
ERAプロジェクト調査報告特別号

日本におけるGM作物の ERAの発展

March 2019

ILSI JAPAN コンサルタント

林 健一



特定非営利活動法人

国際生命科学研究機構

International Life Sciences Institute Japan

林健一先生の「ERA プロジェクト調査報告特別号」の 刊行に寄せて①



筑波大学 生命環境系 教授
大澤 良

私が林健一先生とお付き合いさせていただくようになったのは、カルタヘナ法の成立を受けて開催された第1回の2004年1月16日に開催された生物多様性影響評価検討会総合検討会および農作物分科会の合同検討会の席からでした。本会には、OECD バイオテクノロジー規制監督の調和に関する作業部会副議長を務められていた林健一先生、岡山大学教授 武田和義先生、信州大学教授 小野里坦先生、筑波大学名誉教授 原田宏先生、東京大学教授 近藤矩朗先生、東京大学教授 中西友子先生、東京大学教授 日比忠明先生、東京大学助教授 嶋田正和先生、筑波大学助教授 佐藤忍先生、中央農研室長 與語靖洋氏、そして私も筑波大学助教授として末席に参加しておりました。今は、佐藤先生が総合検討会の座長となられており、14年間の流れを感じます。初期の農作物分科会では、カルタヘナ法の下でどのように審査すべきかを、委員相互で共通理解するために、審査手順や審査基準に関して時間を費やしておりました。時には午後1時過ぎに始まり、夜の9時過ぎまでかかった時もありました。そのような時に私たちが指針を仰いだのが林先生のご意見でした。長きにわたり遺伝子組換え作物の安全性に関する議論を国内外でなさってこられた先生のご意見は、大変貴重なものでした。現在では生物多様性影響評価において当たり前になっている「ファミリー」という概念を紹介し、その概念のもとに環境影響を評価することが世界の趨勢であることを示していただきました。時に蝸壺的な議論が長時間にわたっても、決して遮ることなく、議論が落ち着いてきたときに、私たちが見るべきものは最終産物の環境に対する影響であることを静かに述べられることで、議論が収斂していくことが多々ありました。現在のわが国の生物多様性影響評価の礎を築き、その手法が現在、世界的に評価されているのはまさに林先生のおかげであると言えます。

私自身、当初かなり意気込んで「評価」に向かっていたのですが、じつはその考え方はかなり心もとないものでした。しかし先生に「規制」の在り方、国際基準・調和の考え方を教えていただきました。これまで ISBGMO あるいは ILSI ワークショップで一緒にさせていただいていますが、林先生からのその時々励ましは、私自身はもちろん多くの関係者にとっても国内外でこの任務を続けられている大きな力であることは間違いありません。国内外の多くの研究者や行政関係者など環境影響評価に係る人間の殆どは、林先生と同時期を過ごさせていただいていることに感謝しております。

本書は、まさに、林先生の遺伝子組換えの生物多様性影響評価に関する深い洞察と分析を通じて、国内外の環境影響評価の変遷とその意義を再認識する良い機会を与えるものです。このような機会を与えてくださる本書のご執筆に心より感謝する次第です。

林健一先生の「ERA プロジェクト調査報告特別号」の 刊行に寄せて②



ILSI 研究財団 事務次長
アンドリュー・F・ロバーツ, Ph.D

A handwritten signature in cursive script that reads "Andrew Roberts". The signature is written in dark ink on a light-colored background.

初めて林健一先生にお会いしたのは、2006年に韓国の済州島で開催された遺伝子組換え生物のバイオセーフティに関する国際シンポジウムでした。当時、私はUSDA（米国農務省）に勤務する若手科学者であり、遺伝子組換え生物のリスク評価の分野で仕事をしたのはほんの短い期間だけでしたが、それでも林先生のお噂はよく耳にしていました。林先生が遺伝子組換え技術やそのリスク評価に関する国際的な科学的議論へ貢献されてきたことは、すでに世界的に認められたものだったのです。OECDのバイオテクノロジー規制監督の調和に関する作業部会では、伝説的な存在であり、先生の引退により専門知識とリーダーシップが失われることは部会にとって大きな損失であるとはよく話題になっていくくらいです。集合写真の撮影後、先輩が私を林先生に紹介してくださることになりました。過労と時差ボケのせいで私が日本人の目上の方をどのように呼びすればよいか困っていたとき、林先生は優しくこちらを向き、そして『Kenと呼んでください』と仰いました。この控えめだけれども小さな親切が、鮮明にいつも私の心に残っており、この出来事が、それ以降、親しくするようになったKenという人物を象徴するものです。

私が環境リスク評価センター（the Center for Environmental Risk Assessment, CERA）の活動の一貫としてILSI研究財団へ加入したことで、CERAの科学諮問委員会のメンバーであったKenと一緒に仕事をさせていただくようになりました。これにより、彼の長いキャリアの中で科学と外交の両分野においてなされた多大な貢献をより実感しました。科学者と規制省庁の間での議論がしばしば決裂し、激しい論争になっている分野では、Kenの落ち着いた振る舞い、そして携わる人々やその関係性はもちろん、複雑な科学的テーマに対する思慮深く、明確な理解は、貴重なものです。もし誰かが科学分野での指導者の姿を確立しようとしているなら、Kenichi Hayashiをモデルとすることでしょう。彼はこれまでも、そしてこれからも、我々のプロジェクトに対して貴重な助言と思慮に富んだ洞察を提供してくださる方であり、私はこのような方を「友達」と呼べることをとても嬉しく思います。

この刊行物は、遺伝子組換え生物の環境影響評価に関する主要な国際フォーラムと日本国内における発展について書かれた貴重な総括であり、その発展において不可欠であった人物により想起されたものです。Kenの洞察と分析によりまとめられたこれまでの軌跡を、ぜひお読みください。もし科学あるいはこの分野の歴史に興味をお持ちでしたら、本書はそのテーマへのすばらしい入り口となるでしょう。

目次

はじめに	1
I 海外における関連活動	1
1 OECD	1
2 ISBGMO (GMO バイオセーフティ国際シンポジウム)	5
3 生物多様性条約	8
4 カルタヘナ議定書	8
5 プロブレム フォームレーション (Problem Formulation; PF)	9
6 CERA (Center for Environmental Risk Assessment ILSI RF)	10
II 国内における ERA の発展	10
1 生物多様性影響評価への展開	10
2 ERA プロジェクト調査報告	12
III 将来展望	13
1 当面の対応	13
2 中長期的展望	14
おわりに	15

