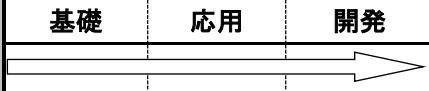


委託プロジェクト研究課題評価個票（終了時評価）

研究課題名	革新的環境研究プロジェクトのうち農林水産分野における炭素吸収源対策技術の開発			担当開発官等名	農林水産技術会議事務局研究開発官 (基礎・基盤、環境)
				連携する行政部局	大臣官房環境バイオマス政策課（技術班、地球温暖化対策班） 大臣官房政策課技術政策室 農産局穀物課 農産局果樹・茶グループ 農産局農産政策部農業環境対策課 林野庁森林整備部研究指導課 林野庁林政部経営課特用林産対策室 水産庁増殖推進部研究指導課 水産庁漁港漁場整備部整備課
研究期間	R 2～R 6（5年間）			総事業費（億円）	8. 0億円（見込）
研究開発の段階	基礎	応用	開発		

研究課題の概要

<委託プロジェクト研究課題全体>

パリ協定（※1）に基づく成長戦略としての長期戦略（※2）（令和元年6月閣議決定。以下「長期戦略」という。）では、今世紀後半のできるだけ早期に「脱炭素社会」を実現するとともに、2050年までにカーボンニュートラル実現に向けて施策に取り組むこととされている。長期戦略では、吸収源対策（※3）について、温室効果ガス（GHG）（※4）の排出量と吸収源による除去量との均衡を実現するため十分な吸収源を確保することとし、森林、農地、ブルーカーボン（※5）を含む自然環境、バイオマス製品による貯留等、持続的で新たな価値を創出する農林水産業を通じた取組を進めることが明記されている。炭素吸収源対策を推進するため、以下の研究開発を行う。

<課題①：農地土壌の炭素貯留能力を向上させるバイオ炭資材等の開発>

炭素吸収源として令和2年から温室効果ガスインベントリ（※6）へ登録されたバイオ炭（※7）の農地等での利用を促進するため、施用しやすく、炭素貯留効果と土壌改良効果が高い資材を開発する。また、各種バイオマスを原料としたバイオ炭の特性を明らかにし、各種土壌に施用したときのGHG削減効果の評価等を行う。

<課題②：ブルーカーボンの評価手法及び効率的藻場形成・拡大技術の開発>

炭素吸収源としてのポテンシャルの高いブルーカーボンの温室効果ガスインベントリ登録に向け、藻場（※8）タイプ別のブルーカーボン評価手法の開発及びブルーカーボンの全国評価を行う。また、ブルーカーボン生態系の維持・再生の阻害要因の解明とその対策技術の開発を行い、二酸化炭素吸収と生態系保全機能を併せ持つ藻場の形成・拡大を効率的に行う技術を開発する。

<小課題1：藻場タイプ別の吸収係数評価モデルの開発とCO₂吸収量の全国評価（令和2～6年度）>

- ・我が国の藻場を構成する海草・海藻タイプ別の二酸化炭素隔離・貯留プロセスを組み込んだ吸収量評価モデルを作成し、全国評価を実施。

<小課題2：ブルーカーボン生態系の増強技術の開発（令和2～6年度）>

- ・藻場のCO₂吸収量の算定に必須な活動量（吸収源面積）の向上のため、藻場形成・拡大に向けた技術開発を実施。ブルーカーボン生態系の阻害要因への対策技術と新規の増養殖技術の開発を行い、CO₂吸収機能と生態系保全機能を両立できる藻場の形成・拡大を効率的に行う技術の社会実装試験を重点海域で実施。

<課題③：木質リグニン（※9）由来次世代マテリアルの製造・利用技術の開発>

炭素吸収源である木質バイオマス由来のマテリアル利用、特に、自動車部材等への用途の拡大を図るため、国産森林資源由来の新素材「改質リグニン（※10）」を活用し、従来のバイオ素材で実現されていない高い性能（熱可塑性（※11）を持ち、スーパーエンブラ（※12）相当の強度と耐熱性）と環境適合性（リサイクル性や生分解性（※13））を有するバイオベース材料を開発する。

1. 委託プロジェクト研究課題の主な目標

<課題①：農地土壌の炭素貯留能力を向上させるバイオ炭資材等の開発>

- ・施用しやすく炭素貯留効果と土壌改善効果が高いバイオ炭資材及び施用技術を2種以上開発
- ・各種バイオ炭施用におけるGHG収支および土壌炭素貯留効果を算定

<課題②：ブルーカーボンの評価手法及び効率的藻場形成・拡大技術の開発>

- ・全国の藻場を21タイプに分け、各タイプに即した藻場タイプ別評価モデルを作成し、令和5年度までにブルーカーボンの全国評価による二酸化炭素吸収量の算定を終える。
- ・二酸化炭素吸収と生態系保全機能を併せ持つ藻場の効率的な形成・拡大技術を2種以上開発し、複数の試験海域で二酸化炭素吸収量を26%以上向上。

<課題③：木質リグニン由来次世代マテリアルの製造・利用技術の開発>

- ・リグニンスーパーエンブラの製品適用の可能性及び環境対応性能を実証し、リグニンスーパーエンブラの製造プロセスを確立する。

2. 事後に測定可能な委託プロジェクト研究課題としてのアウトカム目標（令和12年度）

<課題①：農地土壌の炭素貯留能力を向上させるバイオ炭資材等の開発>

- ・バイオ炭資材の普及により、バイオ炭の利用量（※14）を令和元年時点のバイオ炭の炭素貯留効果による排出削減量（5.56千トンCO₂（日本国インベントリ報告書））の3倍に増加させる。

<課題②：ブルーカーボンの評価手法及び効率的藻場形成・拡大技術の開発>

- ・開発された藻場タイプ別評価モデルを用いて各省庁と連携を取ることで、令和7年までに海草・海藻類のインベントリ登録を目指した動きに寄与する。
- ・開発された藻場形成拡大技術に含まれる種苗生産技術を用いて、種苗生産可能な海藻種を20%増加させ、人工種苗を用いた海藻生産量を50%増加させる。
- ・開発した藻場形成拡大技術を用いて、海草・海藻類を対象とした漁業者等によるカーボンクレジット創出量を2倍以上増加させるとともに、吸収源としての天然藻場・人工藻場面積増加率を50%向上させる。

<課題③：木質リグニン由来次世代マテリアルの製造・利用技術の開発>

- ・リグニンスーパーエンブラを用いた5種類の製品が実用化する。

【項目別評価】

1. 研究成果の意義




ランク：A

（1）研究成果の科学的・技術的な意義、社会・経済等に及ぼす効果の面での重要性

GHGの排出削減目標という国際的な約束を達成するための公共性が高い研究開発であり、中長期的、全国的視点に立って取り組む必要がある。さらに、本課題で取り組む研究内容は、基盤技術の開発から、基盤技術を応用に結び付ける研究開発であるとともに、他の研究分野と比較し、民間や公設試の研究開発インセンティブが働きにくいことから、国が主導し、国立研究開発法人、大学、民間など幅広い研究勢力を結集して取り組むことが求められる。あわせて、COP28などにより地球温暖化対策に国際的な関心が高まっており、スピード感をもって総合的に推進することが必要である。

<課題①：農地土壌の炭素貯留能力を向上させるバイオ炭資材等の開発>

(1) 最終の到達目標に対する達成度

最終の到達目標(令和6年度)に対する各年度(3月末時点)における進捗目標値	R2年度	R3年度	R4年度	R5年度	R6年度
	20%	40%	60%	80%	100%
【目標1】 施用しやすく炭素蓄積効果と土壌改善効果が高いバイオ炭資材および施用技術を2種以上開発	20%	50%	60%	80%	
	特許出願1件など開発が予定より進んでいる				
【目標2】 各種バイオ炭施用におけるGHG収支および土壌炭素貯留効果を算定	20%	40%	80%	80%	
 					
 【アウトカム目標(令和12年度)】 バイオ炭資材の普及により、バイオ炭の利用量を現在(2019年時点)の3倍に増加させる。					
(凡例) ■ 予定より遅れている ■ 予定通り ■ 予定より進んでいる					

(2) 最終の到達目標に対する今後の達成可能性とその具体的な根拠

①-1 施用しやすく炭素貯留効果と土壌改善効果が高いバイオ炭資材及び施用技術を2種以上開発

農地土壌の炭素貯留・肥効・N₂O排出削減に資するバイオ炭混合肥料の開発に取り組み、令和5年度末までに配合比率を改良した3種類のバイオ炭混合肥料のN₂O排出傾向を培養実験で確認するとともに、圃場試験(茨城県南部、神奈川県)において、地域の代表作型で、試作肥料のN₂O排出傾向、肥効の検証が完了見込み。また、鶏ふんベースのバイオ炭を連用した場合の作物・土壌への影響を圃場レベルで検証するとともに、鶏ふん炭複合肥料の肥料効果の検証を行い、鶏ふん炭に含まれる肥料要素可溶性の生成温度依存性を解明し、1件の特許を出願。これにより、施用しやすく炭素貯留効果と土壌改善効果が高いバイオ炭資材を2種以上開発できる見込み。

北海道、北陸、西日本、九州において、地域・気候帯・栽培体系ごとに入手可能なバイオ炭候補を選定し、バイオ炭施用による土壌炭素貯留と栽培適性の検証を複数年で進めている。これにより炭素貯留効果と土壌改善効果が高い施用技術を2種以上提示できる見込み。

