「ゲノム編集生物と社会について考える」

主　催：　日本学術会議農学委員会・食料科学委員会合同遺伝子組換え作物分科会
共　催：日本学術振興会産学協力研究委員会　地球環境・食糧・資源のための植物バイオ第１６０委員会、並びに植物分子デザイン第１７８委員会、JST 未来共創イノベーション活動支援

開催日時：令和元年７月６日（土）：１３：００～１７：３０
開催場所：　日本学術会議講堂（東京都港区六本木 7-22-34）

目次

開催にあたって
佐藤文彦　（日本学術会議連携会員、京都大学名誉教授）

「ゲノム編集作物育成の現状：研究開発の立場から」
江面　浩（日本学術会議連携会員、筑波大学生命環境系）

「ゲノム編集食品、特に、水産物生産開発の立場から」
木下政人（京都大学農学研究科）

「カルタヘナ法から考えるゲノム編集生物の取り扱いについて」
大澤　良（筑波大学生命環境系・
環境省 中央環境審議会自然環境部会 遺伝子組換え生物等専門委員会委員）

「食の安全におけるゲノム編集生物の取り扱いについて」
中島春紫（明治大学農学部・
厚生労働省 薬事・食品衛生審議会食品衛生分科会 新開発食品調査部会委員）
「ゲノム編集技術応用食品に対する消費者の視点」
松本陽子（大阪いずみ市民生活協同組合）

「社会調査の報告」
立川雅司（日本学術会議連携会員、名古屋大学環境学研究科）

パネルディスカッション「ゲノム編集の社会における受け入れについて」
コーディネーター：石井哲也（日本学術会議連携会員、北海道大学安全衛生本部）
パネリスト：　上記講演者、および種瀬　亮（コープデリ生活協同組合連合会）

閉会の挨拶
大杉　立（日本学術会議会員、東京農業大学客員教授）

参考資料
１　環境省　平成３１年２月８日付環境省自然環境局長通知
https://www.env.go.jp/press/20190208_shiryou1.pdf より引用
２　薬事・食品衛生審議会食品衛生分科会　新開発食品調査部会報告書
ゲノム編集技術を利用して得られた食品等の食品衛生上の取扱いについて
平成 31 年３月 27 日
https://www.mhlw.go.jp/content/11121000/000494464.pdf より引用

開催にあたって

佐藤　文彦（日本学術会議連携会員、京都大学名誉教授）

日本学術会議では、ゲノム編集技術の農作物や畜産水産物への育種利用について、様々な議論を積み重ねてきました*。2012年における第３世代のゲノム編集技術CRISPR-Cas9の登場以来、様々な生物種における遺伝子改変が実証されるとともに、世界的に農業応用が進展しています。わが国でもゲノム編集技術を用いた新たな農作物や畜産水産物の研究開発は急速に進み、近い将来、国内で生産され、また輸入されて、食品として流通・販売されるとみられます。

一方、昨年、「統合イノベーション戦略」において、ゲノム編集技術の利用により得られた農産物や水産物等の食品衛生法上の取扱いについて、平成 30 年度中を目途に明確化することが閣議決定されたことから、環境省においてカルタヘナ法上の取扱い、すなわち、ゲノム編集生物等の生物多様性影響評価並びに取扱の方針が取りまとめられる**とともに、厚生労働省薬事・食品衛生審議会食品衛生分科会新開発食品調査部会 において、同技術によって得られた食品等の取扱い***について、行政的な判断が示されました。

ゲノム編集技術により生み出された生物の取り扱いについて行政方針が定まったものの、ゲノム編集と遺伝子組換えとの技術的違いは、概してわかりにくく、また、また食に対する様々な価値観があることなどから、市民の間では、栽培や食用を不安とする声が多く聞かれるのも事実です。すなわち、ゲノム編集技術で作製された生物の一部については従来の突然変異育種と違いがないとして、利用にあたっては自主的に登録することになっていますが、その対象作物の管理のあり方や、事前に確認すべき内容、あるいは表示の必要の有無等、政府の報告ではまだ不明確な部分が多くあります。従いまして、ゲノム編集を使って開発された生物や食品が市民に理解され、社会に受け入れられるまでには、まだ、大きなギャップがあると考えます。

