

## 委託プロジェクト研究課題評価個票（事前評価）

<b>研究課題名</b>	次世代バイオ農業創造プロジェクトのうち、ゲノム編集技術等を活用した農作物品種・育種素材の開発（新規）	<b>担当開発官等名</b>	研究開発官（基礎・基盤、環境） 研究統括官（生産技術）						
		<b>連携する行政部局</b>	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						
<b>研究期間</b>	H28～H35（8年間）	<b>総事業費（億円）</b>	29億円（見込） うち新規分15億円（見込）						
<b>研究開発の段階</b>	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; text-align: center;">基礎</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">応用</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">開発</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;"> </td> </tr> </table>	基礎	応用	開発				<b>関連する研究基本計画の重点目標</b>	重点目標 16, 17, 23, 24, 25, 26
	基礎	応用	開発						

### 研究課題の概要

＜委託プロジェクト研究全体＞

次世代バイオ農業創造プロジェクトにおいては、生物機能の高度活用による新たな農業と新産業の創出のため、最先端のバイオテクノロジー等を活用して、高付加価値農作物の開発等による農業の競争力強化や生産者の収益向上、革新的バイオ製品による新産業創出・市場拡大の実現に向けて、下記の4課題の研究開発を実施する。

＜課題①：ゲノム（※1）編集技術（※2）等を活用した農作物品種・育種素材の開発（新規：平成31～35年度）＞

・我が国の品種開発力強化、生産者の収益向上等のため、ゲノム編集や接ぎ木を利用したエピゲノム編集（※3）等の新たな育種技術を活用し、交配による従来育種やDNAマーカー（※4）育種では困難な農作物品種・育種素材を開発する。

（参考：継続課題）

＜課題②：地域の農林水産物・食品の機能性発掘のための研究開発（継続：平成28年度～32年度）＞

・機能性表示のある農林水産物・食品を3品以上開発するため、地域のコホート研究（※5）等で機能性を有する農林水産物・食品を発掘し、機能性を高める栽培・加工技術の開発、機能性表示に必要なデータ（動物試験、ヒト介入試験（※6））の獲得、ビジネスモデルの構築を実施する。

（参考：継続課題）

＜課題③：蚕業革命による新産業創出プロジェクト（継続：平成29年度～33年度）＞

・遺伝子組換えカイコ（※7）に医薬品等の有用物質を効率的に生産させるための基盤技術やICT技術等を活用した省力かつ安定的にカイコを飼育するスマート養蚕システム（※8）を開発する。

（参考：継続課題）

＜課題④：薬用作物の国内生産拡大に向けた技術の開発（継続：平成28～32年度）＞

・薬用作物の国内生産の拡大を図るため、トウキ、ミシマサイコ、カンゾウ、オタネニンジン、シヤクヤクについて、生産の低コスト化や安定化等を可能とする技術を開発する。

### 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ゲノム編集技術等を活用した農作物品種・育種素材の開発（新規）</p> <p>・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>	<p>①ゲノム編集技術等を活用した農作物品種・育種素材の開発（35年度終了）</p> <p>・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。</p> <p>・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</p>

<p>(参考：継続課題)</p> <p>②地域の農林水産産物・食品の機能性発掘のための研究開発（継続）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・機能性表示の実現に向けた動物試験による機能性解明とヒト介入試験研究デザインの構築と被験食の開発</li> </ul>	<p>以上開発。</p> <p>(参考：継続課題)</p> <p>②地域の農林水産産物・食品の機能性発掘のための研究開発（32年度終了）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・機能性表示可能な農林水産物又は食品を3品以上開発。</li> </ul>
<p>(参考：継続課題)</p> <p>③蚕業革命による新産業創出プロジェクト（継続）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・現状よりタンパク質の発現量が高い遺伝子組換えカイコの系統、ヒト型糖鎖を有する遺伝子組換えカイコの系統をそれぞれ1つ以上獲得。</li> <li>・プロトタイプとなるスマート養蚕施設を整備。</li> </ul>	<p>(参考：継続課題)</p> <p>③蚕業革命による新産業創出プロジェクト（33年度終了）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・タンパク質の生産性を現行の3～4倍に向上させる技術を開発。</li> <li>・糖鎖の付加制御により医薬品等の製造に適したタンパク質を生産する技術を開発。</li> <li>・スマート養蚕システムの開発を達成し、モデル地域3ヵ所以上で実証。</li> </ul>
<p>(参考：継続課題)</p> <p>④薬用作物の国内生産拡大に向けた技術の開発（継続）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・他作物の栽培技術を薬用作物生産へ応用し、その効果を評価し、改善点を見出す。</li> <li>・収穫機等の作業機械のプロトタイプの試作と評価の着手。</li> <li>・薬用作物栽培における作業時間やコスト等の経営的問題事項等の把握。</li> </ul>	<p>(参考：継続課題)</p> <p>④薬用作物の国内生産拡大に向けた技術の開発（32年度終了）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・高品質化、低コスト化及び生産の安定化を図る技術を15以上開発。</li> <li>・開発技術を農業者が利用できるようにするための技術マニュアルを作成。</li> <li>・農業者の収益性向上を図るための複合経営モデルを提示。</li> </ul>

