

---

ERAプロジェクト調査報告特別号

第15回 International  
Society for Biosafety Research  
(ISBR) Symposium 参加報告

---

August 2019

大澤 良

津田 麻衣

徳永 幸彦

平塚 和之



特定非営利活動法人

国際生命科学研究機構

International Life Sciences Institute Japan

International Life Sciences Institute, ILSI は、1978年にアメリカで設立された非営利の団体です。

ILSI は、科学的な視点で、健康・栄養・安全・環境に関わる問題の解決および正しい理解を目指すとともに、今後発生する恐れのある問題を事前に予測して対応していくなど、活発な活動を行っています。現在、世界中の400社以上の企業が会員となって、その活動を支えています。

多くの人々にとって重大な関心事であるこれらの問題の解決には、しっかりとした科学的アプローチが不可欠です。ILSI はこれらに関連する科学研究を行い、あるいは支援し、その成果を会合や出版物を通じて公表しています。そしてその活動の内容は世界の各方面から高く評価されています。

また、ILSI は、非政府機関（NGO）の一つとして、世界保健機関（WHO）と協力関係にあり、国連食糧農業機関（FAO）に対しては特別アドバイザーの立場にあります。アメリカ、ヨーロッパをはじめ各国で、国際協調を目指した政策を決定する際には、科学的データの提供者としても国際的に高い信頼を得ています。

特定非営利活動法人国際生命科学研究機構（ILSI Japan）は、ILSI の日本支部として1981年に設立されました。ILSI の一員として世界的な活動の一翼を担うとともに、日本独自の問題にも積極的に取り組んでいます。

# 第15回 International Society for Biosafety Research (ISBR) Symposium 参加報告

RYO OHSAWA, Ph.D.

Professor, University of Tsukuba

MAI TSUDA, Ph.D.

Assistant professor, University of Tsukuba

YUKIHIKO TOQUENAGA, Ph.D.

Associate professor, University of Tsukuba

KAZUYUKI HIRATSUKA, Ph.D.

Professor, Yokohama National University

## 要旨

第15回 International Society for Biosafety Research (ISBR) Symposium が2019年4月1～4日にスペイン、タラゴナで開催された。本シンポジウムは2年に1度、さまざまな国で開催されており、遺伝子組換え作物の安全性評価について産官学の間で最新の情報を共有する場となっている。遺伝子組換え生物 (GMO) のバイオセーフティに焦点を当てた国際シンポジウムであり、1990年以降、International Symposium on the Biosafety of Genetically Modified Organisms (ISBGMO) として開催され、GMO バイオセーフティ研究コミュニティの醸成を図ってきた。これまで GMO の環境安全性評価がシンポジウムの主題であったが、近年のゲノム編集の急速な進展、ジーンドライブなど環境安全性評価と緊密な関係を持つ技術開発の進展により、シンポジウムにおける議題はかなり広いものとなっている。そのため、第15回からは ISBR Symposium に名称が変更された。

## SUMMARY

The 15th International Society for Biosafety Research (ISBR) Symposium was held on April 1st-4th, 2019 in Tarragona, Spain. The symposium is held every two years in various countries, and it is a place where industry-government-academia can share the latest information on safety assessment of genetically modified crops. ISBR is an international symposium focused on biosafety of genetically modified organisms (GMOs), and since 1990, it has been held as International Symposium on the Biosafety of Genetically Modified Organisms (ISBGMO), aiming to foster the GMO biosafety research community. So far, GMO environmental safety assessment was the subject of the symposium, but the recent progress in genome editing and technology development closely related to environmental safety assessment such as gene drive has made the topics covered at the symposium quite broad. Given such situation, the name of the symposium was changed from ISBGMO to ISBR Symposium from the 15th symposium.

## 1. はじめに

本シンポジウムは2年に1度、さまざまな国で開催されており、遺伝子組換え作物の安全性評価

について産官学の間で最新の情報を共有する場となっている。遺伝子組換え生物（GMO）のバイオセーフティに焦点を当てた国際シンポジウムであるが、1990年以降、International Symposium on the Biosafety of Genetically Modified Organisms (ISBGMO) として開催され、GMOバイオセーフティ研究コミュニティの醸成を図ってきた。第15回からは ISBR Symposium に名称が変更された。今回は、スペインのバルセロナから電車や自動車です約1時間のタラゴナで開催された。タラゴナは紀元前約200年のローマ時代にローマ帝国がスペインを侵略した際に拠点とした都市であり、スペインでも最大規模のローマ時代の遺跡が残る。街が遺跡の中にあるように感じられ、大会会場も遺跡を意識した非常に大きなホールであった。

今回は4種類の全体会議と15種類の平行セッション、6種類のワークショップ、ポスターセッションが企画されており、総勢で全42か国から約280名が参加した。内訳は産官学がそれぞれ28%、36%、26%、その他コンサル関係者などが10%であり、参加国別にみると欧州28%、北米28%、アジア20%、ラテンアメリカ13%、アフリカ7%、オーストラリア・ニュージーランドは4%であった。本シンポジウムの主題である遺伝子組換え作物の環境影響評価および食品安全性評価に関する発表が多いものの、前回（メキシコ）に比べて、ゲノム編集技術に関する発表が著しく増えていた。さらに連日、ジーンドライブに関するセッションが設けられ、そのいずれもが盛況であった。前はジーンドライブについては科学的理解にとどまり環境影響評価の観点の議論はこれからという印象であったが、わずか2年で本技術によるさまざまな実行為が環境影響と密接に結び付き議論され始めていることは驚きであった。日本からは筑波大の大澤が平行セッション “New Breeding Technologies: Regulatory Hurdles for Existing Frameworks” において “The recent regulatory framework of genome editing organisms and foods in Japan” のタイトルでゲノム編集規制の日本の現況を報告したが、各国の関心を引いていたようである。また大澤は、ワークショップ “Benefits and Strategies for Global Regulatory Data Streamlining, Harmonization, and Collaboration” においてパネルディスカッションのパネリストとして登壇し、日本の状況を各国のパネリストとともに紹介した。さらに、ISBR 終了後に同会場で開催された CropLife International 主催のワークショップにおいて、わが国における遺伝子組換え作物の環境影響評価におけるデータトランスポータビリティに関する報告をし、意見交換を行った。筑波大の津田は “Biosafety Considerations for the Use of Genetic Variation in Plant Breeding” の平行セッションにおいて、昨年まで内閣府戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）で進めてきた研究成果を “Comparison in mutation frequency among wild types, tissue cultured mutants, genome-edited mutants, and transgenic lines in rice” として発表した。

