

I. はじめに

- 検討の背景
 - ・ 現状の概観
 - ・ 「持続可能な開発のための国連海洋科学の 10 年（2021-2030）」（平成 29 年 12 月、第 72 回国連総会決議）を念頭においた取組の必要性
 - ・ 第 6 期科学技術・イノベーション基本計画を踏まえた取組の必要性
 - ・ 第 4 期海洋基本計画を見据えた取組の必要性
- 今後 10 年程度を見据え、優先的に取り組むべき海洋科学技術分野の研究の方向性
- 海洋科学技術分野における産学官を通じた取組の必要性 等

II. 今後の海洋科学技術の在り方について

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について

(1) 海洋観測・データ取得の在り方について

- ① 海洋観測・データ取得・研究基盤の現状を踏まえ、海洋分野において産学官を含めた国内機関の連携を促進するために、強化すべき取組にはどのようなものがあるか。
- ② 海洋観測・データ取得・研究基盤の現状を踏まえ、海洋分野において国内の各機関が、他国の機関と効果的に連携を進めていくために、強化すべき取組にはどのようなものがあるか。
- ③ 海洋分野における効果的・効率的な観測体制の在り方とはどのようなものか。また、その実現のために強化すべき取組・技術開発は何か。

(2) 海洋に関するデータ共有・収集・整理と他のデータとの連携について

- ① 海洋におけるデータ共有・収集・整理とデータ連携の現状を踏まえ、今後のデータ駆動型研究の推進のために必要な研究基盤、強化すべき取組にはどのようなものがあるか。
- ② 海洋分野において、デジタルプラットフォームを構築し、それらを活用して成果を創出していくために必要な研究基盤、強化すべき取組にはどのようなものがあるか。

- ③ 海洋におけるデータ通信技術の現状を踏まえ、今後必要な研究基盤や強化すべき取組にはどのようなものがあるか。
- ④ 国内外でデータ共有を進める際の課題は何か。

2. 気候変動への対応（カーボンニュートラルへの貢献）の在り方について

- ① 海洋科学技術分野として気候変動問題へどのような貢献が考えられるか。
- ② 気候変動問題に貢献するため現状不足している研究開発・研究基盤・データは何か。
 - ① それらのデータをどの程度の時空間分解能で取得していくべきか。
 - ② 効果的・効率的なデータ取得に向けて必要な研究基盤、強化すべき取組にはどのようなものがあるか。

1) 海洋科学技術分野における気候変動問題への貢献

- 海洋は、地球の熱や物質の循環に大きく寄与。その変化の把握は、気候変動を理解し予測する上で不可欠。海洋や洋上大気の変化に関する観測・予測の高度化、気候変動とその影響に関する予測の精緻化・高度化への貢献に期待。
- 地球規模でのカーボンニュートラル実現が不可欠。ゼロエミッション技術だけでなく、ネガティブエミッション技術の開発が重要。

2) 気候変動問題への貢献のための海洋科学技術分野における課題と方策

（観測関係）

- 地球の気候を制御する重要な要因である、海洋と大気との間の熱・物質の交換の把握には、観測技術の開発及び持続的な観測が不可欠。
- 無人観測技術は、効率的なデータ取得に有効。我が国においても産学官による無人観測技術の開発・運用を進める必要。
- 加えて、気候変動問題への対応に必要なデータを効果的・効率的かつ持続的に取得する観測体制の構築が必要。
- 北極域は観測の空白域の一つ。気候変動予測の高精度化のためにデータの充実が不可欠。我が国も主体的に観測を実施するとともに、国際協力による観測の強化を進めることが必要。

(モデリング)

- 地球規模の気候変動への対応は人類共通の課題。予測技術の高度化が必要であり、国内外のモデルの信頼性評価・活用や、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日本周辺領域の詳細な気候変動影響評価研究に資する領域モデルなどの開発・改良が必要。
- 気候変動に関するモデリング研究は、海洋分野のデジタルトランスフォーメーションの取組を牽引。気候変動は人間活動や生態系にも大きな影響を及ぼすため、気候変動の緩和策・適応策の実効性や海洋生態系への影響を評価するなど、本取組を加速する必要。

(その他)

- 気候変動の緩和策として注目されているネガティブエミッション技術についても、海洋科学技術分野として取組の強化が必要。

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について（海洋科学掘削を除く）

(1) 防災・減災及び復興への貢献について

- ① 海洋科学技術分野として防災・減災及び復興分野へどのような貢献が考えられるか。
- ② 防災・減災及び復興分野に貢献するために現状不足している研究開発・研究基盤・データは何か。
- ③ それらのデータをどの程度の時空間分解能で取得していくべきか。
- ④ 効果的・効率的なデータ取得に向けて必要な研究基盤、強化すべき取組にはどのようなものがあるか。

1) 海洋科学技術分野における防災・減災及び復興への貢献

- 海洋は、プレートの沈み込みに伴う巨大地震発生の場合。日本周辺での巨大海溝型地震に対する地震防災を考える上で、海底観測は重要。
- 海底観測によって、海溝型地震の震源域近傍の地殻の状態等を正確に把握することが可能となる。特に、地震発生予測、ハザード評価、即時予測への貢献が期待。