①-2 各種バイオ炭施用におけるGHG収支および土壌炭素貯留効果を算定

令和5年度までにIPCCガイドラインの炭素貯留量の算定式と工業分析値を用いた日本独自の算定式の関係性を明らかにし、原料や製炭温度の異なる多様なバイオ炭の炭素貯留量の算定を精緻化する。

バイオマス資源ごとの利用可能量を整理したバイオ炭生産資源データセットを調整中。令和6年度末までにバイオ炭の生産ポテンシャル推定の算定式を決定・精緻化し、バイオ炭による土壌炭素貯留ポテンシャルの推定と、マップ化が完了する見込み。「日本土壌インベントリ」(農研機構ウェブサイト)より都道府県別の潜在的なバイオ炭生産量の表示とダウンロードが可能となる。

上記のバイオ炭施用による土壌炭素貯留量の算定式は、多年度にわたって各地域で実施しているバイオ炭施用試験でのGHG収支の実測値とともに、令和6年度までに「土壌CO₂見える化サイト」(農研機構のウェブ算定ツール)に反映する。

以上のように、研究は順調に進んでおり、最終到達目標は十分に達成可能と考えられる。

<課題②：ブルーカーボンの評価手法及び効率的藻場形成・拡大技術の開発>

(1) 最終の到達目標に対する達成度

②-1 藻場タイプ別の吸収係数評価モデルの開発とCO₂吸収量の全国評価

ブルーカーボンを国の温室効果ガスインベントリに登録することに貢献することを前提にしているプロジェクト研究のため、ブルーカーボン評価モデルはIPCC湿地ガイドライン(※15)に準じた形式とし、かつ海域別の精緻な二酸化炭素吸収量を算定する必要がある。そのモデル構築と吸収量算定には、海域別、藻場タイプ別の吸収係数(各藻場タイプが単位面積当たり吸収する年間二酸化炭素量)を構成するパラメータ及び藻場タイプ別の面積の全国集計値が必須となる。

中間評価の時点で吸収係数については、藻場タイプ別のCO₂隔離量パラメータ、隔離後に分解されずに貯留プロセスへ移行する有機炭素量を算出するための4つの残存率パラメータ（堆積、深海輸送、溶存・粒状難分解）を含むすべてのパラメータの算定が終了している。

その後、各省庁の担当部局と連携をとりながら、国のGHGインベントリ報告書に登録するために必要となる、藻場のCO₂貯留量の時系列評価を可能にする評価モデルを令和4年度に完成させ、モデルパラメータと残存率を評価するために必要な藻場タイプ別の全国藻場分布マップ作成も終了した。これらの成果を用いて、藻場による年間CO₂貯留量の全国評価の算定を実施した。さらに、これらの成果が活用された結果、令和6年1月22日に開催された環境省の温室効果ガス排出量算定検討会において、天然の海草・海藻藻場の算定方法が承認され、令和6年4月のインベントリ登録に向けて大きく前進した。

②-2 ブルーカーボン生態系の増強技術の開発

漁場環境整備として実施されてきた藻場造成は100年におよぶ歴史があり、近年では磯焼け対策を主軸にハード面・ソフト面双方において様々な手法・技術が開発されてきている。しかしながら、CO₂吸収源機能の側面から藻場を形成・拡大する技術開発は未着手であり、漁場整備による藻場造成の目標と組み合わせ、コベネフィットが得られる技術開発を進める必要がある。令和3年度に確立した藻場形成のヒステリシスを考慮した新しい4つの基盤技術（人工海藻+加入プレート技術、深層藻場形成技術、小型海藻再生技術、養殖による隔離技術）をベースに、各重点海域の環境条件に合わせた技術を2種以上開発すべく、現在8つの重点海域で試験を実施して各海域で十分な進捗が見られている（令和6年度中に達成見込み）。

（2）最終の到達目標に対する今後の達成可能性とその具体的な根拠

②-1 ブルーカーボンの全国評価による二酸化炭素吸収量を算定

藻場のCO₂貯留量評価モデル、残存率等のモデルパラメータについてはすべて令和4年度に完成させ、藻場タイプ別の全国藻場面積の解析も終了したことにより、藻場による年間CO₂貯留量の全国評価の算定値が確定した。現在、評価モデルから得られた全国の藻場タイプ別吸収係数を用い、国の温室効果ガスインベントリへ藻場による二酸化炭素吸収量の登録が検討されていることから、本小課題に関する最終成果はすべて達成される見込みである。

②-2 二酸化炭素吸収と生態系保全機能を併せ持つ藻場の効率的な形成・拡大技術を2種以上開発

本課題開始時に想定していた以上の環境変動の影響が深刻化しており、藻場生態系のヒステリシス変化を考慮した4種の基盤技術を個別に使うだけでは藻場を維持・拡大できない海域が多くあった。そのため、中間評価後はこの4つの基盤技術を統合した新たな基盤技術として各海域で試験を実施している。そのうち、海草・海藻それぞれを対象とした技術試験において、到達目標値を達成した技術が現時点で2種出ている。対象海域によっては藻場を構成する種が多年生の生活史である場合もあり、さらに藻場は冬期から翌年春期に成長・形成されるため、各海域の最終成果は令和6年度春に得られる予定である。したがってこれらの技術検証を着実に推進し、最終年度に2種以上の技術を選定できる見込みである。

<課題③：木質リグニン由来次世代マテリアルの製造・利用技術の開発>

（1）最終の到達目標に対する達成度

本課題は、③-1. 地域リグニン高機能素材供給システムの開発、③-2. 改質リグニン系次世代バイオベース材料の開発、③-3. 環境適合性評価と地域導入システムの開発により、「リグニンスーパーエンブラの製品適用の可能性及び環境対応性能を実証し、リグニンスーパーエンブラの製造プロセスを確立する」ことを達成目標としている。

③-1については、製品物性を向上させる改質リグニン処理法と生産効率を高める改質リグニン製造法の開発を完了した。具体的には、既存の改質リグニンを加熱処理することにより、改質リグニン系樹脂の耐熱性・機械的強度・電気絶縁性・柔軟性の向上に成功した。また、製造時の温度条件と処理時間を最適化することにより、改質リグニンの製造収率を約2倍に高める製造プロセスを開発した。一方、供

給システムの構築については、コスト等の問題により調査方法を再検討したため進捗に遅れが生じているが、問題は解決済みであり、目標達成には問題ない見込みである。

③-2については、改質リグニンと種々のエンブラとの複合化条件を解明し、高機能な複合材や試作品の製造を完了した。具体的には、改質リグニンとポリアセタール(POM) (※16) との混練により耐熱温度150℃以上の高耐熱性バイオマスプラスチックを開発した。また、成形加工性に優れる熱可塑性の改質リグニン含有の炭素繊維複合材 (※17) や従来品の1.5倍以上の弾性率を有する繊維強化プラスチック(FRP) (※18) の開発に成功した。これらの材料を用いた試作品として、高い強度等が要求される工業製品(ギア部品や自動車外装品等)について、量産化が可能な射出成形やプレス成形による加工法を確立した。また、内閣府PRISM予算を獲得(令和3年度-令和4年度)し、バイオマス度を3倍(重量割合60%)に高めた改質リグニン含有の炭素繊維複合材を開発し、製品物性をクリアした自動車外装品等の試作に成功した。

③-3については、環境中での改質リグニンの分解性評価法や副産物利用技術の開発、改質リグニン製品製造に係るGHG排出量の評価を完了した。具体的には、難分解性成分のリグニンは既存の生分解性評価法では評価できないことを明確化するとともに、白色腐朽菌(※19)を用いた生分解性評価法を確立し、添加した改質リグニンの50%以上が減少することを明らかにした。また、改質リグニン製造プロセスで生じる廃液を木材の寸法安定化剤に再利用する手法を開発した。さらに、改質リグニン製品のライフサイクルアセスメント(LCA) (※20)を行い、改質リグニン原料のGHG排出量の原単位を明らかにするとともに、産業プラントでの大規模製造により原単位を約50%削減可能であることを示した。

本課題では6件の特許権出願が行われており、研究成果の創出とともに知的財産権確保の観点からも適切に研究が推進されている(改質リグニン含有樹脂関係で2件、改質リグニン含有複合材関係で3件、改質リグニン製造の副産物利用関係で1件)。

以上のように、各課題とも概ね順調に研究成果が得られており、最終到達目標に対する達成度は高い。

(2) 最終の到達目標に対する今後の達成可能性とその具体的な根拠

③-1について、最終年度は、高機能複合材の基となる改質リグニン系樹脂の物性データを取りまとめ、素材供給に適した製造技術を確立する。また、改質リグニン製造時における原料の搬入、製品の搬出等の最適条件を見出し、品質やコストを最適化する改質リグニン供給システムを提示する。

③-2について、最終年度は、改質リグニン複合材及び成形品の製造法を確立するとともに、製品のリサイクル技術の開発を進める。特に、リサイクル材料で物性値を確保する方法を開発することで、繰り返し再生可能なマテリアルリサイクル技術を提示する。

③-3について、最終年度は、白色腐朽菌を用いた改質リグニンの生分解性評価結果を取りまとめ、改質リグニン製品の生分解性を担保する生分解性評価法を開発する。さらに、本課題で開発した改質リグニン製品の性能面やコスト面、脱炭素社会への貢献の観点から、既存製品の代替可能性について取りまとめ、社会実装された場合のGHG排出削減効果を定量的に示す。

以上により、リグニンスーパーエンブラの製品適用の可能性及び環境対応性能の実証が完了し、リグニンスーパーエンブラの製造プロセスが確立すると考えられることから、最終到達目標の達成可能性は高い。

