

医学部 一般・理科

《 注 意 事 項 》

1. 解答用紙左部に氏名、フリガナ、その下部に受験番号を記入し、例にならって〇の中を塗りつぶすこと。
 (例) 受験番号10001の場合

フリガナ	
氏名	

受験番号				
万	千	百	十	一
1	0	0	0	1
①	●	●	●	①
●	①	①	①	●
②	②	②	②	②
~~~~~				
⑨	⑨	⑨	⑨	⑨

2. 出題科目、ページ及び選択方法は下表のとおりです。

出題科目	ページ	選 択 方 法
物 理	1~11	左の3科目のうちから2科目を選択し、解答しなさい。解答する科目の順番は問いません。解答時間(120分)の配分は自由です。
化 学	12~23	
生 物	24~33	

3. 解答方法は次の通りである。

(1) 各問題には、正しい答えは一つしかないので、最も適当と思われる答えを一つ選び、次の例にならって解答用紙に記入すること。

※一つの問に二つ以上解答した場合は誤りとなる。

(例) 問1 東北薬科大学のある都市は次のうちどれか。

1. 札幌市 2. 青森市 3. 秋田市 4. 山形市 5. 盛岡市  
 6. 福島市 7. 水戸市 8. 新潟市 9. 東京都 10. 仙台市

正しい答えは、10であるので解答用紙の

解答 番号	解 答 欄										
1	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑩

のうち ⑩ を塗りつぶして

解答 番号	解 答 欄										
1	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	●	⑩

とすればよい。


この注意事項は、問題冊子の裏表紙にも続きます。問題冊子を裏返して必ず読みなさい。

- (2)  に数字「8」、 に数字「0」と答えたい時は次のとおりマークしなさい。

6	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	●	⑨	⑩	⑪
7	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	●

/  のように分数形で解答する場合は、既約分数(それ以上約分できない分数)で答えなさい。 /  に  $3/4$  と答えたい時は次のとおりマークしなさい。

8	①	②	●	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪
9	①	②	③	●	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪

- (3) 解答の作成にはH、F、HBの鉛筆を使用し、○の中を塗りつぶすこと。  
尚、解答以外に印をつけた場合は、必ず消しておくこと。
- (4) 答えを修正した場合は、プラスチック製の消しゴムであとが残らないように**完全に消すこと**。鉛筆のあとが残ったり、のような消し方などした場合は、修正または解答したことになるので注意すること。
- (5) 解答用紙は折り曲げたり、メモやチェック等で汚したりしないよう、特に注意すること。
4. 問題の内容については、質問しないこと。

(問題冊子は回収しません)

# 生 物

生  
物

## 問題訂正

### 生物

#### 第1問 < 25ページ >

問4 「図中の（キ）でATP産生のために産生されるものは何か。」  
を以下のように訂正してください。

「図中の（キ）でATP産生のために使われるものは何か。」

問5 「タンパク質が分解されて生じるアミノ酸の中で（エ）に代謝・・・」  
を以下のように訂正してください。

