

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：三省水工株式会社（幹事企業）、代表名：代表取締役社長 皆川 曜児

（コンソーシアム内実施者：日建工学株式会社、株式会社アルファ水工コンサルタンツ、三洋テクノマリン株式会社）

目次

0. コンソーシアム内における各主体の役割分担	2
1. 事業戦略・事業計画	3
(1) 産業構造変化に対する認識	4
(2) 市場のセグメント・ターゲット	5
(3) 提供価値・ビジネスモデル	6
(4) 経営資源・ポジショニング	8
(5) 事業計画の全体像	9
(6) 研究開発・設備投資・マーケティング計画	10
(7) 資金計画	11
2. 研究開発計画	12
(1) 研究開発目標	13
(2) 研究開発内容	14
(3) 実施スケジュール	34
(4) 研究開発体制	35
(5) 技術的優位性	36
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）	37
(1) 組織内の事業推進体制	38
(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	39
(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	40
(4) マネジメントチェック項目③ 事業推進体制の確保	41
4. その他	42
(1) 想定されるリスク要因と対処方針	43
(2) 採択条件に対する対応状況	44

0. コンソーシアム内における各主体の役割分担

三省水工(株) (幹事会社)

【研究開発の内容】

- 海藻カートリッジの開発
 - ・ 海藻の育成促進
 - ・ 基質の軽量化、耐久性
 - ・ ダウンサイジング
 - ・ 環境負荷軽減
- 海藻バンクシステムの開発（連携）

日建工学(株)

【研究開発の内容】

- 海藻育成基盤の開発
 - ・ 基盤のブロック強度確保
 - ・ 栄養塩の適切配合
 - ・ 環境負荷軽減
- 海藻カートリッジの開発（連携）

(株)アルファ水工コンサルタンツ

【研究開発の内容】

- 海藻バンクシステムの開発
 - ・ 施設（陸上・港内）の設備設計
 - ・ 海藻育成状況の観測技術の開発
 - ・ 海藻肥料の適正配合・配置、数量
※再委託を予定
- 海藻カートリッジの開発（連携）

三洋テクノマリン(株)

【研究開発の内容】

- 広域藻場モニタリング手法の開発
 - ・ 海藻育成基盤の開発（連携）
 - ・ 海藻カートリッジの開発（連携）
- 海藻育成基盤の開発（連携）
- 海藻カートリッジの開発（連携）

各研究開発は緊密に情報の共有化を図り、作業を効率的、かつ効果的に実施する。

【社会実装に向けた取組内容】

- ・ 海藻バンク施設の整備
- ・ 海藻カートリッジの量産体制の構築
- ・ 海藻カートリッジの取付、取外し
- ・ 広域な藻場の造成の実現
- ・ 藻場のCO₂吸収効果の検証

【社会実装に向けた取組内容】

- ・ 海藻基盤の量産体制の構築
- ・ 海藻基盤の製作、設置
- ・ 広域な藻場造成の実現

【社会実装に向けた取組内容】

- ・ 海藻バンクの遠隔管理
- ・ 海藻バンクの人材育成

【社会実装に向けた取組内容】

- ・ 実証海域の藻場調査
- ・ 海藻カートリッジの移植（取付）
- ・ 海藻カートリッジのモニタリング
- ・ 海藻育成基盤のモニタリング
- ・ 水中ドローン等を用いた広域藻場分布モニタリング

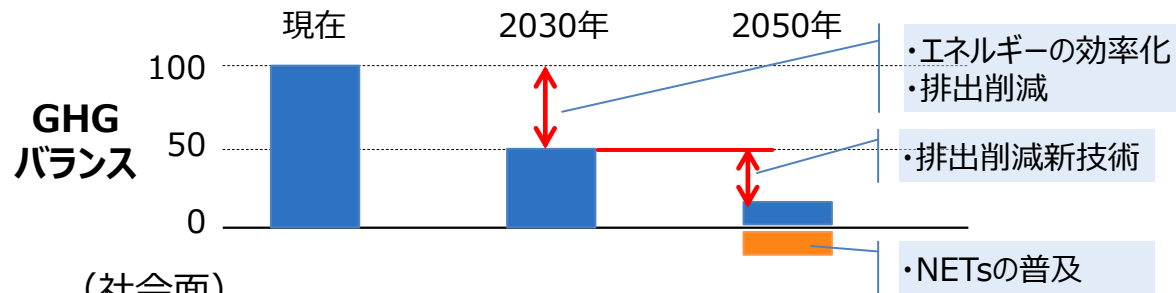
目的：海藻バンクによるブルーカーボン生態系拡大の実現

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

海洋分野のビジネス環境の変化等により藻場の回復・保全需要が急拡大すると予想

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）

- ・人口動態の変化（2050年は2019年比で1.3倍）
- ・SDGs意識の向上など価値観の変化

（経済面）

- ・ESG投資の関心向上
- ・GX・DXの取り組み活性化

（政策面）

- ・2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略の策定
- ・みどりの食料システム戦略の策定

（技術面）

- ・ネガティブエミッション技術（NETs）の実用化と事業化

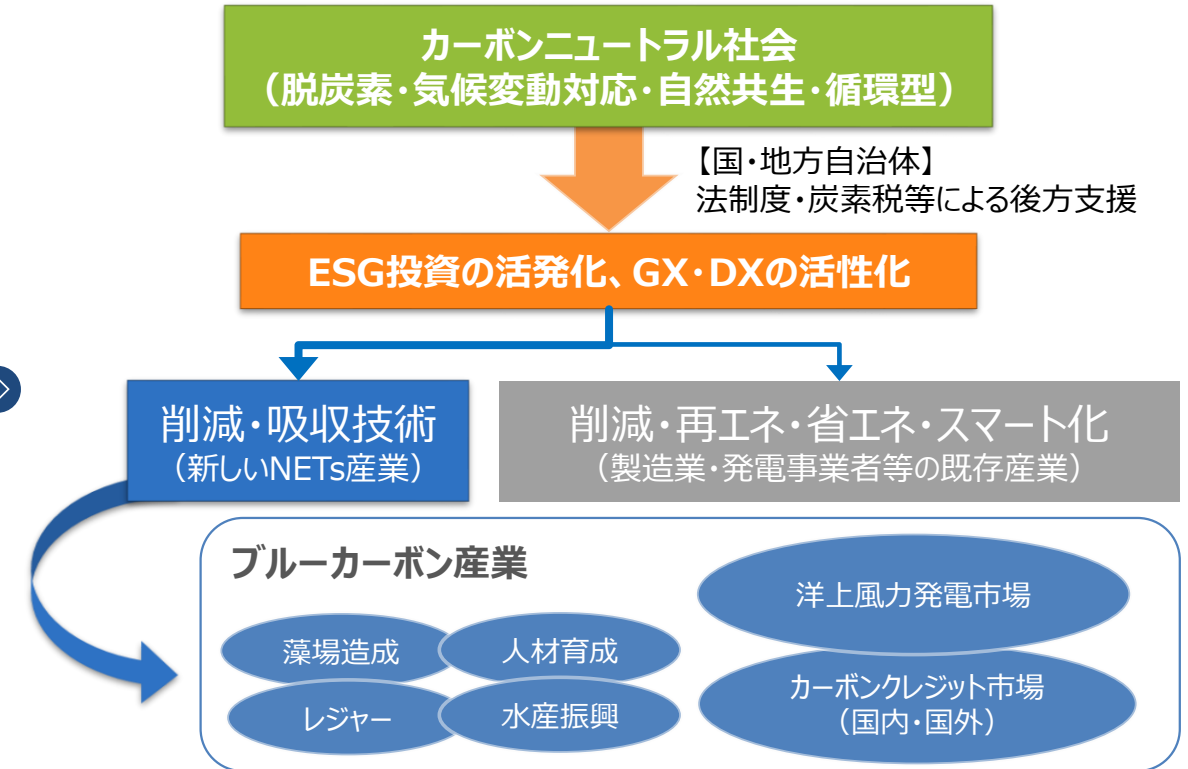
● 市場機会

- ・洋上風力発電事業での藻場造成市場
- ・Jブルークレジットの取引拡大（2020：1件、2021：4件、2022：21件）
- ・GX・DXを活用した吸収源ビジネスとESG投資

● 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の関心向上とESG投資の活発化
- ・藻場面積の拡大による水産資源の増大と漁業者の所得向上

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

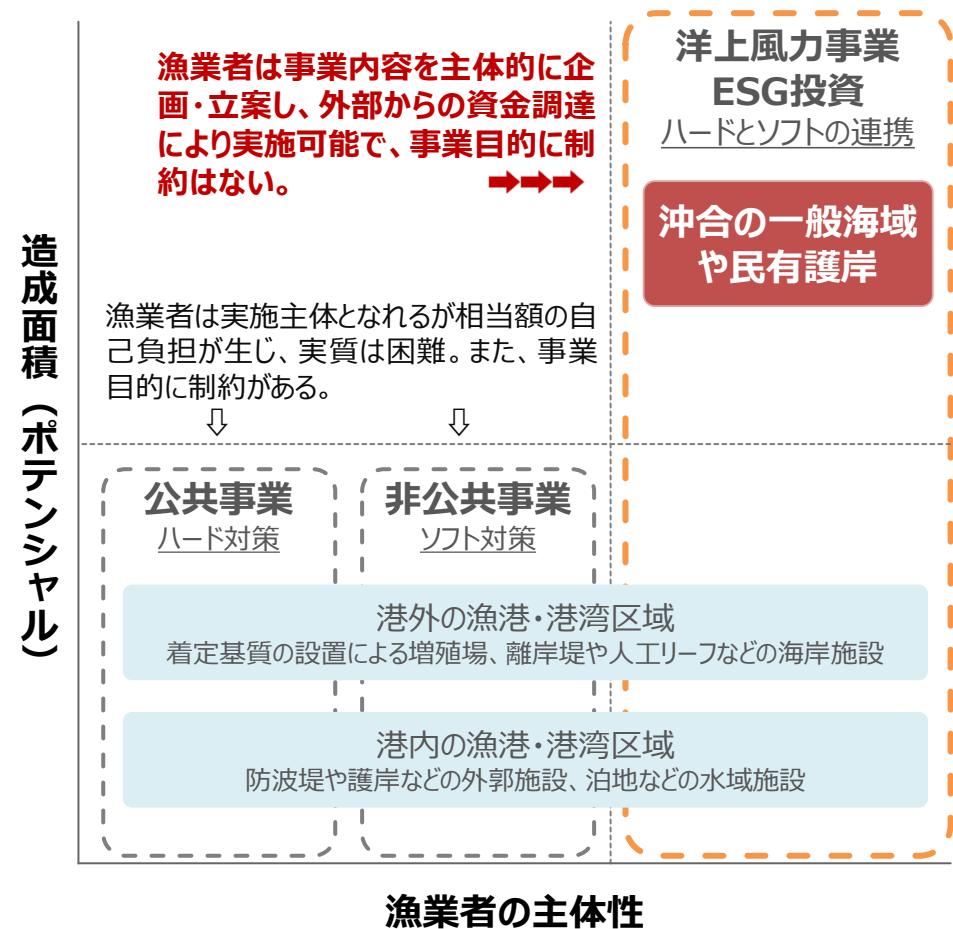
- ・気候変動対策に関わる防災減災企業として国土強靱化への貢献
- ・ブルーカーボン関連技術の開発（多機能型藻礁ブロック等）
- ・藻場関連事業の収益最大化

1. 事業戦略・事業計画／（2）市場のセグメント・ターゲット

藻場造成事業をターゲットとして想定

セグメント分析

藻場造成の事業量と漁業者の関係



ターゲットの概要

市場概要と目標とするシェア・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%）

需要家	主なプレイヤー	消費量(2022)	課題	想定ニーズ
再エネ事業者	洋上風力発電事業者	24区域*1 着手中・促進・有望・一定準備段階の区域の計	- 環境アセスメント - 漁業協調	- カーボクレジット - 地域振興 - 水産資源増大
民間	ESGに取り組む民間企業	国内623社*4 +α（海外）	- 国際的基準化 - メリット	- 投資リターン - 企業価値向上 - カーボンオフセット
漁業者	漁港管理者 漁協	2780漁港*2 881組合*3	- 藻場の衰退 - 収入の減少 - 高齢化	- 水産資源の増大 - 所得向上 - 担い手確保

