

令和7年度までの取組成果

1. 社会実装に向けた施策・取組等の全体俯瞰の中での成果（進捗の説明）

① 全体概要

<① 解決すべき社会課題>

- ・ 日米がゲノム編集作物の開発で先行する一方、欧州でも規制緩和の議論が加速しており、今後は「多遺伝子改変を短期間で実現できる国」が国際市場を主導すると見込まれる。日本が研究・産業両面の優位性を維持するには、複雑な代謝経路を制御できる多遺伝子改変型の産業植物の創出が不可欠である。
- ・ 国際情勢不安や地政学リスク、気候変動により医薬品・食品原料の供給網は不安定化しており、海外依存の高い日本には価格高騰や供給途絶のリスクが現実化している。国内でこれらの有用物質を短期間かつ大量に生産させる産業上有用な植物（産業植物）の開発は、**医薬品原料や食料の安全保障などにつながる重要な戦略的課題**である。
- ・ 医薬品原料などの高生産化には複数遺伝子の改変が必須であるが、植物では外来DNA除去に長期の交配・世代継代を要し迅速な産業化を阻む。そのため**高効率で複数の遺伝子を同時に改変しつつ、外来DNAを組み込まないゲノム編集技術（同時改変ゲノム編集技術）を用いた産業植物の開発**が急務である。

<② 実施施策>

- ・ **本BRIDGE課題では、以下の2点に取り組み、ゲノム編集技術と産業植物を創出の実用化を目指す。**
 - （1） 遺伝子組換えを経ずに、複数箇所のゲノム編集を起こす技術を高効率化し、ゲノム編集個体の獲得を容易にすることで、現状の1/4(3か月)で編集した植物を獲得できることを実証する。
 - （2） 屋内で植物を短期間で増殖（野外栽培の1/2以下）する技術を開発する。また、ジオンシンやグリチルリチン等の2種類以上の有用物質について、（1）のゲノム編集技術を用いて本技術導入前の2倍以上蓄積する植物や植物組織を1系統以上ずつ開発し、本技術導入前と比較して4倍以上の有用物質の生産性を有することを実証する。
- ・ **令和7年度の成果として、（1）昨年度モデル植物で開発したゲノム編集技術の改良により、ジャガイモの2箇所の遺伝子改変効率2%以上(従来法の200倍)に目処が立った(TRL5)。（2）複数箇所のゲノム編集を行い甘草毛状根で、有用トリテルペノイドであるグリチルリチンを、また、ジャガイモ小塊茎で、有用ステロイドであるプロトネオジオシンを、天然（外国産の原料植物）の2倍以上（重量あたり）の生産性を有する植物組織の開発に成功した(TRL5)。**

<③ 成果の社会実装>

- ・ （1）の同時改変ゲノム編集技術については、**令和8年に開発技術の権利化ならびにノウハウの完成と実証(BRL4)、令和9年度以降に協力企業がライセンス事業を開始する(BRL7)。**
- ・ 経済産業省等とも連携し、**令和8年までに（2）で開発した増殖技術を用いて作出した有用物質を販売する大学発スタートアップ事業を創出する(BRL4)。**また、**令和10年度頃に化学企業や農産物加工企業等が開発した産業植物の栽培を開始する(BRL6)。**

1. 社会実装に向けた施策・取組等の全体俯瞰の中での成果（進捗の説明）

② 全体俯瞰図

解決すべき社会的課題

- ・ 医薬品原料・高度機能性物質の海外依存からの脱却と供給リスク
- ・ ゲノム編集農産物を巡る国際競争の激化と日本の優位性喪失リスク

目指す将来像
 オンデマンドでの産業植物（有用物質を生産させる産業上有用な植物）の創生と利用により、海外に依存しないサプライチェーンを構築

技術的課題1

薬用作物から有用物質を作るには2～5年が必要なため、**短期間で安定的に有用物質を作るための技術開発**が必要

SIPで代謝スイッチング技術を開発

技術的課題2

医薬品原料等を高生産するには**複数の遺伝子を改変**する必要がある。オンデマンドでのゲノム編集作物開発には、**高効率で複数の遺伝子を同時に改変しつつ、外来DNAを組み込まないゲノム編集技術**が必要

