

平成 27 (2015) 年度

慶應義塾大学入学試験問題

看護医療学部

生 物

- 注 意
1. 受験番号と氏名を解答用紙の所定の欄にそれぞれ記入してください。
 2. 解答用紙は 1 枚です。解答は、必ず所定の欄に記入してください。
解答欄外の余白、採点欄および裏面には一切記入してはいけません。
 3. 問題用紙の余白は計算および下書きに用いてもかまいません。
 4. この冊子の総ページ数は16ページです。問題文は2～15ページに書かれています。
試験開始直後、総ページ数および落丁などを確認し、不備がある場合はすぐに手を上げて監督者に知らせてください。
 5. 不明瞭な文字・まぎらわしい数字は採点の対象としませんので注意してください。
 6. 問題冊子は終了後必ず持ち帰ってください。

《 指示があるまで開かないこと 》

〔I〕 次の文章を読んで設問に答えなさい。

生物の遺伝情報は DNA 上にある。DNA は 2-デオキシリボース、リン酸、塩基から構成され、DNA 1 本鎖は 2-デオキシリボースの 3' 位に結合しているリン酸が次の 2-デオキシリボースの 5' 位に結合する構造をくり返している。また 2-デオキシリボースの 1' 位に 4 種類の塩基が 1 個ずつ結合している。2 本鎖 DNA は 1 本鎖 DNA が逆平行に配向し、塩基部分が ① 水素結合によって相補的に塩基対を形成することで 2 本の DNA 鎖がきちっと会合している。

② DNA の複製は複製起点から二重らせんがほだけ、それぞれの 1 本鎖 DNA にプライマーが結合することから始まる。 つぎに DNA ポリメラーゼがプライマーの 3' 末端にヌクレオチドを結合させて DNA 合成が開始する。その際 DNA 鎖を鋳型に、それに相補的な DNA 鎖を 5' から 3' 方向に合成される。そのため、ラギング鎖では ③ 短い DNA 断片が合成され、後に ④ それらが連結されて 1 本の DNA となる。

遺伝情報は DNA の一方の鎖を鋳型にして RNA が合成されることで RNA へと写し取られる。RNA ポリメラーゼは DNA 上のプロモーター配列に結合して 5' から 3' 方向に RNA を合成する。このようにして真核生物の場合はまず mRNA 前駆体が合成される。この mRNA 前駆体はその後 ⑤ スプライシングによって mRNA へと成熟し、核から細胞質へと移行する。

細胞質に移行した mRNA は ⑥ 翻訳 の場である ⑦ リボソーム に付着する。リボソームは mRNA 上を移動し、翻訳開始コドンまでくるとそのアンチコドンを持つ ⑧ tRNA が結合する。リボソームは mRNA 上のコドンの一つを移動し、そのコドンに相補的なアンチコドンを持つ tRNA が結合し、tRNA が運んできたアミノ酸をリボソーム上で合成されつつあるタンパク質に連結させ mRNA から離れる。リボソームが mRNA 上を移動しながらこの過程が繰り返され、⑨ 終止コドンまでくると翻訳が終了する。

DNA 内での塩基配列の変化は形質に様々な影響を及ぼすことがある。しかし、必ずしも 1 塩基置換がタンパク質機能に大きな影響を与えるわけではないために、ゲノム上の同じ位置の塩基配列において ⑩ 個々のヒトの間には塩基のわずかな違いが存在し、遺伝的多様性の原因となっている。 さらに、ゲノム中には反復配列が複数存在し、それぞれの反復配列の繰り返し回数は個人によって異なっている。⑪ 1 個体においても、父親由来のある反復配列の繰り返し回数と母親由来のそれとは異なっていることが多い。 この繰り返し回数の違いを検出することは DNA 型鑑定に応用されている。

問1 下線部①について、2本鎖のDNAは加熱することで1本鎖にできる。同じ数の塩基対からなる2種類の2本鎖DNAのうち、GC含量の高い2本鎖DNAとGC含量の低い2本鎖DNAではどちらがより低い温度で1本鎖になると考えられるか、答えなさい。またそう考えた理由を1行以内で説明しなさい。

問2 下線部②について、DNAの複製はポリメラーゼ連鎖反応（PCR）法によって人工的に行うことができる。次の図1で示した塩基配列を持つDNA断片をPCR法で増幅させるために適切なDNAプライマーを設計した。5'末端から5塩基だけ示したプライマーの組み合わせとして適当なものを次の選択肢（a）～（d）の中から1つ選び、記号で答えなさい。

5'-ATCTGACTGATCG-----ACTAAGCATCGGA-3'
3'-TAGACTGACTAGC-----TGATTTCGTAGCCT-5'

図1 ある遺伝子の塩基配列1（破線は塩基を省略していることを示す）

[選択肢]

- (a) 5'-TAGAC-----, 5'-AGGCT----- (b) 5'-ATCTG-----, 5'-TCCGA-----
(c) 5'-TAGAC-----, 5'-TCCGA----- (d) 5'-ATCTG-----, 5'-AGGCT-----

