

平成 20 年度前期日程入学試験学力検査問題

理 科

平成 20 年 2 月 25 日 13:30~16:00 (150 分)

物 理…… 4 ~19ページ, 化 学……20~33ページ

生 物……34~49ページ, 地 学……50~59ページ

志 望 学 部	試 験 科 目
理 学 部 農 学 部	物理, 化学, 生物, 地学のうちから 2 科目選択
医 学 部 歯 学 部	物理, 化学, 生物のうちから 2 科目選択
薬 学 部 工 学 部	物理(指定), 化学(指定)

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで, この問題冊子, 解答用紙を開いてはいけない。
2. この問題冊子は, 59 ページである。問題冊子の白紙のページや問題の余白は草案のために使用してよい。なお, ページの脱落, 印刷不鮮明の箇所などがあった場合には申し出ること。
3. 解答は, 必ず黒鉛筆(シャープペンシルも可)で記入し, ボールペン・万年筆などを使用してはいけない。
4. 解答用紙の受験記号番号欄(1枚につき2か所)には, 忘れずに受験票と同じ受験記号番号をはっきりと判読できるように記入すること。
5. 解答は, 必ず選択した科目の解答用紙の指定された箇所に記入すること。
6. 解答用紙を持ち帰ってはいけない。
7. 試験終了後, この問題冊子は持ち帰ること。

生 物

1 次の文章を読み、以下の問(1)~(4)に答えよ。

末しょう神経は と自律神経系に分けられ、 には遠心性神経と求心性神経がある。 の求心路は感覚神経であり、遠心路は運動神経である。運動神経は骨格筋を直接支配する有髄神経^(b)であり、その末端は神経と神経の接合部と同じように骨格筋と神経筋接合部を形成し接している。興奮が運動神経の軸索に沿って し、末端に到達すると と呼ばれる袋の中にある神経伝達物質が間隙に放出され、筋細胞膜の受容体に結合する。その結果、筋細胞膜の内側の電位は外側を基準として の向きに変化し0 mV に近づく。この電位変化が刺激となり を超えると筋細胞膜に が生じ、筋細胞膜に興奮が伝わる。その結果、筋小胞体から イオンが放出され、放出された イオンがフィラメントに結合すると筋収縮^(c)が起こる。

横紋筋^(c)からなる骨格筋は意思ではたらくため とも呼ばれる。骨格筋は多核の長い筋繊維(筋細胞)が多数集合してできており、筋繊維は主に収縮性のタンパク質からなる筋原繊維によってできている。筋原繊維は明調な単屈折性の横盤(明帯)と暗調な複屈折性の横盤(暗帯)が、交互に配列しているため縞模様(横紋)を生じている。この明帯の間には と呼ばれるものがあり、この2つの隣り合った 間を と呼び筋原繊維の構造上の単位と考えられる。

問(1) ~ に適切な語句を入れよ。

問(2) 下線部(a)について、以下の問(i), (ii)に答えよ。

(i) 自律神経系はさらに交感神経と副交感神経の2種類に分類される。心臓での①交感神経と②副交感神経の神経伝達物質名を記せ。

(ii) 交感神経を刺激したとき、①瞳孔の大きさ、②心臓の拍動はそれぞれどのように変化するか、枠内に記せ。

問(3) 下線部(b)について、有髄神経の構造的、機能的特徴を無髄神経と比較して、枠内に記せ。

問(4) 下線部(c)について、以下の問(i)~(iv)に答えよ。

(i) 骨格筋の収縮機構を説明するために細いフィラメントを細い線で、太いフィラメントを太い線で表して、筋原繊維の構造上の単位を模式図(図1)として描いた。上が弛緩状態、下が収縮状態を表すとすると収縮様式として適切なものを図1のア~クから1つ選び、記号で記せ。

