

海洋科学技術に係る研究開発計画 (案)

I. 基本的な考え方 (海洋科学技術を取り巻く状況)

(1) 我が国における海洋科学技術を取り巻く政策状況

地球表面の約 7 割を占める海は、人類に水産資源やエネルギー・鉱物資源などの恵みをもたらすとともに、海溝型地震や津波・高潮など大きな脅威を与えてきた。四方を海で囲まれた我が国においては海洋の果たす役割は極めて重要であり、海洋基本法 (平成 19 年法律第 33 号) においても、「海洋の開発・利用は我が国の経済社会の基盤であると共に、海洋の生物の多様性が確保されること等の海洋環境の保全は、人類の存続の基盤である」とされている。海洋科学技術は、海洋の開発・利用、海洋環境の保全に係わる様々な活動を支えており、これまで、我が国の経済・社会の発展、国民の安全・安心の確保、地球規模課題への対応、人類の知的資産の増大等に大きく貢献してきたことは言うまでもない。このように、我が国における海洋科学技術が果たす役割の重要性に鑑み、海洋開発分科会においても、海洋科学技術に関して必要な検討を重ねてきたところであり、その検討の結果は平成 25 年 4 月に閣議決定された新たな海洋基本計画に盛り込まれている。

その後、平成 28 年 1 月に策定された第 5 期科学技術基本計画 (以下、「第 5 期基本計画」という。) では、海洋に関する科学技術は、産業競争力の強化や経済・社会的課題への対応に加えて、我が国の存立基盤を確固たるものとするものであり、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。特に、海洋に関しては、世界第 6 位の排他的経済水域を有する我が国が、その立場にふさわしい科学技術イノベーションの成果を上げるため、着実に取り組んでいくことが求められるとされている。

(2) 海洋科学技術を取り巻く国際的な状況

一方、国際的な状況についてみると、2015 年 9 月開催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が盛り込まれた。また、同年 6 月には、「国家管轄権外区域の海洋生物多様性 (BBNJ) の保全と持続可能な利用に関して国連海洋法条約の下に法的拘束力のある国際文書を作成すべき」とする国連総会決議が採択され、2016 年には準備委員会を設置し、2018 年 9 月までに国際文書案を作成する政府間会合の開催を決定すべく作業を進めている。その他、地球統合海洋アセスメントの作成を行う国連レギュラープロセスや北極政策などの分野でも大きな動きや取組の進展が見られる。

また、2015 年 6 月の G7 エルマウサミット首脳宣言や同年 10 月の G7 科学技術大臣会合 (ベルリン会合) では、海洋プラスチックごみ問題への対処など、海洋環境の保護

が重要テーマとして議論された。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、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。

（3）主要国における海洋科学技術政策の動向 <P>

主要国における海洋科学技術政策の動向をみると、米国では、2013年に「National Ocean Policy Implementation Plan（国家海洋政策実施計画）」を公表し、海況予測、台風や海面変動に関するデータ共有、アメリカ国内の地域別の海洋に関する自発的取組の推奨、北極施策などを重点政策に挙げるとともに、2017年度の予算案作成における科学技術優先事項として、新たに「海洋・北極」を追記している（2015年7月）。欧州（EU）では、欧州委員会が定めた「Blue Growth」とよばれる長期戦略に基づいて、海底資源、再生エネルギー、バイオテクノロジー、水産及び海洋レジャー5分野を中心に幅広い施策を実施している。英国では、「UK Marine Science Strategy（英国海洋科学戦略）」（2010年）を発表し、海洋生態系、気候変動と海洋環境の関連性、持続可能な生態系サービスの拡充の3つの領域を重点課題として研究開発を進めている。ドイツでは、新ハイテク戦略（2014年策定）の下、持続可能な開発のための研究プロジェクトとして、教育研究省において「FONA3（第3次枠組プログラム）」（2015～2018年）が実施されており、気候変動の解明、生物多様性の喪失、資源不足等の海洋分野に関連した課題に取り組んでいる。フランスでは、2013年に「フランス・ヨーロッパ2020」を策定し、水産資源やエネルギー資源の開発等に注力している。また、中国では、2008年に「2050年までの中国科学技術計画」を策定し、重点研究課題の一つとして宇宙・海洋の探査能力の向上を掲げており、既に2012年には7,000m級の有人潜水調査船（HOV）を開発した。同計画においては、HOVの開発では2030年を目途に水深11,000mに到達することを、遠隔操作型無人探査機（ROV）の開発では2020年を目途に11,000mまで到達することを目指すなど、極めて挑戦的な目標を掲げている。

