

事業戦略ビジョン

実施プロジェクト名：農業副産物を活用した高機能バイオ炭の製造・施用体系の確立

実施者名：ヤンマーエネルギーシステム株式会社、代表名：代表取締役社長 山下 宏治

コンソーシアム内実施者：株式会社ぐるなび（幹事企業）
片倉コープアグリ株式会社
全国農業協同組合連合会
国立研究開発法人
農業・食品産業技術総合研究機構

目次

0. コンソーシアム内における各主体の役割分担

1. 事業戦略・事業計画

- (1) 産業構造変化に対する認識
- (2) 市場のセグメント・ターゲット
- (3) 提供価値・ビジネスモデル
- (4) 経営資源・ポジショニング
- (5) 事業計画の全体像
- (6) 研究開発・設備投資・マーケティング計画
- (7) 資金計画

2. 研究開発計画

- (1) 研究開発目標
- (2) 研究開発内容
- (3) 実施スケジュール
- (4) 研究開発体制
- (5) 技術的優位性

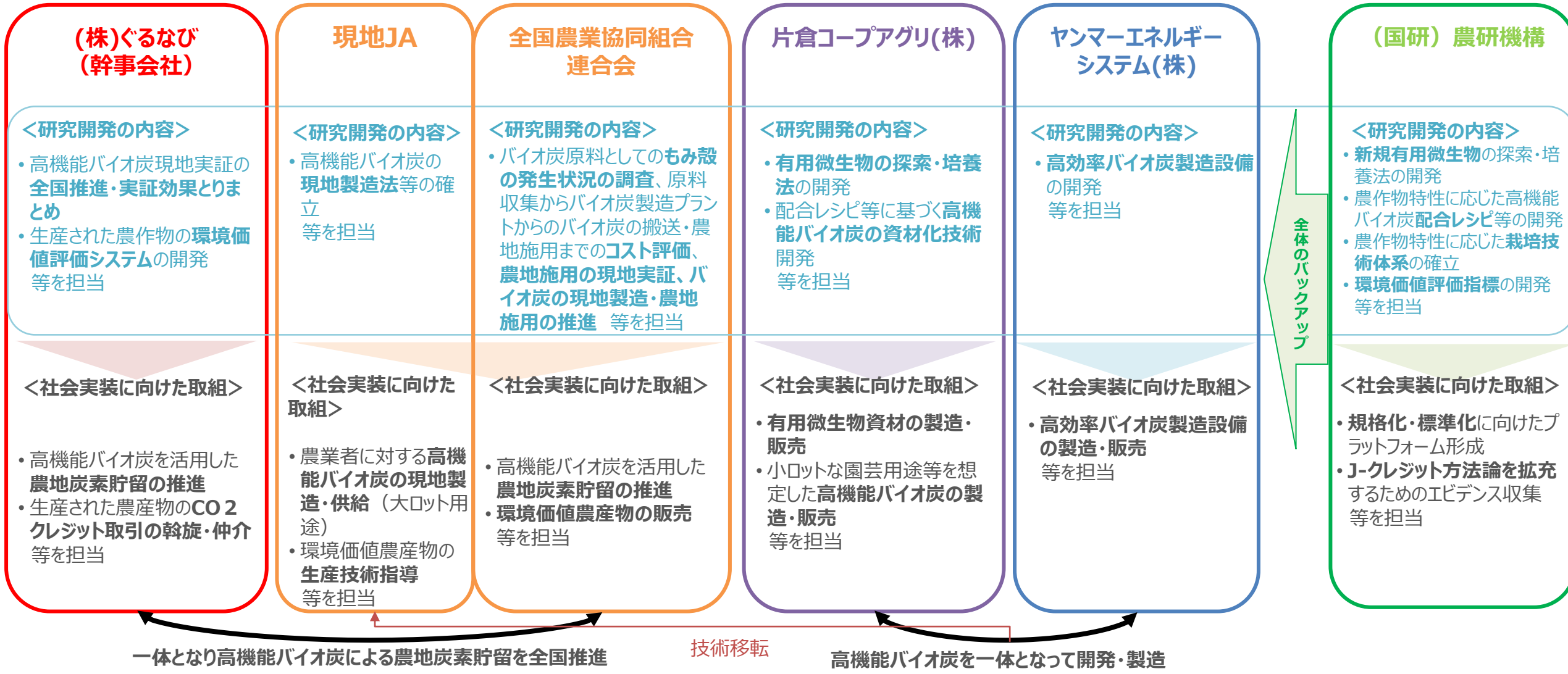
3. イノベーション推進体制（経営のコミットメントを示すマネジメントシート）

- (1) 組織内の事業推進体制
- (2) マネジメントチェック項目① 経営者等の事業への関与
- (3) マネジメントチェック項目② 経営戦略における事業の位置づけ
- (4) マネジメントチェック項目③ 事業推進体制の確保

4. その他

- (1) 想定されるリスク要因と対処方針

0. コンソーシアム内における各主体の役割分担



全体のバックアップ

(注) 現地JAについては2023年度からの再委託先等として
順次参画（実施計画変更時のコンソメンバー化も想定）

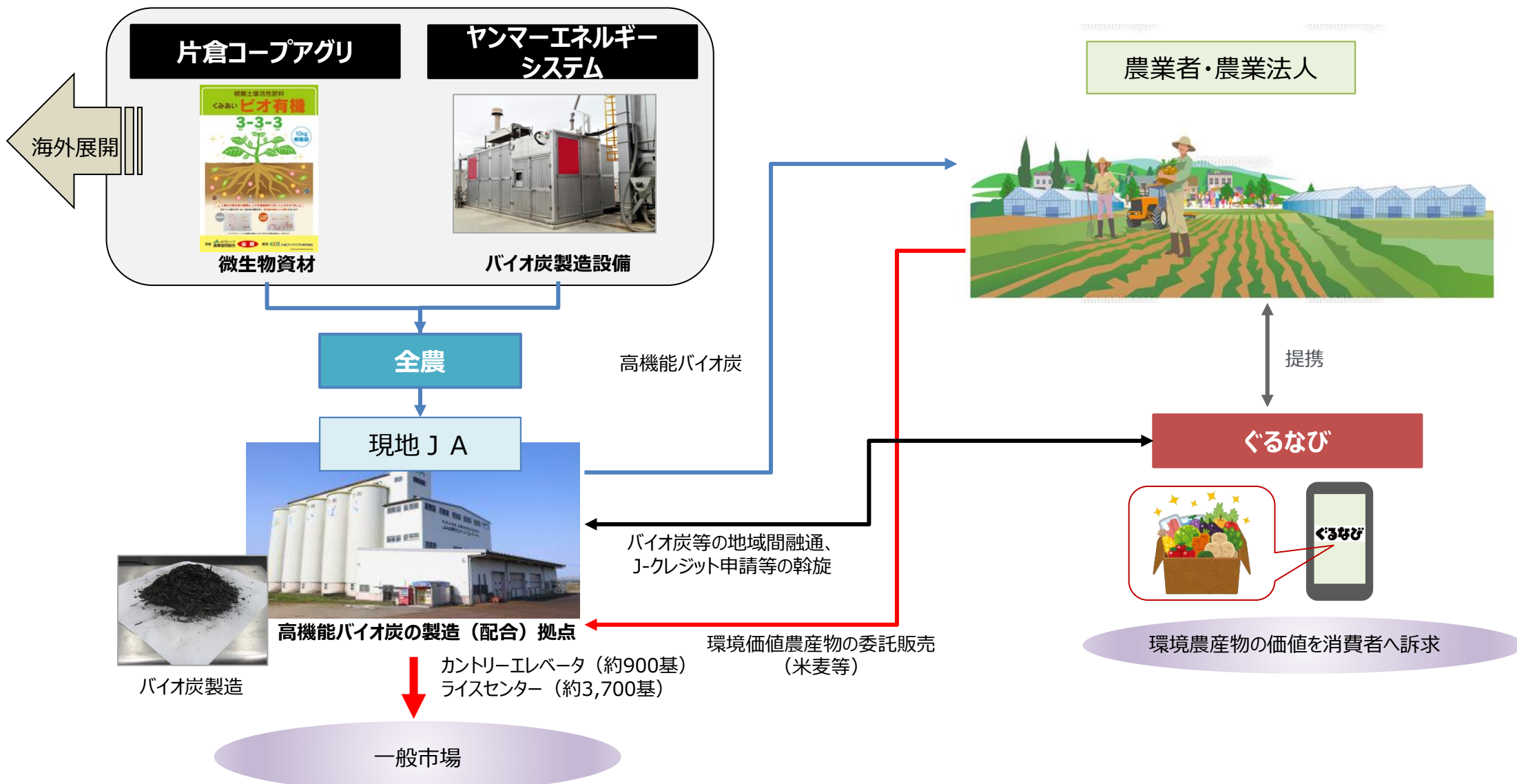
高機能バイオ炭の農地施用による、農地炭素貯留と農業生産性 2 割向上の同時実現

1. 事業戦略・事業計画

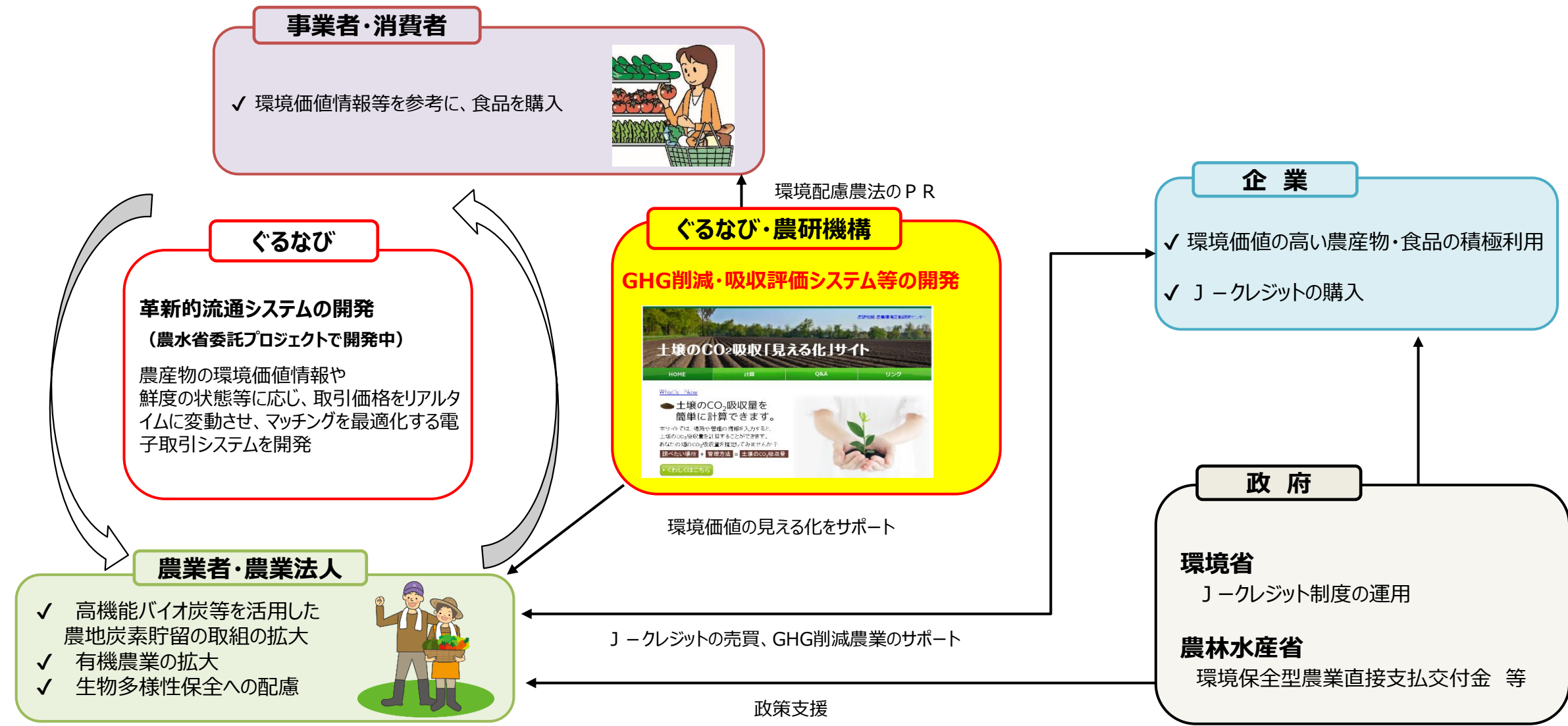
1. 事業戦略・事業計画／全体ビジネス構想

コンソーシアム共通

原料バイオマス（イネもみ殻等）が集積するカントリーエレベータ等に高機能バイオ炭製造（配合）拠点を設置し、地産地消型で高機能バイオ炭を製造し、農地炭素貯留の取組を全国推進



農業者の取組インセンティブを高めるため、ICT技術をフル活用した「環境価値」の見える化システム等を一体整備



1. 事業戦略・事業計画／（1）産業構造変化に対する認識

農村部でも省エネ・再エネ・効率的利用が進み、農村部からのカーボンオフセット取引が拡大する

カーボンニュートラルを踏まえたマクロトレンド認識

（社会面）

- SBT参加企業の増加とサプライチェーン排出量削減への取組
- 消費者の脱炭素、グリーン購入意識の向上
- （リジェネラティブ農業へのシフト）

（経済面）

- 長期的なESG投資の拡大
- 物流の停滞と国内調達気運の高まり
- 化石燃料の高騰

（政策面）

- 2050年カーボンニュートラルの実現
- グリーン成長戦略（経産省）、みどりの食料システム戦略（農水省）

（技術面）

- 脱炭素のエネルギー転換（H2、省エネ、再エネ利用など）
- バイオ炭による炭素貯留が活発化

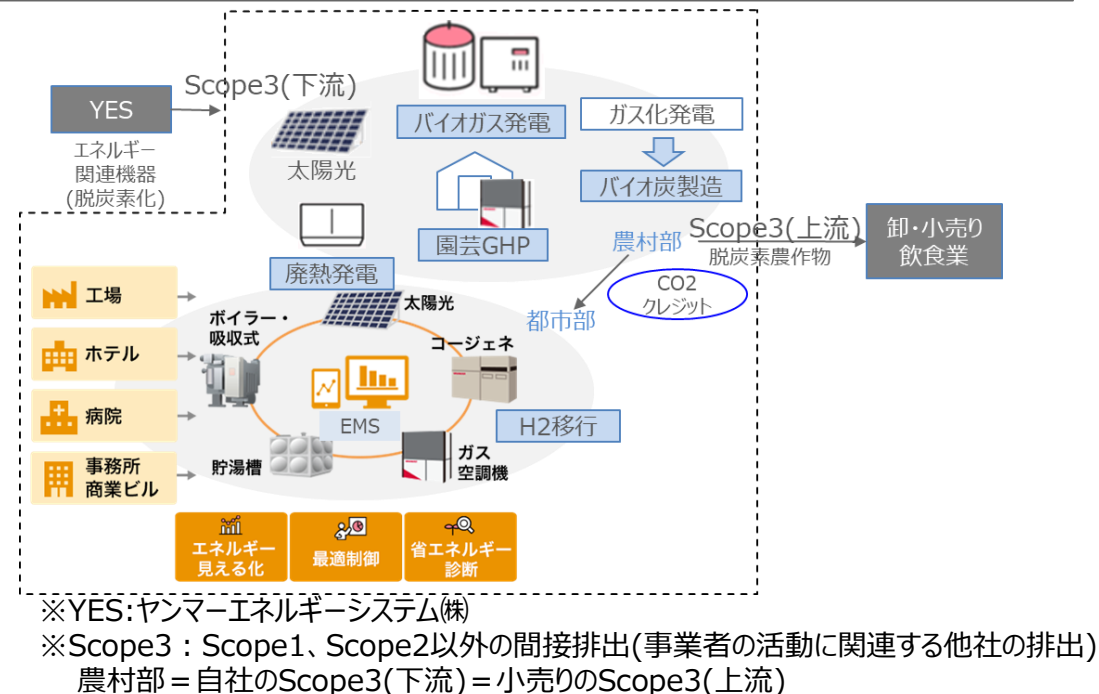
● 市場機会：

サプライチェーン排出量削減に向けたカーボンオフセット取引
ゼロカーボンシティなど、地域での脱炭素に向けた取り組みが活発化
ガス化発電技術からスピノフさせ安全なバイオ炭製造技術を提供

● 社会・顧客・国民等に与えるインパクト：

身近で信頼性の高い炭素貯留技術として国民の更なる行動変容
サーキュラーエコノミーの実現

カーボンニュートラル社会における産業アーキテクチャ



● 当該変化に対する経営ビジョン

YANMAR GREEN CHALLENGE2050

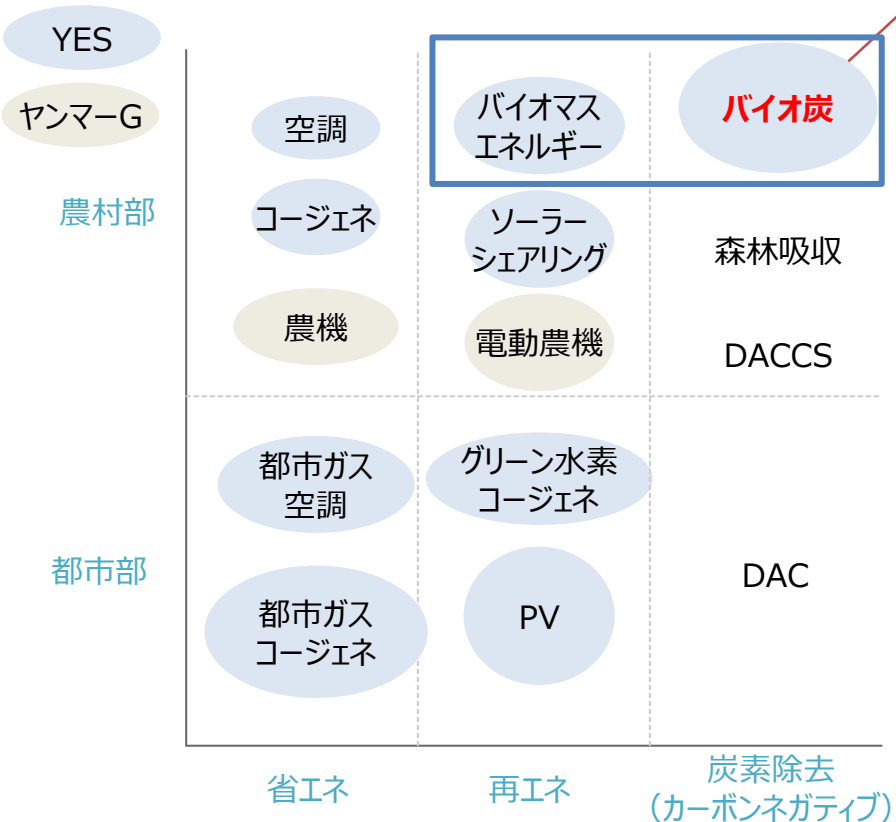
- Challenge1: GHG排出量ゼロの企業活動を実現する。
- Challenge2: 循環する資源を元にした環境負荷フリーの企業活動を実現する。
- Challenge3: お客様のGHG排出ゼロ・資源循環化に貢献する。
⇒ バイオ炭製造技術の開発はChallenge3に貢献

1. 事業戦略・事業計画／（2）市場のセグメント・ターゲット

農業用機械・設備等のグループの強みを活かし、JAおよび大規模農家をターゲットとして想定

セグメント分析

脱炭素に向けて省エネ、再エネ、炭素吸収の全面でソリューションを提供する。既存の都市部での省エネ、再エネ、農村部での再エネ利用に加え、開発中のもみ殻燃焼技術を活用し、バイオ炭炭素貯留（カーボンネガティブ）によるソリューションを提供する。



ターゲットの概要

市場概要と目標とする顧客像

- 原料収集の容易さ、収集時のCO2排出量抑制も踏まえ、既に収集されているもみ殻を原料として設定する。国内もみ殻発生量：推定約200万トン/年
- 市場規模：JAの保有するカントリーエレベーター約900カ所

需要家	消費量	課題	想定ニーズ
JA	80万 t /年 約40%	- もみ殻の処理 - 環境性 - 脱炭素 - 人手不足	- 安価な処理装置 - 安全、安心なもみ殻炭 - クリーンな排ガス - 化石燃料利用削減 - 自動化
大規模農家	120万t/年 約60%	- もみ殻の処理 - 農産物の差別化 - 環境性 - 脱炭素 - 人手不足	- 安価な処理装置 - 有機米、脱炭素米など - 安全、安心なもみ殻炭 - クリーンな排ガス - 化石燃料利用削減 - 自動化

1. 事業戦略・事業計画／（3）提供価値・ビジネスモデル

地域の未利用バイオマスをフル活用し、安全なバイオ炭製造設備を提供する

社会・顧客に対する提供価値

● 地域未利用残渣の活用

- 資材化(高温バイオ炭)
吸着性(比表面積大)
可溶ケイ酸
K溶出性

● 安価なバイオ炭

- 小規模×連続稼働
- 最適化設計
- 収率向上

● 安全な環境

- 結晶質シリカ生成抑制
- クリーンな排気

ビジネスモデルの概要（製品、サービス、価値提供・収益化の方法）と研究開発計画の関係性

収益機会：バイオ炭需要の増加、バイオ炭流通の活性化

高機能バイオ炭の施用による生産された農作物の差別化

機器販売

独自性・新規性	結晶質シリカ生成抑制、高温バイオ炭製造、小規模×連続稼働
有効性	もみ殻処理、省力化、省エネ
実現可能性	穀物乾燥調製設備の施工をおこなうヤンマーG内企業との連携、熱流動解析と最適化設計
継続性	サービス網：遠隔監視およびメンテナンス契約



研究開発計画との関係性

高機能バイオ炭の開発	バイオ炭利用を促進するためには、農作物の収量増加や品質改善などの付加価値が必要となる。安全・安心で高機能化に有効なバイオ炭の製造技術を確認する。
高効率バイオ炭製造技術の開発	高機能バイオ炭を安価に製造できるよう、地域の未利用残渣であるもみ殻を活用し、燃焼の最適化や連続稼働に適応した装置を設計する。

1. 事業戦略・事業計画／（3）提供価値・ビジネスモデル（標準化の取組等）

市場導入(事業化)しシェアを獲得するために、ルール形成(標準化等)の検討

標準化戦略の前提となる市場導入に向けての取組方針・考え方

- 高機能バイオ炭やJクレジットについて国内および国際標準への適合性確保のため、標準化活動を推進し社会実装に繋げる
- 社会実装に向けての高機能バイオ炭の迅速な提供方法やバイオ炭を含む農地炭素貯留の取組によって生産された農産物の「環境価値」を評価する指標について、官民連携して進めていく

国内外の動向・自社のルール形成(標準化等)の取組状況

（国内外の標準化や規制の動向）

- 2019年改良版IPCCガイドラインに「バイオ炭」が新規追加
- IBI（国際バイオ炭イニシアティブ）、EBC（欧州バイオ炭認証）等による民間主導の規格化・認証化が進められており（ボランタリークレジット）、バイオ炭規格ISO化の動き
- 国内ではバイオ炭普及会、クルベジ協会等がバイオ炭クレジット化プラットフォームのエコシステムを形成。「BRIDGE国際標準化」によりバイオ炭品質規格についての調査を実施

（市場導入に向けた自社による標準化、知財、規制対応等に関する取組）

- 各機関と協力し、多様な作目・環境におけるコストと生産性の両面で実用的なフレームの構築を推進させる
- 土壌炭素に関する研究成果を環境価値として付加するICTシステムの構築する

本事業期間におけるオープン戦略（標準化等）またはクローズ戦略（知財等）の具体的な取組内容

＜標準化戦略＞

- 国内外の機関とも連動を図り、国内での規格策定や技術パッケージの海外展開を推進
- 研究開発された手法については、特許や職務発明プログラム等により権利化しつつ、農業者や消費者に向けた標準化戦略プラットフォームを構築して協調領域としてのオープン戦略を検討

＜知財戦略＞

- 技術優位性確保の為、状況に応じ権利化した上で戦略的な技術移転を検討

1. 事業戦略・事業計画／（4）経営資源・ポジショニング

燃焼、自動化・遠隔監視などの幅広い技術を活かし、農業分野のグループ内企業との連携により、循環型社会を実現

自社の強み、弱み（経営資源）

ターゲットに対する提供価値

- 未利用もみ殻の活用による持続可能な稲作、
バイオ炭利用による持続可能な脱炭素農作物の生産
- クリーンなシステムによる安全安心なバイオ炭の製造(もみ殻の活用)
 - 可溶ケイ酸、高吸着性など、活用範囲の広い高付加価値なバイオ炭
 - バイオ炭による炭素固定
 - 自動化、遠隔監視による省力化



自社の強み

- 燃焼技術とサービス網
- 結晶質シリカのない高温炭製造ガス化技術
 - 全国的なサービス網

自社の弱み及び対応

- 農業分野⇒ヤンマーG内およびコンソでの連携
- 固体燃焼装置スケールアップ⇒熱流動解析

他社に対する比較優位性

2030年までに安全な高温炭の高効率製造技術を確立し、安価なバイオ炭製造装置を開発する。

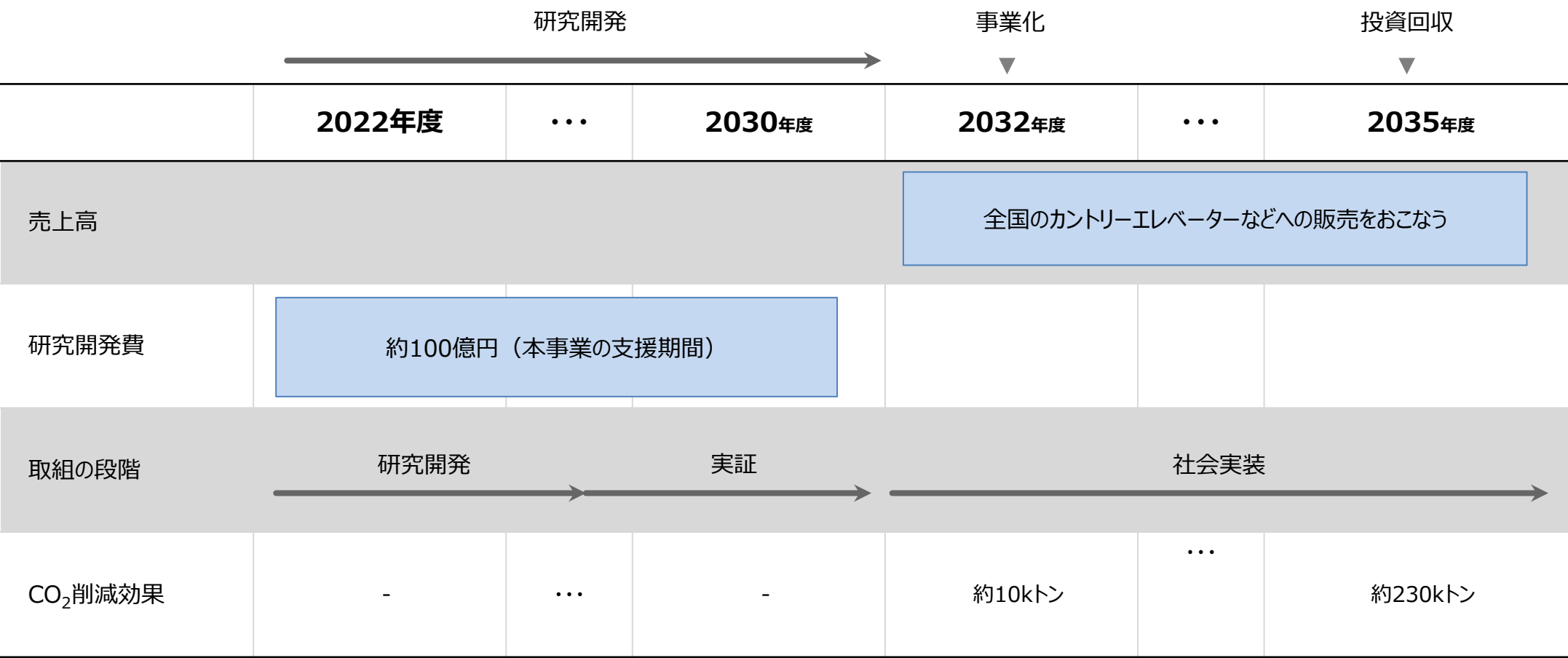
	技術	顧客基盤	サプライチェーン	その他経営資源
自社	現在			
	• バイオマスガス化発電⇒高温炭製造⇒結晶質シリカ抑制	• 都市部顧客	• 全国的なサービス網	• 研究開発体制
	↓ G内連携 熱流動解析	↓ G内連携	↓ G内連携	↓ 社内体制整備
	将来			
	• 高効率高温炭製造燃焼技術	• JA：ヤンマーG内農業施設メーカーと連携 • 大規模農家：ヤンマーアグリと連携	• ヤンマーGサービス網(国内および海外) • 農業資材販売網	• 研究開発体制 • 品証・CS体制 • 企画管理・営業体制
競合他社A	• 低温炭化技術※結晶質シリカ生成 • 連続稼働が困難	• 農業施設メーカーに向けて販売 • 直販実績もあり	• 本社を拠点に全国展開 • バイオ炭販売先確保	
競合他社B	• ロータリーキルンによる低温炭化(高コスト&可動部多)	• 農業施設メーカーに向けて販売 • 直販実績もあり	• 本社を拠点に全国展開	

1. 事業戦略・事業計画／（5）事業計画の全体像

9年間の研究開発の後、2032年事業化、2035年度頃の投資回収を想定

投資計画

- ✓ 本事業終了後、2032年度の事業化を目指す。
- ✓ 全国のカントリーエレベーターなどへの導入を図り、2035年度頃の投資回収を目指す。



1. 事業戦略・事業計画／（6）研究開発・設備投資・マーケティング計画

研究開発段階から将来の社会実装（設備投資・マーケティング）を見据えた計画を推進

	研究開発・実証	設備投資	マーケティング
取組方針	● 知財・標準化戦略 - 【特許取得】結晶質シリカ抑制ガス化技術⇒完全燃焼技術として低コスト化 高機能化に適したバイオ炭製造技術確立（ラボ試験→熱流動解析→実験機） - 新たな特許出願項目についても検討 - 農研機構と連携し、バイオ炭の規格化を検討 ● PoCによる顧客ニーズの確認 - 実験機を市場に設置し、高い環境性とクリーンなシステムをPoCで確認、改善	● 研究機器、試験機の設置 - バイオ炭の高機能化に向けた運転条件を確認するため、研究用機器を整備する。 - 同条件を実炉にて実現するための実験機を設置する。 ● バイオ炭製造装置の生産設備 - 生産設備は自社で保有せず、外注生産	● 農業施設の設計施工サービスを展開する ヤンマーG内企業との連携 ● 実験機の設置をPRし、視察受入によるVOCの収集と改善、認知度向上および販促に繋げる。
進捗状況	● ラボ試験用電気炉の仕様を確定し発注した。 ● コンソーシアム内で協議し、電気炉基礎試験での分析項目を設定した。 ● 熱流動解析の仕様書を作成し、見積を入手した。	● 実験機の設計に着手した。	● グループ内関係企業へのGI基金事業に関する説明をおこなった。 ● GI基金に関するプレスリリース実施した。
国際競争上の優位性	● 【特許取得】結晶質シリカを抑制した高温バイオ炭製造ガス化技術 ● 主要ターゲットとなるアジア各国では環境性が低い技術が多い。稲作の主体はアジアであり欧米諸国の開発は遅れており、優位性あり	● 海外外注先での現地生産へと柔軟に対応（海外で製造可能な外注先の調査、指導） ※ガス化発電システムの海外導入実績あり 一部機器は海外現地生産実績あり	● 国内実績、国内設備への視察誘導により、海外に対して優位性や環境性をPRする。