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

ランク：A

<課題①：農地土壌の炭素貯留能力を向上させるバイオ炭資材等の開発>

（1）アウトカム目標の今後の達成の可能性とその具体的な根拠

J-クレジット（※21）の申請、取得を促進するため、主要原料由来のバイオ炭の組成をJIS M8812に基づいて分析し、営農体系別のGHGの削減量や炭素貯留量を整理し、我が国独自の炭素貯留データベースの構築を進めている。本データベースの情報は、日本国インベントリ報告書のバイオ炭の算定係数ならびにJ-クレジット方法論に反映させる。

代表的な農作物ごとのバイオ炭の施用方法や効果等を取りまとめた施用ガイドライン（第1版）が令和6年度に完成する見込み。この施用ガイドラインをもとに、J-クレジットの社会的周知を進め、バイオ炭による二酸化炭素削減モデル地域づくりを促進することで、炭素貯留実績を積み上げる。

オープンクローズ戦略のもと、令和7年の大阪・関西万博に向けて上記モデル地域での活動を紹介するウェブサイトを立ち上げ、J-クレジットの社会実装のためのアウトリーチ活動及び広報活動を精力的に行っている。また、出口戦略として、バイオ炭を活用したカーボンマイナス（※22）のプラットフォーム（※23）である日本バイオ炭コンソーシアムを立命館大学内に令和4年12月に設立した。ビジネス・エコシステム（※24）の設計・実装を進めるため、研究会（分科会）や公開シンポジウム等を定期的に開催し、活発な情報交換を行った。これにより、確実に製炭業者・バイオ炭クレジット購入企業・商社・農家・NPO等の各種団体へバイオ炭の取組が広がっている。

以上の取組により、令和12年度（2030年）までに全国200ヶ所程度でJ-クレジット申請を進め、20千トンCO₂近い炭素貯留を実現する。さらに、活動量（バイオ炭の農地施用量）を原料別バイオ炭の毎年の農地への施用量の調査を確実に進めて精緻化することで、「バイオ炭資材の普及により、バイオ炭の利用量を現在の3倍に増加させる」というアウトカム目標の達成は可能である。

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

令和2年9月末にJ-クレジット方法論AG-004「バイオ炭の農地施用」が登録された。これにより、日本の農地へのバイオ炭の施用によって農業者が利益を得る道筋ができたことから、バイオ炭の社会実装に様々な参加者を呼び込むことが可能になった。バイオ炭による農地炭素貯留を早期に社会実装するため、全国6か所をバイオ炭利用モデル地区とし、J-クレジット申請の効率化、バイオ炭を施用して育てた農作物の地域ブランド化、企業の農地炭素貯留活動への参画（協力金の提供）促進といった取組を進めている。

本取組の発信、普及を引き続き実施し、令和12年度（2030年）には全国47都道府県において、それぞれの地域の約3～6か所にバイオ炭施用の取組拠点（COOL VILLAGE）を置き、各都道府県で平均180～300トンCO₂、合計8.6～17.3千トンCO₂の貯留を目指す。

（3）他の研究や他分野の技術の確立への具体的貢献度

全国でバイオ炭による年間16.68千トンCO₂（令和元年時点のバイオ炭による吸収量5.56千トンCO₂の3倍）の炭素を貯留する本プロジェクトの目標は炭素の貯留量としては限定的であるが、成果が全国展開された場合には、J-クレジット認証に加えて、「クルベジ」のような環境に配慮した農作物のブランド化のスキーム展開を見込むこともできる。こうしたブランディングの定着によって、長期にわたり、農家の利益を見込むことができるため、地域企業や地域住民が協力した新たなブランディング・地域農業のモデルとなることが期待される。

また、鶏糞を原料とするバイオ炭の開発においては、鶏糞には肥料として有用な要素が多く含まれるほか、炭化により臭気成分の分解、減容化、肥料成分の濃縮等が生じることから、肥料代替資材に適しており、鶏ふん由来のバイオ炭資材の利用が広まることで、畜産由来のGHG排出量削減につながることも期待できる。

＜課題②：ブルーカーボンの評価手法及び効率的藻場形成・拡大技術の開発＞

（１）アウトカム目標の今後の達成の可能性とその具体的な根拠

本課題で開発したブルーカーボン評価手法は、IPCC湿地ガイドラインに準拠させており、海草藻場の算定手法の範囲内で海藻類の算定も実施できるように考案されている。また、吸収係数に関わる部分では海域別の詳細なパラメータとその値を準備し、委託先代表機関の水産研究・教育機構から算定ガイドブックとして公開済みである。そのため、国の温室効果ガスインベントリに本評価手法が反映される場合は最も精緻なTier3（※25）対応が可能である。数値の算定プロセス等の研究成果は論文として公表すべく作業を行うとともに、インベントリ算定に向けて国交省・環境省へのデータ提供も合わせて進めているため、我が国のインベントリ登録への貢献は十分可能であると考えられる。

また、藻場拡大技術の一つとして、これまでいくつかの地域で種苗生産されていた種もあるが、体系的に整理されていなかった温帯性コンブ類のフリー配偶体を用いた種苗生産技術を確立させ、その内容のマニュアルを論文として公表する準備を進めている。温帯性コンブ類に含まれる種は分布水深が多様であり、カジメのように深い水深帯を好適生息環境とする種も含む。そのため、本課題で確立する技術である複層養殖手法を使うことにより、海域を三次元で利用することが可能となる。それにより、単位面積当たりの海藻生産量を飛躍的に増加させることが可能となった。

これらの技術によって漁業者等が進める気候変動対策としての藻場維持・拡大や海藻養殖の二酸化炭素貯留量の算定対象が増加し、また単位面積当たりの海藻生産量（すなわち二酸化炭素貯留量）が増加し、水産業における吸収源対策が飛躍的に進むことが期待される。クレジット創出はクレジットを発行する団体が決める側面があるものの、算定手法等の周知を通して、漁業者等によるカーボンクレジット創出量に貢献できると考える。

これら本課題の成果に基づく各アウトカム目標が一体となって進捗することにより、達成可能であると考えられる。

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

アウトカム目標として温室効果ガスインベントリ登録やカーボンクレジットの創出等に貢献するためには、算定手法と吸収係数や吸収ポテンシャルなどの数値を広く普及することが必要であるが、「藻場による二酸化炭素貯留量算定ガイドブック」を委託先代表機関である水産研究・教育機構からプレスリリースを行い、すでにホームページ上で公開済みである。公開後は各紙面やシンポジウム等でガイドブックの解説も行っており、さらに多くの分野への普及を期待しているところ、漁業関係者や地方自治体、企業、NPO等の各方面から利用に関する質問がすでに多く寄せられており、普及が迅速かつ順調に進んでいることを確認している。

加えて、Jブルークレジット（※26）を発行するジャパンプルーエコノミー技術研究組合の運営主体である港湾空港技術研究所の研究者に本課題へ参画してもらうとともに、研究代表者もジャパンプルーエコノミー技術研究組合の活動に参画し、Jブルークレジットの算定手法との連携を密にして進めている。

また、本課題の藻場形成・拡大技術の開発においては、その技術活用の所轄となる各都道府県の水産関係部署及び漁業協同組合が参画し、技術の試行から実証試験まで共同で実施しているため、普及・実用化の際の問題点や改善点を共有し、迅速に現場へ反映させていくことが可能である。これらの活動により、アウトカム目標の達成に向けた研究成果の迅速な社会実装が期待できる。

（３）他の研究や他分野の技術の確立への具体的貢献度

代表機関である水産研究・教育機構はカーボンクレジットの研究を取り扱っていないため、この分野で他の研究や他分野の技術確立への具体的貢献度としては、現時点ではブルーカーボンクレジットについて、その算定手法の作成とクレジット発行を唯一行うジャパンプルーエコノミー技術研究組合との連携が不可欠である。本課題で開発したブルーカーボン評価手法により、これまで評価できていなかった海草・海藻種も吸収源対象として含むことができる。これにより多様なカーボンクレジット創出が可能になれば、漁業者や地方自治体が地先の藻場形成・拡大を実施するだけでなく、企業やNPOなどが沿岸の藻場形成・拡大への参画が加速し、あるいは独自で海藻養殖を実施し、排出源対策としてカーボンクレジット創出などを行うことが予想される。

これらの活動に関心の高い企業は、カーボンクレジットの創出と合わせて、生産される海藻バイオマスの活用を検討している。世界各地では海藻バイオマスのカスケード利用による多様な利用技術（バイオマス燃料、バイオマスプラスチック、飼料、肥料など）の開発が進められており、本研究で開発された藻場形成・拡大技術は、バイオマス活用に関して水産業から材料化学・物質工学分野へも貢献すると考える。

<課題③：木質リグニン由来次世代マテリアルの製造・利用技術の開発>

(1) アウトカム目標の今後の達成の可能性とその具体的な根拠

本課題のアウトカム目標は「リグニンスーパーエンブラを用いた5種類の製品の実用化」である。リグニンスーパーエンブラ製品の実用化に向け、既に企業とともに製品開発を進めており、一部では試作品の製作を終えている。また、改質リグニンの製造及び供給体制については、スギ原料が豊富に存在する中山間地域での商用プラント建設に向けて、自治体や森林組合、製材所等との協力体制の構築を進めており、アウトカム目標の達成は可能と考えられる。

