を 100 個採取し、それぞれの精子ごとに遺伝子座 I, II, III の一塩基多型のある部位の塩基を調べ、その組合せを明らかにした。下の表はこの結果を示す。

組合せ	各遺伝子座の一塩基多型のある部位の塩基			出現頻度(%)
	遺伝子座 I	遺伝子座 II	遺伝子座 III	
1	C	A	C	21.0
2	C	A	T	21.0
3	T	T	C	21.0
4	T	T	T	21.0
5	C	T	C	4.0
6	C	T	T	4.0
7	T	A	C	4.0
8	T	A	T	4.0

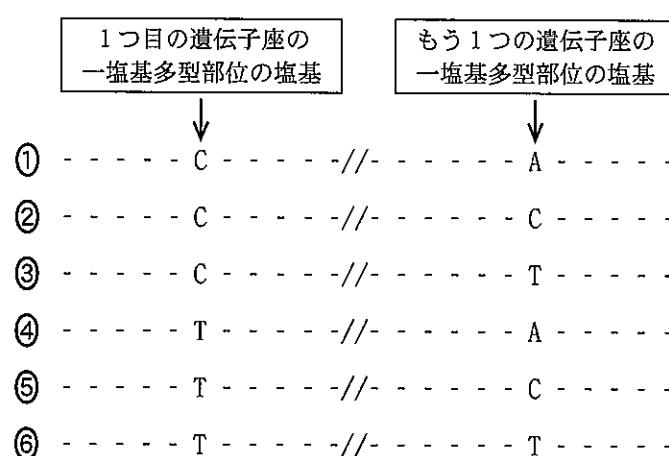
(1) 1 番染色体上の 2 つの遺伝子座はどれか。2 つの遺伝子座の連鎖について、表に示された各遺伝子座の一塩基多型のある部位の塩基の組合せとその出現頻度をもとに考え、適切なものを①～③から 2 つ 選べ。 力

① 遺伝子座 I

② 遺伝子座 II

③ 遺伝子座 III

(2) これら精子を産生したオスの体細胞がもつ 1 番染色体として適切なものを①～⑥から 2 つ 選べ。 キ



IV ワクチン研究に関する以下の問い合わせに答えよ。

ウイルス X は、ほ乳類の肺胞の上皮細胞に感染し、肺炎を引き起こす。ウイルス X は、肺胞の上皮細胞への結合に関するタンパク質 S、エンベロープと呼ばれる外側の膜の一部であるタンパク質 E、その内側の核酸を包む殻を構成するタンパク質 N を指定する DNA をもつ。そこで、タンパク質 S、E および N を標的としたワクチンの開発を進めるため、それぞれのタンパク質を培養細胞に作らせて精製した(実験 1)。実験 1 の手順を以下に示す。

【実験 1 の手順】

1. ウィルス X から抽出した DNA を鋳型とし、タンパク質 S, E および N を指定する DNA 断片を PCR 法によって増幅した。
(a)
 2. 得られた DNA 断片を、それぞれベクターに組み込み、培養細胞に遺伝子導入した。
 3. 培養細胞内で作られたタンパク質 S, E および N をそれぞれ精製した。

問 1 次の図は、ウイルス X がもつ DNA の塩基配列の一部であり、図内の 2 つの矢印は、タンパク質 S を指定する領域の始まりと終わりを示している。実験 1 の手順の下線部(a)について、タンパク質 S を指定する DNA 断片を増幅するために用いるプライマーとして、適切なものを①～⑥から 2 つ選べ。ただし、プライマーは、図内の下線部(b)および(c)の領域内でそれぞれ設計する。

21526
 5' — ATTTC TAGTGATGTT CTTGTAAACA ACTAAACGAA CAATGTTGT
 (b) ↑
 21571 TTTTCTTGTGTT ATTATGCCAC TAGTCTCTAG TCAGTGTGTT AATCT —

