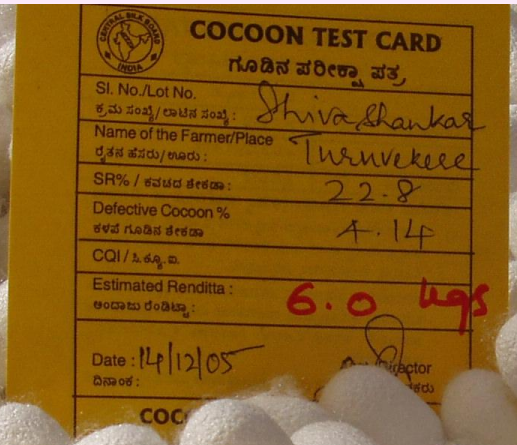
National Institute of Agrobiological Sciences

生　物　研
～遺伝子組換え技術の実用化への挑戦～



2012年11月18日（日）
生物研　知的財産室
小田　邦幸　（S47化、S49修化）

内　容

１　生物研の紹介

２　遺伝子組換え技術の農業分野への応用

・遺伝子組換え作物（GMO）：除草剤耐性作物、害虫抵抗性作物等

・GMOの法規制、TPP、６次産業化

３　農業分野における知財

・特許（特許法）、品種（種苗法）

４　遺伝子組換え技術の医薬分野への応用

・遺伝子組換えカイコ：バイオ医薬品、人工血管

遺伝子組換え作物・生物：GMO (Genetically Modified Organism)

遺伝子組換え（改変、導入）動物・昆虫：トランスジェニック（TG）動物・昆虫

農水省独立行政法人（17法人）

農林水産消費安全技術センター 、種苗管理センター、家畜改良センター、
農畜産業振興機構 、農業者年金基金 、農林漁業信用基金 、農業生物資源研究所（生物研）、農業・食品産業技術総合研究機構、農業環境技術研究所 、国際農林水産業研究センター 、森林総合研究所 、水産大学校 、水産総合研究センター 、水資源機構 、土木研究所 、北方領土問題対策協会 、国際協力機構

＜生物研の沿革＞
2001年4月1日に農水省の4国立研究所（農業研究所、植物ウイルス研究所、蚕糸・昆虫研究所、家畜衛生試験所）が統合（所在地：茨城県つくば市）

我が国最大の農業分野の基礎生命科学研究所

生物研HP：http://www.nias.affrc.go.jp/
生物研研究概要：http://www.nias.affrc.go.jp/summary/
NIASオープンカレッジ講義資料：http://www.nias.affrc.go.jp/opencollege/
（NIAS: National Institute of Agrobiological Sciences）

内閣府・行政刷新会議答申（1省1研究所） ⟶ 4研究所（下線）統合（2014年4月1日予定）

生物研の研究体制（U:ユニット）

■ 農業生物先端ゲノム研究センター

先端ゲノム解析室、家畜ゲノム研究U、ゲノムインフォマティックスU、イネゲノム育種研究U、ゲノムリソースU、ダイズゲノム育種研究U、作物ゲノム研究U、ゲノム機能改変研究U、昆虫ゲノム研究U、生体分子研究U

■ 遺伝子組換え研究センター

遺伝子組換え研究推進室、医用モデルブタ研究開発U、機能性作物研究開発U、新機能素材　研究開発U、耐病性作物研究開発U、昆虫機能研究開発U、遺伝子組換えカイコ研究開発U

