



# 遺伝子組換え 農作物・食品 ハンドブック 2019

国立研究開発法人  
農業・食品産業技術総合研究機構



遺伝子組換え  
農作物・食品  
ハンドブック



# 目次 Contents

## I 遺伝子組換え技術について

Q I-1	遺伝子組換え技術とはどのような技術ですか？	2
Q I-2	遺伝子組換え技術はどのようなものに利用されているのですか？	3
Q I-3	遺伝子組換え技術を使うと、どのようなメリットがあるのですか？	6
Q I-4	DNA とはどのようなものですか？	8
Q I-5	遺伝子、ゲノムとはどのようなものですか？	10
Q I-6	遺伝子組換え農作物はどうやって作るのですか？	12
Q I-7	遺伝子組換えカイコはどのように作るのですか？	14
Q I-8	遺伝子組換え家畜はどのように作るのですか？	16
Q I-9	これまでの品種改良と遺伝子組換え技術を利用した品種改良では、どの点が異なるのでしょうか？	17
Q I-10	遺伝子組換えをするときに用いるマーカー遺伝子とはどのようなもので、何のために使うのですか？	19
Q I-11	ゲノム研究と遺伝子組換え技術は、どのような関係にあるのですか？	20

## Ⅱ 遺伝子組換え農作物・食品の研究開発について

- QⅡ-1 これまでに開発された遺伝子組換え農作物と開発中の遺伝子組換え農作物等にはどのようなものがあるのですか？ 22
- QⅡ-2 害虫抵抗性の遺伝子組換え農作物とはどのようなものですか？ 23
- QⅡ-3 除草剤耐性の遺伝子組換え農作物とはどのようなものですか？ 25
- QⅡ-4 耐病性の遺伝子組換え農作物とはどのようなものですか？ 27
- QⅡ-5 健康に役立つ機能性の遺伝子組換え農作物とはどのようなものですか？ 29
- QⅡ-6 医療用の遺伝子組換え農作物とはどのようなものですか？ 30
- QⅡ-7 遺伝子組換え食品は、いつごろから販売されているのですか？ 31
- QⅡ-8 遺伝子組換え農作物は、どのような食品に加工されて販売されているのですか？ 32

## Ⅲ 遺伝子組換え農作物の安全性評価について

- QⅢ-1 国際的な議論を踏まえた遺伝子組換え生物の安全性等の評価の考え方は、どのようなものですか？ 34
- QⅢ-2 遺伝子組換え農作物の開発と安全性評価について教えてください。 36

## IV 遺伝子組換え生物の生物多様性影響評価について

QV-1	遺伝子組換え生物の取り扱いに関する国際的な取り決めとして、「バイオセーフティに関するカルタヘナ議定書」というものがあると聞きますが、それはどのようなものですか？	38
QV-2	「遺伝子組換え生物等の使用等の規制による生物の多様性の確保に関する法律（カルタヘナ法）」とは、どのような法律ですか？	41
QV-3	カルタヘナ法でいう『生物多様性影響』とは具体的にどのようなことですか？	43
QV-4	生物多様性影響評価の具体的な評価手順を教えてください。	45
QV-5	『隔離ほ場』とはどのようなものですか？	48
QV-6	カルタヘナ法では遺伝子組換え生物の第一種使用規程の承認に当たって学識経験者の意見を聴くこととなっていますが、どのように行っているのですか？	50
QV-7	「第1種使用規程承認組換え作物栽培実験指針」とは何ですか？	52

## V 遺伝子組換え農作物の食品としての安全性確保について

QV-1	遺伝子組換え食品の人への安全性は、どのように確認しているのですか？	54
QV-2	遺伝子組換え農作物（食品）の安全性を評価する概念『実質的同等性』とは何ですか？	56
QV-3	遺伝子組換えにより、農作物中に新たな有害物質が作られたり、既存の有害物質の量が増えたり、アレルギーを引き起こす心配はありませんか？	58
QV-4	遺伝子組換え食品について、慢性毒性などの動物実験はなぜ実施されていないのですか？	59
QV-5	害虫が死んでしまうような遺伝子組換え農作物は、人に対して影響はないのでしょうか？	60

## VI 遺伝子組換え農作物の飼料としての安全性確保について

- |       |  |    |
|-------|--|----|
| QVI-1 | 遺伝子組換え農作物を家畜の飼料として利用する場合の安全性の確保は、どのように行っているのですか？ | 62 |
| QVI-2 | 遺伝子組換え農作物を含んだ飼料を与えられた動物の肉や乳、卵を食べても大丈夫なのでしょうか？    | 64 |

## VII 遺伝子組換え食品の表示制度について

- |        |   |    |
|--------|---|----|
| QVII-1 | 遺伝子組換え食品の表示制度に関する法律について教えてください。                         | 66 |
| QVII-2 | 遺伝子組換え食品の表示制度では何が対象ですか？                                 | 68 |
| QVII-3 | 遺伝子組換え食品の表示方法について教えてください。                               | 69 |
| QVII-4 | 遺伝子組換え農作物を使っても醤油や食用油に表示義務がないのはなぜですか？                    | 71 |
| QVII-5 | 特定遺伝子組換え農産物とは何ですか？                                      | 72 |
| QVII-6 | 『遺伝子組換えでない』あるいは『遺伝子組換え』の表示に必要な分別生産流通管理（IPハンドリング）とは何ですか？ | 73 |
| QVII-7 | 家畜の飼料での遺伝子組換えの表示について教えてください。                            | 76 |
| QVII-8 | 国として、表示違反がないかどうか確認しているのですか？                             | 77 |
| QVII-9 | 海外では、どのような表示を行っていますか？                                   | 79 |

## Ⅷ 海外の状況、懸念、その他について

- QⅦ-1 遺伝子組換え農作物と非遺伝子組換え農作物や有機農業を共存させるために欧州で考えられている「共存法」について教えてください。 82
- QⅦ-2 米国で遺伝子組換えサケが開発されていると聞きますが、どのような状況ですか？ 84
- QⅦ-3 モンサント社とカナダのナタネ生産者との間で争われていた遺伝子組換えナタネに関する訴訟について、裁判所の判決が出されたそうですが、事実関係を教えてください。 86
- QⅦ-4 メキシコにおいて在来トウモロコシから遺伝子組換えトウモロコシの遺伝子が発見されたということですが、事実関係を教えてください。 87
- QⅦ-5 未承認の遺伝子組換え農作物の食品や飼料への混入を調べるためのモニタリング検査を国では実施しているのですか？ 88
- QⅦ-6 生物多様性影響評価に必要なデータを得るための試験は開発企業自身ではなく、第三者機関が実施すべきではないのですか？ 89
- QⅦ-7 遺伝子組換え農作物を長期間使用した場合に、評価時点では予測されなかった生物多様性影響が生じることはないのですか？ 90
- QⅦ-8 評価時点で予測できなかった生物多様性影響が生じた場合、どのように対処するのですか？ 91
- QⅦ-9 遺伝子組換えにより、元の農作物よりも繁殖力が強まって、雑草化しやすくなったりすることはありませんか？ 93
- QⅦ-10 遺伝子組換え農作物が有害物質を産生することはありませんか？ 94
- QⅦ-11 遺伝子組換え農作物が野生植物と交雑し、野生植物への影響が出ることはありませんか？ 95
- QⅦ-12 害虫抵抗性の遺伝子組換え農作物を栽培し続けると、もっと抵抗力の強い虫が登場することはないですか？ 96
- QⅦ-13 除草剤耐性の遺伝子組換え農作物が雑草と交雑して、除草剤をまいても枯れない雑草が繁殖してしまうことはないのですか？ 97



QVII-14	『道路沿いで遺伝子組換えセイヨウナタネの生育が確認された』という報道があったと聞きましたが、その事実関係を教えてください。	98
QVII-15	『遺伝子組換えトウモロコシの花粉を食べたチョウが死んだ』という報道がありました、その事実関係を教えてください。	100
QVII-16	遺伝子や遺伝子組換え食品を食べ続けても大丈夫ですか？	102
QVII-17	ブラジルナッツの遺伝子を導入した遺伝子組換えダイズがアレルギーを引き起こすという話を聞いたのですが、詳しく教えてください。	104
QVII-18	『遺伝子組換えジャガイモがラットの免疫力を低下させた』という報道がありました、その事実関係を教えてください。	105
QVII-19	遺伝子組換え微生物を利用して生産されたトリプトファンを摂取した人の中に健康被害が発生したことがあったと聞きますが、その事実関係を教えてください。	107
QVII-20	安全性未審査の遺伝子組換えトウモロコシ『スターリンク』の混入事件について、その事実関係を教えてください。	108
QVII-21	『遺伝子組換えダイズを投与したラットの子供の死亡率が高く成長阻害が見られた』という研究結果が報道されましたが、その事実関係を教えてください。	110
QVII-22	フランスの研究グループが、害虫抵抗性トウモロコシの承認時のデータを再解析した結果、肝臓などに悪影響が認められたと発表したと聞きましたが、事実関係を教えてください。	112
QVII-23	セラリーニ氏が、除草剤耐性トウモロコシをラットに長期間与えた結果、がんを発症するなどの悪影響が認められたと発表したと聞きましたが、事実関係を教えてください。	113
QVII-24	遺伝子組換え農作物の実用化について、どのように考えているのですか？	114
QVII-25	遺伝子組換え技術・農作物・食品をめぐる国民の意識はどうですか？	115
QVII-26	農研機構として、遺伝子組換え技術や遺伝子組換え農作物・食品に関する情報を提供するための活動としてどのようなことをしているのですか？	116
QVII-27	遺伝子組換えに関する情報をどこで得ることができますか？	117



I

# 遺伝子組換え技術について



I-1

## 遺伝子組換え技術とは どのような技術ですか？

### Answer 1

遺伝子組換え技術は、ある生物から目的とする遺伝子（DNA）を取り出し、別の生物のゲノムに導入することで、その生物に新しい性質を付与する技術です。

### Answer 2

生物が持っている遺伝子の数は生物によって異なりますが、高等動植物は数万個の遺伝子を持っています。遺伝子組換えによって導入される遺伝子の数は、通常は1個～数個です。

### Answer 3

遺伝子組換え技術では、あらゆる生物の遺伝子が利用可能です。たとえば、農作物に遺伝子を導入しようとする場合、交配不可能な植物の遺伝子はもちろんのこと、微生物や動物の遺伝子も使うことができます。そのため、交配などの従来 of 育種法では実現困難な形質を付与することも可能で、農作物の育種（品種改良）の可能性を大きく広げることができます。



## 遺伝子組換え技術はどのようなものに利用されているのですか？

### Answer 1

遺伝子組換え技術は、研究開発、医薬品や工業品の製造、農作物の品種改良、新たな機能性をもつカイコ等の昆虫の開発、食品や飼料への添加物の製造など、様々な場面で広く活用されています。

### Answer 2

研究開発では、遺伝子の機能を調べるための実験に不可欠です。これらの研究成果が、後述するように、様々な分野で実用化されています。ほかにも、実験や検査に使う試薬や酵素の生産にも、遺伝子組換え技術が用いられている場合が多数あります。

### Answer 3

医薬品としては、ヒトのインスリン、成長ホルモン、インターフェロンなどが遺伝子組換え微生物を利用して大量生産できるようになり、医療の現場で大いに役立っています。これらは化学的な人工合成が困難で、生物から抽出精製するしかありませんでしたから、供給量は極めて少なく、とても高価でした。例えば、糖尿病の治療に必要なインスリンは、かつてはブタから取り出したものをそのまま使用するか、化学反応を用いてヒト型と異なる部分のアミノ酸をヒト型に変換してヒトインスリンを作っていました。1982年に遺伝子組換え技術によってヒトインスリンの遺伝子を大腸菌に組み込んで、大量に生産できるようになりました。これによって高品質で副作用のより少ないインスリンの大量供給が安価に可能となり、インスリン注射が必要な多くの糖尿病患者を救うことになりました。これ以降、インスリン以外にも様々な医薬品が遺伝子組換え技術を用いて生産されるようになっていきます。

**Answer 4**

毎日の洗濯に使っている洗剤に含まれる酵素（脂質を分解するリパーゼなど）や、ジーンズ・デニムの風合いを出すための『バイオウォッシュ加工』などに用いられている酵素（セルラーゼ）の生産にも、遺伝子組換え技術が使われています。

**Answer 5**

農作物の生産では、様々な農作物で遺伝子組換え品種が実用化され、世界各地で栽培されています。遺伝子組換え農作物に付与された主な特性は、除草剤耐性や害虫抵抗性です。主な農作物は、栽培面積の多い順に、ダイズ、トウモロコシ、ワタ、ナタネ、アルファルファです。これらの栽培国・栽培面積は、年々大幅に拡大しており、国際アグリバイオ事業団（ISAAA）の発表によれば、2017年（平成29年）では1億8,980万ヘクタールに達しました。FAOの統計データベース（FAOSTAT）によれば世界の耕地面積は約14億ヘクタールで推移しています。したがって世界全体での遺伝子組換え農作物の作付面積は、世界の耕地面積の約13%に相当します。例えば、米国やアルゼンチンで栽培されるダイズでは、9割以上が遺伝子組換え品種となっています。

**Answer 6**

我が国では、海外で生産された遺伝子組換え農作物を年間1,700万～1,800万トン輸入していると推定されており、畜産飼料や食品原材料として、私たちの食卓を支えるためには不可欠なものとなっています。

**Answer 7**

食品や飼料以外では、これまでにない青色のカーネーションやバラなどが商品化されています。

**Answer 8**

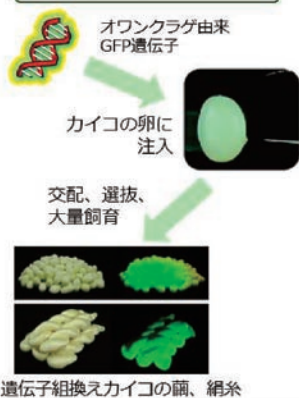
食品加工用の酵素、食品や飼料への添加物の中には、遺伝子組換え微生物で生産されている品目もあります。デンプンを液化する $\alpha$ -アミラーゼ、L-グルタミン酸ナトリウムや塩酸L-リジンなどのアミノ酸、リボフラビン（ビタミンB2）などがあります。

**Answer 9**

最近では、遺伝子組換えカイコによる検査試薬の生産が実用化しています。さらに、緑色蛍光タンパク質を含む絹糸をつくる遺伝子組換えカイコは、養蚕農家に飼育してもらうために、まず生物多様性への影響を調査するため、カルタヘナ法（QIV-2参照）に基づく第一種使用等の試験飼育が2014年（平成26年）6月より始まりました。2017年（平成29年）10月からは群馬県の養蚕農家で初めて飼育が始められました。

**シルク素材への応用**

シルクの分野で、新たな機能性を持った絹素材の開発も進行。  
 （独）農業生物資源研究所では、オワンクラゲ由来の緑色蛍光タンパク質（GFP）遺伝子を組み込んだ遺伝子組換えカイコを開発。  
 さらに、赤や橙等の蛍光色や、極細で光沢に優れたシルク等も開発中。

**遺伝子組換えカイコの開発方法**



## I-3

遺伝子組換え技術を使うと、  
どのようなメリットがあるのですか？

**Answer 1**

遺伝子組換え技術を用いることで、遺伝子の機能を解明するなどの研究に役立つとともに、あらゆる生物の遺伝子を利用して、生物やその生産物の特性を改良できます。

**Answer 2**

従来の農作物や家畜の育種（品種改良）では、交配可能な在来品種や野生種を遺伝資源とし、主に交配と選抜を繰り返す育種が行われてきました。

**Answer 3**

遺伝子組換え技術を用いると、あらゆる生物種の遺伝子を育種に利用できます。つまり、交配不可能な生物種も育種に利用可能な遺伝資源となりますから、育種の可能性が広がります。これは遺伝子組換え技術を用いる際のとても大きなメリットです。

**Answer 4**

遺伝子組換え農作物で最も利用されているのは、除草剤耐性と害虫抵抗性を有するものです。これらには微生物（細菌）由来の遺伝子が使われています。従来の育種技術ではなかなか作ることが困難な安定した除草剤耐性等を、遺伝子組換え技術を用いたからこそ導入することができました。

**Answer 5**

遺伝子組換え技術を用いることで、自然界にある遺伝資源から得た遺伝子の塩基配列を改変し、自然界には存在しない高い機能を持ったタンパク質や酵素を大量かつ安価に生産することもできます。医薬品のインスリンの場合、インスリンを生産する遺伝子の一部を改変することで持続性あるいは即効性を持たせた製剤が開発されています。

**Answer 6**

石油などの鉱物資源の減少や地球温暖化などの環境問題が重要な課題となる中、石油に代わるエネルギーや化学工業原料として植物の利用が注目されています。光合成能力を画期的に引き上げた植物の育種や、植物を原料にアルコールやプラスチックを生産する際に必要な酵素の生産には、自然界に無いタンパク質や酵素を生み出せる遺伝子組換え技術が鍵となります。

**Answer 7**

以上のように、遺伝子組換え技術は、世界の食料問題、人類の健康増進、地球の環境問題、そしてエネルギー問題を解決する手段の一つとして、期待されています。





I-4

## DNAとはどのようなものですか？

**Answer 1**

遺伝情報の物質的な実体で、細胞内の核に多く含まれている分子です。デオキシリボ核酸（deoxyribonucleic acid）の略称です。

**Answer 2**

DNAは巨大な繊維状の分子で、生体内では直径2ナノメートル（ $2\text{nm} = 2.0 \times 10^{-9}\text{m}$ ）の二重らせん構造を取っています。DNAをさらに細かくみると、塩基、糖（デオキシリボース）、リン酸の3つの部分に分けられます。生物に使われている塩基は、アデニン（A）、チミン（T）、グアニン（G）、シトシン（C）の4種類があります。

**Answer 3**

これら4種類の塩基の並び方、すなわち塩基配列が遺伝情報の特徴づけています。例えば塩基配列の違いによって、DNAを元に作られるタンパク質のアミノ酸配列が異なります。つまり塩基配列の違いが、タンパク質の物性や機能の差異をもたらしています。

**Answer 4**

DNAはコピーされる分子です。細胞分裂によって一つの細胞が二つに増殖するとき、DNAは基本的には正確にコピーされるので、二つの細胞は同じ塩基配列のDNAを持ちます。これによって、生物の持つ最も基本的な性質『自分で自分と同じものを作ることができる』が実現しています。

## Answer 5

DNAが遺伝情報を子孫に伝達する物質であることは、1944年にアメリカの研究者アベリーが明らかにしました。その後、1953年にイギリスでワトソンとクリックの二人の研究者が、DNAが二重らせんの立体構造を取っていることを明らかにしました。なお、ワトソンとクリックは、これによって1962年にノーベル生理学・医学賞を受賞しました。



I-5

## 遺伝子、ゲノムとはどのようなものですか？

### Answer 1

ゲノムも遺伝子もDNAで構成されています。

### Answer 2

ゲノムは、生物の細胞に含まれる全てのDNAを指し、そのDNAの塩基配列で決まる全ての遺伝情報のことを言います。

### Answer 3

遺伝子は、ゲノムの一部分で、生体を形作るタンパク質の設計図になっている箇所を指します。1つの遺伝子が、1個～複数個のタンパク質を決めています。

### Answer 4

ゲノムには、タンパク質を決めている遺伝子以外の部分も色々あります。代表的なものは次の5つです。

- (i) プロモーター、エンハンサー、ターミネーターなど、遺伝子の発現を制御する領域
- (ii) リボゾームRNA、tRNA、non-coding RNAなどRNA領域
- (iii) セントロメアやテロメアなど、ゲノムが細胞核の中で染色体を形成する際に重要な領域
- (iv) トランスポゾンやレトロトランスポゾンなど、ゲノム中を移動する配列の領域
- (v) 反復配列領域や、その他の機能未知の領域

**Answer 5**

ゲノムの大きさは、DNAが何塩基対あるかで表わします。ヒトで約30億塩基対、イネで約4億塩基対、カイコで約5億塩基対、ブタで約27億塩基対です。ゲノムのDNAを全部一本につなぎ合わせた時の長さは、ヒトで約1mになります。体細胞1個にはゲノムが2セットあるので、細胞1個に含まれるDNAを全部つなぎ合わせると約2mです。

**Answer 6**

遺伝子の数は細かく見れば生物種によって違いがありますが、ヒト、農作物、家畜はおおむね数万個の遺伝子を持っています。ヒト、イネ、ブタは約2万個から3万個の遺伝子を持っています。植物でもリンゴのように約5万7千個と多い場合もあります。



I-6

## 遺伝子組換え農作物は どうやって作るのですか？

### Answer 1

遺伝子組換え農作物を作るためには、次のような手順を踏みます。

- (i) ある生物から目的とする有用な遺伝子を見つけ、その遺伝子を取り出します。
- (ii) 改良しようとする農作物の細胞の核に、取り出した遺伝子を導入します。
- (iii) 遺伝子導入処理をした細胞の中から、目的の遺伝子が確実に導入されているものだけを培養・選抜し、増殖させ、植物体を再生させます。
- (iv) 得られた遺伝子組換え農作物の中から、有用な形質が発現している個体を選抜します。
- (v) 交配などにより、この形質が次世代に安定的に伝わるかを確認します。

例えば『病気に強い』遺伝子組換え農作物を作る場合、まず植物や微生物などの中から、『病気に強い』性質を持っている生物を探します。そして、その生物が持つ多くの遺伝子の中から『病気に強い』性質を持たせる遺伝子を見つけます。

### Answer 2

見つかった『病気に強い』遺伝子だけを取り出し、改良したい農作物の細胞に導入します。実際には、対象となる農作物の葉や種子などの組織、組織培養から得たカルスという細胞のかたまりを用いることが多いです。

**Answer 3**

導入の方法としては、主にアグロバクテリウム法とパーティクルガン法が使われています。アグロバクテリウム法とは、植物に感染する土壌微生物のアグロバクテリウムが元々持っている遺伝子組換え能力を利用した方法です。パーティクルガン法とは、目的の遺伝子をコーティングした金の微粒子(0.6~1.6 $\mu$ m)を、高圧ガスなどの力で植物細胞に打ち込むことによって、遺伝子を導入する方法です。

**Answer 4**

アグロバクテリウムは、自身を持つプラスミドのT-DNAと呼ばれる領域を自分で切り離して、感染先の植物のゲノムに組み込む能力を持っています。元々のT-DNA領域にはアグロバクテリウムの生存と増殖に必要な遺伝子が含まれています。それらの遺伝子の代わりに、導入したい有用遺伝子をプラスミドに組み込んだのちに、アグロバクテリウムを植物に感染させると、その有用遺伝子が感染先の植物のゲノムに組み込まれます。このような過程を経て、有用遺伝子を持った遺伝子組換え植物を作り出します。

**Answer 5**

できあがった遺伝子組換え農作物を実用化するには、生物多様性に対する影響、食品や飼料としての安全性の確認のための厳密な試験が行われ、大臣承認を受けたもののみが栽培・流通できることとなります。

**Answer 6**

『遺伝子組換え』と聞くと、細胞中の遺伝子のすべてが組み換えられているようなイメージがありますが、目的とする1個~数個の遺伝子だけを、改良したい生物の細胞の中に導入して、目的とする形質を発現させようとするものです。



I-7

## 遺伝子組換えカイコは どのように作るのですか？

### Answer 1

遺伝子組換えカイコを作るためには、次のような手順を踏みます。

- (i) ある生物から目的とする有用な遺伝子を見つけ、その遺伝子だけを取り出します。
- (ii) 改良しようとするカイコの卵に、取り出した遺伝子を導入します。
- (iii) 卵から生まれたカイコを成虫まで飼育し、交尾させて得られた卵の中から、目的の遺伝子が導入されているものを選んで飼育します。
- (iv) さらに交配して、この形質が次世代に安定的に伝わるかを確認します。

例えば蛍光シルクを作る遺伝子組換えカイコを作る場合、まず蛍光を発するクラゲやサンゴなどから、蛍光タンパク質を作る遺伝子を取り出して、カイコから取り出した絹タンパク質の遺伝子とつないで、カイコに導入します。

### Answer 2

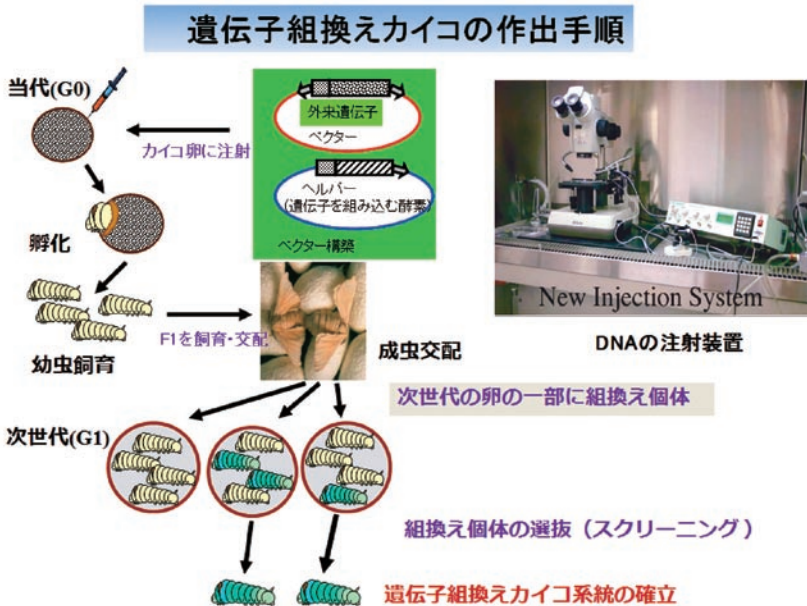
導入には、生物のゲノム上の様々な場所に挿入される転移因子（トランスポゾン）の一種である*PiggyBac*（ピギーバック）が主に使われています。*PiggyBac*は、イラクサギンウワバという蛾の培養細胞に由来する転移因子で、様々な動物への遺伝子導入に用いられています。

**Answer 3**

*PiggyBac*は、ゲノムへの挿入に必要な転移酵素を作る遺伝子を持っています。転移酵素は、*PiggyBac*の両端を切断して*PiggyBac*を切り出し、ゲノム中に挿入する働きをします。

**Answer 4**

遺伝子導入に*PiggyBac*を用いる場合、まず、*PiggyBac*内にある転移酵素遺伝子を取り除き、その部分に目的とする有用遺伝子をつないだものを持つプラスミドDNAを作成します。これとは別に、転移酵素を一時的に供給するプラスミドDNA（ヘルパー）を作成します。この2つのプラスミドDNAを同時にカイコの卵に注入することで、転移酵素の働きにより、目的遺伝子を持つ*PiggyBac*をカイコのゲノム中に挿入します。







I-8

## 遺伝子組換え家畜はどのように作るのですか？

### Answer 1

遺伝子組換え家畜を作る手法は、受精卵に遺伝子を直接に注入する前核内注入法と、遺伝子改変した培養細胞を用いてクローンをつくる核移植法の2種類に大別できます。

#### 前核内注入法

- (1) 受精卵の採取。ホルモン処置により排卵させ、人工授精した卵子を卵管より採取する。ウシでは、と場由来の卵巣から採取した卵子を基に、体外受精により受精卵を用意する。
- (2) 前核内へのDNA注入。マイクロマニピュレータに接続した微細ガラス管により、受精卵の核内にDNA溶液を注入する。
- (3) 胚移植。雌畜の卵管あるいは子宮に、DNAを注入した受精卵を移植する。自然またはホルモン処置により発情したメスに移植する。

#### 核移植法

- (1) 培養細胞への遺伝子導入。培養細胞に、エレクトロポレーション（電気穿孔）法により遺伝子を導入する。
- (2) 遺伝子組換え細胞の選択。遺伝子が導入された細胞を薬剤により選択し、遺伝子解析をして遺伝子の導入を確認する。
- (3) 体外成熟卵子の作製。と場卵巣より採取した卵子を体外培養にて成熟させる。
- (4) 核移植。マイクロマニピュレータに接続した微細ガラス管を用い、体外成熟卵子の核を取り除く。除核した卵子に遺伝子組換えした細胞（核）を移植する。移植後、電気パルスにより卵子を活性化し、発生を開始させる。
- (5) 胚移植。発生した胚を前核内注入法と同様に、仮親に移植する。

## これまでの品種改良と 遺伝子組換え技術を利用した品種改良では、 どの点が異なるのでしょうか？

I-9



I

### Answer 1

遺伝子組換え技術によらない品種改良法（育種技術）として多くの方法があります。現在、私たちが目にする美味しくて収量の高い農作物や、多種多様な色や形の園芸植物の多くは、そのような品種改良の産物です。育種技術の一つである交配育種法のステップは、次のような手順を踏みます。