消費量の出典

- *1 資源エネルギー庁ウェブサイト：https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saiene/yojo_furyoku/index.html#pub
- *2 水産庁ウェブサイト：https://www.jfa.maff.go.jp/j/gyoko_gyozyo/g_zyoho_bako/gyoko_itiran/attach/pdf/sub81-5.pdf
- *3 R3水産白書 臨海部の漁業協同組合数：https://www.jfa.maff.go.jp/j/kikaku/wpaper/r03_h/trend/1/t1_2_6.html
- *4 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>

1. 事業戦略・事業計画／(3) 提供価値・ビジネスモデル

海藻カートリッジを用いて種苗を簡易かつ大量に養殖・移植する事業を創出/拡大

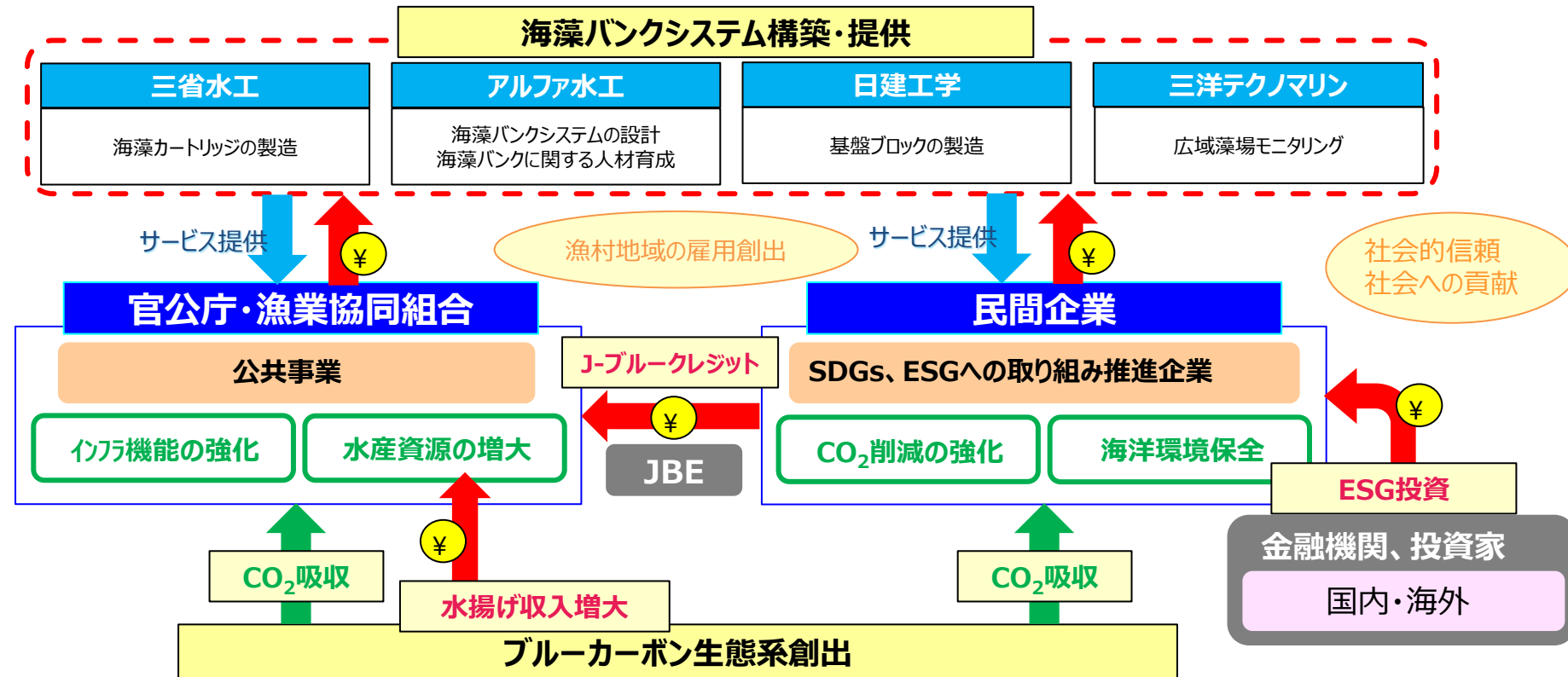
社会・顧客に対する提供価値

- 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

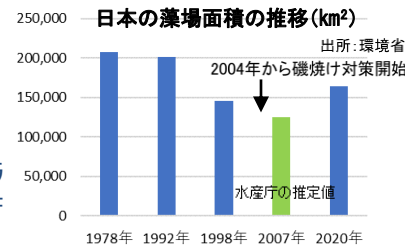
- ブルーカーボンによるCO₂削減・吸収と企業価値向上(ESG投資等の促進含む)にビジネス機会を創出する**独自の**ビジネスモデル。
- 海藻バンクシステムのフランチャイズ展開と運用管理を行うことで、初期と継続の収入が得られる健全で**新規性**のあるビジネスモデル。
- 国内外で藻場減少に歯止めがかからない現状であり、その課題解決とSDGsの目標達成に**有効**な技術サービス。
- 世界規模で持続可能な社会や環境を作り出すことが企業の持続的な成長に繋がると考えられることから**実現可能性**は高い。
- 将来的にCO₂吸収系技術の重要性がさらに高まる見通しがあり、ビジネスモデルの**継続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

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

- 国内外で磯焼けが起こり、日本の藻場は衰退している。
- さらに、気候変動の影響により磯焼けが北上、海藻種も変化してきた。
- 磯焼けの主な原因は植食動物の食害と**海藻のタネ供給不足**。
- J-ブルークレジットはJBE※が運営するボランタリークレジットであり、IPCCの湿地ガイドラインに海藻は含まれていない。現在、日本の温室効果ガスインベントリに含めるべく政府主導で検討・研究開発が行われている。※ジャパンブルーエコノミー推進研究会



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 <ul style="list-style-type: none"> 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） アミノ酸等の栄養塩配合の標準化 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 <ul style="list-style-type: none"> 種苗生産のルール作り（マニュアル化） ICTを活用した環境計測の標準化 危機管理Q&A集 人材育成マニュアル |
| 三洋 | ③ 海藻モニタリングの標準化 <ul style="list-style-type: none"> ブルーカーボン算定のための計測手法高度化事例を広く発信 |

【ターゲット市場】

- 市場導入にあたって、種苗生産から移植、モニタリング・評価までの一連の業務を構築するには、従来の一企業での取り組みでは大規模化が図れない。そこで、私たちはコンソーシアムを結成し、各社の得意分野を活かすことで、簡易で大量に種苗を生産・移植ができる海藻カートリッジを開発し、漁業関係者、公共事業・民間が求める一定基準（品質）を満たす藻場造成を実践する。
- 藻場が新たな吸収源として評価されたことで、藻場造成、海藻養殖のため、海藻種苗の需要は増える見込みがある。
- 藻場創出がESG経営やカーボンニュートラルを目指す企業等によりJブルークレジットとして取引され始めている。
- Jブルークレジット方式の国外展開や業界団体による海外調査などにより、東アジア市場での藻場創出ビジネスの拡大に期待。

国内外の動向・自社のルール形成(標準化等)の取組状況

- 国内外の標準化や規制の動向
 - 国内の現状は、地方自治体や水産研究機関からの受注生産程度。数量も最大でも数百個/年間。漁業関係者には普及していない。
 - 海外の現状は、磯焼け対策として研究者レベルで技術開発中であり、社会実装されていない。
- 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
 - 移植先（天然岩礁・人工構造物）に対応する輸送・移植システム作り
 - 設計方法、品質基準、積算基準の標準化の検討
 - 海藻種別の定量的かつ再現性のある増殖手法の確立

【自社の強み】

- 育成した海藻を海藻カートリッジにより大規模かつ効率的に移植する技術
 - 専門メーカーとしてのノウハウとネットワーク（従来型海藻カートリッジの開発実績）
- 実証フィールド地元関係者との相互利益関係の構築

【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】

- 海藻カートリッジの輸送・移植システム作り、積算基準作り（日本語版・英語版）
- 第三者機関による技術評価：（一社）漁港漁場新技術研究会、（一社）沿岸技術センター、NETIS等での評価・認定
- イベント（漁港漁場大会、港まつり等）での展示による技術紹介
- 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
- ジャパンブルーエコノミー推進研究会が主催する講習会等での技術紹介
- 海藻バンクのHP、SNS（Facebook、X等）やYouTubeを活用したプロモーションの開始
- 各種学会（水産工学会、土木学会、応用藻類学会）での論文発表による大学や学会との連携



【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
 - 国際特許取得による新しいパートナーの開拓
 - ODA/JICAの海藻養殖支援プロジェクトでの活用
- 藻場観測用のステレオカメラシステムを構築し、システムもしくは解析手法について特許出願



1. 事業戦略・事業計画／（4）経営資源・ポジショニング

専門メーカーの強みを活かして、社会・顧客に対して水産資源の増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価値

- 海藻カートリッジを用いた大量の海藻養殖・移植によるブルーカーボンの増大。
- 漁業者への就労機会（種苗生産・中間育成）の提供と所得向上。
- 洋上風力発電事業に伴う水産振興策。
- 未利用・低利用漁港の有効活用。
- 水産基盤整備事業における藻場造成技術としての活用。

自社の強み

- 専門メーカーとしてのノウハウとネットワーク
 - 従来型海藻カートリッジの開発実績
 - 実証フィールド地元関係者との相互利益関係の構築

自社の弱み及び対応

- 専門メーカーとしての限られた知見
 - 弱みを補完するコンソーシアムの形成

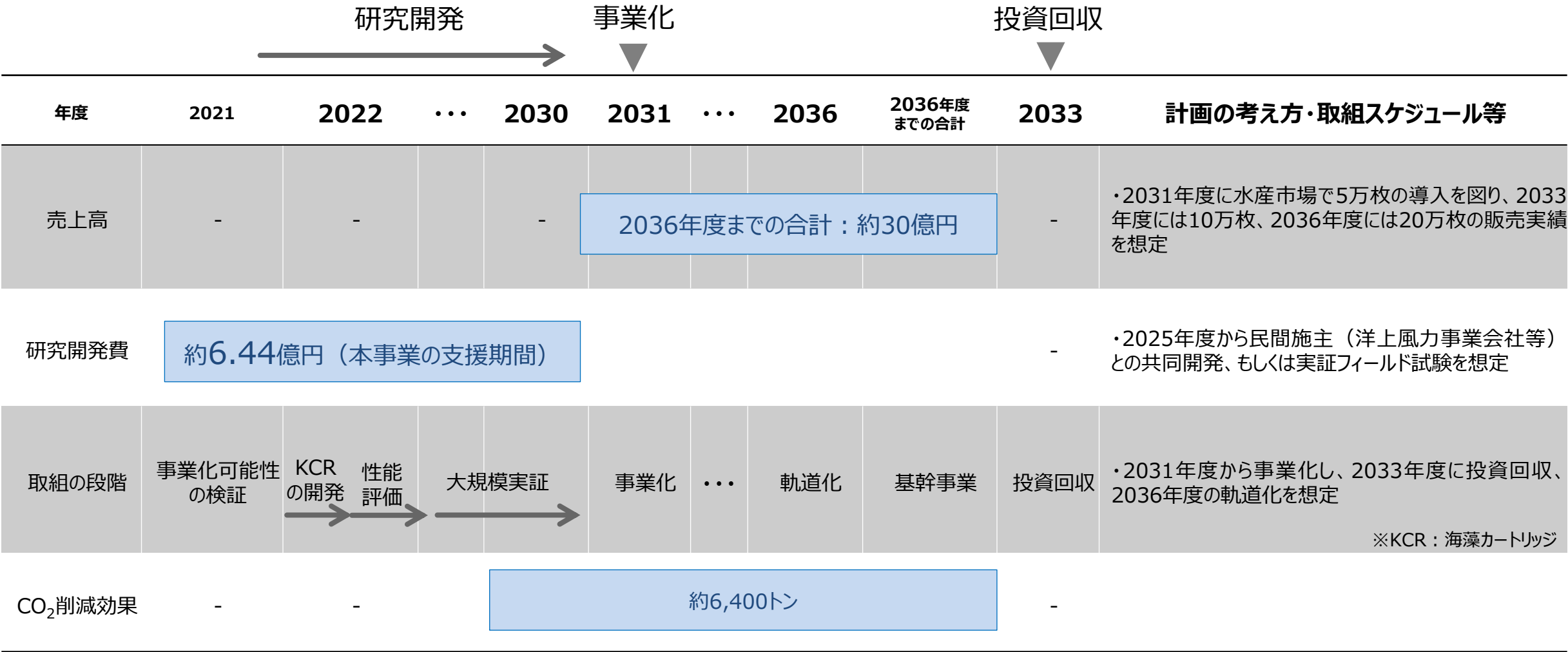
競合との比較

	技術	顧客基盤	サプライチェーン	その他経営資源
自社	20kg程度の海藻カートリッジ  2kg以下かつ海藻育成効果が高く、大量生産可能な海藻カートリッジを開発。	- 地方自治体  - 地方自治体 - 民間（主に洋上風力発電事業者）	- 製作工場  - 漁業者 - コンクリート工場 - 建設会社	- 知的財産  - 人材、資本、設備 - 知的財産 - 時間、情報
競合A社	多孔質プレートを保有。比較的軽量だが海藻育成効果は低い。	地方自治体	- コンクリート工場 - 建設会社	- 人材、資本 - 知的財産
競合B社	種苗生産プレートを保有。軽量だが大量生産できない。	地方自治体	漁業者	- 人材、資本、設備 - 知的財産
競合C社（海外）	種苗生産技術はあるが、工業的な大規模な移植技術は未開発。	民間（主に洋上風力発電事業者）	コンクリート工場	- 人材、資本、設備 - 知的財産 - 時間、情報