本日のシンポジウムでは、ゲノム編集という新しい育種技術を社会でどう受け止めるかという課題について、研究開発から、生産、消費、行政まで、幅広いステークホルダーに参集いただき、ゲノム編集の農業応用の我が国における在り方について幅広い議論を行い、今後の参考にできれば幸いと考えます。

＊　http://www.scj.go.jp/ja/member/iinkai/kiroku/2-20170906-1.pdf

＊＊　https://www.env.go.jp/press/106439.html

＊＊＊ https://www.mhlw.go.jp/content/11121000/000494346.pdf

「ゲノム編集作物育成の現状：研究開発の立場から」

江面　浩（日本学術会議連携会員、筑波大学生命環境系）

精密かつ効率的に生物の遺伝子機能を調節・改変できるゲノム編集技術が登場し，様々なライフサイエンス分野での利用が加速している．ゲノム編集技術を用いて，重要育種形質発現に関わる遺伝子を有用変異遺伝子と同じに書き換えることで，品種改良が高速化できることから，この技術に対する関心が高まっており，農作物の品種改良技術として今後利用拡大が予想される．既に米国ではゲノム編集技術を活用し開発した高オレイン酸ダイズから絞った食用油の販売が始まっている．我が国でも，第1期戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)（内閣府：2014-2018）において，ゲノム編集技術を活用した主要農林水産物の改良研究が実施された．さらに，ゲノム編集生物の商業利用のための法整備も進んできており，その社会実装も始まろうとしている．

ゲノム編集技術は，CRISPER/Cas9など様々な手法が開発されてきているが，狙った遺伝子をピンポイントで書き換える（編集）技術（もしくは変異を導入する技術）と定義できる．主要な農作物のモデル品種・系統のゲノム解読研究，それに続く多様な品種・系統の比較ゲノム研究，さらには従来から進められてきた重要育種形質発現の分子機能解明の研究から，自然に誘発された自然突然変異が永い栽培・品種改良の歴史の中で固定・蓄積され，現在の農作物が出来上がってきたことが明らかになってきている．そこで，近代作物に残されてきた有用遺伝子変異を育種親に直接再現できれば，効率的な品種改良が可能になると期待される．ゲノム編集技術を用いて、重要育種形質発現に関わる遺伝子を有用変異遺伝子と同じに書き換えることで，品種改良が高速化できることから，この技術に対する関心が高まっている．ゲノム編集技術は，迅速育種技術として期待されるため，消費者の嗜好性が強く，一つの作物で多数品種が必要で，品種変遷が早い野菜や花，栄養繁殖性作物などのワンポイント改良には特に相性の良い育種技術である．

本講演では，SIPで実施された作物を中心に我が国のゲノム編集作物育成の現状について紹介するとともに，トマトを事例にゲノム編集作物が消費者に届くまでの課題，具体的には，１）ゲノム編集作物の取り扱いルールの明確化，２）国民理解の促進，３）知財の活用方法などについても議論したい．