問3 下線部③について、このDNA断片の名称を書きなさい。

問4 下線部④について、この反応を触媒する酵素名を書きなさい。

問5 下線部⑤について、図2のような選択的スプライシングによってエキソン1とエキソン4を共有する2種類のmRNA(mRNA1およびmRNA2)が生成した。mRNA1のエキソン1内の翻訳開始点から合成されたタンパク質の中のエキソン4部分に相当するアミノ酸配列をもつペプチドを抗原としてウサギに注射し、抗体を作成した。この抗体はmRNA1から翻訳されたタンパク質とは予想通り結合したが、mRNA2から翻訳されたタンパク質とは結合しなかった。結合しなかった理由として考えられることを2つ挙げ、それぞれ1行以内で説明しなさい。

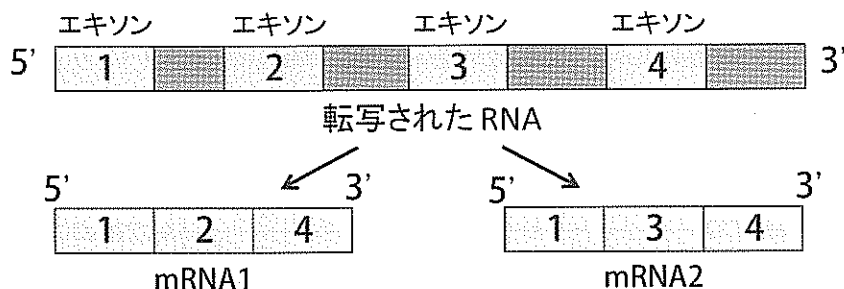


図2 選択的スプライシング

問6 下線部⑥について、表1の遺伝暗号表を参照して、問2の塩基配列1(図1)から転写されたmRNAの翻訳開始点から翻訳されるアミノ酸配列について、N末端から順番にアミノ酸の名称を3つ書きなさい。ただし省略された破線の中には翻訳開始点は存在しない。

表1 遺伝暗号表

UUU	フェニルアラニン	UCU	セリン	UAU	チロシン	UGU	システイン
UUC	フェニルアラニン	UCC	セリン	UAC	チロシン	UGC	システイン
UUA	ロイシン	UCA	セリン	UAA	終止	UGA	終止
UUG	ロイシン	UCG	セリン	UAG	終止	UGG	トリプトファン
CUU	ロイシン	CCU	プロリン	CAU	ヒスチジン	CGU	アルギニン
CUC	ロイシン	CCC	プロリン	CAC	ヒスチジン	CGC	アルギニン
CUA	ロイシン	CCA	プロリン	CAA	グルタミン	CGA	アルギニン
CUG	ロイシン	CCG	プロリン	CAG	グルタミン	CGG	アルギニン
AUU	イソロイシン	ACU	スレオニン	AAU	アスパラギン	AGU	セリン
AUC	イソロイシン	ACC	スレオニン	AAC	アスパラギン	AGC	セリン
AUA	イソロイシン	ACA	スレオニン	AAA	リジン	AGA	アルギニン
AUG	開始/メチオニン	ACG	スレオニン	AAG	リジン	AGG	アルギニン
GUU	バリン	GCU	アラニン	GAU	アスパラギン酸	GGU	グリシン
GUC	バリン	GCC	アラニン	GAC	アスパラギン酸	GGC	グリシン
GUA	バリン	GCA	アラニン	GAA	グルタミン酸	GGA	グリシン
GUG	バリン	GCG	アラニン	GAG	グルタミン酸	GGG	グリシン

問7 下線部⑦について、リボソームを構成する rRNA 前駆体のスプライシング活性を RNA が担っていることが見いだされて以来、様々な RNA が触媒機能を有することが知られている。このような触媒活性を有する RNA を一般に何と呼ぶか、その語句を答えなさい。

問8 下線部⑧について、tRNA の種類がアミノ酸の種類より多い理由を2行以内で述べなさい。

問9 下線部⑨について、なぜ終止コドンで翻訳が終了するか、tRNA の「アンチコドン」という単語を使用して2行以内で説明しなさい。

問10 下線部⑩について、このような1塩基の違いは何と呼ばれるか、アルファベット3文字で答えなさい。

問11 下線部⑪について、個人差を反映するある DNA 領域の反復配列はその領域を PCR で増幅し、電気泳動で検出することでその反復配列の繰り返し回数を検出することができる。図3に示す家系図の A ～ H の個人差を反映するある DNA の反復配列の繰り返し回数を比較した。図4の電気泳動図の#1～#8のどのレーンが A ～ H に相当するか、最も確からしいものを1つずつ選び記号で答えなさい。ただし、レーン#5はDであり、また A, B, D および Eの間は全く血縁関係がない。

