

委託プロジェクト研究課題評価個票（中間評価）

研究課題名	革新的環境研究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	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） 大臣官房政策課技術政策室 林野庁森林整備部研究指導課（技術指導班） 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）	8.9億円（見込）						
研究開発の段階	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; text-align: center;">基礎</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">応用</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">開発</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;"> </td> </tr> </table>	基礎	応用	開発					
基礎	応用	開発							

研究課題の概要

<委託プロジェクト研究全体>

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。

<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>

炭素吸収源として新たに温室効果ガスインベントリ（※6）への登録が認められることとなったバイオ炭（※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。

<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。

<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>

炭素吸収源対策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、従来のバイオ素材で実現されていない高性能リグニンプラスチック（熱可塑性を持ち、耐熱性や強度の高いスーパーエンジニアリングプラスチック（スーパーエンプラ※10）相当の機能、かつリサイクル性・生分解性を有する資材）を開発する。

1. 委託プロジェクト研究課題の主な目標

中間時（2年度目末）の目標	最終の到達目標
<p>①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</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 主要な各種バイオマス原料由来のバイオ炭の組成分析を終了 ・ バイオ炭資材の施用による農地からのGHG排出量の実測方法の決定、データ収集を開始 	<p>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</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 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

<p>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</p> <ul style="list-style-type: none"> 藻場タイプ別のブルーカーボン評価モデルの作成 ブルーカーボン貯留の阻害要因とその対策技術の考案 	<p>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</p> <ul style="list-style-type: none"> 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 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
<p>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</p> <ul style="list-style-type: none"> 熱可塑性を持つスーパーエンブラの基材となる高品質リグニン素材を開発 プラスチック材料の配合比、製造プロセスの基礎試験を終了 	<p>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</p> <p>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</p>
<p>2. 事後に測定可能な委託プロジェクト研究課題全体としてのアウトカム目標（令和12年度）</p>	
<p>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</p> <ul style="list-style-type: none"> バイオ炭資材の普及により、バイオ炭の利用量(※11)を現在の3倍に増加させる。 	
<p>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</p> <ul style="list-style-type: none"> 海藻類を含む藻場タイプ別のブルーカーボン評価手法を開発し、IPCC(※12)の湿地ガイドラインに海藻類を追補するための炭素吸収量の測定データを整備する。 全国で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・拡大を進め、吸収源としての機能を2割増加させる。 	
<p>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</p> <p>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。</p>	

<p>【項目別評価】</p>	
<p>1. 社会・経済の諸情勢の変化を踏まえた研究の必要性</p>	<p>ランク：A</p>
<p>本課題は、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、COP26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。</p> <p>以上のことから、本研究課題は、農林水産業、国民生活の具体的なニーズから見て重要性が高く、引き続き国が関与して研究を推進する必要がある。</p>	
<p>2. 研究目標（アウトプット目標）の達成度及び今後の達成可能性</p>	<p>ランク：A</p>
<p>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</p> <p>①-1 主要な各種バイオマス原料由来のバイオ炭の組成分析を終了</p> <ul style="list-style-type: none"> 国内の主要バイオ炭として、竹炭、木炭及びもみ殻炭の温度帯ごとの組成分析（JIS M 8812[※13]）を終了。 <p>①-2 バイオ炭資材の施用による農地からのGHG排出量の実測方法の決定、データ収集を開始</p> <ul style="list-style-type: none"> 露地圃場（コムギ、イネ、野菜等）でのバイオ炭施用試験を実施し、クローズドチャンバー法とガスクロマトグラフィーによるGHG計測の実施を決定した。 一部地域では収量と栽培期間中のGHG排出量のデータについてとりまとめを開始し、バイオ炭施用に伴うGHG収支のウェブ算定ツール（土壌CO₂見える化サイト）の改良に着手した。 	

以上のことから、中間時の目標はすでに達成できている。

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

②-1 藻場タイプ別のブルーカーボン評価モデルの作成

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、および藻場タイプ別の面積の全国集計値が必須となる。吸収係数については、現時点で藻場タイプ別の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。また、藻場タイプ別の面積については、環境省が公表している2018年時点での全国藻場分布マップを、藻場タイプ別分布面積に分割する解析を実施しており、この解析による面積集計も2022年3月にすべての海域で終了する。

②-2 ブルーカーボン貯留の阻害要因の抽出とその対策技術の考案

植食魚類の出現頻度が低い場所・季節に出現する藻場を補強対象とすることや、藻場そのものが藻場形成に及ぼす正の影響を人工的に作り出すことを主軸に、4つの新規藻場増強方法を考案した。藻場衰退が起きている海域および健全な藻場が残っている海域の双方を対象に、2021年時点で北海道から南西諸島まで全国で11の対象海域において藻場によるブルーカーボン貯留の阻害要因を抽出し、上記4つの新規方法の中から各海域で実施すべき対策技術を選定した。次年度からの対策技術の本試験に向けて、いくつかの試行試験を各海域で実施しているところである。

以上のことから、中間時の目標はすでに達成できている。

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

③-1 熱可塑性を持つスーパーエンブラの基材となる高品質リグニン素材を開発

スーパーエンブラ相当の高付加価値バイオベース材料に適する素材開発においては、加熱処理と樹脂化を検討し、成形品の機械的強度・弾性率・電気絶縁性の向上に適した加熱処理技術を開発した。

