

# 染色体工学

## Chromosome engineering

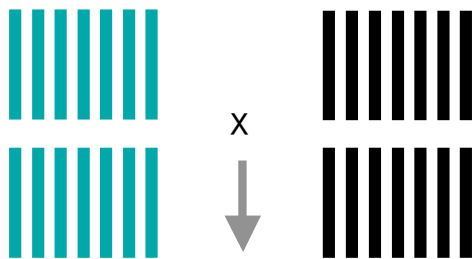
1. ゲノムの操作
2. 染色体の操作

# 1. ゲノムの操作

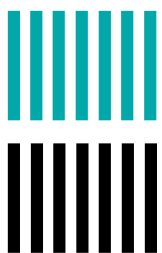
## 1.1 半数体の利用: 半数体育種法

- 半数体は配偶子から発生した個体である。
- 半数体の染色体を倍加すると純系の二倍体が生じる。
- 作物の交雑育種で、半数体で選抜すれば、一足飛びに遺伝的に固定した品種を育成できる。
- 半数体の育成法には、薬培養や遠縁交雑がある。

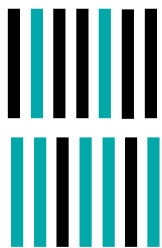
# 通常の交雑育種



F<sub>1</sub>



F<sub>2</sub>

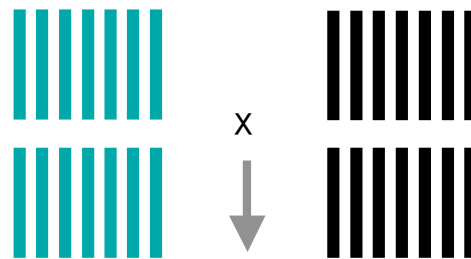


自家受精と選抜を  
7~8回繰り返す

固定  
系統



# 半数体育種



半数体育成



染色体倍加



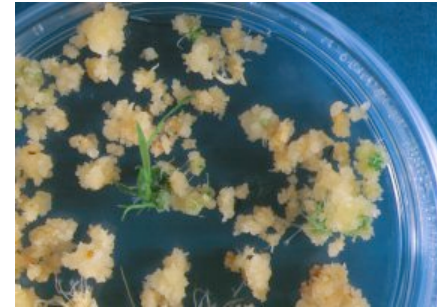
# 薬培養



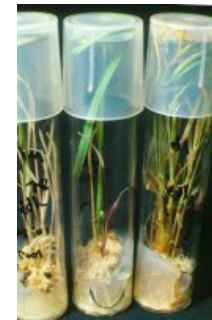
水稻の花内の  
薬



薬から形成された  
カルス



カルスから再  
分化した茎葉



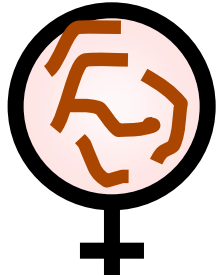
生育した植物体

[静岡県農業試験場ホームページ](http://www.u-shizuoka-ken.ac.jp/center/nougyou_990610bak/anther.html)

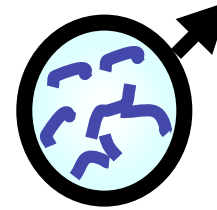
[http://www.u-shizuoka-ken.ac.jp/center/nougyou\\_990610bak/anther.html](http://www.u-shizuoka-ken.ac.jp/center/nougyou_990610bak/anther.html)

# 遠縁交雑

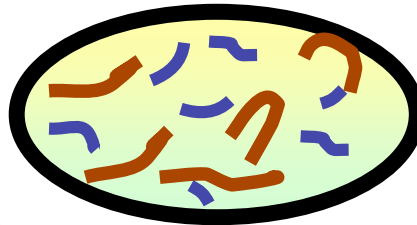
species  
z



X

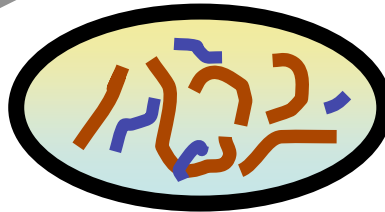


species  
y



zygote (hybrid  
phase)

Elimination of  
paternal  
chromosomes



haploid embryo



fertile doubled  
haploid (induced  
chromosome  
doubling)

A. Houben氏提供

# 遠緣交雜

## Crosses



### female

**wheat**  
(*Triticum aestivum*)

**barley**  
(*Hordeum vulgare*)

**x**

**x**

### male

**pearl millet**  
(*Pennisetum glaucum*)

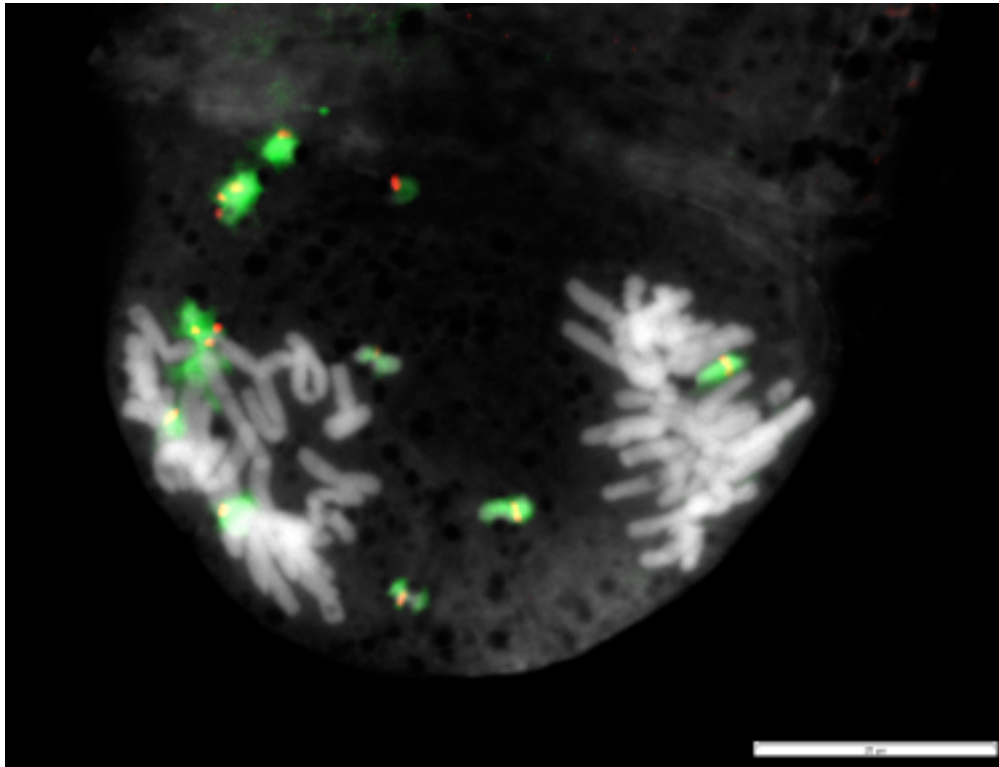
**wild barley**  
(*H. bulbosum*)