（4）海洋科学技術に係る研究開発計画の策定に向けて

このように、国際的には、海洋の持続可能な開発及び管理（ガバナンス）の実現が求められており、このため、科学的根拠に基づく海洋及び海洋資源の管理、保全、持続可能な利用を図るべく、各国の協力・協働の下に、国際的な海洋観測及び環境評価を強化するための科学的取組を一層推進することが必要とされている。また、国内的には、海洋科学技術分野においても、社会・経済的な課題への対応や産業競争力強化に向けて、科学技術イノベーションの創出が強く求められており、このため、分野・組織の枠を越え産学官の英知を結集して戦略的に研究開発を実施し、得られた成果の社会への還元を

一層推進することが必要とされている。

かかる近時の状況変化を踏まえ、海洋開発分科会において、今後 10 年程度を見通し、概ね 5 年以内を対象期間として、「海洋科学技術に係る研究開発計画」（以下「研究開発計画」という。）を策定し、文部科学省として「重点的に推進すべき研究開発の取組」やその「推進方策」を示し、第 5 期基本計画及び海洋基本計画の具体化、実行及びフォローアップを図ることとする。

（これまでの分科会での主な意見）

- 我が国は国土面積に比して非常に広大な排他的経済水域を有するという点で他の大多数の国家とは異なるため、将来の国の在り方も自ずと独自のものとなる。海洋科学の進歩が海洋国家である我が国の将来をどのように変えていくのか、といったグランドデザインを考えられると良い。
- 現在の科学技術政策は 5 年ごとに見直しを行っているが、海洋モニタリングのような基本的な取組については、より長期的なビジョンをもって取り組む必要がある。政策を考える上では、時間の要素を入れて整理すべき。
- 海洋開発分科会で議論する重点事項とは、予算資源等を集中させるという意味ではないと考える。力量の配分の点を議論する機会があればありがたい。

II. 重点的に推進すべき海洋科学技術分野

本章では、海洋科学技術を取り巻く諸情勢の変化を踏まえ、今後10年程度を見通し、概ね5年以内を対象期間として、第5期基本計画等に掲げられた目標を基に、重点的に推進すべき海洋科学技術の各分野における大目標を定めるとともに、大目標を達成するために文部科学省として取り組むべき具体的な方策についてまとめる。

海洋科学技術分野全体としての大目標は以下の通りとするが、関係する経済・社会的課題が多岐にわたることや基盤的・基礎的研究も重要であることから、幾つかの項目に分けてまとめることが実効的である。

そこで、近年、海洋科学技術によるイノベーション創出や海洋のガバナンス（持続可能な開発及び管理）の実現に向けた取組が求められていることを踏まえ、重点的に推進すべき海洋科学技術分野としては、「極域及び海洋の総合的な理解とガバナンスの強化」、「海洋資源の開発・利用」、「海洋由来の自然災害への防災・減災」、「基盤的技術の開発と産業競争力の強化」、「海洋科学技術を支える基礎的研究の推進」の5つとする。

<大目標>（第5期基本計画等に掲げられた目標）

海洋や宇宙の適切な開発、利用及び管理を支える一連の科学技術は、産業競争力の強化や上記（1）から（3）*の経済・社会的課題への対応に加えて、我が国の存立基盤を確固たるものとするものである。また同時に、我が国が国際社会において高い評価と尊敬を得ることができ、国民に科学への啓発をもたらす等の更なる大きな価値を生み出す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。

海洋に関しては、我が国は世界第6位の排他的経済水域を有しており、「海洋立国」として、その立場にふさわしい科学技術イノベーションの成果を上げるため、着実に取り組んでいくことが求められる。海洋に関する科学技術としては、氷海域、深海部、海底下を含む海洋の調査・観測技術、海洋資源（生物資源を含む）、輸送、観光、環境保全等の海洋の持続可能な開発・利用等に資する技術、海洋の安全の確保に資する技術、これらを支える科学的知見・基盤的技術などが挙げられる。