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、2033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	2023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）の特許出願 2024年度に論文発表 - 民間施主（特に洋上風力発電事業会社）との実証フィールド試験	- 既存生産設備を活用した標準化・汎用化 - 大規模工場による大量生産	- ゼロ・エミッションを掲げる企業やESG投資家ニーズに対する銀行・証券会社へのリサーチ - 水産協調ニーズに対する洋上風力発電事業者への提案 - SNS等を活用した広報活動
進捗状況	- 開発に着手して間もないため、特許請求の範囲は検討中。競合特許も調査中。 2024年度水産工学会での論文発表に向けて検討中。 - 洋上風力発電事業会社やクレジット模索中の大手企業へ提案中。	- 海藻カートリッジの供試体とプロトタイプ1号は標準的、汎用的な既存生産設備を活用した製造能力を確認。 - 既存生産設備で5,000枚以上/月の大量生産能力を確認。	- ゼロ・エミッションを掲げる企業やESG投資家ニーズに対する銀行・証券会社へのリサーチは未着手。 - 水産協調ニーズに対する複数の洋上風力発電事業者へ提案中。 - SNS等を活用した広報活動を準備中（近日中にスタート予定）。
国際競争上の優位性	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 - PIANC Working with Nature（環境に配慮したプロジェクト）の認証取得	- 既存パートナー（ベトナム、韓国）と連携した海外展開 - 国際特許取得による新しいパートナーの開拓	ODA/JICAの海藻養殖支援プロジェクトを活用した開発

1. 事業戦略・事業計画／（7）資金計画

国の支援に加えて、96百万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	合計 (億円)
事業全体の資金需要	約6.44億円									0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.44
うち研究開発投資	約6.44億円									0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.44
国費負担（委託又は補助）	約5.48億円									0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.48
自己負担（A+B）	約0.96億円									0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.96
A：自己資金	約0.96億円									0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.96
B：外部調達	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

（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。

※インセンティブが全額支払われた場合

2. 研究開発計画

2. 研究開発計画／（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

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

※海藻の被度：海底における海藻・草類の占める面積の割合

④ 広域藻場モニタリングの開発

アウトプット目標

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。

KPI

- 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)

- ②-1 ブロック強度(N/mm²)
- ②-2 製作設置基数(基)

- ③-1 海藻着生被度(%)
- ③-2 海藻付カートリッジ枚数(枚)

- ④-1 日当たり藻場把握面積(ha)
- ④-2 CO₂排出量(kg)

KPI設定の考え方

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。

②-1 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。

③-1 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。

④-1 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。

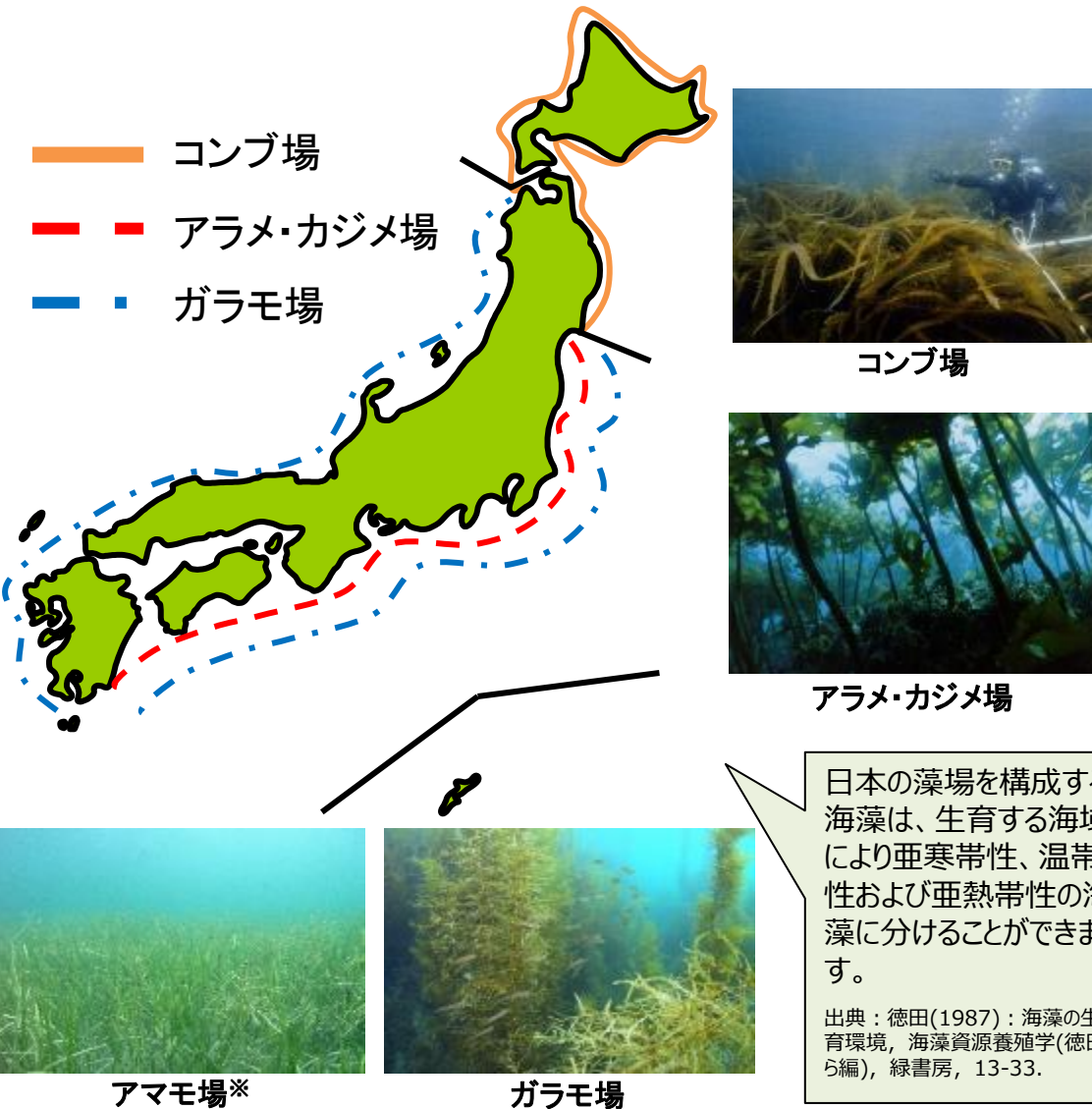
④-2 モニタリングによるCO₂排出量（作業船、酸素ポンプ使用量）を、④-1の調査手法によって、従来のCO₂排出量に比べて、2025年までに**同等**、2028年までに**2/3以下**、2030年までに**1/2以下**を確保する。

