

科学技術イノベーションで
実現する
食と農の未来

130周年記念誌

130th Anniversary of NARO 1893 » 2023

科学技術イノベーションで
実現する
食と農の未来

130周年記念誌

130th Anniversary of NARO 1893 » 2023

■ ご挨拶	130周年を迎えて 理事長 久間 和生	4
■ 祝辞		6
■ AI、ロボティクス、バイオの先端技術で農業・食品産業のイノベーションを実現		10
■ PART 1 農研機構の戦略と取り組み		20
01	組織改革 世界に冠たる研究組織を目指して	22
02	事業開発 産業界・農業界との連携で 研究成果を社会実装	24
03	知的財産・国際標準化 戦略的な知的財産の確保と活用	28
04	広報 戦略的広報による 農研機構のプレゼンス向上を目指して	29
05	国際連携 国際連携による研究開発の加速に向けて	30
06	人材育成・ダイバーシティ 人材の多様化と融合により 新しい価値を創造	31
07	研究開発戦略 Society 5.0の深化と浸透、 SDGs達成への貢献	32
08	研究開発 セグメントⅠ アグリ・フードビジネス 農畜産業・食品産業のマーケット拡大と 産業競争力強化を目指して	34
09	研究開発 セグメントⅡ スマート生産システム 生産性の飛躍的な向上と農業者の利益の増大、 新たな地域ビジネスの創出	36
10	研究開発 セグメントⅢ アグリバイオシステム バイオとデジタルの融合による 研究成果創出	38
11	研究開発 セグメントⅣ ロバスト農業システム 農業の産業力強化と 地球環境保全の両立に向けて	40
12	プロジェクト型研究管理 (NARO プロジェクト、横串プロジェクト) セグメント横断プロジェクトで 研究開発と実用化を加速	42
13	NAROイノベーション創造プログラム 破壊的なイノベーションの創出を目指して	43
14	スマート農業実証プロジェクト スマート農業の実証と 社会実装の加速に向けて	44
15	みどりの食料システム戦略 成果の創出と活用で「みどりの食料システム 戦略」実現加速化に貢献	46
16	種苗管理センター 新品種の保護と優良な種苗の流通のために	48
17	生物系特定産業技術研究支援センター 優れた提案に資金を提供し、 社会実装を推進	49
18	管理部門 管理部門の司令塔機能強化と DX推進による全体最適化	50

■ PART 2 農業技術の発展における農研機構の貢献		52
農研機構 130年の研究成果年表		54
農研機構につながる組織の変遷		56
01	貴重な遺伝資源を未来へ引き継ぐ ジーンバンク	58
02	豊かな食生活に向けた食品素材の開発	60
03	機能性解明を通じた 健康維持に寄与する食品の開発	62
04	時代にマッチした 家畜の繁殖・飼養技術の開発	64
05	国境を越える家畜疾病との闘い	66
06	米づくりのイノベーション温故知新	68
07	農作物に被害をもたらす病害虫との闘い	70
08	農業の未来を変える機械化体系の実現	72
09	多様な用途に対応した 麦類の品種開発戦略	74
10	南北の拠点で推進するイモ類の品種開発	76
11	品種と栽培技術の両面で野菜生産を支援	78
12	国内産ブランドに向けた果樹の品種改良	80
13	輸出や機能性を見据えた茶の品種改良	84
14	養蚕業の発展と新たなカイコ産業の創出	86
15	品種開発に革新をもたらした バイオテクノロジー	88
16	持続可能な農業を実現する 水管理技術の開発	90
17	災害から農を復旧・復興させる技術開発	92
18	気候変動に影響を受ける農畜産業への対応	94
19	土壌・気象情報の共有から始まる農の進化	98

ご挨拶 130周年を迎えて

農研機構は、農林水産省所管の国立研究開発法人として、わが国の農業・食品分野の研究開発の中核を担ってきました。これまでに、農研機構とその研究者は、他機関とも連携し、緑の革命に貢献した小麦「農林10号」、生産量世界一ともいわれるリンゴ「ふじ」、イネゲノム完全解読、牛の受精卵移植技術、カイコのハイブリッド品種の産業利用など、基礎から応用までインパクトの大きな成果を創出し、わが国のみならずグローバルに貢献してきました。2023（令和5）年、1893（明治26）年の農商務省農事試験場設立から数え130周年を迎えます。これを機に、農業・食品分野の研究開発のさらなる発展への思いを込めて、設立130周年記念誌を発行することとしました。

私たちを取り巻く環境は、かつて経験したことがないスピードで変化しています。新型コロナウイルスのパンデミックやロシアのウクライナ侵攻などにより世界的なサプライチェーンの混乱が生じ、食料自給率向上や食料安全保障の重要性が浮き彫りとなりました。さらに、農業の担い手不足や地域社会の衰退は加速し、自然災害や地球温暖化への対応も急務です。一方、AI、情報通信、ロボティクス、バイオテクノロジーなど科学技術の進展も著しく、今まさにパラダイムシフトの時代といえます。

このような大きな変革の時代では、革新的な技術と斬新かつ柔軟な発想で次の時代に相応しい価値を創出することが強く求められています。農業・食品分野は「伸びしろの大きな成長産業」、「温暖化ガス排出削減の重要分野」、「科学技術のフロンティア」として、イノベーション創出の宝庫です。農研機構は、農林水産省の「食料・農業・農村基本計画」や「みどりの食料システム戦略」と方向性を合わせ、科学技術イノベーションを次々と創出して、農業・食品版のSociety 5.0を実現し、農業・食品産業のさらなる発展に貢献して参ります。

農研機構は、これまでの130年の知見や技術の蓄積を礎として、挑戦を続けて参りますので、皆様の絶大なるご支援を賜りますようお願いいたします。

国立研究開発法人
農業・食品産業技術総合研究機構
理事長 **久間 和生**





農研機構130周年に 寄せて

農林水産技術会議
会長
小林 芳雄

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）が記念すべき130周年を迎えられますことに、心からお慶び申し上げます。

我が国の農業に関する本格的な試験研究は、明治26年に農事試験場が設置されたことに始まります。農業生産技術の確立、穀物や果樹等重要な品種の開発、近年は温暖化や病害虫・感染症への対応など、貴機構は常に時代の要請に応え、数多くの成果を上げてこられました。我が国の食料の安定供給や農業の発展に欠くことのできない存在であることは言うまでもありません。また、関係者の皆様の永年にわたる研究に対する情熱と努力の賜であり、深く敬意を表します。

我が国は人口の急速な減少局面を迎え、気候変動や資源リスクが高まるなど、農業を取り巻く不確実性が増しています。このような中で、2021年に策定された「みどりの食料システム戦略」や、スマート農業の実装など、食料・農林水産業に関わる重要施策を着実に進めるために、支えとなる技術開発とイノベーションの創出がこれまでも増して求められています。

これらの課題解決に向けては、貴機構が引き続き中心的な役割を担うことが期待されます。近年の情勢変化を踏まえれば、「みどりの食料システム戦略」の2030年・2050年の目標達成のための基盤となる技術的な成果、急速に進展する様々なテクノロジーの食料・農業分野への導入、フードシステムを通じたデータ連携の推進、知財マネジメントの強化などへの貴機構の更なる貢献が重要と考えます。

130周年を機に、関係者各位が貴機構への期待と使命を改めて確認いただき、関係研究機関及び行政部局と一層緊密に連携し、国内外の農業研究の益々の発展に寄与されることをお願いし、お祝いの詞とさせていただきます。



一般社団法人
日本経済団体連合会
会長
十倉 雅和

農研機構が設立130周年を迎えられましたことを、心よりお祝い申し上げます。農研機構は、わが国の農業と食品産業の発展に向けて、設立以来、基礎から応用分野にわたる研究をリードし、農業技術の発展に貢献してこられました。近年は先端ICT技術を駆使した研究開発や、海外研究機関との連携にも積極的に取り組まれており、そのご努力に深く敬意を表したいと存じます。

Society 5.0 for SDGsの実現をはじめ、農研機構が目指されている方向性は経団連と軌を一にしており、大変心強く感じております。今後、農業分野の一層の生産性向上と成長産業化に向けて、スマート農業等、民間企業との共同研究・開発、さらには社会実装における連携が進み、農業と食品分野に関わる流通・販売・輸出等の面でさらなる活性化につながることを強く期待しております。

「世界に冠たる一流の研究組織」を目指される農研機構の一層のご発展を切に祈念申し上げます。



茨城県知事
大井川 和彦

農研機構が設立130周年を迎えられましたことを、お慶び申し上げます。貴機構におかれては、かんしょの「べにはるか」やスマート農業技術など、設立以来、多くの新品種や新技術を研究開発され、本県農業の発展にも多大な貢献をいただいております。深く敬意を表する次第です。

本県では、本年5月に概ね30年後を見据えた「茨城農業の将来ビジョン」を策定するなど、「儲かる農業」の実現に向けた様々な施策を展開しているところです。

国内市場の縮小や農業者の減少など、農業をめぐる情勢が厳しさを増す中、我が国の農業を支える中核的な研究機関である、貴機構への期待は一層高まっております。今後も、環境負荷の低減と生産物の高付加価値化を両立する有機農業技術の開発や人的交流による技術移転など、本県農業の発展につながる未来志向の取組へお力添えを賜りますようお願いいたします。

貴機構の益々のご発展を祈念いたしまして、お祝いの言葉といたします。



東日本電信電話株式会社
代表取締役社長
社長執行役員
澁谷 直樹

この度は、農商務省農事試験場設立から130年の節目を迎えられ、心からお慶び申し上げます。

長年に渡る研究開発を通じて、我が国の農業・食品産業の発展に貢献されてきた皆様に敬意を表すとともに感謝申し上げます。

農業・食品産業を取り巻く環境は、激しい社会情勢や食料事情の変化、農業者の高齢化・減少、環境配慮型社会への対応など大きな転換期を迎えており、農研機構に益々の期待がかかっていると実感しています。

弊社は「地域の未来を支えるソーシャルイノベーション企業」として、地域の皆様と価値創造に努めており、特に農業・食品産業はDXを通じた産業基盤の強化が不可欠と考えており、農研機構をはじめとする多様なパートナーのみなさまとともに、社会的要請に応える一翼を担う所存です。

この記念すべき節目を契機として、我が国の農業・食品産業の益々の発展と、その中核にある農研機構の更なる飛躍を祈念してお祝いの言葉とさせていただきます。



全国農業協同組合連合会
代表理事 理事長

野口 栄

国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構様の130周年を心よりお祝い申し上げます。我が国の農業技術の発展において貴機構が果たしてきた多大なる貢献に対し、敬意と感謝の意を表します。

長年にわたって農業技術の進歩を支えてきた貴機構は、我が国の農業生産に欠かせない存在であり、この130年という歴史の中で、貴機構が開発・提供する技術は、我が国の農畜産業の礎となっています。

JAグループにおいても、貴機構より新たな品種や生産技術の提供、現地での普及指導等を通じて、組合員である生産者の営農と生活に多大なご支援をいただいています。同じ農畜産業にたずさわるものとして、貴機構とこれまで以上に連携・協力し、我が国の農業・畜産業の発展と地域の振興を通じて、より良い社会を築くため力を尽くしてまいりたいと考えています。

改めて貴機構が130周年を迎えられることを心より祝福申し上げ、今後のさらなる飛躍を祈念いたします。



国立研究開発法人
理化学研究所
理事長

五神 真

貴機関の創立130周年に際し、心からお祝い申し上げます。130年間にわたり、貴機関が農業・食料産業の発展に貢献し、多くの人々の生活を豊かにする重要な役割を果たしてこられたことに深く敬意を表します。

今、人類は大きな転換点に立っています。収まらない新型コロナウイルス感染、心を痛める理不尽な武力衝突、修正不可能な領域に入りつつある地球温暖化、深刻化する食料問題、これらはすべて人類の行動に起因する問題で、その解決の道筋をつけることは、現代に生きる私たちの責任です。

環境科学からの警鐘は鳴り止みません。私たちに残されている時間はほとんどありません。新たな知恵の創造を本気で加速しなければならないのです。

2017年12月に貴機関と理研は連携・協力に関する協定を締結いたしました。真に卓越した研究を共に推進し、社会や地球規模の課題解決に貢献できるよう、貴機構と心をひとつに取り組みでまいりたいと思います。

これからの貴機関の一層のご発展と、両機関の連携のさらなる深化を心からお祈り申し上げます。



オランダ
ワーヘニンゲン大学
研究センター(WUR)理事長

Sjoukje Heimovaara

Warmest congratulations on the occasion of NARO's 130th anniversary! This remarkable milestone signifies a legacy of excellence in agricultural research and development, shaping the landscape of food production in Japan and beyond.

As the President of the Executive Board of Wageningen University and Research I am honoured to extend my congratulations and appreciation for the invaluable contributions that NARO has made for enhancing crop productivity, ensuring food safety and promoting sustainable farming practices.

The ongoing collaboration between Wageningen University and Research and NARO has been a source of pride and accomplishment. I sincerely believe that through collaborative projects, we have been able to harness innovation and ignite transformative change in the agricultural sector. I am genuinely thrilled by the progress we have achieved thus far.

Looking ahead, I eagerly anticipate the future of our partnership, and I firmly believe that by joining forces, we will unlock even greater possibilities. I look forward to our unwavering collaboration, exchange of knowledge, and forging of new paths towards a resolute and prosperous future for food and agriculture.

Once again, congratulations on this significant milestone. May NARO's legacy continue to inspire generations of researchers and scientists to come.



公益社団法人
日本農業法人協会
会長

齋藤 一志

この度は、創設130周年を迎えられたことを心よりお祝い申し上げます。さて、日本農業法人協会は、平成28年に貴機構と連携・協力に関する協定を結び、農業現場における課題解決及び研究開発等への参加・協力を推進してまいりました。平成29年には、農業界・経済界・研究機関が集う初めての取組みとして、『農業技術革新・連携フォーラム』を開催し、以降、コロナ禍ではオンライン開催としながら、令和4年度まで計6回開催し、関係者間の情報共有、研究技術等の普及を進めております。今、私達農業法人は、地域の中心的な担い手として生産性の高い経営の確立・発展に向け、新たな技術の開発や導入による経営改革に努めております。今後も様々な課題解決のための重要なパートナーとして、ともに農業界の発展に向けた取組みを進めてまいりたいと存じます。末筆ながら、貴機構の一層のご発展と皆様方のご活躍を祈念し、お祝いの言葉とさせていただきます。

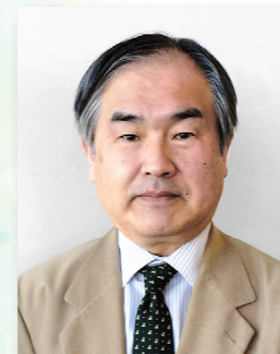


東京農工大学
学長

千葉 一裕

農研機構が設立130周年を迎えられましたことを心よりお喜び申し上げます。当時日本は人口が急増する中、いかにして国民の命の源である食を守るかが特に重要な課題でした。

また、日本経済の屋台骨となった世界品質の絹糸生産は、植物や昆虫などに関する科学技術の裏付けもあってこそ成り立ったものです。正に、学術研究と産業の両輪を持って成長を支える中核的な役割を担われてきたものと理解しています。そして、長い歴史のなかで組織的な変遷を繰り返しながら今日の姿になられたことは、ひとえに日本の農林水産業をしっかりと支えるための最高レベルの研究開発を担い、さらには当該分野の優れた研究成果の発信、応用と研究者や技術者の育成に邁進された成果であることに他なりません。グローバル化によって国内外の数多くの大学や研究機関との連携も深まる中、農研機構がまた新たな一歩を踏み出されることにより、益々発展されることを願っております。



日本経済新聞社
編集委員

滝 順一

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）は、地球環境問題とテクノロジーの交点にいる。新聞社で環境問題と科学技術を長年取材してきたが、その“舞台”の中央に農研機構が躍り出てきた感がある。

気候変動や生物多様性喪失など人類が直面する環境問題に農業と食料生産は昔から深い関わりがあった。機械化や情報化といった生産性向上の取り組みも長い歴史がある。しかし内向きで生産者保護の色合いが濃かった農政が、イノベーションによる課題解決をうたい世界市場に打って出ると口にするようになったのは最近のことではないか。

農業と食糧生産は大きな転換点にあり、生産者の努力と工夫の上にイノベーションによる花を咲かせる使命を農研機構は担う。1本のリンゴの木を愛し稲穂の揺れる土地を慈しむ生産者の心と新しいテクノロジーをともに育てる懐の深いイノベーションを農研機構に期待したい。

AI、ロボティクス、バイオの先端技術で農業・食品産業のイノベーションを実現

近年、深層学習など新技術の登場によって人工知能（AI）の機能は著しく高度化し、世界中のあらゆる分野でAI実用化の取り組みが加速しています。農研機構は、農業情報研究基盤の整備と、AI、ロボティクス、バイオ分野など先端技術の研究開発を加速してきました。農業・食品分野においても、担い手の高齢化や農業経営者の減少、食料安全保障の確保、産業競争力の強化、生産性向上と環境保全の両立などの課題に対応して、先端技術を活用したイノベーション創出への期待が高まっています。農研機構では、基礎から応用まで出口を見据えた研究開発を推進し、農業・食品産業の現場で先端技術を徹底的に使いこなして、科学技術イノベーションによるSociety 5.0^{*1}農業・食品版の実現を目指します。

1. 農業情報研究基盤の強化

農研機構は、2018年10月に「農業情報研究センター（以下、農情研）」を新設して、農業情報研究基盤を強化してきました。2019年6月に国内農業研究機関では初のAI研究用スーパーコンピューター（AIスパコン）「紫峰」の稼働を開始するとともに、農研機構内の研究データを一元的に共有する「農研機構統合データベース」の構築を進めました。さらに、これらのAI研究基盤と先端実験施設を連携させて、AIを駆使した高度な解析で「情報研究基盤」に集めたデータを徹底的に活用して革新的な技術の開発を加速する研究開発システムを構築しています。

*1 Society 5.0: 科学技術・イノベーション基本計画（第5期および第6期）に掲げられたわが国が目指す社会で、飛躍的に発展した情報通信技術、デジタル技術を活用して、フィジカル空間とサイバー空間を融合することにより新たな価値を創造し、経済発展と社会的課題の解決を両立して、人間中心の社会を構築することを目的とします。

(1) スーパーコンピューター「紫峰」

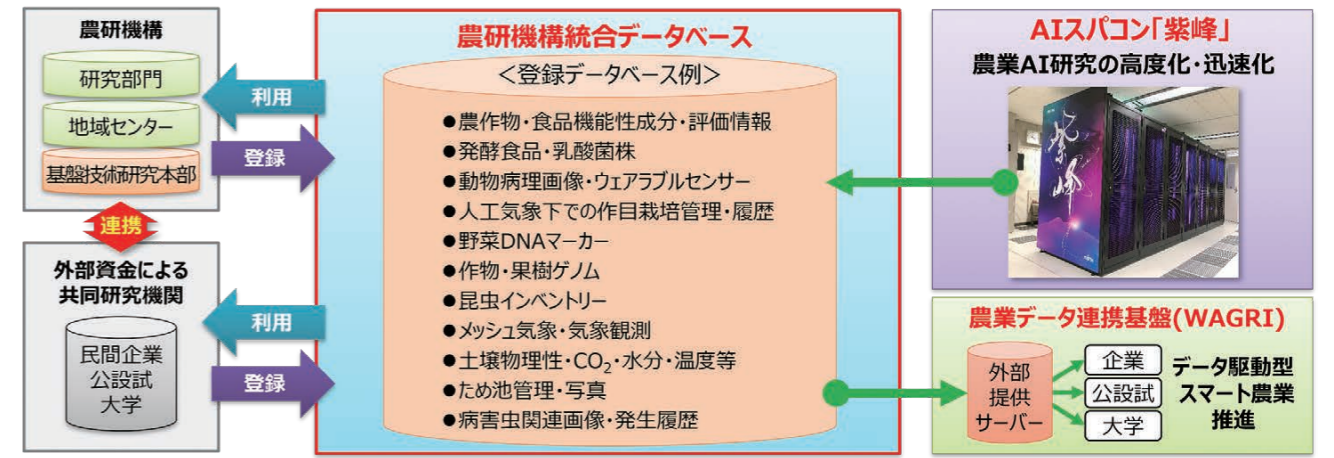
AI研究力の増強と研究開発加速のため、AIスパコン「紫峰」を導入し、2020年5月に本格稼働させました。AIスパコン「紫峰」には、中央演算装置（CPU）100個分の性能をもつ画像処理装置（GPU^{*2}）が128基搭載されており、AI開発や画像処理に向いていることが特徴です。計算速度は1Pフロップス^{*3}で、研究者100名が同時にAI用の計算を行うことが可能です。

*2 GPU: Graphics Processing Unitの略。コンピューターの画像処理装置で、高速なグラフィック処理を得意とします。

*3 フロップス: 1秒間に浮動小数点演算が何回できるかを示すコンピューターの性能指標。P（ペタ）は10の15乗、G（ギガ）の100万倍。

(2) 農研機構統合データベース

AIを利用する上で最も重要なのは、質の良いデータを大量に収集することです。AIに何らかの判断や検討



●農研機構統合データベースの構築と活用

を行わせる場合、作物や害虫等の様々な画像や、ほ場や農業施設の温度・湿度等の環境データ、気象データ、計測地点の情報等が必要です。さらに、AIが利用できるようにするために、データの補正や加工などの処理も行われます。日々増え続ける膨大なデータを収集・整理する仕組みが重要です。

「農研機構統合データベース」は、データ容量3Pバイト（300万Gバイト）の大規模なデータベースで、2020年5月から本格的なデータ集約を開始しました。農研機構内の様々な研究データが集積されており、法人の管理下で農研機構内の研究者はそれらのデータへ横断的にアクセスすることが可能で、AIスパコン「紫峰」で演算処理を行います。

(3) 農業データ連携基盤（WAGRI）

農業・食品産業におけるSociety 5.0の実現によって、多様なデータを駆使した農業の生産性向上や経営改善が期待されます。しかし、現状では、わが国の農業情報通信技術（ICT）はデータやサービスの相互連携が弱く、情

報の共有や活用が困難でした。そこで、データの連携・共有・提供機能を有するプラットフォームであるWAGRIを構築し、2019年4月に本格運用を開始しました。

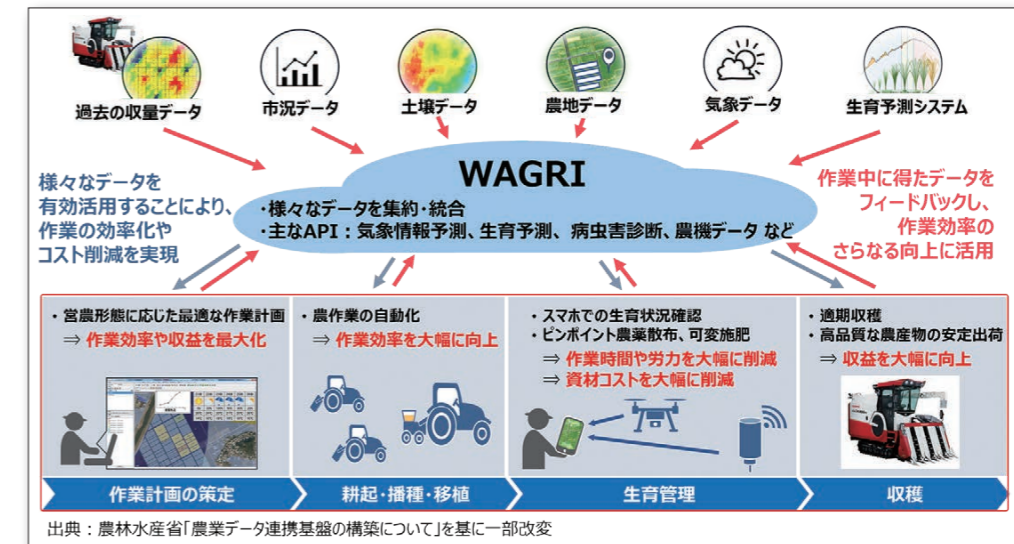
WAGRIは、API^{*4}を通じて、研究機関や企業、行政等が、営農に必要な気象情報や農地の位置情報、作物の生育予測などのデータを提供する会員制のプラットフォームです。例えば、「総合的な病虫害管理ソリューションのためのAPI」は、「AIによる病虫害診断器」+「病虫害小図鑑」+「農業データベース」の3点セットをパッケージにしてWAGRIから公開しました。農業現場で実証を進めながら、魅力的なデータ・プログラムを次々に提供しています。

WAGRIは2019年に会員数26でスタート。2023年5月の会員数は90に達し、順調に拡大しています。農研機構では、農業ICTベンダーによるアプリケーション開発と実証を支援・促進し、農業者の生産性向上や経営改善に貢献しています。

*4 API: アプリケーション・プログラミング・インターフェースの略。ソフトウェアやプログラムをつなぐインターフェースのこと。



●農研機構のAI研究用スーパーコンピューター「紫峰」



●農業データ連携基盤（WAGRI）の概要

(4) AIスパコンと連携した先端実験施設

高度な実験施設とAIスパコン「紫峰」がネットワークで連携することによって、高度な分析や大量のデータ取得とAIによるデータ解析を一気通貫で実施できるシステムの構築を進めています。食品開発や、革新的な栽培技術の開発、作物の機能解明など、民間企業等との連携による技術開発の加速が期待されます。

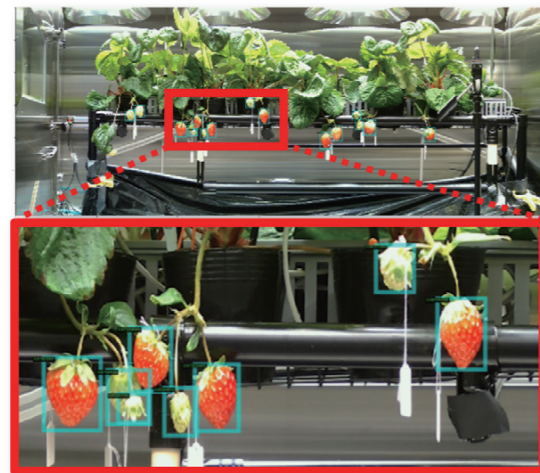
2022年6月に運用を開始した「ロボティクス人工気象室」は、光の強さや日照時間、温度、湿度などを精緻に設定して、作物の栽培環境を精密に再現できる人工気象室です。大きさや色、形といった作物の形質データを自動的に取得できるロボット計測装置によって、作物の生育データを自動的に、連続的に計測・収集し、膨大なデータの解析が実施できます。作物形質データのAI解析や、「農研機構統合データベース」に搭載されたゲノム情報、成分等のさまざまな農業データなどの膨大な情報をサイバースペースで解析することにより、品種育成や栽培技術の効率的な開発を加速します。

「高性能NMR装置*5リモート供用システム」は、2021年6月にサービスを開始しました。インターネットを通じて、利用者がNMRのような高度分析を遠隔地で実施できるシステムです。外部利用のニーズが高い高磁場(800MHz)NMR装置とAIスパコン「紫峰」を高速ネットワークで連携し、NMR測定とAIによるリアルタイムデータ解析を一気通貫で実施できる日本初のシステムです。

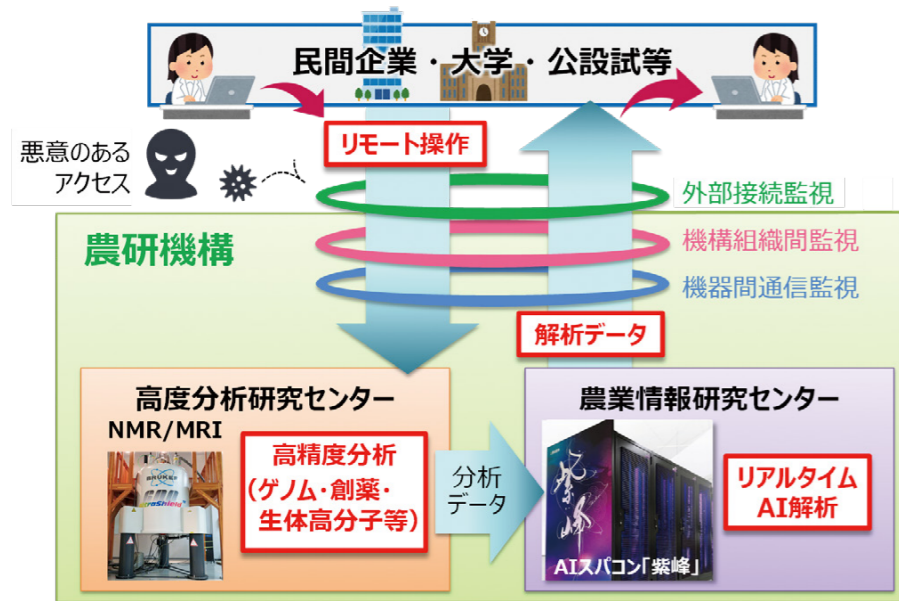
*5 NMR装置:化合物の分子構造などを分析する実験装置。化学、生化学、医学等の広範囲な分野で活用されます。



●ロボティクス人工気象室の内部



●花・果実自動認識AI
ロボット計測装置の一つ。果実熟度・サイズの経時変化を記録



●高性能NMR装置リモート供用システムの概要

2. 基盤技術研究本部

2021年4月、共通基盤技術研究の司令塔として、基盤技術研究本部を設置しました。基盤技術研究本部では、情報研究基盤を核として、農業情報研究、農業ロボティクス研究、遺伝資源研究、高度分析研究をデータを紹介して連携させ、それぞれの研究開発を加速します。

以下のミッションを担って、4つの研究センターを設置し研究を推進しています。

- ① AI、ロボティクス、バイオテクノロジー、精密分析等の研究基盤技術の高度化
- ② 統合データベース、AIスパコン、遺伝資源等の共通基盤の整備
- ③ 4つの研究セグメントと連携することにより、農研機構全体の研究開発力の徹底強化
- ④ 民間企業等との共同研究を通じて、わが国全体の研究開発力向上に貢献

(1) 農業情報研究センター

AIとデータを活用した最先端のICT農業を実現するための研究を行うとともに、AIに精通した人材の育成を行います。本センターの主な役割は、①農業AI研究の推進、②WAGRIの本格的運用、③ICT・デジタル人材の育成、④農業情報研究基盤(スパコンとデータベース)の構築・運営です。作物の品種改良など基礎研究に用いるAIから、稲害虫のウンカ類を画像識別して防除に利用する、実用化・普及段階のAIまで、AI有識者と農

業研究者がタッグを組み「徹底的なアプリケーション指向」で広範囲の研究課題を担当します。

(2) 農業ロボティクス研究センター

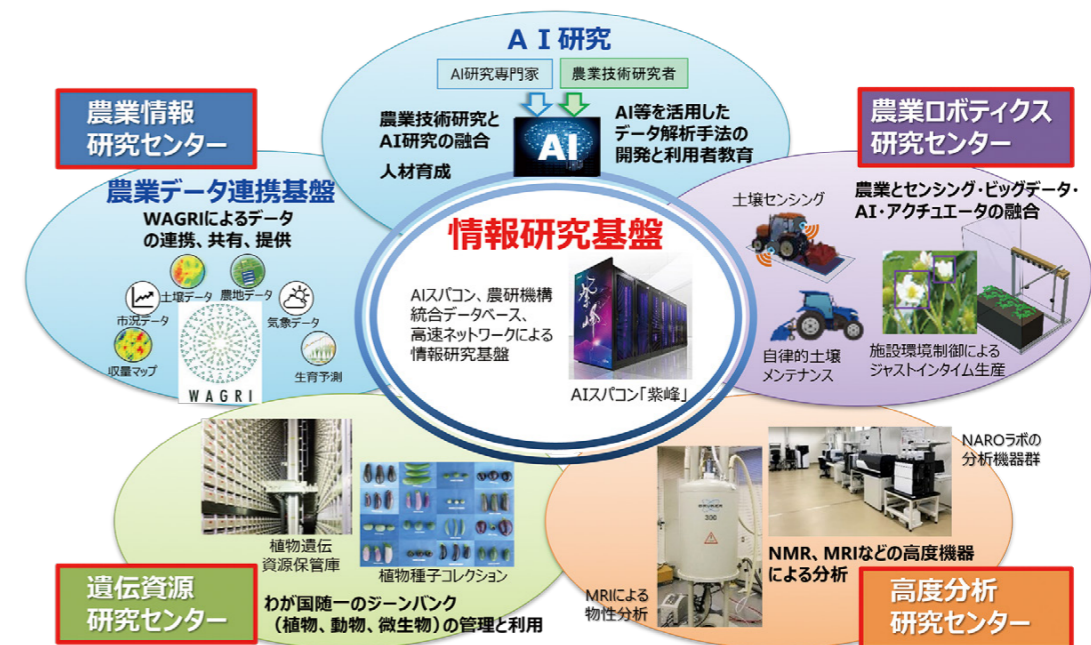
最先端のロボット技術・システム技術を農業・食品産業の各プロセスへ展開し、農業現場のサイバー・フィジカルシステムを構築してデータ駆動型農業を実現するための研究開発を行っています。応用・実用化を見据えた研究に加え、センサデバイス、果樹収穫ロボットアーム、3次元画像センシング技術の開発といった基礎に近い研究課題も担当しています。

(3) 遺伝資源研究センター

遺伝資源の基盤リソースを拡充するとともに、情報基盤の整備により、遺伝資源の価値を徹底的に向上させ、ジーンバンク事業の実施を通じて、遺伝資源の収集、特性評価、保存、配布を行っています。また、利用者の要望に応えるため、遺伝資源の特性評価や保存技術の高度化など、ジーンバンクの機能を高めるための研究開発を担当しています。

(4) 高度分析研究センター

高精度機器による分析基盤を構築するとともに、ビッグデータと、先進的な精密分析技術の活用によって農業・食品分野の分析研究を高度化しています。基礎的な分析手法の開発を行うとともに、農研機構内外に分析サービスを提供するための解析基盤の構築を担当しています。



●基盤技術研究本部の概要

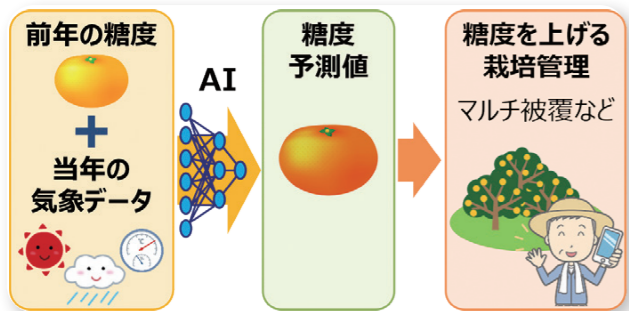
3. AI、ロボティクス、バイオの主要成果

基盤技術研究本部などが中核となって、先端技術を活用した研究成果が創出され、実用化にもつながっています。主なものを紹介します。

AIによる温州みかん糖度予測手法を開発 —適切な栽培管理への活用に期待—

光センサーによる果実糖度の膨大なデータを学習させたAIを用いて、温州みかんの出荷時（10月～翌年2月）の平均糖度を、7月頃から高精度に予測します。前年の糖度と当年の気象データ（気温、降水量、日射量、日照時間）を入力することで、温州みかんの当年の糖度が地区単位で予測できます。

気象データや生育初期の糖度から統計的な手法を用いて糖度を予測する従来法に比べて、AIを用いた本手法は精度が高く、予測した糖度に基づいた収穫、販売、出荷などの計画を効果的に策定できます。また、適切な時期に糖度向上のための栽培管理の要否を判断することも可能となり、みかんの安定生産および品質向上に役立つことが期待されます。



●AIによる温州みかん糖度予測の概要

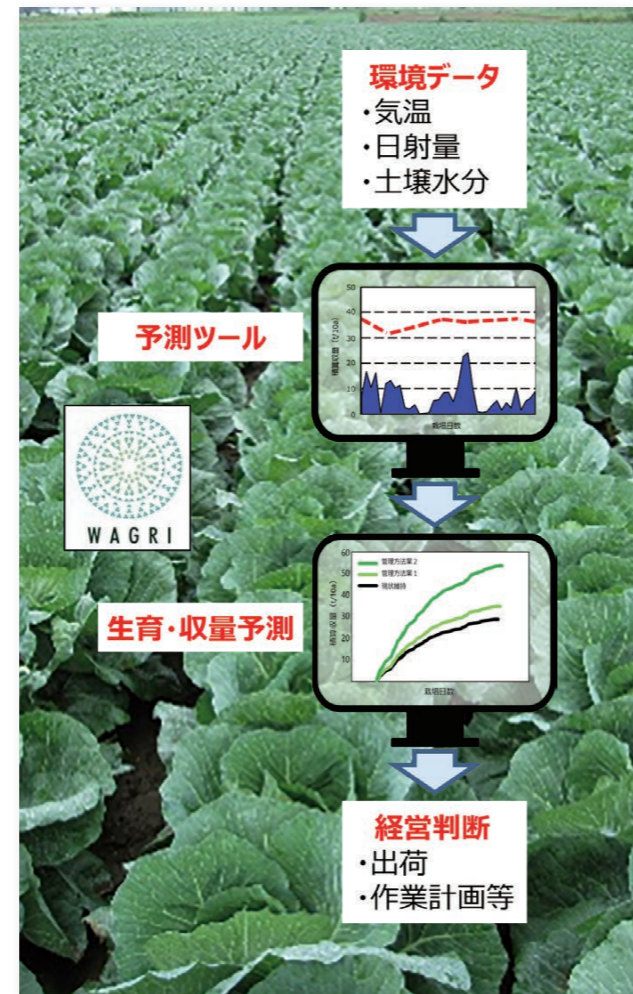


●果実選果場での糖度計測
蓄積したデータを使いAIが学習

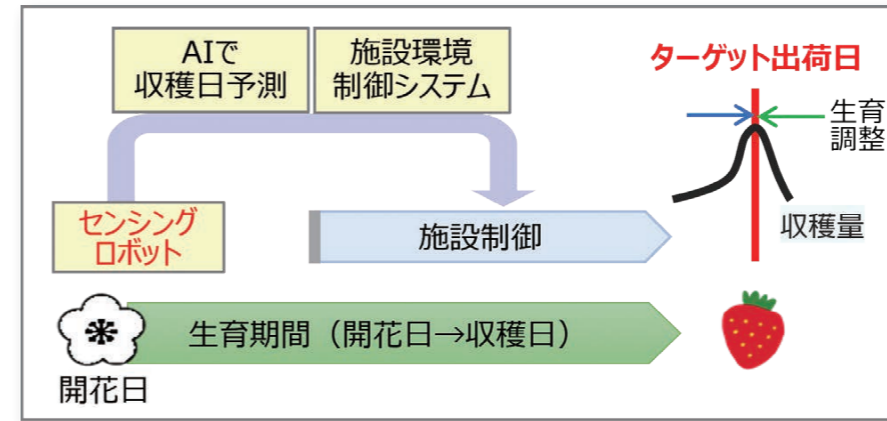
露地野菜の生育予測システムをWAGRIで提供

WAGRIを通じて利用できるWeb-API「NARO生育・収量予測ツール」を開発しました。施設野菜3品目（トマト、パプリカ、キュウリ）に加えて、露地野菜6品目（キャベツ、レタス、ブロッコリー、ホウレンソウ、タマネギ、葉ネギ）の生育予測データを提供しています。

栽培管理システム等の開発や運用を行うICTベンダーは、本APIを利用して、生育予測の機能を自社のシステムに組み込めるようになります。また、民間企業や法人等は、本APIが提供するデータに対応した栽培管理システム等を利用して、全国どこでも生育予測が行えるようになります。さらに、ほ場作付計画の策定や、取引先へ出荷予測情報を提供することが可能になります。



●露地野菜の生育予測システム



●イチゴのジャストインタイム生産システム



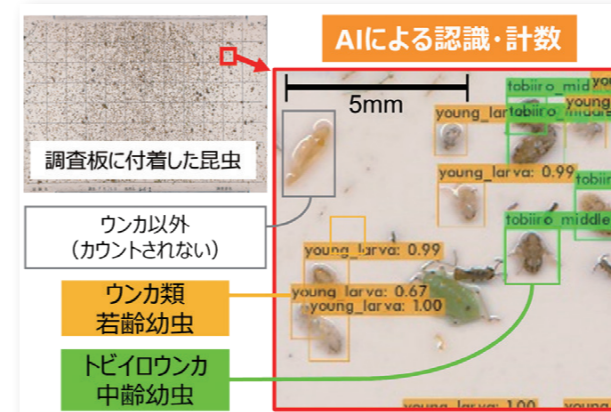
●自動生育センシングロボット
開花日、果実温度、作物形質を計測

イチゴにおけるジャストインタイム生産を 達成する技術を開発

野菜類は、栽培期間の気象条件により生産量や収穫日が大きく左右され、需要や価格のピークに合わせた出荷が困難でした。特にイチゴはクリスマスなど特定時期に大きな需要があることから、計画した日に契約した量の出荷を可能とする、ジャストインタイム生産技術の開発が求められていました。

