

1. 遺伝計算の基本

1. 遺伝子と染色体

まずは、基本的な用語、遺伝子と染色体について確認しよう。

形質 … 生物にみられる特徴のある形態や性質（眼の色、草丈など）。特に親から子に遺伝する形質を遺伝形質という。

対立形質 … 対になった形質（例：エンドウ種子の丸形⇔しわ形）。

対立遺伝子 … それぞれの対立形質を決める遺伝子（例：丸形は A ⇔ しわ型は a）。

注1：対立遺伝子のうち**優性**のものを**大文字**、**劣性**のものを**小文字**で表すことが多い。

注2：対立遺伝子は、**相同染色体の同じ位置に一つずつ**含まれていると考えられている。

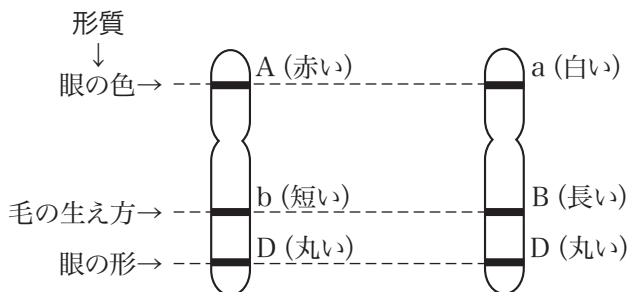
遺伝子座 … ある形質に関する遺伝子は、相同染色体の決まった位置に存在しており、その位置を遺伝子座という。

表現型 … 形質がどのように現れるか（例：眼の色が赤い、草丈が高い）。

遺伝子型 … 個体をもつ遺伝子の組み合わせ。遺伝子型によって表現型が決まる。

AaBbDD (赤眼・長毛・丸眼) 個体の染色体

遺伝子型 表現型



ホモ (同型) … 注目しているある遺伝子について、同じ対立遺伝子をもっていること。そのような個体を**ホモ (同型) 接合体**という（例：AA, AA bb , aaBB cc ）。

純系 … 全ての遺伝子について、対立遺伝子が同じホモ接合体になっている個体の集団。実際にはそのような集団を見いだすことが極めて困難なので、注目している遺伝子がホモ接合体である集団を純系とみなすことが多い。

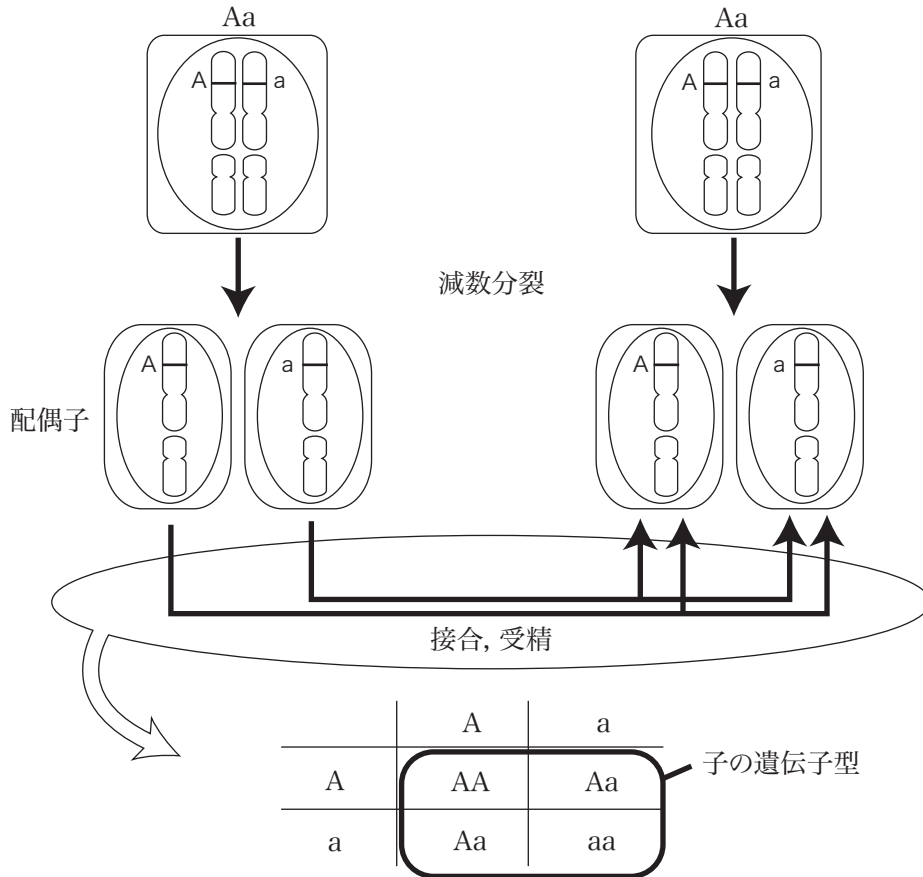
ヘテロ (異型) … 注目しているある遺伝子について、異なる対立遺伝子をもっていること。そのような個体を**ヘテロ (異型) 接合体**という（例：Aa, AaB b , AaB b C c ）。