「ゲノム編集食品、特に、水産物生産開発の立場から」

木下政人（京都大学大学院農学研究科）

これまでにマダイやマグロなどの完全養殖の成功に見られるように、日本は世界に誇る高い養殖技術を有しています。しかしながら、これまでは「とる」漁業が中心で「育種／品種作り」が進んでいないのが現状です。一方、世界中での健康食志向の高まり、途上国の生活水準の向上に伴う食生活の変化などから低脂肪で良質なタンパク質を含む「魚食」が注目されています。また、乱獲を防止し天然資源を保護する気運も高まっています。このような背景から、世界中で淡水魚および海水魚の養殖量が伸び続けており、世界漁業・養殖業白書２０１６年*によると、２０２１年には養殖業全体の生産量は漁業の生産量を上回ると予想されており、その後も養殖量が増加していくと予測されています。このような状況下、消費者・生産者の要求を満たす、あるいは日本の養殖業を世界に対峙できるように成長させるためには、様々な特徴を有する「品種」が今後求められることは間違いありません。しかしながら従来の選抜育種方法では、魚の優良品種を確立するには長い期間を必要とし、「どのような」魚（品種）ができるかは不透明です。近年急速に発展してきたゲノム編集技術は、この状況を打開する強力なツールとなります。特に、外来遺伝子を導入しないSDN-1タイプの編集であれば、その産物は選抜育種法の産物と同等であると考えられ、一般社会に十分に受け入れられる可能性があります。
本発表では、これまでに私たちがゲノム編集技術を活用して作出してきた、筋肉量が増加したマダイ系統やトラフグ系統の特徴を紹介するとともに、本技術を養殖魚に活用する際の問題点や工夫した点をお話しいたします。加えて、本技術の活用による養殖業や地域の活性化について私見を述べたいと考えます。

＊ http://www.fao.org/3/a-i5555e.pdf, ISBN 978-92-5-109185-2

「カルタヘナ法から考えるゲノム編集生物の取り扱いについて」

大澤　良（筑波大学生命環境系）

ゲノム編集技術による農作物利用に関する規制上の取扱については、今まさに各国で議論されているところであり、その取扱に対する各国の規制上のスタンスは様々である。議論の根底にはゲノム編集により育成された作物が、通常の育種で育成可能か、あるいは遺伝子組み換え作物と同等か否かという判断がある。その基盤となるのがカルタヘナ議定書である。日本は、カルタヘナ議定書締約国であり、カルタヘナ議定書を適切に運用するための法律として、カルタヘナ法を定めている。この法律のもとで、遺伝子組換え作物の日本での使用については、遺伝子組換え生物の生物多様性への影響を防止してきた。ゲノム編集技術の利用により、「カルタヘナ法」に規定される「遺伝子組換え生物等」に該当しない生物が作出される可能性があることから、日本では、過去４年に渡って、これらの生物の規制上の取り扱いに関する議論が日本学術会議などで議論されてきた。2018年に中央環境審議会自然環境部会遺伝子組換え等専門委員会」の下に「カルタヘナ法におけるゲノム編集技術等検討会」が設置され、ゲノム編集技術の取り扱いが議論された。その結果、カルタヘナ法における遺伝子組換え生物等の定義とゲノム編集技術の方法を踏まえ、得られた生物に細胞外で加工した核酸が含まれない場合はカルタヘナ法による規制の対象外であるとし、ゲノム編集技術において従来品種との戻し交配等によって、組み込まれた遺伝子を除去した場合も同等とした。一方、ゲノム編集技術によって得られた生物に細胞外で加工した核酸が含まれる場合は、遺伝子組換え生物等に該当するとした。

本整理は該当生物が遺伝子組換え生物としてカルタヘナ法の対象となるかを明確にしたものであるが、カルタヘナ法の規制対象外とされた生物は、生物多様性への影響に係る知見の蓄積と状況の把握を図る観点から、知見収集と作出経緯等を把握できる状況にしておくことが必要と考え、使用に先立ち、その生物の特徴及び生物多様性影響が生じる可能性の考察結果等について、担当官庁に情報提供するものとした。

本講演では、ゲノム編集技術により育成された作物や家畜等の取り扱いに関して報告するが、関係各位の意見を交換する場になれば幸いである。

「食の安全におけるゲノム編集生物の取扱いについて」

中島 春紫（明治大学農学部）

遺伝子組換え技術の応用により特定の形質を付与した遺伝子組換え生物は、研究目的のみならず農業・医療・工業の各分野で利用されている。日本では、カルタヘナ法と通称される遺伝子組換え生物の規制法（2004年施行）により遺伝子組換え生物の取扱いが定められている。