イチゴのジャストインタイム生産を実現するためには、生育情報の自動収集（生育センシング）、生育予測（収穫日予測）、生育制御（収穫日制御）の3つの技術が必要です。農研機構が開発したシステムは、開花日特定や果実温度計測の自動的かつ効率的な収集を可能とし、生育予測や生育制御を含む一連の技術を組み合わせることで、イチゴの収穫日を高い精度で制御することが可能になります。イチゴの需要が高まる時期に出荷の最盛期を確実に合わせることで、イチゴ農家の所得向上が期待されます。

なお、これはロボティクス人工気象室を活用した研究成果です。



●イネウンカ類自動カウントシステム

イネウンカ類自動カウントシステムを構築

イネウンカ類は米の生産に深刻な被害をもたらします。その被害を予測するため、農林水産省が都道府県等の関係機関と連携して、全国約3,000地点の水田で月2回以上の定期的な調査を行っています。この調査には熟練した調査者による多大な労力が必要で、長年、効率化が求められていました。

そこで、農情研のAI技術と現場の調査員のウンカ識別技術の密接な連携により、「イネウンカ類自動カウントシステム」を開発しました。AI画像処理で調査板上に付着した3種類のイネウンカ類を雌雄や変態前後等により全18分類して計数します。平均90%以上の精度で自動識別ができ、特に甚大な被害を引き起こすトビロウンカは95%以上の精度で識別できます。従来の目視による調査では、調査板1枚の計数に1時間以上必要でしたが、本システムでは4分程度に短縮できます。均質な識別精度で効率的に害虫の発生を把握して、的確な予測と防除による被害低減に役立ちます。今後、実証試験を行い、この技術の全国への普及を図ります。



●専門家による国の発生予察事業

AI 病虫害診断システムを WAGRI で提供

作物の画像から、発生している病虫害を AI が診断する病虫害画像診断システムを、農研機構、法政大学、ノーザンシステムサービスが共同開発しました。診断サービスと、病虫害の基本情報を提供する WAGRI 病虫害小図鑑とを合わせた「農研機構 AI 病虫害画像診断」API を、農業情報サービス事業者向けとして WAGRI を通じて提供しています。このシステムは、一般ユーザから送られた画像を蓄積して活用し、継続的に診断精度を向上させることが可能です。

対象作物は、2021年3月提供開始のトマト、キュウリ、イチゴ、ナスと、2022年3月に提供開始したモモ、ブドウ、ピーマン、大豆、ジャガイモ、カボチャ、キク、タマネギの12品目です。

農業情報サービス事業者はこのシステムを利用して、生産者などの一般ユーザに向けた病虫害画像診断を提供できます。経験の浅い新規就農者や新規参入者を対象としたサービスだけでなく、温暖化等によって従来発生がなかった(経験のない)病虫害の診断も可能で、発生現場での迅速な診断による効果的防除が期待できます。

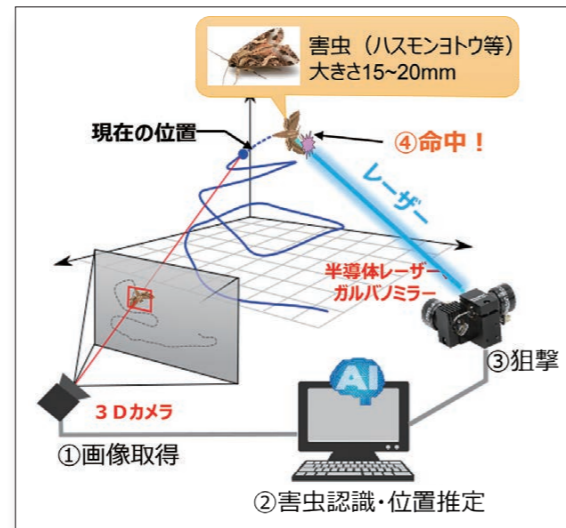


● AI 病虫害診断システム

飛翔害虫の 3次元検知・追尾・狙撃技術を開発

世界の食料総生産の15.6%が害虫による損失を受けているとの報告もあり、害虫防除は食料の安定生産のための重要な課題となっています。現在の害虫防除は化学農薬(殺虫剤)が中心となっていますが、物理的防除技術などの減農薬を実現する新たな技術が期待されています。

農研機構では、飛翔している害虫をカメラで検知・追尾して飛行経路を予測し、レーザー光で狙撃する技術の開発に取り組んでいます。本技術では、計測位置と姿勢角、翅のはばたき周波数などから飛翔位置を予測します。代表的な農業害虫であるハスモンヨトウ(体長数cmのガの一種)を対象に、あらかじめモデル化した飛行パターンと、リアルタイムで計測される位置を組み合わせることで、誤差1.4cm程度の精度で位置を予測することができます。害虫撮影からレーザー狙撃までに要する0.03秒の処理時間のタイムラグを補償する飛翔位置予測は、正確な狙撃の実現に不可欠な技術です。



● 飛翔害虫の3次元検知・追尾・狙撃技術



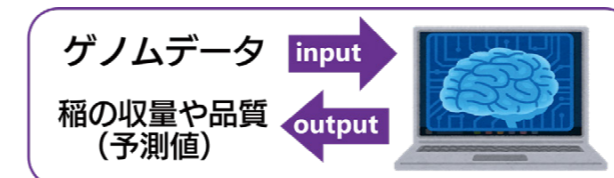
● レーザー照射による害虫駆除(イメージ)

ゲノム選抜AIの稲育種への導入

これまでの稲育種研究の中で、数多くの稲品種・系統について、収量・玄米品質などの重要な形質を調査してデータベース化してきました。また、形質データを収集した品種・系統について、全ゲノムの塩基配列情報を解析して、ゲノムデータのデータベース化も進めています。このうち129品種・系統の形質データとゲノムデータとの相関性をAIに学習させて、ゲノムデータから高い精度で形質を予測できる「ゲノム選抜AI」を、形質ごとに構築しました。この「ゲノム選抜AI」による予測値と実測値とを比較したところ、多くの形質で高い相関を得ることができ、特に、穂長・穂数・精玄米重・玄米品質を精度よく予測できました。

このAIを用いることで、従来は選抜が困難であった、多数の遺伝子が関わる形質についても選抜が可能となります。また、これまで育種選抜の際には目的とする形質が発現するまで(収量性で選抜する場合は収穫期まで)栽培が必要でしたが、苗の段階での選抜が可能となり、育種に必要な水田と労力を削減し、選抜に必要な期間を短くできるなど品種改良の加速化・効率化が可能となります。

将来的には、目標となる品種が持つべき形質を実現するゲノムをAIがデザインし、それに基づいて交配親を選定して育種を行う「データ駆動型作物デザイン」の実現も期待されます。

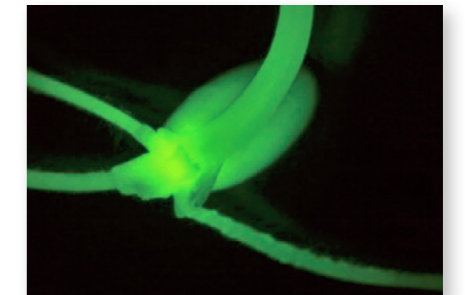


● ゲノム選抜AIによる育種の加速化・効率化
ゲノムデータは苗から採取し、実験室で周年的に分析可能

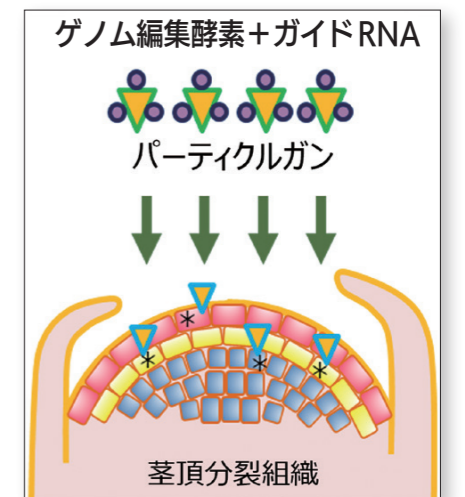
iPB法による新たなゲノム編集技術

農研機構は、株式会社カネカと共同で、植物個体の細胞に直接遺伝子を導入できるiPB (in planta Particle Bombardment)法を開発しました。この方法では、導入するDNAをコートした金粒子を植物の茎頂分裂組織に打ち込み、その後そのまま個体を栽培することで、遺伝子が導入された生殖細胞が生じ、次世代で遺伝子導入個体が得られます。iPB法は、導入処理に培養したカルス細胞を使用しないので、培養や個体の再生の手間がかかりません。

iPB法では、DNA以外の物質を細胞内に導入することも可能です。iPB法によるCRISPR/Cas9導入技術の開発によって、遺伝子組換え技術を用いないゲノム編集技術への利用が可能になりました。小麦だけでなく幅広い作物に適用可能であることから、iPB法を用いたゲノム編集による日持ち性に優れたメロンの作出などが、進められています。



● iPB法で緑色蛍光タンパク質の遺伝子を導入した小麦の発芽種子



● iPB法によるゲノム編集酵素の導入の概要

野生稲遺伝子の活用により雑草の生育を抑制する 新たな草型の稲(開張型稲)を開発

稲の収量は雑草害で大きく低下します。稲作の歴史は、雑草害との闘いの歴史でした。近年は除草剤が広く使われていますが、有機栽培や減農薬栽培など、除草剤使用量を削減した、低コストで環境負荷の小さい稲作技術が求められています。

遺伝資源研究やゲノム情報利用などで農研機構内の複数研究所が連携し、稲が栽培化される過程で失われた、野生稲が持つ遺伝子を活用して、米の品質や収量は保持しつつ、雑草の生育を抑制する「開張型」の稲を開発しました。

従来の品種に比べて効率的に地面への太陽光を遮り、水稻群落下の雑草の生育を元品種の半分以下に抑制します。本成果は、水稻栽培における雑草防除の負担(除草剤の散布や除草作業)を軽減させ、生産者にも環境にもやさしい新たな稲品種のための道を拓くものです。

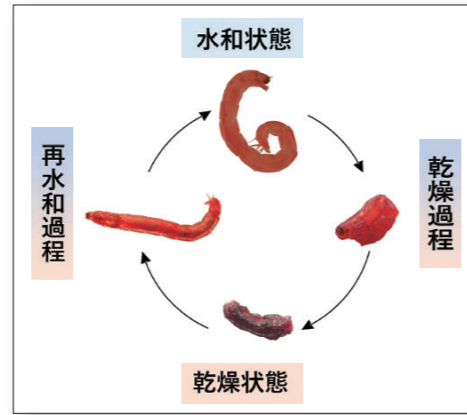


●開張型稲の開発
コシヒカリ(左)と開張型稲(右)

ネムリユスリカの乾燥耐性機構を解明

ネムリユスリカは、カラカラに干からびても死なない乾燥無代謝休眠能力を持つ昆虫として知られており、その乾燥耐性機構を解明することで、細胞や生き物そのものを常温乾燥保存する技術の開発につながると期待されています。農研機構は、理化学研究所などと協力して、ネムリユスリカが乾燥・再水和(再び水に浸される)過程で蓄積する物質を同定し、その役割を解明しました。乾燥時に特異的に蓄積する物質を網羅的に調べ、得られた物質の役割を調べた結果、新たに、乾燥過程～乾燥状態では老廃物を無毒化してから蓄積していること、乾燥後に再び水に浸された時に、すぐにエネルギー合成を再開できる仕組みや、再水和過程で増加する活性酸素の除去を効率的に行う仕組みを持つことなどが明らかになりました。

本研究成果で得られた物質を利用することで、細胞や組織の常温乾燥保存技術開発の扉を開くと期待されます。また、乾燥無代謝休眠能力を活用し、送り込んだ先の環境が生物の生存に適しているかを探知するバイオセンサーとして、砂漠や極地のほか、宇宙での生存圏探索などに利用する研究も進めています。



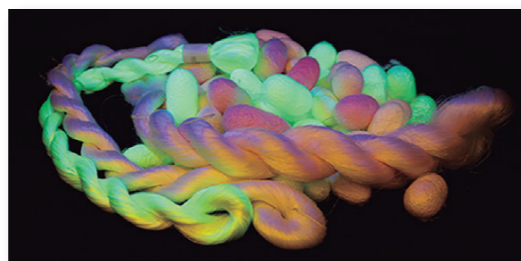
●ネムリユスリカの乾燥・再水和過程
乾燥ストレスから身を守る物質を合成し、半年以上の乾季を耐える

遺伝子組換え技術がもたらす蚕業革命

農研機構では、世界で初めて、カイコの遺伝子組換え技術を確認しました。この技術を利用して、蛍光シルクや超極細シルク、クモ糸シルクやレアアース(レアメタルの一種)を回収するシルクなど、優れた機能を持つ画期的なシルク素材を開発しています。

また、カイコの遺伝子組換え技術を活用して、従来の大腸菌・動物細胞では作ることが難しかったタンパク質の生産にも成功しました。骨粗しょう症マーカータンパク質は、他の系での生産は困難でしたが、カイコでは安定生産が可能になり、測定キット製品の上市につながりました。

さらに、遺伝子組換えカイコによるタンパク質生産技術の高度化を重ね、カイコ1頭あたり、従来と比較して10倍以上のタンパク質生産量を達成しています。今後、これらの遺伝子組換えカイコ技術を活用して、検査薬・医薬品・化粧品の実用化など新産業の創出に貢献します。



●蛍光を発する繭・シルク

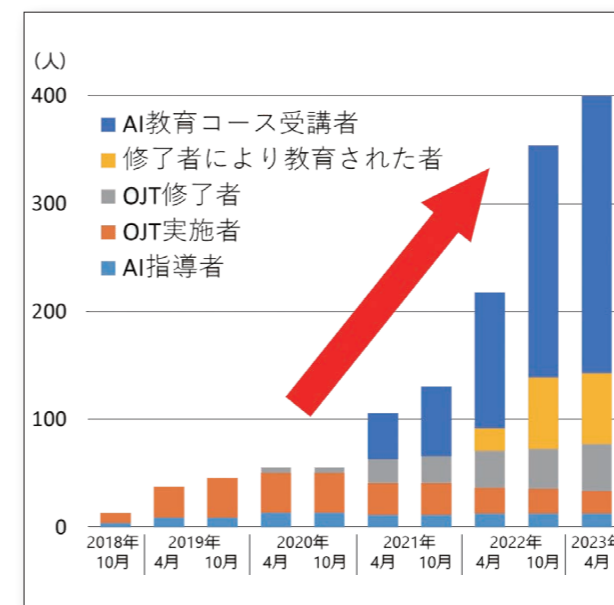
4. AI×バイオ研究の徹底強化

農研機構は、AI人材育成にも力を入れてきました。今後、こうした人材を再結集しAI×バイオ研究の徹底強化を図ります。

(1)AI人材の育成

農研機構では、AIスパコン「紫峰」や「農研機構統合データベース」などのインフラ整備とあわせ、AIを使いこなせる研究者の育成に力を入れてきました。農研機構のAI研究とは、AIそのものの研究ではなく、データとAIを活用して農業生産、農作物・食品加工や流通、消費の現場で役に立つ技術を開発し社会実装する徹底したアプリケーション志向の研究です。このためには農業研究者がAIを使えるようにすることが重要です。

そこで、AIの分野で世界レベルの専門家を外部から招聘し、農情研で農業研究者と一緒に研究を行う中でオン・ザ・ジョブ・トレーニング(OJT)によるAI技術の取得を進めました。OJT修了者は元の研究所に戻った後も、研究活動の中でAI技術の拡散に努めます。また、農情研はAI人材の育成を重要なミッションとしており農研機構の研究者を対象に実務中心の実習プログラムを定期的に行いました。こうした取り組みにより、農研機構の研究者の1/4に当たる約400人を、AIを活用した農業研究ができる人材に育成するという目標を2023年春に達成しました。



●AI人材の育成

(2)AI×バイオ研究の取り組み

「3. AI、ロボティクス、バイオの主要成果」で述べたように、農研機構では、AIを活用した研究成果が次々と創出されるようになりました。しかし、バイオ研究(生命科学)は、今も未知の領域が多く残り、時に革新的な新技術が生まれる科学技術のフロンティアです。AIとの融合によりさらなる飛躍が可能です。農研機構では、例えば次のような研究に取り組んでいます。

・データ駆動型土壌メンテナンスシステムの開発

ロボット農機等が、土壌の肥沃度、病害、物理性などの計測を行い、データをクラウドのAIに送信、AIが生育予測モデルやデータベースを活用して最適な土壌メンテナンス方法を提示して、自律的に施肥・薬剤散布等を行います。要素技術として既に「碎土率センサー」を開発しており、作業機に取り付けたセンサーが誤差14%程度で碎土率を推定します。農業の生産性向上と環境保全の両立に貢献する基盤技術です。

・家畜からの温室効果ガス排出削減技術の開発

牛のゲップに含まれるメタンガスの排出量を削減するルーメンマイクロバイオーム(第一胃に共生する微生物)制御法を開発します。ルーメン内発酵状況をリアルタイム計測し、データのAI解析によりメタン削減と生産性向上を両立する精密給餌プログラムを提案します。温室効果ガス削減と家畜の生産性向上が期待されます。

・スマート育種基盤の構築

ゲノム情報と表現型情報を統合的に解析するスマート育種基盤(育種ハイウェイ)を構築します。AIを活用し、目的形質を実現する理想的な遺伝子構成を推定して、理想的な交配・選抜計画を提示します。

多収性、高い肥料利用効率、病害虫抵抗性など、革新的な新品種を迅速開発します(p.39参照)。

農研機構は育成したAI人材を結集し、上記のようなAIを徹底活用した研究開発プロジェクトを企画推進して、AI×バイオによる新産業創出の加速を目指します。



PART 1
農研機構の
戦略と取り組み

世界に冠たる研究組織を目指して

農研機構が組織間のシナジー効果を発揮させるには、各組織間の研究開発のベクトルを合わせ、連携を強化することが必要です。また、急速に発展しているAIやICTと農業研究を融合させるとともに、これらの基盤技術の民間企業等による利用拡大が求められています。さらに、研究成果の実用化・普及加速、知財・国際標準化加速が農業・食品産業における産業競争力強化に必須です。農研機構は、これらの課題を解決すべく、組織改革を推進してきました。

農業・食品産業を取り巻く環境は、急激に変化しています。担い手の不足や高齢化、感染症の流行や地政学的理由で、農産物・食品の安定供給が脅かされ、今まさに、わが国の食料自給率の向上と食料安全保障の実現が喫緊の課題となっています。

一方、わが国の農林水産物・食品の生産額に占める輸出の割合は2%とフランス・イタリアの1/10以下(農林水産省2021年度白書)ですが、政府は農林水産物・食品の輸出拡大目標(2025年2兆円、2030年5兆円)を掲げており、農業・食品産業の生産力強化と競争力強化による輸出拡大が求められています。

また、農林水産省は、食料・農林水産業の生産力向上と持続性の両立をイノベーションで実現する「みどりの食料システム戦略」を2021年5月に策定しました。温室効果ガス排出削減、農薬や化学肥料の使用量低減等と生産性の向上を両立させる技術開発が必要です。

組織改革のポイント

農研機構は、現在の農業・食品産業を取り巻く環境に対応するため、

- (1)食料自給率向上と食料安全保障
- (2)農産物・食品の産業競争力強化と輸出拡大
- (3)生産性向上と環境保全の両立

という3つの目標への貢献を掲げ、これらの目標を科学技術イノベーションによって達成すべく、2018年以降、組織改革を進めてきました。具体的には、本部司令塔機能の強化、農業研究とAI、ICTとの融合、基盤技術の強化、実用化・権利化活動の強化等に向けたさまざまな組織改革を推進してきました。

本部司令塔機能の強化

農研機構には、20の研究開発組織(センターまたは部門、以下「研究所」)があります。これらの研究所がベクトルを合わせずに、ばらばらに研究開発を推進すると、組織間連携によるシナジー効果が発揮できないばかりでなく、研究開発の効率が高まりません。そこで2019年に、

本部に企画戦略本部を創設しました。企画戦略本部は、研究開発の司令塔として各研究所の研究開発を統括するだけでなく、研究所を跨いで連携するNAROプロジェクト等を運営し、農研機構内の組織内連携を強化しています。また、農研機構全体を見渡した研究リソース配分や、公的外部資金獲得拡大の牽引役を担っています。

農業研究とAI、ICTとの融合

AIやICTが急速に発展している一方で、農研機構ではこれらを利用する取り組みが限られ、農業研究とAI、ICTとの融合が遅れていました。AIやICTは、農研機構のどの分野においても、画期的な進展をもたらす可能性を有します。そこで、2018年に農業情報研究センターを創設し、AI、データ、ICTを、育種、栽培などのさまざまな分野で活用する研究を開始しました。現在、農業情報研究センターと農研機構の他の研究所が連携して、データ駆動型育種、生育・収量予測システム等の研究開発が進められています。また、農業情報研究センターは、農業分野におけるAI、データ、ICTを使いこなす人材育成も担っています。

基盤技術の強化

2018年の農業情報研究センターの創設に続き、AIスパコン「紫峰」や「農研機構統合データベース」等からなる情報研究基盤を整備しました。さらに、この情報研究基盤を核として、農業情報研究センター、農業ロボティクス研究センター(2021年4月設立)、遺伝資源研究センター、高度分析研究センターの4つの研究所からなる基盤技術研究本部を創設しました(2021年4月)。基盤技術研究本部は、AI、データ、ロボティクス等を最大限活用して、農研機構の全ての研究開発を加速します。さらに、ゲノム情報の付加による遺伝資源情報の高度化、NMR装置等の精密分析のリモート化等を進め、わが国の民間企業等による利用拡大を図っています。

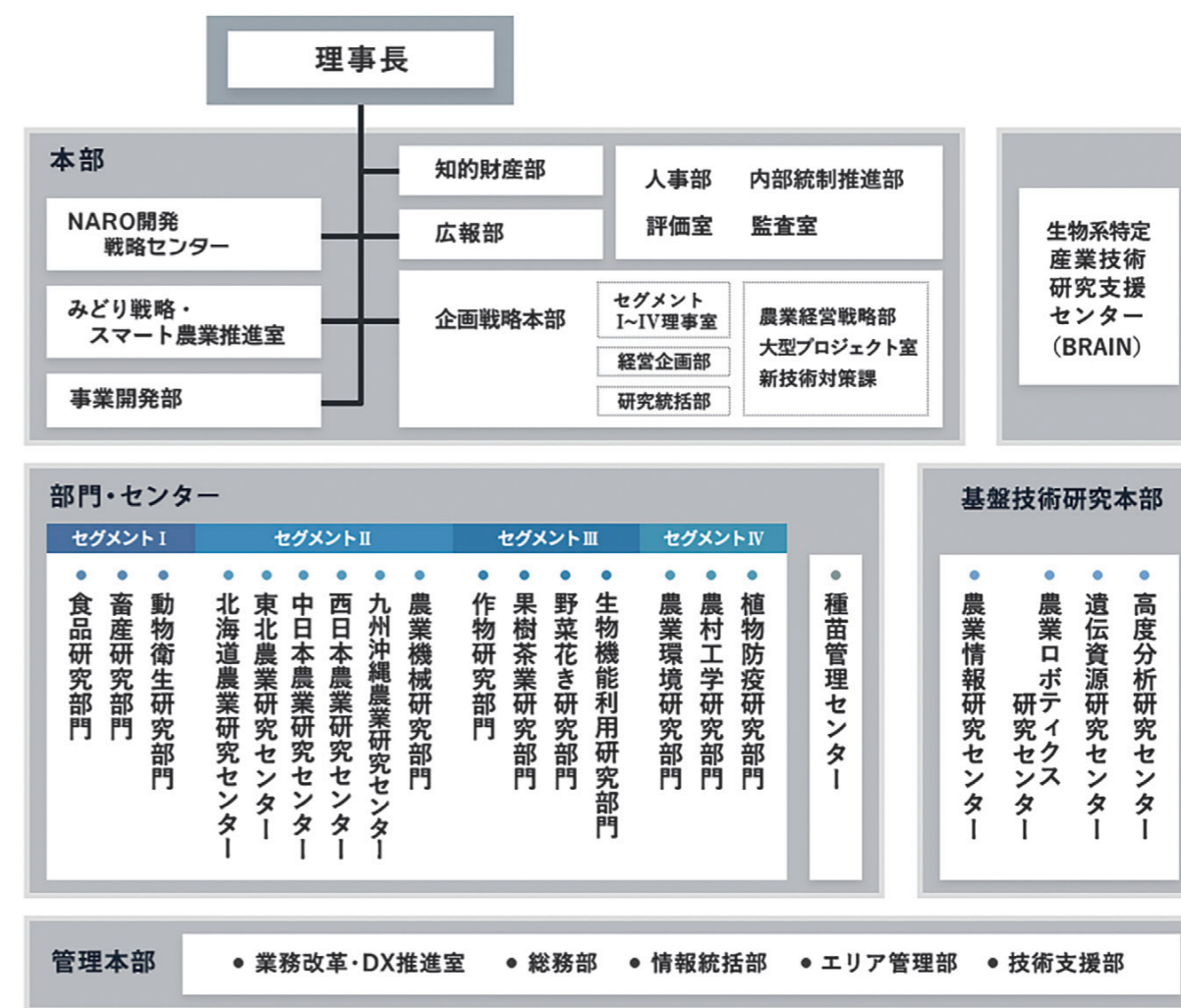
実用化・権利化活動の強化

農研機構の研究開発成果の実用化・権利化活動の強化のため、外部からのプロフェッショナル人材も招聘して、2018年に事業開発部(2021年再編)と知的財産部を設置しました。事業開発部には、ビジネスコーディネーターや地域ハブコーディネーターが在籍し、それぞれ産業界・農業界との連携を強化して、民間企業との共同研究拡大、標準作業手順書(SOP)を活用した農業技術の普及を推進しています。また、九州・沖縄等の地域との連携を強化し、生産性向上、輸出拡大、地方創生等を目指したプロジェクトを推進しています。知的財産部では、知的財

産マネージャーによる知財化相談、新品種の育成者権保護活動、国際標準化活動を活性化しました。

世界に冠たる研究組織をめざす

これらの組織改革を通じ、農研機構は、産業界・農業界と強く連携し、明確な出口戦略の下で、基礎から実用化までのそれぞれのステージで、切れ目なく研究成果を創出し、産業界・農業界・社会に大きなインパクトを与えるイノベーションを創出することによって、「世界に冠たる研究組織」になることを目指します。



産業界・農業界との連携で研究成果を社会実装

事業開発部では、産業界、農業界、地方自治体との連携および地域プロジェクトの推進を通じて研究成果を事業化に結び付け、社会実装を加速化することで、農業・食品産業の競争力強化および地方創生に貢献しています。

事業開発部は、産業界・農業界との連携を推進する司令塔として、2021年4月に設置されました（2018年10月設置の産学連携室から改組）。企業連携課、地域連携課、事業開発総括課で構成され、産業界との連携を担うビジネスコーディネーターや農業界との連携を担う地域ハブコーディネーターを配置しています。地域農業研究センターの事業化推進室、産学連携コーディネーターおよび農業技術コミュニケーターと連携して、研究成果の社会実装を推進しています。

活動概要

事業開発部では、産業界との連携による企業との資金提供型共同研究の拡大、農業界との連携によるSOPを活用した研究成果の普及促進、地方自治体等との連携による地域課題の解決に取り組むとともに、地域プロジェクトでは、農研機構が中核となり、産業界や農業界と連携し、農畜産物・食品の輸出拡大、生産基盤強化のための研究開発を推進しています。

産業界との連携では、経済団体や民間企業からのニーズに基づく研究開発に取り組むことにより、研究成果の社会実装を推進しています。農業界との連携では、都道府県の公設試験研究機関（公設試）、普及組織、農業協同組合（JA）、農業法人、生産者等と連携して、農業生産現場における課題解決や地域振興のための活動を行って

います。また地方自治体等と連携して地方創生に貢献することも農研機構の重要な役割の一つです。そのため農研機構では、茨城県、高知県、宮崎県、岩手県、鹿児島県の5県と連携し、地域の農畜産業の競争力強化と人材育成に取り組んでいます。地域プロジェクトの推進では「九州沖縄経済圏スマートフードチェーンプロジェクト」および「北海道十勝発スマートフードチェーンプロジェクト」において、生産から輸出に係るサプライチェーンの問題点に向き合い、研究成果の事業化を進め、農業・食品産業の競争力強化および輸出拡大を通じて、地方創生に貢献しています。

主要成果

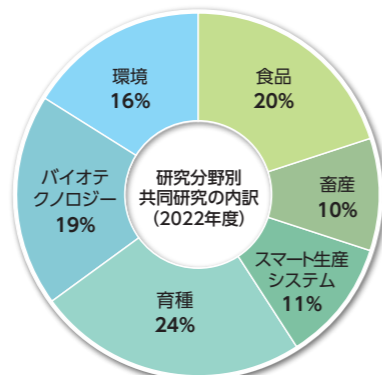
1. 産業界との連携

優れた研究成果を産業界で社会実装するため、経済団体や民間企業からのニーズに応える研究開発と技術のブラッシュアップを推進しています。

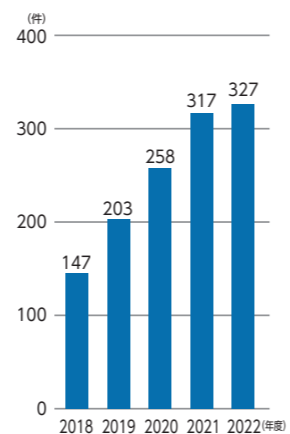
研究により開発した品種や技術を社会実装するためには、実用化や商品化を行う民間企業との連携が重要です。農研機構では、企業が求める新商品開発や新たなサービス提供につながる技術開発ニーズと農研機構の研究開発成果をマッチングし、企業から資金提供を受ける共同研究等の拡大と研究成果の社会実装を図っています。共同研究分野は、食品、畜産、スマート生産システム、育種、



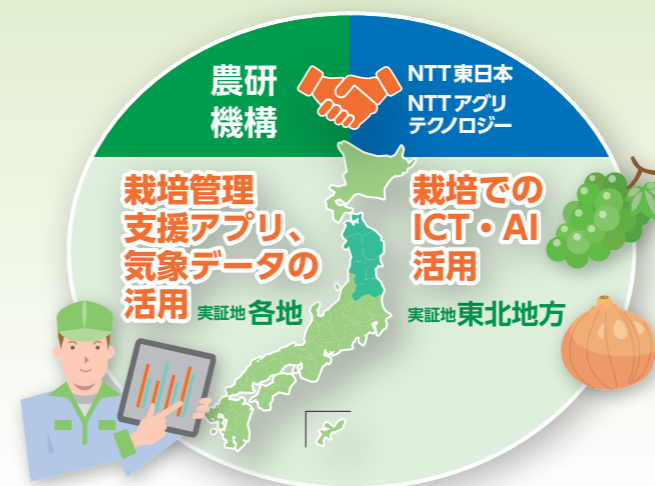
●事業開発部の活動概要



●研究分野別共同研究の内訳
幅広い分野で民間企業から資金提供を受けて共同研究を実施



●企業との資金提供型共同研究実績



●データ駆動型農業を推進するための民間企業との連携

バイオテクノロジー、環境等、幅広い研究分野に対応しており、また共同研究の件数は年々増加しています。

民間企業との連携事例では、2020年2月に東日本電信電話株式会社（NTT東日本）、株式会社NTTアグリテクノロジーと連携協定を締結し、農研機構の生育収量予測・栽培技術とNTT東日本グループのICT・AI技術を組み合わせた実証事業を推進しています。シャインマスカットの栽培支援管理からスタートして他の作物への展開を図っているほか、東北地方では他地域の端境期にタマネギを生産出荷するための技術開発を行っています。

また、旭化成株式会社とはスマートフードチェーンを構築する共同研究を実施しています。農研機構は植物生理学の知見を活かし、各種青果物が劣化するメカニズムやそれらの品質保持条件を明らかにしました。この情報を基に、企業が開発した高断熱・密閉ボックスと組み合



●常温輸送が可能な青果物輸送システムの構築

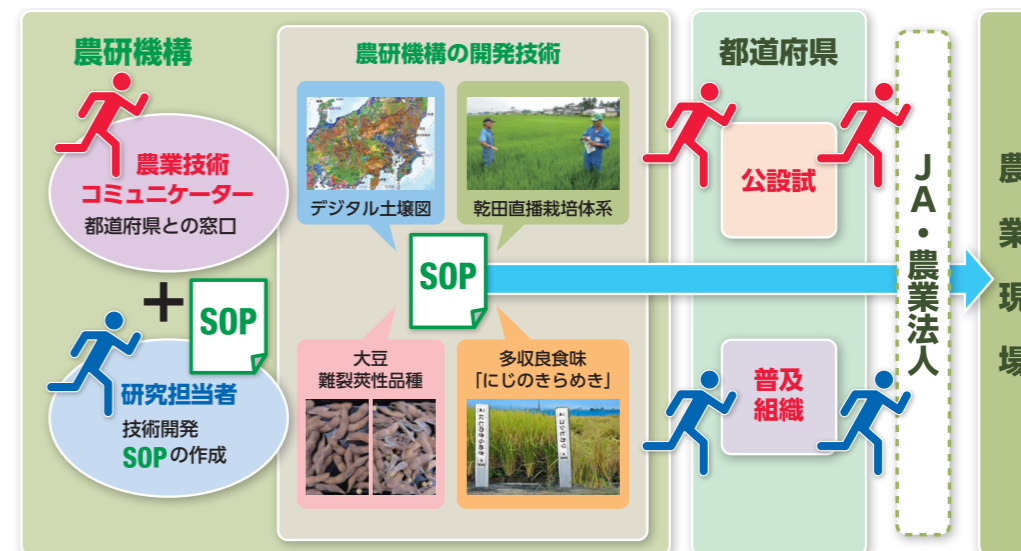
わせ、常温で最適な輸送環境を実現する青果物輸送システムを構築しました。物流業者等との連携に発展し、フードロス削減、環境負荷軽減に貢献しています。

2. 農業界との連携

農研機構の研究成果を農業界に広めるため、2019年からSOPを作成しています。SOPとはStandard Operating Proceduresの略語で、実際に農研機構が開発した農業技術の取り扱いについて、作業内容や手順をユーザー目線で具体的に説明したものです。SOPを利用することで、一定水準の結果が得られることを目指しています。

農業技術コミュニケーターや研究担当者が、都道府県やJAの普及員、生産者などにSOPを用いて開発技術を説明し、研究成果を普及しています。SOPを活用した研究成果の普及活動では、農業界のニーズを的確に把握し、地域への適性、生産規模・コストを考慮して、よりインパクトの高い成果の普及を優先的に進めています。

SOPは農研機構ホームページからダウンロードできま



●SOPを使用した普及の流れ

す。なお、SOPは研究の進展や現場の声を反映して、新たな技術や情報を随時追加・更新しています。2019年以来、これまで105本のSOPを作成してきました(2023年3月末時点)。水田作、畑作、園芸・茶などさまざまな分野のSOPがあり、多くのユーザーにご利用いただいています。データ駆動型農業を支えるため、「1kmメッシュ農業気象データシステム」や「デジタル土壌図」などの気象や土地の基盤情報を提供するSOPを作成するとともに、それら情報とICTを連動させた水稲、小麦、大豆の「栽培管理支援API」や「大豆の灌水支援システム」といった営農支援技術に関するSOPを整備し、アプリ開発やサービス提供事業者にご利用いただいています。今後もスマート農業の技術開発の進展と合わせて関連SOPを拡充する予定です。また、「みどりの食料システム戦略」関連技術に貢献可能なSOPとして、有機栽培・農薬・肥料を中心に43本を作成し、その技術は40を超える都道府県で利用されています。

以下はSOPを活用した研究成果の普及活動事例です。

(1)米品種「にじのきらめき」

農研機構が2018年に育成した米品種「にじのきらめき」は、「コシヒカリ」に比べて15～20%多収で同じくらいおいしく、温暖化による気温上昇に耐性があり、根元から倒れづらい、育てやすい品種です。2020年にSOPを作成し、関東以南で普及拡大を進めています。

(2)大豆難裂莢性品種

農研機構は、従来の大豆品種(サチユタカ、フクユタカ、

エンレイ、ことゆたか)に、収穫時期になっても莢がはじけにくい性質を導入して収穫ロスを減らす、大豆難裂莢性品種を育成しました。2020年にSOPを作成し、関東、北陸から九州まで普及を進めています。愛知県では「フクユタカ」から「フクユタカA1号」へ、富山県では「エンレイ」から「えんれいのそら」への置き換わりが全面的に進んでおり、その他の地域でも普及が拡大しています。

(3)NARO方式乾田直播

農研機構が開発したNARO方式乾田直播は、田植えのために苗を育てる手間を省いて米を栽培できる技術です。水田作の大規模経営で労働時間を大幅に減らすことができます。2020年以降、北海道、東北、九州地域など、地域に合わせたSOPを作成し、全国で普及活動を進めています。

3. 地方自治体との連携

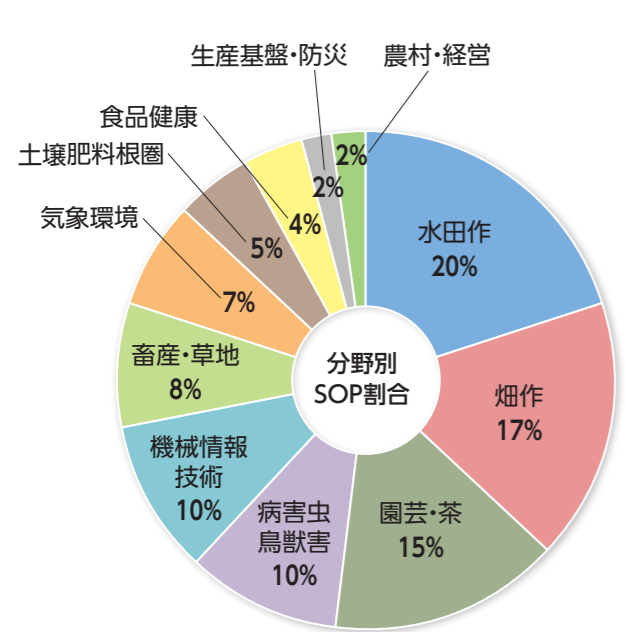
農研機構では、茨城県、高知県、宮崎県、岩手県、鹿児島県の5県と連携推進体制を構築し、地域の農業競争力の強化、人材育成を通じて、地方創生を推進しています。

(1)茨城県(2018年3月～)

「茨城かんしょトップランナー産地拡大事業」、農研機構開発の多収良食味米品種「にじのきらめき」の県内の生産拡大と輸出促進に協力しています。

(2)高知県(2019年1月～)

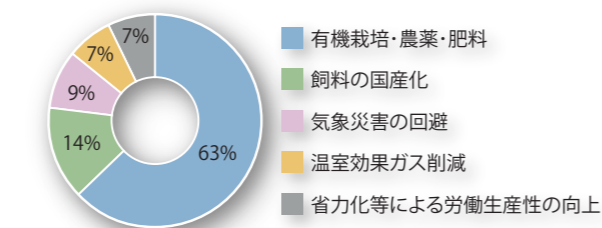
県が推進する「Next次世代型施設園芸農業」において、野菜の病害発生予測、診断システムを共同開発し、県の



●分野別SOP割合(分野の重複含む)

宮農基盤情報を提供	
•	1kmメッシュ農業気象データシステムの利用と応用
•	デジタル土壌図
•	土壌のCO ₂ 吸収「見える化」サイト
営農支援技術	
•	気象情報とICTを活用した水稲、小麦、大豆の栽培管理支援API
•	大豆への適期灌水を実現するための「灌水支援システム」
•	乾田直播栽培体系におけるノビ工防除支援システム「中国地域版」
•	診断に基づく大豆・小麦・大麦の栽培改善技術導入支援

