

海における次世代モビリティに関する産学官協議会とりまとめ
～沿岸・離島地域における海の次世代モビリティの活用に向けて～

令和3年3月

1. 背景

我が国の沿岸・離島地域では、交通、水産業、インフラ維持管理、海洋調査等の様々な活動における担い手不足や地球温暖化等に伴う海洋環境の変化等の課題が深刻化しており、これらの課題の解決に向けて、海洋の持続可能な利用・開発・保全を進める必要性が高まっている。

持続可能な海洋利用の要請は国際的にも強まっており、国連の定める持続可能な開発目標（SDGs）14「海の豊かさを守ろう」においては、海洋汚染防止、海洋生態系の保護、持続可能な漁業、海洋資源の持続可能な利用等のターゲットが規定されている。

さらに、国連においては、2021年から2030年までを「持続可能な開発のための国連海洋科学の10年」とすることを宣言し、海洋の持続可能な開発のための課題を海洋科学で解決する取組を開始している。

こうした中、近年、ASV（小型無人ボート）やいわゆる海のドローンとして活用が期待されるAUV（自律型無人潜水機）、ROV（遠隔操作型無人潜水機）等の「海の次世代モビリティ」（以下「次世代モビリティ」という。）の開発が進展しつつある。

次世代モビリティは、海域利活用における省人化や海の可視化等を可能とし、海洋科学の知見を活用しながら海洋の持続可能な利用・開発・保全を進める上で基盤となりうるツールである。しかしながら、我が国の沿岸・離島地域においては、これらの利活用に関してベンチャー企業等を含む個別の取組が行われ始めているものの、本格的な産業利用には至っていない。

以上の現状に鑑み、沿岸・離島地域における海域利活用に係る課題の解決に向け、次世代モビリティの活用を促進するため、令和2年11月に、学識経験者、海洋に関わる研究機関、産業団体、地方自治体、関係企業、関係省庁で構成される「海における次世代モビリティに関する産学官協議会」を立ち上げ、令和3年3月まで計4回にわたり検討を進めてきた。

本とりまとめは、上記検討結果をとりまとめたものである。

2. 次世代モビリティとは

以下ではROV、AUV及びASVそれぞれについて、概要及び技術開発動向等をまとめる¹。

1 本節の執筆に当たって参考とした文献は次のとおり。

日本海事協会「ROV/AUVに関するガイドライン」, 2020.

NORSOK “Remotely operated vehicle (ROV) services” NORSOK Standard U-102:2020, 2020.

清水悦郎「国内における自動運航船の現状と動向」日本マシエン지니어リング学会誌(54), 2019.

梅田綾子・清水悦郎「自律運航実現に向けた法的課題」日本航海学会論文集(136), 2017.

梅田綾子ほか「自律運航船の実現に向けた法的課題への対応」日本機械学会論文集(84), 2018.

浦環・高川真一（編）「海中ロボット総覧」成山堂書店, 1994.

吉田弘・巻俊宏「AUV：自律型海中ロボット」日本船舶海洋工学会誌(85), 2019.

(1) ROV（遠隔操作型無人潜水機：Remotely Operated Vehicle）

ROV²とは、遠隔操作により水中を潜行できる無人潜水機（遠隔操作型無人潜水機）の総称である。一般的な ROV は、船上又は陸上の制御装置と無人潜水機の間をテザーケーブルと呼ばれるケーブルを介して接続し、カメラの映像等を確認しながら遠隔操作により水中の映像や情報をリアルタイムで船上に伝送する機能を有する。マンピュレータを備え、海底で機器設置や物品回収などの諸作業が行えるものもある。

ノルウェー石油産業界が開発した石油・ガス開発に関する国際規格である NORSOK 規格（2020 年版）によれば、ROV は主に以下の Class I～V に分類される。

(Class I) 観測用 ROV

カメラ、ライト、ソナー（搭載していない場合もある）のみを有する ROV。観測のみを目的としているが、追加のセンサ 1 個又は 2 台目のカメラを搭載可能。

(Class II) ペイロードオプション付き観測用 ROV

本来の性能を維持しつつ、センサを 2 個以上追加した運用が可能な ROV。デジタルスチルカメラや防食効果確認システム、追加のビデオカメラやソナー等の他、軽作業用のマンピュレータ等を搭載して軽度の建設作業支援や調査・検査等を行うものも含まれる。

(Class III) ワーククラス ROV

最低 2 つのマンピュレータを備え、標準の航行システムやカメラに加えて追加のセンサや機材を搭載可能な ROV。本来の性能を損なうことなく追加のセンサや機材を追加しうる複合的な能力を有する。

(Class IV) 曳航型・海底移動型 ROV

船舶やウインチで水中を曳航されるよう設計された ROV 及び無限軌道式駆動装置で海底を移動する ROV。海底移動型 ROV は一般的に非常に大きく、船上から供給される動力で運用され、主に海底ケーブルやパイプラインの埋設、掘削、浚渫などの特定の海底土木作業のために用いられる。

(Class V)

プロトタイプ等で他のクラスに該当しないもの。

ROV の特徴として、テザーケーブルを通じて動力や指令、情報の伝送が可能であることから、操縦者による直接操作により比較的細かい作業ができる、長時間の稼働が可能となる、リアルタイムでの詳細なデータ伝送等が可能となる等の利点がある。一方、陸上又は船上からの支援が必要となる、ケーブルにより移動

2 ROV には通常、機材の姿勢制御を行う姿勢制御装置、カメラや圧力計、ジャイロなどの各種センサ、推進器（スラスター）等が搭載されている。水中で活動するため、浮力調整のためのウェイトや浮力材のほか、電子機器を格納するための耐圧容器を備えている。