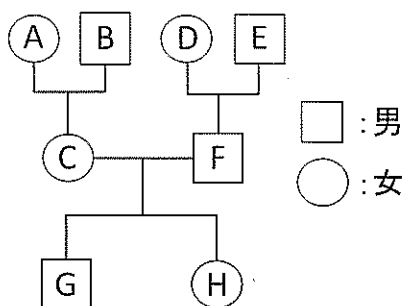


図3 家系図

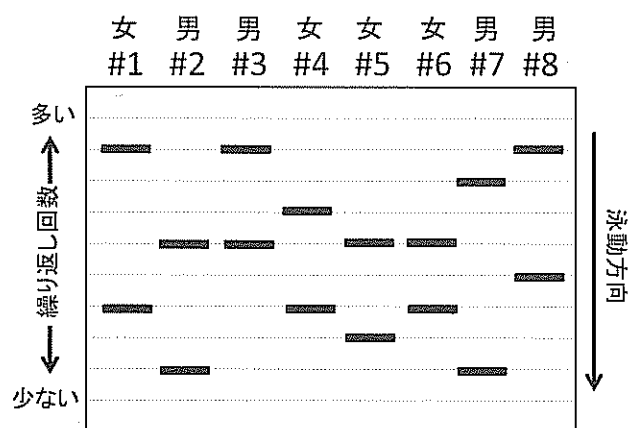


図4 PCR 増幅された DNA の電気泳動図

〔Ⅱ〕以下の文章を読んで設問に答えなさい。

植物は陸地における乾燥環境を避け、その生存範囲を拡大するためのさまざまな仕組みを発達させている。根は土壤中に発達して水分や栄養分を吸収し、茎が地上部に発達して植物体を支え、葉が効率よく光を受け取って光合成を行い、無機物から生活に必要な有機物をつくり出している。

植物は日なたや栄養分のある方向に向かうため伸長したり曲がる機構を備えている。光以外にも重力などの刺激を感じてその情報を伝達し、環境に応答して成長する。植物が刺激のくる方向、または、その反対の方向へ曲がる性質を あ といい、その刺激として重力、光、 い 、水分などがある。一方、刺激に反応してあらかじめ決まった一定の方向に曲がる性質は う と呼ばれ、光に応答するリンドウの花卉や え に応答するチューリップの花卉などがある。デンマークの お は、マカラスムギの幼葉鞘の先端部に か 片を差し込むと光刺激の伝達が遮断されるが、 き 片を差し込んででも遮断されないことを発見した。この発見により、何らかの化学物質が植物内を移動して環境応答に関与していることが明らかになった。その後、オランダの く が幼葉鞘の先端部に含まれている成長を促進させる物質を発見し、オーキシンと名付けた。のちに、このオーキシンは け (化合物名)であることが明らかになった。

植物は光を受容した後、シグナル伝達を経て遺伝子発現制御を行う。例えば光発芽種子では、フィトクロムが こ 光を受容することで、ジベレリンが さ の働きを抑制して発芽を促進する。また一方、 し 光をフィトクロムが受容すると、発芽が抑制される。

ジベレリンが種子の発芽や茎葉の伸長を促進する仕組みには ^① リプレッサータンパク質 が関与している。通常、このリプレッサータンパク質は ^② 種子の発芽や茎葉の伸長に必要な遺伝子の発現を転写レベルで抑制している が、ジベレリンが細胞内の受容体に結合するとこのリプレッサータンパク質が分解され、転写抑制が解除されることで種子の発芽や茎葉の伸長が促進される。

このような環境要因を制御して効率よく育てるシステムを確立したのが ^③ 農業 である。また、環境要因は自然の ^④ 植生 にも大きな影響を与えている。

問1 文中の空欄 あ ～ し にもっともよく当てはまる語句を、次の選択肢 (A) ～ (Y) の中からそれぞれ1つずつ選び、記号で答えなさい。

[選択肢]

- (A) 青色 (B) アブシシン酸 (C) インドール酢酸 (D) ウェント (E) 雲母
(F) エチレン (G) 遠赤色 (H) 温度 (I) 極性 (J) 屈性 (K) ケーゲル
(L) 傾性 (M) サイトカイニン (N) 酸素 (O) 紫外 (P) 水分 (Q) 赤色
(R) 接触 (S) ゼラチン (T) ダーウィン (U) 耐性 (V) トリプトファン
(W) ペニシリン (X) ボイセン-イエンセン (Y) メチオニン

問2 下線部①について、このリプレッサータンパク質のN末端側にはジベレリンが結合した受容体によって認識される領域があり、C末端側には転写抑制に必要な領域がある。ある二倍体の植物において、このリプレッサータンパク質の2つの領域のどちらか一方の機能のみが不活性化された変異型遺伝子が発見された。N末端領域に変異が入り不活性化された変異タンパク質はジベレリン・受容体複合体によって認識されないためジベレリン存在下でも分解されない。一方、C末端領域に変異が入り不活性化された変異タンパク質は転写抑制機能を恒常的に失っている。これらの変異型遺伝子と野生型遺伝子のヘテロ接合体の表現型としてもっとも確からしいものを、次の選択肢 (a) ～ (d) の中から1つ選び、記号で答えなさい。ただし、この植物のゲノム上には、このリプレッサータンパク質と同じ機能をもつ相同遺伝子は他には存在せず、また、このリプレッサータンパク質の発現量が半分に減少した別の変異体遺伝子のホモ接合体の表現型は元の野生型と同様であり、ジベレリンが存在するとき茎葉の伸長が促進され、ジベレリンが存在しないとき茎葉の伸長は促進されなかった。

[選択肢]

