

今後の海洋科学技術の在り方について（提言） ～国連海洋科学の10年、関連する主な基本計画を踏まえ～ —(案)—

令和4年8月30日
科学技術・学術審議会
海洋開発分科会

＜はじめに＞

海は、地球表面の約7割を占め、地球環境に大きな役割を果たすとともに、多様な生態系を有している。また、古くから海運や水産など、人類に恵みをもたらす場として社会・経済活動を支えてきた。一方、海は津波や台風等の災害をもたらし、人類にとって、ときには脅威となる存在でもある。さらに近年では、地球温暖化に伴う気象災害の激甚化や海面上昇による海拔の低い地域への影響等が危惧されるとともに、海洋酸性化、海洋プラスチックによる海洋汚染等に伴う生態系サービス等の劣化が懸念されている。

また、海は未知の領域が多く、海底地形は全体の20%程度しか把握されていない¹など、今なお人類に残されたフロンティアでもある。現在、基盤技術の開発を含め、多くの国で海洋科学及び海洋技術への投資が増加傾向にある一方、我が国の投資は減少傾向²にある。四方を海で囲まれた我が国にとって、今後、洋上風力発電等によるエネルギー確保や海底資源開発など、海洋科学及び海洋技術が果たす役割は大きく、産学官が連携して必要な財政的資源を確保しつつ、海洋に関する様々な取組を強化していくことが急務となる。

折しも、昨年(2021年)から「持続可能な開発のための国連海洋科学の10年」及び「第6期科学技術・イノベーション基本計画」の実施期間がはじまり、国内外で海洋科学に関する関心が高まっている。我が国では、海洋基本法（平成十九年法律第三十三号）及び海洋基本計画に基づき、海洋に関する施策を総合的に実施しており、2023年度から実施を迎える第4期海洋基本計画の策定に向けた動きも始まっている。

このような中、本分科会では今後の海洋科学及び海洋技術において推進すべき分野と推進方策について検討を行った。検討にあたっては、「国連海洋科学の10年の期間」をひと区切りとし、また、「第6期科学技術・イノベーション基本計画」等で示された

- 幅広い分野間のデータ連携とデータ駆動型研究等の推進
- 研究デジタルトランスフォーメーション(研究DX)による研究の高付加価値化
- カーボンニュートラルに寄与する革新的な技術開発の実施
- 経済安全保障の視点も含めた我が国の安全・安心な社会の実現
- 人文・社会科学の「知」と自然科学の「知」の融合による「総合知」の活用
- Society5.0の実現に向けたサイバー空間とフィジカル空間との融合

なども念頭に議論を行った。

なお、海洋科学及び海洋技術は、継続的な観測や基盤構築のための研究開発に長い時間を要する。そのため、長期的視野に立った研究開発計画の策定、研究開発の特性を踏まえた適切な評価及び研究開発の取組・成果を国民に理解してもらうための努力が必要となる。また、これらは現在検討が進められている「海洋空間計画」策定においても重要となる。

本分科会では、この提言が第4期海洋基本計画策定に向けた提言となることを意図し、可能な限り幅広い視野で海に関する政策議論を行った。関係者には、本提言の内容を主体的に捉え、持続可能な海洋利用に向けて共に歩み始めることを期待したい。

¹ 日本財団 GEBCO Seabed 2030 Project より

² the Global Ocean Science Report 2020 (UNESCO/IOC) より

1. 将来的な海洋調査観測システム及びデータ共有の在り方

(1) 海洋調査データの取得について

我が国は世界有数の広大な排他的経済水域 (EEZ) を有し、またその海域は多様性に富み、様々な面で国民の社会経済活動に深く関わっている。海洋調査データ³は、海洋における様々な活動を支えるとともに、気候変動問題への対応や我が国の安全・安心な社会の構築に不可欠なものである。他方で陸域での観測に比べて高精度かつ高頻度で観測を行うことが困難なため、データが圧倒的に不足している。沿岸域から外洋域、極域、また海面から深海、海底面・海底下まで、広くかつ深い海洋を包括的に理解するためには、海洋調査データを格段に増やす必要があり、そのための海洋調査観測手法の確立と体制の構築が急務である。

海洋調査データには、取得方法が比較的良く確立されている海洋物理データ、海洋化学データ、取得・分析方法が多様で標準化が十分に確立されていない海洋生物・生態系データ、あるいは、国民の安全・安心の確保や海洋産業への影響等を含めて用途が多岐⁴にわたる海底地形や海底地質等に関する情報など、多種多様なものが存在する。観測目的・対象に合わせて必要となる解像度と調査観測頻度でデータ取得を行うことが必要である。