産官学が一堂に会し、しかも遺伝子組換え技術をはじめとする新規技術の紹介というよりは、まさに各国における環境影響評価の在り方、食品安全性評価の現状など国を越えた調和が必須の分野における情報交換の場として極めて重要なシンポジウムであるとあらためて感じた。ゲノム編集に関しては、EUにおける規制、米国の技術開発と製品化、オーストラリアの判断、中国や台湾、韓



シンポジウム会場となった  
The Palau Firal i de Congressos de Tarragona

国などアジアの規制の在り方に関する情報交換は、最終産物の社会実装が間近であるがゆえに、調和をとりながらの品種開発、製品化を支えるために一層重要である。これを機会に、さらにアジアにおける意見交換の必要性を担当者とも共有できたことは重要な成果であると感じている。また、日本における科学的評価の積み重ねによるスタック系統の審査の効率化や隔離ほ場試験のデータトランスポートビリティの導入は、諸外国から見ても先進的な取り組みとして受け止められていた。このような国際的な場での議論を通じ、科学的知見に基づく効果的な安全性評価が国内外において広がることを期待したい。

本シンポジウムには ILSI Japan を通じて平塚和之先生（横浜国立大）、徳永幸彦先生、津田麻衣先生、大澤良（筑波大）の計4名が参加した。①ゲノム編集生物の取り扱い、②遺伝子組換え作物の国際的なデータの調和と相互利用、及び③新しい技術とその安全性評価について、それぞれの先生が情報収集したので以下に紹介させていただく。なお、詳細なプログラムについては ISBR ウェブサイト<sup>1</sup>を参照願いたい。

（大澤 良）

## 2. シンポジウム概要

### ①ゲノム編集生物の取り扱い

#### New Breeding Technologies: Regulatory Hurdles for Existing Frameworks

（Parallel Session 2, Apr. 1<sup>st</sup>）

本セッションでは、「NBTの規制における現存の枠組みにおけるハードル」と題して、ドイツ、アルゼンチン、日本のゲノム編集技術の規制枠組み状況が紹介された。

ドイツの消費者保護・食品安全庁（BVL）の Leggewie 氏は、2018年6月25日に欧州連合司法裁判所（CJEU）が公表した、1. 変異創生技術で作られた全生物は GMO である、2. 従来の変異創生技術で生成された生物は GMO から除外する、3. ただし EU 加盟国であれば従来の変異創生技術で作られた生物も規制することができる、とする GMO 指令についての判断における問題点を指摘した。

そもそも EU における GMO の定義は「自然には生じない方法で遺伝的に改変された生物」とされ、自然に生じない形質を持つ生物の意図的放出は環境に有害な影響がある可能性があるという理由から規制されてきた。ただし、突然変異誘発技術による変異創生については規制対象外であった。そこで、CJEU の判断がなされる以前の段階で BVL は、ゲノム編集のうち配列の挿入を伴う編集は GMO、点変異などは GMO にあたらないだろうと解釈していた。しかし、2018年6月25日の CJEU の判断では、ゲノム編集技術由来の全生物が GMO であると定義された。Leggewie 氏は、CJEU がこのような判断を行った理由として、CJEU に科学者のスタッフがいないこと、参考人聴取や専門家に意見を求めることはめったにないこと等を挙げ、科学的な議論がほとんどなされないままに公表された決定であり、問題であると指摘した。

さらに EU では、GMO から除外可能な変異創生の定義として「従来多くの適用例があり、長い間安全性が記録されている改変技術により得られた生物には適用しない」と示しているが、例えばカーボンイオンビームによるイネ品種など、従来の変異創生のうち新しい形式も除外されるのかは未決であると指摘した。その他に、ゲノム編集生物を EU で規制しようとしても、多くの場合ゲノ

1 <https://isbr2019.com/index.php>

ム編集技術による変異か自然発生なのか従来の変異創生によるものかを示す方法はなく検出不可能であるという重要な問題点が指摘された。また、飼料における懸念として、現在はGM物質が0.1%量含まれることをGMOの検出・識別条件としているが、ゲノム編集生物においてはこの検出基準が使用できないため、ゲノム編集生物の輸入許可が得られないのではないかと、いずれにしても詳細な検出は困難でありゼロトレランスの原則の実施は不可能ではないかという問題点も示された。

2018年11月13日に、EC科学アドバイスメカニズム（EC Scientific Advice Mechanism）は、「ゲノム編集由来生物の規制ステータスにおける科学的展望とGMO指令への影響」とするレポートを公表した。このレポートには、「EUで制定されるGMO法律には、明確なエビデンスに基づき実行可能で均整がとれたヨーロッパの科学と技術の将来発展に対処できるだけの柔軟性があるような改訂が必要だ。そのためには、ゲノム編集・遺伝子組換えなど確立された技術の知見と科学的証拠をGMO指令に反映することを勧める」とある。具体的な方法としては、現在のプロセスベースであるGMOの定義をプロダクトベースのアプローチに改変すること、従来の変異創生技術に標的突然変異誘導技術を含めること、ゲノム編集生物のための新しい規制を確立することなどを挙げた。新しい規制の確立には、欧州委員会（EC）だけが法的措置を開始できるが、一般的に制定された法律の修正には約5年かかると述べた。現在、このGMO指令の改訂に向けた取り組みとして、ジョイントワーキンググループが2019年4月25日にブリュッセルで開かれる予定であると報告された。

アルゼンチンからは、Whelan氏（State Secretariat of Foodstuff and Bioeconomy）がラテンアメリカのNBT規制の現状について講演した。ラテンアメリカのパイオニアであるアルゼンチンは、NBTの規制に関しても2013年とかなり早い段階で、農業バイオテクノロジーアドバイザリー委員会（CONABIA）が動き始め、2015年にはNBTプロダクトの規制が公表された。規制手順としては、まずコンサルテーションを実施し、バイオセーフティ委員会が遺伝的に新しい組合せがないことを確認する。その上で、一時的にでもtransgeneを用いていない場合、またはtransgeneを用いても最終産物がtransgene freeである場合はGMO規制の対象外となり、これらを満たさない場合はGMO規制の対象となる。アルゼンチンが2015年に規制を決定して以降、2017年チリ、2018年ブラジル、コロンビアとよく似た規制内容でそれぞれ規制が決定されてきた。現在、ラテンアメリカのうち規制の動きが進行中である国は、パラグアイ、ホンジュラス、エクアドル及びコスタリカ、国際的な議論に参加している国はメキシコ及びウルグアイ、まだ動きがない国はボリビア、キューバ、グアテマラ、ニカラグア、パナマ、ペルー及びエルサルバドルである。



発表を行う大澤教授

日本からは、筑波大学の澤教授が日本のゲノム編集生物と食品の規制概要を紹介した。SDN1～3の分類に基づいて環境影響評価及び食品安全性に関する規制を分けた点が、科学的で明確であるという意見が会場から出た。また、講演後に日本の規制概要を記載したフライヤー<sup>2</sup>の配布が案内された際には、希望者が多数あり、日本の規制枠組み決定への海外諸国の興味大きいことが伺えた。

