



自律型海洋無人機・無人潜水機を用いた利用実証事業 成果報告会

2026.02.05

東洋エンジニアリング株式会社・日鉄エンジニアリング株式会社
株式会社 FullDepth・沖電気工業株式会社

CONFIDENTIAL

© 2025 Toyo Engineering Corporation, All rights reserved.

AUVの産業化に向けて

① AUV社会実装モデル

小型安価AUV等は「洋上風力O&M」で主にどのように使われ、進化するか？

1. 実証試験

- ・2025年実装モデルの妥当性検証
- ・課題の洗出

官民PF
WG06
過去議論

SIP
実証

研究
開発

2. 課題の整理

- ・机上検討・ヒアリング・実証試験を通じた技術的課題の整理

3. 社会実装モデル作成

- ・2030年モデル・2040年モデル
- ・2030年モデル実装までのロードマップの立案

相互
参照

② ビジネスモデル

AUV等を使って、誰が誰にどんな価値を提供するか？

官民PF
議論

WG06
議論

4. ビジネスモデル 整理・検討

- ・社会実装モデル主体として「サービスプロバイダ」を定義
- ・事業者への提供価値とサービスモデル検討
- ・「E/O/M/B」の観点
 - ・ E(Engineering), O(Operation)
 - ・ M(Maintenance), B(Business Support)
- ・デジタルソリューション想定
- ・成長シナリオの検討・提示

相互
参照

③ データ流通・利活用

AUV等が取得するデータを、産業横断的に価値創出につなげるためには？

官民PF
議論

WG06
議論

5. データ利活用基盤 整理・検討

- ・構成要素の検討
- ・分散・連邦型(非中央集権型)データ利活用基盤「海洋データスペース」提示
- ・ユースケース提示、ガバナンス検討
- ・データ・オーナーシップの課題提示
- ・相互運用性、セキュリティ、データ品質保証
- ・インセンティブ設計
- ・協調領域の重要性提示
- ・データ基盤運営モデル検討
- ・今後の検討ステップの提示

1. 利用実証試験
2. 浮体式洋上風力発電設備(水中部)保守運用へのAUV等適用上の課題
3. 海洋ロボティクスの組み合わせ
4. 浮体式洋上風力発電設備の保守点検作業へのAUV社会実装ロードマップ
 1. 海洋ロボティクス適用技術ロードマップ
 2. 2030年社会実装に向けたアクティビティロードマップ
5. 洋上風力発電設備保守運用ビジネスモデルの検討
6. AUV等から取得した海洋データ利活用基盤の検討
7. 今後の展望

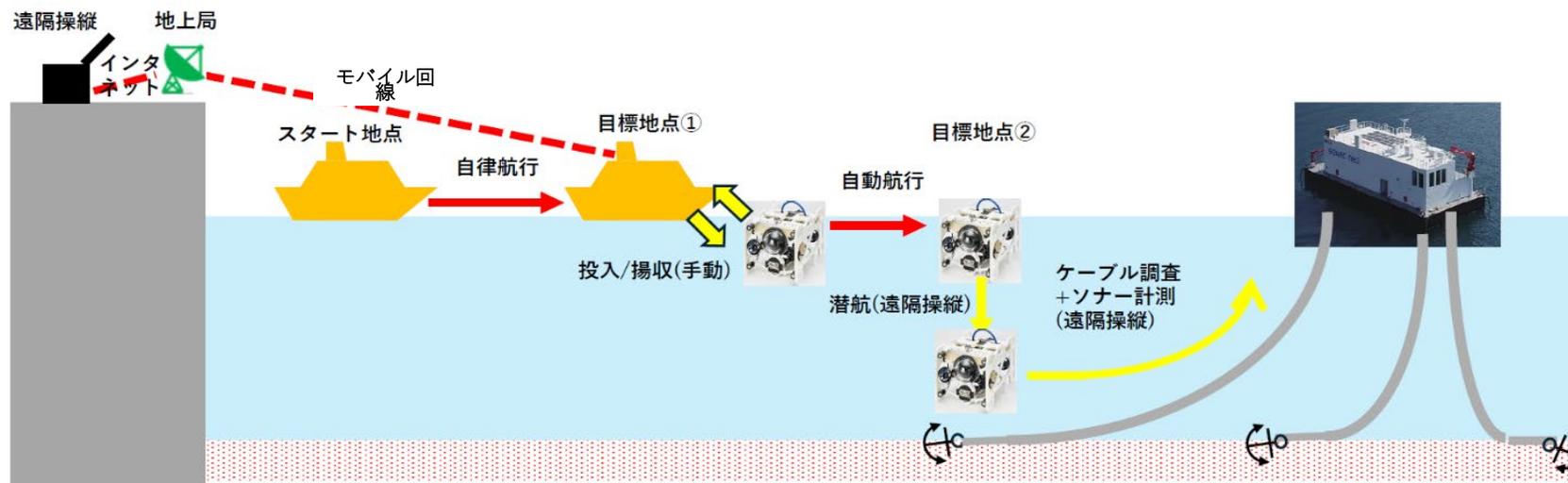
1. 利用実証試験

- 試験目的: 2030年海上無人点検の実現と、その社会実装に向けた課題の抽出
- 試験日程: 2025年10月3日～10月5日
- 試験場所: 静岡県沼津市内浦湾
- 実施内容
 1. ASV自律航行試験
 2. ROV遠隔操作試験
 3. 係留ライン水中部の点検高度化試験(AUV Tri-TON)



☒ SEATEC NEO
総トン数 : 約350t
長さ×型幅×深さ : 約30m×約13m×約2.3m
計画喫水 : 約0.89m
係留ライン : 4本(鋼製チェーン)

