資料1-3

### 海洋分野報告

令和3・4年度内閣府委託事業 「我が国が戦略的に育てるべき安全・安心の確保に係る重要技術等の検討業務」

令和5年3月28日

プロジェクト・マネージャー

阪口 秀 笹川平和財団常任理事・(兼)海洋政策研究所長

# 安全安心の確保に係る重要技術等に関する個別調査報告

## 「R4海洋深堀調査」

2023年3月28日

海洋深堀調査PM 笹川平和財団・海洋政策研究所 阪口 秀

### 本報告の内容

- 1. メンバー体制
- 2. 調查目的
- 3. 項目の範疇分けと調査の項目
- 4. 各項目の調査結果のダイジェスト
- 5. 政策的示唆

### メンバー体制

阪口 秀 笹川平和財団常務理事/笹川平和財団 海洋政策研究所 所長 PM 赤松 友成 笹川平和財団 海洋政策研究所 海洋政策研究部長 吉武 宣之 海洋政策研究所 特別研究員/元防衛装備庁 笹川平和財団 艦艇装備研究所 所長 石原 靖久 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 観測技術 研究開発グループ・グループリーダー 元海上保安庁 長官/前海上災害防止センター 理事長 中島敏 谷伸 元海上保安庁 海洋情報部 部長 古庄 幸一 元海上自衛隊 海上幕僚長/前総合海洋政策本部参与会議 参与 池田 徳宏 元海上自衛隊 呉総監/富士通システム統合研究所安全保障研究所 所長/ハーバード大学アジアセンター シニアフェロー 政策研究大学院大学 政策研究院リサーチ・フェロー 川井 大介 上砂 考廣 政策研究大学院大学 政策研究院リサーチ・フェロー 中山 衣美子 政策研究大学院大学 政策研究院リサーチ・フェロー 大村 崇 政策研究大学院大学 政策研究院リサーチ・フェロー

### 調査目的

#### 我が国の周辺海域において

武力衝突、威嚇攻撃、水産資源の略奪、漁業妨害、IUU漁業、海底資源を 巡る諸問題、領海侵入、航行ルートの制限、石油流出や海洋ゴミによる 環境破壊、気候変動がもたらす環境変化、生態系変動、津波、高潮などの 災害、船舶・船員の不足等、

海洋に関連する事象から、我が国の経済安全保障が脅かされうる状況が発生。

そこで、これらの事象から守るべき項目に対して

- 1) 脅威の抽出
- 2) その脅威に対するあるべき姿を描いた理想論(10年後)
- 3) 現状の対処法
- 4) ギャップ認識
- 5) ギャップを埋めるための技術・情報・体制

についての調査研究を行い、第4期海洋基本計画に寄与するだけでなく、今後の 政策を実行するうえで求めらる**技術的な必要度**を示すこと。

### 調査項目の範疇分けと調査の構造

- I. 国民
- II. 流通
- III. 財産
- IV. 食料
  - V. 環境
- VI. 健康

### R3年度

- 1. 脅威の抽出
- 2. 脅威に対する現状

### R4<sub>年度</sub>

- 1. 10年以内を見据えたあるべき姿・理想論
- 2. 現状とのギャップ認識
- 3. ギャップを埋めるための技術、情報、体制



政策的示唆:多義性、情報の管理・運用、技術開発の優先度

### I. 国民

#### 1. 10年以内を見据えたあるべき姿・理想論

脅威:周辺諸国による海洋進出及び領海侵入

対処:その脅威の烈度を特定し、我が国に及ぼす影響の大きさを把握すること 伝統的な安全保障の柱である「外交」「防衛」に加え、「法の執行」を 「海洋の安全保障」の更なる柱と位置づけ、海洋における常態を把握する 必要があるとの認識のもと、MDAに関する取組を推進できる状況

そのためには、広大な日本周辺海域を常時監視し、異常を即座に感知して対処できる状況が求められる。現在整備中のMDAに関連した各種観測技術を発展させ、海中の状況把握が可能となるような海中状況把握システムを構築し、衛星による海上の状況データと海中の状況データを融合して、海洋全体の状況把握可能とするシステムを構築する必要がある。

