

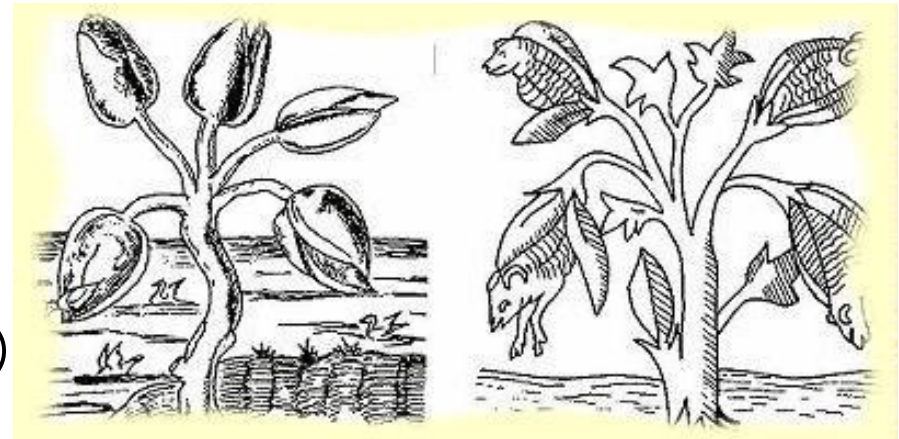
メンデルの遺伝学

1. 生命の発生と遺伝に関する考え方
2. メンデルの遺伝学説
3. 遺伝の染色体説

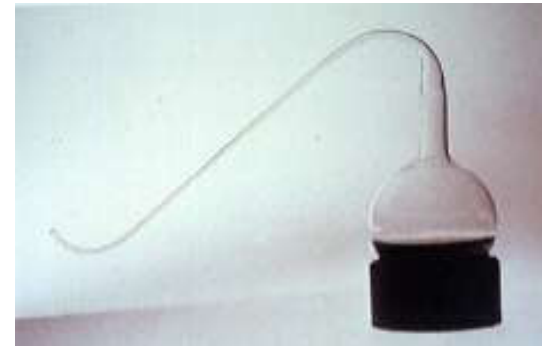
1. 生命の発生と遺伝に関する考え方

1.1 自然発生説 (spontaneous generation)

- ・ 生物は現在でも親なしに生じる。
- ・ 生命永久説: 生命は神による‘世界の創造’以来連綿と継続 (special creation, fixity of species)
- ・ 微生物の自然発生。
- ・ L. Pasteur: Swan-necked flaskの実験(1862)による生命自然発生の完全否定。
- ・ 生命の連続発生。
- ・ 生命天来説。
- ・ I.A.Oparin、S.Miller: 原始地球環境では化学進化による生命発生の可能性を示唆。



<http://www.mb.ccnw.ne.jp/baptist.k.g.c.y/sinnbunn2.htm>



<http://wwwFOUNDERSOFSCIENCE.NET/interest1.htm#Germ%20Theory%20of%20Disease>



1.2 融合説 (blending inheritance)

- ・ 19世紀に一般的 になる。
- ・ 雌雄は子孫に同等の遺伝的寄与をする(園芸家の正逆交雑の結果から)。
- ・ 雌雄の遺伝物資は受精すると融合し、再び分離しない。

赤い花(♀) x 白い花(♂)



ピンクの花

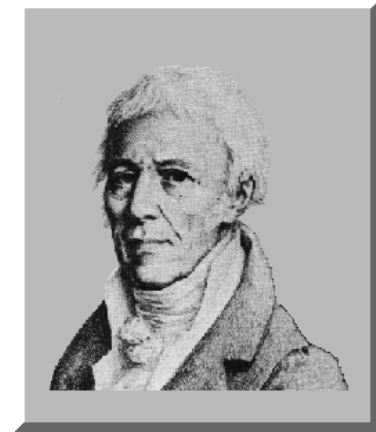
白い花(♀) x 赤い花(♂)