実証試験の概要図



1. 利用実証試験－①ASV自律航行試験

協力:株式会社エイトノット

1. 航路自動生成



初期計画航路の自動生成に成功

2. 自律航行

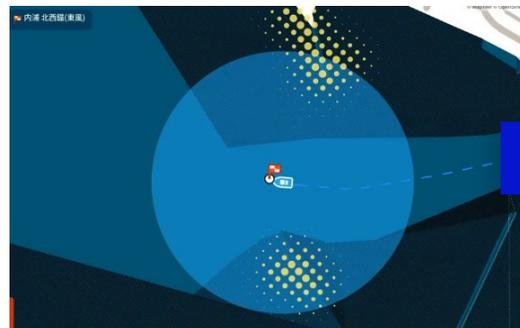


①波など何らかの要因で、初期計画航路から船首が逸れ始めた状態

②船首のずれに対応して、新たな航路を自律生成した状態

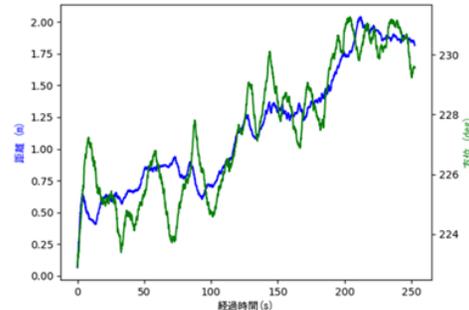
③自律生成した新たな航路に沿って航行し、初期計画航路へと戻っていく様子

3. 目標地点到達



目標地点から最大15.5mの距離に達した時点で自律航行を終了

4. 定点保持



定点保持を3分実施、ROV投入作業に支障なし

- ・RMSE = 1.2526 m
- ・方位標準偏差 = 2.2407°



Eight Knot I (ASV)

総トン数: 3.7t
長さ: 6.7m
型幅: 2.75m
深さ: 1.38m
計画喫水: 約0.89m

試験結果

ASVとROVを組み合わせた点検作業において中核となる、「航路自動生成」、「自律航行」、「目標地点到達」、「定点保持」が、実用レベルであることを確認できた。

試験を通じて抽出した課題

- ・ 自律航行ソフトウェアの大型船へのレトロフィット
- ・ 航海計画作成における、船速以外のパラメータの設定機能
- ・ スラスト非搭載船における船外機を使用した定点保持
- ・ **無人船の規制緩和** など

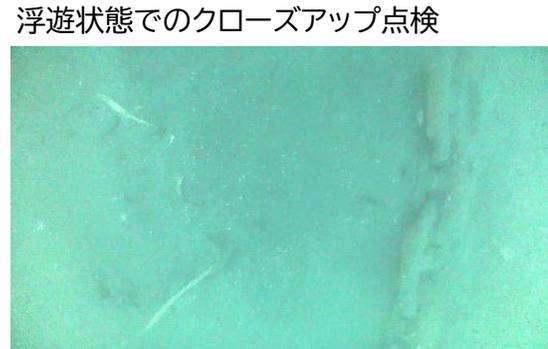
1. 利用実証試験－②ROV遠隔操作試験

1. 係留ライン水中部の映像点検



- ・ クローズアップ点検の対象物との離隔1m。
- ・ ROV移動点検の対象物との離隔2m。
- ・ 海洋生物付着状況は鮮明に確認可。
- ・ 手動操作では画像ブレが生じた→係留ライン自動追従機能の必要性

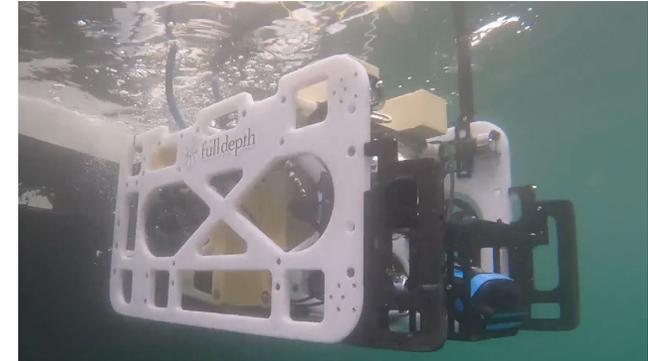
2. 係留ライン海底部の映像点検 3. ソナーマッピング点検



- ・ ROVのスラストにより海底堆積物を巻き上げる。
- ・ 離隔1m程度まで寄ってようやく大きな損傷などが確認できる。
- ・ 着底部の大半が埋没しており全線の点検は出来なかった。



- ・ 海底堆積物の巻き上げ等の影響を受けず、ソナーマップにより埋設箇所および不陸箇所を明確に判別可能であった



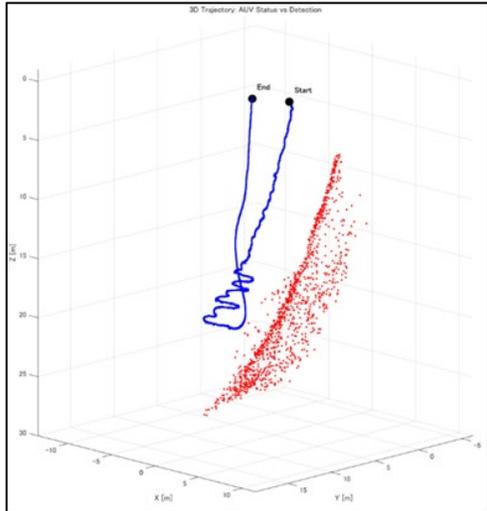
Dive Unit 300 Lite (ROV)
 重さ:約29kg
 長さ:640mm
 幅:410mm
 高さ:375mm
 航行深度:最大300m

| | 試験結果 | 試験を通じて抽出した課題 |
|--------------|---|--|
| 水中部 (映像) | 本検証により、遠隔操作での小型安価型ROV(DiveUnit300 Lite)による映像点検は、現状確認(損耗状況、生物付着状況など)において一定の実用性を有することを確認した。 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 潮流が強い条件下での安定運用 ・ バッテリー容量/効率の改善による運用時間の確保 ・ 付着物が付いた状態での腐食や摩耗状況の判別技術の向上(AIによる高精度画像診断、渦流探傷検査技術など) ・ 一定速度/一定離隔での係留ライン自動追従機能実現 (Tri-TONの自律追従機能の転用に期待) |
| 海底部 (映像) | 現時点では、海底部の健全性評価を映像のみで実施することは難しく、補完的手段(ソナー、3次元形状取得など)との併用が必要。 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 濁度が高い場所での視認性の確保(濁度補正技術の向上など) ・ 渦流探傷検査技術など、映像以外の代替検査技術の適用/開発 ・ 海底の土砂を巻き上げづらいオペレーション技術の確立 |
| 海底部 (ソナー) | ソナーマップにて係留ラインの埋設状態、および係留ライン離底点状態を確認できた。 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 水中での自己位置確認精度の向上 |