- (i) 改良したい元品種と、目的の形質を持ち交配可能な系統を遺伝資源から探索する。
- (ii) 元品種と、目的の形質を持つ系統とを交配し、後代を増やす。
- (iii) 後代の中から、目的の形質を持つ個体を選抜する。
- (iv) 元品種がもともと持っている有用な特性（収量や良食味など）を持ちながら、新しく目的とする形質をもつ個体を選抜する。このとき、必要に応じて、得られている後代に元品種を繰り返し交配（戻し交配）することもある。
- (v) 何世代かにわたって、目的の形質が安定的に伝わっていることを確認する。

### Answer 2

有用な遺伝資源がない場合は、放射線を照射するなどにより突然変異を誘発して、目的の形質を持つものを作ることができる場合もあります。

**Answer 3**

従来の育種技術による品種改良でも、遺伝子組換え技術による品種改良においても、改良前の元品種と改良後の新品種を比較すると、遺伝的な変化が起きている点は同じです。すなわち、ゲノムに含まれる遺伝子や、その他の遺伝情報は、元品種と新品種で変化しています。

**Answer 4**

従来の育種技術では、有用な形質を与えている遺伝子がわからなくても、品種改良を行えます。一方で、遺伝子組換え技術を用いる場合は、有用な形質を与えている遺伝子が行っていることが必要です。

**Answer 5**

従来の交雑育種技術を用いた場合、改良したい元品種と交配可能な遺伝資源しか使えませんが、遺伝子組換え技術を用いる場合、全生物の遺伝子を利用することが可能です。

**Answer 6**

確実に有効な性質を示す遺伝子を取り出すことは必ずしも容易ではないことや、遺伝子組換え生物の利用には安全性評価が必要になり、費用と時間がかかること、国民の理解が必ずしも十分に進んでいないと言われ普及が難しいことなどが、現時点では、遺伝子組換え技術を用いた品種改良にとって課題になる点です。

遺伝子組換えをするときに用いる  
マーカー遺伝子とはどのようなもので、  
何のために使うのですか？

I - 10



I

### Answer 1

マーカー遺伝子は、遺伝子組換えの際に目的とする遺伝子が導入されていることを確認するための目印として、一緒に導入される遺伝子のことです。

### Answer 2

遺伝子組換え植物を作製する場合、主に薬剤（カナマイシン、ハイグロマイシンなどの抗生物質）耐性遺伝子や、除草剤耐性遺伝子などが使われます。例えば、カナマイシン耐性遺伝子をマーカーとして使用した場合、遺伝子導入処理をした細胞を、カナマイシン入りの培地で培養します。すると、目的の遺伝子と一緒に、カナマイシン耐性遺伝子が組み込まれた細胞だけが生育できるため、組換えが起こった細胞を選抜することができます。

### Answer 3

遺伝子組換えカイコの場合は、蛍光タンパク質遺伝子が主に使われています。目的遺伝子と一緒に蛍光タンパク質遺伝子が組み込まれた個体だけが蛍光を発するため、そのような個体だけを卵の段階で選んで飼育することができます。

### Answer 4

哺乳類の遺伝子組換えの場合は、植物の場合と同様に薬剤（ネオマイシンなどの抗生物質）耐性遺伝子が主に使われています。遺伝子を導入した細胞をネオマイシン入りの培地で培養すると、目的の遺伝子と一緒にネオマイシン耐性遺伝子が組み込まれた細胞だけが生存できるため、組換えが起こった細胞を選抜することができます。



I-11

ゲノム研究と遺伝子組換え技術は、  
どのような関係にあるのですか？

**Answer 1**

ゲノム研究と遺伝子組換え技術は、互いに支え合う関係にあります。

**Answer 2**

ゲノム研究を進めることで、生物の様々な性質の元となる遺伝子の候補を探ることができます。例えば、病気に強い品種と弱い品種を比較するゲノム研究により、新たな耐病性に関わる遺伝子の候補が、染色体上のどのあたりにあるかを明らかにすることができます。その領域の目印になる塩基配列をもとに、新たな耐病性を他の品種に導入することができます。

**Answer 3**

ゲノム研究の成果として、形質に関わる遺伝子が存在する領域の目印となる塩基配列が分かると、それを用いることで、交雑育種においても選抜が、従来の品種改良に比べ、格段に効率化されました。

**Answer 4**

さらに、耐病性遺伝子のある染色体の領域を詳細に調べていき、目的とする遺伝子を取り出すことも可能になります。このようにして見つけた候補遺伝子が本当に耐病性に関わっているかを確認するために、遺伝子組換え技術が使われます。

**Answer 5**

一方、新たな耐病性遺伝子が有効であるなら、他の農作物でも利用することが期待されます。交雑によって目的とする遺伝子に移すことができないときには、遺伝子組換え技術によってその遺伝子を導入することで、他の農作物で新たな耐病性遺伝子を利用することが可能となります。

The background of the page is a warm, orange-toned image of an abacus. The abacus is composed of numerous light-colored wooden beads strung on thin wooden rods, arranged in a grid-like pattern. The entire scene is framed by a thin white border.

## Ⅱ

# 遺伝子組換え農作物・食品の 研究開発について

## Ⅱ-1 これまでに開発された遺伝子組換え農作物と開発中の遺伝子組換え農作物等にはどのようなものがあるのですか？

### Answer 1

現在、実用化されている代表的な遺伝子組換え農作物は、『除草剤の影響を受けない性質』や『害虫に強い性質』を導入したものです。ダイズ、トウモロコシ、ナタネ、ワタ、バレイショ、アルファルファ、テンサイ、ナスなどが実用化されています。また、ウイルス病に強いパパイヤもハワイ島で商業栽培されています。さらに、コムギ、オオムギなど、多くの農作物で、研究・開発が進められています。

### Answer 2

世界的に栽培が多いのは、除草剤耐性ダイズ、害虫抵抗性トウモロコシ、害虫抵抗性ワタ、除草剤耐性ナタネなどです。近年は、複数の除草剤耐性遺伝子と害虫抵抗性遺伝子を同時に持つトウモロコシやワタなどの利用が増えています。

### Answer 3

そのほか、色変わりの花きとして、青色色素を作らせる性質を持たせたカーネーションやバラも商品化されています。

### Answer 4

現在開発中の遺伝子組換え農作物としては、世界の食料問題の解決に向け、収量性の高い農作物や、乾燥地などの不良環境でも生育する植物などの開発が進められています。

### Answer 5

さらに、私たちの健康に役立つ成分を高めた農作物の開発も進んでいます。我が国では、健康の増進を図るための機能性成分を高めたイネなどの研究が実用化に向けて進められています。



## 害虫抵抗性の遺伝子組換え農作物とはどのようなものですか？

### Answer 1

昆虫による食害は農業生産上の大きな問題です。収穫部分を直接食べられることによる収量・品質の低下だけでなく、茎を食べられることによる倒伏・枯死、食害された部分からのカビや病原体の侵入といった問題が発生します。

### Answer 2

遺伝子組換え技術によって可能となった『害虫抵抗性』とは、特定の害虫の被害を受けない性質です。現在実用化されている害虫抵抗性農作物には、土壌に生息しているパチルスチューリングエンシス (*Bacillus thuringiensis*) という細菌 (Bt菌) が作る、ガやチョウなどのチョウ目、またはコガネムシなどのコウチュウ目の昆虫に殺虫効果がある結晶タンパク質 (Btタンパク質) の遺伝子を導入しています。

### Answer 3

最も広く栽培されている害虫抵抗性トウモロコシは、チョウ目害虫に抵抗性を持たせた遺伝子組換えトウモロコシ (Btトウモロコシ) で、アワノメイガというトウモロコシの害虫に対して殺虫効果があります。アワノメイガの幼虫がBtタンパク質を食べると、この昆虫の消化管の中がアルカリ性のため、Btタンパク質が消化管の中で殺虫効果を持つ形に活性化され、消化管に存在する『受容体』と呼ばれる部位と結合します。すると、消化管の細胞が破壊されてしまい、アワノメイガは食べ物を消化することができなくなり、餓死してしまいます。

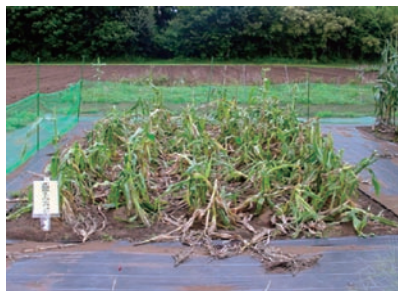


### Answer 4

このBtタンパク質は、30年間以上、生物農薬として利用されてきた歴史もあり、有機農業でも使用が認められています。また、遺伝子組換え植物体内のBtタンパク質の濃度は、生物農薬として散布される場合の濃度よりも格段に低いことが知られています。

### Answer 5

なお、Btタンパク質は種類によっては、チョウ目害虫に殺虫性を示すが他の昆虫には殺虫性を示さないなど、対象となる昆虫種の特異性が高く、ヒトや動物などにも影響は出ないことが知られています。



非遺伝子組換えトウモロコシ



害虫抵抗性トウモロコシ

#### 害虫抵抗性トウモロコシと非遺伝子組換えトウモロコシの栽培

殺虫剤を散布しないと非遺伝子組換えトウモロコシ（左）はアワノメイガの食害で倒伏しましたが、害虫抵抗性トウモロコシ（右）では殺虫剤を使用しなくても害虫の影響を受けずに生育しています。



## 除草剤耐性の遺伝子組換え農作物とはどのようなものですか？

### Answer 1

農作物を栽培する際に雑草を防除するための様々な除草剤が実用化されています。農家は雑草や作物の種類や生育の時期に合わせて、複数の除草剤を組み合わせ、回数ずつ散布を行います。これは、農作物も雑草も同じように植物であり、あまり強すぎる除草剤では農作物にも障害が出ることもあるため、1回の散布では全ての雑草を防除できないためです。

### Answer 2

除草剤の中には、非選択性除草剤などのように、全ての植物を枯らす効果をもつものもありますが、肝心の農作物まで枯れてしまうので農作物の栽培用には使えませんでした。そこで開発されたのが除草剤耐性農作物です。土壌細菌などから、特定の除草剤（例えばグリホサート）という除草剤の影響を受けない酵素の遺伝子が、または除草剤を分解する酵素の遺伝子を見つけて、それを農作物に組み込みます。すると、栽培中に除草剤を施用しても、雑草だけが枯れて、農作物は影響を受けずに育ちます。農家にとっては、1回の除草剤散布だけで確実に雑草を防除できることから、除草のための手間とコストも削減できるという利点があります。さらに、除草剤の投入総量が減少するというメリットもあります。

### Answer 3

グリホサートのほかに良く利用される除草剤にグルホシネートがあります。グルホシネート耐性の農作物を開発するときには、グルホシネートを分解する遺伝子が導入されます。

### Answer 4

除草剤耐性農作物といっても、用いる除草剤ごとに異なる遺伝子が導入されていますので、全ての除草剤に強くなる訳ではありません。

### Answer 5

除草剤耐性農作物の利用によって雑草防除が容易になることで不耕起栽培を可能にします。これにより表土流出の防止や栽培に使う化石燃料の低減の効果もあります。

### Answer 6

現在、除草剤耐性農作物として、ダイズ、トウモロコシ、ナタネ、ワタ、アルファルファ、テンサイなどが実用化されています。



グリホサート（商品名ラウンドアップ）  
散布後2週間後の様子。  
雑草が枯れ、ダイズは生育している。

## 耐病性の遺伝子組換え農作物とは どのようなものですか？

### Answer 1

世界の農業生産において、その収量の1割以上が農作物の病気により失われているとされています。病気を抑えることは農業生産において非常に重要です。

### Answer 2

全ての農作物にそれぞれ問題となる重要な病気があります。病を防ぐには、栽培法を工夫したり農薬を使用するほかに、病気に強い品種を用いることも有効です。

### Answer 3

病気に強い品種を作るためには、病気に強い品種を探し出して品種改良の材料（育種母体）とするわけですが、遺伝資源に病気に強いものがない場合があります。その場合、遺伝子組換え技術を用いて病気に強い性質を持たせることも重要な育種法となります。

### Answer 4

現在実用化されている耐病性の遺伝子組換え農作物には、パパイヤリングスポットウイルス抵抗性の遺伝子組換えパパイヤがあります。

**ハワイのパパイヤ栽培におけるウイルスとの戦いの歴史(1)**

1910年 栽培開始  
1940年代 ハワイヤ輪点ウイルス (PRSV)が発見される  
1950~1960年代 PRSVの影響で、オアフ島での栽培を断念  
ウイルスのいない場所を求め、主たる栽培地がハワイ島のPuna地区に

・ひも状のRNAウイルス  
・アブラムシが伝播  
・種子伝染はしない

PRSVに感染すると  
植物全体で、激しい病徴

1970年代 Puna地区で、ハワイのパパイヤの95%を生産  
1990年 PRSVによる前例のない経済損失  
1992年 Puna地区で、PRSVを検出  
1992年~1998年 この間に、Punaでの生産量は半減  
1997年 GM/パパイヤの商業栽培の認可  
1998年 種子の配布開始  
2000年 生産量が回復し始める

感染地域の拡大を防ぐために  
保毒するアブラムシの排除  
農業の使用  
苗の流通の徹底した管理  
しかし、ついに、地区に蔓延

### Answer 5

植物にウイルスの遺伝子配列の一部を導入すると、そのウイルスの増殖が阻害されることが知られていました。そこで、パパイヤに、パパイヤリングスポットウイルスの外側の殻になる部分のタンパク質を作る遺伝子を導入することにより、ウイルス抵抗性のパパイヤを作り出すことができました。

### Answer 6

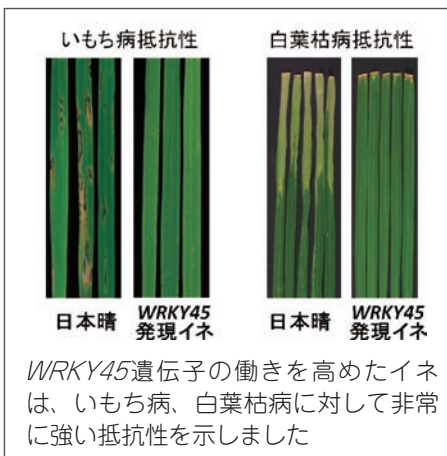
ハワイでは、パパイヤリングスポットウイルスの被害によりパパイヤ栽培は壊滅的な被害を受けましたが、ウイルス抵抗性遺伝子組換えパパイヤの開発により、パパイヤ栽培を復活させることができました。

### Answer 7

日本ではイネの最重要病害に、いもち病があります。これまでもいもち病抵抗性を高めるために多くの努力が払われてきました。

### Answer 8

イネが病気にかかった時に抵抗性を発揮するために働く遺伝子を調べたところ、遺伝子の発現を制御する因子（転写因子）のなかで、*WRKY45*遺伝子の働きを高めると、いもち病だけでなく多くの病害に対して抵抗性が増すことが分かってきました。この*WRKY45*遺伝子を導入した遺伝子組換えイネは実用化を目指して、隔離ほ場における野外栽培によって、耐病性と生育特性などの評価を進めています。



*WRKY45*遺伝子の働きを高めたイネは、いもち病、白葉枯病に対して非常に強い抵抗性を示しました

## 健康に役立つ機能性の遺伝子組換え農作物とはどのようなものですか？

### Answer 1

遺伝子組換え技術によって、私たちの健康に良い農作物の開発が進められています。例えば、体に良い油として注目されているオリーブオイルより、さらに多くのオレイン酸を含むダイズが開発されています。オレイン酸には、血中の善玉コレステロールはそのままにして悪玉コレステロールだけを下げることが報告されています。

### Answer 2

また、 $\beta$ -カロテンを含むコメの開発が進められています。このコメは黄金色をしていることから『ゴールデンライス』と呼ばれています。発展途上国ではビタミンA不足が深刻な問題となっています。特に、東南アジアやアフリカなどの発展途上国では、年間約50万人の子供がビタミンA欠乏に起因した眼球乾燥症で失明し、さらにその半数が失明後1年以内に死亡していると推定されます。 $\beta$ -カロテンは体内でビタミンAとなるため、主食であるコメから $\beta$ -カロテンを摂取できることにより、ゴールデンライスはビタミンA不足を解消する手段として期待されていて、早期の栽培が望まれます。



### Answer 3

そのほか、スギ花粉の影響を受けにくくする作用のあるコメ（解説図はP.30）や中性脂肪や血圧を下げる作用のあるタンパク質を含むイネの開発や、ダイズやコメにもともと含まれているアレルギーの原因になる成分を少なくして、これらにアレルギーのある人でも安心して食べることができる農作物の開発が進められています。



## II-6

# 医療用の遺伝子組換え農作物とはどのようなものですか？

### Answer 1

医療分野では、遺伝子組換え技術を用いて、植物に医薬品の成分や原料を生産させる研究や、遺伝子組換え農作物を食べることで治療効果を目指す研究・開発が進んでいます。

### Answer 2

東京大学医科学研究所では、遺伝子組換え技術を用いてコメにコレラワクチン成分を作らせることに成功しました。現在、アステラス製薬などとともに実用化を目指した開発が進められています。

このコメ（ムコライスCTB）を利用して口から摂取するワクチンを作り、それを飲めば、体内にコレラ毒素に対する抗体ができ、下痢症状が抑えられると期待されます。また、コメを使うことにより、医薬品としての効果に加えて以下のようなメリットが考えられます。

- (1) 保存に冷蔵庫が必要ないため、常温でさまざまな場所、例えば電気が十分に通っておらず、冷蔵設備もない地域でも使うことができます。
- (2) 口から摂取（飲む）することができるため、注射器が不要になり、医療廃棄物も出ず、小さな子供にも簡単に痛みがなく投与できるようになります。





## 遺伝子組換え食品は、 いつごろから販売されているのですか？

### Answer 1

1994年（平成6年）に、世界で初めての遺伝子組換え食品が、米国で販売されました。これはフレーバー・セーバー・トマトと呼ばれるもので、完熟した状態でも日持ちが良いのが特徴でした。

### Answer 2

その後、害虫に強い性質や除草剤の影響を受けない性質を持ったトウモロコシやダイズなどの農作物の開発が進められ、これらを中心に本格的な商業栽培が行われるようになったのは1996年（平成8年）からです。

### Answer 3

遺伝子組換え農作物・食品を日本に輸入するためには、生物多様性影響評価、食品や飼料としての安全性の評価など、利用目的により必要な承認を取らなければ、商品として流通できません。

### Answer 4

平成30年11月現在、我が国において食品としての安全性が確認され、販売が認められている遺伝子組換え農作物は、ダイズ、トウモロコシ、バレイショ、ナタネ、ワタ、アルファルファ、テンサイ、パパイヤの合計8作物、319品種となっています。

参照：安全性審査の手続を経た旨の公表がなされた遺伝子組換え食品及び添加物一覧（平成30年11月26日現在）

<http://www.mhlw.go.jp/content/11130500/000412960.pdf>





## II - 8

遺伝子組換え農作物は、どのような食品に加工されて販売されているのですか？

**Answer 1**

現在、日本で食品としての安全性が確認され、販売が認められている遺伝子組換え農作物は8作物（ダイズ、トウモロコシ、バレイショ、ナタネ、ワタ、アルファルファ、テンサイ、パパイヤ）です。

**Answer 2**

ダイズであれば、ダイズ油、醤油、豆腐、油揚げ、おから、納豆、豆乳、きな粉などの原材料となります。またこれらの加工食品がさらに利用されて、惣菜や菓子などの原材料となることもあります。なお、油を搾った残りのダイズ粕などの多くは家畜の飼料として利用されています。

**Answer 3**

トウモロコシは、コーン油、コーンスナック菓子、トウモロコシ缶詰、コーンフレーク、コーンスターチなどになります。中でもコーンスターチはこれを素材として、糖類（果糖ブドウ糖液糖など）に加工されて清涼飲料水などに用いられており、二次加工、三次加工と広範囲に及ぶ加工食品の材料になっています。また家畜用の飼料や工業用澱粉など、直接の食品以外にも利用されます。

**Answer 4**

バレイショは、植物防疫上の理由から、日本へは生のまま輸入されて流通することはありませんが、冷凍フライドポテトやマッシュポテト、バレイショ澱粉となって輸入され、ポテトスナック菓子の原材料などにも利用されました。しかし、現在は遺伝子組換えジャガイモの商業生産は行われておりません。

**Answer 5**

ナタネや綿実植物油に用いられます。なお、テンサイも、植物防疫上の理由から生では輸入できません。



Ⅲ

遺伝子組換え農作物の  
安全性評価について



## Ⅲ-1

## 国際的な議論を踏まえた遺伝子組換え生物の安全性等の評価の考え方は、どのようなものですか？

**Answer 1**

遺伝子組換え技術によって作られた農作物を一般の田畑で栽培したり、食品や家畜の飼料として用いていくためには、栽培や流通に先だって、生物多様性（環境）に影響を及ぼすおそれがないことや、食品や飼料として利用する場合の安全性を確認することが必要です。

**Answer 2**

このため、遺伝子組換え農作物の利用に当たっては、安全性確保のための法律が策定され、国による審査が行われています。

- (i) 遺伝子組換え農作物を栽培したり、外国から食品・飼料等の原材料用として輸入する場合、「遺伝子組換え生物等の使用等の規制による生物の多様性の確保に関する法律」（カルタヘナ法）に従って、農林水産大臣と環境大臣が、我が国の生物多様性を損なうおそれがない場合に限って、使用の承認を行っています。
- (ii) 遺伝子組換え農作物を食品として利用する場合の安全性については、食品衛生法に基づき厚生労働省が定めた「食品、添加物等の規格基準」に従って、内閣府食品安全委員会が安全性を評価し、厚生労働大臣が承認を行っています。
- (iii) 遺伝子組換え農作物を飼料として利用する場合の安全性については、「飼料の安全性の確保及び品質の改善に関する法律」（以下、「飼料安全法」）に従って、農林水産大臣が飼料としての安全性確認を行っています。その確認に当たっては、内閣府食品安全委員会の意見を聴くこととなっています。（QⅥ-1及びQⅥ-2参照）

**Answer 3**

このように、安全性審査の仕組みがあり、開発者等が目的とする用途に応じて、一つ一つの遺伝子組換え農作物ごとに、関係する法律に基づく申請を行うこととなっています。申請を受けた関係大臣は学識経験者等の意見を聴いた上でその内容を審査等することとなっています。こうした審査によって安全性が確認されたものだけが商品となり、流通・販売されることとなります。

**Answer 4**

なお、安全性等の評価の方法については、生物多様性条約のバイオセーフティに関するカルタヘナ議定書、国連食糧農業機関（FAO）／世界保健機関（WHO）合同食品企画委員会（Codex（コーデックス）委員会）、経済協力開発機構（OECD）によって示された原則などを踏まえて、組み換えられる前の農作物との比較等を行いながら、遺伝子組換えによって意図的に付与した性質、意図しないで付与された性質によって、生物多様性や人、家畜に影響を及ぼすおそれがないかどうかを評価することとなっています。

（参考）遺伝子組換え農作物の安全性評価の仕組み

（リンク先：<http://www.affrc.maff.go.jp/docs/anzenka/GMhyouka.htm>）



### Ⅲ-2

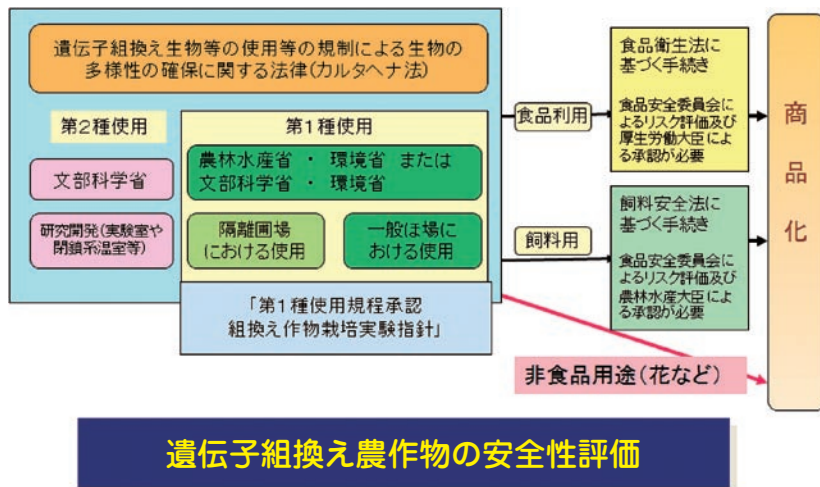
## 遺伝子組換え農作物の 開発と安全性評価について教えてください。

#### Answer 1

日本の安全性評価は、国際的な議論を踏まえて決められたものです。実験段階から野外栽培試験、商業栽培や種子などの輸入や流通などの実用化段階において、生物多様性への影響の有無をカルタヘナ法に基づいて確認しています。

#### Answer 2

食品や飼料の安全性は、それぞれ食品衛生法や飼料安全法によって確認が義務付けられており、安全性が確認されたものだけが利用できる仕組みになっています。



# Ⅳ

## 遺伝子組換え生物の 生物多様性影響評価について

## Q IV-1 遺伝子組換え生物の取り扱いに関する国際的な取り決めとして、「バイオセーフティに関するカルタヘナ議定書」というものがあると聞きますが、それはどのようなものですか？

### Answer 1

カルタヘナ議定書は、生物多様性条約の下の議定書であり、現代のバイオテクノロジーにより改変された生物 Living Modified Organisms (「LMO\*」と略します。) による生物多様性の保全および持続可能な利用への影響を防止するための国際的な枠組みを定めたものです。なお、『カルタヘナ』とは、この議定書が検討された生物多様性条約締約国特別会合の開催地であるコロンビアの都市の名前です。

\*LMOには遺伝子組換え生物と分類学上の科を越えた細胞融合生物が含まれます。

### Answer 2

主な内容は次のとおりです。

#### (i) 議定書の目的

国境を越えて移動するLMOが、生物多様性の保全および持続可能な利用に悪影響を及ぼすことのないようにLMOの安全な移送、取扱いおよび利用において、十分な水準の保護を確保することを目的としています。

#### (ii) 議定書の適用範囲

生物多様性に悪影響を及ぼす可能性のあるすべてのLMOの国境を越える移動、通過、取扱いおよび利用について適用されます（人用の医薬品は対象外。）

#### (iii) 輸出入に関する手続き

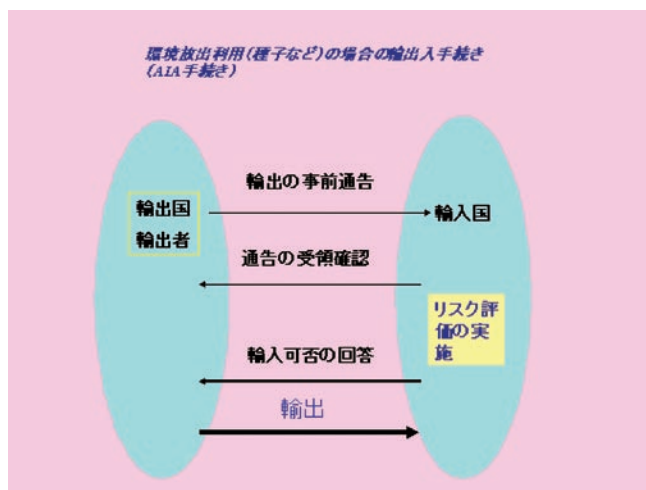
- ① 環境への意図的な導入を目的とするLMO（栽培用種子など）の輸出入に際しては、事前の通告による同意（AIA）手続きが必要、としています。輸出国（または輸出者）は、LMOの意図的な国境を越える移動に先立ち、輸入国に対して通告を行い、輸入国は、その情報を踏まえ、リスク評価を実施し

輸入の可否を決定することとしています。

- ② 輸入締約国の基準に従って行われる拡散防止措置の下での利用を目的とするLMOの輸出入については、AIAの適用除外とされています。
- ③ 食料もしくは飼料として直接利用し又は加工することを目的とするLMO（コモディティ）の輸出入に関しては、AIA手続きを必要とされていませんが、コモディティとして輸出される可能性のあるLMOの環境放出（野外試験を除く）を決定した締約国（当該LMOの生産国であり輸出国となりうる締約国）は、バイオセーフティに関する情報交換センター（BCH）を通じてその決定を他の締約国に通報することとしています。また、輸入締約国は自国の国内規制の枠組みに従いコモディティの輸入について決定することができるとしています。

(iv) リスク評価、リスク管理の実施

輸入締約国は、LMOの輸入の決定に際し、リスク評価が実施されることを確保するとともに、リスク評価によって特定されたリスクを規制し、管理し、制御するための制度等を定め、維持することとなっています。





(v) 取扱い、輸送、包装および表示について

議定書の締約国は、LMOの安全な取扱い等を義務付けるために必要な措置をとること、また、LMOには、必要な情報を含んだ文書を添付することを義務付ける措置を講ずることとなっています。

