

# みどりの品種育成方針

令和4年12月21日

農林水産省

農林水産技術会議事務局



# 目次

|  |    |
|--|----|
| I 趣旨                                   | 1  |
| II 作物育種の現状と課題                          |    |
| 1 世界における育種産業、市場の動向と品種育成、育種基盤の現状        | 3  |
| 2 我が国における作物育種の技術力と課題                   | 4  |
| III 品種開発力強化に関する目標                      |    |
| みどりの食料システム戦略実現に資する主要な品種育成目標            | 6  |
| （1）CO <sub>2</sub> ゼロエミッション化に資する品種育成   | 6  |
| （2）化学農薬の使用量低減に資する品種育成                  | 7  |
| （3）化学肥料の使用量低減に資する品種育成                  | 8  |
| （4）気候変動対応に資する品種育成                      | 9  |
| （5）食料安全保障に資する品種育成                      | 10 |
| IV スマート育種基盤充実・強化の目標および手順               |    |
| 1 スマート育種基盤の整備に関する基本的考え方                | 13 |
| 2 スマート育種基盤により提供が期待される技術                |    |
| （1）有用な形質を持つ遺伝資源の整備と育種素材化               | 14 |
| （2）交配シミュレーションによる最適な交配親の予測技術            | 15 |
| （3）育種ビッグデータを利用した高精度な形質予測が可能な育種 AI の高度化 | 15 |
| （4）形質評価を自動化する高速フェノタイピング技術の開発           | 16 |
| （5）多品目へスマート育種を展開する作物横断的な育種情報の利用技術      | 17 |
| V 品種開発力を強化するための人材の育成と知的財産の保護・活用方策      |    |
| 1 スマート育種基盤を活用した人材の育成                   | 18 |
| 2 品種や基盤技術等に関する知的財産の保護・活用方策             | 18 |
| 別紙                                     | 20 |

## I 趣旨

我が国の農業は、食味や品質などの多様なニーズに適応した生産物を消費者に提供してきた。これは、より美味しく高品質な生産物を生み出すための品種や地域に適した栽培方法などを磨いてきた先人の努力の賜である。しかし、農業生産を取り巻く状況は厳しさを増しており、大規模自然災害や地球温暖化、生産者の減少等の生産基盤の脆弱化、少子高齢化や人口減少等による国内市場の縮小、新型コロナウイルスの感染拡大を契機とした生産や消費の変化、肥料など農業資材の調達環境の変化などが生じている。このような問題に対応し、将来にわたって食料の安定供給を図るためには、災害や温暖化に強く、調達環境の急激な変化や生産者の減少、ポストコロナ、海外紛争などの地政学的リスクを見据えた食料の生産を推進していく必要がある。

農林水産省では、持続可能な食料システムを構築するため、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(以下「みどり戦略」という。)を令和3年5月に策定、令和4年7月にはみどりの食料システム法(環境と調和のとれた食料システムの確立のための環境負荷低減事業活動の促進等に関する法律(令和4年法律第37号))を施行し、政府として強力で推進していくこととしている。

みどり戦略においては、2050年までの目標として農林水産業のCO<sub>2</sub>ゼロエミッション化の実現、化学農薬使用量(リスク換算)の50%低減、化学肥料使用量の30%低減、有機農業の取組面積割合の25%(100万ha)への拡大が掲げられており、品種育成の貢献については、高いCO<sub>2</sub>固定能を持つ植物、肥料利用効率が高い品種、メタン発生の抑制など温室効果ガス削減に資する品種のほか、主要病害に対する抵抗性を有し、生産性や品質が優れた品種、気候変動に適応する品種、高速フェノミクスを活用した育種技術等の開発が示されている。

優れた新規育成品種は、他の技術と比べて農業者にとって導入コストが小さいことに加え、広域普及による経済効果が大きく、多収性、肥料利用効率向上、病虫害抵抗性、環境変動適応、省力栽培適性、良食味、高品質、機能性成分等、生産者や消費者のニーズに広く対応することが可能である。また、新たな栽培技術などと組み合わせることにより、さらにその効果を発揮することができることから、これまで農業の生産性の向上や農産物の需要拡大に重要な役割を果たしてきた。みどり戦略に示された上記の画期的新品種についても、ドローンによるピンポイント農薬・肥料散布技術などのスマート農業技術を組み合わせることで相乗効果が得られ、みどり戦略の目標達成に一層貢献できると期待される。しかし、一つの品種を育成するには人的および財政的に大きなコストがかかるだけではなく、10年以上の時間が必要となることから、近年の厳しい財政状況の下、国立研究開発法人(以下「国研」という。)、都道府県の試験研究機関(以下「公設試」という。)等では、品種育成が中止される事例も増加しており、品種登録の出願件数も最大であった平成19年度の1,533件から令和2年度には740件まで半減している。農業を取り巻く環境の急激な変化に素早く対応し、みど

り戦略の目標達成に貢献する新品種を速やかに育成するには、品種開発力の充実・強化が必要であるが、育種家の育成には、品種育成に至るまでの様々な工程に必要な技術・知識の習得に時間とコストがかかり、人員の拡充等が困難な昨今の状況においては、従来型の品種育成体制を充実・強化していくことは難しい。そのため、育種家の技術や知識を補う育種支援ツールを開発し、これらを組み合わせた「スマート育種」と呼ばれる次世代型育種システムを構築することにより、国研、公設試、大学、国内の民間企業等の我が国における産学官すべての育種勢力において、育種計画や選抜過程等が時間的、労力的に大幅に効率化され、画期的な品種を短期間で育成できる環境を整備することが重要となっている。

課題への対応が急がれる現状においては、これまでにスマート育種基盤として開発を進めてきたAI等を活用した育種の効率化技術の諸要素を強化・拡充させ、作物横断的にスマート育種基盤を適用できる「育種ハイウェイ」というべき国家的育種インフラを構築し、みどり戦略の実現に資する品種を国研、公設試、大学、国内の民間企業等が迅速に育成することが必要である。

以上のことを踏まえ、みどり戦略の目標達成に資する品種育成とその迅速化を図るスマート育種基盤の構築に向け、その手順や到達目標、同基盤の活用を核とした育種の方向性を示すことを目的として本方針を策定した。

## II 作物育種の現状と課題

### 1 世界における育種産業、市場の動向と品種育成、育種基盤の現状

世界の種苗売上高は、種苗会社上位 4 社(バイエル、コルテバアグリサイエンス、シンジエンタ、BASF)で約 4 割を占める状況にある。イネ、コムギ、オオムギ、ダイズ、バレイショ等については、我が国では国研や公設試を中心に品種育成が行われているが、海外では民間企業を中心であり、穀物を中心に寡占化が進んでいる。一方で、野菜についてみると、我が国の種苗会社は世界の 2 割近くのシェアを占め、特にサカタのタネとタキイ種苗は世界上位 10 社に入っており、グローバル化も進めている。

