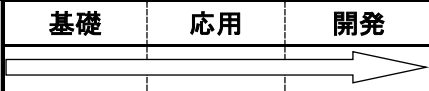


委託プロジェクト研究課題評価個票（中間評価）

研究課題名	次世代育種・健康増進プロジェクトのうちゲノム編集技術を活用した農作物品種・育種素材の開発	担当開発官等名	研究開発官(基礎・基盤・環境)
		連携する行政部局	食品産業局食文化・市場開拓課 生産局園芸作物課 生産局地域対策官室 政策統括官付穀物課 政策統括官付地域作物課
研究期間	H31～R5（5年間）	総事業費（億円）	5億円（見込）
研究開発の段階	基礎	応用	開発
			

研究課題の概要

<課題①：ゲノム編集技術（※1）を活用した農作物品種・育種素材（※2）の開発（平成31～令和5年度）>

- 我が国の農業の競争力強化、生産者の収益向上等のため、交配による従来育種やDNAマーカー（※3）育種では困難な作物において、ゲノム編集を用いて、加工・業務用品種、高付加価値品種や病害虫抵抗性品種等の農作物品種・育種素材を開発する。

1. 委託プロジェクト研究課題の主な目標

中間時（2年度目末）の目標	最終の到達目標
<p>①ゲノム編集技術を活用した農作物品種・育種素材の開発</p> <ul style="list-style-type: none"> 交配が困難な栄養繁殖性作物種やゲノムサイズが大きくDNAマーカー育種が困難な作物種におけるゲノム編集技術等を開発。 	<p>①ゲノム編集技術を活用した農作物品種・育種素材の開発（5年度終了）</p> <ul style="list-style-type: none"> 5品目以上の栄養繁殖性作物種やゲノムサイズが大きな作物種等においてゲノム編集技術等を実用レベルで確立。 ゲノム編集技術等により、栄養繁殖性作物種やゲノムサイズが大きな作物種等において、加工業務適性や高付加価値等を有する実用品種・育種素材を10以上開発。 <p style="font-size: small;">〔栄養繁殖性作物種やゲノムサイズが大きな作物種等においてゲノム編集技術を実用レベルで確立。〕</p> <p style="font-size: small;">〔ゲノム編集技術等により、栄養繁殖性作物種やゲノムサイズが大きな作物種等において、加工業務適性や高付加価値等を有する育種素材を5以上開発。〕</p>

2. 事後に測定可能な委託プロジェクト研究課題全体としてのアウトカム目標（R10年）

<課題①：ゲノム編集技術を活用した農作物品種・育種素材の開発（平成31～令和5年度）>

- ゲノム編集技術等を活用して開発された実用品種を、5品目以上の作物で合計10品種以上上市する。

〔ゲノム編集技術等を活用して開発された実用品種を3種類以上上市すること等を通じ、新たな付加価値による市場を創出し、単年度あたり約25億円を産出する。〕

【項目別評価】

1. 社会・経済の諸情勢の変化を踏まえた研究の必要性

ランク：A

①農林水産業・食品産業、国民生活の具体的なニーズ等から見た研究の重要性

我が国の農業競争力強化、生産者の収益向上のため、加工・業務用等の拡大する市場の獲得や農産物

の高付加価値化を可能とする農作物品種、生産現場の課題を解決する病害虫抵抗性品種等の開発が求められている。ゲノム編集技術では、狙った遺伝子をピンポイントに改変することで目的の形質を付与でき、ニーズに対応した新品種を迅速かつ効率的に開発することが期待されている。本研究開発は、ゲノム編集技術を用いて従来育種が困難な作物や特性を改良し、農業の競争力強化や生産者の収益向上に資する農作物の育種素材を開発することを目的とする。例えば、ばれいしょでは、保存中に芽が出ず有毒物質を産生しない特性、打撲しても黒変しにくい特性を付与することにより、貯蔵コストや原料ロスを大きく削減できる。コムギでは、かび毒の蓄積により健康被害を引き起こす可能性のある赤かび病への耐性を付与することにより、防除に要する農薬使用量の低減と安全性の確保が実現できる。また、800万人以上の花粉症患者がいると推定されるハンノキやシラカバの花粉と交差反応するアレルゲンタンパクを欠失させたダイズの開発は、アレルギー発症の不安のない加工品の市場拡大につながる。以上のようにより本研究開発は、農業及び関連産業の競争力強化、消費者への安全・安心な食料提供をもたらす品種開発を通じ、健康で持続可能な社会の実現に貢献するものであり、農林水産業や国民生活のニーズに応える重要な課題である。

