

私たちの  
そして世界の食生活を支える  
育種技術  
～未来への可能性を秘めた新旧技術～

平成28年8月23日

**農林水産省**

農林水産技術会議事務局

# 1. 育種の歴史は人類の歴史

人は生きるために  
植物の遺伝子の変異を利用してきた

# “植物” から “作物” へ

## トマトの野生種



果実は1cm程度

野菜の祖先は…

- ・小さい
- ・美味しくない
- ・毒がある
- ・すぐに実が落ちる
- ・いっせいに芽が出ない

## 現在のトマト



野菜は…

- ・大きい
- ・美味しい
- ・毒を気にせず食べられる
- ・すぐに実が落ちない
- ・いっせいに芽が出る

# 同じ野菜でも多くの品種 = 多様性がある

## トマトの“多様性”

形、味、香り、調理方法、栽培地域、時期、流通しやすさなど、消費者・生産者のニーズに合わせて多くの品種が作られてきた。

普通のトマトと様々なミニトマト



生食用：  
フィオレンティーノ  
トマト



加熱料理用：  
サンマルツァーノトマト



マイクロトマト  
(赤囲み)

# 長い歴史を経て、今ある野菜が作られてきた

## 野生種

食べ難い  
栽培し難い



## 栽培化

栽培して食べられる性質に変わったものを選ぶ

遺伝子が  
書き換わる

## 作物

食べやすい  
栽培できる



## 育種（品種改良）

生産者や消費者の要望にあった  