■ 遺伝資源センター

遺伝資源国際連携室、分類評価研究U、ジーンバンク事業推進室、保存・情報研究U、多様性活用研究U、放射線育種場

■ 植物科学研究領域

植物生産生理機能研究U、植物共生機構研究U、植物・微生物間相互作用研究U

■ 昆虫科学研究領域

昆虫成長制御研究U、加害・耐虫機構研究U、昆虫相互作用研究U、昆虫微生物機能研究U

■ 動物科学研究領域

動物発生分化研究U、動物生産生理機能研究U、動物生体防御研究U

＜人員＞　職員　375 名（常勤研究職員 254 名）

有期雇用型契約職員 531 名（ポスドク等 68 名）　（ 平成23 年4 月1 日現在）

生　物　研

我が国最大の農業分野の基礎生命科学研究所

研究領域：植物、昆虫、動物（家畜）

＜第1期（2001～2005年度）＞

イネゲノムの全塩基配列解読、カイコの遺伝子組換え技術の開発、
遺伝子組換えブタの作出等

＜第2期（2006～2010年度）＞

イネゲノム配列を利用した効率的育種技術の開発、カイコ・ブタのゲノム塩基配列概要の解読、農業上重要な形質に係わる遺伝子機能の解明等

＜第3期（2011～2015年度）＞

1）農業生物の遺伝資源の充実と活用の強化

2）農業生物のゲノムリソース・情報基盤の整備・高度化

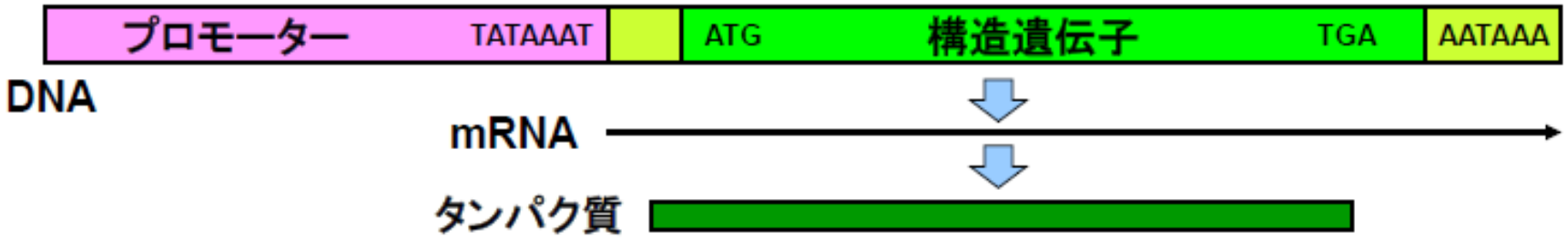
3）農作物や家畜の生産性向上を目指した生物機能の解明

4）農作物や家畜の生物機能を高度に利用するための、病原菌等との生物間相互作用の解明と利用技術の開発

5）新たな生物産業を創出するための生物機能の利用技術の開発

組換え遺伝子の設計

遺伝子の基本構造

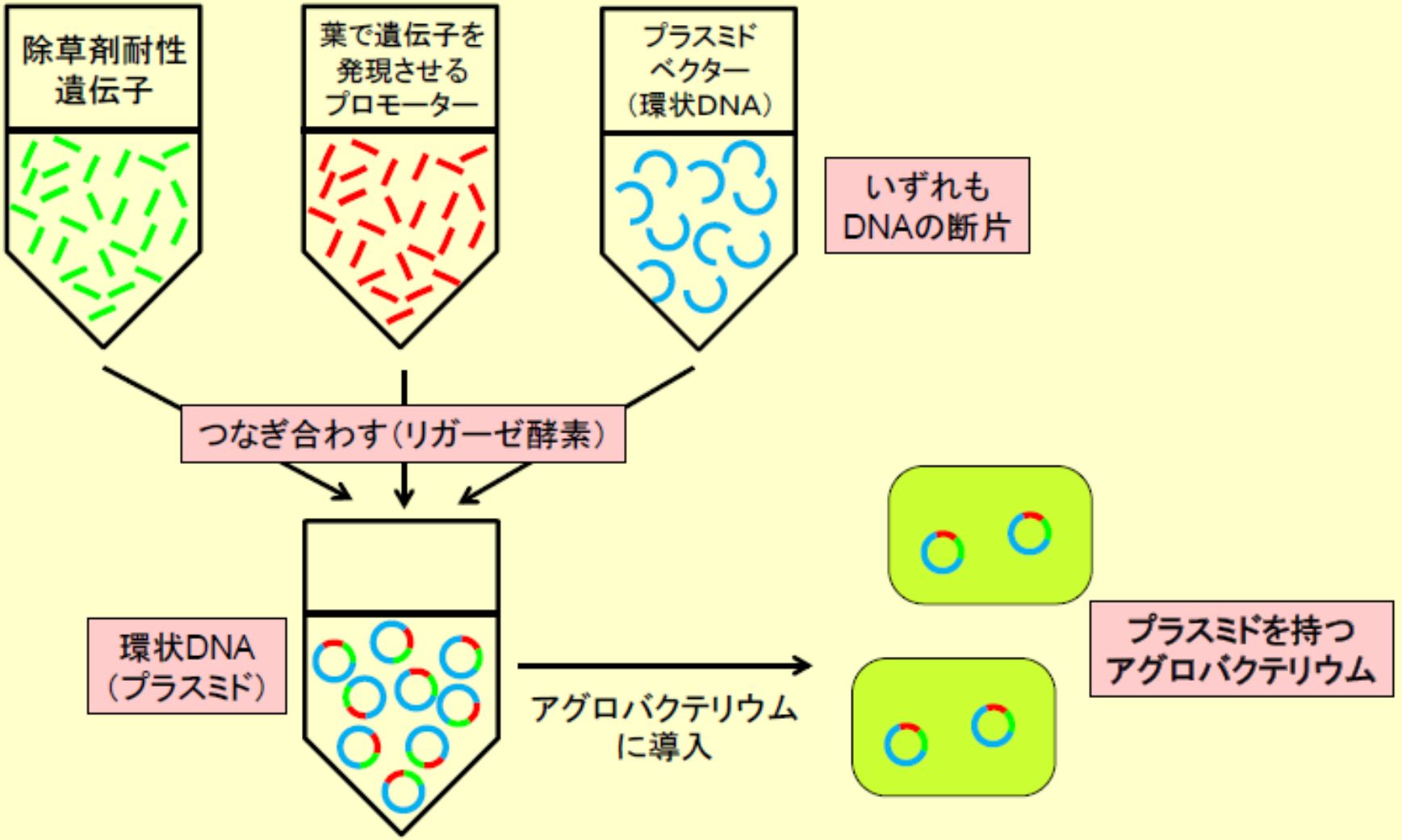


プロモーター：いつ、どの細胞で、どういう条件の時に転写させるかを決める情報（塩基配列）が含まれる領域

組換え遺伝子のデザイン（除草剤耐性作物の場合）

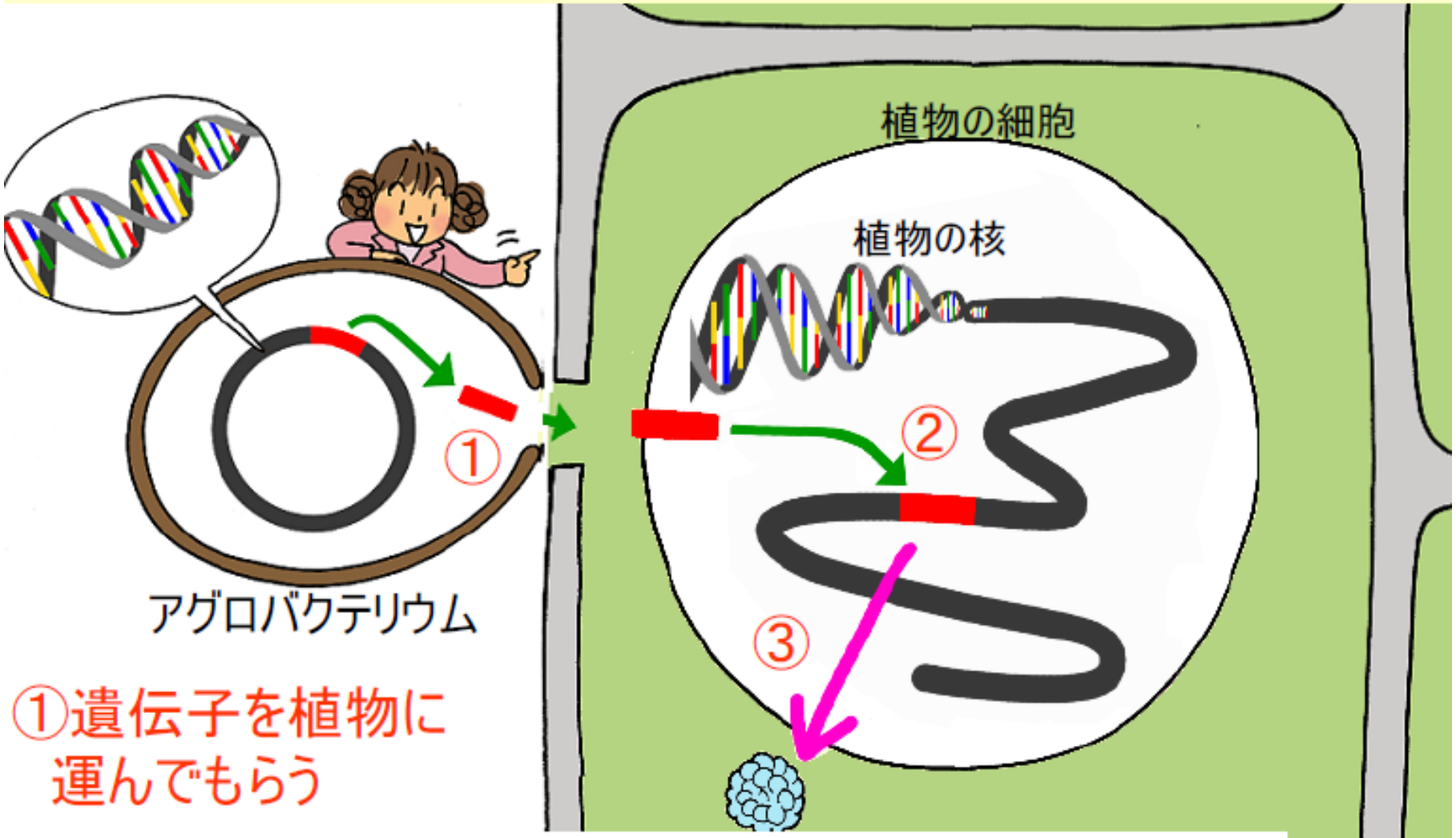
2010年度NIASオープンカレッジ講義資料より引用

形質転換ベクターの作製



導入したい遺伝子を試験管内で作ったら、まずアグロバクテリウムに入れる

遺伝子を組み込む方法



①遺伝子を植物に運んでもらう

②遺伝子が植物のDNAに追加される

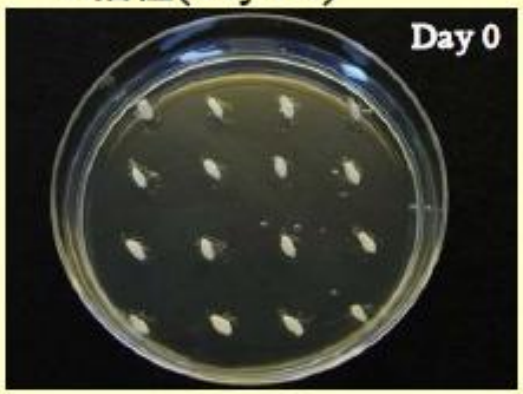
③植物は新しいタンパク質を作る

「遺伝子組換え食品について」(社団法人農林水産省技術産業振興センター)より一部改変

2010年度NIASオープンカレッジ講義資料より引用

イネ形質転換の手順（1）

1.播種(Day 0-5)



2.アグロバクテリウムの懸濁 (Day 5)

3.感染(Day 5)

4.共存培養(Day 5-8)

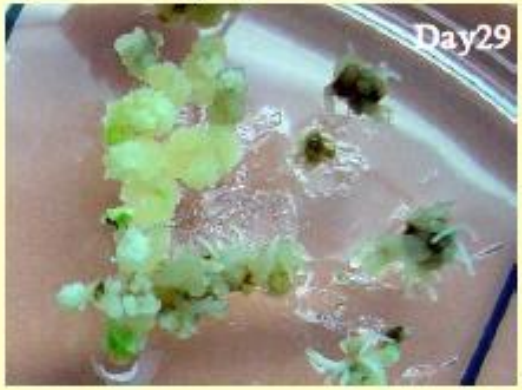
2010年度NIASオープンカレッジ講義資料より引用 （原図　土岐研究員）

イネ形質転換の手順(2)

5..除菌(Day 8)