●データ駆動型農業に貢献する代表的なSOP



●みどりの食料システム戦略に貢献するSOPのカテゴリー別割合

AI人材の育成に協力しています。

(3)宮崎県(2019年11月～)

宮崎ブランドポークのおいしさ評価によって販売拡大に協力するなどの活動を進めています。

(4)岩手県(2020年4月～)

地方自治体、農業法人、企業と連携して「水稲直播および子実用トウモロコシ普及促進会」を組織し、東北各県へ技術の普及を推進しています。

(5)鹿児島県(2022年2月～)

サツマイモ基腐病緊急防除対策、農研機構開発品種を活かした「かごしま茶」ブランドの確立やサトウキビの生産安定に協力しています。

4. 地域プロジェクトの推進

九州沖縄経済圏スマートフードチェーンプロジェクトは、生産性向上や物流の効率化を図り、付加価値の高い農畜産物、食品のアジア等への輸出拡大を目指して、2019年に始動しました。農研機構、農業法人、民間企業、公設試、JA、地方自治体等が連携して進めています。

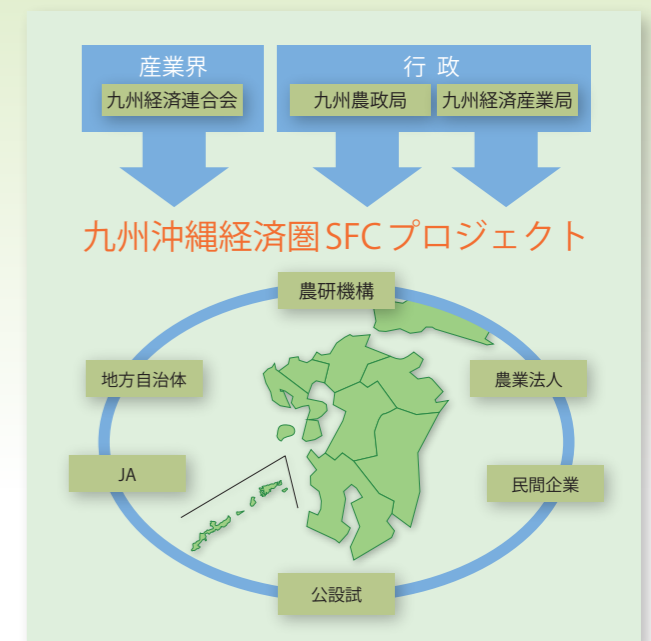
2022年度は7課題に取り組み、サツマイモの冬期海外輸出時の腐敗問題については、農研機構が高温でのキュアリング処理により、腐敗原因であるカビなどを抑制する技術を開発しました。今後、本技術のサツマイモ産地や流通業者などへの普及を進めます。

今後の展開

今後も研究成果の事業化による社会実装を推進し、農業・食品産業の競争力強化および輸出拡大を通じて、地方創生に貢献していきます。



●高知県/高知大学/高知工科大学/高知県立大学との連携協定締結式(2019年1月)



●九州沖縄経済圏スマートフードチェーン(SFC)プロジェクトの推進概要

2022年度 7つの課題

- イチゴ** 1 イチゴの輸出促進に向けた課題解決と産地拡大
- サツマイモ** 2 輸送中のサツマイモ腐敗問題の対応
- サツマイモ** 3 サツマイモ基腐病対策技術
- お茶** 4 緑茶新品種「せいめい」の産地形成と高品質・安定生産技術
- 米粉** 5 米粉用米の産地拡大と用途開発
- 和牛** 6 牛肉輸出拡大に向けた生産基盤強化技術開発
- 大麦** 7 もち性大麦の用途開発

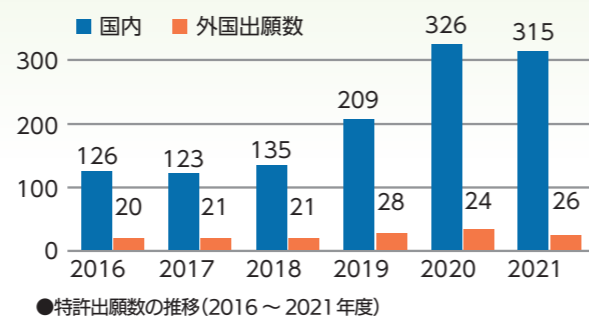
●九州沖縄経済圏スマートフードチェーンプロジェクトの2022年度取り組み

戦略的な 知的財産の 確保と活用

知的財産部では、農研機構が開発した技術や品種を日本の農業や食品産業へスムーズに社会実装していくことを目的として、農研機構が保有する特許等の工業所有権、育成者権、秘匿ノウハウ等を戦略的に取得・活用するための活動を行っています。また、日本発技術や製品がスムーズに国際流通することを目指した国際標準化活動も、農研機構の知的財産活動のひとつとして非常に重要になっています。



●シャインマスカット



苗の海外流出を着実に防止できるよう、農研機構の登録品種の許諾手続きを再整理しました。さらには侵害対応や不正輸入の水際対策のために農研機構登録品種をDNAで判別する技術を開発・活用しています。

国際標準化については、スマート化する農業機械のデータ交換仕様の標準化や、海外でも人気となっている抹茶を日本品質にて国際標準として定義する活動等を行っています。また2021年には遺伝子組換え作物の混入を検出する農研機構開発の国内公定法が国際標準化機構(ISO)で標準化されました。これらの活動で、国際標準に係る経済産業大臣表彰を農研機構職員が2年連続(2019、2020年)で受賞しました。

今後の展開

農業・食品産業分野において新たに開発された技術を日本国内に広く普及させ、世界をリードできる競争力を持つ上でも、知的財産権の確保と国際標準化の推進はますます重要性が高くなります。今後も戦略的な知的財産マネジメントを推進します。



●抹茶

知的財産部は、2018年10月に連携広報部知的財産課から独立し、農研機構の知的財産の権利化、特許権・育成者権等のライセンス管理、国際標準化活動の支援等の知的財産マネジメント活動を実施できる組織へと強化されました。2021年4月以降は知的財産戦略室、知的財産課、育成者権管理課および国際標準化推進室の2室2課の体制で活動を行っています。

農研機構が保有する知的財産権

農研機構は、日本で最も多くの育成者権(登録品種)を保有している機関であり、その保有数は2022年時点において約850件で、穀類、野菜、果樹等の作物品種から鑑賞用草花や飼料作物まで日本の農業に必要とされる数多くの植物品種が含まれています。「シャインマスカット」のような日本を代表する品種も農研機構の登録品種です。

農研機構は、ゲノム編集等のバイオテクノロジーから、農畜産物のスマート生産技術、農業機械や農業生産で生じる温室効果ガス抑制技術等の幅広い技術分野において特許権を多数保有しています。それらの特許権を民間企業に許諾して、農研機構が開発した新技術を民間資本により広域普及することを目指しています。

主要成果

知的財産への取り組み体制を強化して以降、特許出願への指導・支援の活動を行った結果、出願件数は以前の水準の2倍強まで増加しました。

2020年の種苗法改正を契機に、登録品種の穂木や種

戦略的広報による農研機構の プレゼンス向上を目指して

農研機構の広報は、農業関係者など専門家向けの研究成果紹介に重点を置いてきました。その結果、一般消費者や農業以外の分野における農研機構の知名度は低く、社会全体からの認知度向上が課題となっていました。また、それぞれの研究所が独自のスタイルで情報発信しており、農研機構の広報活動に統一感がないことも課題でした。

そこで、2018年10月に広報部を新設し、これまで研究所ごとで活動していた広報担当者を本部に集中配置し、農研機構として統一感のある戦略的な広報活動の強化に取り組んでいます。

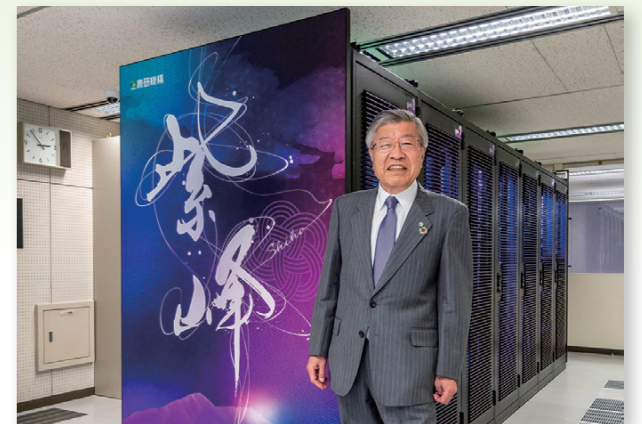
活動概要

マスコミへの発信では、理事長によるトップ広報や、東京やオンラインでの記者会見によって、広く取材を受けるための取り組みを行っています。わかりやすいプレスリリースや、個別取材への対応強化も進め、一般向けの新聞やテレビなど農業専門以外のメディアによる報道増加も目指してきました。

また、農研機構全体で発信するイベントの実施や刊行物の発行では、統一感のある情報発信に取り組んでいます。2019年からは農研機構としてのSNS(Twitter、Facebook)発信を始めました。コロナ禍を受け、2020年からはWebによる情報発信を充実させ、オンラインイベントや動画による情報発信を重点的に実施しています。

2021年には一般向け新聞の報道数が過去5年の3倍に

わかりやすく、インパクトのある広報で、農研機構の知名度、認知度向上を目指しています。



●理事長によるトップ広報 AIサーバー「紫峰」を紹介

増加し、その後も高い水準にあります。2022年にはテレビ報道が前年の2倍以上に増加し、成果の内容をより深く伝える番組も増えています。また、2021年に初めて開催した「農研機構オンライン一般公開」では、2022年にはニコニコ動画等からの視聴数が3万を超え、過去のオンライン開催より格段に多くの参加者を集めました。公式YouTubeチャンネル(NAROchannel)の登録者も1.5万人を超え、さらに増加を続けています。

今後の展開

農研機構ブランドと研究者個人の積極的なアピールを行い、国際広報を強化していく予定です。



●2021～2023年の農研機構オンライン一般公開の様子 農研機構の研究所を結ぶ「列島リレー」などが人気を集めました

国際連携による 研究開発の加速に向けて

農研機構は、(1)わが国の農業・食品産業の国際競争力強化、(2)地球規模の食料・環境問題への対応、(3)国際的な共同研究ネットワークの拡大、(4)国際的なプレゼンスの強化と国際活動におけるイニシアティブの発揮、を目指し、国際連携を推進しています。

2016年に、国際連携等の窓口を一元化するため新たに国際室(現、国際課)が設置されました。国際課では科学技術協力に関する政府間協定、大使館との交流等を活用した海外研究機関や国際機関との組織レベルでの連携強化を行っています。2018年にはオランダのワーヘニンゲン大学研究センター(WUR)に欧州拠点を設置してリエゾン・サイエンティストを配置し、欧州での情報収集や研究ネットワーク機能を強化しました。

回 活動概要

1. 国際競争力の強化

トップレベルの研究開発成果を創出し、農業・食品産業分野のイノベーションを主導するため、重点的に連携すべき地域を分析選定し、戦略的に国際連携を進めています。

(1) 欧州

欧州拠点を設置するオランダのWURおよびフランスのフランス国立農業・食料・環境研究所(INRAE)と国際連携覚書を締結し、共同研究を含む研究交流を進めています。INRAEとは共同研究等の契機となる若手研究者の交流プログラムを2019年より開始しました。また、欧州拠点をハブとした産学官ネットワークを生かし、農研機構が開発した農産物を海外に発信する試みを始めています。

(2) アジア

台湾を拠点とするアジア太平洋食糧肥料技術センター(FFTC)と連携し、FFTCの研究ネットワークを利用した学術面での人的交流、研究成果の発信、知識や技術のアジア地域への移転を進めています。国境を越えて拡散す



●WURとの国際連携覚書更新 調印式(2018年9月4日)

る越境性の感染症や害虫については、国際契約によりアジア地域の研究連携ネットワークを構築し、発生情報の共有化と防除法開発の加速化を進めています。越境性感染症についてはアジアから欧州への研究連携ネットワーク拡大も進めています。また、農林水産省が策定した「みどりの食料システム戦略」に基づいた、アジアでの持続可能な食料システム構築を目指して、国際農林水産業研究センターとともに、アジアモンスーン地域に適用可能な農研機構の開発技術カタログを作成しています。

2. 国際プレゼンスの向上

近年、地球温暖化の深刻化や国際紛争による食料不安を背景に、国際的枠組みで農業・食品産業分野が議題に取り上げられることが増えています。また遺伝資源や気候変動など国際社会で解決すべき課題をテーマとした国際会議も定期的に開催され精力的な議論が行われています。農研機構は、国際社会の課題を話し合う会議において、専門的な立場で参加して助言を行うとともに、国際シンポジウム等を開催して研究成果を発信するなど、重要な役割を果たしています。

回 今後の展開

重点的に連携すべき地域を拡大するとともに、越境性感染症や害虫対策、気候変動影響の緩和・適応策など、地球規模の食料・環境問題の解決に向けて、引き続き農研機構の強みを活かした国際連携活動を進めていきます。



●国際会議開催による研究成果の発信 「第2回 食と健康のオンライン国際シンポジウム」は、日経サイエンス2023年5月号に掲載された

人材の多様化と 融合により 新しい価値を創造

常勤職員数約3,300名を擁する農研機構は、農業・食品産業における日本最大の研究機関です。多様なバックグラウンドを有する人材を確保し、研究開発の方向を一致させるために、職位に応じた多種多様な研修等で必要な知識と経験を付与しています。同時に、生き生きと働ける職場環境を整え、多様な人材が活躍できる職場風土を醸成し、ダイバーシティ&インクルージョンを推進しています。これらの活動により人材の多様化と融合を図り、新しい価値の創造を目指します。

回 組織構成

2016年4月に新設された人事部に、人材育成室が設置され、研修・人事評価(研究を除く)・表彰を一体的に行う体制になりました。2017年10月には男女共同参画推進室が「ダイバーシティ推進室」に名称変更され、女性活躍推進、外国籍職員支援、多様な働き方制度の整備、ワークライフバランスの推進等を行うことになりました。

回 活動概要

人材育成では、若手には「基礎知識」、中堅には「専門知識および人材育成力」、管理職には「マネジメント力」を付与するため、職位に応じた多様な研修を実施しています。若手人材育成のために在外研究員制度(海外派遣)の充実も図っています。また、ダイバーシティ推進では、多様な人材が、それぞれの部署で持てる力を十分に発揮して活躍できる職場環境の創造を目標に、育児期間中の研究支援、一時預かり保育支援、外国人職員メンターの配置をはじめとする各種支援制度を整備するとともに、ワークライフバランスに関する職員のインタビュー集を発行するなど、内外への情報発信も行っています。

回 主要成果

コロナ禍で集合形式での研修が困難になる中であっても、リモートツールを活用して多くの研修を実施しました。在外研究員制度では、マサチューセッツ工科大学、カリフォルニア大学、アメリカ国立衛生研究所をはじめとする世界の一流研究機関へ毎年6名前後を派遣しました。2017年のダイバーシティ推進室発足当時と比較して2022年度現在では、女性職員割合は17.7%から23.9%へ、女性管理職員割合は8.8%から11.5%へと順調に増加しました。2017年1月には女性活躍推進企業「えるぼし(3段階目)」の認定を取得するとともに、2021年2月には次世代育成支援対策推進法に基づく認定マーク「くるみんマーク」を取得しました。

回 今後の展開

国籍や性別を問わず、多様な分野でさまざまな専門知識を有する卓越した人材の確保と育成を進めるとともに、多様性を認め、多彩な人材がそれぞれの能力に応じて適材適所で活躍できる職場風土を醸成します。これにより農業・食品分野におけるSociety 5.0の実現を目指します。



●リモートツールによる理事長講話後の集合写真(抜粋)



●一時預かり保育室「なるりんルーム」の様子

Society 5.0の 深化と浸透、 SDGs達成への貢献

農研機構は第5期中長期計画(2021～2025年度)において、農業・食品版「Society 5.0」を実現し「食料自給率向上と食料安全保障」、「農産物・食品の産業競争力強化と輸出拡大」、「生産性向上と環境保全の両立」に貢献することを目指しています。これらの目標は、「科学技術・イノベーション基本計画」、「食料・農業・農村基本計画」、「農林水産物・食品の輸出拡大実行戦略」、「みどりの食料システム戦略」等の政府の基本方針や施策とベクトルが一致しており、SDGsの達成にも貢献します。

農研機構では、目標達成のために農業研究とAI、ICTとの融合、基盤技術の強化、実用化・権利化活動の強化等に向けたさまざまな組織改革を行いました。さらに、(1)セグメント研究、(2)基盤技術研究、(3)プロジェクト型研究の3つのタイプの研究開発を推進することによって、明確な出口戦略の下で、戦略的に基礎から実用化までのそれぞれのステージの研究開発を組み合わせ、研究開発成果の最大化と切れ目ない成果の創出を目指しています。

セグメント研究

セグメント研究は、農研機構の各研究所が担う中核的な研究開発です。4つのセグメントを設定し、短期的研究開発等の成果の実用化・普及を加速する研究開発に加え、将来を見据えた中長期的研究開発を推進しています。

具体的には、流通・加工、消費とフードチェーン全体の最適化を目指す「アグリ・フードビジネス」、スマート農業技術により農業生産の徹底的な強化を目指す「スマート生産システム」、バイオテクノロジーとAIを融合させて新たな素材や産業創出をめざす「アグリバイオシステム」、気候変動や災害に対して強靱な生産基盤の構築と生産性向上と環境保全との両立をめざす「ロボラスト農業システム」の4つのセグメントの下で、各研究所は、それぞれの大課題を担っています。

基盤技術研究

第5期中長期計画においては、理事長直下に基盤技術研究本部を設置しました。AI、ロボティクス、高度分析技術等の基盤技術の強化と、データ・遺伝資源等の共通基盤の整備により、4つのセグメントと連携し、農研機構の全ての分野の研究開発を加速するとともに、外部の農業界、産業界、大学等とも連携し、わが国全体の研究開発力強化に貢献することが目的です。

研究セグメントⅠ アグリ・フードビジネス



新たな食の創造とフードチェーンのスマート化で食品産業のビジネス競争力を強化

研究セグメントⅡ スマート生産システム



スマート農業技術で食料自給力を向上させ、新たなビジネスモデルで地方創生を実現

研究セグメントⅢ アグリバイオシステム



バイオとAI技術を駆使して、農業・食品産業を徹底強化し新たなバイオ産業を創出する

研究セグメントⅣ ロボラスト農業システム



データ駆動型生産環境管理と農業インフラの強靱化で、農業生産性の向上と環境保全を両立

基盤技術セグメント 基盤技術研究本部



AI、ロボティクス等の研究基盤技術の高度化と徹底活用を目指して共通基盤を整備運用

●基盤技術研究の概要

基盤技術研究本部は、農業情報研究センター、農業ロボティクス研究センター、遺伝資源研究センター、高度分析研究センターの4つの研究所から構成され、AIスパコン「紫峰」や「農研機構統合データベース」等からなる情報研究基盤を核として、各研究所が密接に連携する仕組みとしました。

プロジェクト型研究

セグメント研究は、研究所ごとの研究開発ですが、第5期中長期計画においては、セグメントを横断して、農研機構が総力を挙げて成果の実用化・普及を加速する「NAROプロジェクト」というプロジェクト型研究を開始しました。現在、「環境保全と生産性の両立する有機農業」などの計6課題を推進しています。「NAROプロジェクト」の課題は、社会情勢の変化等にあわせて、機動的に課題内容の見直しや新規課題化を行います。

また、農研機構が中心となって、地域の生産者、企業、流通加工業者、行政等が連携し、地域農業の産業競争力強化、地方創生等を目指すプロジェクトを推進しています。例えば、「九州沖縄経済圏スマートフードチェーンプロジェクト」では、生産現場から緊急対策が求められたサツマイモ基腐病に対する対策技術の普及等の成果を得ました。地域プロジェクトでは、早期に開発成果を地域に実装して、農業所得向上等の数値として明らかな成果を創出することを目的としています。

●セグメント研究の概要

農畜産業・食品産業のマーケット拡大と産業競争力強化を目指して

おいしくて健康によい新たな食の創造、AIやデータを利活用したフードチェーンのスマート化により農畜産業・食品産業のビジネス競争力を徹底強化します。

セグメントⅠでは、「研究成果の早期事業化をめざすマーケットインを起点とした研究開発」に注力し、以下4項目を意識して研究・開発に取り組んでいます。

- (1)マーケットインを起点とした食品産業技術の共同研究開発の推進(民間および公的資金を活用)
- (2)独自のバイオ技術に基づいて開発した動物用ワクチン等のグローバル展開
- (3)畜産関連技術の社会実装を目指した民間企業との共同開発による事業化
- (4)食品の流通・加工分野の研究成果の民間企業への技術移転を通じた事業化

これらの実現のため、セグメントを構成する3つの研究所が強みを生かして連携シナジー効果を目指すとともに、他セグメントの複数研究所等とも連携して研究開発に取り組んでいます。

研究の概要

1. 食品研究部門

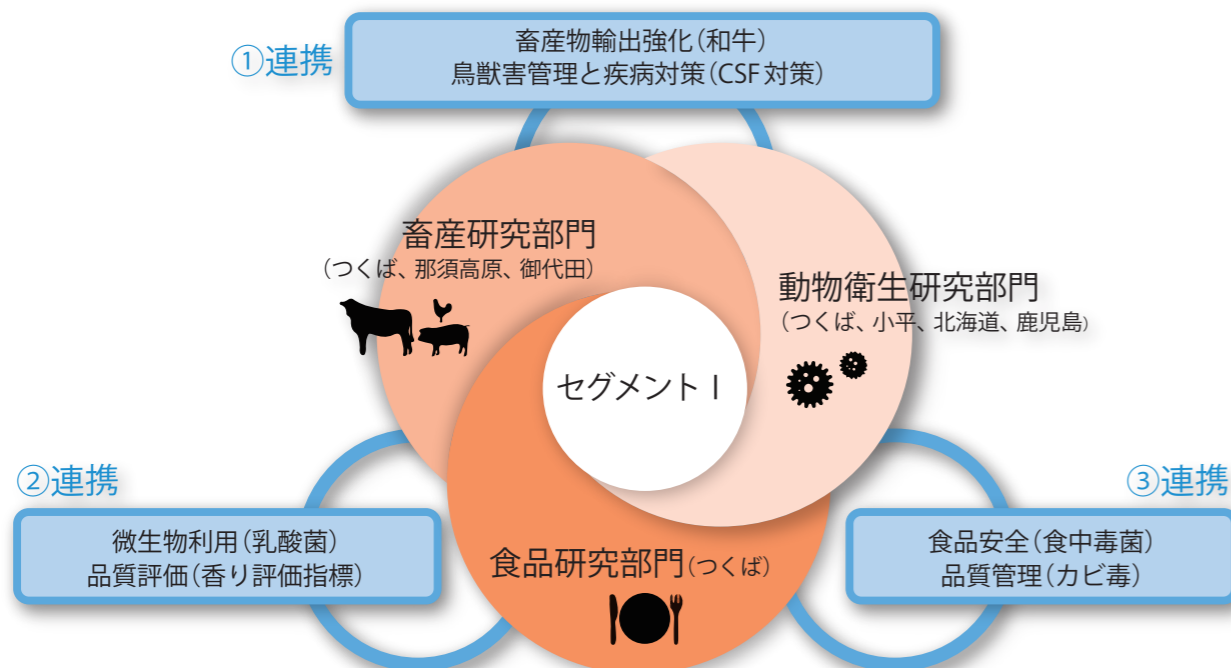
おいしくて健康によい新たな食の創造と、AIやデータを利活用したフードチェーンのスマート化、食品の安全と信頼の確保に取り組み、農業・食品産業の競争力強化に貢献できる成果創出を目指しています。

2. 畜産研究部門

良質で安全な畜産物の生産性向上と畜産資源の有効利用・自給率向上を目指し、草地・飼料作物の生産から家畜生産および家畜排泄物の処理・利用まで、畜産に関する研究を一体的、総合的に推進しています。

3. 動物衛生研究部門

「生命あるものを衛る」ことを目標とする研究機関として、家畜疾病の予防と診断、治療に関し、基礎から開発・応用までの幅広い研究を実施しています。



●セグメントⅠの体制

主要成果

1. メタンの産生が少ない牛に特徴的な新種の胃内細菌を発見

牛などの反すう家畜の消化管内発酵に由来するメタンの発生量は、全世界で年間約30億トン(CO₂換算)と推定されています。これは、全世界で発生している温室効果ガスの約5%(CO₂換算)に相当し、地球温暖化の原因のひとつと考えられていることから、その削減技術が求められています。そこで、メタンの産生が少ない牛の第一胃(ルーメン)に特徴的に多く存在する新種の細菌を特定し、分離に成功しました。さらに、本菌がルーメンに存在することによりプロピオン酸が多く産生され、代わりにメタン産生が少なくなることを明らかにしました。本成果は、飼料からのメタン産生を、牛の栄養源となる物質(プロピオン酸)の産生に変えることで、温室効果ガス削減と生産性向上を両立する技術につながる可能性を示しました。



●分離された新種細菌の電子顕微鏡写真

2. 豚熱とアフリカ豚熱の同時診断法の開発・実用化

豚熱とアフリカ豚熱は豚やイノシシが感染するウイルス性の伝染病で、ともに治療法はなく、発生した場合には患畜の処分が求められるため、経済的に大きな影響を生じかねない疾病として家畜伝染病に指定されています。両疾病は異なる病気でありながら臨床症状が酷似するため、適切な防疫を図る上では、早期検出に加えて両者を正しく識別することが必要です。そのため、これまではそれぞれの疾病の診断に適した別々の検査を並行して実施することが求められてきました。動物衛生研究部門は、タカラバイオ株式会社と共同で従来の検査法を見直し、両伝染病の病原体である豚熱ウイルスとアフリカ豚熱ウイルスを1反応で同時に検出し、識別することができる新しい遺伝子検査法(リアルタイムPCR法)を

開発しました。本成果は全国の家畜保健衛生所等で両疾病の検査に利用され、豚熱の迅速な診断と防疫措置の速やかな発動に役立つと共に、国内への侵入が懸念されるアフリカ豚熱の監視に活躍しています。



●「豚熱ウイルス・アフリカ豚熱ウイルス同時検出試薬」(タカラバイオ(株))

3. 健康を維持するセルフケア食の開発

団塊の世代が後期高齢者になっていく2025年以降、65歳以上の高齢者の人口比率は約1/3となると予測されています。それに伴い、高齢者の医療費も大幅に増加すると考えられ、社会経済への影響が懸念されます。そのために、食による健康維持増進への期待が高まっており、軽度な心身不調を緩和するセルフケア食の開発が急務となっています。そこで、これまでに蓄積した食品機能性に関する研究成果を基に、株式会社フローウィングと共同で健康維持のための食事開発に取り組み、「NARO Style® PLUS ミールセット」を完成させました。本ミールセットは冷凍食品として提供され、冷凍庫で半年間保存可能であることから、さまざまな企業や施設での健康維持・管理への活用が期待されます。



●「NARO Style® PLUS ミールセット」(一例)

生産性の飛躍的な向上と 農業者の利益の増大、 新たな地域ビジネスの創出

AI、データ、ロボティクスを核とするスマート生産システムにより食料自給力を向上させるとともに、新たなビジネスモデルによる農業従事者の所得増大を通して地方創生に貢献します。

高齢化の進展や農業労働力の減少が進む中、食料の安定供給と自給力向上が重要な課題となっています。農業の経営規模は拡大していますが、作付面積や家畜の飼養頭数の増加により適期作業や適切な飼養管理が困難となり、規模拡大が必ずしも収益性向上につながらなくなる事例も想定されます。セグメントIIは、AI、データ、ロボティクスなどのスマート技術や、作付最適化技術等を核とする、国内の地域ごとの新たな生産システム構築に取り組み、生産性の飛躍的な向上と農業者の利益増大を図ります。また、農林水産省が推進する「みどりの食料システム戦略」の実現に向け、化学肥料等の使用量削減や有機栽培技術による持続可能な食料システムの構築を図ります。農研機構の技術を全国に普及・展開するため、技術を普及現場に最適化するための技術適用研究も推進します。

研究の概要

1. 北海道農業研究センター

わが国最大の食料生産地帯である北海道において、寒地農畜産物の高収益安定生産システムを構築します。小

麦やジャガイモ等の畑作物生産、酪農経営、露地野菜生産の省力化と収量増加を実現し、収益力向上、輸出拡大を目指し、省力機械化技術・品種の開発を行っています。

2. 東北農業研究センター

農業経営の大規模化が進む東北地域において、最適化された輪作体系の構築により水田複合経営のイノベーション創出と農業所得の向上、原発被災地の営農再開による復興本格化のための研究開発を行っています。

3. 中日本農業研究センター

都市近郊の関東・東海地域において、高品質な野菜供給のスマート化・グリーン化の実現や麦・大豆を基幹とした長期畑輪作複合経営モデルの構築のための研究開発を行っています。また、湿潤な気象・重粘土地帯である北陸地域において、高収益輪作体系の構築や農産物の輸出拡大に向けた研究開発を行っています。



●NARO方式乾田直播での播種



●自動運転田植機による無人での移植

4. 西日本農業研究センター

中山間地域等の複雑な立地・気象条件の下で大規模化が困難な近畿・中国・四国地域において、地域資源を活用した地域ブランドの創出や、多角化営農システムの開発による地域の農業所得向上に向けた研究開発を行っています。

5. 九州沖縄農業研究センター

温暖多雨な気候で、アジア諸国への輸出拡大に有利な立地条件にある九州・沖縄地域において、気象リスク低減と農地フル活用による暖地農畜産物の生産性向上や、輸出拡大による所得向上に向けた研究開発を行っています。

6. 農業機械研究部門

高能率で安全なスマート農業構築のための農業機械の開発・普及、データ交換技術の国際標準化によるわが国発の農業機械の国際優位性の確保、農作業の安全性確保のための研究開発を行っています。

主要成果

1. 水稲の直播技術導入による省力化

農地集積による農業経営体当たりの耕作面積増大により、播種、管理、収穫作業が適期に行えない問題が生じています。慣行法の移植栽培は苗の準備、耕起・代かき、移植作業が必要で、大規模経営体にとって労力負担が大きくなっています。田に直接種モミをまく直播栽培は、苗の準備が不要で省力化につながりますが、苗立ちの不安定性や雑草発生などが課題でした。開発したNARO方式乾田直播技術では、土が乾いた状態でモミを播種し、しっかりと鎮圧を行うことで安定した苗立ちを確保します。雑草に対する有効な除草剤体系も確立しました。本技術による直播栽培は、移植栽培よりも作業時期を早め

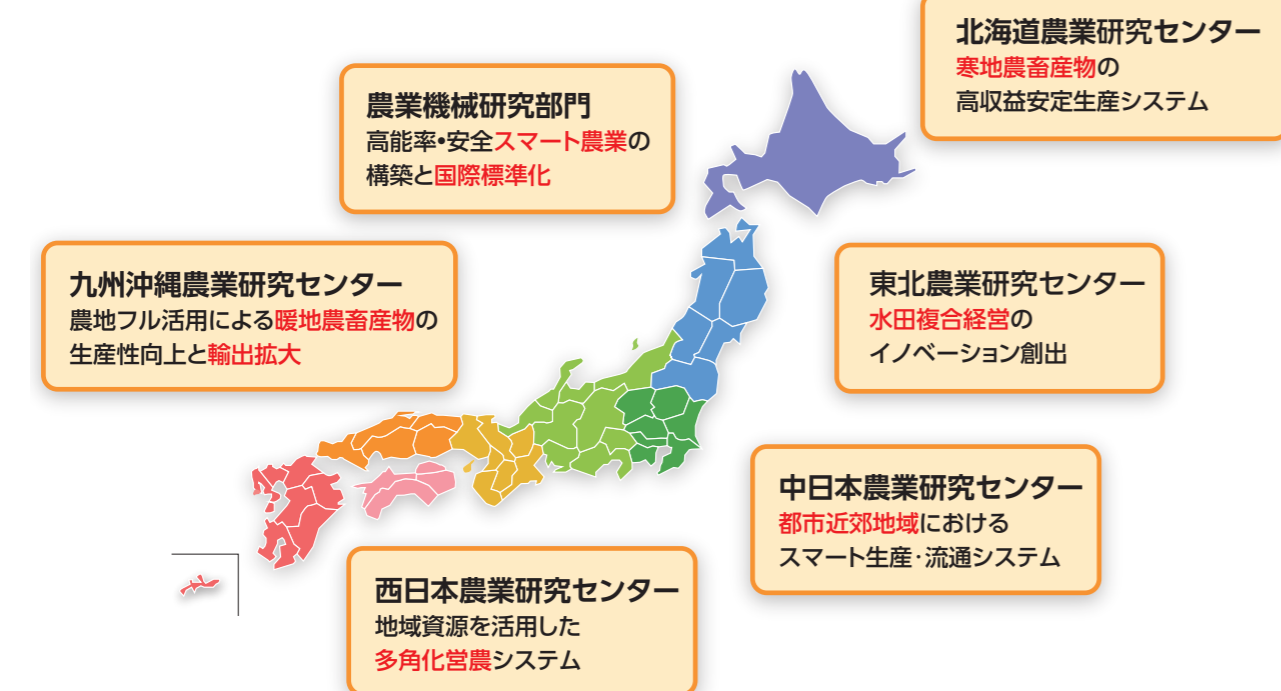
ることで作業時期を分散させ、また栽培面積の拡大や低コスト生産に貢献します。大型機械を用いた大区画の田での高速作業が可能で生産性も高く、2021年には約4,200haで導入され、普及が進んでいます。

2. スマート農業の導入による効率化・省力化

農業労働力の減少が進む中、AI、データ、ロボティクスなどのスマート技術による効率化、省力化に取り組んでいます。水田作や畑作向けの技術として、現在までに自動運転田植機を上市し実用化しました。またICTコンバインを用いて、収穫作業時間の削減と収量のばらつきを感知して後作の適量施肥を行う技術を開発しました。「みどりの食料システム戦略」の目標の一つ、化学肥料の使用量削減に貢献する成果です。酪農経営向けには、AIを用いた乳牛の個体別乳量予測システムを開発しました。予測乳量に基づき生涯生産乳量を最大化する飼養管理をサポートします。

3. 地域の実情に合った効率的な輪作体系の構築

水田では水稲に加え、輪作として冬に麦類、夏に大豆などの畑作物が栽培されています。効率的、安定的な多収を実現する作付体系の構築に向け、以下の取り組みを進めてきました。(1)地域の気象条件や農家の経営規模、作業体系などの条件を入力すると、適した作物および作付体系、ある作付体系を選択した場合の生育予測や収量予測を行うシステムの開発。(2)大豆や麦類などの畑作物の湿害による減収対策として、作付前に適地判断と必要な対策を提示するシステムの開発。(3)新たな輪作作物として注目される、飼料用の子実トウモロコシについて、トウモロコシ栽培農家と畜産農家が連携し、飼料と堆肥の地域内循環が可能となる体系の構築。実証試験を通じ、地域に合った輪作体系を提案します。



●セグメントIIの各研究所の研究概要

バイオとデジタルの融合による研究成果創出

バイオとAI技術を駆使することにより、農業・食品産業を徹底強化するとともに、実現困難な課題に挑み新たなバイオ産業を創出します。



●セグメントⅢのミッション
ゲノム情報や農業形質などのビッグデータとAI技術の活用により、産業競争力や国際競争力に優れた新品種の開発、データ駆動型の栽培管理システムの開発、生物機能の高度利用による新たなバイオ産業の創出を行います

わが国では食料安全保障に不可欠な食料自給率の向上、健康長寿社会の実現、バイオエコノミー社会の実現が急務となっています。

セグメントⅢは、以下の5点に注力して研究開発を行っています。

- (1) 農産物の生産性や機能性の向上を実現する品種と栽培技術の開発
- (2) 「みどりの食料システム戦略」の実現に不可欠な温室効果ガスの削減・化学肥料や化学農薬の削減に資する品種と栽培技術の開発
- (3) 国内市場に加え、海外市場への展開にも不可欠な農業・食品産業の競争力強化に必要な技術の開発
- (4) 生物機能の高度利用や新生物素材開発による新生物産業の創出
- (5) これらを可能にするバイオデータの整備と進展著しいAIを含むデジタル技術・解析技術を融合した先端バイオ基盤技術の構築と活用

研究の概要

1. 作物研究部門

大豆、麦類、米の研究ではスマート育種基盤の構築とそれらを活用した優良品種の迅速な育成を推進し、生産性向上、高付加価値化につながる産業競争力に優れた作物開発に取り組んでいます。それと同時に高い環境適応能力など、未利用の遺伝資源をフルに活用するための新

しい育種技術の開発を進めています。

2. 果樹茶業研究部門

生産性を向上させ、高付加価値化や産業競争力を向上させるための生産技術や品種開発、健康機能性成分含有量の高い品種の開発と大規模スマート生産技術の開発に取り組んでいます。

3. 野菜花き研究部門

育種・生産技術のスマート化を進めて競争力を強化させることを目的として、データ駆動型の生産システムによる高収益化と品種改良による高付加価値化のための研究に取り組むとともに、収穫の2週間前に収量を±10%の精度で予測する技術を開発し、安定出荷と収益向上に役立つ研究に取り組んでいます。

4. 生物機能利用研究部門

農畜産物の高付加価値化や生産性の向上および環境負荷低減のための研究に取り組むとともに、昆虫制御技術による新産業の創出や、ゲノム編集等の最先端バイオテクノロジーの技術開発などに取り組んでいます。

これらの研究はビッグデータの活用等により効率的に推進しています。農研機構内外との連携を強化し、研究成果の最大化と加速化に取り組んでいます。

主要成果

1. スマート育種

農研機構は、国際的な共同研究により、2004年に世界で初めて農作物の全ゲノム情報の解読を米品種「日本晴」で達成しました。それ以来、大豆、小麦などいろいろな作物のゲノムも次々に解読しました。これらゲノム情報を利用して、特定の遺伝子を持つ個体だけを効率的に選抜する「マーカー選抜」と呼ばれる方法が開発され、品種改良の効率化に大きく貢献しました。米では約100種類のDNAマーカーが開発され、これらを用いて約80品種が育成されています。現在、普及が拡大している米品種「にじのきらめき」は親となる多収の系統に、良食味と縹葉枯病に強くなる遺伝子を交配育種で導入して、マーカーを用いて選抜を行い、育成された品種です。



●良食味米品種「にじのきらめき」の草姿

多収のように多くの遺伝子が複雑に関与している形質を改良するには、食味や病気への強さとは異なり、マーカーだけでは選抜が難しいという問題点がありました。そこで、ゲノム情報に加え、これまでに蓄積してきた表現型情報や系譜情報などのバイオデータを駆使して選抜を行うスマート育種の開発と検証を進めています。スマート育種では、目的とする形質が得られやすい最適な交配組合せの予測や、初期世代から有望個体の選抜が可能となるため、育種の一層の効率化が期待されます。

2. 大豆難裂莢性品種の開発

大豆の収穫時には、収穫遅れや過度の乾燥、収穫機との接触などにより、莢がはじけて豆が地面にこぼれて損失し、品種によっては収穫量が大きく減る欠点がありました。そこで農研機構では2014年に莢がはじけにくい性質「難裂莢性(なんれつきょうせい)」を支配する大豆の遺伝子を特定し、マーカーを用いて難裂莢性の遺伝子を「フクユタカ」や「エンレイ」など主要品種に交配導入することにより、難裂莢性の大豆品種を開発しました。これらの難裂莢性の品種は、莢のはじけやすさ以外は元の主要品種とほぼ同じ性質を持つため、市場では元の主要品種と同じように扱われています。難裂莢性の品種は、収穫時の損失を減らし、収量を実質的に増やしました。2022年度には10,112ha(都府県の大豆作付面積の9.5%、いずれも速報値)まで栽培面積が広がっており、複数の県で既存品種からの切り替えが進んでいます。