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。

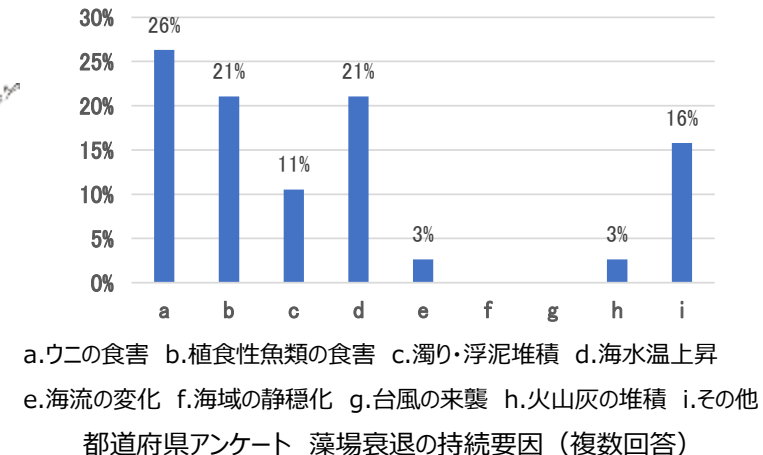
ブルーカーボン生態系の機能（藻場の機能）

- 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

■ 藻場の衰退が認められる。
□ 藻場の衰退が認められない、あるいは不明。

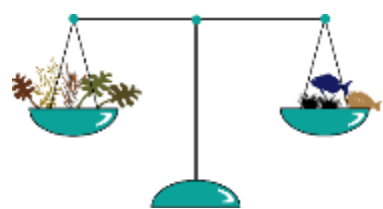
藻場の衰退が認められる
都道府県



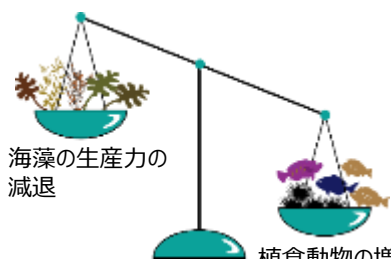
出典：「第3版 磯焼け対策ガイドライン」，水産庁，2021

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…



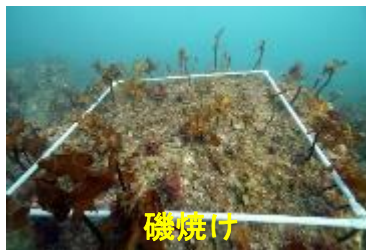
海藻の生産力の減退

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※



ノトスズミ※

※ 南方系の植食動物



ガンガゼ※



キタムラサキウニ

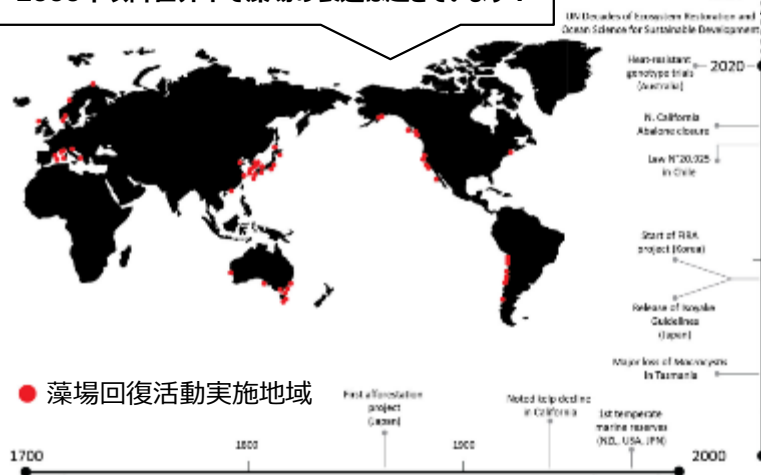


ムラサキウニ

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！



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

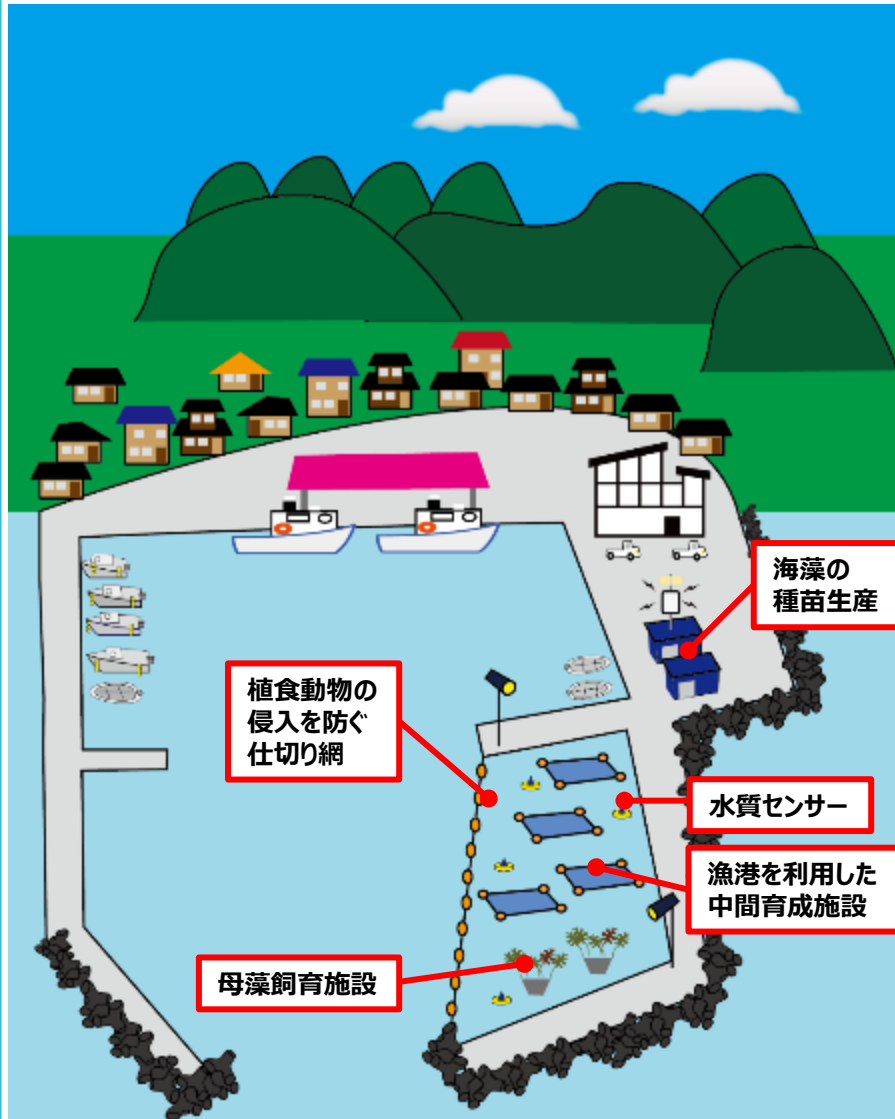
出典：「Kelp Restoration Guidebook」，USA，2022

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）

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）

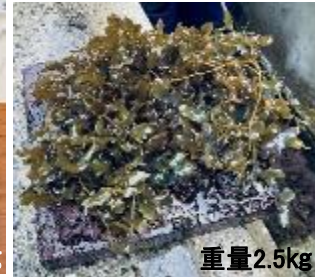
漁港を利用した海藻供給システム（海藻バンク）



海藻カートリッジ



重量20kg



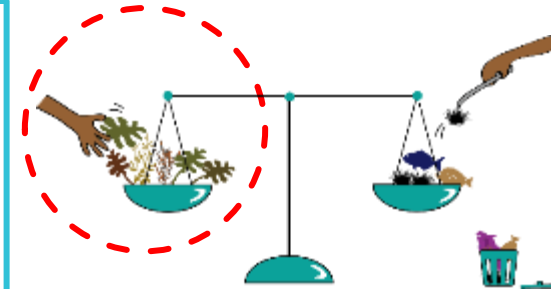
重量2.5kg

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

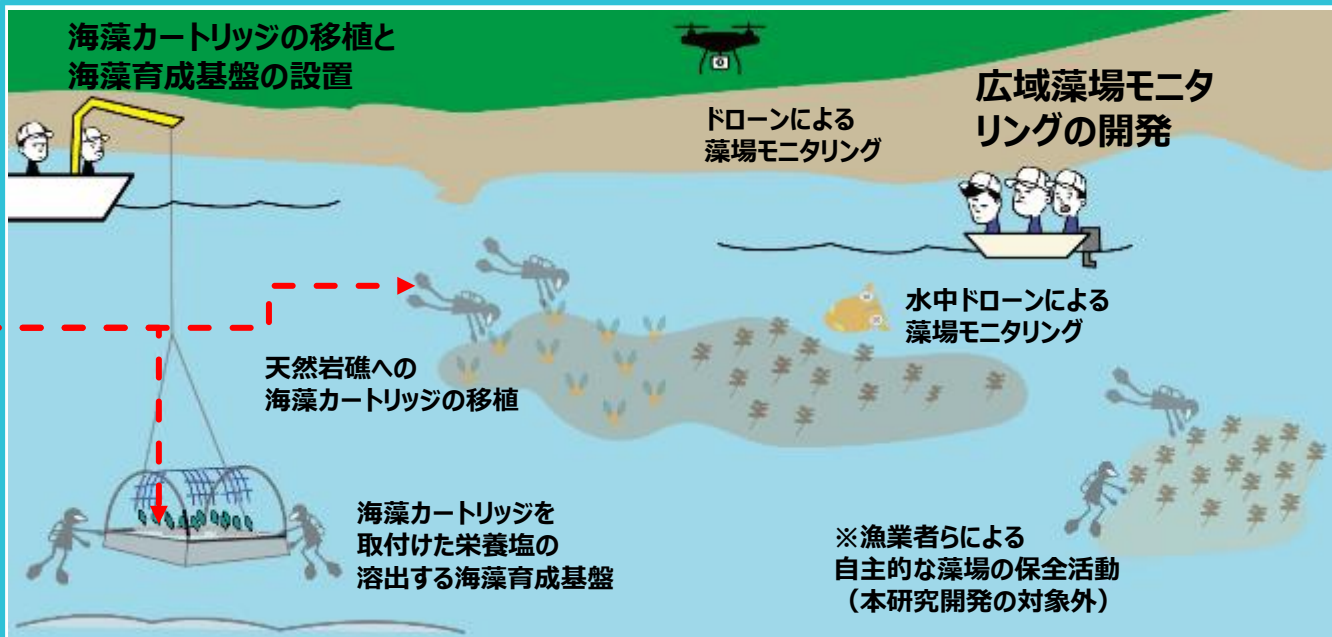


栄養塩を配合しても一般的なブロック強度を確保し、護岸や防波堤の被覆ブロック・消波ブロック、藻場礁とあらゆる場面で利用できる海藻育成基盤を開発します。



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



ドローンによる藻場モニタリング

広域藻場モニタリングの開発

水中ドローンによる藻場モニタリング

天然岩礁への海藻カートリッジの移植

海藻カートリッジを取付けた栄養塩の溶出する海藻育成基盤

※漁業者らによる自主的な藻場の保全活動（本研究開発の対象外）

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…

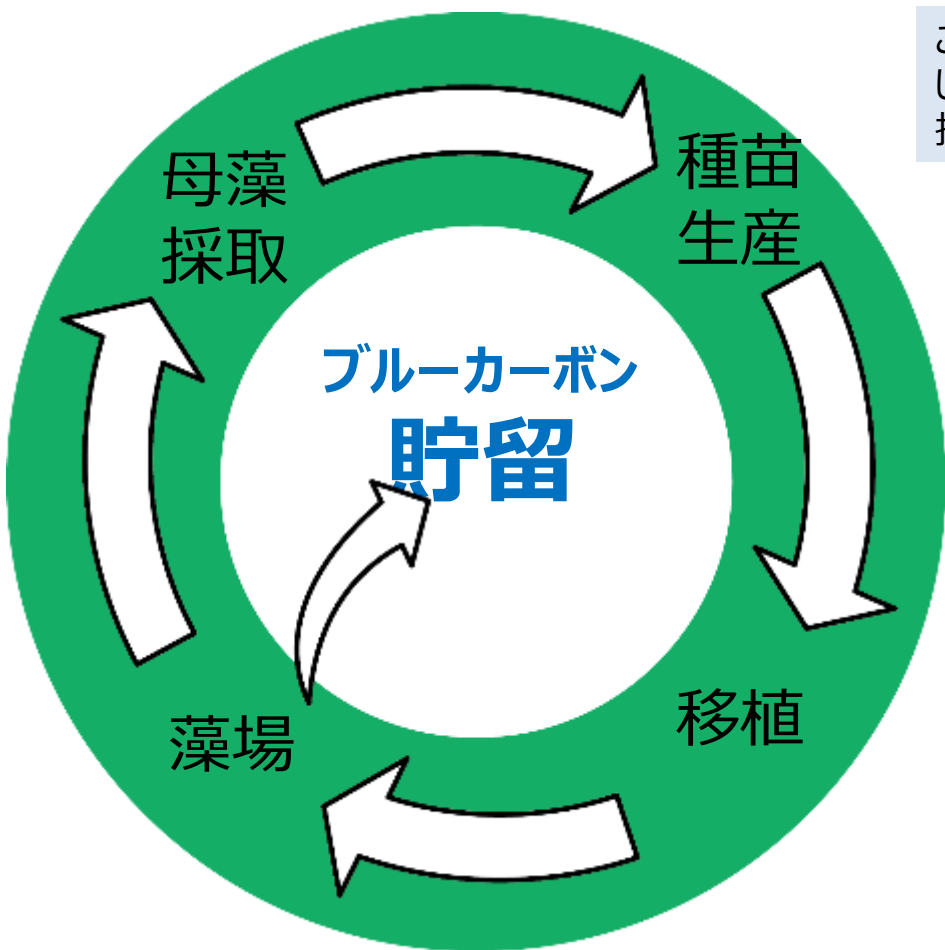
5漁港については、地元の漁業協同組合、市町村、道県に対して、事前に我々の事業計画を説明し、種苗施設を建設する用地の借用、人材の紹介が概ね完了しています。また、市・県においても全面的に協力していただけることとなっており、**迅速に事業を開始する体制を構築しています。**

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。

写真の出典：Google Earthより

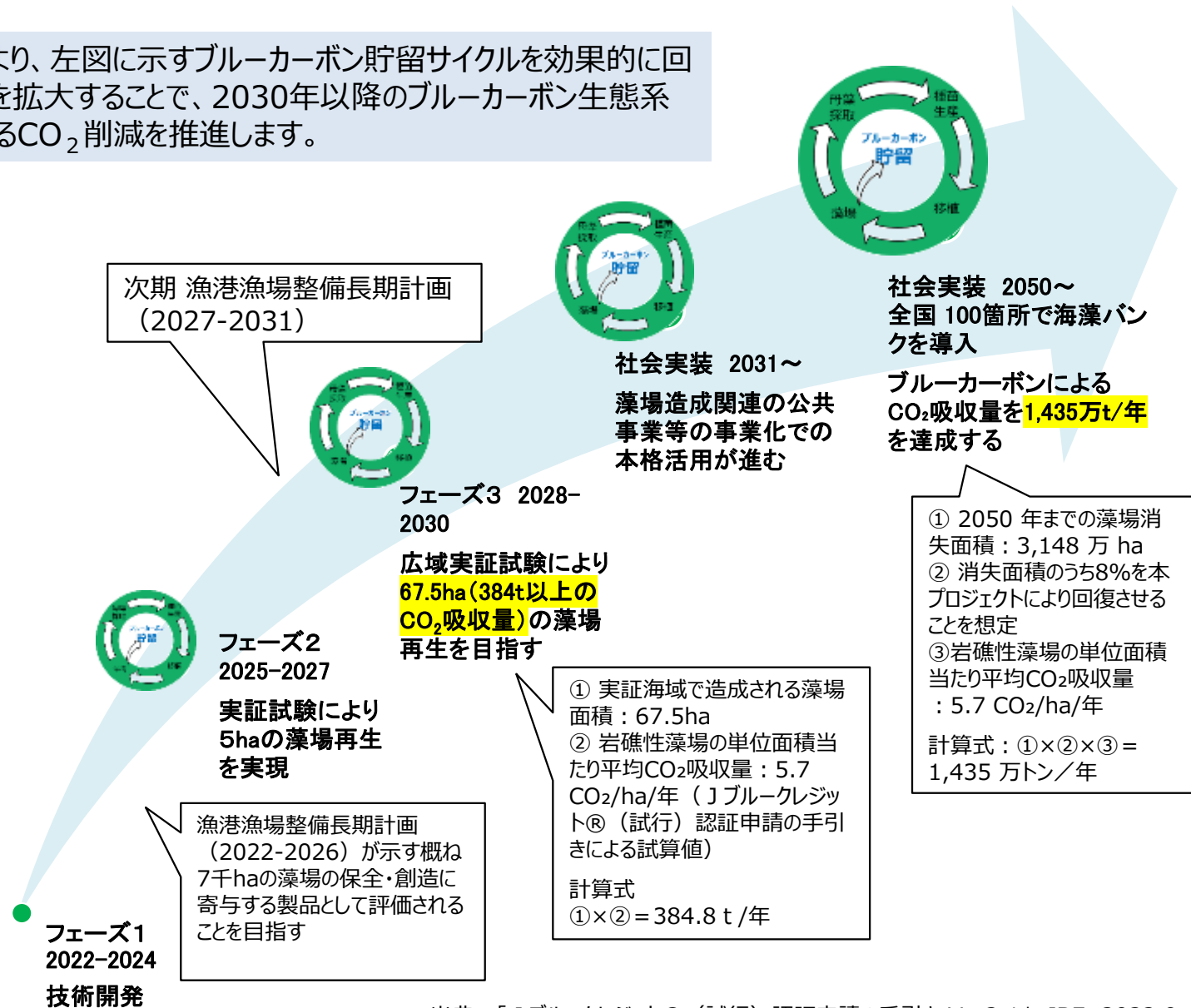
2. 研究開発計画／（2）研究開発内容 （5.ブルーカーボン生態系の拡大イメージ）