③-2 プラスチック材料の配合比、製造プロセスの基礎試験を終了

・改質リグニン（※14）の導入により樹脂の性能を向上する技術を開発し、粘度の低減下、成形品の耐熱性・柔軟性・機械的強度・電気絶縁性・誘電率・耐水性が向上する配合技術を見いだした。
・改質リグニンへの官能基導入によるスーパーエンブラとのハイブリッド材の合成技術を開発し、改質リグニンとエンブラとを複合化する相溶化技術の開発に成功した。加えて、フィラー（※15）とコンパウンド（※16）の設計を行い、コンパウンド化に適した配合組成を見出した。また改質リグニンを添加することによりフィラーとの接着性が向上するなどの従来材料に対する優位性を見出したなどの良好な結果をもって、製造プロセスの基礎試験を終了した。

以上のように、中間時の目標を達成した。

II. 最終到達目標の達成可能性

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

①-1 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3年度末までにN₂O低減化が図られる豚ふん、牛ふんと硫酸、尿素の混合比の割り出し作業、鶏ふんベースのバイオ炭の肥料成分の含有量や可溶性の測定が完了見込み。試作肥料の有効性（肥効・N₂O・GHG収支等）や混合比の検証、造粒方法について検討を進めている。

・さまざまなバイオマス資源を用いて作成したバイオ炭の固定炭素量を計測し品目ごとの標準品を定め、水田・畑での施用試験によって施用モデルを構築した後、日本各地での適用性評価を行う予定。なお、針葉樹（マツ）・広葉樹（ナラ）・竹・もみ殻については令和3年度末までに標準品を作成し、理化学性のとりまとめを完了させる見込み。

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

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は、令和3年度末までに完了見込み。なおバイオ炭生産資源評価（各地の未利用バイオマス量のポテンシャル評価）は9割、農地炭素貯留データベースの構築は8割、農地施用ガイドラインの作成は5割が、令和3年度末までに終了見込み。これらについては令和5～6年度の完成に向けて着実に作業を進めている。炭施用にともなうGHGの収支算定は、ウェブ算定ツール（土壌CO₂見える化サイト）の改良に着手。適正な炭化とバイオ炭施用栽培体系が選択された段階で、チャンバー式のGHG実測算定やLCAによる精緻化を進める。

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。

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

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

現在の藻場分布マップを用いた解析で、2022年度は利用可能な環境省の分布マップの修正作業を行い、その作業が2022年末にすべて終了する予定である。そのため、2023年3月にはブルーカーボンの全国評価による二酸化炭素吸収量の確定値が公表できる見込みである。以上のことから、最終の到達目標については、2年早めて3年目終了時に達成可能と考えている。

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

各海域の磯焼け等の藻場衰退に対して実施されてきた藻場再生技術を整理し、これまでの藻場再生でまだ実施されていない藻場生態系のヒステリシス変化（※17）を考慮した藻場再生技術を2021年度の時点で4種程度考案できた。2021年度の時点で、各技術は各海域ですでに試行が始まっている。次年度より、全国の対象海域でそれぞれの海域の阻害要因に対応させて技術をアレンジし、本試験を開始する予定である。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、試験の成果は2023年度冬から2024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、海域別に効果の高い技術を選定することができる。

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。

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

本課題の最終到達目標は、「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」することである。これについて、現段階で下記の成果を得た。

・スーパーエンブラ相当の高付加価値バイオベース材料に適した改質リグニン系素材の開発において、成形品の性能向上に適した最適な加熱処理条件を見出して材料開発へ供給している。また、ワーカビリティの高い樹脂化技術を見出して、耐熱性、柔軟性、機械的強度、電気絶縁性、誘電率、耐水性の向上を当初計画よりも早く達成している。

・改質リグニンから優れた耐熱性や強度を有するバイオベース材料の開発においては、改質リグニンとエンブラを複合化するための相溶化技術の開発を達成している。加えて、改質リグニンを含有した、高耐熱、高強度、不燃等の特性を有する製品を試作し、付加価値材料を開発に早々に成功した。加えて抗酸化材料への展開など当初の想定以上の成果が得られている。

・改質リグニンの環境適合性評価システムの開発においては、改質リグニンを分解する白色腐朽菌（※18）を見出して評価法開発へ繋げている。また、副産物の有効利用法を開発するとともに、改質リグニン製造プロセスにおけるライフサイクルアセスメント（LCA）（※19）分析を開始し、GHG 排出原単位の算出手法を確立した。

以上のように、研究は順調に進んでおり、今後、さらに高機能用途に適する改質リグニン素材と樹脂化学品、誘導体化の検討を実施すると共に、それらの供給を受けた材料開発を行うことで、世界初のスーパーエンブラ相当のリグニン系バイオ材料の開発を達成できると共に、その評価技術も確立する。最終到達目標は十分に達成可能と考えられる。

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

ランク：A

①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

【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（※20）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、営農体系別の温室効果ガスの削減量や実炭素貯留量を整理して、一般の農家や企業および一般消費者が使いやすい、我が国独自の炭素貯留データベースを構築する。なお、これらのデータは、J-クレジット申請で出された各種バイオ炭のデータとも相互に参照し、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。

・バイオ炭を活用した営農モデル地域において、代表的な農作物ごとの作業目安作りとその目安に沿った施用マニュアルを作成する。この施用マニュアルをもとに、J-クレジットの社会的周知を進めて認証団体を増やし、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。

・2025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行う。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（※21）のプラットフォーム（※22）やビジネス・エコシステム（※23）を設計・実装する。

これらの取組により、2030年までに全国200ヶ所程度でJ-クレジット申請を進め、これにより、20千トンCO₂近い炭素貯留が可能となる。さらに、活動量（バイオ炭の農地施用量）の精緻化を確実に進めるため、「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。

【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】

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。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。なお、バイオ炭による農地炭素貯留の社会実装を早期に進めるため、制度設計や実情調査等の諸活動が進んでおり、これらの活動報告やバイオ炭生産者の集積と組織化、J-クレジット申請の手順、今後の社会実装に向けた方向性等の説明会やシンポジウムを開催している。