（略）

総合科学技術・イノベーション会議は、総合海洋政策本部や宇宙開発戦略本部と連携し、海洋基本計画や宇宙基本計画と整合を図りつつ、海洋や宇宙に関する技術開発課題等の解決に向けた取組を推進する。（第5期基本計画）

※（1）持続的な成長と地域社会の自律的な発展、（2）国及び国民の安全・安心の確保と豊かで質の高い生活の実現、（3）地球規模課題への対応と世界の発展への貢献

<大目標の柱（案）>

1. 極域及び海洋の総合的な理解とガバナンスの強化
2. 海洋資源の開発・利用

3. 海洋由来の自然災害への防災・減災
4. 基盤的技術の開発と産業競争力の強化
5. 海洋科学技術を支える基礎的研究の推進

(論点)

- ◆ 海洋科学技術政策を推進するに当たって、大目標の柱は適切か。
- ◆ 新たに追加すべきものはないか。

1. 極域及び海洋の総合的な理解とガバナンスの強化

<大目標>（第5期基本計画等に掲げられた目標）

[地球規模の気候変動への対応]

地球規模課題の一つである地球温暖化の主な要因は、人為的な温室効果ガスの排出増加とされ、地球温暖化に伴う気候変動が今後更に経済・社会等に重大な影響を与えるおそれがある。

このため、地球規模での温室効果ガスの大幅な削減を目指すとともに、我が国のみならず世界における気候変動の影響への適応に貢献する。（第5期基本計画）

気候変動、海洋酸性化対策といった地球規模の環境問題への対応として、我が国が世界の主導的立場を取るべく調査・研究を推進するとともに、引き続き長期モニタリングに取り組む。（海洋基本計画）

北極域及び南極域等の観測並びに調査研究は、地球規模の気候変動や将来予測、地球温暖化や日本周辺の気象等への影響評価に重要であり、特に北極域においては将来の北極海航路の利用可能性評価にもつながるため、これを継続・推進する。（海洋基本計画）

[生物多様性への対応]

豊かな生物多様性と健全な生態系は、人間社会の存立基盤をもたらす自然資本として重要である。近年、地球規模での生物多様性の減少や生態系サービスの劣化が生じていることから、自然と共生する世界の実現は、国内だけでなく国際社会でも重要な目標となっており、生物多様性の損失の防止を図ることが求められている。また、自然に対する働きかけの縮小による影響が生じており、国土の価値の向上に資するために里地里山等の二次的自然の保全活用も課題となっている。（第5期基本計画）

<大目標達成のために必要な中目標>（文部科学省の役割）

[海洋及び海洋資源の管理・保全と持続的利用]

近年、北極域の海氷の減少や海水温の上昇、海洋酸性化の進行等の地球温暖化や人間活動による海洋への影響が顕著になっており、これによる海洋の生態系サービスの低下が懸念されている。海洋は生物多様性の確保に大きな役割を担っており、生物多様性の損失の防止の観点から、科学的根拠に基づく海洋・海洋資源の管理・保全及び持続的利用を行うことが重要である。また、これにより、海洋国家たる我が国の国益の確保に貢献することができる。

このため、生物・化学データを含む海洋の総合的な観測や海洋生態系の構造、機能等に関する研究を強化し、海洋環境の変化の把握とその生態系への影響の解明を進めるとともに、海洋資源の管理・保全及び持続的利用を図る。また、得られた知見を国内外に発信し、政策的な議論に反映させることにより、国際的なルール作りに貢献する。

〔地球規模の気候変動への対応〕

深刻化している地球温暖化や異常気象等の地球規模の環境問題への適応は人類にとっての喫緊の課題である。海洋は、地球表面の7割を占め、気候変動に大きな影響を与えていることから、その調査・研究の推進が不可欠である。

このため、海洋の継続的な観測、シミュレーション等を推進し、海洋の現状、将来の状況、気候変動への影響等を理解するとともに、得られた知見を国内外に発信し、政策的な議論に反映させる。