■ 本技術の適用範囲

ブルーカーボン貯留サイクル

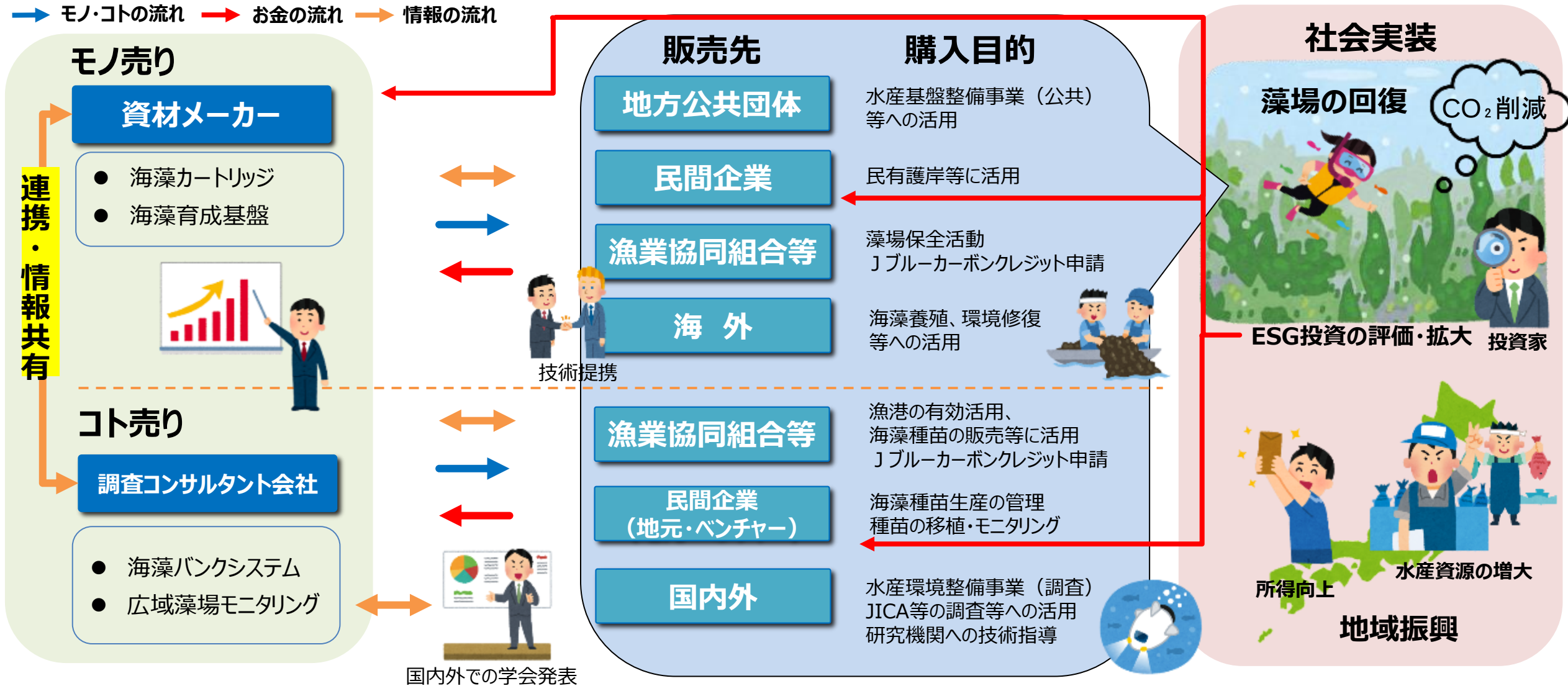
このPJにより、左図に示すブルーカーボン貯留サイクルを効果的に回し、藻場を拡大することで、2030年以降のブルーカーボン生態系拡大によるCO₂削減を推進します。



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

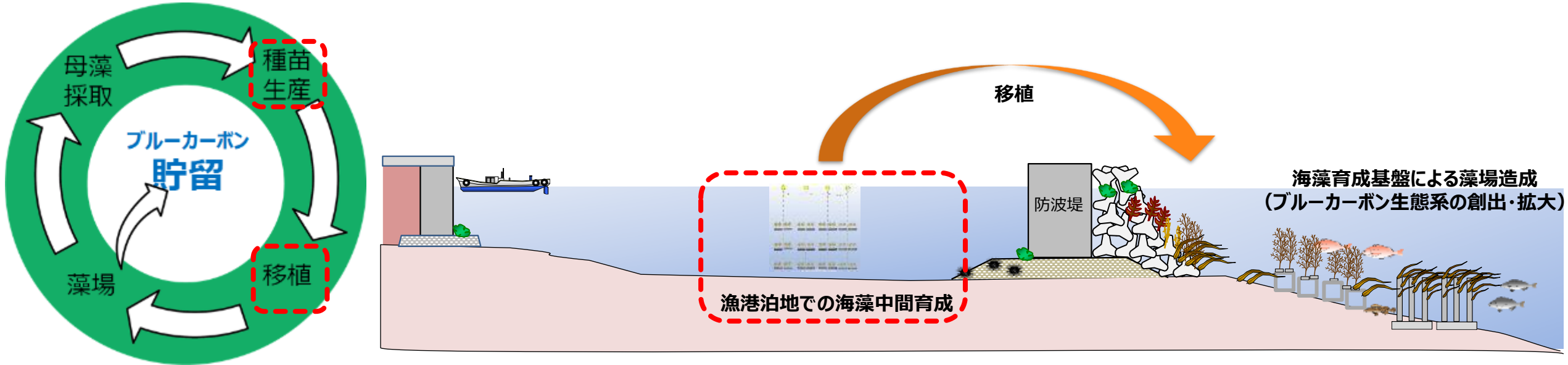
ステージゲート審査通過後の技術については、技術の内容を認証を行う第三者機関である（一社）漁港漁場新技術研究会※、NETIS※※において評価・認定し、公共事業や民有護岸での活用を促進します。

※（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））

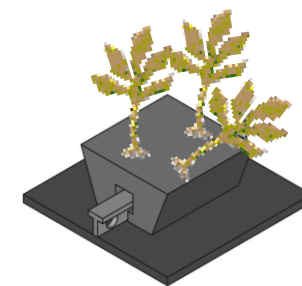
海藻バンク（海藻供給システム）における海藻カートリッジの位置付け



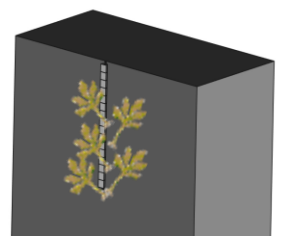
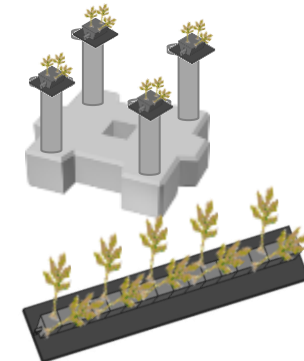
 該当開発項目