はじめに

農業バイオテクの発展は、バイオテク研究・技術の縦軸と、バイオテク産物の環境リスク評価（ERA）の横軸とにより支えられている。私は1999年初頭以来、主として横軸—ERA—に関する海外及び国内の仕事に従事してきた。今回、「重要なことを書き残して欲しい」とのご依頼を受け、当初は戸惑った。しかし、全方位ではなく、自分の資料・記憶に基づくものでよいとお話で、お引受けした。ERAに関する海外の動向・発展を踏まえての日本の発展との意識から、先ず海外、ついで国内に関する記述とし、両者を結ぶ総合表を作成した。国内では、カルタヘナ法に伴う変革の意義を述べ、また、「栽培承認」の推移を示した。最後の展望では、現行の4本柱の堅持と国際的協力の具体的目標を示した。もとより不完全な内容ですが、多少なりともご依頼者に応え、皆様のご参考にもなれば幸甚に存じます。

I -1

I 海外における関連活動

1 OECD

(1) 初期の活動

OECD（経済協力開発機構）は1961年に発足し、日本は63年に加入した。1975年の世界最初の組換え体に関する国際会議のあとを受けて、より広い視点から協議する国際的枠組みが要望されるようになり、傘下の科学政策委員会（CSTP）が主体となり、1983年に各国専門家グループ（GNE）が設置され、1985年までの臨時会合を経て、1986年に「組換え体の安全性に関する考察」（別名ブルーブック）が公刊された。1988年の「バイオテクの安全性に関する第1回専門家会合」及びその後の逐年の会合により、「小規模圃場試験のための優良開発規範（Good Developmental Principles: GDP）」（1989）；「野外試験のための原則」（1990）；「大規模野外試験の検討」（1991）；「野外試験の原則」（1992）；が公刊された。これらの会合には日本から5省庁（含農水省）が参加した。1991年以降農水省からは、バイオテクノロジー課担当官1名とSTAFF専門家1名（私）の2名一組の継続的参加が開始された。

(2) Scale-up 文書

1990年以降の組換え植物急増の趨勢を考慮して、CSTPはGNEに四つの作業部会を設置し、その第Ⅲ作業部会に、前出のGDPのレベルからより大規模な本格的圃場試験、さらには実用栽培への移行を含む安全性に関する作業を要請した。1992年3月には、ワシントン州立大学 James Cook 教授の卓越したリーダーシップのもとに、文書作成のための起草委員会（米国2、日本1（私）、オランダ1、デンマーク1、英国1、計6名及び事務局）が発足した。カリフォルニア州・ウイリアムズバーグでの特別会合、以後 OECD 本部（パリ）での深夜作業を含む数回の会合を経て、1993年に「バイオテクノロジーに関する安全性考察：作物のスケールアップ」文書が公刊された。スケールアップとは、予備的圃場試験以降の種子増殖にいたるまでの連続した段階を含み、作物品種開発のどの段階にも適用できる概念であるとされた。また本文書のキャッチフレーズ familiarity（ファ

ミリアリティ)とは「組換え植物の安全性を判断するための情報」であり、植物の生理・生態的特性などの知識、過去の研究からの経験、周辺農業環境、導入特性及び関連研究などで構成されている。具体的には、作物の導入特性・環境・それらの交互作用に関するファミリアリティが、スケールアップされる過程におけるリスク／安全性評価に適用され、全体的な促進がなされるとされている。本文書は米国・日本の積極派と、北欧諸国の慎重派との長い論争の産物でもあった。随所にあるリスク／安全性の用語は、調整不能であった北欧派／米日派の産物である。空想的リスクに固執する北欧派に対して私は次の一節を提唱し、文書の最後に記述された。「安全性懸念が提起されない場合には、組換え系統・品種は直ちにスケールアップされ、標準的耕種法により栽培されるものである」。

(3) 伝統的作物基礎資料

同じ1993年に、バイテクの役割評価のための各種作物の基礎的情報として、17作物について「伝統的作物育種の歴史的レビュー」が、GNE 及び事務局により公刊された。私は依頼を受けて日本から2名の執筆者を推薦した。イネ：金田忠吉教授（神戸大学）；キャッサバ：河野和男氏（CIAT・キャッサバアジア地域計画）。

スケールアップ文書及び本資料などを含む OECD のバイテクの安全性に関する活動は、欧州委員会及び日本政府からの資金援助に負うところが大きいことが特記されている。

(4) ハーモナイゼーション プロジェクト

1990年代後半になると、組換え作物の市場への移行が大きな関心事となり、1997年には「バイオテクノロジーの規制的監督に関する作業グループ（WG）」が設立された。私は副議長に任命され、以来日本の副議長席は今日まで続いている。本 WG の目的は、「バイオテクノロジーの規制的監督とバイテク産物の環境への安全な適用における加盟国間の協調を図り、バイテク産物の市場化に貢献する」とされた。その主要活動は、1) コンセンサスドキュメント、2) アウトリーチ（情報活用）、3) その他である。

(5) コンセンサスドキュメント（CD：合意文書）

CD の目的は、安全性評価における各国間の共通の要素の認識並びに手順・作業の重複の回避につながる科学的記述を作成し、各国相互間に受け入れ可能な合意文書とすることである。CD はホスト種（作物・樹木・微生物）及び導入特性の2種類に大別できる。作成は、自主的執筆（リード国）—各国コメントと修正稿（数回）—合意最終稿—公刊と、3～4年を要する一大作業である。私は早期に除草剤耐性と害虫抵抗性の二大特性の CD の作成が重要と考え、実績のある米国の代表に執筆の可能性を打診した。米国代表もこの重要性を理解し、リード国を受諾してくれた。この二つの CD を契機として、私は以下の CD の作成に関与した。

1) 除草剤耐性 GM 作物

米国農務省研究者により、グリホサート耐性及びグルホシネート耐性に関する二つの CD が1999年に公刊された。両書とも、除草剤の作用機作、耐性付与遺伝子及び酵素、耐性 GM 植物の開発などを詳述した良書である。ついでドイツがリード国となり、これらの除草剤の代謝・残留に関する

CDが公刊された。さらにドイツは、これら除草剤耐性GM作物の実際栽培の情報（文献と非科学的未公認情報）を収集し、環境に対する負の影響を強調するドラフトを提出した。これを看過した米国代表に私は注意を喚起した。事の重大さに気付いた米国代表は、科学的データに基づく記述への改訂を繰り返し要求し、結局ドイツはこの要求に応えられず、このドラフトによるCDの作成を断念した。これによりCDの科学性・公正性が維持された。