2. 一遺伝子の計算

次の2つの過程が遺伝計算の基本になる。

減数分裂・・・親のもつ対立遺伝子が**一つずつ配偶子に分配**される (例： $Aa \rightarrow A, a$)。

接合, 受精・・・両親の**配偶子の遺伝子がセットになる** (例： $A + a \rightarrow Aa$) このとき, 配偶子の**全ての組み合わせ**を碁盤目の表を書いて求めよう。



交配・・・2個体間で接合, 受精させること。

交雑・・・遺伝子型の異なる2個体間の交配 (例： $AA \times aa \rightarrow Aa$)。交雑によって生じる子を**雑種**という。

一遺伝子雑種・・・注目している一組の対立遺伝子をヘテロでもつ雑種 (例： Aa, Bb)

自家受精・・・雌雄同体の個体内で受精が行われること。植物では, **自家受粉**することによって行われる。

計算上は, 同じ遺伝子型どうしのかけあわせとなる (例： $AA \times AA, AAbb \times AAbb$)。

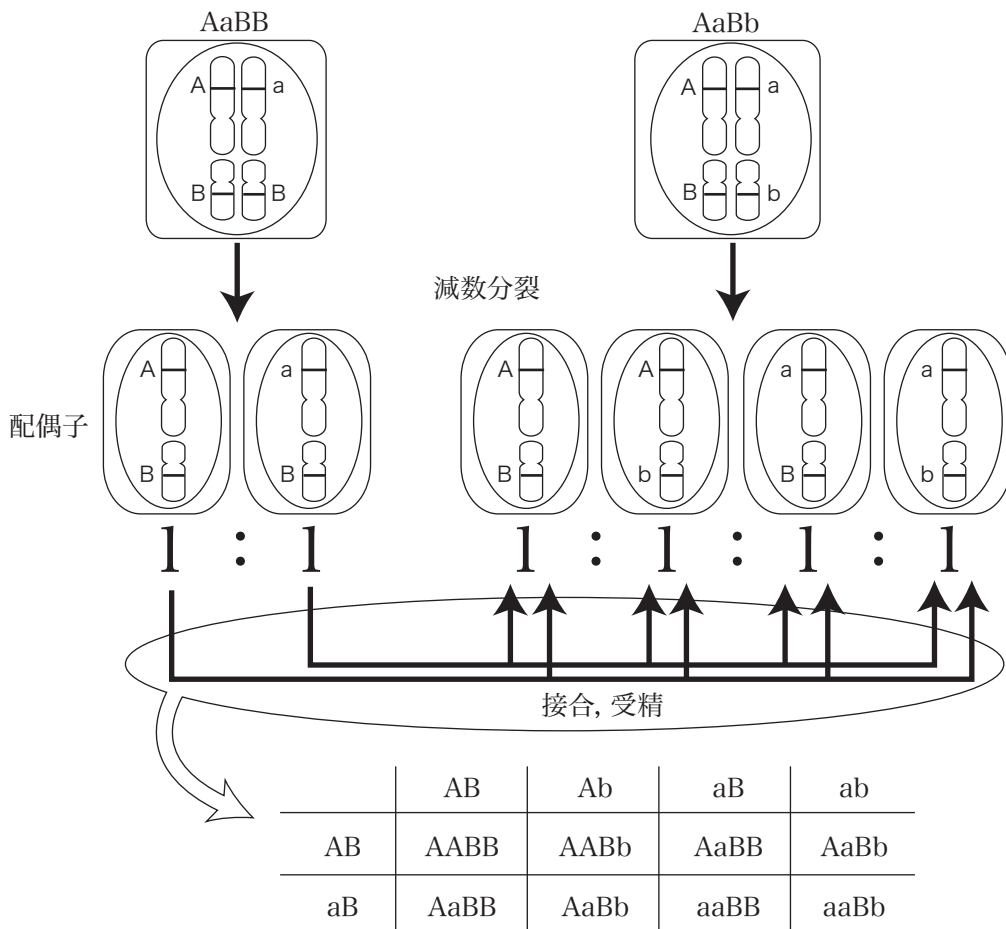
雑種第一代 (F₁)・・・異なる対立遺伝子をもつ純系の親 (**P**) 同士の交配による次世代 (例： $AA \times aa \rightarrow Aa, AAbb \times aaBB \rightarrow AaBb$)。