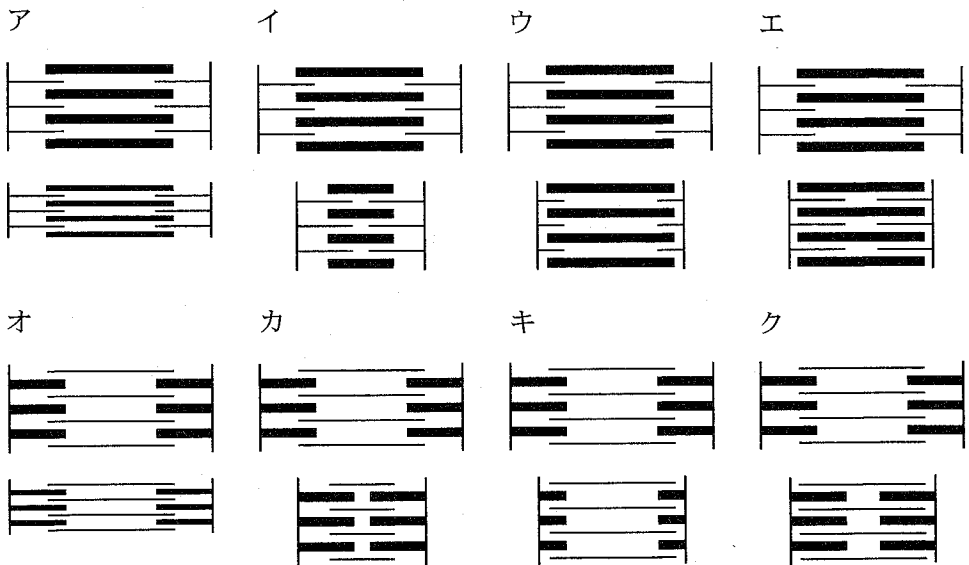


図1 骨格筋の収縮様式

(ii) 骨格筋のこのような収縮様式の名称を記せ。

(iii) 骨格筋において①細いフィラメントと②太いフィラメントを構成するタンパク質の名称をそれぞれ記せ。

(iv) カエルの大腿筋に神経をつけた神経筋標本(図2①)を作り, 電気刺激を与え筋収縮を記録した。1回だけ刺激し単収縮したときは図2②のような記録が得られた。短い間隔で神経を1秒間多数回刺激したとき完全強縮がおこった。このときの筋収縮の大きさの時間経過を解答用紙に描け。なお, 解答用紙の矢印は電気刺激を表し, 単収縮の大きさの時間経過を破線で描いてあるので, 参考にして重ねて描くこと。

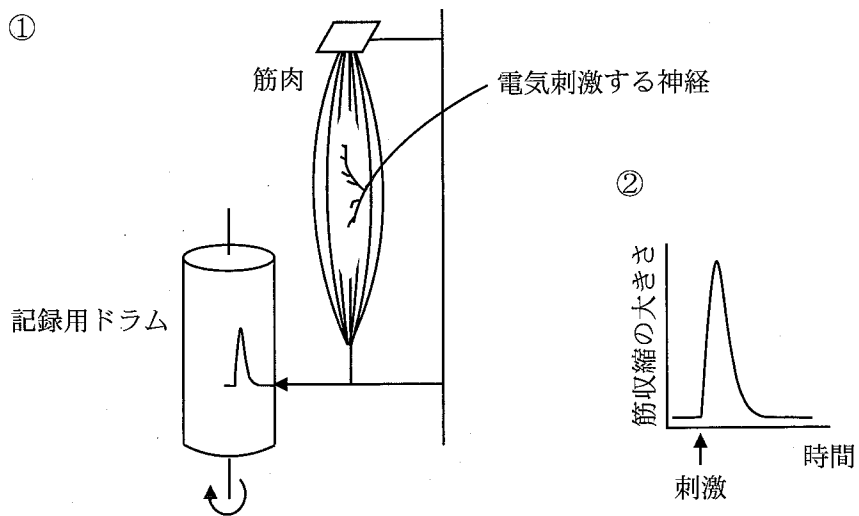


図2 カエルの大腿筋の収縮

2 次の文章を読み、以下の問(1)~(6)に答えよ。

遺伝子の本体である DNA の基本構造は塩基・糖・リン酸が結合したヌクレオチドである。DNA の塩基には、アデニン、グアニン、シトシン、**ア**がある。DNA は鎖状につながった 2 本のヌクレオチド鎖の塩基どうしが**イ**した 2 重らせん構造をしている。2 本のヌクレオチド鎖上のアデニン、グアニン、シトシン、**ア**の組み合わせは、必ず決まったペアをつくり、ちょうど写真のポジとネガの関係になっている。したがって、1 本のヌクレオチド鎖があれば必ずもう一方の 1 本のヌクレオチド鎖を再現できる。生物はこの原理を使って、DNA を**ウ**する。