2) 害虫抵抗性 (*Bt* タンパク質) GM作物

米国EPA（環境保護局）の研究者により、膨大な文献（459編）に基づき、科学的・技術的視点から、*Bt*の特性、作用機作、植物中の発現、リスク評価（保健・非標的種の生態的事項）などが詳述されている。加えてチョウ目とコウチュウ目の非標的生物並びに代表的小動物に対する、8種類のCryタンパク質の実質的な無害を示す附表がある。既に完成度が高く最終同意書の手順にあったドラフトに対して、2国（ドイツ及びオーストリア）が、提出期限切れの情報の本文中への記載を執拗に要求し、最終稿の合意が大幅に遅れた。「本国に説明できない」とEPA代表（女性）は宿舎でベソをかいていた。多少のサムライ魂も手伝って、私はこの2国の理不尽な妨害を阻止する決心をした。翌朝私は事務局へ直行し、「これ以上のドラフト本文の書き直しは不必要、2国からの延着情報は本文中ではなく、Annexとして加えることに留める」ことを申し入れ、結局この線で最終合意書となったが、実に合計6年を要した。現在このOECDの*Bt* CDは、日本で最も引用度の高い文献となっている。

3) イネ合意文書

イネこそ日本が担当すべきCDであると考えられた。私は先ず国の稲作部門（農研センター）の了解を得た上で、学識・経験の深い横尾政雄氏（農研センター）及びダンカン・ヴォーン氏（生資研）にお願いして、両者の共同で執筆を進めて頂いた。2稿まで来たところで、旧知の国際イネ研究所（IRRI、在フィリピン）副所長の好意的協力を得て、専門的コメントを加味し、ドラフトの国際的ステイタスを増強した。これらの支援・協力のお蔭でこのCDは3年間の最短期間で合意され、公刊された。

4) *Brassica* 属合意文書

1997年に*B. napus*（セイヨウナタネ）のCDが公刊されていたが、内容がやや乏しかった。一方、韓国はキムチ材料の白菜を主体とする*B. rapa*に特化したCDを担当したいとの意向を示した。私は世界的に認知されている日本の禹長春博士の*Brassica*の三角形の頂点と中辺に位置する重要な6種を網羅するCDが重要であると考えていた。このため*Brassica*の世界的権威であるR. K. Downey博士が健在で、ナタネ大国でもあるカナダの代表に非公式に要請した。同代表も*Brassica*属の総合的CDの重要性を認め、リード国を引き受けてくれた。私は日本の国・県・大学の研究者からのコメントを整理してリード国へ送った。本CDはDowney博士の主導のもとに、最近の広範囲な文献に基づく、*Brassica*属の基本的情報として、極めて価値が高い。日本野菜としての特殊性（*B. rapa*及び*B. juncea*）も記述されている。本CDは144ページ（通常の4倍）の大作であることも特徴的である。

以下、日本のERAの参考になるとと思われるCDを略記する（数字はCD番号）：外被タンパク質

介在ウイルス抵抗性：5；バレイショ：8；パンコムギ：9；グリホサート耐性：10；グルホシネート耐性：11；イネ：14；ダイズ：15；GM 識別番号（UI）：17・23；砂糖ダイコン：18；GM 樹木：19；核果類果樹：24；トウモロコシ：27；パパイヤ：33；オイスター・マッシュルーム：34；カプシカム（香辛料作物）：36；害虫抵抗性 *Bt* 植物：42；ワタ：45；CD 作成手引き：47；バナナ：48；分子的特性：51；カボチャ類：53；*Brassica* 作物（増補版）：54；キャッサバ：57；ユーカリ：58；ソルガム：62；トマト：63。

以上に例示した CD は、安全性評価申請書の作成、安全性評価の実施、文献的利用、自国語への翻訳、などに利用され、国際的な評価・適用が増大している。

(6) 第31回 WG 会合（2017年3月27～29日、21ヶ国・2機関）

1) 各国情勢：

米国：規制3機関合同文書公刊

日本：内閣府による新国家計画（SIP）の一環として、NBT（New Breeding Techniques）関連研究発足

2) NBT（New Breeding Techniques）：

日本：SIP 主要研究・開発：

i) ゲノム編集技術の向上、ii) 有用遺伝資源の特定、iii) 多収イネ・栄養向上トマトの開発、iv) 社会科学研究的の促進、一般的対応：NBT は在来育種を含む全育種技術の一環・延長と認識され、新しい法令・制度・施設は新設されていない。

3) 一般的規制：現行法令に準拠し、case-by-case 対応、プロダクトベースの評価が実施されている。

4) 準拠規制法令：オーストラリア：Gene Technology Act；ブラジル：Brazilian Biotechnology Act；カナダ：New Substances Notification Regulations；日本：カルタヘナ法；メキシコ：Law of Biosafety for Genetically Modified Organisms；米国（APHIS）：Plant Protection Act

5) 欧州諸国：欧州司法裁判所最終判定（人為的に DNA 配列に変異を加える NPBT（New Plant Breeding Techniques）由来のすべての生物（慣行の突然変異育種は除く）は GM 規制対象内扱い）

(7) 第32回 WG 会合（2018年6月27～29日、OECD 加盟・非加盟31ヶ国・5機関）

1) NBT：

アルゼンチン：外来 DNA 不在に基づく規制対象外12件（研究7、最終製品5）；

ブラジル：外来核酸不在に基づく規制対象外扱いの基本方針確立

オーストラリア：法令改訂案で想定される規制対象外：SDN-1；Null 分離体；RNAi（ゲノムを変化させない場合）

カナダ：Product の新規性の有無が規制の対象であり、Process（含ゲノム編集）は規制考慮の対象外

米国：規制の対象外：遺伝子除去、単塩基置換、完全親和性近縁種からの核酸導入、完全 Null 分離体

EU 各国：前出

2) 合意文書：

i) 公刊合意：ネットアイシマカ

ii) 作業継続：ハマダラカ・リンゴ

iii) 改訂着手：コムギ・トウモロコシ・イネ

iv) 初稿書き直し：「Environmental Consideration」：仮想的リスク例への一方的偏重を是正する。

3) ビューローメンバー（議長、副議長、事務局（含農水省））

大澤良教授（筑波大）の後任として興語靖洋氏（植調協会顧問）への新任が承認された。

(8) OECD ゲノム編集会議

日程：2018年6月28～29日

場所：パリ・フランス

セッション1：ゲノム編集の農業への応用

中国、英国、韓国、ダウデュポン社、フランス、英国、欧州種子連合、オーストラリア、計10講演；

セッション2：リスクと安全性に係る考察

米国、日本（田部井豊農研機構領域長）、フランス、計3講演；

セッション3：規則的観点

アルゼンチン、オーストラリア・ニュージーランド、カナダ、EC、インド、米国、計6講演。総計19講演。

(2018年内に Proceedings 出版予定)