ピンクの花

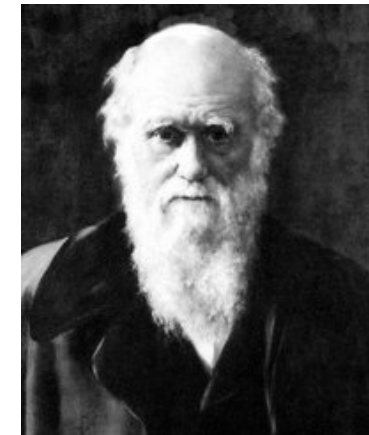
1.3 変異の原因

- ・ 獲得形質の遺伝 (inheritance of acquired traits): Lamarck (1809) “Philosophie Zoologique” 生涯に獲得された特徴は子供に伝わる
- ・ 自然淘汰 (natural selection): C. Darwin (1859) “The Origin of Species” 環境により適応した個体がより多くの子孫を残し (survival for the fittest)、その特徴が後代に伝わることにより進化が起こる。
- ・ パンゲネシス説 (Pangenesis): C. Darwin (1868) “The Variation of Animals and Plants Under Domestication” 体の各部の細胞には自己増殖性の粒子である gemmule が含まれており、環境の影響は gemmule に取り込まれて血管や導管を通じて生殖細胞に集まり、子孫に伝えられる。



Jean-Baptiste Lamarck (1744–1829)

<http://www.ucmp.berkeley.edu/history/lamarck.html>



Charles Robert Darwin (1809–1882)

http://en.wikipedia.org/wiki/Charles_Darwin

2. メンデルの遺伝学説

Gregor Johann Mendel (1822–1884)

- 1840–1843 Olomoucで高等教育
- 1843 Brnoの修道院、修練士
- 1847 司祭
- 1851–1853 Vienna大学で自然科学を学ぶ
- 1856–1862 エンドウ(Garden pea)の遺伝実験
- 1865 遺伝学説を発表
- 1866 出版 'Versuche uber Pflanzsen-Hybriden'
- 1868 修道院院長
- 1900 メンデルの法則の再発見、Hugo De Vries, Carl Erich Correns, Erich von Seysenegg Tschermak



<http://www.mendel-museum.org/eng/1online/>



2.1 メンデルの実験

- ・ エンドウ Garden pea, *Pisum sativum* の選択: 自家受精、交配容易、栽培容易、多数の子孫。
- ・ 明瞭な形質の選択: 7つの中間型のない形質(対立形質)のみに注目。
- ・ 純系を使用: 交配実験を始める前に、使った品種が純系(pure line)であることを確認。
- ・ 一つ一つの形質にのみ注目: 7種類の形質について交配実験を行った。
- ・ 子孫の割合を計算: 雑種6代までの子孫で、特定の形質を持つ個体の数を数えて、割合を求めた。
- ・ 対照を使用: 交配実験には交配していない純系をいっしょに育てた。



A picture postcard from *Mendel Museum of Genetics* at the *Abbey of St. Thomas* in Brno, Czech Republic
<http://www.mendel-museum.org/eng/1online/>

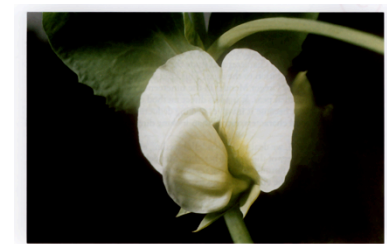


Figure 3.1 (a) Photograph of the flower of the pea, *Pisum sativum*, at the time of pollination

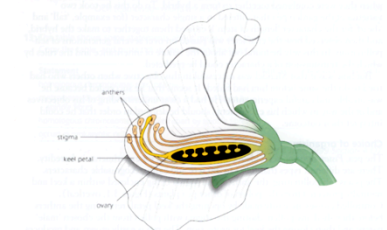


Figure 3.1 (b) Drawing of the side view of the pea flower. One side of the keel petal is removed to show the way in which the anthers and stigma are enclosed in the keel, which normally results in self-pollination.