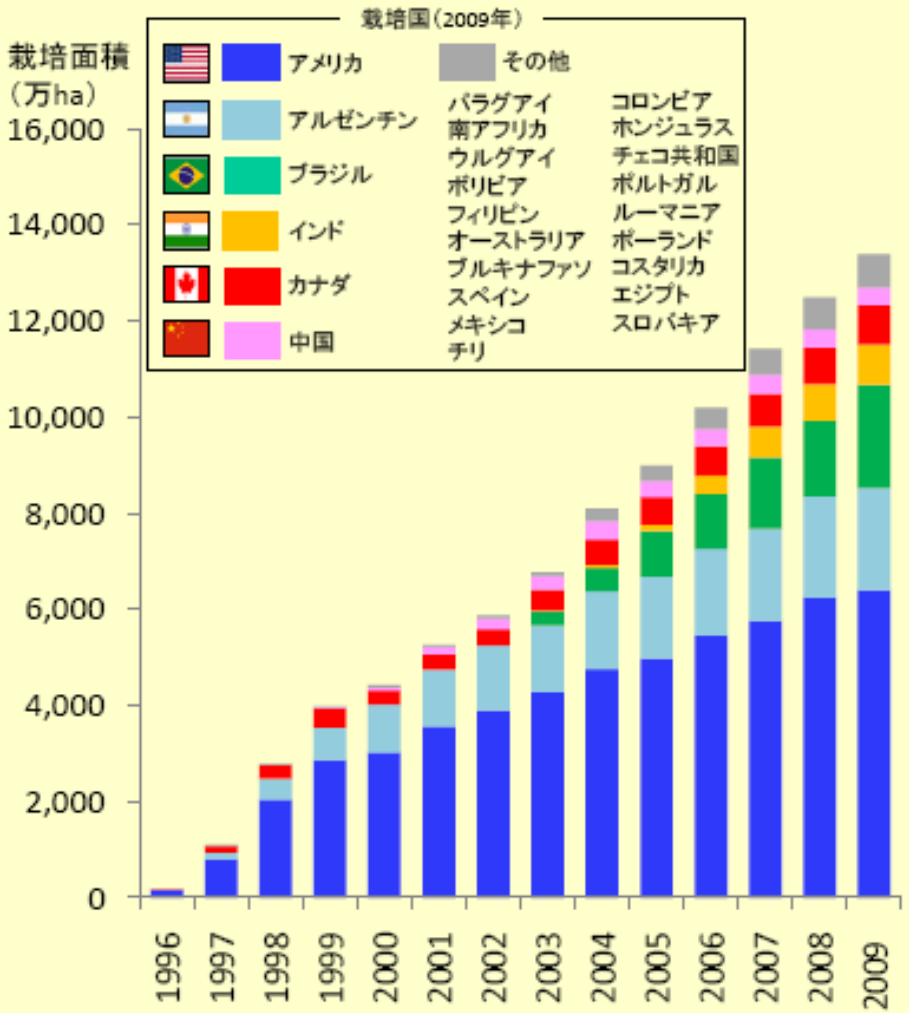
6.選抜 (Day 8-22)

7.再分化(Day 22-46)



2010年度NIASオープンカレッジ講義資料より引用 （原図　土岐研究員）

GMOの世界的な栽培状況



GMO作物の栽培国と栽培面積は年々増加している

2009年ISAAA(アイザ:国際アグリバイオ事業団)報告書より一部改変

日本で安全性審査済みの遺伝子組換え食品

大豆	7品種	除草剤の影響を受けない オレイン酸を多く含む
ジャガイモ	8品種	害虫に強い ウィルスに強い
ナタネ	15品種	除草剤の影響を受けない 雄性不稔性稔性回復性
トウモロコシ	70品種	害虫に強い 除草剤の影響を受けない リシンを多く含む
ワタ	20品種	害虫に強い 除草剤の影響を受けない
テンサイ	3品種	除草剤の影響を受けない
アルファルファ	3品種	除草剤の影響を受けない

合計　126品種　(2010年7月5日現在)

2010年度NIASオープンカレッジ講義資料より引用

除草剤耐性作物の栽培状況

普及の程度

世界の大豆の70%、ナタネの18%が組換え

その多くが除草剤耐性

普及の理由

○栽培コストの削減

　労働力コスト、燃料コストの削減

○環境への貢献

　不耕起栽培の導入による化石燃料使用の減少と土壌流出の防止

　環境負荷の少ない除草剤の使用への切り替え

写真提供：大阪府立大学　小泉望氏

2009年には世界中の25カ国、1億3400万ヘクタールの農耕地で組換え農作物が栽培されている（日本の全耕地面積は470万ヘクタール）

2010年度NIASオープンカレッジ講義資料より引用

害虫抵抗性作物

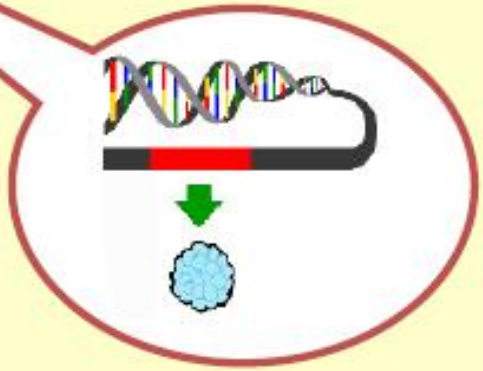
主にトウモロコシ、ワタにおいて実用化

写真提供:大阪府立大学　小泉望氏

非組換え

遺伝子組換え

Btタンパク質を生産



Btタンパク質

微生物(*Bacillus thuringiensis*)が作る殺虫性タンパク質
様々な種類があり、それぞれ特定の昆虫に効果がある
生物農薬として有機栽培にも40年以上使われている

従来育種と遺伝子組換え育種

人間にとって役立つ形質（高収量、病気に強い、おいしい）をもたらす遺伝子を集積した作物を作るのが品種改良（育種）

従来育種→　交雑によって望ましい遺伝子を集める

遺伝子組換え→　遺伝子組換え技術を使って望ましい遺伝子を追加する

類似点

- 人間にとって役立つ作物を作る目的は同じ
- ＤＮＡ→ｍＲＮＡ→タンパク質→遺伝形質の発現
  （遺伝子の働くメカニズムは同じ）
- ＤＮＡの配列を変え役に立つ遺伝子を発現させることも同じ

2010年度NIASオープンカレッジ講義資料より引用

農作物の栽培の歴史

（人にとって利用できる形質を選抜し、組み合わせてきた）

500万年前　　人類誕生

2万年前　　定住生活化

栽培種の起源

イネ：1万年前　　トウモロコシ：5000年前

コムギ、オオムギ、キビ：9000年前

ワタ：4500年前　　サツマイモ：4000年前

初めての植物の人工交配　1700年頃

原始農耕の始まり

1865年 メンデル遺伝の法則発見

1898年 初めての稲の人工交配

1900年 メンデル遺伝の法則の再発見

1926年 モーガンの遺伝子説

1953 ワトソンクリックのDNAの二重らせん構造解明

1956年 コシヒカリ作出

1973年 コーエンらの遺伝子組換え実験

1982年 遺伝子組換え植物の作出

1994年 遺伝子組換えトマトの販売

2009年 GMO作物の普及

（ 25カ国、1億3400万ヘクタール）

計画的な交配
育種の時代へ

品種改良への遺伝子組み換え技術の応用開始

日本植物生理学会資料より一部改変

イネゲノムプロジェクトで単離された主要な遺伝子

・ゲノムの解読等基盤整備により農業上重要な遺伝子の単離が加速
・特許化（79件）による知財権の確保

Hd1, 出穂期
Plant Cell (2000)
Hd3a, 出穂期
PCP (2002)
Hd6, 出穂期
PNAS (2001)
Ehd1, 出穂期
Genes Dev (2004)

Xa1, 白葉枯病抵抗性
PNAS (1998)
Pib, いもち病害抵抗性
Plant J (1999)
WRKY45, 複合病害抵抗性
Plant Cell (2007)

Spl7, 高温ストレス耐性
PNAS (2002)

qUVR10, 紫外線耐性
Genetics (2005)

qSH1, 脱粒性
Science (2006)

Gn1, 種子数
Science (2005)

d1, 草丈
PNAS (1999)
d11, 草丈
Plant Cell (2005)

gid1, ジベレリン反応
Nature (2005)
gid2, ジベレリン反応
Science (2003)

LOG, 茎数
Nature (2007)

Lsi1, ケイ酸（養分）吸収
Nature (2006)

2010年度NIASオープンカレッジ講義資料より引用

遺伝子組換え作物（GMO）

＜法規制＞

栽培した場合に周辺生物に与える影響（生物多様性への影響）はカルタヘナ法、食品としての安全性は食品衛生法、飼料としての安全性は飼料安全法に基づく安全性の評価試験を実施し、管轄大臣（農林水産大臣・環境大臣、厚生労働大臣、農林水産大臣）の承認を得る必要がある。

＜消費者アレルギー＞

γ 線照射による突然変異農作物（人工的遺伝子改変 ） ⟹ アレルギー無

日本での普及遅延 ⟹ 世界からの立ち遅れ

（優れた国産技術の塩漬け、海外への技術移転・流出）

＜TPP、6次産業化＞

国内農産業の保護政策：関税・バラマキ政策（個別所得補償制度）

国際競争力強化への政策転換（急務） ⟹ TPP参加

農水省「食と農林漁業の再生化重点政策」（2011年10月）

戦略2：農林漁業の6次産業化

1次産業＋2次産業＋3次産業による成長産業化、流通効率化

遺伝子組換えパパイアの輸入

- 毎日新聞（2011．11．13）

  ハワイでは、果実に黒い斑点を付けるウィルス病により、90年代前半に全滅寸前に追い込まれたが、ウィルス耐性遺伝子組換えパパイアを開発し、昨年は生産量の8割に達した。食品安全委員会は、09年7月、遺伝子組換えパパイアの遺伝子データ等を検討し、「アレルギーを起こす心配もなく、食べても健康に影響はない」と評価。消費者庁は、「遺伝子組換えとわかるシールを貼る」ことで12月からの輸入を許可。

