

ゲノム分析 (Genome analysis)

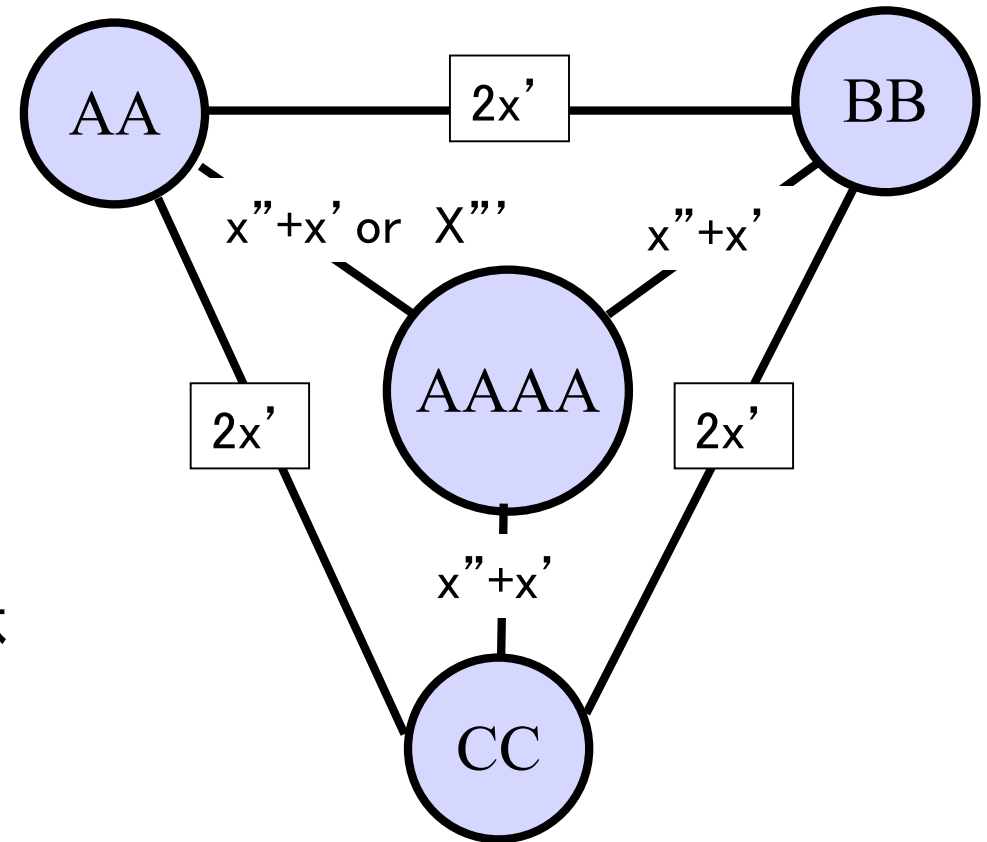
1. ゲノム分析とは
2. 倍数体作物の起源

1. ゲノム分析とは

- ・ ゲノム分析は倍数体種のゲノム構成を明らかにする。
- ・ ゲノム分析は倍数体種とその両親種の候補種と交配し、 F_1 の減数分裂での染色体対合を観察。
- ・ ゲノムの相同の程度は染色体対合の程度に基づく。