## 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（H40年）

農林水産物の高付加価値化や新産業の創出により、生産者所得の安定・向上、農林水産業の成長産業化を図るため、以下の各課題のアウトカム目標を達成する。

<課題①：ゲノム編集技術等を活用した農作物品種・育種素材の開発（新規：平成31～35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。

(参考：継続課題)

<課題②：地域の農林水産物・食品の機能性発掘のための研究開発（継続：平成28年度～32年度）>

- ・新たな訴求ポイントとなる機能性を有する農林水産物・食品を開発することで、新たな市場への参入を行い、農林水産業・食品産業の需要の拡大に貢献する。

(参考：継続課題)

<課題③：蚕業革命による新産業創出プロジェクト（継続：平成29年度～33年度）>

- ・遺伝子組換えカイコを用いた医薬品等の成分の生産を行う産業の創出による中山間地域等の振興により、遺伝子組換えカイコを用い開発された医薬品等の市場規模を約90億円、医薬品等や原料の繭の生産を行う中山間地域等の数を6ヵ所以上とする。

(参考：継続課題)

<課題④：薬用作物の国内生産拡大に向けた技術の開発（継続：平成28～32年度）>

- ・低コスト生産技術の開発及び高収益経営モデルの提示により、薬用作物栽培の導入が促進され、栽培面積が平成37年度までに3,000ha以上（過去の輸入価格の影響が少なかった時期の栽培面積が3,000～4,000haを考慮）への拡大を見込み、約15億円程度の生産者の所得向上を実現する。

### 【項目別評価】

1. 農林水産業・食品産業や国民生活のニーズ等から見た研究の重要性

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。ゲノム編集技術等の新たな育種技術では、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、こうした新品種を迅速かつ効率的に開発することが可能となる。これを実施する本課題は、農林水産業や国民生活のニーズ等に応える重要な課題である。

**② 研究の科学的・技術的意義（独創性、革新性、先導性又は実用性）**

栄養繁殖性作物やゲノムサイズの大きな作物等では、交配による従来育種やDNAマーカー育種が難しい。これらの作物には一般的なゲノム編集技術の適用が難しいものも多く、実用品種への適用が進んでいない。また、本課題では、外来遺伝子をゲノムに組み込まないゲノム編集技術も活用して実用品種を開発する予定である。こうしたことから、最先端のゲノム編集技術等を実用レベルで確立し、実用品種等の開発を行う本課題は革新性、先導性、実用性が高い。

また、国内外でこれまでに商品化されたゲノム編集作物はなく、研究開発が行われている作物種も極めて限定的であり、本課題は世界的にも先駆的な研究開発である。

**2. 国が関与して研究を推進する必要性**

**ランク：A**

**① 国自ら取り組む必要性**

本研究開発は、我が国の農業の競争力強化、生産者の収益向上のために実施するものである。また、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。このため、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必要がある。

「統合イノベーション戦略（平成30年6月閣議決定）」や「未来投資戦略2018（平成30年6月閣議決定）」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 次年度に着手すべき緊急性**

「未来投資戦略2018（平成30年6月閣議決定）」において、「遺伝情報を高い精度で改変できるゲノム編集技術について、その円滑かつ迅速な産業利用を実現するべく、本年度中を目途に、現行カルタヘナ法（※9）上の遺伝子組換え生物に当たらない範囲を明確にする」とされている。これを受けて本年10月には、ゲノム編集技術を用いた作物のカルタヘナ法上の取扱いに関する方針が示される見通しである。このため、ゲノム編集技術の農業利用を迅速に実現し、我が国の競争力の強化等を図るため、本課題に来年度から着手すべきである。