(参考1) カルタヘナ議定書の概要

(リンク先：[http://www.biodic.go.jp/bch/download/law/law\\_outline\\_ver\\_2.pdf](http://www.biodic.go.jp/bch/download/law/law_outline_ver_2.pdf))

(参考2) 事前の通告による同意（AIA）手続きの流れ

(リンク先：[http://www.biodic.go.jp/bch/download/law/import\\_export\\_flowchart.pdf](http://www.biodic.go.jp/bch/download/law/import_export_flowchart.pdf))

## 「遺伝子組換え生物等の使用等の規制による生物の多様性の確保に関する法律（カルタヘナ法）」とは、どのような法律ですか？

Ⅳ-2



Ⅳ

### Answer 1

カルタヘナ法とは、国際条約「バイオセーフティに関するカルタヘナ議定書」の的確かつ円滑な実施を確保することを目的とした国内法律です。

### Answer 2

法律では、次のようなことが規定されています。

- (i) 主務大臣（財務大臣、文部科学大臣、厚生労働大臣、農林水産大臣、経済産業大臣、環境大臣）が、遺伝子組換え生物等の使用等による生物多様性影響（遺伝子組換え生物等の使用等により生ずる影響であって生物の多様性を損なうおそれ（野生動物や微生物の種又は個体群の維持に支障を及ぼすおそれなど）のあるもの）を防止するための施策の実施に関する基本的な事項等を定め、これを公表すること。
- (ii) 遺伝子組換え生物等の使用等に先立ち、使用形態に応じた措置を実施することとし、
  - ① 遺伝子組換え生物等の環境中への拡散を防止しないで行う使用等（第一種使用等）の場合は、新規の遺伝子組換え生物等の使用等をしようとする者（開発者、輸入者等）等は事前に第一種使用規程を定め、生物多様性影響評価書等を添付し、主務大臣の承認を受けること、
  - ② 遺伝子組換え生物等の環境中への拡散を防止しつつ行う使用等（第二種使用等）の場合は、施設の態様等拡散防止措置が主務省令で定められている場合は、当該措置をとること。定められていない場合は、あらかじめ主務大臣の確認を受けた拡散防止措置をとること、を義務付けています。

- (iii) このほかに、未承認の遺伝子組換え生物等の輸入の有無を検査するための仕組み、輸出の際の相手国への情報提供、科学的知見の充実のための措置、国民の意見の聴取、違反者への措置命令、罰則等が規定されています。

(参考)

カルタヘナ法の概要

(リンク先：[http://www.biodic.go.jp/bch/download/law/law\\_outline\\_ver\\_2.pdf](http://www.biodic.go.jp/bch/download/law/law_outline_ver_2.pdf))

「ご存知ですか?カルタヘナ法」

(リンク先：<http://www.biodic.go.jp/bch/cartagena/index.html>)



## カルタヘナ法でいう『生物多様性影響』とは具体的にどのようなことですか？

### Answer 1

カルタヘナ法でいう『生物多様性影響』とは、遺伝子組換え生物等の使用等により生ずる影響であって生物の多様性を損なうおそれ(野生動植物や微生物の種又は個体群の維持に支障を及ぼすおそれなど)のあるものをいいます。

### Answer 2

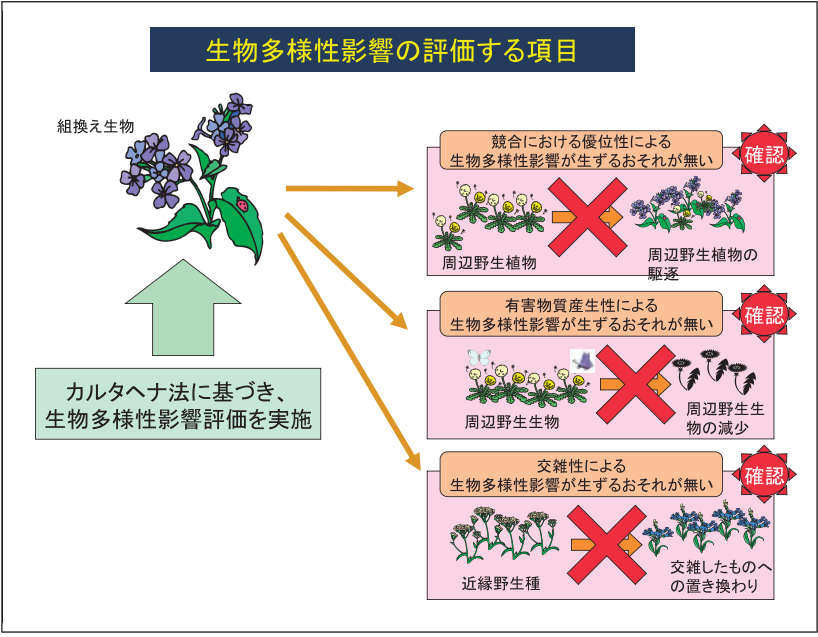
具体的には、次に挙げる点について評価しています。

- (i) 競合における優位性：遺伝子組換え農作物が強い繁殖力を持つようになり、農耕地以外の生態系に侵入して、在来の野生植物を駆逐してしまわないか？
- (ii) 有害物質の産生性：遺伝子組換え農作物が作り出すようになり、有害物質によって周辺の野生動植物や微生物が減少または死滅してしまわないか？
- (iii) 交雑性：遺伝子組換え農作物が近縁の野生種と交雑して、野生種が交雑したものに置き換わってしまわないか？

などを想定して評価しています。

**Answer 3**

なお、一般の農作物は、生物多様性の構成要素ではないため、カルタヘナ法によって守られるべき生物の対象にはなりません。しかし、農作物との交雑・混入を防ぐための措置も検討されています。(QIV-7、QVII-1を参照)



IV 遺伝子組換え生物の生物多様性影響評価について



## 生物多様性影響評価の 具体的な評価手順を教えてください。

### Answer 1

生物多様性影響評価は、遺伝子組換え生物等の第一種使用等（遺伝子組換え生物等が環境中に拡散することを防止する措置を執らないで行う使用等）により我が国の生物多様性に影響を及ぼすおそれがあるかどうかを明らかにするために行うものです。最新の科学的知見を踏まえ、遺伝子組換え生物等の第一種使用等についてカルタヘナ法に基づく承認を申請する者が評価書を作成し、その内容の妥当性等を学識経験者が科学的な見地から検討することとなっています。

### Answer 2

生物多様性影響評価の手順・内容は次のようになっています。

(i) 生物多様性影響評価を行うために必要な情報の収集

- ① 遺伝子組換え生物等のもととなった組み換える前の生物（宿主）又は宿主の属する分類学上の種に関する情報
- ② 遺伝子組換え生物等の調製等に関する情報
- ③ 遺伝子組換え生物等の使用等に関する情報

以上の情報を収集した上で、これらの情報を踏まえて生物多様性影響評価を行うこととしています。

なお、以下の手順に従って評価を行う際に、これ以外の情報が必要なときは、追加して情報収集を行うこととなります。

(ii) 手順1：影響を受ける可能性のある野生動植物又は微生物の特定

遺伝子組換え農作物の場合であれば、

- ① 競合における優位性
- ② 有害物質の産生性
- ③ 交雑性

などの性質に着目し、これらの性質により影響を受ける可能性

のある野生動植物又は微生物を特定します。

- (iii) 手順2：手順1で特定した野生動植物又は微生物が受ける影響の具体的内容の評価

手順1で特定した野生動植物等が遺伝子組換え生物等から受ける影響の内容について、①～③の項目ごとに実験や関連する情報を収集して評価します。

- (iv) 手順3：影響の生じやすさの評価

①～③の項目ごとに野生動植物等の生息又は生育する場所又は時期その他の関連情報を収集して評価

- (v) 手順4：①～③の項目ごとに手順1で特定された影響を受ける可能性があるとして特定された野生動植物の種又は個体群の維持に支障を及ぼす可能性の有無の評価

- (vi) 手順5：それぞれの項目の評価結果を踏まえ、生物多様性影響の生ずるおそれの有無について総合的に判断します。

生物多様性影響評価は、以上の手順・内容で行われます。

(参考1)

遺伝子組換え生物等の第一種使用等による生物多様性影響評価実施要領

(リンク先：[http://www.biodic.go.jp/bch/download/law/domestic\\_regulations/assessment\\_guidance.pdf](http://www.biodic.go.jp/bch/download/law/domestic_regulations/assessment_guidance.pdf))

(参考2)

農林水産大臣がその生産又は流通を所管する遺伝子組換え植物に係る第一種使用規程の承認の申請について

(リンク先：[http://www.biodic.go.jp/bch/download/law/notification\\_maff\\_261205\\_plant\\_rev1.pdf](http://www.biodic.go.jp/bch/download/law/notification_maff_261205_plant_rev1.pdf))

(参考3)

農林水産大臣がその生産又は流通を所管する遺伝子組換えカイコに係る第一種使用規程の承認の申請について

(リンク先：[http://www.biodic.go.jp/bch/download/law/notification\\_maff\\_250719\\_kaiko.pdf](http://www.biodic.go.jp/bch/download/law/notification_maff_250719_kaiko.pdf))

### 遺伝子組換え生物等の第一種使用等による 生物多様性影響評価実施要領

基本情報の収集



生物種ごと定められた評価項目  
植物、動物、細菌

植物  
競争における優位性  
有害物質の産生性  
交雑性  
その他の性質



生物多様性影響の評価の項目及び手順  
一 影響を受ける可能性のある野生動植物等の特定  
二 影響の具体的内容の評価  
三 影響の生じやすさの評価  
四 生物多様性影響が生ずるおそれの有無等の判断



## Q IV-5

### 『隔離ほ場』とはどのようなものですか？

#### Answer 1

『隔離ほ場』とは、我が国の自然条件の下（第一種使用等）で生育した場合の特性が科学的見地から明らかでない遺伝子組換え植物（農作物）について、我が国の自然条件の下で生育した場合の特性を明らかにするための試験栽培を行うほ場です。

#### Answer 2

隔離ほ場は、一般的に以下の(i)の設備要件を満たす施設であることが必要であり、さらにその施設では、(ii)の作業要領に従った作業管理が行われることを確保する必要があります。

##### (i) 設備に関する要件

- ① フェンスその他の部外者の立ち入りを防止するための囲い
- ② 隔離ほ場であること、部外者は立ち入り禁止であることなどを記載した標識
- ③ 隔離ほ場で使用した機械などを洗浄する設備など、遺伝子組換え農作物が隔離ほ場の外に意図せず持ち出されることを防止するための設備
- ④ 遺伝子組換え農作物の花粉が広範囲に飛散することが想定される場合は、防風林、防風網など花粉の飛散を減少させるための設備

##### (ii) 作業要領

- ① 遺伝子組換え農作物および比較対象の農作物以外の植物の隔離ほ場内における生育を最小限度に抑えること。
- ② 遺伝子組換え農作物（隔離ほ場内で栽培した組換え農作物以外の植物で、組換え農作物と区別がつきにくいものを含む）を隔離ほ場の外に運搬し、又は保管する場合は、遺伝子組換え農作物の漏出を防止すること。

- ③ 遺伝子組換え農作物の栽培が終了した後は、遺伝子組換え農作物を隔離ほ場内で不活化すること。
- ④ 遺伝子組換え農作物が隔離ほ場で使用した機械・器具や作業に従事した者の靴などに付着して、意図せずに隔離ほ場外へ持ち出されることを防止すること。
- ⑤ (i)の隔離ほ場の設備の機能を保持すること。
- ⑥ ①から⑤の事項を第一種使用等を行う者に遵守させること。
- ⑦ 花粉が飛散する範囲内に影響を受ける可能性のある野生動植物等が生息又は生育している場合は、その範囲を含む範囲内においてその野生動植物等への影響の有無などの調査を実施すること。
- ⑧ 生物多様性影響のおそれがあると認められたときは事前に策定した緊急措置計画書に従った措置を確実に講ずること。

### Answer 3

なお、隔離ほ場で遺伝子組換え農作物の栽培を行う場合も第一種使用規程で施設および作業要領の具体的内容を明示することが必要となっています。

## Q IV-6 カルタヘナ法では遺伝子組換え生物の第一種使用規程の承認に当たって学識経験者の意見を聴くこととなっていますが、どのように行っているのですか？

### Answer 1

カルタヘナ法に基づく遺伝子組換え生物等の第一種使用規程の承認に当たっては、主務大臣は学識経験者から意見聴取することとなっています（カルタヘナ法第四条四項）。この意見聴取のうち農林水産大臣がその生産又は流通を所管する遺伝子組換え生物等に係るもの（農作物やカイコなど）については、農林水産大臣と環境大臣が公表した名簿に掲げられている学識経験者からなる『生物多様性影響評価検討会』を農林水産省と環境省が共同で開催して学識経験者の意見を聴取しています。

### Answer 2

具体的には、

- (i) まず、第一種使用規程において利用する遺伝子組換え生物等の特性に関し、専門的な知見を有する専門家および遺伝子組換え生物等の第一種使用等によって影響を受ける可能性のある生物、生態系等に関し知見を有する専門家が専門的な見地から検討を行う検討会（これを『分科会』と呼んでいます。）を開催した上で、
- (ii) 次に、分科会での学識経験者の意見の内容を踏まえ幅広い視点から総合的な検討を行う検討会（総合検討会）を開催するという手順で意見聴取を行っています。

### Answer 3

なお、生物多様性影響評価検討会のうち総合検討会については、審査の透明性等を確保するため、公開で開催することとしています（議事録、提出資料についても原則公開することとしています）。

#### Answer 4

生物多様性影響評価検討会総合検討会の開催に当たっては、プレスリリースによりお知らせするとともに、農林水産省および環境省のホームページで情報の提供を行っておりますのでご参照下さい。



## IV-7

## 「第1種使用規程承認組換え作物栽培実験指針」とは何ですか？

**Answer 1**

「遺伝子組換え生物等の使用等の規制による生物の多様性の確保に関する法律」（カルタヘナ法）により生物多様性を損なうおそれがないものとして、国内の隔離ほ場や一般のほ場で栽培することが承認された遺伝子組換え農作物であっても、一般農家の栽培する遺伝子組換えでない農作物との交雑や混入を生じた場合に、生産・流通上の混乱が生じかねません。そこで、交雑・混入の防止措置及び国民への情報提供を行いつつ栽培試験を行うことが必要との考えで、農林水産省が、農林水産省所管の国立研究開発法人に対して、守るべき事柄を定めたものが第1種使用規程承認組換え作物栽培実験指針（以下、「栽培実験指針」）です。

**Answer 2**

栽培実験指針には、遺伝子組換え農作物と一般栽培されている同種作物（組換えイネと一般のイネなどの関係）で交雑や混入が起こらないような措置や、情報提供のあり方を定めています。

**Answer 3**

栽培実験指針は、上記のとおり生物多様性影響を評価するためのカルタヘナ法とは異なる観点で定めたものです。

第1種使用規程承認組換え作物栽培実験指針関連の情報サイト

<http://www.affrc.maff.go.jp/docs/anzenka/GMsabai.htm>

# V

## 遺伝子組換え農作物の 食品としての安全性確保について



V-1

遺伝子組換え食品の人への安全性は、  
どのように確認しているのですか？

**Answer 1**

遺伝子組換え食品は、内閣府食品安全委員会と厚生労働省による安全性審査を受けることが義務付けられています。遺伝子組換え農作物を食品として利用する場合、厚生労働大臣が定めた食品としての安全性を審査する手続きを経ることが食品衛生法で義務付けられています。

**Answer 2**

食品安全委員会では、純粹に科学的な見地から食品安全性の評価を行っています。遺伝子組換え食品の安全性の評価は、食品安全委員会が検討し、決定した評価基準、評価の考え方などにに基づき行われます。現在、種子植物の場合の安全性の評価基準、評価の考え方などが「遺伝子組換え食品（種子植物）の安全性評価基準」、「遺伝子組換え植物の掛け合わせについての安全性評価の考え方」として決定されています。安全性審査では、申請者が提出した安全性評価の詳細な資料について、その評価が本当に正しいものであるか専門家によって厳しく審査されます。

遺伝子組換え農作物の食品としての安全性確保について

**Answer 3**

安全性の確認は、主に組換えDNA技術により付加される全ての性質、組換えDNA技術に起因し発生するその他の影響が生ずる可能性について行われます。具体的には、挿入遺伝子の安全性、挿入遺伝子により産生されるタンパク質の有害性の有無、アレルギー誘発性の有無、挿入遺伝子が間接的に作用し、他の有害物質を産生する可能性の有無、遺伝子を挿入したことにより成分に重大な変化を起こす可能性の有無などを確認しています。そして、従来食品と同じように食べても安全であることが確認された遺伝子組換え食品だけが日本での販売や輸入が許可される仕組みになっています。

(参考1)

遺伝子組換え食品（種子植物）の安全性評価基準

(リンク先：[http://www.fsc.go.jp/senmon/idensi/gm\\_kijun.pdf](http://www.fsc.go.jp/senmon/idensi/gm_kijun.pdf))

(参考2)

遺伝子組換え植物の掛け合わせについての安全性評価の考え方

(リンク先：[http://www.fsc.go.jp/senmon/idensi/gm\\_kangaekata.pdf](http://www.fsc.go.jp/senmon/idensi/gm_kangaekata.pdf))





V-2

## 遺伝子組換え農作物（食品）の安全性を評価する概念『実質的同等性』とは何ですか？

### Answer 1

『実質的同等性』とは、遺伝子組換え農作物（食品）の安全性評価の基本的な考え方で、食経験のある既存の食品と比べて安全性を評価するというものです。例えば、食用の遺伝子組換えイネを開発した場合、既存の非遺伝子組換えイネと比較して安全性を評価できるか否かを判断することです。比較することができると判断されたら、非遺伝子組換えイネと安全性を比較します。

### Answer 2

遺伝子組換え農作物（食品）と、これまで安全に食べられてきた農作物（食品）との間で、以下の各要素について検討します。

- (i) 遺伝的素材に関する事項
- (ii) 広範囲なヒトの安全な食経験に関する資料
- (iii) 食品の構成成分などに関する資料
- (iv) 既存種と新品種の使用方法の相違に関する資料

### Answer 3

遺伝子組換え農作物（食品）と非遺伝子組換え農作物（食品）の栄養成分等に差異がなく、導入された遺伝子により新たに作られるタンパク質の安全性が確認されれば、遺伝子組換え農作物（食品）が非遺伝子組換え農作物（食品）と同程度の安全と判断されて、安全であるとされます。

#### Answer 4

一方、高オレイン酸ダイズなど栄養成分を改変した遺伝子組換え農作物が開発されています。この場合、改変されたオレイン酸については組成の似ているオリーブオイルと比較し、それ以外の点は従来のダイズと比較するのが合理的と考えられています。

## Q V-3 遺伝子組換えにより、農作物中に新たな有害物質が作られたり、既存の有害物質の量が増えたり、アレルギーを引き起こす心配はありませんか？

### Answer 1

遺伝子組換え技術により、挿入される遺伝子の全塩基配列は明らかであり、有害物質やアレルゲンを作る塩基配列が存在しないことが確認されています。また、目的外のタンパク質を作るような配列がないことも確認しています。

### Answer 2

既存の有害物質として、ナタネにはエルシン酸（エルカ酸）やグルコシノレートなど、また、ジャガイモにはソラニンなどのグリコアルカロイドなどの天然の有害物質が含まれています。遺伝子組換え技術を用いることによって、こうした有害物質が有意に増えていないことを確認したうえで、その安全性は既存の農作物と同等であると判断します。

### Answer 3

アレルゲンとなるタンパク質は、既知のアレルゲンと似通ったアミノ酸配列を持ち、胃腸の中の消化酵素や胃酸で消化されにくいといった特徴を持っています。そこで、遺伝子組換えによって新しく作られるタンパク質について、アミノ酸の配列の点で既知のアレルゲンと類似点がないか、胃腸で速やかに消化されるかなどを調べて、これらの条件に当てはまるかどうかを確認します。



## 遺伝子組換え食品について、慢性毒性などの動物実験はなぜ実施されていないのですか？

### Answer 1

これまで食品としての安全性が確認された遺伝子組換え農作物は、慢性毒性などの動物実験を行っていませんが、それは「遺伝子組換え食品の安全性評価で動物実験をしないこと」になっているのではなく、それ以外のデータで安全性が確認できるために行う必要がないため動物実験を求めているのです。

### Answer 2

安全性評価基準においては、必要に応じて一連の毒性試験（急性毒性に関する試験、亜急性毒性に関する試験、慢性毒性に関する試験、生殖に及ぼす影響に関する試験、変異原性に関する試験、がん原性に関する試験およびその他必要な試験（腸管毒性試験など））のデータを求めることになっています。科学的に必要なないと判断されれば省略することができるかとされています。

### Answer 3

導入遺伝子を作るタンパク質のデータや、実際にタンパク質の人工胃液や人工腸液、さらには加熱処理による分解性、遺伝子組換え食品として摂取する部位や量などのデータから、慢性毒性などの動物実験のデータがなくても安全性が担保できると判断されたためです。



V-5

## 害虫が死んでしまうような遺伝子組換え農作物は、人に対して影響はないのでしょうか？

### Answer 1

バチルス・チューリンゲンシス (*Bacillus thuringiensis*) が作る殺虫性タンパク質 (Btタンパク質) は、ヒトやウシ、ブタ、ニワトリなどへの影響はありません。

### Answer 2

Btタンパク質を食べたアワノメイガは、昆虫の消化管の中がアルカリ性のため、消化管の中でBtタンパク質を十分に分解できずに殺虫効果を発揮する形になり、消化管に存在する『受容体』と呼ばれる部位と結合します。すると、消化管の機能が損なわれ、アワノメイガは食べ物を吸収することができなくなり、餓死してしまいます。

### Answer 3

しかし、ヒトやウシ、ブタ、ニワトリなどは、胃の中が酸性なので、Btタンパク質が分解されてしまうので、殺虫性を示す形では残りません。また、もともとヒトやウシ、ブタ、ニワトリなどは昆虫が持っているような受容体がないので毒性が発揮されることはありません。

### Answer 4

このように、害虫がBtタンパク質を食べて死ぬのは、害虫特有のからだの仕組みによるもので、ヒトが食べても影響ありません。



# Ⅵ

## 遺伝子組換え農作物の 飼料としての安全性確保について



## VI- 1

## 遺伝子組換え農作物を家畜の飼料として利用する場合の安全性の確保は、どのように行っているのですか？

**Answer 1**

飼料として利用する遺伝子組換え農作物(遺伝子組換え飼料)については、「飼料の安全性の確保及び品質の改善に関する法律」(飼料安全法)に基づき、有害畜産物の生産防止、家畜の被害防止の観点から安全性確認を行うことが義務付けられています。遺伝子組換え飼料の安全性確認の手続きは、以下のとおりです。

- (i) 確認を受けようとする者が、農林水産大臣に申請書および安全性の確認に必要な資料を提出。
- (ii) 農林水産大臣は、申請に係る遺伝子組換え飼料の使用に伴い有害畜産物が生産され、又は家畜等に被害が生ずることにより畜産物の生産が阻害されるおそれがないと認める場合には、安全性を確認。確認を行う場合には、農業資材審議会の意見を聴取するとともに、「食品安全基本法」に基づき、申請に係る飼料を家畜が摂取することに係る畜産物の人の健康へ影響評価について食品安全委員会の意見を聴取。
- (iii) 農林水産大臣は、確認を行ったときは、その旨を公表。  
という流れになっています。

**Answer 2**

遺伝子組換え飼料の家畜等に対する安全性の確認の審査は、「組換えDNA技術応用飼料及び飼料添加物の安全性審査基準」に基づいて行われています。基本的には、遺伝子組換え食品の安全性評価の場合と同様に、遺伝子組換え飼料が既存のもの(宿主植物)と同等と見なせると判断できるかどうかで安全性審査の出発点となり、同等と見なせると判断できれば、既存のものと比較することによって安全性審査を行うことができるという考え方です。

**Answer 3**

遺伝子組換え飼料の家畜等に対する安全性の確認の審査は、具体的には、

- (i) 遺伝的素材（宿主、遺伝子供与体、導入遺伝子）、家畜等の安全な飼養経験（宿主植物による広範囲な家畜等の飼養経験の有無）、飼料の構成成分等（宿主植物および遺伝子組換え飼料の構成成分の種類およびその量、毒性物質・抗栄養素の種類およびその量）、既存のものと遺伝子組換え飼料との使用方法の相違を総合的に判断し、遺伝子組換え飼料が既存のものと同等と見なしうるか（比較対象として用いることができるか）どうか判断します。
- (ii) 既存のものとの比較において、導入遺伝子の安全性、導入遺伝子により産生されるタンパク質の有害性の有無、遺伝子産物の毒性の有無、遺伝子産物の物理化学的処理に対する感受性、遺伝子産物の代謝経路への影響の有無、栄養素や有害生理活性物質等に関する宿主との差異などについて審査されます。
- (iii) これらの審査は、申請者が申請の時点で提出した審査に必要な実験データ等に基づき行われますが、審査はその情報の信頼性も含め、科学的に妥当なものであるか否かについても審査されます。また、必要な場合には追加の情報を申請者に提出させることとなっています。

（参考）

「飼料の安全関係」ホームページ

（リンク先：<http://www.maff.go.jp/j/syouan/tikusui/siryo/>）





## VI- 2

遺伝子組換え農作物を含んだ飼料を与えられた動物の肉や乳、卵を食べても大丈夫なのでしょうか？

### Answer 1

遺伝子組換え技術を利用して製造された飼料（遺伝子組換え飼料）及び飼料添加物（遺伝子組換え飼料添加物）については、農林水産省において、安全性確認が行われていました。さらに、遺伝子組換え飼料又は飼料添加物を摂取した家畜に由来する畜産物のヒトへの健康影響の評価については、平成15年7月1日以降、食品安全委員会において行われることになりました。

### Answer 2

飼料に係る食品健康影響に関しては、当該飼料中に含まれる有害成分が、家畜への給餌を介して、肉、乳、卵等の畜産物中に移行したり、飼料中の成分が家畜の体内で代謝され有害物質に変換・蓄積される可能性等を考慮し、当該飼料及び畜産物の安全性を評価することが合理的であると考えられます。

### Answer 3

遺伝子組換え飼料及び飼料添加物の安全性評価において、遺伝子組換え飼料及び飼料添加物の安全性評価では、遺伝子組換え食品や遺伝子組換え微生物を利用して製造される食品添加物と同様、既存の非組換え体由来の飼料あるいは飼料添加物を対照とし、新たに付け加わる可能性のある上記のようなリスクについて評価することが妥当と考えられています。

（参考）

遺伝子組換え飼料及び飼料添加物の安全性評価の考え方

（リンク先：[http://www.fsc.go.jp/senmon/idensi/gm\\_siryoukijyun.pdf](http://www.fsc.go.jp/senmon/idensi/gm_siryoukijyun.pdf)）

## Ⅶ

# 遺伝子組換え食品の 表示制度について



## VII- 1

## 遺伝子組換え食品の表示制度に関する法律について教えてください。

**Answer 1**

平成13年4月から農林水産省、厚生労働省および国税庁が、指定された遺伝子組換え農作物とその加工食品について、遺伝子組換えに関する表示を義務付けました。平成26年1月現在、これらの食品の表示制度を所管するのは、消費者庁および国税庁です。

**Answer 2**

遺伝子組換え農作物の輸入が始まった平成8年以降、多くの消費者や自治体から表示についての意見が寄せられました。それを受けて、農林水産省、厚生労働省および国税庁が、遺伝子組換え食品についての表示基準を定めました。

**Answer 3**

農林水産省は、平成13年4月から「農林物資の規格化及び品質表示の適正化に関する法律」（JAS法とも呼びます）に基づき、遺伝子組換えに関する表示を定めています。遺伝子組換え食品については、「遺伝子組換えに関する表示に係る加工食品品質表示基準第7条第1項及び生鮮食品品質表示基準第7条第1項の規定に基づく農林水産大臣の定める基準」に従わなければなりません。なお、この基準の所管は、平成23年8月に農林水産省から消費者庁へと移管されました。

**Answer 4**

厚生労働省は、平成13年4月から「食品衛生法」に基づき、「食品衛生法第19条第1項の規定に基づく表示の基準」を定めています。遺伝子組換え食品についての表示は、これに従わなければなりません。なお、この基準の所管も、平成23年8月に厚生労働省から消費者庁へと移管されました。

**Answer 5**

国税庁は、「酒税の保全及び酒類業組合等に関する法律」に基づき、平成12年12月に「酒類における有機等の表示基準」を規定し、平成13年4月以降に出荷する酒類に適用されました。酒類については、JAS法と食品衛生法では定めていないので、こちらの基準に従わなければなりません。

**Answer 6**

食品の表示制度については法律の改正がありました。遺伝子組換え食品の表示を定めていたJAS法と食品衛生法は一本化され、新たに「食品表示法」となりました。平成25年6月に公布され、平成27年4月に施行されました。



