

記 録

文書番号	S C J 第 24 期-020909-24421300-025
委員会等名	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
標題	ゲノム編集食品の現状と社会受容について
作成日	令和2年（2020年）9月9日

※ 本資料は、日本学術会議会則第二条に定める意思の表出ではない。掲載されたデータ等には、確認を要するものが含まれる可能性がある。

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

- 委員長 佐藤文彦（連携会員）京都大学名誉教授
- 副委員長 大杉立（第2部会員）東京農業大学客員教授
- 幹事 石井哲也（連携会員）北海道大学安全衛生本部教授
立川雅司（連携会員）名古屋大学環境学研究科教授
- 委員 青野光子（連携会員）国立研究開発法人国立環境研究所副センター長
池田素子（第2部会員）名古屋大学大学院生命農学研究科教授
射場 厚（連携会員）九州大学理学研究院教授
江面 浩（連携会員）筑波大学大学院生命環境系教授・つくば機能植物イノベーション研究センター長
河野重行（連携会員）東京大学名誉教授・東京大学フューチャーセンター推進機構特任研究員
都木靖彰（連携会員）北海道大学大学院水産科学研究院教授
塚谷裕一（連携会員）東京大学大学院理学系研究科教授
堤 伸浩（連携会員）東京大学大学院農学生命科学研究科教授
西澤直子（連携会員）石川県立大学学長
西澤真理子（連携会員）株式会社リテラシー代表取締役（第4回から参加）
福田裕穂（連携会員）東京大学理事・副学長・未来ビジョン研究センター特任教授
水口亜樹（連携会員）福井県立大学生物資源学部准教授
村中俊哉（連携会員）大阪大学大学院工学研究科教授
矢野昌裕（連携会員）国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構総括調整役（兼）農業情報研究センター主席研究員
吉田 薫（連携会員）東京大学大学院農学生命科学研究科教授

なお、本記録の作成にあたり、下記の方々や学会等のご協力・ご助言を頂いた。記して深謝する。

- 大澤 良 筑波大学大学院生命環境科学研究科教授・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
- 木下政人 京都大学農学研究科助教
- 土岐精一 国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構（農研機構）ユニット長
- 中村崇裕 九州大学

中島春紫 明治大学農学部教授・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

西田敬二 神戸大学

前田和記 生活クラブ部長

松本陽子 大阪いずみ市民生活協同組合副理事長

種瀬亮 コープデリ生活協同組合連合会

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

日本学術振興会 産学協力研究委員会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

目次

はじめに

I. 公開シンポジウム「ゲノム編集生物と社会について考える」記録

I-1 講演要旨

I-2 個別発表への質疑まとめ

I-3 質問まとめ

II. 公開シンポジウム「食の安全と社会」記録

II-1 「ゲノム編集作物のあり方について」

II-2 会場にて口頭で答えられなかった質問への回答

参考資料

あとがき

はじめに

遺伝子組換え作物分科会は、遺伝子組換え作物の現状と今後の展望について科学者の立場で議論することを目的として設立された。第22期において農学委員会・育種学分科会、基礎生物学委員会・統合生物学委員会・農学委員会合同植物科学分科会とともに、「植物における新育種技術（NPBT: New Plant Breeding Techniques）の現状と課題」を議論し、その取りまとめを報告として発出した。前期（第23期）は、前々期の議論を踏まえ、特に進展の著しいゲノム編集技術を中心テーマに分科会6回と、関連した2回のシンポジウムを開催し、様々な意見を収集した。しかし、これらの意見を集約し、提言とするには、まだ、論点の見極めが不十分であることから、これまでの分科会の議事の要点ならびにシンポジウムで提供された資料等を記録として残した。

今期（第24期）は、さらに検討を行い、ヒト以外の生物に対するゲノム編集技術、特に、食料生産に関する応用分野を対象とし、作物以外の水産や畜産も含む形で提言発出を検討することとした。なお、工業用の微生物などは含めないこととした。また、ゲノム編集技術のうち、外来遺伝子の挿入を含まないものを中心に検討することとし、市民の意見を取り入れたかたちで、ゲノム編集の社会受容についての提言をまとめるべく検討を行った。一方、ヒトをめぐるゲノム編集に関しては、科学者委員会において検討されているが、より幅広い視点で議論すべき課題としてGene driveやDIY研究を科学者委員会に提示した。

第2回分科会では、ゲノム編集技術の現状について3名の参考人より発表説明をうけ、質疑応答を行った。まず、土岐精一博士（農研機構）から、ゲノム編集による作物育種で多く利用されているCRISPR-Cas9は、PAM（標的配列設計時にNGGモチーフがあることが必要）やオフターゲット変異の問題があるが、改良が進みつつあることが説明された。改変作物の追跡実行性、オフターゲット変異の検証方法などについて質疑応答が行われた。引き続き、西田敬二博士（神戸大学）から、CRISPR-Cas9などDNA二重鎖切断を改変トリガーとするゲノム編集に代わる可能性がある、塩基編集技術、Target-AID（CRISPR-Cas9のバリエーションに脱アミノ化酵素を連結）などの改変精度、低細胞毒性、様々な種での実証状況が説明された。作用機作の詳細、アグロバクテリウム以外の導入方法、今後の技術改善の方向性と研究戦略について質疑を行った。最後に、中村崇裕博士（九州大学）から、植物オルガネラ制御因子として見出されたPPR（Pentatricopeptide repeat）を、DNAとRNA両方に結合する特性を活かしたゲノム編集への開発状況、また育種や創薬応用の展望が説明された。日本におけるバイオテクノロジーの育種応用の課題点、国プロジェクト間の連携緊密化、改変作物の追跡の必要性の捉え方について質疑を行った。

第3回分科会では、ゲノム編集の社会実装における現状と課題について、2名の参考人と分科会委員からの意見を聴取した。まず、原田竹雄弘前大学名誉教授から、ジャガイモを用いて接ぎ木によりエピゲノム編集を行うことにより、低アクリルアミド、低アミロース品種を育成する研究が説明された。遺伝子導入により産生させた siRNA を接ぎ木相手に送り込み、標的領域のメチル化を行う手法が開発されている。現在、siRNA の残存性やオフターゲットがないことが検証され、隔離圃場（農研機構）において第1種使用での栽培実験中であることが報告された。質疑応答では、規制上要請されるデータ内容と認可条件、メチル化の安定性、スタッキングの可能性などについて議論された。引き続き、吉川信幸岩手大学教授から、植物ウイルスベクター（リンゴ小球形潜在ウイルス）を用いて開花促進・世代促進を行うことにより、育種期間の短縮化を可能とする技術開発が説明された。リンゴやリンドウへの応用による高速開花の実現と品種育成が期待され、すでにリンドウにおいて開花性エゾリンドウが選抜されている。このリンドウ後代実生はウイルスフリーであるとの検定結果より、生物多様性影響評価検討会において非遺伝子組換え作物と判断され、一般圃場での栽培が可能となったことが報告された。質疑応答では、ウイルスフリーの検定方法、ウイルス侵入の生物学的障壁、販売上の留意点などが議論された。一方、村中俊哉委員から、ゲノム編集（TALEN、あるいは CRISPR/Cas9）により SSR 2 遺伝子を破壊し、ジャガイモにおけるアルカロイド（有害物質）産生を抑制した系統が作出されたこと、さらに、ゲノム編集ツールを除去する手法について報告された。また、花粉親の適切な選択と、植物組織からの個体再分化の際に一過的に人工制限酵素を発現させることで、当代でヌルセグリガントを得ていることが報告された。以上の成果をもとにジャガイモ新技術連絡協議会が設立され、社会実装に向けた取り組みが進められていることも報告され、今後の見通しについて議論がなされた。最後に、立川雅司委員から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について報告があった。欧州司法裁判所（ECJ）による裁定では、新たな突然変異誘導技術由来の生物は GMO とされ、開発企業や研究者に大きな衝撃を与えたこと、欧州委員会では制度運用の方法が検討されていることが報告された。また消費者および研究者に対して実施したウェブアンケート調査結果が紹介され、消費者と研究者との間、また対象とする生物が作物か動物かの違いにより回答傾向に違いが見られた点が説明された。質疑応答では、欧州の今後の対応、検知等の実行可能性、アンケート調査結果の読み方などが議論された。