カルタヘナ法では、他種の生物に由来する外来遺伝子を含む生物が遺伝子組換え生物と定義されている。研究開発段階の第二種使用では、遺伝子組換え生物の環境への流出を防ぐために、封じ込めレベルが規定され、P1, P2などの所定の設備を有する施設での扱いが義務づけられている。市場への流通を前提とする第一種使用には、厳重な安全性審査と環境影響評価を踏まえた申請が必要である。日本国内では食用の遺伝子組換え作物は栽培されていないが、除草剤耐性大豆や害虫抵抗性トウモロコシなどが主に米国から大量に輸入されている。

一方、CRISPR/Cas9法に代表されるゲノム編集技術は、特定の形質を付与することを目的に染色体上の特定の部位を改変する技術と定義することができる。改変の結果として外来遺伝子を含むものは、遺伝子組換え生物として規制されることになる。一方、改変により遺伝子の欠失や、数塩基の置換・挿入が起こったものがゲノム編集生物とされる。外来の遺伝子を含まないので、原理的には従来の育種により取得可能なものとなる。また、従来育種によるものとの確実な識別手段がない点が、遺伝子組換え食品と異なる。

ゲノム編集技術応用食品の危険性は、従来の育種法による食品を大きく越えるものではないと考えられる。そこで、遺伝子組換え食品の規制よりも緩和され、厚生労働省への届出により流通可能となる見込みである。ゲノム編集食品に関する情報収集と流通食品のトレースが主な目的とされる。安全性確保のため、当面の間は、届出の前に事前相談を義務化し、外来遺伝子の除去および改変による毒性・アレルゲンの生成の有無などを確認することが検討されている。

遺伝子組換え食品には一定の表示義務があるが、ゲノム編集食品には確実な検出手段がないため、表示の信頼性を技術的に担保することができない。表示の是非については消費者庁で議論されているが、消費者団体等との合意形成が重要なポイントになると考えられる。

https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryou/shokuhin/idenshi/index.html （遺伝子組換え厚生労働省 HP）

「ゲノム編集技術応用食品に対する消費者の視点」

松本陽子（大阪いずみ市民生活協同組合　副理事長）

ゲノム編集技術をはじめとするバイオテクノロジーは、農業や漁業、私たちの食の未来にとって、大いに活用すべき大変重要な技術です。消費者がその恩恵を安心して受けるためには、食品としてのリスク管理がなされ、その上で、選択できる情報が提供されることが前提だと考えます。

大阪いずみ市民生協は、食品等として流通しうる段階にまでなったゲノム編集応用食品に対して、消費者が安心して利用、あるいは選択できる仕組みとルールが必要だと考え、2018 年度から、消費者の立場で「JST 科学技術コミュニケーション推進事業未来共創イノベーション活動支援(共に考えるゲノム編集の未来)」に参加しています。

今回の発表は、①2018 年からのとりくみと参加者の感想の紹介②現在検討中の生協としての考え方を報告します。以下、報告予定項目です。

１．ゲノム編集に関する科学技術コミュニケーション推進事業「共に考えるゲノム編集の未来」の紹介

実施機関　大阪府立大学　生命環境科学研究科　応用生命科学

参加機関：大阪いずみ市民生協、河内長野市文化振興財団、奈良市立一条高校

２．とりくんできたコミュニケーション企画と参加者の感想や意見の紹介　　＊敬称略

(1) 2018.07.24　理事懇談会　「ゲノム編集とはなにか　消費者の視点から」

講師：平川秀幸（当組合理事　大阪大学ＣＯデザインセンター）

(2) 2019.01.29「お米ができるまで」　講師：横井修司（大阪府大）

イネの育種の話を中心に、品種改良などバイオに関する基本的な話

(3) 2019.03.26「毒の無いジャガイモ」講師：村中俊哉（大阪大学）

パネルディスカッション「厚労省の取扱い（案）について」

平川秀幸（大阪大学）小泉望（大阪府立大学）村中俊哉（大阪大学)、犬伏雅士（奈良市立一条

高校）

(4) 2019.04.23「涙の出ないタマネギ」講師：今井真介（ハウス食品）

パネルディスカッション「いずみ市民生協の考え方（案）と厚労省の取扱い（案）について」

山口夕、小泉望（大阪府立大学）田部井豊（農研機構）勝山理事長、三原（いずみ生協）

参加者の感想や意見の紹介

最初は不安だけ　→　理解と期待、　でも不安は残る。

「ゲノム編集の可能性の大きさを感じた」「安全性審査の流れは理解できたが、不安はなくならない」「選択できる状況を提供することが大切だ」「消費者に理解されるのか不安」等々