また、海外では、2019年にも複数のゲノム編集作物の商品化が計画されており、その後さらに開発が加速すると予想される。海外の品種開発や関連する知財の確保に対抗するためにも、直ちに本研究開発に取り組む必要がある。

**3. 研究目標（アウトプット目標）の妥当性**

**ランク：A**

**① 研究目標（アウトプット目標）の明確性**

達成すべき目標として、1) 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、2) ゲノム編集技術等により、栄養繁殖性作物種等において実用品種・育種素材を10以上開発、の2つの目標を掲げており、目標は定量的で明確である。

**② 研究目標（アウトプット目標）は問題解決のための十分な水準であるか**

本課題により、交配やDNAマーカーによる育種が困難な作物種について実用レベルの新たな育種技術を確立するとともに、実際に複数の実用品種等が開発されるものであることから、問題解決のための十分な水準である。

**③ 研究目標（アウトプット目標）達成の可能性**

モデル植物や一部の作物種についてゲノム編集や接ぎ木を利用したエピゲノム編集を行った個体の作出について成功しており、本課題の研究目標の達成の可能性は高い。

**4. 研究が社会・経済等に及ぼす効果（アウトカム）の目標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）の明確性**

**ランク：A**

**① 社会・経済への効果（アウトカム）の目標及びその測定指標の明確性**

アウトカム目標を「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」としており、目標及びその測定指標は明確である。

**② アウトカム目標達成に向けた研究成果の普及・実用化等の道筋の明確性**

本課題では、生産者・実需者のニーズを踏まえて具体的な目標形質の設定を行うとともに、研究開発の初期段階から商品化を担う民間企業等と連携して研究開発を実施する。また、規制当局への情報共有

・相談等の対応についても研究開発段階から必要に応じて実施することにより、円滑な社会実装を図る。

また、本課題の成果は学会発表のみならず、生産者団体・関連業界団体・消費者団体等への説明会の開催等を通じて積極的な情報提供を行い、ゲノム編集技術等の利用拡大に向けた取組を行う。

以上のことから、研究成果の普及・実用化等の道筋は明確である。

## 5. 研究計画の妥当性

ランク：A

### ① 投入される研究資源（予算）の妥当性

5年間の研究費総額はおよそ15億円、初年度は約3億円を見込んでいる。

本課題では、ゲノム編集技術等の開発及びゲノム編集個体の作出とその育成・評価等に必要な備品、消耗品等を計上している。また、平成40年度以降、本研究成果を活用してゲノム編集作物の新品種が上市され、経済効果を生むことが期待される。このため、投入される研究資源（予算）は妥当である。

### ② 課題構成、実施期間の妥当性

本課題では、ゲノム編集技術等の技術開発を実施するとともに、その技術を用いて実用品種・育種素材を開発することにしており、課題構成は妥当である。

本課題の実施期間は、ゲノム編集技術等の開発と作出した作物の育成・評価等に要する時間を考慮して5年間としているが、運営委員会において研究の進捗状況に応じた課題の重点化や研究の前倒し終了等も含めて検討し、課題達成に向けて柔軟な対応を可能とする制度設計とする。また早期に品種開発を達成できた作物から、速やかに品種登録や商業化を進め社会実装する。

### ③ 研究推進体制の妥当性

採択後の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う。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すなど、適正な推進体制とする。

## 【総括評価】

ランク：B

### 1. 研究の実施（概算要求）の適否に関する所見

・生物機能の高度活用による新たな農業と新産業の創出のため、最先端のバイオテクノロジー等を活用して、高付加価値農作物の開発等による農業の競争力強化や生産者の収益向上等を推進していくため、プロジェクトの内容はそれぞれ重要であり、研究の実施は適切である。

### 2. 今後検討を要する事項に関する所見

・アウトカム目標について、課題ごとの設定となっているが、仮定をおいた上で経済効果を金額で算出し、定量的なアウトカム目標を設定することを検討されたい。

・ゲノム編集技術については、編集方法によってGMO（遺伝子組換え作物）となることもあり得るので、十分な配慮をして実施していただきたい。また、ゲノム編集農作物が国民に受け入れられるよう、国民の受容を念頭におきながら研究を実施していただきたい。