## Ⅶ- 2

# 遺伝子組換え食品の表示制度では 何が対象ですか？

### Answer 1

表示義務を課された指定農作物は8種類あります。表示義務を課された加工食品は、JAS法と食品衛生法で33食品群の指定加工食品があります。このほか酒類にも表示義務があります。

### Answer 2

指定農作物は、ダイズ、トウモロコシ、バレイシヨ（ジャガイモ）、ナタネ、ワタ、アルファルファ、テンサイ、パパイヤの8種類です。

### Answer 3

指定加工食品は33の食品群\*があります。これらの指定加工食品は、組換えDNAあるいは組換えタンパク質が残存しているかどうかを基準に選定されています。

### Answer 4

例えばダイズを原材料とする指定加工食品には、豆腐、油揚げ、冷豆腐、おからおよび湯葉、納豆、豆乳類、みそ、大豆煮豆などがあります。

### Answer 5

指定加工食品以外でも、指定農作物を用いている場合、酒類には表示義務があります。

\*詳しくは消費者庁のサイトをご覧ください。

[http://www.caa.go.jp/foods/qa/kyoutsuu03\\_qa.html](http://www.caa.go.jp/foods/qa/kyoutsuu03_qa.html)



## 遺伝子組換え食品の表示方法について教えてください。

### Answer 1

法に基づく食品の表示制度では、義務表示である『遺伝子組換え』または『遺伝子組換え不分別』のほか、任意表示である『遺伝子組換えでない』の表示をする際の条件が規定されています。

### Answer 2

『遺伝子組換え』との表示が義務付けられているのは、遺伝子組換え農作物だけを「分別生産流通管理<sup>\*</sup>」によって厳密に分けて使用している場合です。原材料にダイズが使われている加工食品を例にとると、原材料名の欄に『ダイズ（遺伝子組換え）』と表示されることとなります。

### Answer 3

『遺伝子組換え不分別』との表示が義務付けられているのは、遺伝子組換え農作物と非遺伝子組換え農作物を分けずに使用している場合です。原材料にダイズが使われている加工食品を例にとると、原材料名の欄に『ダイズ（遺伝子組換え不分別）』と表示されることとなります。

### Answer 4

『遺伝子組換えでない』との任意表示ができるのは、食品の表示制度で定めている8種類の指定農作物で（QVII-2の第2項を参照）、非組換え農作物を「分別生産流通管理<sup>\*</sup>」によって厳密に分けて使用している場合に限られています。なお、これは任意表示ですので、書かなくても構いません。

原材料にダイズが使われている加工食品を例にとると、原材料名の欄に『ダイズ（遺伝子組換えでない）』、または単に『ダイズ』とのみ表示される食品は「遺伝子組換えでない」のです。

**Answer 5**

遺伝子組換え農産物が主な原材料（原材料の上位3位以内で、かつ、全重量の5%以上を占める）でない場合は表示義務はありません。

**Answer 6**

食品の表示制度で定めている8種類の対象農産物以外（例えばコメやコムギなど）では、『遺伝子組換えでない』との表示は禁止されています。その理由は、その作物では遺伝子組換えの製品が流通していないのに、遺伝子組換えの製品があると誤解させますし、優良誤認を招くからです。

**Answer 7**

このほか、高オレイン酸ダイズ等の特定遺伝子組換え農産物を使用している場合は、表示の基準が異なります。これについては別項を参照ください。

**Answer 8**

『遺伝子組換えでない』と記載するためには、分別生産流通管理<sup>\*</sup>が必要になりますが、非組換え農産物の分別生産流通管理を行っていることが確認できたうえで、仮に遺伝子組換え農作物が一定の混入があったとしても、非意図的であれば『遺伝子組換えでない』との表示が認められています。ダイズとトウモロコシの場合は流通マニュアルによって5%以下と定められています。

※分別生産流通管理については、QVII-6で詳しく説明していますので、そちらを参照してください。



## 遺伝子組換え農作物を使っても醤油や食用油に表示義務がないのはなぜですか？

### Answer 1

醤油や食用油では、加工の行程で酵素分解、加熱、精製などによって、遺伝子が組換えられたDNAとこれによって生じたタンパク質が分解、除去され、最新の技術によっても検出できないため、検査しても検証できないことから、義務表示の対象外とされました。

### Answer 2

加工後に組換えDNAや組換えタンパク質が残存していない加工食品としては、醤油、ダイズ油、コーン油、菜種油、綿実油、テンサイ糖、コーンフレーク、異性化液糖などがあります。これらについては表示義務がありませんが、任意で遺伝子組換えの情報を表示することは可能です。

### Answer 3

一方で、組換えDNAや組換えタンパク質が残っている可能性がある33食品群の加工食品\*では、遺伝子組換え農作物を原材料に使っている場合に、表示が義務付けられています。

\*詳しくは消費者庁のサイトをご覧ください。

[http://www.caa.go.jp/foods/qa/kyoutsuu03\\_qa.html](http://www.caa.go.jp/foods/qa/kyoutsuu03_qa.html)





Ⅶ- 5

## 特定遺伝子組換え農産物とは何ですか？

### Answer 1

従来の同種作物と比べたときに、組成、栄養価、用途などが著しく異なる遺伝子組換え農産物のことです。脂肪酸組成の異なる高オレイン酸ダイズと、アミノ酸組成の異なる高リシントウモロコシの2種類があります（2014年1月現在）。\*1 低飽和脂肪酸、ステアリドン酸

### Answer 2

これら特定遺伝子組換え農産物を「分別生産流通管理」して使用している場合には、『○○○遺伝子組換え』と表示する義務が課せられています。例えば『ダイズ（高オレイン酸遺伝子組換え）』となります。

### Answer 3

特定遺伝子組換え農産物を意図的に混合して使用している場合には、『○○○遺伝子組換えのものを混合』と表示する義務が課せられています。例えば『ダイズ（高オレイン酸遺伝子組換えのものを混合）』となります。

### Answer 4

特定遺伝子組換え農産物を用いた場合には、指定加工食品や酒類以外の、一般の加工食品でも表示の義務があります。例えば食用油でも表示が必要です。

\*1 食品リスト

## 『遺伝子組換えでない』あるいは 『遺伝子組換え』の表示に必要な分別生産流 通管理（IPハンドリング）とは何ですか？

Ⅶ-6



Ⅶ

遺伝子組換え食品の表示制度について

### Answer 1

分別生産流通管理（IPハンドリング、Identity Preserved Handling）とは、非組換え農産物と組換え農産物がきちんと分けられて生産流通されたことを証明する根拠になります。IPハンドリングは、『遺伝子組換えでない』との任意表示をする場合に必要です。

### Answer 2

あまり知られていませんが、『遺伝子組換え』の義務表示をする場合にも必要です。

### Answer 3

IPハンドリングの方法は、作物ごとに流通マニュアルが定められています。流通マニュアルに書かれている方法で生産、流通、加工の各段階において分別を管理し、さらに分別されていることを証明書によって確認することになっています。

### Answer 4

非遺伝子組換えのダイズとトウモロコシの流通マニュアルは、財団法人食品産業センターが作成しています。なお、マニュアルが整備されていないナタネ、ワタ、アルファルファ、テンサイについても、ダイズとトウモロコシの流通マニュアルに準じて管理と確認をすることになっています。

**Answer 5**

上記の流通マニュアルでは非遺伝子組換え農産物を分別生産流通管理するには、農機具、カントリーエレベーターなどの施設、輸送用のトラックや貨車、加工に用いる設備など、それぞれについて、非組換え専用にするか、共用する場合には前もってクリーニングするように定めています。

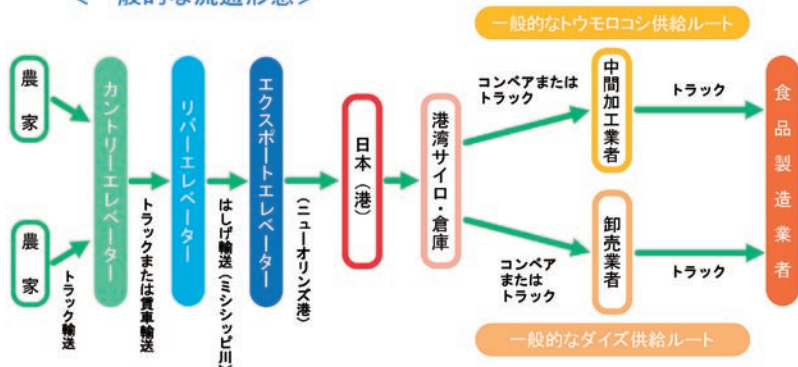
**Answer 6**

非遺伝子組換えバレイショの流通マニュアルも、財団法人食品産業センターが作成しています。栄養繁殖性の作物である点と、日本へは加工品としてのみ輸入されることから、サイズやトウモロコシとはやや異なった管理方法になっています。

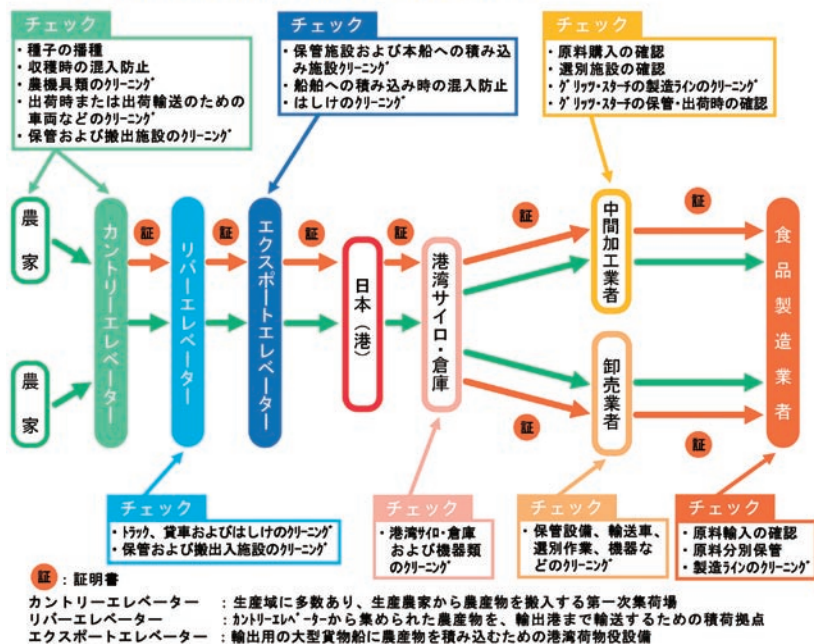
**Answer 7**

遺伝子組換えおよび非遺伝子組換えパパイアの流通マニュアルは、消費者庁が発行しています。他の作物と異なり、最終消費者に果実そのものが提供されるので、消費者が店頭で判断できるようにとの考えで、管理と確認の方法が異なっています。具体的には、果実そのものを流通、販売する際には、証明書の代わりに決められたシールで表示することになっています。

米国および日本におけるトウモロコシ、ダイズの流通形態  
 <一般的な流通形態>



米国および日本におけるトウモロコシ、ダイズの流通形態  
 <分別生産流通管理 (IPハンドリング)>





## VII-7

家畜の飼料での遺伝子組換えの表示について教えてください。

**Answer 1**

遺伝子組換え農作物を用いた飼料は、安全性を確認しなければならないことが、「飼料安全法」に基づく「飼料及び飼料添加物の成分規格等に関する省令」において定められています。

**Answer 2**

遺伝子組換え農作物を用いた飼料を食べた家畜からの畜産物を、人間が食べた場合の健康影響については、食品安全委員会において評価されます。

**Answer 3**

飼料安全法では、飼料に遺伝子組換え農作物が含まれている場合だけでなく、遺伝子組換え生物によって生産された物質が含まれている場合も、規制の対象です。例えば、遺伝子組換え微生物によって生産された飼料添加物が該当します。

**Answer 4**

飼料には、遺伝子組換え農作物が含まれていても、表示については義務付けられていません。

**Answer 5**

家畜用飼料ではなく、ペットフードの場合、「愛がん動物用飼料の安全性の確保に関する法律」（ペットフード安全法）に基づいて、「愛玩動物用飼料の成分規格等に関する省令」によって成分規格や表示基準が定められていますが、遺伝子組換え農作物を用いている場合の表示基準は規定されていません。



## 国として、表示違反がないかどうか確認しているのですか？

### Answer 1

店頭で売られている遺伝子組換えの表示義務対象品目の製品は、今のところ『遺伝子組換えでない』と表示されているものがほとんどです。本当に遺伝子組換え原材料が使われていないかどうか、確認するために、農林水産省や地方自治体などにおいて、定期的にモニタリング検査を行っています。

### Answer 2

例えば、独立行政法人農林水産消費安全技術センターでは、全国8か所で市場に流通している製品を監視しており、2008年（平成20年）度には、組換えの表示義務対象品目となっている加工食品473商品についてDNA分析による定性分析を実施し、表示内容の確認調査を行いました。その結果、遺伝子組換え原料の混入の可能性があったものは128商品（調査対象の27.1%）でしたが、これらの商品の全てについて分別生産流通管理（QVII-6参照）が正しく行われていたことが現地調査で確認されました。従って、遺伝子組換え表示に関する不適正が確認されたものはありませんでした。

### Answer 3

その後も、店頭調査や科学的確認検査などが、地方自治体や消費者団体などで行われていますが、表示違反となって罰則を受けた例はありません。

**Answer 4**

なお、表示義務に違反した業者などに対しては、農林水産大臣が表示を行うべき旨の指示および命令を行った時点で、表示義務違反をしたことが公表されます。農林水産大臣が行うべき旨の指示および命令に従わなかった場合には、再度命令が出され、これにも従わなかった場合には、個人に対しては100万円以下の罰金または1年以下の懲役、法人に対しては1億円以下の罰金が科せられます。

## 海外では、どのような表示を行っていますか？

## Answer 1

表示のルールは国によってさまざまで、表示の実態も異なります。米国では農業形質を改変した遺伝子組換えについて表示義務はありません。一方、EUでは、遺伝子組換え技術に対しては慎重な立場をとっており、1997年（平成9年）に新規食品規制を施行して、その規制の中で遺伝子組換え食品の表示を行うことを決めています。

## Answer 2

EUにおける遺伝子組換え食品の表示については、2003年（平成15年）7月に成立した食品・飼料規制（Regulation (EC) No.1829/2003）および表示・トレーサビリティ規則（Regulation (EC) No.1830/2003）に基づき規定されています。これらによると、最終製品に組換え遺伝子が含まれるか否かに関わらず、遺伝子組換え農作物から製造された食品・飼料に対して表示義務が課されています。しかし、認可されている遺伝子組換え農作物に限っては、非意図的な混入が0.9%以下の場合、表示が免除されます。



赤線部：遺伝子組換えダイズの使用していることを表示





## VIII

# 海外の状況、懸念、 その他について

## Ⅶ-1 遺伝子組換え農作物と非遺伝子組換え農作物や有機農業を共存させるために欧州で考えられている「共存法」について教えてください。

### Answer 1

「共存法」とは、EUの農業分野において、遺伝子組換え農作物、慣行農業、有機農業の3者が互いに共存でき、生産者が各々の栽培手法を選択できるためのルールを指しています。一般に「共存（Co-existence）」と呼ばれています。2003年に欧州委員会からガイドラインが出され、2010年には新たなガイドラインが提案されました。

### Answer 2

遺伝子組換え農作物・食品に懸念を持つ人が多いEU域内においても、栽培や販売を認可された遺伝子組換え農作物の種類が徐々に増えています。これにより、遺伝子組換え農作物を導入する農家が増加することが予測され、遺伝子組換え農作物と他の作物を共存しながらどのように栽培するかという問題が生じました。

### Answer 3

そこで、EUでは共存方策の検討が行われ、2003年（平成15年）7月に「遺伝子組換え作物と慣行・有機農業との共存に関するガイドライン」<sup>\*1</sup>が策定されました。このガイドラインは、欧州では遺伝子組換え農作物、慣行農業、有機農業のいずれの農業も排除されてはならないこと、遺伝子組換え農作物と非遺伝子組換え農作物との混入によって発生する経済的損失の発生を最小限にすることなどを目的としています。

**Answer 4**

共存のための手法は各加盟国が策定・実施するべきものとされており、これを受け、2010年までにドイツ、デンマークなど15ヶ国で共存のための法律などが整備されました。それらの主な内容は、加盟国によって異なりますが、以下のようなものです。

- ・交雑・混入防止措置の確保：栽培の許可制、ほ場の登録制、一定の遠隔距離の確保、GAP（Good Agricultural Practice）の遵守、分別管理の徹底など
- ・交雑・混入により損害が発生した場合の補償：補償基金の設立、遺伝子組換え農作物を栽培する農家の責任など

**Answer 5**

その後、2010年には、「遺伝子組み換え作物と従来の作物や有機栽培作物との共存に関する新勧告」を提案しました。共存に関する新勧告は、各加盟国がその地方や地域、国特有の条件を考慮して共存措置を採択できるよう、より柔軟な対応を可能にしています。

※1 Commission Recommendation of 23 July 2003 on guidelines for the development of national strategies and best practices to ensure the coexistence of genetically modified crops with conventional and organic farming (2003/556/EC)



## Ⅶ-2

米国で遺伝子組換えサケが開発されていると聞きますが、どのような状況ですか？

**Answer 1**

米国のアクアバウンティ・テクノロジーズ社が開発したもので、AquAdvantage<sup>®</sup> Salmonと命名されています。2015年11月19日、FDA（米国食品医薬品局）はこの遺伝子組換えサケの食品としての安全性や栄養成分は、科学的知見から非遺伝子組換えサケと同等であるという見解を公表しました。今後アメリカ内での販売に向けて養殖が進むと考えられますが、販売開始時期は未定です。

**Answer 2**

この遺伝子組換えサケは、キングサーモン由来の成長ホルモンの遺伝子を大西洋サケに導入したもので、その成長速度は非遺伝子組換え大西洋サケの2倍ですが、成魚のサイズは非遺伝子組換え大西洋サケと同等です。

**Answer 3**

カナダ東岸のプリンス・エドワード島で採卵し、飼育はパナマで行うとともに、三倍体処理を施したサケのみを飼育することが条件とされています。カナダでは2013年11月25日に、この遺伝子組換えサケ卵の商業用生産をカナダ環境省が認可しています（食用としての承認ではない）。アクアバウンティ・テクノロジーズ社は、「パナマ国内のタンクで飼育するので、万一流出しても熱帯の海では生存しにくい」、「三倍体にしてある（不妊なので繁殖不可）」、「非遺伝子組換えサケと遺伝子組換えサケの食肉成分は同じ」としています。

**Answer 4**

AquAdvantage<sup>®</sup> Salmonが開発されてから十数年経過しています。動物では初めての遺伝子組換え食品なので、慎重な議論が重ねられてきました。食品表示がどうなるか注目されていましたが、安全性や栄養成分は非遺伝子組換えサケと同等であるため、特別な表示は義務づけられませんでした。

**Answer 5**

AquAdvantage<sup>®</sup> Salmonのメリットは、養殖期間の短さ、すなわち餌量の削減にあり、天然資源への負荷を減らしつつ、消費量の増加に対応できると考えられています。

**Q** **VII-3** モンサント社とカナダのナタネ生産者との間で争われていた遺伝子組換えナタネに関する訴訟について、裁判所の判決が出されたそうですが、事実関係を教えてください。

**Answer 1**

この訴訟は、モンサント社がカナダのナタネ生産者Percy Schmeiser氏に対し、同社が特許権を有している遺伝子を導入した除草剤ラウンドアップ耐性ナタネを無許可で栽培した（1998年（平成10年）：約400ha）ことなどにより特許権を侵害したとして、損害賠償（約140万円）および当該ナタネの栽培による利益（約950万円）の支払いなどを求めて提訴したものです。

**Answer 2**

Schmeiser氏は、意図的に除草剤ラウンドアップ耐性ナタネを栽培したものではないと主張しましたが、2001年（平成13年）、カナダ連邦裁判所は、除草剤ラウンドアップに耐性を持つと知りながらナタネの栽培・販売を行っていたSchmeiser氏の行為は特許権侵害に当たるとし、当該ナタネの栽培による利益として、約180万円をモンサント社に支払うようSchmeiser氏に命じました。

Schmeiser氏は、侵害行為の認定などについて控訴しましたが、2002年（平成14年）に棄却されました。

**Answer 3**

さらに、Schmeiser氏はカナダ最高裁判所に上告しました。2004年（平成16年）、カナダ最高裁判所は、特許権侵害を認めた下級審の判決は妥当であると判断しました。ただし、Schmeiser氏は1998年（平成10年）の栽培でラウンドアップを散布しなかったため、当該ナタネの栽培による利益をモンサント社に支払う必要はないことになりました。

メキシコにおいて在来トウモロコシから **Ⅶ-4**  
遺伝子組換えトウモロコシの遺伝子が発見され  
たということですが、事実関係を教えてください。



Ⅶ

海外の状況、懸念、その他(1/3)

### Answer 1

2001年（平成13年）に、トウモロコシの原産地とされるメキシコ南部のオアハカ州で、トウモロコシの在来種から遺伝子組換えトウモロコシの導入遺伝子が発見されたとの研究論文が発表されました（Quist and Chapela, 2001, *Nature*, 414, 541-543）。しかし、この論文の実験手法、実験結果の解釈や考察について様々な議論がなされ、本論文を掲載した科学誌（*Nature*）が、『この研究結果には発表に値する十分な証拠がなかった』との短評を2002年（平成14年）に発表しました（Metz and Futterer, 2002, *Nature*, 416, 600-601; Kaplinsky *et al.*, 2002, *Nature*, 416, 601）。

### Answer 2

その後、2005年（平成17年）8月に、2003～2004年（平成15～16年）にかけてオアハカ州の125の畑で採取された153,000粒のトウモロコシを調査したところ、導入遺伝子は発見されなかったとの報告がなされています（Ortiz-Garcia *et al.*, 2005, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 102, 12338-12343）。

### Answer 3

2009年にカリフォルニア大学のDyerは花粉飛散による交雑ではなく、米国から輸入された栽培用の遺伝子組換えトウモロコシが栽培されたか、穀物として輸入されたトウモロコシが栽培に用いられた可能性を報告しています。（Dyer *et al.* (2009) *PLoS One*, 4 (5) : 1-9）



## Q VII-5 未承認の遺伝子組換え農作物の食品や飼料への混入を調べるためのモニタリング検査を国では実施しているのですか？

### Answer 1

日本では、米国および国内における未承認の遺伝子組換えトウモロコシであるスターリンクの混入の指摘を受けて、これを機に未承認の遺伝子組換え品種が飼料や食品に混入していないかどうか、厚生労働省・農林水産省によるモニタリング検査が開始されました。

### Answer 2

食品については、平成13年4月から横浜や名古屋など各地にある検疫所において、食用として輸入されて来るトウモロコシの検査を厚生労働省が実施しています。平成14年12月20日に名古屋検疫所に輸入届出が提出された米国産コーンスターチ用トウモロコシ19,234トンに対してモニタリング検査を実施したところ、1,200トンについて、未承認のスターリンクの混入が認められました。モニタリング検査の実施以来、これが初めての混入の確認でした。なお、スターリンク陽性の結果が判明したものについては、食品衛生法に基づき、廃棄または積み戻しなどの措置が実施されます。

### Answer 3

飼料については、平成12年4月輸入分から、農林水産省肥飼料検査所（現：独立行政法人農林水産消費安全技術センター肥飼料安全検査部）において、飼料用トウモロコシ中のスターリンク混入について検査を開始するとともに、平成12年12月には、日本に輸入される飼料用トウモロコシへのスターリンク混入を防止するため、米国において輸出前検査を実施することについて日米間で合意がなされました。

## 生物多様性影響評価に必要なデータを VII-6 得るための試験は開発企業自身ではなく、 第三者機関が実施すべきではないですか？



VII

海外の状況、懸念、その他について

### Answer 1

生物多様性影響評価書<sup>\*1</sup>は、遺伝子組換え農作物を作製した者等が、安全の確保について責任を持つという考えに基づき、申請者（開発企業等）が自らデータを集め作成することになっています（カルタヘナ法第4条）。

### Answer 2

生物多様性影響評価は申請者が自ら収集したデータだけでなく、公的試験研究機関が実施した試験成績や第三者が公表している学術論文等も積極的に活用して作成され、学識経験者からなる生物多様性影響評価検討会<sup>\*2</sup>において、その評価の妥当性の検証を行っています。検討会において、必要なデータが不足していると判断された場合には、申請者に追加データを含めた生物多様性影響評価書の再提出を求めています。このような過程を経て、農林水産大臣および環境大臣、または文部科学大臣および環境大臣などにより、申請者が行った生物多様性影響評価（我が国の生物多様性に影響を及ぼすおそれがないという評価）が妥当である、と判断された遺伝子組換え農作物のみが、その使用を承認されることとなっています。

### Answer 3

なお、こうした申請者にデータ等を提出させる審査の方法は、EUにおける遺伝子組換え農作物の安全性審査においても同様に行われています。

※1 生物多様性影響評価書については（QIV-2）をご覧ください。

※2 生物多様性影響評価検討会については（QIV-6）をご覧ください。

## Ⅶ-7 遺伝子組換え農作物を長期間使用した場合に、評価時点では予測されなかった生物多様性影響が生じることはないのですか？

### Answer 1

生物多様性影響を評価する際には、最新の科学的知見を踏まえて評価を行うこととしていますが、評価時点では予測できなかった環境の変化や承認以降の科学的知見の充実により、承認された時点の第一種使用規程に従って使用等を行っていたとしても、生物多様性影響が生じる可能性が示されるかもしれません。

### Answer 2

このため、カルタヘナ法では、主務大臣は第一種使用規程の承認取得者に対し必要な情報の提供を求めることができることになっており、国は遺伝子組換え生物等およびその使用等により生ずる生物多様性影響に関する科学的知見の充実を図るため、これらに関する情報の収集、整理および分析ならびに研究の推進などの措置を講じるよう努めることとされています。

### Answer 3

承認取得者に対し、当該農作物の第一種使用等の状況、第一種使用等により生ずる影響に関する情報の収集に努めることを求めています。

### Answer 4

さらに、環境の変化や承認以降の科学的知見の充実により、承認された第一種使用規程に従って使用等を行っていたとしても、生物多様性影響が生じないとは言えない状況に至った場合には、第一種使用規程の承認を変更又は廃止しなければならないことになっています（法第7条）。



## 評価時点で予測できなかった生物多様性影響が生じた場合、どのように対処するのですか？

### Answer 1

遺伝子組換え農作物の第一種使用規程の承認は、最新の科学的知見に基づき生物多様性影響が生ずるおそれがないと認められるときに行われます。しかし、承認の時には予想することができなかった環境の変化や科学的知見の充実等により、生物多様性影響が生じると判断される可能性は否定できません。

### Answer 2

こうした事態が生じた場合に備え、第一種使用規程の申請者に対し、生物多様性影響が生ずるおそれがあると認められるに至った場合の緊急措置に関する計画書を定めるように求めるとともに、こうした事態が生じた場合には迅速に必要な措置をとるよう求めています。

### Answer 3

緊急措置計画書では、

- (i) 申請に係る第一種使用等の状況の把握方法
- (ii) 申請に係る第一種使用等をしている者に緊急措置を講ずる必要があること及び講ずべき緊急措置の内容を周知するための方法
- (iii) 申請に係る遺伝子組換え生物等を不活化し又は拡散を防止する措置をとってその使用を継続するための具体的な措置の内容
- (iv) 農林水産大臣、文部科学大臣、環境大臣への連絡の方法

を定めることとしています。

**Answer 4**

また、カルタヘナ法では、生物多様性影響が生ずるおそれがあると認められるに至った場合には、主務大臣は、学識経験者の意見を踏まえ、第一種使用規程を変更又は廃止するとともに、生物多様性影響を防止するため緊急の必要があると認めるときは、生物多様性影響を防止するために必要な限度において、申請に係る第一種使用等をしている者などに対し、その第一種使用等を中止することその他の必要な措置をとるべきことを命令することができることとなっています。



## 遺伝子組換えにより、元の農作物よりも繁殖力が強まって、雑草化しやすくなったりすることはありますか？

### Answer 1

遺伝子組換え農作物の生物多様性<sup>\*1</sup>への影響評価のうち、遺伝子組換え農作物が野生動植物と生育場所等を巡って競い合い、野生植物の生育に支障を及ぼすことがないか（競合における優位性）については、遺伝子組換え農作物と元の作物を比較して、遺伝子組換え農作物の

- ・生育特性や生態的特性
- ・種子の生産性
- ・越冬性や越夏性（多年草化するおそれはないか）、

等が変化していないかについて、最新の科学的知見に基づき申請者が評価し、その評価の妥当性を生物多様性影響評価検討会で確認しています。遺伝子組換え農作物が元の農作物よりも繁殖力が強まったり、あるいは雑草化しやすくなってないことを確認して、野生植物へ影響が出ることはないと判断されたものに対して承認が与えられます。