A. Houben氏提供

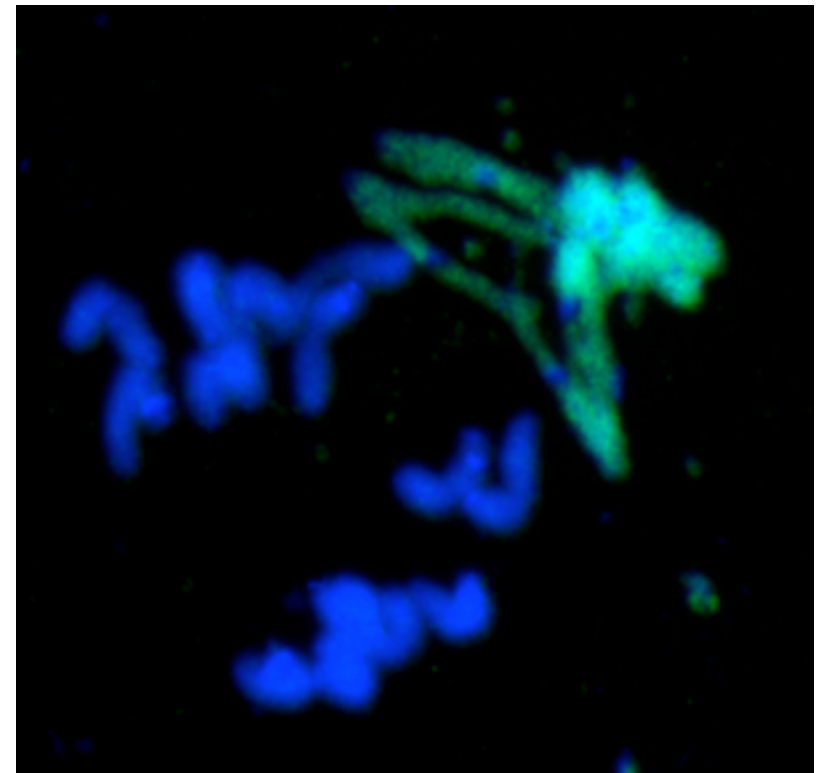
# Loss of paternal chromosomes during mitosis