【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（2019年時点のバイオ炭による吸収量5.56千トンCO₂（日本国インベントリ報告書）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」のような環境保全ブランド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、長期的にわたり、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、肥料代替資材として好ましく、家畜排せつ物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。

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

【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、すべてIPCC湿地ガイドラインに準拠している。ガイドラインに含まれる海草類については、海草タイプ別、海域別の精緻なパラメータとその値を準備しているため、ガイドラインのTier1からTier3まで、すべての手法で算定が可能な状態にある。また、海藻類についても海草類と同等の算定が可能な状態にある。今後のIPCCでの検討時には、すでにガイドラインに含まれる海草類と同等の基準を満たす先行研究として令和4年の早い段階で国際的な学術雑誌上で発表し、精度の高いデータを提供することが可能である。

また、藻場タイプ別の吸収係数を既に算定しており、藻場形成と同時にその吸収源機能を具体的数値で定量することが可能であるため、本技術を漁業関係者や地方自治体、企業、NPO等の活動への迅速な普及が期待できると同時に、将来的なクレジット化等を通じて二酸化炭素吸収源機能の向上に対する民間投資を誘導することが可能となる。また、こうしたさまざまな活動による二酸化炭素吸収源機能の向上は海岸線の藻場形成を促進し、水産業の現場でのバイオマス機能（漁場、生態系保全、海藻養殖など）の強化というコベネフィットも見込むため、藻場の形成・拡大による吸収源機能の増加をさらに加速させることも期待される。藻場の二酸化炭素吸収量は令和3年度末に算定されるが、その吸収量は藻場生産量をおおよそその指標とみなせる。このため、上記により藻場の形成・拡大が活性化し、天然藻場の生産量が約1割回復するとともに、天然藻場の約1割を占める海藻養殖の生産量についても少なくとも現行の約2倍に増加すると見込まれている。

これらの取組により、「IPCC湿地ガイドラインに海藻類を追補するための炭素吸収量の測定データを整備する」及び「藻場の形成・拡大により吸収源としての機能を2割増加させる」というアウトカム目標の達成は可能である。

【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】

研究成果の普及・実用先となる漁業関係者や地方自治体、企業、NPO等に情報をいち早く伝えるため、業界の技術普及雑誌への寄稿、セミナー、講演会、協議会の委員就任などに対応している。また、成果は広く現場普及させ、我が国の吸収源拡大を第一の成果と認識しているため、特許等の申請は行わず、成果の殆どは公開を前提としている。藻場タイプ別の吸収係数算定ガイドラインの作成・公開も検討中であるため、本課題の研究成果を迅速に現場へ普及させることが可能である。

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および漁業協同組合に参画してもらい、技術の試行から実証まで担当している。普及・実用化する際の問題点や改善点を同時に共有し、迅速に現場へ反映させていくことが可能である。これらがプロジェクト終了後に社会実装へつながるため、研究成果の活用の道筋としても妥当であると考えられる。

【他の研究や他分野の技術の確立への具体的貢献度】

本課題で開発したブルーカーボン評価手法はこれまで考慮されていなかった海藻養殖も吸収源評価の対象として算定することが可能である。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。養殖されたバイオマスは貯留源ではないため、さまざまなバイオマス活用へと利用できる。令和2年に閣議決定された「革新的環境イノベーション戦略V. 農林水産業・吸収源③ブルーカーボンの追求」にある、海藻類を新素材・資材（バイオプラスチック）として活用するための技術開発が開始されており、化学工学の分野の技術進展にも貢献し始めている。海洋プラスチックの問題の解決や新バイオマス産業の確立、他の産業界の温室効果ガス排出削減などに貢献することが期待できる。

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

【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】

本課題では「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」ことをアウトカム目標としている。実用化する5種類としては、改質リグニン/エンブラ複合樹脂、およびそれらと種々の強化繊維（炭素繊維、ガラス繊維、セルロース系繊維等）との複合製品を想定している。樹脂化による工業素材化の成果が芳しく高いレベルにあることや、ブレンドの技術の進捗も早いと、早々に様々な製

品化に取り込むことを計画している。また、可能なものは協力のメーカーに受け渡すことを計画しており、アウトカム目標の達成は可能である。

製造から使用および廃棄まで多様な波及効果があり単純ではないが、参入可能な性能レベルのスーパーエンブラ代替が行われたとして、GHG削減効果は約44万トンと試算されている。これに、改質リグニンの樹脂業界全体への進出による代替効果を含めると、約680万トンの削減が期待される。

【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】

代表機関が主催している改質リグニンの普及のためのコンソーシアム「リグニンネットワーク」では、毎年度数回の会員向けセミナーと、1回程度の公開セミナーを開催している。また、これまでにアグリビジネス創出フェア等の展示会出展、および研究所の一般公開動画等への参画をたびたび行い、業界団体・一般への普及活動に努めている。これらの取組によって、「リグニンネットワーク」の会員数は増加を続けており（法人会員数170社）、エンブラにかかわらず、改質リグニンをを用いた様々な製品への展開が見込まれる。

【他の研究や他分野の技術の確立への具体的貢献度】

当初想定した用途以外についても、これまでに以下のような成果を得た。

- ・製造プロセスで生じる廃液中の成分組成の解明を達成すると共に、それらを樹脂と混合することで寸法安定性に優れた高機能性木材製造に利用可能であることを明らかにした。
- ・改質リグニンの抗酸化性能を見出し、改質リグニンから製造する材料への高付加価値化を実現する材料を見出した。