1. 利用実証試験－③AUV Tri-TONによる係留索自律点検試験

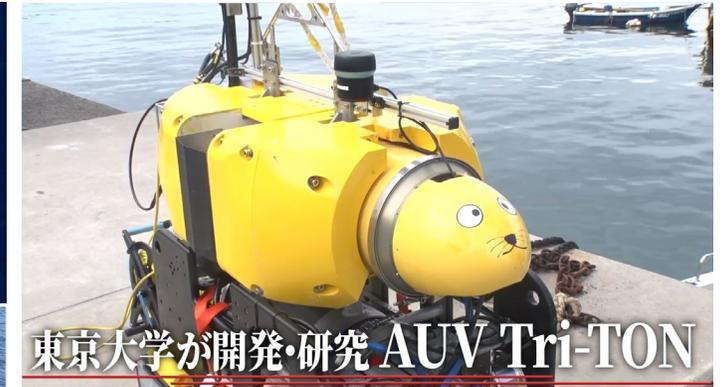
協力:東京大学生産技術研究所巻研究室

1. Tri-TONの自律制御による係留ライン追従



青: Tri-TON航跡
赤: 係留ライン3次元座標データ

- 自律航行モードを使用
 - チルト制御可能MBS
 - リアルタイム物体検出AI
 - 係留ラインとの安全距離を保つ追跡制御
- 離隔2mでの係留ライン自律追従及び映像撮影に成功
- 離隔4mにて安全索のみをつないだ状態での、完全自律航行モードによる3次元形状取得にも成功。



Tri-TON (AUV)
重さ:約230kg
長さ:1272mm
幅:570mm
高さ:956mm
航行深度:800m

試験結果

水中部 (映像)
チルト制御可能なマルチビームイメージングソナーを用いた係留ラインの3次元形状の取得、およびTri-TONによる自律追従制御が、従来の目視点検を超えた点検の高度化に資することを確認した。

試験を通じて抽出した、(小型安価型AUV化を見据えた)課題

- 以下を可能とする自律航行システムの高度化
 - ✓ 海面付近および海底付近を含めた自律航行の実現
 - ✓ 海底および海面での自律航行から海中部への自動移行(完全自律航行との統合)
 - ✓ 周回点検
- リアルタイム3次元再構築および AIによる自動健全性診断
- 3次元再構築データを用いた健全性評価手法の確立

2.浮体式洋上風力発電設備(水中部)保守運用へのAUV等適用上の課題 8

実証試験と、机上検討・ヒアリング等を通じて、AUV等をはじめとする海洋ロボティクスの社会実装上の課題を抽出し、整理した。

技術課題

ASV

- ASVシステム開発（長距離航行、沖合の海象条件対応）
- ASVの電動化（AUVへの充電、ASV自身の充電）
- ASV定点保持機能の強化（ASV大型化に伴う船外機の活用）

水中インフラ

- 海底基準点の実証・実装
- 水中通信（音響+光）
- 充電インフラ（海底・水中充電ステーション）
- 陸上局（DXパネル、大容量衛星通信、海底ケーブル併設光ケーブル通信）

AUV

- 有索AUVの開発（～2030）
 - 点検対象間移動自律機能
 - 有線給電
 - ASVと組み合わせたテザーハンドリング
 - 自動投入揚収機構の開発
- 無索AUVの開発（2030～）
 - 大容量バッテリー
- 航行型小型AUVの開発
 - 自己位置推定方法
- 航行能力（外洋海象条件対応）
- AI・ソフトウェアの開発・高度化（障害物検知、ミッション管理、自己健全性、自律機能）

観測技術

- 浮体水中部点検技術（画像診断）
- 係留ライン点検技術（カテナリ形状3次元化モデル、離隔距離保持自律追従、自律モード点検対象切り替え）
- ダイナミックケーブル点検技術（波動、潮流による動揺）
- アンカー点検技術（アンカー方式別対応）
- 海底ケーブル点検（露出有無検知）
- AI画像診断技術（海中環境への適用）

| No. | ヒアリング実施先 | ヒアリング実施日 |
|-----|-----------------|------------|
| A | AUV開発・製造会社1 | 2025/12/2 |
| B | AUV開発・製造会社2 | 2025/12/19 |
| C | 海洋センサ/ROV等サプライヤ | 2025/11/4 |
| D | 総合海洋事業者 | 2025/11/11 |
| E | 船級登録・検査機関 | 2025/12/10 |
| F | 洋上風力発電事業者 | 2026/1/7 |
| G | ドローン点検サービス提供会社 | 2026/1/16 |

ヒアリングにご協力いただいた皆様に御礼申し上げます。

運用課題

経済性の課題

- 初期導入コストおよび運用コストの課題

制度的課題

- ASV: 無人運転・船舶サイズへの法令による制約、保険付保上の課題
- ROV/AUV: 無人航行、母船有無、緊急対応、サイバーセキュリティ
- 海域利用者との調整

