

メンデルの法則：本日のメニュー

1. メンデルの法則
 - 優劣の法則
 - 分離の法則
 - 独立の法則
 - 人に見られるメンデル遺伝
2. メンデルの法則が合わない例
 - 優劣の法則に合わない遺伝
 - 独立の法則に合わない遺伝
3. メンデルの法則のメカニズム
 - Mitosis
 - Meiosis
 - 染色体と組換え
 - モルガンの突然変異研究

メンデルの法則

メンデルの遺伝の法則は、発表された当時(1865)は誰からも理解されなかった。早すぎた天才の悲劇である。1900年になってド・フリース、チェルマク、コレンスの3人によって、独立にメンデルの法則が再発見され、コレンスによって3つの法則にまとめられた。その後、染色体研究の進展に伴い、遺伝子が染色体上の実体であることが認められ、現在の遺伝子の考えに発展する。



Gregor Mendel (1822-1884)
オーストリアの修道院の牧師

メンデル以前に 遺伝の法則が発見されなかった理由

親と子はよく似ていることから、遺伝の概念はすでにあった。

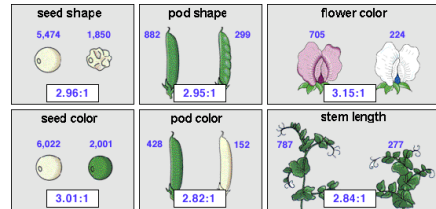
純系を使った交配実験が行われなかったため、明瞭な結果が得られなかった。

メンデルは、実験を始める前に数多くの遺伝的な特徴について、純系を得るための作業をおこなった。自家受粉による系統選抜。

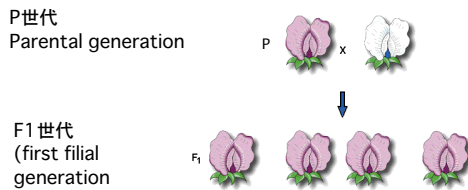
そして最終的に7つの、明らかに対照的な(対立する)特徴(形質, character)を持つエンドウの種子を選んだ。

メンデルが利用した形質

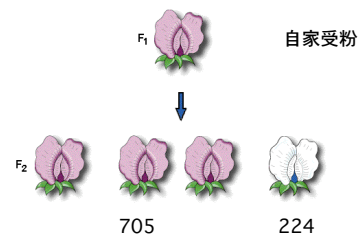
- 1) 黄色と緑色の種子 (seed color),
- 2) 丸い種子としわあるの種子 (seed shape),
- 3) 黄色と緑色のさや (pod color),
- 4) 背丈が高いか低いか (stem length),
- 5) さやが膨らんでいるか平たいか (pod shape),
- 6) 花の色が紫色か白色か (flower color),
- 7) 花が茎の頂端につくか茎全体につくか (flower position on stem)



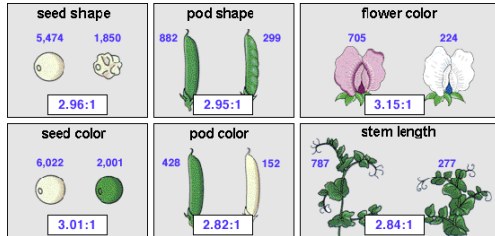
メンデルが行った実験



F2世代 (second filial generation)



他の形質もF2で同様の出現頻度



メンデルが考えた説明

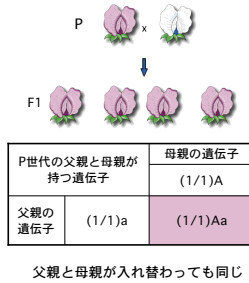
- (1) 形質を支配する要素（現代語法の遺伝子とほぼ同じ）がある。
- (2) 要素は粒子のような形で一対存在し、父親と母親から一つずつ受け継ぐ。
- (3) F1では片親からの要素が、もう一方の要素の性質を覆い隠してしまう。

これらの3つの仮定で
優劣の法則、分離の法則が説明される
法則の命名はコリンズ

優性(dominant) : 英語の意味は「覆れる」
劣性(recessive) : 英語の意味は「隠れる」

1. 優劣の法則

形質を支配する独立した要素があり、劣性の要素の働きは優性の要素によって隠される



2. 分離の法則

2つの遺伝子は粒子のようにふるまい、生殖細胞には各々の対の片方しか含まないように分かれる

分かれるメカニズム
⇒ 減数分裂

F1世代の父親と母親が持つ遺伝子		母親の遺伝子Aa	
		(1/2)A	(1/2)a
父親の遺伝子Aa	(1/2)A	(1/4)AA	(1/4)Aa
	(1/2)a	(1/4)Aa	(1/4)aa