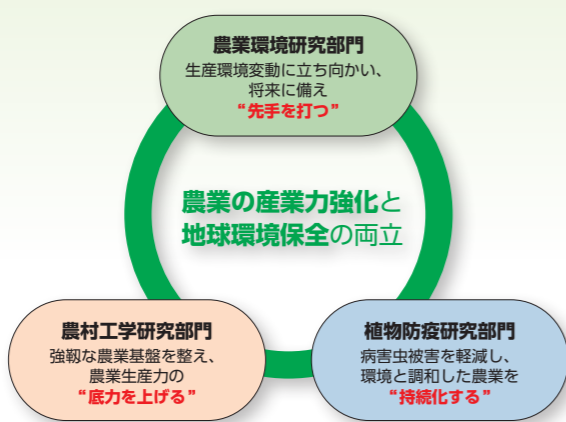
●スマート育種の模式図



●難裂莢性大豆「フクユタカA1号」(左上) 「フクユタカA1号」は莢がはじけにくい性質を持ち、元の品種の「フクユタカ」(右下)より、はじけた莢とこぼれた豆が少なく、収穫時の損失が減る

農業の産業力強化と地球環境保全の両立に向けて

データ駆動生産環境管理と農業インフラの強靱化により、農業生産性の向上、気候変動に対する農業のロバスト化(強靱化)および地球環境保全を同時に実現します。



●セグメントⅣの体制とミッション

豪雨頻度や少雨・無降雨日数の増加、降雨量の減少、越境性病虫害の増加など、気候変動による農業被害が増大しています。セグメントⅣでは、AIなどを駆使した生産環境管理や農業インフラのデジタル化により、農業から発生する温室効果ガスなどの環境負荷の低減、自然災害に対する防災・減災、病虫害などによる農作物被害の軽減を実現します。これらの取り組みによって、気候変動リスクなどに対して強靱な農業システム（ロバスト農業システム）を構築するとともに、生産性の向上と環境保全の両立を図り、農業の有する多面的機能の発揮と持続的な農業に貢献します。

テム開発、農村地域における再生エネルギー利用の最適化などに取り組んでいます。

3. 植物防疫研究部門(病虫害・雑草のデータ駆動型防除技術の開発による農作物生産の安定化)

高リスク・越境性病虫害情報のデジタル化と情報活用のためのプラットフォーム、輸出に対応した天敵・生物農薬などを利用した環境負荷低減型防除技術、AI・ICT・気象データを活用した発生予察システム、外来・難防除雑草の総合的防除システムなどを開発しています。

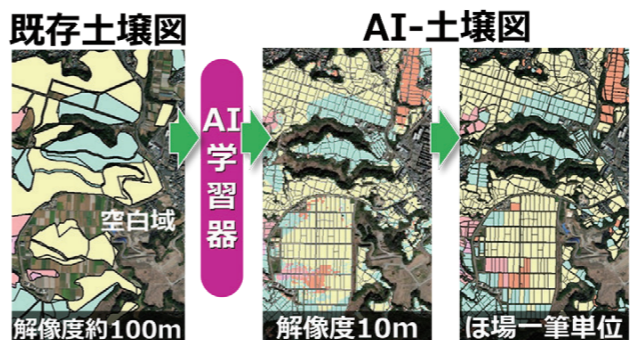
セグメントⅣで取り組む課題は、農林水産省が「みどりの食料システム戦略」の「2050年までに目指す姿」で掲げる、「農林水産業のCO₂ゼロエミッション化、化学肥料の使用量30%低減、化学農薬の使用量（リスク換算）50%低減」の実現には欠かせないものです。これらの課題解決にはスマート技術が必要となるため、農業情報研究センターなど機構内の他の研究所と連携し、農研機構が蓄積した技術にビッグデータとAIによる解析を融合させた技術革新を起こしていきます。

□ 主要成果

1. デジタル土壌図とAI-土壌図

土壌図とは土壌の種類ごとの分布を地図に示したもので、効果的な土づくりや肥培管理に必要です。誰でも簡単に土壌図を見られるよう、Webサイトやスマートフォンアプリを開発し、デジタル土壌図をオープンデータ

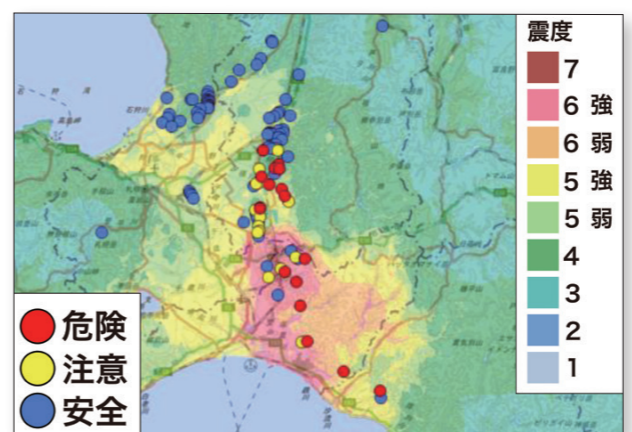
として提供してきました。農業ICTなどの基盤情報に利用できるほか、デジタル土壌図と自治体の栽培指針との連携により、営農指導者や農家による土壌診断・施肥設計にも活用できます。また担い手による農地集積の際、農地選定のための情報としても活用されています。さらに2022年度には、AIによる高解像度土壌図の作成技術を開発しました。既存土壌図における土壌の分布と、地形・地質・気象・土地利用等の土壌生成因子との関係を機械学習することで、解像度が10mのAI-土壌図を作成し、さらにそれをほ場一筆単位に編集して、土壌図のデータをほ場単位で利用できるようにしました。



●AI技術を利用したAI-土壌図の作成
(左)解像度約100mの既存土壌図
(中)解像度10mのAI-土壌図
(右)ほ場一筆単位のAI-土壌図

2. ため池防災支援システム

地震や豪雨でため池が決壊し、国などが災害対策を行う際、関係者間で速やかに情報を共有することが不可欠です。開発した「ため池防災支援システム」は、地震時や豪雨時のため池の決壊危険度を予測して地図上に表示することができます。また現地で被災状況をシステムに入力し、反映することができます。国や自治体の防災担当者はインターネットを介してこれらの情報を閲覧し、ため池周辺の住



●「ため池防災支援システム」の画面例
地震時に、危険度の予測結果を地図上に表示します
©国土地理院 SIP4 ©CORE CORP. ©農研機構

民の避難支援や、決壊防止の緊急対策に役立てることが出来ます。本システムは迅速な対策を可能とし、人的被害や決壊被害の防止・軽減に役立ちます。全都道府県で導入が進んでいます。

3. サツマイモ基腐病対策技術

サツマイモ基腐病は、糸状菌(カビの一種)により引き起こされる土壌伝染性の重要病害です。本病は2018年に日本国内で初めて発生が確認され、主要産地である南九州・沖縄地域に甚大な被害を与えています(2023年3月現在、31都道府県で発生が報告されている)。農研機構では鹿児島県、宮崎県や沖縄県などの関係機関と連携し基腐病の発生生態の解明と防除技術の開発に取り組んでいます。セグメントⅣでは植物防疫研究部門が中心となって病原菌を短時間で検出・同定するリアルタイムPCR法や、農薬を使用しない苗床の土壌還元消毒技術などを開発しました。これらの技術は標準作業手順書として公開し、病原菌をほ場に「持ち込まない」「増やさない」「残さない」という本病防除の基本対策の推進に大きく貢献しています。今後も基腐病被害のさらなる低減のため生産者や関係機関と密に連携し現場での防除対策の普及を強力に進めていきます。



●「リアルタイムPCRによるサツマイモ基腐病菌の検出・同定技術標準作業手順書」



●土壌還元消毒
米ぬかなどの有機物を土壌に混和し十分に灌水した後、ビニールで被覆し密閉すると、微生物が急速に増殖して酸素を消費し、土壌の還元が進んで基腐病菌が死滅します

セグメント横断プロジェクトで研究開発と実用化を加速

農研機構では、研究所等が実施するセグメント型研究の他、セグメントを横断して実施するハイブリッド型のプロジェクト「NAROプロジェクト」、「横串プロジェクト」を実施しています。「NAROプロジェクト」では現場の課題に対して複数の研究分野が一体となって取り組み、実用化を加速することで課題解決に当たります。「横串プロジェクト」は異なる研究所で実施していた手法またはアプローチが類似した課題について、相互の研究勢力を集中または共同して取り組みます。

□ NAROプロジェクト

農研機構が創出したインパクトのある研究成果を早期にスピーディに実用化・事業化・普及する研究を、理事長のマネジメント、責任理事の権限と責任、理事長が指名したリーダーの下に、農研機構の総力を挙げて一体的に推進しています。年度ごとに計画を検討し、評価を行い、それぞれのプロジェクトを柔軟に見直しています。

「NAROプロジェクト」では2022年度に、「データ駆動型のセルフケア食のデザイン」「スマート農業研究で実証された技術をパッケージにして社会実装するスマート農業ビジネスモデル」「穀類の飛躍的な生産性向上を達成するための先導的品種育成と栽培技術」「耕畜連携によるゼロエミッション農業」「環境保全と生産性の両立する有機農業」「オミクスやマイクロバイオーム等の生体情報の収集、解析、活用を進めることによるバイオ情報基盤プラットフォームの構築と早期の実用化」を進めています。

□ 横串プロジェクト

異なる研究所等で個別・分散的に行われていた重要な研究テーマについて、研究拠点、セグメント・大課題を横断して研究資源を集約した体制により効率的に実施し、研究開発の加速・効率化と早期の実用化に向け研究を推進しています。

「横串プロジェクト」では2019年より17課題が開始され、横串プロの枠組みを生かした外部資金への応募や特許出願・登録、米粉などの製品の開発、事業化などの成果を上げています。2022年には課題を再編し、5課題の継続課題と、サツマイモ基腐病防除技術開発の新規1課題を合わせた6課題の重要課題について研究を推進しています。

なお、これらのプロジェクト型研究管理で得られた研究成果はセグメントを構成する大課題に帰属し、プロジェクト終了後も継続的に各研究所で管理されます。

基盤	I	II	III	IV	NAROプロ課題名
	●	●	●	●	セルフケア食
		●	●	●	スマ農ビジネス
		●	●	●	スマート作物育種
	●	●	●	●	ゼロエミッション
	●	●	●	●	バイオデータ基盤
		●	●	●	有機農業

● NAROプロジェクトの推進体制

NAROプロジェクト (NAROプロ) では、組織 (基盤技術研究本部、セグメント I、II、III、IV) を横断して研究を推進しています (2022年度版)。ピンは、それぞれのNAROプロの課題に参画しているセグメントを、大きいピンは、その中で責任理事とリーダーが属するセグメントを示しています

破壊的なイノベーションの創出を目指して

将来の破壊的なイノベーションにつながる技術シーズの創出と若手人材育成のため、2019年度に「NAROイノベーション創造プログラム (NIP)」をスタートしました。研究者の発想に基づいた野心的な提案を機構内から広く募集して、基礎研究を推進しています。

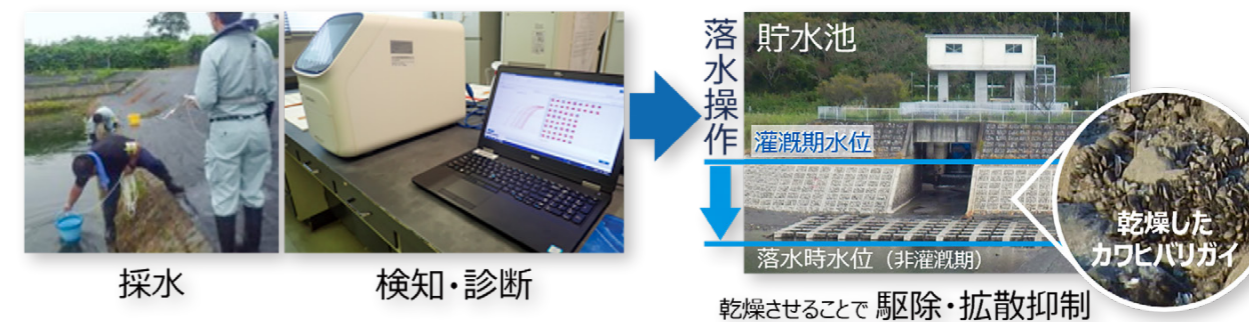
採択課題の選考では、わが国の農業の発展に資する出口を見据えた課題であるか、将来のイノベーションにつながる技術シーズの開発に結び付く先行性・新規性・独創性が認められるか、政策実現に活用などの発展可能性を有しているか、研究の計画や方法が適切かなどの観点から審査を行い、社会に大きなインパクトを与える可能性のある挑戦的な課題を選定しています。

□ 予算・課題の種類と実施状況

NIPには、予算上限100万円で研究期間が単年度の課題 (100万円課題) と、予算上限が1,000万円で研究期間が2年までの課題 (高額課題) があります。

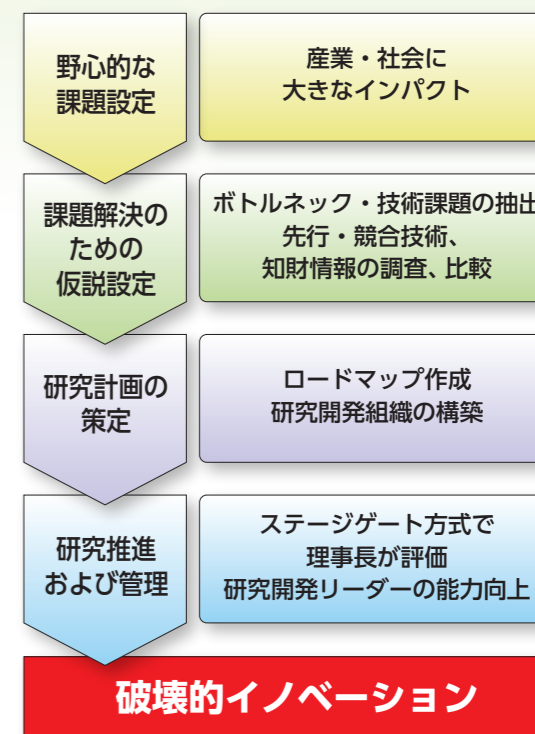
高額課題については理事長による定期的なヒアリングを実施し、研究計画策定の段階から指導を行って研究アプローチや手法の見直しを行い、ステージゲート方式で研究課題の継続審査を行っています。これまでに、イチゴのジャストインタイム生産技術 (p.15参照)、iPB法による新たなゲノム編集技術 (p.17参照)、ネムリユスリカの乾燥耐性機構 (p.18参照)、地震波によるダム内部の可視化技術、環境DNA分析技術などの基礎研究に取り組み、インパクトの大きな成果創出につながりました。

100万円課題は、研究期間が1年と短期間ですが、若手研究者の自由な発想を活かし、プロジェクトの提案や外部資金獲得につながるような有望な基礎研究を推進するために設けられました。毎年度各研究所から多くの応募があり、選考の結果、約30課題が採用されています。



● 研究課題の例: 環境DNA分析技術

水利施設で採取した水を分析し、通水阻害を引き起こす特定外来生物カワヒバリガイを検知。駆除・拡散抑制に応用



● NIPの課題設定から実施までの流れ

研究終了時には、特に大きな研究発展と実用化が期待される成果に対して、「理事長賞」や「特別賞」が授与されます。表彰された研究だけでなく、NIPで実施された多くの研究課題で、その後の共同プロジェクトや外部資金獲得などに結びつく成果が創出されています。

スマート農業の実証と社会実装の加速に向けて

スマート農業実証プロジェクトは、ロボット、AI、IoT*など先端技術を活用した「スマート農業」を実証し、スマート農業の社会実装を加速させていく農林水産省の事業です。スマート農業技術を実際に生産現場に導入し、技術実証を行うとともに、技術の導入による経営への効果を明らかにすることを目的としています。農研機構は実施主体として、各実証課題への指導・助言やプロジェクト全体の進行管理を行い、本プロジェクトを通じてスマート農機や農業データ連携基盤(WAGRI)等の本格的普及を推進します。

わが国の農業分野では、担い手となる基幹農業従事者数が136万人まで減少し、平均年齢が67.8歳となる等、労働力不足が深刻な問題となっています。一方、経営規模の拡大や、大規模経営体への農地集積が進んでおり、10ha以上の経営体割合が年々増加し、また2020年には10ha以上の経営体に半数以上の農地が集積しています(農林業センサス、2021)。そのため、農業の生産現場では作業の大幅な省力化、軽労化、新規参入者の確保、篤農家技術の継承が重要な課題となっています。これらの課題解決に大きな期待が寄せられている技術がロボットやAI、IoTなどの先端技術を活用するスマート農業技術です。2019年当時、スマート農業技術について研究成果が得られ、民間企業からの自動化農機や営農管理システム等の販売が順次始まりましたが、農業の生産現場への浸透はまだこれからという状況でした。

*IoT:Internet of Thingsの略。あらゆるモノをインターネット(あるいはネットワーク)に接続すること。

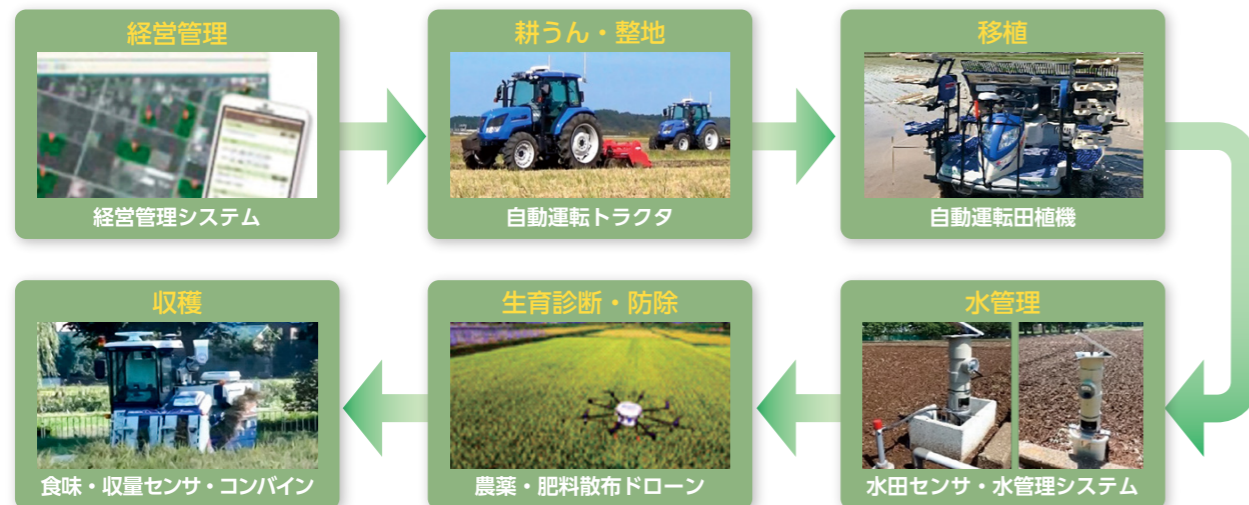
プロジェクトの概要

本実証プロジェクトでは、(1)水田作、畑作等6分野で

のスマート農業技術体系の確立、(2)データの集積と解析に基づくスマート農業技術の生産性向上、コスト削減、農家所得増加の効果の定量的な実証、(3)スマート農機の性能、コスト、品質、使いやすさの一体改善とスマート農業技術を用いた農業支援サービス体制の構築等を行います。

本実証プロジェクトは2年間の実証課題に取り組むことを基本としています。2019年に始まり、初年は69課題、2年目は55課題、3年目は34課題が、また緊急的に2020年6月には「労働力不足の解消に向けたスマート実証」として24課題が単年度の実証課題として実施されました。4年目の2022年は23課題の実証が開始されています。営農体系別の実証課題数は、4年間の合計で水田作46、畑作25、露地野菜42、花き5、施設園芸26、果樹31、茶5、畜産16、ローカル5G 9(水田作1、施設園芸2、果樹3、茶1、畜産2)と多様な作目で合計205地区で実証が取り組まれています。なお、2021年の実証課題31については、5つの実証テーマ(輸出3、新サービス9、スマート商流6、リモート化8、強靱な地域農業5)として採択された実証課題を作目別に再整理しています。

実証課題の特徴は、現場の課題解決に必要なスマート



●水田作のスマート農業技術体系
経営管理から耕うん・整地、移植～収穫まで、各段階でスマート農業技術を取り入れたスマート農業技術体系の確立を目指します

農業技術を実証する取り組みを基本としていることです。2019年は先端技術を生産から出荷まで一貫した体系として導入・実証する取り組み、2020年は中山間地域等の条件不利地域の生産基盤の強化や被災地の速やかな復興再生に貢献する取り組み、およびスマート農業技術の導入コスト低減を図る新サービスのモデル実証を対象としました。2021年は輸出重点品目の生産拡大やシェアリング等の新たな農業支援サービスなどのテーマに基づいた技術実証、2022年は作業集約またはシェアリングによりスマート農業技術の効率的な活用に産地ぐるみで取り組む実証を対象としました。

プロジェクトの主要成果

1. スマート農機導入時の労働時間の削減

水田作経営にスマート農機を導入した時の10a当たり労働時間を2019年の採択30課題で解析した結果、自動運転トラクタと直進アシスト田植機をセットで導入(実証区)することにより慣行区と比べ平均18%削減され、また個別に導入した実証も含めた全平均では約9%削減されました。

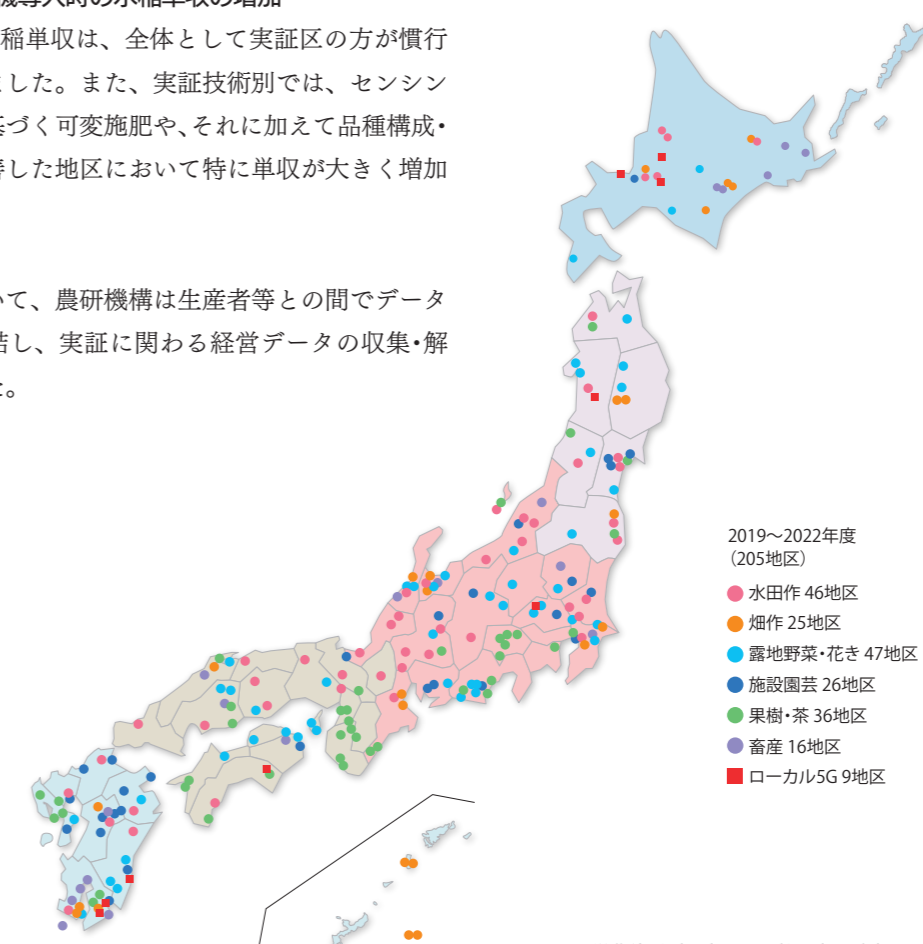
2. スマート農機導入時の水稲単収の増加

10a当たり水稲単収は、全体として実証区の方が慣行区より増加しました。また、実証技術別では、センシングデータ等に基づく可変施肥や、それに加えて品種構成・施肥設計を改善した地区において特に単収が大きく増加しました。

両成果について、農研機構は生産者等との間でデータ提供契約を締結し、実証に関わる経営データの収集・解析を行いました。

社会実装に向けて

スマート農業技術の社会実装を加速するために、プロジェクト参画者は「見られる・試せる・体験できる」機会の提供として、実演会等の開催や視察受け入れ、講演会発表、実証成果動画の公開等に積極的に取り組んでいます。また、今後の社会実装の加速に向けて、(1)コスト低減、(2)インフラ整備、(3)規制緩和、(4)指導者の育成、(5)導入・活用時の留意事項整理、(6)農機・システムの不具合改善、(7)新しい技術開発など、多くの要望が寄せられています。農林水産省は、これらの要望も踏まえて、スマート農業の現場実装を加速化するための施策を「スマート農業推進総合パッケージ」と「スマート農業支援サービス育成プログラム」として取りまとめ、推進しています。また農研機構としても、スマート農業を体験できる場の設定、経営に導入しようとする際のシミュレーションの提示等や、スマート農業実証プロジェクトの実施地区と連携した情報発信の実施に取り組む予算を確保し、2022年度からスマート農業推進協議会やスマート農業技術活用産地支援事業を始めたほか、農政局や都道府県の普及組織との連携強化、農研機構ホームページ等を通じた実証プロジェクト関連成果の積極的発信により、社会実装の加速に貢献します。



●営農体系別の実証課題数と実証地点

成果の創出と活用で「みどりの食料システム戦略」実現加速化に貢献

農林水産省は、食料・農林水産業の生産力向上と持続性の両立をイノベーションで実現する「みどりの食料システム戦略」を2021年5月に策定しました。「みどりの食料システム戦略」では、2050年までに農林水産業のCO₂ゼロエミッション化達成、化学肥料の30%低減、化学農薬(リスク換算値)の50%低減、有機農業の取り組み面積の割合を25%に拡大、2030年までに事業系フードロス半減と幅広い分野で意欲的な達成目標が掲げられています。農研機構は、新たな研究成果の創出と既存成果の活用で「みどりの食料システム戦略」の実現加速化に貢献します。

農研機構「みどりの食料システム戦略」加速化ワーキングチームの設置と活動

農研機構は、「みどりの食料システム戦略」の実現加速化に向け、戦略担当理事をヘッドとして、NARO 開発戦略センター、企画戦略本部、各セグメント理事室で構成するワーキングチームを新たに設置し、達成目標の分析や、関連技術の俯瞰調査、導入インパクトと農業者インセンティブの分析を行い、重点的に取り組むべき研究方向を整理しました。

また、農研機構が開発済み、あるいは推進中の研究課題について、その研究ステージに着目し、(1)農林水産省等の行政や地域と連携し、普及を進めるべき開発済みの研究成果、(2)農研機構の総力を挙げて分野横断的に短期的に実用化・普及を進めるNAROプロジェクト、(3)目標達成に貢献する持続的イノベーション創出、(4)中長期的に次世代型農業技術の創出を目指す破壊的イノベーション創出、に分類して、ステージに合わせた研究管理を行っています。

研究課題

1. 温室効果ガス

農業分野における温室効果ガス(GHG)の主要排出源は水田や家畜関係、燃料燃焼となっています。そのうち、水田におけるメタン発生は、単一発生源として最大要因です。このため短期的な視点では、すでに開発済みの中干し期間の延長などの削減技術を対象とし、地域条件等に合致した栽培体系の構築支援が重要と整理しています。

中長期的な視点では、内閣府ムーンショット研究開発制度を活用し、家畜消化管内の微生物の制御により、牛からのメタン排出量の80%削減を可能とするインパクトの高い革新的な技術開発を進めています。

さらにGHG削減へのインセンティブ向上を図るた

牛など家畜からのメタン排出量80%削減
消化管内微生物を制御



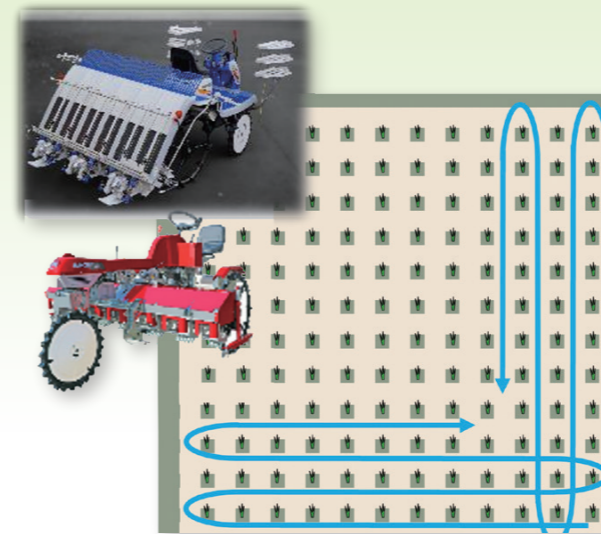
●家畜消化管内の微生物の制御
牛からのメタン排出量の80%削減を可能とする技術開発をしています

め、農林水産省による支援制度や、J-クレジット制度などを活用して、経済的な効果が得られる仕組みを構築する活動も重要です。2015年のパリ協定における国際的なGHG削減の枠組みを契機に、多くの食品企業による自発的な取り組みが進む状況も見られ、GHG削減技術の国際標準化の視点での取り組みの重要性が増しています。

2. 有機農業拡大

有機農業の取り組み面積拡大を加速化するため、農研機構では新規のNAROプロジェクトを立案しました。作物の作付面積は有機以外も含めると水稲が最も大きいですが、有機農業の面積推移は水稲が伸び悩む一方で、野菜、茶は増加しています。このため、まずは水稲作を中心に、慣行栽培よりも多くの利益が確保できる経営モデルを検討し、有機栽培面積拡大のボトルネックとなっている除草作業の効率化等の技術確立を進めることが重要です。そこで、高能率除草機を徹底活用するため、移植時に条間と株間を同じとする両正条植との組み合わせについて検討を進めています。

中長期的には、次に述べるような無化学農薬・肥料を実現する革新的技術の開発を進めることが重要です。

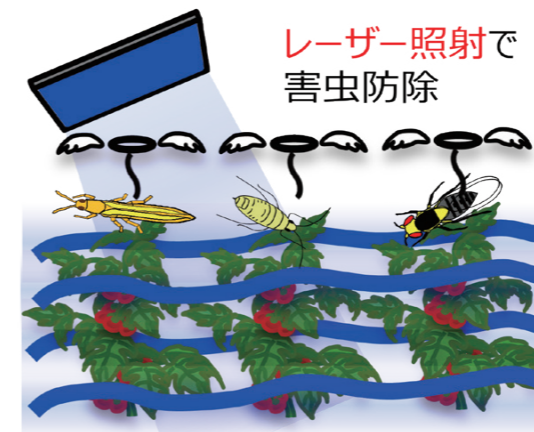


●苗を縦横等間隔(両正条)に配置する自動運転田植機の開発
高能率除草機による高効率・高精度な除草作業を実現します

3. 化学農薬削減

化学農薬(リスク換算値)50%低減の取り組みを加速するには、短期的には従来から開発を進めてきた土壌診断に基づく総合的病害虫管理技術を、土壌くん蒸剤の使用が多い作目に横展開を進めること、また、ドローンなどを活用して診断を簡易化する技術の開発を併せて行い、地域と連携した開発・実証を進めています。

中長期的には、先進的な土壌センシング・メンテナンスや、飛翔害虫の3次元位置を予測するAIを構築し、レーザーなど物理的手段による害虫制御を行う検討を進めています(p.16参照)。



●レーザーにより害虫を物理的に防除する技術(開発中)

4. 化学肥料削減

化学肥料使用量30%低減の取り組みを加速するには、短期的には、野菜・水稲等化学肥料の使用量が多い品目



●減肥対象を拡大する取り組み
各県と連携し、有機質肥料や土壌蓄積養分の活用を進めます

に対して、地域・品目に合った配合の有機質肥料を提示し、その利用を促進することや、各県と連携して有機質肥料や土壌中に蓄積した肥料成分の活用による減肥対象を拡大し、施肥基準に反映させる取り組みが重要です。

中長期的には、塩害、干ばつに強く、低施肥でも栽培できる品種の育成を進め、画期的に肥料効率の良い品種を創出することが考えられます。

行政や地域との連携

「みどりの食料システム戦略」の実現加速化には、研究開発成果を広範かつ早期に横展開する取り組みへの支援が必要です。このため、農研機構は、外部資金の獲得や各機関との連携協定等を活用し、農林水産省本省・地方農政局、都道府県行政・公設試等と一層の連携強化を図っています。

特に、北海道から九州まで全国5カ所に設置されている各地域農業研究センターは、農林水産省地方農政局や地方自治体、農業者と連携し、農林水産省「みどりの食料システム戦略緊急対策事業」を実施している全国約300のモデル地区のうち、農研機構との連携により事業目的の達成がより促進できるとして選定された20地区程度の連携モデル地区について、事業計画の策定から事業推進までの支援を実施しています。さらなる技術普及活動の充実に向け、研究関連事業等の外部資金も活用し、生産現場の「みどりの食料システム戦略」達成へのインセンティブを向上させる取り組みを進めていきます。

新品種の保護と 優良な種苗の 流通のために

種苗(種子と苗)は、私たちの命を支える食物の大もとです。当センターは適正な品種登録の実施および優良な種苗の流通を図るため、種苗法に基づく農林水産大臣の指示による業務等、行政対応業務を推進しています。

組織構成

茨城県つくば市に本所を置き、北海道から沖縄県まで全国11カ所に農場・分場を配置し、適地適作を基本に各業務を展開しています。

活動概要

1. 種苗法に基づく業務

(1) 品種登録に係る特性調査

効率的で質の高い栽培試験の着実な推進により、優れた新品種の開発・上市に貢献しています。特に、2020年の種苗法改正に対応し、我が国の優良品種の海外での品種登録を推進するため、果樹(リンゴ、モモ、ブドウ)の栽培試験、病害抵抗性等の特別な試験が必要となる調査、野菜の栽培試験の複数年化等の実施のための体制整備を進めています。

(2) 育成者権者の侵害対策支援

育成者権者からの登録品種等の侵害等の相談に対して助言を行い、育成者権の保護・活用を支援しています。

(3) 農作物の種苗検査

種苗検査を効率的に実施し、健全種苗の流通に貢献しています。



●整備中のブドウ栽培試験地(千代田試験場)

2. 原原種の生産・配布

わが国の主要基幹作物であるジャガイモおよびサトウキビの原原種(元だね)を生産配布し、畑作振興に貢献しています。

3. 研究所との連携

農研機構内の各研究所と連携し、業務の高度化・効率化を推進しています。



●異常株検出支援システム
(上)システムの概要図 (下)試験ほ場での検出作業の様子

主要成果

種苗管理センターでは、農研機構内の各研究所と協力して研究開発の成果をいち早く取り入れ、種苗管理業務の効率化と高度化に取り組んでおり、AI画像認識を活用したジャガイモ異常株検出支援システムの開発を進めています。

ジャガイモ原原種生産では、罹病株を完全に除去するための異常株抜き取り作業を実施しており、検査員が広い畑を1日約10kmも歩いて目視で異常株を判別し、抜き取った株を人力で運び出しています。異常株の判別に必要な経験や専門知識の継承と、労働負担の大きさが課題でした。

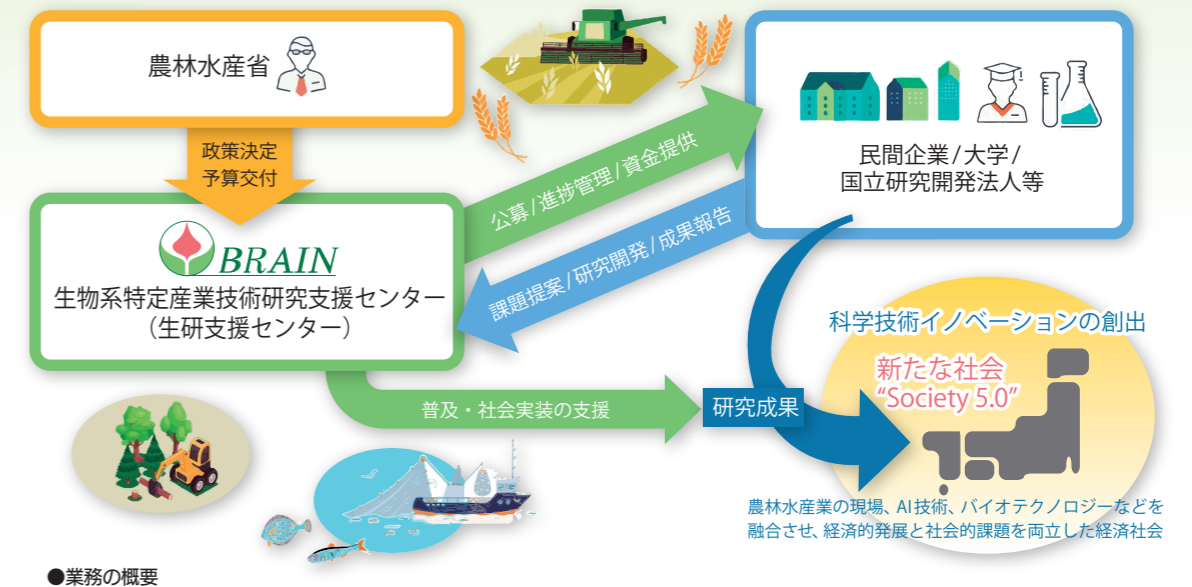
この技術により、(1)経験の浅い職員による高精度な肉眼検定、(2)作業の効率向上(従来と比べ3倍)、(3)抜き取り株運搬作業の大幅軽減などが可能になります。来年度以降、原原種生産ほ場での実証試験を進め、種いも生産現場における労力不足、後継者不足解決を目指していきます。

今後の展開

これまで培ってきた業務を基礎として、今後も時代のニーズに即した業務運営に取り組みつつ、農研機構の一員であることの強みを生かし、研究所と連携して業務の高度化、効率化を推進していきます。

優れた提案に 資金を提供し、 社会実装を推進

生物系特定産業技術研究支援センター(BRAIN)は「農林水産研究イノベーション戦略」等の国が定めた研究戦略等に基づいて行う基礎的な研究開発を、大学、高等専門学校、国立研究開発法人、民間企業等に資金を配分し、委託することにより実施しています。



●業務の概要

BRAINは、1986年に発足した「特別認可法人 生物系特定産業技術研究推進機構」を前身とし、2003年の「独立行政法人 農業技術研究機構(農研機構)」との統合を経て、2016年に研究資金の配分業務に特化した組織として発足しました。

以下の事業で農林水産業・食品産業等の分野の研究事業に対し優れた提案を募り、研究資金の提供、出口を見据えた研究課題の執行管理を行います。また、委託研究で得られた成果の社会実装を推進するため、研究成果をわかりやすく紹介するとともに、研究機関による研究成果のPR活動のサポートや民間企業等とのマッチング等の働きかけを実施しています。

ムーンショット型農林水産研究開発事業

わが国発の破壊的イノベーション創出を目指し、従来技術の延長にない、より大胆な発想に基づく挑戦的な研究開発(ムーンショット)を推進します。BRAINは、ムーンショット目標5「2050年までに、未利用の生物機能等のフル活用により、地球規模でムリ・ムダのない持続的な食料供給産業を創出」を推進しています。

スタートアップ総合支援プログラム(SBIR支援)

農林水産・食品分野における政策的・社会的課題の解決を図るため、プログラムマネージャーによる伴走支援の

もと、新たなビジネス創出を目指すスタートアップ等が行う事業化に向けた研究開発等を推進しています。

イノベーション創出強化研究推進事業

異分野のアイデア・技術等を農林水産・食品分野に導入し、革新的な技術・商品・サービスを生み出すため、シーズを創出する基礎研究から成果を社会実装する実用化研究まで幅広く研究を推進しています。

戦略的スマート農業技術等の開発・改良

スマート農業技術・機器の開発が依然として不十分な品目や分野を対象に、生産現場のスマート化を加速するために必要な農業技術や輸出拡大に貢献する栽培技術等の開発を推進しています。

戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)

総合科学技術・イノベーション会議が府省・分野の枠を超えて予算配分し、基礎研究から出口(実用化・事業化)までを見据えてスマートバイオ産業・農業基盤技術の開発を推進しています。

今後も、農林水産業・食品産業等の分野の研究を支援し、委託研究で得られた成果の社会実装を推進します。

管理部門の司令塔機能強化とDX推進による全体最適化

農研機構の管理部門は、各種事務に加え、田畑などのほ場管理や家畜管理を行っています。農研機構全体でこれらの業務を最適化するため、2019年11月に、これまでは研究所ごとに置かれていた管理部を再編し、司令塔としてつくばに管理本部を設置しました。