- parent-specific centromere defects
- asynchrony of mitotic cycle times

A. Houben氏提供



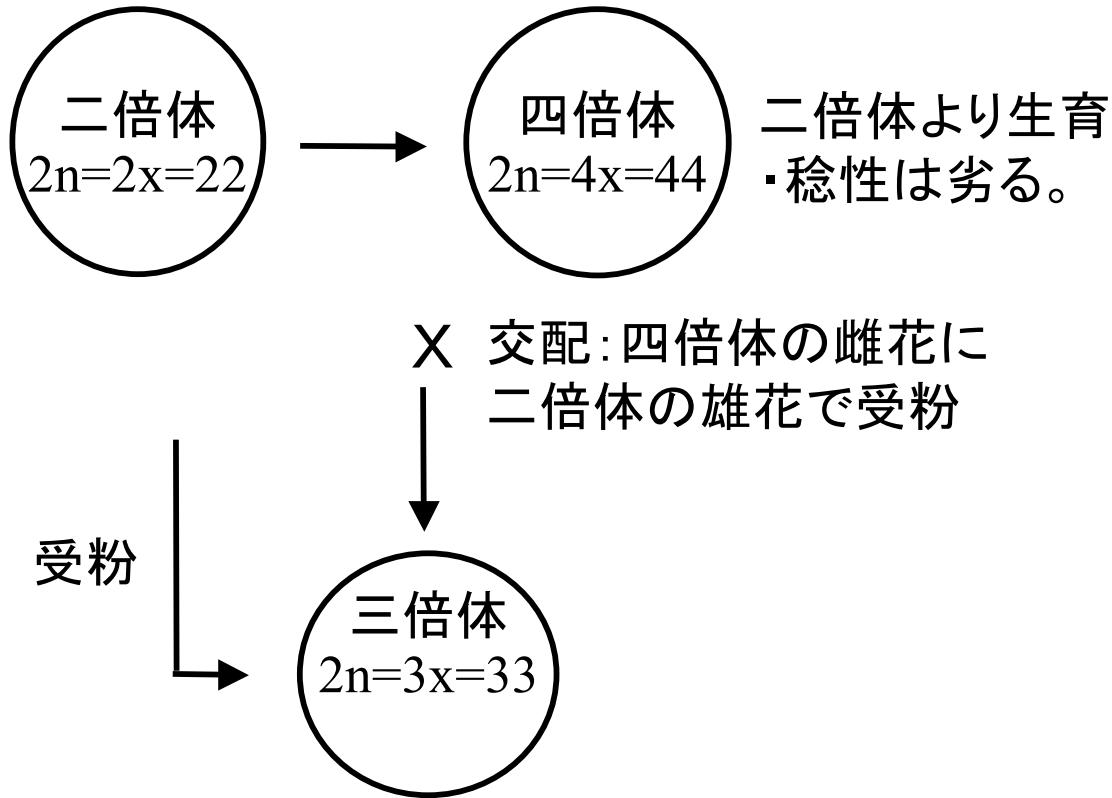
wheat x pearl millet



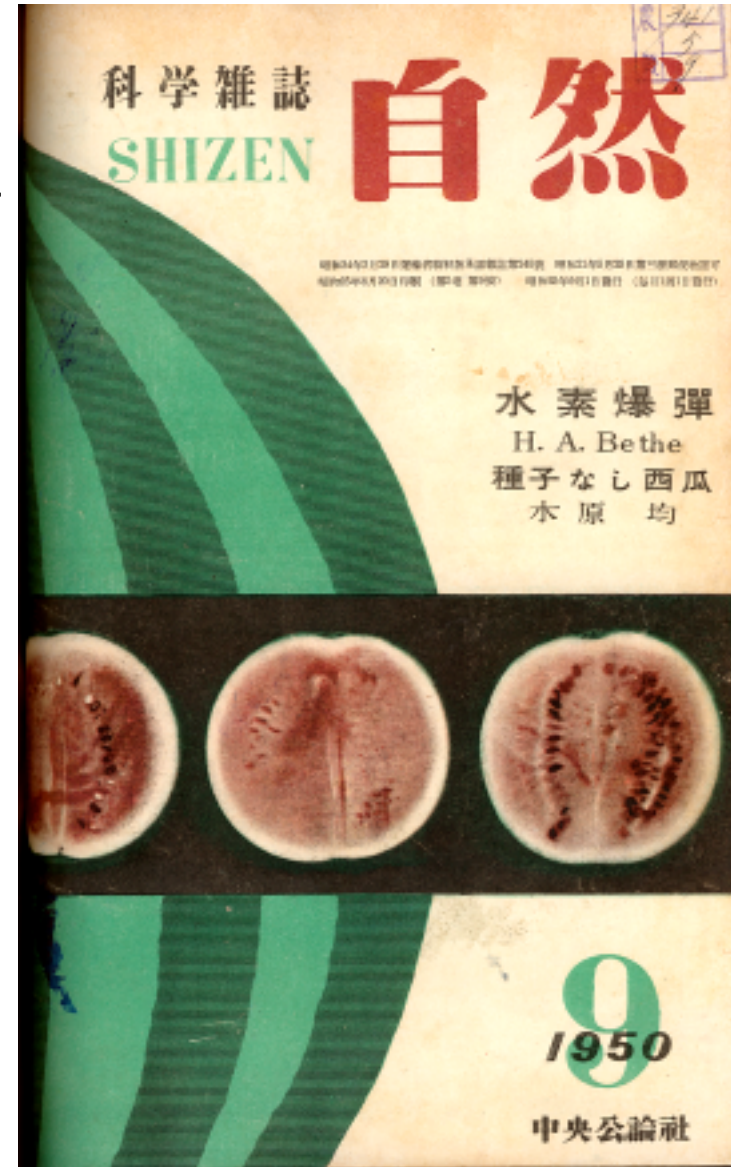
barley x *H. bulbosum*

## 1.2 同質三倍体の利用: 不稔性を利用した種子なしスイカ

コルヒチン処理による  
染色体倍加



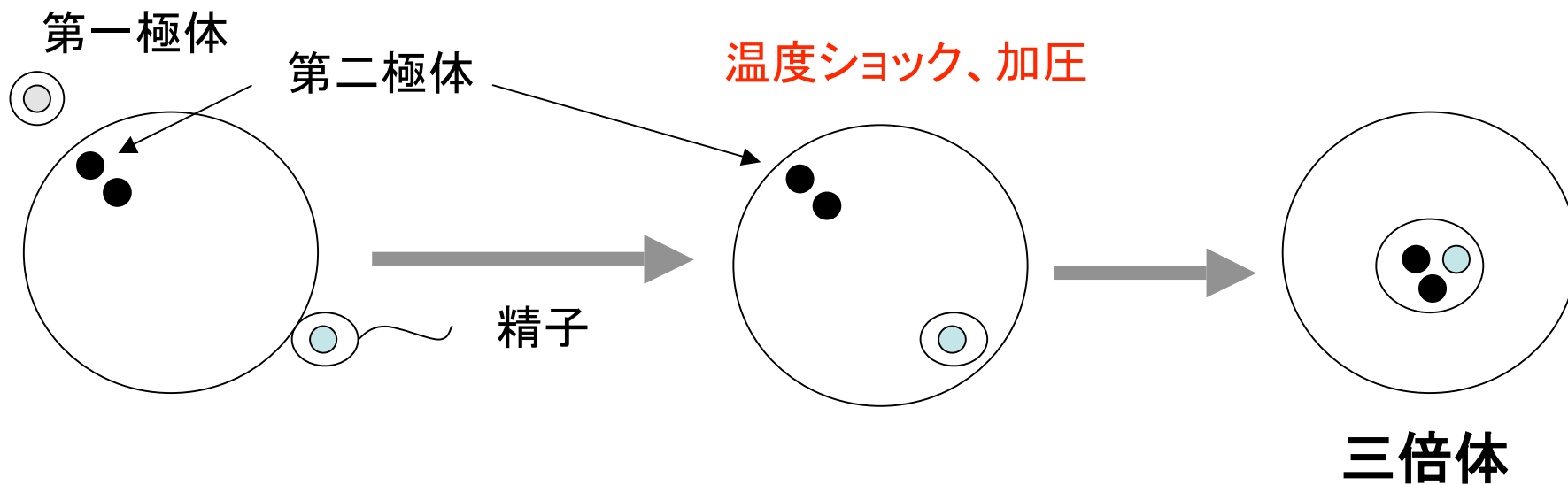
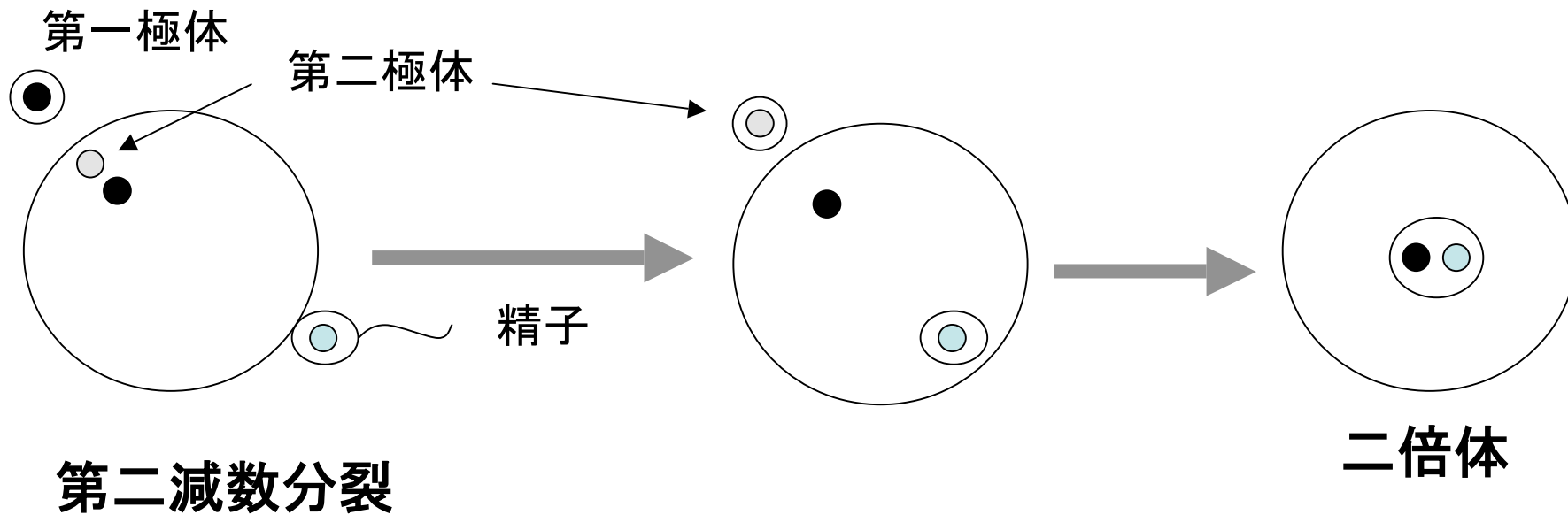