- (a) リプレッサータンパク質のC末端領域のみが不活性化された変異型遺伝子をもつヘテロ接合体では、ジベレリンが存在しないとき茎葉の伸長は促進される。
(b) リプレッサータンパク質のC末端領域のみが不活性化された変異型遺伝子をもつヘテロ接合体では、ジベレリンが存在するとき茎葉の伸長は促進されない。
(c) リプレッサータンパク質のN末端領域のみが不活性化された変異型遺伝子をもつヘテロ接合体では、ジベレリンが存在しないとき茎葉の伸長は促進される。
(d) リプレッサータンパク質のN末端領域のみが不活性化された変異型遺伝子をもつヘテロ接合体では、ジベレリンが存在するとき茎葉の伸長は促進されない。

問3 下線部②について、以下の3つの問いに答えなさい。

(1) ある植物の種子の発芽では、ジベレリンによって酵素Zの遺伝子の転写が誘導される。発現した酵素Zは、胚乳で貯蔵デンプンを糖に分解する。生成した糖は胚に移動して発芽を促進する。この酵素Zの名称を答えなさい。

(2) 酵素Zの各基質濃度における反応速度を基質濃度に対してプロットしたものを図5に実線で示した。酵素Zの濃度を半分にしたときに予想される変化を点線で示した図としてもっとも適切と考えられるものを下の選択肢(a)～(e)の中から1つ選び、記号で答えなさい。また、オリゴ糖であるアカルボースは2型糖尿病の薬であり、酵素Zの反応を競争的に阻害する。図5の酵素反応液にこの化合物を加えたときに予想される変化を点線で示した図としてもっとも適切と考えられるものを(a)～(e)の中から1つ選び、記号で答えなさい。

[選択肢]

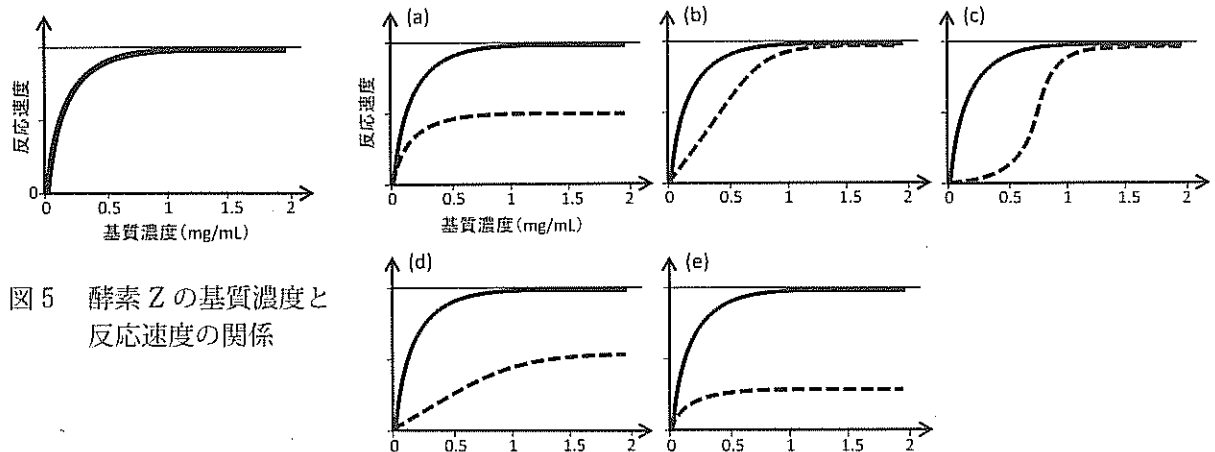


図5 酵素Zの基質濃度と反応速度の関係

(3) 酵素Zの反応温度を80℃で行ったところ、反応速度が劇的に下がった。この原因として考えられることを1行以内で説明しなさい。

問4 下線部③について、以下の4つの問いに答えなさい。

(1) 水田における強力な雑草の1つであるヒエの一種(以下、ヒエ)の影響を調べるために、イネとヒエをそれぞれ種から単独で栽培(単植)した場合と、1対1の比率で共存(間隔20 cm)させて栽培(混植)した場合の出穂後の生産構造図を求めた(図6)。この結果からイネの収穫量に与えるヒエの影響とその要因として推定できることを2行以内で説明しなさい。ただし、地下部における競争はないものとする。