SIPで**単一遺伝子の高効率ゲノム編集技術**を開発



BRIDGE

産業植物の開発および実用化に向けた実証

達成目標：技術導入前の2倍以上の有用物質を蓄積する植物や植物組織を開発し、本技術導入前と比較して4倍以上の有用物質の生産性を有することを実証(TRL6)。

R7成果：有用物質を天然（外国産の原料植物）の**2倍以上の生産性**（重量あたり）する植物組織を開発(TRL5)。

年あたりのグリチルリチン生産性 (mg/g乾重/年)	年あたりのプロトネオジオシン生産性 (mg/g乾重/年)
中国産甘草 7 (4年栽培)	中国産ヤムイモ 11 (2年栽培)
ゲノム編集甘草 16.8 毛状根 (1ヶ月培養)	ゲノム編集ジャガイモ 24 小塊茎 (1.5ヶ月培養)

成果の社会実装

- R8年 有用物質を製造・販売する大学発スタートアップを設立(BRL4)
- R10年 化学企業や農産物加工企業が産業植物の栽培開始(BRL6)

社会実装後も、産業植物による有用物質生産に関わるコンソーシアムを立ち上げ、組織培養植物(SDN-1ゲノム編集)について消費者庁の新開発食品調査部会等に相談し、新市場の開拓を目指す。

開発したゲノム編集技術を利用

同時改変ゲノム編集技術の開発

達成目標：遺伝子組換えを経ずに、複数箇所のゲノム編集を高効率に起こす**ゲノム編集技術を開発**(TRL6)。

R7年成果：昨年度開発したゲノム編集技術によるジャガイモのゲノム編集に成功し、技術確立の目途(TRL5)。

改良法（ウイルスベクター法）
遺伝子Aで8%、遺伝子Bで50%を達成
当初目標値2%を上回る 4%を達成見込み (8%×50%=4%)

- R8年 特許出願技術ノウハウの完成(BRL4)

- R9年以降 協力企業が国内外でライセンス事業開始(BRL7)

2. 研究成果及び出口戦略、達成状況（2年目）

テーマ （1） 外来DNAをゲノムに組み込まない同時改変技術の開発と実証

① 研究成果及び達成状況

- これまでに、ジャガイモでは遺伝子組換えを経ないゲノム編集技術により単一遺伝子の改変（効率1%）に成功している。有用物質を高生産するには複数の代謝経路を改変することが必要であり、外来DNAを組み込まずに高効率で複数の遺伝子を同時に改変するゲノム編集技術（同時改変ゲノム編集技術）の開発が不可欠。
- 昨年度は、モデル植物（タバコ）において、ウイルス由来のベクター（遺伝子の運搬役）により、10%の効率で2箇所の同時改変に成功。
- 今年度は、上記ベクターの改良、及びジャガイモへの接種条件の検討により、ジャガイモへのベクター導入効率をほぼ100%に改善した。
- また、目的の2つの遺伝子について、それぞれ最大8%、50%の効率（調べた細胞当たりのゲノム編集細胞の割合）でゲノム編集に成功（特許出願準備中）し、**2遺伝子の同時改変効率2%以上（従来法の200倍の高効率化）（TRL5）**に目処が立った。

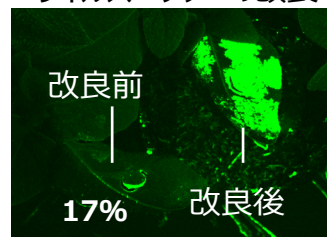
ウイルスベクター法

- 小型・高活性のゲノム編集酵素**改変型AsCas12f***を利用
（※特許出願済）
- **ゲノムに組み込まれないRNAウイルス**
＝ 遺伝子組換えを経ない