1. 事業戦略・事業計画／（7）資金計画

国の支援に加えて、約10億円規模の自己負担を予定

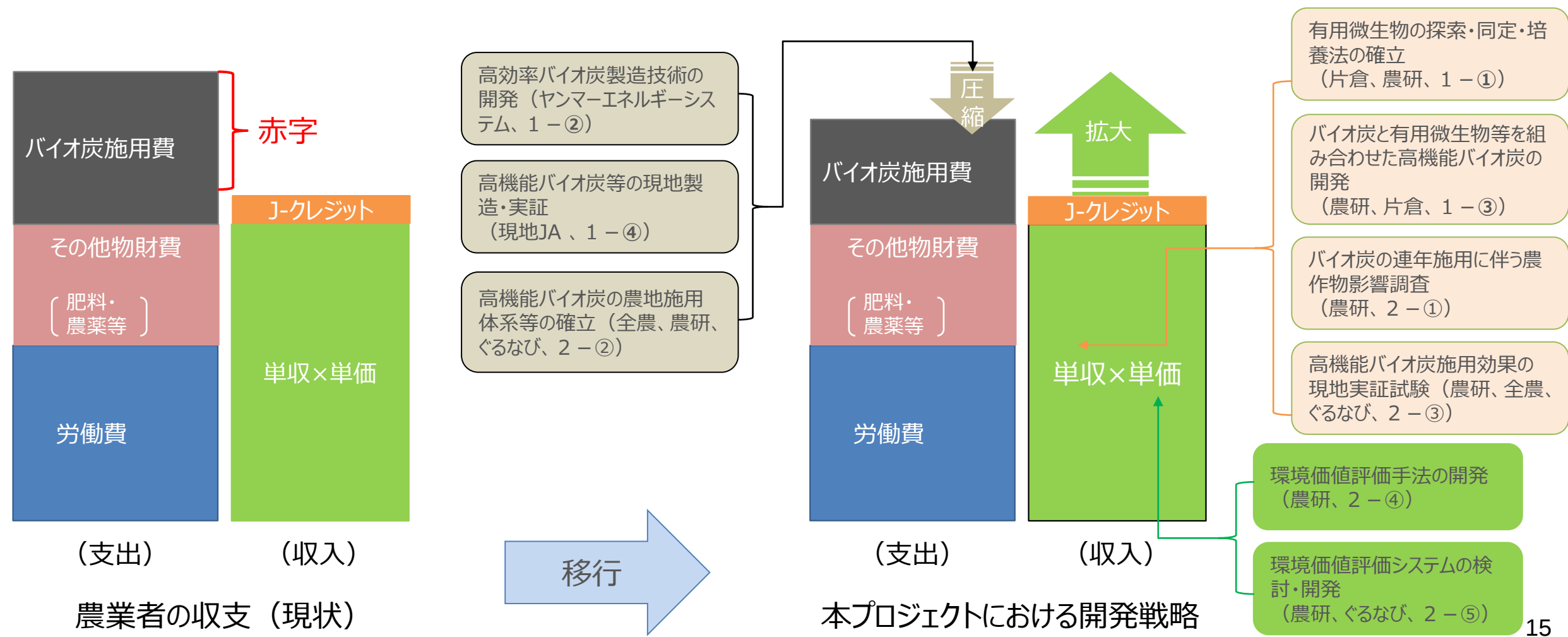
	2022年度	...	2030年度	...	2035年度
事業全体の資金需要	約100億円			本事業期間にて技術開発を完了させた後、引き続き案件獲得に向け、自己負担により営業活動を実施する予定。	
うち研究開発投資	約100億円				
国費負担※ (委託又は補助)	約90億円				
自己負担	約10億円				

※インセンティブが全額支払われた場合

2. 研究開発計画

2. 研究開発の全体戦略

バイオ炭普及のボトルネックとなっている、①バイオ炭の製造・施用コストを削減するとともに、②有用微生物の生育促進効果を付加することにより、農作物の収量性を向上させ、また、③GHG削減に貢献する農産物であるといった環境価値を見える化し、当該価値を取引価格に転嫁できるようにすることで、バイオ炭農法の収益性を改善し、農業者の導入インセンティブを付与する。



2. 研究開発の全体戦略

高機能バイオ炭の導入経費（コスト目標：1.5万円程度/10a）は、単収向上効果によって補償し、環境価値農産物の取引価格の向上やJ-クレジット収入により、農業者の導入インセンティブを付与

○高機能バイオ炭による2割単収が実現された場合の経営収支試算

	慣行栽培		高機能バイオ炭施用	備 考
	全国平均	20～30ha規模層	20～30ha規模層	
粗収益（A；a×b）	100,357		120,429	● ● ● 有用微生物の機能付加により、単収が1.2倍に向上
単収（a）	535		642	
1 俵当たり農家手取り（b）	11,255		11,255	
経営費（B）	86,261	75,872	80,239	
うち 肥料	9,030	8,997	8,997	
農機具費	25,304	20,499	24,599	バイオ炭施用コスト増（1.2倍）
自動車費	3,608	1,337	1,604	バイオ炭運搬コスト増（1.2倍）
所得（A-B）	14,096	24,485	40,189	

別途、環境価値農産物の取引価格の向上、J-クレジット収入が+a

コスト目標（差額）：1.5万円/10a

注：1 俵当たり農家手取り（b）は、令和3年産の全銘柄平均価格から流通経費相当額として2千円を控除した額
経営費（B）は、令和2年産米生産費調査（農林水産省統計部）

2. 研究開発計画／（1）研究開発目標

農作物の収量性が概ね2割程度向上するイネもみ殻等高機能バイオ炭の開発

研究開発項目	アウトプット目標		
1. イネもみ殻等高機能バイオ炭の開発	2026年度までに、イネもみ殻等バイオ炭と親和性の高い有用微生物を探索・同定し、それら微生物機能が付与された高機能バイオ炭（試作品）を3資材以上開発するとともに、その後、有用微生物の大量培養法や効率的なもみ殻燐炭製造法等を確立し、2030年度からの高機能バイオ炭供給ビジネスの事業化の見通しを立てる。		
研究開発内容	KPI	KPI設定の考え方	
1－① 有用微生物の探索・同定・培養法の確立	2025年度までに、農作物に対する肥料成分の供給や生育促進等を助ける有用微生物を1菌株以上特定。 2027年度までに、当該菌株の培養製造法を確立し、製造プラントの仕様を決定、製造試験プラントによる試作製造（2028年度）を開始。	有用微生物は、イネもみ殻等バイオ炭との親和性を有すること。 製造試験プラントの能力は、研究開発項目2の現地実証向けの高機能バイオ炭の供給に必要な能力とすること。	
1－② 高効率バイオ炭製造技術の開発	2025年度までに、イネもみ殻を原料としたバイオ炭の製造コストが3万円／トン以下（現行5万円以上／トン）の見通しを立てる。 2027年度までに、現地JA等にモデル整備するための仕様の決定、製造試験プラントの整備に着手。	製造コストは、設計仕様書等を基にした装置の償却費、運転経費等の見積もりによる理論値を示すこと。 製造プラントは、現地JA等に整備することを想定し、原料もみ殻を供給するコンクリートエレベーター（イネもみの乾燥調製施設）への併設を考慮した設計とすること。	
1－③ バイオ炭と有用微生物等を組み合わせた高機能バイオ炭の開発	2026年度までに、3作物以上に適用可能な高機能バイオ炭（試作品）を3資材以上開発。	高機能バイオ炭資材の開発に当たっては、作物バランス（イネ、野菜、畑作物）を考慮し、それぞれの作物特性に応じ、微生物、バイオ炭、不足する肥料成分等の配合レシピを確立すること。	
1－④ 高機能バイオ炭等の現地製造・実証	2030年度までに、現地JA等において、上記3の試作品の現地製造が可能であることを実証し、その後の全国製造を推進。	高効率バイオ炭製造プラントが現地JAに整備されることを想定し、現場段階で製造されたバイオ炭と有用微生物等との適切な配合が可能であることを確認すること。	

2. 研究開発計画／（1）研究開発目標

CO2固定量として年間3トン/ha以上を可能とする農地炭素貯留技術を確立

研究開発項目	アウトプット目標		
2. 高機能バイオ炭等によるCO2固定効果の実証・評価 1) 高機能バイオ炭の農業利用	2028年度までに、高機能バイオ炭の連年施用が可能となる栽培技術体系を、10以上の農作物を対象として20体系以上を確立し、現地実証地区の概ね半数において2割以上の単収向上が可能であることを実証することにより、農業者（エンドユーザー）の取組インセンティブを付与する。		
研究開発内容	KPI	KPI設定の考え方	
2-① バイオ炭の連年施用に伴う農作物影響調査	2025年度までに、バイオ炭の連年施用が農作物の生育や土壌に及ぼす影響等の基礎的なデータを10作物以上で収集。	対象農作物は、国内栽培面積等を考慮して、イネ、畑作物、野菜、果樹、飼料作物等の作物バランスに留意して10作物以上とすること。 地域性を考慮するため、県公設試等の協力（再委託又は栽培管理業務を請負発注）を得ること。	
2-② 高機能バイオ炭の農地施用体系等の確立	2025年度までに、現地レベルでの効率的な原料もみ殻の収集からバイオ炭の製造、農地施用等の一連の実用的な施用体系及びICTを活用したバイオ炭等の地域間融通システムを確立。	2026年度からの高機能バイオ炭の本格的な現地実証に備え、現地JA等の協力体制を確立すること。また、現地JAにおける高機能バイオ炭の配合・施用コストを5千円/10a以下とすること。 地域間融通システムは、原料バイオマス（もみ殻）及び製造されたバイオ炭に関し、輸送距離を考慮した最適なマッチングを実現すること。	
2-③ 高機能バイオ炭施用効果の現地実証試験	2027年度までに、高機能バイオ炭の連年施用が可能となる栽培技術体系を、各地の営農慣行も考慮して20以上確立するとともに、2028年度までに当該栽培技術体系を導入した現地実証地区の概ね半数において2割程度の単収向上効果が認められることを実証。	現地実証の地区数（外注予定）は、作物数や地域性を考慮し、全国100地区程度を目標とすること。 単収向上効果は、現地実証地区の慣行農法との比較により評価すること。	

2. 研究開発計画／（1）研究開発目標

農地炭素貯留の取組によって生産された農産物の「環境価値」を客観的に評価する手法の確立

研究開発項目

- 2. 高機能バイオ炭等によるCO2固定効果の実証・評価
- 2) 環境価値の評価手法等の確立

研究開発内容

2-④ 環境価値評価手法の開発

2-⑤ 環境価値評価システムの検討・開発

アウトプット目標

2027年度までに、高機能バイオ炭を施用した農地から生産される農作物の「環境価値」を客観的に評価する手法を確立し、農業者等がインターネット上から容易にアクセスできるWebシステムを構築・公開する。

KPI

2025年度までに、**現行の「土壌のCO2吸収「見える化」サイト」のGHG推計モデルを、バイオ炭施用農地に対応させた評価モデルに拡張・高度化**するとともに、2027年度までに、高機能バイオ炭の施用による**その他環境影響（地下水への窒素溶脱等）の評価手法（指標）**を開発し、GHGと合わせて総合評価する手法を開発。

2025年度までに、上記GHG評価モデルに**インターネット上からアクセスできるデモ・システムを開発**。
2027年度までに、上記の評価手法に基づき、**農業者等が自らの営農実態（農作物の種類や農地1筆毎の土壌条件等）や高機能バイオ炭の施用量に応じ、生産された農作物の環境価値を総合的かつ客観的に評価できるWebシステムとして完成**。

KPI設定の考え方

水稻、畑作物、野菜、果樹、飼料作物・牧草の**主要40品目以上を対象**とすること。
農地の状態（水田・畑等）に応じ、GHGの削減量やCO2固定量を総合的に評価できること。

上記**主要40品目以上がカバー**され、全国各地の**1筆毎の土壌条件等**に応じ、**環境価値が試算・評価**できること。
Webシステムは、全国約440万haの農地を対象に、1筆毎の土壌条件を加味した評価システムとすること。

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（全体像）

各KPIの目標達成に必要な解決方法（その1）

研究開発内容	KPI	現状	達成レベル（2030年）	解決方法	実現可能性
1－① 有用微生物の探索・同定・培養法の確立	- 有用微生物を1菌株以上特定 - 製造試験プラントを試作	有用微生物の探索・選抜中、資材形態検討中（提案時TRL 3 →現状TRL 3）	親和性を有し、大量培養可能な有用微生物を獲得（TRL 7）	新規有用微生物の選抜及び大量培養の確立 - バイオ炭混合土壌からの有用微生物の分離 - 有用微生物をバイオ炭に混合した際の菌密度推移の調査 - 液体培養及び個体培養による有用微生物の増殖比較 - 微生物の分類及び資材化特性から培地組成を検討	複数の有用微生物候補が想定されるがバイオ炭との親和性が不確実なため。（70%）
1－② 高効率バイオ炭製造技術の開発	製造コストが3万円／トン以下の見通し	5～10万円の製造コスト（提案時TRL 3 →現状TRL 3）	3万円以下でかつ有用微生物との親和性を考慮（TRL 7）	バイオ炭収率の改善、装置の最適化設計 - 基礎試験、試験機及び熱流動解析 小規模×高稼働率の実現 - 長時間稼働に適した設計 省力化など - 昇温方式変更、省力化(自動運転,遠隔監視) 等	コスト低減にはバイオ炭収率の向上が鍵となるが、有用微生物との親和性の観点で不確実性がある。（70%）
1－③ バイオ炭と有用微生物等を組み合わせた高機能バイオ炭の開発	試作品を3 資材以上	バイオ炭親和性の評価方法検討中（提案時TRL 3 →現状TRL 3）	概ね2割単収向上効果が期待できる高機能バイオ炭の開発（TRL 7）	1-①で選抜された有用微生物とバイオ炭との親和性評価 - ポット試験及び小規模なほ場試験の実施 イネ、野菜、畑作物を対象に、概ね2割程度の単収向上が期待できる高機能バイオ炭の配合レシピの開発 - バイオ炭＋有用微生物＋肥料成分が調整された試作品のポット試験等	複数の有用微生物候補が想定されるがバイオ炭との親和性が不確実なため。（70%）
1－④ 高機能バイオ炭等の現地製造・実証（2027年度～）	試作品の現地製造が可能であることを実証	現地JA段階において肥料等の製造実績なし（提案時TRL 5 →現状TRL 5）	1－③の配合レシピに従い、均質な現地製造が可能であることを確認（TRL 7）	2-②の現地配合試験（模擬試験）の結果に基づき、1-③の配合レシピに即した現地製造を実証 2027年度以降、現地実証地区（2-③）に高機能バイオ炭を供給することを前提に、2024年度までに候補JAを10カ所程度選定	バイオ炭の製造方法や微生物・肥料の配合ノウハウを現地のJA職員等に習得してもらう必要。（90%）

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（全体像）

各KPIの目標達成に必要な解決方法（その2）

研究開発内容	KPI	現状	達成レベル (2030年)	解決方法	実現可能性 (成功確率)
2-① バイオ炭の連年 施用に伴う農作 物影響調査	・10作物以上で基 礎的なデータを収 集	9作物に関し、 プリミティブな調査 報告あり （提案時TRL 3 →現状TRL 3）	10作物以上で 最大施用量・ 最適施用量等 を決定 （TRL 7）	・ 農作物の特性に応じた生育影響内容の特定と最適・ 最大施用量の決定 - 農作物が好むpH実現に向けたバイオ炭（アルカリ性）の最大施用量の決定 - 農作物の収量・品質が安定化するバイオ炭の適正施用量の決定	10作物以上で最 大・適正使用量を 決定するには、公設試 等の協力が得られる かが鍵となるため。 （80%）
2-② 高機能バイオ炭 の農地施用体系 等の確立	・実用的な施用体 系及びICTを活用 したバイオ炭地域 間融通システムを 確立	原料もみ殻の収 集は比較的容易。 バイオ炭等の製 造・配合・施用 法が未確立 （提案時TRL 4 →現状TRL 4）	現地JAにおける 配合・施用コス ト5千円/10a 以下の一連の 体系の確立、 地域間融通の 実現 （TRL 7）	・ 現地JAの協力を得た模擬試験の事前実施 - 現地JAのカントリーエレベータ等において、バイオ炭（もみ殻燐炭）と微生物資材（模擬品）、肥料等の配合及びほ場散布に係る模擬試験を実施し、バイオ炭の製造から微生物資材等の配合、農地施用までの一連の施用体系を開発し、その実用性及びコスト評価を実施 ・ 地域間融通のためのWeb調整システムの開発 - バイオマス原料（もみ殻）の発生状況やバイオ炭の需要予測を踏まえ、バイオ炭の需給を推計。産地ごとの原料等の過不足情報をもとに、需給最適化や輸送距離短縮に資する産地間融通モデルを検討	作物毎の営農慣行 を考慮した農地施用 体系を確立すると もに、地域間融通シ ステムの開発には複 数の現地JAの協力 が不可欠。 （80%）
2-③ 高機能バイオ炭 施用効果の現地 実証試験	・栽培技術体系を 20体系以上確 立 ・概ね半数におい て2割以上の単 収向上を実証	単収向上を目指 したバイオ炭栽培 技術体系は存在 しない （提案時TRL 3 →現状TRL 3）	2割以上の単 収向上が可能 な新たな栽培 技術体系を確 立 （TRL 8）	・ 各地の作付体系を考慮した、新たな栽培技術体系を 確立 イネ等の土地利用型農業のほか、野菜作、果樹作、畑作等を対象に、農研機構において20程度の候補作付体系を策定・提示し、ぐるなびから再委託する現地実証地区（100カ所程度を目標）での試験を通じ、少なくとも10体系以上を確立	全国各地で現地 JA・公設試の協力を 得た大規模な現地 実証試験が必要。ま た、天候による影響 等の実証リスクも存 在。（70%）

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（全体像）

各KPIの目標達成に必要な解決方法（その3）

研究開発内容	KPI	現状	達成レベル（2030年）	解決方法	実現可能性（成功確率）
2-④ 環境価値評価手法の開発	- 現行GHG推計モデルを、バイオ炭施用農地に対応させた評価モデルに拡張・高度化 - その他環境影響を含む環境総合評価手法開発	GHGや地下水窒素溶脱の評価モデルが存在するが、バイオ炭施用に対応していない。様々な項目を総合評価する手法が無い。 (提案時TRL 3 →現状TRL3)	地域条件に即し、バイオ炭施用農地のGHG評価手法の精密化を図るとともに、地下水への影響等も含めた総合的環境評価手法を確立 (TRL 7)	GHG評価モデルの高度化 2-①試験地区の協力を得て、評価モデルの高度化に必要な気象データ、土壌情報、営農管理情報、GHG発生量等のフィールドデータを取得し、現行の「土壌のCO2見える化サイト」の評価モデルを高度化 高機能バイオ炭施用に伴う地下水の水質汚濁など、トレードオフ関係が生じる恐れのある他の環境影響項目を特定し、それら相互関係を評価する手法を開発 - 地下水への窒素の溶脱、農薬等の生態毒性を対象 GHG、水質、生態毒性など異なる種類の複数の評価軸を総合的に評価する手法を開発 - LCAの研究蓄積を発展させる	GHG評価モデルの高度化等には、全国各地の公設試等の協力（2-①）が不可欠となるほか、バイオ炭施用に伴う環境影響を調査した前例も存在しないため、不確実性がある。 (70%)
2-⑤ 環境価値評価システムの検討・開発	農業者等が自らの営農実態や高機能バイオ炭の施用量に応じ、環境価値を試算・評価できるWebシステムを開発。	GHG吸収・排出量に関し、プリミティブな評価システム（土壌のCO2吸収「見える化」サイト）が存在 (提案時TRL 4 →現状TRL 4)	農地 1 筆毎の土壌条件に応じ、生産された農産物の環境価値を試算・評価できること (TRL 7)	農地 1 筆毎の土壌条件に応じた評価システム開発 - 農研機構が運用中の「土壌インベントリーPRO（全国437万haの農地を対象とした農地 1 筆毎の土壌図）」と上記 2-④の評価モデルとを連動させ、高機能バイオ炭の施用量に応じ、1 筆毎の環境価値を試算・評価 農作物特性に応じた適正・最大施用量等の判定・診断機能の付与 2-①の農作物影響調査の結果を踏まえ、農業者が高機能バイオ炭を導入しようとする際の営農情報として、適正施用量及び最大許容量を農作物の種類毎に提示する機能を、上記システムに付与	農地 1 筆毎の土質の違い等を踏まえ、環境価値を精密に評価するシステムの開発は世界的にも前例がなく、全国の437万haの農地をカバーできるか不確実性が伴う。 (70%)

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

1－①有用微生物の探索・同定・培養法の確立（その1）

研究開発目標（目標スペック）

- ✓ 2025年度までに、**農作物の生育促進効果等を有する候補微生物 1 菌株以上**を選抜・探索するとともに、それら有用微生物の同定・培養法を確立する。また、**2026年度までに**それら候補微生物とバイオ炭等とを配合した高機能バイオ炭の試作品を **3 資材以上**作成し、2027年度頃を目途に2－③の現地実証（ぐるなび）に供する。
- ✓ 2027年度までに、有用微生物の培養製造法を確立し、試験製造プラントの仕様を決定する。
- ✓ 2028年度までに、試験製造プラントによる**有用微生物の大量培養法を確立**し、その後、順次微生物資材（試作品）の製造量を拡大し、現地実証地区（2－③）等に供給する。

技術開発のマイルストーン

有用微生物選抜1菌株以上（～2025）

資材試作品作成（～2026）

試験製造プラント試作（～2028）

有用微生物資材の製造・供給（～2030）

研究開発の概要

農作物の病害抑制、生育促進機能として、以下の考え方に即し、対象農作物の特性等に応じ、有用微生物の選抜・培養や微生物の資材化等を進める。

① 病害防除（主に土壌病害）・バイオスティミュラント機能

特定の土壌伝染病の抑制や、植物残渣分解、農作物生育を促進する有用微生物種を特定し、その資材化技術を開発する。

② 肥料成分の供給機能等

土壌中の難溶性リンの有効化や、作物残渣の分解促進による有機体窒素の無機化、農作物に肥料成分等を供給する有用微生物種を特定し、その資材化技術を開発する。合わせて、作物残渣の分解促進による水田メタン（わき）の削減やバイオ炭（もみ殻）に含まれるケイ酸質成分の供給によるイネの耐倒伏性付与等の付加機能を図る。

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

1－①有用微生物の探索・同定・培養法の確立（その2）

○当面（2025年度まで）の開発目標（有用微生物に求められる特性・性能）

農作物	単収向上等のために求められる機能	有用微生物等に求められる特性・性能
水稻	➤ 耐倒伏性の向上、生育促進 ➤ 有機態窒素（農作物残渣等）の効果的発現 ➤ 水田メタンの抑制	➤ ケイ酸成分の供給＜耐倒伏性、生育促進＞ ➤ 土中有機物（すき込まれたイネわら）の分解促進＜肥料成分の供給＞
野菜 （ホウレンソウ等）	➤ 連作を可能とする土壌病害（萎凋、立枯、株腐）対策 ➤ 生育促進 ➤ 肥料成分の供給	➤ 病原菌生育阻害・拮抗 ➤ 植物抵抗性の誘導 ➤ 植物残渣分解＜肥料成分の供給、病原菌の基質・スミカを分解＞ ➤ 難溶性リンの可溶化
カンショ	➤ 重要病害である基腐病の予防 ➤ 肥料成分の供給	➤ 病原菌生育阻害・拮抗 ➤ 植物抵抗性の誘導 ➤ 植物残渣分解＜肥料成分の供給、病原菌の基質・スミカを分解＞

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

1－①有用微生物の探索・同定・培養法の確立（その3）

○有用微生物に関するこれまでの知見（エビデンス）

機能	候補微生物種	左記出典
窒素供給	Mycorrhizal fungi <i>Rhizobium</i> spp. <i>Azotobacter</i> spp. <i>Nitrosomonas</i> spp. <i>Azospirillum</i> spp.	今泉（安楽）温子 日本農芸化学会誌 77(2003):121-123 佐伯雄一（2011）日本土壌肥料学会誌 82(2011):482-485 矢野勝也 根の研究 15(2006):11-17 木村真人 農業土木学会誌 59(1991):797-805 鶴丸博人ら 土肥誌 84(2013):418-423
リン酸供給	Mycorrhizal fungi <i>Aspergillus</i> spp. <i>Penicillium</i> spp. <i>Colletotrichum tofieldiae</i> <i>Bacillus</i> spp. <i>Pseudomonas</i> spp.	西尾道德・木村龍介 土と微生物 28(1986):31-40 武田容枝 土と微生物 64(2010):25-32 齋藤勝晴 日本土壌肥料学会誌 79(2008):555-557 山中高史 樹木医学研究 15(2011):118-124 晝間 敬・西條雄介 日本植物病理学会報 84(2018):78-84
病原菌抑制・拮抗	<i>Trichoderma</i> spp. <i>Taralomyces</i> spp. <i>Bacillus</i> spp. <i>Pseudomonas</i> spp.	百町満朗ら 日本植物病理学会報 80特(2014):179-187 吉田重信・對馬誠也 化学と生物 51(2013):541-547 横田健治 土と微生物 66(2012) 27-31 日比忠明編 植物病理学II、2022年、朝倉書店
植物抵抗性の誘導	<i>Trichoderma</i> spp. <i>Pythium oligandrum</i> <i>Bacillus</i> spp. <i>Pseudomonas</i> spp.	百町満朗ら 日本植物病理学会報 80特(2014):179-187 吉田重信・對馬誠也 化学と生物 51(2013):541-547 高橋英樹・竹中重仁 日本農薬学会誌 34(2009):339-341 日比忠明編 植物病理学II、2022年、朝倉書店
メタン抑制	<i>Aspergillus</i> spp. <i>Penicillium</i> spp. （水田中のメタン生成菌がイネわらなどの有機物をエサにメタンを発生、日本国内における人間活動由来メタンの45%が水田由来）	「ワラ分解キング」片倉コープアグリ （須藤・山口 <i>Science Window</i> (2010):7-10） （南川 農作業研究 41(2006):115-124） （犬伏和之 化学と教育 46(1998):30-31）

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

1－①有用微生物の探索・同定・培養法の確立（その4）

○大学等への再委託の内容

再委託の内容	候補となる大学等	左記大学等における研究実績等
有用微生物の有用性作用機作の解明	岐阜大学	土壌病害を抑制する微生物や生物由来成分の探索
バイオ炭親和性菌の分離と有用性確認	東北大学	土壌微生物群の分離と土壌病害防除への利用方法の開発
微生物ライブラリーを用いた有用微生物探索	島根大学	微生物ライブラリーの構築と当ライブラリー菌株からの機能性微生物の探索
バイオ炭処理土壌の菌相解析	茨城大学	畑土壌における微生物群集・動態の解析
バイオ炭親和性菌の同定、ゲノム解析	宇都宮大学	植物保護に関わる微生物の生態や遺伝学的多様性の解析
エレメンタル土壌微生物の選定	京都大学	アンモニア化成菌 1 菌株、硝化菌2菌株の計 3 菌株のみのエレメンタル土壌微生物で有機質肥料を無機養分化することに成功（農研機構と共同の成果）
バイオ炭における土壌微生物群集の親和性解析	立命館大学	土の豊かさを測る仕組み、土壌肥沃度指標「SOFIX(Soil Fertile Index)」の開発
バイオ炭混和土壌の温室効果ガス排出特性	東京学芸大学	コーヒー抽出粕施用が硝化，脱窒，N2O発生に与える影響

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（これまでの取組）

各KPIの目標達成に向けた個別の研究開発の進捗度（1－①）

研究開発内容	直近のマイルストーン	これまでの（前回からの）開発進捗	進捗度
1－① 有用微生物の探索・同定・培養法の確立	1－①－1 片倉コープアグリ 有用微生物の同定・培養法の確立、試験増殖 2025年度末 ・農作物の生育促進効果を有する候補微生物を1菌株以上選抜し、特定するとともに、それら候補微生物の固定・培養法を確立する。	・全国の農地から収集した土壌を対象に有用微生物の分離選抜を行っている ・選抜された候補微生物の培養法を検討している。	○ 計画通り有用微生物の分離、選抜を実施している。
	1－①－2 農研機構 新規有用微生物の探索・同定・培養法の確立（6大学に再委託し、大学ライブラリを活用） 2025年度末 ・農作物に対する肥料成分の供給や生育促進等を助ける有用微生物を1菌株以上特定。	・バイオ炭親和性評価方法や土壌からの菌分離方法の検討から、多菌株からのバイオ炭親和性評価やバイオ炭親和性がある菌株の土壌からの分離試験を遂行している。 ・トマト根圏から拮抗菌候補を分離し、16S rDNAを解析して微生物を同定した。	○ 各機関において、計画された試験が開始され、遂行されている。

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（今後の取組）

個別の研究開発における技術課題と解決の見通し（1－①）

研究開発内容	直近のマイルストーン	残された技術課題	解決の見通し
1－① 有用微生物の探索・同定・培養法の確立	1－①－1 片倉コープアグリ 有用微生物の同定・培養法の確立、試験増殖 2025年度末 ・農作物の生育促進効果を有する候補微生物を1菌株以上選抜し、特定するとともに、それら候補微生物の固定・培養法を確立する。	・より有用な候補微生物の選抜 ・資材化の検討	・様々な土壌などの分離源より有用微生物を分離する。 ・様々な原料を使用した微生物資材の製造法を検討する。
	1－①－2 農研機構 新規有用微生物の探索・同定・培養法の確立（6大学に再委託し、大学ライブラリを活用） 2025年度末 ・農作物に対する肥料成分の供給や生育促進等を助ける有用微生物を1菌株以上特定する。	・候補微生物の、植物残渣分解からのメタンガス発生抑制や病害抑制の機能性の評価方法の確立。 ・候補微生物から拮抗作用のある微生物を選抜する。	・病害抑制機能の評価については、複数機関により検討を行っており、それらの検討結果から最適な方法を選択する。 ・病原性フザリウムと共培養し、増殖を抑えることを利用して拮抗菌候補を選抜する。

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（参考資料）

1－①－2 新規有用微生物の探索・同定・培養法の確立（その1）

農研機構遺伝資源、独自菌株からのバイオ炭親和性菌株スクリーニング

遺伝資源セから提供される遺伝資源菌株と、各部門の保有菌株について、バイオ炭親和性の検定を進めている。可能性のある細菌については、宇都宮大で分子系統分類的な解析を行っている。

糸状菌のバイオ炭親和性検定の例



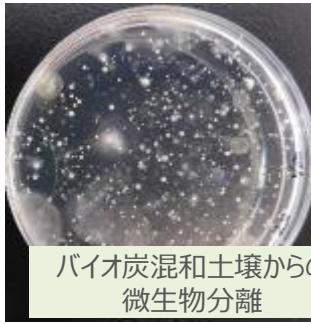
バイオ炭上で生育できる
菌株を選抜

土壌からのバイオ炭親和性菌株の分離

バイオ炭混和後の各地の土壌などから、バイオ炭親和性の可能性が高い微生物菌株を分離している。



バイオ炭と土壌の混和



バイオ炭混和土壌からの
微生物分離

植物病害抑制機能によるスクリーニング

現在、ホウレンソウ土壌病害程度の適切な評価方法の検討を各機関で行っている。



株腐
病



立枯
病

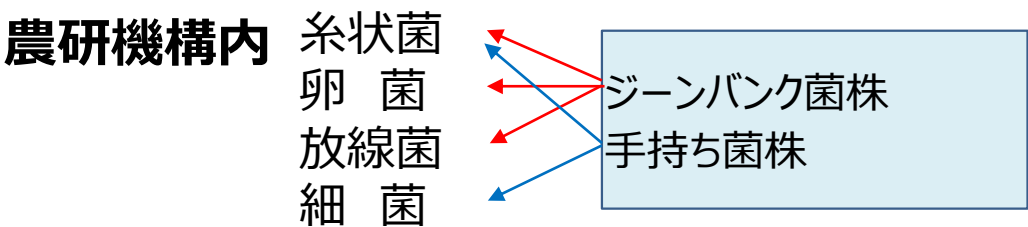


萎凋
病

作物栽培時の機能性効果確認

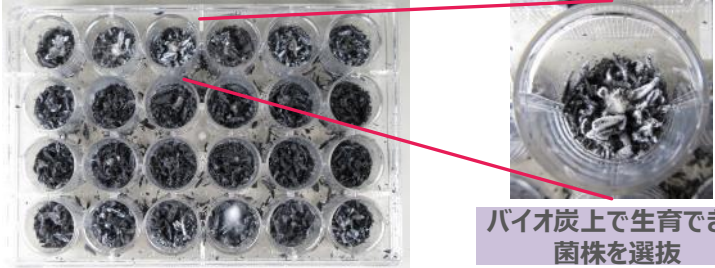
2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（参考資料）

1－①－2 新規有用微生物の探索・同定・培養法の確立（その2）



糸状菌・卵菌・放線菌
バイオ炭含有培地で生育あり

糸状菌のバイオ炭親和性検定の例



バイオ炭上で生育できる
菌株を選抜

微生物のバイオ炭親和性調査状況(1月12日)

	ジーンバンク総数	対象菌株数	調査済菌株数	バイオ炭親和性菌株数
糸状菌	19174	1507	1215	424
卵菌	1609	107	83	1
放線菌	398	157	未	

対象菌株：土壌、植物根圏から分離された菌株を含む属の植物・家畜病原性、人畜毒素生成等がなく、培養可能な菌株

細菌
分子分類により
病害抑制機能前例がある菌種を選抜

農研機構保有芽胞形成細菌の選別状況

総数	分子分類済菌株数	可能性が高い菌種株数
2413	2413	103

植物病害抑制能力を有する可能性が高い菌種：
Bacillus amyloliquefaciens, *B. nakamurai*,
B. siamensis, *B. verezensis*