I-2

2 ISBGMO (GMO バイオセーフティ国際シンポジウム)

ISBGMO は、農業バイオテク研究者・専門家・為政者の自発的・自主的集団の発議・活動に基づく関係科学者の大規模国際シンポジウムである。1990年以来各国持ち回りで2年ごとに開催されている。広範囲かつ最近の問題点に関する科学的情報が提供され、また適宜なされる長年の課題に対する集約は、国際的に注目されている。以下日本に関係する主要事項を概述いたしたい。

(1) 国際シンポジウム

第1回（1990年・米国・Kiawah 島）：農務省（バイオテク事務局）及びクリムソン大学が共催し、ISBGMO 発足の意義と今後の発展が主題であった。日本からは農水省バイオテク課副島氏により、1989年以降の規制ガイドラインなどが論述された。

第2回（1992年・ドイツ・ゴスラー）：連邦生物科学研究センターが主催し、主要テーマは植物及び微生物の圃場試験であった。私は初めての参加であったが、多くの友人（OECD・EC・USDA など）との再会の場でもあり、十数名の夕食会で大いに盛り上がった記憶がある。これらの友人はその後大切な友人であった。

第3回（1994年・米国・モントレイ）：農務省農業バイテク室が主催し、リスク評価・市場化・新規研究・食品などが主テーマであった。日本からはSTAFFの支援により、民間研究者3名（藤村・八尋・隈代氏）、食総研1名（一色氏）、別の昼食会特別会場で日野明寛氏（農水省）により日本のERAの発展状況が論述されている。主催者のAlvin Young氏の種々の好意的配慮がまことに有難かった。

第4回（1996年・日本・つくば）：農水省及び国際農林水産業研究センター（JIRCAS）の共催であり、バイオセーフティ（植物・微生物）・途上国成果・市場化・新研究分野・国際協調などが主テーマであった。私は国際実行委員会の一員を務めた。JIRCASの第3回国際シンポジウムとの合併であったため、中国、タイ、エジプト、南アフリカなど多彩な発表があった。日本からは、渡辺氏（九農試：環境微生物の検出・同定）；新本氏（食総研：アレルギー性予測）；佐々木氏（生資研：イネゲノム計画）；篠崎氏（JIRCAS：乾燥耐性組換え植物）の講演発表が行われた。参加費の負担は、中南米は米国農務省、途上国はJIRCAS負担となっていたが、欧州の負担は目途が立たなかった。私はOECD会議出席のためのパリ滞在の機会を利用し、ブリュッセルのEC本部に旧知のIoannis Economidis氏（上席研究官）を訪ね、欧州から5名の参加及びその参加費の負担を要請した。初めは難しかったが最終的にはOKとなり、実際には著名な7名の科学者（発表5名）の参加が実現した。

一方では4～5名にのぼる発表辞退者のファックスがつくばから私の自宅（東京）へ転送され、代替者の充当に大変苦労した。万事整った初日前夜には、「これでシンポジウムの70%は終わった」と思った。

第9回（2006年・韓国・Jeju島）：地域開発庁が主催し、組換え植物のリスク／安全性評価の枠組みが主テーマであった。特筆すべきは、招待講演でCBD事務局長Ryan Hill氏が、私の長年の引用文と全く同じ文を引用し、相対的安全性の実効性を明言したことである（カルタヘナ議定書の項参照）。同じセッションで前出のECのIoannis Economidis氏は、1985年以來の21年間におけるEU資金による417研究チームの成果を集約し、GM植物に特定的リスクは存在しないことを示し、GM植物の相対的安全性を国際的舞台上で明示した。またシンジェンタ社のAlan Raybould氏は、効果的環境リスク評価のためのプロブレム フォームレーションを紹介し、評価対象に直結するデータ作成の重要性を示した。

第10回（2008年・ニュージーランド・ウエリントン）：政府関係機関により主催され、バイオセーフティの科学的知見とリスク評価が主要テーマであった。私は国内バイテク研究会関係者からの要請を受け、日本からの講演発表者の参加の意義を考え、現地組織委員会の知人に、支持・支援を要請した。実際の講演者加賀秋人氏（生資研）のダイズとツルマメとの低い雑種頻度及び定着性に関する発表は一斉拍手の大好評であった。別の部会ではフランスの著名なウイルス研究者Mark Tepfer氏は10年間の研究を集約し、GM外被タンパク質ウイルス粒子が別のウイルスと組換えを起こし、新しいウイルスが形成される可能性は極めて低いことを示した。これは長年の懸念を払拭する大成果の発表であった。

第12回（2012年・米国・セントルイス）：バイテク関連研究・開発企業・団体の合同主催であり、

バイテクの農業・市場・環境への適用及びバイオセーフティが主テーマであった。458人、55ヶ国・機関が参加し、本会議は5、平行シンポジウムは9であった。前者のテーマは妥当であったが、講演はやや通論・反復的、後者は有益・多彩であったが、同時参加が不可能であった。途上国の情報は増加したが、ERA 研究成果と規制との連携は不十分であった。日本からは影響評価委員の先生方など多数が参加した。また特に手配されたモンサント社の見学では、研究・開発・規制分野における広範性・深化性・先見性・周到性などが実感された。

第14回（2017年・メキシコ・グアダハラ）：三つの全体会議、12の平行セッションが実施された。参加申込みに先立って日本関係者により、カルタヘナ法実施体制のなかで、関係者の長年の知見・経験の蓄積に基づく ERA における新発展の意義に関する議論がなされた。最終的に日本から2名の講演者を推薦することとなり、私は現地組織委員会の友人に支持・支援を要請した。大澤良教授（筑波大）は、特性間に交互作用がないスタック系統の検定簡素化、安全性のファミリーが高いトウモロコシ系統の隔離圃場試験免除を紹介した。中井秀一氏（日本モンサント社）は、トウモロコシ及びワタで実施されたデータを精査し、米国等の栽培国から日本等の輸入国への、隔離圃場試験のデータトランスポートビリティの存在を示した。このほかの発表については、参加者による集約（ILSI JAPAN 誌 No.132, 2017）をご通読下さい。