第4回分科会においては、ゲノム編集技術の社会受容における行政的、あるいは消費者視点からの意見について、3名の参考人より意見を聴取した。まず、大澤良教授（筑波大学）から、ゲノム編集技術の取扱いに関する背景、同技術の利用により得られた生物のカルタヘナ法上の整理および取扱い方針について、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・カルタヘナ法におけるゲノム編集技術等検討会での検討経過について説明がなされた。ゲノム編集技術の概念の整理については、法の規制対象外とされた技術も生物多様性影響の観点から議論に含めること、また SDN-1～SDN-3 に関する分類を踏まえて、SDN-1 に関しては規制対象外とする案が提示されたこと、ただし、規制対象外であっても開放系で利用される場合には情報提供をもとめることなどが提案されていることが報告された。最終的には、パブリック・コメントの結果を踏まえて、平成 30 年（2018）年度内に環境省で決定される見通しであることが紹介された。今後、SDN-1 の利用に関するルールの明確化が必要であり、そのための論点が提示された。以上の報告を踏まえて、質疑応答がなされた。引き続き、中島春紫教授（明治大学）から、遺伝子組換え作物の現状、カルタヘナ法の定義、組換え食品の安全性審査の観点等について説明のうえ、ゲノム編集技術の概要と規制方針に関して、現在までの薬事・食品衛生審議会での検討状況を踏まえて説明がなされた。現在の審議会での検討案では、SDN-1 と SDN-2 を規制対象外とすること、ただし、届出の場合にはアレルゲンや代謝系での変化などの情報提供を求める案が提案されていることが説明された。SDN-2 まで規制対象外とする背景には、ゲノム編集を用いたかどうかの確証を得ることが技術的に難しく、法律の執行を担保することが困難であることがある。情報提供や情報公開の詳細は、今後厚労省で検討される予定。高度精製食品添加物に関しては、遺伝子組換え微生物を用いていても、菌体成分が除去され、生産物が高度精製されているものは組換え食品とみなさないこととなった点が紹介された。以上の報告を踏まえて、質疑応答がなされた。最後に、前田和記部長（生活クラブ）から、生活クラブ生協として実施してきたゲノム編集技術に対する意見公表、環境省へのパブリック・コメント提出、事業概要、企画シンポジウムの予定について説明がなされ、そのうえで、次のような意見が表明された。

- ①従来の遺伝子組み換えに比べ技術的な参入ハードルが低いため参入企業が増大し、規制がないことで悪意や事故などの発生が予期される。
- ②SDN-1 由来の生物であっても、無秩序な利用は環境への悪影響をもたらすのでは？
- ③技術進歩に応じて、法律をアップデートする必要がある。現行法令の定義を前提とすべきではない。
- ④審査や届出を義務化する必要がある。
- ⑤表示に反映する必要がある。科学的検証と社会的検証の両方を用いる必要がある。
- ⑥全ゲノム解析ができていない作物があるというなら、リスクを回避するために、全ゲノム情報がある作物から商業化すべき。
- ⑦現在の議論の延長で進めていくと、かつての GMO の二の舞になるだろう。

以上の報告を踏まえて、質疑応答がなされた。

第 5 回分科会では、公開シンポジウム「ゲノム編集生物と社会について考える」に関して、シンポジウムの在り方、特に、総合討論の進め方について議論を行い、当日、講演者等 10 名、一般参加約 120 名参加の元、公開シンポジウムを開催するとともに、多くの質問を徴収した。

第6回分科会では、農水省・厚生労働省・消費者庁からゲノム編集生物の取り扱いについての指針が発表（参考資料参照）されたことから、今後の意見発出に向けて、討議を行った。立川幹事から、海外諸国のゲノム編集生物の規制が俯瞰的に紹介された。すなわち、すべてのゲノム編集生物をGMOと規制する国と、要件をみたせば規制対象外とする国に大別され、国際的には規制のパッチワークがひろがりつつあること、また、一部の国ではゲノム編集作物などへの懸念が高まる傾向があることが紹介された。村中委員からは、民間企業、生協、および高校へのアウトリーチ活動の実施と得られた視座が報告され、ゲノム編集作物を作物育種の意味合いから掘り下げて説明し、作物の特性を元に消費者の食の選択を確保する重要性が指摘された。ゲノム編集の一部の遺伝子改変SDN-1を“ゲノム編集”と総称する傾向に対する危惧と、「(SDN-1は)検出困難なため、届け出を義務付けると正直者が損をする」との説明に対する問題点を指摘する塚谷委員（当日欠席）の意見が西澤（真）委員より紹介された。また、西澤（真）委員から、組換え食品の受容状況から、透明性確保とリスクコミュニケーションが大切であるが、消費者には論理のほか感情もあり、その点で行政や事業者への信頼が重要であることが強調された。石井幹事からゲノム編集食品の表示は事業者の任意となったが、食品業者への講演や個別面談、また、NHKで報じられた米国ではゲノム編集大豆油が“遺伝子組換えでない”とのみ表示されている現状をふまえ、想定しうる表示を事業者と消費者の立場から予備検討した結果が紹介された。

以上のように、ゲノム編集食品の取り扱いについて、様々な視点から議論を進めてきたが、令和元年（2019年）9-10月に至り、国としての取り扱い方針が公表（参考資料参照）されたことから、さらにどのように議論を進めるか、悩ましい状況となっている。一方、取り扱い方針が公表され、届け出制度が始まってから、すでに半年以上が経過しているが、現在まで、ゲノム編集技術応用食品等として届け出されている食品はない。こうした状況で、市民がどのようにゲノム編集食品を認知し、受け入れるかは、まだ、不透明な状況である。遺伝子組換え作物の場合も、当初は、夢の作物としての評価があった一方、その後の経緯を見ると必ずしも、好意的ではない意見が多くあり、現在の規制、ラベル化につながっている。従って、ゲノム編集食品も、技術として優れているとしても、それが社会において受け入れられるには、より適切な説明と消費者の理解が不可欠であり、そのためには、①背景（技術開発および商品化の動向）、②行政的対応（規制）：より具体的には、i) プロセスベースから、プロダクトベースに基軸を置いた規制について、ii) 事前相談の導入の意義とその妥当性、iii) 環境省・厚生労働省における届出制度とその実効性について、iv) 表示の問題（消費者庁の方針について）v) 海外における規制と国際的調和について、③社会的受容と表示：より具体的には、i) 消費者の受け止め方、ii) 表示のあり方：義務化されていないが、高付加価値化に伴う表

示の必要性、iii) トレーサビリティーの導入について、さらには、④今後議論すべき課題：より具体的には、i) プロダクトベースにした時の従来育種の取り扱い：cf. カナダにおける PNT（新規形質植物）の定義；後代育種の取り扱いなど、ii) 検知の問題、iii) 行政的対応に関する考察（省庁間の恒常的な連絡・協議体制の構築、各省の検討結果に関する詳しい説明、公定法の策定、規制の定期的見直し、ホライゾン・スキャンニング活動、国内法規制における定義の不統一の調整やアップデートの必要性）のような項目について検討し、論点を整理し、提言を取りまとめる必要があると考えられる。

第6回分科会開催の時点で、すでに学術会議の分科会予算が逼迫していたこと、また、その後、令和2年（2020年）初頭における新型コロナウイルス感染の拡大に伴い、分科会の開催が困難となり、議論を深めることが極めて困難になったが、上記のように、ゲノム編集食品の社会における受け入れには、まだ、議論する余地があると考えられることから、以上の議論を審議記録として残し、次期に引き継ぐこととした。