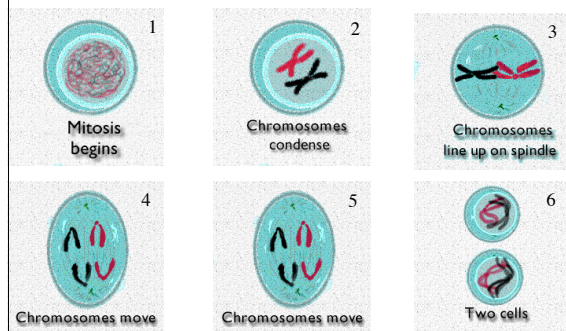
父親と母親が入れ替わっても同じ

Mitosis (通常細胞の分裂)

と

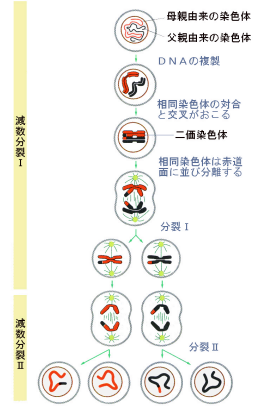
Meiosis (生殖細胞の分裂：減数分裂)

細胞分裂mitosis



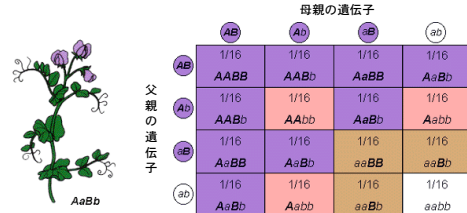
減数分裂meiosis

有性生殖では、二つの特殊な性細胞すなわち配子 (gamete) がつくりられ、これが結合して接合子 (zygote) となる過程を含んでいる。たいていは、配子は二つの別の親から得られるが、一つの親が両方の配子をつくることもある。動物では、卵 (egg) と精子 (sperm) が配子で、受精卵 (fertilized egg) が接合子である。



3. 独立の法則

メンデルは、二つ (dihybrid cross) またはそれ以上の形質をもつ交配種についても分析した。二つの対立遺伝子はそれぞれ独立して分配される。



独立の法則が成り立つのは
遺伝子が異なる染色体にある場合

父親と母親が入れ替わっても同じ

人にも見られるメンデル遺伝

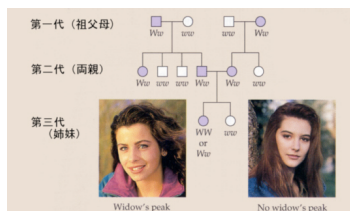


優劣の法則があてはまる形質

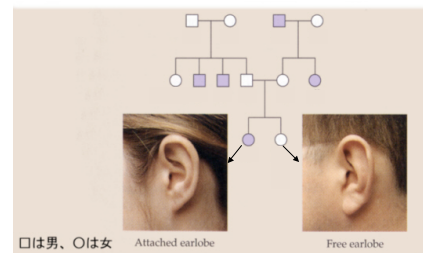
	優性形質	劣性形質	
	富士額 Widow's peak	一直線の額 Straight hairline	
	耳たぶあり Free ear lobes	耳たぶなし Attached ear lobes	
	舌を丸くできる Tongue Rolling	丸くできない	
	指の第二関節の毛 Mid-Digital Hair	第二関節に毛がない	
	割れあご Dimpled Chin	割れていない	

人間の遺伝実験はできない (遺伝的純系を作れない)