また、改質リグニン製品による炭素吸収への貢献を試算したところ、リグニンスーパーエンブラ製品の実用化時において、年産0.5万トンの改質リグニン製造プラントを想定すると、原料としてスギ端材を約1.4万トン使用し、リグニン成分だけで約2.4千トンCO₂/年、副産パルプの利用も合わせると約5.8千トンCO₂/年の製品への炭素貯蔵が見込まれる。これらのCO₂量は年間に家庭から排出される量のそれぞれ約640世帯分及び1500世帯分に相当する（令和3年度ベース）。さらに、本課題でターゲットとしたスーパーエンブラと炭素繊維複合材の2030年代の市場規模は2020年比でそれぞれ約1.7倍及び約2.8倍と見込まれており、改質リグニン含有素材への代替による化石資源の使用削減と温室効果ガス排出削減の増大が見込まれる。

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

リグニンスーパーエンブラ製品の実用化に向けて、延べ20社を超える企業とともに共同研究、サンプル提供、製品開発を実施している。一部では試作品の製作を終え、18点のサンプルを展示会に出展する等製品化に向けて進展している。また、リグニンスーパーエンブラ製品の市場開拓に向けて、各種展示会に毎年複数回出展し、開発技術のアピールや社会的ニーズの把握に努めている。さらに、研究開発責任者が代表として、民間企業130社以上（有料会員）が加入するリグニンネットワークを運営しており、会員セミナー等において本課題の研究成果の発信・普及に努めている。このように、リグニンスーパーエンブラを用いた製品の実用化に向けた技術移転活動を活発に進めており、取組内容は妥当である。

(3) 他の研究や他分野の技術の確立への具体的貢献度

本課題で開発した改質リグニン系複合材技術は、高強度・高耐熱性によるスーパーエンブラ製品でのバイオマス度向上による脱炭素化の達成を狙っていたものであるが、改質リグニンの含有による紫外線耐性の向上などの特性も見出されており、屋外で利用される汎用プラスチック製品への応用も期待できる。また、本課題で開発した生分解性試験用のプロトコル（※27）は、改質リグニンのみならず、多くのリグニン系材料の生分解性評価に展開することが可能であり、世界でも未だ確立されていないリグニン系材料の環境適合性評価の確立に貢献するものである。

4. 研究推進方法の妥当性

ランク：A

<課題①：農地土壌の炭素貯留能力を向上させるバイオ炭資材等の開発>

(1) 研究計画（的確な見直しが行われているか等）の妥当性

各分担研究の進捗に合わせて年3回以上の研究者全体報告会、うち1回は現地見学を含めた推進会議を開催するとともに、外部専門家、関係行政部局が参加する運営委員会での検討を通じて、研究計画の進め方や役割分担の見直しを適時実施している。

(2) 研究推進体制の妥当性

実施期間の前半は、新型コロナウイルス感染防止対策の影響もあり、研究指導や協議のほとんどがオ

ンラインでの実施を余儀なくされたため、研究分担者の増加や研究内容の再配分等の調整を行うなど、研究指導体制の強化策を講じる必要があったが、その結果、計画に沿った成果が得られたことから、研究推進体制は妥当である。なお、令和4年度以降は、社会実装に向けて、研究実績を全国へ展開していくための現地指導・波及体制を強化するため、地域モデルを作るための全国の地方自治体関係者や地元の事情に精通した研究者および肥料メーカーが参画する体制を構築した。

(3) 研究の進捗状況を踏まえた重点配分等、予算配分の妥当性

研究者全体報告会や運営委員会を通じて、各研究の進捗や重点事項に応じた次年度研究計画と予算配分を検討している。実施期間の後半は主に各地域における課題の発掘やJ-クレジットの普及、消費者の買場開発が急がれるため、広報および地域行政へのアプローチ・地域農業者や民間研究機関等への接触を多く行っており、成果が確実に得られるよう予算を有効活用している。課題間連携によるバイオ炭施用ガイドラインの取りまとめも進めており、そのための最終年度の予算配分も確保している。

<課題②：ブルーカーボンの評価手法及び効率的藻場形成・拡大技術の開発>

年2回の研究者全体での研究推進会議を通じて、研究計画の着実な推進と成果とりまとめを実施している。最終年度は成果の普及啓発を活性化し、確立した技術による二酸化炭素貯留量の定量化をすすめる。また、Jブルークレジット申請を行う地域が出た場合はその援助など、各海域での漁業関係者や地方自治体への現場実装に関わる取組を実施する。

(1) 研究計画（的確な見直しが行われているか等）の妥当性

新型コロナウイルス感染症による非常事態宣言等の出張制限が続き、現地調査・試験の代替手法の構築等、多くの見直しを実施したが、特に評価手法の確立に関する研究計画は行政の進捗に合わせて予定より前倒しで実施してきた。各実行課題の進捗管理を随時行うとともに、年2回の全体推進会議を実施し、目標達成に向けて的確に計画を進行させている。

(2) 研究推進体制の妥当性

研究推進にあたって、外部専門家4名や関係行政部局等で構成する運営委員会を設置し、進行管理を行った。運営委員会や、研究コンソーシアムが自主的に開催する推進会議において、進捗状況を管理しつつ、状況に応じて研究実施計画や課題構成の見直しを行ったほか、国土交通省が主催するブルーカーボン検討会でのインベントリ化推進の状況や本課題への要望等を共有することで、各実行課題が足並みをそろえて研究を進めている。

(3) 研究の進捗状況を踏まえた重点配分等、予算配分の妥当性

二酸化炭素貯留量の算定を小課題1とし、藻場の効率的な形成・拡大技術の2種以上開発を小課題2として構成している。3年目で小課題1の目標が達成されたため、4年目以降は小課題2における技術開発の現地試験サポートへ回り、特に現場での詳細な吸収源評価を担当している。そのため3年目（令和4年度）までは小課題1に重点配分し、3年目以降は普及や社会実装にもかかわる小課題2へ重点配分先を変更している。

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

<課題③：木質リグニン由来次世代マテリアルの製造・利用技術の開発>

(1) 研究計画（的確な見直しが行われているか等）の妥当性

外部専門家と関係行政部局で構成する運営委員会を設置して運営委員会を開催するほか、課題全体や小課題単位で推進会議を開催することにより、研究計画の見直しや進捗状況の確認を適時実施している。

(2) 研究推進体制の妥当性

研究機関、大学、民間企業が密接に連携して研究に取り組んでおり、開発材料の提供や評価など小課題間での協力体制も構築されている。また、内閣府PRISM予算の活用による技術開発の加速化、民間企業130社以上が加入するリグニンネットワークの運営による開発技術の社会実装の推進に取り組んでおり、研究成果の最大化に向けて適切な研究推進体制となっている。

(3) 研究の進捗状況を踏まえた重点配分等、予算配分の妥当性

各課題の進捗状況や運営委員会からの指摘等を踏まえて予算配分を行っており、特に研究推進に必要な設備導入など大きな予算が必要な案件には重点配分するなど、必要性を勘案した予算配分を実施している。

【総括評価】

ランク：A

1. 委託プロジェクト研究課題全体の実績に関する所見

- ・カーボンニュートラル実現に向けた農林水産業の現場における基盤・応用技術開発に関する研究であり、研究成果の意義は近年益々高まっている。
- ・農・林・水3つの課題それぞれにおいて優れた成果が公表されており、アウトプット目標の達成可能性は高い。また、Jクレジットの社会実装に向けた各種取組、温室効果ガスインベントリ登録への貢献、次世代マテリアル製品開発に向けた民間企業との連携等アウトカム目標達成のための具体的取組が既に広範に順調に進んでおり、今後の実現可能性は高い。

2. 今後検討を要する事項に関する所見

- ・コストや経済効果の検討を行うことにより効果的な社会実装に繋がることを期待する。また、今後、得られた効果を製品化する際には分かりやすく消費者にアピールすることが重要である。
- ・民間企業を含め様々な分野が連携した推進体制が優れており、グッドプラクティスとして横展開を期待する。
- ・環境技術は長期的な取組が求められるため、全国展開する際には、地域毎の実情に合わせた現場への実装を含め、長期的視点を持った継続的な取組を期待したい。
- ・当該分野の研究に関しては生物多様性との関係も重要である。本研究成果が生物多様性に対しどう影響するのかの検討も強化していただきたい。