雑種第二代 (F₂)・・・F₁の自家受精によって生じた次世代。以下, F₂の自家受精による次世代をF₃, F₃の自家受精による次世代をF₄・・・と続く。

3. 互いに独立な二遺伝子の計算

2対の対立遺伝子が異なる染色体上に含まれている（独立している）場合の計算は、次のようになる。減数分裂・・・各対立遺伝子が一つずつ配偶子に分配される。このとき、異なる対立遺伝子の全ての組み合わせを考えなければならない。例えば下表の親 AaBb では、Aa が A と a に、Bb が B と b に分かれて配偶子に入るが、配偶子における **A (または a) と B (または b) の全ての組み合わせ**を考えなければならない。よって、配偶子は AB : Ab : aB : ab = 1 : 1 : 1 : 1 となる。

接合, 受精・・・「2. 一遺伝子の計算」と同様に、両親の**配偶子の全ての組み合わせ**を基盤目の表で求めよう。



二遺伝子雑種・・・注目している二組の対立遺伝子をヘテロでもつ雑種（例：AaBb, BbCc）。

これまでに紹介した遺伝用語を**一度に覚えるのは難しい**。また、これらの言葉を完全に覚えなくても問題を解くことはできる。**問題を解けるようになるまでは**、意味の分からない単語を見つけるたびに**繰り返し意味をチェック**しよう。

練習問題

【1】独立な遺伝子の計算 (配偶子形成)

問1 次の遺伝子型の細胞が、減数分裂により作る配偶子 (卵や精子など) の遺伝子型と分離比を答えよ。

答えが1種類だけしかないときは、「～のみ」とせよ。

- ① AA ② Aa ③ aa ④ AABB ⑤ AAbb ⑥ AaBB
⑦ aaBb ⑧ AaBb ⑨ AABbCc
⑩ AABbCcDd ⑪ AAbbCCddEEFfGg

問2 親の遺伝子型が次の場合、配偶子の遺伝子型は何通りあるか。

- ① Aa ② aaBb ③ AaBb ④ AaBbCC ⑤ AaBbCcDdEeFfGgHH

【2】独立な遺伝子の計算 (配偶子形成と交配)

次の遺伝子型の細胞を持つ個体どうしの交配による、子の遺伝子型と分離比を答えよ。答えが1種類だけしかないときは、「～のみ」とせよ。

- ① AA × aa ② Aa × aa ③ Aa × Aa ④ AABB × aabb
⑤ AABB × Aabb ⑥ AaBB × aaBb ⑦ AaBb × aabb
⑧ AaBb × AaBb ⑨ AaBBcc × aabbcc ⑩ AaBBccDDee × AaBBccddEe