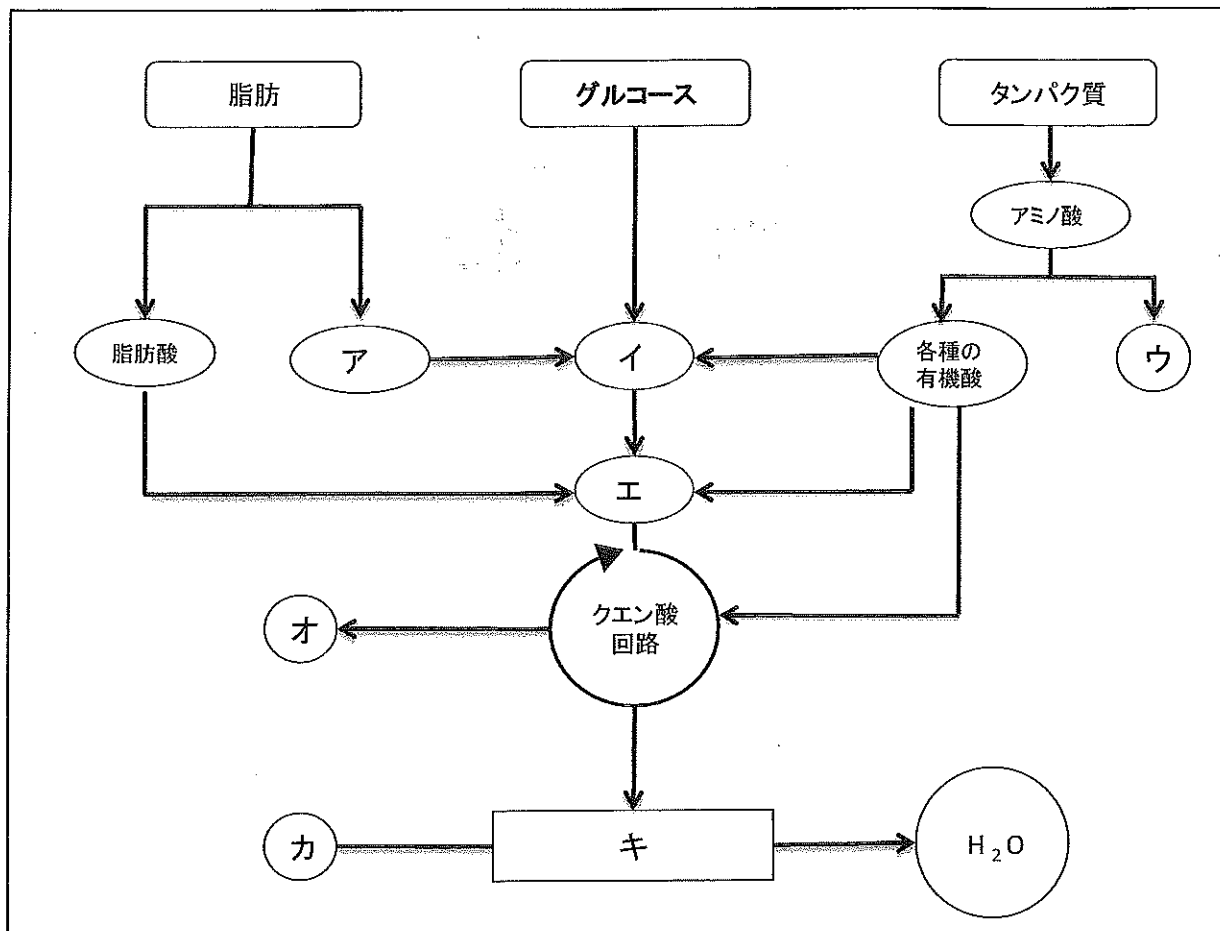
「タンパク質が分解されて生じるアミノ酸の中で（イ）に代謝・・・」

#### 第3問 < 28ページ >

[実験1]の2), 4), 5) : 「最小培地」を「最少培地」に訂正。

[実験1]の5) : 「植菌」を「菌植」に訂正。

第1問 下図は栄養素の生体における代謝を示している。問1～問9に答えよ。



問1 図中の ( ア ) ~ ( キ ) に入る適切な語句を以下から選んで、その番号を順を追って解答番号の  から  にマークしなさい。

- ① トリグリセリド      ② 乳酸                      ③ コハク酸                      ④ ピルビン酸
- ⑤ CO₂                      ⑥ グリセリン                      ⑦ 電子伝達系                      ⑧ アセチル CoA
- ⑨ O₂                      ⑩ アンモニア

問2 図中の脂肪酸から ( エ ) の代謝は細胞のどこで行われているか。適切な語句を以下から選んでその番号を解答番号の  にマークしなさい。

- ① 細胞質基質                      ② 細胞膜                      ③ ミトコンドリア                      ④ 小胞体

問3 図中のグルコースから(イ)の代謝は細胞のどこで行われているか。適切な語句を以下から選んでその番号を解答番号の  にマークしなさい。

- ① 細胞質基質      ② 細胞膜      ③ ミトコンドリア      ④ 小胞体

問4 図中の(キ)でATP産生のために産生されるものは何か。適切なものを以下から選んでその番号を解答番号の  にマークしなさい。

- ①  $\text{NAD}^+$       ②  $\text{NADH}$       ③  $\text{NADP}^+$       ④  $\text{NADPH}$

問5 タンパク質が分解されて生じるアミノ酸の中で(エ)に代謝されるアミノ酸を以下から選んでその番号を解答番号の  にマークしなさい。

- ① アスパラギン酸      ② グルタミン酸      ③ アラニン      ④ リシン

問6 健康なヒトの空腹時のグルコース濃度はどのくらいか。適切な値を以下から選んでその番号を解答番号の  にマークしなさい。

- ① 50~60 mg/dL      ② 60~109 mg/dL      ③ 110~125 mg/dL      ④ 126~150 mg/dL

問7 栄養素をグリコーゲンや脂肪として蓄えるために必須なものは何か。正しいものを以下から選んでその番号を解答番号の  にマークしなさい。

- ① アドレナリン      ② チロキシン      ③ インスリン      ④ グルカゴン  
⑤ 糖質コルチコイド

問8 栄養素の単位重量あたりのエネルギー産生効率が最も高い物質はどれか。正しいものを以下から選んでその番号を解答番号の  にマークしなさい。

- ① タンパク質      ② グルコース      ③ 脂肪酸      ④ グリコーゲン

問9 空腹時に血糖値を維持するためにグルコースを分泌する臓器は何か。正しいものを以下から選んでその番号を解答番号の  にマークしなさい。

- ① 筋肉      ② 脳      ③ 脂肪組織      ④ 肝臓      ⑤ 膵臓

第2問 文章 (A) , (B) , (C) , (D) を読み, 問1~問4に答えよ。