### Answer 2

以上の評価は、申請者によって遺伝子組換え農作物の系統ごとに隔離ほ場<sup>\*2</sup>にまたは一般栽培等の第一種使用等の各申請毎において行われます。

※1 生物多様性については（QIV-3）をご覧ください。

※2 隔離ほ場については（QIV-5）をご覧ください。



## Ⅶ- 10

## 遺伝子組換え農作物が 有害物質を産生することはありませんか？

### Answer 1

遺伝子組換え農作物の生物多様性への影響評価のうち、遺伝子組換え農作物が野生植物や微生物の生育に支障を及ぼす物質を産生しないか（有害物質の産生性）については、遺伝子組換え農作物と元の農作物を比較して、

- ・ 遺伝子組換え農作物の根から分泌された物質が周辺の植物や微生物に与える影響
- ・ 遺伝子組換え農作物が枯死した後に他の植物や微生物に与える影響
- ・ 遺伝子組換え農作物を昆虫や動物が摂取した時に受ける影響、

等が変化しないかについて、実験結果及び最新の科学的知見に基づき申請者が評価し、その評価の妥当性について生物多様性影響評価検討会で確認しています。このような過程を経て問題がないと確認されたもののみが、その使用が認められることとなりますので、実用化されている遺伝子組換え農作物が有害物質を産生し、野生植物へ影響が出ることはないと考えられます。

### Answer 2

以上の評価は、申請者によって遺伝子組換え農作物の系統ごとに隔離ほ場のまたは一般栽培の第一種使用等の各申請毎において行われません。



## 遺伝子組換え農作物が野生植物と交雑し、野生植物への影響が出ることはありませんか？

### Answer 1

遺伝子組換え農作物の生物多様性への影響評価のうち、遺伝子組換え農作物と近縁の野生植物の交雑性については、まず、遺伝子組換え農作物と交雑可能な近縁の野生種の有無を確認し、近縁の野生種がある場合は、

- ・ 遺伝子組換え農作物と野生植物の交雑が起こる可能性
- ・ 遺伝子組換え農作物に導入された遺伝子が野生種の集団中に広がっていく可能性
- ・ 遺伝子組換え農作物と野生植物との雑種が広がって野生種集団の維持に影響を及ぼす可能性

等について、最新の科学的知見に基づき申請者が評価し、その評価の妥当性を生物多様性影響評価検討会で確認しています。

### Answer 2

上記の可能性について問題がないと確認されたものだけに、その使用が認められることとなりますので、実用化されている遺伝子組換え農作物が非遺伝子組換え農作物と同様に野生植物と交雑しただけでは、野生植物へ影響が出ることはないと考えられます。





## Ⅶ-12

害虫抵抗性の遺伝子組換え農作物を栽培し続けると、もっと抵抗力の強い虫が登場することはないですか？

**Answer 1**

農業現場では、殺虫剤の使用により、その殺虫剤に対して抵抗力を持った害虫が出現することがあります。このことは、害虫抵抗性の遺伝子組換え農作物にも当てはまります。このため、遺伝子組換え農作物の栽培が普及している米国では、害虫抵抗性の遺伝子組換え農作物が栽培されている畑の中または周囲に、非遺伝子組換え農作物を栽培する緩衝区を設けることが義務付けられています。

**Answer 2**

これにより、仮に抵抗力を持った害虫が出現したとしても、保護区で生育している抵抗力を持たない害虫と繁殖することにより、抵抗力を持った害虫の出現頻度を低下させることができます。（抵抗力を持った害虫と、それを持たない害虫が交配した場合、通常抵抗力を持たない子が生まれることが知られています。）

**Answer 3**

また、抵抗力のある害虫の出現を定期的に調査して、緩衝区の設置がきちんと守られ、機能しているか確認しています。

## 除草剤耐性の遺伝子組換え農作物が Ⅶ-13 雑草と交雑して、除草剤をまいても枯れない 雑草が繁殖してしまうことはないですか？



Ⅶ

海外の状況、懸念、その他(1)(2)(3)

### Answer 1

現在の農作物は栽培用に開発されたもので、人が除草や施肥などをして保護しなければ、基本的には生育できなくなっています。管理された農地でしか繁殖できないため、トウモロコシやダイズなどの農作物が自然環境下で野生化して繁茂することは、まずありません。このような農作物に、遺伝子組換えによって除草剤の影響を受けないという性質が加わっても、それだけで生命力や繁殖力が強くなったりするわけではなく、生物多様性影響評価において、従来農作物以上に、自然環境において優位に繁殖しないことが確認されています。

### Answer 2

除草剤の影響を受けない農作物とは、遺伝子組換えによって、ある特定の除草剤の影響を受けない性質を持たせた農作物です。具体的には、グリホサートの影響を受けないダイズや、グルホシネートに耐性のあるトウモロコシなどがありますが、除草剤耐性になるメカニズムは異なります。したがって、例えばグリホサートの影響を受けないダイズにグルホシネートを散布すると枯れます。

### Answer 3

また、ある除草剤耐性の遺伝子組換え農作物とその近縁種である雑草が交雑して、除草剤耐性の遺伝子が雑草に移ってしまったとしても、その雑草の自然の環境における生命力や繁殖力が強くなったりしないことが確認された場合のみ、その除草剤耐性農作物の利用が承認されます。

## Q VII-14 『道路沿いで遺伝子組換えセイヨウナタネの生育が確認された』という報道があったと聞きましたが、その事実関係を教えてください。

### Answer 1

農林水産省、環境省および市民団体がナタネの輸入港周辺の道路沿いで遺伝子組換えセイヨウナタネが生育していることを確認しています。

### Answer 2

我が国は、セイヨウナタネを食用油の原料として、主にカナダから輸入しています。カナダではセイヨウナタネ栽培面積の9割（2012年）が遺伝子組換えセイヨウナタネであることから、日本にも大量の遺伝子組換えセイヨウナタネが輸入されていると考えられています。この輸入された遺伝子組換えセイヨウナタネが、輸送中にこぼれ落ちて環境中に逸出し、生育したものであると考えられました。

### Answer 3

輸入されている遺伝子組換えセイヨウナタネは、栽培を目的としないものの、何らかの原因で環境中に逸出することを想定して環境への影響を評価し、その安全性を確認してきました。この調査において、生育が確認された遺伝子組換えセイヨウナタネも、このような安全性の確認を受けている系統に属するものでした。

### Answer 4

その後、実施している遺伝子組換え植物の実態調査においても、輸入港周辺において生育が確認されている遺伝子組換えセイヨウナタネは、カルタヘナ法、食品衛生法および飼料安全法において安全性の確認を受けている系統に属するものです。

**Answer 5**

数年続けて遺伝子組換えセイヨウナタネの生育が確認された港の周辺地域であっても、遺伝子組換えセイヨウナタネが生育していた場所は毎年異なっており、同じ場所で継続して見つかることはありませんでした。

(参考1)

原材料用輸入セイヨウナタネのこぼれ落ち実態調査について

(リンク先：<http://www.affrc.maff.go.jp/docs/press/2004/0629.htm>)

(参考2)

遺伝子組換え植物実態調査

(リンク先：<http://www.maff.go.jp/j/syouan/nouan/carta/torikumi/index.html#2>)

## Q VII-15 『遺伝子組換えトウモロコシの花粉を 食べたチョウが死んだ』という報道がありま したが、その事実関係を教えてください。

### Answer 1

1999年5月20日の科学雑誌Natureに、コーネル大学ロゼイ博士らの以下のような論文が掲載されました。

### Answer 2

『トウワタの葉にBt毒素を発現する遺伝子組換えトウモロコシ（Btトウモロコシ）の花粉をまぶし、オオカバマダラの幼虫に与え、時間を追って生存率を調べたところ、Btトウモロコシの花粉をまぶした葉を食べた幼虫は、時間とともに生存率が減少し、4日後には44%が死亡した。また、葉を食べる量も少なく、体重増加量も少なかった』。さらに、『トウワタはトウモロコシ畑の近くに生育し、オオカバマダラの生息地域がトウモロコシの栽培地域と重なり、幼虫の発育時期が花粉の飛ぶ時期と一致するという事実から、オオカバマダラに有害な影響を及ぼす可能性がある』（Losey *et al.*, 1999, *Nature*, 399, 214）。

### Answer 3

オオカバマダラはチョウ目に属し、Btトウモロコシで作られるBt毒素はチョウ目昆虫に対し毒性を示すことから、オオカバマダラが摂食すれば影響が出ることは当然です。しかし、オオカバマダラはトウモロコシの害虫ではないので、トウモロコシを食べませんし、Btタンパク質を摂食する機会は少ないです。

**Answer 4**

この報告を受けて、自然界における影響の重要性を考え、多くの調査研究が実施され、科学的な検証の結果、『実験室レベルでは影響が見られるが、自然状態ではオオカバマダラ個体群の存続に与える影響は無視できる』と結論づけられています（たとえば、Sears *et al.*, 2001, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 98, 11937-11942など）。



## Ⅷ- 16

## 遺伝子や遺伝子組換え食品を食べ続けても大丈夫ですか？

**Answer 1**

全ての生き物にはDNA（遺伝子の本体）が含まれて、我々は日々『遺伝子（DNA）を食べて』います。しかし、通常食べられた他の生物の遺伝子がそれを食べた人や動物の体に残ることはありません。食べたものは、胃や腸の中で消化・吸収され、もとの遺伝子の形をとどめないからです。組み換えられた遺伝子もその他の遺伝子と全く同様に消化・吸収されます。

**Answer 2**

留意すべき点は、遺伝子組換え農作物に新たに導入したDNA（遺伝子）が作るタンパク質の性質です。タンパク質は栄養素ですが、時にはアレルギーやタンパク性毒素になるものもあります。

**Answer 3**

商業利用される遺伝子組換え農作物では、新たに作られるタンパク質の毒性や分解性などについて評価され、安全性が確認された問題のないものが流通します。

また、米国科学、技術および医学アカデミー（National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine）は2016年5月17日に、遺伝子組み換え農作物に関する大規模調査の結果、危険な食べ物であることを示す証拠は見つからなかったと報告しました。

**Answer 4**

ある種の有機塩素系化合物や重金属のように、食べると消化管から吸収されて体内に蓄積する物質の場合は、一度に摂取する量がたとえ微量であっても、人が長期間食べ続けたときの影響を検討しなければなりません。

**Answer 5**

遺伝子組換えによって新たに作られるタンパク質が、DNA同様、消化されてしまえば、体内に蓄積してあとから悪影響を及ぼすことは考えられません。





Ⅶ-17 ブラジルナッツの遺伝子を導入した遺伝子組換えダイズがアレルギーを引き起こすという話を聞いたのですが、詳しく教えてください。

#### Answer 1

ダイズは栄養価の高い作物とされていますが、含硫アミノ酸（メチオニン、システインなど）がやや低いため、そのアミノ酸含量を高めるために、ブラジルナッツの2Sアルブミンをダイズで作らせようと計画されました。ただし、ブラジルナッツに対して、少数ですがかなり強いアレルギーを起こすことが知られていたため、その原因物質を明らかにするように、米国食品医薬品局（FDA）から指導を受けました。

#### Answer 2

検討の結果、2Sアルブミンがアレルギーの原因物質だということが分かり、その開発は中止されました。

#### Answer 3

安全性評価において、遺伝子供与体（この場合、ブラジルナッツ）にアレルギーを起こすことが知られている場合、その原因物質を明らかにすることが求められており、これにより、新たなアレルゲンを持ったダイズの開発を中止したことは、安全性のチェックシステムが有効に働いた例といえましょう。

## 『遺伝子組換えジャガイモがラットの Ⅶ-18 免疫力を低下させた』という報道がありました が、その事実関係を教えてください。



Ⅶ

海外の状況、懸念、その他(1/2)

### Answer 1

イギリスのロウエット研究所に所属するアーパド・パズタイ博士が、『害虫抵抗性の可能性があるレクチン合成遺伝子を組み込んだジャガイモをラットに与えたところ、免疫力の低下と発育の阻害が認められた』とイギリスのテレビで発言しました(1998年8月10日)。これを受けて、マスコミは、『遺伝子組換え農作物の害を初めて実証した』と、一斉に報道しました。さらに、パズタイ博士の共同研究者であるアバディーン大学のスタンリー・イーウェン博士が同様に、レクチン合成遺伝子を組み込んだジャガイモを10日間ラットに与えたところ、胃の内壁や小腸などに異常が見られたと発表しました。(The Lancet, Vol.354, 1314-1315 & 1353-1355, Oct.16 1999)

### Answer 2

しかしながら、パズタイ博士およびイーウェン博士の実験には、以下に示すように、多くの不備な点があると指摘されました。

- (i) 実験動物の数(5匹ラットのみ)が少ない。従って影響の変動が一貫していない
- (ii) 与えた飼料中のタンパク質量が少なく、栄養バランスに問題がある。飼料の組成分析も実施していない
- (iii) 比較対照実験が不十分
- (iv) 使用されたマツユキソウのレクチンタンパク質は、もともとヒト白血球細胞に強く結合する報告があり、そもそも、使用された遺伝子(レクチン合成遺伝子)から作られるタンパク質の安全性評価がなされていない

以上のことから、イギリスの新規食品・加工諮問委員会(ACNFP)は、『彼らの実験設計とデータからは、遺伝子組換えジャガイモで免疫力を低下させるという結論は引き出せない』(1999年)とし、遺伝子組

換えによる影響で免疫力が下がったとは科学的に結論できないとしました。

遺伝子組換え微生物を利用して生産されたトリプトファンを摂取した人の中に健康被害が発生したことがあったと聞きますが、その事実関係を教えてください。



#### Answer 1

1989年、激しい筋肉痛を伴う好酸球増加症例が米国ニューメキシコ州で報告されました。疫学調査\*の結果、L-トリプトファン摂取との因果関係が明らかになりました。

#### Answer 2

その後、日本のメーカーの昭和電工社が遺伝子組換え微生物で製造したL-トリプトファンで被害が出ており、このL-トリプトファンの製造工程で除去されなかった不純物が原因との指摘がなされました。

#### Answer 3

しかしながらその後の研究で、動物実験では含まれている不純物の8000倍の量でようやく症状が出ること、昭和電工以外の製品でも大量投与で同じ症状が出ること、また疫学調査の方法論に致命的な誤りがあったことなどから、昭和電工の不純物が原因であるという説はほぼ完全に否定されています。健康被害の原因はL-トリプトファンの過剰摂取によるものであったと推測されています。

#### Answer 4

昭和電工社は賠償金支払いで患者と和解しましたが、その責任は不純物混入による過失に対してではなく、製造物責任法(PL法)によっています。

\*疫学調査：病気の原因と考えられる要因と病気の発生の関連性について、統計的に調査すること。

## Ⅷ-20 安全性未審査の遺伝子組換えトウモロコシ『スターリンク』の混入事件について、その事実関係を教えてください。

### Answer 1

米国において、食品としては認可されていない遺伝子組換えトウモロコシ『スターリンク』（飼料としては認可済）が食品中に混入していることが確認され、食品会社のリコールにより、回収処分となりました。（米国2000年9月）これを受けて、『スターリンク』の栽培認可は、開発会社から自主的に取り下げられる事態へと発展しました。

### Answer 2

問題となった『スターリンク』は、アベンティス社（現バイエル・クロップサイエンス社）が開発した、Btタンパク質遺伝子（Cry9c）を含む害虫抵抗性トウモロコシ（Btコーン）です。Btタンパク質は昆虫のチョウ目やコウチュウ目に対する生物農薬として、30年以上使用されてきたBt菌の活性成分であり、ほ乳類には安全とされてきました。また、Btタンパク質には種々あり、Cry1AbやCryAcなどのBtタンパク質遺伝子を組み込んだトウモロコシやダイズについては、食品として認可されています。

### Answer 3

アベンティス社では、米国での認可を得るために安全性評価試験を実施しましたが、Cry9c遺伝子が産生するタンパク質が、pH2.0でのペプシン消化（胃での消化模擬試験）に対し4時間後も安定であり、90℃でも10分間安定という、熱による調理や胃での消化を経た後でも安定である可能性が示されました。Cry9cタンパク質は既知のアレルギー性物質との構造的な類似性は認められず、アレルギーを誘発するという結果は得られていませんが、この実験結果からアレルギーを引き起こす可能性が残されるということで、米国では食品としての認可が得られませんでした。一方、動物実験では毒性上の問題は認めら

れず、飼料としては認可されました。当時、日本では、環境に対する安全性は承認されていましたが、飼料・食品のどちらにおいても、『スターリンク』の使用は認可されていませんでした（現在も未承認）。同年10月に、市民団体から日本の食品からも検出されたとの指摘がなされました。

現在は、民間企業等の一部で検知を行っているかもしれませんが『スターリンク』が検出されたという報告はありません。



VII-21 『遺伝子組換えダイズを投与したラットの子供の死亡率が高く成長阻害が見られた』という研究結果が報道されていましたが、その事実関係を教えてください。

### Answer 1

ロシア科学アカデミーのイリーナ・エルマコバ (Irina Ermakova) 博士は2005年10月、ロシア遺伝子組換えシンポジウムにおいて、「遺伝子組換えダイズ（除草剤耐性）をラットに食べさせたところ、生まれた仔ラットは生後3週間で過半数（55.6%）が死亡し、成長も遅かった。」と発表しました。

### Answer 2

しかし、英国食品基準庁から「この実験からは、いかなる科学的で客観的な結論も引き出すことはできない」との声明が出された上に、複数の機関や専門家から下記のような問題点が指摘されました。

- (i) 得られたデータのばらつきが大きく、飼料の与え方や飼育方法のずさんさが影響して生育不良となった可能性が高い。
- (ii) 安全性を評価する国際的なガイドラインなどに沿った試験方法ではない。
- (iii) 動物の数が少なすぎて、なんらかの結論を導き出せるものではない。
- (iv) 仔ラットを適切に選抜しておらず、栄養面などの問題で生育不良の原因となった可能性もある。
- (v) 遺伝子組換えダイズを食べていないグループでも、生育不良が多く見られる。飼料の成分自体に問題があり、生育不良となった可能性がある。

**Answer 3**

以上の問題点により、エルマコバ博士の実験は、遺伝子組換えダイズの悪影響を科学的に検証したとはいえない、とされています。

**Answer 4**

日本の厚生労働省と農林水産省も、わが国では、全ての遺伝子組換え食品について、食品安全委員会において安全性評価が行われており、遺伝子組換えダイズを食する場合でも問題はないとしています。

**Answer 5**

遺伝子組換えダイズをはじめとして、これまでの遺伝子組換え食品の安全性評価において、慢性毒性試験が行われてないことが指摘されることがありますが、慢性毒性試験を行う必要がないと判断されているからです。

なお、東京都健康安全研究センターが、長期的な影響や次世代への影響を見るために、ラットのほぼ一生に相当する104週間（2年間）の投与試験と、マウスを用いた生殖試験（次世代試験）を行っているが、遺伝子組換えダイズ投与群と非遺伝子組換えダイズ投与群の間に統計学的に有意な差は見られないと報告しています（くらしの健康 第8号）。





Ⅷ-22 フランスの研究グループが、害虫抵抗性トウモロコシの承認時のデータを再解析した結果、肝臓などに悪影響が認められたと発表したと聞きましたが、事実関係を教えてください。

### Answer 1

2007年3月、フランスの民間研究グループ（略称：クリージェン、CRIIGEN）が、米国の害虫抵抗性トウモロコシMON863承認時のデータを再解析した結果、肝臓などに有意な悪影響が認められたと環境団体が発表しました。

### Answer 2

しかし、2007年4月に、ドイツ安全性評価機関が『統計的有意差から毒性があるとは結論付けられず、健康リスクはない』と声明を出し、同年6月、欧州食品安全機関（EFSA）も『MON863の安全性に対して疑義を呈する科学的妥当性を提起しているとは考えない』と声明を出しました。

(<http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/753.htm>)。日本でも食品安全委員会も、同年8月に同様の見解を示しています（第204回食品安全委員会）。

セラリーニ氏が、除草剤耐性トウモロコシをラット **Ⅶ-23**  
に長期間与えた結果、がんを発症するなどの悪影響が認めら  
れたと発表したと聞きましたが、事実関係を教えてください。



Ⅶ

海外の状況、懸念、その他について

### Answer 1

2012年（平成24年）9月、除草剤耐性トウモロコシNK603を2年間にわたってラットに与えたところ、乳がんの発生や肝臓の異常が多くなるなどの悪影響が認められたという、CRIIGEN（前項参照）のSéralini博士などの研究グループによる論文が発表されました（Séralini *et al.*, 2012, *Food Chem. Toxicol.*, 50, 4221-4231）。

### Answer 2

これに対し、2012年11月には、論文の内容や結果の解釈が不適切だとする13本のコメントが同誌に掲載されたほか、欧州食品安全機関や日本の食品安全委員会も、この論文の内容を検討した結果、NK603による悪影響があるとは言えないとする報告を発表しました。例えば、論文中に写真は示されていませんが、非遺伝子組換えの餌を与えられたラットも高率で乳がんを発症しており、この論文で用いたラットの数では、NK603の投与による悪影響を示すような統計的な有意差は認められなかったことなどが指摘されています。

### Answer 3

なお、2013年12月、論文を掲載した学術誌は、再検討の結果、同誌が求める科学的水準に達していなかったとして、この論文を取り下げました（*Food Chem. Toxicol.*, 63, 244）。



## Ⅷ-24

遺伝子組換え農作物の実用化について、  
どのように考えているのですか？**Answer 1**

遺伝子組換え農作物は、これまでの交配等による品種改良では実現できない画期的な品種を作出できる重要な技術だといえます。

**Answer 2**

今後一層深刻化することが予想される世界の食料問題・環境問題について、その解決に貢献しうる技術の一つであると考え、遺伝子組換え技術でなければ実現・達成できない病虫害抵抗性、不良環境耐性、機能性作物の開発、低コスト・高付加価値飼料作物、環境修復植物などについて、研究開発を進めたいと考えています。

**Answer 3**

一方で、遺伝子組換え農作物などに懸念を持っている人がいることも承知していますので、今後も、十分な安全性評価の実施と遺伝子組換え技術や遺伝子組換え農作物に関する適切な情報発信を進めていきたいと考えています。

(参考)

『遺伝子組換え関連情報』

(リンク先：<http://www.naro.affrc.go.jp/nias/gmo/>)



## 遺伝子組換え技術・農作物・食品をめぐる 国民の意識はどうですか？

### Answer 1

平成24年度の食品安全モニターの結果では、約5割の方が『食料自給率向上、食料供給力強化』や『食料供給コストの縮減』に遺伝子組換え技術が有効活用できると考えています。

### Answer 2

北海道庁が平成24年に行ったアンケート調査では、約7割の方が遺伝子組換え農作物に対して『不安である』、『どちらかといえば不安である』と回答するなど、遺伝子組換え技術や遺伝子組換え農作物の持つ可能性については、期待されている一方で、不安感を抱いている方もいるという結果が出ています。

### Answer 3

これらの背景として、

- (i) 国内で流通する遺伝子組換え農作物については、関係府省が国際的なルールや法律に基づき食品としての安全性や環境に対する安全性を確認していることを『知っていた』という回答が4割以下にとどまっていること、
- (ii) 遺伝子組換えに関する行政機関からの情報提供に『満足している』、『どちらかといえば満足している』という回答がわずか5%であること、

など、正確な情報を得る機会が不十分であったことが一因であると考えています。このため、様々なコミュニケーション活動を通して、遺伝子組換え技術について正しい情報提供を進める必要があると考えています。



## Ⅶ- 26 農研機構として、遺伝子組換え技術や遺伝子組換え農作物・食品に関する情報を提供するための活動としてどのようなことをしているのですか？

### Answer 1

農研機構は、以下の活動を行っています。

- (i) 遺伝子組換えに関する情報を、分かり易く提供できる冊子の作成と配布  
(<http://www.naro.affrc.go.jp/nias/gmo/communication/tool.html>)。
- (ii) 当所で研究開発を行っている遺伝子組換えイネ等の試験栽培を、見学者に見てもらう。
- (iii) 遺伝子組換え農作物やカイコの第一種使用等をする際の事前一般向け説明会。
- (iv) 学校、各種団体等からの見学者を研究所に受け入れ、上記の試験ほ場の見学や、遺伝子組換え技術に関する情報提供を実施。
- (v) 学校の要請に応じて学校へ赴き、遺伝子組換え技術に関する出張講義を実施。
- (vi) 研究所のホームページを用い、遺伝子組換え農作物に関する種々の情報発信 (<http://www.naro.affrc.go.jp/nias/gmo/>)。
- (vii) 各種サイエンスコミュニケーションイベントに出展し、遺伝子組換え技術等に関する情報提供を実施 (<http://www.naro.affrc.go.jp/nias/gmo/communication/event/>)。



## 遺伝子組換えに関する情報を どこで得ることができますか？

### Answer 1

下記の日本版「バイオセーフティクリアリングハウス」は、カルタヘナ法、遺伝子組換え生物に関する情報の交換や共有を行うための国際的なメカニズムです。情報は以下のウェブ上で公開されています。

環境省「バイオセーフティクリアリングハウス」

<http://www.biodic.go.jp/bch/>

### Answer 2

食品や飼料の安全性などについて、公的機関のサイトとして以下のものがあります。

- (i) 厚生労働省「遺伝子組換え食品」  
[http://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou\\_iryuu/shokuhin/idenshi/index.html](http://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryuu/shokuhin/idenshi/index.html)
- (ii) 内閣府食品安全委員会-遺伝子組換え食品等専門調査会  
<http://www.fsc.go.jp/senmon/idensi/index.html>
- (iii) 農林水産省 遺伝子組換え技術の情報サイト  
<http://www.affrc.maff.go.jp/docs/anzenka/GM1.htm>
- (iv) 飼料の安全関係  
<http://www.maff.go.jp/j/syouan/tikusui/siryoo/index.html>

以下の項目を参照

「組換えDNA技術応用飼料及び飼料添加物の安全性に関する確認を行った飼料及び飼料添加物一覧」

- (v) 消費者庁 食品表示に関する共通Q&A（第3集：遺伝子組換え食品に関する表示について）  
[http://www.caa.go.jp/foods/qa/kyoutsuu03\\_qa.html](http://www.caa.go.jp/foods/qa/kyoutsuu03_qa.html)





# バイテク 用語集





## 索引 Index

### あ

- ・ RNA干渉 (RNAi) ..... 134
- ・ アガロース・ゲル電気泳動 ..... 134
- ・ アグロバクテリウム ..... 134
- ・ アデニン ..... 135
- ・ アミノ酸 ..... 135
- ・ アレルギー ..... 136
- ・ アレルゲン ..... 136
- ・ アレルゲンタンパク質 ..... 136

### い

- ・ イネゲノム研究 ..... 136
- ・ 一塩基多型 (SNP, SNPs) ..... 139
- ・ 遺伝 ..... 137
- ・ 遺伝暗号 ..... 137
- ・ 遺伝形質 ..... 137
- ・ 遺伝子 ..... 137
- ・ 遺伝子組換え ..... 138
- ・ 遺伝子組換え技術 (組換えDNA技術) ..... 138
- ・ 遺伝子組換え食品 ..... 139
- ・ 遺伝子組換え生物 (GMO, LMO) ..... 139

### う

- ・ ウラシル ..... 140

## え

- ・塩基 ..... 140
- ・塩基対 (BP) ..... 140
- ・塩基配列 ..... 140

## か

- ・カイコ ..... 141
- ・階層化ショットガン法 ..... 141
- ・核移植 ..... 141
- ・核酸 ..... 141
- ・完全長cDNA ..... 142

## き

- ・QTL ..... 142

## く

- ・グアニン ..... 143
- ・組換えDNA ..... 143
- ・組換え体の環境放出 ..... 143
- ・クワコ ..... 143

## け

- ・ゲノム ..... 144
- ・ゲノム編集 ..... 144
- ・原核細胞 ..... 144
- ・絹糸腺 ..... 144

## こ

- ・コーデックス委員会 (Codex委員会) ..... 145
- ・ゴールデンライス ..... 145
- ・抗生物質抵抗性マーカー ..... 146

## さ

- ・細菌 (バクテリア) ..... 146
- ・細胞 (セル) ..... 146
- ・細胞核 (核) ..... 147
- ・残留性有機汚染物質 (POPs) ..... 147

## し

- ・cDNA (相補的DNA) ..... 147
- ・シーケンス ..... 148
- ・シスジェネシス・イントラジェネシス ..... 148
- ・次世代シーケンサー ..... 148
- ・シトシン ..... 149
- ・ショットガン法 ..... 149
- ・ジーンターゲッティング ..... 149
- ・ジーンバンク ..... 149
- ・植物工場 ..... 150
- ・食品安全委員会 ..... 150
- ・真核細胞 ..... 150
- ・人工ヌクレアーゼ ..... 150