——(21616 番目から 25335 番目の塩基配列は省略)——

25336
—AGACGG ACTCTGAGCC AGTGCTCAAA GGAGTCAAAAT TACATTACAC

- | | |
|-------------------------------|------------------------------|
| ① 5'-ACCTAAACAAATACTCTTAG-3' | ② 5'-CAAATCAACAATTGTTCTTG-3' |
| ③ 5'-CAAGAACAAATTGTTGATTTG-3' | ④ 5'-GATTCTCATAAACAAATCCA-3' |
| ⑤ 5'-GTTCTTGTTAACAACTAAAC-3' | ⑥ 5'-TGGATTTGTTATGAGAATC-3' |

効果的に免疫が獲得されるためには、ワクチンを接種したときに、自然免疫細胞からサイトカインが放出されることが必要である。そこで、タンパク質 S, E および N に、サイトカインであるインターロイキン-6 を放出させる効果があるかどうかを調べた(実験 2)。この実験では、効果の比較検討のために、インターロイキン-6 を放出させる細菌の細胞壁成分 A および B を用いた。細菌の細胞壁成分 A および B は、受容体 α および β でそれぞれ認識されてインターロイキン-6 を放出させる。実験 2 の手順と結果を以下に示す。

【実験 2 の手順】

1. マウスから自然免疫細胞を単離して培養液に懸濁し、細胞濃度を 1×10^6 個/mL に調整した。
2. 調整した細胞懸濁液を、14 枚の細胞培養シャーレにそれぞれ同量ずつ入れ、次の表通りに、刺激物質と競合物質を添加した。

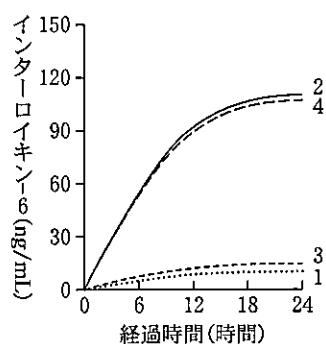
サンプル番号	培養液に添加した物質		
	刺激物質(終濃度)	—	競合物質(終濃度)
1	刺激物質の溶媒のみ	—	競合物質の溶媒のみ
2	タンパク質 S	(100 nmol/L)	競合物質の溶媒のみ
3	タンパク質 S	(100 nmol/L)	受容体 α の阻害剤 (100 nmol/L)
4	タンパク質 S	(100 nmol/L)	受容体 β の阻害剤 (100 nmol/L)
5	タンパク質 E	(100 nmol/L)	競合物質の溶媒のみ
6	タンパク質 E	(100 nmol/L)	受容体 α の阻害剤 (100 nmol/L)
7	タンパク質 E	(100 nmol/L)	受容体 β の阻害剤 (100 nmol/L)
8	タンパク質 N	(100 nmol/L)	競合物質の溶媒のみ
9	タンパク質 N	(100 nmol/L)	受容体 α の阻害剤 (100 nmol/L)
10	タンパク質 N	(100 nmol/L)	受容体 β の阻害剤 (100 nmol/L)
11	細菌の細胞壁成分 A	(100 nmol/L)	競合物質の溶媒のみ
12	細菌の細胞壁成分 A	(100 nmol/L)	受容体 α の阻害剤 (100 nmol/L)
13	細菌の細胞壁成分 B	(100 nmol/L)	競合物質の溶媒のみ
14	細菌の細胞壁成分 B	(100 nmol/L)	受容体 β の阻害剤 (100 nmol/L)

3. 添加後 0, 6, 12, 18 および 24 時間において、培養液中のインターロイキン-6 の濃度を測定した。

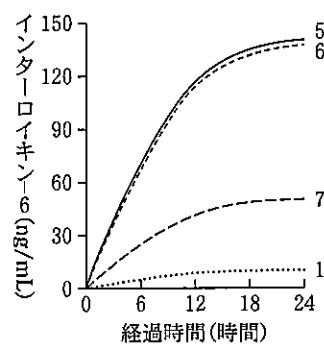
【実験 2 の結果】

次のグラフ(1)~(5)の結果を得た。グラフ内の曲線の右側に付されている数字は、サンプル番号を示している。グラフ(4)および(5)の結果は、それぞれの阻害剤が、細菌の細胞壁成分 A と受容体 α の結合、細菌の細胞壁成分 B と受容体 β の結合をほぼ抑制していることを示している。