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

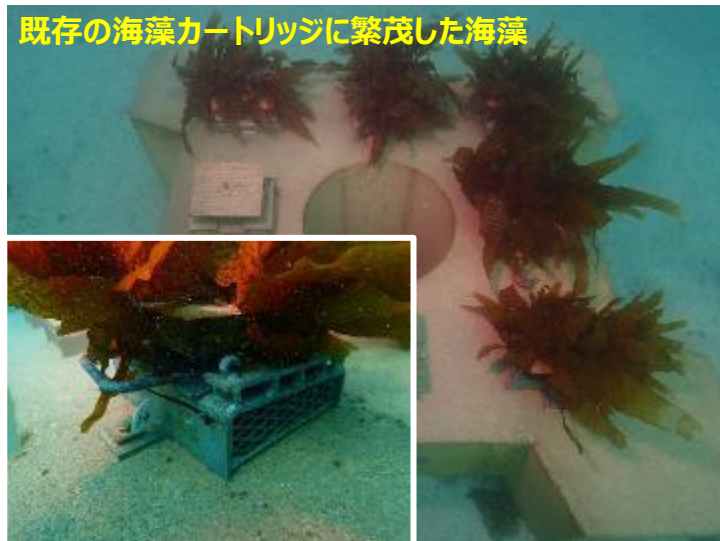
●競合>単独・単品の開発
環境変化に耐える網羅的な開発が困難。

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。



既存の海藻カートリッジに繁茂した海藻

**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。

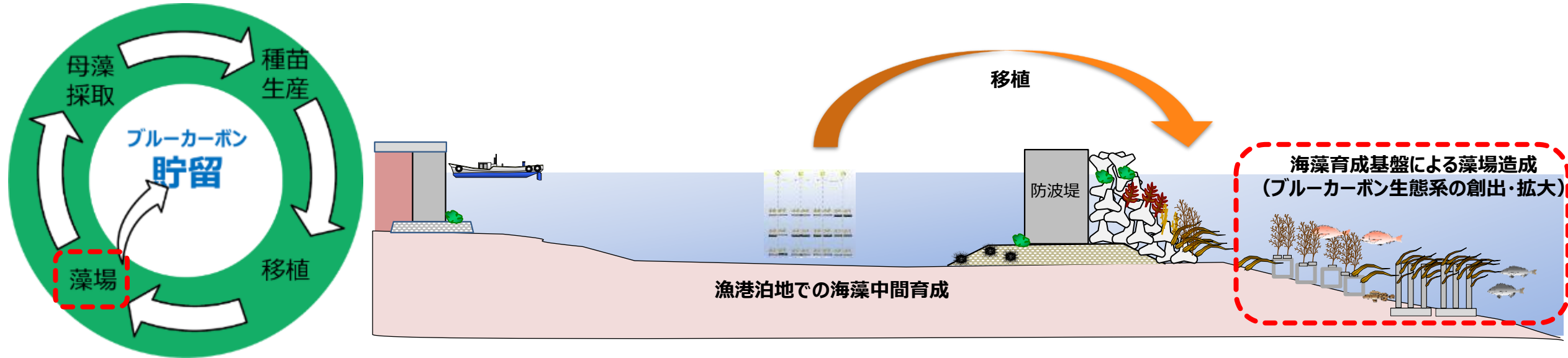
付着動物等が付着し
取り外しにくい状況



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））

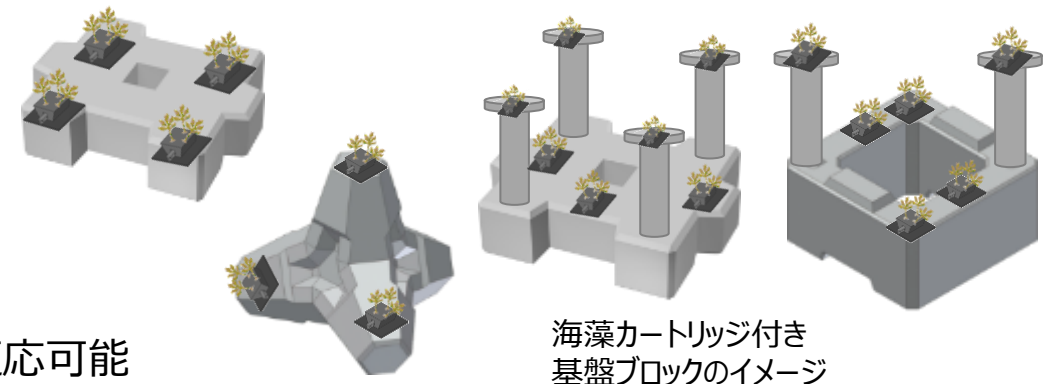
海藻供給システム（海藻バンク）における海藻育成基盤の位置付け



□ 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

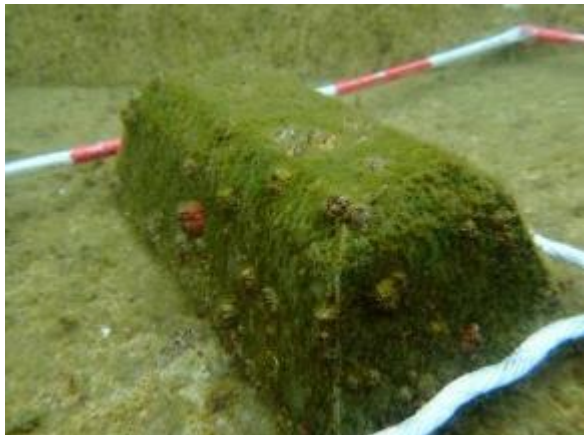
●競合>単独・単品の開発
環境変化に耐える網羅的な開発が困難。

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

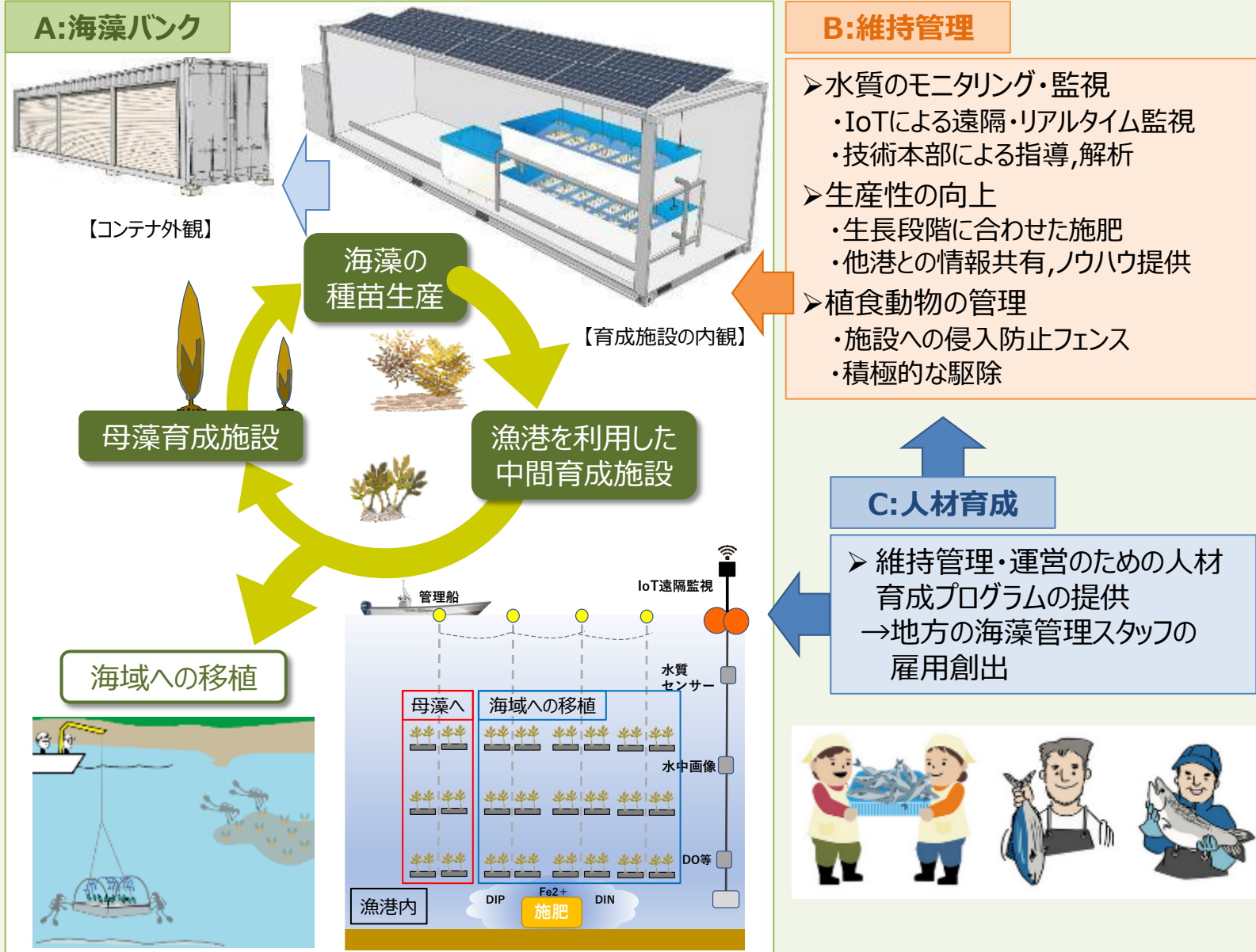
- ・海藻の育成状況をリアルタイムで把握・共有し、
情報の共有化により、種々のトラブルに対応可能
- ・IoTにより種苗生産施設や漁港施設の状況や水質の遠隔監視を実現し省力化を実現
- ・海藻種ごとに必要な栄養塩を供給、生長促進により生産性を向上

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



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、連帯感に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】

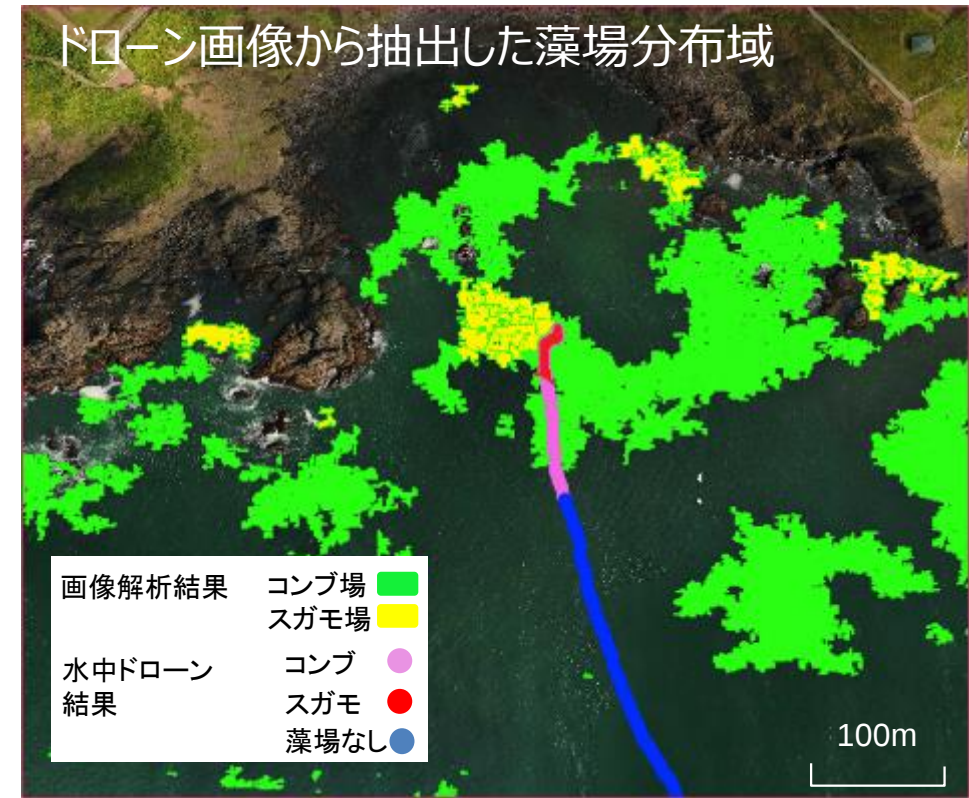
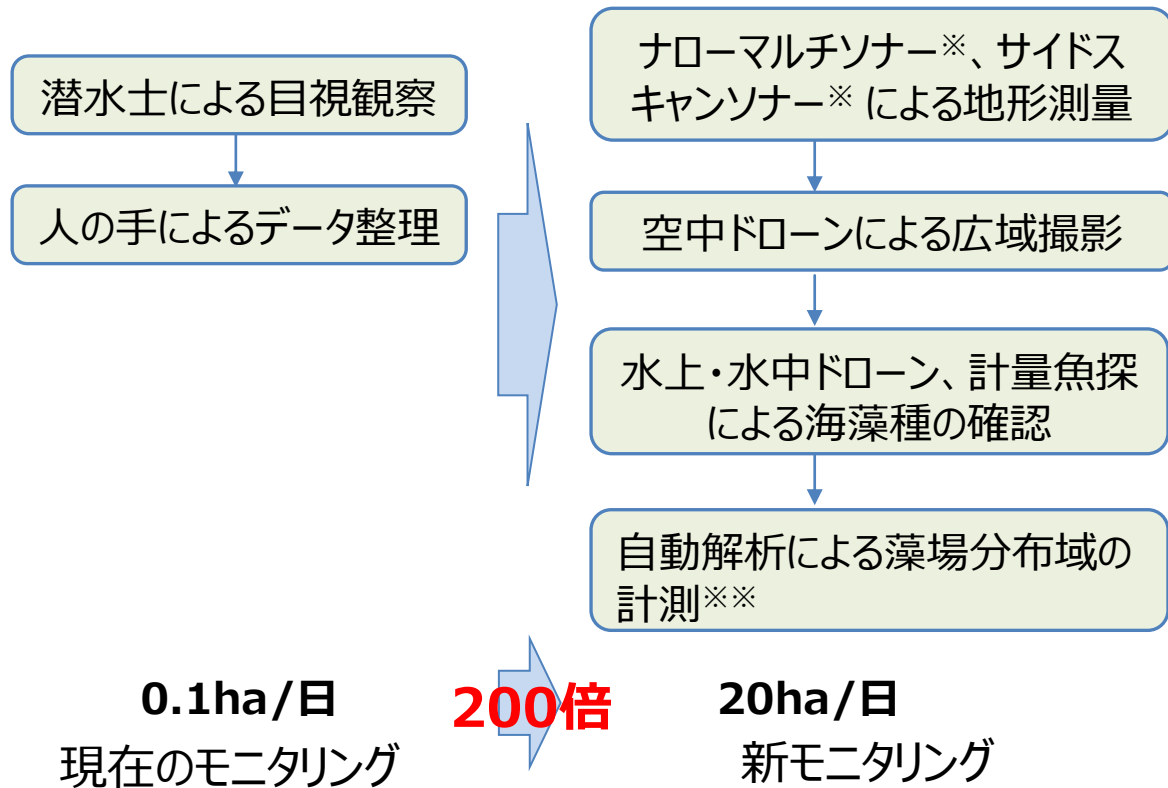
- 本モニタングシステムによって水温や他の環境要因の長期観測データが取得できるため、これらデータとの関連を分析
- 多様な人的ネットワーク(大学、海藻研究者、水産庁、各水産研究所・研究所)を通じ最新の知見・技術を収集し、解決を図る。