生育は二倍体と同等であるが不稔になる。  
受粉の刺激で子房が発達して果実はあるが、胚は正常に発達せず、種子なしとなる。



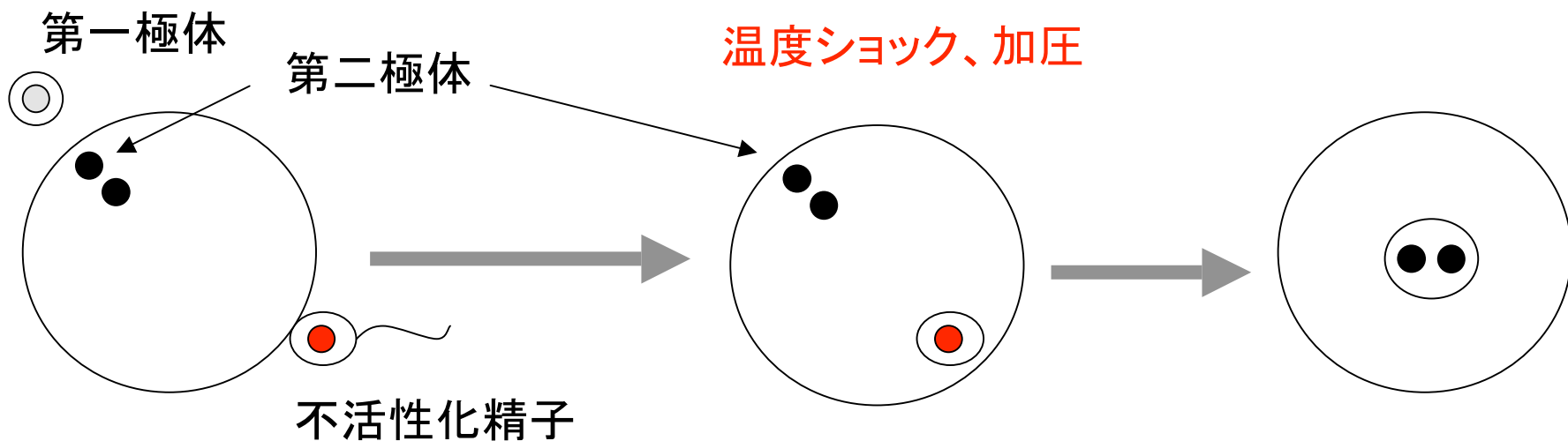
### 1.3 同質三倍体の利用:全雌三倍体魚

- ・ 人為的に1セットの染色体を増やした三倍体は、成熟しないという特性を持つ。
- ・ サケマス魚類で三倍体を作ると雌は不妊になるものの、雄は成熟してしまう。
- ・ 性のコントロール技術を併用して一旦全雌を作り、その後に染色体を増やして全雌三倍体という集団を作る。
- ・ このようにして作られた魚が成熟せずに成長し続ける魚となる。
- ・ サケマス魚類は成熟に伴い肉質が低下してくるため、熟しない三倍体は、大型で高品質の魚肉を周年供給するために利用できる。