1.1 同質四倍体のゲノム分析

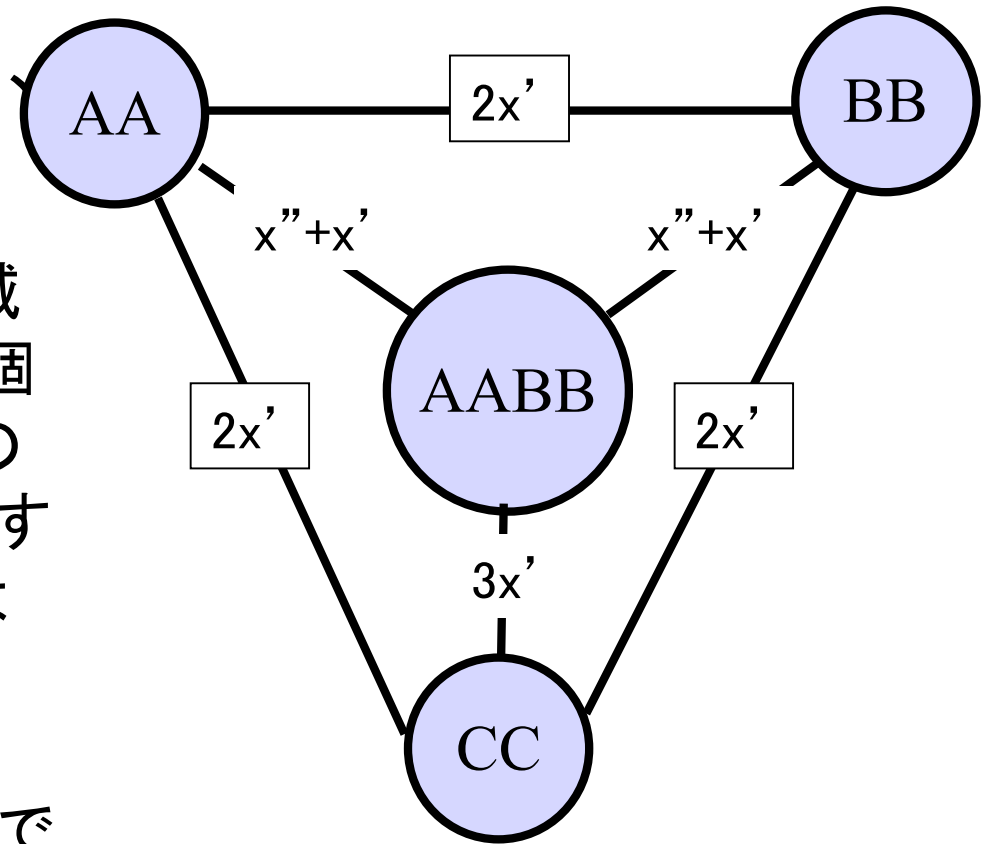
- 対象の四倍体を近縁の二倍体 AA、BB、CCと交配する。
- 二倍体間のF1は減数分裂で一価染色体のみ ($2x'$ 個) を形成する。
- 四倍体と二倍体のF1が x 個の二価染色体と x 個の一価染色体を形成し、AAとのF1だけでしばしば三価染色体を形成する。
- 四倍体のゲノム構成はAAAAと決定される。



From "Wheat Studies" (H. Kihara)