性質に変わったものを選ぶ

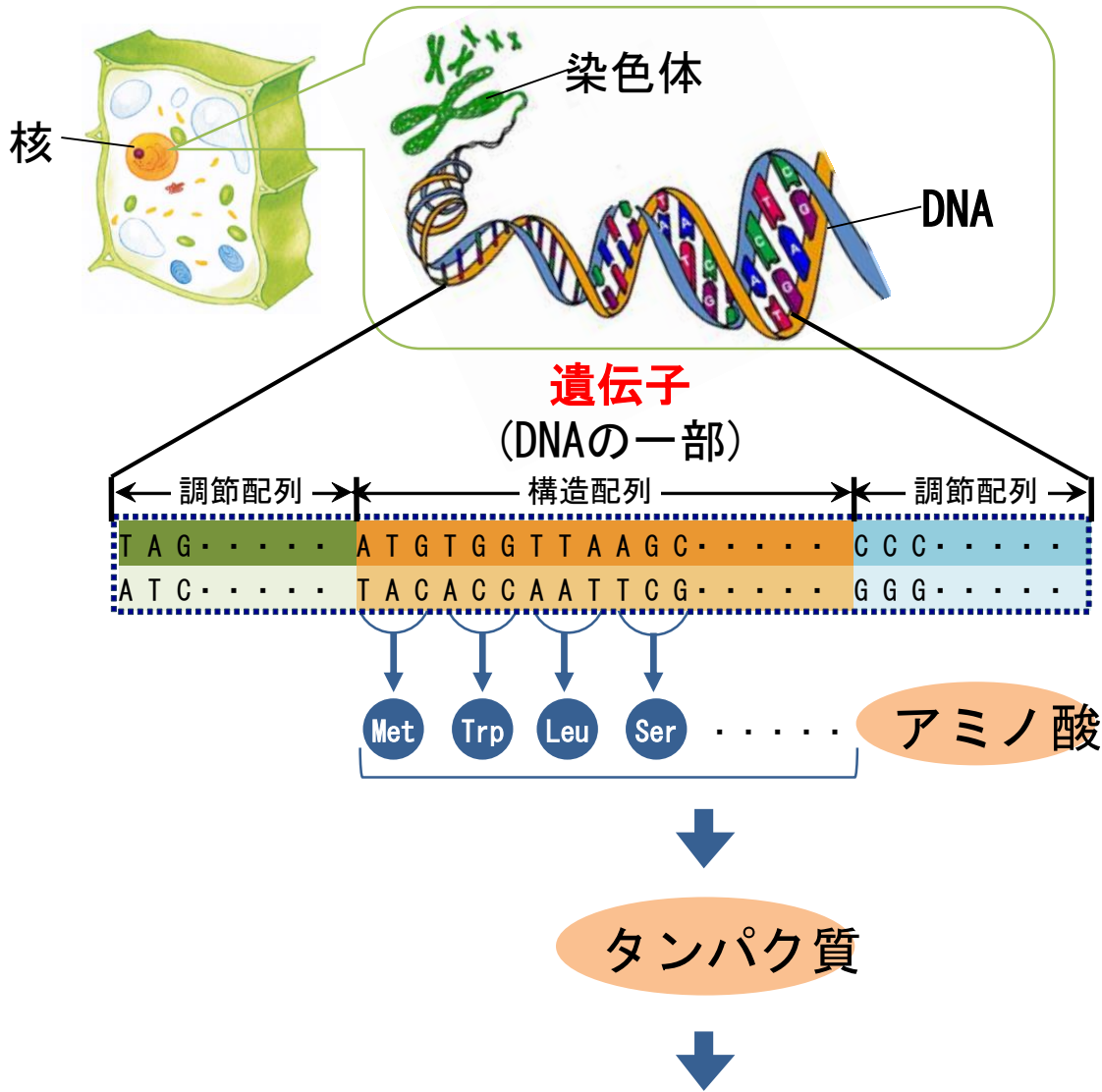
## 作物の 多様化

いろいろな  
形、色、風味、  
栽培特性



遺伝子が  
書き換わる

# 遺伝子 (DNA) とは

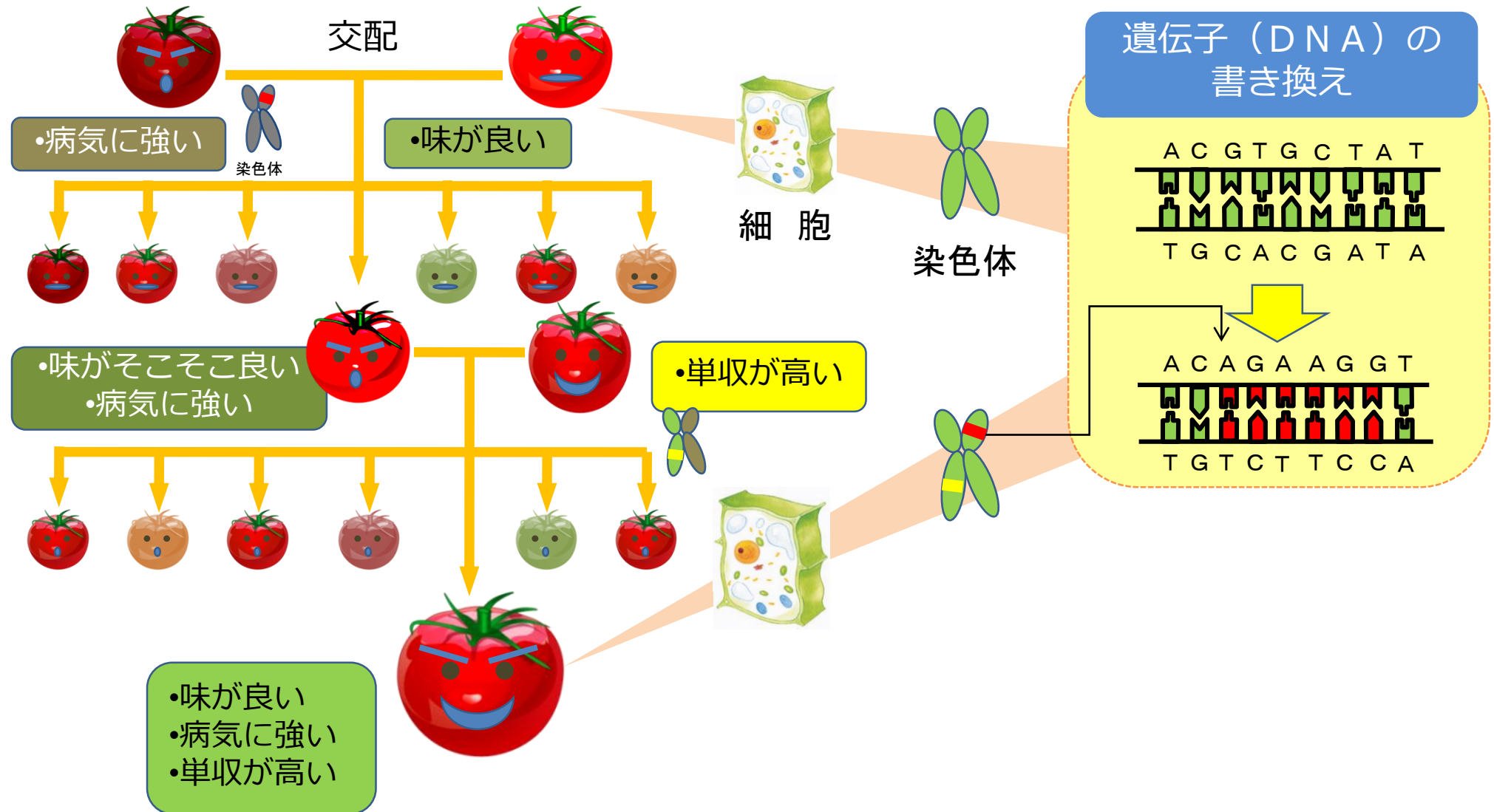


○ 主要生物のゲノム上の塩基対数及び遺伝子数

生物	塩基対数	遺伝子数
イネ (ジャポニカ)	4億対	3.2万
トウモロコシ	22億対	4.5万
ヒト	32億対	2.0万
キイロショウ ジョウバエ	1.8億対	1.5万
大腸菌 (K12 株)	5百万対	0.4万