（津田 麻衣）

## Biosafety Considerations for the Use of Genetic Variation in Plant Breeding

(Parallel Session 14, Apr. 3<sup>rd</sup>)

本セッションは、遺伝的変異は植物育種家が望ましい特性を持つ新しい品種を開発するための遺伝物質の供給源であるという認識のもと、さまざまな植物育種方法において、導入される遺伝的変異が非標的型（オフターゲット）であるのか標的（オンターゲット）であるのか、そこにバイオセーフティ上の問題はあるのかに焦点を当てたものであった。

自然突然変異、組織培養による変異、遺伝的形質転換による変異、化学的および照射による突然変異誘発、ゲノム編集の過程で生じる変異など、育種家の用いるツールによって導入されうる遺伝的変異の種類と程度を比較して議論が進められた。バイオセーフティの観点からは、望ましい変異あるいは目標形質における変化に加えて、意図せずに発生する可能性がある付随的な遺伝的変化の生物学的関連性を検討することが重要となる。

本セッションでは、はじめに、Corteva Agriscience 社の Maria Fedorova 博士がオーガナイザーとして、伝統的育種、突然変異育種、RNAi、遺伝子組換え、ゲノム編集技術について総論を紹介した。そして、伝統的育種はほとんどすべての作物が技術の利用対象であるのに対し、遺伝子組換え技術はトウモロコシ、ダイズ及びワタが主な対象であり、ゲノム編集は現時点でトマト、トウモロコシ及びダイズが対象になっていること、また各技術において影響している（関与している）遺伝子数が伝統的育種では数千から万単位であり、遺伝子組換えでは1～4個、ゲノム編集ではデザインごとに数個であることを紹介し、“What is an unintended effect from breeding?” すなわち育種における非意図的変異とは何か？をこのセッションの課題として挙げ、「詳細な DNA 配列の情報なくても、歴史的に育種は安全な最終産物をどのように作ってきたのかを考えなければならない」と述べてからセッションが始まった。ミネソタ大学の Robert Stupar 博士は「Sources and uses of genetic variation in conventional plant breeding: Spontaneous mutations, untargeted induced mutagenesis, and tissue culture. (従来植物育種における遺伝的変異の起源と利用：自然突然変異、非標的誘導突然変異誘発、および組織培養)」の発表を行った。Stupar 博士は、“Genomic variation and DNA repair associated with soybean transgenesis: a comparison to cultivars and mutagenized plants, BMC Biotechnology (2016) 16 : 41” のデータを中心に、ダイズでの栽培化に関わる遺伝子数あるいは世代ごとの変異数の紹介から、ダイズの系統間では100万単位でSNPsが認められること、種間とダイズの系統間でのSNPsにあまり違いがないことにはじまり、突然変異育種において発生する変異数、品種間での変異数をダイズの例を挙げて詳細に紹介し、育種においてオフターゲット変異をことさらに取り上げることに意味がないことを示した。次に筑波大学 津田麻衣博士が「Comparison in mutation frequency among wild types, tissue cultured mutants, genome-edited mutants, and transgenic lines in rice. (イネにおける野生型、組織培養、ゲノム編集、遺伝



発表を行う津田博士

2 [https://www.env.go.jp/press/2\\_2\\_%20genome%20editing\\_En.pdf](https://www.env.go.jp/press/2_2_%20genome%20editing_En.pdf)

子組換え系統間に見られる突然変異頻度の比較)」の講演を行った。内容は、(1) ゲノム編集イネにおける意図しない突然変異の発生頻度は、組織培養過程を通して誘導された変異の発生頻度の範囲内であったこと、(2) 組織培養過程を通して誘導された多数の突然変異によって引き起こされた多様性は品種間の多様性と比較して非常に小さかったこと、(3) これらの結果は、植物の育種における突然変異の利用と品種の概念を消費者が理解するために役立つであろうことの3点であった。さらに、筑波大が開発したメロンを題材にした育種の疑似体験アプリを公表した<sup>3</sup>。本アプリは聴衆から好評を博し、英語版を求められていた。最後は Sandeep Kumar 博士が、「Evaluation of *S. pyogenes* Cas9 specificity in maize genome editing and its relevance in crop improvement (トウモロコシゲノム編集における *S. pyogenes* Cas9特異性の評価と作物改良におけるその関連性)」の発表を行った。内容は(1) ゲノムワイドな生化学的オフターゲットのトウモロコシにおける検出が可能になったこと、(2) 特異的であると予測されるガイド RNA を用いた場合のオフターゲット切断活性の証拠はなく、高頻度でオンターゲット編集がなされていることが明らかにされたこと、(3) ガイド RNA の設計でオフターゲット変異を最小にできること、(4) CRISPR/Cas9による変異は植物ゲノムの遺伝的多様性のもとでは無視できるレベルであろうこと、(5) これまでに培われてきた作物育種における広範な農学的評価プロセスは、望ましくない特性を持つ植物を排除し、安全な作物を生み出すための効率的なツールであることが証明されていることなどであった。

作物育種は、食品、飼料、または環境の安全性に影響を与えることなく、著しい DNA 変動および再編成を許容する固有の能力および可塑性を有することが近年の豊富なゲノムシーケンシングデータとともに3名の講演から理解できた。また、各講演はゲノム編集など育種過程で生じる DNA 変化をバイオセーフティの観点からの「意図しない影響」と見なすことが妥当ではないことを示唆している。特にそのようなオフターゲット変異は本質的にどんな植物育種技術を使っても起こるという前提のもとで、育種法にかかわらず、真の意図しない影響と、それらを軽減するための育種プログラムの検討の必要性も議論された。本セッションから得られた結論としては、人類は品種開発の過程で潜在的に不利な遺伝的変異を特定し、排除してきており、この育種選抜プロセスは人間または家畜の健康、あるいは環境にとって安全な作物を開発するための効果的なアプローチであるということであろう。今後、ゲノム編集の有効性あるいは安全性の議論において、育種を歴史的に把握し、品種改良の文脈の中で新技術を考えることの重要性を認識したセッションであった。

(大澤 良)

## Environmental Risk Assessment and Regulation of Gene Edited Products

(Plenary Session II, Apr. 2<sup>nd</sup>)

Jeffrey Wolt 氏 (米国アイオワ州立大) は、gene editing が単一の方法ではなく、ツールボックス的な技術であることを考えると、“science-based regulation might not be scientific” になることに対する警鐘を鳴らした。つまり、gene editing された農作物に対する評価に、科学的な視点を入れることによって、マスコミや政治、大衆の意識との絡みを考えると、かえって規制制度に混乱をきたす恐れがあることを、混乱と困惑が増大する螺旋の図で象徴的に示した。