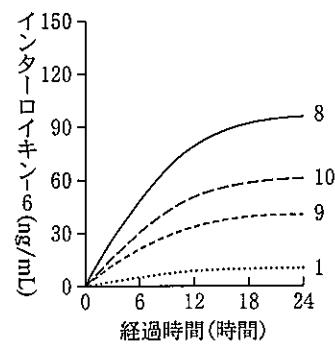
(1) タンパク質 S の効果



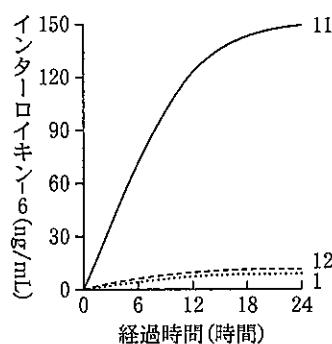
(2) タンパク質 E の効果



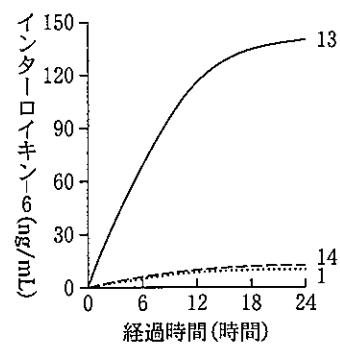
(3) タンパク質 N の効果



(4) 細菌の細胞壁成分 A の効果



(5) 細菌の細胞壁成分 B の効果



問 2 受容体 α で認識されてインターロイキン-6 を放出させるタンパク質として、最も適切なものを①~⑦から 1 つ選べ。 イ

- ① タンパク質 S のみ
- ② タンパク質 E のみ
- ③ タンパク質 N のみ
- ④ タンパク質 S および E
- ⑤ タンパク質 E および N
- ⑥ タンパク質 S および N
- ⑦ タンパク質 S, E および N

問 3 受容体 α および β は、認識する病原体成分は異なるが、同じグループに属する受容体である。受容体 α および β は、どのような分子か、最も適切なものを①~④から 1 つ選べ。

ウ

- ① MHC 分子
- ② T 細胞受容体
- ③ トル様受容体
- ④ B 細胞受容体

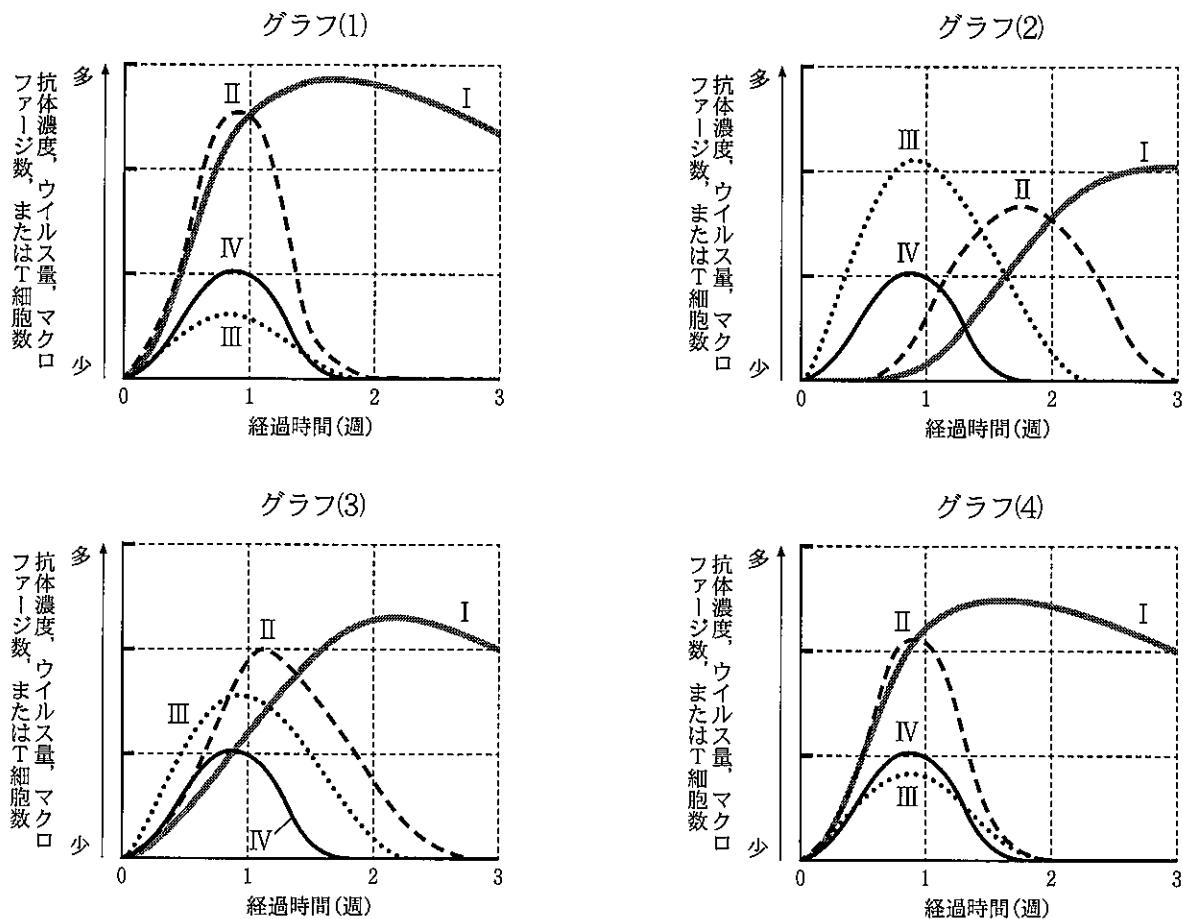
最後に、タンパク質 S, E および N を、ワクチンとしてそれぞれ接種したとき、ウイルス X の複製を抑制する効果があるかどうかと、抑制効果の程度を比較検討した(実験 3)。実験 3 の手順と結果を以下に示す。