- 地震や台風などの災害発生後における、海洋生態系の回復、水産業の復興及びレジリエンスの向上への貢献が期待。

2) 防災・減災に係る海洋科学技術分野における課題と方策

- 地震・津波の予測・評価の高精度化につなげるためには、災害の頻度や規模に応じた時間的・空間的な観測間隔の実現が求められる。自動無人航行やオンライン化による高頻度・リアルタイム化、観測点の増加が必要。
- 例えば、ケーブル式海底地震・津波観測網の整備を着実に進めるとともに、本ケーブルシステムを基幹とし、様々な観測機器・システムを展開することによって、リアルタイム・高密度な観測網の実現を目指すことが重要。
- 海溝型地震に対する理解を深めるためには、深海域での調査・観測を可能とする技術開発を進め、観測点を増加させることが必要。また、津波の挙動の理解には、沿岸部の海底地形の把握が重要。
- 被災後も継続的に海洋モニタリングを実施し、生態系の回復や水産業の復興に寄与するとともに、被災データの記録や分析を通じてレジリエンスの向上を図ることが重要。

(2) 海底地形調査や海底資源探査の促進等について

- ①海底地形調査や海底資源探査等の促進のためどのような取組が必要か。
- ②海底地形調査や海底資源探査等を促進するために現状不足している研究開発・研究基盤・データは何か。
- ③それらのデータをどの程度の時空間分解能で取得していくべきか。
- ④効果的・効率的なデータ取得に向けて必要な研究基盤、強化すべき取組にはどのようなものがあるか。
- ⑤経済安全保障の観点から、海洋科学技術分野として貢献し得る取組は何か。
- ⑥観測データや研究開発成果等の適切な管理について留意すべき点は何か。

1) 海底地形調査について

① 海底地形情報等の必要性

- 海底地形や海底地質に関する情報（以下「海底地形情報等」という。）は、領海基線の設定・延長大陸棚の決定等の国家の主権に関わる問題や、航海安全

の確保、効率的な海底資源探査、再生可能エネルギーの開発、地震や津波などのハザード評価など、多岐にわたる分野において重要。

② 海底地形調査に係る課題と方策

- 用途により海底地形情報等に求められる解像度が異なることから、必要となる解像度を海域別に整理することが必要。また、海底地形の時間的変化を把握するための調査頻度についても検討が必要。
- 海底地形調査の効率化のためには海底地形情報の公開・共有が必要。公開・共有の範囲については、データの性質や用途等を踏まえ、国として統一的な整理が必要。
- 効率的な調査の実施には、従来の船舶による調査に加え、無人観測技術の活用が有効。日本における開発や運用に向けた取組を促進する必要。また、海底地形調査にこれまで用いられてなかったプロファイリングフロートや民間船の測深能力の活用も重要。

2) 海底資源探査について

① 海底資源探査の必要性

- 経済安全保障の観点から排他的経済水域内に存在するエネルギー資源や、先端産業において重要性を増すレアメタル・レアアースなどの鉱物海底資源は重要。

② 海底資源探査に必要な海洋科学技術の課題と方策

- 効率的な海底資源探査の実施には、自動化された調査技術や遠隔操作が可能なロボット技術など、無人観測技術の活用が有効。
- 海底資源探査では、有望地を絞り込む準広域的な調査手法の開発が求められる。また、環境への影響に考慮する観点からは、潜頭鉱床を発見するための技術開発が有用。海中で使用できる音波（ソナー）や電磁気などのセンシング技術の能力向上や高精度化も重要。

4. 海洋生態系の理解及び持続可能な利用への貢献の在り方について

- ① 海洋科学技術分野として多様な海洋生態系の理解の深化や、持続可能な利用にどのような貢献が考えられるか。

- ② 多様な海洋生態系の理解の深化や、持続可能な利用に貢献するために現状不足している研究開発・研究基盤・データは何か。
- ③ それらのデータをどの程度の時空間分解能で取得していくべきか。
- ④ 効果的・効率的なデータ取得に向けて必要な研究基盤、強化すべき取組にはどのようなものがあるか。

1) 海洋科学技術分野における多様な海洋生態系の理解の深化や、持続可能な利用への貢献

- 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 年の開始を契機に海洋生態系の情報に関する社会的ニーズが上昇。
- 海洋生態系の持続可能な利用の促進には、気候変動のみならず、沿岸開発・漁業活動などの人為的インパクトを含めた、海洋生態系の現状把握や将来予測の高度化が必要。
- 従来の生態学的手法により蓄積されたデータに、近年急速に進展した生命科学的な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。

2) 多様な海洋生態系の理解の深化や持続可能な利用のための課題と方策

(海洋生態系の理解の深化)

