

事業戦略ビジョン

実施プロジェクト名：**漁港を利活用した海藻バンクによるブルーカーボン生態系拡大プロジェクト**

実施者名：株式会社アルファ水工コンサルタンツ、代表名：代表取締役社長 堀江 岳人

（コンソーシアム内実施者：三省水工株式会社（幹事企業）、日建工学株式会社、三洋テクノマリン株式会社）

目次

1. 事業戦略・事業計画	2	1
(1) 産業構造変化に対する認識	3	
(2) 市場のセグメント・ターゲット	4	
(3) 提供価値・ビジネスモデル	5	
(4) 経営資源・ポジショニング	7	
(5) 事業計画の全体像	8	
(6) 研究開発・設備投資・マーケティング計画	9	
(7) 資金計画	10	
2. 研究開発計画	11	
(1) 研究開発目標	12	
(2) 研究開発内容	13	
(3) 実施スケジュール	33	
(4) 研究開発体制	34	
(5) 技術的優位性	35	
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）	36	
(1) 組織内の事業推進体制	37	
(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	38	
(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	39	
(4) マネジメントチェック項目③ 事業推進体制の確保	40	
4. その他	41	
(1) 想定されるリスク要因と対処方針	42	

1. 事業戦略・事業計画

1. 事業戦略・事業計画／（1）産業構造変化に対する認識

CNの実現にむけ、再エネ・カーボンプレジット市場及びその周辺産業の急拡大が予想

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）

- CO₂等の温室効果ガスの増加で、気候変動の影響が顕在化
- パリ協定において温室効果ガスの排出削減の努力目標が設定
- ウクライナ戦争によるエネルギー不安も相まって、再エネ導入の動きが加速

（経済面）

- 人口減少・少子高齢化による国・自治体の財政悪化により、建設コンサルの国内市場は競争激化。民間の再エネ周辺産業にも市場を求める動き。
- 東京証券取引所では「カーボン・クレジット市場」の実証事業を開始(R4.9)

（政策面）

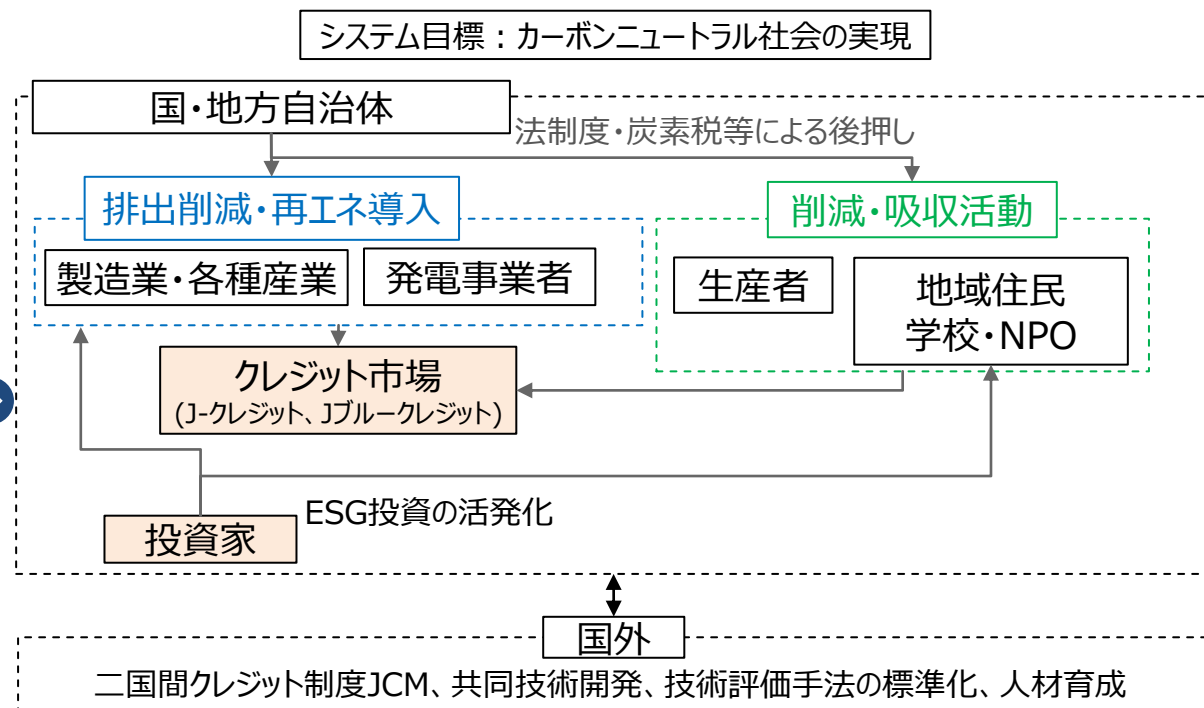
- 環境省；気候変動適応計画(R3.10閣議決定)により、気候変動適応策を各省庁が緊密に連携して推進
- 農水省；みどりの食料システム法(R4.7施行)により生産者の環境負荷低減活動が活発化
- 国交省；CNP(カーボンニュートラルポート)実現に向け検討が全国の港湾で開始

（技術面）

- AI、ICTを用いた各種産業の効率化・省力化
- 炭素定量化・脱炭素技術の開発

- 市場機会：再エネ・カーボンプレジット市場及び周辺産業が活発
 - 再生可能エネルギー市場と周辺産業の拡大（特に洋上風力）
 - CO₂削減・吸収活動と周辺産業の拡大
 - Jブルークレジットの取引拡大（2020年1件、2021年4件、2022年21件）
- 社会・顧客・国民等に与えるインパクト：
 - カーボンニュートラルに向けた活動の活発化とESG投資の拡大、漁業者の活性化

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：

当社が得意とする**水環境領域**において、**ネガティブエミッション系の技術開発と社会実装**を目指す。

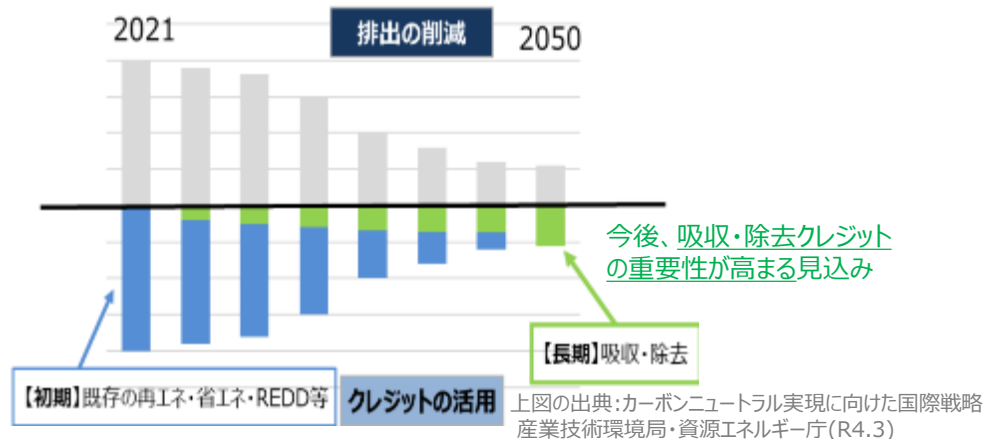
1. 事業戦略・事業計画／（2）市場のセグメント・ターゲット

CO₂削減・吸収活動のうちブルーカーボン生態系創出産業をターゲットに選定

セグメント分析

2050CNの実現に向けた吸収・除去系クレジットの重要性と関心・需要の高さを勘案し、**ブルーカーボン関連産業**に着目

2050CNに向けた排出量の削減とクレジット活用のイメージ



国内のカーボン・クレジット市場（JCM除く）

J-ブルークレジット
4プロジェクト 総発行量 **64.8 t-CO₂**
72,816円 / t-CO₂ ← Jクレジット系に比べ高単価
(令和4年3月時点) 関心・需要の高さを反映

森林吸収 販売価格
10,000円前後 / t-CO₂
(令和4年3月時点)

再エネ発電
平均販売価格
3,278円 / t-CO₂
(令和4年4月入札)

省エネ他
平均販売価格
1,607円 / t-CO₂
(令和4年4月入札)

J-クレジット系

認証量

ターゲットの概要

市場概要と目標とするシェア・時期

- ブルーカーボンクレジットの創出及び取引を行う市場であり、企業価値向上・ESG投資等の促進に期待する民間企業、ブルーカーボン生態系・クレジットの創出を行う漁業協同組合、NPOをターゲットとして想定
- ブルーカーボン生態系拡大のための技術は確立されてなく、磯焼けにより全国的に藻場が減少しているため、藻場を効率的に造成する技術のニーズが高い。
- 2031年に事業化、2050カーボンニュートラルには国内100箇所（漁協単位でシェア10%）でシステム導入を目指す。国外においてはJCMパートナー国及びアジアゼロエミッション共同体のうち沿海国においてシステム導入を目指す。

需要家	主なプレイヤー	消費量（2022年）	課題	想定ニーズ
民間	ESGに取り組む民間企業 [+α:日本法人の海外企業]	623（+α）企業*1	削減しきれないCO ₂ の吸収源の確保	クレジットによるCO ₂ オフセット 企業価値向上 ESG投資等を促進 社会貢献、社会的信頼
漁業者	全国の漁業協同組合	881団体*2	磯根資源の減少による収入源確保 少子高齢化	カーボンクレジット収入 藻場造成による磯根資源の回復 雇用創出
NPO	藻場造成活動を行う団体	11団体*3	積極的に核藻場を造成する技術の不足	カーボンクレジット収入 藻場造成

左図の数値の出典

・J-クレジット制度について（データ集），2022年9月 J-クレジット制度事務局（みずほサーチ&テクノロジーズ株式会社 サステナビリティコンサルティング部第1部）
・J-クレジット制度の概要及び森林クレジットの現状，2022年4月，J-クレジット制度運営委員会・第1回森林小委員
・令和3年度（2021年度）「J-ブルークレジット®」の認証・発行及び公募結果の公表～ブルーカーボン・クレジットの認証・発行及び公募について～，令和4年3月18日，ジャパンブルーエコノミー技術研究組合

需要家の消費量の数値の出典

*1ゼロエミ・チャレンジ企業リスト：<https://www.meti.go.jp/press/2021/10/20211005004/20211005004.html>

*2臨海部の漁業協同組合数：R3水産白書 https://www.jfa.maff.go.jp/j/kikaku/wpaper/r03_h/trend/1/t1_2_6.html

*3内閣府NPOホームページ：<https://www.npo-homepage.go.jp/about/houjin-info/npo-kensaku>

1. 事業戦略・事業計画／（3）提供価値・ビジネスモデル

海藻バンクを基点としてブルーカーボン生態系拡大活動を加速させる事業を創出/拡大

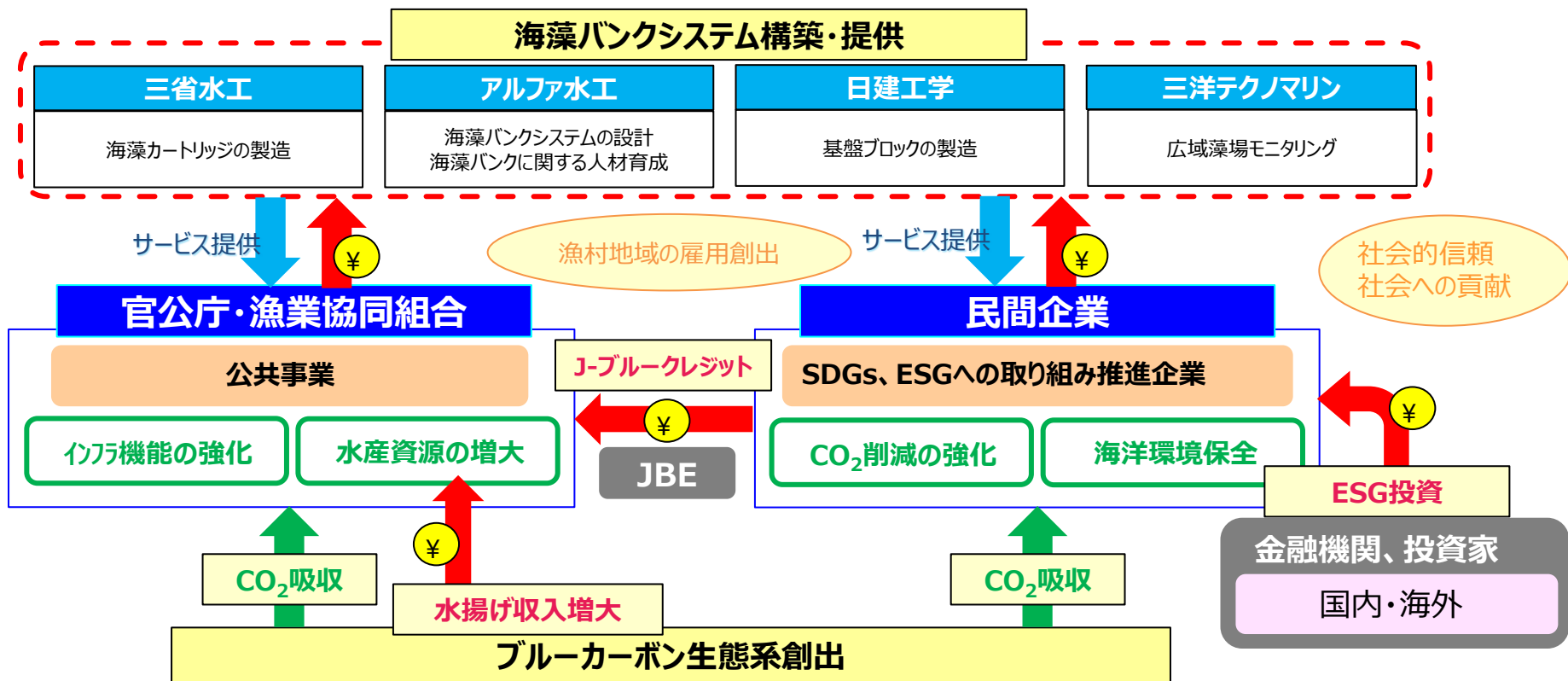
社会・顧客に対する提供価値

- 簡易で大量に種苗を生産・移植できる海藻カートリッジによる藻場造成
 - 2030年 10地区
 - 2050年 100地区
- 藻場の回復（消失面積の8%相当）
 - 2030年 67.5ha
 - 2050年 251.8万ha
- CO2の固定
 - 2030年 384ト
 - 2050年 1,435万ト
- 藻場による多様な価値
 - カーボンクレジット
 - 水産振興
 - 水質浄化
 - 生物多様性
 - 海岸線の保全
 - 環境学習
 - レジャー活動

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

産業アーキテクチャにおける

「企業価値向上・ESG投資等の促進」及び「CO₂削減・吸収活動」に収益機会を想定したビジネスモデル



ビジネスモデルの特徴

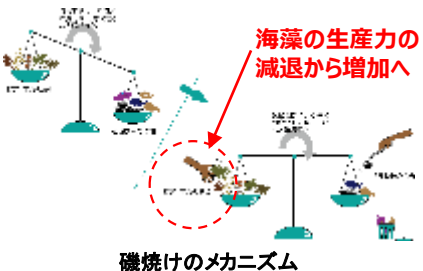
- ブルーカーボンによるCO₂削減・吸収と企業価値向上(ESG投資等の促進含む)にビジネス機会を創出する**独自の**ビジネスモデル。
- 海藻バンクシステムのフランチャイズ展開と運用管理を行うことで、初期と継続の収入が得られる健全で**新規性**のあるビジネスモデル。
- 国内外で藻場減少に歯止めがかからない現状であり、その課題解決とSDGsの目標達成に**有効**な技術サービス。
- 世界規模で持続可能な社会や環境を作り出すことが企業の持続的な成長に繋がると考えられることから**実現可能性**は高い。
- 将来的にCO₂吸収系技術の重要性がさらに高まる見通しがあり、ビジネスモデルの**継続性**が十分期待できる。

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）

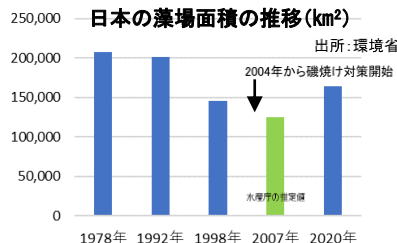
海藻カートリッジの事業化とシェアを獲得するため、標準化を検討

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

- 気候変動の影響により磯焼けが北上・拡大、海藻種の変化。
- 磯焼けの主な原因は植食動物による食害と**海藻のタネの供給不足**。
- カーボンニュートラルを目指し、ブルーカーボンが注目されている。



海藻の生えていない岩やブロックは、ウニを除去したとしても海藻のタネが少ないので早期に海藻が繁茂しない。



そこで、私たちは漁港を利用して、まだ誰も実践していない、多様な海藻種苗を安定的に大量生産して効率よく移植する技術を開発し、CO2吸収源に資する藻場を大規模に造成する**海藻バンクビジネス**を立ち上げた。

各社の標準化リスト

三省・日建	① 海藻カートリッジ・基盤ブロックの標準化 - コンクリート強度の標準化 - 製品の標準化（材質、形状、寸法等） - アミノ酸添加の配合の基準化 - 品質・出来形管理基準、積算基準 - 移植方法の標準化
アルファ水工	② 海藻バンクシステムの標準化 - 種苗生産・中間育成の標準化 - ICTを活用した環境計測の標準化 - 人材育成マニュアル作成 - 危機管理Q&A集と標準化
三洋テック	③ 海藻モニタリングの標準化 - 計測手法の標準化 - ブルーカーボンの算定の標準化