様々な生体反応や形質発現に

# 育種（交配） = 遺伝子（DNA）の書き換え作業



# 美味しいおコメの代表コシヒカリができるまでの歴史

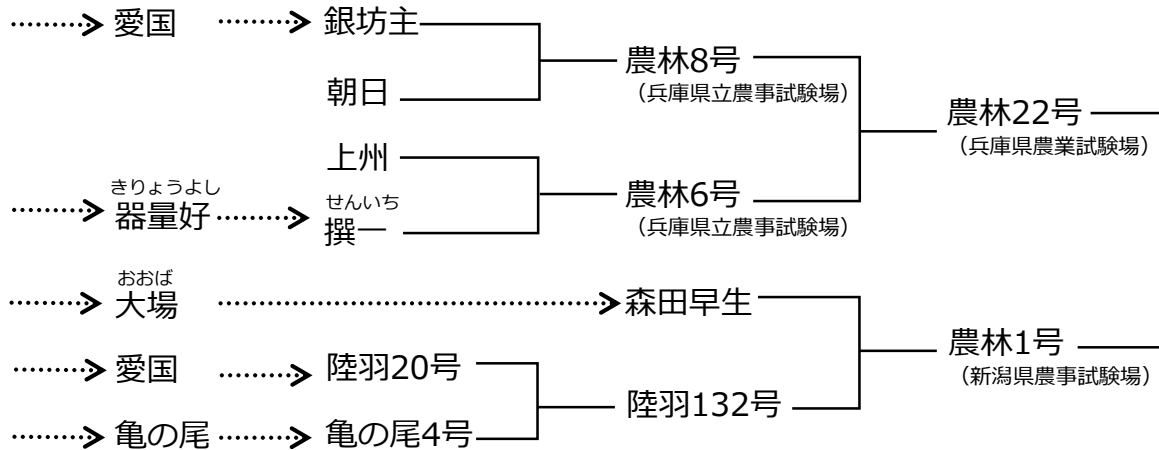
明治  
～昭和初期頃

昭和初期頃～昭和50年頃

昭和50年代以降



私たちが食べているコシヒカリも、長い時間をかけて、いくつもの変異を積み重ねて作られています。



そして、さらに様々なコシヒカリの子どもや孫の品種が作られている。

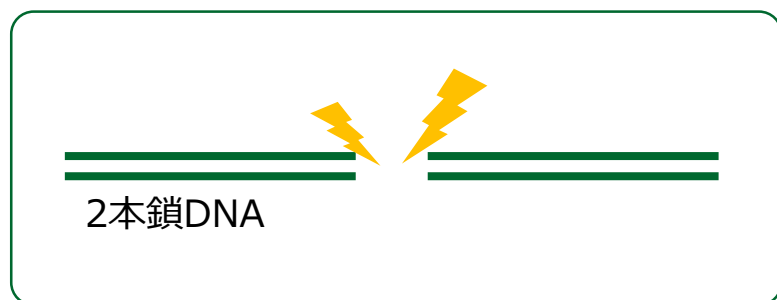
**コシヒカリ**  
昭和31年育成  
(福井県立農事試験場)

- |          |       |        |
|----------|-------|--------|
| あきたこまち   | キヌヒカリ | きらら397 |
| つがるロマン   | つや姫   | どんとこい  |
| ひとめぼれ    | はえぬき  | 森のくまさん |
| ミルキークイーン | ゆめぴりか | など     |



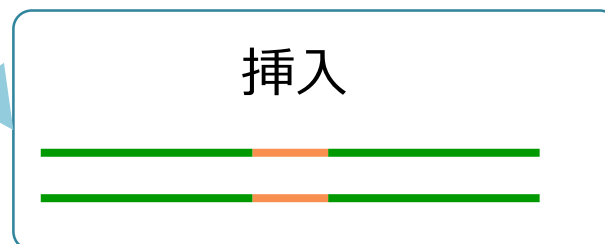
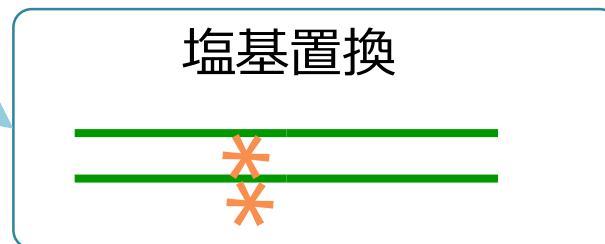
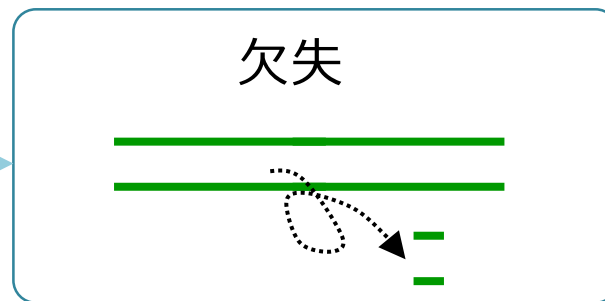
# 突然変異を利用した育種