芽胞化した細菌のバイオ炭耐性（親和性）が強いことを確認

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（参考資料）

1－①－2 新規有用微生物の探索・同定・培養法の確立（その3）

フザリウム病抑制微生物の探索

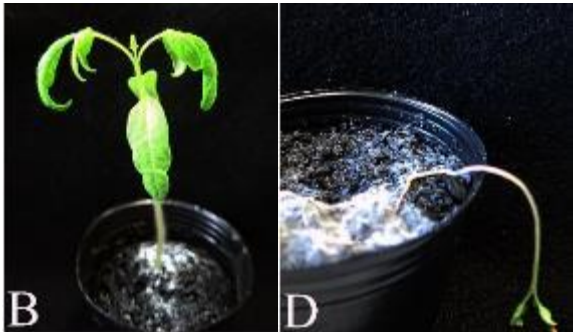
有機質肥料活用型養液栽培は病原性フザリウムを抑止する効果が高いことが知られている（i）。この微生物群をもみ殻燐炭に固定化し、トマトを定植、その後病原性フザリウムを接種したところ、病害抑止効果を確認した(ii)。このトマト根圏から微生物を分離し、拮抗菌候補を選抜中である。

(i) 有機質肥料活用型養液栽培は病原性フザリウムを抑止する効果が高い



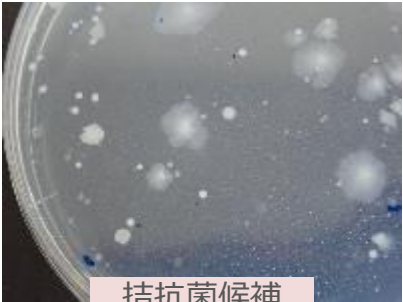
有機質肥料活用型養液栽培 無機養液栽培

(ii) もみ殻燐炭で病原性フザリウムの抑止を確認



(B) バイオ炭でのトマト有機質肥料活用型養液栽培
(D) バイオ炭のみでの養液栽培

(iii) トマト根圏から拮抗菌候補を分離



拮抗菌候補
微生物の分離

取得した114菌株の候補から、現在、15菌株を拮抗作用を示す菌株として選抜済み

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（参考資料）

1－①－2 新規有用微生物の探索・同定・培養法の確立（その4）

再委託先の研究進捗状況

再委託先	再委託内容	内容（研究）の進捗
東北大学	多様な候補微生物確保のために、バイオ炭施用土壌から微生物を分離する	バイオ炭を混和した土壌から分離した156菌株の細菌について、インビトロでホウレンソウ萎凋病菌抑制効果を調査し、可能性のある菌株を累計18とした。
岐阜大学	多様な候補微生物確保のために、バイオ炭施用土壌から微生物を分離する	土壌から分離した細菌からバイオ炭親和性がある186菌株を分離した。ホウレンソウ萎凋病抑制効果をインビトロで調査し、防除価40を超える菌株を見出した。
島根大学	多様な候補微生物確保のために、環境中やバイオ炭施用土壌から微生物を分離する	バイオ炭を埋設した土壌から分離した糸状菌348菌株から、培地上での選抜を経た14菌株からインビトロでホウレンソウ萎凋病を抑える菌株を見出した。
宇都宮大学	候補細菌菌株の分類・簡易識別する	農研機構保有の細菌菌株について、植物病害抑制の可能性のある菌種を特定した。
茨城大学	土壌由来ガス分析法の検討、バイオ炭処理微生物相の遺伝情報解析	バイオ炭を投入した畑土壌の物理・化学性に変化がないことを明らかにした。
京都大学	拮抗菌を安定化させる硝化複合細菌の開発	有機質肥料を硝酸にまで無機養分化するのに優れた微生物候補を選抜、硝酸化成能を高める従属栄養細菌を28菌株選定した

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

1－②高効率バイオ炭製造技術の開発（その1）

研究開発目標（目標スペック）

- ✓ 2024年度までに、炭化条件の違いがバイオ炭（もみ殻）の性状に及ぼす影響について基礎的な評価データを得て、**バイオ炭（もみ殻）の高機能化に必要な炭化条件を明らかにする**。その後、**2027年度までに**、炭化条件を変更可能な**実験機を試作**し、基礎試験結果に基づくバイオ炭（もみ殻）の製造実証を行う。
- ✓ 熱流動解析による燃焼条件のモデル化を行い、効率的なバイオ炭製造装置を設計・製作し、**2025年度までにイネもみ殻を原料としたバイオ炭の製造コストが3万円以下（理論値）となる製造法を確立**する。その後、2028年度を目途に、現地JAの協力を得て現地試験プラントを整備（1－④）し、製造方法等を確立する。

技術開発のマイルストーン

基礎試験（～2023）

試験機実証・熱流動解析によるモデル化（～2025）

プラント仕様（～2027）

現地試験プラント運用（2028～）

研究開発の概要

① 基礎的な評価データの収集

バイオ炭の炭素貯留量は炭素含有率と炭素残存率によって異なり、炭素含有率と炭素残存率は炭化条件（温度、時間、雰囲気ガス等）により異なる。また、微生物担体としては、比表面積、細孔分布、pHなども影響すると考えられるため、炭化条件のバイオ炭性状に及ぼす影響について明確にする。炭素貯留量を最大化する炭化条件、微生物担体（高機能バイオ炭）に適した炭化条件から、実機炭化条件を設定する。

② 実験機実証

実験機を試作し、様々な運転条件（温度、滞留時間等）を変更することによって最適な炭化条件を明らかにする。熱流動解析により最適な炭化条件を実現するとともに、商用モデルの仕様決定につなげる。

③ 現地試験プラント実証

上記実験機の実証や熱流動解析の結果に基づき、試験プラントの仕様を決定する。実導入された設備において、実環境における製造条件の調整や課題の抽出を行う。また、製造コスト低減に向けた運用マニュアル等を作成する。

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

1－②高効率バイオ炭製造技術の開発（その2）

ヤンマーエネルギーシステム株式会社（YES）は、高温ガス化雰囲気において、結晶質シリカ＊の生成を抑制し、高温バイオ炭（もみ殻燐炭）を製造可能な技術を有する（特許取得）。

項目	機能	補足	技術的課題
高温バイオ炭	多孔質（比表面積大） ・微生物担体 ・物理吸着性	高温ほど比表面積が大きく、ミクロ孔、メソ孔、マクロ孔まで広く分布している。	✓ ガス化⇒完全燃焼でのバイオ炭生成方式への変更による低コスト化 ✓ 完全燃焼雰囲気（高酸素濃度）下での結晶質シリカの生成抑制 ✓ 高機能化に適した運転条件の確立
	安全安心 ・結晶質シリカ生成抑制	非晶質のシリカを含有（可溶ケイ酸）	
	ケイ酸の可溶化 （イネ等の倒伏性改善）		
	Kの溶出性を高める ・肥料効果 ・水洗によるアルカリ緩和	構造上含有するKの溶出性が高い	
熱流動解析	高機能バイオ炭生成のための燃焼と装置設計の最適化	ガス化において熱流動解析によるスケールアップ実績あり	✓ 完全燃焼方式への適合 ✓ 装置設計の最適化と低コスト化

【根拠】中京大学野浪研究室：第18回木質炭化学会研究発表会講演要旨集など

＊結晶質シリカ：職業病として知られるじん肺（疾患）の原因物質となる。

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（これまでの取組）

各KPIの目標達成に向けた個別の研究開発の進捗度（1－②）

研究開発内容	直近のマイルストーン	これまでの（前回からの）開発進捗	進捗度
1－② 高効率バイオ炭製造技術の開発	2025年度末 イネもみ殻を原料としたバイオ炭の製造コストが3万円以下(理論値)となる製造法を確立する。 ※初期投資額はバイオ炭製造装置のみ(工事費やもみ殻庫からの搬送用機器などは含まず)とし、2021年時点の資材価格、電気料金等を基準として算出する。	これまでの（前回からの）開発進捗 - 電気炉の構造、仕様を検討し、発注し、12月末に納品完了。現在設置工事を実施中。 - 三社間協議を通じてバイオ炭サンプルの分析項目を検討した。 - シミュレーションにおける要求仕様を各社へ提示した。一社理由選定書を作成し、承認されたため、見積を入手できた業者への発注作業を進めている。 - 自社開発機の設置を完了し、実証開発中。 - 実験機の設置に関心をいただいているJA管内の3 CEを訪問調査し、各CEにおける配置図案を作成、当該JAに提示した。（上記3 CEはいずれも配置が可能） - 上述JAの自社開発機の視察日程を調整	進捗度 ○ - 計画通り電気炉試験を開始見込みである。 × - シミュレーション見積取得が1社のみとなり、発注遅れが発生。 △ - 自社開発機は計画通り - 視察日程調整に遅れ - 自社開発機視察後、JAと打合せ予定である。

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（今後の取組）

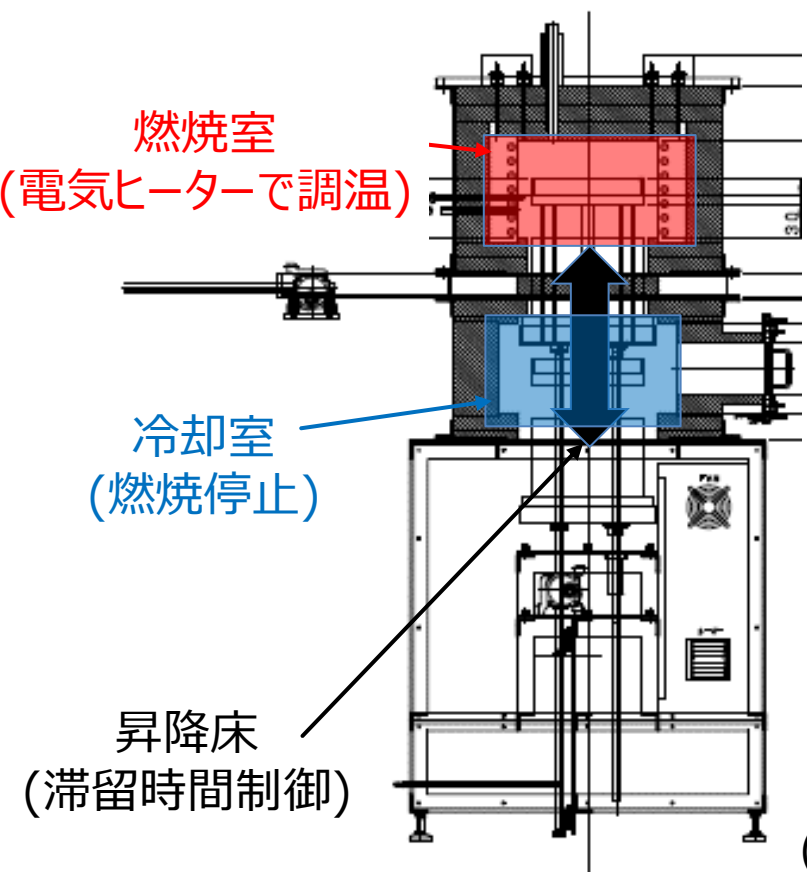
個別の研究開発における技術課題と解決の見通し（1－②）

研究開発内容	直近のマイルストーン	残された技術課題	解決の見通し
1－② 高効率バイオ炭製造技術の開発	2025年度末 イネもみ殻を原料としたバイオ炭の製造コストが3万円以下(理論値)となる製造法を確立する。 ※初期投資額はバイオ炭製造装置のみ(工事費やもみ殻庫からの搬送用機器などは含まず)とし、2021年時点の資材価格、電気料金等を基準として算出する。	残された技術課題 - 高機能化に向けたバイオ炭要求性状の決定し（歩留り含む）、電気炉試験結果から適切な燃焼条件レンジを設定する。 （温度、雰囲気、焼成時間） - 炉内解析を実施し、高効率（炭の収量／もみ殻供給量）にバイオ炭を製造するキーファクター（レンジ）を絞り込み、同レンジ内でバイオ炭を焼成可能な実験機の構造設計および運転条件の設定をする。 - JAと設置場所を合意し、契約を締結する。 - 既設もみ殻庫との取合い等の設計をおこなう。	解決の見通し - コンソ内（片倉CA、農研機構）との協議継続および電気炉試験により、温度、雰囲気、焼成時間とバイオ炭の収量および性状との関係性を把握する。 - ガス化発電の解析モデルをベースとし、自社開発機の運転結果も活用して炭化炉相での完全燃焼モデルを構築する。 - 電気炉、自社開発機の試験結果を基に導き出した適切な焼成条件を実現可能な形状を解析を用いて検討する。 - 発注遅れに関しては、計画の一部見直し、解析モデル作成期間の短縮方法を外注先と検討し、遅れはカバーできる見込み - 同形状の実験機を製作し、解析結果に基づく試験により評価する。（フィードバックしながら進める）

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（参考資料）

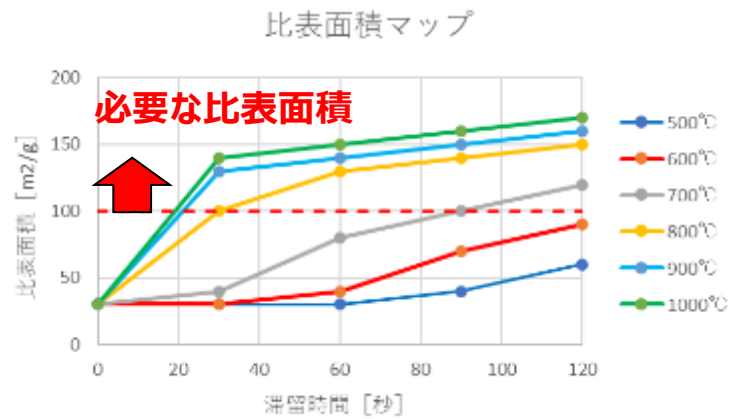
1－② 高効率バイオ炭製造技術の開発

バイオ炭性状は、温度、滞留時間によって影響される。
温度、滞留時間を任意に設定できる電気炉の構造を検討し、発注した。

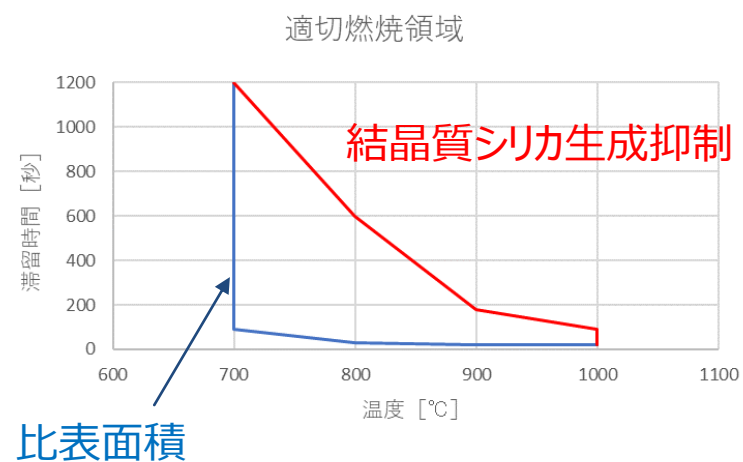


炉内温度／滞留時間の適切な範囲設定(グラフはイメージ)

①各性状のマップを
基礎試験にて作成



②各性状の制限より
運転領域を定める



その他の指標
(細孔分布、pH、揮発分、炭素割合など)

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

1－③バイオ炭と有用微生物等を組み合わせた高機能バイオ炭の開発（その1）

研究開発目標（目標スペック）

- ✓ 2026年度までに、1－①の候補微生物とバイオ炭との親和性等に係る基礎的なデータを取得し、1－①と連携して候補微生物の絞り込みを行うとともに、水稻、野菜及び畑作物（かんしょ）を対象として、それぞれの作物特性に応じた配合レシピ（微生物資材（1－①）、バイオ炭（1－②）及び不足する肥料成分等の配合比率）を開発し、高機能バイオ炭（試作品）を3以上開発する。

技術開発のマイルストーン

バイオ炭／候補微生物の親和性評価（～2026）

作物特性に応じた配合レシピ・試作品開発（～2026）

作物特性に応じた高機能バイオ炭開発（現地JAでの製造実証 1－④～2030）

研究開発の概要

○ バイオ炭に親和性を有する微生物の特定及び有用機能の確認

1－①（片倉等）で分離・同定された有用微生物のpH依存性を考慮し、1－②（ヤンマーエネルギーシステム）で開発されたバイオ炭への定着性（親和性）を評価し、目的とする機能発現のための条件等を明らかにする。

○ 作物特性に応じた配合レシピの開発

2－①（農研機構等）で得られた作物毎の特性情報等を踏まえ、水稻、野菜及び畑作物に最適なバイオ炭と1－①（片倉等）の有用微生物との組み合わせを検討し、ポット試験等により、必要とする機能の発現状態を確認するとともに、不足する肥料成分等の添加も含め、農作物毎に最適な配合レシピを開発する。

○ 水稻、野菜、畑作物を対象とした高機能バイオ炭（試作品）の開発

2026年度開始を目標とした現地実証試験（2－③ぐるなび等）に備え、高機能バイオ炭の1次試作品を開発し、その後、現地実証結果等を踏まえつつ、配合レシピの改良を行う。

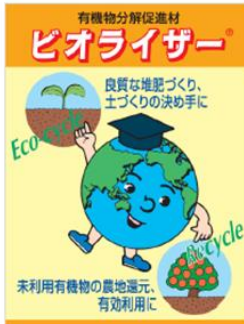
○ 有用性に係る効能メカニズム等のエビデンス収集

最終製品の品質保証等に役立てるための効能メカニズム等を収集する。

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

1－③バイオ炭と有用微生物等を組み合わせた高機能バイオ炭の開発（その2）

片倉コープアグリ(株)は、土壌改良資材として用いられる鉱物原料と有用微生物とを組み合わせ微生物資材の製造・販売実績を有する。



バイオライザー
(片倉コープアグリ)

バイオライザーに添加されている8種の微生物（5種の糸状菌、2種の細菌、1種の酵母）は、10℃～50℃の温度でセルロース、リグニン分解活性を有し、さらには難溶性のリンを植物に利用できる状態にするリン溶解能力を持っています。バイオライザーに添加された微生物の働きにより、良質な堆肥の速やかな製造が可能です。堆肥のみならず、剪定くず、収穫物残渣（稲わら・野菜くず・残根）などの有機物の分解に、バイオライザーは卓越した能力を発揮します。バイオライザーに添加されている微生物は、土壌・有機物から分離された菌ですので、環境に対して悪影響は与えません。



バイオ有機
(片倉コープアグリ)

健全な作物、バランスの取れた微生物相を育てる動植物質有機物を厳選し、さらに組成均一促進材と有用菌（3種の放線菌と2種の細菌）を加えた根圏微生物環境改善肥料です。効き目が緩やかで持続性があり、収量の安定と品質向上に役立つ安全な肥料です。有機質肥料を発酵させばかしてあるため、多目に施用しても濃度障害の心配がないため、安心して施用できます。土壌を団粒化し、有用微生物のすみかを与え、健全な根を育てます。有用微生物の旺盛な繁殖により、土壌の微生物性を良好にします。アミノ酸、核酸等を含み、作物を健全に育てます。



エコガード
(片倉コープアグリ)

エコガードは、ナス科の根に優先的に定着する細菌（T-0002菌）を鉱物資材に吸着培養した微生物土壌改良資材です。トマト、ナスなどのナス科作物に使用すると**作物の活力を高める効果**があります。エコガードに添加されたT-0002菌が病原菌よりも先にナス科作物の根に定着することにより、**病気が発生しにくい土壌環境を作ります**。



メタリッチ
(片倉コープアグリ)

コガネムシ類の住みにくい環境をつくる資材です。土壌の物理性改善効果により、植物の根系を充実させます。資材に含まれている有用微生物（*Metarhizium anisopliae*）により、土壌の微生物性を改善し、植物の生育に適した環境にします。資材に含まれている微生物は土壌中での生存能力が高く、**土壌環境改善効果が持続されます**。



SGNS
(片倉コープアグリ)

土壌微生物性を改善し、**センチュウの住みやすい環境にします**。資材に含まれている有用微生物の働きによる土壌環境の改善効果により、**センチュウの住みやすい、植物の生育に適した環境にします**。

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

1－③バイオ炭と有用微生物等を組み合わせた高機能バイオ炭の開発（その3）

・新規性

バイオ炭が添加された生産ほ場から有用微生物を分離する手法を確立し、選抜の効率化を図る。

・他技術に対する優位性

鉱物原料等を担体とした微生物資材の開発・製造・販売実績を有し、高い技術基盤を有している。

・実現可能性

既に農業利用されている微生物資材の製造・販売実績があり、有用微生物の探索・選抜手法も有している。微生物の大量培養のノウハウを有し、工場プラントの拡張により製造能力を増強することにより実現可能である。

・残された技術課題の解決の見通し

有用微生物の効果発現メカニズムの解明やバイオ炭と親和性を有する有用微生物の特定など、本コンソーシアムのヤンマーエネルギーシステムや農研機構と連携することにより、これまで自社では対応できなかった課題に挑戦する。



片倉コープアグリ（株）の拠点

肥料の製造・販売を含め、全国 6 支店、7 事業所、5 営業所、13 工場を展開

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（これまでの取組）

各KPIの目標達成に向けた個別の研究開発の進捗度（1－③）

研究開発内容	直近のマイルストーン	これまでの（前回からの）開発進捗	進捗度
1－③ バイオ炭と有用微生物等を組み合わせた高機能バイオ炭の開発	1－③－1 農研機構 バイオ炭／微生物の親和性評価及び作物特性に応じた配合レシピ開発 2025年度末 バイオ炭と親和性を有する有用微生物を特定し、農地施用時の収量性向上と環境負荷低減という視点から、作物特性に応じた配合レシピを3作目以上について設計する。 1－③－2 片倉コープアグリ 作物特性に応じた高機能バイオ炭試作品の開発 2025年度末 ・1－③－1において開発される配合レシピに基づき、有用微生物、バイオ炭、肥料成分等を配合した高機能バイオ炭の試作品1以上開発し、当該製品（試作品）の農作物に対する効果や使用条件等を整理する。	これまでの（前回からの）開発進捗 ・水稻では、2-②-2で開発した微生物資材と籾殻くん炭の混合・散布法を用いて、代替（ワラ分解キング）高機能バイオ炭を水田圃場に施用し、ワラ分解検証・炭素蓄積検証・微生物性評価を開始した。一方、高機能バイオ炭の配合案作成のために、ポットレベルでのワラ分解性検証試験の設計・準備を進め、1-①からの候補微生物資材の受け入れ体制を整えた。 ・畑作（葉物）では、学芸大学において市販微生物資材ともみ殻くん炭および肥料の混合比率を変えたコマツナのポット栽培を実施した。 ・かんしょでは、立命館大学においてバイオ炭施用量を変えた圃場栽培試験を実施し、収量ならびに病徴の調査を行った。 ・1－③－1において開発される配合レシピに基づく微生物資材開発の準備を実施。 ・1－①において選抜された微生物を用いた効果の評価試験を実施した。	進捗度 ○ 水稻・かんしょはの実地試験は、次年度以降に予定される高機能バイオ炭施用のパイロット試験として順調に進んだ。また、配合案決定に要するポット試験の準備・実行は水稻・野菜で進めており、候補微生物資材を待つ状態となっている。 ○ 1－①および1－③－1から提供される微生物・情報を評価するための手法の検討を進めた。

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（今後の取組）

個別の研究開発における技術課題と解決の見通し（1－③）

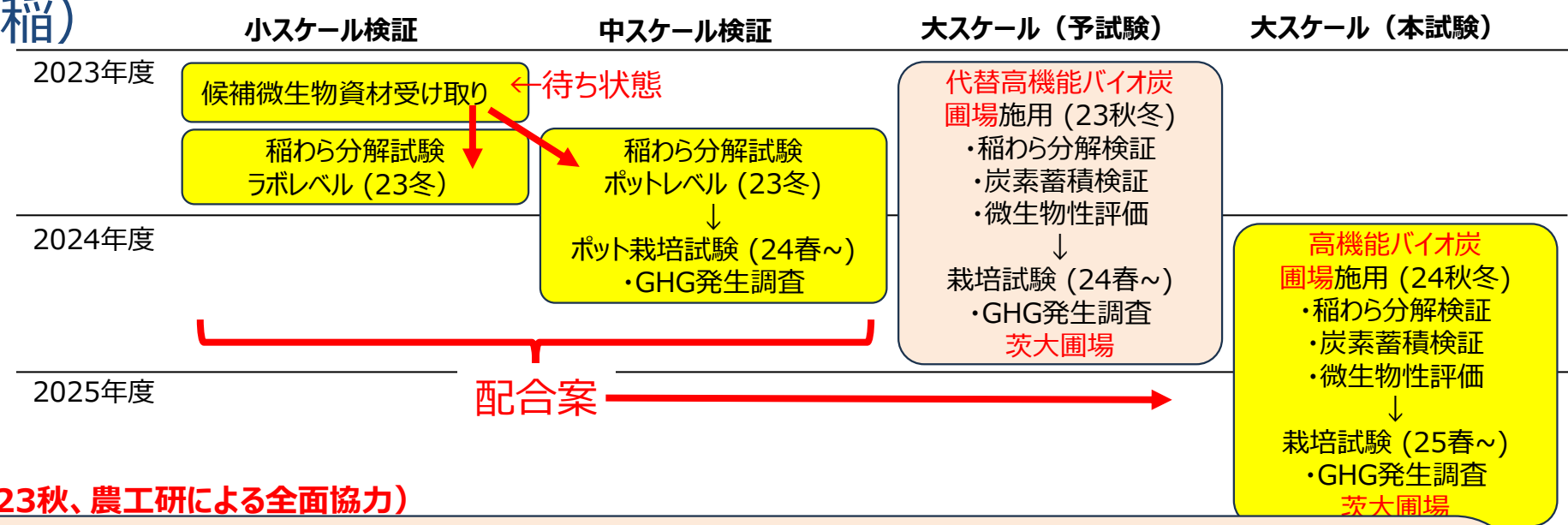
研究開発内容	直近のマイルストーン	残された技術課題	解決の見通し
1－③ バイオ炭と有用微生物等を組み合わせた高機能バイオ炭の開発	1－③－1 農研機構 バイオ炭／微生物の親和性評価及び作物特性に応じた配合レシピ開発 2025年度末 バイオ炭と親和性を有する有用微生物を特定し、農地施用時の収量性向上と環境負荷低減という視点から、作物特性に応じた配合レシピを3作目以上について設計する。	・水稻・畑作（葉物）では、高機能バイオ炭の配合レシピ案決定のために、代替ではなく実際の候補微生物資材を用いたポット試験を行うことが必須である。現在、候補資材の待機中である。 ・かんしょでは、現在のところバイオ炭のみでの収量増加・病害抑制の効果を検証しているが、病害に関しては一般圃場で人工的に起こすことが憚るため、評価が難しい。	・水稻・畑作（葉物）ともに、1-①での微生物探索及びその資材化が進められているので、片倉CA及び農研機構での情報共有を一層密に行い、候補資材の提供後速やかにポット試験を展開し、圃場試験に結びつける。 ・かんしょでは、より多くの圃場においてバイオ炭施用試験を展開し、収量増加・病害抑制の評価を確実に行う。
	1－③－2 片倉コープアグリ 作物特性に応じた高機能バイオ炭試作品の開発 2025年度末 ・1－③－1において開発される配合レシピに基づき、有用微生物、バイオ炭、肥料成分等を配合した高機能バイオ炭の試作品1以上開発し、当該製品（試作品）の農作物に対する効果や使用条件等を整理する。	・1－③－1の成果の反映	・資材化への適用性が高い微生物種を優先的に資材化の検討を実施。

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（参考資料）

1－③－1 バイオ炭／微生物の親和性評価及び作物特性に応じた配合レシピ開発

進捗根拠：1-③-1（水稻）

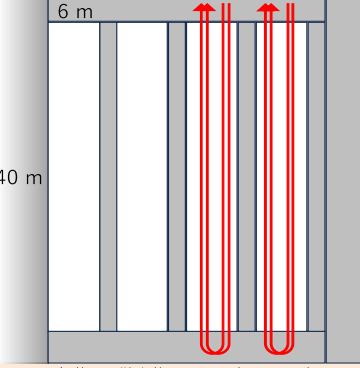
土壌＋稲わら＋微生物資材＋粗穀くん炭（各種配合比）
→ 稲わら分解活性の高い配合比・施用量を決定する。



代替高機能バイオ炭散布（茨大圃場 2023秋、農工研による全面協力）

混合・散布は2-②-2現地配合・農地施用法の開発（水稻）の結果に基づいて実施した。





無施用 微生物 バイオ炭 バイオ炭 微生物

6 m
40 m

- ・無施用
- ・微生物資材：ワラ分解キング10 kg/10a
- ・バイオ炭：YES粗穀くん炭200 kg/10a
- ・バイオ炭＋微生物資材：
ワラ分解キング10 kg/10a
＋ YES粗穀くん炭200 kg/10a

1往復ごとのコンポキャストへの充填量
粗穀くん炭（水分33%）：360 L, 乾重25 kg
ワラ分解キング：1.25 kg
→2往復した

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

2－①バイオ炭の連年施用に伴う農作物影響調査（その1）

研究開発目標（目標スペック）

- ✓ 2025年度までに、県公設試等の協力を得て、バイオ炭の連年施用が**農作物の生育に及ぼす影響等の基礎的なデータを収集**し、作物特性に応じたバイオ炭の**標準施用量及び最大許容施用量をそれぞれ10作物以上で確立**する。

技術開発のマイルストーン

農作物影響調査（～2024）

地域条件を考慮した栽培技術体系の確立 2－③（～2027）

作物特性に応じた標準施用量等の確立（～2025）

研究開発の概要

① 生育影響等の基礎的なデータ収集

主要農作物20品目程度を対象に、県公設試等の協力を得て、バイオ炭の連年施用による生育影響や土壌状態の変化など基礎的なデータ収集を行い、1－③の配合レシピの開発や2－③の現地実証のための栽培技術体系の検討に活かす。また、2－④の環境価値評価に必要なモデル構築のための現地データの収集等も合わせて行う。

② 作物特性に応じた適正施用量及び最大施用量の決定

作物毎にバイオ炭の施用量を変えた試験区を設定し、概ね3カ年（2023～2025）の試験成績から適正施用量及び最大施用量を見積もる。当該施用量を2－③の現地実証地区に提示し、実証試験の施用目安とする。

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

2－①バイオ炭の連年施用に伴う農作物影響調査（その2）

＜対象農作物の選定の考え方＞

- 国内の栽培面積上位品目
- 高い施用効果が見込まれる品目（連作等による生育障害が顕在化しやすい品目）
- 営農慣行（輪作体系を構成する農作物等）の考慮
- バイオ炭（もみ殻）の供給・貯留ポテンシャルの考慮（カントリーエレベーター等の近傍）
- 現地実証地区のニーズ

営農類型	対象作物		現行栽培における課題、農作物の特徴	対象候補
水田作	イネ		バイオ炭の貯留ポテンシャルが高い。今後、施肥の省力化(全量基肥施肥)や有機栽培の拡大が重要な政策課題。	◎
	麦		水田転作作物として一体的な評価が必要。	◎
	ダイズ		〃	◎
露地野菜	根菜類	だいこん	貯留ポテンシャルが高い。連作障害回避に向けた効果を期待。	◎
		にんじん	貯留ポテンシャルは高いが、単収向上効果は不確実。	△
		さといも	連作障害回避に向けた効果を期待。	◎
	葉菜類	キャベツ	貯留ポテンシャルが高い。連作障害回避(特に根こぶ病はバイオ炭の特性であるアルカリ性で抑制)に向けた効果を期待。	◎
		たまねぎ	貯留ポテンシャルが高い。リン酸要求性が高い。水田転作作物としての評価が必要。	◎
		ねぎ	比較的アルカリ性を好むほか、過湿に弱いため土壌改良効果による増収を期待。	◎
	果菜類	かぼちゃ	貯留ポテンシャルは高いが、単収向上効果は不確実。	△
		スイカ	比較的アルカリ性を好むほか、連作障害回避に向けた効果を期待。	◎
施設野菜		レタス	畑作地帯が多いため導入インセンティブが弱い。	△
		ホウレンソウ	酸性土壌では収量低下が著しく、増収効果が大。	◎
		トマト	比較的アルカリ性を好み、連作障害回避に向けた効果を期待。	◎

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

2－①バイオ炭の連年施用に伴う農作物影響調査（その3）

営農類型	対象作物	現行栽培における課題、農作物の特徴	対象候補
いも類	ばれいしょ	バイオ炭の貯留ポテンシャルが高いが、アルカリ性ではそうか病等が発生しやすく単収向上効果が期待薄。	△
	カンショ	バイオ炭の貯留ポテンシャルが高い。弱酸性土壌を好むが、基腐れ病等の土壌病害が深刻であり、克服できれば効果大。	◎
果樹	かんきつ	原料バイオマスとしての剪定枝等の確保が不確実であるが、貯留ポテンシャルが高い。	◎
	リンゴ・モモ	剪定枝等を焼却する慣行があり、バイオ炭の調達容易。ただし、増収効果は不確実。	◎
	ぶどう	原料バイオマスとしての剪定枝等の確保が不確実であるが、一定の貯留ポテンシャルを期待。	◎
茶		バイオ炭の貯留ポテンシャルが高いが、酸性土壌を好むため効果が不確実。	◎
花き		施設栽培が多く、貯留ポテンシャルは低い。	△
さとうきび		アルカリ性土壌で増収効果が期待できるが、南西諸島におけるバイオ炭の調達が課題。	△
飼料作物	牧草	家畜ふん尿堆肥の施用が慣行的に行われているため、バイオ炭による増収効果が不確実。	△
	子実トウモロコシ	水田転作作物としての一体的な評価が必要。土壌のアルカリ化や土壌改良効果による増収を期待。	◎

