

第6期科学技術基本計画に盛り込むべき海洋科学技術分野の施策等について
(提言案)

令和元年10月1日
科学技術・学術審議会
海洋開発分科会

1. はじめに

世界は今、人工知能(AI)、IoT、ビッグデータ、5G等の「デジタル革命」の真っただ中にあり、社会・産業構造の大きな転換期を迎えている。米中の経済覇権争い等グローバルな競争が激化する中、「モノ」づくりを主軸とする資本集約型社会から、「モノ」のサービス化と「コト」に基づく価値創造が主軸となる知識集約型社会へと転換しつつあると言われている。

また、気候変動・地球環境問題やエネルギー問題、貧困・食糧問題、感染症等健康医療に関わる問題など人類共通の課題や、我が国が抱える少子高齢化、人口減少・労働力不足等の社会的課題への対応が急務とされている。

我が国が、これらの直面する様々な課題を克服するための方策を提示し世界をリードしていくためにも、その大きな鍵となるのが、デジタル化を原動力とした「Society 5.0」の実現である。総合科学技術・イノベーション会議においても、次期科学技術基本計画は、2030年から50年のあるべき国家像からバックキャストして構想し、長期的に持続可能な社会の実現に向けた政策提言となるべきであり、第5期科学技術基本計画で提唱した「Society 5.0」という構想を引継ぎ、科学技術イノベーション(STI)による「持続可能な開発目標(SDGs)」の達成というビジョンを明示する必要がある旨が示されている。

海洋分野に目を向けると、地球最大の多様な生態系を有する海は、古くから輸送・資源確保の場として人類の社会・経済活動を支えてきただけでなく、近年では、音波探査技術、ロボット技術、掘削技術などの様々な先端技術開発の場として人類の知的生産活動を支えてきた。一方で、時として海洋は、地震・津波等により人類に大きな脅威を与えるとともに、近年、人間活動に伴う海洋環境の変化(地球温暖化、海洋酸性化、海洋貧酸素化)や海洋生態系の劣化も懸念されている。

このように、自然災害や人間活動により海洋環境や生態系が変化している今日、海洋の持続可能な開発・利用・管理の実現が強く求められている。このため、海洋分野においても、Society 5.0の実現に向けた取組を強力に推進し、海洋の状況や海洋環境変動の実態を理解・解明し、持続可能な海洋の開発・利用と安全・安心の確保に貢献していくことが必要である。

2. 海洋科学技術を取り巻く国内外の状況

四方を海で囲まれた我が国においては、国土面積の約12倍に及ぶ世界第6位の領海・

排他的経済水域を有しており、経済社会の発展、国及び国民の安全・安心の確保など、海洋の果たす役割は極めて重要である。こうしたことから、第5期科学技術基本計画（平成28年1月22日閣議決定）において、海洋科学技術は、国家戦略上重要な科学技術として位置付けられるため、長期的視野に立って継続して強化していく必要があると明記された。

また、平成19年に海洋基本法が制定され、同法では海洋の開発及び利用、海洋環境の保全等が適切に行われるためには「海洋に関する科学的知見の充実が図られなければならない」と明記されている。同法に基づき平成30年5月に閣議決定された第3期海洋基本計画では、新たに、「海洋状況把握（MDA）」体制の確立等の総合的な海洋の安全保障に関わる取組や「北極政策」の推進に係る項目が追加されるとともに、第2期海洋基本計画に引き続き、「海洋に関する科学的知見の充実」を重要な政策として取り組むことが示されている。中でも、海洋の調査や観測により収集される膨大な海洋情報から、AIやビッグデータ解析技術等を活用して新たな価値を創造し、経済発展や社会的課題の解決につなげていくなど、海洋分野においてもSociety 5.0の実現に向けた研究開発がより一層重要になってきている。

国際的な状況についてみると、2015年9月の国連総会で採択された「持続可能な開発目標（SDGs）」では、17の目標の一つとして、持続可能な開発のために海洋・海洋資源を保全し、持続可能な形で利用すること（SDG14）が盛り込まれ、2017年7月の国連総会で目標の達成指標が採択された。また、SDGsの目標を達成するために、同年12月の国連総会で「持続可能な開発のための国連海洋科学の10年（2021-2030）」が決議され、政府間海洋学委員会（IOC：Intergovernmental Oceanographic Commission）の主導の下、2021年までの3年間で活動準備や実施内容の検討が行われる予定であり、我が国としてもこれに貢献することが求められている。