- 毎日新聞（2011．12．10）

  ハワイ産の遺伝子組換えパパイアが9日に日本に初登場。コストコの10店舗で販売開始（4個入り、1、680円。一個毎に“パパイア（遺伝子組換え）”のシールを添付）。加工せず食べる農作物の輸入は初めて。

レインボー種パパイア

シール表示：RAINBOW　ハワイパパイア（遺伝子組換え）

農業分野における知財

＜発明：特許権（特許法）＞

・遺伝子組換え植物：遺伝子組換えイネ（除草剤耐性、害虫抵抗性、ウイルス耐性、深根性（耐乾燥性）、開花性/閉花性、有用タンパク産生（スギ抗原タンパク産生、IL10産生）

・遺伝子組換え昆虫：遺伝子組換えカイコ（バイオ医薬品生産）

・遺伝子、タンパク、細胞

・植物育種方法：遺伝子導入・発現制御、形質転換

・動物品種検査方法・検査キット：牛・鶏の品種検査キット、BSE対策キット（植物飼料への牛肉・骨粉混入検査用）

＜品種：育成者権（種苗法）＞

・新育成品種

種　苗　法

＜品種登録の要件＞

①区別性：特性（形状、品質、耐病性等）によって既存の品種と明確に区別できること。

②均一性：同一世代において同一の特性を有すること。
（種子からすべて同じものができる）

③安定性：繰り返し繁殖させても特性の全部が変化せず、同じものができること。

④未譲渡性：出願日から１年遡った日（外国においては、日本での出願日から４年（永年性植物は６年）遡った日）より前に、出願品種の種苗や収穫物が、業として譲渡されていないこと。

⑤名称の適切性：品種の名称が、既存の品種や登録商標と紛らわしいものでないこと。

種　苗　法

＜品種登録＞

農水省に品種登録申請 ⇒ 審査 ⇒ 登録 ⇒ “育成者権”発生

育成者権の存続期間：品種登録の日から、

永年性植物（果樹、林木、観賞樹等の植物）・・・ 30年

永年性植物以外・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 25年

育成者権者：以下の品種を業として独占的に利用する権利を専有

①登録品種

②登録品種と明確に区別されない品種

③従属品種（変異体の選抜、遺伝子組換え等の方法により、登録品種の主たる特性を保持しつつ当該特性の一部を変化させて育成され、且つ、当該特性により他品種と明確に区別できる品種）

（例：バラは花が主たる特性のため、葉の形が変わった程度の変異は「従属品種」とみなされる）

④繁殖のため常に登録品種の植物体を交雑させる必要がある品種

バイオ医薬品

・バイオ医薬品：インシュリン、成長ホルモン、IF、EPO、G-CSF、抗体医薬

・生産系（宿主）：微生物細胞（大腸菌、酵母）、動物細胞（CHO細胞）、動物（マウス）

＜課題＞

コスト、生産設備（大規模培養タンク）、活性（糖鎖、フォルディング）　、安全性（病原体感染、伝達性海面状脳症（TSE））

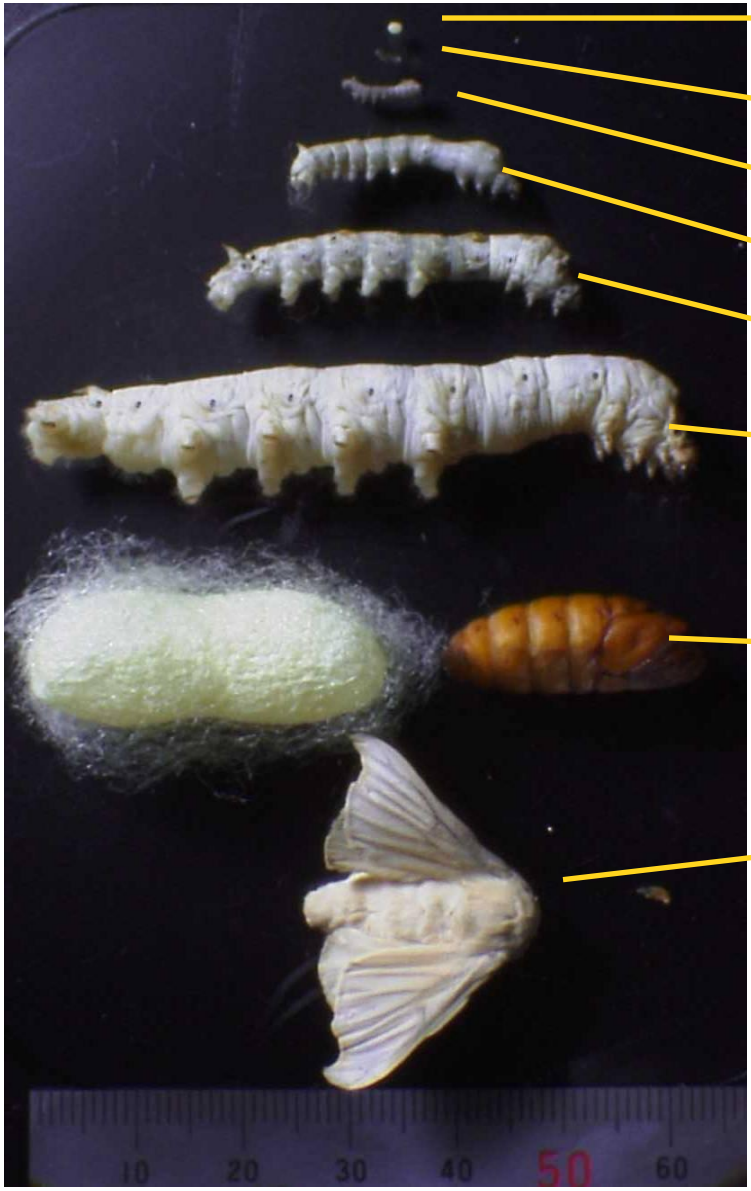
＜生物研が開発した新規生産系＞

・昆虫：遺伝子組換えカイコ（バイオ医薬品、人工血管）

・植物：遺伝子組換えイネ（スギ花粉症治療）

スギ抗原タンパク発現 ⟹ 食による免疫寛容治療（非臨床試験中）

カイコ（*Bombyx mori*）とは？



卵　11–14日

1齢　3–4日

2齢　2–3日

3齢　3–4日

4齢　4–6日

5齢　6–8日

蛹　10–15日

羽化～産卵 1日

1世代:
40～55日

なぜ、カイコなのか？

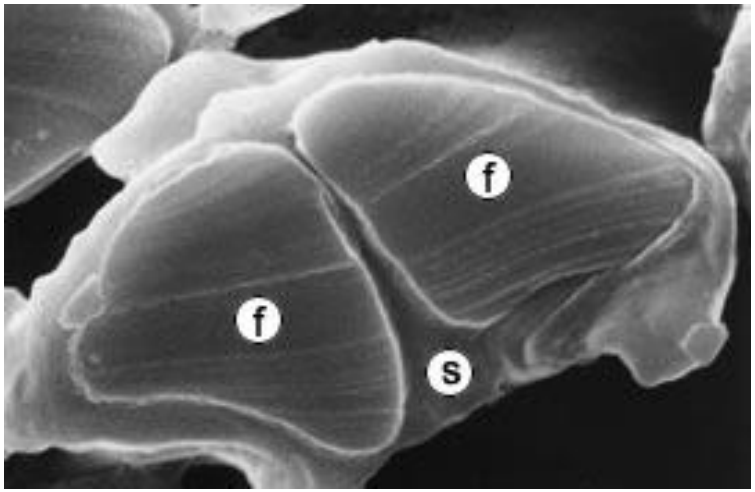
- 家畜化された安価な大型昆虫（6～8cm）
- 人工飼料による高密度（1,000頭/m^2）・大量・通年・無菌飼育可 ⟹ 安定供給！
- 飼育場所から逃げない、飛ばない
- 安全（ヒト感染性の病気は確認されていない）
- 大量のタンパク質を高速で作る器官（絹糸腺）を持つ
  繭：0.2～0.5g、組換えタンパク質：100μ g～10mg/頭
  タンパク質合成速度：一般的な培養細胞の約1,000倍