注 1：対象作物の欄は、各営農類型のうち栽培面積が上位品目に位置するものを列举している。
2：影響調査を行う候補品目は、◎の16品目をベースに、今後、現地ニーズ等も踏まえつつ選定する。

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

2－①バイオ炭の連年施用に伴う農作物影響調査（その4）

○バイオ炭施用による農作物影響調査の先行事例（これまでに得られているエビデンス）

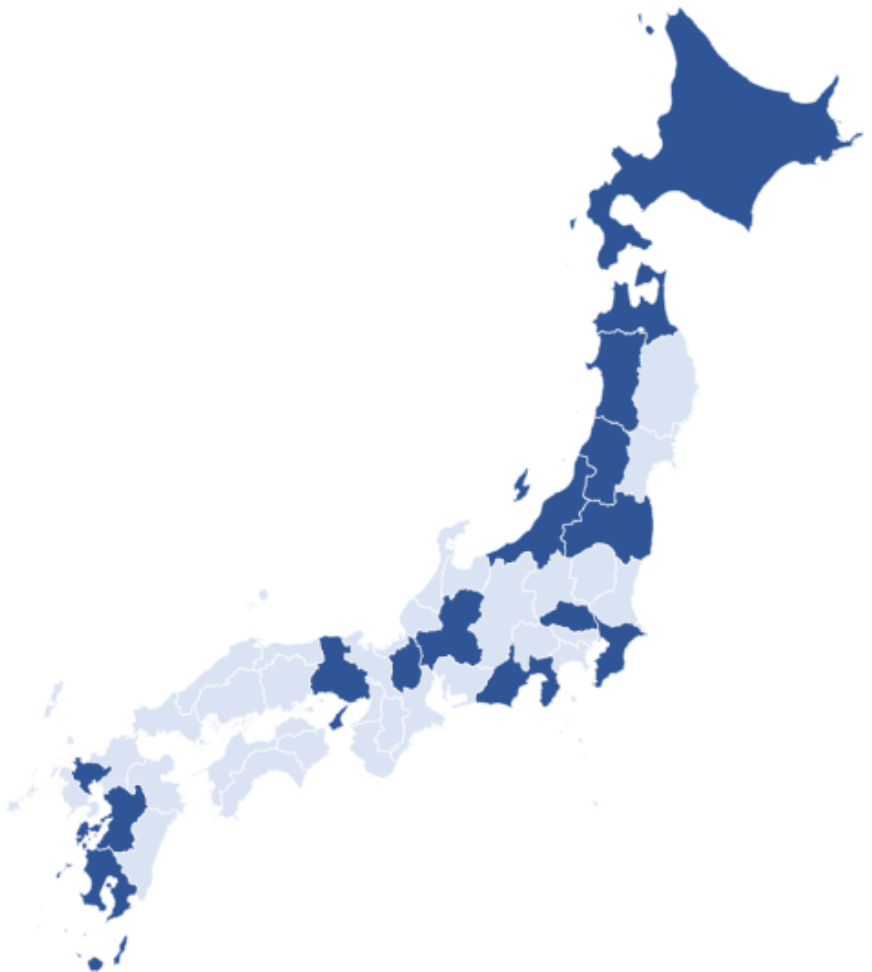
調査品目	調査概要	調査結果	出典
ホウレンソウ	✓ 竹炭を2kg/m ² 施用してホウレンソウを連続栽培し、収量や病害発生状況を調査	✓ 新規造成ほ場では盛夏期を含め11回の連作でも、収量低下や連作障害発生は認められない。 ✓ 連作障害発生ほ場では、盛夏期の栽培でも障害発生が抑制される。	野田：島根中山間セ研報.1,1-10(2005)
トウモロコシ	✓ ザンビアの肥沃度が異なる圃場で、4t/haのトウモロコシの芯を原料とするバイオ炭を投入して、トウモロコシを栽培した。	✓ 根系発達が促進され、収量は45%程度増収した。	Abiven,S.et.al.:Plant and Soil.395,45-55(2015)
ブロッコリ	✓ オリーブ剪定枝を原料とするバイオ炭の施用が、ブロッコリの機能成分含量に与える影響を調査した。	✓ 化成肥料単独施用に比べて、増収とグルコシノレート含量の増加が認められた。	Garcia,P.et.al.:Scientia Horticulturae. 267, 109329(2020)
コマツナ栽培における竹炭バイオ炭の施用	✓ 最大施用量についての上限調査（農研機構農環研）	✓ コマツナのポット栽培試験において最大施用量を調査した。試験設計上は最大で100%バイオ炭のみでの施用試験も実施したうえで、重量比30%程度までの施用では生育に問題が起きないことを確認した。	生産局・農地土壌管理技術検証調査事業
北海道のクロボク土畑におけるバイオ炭施用試験	✓ ばれいしょ、トウモロコシ、小豆、ビート等畑作物畑におけるバイオ炭施用試験	✓ 4トン/haまでのバイオ炭施用試験を実施した結果、生育不良等の事象は見られず、問題なく栽培が可能であることが示された。	委託プロ「温暖化」報告書
小麦畑における土壌排水性検証	✓ コムギ畑の深層にもみ殻燐炭を施用することによる排水性の改善とGHG排出量の削減効果を検証	✓ 排水性改善効果は土壌水分が低く推移することで示された。また栽培期間を通じて、N ₂ Oの排出量の低減効果が認められた。	農林水産研究推進事業・委託プロ「バイオ炭」

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

2－①バイオ炭の連年施用に伴う農作物影響調査（その5）

再委託先の県公設試験場等の候補

候補公設試	農作物	候補公設試	農作物
北海道立総合研究機構	野菜 （キャベツ等）	静岡県農林技術研究所	果樹 （カンキツ）
青森県産業技術センターりんご研究所	果樹 （リンゴ）	岐阜県農業技術センター	野菜、水稻
秋田県農業試験場	野菜、花き	滋賀県農業技術振興センター	水稻、茶
山形県農業総合研究センター園芸農業研究所	果樹（ブドウ）	兵庫県立農林水産技術総合センター	野菜 （ブロッコリ）
福島県農業総合センター	麦・ダイズ、野菜	熊本県農業研究センター	野菜
新潟県農業総合研究所	水稻、野菜（トマト等）、果樹（ブドウ）	佐賀県農業試験研究センター	水稻、野菜 （タマネギ）
埼玉県農業技術研究センター	水稻、野菜	鹿児島県農業開発総合センター	かんしょ
千葉県農業総合研究センター	野菜（長ネギ）、果樹（ナシ）	－	－



注：再委託先及び農産物品目は、研究開発の進捗状況に応じ、変更又は追加する。
また、研究開発内容 2－③の地域条件を考慮した新たな栽培技術体系を確立するための現地実証（2027年度）を合わせて委託する予定。

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（これまでの取組）

各KPIの目標達成に向けた個別の研究開発の進捗度（2－①）

研究開発内容	直近のマイルストーン	これまでの（前回からの）開発進捗	進捗度
2－① バイオ炭の連年施用に伴う農作物影響調査	2－① 農研機構（15公設試に再委託） バイオ炭の連年施用に伴う農作物影響調査 2025年度末 ・10作物以上でバイオ炭連年施用の影響についての基礎的データを収集	これまでの（前回からの）開発進捗 ・今秋～翌春にかけて栽培する作物（暖地タマネギ、麦、等）を除き、今年度の栽培試験を終了し、作物体や土壌の分析、生育・収量データの解析を実施中。 ・バイオ炭無施用に比べてバイオ炭施用により生育・収量等が増加傾向を示したのは、ダイズ収量、ダイコン生育量、カンキツ枝伸長量であった。 ・違いが認められなかった（バイオ炭の悪影響が認められなかった）のは、タマネギ養分吸収量、キャベツ収量、アスパラガス初期生育、秋作ブロッコリー生育量、ホウレンソウ生育量、エダマメ生育量、キクの開花日・切り花長・切り花重・切り花日持ち、水稻坪刈り収量、原料用かんしょ塊根収量、オオムギ発芽率、ナシ主枝候補枝長、リンゴ苗木生育、一・二番茶アミノ酸含量、カンキツ生育、ナシ生育・果実品質、リンゴ生育・収量であった。 ・バイオ炭施用により減少傾向を示したのは、生食用かんしょ塊根収量、キク切り花日持ち、キク葉SPAD値であった。 ・GHG影響評価では、ダイズ、オオムギ、水稻・タマネギ2地点、キャベツ、茶、ブドウにおいてGHGの採取と分析を継続中。	進捗度 ○ 春～秋にかけて栽培する作型の地域・作物においては予定通り施用試験を終了し、データがまとまりつつある。秋～翌春に栽培する作型の地域・作物においては栽培試験を継続するなど、予定通りに進捗している。

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（今後の取組）

個別の研究開発における技術課題と解決の見通し（2－①）

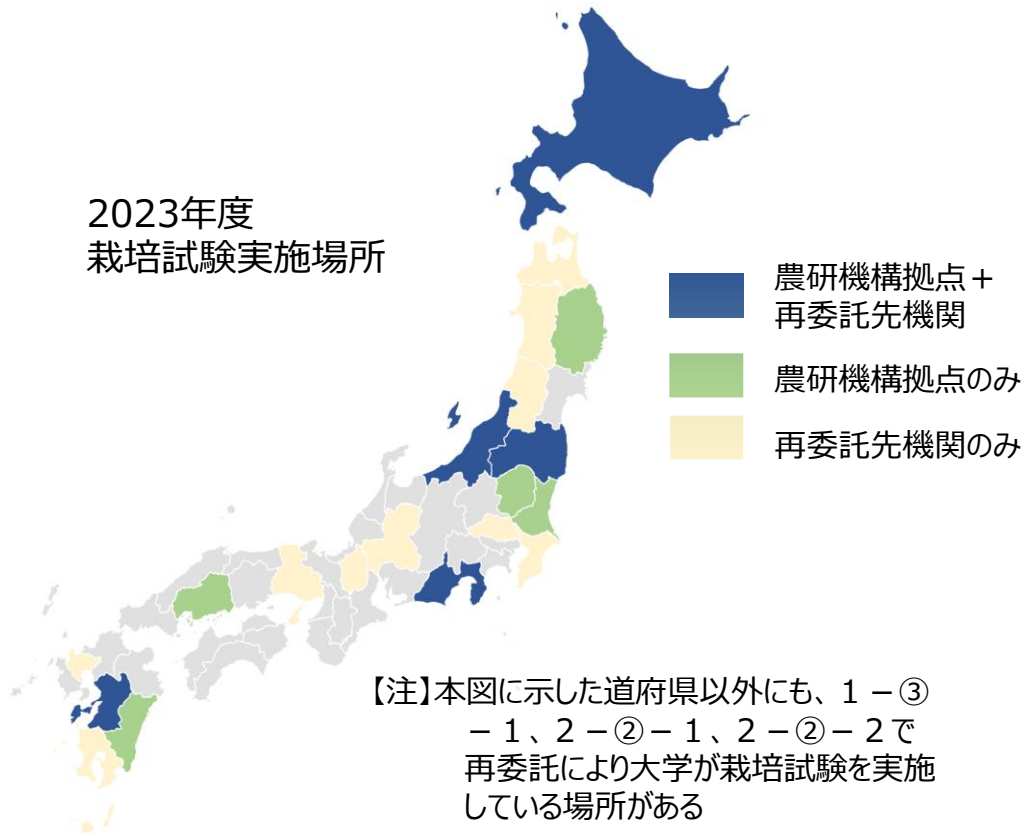
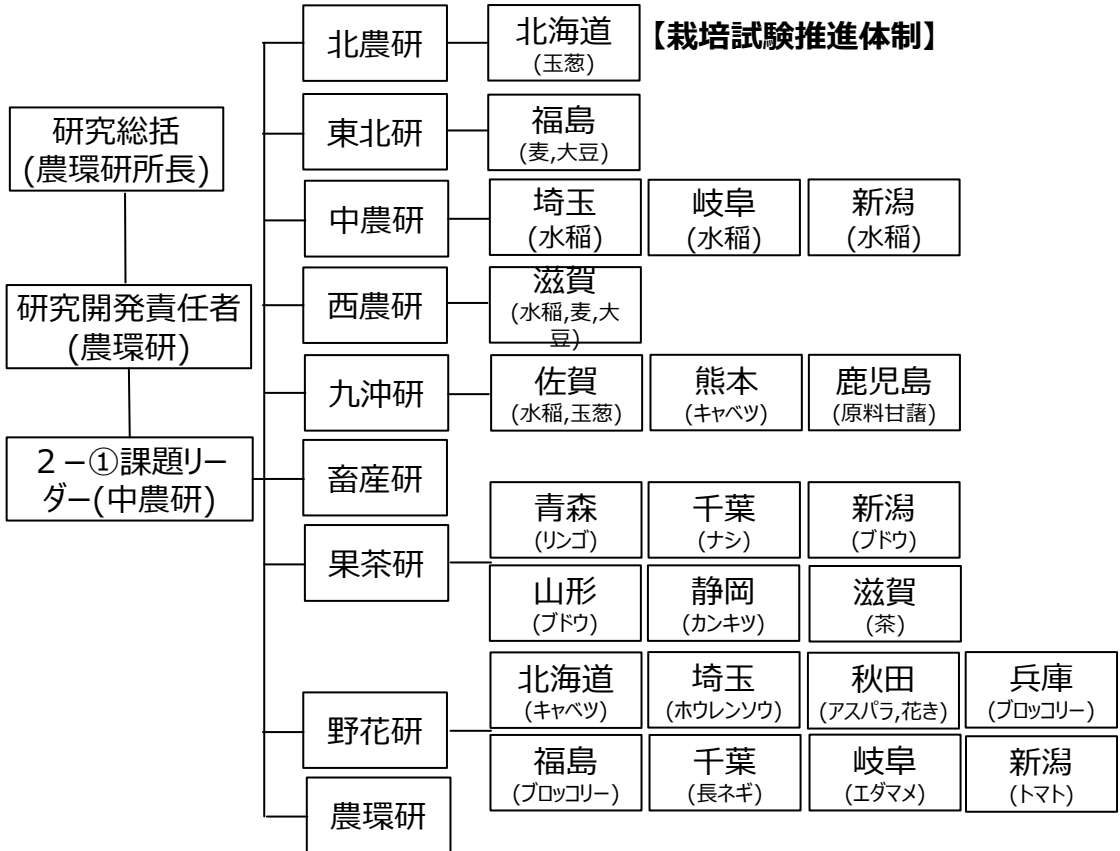
研究開発内容	直近のマイルストーン	残された技術課題	解決の見通し
2－① バイオ炭の連年施用に伴う農作物影響調査	2－① 農研機構（15公設試に再委託） バイオ炭の連年施用に伴う農作物影響調査 2025年度末 ・10作物以上でバイオ炭連年施用の影響についての基礎的データを収集	・共通調査項目に加えて温室効果ガス排出量や窒素溶脱量を評価する再委託先機関においては、評価手法の習熟度に差がある。 ・猛暑・ゲリラ豪雨などの近年の異常気象は、露地での作物栽培試験においてデータの不確実性を増大させる恐れがある。	・これら評価手法に詳しい2－④課題担当の農研機構研究員が個別に対応している。 ・試験区に反復を設定し、複数年にわたっての同一試験設計での試験を確実に実施する。

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（参考資料）

2－① バイオ炭の連年施用に伴う農作物影響調査（その1）

農研機構と道県公設試とのこれまで培ってきた強固な連携関係を生かし、全国各地の地域特性に応じて、21種類の作物についてバイオ炭の影響調査のための栽培試験を実施
多様な栽培体系に対応するため、土壌・気象・栽培時期等が既存の再委託先とは異なる再委託先の追加を現在検討中

- 【農研機構拠点】
- ・水稲4ヶ所
 - ・畑作物(麦2拠点,大豆2拠点,甘藷)
 - ・野菜(タマネギ3拠点,ダイコン,ホウレンソウ2拠点,アスパラガス,長ネギ,エダマメ,キャベツ,ブロッコリー,スイートコーン,ハクサイ,トマト,レタス)
 - ・果樹(ナシ,リンゴ,ブドウ,カンキツ)
 - ・花き(キク,トルコギキョウ)
 - ・子実トウモロコシ,茶,緑肥



2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（参考資料）

2－① バイオ炭の連年施用に伴う農作物影響調査（その2）

①調製直後のもみ殻くん炭混合土壌のpH

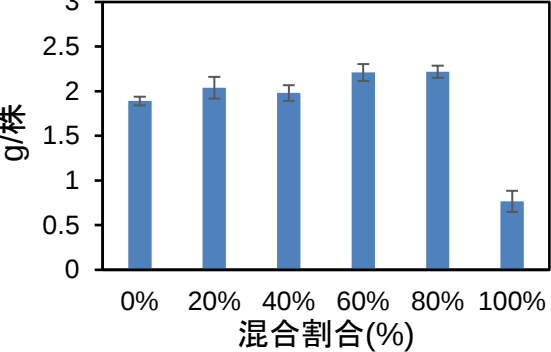
混合割合 (%)	pH (H ₂ O)
0	6.85
20	6.94
40	7.06
60	7.33
80	7.88
100	9.71

②もみ殻くん炭混合土壌でのダイコンの発芽

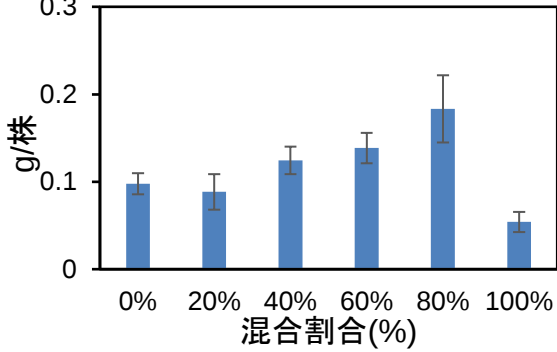
混合割合 (%)	播種後日数			
	2日	3日	6日	7日
0	75	100	100	100
20	33	96	100	100
40	25	96	96	96
60	83	100	100	100
80	37	96	100	100
100	0	0	71	75



③播種14日後のダイコン地上部新鮮重



④播種14日後のダイコン地下部新鮮重

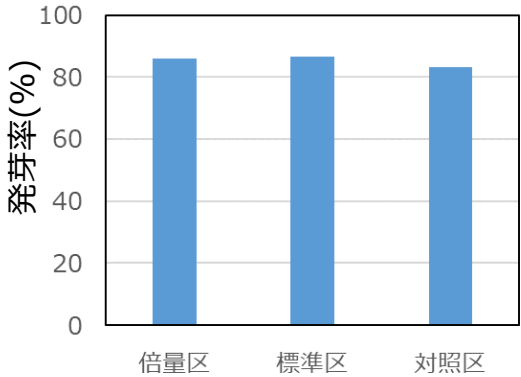


もみ殻くん炭の最大施用量検討試験の実施例

(つくばにおけるダイコン室内発芽試験)

- ①土壌が持つ緩衝能のおかげで、もみ殻くん炭を体積比で80%混合してもpHは1.0上昇する程度
- ②もみ殻くん炭100%では発芽がやや遅れる
- ③④もみ殻くん炭混合割合が80%まで地上部・地下部ともに初期生育は増加するが、同100%では生育が悪くなる

発芽率 (6/2播種)



バイオ炭施用試験の実施例

(岐阜県におけるエダマメ栽培試験)

- ①もみ殻くん炭を圃場表面に散布
- ②土壌と混和しながらマルチ敷設
- ③水分センサー等を設置
- ④エダマメ発芽の様子

左図: もみ殻くん炭施用量が違ってても発芽率に差はない
くん炭施用量(10aあたり)は、対照区 0kg, 標準区 200kg, 倍量区 400kg

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（参考資料）

2－① バイオ炭の連年施用に伴う農作物影響調査（その2） 再委託内容とその進捗 1

道県	再委託の内容	品目	内容（研究）の進捗
北海道	寒地露地畑作野菜栽培地域におけるタマネギ及びキャベツに関する農作物影響調査	タマネギ	バイオ炭施用が収穫した作物体の養分濃度に及ぼす影響を解析したが、影響は認められなかった。
		キャベツ	バイオ炭施用試験圃場から採取した土壌の物理性および化学性を分析中。
青森県	寒地果樹栽培地域におけるリンゴを対象とした園地から発生するバイオマス量(剪定枝量)の評価とバイオ炭製造試験及び土壌、果実、土壌溶液等の農作物影響調査	リンゴ	露地での栽培試験を継続中。今年度採取した果実・枝葉や土壌の分析と解析を実施中。
秋田県	寒地施設野菜・花き栽培地域におけるアスパラガス及び温度制御ハウスにおけるトルコギキョウに関する農作物影響調査	アスパラガス	バイオ炭施用量を変えたポット栽培試験を9月から継続中だが、これまでのところ生育への影響は認められない。
		トルコギキョウ	収穫調査を終了し、データ解析中。
山形県	寒地果樹栽培地域におけるブドウを対象とした園地から発生するバイオマス量(剪定枝量)の評価及び農作物影響調査	ブドウ	現地圃場においてせん定枝を回収し、12月に炭化試験を実施。
福島県	寒地水田転作栽培地域における水田転作麦・大豆体系及びブロッコリーに関する農作物影響調査及びイネもみ殻を原料としたバイオ炭製造過程を含むGHG排出量の評価	麦・大豆	ポットでのダイズ栽培試験を終了し、データ解析中。オオムギのポット栽培試験を開始したが発芽に違いなし。ダイズ・オオムギの現地圃場栽培試験で採取したGHGを分析中。
		ブロッコリー	バイオ炭施用量を変えた秋作ブロッコリーのポット栽培試験を終了し、データ解析中。最大30%混和まで影響なし。
埼玉県	暖地転作野菜の栽培地域における水稻及びハウレンソウ等の畑作野菜に関する農作物影響調査	水稻	ポット栽培跡地土壌の分析中で、可給態Siと全炭素がバイオ炭施用により増加傾向。
		ハウレンソウ・コマツナ	ポットおよび圃場でのハウレンソウ栽培試験を実施中。
千葉県	暖地果樹栽培地域におけるナシを対象とした園地から発生するバイオマス量(剪定枝量)評価とバイオ炭製造試験、インキュベーション試験によるバイオ炭の土壌への影響調査及び長ネギとナシに関する農作物影響調査	長ネギ	バイオ炭の連年施用試験を継続中。
		ナシ	ナシ剪定枝炭を施用した栽培試験を継続中で、生育調査を随時実施するとともに果実品質を分析中だが、バイオ炭施用による生育不良等は発生していない。

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（参考資料）

2－① バイオ炭の連年施用に伴う農作物影響調査（その3） 再委託内容とその進捗 2

県	再委託の内容	品目	内容（研究）の進捗
新潟県	寒地水稲単作栽培地域におけるイネもみ殻バイオ炭を土中埋設した排水性改良圃場における水稲乾田直播及び施設栽培トマトを対象とした農作物影響調査、寒地果樹栽培地域におけるブドウを対象とした園地から発生するバイオマス量(剪定枝量)の評価及び農作物影響調査及びGHG排出量・窒素溶脱量の評価	水稲	次年度栽培試験に向けて、試験水田へバイオ炭資材を施用。
		ブドウ	今年度の収穫調査を終えて生育・果実品質の調査結果を解析中。また、GHGサンプルの採取を継続中。採取した植物体と土壌の分析中。
		トマト	1-①-2と連携して栽培試験を実施。6月定植作型の試験は9月末で栽培終了し、収量・品質結果を取りまとめ中で、一般的な培土のロックウールと同等の乾物生産量となった。
静岡県	暖地果樹栽培地域におけるカンキツ(温州ミカン)を対象とした園地から発生するバイオマス量(剪定枝量)評価とバイオ炭製造試験及び土壌溶液や樹体の採取・分析による養分動態を含む農作物影響調査	カンキツ	剪定枝炭の施用試験の継続中で、生育調査と窒素溶脱量調査を随時実施。バイオ炭施用による生育不良は発生していない。
岐阜県	暖地転作野菜栽培地域におけるイネ及びエダマメ等の野菜に関する農作物影響調査	水稲	今年度の栽培を終了した圃場にバイオ炭の秋施用を実施。
		エダマメ	圃場栽培試験を終了し、データ解析中。最大400kg/10aのバイオ炭も生育は変化なし。
滋賀県	水田転作麦・大豆体系及び茶栽培地域における水稲、麦、大豆及び茶に関する農作物影響調査及びGHG排出量の評価	水稲・麦・大豆	田畑輪換体系（稲・麦・大豆）での作物栽培試験において、水稲から引き続いてバイオ炭を3水準で施用して小麦栽培とGHG調査を実施中。
		茶	バイオ炭施用後の秋番茶の収量調査を実施し、データを取りまとめ中。また、バイオ炭施用後から定期的に土壌を採取して土壌pHの変化を追跡中。
兵庫県	暖地露地畑作野菜栽培地域におけるブロッコリーに関する生育過程での植物バイオマス量を指標とする農作物影響調査	ブロッコリー	バイオ炭施用量を変えたポット栽培試験を実施し、結果を取りまとめ中。また、土壌水分条件を変更した同様のポット試験を再度実施中。
佐賀県	暖地転作野菜栽培地域における水稲及びタマネギに関する農作物影響調査	タマネギ・水稲	タマネギのポット及び圃場栽培試験を開始し、圃場ではGHGサンプリングを実施中。
熊本県	暖地露地畑作野菜地域におけるキャベツに関する肥料・土壌・植物間の養分動態を含む農作物影響調査	キャベツ	ポット及び圃場での栽培試験、圃場ではGHGサンプリングを行い、12月に収量調査を実施して、データ解析中。
鹿児島県	畑作地域におけるかんしょに関する肥料・土壌・植物間の養分動態を含む農作物影響調査	原料用甘藷	プランター栽培試験の収穫調査を実施し、結果の解析中。0－50%（体積比）混和で、塊根収量に差は認められなかった。

上記再委託先とは別に、地域及び作目のバランスを考慮しつつ、全国の数力所において、各地域の慣行栽培に準じた作物栽培と、共通調査項目として作物の生育・収量調査と作物栽培前後の土壌分析、さらに必要に応じてLCA 評価のためのGHG 排出量のモニタリングを実施中。

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（参考資料）

2－① バイオ炭の連年施用に伴う農作物影響調査（その4）

作物	試験地	実施機関	試験規模	バイオ炭原料	調査項目	結果*
水稲	新潟県	中農研	圃場	もみ殻	収量・整粒割合・玄米タンパク含量	▲
水稲	埼玉県	埼玉県	ポット	もみ殻	初期生育	▲
水稲	岐阜県	岐阜県	圃場	もみ殻	収量	▲
水稲	滋賀県	滋賀県	圃場	もみ殻	収量	▲
オオムギ	福島県	東北研	圃場	もみ殻	生育	▲
ダイズ	福島県	東北研	圃場	もみ殻	子実収量	●
ダイズ	福島県	福島県	ポット	もみ殻	子実収量	▲
ダイズ	栃木県	畜産研	圃場	もみ殻	収量	▲
トウモロコシ	栃木県	畜産研	圃場	もみ殻	子実収量	▲
タマネギ	北海道	北海道	圃場	もみ殻	収量	▲
タマネギ	北海道	北農研	ポット	もみ殻	収量	●
タマネギ	岩手県	東北研	圃場	もみ殻	収量	▲
ブロッコリー	福島県	福島県	ポット	もみ殻	生育	▲
ブロッコリー	茨城県	野花研	ポット	もみ殻	収量	▲
ブロッコリー	兵庫県	兵庫県	圃場	もみ殻	収量・品質	▲
ブロッコリー	兵庫県	兵庫県	ポット	もみ殻	生育	●
キャベツ	北海道	北海道	圃場	もみ殻	収量	▲
ネギ	千葉県	千葉県	圃場	もみ殻	収量	▲

作物	試験地	実施機関	試験規模	バイオ炭原料	調査項目	結果*
エダマメ	岐阜県	岐阜県	圃場	もみ殻	収量	▲
アスパラガス	秋田県	秋田県	ポット	もみ殻	初期生育	▲
トマト	新潟県	新潟県	圃場	もみ殻	収量・品質	▲
ダイコン	茨城県	中農研	ポット	もみ殻	初期生育	●（表1）
ダイコン	茨城県	中農研	ポット	もみ殻	収量	×
加工用カンショ	鹿児島県	鹿児島県	ポット	もみ殻	塊茎収量	▲
生食用カンショ	宮崎県	九冲研	ポット	もみ殻	塊茎収量	×
トルコギキョウ	茨城県	野花研	ポット	もみ殻	切り花重	▲
ナシ	茨城県	果茶研	ポット	剪定枝	剪定枝量	▲
ナシ	千葉県	千葉県	圃場	剪定枝	収量・品質	▲
リンゴ	岩手県	果茶研	ポット	剪定枝	地上部生育	▲
リンゴ	岩手県	果茶研	ポット	剪定枝	果実品質	×
ブドウ	広島県	果茶研	ポット	剪定枝	樹体生育	▲
カンキツ	静岡県	静岡県	圃場	剪定枝	樹体生育	▲
カンキツ	静岡県	果茶研	ポット	もみ殻	夏秋枝伸長	●（表3）
茶	静岡県	果茶研	圃場	もみ殻	一番茶収量・品質	▲
茶	滋賀県	滋賀県	圃場	もみ殻	秋番茶収量・品質	▲

* ●:増加傾向、▲:影響なし、×:減少傾向

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（参考資料）

2－① バイオ炭の連年施用に伴う農作物影響調査（その5）



表1【ダイコンのプランター栽培試験】
播種後34日目のダイコン乾物重と総根長は、土壌のみ（もみ殻炭0%）に比べて、60%混合（体積比）まで増加

調査項目	土壌に対するもみ殻くん炭の割合（％）				
	0	20	40	60	80
地上部乾物重(g)	1.21±0.18c	1.86±0.16b	2.49±0.17a	2.67±0.05a	2.16±0.12ab
地下部乾物重(g)	0.12±0.02c	0.28±0.01bc	0.42±0.04ab	0.46±0.02a	0.31±0.07ab
総根長(cm)	21.0±1.3b	25.2±1.2b	44.2±1.2ab	49.8±2.7a	66.7±12.7a

Tukey法による一元配置分散分析において、同一英小文字間に5%水準で有意差なし(n=3)

表2【生食用カンショのプランター栽培試験】
もみ殻くん炭0%（体積比）と比べて、40%以上では塊根収量が有意に減少

	くん炭混和量（％）					
	0%	10%	20%	30%	40%	50%
塊根数（個/株）	8.7a	9.2a	7.2ab	5.7abc	4.0bc	2.3c
塊根生重（g/株）	159.0a	180.7a	159.2a	144.1a	74.7b	20.5c
塊根乾重（g/株）	57.4a	56.0a	47.1a	43.8a	20.5b	4.9c
乾物率（％）	36.2a	30.9b	29.6bc	29.2bc	27.5bc	24.0c
平均塊根重（生）	20.2ab	22.4ab	23.2ab	28.6a	18.7ab	10.4b

乾物率はスティール・ドゥワス検定、そのほかはチューキー・クレーマー検定で有意差検定

表3【カンキツ幼木のポット栽培試験】
夏枝と秋枝の総伸長量はいずれの品種でも、バイオ炭を10～20%混合した処理区で大きかった。

ウンシュウミカン「青島温州」				
バイオ炭	夏枝	秋枝1回目	秋枝2回目	総伸長量
0%	122.5 ab	3.8 c	0.0 a	126.3 b
10%	158.5 a	123.2 a	7.9 a	289.5 a
20%	161.9 a	71.7 ab	0.7 a	234.2 a
40%	107.3 b	27.3 bc	0.0 a	134.6 b

ウンシュウミカン「興津早生」				
バイオ炭	夏枝	秋枝1回目	秋枝2回目	総伸長量
0%	99.8 a	42.9 b	0.0 a	142.7 b
10%	156.0 a	140.0 a	0.0 a	296.0 a
20%	143.2 a	136.3 ab	0.0 a	279.5 ab
40%	124.7 a	129.7 ab	0.0 a	254.4 ab

中晩成カンキツ「不知火」				
バイオ炭	夏枝	秋枝1回目	秋枝2回目	総伸長量
0%	108.0 a	33.1 b	0.0 b	141.1 b
10%	122.0 a	81.5 a	79.3 a	282.8 a
20%	110.8 a	71.6 ab	85.9 a	268.3 a
40%	116.7 a	54.3 ab	35.0 ab	206.0 ab

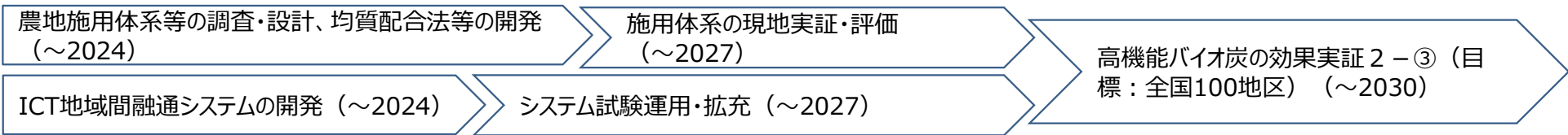
2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