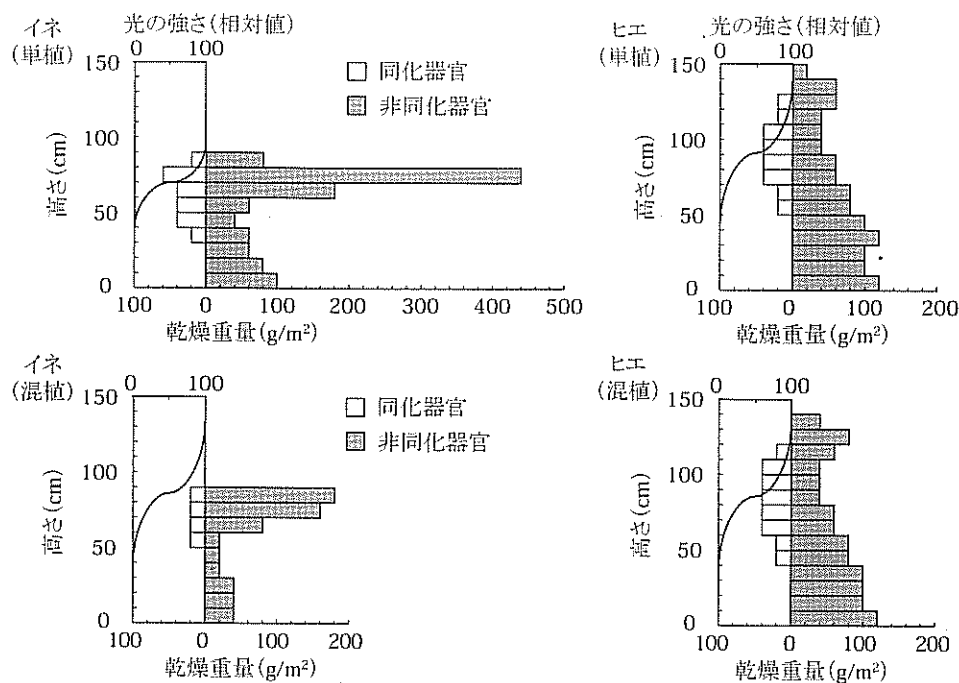


図6 イネとヒエを単植または混植して同じ日数が経過した後の生産構造図

(2) 次の文章の空欄 あ ～ え に当てはまる語句を書きなさい。

イネは C_3 植物、ヒエは C_4 植物である。 C_3 植物は、大気中の CO_2 を直接 あ 回路に取り込みホスホグリセリン酸のような C_3 化合物を最初につくる植物である。一方、 C_4 植物は、 あ 回路の他に CO_2 を効率よく固定できる反応系を い 細胞の中にもっており、リンゴ酸のような C_4 化合物を最初につくる植物である。 C_4 化合物は う 細胞に輸送され、 C_3 化合物と CO_2 に分解される。強い日射と高温の環境下で蒸散を防ぐために え を閉じると、 C_3 植物では い 細胞内の CO_2 濃度が下がり光合成の効率が低下するが、 C_4 植物では う 細胞で CO_2 を取り出す反応によって CO_2 濃度を維持できるので光合成の効率の低下を防ぐことができる。そのため冷夏よりも猛暑の年のほうがヒエの成長がイネよりも速く、被害も大きくなると言われている。

(3) イネとヒエは形態が似ているため、ヒエを手で除草する際に見つけにくく、生き残りやすいと考えられている。このような擬態のタイプがもっともよく一致すると考えられるものを、次の選択肢 (ア) ～ (エ) の中から1つ選び、記号で答えなさい。

[選択肢]

- (ア) 花びらと類似した形態・色をもつカマキリの一種
- (イ) 毒針をもつハチと類似した派手な縞模様をもつアブの一種
- (ウ) サメと類似した流線型の形態をもつイルカ
- (エ) 木の枝と類似した形態をもつナナフシ

- (4) 除草作業は手作業で行われていたが、1960年代に入って農薬による除草剤散布が始まった。除草剤の使用により、水田における雑草の多様性が失われ、毎年新しい種子から発芽して成長する雑草が減り、代わりに発芽後複数年にわたって生存する雑草が増えてきた。このような雑草を何というか、その語句を書きなさい。

問5 下線部④について、以下の3つの問いに答えなさい。

- (1) 植生内では植物が光や水などを競い合って生活し、植物の種類や土壌が移り変わっていく遷移がおきることが知られている。ある山火事によってこれまでに生息していた植物群落が消え、跡地に表2に示す植物群が草原から森林を形成した。表2に分類された植物群がどの順に遷移したと考えられるか、次の選択肢(a)～(f)の中から1つ選び、記号で答えなさい。

表2 植物群の区分と特徴

	A 群	B 群	C 群
代表的な植物名	(ア)	(イ)	(ウ)
光飽和点・光補償点	高い	低い	高い
地上部の乾燥重量に占める非同化器官の割合	高い	高い	低い

[選択肢]

- (a) A 群→B 群→C 群 (b) A 群→C 群→B 群 (c) B 群→A 群→C 群
(d) B 群→C 群→A 群 (e) C 群→A 群→B 群 (f) C 群→B 群→A 群

- (2) 表2の(ア)～(ウ)に入る植物名を以下の選択肢(a)～(f)の中からそれぞれ2つずつ選び、記号で答えなさい。

[選択肢]

