

遺伝について高い関心をもっている詩織さんと翔太くんは、理科の先生のもとへ話を聞きに行くことにした。次の(1)～(10)に答えなさい。

翔太くん：エンドウの種子の形の遺伝はとても興味深いものでした。

詩織さん：遺伝子が親から子へ伝わることで形質が遺伝するのですね。

先生：そうですね。それでは、種子の形の遺伝の復習をしてみましょう。

翔太くん：エンドウの種子の形には丸いものとしわのものがありました。

先生：種子の形の「丸」と「しわ」のように、1つの形質に同時に現れない形質が2つ存在するとき、これらの形質を（あ）といいましたね。

詩織さん：図1のように、丸い種子をつくる純系と、しわのある種子をつくる純系とをかけ合わせると、子はすべて丸い種子をつくりました。

先生：ここで、（あ）をもつ純系どうしをかけ合わせたと、子に現れない形質のことを（い）といいましたね。

翔太くん：生まれた子を育てて自家受粉させると、孫には丸い種子としわのある種子が現れました。

図1

(1) 文中の（あ）、（い）にあてはまる語句を書きなさい。

あ	対立形質	い	潜性形質
---	------	---	------

【解説】 遺伝を学習する中で現れる用語（遺伝、遺伝子、形質、純系、対立形質、顕性形質、潜性形質、自家受粉、他家受粉など）は、遺伝現象を理解するために必要となるので、正確に理解をしておくことが大事である。

(2) 文中の下線部について、① 生まれた孫に現れる丸い種子としわのある種子の割合を、最も簡単な整数の比で書きなさい。また、② 種子を丸くする遺伝子をA、しわにする遺伝子をaとすると、生まれた孫の種子の遺伝子の組み合わせは「AA」、「Aa」、「aa」のいずれかになる。生まれた孫の種子における、3種類の遺伝子の組み合わせの割合を、最も簡単な整数の比で書きなさい。

①	丸い種子 : しわのある種子 = 3 : 1
②	AA : Aa : aa = 1 : 2 : 1

【解説】

図 I は、親から子への遺伝子の伝わり方を、図 II は子から孫への遺伝子の伝わり方を表している。

図 I、II とともに、生殖細胞をつくるときに減数分裂を行い、対になっている遺伝子が分かれて別々の生殖細胞に入っていくことがわかる。これを『分離の法則』という。その後、雌雄の生殖細胞が受精し、遺伝子は再び対になる。

図 II で、子 (Aa) から生殖細胞が A : a = 1 : 1 の割合で生じ、これらが組み合わせることにより、孫が AA : Aa : aa = 1 : 2 : 1 の割合で生まれる。AA と Aa は丸い種子、aa はしわのある種子となるので、丸い種子 : しわのある種子 = 3 : 1 となる。

なお、Aa が丸い種子になるのは、顕性の法則が成り立っているためである。顕性の法則については、問 (9) で解説します。

図 I

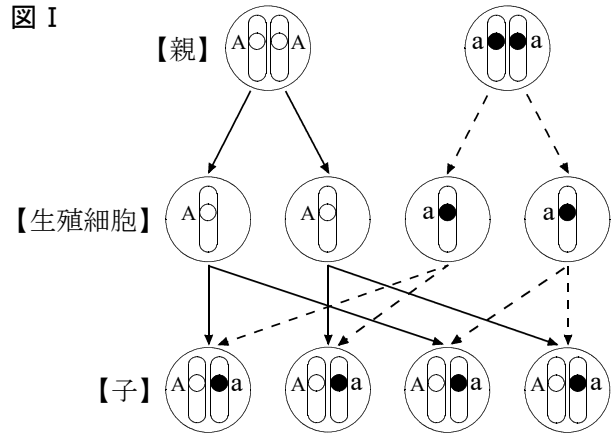
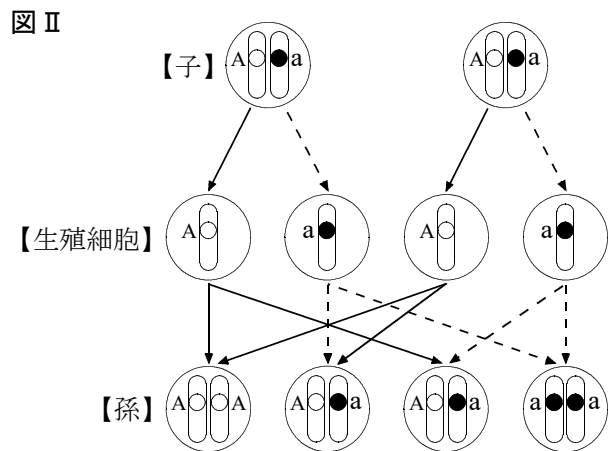