2－②高機能バイオ炭の農地施用体系等の確立（その1）

研究開発目標（目標スペック）

- ✓ 2025年度までに、原料バイオマス（もみ殻及び剪定枝）の収集・運搬からバイオ炭の製造、高機能バイオ炭の現地製造（微生物資材とバイオ炭との配合）、農地施用の方法等の一連の農地施用体系を検討し、**2027年度までに作物毎の営農実態に応じた施用体系を確立**する。
- ✓ また、2024年度までに、試験用の高機能バイオ炭を製造・配合する**現地JA（1－④）と2－③の現地実証地区とをマッチングするICT地域間融通システムを開発**し、現地実証用バイオ炭の融通の円滑化を図るとともに、その後、実証地区の増加等に合わせたシステムの拡充及び本格運用を開始する。

技術開発のマイルストーン



研究開発の概要

① 実用化プロセスの調査・設計

もみ殻を原料とした高機能バイオ炭に関しては、カントリーエレベーターを製造・配合拠点に位置付け、各地の原料もみ殻の集荷・保管状態等を調査し、地域毎のバイオ炭製造ポテンシャル量の見積もりを行うとともに、高機能バイオ炭の保管・輸送方法等を検討する。

② 高機能バイオ炭の現地製造から農地施用までの一連の農地施用体系の確立

比重の異なるバイオ炭（もみ殻燐炭）と微生物資材（模擬品）、肥料等を均一に配合する手法及び効率的な農地施用法等を開発し、現地JAの協力を得て実用的な一連の施用体系を確立する。また、5千円以下／10aを目標として実用性を実証評価する。

③ バイオ炭等の地域融通システムの開発

原料バイオマスやバイオ炭の供給者と需要者とをマッチングさせるWebシステムを開発し、1－④のバイオ炭の製造・配合を行う現地JAや、2－③の現地実証地区を支援する。システム開発に当たっては、需給のマッチングだけでなく、原料バイオマス等の輸送距離の最適化にも留意したシステム開発を行う。

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

2－②高機能バイオ炭の農地施用体系等の確立（その2）

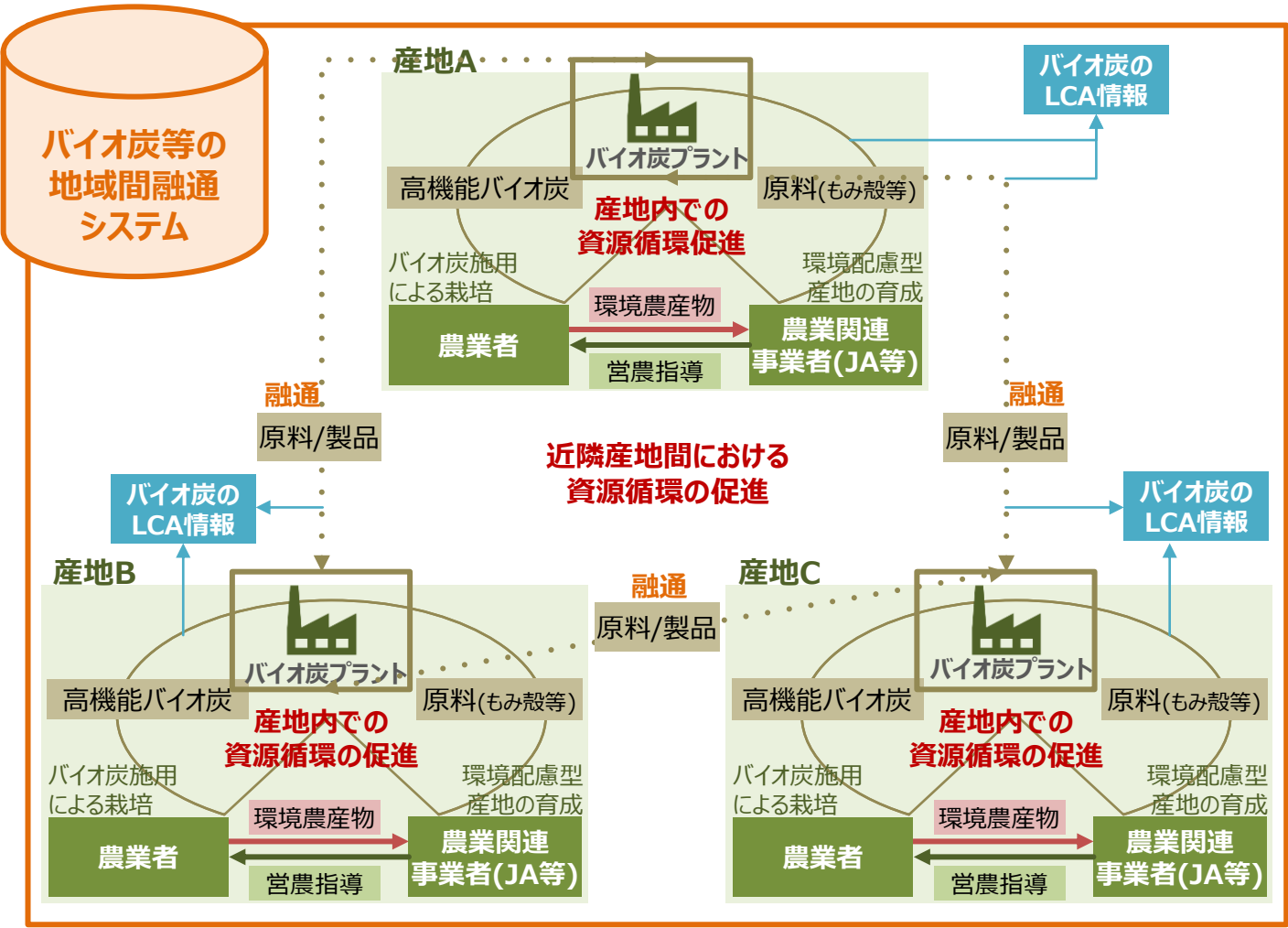
○比重の異なるバイオ炭と微生物資材・肥料等の均質かつ効率的な配合法等を開発するとともに、現地JAの協力を得て、実用性のある、低コストな農地施用体系（ロジスティクス）を確立する。

現地試験		バイオ炭製造	高機能バイオ炭の配合	運搬	農地施用	微生物 効果の 安定性	製造・ 施用 コスト
湿潤 資材 タイプ	A	➤ 高効率バイオ炭設備において加水（1－②） ➤ フレコン保管	➤ バイオ炭＋微生物資材＋肥料等を現地配合 ➤ 作物毎の配合レシピ、pH調整やアジュバントの必要性の有無は1－③で検討	➤ 原則、農業者が引き取り（軽トラック・フレコン）	➤ 高機能バイオ炭をブロードキャスター又はマニアスプレッダで施用	○	○
	B	同上	➤ バイオ炭＋微生物資材等を現地配合（肥料は、農業者が直接施用） ➤ 作物毎の配合レシピ、pH調整やアジュバントの必要性の有無は1－③で検討	同上	➤ 高機能バイオ炭をブロードキャスター又はマニアスプレッダで施用 ➤ 肥料は、配合レシピ（1－③）に従い、農業者が別途散布	○	○
	C	同上	（配合なし）	同上	➤ マニアスプレッダを改良し、バイオ炭＋微生物資材＋肥料を直接ほ場散布	△	◎
乾燥 資材 タイプ	D	➤ 高効率バイオ炭設備（1－②、無加水） ➤ 農業倉庫保管	➤ バイオ炭＋微生物資材＋肥料等を現地配合 ➤ 作物毎の配合レシピ、pH調整やアジュバントの必要性の有無は1－③で検討	同上	➤ 高機能バイオ炭をブロードキャスター又はマニアスプレッダで施用	△	△

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

2－②高機能バイオ炭の農地施用体系等の確立（その3）

○バイオ炭のICT地域間融通システムの開発



実現可能性

システム開発とともに、当該システムの利活用に関連する運用面の調査・検討も行うことで、実現性の向上を図る

バイオ炭の受発注(需要情報取得)に関する実現性調査と方法の定義

- ✓ バイオ炭の予約注文等の集約・管理方法の評価・検討
- ✓ 実際の注文数と予約注文数の差分への対応方法の評価・検討 等

バイオ炭の製造・保管・輸送に関する実現性調査と方法の定義

- ✓ 原料確保から製品輸送に至るまでの情報管理方法の評価・検討
- ✓ バイオ炭のLCA情報の取得方法の評価・検討 等

産地間のバイオ炭の需給最適化に関する実現性調査と方法の定義

- ✓ 産地間のバイオ炭(原料)の過不足調整や、輸送距離の短縮を可能にする産地間融通(需給最適化)モデルの評価・検討 等

バイオ炭の施用情報の取得に関する実現性調査と方法の定義

- ✓ 誰が・どのほ場に・いつ・どのバイオ炭を・どれだけ施用したかの情報取得方法の評価・検討(栽培・出荷管理システムとの連携方法) 等

独自性・新規性

バイオ炭施用によるCO2削減に関する詳細情報の提供を通じ、産地における新たな収益機会の創出に貢献する

CO2貯留情報を用いたJ-クレジット取引等への展開

- ✓ 当該システムでは、バイオ炭のLCA情報や、農家によるバイオ炭の施用等に関する詳細情報を把握することが可能
- ✓ バイオ炭施用による農地炭素貯留量の算出結果を活用することで、J-クレジット取引等による産地の新たな収益機会の創出に貢献

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（これまでの取組）

各KPIの目標達成に向けた個別の研究開発の進捗度（2－②）（その1）

研究開発内容	直近のマイルストーン	これまでの（前回からの）開発進捗	進捗度
2－② 高機能バイオ炭の農地施用体系等の確立	2－②－1 全農（3JAに再委託）バイオ炭の農地施用までの実用的施用体系の確立 2025年度末 ・原料もみ殻の収集からバイオ炭の製造（配合）、農地施用までの一連の実用的な施用体系を確立するための現地予備試験等をJAで行う。	・1 現地JAを対象として現地実証試験を開始するため、事前の散布試験等をふまえて、JAとの間でバイオ炭など必要な資材の確保、使用する農業機械など具体的な施用方法の確認をおこなった。 ・同JAで圃場試験を実施するため、試験概要書を作成した。圃場試験では、作目と施用時期を決定、また試験圃場の2圃場でバイオ炭施用量ごとの生育への影響を確認するための作物等の調査項目を決定し、圃場の散布試験を実施した。	○ 具体的な施用方法についての事前の散布試験等をふまえ、2023年度に実施を予定していたJAにおける試験実施とその内容について了解が得られている。
	2－②－2 2－②－3 は次ページ		

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（これまでの取組）

各KPIの目標達成に向けた個別の研究開発の進捗度（2－②）（その2）

研究開発内容	直近のマイルストーン	これまでの（前回からの）開発進捗	進捗度
2－② 高機能バイオ炭の農地施用体系等の確立	2－②－2 農研機構（鳥取大学に再委託） 現地配合・農地施用法の開発 2025年度末 高機能バイオ炭を現地JA等が利用する段階において簡便かつ低コストに製造（配合）するための製造法及び効率的な農地施用法を開発する。	● ● ・水稲（稲わら分解）では、籾殻くん炭と微生物資材の混合/散布法を3案検証した結果、製造時に規定量の水分を含有する籾殻くん炭を混合散布機材に充填し、加水無しで微生物資材を充填した場合、速やかに混合・散布ができることが判明し、1-③-1の水田施用に応用した。 ・畑作では、高機能バイオ炭現地配合の各工程や加工用機器等の設置について協議を継続して実施した。また、農家圃場においてバイオ炭施用が作物生育や土壌環境に及ぼす影響評価のため、複数水準のバイオ炭施用量を設けた栽培試験を実施した。 ・鳥取大学に再委託し、果樹剪定枝バイオ炭を利用したポット試験デザインや作業性などを検証するための予備試験を開始した。各施用様式によって生じる土壌炭素量の変動を追跡するため、市販代替微生物資材（根圏微生物環境改善肥料）とバイオ炭との親和性を評価するためのポット試験を設計した。	○ ○ バイオ炭（湿潤もしくは乾燥）・微生物資材・水の配合タイミングが複数比較され、作業性の最適化がなされたため順調に進捗した。 果樹剪定枝バイオ炭の作成準備等が進み、予定通りに進捗している

2－②－3 は次ページ

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（これまでの取組）

各KPIの目標達成に向けた個別の研究開発の進捗度（2－②）（その3）

研究開発内容	直近のマイルストーン	これまでの（前回からの）開発進捗	進捗度
2－② 高機能バイオ炭の 農地施用体系等の 確立	2－②－3　ぐるなび バイオ炭等のICT地域間融通システム の開発 2025年度末 ・2024年度末までに、原料バイオマス（イネもみ殻）や製造されたバイオ炭の需給をマッチングさせるWebシステム（プロトタイプ）を開発。 ・プロトタイプでは、産地におけるバイオ炭の需給予測に基づく需給マッチング機能、バイオ炭のLCA情報管理及びJ-クレジット申請・公開機能、「栽培・出荷管理システム」や2－⑤－2で開発する「環境価値評価システム」等の他システムとの連携機能を具備。	これまでの（前回からの）開発進捗 ・農業現場におけるデジタル活用ならびに原料バイオマスの発生状況、バイオ炭の製造状況等の調査を実施した。 ・上記の調査と並行し、バイオ炭の需給最適化に係る予測値管理とバイオ炭の農地施用によるLCAのエビデンスをJ-クレジット申請や環境価値評価と連携する実績値管理に関するシステム概観図を作成した。 ・プロトタイプ開発のための機能要求を完了した。 ・J-クレジット申請に必要な営農における各種エビデンスの取得方法の検討とシステム機能要求への反映を実施し、個別の機能要件を詳細化したものから仕様策定を行った。	進捗度 ○ 計画通り進行している。

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（今後の取組）

個別の研究開発における技術課題と解決の見通し（2－②）（その1・2）

研究開発内容	直近のマイルストーン	残された技術課題	解決の見通し
2－② 高機能バイオ炭の農地施用体系等の確立	2－②－1 全農（3JAに再委託） バイオ炭の農地施用までの実用的施用体系の確立 2025年度末 ・原料もみ殻の収集からバイオ炭の製造（配合）、農地施用までの一連の実用的な施用体系を確立するための現地予備試験等をJAで行う。	・2－②－2で開発改良を進める簡便かつ低コストに製造（配合）するための製造法及び効率的な農地施用法を、JAでの圃場試験にどのように応用するかが、課題である。	・2－②－2より具体的な施用法が提示された段階で、圃場試験に適用可能かどうかを検討する。その際には、既存の農業機械の利用可能性を考慮する。また、手間やコストについては散布自体の時間・コストだけでなく、資材の混合や補充など関連作業に要する時間・コストも考慮に入れる必要がある。
	2－②－2 農研機構（鳥取大学に再委託） 現地配合・農地施用法の開発 2025年度末 高機能バイオ炭を現地JA等が利用する段階において簡便かつ低コストに製造（配合）するための製造法及び効率的な農地施用法を開発する。	農研機構 ・予備試験の結果に基づき、本試験のプロトコルを確立する必要がある	・予備試験の結果に基づき、プロトコルを精緻化して正式なプロトコルが確立する予定である
	2－②－3 は次ページ	鳥取大学 ・ポット試験によりスクリーニングされた配合法を実施する小規模栽培試験圃場の用意が必要である。	・スクリーニングと並行して、小規模栽培試験圃場の準備を実施し、小規模栽培試験を開始する

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（今後の取組）

個別の研究開発における技術課題と解決の見通し（2－②）（その3）

研究開発内容	直近のマイルストーン	残された技術課題	解決の見通し
2－② 高機能バイオ炭の 農地施用体系等の 確立	2－②－3　ぐるなび バイオ炭等のICT地域間融通システム の開発 2025年度末 ・2024年度末までに、原料バイオマス （イネもみ殻）や製造されたバイオ炭の 需給をマッチングさせるWebシステム（プ ロトタイプ）を開発。 ・プロトタイプでは、産地におけるバイオ炭 の需給予測に基づく需給マッチング機能、 バイオ炭のLCA情報管理及びJ-クレジット 申請・公開機能、「栽培・出荷管理シ ステム」や2－⑤－2で開発する「環境 価値評価システム」等の他システムとの 連携機能を具備。	・開発するシステムが現場運用に適合的す るものとなるよう、調査対象先に対し、購 買・利用・営農指導事業等の業務内容・ 業務フロー、システムの現場運用適合性 に関する現地調査を実施し、システム運用と 関連する業務内容を整理する。 ・システム要件定義に調査結果を反映させ、 仕様策定を終えたものから順次開発を行う。	・調査の過程で環境配慮農法に高い関心 を示したJAに対し、本プロジェクトへの実証 参画の呼びかけを適時行う。 ・実際のJA営農経済事業に係る業務内 容・業務フロー・システムを踏まえ、JAおよ び農業者段階での円滑なデジタル基盤の 構築に向けた課題と対応を検討する。 ・システムが現場にて適切に稼働する上での 課題等の抽出を行い、抽出した課題を踏 まえ、システム上改善が必要な箇所を特定 し、要件定義や設計の見直しを適時行う。

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（参考資料）

2－②－1 高機能バイオ炭の農地施用体系の確立（製造（配合）の検討）

1. これまでの取組み

- ・ JAを対象として現地実証試験を開始するため、事前の散布試験等をふまえて、JAとの間でバイオ炭など必要な資材の確保、使用する農業機械など具体的な施用方法の確認をおこなった。
- ・ 同JAで圃場試験を実施するため、試験概要書を作成した。圃場試験では、作目と施用時期を決定、また試験圃場の2圃場でバイオ炭施用量ごとの生育への影響を確認するための作物等の調査項目を決定した。

2. 今後の見通し

- ・ JAでの現地実証試験において、現地の栽培体系に合わせて作付け前に施用を実施する。

3. 当該技術の独自性・新規性・他技術に対する優位性・実現可能性・残された技術課題の解決の見通し等

- ・ 実用的なバイオ炭の施用法には、関連作業に要する時間・コストを短縮するため、農業機械、バイオ炭および水と微生物資材の混合割合、機械への補充などが最適な組合せであることが必要となる。圃場試験では、既存の農業機械等の組合せを用いて、実用面での制約条件がないかを確認する。
- ・ 2－②－2で開発改良を進める簡便かつ低コストに製造（配合）するための製造法及び効率的な農地施用法を、JAでの圃場試験にどのように応用するかが今後の技術課題である。
- ・ 2－②－2より具体的な施用法が提示された段階で、圃場試験に適用可能かどうかを検討する。その際には、既存の農業機械の利用可能性を考慮する。

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（参考資料）

2－②－2 現地配合・農地施用法の開発（その1）

進捗根拠：2-②-2

現地配合法の候補のスクリーニングのポット試験の標準プロトコル作成（農環研）

現地配合・農地施用法を開発するため、現地配合法の候補のスクリーニングを効率良く行う必要がある。そのため、現地配合高機能バイオ炭の施用量等異なる条件において、作物の生育促進効果の維持・発現程度の違いをポット等を用いた小規模試験により検討する。今年度は、そのポット試験の標準プロトコルを作成する。

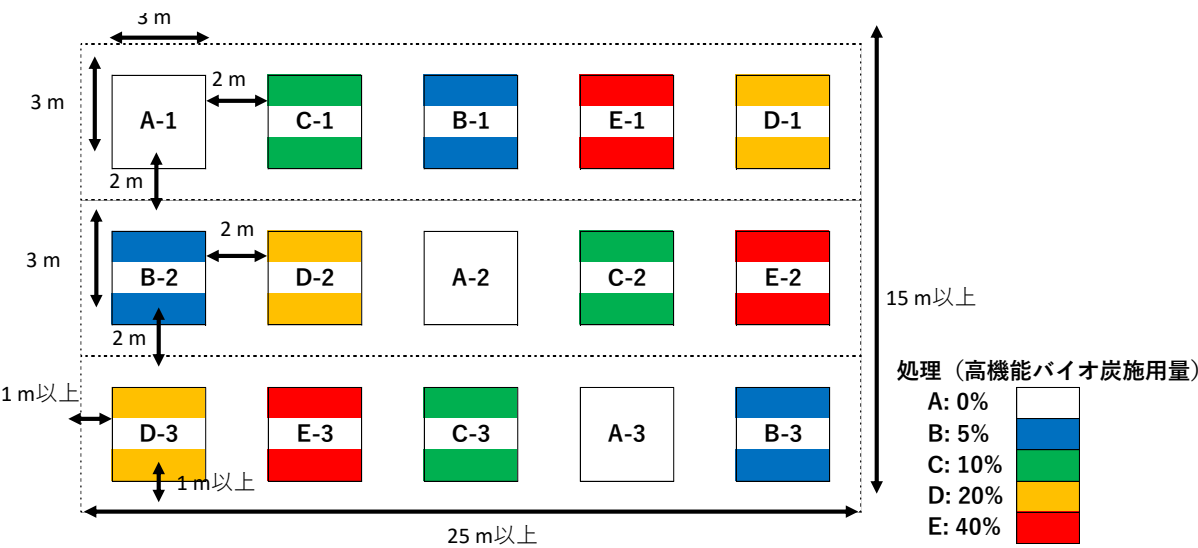
2-②-2 進捗（2023.8時点）：試験デザインの検討、作業性などを検証するための予備試験を開始した。



一度施用したバイオ炭を回収可能なポットの埋め込み作業



バイオ炭施用量を変えたポット内土壌



2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（参考資料）

2－②－2 現地配合・農地施用法の開発（その2）

進捗根拠：2-②-2

混和・施用予備試験：コンポキャスターを利用したもみ殻燐炭の散布試験

- 1. 目的 現地JAによる実証において、農家が実施できる「もみ殻燐炭のほ場散布方法」を決定する。
- 2. 機材 コンポキャスター（タカキタ、CC3500、350kg最大積載）、トラクター（Kubota、SL38）
- 3. 散布要領
 - 1) 散布条件 **1.5a**（縦50m×横3m）にもみ殻燐炭**15kg**（1トン/haに相当）を散布〔コンポ積載量、散布**有効幅3m**（事前確認）を考慮して設定〕
 - 2) 混合資材 もみ殻燐炭**15kg**（約3.8kg/1袋50L×4）、**水6L**（40％V/W）、**ワラ分解促進資材1.5kg**（新規有用微生物資材代替）を**コンポ容器で混合**
 - 3) コンポ設定 資材タイプ：コンポスト、散布口開度8（粗全開）
- 4. 走行結果 試験機材では **3.5km/h** で散布条件を**達成**。
7.0km/h で**往復**しても同散布条件を達成できる。

走行速度	散布距離	50m到達時間
2.0 km/h	33.0 m（50m未達）	90 s
3.5 km/h	48.8 m（50m弱）	51 s
4.0 km/h	60.0 m（50m超）	45 s



2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（参考資料）

2－②－2 現地配合・農地施用法の開発（その3）

進捗根拠：2-②-2

バイオ炭【湿潤/乾燥】× 微生物資材の配合タイミングの検証

機材：トラクタ+コンポキャスト（ブレンドキャスト）
・ 試料：粃殻くん炭、微生物資材（ワラ分解キング）

水稲
2023年度の開発内容
バイオ炭の乾湿条件や
配合タイミング等について
2案以上検討

	ホッパ投入順番	均一混合	利点	問題点
Ex1	乾燥くん炭→水懸濁微生物資材 (農工研で実施)	不可能	なし	混合均一ができない。
Ex2	乾燥くん炭→加水→乾燥微生物資材 (蒲生で実施)	可能	くん炭輸送が 簡便	現地で水を用意する必要がある。加水に時間がかかる。
Ex3	加水くん炭→乾燥微生物資材 (農工研と茨大[1-③-1参照]で実施)	可能	簡単・時短	①製造時の加水含量保証が必要。 ②くん炭が重い。

混合施用面で良好



ライスセンター直結の炭化炉（YES）
現地加水バイオ炭製造（水分40%）
（問題①解決）



水田へ短距離移動
問題②一部解決



加水くん炭+微生物資材
くん炭充填：1分
資材投入：1分
混合：1分



施用
約1分/5a

残る課題：
・加水くん炭小分けが必要（問題②
解決のため→YES次第）
・Ex2とEx3の施用効果を栽培試験
で確認（→鳥取大で実施）

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（参考資料）

2－②－2 現地配合・農地施用法の開発（その4）

進捗根拠：2-②-2

現地剪定枝由来のバイオ炭と市販微生物資材の混和試作
（小スケール栽培試験）

再委託先の鳥取大学では、ナシ園および柿園等果樹園で生じる剪定枝バイオマスを資源とするバイオ炭の試作を開始した。

また、作成したバイオ炭の土壌施用の影響調査に着手した。

場所：鳥取県八頭町

23年度の後半においては、作成したバイオ炭の、農地への施用に際し、高性能バイオ炭のための候補微生物を模した市販微生物資材の混和方法について、加水条件等の違いによる微生物活性効果の違いについて検討を進める。

水稻については秋以降、圃場試験を実施する（茨城大学協力）



柿園（鳥取県八頭町）



柿剪定枝の簡易炭化装置による炭化

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

2－③高機能バイオ炭施用効果の現地実証試験（その1）

研究開発目標（目標スペック）

- ✓ 全国各地の営農実態等を踏まえ、2027年度までに、高機能バイオ炭を導入した新たな栽培技術体系のプロトタイプを10以上確立する。
- ✓ 上記プロトタイプに従い、2030年度までに、全国各地で単収向上効果等の実証試験（目標：全国100地区）を行い、概ね半数以上の地区において2割以上の単収向上が可能であることを実証する。

技術開発のマイルストーン

地域条件を考慮した栽培技術体系の確立（～2027）

単収向上効果等の現地実証（～2028）

現地実証の拡大（～2030）

研究開発の概要

○ 地域条件を考慮した栽培技術体系の確立

各地の気象条件や慣行の栽培技術体系を踏まえ、次頁の13の営農類型を対象に、高機能バイオ炭を施用した新たな栽培技術体系を確立する。新たな栽培技術体系の検討に当たっては、高機能バイオ炭の施用による農地炭素貯留効果に加え、CO₂排出量を抑制するための化学肥料・化学農薬の使用節減や、土壌管理の適正化（水田の中干し期間の延長等）によるCH₄等の抑制など、温室効果ガス排出抑制技術を組み合わせた脱炭素社会に相応しい新たな栽培技術体系を開発し、2－④及び2－⑤の環境価値評価システムの利用を通じ、生産された農産物の環境価値の最大化を目指す。

○ 単収向上効果等の現地実証

現地JA等の協力を得て、全国100カ所程度（目標）に現地実証ほを設定し、高機能バイオ炭を導入した新たな栽培技術体系の下で対象農産物の単収が2割以上向上することを現地実証する。また、高機能バイオ炭の導入コストと単収向上による所得向上との経営的な評価を行い、現地の実用性を確認する。

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

2－③高機能バイオ炭施用効果の現地実証試験（その2）

○地域条件を考慮した新たな栽培技術体系の確立

栽培技術体系	高機能バイオ炭の導入により、解決すべき技術的課題（開発目標）	導入地域
寒地水稲作（単作）	✓ もみ殻炭に含まれるケイ酸成分による耐倒伏・耐病効果を活かし、倒伏させない多収栽培技術体系を確立。 ✓ また、水田メタンの発生を抑制するための中干し期間の延長や土壌中の有機物の分解を促進する有用微生物（高機能バイオ炭）の機能等を組み合わせることにより、農地炭素貯留とGHG削減と収量2割向上とを同時実現する新たな稲作体系を確立。	北海道、東北
暖地水稲作（単作）		関東以西
水田転作麦・大豆体系	✓ バイオ炭施用による排水性改良による初期生育の促進・斉一化。 ✓ 緑肥・堆肥の導入と土壌中の有機物の分解を促進する有用微生物機能による有機態窒素の効果的発現による化学肥料節減。 ✓ 間作緑肥の組み合わせ（化学肥料節減によるCO2排出量の間接削減）による農地炭素貯留とGHG削減との一体実現。	北海道、東北
水稲・麦・大豆輪作体系		関東以西
寒地転作野菜	✓ バイオ炭施用による排水性改良や土壌pHの改善による生育の促進・斉一化。 ✓ 病原菌の生育阻害や拮抗作用を有する有用微生物（高機能バイオ炭）の活用による連作障害の回避。 ✓ 農地炭素貯留と収量2割向上を両立する転作野菜体系を2品目（タマネギ、ネギ）以上確立。 ✓ 緑肥・堆肥の導入と土壌中の有機物の分解を促進する有用微生物機能による有機態窒素の効果的発現による化学肥料節減。	北海道、東北
暖地転作野菜		関東以西
寒地露地畑作野菜	✓ 病原菌の生育阻害や拮抗作用を有する有用微生物（高機能バイオ炭）の活用による連作障害の回避。 ✓ 間作緑肥の組み合わせ（化学肥料節減によるCO2排出量の間接削減）によるGHG削減 ✓ 農地炭素貯留と収量2割向上を両立する畑作野菜体系を3品目（ダイコン、さといも、スイカ）以上確立。 ✓ 緑肥・堆肥の導入と土壌中の有機物の分解を促進する有用微生物機能による有機態窒素の効果的発現による化学肥料節減。	北海道、東北
暖地露地畑作野菜		関東以西
施設野菜	✓ 病原菌の生育阻害や拮抗作用を有する有用微生物（高機能バイオ炭）の活用による連作障害の回避。 ✓ バイオ炭を担体（施設園芸用培地）とした硝化菌の働きによる有機態窒素の効果的発現（化学肥料節減によるCO2排出量の間接削減）。 ✓ 高機能バイオ炭を活用した高収量性施設園芸体系（2割単収向上）を3品目（レタス、ホウレンソウ、トマト）以上確立。	全国
畑作かんしょ	✓ 重要病害である基腐病菌の生育阻害や拮抗作用を有する有用微生物や、病害まん延の原因となる作物残渣の分解促進菌を活用した病害まん延予防。	関東以西

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

2－③高機能バイオ炭施用効果の現地実証試験（その3）

栽培技術体系	高機能バイオ炭の導入により、解決すべき技術的課題（開発目標）	導入地域
果樹	✓ 剪定枝を原料バイオマスとした効率的なバイオ炭製造法の確立。 ✓ バイオ炭施用による土壌改良効果の効果的な発現（必要施用量の決定）による連作障害の回避。 ✓ 草生栽培等との組み合わせによる農地炭素貯留型果樹栽培体系を4品目（リンゴ、ナシ、ブドウ、カンキツ）以上確立。	全国
茶	✓ 剪定枝や地域バイオマス資源を活用した効率的なバイオ炭製造法の確立。 ✓ バイオ炭が有する物理化学性を活かした化学肥料節減技術や土壌N₂O抑制技術の確立（茶は、多肥栽培による地下水の窒素汚染や土壌N₂O発生が深刻化）。	関東以西
飼料作物	✓ バイオ炭施用による排水性改良や土壌pHの改善による生育の促進・斉一化。 ✓ 土壌中の有機物の分解を促進する有用微生物機能による有機態窒素の効果的な発現。 ✓ 畜産堆肥とバイオ炭との併用による農地炭素貯留と収量2割向上を両立する水田転作飼料作物体系を1品目（子実用トウモロコシ）以上確立。	全国

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（これまでの取組）

各KPIの目標達成に向けた個別の研究開発の進捗度（2－③）

研究開発内容	直近のマイルストーン	これまでの（前回からの）開発進捗	進捗度
2－③ 高機能バイオ炭施用効果の現地実証試験	2－③－1 農研機構（15公設試に再委託） 地域条件を考慮した栽培技術体系の確立 2025年度末 各地の営農慣行も考慮しつつ、高機能バイオ炭の連年施用が可能となる栽培技術体系を5以上確立する。	● ・市販品から畑用・水田用の代用微生物資材を選定して代用微生物資材を用いたポット試験・圃場試験設計案を作成した ・2－①と連携して、設計案に基づき各公設試で試験を開始し、作業性・栽培効果を検証した ・2－④と連携し、生産性とC貯留量・GHGs（CH₄・N₂O）排出量の比較について議論した ・バイオ炭施用前の土壌調査と分析を実施した ・GHGs測定プロトコル素案を作成した ・果樹・茶樹の剪定枝等の炭化試験を実施した	○ 予定通りに進捗している。慣行の栽培技術体系における代替微生物資材を用いた試験を開始し評価した。土壌採取・分析も実施しバイオ炭施用前の状況が把握できた。GHGs測定のための準備が進められた。