2.2 メンデルの実験結果：単性雑種（一遺伝子雑種）の交配 (monohybrid cross)

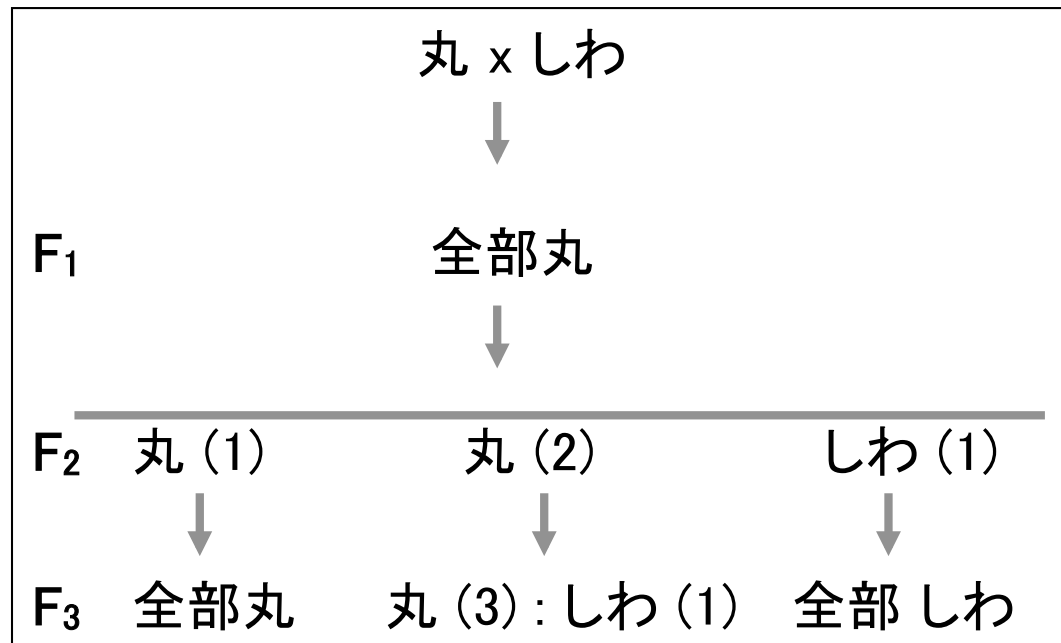
Phenotypes	F ₁	F ₂	Ratio
1. Round x wrinkled seed	All round	5474 round : 1850 wrinkled	2.96:1
2. Yellow x green seeds	All yellow	6022 yellow : 2001 green	3.01:1
3. Purple x white petals	All purple	705 purple : 224 white	3.15:1
4. Inflated x pinched pods	All inflated	882 inflated : 299 pinched	2.95:1
5. Green x yellow pods	All green	428 green : 152 yellow	2.82:1
6. Axial x terminal flowers	All axial	651 axial : 207 terminal	3.14:1
7. Long x short stems	All long	787 long : 277 short	2.84:1

1. 種子の形、2. 種子の色、3. 花の色、4. 莢の形、5. 莢の色、6. 花の着きかた、7. 草丈

- ・ 両親の雌雄を取り替えた交配 (reciprocal cross) でも同じ結果になる。
- ・ 雑種第一代 F₁ (first filial generation) ではどちらか一方の親と同じ形質になる。
- ・ F₁ で現れる形質を優性 (dominant)、現れない形質を劣性 (recessive) という。

2.2 メンデルの実験結果：単性雑種（一遺伝子雑種）の交配

- ・ F_2 では、劣性の形質が再び現れ、優性と劣性の形質をもつ個体の割合は3:1になる。
- ・ 劣性の F_2 個体の F_3 は全部劣性。優性の F_2 の内1/3の F_3 は全部優性形質で、2/3 F_2 では F_3 は優性と劣性を3:1で分離した。