これらのことから、改質リグニンの製造技術は、エンブラとしての利用にとどまらず、木材の耐久性の向上や、抗酸化性能を活かした製品開発等に貢献すると考えられる。

4. 研究推進方法の妥当性

ランク：A

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

【研究計画の妥当性】

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。

【研究推進体制の妥当性】

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直接ではなくオンラインでの実施を余儀なくされた。そのため、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、より社会実装に近い研究が求められるが、研究実績を全国へ展開していくための現地指導・波及体制が課題である。そのため、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が参画する体制を、令和4年度から構築する。

【研究課題、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て次年度研究計画と予算分配を検討している。今後3年間は主に各地域における課題発掘とJークレジット開発および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・各種地域農業者や民間研究機関等への接触を多く試みる予定であり、成果が確実に得られるよう予算を有効活用する。

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

研究者全体報告会を通じて、次年度研究計画と分配を検討している。今後3年間は主に各地域における課題発掘とJークレジット開発および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・各種地域農業者や民間研究機関等への接触を多く試みることにしている。

【研究計画の妥当性】

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、多くの見直しが必要となっているが、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、年2回の課題別推進会議を実施し、目標達成に向けて的確に計画を進行させるなど予算配分は妥当である。

【研究推進体制の妥当性】

令和2年、3年共に外部専門家、技術会議事務局、政府の関係部局が参集する運営委員会を実施しており、研究内容とその推進について随時検討している。これに加えて、各年に2回、担当者を中心とした推進会議（全体と課題別）を開催し、各課題の進捗状況の共有と成果の確認、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とともに、各実行課題が足並みをそろえつつ研究計画を前倒しし、アウトカム目標の達成と行政対応の双方に依拠している。

【研究課題、予算配分の妥当性】

二酸化炭素吸収量の算定を小課題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の目標が達成される見込みのため、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することとしている。そこで3年目（2022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する。

このように予算を有効に活用することで、小課題2の各実施課題で行う現場海域での技術検証の成果が確実に得られるようにするなど、目標達成に向けて的確に計画を進行させており、予算配分は妥当である。

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

【研究計画の妥当性】

外部専門家と、関係する行政部局で構成する運営委員会を設置し、行政ニーズや各課題の進捗状況を踏まえて、実施計画の見直し等の適切な進行管理を行っている。

【研究推進体制の妥当性】

上記の運営委員会を年2回開催し、進捗状況の確認、研究計画・推進体制の見直し、研究成果の共有と公表等について、助言指導等を行っている。また、研究コンソーシアムの自主的な推進体制として、全体あるいは小課題ごとの推進会議を随時開催し、コンソーシアム内の情報共有や意見交換、推進体制の検討等を行っていることから、研究推進体制は妥当である。

【研究課題、予算配分の妥当性】

令和2年度は内閣府の官民研究開発投資拡大プログラム(PRISM)アドオンを受けて改質リグニン素材の高バイオマス化にも取り組んでいる。運営委員会からの指摘を踏まえて各小課題とも予定した成果を創出しており、研究課題は妥当である。

各課題の進捗状況や研究成果の有用性を踏まえた予算配分の重点化を行っている。それぞれの中課題は計画通り進捗しており、最終目標の達成も見込まれることから、予算配分は妥当である。

【総括評価】

ランク：A

1. 委託プロジェクト研究課題の継続の適否に関する所見

- ・カーボンニュートラル実現に向けた重要な課題である。パリ協定やCOP26において森林、農地、ブルーカーボンといった自然環境に由来する温室効果ガスの管理が新たに課題となっている中で、国際的な約束を達成するために、国が研究に関わる重要性は高い。
- ・バイオ炭資材やブルーカーボンの評価手法、木質リグニンの利用技術について、適切な中間目標の設定とその達成、一部早期達成も見込まれており、研究が順調に進捗していることが確認できることから、研究の継続は妥当である。
- ・講演会などのアウトリーチ活動も積極的に実施している点も評価できる。

2. 今後検討を要する事項に関する所見

- ・アウトリーチ活動を積極的に実施している点は評価できるが、国民の理解が不可欠な分野であるため、今後も更なる普及啓発活動を進めていただきたい。
- ・国際的な情報発信、国際特許の出願について、今後積極的に進めていただきたい。
- ・本研究の成果として開発された新規資材の品質評価に加え、リサイクルまで考慮に入れたLCAの手法についても留意いただきたい。
- ・技術の普及に向けて、生産現場での積極的な活用に繋がるよう、環境保全型農業直接支払交付金や見える化の取組等と結び付るとともに、水産業・林業も含めて普及を促していただきたい。

[事業名] 革新的環境研究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。人間活動によって主なGHGには、二酸化炭素、メタン、一酸化二窒素などがある。GHGは、 <u>Green House Gas</u> 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
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的工業用途の「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℃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。	10
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。	11
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change（気候変動に関する政府間パネル）。気候変動に関する最新の科学的知見についてとりまとめた報告書を作成し、各国政府の気候変動に関する政策に科学的な基礎を与えることを目的として設立された組織。	12