- 産生タンパク質の単離精製が容易
- 東大及び中国・西南大学との共同研究により、カイコの全塩基配列の91%を解読（2009年2月）

カイコは優れたタンパク質生産工場！！

⟹ カイコはバイオ医薬品製造に好適な生産系

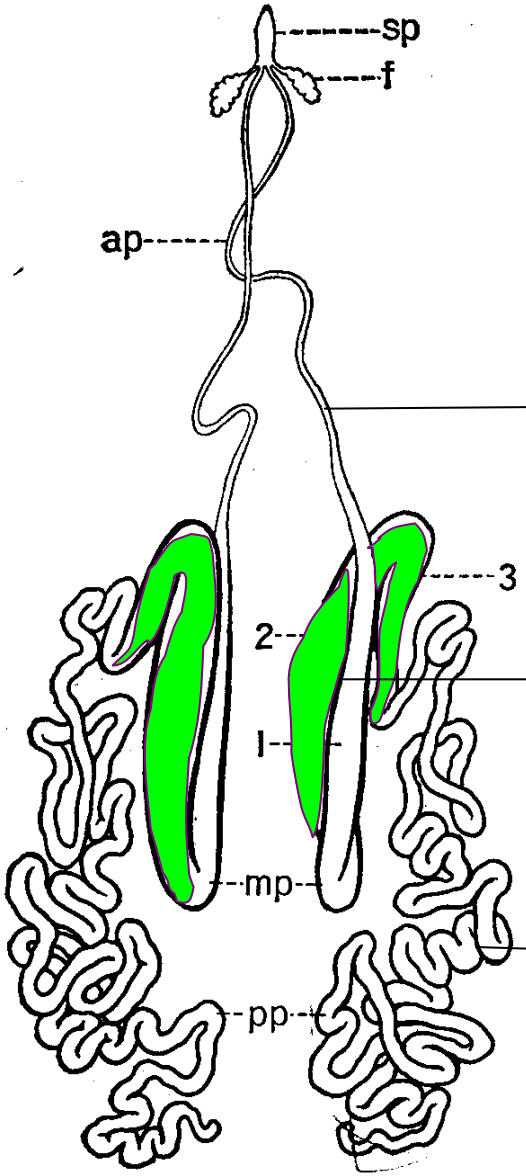
繭糸と絹糸腺の構造



繭糸断面図

F：フィブロイン（非水溶性タンパク質：75%）
S：セリシン（水溶性タンパク質：25%）

遺伝子組換えカイコ（TGカイコ）により、
セリシン層に目的タンパク質を発現



前部絹糸腺

中部絹糸腺
セリシンの合成

後部絹糸腺
フィブロインの合成

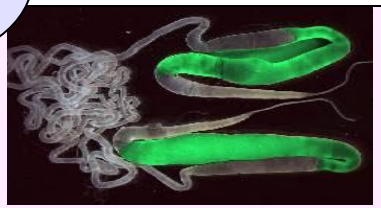
産学官連携による遺伝子組換えカイコ技術の実用化

平成12年

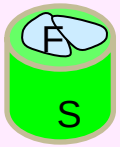
遺伝子組換えカイコの作出に成功

ゲノム解読情報の利用

中部絹糸腺、後部絹糸腺のそれぞれで遺伝子発現させる系を開発



中部絹糸腺のみで発現する系



繭糸
S：セリシン層
F：フィブロイン層

後部絹糸腺のみで発現する系

昆虫利用産業の研究開発

有用タンパク質の生産

- ○抗体、酵素（試薬）
- ○医療用(動物を含む)タンパク質（医薬品）
- ○マーカー用タンパク質（診断検査薬）

新機能絹糸の生産

- ○蛍光カラー絹糸
- ○極細繊度絹糸
- ○細胞接着性の高い絹糸（人工血管等）
- ○抗菌絹糸

平成20年

公的研究機関・大学　〔基礎研究〕

実用化に向けた連携

民間企業（研究開発）
（繊維業界、医薬品・医療機器業界等）
〔 実用化研究 〕

民間企業（エンドユーザー）
（ファッション業界等）
〔 商品開発 〕

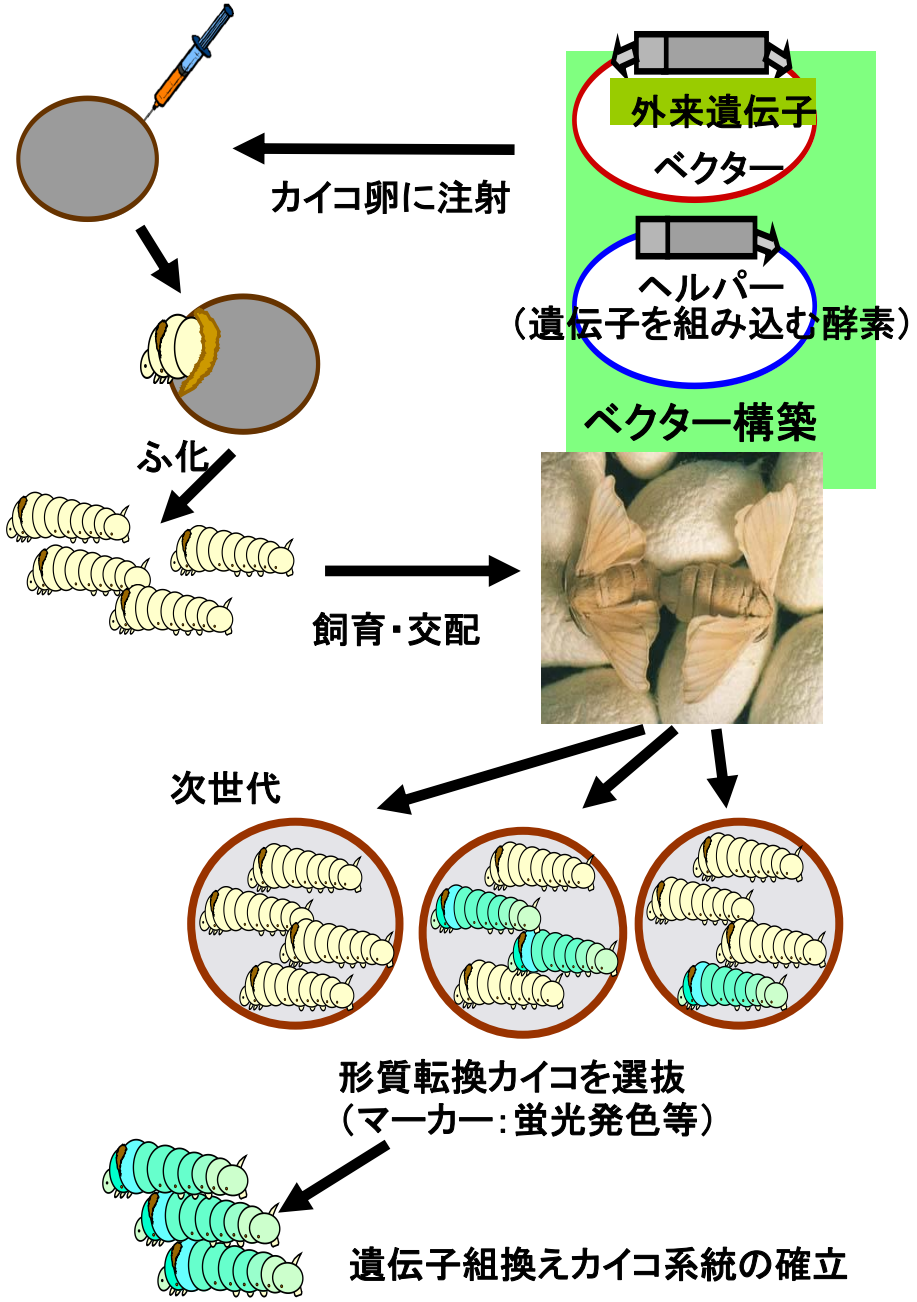
昆虫利用産業の確立

医薬品・医療機器の開発
(例：抗体医薬、診断検査薬、人工血管等)

新機能付加絹繊維を用いた商品開発
(例：蛍光カラー絹糸、極細繊度絹糸等)