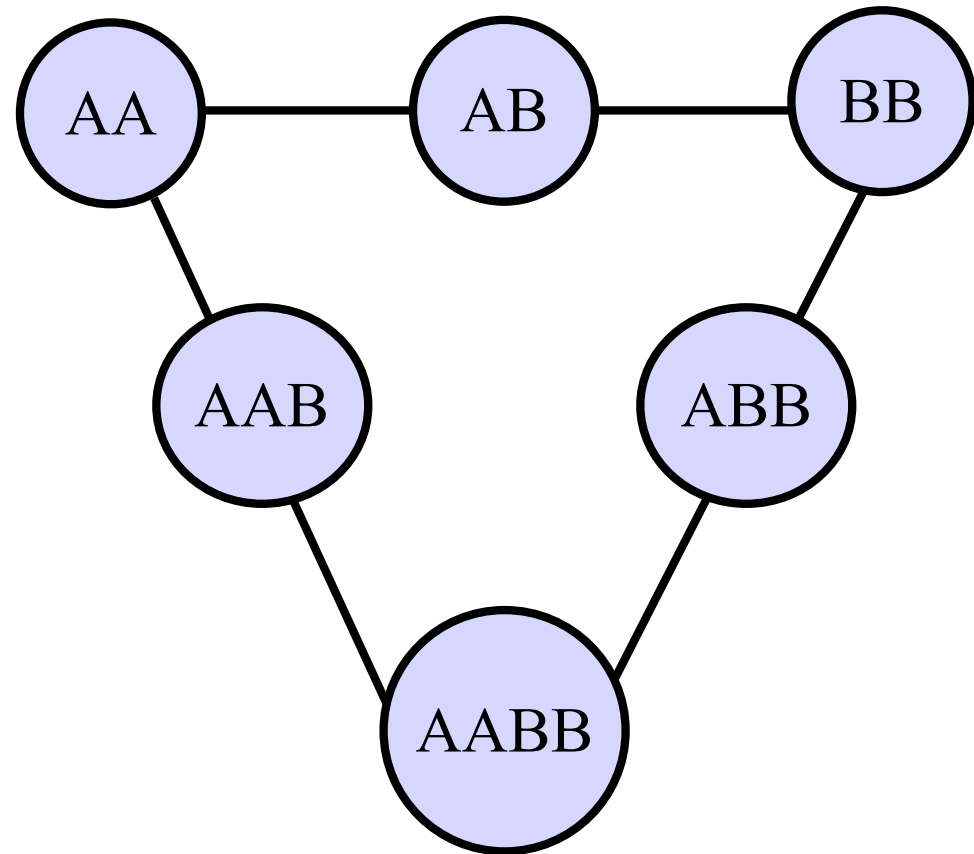
1.2 異質四倍体のゲノム分析

- ・ 四倍体を近縁の二倍体AA、BB、CCと交配する。
- ・ 四倍体とAA及びBB間のF1は減数分裂で x 個の一価染色体と x 個の二価染色体を形成し、CCとのF1が $3x$ 個の一価染色体を形成する場合、四倍体のゲノム構成はAABBと決定される。
- ・ 二倍体種CCが存在しない場合でも、四倍体のゲノム構成はAABBと決定される。



From "Wheat Studies" (H. Kihara)

- 二倍体種CCが存在しない場合でも、四倍体のゲノム構成はAABBと決定される。



From “Wheat Studies” (H. Kihara)

2. 倍数体作物の起源

2.1 コムギ (*Triticum*) 属

コムギ属には染色体数の異なる3つのグループ、一粒系 (Einkorn、 $2n=14$)、二粒系 (Emmer、 $2n=28$)、普通系 (Dinkel、 $2n=42$) があり、相互に交雑できる。

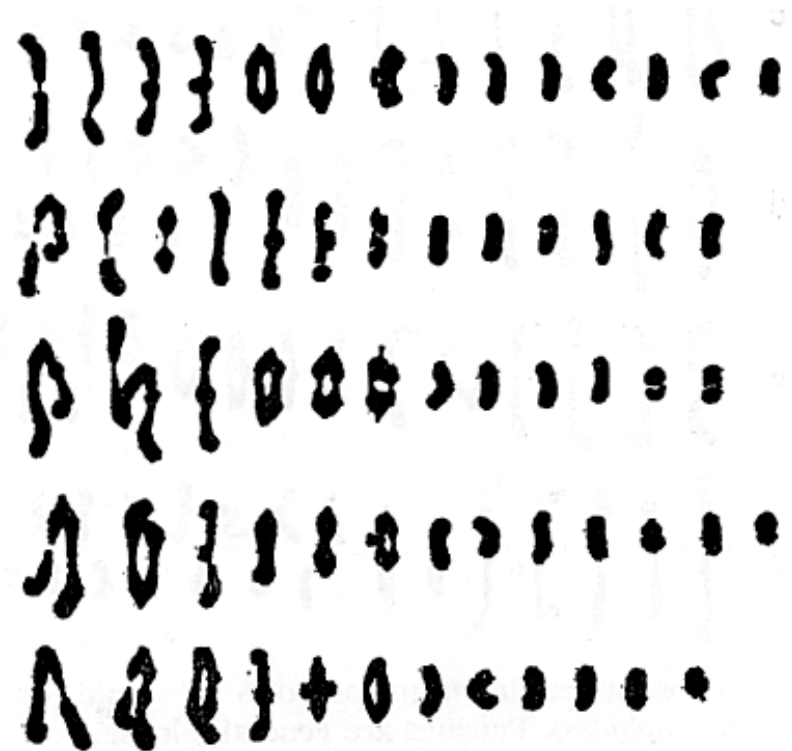
- ・二粒系 x 一粒系 $\longrightarrow$ 三倍雑種 (triploid hybrid)
- ・普通系 x 一粒系 $\longrightarrow$ 四倍雑種 (tetraploid hybrid)
- ・普通系 x 二粒系 $\longrightarrow$ 五倍雑種 (pentaploid hybrid)