図 II



詩織さん：メンデルはエンドウについて、種子の形だけでなく、子葉の色や花のつき方などについても研究したみたいですね。これらも種子の形と同じように遺伝するのですか。

先生：はい、そうです。メンデルは8年もかけて、エンドウの7種類の形質について遺伝の規則性の研究をしたのですよ。

翔太くん：ふええ。大変な研究だったんですね。

先生：そうですね。

詩織さん：ところで、なぜメンデルはエンドウを用いて研究したのですか。

先生：それは、エンドウが（ う ）という点で、遺伝の研究に適していたからです。

(3) 文中の（ う ）に入る文章として適切でないものを、下のア～エから1つ選びなさい。

- ア 人の手によって、容易に受粉を行うことができる
- イ 水管理や温度管理などに手間がかからず、栽培が容易である
- ウ 親の世代から子の世代までの期間が比較的長い
- エ 1つの親から生まれる子の数が多い

ウ

【解説】

エンドウが遺伝の研究に適していた点として、以下のことがあげられる。

- ・栽培が容易であること。
- ・1つの親から生まれる子の数が多いこと。
- ・自然状態では自家受粉を行うが、人の手によって容易に他家受粉を行うことができること。
- ・自然状態で自家受粉を行うので、純系の維持がしやすいこと。
- ・対立形質がはっきりしていること。
- ・親の世代から子の世代までの期間が比較的短いこと。

遺伝の研究においては、できるだけ多くの遺伝現象を検証しなければならない。

そのため、世代間の期間が長い生物は、遺伝現象をなかなか確認できないため、研究には適さない。

先生：同時に2種類の形質について、遺伝の規則性を考えることもできますよ。

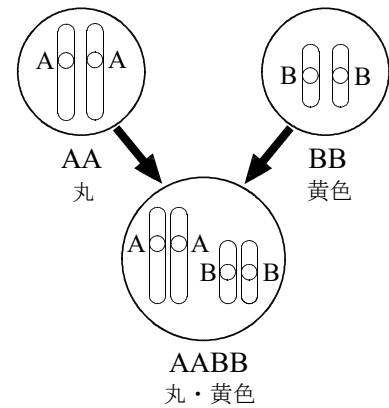
詩織さん：本当ですか。

先生：エンドウの「種子の形」と「子葉の色」の2種類に着目してみます。

子葉の色は黄色が顕性形質であり、種子の形の遺伝子と子葉の色の遺伝子は別々の染色体にあります。

種子を丸くする遺伝子をA、しわにする遺伝子をaとし、子葉の色を黄色にする遺伝子をB、緑色にする遺伝子をbとします。種子が丸い形で子葉が黄色（丸・黄色）の純系は、図2のようにAA（丸）とBB（黄色）を合わせたものになるので、遺伝子の組み合わせは「AABB」と表します。

図2



翔太くん、詩織さん：なるほど。

先生：遺伝子の組み合わせの表し方はわかりましたか。それでは、種子が丸い形で子葉が黄色（丸・黄色）の純系と、種子がしわで子葉が緑色（しわ・緑色）の純系を親としてどのような子孫が生じるか、考えてみましょう。