次回は2019年スペインで開催の予定である。

（2）環境バイオセーフティ研究（EBR）

第6回 ISBGMO（2006年・カナダ）において、10周年を契機とする永続的活動基盤として、国際バイオセーフティ研究会（ISBR）の設立並びにその公的出版物として、「環境バイオセーフティ研究（EBR）」の刊行が建議された。これらは第7回（2002年・中国）で正式に認定・発足した。私は初期の学会諮問会議委員を務めた。

EBRは2002年の第1巻以来、4号／年のペースで2009年の第9巻まで継続された。EBRは研究や国際集會集約などの公刊受け皿が乏しかった2000年代に大きな役割を果たし、広い領域の投稿論文を公刊し、国際的に高い評価を得た。主要論文は下記の通り。

- ① 作物から野生種への遺伝子伝播：Jenczewski ら 2003
- ② 7th ISBGMO（中国）：2003
- ③ *Bt*の水田イネ非標的草食動物への影響：Schoenly ら 2003
- ④ 組換え×野生種雑種の fitness の環境リスク：Raybould・Cooper 2005
- ⑤ 日本港周辺の組換えナタネのモニタリング：Saji ら 2005
- ⑥ GM作物の Problem formulation：Raybould 2006
- ⑦ 9th ISBGMO（韓国）：2006
- ⑧ 土壌バクテリア間の遺伝子伝播：Heuer・Smalla 2007
- ⑨ GM根瘤菌の長期間動静：Polone ら 2007
- ⑩ GMOの水平遺伝子伝播のリスク：Kees E 2008
- ⑪ 10th ISBGMO（ニュージーランド）：2008
- ⑫ グリホサート耐性ダイズの圃場節足動物に対する影響：Imura ら 2010

3 生物多様性条約

地球上の生物資源は現在・将来の人類を支える根幹であり、生物多様性の重要性の認識が深まっている。国連環境計画（UNEP）は1988年に生物多様性に関する特別専門家作業グループを設立して活動を開始し、1991年には政府間協議委員会へと発展し、1993年12月に168調印国（含日本）の支持のもとに、「生物多様性条約」が発効した。その目的は、「生物多様性の保全、その構成要素の持続的利用、遺伝資源利用による利益の合法・公正な配分」である。用語として、「生物多様性」とはすべての生物の変異性（variability）、「持続的利用」とは生物多様性の長期的減少を伴わない生物多様性構成要素の利用、と定義されている。全体で42の条項があり、カルタヘナプロトコル、日本のカルタヘナ法など多くの法令の指向対象であり、長期・重大な影響力を有しており、現在に及んでいる。本格的実行上の諸要素のなかで、特にバイオセーフティが重視され、政府指名の専門家会合（1995年7月マドリッド、12月カイロ）が開催され、私は両会合に出席し、協議に参加した。

4 カルタヘナ議定書

(1) 一般的記述

本議定書は、生物多様性条約のバイオセーフティに関与する議定書であり、バイオテクノロジーにより改変された生物が起こしうる生物多様性の保全及び持続的利用への有害な影響を防止するための国際的枠組みを定めたものであり、2003年に公布された。カルタヘナとは公布決定のコロンビアの都市名である。冒頭句に、本議定書が生物多様性条約履行の当事者であり、また本議定書の設立は1995年以来の国際的公約であったことが記述されており、本議定書の国際的地位及び自負が明記されている。さらに一般的条項の冒頭では、改変生物の生物多様性へのリスクを防止あるいは減少させるために必要な幅広い方途の確実な実施及び義務遂行を、加盟国に要求している。このことが加盟各国特に途上国に対する多大な負担となっている原点となっている。内容は改変生物の国内・国際的手続き、取扱い、国境間移動、体制整備、などである。

(2) リスク評価

本議定書の中でリスク評価に関する事項は Annex IIIとして特記されている。

1) 一般的事項：

技術的及び科学的評価・考慮事項として、評価対象に応じた case-by-case の対応；遺伝的及び表現型的特性の確認；有害影響の可能性の評価；供与体・ベクター・受容体・親系統などの情報；改変生物の新規特性；受容環境の情報などである。

2) 相対的リスク評価：

最も重要なのはパラグラフ5における次の文言である。「Risks should be considered¹⁾ in the context of the risks posed by the non-modified recipients or parental organisms²⁾ in the likely potential³⁾ receiving environment」。¹⁾では「be tested」の明記はなく、testの有無を含めた広

範・柔軟な考慮の適用を示している。²⁾では、非組換え受容体（対照）あるいは親生物が引き起しそうなリスクの範疇においてとして、対照あるいは親の環境に対するリスクの範疇（範囲・性状）との相対的影響が目標であることを明記している。³⁾では、漠然とした環境ではなく、恐らく可能性があるとして、一段階狭くしぼっている。要約すると、相対的リスク評価の明記である。私はこの解釈が間違っていないことを、英語 native の友人に確かめた。驚くべきことに全く同じ文書「Risks should - - - - - environment」が、GM 慎重派総本山である CBD 事務局長 Ryan Hill 氏によって引用されている（9th ISBGMO 招待講演2006）。同氏はカルタヘナ議定書が要求するのは相対的安全性であり、絶対的安全性ではないと明言した。これにより私の長年の自論に対して、客観的・国際的支持が与えられた。また同氏は、「予防原則」は先入観的 GM リスクを意味するものではないと付言した。

（3）議定書の意義：

本議定書は EU 圏及び途上国の圧倒的多数の支持により成立し、その後の調印国における関係法令の根幹となっている。同時に、加盟各国における関連法令の整備、責任省庁の明確化、バイオセーフティクリアリングハウス（本部）への必要事項の連絡、などの義務の遂行が求められている。日本に対する影響も大きく、本議定書に準拠した国内法（カルタヘナ法）が2006年に制定され、現在の ERA の根拠となっている（詳細別記）。本議定書に対して、米国、カナダ、オーストラリアは、調印国となっていない。

I-5

5 プロブレム フォームレーション (Problem Formulation; PF)