組織構成

1. エリア管理体制

管理本部の下に管理部と技術支援センター（ほ場や家畜の管理を担当）を設置し、指揮命令系統を明確化しました。両部署は全国を5カ所（北海道、東北、関東東海甲信越、西日本、九州沖縄）に分割したエリア管理体制をとっています。農研機構は日本全国に多くの研究拠点を設置していますが、各エリア内の拠点は担当管理部の下、統一的に業務を遂行しています。運営ルールの統一や、エリア内共通業務の集約化により、業務の合理化・効率化を推進しています。

2. 管理機能の強化とDX化の推進

2021年4月、農研機構のガバナンスにかかる業務や突発業務への対応、文書管理・勤怠管理・入退館管理・安否確認の各システムの円滑な運用を図るため総務部を強化し、各管理部をグリップする体制を構築しました。また、労働安全・衛生管理、危険物・試薬等の化学物質管理

に加え、規制実験の管理を適正に行うために各管理部に安全衛生管理室を設置しました。

さらに、業務全体を俯瞰しデジタルトランスフォーメーション（DX）化の司令塔となる業務改革・DX推進室を設置しました。

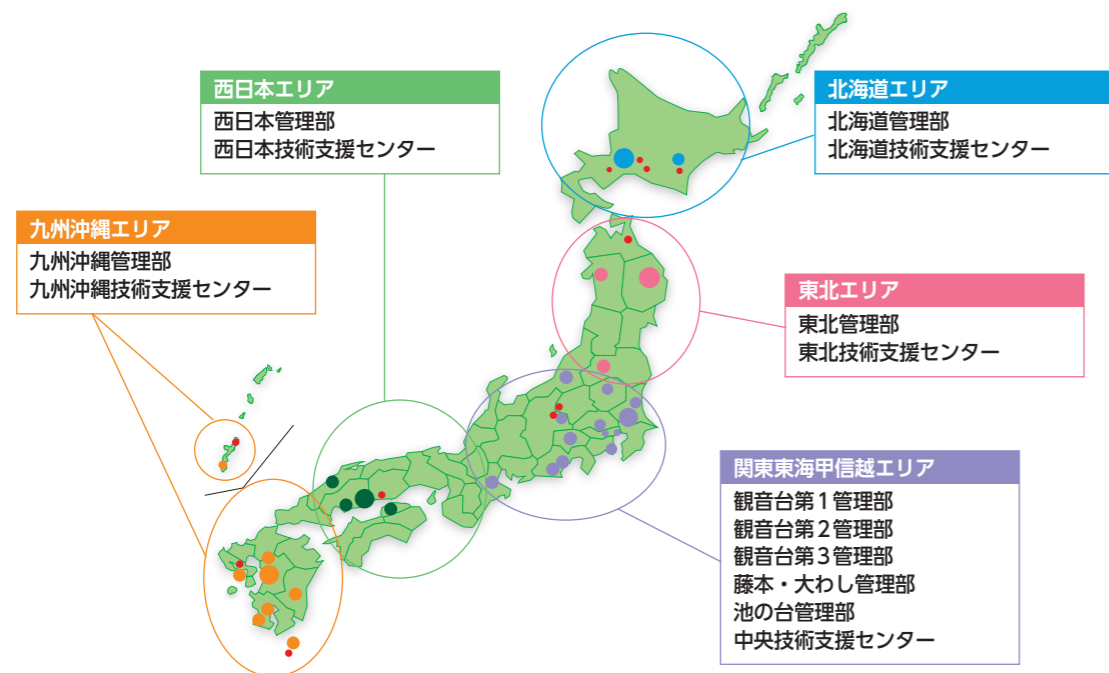
3. 情報システムおよび情報セキュリティの強化

情報システムの活用促進および情報セキュリティ対策の強化のため、2019年11月にそれまでの情報統括監を発展的に解消して、管理本部に情報統括部を設置し、情報システム課、情報セキュリティ課および図書情報室を配置しました。

活動概要と主要成果

1. デジタル化への移行

2021年4月より、紙からデジタルへの変革に取り組み始めました。基幹業務システム（情報共有、人事給与、財務会計）を更新し、手続きのオンライン化や書類の押



●技術支援センターが担当するほ場管理作業（例）
研究を支援するため、さまざまな作物の栽培管理を行っています
（左上）リンゴ「ふじ」原木の管理、（右上）飼料用トウモロコシ播種、（下）ドローンを使っての空撮・薬剤散布、測量

印不要などの業務の効率化を進め、対2020年度比で超過勤務時間1割削減、帳票類、印刷費ともに2割以上削減など、業務量と資源の削減を図りました。また、種苗法改正に対応するために、果樹の自家増殖に係る許諾手続き全工程（申請～許諾～許諾料請求～納付）をオンライン化するなどDX化を進めています。


2. 法人全体のDX化

2022年度に入り、基幹業務システムの活用が全役職員に定着するとともに、文書管理システムの本格稼働に移行しています。各管理エリア内に複数の研究拠点や農場が散在している当機構にとって、電子決裁化は業務の効率化に大変有効であり、2022年度は対2020年度比で超過勤務時間、印刷費ともに3割以上削減と、業務量と経費削減が着実に進んでいます。

今後の展開

2023年度の稼働に向け、種苗検査依頼にかかる手続きのDX化を種苗管理センターと連携して進めています。また、2023年10月に開始するインボイス制度、2024年1月施行の電子帳簿保存法改正に向けて、農研機構内部の手続きにとどまることなく、請求書の発行、受領にかかる手続きも含め、オンライン化・電子決裁化、電子データ保存をさらに進めていきます。

紙媒体での手続きや印鑑の押印が全てオンライン化、電子決裁となることで業務量、資源ともに大きく削減することができます。これらによって生まれた時間、予算を農研機構全体の最適化に向け活用していきます。



PART 2
農業技術の
発展における
農研機構の貢献

農研機構 130年の研究成果年表

1900

1920

1940

1960

1980

2000

2020

現在

農研機構の起源である農商務省農事試験場が設立された1893年以来、農業・食品産業を支える数々の研究成果が生まれました。

これからも農研機構は一流の成果を創出し続け、農研機構の目指すべき姿を実現していきます。

1904年
稲の人工交配に成功



1921年
耐冷性
稲品種
「陸羽132号」
育成

1914年
世界初の
カイコ
ハイブリッド
実用品種
配布開始

1935年
小麦
「農林10号」
育成



1962年
リンゴ「ふじ」育成

1959年
ナシ「幸水」育成



1960年
酵素法による
異性化糖生産技術開発

1966年
遺伝資源種子
保存庫を建設



1985年
農林水産省
ジーンバンク事業の開始



1965年
人力1条田植機
農研号 TM1-4型市販化

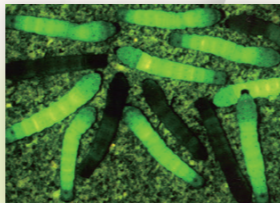
1966年
日本初の自脱型コンバイン誕生

1969年
豚熱ワクチン開発

1979年
凍結保存胚移植成功



1965年
日本最初の
日本飼養標準刊行



2000年
カイコ遺伝子組換え
技術の確立に成功



2006年
ブドウ
「シャイン
マスカット」
誕生



茶「べにふうき」の
抗アレルギー効果
確認、さまざまな
製品の市販化



2004年
イネゲノム
完全解読



1986年
農機研式高速乗用
田植機市販化

口蹄疫・牛海綿状脳症(BSE)への対応

高病原性
鳥インフルエンザ
への対応

2008年
田植えロボットの開発

2016年
自動直進
田植機市販化



2022年
自動運転
田植機市販化



2011年
FAO/WOAHに
よる牛疫撲滅宣言

2015年
牛疫ワクチン製造・所持施設認定

豚熱・高病原性鳥インフルエンザへの対応



2008年
高温耐性の
稲品種「にこまる」
誕生



2010年
サツマイモ
「べにはるか」誕生

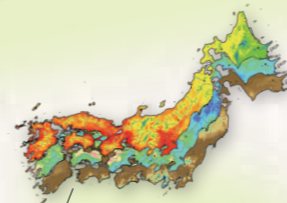
小麦「ゆめちから」を使った
国産小麦のパン市販化

温暖化適応品種誕生
モモ「さくひめ」
リンゴ「錦秋」「紅みのり」
ブドウ「グロースクローネ」

2020年
茶「せいめい」
誕生



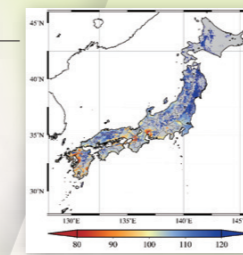
2007年
クリ「ぼろたん」誕生



2016年
メッシュ
農業気象データ
提供システム
Web公開開始

2018年
農業情報研究
センター設立
農業AI研究進む

気候変動による
稲の収量への
影響予測



世界の穀物の収量予測

2022年
IPCC
第6次評価
報告書執筆に貢献

生産性向上と
環境保全の両立



2016年
全国デジタル
土壌図作成

2019年
WAGRI
本格運用
開始



2020年
AIスパコン
「紫峰」
稼働開始



2021年
高性能NMR装置
リモート供用システム運用開始

2022年
ロボティクス
人工気象室
運用開始

基盤技術の
強化

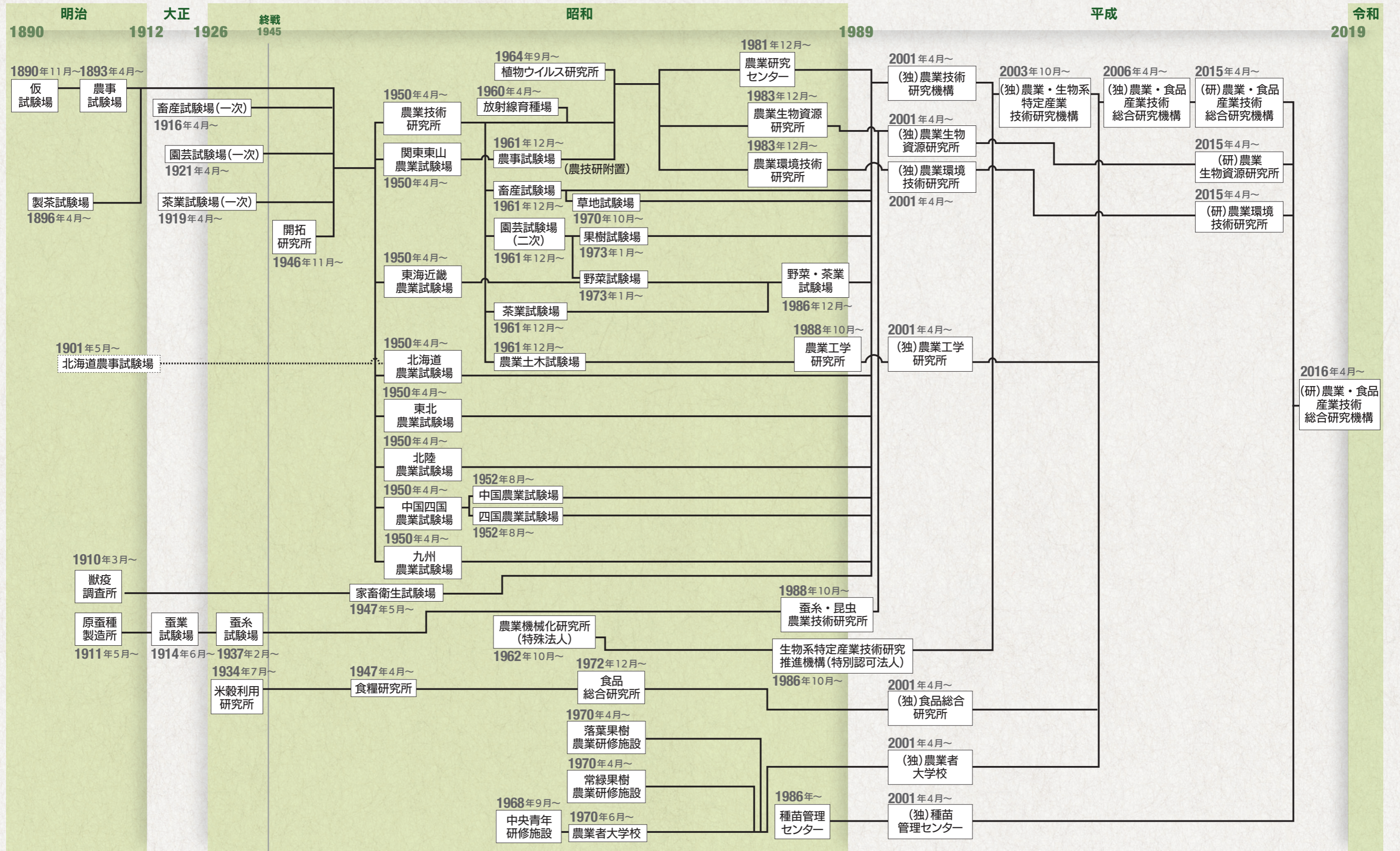
農産物・食品の
産業競争力強化と
輸出拡大

食料自給率向上と
食料安全保障

農研機構につながる組織の変遷

農研機構の起源は1893(明治26)年に設立された農商務省農事試験場にあり、最初の農事試験場は、種芸部、煙草部、農芸化学部、病理部、昆虫部等で構成されました。各分野での産業発展に伴い、農事試験場は専門機関に分化していきまし。また、農事試験場以外にも国の試験・研究機関が設立されました。これらのいくつかの機関もまた、現在の農研機構の前身機関となりました。

* (独)は独立行政法人、(研)は国立研究開発法人を示します。



貴重な遺伝資源を未来へ引き継ぐジーンバンク

人類は多様な特性を持つ遺伝資源を利活用することによって、農業の生産性を飛躍的に高めてきた。1900（明治33）年の「メンデルの法則」の再発見を機に交雑育種が進展し、日本では1904年から農商務省（当時）の農事試験場において稲の品種改良が始まった。そして1985（昭和60）年には農林水産省ジーンバンク事業がスタートし、貴重な遺伝資源を探索・収集・保存する動きが加速していく。

農研機構では、国内外の研究機関と協力しながら遺伝資源の保存や利用に関する多様な取り組みによって、新品種の開発や最先端の研究などに貢献してきた。

回 農業生物資源ジーンバンクとは

遺伝資源は、農作物や家畜などの品種改良や、有用遺伝子の機能解析の研究など、さまざまな目的で利用されてきた。近年では、気候変動の適応策となる高温や乾燥、病虫害に強い品種の開発において、遺伝資源は育種素材として広く活用されている。一方で、農業の近代化や画一化に伴って、全国各地で、地方品種の栽培や在来家畜の飼育が減少するなど、貴重な遺伝資源が急速に失われている。

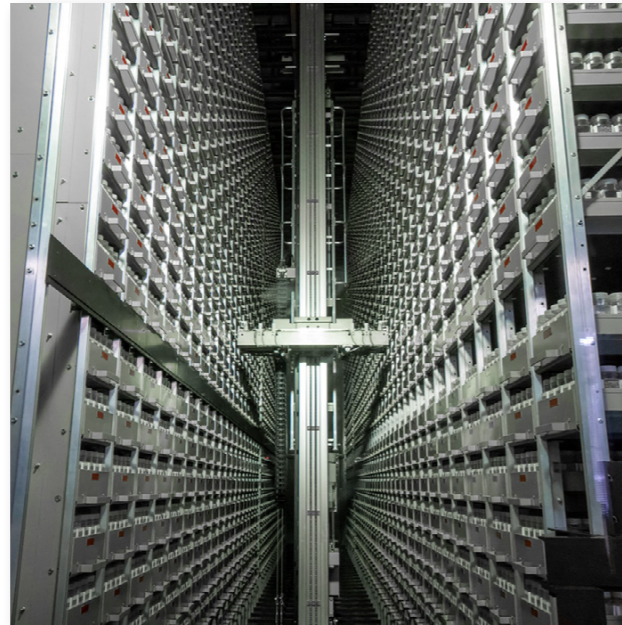
農研機構基盤技術研究本部の遺伝資源研究センターでは、全国各地の植物・微生物・動物関係の研究機関と連携しながら、農業分野に関わる遺伝資源の探索・導入、分類・同定、特性評価、保存、配布・情報提供を行う農業生物資源ジーンバンクを運営している。

こうした取り組みの始まりは1953（昭和28）年、育種組織の中に育種材料を専門に扱う研究室が設置されたことにさかのぼる。1966年に農業技術研究所が神奈川県平塚市に遺伝資源種子保存庫を新設（1978年茨城県つくば市に移転）、1985年には全国的ネットワークの農林水産省ジーンバンク事業がスタートした。2001（平成13）年の独立行政法人化に伴い農業生物資源ジーンバンク事業に名称を変更し、現在に至っている。

回 品種改良や伝統品種の復活など、広がる利活用

2022（令和4）年現在、保存されている遺伝資源は、植物約23万点、微生物約3万7,000点、動物約2,000点に達する。これらの遺伝資源は、来歴データや耐病性などの特性情報と共に管理・保存されており、さまざまな形で利活用が行われている。

作物の品種改良では、いもち病に弱いコシヒカリを改良するため、多様なもち病抵抗性を持った遺伝資源を交配に利用して、異なる病害抵抗性遺伝子をコシヒカリ



●配布用種子を保存する中期貯蔵庫
室温-1℃、湿度30%で保存されている。別に長期保存庫（室温-18℃、湿度30%）がある

に導入した「コシヒカリ BL」シリーズが開発された。また、インディカ米の遺伝資源を用いて開発されたカレー用米品種「華麗舞」、イタリア料理のリゾットに適した米品種「和みりゾット」、近縁野生種との交配により開発された桃に似た香りが特徴のイチゴ品種「桃薫」など、さまざまな新品種が生みだされている。病気に強い、おいしさを追求するといった多様な観点から農産物の品種改良を進める中で、遺伝資源は大きな役割を果たしてきた。

さらに、江戸時代においしいと評判だった「寺島なす」を復活させる試みへの協力や、長崎県対馬の在来馬「対州馬」の生息数が20頭ほどとなった際に、動物遺伝資源として保存されていた雌4頭を現地に送り絶滅の危機から救うなど、伝統品種の復活にも貢献してきた。

回 遺伝資源の多様性を効率的に解析できるコアコレクション

遺伝資源の利活用には、品種名や原産地などの来歴データ、形態や病虫害抵抗性などの特性データの整備が非常に重要である。農業生物資源ジーンバンク事業では、これまでに蓄積してきた来歴、特性評価、在庫管理および増殖・配布に関する膨大なデータを登録・管理する遺伝資源データベースを構築している。植物と微生物では、来歴と特性データをウェブサイトから検索でき、配布の申請が行える。さらに、動物の配布可能遺伝資源のリスト、植物と動物の画像データベース、植物コアコレクション、さらには有用遺伝子の場所を特定できるDNAマーカー情報も提供している。

植物コアコレクションは、幅広い変異のある遺伝資源から代表的な品種・系統を選定して構成されたセットで、ゲノム情報と共に提供している。何万もの系統のすべてを解析しなくても、コアコレクションのセットを解析することで、主要な変異の解析を可能とすることができ、ゲノム研究の加速やゲノム育種などに貢献している。

さらに、こうした遺伝資源における情報の高度化とともに、海外の遺伝資源研究機関との連携にも力を入れて

きた。2014（平成26）年度から始まった農林水産省の委託プロジェクト「PGRAsia」は、共同研究を通じて海外から遺伝資源を日本に導入するという試みで、ベトナムなどの相手国の研究者と共同で遺伝資源を探索・収集することに加え、収集遺伝資源の特性評価、相手国との育種素材共同開発、遺伝資源情報のネットワーク化を進めている。



●世界のナスコアコレクション
代表的な品種・系統のセットをゲノム情報と共に提供



●液体窒素タンク
-196℃の超低温で、微生物や家畜の精液などが保存されている



●ベトナムで野菜遺伝資源を収集
東南アジア等の研究所と共同研究契約を結び、相手国で在来品種や野生種を探索し、収集した遺伝資源は了承を得たうえで日本に導入し、育種素材などとして利用している

コラム 失われたマオリ族の伝統が復活

10世紀頃にニュージーランドに渡来したマオリ族は、クマラ（マオリ族の言葉でサツマイモの意味）を主食とし、クマラを祭りや宗教儀式に用いていた。しかし、その後の同化政策のもとで、マオリ族はクマラを栽培することを止め、品種も消失してしまった。

その後、マオリ族が自らの文化を復活しようという動きが出る中、ニュージーランド国立作物研究所から譲り受けた遺伝資源として、クマラがジーンバンクに保存されていることがわかった。そして1988（昭和63）年、日本を訪れたマオリ族の長老たちによってクマラの里帰り式が行われた。伝統食クマラが現地で再び栽培されるようになり、マオリ族の文化が20年ぶりにニュージーランドによみがえった。



●日本で開催されたクマラの里帰り式

豊かな食生活に向けた食品素材の開発

農研機構は、微生物や酵素を利用した食品素材開発に取り組み、食生活をさらに豊かなものにしてきた。1960年代、世界に先駆けて異性化糖の工業生産に資する技術開発を成し遂げたことはその一つ。その後も、低カロリー志向にマッチした食品素材の開発をはじめ、時代のニーズに応える研究開発を通じて、食品産業の健全な発展に貢献している。

他方、高品質な国産農産物や食品をアピールするための研究開発も推進。それまで困難であった水分含量の多い青果物の近赤外分光法による非破壊計測法を開発し、食品の品質保証や農作物の選別において大きな効果を上げてきた。

食品素材の開発に微生物や酵素を利用

農研機構では、さまざまな食品素材や加工技術を開発しており、私たちの生活の中で、広く普及しているものも多い。ここでは、微生物や酵素を利用した食品素材開発の事例を時代の流れに沿って3つ紹介しよう。

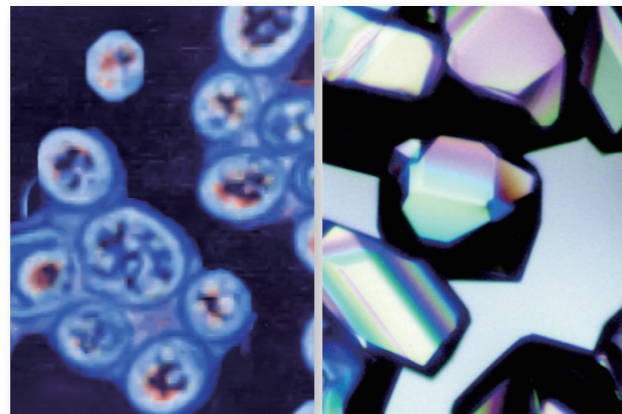
まず、1960（昭和35）年に開発した代表的な食品素材の技術として、異性化糖（ブドウ糖と果糖を主成分とする液状糖）の酵素生産技術が挙げられる。デンプンを酵素によって分解して製造されるブドウ糖は、砂糖に比べると甘みが少ないが、このブドウ糖に酵素の一種である「グルコースイソメラーゼ」を作用させることで、砂糖と同等の甘さを持つ液体甘味料（異性化糖）にすることができる。この異性化糖は、「果糖ブドウ糖液糖」などと表示され、清涼飲料水をはじめとする加工食品に幅広く利用されている。現在、国内では砂糖の約40%にあたる80万トンが消費され、世界中にその利用は広まっている。

果糖ブドウ糖液糖の工業生産のきっかけは、1965年に世界に先駆けて、農研機構の前身の食糧研究所が熱に強い「グルコースイソメラーゼ」を放線菌から発見したことだった。

糖アルコールの一種である「エリスリトール」は、カロリーがほとんどなく血糖値を上げないという特徴がある天然甘味料である。1980年代、甘味料が甘さ志向から低カロリーなどの健康志向に転換した時期にニーズが高まったが、大量生産に適した製造方法がなかった。そこで、発酵生産技術による製造技術の開発に取り組み、高い糖濃度の環境でも生存し、糖アルコールを生産する酵母を見出し、培養法や製造工程を検討して産業利用できる方法を確認した。「エリスリトール」は、カロリーゼロの甘味料として、清涼飲料や病院食等での利用が進み、米国など海外でも普及が拡大した。



●果糖ブドウ糖液糖を使用した清涼飲料水の例
液状で混合しやすいことから身近な多くの食品に使われている



●エリスリトール生産菌

●低カロリー甘味料として知られる
エリスリトールの結晶

焼きたてのパンを効率的に製造するには、パン生地を冷凍保存できれば都合がいいが、冷凍すると生地中のパン酵母の活性が低下して膨らみが悪いパンとなってしまう。冷凍したパン生地でもよく膨らむパン酵母の開発は、1980年代に行われた。冷凍しても活性が落ちない「冷凍耐性パン酵母」を見つけ出し、それを利用した冷凍生地製パン法が開発された。時間がかかる一次発酵までの工程を経て冷凍保存した生地を利用することにより、店頭での製造時間を短縮することができるため、スーパーマーケット内の店舗などでも焼きたてのパンを提供することが可能になった。

このように農研機構では、農産物の利用が高度化できる微生物の産業利用を推進し、それらを利活用した食品製造技術の開発を進めてきた。



●インスタアベーカーリー
店内でパンを焼いて販売する店が売り上げを伸ばしている

選別で効果を発揮する非破壊品質評価

こうした食品素材の開発のほか、高品質な国産農産物や食品をアピールするための研究開発も進めてきた。その一例として、農作物の非破壊品質評価がある。

農産物の大きさ、糖分等の特性には、一つ一つにバラツキがあり、出荷する際に大きさや品質による選別が行われる。選別にあたっては、農産物を傷つけることなく測定できる「非破壊計測法」が盛んに利用されており、なかでも近赤外分光法は広く普及している。農産物に光を当て、その吸収現象を利用し、糖分等の品質成分を分析する近赤外分光法は、農産物をまったく傷つけることなく測定後にそのまま出荷できる。また、迅速な分析が可能、分析コストが低い、大量の化学薬品が不要であるといった数々のメリットもある。

しかしながら、技術導入当初の1980年代は、水分含量の多い青果物の品質評価に近赤外分光法を用いるのは困難だった。そこで、農研機構の前身の食品総合研究所は、果実等の青果物に含まれる成分の種類や量による違いを近赤外分光法で測定できることを突き止め、糖含量などを迅速に測る方法を開発した。その結果、現在、近赤外分光分析法による非破壊品質評価は、ミカンやモモ、リンゴなどの選果場で果実糖度選別機として実際に利用されている。

さらに、近年はトマトのリコピン含量、タマネギの芯腐れなど、さまざまな農産物の品質を測定する方法も開発しており、農研機構では安全でおいしい食生活を支える研究開発に取り組んできた。



●青果物のおいしさセンサーの外観(右)と測定結果表示例(左)
AI学習により光センサーで「おいしさ」を計測する



機能性説明を通じた健康維持に寄与する食品の開発

高齢化が進む中、健康寿命延伸に寄与する食生活に関心が高まっている。2015（平成27）年に機能性表示食品制度が開始され、機能性を表示した商品や食の健康機能に関する情報が身の回りに増えてきたこともその表れだろう。「機能性表示食品」には健康の維持・増進に役立つ機能が表示され、地域の特産物の付加価値を高めることにもつながっている。農研機構では、食品の健康機能性に関する研究を実施し、さまざまな機能性食品の開発とともに、そのエビデンスとなる研究レビューや臨床試験を通じ、国民の健康の維持・増進に寄与する取り組みを行ってきた。

2015（平成27）年4月に機能性表示食品制度が施行された。従来、機能性を表示することができる食品は、国に有効性及び安全性の審査を申請して個別に許可を受けて機能性を表示した「特定保健用食品（通称トクホ）」と、ビタミン、ミネラル等の特定の栄養成分の機能を定められた基準に基づいてパッケージに表示した「栄養機能食品」に限られていたが、新たに「機能性表示食品」が追加され、機能性を分かりやすく表示した商品の選択肢が増えた。

機能性表示食品は、「バランスのとれた食生活を基本として、消費者が正しい情報を得て選択できるように、機能性をわかりやすく表示した食品」である。同制度によって国の定めるルールに基づき、事業者が食品の安全性と機能性に関する科学的根拠などの必要な事項を、販売前に消費者庁長官に届け出ることによって、機能性を表示することができる。

温州みかんが生鮮食品として初めての機能性表示食品に

機能性表示食品制度の施行後、生鮮食品として初めて機能性表示が認められたのが温州みかんである。農研機構は、静岡県浜松市北区三ヶ日地区のミカン産地の住民1,000名超の協力を得て、2003年度から10年間にわたって温州みかんの摂取量と生活習慣病予防との関係を調査した。その結果、温州みかんをたくさん食べることで、



●「三ヶ日みかん」(三ヶ日町農業協同組合)
β-クリプトキサンチン含有商品。
2015年に「機能性表示食品」として消費者庁に届出



●「プライムアップル!」(ふじ) (つがる弘前農業協同組合)
プロシアニジン含有商品。
2018年に「機能性表示食品」として消費者庁に届出

その果実に含まれるβ-クリプトキサンチンという成分の血液中の濃度が高くなり、骨粗しょう症の発症リスクが低下することが明らかになった。そこで温州みかんの機能性に注目し、必要な情報を揃え、三ヶ日町農業協同組合が「三ヶ日みかん」を2015（平成27）年9月に機能性表示食品として届出し、受理されるに至った。

農研機構が開拓した茶の機能性成分育種

従来から広く食されてきた農産物に加えて、新たな機能性食品を開発する動きも出てきた。その一例が、茶品種「べにふうき」を利用した機能性食品の開発である。

農研機構は、紅茶用の品種「べにほまれ」が強い抗アレルギー作用（アレルギーを引き起こす物質のヒスタミンが体内に放出されるのを抑える作用）を示すことを突き止め、それらの茶葉に含まれる抗アレルギー活性を持つ成分を特定し、メチル化カテキンと命名した。さらに、メチル化カテキンがヒスタミンの遊離を抑える仕組みを明らかにした。そこで、抗アレルギー食品の実用化に向けて、1995（平成7）年に開発されたメチル化カテキンを多く含む茶品種である「べにふうき」を用いて試験を行ったところ、メチル化カテキンを含まない「やぶきた」緑茶

を飲んだ対照グループに比べ、「べにふうき」を飲んだグループでは、鼻、目の症状スコアの有意な改善が認められた。また、ハウスダストやダニが原因の通年性アレルギー性鼻炎有症者に対する試験でも「べにふうき」緑茶飲用で目や鼻の症状の悪化が有意に抑制されるという結果が得られた。

上記に加えて、農研機構は「べにふうき」の栽培法、最適製造法などを確立し、茶産地との積極的な対話によって「べにふうき」の生産を働きかけ、5年間で150haまで栽培面積が増加した。また、飲料メーカーと共同で「べにふうき」緑茶の応用研究を行うことを通じて、2005年から容器詰め飲料、菓子、ベビーパウダー、入浴剤、ボ



●べにふうきを利用した商品群
「べにふうき」ティーバッグ(JAかごしま茶業(株))
容器詰め飲料「めめはな茶」(アサヒ飲料(株))
液体入浴剤「ソフレ」((株)バスクリン)
ベビーパウダー「シッカロールナチュラル」(アサヒグループ食品(株))

科学的根拠で制度利用を支援

機能性表示食品の制度では、トクホとは異なって、国が有効性及び安全性の審査を行うことはない。その代わり、事業者自身の責任において、科学的根拠を基に適正な表示を行うことになっている。そのうち機能性については、臨床試験、または文献を評価する研究レビューによって科学的根拠を示す必要がある。

農研機構では、農産物等に含まれる機能性成分の研究レビューを実施・公開しており、生鮮食品をはじめとする多数の機能性表示の届出に活用されている。研究レ



タマネギ「クエルゴールド」(2016年)
ケルセチン:積極的な気分の維持



サツマイモ「パープルスイートロード」(2004年)
紫サツマイモアントシアニン:
肝機能関連酵素値を低下

●農研機構の機能性成分高含有品種
カッコ内は開発年(品種登録年)

ディソープ、ティッシュ等のさまざまな製品が市販されるに至った。

さらに、2015年には機能性表示食品として「べにふうき」緑茶ティーバッグおよび「べにふうき」緑茶ペットボトル飲料の届出が行われ、受理された。また、農研機構で実施した機能性食品開発プロジェクト（2012～2015年度）において、メチル化カテキンの動脈硬化予防作用についての臨床試験を実施した。その結果、メチル化カテキンの長期摂取によって、動脈硬化を進行させ心筋梗塞や狭心症・脳梗塞などの動脈硬化性疾患を誘発させる酸化LDLを低下させることを明らかにした。

ビューにより科学的根拠が示された機能性成分に関しては、当該成分を多く含む品種を多数開発している。

また、機能性表示のための臨床試験も行っており、タマネギについては、抗酸化作用等を有するケルセチンを多く含むタマネギ品種「クエルゴールド」を開発するとともに、ケルセチンが加齢によって低下しがちな積極的な気分を維持する機能があること等を明らかにしてきた。今後も、さまざまな科学的知見を活かしながら、健康の維持・増進に寄与する機能性農産物の開発を進めていく。



巨大胚米「はいごころ」(2014年)
GABA:高めの血圧を下げる

時代にマッチした家畜の繁殖・飼養技術の開発

家畜の繁殖・飼養技術は、経営の効率化や畜産物の付加価値向上に大きく貢献するとともに、食料安全保障や環境保全にも重要な役割を果たす。農研機構では、家畜の遺伝資源の保全や利用、家畜の健康管理や疾病対策、家畜の生産性や品質の改善、家畜の福祉やストレスの低減など、さまざまな課題に対して、先端的な科学技術を駆使して解決策を提案してきた。国内外の関係機関と連携し、時代にマッチした家畜の繁殖・飼養技術の開発を推進している。

繁殖技術の進展に伴う牛の改良技術の進化

牛や豚、鶏などの家畜は、より優れた性質を持つよう品種改良する取り組みが続けられてきた。ここでは、家畜の代表として牛を取り上げ、牛の改良技術の進化とそれに貢献した特筆すべき繁殖技術の発展の跡をたどりたい。

1952(昭和27)年にイギリスのボルジとローソンが開発した牛精液の凍結保存技術は、同年に日本に紹介された後、畜産試験場(現、農研機構畜産研究部門)で試験が重ねられ、牛精子の超低温保存技術としての基礎が築かれた。1960年頃には寒剤として液体窒素が使われるようになり、精子の半永久的な保存と長距離輸送が可能になった。

その後、凍結精液は徐々に普及し、1985年にはその普及率がほぼ100%に達した。さらに凍結精液の普及により、全国規模で種雄牛の後代検定が行われるとともに、



●ウシ凍結精液
凍結精液を用いた牛の人工授精は1960年代頃に実用化した

優秀な種雄牛の広域利用が可能となり、乳牛、肉用牛の遺伝的改良は飛躍的に進展することとなった。なお、この遺伝的改良には、統計遺伝学的研究、家畜の選抜法に関する基礎研究、データ処理のためのプログラム開発などの研究成果が生かされている。

さらに、1970年頃からは胚移植技術開発が行われるようになり、1979年には畜産試験場で凍結保存した胚移植により子牛が誕生する。1985年には未成熟卵子を用いた体外受精産子の作出に世界で初めて成功するなど、これらの技術も育種改良の進展に大きく貢献した。

飼養技術の要となる『日本飼養標準』の刊行

戦後経済の高度成長に伴う食生活の西洋化や農業機械の普及による役畜利用の減少により、畜産物生産のための飼養管理技術の重要性が認識されてきた。畜産物を安定的に生産するためには、家畜や家禽にエネルギー、タンパク質、ミネラルなどの栄養素を過不足なく与えることが重要で、合理的な飼養技術の基礎として日本向けの飼養標準や標準飼料成分表を作成する必要性が生じた。これに対し、1957(昭和32)年から農林水産技術会議、国・公設試験研究機関等が各家畜・家禽の飼養標準設定に関する研究、地域的飼料の成分調査等の飼養標準や標準飼料成分表策定のための共同研究を実施してきた。これらの研究成果をとりまとめ、1965年に日本最初の飼養標準として『日本飼養標準 乳牛』が刊行され、1970年に肉用牛、1974年に家禽、1975年に豚と、『日本標準飼料成分表』が刊行された。

また、こうした『日本飼養標準』と『日本標準飼料成分表』は、わが国の飼養形態や家畜の能力に適合するために常時見直しをする必要があることから、農研機構畜産研究部門が事務局となってそれぞれ4～6回の改訂を行ってきた。当初は養分要求量の記載が中心だったが、栄養面だけでなく、家畜の大型化や、多種多様な飼料、家畜の健康状態、気候変動などの畜産業に影響を及ぼす



●乳牛・豚・家禽・肉用牛の『日本飼養標準』と『日本標準飼料成分表』
畜産農家はもちろん、行政・普及・教育等の分野で幅広く活用されている

ことに対応し、養分要求量に影響する要因、飼養上注意すべき事項、飼料給与上注意すべき事項等の解説、環境問題に対応する栄養管理と環境負荷物質の低減等の新たな項目を追加している。さらに、養分要求量計算プログラムをCD-ROMとして添付するなど内容の充実を図っており、わが国の畜産業の発展に大きく貢献してきた。

持続化に向けた飼料の生産技術の開発

わが国における畜産物の生産基盤強化のためには、経営コストの過半を占める飼料費の低減が重要となっている。そこで農研機構では、持続的な畜産物生産のため、農林水産省指導の下、水田の有効活用と耕畜連携の推進も視野に入れ、飼料用稲やトウモロコシの生産・利用技術を全国の関連研究機関と共同開発した。

その一つに、2000年代から開発を進めてきた稲ホールクロップサイレージ(稲WCS)がある。完熟前の稲を茎葉も含めて収穫し、乳酸発酵させて牛など反すう家畜に給与する飼料で、2022(令和4)年現在、①穂が小さくて籾の割合が顕著に少なく、②茎葉に糖分を多く含み、③収量の多い極短穂茎葉型の6品種などが開発されている。また、稲WCS貯蔵中のカビ抑制と乳酸発酵促進効果を持つ添加用乳酸菌「畜草2号」を併せて開発し、高品質・低コストの稲WCS生産を実現した。

他方、わが国の飼料用トウモロコシについては、従来は子実や茎葉を含んだ青刈り利用が中心であったが、2008(平成20)年頃から雌穂(子実、芯、外皮)をサイレージ調製して利用する「イアコンサイレージ」や、より栄養価の高い子実のみを乾燥して利用する「子実トウモロコシ」の取り組みが広がり、2021年には北海道を中心に1,060ha(イアコンサイレージは約70ha、子実トウモロコシは約990ha)で栽培されるようになった。こうした動きに対し、農研機構では、輸入トウモロコシと同等の品質・価格での畜産利用を可能とするため、高収量が

期待できる品種選定や、湿害に強い品種、病虫害対策を含む水田輪作栽培技術、ロスが少ない収穫技術、低コスト乾燥・貯蔵技術などの開発に取り組んでいる。



●稲WCSを食べる牛



●収穫直前のトウモロコシ雌穂



●イアコン(トウモロコシの雌穂)の収穫作業

エジプトで発掘された紀元前2000年頃のパピルスには牛の伝染病が記述されているが、これは致死率の高い牛疫であったと考えられている。1921（大正10）年に農研機構動物衛生研究部門の前身である獣疫調査所が農商務省に設立されたが、その設立にはこの牛疫への対策が大きく関わっていた。農研機構は、牛疫以外にも、ブルセラ症、馬伝染性貧血、豚熱、アカバネ病をはじめとするさまざまな家畜伝染病に対して、国や地方自治体、民間、大学、国際機関等と協力しながら診断法やワクチンに関する研究などを行い、それらの防圧に努めている。

■牛疫を根絶

牛疫ウイルスによる牛の伝染病である牛疫は、致死率が極めて高く、18世紀ヨーロッパでは約2億頭の牛が死亡したとされている。当時の牛は食料以外にも使役としての役割も担っていたため、農作物の収穫量が大幅に減少した。明治以降、日本でも食生活の変化により牛の輸入が増加し、それに伴って牛疫が侵入したため、日本の畜産は大きな被害を受けた。

こうした背景から、農研機構の前身機関や関係者が牛疫ワクチンの開発を行い、1917（大正6）年に嶋崎千晴博士による世界初の牛疫不活化ワクチン、1938（昭和13）年に中村稔治博士による弱毒生ワクチン（L株ワクチン）、1953年に牛疫ウイルスに感受性の高い黒毛和種にも安全に使えるLA株ワクチンが開発され、日本を含む東アジアで牛疫の防圧に大きな効果を上げた。