2.2 メンデルの解析

(科学古典業書(2) グレゴア・メンデル論文集 篠遠喜人・訳編 大日本出版株式会社刊 より)

■ ■ ■

A は不変な形質の1対の一方、例えば優性を表わし、a は劣性を、Aa は両方が結合されている雑種を表わすとすれば、次の式

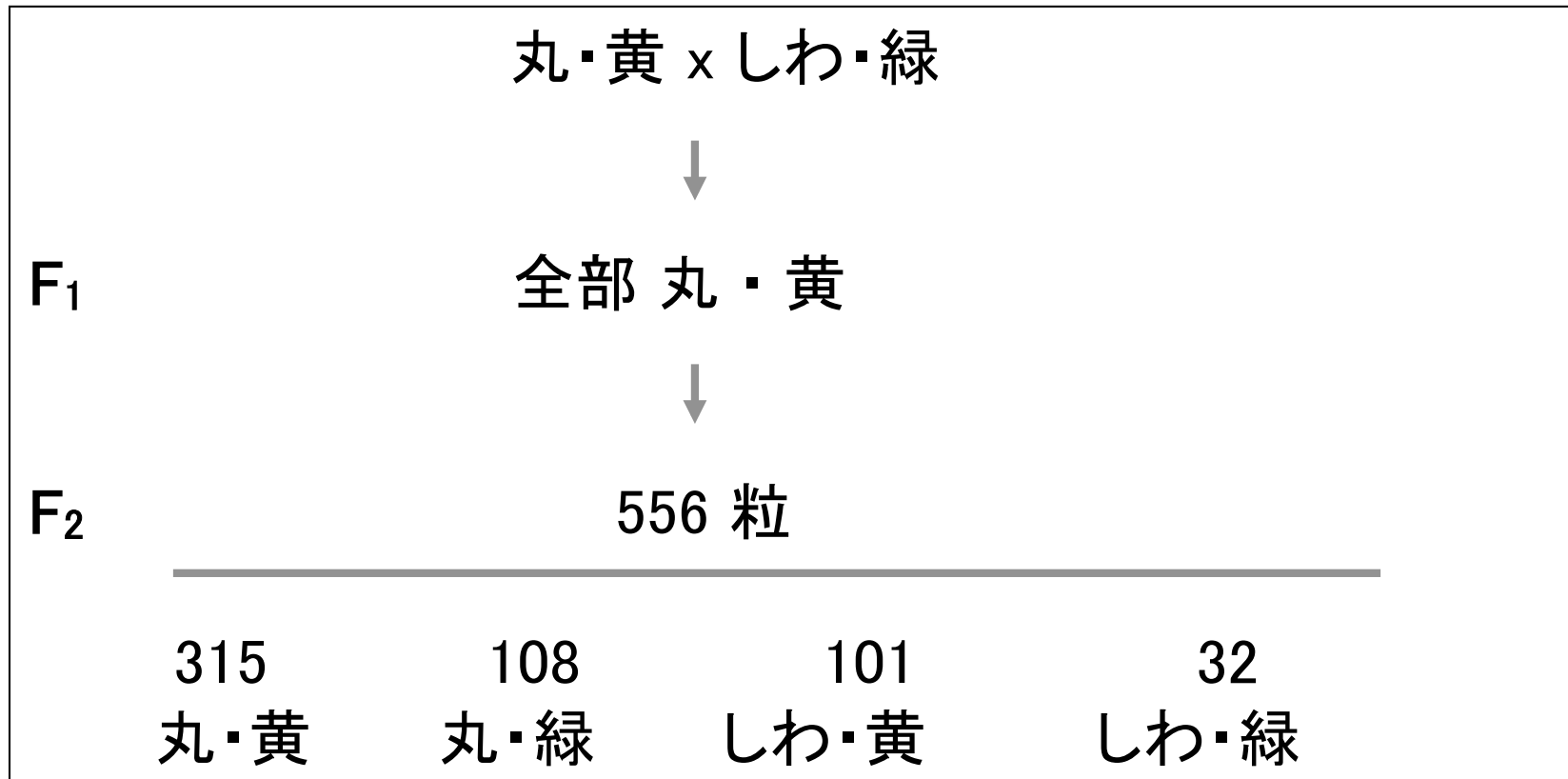
$$A + 2Aa + a$$

は、各二つの対立形質の雑種の子供に対する展開級数を与えるものである。…簡単のために各植物は各代においてただ4粒の種子をつくるものと仮定する。