I. 公開シンポジウム「ゲノム編集生物と社会について考える」

令和元年（2019年）7月6日 学術会議講堂

I-1 要旨（質疑応答を含む）

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）

I-2 パネルディスカッション質問まとめ

I-1 要旨

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い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です。

* <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。

「ゲノム編集作物育成の現状：研究開発の立場から」Q & A（記録：石井委員）

Q1 生産者ではなく消費者寄りの育種方向性を感じた。トマトについては温室栽培に重要な単為結果品種も作れるはずだ。（注 *pat-2* Variant を指すと思料）北海道では受粉省力のためのセイヨウマルハナバチ使用が外来種という問題も引き起こしている。

A SIP のアンケートを元にまずは消費者の志向を考慮して品種開発を進めているが、生産者に向けた研究開発（単為結果性の付与）も持続的に進めていく。

Q2 （一般市民の方）遺伝子組換え食品などのリスクについて、例えばアレルギーなどの問題はあったのかないのか。

A 1996年以來の遺伝子組換え食品の歴史で科学的な見地で直接健康問題を引き起こした事例はないと理解している。

「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

「ゲノム編集食品、特に、水産物生産開発の立場から」Q & A（記録：石井委員）

Q1 ゲノム編集マダイの味はどうなのか。

A ゲノム編集しても味は変わらない（ご本人は美味しかったとの評価）。餌の内容は味に大きく影響する。

Q2 養殖業として展開していくと逃亡などが起きた場合、環境への影響が懸念される。

A 目下は陸上のイケスで養殖を考えている。ゲノム編集したタイは水温変化に弱く、自然界では生存できないと思われる。海洋での養殖に向けた環境リスク対策として不妊化を考えている。

「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いについては、今まさに各国で議論されているところであり、その取扱い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ととし、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。

「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」Q & A（記録：石井委員）

Q1 ゲノム編集でDNAを切断した、しないが不明な場合、カルタヘナ法の対象となるのではないか。

A 日本のカルタヘナ法はプロダクトベースであり、DNAの切断の有無ではなく、外来核酸組み込みを重視している。CRISPR/Cas9をDNAの形態で生物に導入してもゲノムに組み込まれないなら、対象外である。

Q2（農林水産省の方）欧州司法裁判所の裁定をもってゲノム編集作物などが全て規制対象となるような図表を発表されたが、EUや各国ルールは決まっていなのでご注意いただきたい。

A 気を付ける。

コメント（立川委員）欧州司法裁判所は最高裁に該当し、この裁定でもってあらゆるゲノム編集作物は遺伝子組換え作物として規制されることになる点で図表に誤りはない。

「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_iryuu/shokuhin/idenshi/index.html（遺伝子組換え厚生労働省 HP）

「食の安全におけるゲノム編集生物の取り扱いについて」Q & A（記録：石井委員）

Q1 米国で開発された TALEN で改変された高オレイン酸ダイズは安全性審査中ということか。

A 遺伝子組換え食品として審査した。（注 7月8日時点で厚労省や食品安全委員会のHPではそのような情報は掲載ない。事後の確認により、中島教授の思い違いであり、これまでに審査された高オレイン酸ダイズはいずれも RNA 干渉による組換え体であると訂正があった。）

「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、不安はなくなる」「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

「ゲノム編集技術応用食品に対する消費者の視点」Q & A（記録：石井委員）

Q1 （消費者団体の方）表示義務化されなかったらどうするのか。

A 義務化されるように求めていくし、そうならない場合はその理由の説明を求める。

Q2 消費者メリットとは具体的には何か。

A はっきりとしたものはない。

Q3 コミュニケーション事業は主に理事クラスを対象としたようだが、一般会員へどのように展開するのか。

A 理事の人たちも不安を感じながら理解を深めていった。この経験を活かして会員への説明を進めたい。

Q4 個々人で食の価値観も異なるがどのように伝えていくのか。

A 消費者へのリスク説明のやり方が重要と考える。

「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

「社会調査の報告」Q&A（記録：立川委員）

Q1 学校の生物学の授業では、最近ではゲノムも説明されているが、年齢層によっては知識がない。教育が必要ではないか。

Q2（上記の質問に対して）一般市民として参加した。エピジェネティクスなどゲノム研究にはまだまだ未解明の部分が多いにも関わらず、商品化してよいのか疑問。この質問は、パネルディスカッションで議論されるはずとして、保留された。委員長である佐藤の私見であるが、現在の取り扱い案は、人工ヌクレアーゼを用いたDNA切断をのみ対象としており、エピゲノム編集ならびに、デアミナーゼ等の塩基修飾は対象としていないように思われる。これらの改変は、今後も、個別審査の対象となると想定される。

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）

I-2 パネルディスカッション質問まとめ

下記の項目について質問を分類

1. ゲノム編集技術そのものについて（遺伝子組換え技術とゲノム編集技術の違い等）
2. ゲノム編集作物や動物の栽培や飼養
3. ゲノム編集農産品の食品安全性
4. ゲノム編集食品の表示
5. その他（具体的には****）

提出された質問票42。なお、1枚で複数の記載項目がある場合には、それぞれに分類し、記載。分離できない場合には小さい番号に記載。なお、分類不記載の質問には、?をつけてその他5)に分類。基本、原文のままであるが、明らかな誤字・誤解等は、読みやすいように修正（コメント）している。また、個人等を特定する記述は削除している。

1. ゲノム編集技術そのものについて（遺伝子組換え技術とゲノム編集技術の違い等）

- * CRISPR/Cas9 で、ターゲット以外でも改変が起こるという話を聞きますが、具体的にどの程度、見つかっているのでしょうか？
- * 自然突然変異が起こりうるゲノムの箇所（部位）には、起こりやすいところと起こりにくいところがあるのではないのでしょうか？ゲノム編集で切断の対象としている遺伝子は、突然変異の起こりにくい部分の改変も可能となる技術だと思いますが、突然変異では、切断されにくい部分が改変されたものも、今後積極的に開発されるのでしょうか？ゲノム編集の検知法がないと聞いているが、ゲノム編集をしたかしないかを検知できる技術の研究事例があれば、教えて欲しい。
- * ゲノム編集技術を用いた農作物を確立するまでに、どの程度の期間・コストがかかるのか？
- * ゲノム編集技術だけ注目されているが、作物育種では、本来 NBT（新育種技術）の一つとして、ゲノム編集を扱っていたはず。

* 他の NBT を含めての考えは無くなったのか？デュポンの SPT（種子生産技術）、岩手大学の開花促進リンドウ、弘前大のエピゲノムジャガイモが、組換え技術を途上で使うが、最終産物に残らないことから、規制対象外と判断されている。このような情報が、市民、マスコミだけでなく、研究者にも広く伝わっていないように感じる（これは、コメントです）。

* 専門用語を最初に生み出す際に、社会受容を想定した対応はできないでしょうか？日本学術会議が音頭をとって行くべきではと思います。iPS 細胞の命名を参考にすべきと思います。

例) 怖く感じる用語>>> こうしたほうがよかった例、
ゲノム編集>>> スマート編集（エディット）
ヌルセグリガント>>> 対案なし
エピゲノム>>> 対案なし（内容がよくわからない）