DNA を構成する 4 塩基の配列は、タンパク質をつくる遺伝情報としてののはたらきをもち、この遺伝情報によってタンパク質の合成が行われる。真核細胞では、まず細胞核の中で DNA の 2 本の糸がほどけはじめ、塩基の配列が正確に伝令 RNA に写し取られる。伝令 RNA は、核孔を通過して核外へ出て、細胞質にあるリボソームに付着する。次に、リボソームが伝令 RNA 上を端から移動するが、この際、伝令 RNA に写し取られた遺伝情報にしたがって**エ**が決められた順番にアミノ酸を運んできて、**オ**結合によりタンパク質が合成される。

すべての生物は、紫外線や生物を取り巻く自然環境、または人間が作り出した数多くの有害物質、などにさらされている。このような外的要因の他にも、DNA **ウ**のそれ自体の誤りが長い年月には少なからず起こる可能性が考えられる。このような内外の要因によって、遺伝情報に生じた変化を突然変異という。突然変異には、染色体に起こる染色体突然変異と、DNA に生じる遺伝子突然変異がある。染色体突然変異には、染色体の数の異常と構造異常がある。構造異常には、欠失、重複、**カ**、逆位がある。遺伝子突然変異には、点突然変異(置換)、欠失、挿入がある。生物には人間が手を加えない自然状態でも、低い頻度ではあるが突然変異が起こり、これを自然突然変異という。

これに対して人間が放射線や化学物質などを作用させて高率に突然変異を起こさせることもできる。突然変異が生物のからだを構成する体細胞に生じたものを体細胞突然変異^(a)といい、がんの初期段階になったり、種々の疾病の原因になったりする。体細胞に起きた突然変異は子孫へは伝わらない。

問(1) ア ~ カ に適切な語句を入れよ。

問(2) 真核細胞における伝令 RNA は、DNA から転写された状態では、タンパク質を作ることはできない。DNA から転写された伝令 RNA 前駆体は、ある過程を経て、成熟した伝令 RNA となり、核外へ出てリボソームに付着しタンパク質を合成する。伝令 RNA の成熟過程を説明すると同時に、なぜこの過程が必要か枠内に記せ。

問(3) ある病気 A の原因は、タンパク質 A が機能しないことによることが判明している。タンパク質をコードする遺伝子 A を解析したところ、点突然変異が確認された。タンパク質 A を含む細胞から取り出したタンパク質成分を電気泳動し、標識した特異抗体で反応させたところ、図 1 のような結果を得た。

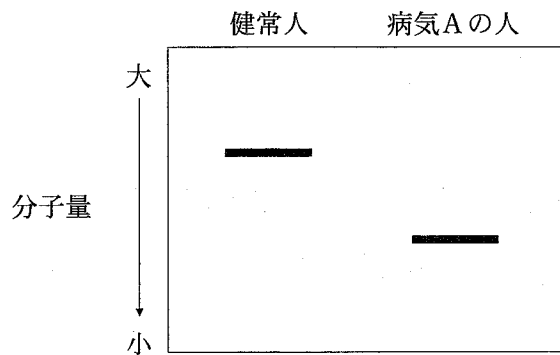


図 1

(i) 点突然変異によりなぜ図 1 のようにタンパク質 A の分子量が変化したか、その理由を枠内に記せ。

(ii) 図 1 のように変化したタンパク質 A がなぜ機能しないのか、その原因を枠内に記せ。

問(4) DNA は紫外線により傷害を受けると、細胞のがん抑制遺伝子産物であるタンパク質が活性化の状態となる。その結果、DNA を修復するために、細胞は増殖を停止する。紫外線を受けたあとの正常細胞における DNA 量を示したグラフとして正しいものを、図 2 の A~D の中から 1 つ選び、記号で記せ。