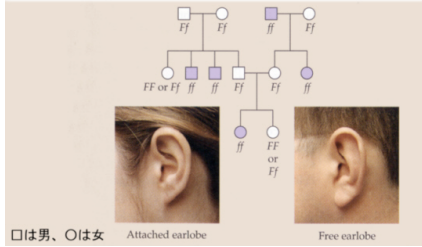
➡ 家系分析による推定



問題: 「耳たぶあり」が優性/劣性のどちらであるかを推定せよ。また、各人の遺伝子型を推定せよ。



答



メンデルの法則が合わない例は たくさんある

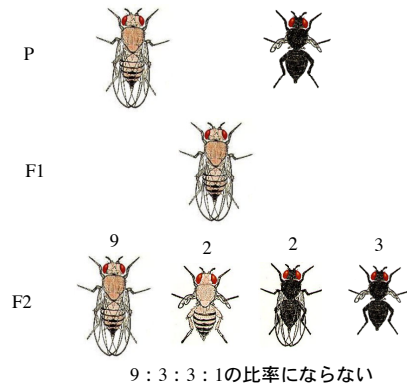
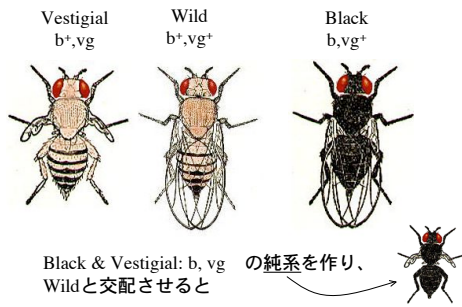
メンデルの法則が成り立つ条件

- (1) はっきりとした対立遺伝子である
- (2) 遺伝子は別の染色体上にある

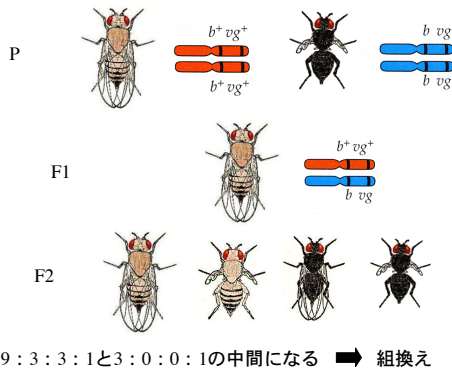
この条件が満たされないとき、優劣の法則や独立の法則は成り立たなくなる。分離の法則だけは一般に成り立つ。

しかし、メンデルが考えた原理を少し拡張すれば、多くの場合は説明がつく。
拡張: (1) 優劣の法則は表現型の問題で、遺伝子型に関しては影響を受けない。
 (2) 染色体と組換えを考慮する。(3) 対立遺伝子は1対とは限らない。(4) 同じ形質に多くの遺伝子座が関与するかもしれない。(5) 性染色体

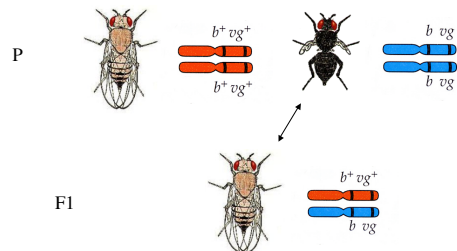
独立の法則が合わない例

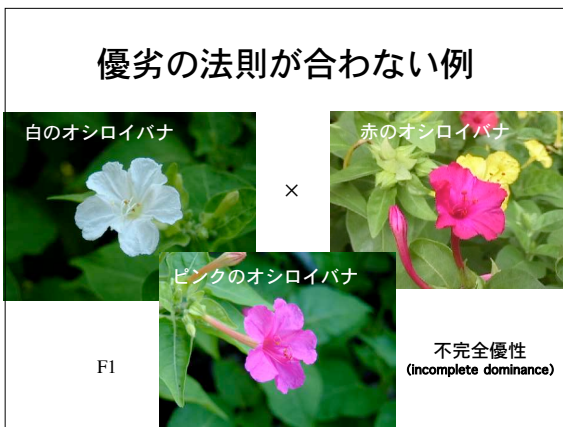
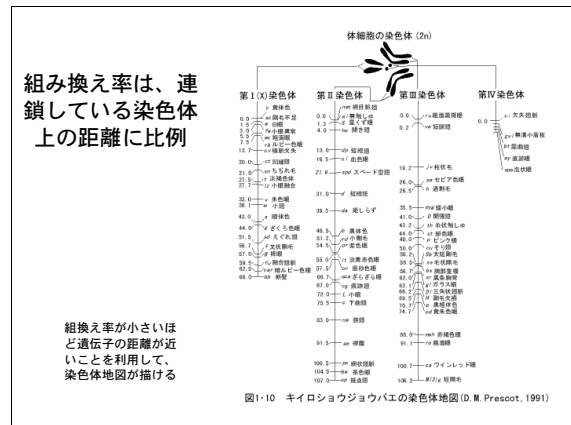
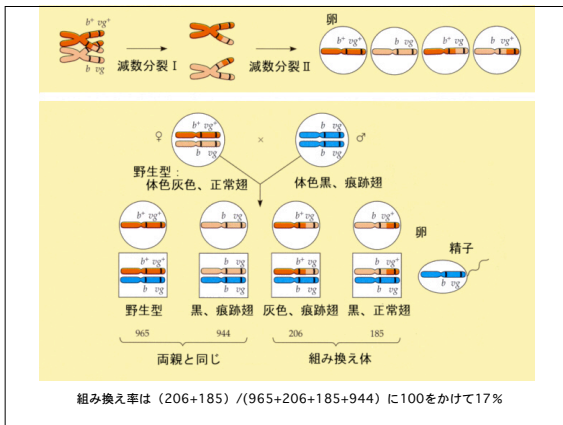