【ターゲット市場】

- 種苗生産、移植、モニタリング・評価までの一連業務を構築するには、一企業での取り組みでは難しい。そこで、コンソーシアムを結成し、各社の得意分野を活かし、簡易で大量に種苗を生産・移植可能な海藻カートリッジを開発し、漁業関係者、公共事業・民間が求める品質の藻場造成を実践する。
- 国内の現状は、自治体や水産研究機関からの受注生産程度。数量は最大でも数百個/年間で漁業関係者までは普及していない。
- 海外では、研究者が磯焼け対策を実験レベルで実施しているが社会実装に至っていない。
- ブルーカーボンのCO2吸収の可能性が期待され、水産市場（2,780漁港、881組合）のみならず、今後は洋上風車（24区域）、防波堤（漁港施設5,000kmを超える）等の人工構造物での藻場創出の増加など、今後、海藻種苗の需要が大きく増える見込みにある。さらに、ESGに取り組む民間企業にも注目されている。

国内外の動向・自社のルール形成（標準化等）の取組状況

- 国内外のブルーカーボンに関する標準化や規制の動向
 - IPCCの温室効果ガスインベントリに海藻は含まれないが、2019年に「海藻利活用推進法」が施行され、ジャパブルーエコノミー技術研究組合(JBE)の設立後、Jブルークレジットの取引が増え、農水省・国交省が評価手法を検討する等、吸収源として扱われる可能性が高い。
 - 韓国は2021年にブルーカーボン政策を発表、海藻のCO2吸収機能の研究開始。ベトナム、中国、米国等もカーボンニュートラル実現を目指し研究開始。
- 漁港への施肥について水産目的は禁止されていないが、ロンドン条約のガイドライン等を遵守する
- 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
 - JBE推進研究会 BERGに参加し、製品化までに海藻バンクシステムの標準化を実施
 - ISO品質管理(高い健苗性)・環境管理を参考に種苗生産・中間育成の標準化を実施

【自社の強み】

- 漁港施設の計画設計や磯焼け対策、藻場造成等の豊富な実績
 - 種苗生産の研究者、磯焼け対策の専門家を保有、漁港・漁場の設計に精通
 - ジャパブルーエコノミー推進研究会BERGの会員でブルーカーボンクレジット普及に参画

【目標とするシェア・時期】

- 藻場造成面積（洋上風力発電市場、ESG投資、漁港漁場整備事業等）
 - 2030年：67.5ha
 - 2050年：251.8万ha（2050年までの消失面積3148万haの8%）

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】2023年度；戦略構築フェーズ、2024年度；規格開発フェーズ

- 海藻バンクシステム(種苗生産～中間育成)のマニュアル化(オープン戦略、日本語版・英語版)
- 上記マニュアルをベースに海藻養殖のISO品質管理、環境管理の各基準を参考に標準化を検討
- 第三者機関による技術評価（例；（一社）漁港漁場新技術研究会で評価・認定）
- イベント（漁港漁場大会、港まつり、BERGでの講習会等）での展示や技術紹介
- PIANC Working with Nature（環境に配慮したプロジェクト）の認証取得
 - WWNでは過去にブルーカーボンの認証はなく、認証取得で国際パートナーの開拓につながる
- 学会(水産工学会、水産学会、土木学会、応用藻類学会)発表による大学や学会との連携
- 海藻バンクビジネスの育成・研修会の開催、HP、SNS、YouTubeによるプロモーションの開始



【知財戦略】

- 2024年度に海藻カートリッジ（単独）と海藻バンクシステム（共同）の国際特許出願
 - 既存パートナー（ベトナム、韓国）と連携した海外展開
 - 特許取得による新しいパートナーの開拓
 - 国際特許では海藻バンク自体の特許取得の可能性を吟味する
- 既往の技術がある分野なので、全体の特許は取得しにくいと、個々の技術で特許取得を検討
 - 可能な範囲で特許内容は広く取得する



1. 事業戦略・事業計画／（4）経営資源・ポジショニング

水環境に精通する建設コンサルであることを活かし、社会・顧客に対しブルーカーボン生態系の拡大という価値を提供

自社の強み、弱み（経営資源）

ターゲットに対する提供サービス

- 海藻バンクシステムの設計・運営・管理の支援
- 海藻増殖技術保有の人材育成

ターゲットに対する提供価値

- 炭素吸収量の増大・J-ブルークレジットの普及
- 海藻バンクシステム導入企業の価値向上
- ESG投資等の促進機会の創出
- 海藻バンクを基点とした漁村地域での雇用創出

自社の強み

- 漁港施設の計画設計や磯焼け対策、藻場造成等の豊富な実績
- 種苗生産の研究者、磯焼け対策の専門家を保有
- 漁港・港湾の基準に精通

自社の弱み及び対応

- 漁業者等への技術支援は実績があるが、事業ベースでの支援体制樹立の実績が無い
- 本コンソーシアムで理想的なビジネスを決定

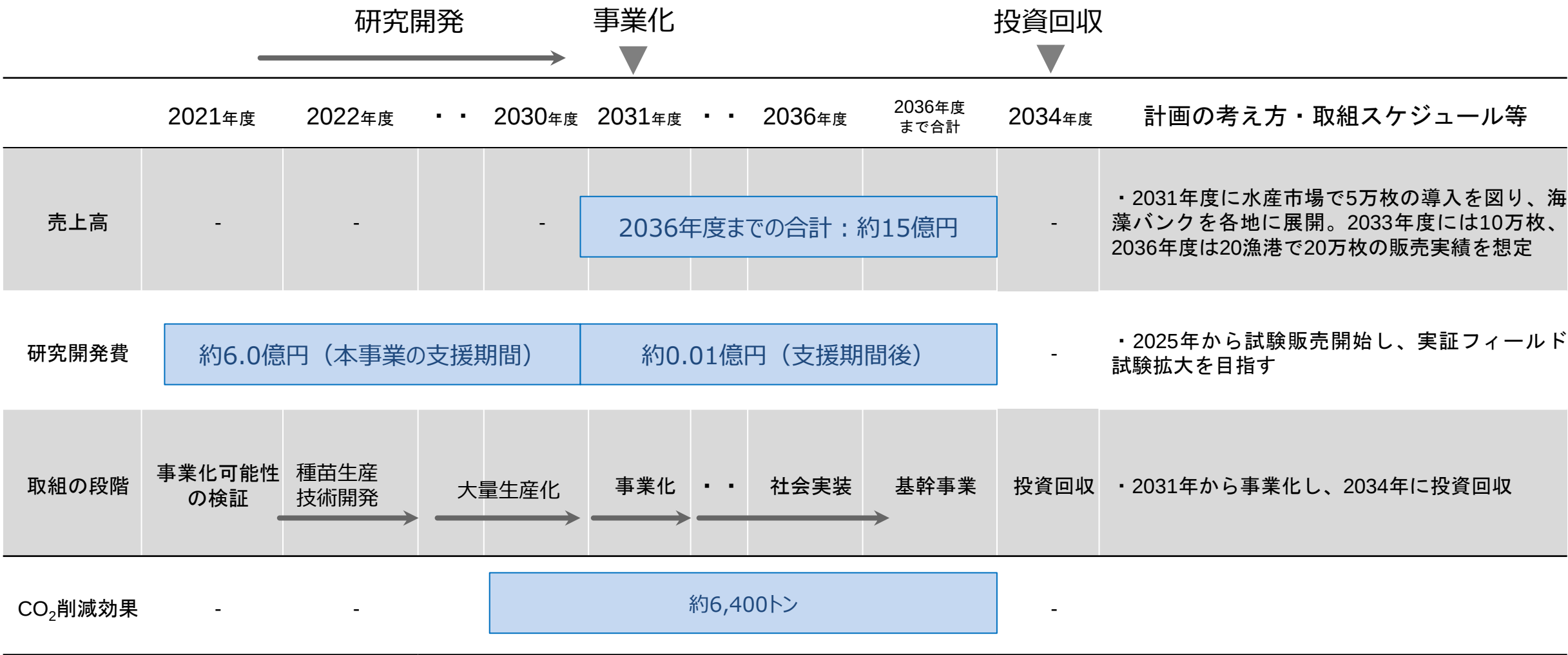
競合との比較

	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)			
	- 漁港・港湾・海岸事業の調査・計画・解析・設計 - 磯焼けの調査、対策計画・実施の支援	- 地方自治体 - 水産庁、国交省他	- 全国各地の調査会社（潜水、測量、分析） - 設計・施工では地元建設業者、ブロック会社	- 技術士（水産土木）の数は国内一、その他部門の技術士も多数在籍 - 藻場造成・海岸工学専門家との強力なネットワークを保有
	↓	↓	↓	↓
	(将来)			
	海藻バンク設計・運営支援する。なお、全国で藻場造成用海藻を量産することで、地域の個別課題を解決するノウハウを保有できる。	- 民間企業 - 漁業協同組合 - 環境保護団体(NPO) - JICA - 海外漁業セクター	- 海藻バンクの顧客として漁業関係者 - ESGに取り組む民間とクレジットの共同申請	- 各地域の海藻バンク拠点の漁業者とのネットワークより基盤事業へのフィードバック - 海藻バンク導入漁港のモニタリングデータを活用したサービスの展開も視野
競合A社	繊維技術を活用した海藻プレートによる海藻培養技術で小規模受注生産で、量産化技術ではない。	- 地方自治体 - 建設会社 - 漁業協同組合	- 漁業関係者 - 建設会社	繊維技術を活用した浮魚礁製造能力
B社	海藻の種苗生産技術を有するが、選定種が限定され、全国展開をしていない。	地方自治体	- 漁業関係者 - 建設会社	魚礁ブロック等の製造能力
C社	海外有用海藻種の延縄養殖技術を保有するが、移植等藻場造成の実績が無い。	BtoB（主として食品メーカー）	- 資材メーカー - 食材メーカー	海外多地域とのネットワーク

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、2031年頃の事業化、2034年頃の投資回収を想定

投資計画



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	- 標準化戦略：各漁港で共通した種苗生産施設とし、各地へのスムーズな展開を図る（＝オープン化）。 - 問題・課題を集約し、解決することでノウハウを蓄積し、他者との差別化を図る（＝クローズ化） - PoCによる顧客ニーズの確認等の方策・工夫：漁協、産業団体、学校、NPO等、地域全体への幅広いアンケート・聞き取り調査。公共事業での実装を営業 - 開発成果は論文投稿2編（陸上育成技術、港内育成技術で各1編）以上を計画し、それぞれで国内特許の出願	- 設備・システム導入：IoT海洋モニタリングシステムのデータ集約サーバを東京本社に導入し、海藻の育成状況を一括管理・分析することで品質維持・向上に活用 - 種苗生産施設に太陽光発電を導入し、海藻生産に関わるCO₂を極力減らす。 - 資材調達：輸送コンテナの導入、培養水槽の簡易化により、初期投資を下げ価格競争力を維持 - 立地戦略：培養システムの構築拠点を各地区に集約し、移送にかかるコスト・CO₂を削減	- 流通：漁業関係者に加えて、ゼロ・エミッションを掲げる企業やESG投資家へのアピールのため、証券会社等への営業を行う。 - 広告：ブルーカーボンやSDGsを前面に掲げ、学校やNPO等の地域が一体となった取り組みをすることでマスメディアに取り上げてもらう。地元行政が発信する記者会見等に取り上げてもらう。 - 価格：海藻カートリッジの量産体制を構築し、海藻バンクシステム全体のマニュアルを作成することで作業の効率化を図る。 - 商品改良：地域のニーズや海域環境特性・海藻種に応じて海藻バンクシステムを改良する。
進捗状況	- 国内外の種苗生産技術に関する論文を参考に、高密度に海藻を生産するマニュアルを作成。 - 培養海水の作製・栄養塩添の効果・殺菌（藻）の混入率等が与える海藻への影響を調査。	- 高密度培養で低価格の種苗生産施設を設計し、2023年8月末までに5地区で完成 - 陸前高田の只出漁港に海洋モニタリング装置を設置準備中。各地で順に設置する計画。	2023年日本水産工学会秋季シンポジウムで海藻バンクの講演予定
国際競争上の優位性	- 国際特許、PIANCでの活動報告等により国際的な競争力維持、事業拡大を図る。 - 日本国のブルーカーボンの普及に貢献することで、世界の脱炭素の取り組みをけん引	- 国内事業で蓄積した海藻育成・人材育成のノウハウを応用し、各国の地域性・ニーズを考慮した培養システムを導入することで国際競争力を発揮 - 国外においては、極力、現地調達可能な資材で海藻バンクシステムを構築し、導入・維持管理に掛かるコスト・CO₂を削減	- Facebookやyoutube等により、取り組み紹介ビデオを公開し、広告・流通を計画 - 海藻バンクの特設サイト（日本語・英語）を開設 - ODA/JICAの海藻養殖支援プロジェクトとも連携し、水産開発分野での活用も視野

1. 事業戦略・事業計画／（7）資金計画

国の支援に加えて、123百万円規模の自己資金負担を予定

資金調達方針

	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
事業全体の資金需要	約6.0億円														
うち研究開発投資	約6.0億円														
国費負担（委託又は補助）	約5.1億円														
自己負担（A+B）	約0.9億円														
A：自己資金	約0.9億円														
B：外部調達	約0.0億円														

事業全体の資金需要

約6.0億円

うち研究開発投資

約6.0億円

国費負担（委託又は補助）

約5.1億円

自己負担（A+B）

約0.9億円

A：自己資金

約0.9億円

B：外部調達

約0.0億円

本事業期間において海藻バンクの開発を完了させた後、引き続き海藻バンクの誘致や運営をサポートし、2036年までに20漁港に海藻バンクを拡大し、生産枚数を20万枚/年とすることを目標とする。

※インセンティブが全額支払われた場合

（上記の自己負担が会社全体のキャッシュフローに与える影響）

- ・ 随時、影響を注視して取り組む。

2. 研究開発計画

2. 研究開発計画／（1）研究開発目標

海藻カートリッジと海藻育成基盤を開発するとともに、これらを用いて漁港を利活用した**海藻バンク（海藻供給システム）**を構築する。本PJの目標を達成するため、必要な複数のKPIを設定した。

研究開発項目	アウトプット目標		
海藻育成基盤と海藻カートリッジを活用した海藻バンク技術	一般的なブロック強度を確保した栄養塩の溶出する海藻基盤育成ブロックと海藻移植用カートリッジを開発するとともに、それらを有効活用する漁港内での海藻バンク（海藻供給システム）を開発する。これにより、2030年に 67.5ha以上の藻場回復（384t以上のCO₂吸収量） し、 2031年の事業化 を目指す。		
研究開発内容	KPI	KPI設定の考え方	
① 海藻カートリッジの開発	①-1 カートリッジ重量(kg) ①-2 残存率(%) （カートリッジ取付け1年後の残存率）	①-1 大量移植を想定しているため、海藻種苗の生産時、輸送時、移植時に軽量である必要があるため、重量を2025年までに 10kg以下 、2028年までに 5kg以下 、2030年までに 2kg以下 （既製品の1/10）を確保する。 ①-2 人工構造物と天然岩礁では、取付面（水平、垂直、斜め）や材質が異なるため、どのような取付面であっても取付・移植できる構造や形状に工夫することで、残存率を2025年までに 50% 、2028年までに 70% 、2030年までに 90% を確保する。	
② 海藻育成基盤の開発	②-1 ブロック強度(N/mm ²) ②-2 製作設置基数(基)	②-1 アミノ酸等をコンクリートに練り込むと固まりにくく強度の確保が難しくなるため、海藻種別に適した配合を工夫し、2025年までに 10～18N/mm² の強度を確保する。 ②-2 2028年までに 100基以上設置 。2030年は目標の67.5haのうち20%を育成基盤を採用する藻場造成を想定。また、1ha（公共事業の藻場造成規模）に40～50基用いるとし、2030年までに 500基以上設置 する。	
③ 海藻バンクの開発 ※海藻の被度：海底における海藻・草類の占める面積の割合	③-1 海藻着生被度(%) ③-2 海藻付カートリッジ枚数（枚）	③-1 海藻カートリッジでの着床・育成にあたって、施肥や光量調整などを行うことで、被度を2025年までに 50% 、2028年までに 60% 、2030年までに 70% を確保し、密生以上の品質を確保する。 ③-2 目標の67.5haの藻場を回復させるため、2025年までに 1,000枚 、2028年までに 5,000枚 、2030年までに 10,000枚 を確保し、安定的に生産する体制を構築する。	
④ 広域藻場モニタリングの開発	④-1 日当たり藻場把握面積（ha） ④-2 CO ₂ 排出量（kg）	④-1 ダイバーによる潜水作業と同等の精度を確保した水中ドローン、サイドスキャンソナー等を用いた新しい観測手法を開発し、日当たりの藻場把握面積を2025年までに 5ha 、2028年までに 10ha 、2030年までに 20ha （既存調査の20倍）を確保する。 ④-2 モニタリングによるCO ₂ 排出量（作業船、酸素ボンベ使用量）を、④-1の調査手法によって、従来のCO ₂ 排出量に比べて、2025年までに 同等 、2028年までに 2/3以下 、2030年までに 1/2以下 を確保する。	