翔太くん：「しわ・緑色」の遺伝子の組み合わせは（え）と表しますね。

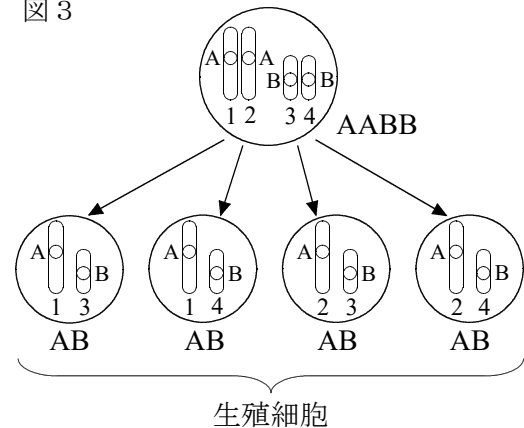
先生：その通りです。

詩織さん：う～ん。親がつくる生殖細胞の遺伝子の組み合わせの表し方がわかりません。

先生：図3のように考えます。2種類の対になっ

図3

ている遺伝子（AAおよびBB）がそれぞれ分かれて別々の生殖細胞に1ずつ入ります（図3では、どの遺伝子が生殖細胞に入ったかをわかりやすくするために、1～4の番号をつけてあります）。4つから2つを選ぶときの組み合わせは全部で4通りあるので、4通りの遺伝子の組み合わせをもつ生殖細胞が生じますが、AABBの場合、生殖細胞の遺伝子の組み合わせはすべて同じになり、「AB」となります。



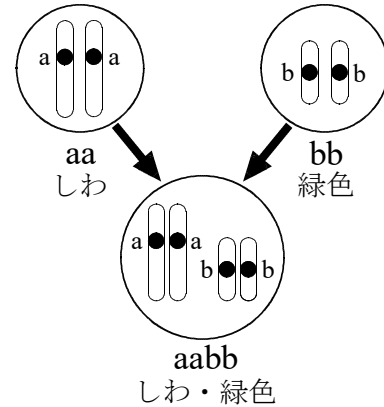
(4) 文中の (え) にあてはまる遺伝子の組み合わせを書きなさい。

aabb

【解説】

図2と同じように考える。aa (しわ) と bb (緑色) を合わせたものになるので、図Ⅲのようになる。

図Ⅲ



(5) 1つの種子に現れる「種子の形」と「子葉の色」の2種類の形質を同時に考える場合、現れる形質には「丸・黄色」、「丸・緑色」、「しわ・黄色」、「しわ・緑色」の4種類がある。それぞれの形質について、遺伝子の組み合わせをすべて書きなさい。

丸・黄色	AABB 、 AABb 、 AaBB 、 AaBb
丸・緑色	AAbb 、 Aabb
しわ・黄色	aaBB 、 aaBb
しわ・緑色	aabb

【解説】

種子の形と子葉の色という2種類の形質を同時に見ていく遺伝であるが、種子の形はAとaの組み合わせ、子葉の色はBとbの組み合わせで形質が決まり、それぞれ次のようになる。

- ・種子の形について
丸 … AA 、 Aa しわ … aa
- ・子葉の色について
黄色 … BB 、 Bb 緑色 … bb

これらを組み合わせることで、4種類の形質における遺伝子の組み合わせが決まる。

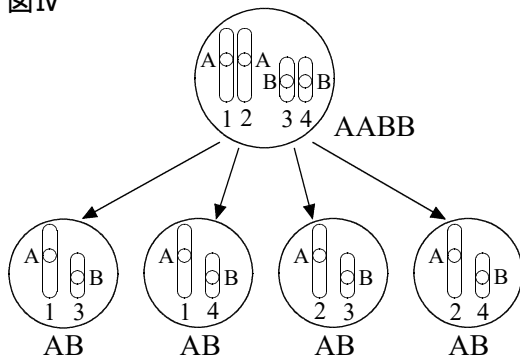
- (6) 「丸・黄色」の純系と「しわ・緑色」の純系をかけ合わせて生まれた子の遺伝子の組み合わせは1種類である。子の、① 遺伝子の組み合わせと、② 現れる形質をそれぞれ書きなさい。ただし、現れる形質は「しわ・黄色」のように書くこと。