輸出産業への発展（日本発シルクロード）

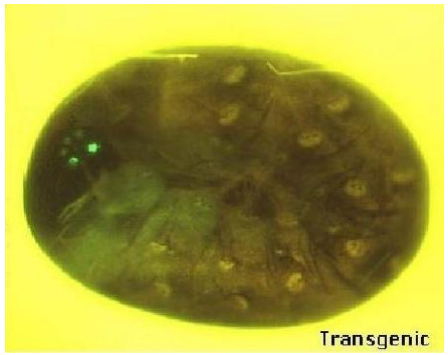
遺伝子組換えカイコの作出手順



DNAの注射装置

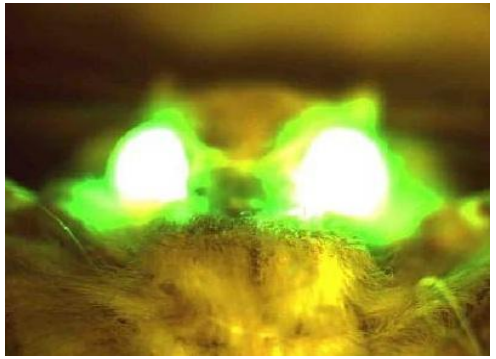
遺伝子組換えカイコ選抜マーカー：蛍光タンパク質

緑色蛍光タンパク質（GFP）



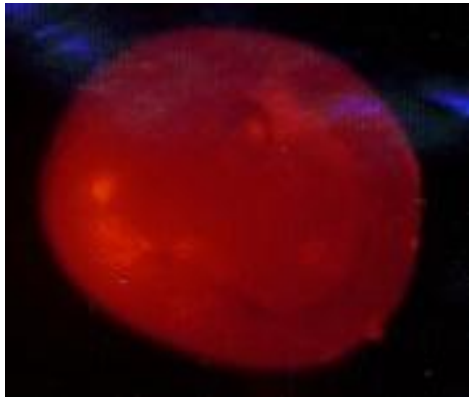
卵

幼虫

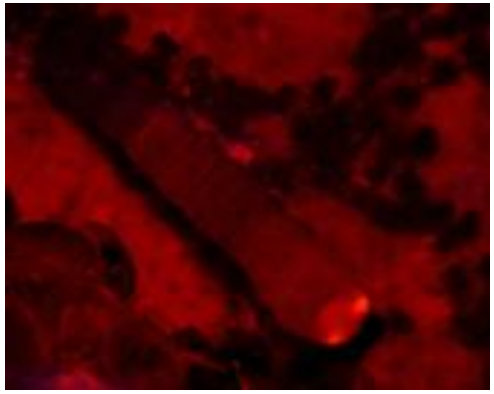


蛾の眼

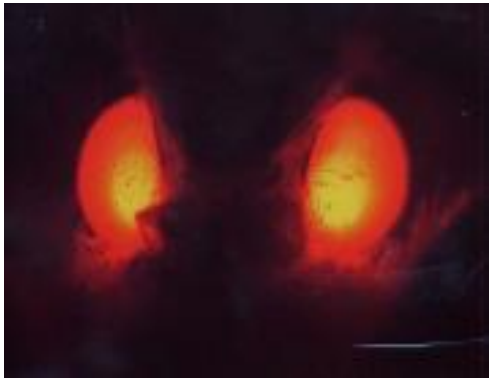
赤色蛍光タンパク質（RFP）



卵

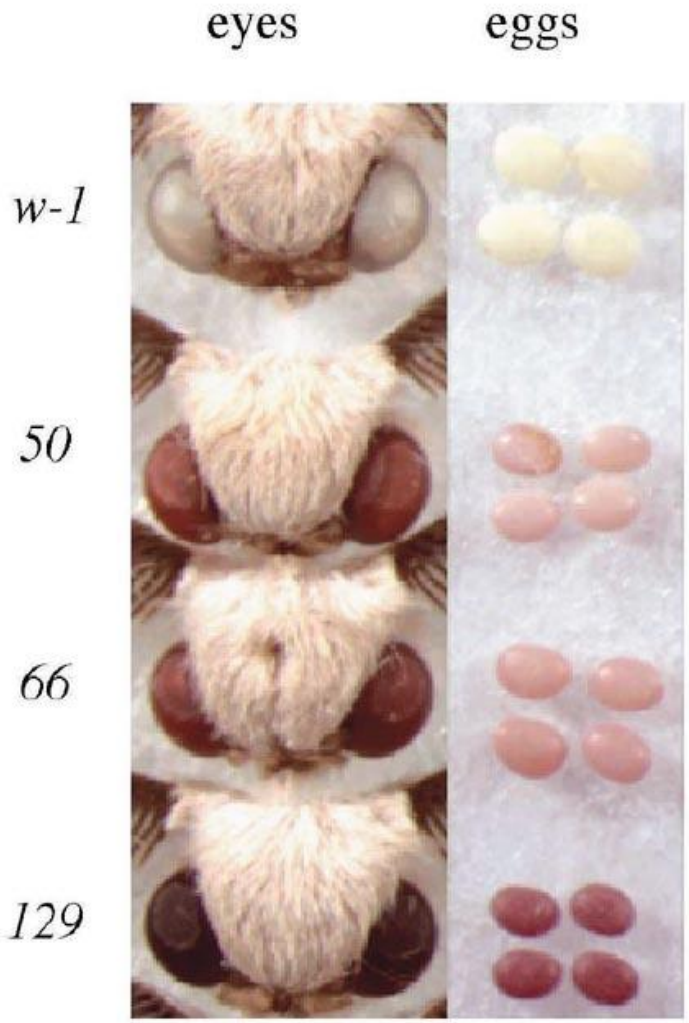


幼虫



蛾の眼

選抜マーカーの開発:キヌレニン酸化酵素遺伝子



蛾の眼の色と産卵3日後の卵色

W-1 :ホストとして用いた第1白卵突然変異系統

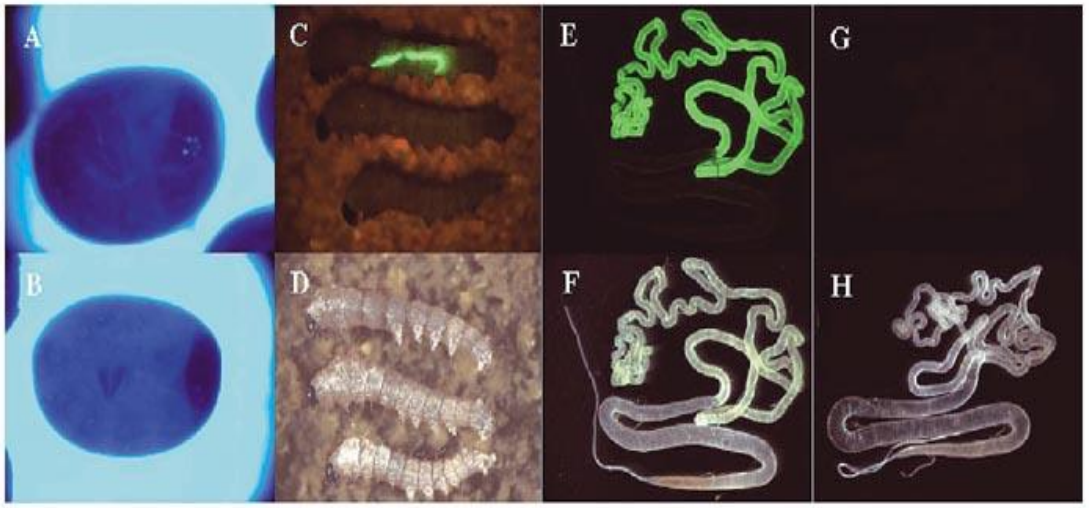
50、66、129:キヌレニン酸化酵素遺伝子を導入された遺伝子組換えカイコ系統番号

キヌレニン酸化酵素の発現によって確認された遺伝子組換えカイコ

その他の開発中マーカー

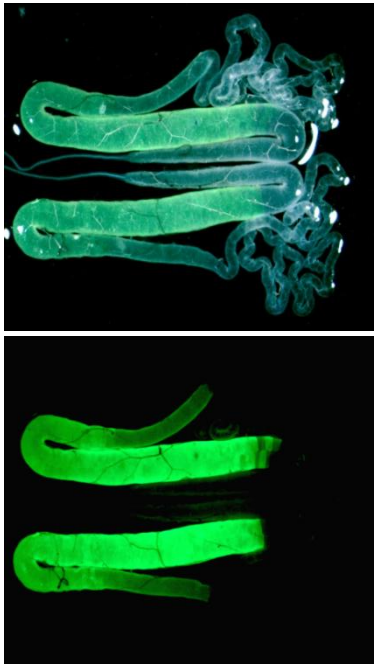
- 抗生物質耐性遺伝子組換えカイコ
- 卵と成虫の眼の赤色遺伝子
- 体色遺伝子