# 魚類の受精



# XX雄の育成



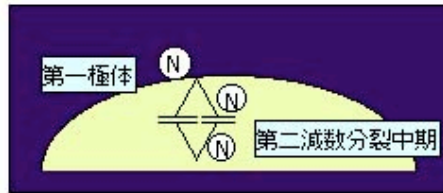
性転換したXX雄

雄性ホルモン配合の飼料で育成

通常の雄アユから精子を取り出し、希釈液で希釈し、希釈精液に紫外線を照射しますと、染色体が破壊されても活力(運動性)を有しており、この精子で通常の雌アユの卵を受精し6分後に650kg/cm<sup>2</sup>の水圧を6分間かけますと、卵の染色体(第二極体)1セットの放出が阻止されて、核の染色体1セットと合わせて卵の染色体2セットだけになります。そのために性染色体はXXとなり、ふ化した魚はすべて雌になります。この魚は雌性発生二倍体魚と呼ばれ、ふ化後暫くしてから雄性ホルモンを配合飼料に添加して数か月投与しますと雌を雄に性転換することができます。この魚が性転換雄魚で、精子の性染色体は全てX染色体だけになります。



# 受精の原理と3倍体化处理



## 1. 受精前の卵

絞り出された卵は親の持っている染色体(2N)を半減させる減数分裂という分裂の途中(中期)にあります。

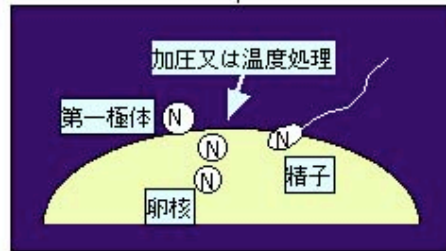
通常受精

3倍体作出



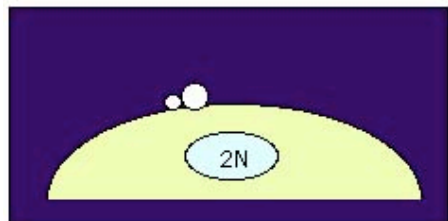
## 2. 受精

受精によって減数分裂は再開し、卵は染色体の半分を第二極体として卵外に放出し半数の染色体(N)が卵にとどまります。



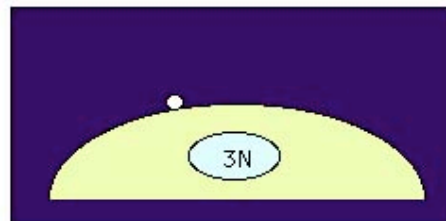
## 2. 3倍体化处理

受精直後に加圧又は温度処理を与えると染色体の半分以上を卵外に捨てられずに2倍性の染色体が卵にとどまります。



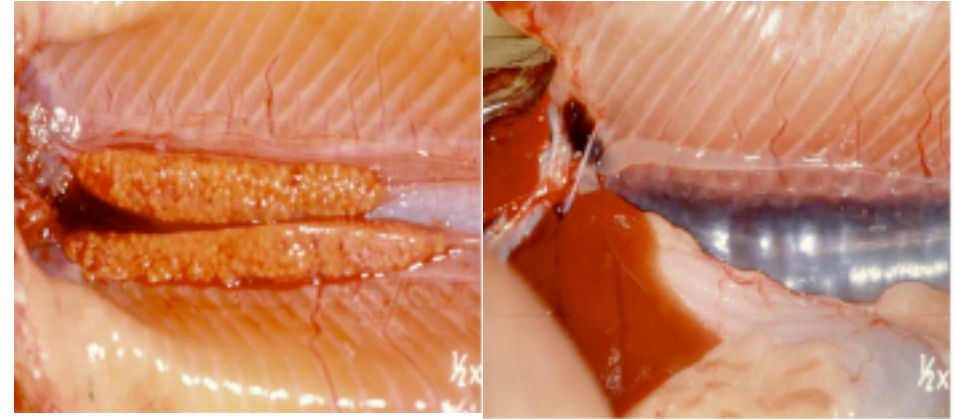
## 3. 発生

精子と卵核が一体となり親と同じ染色体数を持って発生が開始されます。



## 3. 発生

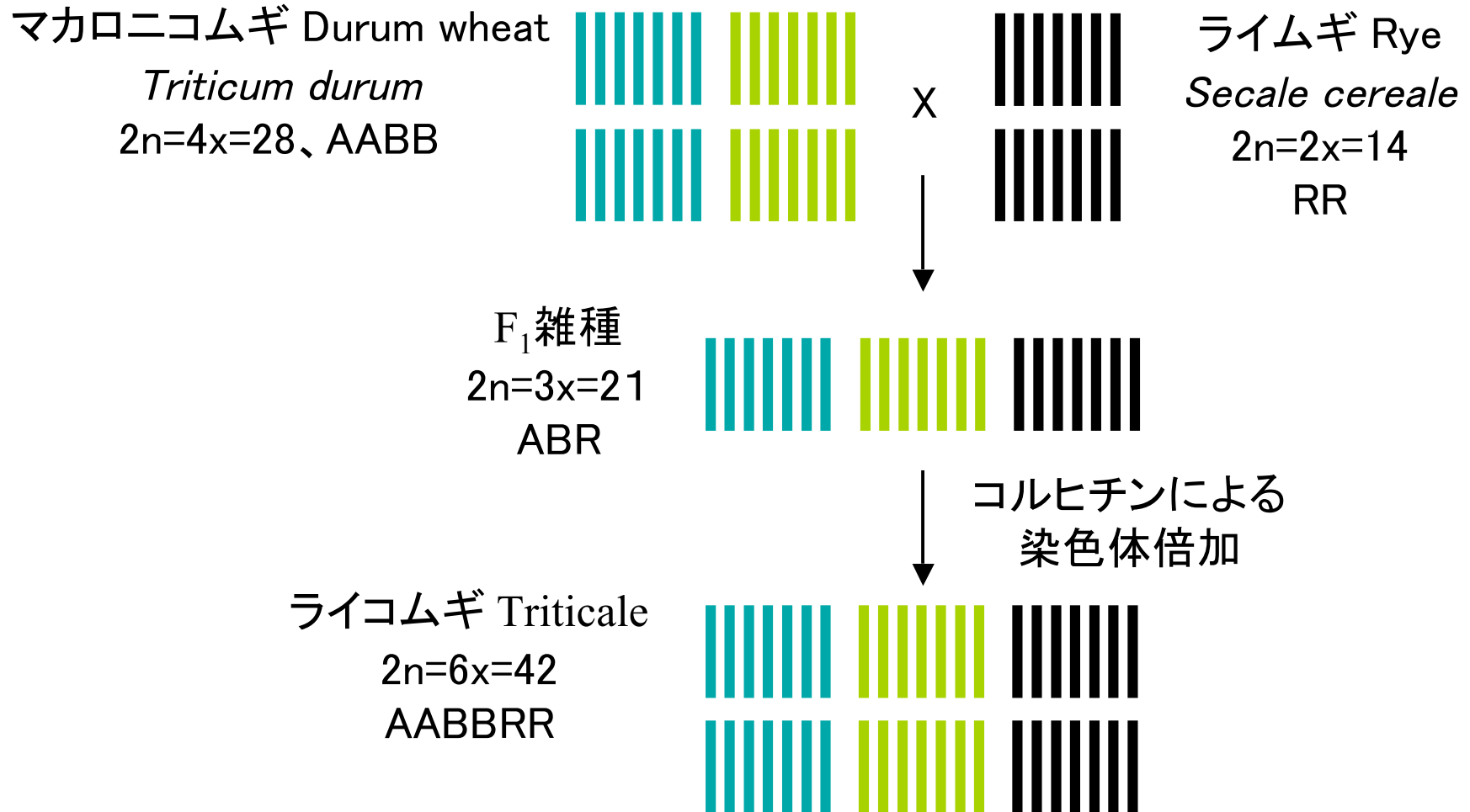
精子と2倍性の卵核が一体となり3倍体として発生を開始します。