また、気候変動が顕著に表れる北極域は、北極海航路の利活用等もあいまって国際的な関心が高まっており、その取組の強化を図る。

【中目標の達成状況の評価のための指標（目標値）】

◇アウトプット指標

◇アウトカム指標

【中目標達成のために重点的に推進すべき研究開発の取組】

（1）海洋及び海洋資源の管理・保全と持続的利用

海洋環境の変化を把握するため、深海底や極域等、海洋生態系の機能、構造や生息する海洋生物に関する情報が不足している海域での調査・観測を強化し、海洋生態系の保全及びその利用に資するデータを継続的に取得するとともに、海洋生態系のモニタリングの基盤となるモニタリング技術の研究開発を進める。また、海洋環境の生態系等への影響を解明し、海洋資源の管理・保全及び持続的利用に資するため、遺伝資源を含む生態系サービスの評価に関する研究開発を推進するとともに、生態系の維持・回復技術等の研究開発を推進する。

なお、これらの研究開発で得られた海洋生態系や生物多様性に関する科学的知見を国内外へ発信することにより、海洋生物資源の管理・保全と持続的利用に関する国際的なルール作りへも貢献する。

○海洋生態系の保全・再生に資する先進的な観測・計測技術等の開発

海洋生態系の保全及び持続的利用に資する知見を得るためには、これまでの物理分野に加え時空間的に疎らである生物地球化学分野・生物分野のデータや、より深海域のデータを、高密度に確保することが必要である。このため、①漂流フロート、係留ブイ、船舶等による観測を組み合わせた統合的観測網を構築して観測するとともに、②海洋生物やその周辺環境の広域・連続的なセンシング・モニタリング、生物種の定量把握や同定の効率化、及び生態系ネットワークの解明等による基盤的な生物・環境データの集積に資する先進的な計測技術の研究開発を実施する。

○海洋生態系機能の解明及び持続的利用に資する研究開発

研究船、有人潜水調査船、無人探査機、ゲノム解析技術、バイオインフォマティクスといった先端的な観測技術を活用し、深海等の極限環境生命圏を含む海洋を調査し、海洋生態系の機能、地球環境との相互作用、物理・化学プロセスと生物の関連を明らかにするとともに、海洋生物多様性を生み出すメカニズムの解明に資する研究開発を行う。また、生態系や生物多様性の変動を把握し、生態系の将来予測に貢献する新規モデルの研究開発を行うとともに、我が国周辺海域における生態系全体の生産力を持続的に利用するための手法を開発する。

○生態系サービスの評価技術及び持続可能な管理・利用技術 < P >

近時、BBNJ についての国際的な議論の高まりや、海洋保護区設定の動きがある中で、生態系に基づく管理（EBM : Ecosystem-based management）が求められている。このため、海洋生物資源の持続可能な利活用と海洋生態系サービスの持続的な管理・享受のために不可欠な生態系サービスの評価手法の研究開発に取り組む。

○海洋生態系の被害と回復過程の解明に関する研究開発

東北太平洋沖地震とそれに伴う津波により、多量のがれきの流出や藻場・干潟の喪失等が発生し、沿岸域の漁場を含め海洋生態系が大きく変化したことから、海洋生態系の回復と漁業の復興が緊急かつ重要な課題である。このため、大学や研究機関等による復興支援のためのネットワークとして東北マリンサイエンス拠点を構築し、関係省庁や地元自治体、地元漁協等と連携しつつ、海洋生態系の調査研究を実施する。具体的には、対象海域の物理・化学的環境と生物動態について総合的に調査研究し、東北地方太平洋沖地震・津波後の海洋生態系の変動メカニズムを把握することで、生物多様性や生態系を保全した持続的漁業のあり方について科学的知見やデータを提供する。

（2）地球規模の気候・海洋変動への対応

海洋の現状、将来の状況、気候変動への影響等を解明するために、人工衛星や研究船、観測ブイ、係留フロート等を用いた高度な観測技術を最大限に活用して、地球環境変動に大きな役割を果たす海洋を総合的に観測する。また、気候変動メカニズムを把握・理解するとともに、最先端の予測モデルやシミュレーション技術を駆使し、スーパーコンピュータ等を最大限に活用することにより、地球規模の環境変動の予測及び我が国に及ぼす影響を把握するための研究開発を推進する。さらに、得られたデータや情報をビッグデータとして捉え、気候変動に起因する経済・社会的課題の解決のために地球環境情報プラットフォームを構築する。