品種開発力の充実・強化には育種基盤に係る技術開発が重要であり、各国で取組が推進されている。我が国では、農林水産省のみどりの食料システム戦略実現技術開発・実証事業において、ゲノム情報等を活用した総合的な育種支援体制であるスマート育種システムの開発を推進する他、内閣府の戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)において、データ駆動型作物開発の取組が推進されている。SIP においては、農研機構、大学、民間企業が連携して、品種育成に必要なゲノム情報のほか、系譜情報や表現型情報を含む統合データベースを API(Application Programming Interface)の形で提供することを想定して取組が進んでいる。一方で海外においては、アメリカでは、USDA、コーネル大学を中心に学官連携でデータ駆動型育種関連支援ツールが整備され、オープンツールとして公開されている。オランダでは、KeyGene(1989 年設立)や Genetwister(1998 年設立)のように、ワーヘニンゲン大学内に研究所を有し民間企業からの出資を得て育種支援を行っており、アグリテックの先進国であるイスラエルにおいては、民間企業である Phenome-Networks(2008 年設立)がツール・システム開発を行い、ゲノムワイド関連解析(Genome-wide association study; GWAS)等の育種支援を提供している。KeyGene については、タキイ種苗がゲノム解析を委託し、これまでトマト主力品種である「桃太郎」の育成における 5 つの耐病性の付与に 30 年要していたものを、ゲノム解析技術を活用することで、「桃太郎ピース」の育成では 3 年で 3 つの耐病性を付与することに成功したとされている。なお、KeyGene は、Limagrain 等の育種事業者のほか、ワーヘニンゲン大学等の研究機関とともに、タンパク質の自給率向上に向けて 2022 年 7 月に Bean Deal の立ち上げに参画し、オランダの土壌条件に適したダイズの新品種育成に取り組むなど、2020 年にオランダで開始された国家的なタンパク質確保のための戦略に沿った取組に貢献するとしている。

一方で、新しい植物育種技術(NPBT)の一つであるゲノム編集について、アメリカでは、外部から修復のための核酸が導入されず、その植物の細胞内での DNA 修復により標的箇所に変異が生じた場合等、一定の要件を満たせば、当該植物の輸入、州間移動、環境への放出に係る農務省の規制対象外とされている。主にトウモロコシやバレイショ、トマト等でゲノム編集作物の開発が進められ、オレイン酸の含有率を高めたダイズが同国内で流通している。また、EU では、方針策定時点においては遺伝子組換えと同様に扱う方針となつて

いるものの、植物について規制の見直しを検討している。

育種基盤の強化に必要となる海外遺伝資源の収集・導入に関する動向としては、「生物の多様性に関する条約(CBD)」に基づき、2010年10月に採択された「遺伝資源のアクセスおよびその利用から生じる利益の公正かつ公平な配分に関する名古屋議定書(ABS 名古屋議定書)」や2014年に発効した「食料及び農業のための植物遺伝資源条約(ITPGR)」をもとに進められているが、特に途上国においては自国の遺伝資源の整備や ITPGR に定められた多数国間の制度への遺伝資源の登録が進まないこともあり、ITPGR を活用した海外遺伝資源の利用に関する国際的なルール整備という観点では大きな進展はない。植物遺伝資源については、生物多様性の保全と国際的な連携を重視する必要がある一方で、我が国における植物遺伝資源の最大の保有機関である農研機構の遺伝資源研究センターでは、2018年度からの農林水産省のみどりの食料システム戦略実現技術開発・実証事業により、ベトナム等のアジア諸国のジーンバンク等と連携して探索収集と形質評価を共同で実施し、遺伝資源の利用促進に取り組んでいる。

## 2 我が国における作物育種の技術力と課題

現在、我が国の作物育種は、品質や食味の改良の点で世界でも高い水準にある。例えば、大粒で皮ごと食べられる種なし栽培可能な「シャインマスカット」や、国内外で需要が拡大する抹茶等の生産が可能で高品質な緑茶用品種「せいめい」など、国際競争力の高い品種が育成されている。また、コンバイン収穫時の収穫ロス削減できる難裂莢性ダイズ品種、単為結果性で省力栽培が可能なナス品種、液だれが少なくカットフルーツに適したカンキツ品種など、収量性、生産性、加工適性の大幅な改善に寄与する画期的な形質を有する品種が育成されている。

四季が明瞭な日本では、冬季の低温・積雪や夏季の高温・多雨等、作物の生育にとっては不利な気象条件が存在し、作物生産に適した期間は必ずしも長くない。そのため、気象条件に応じた作型への対応に不可欠な早晩性、高温多湿に対応した高温耐性、耐湿性、穂発芽耐性等の環境ストレス耐性や病虫害抵抗性等の育種が必要となっており、栽培時期や地域、栽培方法、様々な病虫害に対する抵抗性を備えた多数の品種が作物毎に育成されている。さらに、技術的に育成が困難であったモチコムギ品種や種なし性で食品ロスの削減に貢献するピーマン品種を世界に先駆けて育成するなど、我が国の作物育種は世界的に高度な技術力も有しており、育成された品種の種苗販売についても、ブロッコリーやトルコギキョウのように、販売種子の世界シェアの大半を占める品目も存在する。

品質や食味などの向上が進む一方で、ムギ類やダイズなどの作物においては海外と比較して国内の単収が向上していない状況にあり、我が国の食料安全保障上の観点からも収量性の改善が急務となっている。また、新型コロナウイルスや地政学的リスクによる農業生産資材の高騰への対応や持続可能な農業生産の構築に向けて、収量性や肥料利用効率の向

上等の育種を強化していく必要がある。近年、野生遺伝資源等を活用した基礎的研究から、肥料利用効率の向上や温室効果ガスの排出量を低減する生物的硝化抑制(BNI)能を有するコムギやトウモロコシ、メタン排出量を低減するイネなどの地球環境に優しく、持続可能な食料システムの構築に大きく貢献する形質が見出されており、このような画期的な形質については、速やかに主要品種へ形質を導入して実用品種を育成し、全国展開していく必要がある。同時に、従来の品種育成では改良が難しい形質については、基礎的研究から取り組むことにより、品種育成につながるシーズを継続して生み出していく必要がある。

しかし、我が国の国研・公設試等の現状の育種体制では、人的、財政的な資源に限られていること、育種家が育種計画の策定から圃場での選抜、耐病性、食味、品質等の特性検定のほか、DNAマーカー開発まで多角的に実施している状況であることから、品種開発力を充実・強化していくためには育種の大幅な効率化が不可欠となっている。そのため、AI やゲノム情報等のビッグデータを活用して育種計画や系統評価、系統選抜を自動化することにより、少ない人的資源で高速に新品種を育成することが求められている。また、我が国におけるイネやムギ類、ダイズ、果樹など野菜以外の作物では、国研や公設試が中心となって品種育成が進められているが、民間企業が開発を進めている研究成果等を積極的に活用していくことで新たな形質を持つ品種を生み出すとともに、国内の問題への対応だけでなくグローバルな視点から戦略的な展開を可能とする品種育成に取り組むべきと考えられる。育種の効率化に関しては、NPBT といった新たな育種技術の開発も進められている。我が国では、ゲノム編集技術を利用して開発された農林水産物について、食品等の安全性や生物多様性の確保の観点から問題がないか確認した上で開発者等が情報提供・届出を行う仕組みが関係省庁で構築されており、これまでに GABA 高蓄積トマトなどの安全性等が確認された上で情報提供・届出が行われ、利用が始まっている。今後、求められる品種を迅速に育成するためには、必要に応じて精密で高効率かつ他の生物由来の外来 DNA を含まないゲノム編集技術の活用や知財の確保などにより、早期社会実装に努めるとともに、先端技術についての分かりやすい情報発信、双方向のコミュニケーション等により、消費者等の理解を得ていく必要がある。



### Ⅲ 品種開発力強化に関する目標

#### みどりの食料システム戦略実現に資する主要な品種育成目標

みどり戦略では、2050年までに農林水産業のCO<sub>2</sub>ゼロエミッション化、化学農薬使用量(リスク換算)の50%低減、化学肥料使用量の30%低減、有機農業の取組面積の割合を25%(100万ha)に拡大することを目標としている。

