

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」質問まとめ

2019 年 7 月 6 日学術会議講堂 記録

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ます。

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）

1) 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？

1) 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。

1) 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？

1) 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。

1) 他の NBT を含めての考えは無くなったのか？

デュボンの 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）。

1) 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のでしょうか？日本学術会議が音頭をとって行くべきではないかと思います。iPS 細胞の命名を参考にすべきだと思います。

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）

1) 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。

1) 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）

1) 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）

1) 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）

1) K0 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？

1) 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？

1) 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？

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）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。

1) 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

2) 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ね？

2) 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？

2) 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

3) 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？（逆に行くとどこ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？

3) 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？

3) ミオスタチン K0 マダイの食品安全性について：-8bp mutant で、新たなアレルゲンが生じた可能性を示唆された印象を得ましたが、アレルゲン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？

新たなアレルゲンの生成リスクについて：GMO 作出の過程で新たなアレルゲン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、新たなアレルゲンが生じてこなかった作物については、ゲノム編集で、偶然アレルゲン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ゲン生成の可能性まで、調べさせるのは、過剰な反応ではないか？

3) 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。多くの人は、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。

3) 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？

3) 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？

3) 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？

3) 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

4) ISO9000 や HACCP など、プロセスの確かさを民間でも良いので、表示するようにすれば、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

4) 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だが、それは隠す立場の意見では？例えば、mstn-K0 マダイならば「これこそが正真正銘の mstn-K0 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。

4) 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？

4) 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？

4) 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

4) 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。

4) 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、どういう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？

4) 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？

4) 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、従来の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？）

4) 一部の小売組織で、すでに「ゲノム編集食品は取り扱わない」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？

4) 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？

4) 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。

4) 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？

4) 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？

4) 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？

4) 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。

4) 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****）

5) 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、アレルゲン性については、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？

5) 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？

5) 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？

5) 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？

5) 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。

生産者のご苦労（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けると消費者も納得するのではないかと思います。

5) 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。

5) 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？

5) 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。

5) 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。

5) 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か？SDN2の扱いについて：再度、整理して説明してほしい。

5) 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みても、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？

5) 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？

5) 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？

5) 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？

5) 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被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。

5) 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 (PPO) 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？

以上