範囲や作業が制限される、波浪や海流の影響を受けやすくなるといった制約がある。

近年では、Class I または II を中心として、汎用性の高い製品が販売され、我が国においても入手可能となっており、水中構造物の点検作業や養殖業等での活用事例も出てきている。

(2) AUV (自律型無人潜水機: Autonomous Underwater Vehicle)

① 概要

AUV は、水中への潜航から水中の航行、水面への浮上までを全自動で行う機能を有する無人潜水機である³。AUV は、潜航前に機体へインプットしたプログラムに基づいて自律的に観測計画を遂行する。また、水面からの潜航深度や水底からの高度等、周囲の状況を把握するためのセンサ類を有し、水底や水中障害物への接触を避けながらの自律航行が可能である。

AUV は移動の自由度が高く、広範囲に渡る連続調査が可能であるほか、海氷下など水面が閉鎖された場所での調査も可能である。他方、動力源の容量に依存して航続距離が制限される、全自動で動作するため ROV のような複雑な行動が不得意である、外部との通信に伝送速度の遅い水中音響を用いるため収集したデータをリアルタイムで確認することが極めて困難、といった制約がある。

AUV は、主に航行型 AUV、ホバリング型 AUV、水中グライダーに分類される⁴。

航行型 AUV は、水中を安定的に巡航しながら観測を行う AUV である。魚雷型の形状で、海底から数十 m~100m 程度の高度を確保して運用されることが一般的である。海底地形の調査のほか、海底面及び海底下の異常物把握、水質調査など、広範囲のマッピングを得意とする。

ホバリング型 AUV は、海底や海中に存在する物体への接近を前提として設計された AUV である。垂直方向や横方向への移動のための推進器を備え、複雑な動きを得意とする。海底等への接近により、生物や水中構造物の光学画像撮影といった用途で活躍する。水中設備の保守・点検等の目的のため、水中の構造物に触れて作業を行うことができる機体もある。

水中グライダーはその機体形状及び運用方法は航行型 AUV に類似するが、プロペラによる推進はせず、浮力制御のみで航行を行う点で構造が異なる。グライダーは主に水温や塩分濃度等、水質調査の用途に用いられる。

3 AUV を構成する主な機器は、推進のためのプロペラとラダー、各種センサからなる航法装置、外部との通信や測位のための装置、各種観測のための装置と、それら装置の動作を統括的に制御するコンピュータである。ROV と同様、水中で活動するため、浮力調整のためのウェイトや浮力材のほか、電子機器を格納するための耐圧容器を備えている。また動力源として蓄電池や燃料電池を機体内部に備える。

4 分類は吉田・巻(2019)による。

② 技術開発動向

AUV 開発は 1950 年代に始まり、2000 年代に入ると、石油・ガス等の海底資源関連産業及び軍事部門からの需要を受け、企業による航行型 AUV の製造販売が北米及び欧州を中心に行われるようになった。

国内での AUV の技術開発は、東京大学生産技術研究所によって 1980 年代に本格的に開始された。初期の実用機として三井造船（株）との共同開発による「アールワン・ロボット」（1995 年）があるほか、近年では小型の機体を採用し可搬性を高めた AUV “HATTORI” 及び（株）FullDepth との共同開発による“HATTORI 2”、国立極地研究所及び海洋研究開発機構（JAMSTEC）との共同開発による、極域の氷の下を航行可能な AUV “MONACA”（2021 年 3 月現在開発中）等の事例がある。また、いであ（株）は東京大学生産技術研究所からの技術移転を受け、ホバリング型 AUV “YOUZAN” を商用化している。

学術研究用途としては、JAMSTEC が三菱重工業（株）との共同開発により、長距離航行型 AUV 「うらしま」（2000 年）をはじめ、航行型 AUV 「じんべい」「ゆめいるか」、ホバリング型 AUV 「おとひめ」（いずれも 2012 年）を登場させた。「うらしま」は 2005 年、長距離連続航行の実証のため動力源を蓄電池から燃料電池に換装し、300km を超える連続航行に成功した。2018 年に開発された航行型の“AUV-NEXT”は、海底地形の調査技術を競う国際コンペティション Shell Ocean Discovery XPRIZE において用いられた。

海上技術安全研究所はこれまでに 4 機の航行型 AUV 及びホバリング型 AUV 「ほぼりん」を開発するとともに、複数 AUV の同時運用技術及び ASV との連携技術の研究開発に取り組んでいる。

このほか、海底ケーブル調査用、防衛・海上保安用等の用途で国内企業による機材開発・導入事例がある。

AUV の運用環境を改善するための技術開発の例としては、JAMSTEC が現在取り組んでいる高速水中音響通信装置及び水中光無線通信装置の開発が挙げられる。JAMSTEC はまた、AUV の安定航行や搭載アプリケーションの開発を加速するため産学官の AUV コミュニティを創生するなど取組を進めている。

(3) ASV⁵（小型無人ボート：Autonomous Surface Vehicle）

① 概要

ASV とは、遠隔操縦または自律航行により制御され、水上を航行する小型船舶を指し、本協議会では主として総トン数 20 トン未満の小型船舶、ミニボートを検討対象としている⁶。

5 USV（Unmanned Surface Vehicle）と呼称されることもある。

6 遠隔操縦により ASV を制御する場合、操作される船舶側には、レーダー、カメラ、センサ、AIS 等、周囲の状況を監視するための装置や船外からの操舵や出力制御を行うための装置が必要となる。陸上や支援母船等の船外にある操縦者側には、船舶からの情報を解析する設備や操舵や出力の制御装置が必要となる。また、自律航行により ASV を制御する場合には、船外からの操舵