ニジマス二倍体(左)と三倍体(右)の2年魚の生殖腺の状態です。二倍体は翌年成熟する卵巢が大きくなっていますが、三倍体は卵粒すら観察できないくらいに卵巢の発達が抑制されています。

# 1.4 複二倍体の利用

## ライコムギ





マカロニコムギ



ライムギ



ライコムギ

# Brocoflower



<http://wburg.com/0103/context/images/kino7.jpg>



<http://www.afttis.or.jp/senjin/haku.htm>

## 小松菜とチンゲンサイを掛け合わせた「べんり菜」

[http://www.ckp.or.jp/apec/regional/kansai\\_cc/6/nougyo.htm](http://www.ckp.or.jp/apec/regional/kansai_cc/6/nougyo.htm)



<http://www.ued.janis.or.jp/housaku/planter/05/index.html>



[http://www.yasaiyasai.com/item/41\\_343.html](http://www.yasaiyasai.com/item/41_343.html)

農林水産省種苗登録第1434号



<http://www.e-taneya.net/01yasai/01yokei-html/021na/0101021017002.html>

## 2. 染色体の操作

### 2.1 異種染色体の添加

Amphidiploid  
 $2n=8x=56$   
AABBDDRR

Wheat  
 $2n=6x=42$   
AABBDD

B1  
 $2n=7x=49$   
AABBDDR

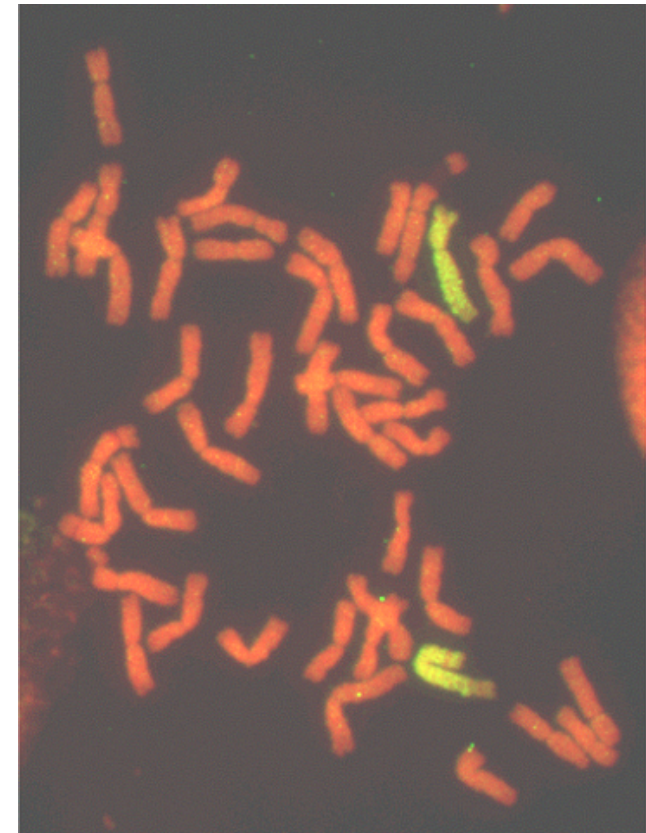
X

Wheat  
 $2n=6x=42$   
AABBDD

Monosomic addition line  
 $2n=6x+1=43$   
AABBDD+1R' ~ AABBDD+7R'