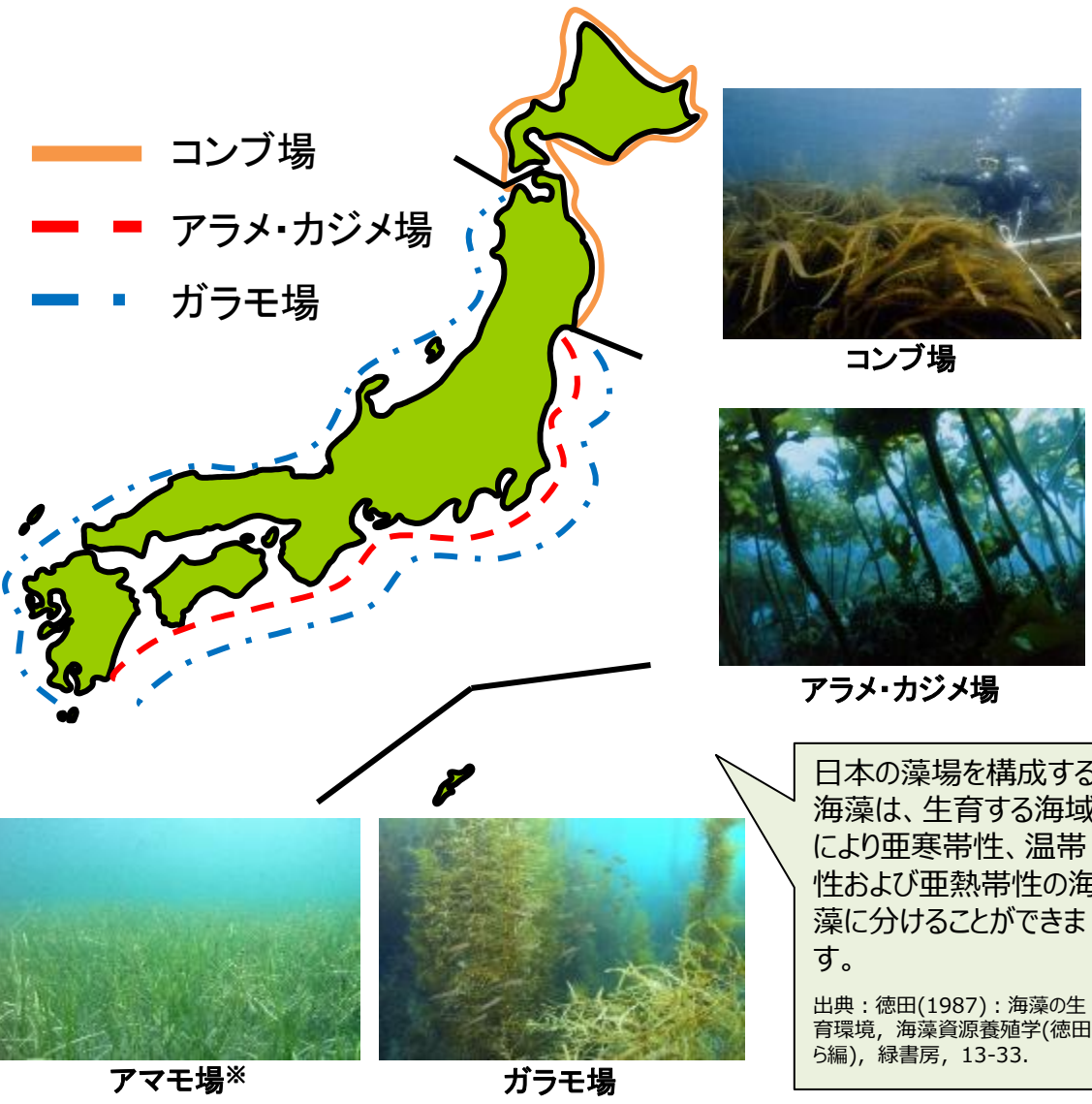
2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（全体像）

各KPIの目標達成に必要な解決方法を提案

研究開発内容	KPI	現状	達成レベル	解決方法	実現可能性 (成功確率)
1 海藻カートリッジの開発	①-1 カートリッジ重量 (kg) ①-2 残存率(%)	①-1 現状の海藻カートリッジは20kg (TRL4) ①-2 特定のブロックの水平面に取付け可能 (TRL3)	①-1 小型化により重量は2kg以下を確保 (TRL7) ①-2 既存ブロック、天然岩礁にも取付け可能 (TRL6)	①-1 - 方式① 設計（形状・素材・取り付け易さ等）と利用者へのヒアリングと取付試験のフィードバック ①-2 - 方式① 海藻の生育可能面（人工物・岩礁、水平、垂直、斜め）においてアジャイルな移植試験を実施する	①-1 小型化により軽量化を確保（100%） ①-2 取付場所における長期の耐久性の確認が最長6年と十分でない（70%）
2 海藻育成基盤の開発	②-1 ブロック強度 (N/mm ²) ②-2 製作設置基数(基)	②-1 微細藻類を繁殖できるまでの強度は確保 (TRL4) ②-2 大型海藻では試験施工のみ (TRL4)	②-1 大型海藻での強度を確保 (TRL7) ②-2 2030年までに500基設置 (TRL7)	②-1 - 方式① アミノ酸の配合比を変えたアジャイルな強度試験と2025年以降の実証試験で強度の確保を確認する ②-1 - 方式① 1haに50基以上の育成基盤を施工するための施工基準・管理方法の確立 - 方式② 2025年以降の実証試験による海藻繁殖実績 - 方式③ 海藻繁殖の性能を学会や漁港漁場大会等で発表し、市場開拓を行う。	②-1 アミノ酸の配合調整により強度を確保し実海域試験（100%） ②-2 一般的な藻場造成整備と同等規模と施工方法を確立させることで1haに50基以上設置は可能（80%）
3 海藻バンクの開発	③-1 海藻着生被度(%) ③-2 海藻付カートリッジ枚数 (枚)	③-1 水産有用種の種苗生産技術は確立済み (TRL3) ③-2 種苗生産枚数は100枚/年程度 (TRL3)	③-1、育成する種苗の被度を密生（50～75%）とする (TRL6) ③-3 1漁港1万枚以上の生産（生産拠点5漁港で5万枚）する (TRL7)	③-1 - 方式① 海藻胞子等の着床、幼体の成長段階別に効果の施肥材試験を実施する ※施肥の配合試験は再委託を予定 - 方式② 水槽、泊地を利用した育成実証試験 ③-3 - 方式① 海藻カートリッジの開発と上記③-1の検討を踏まえながら、計画的に生産枚数を増量する - 方式② 海藻カートリッジと海藻バンクを学会や漁港漁場大会等で発表し、市場開拓を行う。	③-1、③-2 適正な肥料の添加により種苗の被度を密生以上を確保。ただし海藻種によるバラツキを想定(80%) ③-3 海藻カートリッジの開発等と連携し計画的に生産枚数を増やすことで、2030年に1漁港で1万枚を実現（80%）
4 広域藻場モニタリングの開発	④-1 日当たり藻場把握面積 (ha) ④-2 CO ₂ 排出量 (kg)	④-1ダイバーによる潜水観察が主流（提案時TRL4）（現状 TRL3） ④-2 測定実績なし（提案時TRL4）（現状 TRL3）	④-1 水中ドローンとサイドスキャンソナー等を組み合わせ20haの藻場を把握する (TRL6) ④-3 船や酸素ポンプの使用量を1/2以下に減らす (TRL7)	④-1 - 方式① 水中ドローンやサイドスキャンソナー等の性能と適用条件の把握 - 方式② 公共事業の規模（1ha/地区）を想定した、広域調査手法のアジャイルな性能評価 ④-2 - 方式① 新旧モニタリングの二酸化炭素排出量の算出と比較	④-1 海域の気象海象条件により、機器の性能発現にバラツキが生じることを想定(70%) ④-2 標準的なモニタリング体制を決めて、実際に計測し、比較（80%）

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

（1.藻場とは）



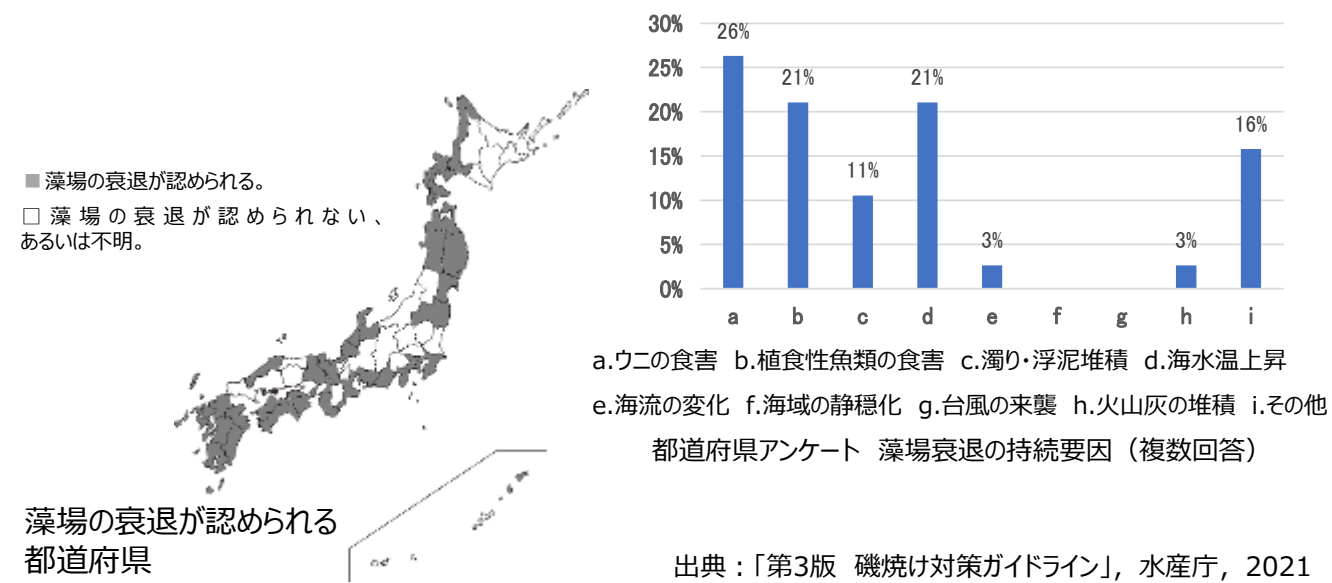
※日本中の内湾域の静穏な砂地に生育します

海藻、または海草が森林や草原のように海中に生い茂っている場所を、総称して藻場と呼びます。藻場には、コンブ、アワビ等の漁業生産の場ばかりではなく様々な機能を備えています。日本の藻場は、高度経済成長とともに減少し始め、各地で藻場の保全・再生を目的とした藻場造成が行われてきました。しかし、ここ最近では、地球温暖化に伴う海水温の上昇が海藻の生育環境の悪化に拍車をかけています。

ブルーカーボン生態系の機能（藻場の機能）

- 魚介類のゆりかご・生物生産の場
- CO₂吸収源
- ガス交換（O₂供給）
- 海洋酸性化の緩和
- 病原菌や貝毒赤潮などの減少
- 栄養塩吸収（水質浄化）
- 海岸防護

出典：Arkema et al. 2013, Duarte et al. 2013, Hori et al 2019

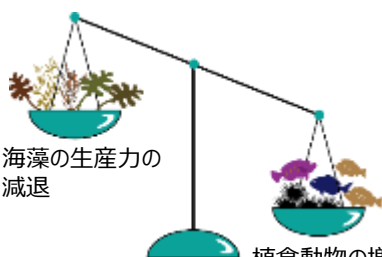


2. 研究開発計画／（2）研究開発内容 （2.藻場の衰退原因と世界の状況）

ブルーカーボン生態系のひとつである藻場の衰退や減少（磯焼け）は、国内だけではなくヨーロッパ、北米、オーストラリアなど世界各地で報告されています。その原因のひとつとして、地球温暖化に伴う海水温の上昇による海藻の生育環境の悪化と、植食動物の摂餌行動の活発化が考えられます。このため、藻場を回復、創出するためには、これまでの阻害要因の除去に加え、積極的に大量の海藻種苗を移植・生育させる新しい技術開発が必要と考えます。



海水温の上昇等によって両者のバランスが崩れると…

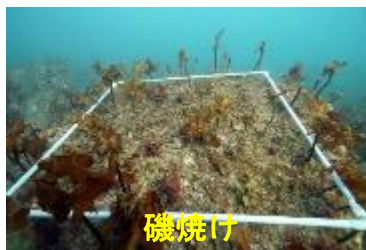


植食動物の増加により摂餌量が増加



健全な藻場

健全な藻場では、海藻の生産力と植食動物の摂餌量のバランスがとれています。



磯焼け

海水温上昇により、植食動物が活発に行動できる期間が長期化したことで、広範囲で食害が深刻化し、海藻の生産力と植食動物の摂餌量のバランスが崩れるようになりました。

海水温上昇等による藻場衰退のメカニズム



ブダイ※



アイゴ※



ノトズミ※

※ 南方系の植食動物



ガンガゼ※



キタムラサキウニ

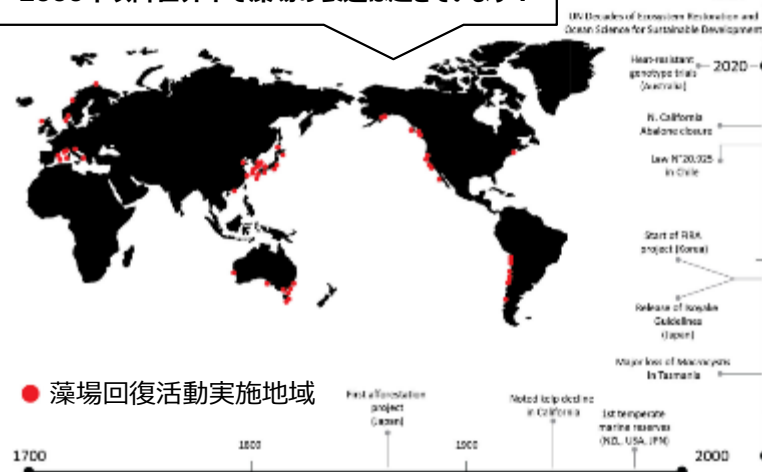


ムラサキウニ

磯焼けを引き起こす代表的な植食動物

出典：「第3版 磯焼け対策ガイドライン」，水産庁，2021

2000年以降世界中で藻場の衰退は起きています！



国連持続可能な開発のための生態系回復と海洋科学

2007年磯焼け対策ガイドライン発刊（日本）藻場回復を開始（韓国）

世界の藻場衰退に対する回復活動の実施場所と経年イベント



オーストラリアの磯焼け（白い部分）



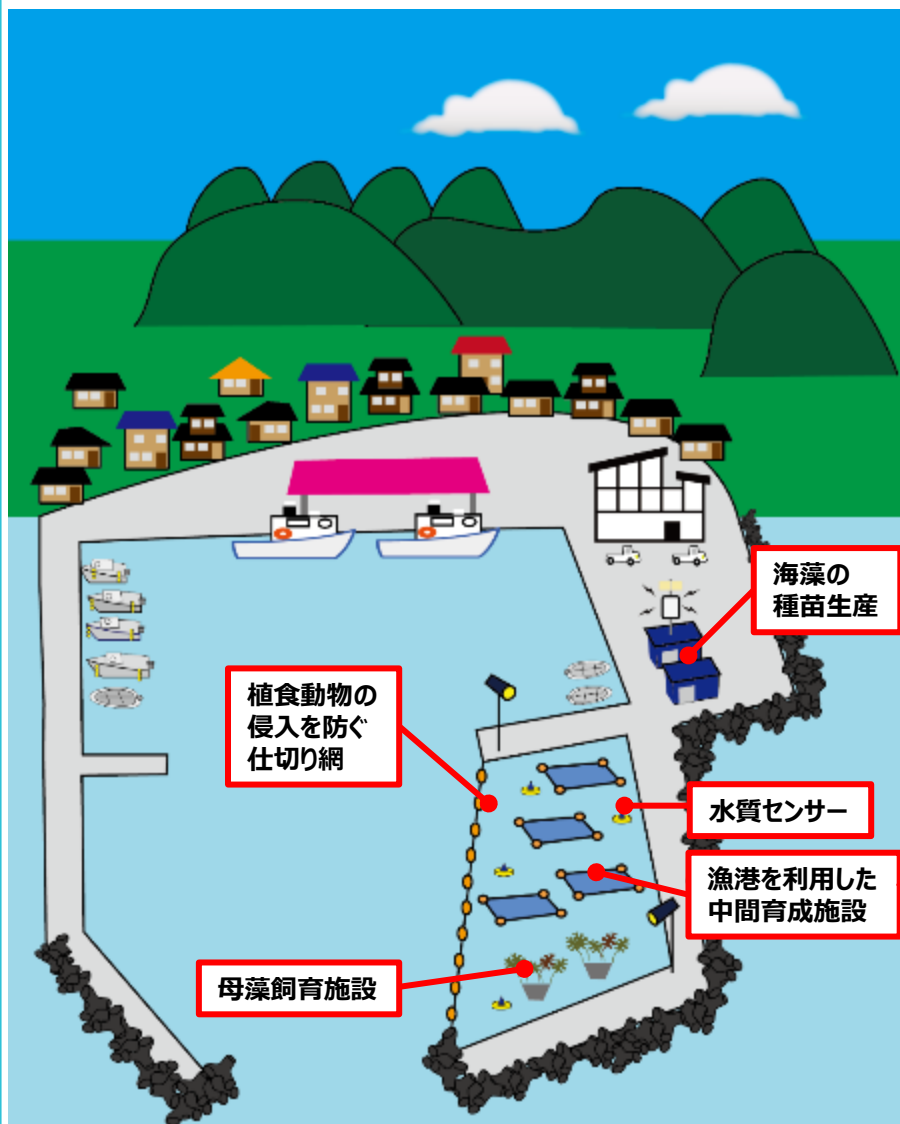
北カリフォルニアのウニ駆除（USA）

世界における藻場衰退の状況

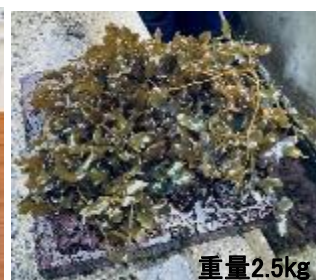
出典：「Kelp Restoration Guidebook」，USA，2022