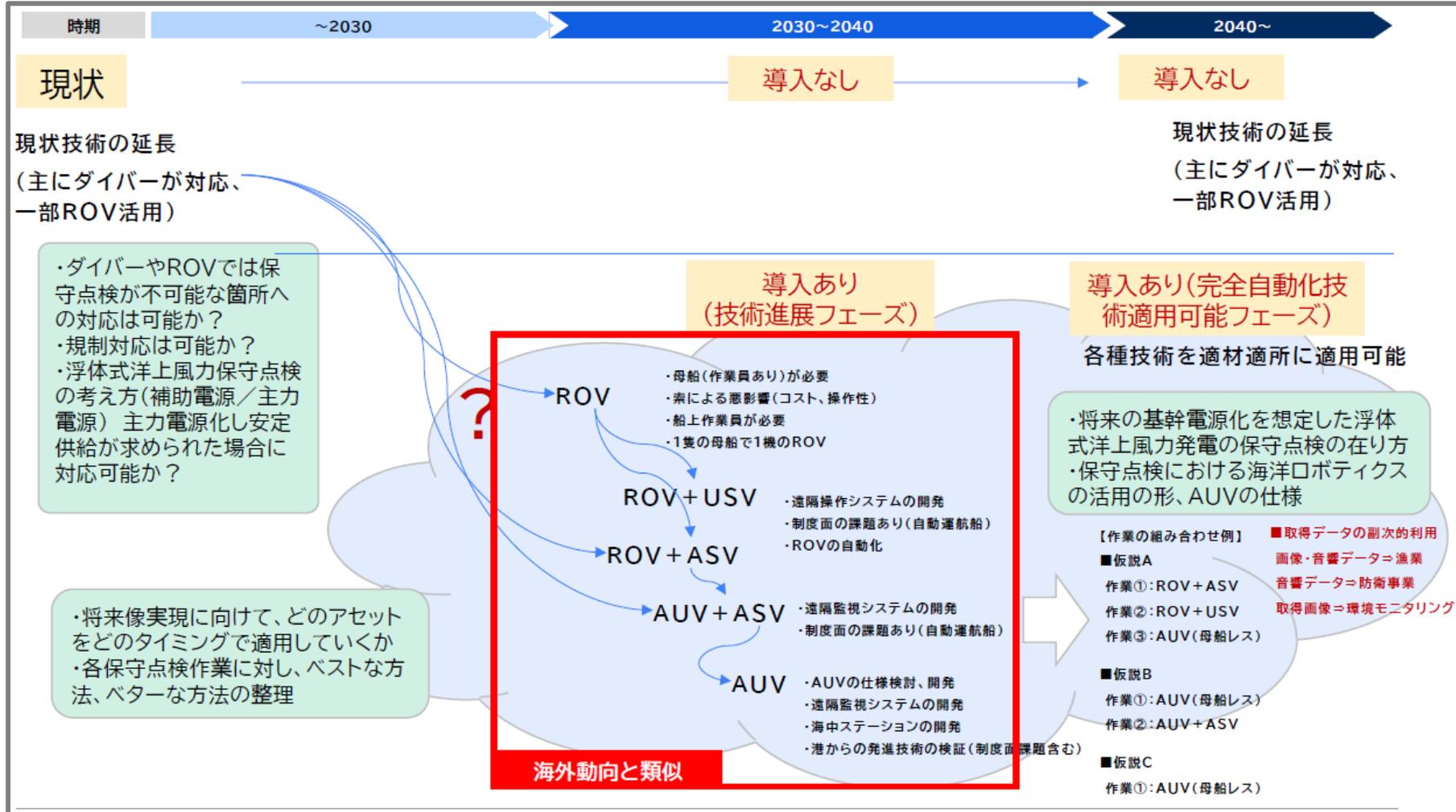
運用体制の課題

- 海洋ロボティクスの最適配置
- 人材確保の課題: ASV有無、有索/無索のメリット・デメリット

3. 海洋ロボティクスの組み合わせ

令和7年度 AUV官民PF第2回 資料4より抜粋

「技術進展フェーズ」では、様々な海洋ロボティクス・技術の組み合わせが想定されている。



3. 海洋ロボティクスの組み合わせ例

社会実装期

- ・経済性重視で、既存技術の延長で、いち早く洋上無人状態を実現
- ・小規模WFでの実証的運用

技術進展期

- ・大規模WFへの適応
- ・機能強化・技術の取捨選択

完全自律・無人点検の実現

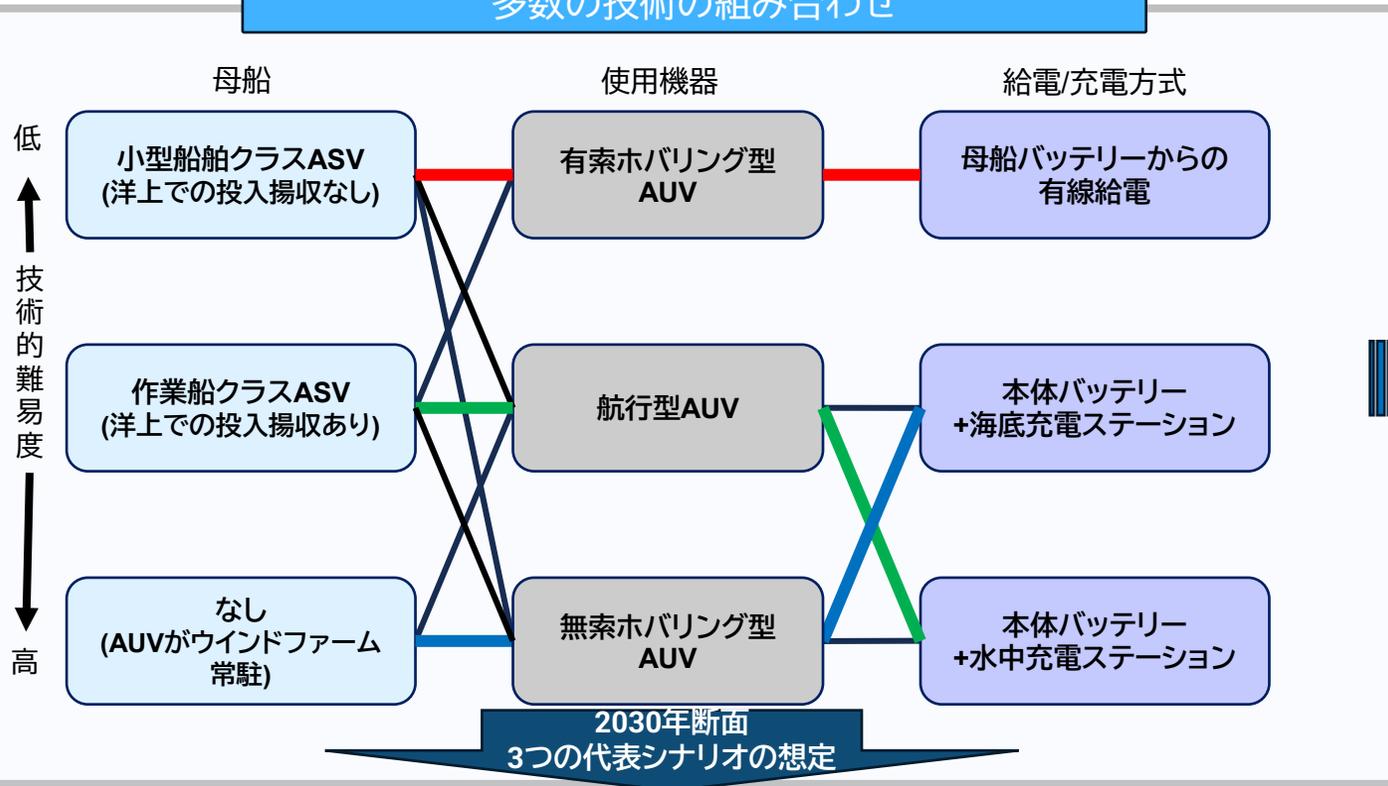
- ・保守点検の完全自律化
- ・主力電源化への対応

～2030年

2030年代

2040～

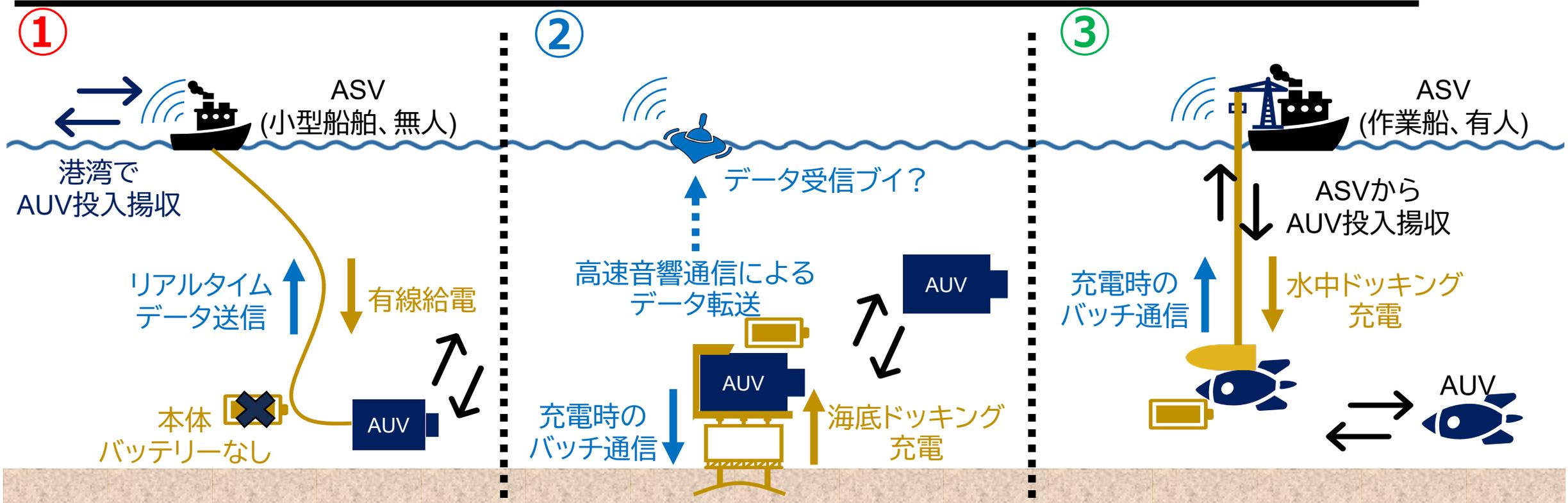
多数の技術の組み合わせ



技術進展
淘汰・統合