GM 作物の市場栽培の承認は、環境リスク評価と政策決定の二つの過程で構成されている。後者は公共政策が関与するのに対し、前者は科学的リスク評価に準拠しており、これは客観的に検証可能な事象に基づく理論形成が根幹となっている。2006年に Alan Raybould 氏（シンジェンタ社）はこの過程を PF と定義し、GM 作物の環境リスク評価（ERA）における次の3段階を示した。1）危険から守るべき明白・明瞭な目標（Assessment End Point）の設定、2）GM 作物の栽培により生ずる可能性がある危害の原因・過程の仮説（Risk Hypothesis）の設定、3）2）を検証するデータの収集（Risk Characterization）である。PF の重要事項は、1）Assessment End Point を計測可能な科学的事象とする、2）妥当な仮説の設定、3）仮説をテストする実験計画の作成である。これにより、GM 作物の安全性を実証するために必要な最低限度のデータの質と量を決定することが可能となり、PF の目標である安全性の信頼向上の基盤が与えられる。2007年に ILSI Research Foundation (RF) は10名の国際的専門家による研究会を開催し、その成果は J.D. Wolt 氏（アイオワ州立大学）により公表された。これは Alan Raybould 氏（2006）の基本線に加えて、政策決定への科学的合理性・脈絡性による一貫した PF の枠組みの提示であり、PF の有効性に関する国際的認識・支持をさらに増強させるものであった。PF の ERA における実効性を示す事例は増加し、今日では国際的に定着していると考えられる。最近の14th ISBGMO においても、全体及び個別セッションの議題となり、PF の国際的認識・実効性の共有が推進されている。

6 CERA (Center for Environmental Risk Assessment ILSI RF)

CERA は ILSI 研究財団の支援のもとに米国ワシントン DC に2009年に設立された。目的は「環境リスク評価 (ERA) の科学的発展と適用により、農業生産の持続的発展に貢献する」と定められた。小規模な本部及び諮問会議により構成され、四つの活動分野—ERA への組織的対応；受け入れ環境；LLP；途上国 ERA 支援—を有した。各分野において、国際的会合・シンポジウムの開催あるいは参画及びその成果の国際的学術誌への公刊を実施した。農業部門に加えて、GM 樹木・水系生態系・RNAi などの領域を含み、ERA に関する重要な科学的知見・情報の国際的伝達に貢献してきた。諮問会議は ERA に経験が多い科学者・専門家・政策決定者により構成され、ERA に関する助言及び協議を行い、世銀及び OECD が常任オブザーバーであった。私は2009年6月から6年(1期2年×3期) 諮問会議委員を務め、2015年9月に退任した(名誉委員待遇)。この間、農水省研究企画課の担当官のメールアドレスを連絡窓口とし、私が発信・受信するすべての情報が同課にも蓄積される体制が継続された。公刊資料のほとんどは後述する「ERA プロジェクト調査報告」に集約されている。

II-1

II 国内における ERA の発展

1 生物多様性影響評価への展開

(1) 初期の進展

1) 各省庁指針の制定

国内におけるバイオテク研究の台頭・進展並びに海外における動向を踏まえて、我が国でもバイオテク研究及びその農業への利用のための方針(ガイドライン)が制定されるに至った。1979年には大学を対象とした文部省指針、大学以外を対象とした科学技術庁指針、1986年には産業利用のための通産省指針、1989年には農林水産省指針、1991年には食品分野に関する厚生省指針が制定された。

2) 農水省指針

- i) 申請・承認の枠組み：ERA は小面積隔離状態における隔離圃場試験による安全性評価試験を実施する。同試験結果の承認に基づく、より大面積・非隔離状態における「栽培」に関する申請、審査、承認の過程を経て、普通栽培・市場化栽培へのルートが確立される。
- ii) 評価項目：宿主植物の分類学的及び植物学的知見；供与 DNA の由来及び塩基配列、ベクターの特性、組換え DNA の作成方法・導入方法、導入遺伝子の染色体上の存在状態と安定性、非組換え宿主との差異などであり、実際には生殖性、雑草性なども調査される。
- iii) 安全性評価：調査された組換え植物の環境に対する影響が、元の非組換え植物を超えるものでなければ、環境に対する安全性が確認されたとして、「栽培」が承認される。
- iv) 審査委員会：上記の評価を行うために、学識経験者による委員会が組織され、慎重な科学的審査が実施された。1997年から2003年にわたり技術会議事務局が同審査会を主催した。議長は前半は日向康吉教授(東北大)、後半は渡辺格教授(慶応大)であった。私は全期にわたり審査委員として参加した。審査の本旨は、「ERA において対照と実質的な差異がない」こ

とであったが、初期の頃は強いGM 反対派を意識して、「導入特性以外は対照と差がない」、すなわち組換え体 (A') ≡ 対照 (A) の相同性による安全性の説明がかなり多用された。

- v) 栽培承認作物：1992年のウイルス病抵抗性トマトを筆頭に、1997年までに承認された作物は、トマト、イネ、ダイズ、ナタネ、トウモロコシ、カーネーションなど、導入された特性は、病害虫抵抗性、除草剤耐性、品質向上などであり、これらを組合せた23種類のGM 作物に達する。これらには米国あるいはオーストラリアで開発されたものも含んでいる。この他に加工利用目的とした種子の安全性承認がなされたものに、米国産トウモロコシ・ワタ・ダイズ、カナダ産ナタネなど18種類があった。

(2) カルタヘナ法以降

1) カルタヘナ法の制定

2003年に発効したカルタヘナ議定書は国際的拘束力を有し、調印国は同議定書に対応する国内法を制定する義務を負っている。日本の国内法「遺伝子組換え生物等の使用等の規制における多様性の確保に関する法律（カルタヘナ法）」は2004年に制定された。これに伴い農水省ガイドライン承認組換え体は新法への適合性が検討され、一部は試験データを補完して、新法による承認が確定した。また一部は新しい承認申請を打切り、登録除外となった。以後の申請案件のERA は、すべてこのカルタヘナ法により実施されている。

2) 評価項目

第一：生物多様性影響評価に当たり収集した情報

- 1 宿主又は宿主が属する分類学の種に関する情報；
- 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

第二 項目ごとの生物多様性影響の評価

- 1 競合における優位性；
- 2 有害物質の産生性；
- 3 交雑性；
- 4 その他の性質

第三 生物多様性影響の総合評価

3) 審査委員会

農林水産省及び環境省の合同主催に基づく学識経験者による評価部会が2003年から設置された。五つの分科会（作物・林木・微生物・昆虫・水産）並びに一つの総合検討会が設置された。活発な活動は専ら農作物分科会（初代座長近藤矩朗教授（帝京大））であった。総合検討会（初代座長原田宏教授（筑波大））も作物分科会の活動を受けて最終的集約を行った。私は当初から2009年まで総合検討会の副座長を務めた。総合検討会の座長・副座長は作物部会への参加が認可されており、私は論点の科学性・一貫性に留意しつつ、可能な限り分科会への参加を続けた。