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（今後の取組）

個別の研究開発における技術課題と解決の見通し（2－③）

研究開発内容	直近のマイルストーン	残された技術課題	解決の見通し
2－③ 高機能バイオ炭施用効果の現地実証試験	2－③－1 農研機構（15公設試に再委託） 地域条件を考慮した栽培技術体系の確立 2025年度末 各地の営農慣行も考慮しつつ、高機能バイオ炭の連年施用が可能となる栽培技術体系を5以上確立する。	・2－④と連携し、栽培体系間比較に必要なデータの測定法についてプロトコルを完成させる必要がある。 ・再委託先・その他の外注先における高機能バイオ炭施用試験の設計 ・市販されている微生物資材で代用した連年施用試験について、微生物資材、バイオ炭を一度施用すると、回収困難であることから、公設試における小規模かつ回収可能な規模の試験設計の検討を優先し、その後、連用試験を開始する予定	・2－④と連携し、栽培体系間比較のための生産性、CO2固定能、GHG測定プロトコルを精緻化している。 ・現状の再委託先の試験設計の確認を進め、それぞれに適した試験を提案する。 ・試験設計検討の結果を受けて、2－②－2で利用している圃場埋め込み型ポットを用いた試験等、各公設試に適した連用試験を速やかに開始する。

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（これまでの取組）

各KPIの目標達成に向けた個別の研究開発の進捗度（2－③）

研究開発内容	直近のマイルストーン	これまでの（前回からの）開発進捗	進捗度
2－③ 高機能バイオ炭施用効果の現地実証試験	2－③－1 農研機構（15公設試に再委託） 地域条件を考慮した栽培技術体系の確立 2025年度末 各地の営農慣行も考慮しつつ、高機能バイオ炭の連年施用が可能となる栽培技術体系を5以上確立する。	➤ ・2－①と連携し、慣行の栽培技術体系においてバイオ炭の施用試験を開始し、高機能バイオ炭代用品施用のための試験設計について検討した。2－④と連携し生産性・CO2固定能・GHG収支比較について議論し、土壌調査、GHG測定プロトコルの作成を開始した。 ・栽培技術体系比較のため、バイオ炭施用前後の微生物群集の変動を解析することを目的として、各公設試において土壌採取を実施している。 ・代用品として用いる市販微生物資材のうち有機物分解資材を選定し、秋からの施用試験の準備を開始した ・果樹・茶樹の剪定枝、鶏ふん等の炭化試験の準備を開始し、圃場試験実施農業者を選定した。	○ 予定通りに進捗している。慣行の栽培技術体系におけるバイオ炭施用試験を開始し、代用品施用のための試験設計も進めている。栽培技術体系比較のための調査プロトコルの作成を進め、土壌採取も実施した。未利用バイオマス活用のための調査・検討も進んでいる。

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（今後の取組）

個別の研究開発における技術課題と解決の見通し（2－③）

研究開発内容	直近のマイルストーン	残された技術課題	解決の見通し
2－③ 高機能バイオ炭施用効果の現地実証試験	2－③－1 農研機構（15公設試に再委託） 地域条件を考慮した栽培技術体系の確立 2025年度末 各地の営農慣行も考慮しつつ、高機能バイオ炭の連年施用が可能となる栽培技術体系を5以上確立する。	・2－④および各CPと連携し、サイト毎の状況を考慮した高機能バイオ炭圃場施用試験設計とGHGs測定プロトコルを完成させる必要がある ・代用高機能バイオ炭の連年施用効果を評価するための土壌調査が必要である ・各サイトに適した剪定枝の炭化と施用にかかる技術を開発する必要がある ・未利用バイオマス活用のための調査検討を進める必要がある	・2－④および各CPと連携し、試験設計・調査分析プロトコルの精緻化を進めている ・作付け終了後の土壌採取と分析を予定している ・各サイトに適した剪定枝の炭化法と施用法・施用タイミングについて検討中である ・未利用バイオマスについての調査を実施中である

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（参考資料）

2－③－1 地域条件を考慮した栽培技術体系の確立（その1）

進捗根拠：2-③-1 滋賀県における稲麦大豆輪作栽培体系（現状と高機能バイオ炭施用時の想定）

	作物名	導入品種	営 農 体 系			
			4～6月	7～9月	10～12月	1～3月
慣行栽培	イネ（1・2年目）	コシヒカリ	田植え	中干し	追肥・防除	収穫
	コムギ（3年目）	農林61号	防除	収穫	耕起・整地	播種
	ダイズ（3年目）	ことゆたか		耕起・整地	播種	防除等
高機能バイオ炭＋GHG削減技術	イネ（1・2年目）	みずかがみ（高温不稔耐性・耐倒伏性品種）	田植え	中干し	追肥・防除	収穫
	コムギ（3年目）	びわはなみ（多収で製粉性がかなり優れた品種）	防除	収穫	耕起・整地	播種
	ダイズ（3年目）	ことゆたかA1（滋賀県の主力品種「ことゆたか」に難裂莢性を導入した品種）	耕起・整地	播種	防除等	収穫

中干延長（メタン抑制）

農薬使用量半減（直接支払い交付金の条件）

耐倒伏性等による単収向上

もみ殻の回収。高機能バイオ炭の製造

水田後施用による稲わら腐熟促進、高機能バイオ炭の施用

簡易耕起（農地炭素貯留）

排水性改善等による単収向上

カットシリーズによる排水施工

生育予測モデルによる適期防除・追肥

AI病害画像判別器導入による早期診断、適期防除

高機能バイオ炭の施用によるダイズ生育促進および土壌病害抑制効果

バイオ炭施用による土壌処理型農薬の効果持続期間延長

葉齢進展モデルによる適期雑草防除

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（参考資料）

2－③－1 地域条件を考慮した栽培技術体系の確立（その2）

進捗根拠：2-③-1

土壌調査プロトコル案作成

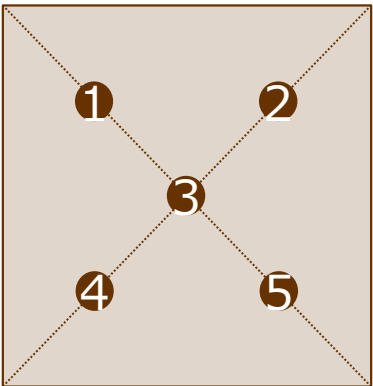
- ・土壌は十勝農協連とパリノサーヴェイに依頼分析
- ・土壌炭素含有率と仮比重は農環研でも測定
- ・かく乱土壌の一部は冷蔵または風乾して農環研で保存

土壌採取方法

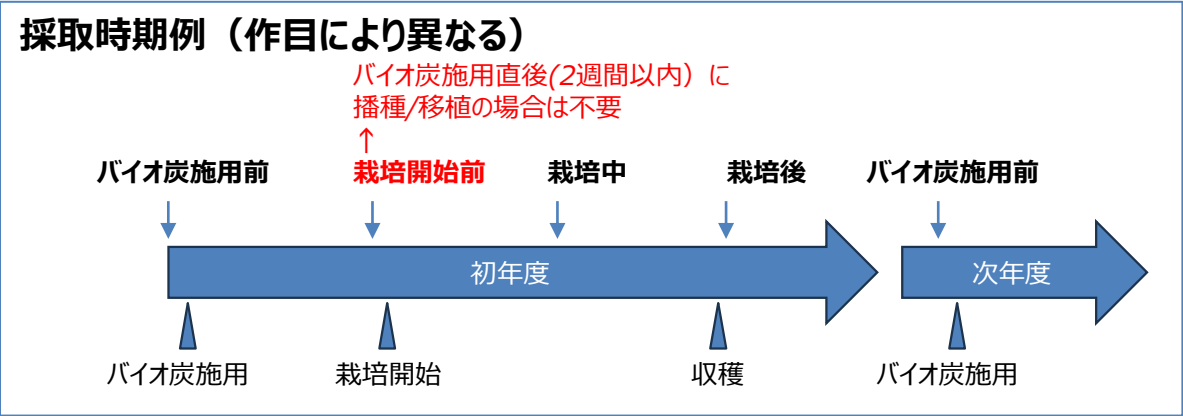
- ・土壌試料採取前に30cm程度掘り、作土層の厚さ等を確認

①化学性調査用土壌

- ・圃場全体 5 地点の作土層から200gずつ採取
- ・サンプル数：1圃場5サンプル
- ・十勝農協連へは混合サンプル500gを送付

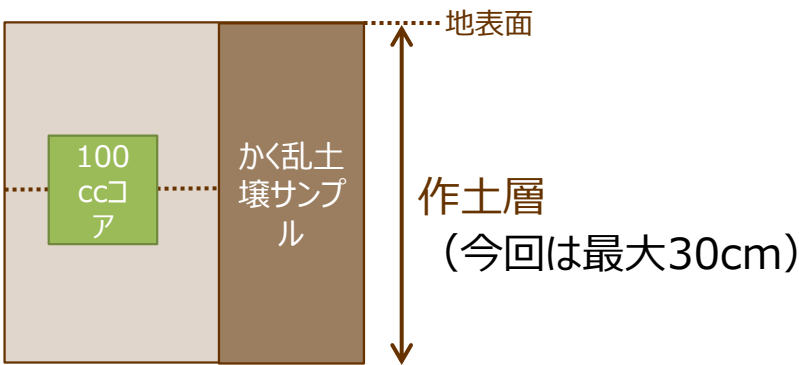


サンプリング地点が
均等となる配置



②物理性調査用土壌

- ・左図の5地点からコアサンプルを採取
- ・サンプル数：1圃場5サンプル
- ・十勝農協連へは1圃場2サンプル送付
- ・クロスチェックのためパリノサーヴェイへの依頼分析も検討中



2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（参考資料）

2－③－1 地域条件を考慮した栽培技術体系の確立（その3）

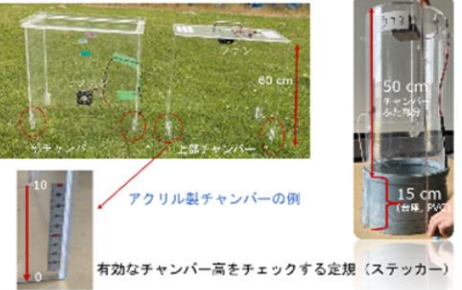
進捗根拠：2-③-1

ガス採取マニュアルの作成

1. フィールド実験準備

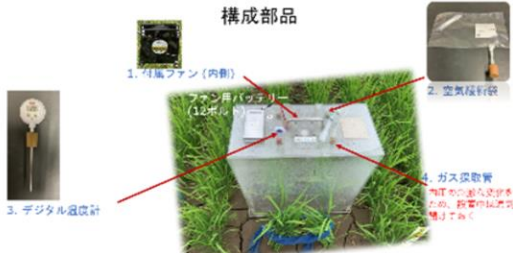
必要な資材

- ✓ アクリル、アルミニウム、ポリプロピレン、ステンレスPVCは使用可能な材料に依存する
- ✓ 長方形または円形の断面



有効なチャンパー高をチェックする定規（ステッカー）

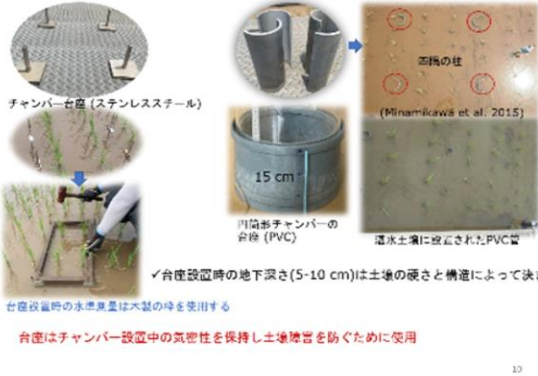
構成部品



ガス採取口は、採取中にチャンパーが揺れるのを防ぐためチャンパー本体から離して設置する

1. ファンはチャンパー内の空気を混ぜて目的のガス濃度を均一にするためのもの
2. 空気密閉性は、温度の上昇とガス採取の影響をそれぞれ修正するために使用
3. 温度計はチャンパー内温度の確認用
4. ガス採取管またはガス採取口に接続しガスサンプルを採取

常時湛水フィールドのチャンパー台座



チャンパー台座（ステンレス）

✓ 台座設置時の地下深さ（5-10 cm）は土壌の硬さと構造によって決まる

台座設置時の水浸量は水浸の枠を使用する

✓ 台座はチャンパー設置中の気密性を保持し土壌雑音を防ぐために使用

alternate wetting and drying irrigation (AWD) 区画用のチャンパー台座



✓ 台座の地上高は可能な限り低くする

✓ 乾期には長方形または円筒形の台座の使用を推奨

2. ガス採取

日平均 CH_4 フラックスの時間帯：午前中（おおよそ 09:00-11:00）

タイムスケジュール
1人が30分間の間隔で、チャンパー3個、3ヶ所で行う測定を行う場合

チャンパーの配置	1回目採取	2回目採取	3回目採取
1 10:00	10:03	10:18	10:33
2 10:02	10:05	10:20	10:35
3 10:04	10:07	10:22	10:37

✓ 稲の健全な成長のためには、チャンパーの設置時間を短くする必要がある

✓ 稲の生育期間中、各チャンパーの設置時間は20-30分であることが推奨される

✓ 休憩期間中は、それより長い時間（＜60分）でも許容される

ガス採取の少なくとも2-5分前には、ファンを使用してチャンパー内上部の空気を十分に混ぜる必要がある

手動でのチャンパー操作とガス採取に関する注意事項

ガス採取には25-50 mlのプラスチック製シリンジを使用する

例：20-ml バイアルを使用する場合、コンタミを防ぎ誤差を最小限に抑えるために手動で ~30 ml のガスを注入する



✓ 採取中は、 CH_4 の漏出を防ぐためチャンパー本体に直接触れないようにする

✓ ガスサンプルを3回採取したら、まず通気口のプラグを取り外した後、チャンパーを台座から静かに持ち上げる

✓ チャンパーを換気し、密閉状態で動かして中の空気を周囲の空気と入れ替え、チャンパーの次回設置時に CH_4 濃度が最初に高くなるのを防ぐ

チャンパー設置中、人為的な CH_4 漏出は避けなければならない

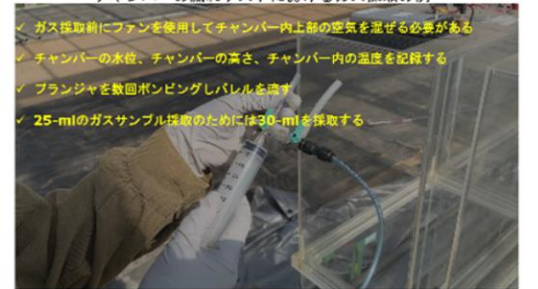
ガス採取の記録

No.	Date	Sample ID	Time			Micro level			Temp			Upper Chamber			Lower Chamber			Notes
			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3				
1	10/01	10:18	10:31	77	25	21	24	25	21	24	25	21	24	25	21	24		



チャンパー設置時の水浸量を測定して適切なチャンパーの高さをチェックする

チャンパーの漏れテストにおけるガス採取の例



✓ ガス採取前にファンを使用してチャンパー内上部の空気を混ぜる必要がある

✓ チャンパーの水位、チャンパーの高さ、チャンパー内の温度を記録する

✓ プランジヤを数回ポンピングしバブルを逃す

✓ 25-mlのガスサンプル採取のためには30-mlを採取する

チャンパー一式の容積 = $216,000 \text{ cm}^3$ (上層チャンパー $50 \text{ cm} \times 108,000 \text{ cm}^3$ + 下層チャンパー $60 \text{ cm} \times 108,000 \text{ cm}^3$)

チャンパー内の水浸 = 3600 cm^3 ($60 \times 30 \times 2$)

チャンパー上部の空気容積 = $212,400 \text{ cm}^3$

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（参考資料）

2－③－1 地域条件を考慮した栽培技術体系の確立（その4） 再委託内容とその進捗 1

道県	再委託の内容	品目	内容（研究）の進捗
北海道	タマネギ及びキャベツを組み入れた寒地転作野菜栽培技術体系の確立	タマネギ	もみ殻燐炭施用試験を実施し、施用方法が収量等に与える影響を評価中。
		キャベツ	高機能バイオ炭を施用する栽培技術体系を設計し、バイオ炭施用の作業性を評価。
青森県	リンゴを対象とした果樹栽培技術体系を確立	リンゴ	露地で試験樹管理中。剪定枝の炭化処理を実施、剪定枝収集～炭化作業の問題点の洗い出し。バイオ炭量を把握した。連年施用試験を開始するために実験設計を実施
秋田県	アスパラガス及びトルコギキョウを対象とした露地畑作野菜栽培技術体系の確立	アスパラガス	新植を想定したバイオ炭利用による土壌改良の検証を実施し、堆肥マルチの代替として利用可能であることを確認。
		トルコギキョウ	高機能バイオ炭を施用するトルコギキョウ栽培技術体系を設計、実証規模を想定したハウス栽培試験を実施。市販微生物資材で代用したコンテナによる栽培試験の設計を開始。
山形県	ブドウを対象とした果樹栽培技術体系の確立	ブドウ	剪定枝の水分状態計測を継続し、炭化が効率的に行える時期を検討。融雪剤としてバイオ炭を撒く設計を検討中。
福島県	水田転作麦・大豆体系及びブロッコリーを組み入れた寒地転作野菜栽培技術体系の確立	麦・大豆	地域条件を考慮した栽培技術体系確立のためダイズポット栽培でバイオ炭施用による放射性Cs吸収抑制と生育影響を確認中。
		ブロッコリー	地域条件を考慮した栽培技術体系確立のための連年施用試験を8月下旬に開始し、11月上旬に収穫、データ取りまとめ中。
埼玉県	暖地水稲作栽培技術体系及びホウレンソウ、コマツナを対象とした暖地露地畑作野菜栽培技術体系の確立	水稲	市販微生物資材ともみ殻燐炭の混和試験を実施し、微生物資材は液剤か比重を合わせた粉剤が望ましいことを確認。他の資材も組み合わせた混和試験を検討中。
		ホウレンソウ・コマツナ	高機能バイオ炭を施用する栽培技術体系を設計し、市販微生物資材とバイオ炭の施用効果評価のためのポット試験および圃場試験を2月から実施予定
千葉県	長ネギを対象とした暖地露地畑作野菜栽培技術体系及びナシを対象とした果樹栽培技術体系の確立	長ネギ	地域条件を考慮した栽培技術体系確立のためバイオ炭施用による湿害軽減効果検証の圃場試験を実施中
		ナシ	ナシ剪定枝収集から炭化までの作業を効率的に行える時期を明らかにする試験を実施中。剪定枝量の品種間差を確認。炭化時の重量の違いを評価中。
新潟県	寒地水稲作栽培技術体系、ブドウを対象とした果樹栽培技術体系及びトマトを対象とした施設野菜栽培技術体系の確立	水稲	多雪重粘土の地域特性に適した水稲栽培技術体系確立のため、もみ殻燐炭の条埋設を実施（11月）。圃場の管理と予備試験収穫資料の調査解析を実施中
		ブドウ	ブドウ剪定枝量を調査し、炭化までの水分率変化、炭化時期による剪定枝の炭化作業効率を明らかにする試験を実施中
		トマト	高機能バイオ炭試験を1-①-2と連携して実施中。

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（参考資料）

2－③－1 地域条件を考慮した栽培技術体系の確立（その5） 再委託内容とその進捗 2

県	再委託の内容	品目	内容（研究）の進捗
静岡県	カンキツ（温州ミカン）を対象とした果樹栽培技術体系の確立	カンキツ	剪定枝量・炭化後重量と製造効率の把握のための分析・解析を実施中。傾斜地での散布方法も検討。
岐阜県	暖地水稻作栽培技術体系及びエダマメを対象とした暖地転作野菜栽培技術体系の確立	水稻	散布の作業性や営農体系に適する施用時期を明らかにする試験を実施。既存のブレンドホッパーではバイオ炭の補充の手間がかかることが明らかとなった。
		エダマメ	市販されている微生物資材で代用した連年施用試験を設計するため散布方法を検討中
滋賀県	水稻・麦・大豆輪作体系及び茶栽培技術体系の確立	水稻・麦・大豆	水田転作麦・大豆体系においてもみ殻燐炭を用いた補助暗渠施工試験を実施し、対象圃場に小麦を播種し栽培中
		茶	バイオ炭施用の有無と深耕の有無の収量・土壌窒素・N2O発生量の推移等を評価中
兵庫県	ブロッコリーを対象とした暖地転作野菜栽培技術体系の確立	ブロッコリー	暖地転作野菜栽培技術体系を確立するための連年施用試験を9月に開始、収量調査を実施中
佐賀県	水稻及びタマネギを組み合わせた暖地転作野菜栽培技術体系の確立	タマネギ－水稻	暖地転作野菜栽培技術体系を確立するために11月中旬にバイオ炭と基肥を施用、タマネギを定植し、連年施用試験を開始した
熊本県	キャベツを対象とした暖地露地畑作野菜栽培技術体系の確立	キャベツ	市販微生物代用資材を利用した高機能バイオ炭を施用する栽培技術体系を設計し、9月に定植して連年施用試験を開始
鹿児島県	畑作かんしょ栽培技術体系の確立	かんしょ	圃場試験を実施し、生食用かんしょはもみ殻燐炭施用量により差がないことを確認

上記再委託先とは別に、再委託先とは別に、地域及び作目のバランスを考慮しつつ、全国の数力所において、連年施用試験を実施中。

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（参考資料）

2－③－1 地域条件を考慮した栽培技術体系の確立（その6）

進捗根拠：2-③-1

再委託先および再委託先以外の外注先の試験の様子



滋賀県（茶園）



千葉県（ダイズ）



宮崎県（かんしょ）

※もみ殻に依存できない地域においては未利用バイオマスを活用した予備的圃場試験を実施

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

2－④環境価値評価手法の開発（その1）

研究開発目標（目標スペック）

- ✓ 高機能バイオ炭を施用した農地から生産された農産物の「環境価値」を客観的に評価する手法を確立するため、2025年度までに、現行の「**土壌のCO2吸収「見える化」サイト**」の**GHG推計モデルを、バイオ炭施用農地に対応させた評価モデルに拡張・高度化**を図り、2－③の現地実証における環境価値評価に供する。
- ✓ また、高機能バイオ炭の施用に伴い、地下水の水質汚濁など**トレードオフ関係が生じる恐れのある他の環境影響項目を特定**し、2027年度までに、それら相互関係を評価する手法を開発する。

技術開発のマイルストーン

主要10品目のGHG削減・吸収評価手法の開発（～2025）

GHG削減・吸収評価手法を40品目に拡張、総合的環境影響評価システムの開発（～2027）

現地実証地区における評価2-③（～2030）

研究開発の概要

1. GHG削減・吸収評価手法の開発

現地実証試験においてモデルの検証と改良を行い、推計モデル（水田メタン排出量を推計するためのDNDC-Riceモデル等：次頁）を改良・高度化する。

2. 総合的な環境影響評価手法の開発

地下水への窒素の溶脱や農薬の生態毒性など、バイオ炭施用によりGHGとトレードオフ関係が生じると考えられる環境影響項目について、GHG同様、モデルの検証と改良を行う。さらに、GHG及び異なる複数の環境影響項目を総合的に評価するためのレーダーチャートのような評価手法を開発する。

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

2－④環境価値評価手法の開発（その2）

○GHG削減・吸収評価手法の開発

開発指標等	開発項目	開発内容
GHG削減量の推計モデルの開発 ・CO2削減・固定量（土壌炭素、バイオ炭、化石燃料） ・CH4削減量 ・N2O削減量	高機能バイオ炭によるCO2吸収量の推計モデル	IPCCガイドライン2019年及びJ-クレジット方法論に準拠し、バイオ炭の種別等に応じ、CO2吸収量の推計モデルを開発。
	RothCモデル	バイオ炭以外の影響因子（緑肥のすき込みや堆肥の施用等）を取り込んだ土壌炭素貯留量の推計モデルの高度化。また、高機能バイオ炭実証地区における実測データ等に基づき検証を実施。
	DNDC-Riceモデル	水田から発生するCH4発生量（GHG）を推計するモデルを改良し、高機能バイオ炭実証地区における実測データ等に基づきモデルの検証を実施。
	N2O排出推計モデル	畑地から発生するN2O（GHG）を推計するモデルを改良し、高機能バイオ炭実証地区における実測データ等に基づきモデルの検証を実施。
	化石燃料由来のCO2推計モデル	営農用（園芸施設、農業機械）のエネルギー使用に伴うCO2排出量や肥料、農薬、生産資材等の製造に係るCO2原単位を用い、CO2排出量を推計するモデルを改良・高度化。
慣行栽培との比較データの拡充	各地域の慣行栽培体系の情報収集とデータベース化	上記推計モデルによって得られたCO2吸収量等を慣行栽培と比較し、削減・吸収効果を見える化するための慣行栽培データ（40品目以上）を収集・データベース化。

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

2－④環境価値評価手法の開発（その3）

○GHG以外の環境影響指標の開発

高機能バイオ炭の農地施用による農地炭素貯留や、GHG削減のための農地管理が、他の環境問題等とトレードオフ関係になる場合がある。

例1）土壌に有機物を多量に投入して、炭素貯留量を高めると微生物によって分解された窒素分（N）が地下に溶脱して地下水を汚染するケースが存在。

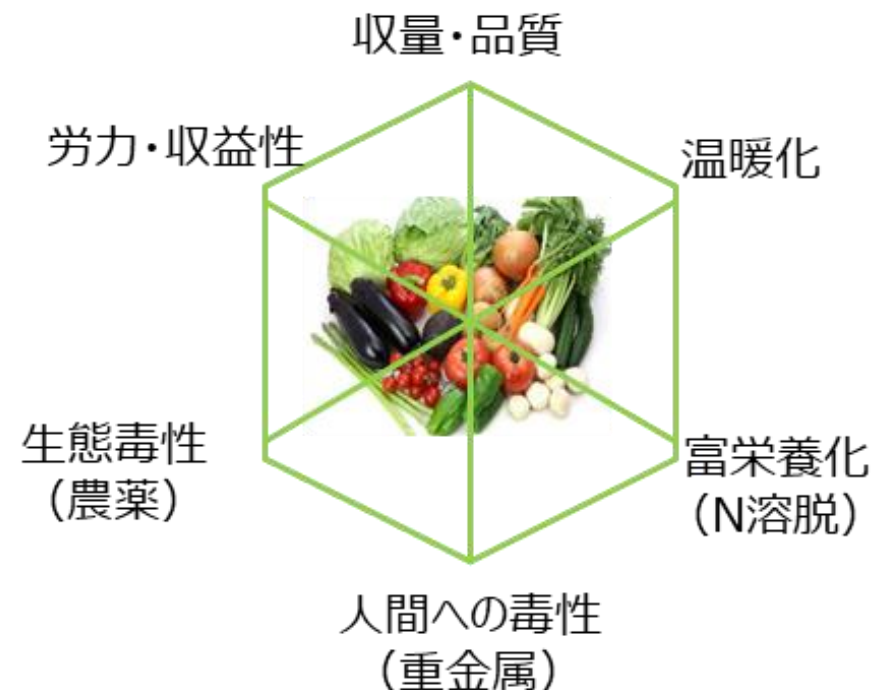
例2）水田から発生するメタンを抑制するため、稲作の中干し期間を延長するとコメのカドミウム含有量が増加する可能性がある。



GHGの削減・吸収量のみの「環境価値」評価指標では、消費者誤認をもたらす恐れ。



GHGの排出・吸収量（温暖化対策）に加え、地下水の富栄養化（N溶脱）や有害重金属の抑制等に係る評価モデルを新たに開発し、農業者や行政に対し、GHG削減と環境保全とのバランスの取れた新たな営農技術体系の確立を推進することが必要。



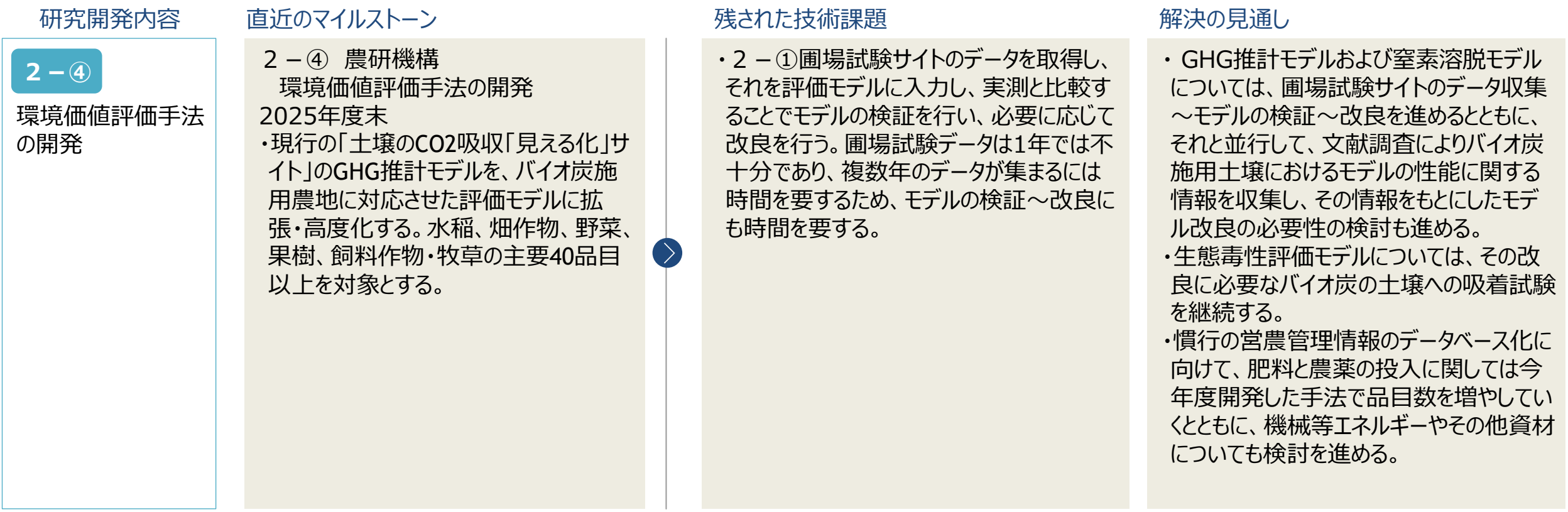
2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（これまでの取組）

各KPIの目標達成に向けた個別の研究開発の進捗度（2－④）

研究開発内容	直近のマイルストーン	これまでの（前回からの）開発進捗	進捗度
2－④ 環境価値評価手法の開発	2－④ 農研機構 環境価値評価手法の開発 2025年度末 ・現行の「土壌のCO2吸収「見える化」サイト」のGHG推計モデルを、バイオ炭施用農地に対応させた評価モデルに拡張・高度化する。水稻、畑作物、野菜、果樹、飼料作物・牧草の主要40品目以上を対象とする。	・2-①の圃場試験地のうちGHGまたは窒素溶脱の実測を行う試験地に対してデータ収集用のシートを用意してデータ提供を依頼した。その後、作付けを終了した試験地から順次（12/21現在で6カ所から）データを回収し、内容を確認し不明な点や不足している情報を追加収集するとともに、並行してモデル検証のためのデータの整理を進めた。 ・生態毒性評価に必要なバイオ炭施用による農薬の土壌への吸着の予備試験として比表面積が異なるグラファイトカーボン3種における農薬6種類の土壌（4種類）への吸着係数を実測し、設計した実験系の有効性を確認するとともに、バイオ炭（梨木炭）における農薬6種類の土壌（4種類）への吸着係数を実測した。 ・環境価値評価の全体像および慣行の営農管理情報データベース化の基本設計を検討したのち、水稻とイチゴを例に、地域別、作型別、管理（慣行、特裁、有機）別の営農管理データ（農薬、肥料の投入量）の算定方法を開発した。また、堆肥3種について製造段階の入出力データを収集・整理し、堆肥製造段階のGHG排出原単位を作成した。	○ ・バイオ炭施用農地に対応可能なGHG推計モデルおよび窒素溶脱モデル開発のため、検証用の圃場試験サイトのデータを順調に取得中。 ・そのほか、生態毒性評価に必要なバイオ炭の土壌への吸着試験も順調に進捗。 ・バイオ炭を施用した農地における農作物の環境価値を評価する際に比較対象として必要な資材やエネルギー由来のGHG計算用の慣行の営農管理情報をデータベース化する課題も、順調に進捗。

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（今後の取組）

個別の研究開発における技術課題と解決の見通し（2－④）



2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

2－⑤環境価値評価システムの検討・開発（その1）

研究開発目標（目標スペック）

- ✓ 2027年度までに、2－④の評価手法に基づき、**農業者等が自らの営農実態（農作物の種類や農地1筆毎の土壌条件等）や高機能バイオ炭の施用量に応じ、生産された農作物の環境価値を試算・評価できるWebシステムを開発**する。

技術開発のマイルストーン

Web基盤システムの開発（～2025）

高機能バイオ炭施用量判定・診断機能の付与（～2027）

研究開発の概要

1. Web基盤システムの開発

農研機構が開発中の「土壌インベントリーPRO（全国437万haの農地を対象とした農地1筆毎の土壌図）」と上記2－④の評価モデルとを連動させ、高機能バイオ炭の施用量に応じ、1筆毎の環境価値を試算・評価するWebシステムを開発。