#### 2. 現状とのギャップ認識

衛星監視:時間的なギャップ、各種解像度、気象の影響

海中監視:3次元空間上の重点監視ポイントの特定

マルチセクターとの連携:利害関係、セキュリティの問題

### I. 国民

#### 3. ギャップを埋めるための技術、情報、体制

#### 科学技術・イノベーションのMDAへの貢献:

- 安全保障及び民生分野の両方で活用可能なデュアルユースを意識した海洋 に関連する研究開発、技術力の向上
- 無人機(AUV, ROV等を含む)やドローン等のハード面での技術開発 及びそれらのネットワーク化の推進
- 衛星関連・海洋監視技術、データ・情報の取得・解析技術等の発展
- データ管理体制の充実化で





図 Ocean of Thingsの概念図(左)、フロート(右) これらを統合するビジョンが形成されていない。さらに、海中で取得したデータの伝送方法 や分析手法など、海中監視を効果的に行う仕組みと体制の構築が必要である。

### II. 流通

#### 1. 10年以内を見据えたあるべき姿・理想論

脅威:物流体系を毀損する事故は、経済社会活動に甚大な影響を与える可能性 船舶、港湾施設、通信、人員、燃料の高騰、不足、障害、欠損など 不可逆に大きな環境破壊があれば重大な社会問題を引き起こす可能性

これらの脅威を軽減、最小化するための船舶及び船舶航行の高度化、省力化、 自動化、無人化、省エネルギー化、再エネ化、ゼロエミ化とそれを支える安全 確保体制、環境整備、法整備とその国際連携体制が構築されていること。

#### 2. 現状とのギャップ認識

港湾整備、海上保安体制の整備、衛星VDESなど新たなる双方向通信に関する取り組みなどは確実に進められているが、船舶航行の自動化、無人化などは、諸外国と比較すると遅れている。その原因として、輻輳海域の存在、軽微な装備の漁船・プレジャーボートが多数存在することに加え、法整備が遅れていることによる。

### II. 流通

#### 3. ギャップを埋めるための技術、情報、体制

- 船舶運航の自動化(GPSとは独立した位置決定システム、高度センサ、船上 AI技術の確立)
- 小型ブイ、プレジャーボート等を含む全船舶の位置情報と動態確認技術の確立
- EEZ全域に亙る高分解能の画像・形状情報の常時取得、リアルタイム解析、 AUV(自律型無人潜水機)
- 通信障害に備えてGNSSの弱点を補完する成層圏プラットフォームの運用
- エネルギー供給網の遮断に備えた洋上風力発電、潮力発電、海洋温度差発電 などの技術開発等の推進
- これらを実現するための法整備
- その他

### III. 財産

#### 1. 10年以内を見据えたあるべき姿・理想論

脅威:懸念国による天然資源の略奪、海底ケーブルの切断、情報漏洩

調査に関しては、懸念国との間において相互事前通報制度のあり方等を不断に検討し見直すこと。ただし、資源調査ではない限り、鉱区における科学的調査について、申請国は原則認めるものとし、通報できるようにルール化すること。

理想的には防空識別圏のようにEEZ内のすべての海中物体を捕捉すべきであるが、我が国のEEZは広大であるため困難。これにとって代わる方法として境界監視が重要である。EEZに出入りするすべての物体(生物も含む)を検知できるシステムが構築され、海上から海底までを監視するカーテンのようなカバー範囲をもつ必要がある。

#### 2. 現状とのギャップ認識

海底地形が複雑なこと、深い海域が多いこと、ノイズが多いことから、 海中物体の識別技術は大きな課題。音響、光、量子効果など、また、超大規模 データからの分析・解析技術の確立など、あらゆる可能性を探るべき。

### III. 財産

#### 3. ギャップを埋めるための技術、情報、体制

- 海洋音響導波層リモートセンシング技術による海中カーテン監視、「量子慣性センサー」と「光通信」の実用化
- 量子暗号ネットワークをより安全なものとする秘密分散技術と量子セキュ アクラウド技術の研究促進
- 資源調査開発能力の内製化
- 懸念国との相互事前通報制度の見直し