②引き続き国が関与して研究を推進する必要性

本研究開発は、我が国の農業の競争力強化、生産者の収益向上等のために実施するものであるが、農作物品種開発のためのゲノム編集技術の研究開発は、主に大学や国の研究開発機関において行われている。ゲノム編集技術は未だ適用できる作物種が限られており、今後、気候変動や消費者ニーズの多様化に迅速に対応するためには、本技術を従来育種の困難な栄養繁殖性あるいは多倍数性作物等多様な作物種に展開することが重要である。特に、国内の農業・食品産業等において生産額・市場規模の大きい作物や政策的に重要な作物については国が中核となって技術開発を推進すべきである。ゲノム編集技術の応用力を高め、公設試や民間企業等における品種開発を促進するためには、国内の研究勢力を結集し、国が主導して本研究開発を実施する中で国内外の関連情報を収集しつつ成果の権利化と公開を推進し、加速する国際競争に対応する必要がある。

「統合イノベーション戦略2020（令和2年7月閣議決定）」等においても、ゲノム編集技術の技術開発・社会実装等を進めていくこととされている。

以上のことから、本研究開発は、国自ら取り組むべき課題である。

2. 研究目標（アウトプット目標）の達成度及び今後の達成可能性

ランク：A

①中間時の目標に対する達成度

中間時目標とした、交配やDNAマーカー育種等が困難な作物種におけるゲノム編集技術の開発に対し、栄養繁殖性かつゲノムサイズの大きいユリではりん片培養による球根の再生法を確立、形質転換が困難であったピーマンでは種子からの再分化法を確立、ダイコンでは再分化法を確立、ゲノム編集が困難であったタマネギでは茎頂調整法を確立している。これらの方法を活用してゲノム編集酵素導入法を開発するとともに、ベクターの改良等も行われており、当初の予定を達成している。

また、保存中に芽が出ず、貯蔵中のコストやロスを低減できるばれいしょ、赤かび病に耐性を有し、かび毒の混入抑制や減農薬が可能なコムギ、アレルゲン成分を低減したダイズ等、従来育種技術では作出が困難な大きなベネフィットをもたらす形質を付与した農作物開発に向けたゲノム編集に取り組む8の各小課題において、標的遺伝子の配列を確定、ゲノム編集ベクター構築を完了し、ゲノム編集実験を開始する等、計画通りに進行している。

②最終の到達目標の今後の達成可能性とその具体的な根拠

事前評価時には、5品目以上の作物種においてゲノム編集技術等を実用レベルで確立するとともに、ゲノム編集技術等により、実用品種・育種素材を10以上開発することとしていたが、予算編成の過程で事業規模を大幅に縮小することとなった。このため、最終の到達目標を、交配が困難な栄養繁殖性またはゲノムサイズが大きくマーカー育種の困難な作物種における技術確立及び、育種素材を5以上開発することに変更する。各目標の達成可能性とその根拠は以下の通り。

今年度までに、作物毎に重要な形質を付与するための各小課題において、ゲノム編集実験を開始し、ゲノム編集酵素導入システムを獲得しつつある。花持ちが良く、生産・流通・消費の全てにメリットのある

リンドウ、登熟・転流を向上し従来と比べて大幅な多収が見込まれるイネの開発においては、計画を前倒し、既にゲノム編集システムを複数獲得し、目的とする形質付与を確認している。引き続きゲノム編集システムの獲得を進め、野外栽培試験を含む生育調査等による形質評価を行うことで、全体で5以上の育種素材を開発することは十分可能である。また、今年度までに開発したユリ、ピーマン、タマネギにおけるゲノム編集酵素導入法に加え、ダイコン実用品種の形質転換系開発を進めている。今後、これらの技術の検証を行うとともに、ユーストマにおける再分化効率の向上、リンドウで達成されたゲノム編集効率の向上や、各作物における素材開発を共通基盤技術で支援するサポートラボにおいて開発したゲノム編集酵素等、相互利用可能な知見・技術を活用して技術の改良を行うことから、最終目標であるゲノム編集技術を実用レベルで確立することは可能である。