なお、これらの研究開発で得られたデータ及び科学的知見については、国内外に積極的に発信し、科学的根拠に基づいた政策決定や国際的な合意形成に貢献する。

○気候変動の監視のための海洋環境の継続的観測

地球規模変動を統合的に理解、精密に予測するためには、地球システムの熱循環、物質循環やその海洋生態系への影響を把握する必要がある。このため、研究船や観測ブイ、係留フロート等を用いた高度な観測技術を最大限に活用して、海洋が大きな役割を果たす地球環境変動を総合的・継続的に観測するとともに、特に、観測データが不足している両極域を含むグローバルかつ高解像度の恒常的な観測体制を構築する。

○気候変動メカニズムの解明に資する研究開発

気象・気候の変動や地球温暖化等の地球環境変動に決定的な影響を与える海洋―大気間、海洋―陸域間、熱帯域―極域間のエネルギー・物質の交換について、観測に基づきそのプロセスや実態の統合的な理解を進めるとともに、地球環境変動を精密に予測することに資する技術を開発する。また、地球温暖化や進行中の海洋酸性化と生態系への影響、熱・物質分布の変化等の地球環境の変わりゆく実態を正確に把握して具体的な事例を科学的に実証するとともに、気候変化・変動への適応策・緩和策の策定に資する新たな科学的知見を提示する。

○スーパーコンピュータ等を活用した地球環境変動予測技術の高度化

気候変動の緩和策・適応策に資する気候予測・影響評価研究の基盤として、信頼性の高い気候モデルの開発が不可欠である。このため、気候感度の不確実性低減、予測や影響評価のための精度向上等の基礎となる研究開発を強化する。また、これらの取組を通じて、IPCC に対する我が国の貢献や、緩和・適応に向けた世界的な議論や取組におけるプレゼンスを維持する。

○地球環境情報プラットフォームの構築

気候変動への適応・緩和をはじめとした多様な社会課題の解決に貢献するための社会基盤として、企業も含めた国内外の多くのユーザーに長期的・安定的に利用される地球環境プラットフォームを構築する。具体的には、国立研究開発法人海洋研究開発機構、国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構、気象庁、国土交通省等の政府が保有する海洋観測データ等を集約し、多種多様なデータをリアルタイムで統合・解析するための情報基盤（DIAS）と連携するとともに、データ科学・計算科学の活用により気候変動予測の高精度化を図る。

（3）極域における観測・調査研究の充実

海洋の現状、将来の状況、気候変動への影響等を解明するために、地球温暖化の影響が最も顕著に出現している北極を巡る諸課題に対して、国際共同研究等の推進、最先端の北極域観測技術の開発等を進めることにより、我が国の強みである科学技術を活かして貢献する。

○国際共同研究等の推進

北極域における環境変動と地球全体へ及ぼす影響の包括的な把握や精緻な予測を

行うことにより、社会・経済的影響を明らかにし、適切な判断や課題解決のための情報を内外のステークホルダーに伝えることを目的として、国際連携拠点の整備、国際共同研究の推進、若手研究者の育成等に取り組む。また、EISCAT（欧州非干渉散乱）レーダーを用いた高緯度域の大気圏・電離圏・磁気圏の国際共同観測及び研究を一層推進する。

○先進的な北極域観測技術システムの構築

最新鋭の海洋観測設備を有し氷海航行が可能な北極域研究船の検討や海氷下での自律航行や観測が可能な自立型無人探査機（AUV）等の開発などにより、北極海における総合的観測システムを構築する。

（論点）

- ◆ 中目標は、海洋分野における文部科学省の役割として適当か。追加すべき項目はあるか。
- ◆ 研究開発の取組として、これまでから進めているものに加え、新たに取り組むべきものはどのようなものか。

（これまでの分科会での主な意見）

- 科学的な知見に基づきグローバルな海洋ガバナンスの議論をリードしていくため、国家として海洋科学を推進していくべきである。
- 海洋のガバナンスを論じる際には、データに基づいて議論する必要がある。特に、定常的な海洋観測のデータが重要であるが、ロングタームの観測は成果が挙がりにくく、予算が減りつつあるために実施できないという問題がある。
- 海洋の総合的理解のための継続的観測は極めて重要だが、交付金（予算）がじり貧になっており、立ち行かなくなっている。必要なスペック、タイムスケジュール等を含めて観測体制の全体像をパッケージ化した概念図の様なものがあれば良いのだが。
- 今後の海洋科学技術を考える上では、海洋生態系の保全という観点が重要である。例えば、イノベーションによる新たな産業の創出を考える上でも、海洋生態系の保全の観点を盛り込むべき。
- 気候変動とともに地球温暖化対策に関する研究開発も盛り込むべき。
- 非常に長期間の気候変動と週単位の天候変化の中間くらいの期間で起こる、干ばつ等の異常気象を予測するような研究開発も盛り込むべき。
- 気象関係では民間での観測等が進んでいる。海洋分野でも気象分野と同様に、小規模スケールでの観測の実施等について民間での実施を成り立たせることができないか、といった視点での検討も必要ではないか。