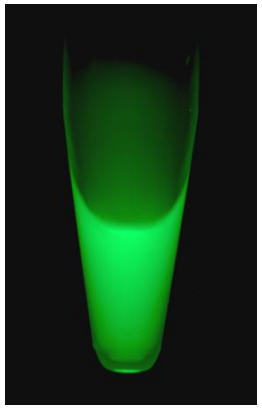
絹糸線への緑色蛍光タンパク質(GFP)の発現



後部絹糸腺におけるGFPの発現

中部絹糸腺における
GFPの発現





GFP抽出液

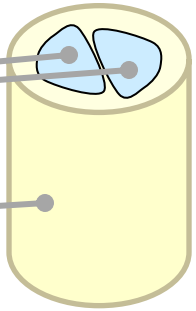
絹糸タンパク質の遺伝子組換え

天然の絹糸

天然繭

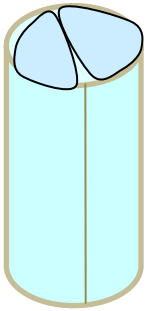
フィブロイン
（後部絹糸腺）

セリシン
（中部絹糸腺）



精錬

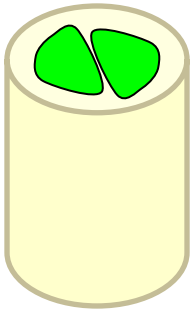
セリシン
除去



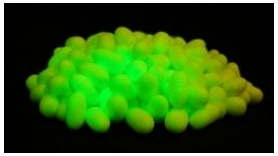
絹糸

フィブロイン遺伝子組換え

後部絹糸腺でGFPが発現

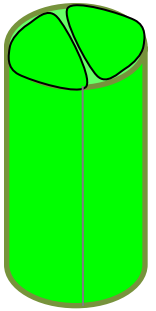


GFP蛍光繭



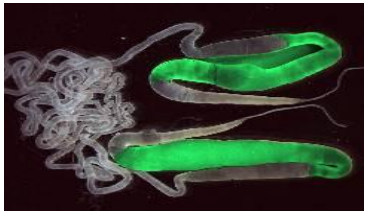
特殊精錬

セリシン
除去

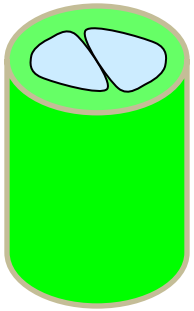


蛍光
絹糸

セリシン遺伝子組換え



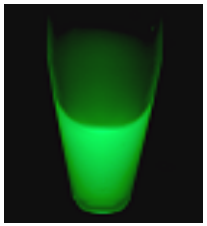
中部絹糸腺でGFPが発現



水溶媒抽出

水溶性セリシン層
のGFP抽出

GFP抽出液



GFP

医薬タンパク質
（バイオ医薬品）

蚕品種：セリシンホープ

特許第3374177号（生物研）

＜セリシンホープの特徴＞

吐糸量：約80mg／頭

吐糸・営繭率：約100%

繭中のセリシン成分：98%＜

→ *効率的なバイオ医薬品の生産が可能！！*

カイコを利用したバイオ医薬品・試薬

１．動物用医薬品

東レ(株)：イヌ・ネコ用インターフェロン

遺伝子組換えバキュロウィルスをカイコに感染させてウィルスを増殖させ、発現したインターフェロンをカイコの体液から抽出・精製

IFの比活性：カイコ１２０、大腸菌０．２、酵母０．００５、CEO細胞０．９

（文献：栗原等“カイコを用いたタンパク質医薬品製造”、繊維と工業、Vol.63, No.9, pp266-269, 2007）

２．検査用試薬

（株)免疫生物研究所：IgG抗体(マウス、ヒト)、ゼラチン（コラーゲン）

生物研の技術を許諾。遺伝子組換えカイコを作出・系統維持し、繭のセリシン層に発現させた医薬タンパク質を抽出・精製

開発中の検査用試薬：ホルモン（成長ホルモン等）、サイトカイン、成長因子（bFGF、EGF，HGF等）、酵素（リゾチーム等）

群馬県公開シンポジウム「カイコ産業の未来」（平成２３年２月３日）
「遺伝子組換えカイコから生産されるタンパク質を利用した製品の開発について」
(株)免疫生物研究所（http://www.ibl-japan.co.jp/jp/business/pdf/110203_final.pdf）

生物研の研究

1）緑色蛍光タンパク質（GFP）

TGカイコ400頭（飼料費：約12、000円）から、約200mgの精製物を得る。

市販品：BioVision社GFP

（＄1、950／mg ⟹ 3、120万円／200mg、80円／＄換算）

2）ブタIL2

TGカイコ80頭（飼料費：約2、400円）から106unit程度の精製物を得る（市販品との生理活性強度比から換算）。糖鎖機能等解析中。

市販品：ロッシュ社マウスIL2（26、300円／104unit）

2）ウシIFNーγ

抽出・精製し、高純度・高活性の精製物を得る。

利点：低コストで高活性タンパク質を生産

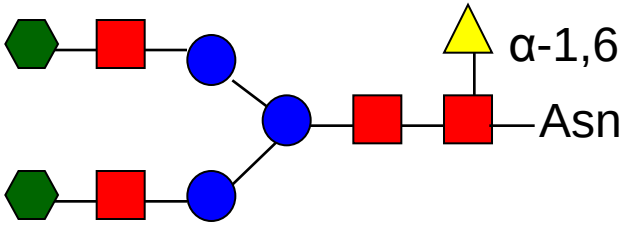
課題：非ヒト型糖鎖（免疫原性） ⟹ ヒト型糖鎖導入

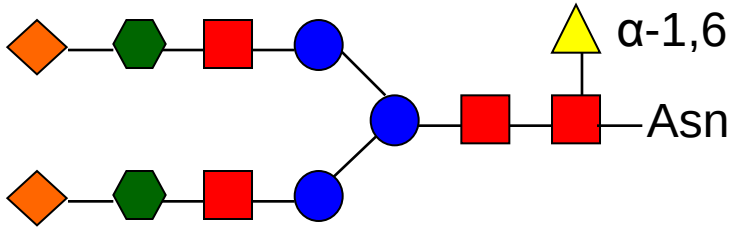
（企業等と共同研究中）

遺伝子組換えカイコ産生糖タンパク: Ｎ－結合型糖鎖

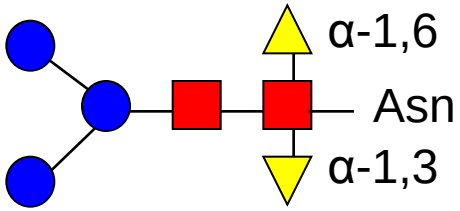
(株)免疫生物研究所: *Biotechnol Lett* (2011) 33:645-654