さらに、近年大きく進展するロボット工学（センシング・人工知能 (AI)・給電等を含む）や航空宇宙工学、情報通信技術など、海洋以外の様々な分野でも洋上はもとより水中や海底にも応用可能な技術が存在すると考えられ、これら他分野の技術を積極的に取り入れることも重要である。

なお、地球温暖化に伴う海面上昇、海水温上昇、海洋貧酸素化、並びに CO₂ 増加による海洋酸性化等の地球規模の海洋の状況を把握し、変化を捉えるには、長期的な調査観測が重要となるが、広域かつ持続的な海洋調査観測にあたり、その実施は一国のみでなしうるものではない。そのため、様々な国内・国際関係機関の連携・分担により、持続的に調査観測を進める必要がある。

1) 調査観測技術の高度化

海洋調査観測を効率的・効果的に実施するためには、その技術を絶えず向上させていくことが必須であり、技術の高度化に向けて以下の取組を実施することが重要である。

- 従前の研究船等での有人調査観測・サンプリングや、フロート、海底設置型観測機器、係留系観測機器、自律型無人潜水機 (AUV) 及び遠隔操作型無人潜水機 (ROV) 等を用いた海洋調査観測の拡充を図るとともに、技術の改良・高度化（低コスト化等を含む）を進めること。
- AUV、ROV 及び自律型無人洋上機 (ASV) 等の海洋ロボティクス、並びに海底ケーブルの活用による新たな観測システム（分散型音響センシング、海中スマートセンシング等）などの研究開発を加速していくこと。
- AUV 等の隊列・協調群制御のための AI の活用や、海洋観測機器に新たなセンサー・電源等を組み込むためのモジュール化・共通規格化など、他分野の技術の進展等を踏まえつつ、研究開発を進めること。

なお、AUV、ASV には、海洋の次世代観測システムとして、調査・観測用途に加え、洋上設備（洋上風力発電等）の点検や海洋状況把握 (MDA) など様々な用途が見込まれる。産業界からの投資の機運を醸成しつつ、各用途で必要となる仕様や機数等を基に、量産化も見据えて産学官連携での技術開発を進めていくことが重要となる。

³ 「海洋調査等一覧表」（内閣府作成）における「観測項目の凡例（詳細別添）」のデータをいう。

⁴ 航海安全の確保、海洋空間利用の適地判定、鉱物資源の把握、国家主権に係る基線・延伸大陸棚等の範囲確定など

2) 海洋調査観測における国内・国際連携

海洋調査観測には、既存の国際的枠組み⁵が存在し、我が国はこれまでも一定の貢献を行ってきた。今後はより戦略的・組織的に以下の取組を実施することが重要である。

- 我が国の海洋調査観測の目的・ニーズ等を新たな国際的枠組み作り等への提案に戦略的につなげ、また、我が国の国際社会におけるプレゼンス向上をさせることを目指し、国際委員会及び国際機関等への日本からの推薦及び派遣を強化するとともに、国内関係者の共通理解を柔軟に醸成する場の構築等を進めること。
- 海洋調査観測における国内・国際連携にあたっては、海洋技術の流出を防止するための適切な対策を取ることが重要であり、政府は、状況に応じて基準・ルール等の策定を進め、各機関における知的財産権保護とセキュリティ対策強化につなげること。
- 国際的に精密な海底地形図への関心が高まる中、各機関が保有する海底地形の情報を共有しつつ、効率的に海底地形図の作成を進める動き⁶が加速している。情報の公開・共有の範囲等に留意しつつ、未知の領域を探ることへの国民の興味・関心を高めながら、着実に海底地形図の作成を進めること。

なお、持続的な海洋観測体制の構築にあたっては、研究観測と定常観測の連携、適切な役割分担及び研究観測から定常観測への切れ目のない移行等を関係機関間で調整しつつ、計画的に行うことが重要である。

3) 北極域をはじめとした観測の空白域におけるデータの取得強化

北極域の環境変化は全球に影響を及ぼすとされているが、データの空白域の一つとなっている。そのため、国際連携を通じた観測・研究を進めていくことが重要である。

また、超深海（6,000メートル以深をいう。）における海底地形の調査では分解能の向上が課題となっている。超深海は巨大地震の発生と密接に関わるプレート境界にあり、その状況把握は、安全・安心な社会の構築にも資するものである。四方を海に囲まれ、4枚のプレートが接する位置にある我が国は、世界トップレベルの超深海におけるEEZ体積を有しており、世界に先駆けて超深海の調査研究を進めていくことが求められる。