Triticum monococcum *Triticum durum* *Triticum aestivum*

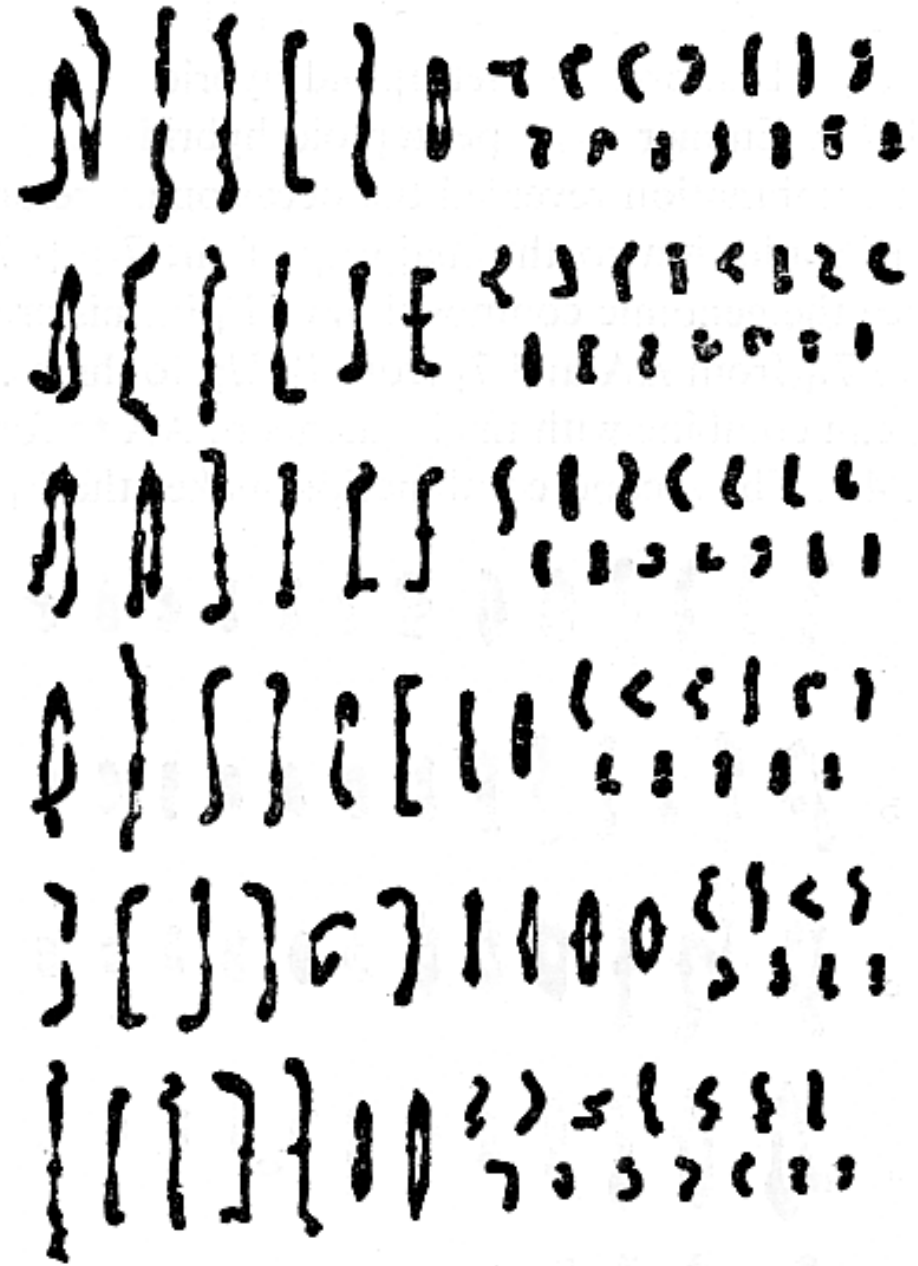
コムギの三倍雑種

- ・ 大多数のMI細胞は7''+7' を形成する。
- ・ 故に、一粒系と二粒系コムギは共通のゲノム (A) を一組持つ。
- ・ また、二粒系は別のゲノム (B) を持つ。