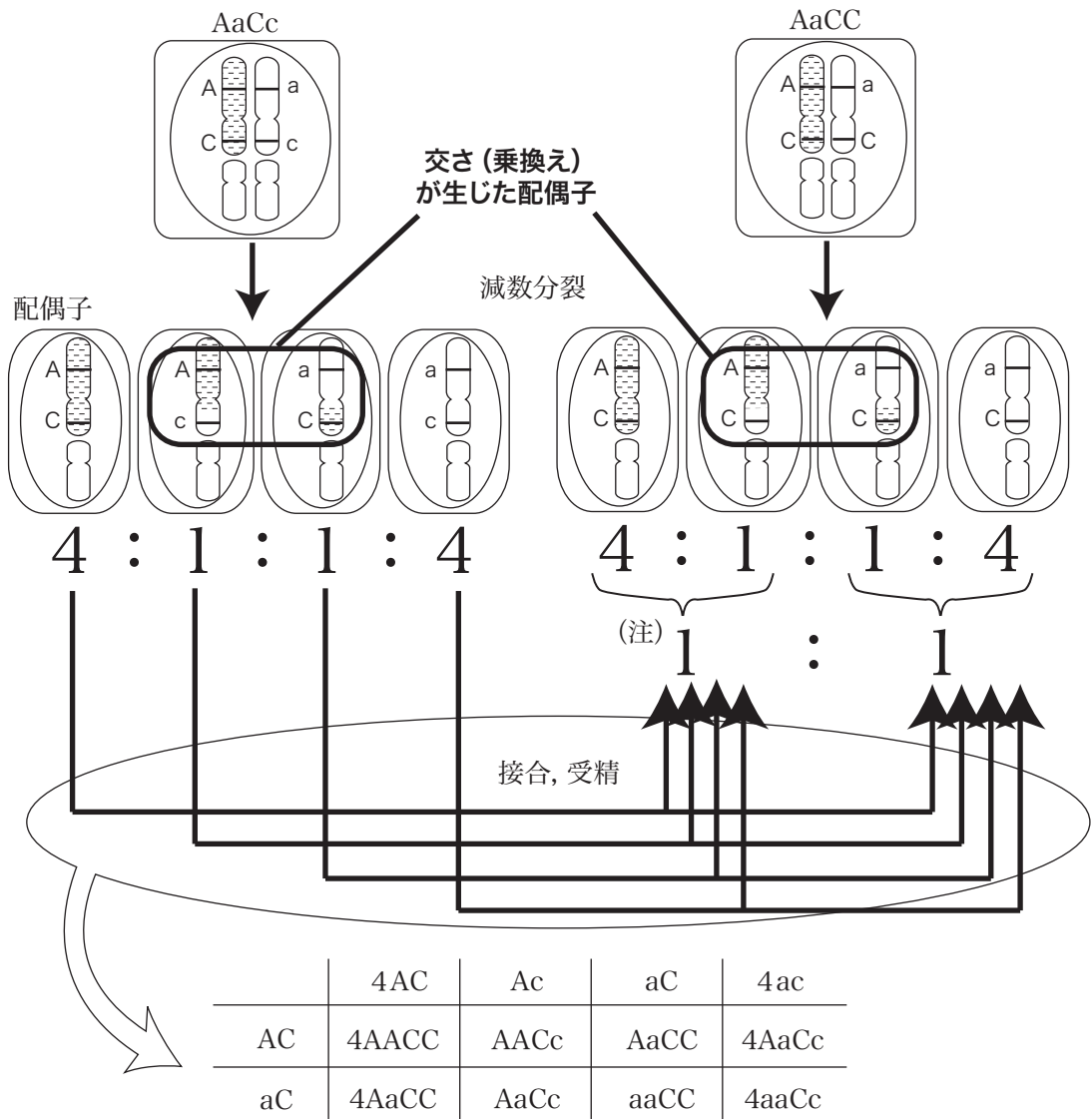
4. 連鎖した二遺伝子の計算

ア. 不完全連鎖の (組換えがみられる) 場合

連鎖 … 同じ染色体上に複数の遺伝子が含まれていること。例えば下図では、A、a と C、c が連鎖している。

交さ (乗換え) … 減数分裂において、相同染色体が部分的に交換されること (下図参照)。

組換え … 交さ (乗換え) によって、親にはなかった遺伝子の組合せが形成されること。例えば下図では、親 AaCc では **AC** と **ac** が連鎖していたが、交さ (乗換え) によって **Ac** と **aC** が連鎖した配偶子が生じている。一般に、組換えの生じた配偶子は、組換えの生じない配偶子よりも **少なくなる**。



(注) 交さ (乗換え) が生じているが、配偶子の遺伝子の組み合わせは親と同じ AC, ac であり、遺伝子の組換えは生じていない。

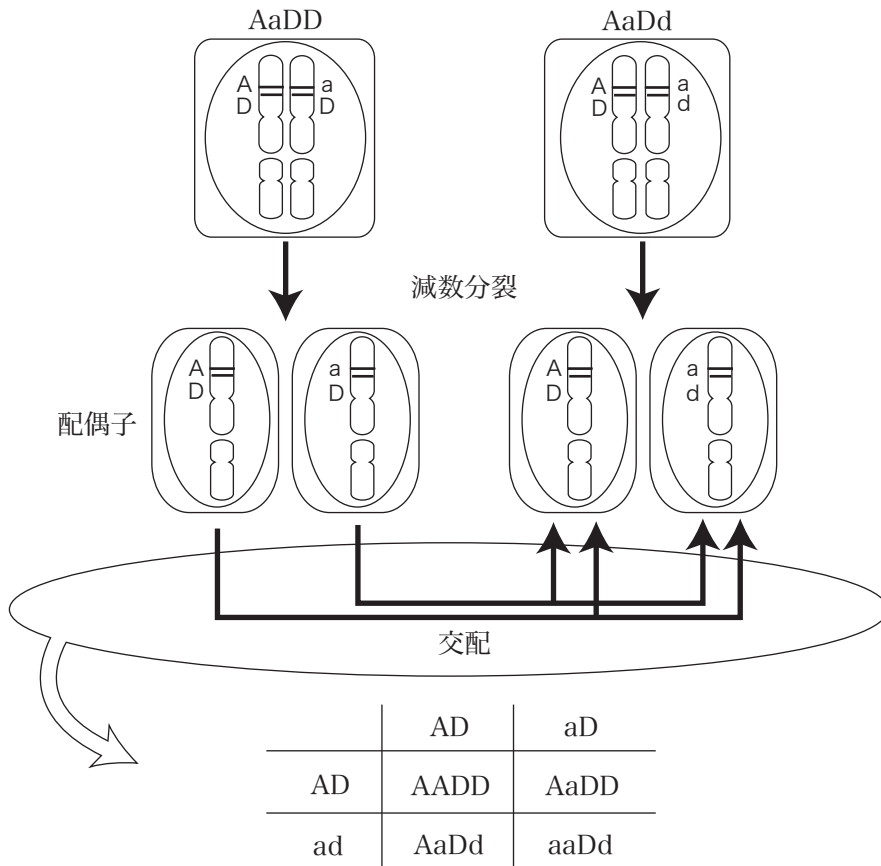
組換え価 … ある親が作る**全配偶子**のうち、**組換えが生じた配偶子**の占める割合 (%)。

$$\text{組換え価} = \frac{\text{組換え配偶子数}}{\text{全配偶子数}} \times 100 (\%)$$

例えば前ページの図の親 AaCc が作る配偶子における組換え価は、
 $(1+1) / (4+1+1+4) \times 100 = 20 (\%)$

イ. **完全連鎖**の(組換えがみられない) 場合

注目する遺伝子の組み合わせによっては、組換えがみられない場合がある。この場合は、例えば下図のようになる。



【3】連鎖と組換え

問1 親 AaBb は、配偶子を $AB : Ab : aB : ab = 4 : 1 : 1 : 4$ の比で作った。

- (1) 親 AaBb どうしの交配によって生じた子の表現型と分離比 ($[AB] : [Ab] : [aB] : [ab]$) を答えよ。
- (2) 2つの遺伝子間の組換え価を求めよ。