3. 海洋ロボティクスの組み合わせ例(2030断面)



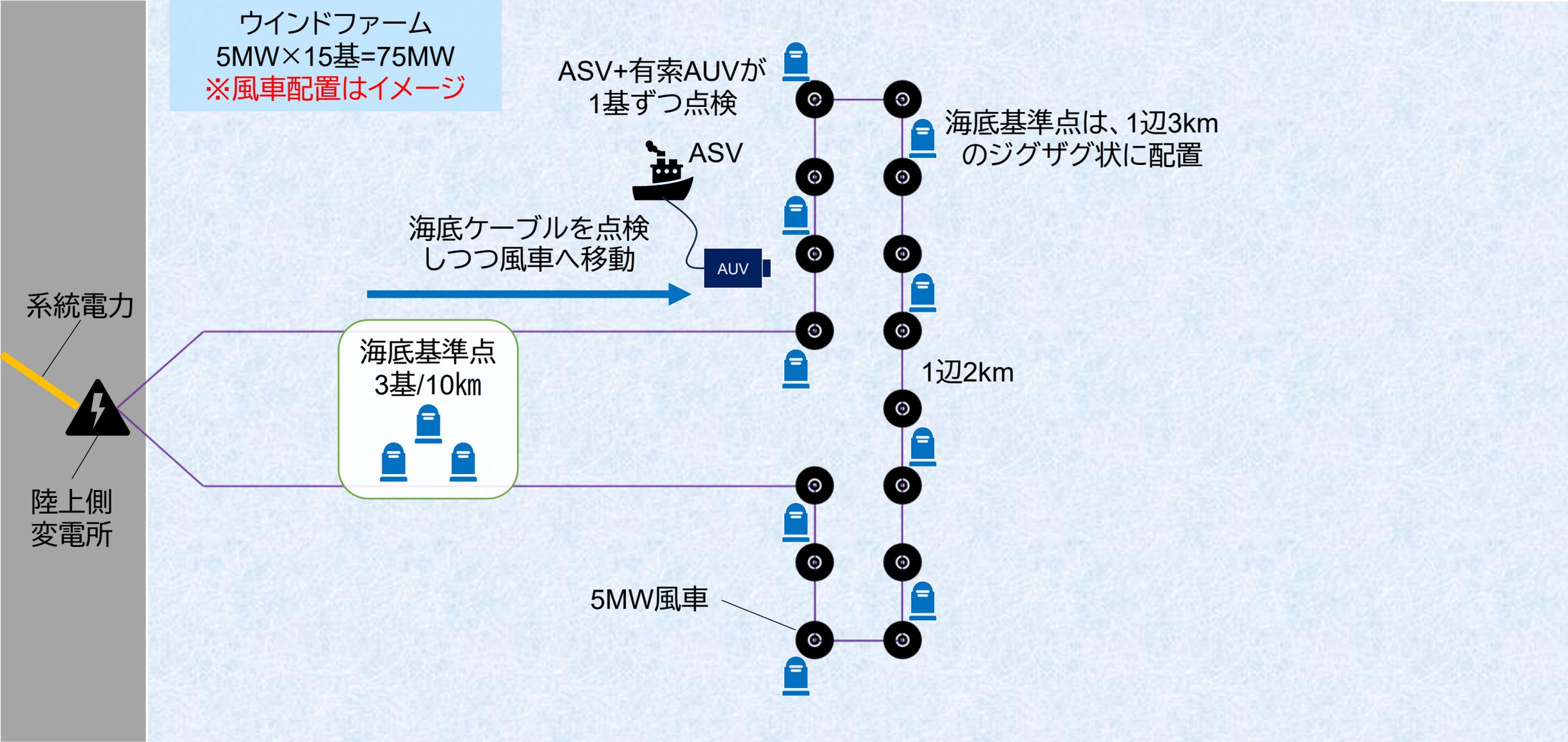
| | ①小型ASV+ 有索ホバリング型AUV+有線給電 | ②母船レス+ 無索ホバリング型AUV+海底充電ST | ③作業船ASV+ 航行型AUV+水中充電ST |
|-----------|---------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|
| 洋上無人化 | 洋上無人(ASV規制緩和前提) | 洋上無人 | 投入揚収に作業員が必要 |
| データ通信 | リアルタイム | バッチ通信、容量制限(音響) | バッチ通信 |
| 点検範囲 | ASV連携で広範囲、テザー配慮要 | 充電ステーション周辺に限定 | 長距離点検 |
| 2040年に向けて | AUVの自律点検能力(AI)向上の為、有線にて異常時エラーデータ取得したい | ホバリング型 + 水中充電ST&ドッキング、水中バッテリーの早期実装 | 航行型AUV + 水中充電ST、投入揚収機構の早期実装 |