## す

- ・スタック品種 (GMハイブリッド) ..... 151

## せ

・制限酵素 .....	151
・生物学的封じ込め .....	151
・生物農薬 .....	152
・生分解性プラスチック .....	152
・セリシン .....	152
・染色体 .....	153
・全ゲノムショットガン法（ホールゲノム・ショットガン法） .....	153

## そ

・相同組換え .....	154
--------------	-----

## た

・第1世代遺伝子組換え作物 .....	154
・第2世代遺伝子組換え作物 .....	154
・タンパク質 .....	154
・タンパク質合成 .....	155

## ち

・チミン .....	155
------------	-----

## て

・DNAシーケンス .....	155
・DNA複製 .....	156
・DNAマーカー .....	156
・DNAメチル化 .....	156
・デオキシリボ核酸（DNA） .....	157
・転移RNA（tRNA・運搬RNA） .....	157

・ 転移因子（トランスポゾン） .....	157
・ 電気穿孔法（エレクトロポレーション法） .....	157

## と

・ 特定網室 .....	158
・ 突然変異育種 .....	158

## な

・ ナチュラルオカレンス・セルフクローニング .....	159
------------------------------	-----

## ぬ

・ ヌル分離個体 .....	159
----------------	-----

## の

・ 農林水産ジーンバンク .....	159
--------------------	-----

## は

・ 胚移植 .....	160
・ バイオテクノロジー（生物工学・生命工学） .....	160
・ バイオマス .....	160
・ バイオ燃料（BDF、バイオディーゼルオイル） .....	161
・ 培養細胞 .....	161
・ パーティクルガン法（遺伝子銃法） .....	161
・ 発現ベクター .....	161

## ひ

- ・ Btトウモロコシ ..... 162
- ・ Bt細菌 (Bt・バチルスチューリンゲンシス) ..... 162
- ・ ピギーバック (*PiggyBac*) ..... 163
- ・ PCR (ポリメラーゼ連鎖反応・複製連鎖反応) ..... 163

## ふ

- ・ ファイトレメディエーション ..... 163
- ・ ファミリアリティー ..... 164
- ・ フィブロイン ..... 164
- ・ フェロモン ..... 164
- ・ プライマー ..... 165
- ・ プラスミド ..... 165
- ・ プロテオーム ..... 165
- ・ プロモーター ..... 165

## へ

- ・ ベクター ..... 166

## ま

- ・ マイクロアレイ ..... 166
- ・ マイクロマニピュレーター ..... 166
- ・ マイコトキシン (かび毒) ..... 166
- ・ マーカー利用選抜 (MAS) ..... 167
- ・ 繭 (カイコ) ..... 167

## み

- ・ミトコンドリア ..... 167
- ・ミトコンドリア ゲノム ..... 168

## め

- ・メッセンジャー RNA (mRNA・伝令RNA) ..... 168
- ・メンデルの法則 ..... 168

## ゆ

- ・雄性不稔 ..... 169

## よ

- ・葉緑体 ..... 169

## ら

- ・ラウンドアップ ..... 169

## り

- ・リスク ..... 170
- ・リスクアセスメント (リスク評価) ..... 170
- ・リスクアナリシス (リスク分析) ..... 170
- ・リスクコミュニケーション ..... 171
- ・リスクマネジメント (リスク管理) ..... 171
- ・リパティール ..... 171
- ・リボ核酸 (RNA) ..... 171
- ・緑色蛍光タンパク質 (GFP) ..... 172



## English Index

### A

· Adenine .....	135
· Agarose Gel Electro-phoresis .....	134
· <i>Agrobacterium</i> .....	134
· Allergen .....	136
· Allergic Protein .....	136
· Allergy .....	136
· Amino Acid .....	135
· Antibiotics-resistant Marker .....	146
· Artificial Nuclease (Site-directed Nuclease) .....	150

### B

· <i>Bacillus thuringiensis</i> (Bt) .....	162
· Bacteria .....	146
· Base .....	140
· Base Pair (BP) .....	140
· Base Sequence .....	140
· Biodegradable Plastics .....	152
· Biodiesel Fuel (BDF) .....	161
· Biological Containment .....	151
· Biological Pesticide .....	152
· Biomass .....	160
· Biotechnology .....	160
· Bt Corn .....	162

### C

· Cell .....	146
· Cell Nucleus (Nucleus) .....	147
· Chloroplast .....	169

- Chromosome ..... 153
- Cisgenesis / Intragenesis ..... 148
- Clone-by-Clone Shotgun Sequencing ..... 141
- Cocoon ..... 167
- Codex Alimentarius Commission ..... 145
- Complementary DNA  
  (complementary Deoxyribonucleic Acid, cDNA) ..... 147
- Cultured Cell ..... 161
- Cytosine ..... 149

## D

- Deoxyribonucleic Acid (DNA) ..... 157
- DNA Marker (Deoxyribonucleic Acid Marker) ..... 156
- DNA Methylation ..... 156
- DNA Replication (Deoxyribonucleic Acid Replication)  
  ..... 156
- DNA Sequence (Deoxyribonucleic Acid Sequence) ..... 155

## E

- Electroporation ..... 157
- Embryo Transfer ..... 160
- Environmental Release of Recombinant Organism  
  ..... 143
- Eukaryote ..... 150
- Expression Vector ..... 161

## F

- Familiarity ..... 164
- Fibroin ..... 164
- First-generation GM Crops ..... 154
- Food Safety Commission ..... 150

- ・ Full-length Complementary DNA  
 (Full-length Complementary Deoxyribonucleic Acid) ..... 142

**G**

- ・ Gene ..... 137
- ・ Gene Bank ..... 149
- ・ Gene Targeting ..... 149
- ・ Genetic Character ..... 137
- ・ Genetic Code ..... 137
- ・ Gene (tic) Recombination ..... 138
- ・ Gene (tic) Recombination Technology ..... 138
- ・ Genetically Modified Food ..... 139
- ・ Genetically Modified Organism  
 (GMO (Living Modified Organism (LMO))) ..... 139
- ・ Genome ..... 144
- ・ Genome Editing ..... 144
- ・ Golden Rice ..... 145
- ・ Green Fluorescent Protein (GFP) ..... 172
- ・ Guanine ..... 143

**H**

- ・ Homologous Recombination ..... 154

**I**

- ・ Inheritance (Heredity) ..... 137

**L**

- ・ Liberty ..... 171

## M

· MAFF Gene Bank .....	159
· Male Sterility .....	169
· Marker Assisted Selection (Marker Aided Selection, MAS) .....	167
· Mendel's Laws .....	168
· messenger RNA (messenger Ribonucleic Acid, mRNA) .....	168
· Microarray .....	166
· Micromanipulator .....	166
· Mitochondria .....	167
· Mitochondrial Genome .....	168
· Mutation Breeding .....	158
· Mycotoxin .....	166

## N

· Natural Occurrence / Self-cloning .....	159
· Next Generation Sequencer .....	148
· Nuclear Transfer .....	141
· Nucleic Acid .....	141
· Nucleus .....	147
· Null-segregant .....	159

## P

· Particle Gun (Gene Gun) .....	161
· Persistent Organic Pollutants (POPs) .....	147
· Pheromone .....	164
· Phytoremediation .....	163
· <i>PiggyBac</i> .....	163
· Plant Factory .....	150

- ・ Plasmid ..... 165
- ・ Polymerase Chain Reaction (PCR) ..... 163
- ・ Primer ..... 165
- ・ Prokaryote ..... 144
- ・ Promoter ..... 165
- ・ Protein ..... 154
- ・ Protein Synthesis ..... 155
- ・ Proteome ..... 165

**Q**

- ・ QTL (Quantitative Trait Locus) ..... 142

**R**

- ・ Recombinant DNA (Recombinant Deoxyribonucleic Acid)  
..... 143
- ・ Restriction Enzyme ..... 151
- ・ Ribonucleic Acid (RNA) ..... 171
- ・ Rice Genome Project ..... 136
- ・ Risk ..... 170
- ・ Risk Analysis ..... 170
- ・ Risk Assessment ..... 170
- ・ Risk Communication ..... 171
- ・ Risk Management ..... 171
- ・ RNA Interference (Ribonucleic Acid Interference, RNAi)  
..... 134
- ・ Roundup ..... 169

**S**

- ・ Second-generation GM Crops ..... 154
- ・ Sequence ..... 148

· Sericin .....	152
· Shotgun Cloning .....	149
· Silk Gland .....	144
· Silkworm .....	141
· Single Nucleotide Polymorphisms (SNP, SNPs) .....	139
· Site-directed Nuclease (Artificial Nuclease) .....	150
· Special Screened Greenhouse .....	158
· Stacked GM Plants .....	151

## T

· Thymine .....	155
· transfer RNA (Transfer Ribonucleic Acid, tRNA) .....	157
· Transposable Element (Transposon) .....	157

## U

· Uracil .....	140
----------------	-----

## V

· Vector .....	166
----------------	-----

## W

· Whole-genome Shotgun Sequencing (Whole Genome Shotgun Sequencing) .....	153
· Wild Mulberry Silkmoth (Wild Mulberry Silkworm) .....	143

## あ

**RNA干渉****【略語・別称】** RNAi**【英語表記】** RNA Interference, Ribonucleic Acid Interference**【用語説明】** RNAiともいう。細胞に二本鎖RNAを導入した場合、それと同じ配列をもつ遺伝子の発現（タンパク質の合成）を抑制する現象のこと。

1998年、線虫で初めて観察され、その後、単細胞生物から植物、動物でも確認され、研究などで広く用いられた。真核生物において、標的遺伝子(mRNA)を破壊(分解)することにより遺伝子発現を制御するものであり、ウイルスに対する防御反応と類似した現象である。遺伝子解析の有効な方法として基礎研究で利用されているほか、将来の医療分野などへの応用も期待されている。

**アガロース・ゲル電気泳動****【英語表記】** Agarose Gel Electro-phoresis**【用語説明】** DNAを分子量の大きさごとに分離する方法。

DNAはマイナス電荷を持つので電解質の中で電圧をかけると、プラスの電極側に移動する。その際の担体としてアガロース(寒天)を用いる。アガロースはゲル状で大きな網目構造(スポンジみたいな構造)をもつため、均一な「ふるい」の効果をもつ。

このため、短いDNAほどアガロースの孔を通過しやすいので移動が速く、長いDNAほど移動が遅くなるので、移動距離にバラつきが出る。この方法によりDNAを長さごとに分離できる。

**アグロバクテリウム****【英語表記】** *Agrobacterium***【用語説明】** 土壌中にいる細菌で、この細菌の細胞の中にはプラスミドがあり、その一部にT-DNAと呼ばれる部分の遺伝子がある。

アグロバクテリウムは、接触した植物の細胞に、自分の遺伝子の一部であるT-DNA遺伝子を送り込む性質がある。

T-DNA遺伝子を組み込まれた植物は、腫瘍であるこぶ状の塊(クラウンゴール)や無数の根などを生じ、アグロバクテリウムの生存に必要な栄養素(アミノ酸)を作る。このようにアグロバクテリウムのT-DNA遺伝子は、遺伝情報に従い、接触した相手の植物にアミノ酸と植物ホルモンを合成させる働きがある。

この性質を利用し、アグロバクテリウムが持つプラスミドのT-DNA遺伝

子の代わりに発現させたい目的の遺伝子を組み込み、このアグロバクテリウムを感染させて目的の遺伝子を植物に導入するという方法で、植物の遺伝子組換えが行われる。近年では、イネやトウモロコシ、コムギなどの単子葉植物の遺伝子組換えにも利用されている。

## アデニン

**【英語表記】** Adenine

**【用語説明】** DNAやRNAなどの構成成分である。

DNAはリン酸、糖（D-デオキシリボース）、塩基からなるヌクレオチドがいくつもつながったものである。その塩基成分にはアデニン(A)・チミン(T)・グアニン(G)・シトシン(C)の4種類が存在するが、アデニンはそのうちの1つであり、遺伝子設計図の元となる化学物質の1つである。

また、このヌクレオチドには、ピリミジンという塩基を含むものとプリンという塩基を含むものがあり、アデニン(A)はプリン塩基を持っている。DNAの二重らせんの中では必ずチミン(T)と結合している。

## アミノ酸

**【英語表記】** Amino Acid

**【用語説明】** 生物体の源となる栄養分。筋肉や皮膚等、生物の体を作っている成分はタンパク質で、そのタンパク質を構成しているのがアミノ酸である。

20種類のアミノ酸（バリン、ロイシン、イソロイシン、アラニン、アルギニン、グルタミン、リジン、アスパラギン酸、グルタミン酸、プロリン、システイン、スレオニン、メチオニン、ヒスチジン、フェニルアラニン、チロシン、トリプトファン、アスパラギン、グリシン、セリン）から自然界のタンパク質が構成されており、どのアミノ酸もアミノ基(-NH<sub>2</sub>)とカルボキシル基(-COOH)をもつが、その他の構造が変わることにより、アミノ酸の種類も変わってくる。タンパク質は、その種類によってアミノ酸の結合順序が異なり、生物がタンパク質を形成するときは、アミノ酸を一定の結合順序でつなげていくシステムが必要になる。この一定の結合順序は、タンパク質の設計図である遺伝子の配列に由来する。

また、動物の体内で変換できないアミノ酸を必須アミノ酸、変換できるものを非必須アミノ酸という。

必須アミノ酸として、トリプトファン、メチオニン、リジン、フェニルアラニン、ロイシン、イソロイシン、バリン、スレオニン、ヒスチジンの9種類がある。



## アレルギー

【英語表記】 Allergy

【用語説明】 ある種の抗原に感作した生体に、もう1度同じ抗原が入った場合に過剰な反応を起こし、自己に障害を与えること。

気管支ぜんそく、花粉症、ソバアレルギーなどが代表的である。

## アレルゲン

【英語表記】 Allergen

【用語説明】 アレルギーを起こす物質の総称。

アレルゲンは、一部の人において免疫機構により「異質なもの」または「危険なもの」と認識される物質で、多くの人においては何の反応も引き起こさない。

一般的なアレルゲンとしては、ある種の接触物（化学物質や植物など）、薬品（抗生物質類、血清など）、食物（小麦、そば、卵、乳、落花生など）、感染因子（バクテリア、ウイルス、動物の寄生物など）、吸入物（ホコリ、花粉、香水、煙など）が挙げられる。

## アレルゲンタンパク質

【英語表記】 Allergic Protein

【用語説明】 アレルギーを起こす可能性のあるタンパク質のこと。

アレルギーを起こす原因物質をアレルゲンといい、タンパク質からなるアレルゲンを指す。

農業や食品などの分野では、アレルゲンタンパク質の解析などが行われ、バイオテクノロジーを応用した除去・分解法を用いて、低アレルゲンの食物を作ろうという研究も進められている。

## い

## イネゲノム研究

【英語表記】 Rice Genome Project

【用語説明】 イネの染色体上にある有用遺伝子の位置や全塩基配列を調べる研究のこと。

イネの塩基配列を解読するとともに、その中にある遺伝子の構造やその機能を解明しようというのが、イネゲノム（＝イネの全遺伝情報）研究。

1991年度からわが国で始まった国家プロジェクトで、1998年には、日本が中心となって米国、中国、欧州など10カ国のコンソーシアムで、全塩基配列解読を分担して進めることになった。イネゲノム研究で明らかになった

ゲノム情報は、病害虫や環境ストレスに強い植物や機能性作物の開発、効率的な育種法の開発に役立てることができる。

2002年12月に、ほぼ全塩基配列が解読され、当時の小泉純一郎首相によりイネゲノム全塩基配列解読の終了が宣言された。

**【関連項目】** ゲノム、染色体、遺伝子

## 遺伝

**【英語表記】** Inheritance, Heredity

**【用語説明】** カエルの子はカエル、ヒトの子はヒトといわれるように、顔や手足の形、皮膚や目の色、くせや行動など、親と似た子供ができる。このように、それぞれの生き物がもつ形や性質を「形質」といい、親から子に「形質」が伝わる現象を一般に遺伝という。

この現象の本体は遺伝子でありDNAにより構成される。

## 遺伝暗号

**【英語表記】** Genetic Code

**【用語説明】** 生き物の設計図である遺伝情報は、4種類の化学物質である塩基、アデニン (A)・チミン (T)・グアニン (G)・シトシン (C) で書かれている。この並び方をもとに生物の体の構成成分であるタンパク質が形成される。この塩基3つが1セットで、その順列の組み合わせを遺伝暗号 (コドン) という。

タンパク質を作っているアミノ酸は20種類で、それぞれに対応する塩基の並び方があり、3つの塩基から成る遺伝暗号が1つのアミノ酸を指定している。

## 遺伝形質

**【英語表記】** Genetic Character

**【用語説明】** 生物のもつ様々な形質のなかで遺伝性のあるもの、後世に遺伝する形質のこと。

生物のもつ形質には、色、形、大きさなど、外見的なものから、体の中にある物質の合成能力や、寒さや暑さに強いなど内面的なものも多々ある。

## 遺伝子

**【英語表記】** Gene

**【用語説明】** 親からの形質 (顔、皮膚や目の色など) の受け継ぎを決めるものが遺伝子である。遺伝子はDNA (デオキシリボ核酸) という物質でできている。生物の持つDNA配列上には、体を構成するタンパク質を作るた

めの設計図のような情報がいくつか並んでおり、この設計図にあたる部分が遺伝子である。

その並び方は、1つの遺伝子で1種類のタンパク質というふうには、1本のDNAの中に種類の違うタンパク質の遺伝情報がいくつも格納されている。そして、細胞内ではこの遺伝子の情報からタンパク質が作られている。

## 遺伝子組換え

**【英語表記】** Gene (tic) Recombination

**【用語説明】** ある生物から目的とする遺伝子を取り出し、改良しようとする生物に導入することにより新しい性質を生物に組み入れること。

生物から有用な遺伝子を見つけ、DNA鎖を切断する作用をもつ制限酵素で有用な遺伝情報が含まれているDNA部位を分離する。分離されたDNA断片を改良しようとする生物の細胞の中に導入し、その生物のDNAに組ませ、タンパク質を合成させる。その結果、有用な遺伝子の形質を付加した新たな性質の生物が完成する。

## 遺伝子組換え技術

**【略語・別称】** 組換えDNA技術

**【英語表記】** Gene (tic) Recombination Technology

**【用語説明】** 組換えDNA技術のこと。ある生物が持つ有用な遺伝子を、改良しようとする生物のDNA配列に組込むことにより新たな性質を加える技術。

植物にDNAを組込む方法としては、アグロバクテリウムという植物に寄生する細菌を利用する「アグロバクテリウム法」と、DNAを金やタングステンの粒子に付着させ、DNAを導入したい細胞に直接打ち込む「パーティクルガン法」などがある。

遺伝子組換え技術は農業分野やその他の分野において、様々な改良のために利用されている。

例えば、栄養成分や機能性成分（抗がん、ワクチン効果など）に富む農作物、日持ちする農作物など消費者のニーズにあった作物や、農薬使用量の減少のための害虫抵抗性やウイルス抵抗性、除草剤耐性などの性質を持たせた農作物が開発されている。その他、環境浄化微生物、生分解性プラスチックや医薬品の生産など様々な分野で遺伝子組換え技術が応用されている。

## 遺伝子組換え食品

【英語表記】 Genetically Modified Food

【用語説明】 遺伝子組換え農作物および遺伝子組換え農作物を加工して作られた食品のことをいう。

例をあげると、遺伝子組換えダイズそのもの、あるいは遺伝子組換えダイズを加工して製造した味噌、納豆などの加工品も遺伝子組換え食品に含まれる。

遺伝子組換え食品を国内で販売するには、国における安全性審査と承認が必要となる。

## 遺伝子組換え生物

【略語・別称】 GMO, LMO

【英語表記】 Genetically Modified Organism, Living Modified Organism

【用語説明】 遺伝子組換え技術により改変された生物のこと。

一般的には、遺伝子組換え生物はGMO（Genetically Modified Organism）の用語が用いられることが多いが、カルタヘナ議定書では、遺伝子組換え生物と、科を超える細胞融合も含めた現代のバイオテクノロジーの利用によって作出された生物をLMO（Living Modified Organism）として規制対象としている。

## 一塩基多型

【略語・別称】 SNP, SNPs

【英語表記】 Single Nucleotide Polymorphisms

【用語説明】 DNA（遺伝子の本体）の塩基配列の中でたった1つの塩基の違いのこと。

英語の頭文字をとりSNP（スニップ）またはSNPs（スニップス）とよぶ。お酒に強い弱いや、薬が効きやすいかどうかなどの個人差を生む。

ヒトゲノム30億塩基対のうち、一塩基多型は約300万個（500～1,000塩基対に1個の割合）存在し、特定のタンパク質が作れなかったり、他人と違うものを作ったりして個人差（体質）、人種差などの違いをもたらしている。

ヒトにおける遺伝子の個人差の研究では、一塩基多型を解析して、病気に対する感受性や薬物への応答を調べ、その人にあった副作用の少ない薬を投薬するようなオーダーメイド医療が可能になるといわれ、一塩基多型の解析の研究が進められている。植物であれば、植物が本来持っている病気や害虫に対する抵抗性の仕組みを解明し、その機能を高めたりすることができる。

## う

## ウラシル

【英語表記】 Uracil

【用語説明】 RNAは、リン酸と糖（D-リボース）と塩基が1つずつ結合してできたヌクレオチドがいくつもつながり形作られる。その塩基の成分にはアデニン（A）・ウラシル（U）・グアニン（G）・シトシン（C）の4種類が存在するが、ウラシル（U）はそのうちの1つである。

また、ウラシル（U）はDNA中のチミン（T）の部位で、DNAの遺伝情報がRNAに転写される際に置き換わる。

## え

## 塩基

【英語表記】 Base

【用語説明】 DNAやRNAの構成成分であり、弱アルカリ性の化学物質。

DNAやRNAは塩基、糖、リン酸という3種類の化学物質が1つずつ結合したものが最小単位になっている。DNAの塩基ではアデニン（A）・チミン（T）・グアニン（G）・シトシン（C）の4種類がある。RNAはチミン（T）の代わりにウラシル（U）が存在している。

この4種類の塩基配列の並び方は、遺伝情報として生体に伝えられる。例えば、ヒトでは遺伝情報は30億個の塩基からできているといわれている。

## 塩基対

【略語・別称】 BP

【英語表記】 Base Pair

【用語説明】 DNAの二本鎖の間は、塩基と塩基が頭をつきあわせてアデニン（A）とチミン（T）、グアニン（G）とシトシン（C）というように決まった組になって、水素結合により、対合している。この組を塩基対という。

RNAではアデニン（A）とウラシル（U）、グアニン（G）とシトシン（C）が対合する。

## 塩基配列

【英語表記】 Base Sequence

【用語説明】 DNAやRNAにおける、塩基の並び方のこと。

DNAの塩基ではアデニン（A）・チミン（T）・グアニン（G）・シトシン（C）の4つあり、この並び方、つまり塩基配列が、タンパク質の情報（遺伝情報）

を担っている。

## か

### カイコ

【英語表記】 Silkworm

【用語説明】 カイコ（蚕）はチョウ目（鱗翅目）・カイコガ科に属する昆虫で、学名は*Bombyx mori*。正式和名はカイコガで、カイコは本来この幼虫の名称。クワ（桑）を食草とし、絹糸の素になる繭（まゆ）を作る。

カイコはきわめて高度に家畜化された昆虫で、幼虫は餌がなくなっても逃げ出さないなど、人間による管理なしでは生存が不可能である。成虫（蛾）は翅を有し、この翅を羽ばたかせるが飛ぶことは全くできない。

カイコの祖先は中国に生息するクワコ（*Bombyx mandarina*）であり、中国で家畜化されたと考えられている。

カイコとクワコは交配可能で、その子孫は生殖能力をもち、飼育環境下で生存・繁殖できることが知られているが、日本の野外で交雑個体が見出された記録はない。

### 階層化ショットガン法

【英語表記】 Clone-by-Clone Shotgun Sequencing

【用語説明】 ゲノムの長鎖DNAの塩基配列決定法の一つ。

DNAを断片的に切断し、複数の制限酵素による切断部位の位置を決定して、ゲノムDNAの物理地図を作成する。これらのDNA断片をさらに細かくして配列を決定する。

解読するスピードでは、ホールゲノム・ショットガン法より遅く、労力もかかるが、解読の精度は高く、最近ではヒトゲノム解析、イネゲノム解析に用いられている。

### 核移植

【英語表記】 Nuclear Transfer

【用語説明】 核を除去あるいは不活性化した細胞に、他の細胞から取り出した核を移植すること。例えば、未受精卵子の核を除去し、他の細胞核を移植することにより、同じ遺伝情報をもつクローン動物を作ることができる。

### 核酸

【英語表記】 Nucleic Acid

【用語説明】 生物の体を作りあげている細胞の中心部分にある核に大量に

存在し、酸性の高分子物質であることから「核酸」と名付けられた。

核酸には、遺伝情報の伝達において機能するDNA（デオキシリボ核酸）とタンパク質合成において機能するRNA（リボ核酸）の2種類がある。この2つの核酸（DNA、RNA）は、塩基・糖・リン酸の3種類の化学物質からなり、この塩基・糖・リン酸が1つずつ結合した化合物が、連鎖状に、何千、何万にもつながっている。

## 完全長cDNA

**【英語表記】** Full-length Complementary DNA,

Full-length Complementary Deoxyribonucleic Acid

**【用語説明】** ゲノムから取り出したmRNAの塩基配列情報を完全に写し取った相補鎖DNAのこと。

遺伝子はアデニン（A）・チミン（T）・グアニン（G）・シトシン（C）の4つの塩基が連なったDNAからできているが、この中で遺伝子として働くのはごく一部（約5%）である。

タンパク質合成においてDNAの遺伝子として働く部分（情報）だけを写し取ったmRNAが現れ、この情報をもとにタンパク質が作られる。つまり、mRNAの情報があれば人工的にタンパク質合成ができる可能性があるが、実験上このmRNAは不安定で取り扱いにくい。そのためmRNAに逆転写酵素を加えることにより配列情報を逆転写し、相補的な一本鎖DNAを作り出した。この、人工的に作られたDNAはcDNAと呼ばれ、実験的な取り扱いが容易であるため遺伝子を調べる際に用いられるようになった。

完全長cDNAは、mRNAの全長を反映したcDNAのことで、断片的なcDNAと異なり、全長のタンパク質を合成するための設計情報を有しているため、完全な長さのタンパク質を合成することができる。

## き

### QTL

**【英語表記】** QTL, Quantitative Trait Locus

**【用語説明】** 背丈や体重といった、数値で表される表現形質を量的形質（quantitative trait）といい、その形質に関与する遺伝子座（locus）をQTLと呼ぶ。量的形質の多くは複数の遺伝子の効果の組合せにより決定され、さらにその遺伝子間での相互作用もあるなど、従来は遺伝子座の決定や遺伝子の単離は困難であった。近年、多数のDNAマーカーの開発と統計遺伝学的手法により、量的形質に関与する遺伝子の特定やその遺伝子を応用した品種開発が進展するようになった。

## グアニン

【英語表記】 Guanine

【用語説明】 DNAやRNAなどの構成成分である。

DNAはリン酸、糖（D-デオキシリボース）、塩基から成るヌクレオチドがいくつもつながり形作られる。その塩基の成分にはアデニン（A）・チミン（T）・グアニン（G）・シトシン（C）の4種類が存在するがグアニン（G）は、そのうちの1つである。

DNAの二重らせんのなかではシトシン（C）と結合し、遺伝子設計図の化学物質の1つを担っている。

## 組換えDNA

【英語表記】 Recombinant DNA, Recombinant Deoxyribonucleic Acid

【用語説明】 生細胞内で複製可能なDNA（RNAその他の遺伝物質を含む）と異種のDNAを、試験管内で結合させることにより作製されたDNAのこと。

## 組換え体の環境放出

【英語表記】 Environmental Release of Recombinant Organism

【用語説明】 遺伝子組換え生物などを環境中で拡散防止措置なしに使用する場合をいうが、組換え作物を一般ほ場で栽培するなどの意図的な環境放出と組換え微生物を培養中に装置が破損して漏れ出すなどの非意図的な環境放出がある。

## クワコ

【英語表記】 Wild Mulberry Silkmoth, Wild Mulberry Silkworm

【用語説明】 カイコの祖先種。学名は*Bombyx mandarina*。日本、中国、朝鮮半島など東アジアに生息する。カイコは中国のクワコから家畜化されたと考えられており両者は遺伝的に近い関係にあるが、日本のクワコとは染色体数が違うなど遺伝的な違いが大きい。日本で養蚕が盛んだった地域を中心に行われたクワコの調査の結果、カイコとクワコが交雑した痕跡は認められていない。