ASV はクレーンによる積み下ろしが必要となる大型のものから、人による持ち運びが可能な小型のものまで様々な大きさのものが存在し、調査、観測や人や貨物の輸送などその用途も様々である。

国内では、海洋調査に特化した ASV として、海上保安庁は、特殊搭載艇「マンボウ II」という無人調査船を保有しており、「マンボウ II」は西之島周辺の噴火警戒範囲内での海底調査にも用いられた。また、日本原子力研究開発機構（JAEA）、JAMSTEC と国内企業により、ファイバー型の放射線検出器による海底表面の放射線測定、音波測量機器による海底測量、海底土の採取装置による海底土コアサンプルの採取等が可能な ASV の共同開発も行われている。

ASV は深海調査や海底地形測量において、AUV によって調査された海中のデータを地上に送信するための洋上中継機として用いられることもあり、SIP「次世代海洋資源調査技術」（2014-2018 年度）、「革新的深海資源調査技術」（2018 年度-）においてもその開発が進められている。

また、全長約 3m とワンボックスカーにも搭載可能な比較的小型の ASV が国内において製品化されている事例がある。これらの ASV では、遠隔操縦に加えてあらかじめ設定した経路の自律航行機能を有するものもあり、カメラによる水上警備や環境調査への利用のほか、マルチビームソナー搭載によるダムの深淺測量や、給餌ユニット搭載による生簀や養殖場での餌の自動散布といったオプション機能を追加することが可能となっている。

人や貨物の輸送用途での ASV の開発も進められている。例えば（公財）日本財団による「無人運航船の実証実験にかかる技術開発共同プログラム」において、水陸両用自動運転バスの開発や横須賀市の三笠栈橋から猿島までの約 1.7km の無人運航等の実証実験が実施されている。そのほか、都市河川における水上交通 ASV の開発など人の運送に向けた開発、離島への貨物の無人輸送を目指した開発なども行われている。

② ASV に対する安全規制

無線通信により遠隔操縦される小型船舶について、安全な航行に必要な船舶及び運航に関する安全要件に関して、国土交通省では 2019 年 4 月に「遠隔操縦小型船舶に関する安全ガイドライン」を策定している。同ガイドラインでは、総トン数 20 トン未満の小型船舶（国際航海に従事する船舶を除く。）であって無線通信により遠隔操縦されるものを「遠隔操縦小型船舶」と定義して、遠隔操縦小型船舶の運航に係る関係法令の適用及び運航のための手続きについて整理している。

や出力制御の代わりとして、船舶で監視した周囲の状況等を元にコンピュータプログラムが判断して船舶を操舵する自動運航システムが必要となる。

(4) まとめ

以上の通り、次世代モビリティは、自律航行または遠隔操作により、海上または海中を無人で航行することを特徴としており、海中の対象物の画像撮影や水質調査、採取・回収、人や貨物の輸送等の海上・海中での様々な作業を行うことが可能となる。次世代モビリティの活用により、現在有人で行っている作業の省人化・効率化、危険な潜水作業の代替、これまで人では対応が困難であった広範囲・長時間・水深の深い場所等での作業が可能となる、といったメリットが期待される。

3. 沿岸・離島地域における次世代モビリティの利活用の可能性

(1) 沿岸・離島地域を取り巻く現状

我が国の沿岸は総延長 3.5 万 km であり、6,852 の離島が存在する。四方を海に囲まれた我が国の沿岸・離島地域では、豊かな自然環境を生かした水産業が盛んであり、また海上交通が人や貨物の輸送に重要な役割を担っている。

昨年には、政府の 2050 年カーボンニュートラル宣言により、2050 年までに温室効果ガスの排出を全体としてゼロにすることが目標として定められ、海域における洋上風力発電などの再生可能エネルギー利用への期待が高まっている。そのほか、海洋を観光資源として利用する海洋観光も含め、様々な用途での海域利活用が進められている。

一方、沿岸・離島地域に係る諸課題も増大している。沿岸・離島地域は、高齢化率が全国平均（28.4%）を約 10 ポイント上回る（39.7%）とともに、一貫して人口減少が進んでいる。全国約 4 千の漁村集落のうち 3 分の 2 が過疎地域となっている。高齢化・過疎化が深刻化する中、経済活動における担い手不足が問題となっている。

また、高度経済成長期に整備した港湾施設は、建設後 50 年以上経過するものが今後 20 年間で急増する見込み⁷であり、老朽化の進行に伴って点検やメンテナンスの必要性が増している。また、地球温暖化に伴う水温上昇等により海域の自然環境が劣化し、地域の水産業にも影響を与えているほか、プラスチックごみをはじめとする海洋ごみも大きな課題となっている。

なお、沿岸・離島地域の海域における ICT の活用においては、通信環境の脆弱さが課題として指摘されてきた。通信事業者によるサービスエリアの拡充や低価格化に向けた取組に加え、エリア限定で企業等が専用の 5G ネットワークを構築できる「ローカル 5G」の取組が進んでおり、その改善が期待されている。

7 国土交通省港湾局調べでは、国際戦略港湾、国際拠点港湾、重要港湾、地方港湾の公共岸壁（水深 4.5m 以深）については、建設後 50 年以上の施設が現在の約 2 割から今後 20 年で約 7 割に増加する見込み。

(2) 利活用分野別の課題と次世代モビリティの活用可能性

協議会においては、沿岸・離島地域の地方自治体や海域利用者、関係省庁等からのヒアリングを行い、現在直面している海域利活用の課題や 2. (4)において述べた特徴を有する次世代モビリティの活用の可能性、関連する政策の動向を確認した。