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容 （3.海藻供給システム（海藻バンク）のイメージ図）

漁港を利用した海藻供給システム（海藻バンク）



海藻カートリッジ

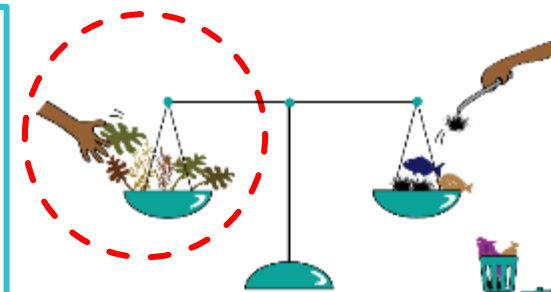


左写真の既存の海藻カートリッジのコンセプトを継承しつつ、軽量化とダウンサイジングを図り、高密度に着生するカートリッジを開発します。
※右写真は既存の試験プレート

海藻育成基盤

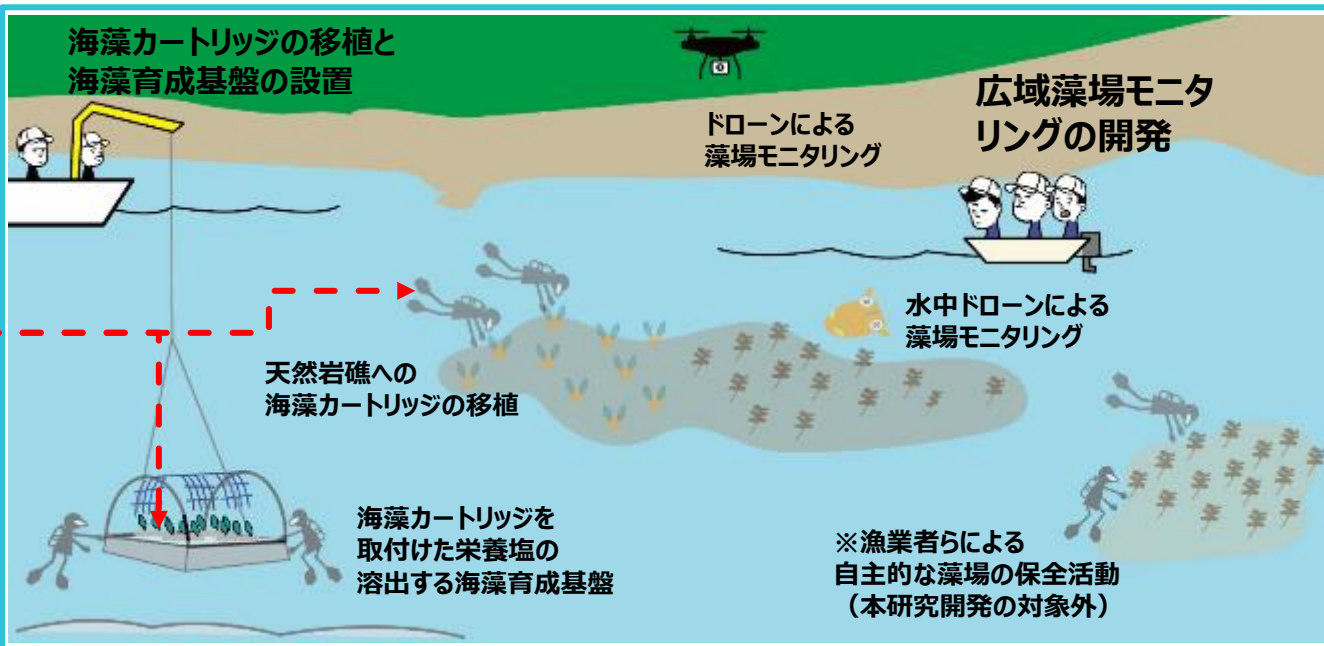


栄養塩を配合しても一般的なブロック強度を確保し、護岸や防波堤の被覆ブロック・消波ブロック、藻場礁とあらゆる場面で利用できる海藻育成基盤を開発します。



本P Jは、左の赤い丸の部分の技術を開発するものです。右側のソフト対策（植食動物の駆除）に本P Jを加えることで、藻場の回復を加速させ、2030年に67.5ha以上の藻場回復を目指します。

海藻カートリッジの移植と海藻育成基盤の設置



2. 研究開発計画／（2）研究開発内容 （4.本研究を実施する5漁港）

5漁港の位置と対象種



① 北海道沿岸



② 本州日本海側



③ 本州北部太平洋側



④ 本州南部・四国・九州太平洋側



⑤ 九州東シナ海側

● 5漁港の選定理由

日本の藻場を構成する海藻は、生育する海域により亜寒帯性、温帯性および亜熱帯性の海藻に分けられます（徳田，1987）。また、全国には水産庁が支援する藻場保全活動が322組織（水産庁，令和2年度）存在します。

これらのことから、多様な海藻種に対応し、かつ藻場の減少・消失する地区で、藻場保全活動に積極的な地区を探索して、右の5つの候補漁港を選定いたしました。

出典：徳田(1987)：海藻の生育環境，海藻資源養殖学(徳田ら編)，緑書房，13-33。

水産庁（2022）：令和3年度水産多面的機能発揮対策支援委託事業 報告書

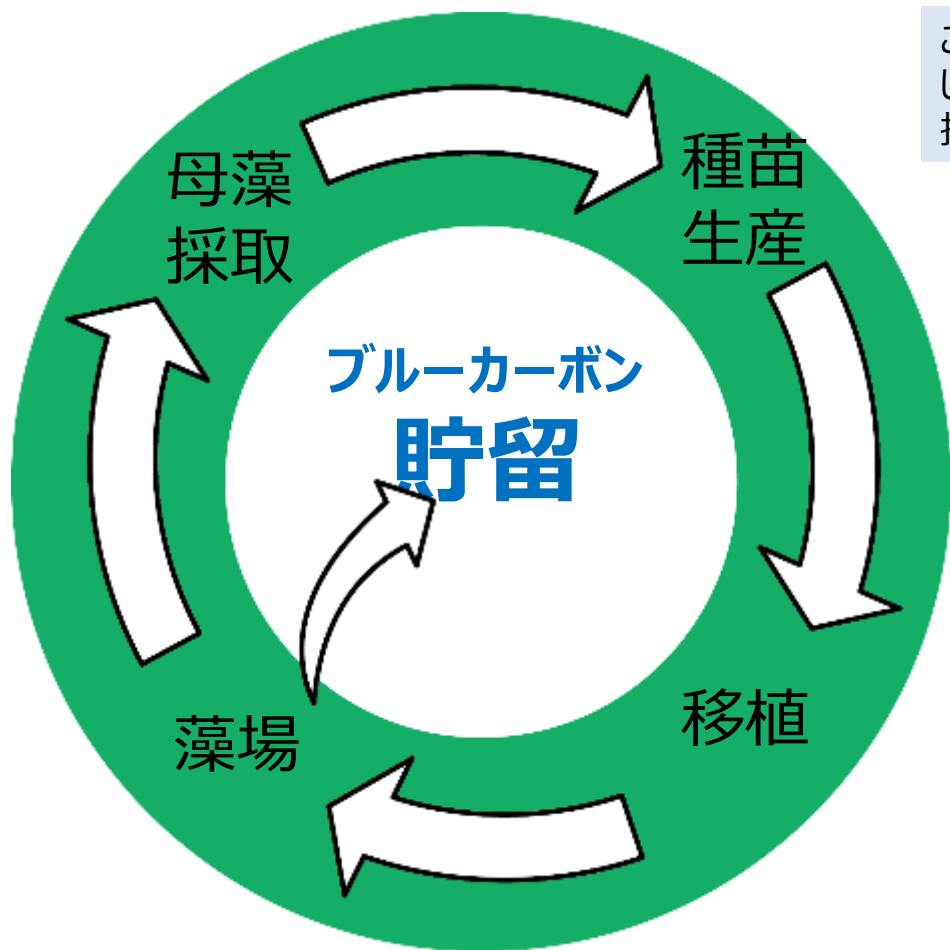
● 5漁港での実施にあたって…

5漁港については、地元の漁業協同組合、市町村、道県に対して、事前に我々の事業計画を説明し、種苗施設を建設する用地の借用、人材の紹介が概ね完了しています。また、市・県においても全面的に協力していただけることとなっており、**迅速に事業を開始する体制を構築しています。**

海藻バンクの生産予定対象種

ホソメコンブ、フシスジモク、アラメ、アカモク、カジメ類、南方系ホンダワラ類など、これまで養殖対象ではなかった種を、地元の声を聞きながら決めて行く予定です。

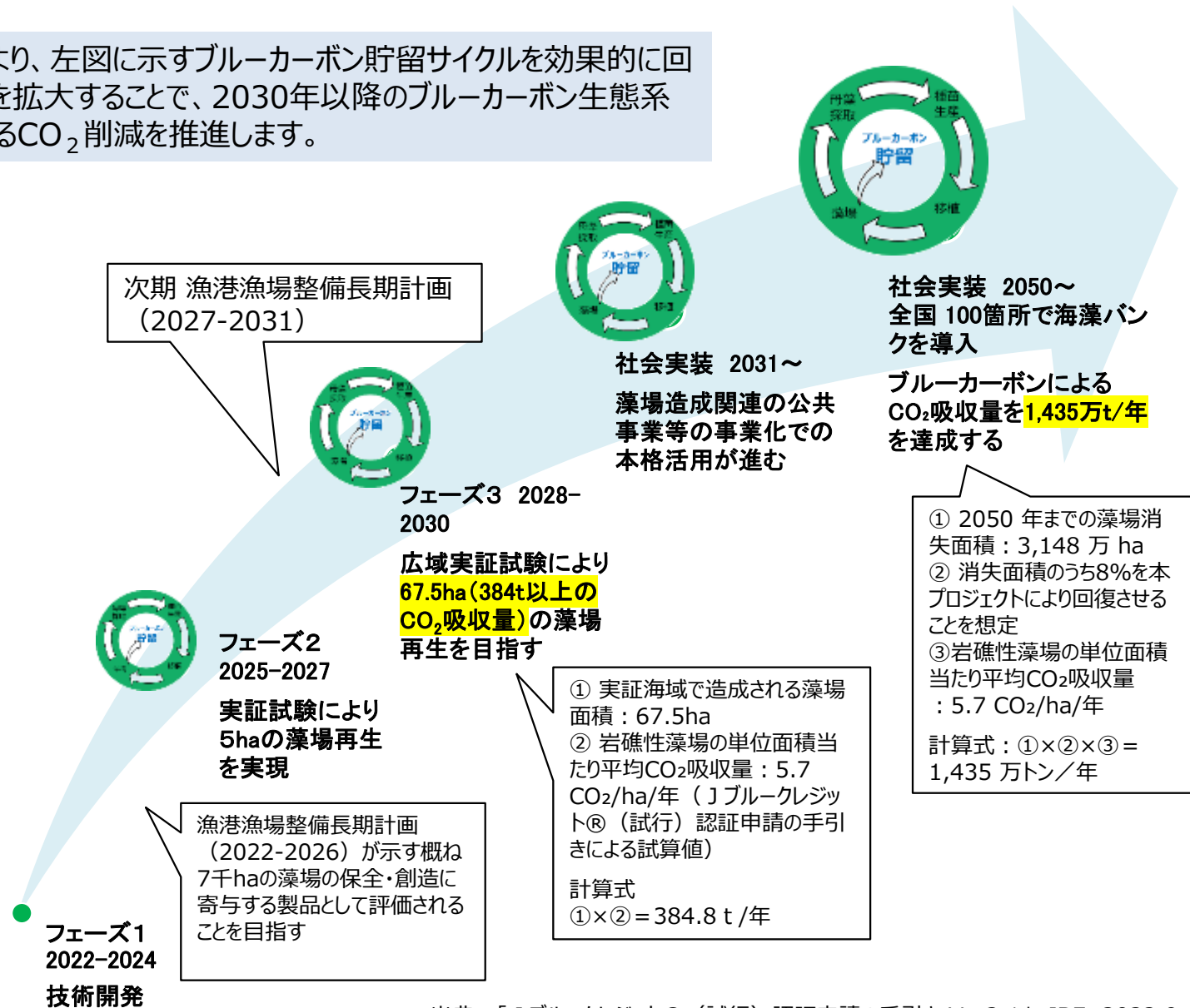
2. 研究開発計画／（2）研究開発内容 （5.ブルーカーボン生態系の拡大イメージ）



■ 本技術の適用範囲

ブルーカーボン貯留サイクル

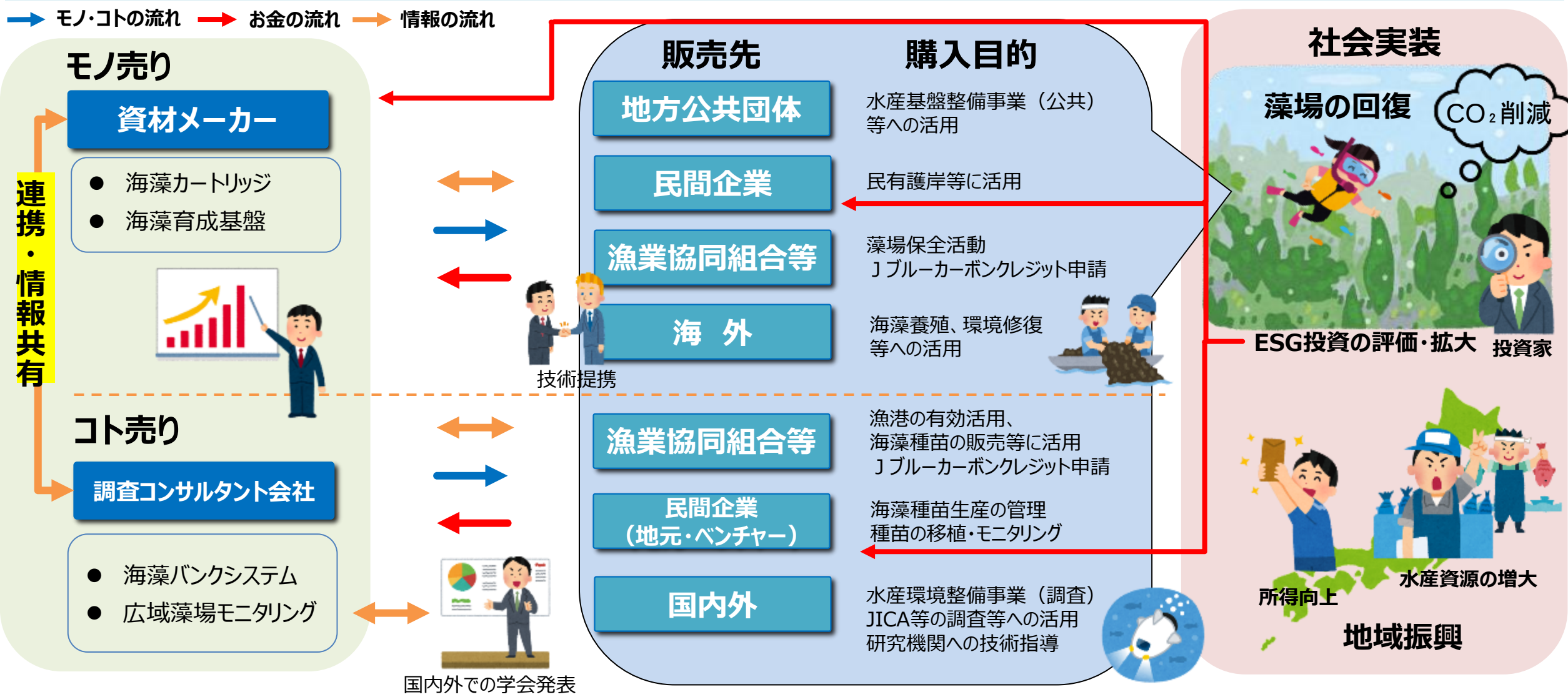
このPJにより、左図に示すブルーカーボン貯留サイクルを効果的に回し、藻場を拡大することで、2030年以降のブルーカーボン生態系拡大によるCO₂削減を推進します。



2. 研究開発計画／（2）研究開発内容 （6.本研究開発の社会実装・市場拡大の流れ）

PJ 効果

「環境修復、CO₂吸収力の回復」「ブルーカーボン市場拡大」「地域振興・所得向上」「水産資源の増大」



2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

（7.本研究開発のための内部検討委員会の設置）

本研究開発の実施にあたっては、海藻や藻場造成に造詣が深い学識経験者等で構成する委員会を設置し、適時、助言を受けながら効果的かつ効率的に実行します。委員の専門分野は下表に示すとおりであり、内部検討委員会は年 2 回の開催を予定しています。また、現地においても、事業の進捗や成果を報告するための地方部会を設置し、情報の共有化と課題等の抽出を図ります。

内部検討委員会	地方部会
委員の専門分野	参加予定者
海藻、藻場	漁業協同組合（代表理事等）
ブルーカーボン生態系	地元漁業者
沿岸環境学	漁港管理者（担当者）
水産工学	関係自治体（担当者）
水産行政	