Mitchell Abrahamsen 氏 (米国 Recombinetics Inc.) は、畜産や漁業における gene editing の活用例を紹介した。Gene editing によって角の生えない牛や、熱に強い牛などが生産されている。電

3 <http://www.life-bio.or.jp/nbt/tool/melon.html>



球は蠟燭を改良して徐々に発明されたものでなく、新しい技術の発見と共に、急激に出現した。それと同じような変化が、gene editingによって農業にもたらされる可能性を主張した。

David Hamburger氏（ドイツ パサウ大）は、gene editingのような新しい技術に対しては、規範的基準のアップデートが必要であり、いたずらにラベル表示を義務付けるよりは、gene editingによって生まれた産物が、従来の育種技術で生まれたものと見分けがつかない場合があることに留意した規制の方向を考えるべきであると主張した。

Alan Raybould氏（スイス Syngenta Crop Protection AG）は、GM生産物はあくまでも表現型に作成意図にそぐわないものがあるかないかで評価されるが、この姿勢こそが、GM生産物やgene editing作物を環境評価する時にも適用されるべきだと主張した。作出された生産物の形質を事細かにプロファイリングすることは非効率であるだけでなく、環境評価において効果的ではなく、むしろ注目する形質に対してのみ、評価をしぼるべきであると主張した。

Martin Lema氏（アルゼンチン生産省）は、アルゼンチンではgene editingによる農産品の環境評価をケース・バイ・ケースで判断してきたことを紹介した。例として、70%フィレ肉が増量されたティラピア（FLT#01）や、除草剤耐性のナタネ、そして土壌を肥沃化する細菌が承認された例を紹介した。

感想としては日本の規制においては金科玉条であるところの「mode of actionが明らかにされること」が、むしろGMや新規技術で作出された産物の規制において、邪魔になっているという主張が行なわれていることに、少なからず違和感を感じた。

（徳永 幸彦）

### Targeted Crop Improvement: Genome Editing in the Plant Breeder's Tool Box (Parallel Session 8, Apr. 3<sup>rd</sup>)

このセッションはCropLife InternationalのJohn McMurdy氏と、バイエルクロップサイエンス社のAlessandra Salamini氏がオーガナイザーで、4題の発表があった。

まずは、英国アベリストウイス大学のHuw Jones氏が、遺伝子編集に関して、その基本原理と、ZNF、TALEN、CRISPR-Casに至った経緯について解説し、3つのタイプ（細分化した場合は5タイプ）の遺伝子編集方法があり、それらの違いによる管理方法の国別、地域別の差については問題があることを指摘した。最新の手法に関しても言及があり、総説として良く整理された発表であった。

次の発表はバイエルクロップサイエンス社のEdward Cargill氏による遠隔会議システムを用いたプレゼンテーションとなり、「Expanding a plant breeder's toolbox: How and when to use genome editing in a breeding program」と題して作物改良に必要な科学技術について、それらの歴史的経緯を含めて概説した。また、従来型の育種と遺伝子組換えに加え、遺伝子編集が新たな技術として活用されても、実用新品種作出には長い年月を要するとした。

Calyxt社のChloe Pavely氏は「Bringing consumer-focused products to market」の演題で、遺伝子編集技術としてTALENを活用した自社の高オレイン酸ダイズと高食物繊維コムギについて紹介し、それらの育種期間を短縮する目的で遺伝子編集を用いるが、それらは本質的に従来育種と同じであるとした。これらの「消費者向け製品」については、近々に日本国内での流通・販売も想定され、新たな対応が必要となる可能性がある。

最後にドイツ Federal Office of Consumer Protection and Food Safety の Detlef Bartsch 氏から「The need for consistent genome editing policies globally to foster innovation in agriculture」と題した発表があり、Parallel Session 2の内容と議論に言及しつつ、遺伝子編集技術の規制に関する国と地域による不統一を指摘し、農業におけるイノベーションの円滑な普及にはそれらの国際協調が必要であるとした。

(平塚 和之)

## ②遺伝子組換え作物の国際的なデータの調和と相互利用

### Benefits and Strategies for Global Regulatory Data Streamlining, Harmonization, and Collaboration

(Workshop 2, Apr. 2<sup>nd</sup>)

ワークショップ「グローバルな規制データの合理化・整合化・コラボレーションのためのメリットと戦略」では、環境リスク評価のためのプロブレムフォーミュレーション (PF) の重要性、データトランスポートビリティによる規制評価支援の可能性、ファミリーアリティの考え方、既存の評価データの共有による合理化の可能性が紹介された後、アメリカ、日本、アルゼンチン、ベトナム、ブラジルの規制関係者によるパネルディスカッションが行われた。

アイオワ州立大学の Wolt 氏は、GM 作物の環境リスク評価 (ERA) には、まず PF を行うことが大切であると説いた。ERA は、仮説を立て、ケースバイケースかつサイエンスによるエビデンススペースで相対的な評価を行い、透明性を提供しつつ、各国または国際的なガイダンスを使用することでハーモナイゼーションをサポートする必要があるとした。PF により、規制評価の意図が明確になり、要求されたデータと ERA の特定の段階で対処される必要がある不確実性との関係が示され、規制当局間のデータ要件の一貫性を向上させ、意思決定の基準を明確にする効果があるとした。

次に、Roberts 氏 (ILSI) は、遺伝子組換え植物の食料、飼料、栽培評価のためのデータトランスポートビリティの理解を促進することで、規制のための評価を支援できると講演した。トランスポート可能なデータとは、ある法的管轄区域で発生し、他の法的管轄区域の規制評価の支援に利用可能なデータを指す。したがってデータトランスポートビリティは、ある国で規制評価を支援するために作成されたデータを他の国で同様の評価を支援するために使用できるという概念であり、世界的な規制の調和と取引の円滑化のために生まれた考え方である。実際に、食品／飼料の安全性評価に関するすべてのデータはトランスポート可能であり、ERA のほとんどのデータにもこの概念はすでに利用されている (例えば、実験室で行われる生物毒性テストなど)。しかし、隔離圃場試験における農学的形質データへの利用は議論中であり、規制担当担当者はデータトランスポートビリティを検討すべきであると講演した。

リスク評価データの要件に関する世界的な連携の必要性については、Culler 氏 (Bayer CropScience) が講演した。USAID (アメリカ国際開発庁) が支援するバイオテクノロジープロジェクトには、農業形質や機能性等において高い利益をもたらす特性を持つ作物が多数あるが、依然として規制に関連する負担が大きいという。規制に関わるデータ要件は、例えば構成成分、アレルギー性、環境リスク、タンパク質特性等の評価において、国際的な食品規格である CODEX の規格とは異なっているせいで、時間とコストが大きくかかる。また、同じプロダクトに対し、いくつもの国が別々に食品安全性を調査するなど同様の評価項目を確認している重複性にも問題があると