これらを踏まえ、以下の取組を実施することが重要である。

- 2021年度から建造開始した「北極域研究船」について、2026年度の就航に向けて着実に建造工程を進めるとともに、海氷下の観測装置等の最新の観測機器など、未知の領域を探る科学調査船として必要な機器開発等を進めること。あわせて、国際共同研究や共同観測等の機会を通じた若手研究者などの育成の場ともなる国際研究プラットフォームとしての運用に向けて、国際連携による観測強化を目指した取組を進めること。
- 地球温暖化をはじめとする気候変動問題に関する議論や、北極における資源の保護と利用、及び航路等の国際的なルール作りの議論を先導していけるよう、北極域における環境変化・生態系変化のメカニズムに関する科学的知見・根拠を蓄積していくこと。
- より精緻な海底地形・地質の把握や、活動中の海底火山付近、極域の海氷・棚氷下等のアクセスが困難な海域におけるデータ取得に向けた革新的なAUV等の開発を行うこと。特に超深海においては、高分解能地形調査や地殻活動モニタリング等に向けた技術開発を進めること。

⁵ 国際アルゴ計画、GO-SHIP、OceanSITES等の各観測ネットワークやそれらを統合したGOOSなど。

⁶ 日本財団GEBCO Seabed 2030 Projectより

(2) 海洋データの共有・収集・整理及び他のデータとの連携について

海洋データ（海洋調査データに加え、加工・結合した予測データ等を含む。以下同じ）の利活用や流通を促進するには、データフォーマット（メタデータを含む）の整理・統一に加え、増大するデータに対応するための解析基盤の整備など、多くの関係者が利用できる仕組み作りが必要となる。

また、海洋調査観測におけるリアルタイム・大容量データ通信のニーズが高まっており、今後、海中や洋上等における廉価かつ大容量の通信インフラ構築を進めていく必要がある。

1) データ連携基盤の活用による海洋データの高付加価値化

「海しる(海洋状況表示システム)」等の既存の海洋データの収集システムに情報を集約するとともに、多くの分野のデータ連携基盤に海洋データの提供等を進めることで、気候・気象予測の更なる高度化や海洋生態系の保全・利用等にも活用可能な価値あるプロダクト生成につながり、新たなサービスの創出が期待される。そのため、以下の取組を実施することが重要である。

- 「データ統合・解析システム (DIAS)」等のデータ連携基盤に対して、海洋データの積極的な提供を進めること。
- 海洋科学に携わる研究者等と IT 分野の専門家等が連携してプロダクト生成を進めていくとともに、そこから得られた知見を基に、海洋調査観測網の最適化につなげていくこと。これらにより、海洋分野における研究 DX を加速させていくこと。
- 海洋調査データは国内各機関が様々な目的で取得しており、その中には海底地形の情報など、我が国の安全保障等の観点からみて非常に重要なデータが含まれている場合もあるため、共有化が進みにくい状況がある。国内の関係機関におけるデータの共有が進むよう、公開・共有の範囲については、その性質や用途等を踏まえつつ、政府として統一的な整理を行うこと。

なお、地球観測推進部会において、DIAS のオープン解析環境の設定⁷など、大容量データ等を利用しやすい環境の整備などを進めていく方向性が示されている⁸。今後、「地球シミュレータ (ES)」、「富岳」等の計算資源の活用や、海洋データを利用できるデータ連携基盤との連携を強化しつつ、具体的な事例を積み重ねていくことも重要となる。

2) データ共有・収集・整理に向けた情報通信技術

海中光通信や、衛星（小型衛星コンステレーション）・高高度プラットフォーム (HAPS) 等を活用した高速通信など、情報通信技術は目まぐるしく進展しており、今後、海洋における様々な活動においてパラダイム・シフトが起こる可能性がある。情報通信技術の高速化を見据え、以下の取組を実施することが重要である。

- 先端的な情報通信技術の進展動向を常に把握しつつ、その技術を海洋調査観測（特に無人観測）に取り入れることで、海洋分野の研究 DX を加速していくこと。さらにこれを発展させ、海洋産業を含む我が国の海洋における活動全体の DX 化を産学官が一体となって推進していくこと。
- データ容量そのものを減らすことも重要であり、無人観測における不要データの削除に向け、AI 等の活用による観測機器でのエッジ処理⁹技術の高度化を進めること。