(A) 生物は, 自己と同じ生物種を生み出す生殖という機能を持っており, 大きく無性生殖と有性生殖に分けられる。前者では細菌の (ア) やヒドラの (イ) のように親の体の一部から新個体ができるのが一般的である。しかし, 花で有性生殖を行う被子植物では, 根, 葉, 茎などから新個体ができる (ウ) の例もある。無性生殖の場合, 新個体は親と同一の遺伝子を持つ (エ) であるが, 一部の菌類で行われる (オ) は例外である。

動物では一般的に有性生殖であり, 配偶子は減数分裂により形成される。細胞周期 S 期直前の細胞のゲノムセット数を  $2n$  とすると, 第一分裂後期と第二分裂後期におけるこの細胞のゲノムセット数はそれぞれ (カ) と (キ) と表される。なお, 有性生殖でもミツバチのように未受精卵から個体ができる (ク) という特殊な例もある。

問1 文章中の (ア) ~ (ク) に入る適切な語句を以下から選んで, その番号を順を追って解答番号の  から  にマークしなさい。

- ① クローン    ② 単為生殖    ③ 栄養生殖    ④ 栄養胞子    ⑤ 真正胞子  
⑥ 分裂    ⑦ 出芽    ⑧  $n$     ⑨  $2n$     ⑩  $4n$

(B) 哺乳動物の精子の形成過程には, いくつかの段階がある。まず, 胎生期に始原生殖細胞が体細胞分裂で (ケ) となる。さらに出生後, (コ) となる。その後, 成長とともに減数分裂により (サ) となり, 精巣の (シ) により成熟し精子となる。雄の場合は1個の (コ) から (ス) の精子が形成される。雌の場合, 最終的に (セ) の卵が形成される。

問2 文章中の (ケ) ~ (セ) に入る適切な語句等を以下から選んで, その番号を順を追って解答番号の  から  にマークしなさい。

- ① 基底細胞    ② セルトリ細胞    ③ 精母細胞    ④ 精原細胞    ⑤ 精細胞  
⑥ 精巣    ⑦ 1個    ⑧ 2個    ⑨ 3個    ⑩ 4個

(C) 配偶子は減数分裂により形成されるが、分裂前に相同染色体の対合と乗換えが行われる。ヒトの場合、減数分裂終了時において片親の配偶子の常染色体は、(ソ)通りの組み合わせが考えられる。したがって、子の両親から受け継いだ常染色体の組み合わせは、(タ)通りとなることが考えられる。

問3 文章中の(ソ)および(タ)に入る適切な数値を以下から選んで、その番号をそれぞれ解答番号の  と  にマークしなさい。

- ① 22                      ② 23                      ③ 184                      ④ 368                      ⑤  $2^{22}$   
⑥  $2^{23}$                       ⑦  $2^{44}$                       ⑧  $2^{46}$                       ⑨  $22^{22}$                       ⑩  $23^{23}$

(D) 哺乳動物の受精は、精子と卵が1対1で行われるのが原則である。もし、複数の精子(多精)が1個の卵に接合すると、その後の受精卵の発育が正常に進行しない。受精卵はこれを防止するため、① 受精直後と② 受精数分後に起こる二段階の多精を阻止する機構の存在が知られている。

問4 文章中の下線部①と②に該当する受精した卵細胞の多精を阻止する機構は次のどれか。適切な解答を以下から選んで、その番号を①は解答番号の  , ②は  にマークしなさい。