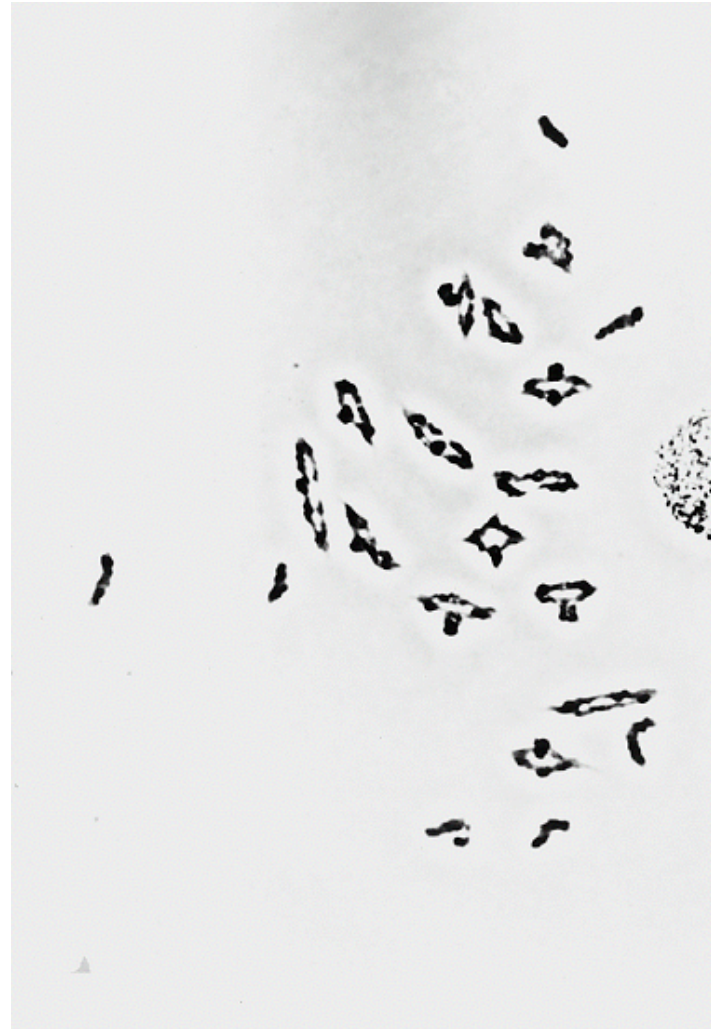
コムギの四倍雑種

- ・ 標準のMIでの染色体対合は $7''+14'$ である。
- ・ 故に、普通系は一粒系と共通のゲノムAを持つ。



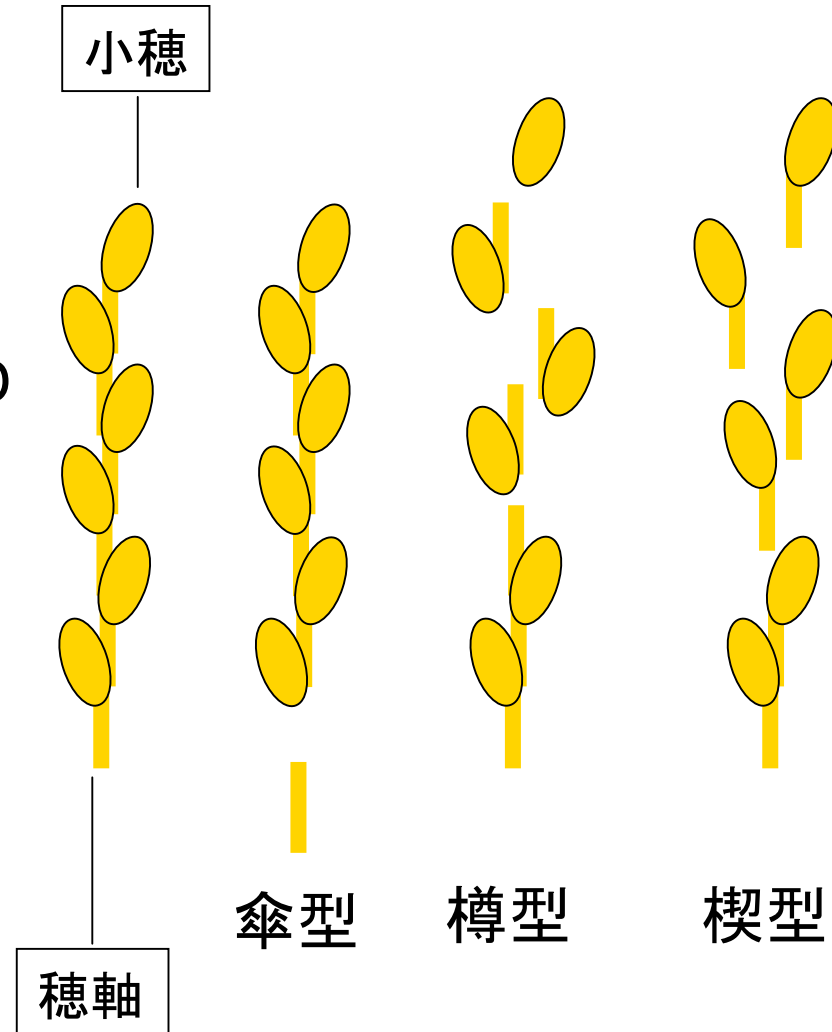
コムギの五倍体雑種

- ・ 大多数のMI細胞は $14''+7'$ となる。
- ・ 故に、普通系は二粒系と共通のゲノムA、Bを持つ。
- ・ また、普通系にはもう一組のゲノム(D)がある。



DDゲノム種の発見

- ・ DD種は $2n=14$ である。
- ・ 穂軸の折れ方は、普通系コムギが樽型で、二粒系コムギが楔型なので、DD種は樽型である。
- ・ このような条件を持つ近縁種はタルホコムギ (*Aegilops squarrosa*)のみである。



コムギの起源

以上のゲノム分析の結果を総合すると、

- ・ 一粒系コムギはAA、二粒系コムギはAABB、普通系コムギはAABBDDのゲノム構成を有する。
- ・ 現在の普通系は二粒系とDD種（タルホコムギ）の交雑に由来する。
- ・ 現在の二粒系は一粒系とBB種（クサビコムギ？）の交雑に由来する。



「コムギ博士の研究」(横浜市こども植物園)より

クサビコムギ

コムギの合成

- ・ タルホコムギと二粒コムギの三倍体雑種($2n=21$)には、非還元配偶子を形成して稔性のあるものがある。