- 海洋生態系の総合的理解には、生物種・水域ごとの理解に加えて、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が必要。
- 環境 DNA 等の生命科学分野の新たな観測・分析手法については、その可能性と適用可能な範囲を検証しつつ、柔軟に取り入れ、活用していくことが必要。

(持続可能な利用)

- 水産資源並びに水生生物の機能や遺伝子資源の利用にあたっては、海洋生態系の現状把握や将来予測に基づき持続可能な指針を示すことが必要。
- 海洋生態系のデータ利用のさらなる拡大にあたっては、データの標準化・規格化に大きな期待。用途や分析範囲を明確にした体系的なデータ収集・分析、機械学習などの活用によるデータ補完技術などの研究が必要。
- デジタルツイン化は、海洋生態系の状況を可視化する有望なアプローチ。気

候変動や開発等による海洋生態系への影響評価・予測を行うなど、社会的ニーズに応えることで、アカデミアだけでなく産業界等も巻き込むことが重要。

- なお、海洋生態系の持続可能な利用に当たっては、対象生物やその生息環境が保護の対象となるかどうかを明確にするための調査研究を実施することが重要。

5. 海洋分野における総合知及び市民参加型の取組の在り方

- ① 海洋分野における総合知の創出・活用とはどのようなものか。
- ② 今後、海洋分野における総合知の創出・活用、市民参加型の取組が特に期待される領域は何か。また、これらによりどのような成果が期待できるか。
- ③ 総合知の創出・活用や市民参加型の取組の推進に当たって留意すべき点はどのようなものが考えられるか。
- ④ 総合知の創出・活用や市民参加型の取組の推進のためにはどのような仕組みが必要か。また、市民に、主体的に市民参加型の取組に参画してもらうために考えられる具体的な方策は何か。

1) 海洋の関係者の多様化の必要性

- 「総合知」とは、「科学の知」（自然科学＋人文・社会科学）に、「地域の知」、「暗黙知」、「臨床の知」などと呼ばれる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考えられる。総合知の創出には、「科学の知」における文理融合だけでなく、より幅広い分野の多様な人々との協働や対話が不可欠。
- 「国連海洋科学の10年」では、人々と海をつなぎ、持続可能な開発のために多様なステークホルダーの参画による「変革的海洋科学」（「私たちの望む海」への移行変革に必要な革新的海洋科学）を実現するとしている。我が国も本取組を促進する必要がある。

2) 総合知の創出・活用や市民参加型の取組で期待される効果

（総合知の創出・活用）

- 特に持続可能性に関わる複合的な課題（気候変動の緩和・適応、海洋生態系

保全など) に対する合意形成基盤として期待。

- 多様なステークホルダーが参加することによる、適切な問題定義やゴール設定と、そこに至るまでの適切な道筋の提示が期待。

(市民参加型の取組)

- 市民参加型の取組は、海洋に関するデータ・情報収集等に関する様々な取組の持続性向上や裾野拡大に期待が大きい。

(共通事項)

- 海洋の持続可能な利用に関する市民の当事者意識の醸成や、専門家と市民の間のパートナーシップの促進により、海洋の持続可能な利用に向けた基盤構築に期待。
- 現場の人々からの学び（専門家が見落としている点など）も期待でき、異なる「知」の新しい組み合わせによってイノベーションへとつながる可能性がある。

3) 総合知の創出・活用や市民参加型の取組を推進するために必要な方策

- 多様なステークホルダー（行政含む）が参加するミッション志向型（問題解決型）の取組（将来的には地域の拠点形成につながることを期待）が有効。
- 多様なステークホルダー間でのサイエンスコミュニケーションや合意形成のファシリテーション等を担い、取組を適切にマネジメントできる人材の育成が必要。
- 総合知の創出・活用や市民参加型の活動を持続的かつ自律的に広げていくための手法の体系化・継承やステークホルダー間の合意形成に関する研究が必要。
- 市民参加型の取組には観測データの収集による科学知の創出といったものも考えられる。市民への研究成果の還元など、参加によるメリットにより、これらの取組が継続されるような枠組みの構築が必要。

6. その他

1) 海洋科学技術分野における研究体制の在り方について

- 海洋観測・予測には既に国際的枠組みが存在。我が国の諸活動が、国内のニーズ（課題）への対応だけでなく、これら国際的枠組みへの貢献にもつながることが必要。組織的・戦略的に海洋観測や予測を行うための国内関係者の協働体制の構築が必要。
- データの利活用や流通の促進には、データフォーマットの整理・統一化に加え、増大するデータに対応するための解析基盤の整備など、データを多くの関係者が利活用しやすい仕組み作りと、データ人材の育成が必要。また、観測とモデリング研究は連携して進めることが有効。
- 効果的・効率的な観測を実施するためには、研究コミュニティとオペレーショナル（運用・現業）コミュニティ間の相互作用が不可欠。
- 海洋科学技術分野では、長期的な観測や基盤的な研究も重要。本分野だけに限らず、長期的視野に立った研究開発や研究開発の特性を踏まえた適切な評価等を行うことが必要。また、これらの研究成果を理解してもらうための努力も必要である。