特に、沿岸域は一番人間の生活に近い一方、我々の沿岸域に対する海洋観測は足りていない。沿岸域で生じる現象を予測・注意喚起することができれば、社会的な

ベネフィットはあると思う。

- 宇宙からの（人工衛星を使った）海洋観測についても盛り込むべき。
- 世界的にはCO₂やSO_xの観測を海上でもやろうという環境規制強化の流れがある中で、本当に海洋上で正確に測れるかどうかという問題がある。
- マイクロプラスチック（ゴミ）の問題は重要課題の一つであり、盛り込むべき。
- 北極域は気候変動の影響を最も早く受ける地域であり、その研究を通じて将来の地球環境を予測し、社会に発信していくことは、社会全体のイノベーションにつながりうる。
- 我が国は北極域に領土を持たないため、北極域へのコミットメントは戦略的に進める必要がある。

2. 海洋資源の開発・利用

<大目標> (第5期基本計画等に掲げられた目標)

[資源の安定的な確保と循環的な利用]

我が国は、化石燃料やレアメタルの大半を輸入に頼っており、輸出入の制限や遅延、資源の需要増大による価格高騰等は、経済や産業の活動に直接的な影響がある。また、資源の採掘・精錬等に伴う汚染、排出される廃棄物の増加等も喫緊の課題である。

このため、資源の安定的な確保を図りつつ、ライフサイクルを踏まえ、資源生産性と循環利用率を向上させ最終処分量を抑制した持続的な循環型社会の実現を目指す。

(第5期基本計画)

海洋エネルギー・鉱物資源の開発については、調査・研究を継続しつつ、事業化のための開発・研究を強化する段階に至ったと位置付け、我が国周辺海域の資源ポテンシャルを把握するための技術開発と広域科学調査・資源探査を継続的に実施する。また、開発に際しての環境影響評価手法も併せて検討を継続・推進する。(海洋基本計画)

[食料の安定的な確保]

世界規模での人口増加と地球温暖化等の変化による将来的な食料不足や栽培適地の変化が顕在化しつつある中で、国民に食料の安定供給を確保することは喫緊の課題であり、かつ国の重要な責務でもある。一方で、我が国の地域経済を支える重要な産業である農林水産業を取り巻く現状を見ると、就業者の減少や担い手の高齢化が急速に進行しており、環太平洋パートナーシップ (TPP) 交渉等の結果も踏まえた農林水産業の生産性の向上や関連産業の活性化が課題である。

このため、意欲ある新規就業者の増加や農林水産物・食品の輸出の促進及び食料自給率向上の実現を目指す。(第5期基本計画)

<大目標達成のために必要な中目標> (文部科学省の役割)

[海洋鉱物資源の安定的な確保]

資源を安定的に確保するために、今後、我が国の周辺海域に存在すると期待されている海洋鉱物資源 (海底熱水鉱床、コバルトリッチクラスト、レアアース泥等) の開発・利用に向けた取組を進める。このため、広大な海域を効率的に調査する技術開発や、鉱物資源の科学的成因論等の研究開発を推進し、賦存量を科学的に把握する手法の確立を図るとともに、深海における生態系の調査・研究により、海洋環境影響を把握・評価するため手法を開発する。

[海洋生物資源の安定的な確保及び利用]

世界的な人口増加による水産資源需要の高まりや地球規模の気候変動により、水産資源の安定供給への影響が懸念されていることから、水産資源を含む海洋生物資源の安定的確保及び持続可能な利用のために、増殖・養殖に資する革新的な生産技術の開