第三者機関による技術評価

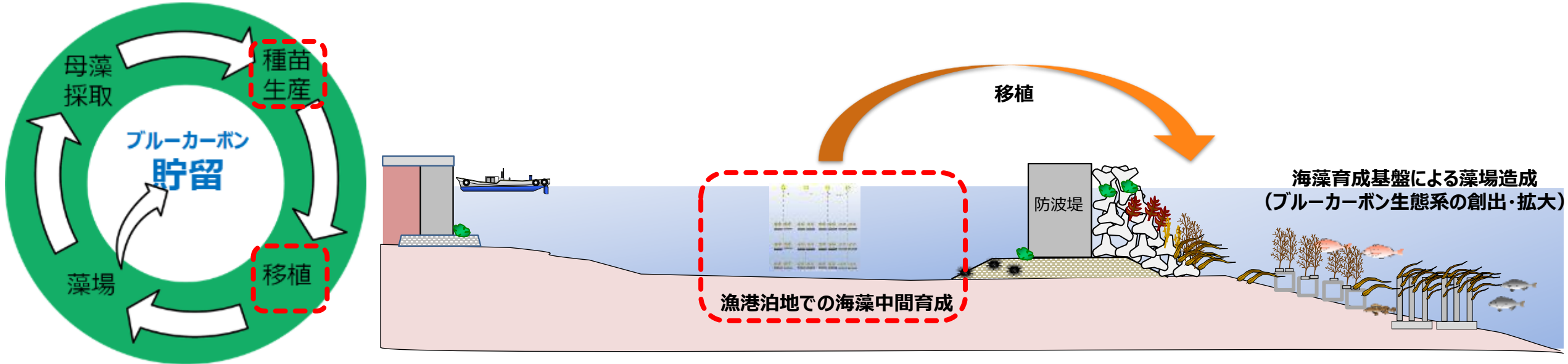
ステージゲート審査通過後の技術については、技術の内容を認証を行う第三者機関である（一社）漁港漁場新技術研究会※、NETIS※※において評価・認定し、公共事業や民有護岸での活用を促進します。

※（一社）漁港漁場新技術研究会では、水産公共関連民間技術の確認審査・評価事業を実施しています

※※NETISは、国土交通省が運用している新技術にかかる情報を、共有及び提供するためのデータベース。

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容 （8-①.海藻カートリッジの開発（担当：三省水工））

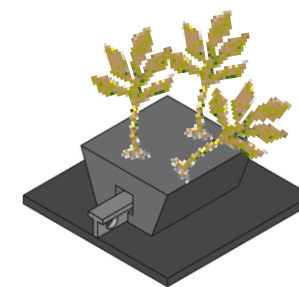
海藻バンク（海藻供給システム）における海藻カートリッジの位置付け



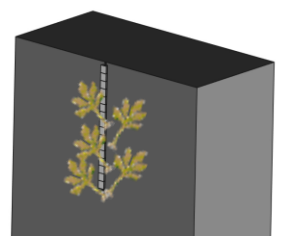
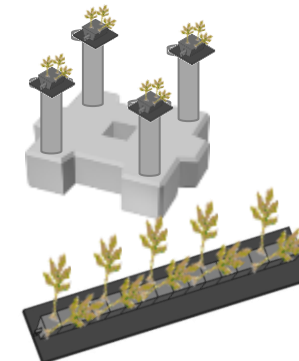
該当開発項目

開発目標

- 軽量で取り扱い容易な着床具の開発
- 安価で大量生産可能な形状
- 防波堤等の構造物や消波根固ブロック、天然岩礁等に簡易に着脱可能
- 海藻類の育成効果を有するアミノ酸混和コンクリート素材



海藻カートリッジのイメージ



ブロックや防波堤、天然岩礁への取付イメージ

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容 （8-①.海藻カートリッジの開発（担当：三省水工））

軽量（2kg以下）で人工構造物や天然岩礁へ簡易に着脱可能

●既存技術>事業化されていない
20kg程度と重く、取付後付着動物が付くと着脱し難い。ブロックにのみに取り付け可能。

独自性

新規性

大量生産（年最大20万枚※）が可能で海藻育成効果を有する着生具

※1万枚/漁港 × 20漁港 を想定
●既存技術>大量生産できない
通常のコンクリートと鉄枠で構成される構造体で、200個/年程度しか生産できていない。

海藻育成基盤（日建工学）とのグループシナジーとパッケージング開発

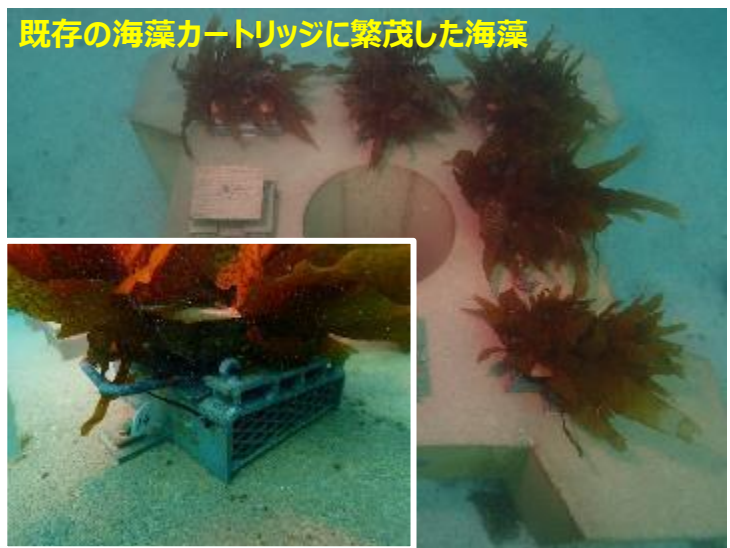
●競合>単独・単品の開発
環境変化に耐える網羅的な開発が困難。

優位性

実現可能性

先行開発技術（海藻カートリッジ）のノウハウと知的財産権

●競合>類似特許なし
知的財産権を侵害しない技術開発が求められる。



**課題解決の
見通し**

専門性の異なるコンソーシアムによる海藻バンクシステム（モノ売り・コト売り）としてのパッケージング技術開発

●競合>モノ売りメーカーによる開発
気候変動により製品（モノ）だけでは解決しない課題が多い。

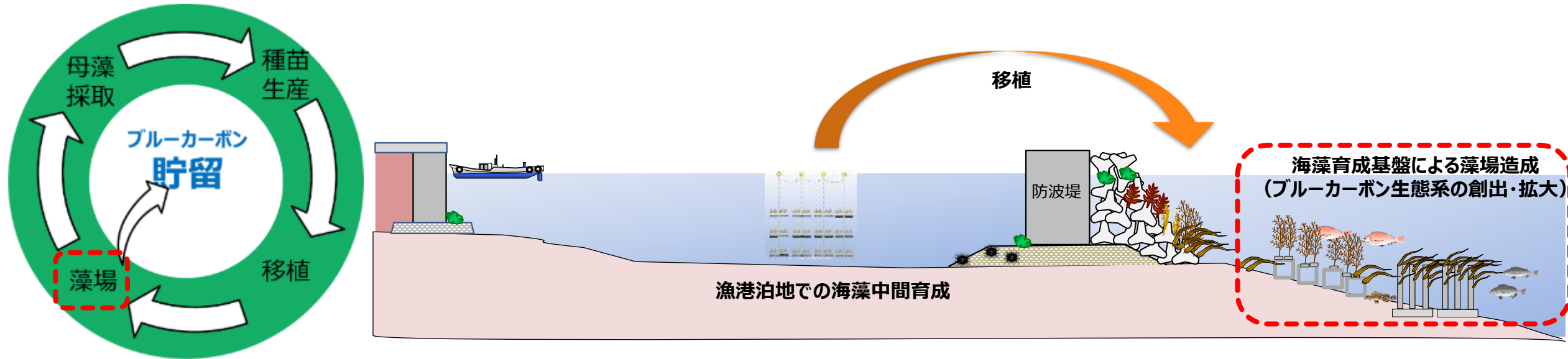
付着動物等が付着し
取り外しにくい状況



20kg程度と重いため取り扱いが困難

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容 （8-②.海藻育成基盤の開発（担当：日建工学））

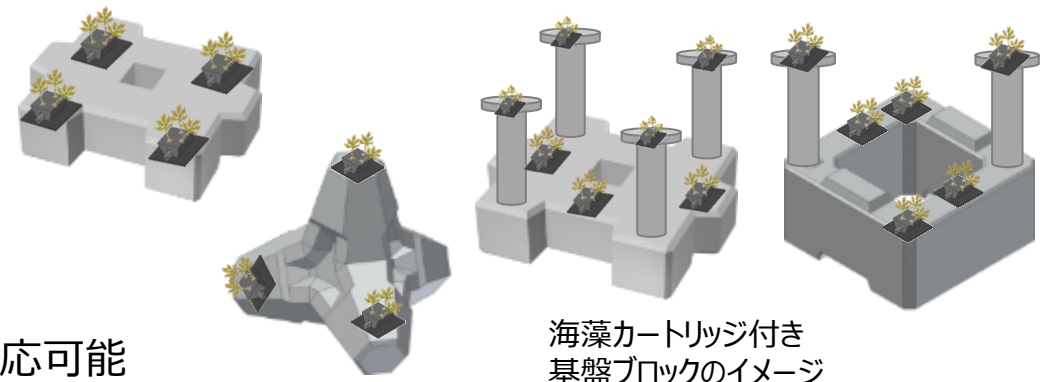
海藻供給システム（海藻バンク）における海藻育成基盤の位置付け



該当開発項目

開発目標

- 海藻類の育成効果を有するアミノ酸含有コンクリート素材の開発
- 土木構造物としての所要強度確保（10～18N/mm²）
- 簡易に海藻カートリッジが着脱可能
- 食害防除・抑止効果
- 既存の消波根固ブロックと同程度の耐波安定性
- 防波堤や護岸、人工リーフ、藻場礁など多様な漁港・港湾・海岸施設に適応可能



2. 研究開発計画／（2）研究開発内容 （8-②.海藻育成基盤の開発（担当：日建工学））

10～18N/mm²の強度を確保しつつ大型海藻への育成効果

●既存技術>微細藻類までの育成効果
大型海藻への育成効果は立証されていない。

独自性

新規性

対象海藻によってアミノ酸等の種類や配合を工夫し、カーボンネガティブコンクリートの活用も視野

●既存技術>単一アミノ酸と普通コンクリ
強度低下の懸念から複数のアミノ酸を配合していない。

海藻カートリッジ（三省水工）とのグループシナジーとパッケージング開発

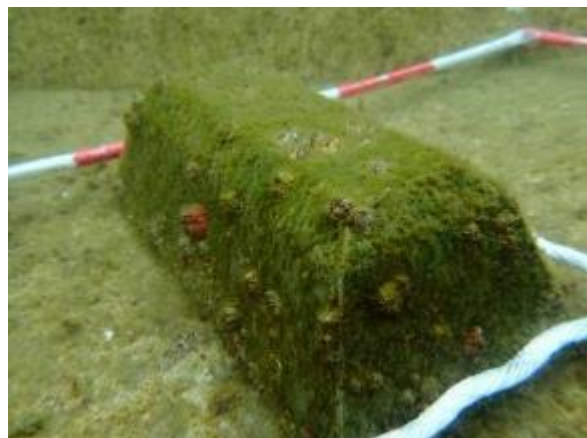
●競合>単独・単品の開発
環境変化に耐える網羅的な開発が困難。

優位性

実現可能性

先行開発技術（アミノ酸混和コンクリート）のノウハウと特許

●競合>類似特許なし
知的財産権を侵害しない技術開発が求められる。



混和したアミノ酸（1種類）の溶出による
微細藻類の繁茂状況

課題解決の
見通し

専門性の異なるコンソーシアムによる海藻バンクシステム
（モノ売り・コト売り）としてのパッケージング技術開発

●競合>モノ売りメーカーによる開発
気候変動により製品（モノ）だけでは解決しない課題が多い。



アミノ酸の有無によるスランプ試験結果
（アミノ酸の種類や配合によっては硬化しない）

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容 （8-③.海藻バンクの開発（担当：アルファ水工））

海藻バンクとは・・・
「漁港内で安定的に海藻を育成し周辺海域へ移植して
広域に藻場を回復させる海藻供給システム」

A:海藻バンク

- ・藻場構成種の**種苗から母藻まで一貫生産**
- ・簡易な種苗生産施設で**経済性が大幅に向上**

B:維持管理

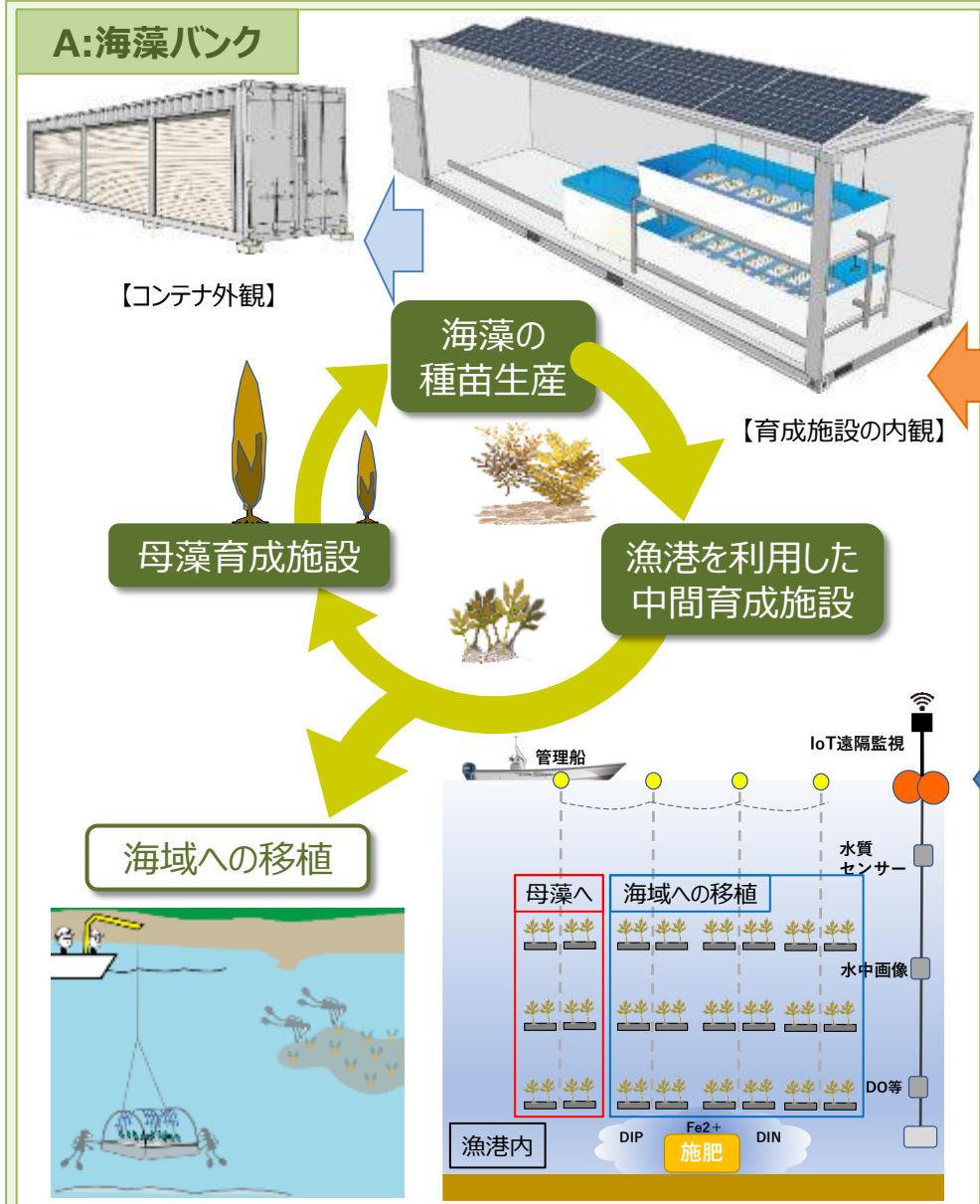
- ・海藻の育成状況をリアルタイムで把握・共有し、
情報の共有化により、種々のトラブルに対応可能
- ・IoTにより種苗生産施設や漁港施設の状況や水質の遠隔監視を実現し省力化を実現
- ・海藻種ごとに必要な栄養塩を供給、生長促進により生産性を向上

C:人材育成

- ・維持管理、運営のための人材育成プログラムを提供し、地方の海藻管理スタッフの雇用を創出

従来の種苗生産の課題

- ・養殖対象種(コンブ、ワカメ)では、種糸を生産し、藻場造成時に種糸をブロックに巻き付ける試みが行われている
→植食動物による食害や取り扱い不良により枯死する等課題が多い
- ・一般的に養殖対象種以外は海藻の種苗生産は実施していない
- ・生長した海藻の移植試験は、初期減耗がなく、有効な技術だが、現状では生産体制がない

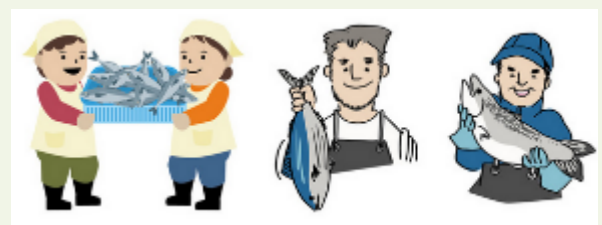


B:維持管理

- 水質のモニタリング・監視
 - ・IoTによる遠隔・リアルタイム監視
 - ・技術本部による指導、解析
- 生産性の向上
 - ・生長段階に合わせた施肥
 - ・他港との情報共有、ノウハウ提供
- 植食動物の管理
 - ・施設への侵入防止フェンス
 - ・積極的な駆除