- ① 細胞膜と透明帯との間に強固な膜を形成して精子接合を阻止する。  
② 精子が放出する酵素により、透明帯の構造変化を起こして精子接合を阻止する。  
③ 細胞膜のイオン透過性亢進による脱分極が、精子と受容体の結合を阻止する。  
④ 細胞内ミトコンドリアの放出するカルシウムが、精子を不活性化する。



第3問 酒造や食品の製造に使用される有用な単細胞真核生物である出芽酵母（以下、酵母という）は、高等真核生物と蛋白質の種類や機能に類似性があることからモデル真核生物として広く研究の対象とされてきた。野生型の酵母は通常二倍体で増殖するが、実験室では二種類の性の性質を安定的に示す一倍体細胞として増殖させることができる。酵母を用いて次の〔実験1〕～〔実験3〕を行った。

〔実験1〕

- 1) 安定に一倍体で生育できる2種類の酵母の実験室株（ $S_\alpha$ 株と  $S_a$ 株）を用いた。 $S_\alpha$ 株は $\alpha$ 型の性を持ち、 $S_a$ 株はa型の性を示すため混合培養すると接合して二倍体の  $a/\alpha$  となる。
  - 2) まず、 $S_\alpha$ 株および  $S_a$ 株が最小培地（グルコース、リン酸カルシウム、硫酸アンモニウム、少量のビタミン、塩類、微小金属）で生育することを確認した。
  - 3) 次にDNAに変異を生じさせるため  $S_\alpha$ 株および  $S_a$ 株をそれぞれメタンスルホン酸エチル(EMS)で処理（処理条件としては30～60%の細胞が生き残る条件を用いた）した後、栄養寒天培地（トリプトン、酵母抽出液、グルコース）でコロニー（一個の細胞に由来する集落）を形成させた。EMSはDNAに変異を生じさせるために用いられる化学物質である。その結果、ほとんどのコロニーは白であったが、中には赤色のコロニーが出現した。 $S_\alpha$ 株由来の赤色の3コロニー( $S_\alpha$ -1～ $S_\alpha$ -3)および  $S_a$ 株由来の赤色の3コロニー( $S_a$ -1～ $S_a$ -3)を集め次の実験に供した。
  - 4)  $S_\alpha$ -1～ $S_\alpha$ -3 および  $S_a$ -1～ $S_a$ -3 を最小培地で培養したところ、いずれも増殖しなかった。
  - 5)  $S_\alpha$ -1～ $S_\alpha$ -3 および  $S_a$ -1～ $S_a$ -3 を、最小培地に次表に示した栄養素を加えたテスト培地①～⑥に^{*} ) ①に^{*} ) ②に^{*} ) ③に^{*} ) ④に^{*} ) ⑤に^{*} ) ⑥に^{*} ) ⑦に^{*} ) ⑧に^{*} ) ⑨に^{*} ) ⑩に^{*} ) ⑪に^{*} ) ⑫に^{*} ) ⑬に^{*} ) ⑭に^{*} ) ⑮に^{*} ) ⑯に^{*} ) ⑰に^{*} ) ⑱に^{*} ) ⑲に^{*} ) ⑳に^{*} ) ㉑に^{*} ) ㉒に^{*} ) ㉓に^{*} ) ㉔に^{*} ) ㉕に^{*} ) ㉖に^{*} ) ㉗に^{*} ) ㉘に^{*} ) ㉙に^{*} ) ㉚に^{*} ) ㉛に^{*} ) ㉜に^{*} ) ㉝に^{*} ) ㉞に^{*} ) ㉟に^{*} ) ㊱に^{*} ) ㊲に^{*} ) ㊳に^{*} ) ㊴に^{*} ) ㊵に^{*} ) ㊶に^{*} ) ㊷に^{*} ) ㊸に^{*} ) ㊹に^{*} ) ㊺に^{*} ) ㊻に^{*} ) ㊼に^{*} ) ㊽に^{*} ) ㊾に^{*} ) ㊿に^{*} ) に^{*} ) ①のみで白いコロニーを形成して増殖したが、他の培地では増殖しなかった。