これらの高い目標の達成には、課題克服に向けた様々な観点からの取り組みが必要となるが、品種育成においては、みどり戦略で示された温室効果ガス削減に資する品種、主要病害に抵抗性を有する品種、肥料利用効率が高い品種、気候変動に適応する品種等の育成を強力に推進することとし、各作物育種の主要な目標と対応方向を以下に整理する。なお、概ね5年後を目途とした主要な育種目標については、別紙(20ページ)に整理した。

#### (1)CO<sub>2</sub>ゼロエミッション化に資する品種育成

2020年度の我が国の温室効果ガス排出量のうち、農林水産分野からの排出はCO<sub>2</sub>換算で約5,084万tと全体の4.4%を占めており、決して高い割合ではないが、持続可能な農業の実現やSDGsの観点から排出削減に向けた取組は不可欠である。内訳としては、燃料燃焼による排出が1,855万tと最も多いが、次いで水田から排出されるメタンが1,200万tとおよそ24%を占めている。また、農用地土壌から排出される一酸化二窒素(N<sub>2</sub>O)が581万tとおよそ11%を占めており、水田、畑土壌からのメタン・N<sub>2</sub>O削減に向けた技術開発が求められている。

水田からのメタン排出削減技術としては、これまでに秋耕や中干し期間の延長といった技術が開発されているが、さらなる削減に向けた取り組みとして、メタン排出削減に資するイネ品種の育成を推進する。これまでの研究から、イネのメタン排出量には品種間差異があることが明らかとなっており、排出削減につながる根の形質や関与する遺伝子の解析が進められている。この形質については、「コシヒカリ」などの主力品種への導入を進めた上で、地域ブランド品種や業務用、加工用、飼料用、米粉用品種等へ導入を図り、全国展開を推進する。

畑土壌では、施用された施肥窒素の一部が土壌微生物の硝化作用により土壌中に留まり難い硝酸態に変換され、流亡して地下水汚染の原因となっているだけでなく、CO<sub>2</sub>の298倍の温室効果を持つN<sub>2</sub>Oに変換されて大気中に排出されることが問題となっている。この問題を解決するためには、植物自身が根から化学物質を分泌することにより硝化を抑制するBNI能がこの問題解決に大きく貢献するものとして注目されている。これまでに、コムギの近縁野生種であるオオハマニンニクからBNI能に関わる染色体領域をCIMMYTの多収性コムギ品種に導入したBNI強化コムギが開発されている。その効果については今後確認していくこととしているが、開発済みのBNI強化コムギは日本の栽培環境には適さない。そのため、この形質に関与する遺伝子領域の解析を進めるとともに、日本めん用、パン用、中

華麵用コムギ品種への導入を推進する。また、BNI 能を持つ素材開発が進められているトウモロコシ、ソルガム等にも展開を図り、畑作における温室効果ガス削減を推進する。

野菜では、施設園芸における加温栽培で化石燃料が使用されている。低温に強い品種の育成によって、加温に必要な燃料と CO<sub>2</sub> 排出量の削減につながることから、より低温に適応した施設園芸用野菜品種の育成を推進する。

## (2) 化学農薬の使用量低減に資する品種育成

化学農薬は、これまで病害虫や雑草の防除により作物の安定生産に貢献してきたが、今後は持続的な農業の実現に向けた環境保全型農業の推進の観点から、化学農薬の使用量低減による環境負荷軽減が必要となっている。一方、気候変動等による病害虫のまん延や新たな病害虫の発生が懸念される中で、化学農薬の使用を低減しつつ生産性の確保と病害虫の発生を抑制するには、化学農薬のみに依存しない総合防除技術の開発を推進する必要がある。総合防除では、病害虫が発生しにくい生産条件の整備、防除要否及びタイミングの判断、また多様な防除方法を活用した防除を適切に組み合わせることが必要とされている。病害虫抵抗性品種の利用は、導入リスクがほとんどなく、低コストで防除効果が見込まれる有効な生産条件の一つとして考えられ、すべての作物で新たな抵抗性品種の育成が求められている。

このため、いもち病や縞葉枯病等の主要病害のほか、高温で被害が助長されるウンカ類や紋枯病等の病害虫に抵抗性を有するイネ品種、赤かび病に抵抗性を有するコムギ・オオムギ品種、トウモロコシ品種、ウイルス病、害虫、黒根腐病等に抵抗性を有するダイズ品種等の育成を推進する。

カンショでは、サツマイモ基腐病による被害が 2018 年に南九州で初確認されて以降、全国に拡大し、主産地の南九州を中心に被害が甚大となっており、対策が急がれている。本病害による被害を軽減し、生産を回復するには、土壌消毒等を始めとする様々な防除対策に加え、サツマイモ基腐病抵抗性品種の早急な育成が求められている。カンショは、青果用、加工食品用、デンプン原料用、醸造用等の様々な用途で広く利用されており、それぞれの用途に適したサツマイモ基腐病抵抗性品種の育成を重点的に推進する。

バレイショでは、ジャガイモシストセンチュウ(Gr)の発生が大生産地である北海道を中心に拡大しており、また、ジャガイモシロシストセンチュウ(Gp)が北海道内の一部地域で確認される等、対策が求められている。シストセンチュウ類が一度侵入したほ場においてセンチュウを根絶することは困難であり、作付けの回避、土壌消毒によるセンチュウ密度の低減が図られているが、安定生産や化学農薬使用量低減の観点から、被害の軽減やセンチュウ密度の低減が可能なジャガイモシストセンチュウ類抵抗性品種の育成を推進する。また、ウイルス病や疫病等の病害防除のために慣行的な農薬散布が行われており、センチュウ密度の低減、安定生産や化学農薬低減の観点から、これらの病害虫に複合抵抗性を有し、でん粉

原料、青果、業務加工用等の様々な用途に適した安定多収品種の育成を推進する。

野菜・花きでは、化学農薬使用量の多い土壌燻蒸剤等の土壌処理剤の使用量低減が課題となっており、この課題解決に貢献する土壌病害抵抗性品種として、センチュウ抵抗性をはじめとした土壌病害複合抵抗性のピーマン類台木品種、青枯病抵抗性ナス品種、ハクサイ、ブロッコリーなどの根こぶ病抵抗性アブラナ科野菜品種の育成を推進する。また、トマト、イチゴ、ネギ、ダイコン、キク等、国内の主要な品目において、問題となっている病害虫抵抗性品種の育成を推進する。

果樹では、ナシ黒斑病、ナシ黒星病、リンゴ斑点落葉病、リンゴ黒星病、カンキツかいよう病、カンキツ黒点病、ブドウべと病、モモせん孔細菌病等の抵抗性品種や、土壌病害抵抗性台木品種、化学農薬使用量を低減しやすくロボット収穫等のスマート化が可能なリンゴカラムナータイプの品種育成を推進する。チャでは、クワシロカイガラムシ、輪斑病、赤焼病、炭疽病等に抵抗性を持つ品種など、化学農薬の使用量低減に寄与が大きい作物を中心に品種育成を推進する。