## け

## ゲノム

【英語表記】 Genome

【用語説明】 すべての生物を構成している細胞のDNAと、それに書き込まれた遺伝情報のこと。例えば、ヒトゲノムというのは私たちヒトのすべての遺伝情報を指すことになる。このように、生物はそれぞれのゲノムを持っているが、生物の多様性はこのゲノムの違いによって引き起こされている。

細胞の核の中にある染色体は、遺伝情報を含み、DNA分子とタンパク質からなる。さらにDNA分子を形成する塩基にはアデニン (A)・チミン (T)・グアニン (G)・シトシン (C) の4種類ある。いわば遺伝情報はこれら4つの文字 (A、T、G、C) で書かれた文章にあたる。ヒトの遺伝情報は文章にすると、約30億の文字からなるが、これらは23対の染色体に分けられる。そして、それぞれの細胞が約30億の文字 (つまりDNAの塩基対) を書き込んだゲノムをもっていることになる。

## ゲノム編集

【英語表記】 Genome Editing

【用語説明】 人工ヌクレアーゼ (部位特異的ヌクレアーゼ) を用いて、ゲノム上の特定の場所を切断することにより突然変異を誘発する技術。放射線などによるランダムな突然変異誘発とは異なり、部位を特定して突然変異を誘発することができる。新しい育種技術の一種。

## 原核細胞

【英語表記】 Prokaryote

【用語説明】 細胞の一種。

細胞には原核細胞と真核細胞の2種類がある。

原核細胞の方が簡単な作りで、真核細胞にはあっても原核細胞にはない内部構造が多くある。原核細胞は植物のように細胞壁と細胞膜を持つが、核膜は持たない。DNA自体も真核細胞では大きく、形状も多様であるのに比べ、原核細胞は1個の環状の分子を形成している。原核細胞にはミトコンドリアや小胞体、葉緑体、ゴルジ体などの器官もなく、細胞質の内部には膜構造が一切見られない。原核細胞からなりたつ原核生物にはラン藻類などがある。

## 絹糸腺

【英語表記】 Silk Gland

【用語説明】 種々の昆虫やクモにあり、絹糸を作る器官。カイコ幼虫では

左右に1本ずつある。形状は細長い管で、最前部は吐糸口という開口部につながっている。絹糸腺に蓄えられた絹タンパク質を吐糸口から出すことで、繭を作る。尾部側の後部絹糸腺で、絹糸の成分になるフィブロインを合成する。その前にある中部絹糸腺はセリシンを合成し、合成済みのフィブロインとともに貯留する。絹糸腺細胞は大量のタンパク質を急速に合成するという特殊な性質を持っている。絹糸腺は孵化前に形成され、その後、細胞分裂を行うことなく成長する。絹糸腺細胞では染色体の倍加のみが繰り返されるので、フィブロインを盛んに合成する時期には染色体は通常の50万倍程度になるといわれており、細胞は1mm前後の大きさになります。

## こ

### コーデックス委員会

【略語・別称】 Codex委員会

【英語表記】 Codex Alimentarius Commission

【用語説明】 1962年に、消費者の健康の保護、食品の公正な取引の確保等を目的として、FAO（国連食糧農業機関）とWHO（世界保健機関）により設置された国際的な政府間組織。国際食品規格（コーデックス規格）の作成等を行っており、我が国は1966年に加盟した（2009年3月現在、179カ国1機関（欧州共同体）が加盟）。

組織は、食品の規格等の最終的な決定を行う総会のほか、その総会に対して各種勧告等を行う執行委員会や、個別の課題について検討を行う下部機関（一般問題部会、個別食品部会、特別部会、地域調整部会）から構成されている。

### ゴールデンライス

【英語表記】 Golden Rice

【用語説明】 スイス連邦工科大学（ETH）のIngo Potrykus教授とドイツのフライブルグ大学のPeter Beyer教授が開発した遺伝子組換えイネ。

スイセンの遺伝子を組み込んでベータカロテン（体内でビタミンAに変換する物質）を産出するように作られた遺伝子組換えイネで、コメが黄金色をしていることから「ゴールデンライス」と名づけられた。次に、スイセンの遺伝子にかわってトウモロコシの遺伝子を用いてベータカロテンをさらに多く含む新しいゴールデンライスが開発されている。

ビタミンA不足による疾病が解消されると期待されており、現在、フィリピンにある国際イネ研究所（IRRI）において、アジアで栽培されているイネの品種に、その性質を付与する開発が行われている。

## 抗生物質抵抗性マーカー

【英語表記】 Antibiotics-resistant Marker

【用語説明】 遺伝子組換えを行うに当たり、目的遺伝子が組み込まれたかを確認するために目印として用いられる、抗生物質に耐性をもつ遺伝子のこと。

目的遺伝子と一緒に、カナマイシン、ハイグロマイシンなどの抗生物質に耐性をもつ遺伝子を組み込む。もし、組換えが成功した場合は、抗生物質を含んだ培地でカルスなどが育ってくるが、失敗した場合は生育しないので簡単に組換え体を選ぶことができる。

最近では抗生物質抵抗性遺伝子の利用は少なく除草剤耐性遺伝子の利用や他の選択方法の研究も進められている。

## さ

### 細菌

【略語・別称】 バクテリア

【英語表記】 Bacteria

【用語説明】 0.2~10 $\mu$ m (100万分の1メートル) ぐらいで、ウイルスより大きく、固い細胞壁を持つ単細胞生物である。

その種類は非常に多く確認されるが、形態により、球菌、桿菌、らせん菌に分けられ、グラム染色性(細菌染色法)によってグラム陽性菌とグラム陰性菌に大別される

細胞の分裂により増殖し、その個体は、それぞれに成長・分裂の能力をもっている。無機物のみで発育する自力栄養菌、有機物を必要とする他力栄養菌があり、発酵・呼吸(嫌気性菌、好気性菌)によってエネルギーを得る。有用な細菌は、発酵細菌としアルコールを酢酸に変える酢酸菌、糖類を発酵させ乳酸を産出する乳酸菌(ヨーグルト、チーズ、バター、漬物)が主なものとされる。このほか、寄生するものや病原性を有するものもある。

医療分野では抗生物質、ワクチンの製造などで利用され、免疫の機能や遺伝の機序など、生物学研究にも幅広く用いられている。

### 細胞

【略語・別称】 セル

【英語表記】 Cell

【用語説明】 わたしたちが住む地球上には、たくさんの生物が生活している。人間、犬、鳥、魚、植物、アメーバーやゾウリムシなど、これらの生物を作る基本単位が細胞である。

つまり、これら生物は、形や大きさ、性質が違ってても細胞からできている。

また、生き物をつくる細胞の数により、生物は2種類に分かれる。アメーバーやゾウリムシ、大腸菌などのように1つの細胞からできている生物を単細胞生物といい、植物や動物のように多くの細胞からできている生物を多細胞生物という。

そして、細胞にも真核細胞、原核細胞の2種類がある。真核細胞は核のある細胞で人間、犬、鳥、魚、植物などの高等生物を構成する。原核細胞は、大腸菌などに分類され、核がなくDNAがむき出しのまま存在している細胞である。

## 細胞核

【略語・別称】 核

【英語表記】 Cell Nucleus, Nucleus

【用語説明】 細胞の中心にある組織で球状の構造をしている。細胞核の中には遺伝情報であるDNAが格納されており、二重の膜（核膜）に囲まれ、核膜孔とよばれる多数の穴がある。そして、“発現、再生、老化、発ガン”などの生命現象が引き起こされる「場」になっている。

細胞の種類は、細菌やラン藻類の原核細胞と、ヒト、犬、植物などの真核細胞の2種類あるが、細胞核をもつのは真核細胞である。

## 残留性有機汚染物質

【略語・別称】 POPs

【英語表記】 Persistent Organic Pollutants

【用語説明】 残留性有機汚染物質（POPs）とは、難分解性、高蓄積性、長距離移動性、有害性（人の健康・生態系）を持つ物質のことを指す。

環境中での残留性が高い、PCB、DDT、ダイオキシンなどのPOPsについては、一部の国々の取り組みのみでは地球環境汚染の防止には不十分であり、国際的に協調してPOPsの廃絶、削減等を行う必要から、2001年5月、「残留性有機汚染物質に関するストックホルム条約」（POPs条約）が採択された。

## し

## cDNA

【略語・別称】 相補的DNA

【英語表記】 Complementary DNA,  
complementary Deoxyribonucleic Acid

【用語説明】 相補的DNAともいう。

遺伝子はアデニン（A）・チミン（T）・グアニン（G）・シトシン（C）の

4つの塩基が連なったDNAからできているが、この中で遺伝子として働くのはごく一部（約5%）である。

タンパク質合成においてDNAの遺伝子として働く部分（情報）だけを写し取ったmRNAが現れ、この情報をもとにタンパク質が作られる。つまり、mRNAの情報があれば人工的にタンパク質合成ができる可能性があるが、実験上このmRNAは不安定で取り扱いにくい。そのためmRNAに逆転写酵素を加えることにより、相補的な一本鎖DNAを作り出すことができた。この人工的に作られたDNAをcDNAとよぶ。

## シーケンス

**【英語表記】** Sequence

**【用語説明】** アミノ酸配列やDNA塩基配列など、構成単位の配列を指す。あるいは、その配列を決定する行為を指す。

DNAの構成成分アデニン (A)・チミン (T)・グアニン (G)・シトシン (C)の4つの塩基配列を決定することをDNAシーケンス、または単にシーケンスという。一方、アミノ酸配列を決定することは、アミノ酸シーケンスといわれる。

## シスジェネシス・イントラジェネシス

**【英語表記】** Cisgenesis / Intragenesis

**【用語説明】** 広義の遺伝子組換え（トランスジェネシス;transgenesis）技術のうち、ある種の生物に、同種又は交雑可能な種由来の核酸を移植することをいう。シスジェネシスは核酸供与体から、プロモーターからターミネーターまでひとつながりの核酸断片を取り出し、断片の構造を改変せずに宿主に導入するものをいう。これに対しイントラジェネシスは構造遺伝子とプロモーター領域の組合せを変更し、導入するものをいう。トランス (trans-) は「向こう側の」、シス (cis-) は「こちら側の」、イントラ (intra-) は「内」を示す接頭辞。

## 次世代シーケンサー

**【英語表記】** Next Generation Sequencer

**【用語説明】** 超高速シーケンサーともいう。従来のサンガー法とは原理的に異なる方法で、大量のDNAの塩基配列を解読する装置。1台の装置で一度に5億から1000億塩基の解読を行なうことができる。DNAポリメラーゼを使って塩基の取り込みを検出する方法や、ポリメラーゼを用いずにオリゴヌクレオチドをハイブリダイズさせて解読する方法を使った装置が販売されている。シーケンサーの開発競争は日進月歩であり、今後も解読能力は飛躍的に増加していくと考えられる。

## シトシン

【英語表記】 Cytosine

【用語説明】 DNAやRNAなどの構成成分である。

DNAはリン酸、糖（D-デオキシリボース）、塩基から成るヌクレオチドがいくつもつながり形作られる。その塩基の成分にはアデニン(A)・チミン(T)・グアニン(G)・シトシン(C)の4種類が存在するが、シトシン(C)はそのうちの1つである。

DNAの二重らせんのなかではグアニン(G)と結合し、遺伝子設計図の化学物質の1つを担っている。

## ショットガン法

【英語表記】 Shotgun Cloning

【用語説明】 すべての生物を構成している細胞のDNAに書き込まれた遺伝情報を解読する方法の一つ。

すべてのDNAを制限酵素（DNAを切断する酵素）で適当な断片に切断するという手法から「ショットガン」と名付けられた。

この方法には、全ゲノムショットガン方式と階層化ショットガン方式の二通りある。

全ゲノムショットガン方式では各々のDNA断片のわずかな配列の重なりをコンピュータでつなぎ合わせていくため、解読の精度が低い。

階層化ショットガン方式はDNAを切断する部位を決め、詳細な遺伝子地図を用いるので、高精度に解読できる。最近では、ヒトゲノム解析、イネゲノム解析に階層化ショットガン方式が使われている。

## ジーンターゲティング

【英語表記】 Gene Targeting

【用語説明】 核内の標的とする遺伝子を、細胞外から導入した遺伝子と置き換える技術。生物は遺伝子の塩基配列の相同性（部分的な同一性）を利用して、遺伝子を組換えるシステム（相同組換えシステム）を持っており、これを利用したもの。

## ジーンバンク

【英語表記】 Gene Bank

【用語説明】 動植物などの新品種や新しい食品を開発する場合、基礎となる生物や、その遺伝資源が必要となる。このような技術開発の生物遺伝資源を収集、保存、配布をする業務を総称してジーンバンクという。（農林水産ジーンバンクを参照）

## 植物工場

【英語表記】 Plant Factory

【用語説明】 環境制御や自動化などの技術を利用した植物の効率生産システムである。

温度、光、二酸化炭素、培養液（肥料）などの植物栽培の環境をコンピュータにより制御することで、天候や季節に左右されることなく、衛生的な生産ができる。また、播種や収穫などの自動化により周年生産システムを可能にし、安定生産や無農薬栽培ができるなどのメリットを持つことから、次世代の農業スタイルとして注目されている。

## 食品安全委員会

【英語表記】 Food Safety Commission

【用語説明】 2003年7月1日に、内閣府に設置された、食品の安全性を評価する専門的な機関。

内外の食品安全に関する情報の収集や整理、中立公正な食品健康影響評価（リスク評価）を実施する。リスク管理機関（厚生労働省、農林水産省など）への勧告と実施状況を監視し、食品安全に関するリスクコミュニケーションの実施と緊急時の危機管理体制の整備を行う。また、関係省庁が食品の安全性の確保に関する施策を策定・変更する際には、食品安全委員会の意見を聴かなければならないことになっている。

食品安全委員会のメンバーは、(1) 毒性学、(2) 微生物学、(3) 有機化学（化学物質）、(4) 公衆衛生学、(5) 食品の生産・流通システム、(6) 消費者意識、消費行動、(7) 情報交流などの各専門家7名で構成されている。

## 真核細胞

【英語表記】 Eukaryote

【用語説明】 細胞の一種。細胞には原核細胞と真核細胞の2種類がある。

真核細胞は、原核細胞より構造が複雑で、細胞内にミトコンドリアや小胞体、ゴルジ体などの器官がある。また、細胞核（核）と呼ばれる構造を持ち、細胞のそれ以外の部分からは膜（核膜）で区切られている。DNA自体は、原核細胞では単一分子なのに比べ、真核細胞のものは、はるかに大きく、形状も多様である。酵母や動植物は、真核細胞から成り立っている。

## 人工ヌクレアーゼ

【略語・別称】 部位特異的ヌクレアーゼ

【英語表記】 Artificial Nuclease (Site-directed Nuclease)

【用語説明】 特定の塩基配列を認識してDNAを切断するように、人工的に

設計された酵素。ゲノム編集に用いられる。ジンクフィンガーヌクレアーゼ（Zinc-finger Nuclease、ZFN）や、TALENs、CRISPR/Casシステムなどがある。

## す

### スタック品種

【略語・別称】 GMハイブリッド

【英語表記】 Stacked GM Plants

【用語説明】 遺伝子組換え系統を複数掛け合わせた品種をいう。

例えば、害虫抵抗性を付与した遺伝子組換え系統と除草剤耐性を付与した遺伝子組換え系統の両方の性質を併せ持った掛け合わせ品種をいう。

トウモロコシ、ワタ、アルファルファなどで既に実用化されている。

## せ

### 制限酵素

【英語表記】 Restriction Enzyme

【用語説明】 DNA鎖を切断する酵素のこと。

2本鎖DNAの特定の塩基配列を認識して切断するという性質をもつ。切断の場所によって制限酵素の種類も異なってくる。

制限酵素は、DNA鎖を切断する「はさみ」に相当し、再度、別のDNAのところに貼り付ける働きをもつ酵素を利用して、組換えを行っている。また、制限酵素の種類によって切断されるDNAの位置を示すことにより、遺伝子の解析（ヒトゲノム解析、遺伝子診断など）に利用されている。

### 生物学的封じ込め

【英語表記】 Biological Containment

【用語説明】 特殊な培養条件下以外では生存しない宿主と、実験用でない他の生細胞への伝達性がなく、宿主依存性の高いベクターを組み合わせた宿主-ベクター系を用いることにより、組換え体の環境への伝播・拡散を防止すること。または生物学的安全性が極めて高いものと認められた宿主-ベクター系を用いることにより、組換え体の生物学的安全性を保つこと。

生物学的封じ込めのレベルは、自然環境下での生存能力に応じて評価され、B1とB2の2つに分けられる。自然条件下では生存能力が低い宿主と、宿主依存性が高く、他の細胞、微生物に移行しにくいベクターの組合せで、自然条件下での生態学的挙動に基づいて安全性が高いと認められる宿主-ベク



ター系がB1レベルとされている。B2は、B1レベルの条件を満たし、かつ自然条件下での生存能力が特に低い宿主と宿主依存性が特に高いベクターを組み合わせた宿主-ベクター系をB2レベルと定めている。

## 生物農薬

**【英語表記】** Biological Pesticide

**【用語説明】** 病害虫や雑草の防除に利用される微生物や天敵など、生物由来の農薬のこと。

例えば、植物に害虫のアブラムシを食べるテントウムシのような益虫がよく知られている。生物農薬は、環境への負荷が軽減され、安全性が高いが、生産コストの低下など、課題が多く実用化が遅れており、生産量は農薬全体の100分の1以下である。

しかし、生物農薬の開発は進んでおり、中でも微生物農薬は、有効性の面からも研究が活発に行われている。代表的なものは、害虫防除に利用されているBt細菌（生菌）で、この菌を大量培養して、産生した殺虫効果のあるタンパク質を野菜の害虫、メイガなどの防除に使用する。日本では野菜、りんご、茶、街路樹の害虫防除用として販売されている。

## 生分解性プラスチック

**【英語表記】** Biodegradable Plastics

**【用語説明】** 元来は、土中や海水中などの自然環境下に生存する微生物の働きや物理的に、ある一定期間を経ると分解され、最終的に水と二酸化炭素などへと分解されるプラスチックのこと。広義には、一部分解されないが、形を留めないものも含める場合がある。

通常のプラスチック製品と同じように使用でき、自然界に存在する物質に分解されるため、廃棄物処理の問題対策の一つとして分解性プラスチック製品が世界的に脚光を浴びている。

生分解性プラスチックの代表的な原料は、石油資源を用いた化学合成系などや、微生物が体内に蓄積する物質を利用したもの、でんぷんなどの多糖類を使用するものなどがある。生産コストや性能などの問題があり全プラスチック量の約0.1%である。

## セリシン

**【英語表記】** Sericin

**【用語説明】** カイコの絹糸腺で作られる、膠質（ノリ状）の水溶性タンパク質。カイコから吐き出された糸では、フィブロイン（絹糸の本体）の外周をセリシンが取り囲んでいる。セリシンが被覆したままの繭糸（繭から解した糸）

を束ねたものを生糸という。生糸を弱アルカリ性の石鹼水（温水）等で処理すると、セリシンは除去され、絹糸（フィブロインの繊維）が得られます。

セリシンは主に4種類のタンパク質から成り、これらは2つの遺伝子から翻訳される。水溶性タンパク質であるが、いったん吸湿したセリシンは二次構造（ $\beta$ シート）を形成し、水に溶けにくくなる。

従来、セリシンは廃水（不要物）として捨てられていたが、生糸を製造する製糸工場、セリシン混じりのお湯に手を浸す女工の手肌はキレイだと長年噂されてきた。最近の研究により、セリシンは人体にとって有用な機能を有することが解明されつつある。遺伝子組換えにより有用タンパク質をセリシンとともに発現させれば、その有用タンパク質を水溶媒により、簡単に分離抽出できる。

## 染色体

**【英語表記】** Chromosome

**【用語説明】** 生物の体をつくりあげている細胞の核の内部にあり、遺伝情報の保存と発現を支配している。

染色体は、DNAとタンパク質が集まった棒状の構造体で、アルカリ性塩基の色素によく染まることから「染色体」と名付けられた。生物の体内で一定の周期で起こる細胞分裂の際に染色体が観察でき、そのとき以外は染色質（染色糸）とよばれる形がよくわからない構造をしている。

染色体の数や形は生物の種類によって決まっている。たとえば人間では人種にかかわらず46本で、チンパンジーは48本、犬は78本、アメリカザリガニは200本である。このように生物が下等であるか高等であるかは染色体の数とは関係ないようである。

また、動物や雄雌異株の植物には常染色体の他に性別を決定している性染色体が存在する。

## 全ゲノムショットガン法

**【略語・別称】** ホールゲノム・ショットガン法

**【英語表記】** Whole-genome Shotgun Sequencing,  
Whole Genome Shotgun Sequencing

**【用語説明】** ゲノムの長鎖DNAの塩基配列決定法の中で、ホールゲノム・ショットガン法ともいわれる。

すべてのDNAを制限酵素（DNAを切断する酵素）で適当な断片に切断する。各々のDNA断片の両端の塩基配列を読んで、わずかな配列の重なりをコンピュータでつなぎ合わせていく。解読の精度の点では、階層化ショットガン法に比べ劣っているが、短時間でのゲノム解読を可能にする方法である。

## そ

**相同組換え**

【英語表記】 Homologous Recombination

【用語説明】 塩基配列がよく似た（相同な）2つのDNAの間で、その一部の塩基配列が交換されること。DNAが切断された際に、その切断部位に相同なDNAがあると、切断部をまたぐように相同組換えが起きて切断が修復される。その相同なDNAの一部の塩基を人為的に変えておくと、任意の変異を導入することができ、ゲノム編集の一種として利用される。

## た

**第1世代遺伝子組換え作物**

【英語表記】 First-generation GM Crops

【用語説明】 病害虫抵抗性、除草剤耐性などの遺伝子組換え作物のこと。

とくに農業生産者の栽培簡略化や生産のコストダウンが目的として、開発された組換え作物を指す。

**第2世代遺伝子組換え作物**

【英語表記】 Second-generation GM Crops

【用語説明】 健康維持・増進などの目的で作られた機能性の遺伝子組換え作物（栄養改善やワクチン効果のある作物）のこと。

**タンパク質**

【英語表記】 Protein

【用語説明】 生物の体を構成している主な成分であり、細胞の主成分でもある。また、生きていく上で非常に重要な機能を果たすのがタンパク質である。

例えば、人間であれば筋肉や内臓などの構成成分であり、皮膚の色やお酒に強いが弱いかなどの性質を決めているのもタンパク質である。さらにホルモン、酵素、コラーゲン、ケラチンなど生物活動を担うタンパク質は10万種類以上もある。このように個々の組織や機能ごとに共通して必要なタンパク質もあれば、異なった種類のタンパク質もある。これは、タンパク質の種類によって働き方が違うからである。

タンパク質はアミノ酸という物質が長く鎖のようにつながったものであるが、このアミノ酸の並び方でタンパク質の種類が違ってくる。そのため、生命活動の必要性に応じて、どのようなタンパク質を作ればよいのかは、細胞の中にあるこのアミノ酸の並び方を決めている遺伝子が命令を出している。

## タンパク質合成

**【英語表記】** Protein Synthesis

**【用語説明】** 生物の体を形成しているタンパク質は細胞核内のDNAの一部である遺伝子の情報をもとに作られている。遺伝子情報は、タンパク質を形成しているアミノ酸の配列情報のもととなる。タンパク質は細胞核の外で合成され、タンパク質の合成には転写と翻訳の2つの過程が必要になる。この過程をタンパク質合成という。

まず、遺伝子の情報が、細胞核内でコピーされ、mRNAという分子になる過程を転写といい、このmRNAが細胞核外の細胞質へ移動する。次に転写により写し取ったmRNAの遺伝情報（アミノ酸の配列情報）をもとに、リボソームという細胞小器官でアミノ酸が結合され、タンパク質が合成される。この過程を翻訳という。このようにしてDNA上にある遺伝子の塩基配列からタンパク質が作られる。

## ち

### チミン

**【英語表記】** Thymine

**【用語説明】** DNAはリン酸、糖（D-デオキシリボース）、塩基から成るヌクレオチドがいくつもつながり形作られる。その塩基の成分にはアデニン（A）・チミン（T）・グアニン（G）・シトシン（C）の4種類が存在するが、チミンはそのうちの1つである。

DNAの二重らせんのなかではアデニン（A）と結合し、遺伝子設計図の化学物質の1つを担っている。また、DNAの遺伝情報がRNAに転写される際に、チミンの部位は、ウラシル（U）という塩基に置き換わる。

## て

### DNAシーケンス

**【英語表記】** DNA Sequence, Deoxyribonucleic Acid Sequence

**【用語説明】** DNAの塩基配列そのもののこと。動詞としては、DNAの塩基配列を決定する行為を指す。また、DNAの構成成分アデニン（A）・チミン（T）・グアニン（G）・シトシン（C）の4つの塩基配列を決定することを単に、シーケンスともいう。

最近では、塩基配列を自動的に決定する機械、DNAシーケンサーが使われ、ゲノム解析で威力を発揮している。

## DNA複製

**【英語表記】** DNA Replication, Deoxyribonucleic Acid Replication

**【用語説明】** 遺伝子本体である二本鎖DNA（親DNA）とまったく同じ二本鎖DNA（娘DNA）を2つ作ること。

真核生物では絶えず細胞分裂が行われ、新しい細胞と古い細胞が入れ替わっている。

DNA複製の起こる時期は、この細胞が分裂する分裂期と次の分裂までの間で、DNA複製により細胞の内容が変化しないよう保たれている。

DNA複製の際にはDNA（親DNA）を構成する二本の鎖の一部がほどけ、各々の一本鎖に新しく合成されたDNA鎖が結合し、DNA二本鎖（娘DNA）が完成する。DNAの二本鎖の間は、塩基と塩基が頭をつきあわせてアデニン（A）とチミン（T）、グアニン（G）とシトシン（C）というように決まった組になっているので、複製後の2本のDNAは親DNAと同じ塩基配列をもち、半保存的に複製される。

## DNAマーカー

**【英語表記】** DNA Marker, Deoxyribonucleic Acid Marker

**【用語説明】** 生物がもつDNAの塩基配列上の特定の位置に存在する個体の違いを表す目印（マーカー）のこと。

DNAはアデニン（A）・チミン（T）・グアニン（G）・シトシン（C）の4つの塩基が連なってできているが、この塩基の並びの目印となる特定の塩基配列をDNAマーカーという。

染色体の中にある遺伝子の位置を決定するときや、植物の品種識別など（イネ、イチゴなど）の、あらゆる分野にDNAマーカーが利用できる。また、DNAマーカーを用いて、ゲノム全体の地図を作成することも可能である。

## DNAメチル化

**【英語表記】** DNA Methylation

**【用語説明】** DNAの一部の塩基にメチル基を付加するDNA修飾の一種。ただし、塩基配列そのものは変化しない。メチル化された塩基が多い遺伝子はmRNAへの転写が抑制されることが多くの生物で知られている。塩基配列が同じままで遺伝子の働き方が変化が遺伝するエピジェネティクスの一環として、メチル化された塩基の情報が複数世代に伝達する例もある。新しい育種技術の一種としても利用される。

## デオキシリボ核酸

【略語・別称】 DNA

【英語表記】 Deoxyribonucleic Acid

【用語説明】 DNAのこと。

その生物がもつ遺伝情報を規定する化学物質で、DNAは2本の鎖が逆方向に合わさってできた二重らせん構造をとっている。

DNAとヒストンタンパク質などが巻きついて太くなった構造を染色体という。

DNAの単位はヌクレオチドと呼ばれ、塩基、糖（D-デオキシリボース）、リン酸できている。塩基には、アデニン（A）・チミン（T）・グアニン（G）・シトシン（C）の4種類があり、この4種類の並び方で、遺伝情報を規定している。

## 転移RNA

【略語・別称】 tRNA・運搬RNA

【英語表記】 transfer RNA, Transfer Ribonucleic Acid

【用語説明】 一般に略称でtRNAと呼ばれている。遺伝情報からタンパク質が合成されるときに、アミノ酸をリボソームに運ぶ役割をもつ。

DNAの情報をもつmRNAの遺伝暗号（1つのアミノ酸を指定する3つの塩基組の配列=コドン）に従い、tRNAがアミノ酸を1つずつ運んでくる。このようにして運ばれたアミノ酸がいくつも結合し、タンパク質が作られる。

## 転移因子

【略語・別称】 トランスポゾン

【英語表記】 Transposable Element (Transposon)

【用語説明】 ゲノム上を動く（転移する）ことのできる塩基配列のこと。

ゲノムから切り出されてゲノム上の他の場所に挿入されるタイプと、ゲノム上に残ったままコピーがゲノム上の他の場所に挿入されるタイプがある。元来は前者をトランスポゾンと呼ぶが、両方含めてトランスポゾンと呼ぶ場合もある。