発に取り組むとともに、関係機関と連携のもと高精度の海洋観測を継続的に実施し、海洋環境や水産資源の変動を再現・予測する手法を開発する。

【中目標の達成状況の評価のための指標（目標値）】

◇アウトプット指標

◇アウトカム指標

【中目標達成のために重点的に推進すべき研究開発の取組】

（１）海洋鉱物資源の安定的な確保

海洋鉱物資源の賦存量を科学的に把握する手法を確立するために、海洋鉱物資源を効率的に調査するための要素技術であるセンサの高度化や複数センサを組み合わせたシステム化を進める。その際、将来、海洋資源開発に参入する民間企業等にも利用されることと目指し、高性能（高解像、小型、省電力等）かつ安価な技術を開発する。

また、海洋鉱物資源は、深海や未調査海域等の新たな海域からも発見されていることから、こうした海域を含め、総合的な資源の科学的調査・研究を実施し、その成因解明を進める。

さらに、将来開発利用する際の環境への影響等を評価するため、海洋鉱物資源の周辺環境調査や生息する生物の生態把握するための技術を開発する。

○海洋鉱物資源広域探査システム開発

海底熱水鉱床等の海洋鉱物資源が存在する水深 3,000m までの海域において、探査技術を実際に用いた調査を行い、データを取得、処理、解析しながら、実用化に向けた問題点を抽出し、これらの問題点を解決するために必要な高度化を行う。また、それら複数技術を用いた実海域における調査等を実施し、取得したデータを統合的に解釈することで、海洋鉱物資源の正確な分布及び量が把握可能となる効率的な広域探査システムの開発を行う。

○海洋鉱物資源の成因解明

海洋鉱物資源の成因解明と時空分布の把握・予測に資するため、最新の調査・分析手法を用いた海洋調査及び室内実験等を実施し、海底資源の形成過程に係る多様な要素を定量的に把握、形成モデルを構築する。

○海洋環境の保全との調和のための環境影響評価手法等に係る研究開発

海洋鉱物資源の環境影響評価に資するための科学研究として、生物群集の変動を遺伝子レベルから個体群レベルまで調べ、高解像度の調査と長期の環境モニタリングから得られる大規模データとの統合解析により、生態系の変動における復元力の限界点を求め、環境影響評価の手法の構築を目指す。

(2) 海洋生物資源の安定的な確保及び利用

養殖・増殖に資する革新的な生産技術を開発するために、遺伝子や細胞操作といった新たな手法による低コストで安定した増養殖技術を実現するための研究開発を推進する。また、海洋環境や水産資源の変動を再現・予測する手法を開発するために、漁場や養殖場を含め海域全体の海洋生態系を高精度かつ長期的に観測し、海洋生物生産を支える生態系及びその変動を総合的に観測・解明するための研究開発を行う。

○海洋生物資源確保技術の高度化のための研究開発【一部再掲】

海洋生物資源の持続可能な利活用のために、「海洋生物の生理機能を解明し、革新的な生産につなげる研究開発」と「海洋生物の正確な資源利用予測を行うための生態系を総合的に解明する研究開発」を実施する。

具体的には、生殖幹細胞操作によるクロマグロ等の新たな受精卵供給法の開発を行い、低コストで安定した水産資源の供給や育種の加速、種の保全につながる革新的な増養殖技術を開発するとともに、我が国周辺海域における生態系全体の生産力を持続的に利用するための手法を開発する。

(3) 海洋空間の利活用 <P>

国土が狭い我が国においては、海洋生物や鉱物だけでなく、海洋空間自体を有効に利活用する必要があることから、海洋空間を総合的に理解し、利活用するための技術を確立する。その際、海洋生物資源及び鉱物資源の確保・利活用で研究開発されているモニタリング技術やセンサ技術等の成果も積極的に活用する。

(論点)

- ◆ 中目標は、海洋分野における文部科学省の役割として適当か。追加すべき項目はあるか。
- ◆ 研究開発の取組として、これまでから進めているものに加え、新たに取り組むべきものはどのようなものか。

(これまでの分科会での主な意見)

- 海洋の開発・利用に関し、産業界は諸外国に大きく遅れを取っているのが現状であり、政府主導の取組が必要ではないかと思う。
- 炭化水素資源、メタハイの成因解明、潮流発電等の海洋エネルギー等、エネルギー資源についても言及すべきではないか。
- 海洋鉱物資源の生産ということで考えると、遠隔操作重機の深海での展開があり、今後、工学的観点からもトレイグジスタンスが重要となってくる。
- 環境DNA、Ecosystem-based managementについても詳しく言及すべき。生物多様性や生態系保全の問題としては、特定種の絶滅がそれだけにとどまらず、食物