- *) ; テスト培地①には最小培地に次表の栄養素プール1を、テスト培地②には栄養素プール2を加えた。同様にテスト培地③～⑩にもそれぞれ栄養素プール3～9を加えた。

テスト培地	栄養素プール
①	1. アデニン, ヒスチジン, フェニルアラニン, グルタミン酸
②	2. グアニン, ロイシン, チロシン, セリン
③	3. システイン, イソロイシン, トリプトファン, アラニン
④	4. メチオニン, バリン, トレオニン, アスパラギン酸
⑤	5. ウラシル, リシン, プロリン, アルギニン
⑥	6. アデニン, グアニン, システイン, メチオニン, ウラシル
⑦	7. ヒスチジン, ロイシン, イソロイシン, バリン, リシン
⑧	8. フェニルアラニン, チロシン, トリプトファン, トレオニン, プロリン
⑨	9. グルタミン酸, セリン, アラニン, アスパラギン酸, アルギニン

### 〔実験 2〕

次に検定実験を行った。S $\alpha$ 株, S $\alpha$ -1~S $\alpha$ -3 および Sa 株, Sa-1~Sa-3 の6コロニー由来の酵母細胞すべての組合せで混合培養して接合させ二倍体 a/ $\alpha$  とした後に, 同様の実験を行ったところ下記の結果を得た。

	Sa-1	Sa-2	Sa-3
S $\alpha$ -1	白	赤	白
S $\alpha$ -2	赤	白	赤
S $\alpha$ -3	赤	白	赤

横の Sa-1~Sa-3 株と縦の S $\alpha$ -1~S $\alpha$ -3 株を, それぞれ接合させた二倍体の株の形質を示す。

### 〔実験 3〕

〔実験 2〕で明らかになった形質に関わる遺伝子を酵母ゲノムデータベースで検索し, この形質とかかわりがある遺伝子 Y および遺伝子 Z を選び出し, その遺伝子の塩基配列を S $\alpha$ -1, Sa-1, S $\alpha$ -2, Sa-2 において決定した。遺伝子 Y および遺伝子 Z のコード領域の塩基配列 (センス鎖) の一部を比較したところ, 次頁の様な塩基配列であった。それぞれ左側が 5' 端で, 右側が 3' 端である。相互に異なった配列を太字/下線で示した。

遺伝子 Y

S $\alpha$ -1 CAACTAGGAAG ACCGCTCTCT ATAGGTTCAC AAACATAAAC  
 S $\alpha$ -2 CAACTAGGAAG ACCGCTCTCT ATTGGTTCAC AAACATAAAC  
 Sa-1 CAACTAGGAAG ACCGCTCTCT ATTGGTTCAC AAACATAAAC  
 Sa-2 CAACTATAAG ACCGCTCTCT ATTGGTTCAC AAACATAAAC

遺伝子 Z

S $\alpha$ -1 ATTTACTAAA GAATTAGCAG TCATGATTGT GAGATCTGTT  
 S $\alpha$ -2 ATTTACTTAA GAATTAGCAG TCATGATTGT GAGATCTGTT  
 Sa-1 ATTTACTAAA GAATGAGCAG TCATGATTGT GAGATCTGTT  
 Sa-2 ATTTACTAAA GAATTAGCAG TCATGATTGT GAGATCTGTT

参考：コドン表

		コドンの 2 番目の塩基					
		U	C	A	G		
コ ド ン の 1 番 目 の 塩 基	U	Phe (F) UUU	Ser (S) UCU UCC UCA UCG	Tyr (Y) UAU	Cys (C) UGU UGC UGA UGG	コ ド ン の 3 番 目 の 塩 基	
		UUC		UAA			