1960年代になると国際連携の下で牛疫の根絶に向けた活動が始まった。1994（平成6）年に国連食糧農業機関（FAO）は国際獣疫事務局（WOAH）の協力を得ながら世界的牛疫根絶計画に動き始め、L株およびLA株ワクチンが東アジアや東南アジアでの牛疫根絶に大きく貢献した。そして2011年に、FAOとWOAHは牛疫の撲滅を宣言する。これは、地球上からの伝染病の根絶としては、天然痘に続く2例目となった。現在、LA株から派生したLA赤穂株は国際標準ワクチンとして認定され、農研



●牛疫を発症した牛
国際連携で行われた牛疫根絶の取り組みに農研機構は大きく貢献

機構動物衛生研究部門は、FAOとWOAHから承認されたワクチン製造施設として、緊急時に備えた牛疫の弱毒生ワクチンの備蓄の役割を担っている。

■行政との連携

家畜疾病の拡大を防止するためには、行政との連携が不可欠である。その事例として、牛海綿状脳症（BSE）と口蹄疫に加え、豚熱、高病原性鳥インフルエンザの4つの事例を紹介しよう。

2001（平成13）年9月、わが国で初めてBSEが確認され、大きな問題となった。農林水産省が飼料規制の徹底をはじめとする措置を講じる一方、農研機構はBSEスクリーニング・キットを共同開発、BSE罹患牛の検出に活用されることになった。また、BSEの原因となる「BSEプリオン」の高感度検出法の開発、BSEプリオン不活化の基準を示すなど、国内外のリスク評価に有用な科学的知見を提供してきた。そして各都道府県の食肉衛生検査所や家畜保健衛生所等の努力もあって、わが国は2013年にWOAHによって「無視できるBSEリスク国」に認定された。

一方、口蹄疫はアジア各国で発生が継続する中、国内では2000年に93年ぶりの発生があった。その10年後



●牛疫ワクチン
農研機構が製造・備蓄の役割を担う

の2010年の発生では、ワクチン接種動物を含む約29万頭の豚や牛が犠牲となった。農研機構は、この2つの事例から口蹄疫の原因となるウイルスを分離し、その性状ならびに病原性に関する研究を行い、口蹄疫ウイルス抗原検出キットを共同開発した。さらに、ワクチンに代わる防疫資材として口蹄疫ウイルスの増殖を抑制する化合物に関する研究を推進し、その効果を検証した。この化合物は、口蹄疫発生時に備えた緊急対応のために国家備蓄されていた。

また、豚熱については、1969（昭和44）年に家畜衛生試験場（現、農研機構動物衛生研究部門）が弱毒生ワクチンを開発したことを機に、全国的なワクチン接種が始まった。その結果、1992年を最後に発生が確認されなくなり、1996年から国内清浄化に向けた対策が開始された。全国的なワクチン接種中止を経て、2007年に豚熱清浄国としてWOAHから承認された。しかしながら、海外からの侵入ウイルスに起因する2018年の発生で清浄国の認定を失った。このように周辺国で発生があれば国内には再発



●口蹄疫ウイルス抗原検出キット（日本ハム（株）
動物医薬品製造許可の薬事承認を取得した

リスクが常に存在する。現在、アフリカ豚熱が周辺国でまん延していることから、豚熱とアフリカ豚熱を同時に診断できる診断キットを開発し、アフリカ豚熱の国内侵入に備えている。

2004年に79年ぶりに発生した高病原性鳥インフルエンザは、近年、国内で発生が継続しており、農研機構動物衛生研究部門において、発生農場の感染鶏や野鳥材料を用いたウイルスの遺伝子解析による亜型の特定と病原性の判定を行っている。また、新たに分離されたウイルスは、鶏や野鳥への感染実験を実施し、その病原性を確認している。これらの病性鑑定に加えて、インフルエンザウイルスゲノム自動解析ソフトウェアや省力的に投与可能な遺伝子組換えワクチンの研究開発等を通してウイルスの侵入経路の推定やまん延防止対策の開発を行っている。

以上のように、農研機構は、これら主要な家畜疾病に対して行政と連携した対策や研究開発を行っている。



●鳥インフルエンザウイルスの鶏への感染実験
農研機構は農場で発生した鳥インフルエンザの病性鑑定を行う

コラム 国際連携と家畜防疫

国境を越えて伝播し、発生国に甚大な被害をもたらす家畜の伝染病は少なくない。わが国では長らく発生しなかった豚熱が2018（平成30）年に26年ぶりに発生した。こうした伝染病の国内への侵入を防ぐ必要があるが、そのためには、国内の防疫体制はもちろん、「越境性」という病気の特徴を踏まえて広く国際的な連携を図ることが不可欠となっている。

農研機構では、海外試験研究機関との連携の下、病原体高度封じ込め施設である特殊実験棟を活用し、口蹄疫やアフリカ豚熱といった国際重要伝染病の病原体の性状解析に基づく新規診断法および防除技術の開発を推進している。また、農研機構の研究者がWOAHの専門委員として活躍するなどの国際貢献も果たしている。



●特殊実験棟

1893(明治26)年に農事試験場が設立されて以来、現在の農研機構に至る130年間の歴史において、米づくりをめぐる環境は大きく変化している。農研機構では、米の安定生産、良食味米生産、加工用米品種の開発など、時代に即した品種開発を進め、担い手不足や大規模化に対応した栽培方法の多様化にも取り組んでいる。「豊草原瑞穂国」という美称をもつわが国において、古来、稲作は食料生産の要であった。農研機構における稲作の研究開発はさまざまな革新的技術を生み出し、日本の農業を持続可能なものにするための取り組みを加速させている。

回 農業試験場による科学的育種の開始

遺伝学概念が十分確立していなかった時代から、一部の篤農家は栽培されている稲の中から優れた性質を持つものを選び、翌年の種子(種もみ)とすることで、品種を改良してきた。明治時代には「亀の尾」、「愛国」、「神力」などの優れた特性の在来品種が生まれ、農業試験場では、純系分離育種、人工交配育種といった科学的育種が始まった。

純系分離育種は、遺伝的に多様な個体が混じっている在来種から選抜を重ね、優良で遺伝的に均質な系統をつくる方法で、東北地方の在来種「愛国」から「陸羽20号」を育成したのはこの技術によるものであった。一方、人工交配育種は、特性の異なる品種間で交配を行って多様な性質を持つ個体群をつくり、その中から優良な性質を持つものを選抜するといった方法である。

1904(明治37)年に農研機構の前身組織である農事試験場畿内支場の技師であった加藤茂苞が稲の人工交配に初めて成功した。その後、農事試験場陸羽支場の寺尾博が、「亀の尾4号」と「陸羽20号」を親とする人工交配を行い、1921(大正10)年に近代品種の先駆けとなる耐冷性品種「陸羽132号」が生まれた。

回 多様な用途に適した品種の開発

近年、米消費における中食(家庭外で調理されたものを購入して家庭等で食事をする形態)や外食(家庭外で食事をする形態)の割合は約3割を超えて増加傾向にある。しかし、中食や外食に適する米には、「コシヒカリ」などの良食味ブランド米とは異なり、良食味でありながら収量性が高く比較的価格で取り引きされることが求められる。

そこで農研機構では、こうした要望に応じて、多収で良食味の品種や加工用品種の開発にも力を入れている。例えば、中食・外食用途の多収・良食味米品種として、2011(平成23)年に「あきだわら」、2020(令和2)年に「つ



●寺尾博

●「陸羽132号」



●稲育種水田の田植え風景

1粒の種もみから発芽した苗(個体)を定位置に植えるため、昔も今も手植え

きあかり」、2022年に「にじのきらめき」等を次々に育成してきた。また、米粉加工に適した品種として、米粉パン用の「ミズホチカラ」(2011年)や「笑みたわわ」(品種登録出願中)、さらに米粉麺用の「北瑞穂」(2014年)や「亜細亜のかおり」(2022年)など、市場ニーズに即して米の消費量拡大を牽引する品種開発に取り組んでいる。

回 水稻の栽培方式の多様化に対応して

日本の米づくりは移植栽培が中心だが、農業の担い手が減って高齢化が進む中、苗を育てる作業や田植えの作業は大きな負担となっている。また、農地の集約化が進んで経営規模が拡大し、生産効率の高い栽培技術へのニーズも高まっている。農研機構は、こうした日本の農業事情の変化に対応した、革新的な栽培技術の開発に取り組んできた。

水田に直接種もみをまく直播栽培は労働時間の短縮・分散が可能だが、移植よりも稲が倒れやすく、芽が出なかったり雑草が繁茂したりで移植栽培に比べ収量が不安定という課題があり、導入が進まなかった。農研機構で



●稲「ミズホチカラ」



●「ミズホチカラ」米粉100%で作ったパン



●稲「北瑞穂」の麺を使ったピビン麺

は、直播に適した倒れにくい品種や、直播栽培の弱点を克服する技術の開発によって、直播栽培技術の普及拡大を目指してきた。

水を入れて代かきした田に種もみをまく「湛水直播栽培」では、種まきと代かきが同時にできる播種機を開発、無コーティングの種もみを浅い土の中にかく「かん湛(たん!)」という栽培方法を確立した。また、種もみが水の中で芽を出すのを助けるため、資材費が安くて簡単なコーティング技術として「鉄コーティング」や「べんモリコーティング」を開発した。乾いた田んぼに種もみをまく「乾田直播栽培」では、大規模畑作で麦用に使われている播種機「グランドリル」を用いた大区画は場向けの高速作業体系「プラウ耕鎮圧乾田直播栽培」の技術開発を進めた。農研機構は、直播栽培技術の開発を通じて、米づくりのイノベーション創出に取り組んできた。

※注 品種名の後のカッコ内は品種登録年。



●湛水直播栽培技術「かん湛!」
浅く水をはった田に無コーティングの種もみをまく

コラム 復興支援に貢献した乾田直播栽培

東日本大震災の翌年にあたる2012(平成24)年、農研機構は、津波による流失・冠水等の被害を受けた仙台平野沿岸部の復興支援事業において3.4ha規模の大区画は場をつくり、乾田直播栽培による水稻、小麦、大豆と2年3作の輪作試験を実施した。この試験では、東北地方の平均に対して水稻57%、小麦46%、大豆72%に生産コストを低減し、省力的に作物が生産できることを実証した。こうした復興地域での取り組みは地元農家に注目され、現地視察会や研修会、シンポジウムなどを開催し「NARO方式乾田直播」として水稻の乾田直播栽培の拡大を推進した。現在、NARO方式乾田直播は宮城県を中心に東北地方で2,800ha(2022年)まで普及が進んでおり、東日本大震災の復興支援に貢献している。



●3.4haほ場の苗立ちの様子(宮城県)

農作物に大きな被害をもたらす病害虫は、古くから深刻な脅威であった。1680(延宝8)年の『永禄以来当院記録年鑑』には、いもち病の記載があり、江戸時代の農民を大いに悩ませていたことがうかがえる。農研機構は、抵抗性遺伝子を活用した耐病性品種の育成や、発生予測に資する早期防除技術の開発によって病害虫の克服に取り組んできた。また、近年は、国際連携によるグローバルな情報収集を行うとともに、海外から侵入した新たな病害虫の早期封じ込め、国境を越えて飛来するウンカ類の飛来予測などの技術開発に取り組み、防疫と農産物の被害軽減に向けた研究開発を推進している。

抵抗性遺伝子を活用したイネいもち病との攻防

米づくりにとって大敵のいもち病。1680(延宝8)年の『永禄以来当院記録年鑑』には、いもち病の記事が記載され、江戸時代の農民を大いに悩ませていたことがうかがえる。これ以降、現在まで、何十回もの大発生が記録されており、近年では1993(平成5)年の大冷害による発生が記憶に新しい。

いもち病が糸状菌の寄生によって発生することがわかった明治時代以降、予防や防除法についてさまざまな研究開発が進められ、いもち病克服の努力が重ねられてきた。農研機構が取り組んできた、いもち病の被害を抑制するための研究から、その代表的な成果を紹介しよう。

「マルチライン(多系品種)」は、複数のいもち病抵抗性系統を混合して、発病を効果的に抑制する技術である。いもち病菌にはいろいろな種類があり、それぞれのいもち病菌に対応する個別の抵抗性遺伝子が見つまっている。主要な稲品種とほとんどの特性が同一で、いもち病菌に対する抵抗性遺伝子だけが個々に異なる「同質遺伝子系統」を育成し、数種類を混合して栽培することによって、結果的に発病程度を低く抑えることが可能になる。また、2008年、農研機構は、どのように同質遺伝子系統を混合すれば最も効果的にいもち病を抑えられるかシミュレーションできる計算機モデルを開発した。新



●ジャガイモの根に寄生するGp雌成虫(白色)とシスト(茶褐色)

潟県や富山県などで活用され、いもち病の感染拡大予測や、抵抗性遺伝子の最適な混合割合の決定に活用されている。

ジャガイモシロシストセンチウの緊急防除

わが国で発生していない新たな病害虫が海外から侵入した場合、早期に防除対策を確立・実施して封じ込めを図り、そのまん延を防ぐことが最も重要となる。その一例が、2015(平成27)年に北海道の一部地域で初確認された、ジャガイモの世界的な重要害虫であるジャガイモシロシストセンチウ(Gp)だ。

Gpはジャガイモの根に寄生して養水分を収奪し、深刻な減収被害をもたらす植物寄生性線虫で、発生ほ場が拡大するとジャガイモの安定生産の大きな脅威となるため、2016年秋から植物防疫法に基づく緊急防除が行われた。

農研機構では関係機関と協力し、Gpの確認直後から防除技術開発に取り組み、緊急防除の推進を支援した。防除技術としては、土壌くん蒸剤のD-D剤(1,3-ジクロロプロペン油剤)処理による方法と捕獲作物*栽培による方法を選定し、その効果を現地実証しながら防除体系を確立した。

*捕獲作物:根から線虫の孵化を促す物質を放出し、線虫の休眠卵を孵化させる効果を有する一方、強力な抵抗性により根に寄生した幼虫を殺してしまう植物のこと。これを栽培するとGp密度を積極的に減少させることができる。



●Gp緊急防除で利用されている捕獲作物(トマト近緑野生種の一つ)

さらに、線虫の封じ込めを確実にするため、国内にはなかったGp抵抗性ジャガイモ品種を探索。Gp抵抗性で収量性が高い品種「フリア」を選定し、農研機構種苗管理センターにおける種いもの緊急増殖を経て、発生からごく短期の2021(令和3)年には、一般栽培の開始に漕ぎ着けた。

緊急防除によって、Gpが残る畑の数は着実に減少し、「フリア」の普及によってGpの再発も認められていない。さらに、抵抗性ジャガイモ品種「きたすずか」を開発(品種登録出願中)。今後もGpの着実な封じ込めの実現に貢献していく。

海外飛来性害虫への対策

農作物の害虫には海外から飛来するものも存在する。江戸時代の「享保の大飢饉」の原因ともなったウンカもその一つである。このウンカ類は、ベトナム北部・中部や中国から日本に飛来することから、いち早く防除対策を講じることができるよう、農研機構は、ウンカの飛来予測システムを開発してきた。

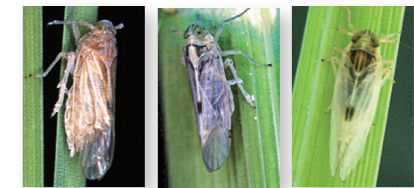
1988(昭和63)年に予測システムの原型となるパソコン用プログラム(LLJET)を開発した後、日本原子力研究所(現、日本原子力研究開発機構)と農研機構との共同研究により、トビイロウンカ、セジロウンカを対象として、3次元の気象データを利用したリアルタイムの飛来予測システムを開発。これは、日本植物防疫協会の植物防疫情報総合ネットワークシステム(JPP-NET)の中で

2009(平成21)年より実運用されている。

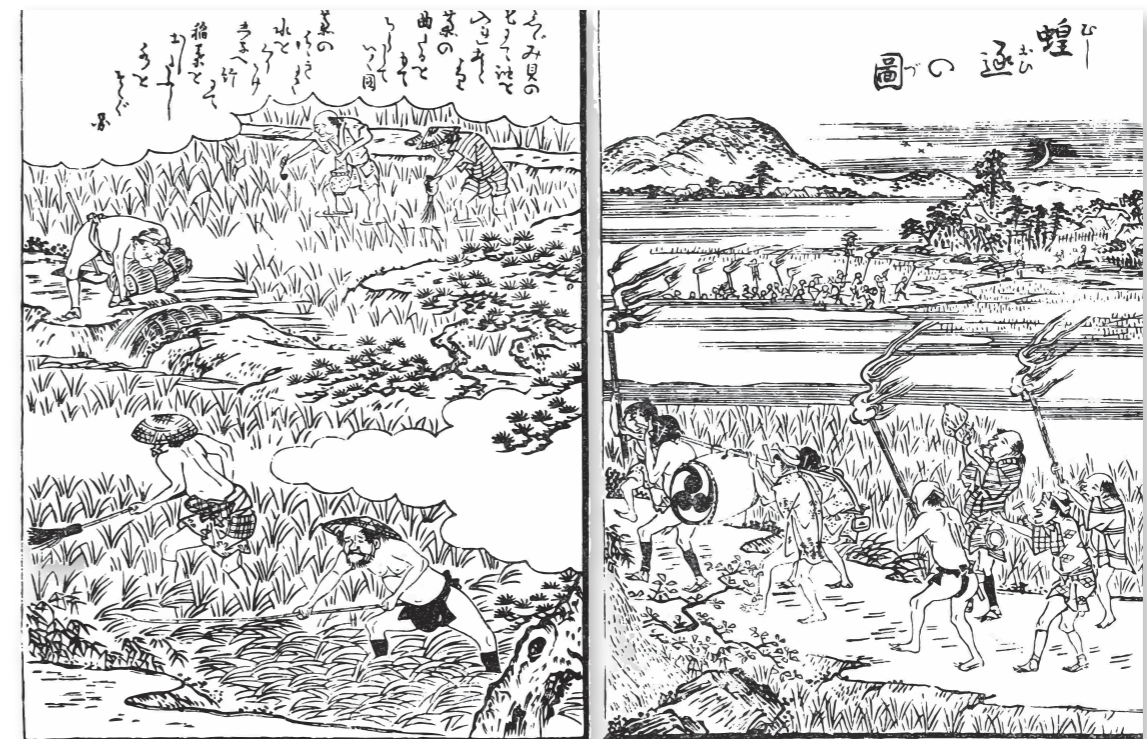
2014年には、飛来時期や飛来源が異なるヒメトビウンカを対象とした飛来予測システムを中国との国際共同研究によって開発し、JPP-NETで公開するなど、県が行う発生予測の精度と被害軽減に貢献。現在、中国やベトナムとの国際共同研究を通じて、飛来源でのウンカ類の薬剤抵抗性の情報等を収集し、発生予測精度をさらに高める取り組みを継続している。



●トビイロウンカによる稲の全面枯れの被害



●主なイネウンカ類3種
(左)トビイロウンカ、
(中)セジロウンカ、
(右)ヒメトビウンカ



●江戸時代の農書である大蔵永常著『除蝗録』よりウンカ撃退法
(左)鯨油を水面に撒いてほうきで稲株を払ってウンカを落下させ、溺死させる
(右)松明をともして太鼓をたたき、村境まで虫を追いやる虫逐い

稲作における農機の発展は、農作業の効率を飛躍的に高めた。大正時代には、水田への揚水や排水をはじめ、脱穀作業、精米作業などが機械化された。しかし、最も多くの労力を必要とする「田植え」の機械化については、明治時代から取り組まれていたものの、その実現はなかなかまならなかった。そんな中、昭和30年代に農研機構の前身である農事試験場が発案した「土付き稚苗用田植機」が契機となって、今日の田植機の実用化への道を大きく切り拓いた。以来、田植機に加えて、収穫機であるコンバインの開発など、現在に至るまで米づくりの機械化は大きく進展し、稲作労働時間の大幅な削減に貢献している。

稲作を変えた田植機の進化

田植えにかかる時間や労力、手間を減らして農作業と農家を楽にするための「田植えの機械化」は、明治時代から取り組まれてきたが、長く実用化には至らなかった。しかし、田植えの常識を覆して、十分に大きく育った「成苗」ではなく、土の付いた10cmほどの「稚苗」を移植するという発想の転換と、新たな施設や資材を使った育苗法が開発されたことによって機械化実現の道が切り拓かれた。

発端は、昭和30年頃に長野県の農業試験場の技師が室内育苗法と小型の室内育苗器を開発したことに始まる。稚苗を使った「土付き稚苗用田植機」を農事試験場（現、農研機構）の寺尾博が発案し、1965（昭和40）年、農機メーカーから「人力1条田植機農研号TM1-4型」として発売された。この田植機は、手植えの約5倍の能力があり、農家でも購入可能な価格であったことから、4年間に4万台以上を売り上げた。なお、これは、日本初の実用的な田植機であり、2016（平成28）年に公益社団法人発明協会により「戦後日本のイノベーション100選」に選定される画期的な発明となった。

1968年には、農業機械化研究所（現、農研機構農業機械研究部門）と農業機械メーカーが共同で乗用型のプロトタイプを開発し、昭和50年代に入って市販化された。しかし、乗用型は従来の歩行型に比べ、作業者への負担が軽くなる反面、作業速度は変わらず、価格も高かった。そこで、農業機械化研究所の山影征男と小西達也が革新的な低振動のロータリー式植付機構を発明し、高速化した乗用田植機が実現する。1985年に公表されたこの成果を基に、技術移転を受けた農業機械メーカー各社が高速乗用田植機をこぞって売り出したことで、田植え作業の省力化と高能率化は一気に進んだ。

平成以降、農研機構では、人口減少時代における社会課題に対応して「いかに省力的に生産できるか」を目指



●1965年に市販化された「人力1条田植機 農研号 TM1-4型」



●農機研式高速乗用田植機（機上は山影征男）
この田植機に使われた革新的ロータリー式植付機構が各社に技術移転され、田植機の高能率化が一気に進展

した研究開発に取り組んでいる。2001（平成13）年には、自動直進機能を備えた「自動直進田植機」、2008年には無人作業が可能な「田植えロボット」を開発した。これらの成果をもとに2016年に「自動直進田植機」、2022（令和4）年に「自動運転田植機」が農業機械メーカーより市販化された。

農業ロボティクス実現への挑戦

農家の高齢化と担い手の減少という課題の解決策として、ロボット導入による省力化、効率化が期待されている。農研機構では、ロボット農用車両を用いた農作業効率化技術の研究を進めてきた。農業機械メーカーと共同で実施している、複数台のロボットトラクタを作業員1人で運用できる遠隔監視作業システムの研究もその一つ。現時点では公道をロボットが無人で走行することは認められていないが、将来の法改正を見込んで、農研機構ではほ場間移動を自動化するための技術開発を行っている。移動中の安全を確保するために、各種センサを搭載してロボット周辺の環境を計測して停止や迂回などを自ら判断させる技術や、ほ場が集約された地区全体を監視して進入者を発見する技術の開発など、さまざまな試行を続け、農業ロボティクス実現に向けて取り組んでいる。



●現地実証試験で作業中の自動運転田植機
2022（令和4）年2月、農業機械メーカーから市販化



●2台のロボットトラクタによる耕うん作業（遠隔監視作業システム）



●ドローン撮影画像から復元した大豆畑の立体CG画像

コラム もう一つの「戦後日本のイノベーション100選」

稲作機械化の最盛期であった昭和30年代、バインダ（刈取り・結束）、脱穀、選別までを一台でこなすコンバインの開発が進められた。当時、畑作中心の欧米で普及していた「普通型」と呼ばれるコンバインが導入されるも、日本の水稲には不向きであったことから、穂先だけをこぎ胴に通す「自脱型」の開発を求める声が高まっていた。農事試験場（現、農研機構）の狩野秀男は早くから自脱型の時代が来ると考え、自脱型コンバインの研究・開発に着手。1962（昭和37）年に1号機を試作し、翌年には狩野の呼びかけで「水稲収穫機械化研究会」が発足したことで各メーカーが開発に加わり、1966年に「自脱型コンバイン」が誕生した。この「自脱型コンバイン」は、前述の田植機とともに「戦後日本のイノベーション100選」に選ばれている。



●日本初の自脱型コンバイン

多様な用途に対応した麦類の品種開発戦略

世界三大穀物の一つとして知られる小麦や大麦などの麦類は、わが国の食生活においてパンや麺、菓子、味噌など、じつにさまざまな用途で利用されている。2021（令和3）年の一人当たりの小麦の年間消費量は32kgで、米の52kgに次ぐ主要な作物だが、麦類の国内自給率はきわめて低い。多様な用途を持つ麦類の品種開発では、実需者および消費者のニーズを的確に捉えることに加え、栽培の観点から農家の要望に応えることも重要になってくる。農研機構では、こうしたニーズに対応した品種開発を推進。小麦ではパンやうどん、パスタ等、多様な用途向けの品種を育成し、大麦では健康機能性が期待できる品種育成により、全国各地で普及の取り組みを続けてきた。

回 パンや中華麺を国産小麦100%で！

戦後、欧米の食文化や麺料理などが国内で急速に広まるとともに、国内の小麦消費量は増大した。一方、収益性が低く、パンなどの用途に対応した品種の安定生産が難しい国産小麦の生産は急激に減少し、1973（昭和48）年の自給率は4%にまで落ち込んだ。しかし、水田転作の強化や畑作物振興の下で国内の小麦生産拡大への取り組みが行われ、2020（令和2）年現在の自給率は15%にまで回復した。近年、消費者の安全志向の高まりとともに国産小麦の需要は拡大しており、食料自給率向上の観点からも、国産小麦の増産は喫緊の課題となっている。

そこで農研機構では、製粉業者などの実需者のニーズに応じた加工適性の高い品種の育成を進めてきた。2011（平成23）年に品種登録された秋まき小麦品種「ゆめちから」は、消費者からの強い要望があった国産小麦100%のパンの安定供給を可能とした、画期的な北海道向け超強力小麦品種である。パンづくりで重要な「グルテン」の力が強く、うどんが主用途の他の国産小麦とブレンドすることでおいしいパンが焼ける。近年では、中華麺や生

パスタ、さらにタンパク質を多く含むことから醤油原料にも使われている。秋まき小麦の重要病害であるコムギ縞萎縮病にも強く、発生地帯での安定生産に貢献している。現在、大手製粉メーカー各社から「ゆめちから」を使用した小麦粉が販売され、町のこだわりパン屋から大手製パンメーカーまで広くパン用に利用されるなど、国産小麦の有名ブランドに成長するまでになった。うどんでは、色調に優れた豪州産小麦「オーストラリアン・スタンダード・ホワイト」と同等の白さで、多収で製粉性に優れた小麦品種「びわほなみ」（2022年）が滋賀県を中心とした西日本地域で栽培が広がっている。中華麺用では、温暖地向け小麦品種「タマイズミ」のコムギ縞萎縮病に罹病しやすいという欠点を改良した小麦品種「タマイズミR」（2019年）が東海地域を中心に普及している。パスタ向けには、瀬戸内地域など降雨の比較的小さい地域における一般栽培が可能なデュラム小麦品種「セトデュール」（2018年）が、製粉会社との共同研究により育成された。農研機構では、各地の栽培環境に適して多様な用途に応じた小麦品種の育成を、今後も推進していく。



●小麦「ゆめちから」（左）と「ゆめちから」の小麦粉を活用したパン（右）「超熟 国産小麦山型」（Pasco）超強力「ゆめちから」をブレンドすることで、国産小麦100%のパンづくりが実現



●小麦「びわほなみ」からできた麺
小麦粉の白さと多収が特長で生産拡大中



●もち性大麦「キラリモチ」（左）の炊飯麦
従来品種（右）と比べ褐変しにくい



●大麦「カシマゴール」
麦茶用大麦品種



●大麦「はるか二条」
焼酎用大麦品種

回 機能性が期待できる食用大麦品種の育成

大麦ご飯や味噌、麦茶、焼酎など多くの食品や飲料に加工される大麦には、粘りが少ない「うるち性」と粘りが強い「もち性」がある。後者は、前者に比べて食物繊維量が多く、もちっとした食感がおいしいと近年人気を集めており、国内のもち性大麦品種の生産・需要が急拡大している。

こうした中、農研機構は、大麦品種に含まれる水溶性食物繊維β-グルカンが健康機能性に関わるとの研究結果があったことから、この特徴を活かして大麦の需要拡大を図ることを目的に、β-グルカン含有率の高い系統開発を実施してきた。β-グルカン含有率は、もち性品種のほうが高いため、2013（平成25）年から開始した「機能性を持つ農林水産物・食品開発プロジェクト」では、もち性品種を用いてβ-グルカンの多い大麦ご飯を食べ続けると内臓脂肪面積が低下することや、食後血糖値上昇を抑制することを、ヒト介入試験で実証した。

もち性大麦を用いた大麦ご飯は嗜好性が高く、継続的に食べることができるという評価も得られている。また、同プロジェクトでは、温暖地向け炊飯麦が褐変しにくいもち性大麦品種「キラリモチ」（2012年）を使用したのが、その後、寒冷地向けに「はねうまもち」（2019年）、暖地向けに「くすもち二条」（2019年）など、農研機構が育成したもち性大麦品種が普及拡大している。

さらに、麦茶用の品種としてオオムギ縞萎縮病に強く、多収が特長の大麦品種「カシマゴール」（2012年）が茨城、岐阜、愛知で、焼酎用品種として穂発芽しにくく、オオムギ縞萎縮病に強い多収が特長の大麦品種「はるか二条」（2014年）が福岡、佐賀、長崎で普及するなど、農研機構が育成した大麦品種が大麦の栽培面積拡大に大きく貢献している。

※注 品種名の後のカッコ内は品種登録年、品種登録以前の品種（農林10号）は農林認定品種への登録年。

コラム 人類を飢餓から救った日本の小麦

稲塚権次郎は1918（大正7）年、農商務省の農事試験場（現、農研機構）に就職。稲と小麦の品種開発で大きな業績を残した。中でも重要なものが、岩手県農事試験場で1935（昭和10）年に育成した小麦品種「農林10号（NORIN TEN）」。

草丈が短くなる遺伝子（半矮性遺伝子）を持つため、背が低く茎が強靱であることが最大の特長で、重い穂を支え、小麦の収穫量を大きく増加させた。戦後、連合国最高司令官総司令部（GHQ）の遺伝資源収集によってアメリカに渡り育種親として活用され、世界中で多収品種が育成された。品種改良と多肥栽培技術により20世紀後半に世界平均で小麦の面積あたりの生産量は約3倍に増加、多くの開発途上国で懸念された食料危機は回避された。この「緑の革命」の功績でノーベル平和賞を受賞したノーマン・ボーローグ博士は「私の研究はNORIN TENなしでは完成しなかった」と述べている。



●1981年、金沢で開催された日本育種学会のパーティで初めて対面した稲塚権次郎氏（左）とボーローグ博士（右）
（写真：千田篤著『世界の食糧危機を救った男 稲塚権次郎の生涯』家の光協会より）

南北の拠点で推進するイモ類の品種開発

サツマイモとジャガイモは、いずれも江戸時代頃に日本に持ち込まれ、イモ類の中でもとりわけ私たちの身近な農産物となっている。青果用として食されるだけでなく、さまざまな加工品の原料としても利用されており、日本の食生活には欠かせない。

これらの品種開発は、農研機構の九州沖縄農業研究センター、作物研究部門および北海道農業研究センターが中心的な役割を担ってきた。サツマイモではさまざまな用途の品種開発に取り組み、古来のイメージをくつがえす色素用品種なども開発してきた。またジャガイモの品種開発では生食・ポテトチップス・サラダ・フライドポテトなど用途に応じたバラエティを増やしてきた。

サツマイモのイメージを変える品種の育成

古くから主食の代替、副食や間食として日本人の食生活に定着したサツマイモ。明治時代にはデンプン工業原料としての需要も増え、大正末には国民の重要な食料となった。昭和初期には農林省の甘藷改良増殖試験事業の成果として沖縄県の農業試験場で「沖縄100号」が育成されるなど、全国規模の育成体制も整備されるようになった。また、サツマイモは、戦中・戦後の食糧難の時代には国民を飢えから守った農産物でもある。

しかしながら、食料事情が好転し、社会経済が豊かになると需要は減少し続け、いつしか脇役的な存在になってしまう。そこで、農研機構は、サツマイモのブランド化による需要拡大を目指して、実需者などと連携した新品種や加工利用技術の開発に取り組んできた。例えば、1966(昭和41)年に育成されたサツマイモ品種「コガネセンガン」はその一つである。

「コガネセンガン」はデンプン原料用の品種として開発されたが、現在はいも焼酎原料の主力品種として利用されているほか、いもかりんとう(いもけんぴ)などの菓子の原料としても利用されている。



●サツマイモ「コガネセンガン」
いも焼酎は大半がこの品種を原料としている



●焼酎「茜霧島」(霧島酒造(株))
鮮やかなオレンジ色が特徴の「タマアカネ」使用



●わらびもち
サツマイモのでん粉は「わらびもち」にも利用される



●干しいも
「ほしあかね」(上)は「べにはるか」(下)と比べてオレンジ色に仕上がる

サツマイモには、そのほか青果用品種や加工用品種があり、農研機構は、これらいずれの品種の育成にも取り組んでいる。加工用のうち焼酎用では、フルーティな焼酎の原料となっている「タマアカネ」(2011年)、デンプン用では、みずみずしい特徴的な食感を持つ食品素材に利用されている「こなみずき」(2012年)、干しいも加工用ではオレンジ色で透明感のある干しいもに仕上がる「ほしあかね」(2022年)など、実需者や消費者のニーズに応えるサツマイモ品種を育成し、人々の健康で豊かな食生活に貢献してきた。



●「べにはるか」の焼きいも
甘くてしっとりとした食感が人気を呼び「焼きいもブーム」を牽引

また、私たちの最も身近なサツマイモである青果用品種も数多く育成している。1985年に育成された「ベニアズマ」は、主に関東で栽培され、長きにわたって栽培面積が最も大きい品種であった。現在でも、焼きいもやいもようかんなどの菓子の原料としても幅広く使われている。一方、2010(平成22)年に育成された「べにはるか」は、その甘くてしっとりとした食感が人気を呼んで、平成の焼きいもブームを牽引した。現在、青果用の品種「高系14号」や「ベニアズマ」の栽培面積を上回り、干しいもの原料のほか、洋菓子や和菓子など幅広く利用されている。

また、1999年に民間企業と共同で育成された「アヤマラサキ」*は、それまでのサツマイモの常識を打ち破る、世界初の色素原料用のサツマイモ品種である。ポリフェノールの一種であるアントシアニン色素を多く含むため、肉色は濃い紫色で、健康機能性研究とも相まって新たな需要を切り拓いた。

*アヤマラサキ:正式な品種名は「アヤマラ サキ」



●紫サツマイモ利用商品
紫サツマイモのアントシアニンを色素や機能性成分として利用



●ジャガイモ「はるか」(左)とポテトサラダ(右)
目が浅く皮むきが簡単。サラダ、コロッケなど幅広い料理に向く

ジャガイモ品種開発のバラエティ戦略

ジャガイモは、味が淡白なことから、和風、洋風など幅広い料理に利用されている。また、ポテトチップスなどの食品加工用や片栗粉のようなデンプン原料用としても利用され、私たちの食生活に深く根づいている。とはいえ、ジャガイモの品種といえば、いまだに「男爵薯」と「メークイン」のイメージが強い。こうした中、農研機構では、消費者、生産者、加工業者などのニーズに応える品種や安定生産を維持するために病害虫抵抗性をもつ品種(p.71参照)をはじめ、さまざまな品種の開発に取り組んできた。

その先駆けとなったのが、国産ポテトチップス原料の大半を占めるジャガイモ品種「トヨシロ」(1976年)、黄肉で良食味の生食用ジャガイモ品種「キタアカリ」(1988年)である。その後も、「とうや」(1995年)、ポテトサラダ加工に適した「さやか」(1998年)や「はるか」(2009年)、デンプン原料用で極多収の「パールスターチ」(2020年)、濃黄肉で良食味の「インカのめざめ」(2001年)のほか、赤や紫の肉色で食卓を彩るカラフルポテト品種(「キタムラサキ」(2006年)、「ノーザンルビー」(2009年))などのジャガイモ品種開発を推進、バラエティを増やす戦略をとりつつ、日本の食卓を豊かにする取り組みを推し進めている。

※注 品種名の後のカッコ内は品種登録年、品種登録以前の品種(コガネセンガン、トヨシロ)は農林認定品種の登録年。



●ポテトチップス
「トヨシロ」は油加工で褐変しない性質を持ち、国産ポテトチップス原料の大半を占める



●ポテトスナック「北海道いもこまち」(カルビー(株))
赤い「ノーザンルビー」、紫色の「キタムラサキ」、白色の「トヨシロ」を使用

副食物として栽培・利用される野菜にはさまざまな種類がある。とりわけ、明治時代になってからはヨーロッパの野菜を積極的に導入したことで、一年を通じて世界でも類がないほど多くの種類の野菜が入手できるようになった。より収量を増やす、よりおいしい品種を育成するといった野菜生産の課題に応えるため、農研機構は、高品質なブランド野菜の開発とともに、生産しやすい品種の開発や生産性の高い施設園芸技術の開発などに取り組み、野菜生産の振興に貢献してきた。

イチゴのブランド品種開発の歴史と戦略

わが国のイチゴ品種開発は、「福羽」(1900年頃:育成者・福羽逸人)から始まった。1950年代には海外品種「ダナー」が導入され、これを利用した新品種「開発が活発化して、1980年代には西日本・東日本の主力品種となる「とよのか」や「女峰」が育成された。現在は「とちおとめ」、「あまおう®」(品種名は「福岡S6号」)、「紅ほっぺ」などの主力品種を中心にして、各地のブランド品種開発の取り組みが多品種化を推し進めている。農研機構が育成した「とよのか」、「さちのか」などの品種は、各育成地の交配素材としても広く活用されている。

一方、イチゴの生産量自体は緩やかな減少傾向にある。その要因の一つに、栽培管理(摘果など)、収穫、調製(選別やパック詰め)などで、年間2,000時間/10aもの労働時間がかかることが挙げられる。農研機構が育成したイチゴ品種「恋みのり」(2020(令和2)年品種登録)は、生産

の省力化に貢献する特性が注目されている。

「恋みのり」は大粒(約18g/粒)で、面積当たり収量が「さちのか」等よりも4割も多収になるうえ、果房が長いので果実を見つけやすく、摘果(商品価値が低い果実を取り除く作業)など、栽培管理や収穫作業が容易になるという長所がある。さらに、果実の揃いが良いので調製作業を軽減できる。例えばイチゴ品種「さちのか」と比較して、栽培管理作業で約4割、収穫作業で約2割、調製作業で約3割の省力化が可能となる。さらに、日持ち性が良く長距離輸送にも適していることから、国内需要だけでなく輸出拡大にも寄与できる品種として、生産が拡大している。

生産しやすい特性をもった品種の開発

通常のナスは、受粉・受精しなければ果実は肥大しない。特に低温期の施設栽培などでは受粉・受精しにくく



●「恋みのり」
省力生産と輸出拡大に貢献するイチゴ



●「あみのり2号」
受粉の要らない単為結果性ナス



●「あきめき」
複数の根こぶ病菌に抵抗性をもつハクサイ



●つくば実証拠点の植物工場の外観
農研機構では、「モデルハウス型植物工場実証・展示・研修事業」をつくば実証拠点(茨城県つくば市)と九州実証拠点(福岡県久留米市)の2カ所で行った

なることから、植物ホルモン剤で一花ごとに着果促進処理を行う。農研機構は、受粉しなくても果実が肥大する単為結果性ナス品種「あみのり」を2009(平成21)年に育成し、2016年にはさらに多収なナス品種「あみのり2号」を育成した。「単為結果」の特性は、低温期や閉鎖的環境においても、植物ホルモン剤の施与や訪花昆虫(マルハナバチなど)の利用などの着果促進処理が不要となるため、労力や費用の低減に寄与する。両品種とも、果肉の白さや緻密な肉質にも特徴があり、「見た目がきれいで「おいしい」品種として人気を呼んでいる。

また、2013年には株式会社日本農林社と共同で根こぶ病抵抗性と黄化病抵抗性を持つハクサイ品種「あきめき」を開発した。根こぶ病は、ハクサイ、キャベツなどのアブラナ科野菜に大きな被害をもたらす土壌病害で、被害株の根はこぶ状になって、しおれて生育不良となり、ひどくなると枯死する場合もある。「あきめき」は、根こ