（昨年度成果）タバコで**世界初の同時改変個体の獲得（効率10%）**に成功

タバコで開発した技術を**ジャガイモ**用に改良

ウイルスベクターの改良



緑：ウイルスベクター導入細胞

17% 改良後 100%

（詳細な実験条件等は**ノウハウとして秘匿**）

ゲノム編集効率の改善

遺伝子数	ゲノム編集効率の改善	
	従来法	改良法 （ウイルスベクター法）
1箇所	1%	遺伝子Aで8%、 遺伝子Bで50%を達成
2箇所	0.01%	当初目標値2%を上回る 4%を達成見込み （8%×50%=4%）

② 出口戦略・研究成果の波及

- 令和8年度には、遺伝子組換えを経ずに、複数箇所のゲノム編集を高効率に起こすゲノム編集技術について特許出願（詳細な実験条件等をノウハウとして秘匿）を行う。また、当技術を利用したジャガイモを含めた高次倍数性・栄養繁殖性の有用産業植物生産を複数機関で実証し、技術をブラッシュアップすることによりノウハウを完成させる。
- 令和9年度以降に、ジャガイモにおける同時改変ゲノム編集技術のノウハウを協力企業に許諾提供を行う。技術ノウハウを提供した企業が国内外でライセンス事業を開始し、民間でのゲノム編集植物作出の受託サービス等を展開することにより、本技術を利用した世界のゲノム編集市場の獲得が期待される。

③ 目標達成状況等の特記事項

- 今年度でゲノム編集技術の開発の目途が立ったため、R8年度以降は技術実証と権利化、ノウハウ完成に注力する。

2. 研究成果及び出口戦略、達成状況（2年目）

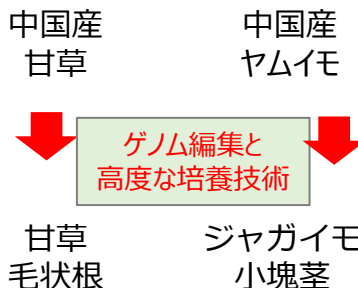
テーマ （2）産業植物の開発および実用化に向けた実証

① 研究成果及び達成状況

- 甘草毛状根では、従来は検出限界以下であったグリチルリチン（有用トリテルペノイド）が、生合成2遺伝子のゲノム編集により、培養1か月で最大1.4 mg/g乾重まで生産可能となった。グリチルリチンはほぼ中国産に依存し、栽培に4年（28 mg/g乾重）が必要である。年あたり生産性(mg/g乾重/年)は毛状根16.8、中国産甘草7となり、2倍以上の効率を達成。
- ジャガイモ小塊茎でも、従来検出限界以下であったプロトネオジオシン（有用ステロイド）が、ゲノム編集により1.5か月で最大1.2 mg/g乾重まで生産可能となった。プロトネオジオシンは外国産ヤムイモに依存し、2年（22 mg/g乾重）を要する。年あたり生産性(mg/g乾重/年)は小塊茎24、ヤムイモ11と、こちらも2倍以上の効率を示した。
- これらより、**外国産植物を上回る生産効率を持つ有用物質生産植物培養組織（TRL5）**を開発した。

グリチルリチン(GL)の含量向上には二箇所(CYP95E3, CYP72A56)のゲノム編集が重要

	栽培／ 培養期間	GLの年あたりの生産性 (mg/g乾重/年)
中国産甘草	4年	7
甘草根毛状根	1ヶ月	検出限界以下
ゲノム編集 甘草毛状根	1ヶ月	16.8



プロトネオジオシン(PD)の含量向上にはCYP88B1のゲノム編集が重要

	栽培／ 培養期間	PDの年あたりの生産性 (mg/g乾重/年)
中国産ヤムイモ	2年	11
ジャガイモ小塊茎	1.5ヶ月	検出限界以下
ゲノム編集 ジャガイモ小塊茎	1.5ヶ月	24

② 出口戦略・研究成果の波及

- 開発した生産・培養システムの作動検証を行うとともに、開発した産業植物が天然の4倍以上の生産性を有することを実証する。これらの技術をコア技術として特許化し、令和8年度に大学発スタートアップを設立する。付加価値の高い有用トリテルペノイド(**グリチルリチン**)、ステロイド(**プロトネオジオシン**)等を効率的に生産し、医薬品・化粧品等製造会社に販売する。
- (1)で開発した同時改変ゲノム編集技術と(2)の増殖技術をパッケージで化学企業や農産物加工企業等に利用許諾する。これにより、日本企業が産業植物を利用した高品質な生産物を販売する等日本の優位性がアピールでき、世界のゲノム編集市場の獲得が期待される。