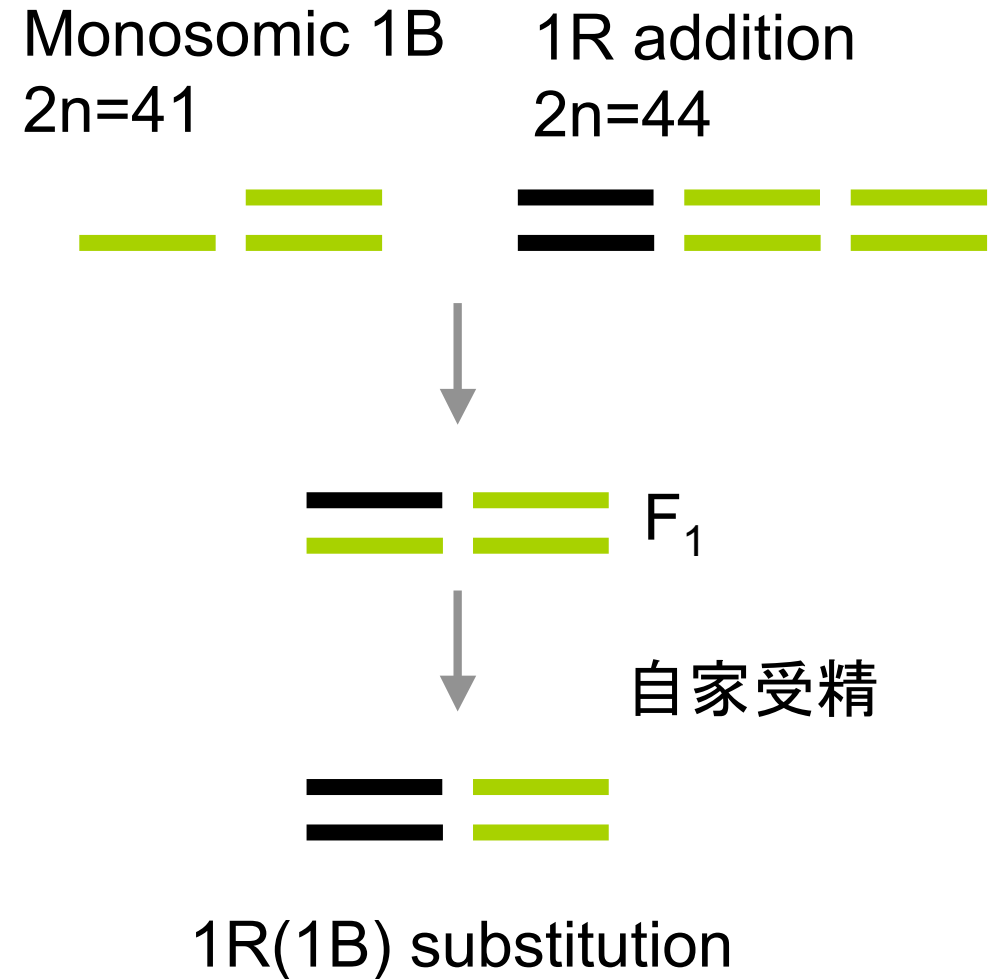
Self

Disomic addition line  
 $2n=6x+2=44$   
AABBDD+1R'' ~ AABBDD+7R''



## 2.2 異種染色体の置換

- ・ コムギでは、特定の染色体を近縁種の染色体と置き換えることができる。
- ・ 置換が可能な染色体は、類似の遺伝子を持っており、同祖染色体 (homoeologous) 染色体という。
- ・ ライムギの染色体が一对コムギの染色体と置換している系統は広く栽培されている。

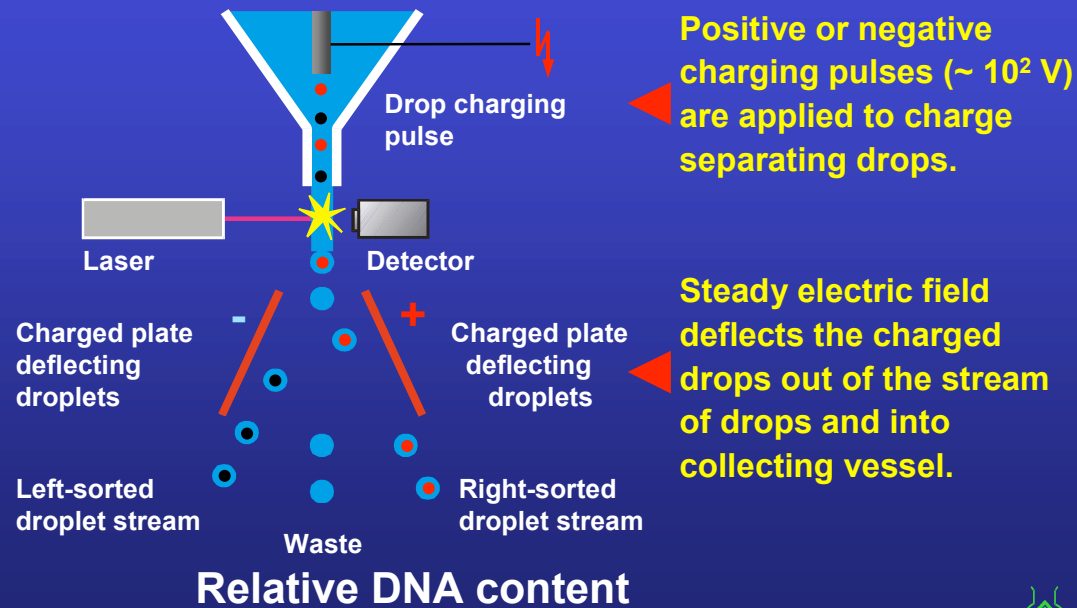


## 2.3 染色体の単離

フローソーティング (Flow Cytometry & Cell Sorting)