ぶ病に強い抵抗性と黄化病に中程度の抵抗性があるため、防除のコスト削減および薬剤処理に要する労力の軽減が期待できる。

「植物工場」を核に施設生産技術を進化

農研機構は、施設園芸における研究開発にも取り組んできた。代表的な施設栽培野菜の一つにトマトがある。わが国の施設栽培トマトは、糖度は5~6%と高いが、収量が20kg/m²にとどまっている。農研機構では、農林水産省の「モデルハウス型植物工場実証・展示・研修事業」によって2009(平成21)年から多収技術の開発・実証をスタートさせた。その結果、日本においても品種選定とハウス内の環境制御を適切に実施することで、1m²当たりトマトの収量は50kgを超え、オランダの水準に近い収穫が可能であることが確かめられた。

さらに2011年以降、植物工場については民間企業とコンソーシアム(共同事業体)を形成し、多数の特許を取得するなど、数多くの成果を生み出してきている。その一つが、高い収量性のオランダ品種に日本の高品質の品種を掛け合わせて育成したトマト品種「鈴玉」で、「おいしくて、高収量」な新品種の実現した(2021(令和3)年品種登録)。

同時に、農研機構は、施設園芸作物の生育・収量予測ツール技術を核としたデータ駆動型生産システムの研究開発に取り組み、トマト、キュウリ、パプリカ、イチゴに対応できる「NARO生育収量予測ツール」を開発しており、ここ10年で日本でのトップクラスの施設生産技術は格段の進歩を遂げるようになった。この従来にない迅速な研究の展開には、「植物工場」という具体的なプラットフォームで、技術統合(インテグレーション)し、見て(実証)、伝える(研修)が効果的に図られたことが大いに貢献した。



●「鈴玉」
養液栽培向けの良食味・多収の大玉トマト

国内産ブランドに向けた果樹の品種改良

農研機構では、リンゴ、ナシ、モモ、ブドウ、カンキツ類、カキ、クリなど幅広い果樹を対象に、国内市場に適し、日本の果樹産業の競争力を高めることができる新品種を開発してきた。品種育成では、果実の品質、収量、耐病性、環境適応性を向上させるために、従来の交雑育種、分子育種、ゲノム編集、バイオテクノロジーなどのさまざまな技術を活用している。地域と協力した新品種の評価と普及、ブランド化に取り組み、「ふじ」、「幸水」、「不知火」、「シャインマスカット」など、特徴あるブランド品種の開発に貢献している。

わが国におけるリンゴ品種の変遷

林檎(リンキン、和リンゴ)は、鎌倉中期以前に中国から渡来したといわれている。江戸時代頃まではお盆のお供え物などとして栽培されていた。明治時代になって、西洋ナシ、ブドウ、モモ、オレンジ等とともに西洋リンゴが欧米から導入され、政府による生産奨励がきっかけとなって、わが国の果樹農業には革命的な変化が生じ、和リンゴはほとんどその姿を消すことになった。

西洋リンゴは、当初和リンゴと区別して「苹果」と呼ばれていた。1875(明治8)年から内務省勸業寮が全国の各府県にリンゴ苗木の配付を開始、栽培を奨励した結果、各地域それぞれの気候に適合した、さまざまな外国生まれの品種が栽培されるようになる。この間、各地でそれぞれに和名が付けられ、品種の名称に混乱を招くこともあったが、1900年に帝国苹果名称一定会によって品種名が統一され、混乱に終止符が打たれた。

明治・大正期は、果樹園内に多くの品種を植栽してリンゴ生産を行っており、品種別の正確な生産量は不明であるが、海外から導入された品種の中で食味などに優れた品種に「国光」や「紅玉」等の名称がつけられ、生産が拡大していった。大正期には「デリシャス」を導入。さらに、ボルドー剤や石灰硫黄合剤などの農薬や化学肥料の使用、袋かけなどの栽培技術の向上にも後押しされ、リンゴは東北地方を中心とした冷涼な地域に定着し、昭和初期には青森県と長野県が二大産地としての地位を確立していった。

第二次世界大戦によってリンゴ生産は壊滅的な打撃を受けた。しかし、戦後の高度経済成長とともにリンゴ生産は飛躍的に拡大し、これを支えた品種は、戦前から栽培されていた「国光」と「紅玉」であった。

一方で、バナナやオレンジ等の貿易自由化が進み、生産農家はリンゴの価格低迷に苦しんでいた。そこに登場したのがリンゴ農林1号の「ふじ」だった。1939(昭和14)年、のちに「ふじ」を生み出す「国光」と「デリシャス」



●林檎(和リンゴ)



●リンゴ「ふじ」の果実

の交雑が、園芸試験場東北支場(現、農研機構果樹茶業研究部門盛岡研究拠点)で行われた。2,000粒を越える交雑種子から968本の実生個体が得られ、結実した596個体から品質と貯蔵性の良さに注目した選抜が行われた。ここで選ばれた1個体が、1962年に「ふじ」と命名された。

「ふじ」は、それまでのリンゴのイメージを一新するすばらしい食味品質をもった品種であるとともに、圧倒的な貯蔵性の高さが特徴となった。「国光」の価格が暴落しリンゴ産業の衰退が危惧されていた当時、「ふじ」はリンゴ産業の救世主と呼ばれ、「国光」、「紅玉」に置き替わって生産が拡大していった。現在、「ふじ」は世界で最も多く栽培される品種といわれている。



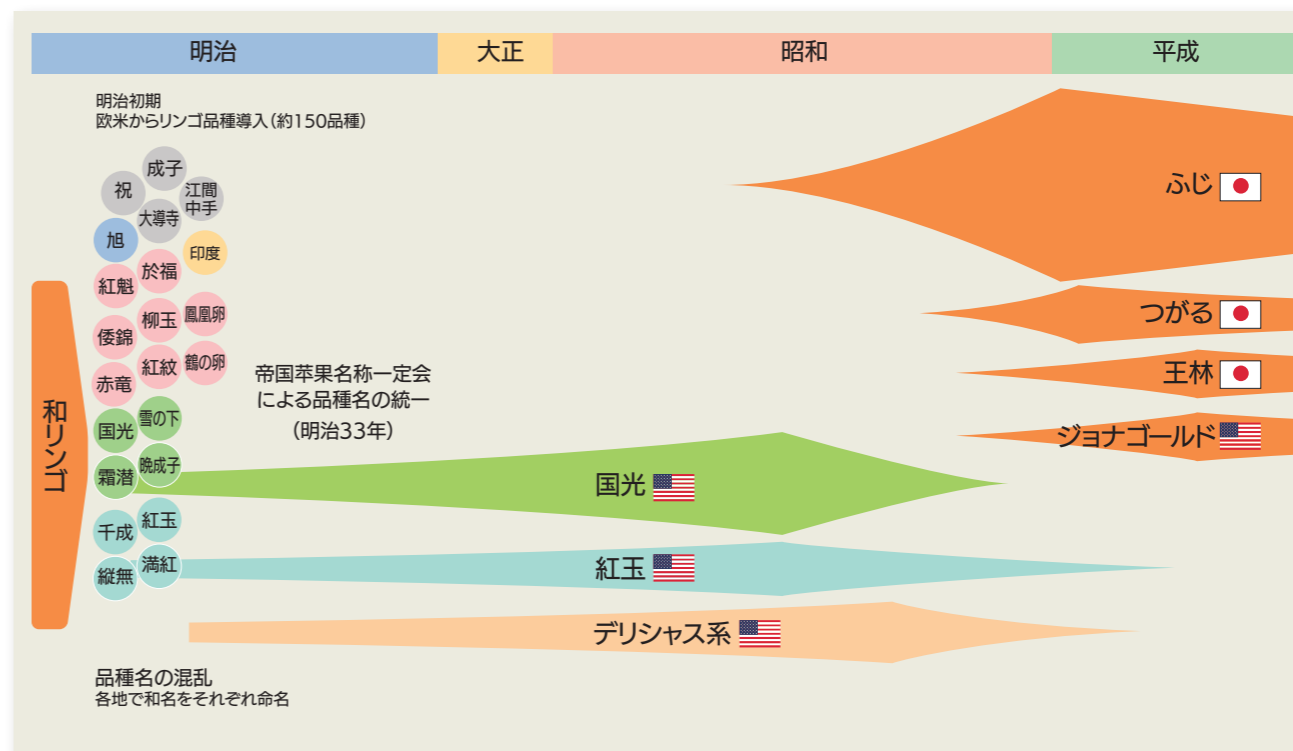
●リンゴ「国光」



●リンゴ「デリシャス」



●リンゴ「王林」



●日本における主要リンゴ品種の変遷

コラム 今も盛岡に残る「ふじ」原木

リンゴ産業の救世主とも呼ばれた「ふじ」。その普及は、農研機構果樹茶業研究部門の盛岡研究拠点にある一本の原木から始まった。「国光」と「デリシャス」を交配させた品種改良は、1940(昭和15)年に実生個体を得た。その一本はロ-628の個体番号を与えられ、その後「東北7号」としてその味と貯蔵性で注目を集める。この「東北7号」が「ふじ」と命名された。

やがて「ふじ」は、日本国内ばかりか世界で最も栽培されるまでになった。由来の一つとして「富士山のように日本一の品種になれ」と命名された品種は、それを上回る奇跡を起こした。2023(令和5)年に83歳となる「ふじ」原木は、1961年の研究所移転に伴って育成地の青森県藤崎町から岩手県盛岡市に移植されたが、今も増えゆく子孫を見守っているにちがいない。



●盛岡研究拠点の「ふじ」原木
世界中のすべての「ふじ」は、この原木の枝を接木して増殖された

回 ブドウの人気ブランド品種「シャインマスカット」の登場

「シャインマスカット」は、農研機構果樹茶業研究部門が開発した大粒ブドウ品種である。果肉が硬くてかみ切りやすく、皮ごと食べられて、欧州ブドウに近い食感とマスカットの香りが特徴で、その人気の高さから急速に栽培面積が拡大してきた。

わが国には明治になって欧州と米国の両方からブドウが導入されたが、雨の少ない気候に適した欧州ブドウは、雨の多い日本では病気や裂果が発生して栽培が難しく、ほとんど栽培されていなかった。一方、米国ブドウは比較的病気に強く、「デラウェア」などの品種が全国で広く栽培されたが、これらは小粒で果肉の硬さや香りは欧州ブドウとは異なるものだった。

そこで、わが国のブドウ育種家たちは、欧州ブドウの肉質を持ち、米国ブドウのように栽培しやすい品種を育成することを目指した。まず育成された品種は、欧州ブドウと米国ブドウの掛け合わせから1945(昭和20)年に生まれた「巨峰」である。欧州ブドウより病気に強く、果肉の硬さやかみ切りやすさは欧州ブドウには及ばないが、米国ブドウのようなフォクシー香(グレープジュースのような甘い香り)が特徴だった。その後の品種育成は、この「巨峰」と近縁の品種や欧州ブドウとの交配が進められたが、「巨峰」との組み合わせから容易に欧州ブドウの「肉質」は得られなかった。また、欧州ブドウ同士の交配では、病気に強い品種は育成できなかった。

こうした中で、農研機構のブドウ育種グループも欧州ブドウと米国ブドウの交配を進めたが、果粒は小さく、果肉の肉質も中間的なものばかりで、目的とする肉質と香りを持つ個体はなかなか生みだせなかった。しかし、その中に果粒がやや大きく、肉質が欧州ブドウ品種の「マスカット・オブ・アレキサンドリア」に近いものが一

だけ見つかったことが突破口となった。1988年、この個体に大粒の欧州ブドウ品種を交配した中から選抜された一団体が目的とする形質を有しており、全国での試作試験を経て「シャインマスカット」が誕生し、2006(平成18)年に品種登録された。研究者の長年の努力が実を結び、べと病、晩腐病といったブドウの主要な病気には「巨峰」並みに強く、雨の多い日本の気候でも露地あるいは簡易雨よけ栽培で育てられる品種が生まれたのである。最近では「シャインマスカット」を交配親として、多数の品種が育成されている。

回 バラエティに富んだカンキツの品種開発

農研機構では、生食用カンキツ類の品種開発に長年取り組んできた。カンキツ品種「清見」は、1949(昭和24)年に温州みかんの食べやすさとスイートオレンジの香りを兼ね備えた品種開発を目標に交配が行われ、1979年に育成された。「清見」を母親にすると種無しで食味に優れた個体が高頻度で得られることから、育種親としても多く用いられており、「清見」との掛け合わせから「不知火」、「はるみ」、「せとか」など、多くの優良カンキツ品種が育成された。

こうした生食用品種に加えて、加工用のカンキツ品種の開発にも取り組んでいる。その一つが、カットフルーツ向けの品種開発である。近年、手軽に食べられるカットフルーツの人気の高まっている。また、フルーツケーキやフルーツサンドなど、高級果実を使った付加価値の高い加工品の新たな需要も生まれている。しかしながら、カットフルーツに適したカンキツ類は、海外産のオレンジやグレープフルーツが中心で、国内産はほとんど利用されていなかった。

そこで農研機構では、果実をカットした際に果汁の流



●ブドウ「シャインマスカット」
病気に強く、日本で栽培しやすい品種。食味が良く、皮ごと食べられる。2022年にブドウの国内栽培面積で1位になった



●カンキツ「不知火」
果形が特徴的(デコ)で、皮もむきやすく食べやすい品種。糖度・酸度が一定の基準を満たしJAから出荷されたものは「デコボン®」として売られている

出が少ない、カットフルーツに適したカンキツ品種「あすき」を育成した。露地栽培でも高品質果実の指標である高糖度の果実が安定して生産できることが特長で、2020(令和2)年12月から流通がスタートした。普及が始まったばかりのため、まだまだ認知には時間がかかるが、国産果実の消費拡大と需要喚起に結びつくことが期待されている。

回 農研機構が育成した主要品種の数々

農研機構における果樹品種育成の成果では、ナシも取り上げたい。肉質等の果実品質に優れ、黒斑病抵抗性を持つ早生品種「幸水」が1959(昭和34)年に、中生品種「豊水」が1972年に育成され、最もポピュラーなナシの品種となった。近年では、黒斑病・黒星病複合抵抗性の品種で、「幸水」と「豊水」の間に収穫でき、良食味の品種として普及が期待されるナシ品種「ほしあかり」を2015(平成27)年に、人工授粉の省力化が可能な良食味ナシ品種「なるみ」を2016年に育成するなど、新たな特性の品種も育成してきた。

核果類では、多汁で甘味が多く食味に優れる白肉のモ



●ナシ「幸水」
日本で一番栽培されているナシ品種。そのシェア(面積)は40%にもなる

モ中生品種「あかつき」を1979年に育成し、渋皮がむきやすいクリ品種「ぼろたん」(2007年品種登録)は、2019年時点で熊本県、茨城県、埼玉県など全国215haで栽培されている。レモン、ウメなどの品種育成などにも取り組み、果樹生産者や消費者のニーズを踏まえて、農研機構は、果物の生産と消費の拡大に向けた研究開発を進めている。



●モモ「あかつき」
日本で一番栽培されているモモ品種。そのシェア(面積)は19%である



●クリ「ぼろたん」
加熱することで渋皮が簡単にむける画期的なクリ品種

コラム 果樹生産にもスマート農業を導入

近年、情報通信技術の進展とともに、農業分野でもスマート農業が急速に普及している。稲作などに適用されているほか、果樹栽培にもスマート化の潮流が生まれている。農研機構が「人工知能未来農業創造プロジェクト」において取り組んだ試みもその一つである。

同プロジェクトでは、果実生産の大幅な省力化に向けた自動走行車両・収穫ロボットの開発を推し進めた。ポイントは、樹高が高く枝がさまざまな方向に茂る果樹を機械化に適した形にすること。V字やY字型などであればロボットが収穫しやすくなるという考えだ。こうした果樹のスマート農業を実現する研究開発を通じ、農研機構は果樹生産の働き方を変える取り組みを続けている。



●リンゴのV字樹形

輸出や機能性を見据えた茶の品種改良

日本における茶の歴史は千年を超える。明治時代から戦前までは、茶はわが国の重要な輸出品であった。戦後は国内需要の急増が生産を牽引した。生産現場においては茶の品種化とともに機械化が進展、そしてライフスタイルの多様化もあり、ペットボトル需要の急増など飲用形態も多様化している。

近年は、世界的な健康志向の高まりもあり、海外における緑茶の需要は拡大している。農研機構では、輸出拡大にも貢献できる機能性成分に着目した品種や、海外で需要が高まっている抹茶用品種、化学農薬使用量削減を可能とする病害虫抵抗性を持つ品種等の育成や、環境保全型栽培技術の開発などに取り組んでいる。

明治以降の日本茶産業をめぐる変化

わが国における茶の飲用の歴史は平安時代に遡るとされるが、産業として花開いたのは江戸時代末期の開国以降であり、重要な輸出農産物として茶の生産が振興されたことに始まる。輸出に適した茶を製造するために、煎茶だけでなく、釜炒り茶や紅茶などさまざまな茶が作られており、明治時代には茶の国内生産量の実に70～80%が主としてアメリカやカナダに輸出されていた。日本茶は、生糸と並んで重要な輸出品の地位を占め、戦前までは生産量の30～40%を輸出していた。

なお、茶は、明治時代までは手揉み製法によってつくられていたが、需要が増え、生産性の向上が緊急の課題となったことから、1885(明治18)年、埼玉の高林謙三が製茶機械を発明し、製茶の機械化が始まった。その後、揉捻機、中揉機、精揉機など、現在の煎茶の製茶機械の原型となる機械が次々に開発され、20世紀はじめには、これらの機械による一貫体系を導入する製茶工場も現れた。

大正以降も、茶の生産量は徐々に増加したが、第二次世界大戦によって日本茶の輸出は中断、戦後に輸出が再開されたものの、海外産の茶に押されて輸出量が減少していく。しかし、1960年代の高度経済成長による国内需要の高まりにより、日本茶の生産量は順調に拡大していった。種子による繁殖から挿し木による繁殖に代わったことで優良品種である「やぶきた」への転換が進み、整せん枝技術により茶樹の生育や新芽の収穫時期が揃ったことで、品質の向上に加え、摘採の機械化も急速に進んだ。茶の品種化や栽培技術の発展は、日本茶の品質向上に大いに貢献した。茶園の管理機械や製茶機械におけるイノベーションは、品質を落とさずに大規模化を実現したことから、世界から注目されている。

他方、それまでは地域の気候に合った品種が育成されてきたが、急速な品種化は「やぶきた」一品种による寡占状態を招き、現在の多様なニーズに応えられない、病虫害の多発といった問題が顕在化してきたことから、近年、多様な新品種育成への期待が高まっている。



●ロボット茶摘採機(自動走行)

新品種育成と輸出再始動に向けた取り組み

近年、世界の茶の消費は増加しており、日本の緑茶輸出額も10年で4倍に増加した。こうした動きも踏まえて、農研機構では、さまざまな新品種の開発に取り組んでいる。機能性表示食品となった茶品種「べにふうき」(1995(平成7)年)もその一つ(p.62参照)。アミノ酸が多く緑色も鮮やかな高品質茶品種「さえみどり」(1991年)は国内で高い評価を得ており、さらには「サンルージュ」(2011年)のような高アントシアニン茶品種を育成するなど、多様なニーズに対応する取り組みを続けている。



●茶品種「せいめい」
(左)抹茶 (中)煎茶 (右)茶園
多収で製茶品質に優れるだけでなく、抹茶の加工適性も高い。病気に強く減農薬、有機栽培に適していることから、輸出拡大に貢献できる品種として期待される

また、世界の茶の消費量が増える中、日本の緑茶輸出額も大幅に増加していることを背景に、かつてのような茶の輸出大国を目指した試みも始められている。特に近年は抹茶の需要が高いことから、農研機構は、抹茶としての品質が優れ、病害抵抗性の高い茶品種「せいめい」(2020(令和2)年)を育成し、鹿児島県を中心とした産地形成にも取り組んでいる。さらに、輸出促進のためには、品質だけでなく、国によって異なる残留農薬基準をクリアする必要があるため、品質や収量性に優れ、病虫害複合抵抗性を有する品種を育成しており、現在は「せいめい」のほかにも「さえあかり」(2012年)、「かなえまる」(2022年)といった有望茶品種を育成し、輸出促進に加えて、減農薬栽培や有機栽培の拡大にも貢献できる品種として普及している。

他方、農林水産省や茶業団体と連携し、茶の国際規格の制定に向けて、国際標準化機構(ISO)の茶分科会会議に出席し、「緑茶の定義」策定への協力や、「抹茶の定義」策定に資する技術報告書の発行(2022年4月)にも貢献している。

※注 品種名の後のカッコ内は品種登録年。

コラム 時代を超えて茶業を背負うリーダーを育てる

農研機構果樹茶業研究部門では、茶業の後継者や地域の指導者となりうる人材の養成を目的として研修生を募集し、2年間の研修を行っている。この研修制度は、農商務省時代の年1920(大正9)年に創設された。100有余年の歴史の中で、巣立っていった修了生は1,300名を超え、全国の茶産地で優れた茶業経営者、地域農業のリーダーとして、あるいは地方公共団体や農協などの茶業指導者として活躍している。

研修の中では、製茶技術の基本である「手もみ」実習を行っており、2012(平成24)年11月に行われた第16回全国手もみ製茶技術競技大会に研修生チームが参加し、最優秀賞(1位)を受賞した。



●「第16回全国手もみ製茶技術競技大会最優秀賞」

コラム 脱「やぶきた」産地形成に向けて

現在、わが国の茶の栽培品種は、「やぶきた」が約7割を占めている。昭和30年代に全国茶品評会において「やぶきた」が上位入賞を独占したことで全国的に注目を集めたが、1960年代以降、品種化が推し進められた時期とも重なり、「やぶきた」は全国で爆発的に普及することとなった。「やぶきた」一品种による寡占状態になったことで、全国に同じレベルの栽培技術や製造技術が普及し、日本茶の品質向上に大いに貢献したが、摘採期が集中したことから、動力摘採機の開発や製茶機械の大型化の要因ともなった。

近年は、一品种寡占状態により摘採作業の集中、摘み遅れによる品質低下、茶の風味の画一化といった弊害も顕在化しており、農研機構では、多様な味や風味をもち、耐病性に優れ、収穫適期の異なる品種や機能性成分を高含有した品種などの開発・普及促進によって、脱「やぶきた」の産地形成に取り組んでいる。



●「さえみどり」
緑色が鮮やかで、強いうまみを持つ高品質の茶早生品種
鹿児島県を中心に栽培面積が拡大している

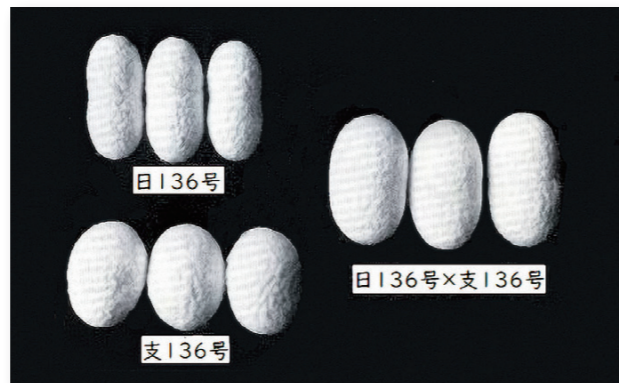
養蚕業の発展と新たなカイコ産業の創出

絹をとるためにカイコを育てる養蚕は、5,000年以上前の中国で始まり、弥生時代に伝来したといわれる。わが国では、明治政府が外貨獲得のため養蚕・製糸業を奨励、1909(明治42)年に中国(当時、清国)を追い越し、日本が世界最大の生糸輸出国となった。その後、養蚕業はハイブリッド(一代雑種)品種の利用によって、飛躍的な発展を遂げた。

以来、第二次世界大戦が始まる頃までは世界市場を席卷し日本経済を支えたが、戦後は化学繊維などの普及により衰退していく。しかし近年、シルクの価値や養蚕が再認識されるようになった。日本のシルクのさらなる価値向上を目指し、交配による品種の開発や、遺伝子組換え技術による新しい機能を持ったシルクを作る研究を進めてきた農研機構の成果もこれを後押しし、現在もカイコ産業の創出・拡大を目指している。



●原蚕種製造所(本所(東京・高円寺))1912(明治45)年



●カイコハイブリッド品種
(左)親品種 (右)ハイブリッド品種(日136号×支136号)
遠縁の品種の交配により、その子の一代だけは繭が大きく揃いが良い

カイコ遺伝学の発展と遺伝資源の保存

わが国の近代的なカイコ研究は、1874(明治7)年、内藤新宿試験場に蚕業試験掛が設置されたことに始まる。1906年、帝国大学農科大学(現、東京大学農学部)の助教授であった外山亀太郎は、メンデルの法則がカイコにも適用されることを世界に先駆けて公表、その後、世界で初めてハイブリッド品種の利用を提唱した。

その外山と森繁太郎らが原蚕種製造所(現、農研機構)で育成したハイブリッド品種は、1914(大正3)年から配布が開始された。また、同年に民間蚕種業者の協力で「大日本一代交配蚕種普及団」が結成され、数年足らずで全国の農家に普及するまでになる。こうしてほぼ全ての蚕種がハイブリッド品種になった結果、養蚕業の生産性は急速に向上した。

ハイブリッド品種の蚕種製造において、幼虫または蛹における雌雄鑑別は必要不可欠な作業である。1904年に石渡繁胤が、雌の幼虫には第11環節および第12環節の腹側に、各1対ずつの小点(石渡氏腺)があることを発見。大正末期から昭和にかけては、多くの蚕種製造業者

がこの小点の有無を見分けて雌雄の鑑別を行う方法を採用した。1941(昭和16)年には田島弥太郎が、幼虫の斑紋の原因遺伝子を含む染色体断片を、X線照射によってW染色体(雌のみが持つ性染色体)に転座させた系統を作出した。この系統を利用した幼虫の雌雄鑑別作業は、石渡式生殖腺法に比べてはるかに効率的であったため、限性斑紋という雌のみに斑紋がある実用品種も数多く育成された。

なお現在、日本では農家で飼育されるカイコのほか、研究用として研究所や大学に保存されているものを含めると、約1,900系統のカイコが存在する。黒色や縞模様



●農研機構で保存しているカイコ(幼虫)と繭の例
(左)小石丸 (右)伊達錦

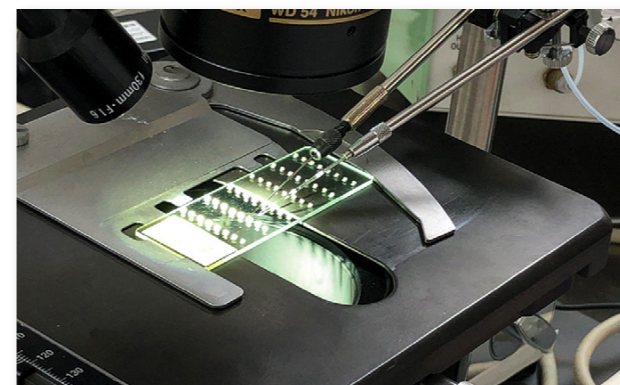
のもの、黄色い繭を作るもの、細い糸を作るもの、大きな繭で糸量の多いもの、病気に強いものなど、さまざまな特徴を持ったカイコがいる中で、農研機構では、それらのうち約600系統を遺伝資源として保存している。

医薬品製造に貢献する新たなカイコ産業

明治末に日本は世界一の生糸輸出国になったものの、第二次世界大戦後は化学繊維が開発されたため、わが国の養蚕業は衰退していく。しかし、近年、膨大な遺伝学の知見が蓄積されているカイコという貴重な生物資源を活用した取り組みが推進されている。農研機構でも、新たなカイコ産業の創出に向けた技術開発を進めており、その代表的な事例に、カイコゲノムの解読や遺伝子組換え技術の確立がある。

その発端は、1994(平成6)年、蚕糸・昆虫農業技術研究所(現、農研機構)が、カイコゲノム研究プログラムをスタートさせたこと。農業生物資源研究所に再編された後の2004年に、カイコゲノムの概要塩基配列を解読、中国の西南大学との共同研究などを経て、2019年に東京大学と国立遺伝学研究所と共同で、次世代シーケンサーを活用して高精度化したカイコゲノム塩基配列を公開した。また、これらの組織で蓄積してきたゲノム配列情報、遺伝地図情報、発現遺伝子情報等は統合データベース「KAIKObase」(<https://kaikobase.dna.affrc.go.jp>)として公開され、害虫研究にも広く活用されている。

ゲノム解読の一方で、農研機構は、世界で初めてカイコの遺伝子組換え技術を確認した。カイコの蛹を包む繭は、ほぼ100%タンパク質でできている。そこで、目的とするタンパク質を作る遺伝子をカイコの染色体に組み込むと、診断薬や医薬品などの原料となるタンパク質をカイコで生産できるのではないかと考えた。1990年頃、昆虫では遺伝子機能解析のために外来遺伝子導入技術が



●カイコの卵に遺伝子を注入する様子
顕微鏡下でカイコの卵(胚)に微小な注射針で遺伝子を注入する

盛んに研究されていたが、ハエの仲間の昆虫以外では成功例がない中、ついに2000年にカイコの遺伝子組換え技術の確立に成功。一代雑種の発見から約一世紀が経ち、「カイコ」が再び世界から注目される出来事となった。

そして2007年、繭の繊維タンパク質(フィブロイン)中に外来タンパク質を生産させることで、フィブロインを改変する技術の開発に成功し、一般的なカイコ品種を超えた付加価値の高いシルクを生産することを可能とした。2017年には蛍光シルクを生産する遺伝子組換えカイコを世界で初めて養蚕農家で飼育するまでになり、今後の産業利用への道を切り拓いた。

さらに2010年、繭の糊状タンパク質(セリシン)中に組換えタンパク質を生産させることにも成功、組換えタンパク質の収量増加に関する技術的な改良を加え、企業へ技術移転した。こうした農研機構の成果に基づき、人間や動物の病気、健康状態を把握・診断するための診断薬や検査キットが開発されている。



●遺伝子組換え技術を利用した超極細カイコ品種「麗明」のシルク作品
(左)「麗明」の7デニールの生糸を用いて試作した世界で最も薄い絹織物
(右)「麗明」の生糸で作製したドレス。発色が良く、美しい光沢がある



●ヒト骨粗しょう症検査薬(ニッポーメディカル(株))
ヒト骨粗しょう症検査薬に使用されている定量用標準タンパク質(酵素)は、これまでは人血を原料としており安定した調達に課題があったが、遺伝子組換えカイコ生産系を用いることで、標準タンパク質の安定的な生産が可能となり、製品化につながった

品種開発に革新をもたらしたバイオテクノロジー

古来、人類は多くの野生植物を栽培化して有用な作物にしてきた。栽培化への過程では、自然界で起きる突然変異により人類に都合の良い特性に変化したものを選抜して利用してきた。日本国内では明治以降に農研機構の前身研究機関が誕生し、組織的な研究が始まってから、作物を人工的に掛け合わせて優良な特性を持つ品種を作る「交配育種」が行われるようになった。

1960年代以降は、放射線の照射や化学物質によって人為的に突然変異を起こさせたり、国際コンソーシアムによるイネゲノム塩基配列の解読や他の生物の遺伝子を組み込み目的の性質を持たせるなどのバイオテクノロジーを活用して、革新的作物の開発に取り組んできた。



●ガンマーフィールド全景
1960年に誕生し、2019年に照射終了。この間、ナシ黒斑病やリンゴ斑点落葉病に対する抵抗性品種などを育成

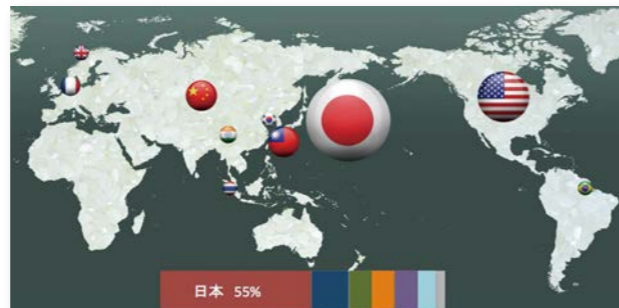
数々の成果を上げたガンマーフィールド

放射線育種は、(1)既存品種には見つからない新形質の創出ができる、(2)品種の特性を損なわずに目的形質のみの改良ができる、(3)栄養繁殖性作物や交配が難しい作物の改良ができる、といった特長を持つ品種改良技術である。わが国では、戦前から大学や理化学研究所などの研究機関が放射線照射による突然変異の研究を行い、1950年代後半にさまざまな大学にガンマールームが設けられ、放射線育種の研究が進展した。1960(昭和35)年に現在の茨城県常陸大宮市に、放射線育種場(現、農研機構)が誕生した。その業務内容は、(1)放射線育種のため照射ほ場における照射方法および放射線による変異ならびに遺伝に関する調査研究を行う、(2)照射ほ場内に貸与ほ場を設け大学、公共および民間の試験研究機関等から依頼を受けた各種植物についても照射を行う、などとされた。これまでに、耐病性の付与や矮化などにより生産性を改善した農作物、胚乳成分を改良した米、花色変異した花き類などの突然変異品種を育成している。とりわけナシ品種の「ゴールド二十世紀」は、ナシ黒斑病に弱い品種「二十世紀」の苗木を1962年にガンマーフィールドに定植してガンマ線を照射し、1981年にナシ黒斑病の病徴が見られない一枝を見いだして、接ぎ木で殖やして特性

検定を重ね、1991(平成3)年に品種登録したナシ品種である。その後も同じ方法で、ナシ黒斑病やリンゴ斑点落葉病に対して抵抗性を獲得した品種が育成された。

イネゲノム塩基配列の解読と品種改良への貢献

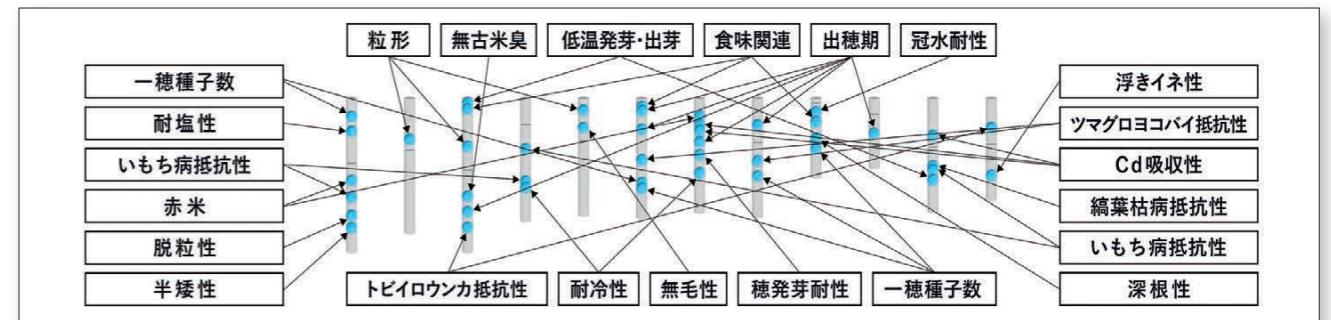
1998(平成10)年に日本を中心とした10の国と地域の研究機関が結集し、国際イネゲノム塩基配列解読プロジェクトを開始した。イネゲノム塩基配列情報をできる限り正確に解読し、稲や植物の研究を行う世界中の研究者に提供することを目的としており、材料としては日本稲品種「日本晴」を選定した。日本は12本ある稲の染色体のうち6本を担当した。2002年には概要配列の解読を終了し、さらに2004年には完全解読を成し遂げた。



●国際イネゲノム塩基配列解読プロジェクト
国・地域の分担割合(%)：日本55、アメリカ18、中国10、台湾7、フランス6、インド3、韓国1、ブラジル<1、タイ<1、イギリス<1

イネゲノム塩基配列の完全解読と研究ツールの開発を契機に、干ばつ、冷害、病害などの農業における様々な問題を解決する遺伝子が数多く見つかってきている。こうした「役に立つ遺伝子」がわかることで、DNA情報に基づいた選抜が可能になった結果、品種改良の効率が著しく向上した。

また、アジアを中心とする世界各地には、その地域に適した様々な特性を持つイネ品種や類縁の野生種が存在する。イネゲノム研究の成果によりこれらの特性に関係した遺伝子もまた、品種改良に利用できるようになった。



●農業における問題を解決する遺伝子
「役に立つ遺伝子」の機能と、12本ある稲の染色体上の位置(●で示す)

「青いキク」の誕生

農研機構では、交配など従来の品種改良法では不可能であった「青いキク」の作出に成功した。色素の生合成に関与する2種類の遺伝子を遺伝子組換え技術を用いて導入することで、花卉を青色にできる。キクの花色のバリエーションが拡がり、高付加価値化や、新たな用途の提案が可能になることから、花き産業の振興に貢献できると期待される。

「青いキク」の国内外での実用化に向けた取り組みも進めている。日本国内で「青いキク」を栽培、販売するためには、生物多様性影響評価の審査を受け、承認を受ける必要がある。生物多様性影響の評価項目の一つに「交雑性」があり、日本には多様なキク野生種が自生していることから、これら野生種との交雑による生物多様性影響リスクを低減した「青いキク」の研究開発を進めている。



●青いキク
交配など従来の品種改良法では作出不可能であったが、遺伝子組換え技術を用いて作出に成功

新作物の開発に資するゲノム編集技術

2020(令和2)年度ノーベル化学賞の受賞対象となったCRISPR/Cas9に代表されるゲノム編集技術は、改変したい遺伝子を狙って変化させることができるため、目的の変異が生じた育種素材を効率よく作出することができるなど、育種にかかる期間を大幅に短縮できる画期的な品種改良法といえる。

現在、農研機構では、他の研究機関等と協力しながらゲノム編集技術による品種開発に取り組んでいる。これまでに、収穫後に穂が雨に濡れても発芽しにくい穂発芽耐性小麦(岡山大学との共同研究)を開発する一方、天然毒素を減らした食中毒になりにくいジャガイモ(大阪大学、理化学研究所が開発)の野外栽培試験による特性評価でも貢献している。

小麦は、収穫後に降雨が重なると、成熟した穂(種子)から発芽し、品質が低下する。そのため、上述の穂発芽耐性小麦は、収穫前に雨に濡れても発芽しない(休眠を続ける)性質を付与するため、種子の休眠性に関わる遺伝子に変異を起こしたものである。一方、天然毒素低減ジャガイモは、ジャガイモの芽や皮の緑色になった部分につくられ、食中毒の原因にもなるソラニンやチャコニンなどの毒素の生成に関わる遺伝子に変異を起こしたものである。

また、組織培養を必要とせず、植物体に直接ゲノム編集酵素を導入できるiPB法(株式会社カネカとの共同研究)を開発し、すでに小麦の実用品種「春よ恋」に耐倒伏性を高める短稈化(茎が短くなること)の形質を付与することに成功するなど、革新的作物の開発に向けた取り組みを加速させてきた。



●ゲノム編集技術で作出した穂発芽耐性小麦(左)
元品種(右)は穂発芽し緑色の芽が出ているが、穂発芽耐性小麦では芽が出ていない

持続可能な農業を実現する水管理技術の開発

わが国の農業用水路は、長い歴史を経て農村地域に網の目のように張り巡らされてきた。その総延長は地球10周分に相当する40万kmに及び、「国土の血管網」としての役割を果たしている。水路網のネットワークは、緑豊かな日本の農村環境を潤し、都市生活の利便性・安定性も支えてきたが、高度経済成長期以降、農家の高齢化、後継者不足等が進む中で、農業用水路の維持管理が抱える問題も複雑化・深刻化している。また、農業用水を貯留する農業用ダムでは、その多くが築造から長期間経過しており、老朽化に伴う課題が山積する状況となっている。

農研機構農村工学研究部門は、農業における水管理技術の研究開発を担い、中山間地から海岸堤防にいたる広域の農地や農業水利施設のストックマネジメントに関わる技術開発、自然災害に対する防災・減災のための総合的な技術の開発など、持続的な農村インフラの維持・管理技術の開発を通じて、農業の安定的な生産に寄与してきた。

農業用ダムの耐震性の検証

わが国では、農業用水を安定的に供給するために数多くの農業用ダムが建設されてきたが、近年は築造当初の想定を超える地震が頻発しており、今後、大規模な地震の際には甚大な被害を受ける可能性も生じている。農業用ダムの耐震性は地域防災における重要な課題であり、農研機構では、大規模施設を使った農業用ダムの耐震性検証に取り組んできた。