		Leu (L) UUA		終止コドン UAG			
		UUG		終止コドン UGA			
	C	Leu (L) CUU	Pro (P) CCU CCC CCA CCG	His (H) CAU	Arg (R) CGU CGC CGA CGG		
		CUC		CAA			
		CUA		CAG			
		CUG					
	A	Ile (I) AUU	Thr (T) ACU ACC ACA ACG	Asn (N) AAU	Ser (S) AGU AGC AGA AGG		
		AUC		AAA			
		AUA		AAG			
		Met (M) AUG					
G	Val (V) GUU	Ala (A) GCU GCC GCA GCG	Asp (D) GAU	Gly (G) GGU GGC GGA GGG			
	GUC		GAA				
	GUA		GAG				
	GUG						

問 34～問 38 に解答せよ。

問 34 (ア)～(カ)に入る適切な組合せはどれか。下表より選択し、その番号を解答番号の 34 にマークしなさい。

酵母のような真核生物は、一般的に一つの mRNA に (ア) のコード領域が存在する。このような遺伝子構造を (イ) という。遺伝子は常に発現している場合また、必要な時に誘導発現する場合があるが、後者の場合は、特定の (ウ) が活性化し (エ) に結合し (オ) による (カ) を誘導する。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)	(オ)	(カ)
①	複数	ポリシストロン*	翻訳因子	SD 構造	リボゾーム	翻訳
②	複数	ポリシストロン	転写因子	プロモーター	リボゾーム	翻訳
③	単一	単一シストロン	転写因子	プロモーター	RNA ポリメラーゼ	転写
④	複数	ポリシストロン	転写因子	プロモーター	RNA ポリメラーゼ	転写
⑤	単一	単一シストロン	翻訳因子	CAP 構造	リボゾーム	翻訳
⑥	単一	単一シストロン	転写因子	CAP 構造	RNA ポリメラーゼ	転写
⑦	単一	複数シストロン	転写因子	プロモーター	DNA ポリメラーゼ	転写

* “シストロン” とは、タンパク質をコードする遺伝子の機能単位である。

問 35 [実験 1] の結果から、EMS により変異した遺伝子は何の合成にかかわる遺伝子であると予想されるか。下の ①～⑦ から選択し、その番号を解答番号の 35 にマークしなさい。

- ① メチオニン
- ② ウラシル
- ③ システイン
- ④ グルタミン酸
- ⑤ ヒスチジン
- ⑥ アデニン
- ⑦ フェニルアラニン

問 36 (キ) ~ (ス) に入る適切な組合せはどれか。下表より選択し、その番号を  
 解答番号の 36 にマークしなさい。

〔実験 1〕および〔実験 2〕の結果を考察した。S $\alpha$ -1~S $\alpha$ -3 および Sa-1~Sa-3 の 6 株が赤色の形質を示した。遺伝子 Y および遺伝子 Z は、ある代謝物 (問 35 の解答) を合成するために必要な蛋白質 (それぞれ蛋白質 Y および蛋白質 Z とよぶ) をコードする 2 つの遺伝子である。また、栄養培地内にはこの代謝物 (問 35 の解答) が少ないためにこの合成経路が活性化され、その結果、赤色の中間代謝物質が蓄積し、コロニーが赤色を呈したと考えられた。