JIS M 8812	JISとは Japanese Industrial Standards (日本工業規格) の略称、わが国の工業標準化の促進を目的とする工業標準化法 (昭和 24 年法律第 185 号) に基づき制定される任意の国家規格であり、令和元年 7 月 1 日の法改正によって工業標準化法から産業標準化法へと名称が変更になった。 JIS M 8812 はバイオ炭の炭質を評価する公定法の一つであり、(一社) 全国燃料協会では「木炭の規格」を定め、JIS M 8812 に従って評価した固定炭素 (%) を用いて、白炭、黒炭、オガ炭等の品質を定めている。なお、固定炭素は、100 - 灰分 (%) - 揮発分 (%) で算出する (無水基準の場合)。	13
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。	14
フィラー	充填剤。強度を増したり、かさを増やしたり等の用途でプラスチックに混合される。炭素繊維、ガラス繊維、その他低分子などを含む。	15
コンパウンド	機能やコスト要求を満たすために何種類かの材料 (プラスチックポリマーだけでなく、上記のフィラーや、色素などの低分子なども含む) を混ぜ合わせたプラスチック・樹脂材料のこと。	16
ヒステリシス変化	ある系の状態が、過去に受けた影響に依存して変化すること。	17
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。	18
ライフサイクルアセスメント (LCA)	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。	19
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、CO2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。	20
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 CO2 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。	21
カーボンマイナスのプラットフォーム	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、発展させていくためには、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および競争、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。	22
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。	23

⑥ 農林水産分野における炭素吸収源対策技術の開発

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プ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