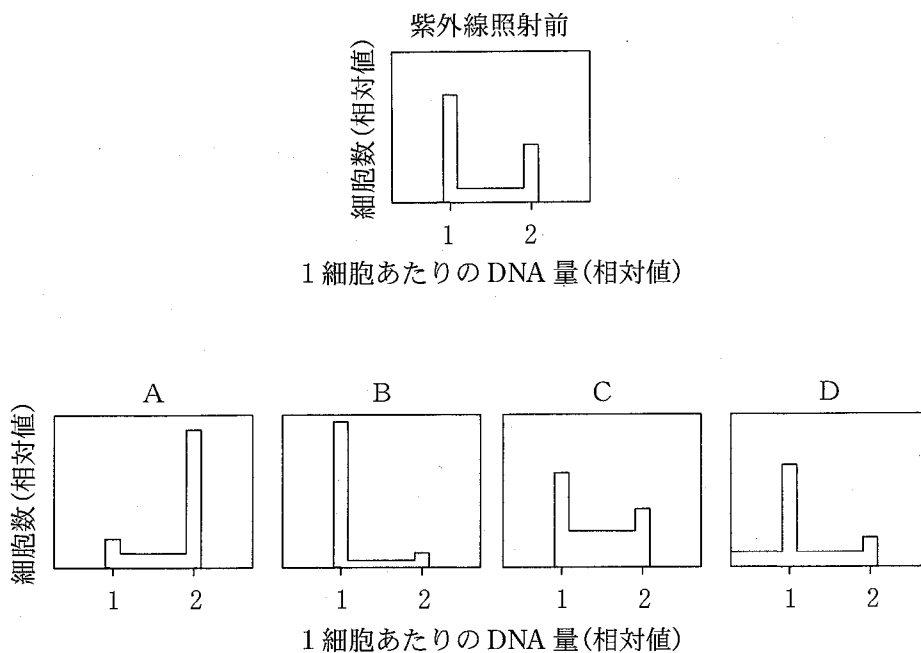


図 2

問(5) 紫外線による DNA 傷害が大きいつき、細胞は増殖停止でなく自ら死を選ぶ。このような細胞死をなんというか、その名称を記せ。

問(6) 下線部(a)について、出生後の体細胞の突然変異は子孫に伝わらない。その理由を枠内に記せ。

3 次の文章を読み、以下の問(1)~(4)に答えよ。

動物の身体は多くの [ア] からなっている。生物の最小単位である [ア] が集合して [イ] が、さらにある機能をもった集団である [ウ] ができあがっている。 [ウ] が集まって、神経や内分泌など統合された機能を持つ系、系が統合されて個体ができあがっている。個体を維持するために必要な物質を食物から摂取するためにある消化器系の中で、管の部分は消化管と呼ばれている。口からはいった食物は消化管壁にある [エ] 筋の [オ] 運動によって肛門へと運ばれ、その間に [カ] と [キ] が行われる。

消化管の中で胃の主な機能は、小腸で行われる [カ] と [キ] を助けるために胃液を分泌することである。胃液の主な成分はタンパク質を分解する [ク] の前駆体である [ケ] と、 [コ] を主成分とする胃酸からなっている。胃液の分泌は、3つの相から成り立っている。味やにおい、口内に食物がはいったという機械的的刺激やおいしそうだという視覚の刺激による脳(頭)相、食物が胃の出口に近い幽門洞に達して起こる胃相、および食物が十二指腸粘膜に達して起こる腸相である。胃液と筋の運動は自律神経によって調節されており、交感神経と、副交感神経である [サ] の支配を受けている。

ここで胃液分泌機構を調べる実験について考察してみよう。

図1のように犬の胃の一部を切り離して袋状に縫った。これはハイデンハインポーチと呼ばれており、そこへ胃液を採取するためのチューブをつけた。ハイデンハインポーチの血流は保たれているが、 [サ] からは切断された状態にある。胃体の残りは縫い合わせて小さな胃とした。これを残胃と呼ぶと、残胃は血流も [サ] の支配も保たれている。残胃を中性の等張食塩水で膨らませるとハイデンハインポーチから胃液が採取できたが、^(a)酸性の食塩水では採取できなかった。インスリンを血液中に注射すると [オ] が活発となったうえ、やはりハイデンハインポーチから胃液が採取できた。しかし、さらに残胃に酸性食塩水を入れると [オ] は保たれているにもかかわらず、ハイデンハインポーチから胃液は採取できなかった。