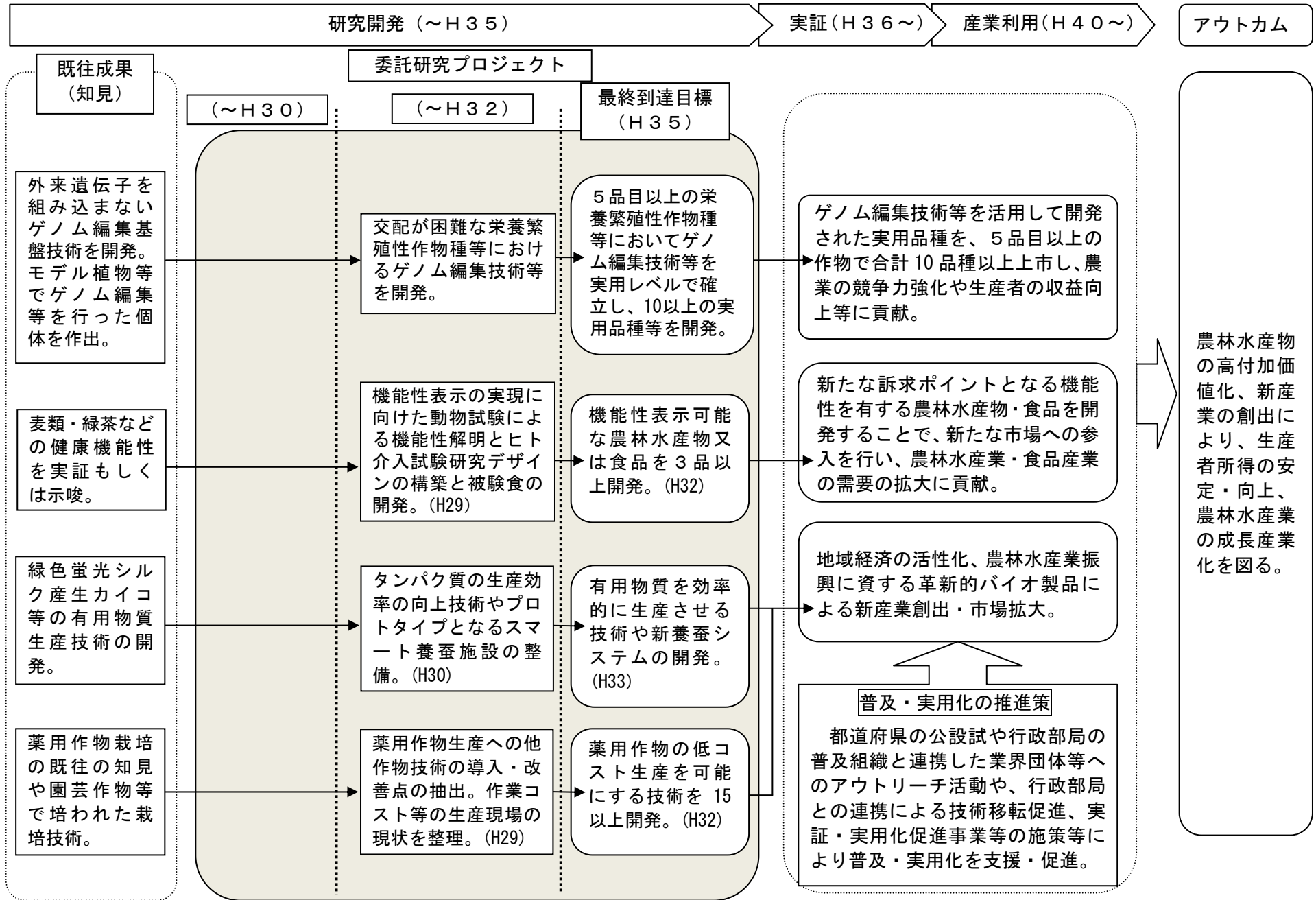
・知財紛争が起りやすい分野であるため、研究の実施に当たっては、知的財産権に配慮して実施していただきたい。