③ 目標達成状況等の特記事項

なし

3. 実施内容・到達目標に対する実績

テーマ名	実施内容の概要 到達目標 (KPI)	R7年度実施内容 到達目標 (KPI)	R7年度実施内容 到達実績
(1) 外来DNAをゲノムに組み込まない同時改変技術の開発と実証	遺伝子組換えを経ずに、複数箇所のゲノム編集を高効率に起こす（現状の1/4＝3か月で編集した植物を得る）ゲノム編集技術を開発	<p>遺伝子組換えを経ずに、複数箇所のゲノム編集を高効率に起こすゲノム編集技術の効率を現状の0.01%から2%まで向上（TRL5）</p> <p>上記技術に関する知財戦略を策定するとともに、それを用いた高次倍数性・栄養繁殖性の産業植物のゲノム編集を実証し、その技術をノウハウ化する（BRL3）</p>	<ul style="list-style-type: none"> 今年度は、昨年度開発したベクターをジャガイモに最適化する等により、ベクター導入効率をほぼ100%に改善した。 改善した実験条件では、当初目標15%のところ、最大50%の効率で単一遺伝子の改変に成功。2遺伝子の同時改変により、同時改変効率2%以上（従来法の200倍の高効率化）の目処が立った（TRL5）。 ジャガイモゲノム編集実験の技術ノウハウ（初版）を作成した（BRL3）。
(2) 産業植物の開発および実用化に向けた実証	<p>屋内で植物を短期間で増殖（野外栽培の1/2以下）する技術を開発</p> <p>ジオンシンやグリチルリチン等の2種類以上の有用物質について、本技術導入前の2倍以上蓄積する植物や植物組織を1系統以上ずつ開発し、本技術導入前と比較して4倍以上の有用物質の生産性を有することを実証</p>	<p>(1)の技術を利用して、ジオンシン等の有用物質を天然の2倍以上生産（重量あたり）する植物及び植物組織の開発（TRL5）</p> <p>・上記技術に関する知財戦略を策定するとともに、生産システムのプロトタイプを作成し、生産に適した条件（温度、湿度、日照、培養時間、培養液等、各種パラメータ）を設定する（BRL3）</p>	<ul style="list-style-type: none"> 甘草毛状根では、従来は検出限界以下だったグリチルリチンが、生合成2遺伝子のゲノム編集により1か月で最大1.4 mg/g乾重まで生産可能となった。グリチルリチンは中国産依存で栽培に4年（28 mg/g乾重）を要するため、年あたりの生産性(mg/g乾重/年)は毛状根16.8、中国産甘草7と、2倍超の効率を示した。 ジャガイモ小塊茎でも、従来検出限界以下のプロトネオジオンが、ゲノム編集により1.5か月で最大1.2 mg/g乾重に達し、栽培2年（22 mg/g乾重）のヤムイモと比べ、年あたりの生産性(mg/g乾重/年)は小塊茎24、ヤムイモ11と、こちらも2倍超であった。 以上より、外国産植物を上回る生産効率を持つ有用物質生産植物培養組織（TRL5）を開発した。 上記技術に関する知財戦略を策定するとともに、生産システムのプロトタイプを作成し、生産に適した培地条件、培養温度、照明条件を設定し、SOP（初版）を作成した（BRL3）。