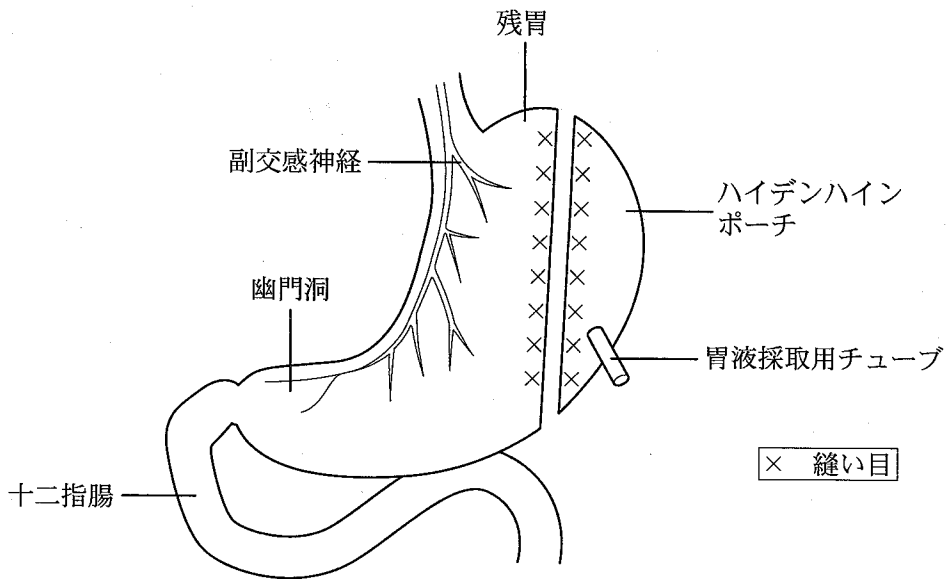


図1

問(1) ~ に適切な語句を入れよ。

問(2) 下線部(a)について、以下の問(i), (ii)に答えよ。

(i) 以下の文章の と に適切な語句を入れよ。

胃液の分泌刺激の各相のなかで、中性の等張食塩水を残胃へ注入することは 相の刺激になる。またインスリンを注射することは血中グルコース濃度を させることなどにより胃液分泌を刺激する。

(ii) インスリンの注射または中性の等張食塩水による刺激でも、両方とも共通して幽門洞で産生されたホルモンが胃液の分泌を起こしていると考えられる。このホルモンが幽門洞に存在し、胃酸分泌を刺激することは、どのようにすれば証明できるか枠内に記せ。

問(3) 以下の問(i), (ii)に答えよ。

(i) 以下の文章の と に適切な語句を入れよ。

犬は餌を食べると唾液を分泌する。ロシアの科学者 は犬に餌を与える前に、ベルを聞かせるということを繰り返すと、そのうちにその音を聞いただけで、餌を見せなくても唾液が出ることを発見した。このような現象は と呼ばれている。

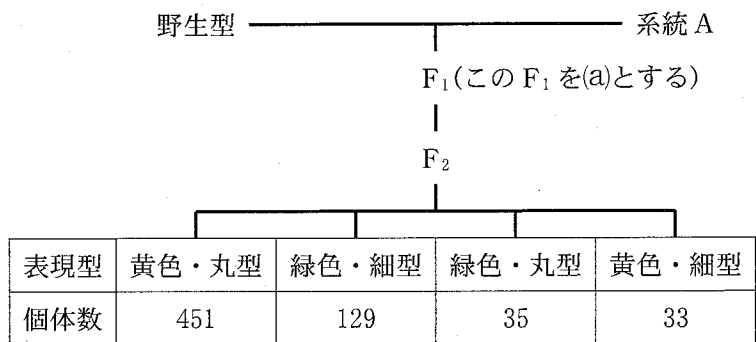
(ii) 問(3)(i)の現象がみられる時、唾液ばかりでなく同時に胃液の分泌も起こる。この現象と胃液分泌における脳相との関係を枠内に記せ。

問(4) 腸の運動として、 筋の 運動がある。その特徴を枠内に記せ。

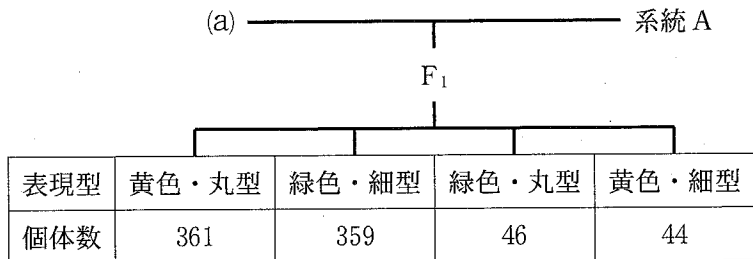
4 次の文章を読み、以下の問(1)に答えよ。

自家受精する植物の野生型と、種子の色、葉の形および花の色をそれぞれ異なる変異系統を入手した。この野生型の種子の色は黄色で、葉の形は丸型で、花の色は赤色であった。入手した変異系統は、種子の色が緑色の系統、葉の形が細型の系統、および花の色が白色の系統であった。これらの変異系統を交雑して得られた後の世代から種子の色が緑色、葉の形が細型で花の色が赤色の系統 A、種子の色が黄色、葉の形が細型で花の色が白色の系統 B、および種子の色が緑色、葉の形が丸型で花の色が白色の系統 C を選抜した。入手した変異系統および選抜された系統を自家受精して得られた後の世代を調べた結果、それぞれ親子で同じ表現型を示した。下図の実験結果 1～4 は、さまざまな交雑によって得られた後の世代における各表現型ごとの個体数を示している。