⁷ 幅広いユーザーが大容量データをダウンロードしないで利用できる解析環境の設定等の検討を進めていく。

⁸ 地球観測・予測データの活用による SDGs への貢献 中間とりまとめ（令和 4 年 5 月 25 日地球観測推進部会）

⁹ 観測機器の近くにサーバーを分散配置し、データを処理することにより、通信負荷を軽減するネットワーク技法

2. 気候変動問題解決に資する海洋科学技術の在り方

海は、地球の熱や物質の循環に大きく寄与しており、その現況及び変化の把握は気候変動を理解し予測する上で不可欠である。海洋や洋上大気の観測及びその変化に関するシミュレーションの高度化は、気候変動とその影響に関する予測の高精度化へ貢献するものとしてますますニーズが高まっている。

気候変動問題への対応は人類共通の課題であり、ESG¹⁰活動をはじめ産業界でも様々な取組が行われ始めている。海洋分野においても、気候変動の予測やその対応に必要な海洋調査データを効果的・効率的かつ継続的に取得する観測体制の構築に、産学官共同で取り組むことが必須となる。

また極域は、「気候変動に関する政府間パネル（IPCC）」においても、気候変動による影響が大きい地域として注目されている。

1) 広域かつ持続的な観測の実施

地球の気候変動の重要な要因である海洋と大気との間の熱・物質交換の把握には、広域かつ持続的な観測が不可欠である。国際的な枠組みに基づく全球的な観測に貢献することに加えて、以下の取組を実施することが重要である。

- 海洋に囲まれた我が国の気候・気象や環境は、地球温暖化に伴う海水温の上昇等により大きな影響を受ける。気候変動の我が国への影響を正しく把握し、その将来を予測するために、我が国周辺海域の稠密かつ継続的な観測を行うこと。
- 北極域は、海氷の急激な減少や海洋酸性化等、気候変動の影響が現在もっとも顕著に現れている海域であるが、その現況及び環境変化のメカニズムに関する科学的知見は十分とは言えない。北極域の急激な環境変化の実態把握と我が国を含む人間社会に与える影響の評価、気候変動予測の高精度化に向けた先進的な研究に取り組むこと。
- 南極域では、近年になって南極氷床の融解が相次いで報告されており、今後の拡大が懸念されている。南極氷床融解の過程や氷床の質量損失等の詳細解明に向け、これまで継続的に行われてきた観測を更に発展させること。また、北極研究と連携を図りつつ、全球規模の海洋環境（海面上昇等）や海洋の深層循環への影響解明を進めること。

2) 気候変動影響予測及びその対応策（緩和策・適応策）に関する研究開発

気候変動は社会・経済活動や生態系にも大きな影響を及ぼす。その影響を評価するとともに適切な緩和策・適応策を講じるため、以下の取組を実施することが重要である。

- 全球の熱・物質循環等を統合的に扱う地球システムモデル及び我が国周辺領域の詳細な気候変動予測・影響評価研究に資する領域モデルなどの開発・高度化を行うこと。
- 気候変動が生態系や社会・経済に及ぼす影響を予測するモデリング・シミュレーションや、各種の対応策の実効性を適切に評価する手法の開発を進めること。
- 北極域のビッグデータの相互利用プラットフォームとなる「北極域データアーカイブシステム（ADS）」が南極域にも拡張されていることを受け、海洋データを利用できるデータ連携基盤との連携を進め、情報の集約と利活用の促進を図ること。
- 気候変動緩和の鍵を握るカーボンニュートラルの達成に向け、ブルーカーボンや海中CO₂回収技術などの新たなネガティブエミッション技術¹¹の研究開発を進めること。

¹⁰ 従来の財務情報だけでなく、環境（Environment）・社会（Social）・ガバナンス（Governance）要素も考慮した投資活動

¹¹ 温室効果ガス排出をなくそうとする「ゼロエミッション」に対し、既に環境中に存在するCO₂を除去する技術

3. 安全・安心な社会の構築に資する海洋科学技術の在り方

四方を海で囲まれた我が国の安全・安心な社会の構築に向け、海洋科学及び海洋技術が果たす役割は非常に大きい。防災・減災（災害予防、災害応急対策、災害復旧・復興）に向けた様々な自然現象の予測精度向上等に資する研究開発を着実に進める必要がある。

また、「第3期海洋基本計画」に盛り込まれた経済安全保障について、政府等における各種取組が加速する中、海洋分野においても技術流出対策に加え、海底鉱物資源等の確保を目指した研究開発も確実に進めていくことが重要である。