4. 実施体制及び実施者の役割分担（令和7年度）

実施体制

◆ マネジメント体制

◆ 対象施策実施体制

PD:
奈良先端科学技術大学院大学
 出村 拓

同時改変ゲノム編集技術を用いた産業植物の創出
大阪大学 村中 俊哉

農林水産省「同時改変ゲノム編集技術を用いた産業植物の創出」運営委員会

構成員：外部有識者：3名

- ・ 植物育種学専門家
- ・ 植物生理学専門家
- ・ 知的財産専門家

事務局

- ・ 農林水産技術会議事務局
- 研究開発官（基礎・基盤、環境）室

(1)外来DNAをゲノムに組み込まない同時改変技術の開発と実証
農研機構 生物研

農研機構 生物研・龍谷大学
 同時改変ゲノム編集ベクター、アグロバクテリウムの開発

かずさDNA研究所・京都大学
 倍数性植物ゲノム編集ベクターの開発と検証

(2)産業植物の開発および実用化に向けた実証
大阪大学

大阪大学
 有用トリテルペノイド高生産産業植物、培養生産システムの開発

神戸大学・富山大学
 有用ステロイド高生産産業植物の開発

大阪大学、高知大学、(株)カネカ
 高品質産業植物の開発

北海道大学、カルビーポテト(株)
 高品質産業植物の評価

農研機構 生物研
 産業植物の大規模栽培検討

コンソ外協力研究機関
 (予算配分なし)

産業植物の培養生産システムの開発(A社)

培養産物の抽出・評価(B社)

5. 民間研究開発投資誘発効果及びマッチングファンド（令和7年度）

① 民間研究開発投資誘発効果（財政支出の効率化）

- ・ BRIDGE対象施策を実施することによる民間研究開発投資誘発効果としては、植物由来の有用物質生産（薬用産業植物開発）および農業用産業植物開発の事業に投資効果が期待される。
- ・ 2030年を目標年度として、植物由来の有用物質生産（薬用産業植物）における民間研究開発投資額として国内で年間約118億円¹⁾、ゲノム編集農業用産業植物開発における民間研究開発投資額として世界で6875億円²⁾を見込む。

- 1) 2030年の世界のゲノム編集市場(約43.5兆円)^{*1} X 医薬品製造業の研究開発投資(10.06%)^{*2} X 日本シェア(9%)^{*3} X 植物由来(約30%)
- 2) 2030年の世界のゲノム編集市場(約43.5兆円)^{*1} X 農作物の研究開発投資比率(1.59%)^{*2}

*1: 株式会社グローバルインフォメーション市場調査レポート

*2: 総務省統計局「科学技術研究調査(2022年)」の産業別売上高に対する研究費の比率

*3: 医薬品産業ビジョン2021資料編(厚生労働省)

② 民間からの貢献度（マッチングファンド）

R7年度の貢献額は合計26,000千円

（マッチングファンド率：26,000千円/104,200千円（R7年度予算）=25%）

令和8年度 研究開発等計画

6. 研究開発等の具体的な内容・社会実装の目標（令和8年度）

① 研究開発・社会実装の目標

テーマ（1）「外来DNAをゲノムに組み込まない同時改変技術の開発と実証」

- 令和8年度は、遺伝子組換えを経ずに、複数箇所のゲノム編集を高効率に起こすゲノム編集技術の有効性を実証（**現状1年→3ヶ月で編集した植物を得る**）する(TRL6)。
- 技術ノウハウを参画機関に提供して技術検証を行う。検証結果をフィードバックし、さらに、民間企業に橋渡しできるよう、技術の知財化とノウハウを完成させる(BRL4)
- 令和9年度以降に、ゲノム編集酵素の許諾、ゲノム編集植物作出の受託サービス等、民間企業への橋渡しを行う。さらに本技術の普及に向けて適用植物の拡張に向けた一般向けに成果の有用性の説明する会の開催等の活動を行う。これにより、**ゲノム編集を活用したバイオ産業の振興に貢献**する。

テーマ（2）「産業植物の開発および実用化に向けた実証」

- ジオシンやグリチルリチン等の有用物質を高生産する植物や植物組織を1系統ずつ以上開発して、増殖技術と合わせて、**天然の4倍以上の生産性**を有することを実証(TRL6)
- 上記の有用物質を産生する産業植物について、**スタートアップを設立**する(BRL4)
- 令和8年までに産業植物の開発技術を確立し、経済産業省などとの連携により**大学発スタートアップ事業を創出**するとともに、令和9年度を目途に、化学企業、農産物加工企業等が**栽培を開始**する。