〔研究課題名〕 革新的環境研究プロジェクトのうち農林水産分野における炭素吸収源対策技術の開発

用語	用語の意味	※番号
パリ協定	京都議定書に代わる新しい地球温暖化対策の国際ルール。2015年12月にパリで開催されたCOP21で採択、16年11月に発効。産業革命前からの気温上昇を2℃より十分低く抑えることが目標。すべての国が削減目標を作り、達成に向けた国内対策を取る必要がある。	1
「パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略」	「パリ協定」に基づき、全ての締約国は、長期的な温室効果ガスの低排出型の発展のための戦略を策定、通報するよう求められている。我が国では、「パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略」（令和元年6月11日閣議決定）において、脱炭素社会の今世紀後半の早期実現を最終到達点とし、2050年までに80%の温室効果ガスの排出削減を実現するよう大胆な施策に取り組むことが示されている。	2
吸収源対策	二酸化炭素をはじめとする温室効果ガスを大気中から取り除く働きを維持・拡大する取組。吸収源の代表的なものとしては、森林の光合成による炭素固定、緑肥や堆肥など有機物の農地への施用による炭素貯留、エネルギーを大量消費して製造される物質を木材やバイオマス由来の物質に代替することによる炭素貯留も吸収源である。また、海洋生物の光合成などの作用によって取り込まれ、海洋生態系内に蓄積される炭素（ブルーカーボン）が注目されている。	3
温室効果ガス	大気圏にあって、地表から放射された赤外線の一部を吸収し、地表に向かって放出することにより、温室効果をもたらす気体の総称である。人間活動による主なGHGには、二酸化炭素、メタン、一酸化二窒素などがある。GHGは、Greenhouse Gasの略。	4
ブルーカーボン	海洋生物の光合成などの作用によって取り込まれ、海洋生態系内に蓄積された炭素。	5
温室効果ガスインベントリ	一国が一年間に排出・吸収する温室効果ガスの量を取りまとめたデータ。	6
バイオ炭	バイオマス（生物由来の有機物）を燃焼しない水準に管理された酸素濃度の下、350℃以上の温度で加熱して作られた固形物（2019年IPCC改良ガイドラインに基づく）。土壌中でも分解されにくいいため、効率の良い炭素貯留（吸収源対策）の技術であり、バイオ炭の施用はわが国の地球温暖化対策計画にも位置づけられている。また、農地に施用することで、土壌の通気性や透水性・保水性およびpH矯正等土壌改良効果も見込まれる。	7
藻場	単一もしくは複数種の大型海藻や海草が群落を形成している場所の呼び名。	8
リグニン	リグニンはセルロース等とともに植物の細胞壁を構成する主要成分のうちベンゼン環が多数結合した構造を持つ成分の総称で、植物の強度を担う役割を持つと考えられている。紙パルプ産業ではセルロースを取り出して利用しているが、リグニンは取り出す時に変質しやすく植物の種類によりバラツキも大きいため工業材料としての活用はわずかである。しかしながら、その構造の有用性から新たな利用法の探索が続いている。	9
改質リグニン	リグニンのばらつきとリグニン由来物の加工性の低さを植物種の絞り込みと、グリコール系の薬液を用いることで解決した日本で生まれた新素材。正しくはポリエチレングリコール（PEG）改質リグニンであるが、略称の改質リグニンとして知られる。リグニンの構造が安定な日本固有樹種であるスギを原料にした開発が先行しており地域に素材産業を創出する技術として期待されている。リグニン系素材としては世界最高レベルの加工性能を持ち、電子材料や繊維強化材用の樹脂など高機能材料としての活用が期待されている。	10

熱可塑性	熱を加えると柔らかくなり、冷やすと硬くなる性質のことであり、熱可塑性の樹脂は短時間での加工が可能のため、製品の量産に向いている。また、一度硬くなっても熱を加えれば再度柔らかくなるため、再加工も可能である。	11
スーパーエンプラ	機械的強度や耐熱性を向上させた一般の工業用途の「エンジニアリングプラスチック（エンプラ）」に対し、特に強度に優れ、耐熱性（連続使用温度150°C以上）、耐候性、耐溶剤性等の特定の機能が強化されたプラスチック。	12
生分解性	菌類やバクテリアなどの微生物の働きによって、最終的に水とCO ₂ に分解される特性のこと。	13
バイオ炭の利用量	バイオ炭の農地施用における炭素貯留量により算出。2019年時点のバイオ炭の炭素貯留効果による排出削減量は5.56千トンCO ₂ （日本国インベントリ報告書）。2030年までに全国200ヶ所程度でJ-クレジット申請を進めるほか、活動量（バイオ炭の農地施用量）の精緻化により、20千トンCO ₂ 近い炭素貯留が可能と想定されるため、アウトカム目標は「バイオ炭資材の普及により、バイオ炭の利用量を現在の3倍に増加させる」に設定している。	14
IPCC湿地ガイドライン	IPCCとは、気候変動に関する政府間パネル（Intergovernmental Panel on Climate Change）の頭文字をとった略語。パリ協定など、国連が主導して気候変動対策の枠組みを定めた国連気候変動枠組条約があり、この条約に批准している国々は自国のCO ₂ などの温室効果ガスの排出及び吸収のインベントリ（目録のこと）を条約事務局に報告する責務がある。インベントリを作成する際、その算定方法はIPCCが作成したガイドライン（2006年公開）に準拠する必要がある。2014年にブルーカーボン生態系を含む湿地の算定に対するガイドラインの追補版が公開され、その追補版が湿地ガイドラインと呼ばれている。	15
ポリアセタール	高い機械的強度と自己潤滑性、耐摩耗性を有するエンジニアリングプラスチックの一つであり、ギアなどの機械部品や家電製品の筐体など幅広い用途で使用されている。	16
炭素繊維複合材	樹脂に炭素繊維を混練した高機能材料。高強度・軽量であることから、航空機や自動車、スポーツ用品など幅広い分野で利用されている。	17
繊維強化プラスチック	樹脂に細かな繊維を混練することで物性や耐性を強化した素材。耐久性、耐熱性など様々な性質が強化され、工業部品から家庭用品まで広く使用されている。	18
白色腐朽菌	自然界に生息するきのこの仲間で、リグニンを分解し木材を白く変色させるためにこの名前と呼ばれる一群のこと。	19
ライフサイクルアセスメント	製品・システムの原料調達から製品製造、使用、廃棄／リサイクルに至るまでの環境影響を評価する技法で、国際規格ISO14040:2006にて手順等が示されている。	20
J-クレジット	省エネルギー機器の導入や森林経営などの取り組みによる、CO ₂ などの温室効果ガスの排出削減量や吸収量を国が認証し、発行される「クレジット」のこと。カーボンオフセットを推進したい事業者に売却して、取組側が利益を得ることができる。この制度を活用したプロジェクトを実施するため、技術ごとにプロジェクトの適用範囲、排出削減・吸収量の算定方法及びモニタリング方法などを規定する方法論が必要である。2020年9月末にJ-クレジット方法論AG-004「バイオ炭の農地施用」が登録された。	21

カーボンマイナス	二酸化炭素の大気中への排出（カーボンプラスまたはポジティブ・エミッション）に対して、二酸化炭素の貯留（吸収）により、大気中にあるCO ₂ を削減するマイナスの排出のこと。ネガティブ・エミッションとも言う。なお、二酸化炭素を大気から回収・貯蔵する技術はネガティブ・エミッション技術（Negative Emission Technologies、NETs）と定義されている。	22
プラットフォーム	プラットフォームは、一般に、多様な主体を結合させて価値を生む産業活動基盤をいう。 本事業において、農地炭素貯留を社会実装し、発展させて行くためには、バイオ炭生産者と貯留者（農業者等）の供給サイドと、J-クレジットの活用（購入）者や農作物を環境保全ブランドとして活用し消費者に供給する飲食業・小売業者等の活用サイドとの連絡・連結が不可欠である。「カーボンマイナスのプラットフォーム」は、これらの供給サイドと活用サイドのステークホルダーを一つに集結してバイオ炭品質保証やJ-クレジット管理、環境保全ブランド管理等、炭素貯留データベース管理等を共通認識の下で行い、各ステークホルダー間の共創及び競争、その情報交換等により新しい価値を創造する場として設定している。	23
ビジネス・エコシステム	自然科学のエコシステム（生態系）のコンセプトが経営学で導入されたもので、組織は生態系における一員と捉えられ、協力的挑戦を行い他者と共生、価値を創造するパートナーとする俯瞰的な経営戦略観を示す概念である。 本事業においては、カーボンマイナスの実現に向けて、バイオ炭の社会実装に関わる様々な参加者が、相互協力的に発展するシステムを指す。	24
Tier3	IPCC湿地ガイドラインにおいて、排出・吸収量を算定する手法の複雑さを示す。3段階で示されており、Tier1が最も基本的な手法（共通の式と数値を用いる方法）で、Tier2、Tier3と進むにつれて独自の算定式や数値を使うために精緻さが増す。そのため、高いTierの方が算定結果はより正確になるとされる。	25
Jブルークレジット	国土交通大臣認可の技術研究組合であるジャパンプルーエコノミー技術研究組合が認証・発行・管理している新たなカーボンクレジット制度。国が主導しているクレジットはコンプライアンス（義務）・クレジットとも呼ばれるが、民間企業が進めるクレジットはボランティア（任意）・クレジットと呼ばれる。どちらもクレジット市場で売買される。Jブルークレジットはボランティア・クレジットに分類。	26
プロトコル	手順や手続きを意味しており、分子生物学や生化学などの実験においては、実験の手順及び条件等について記述したもの。	27

⑤ 農林水産分野における炭素吸収源対策技術の開発【継続】

背景と目的

- ▶ 農林水産業は炭素吸収源として重要な役割を担う。農地への炭素貯留や、海草・海藻による炭素貯留（ブルーカーボン）は、「長期戦略」（注）に明記されている吸収源であり、科学的根拠の下でこれらを温室効果ガスインベントリに追加することが課題となっている。また、重要な炭素吸収源である森林の整備を促進するため、付加価値が高い木質成分利用素材の創出と利用拡大が求められている。
- ▶ 脱炭素社会の実現に向けて、農地、森林、海洋が持つ炭素吸収量を最大にするための社会実装を見据えた技術を開発する。

研究内容

農業

- ・ バイオ炭を活用した農地土壌への炭素貯留能力を向上させる資材等の開発

林業

- ・ 脱炭素社会の基幹バイオ素材となる木質リグニン由来スーパーエンジニアリングプラスチックの製造・利用技術の開発

水産業

- ・ ブルーカーボン評価手法の高度化とブルーカーボンの全国評価
- ・ ブルーカーボン阻害要因の解明と対策及び効率的な藻場形成・拡大技術の開発、新たな海草・海藻養殖技術の開発

到達目標

- ・ 施用しやすく炭素蓄積効果と土壌改善効果が高いバイオ炭資材及び施用技術を2種以上開発
- ・ リグニンスーパーエンブラの製造プロセスを確立
- ・ ブルーカーボンの全国評価による炭素貯留量を算定するとともに、効率的な藻場形成・拡大技術を2種以上開発