* まだ、中等教育における生物学教育に対して、学術会議ももっと積極的に関係・関与して行くべきと思います。

* 食物アレルギーのある人がアレルギー反応を起こさない食物を作ることは可能ですか？（そば、卵、小麦粉等）

* ゲノム編集したものが、元に戻ったり、突然変異が起こってしまうことはないのですか？（何世代か後に）

* 宇宙で栽培することに適するゲノム編集技術はありますか？（宇宙線に強いとう）

* KO はよく話題になるが、SDN2 や SDN3 では、どの程度個体レベルの実例があるのか？

* 実用化する際の基本特許使用料の現状がどのようになっているか？

* ミオスタチンノックアウトのタイを作る際に、1-12塩基の欠失個体が作出されたが、なぜ、そのように欠失個体に差が生まれるのか？

* ゲノム編集技術そのものについて（遺伝子組換え技術とゲノム編集技術の違い等）は難しいと感じました。重ねて、わかりやすく、具体的にいろいろな表現で教えて

欲しいです。

- * ゲノム編集技術そのものについて：レトロウイルスが使われているものがあるか？

2. ゲノム編集作物や動物の栽培や飼養

- * 今までの在来品種をゲノム編集することで、利用が広まる可能性が述べられたが、ゲノム編集された作物が広がることで新たな病気が広がる可能性がありますか？

- * 2) ゲノム編集マダイが環境ストレスに弱いとのことだったが、これはミオスタチンの変異体に限ったことですか？

- * ゲノム編集マダイの取り組みは、システムの維持管理とそれによる利益の確保、さらに、環境負荷について、十分に考えられており、敬意を払うものですが、もし、登録不要、自由放任となると、そこまでしっかりした取り組みをしない個人・団体が出るだろうと思われます。そのダメージはどのようにコントロールするのか？

- * ゲノム編集作物、動物の栽培や飼養は、自然界に影響を及ぼすことはないのでしょうか？

- * 2) 同地域に有機農業との共存は可能か？

- * 2) シンク能イネ能力の開発はうまくいっていないようだが、見込みはあるのか？シンクの遺伝子を切っただけでは、イネの茎ばかり伸びて、コメの終了は上がらないらしい。また、食べてもおいしい米にはならないようである。

戻し交配を何回やれば、豚、マッスルマダイは製品化できるのか？製品化までに何年かかるのか？マッスルマダイの場合、水槽の温度管理から採算は合わないのではないかと餌が、従来のタイ（豚）より必要なのではないかと豚（入力者コメント：牛の間違い？）のツノが次の代で出てくることはないのか？

- * 2) カルタヘナ法の方針に沿って、ゲノム編集作物は規制されるとのことですが、DIYバイオが一部で注目されている中で、市民科学者ゲノム編集生物を環境中に放出してしまうことがあるかもしれません。どのようにこれを規制することができる

と思いますか？

3. ゲノム編集農産物の食品安全性

* ゲノム編集食品で、人によっては、予期しないアレルギーを起こしたり、体調不良を起こすことは、ありますか？ゲノム編集食品と他の食品との食べ合わせで良くないとされるケースはあり得ますか？病気の状態にある人が服用している薬の効能に対して避けるべきゲノム編集食品はありますか？

* 3) ゲノム編集に限らず、一般に、食の安全が、どう確かめられて、流通しているのか？（逆に行くところからは確かめられずに、それでも食べているのか）について、一般の方々の理解を深めることが、まず大事かと思うが、それには、どういう取り組みが有効か？（マスコミか、市民公開講座か、etc）。表示について、確認の難しさやコストがかかることを理解した上で、それでも表示するとしたら、どういうやり方が、ありうるか？

* エピゲノム、発生分化（RNA 転写因子）が完全に解明されていない段階で、DNA の配列だけで議論する危険性はないですか？全てのタンパク質や酵素（生産物）をチェックできるのですか？

* ミオスタチン K0 マダイの食品安全性について：-8bp mutant で、新たなアレルギーが生じた可能性を示唆された印象を得ましたが、アレルギーとしての評価がないと結果をどう解釈して良いのかわからないのではないのでしょうか？

SDN1 だと、フレームがずれて、上記のようなことが起こるのであれば、SDN2 を積極的に活用して、フレームシフトをコントロールすべきではないのでしょうか？

新たなアレルギーの生成リスクについて：GMO 作出の過程で新たなアレルギーが生じたケースはこれまでに確認されていないと思います。従来技術で長い育種の歴史がありながら、新たなアレルギーが生じてこなかった作物については、ゲノム編集で、偶然アレルギーが生じる可能性は極めて低いと思われるので、ポテンシャルなオフターゲット効果によるアレルギー生成の可能性まで、調べさせるのは、過剰な反応ではないか？

* 遺伝子組換え作物の検査をしているとのことですが、今まで、非表示で、実際は、遺伝子組換えがなされていたものはありますか？食品の安全性について：人間が普段かかっているアレルギーなどの病気の仕組みから、ゲノム編集生物の影響の有無を話して欲しいです。多くの方は、人間が病気になる仕組みやアレルギー反応につ

いて理解がもともと、不足していると思います。

- * マダイ育種の話で、自然界でも8塩基の欠落は頻繁に見られるとのことであった。そうであるならば、育種マダイも自然のブレの範囲にあるとも考えられるのでは、ないだろうか？安全性の検証がそもそも必要なのか？ナーバスになる必要があるのか？逆に、天然の遺伝子変異の安全性はどう捉えれば良いのか？
- * ゲノム編集によって開発された農産品とその元となった農産品（品種？系統？）との違いは、どの程度調べる必要があるのでしょうか？目的とした変異に加えて、副産物的な変化まで、追う必要性はあるのでしょうか？
- * 消費者の求める表示と科学者が開示する表示にギャップがあるように感じている。セルフクローニングやナチュラルオカレンス、導入遺伝子が生物内に残らないものなど、どこまで、表示の義務化が行われることになるのだろうか？
消費者庁に情報提供するだけで、表示の必要はなくなり、消費者には表示のない製品が行き渡るのだろうか？
- * CRISPR-Cas9 を使うと動物が癌になるという論文があるようだが、その豚肉を食べても癌になる可能性はないか？
アレルギーを抑える遺伝子は、他には影響しないか？

4. ゲノム編集食品の表示

- * ISO9000 や HACCP など、プロセスの確かさを民間でも良いので、表示するようになれば、選択権を行使しやすいのでは？例えば、魚の取り方をマークで示す
- * ゲノム編集 products については、証拠が得られないため、表示は無理と行ったが、それは隠す立場の意見では？例えば、mstn-KO マダイならば「これこそが正真正銘の mstn-KO マダイ」と表示できる上、その真偽も MSTN 配列の決定で、わかります。
- * 科学的に従来法（突然変異）と区別つかないものについて、表示する意味がどのくらいあるのでしょうか？
- * 野菜の場合、ゲノム編集技術を利用して作出した中間母本を F1 基本集団作製の素材として種苗メーカーが使用するケースを仮定できるかと思います。メーカーAが

販売する品種をメーカーBが分離固定して、別の品種の親にする場合、生産者や最終消費者からは、メーカーBの品種が、元をたどれば、ゲノム編集を受けた素材に行き着くことがわからないと思いますが、表示義務を定める予定はありますか？

- * GMとして安全性審査を受けたSDN1作物はGM表示がされるのでしょうか？高オレイン酸大豆（TALEN法）について
- * 表示について（しないという前提で）；必要でないからしないのか？できないからしないのか？この2つは、意味が大分違う。
- * ゲノム編集作物・食品を確実に検出できる方法がないため、表示義務化はできないという理屈で、義務化なしとのことになりそうです。しかし、安全であるかどうかという問題と、知る権利、選ぶ権利をどう確保すべきかとうかという問題は別のことなので、消費者の知る権利、選ぶ権利をどう確保していくかという重大な問題が残ります。この点、どのような方策があり得るのでしょうか？「ゲノム編集ではない」という表示をつけることは可能か？その場合、嘘をついていたことが発覚した場合、現行法下でも罰せられることになるのか？
- * 届出制にしない詳細な理由が理解できない。事前相談で確認していくならば、義務表示にできない理由は、何故か？
- * SDN3の識別について（表示・届出義務）
「表示の信頼性を担保する確実な技術的手段がない」とのことでしたが、全ゲノム解析が容易になっている現在、現行の品種と比較すれば、少なくとも、SDN3なのか、従来品種によるものかは、確率的に判断できるのではないのでしょうか？
たとえ、それも困難だとしても、従来品種を何塩基以上異なるGMOには、届出・表示義務を負わせることができるのではないのでしょうか？（入力者コメント；SDN3は、GMOと判定されています）
（個人的には、「時間が短く品種改良」ができることは自然淘汰も働かず、一度事故が起これば広範囲に影響がたちまち及びます。事故が発生した場合の対処のためにも「識別」と「トレーサビリティ」の確保が必要ではないのでしょうか？）
- * 一部の小売組織で、すでに「ゲノム編集食品は取り扱いわない」旨の決議がされたと報道されていますが、実際にそのような取り扱いを担保する「でない表示」をすることは可能なのでしょうか？