② 研究開発等の具体的な内容

テーマ（1）「外来DNAをゲノムに組み込まない同時改変技術の開発と実証」

- ジャガイモ等複数のナス科植物において、改良型ウイルスベクターを用いた複数箇所のゲノム編集を行い、ゲノム編集植物作製期間の短縮（期間現状1年→3か月）の実証を行う。
- 高効率なジャガイモ同時ゲノム編集技術の特許出願し、ノウハウを完成させる。
- テーマ（2）との連携により、改良型アグロバクテリウム等を用いたカンゾウのゲノム編集技術を開発する。

ジャガイモ同時ゲノム編集技術の
実証試験

特許出願
技術ノ
ハウ完成

テーマ（2）「産業植物の開発および実用化に向けた実証」

- ジオシンやグリチルリチン等の有用物質を高生産する植物や植物組織を1系統ずつ以上開発して、増殖技術と合わせて、**天然の4倍以上の生産性**を有することを実証(TRL6)
- 大学発スタートアップ事業を創出**する

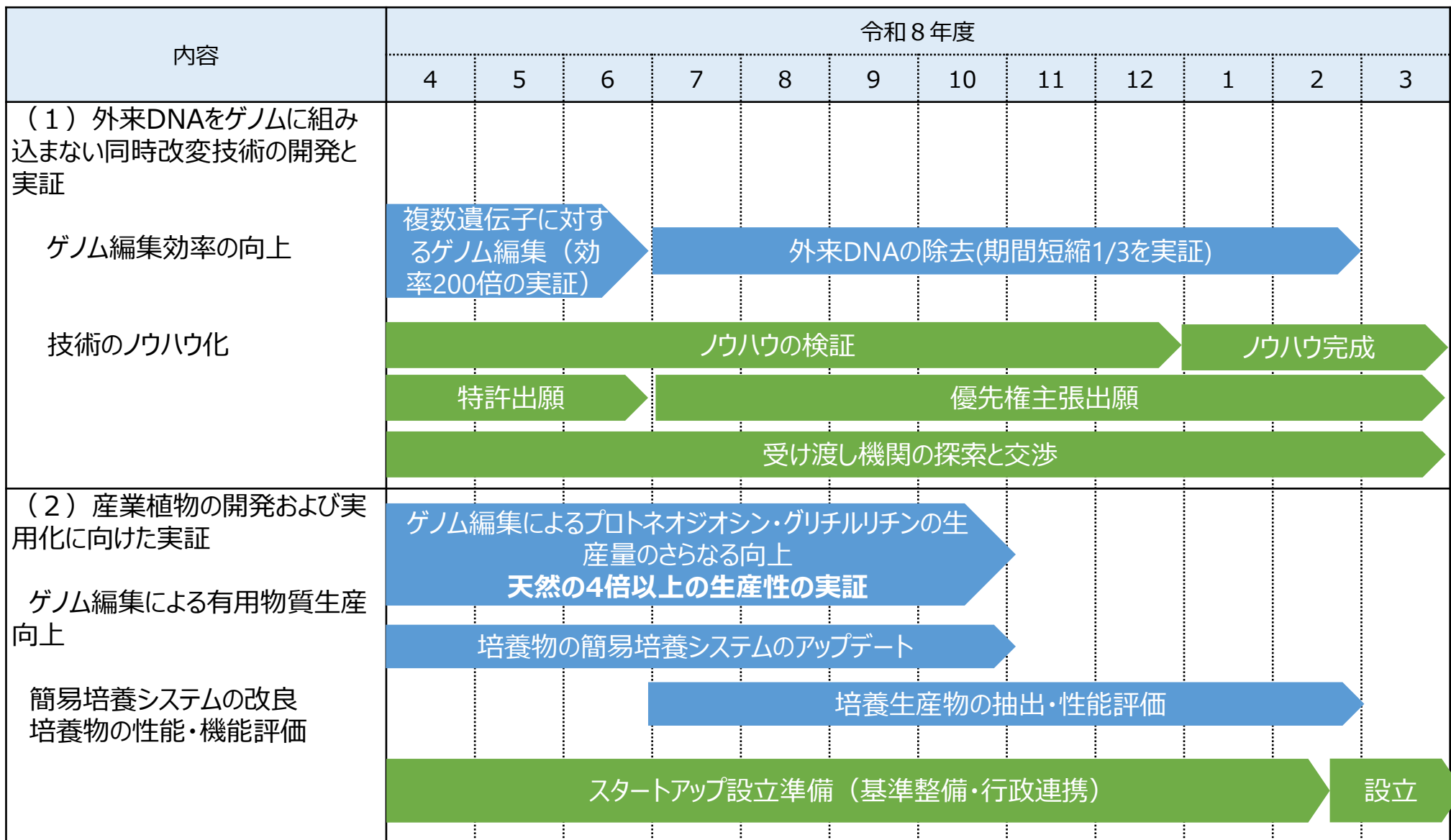
産業植物生産システムプロトタイプ
での試製造

スタートア
ップ設立

7. 年度別の実施内容・到達目標 (KPI) (令和8年度)

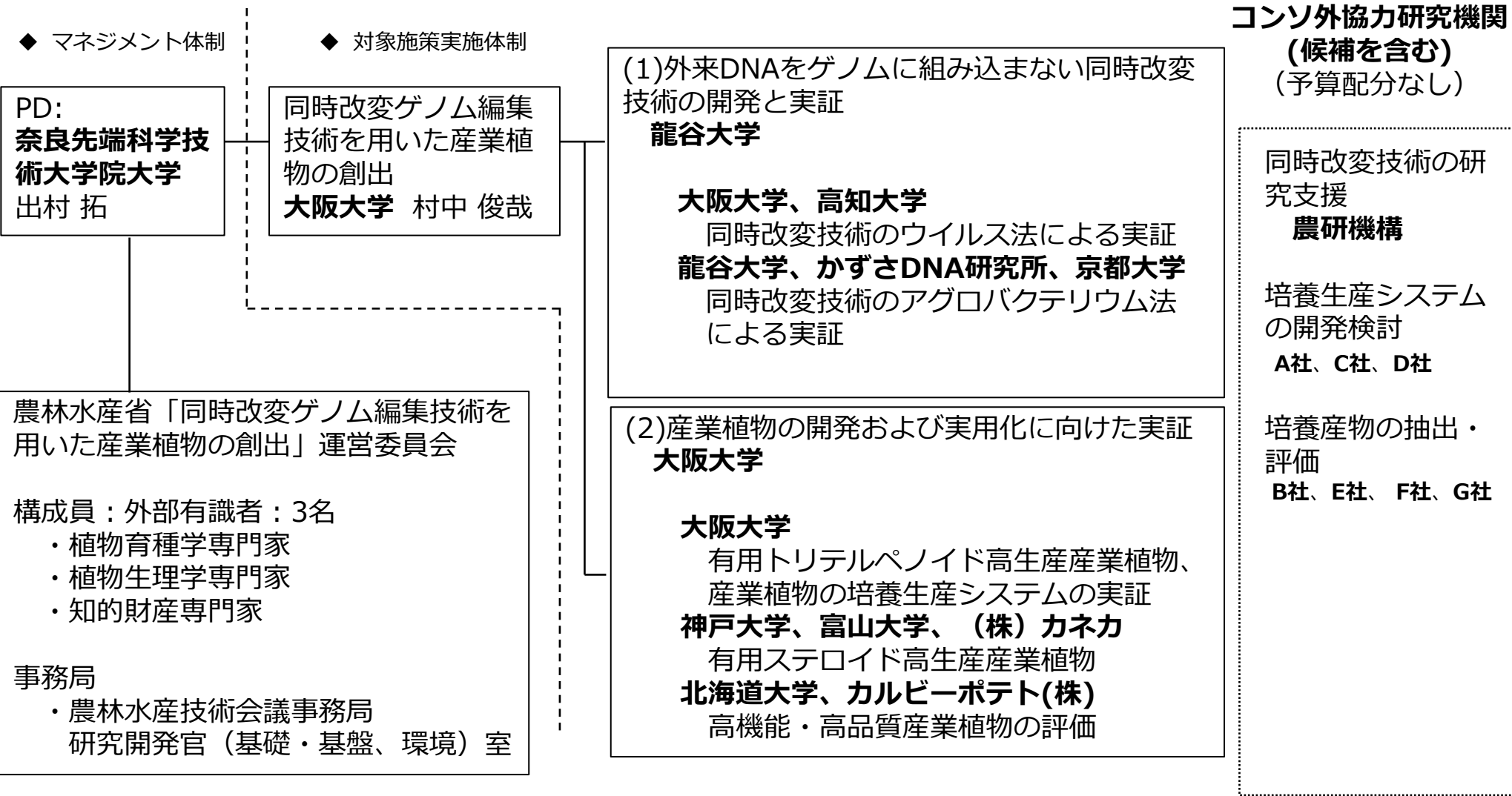