4) 評価のポイント

第一項目は、初期のガイドライン時代から重要要素として認識されてきた基本的情報である。第

二の項目は、我が国独自の状況を背景に、プロブレム フォームレーション的考慮に基づく明確な保護目標 (protection goal) である 3 項目 (優位性・有害物質産生性・交雑性) を設定し、それらに関する組換え生物の相対的安全性の審査を実施するものである。第三の項目は、以上の第一及び第二項目における審査を総合して、当該組換え生物が我が国の生物多様性に影響を生ずるおそれはないと結論されることにより、安全性評価が完結する。

最大のポイントは、指針時代と異なり、環境に対する組換え生物と対照の影響の相対的考慮 (比較を含む) により、組換え生物の安全性が確認され、申請が承認されることである。すなわち、環境影響 (ER) に関して、 $ER(\text{組換え体:A}') \approx ER(\text{対照:A})$ が、承認の基本となっている。これは米国・カナダの基本要件と同様である。この「環境に対する相対的安全性の確保」が、「カルタヘナ議定書」の項でも述べたように、今後も国際的な基本要件となると考えられる。

(3) 最近の承認状況 (2018年6月調べ)

1) 第一種使用 (環境拡散防止措置なし) 承認作物名及び承認数:

アルファルファ 6; イネ 24; カーネーション 13; クリーピングベントグラス 1; シクラメン 2; セイヨウナタネ 20; ダイズ 53; テンサイ 2; トウモロコシ 108; トマト 1; パパイヤ 1; バラ 4; ファレノプシス 1; ワタ 44; 計14作物・280件である。このうち「栽培」承認総数は137件であり、これらの作物・特性の年次別推移を第2表に示した。

2) 主な傾向:

i) 基本主要特性 (セイヨウナタネ: 除草剤耐性; ダイズ: 除草剤耐性及び品質; トウモロコシ: 害虫抵抗性及び除草剤耐性) の早期確立と、これに引続く両者のスタックによる基本的スタック系統・品種の早期確立と長期継続、ii) これらスタック構成要素の頻繁な更新による高性能スタックの逐次的登場、iii) さらにこれらスタックに新特性を重ねるスーパースタック系統・品種の登場、iv) 新特性 (乾燥耐性・高収量 [トウモロコシ])、v) 隔離限定承認におけるスギ花粉ポリペプチド含有イネ、vi) 隔離限定承認におけるイネ及びワタの長期継続承認、などである。これらの傾向は、国内・国外関係者に対する重要情報となると考えられる。

以上の各種重要事項を通じて、有害環境影響が検出されなかったことは、我が国で実施される ERA の有効性を実証するものと考えられる。

II-2

2 ERA プロジェクト調査報告

研究論文は研究者の通行手形である。まして英語レビュー論文となると、国際的インパクトは飛躍的に向上する。データを取る日常の研究より格段に困難であり、研究所出身の私にはその苦勞が実感される。一方、研究者・専門家は自己の領域に没頭し、他分野の文献を読む機会は限定的となりがちである。ERA 英語文献を幅広く調査し、課題・目的・担当者・対象・手法・成果・意義などを集約して関係者に提供することは、科学的情報の国際的授受に貢献すると考えられる。本調査はこのような意識から2011年末より開始され、以来今日に及んでいる。対象文献は国際的に信頼されているものとし、当初は、EBR、Science、Nature Biotechnology など、2013年からは前2者の代わりに、Transgenic Research が主体となっている。

本調査は原論文をさらにレビューするものではない。原文を最低3回精読し、なるべく原文に忠

実に最重要科学的事実を特定し、生物学辞典・育種学用語集・英語辞典などにより正確な日本語を選定し、1400字程度（除表題）にまとめたものである。

対象分野は、GMO、ERA、病害虫抵抗性（含 Bt）、除草剤耐性、遺伝子伝播、ストレス耐性（含気候変動）、土壌生態系、光合成能力、収量、ゲノム編集、GM 食品、バイオ燃料、などである。

私の和文原稿提出は2015年10月までは5編／月、それ以後は私が4編／月、小口太一助教（筑波大）が1編／月のペースが続いている。さらにバイオテクノロジー研究会、さらに ILSI Japan の手を経て、10編／2ヶ月のペースで出版・配布されている。すでに集約版第1巻 No.1～150；第2巻 No.151～300が発行されている。

1論文作成・公刊（5人×5年）×400論文（調査報告公刊済み総数）=延べ10,000人・年となる。これが海外の論文発表者と日本読者との科学的情報の授受の積算概数と考えられる。

Ⅲ

Ⅲ 将来展望

今世紀の半ば、2050年までに、世界人口は98億に達し、そのため今後70%の食料増産が必要とされているが、その方途は全く立っていない。それどころか、気候変動・環境悪化・耕地縮小などにより、主要農作物生産が2050年までに23%減少するという推定さえある。輸入大国である日本が、必要輸入量、特にトウモロコシ・ダイズ、を2050年まで確保できる保証は全くない。したがってここで云う将来展望とは、2050年までの半分、2025年～2028年までの今後10年間を対象とするのが現実的と考えられる。

1 当面の対応

(1) ERA 対象作物

ISAAA BRIEF 53 (2018) によると、GM 作付総面積の50%はダイズ、31%はトウモロコシ、13%はワタ、5%はセイヨウナタネである。主な特性では、除草剤耐性が47%、スタック（除草剤耐性／害虫抵抗性）が41%、害虫抵抗性が12%、ウイルス抵抗性／その他が1%以下である。日本における ERA の対象となる作物は、上記の4大作物・2特性と両者のスタックの範囲が主流となると考えられる。直近の日本における承認実績からもこの傾向は明瞭である。

(2) 基本的考慮事項（4本柱）

- i) case-by-case：生物（含作物）はその本性及び環境（含遺伝子変換）により、絶えず変異しており、これを人間は抑制することはできない。一方、人間が ERA に用いる方途は、研究・技術の日進月歩の発展により変化する。両者の間に恒常的・普遍的関係が見当たらないのは当然である。事例ごとに必要事項を精査・評価する case-by-case の対応は、生物の本性に留意した科学的対応であり、言い訳ではない。この理由をもって、1990年初頭の OECD 文書以来、この文言は多くの科学的文書に重用されている。
- ii) 準拠法令：各国は自国の法令に準拠して ERA を実施している。第31回 OECD・WG 会合の項で示したように、法令の言葉は様々であるが、法的根拠を明示するために重要である。