1) 災害予防に向けた地震・津波予測に資する研究開発

海は、プレートの沈み込みに伴う巨大地震発生場となる。地震・津波の予測とそれを活用した災害予防に向け、海溝型地震の震源域近傍におけるプレートの状態等を把握するため、以下の取組を実施することが重要である。

- 海底下の断層や地質構造、過去の地震・津波の履歴等の把握に向け、精密な海底地形調査や地下構造探査を行いつつ、コア試料採取等の海底地質調査及び断層周辺の地殻活動のモニタリングを高頻度・高密度・広域にわたって実施すること。また、それら海洋調査データを活用して巨大地震発生メカニズムの解明や地震の規模やサイクルを推定するための地震発生シミュレーションの高度化につなげること。
- 津波の挙動の正確な評価のため、沿岸部の海底地形を精密に把握すること。また、外洋における地震等によって生じた津波が我が国に及ぼす影響を評価するため、伝播経路全体における広域な海底地形の調査について、国際協調のもと主導的に進めること。

2) 災害予防に向けた気象予測に資する研究開発

海は、台風発生・発達場であるなど、様々な気象災害と深く関わる。海水温等の把握による台風の盛衰予測に加え、近年では北極域における気象観測の強化により、我が国に向かう台風の進路等予測の精度向上につながるという研究成果も出る¹²など、気象災害の予防への貢献における、海洋科学及び海洋技術に更なる期待が高まっている。局地的な豪雨発生予測を含む気象予測やそれを活用した災害予防に向け、以下の取組を実施することが重要である。

- 台風の勢力拡大等に影響を及ぼす海水温等のデータを、より精緻に収集すること。
- 局地的な豪雨発生等の極端現象の予測に向けた大気・海洋相互作用等のシミュレーション研究を進めること。

3) 災害応急対策及び災害復旧・復興に資する研究開発

あらゆる種類の自然災害に対して、災害予防、災害応急対策、災害復旧・復興の全ての段階で対応を行う必要があり、以下の取組を実施することが重要である。

- 地震発生時の即時・応急対策に活用可能な海域での地震動及び津波のリアルタイムモニタリングを目指し、ケーブル式海底地震・津波観測網の整備を着実に進めること。また、本観測網を基幹として、長期孔内観測装置をはじめとする様々な観測機器・システムを展開すること。

¹² ハリケーンや台風の進路予報の精度向上に北極海での気象観測強化が有効【プレスリリース】
(2020年9月30日国立大学法人北見工業大学、国立極地研究所、海洋研究開発機構)

- 地震・津波や台風等による被災後も継続的に海洋環境・生態系モニタリングを実施し、被災前後のデータ分析を通じて海洋生態系の回復力を測ることで、水産業をはじめ被災地域の復旧・復興状況等の把握に寄与するとともに、得られた知見等を今後の防災・減災対策に活かし、レジリエンス¹³の持続的な向上につなげていくこと。

4) 経済安全保障等上重要な海底鉱物資源の探査・確保に向けた研究開発

我が国の EEZ に存在するエネルギー資源や先端産業において不可欠なレアメタル・レアアース等の海底鉱物資源は、経済安全保障上の重要性が増している。その確保に向け、海底資源開発の国内産業化に向けた出口戦略を見据えつつ、以下の取組を実施することが重要である。

- 海底資源探査の有望地を絞り込む調査手法の開発や海底資源の成因研究を行うこと。
- 海底資源量の評価に向け、海底面だけでなく海底下の状況を正確に把握するための海中で使用できる音波や電磁気などのセンシング技術の能力向上を行うこと。
- 大水深におけるレアアース泥回収技術の開発など、海洋鉱物資源開発に向けた探査・掘削技術の開発及び実装を行うこと。
- 環境影響評価手法や、海洋生態系への影響が低いと考えられる潜頭鉱床を発見するための技術など、海洋資源開発による影響を低減するための技術開発を行うこと。

4. 持続可能な海洋利用に向けた海洋生態系の理解に資する海洋科学技術の在り方

「持続可能な開発目標（SDGs）」への関心の高まりや「持続可能な開発のための国連海洋科学の 10 年」の開始を契機に、気候変動問題及び安全・安心な社会の構築に加え、海洋の生物多様性や海洋生態系の情報についても社会的な関心が高まっている。

地球温暖化がもたらす海水温の上昇や海洋貧酸素化、CO₂ 増加による海洋酸性化等の環境変化が海洋生態系に及ぼす影響は大きいと考えられるが、その詳しい知見は不足している。