[事業名] 次世代バイオ農業創造プロジェクト

用語	用語の意味	※番号
ゲノム	DNA（*1）とそれ書き込まれた遺伝情報のこと。細胞中の遺伝情報全体を指す。 （*1）DNA：デオキシリボ核酸と呼ばれる化学物質であり、生物の遺伝を司る。生物の遺伝情報は、DNAを構成する物質の一部である4種の塩基（アデニン、グアニン、シトシン、チミン）の並びで決まる。	1
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を改変する技術。	2
エピゲノム編集技術	低分子RNAを介したDNAのメチル化（*2）等により、特定の遺伝子の働きを制御する技術。 （*2）DNAメチル化：遺伝子の発現を調節する領域の塩基に、-CH <sub>3</sub> という分子（メチル基）が結合すること。これにより、その遺伝子の発現が抑制される。	3
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。	4
コホート研究	特定の地域や集団に属する人々を対象に、長期間にわたってその人々の健康状態と生活習慣や環境の状態など様々な要因との関係を調査する研究。	5
ヒト介入試験	医薬品や食品の健康機能性を評価する上で、客観的な科学的根拠を得るために何らかの介入や制御を行いつつヒトを対象に試験を行うこと。	6
遺伝子組換えカイコ	ある生物から取り出した有用遺伝子をチョウ目カイコガ科に属する昆虫の一種であるカイコに導入し、新たな特性を付与したカイコ。	7
スマート養蚕システム	ICT技術等を活用して、省スペース、省エネルギーかつ高い歩留りで生産できる次世代の養蚕システム。スマートとは「賢い」という意味。	8
カルタヘナ法	正式名称は「遺伝子組換え生物等の使用等の規制による生物の多様性の確保に関する法律」。日本国内において、遺伝子組換え生物の使用等について規制をし、生物多様性条約（カルタヘナ議定書）を適切に運用するための法律	9

【ロードマップ（事前評価段階）】

次世代バイオ農業創造プロジェクト





# ゲノム編集技術等を活用した農作物品種・育種素材の開発

## 背景と目的

- 農業の競争力強化、生産者の収益向上にあたって、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。
- 栄養繁殖性作物やゲノムの大きな作物の品種改良等は、交配による従来育種やDNAマーカー育種では困難。狙った遺伝子をピンポイントで改変し、目的の形質を付与できる**ゲノム編集技術等の新たな育種技術**を用いることで、こうした**品種改良を効率的**に行うことが可能となる。
- このため、**ゲノム編集・接ぎ木等の新たな育種技術**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品種・育種素材を開発**する。
- なお、本年5月28日に開催された環境省中央環境審議会自然環境部会において、ゲノム編集技術を利用して得られた生物がカルタヘナ法における遺伝子組換え生物等に該当するかについて、本年10月を目途に整理することが示され、ゲノム編集農作物の流通に向けた制度面の対応が進展する予定。

## 研究課題

ゲノム編集・接ぎ木等の新たな育種技術を用いて、DNAマーカー育種等では困難な農作物品種・育種素材を開発し、生産者の収益向上等に資する。

## 到達目標

- 5品目以上の栄養繁殖性作物等においてゲノム編集技術等を実用レベルで確立
- 実用品種・育種素材を10以上開発

## アウトカム

- 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
- 農業競争力の強化、生産者の収益向上などに貢献

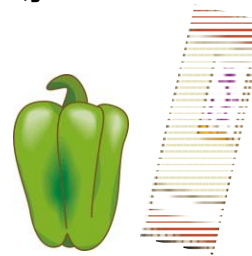
### ① 加工・業務用品種

- 登熟・転流を高めた超多収イネ
- 加工時にアクリルアミドを生成しないジャガイモ 等



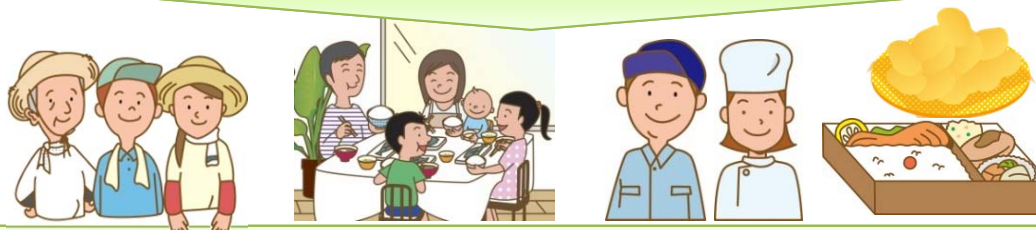
### ② 高付加価値品種

- 新食感を生み出すもち性ソバ
- タネのないピーマン 等



### ③ 生産現場の課題を解決する品種

- 赤かび病耐性コムギ
- 花持ちが良く多彩な色・形の花き 等



農業の競争力強化や生産者の収益向上、豊かな食生活に貢献