- (a) クヌギ (b) スダジイ (c) ススキ (d) タブノキ (e) クロマツ (f) ヨモギ

- (3) 一般に、山火事で失われた後の遷移と比較して、火山活動によって植生が失われた後の遷移にはどのような違いがあるか、2行以内で説明しなさい。

〔Ⅲ〕 次の文章を読んで以下の設問に答えなさい。

ヒトのからだを構成する細胞が正常に機能するためには、①細胞を構成する多様なタンパク質が、それぞれあるべき場所に運ばれる必要がある。例えば、クエン酸回路を構成する酵素は細胞小器官である A に運ばれるのに対して、インスリンは B の細胞の外側に放出され、インスリン受容体はグリコーゲンの合成を促進するために C の細胞の細胞膜表面でインスリンのシグナルを受け取る。インスリンのような ②分泌タンパク質 は D 小胞体で合成され、ゴルジ体を経て、細胞膜の外側に放出される。この過程はエキソサイトーシスと呼ばれる。一方、エンドサイトーシスで細胞外から取り込まれた高分子などを分解するための細胞小器官である E で働く分解酵素は、同様に D 小胞体で合成され、ゴルジ体を経て E に輸送される。細胞内で輸送中のタンパク質は F 二重膜からなる小さな小胞の中に包まれ、③細胞骨格 に沿って移動していることが分かってきたが、小胞がどのようにして中身のタンパク質を正確に目的地に輸送できるのかは謎であった。2013年のノーベル生理学・医学賞は、このタンパク質の小胞輸送のメカニズムを解明したアメリカのシェクマン、ロスマンおよびスードフの3人に授与された。

1人目のシェクマンは、小胞輸送に必要な様々なタンパク質をコードする遺伝子を発見した。彼は、遺伝子の変異により小胞輸送が途中でうまくいかなかった ④酵母の温度感受性変異株 を多数取得した。これらの変異株の変異遺伝子を同定することで、異なる細胞小器官や細胞表面への輸送をコントロールしている多数の遺伝子が明らかになった。

2人目のロスマンは、⑤小胞が目的地の膜と融合する際の一連のタンパク質複合体を発見した。下記の図7に示すように、小胞の表面に存在する v-SNARE と総称される一連のタンパク質は、目的地の膜の表面に存在する t-SNARE と総称されるタンパク質のうち対応するものとのみ結合する。この v-SNARE と t-SNARE の結合により小胞の膜と目的地の膜の融合が引き起こされるので、それぞれ異なる v-SNARE を有する小胞は、対応する t-SNARE が存在する正しい場所で膜融合し、対応する t-SNARE が存在しない膜とは融合しないので、小胞の中の積み荷分子を正しい目的地にのみ配達することができる。

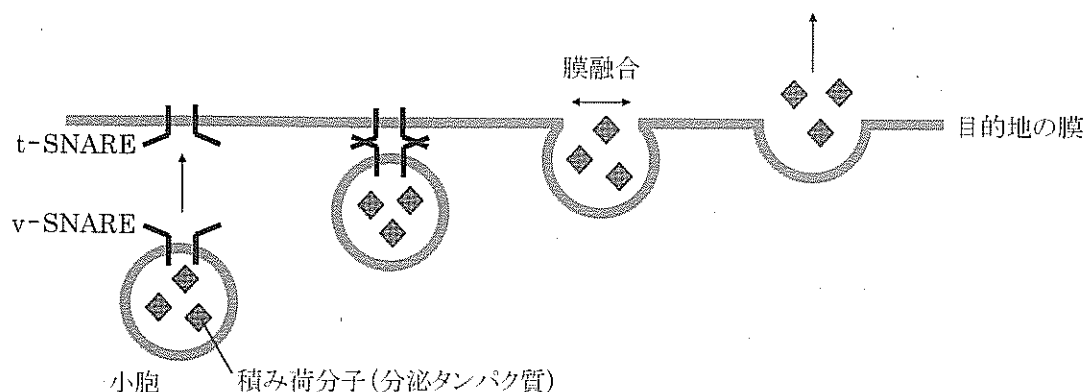


図7 SNARE タンパク質の相互作用を介した膜融合の模式図

3人目のスードフは、脳内で神経細胞から神経細胞へシナプスを介した信号がどのように伝播し、その過程をカルシウムがどのように制御しているかを研究していた。彼は、カルシウムイオンを感知してシナプス小胞の膜融合の引き金を引くタンパク質の1つとしてシナプトタグミン1を同定した。

⑥ シナプトタグミン1の遺伝子を欠失させたマウスは生後48時間で死亡したので、そこから採取した神経細胞をシャーレ上で培養して電気化学的な性質を調べたところ、カルシウムに依存しない神経伝達物質の放出は正常であったが、カルシウム依存的な神経伝達物質の放出は減少していた。また、カルシウム結合能力を半分に減少させたシナプトタグミン1の変異体遺伝子を作成し、その遺伝子を野生型遺伝子と置換したマウスでは、カルシウム依存的な神経伝達物質の放出が半分に減少した。これらの結果から、⑦ 神経細胞の興奮により濃度上昇したカルシウムイオンが、どのようにしてシナプス小胞から神経伝達物質を素早く放出させているかを説明できるようになった。

問1 上の文章の空欄 A ～ F にあてはまる語句を、次の（ア）～（シ）の中から1つずつ選び、記号で答えなさい。

[選択肢]

- | | | | | |
|------------|--------|----------|-------------|--------|
| （ア）滑面 | （イ）肝臓 | （ウ）脂質 | （エ）腎臓 | （オ）すい臓 |
| （カ）粗面 | （キ）糖質 | （ク）副腎 | （ケ）ペルオキシソーム | |
| （コ）ミトコンドリア | （サ）葉緑体 | （シ）リソソーム | | |