### (3)化学肥料の使用量低減に資する品種育成

環境負荷の軽減や農業資材の調達環境の変化、地政学的リスク等から化学肥料の使用量の低減が求められている。作物生産において生産性を確保した上で、化学肥料の使用量を低減するには、生育診断・土壌診断による適切な施肥、有機質肥料や下水汚泥資源など未利用資源による化学肥料の置き換えなど様々な取組が必要となるが、品種育成においても化学肥料の使用量低減に貢献できる技術開発が進められている。作物生産に使用される肥料は、作物毎に投入量が異なっており、既に肥料低減が進んでいるものもある。例えば、イネでは、玄米のタンパク質含有率が高まると食味が低下することから、生育後期の施肥量が抑えられていることに加え、肥効調節型肥料の利用や側条施肥等の技術導入が進み、施肥量は減少傾向にある。一方、コムギでは、パン用や中華麺用など実需者が求める子実タンパク質含有率の基準を満たすため、出穂後に窒素肥料が投入されるなど、化学肥料の使用量が多いことに加えて利用効率が低いことが問題になっている。そのため、コムギのような肥料投入量が多い作物から化学肥料使用量の低減を進める必要がある。前述の BNI 強化コムギは窒素肥料の流亡を防ぐことが期待され、少ない肥料で高い生産性を示すことが明らかとなっており、化学肥料使用量低減の観点からも BNI 能を強化したコムギ品種の育成を推進する。BNI 能に関しては、コムギと同様にトウモロコシ、ソルガム等においても同様の形質を持つ素材開発が進められており、これらの作物についても横展開を図り、畑作における化学肥料使用量低減を推進する。

野菜やチャは収量や品質の確保のためにイネや畑作物と比べて多量の肥料が投入されているが、中でもトマトは1作に必要な窒素施肥量が 35kg/10a と極めて高く、市場規模も大きいことから、窒素肥料利用効率の高い低窒素要求性トマト品種の育成を推進する。また、

トマト以外の野菜については、同じ施肥量でも生育の旺盛なものを選抜することで肥料利用効率向上が期待され、収量あたりの施肥量の低減が可能となることから、多収品種の育成を推進する。なお、果菜類では接ぎ木が一般的に行われていることから、穂木の成長を促進することで施肥量の低減に有効となる強勢台木の育成を推進する。チャについては低窒素下でも収量や品質が低下しにくい品種の育成を推進する。

化学肥料の低減に資する形質については、畑作物における BNI 能のような新たな形質の解析が進んでいるものもあるが、作物によって取組の状況には差があり、基礎的研究による知見を利用した新たな形質の導入も求められている。近年、これまで研究が困難であった地下部(根)についての研究が特にイネにおいて急速に進んでおり、根系(深度分布・伸長角度)に関与する遺伝子が明らかになってきた。また、根から肥料を吸収するために分泌される物質や土壌微生物との相互作用の解析なども進められており、今後は肥料の吸収に適した根の配置や土中の肥料を効率的に吸収する形質などの導入により、根からの肥料吸収効率を向上させた作物の開発が期待される。

加えて、有機質肥料や下水汚泥資源などの未利用資源による化学肥料の置き換えを進めるためには、これまでのような化学肥料を前提とした基肥・追肥による施肥体系を見直す必要がある。このため、肥効の制御によって低タンパク質良食味米や高タンパク質コムギを生産するのではなく、米の食味を低下させるタンパク質を低減する遺伝子の解析やコムギのグルテンを強くする遺伝子の解析などを進め、未利用資源を利用した施肥体系でも安定的に高品質な生産物を産出する品種の育成に向けた取組を推進する。

#### **(4)気候変動対応に資する品種育成**

我が国の年平均気温は、100年あたり1.28℃の割合で上昇しており、2020年の日本の年平均気温は、統計を開始した1898年以降最も高い値を示した。農林水産業は気候変動の影響を受けやすく、高温によるイネの玄米外観品質の低下や、リンゴやブドウの着色不良・着色遅延、カンキツの浮皮、ニホンナシやモモの発芽不良など、生産面、品質面における被害が顕在化しているだけでなく、イネの開花期高温不稔、牧草の夏季高温による枯死や生育停滞による収量低下なども問題となっている。これら品質や収量への影響に加え、温暖化に伴って発生が増加すると考えられる病害虫や海外からの飛来害虫の増加などにより、病害虫への対策がより重要になると考えられ、加えて大雨の回数も増加していることから、畑作物の湿害やムギ類の穂発芽への更なる対応も今後必要となる。また、温暖化の下でも冷害リスクは継続することが報告されており、寒地、寒冷地では低温によるイネの冷害やムギ類の凍霜害リスクは依然として高い。

このため、温暖化等の地球環境変動に対応した持続可能な食料システムを構築する上では、高温や低温、湿害による品質や収量への影響を緩和することに加え、病害虫に抵抗性を持つ品種の育成が必要となる。

イネでは、温暖化で被害の増加が予想されるトビイロウンカ、ごま葉枯病、もみ枯細菌病等に抵抗性を有し、高温登熟耐性や高温不稔耐性、耐冷性を気候区分や用途に合わせて複合的に備えた多収品種の育成を推進する。

ムギ類では、穂発芽や凍霜害に対する抵抗性を複合的に有し、日本めん用、パン用、中華麺用等、グルテン含有率やデンプンの性状等にも着目した実需が求める品質や高い収量性を有した品種育成を推進する。

野菜類では、ほぼすべての品目について高温、干ばつ耐性が重要となる。特に露地野菜では、気候変動による作型の変化が見られ、作型・品種や産地リレーなどの周年出荷体制の見直しが必要になるほか、これまで問題とならなかった病虫害被害が顕在化しつつあることから、作期の変化に伴う新規の病虫害被害へ抵抗性を有する品種の育成を推進する。合わせて、一過的な高温、低温、ゲリラ豪雨による湛水のような、一時的な不良環境にも耐える頑強性を強化した品種の育成を推進する。

永年性作物である果樹では、気候変動の影響を一年を通じて受け、かつ品種の更新に長期間を要することから、気候変動への即応は困難である。また、適地が限られている中で、リンゴやブドウ等の高温による着色不良・着色遅延、ウンシュウミカンの浮皮発生による貯蔵性低下、ナシやモモの暖冬年の低温遭遇量不足等による発芽不良や、リンゴ、ナシ、モモ等で凍霜害が発生している。このため、着色の優れたリンゴ、ブドウ品種、浮皮が発生しにくいカンキツ品種、低温要求性の低いナシ、モモ品種、開花期が遅いリンゴ、ナシ、モモ等の品種の育成を推進する。

牧草では、近年の温暖化の進展により被害が顕在化している夏枯れやいもち病等の夏季の病害に対する抵抗性を付与することにより、日本特有の気象条件においても安定的に高い能力を発揮できる品種の育成を推進する。

その他、倒伏耐性と出芽苗立ち性の良いダイズ品種、倒伏や湿害等の気象災害リスクに耐性を有するトウモロコシ品種の育成を進める。

気候変動に対応する品種の育成では、今後予想される気候に対して現行品種での被害予測や求められる耐性の程度を予測、評価する定量的研究との連携を推進する。また、育成品種が十分な効果を持つかどうかを見極めることが鍵となるが、これを評価するためのシステムとして温度、湿度や CO<sub>2</sub> 濃度等の栽培環境を精密に制御できる人工気象室「栽培環境エミュレータ」が官民研究開発投資拡大プログラム (PRISM) において開発されている。栽培環境エミュレータでは、温暖化シナリオに基づいた 21 世紀末の栽培環境といった多様な環境条件が再現可能となっており、多様な野外環境に対して作物の環境応答を評価することで、将来の気候変動に的確に対応できる品種の育成を加速化する。

## (5) 食料安全保障に資する品種育成

令和3年度の我が国のカロリーベース食料自給率は38%と低い水準となっているが、品目別で見ると米では98%とほぼ自給を達成、野菜でも75%と比較的高い品目もある一方、コムギや食用ダイズはそれぞれ17%、26%と低く、多くを輸入に依存している。また、トウモロコシや牧草などの飼料自給率は25%と低い状況となっている。これらの輸入依存度が高い作物については、環境変動、地政学的なリスクによる価格変動、需給変動等に対応するため、国内での生産を強化する必要があるが、日本の栽培環境では単収が低い作物も多く、品種育成による収量向上が求められている。