さらに、2016年5月のG7科学技術大臣会合（つくばコミュニケ）では、科学的根拠に基づく海洋及び海洋資源の管理、保全及び持続可能な利用に向けて、地球規模の海洋観測の強化、海洋アセスメントのシステムの強化、オープンサイエンスの推進やグローバルなデータ共有インフラの向上など国際協力を強化することを合意するとともに、G7伊勢志摩サミット首脳宣言（2016年5月）でも、海洋プラスチックごみへの対処を再認識するとともに、科学的知見に基づく海洋資源の管理、保全及び持続可能な利用のため、国際的な海洋の観測及び評価を強化するための科学的取組を支持することが盛り込まれたところである。

また、国際社会における北極域の重要性に鑑み、2016年9月に第1回北極科学大臣会合が開催され、北極の急速な変化への対応のため、北極の科学観測、観測データ共有及び研究に関する国際協力の構築・強化が重要であることを参加国で合意した。2018年10月には第2回会合が開催され、北極における観測網の強化・統合・維持や北極の変化の地域的・全球的ダイナミクスを理解に係る国際協力の強化等に関する共同声明が取りまとめられた。2020年の第3回会合はアジア初となる日本開催が予定されている。

3. 海洋科学技術の現状と課題

これまで我が国は、海洋科学技術が、地球環境問題をはじめ、災害への対応を含めた安全・安心の確保、資源開発といった我が国が直面する課題と密接に関連することを踏まえ、関係省庁や研究機関、産業界等と連携を図りながら、海洋科学技術分野の調査観測及び研究開発を推進してきた。

しかしながら、面積 3 億 6,000 万km²に及び、約 77%が水深 3,000m以上の深海である海洋は、その広大さとアクセスの困難さ複雑さゆえ、今なお人類に残されたフロンティアであり、海洋環境や生態系の状況把握や変動予測のため、あるいは、海域で発生する地震等の自然災害への対応のために不可欠な科学的知見がいまだ不足している。

このため、海洋に関する様々な観測や研究開発、必要となる基盤技術の開発など、海洋科学技術の推進がますます重要となっている。とりわけ、デジタル革命が深化していく中、海洋調査・観測により得られた膨大な海洋情報（海洋ビッグデータ）を高度な数理解析手法を用いて統合・解析することにより、海洋・地球・生命間の複雑なメカニズムや相互関連性等を発見・解明し、人類共通の地球規模課題や我が国が直面する経済的・社会的課題の解決につなげていくことが求められている。また、これらの膨大な海洋情報を効率的に取得・統合し、解析していくためには、その基盤となるプラットフォーム等の研究基盤・研究システムの効率的・効果的な運用及び共有の在り方や、将来的な調査観測システムの在り方等についても、早急に検討する必要がある。

このような海洋科学技術を取り巻く最近の状況や国内外の政策動向を踏まえ、海洋開発分科会では、次期科学技術基本計画において、

- ①持続可能な開発目標（SDGs）の達成
 - ②膨大な海洋情報からの新たな価値創造（Society 5.0 社会の実現）
 - ③研究開発を支える研究基盤・研究システム及びプラットフォーム等の改革
- の3項目について、今後重点的に取り組む必要があるテーマとして議論することとした。

4. 次期科学技術基本計画に盛り込むべき事項

（1）持続可能な開発目標（SDGs）の達成に向けて

○人類、社会、海洋をとりまく状況は目まぐるしく変化している中、科学的根拠に基づく海洋及び海洋資源の持続可能な開発・利用が不可欠となっている。このためには、海洋環境の変化の実態を把握する必要があるが、今日、地球温暖化、生態系変動、海洋酸性化や海洋貧酸素化等、海洋に関わる現象が同時並行で発生するなど、複雑な様相を見せているにもかかわらず、これらを適切に解析・評価する手法や技術が確立されていないといった課題がある。

○北極域は、海氷の急速な減少をはじめ地球温暖化の影響が最も顕著に現れている地域であるにもかかわらず、その環境変化のメカニズムに関する科学的知見は不十分である。持続可能な社会の実現に向けて、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、気象気候予測の高度化・精緻化など