述べた。

将来的に、規制担当者にも負担のない実質的なデータ要件に統一していく必要があり、これは科学的信頼性を継続的に向上させることにも貢献するだろうと述べた。長年にわたって蓄積されたりリスク評価データを取りまとめれば、さらにハイリスクな他分野、政府機関へのリソースの再配分をも可能にし、害虫や栄養などの他の農業問題に対応できる技術を農家や消費者に迅速に導入できる可能性もあるということである。国際的に安全性評価データの共有・コラボレーション、および相互承認が促進されれば、さらなる合理化への道を切り開く推進力が生まれるだろうと述べた。

(津田 麻衣)

## CropLife International (CLI) Workshop: Models for Streamlining Data Requirements for Global Harmonization

(Satellite Workshop, Apr. 4<sup>th</sup>)

本ワークショップは、植物科学やバイオテク作物の開発企業で構成する国際組織 CropLife International (CLI) が、バイオテク作物の安全性評価におけるデータ要件の世界的な統合による効果的な評価の実施について議論することを目的として主催したものである。

スタック系統及び隔離ほ場試験の評価におけるデータトランスポートビリティを用いた簡素化について、アルゼンチン (Whelan 氏 [State Secretariat of Foodstuff and Bioeconomy, Argentina]、Vesprini 氏 [Ministerio de Producción y Trabajo, Argentina]) 及び日本 (大澤教授 [筑波大学]) から紹介された。また、後藤氏 (バイエルクロップサイエンス) は、自生能力を持たないトウモロコシ、ワタ及びダイズを宿主とする遺伝子組換え作物の競合における優位性の評価においては、種子の脱粒性及び休眠性の獲得を評価することが第一歩であり、その隔離ほ場試験結果は導入形質によらずトランスポートビリティがあるとの考え方を発表した<sup>4</sup>。一方、ベトナムからは、導入される遺伝子組換え作物における規制上の問題点に当たるたびに対応すべき規制を新しく作成してきた経緯から、時間もかかるだけでなく規制の複雑化が生じているという問題点があげられた。ゲノム編集技術については、ゲノム編集作物を取り巻く多様な問題の議論を考慮して、より明確で適切な方針を今後確立する必要がある、とベトナムの行政管である Ham 氏 (ベトナム農業農村開発省) は述べた。会場には、インドネシア、台湾の規制担当者や関係者が参加しており、アジア諸国が規制の効率化、およびゲノム編集のための新たな規制構築に大きな興味を持っていた。特にカルタヘナ締約国としてゲノム編集作物の一部を GM と定義しないことを公表した日本の考え方を参考にしたいと考えている様子が伺えた。また、ベトナム、インドネシア、フィリピンの規制担当者は、隔離ほ場のデータトランスポートビリティやスタック系統の評価の簡素化といった科学ベースの考え方に基づく取り組みについて興味を持っていた。

(津田 麻衣)

## Familiarity in the Context of Risk Assessment of Transgenic Crops in the Americas

(Parallel Session 3, Apr. 1<sup>st</sup>)

Clara Rubinstein 氏 (アルゼンチン・バイエルクロップサイエンス) は、GM 作物の承認において、アルゼンチンは米国と異なり、History of Safe Use (HOSU) よりも familiarity を重視するこ

4 本発表内容は育種学研究 20巻 (2018) 2号に掲載されている。

<https://doi.org/10.1270/jsbbr.18J02>

とを紹介した。ここでいう familiarity とは、利用できる（科学的な）文献に基づいた情報であり、基本的に the same mechanism (mode) of action ならば受け入れるというものである。つまり、証拠とデータに基づく familiarity のことを言う。HOSU はデータに基づかない場合があることを指摘した。会場からは familiarity はどう標準化できるのかという質問が出て、HOSU を科学的に評価するためにはモニタリングしていかなければならないなどの指摘があった。

Patricia Fernandes 氏（ブラジル・UFES）は、生物安全法関連の法規には明記されていないものの、GM 作物の承認評価において CTNBio 職員は、familiarity と HOSU を考慮していることを紹介した。特に Article 10において、“CTNBio shall monitor the development and technical-scientific progress attained by the biosafety, biotechnology, bioethics and related areas, with aims at increasing their capacity of protecting human, animal and plant health and the environment” という記述がある通り、科学的知見に基づいた familiarity を採用し、ブラジル国内の異なる地点で data transportability を用いて評価していると主張した。会場からは、場所ごとの花粉媒介者の違いなどが考慮されていないのではないかという指摘が行われた。

Philip Macdonald 氏（カナダ・CFIA）は、GM 作成に使われる技術にとらわれることなく、むしろ end point における潜在的な危険性に基づき評価することを紹介した。その危険性は、ハザードと暴露のかけ算として評価されるという考え方にに基づき決定されることを示した。一方、Facundo Vesprini 氏（アルゼンチン・Biotechnology Directorate of the Secretary of Agroindustry）は familiarity を今活用できる知識と経験であると捉え、より積極的に data transportability を活用する主張を行なった。

感想としては、HOSU もデータに基づくものであるべきで（データのない History はないのでは？）、そうすると HOSU と familiarity の対峙がより曖昧になるという印象を受けた。また、familiarity と表現する時に、必ずしも mode of action が含まれないという点にも、議論をする上で注意する必要がある。

（徳永 幸彦）

### ③新しい技術とその安全性評価

#### Gene Editing and Gene Drives for Managing Unwanted Vertebrates-Current Status and Biosafety Considerations

（Workshop 1, Apr. 2<sup>nd</sup>）

本ワークショップは、Allison Snow 氏（米国オハイオ州立大）と Tim Harvey-Samuel 氏（英国パーブライト研究所）によってオーガナイズされたものである。Allison Snow 氏はまず、Grunwald, H. et al. (2019) Super-Mendelian inheritance mediated by CRISPR-Cas9 in the female mouse germline, Nature, 566: 105-109. という論文の紹介をし、続いて Kevin Esvelt 氏（米国 MIT）らによって開始された、北米北東部のライム病の原因となる [スピロヘータの一種のボレリア菌]-[マダニ]-[シロアシネズミ他の哺乳類や鳥類] の寄生システムにおいて、gene drive によってシロアシネズミにスピロヘータ抵抗性をつけることによって、スピロヘータを駆除し、ひいてはライム病を撲滅しようとする壮大な試みを紹介した。試算としては5~10年で駆除できると予想したが、マダニを通じてスピロヘータを媒介する動物がシロアシネズミだけでないことから、実現可能性はあまり高くないという印象を受けた。