- * 仮に、「ゲノム編集食品でない」という表示がされた食品が店頭にあった場合、その商品に対して、どのような印象を消費者は持つことになると思われますでしょうか？貴組合内でも、「～でない」表示は、消費者が選択できる状況を担保するために必要なものだと考えられる人は多いのではないのでしょうか？
- * どのような表示にすると選択の権利が担保できるのか？表示のパラドックスという概念があるので。
- * ゲノム編集で作られたものなのか、どうか、科学的に判定できない。また、場合によっては、種苗会社、生産者も判定できない。
このような状況で、ゲノム編集について、表示すること自体、無責任と思うが、どう思うか？
- * 規制について：ゲノム編集でできた高 GABA のトマトに含まれているタネは、F1 だと思うので、品種権から外れていると思う。そのタネを使って、実を取り、道の駅で売りたいと思う。その場合に表示や規制について、何かしなければいけないのだろうか？
- * 機能性表示食品のように、既知の情報をもとに、認定されるのことはあるのか？例えば、認定済みの編集食品と同じ変異であれば、審査の手続きが短くなることがあり得るのか？
- * 一般消費者の意見を尊重して、ルールを設定した結果、規制・登録のコストが上がり、結果として、産業界に技術が普及しないことを危惧している。今、現在ルールを設定中と理解しているが、消費者・研究者だけでなく、産業界からも意見を募ってほしい。消費者の持つ、言語化できない漠然とした不安を元に、方や政策を決定するのは、合理的ではないと思う。
- * 表示した方が研究しやすい。付加価値をつけるために、食べておいしいゲノム編集食品と命名して販売したらどうか？

5. その他（具体的には****）

- * その他（法規制）；
環境・食品の規制の違い（SDN2）がある理由がよくわからない。また、アレルギー性に

については、従来の育種でも起こりうることだが、ゲノム編集についてのみ確認する科学的根拠は何か？

- * その他？米国モンサント社製ラウンドアップ使用による発がん（裁判で原告勝利）、フランス セラリーニ教授のガンになりやすいマウスなど、ゲノム編集や遺伝子組み換え技術の周辺に真偽不明の情報が多いです。それに対する専門家の見解を公開する場を設けては？
- * その他：SDN1 区分のゲノム編集技術で素材を作出する場合、GMO でないと認められるための申請が必要になると考えるが、その申請状況は公開されるのか。他社に気づかれずに、SDN1 の技術を利用して、素材開発することはできるのか？
- * その他： 日本国内では、遺伝子組換え植物の栽培はされていませんが（消費者の不安感が大きいと伺っている）（研究の場では可）、近い将来、このバリアは低くなる可能性があるのか？遺伝子組換え食品は表示義務はあるが、「この製品は遺伝子組換え作物（大豆）は使用していない」の表示がいたるところに見られる。「遺伝子組換えは有害だ」を一般の方々は想定することになる。消費者運動されている方々、これをどう捉えているか。遺伝子組換え作物を使っていない製品には、こうした表示義務はないことを提言しているか？
- * その他：前提について：何故、ゲノム編集を使って、品種改良が必要なのか？（食品の安定供給のためには、品種改良が必須とのことでしたが）。この根本的なところがどうしても、一消費者の立場として、すっきりと理解できずにいます。単に「より容易に使える」とか「新品種により、経済活性化、市場開発」という開発者（研究者）としての必要性ではなく、どうして常に新品種を育種する必要があるかについて、ぜひ、学術会議として市民が納得するお話を聞かせてください。食料の安定供給（今ある品種で、何故、不十分なのか、そこまでして解決しないといけない課題なのか）の必要性が、頭では、理解できても実感が伴わないのです。生産者のご苦勞（現場の大変さ etc）についての話がありましたが、そのような事実を消費者は、ほとんど知りません。解決すべき課題があるならば、その部分を是非、強調して伝えていただくと消費者も納得するのではないかと思います。
- * その他？：ゲノムについては、まだ、未解明な部分、分かったつもりでも分かっていない部分があるのではないか。（ジャンク DNA に重要な働きがあることが最近わかったなど）。科学の知見では、どこまでわかっているという理解なのか教えて欲しい。ただ、未知の部分があるとしても、放射線等を使った育種とゲノム編集と比

べて、その安全性の程度に差異はないのかと思う。

- * その他：外国でゲノム編集生物が養殖生産されるようになれば、日本は食料輸入国なので、いくら日本で作らなくても、食わざるを得なくなると思います。今日、改めて知りました米国産の大豆やトウモロコシなど GMO、ゲノム編集されている、すでに輸入されている食品について詳しく教えて欲しい。ゲノム編集は、後で検出できないとのことですが、そのような食品で、今まで、健康被害が確認できた例はありますか？ 遺伝子組換えをしても、表示、届出はしないと予想される国からの輸入作物のすべての検査、有効な検査は可能ですか？
- * その他：研究開発の立場から、民間企業に期待していること。
- * その他：今後、一般消費者にどのようにゲノム編集を伝えていくのか、考えがありましたら、ご教示ください。漠然として不安や科学に対する不信感にどのように対応されるのか、ゲノム編集に限ったことではありませんが、新しい技術を一般にどう還元するのかまで、考える必要があると考えます。丁寧な議論も必要ですが、スピード感を持って臨まないと、次の技術も開発され、新たな問題、課題が出てきます。個々人で考えて、調べて、勉強すべきだとも思いますが、今後も、継続した情報発信をお願いします。まとまらない質問で申し訳ありません。
- * その他：市民への説明（サイエンスコミュニケーション）はどのように、進めているのか？進めていくのか？ちゃんと説明していかないと、誤解を招く。政府として、市民への説明はするの？SDN2 の扱いについて：再度、整理して説明してほしい。
- * その他：啓発について・リスクコミュニケーション。開発者は、利害関係者の一角でもあり、専門家の情報発信が無条件に信用されていない昨今の世の中、どのような形で、一般社会、専門知識のない消費者に信用される情報発信を行うことができると思いますか？利害関係のない、社会学者、人文科学者と共同で、開発者、専門家が情報発信するなどしては、如何か？話し合いのための共通認識の基盤をどのようにすれば、作れるか？
- * その他：なぜ、X社は、評判が悪いのでしょうか？
ゲノム編集種子の有償取引や自家採種については、どういうビジネスモデルになるのでしょうか？
- * その他？：ゲノム編集作物が流通することで、意図しない混入や種子の二次利用が

行われることも想定されると思います。もしも、開発者や行政が認知しない流出やそれに伴う経済的損失、あるいは、消費者の意図しない摂取が発生した場合、誰が責任を取るのでしょうか？

* その他？：中島さんへ：厚労省の規制方針に関連して、とても面倒で高額な費用がかかるため、規制の対象外にし、安全性審査を義務付けなかったのか？

食経験の歴史がないゲノム編集応用食品は安全だと確認ができるまで、安全性審査を義務付けるべきだと考えますが、如何でしょうか？

すでに、承認されている高オレイン酸 GM 大豆は、表示義務の対象となっていますが、機能を高めたり、弱めたりした作物は、表示をしなければ、意味がないのではないのでしょうか？