①	AaBb	②	丸・黄色
---	------	---	------

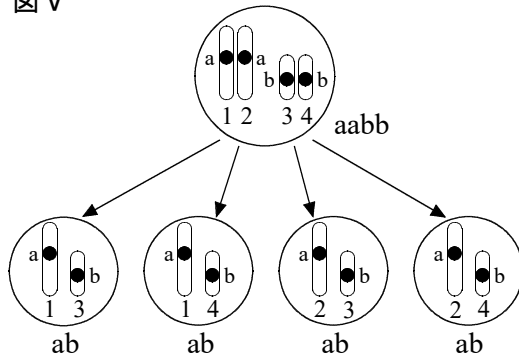
【解説】

図Ⅳは「丸・黄色」(AABB) がつくる生殖細胞、図Ⅴは「しわ・緑色」(aabb) がつくる生殖細胞の遺伝子の組み合わせを示している。「丸・黄色」(AABB) からは4通り(遺伝子の組み合わせはすべてAB)、「しわ・緑色」(aabb) からは4通り(遺伝子の組み合わせはすべてab)の生殖細胞が生じる。これらが組み合わせることで子が生まれるため、その組み合わせを表を用いて表すと図Ⅵのようになり、16通りの子が生まれ、それらはすべて遺伝子の組み合わせがAaBbとなる。Aaは「丸」、Bbは「黄色」なので、現れる形質は「丸・黄色」となる。

図Ⅳ



図Ⅴ



図Ⅵ

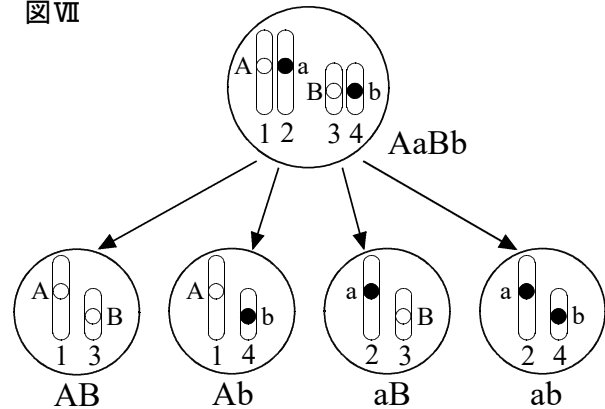
(7) 「丸・黄色」の純系と「しわ・緑色」の純系をかけ合わせて生まれた子がつくる生殖細胞の遺伝子の組み合わせとその割合はどのようになるか、書きなさい。ただし、割合は最も簡単な整数の比で表し、解答は「AB : ab = 1 : 1」のように書くこと。

AB : Ab : aB : ab = 1 : 1 : 1 : 1

【解説】

図Ⅶは、「丸・黄色」の純系と「しわ・緑色」の純系をかけ合わせて生まれた子「丸・黄色(AaBb)」がつくる生殖細胞の遺伝子の組み合わせを示している。考え方は問(6)と同じだが、生じる4つの生殖細胞はそれぞれ遺伝子の組み合わせが異なるものが生じる。