３．考え方について

(1) 遺伝子組換え食品についての考え方　　2013 年度確認

遺伝子組換え食品は、食品安全行政のもと「リスク管理されている食品」であり、取扱いに関して制限しません。

(2)「ゲノム編集技術応用食品に対する考え方」策定に当たっての考え方

①農業や漁業、育種についての基本的な知識を持った上で、判断する。

②食品として、安全性に関するリスクが管理されていることが前提

③消費者が選択できることが前提

④栽培・養殖に当たって、環境・生態系へ配慮されていることが前提

⑤食品供給事業者として、消費者に「リスク管理」の説明ができる事が前提

「社会調査の報告」

ゲノム編集作物に対する消費者の認識：社会科学の視点から

立川雅司（学術会議連携会員、名古屋大学）

国内では、ゲノム編集を用いて作出した作物に対する規制上の取扱いが明確となり、今後商業化が進んでいくと見込まれる。ただ、フードシステムに関わる事業者は、ゲノム編集作物に対する消費者の認識がどのようなものか、見極めたいという段階にあると思われる。本報告では、こうした消費者の認識に接近するため、ウェブアンケート調査およびグループディスカッションの結果を報告する。

立川ほか（2017）および加藤ほか（2017）では、ゲノム編集に対する認識に関して、一般消費者と研究者に対してウェブアンケート調査の結果が分析されている（実施時期は 2016 年 12 月から翌年 2 月）。この当時は、ゲノム編集に関してメディアの報道が少なかった時期であり、消費者の多くにとってはほとんど聞くことがなかった技術と考えられる。調査結果の概要を述べるならば、ゲノム編集に対する消費者の期待は高いものの、懸念も高いということが読み取れる。「食料の安定供給に役立つ」という点に対しては 7 割以上の消費者が肯定的に回答している一方で、「安全性の確認が不十分である」という点に対しても 6 割程度の消費者が肯定している。

以上のような消費者の認識に関して、より詳しく理解するために、消費者に自由にゲノム編集作物に関する疑問や意見を述べてもらうグループディスカッションの機会を設けた（2018 年 3 月）。調査会社のモニター登録者から年齢と性別などを考慮して 24 名を抽出し（札幌圏居住者）、6 名単位でグループを作った。その上で、2 時間程度自由に意見を出していただいた。結果の詳細は、三上・立川（2019）を参照されたい。

消費者がゲノム編集作物に対する抱く期待や懸念が多方面から出されたが、筆者の関心から、今回の報告では、①自然と人工、②時間性、③選択権といった点をめぐる点について消費者の関心事項について説明する。これらは全体として、ゲノム編集作物に対するガバナンスのあるべき方向性を左右する論点とも重なるためである。

［参考文献］

加藤直子・前田忠彦・立川雅司（2017）「適用技術の違いが農作物のリスクベネフィット意識に与える影響－ゲノム編集技術に着目した定量的検討」『フードシステム研究』、24(3)：257-262

三上直之・立川雅司（2019）『「ゲノム編集作物」を話し合う』ひつじ書房

立川雅司・加藤直子・前田忠彦（2017）「ゲノム編集由来製品のガバナンスをめぐる消費者の認識－農業と食品への応用に着目して」『フードシステム研究』、24(3)： 251-256

パネルディスカッション「ゲノム編集の社会における受け入れについて」

コーディネーター：

石井哲也（日本学術会議連携会員、北海道大学安全衛生本部）

パネリスト：

講演者、および種瀬　亮（コープデリ生活協同組合連合会）