【実験 3 の手順】

1. マウスを 4 つの実験群に分け、溶媒のみ、タンパク質 S ワクチン、タンパク質 E ワクチン、タンパク質 N ワクチンをそれぞれ接種した後、無菌飼育室内で 6 ヶ月間飼育した。
2. 飼育後、すべての群のマウスに、同量のウイルス X を感染させた後、血中のウイルス X に対する抗体の濃度(抗体濃度)と肺胞内のウイルス X の量(ウイルス量)、マクロファージ数、T 細胞数を 3 週間追跡した。

【実験 3 の結果】

次のグラフ(1)～(4)の結果を得た。グラフ(1)～(4)は、4 つの実験群のいずれかから得られたデータであり、グラフ内の曲線 I～IV は、抗体濃度、ウイルス量、マクロファージ数、T 細胞数のいずれかを示している。いずれのワクチンもウイルス X の複製を抑制する効果が認められた。抑制効果の程度は、実験 2 において、インターロイキン-6 の放出量が多いワクチンほど大きかった。グラフ(1)～(4)の縦軸の目盛の間隔はすべて同じである。



問 4 グラフと実験群の組合せとして、最も適切なものを①～⑥から 1 つ選べ。

□

	グラフ(1)	グラフ(2)	グラフ(3)
①	溶媒のみ接種群	タンパク質 E ワクチン接種群	タンパク質 N ワクチン接種群
②	溶媒のみ接種群	タンパク質 N ワクチン接種群	タンパク質 E ワクチン接種群
③	タンパク質 E ワクチン接種群	溶媒のみ接種群	タンパク質 N ワクチン接種群
④	タンパク質 E ワクチン接種群	タンパク質 N ワクチン接種群	溶媒のみ接種群
⑤	タンパク質 N ワクチン接種群	溶媒のみ接種群	タンパク質 E ワクチン接種群
⑥	タンパク質 N ワクチン接種群	タンパク質 E ワクチン接種群	溶媒のみ接種群

問 5 グラフ内の曲線 I と曲線 II のそれぞれが示す最も適切なものを①～④から 1 つずつ選べ。

曲線 I : □ オ

曲線 II : □ カ

- ① 抗体濃度
- ② ウイルス量
- ③ マクロファージ数
- ④ T 細胞数