様々な理由でDNAが切れることは、実は良く起こっている。  
生物は切れても元通りにするが、たまに修復ミスが起こる。



まれに修復ミスがおこると、  
DNAに変異がおこる

変異が起こる場所によって、  
生物の性質が変わることがある。  
これが突然変異の基になる。  
その確率は10万～100万分の1。



その他、細胞分裂時にDNAのコピーミスが起こり、  
突然変異が起こることもある。

# 突然変異で起こる遺伝子の書き換えりの例

例：イネの籾の落ちやすさ



イネのDNAの一部の配列

ジャポニカ型     A T T T C A

インディカ型     A T T G C A

この1文字だけで

粒が落ちやすい/落ちにくい  
の違いができる。

# 突然変異で起こる遺伝子の書き換えりの例

例：受粉しなくても実がなるナス



植物ホルモンの合成に関する遺伝子の一部（約4,600文字分）が無くなると、受粉しなくても実が大きくなるようになる。

## 2. 私たちが抱える 農業の様々な課題

# これからの農業の課題

例えば…

異常気象



砂漠化や塩害



平均気温  
上昇による  
果樹栽培  
地域の変化

グローバル化



海外市場の開拓と  
農産物生産

人口増加に伴う  
食料増産



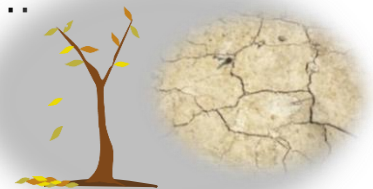
生産性（単収）向上や  
農地拡大

様々な環境や高品質高付加価値の  
新品種を作ること、  
これらの課題の解決に大きく貢献できる。

# 問題解決に役立つ品種が早く欲しい！

時間がかかると  
手遅れになることも…

長い

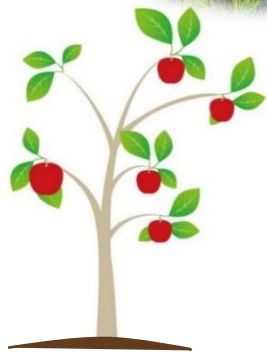