遺伝子座は同じ染色体上にある → 連鎖



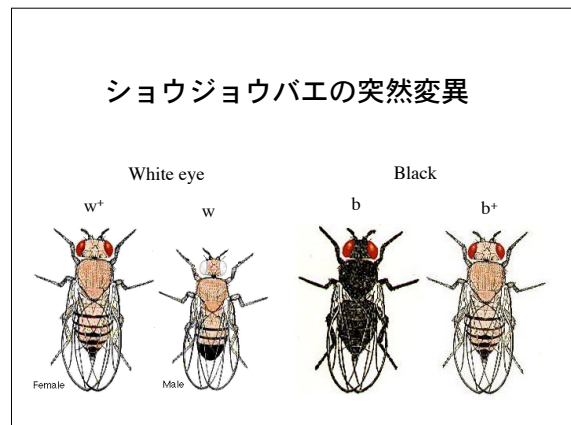
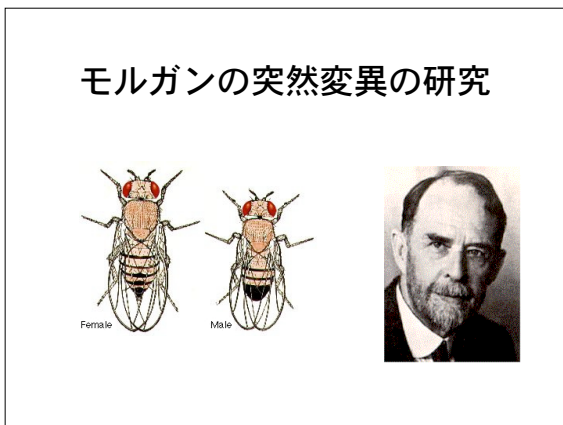
組換え率の推定には戻し交配を使う