図Ⅶ



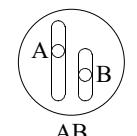
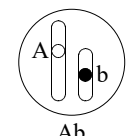
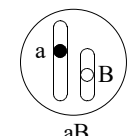
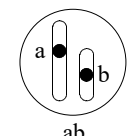
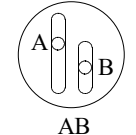
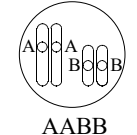
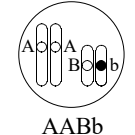
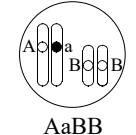
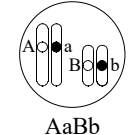
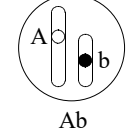
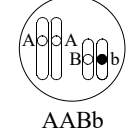
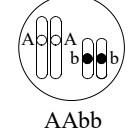
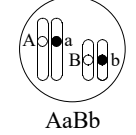
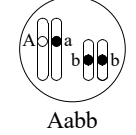
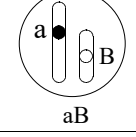
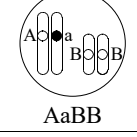
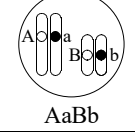
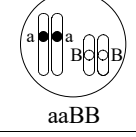
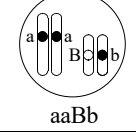
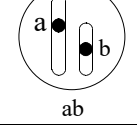
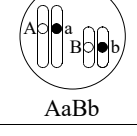
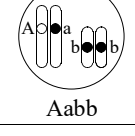
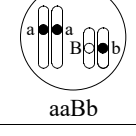
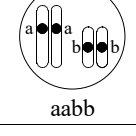
(8) 「丸・黄色」の純系と「しわ・緑色」の純系をかけ合わせて生まれた子を育てて自家受粉した結果、生まれた孫に現れる形質とその割合を書きなさい。ただし、割合は最も簡単な整数の比で表し、解答は「丸・黄色：しわ・緑色＝1：1」のように書くこと。

丸・黄色：丸・緑色：しわ・黄色：しわ・緑色＝9：3：3：1

【解説】

自家受粉なので、同じ個体「丸・黄色 (AaBb)」がつくる生殖細胞によって孫が生まれる。したがって、問(7)で考えた生殖細胞 (AB : Ab : aB : ab = 1 : 1 : 1 : 1) どうしの組み合わせとなり、図Ⅷの表のように、16通りの孫が生まれる (考え方は問(6)と同じ)。

図Ⅷ

	 AB	 Ab	 aB	 ab
 AB	 AABB	 AABb	 AaBB	 AaBb
 Ab	 AABb	 AAbb	 AaBb	 Aabb
 aB	 AaBB	 AaBb	 aaBB	 aaBb
 ab	 AaBb	 Aabb	 aaBb	 aabb

孫に現れる4種類の形質の数は、

「丸・黄色」… AABBが1、AABbが2、AaBBが2、AaBbが4 合計 9

「丸・緑色」… AAbbが1、Aabbが2 合計 3

「しわ・黄色」… aaBBが1、aaBbが2 合計 3

「しわ・緑色」… aabbが1 合計 1

となり、丸・黄色：丸・緑色：しわ・黄色：しわ・緑色＝9：3：3：1となる。

翔太くん：エンドウの遺伝がさらによくわかりました。

詩織さん：他の生物もエンドウと同じような遺伝のしかたをするのですか。

先生：そうではありません。例外もたくさんあります。例えば、荒地や道端で見られるマルバアサガオの花の色の遺伝です。

翔太くん：どのように違うのですか。

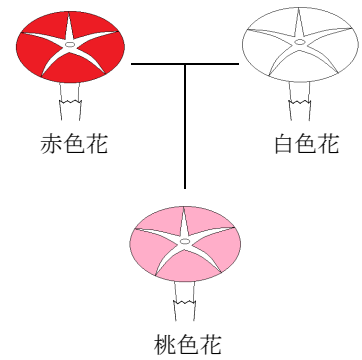
先生：図4を見てください。マルバアサガオの花の色には、赤色花と白色花があります。赤色花の純系と白色花の純系とを掛け合わせると、子は赤色と白色の中間の色である桃色の花になるんです。