近日、神奈川県生協連がゲノム編集食品は扱わないと表明されましたが、どのように受け止められますか？また、予防原則について、どのように考えておられますか？

ゲノム編集食品を避けたい人が避けられるよう、食べたい人が食べられるよう、全食品に表示を義務付けるべきだと思いますが、如何でしょうか？

* その他？：

本日のテーマは、遺伝子と対象物（植物、動物等一切の生命体）の特性との関係が解明されている現状での「当然」の社会情勢である。人為的な“編集”作業の結果は、対象生物の生活環境とセットになっている場を“操作する”行為なのだから、慎重にすべきだろう。

トウモロコシをゲノム編集で、耐病性を強化した一と USA で作成され、公的に認められ、その種子が日本で利用されたら、小農業レベルでは、トウモロコシが成熟期になるとカラスに食害されることが多くなった一という。

USA の大農業と気候風土とが、日本の“それ”との差異の分析が環境レベルでも検討してほしい。

* その他：

RNA 干渉ジャガイモについて、アクリルアミドが一見低減されることは良いが、アスパラギンの生成に関わる遺伝子が動かなくして、アクリルアミドの生成を低減するそうだが、アスパラギンは、病原体に対する防除において、重要であり、ジャガイモは病原菌からの防除能力が弱まる可能性があるらしい。その点を検証できているか？

複数あるポリフェノール・オキシダーゼ (PP0) 遺伝子を動かなくすることによって、打撲でできる黒ずみを消滅が可能となったが、損傷された組織にはチラミンが蓄積されている。ジャガイモの色が変色しないので、チラミンの部分を食べてしまうのではないか？

黒ずみ低減のために、PPO 遺伝子を沈黙させることにより、調理や下降中に AGEs（糖尿病やアルツハイマー、ガンなどを起こす終末糖化産物）に変換される α -アミノアジピン酸や吐き気や嘔吐など、神経影響を引き起こすチャコニン・マロニルを増加させないか？

予防原則に基づき、すべてのゲノム編集技術応用に、食品・安全性審査への手続きを義務付けるつもりはあるのか？

検証の方法は、科学的検証のみが唯一なのではないと思うが、トレーサビリティの確立を図り、届出の義務づけと全面的な情報公開、および、表示は必要とお考えですか？

ゲノム編集食品のことを市民は、ほとんど知りません。検討をやり直すことは、ないのか？

II. 公開シンポジウム「食の安全と社会」

(<https://www.scj-vetfood.com/blank-5>)

令和元年（2019年）10月5日 日本学術会議講堂

II-1「ゲノム編集作物のあり方について」

塚谷裕一（連携会員・東京大学大学院教授）

はじめに

食の安全と技術との関係について、最近になって話題として急浮上したものに、ゲノム編集作物がある。日本学術会議では、かねてより遺伝子組換え作物分科会、また植物科学分科会等で、この問題に注目し、議論を進めてきた。しかしいくつかの以下に述べるような要素のため、簡単な結論は出ないとして、いままも慎重な議論が続いているところである。

問題と方針

- ・ゲノム編集技術がまだできたばかりの「若い」技術であり、今後、どれだけ短期間により強力な技術になるか、まったく予見できないこと。
- ・そのようなまだごく初期段階の技術であるにもかかわらず、これまでにないほど強力な遺伝子改変能を発揮していて、しかもプロの訓練された科学者でなくても使える、ごく簡単な操作であること。
- ・ゲノム編集の場合、どこをどう「編集」したかの情報無しに、その操作の有無を知ることが困難であること。などなど。

ところが今年、こうした議論とは別に、ゲノム編集作物について省庁レベルで、数回の検討委員会の後、現時点の（ごく初期段階の）技術レベルを前提に、届け出・登録制度を義務化しない方針が打ち出された。私見ではこれは、ゲノム編集作物の安全性を広く納得してもらうやり方として決して良い方策ではないと思われる。

食の安全性とゲノム編集の例

そもそも食の安全性への信頼感は、透明性によって担保されるものである。現状、食品売り場の多くの商品には、産地が記されている。魚であればそれに加え、養殖か天然かが必ず記されている。これは消費者が選べるようにという透明性の確保であるとともに、それぞれの価値をアピールする手段である。一般には天然物がよいとされるが、近年の養殖物は、むしろ天然物より高い価値を付与しているものが多い。実際、ブリなどでは通常の天然物よりも高値で取引されるブランド養殖物がある。ゲノム編集作物は、こうした路線を採るのが、普及の鍵であろう。

たとえば筋肉の量を制御する遺伝子をゲノム編集で破壊し、筋肉隆々にしたマダイが既に開発されている。これに取り組んでいるチームは、ゲノム編集系統が遺伝子資源として余所に出てしまわないように、海では養殖せず、陸地で完全閉鎖し養殖の上、生きた個体としては市場に出さず、切り身にしてから出す計画という。このようなブランド化の戦略こそが、ゲノム編集による産物が(1)自然界の生態系への影響を与えず(2)安全性への信頼感を持つための、最善の方法であろう。ただしこれには、それなりの資本力と、消費者イメージを大事にする企業ブランドが必要だ。

最後に

しかるに上記検討委員会がかねてより、資本力のない組織も気軽にゲノム編集の市場に参入できるよう目指すと明言しており、上記のような良心あるブランド化の取り組みに逆行している。これは近い将来起きるであろうゲノム編集の爆発的な技術革新を考えると、きわめて大きな危惧を抱かせる方策だ。こうした問題について当日は議論したい。

II-2 会場にて口頭で答えられなかった質問への回答（回答者：塚谷委員）

Q1 科学技術はますます発展し、理解が難しくなっている。市民はどこまで異界しなければいけないのか？「理解し、自ら選択する」のが理想かも知れないが、限度があるように思う。「理解せず、不当に（本当は安全で恩恵が大きいのに）反対する」「（本当は不要デメリットは少ないのに）賛成する」ような事態に、どう対処すべきか？

A1：答は難しいですね。今実用化されている科学技術だけでも、全部を理解している人はいないでしょう。昔は専門家のいうことをマスコミが伝え、それを人々が信じるという構図が単純にありましたが、専門家もまちまち、マスコミの質が低下し、ネットで虚偽の情報も流れるとなると、どうしていいか簡単には分かりません。アフリカの某国で予防接種を不当に拒否した結果、感染症が大規模流行したりといったことが起きていた事例を見ると、まずは為政者が正しい科学の知識に基づき施策を立てることがなによりも根幹かと思います。

Q2 ゲノム編集と遺伝子組換えの境界とその重複について市民向けの理解しやすい文献、webがあれば紹介して下さい。

A2：某誌にこの関連記事の寄稿を依頼されてふと気づいたのですが、違いを強調する記事は山ほどある（ネット検索すると莫大出てきます）反面、そもそもの共通点から説明しているものはなかなかありませんね。現状の遺伝子組換えの方は、実はいろいろなテクニックの総称なので、実際の現状での違いは、CRISPR-Cas9 や TALEN を使うのがゲノ

ム編集、としか言いようがありません。ただしその使い方は、日々洗練・工夫が続いており、実に多岐にわたっています。

Q3:現状のゲノム編集はプリミティブなもので、今後本格的な「編集」がはじまるとのこと、いわゆる「予防原則」ではなく、安全を担保するためには、何が必要なのか？

A3:今後、ゲノム編集技術は急速に発展するでしょう。昔の初期の「パソコン」がいまやスマホの機能にも劣るように、今では想像もできないほどの進展を遂げるはずです。それに対しては、想像力が追いつかない以上、予防原則としての、届け出制の義務化と罰則規定くらいしか立てようがないように思っています。