テーマ名	実施内容の概要 到達目標 (KPI)	R8年度実施内容 到達目標 (KPI)
(1) 外来DNAをゲノムに組み込まない同時改変技術の開発と実証	遺伝子組換えを経ずに、複数箇所のゲノム編集を高効率に起こす(現状の1/4=3か月で編集した植物を得る)ゲノム編集技術を開発し実証	遺伝子組換えを経ずに、複数箇所のゲノム編集を高効率に起こすゲノム編集技術の有効性を実証(現状1年→3ヶ月で編集した植物を得る)(TRL6) 技術ノウハウを参画機関に提供して技術検証を行う。検証結果をフィードバックし、さらに、民間企業に橋渡しできるよう、技術の知財化とノウハウを完成させる(BRL4)
(2) 産業植物の開発および実用化に向けた実証	屋内で植物を短期間で増殖(野外栽培の1/2以下)する技術を開発 ジオンシンやグリチルリチン等の2種類以上の有用物質について、本技術導入前の2倍以上蓄積する植物や植物組織を1系統以上ずつ開発し、本技術導入前と比較して4倍以上の有用物質の生産性を有することを実証	ジオンシンやグリチルリチン等の有用物質を高生産する植物や植物組織を1系統ずつ以上開発して、増殖技術と合わせて、天然の4倍以上の生産性を有することを実証(TRL6) 上記の有用物質を産生する産業植物について、スタートアップを設立する(BRL4)