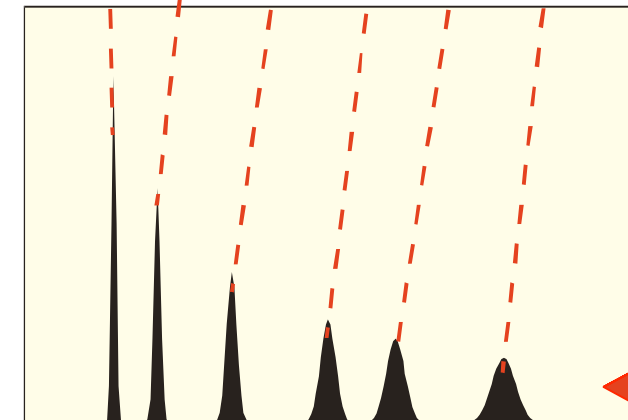
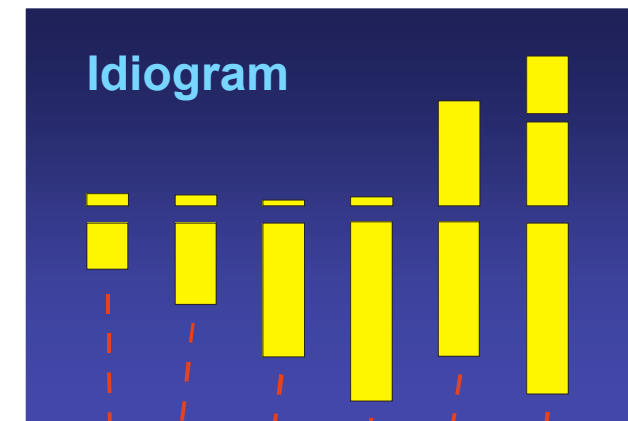
### ELECTROSTATIC DROPLET SORTER



Positive or negative charging pulses ( $\sim 10^2$  V) are applied to charge separating drops.

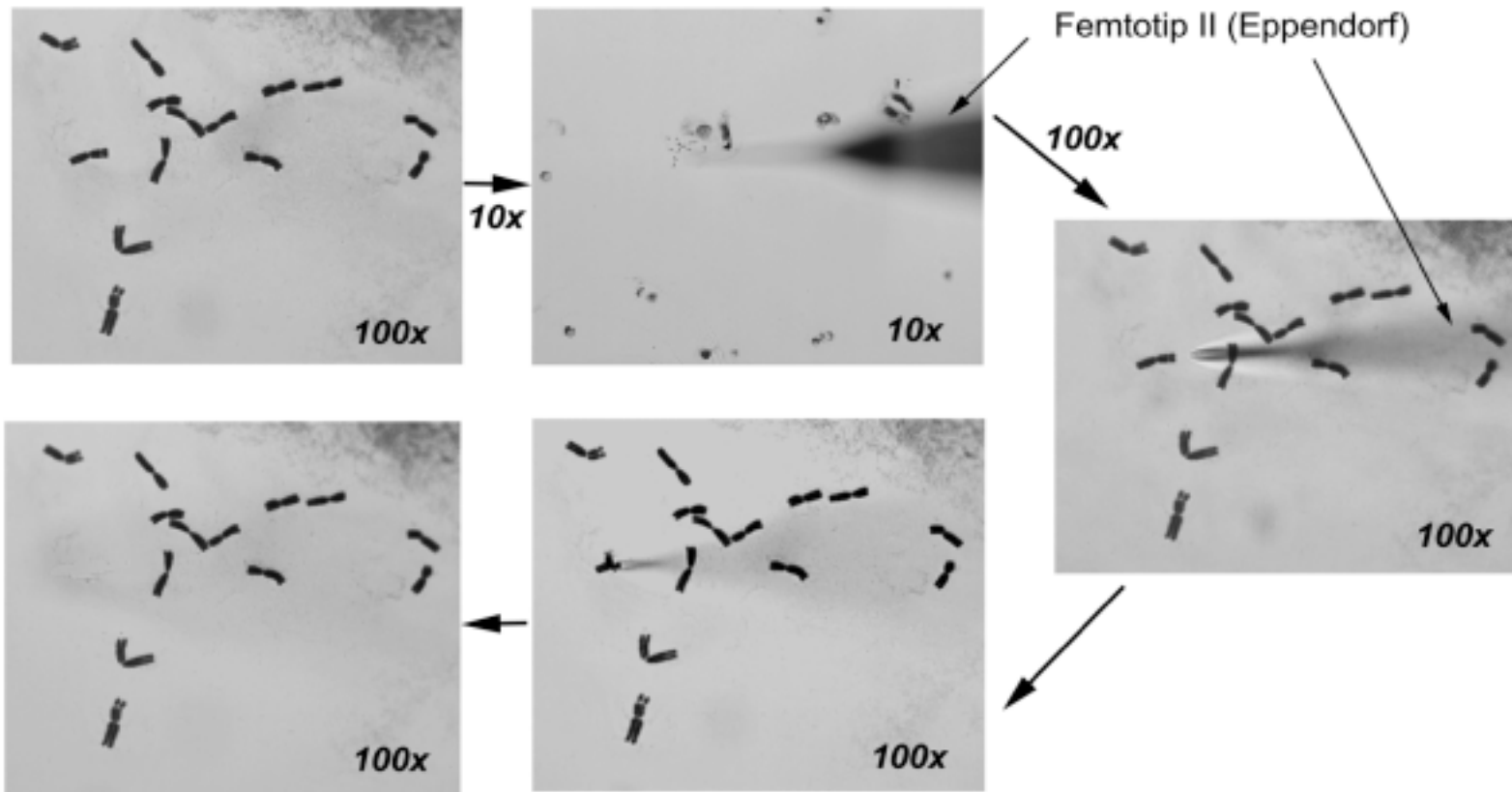
Steady electric field deflects the charged drops out of the stream of drops and into collecting vessel.

### Idiogram



# マイクロダイセクション(microdissection)

PALM(カールツァイス社)



オオムギ染色体のマイクロダイセクション

岡山大学資源生物科学研究所 村田稔博士 提供