1. 施用量判定・診断機能の付与

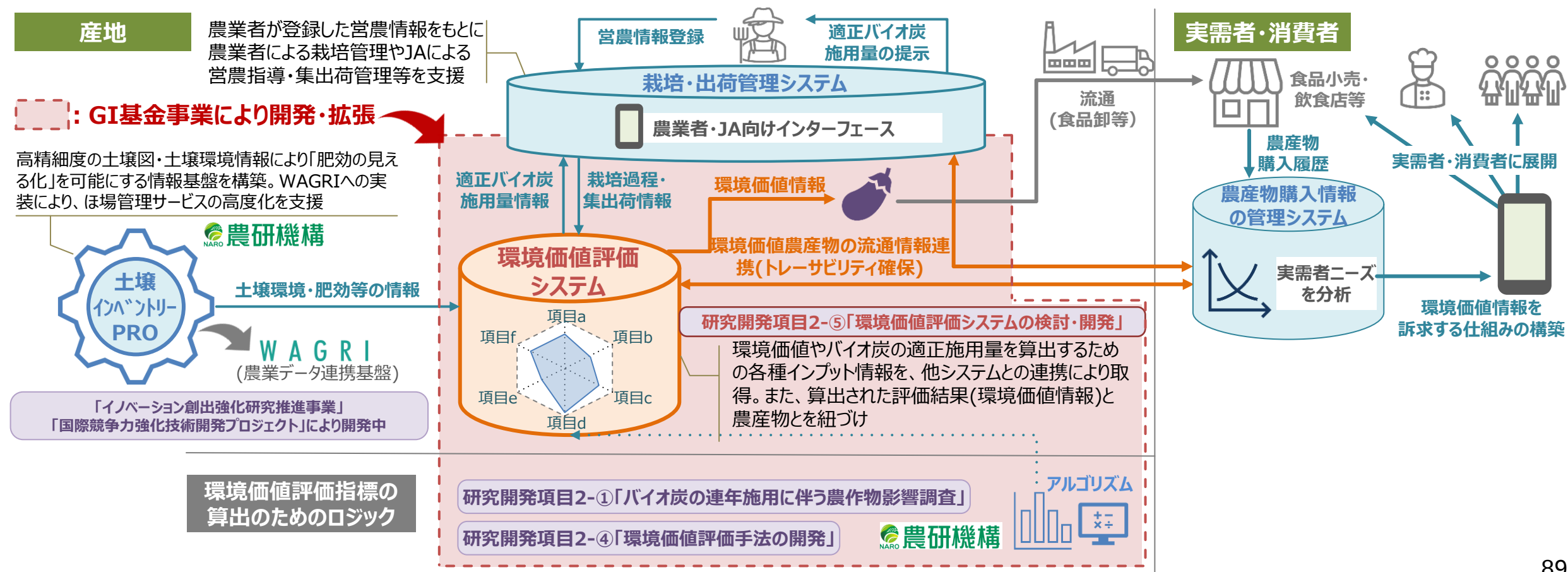
2－①の農作物影響調査の結果を踏まえ、農業者が高機能バイオ炭を導入しようとする際の営農情報として、適正施用量及び最大許容量を農作物の種類毎に提示する機能を、上記システムに付与。

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

2－⑤環境価値評価システムの検討・開発（その2）

環境価値評価システムの 目的と位置づけ

- 当該システムは、**環境価値評価に関する全国的な現地実証(2027年開始予定)**において**不可欠なシステム**として、開発を行う。
- 具体的には、実証地域におけるほ場条件(土質、気象、作付品目など)を踏まえ、以下の機能を開発する。
 - ✓ 生産された農産物の**環境価値を算定のうえ評価結果を農産物に付与**することで、環境価値農産物に対して付加価値のエビデンスを提供。
 - ✓ 農作物特性に応じた**適正バイオ炭施用量を算定・提示**。
- 上記機能の実装には、多種多様な情報の取得が必要となるため、**現在開発中の先端システムとの連携**を含め、当該システムの開発に取り組む。

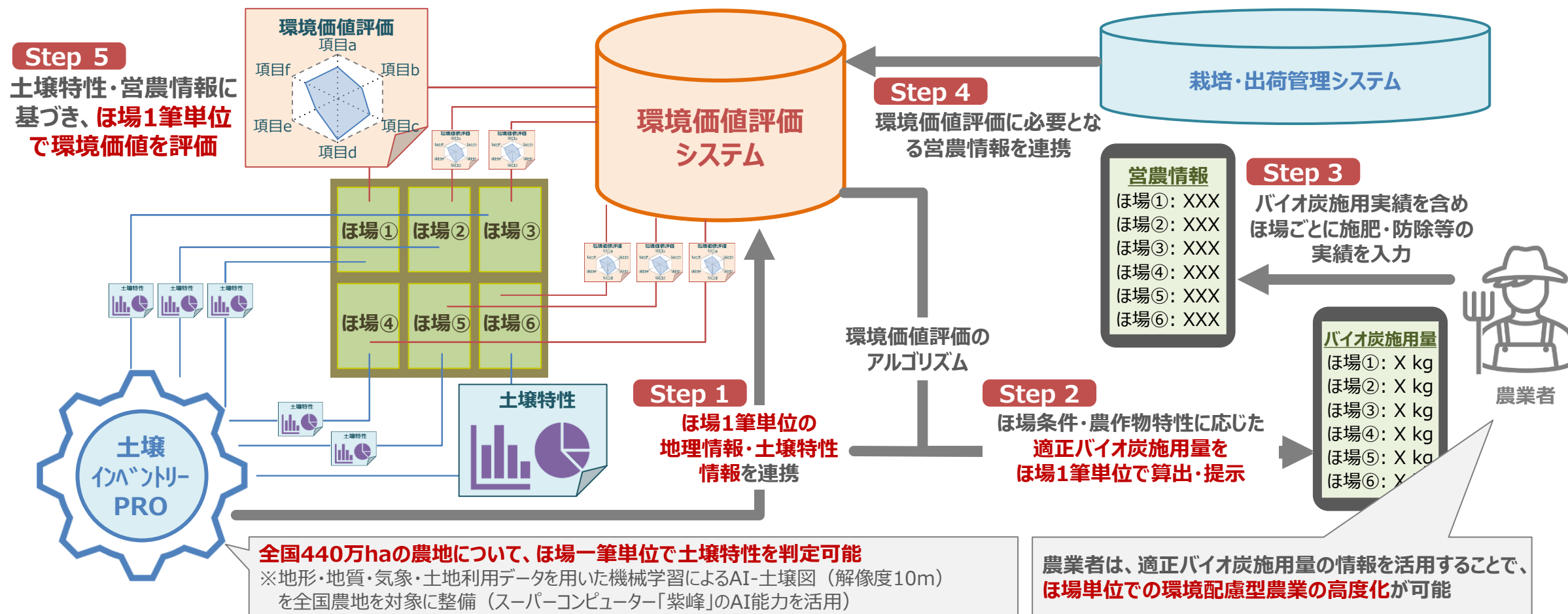


2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

2－⑤環境価値評価システムの検討・開発（その3）

ほ場1筆単位での
環境価値評価を可能に
するシステムの開発

- 環境価値評価システムの特長は、「土壌インベントリーPRO」（農研機構）や「栽培・出荷管理システム」（ぐるなび）との連携により、**全国440万haの農地の全てを対象に、ほ場1筆単位での土壌特性に応じたGHG削減・吸収量等の評価が可能**となること。
- さらに、上記のシステム連携を通じ、ほ場条件や農作物の特性に応じた**適正バイオ炭施用量をほ場1筆単位で算出・提示する機能を具備**することで、農業者による環境配慮型農業実践の高度化・最適化に貢献。



2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

2－⑤環境価値評価システムの検討・開発（その4）

環境価値評価 システムの実装・ 現場運用に向けた 研究	■ 現状認識（問題関心） ✓ スマート農業の普及の課題に、農業者の大宗を小規模高齢農家が占める点が挙げられる(2020年の基幹的農業従事者136万人のうち95万人が65歳以上)。 ✓ こうした状況下でスマート技術を普及させるには、技術を効果的に運用するための仕組みを精緻に検討する必要がある。 ■ 本研究の目的 ✓ 環境価値評価においても、システムとして現場に実装する際には、様々な運用上の論点・課題が想定される。従って、運用面の現状を踏まえたシステム開発や、さらにはシステム導入を見据えた運用面の整備を進めていくことが、当該システムのポテンシャルを引き出すうえで不可欠と考えられる。 ✓ 従って、環境価値評価システムの利活用に係る運用面も並行して調査検討することで、当該システムの開発・実装の実現性の向上を図る。 具体的には、主に以下の実現性評価等を踏まえて、ロードマップ作成・システム開発・実証を行うことを想定する。						
システム開発・実装における主要研究テーマ	<table><tr><td data-bbox="211 654 672 862">農業現場における インプット情報の取得・運用の 実現性評価と方法の定義</td><td data-bbox="672 654 2474 862"> ■ 評価指標の算出には、多種多様なインプット情報(ほ場位置、土壌特性、バイオ炭施用、農薬使用等)が必要となる。 ■ インプット情報ごとに、農業者やJAによる取得・運用の実現性を評価したうえで、具体的な方法を検討する(以下、実施イメージ)。 ➢ 各種インプット情報の所在の調査・整理 ➢ 各種インプット情報の取得・運用方法の検討(「栽培・出荷管理システム」での情報取得、他システムとの連携、データ加工方法等) ➢ 取得・運用の難度の高いインプット情報については、「2－④環境価値評価指標の開発」との連携により代替手段等を検討 </td></tr><tr><td data-bbox="211 908 672 1116">農産物への各種評価結果の 付与・運用の実現性評価と 方法の定義</td><td data-bbox="672 908 2474 1116"> ■ GHG削減量・水質・生物多様性など各種評価項目は、それぞれ評価の単位が異なることが想定される。 【例】GHG：圃場単位(ha換算)、水質：同一用水路を利用するほ場単位、生物多様性：1区画単位 等 ■ 評価項目ごとに、農産物への評価結果の付与・運用の実現性を評価したうえで、具体的な方法を検討する(以下、検討イメージ)。 ➢ 評価結果の付与・運用方法における5W1Hの検討（何を・誰が・いつ・どこで・どのように実施するか） ➢ 環境価値が付与された農産物と、慣行農産物とを識別可能な集出荷体系（5W1H）の設計 </td></tr><tr><td data-bbox="211 1162 672 1372">消費者における環境価値の 理解度・浸透度を踏まえた 評価項目の研究・設計</td><td data-bbox="672 1162 2474 1372"> ■ 消費者の食に関するニーズ情報等をもとに、環境農産物に対する消費者の関心や理解度を把握する。 （同時に、飲食店や食品卸等とのネットワークを通じ、実需者に対して環境農産物の有する価値を働きかけていく。） ■ 上記のうえで、消費者に訴求力を持ち得る評価項目や評価結果の表現方法等について研究・設計を行う(以下、具体イメージ)。 ➢ 現段階での消費者の環境への関心はCO2が主であるため、短期的にはCO2に関する評価項目を優先 ➢ 次の段階として、生態系等も含めた理解浸透の程度に応じ、評価項目のラインナップや優先度を再検討 </td></tr></table>	農業現場における インプット情報の取得・運用の 実現性評価と方法の定義	■ 評価指標の算出には、多種多様なインプット情報(ほ場位置、土壌特性、バイオ炭施用、農薬使用等)が必要となる。 ■ インプット情報ごとに、農業者やJAによる取得・運用の実現性を評価したうえで、具体的な方法を検討する(以下、実施イメージ)。 ➢ 各種インプット情報の所在の調査・整理 ➢ 各種インプット情報の取得・運用方法の検討(「栽培・出荷管理システム」での情報取得、他システムとの連携、データ加工方法等) ➢ 取得・運用の難度の高いインプット情報については、「2－④環境価値評価指標の開発」との連携により代替手段等を検討	農産物への各種評価結果の 付与・運用の実現性評価と 方法の定義	■ GHG削減量・水質・生物多様性など各種評価項目は、それぞれ評価の単位が異なることが想定される。 【例】GHG：圃場単位(ha換算)、水質：同一用水路を利用するほ場単位、生物多様性：1区画単位 等 ■ 評価項目ごとに、農産物への評価結果の付与・運用の実現性を評価したうえで、具体的な方法を検討する(以下、検討イメージ)。 ➢ 評価結果の付与・運用方法における5W1Hの検討（何を・誰が・いつ・どこで・どのように実施するか） ➢ 環境価値が付与された農産物と、慣行農産物とを識別可能な集出荷体系（5W1H）の設計	消費者における環境価値の 理解度・浸透度を踏まえた 評価項目の研究・設計	■ 消費者の食に関するニーズ情報等をもとに、環境農産物に対する消費者の関心や理解度を把握する。 （同時に、飲食店や食品卸等とのネットワークを通じ、実需者に対して環境農産物の有する価値を働きかけていく。） ■ 上記のうえで、消費者に訴求力を持ち得る評価項目や評価結果の表現方法等について研究・設計を行う(以下、具体イメージ)。 ➢ 現段階での消費者の環境への関心はCO2が主であるため、短期的にはCO2に関する評価項目を優先 ➢ 次の段階として、生態系等も含めた理解浸透の程度に応じ、評価項目のラインナップや優先度を再検討
農業現場における インプット情報の取得・運用の 実現性評価と方法の定義	■ 評価指標の算出には、多種多様なインプット情報(ほ場位置、土壌特性、バイオ炭施用、農薬使用等)が必要となる。 ■ インプット情報ごとに、農業者やJAによる取得・運用の実現性を評価したうえで、具体的な方法を検討する(以下、実施イメージ)。 ➢ 各種インプット情報の所在の調査・整理 ➢ 各種インプット情報の取得・運用方法の検討(「栽培・出荷管理システム」での情報取得、他システムとの連携、データ加工方法等) ➢ 取得・運用の難度の高いインプット情報については、「2－④環境価値評価指標の開発」との連携により代替手段等を検討						
農産物への各種評価結果の 付与・運用の実現性評価と 方法の定義	■ GHG削減量・水質・生物多様性など各種評価項目は、それぞれ評価の単位が異なることが想定される。 【例】GHG：圃場単位(ha換算)、水質：同一用水路を利用するほ場単位、生物多様性：1区画単位 等 ■ 評価項目ごとに、農産物への評価結果の付与・運用の実現性を評価したうえで、具体的な方法を検討する(以下、検討イメージ)。 ➢ 評価結果の付与・運用方法における5W1Hの検討（何を・誰が・いつ・どこで・どのように実施するか） ➢ 環境価値が付与された農産物と、慣行農産物とを識別可能な集出荷体系（5W1H）の設計						
消費者における環境価値の 理解度・浸透度を踏まえた 評価項目の研究・設計	■ 消費者の食に関するニーズ情報等をもとに、環境農産物に対する消費者の関心や理解度を把握する。 （同時に、飲食店や食品卸等とのネットワークを通じ、実需者に対して環境農産物の有する価値を働きかけていく。） ■ 上記のうえで、消費者に訴求力を持ち得る評価項目や評価結果の表現方法等について研究・設計を行う(以下、具体イメージ)。 ➢ 現段階での消費者の環境への関心はCO2が主であるため、短期的にはCO2に関する評価項目を優先 ➢ 次の段階として、生態系等も含めた理解浸透の程度に応じ、評価項目のラインナップや優先度を再検討						

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（これまでの取組）

各KPIの目標達成に向けた個別の研究開発の進捗度（2－⑤）

研究開発内容	直近のマイルストーン	これまでの（前回からの）開発進捗	進捗度
2－⑤ 環境価値評価システムの検討・開発	2－⑤－1 農研機構 全国土壌図データベースの開発 2025年度末 ・環境価値指標が、農地1筆毎の評価に適用可能となるよう全国土壌図データベースを開発するとともに、気象データ等と当該土壌図とを紐付けるための設計及び評価を実施	・粘土含量、リン酸吸収係数等の土壌特性値の地図化手法の開発を行った。 ・GHG排出・吸収量の算出に必要な月別平年気象データ（降水量および気温）をAPI化して土壌インベントリ-PROに搭載することで、気象データと土壌図データとを紐付けるための準備を行った。 ・AI-土壌図APIの仕様書をぐるなび社に提示し、土壌図データ配信に係る認識共有を実施。	○ GHG評価に必要な土壌パラメータの地図化手法開発は計画どおりの進捗状況である。また、2-④との連携も順調に進めている。
	2－⑤－2 ぐるなび 環境価値評価システムの開発 2025年度末 ・農地1筆単位でGHG評価を行うことが可能なWebシステムとして完成。 ・具体的には、農研機構が開発するGHG評価手法に基づいて評価を行い、さらに、農産物に付与された評価結果（環境価値）が保持されたまま集出荷が行われるための仕組みを開発。	・2023年6月より農研機構・ぐるなびでWGを発足させ、2－④及び2－⑤－1の研究成果をバイオ炭施用農地に対応させた評価モデルとして結果取得、GHG推計モデル計算に必要な入力情報、WEB-API仕様などを検討している。 ・JA・農業者へのデジタルリテラシー、国内外の環境配慮農法支援システム、サプライチェーンにおける環境価値等情報管理のデジタル化に関する調査を実施した。 ・本研究開発に参画予定のJAを対象として、農業生産構造、組合員動向、営農経済業務等の基礎調査を開始した。	○ 計画通り進行している。 ・機能の洗い出しとシステムのアウトラインの作成に着手している。 ・栽培・出荷管理システムの機能要件の検討に向けた基礎調査を行う。 ・対象先への調査を実施している。

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（今後の取組）

個別の研究開発における技術課題と解決の見通し（2－⑤）

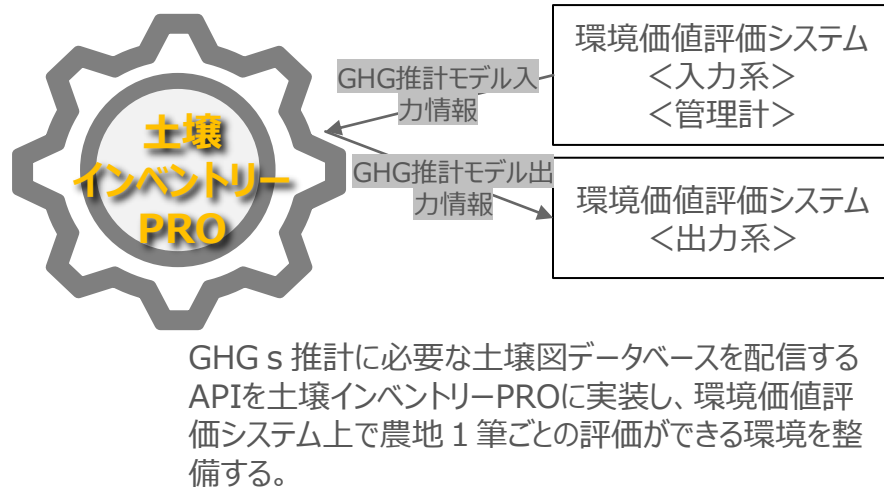
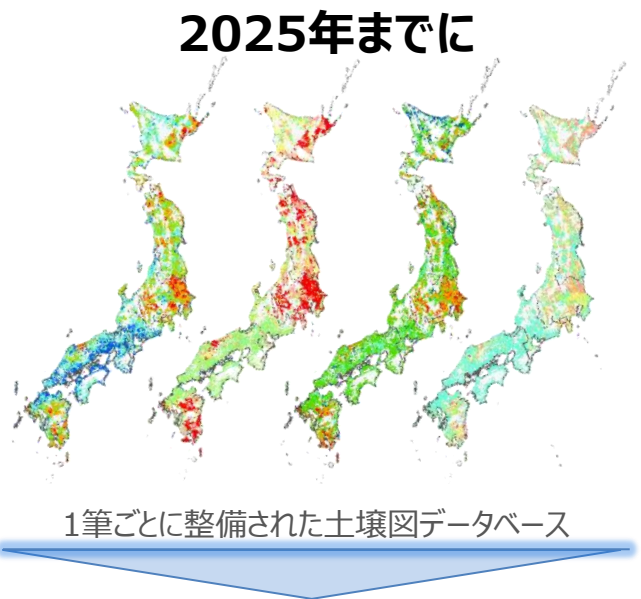
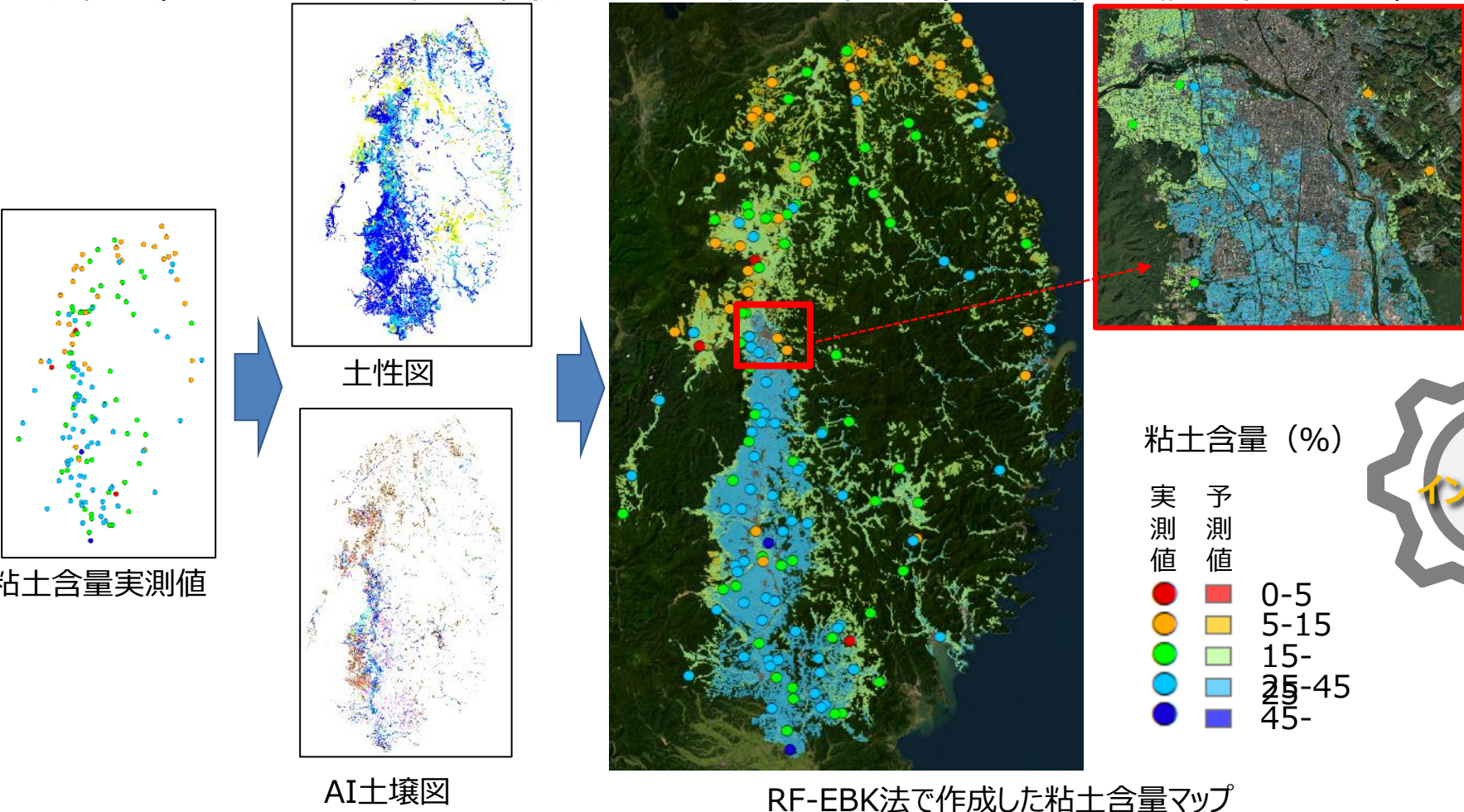
研究開発内容	直近のマイルストーン	残された技術課題	解決の見通し
2－⑤ 環境価値評価システムの検討・開発	2－⑤－1 農研機構 全国土壌図データベースの開発 2025年度末 ・環境価値指標が、農地1筆毎の評価に適用可能となるよう全国土壌図データベースを開発するとともに、気象データ等と当該土壌図とを紐付けるための設計及び評価を実施	・粘土含量の地図化手法の高精度化に向けては、予測に用いる環境パラメータの取捨選択が必要である。説得性の高いパラメータ取捨選択方法の確立する。 ・開発された土壌データベースの精度評価のため、評価用のデータ取得を行う。	・環境パラメータの取捨選択には機械学習器で用いるパラメータの重要度、およびパラメータ取捨選択による予測モデル全体の精度変動に着目して手法確立を目指す。 ・他の調査事業等で取得する土壌データを評価用として活用できないか検討を行う。
	2－⑤－2 ぐるなび 環境価値評価システムの開発 2025年度末 ・農地1筆単位でGHG評価を行うことが可能なWebシステムとして完成。 ・具体的には、農研機構が開発するGHG評価手法に基づいて評価を行い、さらに、農産物に付与された評価結果（環境価値）が保持されたまま集出荷が行われるための仕組みを開発。	・「土壌インベントリーPRO」から情報取得をしGHG評価システムとWEB-APIを介して情報取得するためのシステムを開発する。 ・調査結果を踏まえた機能要件等や2－②「地域間融通」「栽培・出荷管理」システムとの連携に係る要件定義も含め開発を行う。 ・出荷管理やシステム利用状況等を調査し、環境価値農産物の取扱量を拡大させるための課題整理をする。 ・環境価値農産物について、小売、飲食店、消費者等の需要動向や価値訴求の手法等について実態調査を行う。	・「土壌インベントリーPRO」「GHG評価システム」のWEB-API等の仕様検討し、要件定義、仕様を策定する。 ・調査結果を踏まえ、機能要件、インターフェースに反映させる。 ・利用者（農業者）へのGHG評価結果の効果的な表示方法を検討、要件定義、開発に反映させる。 ・小売・飲食店・消費者等に対する実態調査を踏まえ、効果的に訴求可能な環境価値評価の手法について具体化する。

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（参考資料）

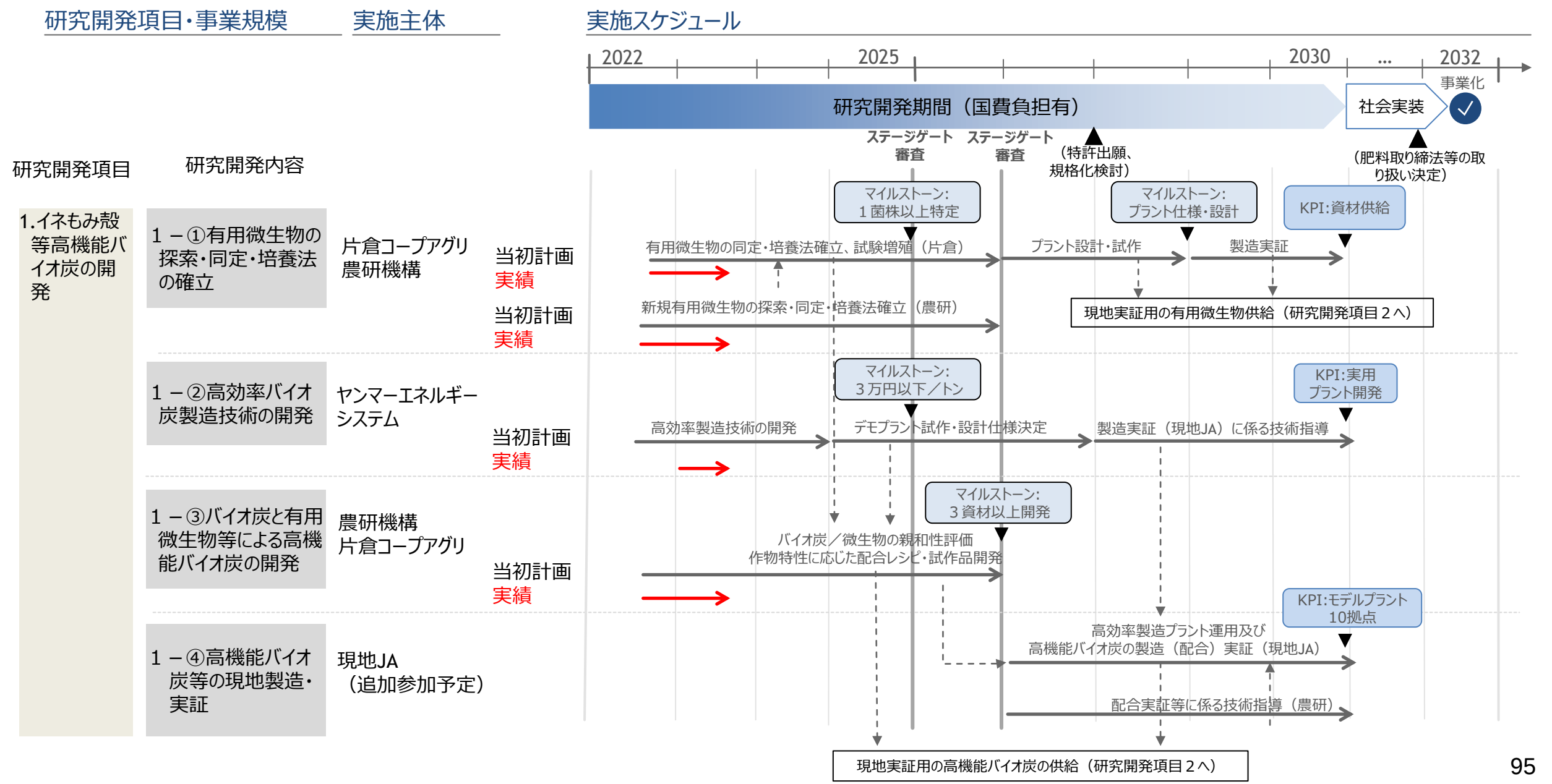
2－⑤－1 全国土壌図データベースの開発（その1）

進捗根拠：2-5-1

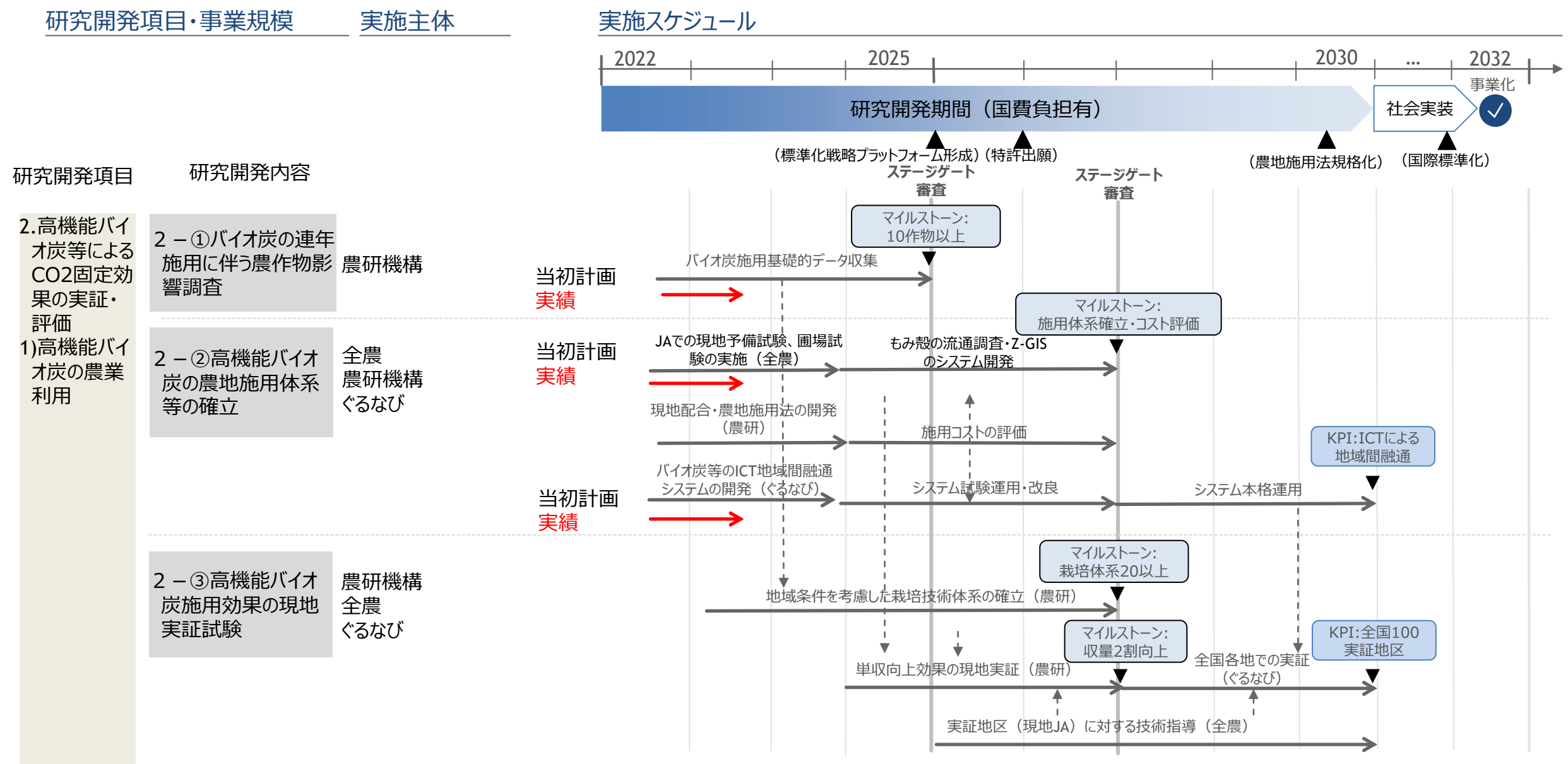
GHG評価モデルに必須の土壌中の粘土含量およびリン酸吸収係数のマップ化手法の開発を行った。粘土含量については実測値を教師データとして土壌種名（AI土壌図）、土性図、地形指標値等をパラメータとしたランダム・フォレスト法（RF法）により予測し、その誤差を経験的ベイズ・クリギング法（EBK法）により空間的に補正（RF-EBK法）。