育種期間を  
短縮する技術があれば…

効率よく選ぶ  
効率よく変異を作り出す  
世代を早くする

効率よく  
問題解決に貢献するのが  
育種の使命！

短い



温暖化など気象変動による  
品質低下や生産の不安定化  
国内での新規病害虫

農業生産の担い手不足

日本の農産物の消費拡大

# 育種の分野でも活躍が期待される“ゲノム編集技術”

ゲノム編集技術は、新しい技術として注目され、新聞やニュースでも取り上げられています。

NHKでは特集番組やドラマも放映され、話題をとりなりました。

クローズアップ現代、関西熱視線、  
ドラマ「デザイナーズベイビー」 など

ゲノム編集技術は、

- 再生医療、難病治療など医療分野
- 育種の分野

などで応用が期待され、**急速に研究が進んでいる技術**です。



2015年だけで50件以上の新聞記事

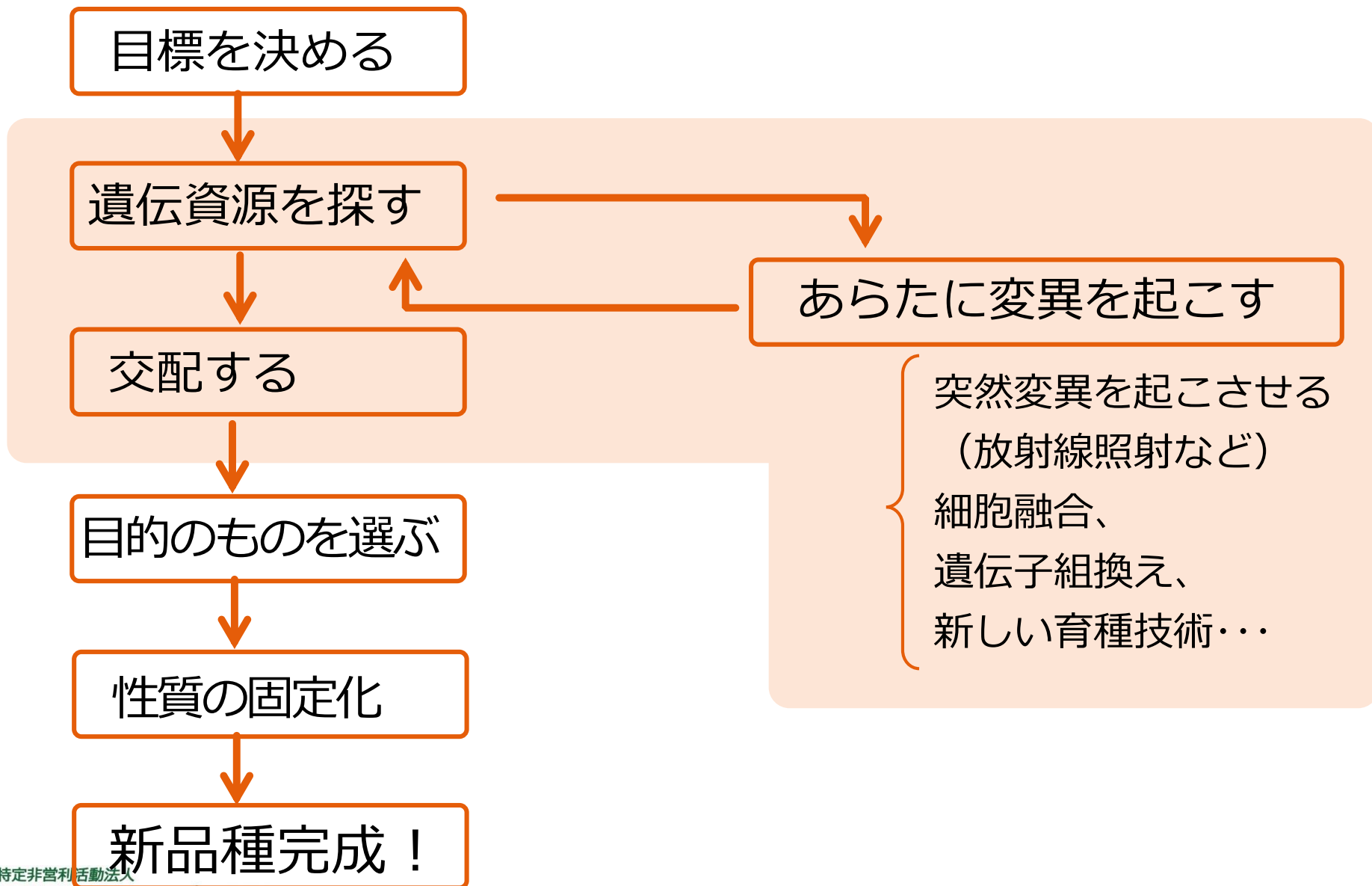
- 腐らぬトマトで食糧難解消 農業変えるゲノム (日経新聞、2016/2/10)
- ゲノム編集 世界に追いつく先端研究に (読売新聞2016/2/9)
- ゲノム編集で白血病治療 海外は応用へ急テンポ (日経新聞、2016/2/1)
- 「神の手」ゲノム編集 ブタが開く遺伝子治療の扉 (日経新聞、2016/1/26)
- マダイの体重2割増 遺伝子の技で高級魚身近に (日経新聞、2016/1/24)
- 京大チーム、中間細胞「iRS細胞」の作製に成功 ゲノム編集が容易に (産経新聞、2016/1/5)
- ジャガイモの食感、自在に 弘前大が品種改良で新技術 (日経新聞、2015/11/16)
- フグを大衆魚にする ゲノム革命 (ルポ迫真) (日経新聞、2015/11/3)

...