	比					
代	A	Aa	a	A :	Aa :	a
1	1	2	1	1 :	2 :	1
2	6	4	6	3 :	2 :	3
3	28	8	28	7 :	2 :	7
4	120	16	120	15 :	2 :	15
5	496	32	496	31 :	2 :	31
n				$2^{n-1} :$	$2 :$	2^{n-1}

■ ■ ■

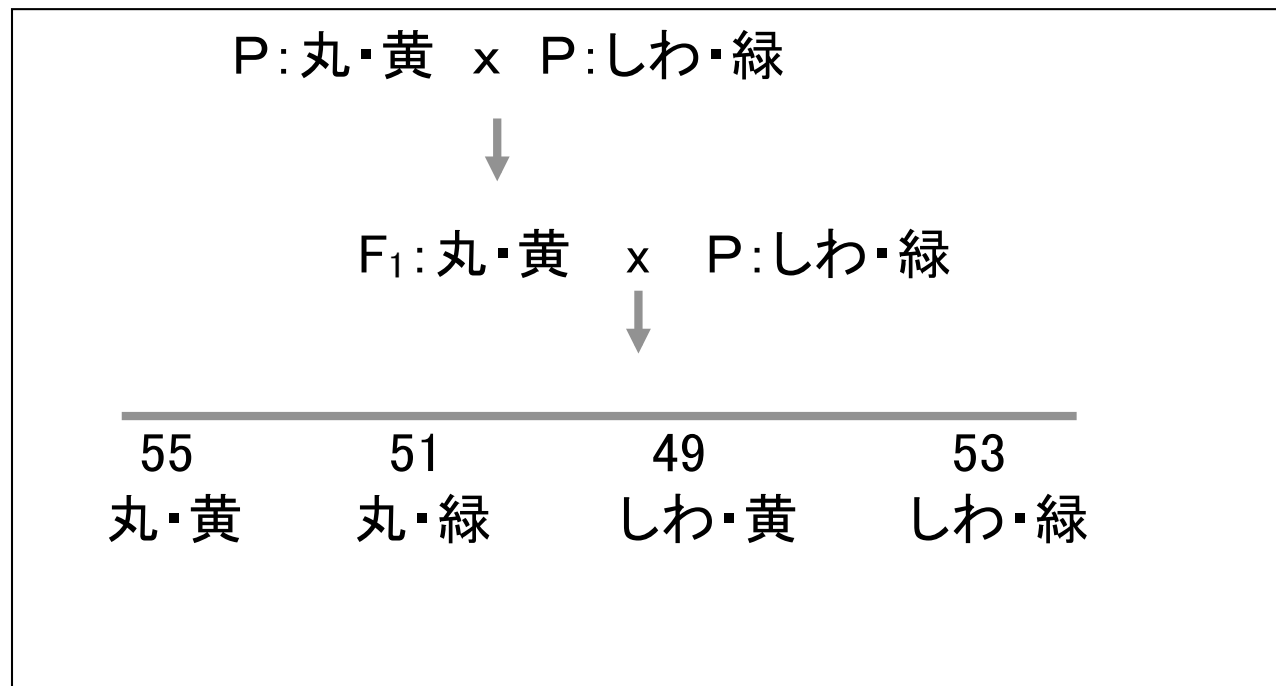
2.2 メンデルの実験結果：両性雑種（二遺伝子雑種）の交配 (dihybrid cross)