中でもダイズについては、アメリカやブラジルなどの主要生産国では年々単収が伸びて300kg/10aを超えているものの、我が国の単収は160kg/10a程度で伸び悩んでおり、国内生産量の拡大には、多収ダイズ品種の育成・普及が急務となっている。多収の海外品種は油糧用が中心であり、油含有率が高いものの粒が小さくタンパク質含有率も低いいため、国内で求められる豆腐等への加工適性は劣っている。国産ダイズ品種は大粒で加工適性が優れる品種が多く育成されており、国内生産量の拡大の向けには、加工適性が高い日本品種へ海外多収品種の収量性を導入し、豆腐加工適性などの実需が求める特性やコンバイン収穫時の裂莢を減らす難裂莢性を有した極多収ダイズ品種の育成を重点的に推進する。加えて、極多収品種育成においてはダイズ生産者の経営規模の急速な拡大に対応できるよう、多様な早晩性・形質を有する複数の品種育成を推進する。

海外からの輸入に依存するムギ類については、上記のBNI能を国内の主要品種に導入した実用品種の育成を急ぐとともに、赤かび病抵抗性、穂発芽耐性を向上した品種の育成を推進する。また、米粉は国内生産の拡大余地が大きく、輸入コムギの代替として利用が期待されるため、米粉パンや米粉麺への加工適性や製粉性に優れた極多収イネ品種の育成を推進する。

食料安全保障の観点からは、カロリー供給量が多く、低窒素条件でも生育が容易で国内での増産余地があるカンショの育成にも取り組む必要があり、サツマイモ基腐病抵抗性の改良とともに収量性を向上させた品種育成を推進する。カンショと同様にカロリー供給量の多いバレイショについても、国内で問題となっている重要病害やジャガイモシストセンチュウ類の抵抗性を改良するとともに、収量性を向上させた品種育成を推進する。

野菜については、カロリー供給量が低いものの、家計消費量はほぼ100%を国産で賄っているのに対し、加工・業務用は3割を輸入に頼っており、これを国産に置き換えていくことが重要となっている。中でも加工用タマネギは海外依存度が高いため、縦長性や大玉形質などの加工適性が高い加工・業務用タマネギ品種の育成を推進する。

飼料については、食料安全保障の観点に加え、国産畜産物の積極的な海外展開が政策的に振興される中、今後の国内外における牛肉及び牛乳・乳製品の旺盛な需要に応えていくためには、畜産物生産の基盤となる良質な国産飼料の安定的な供給が不可欠である。

牛の配合飼料の約半分を占める主要濃厚飼料であるトウモロコシは、そのほとんどを輸入に依存してきたが、近年、過度な輸入依存から脱却して畜産経営の安定化を図るため、水田を生産基盤とした子実用トウモロコシ栽培が推進されている。しかし、トウモロコシは極めて耐湿性の低い作物であるため、降雨の多い日本の気象条件では湿害による収量や品質の低下が大きな課題となっており、安定生産のためには圃場の排水性の改良とともに耐湿性の向上が不可欠である。このため、国内での子実用トウモロコシ生産強化に向けた取組として、耐湿性の向上につながる形質や関与する遺伝子の解析を進め、近縁野生種に由来する耐湿性を導入するとともに、赤かび病抵抗性や耐倒伏性等を有する高能力子実用トウモロコシ品種の育成を重点的に推進する。また、粗飼料となる牧草については、近年の温暖化に伴う夏枯れ等による荒廃が加速化していることのほか、1960年代以降の草地開発事業により増大した草地が経年により衰退が進んでいる。草地の完全更新は費用や労働の面から生産者への負担が非常に大きく、草地更新がなかなか進まない状況にあることから、費用と労働負担の軽減が可能な簡易更新(追播)への適性を有する牧草種について、収量性や越夏性等の改良を進めることとし、これらの品種育成と栽培管理技術の普及により飼料自給率の向上に貢献する。

## IV スマート育種基盤充実・強化の目標および手順

### 1 スマート育種基盤の整備に関する基本的考え方

みどり戦略の目標達成とその推進を図るスマート農業をはじめ、国際競争力の強化や食料安全保障に貢献する画期的な新品種を迅速に育成するには、国研、公設試、大学、国内の民間企業等の我が国のすべての育種関係者が、育種の計画や選抜過程等を時間的、労力的に大幅に効率化できる体制を構築する必要がある。我が国では、育種を効率化するため、ゲノム情報、遺伝子情報、作物特性および系譜情報等の育種ビッグデータと AI を活用したスマート育種の試みが進められている。これまでに、みどりの食料システム戦略実現技術開発・実証事業において、スマート育種を行うための基盤整備として、イネ、ムギ類、ダイズ等の主要穀物を中心にゲノム情報と栽培特性がセットになった約 10,000 点の育種ビッグデータの整備や、多数の遺伝子が関わる形質をゲノム情報から予測する育種 AI 等のツール開発、農業上有用な遺伝子のカタログ化等、スマート育種を支援する技術開発に取り組んできた。また、内閣府 SIP では、ゲノミックセレクション(注1)などを効率化する育種 API を実装した「データ駆動型育種プラットフォーム」を構築し、対象を主要穀物からイチゴやカンキツ等の一部の野菜や果樹等に広げ、育種ビッグデータを活用した品種や育種素材開発の実証試験を通してスマート育種の有効性を示してきた。

このような中、今後、同基盤技術の育種現場への実装を図っていくためには、形質予測を行う育種 AI 等を利用した育種技術の高精度化や低コスト化、育種ビッグデータが不足している品目へのスマート育種の展開など、これまで開発を進めてきた育種の効率化技術を強化・拡充する必要がある。加えて、画期的な形質を示す有用遺伝資源の遺伝子情報や形質情報の整備およびその育種素材化、表現型データを効率的に取得できるフェノタイピング技術の開発など、育種に係る各工程の迅速化、低コスト化を図る育種支援体制の強化が必要となる。

以上のことから、育種現場でスマート育種を導入する環境を整備し、我が国の品種開発力の底上げを実現するため、みどり戦略の目標達成に不可欠な病虫害抵抗性、肥料利用効率向上等の有用な形質を持つ育種素材の短期開発やラインナップ化、圃場や精密環境を再現する人工気象室等において画像解析 AI の高度化により作物形質を自動計測、評価できる高速フェノタイピング技術、最適な交配親組合せの予測や育種ビッグデータに基づく品種デザイン等を飛躍的に効率化できる育種支援ツールの開発を推進する。これにより、国研、大学、公設試、民間企業等が各々のニーズに応じて利用できるユーザーフレンドリーな育種効率化基盤「育種ハイウェイ」の構築を図る。また、長年蓄積されてきた過去の膨大な育種データも育種ビッグデータとして整備・活用し、育種支援ツールの開発を加速化させる。

(注1)ゲノミックセレクション:ゲノムの塩基配列の違いに基づいて、個体の形質を予測し、優良な個体を選抜する育種技術。多数の遺伝子が関わる複雑な形質をターゲットにした育種に有効とされている。



## 2 スマート育種基盤により提供が期待される技術

### (1) 有用な形質を持つ遺伝資源の整備と育種素材化

緑の革命では、半矮性遺伝子を育種に利用することで耐倒伏性を高め、化学肥料の大量投入型の栽培法と合わせることで大幅な収量増に成功したが、その半矮性遺伝子は、イネでは台湾の在来品種「<sup>ていきやくうせん</sup>低脚烏尖」、コムギでは日本の在来品種「白達磨」の遺伝資源に由来している。我が国では、農研機構遺伝資源研究センターに、2021年11月時点で、イネ類約4.7万点、ムギ類約6万点、マメ類約2.7万点、野菜類約3.1万点を含めた総計約23万点の植物遺伝資源が保存されており、世界第6位の規模を誇る。これまでに、イネのいもち病抵抗性「コシヒカリ BL」品種群や単為結果性ナス「あのみり」などの有用な品種の育成に、これらの遺伝資源が活用されている。今後も気候変動や新たな病害への対応など食料生産に関わる課題を解決するために遺伝資源研究センターに保存されている遺伝資源の果たす役割は大きいと考えられ、これらは我が国において新たな品種育成を推進するための貴重な財産といえる。