① 水産

水産業は、我が国周辺の豊かな水産資源を持続可能な形で活用することで、水産物を安定的に供給し、沿岸・離島地域の経済活動の基礎としての役割を担っている。

他方、我が国周辺水域における水産資源は、海洋環境の変化等の様々な要因が考えられるが、長期的な減少傾向にあり、科学的・効果的な水産資源の管理を進めることが重要であるとともに、養殖業等を成長産業化し、漁業を担う新たな担い手を確保していくことが課題である。

こうしたことから、水産庁では、資源管理のためのロードマップを決定するとともに、漁業活動や漁場環境の情報収集、生産活動の省力化や操業の効率化、漁獲物の高付加価値化の実現に向け、ICT 技術の水産業において活用するための技術開発等を推進する「スマート水産業」などの取組を行っている。

(a) 漁船漁業

漁船漁業においては、漁船の操業に係る燃料油費や雇用労賃等が漁業の支出の大きな割合を占めており、漁場探索の効率化等による燃料油費等の負担の軽減⁸が課題である。また、多様な生き物を育むことで海域の環境を守る藻場やサンゴ礁については、藻場が大量消失する磯焼けやサンゴ礁の白化が深刻化しており、早期の状況把握や原因の一つとされるウニやオニヒトデなどの食害生物の除去が課題となっている。また、環境の変化等で減少した水産資源の漁獲量の回復のために設置する人工魚礁について、蛸集効果を効率的に確認することも重要である。さらに、海域の密漁・違反操業等に対して各地の取締当局の監視に加え、漁業協同組合により自主的な監視が行われているが、漁業者の高齢化が進む中でいかに効率的に実施するののかといった課題もある。こうした課題の解決に当たって、省人化、作業の自動化・効率化等に向けた期待がある。

(b) 養殖業

養殖業においては、種苗の確保、種苗を飼育環境に慣らす馴致、種苗が

8 農林水産省「令和元年度漁業経営統計調査」。漁船漁業について、個人経営体では漁業支出全体のうち、油費が 17%、雇用労賃が 17%、会社経営体では油費が 16%、雇用労賃が 31%を占める。

出荷サイズになるまでの給餌・清掃等の飼育、出荷などの作業が行われているが、支出の大きな割合を占めている餌代の負担軽減⁹が課題である。

また、労働人口の減少が考えられることから、生産性の向上への変革を進める中で、養殖網の清掃、へい死魚の個体確認・回収といった、現状では潜水土によって行われる作業や、漁場から陸までの距離がある場合における収穫物の運搬作業などの効率化・負担軽減が課題となっており、省人化、作業の自動化・効率化等に向けた期待がある。

さらに、自然環境を利用する養殖業では、水温の急激な変動や赤潮の発生による生産量への影響が大きいことに加え、施設周辺海域の水質及び底質環境への配慮が重要であり、養殖場の水質や底質、周辺環境等のモニタリングを正確かつ迅速に行うことが必要である。次世代モビリティにより撮影した海中画像のかき養殖への活用を実証した事例では、これまで生産者が十分には把握していなかったかきの生育状況が容易に可視化されることで、養殖いかだを水揚げし状態を確認するための労力を削減するといった生産性向上効果がみられたとの報告があった。

② インフラ管理

我が国の社会資本ストックは高度経済成長期に集中的に整備され、今後急速に老朽化することが懸念されているが、沿岸・離島地域における海岸堤防や港湾施設、漁港施設などのインフラについても、戦略的に維持管理・更新していくことが課題である。

例えば、港湾の施設は、塩害などの厳しい環境下におかれることや、海中部等目視では容易に劣化・損傷状況を把握できない部分も多く、適切な維持管理による安全・安心の確保が重要である。

次世代モビリティは潜水土による潜水が困難な箇所や広域の状況把握が可能であるといった特性があり、インフラ管理においても積極的に活用されることが期待されている。国土交通省では、「港湾施設の点検診断ガイドライン」において、点検診断においては効率性や客観性を重視し、新技術の活用を積極的に検討することが望ましい旨明記するとともに、陸上のオペレータの遠隔操作によって栈橋上部工下面の状況を撮影する ROV について事例集で紹介するなど、新技術活用に向けた取組を進めているところである。

③ 洋上風力発電

洋上風力発電は、大量導入が可能であり、また、コスト低減による国民負担の低減効果や経済波及効果が大きく、特にその導入拡大が期待¹⁰されており、

9 農林水産省「令和元年度漁業経営統計調査」。まだい養殖について、えさ代は、個人経営体では漁業支出全体の82%を、会社経営体では製造原価全体の65%を占める。

10 「洋上風力産業ビジョン（第1次）」（令和2年12月15日第2回洋上風力の産業競争力強化に向けた官民協議会にて策定）では、「政府は、年間100万kW程度の区域指定を10年継続し、

「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」の重要分野として位置付けられている。洋上風力発電を行うには、適地選定から環境影響評価、地盤調査、建設、メンテナンス、撤去まで、多くの海上での作業プロセスがある。このうち海底ケーブルの敷設や設備の維持管理等においてROVが活用されている事例がみられる。今後、プロジェクトが大型化し、設置エリアの広域化や沖合への展開が進めば、広範囲かつ厳しい海象条件での調査、維持管理等への対応が必要となることから、次世代モビリティの活用の方が広がることが期待される。

国土交通省では、AUVを海洋開発施設の検査に活用するための安全要件等に係るガイドラインを策定中である。

④ 海洋ごみ

良好な景観や環境の保全等を図るため、海洋ごみについては、地方自治体を中心となり、環境美化に係るNPOや漁業者・漁業協同組合等の様々な主体において回収処理活動が行われており、その軽労化・省人化が課題である。