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



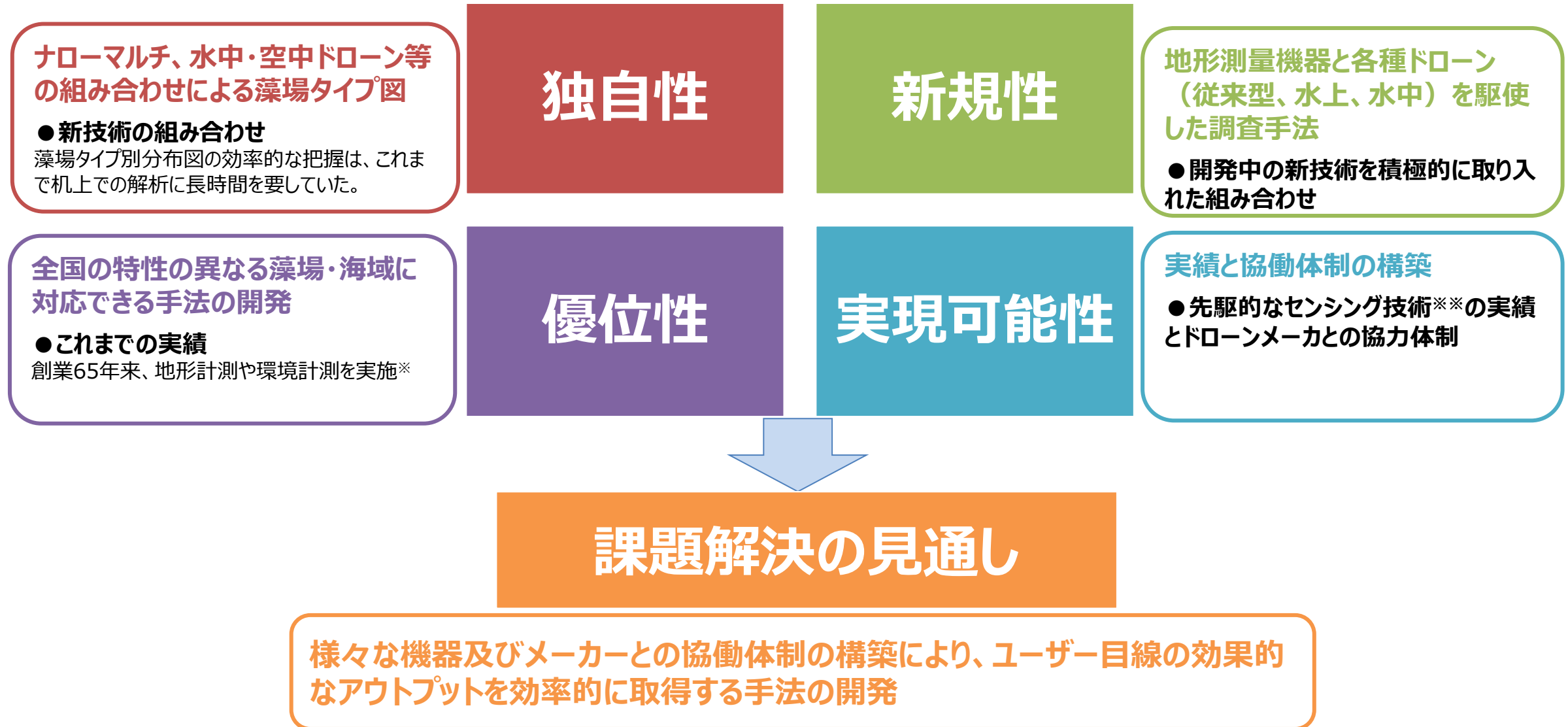
正解率90.0%

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））

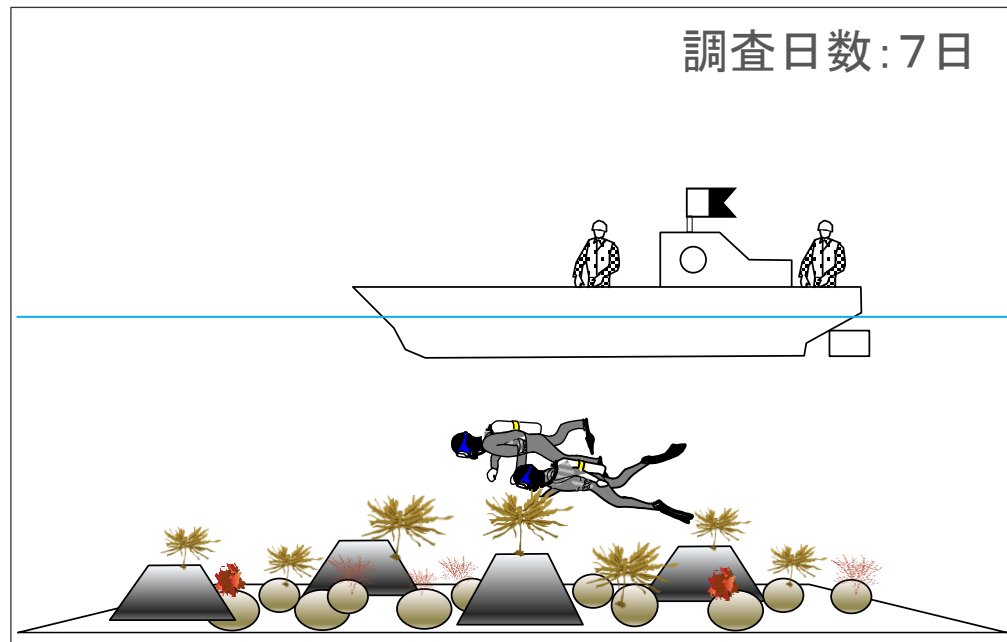


2. 研究開発計画／（2）研究開発内容 （8-④.広域藻場モニタリングの開発（担当：三洋テクノマリン））

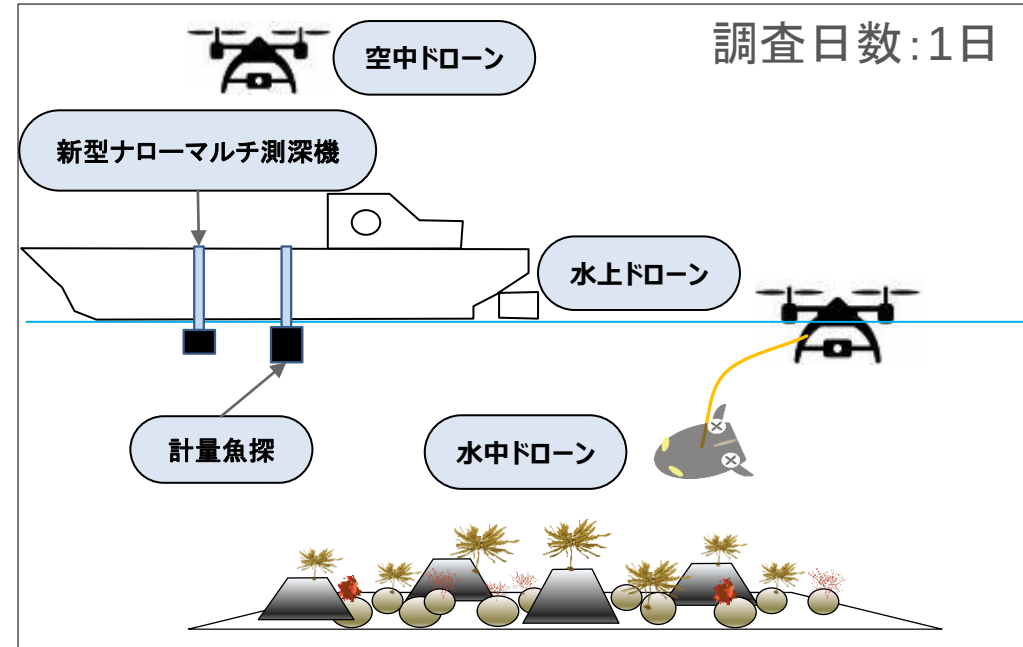
研究②：モニタリング時のCO₂排出抑制

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 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	- 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℃24hr）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。

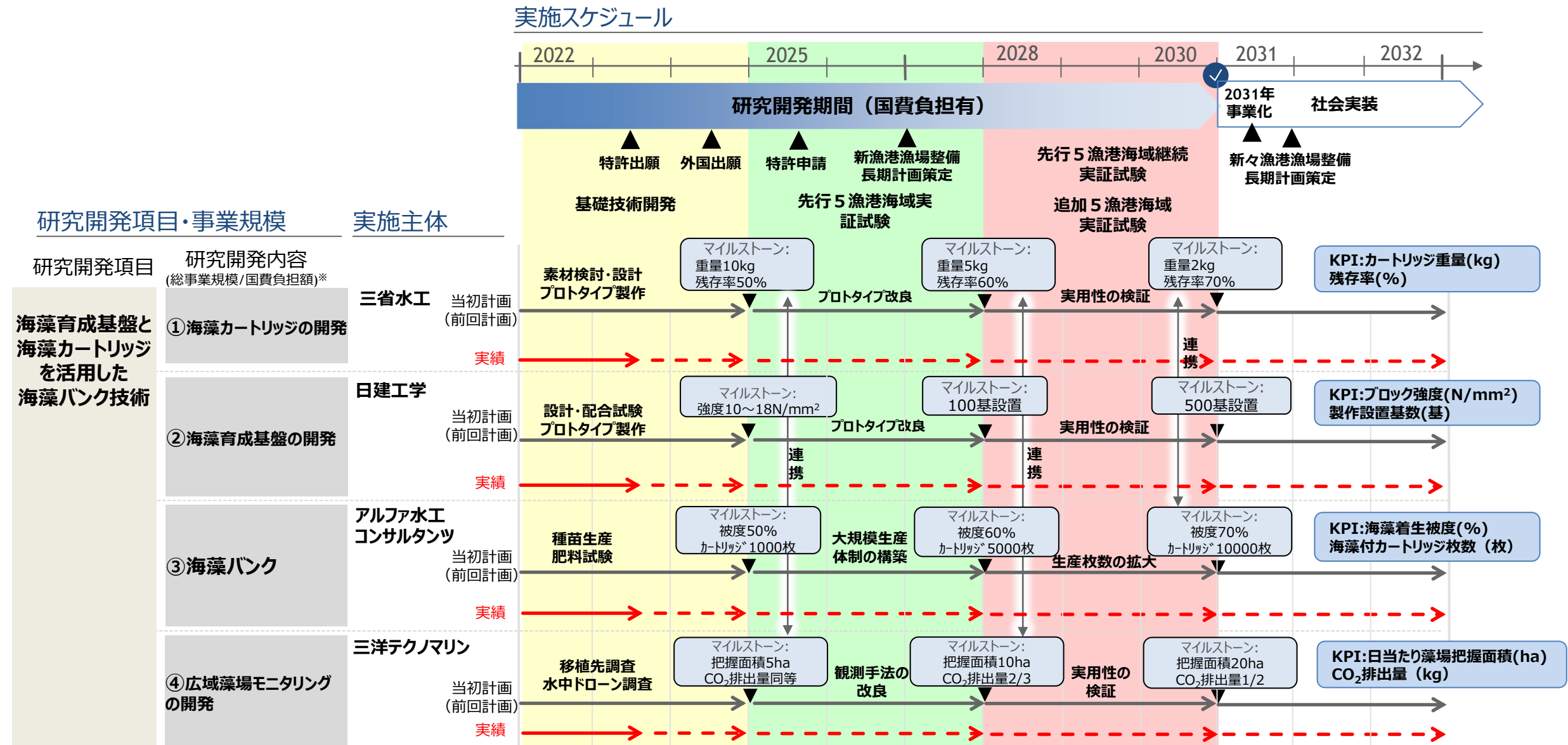
2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（今後の取組）

個別の研究開発における技術課題と解決の見通し

	直近のマイルストーン (基礎技術開発ステージ)	残された技術課題	解決の見通し
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 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）。	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/mm ²	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 CO ₂ 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CO ₂ 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



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



三省水工
①②③④を担当

日建工学
②を担当

アルファ水工
コンサルタンツ
③を担当

三洋テクノマリン
④を担当

連携

再委託

ECOS技術士事務所
海藻カートリッジ等に関する
技術支援を担当

再委託

日本製鉄
海藻種別の施肥材の開発を担当

※金額は、総事業費/国費負担額

【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】

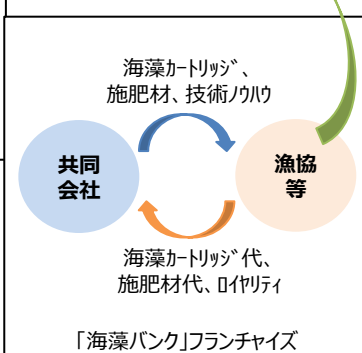
- 共同出資新会社の設立（2031年予定）
- 海藻バンクフランチャイズ(または代理店)
(対象：漁業協同組合、地元中小企業等)