翔太くん：確かにエンドウの遺伝とは違いますね。

詩織さん：マルバアサガオの花の色の遺伝では、顕性の法則が成り立っていないのですね。

先生：その通りです。

図4



(9) 下線部について、マルバアサガオの花の色の遺伝とエンドウの遺伝との違いを説明しなさい。ただし、マルバアサガオの花を赤くする遺伝子をR、白くする遺伝子をrとし、これらの記号を用いて説明すること。

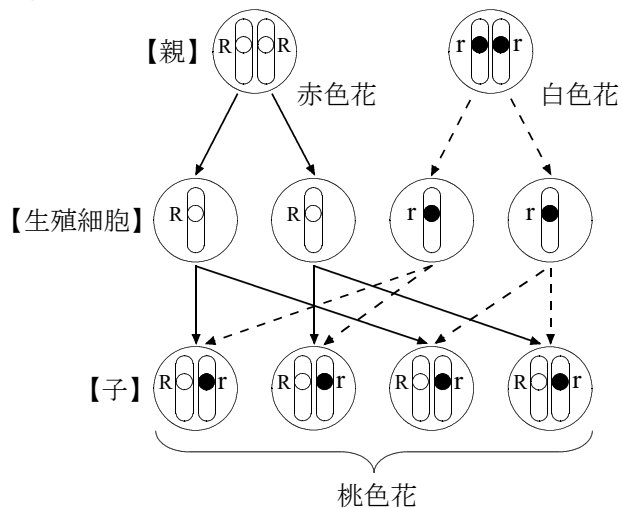
マルバアサガオの赤色花の純系 (RR) と白色花の純系 (rr) を掛け合わせて生まれる子の遺伝子の組み合わせはRrとなる。このとき、エンドウの遺伝にみられるような法則が成り立っているならば、赤色花か白色花のどちらかの形質が現れるが、Rrの遺伝子の組み合わせで現れる形質は中間の色である桃色花になっている。マルバアサガオには赤色花の遺伝子Rと白色花の遺伝子rに顕性と潜性の関係がないことが、エンドウの遺伝との違いである。

【解説】

エンドウの種子の形の場合、丸い種子の純系 (AA) としわのある種子の純系 (aa) を掛け合わせて生まれる子の遺伝子の組み合わせはAaとなり、形質は丸い種子のみが現れる。これは、Aaのように顕性形質の遺伝子と潜性形質の遺伝子を対でもつ場合、顕性形質のみが現れるためである。このように、対立形質の純系どうしを掛け合わせたとき、子に親のどちらか一方の形質が現れることを『**顕性の法則**』という。

マルバアサガオの花の色の遺伝をしてみよう (図Ⅹ)。赤色花 (RR) と白色花 (rr) とを掛け合わせて生まれる子の遺伝子の組み合わせはRrである。顕性の法則にしたがえば、赤色花か白色花のどちらかの形質が現れるはずであるが、実際には赤と白の中間色である桃色花のみが現れる。これは、赤色花の遺伝子Rと白色花の遺伝子rのあいだで顕性と潜性の関係がないために起こる現象である。

図Ⅹ



ちなみに、マルバアサガオの花の色の遺伝のように、Rとrのあいだに顕性・潜性の関係がなく、遺伝子の組み合わせがRrのときに中間の形質が現れる場合、このような遺伝を「不完全顕性」という。

- (10) 桃色花のマルバアサガオを自家受粉させて生まれた孫に現れる形質の割合を、最も簡単な整数の比で書きなさい。ただし、現れない形質については「0」と書くこと。

赤色花 : 桃色花 : 白色花 = 1 : 2 : 1

【解説】

遺伝子の伝わり方は問(2)と同じであり、図Xようになる。

生まれる孫の遺伝子の組み合わせは $RR : Rr : rr = 1 : 2 : 1$ となり、RRが赤色花、Rrが桃色花、rrが白色花となるので、赤色花 : 桃色花 : 白色花 = 1 : 2 : 1となる。

図X