また、気候変動による影響のみならず、絶滅危惧種の増加、生物多様性の低下、サンゴ礁や藻場の減少など、社会・経済活動が原因と見られる海洋環境や海洋生態系の様々な変化が知られており、さらに洋上風力発電や二酸化炭素海底下地層貯留(CCS)等の新たな海洋開発等のもたらす影響も懸念されているが、複雑に絡み合う海洋生態系とそれを取り巻く海洋環境の相互作用等に関する知見はごく限られている。

生物多様性の保全と持続的な海洋利用に向けて、海洋生態系の現状把握や将来予測の更なる高度化が必要である。そのため、生態学的手法により従来から蓄積されたデータに、近年急速に進展した生命科学的手法で得られたデータを加えて解析することによる、海洋生態系の理解の深化に期待が高まっている。

¹³ レジリエンス（強靭性）：「耐性」（強さ）と「回復力」（しなやかさ）の合成概念。災害予防に加え、災害応急対策、災害復興・復旧までの総合的な防災・減災力とされている。

1) 海洋生態系の理解の深化

海洋生態系の総合的理解には、分布・生態・種間関係などの海洋生物そのものの調査に加え、海洋環境及びその長期的変化を含む生物多様性の成立要因や、生態系同士の繋がりなどを明らかにする必要がある、そのためには以下の取組を実施することが重要である。

- 海洋生態系に影響を及ぼす水温上昇、酸性化、貧酸素化等の海洋環境変化に関する調査観測を強化すること。
- 生物種・海域ごとの理解に加え、これらの相互作用の関係を定量化し、海洋環境の異なる海域間をつなぐ新たな複合生態系モデルの開発を行うこと。
- 環境 DNA 等の生命科学分野の新たな観測・分析手法について、海洋生態系研究に適用可能な範囲とその範囲に応じた有効性を検証しつつ、適切に取り入れていくこと。
- 長期的な海洋生態系の変化を効率的・効果的に把握し、各種調査・研究に活用するため、海洋生態系のデジタルツイン（海洋データを基に、サイバー空間に海洋生態系モデルを構築し、現実空間の変化を再現・予測する技術）を、モデリング研究等との分野融合により実証的に進めていくこと。

なお、海洋生態系研究の際は、調査対象の生物やその生息環境が保護の対象となるかについての考慮が重要である。

2) 持続可能な利用に向けた研究開発

水産資源、遺伝子資源及び水生生物の機能等の持続可能な利用に向けて、海洋生態系の現状把握や将来予測に基づき、以下の取組を実施することが重要である。

- 海洋生態系のデータの更なる利用拡大に向け、用途や分析範囲を明確にした体系的なデータ収集・ビッグデータ化、機械学習等の活用によるデータ補完・分析技術などの研究を行うこと。その際、併せてデータの標準化・規格化を進めること。
- 海洋生物由来の有用機能を探索し、その活用を進めていくこと。
- 気候変動や災害等に加え、社会・経済活動がもたらす海洋生態系への影響について、人文・社会科学の知も統合して評価を行うこと。また、研究者等だけでなく産業界、地方自治体、財団、NPO・NGO 等に加え、一般市民も含めたステークホルダーとも協働すること。

なお、海洋生態系は社会・経済活動の影響を多分に受けることから、地球全体の環境・生態系等の健全性の指標にもなる。その視点を持ち継続的に把握することが重要である。

5. 海洋分野における総合知の創出及び市民参加型の取組

「持続可能な開発のための国連海洋科学の10年」は、海洋分野の学際的な研究を強化することにより、全てのSDGsの達成に貢献することを掲げており、その中心的な概念とされるのが「変革的海洋科学」(transformative ocean science)である。「今ある海」からSDGsの達成のために正しく機能する「私たちの望む海」への「変革」を促すこと、またそのために海洋科学そのものも従来の在り方から「変革」することを謳っており、その海洋科学の「変革」をもたらす方法として、

- 分野を超えた自然科学分野と社会科学分野の積極的な統合
- 研究者等、産業界、国(政府)、地方自治体、財団、NPO・NGO等に加え、一般市民(the general public¹⁴)も含めた多様なステークホルダーの参画

などが挙げられている。

「変革的海洋科学」には、海に関わる多様な人々の間での対話と協働が不可欠であり、海洋の利用と保全に関する適切な問題定義や目標設定から、問題解決に至る適切な道筋の提示まで、合意形成を図りながら問題の解決を目指した研究を進めていく必要がある。海との関係が深い我が国においても、率先して本趣旨を踏まえた取組を促進していくことが求められる。