海洋ごみは海岸に漂着したものを回収処理することが一般的であるものの、協議会では海上でごみを回収する作業に遠隔操縦船を用いる技術の開発に関する事例も報告された。

⑤ 観光・教育

コロナ禍において、自然環境への関心の高まりやオンライン観光等の新しいニーズが見られるようになっている。次世代モビリティは、これまで潜水困難だった水深や海域の海中画像の撮影を可能にすることから、こうした素材を観光コンテンツや海洋教育などで利活用していくことも考えられる。

観光利用に向けては、観光庁では、新たな観光コンテンツを開拓・育成する「最先端観光コンテンツ・インキュベーター事業」のなかで、物理的に行くことが困難な場所や実際に行くことが困難な人に向けたコンテンツ発信についての実証事業を実施するなど、観光コンテンツを活用するための検討を行なっている。

また、我が国の歴史・文化を象徴する観光資源となりうる水中遺跡については、水中に所在するという特殊な立地条件にあるため、その状況把握が課題となっている。

文化庁では、「水中遺跡保護の在り方について（報告）」（平成29年水中遺跡調査検討委員会）として、水中遺跡の調査・保存・活用の手法に関する基本的な考え方をまとめた。さらに、現在作成中の水中遺跡調査のてびきでは、水中遺跡の把握や公開の手段としてROVの有効性を記載予定である。なお、協議会

2030年までに1,000万kW、2040年までに浮体式も含む3,000万kW～4,500万kWの案件を形成する。」との導入目標を明示している。

では AUV を用いた琵琶湖湖底遺跡調査により、新たな古代土器の発見に寄与した事例の報告があった。

⑥ 災害対策

近年、想定をはるかに超える災害の発生により、沿岸・離島地域でも多くの被害が生じている。災害後の漁場、養殖場等を含めた海域における被害状況の確認や航路等の安全性の確保等が課題として挙げられる。こうした課題に対しては、安全性の確保等の観点から人では対応できない作業を次世代モビリティにより代替できる可能性がある。

現在、消防法令により、政令都市の消防組織では ROV の設置が義務付けられているところ¹¹であり、平成 31 年現在、全国で計 86 台が配備されている。

⑦ 離島物流

離島地域については、有人離島のうち定期航路がないものが全体の約 14% に上るなど、本土からの隔絶性や四方を海に囲まれた地理的条件を背景に、人流・物流への制約を抱えている。航路事業者の高齢化による後継者不足といった課題もある。現在、空のドローンによる離島地域の課題解決の事例が創出されつつあるが、遠隔操縦船による大きな貨物や悪天候下での輸送など、空路では困難な物流手段の確保への期待も示されている。

(3) 次世代モビリティを活用した沿岸・離島地域の課題への対応アイデア

協議会においては、沿岸・離島地域の海域利活用における課題の解決に向け、次世代モビリティの開発や運用を行っている有識者、民間事業者から次世代モビリティの活用アイデアの提案を受けた。これらの提案を技術開発の段階によって「実用化段階」「実証実験段階」「基礎研究段階」に分類した結果は別添のとおりである。

4. 次世代モビリティの社会実装を進める上での視点等

協議会の議論を通して、沿岸・離島地域の海域利活用における様々な課題解決にあたって次世代モビリティが貢献する余地は大きいことが示された。しかしながら現時点では、次世代モビリティの利活用事例は実験的なものを含めてまだ少ない。その理由として以下の課題が考えられ、これらを克服するための取組を進めることが重要である。

11 「消防法（昭和 23 年法律第 186 号）」に基づく「救助隊の編成、装備及び配置の基準を定める省令（昭和 61 年自治省令第 22 号）」第 6 条により、政令都市に設置が義務付けられている特別高度救助隊では、同法別表第 3 により、水中探査装置を備え置かなければならない。

技術の認知度の低さ

海外と異なり、我が国においては油田開発や軍需といった大規模な海洋関連産業がない。このため、国の大型研究プロジェクトや研究機関等において開発された先端技術があっても国内で製品化が進まず、技術の認知度があがらず、これらを使いそうな用途にも利用が広がらないといった悪循環が生じている。

実証海域の少なさ

次世代モビリティの利活用を進める上では、様々な海域や海象条件において実証事例を積み上げる中で、機材の信頼度を上げることが重要である。

我が国の沿岸・離島地域は水産業、海運業を始めとして様々な利用者が利活用しており、海域において機材の実証テスト等を行う場合には、海域利活用に係る法令適合に係る関係機関との調整や当該海域の利用者との調整等が必要となる。協議会においては、この調整は実証テストの実施主体にとって大変労力がかかるものであるとの意見が示された。

実証テストの実施にあたっては、沿岸・離島地域の利便性の良い海域において、上記の調整に係るテスト実施者の負担を軽減しつつ機材の性能等を実証できるテストフィールドが手軽に利活用できる環境が望ましいが、我が国の沿岸・離島地域においてはこうした海域が少ない。

なお、沿岸・離島地域の海域利活用を通じて地域産業の活性化を進める観点から、海域における様々な研究や実験等を推進し、実証海域の提供に積極的に関与する地方自治体等の事例も出てきている。

また、今後次世代モビリティの実用化に向けては、以下の点を踏まえるべきである。

ユーザー視点での製品・サービス開発

次世代モビリティを沿岸・離島地域の海域の実作業で活用していくためには、機材の操作性、耐久性等、想定される日常の使用に耐えるものであることが重要である。また、ユーザーが求めているものは機材そのものではなくモビリティその他の機能であることも想定し、ユーザーが求める機能をパッケージで提供することも有効であると考えられる。さらに、ユーザーにとって必要十分な機能が利用可能な価格で提供されることも重要である。