4.1 海洋ロボティクス適用技術ロードマップ/点検作業リスト

点検作業リストサマリー

| | 使用機器 | 給電/充電方式 | 測位方式 | 制御通信 | 測定データ通信 |
|--------------|---|----------------------------|-------------------------|--|---------------------------------------|
| 2025 | 既存技術ベースの実証試験モデル。 現場実証試験の目的は、2030年モデル構築に向けた改良点（機器・運用等）の洗い出し | | | | |
| | ホバリング型ROV | ROV搭載バッテリー (船上でバッテリー交換) | GNSS+USBL | 光ケーブル通信+ ASV経由衛星通信 | 光ケーブル通信+ ASV経由衛星通信 |
| 2030 | 2030年断面に海上無人状態を達成する為に、弊チームが検討したシナリオ | | | | |
| | ホバリング型 有索AUV 【AL3相当】 | ASVからの有線給電 | LBL (海底基準点使用) | 光ケーブル通信+ ASV経由衛星通信 | 光ケーブル通信+ ASV経由衛星通信 |
| 2040 ケースA | 洋上風力発電フィールドで、AUVをフル活用することを前提とした点検作業モデル | | | | |
| | 浮体周辺 | AUV搭載バッテリー +海底充電ステーション | LBL (水上基準点使用) | 水上基準点への 水中音響通信+ 海底ケーブル経由 光通信 | 海底充電STでの 水中光通信+ 海底ケーブル経由 光通信 |
| | 海底 ケーブル | | 廉価版INS+LBL (海底基準点使用) | 海底充電STへの 水中音響通信+ 海底ケーブル経由 光通信 | |