それなら、gene drive を使わずに、マダニのついていないシロアシネズミを大量に放逐する方が

現実的ではないかという質問が会場から出て、演者もそれに対して肯定的な意見を述べたが、それらのシロアシネズミが放逐後にマダニに噛まれ、スピロヘータ保菌者になるという発想が無い。この時点で、議論に Wolbachia の細胞質不和合 (CI) による分布拡大のモデルに基づく思考が欠けているという印象を受けた。

続いて Owain Edwards 氏 (豪州 CSIRO) は、オーストラリアの希少生物を絶滅の危機に追いやっている野良ネコを gene drive の技術を使って駆除するという、これまた壮大な計画を紹介した。いきなりネコ用の gene drive の設計は厳しいので、マウスの生殖に関する遺伝子をターゲットにした gene drive の設計を行ない、それをネコに対して平行輸入する計画を提示した。まずは小さな島を対象に駆除を行なう目論みだが、シロアシネズミの場合と同様、道が遠いという印象を受けた。

Gus McFarlane 氏 (英国エジンバラ大) は、マウスの雌の妊性にかからむ遺伝子 (OOEP) に関して、従来の gene drive の技術に対して抵抗性のある変異に対しても有効な、新しい gene drive の設計の話をした。すなわち、Cas9 と ROSA26-gef を別々の染色体上に載せることによって、従来のホモロガスな gene editing が効かない変異に対しても、有効なデザイン (split drive) を提案した。

Paul Thomas 氏 (豪州 アデレード大) も gene drive の技術的な側面について考察した。gene drive の方法として zygotic homing (self replication) と germ line homing を比較し、zygotic homing は homing rate が低く実用的ではなく、むしろ germ line homing の方が実用的であることを主張した。

Michael Smanski 氏 (米国ミネソタ大) は、北米で猛威を奮っている外来生物であるコイを gene drive で駆除するための手法を紹介した。Owain Edward 氏の場合と同様、いきなりコイだけを対象にするのではなく、モデル生物であるゼブラフィッシュと平行に開発するプランを提示した。コイにおけるターゲット遺伝子の多様性や、温度などの環境要因による homing rate の変化などが考慮されるべきだと主張した。実用段階では雄を放逐し、生殖攪乱をおこすという主張であるが、魚の中には成長と共に性転換するものが知られており、その点を不安視する質問が会場から出た (まるでジュラシック・パークのカオス学者、マルコム有名な台詞 “Life finds a way” を再現するかのよう!)。

最後に、Keith Hayes 氏 (豪州 CSIRO) は gene drive の Risk Assessment について、マラリア原虫を伝搬するハマダラカ (*Anopheles gambiae*) から作出された雄性不稔の Ag (DSM) 2 のケースを例にして議論した。基本的には、経験的ベイズ統計の立場から、事前確率 (信頼にあたいする前情報) とデータに基づく尤度から、駆除の成功に関与するパラメーターの事後確率を求めるという立場を主張した。また、ハマダラカの動態モデルとしては方向付グラフモデルを用いた線形行列モデルを推奨した。これはリアリティよりも、ステークホルダー達に何を計算しているのかが解りやすいという点で、このモデルを採用しているという説明であった。やはりここでも、Wolbachia の CI による分布拡大モデルとの接点がまったく無いという点が気にかかった。

パネルディスカッションでは、哺乳類だったらネズミから実用段階に入っていただろうという予想が出された。また、一番大切なのは、哺乳類に対する gene drive の応用を、いかに社会的に認知させるかが問題であり、その場合、特に意見が対立している科学者同士の説得が鍵になるという認識が共有された。

(徳永 幸彦)

## Risk Assessment and Management of Gene Drive Research

(Parallel Session 9, Apr. 3<sup>rd</sup>)

社会学者の Delphine Thizy 氏（英国インペリアルカレッジ）の趣旨説明で始まり、最初の演者の Royden Saah 氏（米国 GBIRD）は、Genetic Biocontrol of Invasive Rodents (GBIRD) の活動の大枠を説明した。これは地域に固定した遺伝子座をターゲットにした gene drive の作り込みを想定している活動である。Culture, Principle, Collaboration, Respectfulness といった要素が safeguard を考える際に重要であるという主張をした。「地域に固定した遺伝子座」という思考方法が、果して現実的なのが懸念された。

Hector Quemada 氏（米国西ミシガン大）は、ブルキナ=ファソで進められている gene drive によって改変された蚊の導入の大枠を紹介した。Population replacement と population suppression の2つの手法などを議論した。続く Aaron Roberts 氏（米国マクマスター大）は倫理面の議論を紹介し、哲学的な思考と現実解の擦り合わせが必要なことを解いた。

Martin Lema 氏（アルゼンチン生産省）は、gene drive のような、容易に導入に賛同できないと思われるケースでは、not in the comfort zone での利用から始めるというアイデアを紹介した。その際には learning/training が重要で、マラリアの問題の場合、何よりも対象となる蚊の biology をしっかり把握する必要があると主張した。アフリカは陸続きなので、cross border の問題や、種の多様性保全と矛盾していることが質問として提起された。

最後に Paul Dissaun 氏は、アフリカにおけるマラリアを媒介する蚊の駆除には、蚊を根絶するというビジョンに対する倫理的な意見の構築が必要だと主張した。会場の Ben Durham 氏からは、本当は根絶したいのはマラリア原虫であり、蚊そのものではないことを忘れてはいけない点が指摘された。

(徳永 幸彦)

## Developing Innovative Genetic Technologies for Malaria Control: Risk Assessment and Stakeholder Engagement for Field Testing

(Parallel Session 12, Apr. 3<sup>rd</sup>)

Delphine Thizy 氏（英国インペリアルカレッジ）は社会学者として、ブルキナ=ファソ、マリ、ウガンダ、ガーナにおける、gene drive を使ってマラリアを伝播するハマダラカ撲滅の運動を紹介した。この撲滅運動は3つのフェーズからなる。まずは不妊雄の放逐、次に雄バイアスな性比をもつ蚊の放逐である。この2つの段階はまだ gene drive は使っていない。最終段階として gene drive を使った self-sustaining male bias な蚊の放逐を目指す。最大の問題はステークホルダー達を理解を勝ち取ることで、殺虫剤の受け入れと同じくらいの受け入れ姿勢を勝ちとれるかが鍵になると主張した。

Charles Guissou 氏（ブルキナ=ファソ IRSS）はブルキナ=ファソで、放逐に関わるメンバーに gene drive されたハマダラカを取り扱うためのさまざまな技術を教育する立場にある。ロンドンで作出された gene driven ハマダラカは、イタリアで増やされ、ブルキナ=ファソに持ち込まれた。まずは実験室内での行動観察と個体群動態の調査を行い、ゆくゆくは野外ケージでの実験に移る。