農業用ダムの耐震性検証では、大型の実験施設に整備された振動実験装置や遠心载荷実験装置を用いたモデル実験が実施されてきた。1970年代には基礎的な知見の蓄積が進められ、1980年代に入ると軟弱地盤における液状化現象への取り組みが行われた。近年は、1995（平成7）年の阪神・淡路大震災や、2011年の東日本大震災

を想定した極めて大きな地震動に対する研究を進めており、得られた知見は、農林水産省が策定する農業用ダムの設計基準等に反映されている。



●農業用ダム
地域の農業に欠かすことのできない重要なインフラであり、今後も適切な管理が必要である



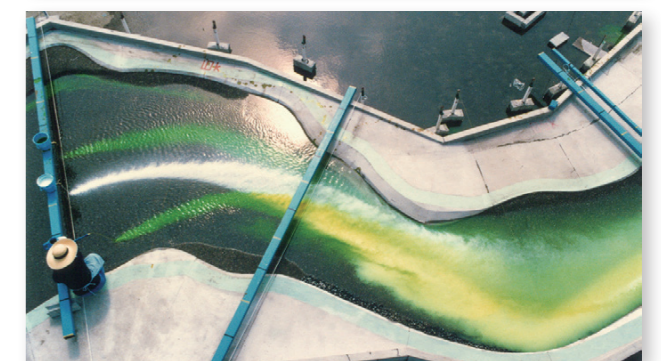
●三次元振動実験装置（1996年～現在）
（左）落成時の様子。手前側の台が三次元に振動する
（右）フィルダム（土砂や岩石を盛り立てて築いたダム）の液状化防止対策効果を評価。対策されている奥と手前は山型が保たれているが、対策なしの中央は崩れている

水利施設の安全性の検証

強靱性が求められる農業インフラは、農業用ダムにとどまらない。農業用ダムや河川等の水源から農地まで農業用水を安定的に運ぶには、標高差、地形条件、農地での水需要等を考慮して、水路等を建設する必要がある、これら農業水利施設の維持・管理も重要になってくる。

農研機構は、これまで大規模な水理実験や数値解析を行い、わが国の農業水利施設にかかる技術開発を先導してきた。これらの多くは国営事業等からの依頼を受けて実施しており、例えば、河川に施設を建設する場合の流れの安定性、ダムの放流設備の安全性、流速が速い場合の安全性についての実験結果を速やかに提供し、現場の水利施設の設計に貢献してきた。また、農林水産省が策定する農業水利施設の設計基準等にも反映されてきた。

組み合わせ暗渠に灌漑機能を付与したのが、地下水位制御システム「FOEAS」であり、2006（平成18）年から普及が開始された。これまで転作が困難だった地域においても、麦や大豆などで安定多収を可能にしたこともあって、現在「FOEAS」の普及は9,000ha以上にまでなった。



●河川に農業用水の取水施設を建設する際に、流れの安定性を確認するために行った実験（1980年頃）（上）、染料を流すことで流れを可視化した（下）



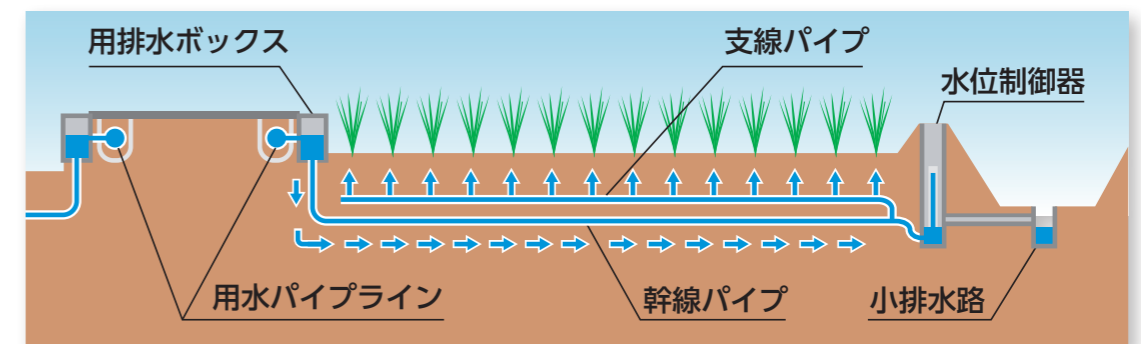
●FOEASほ場と対照ほ場における大豆の生育の違い
FOEASほ場の方が生育が良いことがわかる

水田の排水性の向上と水管理の省力化

農業インフラの維持・管理に資する取り組みに加え、灌漑水をいかに制御するかという技術開発も農業生産における重要な課題であり、その一例として、地下水位制御システムの開発を取り上げる。

水田農業における灌漑水管理や、畑作の湿害回避は大きな技術的課題となってきた。特に、食料自給力向上に向けて、水田転換畑を用いた麦・大豆・野菜などの生産の取り組みが行われてきたが、「いかに早く排水するか」は、重要な課題であった。

こうした課題に対し、土壌中の水分移動や排水性の向上に関して数多くの研究がなされてきた。農研機構では、1970年代から現地での観測によって土壌中の水分移動の現象を解明し、暗渠を埋設する際に掘削した溝にモミガラ等の疎水材を充填することで、地表面や作土層の余分な水を円滑に排水する技術を開発した。この技術をさらに発展させ、疎水材を充填した暗渠（本暗渠）と直交する、パイプを用いない暗渠（弾丸暗渠）を本暗渠よりも浅い土層に施工することで、さらに排水性を強化した「組み合わせ暗渠」を開発した。現在の水田の暗渠のほとんど全てが、これらの技術に基づいて施工されている。



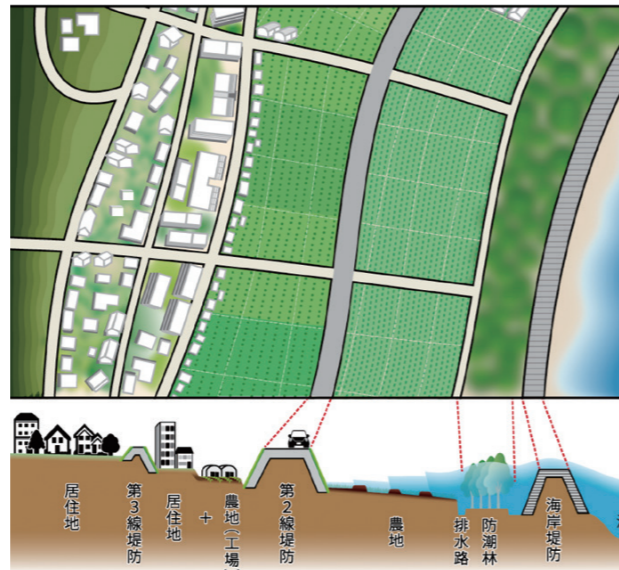
●FOEASの概略図

災害から農を復旧・復興させる技術開発

東日本大震災では、地震による大津波が青森県、岩手県、宮城県、福島県、茨城県、千葉県の海岸沿いの農地推定2万4,000haを流失、冠水させ、ため池や農業用水路の損壊、ビニールハウス・畜舎など農業用施設の損傷などの農作物や家畜の被害は青森県から三重県にまで及んだ。豪雨や地震などの大規模な自然災害は、農地やさまざまな農業施設に甚大な被害をもたらす。農研機構は、防災や被災地の復興に貢献する研究開発を実施するとともに、農地や農業施設に被害が及ぶ自然災害が発生した時には、速やかに研究職員を災害現場に派遣し、専門的な知見を活かして応急措置や恒久的な災害復旧等にかかる助言などの技術支援を行っている。



●東日本大震災発生後、被災調査
液状化によって被災したパイプラインの調査を行った



●防潮堤の後背地の土地利用と施設配置を実現した地域と津波減勢のイメージ

東日本大震災後の被災調査と復興支援

2011(平成23)年3月11日に、東日本大震災が発生した。災害対策基本法の指定公共機関である農研機構は、被災直後から関係行政機関と協力して被災調査を実施し、復旧・復興のための技術支援や技術開発に取り組んだ。

被災調査では、地震や津波によって被災した農地や、水路、農業用ダム・ため池などの農業用施設等の被害状況を調査し、二次災害防止に向けての技術的助言などを行った。道路や水路が津波を減勢したことや、海岸堤防後背地の多くが田畑(農地)である「農地海岸」で、沿岸部に住宅のある地域に比べて人的被害が少なかったことが現地調査などから明らかになり、復旧・復興のための技術支援や技術開発に活かされた。生活道路を兼ねた二線堤(第2線堤防)や農地、排水路の段差によって津波の勢いを弱め、少しでも居住地への津波の到達時間を遅くする、「生命と生活を守る」まちづくりの検討が行われた。さらに、模型実験や数値解析による効果検証を踏まえ、

地域全体の安全をいかに高めるか、防潮堤後背地の土地利用と施設配置についての提言も行った。

こうした取り組みに加えて、イチゴ栽培施設の95%が被災した宮城県亶理町・山元町の農家への提案や技術支援を行った。両町の営農再開には、土壌の塩類集積、施設再建の必要性といった問題があったことから、農研機構は、新しく整備された大型鉄骨ハウス内へ高設養液栽培の導入を提案し、地域に合わせた仕様と栽培システムを提示した。栽培再開農家の9割が高設養液栽培の経験がなかったため、農研機構は復興庁・農林水産省の復興支援プロジェクト「食料生産地域再生のための先端技術展開事業」に加わり、研修や個別指導などを通じて養液栽培や環境制御の技術提供を行った。かつて東北一のイチゴ産地として知られた両町は、4年後の2015年には栽培面積こそ震災前の6割弱にとどまったものの、販売金額は7割まで回復し(みやぎ亶理農業協同組合共販分)、着実に復興の道を歩み始めた。



●熊本地震によるため池の被害(上)と、ため池の亀裂の電気探査(下)

東日本大震災以降も、全国で発生した大規模な災害時に、農林水産省等からの派遣要請に基づき、被災調査および二次災害防止や復旧のための技術的助言を行っている。例えば2016年の熊本地震では、農作物の被害はもちろん、農地の地割れや水路の破壊など甚大な被害があったが、その際に、ため池などの農業用施設・農地の被害状況を調査し、亀裂の進展を防ぐような応急処置の方法等について助言を行った。

放射性セシウムの被害を抑える技術開発

東日本大震災では、東京電力福島第一原子力発電所の事故によって東日本の広い範囲に放射性物質が拡散するという事態も招いた。農業生産においては、拡散した放射性物質のうち半減期の長い放射性セシウムが問題となったが、農研機構はすでに1950年代から米と小麦に



●表土削り取り機による一次削り取り作業(深さ4cm)と集土

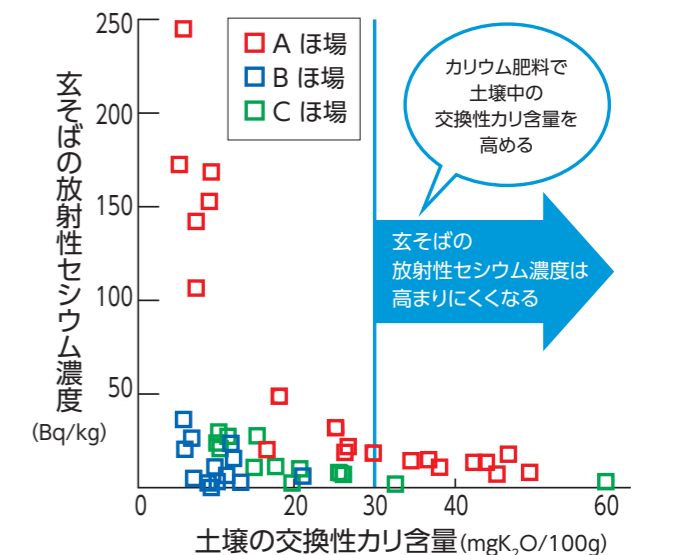
ついて農地土壌と生産物の放射性セシウムと放射性ストロンチウムの長期モニタリングを行っており、そのデータは2011(平成23)年度の水稲作付けの可否を決めるために活用された。

また、放射性セシウムが沈着した農地の除染技術や農作物等への放射性セシウムの移行低減技術、放射性セシウムを吸収しにくい品種などの開発にも取り組んだ。

除染技術では、現地実証試験を踏まえ、放射性セシウムが農地表面付近から地下に移動しにくいことを利用した表土削り取りによる除染や、放射性セシウムの多くが粘土粒子に吸着していることを利用した代かき除染を開発した。さらに、移行低減技術では、公設試験研究機関と連携し、試験場内や現地で栽培試験を実施、それらの結果を解析した成果に基づき、水稲や大豆、ソバでは栽培時にカリウム施肥量を増やすことによって土壌から作物への放射性セシウムの移行量を減少させる技術を開発した。その技術が広がったことから、2016年以降は水稲、大豆、ソバの放射性セシウム検査において国の基準値を超過するものは認められていない(2022(令和4)年10月現在)。

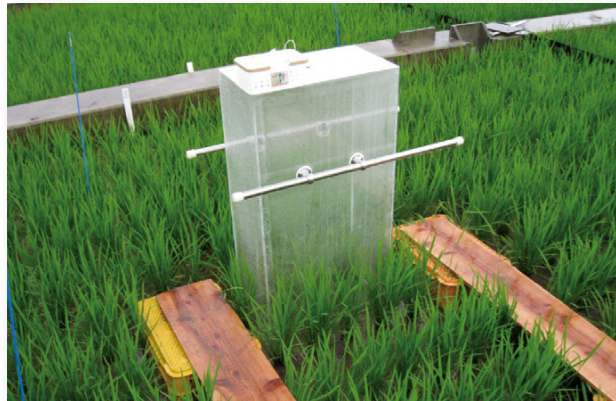
茶については、茶新芽への放射性セシウムの移行を抑制するために、葉や枝をせん枝により除去することが有効であることを2011年6月に発表した。この技術は2011年度の二番茶摘採後の営農対策のための基礎データとして速やかに利用された。

加えて、農研機構は、生産物の放射性セシウム濃度が低い品種(水稲や大豆)や草種(牧草)の探索も進め、特に水稲では突然変異法により、放射性セシウムを吸収しにくいコシヒカリ(Cs低吸収コシヒカリ)の開発に成功、同系統は「コシヒカリ環2号」として2022年に品種登録された。



●栽培後の土壌中の交換性カリ含量とソバの放射性セシウム濃度
玄そば:殻つきソバの実

地球温暖化に伴って農畜産物の品質や生産量への影響がすでに顕在化する中、農研機構は、気候変動への対応を重要な研究課題と位置づけている。気候変動に対する取り組みでは、原因となる温室効果ガスの排出量を削減することにより気候変動の進行を緩和する技術「緩和策」、気候変動の進行による農業への影響を評価する技術「影響評価」、気候変動により既に顕在化した問題や今後予測される問題に適応する技術「適応策」の3点が重要である。農業に与える影響を将来にわたって予測するとともに、その影響評価や、顕在化している諸問題への実効性のある対策技術の開発を通じて、生産力の向上と環境保全の両立を目指している。



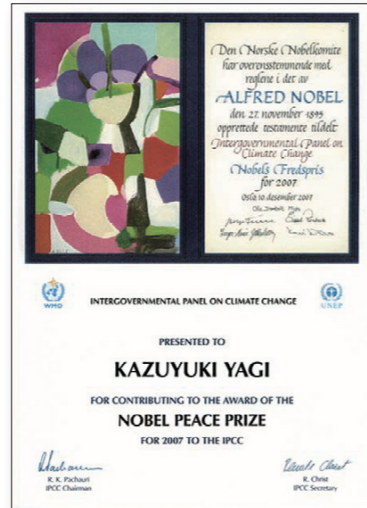
●ガス採取のためのチャンパー
水田から発生する温室効果ガスを捕集し分析する

回 農業分野における温室効果ガスの発生

二酸化炭素 (CO₂)、メタン (CH₄)、一酸化二窒素 (N₂O) など大気中の温室効果ガスの増加は、地球の温暖化とそれに伴う自然生態系などへの悪影響をもたらすことから、人類にとって最大の脅威の一つと考えられている。国際的には地球サミットの開催 (1992 (平成4) 年)、「気候変動枠組条約」の締結 (1994年発効)、気候変動に関する政府間パネル (IPCC) による科学的知見の集約と評価など、これまでさまざまな取り組みが進められてきた。

わが国では、1970年代後半から1980年代前半にかけて大気中のCO₂濃度の増加が認められたことを受けて、農研機構の前身機関が、気温上昇やCO₂濃度の増加が作物生産に及ぼす影響や、農地や水田における温室効果ガスの吸収・排出量を測定する研究に取り組み、農地から栽培時期ごとに発生するN₂OやCH₄の量や、その環境条件などを明らかにしてきた。2005年には、温室効果ガスの3成分 (CO₂、N₂O、CH₄) を同時にかつ自動に測定するシステムを開発し、連続的な温室効果ガス発生量を正確に調べることが可能になった。

これら一連の研究成果は、2006年のIPCC改訂ガイドラインにも採用された。翌年、IPCCがノーベル平和賞を受賞した際には、その貢献が認定され、農研機構



●IPCCノーベル平和賞に関する感謝状
3名の研究者に感謝状が贈られた(写真は八木一行氏宛て)

の担当研究者らがIPCCから表彰された。農研機構とその前身機関は、IPCCの第1次報告書(1990年)から貢献しており、2022(令和4)年に公表された第6次評価報告書第2作業部会では、総括執筆責任者として農研機構の担当研究者が第5章の取りまとめと概要、第2作業部会全体の「政策決定者向け要約」と技術要約の執筆を担当した。

回 中干し延長による水田メタンの削減

湛水状態にある水田から発生するCH₄はCO₂の25倍の強さの温室効果を持ち、総量では地球温暖化に及ぼす影響がCO₂に次いで大きい。農研機構では水稻の栽培期間中には場からの温室効果ガス発生量をモニタリングし、中干し期間にCH₄の発生が抑制されることを明らかにした。

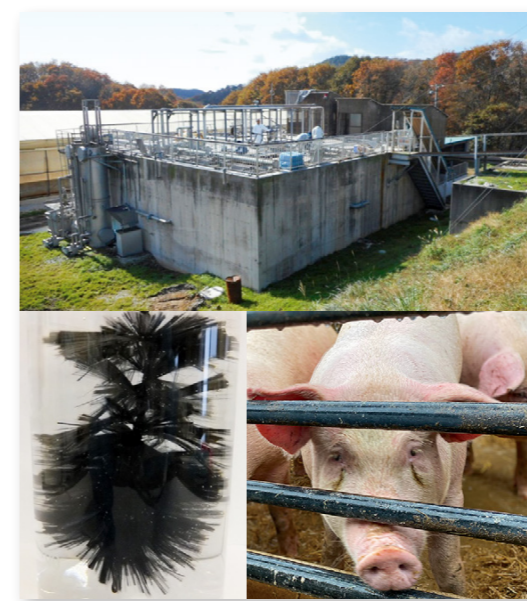
中干しとは、稲の生育期間中に1週間程度水を抜き土壌や根に酸素を供給する水田の管理方法で、土壌が好気的な環境になることにより、生息するメタン生成菌によるCH₄生成が著しく抑制される。中干し期間を延長することで、温室効果ガスの発生量を削減できることが明らかになった。全国9カ所の水田で実施した中干し延長

試験では、平均で約30%のCH₄削減効果が認められ、1週間程度の延長では玄米収量の減少は極めて少なく、米の品質はわずかに向上することが確認された。1haの水田で中干し延長に取り組めば、ガソリン車(普通乗用車)1台が年間に排出する量の温室効果ガスを削減できる計算となる。水田由来のCH₄は日本の農林水産分野の温室効果ガス排出量の24%を占めており、中干し延長によって温室効果ガス排出の効果的な削減が期待される。

回 家畜からの温室効果ガス排出抑制

家畜排せつ物由来の温室効果ガスは、日本の農林水産分野からの排出量の12%を占めるが、その抑制技術の一つにアミノ酸バランス改善飼料給与技術がある。農研機構は、慣行飼料中の大豆粕の一部をトウモロコシで置き換え、不足するアミノ酸を添加して組成バランスを整えた「アミノ酸バランス改善飼料」を開発した。この飼料の給与により、肥育豚では総窒素排せつ量が3割低減し、堆肥化などの排せつ物管理における温室効果ガス排出は4割削減される。飼料による温室効果ガス削減の技術は、養豚経営への導入が進みつつある。

もう一つは、家畜から排せつされた尿などの汚水の浄化過程における技術である。通常の処理では、微生物を多く含んだ凝集性のある泥(活性汚泥)が、汚水中に含まれるアンモニウムイオン(NH₄⁺)を窒素ガス(N₂)に転換するが、微生物の付着性が高い炭素繊維担体を用いることでN₂への転換が促進され、その過程で発生するN₂Oを削減することができる。温室効果ガス排出量は、通常の活性汚泥処理に比べて8割以上削減されることが確認され、市販化に向け準備が進んでいる。

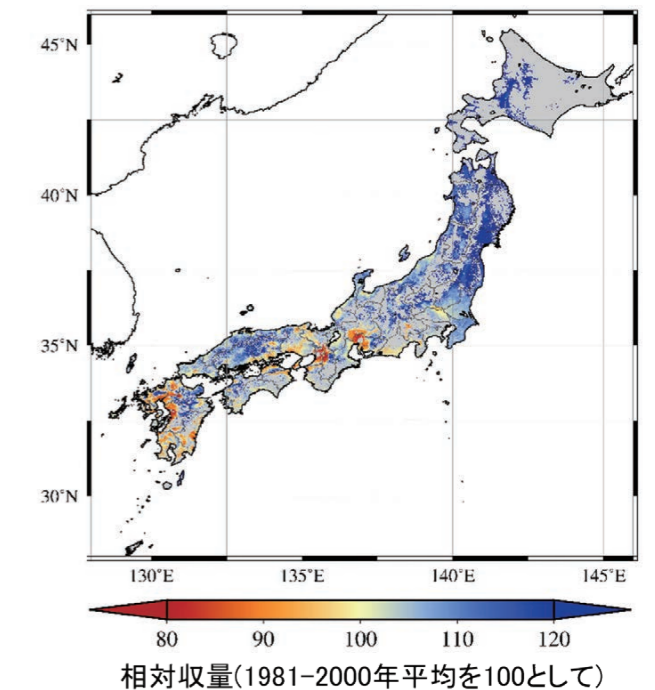


●汚水浄化処理施設外観(上)、炭素繊維(左下)
既存の養豚汚水浄化処理施設への炭素繊維担体導入で、温室効果ガスを大幅に削減することができる

回 日本の食卓へ迫る温暖化の影響予測

2020(令和2)年の日本の年平均気温は、1991(平成3)～2020年の30年間の平均気温より0.65℃高く、統計開始以来、最も高い数値となった(気象庁、2023年1月時点)。35℃以上の猛暑日も各地で増えており、こうした温暖化が作物や牛乳、食肉などの生産に深刻な影響を及ぼすと考えられる。

農研機構では、気候変動が農業に与える影響を将来にわたって予測するとともに、可能な対策オプションの効果を評価している。メッシュ農業気象データの研究(p.99参照)を基に、CO₂濃度増加や温暖化のシナリオを組み込むことにより気候変動予測手法の高度化を進めるとともに、稲では世界初となる開放系大気CO₂増加(FACE)実験を実施し、高CO₂濃度、高温環境に対する作物の応答を解明した。これによって、作物モデルを高度化し、気候変動予測とそれに対する作物応答を組み合わせることにより、わが国の米の収量や品質への影響評価を可能にした。さらには、予想される気候変動のシナリオに基づいたシミュレーションを実施し、米の生産で高温の影響を回避する方策や、高温耐性のある適応品種の導入をしなかった場合、現在の栽培適地でも将来的に減収や品質低下となる可能性を示した。



●今世紀半ば(2031-2050)の米相対収量の予測
米の生産で高温の影響を回避する方策や、高温耐性のある適応品種の導入をしなかった場合、現在の栽培適地でも将来的に減収や品質低下となる可能性がある



●FACE実験の様子
八角形に配置したチューブに開いた多数の小さな穴からCO₂ガスを放出する。八角形の枠内のCO₂濃度が現在よりも200ppm高く(約50%増加)なるよう、ガスの量と放出するチューブを風向や風速に合わせて制御している

米の品質影響への適応策

気候変動予測や影響評価技術を踏まえて、農研機構では高温による米の品質影響を回避するための取り組みを行ってきた。米の品質に影響を与える要因としては、稲の穂が出る出穂期から20日程度の登熟期(稲が穂に炭水化物を送り込んで栄養のため込む時期)前半の気温が大きいとされる。2010(平成22)年には全国でこの時期の気温が特に高くなり、北海道を除く地域で著しい品質低下が発生した。近年は、最も品質が良い規格となる米の割合(一等米比率*)の低下が問題となっている。

登熟期の高温による品質低下を防ぐための「高温回避策」には、出穂期を遅らせる予防的技術((1)遅植え、(2)直播栽培、(3)晩生品種)の採用のほか、夜間入水や掛け流し灌漑という高温になってからの対症的な技術がある。また、土壌・生育診断に基づく施肥技術により高温耐性を強化することで、品質低下を抑制するという方法もとられている。



●「にこまる」(左)
「商品価値の下がる白未熟粒が「ヒノヒカリ」(右)では多く発生したが、高温耐性品種の「にこまる」(左)ではほとんど発生しなかった

他方、高温耐性があり品質が低下しにくい米品種の利用も有効であることから、農研機構では、適応品種の開発にも取り組んできた。高温耐性はもちろん、食味コンテストで数々の受賞歴を誇る米品種「にこまる」(2008年)、高温年でもヒノヒカリ(西日本で広く普及している良食味の対照品種)より白未熟粒が少なくほどよい粘りと粒感の米品種「恋の予感」(2016年)は、西日本で普及が進んでいる。また、コシヒカリ並みの食味を持つ米品種「にじのきらめき」(2022(令和4)年)は倒伏が少なくコシヒカリより15%多収で、北関東から北陸、東海地域以西でも栽培が可能であるため、各地での普及が期待されている。

* 一等米比率:農産物検査法に基づく所定の検査により得られた、未熟で色や形が正常でないものや異物などを除いた玄米の整粒割合が70%以上のものを一等米としたときの全検査数量に対する比率



●「にじのきらめき」(左)
高温耐性品種の「にじのきらめき」(左)の穂は、コシヒカリ(右)と比較して葉に隠れているため穂の温度が上がりにくい可能性がある

果樹の温暖化適応技術

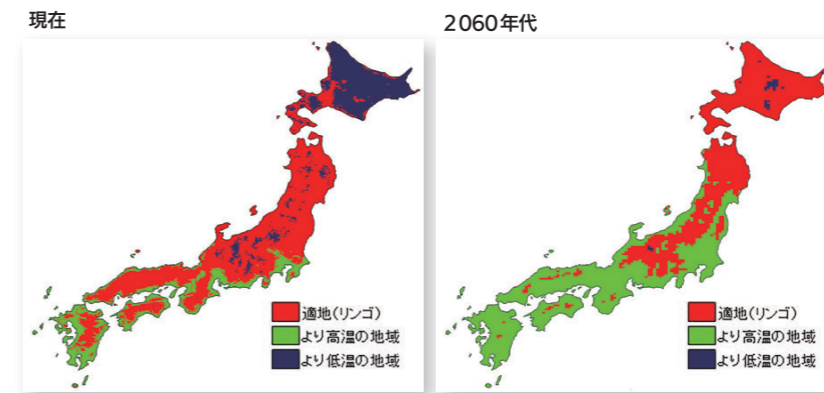
「巨峰」や「ピオーネ」などの黒色ブドウ品種は、夏季の高温で果実の着色が阻害されると果実の色づき(着色)不良が発生し、商品価値が著しく下がる。近年、この「赤熟れ」と呼ばれる着色不良がブドウ産地でしばしば見られるようになり、温暖化の進行に伴っていっそう増加することが懸念されている。

農研機構では、温暖化が進行する将来(2031~2050年)予測のもとで、対策を講じなかった場合に着色不良が発生する地域と、個々の産地レベルでの発生状況を示したマップを作成し、施設栽培や、高温でも着色しやすい適応品種の導入による着色不良軽減策を提案した。施設栽培では、露地栽培より開花期を早めることが可能な無加温ハウスを用いて着色期を前倒しし、酷暑期と重なることを回避して被害の軽減ができる地域をマップに示した。また、ブドウの温暖化適応品種の育成にも取り組み、その導入による適応策も提案している。夏の気温が高くても着色が良好な紫黒色ブドウ品種である「グロー

スクローネ」は、2020(令和2)年に品種登録された。果粒重19g程度の極大粒で糖度も「巨峰」と同程度であり、着色不良が生じやすい西南暖地での栽培に適した大粒ブドウ品種である。

温暖化は、ブドウ以外の果樹にも影響を及ぼす。温州みかんでは、果皮が輸送中に傷つきやすくなる「浮皮」の発生により栽培適地が北上することを予測し、浮皮軽減技術や、浮皮が少ない品種が導入された。リンゴでは、「錦秋」、「紅みのり」(いずれも2019年)など果皮が着色しやすい赤色品種を開発。ナシでは、肥料や堆肥の散布時期を秋冬から翌春に変更する対策技術で、秋冬の気温低下不足による花芽の耐凍性の不足や、冬の低温期間が短いことで発生する発芽不良に対応した。モモでは、短い低温期間でも安定して開花する品種「さくひめ」(2018(平成30)年)を開発するなど、それぞれの果樹の特性に応じた適応策を進めてきた。

※注 品種名の後のカッコ内は品種登録年。



●リンゴの栽培地予測
リンゴ栽培に適する地域を年平均気温が6~14℃の地域として、リンゴ栽培適地を推定した。現在は、気温の平年値(1971~2000年)、2060年代は、推定値(2060~2069年)を使用

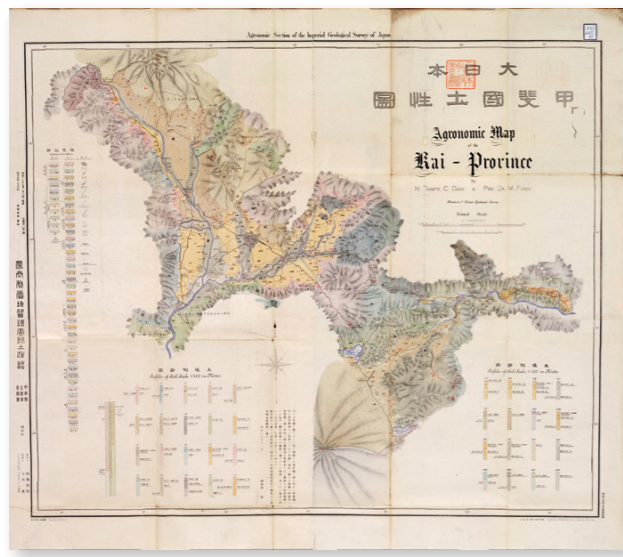


●赤熟れしている着色不良のブドウ「巨峰」



●温暖化適応品種
(左)リンゴ「錦秋」:夏温暖なリンゴ産地でも果皮が濃赤色に着色
(中)ブドウ「グロースクローネ」:夏季の気温が高い地域でも着色する
(右)モモ「さくひめ」(左側):冬の気温が高くても安定して開花する

スマート農業技術の開発が加速する中、農業基盤情報の重要性があらためて注目されている。環境、作物、農作業、収穫物、病害虫、農業経営情報といったさまざまな情報の中でも、最も古くから活用されてきたのが土壌情報と気象情報だろう。土壌に関わる情報は奈良時代の『風土記』に、すでに記述されていた。こうした昔から共有されていた農業基盤情報は、近代になってさらに進化する。明治初めには、農商務省地質調査所が土性調査を開始、また日本最初の気象観測所である函館気候測量所が気象観測を始めた。農研機構は、土壌情報では「デジタル土壌図」の作成、気象情報では「メッシュ農業気象データ提供システム」の開発など、農業基盤情報のデジタル化を足がかりに、データ駆動型農業の進展を後押ししている。



●明治半ばに作成された日本最古の土壌図『大日本甲斐国土性図』(国立公文書館の内閣文庫収蔵)

明治の土性図から平成のデジタル土壌図へ

土壌は作物の生産に重要な環境要素の一つである。土壌の種類により、適した作物や必要な肥料が異なる場合もあり、土壌の肥沃度を評価することは古代中国においてすでに行われていた。わが国でも奈良時代に編さんされた『風土記』にその記録が残されている。土壌の性質は、気候、地質、地形、時間、植生などにより多様であり、早い時期から土壌の調査・分類を行い、その分布を記録する土壌図(当初は土性図と呼んだ)を作成することは、農業の発展に重要であると考えられていた。

近代的な日本の土壌調査は農商務省地質調査所によって(旧)国別土性調査として1882(明治15)年に始まり、1885年には最初の土壌図である『大日本甲斐国土性図』が作成された。その後、1905年の組織再編によって、農研機構の前身である農事試験場(1893年設立)が地質調査所からこの調査事業を引き継いで実施し、1948(昭

和23)年の青森県(陸奥国)土性図の完成をもって完了した。

戦後になると、食料増産(農耕地の拡大と生産力向上)に不可欠な土壌情報を収集するため、新たな土壌調査事業が実施された。この事業で各都道府県が主体となって作成した縮尺5万分の1土壌図(地力保全基本調査土壌図)は、農業技術研究所(当時、農事試験場から改組)が策定した農耕地土壌の性質に基づく分類案が用いられ、土壌改良や基盤整備に利用された。この事業は1976年まで実施され、ほぼ全国の農耕地土壌図が整備された。

さらに、全国の農耕地土壌図の利活用を促進するため、1982年から日本土壌協会が農林水産省の補助事業として土壌図のデジタル化を推進した。その際、農業環境技術研究所(農業技術研究所から改組 現、農研機構農業環境研究部門)の土壌情報システムに関する研究成果が利用された。しかしながら、当時は都道府県が個別に土壌情報システムを構築する必要があったため、その利用は一部の都道府県にとどまっていた。

一方で、環境問題が顕在化する中、それまで用いられていた農耕地、林地といった土地利用別の土壌分類体系ではなく、土地利用に関わらない土壌分類体系が求められるようになる。2011(平成23)年に農業環境技術研究所では、これら土地利用別の土壌分類体系を統合し、農業以外の利用や国際化の観点からも利用可能な新しい土壌分類体系「包括的土壌分類第1次試案」を策定した。その後、この案に基づき、国土全体をシームレスにカバーする縮尺20万分の1土壌図と、より詳細な縮尺5万分の1農耕地土壌図が2016年に初めて作成された。これらのデジタル土壌図はWebサイト「日本土壌インベントリー」にて公開され、データ駆動型農業の基盤データとして活用されている。

現在は、農研機構が運用する「農業データ連携基盤

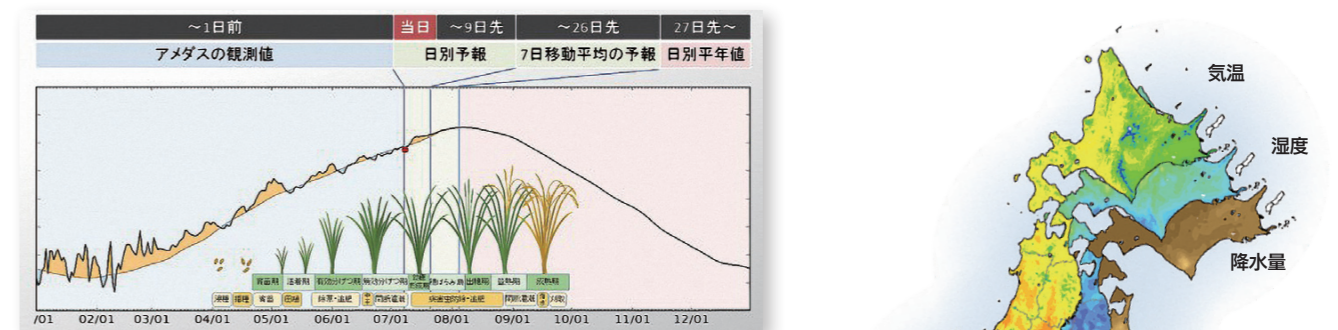
(WAGRI)」(p.11参照)において提供される多種多様なAPIとして土壌情報を発信する仕組みも整備されており、土壌情報のさらなる活用が期待されている。

メッシュ農業気象データ提供システムの開発

作物の生産にとっては土壌の情報とともに、気象の情報も重要である。近年、集中豪雨や最高気温の更新など、異常と言われるような気象現象が各地で起こっていることに加え、農業経営の大規模化もあって、農業現場でも気象条件を考慮して作物を管理する必要性が増している。



●全国デジタル土壌図
例えば、●はグライ低地土(多くは畑として利用されている)を示している

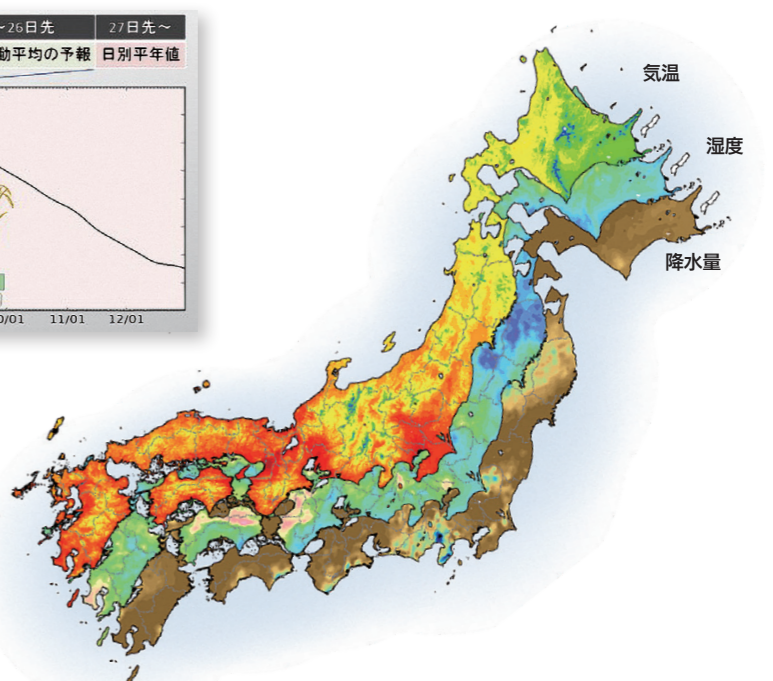


●「栽培管理支援システム」における気温グラフと水稲生育の例

しかしながら、ある地点の気象データを得るには、従来は近くのアメダス等の気象観測データ(約20km四方ごと)を参照するほかなかった。そこで、農研機構は、気象の過去値や平年値、予報値を、全国を対象として約1km四方ごとに提供する「メッシュ農業気象データ提供システム」を開発し、2016(平成28)年よりWeb上にて公開を開始した。

本データシステムでは、平均気温や降水量、日射量など、14種類の気象データについて、過去は1980(昭和55)年から、予報値は最長26日先までのデータを提供している。また、実際のほ場の位置の気象を知ることができる約1km×1km単位での気象データのほか、作物の生育期間を通じたデータや、日最高気温や日最低気温といった基本的なデータから日照時間・全日日射量・下向き長波放射量に至る農作物生産に有用な多彩な気象要素などが用意されている。加えて、温暖化等に対応するための気候変化シナリオも搭載されており、従来よりはるかに精度の高い作物の生育予測が可能になっている。

現在、メッシュ農業気象データシステムを活用したアプリケーションは農研機構内外で開発されている。例えば、レタスの成長を予測し、いつ収穫可能になるかを推定する「出荷予測アプリケーション」や、水稲・小麦・大豆について、あと何日で穂等が出るかなどの生育予測を行う「栽培管理支援システム」などが続々と開発され、農業生産者を支援する取り組みが拡大している。



●メッシュ農業気象データ提供システムが提供する各気象要素の分布図の例

農研機構130周年記念誌
科学技術イノベーションで実現する食と農の未来

2023年9月15日

編集
農研機構130周年記念誌編集委員会

発行
国立研究開発法人
農業・食品産業技術総合研究機構
〒305-8517 茨城県つくば市観音台3-1-1
<https://www.naro.go.jp/>

編集協力・制作
株式会社出版文化社
東京・日本橋茅場町 大阪・本町 名古屋・金山

印刷・製本
図書印刷株式会社



農研機構

130th Anniversary of
NARO
1893 >> 2023