バイオ炭を農地土壌に施用する炭素貯留促進技術

林業分野



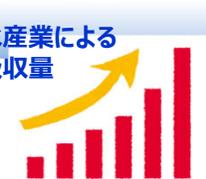
持続的に利用可能な高機能性リグニンバイオプラスチック

水産業分野



ブルーカーボンの炭素貯留能力を評価 藻場の形成・拡大

農林水産業による炭素吸収量増加へ



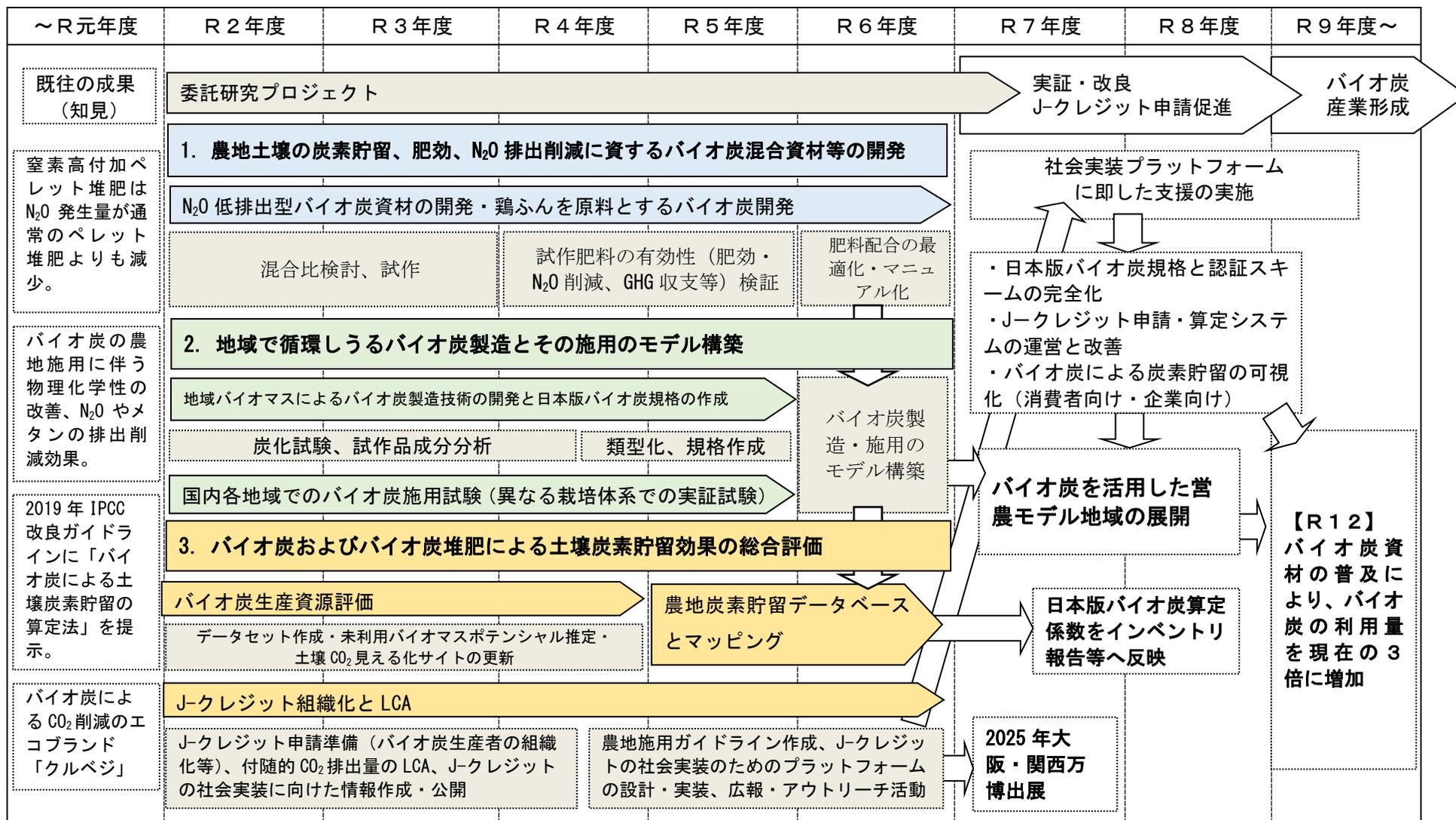
期待される効果

- ・ 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

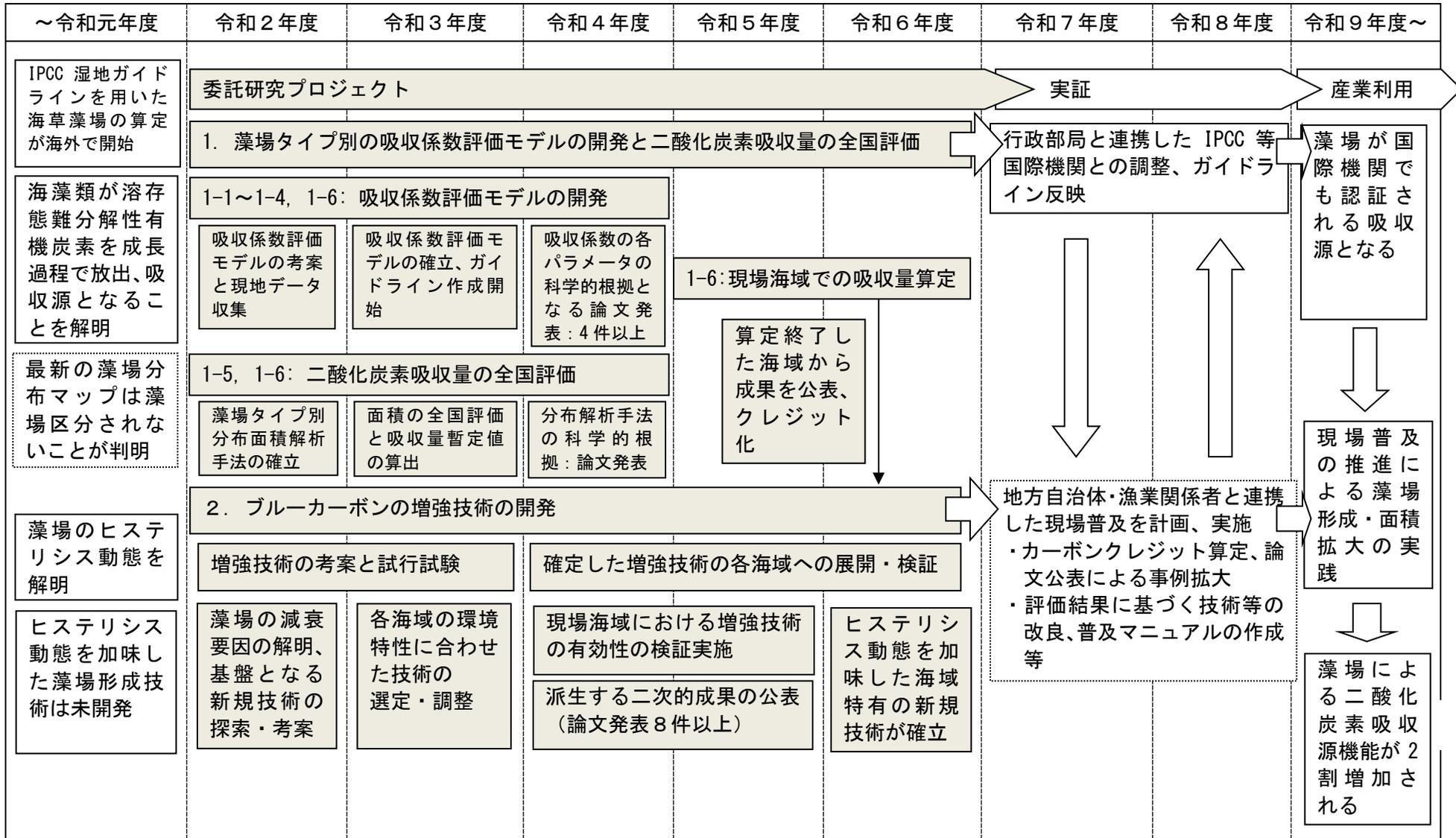
【ロードマップのイメージ（中間評価段階）】

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

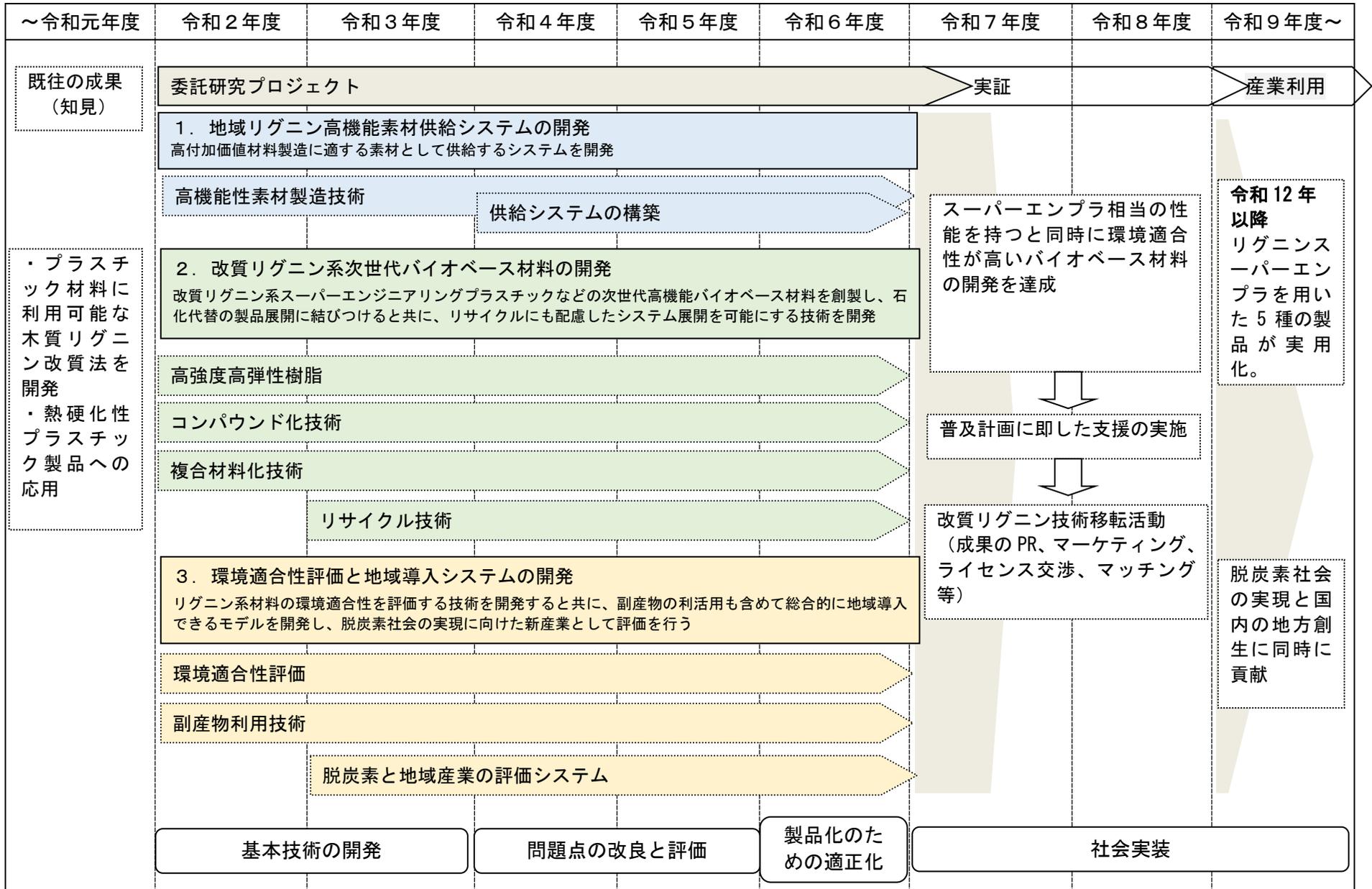
＜①農地土壌の炭素貯留能力を向上させるバイオ炭資材等の開発＞



<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>



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】

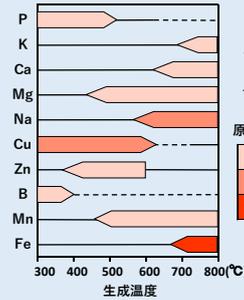
- ・N₂O削減が図れる豚ふん、牛ふんと硫酸、尿素の混合比の割り出し作業終了(～R3)。
- ・栽培試験と配合比最適化(～R6)。



	TN %	TP %	TK %
試作品	6.64	6.87	7.14
試作品	6.56	7.01	8.26
試作品	6.73	4.75	4.79
試作品	6.81	4.94	4.81
試作品	6.47	7.13	6.96

【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)。
- ・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)。

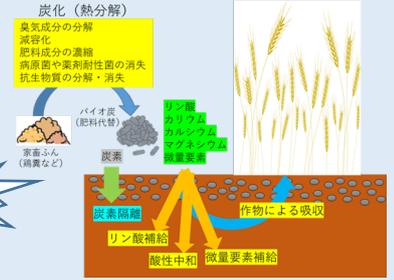


原料濃度より低い
原料濃度より高い

原料濃度に対する比(濃縮率)*

- 1.3~2.0
- 2.0~2.5
- 2.5

特許出願
2021-139801



鶏ふん炭に含まれる肥料要素の可溶性における生成温度への依存度

鶏ふんを原料としたバイオ炭の開発・活用スキーム

② 地域で循環するバイオ炭製造と施用モデルの構築

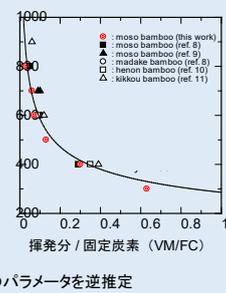
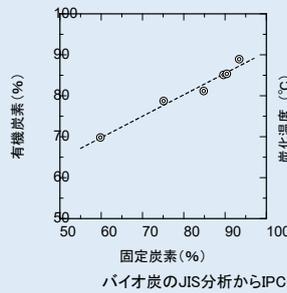