【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）

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



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

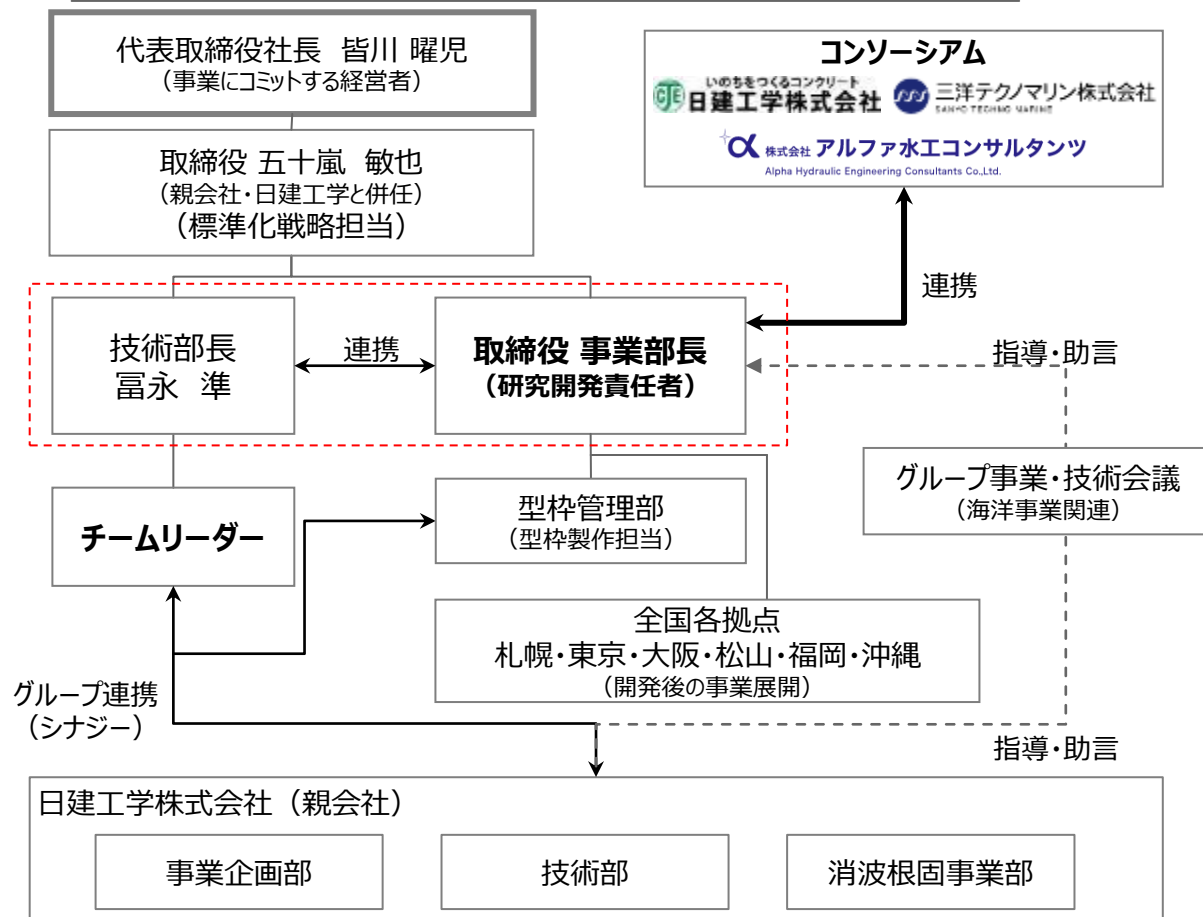
(経営のコミットメントを示すマネジメントシート)

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の元、研究開発責任者、担当チーム、チームリーダーが一体となり、確実な研究開発から事業展開までを計画的に実施。
- 定例会議において、プロジェクト進捗状況の報告、事情展開状況の報告を実施。
- 有識者を含むグループ事業・技術会議（海洋事業関連）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
 - 事業部長 伊藤 敏朗（実施方針、進捗管理、チーム連携管理を担当）
- 担当チーム
 - 開発チーム：海藻カートリッジの形状検討、海藻育成効果等を担当（専任1人、併任3人規模）
- チームリーダー
 - 鶴江 智彦：ブルーカーボンに資する素材・形状の研究の実績
- 社会実装/標準化戦略担当
 - 五十嵐 敏也（取締役）

部門間の連携方法

- 経営陣・各責任者による事業デザインレビューの実施（月1回）
- 実務担当者によるプロジェクト進捗レビューの実施（週1回）
- Google meetによる社内コミュニケーション（随時）
- グループメールによる各幹事会社との情報共有（随時）

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、カーボンニュートラルへの取組みを重要課題として、海洋環境保全に取り組むなど、ブルーカーボン事業を推進。
- ・日建工学(親会社)とともに、技術開発部門・事業部門・地方営業部門を有機的に連携させた横断的なプロジェクト実施体制を構築。
- ・プロジェクトに強い関心を有する若手技術者を配置し、将来を担う人材を育成。
- ・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推進。

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

- 気候変動対策としてのカーボンニュートラルの重要性・必要性

カーボンニュートラル社会の実現に貢献するCO2削減・吸収技術（新しいNETs産業）は、ブルーカーボン産業等の新しい市場機会を創出する機会になると捉えている。当社は、「国土保全と自然環境との調和」、「新工法・新技術の開発」を創業理念としており、気候変動対策に関わる防災減災企業として、国土強靱化とカーボンニュートラルへの取組みは経営重要課題として位置づけた。

- ブルーカーボンへの積極的な関わり

海藻カートリッジの開発を契機とし、継続的に海洋環境保全に取り組んでいる。また、ブルーカーボン関連論文を発表し、社内外に対してブルーカーボン事業を推進している。

- 横断的なプロジェクト実施体制の構築

コンソーシアムメンバーの日建工学（親会社）と連携し、技術開発部門・事業部門・地方営業部門を有機的に連携させた横断的なプロジェクト実施体制を構築した。また、プロジェクトに強い関心を有する若手技術者の配置により、将来を担う人材を育成している。

・ 事業のモニタリング・管理（日建工学と連携）

- 事業進捗の把握

取締役会（月1回）や経営会議（適宜）において事業進捗を把握した。また、事業部においては、月2～3回程度で進捗を共有し、2割程度の時間を本業務に充当した。

- 社内外からの幅広い意見徴収

2023年1月～7月までに、港湾行政、水産行政に精通した取締役を筆頭に、地方行政に精通した事業推進部長が参加する社内のグループ事業・技術会議の場を活用して意見交換を2回実施した。

- 事業化の判断

海藻移植用カートリッジの軽量化及びカートリッジ取付1年後の残存率をKPIとして設定した。これらに加え、日建工学グループの中期3ヵ年計画と業績推移、予算動向を照らし合わせ、当該事業の将来性を見極めながら判断する。

経営者等の評価・報酬への反映

本事業は経営重要課題のひとつであるため、その成果に応じて経営者や担当役員、担当管理職等の報酬へ反映を適宜検討する。

事業の継続性確保の取組

社会実装まで継続的に取り組めるよう、経営層や執行役員のほか本社幹部（関係部門長）も参画することで、後継者の育成を見据えたプロジェクト実施体制を構築している。

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ブルーカーボン事業を位置づけ、企業価値向上とステークホルダーとの対話を推進

- ・海藻カートリッジのほか、ブルーカーボン資する消波根固ブロックの研究開発を行うなど、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、取締役会の決議に基づき策定・見直しを行い、技術・事業部門、営業部門の横断的連携の中で実施。
- ・事業の公表は、日建工学と連携し、有価証券報告書、プレスリリースにて对外公表するとともに、官公庁や顧客、サプライヤーに対して、広く情報発信。

取締役会等コーポレートガバナンスとの関係

・ **カーボンニュートラルに向けた全社戦略**

- 海藻カートリッジのほか、ブルーカーボンに資する消波根固ブロックの研究開発にも取り組んでおり、気候変動対策に関わる防災減災企業としてカーボンニュートラル実現へ貢献できる技術の開発は、重要な取り組みとして捉えている。そのため、プレキャスト製品などCO2削減・吸収技術に関する研究開発を全社における重点実施事項として設定し、実施のためのイノベーション推進体制などを構築した。（日建工学と連携）

・ **経営戦略への位置づけ、事業戦略・事業計画の決議・変更**

- 取締役会での報告と承認・見直し
カーボンニュートラルへの取組強化を推進する経営方針を踏まえるとともに、事業戦略・事業計画は、役員への報告・承認を得て、グループ一体となって取り組むものとして決定した。また、状況変化に的確に対応するため、事業戦略・事業計画の見直し等は引き続き適宜を審議する。
- 経営会議での事業進捗の確認とフォローアップ
現状、対応が必要な状況変化は生じていないが、引き続き経営会議において、事業戦略・事業計画の進捗状況等を報告し、状況変化等への対応など必要なフォローアップを行う。
- 営業会議での地方営業部門への周知
営業会議において、事業戦略・事業計画を社内へ報告・周知し、営業の水平展開を図るように進めている。
- 気候変動対策に関わる防災減災企業として、持続的な企業経営の観点からもカーボンニュートラルへの取り組みは必要不可欠であるとし、優先度高く位置付けている。

・ **コーポレート・ガバナンスとの関係（日建工学と連携）**

- 取締役の選任は、取締役会の構成の多様性を考慮し、高い経験、見識、高度な専門性、過年度の業績及び職務の執行状況などを踏まえて候補者を決定した後、指名・報酬検討委員会の答申を経た上で、取締役会で決定します。また、報酬についても指名・報酬検討委員会で審議の上、取締役会で答申、決議します。

ステークホルダーとの対話、情報開示

・ **中長期的な企業価値向上に関する情報開示（日建工学と連携）**

- IR資料での情報開示
有価証券報告書において、社会・環境問題や気候変動の対応を重要な経営課題の一つとして捉え、事業継続と共に、防災・減災企業として中長期的な企業価値を図るうえでも重要であることを示している。その戦略の一つとして低炭素コンクリート、脱炭素コンクリートの普及促進や本事業であるブルーカーボン生態系拡大プロジェクトの実現を推進することを明示している。また、本事業の採択及び実施にあたって、当社HP上でプレスリリースを行い、幅広く情報を発信した。
- 幅広い情報発信
官公庁や顧客、サプライヤーに対し、関係団体の機関紙、webサイトやメルマガ、SNS、YouTube等の媒体を活用して広く情報発信する。

・ **企業価値向上とステークホルダーとの対話（日建工学と連携）**

- 定時株主総会での事業報告
本事業の将来見通しやリスクについて、定時株主公開にて事業報告するとともに、金融機関に対しても事業概要、及び進捗を説明することで対話を進めている。

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、社会実装、企業価値向上に繋ぐ組織体制を整備

- ・社会情勢の変化に応じた計画見直し、地元パートナーとの意見交換を踏まえた海藻カートリッジの開発・改良、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。
- ・技術開発部門・事業部門・地方営業部門より5名を確保し、横断的なプロジェクト推進体制を構築。BERGへの参画や学会発表等による人材育成。

経営資源の投入方針

・実施体制の柔軟性の確保（日建工学と連携）

- 定期的なレビュー

現段階で事業計画作成段階で想定した事業環境の変化等に大きな変動はないが、引き続き事業年度単位で事業レビューを実施し、事業環境の変化や技術革新等を踏まえ、開発体制や手法等の見直し、追加的なリソース投入等を適宜実行する。

- 地元パートナーとの連携

社会実装に向けて地元パートナー（とくに地方自治体、漁業者）との連携は必要不可欠である。2023年度から実施する実証フィールド5漁港で、各地区で実験実施に協力して頂けるように漁業関係者との関係を構築した。引き続き社会実装に向けて関係者との幅広い連携を模索する。

- アジャイルな開発

海藻カートリッジについて、2023年度内に複数のプロトタイプを完成させ、素材や重量等の仕様を概ね決定し、実証フィールド5地区の種苗育成体制を構築する予定である。それを踏まえ、実証フィールド試験（2025年度開始見込み）からのフィードバックによりアジャイルに開発方針等を修正する。

・人材・設備・資金の投入方針（日建工学と連携）

- 横断的なプロジェクト体制の構築

横断的につなぐプロジェクト体制を構築するため、技術開発部門・事業部門・地方営業部門より5名程度を確保した。

- 投資

既存設備（型枠や実験場、工場等）を有効活用した生産体制の検討を進めている。2022年度は実質的に準備期間であり、今年度以降に既存設備に対して、毎年1～20百万円程度を費用を投じる。また、研究開発には毎年1～5百万円を投資する。

専門部署の設置と人材設置

・専門部署の設置（日建工学と連携）

- 技術開発部門・事業部門・地方営業部門を有機的に連携させた横断的なプロジェクト実施体制を構築した。

・若手人材の育成（日建工学と連携）

- ジャパンブルーエコノミー推進研究会（BERG）への参画

若手人材の海藻バンクシステムに関連する幅広い知見の習得や人脈育成を図るため、ブルーカーボンに関する技術開発や社会実装を目指すBERGへの参画や関連する行事への参加を積極的に促すことで、育成機会を提供した。

- 学会発表

今後、研究開発の成果が得られる段階になった際に、学会（海洋開発シンポジウムや日本水産工学会等）での成果発表を積極的にサポートする。また、スタートアップ企業とのオープンイノベーションの機会を積極的に提供し、活性化するバックアップ体制の構築を引き続き進める。

4. その他

4. その他／（１）想定されるリスク要因と対処方針

リスクに対して十分な対策を講じるが、各マイルストーン未達成の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

- **温暖化の加速等に伴う藻場衰退要因の複雑化**

リスクの高い藻場衰退要因を複数抽出し、素材や形状を工夫することにより、リスクの分離・分散を図る。

社会実装（経済社会）におけるリスクと対応

- **労務費や資機材費の急騰**

大量生産可能な標準規格とし、低廉化を図る。

その他（自然災害等）のリスクと対応

- **想定を超える台風・冬季風浪による被害**

比較的静穏域を選定するとともに、十分に耐波安定性を確保した規格重量とする。



温暖化が藻場に及ぼす影響

- **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：強度10～18N/mm²
- 2027年：設置数100基以上
- 2030年：設置数500基以上



台風攪乱による転石の転倒



台風通過後の海藻の打ち上げ