みどり戦略に基づく生産力の向上と食料生産の持続性を両立できる画期的品種の育成に、これらの遺伝資源を有効に活用するためには、国研や公設試、民間企業等が連携した在来品種や近縁種の再評価と遺伝変異を積極的に利用するための育種素材の開発(プレブリーディング(注2))体制の構築が必要である。また、イモ類・果樹類などの栄養体については、近年の自然災害の増加に対応するため複数の保存拠点を設け、貴重な遺伝資源の消失を防ぎながら育種利用に繋げることが望ましい。そこで、各品目について CO<sub>2</sub>ゼロエミッション化や化学肥料・化学農薬の使用量低減、有機農業の取組面積拡大、気候変動への対応、食料安全保障に資する形質に着目して遺伝資源を再評価し、利用可能な遺伝資源のゲノム情報や形質情報の作物毎の整備を推進する。

また、遺伝資源は、特定の形質が有用であっても、他の形質が不良で我が国の栽培環境に不適な形質を持つ場合がほとんどであり、不良形質を取り除いて有用な形質のみを効率的に利用することが重要になる。これを迅速に達成するため、育種ビッグデータを活用した効率的なAI選抜等の育種技術と栽培エミュレータ(注3)等を用いた世代促進技術を組み合わせて効率的なプレブリーディングを行うための手順を体系化し、みどり戦略の実現に資する品種育成に必要な育種素材の迅速な提供やラインナップ化を図るための体制整備を進めるとともに、ゲノム編集等を用いた変異導入による有用形質創出技術の開発を推進する。

(注2)プレブリーディング:在来品種や遺伝資源が持つ有用な形質・遺伝子を、品種育成の交配親等に利用できるように素材化すること。これにより、不良形質を除き、画期的な形質・遺伝子を導入した素材を育成し、育種に素早く利用できる体制が整備される。

(注3)栽培環境エミュレータ:温度、湿度やCO<sub>2</sub>濃度を制御し、様々な栽培環境を再現することができる高能力な人工気象室。過去や実現したい気象データを入力し、分単位で設定値を変更することが可能。

## (2) 交配シミュレーションによる最適な交配親の予測技術

育種目標に合致した形質を持つ品種を育成するためには、その交配親の選定が重要となる。育種家は、育種目標とする形質の遺伝的特性や交配親となる素材の系譜・栽培特性を考慮した上で、最適と考えられる育種素材を選定し、その素材間で交配を行うが、選定した交配親の組合せから育種目標に合致する品種が必ずしも選抜できるとは限らない。そのため、多くの品種育成の現場では、有望な育種素材について複数の組合せで交配を行い、多様な遺伝子の組合せを持つ個体で構成される雑種集団を養成した上で、育種目標に合致した個体を選抜している。交配組合せが多くなるほど、その後代を評価するための労力や圃場規模が多大になりコストを要することになるが、交配組合せによりどのような後代個体が生まれるか事前に形質を予測することができれば、育種目標に対して最適な組合せのみを交配し、集団養成、選抜するだけでよくなり、育種の飛躍的な効率化が期待できる。そこで、育種ビッグデータを充実させて交配シミュレーションを行い、最適な交配親や組合せを提示できる技術の開発を推進する。この技術は、特にカンショやバレイショ、イチゴ等の栄養繁殖性等の  $F_1$  作物や世代間隔の長い果樹の交配親の選定への活用が期待される。

## (3) 育種ビッグデータを利用した高精度な形質予測が可能な育種 AI の高度化

次世代シーケンサーを利用した DNA 配列解読技術の進展により、イネ、ムギ類、ダイズ等の主要穀物に加え、各品目で参照ゲノム配列をはじめとするゲノム情報が大規模に蓄積されてきている。作物によって状況は異なるが、少数の遺伝子に支配される農業上有用な形質について遺伝子領域が同定された事例も多く、DNA マーカーを利用して優良な個体を選抜することにより育種の効率化が進められている。一方で、多数の遺伝子に支配される複雑形質では、QTL 解析(注4)によりその遺伝的な理解は進んだが、遺伝的背景や栽培環境によって QTL による表現型が変動する事例が多いため、交配組合せによっては期待した形質を持つ個体が得られず、マーカー育種の適用が難しい現状となっている。

この課題に対し、ゲノミックセレクションは多数の遺伝子が関与する形質を予測できる技術として育種への利用が期待されている。これまでに、みどりの食料システム戦略実現技術開発・実証事業では、主要穀物を対象に、品種・系統のゲノム情報に加えて、系譜情報、収量などの形質情報を育種ビッグデータとして整備し、ゲノミックセレクション等を育種に適用するための育種 AI ツールの開発を行っている。また、内閣府 SIP では、ゲノミックセレクションの実装の場として「データ駆動型育種プラットフォーム」を構築し、イネ、イチゴ、カンキツの品質等の形質を対象に育種素材開発による実証試験を通して、ゲノミックセレクションの育種への有効性を示した。

現状では、本プラットフォームは育種 AI のプロトタイプであるため、特定の地域における一部の形質に利用の対象が限られる。そこで、本プラットフォームの汎用化に向けて、育種

ビッグデータを活用した情報利用技術を発展させることにより、目的形質をすべて揃え広域適応性も付与できる高精度な育種 AI の開発を推進する。高精度な育種 AI により圃場で表現型を評価せずに優良個体の選抜が可能となり、評価に係る労力やコストを大幅に削減し、育種の効率化と高度化が図られることが期待される。従来の QTL 解析等による複雑形質に関する知見を深化させるとともに、ゲノミックセレクション等の育種 AI により多数の遺伝子解析が可能となることで、これまで予測困難であった収量性や病害の圃場抵抗性など量的遺伝子座が関与する形質について効率的な選抜が進むものと考えられる。

(注4) QTL 解析: Quantitative Trait Locus (量的形質遺伝子座) 解析の略。収量性、食味、出穂性などの量的形質について、関与する遺伝子座の数や効果の大きさを推定する解析手法。

#### **(4) 形質評価を自動化する高速フェノタイピング技術の開発**

高速フェノタイピングは、無人航空機などに搭載したカメラやセンサーなどの計測機器により収集した大量の画像データ等を高速に解析することで作物形質を測定する技術であり、作物の詳細な形態情報のほか、生長過程や環境への応答など経時的な計測が必要な複雑な生育特性も正確に定量化が可能である。我が国の育種現場では、育種家が目視や実測により表現型データを取得することが一般的であり、これが迅速な品種育成に対するボトルネックの1つとなっているが、高速フェノタイピング技術を育種に利用することにより、形質評価の飛躍的な効率化と高度化が期待される。また、これまで育種家では取得が不可能であった生長量等の経時的な変化を測定データとして把握することで、育種選抜における精度向上や新たな選抜指標を提示することが可能となると考えられる。

これまでに、無人航空機等で取得した画像を解析することで、イネやムギ類などで圃場における出穂期の評価、収量の予測、病害の罹病程度の評価などを行う効率的な形質評価法が開発されているが、今後は評価できる形質を拡充し、複数の形質を一度に解析できる画像解析 AI の開発など評価技術を高度化し、育種現場のニーズに合致したフェノタイピング技術の開発を推進する。