• 情報管理については、暗号化技術の向上、国内環境整備の他、国際協力体 制の構築が必要

その他

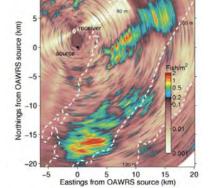


図 海洋音響導波層リモートセンシング(Ocean Acoustic Waveguide Remote Sensing)による広範囲の魚群イメージ

### IV. 食料

#### 1. 10年以内を見据えたあるべき姿・理想論

脅威:乱獲、海洋汚染、IUU漁業による水産資源枯渇

地球温暖化による海洋環境変動による生態系変動及び漁場の変化と不漁

- ・科学的な調査結果を基に魚種毎に資源管理目標を明確に定めること
- ・漁業者に対して定期的に資源管理の達成度を明示する等の情報公開を徹底
- ・養殖漁業については環境に配慮した手法についての研究及びその普及推進
- ・令和2年度から実施している新たな資源管理システムについての有効性を科学的なデータを用いて検証し、関係者に対して直接説明と同上システムについての見直しの躊躇なき 実施
- ・IUU漁業に関しては衛星による監視体制の強化を図るとともに、取締りを実施する機関への通報体制を充実させるとともに、毅然とした態度での取り締まりを実施し司法的な処置を行い抑止効果を高めること(MDAの強化に関連)

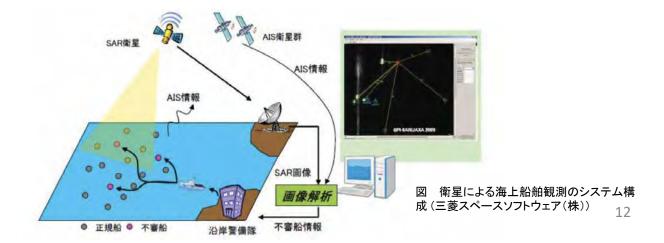
#### 2. 現状とのギャップ認識

科学的知見と漁業者の現場、経済状況にギャップがあり、漁業そのものの 持続可能性が危ぶまれている。また、海面養殖の大規模化、陸上養殖は、まだ 途に着いたところで、天然漁獲高の頭打ちまたは減少を補う生産が期待されて いる。

### IV. 食料

#### 3. ギャップを埋めるための技術、情報、体制

- 資源管理手法の効率化と資源管理情報の透明化と迅速な共有
- 資源管理目標の周知徹底と達成度管理及びインセンティブの設定
- 環境及びエネルギーに配慮した養殖技術の開発と普及
- 養殖に適した魚種の品種改良及び育種
- 廃棄量を最小化するための流通システムの構築
- その他



### V. 環境

#### 1. 10年以内を見据えたあるべき姿・理想論

脅威:海洋汚染(化学物質、放射性物質、海洋ゴミ)とその拡散と濃集 温暖化等に地球環境変動に伴う異常気象、海面の暴浪、海水面上昇 海洋酸性化による生態系への影響

海洋汚染に対しては、国際基準でのモニタリング技術の構築と、外交安全保障、対外的な風評被害問題解決のための国際共同体制の構築が必要。また、 汚染物質の流出を最小化するための技術が必要。さらに汚染物質回収技術の 構築は急務。

地球環境変動に伴う現象に対しては、港湾施設の対策の他、船舶の無人化に 伴う半没船、全没船の開発が効果的。酸性化問題に対する法整備が必要。

#### 2. 現状とのギャップ認識

ロンドン条約、ストックホルム宣言等、海洋環境保護に対する国際的な取り組みは存在しているものの、新しい汚染源、汚染物質、科学的理解に追従できていな状況。また、拡散と濃集メカニズムについては、科学的な理解も不十分。地球環境変動に対する取り組みは、単なる地盤や堤防のかさ上げではなく、その変動をポジティブに利用する取り組みが必要。 13

### V. 環境

#### 3. ギャップを埋めるための技術、情報、体制

- 汚染物質の移流・拡散・濃集及び酸性化に関する科学的知見の蓄積
- マイクロプラスチックも含む汚染物質のモニタリング技術の構築
- 汚染物質の回収技術開発
- 汚染物質情報の国際共有体制の構築
- 温暖化に伴う諸現象の有効利用技術開発
- 半没・全没タイプの無人船の開発
- その他

### VI. 健康

#### 1. 10年以内を見据えたあるべき姿・理想論

脅威:事故、伝染病など

水中と陸上間での低消費電力で、ある程度の高速通信網が構築されれば、水難事故発生初動の早さは大幅に改善される。

#### 2. 現状とのギャップ認識

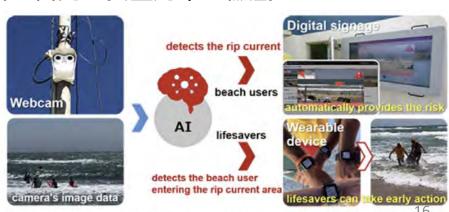
洋上通信に関しては、沿岸では携帯電話網がほぼ活用できるが沖合では船舶衛星電話か、 イリジウム衛星あるいはインマルサット衛星通信となるが一般には流通していない。また水中 音響通信は、数m程度であれば、数Mbpsの帯域が確保できるが、まだ、一般的でない。