- ・ 両性雑種のF₂では、両親の形質を持つものと両親の形質が組み変わったもの4種類が9:3:3:1の割合で出現する。
- ・ F₂では、劣性の形質が再び現れ、優性と劣性の形質をもつ個体の割合は3:1になる。

2.2 メンデルの実験結果：検定交配 (test cross)

- ・ 優性形質を示す個体に劣性の親を交雑する交配 (test cross)。
- ・ もし、個体が優性形質の親と劣性形質の雑種であれば、子孫での優性と劣性の形質を持つ個体の割合は1:1になる。
- ・ もし、個体が優性形質の親そのものであれば、子孫はすべて優性形質を持つ個体になる。



2.3 メンデルの遺伝法則 (Mendel's laws of heredity)

優劣の法則、the law of dominance

- ・ 雑種第一代において両親の形質(対立形質)のうち、どちらか一方だけが現れる(メンデルの法則に含めない場合もある)。

分離の法則、the law of segregation (Mendel's first law)

- ・ 7組の単性雑種monohybrid crossの結果から演繹。
- ・ 生物の形質は一对の遺伝因子(遺伝子gene)によって決定され、その因子は生殖細胞の形成に際し、分離して配偶子に一つだけ入る。

独立の法則、the law of independent segregation or assortment (Mendel's second law)

- ・ 両性雑種dihybrid crossの結果から演繹
- ・ 2つ又はそれ以上の形質が交配によって同一個体に存在するとき、お互いに関係なく(独立に)子孫で分離する。