また、気候変動に柔軟に対応できる優良品種を迅速に開発するため、気候変動を精密に再現できる栽培環境エミュレータを利用して、作物の環境応答に関わる形質データを自動計測し大量に取得することで、有望系統の適応できる栽培地域を正確に予測できる AI 技術の開発を推進する。これにより、品種育成プロセスの中で各地域に最適な栽培法をセットにして提案できる体制を整える。

さらに、形質情報の収集、自動解析技術として、自走ロボットによる圃場での評価、センサーを用いた温室効果ガス(メタン・N<sub>2</sub>O 等)のリアルタイム計測、バイオマーカーによる良食味個体の選抜技術、作物の地下部を高精度に可視化できる非破壊計測技術、マルチカメラ画像によるストレス状態の評価など、持続的な食料生産に資する品種育成に必要な形質評価について、迅速化・高精度化できる技術開発を推進する。

## (5) 多品目へスマート育種を展開する作物横断的な育種情報の利用技術

近年、イネ、ムギ類、ダイズ、トウモロコシ等の品目を対象に、ゲノム情報や生育等の育種に関するビッグデータが基盤として整備され、先述のとおり、育種 AI や有用遺伝子情報の活用により効率的に品種育成を行えるようになってきた。

我が国の品種開発力を底上げし、国研や公設試、新規参入を含めた国内の民間企業等による品種育成を活性化するためには、これらの育種技術の深化に加えて、主要穀類と比べて基盤情報が少ないイモ類、野菜、果樹等の幅広い品目にスマート育種技術を適用していく体制の整備を効率的に進めていく必要がある。

そのため、主要穀物のほか、イモ類、野菜、果樹等についても、品種・系統等の育種ビッグデータを一元的な形式で整理・収集し、特定作物の基盤情報を作物横断的に適応できる体系的な情報解析基盤の構築を進める。統一的な形式で作物横断的な「育種情報インフラ」を整備し、情報利用技術の開発をすることで、幅広い作物間で育種ビッグデータ、遺伝子機能、遺伝子ネットワーク、オミクス情報(注5)を効率的に相互利用することが可能となり、育種情報が限定的な品目にもスマート育種技術を展開できることが期待される。

(注5)オミクス情報:生体内の、全 DNA の塩基配列情報であるゲノム、全転写産物であるトランスクリプトーム、発現している全タンパク質、全ての代謝物質などをまとめた網羅的な生体分子情報。

## V 品種開発力を強化するための人材の育成と知的財産の保護・活用方策

### 1 スマート育種基盤を活用した人材の育成

我が国の育種は、国研や公設試のほか、民間企業、在野の育種家等において実施され、数多くの優良品種を生み出してきた。これらは、メンデル遺伝学を基盤とした交配・選抜により進められてきたが、近年のデータ駆動型育種や新たな育種技術の活用を進めるにあたり、植物遺伝学、植物生理学、分子生物学、統計学等の幅広い知識を持った人材を育成する必要がある。

また、育種 AI や高精度な形質を解析するフェノタイピング技術を扱うスマート育種基盤では、AI や IoT 等の新たなデジタル技術に関する知識が求められる。生命科学と情報科学が融合したバイオインフォマティクス(注6)分野において、データサイエンティストに準じた人材を育種基盤の運用の中で OJT (On the Job Training) により育成することが、今後、効率的な育種を推進する上で重要となっている。加えて、スマート育種基盤を安定運用するためには研究開発だけではなく、成果の社会実装なども含めた包括的な人材育成も重要であり、みどり戦略などに基づく国の施策や、消費者や実需者のニーズを迅速に育種計画に反映するためのマーケットインの意識を持つ人材のほか、種苗業界の海外展開などの状況に対応するためのグローバルな視点を有した人材の育成も推進する。

このような多様な人材の育成においては、国が主導する研究開発プロジェクト等に多くの分野から若手研究者が積極的に参画できるようにするなど、今後のスマート育種基盤を支える人材の活躍の場を用意して育成を促進する。

(注6) バイオインフォマティクス: DNA、RNA、タンパク質等の生命が持つ様々な情報を対象として、情報科学や統計学などのアルゴリズムを用いた解析から生命現象を明らかにする、生命科学と情報科学が融合した学問分野。

### 2 品種や基盤技術等に関する知的財産の保護・活用方策

農林水産省では、平成 28 年 2 月に農林水産研究における知的財産に関する方針を策定した。その後、農林水産物・食品の輸出拡大実行戦略の決定(令和 2 年 11 月)、種苗法の改正(令和 2 年 12 月)のほか、農林水産省知的財産戦略2025の策定(令和 3 年 4 月)、委託研究開発におけるデータマネジメントに関する運用ガイドライン(平成 29 年 12 月)、農業分野における AI・データに関する契約ガイドラインの制定(令和 2 年 3 月)等、様々な知的財産マネジメントを取り巻く情勢を踏まえ、同方針を改訂(令和 4 年 12 月)した。新たな方針では、戦略的な知的財産マネジメントに国内外を問わず取り組むことで、我が国の農林水産業・食品産業等の国際競争力の強化を図ることとしており、そのために必要な知的財産の保護・活用方策を示している。

知的財産の保護にあたっては、令和2年12月に種苗法が改正され、登録品種については海外への持出しや指定産地外での栽培を制限できるようになったほか、旧種苗法下で育

成者権が及ばなかったいわゆる自家増殖についても許諾管理を行うことができるようになったことから、これらの制度も最大限活用することとする。また、開発から普及の各段階において、品種の管理を徹底し、流出を防止するため、(1) 研究開発段階では、育種期間中の圃場の立ち入り制限や外部視察の禁止、育種中の系統名などがすぐわかるような立て看板の禁止等の管理の徹底を行うこと、(2) 育種後は、国内のみならず、品種の流出リスクが高い国においても早期に品種登録出願を行うこと、(3) 品種登録されるまでの間(仮保護期間)に普及を行う場合は、種苗の利用者と適切な契約を結ぶこと、等の方策により、品種の保護を行うことが必要である。

知的財産の活用にあたっては、公的資金を活用して得られた研究成果についての社会実装を加速化していくため、民間企業等に独占的に実施させること等も含めた効果的な実施許諾の在り方を検討する。また、国内における利用を引き続き優先しつつも、海外における知的財産の保護・活用を推進し、収益化することで我が国のための品種育成に再投資し、イノベーションの創出を加速する取組が重要である。

データの利活用にあたっては、政府全体では、「オープンサイエンスを基本姿勢として、公的資金による研究データの利活用を可能な限り拡大する」という方針の下、「各研究者は、どの研究データを共有あるいは公開するべきかを適切に検討し、自身の研究成果を最大化しながら将来のイノベーション創出に大きく寄与できるようなオープン・アンド・クローズ戦略(注7)に基づいて、研究データの管理を実施することが重要である」との考え方が示されている。このため、新たな研究成果やイノベーションを生み出す源として、データを適切に管理・共有することが重要であり、スマート育種基盤で開発する技術や取得するビッグデータについても、公開すべきデータと公開適用対象外にすべきデータを明確に峻別した上で、育種AIの高度化研究に向けて収集・解析された豊富なデータを組み込んで拡充を図る。また、画期的な形質を持った品種の育成を加速するためには、未利用の遺伝資源利活用が重要となるため、海外遺伝資源の収集・導入に当たっては CBD、ITPGR 等の条約に従い、その利活用を推進する。