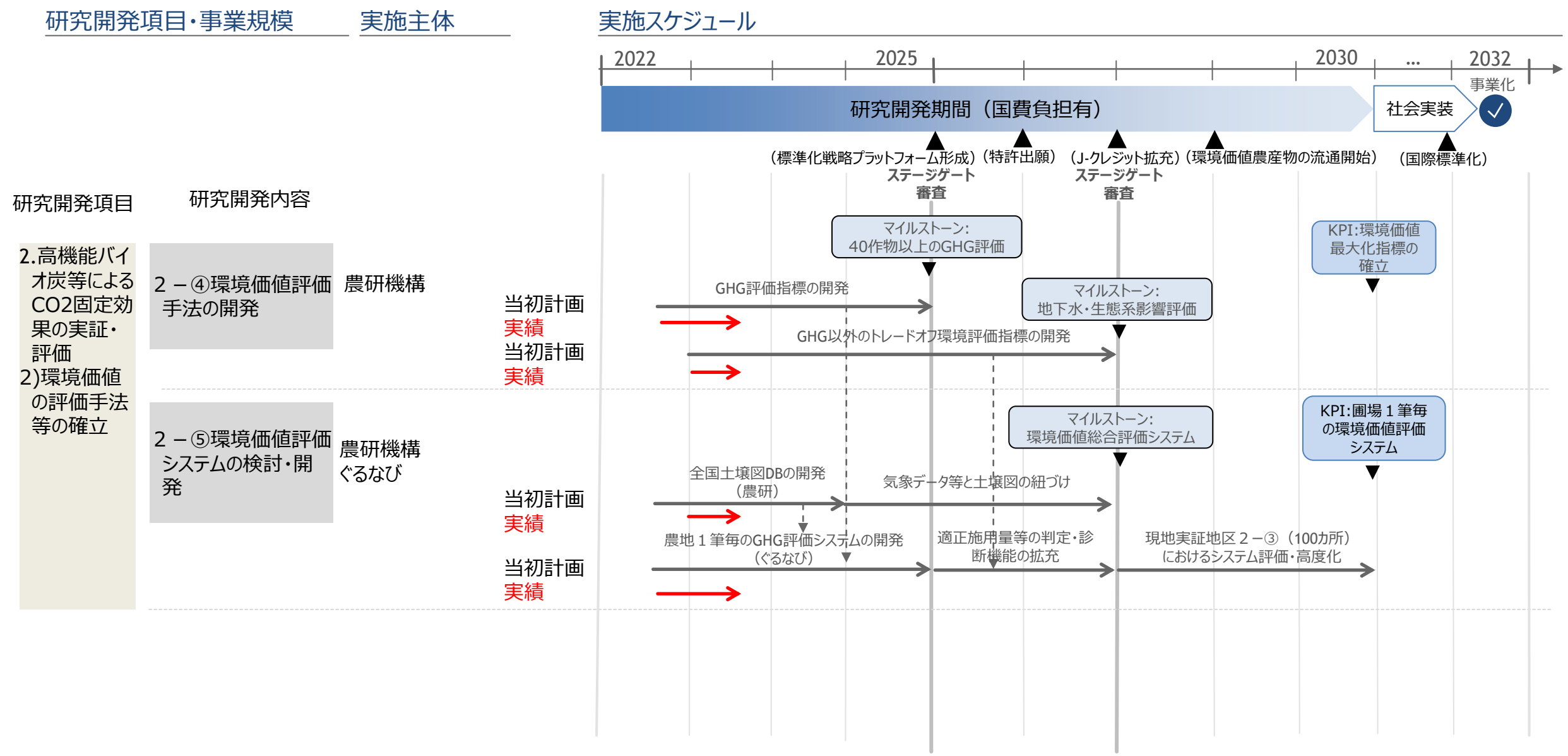
2. 研究開発計画／（3）実施スケジュール



2. 研究開発計画／（3）実施スケジュール



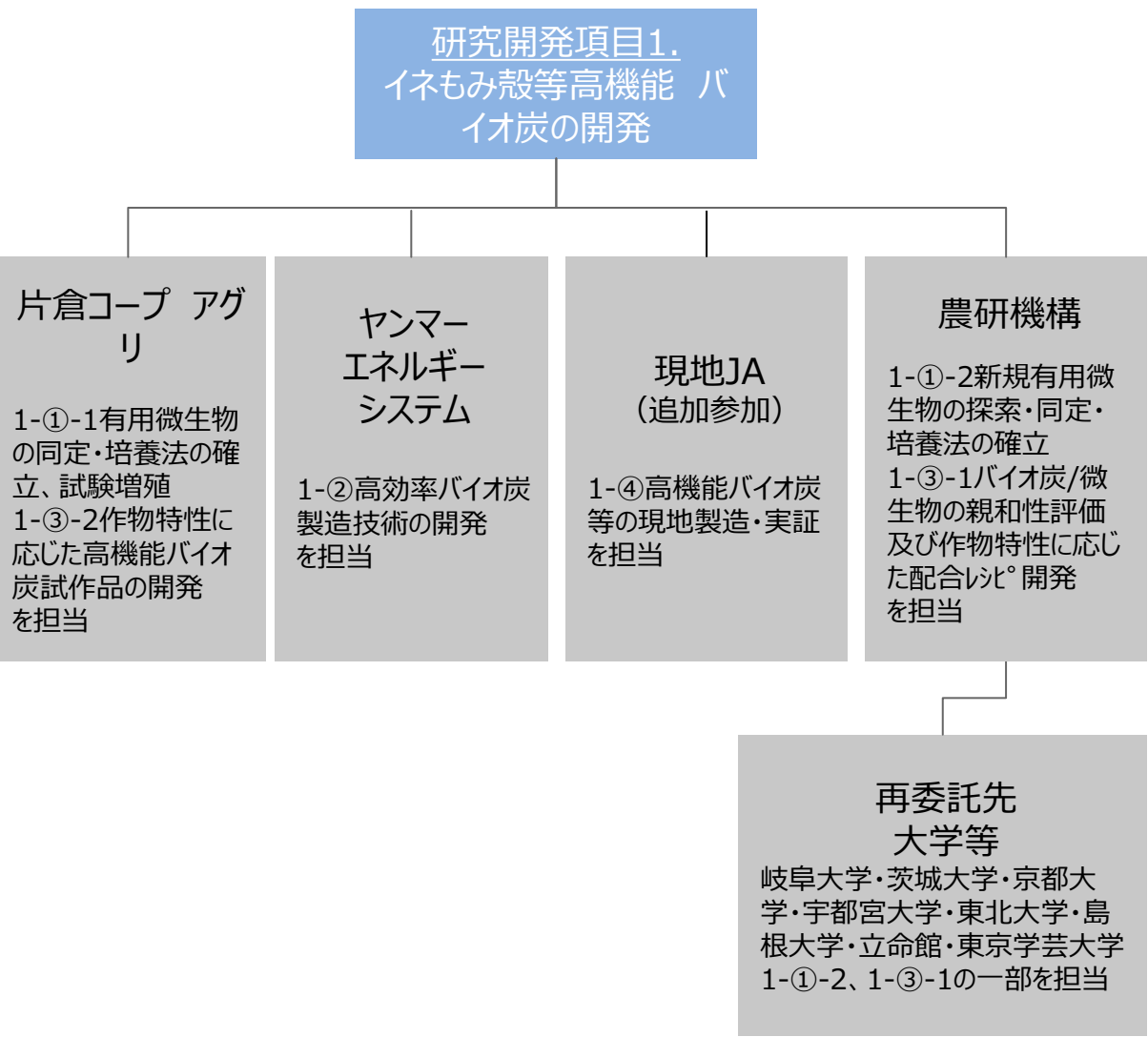
2. 研究開発計画／（3）実施スケジュール



2. 研究開発計画／（４）研究開発体制

実施体制図

各主体の役割と連携方法



各主体の役割

- 片倉コ－プアグリは、有用微生物の同定・培養法の確立、試験増殖、作物特性に応じた高機能バイオ炭試作品の開発を担当する。
- ヤンマーエネルギーシステムは、高効率バイオ炭製造技術の開発を担当する。
- 現地JA（全国10カ所程度を想定）は、高効率バイオ炭製造プラントを導入し、現地でバイオ炭を製造し、有用微生物等との現地配合を担当する。
- 農研機構は、大学等（再委託）の協力を得つつ、新規有用微生物の探索等を進めるとともに、当該微生物のバイオ炭との親和性評価等を担当する。なお、得られた研究成果（農研機構からの再委託を含む。）に関しては、コンソ参画企業の事業化を後押しするため、オープン・クローズ戦略の観点からの情報管理を徹底するとともに、用途や期限を限定などによる特許権の優先許諾を検討する。

研究開発における連携方法（共同提案者間の連携）

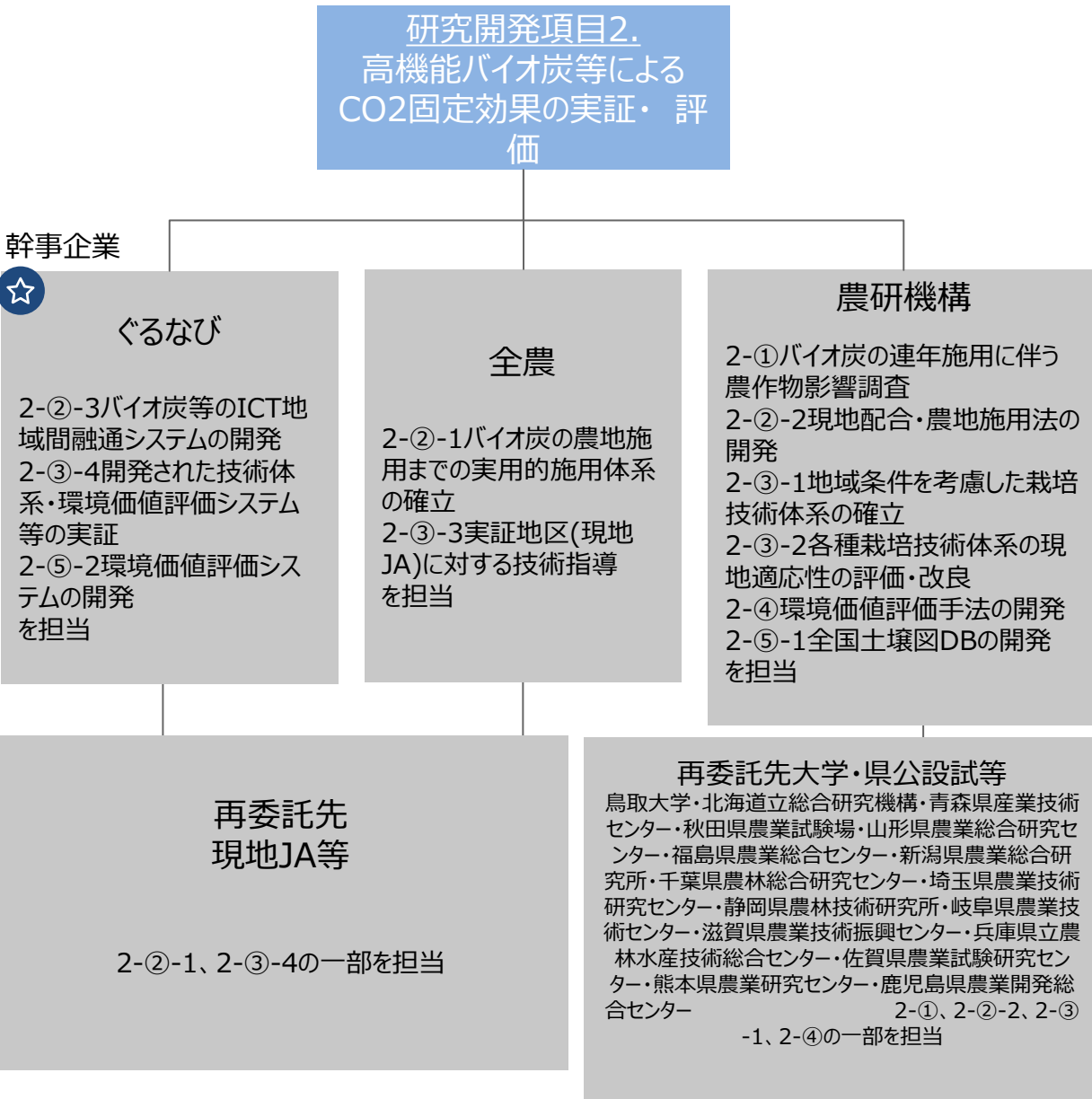
- 片倉コ－プアグリは、農研機構と連携し、提供される新規有用微生物の大量培養・資材化の可能性等を評価しながらプロジェクトを進める。また、ヤンマーエネルギーシステム及び農研機構と連携して有用微生物候補とバイオ炭との親和性評価等を進める。
- ヤンマーエネルギーシステムは、2027年度を目途に、現地JAに対して技術移転を図るとともに、製造技術の指導等を行う。

中小・ベンチャー企業の参画

- 2027年度を目途に、高機能バイオ炭の製造・販売に意欲を示す現地JAや農業生産法人等を参画させ、実証試験用プラントの導入を支援する。
- また、新規有用微生物の探索・同定等に関しては、大学発ベンチャー等に優先委託する。

2. 研究開発計画／（４）研究開発体制

実施体制図



各主体の役割と連携方法

各主体の役割

- ぐるなびは、高機能バイオ炭の現地実証を推進（現地JA等に再委託）するとともに、現地JA（研究開発内容1）で製造された高機能バイオ炭を実証地区に融通調整するためのICTシステム開発や、圃場1筆毎の環境価値評価が可能なWebシステムの開発を担当する。
- 全農は、バイオ炭原料としてのもみ殻の発生状況の調査、バイオ炭の現地製造・農地施用の推進等を担当する。
- 農研機構は、県公設試等（再委託）の協力を得つつ、バイオ炭を連年施用した場合の各種農作物への影響等の基礎的なデータを収集し、農作物や地域の実情に応じた栽培技術体系等を新たに開発する。また、バイオ炭施用による農産物の環境価値評価手法を開発するとともに、その手法を農地1筆毎（全国437万ha）に適用可能となるよう全国土壌図DB等を開発し、ぐるなび（幹事社）のWebシステムの開発支援を行う。なお、得られた研究成果（農研機構からの再委託を含む。）に関しては、コンソ参画企業の事業化を後押しするため、オープン・クローズ戦略の観点からの情報管理を徹底するとともに、用途や期限を限定などによる特許権の優先許諾を検討する。

研究開発における連携方法（共同提案者間の連携）

- ぐるなびは、全農と分担・連携して現地JA等（再委託）が行う現地実証試験を推進する。
- 農研機構は、県公設試等（再委託）の協力を得つつ、ぐるなびが推進する現地実証に必要な栽培技術体系を確立し、現地の技術指導等を担う全農に技術支援を行う。
- また、農研機構は、現地実証によって固定化されたCO2量等を環境価値として見える化するための評価手法を開発し、ぐるなびによるWebシステムの開発を支援する。

中小・ベンチャー企業の参画

- 2025年度を目途に、高機能バイオ炭の現地実証を開始し、農地炭素貯留の推進に意欲を示す現地JAや農業生産法人等の参画（再委託）を支援する。

2. 研究開発計画／（5）技術的優位性

研究開発項目	研究開発内容	活用可能な技術等	競合他社に対する優位性・リスク
1. イネもみ殻等高機能バイオ炭の開発	1－① 有用微生物の探索・同定・培養法の確立	- 肥料メーカーとして微生物資材の製造・販売の技術を所有 - 販売活動を通じ、生産現場ニーズの把握、技術活用のフィードバックを得られる。 - 土壌生物性データベース化事業 - 竹腰ら、焼酎蒸留残液によるジャガイモ種イモ浸漬処理が共存細菌群衆およびそうか病菌に対する拮抗細菌に及ぼす影響、2020、土と微生物74、32-41	→ 農食事業26065コンソーシアムにおける「有用細菌の資材化の試み」や戦略的イノベーション創造プログラム（次世代農林水産業創造技術）における「ジャガイモそうか病防除のための新規の機能性肥料と微生物資材の開発」等の研究実績を有し、社会実装のための経験を有する。みどりの食料システム戦略実現技術開発・実証事業費補助金等のうちスマート農業の総合推進対策（データ駆動型土づくり推進事業）へ参加することにより、土壌データベースの活用が可能。
	1－② 高効率バイオ炭製造技術の開発	- 結晶質シリカ生成抑制高温もみ殻ガス化技術 - ガス燃焼技術 - 遠隔監視、全国拠点による国内サービス網	→ - 結晶質シリカのない高温バイオ炭の製造技術 ※特許取得 → - 自動化、省力化、連続運転による稼働率向上と製造コスト低減
	1－③ バイオ炭と有用微生物等を組み合わせた高機能バイオ炭の開発	- 微生物資材製造ノウハウ - 特許第6997561号、ジャガイモそうか病に対する微生物含有防除資材及び防除方法 - 特許第4359619号、新規な<i>Paenibacillus</i>属菌およびそれらの菌もしくはそれらの菌の培養物質を利用した植物病害防除 - 特許第4472945号、植物ウィルスを防除する微生物及び当該微生物からなる植物ウィルス防除剤並びに当該微生物を用いた植物ウィルスの防除方法 - 特許第4398663号、植物の生育促進および病害抑制資材	→ - 微生物資材専用の製造工場を所有し、製造・販売による持続可能な社会活動が成立している。 - 有用微生物の資材化及びそれらによる病害防除方法に関する特許を所持 - 木材成分総合利用技術事業（木質炭）の取り組みへの参加実績
	1－④ 高機能バイオ炭等の現地製造・実証	- 複数の現地JAにおいてもみ殻燐炭の製造実績を有している。 - 全農においては、現地JAの依頼に応じ、これまでカントリーエレベーターの設計・製造管理を行ってきた。	→ 原料バイオマスであるもみ殻が集積保管されるカントリーエレベーターが全国約900カ所に配置されているため、現地JAが連携して当該施設を拠点とした高機能バイオ炭製造・配合拠点を整備することが可能。

2. 研究開発計画／（5）技術的優位性

研究開発項目	研究開発内容	活用可能な技術等	競合他社に対する優位性・リスク
2.高機能バイオ炭等によるCO2固定効果の実証・評価 1)高機能バイオ炭の農業利用	2－① バイオ炭の連年施用に伴う農作物影響調査	農研機構地域農研センター（北海道、東北、関東・東海・北陸、近畿・中国・四国、九州・沖縄）の活用及び地域農研センターと県公設試との連携による多様な農作物影響調査の実施	→ 地域性を考慮して多くの調査事例の積み重ねが必要となるため、農研機構地域農研センターと県公設試との強固な連携関係を生かし、全国的な大規模調査が可能。
	2－② 高機能バイオ炭の農地施用体系等の確立	一部JAでは、所有するカントリーエレベーター等においてもみ殻燐炭の製造実績あり。また、JAは、一般的に農業者に対する肥料・生産資材等の配送ロジスティックを有している。	→ - 全国各地のカントリーエレベーター等の設置実績を有するJAグループと関係機関の協力を得ることで、原料もみ殻の収集からバイオ炭製造、微生物資材との配合、高機能バイオ炭の農地施用までの一連の実用的な施用体系の検討・実証を実施可能。 → - ICTを活用したバイオ炭地域間融通システムに関しては、農家向けの営農情報サービスとして、ぐるなびアグリサービス（ぐるなび）及びZ-GIS（全農）を有しているため、本システムに接続・統合することにより、多くの農業者やJA等の参画が可能。
	2－③ 高機能バイオ炭施用効果の現地実証試験	【特許】3成分同時分析装置および3成分同時分析方法（特許6843395） 【特許】ガスクロマトグラフのためのガス自動注入装置（特許6035557） 【特許】超高純度窒素ガスの生成方法（特許5852422） 【特許】ガス採取装置（特許4831583） 【特許】大気ガスの測定方法及び装置（特許4406694）	→ - 温室効果ガス3成分同時分析計の高度化技術（ヘリウム不使用等） → - 汎用性のあるオートサンプラーに関する知財を保有している → - キャリアーガスに空気から分離した窒素を使用することで低ランニングコスト実現 → - 圃場でのガス採取が自動 → - 世界初の温室効果ガス3成分同時分析計である

2. 研究開発計画／（5）技術的優位性

研究開発項目	研究開発内容	活用可能な技術等	競合他社に対する優位性・リスク
2.高機能バイオ炭等によるCO2固定効果の実証・評価 2)環境価値の評価手法等の確立	2－④ 環境価値評価手法の開発	• 土壌炭素貯留を評価する日本版改良RothCモデル（Shiratoら2005; Takataら2011） • 水田メタンを評価するDNDC-Riceモデル（Fumotoら2008, Katayanagiら2016、2017） • 窒素溶脱を評価するLEACHMモデル（Asadaら2013、2015、2018） • 土壌のCO2吸収「見える化」サイト (https://soilco2.rad.naro.go.jp/)	→ • 日本国内でこれらのモデル開発を行っている競合他社はほぼ存在しない。また、これらのモデルを活用した意思決定支援webサイトも、国内では唯一であり競合他社は存在しない。
	2－⑤ 環境価値評価システムの検討・開発	• 農研機構では、「土壌のCO2吸収「見える化」サイト」の開発・運用実績あり。 • また、過去の土壌インベントリー調査結果に基づき、全国437万haの農地を対象とした農地1筆毎の土壌図（土壌インベントリーPRO）を開発中。 • ぐるなびでは、生産された農産物の環境価値情報を消費者等に伝達するためのシステム（ICTを活用した消費者行動変容システム）に関し、別途、農水省プロジェクトで開発中。	→ • 土壌インベントリーPRO（農研機構）を活用し、農業者がWeb上の地図情報から自身のほ場位置を選択するだけで、高機能バイオ炭の施用量に応じた正確な環境価値評価を可能とするシステム構築が可能。また、土壌の性質（土質）に応じた精密なCO2固定効果の評価が可能になる。 → • ぐるなびが開発中のシステムと連動させ、上記評価情報を付加した農産物の流通が可能となり、生産された農産物の環境価値が消費者や食品事業者にも訴求される、ビジネスモデルが実現する。

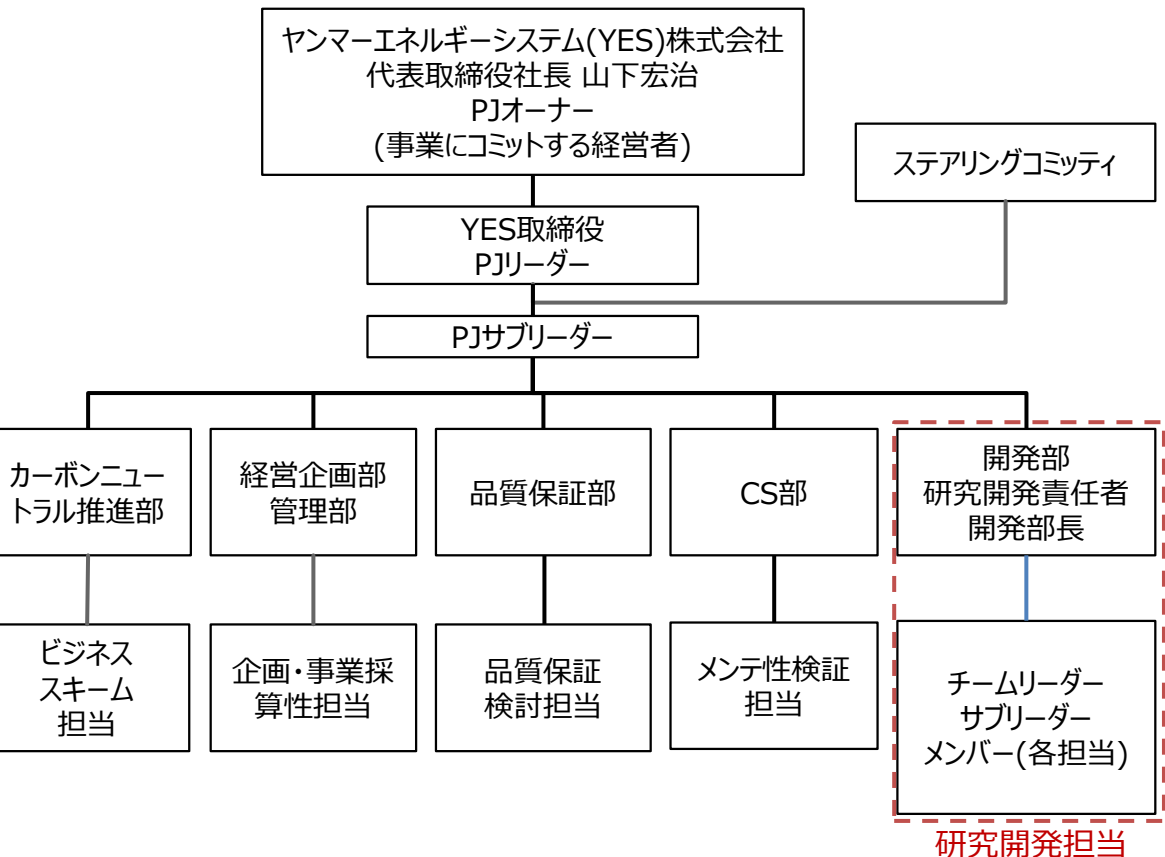
3. イノベーション推進体制

(経営のコミットメントを示すマネジメントシート)

3. イノベーション推進体制／（1）組織内の事業推進体制

経営者のコミットメントの下、PJチームを形成し、社内横断的に事業化を推進

組織内体制図



組織内の役割分担

研究開発責任者と担当部署

- 研究開発責任者
 - 開発部部長：研究開発の進捗管理を担当
- 担当チーム
 - 開発部：もみ殻炭製造装置の研究開発を担当
※事業性等は組織横断チームで評価
- チームリーダー：研究開発内容の推進手動
 - チームリーダー：バイオマス燃料利用、木質ガス化発電システムの開発
【環境省】途上国向け低炭素技術イノベーション創出事業 等

部門間の連携方法

- 市場での実証段階で、開発部を主体として、品質保証部、CS部等が部門横断的に推進する。
- 定期的に相互の進捗報告を行い、課題・日程等を管理を行う。

3. イノベーション推進体制／（2）マネジメントチェック項目① 経営者等の事業への関与

経営者等による高効率バイオ炭製造設備供給事業への関与の方針

経営者等による具体的な施策・活動方針

- 経営者のリーダーシップ
 - 中期事業計画においてカーボンニュートラルの推進を提起
※炭素吸収としてバイオ炭に注目し、高効率バイオ炭製造設備の開発、事業化を推進する。
 - カーボンニュートラル関連製品の定期的なプレスリリースの実施、またホームページ上でも情報を公開する。
もみ殻に関するプレスは2019年11月に実施している。
 - 新たなイノベーションに対する執行責任者を配置している。
各年において社員の新たなチャレンジを奨励する体制や仕組みを構築している。
- 事業のモニタリング・管理
 - 本事業の取り組みを当社の重点課題として設定。代表取締役が議長を務める会議体(月1回)にて進捗を確認する。
 - 進捗に問題がある場合は代表取締役から改善指示を出す。
 - (KPI)2025年度までに、もみ殻バイオ炭の製造コストが3万円／トン以下となる製造法を確立

経営者等の評価・報酬への反映

- 当社の重点課題＝代表取締役評価項目であり、その進捗や達成度により経営者や担当役員・担当管理職等の評価や報酬の一部に反映される。

事業の継続性確保の取組

- 経営者の引継ぎ事項は以下の通りであり、経営者交代時にも確実な引継ぎが行われる。
 1. 中期事業計画
 2. 単年度事業方針
 3. 重点課題(＝経営者の評価項目)

3. イノベーション推進体制／（3）マネジメントチェック項目② 経営戦略における事業の位置づけ

経営戦略の中核において本事業を位置づけ、広く情報発信

取締役会等での議論

- カーボンニュートラルに向けた全社戦略
 - 中期事業計画において、水素関連事業を含めたカーボンニュートラルの取り組みが策定されている。
- 事業戦略・事業計画の決議・変更
 - YANMAR GREEN CHALLENGE2050での活動計画や中期開発計画を経営会議にて決議している。
 - 取締役会において事業の進捗レビューを実施し、事業環境の変化等に応じて見直しを行う
 - 関連部署の担当役員(取締役・執行役)による周知を実施
- 決議事項と研究開発計画の関係
 - 研究開発計画は事業計画において、優先度を高く位置づけている。

ステークホルダーに対する公表・説明

- 情報開示の方法
 - ヤンマーホールディングスが発行するCSR報告書等において、事業内容を明示的に位置づける。
 - 採択された場合に、研究開発計画の概要をプレスリリース等により対外公表を予定。
- ステークホルダーへの説明
 - サプライヤー・サービス協力店・特約店に対し、定期的に事業戦略や需要動向等の報告を実施予定。
 - カーボンニュートラル関連製品の定期的なプレスリリースの実施、またホームページ上でも情報を公開する予定。

3. イノベーション推進体制／（4）マネジメントチェック項目③ 事業推進体制の確保

機動的に経営資源を投入し、着実に社会実装まで繋げられる組織体制を整備

経営資源の投入方針

- 実施体制の柔軟性の確保
 - 代表取締役をオーナーとし、カーボンニュートラル推進担当役員をPJリーダーとするPJチームを創設した。
（メンバーは開発部、経営企画部、管理部、CN推進部、品質保証部、CS部）
PJの状況に応じ、代表取締役の判断でリソースの投入等を行う。
 - PJの戦略予算を確保し、外部リソースの活用を可能とする。
 - モニター機でビジネスモデルを検証しアジャイルに開発を推進する。
- 人材・設備・資金の投入方針
 - 開発部を主体として、企画、経理その他グループ内関係会社からプロセスに応じ人材投入を予定する。
 - 設備および土地は、ほぼ全数を既存利用する予定であるが、実証試験時は土地等の有償借用を予定する。
 - 長期的な開発計画として、中長期計画事業計画に計画を盛り込む。

専門部署の設置

- 専門部署の設置
 - 代表取締役をオーナーとし、経営者直轄の専属プロジェクトを設置。機動的な意思決定を可能とする。
 - 開発部・経営企画部（事業計画機能・マーケティング機能を含む）をプロジェクトメンバーに含めることで、不断に検証することが可能。
- 若手人材の育成
 - 30代の若手社員をプロジェクトメンバーに選定し、育成を実行する
 - 学会やスタートアップ企業との共同研究は現時点では計画にないが、もみ殻に関する有力な組織が今後生まれた場合、共同研究を検討するものである

4. その他

4. その他／（１）想定されるリスク要因と対処方針

リスクに対して十分な対策を講じるが、事業採算性が見込めない場合には事業中止も検討

研究開発（技術）におけるリスクと対応

- **有用微生物との親和性に関するリスク**
 - コンソーシアム内での連携強化
 - バイオ炭単独での高機能化と低コスト化の検討
- **機器納期遅れによるリスク**
 - 中古品の流用等の検討
- **開発遅れによるリスク**
 - シミュレーションによる効率化等を実施
- **環境性に対するリスク**
 - 適正な後処理を実施(経済性試算結果による)
- **競合他社によるリスク**
 - 製造方法に関する特許取得
 - 施用効果の検証とバイオ炭品質基準の作成
- **耐久性の低さによるリスク**
 - CS、品証と協力しモニタチームで耐久性予測
- **経営環境の変化によるリスク**
 - 代替企業への技術移管等を実施

社会実装（経済社会）におけるリスクと対応

- **顧客ニーズとのギャップによるリスク**
 - 顧客サイトへの導入によるPoCを実施
 - 見込み顧客の視察誘導とVOCによる改善
- **もみ殻工業利用によるリスク**
 - 顧客へのCSR提案等を実施
- **バイオ炭の高機能化開発遅れによるリスク**
 - バイオ炭単独での付加価値検証等を実施
- **バイオ炭需要減によるリスク**
 - バイオ炭単独での付加価値検証等を実施
- **半導体供給不足によるリスク**
 - 製造納期を考慮した営業・製造を実施
- **物価高騰によるリスク**
 - 現状を反映した目標値の見直し

その他（自然災害等）のリスクと対応

- **温暖化、不作によるリスク**
 - シリカの効果検証等を実施



● 事業中止の判断基準：

予期せぬ経営環境の悪化や、バイオ炭とバイオ炭製造設備の需要が伸びず、事業採算性が見込めない場合等には事業を中止する。