- iii) Product based assessment：リスク評価は最終産物（プロダクト）（表現型特性）によってのみ可能であり、中間の過程（プロセス）はリスクと直結する identity（同値性）を有していない。この理由をもって各国にも長く定着しているこの文言は、日本においても継続使用されるべきである。最終産物における外来遺伝子不在を根拠とする規制対象外扱い（GM 産物：アルゼンチン・ブラジル；Null 分離体：オーストラリア・米国）もこの考え方の実効性を示している。
- iv) 相対的安全性：すでにカルタヘナ議定書の項で詳述されているのでここでは省略する。

以上の（１）及び（２）は現行の ERA の基本的事項であり、当面の対応においても適用されるべきと考えられる。

2 中長期的展望

（１）スタック系統・品種の増加：

現在の GM 作付総面積の41%はスタックであり、日本の承認でも顕著に高率を示し、この傾向は今後ますます増加すると予測される。現在の2特性（除草剤耐性／害虫抵抗性）の間のスタックの高度化に加えて、新規特性（ストレス耐性・高栄養価など）がさらに上積みされてくる。これら新規特性の単独承認を早期に実施し、スタックされた場合の新規資料の作成が回避されることが望ましい。

（２）乾燥耐性作物品種：

農業生産の鍵は「水」であり、異常気象による乾燥害の増加がすでに発生している。乾燥耐性作物品種の重要性に対応する承認過程の円滑化への体制整備が望まれる。

（３）高安全性ファミリアリティ GM 作物：

日本の制度において特定された一部のトウモロコシ系統、米国・南米で検討されている LLP における低・無害 GM 作物の特定、最近カナダで検討されている高ファミリアリティ系統の申請・承認の簡素化、などを考慮した、承認の簡素化を図る枠組みの検討・協議の国際化が望まれる。

（４）データトランスポートビリティ (DT)：

近年、ERA 農業特性の地球的地域間の DT の実効性、あるいは隔離圃場試験データの栽培国から輸入国への DT の実効性などが報告されている。データの有効利用のため、科学的根拠に基づいた DT の枠組み・適用に関する国際的協議協調の進展が望まれる。

（５）持続的増大 (Sustainable Intensification)：

世界の食料保障のためには「持続的農業」では不足であり、現在以上に増産する「持続的増大」が必要である。現行の GM 技術は雑草・病害虫による減収縮小技術であり、作物本来の生産力・収量を増大させるものではない。このためには作物の物質生産の Source（葉面積・光合成能力）と Sink（粒数・粒大）の高いレベルでの組合せが必要であるが、この目的に沿った組換え体は皆無に近い。高収量は慣行育種でも長年の最終目標であり、新たな有害影響を生ずるとは考えられない。圃場栽培（孤立株ではない）個体の収量解析手法の整備が望まれる。

おわりに

現有する資料と記憶に基づいて、日本の ERA に関する実録 (memoirs) の記述を試みた。海外関係分野の動向・発展を踏まえた上での日本の ERA の発展を意識したため、海外部分が予想以上に多くなってしまった。しかし、海外の個々の項目が、多少なりともご参考になれば幸いです。日本の ERA では組織及び実績の両面で、堅実な発展がなされている。将来展望では、現行の 4 本柱を堅持し、分野によっては国際的な協議・協力による課題との取り組みを視野に入れた記述を行った。研究・技術の発展は目覚ましいが、足元を見失うことなく、持続的農業生産増大のためのバイオテク、そのための ERA との認識が、今後の発展の基調となることが望まれる。

最後に、皆様からこれまでに頂きましたご交誼・ご支援を深く御礼申し上げます。

私の記憶違いから、ご迷惑をおかけすることがございましたら、何卒ご寛容の程、お願い申し上げます。

略 歴



林 健一（はやし けんいち） 農学博士

1953年 東京大学農学部卒業
1954年 農水省北陸農業試験場作物部研究員
1974年 農水省農業技術研究所遺伝第7研究室長
1977年 農水省農林水産技術会議事務局研究管理官
1979年 農水省熱帯農業研究センター研究第二部長
1985年 同所長
1987年 農水省農業生物資源研究所長
1991年 農林水産先端技術振興センター（STAFF）顧問
1997年 農水省農林水産技術会議専門委員会（組換え体利用）
2002年 生物多様性影響評価総合検討会副座長
2011年 ILSI Japan コンサルタント

1962年 農水省長期在外研究員（英国）
1970年 国連 FAO アジア極東地域稲作担当官兼国際米穀委員会事務局担当官（タイ）
1987年 CGIAR CIAT 理事（コロンビア）
1989年 CGIAR TAC 委員（イタリア・途上国）
1994年 CGIAR ISNAR 理事（オランダ）
1996年 OECD バイテク規制的監督作業グループ副議長（フランス）
2009年 CERA 諮問会議委員（米国）

第1表 ERA 関連事項 (海外・国内) の推移

事項	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
OECD								
ISBGMO		米国 ドイツ	米国 ドイツ 日本	カナダ ドイツ	フランス 韓国 中国 作業部会 (WG)	NZ アルゼンチン 米国 南アフリカ		31回 32回 スペイン
生物多様性条約								
カルタヘナ議定書								
プロアラムフォー ムレーション								
CERA								
CGIAR		CIAT	TAC	ISNAR				
国内ERA 評価								
ERA 調査報告								
国内勤務	熟研	生資研	STAFF				第1回 ISL Japan	第2回

第2表 承認主要作物・特性（第一種使用など）（2018年6月）

作物・特性	承認 件数	年											
		栽培 件数	2004	2005	2010						2015		2018
セイヨウナタネ	20	14											
除耐			●										
除耐・稔性			●										
ダイズ	53	23											
除耐				●									
品質													
除耐・品質													
トウモロコシ	108	82											
虫抵			●										
除耐			●										
虫抵・除耐			●	●									
品質			●										
乾耐													
乾耐・除耐													
乾耐・虫抵・除耐													
稔性・虫抵・除耐													
品質・虫抵・除耐													
バイオマス													
稔性・乾耐・虫抵・除耐													
アルファルファ	6	5		●									
カーネーション	13	9		●									
テンサイ	2	1											
パパイヤ	1	1											
バラ	4	2											
非栽培承認													
イネ	24	0											
ワタ	44	0											

除耐：除草剤耐性； 虫抵：害虫抵抗性； 乾耐：乾燥耐性； 稔性：耐性不稔など； +：隔離限定承認

ERA プロジェクト調査報告特別号
日本における GM 作物の ERA の発展

2019年 3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東京都千代田区麴町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)