研究データの取扱いにあたっては、農業分野における AI・データに関する契約ガイドラインなどを参考に、迅速かつ適切な利活用を行うとともに、農林漁業者からデータの提供を受ける場合は、提供データの取扱いについて合意を行うことに留意する必要がある。さらに、研究データに個人情報が含まれる場合には、個人情報保護の観点からデータの匿名化や仮名化を適切に行う。

(注7) オープン・アンド・クローズ戦略: 知的財産の活用で保有者がオープンにするもの、秘密にして保護するものを仕分けビジネスに活用する戦略。

# 作物別の主要な育種目標(1)

(別紙)

| みどり戦略に資する品種育成目標                      | 5年後の作物別の主要な育種目標   | 10年後の作物別の主要な育種目標   |
|--------------------------------------|---|--|
| (1)CO <sub>2</sub> ゼロエミッション化に資する品種育成 | メタン排出低減に資するイネ育種素材の開発  | メタン排出を低減する品種育成と地域ブランド品種への展開  |
|                                      | BNI強化コムギ開発に向けた高速フェノタイピング技術開発、国内向けBNI強化コムギ系統の開発                                    | BNI強化コムギ品種の育成と地域ブランド品種への展開   |
|                                      | BNI強化トウモロコシおよびソルガムの遺伝資源の活用  | BNI強化トウモロコシおよびソルガムの育種基盤の整備   |
| (2)化学農薬の使用量低減に資する品種育成                | いもち病、縞葉枯病抵抗性、高温耐性等を複合的に有した多収・良食味イネ品種の育成   | 主要病害の他、高温で被害が助長される病害虫抵抗性や高温耐性、高温不稔耐性に優れる多収・良食味イネ品種の育成                |
|                                      | 遺伝資源を用いた赤カビ病抵抗性コムギ系統の開発<br>うどんこ病、縞萎縮病、麦類萎縮病、穂発芽耐性等を複合的に有し、品質・収量性が優れたコムギ・オオムギ系統の開発 | 遺伝資源を用いた赤カビ病抵抗性コムギ品種の育成<br>主要病害虫抵抗性や穂発芽耐性を有し、品質・収量性が優れたコムギ・オオムギ品種の育成 |
|                                      | ウイルス病等に対する複合抵抗性を有した難裂莢性ダイズ品種の育成   | 立枯性病害抵抗性等を有する難裂莢性ダイズ品種の育成  |
|                                      | 各用途に適したサツマイモ基腐病抵抗性のカンショ品種の育成  | サツマイモ基腐病抵抗性等複合抵抗性を有するカンショ品種の育成                                       |
|                                      | ジャガイモシストセンチュウ(Gr)抵抗性の青果・加工用および、ジャガイモシロシストセンチュウ(Gp)/Gr抵抗性でん粉原料用バレイショ品種の育成          | ジャガイモシストセンチュウ類などの複合病害虫抵抗性バレイショ品種の育成                                  |
|                                      | センチュウ抵抗性ピーマン類台木品種、青枯病抵抗性ナス品種、根こぶ病抵抗性アブラナ科品種、白さび病抵抗性キク品種の育成                        | 野菜等の病害虫抵抗性実用品種の育成  |
|                                      | リンゴ黒星病、カンキツかいよう病抵抗性系統の開発、ナシ黒星病抵抗性品種の育成  | リンゴ黒星病、カンキツかいよう病抵抗性品種の育成   |
|                                      | 耐病性に優れ、多収かつ高品質の中生チャ品種の育成  | 耐病性に優れ、多収かつ高品質の晩生チャ品種の育成   |
| (3)化学肥料の使用量低減に資する品種育成                | 国内向けBNI強化コムギ系統の開発   | BNI強化コムギ品種の育成と地域ブランド品種への展開   |
|                                      | BNI強化トウモロコシおよびソルガムの遺伝資源の活用  | BNI強化トウモロコシおよびソルガムの育種基盤の整備   |
|                                      | 減肥下でも収量低下の少ない低窒素要求性のトマト育種素材の開発<br>穂木の成長を促進する果菜類の強勢台木の開発                           | 収量あたりの施肥量削減を可能にする多収性野菜品種の育成  |

## 作物別の主要な育種目標(2)

| みどり戦略に資する<br>品種育成目標    | 5年後の作物別の主要な育種目標   | 10年後の作物別の主要な育種目標  |
|------------------------|---|---|
| (4) 気候変動対応に<br>資する品種育成 | 高温で被害が助長される病害虫抵抗性品種や高温不稔耐性に優れるイネ系統の開発                                     | 主要病害の他、高温で被害が助長される病害虫抵抗性や高温耐性、高温不稔耐性に優れる多収・良食味イネ品種の育成                 |
|                        | うどんこ病、縞萎縮病、麦類萎縮病、穂発芽耐性等を複合的に有し、品質・収量性が優れたコムギ・オオムギ系統の開発                    | 主要病害虫抵抗性や穂発芽耐性を有し、品質・収量性が優れたコムギ・オオムギ品種の育成                             |
|                        | 高温、干ばつ耐性の強化、作型の変化に対応した病害虫抵抗性の野菜類品種の育成                                     | ゲリラ豪雨、一過的な高温、低温などの一時的な湛水、不良環境にも耐える頑強性を備えた野菜類品種の育成                     |
|                        | 高温でも浮皮しにくいカンキツ育種素材の開発<br>高温でも着色の優れたリンゴ・ブドウ育種素材の開発                         | 高温でも浮皮しにくいカンキツ品種の育成<br>高温でも着色の優れたリンゴ・ブドウ品種の育成                         |
|                        | 越夏性および採種性に優れる主要牧草品種の育成  | 環境適応性を有し、永続性に優れる牧草品種の育成   |
| (5) 食料安全保障に<br>資する品種育成 | 米粉パンや米粉麺への加工適性や製粉性に優れ、全国の各地域に普及可能な極多収イネ品種の育成                              | 米粉パンや米粉麺への加工適性、製粉性、病害虫抵抗性に優れ、全国各地域に普及可能な極多収イネ品種の育成                    |
|                        | 国内向けBNI強化コムギ系統、赤カビ病抵抗性コムギ系統、うどんこ病、縞萎縮病、穂発芽耐性等を複合的に有し、品質・収量性が優れたコムギ系統の開発   | BNI強化コムギ品種の育成、赤カビ病抵抗性コムギ品種の育成<br>主要病害虫抵抗性や穂発芽耐性を有し、品質・収量性が優れたコムギ品種の育成 |
|                        | 豆腐加工に適した極多収ダイズ品種の育成   | 主要病虫害抵抗性を有する豆腐加工に適した極多収ダイズ品種の育成                                       |
|                        | 各用途に適したサツマイモ基腐病抵抗性のカンショ品種の育成  | サツマイモ基腐病抵抗性等の複合抵抗性を有するカンショ品種の育成                                       |
|                        | ジャガイモシストセンチュウ(Gr)抵抗性の青果・加工用および、ジャガイモシロシストセンチュウ(Gp)/Gr抵抗性でん粉原料用/バレイショ品種の育成 | ジャガイモシストセンチュウ類などの複合病害虫抵抗性バレイショ品種の育成                                   |
|                        | 加工適性の高い縦長性や大玉形質を有するタマネギ品種の育成  | 乾腐病等の抵抗性も付与した加工適性の高い加工・業務用タマネギ品種の育成                                   |
|                        | 赤かび病抵抗性や耐湿性、耐倒伏性に優れるトウモロコシ系統の開発<br>簡易更新(追播)適性に優れる牧草品種の育成                  | 耐湿性等を導入した高能力子実トウモロコシ品種の育成<br>簡易更新に適用でき、収量性等に優れる牧草品種の育成                |