C:人材育成

- 維持管理・運営のための人材育成プログラムの提供
→地方の海藻管理スタッフの雇用創出



2. 研究開発計画／（2）研究開発内容 （8-③.海藻バンクの開発（担当：アルファ水工））

独自性

- ・栽培方法が確立されたコンブなどの養殖対象種以外の海藻種の生産にも取り組む。
- ・海藻の種苗生産から中間育成、母藻飼育を一貫して生産する体制は他にない。
- ・CO₂を減らすため運搬等を極力避けて漁港内で種苗生産、中間育成、飼育を行う。
- ・最適な施肥の利用で海藻の生長促進により生産回転率を向上させる技術は他にない。

実現可能性

- ・コンパクトな種苗生産施設であり、小さな漁港でも誘致可能である。
- ・過疎化が進む中、若い人材の職場を提供できる。
- ・本部と情報交換を進め、共同開発を実施していくので孤立感は少なく、連帯感
は実現可能性をサポートする。

【目標】

- カートリッジ上が密生状態の海藻を10,000枚生産/漁港を提供
- コンブ科海藻とホンダワラ類で年間生産(数回転/海藻)

優位性

- ・種苗生産技術の指導や取得データの解析を本部で行い、各港の情報共有により生産技術力の向上を図る。
- ・その結果、課題点の共有により、トラブルの早期解決が可能となる。

新規性

- ・施設規模がコンパクトで、維持管理が容易である。
- ・全国、同じシステムを導入することで、資機材の低価格化が可能である。
- ・環境情報や生産データの共有とIoT遠隔監視により、トラブルの迅速対応が可能である。

【残された技術開発課題】

- 予測できない気候変動による海藻の大量枯死
- 水温の上昇に伴う海藻植生の遷移

【解決の見通し】

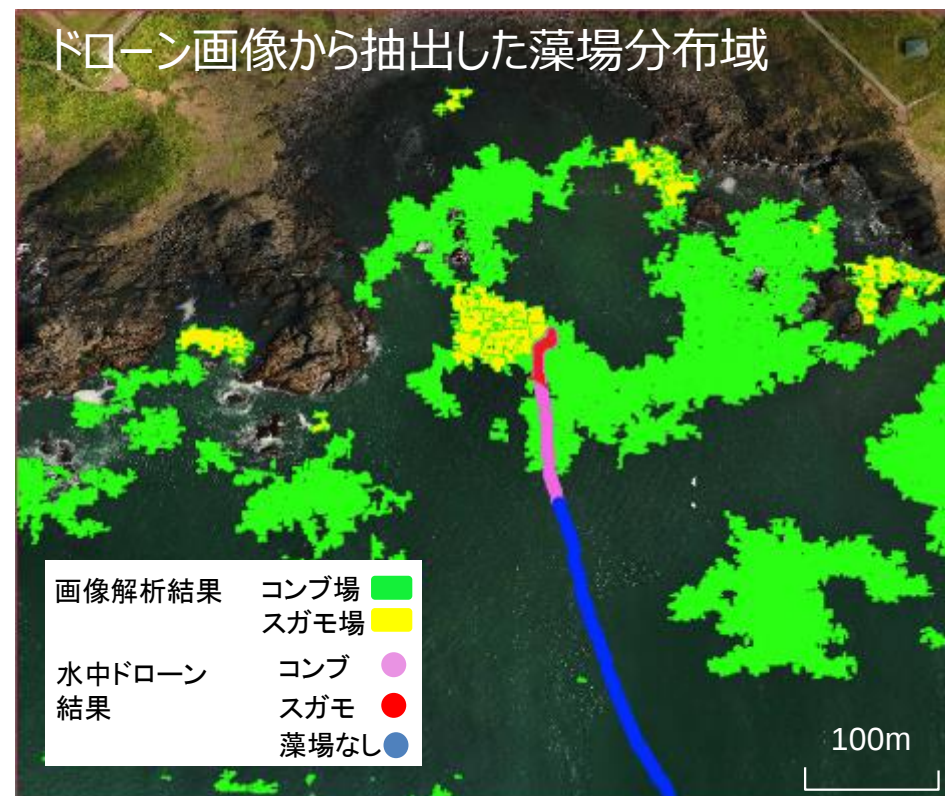
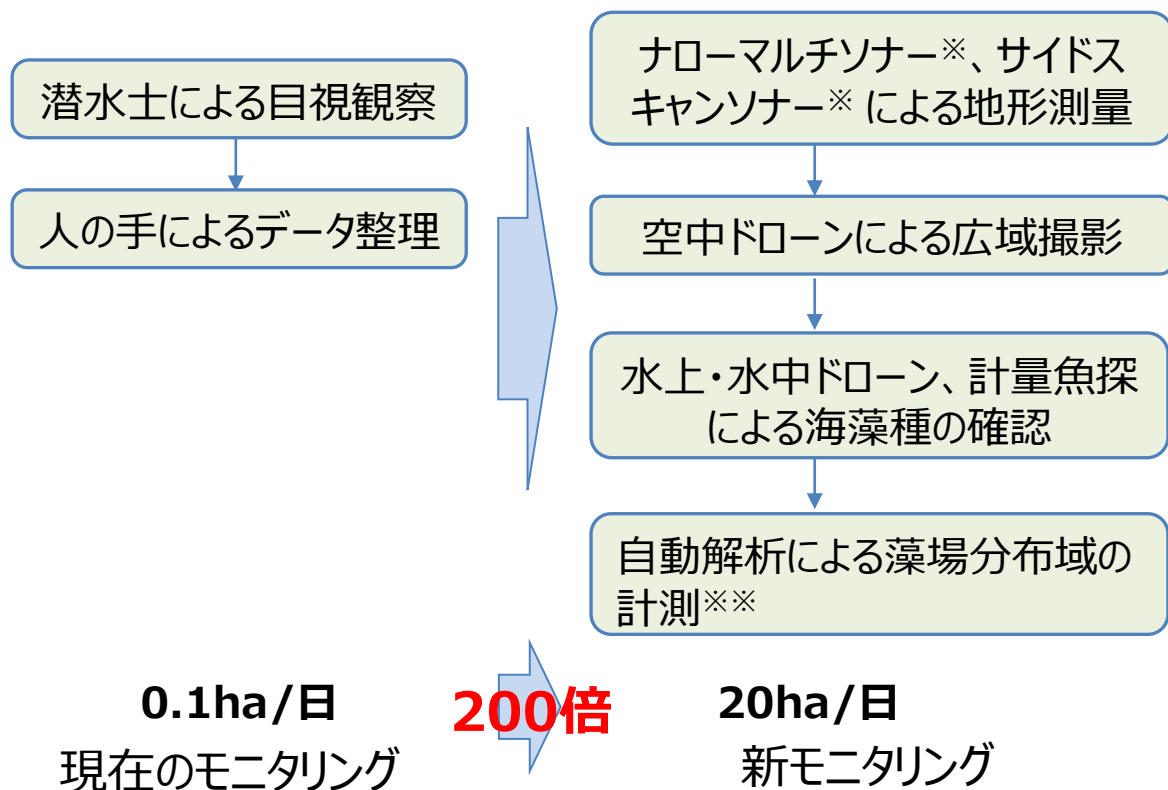
- 本モニタリングシステムによって水温や他の環境要因の長期観測データが取得できるため、これらデータとの関連を分析
- 多様な人的ネットワーク(大学、海藻研究者、水産庁、各水産研究所・研究所)を通じ最新の知見・技術を収集し、解決を図る。

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容 （8-④.広域藻場モニタリングの開発（担当：三洋テクノマリン））

テーマ	開発の必要性	開発に当たっての課題	研究・開発の内容
研究① 広域藻場の分布面積の効率的な計測技術の開発	人為的な藻場造成結果であるため、天然の藻場よりも詳細な藻場状況を把握する必要がある	正確な海中の可視化による藻場面積測定	- 海中の可視化が可能な複合型地形計測システムによる3D測量技術の実用化 - 各種ドローン（空中、水上、水中）と計量魚探等を組み合わせた海藻種別のわかる藻場の計測技術（被度、面積）の実用化
研究② モニタリング時のCO ₂ 排出抑制	ダイバーによる人海戦術では、広域の藻場調査が数日かかっていた。その際のCO₂排出量（162.4kg-CO₂/ha）を抑制する対策がされていない。	排出量の正確な算定	研究①の新しいモニタリング技術と、これまでのダイバーによるモニタリングのCO₂排出量を比較

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容 （8-④.広域藻場モニタリングの開発（担当：三洋テクノマリン））

研究①広域藻場の分布面積の効率的な計測技術の開発



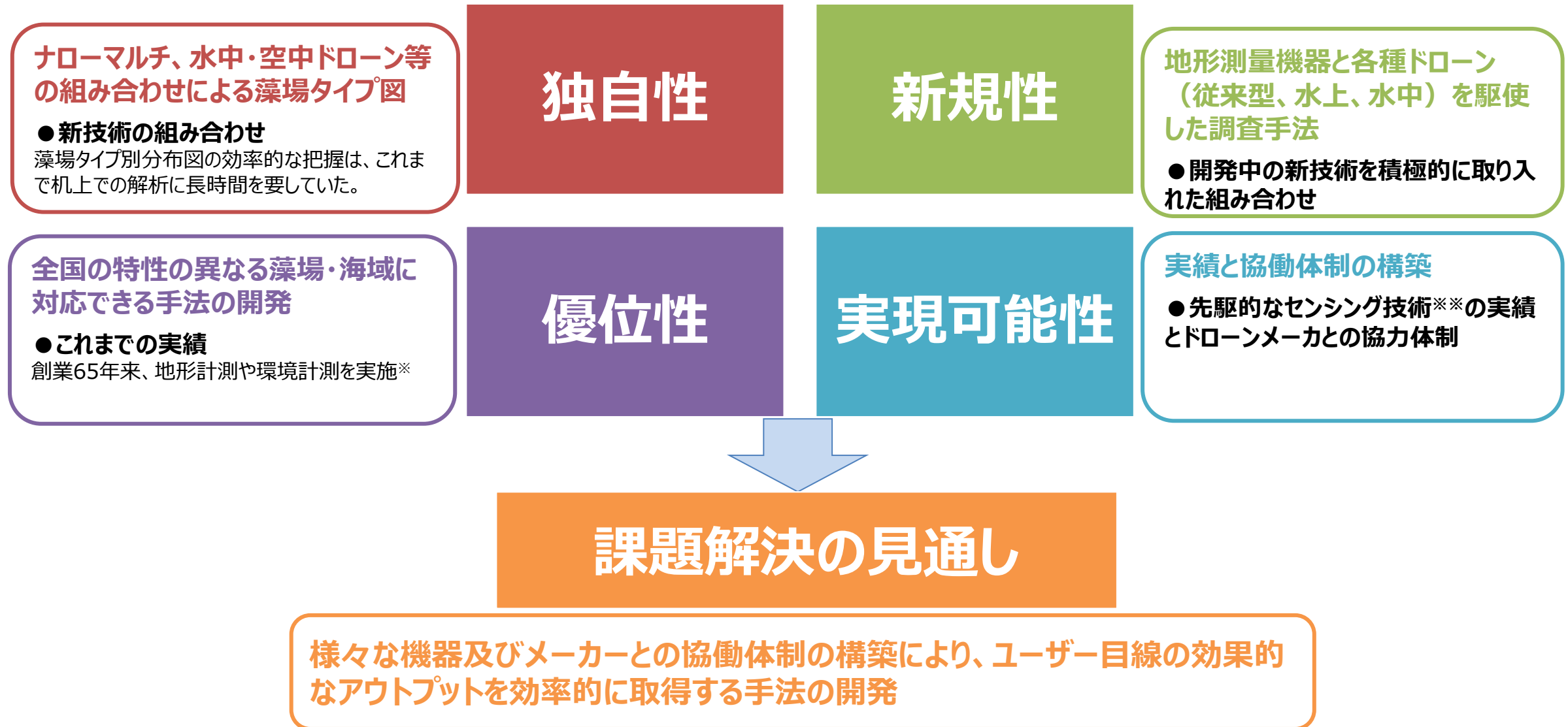
正解率90.0%

必要性：効率的な計測技術と正確な藻場面積の把握

課題：専門知識を有するダイバー観察やデータ整理により非効率・高コスト

手法開発：3次元地形計測と各種ドローンの計測を組み合わせた海藻分布・被覆面積の効率的計測システム

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容 （8-④.広域藻場モニタリングの開発（担当：三洋テクノマリン））

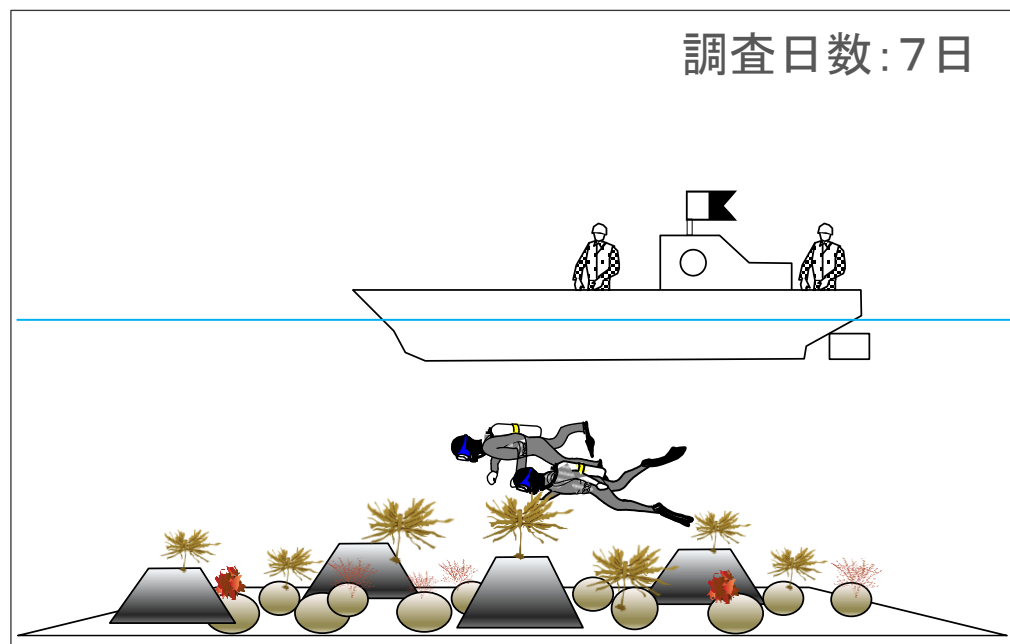


2. 研究開発計画／（2）研究開発内容 （8-④.広域藻場モニタリングの開発（担当：三洋テクノマリン））

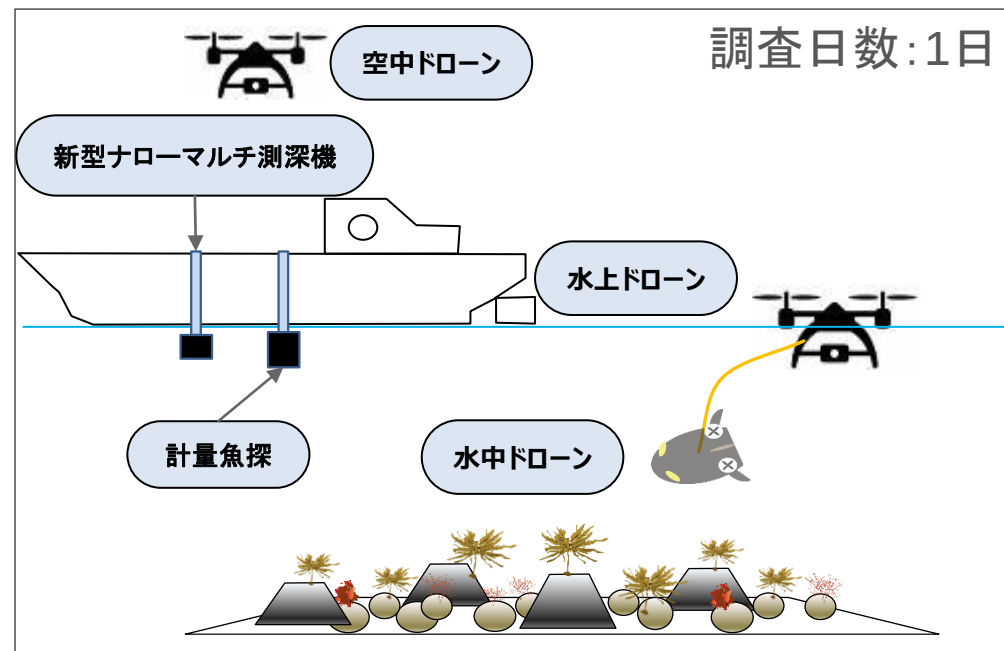
研究②：モニタリング時のCO₂排出抑制

現在、100%(162.4kg-CO₂/ha※)、2030年は50%(CO₂/ha)以下を目指す。

上記、研究①の技術開発により、調査の飛躍的な効率化を図り、CO₂削減に寄与。



現在のモニタリング



新モニタリング

- モニタリングによるCO₂排出量（作業船、酸素ボンベ使用量）を、④-1の調査手法によって、従来のCO₂排出量に比べて、2025年までに**同等**、2028年までに**2/3以下**、2030年までに**1/2以下**を確保