Brinda Dass 氏（米国 NIH）は、gene drive されたハマダラカの持ち込みに関する行政側の規制担当者である。WHO Guideline Framework に従って、実験室内での放逐、野外ケージでの放逐、野外での小規模の放逐、野外での大規模の放逐という手順を踏んで、最終的には国を跨いでの放逐

に進めるための枠組みの構築を行なった。現時点では室内放逐と野外ケージ放逐の中間の段階にある。

Geoff Turner 氏（英国インペリアルカレッジ）は、Charles Guissou 氏や Brinda Dass 氏が紹介した段階的な放逐デザインについての、世界的な現状について紹介した。Non gene drive な手法として、不妊雄の放逐はブラジル、米国、カナダなどで実績があり、雄バイアスに性比をコントロールすることによる手法は、ブラジルと米国での実績がある。Gene drive への移行において、最も大切になってくるのが、transgene の安定性である。そのためには、マラリア原虫とハマダラカのバイオロジーを理解した上での、モデルなどによる予測が重要になってくる。また、cross-border するにあたって、住民の抵抗がそれほどないことも紹介した。

（徳永 幸彦）

Gene drive に関連したこれら 3 件のワークショップ及びセッションを通じて、分子生物学的に技術的な問題がまだ十分に解決されていない段階でも、gene drive された生物の放逐が受け入れられるための、世論形成を積極的に行っているという印象を受けた。しかし、頻繁に使われる gene drive のポンチ絵には意図的に隠されているように、gene drive された生物は膨大な数の非 gene drive 個体を相手にし、その中に入り込んでいかなければならない。この閾値問題は、古くは Hartl, D.L. (1970) *Evolution*, 24: 538-545. の meiotic drive の数理モデルに始まり、Wolbachia の CI による侵入可能性については Fine, P.E.M. (1978) *J. Invert Pathol.*, 31: 10-18. や Wade, M.J. and L. Stevens (1994) *J. Theor. Biol.*, 167: 81-87. においても議論されている。

要は、侵入動態は 3 次式で表現されることになり、通常のパラメタ領域の場合、2 つの安定平衡点の間に、1 つの不安定平衡点が挟まれる形状になる。この不安定平衡点は言わば閾値となっており、それよりも導入個体数が少ない場合は、導入を試みた gene drive された個体群は絶滅する。導入個体数をこの個体数よりも多くしなければいけないが、この閾値の位置は、侵入先の生物集団のサイズだけでなく、導入形質の安定性や遺伝率などによっても大きく左右される。

休憩時間に Snow 氏にこれらモデルの存在について質問したところ、ご存知なかった。既に Akbari, O.S. et al. (2013) *Current Biology*, 23: 671-677. はこのような閾値についての議論をしている。また、Unckless, R.L. et al. (2017) *Genetics*, 205: 827-841. や Hammond, A.M. et al. (2017) *PLoS Genet.* 13: e1007039. は、CRISPR/Cas9 gene drive に対する抵抗性の進化を議論している。一方で、Noble, C. et al. (2018) *eLife* 2018;7:e33423. は逆に CRISPR gene drive systems が自然集団に容易に拡散していく危険性を提示している。果して gene drive という技術が、導入意図を実現する形で、この導入閾値を越えられる技術なのか、理論的にももう少し丁寧に考える必要があると思う。

（徳永 幸彦）

## Scientific Assessment of the Food and Feed Safety of Genetically Engineered Crops

(Parallel Session 1, Apr. 1<sup>st</sup>)

このパラレルセッションはバイエルクロップサイエンスの Jay Petrick 氏がオーガナイザーを務め、4 題の講演発表があった。まずはオーストラリア・ニュージーランド食品基準機関 (Food Standards Australia New Zealand) の Lisa Kelly 氏による「Framework for food safety assessment of GM crops: Codex and historical learnings」と題したコーデックスガイドラインに関する解説から、新たなアプローチ等についての説明があり 2019 年の状況を 2000 年以前と比較して議

論し、特にゲノム情報の状況など変容の大きい事例もあるものの、意図しない影響に関する懸念は共通であるとの認識が示された。また、動物実験やオミックス技術（コーデックスガイドラインでは言及無し）についての比較説明と今後の展望について考察した。

コルテバ・アグリサイエンスの Rod Herman 氏は「Compositional assessment and safety assessment in the light of natural variability」と題し、25年以上に及ぶ遺伝子組換え作物の予防原則的な規制に要する諸般の研究開発コストは、この間に10倍以上にもなり、それらは社会的受容性にもマイナスに働く可能性があることを指摘した。

バイエルクロップサイエンスの Jay Petrick 氏は「Food and feed safety assessment of proteins expressed in genetically engineered (GE) crops」の演題で、遺伝子組換え作物における導入・発現タンパク質の二段階の安全性評価について pore forming protein の実例を挙げ、domain based safety assessment 等のバイオインフォマティクスの導入も交えて具体的に論じた。

最後に、カリフォルニア大学デービス校の Alison Van Eenennaam 氏は、「Risk assessment vs precautionary principle, putting hazard and perception in their proper place for GE crop assessment」という演題で、リスクアセスメントと予防原則による管理・安全性評価について論じた。例として、食用の遺伝子組換え動物として承認されたのは過去30年間で改変成長ホルモン遺伝子を導入したタイセイヨウサケの一件のみであることを指摘し、その30年間の認可に至る過程と経緯について解説した。

(平塚 和之)

## Biosafety of RNAi Applications for Plant Protection

(Workshop 6, Apr. 2<sup>nd</sup>)

RNAi 技術の応用とその安全性評価は、極めて広範囲の生物種を含む多岐にわたる新知見の収集と理解が必要である。そのような状況を背景として、本ワークショップでは8題の講演があった。

オーガナイザーでもある Jeremy Sweet 氏 (JT Environmental Consultants) の発表は、「A review of baseline information on RNAi that supports the environmental risk assessment of some RNAi-based GM plants」の演題で、膨大な文献調査に基づく二本鎖 RNA (dsRNA) の環境影響評価に関連する知見の調査成果を紹介した<sup>5</sup>。

続いて、ユリウス・クーン研究所の Annette Niehl 氏らによる dsRNA ゲノムを有するバクテリオファージを利用したタバコモザイクウイルス防除の例、ゲント大学の Olivier Christiaens 氏らによる昆虫ウイルスを用いたショウジョウバエのモデルの紹介と、安全性評価に関する論考についての発表があった。

一方、シンジェンタの Alan Raybould 氏は dsRNA を利用した農薬に関する問題の明確化について講演し、特に殺虫剤としての dsRNA の散布使用を踏まえた場合に関して論じた。

ドイツ Federal Office for Consumer Protection and Food Safety の Achim Gathmann 氏は散布可能な植物保護資材として RNAi を用いた場合のリスク評価について、既存の資材や GMO と比較し、新たに考慮する必要がある事項について紹介した。