目標：地域、気候帯、栽培体系ごとに入手可能なバイオ炭資材候補を選定。炭化、栽培試験を通じて土壌への固定炭素量と栽培適性を解明、“無理なく”バイオ炭を活用した営農モデルの指針を提示。

【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、もみ殻炭の組成分析(JIS M8812)を終了(～R3)。
- ・針葉樹(マツ)、広葉樹(ナラ)、竹、もみ殻の標準炭の規格作成を完了(R3)。
- ・刈り芝や果樹剪定枝などを原料としたバイオ炭の規格作成(～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開始(R2～)。GHG計測方法を決定し、収量とGHGデータの取りまとめを開始(R3)。
- ・適正な炭化とバイオ炭施用栽培体系が選択された段階で、チャンパー式のGHG実測算定、LCAによる精緻化を進める(R4～R6)。



圃場でのバイオ炭施用(福井県、水田)

バイオ炭のJIS分析からIPCCのパラメータを逆推定

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。地域・気候帯・栽培体系ごとのガイドラインを作成、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】

- ・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(～R3)。
- ・バイオ炭生産資源評価の実施(～R6)。

【農地炭素貯留量データベース】

- ・農地炭素貯留量データベースの構築とマッピング化(～R6)

【J-クレジット組織化(社会実装)とLCA】

- ・農地施用ガイドラインの作成(～R6)
- ・J-クレジット申請(200トンCO₂)開始(R3)
- ・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・エコシステムの設計・実装(～R6)
- ・消費者・企業などへの啓発活動(～R6)



J-クレジット申請を開始(R3年度はまず16府県(緑色))

R3年度
200トンCO₂
登録



※赤字は中間時までには実施が完了(見込み)のもの。下線は中間時目標。

<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 令和3年度までの成果概要

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じた吸収係数算定手法：全国の高草・海藻藻場を評価するための藻場タイプすべてのパラメータが確定、計算可能に