※使用燃料ガソリンは、1日10ℓ×7日間で1haの藻場調査を想定

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

	直近のマイルストーン (基礎技術開発ステージ)	これまで（前回から）の開発進捗	進捗度 (◎/○/△/×)
1 海藻カートリッジの開発	素材検討・設計・プロトタイプ製作 ①-1 カートリッジ重量10kg以下 ①-2 残存率50%	①-1 プロトタイプ1号として、コンクリート素材を使用した海藻カートリッジを提案。小型化によりカートリッジ重量300g以下となる見込み（型枠製造8月、カートリッジ製造9月頃）。種苗着生テープの貼り付け方法についても検討中。 ①-2 プロトタイプ1号の開発と並行し、海藻の生育可能面（人工物・岩礁、水平、垂直、斜め）への移植方法を検討中。実証フィールドへのプロトタイプ1号供給に合わせて移植試験を実施予定（2023年9月以降）。	①-1 ◎ カートリッジ重量10kg以下を達成。 ①-2 ○ 2023年9月以降の移植試験時に性能評価を行う。
2 海藻育成基盤の開発	設計・配合試験・プロトタイプ製作 ②-1 ブロック強度 10~18N/mm ²	②-1 海藻類の生育に効果のある栄養塩について文献調査を実施。その後、選定された約10種類の栄養塩について即時脱型コンクリート（ポーラスコンクリート）への配合試験を実施した（2023年7月）。テストピースを作製し圧縮試験（2週強度）を実施したところ、多くの栄養塩で最低10N/mm²以上を確保可能であることを確認。実海域での試験結果をもとに、栄養塩配合を変更して再度試験を行う予定。また、pH溶出試験など物性試験を追加で行う。	②-1 ○ ブロック強度として求められる最低値10N/mm ² 以上（一部を除く）が確保できたため。
3 海藻バンクの開発	海藻着生被度・カートリッジ枚数 <u>2025年度までの目標</u> ③-1 着生被度50%以上 ③-2 海藻付きカートリッジ枚数 1000枚以上/漁港	- 大量の種苗を短期間で生育するには閉鎖系の水槽で栄養塩を添加して培養する必要がある。そこで、一般的に使用されている掛け流し水槽ではなく、閉鎖系の大量の水槽を輸送コンテナに配置し、経済的な種苗生産施設を計画・設計を行い、2023年8月末には5漁港に種苗生産施設が設置された。 ③-1、2 カートリッジの前段階として試作された供試体は閉鎖系の水槽ではpHが上昇し、海藻が生育不可能と判断された。そこで、水質に影響を与えないチチテープでアカモクおよびフシシジモクを播種した。適正な水質環境を把握するため、栄養塩濃度、珪藻付着を阻止するゲルマニウム混液等の濃度と海藻の生育状況を把握した。滅菌海水（60°C24hr）であれば、珪藻のコンタミが少なく、ゲルマニウム混液は不要もしくは0.1mg/lで良いことが判明。	③-1、2 ◎ 施設が予定通りに設置できた。本格的には9月以降に全地区で種苗生産を開始する。現状は工程通りである。
4 広域藻場モニタリングの開発	④-1 日当たり藻場把握面積 (ha) 把握面積5ha ④-2 CO ₂ 排出量 (kg) 同等	④-1 ①研究サイトの決定、サイトにおいてサイドスキャンソナー、潜水調査等を実施し、性能と適用条件を把握するためのデータを取得 ④-2 - (現行)潜水土のみによる調査：潜水土による調査→日数7日間 排出量162.4kg-CO₂ - (今回)潜水土及び音響測深機、ドローンによる調査：潜水土による調査→3日間、音響調査→4日間、ドローン調査→7h 排出量350.0kg-CO₂ (評価) 今回/現行=2.16	④-1 ○（理由）サイトを決定し、地元漁業者の協力体制も構築。データを無事取得しているため。予定通りの進捗。 ④-2 △（理由）試験中であるため、調査を重複して実施したため、CO ₂ 排出量が増加したため。今後は調査項目を絞り、現行と同等にしていく。

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 海藻カートリッジの開発

直近のマイルストーン (基礎技術開発ステージ)

素材検討・設計・プロトタイプ製作
①-1 カートリッジ重量10kg以下
①-2 残存率50%

残された技術課題

- ①-1
コンクリート素材を使用したプロトタイプ1号では、2030年通過目標のマイルストーン：重量2kg以下を達成。今後、先行5漁港海域で実証試験を通して性能評価を行う。アルカリ溶出に伴うpH溶出やさらなる軽量化、種苗着生素材の取付け方法等が課題である。
- ①-2
海藻の生育可能面（人工物・岩礁、水平、垂直、斜め）への移植方法については直近のマイルストーン（残存率50%）を達成できるよう検討中（2023年8月現在）。

解決の見通し

- ①-1
まずはプロトタイプ1号の実証試験を通して、コンクリート素材の評価を行う。他の軽量素材についても調査・検討を継続し、カートリッジへの適用を模索する。
- ①-2
移植先候補として、人工物、天然岩礁を対象に移植方法の検討を進めている。2023年9月以降の実証試験を通して評価・課題抽出を実施予定。

2 海藻育成基盤の開発

設計・配合試験・プロトタイプ製作
②-1 ブロック強度
10~18N/mm²

- ②-1
2023年8月時点では、海藻類の育成に効果があると予測される栄養塩類を配合したコンクリートブロックについて、最低現求められる強度は確保（2024年通過目標マイルストーン：10~18N/mm²）したが、一部栄養塩については強度が不足する結果となった。実海域試験の結果次第では、配合を一部変更し必要強度が確保できるよう再試験を実施する。
- ②-2
テストピース作製後、実証実験により海藻類への育成効果を検証するが、実証海域によっては、荒天時のテストピース流出など過酷な条件下での試験となることが予想される。

- ②-1
今後の実海域試験により、海藻類の育成に効果的な栄養塩が明らかになった場合、さらなる強度確保のためコンクリート中への栄養塩混和量を変更（例：粉体比10%→5%）、あるいは締固め度の変更を行い、海藻育成効果と強度を両立した基盤ブロックを開発を実施予定。

- ②-2
テストピース設置場所の精査（漁港内外）、流出防止柵、固定方法の検討（ボルトオン、水中ボンド）を実証海域ごとに行う。

3 海藻バンクの開発

海藻着生被度・カートリッジ枚数
2025年度までの目標
③-1 着生被度50%以上
③-2 海藻付きカートリッジ枚数
1000枚以上/漁港

- 本格的な種苗生産は9月以降であり、種苗生産上の課題はこれから出てくる。当初はカートリッジを水槽に入れて播種する予定であったが、pHの上昇で中止している。代替策として、チチテープや種糸を基質とした種苗生産を実施する。これらを固定する基板（硬質ゴムや木材など）を利用した方法を検討する。
- ③-1
チチテープ上にフシスジモクを播種したところ高被度で着生している。9月から開始するコンブ系では種糸で試験を行う。

- 上記①はコンクリート素材であり、pHの溶出が大きな課題である。三省水工がpH溶出の小さいセメントの利用、塗膜形成あるいは養生方法等を検討中。
代替策のpHの影響のない素材（チチテープと種糸）利用により種苗生産技術の検討を進める。

4 広域藻場モニタリングの開発

④-1 日当たり藻場把握面積
(ha)
把握面積5ha
④-2 CO₂排出量 (kg)
同等

- ④-1
（音響機器・レーザー）海藻の反応が把握できることが分かった。今後は、音響データについては反射強度による種別判別を、音響及びレーザーデータについては、底質と藻体の切り分けによる海藻全長の把握の可能性、またその作業の自動化が課題。
（光学）現地調査未実施であるステレオカメラによる現地調査の実施と海藻判読の可能性の検討が課題。
- ④-2
調査手法の絞り込みにより、調査を効率化していくことが課題

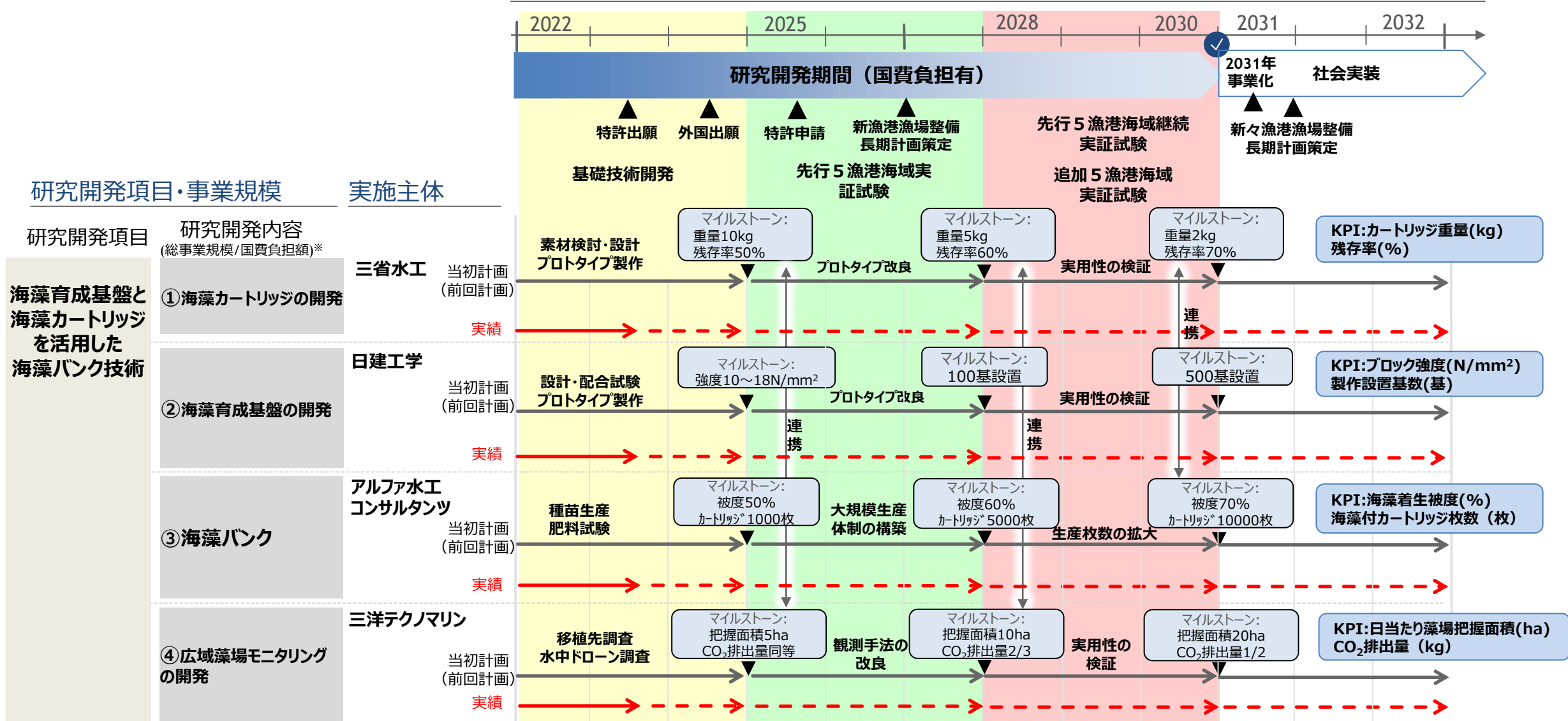
- ④-1
各手法の現地データについて、現地の正確なデータ（潜水調査及びビデオ映像、坪狩り調査）との比較により、①藻場タイプごとの識別、②比高差の把握について解像度を上げて確認する。また上記について、自動化手法について検討する。

- ④-2
効率化した手法についてCO₂排出量を計測、現行と比較する。

2. 研究開発計画／（3）実施スケジュール

複数の研究開発を効率的に連携させるためのスケジュールを計画

実施スケジュール



※総事業規模は、実施者の自己負担も含めた総投資額、国費負担額はNEDOからの委託費・補助金の額

▼:ステージゲート審査

2. 研究開発計画／（4）研究開発体制

各主体の専門性を生かすとともに、役割分担を明確にし、課題を効率よく解決することで、大量の海藻種苗生産を実現するコンソーシアム開発体制を構築する

現状の課題とコンソーシアム構築の背景

<現状>

海水温の上昇により藻場の消失が加速し、海藻の生産力が衰弱している。種苗の生産技術は、養殖されるコンブやワカメなどの技術としては確立しているが、それ以外の藻場を構成する大型海藻の種苗生産技術は実用化レベルに達しているとは言えない状況にある。

こうしたことから

- 2050年のカーボンニュートラルを達成する為には、これまでの漁業者らが行う食害対策に加えて、海藻の生産力を上げるため大量種苗技術（海藻バンク）が不可欠である。
- メーカーは、カートリッジや育成基盤を作るノウハウはあるが、海藻の種類や生態、生活史に見合う施工等を理解していない。一方で、調査コンサルタント会社は、藻場には詳しいが、基盤となるブロックを大量に作るノウハウを持ち合わせていない。



各々の専門性を活かし連携することで、課題を効率よく解決し、メーカーとコンサルタント・調査会社によるコンソーシアムが、世界に先駆けて**海藻バンク（大量種苗生産システム）**を開発する！

実施体制図

☆ 幹事企業

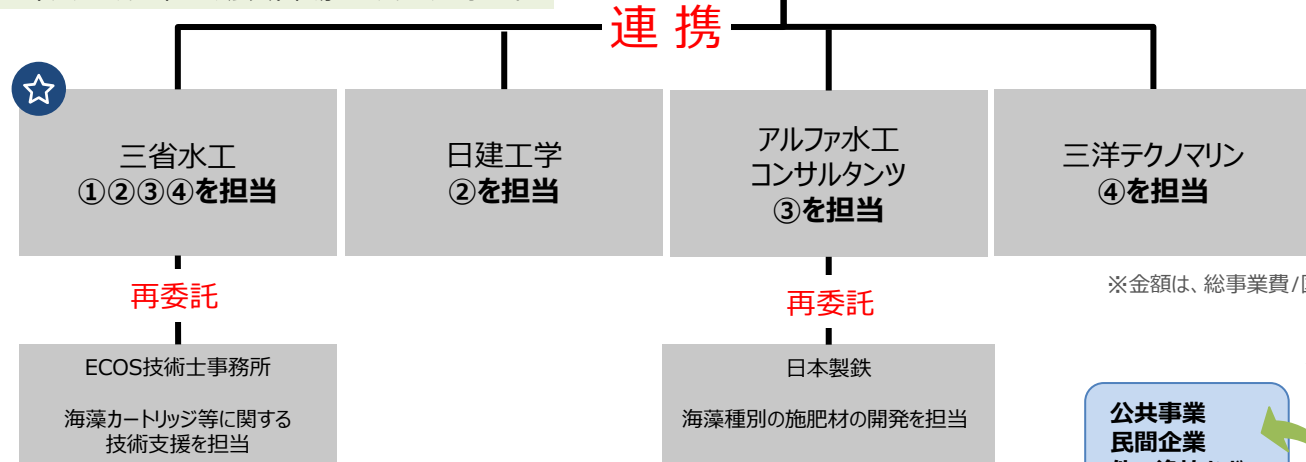
【各主体の役割】

- 全体統括は三省水工社
- 三省水工社は、海藻カートリッジの開発を担当
- 日建工学社は、海藻育成基盤の開発を担当
- アルファ水工コンサルタンツ社は、種苗生産を担当
- 三洋テクノマリン社は、広域藻場モニタリングを担当

研究開発項目
海藻育成基盤と海藻カートリッジを活用した海藻バンク技術

★ 研究開発内容

- ① 海藻カートリッジの開発
- ② 海藻育成基盤の開発
- ③ 海藻バンクの開発
- ④ 広域藻場モニタリングの開発



種苗付き
海藻カートリッジの
販売

公共事業
民間企業
他の漁協など

【共同提案者間の連携方法】

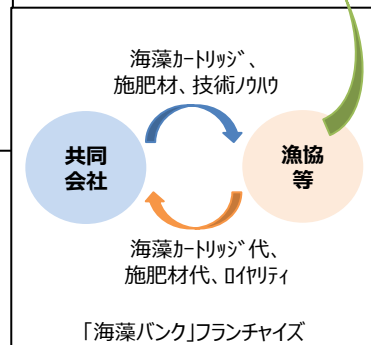
- 関係機関とのNDA協定の締結
- 事業期間中の内部委員会の設置と定期的なワーキングの実施
- 関係者間のメーリングリストによる情報の共有化

【中小・ベンチャー企業の参画】

- 共同出資新会社の設立（2031年予定）
- 海藻バンクフランチャイズ(または代理店)
（対象：漁業協同組合、地元中小企業等）

【共同提案者以外の本プロジェクトにおける他実施者等との連携】

- 漁港を利用した海藻種苗育成時の管理・運営時の漁業者らの人材育成（2022～2030年）
- 地方自治体（公共事業等を活用した実証試験 2025～2030年、2031年事業化）
- 漁業者らの藻場保全活動への提供（実証期間中 2025～2030年）



2. 研究開発計画／（5）技術的優位性

国際的な競争の中においても技術等における優位性を保有

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
海藻育成基盤と海藻カートリッジを活用した海藻バンク技術	1 海藻カートリッジの開発	<u>既存の海藻カートリッジ技術</u> P6174905：藻場造成装置、立体型カートリッジ及びカートリッジ受け具 P5442545：藻場造成装置、カートリッジ及びカートリッジ受け具	優位性：国際的に類似技術・特許がなく、既往技術のノウハウを活かし、性能、大量生産、早期実現の点で優位。 リスク：模倣による知的財産権の侵害。
	2 海藻育成基盤の開発	<u>環境活性コンクリート（アミノ酸コンクリート）の技術</u> P5388874：環境活性コンクリート PCT/JP2010/068798：環境活性コンクリート 台湾I-443246：環境活性コンクリート	優位性：国際的に類似技術・特許がなく、既往技術のノウハウを活かし、性能、大量生産、早期実現の点で優位。 リスク：模倣による知的財産権の侵害。
	3 海藻バンクの開発	<u>漁港漁場の調査・設計</u> 特許番号5931684号海藻種苗の培養方法の発明者が所属 海藻の種苗生産の研究者、磯焼け対策の専門家を保有（博士7人、技術士水産部門19人） 藻場造成に関する豊富な調査設計の実績（年5件以上）	優位性：海藻増殖と磯焼け対策に精通する企業は少なく、漁港施設に精通しており海藻バンクの設置で優位 リスク：養殖対象種では一部競合。
	4 広域藻場モニタリングの開発	- 創業65年の計測技術・解析技術を保有 - 衛星画像による藻場解析技術の保有（第3回宇宙開発利用大賞環境大臣賞受賞） - ジャパンプルーエコノミー技術研究組合（JBE）への参画	- 多くの藻場造成実績 - 先駆的な解析手法の保持 - ブルーカーボン創生事業への参画優位性保持（脅威：競合他社の追従）