4.1 海洋ロボティクス適用技術ロードマップ/2030の具体例・想定WF 13

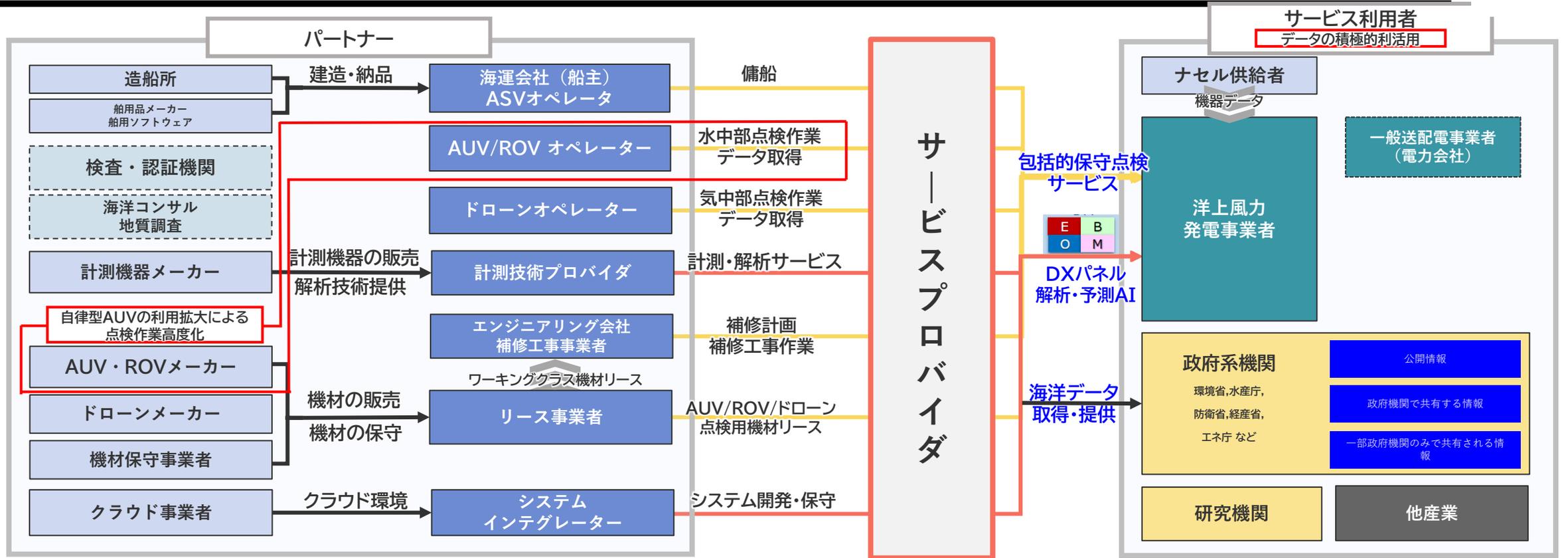


4.2 2030年社会実装に向けたアクティビティロードマップ

| 項目 | 2025年度 | 2026年度 | 2027年度 | 2028年度 | 2029年度 | 2030年度 |
|---|----------|--|-----------------|-----------|--------------|------------|
| 社会実装 | | | | | | ★ |
| 事業 | ロードマップ作成 | | | | | |
| 点検作業モデル <small>-使用機器、インフラの仕様・運用を規定</small> | 2025モデル | 実証試験モデル | | | 2030社会実装用モデル | |
| 実証試験 | | | 実証試験 | 改良部・開発部検証 | | |
| ビジネスモデル | | | | ドラフト | | 社会実装用 |
| 技術 | | | | | | |
| 既存技術評価 | 既存技術評価 | | | | | |
| 2030社会実装モデル 技術開発 <small>- テザーケーブルリール - 対象物との離隔制御・自動追従機能 - 海底基準点 - 他</small> | | <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;">2030社会実装モデル技術開発</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="background-color: #4a86e8; color: white; padding: 5px; border-radius: 5px;">開発1</div> <div style="background-color: #4a86e8; color: white; padding: 5px; border-radius: 5px;">開発1-評価</div> <div style="background-color: #4a86e8; color: white; padding: 5px; border-radius: 5px;">開発1-改良</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center; margin-top: 10px;"> <div style="background-color: #4a86e8; color: white; padding: 5px; border-radius: 5px;">開発2</div> <div style="background-color: #4a86e8; color: white; padding: 5px; border-radius: 5px;">改良部・開発2-評価</div> </div> </div> | | | | |
| 2040モデル技術開発 | | <div style="background-color: #4a86e8; color: white; padding: 5px; border-radius: 5px; display: flex; align-items: center;"> 2040モデル技術開発 ➔ </div> | | | | 2030年以降も継続 |
| 制度・法令 | 既存制度法令調査 | 実証試験用 制度法令検討 | 2030社会実装用制度法令検討 | | | |

社会実装

5. 洋上風力発電設備保守運用ビジネスモデルの検討



サービスプロバイダの提供価値は、、、

- ①意思決定に必要な情報のタイムリーな提供
- ②意思決定内容(補修・修繕)の迅速な実行
- ③海洋データの提供による、政府・民間のデータ活用支援

Point

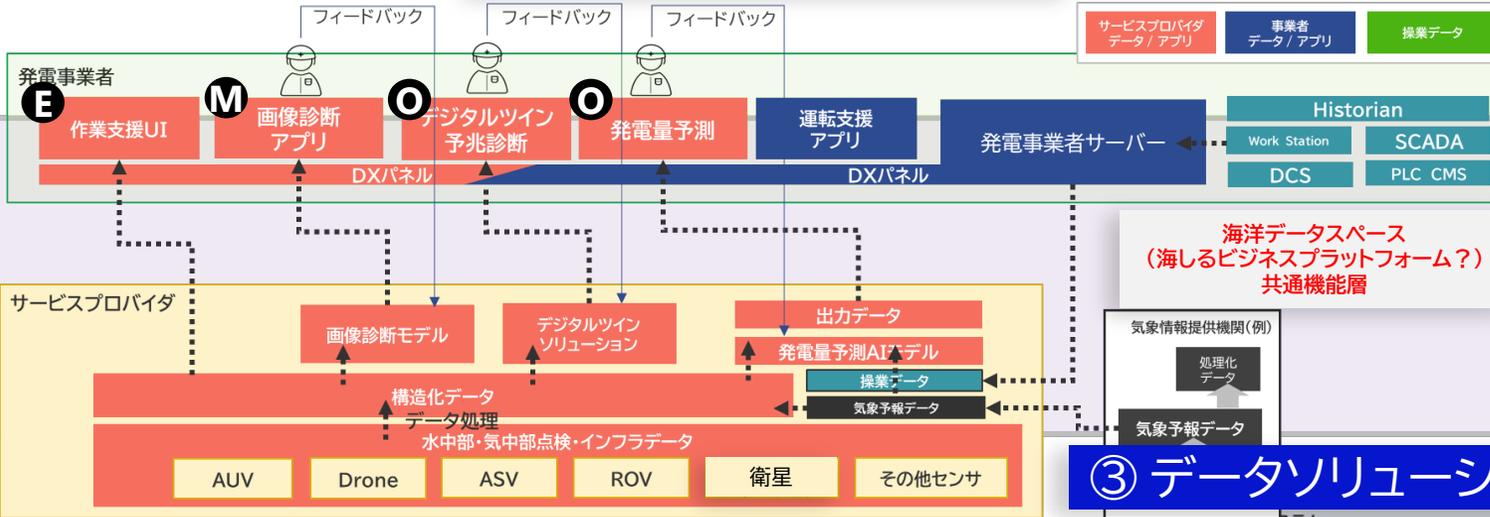
サービスプロバイダに必要な機能は、、、

- ・ パートナーの価値を最大限に引き出し、その価値の統合化し、一括提供する機能
- ・ データ活用による意思決定を支援し、O&Mを高度化する機能
- ・ AUV等で取得した海洋データを管理・配信する機能

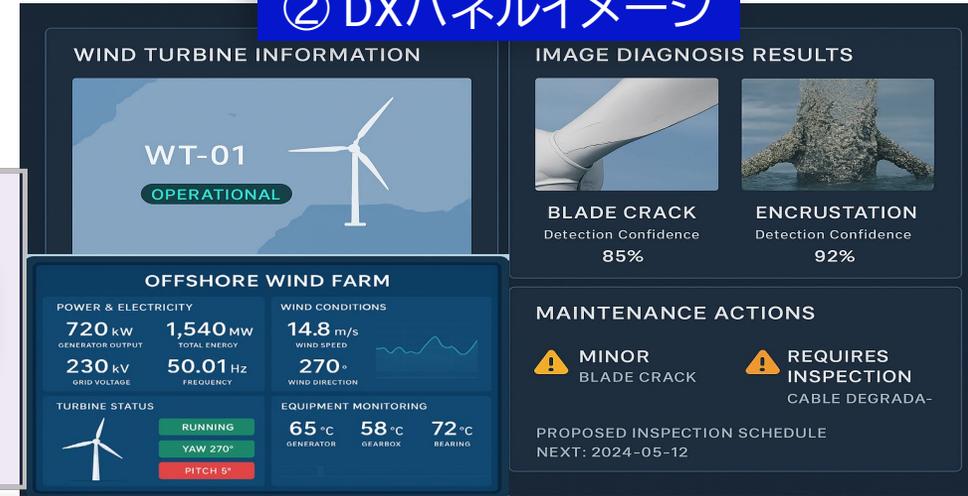
そのためには...