問2 下線部①について、ヒトのタンパク質は、mRNAから翻訳された段階で、おおよそ何種類あると考えられているか、次の（ア）～（オ）の中からもっとも適当なものを1つ選び、記号で答えなさい。

[選択肢]

- | | | |
|-----------|------------|------------|
| （ア）数百～数千 | （イ）数万～数十万 | （ウ）数百万～数千万 |
| （エ）数億～数十億 | （オ）数百億～数千億 | |

問3 下線部②について、次の（ア）～（オ）のうち、分泌タンパク質ではないものを1つ選び、記号で答えなさい。

[選択肢]

- | | | |
|-----------|------------|----------|
| （ア）コラーゲン | （イ）サイトカイン | （ウ）トリプシン |
| （エ）ヘモグロビン | （オ）免疫グロブリン | |

問4 下線部③について、細胞骨格の1つである微小管の上を走るモータータンパク質の名称を1つ挙げ、その語句を書きなさい。

問5 下線部④について、以下の3つの問いに答えなさい。

- (1) 酵母をこの実験に使用した理由の1つは、酵母は二倍体だけではなく一倍体でも生育できるので変異遺伝子のスクリーニングが容易だからである。酵母を使用したその他の理由に関する次の記述(ア)～(エ)の中で誤っているものを1つ選び、記号で答えなさい。

[選択肢]

- (ア) 酵母はヒトと同じ真核生物なのでヒトの病気の研究にも役立つから
(イ) 酵母は単細胞生物なので増殖が早く実験が短時間におこなえるから
(ウ) 酵母は小胞輸送により解糖系を構成する酵素を大量に培地中に分泌しているから
(エ) 酵母は食品にも利用されているように安全な微生物だから

- (2) 温度感受性の変異株とは、低温(25℃)では生育できるが、温度を上げると(37℃では)生育できない一倍体の酵母変異株である。この遺伝子にはどのような変異が生じたと考えられるか、以下の(ア)～(エ)の中から1つ選び、記号で答えなさい。また、この遺伝子の変異はその産物であるタンパク質の性質にどのような影響を与えたと考えられるか、1行以内で説明しなさい。

[選択肢]

- (ア) 1塩基の置換によりアミノ酸が変化しないサイレント変異
(イ) 1塩基の置換によりアミノ酸が変化するミスセンス変異
(ウ) 1塩基の置換により終止コドンが出現するナンセンス変異
(エ) 1塩基の欠失または挿入によりコドンの読み枠がずれるフレームシフト変異

- (3) 得られた変異株は、分泌タンパク質の輸送が途中でとまって分泌タンパク質が蓄積した場所に依じて、表3に示すような4種類のタイプに分類された。タイプIの変異とタイプIIIの変異の両方の変異をもつ一倍体の二重変異株を作成したとき、この変異株はI～IVの中のどのタイプの変異型を示すと考えられるか、1つ選び、ローマ数字で答えなさい。

表3 小胞輸送に異常が生じた酵母の変異株の分類

変異のタイプ	分泌タンパク質が蓄積した場所
I	小胞体
II	小胞体からゴルジ体への輸送小胞
III	ゴルジ体
IV	ゴルジ体から細胞膜への分泌小胞

問6 下線部⑤について、以下の2つの問いに答えなさい。

(1) v-SNARE と t-SNARE との相互作用のように、特定のタンパク質が別の特定のタンパク質とのみ結合する性質は何と呼ばれるか、その語句を書きなさい。

(2) 局在場所が異なる t-SNARE タンパク質と v-SNARE タンパク質をそれぞれ3種類ずつ精製し、人工的な小胞に挿入した。これらの人工小胞を 3×3 通りの組み合わせで混合したときに膜融合を起こすかどうかをそれぞれ調べたところ、図8に示す結果が得られた。