異業種からの参入や連携の有効性

例えば、陸上におけるドローン技術の海域における応用や、情報通信事業者による海域の可視化の取組など、それぞれの専門領域の関心から海域利用者のニーズを捉え、次世代モビリティの技術開発を進めた事例がある。また電力事業者が洋上風力発電の点検での次世代モビリティの利用可能性の検証を進めた事例がある。また

大学発ベンチャーが先端技術を製品化し、沿岸・離島地域の課題解決の活用等を通じて事業を展開している事例がある。これらの事例は海洋産業外にある様々なアイデアや要素技術を生かすことにより、革新的な新しいサービスが提供される可能性があることを示している。

なお、協議会においては、技術の普及拡大期における中長期的な課題として、個別分野における次世代モビリティの利活用方法に関するガイドライン等の整備、機材運用・保守管理のための専門人材の育成等があげられた。また、遠隔操作の容易化やより正確な位置把握のため、海上における無線通信環境の向上を期待する意見があった。

5. 今後の取組

4. において述べた課題を踏まえつつ、沿岸・離島地域において次世代モビリティの活用を推進するためには、まず、海域利用者に手に取りやすい形で技術を提供し、技術の認知度及び利用価値を高める取組を進めていくことが必要である。こうした観点から、当面、以下の取組を進めることとする。

(1) 次世代モビリティの社会実装に向けた実証実験の推進

沿岸・離島地域の課題解決に向けて次世代モビリティの新たな技術・知見を活用し、現地に実装するための実証実験を行う。本協議会において検討した内容や、SDGs、カーボンニュートラルといった時代の要請を踏まえながら、技術成熟度の比較的高い技術の製品化・サービス化に向けた実証実験を進め、技術の認知度の向上と利用価値の検証に取り組むこととする。

海域利用者が次世代モビリティを実作業に活用する上では、それぞれの海域利活用の特性を踏まえたユーザー視点での製品・サービスとなっていることが重要であり、実証実験に当たってはこうしたユーザー視点での評価を織り込む。

なお、関係省庁や自治体等が各々の政策目的達成のために実施する事業の中においても、次世代モビリティの更なる技術開発や実用化に資すると見込まれるものがある。機材開発者等によるこれらの取組への積極的な参画により、技術の実証の機会が増加するとともに、技術の認知度や利用価値の評価が高まることが期待される。

(2) 利活用事例の積極的な収集と周知活動の実施

上記実証実験の内容は、様々な海域利用者が次世代モビリティの技術や利用価値を理解する上で有用なものである。また、利活用に係る優良事例は、共通する課題を有する他の海域利用者に対しても有効な課題解決策についての示唆を与えるものとなる。このため、実証実験の結果を広く周知する取組を進める。

また、関係省庁や地方自治体、企業等による次世代モビリティの利活用事例

や海外事例を収集し広く周知する取組や、課題を抱える海域利用者と技術を提供可能な企業等が互いに情報を共有し、具体的な利活用や事業化につながるような環境づくりも併せて進める。

次世代モビリティの技術の認知度が向上し、海域利用者にとっての利用価値が確認される段階を経て、各々の分野での利用ニーズが顕在化すれば、更なる技術開発、各分野における次世代モビリティの利活用方法に関する検討の進展、保険料や価格の低廉化等を通じ、海域利用者にとってより利便性の高い製品・サービスの提供と利活用の拡大の好循環が生まれることが期待される。

今後、利用者からのニーズや更なる利活用に向けた課題が具体化する段階において、これらの課題解決に向けた必要な議論が進むよう、産学官の関係者が協力していくことが重要である。

(別添)

<次世代モビリティを活用した沿岸・離島地域の課題への対応アイデア>

※ 状況欄の凡例

【基礎】：基礎研究段階。アイデア/コンセプトの基礎研究段階のもの

【実証】：実証実験段階。研究室/プロトタイプでの、技術の実証実験段階のもの

【実用】：実用化段階。サービスの実用化段階のもの

※ 課題への対応のために複数の方策が考えられるアイデアについては、基本的なサービスの開発段階によって整理している。

分野	項目	次世代モビリティ活用アイデア	状況
漁船漁業	漁場探索	☆ 従来有人船で行っている漁場探査を ASV で無人化し、船舶での漁業探査を効率化、人件費及び燃油費削減につなげる。	【実証】
漁船漁業	漁場探索	☆ ASV 等の無人観測機により、水温図や過去の漁場データに加えて、魚探データ、水温データ、潮流といったデータを補足することにより、漁場のより正確な把握を行う。上空からのナブラの探査との連携も有効。特に、カツオ、サンマなどの魚種では水温情報の情報が有効であるため活用可能性が高いのではないかな。	【実証】
漁船漁業	漁場探索	☆ AUV を活用し、ズワイガニや赤ガレイ、キチジ、ナマコ、ホタテのような有用な水産資源の資源量評価を実施。効率的な漁獲に貢献。従来のトロール試験操業と比べ、環境へのインパクトを軽減した調査が可能。	【実証】
漁船漁業	魚礁	☆ ASV に高性能魚探を搭載するとともに、ROV による同時観測、AI による魚種判別と連携させることで、魚礁周辺の広範囲な魚類分布を効率的に把握。魚礁への蝟集効果の検証に貢献。	【実証】
漁船漁業	定置網等	☆ ROV 等を用いて、定置網の日常的な点検・清掃を実施し、労働環境の改善、作業の省人化を図る。	【実用】
漁船漁業	定置網等	☆ 追い込み漁（複数の潜水土が魚を一箇所に追い込み漁獲する手法）で潜水土の代わりに ROV や ASV 等を利用し漁獲。伝統的な漁法の維持に貢献。	【実証】