それぞれの蛋白質 Y および蛋白質 Z が働く代謝過程は (キ), (ク) 経路で働くため、(ケ) 変異で赤の形質を示し、また、〔実験 2〕で白いコロニーに戻った現象は (コ) した結果と考えられる。一方、〔実験 2〕の検定実験で白いコロニーが出現した結果から、Sa-1 と Sa-2 は (サ) 遺伝子で、Sa-1 と Sa-3 は (シ) 遺伝子に変異が入ったと考えられる。また、S $\alpha$ -1 と S $\alpha$ -3 には (ス) 遺伝子に変異が入った可能性が考えられた。

	(キ)	(ク)	(ケ)	(コ)	(サ)	(シ)	(ス)
①	異なるが	同一の	1 遺伝子の	乗換え	異なった	同一の	同一の
②	同一であるが	異なった	複数遺伝子の	交雑	異なった	同一の	同一の
③	異なるが	同一の	複数遺伝子の	乗換え	異なった	同一の	同一の
④	同一であるが	異なった	複数遺伝子の	交雑	同一	異なった	異なった
⑤	複数あり	異なった	1 遺伝子の	交雑	異なった	同一の	異なった
⑥	複数あり	異なった	2 遺伝子の	交雑	異なった	同一の	異なった
⑦	異なるが	同一の	1 遺伝子の	交雑	異なった	同一の	異なった

問 37 [実験 3] より、遺伝子 Y および遺伝子 Z でどのような違いが見出されたか。下の

①～⑥から選択し、その番号を解答番号の 37 にマークしなさい。

- ①  $S_{\alpha-1}$  および  $S_{\alpha-2}$  の遺伝子 Y に変異がある。 $S_{\alpha-2}$  および  $S_{\alpha-1}$  の遺伝子 Z に変異がある。それらの変異は、タンパク質の合成を停止させる。
- ②  $S_{\alpha-1}$  および  $S_{\alpha-2}$  の遺伝子 Y に変異がある。 $S_{\alpha-2}$  および  $S_{\alpha-1}$  の遺伝子 Z に変異がある。それらの変異はアミノ酸置換である。
- ③  $S_{\alpha-1}$  および  $S_{\alpha-2}$  の遺伝子 Z に変異がある。 $S_{\alpha-2}$  および  $S_{\alpha-1}$  の遺伝子 Y に変異がある。それらの変異は、タンパク質の合成を停止させる。
- ④  $S_{\alpha-1}$  および  $S_{\alpha-2}$  の遺伝子 Z に変異がある。 $S_{\alpha-2}$  および  $S_{\alpha-1}$  の遺伝子 Y に変異がある。それらの変異はアミノ酸置換である。
- ⑤  $S_{\alpha-1}$  および  $S_{\alpha-2}$  の遺伝子 Y に多型がある。 $S_{\alpha-2}$  および  $S_{\alpha-1}$  の遺伝子 Z に多型がある。それらの多型によるアミノ酸に違いがある。
- ⑥  $S_{\alpha-1}$  および  $S_{\alpha-2}$  の遺伝子 Z に変異がある。 $S_{\alpha-2}$  および  $S_{\alpha-1}$  の遺伝子 Y に変異がある。それらの多型によるアミノ酸に違いがある。

問 38 (セ)～(タ)に入る適切な組合せはどれか。下表より選択し、その番号を解答番号の 38 にマークしなさい。

$S_{\alpha-1}/S_{\alpha-1}$  の二倍体細胞を (セ) させ、1つの二倍体細胞に由来した (ソ) の胞子を形成させた。顕微鏡下でそれぞれの胞子を栄養培地上で分離して (タ) のコロニーを形成させた。その結果、赤いコロニーと白いコロニーが 2:2 の割合で形成されたため、遺伝子 Y と遺伝子 Z は (タ) している遺伝子といえる。

	(セ)	(ソ)	(タ)
①	細胞分裂	4つ	連鎖
②	細胞分裂	2つ	独立
③	減数分裂	4つ	連鎖
④	減数分裂	2つ	独立
⑤	細胞分裂	4つ	組換え
⑥	減数分裂	4つ	独立