5. 洋上風力発電設備保守運用ビジネスモデルの検討

① データ利活用モデル



② DXパネルイメージ



③ データソリューション

| IV | 必要データ・処理等 | 期待される効果 |
|----|----------------------------|--|
| E | 情報統合システム (デジタルツイン環境構築) | Tag別データ管理 データのサイロ化の解消と、検索性向上による業務効率化 |
| E | 3Dモデル(デジタルツイン)への、優先点検エリア表示 | 異常検知AIとの連携によるデジタルツインの高度化 連携AI例: プレード・アンカー・ケーブル損傷判断AIとの連携により、対応場所の視認性の向上。 |
| O | 状態異常検知システム | ナセル稼働データ SCADA, DCS 例: ・ナセル軸振動モニタリング ・ギアボックス潤滑油モニタリング |
| O | 発電量予測 | 気象・海象実況値(定点連続データ) 気象・海象予測データ 発電量データ、発電量予測モデル |
| M | 海洋生物の清掃作業時期の推定とリコメンテーション | 3Dカタナリ形状データ AUV点検画像データ 画像診断モデル |
| M | 作業可能ウィンドウ予測 | 気象・海象実況値(定点連続データ) 気象・海象予測データ AUV稼働実績 |
| M | アンカーやケーブルの劣化・損傷の画像診断 | AUV点検画像データ 画像診断モデル(差分検知アルゴリズム) |
| M | 構造健全性モニタリング | 浮体・係留索のひずみ計 |
| M | アンカー洗堀防止鋼の漂流防止 | AUV点検画像データ 画像診断モデル(差分検知アルゴリズム) |
| B | ERPとの連携による、予備品管理等の関連業務高度化 | ERP連携 異常検知データ 保守履歴データ 発電量データ ・異常検知システムとの連携による、保守作業スケジューリング ・点検データや振動計、加速度センサとの連携による、予備品在庫管理 ・発電量データとの連携による、売電収入の自動計算 |

Point 1

ソリューション提供-高度化サイクル

データ取得→処理→解析・モデル学習→モデル推論→意思決定
→業務実行→フィードバック

Point 2

DXパネルでは...

AUV点検結果や操業データの一元表示
データソリューション結果も表示
デジタルツインを実現するインターフェース

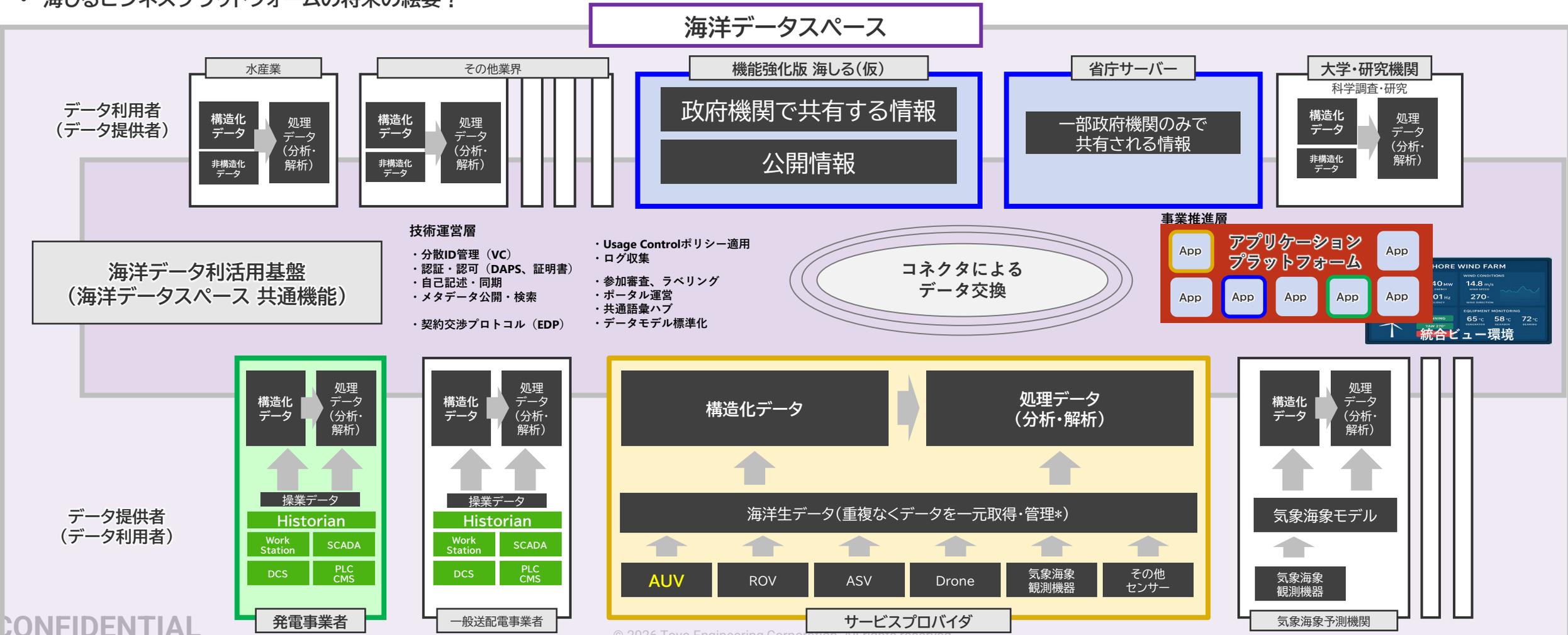
Point 3

データソリューションの構築には、
さまざまなプレイヤーのデータの掛け合わせが必要

そのためには...

6. 海洋データ流通基盤の検討

- 各プレイヤーがデータオーナーシップを確保しながら自由に迅速なデータ流通を実現させる仕組み。
- 巨大なプラットフォームにデータを集中管理させるのではなく、「自律分散型」のデータ流通基盤。
- データの交換時には「コネクタ」で利用条件確認や認証やデータ取得を実施することで、データ交換が迅速化し、産業横断的なデータ流通やビジネス機会の拡大に寄与。
- 海するビジネスプラットフォームの将来の絵姿？



7. 今後の展望

2030年に向けて、本年度事業のさらなる展開として想定される主な項目は以下の通り

■ 技術面

1. 小型安価型ROVのAUV化に向けた対象物との離隔制御・自動追従機能の実装
2. テザーケーブルリールの開発
3. インフラとしての海底基準点の実装

■ 制度面

1. 小型船舶クラスASVの無人航行を可能とする規制緩和を目指した検討・検証

■ ビジネスモデル・データ利活用

1. サービスプロバイダのエコシステムの形成を含むビジネス基盤構築
2. 海洋データに関する産業横断的なユースケースの整理と、海洋データスペースの構築に向けた準備



AUV等の早期社会実装に向けて、今回作成したロードマップを基に、引き続き取り組んでまいります。



TOYO
ENGINEERING