漁船漁業	藻場・サンゴ礁等	☆ ①AUV、②船舶+ROV 等を用いて、藻場/サンゴ礁の生息地の現状把握や食害の状況等を迅速に把握。オニヒトデ・ウニなどの食性生物等の駆除を実施、広範囲での調査の可能化、潜水作業の負担軽減を図る。	【実用】
漁船漁業	藻場・サンゴ礁等	☆ AUV によりこれまで実施困難であったサンゴ礁深部の調査を実施し、サンゴ礁の更なる生態把握に貢献。	【実証】
漁船漁業	藻場・サンゴ礁等	☆ 小型 AUV とブイを連携させた海底画像マッピングシステムで底生生物等の分布状況を把握することで、低コストの機材で海底の底質や藻場の状態確認を行い、漁業や資源管理の効率化を図る。	【実証】
漁船漁業	藻場・サンゴ礁等	☆ 水草刈取機と ASV を連携させ、水草の運搬を自動化することで、作業の効率化、自動化および省人化を図る。	【実用】
養殖業	給餌	☆ ASV 等の無人機とロボットアームや有線給電ドローンとの組み合わせにより、適切な場所に飼料を散布する仕組みを構築。給餌作業の省人化を図る。	【実証】
養殖業	飼育環境の確保	☆ AUV や ROV を生け簀内で周遊させ、生け簀底のへい死魚の確認、網の点検を実施。ROV では、海藻等の除去が必要な場合にはアーム・カッターを用いて除去清掃を実施。点検・清掃作業の省人化を図る。	【実用】
養殖業	飼育環境の確保	☆ ROV 等を生け簀内で周遊させ、生育状況などを可視化。これまで把握困難であった生育状況のライブでの把握により、養殖の生産性を向上。広い範囲で観測可能な特性を生かし、定点カメラでの把握困難な大型生け簀での活用に期待。	【実用】
養殖業	飼育環境の確保	☆ ASV を予めプログラムした航路で自動航行させ、海水の無人サンプリングを行うことで、海水のモニタリングを容易にする。	【実用】
養殖業	出荷	☆ ASV に沖合等で収穫された収穫物（もずく等）を積み、陸までの運搬を自律運航。漁業者の収穫作業の効率化を図る。	【実証】
インフラ管理		☆ ROV 等を用いて、栈橋下や大深度防波堤等	【実用】

	の潜水困難な箇所等の点検を実施。作業の安全性向上、正確な水中測位を実現。	
インフラ管理	☆ 港湾海底部に AUV、ROV を常駐させ、定期的な巡回、自然災害時の被害状況調査、水難事故時の捜索等の作業を迅速化。	【基礎】
インフラ管理	☆ AUV を用いて、港湾の浚渫工事の際に必要な磁気探査を自動化し、コスト削減効果に期待。	【基礎】
洋上風力	☆ ①AUV、②船+ROV 等を洋上風力発電の候補地となる海域に広域的に走行させ、海底調査技術（サイドスキャンソナーや測深器）を用いて候補地の地形把握を実施。これまで衛星データ等で行っていた適地選定段階での情報収集を高度化し、事業の予見性を高めることに期待。	【実証】
洋上風力	☆ ROV による海底ケーブル敷設に際し、小型機種へのウォータージェット機能の付与により、より高速での敷設を実現。	【基礎】
洋上風力	☆ ROV により、洋上風力発電関連設備のうち、水中で定期的な点検が必要となる箇所（洗掘防止のフィルターユニット、水中のボルト等）の点検を実施。洋上風力の広域化・沖合への展開が進む中で潜水困難な海域・海象での作業を実現。	【実用】
洋上風力	☆ 水中ステレオカメラ等を搭載した AUV 等により水中構造物や露出している海底ケーブルの 3 次元モデルを生成。維持管理の低コスト化、故障リスク箇所の事前把握による予防保全等を実現。	【実証】
洋上風力	☆ AUV を洋上風力下部に常駐させ、定期的な点検、周辺環境の騒音や生物、洗掘が起きているか等の調査を実施。	【基礎】
洋上風力	☆ 計量魚探を搭載した ASV を用いて、洋上風力発電近海の魚群分布をリアルタイムに配信し、漁業との共生に寄与。	【実証】
洋上風力	☆ ASV に洋上風力に必要な機材、工具、技術者等を乗せ、電気系統の補修等を実施。定期的な設備点検・交換には技術者の現地対応が必要であり、効率化・迅速化に期待。	【実証】

洋上風力	☆ スタンドアローン型の洋上風力から、大量蓄電システムを搭載した ASV・AUV を活用して需要地へ送電することで、海底 ケーブルの敷設やメンテナンス等の効率化、最小限の人手で電力輸送を実施できないか。	【基礎】
海洋ごみ	☆ 上空からセンシングした海上浮遊物のある海域に無人回収船で向かい、ごみを回収する。輻輳海域においては、台風の後などに海上浮遊物への衝突やスクリー卷入り破損事故等が多くこうした事故を回避。	【実証】
観光・教育	☆ ROV により、潜水困難な箇所等にある水中遺跡の実態調査を実施。潜水が困難な海域や長時間の調査実施等を実現。	【実用】
観光・教育	☆ AUV 等により、水中遺跡の把握の際に不可欠となる沿岸域での海底地形データを連続的に取得。航空レーザ技術及び船による取得が困難な沿岸・離島地域の海底地形について、断絶のない効果的なデータ取得を実現。	【実証】
観光・教育	☆ AUV、ROV 等により、潜水困難な海底等の映像を撮影し、インタラクティブメディア配信や VR コンテンツ化。海洋教育や海洋観光の素材として活用。	【実用】
災害対策	☆ 陸上の監視センターから ASV 等を遠隔操作し対象海域の映像等を配信することで、遠隔地からの効率的な海域監視を可能に。	【実証】
災害対策	☆ ASV にハイドロフォン等を搭載し、不審者・不審物の自動探知、追跡を行うことで、海域の監視を効率化。	【実証】
災害対策	☆ マルチビームソナー等を搭載した ASV、AUV、ROV により、災害時に土砂等で濁った海域における捜索等を迅速化。	【実用】
災害対策	☆ ROV 等により、海難事故に伴う、油流出による環境への影響調査を迅速化。	【実用】
災害対策	☆ 災害時に大量蓄電システムを搭載した ASV を移動させ、電力基地として利用できないか。	【基礎】
離島物流	☆ ASV に本土等でまとめて作られた給食等を乗せ、離島の学校まで輸送。航路維持が困難となっている離島地域で、空のドローンでは輸送	【実証】