- ・ その子孫では、自然に染色体倍加した普通系コムギに似た植物、合成六倍性コムギ($2n=42$)が出現する。
- ・ 合成六倍性コムギと普通系コムギの雑種は染色体対合も稔性も正常である。
- ・ 自然界ではトランスコーカサス付近で六倍性コムギ生じたと考えられる。



----- タルホ小麦 *Aegilops squarrosa*
- - - - - 二粒小麦 *Triticum dicoccoides*

2.2 ワタ (*Gossypium*属)

- ・ アオイ科、 $2n=2x=26$ & $2n=4x=52$
- ・ 栽培種としては、旧世界に分布するAAゲノムの二倍体種 (*G. arboreum*) と (*G. herbaceum*: “Asian”) 及び新世界のAADDゲノムの異質四倍体種 (*G. hirsutum*: “American Upland”) と (*G. barbadense*: “Sea Island or Egyptian”) がある。
- ・ 四倍体種はAゲノムの二倍体種とDゲノムの二倍体種の雑種起源
- ・ 四倍体種はペルーの3000BCの遺跡から見つかっているので、アメリカ大陸で起源したと考えられる。



ワタ のゲノム分析

Cross	Chromosome paring			
	I*	II*	III*	others
AA x DD ¹⁾	16.80	4.40	0.10	0.03
AADD x AA ²⁾	13.03	9.92	0.10	1.44
AADD x DD ³⁾	13.55	12.26	0.31	-