英国アベリストウイス大学の Huw Jones 氏からは、中国農業科学院との共同研究による RNAi を用いたアブラムシ耐性コムギについて、標的遺伝子の選定等を含む研究開発状況について詳細な

5 <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.2903/sp.efsa.2018.EN-1424>



解説があった。

イタリア ICGEB Biosafety の Felix Moronta-Barrios 氏は、フザリウム菌によるコムギ赤かび病の防除戦略として病原菌のキチン合成酵素をターゲットとした host-induced silencing of gene expression による GM コムギの研究開発例を紹介し、上市を前提に ERA 実験を設定することが重要であることを指摘した。

最後に「Data requirements for the environmental assessment of RNAi plants: introduction to a discussion」と題した発表が、COST (European Cooperation in Science and Technology) の共同研究グループからあり、植物保護分野で活用されている RNAi 技術について総括し、特に DvSnf7 の具体例を挙げ、耐性化の問題も含めたさまざまなリスク管理について議論した。

上記の事例ではいずれも順当な研究開発・展開が紹介された。しかし、RNAi やエピジェネティクス関連分野では意外性のある新発見が想定され、それらが環境影響評価等にも大きな問題提起をせまる可能性も考えられる。そのような観点からの議論がほとんど無かった点は残念であった。

(平塚 和之)

## Challenges in the Development and Adoption of Novel Biotechnologies

(Plenary Session IV, Apr. 4<sup>th</sup>)

最後のプレナリーセッションは Carmen Vicién 氏 (ブエノスアイレス大学) と Camilla Beech 氏 (Cambea Consulting 社) がオーガナイザーとなり、以下の5題の発表があった。

Alison Van Eenennaam 氏 (カリフォルニア大学デービス校) は「Enabling innovation in agricultural breeding programs: promises and prospects」の演題で、家畜育種と遺伝子編集の有用性を説き、現状の国家・地域間によってそれらの技術に対して追加規制の有無があることは大きな問題であり、協調が必要であることを指摘した。米国では、農作物の遺伝子編集とは異なり、動物の遺伝子編集は『New Animal Drug』として規制されるとのこと。

Donald MacKenzie 氏 (Donald Danforth Plant Science Center) は小規模あるいは公的機関によって開発されている遺伝子組換え作物の普及に関して検討し、それらの人道的な利用・普及が十分ではない理由について、ゴールデンライスの例などを挙げ、それらの評価、規制等の財政面を含むリソース不足が問題であると考察した。

アルゼンチンの Dalia Marcela Lewi 氏 (INTA) は同国における植物遺伝子工学の経緯・動向について解説し、現状で承認されている55 eventのうちわずか2種類のみが同地域発のものであることを指摘した。今後は戦略的展望をもった研究開発と、研究者のレギュラトリーサイエンスへの積極的関与が必要であるとした。

Patricia Miranda 氏 (INDEAR、アルゼンチン) はヒマワリ由来の転写因子である HaHB4を導入した乾燥耐性コムギの研究開発と普及計画について、2009年以降の国外における試験も含む各種評価実験と、承認状況等について報告した。

Delphine Thizy 氏 (Imperial College London) はジーンドライブによるマラリア撲滅の取り組みを例に挙げ、関係者との対応には科学的エビデンスの積み重ねに加え、信頼関係の構築と建設的な対話が必要であることを示した。

パネルディスカッションでは質疑応答に加え、各演者の関連分野の展望についてコメントがあった。

(平塚 和之)

## 略 歴



大澤 良 (おおさわ りょう)

- 1988年 筑波大学大学院農学研究科 博士課程修了
- 1989年 日本学術振興会 特別研究員(農業環境技術研究所)
- 1990年 科学技術庁 科学技術特別研究員 (農業環境技術研究所)
- 1992年 農林水産省北陸農業試験場 主任研究員
- 1998年 筑波大学大学院生命環境科学研究科 助教授 (植物育種学)
- 2010年 筑波大学大学院生命環境科学研究科 教授 (植物育種学)
- 2012年～現在 筑波大学生命環境系 教授 (植物育種学)
- 2013年～2016年 日本学術振興会学術システム研究センター専門研究員
- 2009年～2018年 日本育種学会 LMO 委員
- 2018年～現在 日本育種学会副会長
- 2004年～2012年 生物多様性影響評価検討会農作物分科会委員
- 2013年～現在 生物多様性影響評価検討会総合検討会委員
- 2017年～2018年 OECD バイオテクノロジー規制の監督調和作業部会副議長



津田 麻衣 (つだ まい)

- 2013年 東京農工大学大学院 博士号取得 (農学)
- 2013年 農業生物資源研究所 農業生物先端ゲノム研究センター 特別研究員
- 2015年 筑波大学生命環境系/遺伝子実験センター 助教
- 2017年～現在 筑波大学生命環境系/つくば機能植物インベーション研究センター (T-PIRC) 助教



徳永 幸彦 (とくなが ゆきひこ)

- 1991年 筑波大学大学院生物科学研究科 博士課程修了
- 1991年 筑波大学生物科学系 助手 (生態学)
- 1995年～1996年 文部省在外研究員 (シカゴ大学生態・進化学部)
- 1997年 筑波大学生物科学系 講師 (生態学)
- 1998年～2001年 北陸先端科学技術大学院大学知識科学研究科寄付講座 客員助教授
- 2001年 筑波大学生命環境科学研究科生命共存科学専攻 専任講師 (生態学)
- 2003年 筑波大学生物科学系 助教授 (生態学)
- 2007年 筑波大学生命環境科学研究科生命共存科学専攻 准教授 (生態学)
- 2010年 筑波大学生命環境科学研究科生物科学専攻 准教授 (生態学)
- 2012年～現在 筑波大学生命環境系 准教授 (生態学)
- 2013年～現在 生物多様性影響評価検討会農作物分科会委員



平塚 和之 (ひらつか かずゆき)

- 1989年 東京大学大学院農学系研究科 博士課程修了
- 1990年 日本学術振興会 海外特別研究員
- 1990年 ロックフェラー大学 博士研究員
- 1995年 奈良先端科学技術大学院大学バイオサイエンス研究科 助教授
- 2001年～現在 横浜国立大学大学院環境情報研究院 教授
- 2011年～現在 生物多様性影響評価検討会農作物分科会委員

ERA プロジェクト調査報告  
第15回 International Society for  
Biosafety Research (ISBR)  
Symposium 参加報告

2019年8月 印刷発行

特定非営利活動法人  
国際生命科学研究機構 (ILSI JAPAN)

会 長 宮澤陽夫

理事長 安川拓次

〒102-0083東京都千代田区麹町3-5-19

にしかわビル5F

TEL 03-5215-3535

FAX 03-5215-3537

[http:// www.ilsijapan.org](http://www.ilsijapan.org)