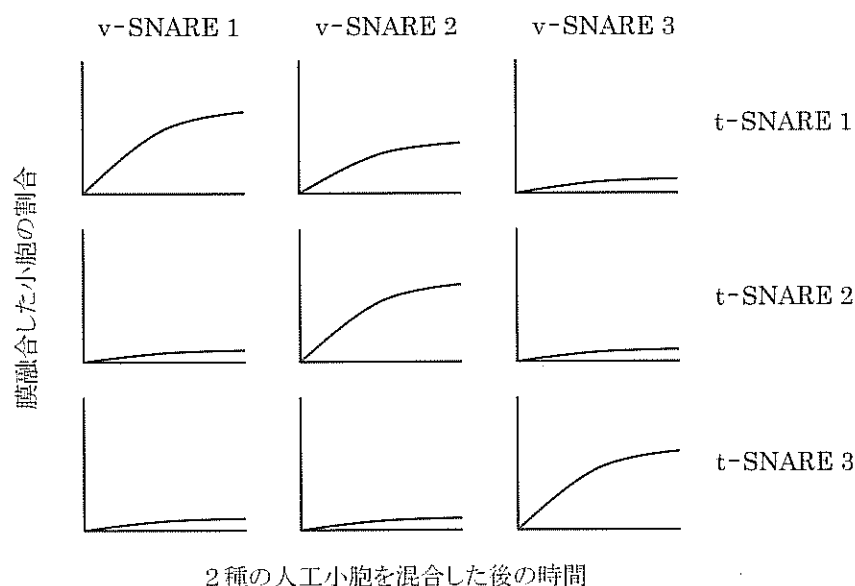


図8 人工小胞の膜融合実験の結果

一方、v-SNARE 1 遺伝子に変異が生じた酵母の変異株は表3に示したタイプIVの表現型を、v-SNARE 3 遺伝子に変異が生じた酵母の変異株はタイプIIの表現型を示した。t-SNARE 1～3の局在場所としてもっとも適当な組み合わせを以下の(ア)～(カ)の中から1つ選び、記号で答えなさい。ただし、酵母における液胞は、動物細胞におけるリソソームに相当する。

[選択肢]

- (ア) t-SNARE 1 = ゴルジ体, t-SNARE 2 = 液胞, t-SNARE 3 = 細胞膜
- (イ) t-SNARE 1 = ゴルジ体, t-SNARE 2 = 細胞膜, t-SNARE 3 = 液胞
- (ウ) t-SNARE 1 = 液胞, t-SNARE 2 = ゴルジ体, t-SNARE 3 = 細胞膜
- (エ) t-SNARE 1 = 液胞, t-SNARE 2 = 細胞膜, t-SNARE 3 = ゴルジ体
- (オ) t-SNARE 1 = 細胞膜, t-SNARE 2 = ゴルジ体, t-SNARE 3 = 液胞
- (カ) t-SNARE 1 = 細胞膜, t-SNARE 2 = 液胞, t-SNARE 3 = ゴルジ体

問7 下線部⑥について、以下の2つの問いに答えなさい。

(1) このように外部から特定の遺伝子を導入したマウスは一般に何と呼ばれるか、逆に、特定の遺伝子を破壊して欠失させたマウスは一般に何とよばれるか、それぞれ語句を書きなさい。

(2) シナプトタグミン1がどのようにしてカルシウム依存的な放出を促進しているかに関する仮説としては、シナプトタグミン1がカルシウムイオン (Ca^{2+}) 存在下でt-SNARE タンパク質と相互作用することで、小胞の膜融合を促進すると考えられている。この仮説を証明するために、上記のt-SNARE タンパク質とv-SNARE タンパク質を別々に組み込んだ人工小胞の膜融合実験において、精製したシナプトタグミン1の細胞質領域と Ca^{2+} の存在下で膜融合が促進されるかどうかを調べたところ、下記の図9に示す結果が得られた。この実験結果から分かることとして不適当と考えられるものを以下の(ア)～(エ)の中から1つ選び、記号で答えなさい。

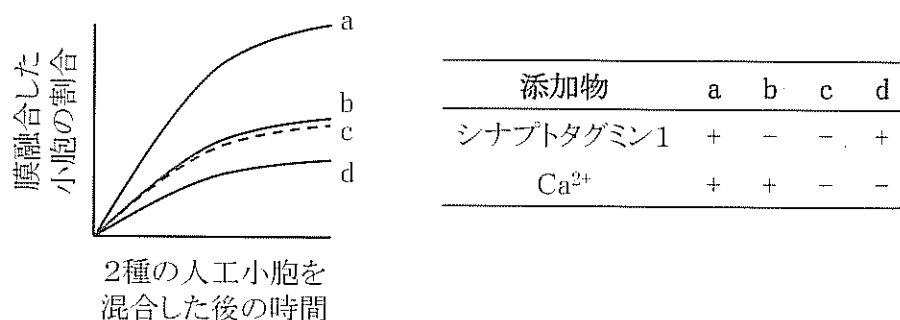


図9 人工小胞の膜融合実験の結果

[選択肢]

- (ア) Ca^{2+} が存在するとき、シナプトタグミン1はt-SNARE タンパク質と相互作用する
- (イ) Ca^{2+} が存在するとき、シナプトタグミン1は膜融合を促進する
- (ウ) Ca^{2+} が存在しないとき、シナプトタグミン1は膜融合をわずかに抑制する
- (エ) シナプトタグミン1が存在しないとき、 Ca^{2+} は膜融合にほとんど影響を与えない

問8 神経伝達物質の発見に関する次の文章の空欄 ～ に当てはまる語句をそれぞれ書きなさい。

神経伝達物質はドイツのレーウィによって初めて発見された。彼は2匹のカエルから心臓を取り出し、 液が一方の心臓 A からもう一方の心臓 B に流れるようにつないだ。ここで、心臓 A につながっている 神経を電気刺激すると、心臓 A の拍動リズムは遅くなり、その後少し遅れて、 神経とつながっていない心臓 B の拍動リズムも遅くなった。レーウィはこの結果について、 神経の末端から電気刺激によって分泌された化学物質が 液中を流れることによって心臓 B にも作用したものと解釈した。この化学物質は、のちに であることがわかった。

問9 下線部⑦に関連して、カルシウムイオンの有無によって筋肉の収縮と弛緩が引き起こされる仕組みを、関連するタンパク質の名称も含めて3行以内で説明しなさい。