Q4:ケミカルで変異導入し、選択+バッククロスとゲノム編集との違いはあるのか？どのタイプまで良しとするか、何でも良いとするかの区別が語られていないのでは？

A4:ゲノム編集は、上の質問への回答に書いたとおり、今後、今考えているような単純な技術ではなくなるはずで、です。ただ1個の変異導入をするだけの従来の方法とはまったく比べられないと思います。どこまで良いかは、完全に個別論でしょう。どんなに複雑な編集をしても無害なものは無害でしょうし、ジャガイモのソラニン合成遺伝子のゲノム編集のように、ただ1個の変異導入だけでも、思いがけない効果を出すことはあります。また特許料を支払ってでもやる価値のあるゲノム編集は、今後、そんな単純なものを相手にはしなくなるはずでしょうし、複雑なものを設計して作出するのであれば、製造物の責任が生じると思います。

Q5:(ゲノム編集農産品について)もっと分かりやすく安全性について3分で説明してほしい

A5:ゲノム編集は、それ自体はただの技術です。ですので、その産物が安全かどうかは、完全に個別によって違います。悪意を持って取り組めば、危険なものも当然作れますし、そうでなく良いものを作ろうとして安全性も試験していけば、安全です。

Q6:遺伝子組換え食品が忌避されるようになったのは科学コミュニケーションの失敗とも言うことができると思うが、その際何が問題だったのか(科学者や行政の情報の発信方法?市民の受け止め方?媒介者である報道機関?)そしてそれはゲノム編集食品では解決しうるのか。

A6:まず遺伝子組換え食品を世に出したのは、科学者というよりは技術者です。技術者はおもに企業の中で実務にあたるので、発信の立場にないと思われれます。行政は、報道機関に働きかけて、積極的に(一般的な意味でも)科学報道に力を入れるよう始動することが可能だったと思いますが、そうした取り組みがなされていません。非科学的な報道(オカルト的な報道や番組)への指導は極めて限定的ですし、海外のTIME誌、News

Week誌などと比べても日本の週刊誌の科学報道は極めて初歩的な内容に留まっており、頻度もたいへん少ないと感じます。ゲノム編集についても、私は個人的に日本の大手新聞社数社の科学部に対し、より早い時期から正確な解説を載せるべきだと進言してきましたが、「遺伝子組換えよりも安全」と言ったような不正確なものしかごく最近まで載りませんでした。

なお科学コミュニケーションは日本では未だ未だ成立していません。大手テレビ局でも大手新聞社でも、科学分野の物理・化学・生物のそれぞれの専門スタッフや専門資料室は用意されておらず、記者も基本的にはほかの部署とのローテーションです。

Q7:ゲノム編集の事例で、消費者の受け入れ(受容)のためには消費者メリットが必要とのことだが、食用動物への飼料への抗菌剤添加など、消費者にはメリットがなくても生産者メリットのみで広く使用されているものもある。届け出をしても区別(表示)がされないならば、生産者側のメリットで広く使われるのではないか。

A7:抗菌剤添加は、シンポジウムでも説明のあったように、同じ量の飼料でもよく太る、病気にならない、などのメリットがあり、そのために食肉の安値供給に貢献しています。その意味では消費者にもメリットがあります。ゲノム編集では特許料がかかりますので、安価にできるかやや疑問に思います。

また届け出をする意味は、広く使われることを阻止するためではありません。安全であれば広く使われること自体には問題はないと思います。万一何かがあった場合、追跡・検出ができるようにするための情報提供が目的です。

Q8:ゲノム編集と遺伝子組換えの違いが分かりません。「ゲノム編集」は研究途上と伺い、ゲノム編集農産品の販売を規制する食品関連法の整備をお願いしたいです。

A8:この一連のQ&Aの2番目に書いたとおり、違いはどうぞとも言える、定義の問題に過ぎません。ゲノム編集は研究途上と言うよりは、すでにある意味強力な技術ですが、今後、さらにずっと強力になるだろう、というのが私の意図でした。昔のワープロも、それはそれで完成された便利な機械でした。ですが、写真撮影機能も、インターネット通信機能も、音楽再生能力も、地図検索機能も、道案内機能もありませんでした。今皆さんが持っているスマホは、そのどれもが入っています。こんなふうにはゲノム編集技術も、あつというまに高度化するだろうと思います。それを見越して、ゲノム編集農産品の管理は方針を立てるべきだと思います。

Q9:代謝のメカニズムなど全てが分かっていない、説明できないのは当然。(だから研究している)でもそれをこういう場で言うことで、ヘンにとらえられて科学者はわかっていないものを消費者に売りつけよう、食べさせようとしているとなってしまう。現在スーパーに売られているものも、なぜそんな色・形をしているかなんて全てを科学的に説

明できるものなんてありません。一般市民に伝える言葉は選ぶべきだと思います。(ウソをつけと言ってるわけではないです)

A9: 開発したものを消費者に売りつけたり食べさせたりしようとしているのは、科学者ではなくて、技術者です。ここは日本ではなかなか定着しないのですが、少し前から科学者の側の主張が通って、キチンとした文書等では「科学・技術」というように「・」を間に挟んで両者を区別する語法が始まりました。私のこのシンポジウムでの立ち位置は(ふだんもそうですが)技術者ではなくて科学者なので、世の中、分かっていないものだらけだという真実を伝える責務があると思います。対して技術者は、担当する技術に関して分かっていることにしないと製造物に対する責任が果たせないのです、立場が異なります。

Q10: 安全性について科学的にどこまで説明すれば議論をつくされる(つくされた)という基準を作ることが難しいからこそ、安全と安心の境目がわかりにくいと思います。安全性と説明できる基準作りは実現可能なのでしょうか。

A10: おっしゃるとおり基準というのは簡単に揺れ動く性格のものだと思います。現在、東南海地震の心配があり、建築基準についてもいろいろな議論がありますが、防災が専門の先生によると、最新の耐震基準も、実はいろいろな仮定を必要とした基準のため、実際の個々の事例で行くと、その基準を満たしていても安全が担保できないケースは多数あると言います。事実としてさえそうなのですから、コンセンサスという、人間の意識にしか立脚できない今回のような基準の場合は、簡単には定まらないでしょう。

Q11: 遺伝子と代謝産物の関係性について。例えば、1つの遺伝子のノックアウトが、どれくらいドラスティックな変化をもたらす可能性があるのでしょうか？代謝産物について、まだ分かっていない部分も多いように感じましたが、変化が起きていたとしても、それを検知することができないという事態も考えられるのでしょうか？

A11: 代謝経路のネットワークは複雑ですが、重要なポイントが随所にあります。そうしたポイントを狙って変化させると、それを含むネットワーク全体に影響が及ぶことがあります。一方で、そうした重要ポイントでなければ、影響は極めて限定的に収まることもあり、場合によっては何も変化しないこともあります。変化を全て検出するのは、事実上は困難です。というのは、現在の検出機械の性能は極めて鋭敏なので、非常に多くの代謝化合物を一気に調べ上げることは可能ですが、ただし検出されたシグナル(ピーク)のそれぞれが、生物の体内にある代謝化合物のどれにあたるのかを当てていくのは、まだ必ずしも容易ではありません。日本はこの分野で世界のトップを走っていますが、それでもその段階です。極端な話で言えば、日本では2004年まで、野生の茸のスギヒラタケは古くから広く各地で食用にされてきました(ちょっと古い図鑑を見ていただくと、簡単に大量に採れる食用茸として推奨されているのをご覧ください)。と

ころが腎臓に障害がある人にとっては致死性の毒を持つことが発見され、それ以来、有毒種ということになっていますが、その成分はいまだ不明です。

Q12: アメリカのFDAの対応、市民社会の受容、有機農業団体の見解(アメリカ)、日本での有機農業の基準との関わり、特許、検討状況

A12: この点は専門外ですので、不確かな知識でお答えするのは控えます。日本、EU、米国など各国間での対応の違いは、名古屋大学の立川雅司先生が精緻に比較研究をされておられることを申し添えます。