	困難な重量の物資を定期的に輸送可能に。	
離島物流	☆ 悪天候下にあっても航行可能な ASV を活用し、災害発生時等の緊急輸送等を実施。比較的天候の影響を受けやすい空のドローンを補完。	【実証】
離島物流	☆ ごみ処理場などの忌避施設の機能を ASV に持たせデマンドで出動できるようにし、離島などの施設が限られる場所の利便性向上をはかれないか。	【基礎】
離島物流	☆ ASV を「渡り船」として活用し、ある程度定型化された航路等で活用。陸路では移動時間がかかる 2 地点間の物流・交通を効率化できないか。	【実証】

参考：海における次世代モビリティに関する産学官協議会

(1) 構成員

【学識経験者】

道田 豊 東京大学大気海洋研究所 教授【座長】
清水 悦郎 東京海洋大学 学術研究院 海洋電子機械工学部門 教授
巻 俊宏 東京大学生産技術研究所 海中観測実装工学研究センター 准教授

【研究機関】

塩田 貞明 国立研究開発法人情報通信研究機構 電磁波研究所 電磁環境研究室 主任研究技術員
永橋 賢司 国立研究開発法人海洋研究開発機構 研究プラットフォーム運用開発部門 技術開発部長
澤田 浩一 国立研究開発法人水産研究・教育機構 水産技術研究所 漁業生産工学グループ長
藤原 敏文 国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所 海上技術安全研究所 海洋先端技術系長

【関係団体】

三浦 秀樹 全国漁業協同組合連合会 常務理事
酒井 英次 公益財団法人笹川平和財団 海洋政策研究所 副所長
小山内 智 一般社団法人海洋産業研究会 常務理事

【地方公共団体】

三原 克幸 北海道 函館市 国際水産・海洋都市推進室長
山田 純哉 静岡県 経済産業部 産業イノベーション推進課長
谷口 長聖 三重県 志摩市 産業振興部 水産課長
岡山 裕司 兵庫県 神戸市 企画調整局 エネルギー政策担当部長
谷口 実 長崎県 壱岐市 農林水産部長

【事業者】

澤田 信一 株式会社 IHI 技術企画部 主幹
高島 創太郎 いであ株式会社 環境調査事業本部 環境調査事業部 外洋調査部長
小野 正人 株式会社かもめや 代表取締役
阪上 裕志 川崎重工業株式会社 AUV 事業推進部長
下田 義守 JMU ディフェンスシステムズ株式会社 製品企画室長
伊藤 昌平 株式会社 FullDepth 代表取締役
鈴木 隆男 三井 E&S 造船株式会社 営業本部 艦船・官公庁船・特機技術部 主管
篠原 聡 三菱重工業株式会社 防衛・宇宙セグメント 先進システム事業推進部次長
村寫 篤 ヤマハ発動機株式会社 企画統括部 事業開発部 先進技術グループリーダー
掘井 正信 ヤンマーマリンインターナショナルアジア株式会社 代表取締役社長

【行政関係者】

阿部 浩一	内閣府 総合海洋政策推進事務局 参事官
大土井 智	文部科学省 研究開発局 海洋地球課長
三野 雅弘	水産庁 増殖推進部 研究指導課 海洋技術室長
石井 孝裕	経済産業省 製造産業局 産業機械課 ロボット政策室長
山下 信	環境省 水・大気環境局 水環境課 海洋環境室長
久保 麻紀子	国土交通省 総合政策局 海洋政策課長
阿部 竜矢	国土交通省 総合政策局 物流政策課長
岡 朋史	国土交通省 国土政策局 離島振興課長
峰本 健正	国土交通省 海事局 安全政策課長
田村 顕洋	国土交通省 海事局 海洋・環境政策課長
杉中 洋一	国土交通省 港湾局 技術企画課長
小原 泰彦	海上保安庁 海洋情報部 技術・国際課 海洋研究室長
内田 浩平	海上保安庁 交通部 航行安全課長

(2) 事務局

国土交通省総合政策局海洋政策課

(3) 開催経緯

- 第1回：令和2年11月5日 WEB会議（一部、中央合同庁舎3号館3階総合政策局局議室）
開催趣旨、学識経験者・研究機関・関係団体・行政関係者からの情報提供、意見交換
- 第2回：令和2年12月17日 WEB会議（一部、中央合同庁舎3号館3階総合政策局局議室）
研究機関・地方公共団体・事業者からの情報提供、意見交換
- 第3回：令和3年2月19日 WEB会議（一部、中央合同庁舎3号館3階総合政策局局議室）
研究機関・事業者・行政関係者からの情報提供、意見交換
- 第4回：令和3年3月16日 WEB会議（一部、中央合同庁舎3号館3階総合政策局局議室）
事業者からの情報提供、意見交換、基本的方向性のとりまとめ

※本報告書、海における次世代モビリティに関する産学官協議会でご検討頂いた資料及び議事録等は、国土交通省 Web サイトの以下のURLで公表しています。

https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/ocean_policy/seamobi.html