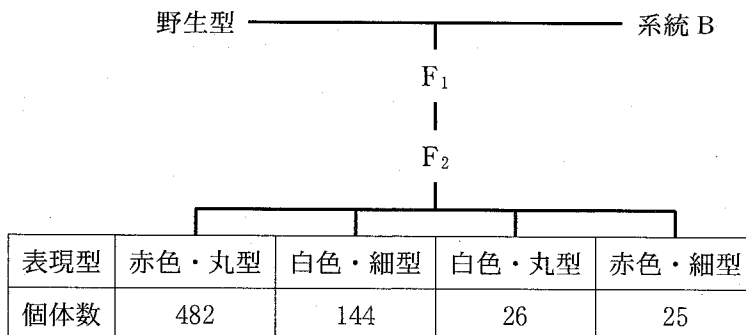
実験結果 1



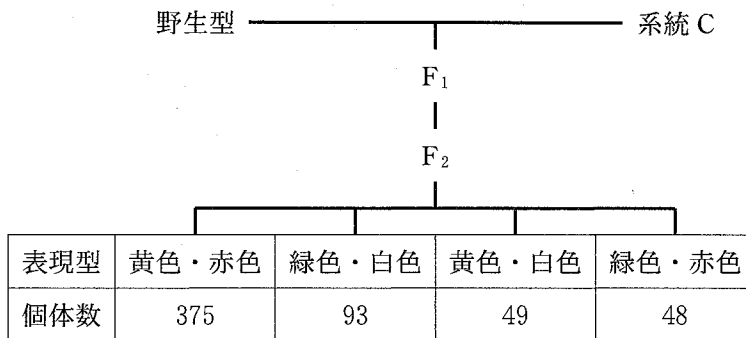
実験結果 2



実験結果 3



実験結果 4



問(1) 以下の ア ~ ト に適切な語句、数値または記号を入れよ。

実験結果 1 は野生型と系統 A とを交雑して得られた F₂ の各表現型ごとの個体数を示している。F₁ の種子の色は ア で葉の形は イ である。この様に F₁ に現れる形質を ウ といい、現れない形質を エ という。種子の色と葉の形を支配している遺伝子が別々の染色体上にある場合、F₂ の表現型 [黄色・丸型] : [緑色・細型] : [緑色・丸型] : [黄色・細型] の分離比は、一番小さい数値を 1 とすると前述の表現型の順に オ : カ : キ : ク となる。実験結果 1 に示された F₂ の表現型の分離比から判断して、種子の色と葉の形を支配している遺伝子は ケ しており、F₂ 集団の一部に組換えが起きていることが考えられる。

実験結果 2 は、実験結果 1 に示した(a)と系統 A とを交雑して得られた F₁ の各表現型ごとの個体数を示している。この結果から得られる組換え価は、小数点第 2 位以下を四捨五入すると **コ** となった。このような組換え価を算出するための交雑を **サ** という。

次に、種子の色が緑色の変異系統と葉の形が細型の変異系統とを交雑し得られた F₁ の種子の色は **シ** であり葉の形は **ス** である。この F₁ と系統 A とを交雑して得られた F₁ の表現型[黄色・丸型]：[緑色・細型]：[緑色・丸型]：[黄色・細型]の個体数の分離比は、一番小さい数値を 1 とすると前述の表現型の順に **セ**：**ソ**：**タ**：**チ** となると考えられる。

実験結果 3 は、野生型と系統 B とを交雑して得られた F₂ の各表現型ごとの個体数を示している。実験結果 4 は、野生型と系統 C とを交雑して得られた F₂ の表現型の個体数を示している。これらの結果にもとづいて、種子の色、葉の形および花の色を支配している遺伝子の染色体上の相対的な位置関係を、以下に示した①～⑥の中から選ぶと **ツ** である。



図 1 染色体上の相対的位置関係

このように、している3種類の遺伝子の組換え価にもとづき、染色体上の遺伝子の位置を調べる方法をといい、この方法を用いてそれぞれの遺伝子が染色体上にどのような位置関係で存在しているかを図に示したを作成することができる。