3. 研究が社会・経済等に及ぼす効果（アウトカム）の目標の今後の達成可能性とその実現に向けた研究成果の普及・実用化の道筋（ロードマップ）の妥当性

ランク：A

①アウトカム目標の今後の達成の可能性とその具体的な根拠

事前評価時のアウトカム目標として、令和10年度までにゲノム編集技術等を活用して開発された実用品種を5品目以上の作物で合計10品種以上上市することとしていたが、予算編成の過程で事業規模を大幅に縮小し、プロジェクト内で開発する育種素材の開発を大規模に行うことが困難となったため、目標を「3品種以上」に変更する。また、上市が見込まれる作目3種において、開発された高付加価値な品種がそれぞれ国内シェア1%相当の市場を新たに獲得した場合、令和元年度の産出額から単年度あたり約25億円の創出が期待され、さらに、食品産業における需要拡大等も見込まれる。

アウトカム目標とした実用品種の上市は、産官学の連携推進等によるゲノム編集農作物作出技術の普及・拡大とともに、技術活用への国民理解を得て達成される。本プロジェクトにおける素材開発は、これまで実用品種の育成・普及を実施してきた国研、公設試、民間企業等との共同、連携、協力のもとに実施されている。今後、開発した素材の品質、生産性等、評価結果の公表等を通じ、協力体制のいっそうの強化を図り、市場性・収益性等を見極めつつ育種事業における社会実装に向けた活用が促進される。昨年12月、ゲノム編集技術により作出されたGABA（※4）高蓄積トマトが厚生労働省及び農林水産省へ届出・情報提供され、ゲノム編集農作物の実用化への足がかりとなったところである。本プロジェクトで開発が見込まれるダイズなど食物アレルギー対策等の国民生活の改善や、減農薬、食糧問題等のSDGsに合致する課題解決に貢献する点を積極的に発信し、アウトリーチ（※5）活動を展開することで、国民の理解が醸成される。本プロジェクト研究の課題は、計画通り進捗しており、最終目標である5以上の育種素材開発の達成も見込まれることから、アウトカム目標が達成出来る可能性は高い。

②アウトカム目標達成に向け研究成果の活用のために実施した具体的な取組内容の妥当性

課題に参画する研究者が講師を務めるセミナー等を通じ、企業や生産者等との意見交換を行い、目的とする形質及び品種開発の方向性等について確認するとともに、分野別に実需者とクローズドな意見交換を行い、製造、流通現場等におけるニーズへの対応について検討、課題計画に適切に導入しており、取組に問題は見られない。また、本プロジェクトで得られた成果は、学会発表等により民間企業などへの利用促進を図り、アウトリーチ活動、ホームページにおける公表等により、学生、一般消費者等への情報提供を実施している。

③他の研究や他分野の技術の確立への具体的貢献度

本課題で得られるゲノム編集技術・知見（ゲノム編集ベクターの構築法、形質評価法等）は、本課題で対象とする農作物以外の作目や、目的形質以外の形質改変の際にも活用可能であり、本課題で取り扱われていない社会的課題や今後発生し得るニーズに対応した研究開発を効率的に実施でき、農作物の育種素材開発の推進や、遺伝子機能に関する情報蓄積の加速が期待される。

4. 研究推進方法の妥当性

ランク：A

①研究計画（的確な見直しが行われているか等）の妥当性

年2回以上の運営委員会及び推進会議等を実施して各課題の進捗状況を確認し、次年度の研究計画の点検を行った。現時点で研究計画を大きく変更する必要は認められないが、本研究の成果を着実に実用

化に結び付けるため、野外試験を含めた形質評価の実施、成果の公表、野外試験に関する事前相談等について詳細な計画を検討するとともに、スケジュールを明確化するなど、研究計画の適切な管理に努めている。このように、研究計画は各研究課題の進捗状況に応じて毎年改正されており、妥当である。

②研究推進体制の妥当性

研究推進にあたっては、プログラムディレクター、プログラムオフィサーを設置し、外部専門家や関係行政部局等で構成する運営委員会で進行管理を行っている。運営委員会では研究プロジェクトの進捗状況を管理しつつ、進捗状況に応じて研究実施計画や課題構成を逐次見直している。また、研究コンソーシアムの自主的な推進体制として、年に2回、課題担当者が参加する課題検討会を包括・個別コンソーシアムが合同で開催し、各課題間の情報共有を進めるとともに課題全体の進捗状況について議論する場を設定しており、研究推進体制は妥当である。

③研究課題の妥当性（以後実施する研究課題構成が適切か等）

運営委員会及び課題検討会において研究課題構成を変更する必要は認められていない。今後は、本プロジェクト内で共有される情報の活用により個々の課題を迅速に解決し、実用レベルに向けた技術の改良等を行うとともに、開発したゲノム編集系統の評価を実施することとしており、これらの研究課題の構成は、最終到達目標の達成を目指すうえで妥当である。