8. 工程表 (令和8年度の詳細)



9. 実施体制及び実施者の役割分担（令和8年度）

実施体制



コンソ外協力研究機関
(候補を含む)
(予算配分なし)

- 同時改変技術の研究支援
農研機構
- 培養生産システムの開発検討
A社、C社、D社
- 培養産物の抽出・評価
B社、E社、F社、G社

10. 民間研究開発投資誘発効果及びマッチングファンドの見込み（令和8年度）

① 民間研究開発投資誘発効果（財政支出の効率化）の見込み

・ BRIDGE対象施策を実施することによる民間研究開発投資誘発効果としては、植物由来の有用物質生産（薬用産業植物開発）および農業用産業植物開発の事業に投資効果が期待される。

・ 2030年を目標年度として、植物由来の有用物質生産（薬用産業植物）における民間研究開発投資額として国内で年間約118億円¹⁾、ゲノム編集農業用産業植物開発における民間研究開発投資額として世界で6875億円²⁾を見込む。

1) 2030年の世界のゲノム編集市場(約43.5兆円)^{*1} X 医薬品製造業の研究開発投資(10.06%)^{*2} X 日本シェア(9%)^{*3} X 植物由来(約30%)

2) 2030年の世界のゲノム編集市場(約43.5兆円)^{*1} X 農作物の研究開発投資比率(1.59%)^{*2}

*1: 株式会社グローバルインフォメーション市場調査レポート

*2: 総務省統計局「科学技術研究調査(2022年)」の産業別売上高に対する研究費の比率

*3: 医薬品産業ビジョン2021資料編(厚生労働省)

② 民間からの貢献度（マッチングファンド）の見込み

R8年度の貢献額は合計36,000千円の見込み

(マッチングファンド率：36,000千円/121,100千円 (R8年度予算) =30%)