### 3. そもそも育種って どのようなもの？



# 新しい品種ができるまで



# 遺伝資源を探す：目的にあった親品種を探す

育種では今ある品種を交配して新しいものを作ります。

交配の“親”になる品種は種苗会社やジーンバンクに大切に保管されています。



農林水産省ジーンバンク  
種子庫の様子

種子だけで約22.5万品種

イネでおよそ3万品種

小麦で1.8万品種

トマトで1050品種

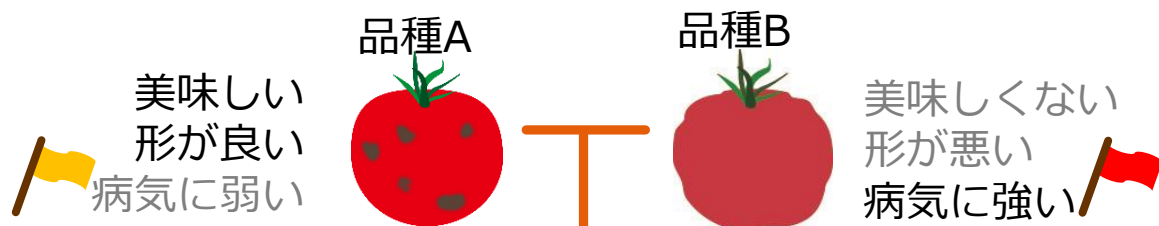
が左写真の低温種子庫に眠っています。



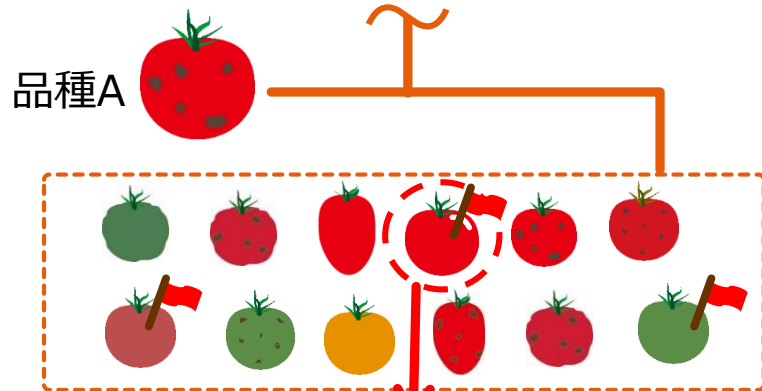
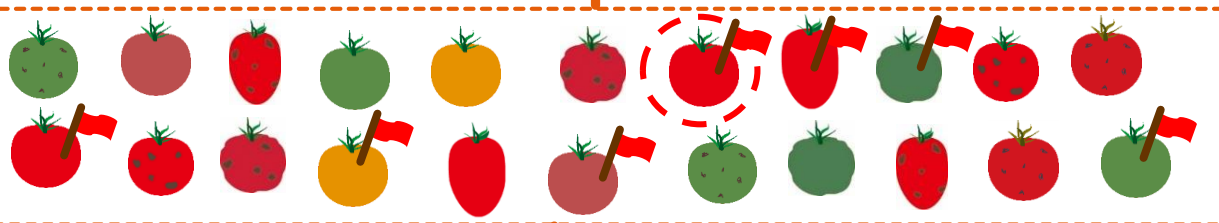
1つ1つの引きだしに、  
ラベルのついた容器に入った  
種子が並べられ、保管されている。



# 交配する：交配して新しい性質の個体を得る



目的にあった親品種を選びます。



交配を繰り返し、  
数万～数十万の個体が  
できて、優れた個体を  
選び出します。

5年以上  
果樹だと50年かかることも！

こんなトマトが  
欲しかった！

美味しい  
形が良い  
病気に強い

最終的に選び出された新品種が、  
私たちの食卓に上る。

# 育種の現場：イネの場合



## 交配前のイネの除雄



## イネの人工交配



写真：農研機構 山本敏生氏より

## 田んぼで選びます



## 室内でも選びます



## 最後は食べて選びます

写真：農研機構 竹内義信氏、安東郁男氏より

# たくさんの「設計図」が解明されてきた

イネの設計図ファイル（染色体）は12冊。  
育種に利用できる設計図（遺伝子）は  
約100種類がデータベースに登録されている。

## 各ファイルにある設計図の例



1 耐病性

2 耐冷性  
耐病性

3 赤米  
穂発芽  
カドミウム吸収

4 耐乾性  
(深根性)

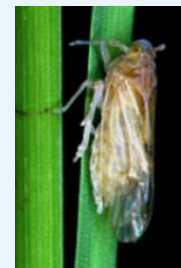
5 耐病性

6 籾の数、  
落ちやすさ  
赤米  
高温登熟性

7 出穂期（晩生）  
低カドミウム

8 出穂期（早生）  
コメ粒の大きさ  
食味  
モチ性

9 耐虫性



# 4. 問題解決に大きな期待 「ゲノム編集技術」