④研究の進捗状況を踏まえた重点配分等、予算配分の妥当性

委託プロジェクト全体で課題の進捗状況、研究成果の有効性や緊急性等を踏まえ、予算配分の重点化を行っている。本プロジェクト研究の課題は計画通り進捗しており、最終目標の達成も見込まれることから、予算配分は妥当である。

【総括評価】

ランク：A

1. 委託プロジェクト研究課題の継続の適否に関する所見

- ・世界的に多方面からの投資が加速している分野であり、日本の競争力の強化の観点から見ても、国家的なプロジェクトとして予算を講じる必要性は非常に高く、研究の重要性も高い。
- ・研究については、順調に成果を上げており、今後の目標達成も十分可能と判断する。

2. 今後検討を要する事項に関する所見

- ・研究の重要性が理解されている一方で、いまだに国民の間の不安や疑問点が根強くある。アウトリーチ活動との連携を一層強くして進めていくことにより、国民の理解に基づいた実用化の促進を図っていただきたい。

[研究課題名] 次世代育種・健康増進プロジェクトのうち
ゲノム編集技術を活用した農作物品種・育種素材の開発

用語	用語の意味	※ 番号
ゲノム編集技術	人工ヌクレアーゼ（ゲノムを切断する酵素）などを用いて、特定の箇所のゲノム配列を改変する技術。	1
育種素材	品種開発や改良のための材料。農業上有用な形質を備えており、交配等をさらに進めることで高水準の品種育成が期待される系統または個体。	2
DNAマーカー	特定の遺伝子を持っているかどうかを判定するための目印。多くの場合、塩基配列の違いがDNAマーカーとして使われる。	3
GABA	γアミノ酪酸（Gamma Amino Butyric Acid）。食品に含まれる健康機能性成分として、ストレス緩和や血圧降下作用等が注目されている。	4
アウトリーチ	英語で「手を伸ばすこと」を意味する。本事業では、試験研究機関の研究成果を社会に周知するために、研究者や専門家が国民・業界に対し、研究成果の意義や効果等を分かりやすく伝え、それらに対する期待や疑問に応えるコミュニケーション活動を指す。	5

④ ゲノム編集技術を活用した農作物品種・育種素材の開発【継続】

背景と目的

- ゲノム編集作物・食品の社会実装に必要となるカルタヘナ法や食品衛生上の取扱いが明確化されたことを踏まえ、国民理解の下でゲノム編集技術による品種開発力を強化し、国民生活の向上と国際競争力の強化につながる画期的な新品種を効率的に生み出すことが重要。
- このため、ゲノム編集技術を用いて、加工・業務用品種、高付加価値品種や病害虫抵抗性品種等、農業の競争力強化や生産者の収益向上に資する農作物の育種素材を開発するとともに、ゲノム編集技術を利用して開発した作物等におけるオフターゲット（注）等に対する国民の疑問に応えるための科学的知見を集積する。

研究内容

品種開発の促進

効率的なゲノム編集技術のメリットを活かし、従来育種が困難な作物における品種開発のための技術を開発するとともに、ゲノム編集技術を用いた新たな育種素材の開発を推進。

疑問に応える調査研究

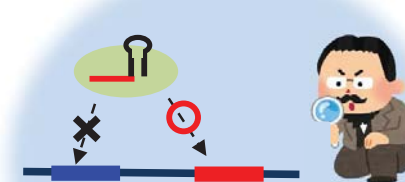
ゲノム編集技術を利用して開発した作物等におけるオフターゲットや生物多様性影響等についての科学的知見を集積。

品種開発の促進



従来育種が困難な作物等における育種素材の開発

国民の疑問に応える調査研究



ゲノム編集技術についての科学的知見を集積

到達目標

- ・ 従来育種が困難な栄養繁殖性等の作物で、ゲノム編集による品種開発のための技術を確立。
- ・ 農業の競争力強化等に資する品種等の開発のための育種素材を5以上開発。
- ・ オフターゲットや生物多様性影響等についての科学的知見を集積。

期待される効果

- ・ 農業の競争力強化や生産者の収益向上
- ・ 多様化する消費者・実需者のニーズへの対応
- ・ ゲノム編集技術についての国民理解の促進

（注）オフターゲット：ゲノム編集酵素が本来の標的DNA配列以外の配列を切断することにより生じる意図しない変異

【お問い合わせ先】 農林水産技術会議事務局研究開発官室 (03-3502-0536)
農林水産技術会議事務局研究企画課技術安全室 (03-3502-7408)

【ロードマップ（中間評価段階）】

ゲノム編集技術を活用した農作物品種・育種素材の開発