一方、我が国の「第6期科学技術・イノベーション基本計画」においても、我が国が目指す未来社会(Society 5.0)の実現に向け、

- 人文・社会科学の「知」と自然科学の「知」の融合による「総合知」の創出・活用
- シチズンサイエンスとしての市民の研究参加など、多様な主体との共創による「知」の創出・融合に向けた研究活動の促進

などを実施することが掲げられている。

「変革的海洋科学」と「総合知」はそれぞれ異なる背景から生まれた概念ではあるが、分野を超えた知の融合や、より多様な人々の参画を求めている点で通じている。

これらの状況を踏まえ、本分科会では、海洋分野における総合知を、自然科学及び人文・社会科学の「知」の融合にとどまらず、「地域の知」、「暗黙知」及び「臨床の知」などの幅広い現場での体験に基づく「経験知」が統合されたものとして捉える。

その上で、持続可能な海洋利用に向けた海洋生態系の理解に加え、気候変動問題の解決、安全・安心な社会の構築等にも資する我が国における「変革的海洋科学」の実現に向けて、海洋分野における総合知を創出・活用するために、以下の取組を始めることが重要である。

- 海洋科学に携わる研究者等を含め、地域の海に関わる多様な人々の間で具体的かつ持続的な対話や協働を推進し、地域に根ざした密なネットワークを構築すること。また、それら対話や協働を適切に促し、集約できる人材を育成・確保すること。
- 市民の研究参加(シチズンサイエンス¹⁵)などを通じて海洋分野における総合知の創出・活用を進めるとともに、それらの取組を持続的かつ自律的に広げていくための手法の体系化・継承・共有に関する取組を進めること。

なお、海洋分野には、深く多様な経験知を有する人々がいることから、研究者等に無い視点を含めた異なる「知」を組み合わせることにより、海洋科学における新たな科学的成果の創出や海洋科学に携わる者の裾野拡大も期待される。

¹⁴ 「持続可能な開発のための国連海洋科学の10年」では、誰一人取り残さない、あらゆる人々が対象であるという観点から強調されている。

¹⁵ シチズンサイエンスは、必ずしも総合知の創出のみを目的とした取組ではないが、研究者等と市民との協働が不可欠な「変革的海洋科学」の実現に極めて有効なアプローチと考えられる。

(参考) 海洋調査データについて

○観測項目の凡例

コード	観測項目	詳細内容
A	海洋物理	水温、塩分、海流・潮流（流向・流速）、潮汐・潮位・水位、海面高度、海氷、津波、シミュレーション・同化再解析、透明度・濁度
B	海洋化学	塩分、溶存酸素、栄養塩、水素イオン濃度、微量元素、有機物、放射性同位体、放射能、二酸化炭素・ pCO_2 、メタン、全炭酸、アルカリ度、シミュレーション・同化再解析
C	海洋環境	水素イオン濃度、化学的酸素要求量（COD）、栄養塩、植物色素、重金属、油分、有機塩素化合物、農薬類、プラスチック、漂流物、赤潮・青潮目視情報、クロロフルオロカーボン（CFC）、四塩化炭素、海色、透明度、有機炭素、有機窒素、二酸化炭素・ pCO_2 、アルカリ度、基礎生産量、海洋投入処分、油・有害液体物質の排出、貧酸素水塊、シミュレーション・同化再解析 媒体：大気、海水、懸濁物、堆積物、生物
D	海洋生物・生態系	生物分類、バイオマス、生理、生態、海色 対象生物：魚類、は虫類、鳥類、ほ乳類、ウィルス、細菌、古細菌、菌類、原生生物、海草、海藻、節足動物、軟体動物、プランクトン 特定植物群落生育地、藻場・干潟分布、サンゴ礁・マングローブ分布、海産ほ乳類・鳥類生息域、湿地、ウミガメ上陸地
E	海上気象	天気・天候、気圧、風向風速、風浪の周期・波高、うねりの周期・波高・方向、波浪の周期・波高・方向、雲量・雲底高度・雲の状態、視程、気温・露点温度・湿球温度、海面水温、降水量・降水期間、海氷、アルベド
F	地形・地質・地球物理	水深、地形、海底表面形態、地質層序、地質構造、底質、堆積物、岩石、化石、地殻構造、地磁気、重力、熱流量、自然地震、ジオイド、津波
G	エネルギー・鉱物資源	石油・ガス、マンガン団塊、熱水鉱床、ガスハイドレート、コバルトリッチクラスト、洋上風力発電