の先進的な研究開発に取り組むことが重要である。

- 海洋生態系の構造と変動機構、特にレジリエンス（復元力、回復可能性）の理解も重要である。生態系にはどのようなレジリエンスがあるのかを明らかにし、その機能が回復可能な状態を維持することが求められており、環境の保全や修復に資する知見の蓄積と技術開発が必要である。
- また、海洋汚染問題、特に海洋プラスチックごみ問題への対策も急務となっている。世界経済フォーラムでは、2050年にはプラスチック生産量が現在の約4倍になるという予測が発表されるなど、環境に大きな負荷をかけた従来の経済発展を早急に見直す必要性が指摘されている。
- 一方、我が国の周辺海域には、多様な生物、鉱物、エネルギー資源等の海洋資源が存在すると考えられるものの、必ずしも実態や機能の解明が進んでいるわけではない。この中には人類社会において有用なものも存在し得ることから、これらを持続的に利用していくためにも、海洋生物資源の定量的把握とその機能の解明や、有望な海底資源の存在する海域や賦存量の把握を進める必要がある。
- このほか、我が国の周辺海域においては、大規模災害をもたらすおそれのある海溝型地震や海域火山活動の可能性が指摘されており、防災・減災対策の更なる強化が求められている。そのための具体的な検討を進めるには、海底下で進行する地震・火山活動の実態把握及び海域で発生する地震の長期評価が欠かせないものの、現在は観測データも十分にそろっていない。今後は、調査観測体制の構築と、データの取得・解析を通じたメカニズムの理解等の科学的知見の充実が必要である。

これら諸課題に対する取組は、SDG14（海洋資源）のみならず、同13（気候変動）、同11（持続可能な都市）をはじめ、SDGsの多くの目標達成に貢献するものであり、引き続き全球規模及び重点海域での観測等を強化していくことによって、地球環境の保全とSDGs等に貢献するための科学的知見の提供を目指すことが重要である。その際、海洋開発に関しては資源確保等の各国の権益に係わる面もあるが、海洋分野全体を見渡せば、海洋環境や生態系の問題など一国だけでは対応できない課題が多いため、国内外の民間資金の投入による社会実装の推進や国際的な協調・連携が重要と考えられる。

(2) 膨大な海洋情報からの新たな価値創造に向けて (Society5.0 社会の実現に向けて)

人間の経済・社会活動が多岐にわたり、生態系と生物多様性の破壊、気候変動、海洋酸性化など、人間活動が地球システムの機能に大きな影響を及ぼすに至った今日において、持続可能な開発目標（SDGs）を実現していくためには、海洋の調査・観測等により収集される膨大な海洋情報を読み解き、海洋環境変化を把握し、気候変動や生態系へ与える影響等を解明することが不可欠である。近時のAIやデータ解析技術等の高度化は、非常に複雑なふるまいを示す地球システムを複雑なまま解析することを可能としており、地球システムと人間活動との相互関連性の発見・解明に貢献す

ることが期待されている。

第3期海洋基本計画でも、「海洋状況把握（MDA）」体制の確立等に係る項目が新たに追加され、多種多様な海洋ビッグデータを活用して新たな価値を創造し、経済発展や社会的課題の解決につなげていくことの重要性が盛り込まれたところである。

これら新たな価値創造を Society 5.0 社会の実現につなげていくためには、様々な分野の研究者・技術者や国内外の関連機関が連携・協力して、海洋・地球・生命に関する情報・データを効率的に収集、蓄積するとともに、高度化したデータ解析技術等を駆使してこれらのデータを整理、統合、解析して、ユーザーのニーズに対応した新たな付加価値情報として創生していくことが必要である。このために必要と考えられる課題は、以下のとおりである。

（データの取得）

- 効率的にデータの取得・蓄積をしていくためには、取得されたデータが利用可能な形式になっているかという点が重要である。また、データ品質の確保や信頼性維持の観点からも、計測システムとしてのトータルな性能向上が必要である。
- これまで取得されつつもその場限りで破棄されてきたデータを蓄積し、安価かつ有効なデータセットとして活用するための仕組み作りが必要である。

（データの保管・管理）

- これまで取得されたデータがどのように管理されているか整理すること、また今後も増え続ける膨大な海洋情報について、適切に維持・管理する方法を検討することは民間における産業化促進の観点からも重要である。
- 一方、データを格納するプラットフォームについては、データの保存・共有の機能のみならず、今後はデータの連結・統合・解析を効果的に行うことができ、また、利用者にとって使いやすいものにすべく、必要な検討を行うべきである。
- 我が国は、信頼できるルールの下でのデータの自由な流通（DFFT¹）を提唱しており、研究データや社会の多様なデータについても、DFFT の理念も踏まえた、データの取得・保管・利活用のルール作りが重要となる。研究データのシェアリングに当たっては、オープン・クローズ戦略²にも留意しつつ、「誰にどこまでデータを公開すべきか」というルール作りが必要である。