3. イノベーション推進体制

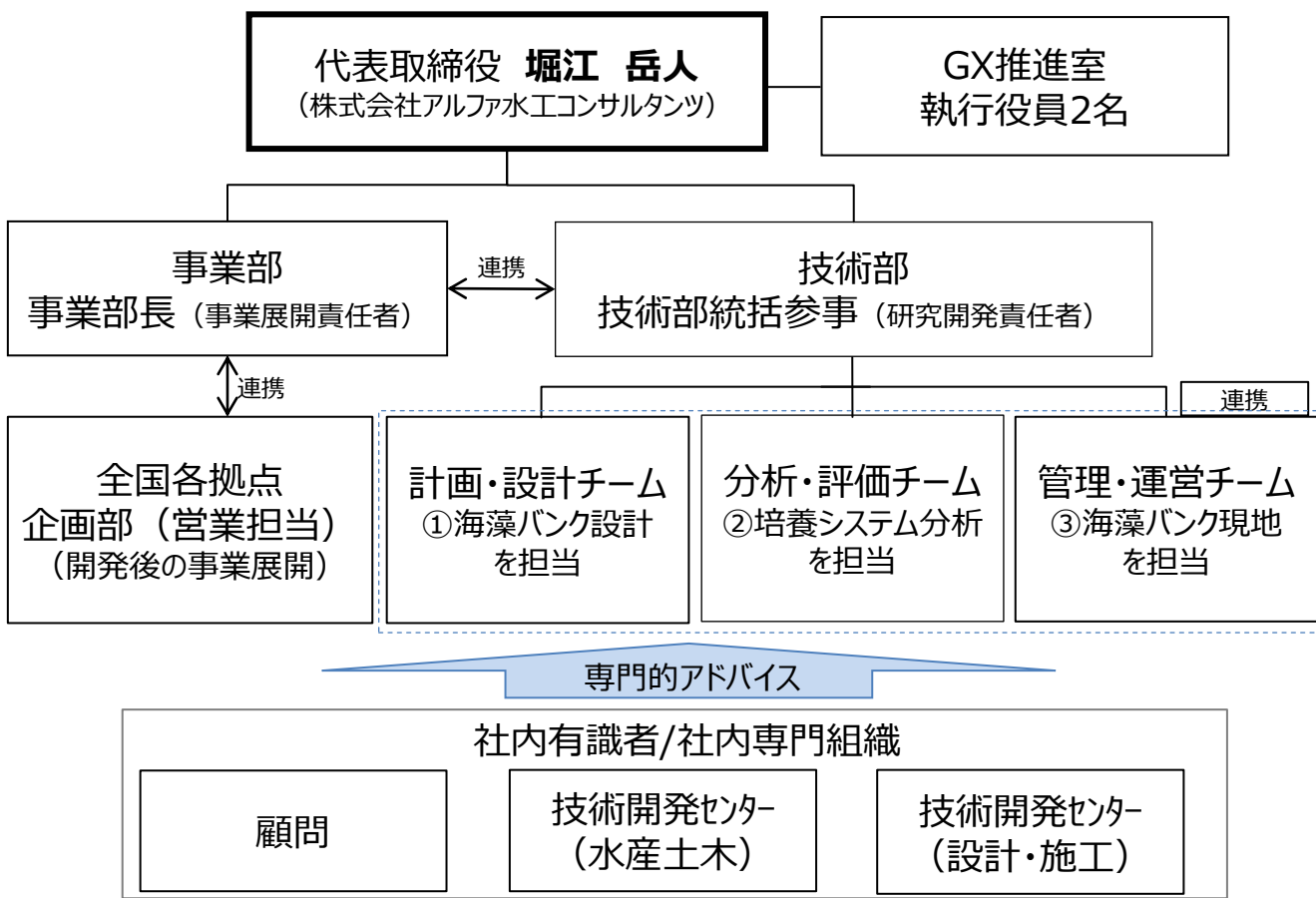
(経営のコミットメントを示すマネジメントシート)

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、専門部署に複数チームを設置

- ・代表取締役によるトップマネジメントにより技術部門、事業部門、企画部門、技術開発部門の総合体制により、確実な研究開発から事業展開までを計画的に実施。
- ・定例会議（毎週月曜日）におけるプロジェクト進捗状況の報告、事情展開状況の報告を行い、自社ISO9001に基づくレビューを実施。
- ・有識者で構成する技術開発センターによる専門アドバイスを実施、問題点・課題点の抽出・分析を実施。
- ・定例会議における報告・確認のほか、代表取締役、経営陣および研究開発責任者・事業展開責任者による事業デザインレビューを月1回実施。

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
 - 技術部統括参事：実施方針、進捗管理を担当
- ・事業展開責任者
 - 事業部長：事業展開を担当
- ・担当チーム
 - 設計チーム：①海藻バンク設計を担当（専任1人、併任3人規模）
 - 分析チーム：②培養システム分析を担当（専任1人、併任3人規模）
 - 管理チーム：③海藻バンク現地を担当（専任1人、併任2人規模）
- ・チームリーダー
 - 藻場ビジョン・藻場調査の実績
 - 藻場造成の実績
 - 藻場ビジョン・藻場調査の実績

部門間の連携方法

- ・事業デザインレビュー（月1回）の実施（経営陣＋各責任者）
- ・定例会議（毎週）における進捗報告、当社ISO9001に基づくレビュー
- ・経営層及び技術部・事業部・企画部・技術開発センター・社外専門家の連携
- ・Teamsを活用した社内コミュニケーション体制の構築
- ・グループメールを活用した各幹事会社との連携、情報共有の構築

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

経営者等によるカーボンニュートラル関連（ブルーカーボン）事業への関与の方針

- ・当社は、経営者のリーダーシップのもと、SDGsへの取組を加速化し、『GX事業』および『洋上風力発電事業』への積極的な参加を推進。
- ・情熱のある社員を抜擢し、STPDサイクルによる創意工夫によって展開し、「持続可能な社会の形成＝未来価値」と捉え、技術革新を図り、社会貢献を果たす。
- ・対外的な研究会等に参加して情報発信するとともに、カーボンニュートラルに向けた取組を自社HPで公開。

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
 - カーボンニュートラル関連事業の位置付け
カーボンニュートラルに向けて、関連施策がより一層推進されることを見据え、カーボンニュートラル関連事業への戦略的な参加を推し進める方針である。
特に、当社の営業品目と関連性が強い『GX事業（ブルーカーボン、水産業等の脱炭素化など）』および『洋上風力発電事業（海域・漁業評価、地域振興・共生など）』を2本柱と位置付けた。
 - 「持続可能な社会の形成＝未来価値」のための技術革新
SDGs目標14「海の豊かさを守ろう」に加え、目標2「飢餓をゼロに」、目標7「エネルギーをみんなに、そしてクリーンに」、目標13「気候変動に具体的対策を」等に関する取組み（業務受注）の優先順位を高め、代表取締役のトップマネジメントにより、情熱のある社員を抜擢し、STPDサイクルによる創意工夫によって技術革新・事業展開を推進し、OJTによる人材育成を図るとともに、技術者倫理および組織制度・組織文化を醸成している。
 - 関連研究会およびESG関連投資への参加
ブルーカーボンクレジット制度等に関する研究開発を実施するジャパングループエコノミー（JBE）推進研究会BERGに参加し、ブルーカーボン事業を推進するとともに、ESG関連投資を活用する。
 - 自社取組みの社内外への発信
毎月開催の社内勉強会でカーボンニュートラルに関する題材を定期的に取り上げ、社内における情報発信・情報共有を図るとともに、カーボンニュートラルに向けた取組紹介を自社HPで実施する。
 - 事業のモニタリング・管理
 - 定例会議における事業進捗等の確認
技術部・事業部が参加する技術連絡会議（毎週）で事業の進捗状況および技術的課題をモニタリングする。また、部長会議（毎週）で課題等への対応方針ならびに事業化へ向けた取組全般について評価し、必要に応じて是正のための方針を決定している。また、技術的課題に対し、技術開発センターや外部研究機関にアドバイスを求め、技術検討会で討議する。その他、代表取締役のトップマネジメントにより、他のGX事業ならびに洋上風力発電事業との調整をGX推進室が実施する。経営層は1割程度の時間を事業に充当する。
 - 事業化判断の条件
事業の投資計画を踏まえ、年次毎の事業効果（海藻着生被度、海藻付カートリッジ枚数）やニーズ（顧客者数）、採算性を条件に判断する。
- ### 経営者等の評価・報酬への反映
- 担当役員および担当管理者等は、事業の進捗、達成、展開等の取組は人事考課で評価し、報酬の一部に反映する。また、経営者は、事業によって得られた収益を報酬の一部に反映する。
- ### 事業の継続性確保の取組
- 複数の経営層および担当技術者が事業に関与し、事業の経緯や重要性を共有しつつ、戦略ビジョンに対するコンセンサスを醸成することで、リダンダンシーのある事業継続を図るとともに、後継者を育成する。

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カーボンニュートラル関連を位置づけ、企業価値向上とステークホルダーとの対話を推進

- ・『GX事業』および『洋上風力発電事業』への積極的参入や環境配慮への投資等により、我が国が目指す2050年カーボンニュートラルの実現に貢献。
- ・事業戦略・事業計画は、代表取締役・経営層の決議に基づき策定・見直しを行い、技術・事業部署、企画・営業部署の横断的連携の中で実施。
- ・事業の公表は、主に自社HPを用いて情報発信する。その他、企画営業用のリーフレットによって、技術開発の成果や事業の効果を報告・公表。

経営者等での議論

- ・ カーボンニュートラルに向けた全社戦略
 - 『GX事業』および『洋上風力発電事業』への積極的参入
SDGsへの取組を加速化するため、ICTやDXなど技術革新を図りながら、『GX事業』および『洋上風力発電事業』の業務受注を拡大し、社会に貢献する。
 - 環境配慮への投資等
ISO14000取得やソーラー発電導入など、環境配慮型の設備投資を実施する。また、カーボンニュートラルに取組む団体等を積極的にサポートし、2050年カーボンニュートラルの実現に貢献する。
- ・ 事業戦略・事業計画の決議・変更
 - 事業戦略・事業計画の決議
代表取締役が示す今期経営方針において、カーボンニュートラルに向けた取組強化が示されている。また、本事業戦略・事業計画は、役員への報告・承認を得て、全社的な取組として実施する。
 - 事業戦略・事業計画の変更
技術連絡会議および部長会議において、事業の進捗状況等をフォローし、状況変化等に応じて見直しを図る。事業戦略・事業計画の見直しは、取締役会等の重要な意思決定の場において審議する。
 - 関連部署への周知
技術部署へは、技術連絡会議の場で報告・周知する。また、全国に跨る企画・営業部署へは、毎週の営業会議の場で都度報告・周知し、営業の水平展開を図る。

- ・ 決議事項と研究開発計画の関係
研究開発計画（事業戦略・事業計画）の内容は、当社の営業品目そのものである。さらにSDGsへの取組に関する世界的な要請がある。このため、研究開発計画は、当社が果たすべき社会的責任の一つであると捉えており、優先度を高く位置付け実施することが社業の発展にもつながる。

ステークホルダーに対する公表・説明

- ・ 情報開示の方法
 - 経営方針資料への記載
代表取締役が作成する経営方針資料に、事業戦略・事業計画の内容を明示するとともに、経営戦略との関係性を位置付ける。
 - ホームページでの公開
研究開発計画の概要をプレスリリース等により对外公表すると。自社HPで採択時の報告等を行い、広く情報を発信した。
- ・ ステークホルダーへの説明
 - 株主への報告
事業の進捗状況および将来の見通し・リスク、採算性を事業投資計画と照らし合わせて報告する。
 - 顧客への報告・公表
技術開発の成果や事業の効果を、国民生活のメリットに重点を置いて取りまとめたリーフレットを作成し、自社HPで公表するとともに、顧客への企画営業の際に活用することで幅広く情報発信する。また、同時にカーボンニュートラルに係る案件形成を図る。

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

- ・社会情勢の変化に対応した計画見直し、潜在顧客に対するヒアリング結果のフィードバック、外部リソースの積極的活用によって、社会実装までの体制を整備。
- ・研究開発責任者、事業展開責任者および専任技術者 3 名と併任技術者 8 名による専門部署を設置。OJTや講演会参加等による人材育成。

経営資源の投入方針

- ・ 実施体制の柔軟性の確保
 - 開発体制や手法等の見直し
事業の進捗状況や技術革新の動向・社会的要請の変化を踏まえ、適宜、開発体制や手法等の見直しを図る。見直しに伴い必要となるリソースは、事業の投資計画に基づき研究開発責任者の権限で追加する。なお、事業の投資計画の内容から逸脱する際は、経営層の判断によるものとする。また、新たな課題が発生し、専門技術者が必要となった場合、他部署から優先的に人材を充当する。
 - 大学、研究機関等との連携
目標達成に必要な知識・ノウハウおよびマンパワーがあれば、躊躇なく外部リソースを活用する。外部リソースは、大学・研究所や水産試験場、漁業協同組合・地元漁業者、設備メーカーを想定している。
 - 1 年単位の事業評価および計画見直し
新たな技術開発にはそれ相応のリスクが伴うため、研究開発ならびに事業展開の状況を毎年評価するとともに、潜在顧客に対するヒアリング等でフィードバックを得て、アジャイルに方針を見直す。
- ・ 機動的な経営資源の投入
 - 人材の投入方針
技術部から研究開発責任者および専任技術者 3 名、併任技術者 8 名を確保する。また、事業部から事業展開責任者を任命する。
 - 設備・資金の投入方針
手法検討や設備開発等にかかる研究開発費は、国費負担にて賄う。事業化を加速するための研究開発費として55百万円を投資※する。

専門部署の設置

- ・ 専門部署の設置
 - 専任技術者の配置
事業の核となる「海藻バンク設計」、「培養システム分析」、「海藻バンク現地対応」に専任技術者を配置し、研究開発責任者および事業展開責任者で構成する専門部署を設置する。専門部署は、事業の投資計画に基づく予算を管理し、開発体制や手法等の見直し、追加的なリソース投入等を行い、事業を推進させる。
 - GX推進室の関与
代表取締役の指示に従い、事業専門部署と連携し、社会情勢（社会的要請）の変化に対応すべく、産業アーキテクチャや自社のビジネスモデルを検証する。また、当社が取組む他のGX事業との調整を図る。
- ・ 若手人材の育成
 - OJTによる人材育成
OJTを中心に該当分野の人材を育成する。人材育成は、「海藻バンク」に係る専門的技術に加え、カーボンニュートラルやSDGsへの取組、事業展開の考え方についても実施する。
 - 講演会等への参加
増養殖やブルーカーボン、カーボンニュートラル関係の講演会やセミナーに参加し、知識を吸収するとともに、講演者等と意見交換することで、新たなイノベーションへの機会をつくる。また、学会発表等を通じてプレゼンテーション能力を磨くとともに、対外的な成果報告に後押しする。

※研究開発・実証後の4年目から9年目までににかかる投資額。10年目から黒字化。

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、採算性等が見込めない事態に陥った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

- 種苗が早期の生育段階で枯死・減耗するリスク
-コンブ科海藻はフリー配偶体を保存しておくことで培養系を復旧
-海藻カートリッジから溶出する基盤材質の成分が、種苗の生長や成熟を抑制していることが疑われた場合には材質の変更を検討
- 栄養塩が豊富な海水が漁港内に流入することで、赤潮等の発生原因となり外部不経済となるリスク
-定期的に漁港内に排水する前に海水を取水し、栄養塩が閾値未満であることを確認する。

社会実装（経済社会）におけるリスクと対応

- 人材育成におけるリスク
各地先で海藻バンクを運営できる人材が育たない場合は、アルファ水工から人材を派遣し、運営補助を行う。
- 資材調達におけるリスク
半導体不足により、モニタリング機材の手配に時間を要する懸念があるため、海藻バンクの整備にあたっては計画的な手配を行う。
- サービスの流通におけるリスク
本ビジネスモデルの需要は海藻カートリッジの生産需要に依存するため、事業化後には本培養システムを基本に海藻カートリッジ生産以外にも活用可能なシステム設計・営業戦略を検討する。

その他（自然災害等）のリスクと対応

- 台風・高水温により成熟した海藻が得られないリスク
- 地域の採苗センターあるいは他海域の母藻を利用することで対応する。この際、遺伝的かく乱がないように母藻の採取先を確認しておく。
- 台風・津波等による災害リスク
- 台風来襲時には、停電により種苗生産施設の水流が停止する懸念があるため、ガソリン発電機等の二次電源の利用を検討する。
- 台風来襲時の港内育成施設については、垂下水深を深くするなど事前に施設の流出防止策を講じる。
- 津波に対しては地域の津波避難マニュアルを常備し、人命を最優先にする。



● 事業中止の判断基準：

- 各ステージゲートでのマイルストーン未達成
2024年：被度50%のカートリッジを 1,000枚/漁港
2027年：被度60%のカートリッジを 5,000枚/漁港
2030年：被度70%のカートリッジを10,000枚/漁港
- 事業化までの情勢の変化により採算性の確保が困難な場合には事業中止の判断を行う。