参考資料（最新のものから時系列順に記載）

ゲノム編集技術応用食品等（厚生労働省 HP）

https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryuu/shokuhin/bio/genomed/index_00012.html

令和2年（2020年）9月8日確認。この時点での登録の記録はない。

ISAAA CROP BIOTECH UPDATE May 27, 2020 issue; Experts Identify Genome Editing and Other Innovations to Accelerate Food System Transition
<http://www.isaaa.org/kc/cropbiotechupdate/article/default.asp?ID=18138>

Science Breakthroughs to Advance Food and Agricultural Research by 2030. A Consensus Study Report of National Academy of Sciences. The National Academies Press. Washington, DC. 2019
<https://www.nap.edu/catalog/25059/science-breakthroughs-to-advance-food-and-agricultural-research-by-2030>

Whelan AI, Gutti P and Lema MA (2020) Gene Editing Regulation and Innovation Economics. *Front. Bioeng. Biotechnol.* 8:303. doi: 10.3389/fbioe.2020.00303

Chatzopoulou S, Eriksson NL and Eriksson D (2020) Improving Risk Assessment in the European Food Safety Authority: Lessons From the European Medicines Agency. *Front. Plant Sci.* 11:349. doi: 10.3389/fpls.2020.00349

El-Mounadi K, Morales-Floriano ML and Garcia-Ruiz H (2020) Principles, Applications, and Biosafety of Plant Genome Editing Using CRISPR-Cas9. *Front. Plant Sci.* 11:56. doi: 10.3389/fpls.2020.00056

Schiemann J, Robiński J, Schleissing S, Spök A, Sprink T and Wilhelm RA (2020) Editorial: Plant Genome Editing - Policies and Governance. *Front. Plant Sci.* 11:284 doi: 10.3389/fpls.2020.00284

Lee JH, Mazarei M, Pfothner AC, Dorrough AB, Poindexter MR, Hewezi T, Lenaghan SC, Graham DE and Stewart CN Jr. (2020) Epigenetic Footprints of CRISPR/Cas9-Mediated Genome Editing in Plants. *Front. Plant Sci.* 10:1720.

doi: 10.3389/fpls.2019.01720

ISAAA CROP BIOTECH UPDATE January 29, 2020 issue: Global Gene Editing Regulation Tracker; Human and Agriculture Gene Editing Regulations and Index (世界におけるヒト、農業生物・動植物、ジーンドライブ)に関する規制並びに研究成果を網羅的に記載している)

<https://crispr-gene-editing-regs-tracker.geneticliteracyproject.org>

ISAAA CROP BIOTECH UPDATE January 29, 2020 issue: Study Reveals Experts' and Public's Attitude Towards Gene-edited Crops

<http://www.isaaa.org/kc/cropbiotechupdate/article/default.asp?ID=17938>

第6回分科会資料（令和元年12月24日開催）

資料3-1 農林水産分野におけるゲノム編集技術の利用により得られた生物の生物多様性影響に関する情報提供等の具体的な手続について

令和元年10月9日付け元消安第2743号農林水産省消費・安全局長通知

<https://search.e-gov.go.jp/servlet/PcmFileDownload?seqNo=0000193144>

資料3-2 農林水産分野におけるゲノム編集技術の利用により得られた生物の情報提供等に関する具体的な手続について（骨子）（案）」に対して寄せられた御意見の概要及びそれに対する考え方 2019年10月09日公表

<https://search.e-gov.go.jp/servlet/PcmFileDownload?seqNo=0000193143>

資料4-1 ゲノム編集技術応用食品及び添加物の食品衛生上の取扱要領

令和元年9月19日 大臣官房生活衛生・食品安全審議官決定

<https://search.e-gov.go.jp/servlet/PcmFileDownload?seqNo=0000192460>

届出様式の記載方法等に係る留意事項

<https://search.e-gov.go.jp/servlet/PcmFileDownload?seqNo=0000192461>

資料4-2 ゲノム編集技術応用食品等取扱要領Q&A

令和元年10月2日 医薬・生活衛生局 食品基準審査課 新開発食品保健対策室

<https://www.mhlw.go.jp/content/000554070.pdf#search=%27%20ゲノム編集技術応用食品等取扱要領Q&A%27>

資料4-3 「ゲノム編集技術応用食品及び添加物の食品衛生上の取扱要領（案）」等に関する意見募集に寄せられた主な御意見の概要及び御意見に対する考え方

令和元年09月20日公表

<https://search.e-gov.go.jp/servlet/PcmFileDownload?seqNo=0000192458>

意見募集に寄せられた全ての御意見 (PDF)

<https://search.e-gov.go.jp/servlet/PcmFileDownload?seqNo=0000192459>

資料5-1 ゲノム編集技術応用食品の表示について - 消費者庁 (令和元年9月)

[https://www.caa.go.jp/policies/policy/food_labeling/quality/genome/pdf/genome_190919_0001.pdf#search=%27genome_190919_0001 消費者庁%27](https://www.caa.go.jp/policies/policy/food_labeling/quality/genome/pdf/genome_190919_0001.pdf#search=%27genome_190919_0001%20消費者庁%27)

資料5-2 ゲノム編集技術応用食品に関する事項 - 消費者庁 (令和元年9月19日)

https://www.caa.go.jp/policies/policy/food_labeling/food_labeling_act/pdf/food_labeling_act_190919_0011.pdf#search=%27food_labeling_act_190919_0011+消費者庁Q%26A%27

資料6-1

Tsuda M, Watanabe KN and Ohsawa R (2019) Regulatory Status of Genome-Edited Organisms Under the Japanese Cartagena Act. *Front. Bioeng. Biotechnol.* 7:387. doi: 10.3389/fbioe.2019.00387 (Published: 06 December 2019)

資料6-2

Food Standards Australia New Zealand (2019) Final report: Review of food derived using new breeding techniques - December 2019

<https://www.foodstandards.gov.au/consumer/gmfood/Documents/NBT%20Final%20report>

資料6-3 ISAAA CROP BIOTECH UPDATE December 11, 2019 issue

EU Calls for Study to Justify 2018 Legislation on Gene Editing-

<http://www.isaaa.org/kc/cropbiotechupdate/article/default.asp?ID=17875>

資料6-4 ISAAA CROP BIOTECH UPDATE May2, 2019 issue

Australia Updates Gene Technology Regulations; Will Not Regulate Gene Editing in Plants Without New Genetic Material

<http://www.isaaa.org/kc/cropbiotechupdate/article/default.asp?ID=17424>

追加資料 塚谷裕一 週刊エコノミスト エコノミストリポート「ゲノム編集食品」 「痕跡」残らぬ技術に虚偽の恐れ。透明性確保し健全に育成を。2019年12月9日号. P78-80.

あとがき

24期遺伝子組換え作物分科会は、本記録をまとめるにあたり、以下の分科会と公開シンポジウムを開催し、情報収集するとともに、本記録の内容を審議決定した。

第1回 平成30年(2018年)2月7日 15:00~17:00 日本学術会議5階5-C(1)

第2回 平成30年5月14日 13:00~15:30 日本学術会議6階6-C(1)(2)

第3回 平成30年9月28日 13:00~15:30 日本学術会議6階6-A(2)

第4回 平成30年12月28日 13:30~16:30 日本学術会議6階6-A(1)

第5回 令和元年(2019年)7月6日 11:00~12:00 日本学術会議5階5-A(1)

公開シンポジウム「ゲノム編集生物と社会について考える」令和元年7月6日 学術会議講堂

公開シンポジウム「食の安全と社会」令和元年10月5日 日本学術会議講堂

第6回 令和元年12月24日 14:00~17:00 日本学術会議5階5-A(1)