（注）「長期戦略」：パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略（令和元年6月11日閣議決定）

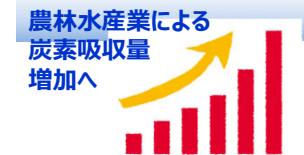
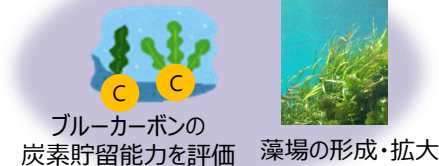
農業分野



林業分野



水産業分野



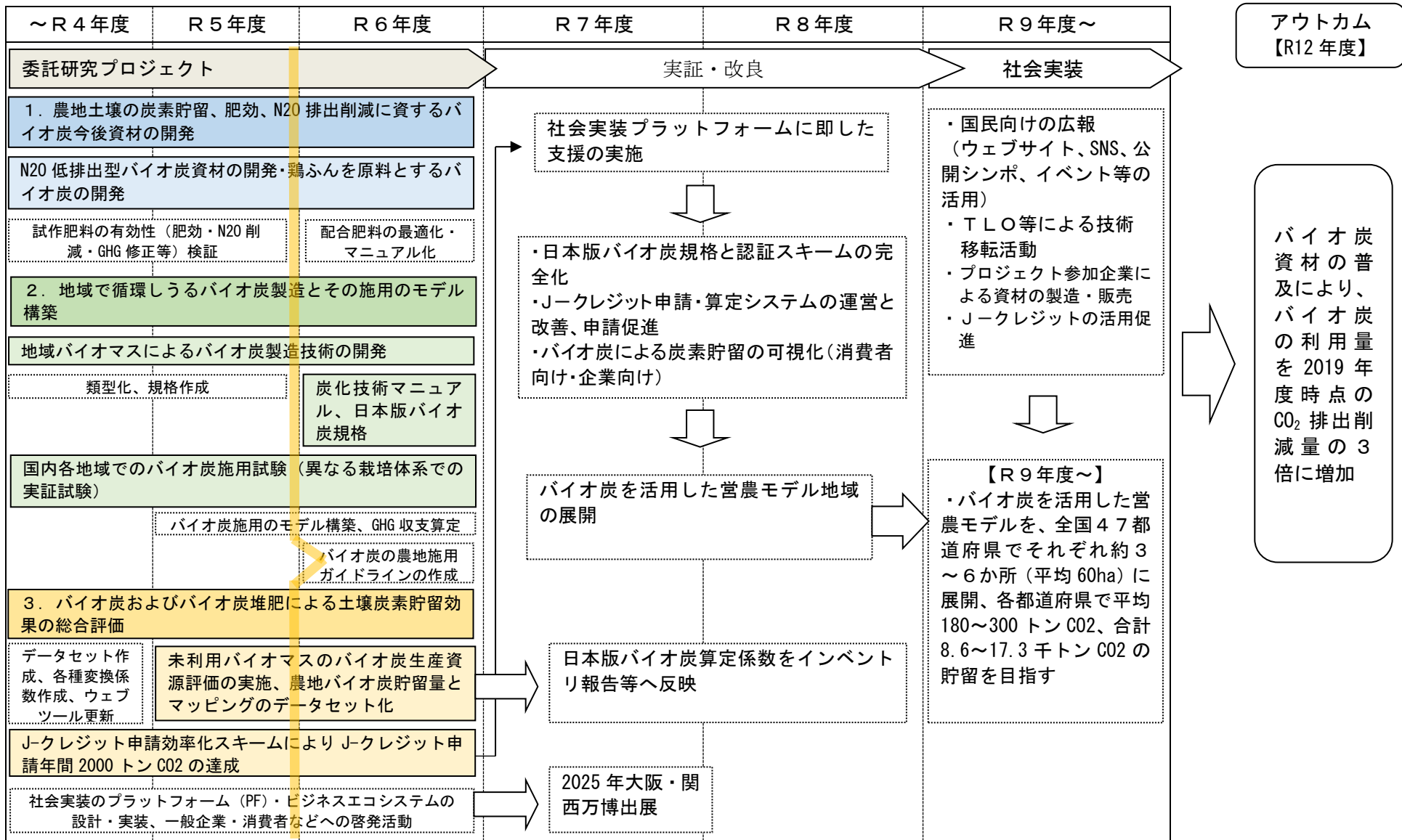
期待される効果

- ・ 炭素吸収源対策を強化し、カーボン・オフセットによって温室効果ガス排出削減の目標達成に貢献
- ・ 木質バイオマスのマテリアル利用を本格的に実用化、森林の整備・更新を促進