## 電気穿孔法

【略語・別称】 エレクトロポレーション法

【英語表記】 Electroporation

【用語説明】 エレクトロポレーション法ともいわれ、電気の刺激を利用して有用遺伝子を目的の植物細胞に直接入れる方法。

手順としては、目的の植物細胞の外側を囲む細胞壁を酵素で溶かし、細胞壁を取り除いた細胞（プロトプラスト）にする。このプロトプラストと有用

遺伝子を溶液に入れて、直流の電気パルス（数1,000ボルト/cmの高電圧で数10 $\mu$ 秒のパルス）をかけるとプロトプラストの細胞膜に短時間、小さな穴があき外液といっしょに遺伝子が導入される。このようにして有用遺伝子が、目的の植物のDNAに取り込まれ、組換え植物が完成する。

また、交流電流をかけることにより細胞融合にも利用されている。

## と

### 特定網室

【英語表記】 Special Screened Greenhouse

【用語説明】 カルタヘナ法における第二種使用等を行うときの実験室（温室）の一つ。

主に遺伝子組換え植物を屋外で栽培実験する前に、生育状況や環境影響などを評価するための研究施設として用いられる。特定網室は、以下の要件を満たすこととしている。

- (1) 外部からの昆虫の進入を最小限にとどめるため、外気に解放された部分に網その他の設備が設けられていること。
- (2) 屋外から網室に直接出入りすることができる場合には、出入口に前室が設けられていること。
- (3) 網室からの排水中に遺伝子組換え生物等が含まれる場合には、当該排水を回収できる設備等を設置、又は床等が当該排水を回収できる構造。

このほか遺伝子組換え生物などの付着・感染防止のための手洗いなど、遺伝子組換え生物などの拡散奉仕措置などに伴う取扱い方法などについて遵守事項がある。

### 突然変異育種

【英語表記】 Mutation Breeding

【用語説明】 遺伝資源の中に育種目標に適合する素材がない場合に人為的に突然変異を誘発して遺伝変異を拡大し、品種改良に利用する方法。変異の誘発方法としては、ガンマ線や粒子線ビーム等を用いた放射線照射、DNAの複製ミスを誘発させる化学物質を用いた化学変異原処理、培養することにより変異が誘発されることを利用した組織培養などが用いられる。

な

## ナチュラルオカレンス・セルフクローニング

【英語表記】 Natural Occurrence / Self-cloning

【用語説明】 ナチュラルオカレンスとは、交雑などの自然現象や従来育種法で作り出されうるものを、遺伝子組換え技術を用いて作り出したもの。例えば、ある品種の一つの遺伝子だけを別の品種の対立遺伝子に置き換えたい場合、理論上、時間をかければ戻し交雑でも可能であるが、相同組換えの手法を用いて同じものを短時間に作成することが可能となり、できあがったものの核酸の配列は同一で区別することはできない。

セルフクローニングは同一種由来の核酸を移植することで、シスジェネシスやイントラジェネシスと同様である。

ナチュラルオカレンスやセルフクローニングはカルタヘナ議定書やカルタヘナ法上の条文上では規制対象外とされているが、具体的にどのようなものを規制対象とし、あるいは規制対象外とするのか、現在議論が始まったところである。

ぬ

## ヌル分離個体

【英語表記】 Null-segregant

【用語説明】 遺伝子組換え個体同士または遺伝子組換え個体と非遺伝子組換え個体を交配して得られた後代の個体の中で、導入した外来遺伝子を持たないものこと。ヌル (null) は「無」を意味する。新しい育種技術の1つとして、ヌル分離個体の利用が考えられている。

の

## 農林水産ジーンバンク

【英語表記】 MAFF Gene Bank

【用語説明】 農林水産分野に関わる生物全般（種子、微生物など）の遺伝資源について収集・保存などを行い、内外の研究者に提供する事業。

従来、個々の研究機関で行われていた遺伝資源研究事業は、1985年に、全国的なネットワークを有する「農林水産省ジーンバンク事業」となった。1986年には、農業生物資源研究所内に遺伝資源センターを設立し、1993年より植物・微生物・動物・DNAのセンターとした。

ジーンバンク事業は各部門のセンターバンクと多数の試験研究機関にある



サブバンクとの連携で運営されており、2001年に独立行政法人農業生物資源研究所が母体となり、植物・動物・微生物の3部門が設けられ、現在（2017）は、農研機構が運営している。

バイオテクノロジーによる品種改良を効率的に行うため、国の内外から遺伝資源を探索・収集し、分類・同定を行うとともに特性評価、品質評価を実施し、これらを増殖・保存している。このようにして保存されている遺伝資源は、大学や民間企業の研究者に広く提供し活用されている。

## は

### 胚移植

【英語表記】 Embryo Transfer

【用語説明】 着床前の胚を、他の雌の生殖器に移植して妊娠および分娩させる技術。

### バイオテクノロジー

【略語・別称】 生物工学・生命工学

【英語表記】 Biotechnology

【用語説明】 バイオテクノロジーとは「バイオロジー（生物学）」と「テクノロジー（科学技術）」を合成した言葉で、日本語では「生物工学」または「生命工学」などと訳される。

言葉自体は1980年頃から使われた新しいものである。しかし、昔から作られている、ビール、ワイン、酒、納豆、味噌、パン、チーズなどの発酵食品、農作物の育種などの品種改良もバイオテクノロジーといえる。20世紀には、発酵技術を応用してクエン酸やアミノ酸、抗生物質なども生産されるようになった。これらは「オールドバイオ」と呼ばれる。

1970年代以降になり、遺伝子組換え技術、細胞融合、組織・細胞培養などの実用化技術が急速に発展した。これらは「ニューバイオテクノロジー」と呼ばれ、最近では、遺伝子治療、クローン技術など、様々な分野での応用が進んでいる。

### バイオマス

【英語表記】 Biomass

【用語説明】 一般的には植物の光合成によって作り出される再生可能な生物由来の有機性資源のこと。化石資源を除いたものを指す。

バイオマスには生ゴミや家畜排泄物などの「廃棄系バイオマス」、もみ殻や稲わらなどの「未使用バイオマス」、トウモロコシなどの「資源作物」に

分類される。

バイオマスは、エネルギー、プラスチックなどの製品、農作物を作る肥料など、様々な形で利用することができる。また、二酸化炭素を増やさないなど環境へのメリットが大きい。しかし、バイオマスを集めるのに手間がかかるため、十分に利用されていない。

## バイオ燃料

【略語・別称】 BDF、バイオディーゼルオイル

【英語表記】 Biodiesel Fuel

【用語説明】 主に植物をエネルギー原料として作られるアルコール系燃料を指す。具体的には木材やでんぷんなどからエタノールやメタノール、食用として用いられる植物油（ナタネ油など）からメチルエステルなどを作り、これを自動車用燃料として利用することが多い。これらは、そのままエンジンで燃やしたり、化石燃料系のガソリンや軽油と混ぜて利用されることもある。

バイオディーゼルオイル、BDFともいう。

この燃料は、自動車用燃料として利用した場合、地球温暖化の原因とされる化石燃料由来の二酸化炭素の排出がない。また、硫黄酸化物排出がないほか、一酸化炭素・炭化水素（すすや黒煙）が少ないなどの特徴がある。

## 培養細胞

【英語表記】 Cultured Cell

【用語説明】 多細胞生物から分離し、生体外で維持・増殖されている細胞。

## パーティクルガン法

【略語・別称】 遺伝子銃法

【英語表記】 Particle Gun, Gene Gun

【用語説明】 遺伝子銃ともいう。遺伝子組換え技術の一つで、導入したい有用遺伝子を直接細胞に入れる方法。

手順としては、目的の遺伝子を金などの微粒子にまぶし、ガスなどの圧力で葉などの植物組織、細胞に打ち込むことによって遺伝子を細胞に導入する。このようにして、有用遺伝子が目的の植物のDNAに取り込まれ、組換え植物が完成する。

## 発現ベクター

【英語表記】 Expression Vector

【用語説明】 導入しようとする遺伝子が組み込まれたベクター（目的とする遺伝子を宿主に運搬するDNAのこと、DNAの運び屋）のこと。

細胞内で特定の外来遺伝子を発現させようとする場合に用いられるベクターであり、発現ベクターは、発現させようとするタンパク質の塩基配列のほか、転写の開始を指令する塩基配列や転写の終了を指令する塩基配列などの遺伝情報を含んでいる。

遺伝子組換え技術では、発現ベクターを用いて目的とする遺伝子の形質発現を行わせることに利用する。

## ひ

### Btトウモロコシ

【英語表記】 Bt Corn

【用語説明】 昆虫病原菌の一種、バチルスチューリンゲンシス (*Bacillus thuringiensis*, Bt) の遺伝子を導入して害虫抵抗性を持たせた遺伝子組換えトウモロコシのこと。

茎の内部に入り込んでトウモロコシを食害する「アワノメイガ」等の害虫の駆除はとても困難で、農家などの生産者に大きな被害をもたらしていた。その対策として、遺伝子組換え技術により、Btタンパク質を作る性質を持ったBtトウモロコシが開発された。

Btトウモロコシを「アワノメイガ」などの特定の昆虫が食べると、Btタンパク質により餓死する。これは虫の消化液がアルカリ性のためにBtタンパク質が活性化され、これらの昆虫の腸管にある受容体に結合して、栄養素を吸収できなくするためである。これらの昆虫と違って消化液が酸性である人間や他のほ乳類は、Btタンパク質を他のタンパク質と同じようにアミノ酸にまで分解し、また、受容体を持っていないので、食べてもまったく害がない。消化器官の違いを上手に利用した遺伝子組換え技術により、使用する農薬（殺虫剤）の量は削減され、収穫量を増やすことができる。

### Bt細菌

【略語・別称】 Bt・バチルスチューリンゲンシス

【英語表記】 *Bacillus thuringiensis*

【用語説明】 バチルスチューリンゲンシスともいい、略称してBtともよばれる。土壌中に生活している昆虫病原菌の一種で、自然界に広く分布している。

Btには様々な系統があり、その系統ごとに異なった種類の害虫（昆虫）に対し殺虫効果のあるタンパク質が含まれ、葉とともに虫が食べることで殺虫効果を発揮するため、微生物農薬として用いられる。このBt遺伝子を農作物に組み込むことで農作物を害虫から守り、農薬（殺虫剤）の使用量を

が削減され、収穫量を増やすことができる。また、穀物を汚染することで問題になっている毒性のカビ菌を大幅に減少させるという利点がある。

Btの遺伝子は $\delta$ （デルタ）エンドトキシンという特定の殺虫タンパク質を生み出す性質がある。この殺虫タンパク質は特異（選択）性が高く、ほ乳類や鳥類などの脊椎動物には無害である。これを利用した作物としてトウモロコシ、ナタネ、ジャガイモ、ワタなどが実用化されている。

## ピギーバック

【英語表記】 *PiggyBac*

【用語説明】 転移因子の一種。イラクサギンウワバという蛾の培養細胞のゲノムから見つかった。自身の両端を切断することによりゲノムから切り出してゲノム上の他の場所に挿入する転移酵素の遺伝子を持つ。主に昆虫を始めとする動物へ遺伝子を導入するためのベクターとして用いられている。

## PCR

【略語・別称】 ポリメラーゼ連鎖反応・複製連鎖反応

【英語表記】 Polymerase Chain Reaction

【用語説明】 ポリメラーゼ連鎖反応、複製連鎖反応ともいわれる。

DNAの特定部位をはさむ2種類のDNA断片（プライマー）とDNAを合成する酵素（DNAポリメラーゼ）によるDNA鎖の合成反応。この反応の繰り返しにより、DNA特定部位を数十万倍程度まで増幅させることができる。

また、DNA合成のプロセスには、時間が数分しかかからないことから、このPCR法の利用が急速に広まった。PCR法は遺伝子配列の決定や遺伝子の定量など、遺伝子研究の基本技術として確立されている。

## ふ

## ファイトレメディエーション

【英語表記】 Phytoremediation

【用語説明】 ファイトレメディエーションは、バイオレメディエーション（生物による環境修復）の一つで、ファイト（植物）レメディエーション（修復）を意味し、植物などによって土壌中の汚染物質（重金属、有機塩素系化合物、芳香族有機化合物など）を除去したり、分解することによって土壌汚染を浄化するプロセスをいう。

## ファミリアリティー

【英語表記】 Familiarity

【用語説明】 遺伝子組換え生物について、安全性とリスクを判断するための安全性評価概念で、用いる作物や栽培される環境などについてこれまで蓄積された知識と経験を指す。経済協力開発機構（OECD）により、遺伝子組換え生物の大規模野外試験に関する指針の議論の中で作られた。

農作物の栽培や育種の経験や知見を環境に対する安全性に活かそうという考え方。例えば米国ではジャガイモやトウモロコシ、日本ではイネや大豆のように、非遺伝子組換え作物の長年の栽培経験に基づき、環境や人に対する特性について把握することは容易であるので、ファミリアリティーは高いといえる。一方、これまで利用経験の少ない新しい種類の遺伝子組換え体については、そのリスクについて慎重に判断していく必要があると考えられ、ファミリアリティーは低いと評価される。

## フィブロイン

【英語表記】 Fibroin

【用語説明】 カイコの絹糸腺で作られる、絹糸の素になるタンパク質。繭（サナギを除く）の75%がフィブロインであり、繊維構造を形成する。フィブロインは、分子量35万のフィブロインH鎖、分子量3万のフィブロインL鎖、及び分子量2.5万のP25、以上3種類のタンパク質からできている。アミノ酸組成に関しては、グリシン、アラニン、セリン、チロシンが多く含まれ、この4つが全アミノ酸の90%を占める。

フィブロインは生体、特に細胞に馴染みやすく、細胞が再生しやすいという特性を有するので、医療用素材としての研究開発が進められています。

## フェロモン

【英語表記】 Pheromone

【用語説明】 動物の体内で生成され、体外に分泌されて同種他個体に作用し、特定の行動や生理的変化を引き起こす物質の総称。昆虫類を中心に多くの種で存在が確認されている。

フェロモンの効果には、行動の触発に直接関与するリリーサー効果と、生理的変化を起こすことによって間接的に行動に影響するプライマー効果があり、昆虫の雌が放出し雄を誘引する性フェロモンや、同種の他個体を誘引する集合フェロモンの作用は前者であり、階級分化フェロモンは後者である。

昆虫においてリリーサー効果を起こすフェロモンは、一般に鎖状または環状の炭化水素を基本とした比較的簡単な構造の有機化合物で、蒸発拡散しやすく、種特異性が高く、他個体の嗅受容器内の受容体タンパク質に結合する

ことで効果を表す。しかも、ごく微量で作用する。

## プライマー

【英語表記】 Primer

【用語説明】 DNAを酵素的に合成する際に使われる20~30塩基対の短いDNA断片。プリンまたはピリミジン塩基、糖、リン酸からなる化合物で、DNA、RNAの基本単位であるヌクレオチドの複製開始点となる相補的ヌクレオチド断片。主にPCR法でDNAを増やすときに使われ、増やしたい部分の両端に結合する塩基配列を持つ。

## プラスミド

【英語表記】 Plasmid

【用語説明】 制限酵素の遺伝子や抗生物質を破壊する酵素の遺伝子を含むリング状のDNAのこと。

大腸菌のような細菌の中で染色体とは別に存在する環状二本鎖DNAで、細胞分裂や染色体DNAの合成とは無関係に増殖できる。

組換えDNA実験において、プラスミドに他のDNA断片を組み込ませ、プラスミドの自立的増殖能を利用したベクター（目的とする遺伝子である異種DNAを宿主に運搬するDNA、DNAの運び屋）として用いられる。

## プロテオーム

【英語表記】 Proteome

【用語説明】 protein（タンパク質）とGenome（ゲノム）を合成した造語で「タンパク質（Protein）の集団（Ome）」を意味する。具体的には、特定の細胞が特定の条件下に置かれたときに、その細胞内で発現している（発現する可能性をもつ）全タンパク質のことを指す。

プロテオームの研究では、種々の生物において生育時期などに特異的に発現しているプロテオームを比較・解析することにより、生命現象を総合的に理解する上で重要であると考えられている。

## プロモーター

【英語表記】 Promoter

【用語説明】 mRNA合成（DNAからRNAを合成する段階;転写）の開始に関与するDNA上の特定領域の短い塩基配列。

ここにRNAポリメラーゼ（RNAを合成する酵素）が結合し、転写が開始される。

## へ

## ベクター

【英語表記】 Vector

【用語説明】 目的とする遺伝子を宿主に導入し、発現させるための運搬体DNAのこと。

宿主内に遺伝子を組み込むための「運び屋」で、ある生物から取り出した遺伝子を他の目的生物に移植する際に遺伝子を運ぶ役割をする。

## ま

## マイクロアレイ

【英語表記】 Microarray

【用語説明】 様々な配列をもつ微量のDNAをスライドガラスやシリコン、ナイロン膜などの基板上に整列してのせ、固定化したものの総称。

サンプルの細胞と対象の組織細胞から別々にmRNAを抽出して、このRNAを別々の蛍光色素で標識し、cDNA (mRNAと相補的な塩基配列を持つDNA) を合成する。これらの標識化されたcDNAを混合してスライドガラス上にスポットして、固定化された遺伝子と結合させる操作 (ハイブリダイゼーション) を用いて、遺伝子の発現量の比を検出する。DNAやRNAの遺伝子配列や発現量を解析することができ、生物が持つ遺伝子の、わずかな違いを調べることができる。

## マイクロマニピュレーター

【英語表記】 Micromanipulator

【用語説明】 微生物、動植物細胞などに直接接して処置を行う装置。この装置を用いて、例えば微細なガラス管などで核を取り出したり、移植したりする操作を顕微鏡下にて行う。

## マイコトキシン

【略語・別称】 かび毒

【英語表記】 Mycotoxin

【用語説明】 一部のかびが穀類などの農産物や食品等に付着・増殖して産生する有害な化学物質 (天然毒素) で「かび毒」ともいう。一般に、かび毒は耐熱性があることから、加工・調理の段階で多くの低減が望めないため、農作物の生産、乾燥、貯蔵などの段階で、かびの増殖やかび毒の産生を防止することが重要である。湿潤かつ温暖なわが国では、かびの生育に適してい

ることから、気象条件や農作物の不適切な生産・取扱いの方法によってはかび毒を産生する可能性がある。かび毒の例としては、アフラトキシン類、パツリン、デオキシニバレノール、オクラトキシンAなどがある。

## マーカー利用選抜

【略語・別称】 MAS

【英語表記】 Marker Assisted Selection, Marker Aided Selection, MAS

【用語説明】 交配親がもつ優良形質に関与する遺伝子を持つ個体を選抜するために、目的とする遺伝子と密接に連鎖するDNAマーカーを指標として選抜する方法。多くの形質は栽培条件などによって影響されるが、DNAマーカーは栽培環境などに影響されずに検出できる。さらに、複数の形質に関連する適切なDNAマーカーを設定できれば、同時に複数の遺伝子の有無を解析できる。

## 繭

【英語表記】 Cocoon

【用語説明】 主にチョウやガなどの昆虫が蛹（さなぎ）を保護するために作る覆い。

カイコでは、幼虫、蛹、成虫（ガ）という一生の中で、幼虫の終期になると、自らの周りに1200m以上の糸を吐いて繭を作る。繭の中で、5齢幼虫は蛹へと脱皮し、さらに蛹から成虫へと脱皮する。成虫は酵素を分泌して繭の一角に穴を開け、繭の外へ出る。繭を作り始めてから、成虫が出現するまでの日数は概ね15日である。

繭は絹糸の原料として利用される。化学繊維が登場する前、すなわち天然繊維（木綿、麻、羊毛、絹）のみの時代には、光沢と感触で他の繊維を凌駕していた絹糸は貴重な存在だった。繭を絹糸に利用する場合は、養蚕農家は蛹の段階で繭を製糸工場に出荷する。製糸工場では、入荷した繭を熱風乾燥する。これにより、繭の中の蛹を殺すとともに、乾燥させて腐敗を防ぎ、長期の保存に耐えられるようにする。

## み

## ミトコンドリア

【英語表記】 Mitochondria

【用語説明】 真核生物細胞の細胞質内に分布している棒状または粒状の細胞小器官で、二重の生体膜からなる。

酸素とグルコースから二酸化炭素と水を作り、生命活動に必要なエネルギー



ギーを取り出す役目をになう。また、独自のDNAを持ち、細胞質遺伝に関与している。

## ミトコンドリアゲノム

**【英語表記】** Mitochondrial Genome

**【用語説明】** 細胞の中のミトコンドリアが持つゲノム。細胞の核にあるゲノムとは異なり、母親から子供に遺伝する。生物の進化や地域間の違いなどを調べる際の、塩基配列の比較に用いられることが多い。

## め

## メッセンジャー RNA

**【略語・別称】** mRNA・伝令RNA

**【英語表記】** messenger RNA, messenger Ribonucleic Acid

**【用語説明】** mRNA、伝令RNAのこと。mRNAは、DNAのアミノ酸を決める部分、遺伝子の情報（塩基配列）を細胞核内で写し取った一本鎖RNAで、細胞核の外にあるリボソームに運ばれ、リボソーム上でタンパク質へと翻訳される。

mRNAはD-リボースを糖成分、アデニン（A）、グアニン（G）、シトシン（C）、ウラシル（U）の4種類のうち、いずれかを主な塩基成分とするRNAで、この塩基の配列で遺伝情報を写し取る。

ウイルスなどでは、mRNAが遺伝情報の原本になりDNAを作ることがある。

## メンデルの法則

**【英語表記】** Mendel's Laws

**【用語説明】** この法則は、1865年オーストリアの研究者メンデル（G. J. Mendel（1822-1884））が発見した遺伝現象の法則。この法則は、「優性の法則」、「独立の法則」、「分離の法則」の3つからなる。各法則の概要は以下のとおりである。

### (1) 優性の法則

劣性遺伝子が優性遺伝子の影響で発現しないこと。このため、親の形質のうち、優性の形質のみが子に現れるという法則。

### (2) 分離の法則

(1)に従って生まれた第1世代同士を交配させることによって、第1世代では表れなかった劣性の形質が第2世代に現れること。

### (3) 独立の法則

(1)、(2)に従う遺伝子の他にも、形質に関わる遺伝子が存在する場合、遺伝子はそれぞれ独立し、子に受け継がれること。

この法則は、遺伝学の発展とともに、この法則を科学的に証明するなど、現在も、この法則に関する研究が報告されている。

## ゆ

### 雄性不稔

【英語表記】 Male Sterility

【用語説明】 温度などの環境要因や遺伝的要因により、受精可能な花粉（雄性配偶子）をつくることができない現象。子房（雌性配偶子）は正常で、他の個体からの花粉が受粉することにより種子をつくることができる。一代交雑品種（少し遠縁の品種同士を掛け合わせた次の世代は組合せによっては両親より性質が優れている場合がある）の種子を生産する際、除雄（おしべを取り除く作業）が不要であることから利用されることがある。

## よ

### 葉緑体

【英語表記】 Chloroplast

【用語説明】 光合成を行う細胞内の組織で植物細胞に存在する。

光と二酸化炭素と水から有機物と酸素を作る働きを持ち、固有の遺伝子を持つ。多くの植物の葉には、1細胞当たり数十個～百個以上の葉緑体が存在する。

葉緑体は二重の膜に囲まれ、内部はストロマとチラコイドという物質でできている。

植物はチラコイドに含まれるクロロフィルという色素のため、緑色に見える。

## ら

### ラウンドアップ

【英語表記】 Roundup

【用語説明】 除草剤のひとつ。成分はグリホサート・アンモニウム塩。

茎や葉にかけて全体を枯らす茎葉処理型で、除草作用は非選択性と呼ばれ、植物の種類に関係なく効果を発揮する。

人や動物に対する毒性は低く、土壌中では微生物により水と炭酸ガスなど

に分解し残留しないなど、安全性の高い除草剤である。

なお、除草剤には選択性の除草剤と非選択性の除草剤があり、非選択性は一般にアミノ酸合成に関与し、自らアミノ酸合成をしない動物には安全性が高いが、植物をすべて枯らす。非選択性除草剤にはラウンドアップ、リバティー、ピアラホスなどがある。

## リ

### リスク

【英語表記】 Risk

【用語説明】「リスク」とはさまざまな分野で用いられる言葉であり、食品分野におけるリスクとは、食品中にハザード（危害要因）が存在する結果として生じる健康への悪影響が起きる可能性とその程度（健康への悪影響が発生する確率と影響の程度）とされている。

### リスクアセスメント

【略語・別称】 リスク評価

【英語表記】 Risk Assessment

【用語説明】「リスク評価」とはさまざまな分野で用いられる言葉であり、食品分野におけるリスク評価とは、食品中に含まれる危害要因を摂取することによって、どのくらいの確率でどの程度の健康への悪影響が起きるかを科学的に評価することで、次のプロセスに基づく。

- (1) 危害要因の特定
- (2) 危害要因の判定
- (3) 暴露評価
- (4) リスク判定

### リスクアナリシス

【略語・別称】 リスク分析

【英語表記】 Risk Analysis

【用語説明】「リスク分析」はさまざまな分野で用いられる言葉であり、食品のリスク分析とは、食品中に含まれる危害要因を摂取することによって人の健康に悪影響を及ぼす可能性がある場合に、その発生を防止し、またはそのリスクを最小限にするための枠組みをいう。

リスク分析はリスク管理、リスク評価およびリスクコミュニケーションの3つの要素から成る。

## リスクコミュニケーション

【英語表記】 Risk Communication

【用語説明】「リスクコミュニケーション」はさまざまな分野で用いられる言葉であり、食品分野におけるリスクコミュニケーションとは、リスク分析の全過程において、「関係者」の間で情報および意見を相互に交換すること。

## リスクマネジメント

【略語・別称】 リスク管理

【英語表記】 Risk Management

【用語説明】「リスク管理」はさまざまな分野で用いられる言葉であり、食品分野におけるリスク管理とは、リスク評価の結果を踏まえて、すべての関係者と協議しながら、リスク低減のための政策・措置について技術的な実行可能性、費用対効果などを検討し、適切な政策・措置を決定、実施、検討見直しを行うこと。

## リバティール

【英語表記】 Liberty

【用語説明】除草剤の一つで、主成分はグルホシネート・アンモニウム塩（化学名：アンモニウム＝DL-ホモアラニン-4-イル（メチル）ホスフィナート）。

茎や葉にかけて地上部を枯らす接触型であり、植物の種類に関係なく効果を発揮する非選択型である。土壌中で速やかに分解されるので、環境中に蓄積される恐れが少ない。また、ヒトや動物に対する毒性は低く、安全性が高い。

なお、除草剤には選択性の除草剤と非選択性の除草剤があり、非選択性は一般にアミノ酸合成に関与し、自らアミノ酸合成をしない動物には安全性が高いが、植物をすべて枯らす。非選択性除草剤にはラウンドアップ、リバティール、ピアラホスなどがある。

## リボ核酸

【略語・別称】 RNA

【英語表記】 Ribonucleic Acid

【用語説明】 RNAのこと。

RNAはD-リボースを糖成分、アデニン（A）・ウラシル（U）・グアニン（G）・シトシン（C）の4種類を主な塩基成分とする核酸。他にチミン（T）をはじめいろいろな塩基のメチル誘導体を含むものもある。

RNAには、メッセンジャーRNA（mRNA）のほかに、トランスファーRNA（tRNA）、リボソームRNA（rRNA）の3種類あり、これらのすべてがタンパク質生合成において機能している。mRNAはDNAのアミノ酸を決

める部分から塩基情報を写し取り、tRNAは、アミノ酸と結合して、この mRNA の情報に従いアミノ酸をリボソームに運び、リボソーム上でタンパク質を合成する。rRNA は、タンパク質と結合してリボソームを構成しており、タンパク質合成に関与していると考えられる。このように、3種類のリボ核酸は、DNA の遺伝情報をタンパク質に変える役割をもっている。

また、最近、ノンコーディング RNA (非翻訳 RNA) など、RNA の多様な機能が判明しつつある。

## 緑色蛍光タンパク質

**【英語表記】** Green Fluorescent Protein (GFP)

**【用語説明】** オワンクラゲから得られた蛍光タンパク質で、青色などの光を当てると緑色の蛍光を発する。遺伝子組換えの際に、目的とする遺伝子が入ったことを確認するための目印 (マーカー遺伝子) などとして広く利用されている。2008年のノーベル化学賞は、GFP の発見と開発に関して下村脩博士らに贈られた。

編集担当

田部井豊	山崎宗郎
石川達夫	河本夏雄
都島美行	羽賀篤信
若生俊行	四方雅仁
志村幸子	笹川由紀
高辻博志	志村隆二

## 遺伝子組換え農作物・食品ハンドブック

初 版：平成26年 4 月

改訂版：平成28年 2 月

平成28年10月

平成29年 6 月

令和元年 5 月

作成・発行 国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構  
企画戦略本部 新技術対策課  
〒305-8517茨城県つくば市観音台3-1-1

問い合わせ

<http://www.naro.go.jp/inquiry/index.html>