* I = 一価染色体、II = 二価染色体、III = 三価染色体

- 1) Beasley, J.O. (1942), Genetics, Table 1の2交配の平均。
- 2) Beasley, J.O. (1942), Genetics, Table 3。
- 3) Plant Cytogenetics 2nd ed., R.J. Singh, CRC PRESS, Table 8.9の6交配の平均。



F_1 of *G. hirsutum* (AADD, $2n=52$) x *G. harknessiie* (DD, $2n=26$) $12''+15'$

Beasley, J.O. (1942), Genetics 27, Plate I より

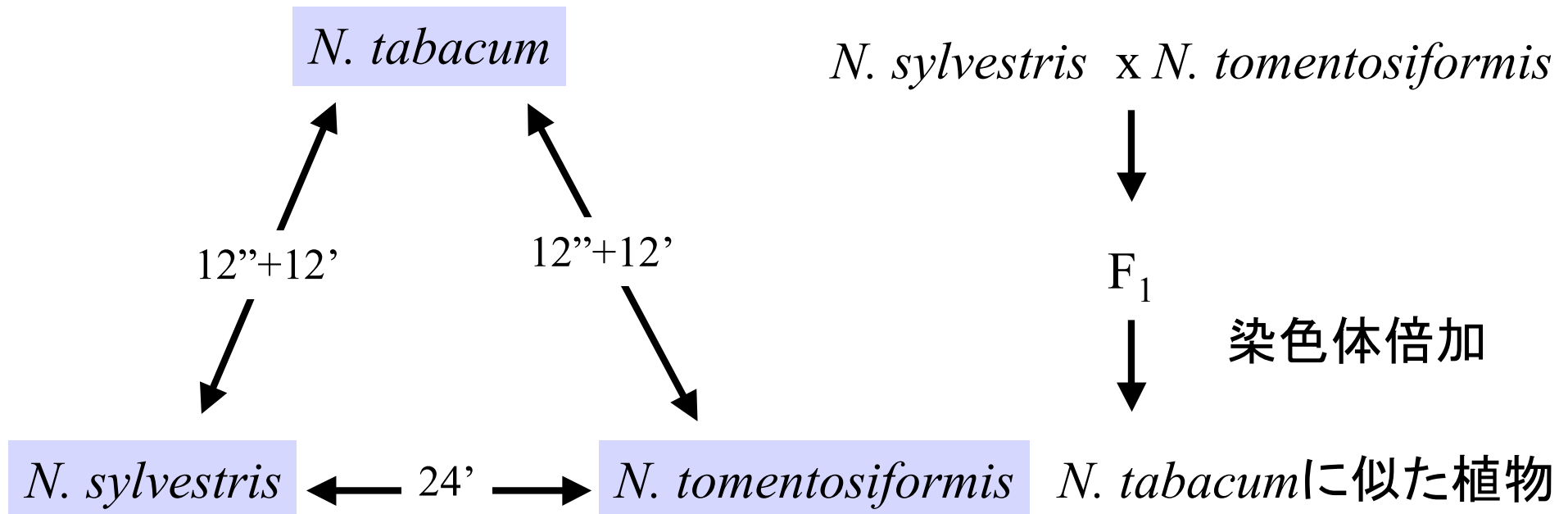
2.3 タバコ (*Nicotiana*属)

- ・ ナス科、 $2n=48$
- ・ $2n=24$ の2種の二倍体種の交雑による異質四倍体
- ・ ボリビア、アルゼンチン国境付近が発祥地

ゲノム分析

このように期待されるが、実際は複雑

タバコの合成





ニコチアナ・タバカム



左)ニコチアナ・トメントシフォルミス

右)ニコチアナ・シルベストリス



ニコチアナ・タバカムを生んだ二つの
野生種とその分布地域

たばこと塩の博物館

<http://www.jti.co.jp/Culture/museum/tabako/index.html>

2.4 アブラナ属 (*Brassica* 属)

- ・ 2倍体には、 $2n=20$ のハクサイの類、 $2n=16$ のクロガラシ、 $2n=18$ のキャベツの類がある。
- ・ 2倍体種間の交雑により、 $2n=34$ 、 $2n=36$ 、 $2n=38$ の異質4倍体が生じた。