問2 親 PpQq は、配偶子を $PQ : Pq : pQ : pq = 3 : 7 : 7 : 3$ の比で作った。

- (1) 親 PpQq どうしの交配によって生じた子の表現型と分離比を答えよ。
- (2) 2つの遺伝子間の組換え価を求めよ。

問3 親 XxYy は、配偶子を $Xy : xY = 1 : 1$ の比で作った。

- (1) 親 XxYy どうしの交配によって生じた子の表現型と分離比を答えよ。
- (2) 2つの遺伝子間の組換え価を求めよ。

【4】連鎖と組換え

次の各問において、組換え価をもとに () の比を求めよ。

問1 組換え価が 10% (CS と cs がそれぞれ連鎖している場合における、親 CcSs が作る配偶子の分離比 $CS : Cs : cS : cs$)

問2 組換え価が 40% (Tu と tU がそれぞれ連鎖している場合における、親 TtUu が作る配偶子の分離比 $TU : Tu : tU : tu$)

問3 組換え価が 0% (LM と lm がそれぞれ連鎖している場合における、親 LIMm が作る配偶子の分離比 $LM : Lm : lM : lm$)

解答

【1】

問1

- ① Aのみ ② $A : a = 1 : 1$ ③ aのみ ④ ABのみ ⑤ Abのみ
⑥ $AB : aB = 1 : 1$ ⑦ $aB : ab = 1 : 1$ ⑧ $AB : Ab : aB : ab = 1 : 1 : 1 : 1$
⑨ $ABC : ABc : AbC : Abc = 1 : 1 : 1 : 1$ ⑩ $ABcD : ABcd = 1 : 1$
⑪ $AbCdEFG : AbCdEFg : AbCdEfG : AbCdEfg = 1 : 1 : 1 : 1$
- 問2 ① 2通り ② 2通り ③ 4通り ④ 4通り ⑤ 128通り

【2】

- ① Aa ② $Aa : aa = 1 : 1$ ③ $AA : Aa : aa = 1 : 2 : 1$ ④ AaBbのみ
⑤ $AABb : AaBb = 1 : 1$ ⑥ $AaBB : aaBB : AaBb : aaBb = 1 : 1 : 1 : 1$
⑦ $AaBb : Aabb : aaBb : aabb = 1 : 1 : 1 : 1$
⑧ $AABB : AAbb : aaBB : aabb : AABb : AaBB : aaBb : Aabb : AaBb$
 $= 1 : 1 : 1 : 1 : 2 : 2 : 2 : 2 : 4$
⑨ $AaBbCc : AaBbcc : aaBbCc : aaBbcc = 1 : 1 : 1 : 1$
⑩ $AABBccDdEe : AaBBccDdEe : aaBBccDdEe : AABBccDdee : AaBBccDdee : aaBBccDdee$
 $= 1 : 2 : 1 : 1 : 2 : 1$

【3】

- 問1 (1) $(AB) : (Ab) : (ab) : (aB) = 66 : 9 : 9 : 16$ (2) 20%
問2 (1) $(PQ) : (Pq) : (pQ) : (pq) = 209 : 91 : 91 : 9$ (2) 30%
問3 (1) $(XY) : (Xy) : (xY) : (xy) = 2 : 1 : 1 : 0$ (2) 0%

【4】

- 問1 $CS : Cs : cS : cs = 9 : 1 : 1 : 9$
問2 $TU : Tu : tU : tu = 2 : 3 : 3 : 2$
問3 $LM : lm = 1 : 1$