（データの利活用等）

- AI 等を用いて得られた膨大な量の海洋情報を解析していくと、これまでには見えなかったものが見えてくるはずである。これこそが MDA における Awareness に当たるものであることから、収集したデータを多様な観点から読み解く力も強化すべきである。

¹ Data Free Flow with Trust：世界経済フォーラム年次総会（ダボス会議）（2019年1月23日）において、安倍総理大臣が提唱した。

² 知的財産のうち、どの部分を秘匿又は特許などによる独占的排他権を実施（クローズ化）し、どの部分を他社に公開又はライセンスするか（オープン化）を、自社利益拡大のために検討・選択すること。

○数多くの海洋調査等を行ってきた我が国において、Society 5.0 社会の実現に向けて、今後どのような海洋産業を新たに発展させていくべきかということについて整理しておくことは、今後海洋科学技術分野における種々の取組を進めていく上での土台となり得る重要なことである。

(3) 研究開発を支える研究基盤・研究システム及びプラットフォーム等の改革

上述の「持続可能な開発目標 (SDGs) の達成」と「Society5.0 社会の実現」に向けた研究開発や各種方策の実行に当たっては、これらを支える研究システム・プラットフォーム等の改革が必須と考えられる。その中でも特に重要と考えられる課題は以下のとおりである。

- 海洋の調査研究・開発にとって、各種データを取得するための海洋観測網や船舶等プラットフォームの強化が重要であることは言うまでもないが、財政事情が厳しい中、これらの持続可能で安定的な運用体制の構築が課題であり、無人省力化観測技術の高度化、船舶等プラットフォームの国内外における共用の在り方も含め、将来的な調査観測システムの在り方等の検討が必要である。
- 現在、Internet of Laboratory³の実現が必要とされている中、海洋調査・観測においては、リアルタイムでの大容量のデータ通信を行えていない。特に、今後の外洋等の海洋調査・観測においては、無人省力化観測技術の向上が不可欠であり、廉価な大容量の通信インフラの構築及び利活用が必要である。
- 海洋の調査研究・開発を支え得る人材の育成については、第3期海洋基本計画にもその重要性が明記されており、大学や国立研究開発法人、民間企業が連携してオールジャパンで取り組む必要がある。中でも、女性の海洋分野への進出については十分とは言い難く、より一層の取組が必要である。
- また、人材の育成を強化していく上では、国民の海洋に対する理解向上も重要である。四方を海に囲まれた我が国において、他国と協調しつつ、国際競争力をより一層高めていくためにも、国民の海洋リテラシーの普及促進に取り組んでいくことが必要である。
- 我が国の技術発展のためには、民間への技術移転の観点からも、開発の段階から民間企業にも加わってもらい、開発した機器が優れた製品として広くスタンダードに使われるようになる仕組み作りが必要である。

³ 種々の機器やデータ等がネットワークインフラでつながり、場所を問わずシームレスに研究活動を行える仕組みのこと。

科学技術・学術審議会 海洋開発分科会 委員名簿

(順不同)

(委員)

- ◎ 藤井輝夫 東京大学理事・副学長
○ 中田 薫 (研) 水産研究・教育機構理事 (人材育成担当)
平田 直 東京大学地震研究所地震予知研究センター長・教授

(臨時委員)

- 石田和憲 株式会社環境総合テクノス取締役東京支店長
榎本浩之 大学共同利用機関法人情報・システム研究機構
国立極地研究所副所長・教授
沖野郷子 東京大学大気海洋研究所海洋地球システム研究系海洋底科学部門教授
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
窪川かおる 帝京大学戦略的イノベーション研究センター客員教授
阪口 秀 (研) 海洋研究開発機構理事
田中康夫 日本郵船株式会社技術アドバイザー
谷 伸 GEBCO 指導委員会委員長
中川八穂子 (株) 日立製作所 研究開発グループ デジタルテクノロジーイノベーションセンターシニアプロジェクトマネージャ
西村 弓 東京大学大学院総合文化研究科国際社会科学専攻教授
廣川満哉 (独) 石油天然ガス・金属鉱物資源機構理事
藤井良広 上智大学大学院地球環境学研究科客員教授・
一般社団法人環境金融研究機構代表理事
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

(令和元年6月6日現在)

◎ : 分科会長

○ : 分科会長代理