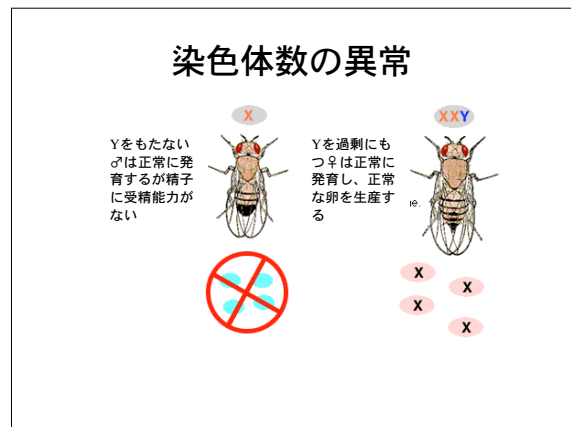
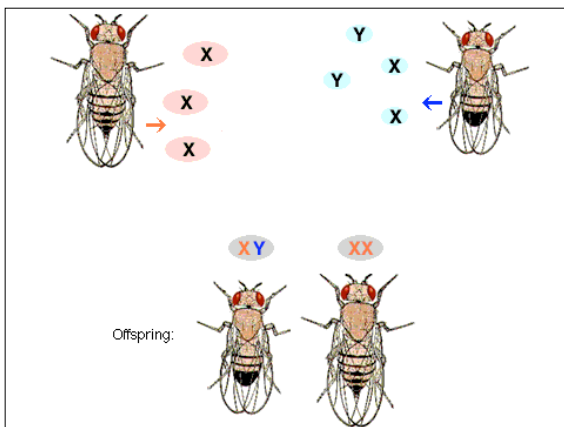
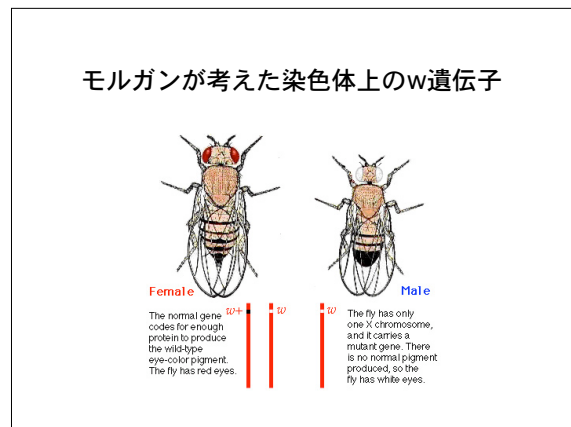
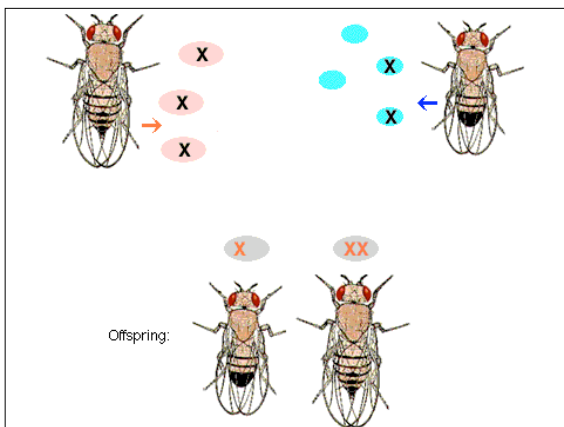
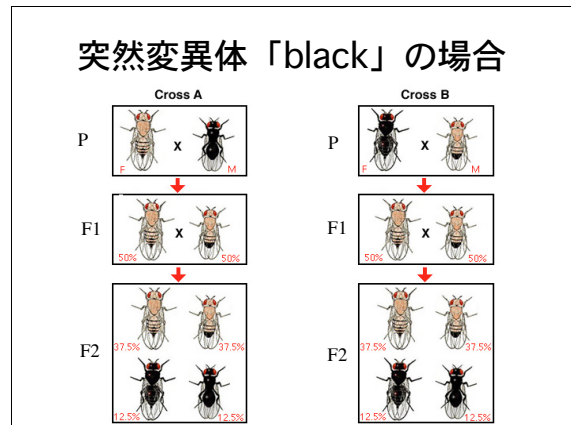
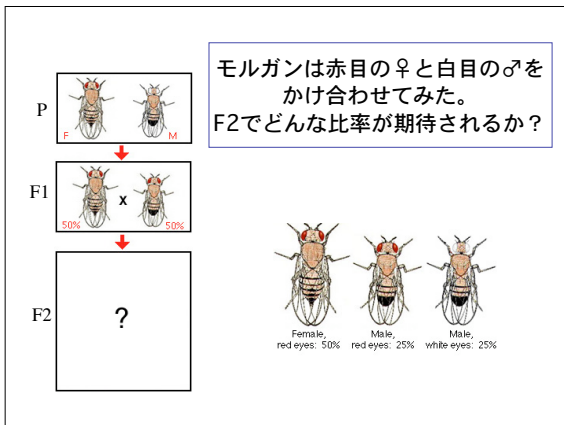




メンデルの法則が当てはまらない、その他の例

- 複対立遺伝子 (Multiple gene)
 - ひとつの遺伝子座に3種類以上の遺伝子に関わる場合
 - ABO血液型、鶏冠 (単冠pprr、バラ冠ppRRかppRr、マメ冠PPrrかPppr、クルミ冠PPRR、PpRR、PPRr、PpRr)
- ポリジーン遺伝 (Polygene)
 - 多数の独立した遺伝子対が同じ形質に関わる場合
 - 身長、肌の色
- 伴性遺伝 (sex-linked inheritance)
 - 性染色体上にある遺伝子に関わる場合





参考

英語で学べるモルガン遺伝学

ニュージャージー州立大学の
「Morgan Genetic Tutorial」 サイト
キーワードで見つけるか、
<http://morgan.rutgers.edu/MorganWebFrames/htmldocs/contents.php>

クイズもあっておもしろい。
この講義で、ショウジョウバエに関する図表を拝借しています。

次回は卓上計算機を持参のこと。