出典：内閣府 web サイトより

海洋開発分科会（海洋科学技術委員会）における検討経緯について

海洋開発分科会【第 64 回】令和 3 年 5 月 19 日（水）

- 海洋科学技術委員会の設置、及び委員会における検討の主な論点について審議



海洋科学技術委員会【第 1 回】令和 3 年 11 月 30 日（火）

- 今後の海洋科学の方向性とその実現に向けた取組【ヒアリング】
 - ・ 高橋 一生 東京大学大学院農学生命科学研究科教授
 - ・ 西岡 純 北海道大学低温科学研究所教授
- 海洋観測等の現状【ヒアリング】
 - ・ 河野 健 (海洋科学技術委員会委員)
- 海洋分野における総合知及び市民参加型の取組【ヒアリング】
 - ・ 牧野 光琢 東京大学大気海洋研究所教授
 - ・ 川辺 みどり (海洋科学技術委員会委員)

海洋科学技術委員会【第 2 回】令和 4 年 1 月 11 日（火）

- 気候変動問題への対応のために必要な取組【ヒアリング】
 - ・ 須賀 利雄 (海洋科学技術委員会委員)
 - ・ 辻野 博之 気象研究所気候・環境研究部第四研究室長
- 海洋生態系の理解、持続可能な利用・保全のために必要な取組【ヒアリング】
 - ・ 木村 伸吾 東京大学大学院新領域創成科学研究科/大気海洋研究所教授
 - ・ 久保田 康裕 琉球大学理学部海洋自然科学科教授

海洋科学技術委員会【第 3 回】令和 4 年 1 月 24 日（月）

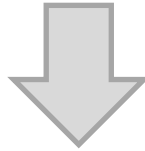
- 海洋に関する国際的な枠組みと動向【ヒアリング】
 - ・ 道田 豊 東京大学大気海洋研究所教授
- 防災・減災への貢献のために必要な取組【ヒアリング】
 - ・ 小原 一成 東京大学地震研究所教授
- 海底資源探査や海底地形調査等のために必要な取組【ヒアリング】
 - ・ 谷 伸 (海洋科学技術委員会委員)

海洋科学技術委員会【第 4 回】令和 4 年 3 月 2 日（水）

- 海底資源探査や海底地形調査等のために必要な取組【ヒアリング】
 - ・ 廣川 満哉 (海洋科学技術委員会委員)
- 意見交換 (第 1～3 回の議論のまとめ)

海洋開発分科会【第66回】令和4年3月29日（火）

- 第1～4回の議論のまとめに対する海洋科学技術委員会からの中間報告
- 意見交換



海洋科学技術委員会【第5回】令和4年6月3日（金）

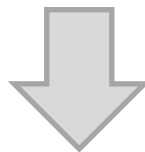
- データ共有・連携【ヒアリング】
 - ・ 喜連川 優 国立情報学研究所所長、東京大学特別教授
- 海洋におけるデータ通信技術の現状と今後の技術開発等【ヒアリング】
 - ・ 稲田 雄樹 株式会社島津製作所 航空機器事業部
 - ・ 岩本 匡平 ソニーコンピュータサイエンス研究所
SQL プロジェクト プロジェクトリーダー
- 極域について【ヒアリング】
 - ・ 榎本 浩之 国立極地研究所副所長
- 意見交換

海洋科学技術委員会【第6回】令和4年7月14日（木）

- 報告書骨子案に関する意見交換

海洋科学技術委員会【第7回】令和4年8月10日（水）

- 報告書案に関する意見交換



海洋開発分科会【第67回】令和4年8月30日（火）

- 海洋科学技術委員会から報告書案に関する報告
- 審議

科学技術・学術審議会 海洋開発分科会 海洋科学技術委員会 委員名簿

(50音順、敬称略)

(臨時委員)

河野真理子	早稲田大学法学学術院教授
川辺みどり	東京海洋大学学術研究院海洋政策文化学部門教授
◎河村知彦	東京大学大気海洋研究所長・教授
阪口秀	公益財団法人笹川平和財団常務理事・海洋政策研究所所長
谷伸	国際水路機関・ユネスコ政府間海洋学委員会合同 GEBCO 指導委員会委員
廣川満哉	独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構特別参与（金属環境・海洋・石炭本部担当）
藤井徹生	国立研究開発法人水産研究・教育機構水産資源研究所さけます部門長
前川美湖	公益財団法人笹川平和財団海洋政策研究所海洋政策研究部主任研究員
見延庄士郎	北海道大学大学院理学研究院地球惑星科学部門教授

(専門委員)

河野健	国立研究開発法人海洋研究開発機構理事
須賀利雄	東北大学大学院理学研究科教授

◎：主査

(令和4年8月現在)