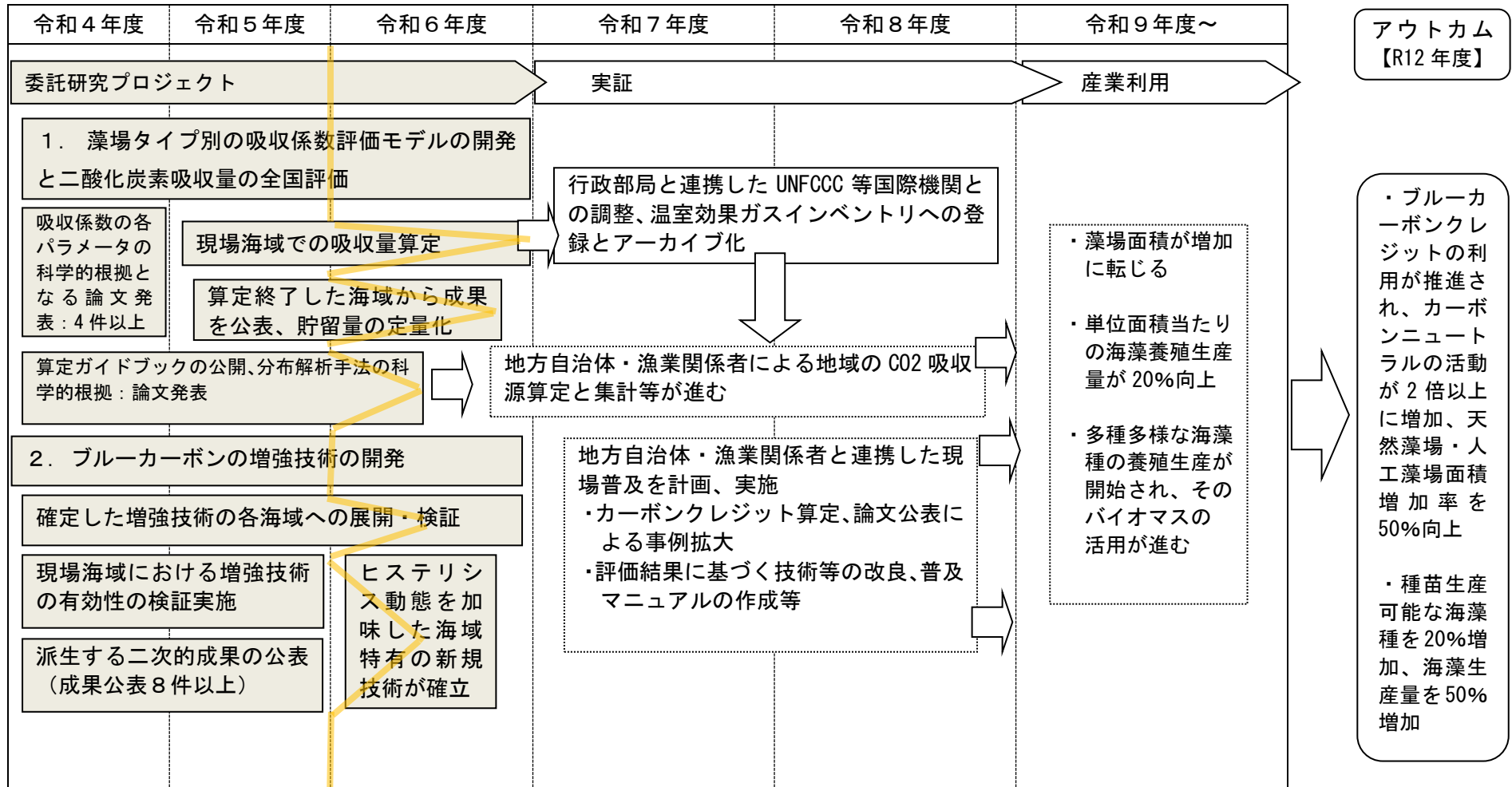
【ロードマップ（終了時評価段階）】

脱炭素・環境対応プロジェクトのうち、農林水産分野における炭素吸収源対策技術の開発

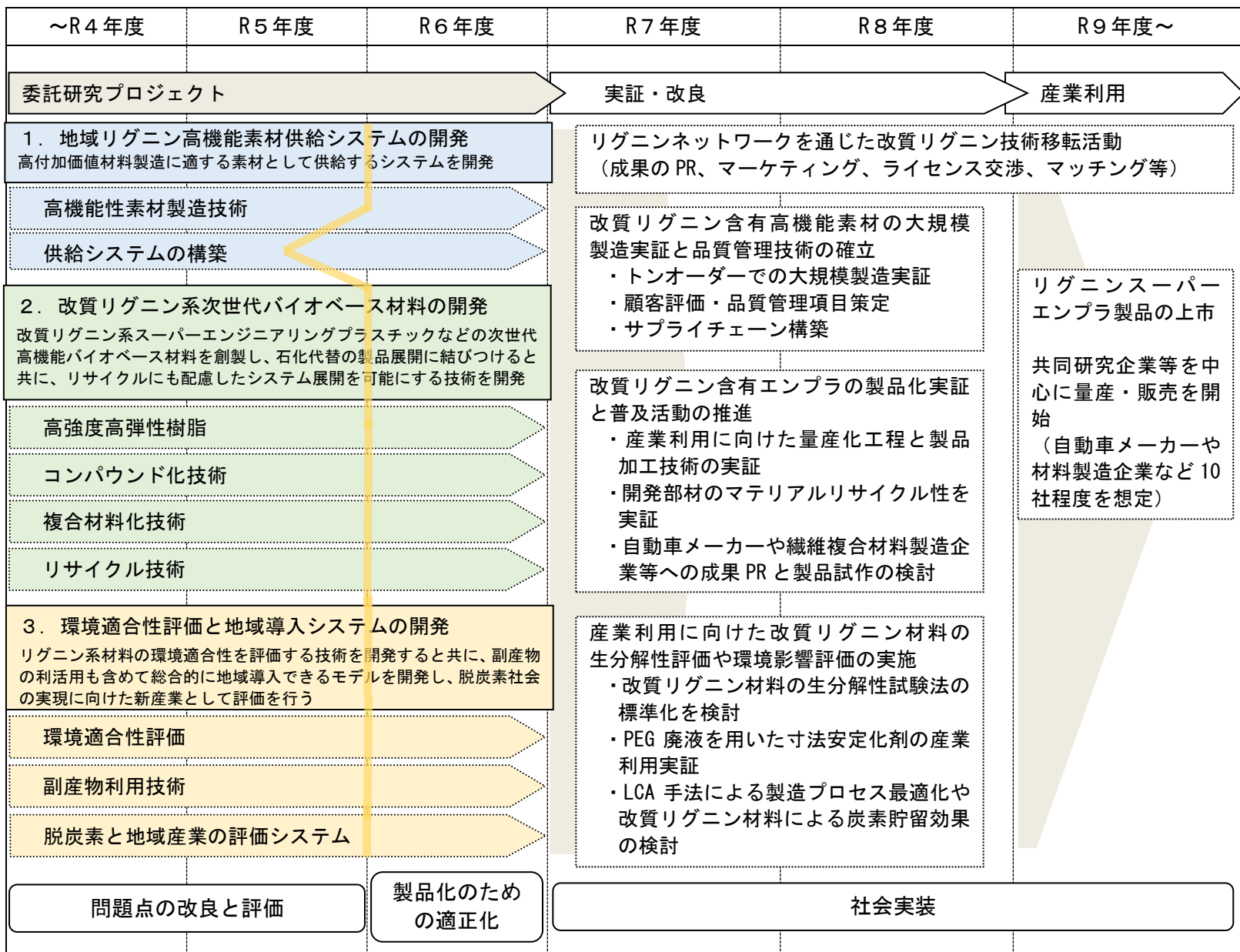
＜①農地土壌の炭素貯留能力を向上させるバイオ炭資材等の開発＞



<②ブルーカーボンの評価手法及び効率的藻場形成・拡大技術の開発>



<③木質リグニン由来次世代材料の製造・利用技術の開発>



アウトカム
【R12年度】

リグニンスーパーエンブラを用いた5種の製品が実用化

 物性・価格・環境適合の面で購入に値する製品の量産・販売

脱炭素社会の実現と国内の地方創生に同時に貢献

農地土壌の炭素貯留能力を向上させるバイオ炭資材等の開発

2050年ゼロエミッション農業の実現のためには、**排出量削減対策のみならず、吸収源開発が必要不可欠**。バイオマスから変換した**バイオ炭は、低コストかつ十分な規模で行うことのできる吸収源技術の一つ**。

本事業では、J-クレジット認証制度を活用したバイオ炭による炭素貯留の拡大を、**実証試験から社会実装プラットフォームの設計・実装までスピード感をもって推進**。バイオ炭の**安定供給技術を開発**するとともに、**現場実証に基づくバイオ炭の炭素隔離と環境改善効果などの総合評価**を行い、**バイオ炭またはバイオ炭堆肥を活用した営農モデルの普及**を目指す。

① 炭素貯留、肥効、N₂O排出削減に資するバイオ炭資材等の開発

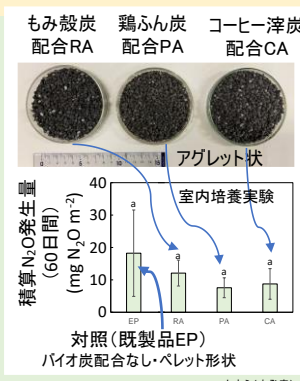
目標：堆肥とバイオ炭を混和したペレット堆肥をN₂O低排出型資材として開発、可搬性のある有機質肥料で気候変動緩和に対応する栽培体系を提示。

【N₂O低排出型バイオ炭資材の開発】

- ・N₂O削減が図れる豚ふん、牛ふんと硫酸、尿素の混合比の割り出し(～R3)、**配合比最適化(～R6)**。
- ・栽培試験(つくば、三浦、平塚)による**作業性、肥効性およびN₂O削減効果(つくば)の検証(～R6)**。

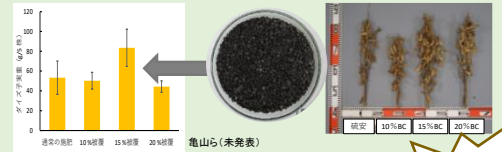


N₂O低排出型バイオ炭の開発(3種類バイオ炭で配合比を最適化、栽培試験で検証中)



【鶏ふんを原料とするバイオ炭開発】

- ・鶏ふん炭に含まれる肥料要素可溶性の生成温度依存性を解明(～R3)特許出願(2021-139801)。
- ・**鶏ふんベースの混合比の検証と造粒方法の検討、圃場試験(～R6)**。
- ・**作業性が良く肥料効果の高い鶏ふん炭資材の開発(～R6)**。



鶏ふん炭を窒素肥料に被覆したバイオ炭複合資材の配合比最適化試験(例:ダイズ収量)

特許開示
2023-33812

② 地域で循環するバイオ炭製造と施用モデルの構築

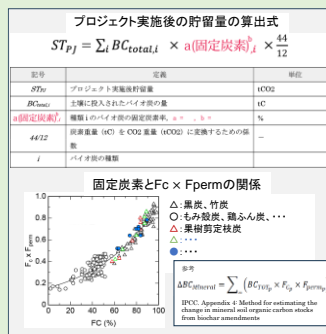
目標：地域、気候帯、栽培体系ごとに入手可能なバイオ炭資材候補を選定。炭化、栽培試験を通じて土壌への固定炭素量と栽培適性を解明、“無理なく”バイオ炭を活用した営農モデルの指針を提示。

【地域バイオマスによるバイオ炭製造技術開発と日本版バイオ炭規格作成】

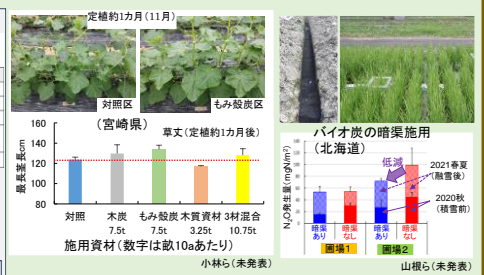
- ・竹炭、木炭、もみ殻炭の規格作成を完了(R3)、竹炭の係数をインベントリ報告書へ反映(R5)。
- ・刈り芝や果樹剪定枝など多種類の標準炭および市販炭を用いて**日本版バイオ炭規格を作成、炭素貯留量の新たな算定式を提示(～R6)**。

【日本国内の各地域でのバイオ炭施用実験】

- ・北海道、北陸、西日本、九州の気候帯の異なる農地においてコムギ、イネ、野菜等でのバイオ炭施用試験を継続、**収量とGHGデータを取りまとめ、代表栽培体系で算定(～R6)**。



・日本版バイオ炭の推定係数および算出式を提示



- ・日本国内の各地域でのバイオ炭施用実験を進め、代表栽培体系においてGHG収支および土壌炭素貯留効果を算定する。
- ・施用事例について「バイオ炭の施用ガイドライン」で取りまとめる

③ バイオ炭・バイオ炭堆肥による土壌炭素貯留効果の総合評価

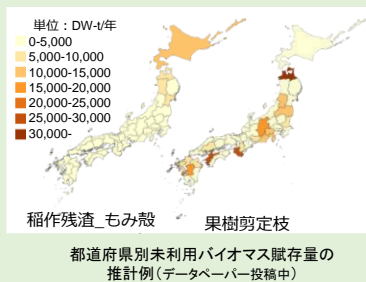
目標：全国規模のバイオ炭活用ポテンシャルから、農地土壌炭素貯留量を把握。課題間連携によりバイオ炭の農地施用ガイドラインを作成、利用可能なバイオマス賦存量および炭素貯留を「見える化」し、J-クレジットの推進に寄与。

【バイオ炭生産資源評価と農地炭素貯留のマッピング化】

- ・バイオマス資源ごとの利用可能量を整理したバイオ炭生産資源データセットの構築完了(～R5)。
- ・**農地炭素貯留のマッピング化(～R6)**。

【J-クレジット組織化(社会実装)とLCA】

- ・課題間連携で**農地施用ガイドラインを作成(～R6)**
- ・J-クレジット初申請・初認証(247トンCO₂) (R4)、申請拡大中
- ・**J-クレジット申請効率化スキーム(～R6)**
- ・**社会実装のプラットフォーム(PF)およびビジネス・エコシステム的设计・実装(～R6)**