2.3 遺伝用語

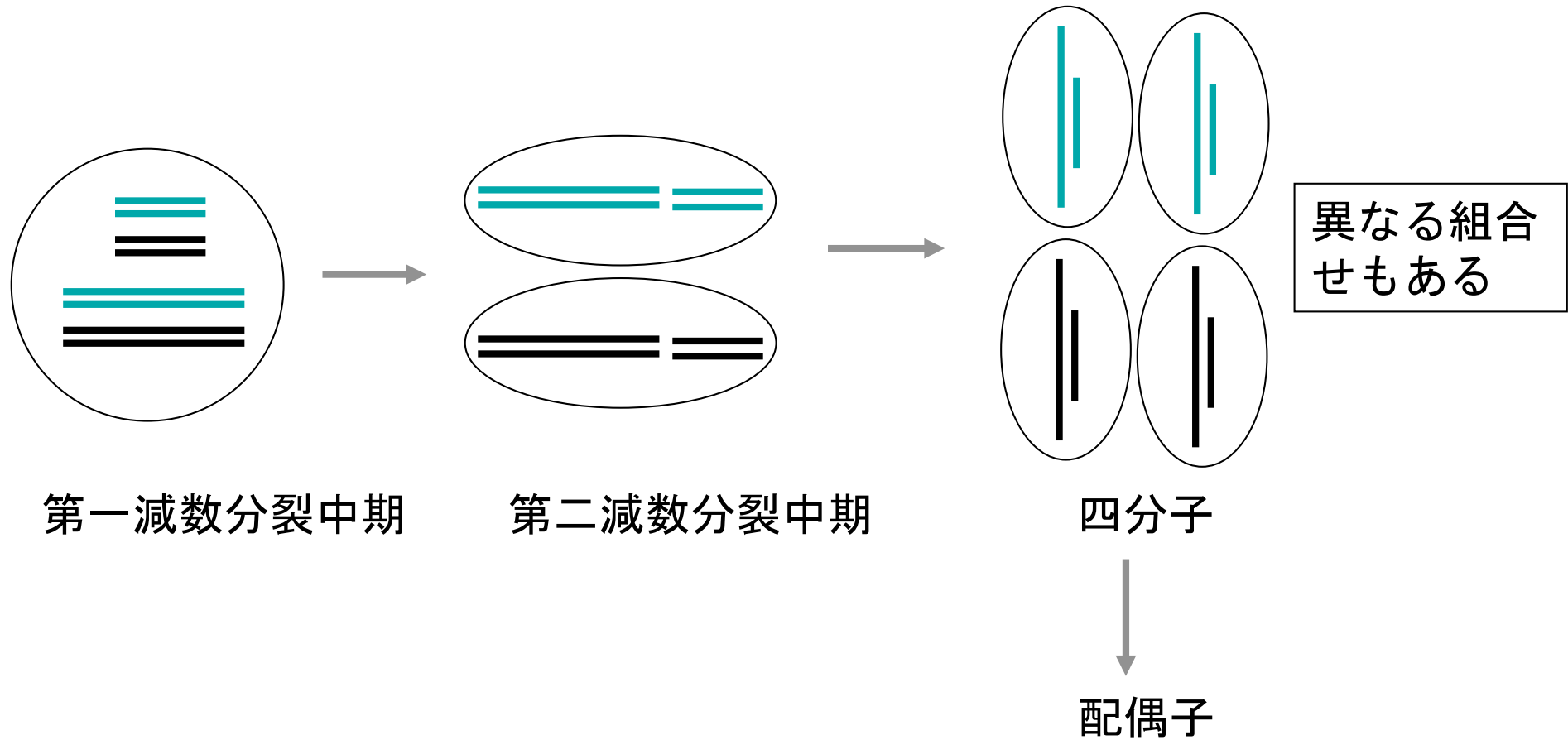
- ・ 遺伝子 (gene): 遺伝子記号として、その遺伝子が関与する形質の特徴を表す単語の頭文字を用い、優性を大文字、劣性を小文字で表す。
- ・ 対立遺伝子 (allele): 同じ形質の遺伝子で優性と劣性のように異なる遺伝子。
- ・ 遺伝子型 (genotype): ある個体の遺伝子の構成。
- ・ 表現型 (phenotype): ある個体の形質の特徴を表す。表現型 が同じでも、遺伝子型が異なる場合ある。
- ・ 接合体 (zygote): 2個の配偶子が接合して生じた細胞。受精卵。核相は $2n$ 。
- ・ 配偶子 (gamete): 減数分裂によって生じる生殖細胞。卵、精子、花粉。核相は n 。
- ・ ホモ接合体 (homozygote): 特定又は複数の遺伝子について対立遺伝子が同じである個体。
- ・ ヘテロ接合 (heterozygote): 特定又は複数の遺伝子について対立遺伝子が異なる個体。

3. 遺伝の染色体説

3.1 サットン・ボバリーの説 W. Sutton, T. Boveri 1902

- ・ 精子と卵は世代と世代を結ぶたった一つの橋だから、すべての遺伝物質はこの二つによって運ばれるに違いない。
- ・ 顕微鏡による観察結果から、精子は細胞質のすべてを失っているが、遺伝的には卵と同じくらいの寄与をしているから、遺伝因子は核の中にあるに違いない。
- ・ 核の可視的構成成分のうち、細胞分裂のときに正確に分けられるのは染色体だけである。このことは遺伝子が染色体上にあることを示唆する。
- ・ 染色体は対になっている。メンデル因子もそうである。
- ・ 染色体減数分裂のときに分離する。メンデル因子も配偶子を形成するときに分離する。
- ・ 対になった2本の染色体は、他の染色体対とは独立に分離するようにみえる。メンデルの因子も独立に分離する。

3.2 染色体とメンデルの遺伝因子（分離の法則）



3.2 染色体とメンデルの遺伝因子(独立の法則)