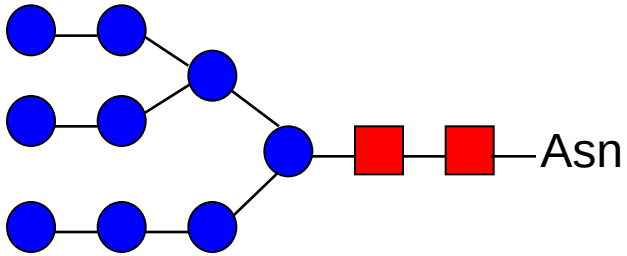
＜哺乳類型＞



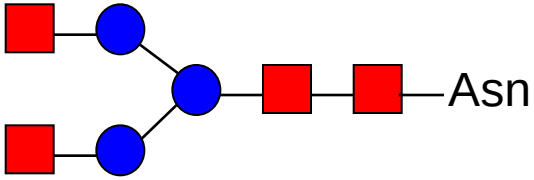


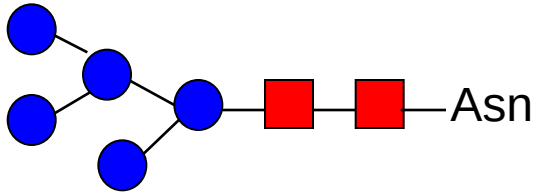
＜昆虫型（カイコ脂肪体）＞





＜TGカイコ産生マウスIgG mAb、カイコ中部絹糸腺、繭＞





哺乳類型に近いＮ－結合型糖鎖

:Galactose, :N-Acetyl Glucosamine, :Mannose, :Fucose, :Sialic Acid

哺乳類型糖鎖の開発

＜昆虫細胞＞

Ｎ－アセチルグルコサミニダーゼによるＮ－アセチルグルコサミン残基の加水分解

→ 糖鎖伸長阻害 → 昆虫型糖鎖

１．特開2009－254324（生物研、阪大、片倉工業）

【発明の名称】β －Ｎ－アセチルヘキソサミニダーゼ

【内容】ノックアウト蚕作出用のＮ－アセチルグルコサミニダーゼをコードする遺伝子

２．特許第3598374号（農研機構）

【発明の名称】シアル酸が付加された糖鎖を持つ遺伝子組換えタンパク質を昆虫細胞で発現させる方法

【内容】Ｎ－アセチルグルコサミニダーゼ活性阻害剤の利用

３．特開2009－225781（免疫生物研究所、日本製粉）

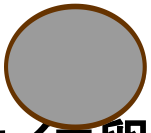
【発明の名称】カイコを用いた糖鎖構造に特徴を有する糖タンパク質の製造方法

【内容】遺伝子組換えカイコにガラクトース転移遺伝子（GalT遺伝子）を組み込む

バイオ医薬品の製造

＜工程１：TGカイコの作出＞

１）ポリヌクレオチドの導入

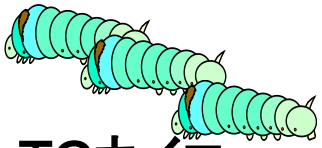


カイコ卵

２）飼育

３）交配

４）形質転換カイコの選抜



TGカイコ

＜工程２：繭の生産＞

１）飼育

２）繭から蛹の除去

＜工程３：抽出・精製・製剤化＞

原薬含有繭

（医薬品原料）

１）抽出・精製

２）製剤化

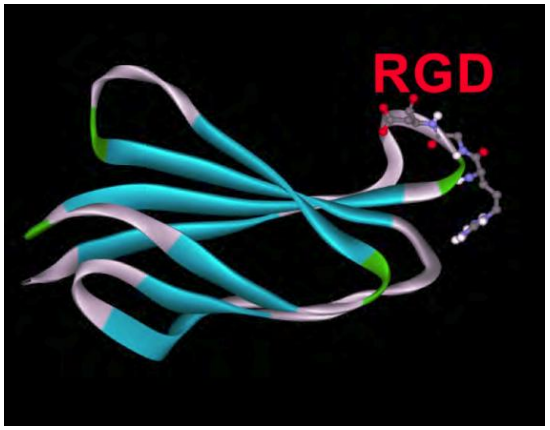
バイオ医薬品

（抗体医薬等）

遺伝子組換えカイコ：人工血管（大学等と共同研究中）

コラーゲン細胞接着部位
〔GERGDLGPQGIAGQRGVV(GER)3GAS〕$_8$

フィブロネクチン細胞接着部位
（TGRGDSPAS）$_8$



細胞接着部位を含む人工繰返し配列

↓

遺伝子組換えカイコに導入

↓

繭糸の細胞接着性が向上

→

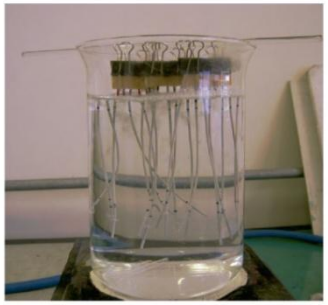
医療材料としての利用
（人工血管基材）

遺伝子組換えカイコ：小口径人工血管の作製

組み

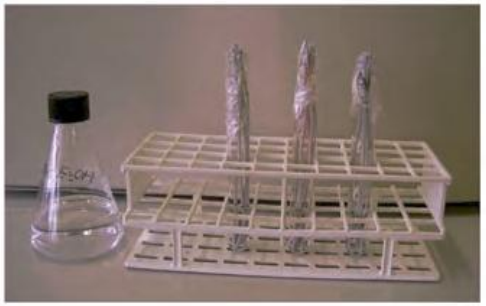
巻き

絹糸チューブ

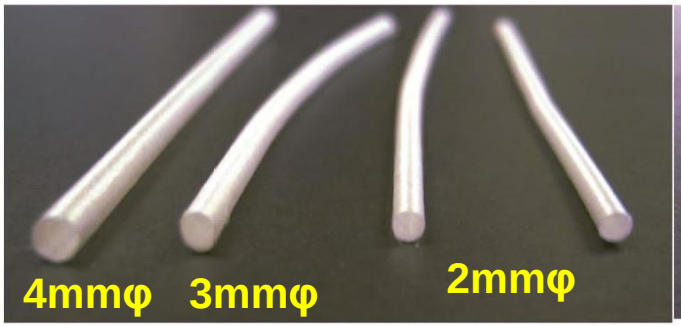


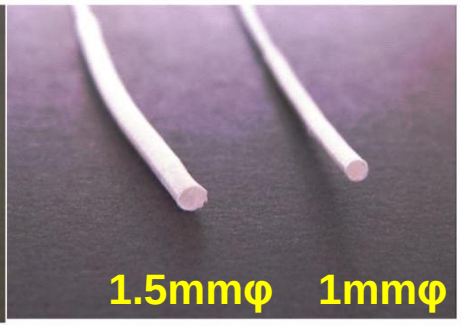
精練

絹糸間の接着
（フィブロイン溶液浸透）



エタノールへ浸漬（フィブロイン定着）





遺伝子組換えカイコ：小口径人工血管の開発

人工血管の現状

大口径（口径10mm以上）
用途：胸部および腹部大動脈等
材質：ポリエステル繊維（市販）
フッ素樹脂（市販）

中口径（口径6mm～8mm）
用途：大動脈の主要分枝（頚動脈、腸骨大腿動脈等）
材質：ポリエステル繊維（市販）
フッ素樹脂（市販）

小口径（口径6mm未満）
用途：冠動脈、下腿以下の動脈
材質：**未開発**

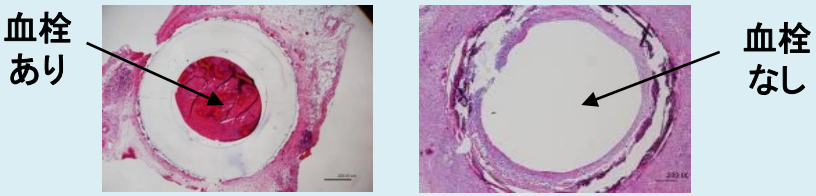
現状：患者の自己血管（動脈、静脈）の移植により対応
課題：血管採取手術が必要
長さ、性状等のばらつき
血管採取済による再採取不可

冠動脈バイパス術年間約1万5千件
（急性心筋梗塞15万人）
末梢動脈バイパス術　年間5千件
（閉塞性動脈硬化症50万人）

遺伝子組換えカイコ絹糸から作製した小口径人工血管

合成樹脂製と比較して、血栓ができにくい

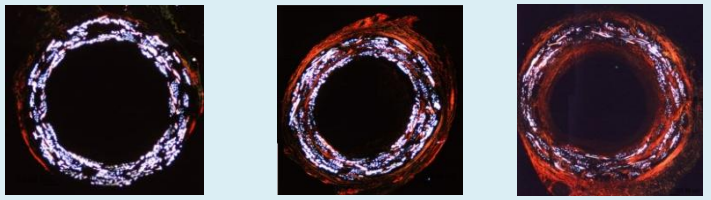
【ラットでの移植試験】



フッ素樹脂製　　絹糸製

血管再生を誘導し、最終的に絹糸人工血管は分解

【ラットでの移植試験】

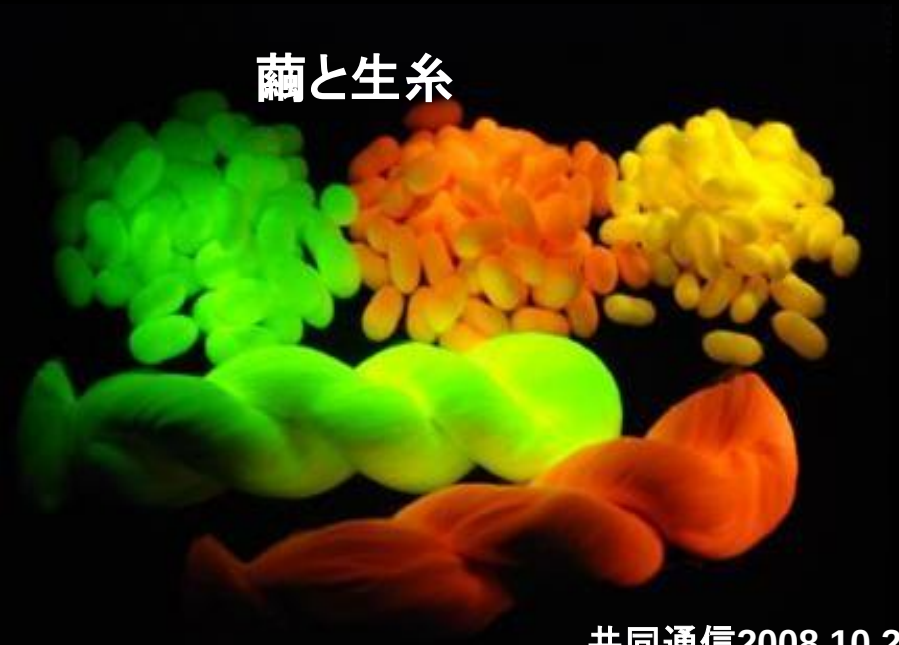


移植後2週間　　4週間　　12週間

白色：絹糸人工血管
赤色：コラーゲン

蛍光シルク

繭と生糸



共同通信2008.10.24

ワンピースとショール

2008年農林水産研究成果1位
nano tech大賞2009

朝日新聞2008.10.30

ランプシェード、造花、ジャカード織

朝日新聞2008.10.25

ご清聴ありがとうございました。

生物研　知的財産室
小田　邦幸（S47化、S49修化）