都道府県別未利用バイオマス賦存量の推計例(データペーパー投稿中)

・A4約60頁を見込む
・第1～5章
・施用事例など

立命館大学日本バイオ炭研究センター
日本バイオ炭コンソーシアム
社会実装のプラットフォーム(PF)として「日本バイオ炭コンソーシアム」を設立

※赤字はR6年度終了時までには実施が完了(見込み)のもの。下線は最終達成目標。

<最終達成目標>

- ・施用しやすく炭素貯留効果と土壌改善効果が高いバイオ炭資材及び施用技術を2種以上開発。
- ・各種バイオ炭施用におけるGHG収支及び土壌炭素貯留効果を算定。

<アウトカム目標>

- ・バイオ炭資材の普及により、バイオ炭の利用量を現在の3倍に増加させる。

ブルーカーボンの評価手法及び効率的藻場形成・拡大技術の開発

- 炭素吸収源としてのポテンシャルの高いブルーカーボン生態系の温室効果ガスインベントリ登録に貢献可能な、藻場のブルーカーボン貯留量算定手法を開発し、全国評価を実施
- ブルーカーボン生態系の維持・再生の阻害要因の解明とその対策技術の構築、二酸化炭素吸収と生態系保全機能を併せ持つ藻場の形成・拡大技術を開発

小課題1. 藻場タイプ別の吸収係数評価モデルの開発とCO₂吸収量の全国評価

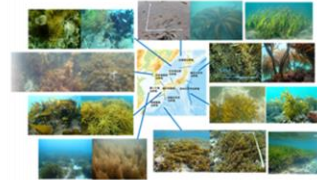
- IPCC湿地ガイドラインに準拠した海草藻場・海藻藻場・海藻養殖によるCO₂貯留量算定手法を世界に先駆けて新規確立
- 海草・海藻藻場のCO₂貯留量を評価するための21の藻場タイプ・9海域別のすべてのパラメータ算定を終了、算定ガイドブックを公開
- 現状の藻場分布によるCO₂吸収量の全国評価を終了、算定値を確定済み



生態系	炭素プール	(1) 新規増加	(2) 維持	(3) 消失
海草藻場 + 海藻	バイオマス			考慮しない
	枯死有機物			考慮しない
	土壌	堆積物中有機炭素、難分解性粒状有機炭素（浅海底残存）、 難分解性溶存有機炭素、深海輸送有機炭素		Tier 3

海草類：6タイプ	アマモ型、タチアマモ型、スガモ型、亜熱帯小型、亜熱帯中型、亜熱帯大型
冷温帯性コンブ類：2タイプ	マコンブ型、ナガコンブ型
暖温帯性コンブ類：3タイプ	アラメ型、カジメ型、ワカメ型
ガラモ類：2タイプ	温帯性ホンダワラ型、亜熱帯性ホンダワラ型
小型海藻類：4タイプ	緑藻類、紅藻類、褐藻類、サンゴ藻類
海藻養殖：4タイプ	コンブ類養殖、ガラモ類養殖、ノリ養殖、ワカメ養殖

海草・海藻藻場のCO₂貯留量算定ガイドブック

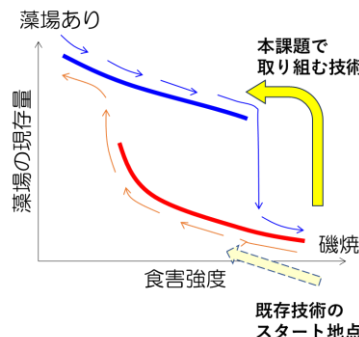
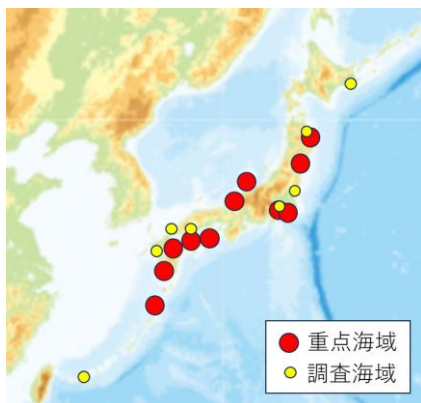


国立研究開発法人
水産研究・教育機構

現在進行中である藻場の温室効果ガスインベントリ登録に採用される見込み

https://www.fra.go.jp/home/kenkyushokai/press/pr2023/files/1101bluecarbon_guidebook.pdf

2. ブルーカーボン生態系の増強技術の開発



- 全国の藻場維持・拡大技術が必要な海域に重点海域と調査海域を設定
- 藻場のヒステリシス動態を加味した新規の藻場維持・拡大技術の開発に向け、11の重点海域で実証試験を実施。
- 二酸化炭素吸収と生態系保全機能を併せ持つ藻場の効率的な形成・拡大技術を2種以上開発し、CO₂貯留量が50%以上向上

温帯性コンブ類のフリー配偶体種苗生産手法をマニュアル化、投稿中

【技術開発の目的】

脱炭素社会の実現と中山間地域へのバイオ産業創出を推進するため、国産森林資源由来の新素材「改質リグニン」を用いて、高い性能（スーパーエンブラ相当）と環境適合性を有する新たなバイオベース材料の開発

【アウトプット目標】

リグニンスーパーエンブラの製品適用の可能性及び環境対応性能を実証し、リグニンスーパーエンブラの製造プロセスの確立

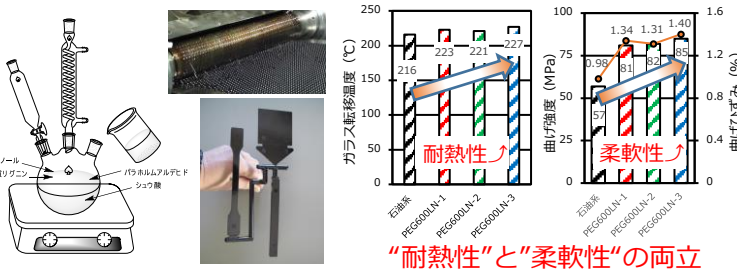
【アウトカム目標（令和12年度）】

リグニンスーパーエンブラを用いた5種類の製品の実用化

① 地域リグニン高機能素材供給システムの開発

地域の森林資源から改質リグニンを製造する技術を高度化し、改質リグニンのパフォーマンスを向上させ、高付加価値材料製造に適する素材として供給するシステムを開発

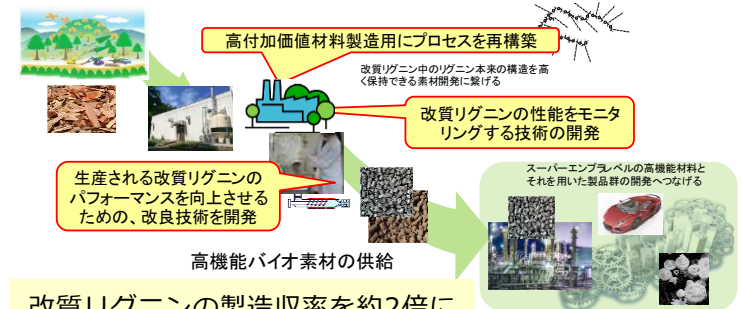
【改質リグニン系樹脂の高性能化】



“耐熱性”と“柔軟性”の両立

石化化学系のフェノール樹脂より性能が向上した改質リグニン系フェノール樹脂の開発に成功

【地域リグニン高機能素材供給システムの提示】



改質リグニンの製造収率を約2倍に高める製造プロセスの開発に成功

② 改質リグニン系次世代バイオベース材料の開発

スーパーエンブラ相当の高い強度と耐熱性(150°C)の高性能バイオマスプラスチックを開発し、石化代替の製品展開に結びつけると共に、リサイクルにも配慮した改質リグニン系次世代バイオベース材料を開発

【改質リグニン系高性能バイオベース材料の開発と製品加工法の確立】

射出成形・プレス成形による試作品

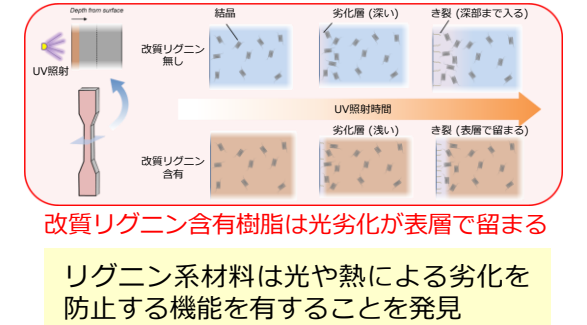
エンブラとの複合化

改質リグニン

繊維強化プラスチック化

優れた強度・耐熱性・加工性を持つ高性能バイオベース材料の開発に成功

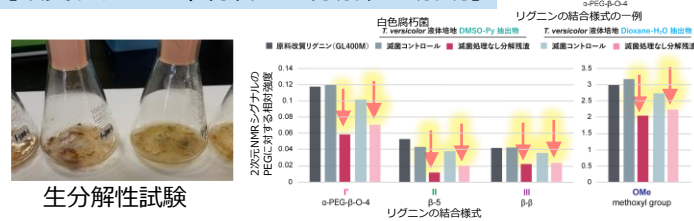
【改質リグニン系材料のリサイクル技術の提示】



③ 環境適合性評価と地域導入システムの開発

改質リグニン系材料の生分解性評価法を開発すると共に、脱炭素社会の実現と地域産業創出に向けた技術評価システムを開発

【改質リグニン系材料の生分解性の解明】



改質リグニンは自然界のリグニンと同様に白色腐朽菌による生分解性を有していることを解明

【改質リグニン系材料の製造プロセスのLCA評価】