IPCC湿地ガイドライン(2013)、海草藻場 Tier3を採用

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			Tier 3
		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		

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

全国藻場分布面積の集計：衛星画像から推定された環境省所管の藻場分布情報マップを各藻場タイプの分布へと解析的に分割、面積を集計



既存の藻場分布マップ
⇒ 藻場の区分なし

精緻な物理環境データ（全国10mメッシュ）を用い、藻場タイプ別にアンサンブルモデリング

北海道海域の解析結果



北海道の藻場のタイプ別面積（仮評価値）

藻場タイプ	面積	備考
アマモ・スゲアマモ	147.9	カムク湖・サロマ湖・徳取湖・野付・風連湖・湯根沼・トサム米沼・厚岸湖
コアマモ	2.7	湯沸湖
タチアマモ	0.08	木古内町
スガモ	32.1	オホーツク海側で発達
小型コンブ類 (ホソメコンブ・マコンブなど)	163.2	石狩一函館（磯焼け）
大型コンブ類（ナガコンブ）	50.0	釧路-根室海域
ワカメ	12.4	日本海側に生育
温帯性ホンダワラ	14.3	
緑藻	4.1	
褐藻・紅藻	30.2	
サンゴモ	0.6	情報が乏しい
合計	457.6	

単位：(km²) 四捨五入

$$\text{各藻場タイプによるCO}_2\text{吸収量（貯留量）} = \text{吸収係数} \times \text{面積（活動量）}$$

タイプjの吸収係数 = CO₂隔離量 × 残存率 × 生態系換算 × 炭素含有量 × CO₂換算 × (1-含水率)

$$P_j / B_{jmax} \times B_{ijmax} \times (r1_j + r2_j + r3_j + r4_j) \times E_j$$

純生産量 最大現存量

堆積 深海輸送 難分解 難分解 (溶存) (粒状)

場所iの最大現存量

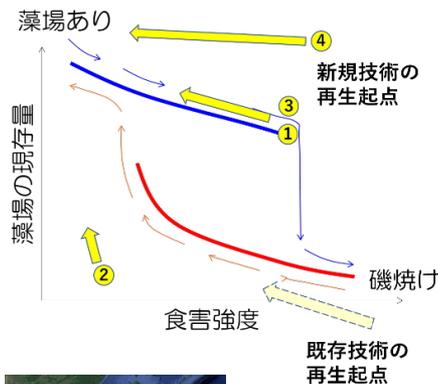
⇒ 現地観測する唯一の値
(観測しない場合は文献値)



- 藻場構成種、生活史、季節性などから海域別に各パラメータ値を算定
- 海域別の詳細値を積上げ集計

2. ブルーカーボン生態系の増強技術の開発

藻場のヒステリシスを加味した新規技術の考案



- 人工海藻+加入プレート**
はじめから人工的に群落がある状態(群落による正のフィードバック効果)を作り、新芽を守る
- 深層藻場形成(鳥状)**
藻場の分布下限である深場(魚にとって生産性低く、水温も低め)に魚に利用しにくい離散的な藻場を作る
- 小型海藻再生**
藻場を形成する種ではなく、雑海藻扱いされてきた、魚に食われない海藻群落を作り、群落の正のフィードバック効果を形成。
- 養殖による隔離**
食害魚が出現する沿岸岸際の天然藻場ではなく、沖合表層など食害魚が出現しない海域で人工藻場とする



全国11海域で試行試験中

木質リグニン由来次世代マテリアルの製造・利用技術等の開発 脱炭素社会の実現を推進する高機能リグニン材料の開発

国産森林資源由来の新素材「改質リグニン」を用いたパフォーマンスの高い工業材料を製造する技術を開発し、次世代環境適合型バイオ材料としての製品展開を可能とします。

素材開発

(1) 高付加価値素材に適する改質リグニン製造システムの開発



・機械的強度・弾性率・電気絶縁性の向上に適した改質リグニンの加熱処理技術を開発



・改質リグニンの樹脂化处理により、粘度コントロール、成形品の耐熱性・柔軟性・機械的強度・電気絶縁性・誘電率・耐水性の向上を達成



材料開発

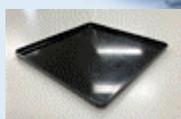
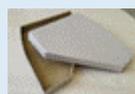
(2) 改質リグニン系次世代バイオベース材料の開発



改質リグニンとエンプラの複合化するための相溶化技術の開発を達成

改質リグニンを導入したエンプラ (POM:ポリアセタール) 代替の摺動部品の試作に成功

改質リグニンの官能基修飾により高バイオマス度の樹脂化原料開発を達成



高耐熱、高強度、不燃等の特性を有する製品を試作し、付加価値材料を開発



環境適合

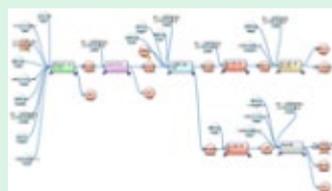
(3) 環境適合性評価と地域導入システムの開発



改質リグニン材料の分解性評価に適する菌株をスクリーニング



改質リグニン製造で副産する廃棄液を用いる木材改質技術を開発



GHG 排出原単位の概算を達成

リグニン系材料の環境適合性評価技術の開発

LCA分析を開始



世界初の環境適合型のスーパーエンプラ相当材料の開発で、すべてのプラをバイオベースに！
ゼロエミッションに貢献

改質リグニンからは、世界で唯一の環境適合性を持つエンジニアリングプラスチック材料の開発が可能です。

改質リグニンの**需要の最大化**をめざす技術開発により新しい地域産業の創出を加速します。