海洋由来の伝染病予防措置としては、まずは動物由来感染症など、関連する主な動物類を確定し、それらの動物との接触や接種を控えることにある。しかし、医療関係者の海洋に関する知見はまだ多くない。さらに衛生管理措置を行い、発生量を抑えることで、人が本来持っている免疫力により鎮静化することである。対処措置としては迅速にワクチン、処方箋を開発できる体制を整備する必要あり。また、国内で人口密度の高い陸域での感染を防ぐ観点から、船舶の活用や洋上設備において効果的な衛生環境を整備し、迅速に対応すること等が考えられる。

### VI. 健康

#### 3. ギャップを埋めるための技術、情報、体制

- 水中通信技術、水中、海面、陸上通信連携技術の開発
- 溺死防止の効果的でコンパクトな補助器具の開発
- 海洋由来の病気・怪我につながる動物種の理解と整理
- 医療関係者及び沿岸住民に対する海洋由来の病気・怪我への対処方法の周 知徹底等
- 青少年の海での遊び、スポーツの普及啓発、安全対策の徹底
- その他



早期救助救命システム:海面の撮影画像をAIが分析し、離岸流の発生や人の動きを検知

### MDAシステムのイメージ:補論

基本的には「海洋状況表示システム」が海洋に係る全ての情報を一元的に収集・共有することとされている。これらの情報は、主に取り扱う情報の機密性に応じ、民間でも利用できる第1層、政府機関で共有する情報を扱う第2層、一部政府機関でのみ共有される機密性の高い情報を扱う第3層の三層構造となっている。

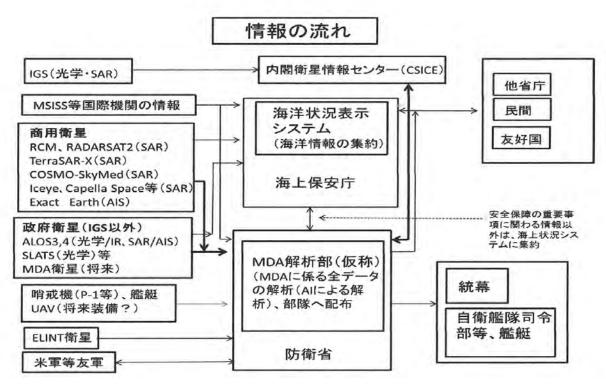


図 衛星を主体としたMDAシステムの情報の流れ

◎MDAに係る情報の流れについては、公益財団法人 安全保障懇話会 第759号(平成30年8月1日)「安全保障 に係る海洋状況把握:MDA —宇宙利用の観点から一」 畑中祐生 元海将補

### 政策的示唆:総論

科学・技術・イノベーションの観点から、最も多くの脅威に対応するために期待されることは 「海洋の可視化」である。従って、「早期警戒」、「監視」に焦点を絞った対応策ではなく、 「常態の把握」といった俯瞰的な考え方が肝要である。

「早期警戒」、「監視」については、海上保安庁、防衛省、水産庁等をはじめとする関係機関が 夫々所掌の範囲で行うこと。

第三期海洋基本計画におけるMDAの定義は「海洋の安全保障、海洋環境保全、海洋産業振興、科学技術の発展等に資する海洋に関連する多様な情報を、取り扱等に留意しつつ効果的な収集・集約・共有を図り、海洋に関する状況を効果的に把握すること」となっており、あくまでも状況把握を求めている。

EEZは、海域を把握する上での一つのメルクマールとなるが、EEZの外側には大陸棚が存在、 その部分の把握が困難となる。また、領海侵入を念頭においた場合、EEZのみに着目するのは 危険。従って、EEZを明示する場合であっても、例示的表現に留めるべき。

### 政策的示唆:優先事項

- 現状の技術では十分に見えてない場所の海洋可視化:海中、海底、深海
- 時間的不連続性を補う可視化技術、データ解析技術
- 情報伝達の即時性 ― 海中・海上・陸上連携通信技術の向上
- 情報解析技術の高度化 異なる種類の情報との融合解析(多義性重要)
- 種々のセクターから得られる情報の融合(多義性重要)
- 情報管理・セキュリティ管理・海洋情報の価値拡大(多義性重要)