連鎖を通じて生態系全体の変化をもたらすため。

- メタゲノミクスやその先の有用物質に関する探査&研究についても明記してもらいたい。

3. 海洋由来の自然災害への防災・減災

<大目標> (第5期基本計画等に掲げられた目標)

我が国は、地震・津波、水害・土砂災害、火山噴火などの大規模な自然災害により数多くの被害を受けてきた。南海トラフ地震や首都直下地震などの巨大災害の切迫性が指摘され、一度発生すれば国家存亡の危機を招くおそれもある。また、平成23年の東日本大震災や平成26年の広島市土砂災害、御嶽山の火山災害、平成27年の関東・東北豪雨のように、多種多様な自然災害が頻発しており、これまでの災害から得られた教訓を今後の大規模自然災害等への備えに生かすことが強く求められている。

このため、このような自然災害に対して、国民の安全・安心を確保してレジリエントな社会を構築する。(第5期基本計画)

<大目標達成のために必要な中目標> (文部科学省の役割)

自然災害に対してレジリエントな社会を構築に向けて、人類に甚大な被害をもたらす海溝型巨大地震・津波について、防災・減災対策の強化が不可欠である。

このため、地殻構造・活動や地震発生履歴等についての高精度広域調査を行い、地震発生帯における動的挙動を総合的に調査・分析する。また、地震・津波のシミュレーション研究や被害像の評価に関する研究を行うことで、海溝型地震の発生メカニズムを理解・解明し、その社会・環境へ与える影響を把握するとともに、得られた知見を国内外に発信し、政策的な議論に反映させる。

さらに、地震・津波等による海洋生態系被害の状況とその回復過程を把握することにより、災害に対しても、生物多様性や生態系の回復が可能なレジリエントな沿岸域の構築に貢献する。

【中目標の達成状況の評価のための指標 (目標値)】

◇アウトプット指標

◇アウトカム指標

【中目標達成のために重点的に推進すべき研究開発の取組】

○海域地震発生帯の実態解明研究：海底地殻変動観測技術の開発及び海底震源断層の高精度広域調査

地震発生帯の地震・津波像の解明に資するため、地殻構造、地殻活動及び地震発生履歴等について精緻な調査観測研究を実施する。また、地震・津波観測監視システム(DONET)等の海域地震・津波観測システムから得られるデータや関係する研究機関とのデータ相互交換の枠組みを活用し、地震発生、地震動及び津波の予測精度の向上に資する解析研究を行う。さらに、地震発生帯における諸現象のシミュレーション研究等を実施し、海洋科学掘削で得られた研究成果との統合を図ることにより、巨大地

震発生帯の実態解明に資する新たな科学的知見を蓄積する。

○海溝型地震・津波等のメカニズムの理解・解明に関する研究開発

東日本大震災の教訓を踏まえ、現実的な地震・津波像に基づく地震・津波シミュレーション研究を行い、南海トラフ、南西諸島域及び日本海溝等の日本列島周辺海域における地震・津波被害像の評価を進めるとともに、防災・減災対策へ実装するため、各種予測計算等の準備を実施し、日本海や南海トラフ周辺海域等の地震・津波による被害の軽減に向けた情報基盤プラットフォームを構築する。これらを活用し、海域地殻変動や海底変動に起因する災害ポテンシャルの評価とそれに基づく地域への影響評価を行う。

○（地震・津波等による）海洋生態系の被害と回復過程の解明に関する研究開発

【再掲】

東北太平洋沖地震とそれに伴う津波により、多量のがれきの流出や藻場・干潟の喪失等が発生し、沿岸域の漁場を含め海洋生態系が大きく変化したことから、海洋生態系の回復と漁業の復興が緊急かつ重要な課題である。このため、大学や研究機関等による復興支援のためのネットワークとして東北マリンサイエンス拠点を構築し、関係省庁や地元自治体、地元漁協等と連携しつつ、海洋生態系の調査研究を実施し、地震・津波が東北沿岸域の海洋生態系に与えた影響と回復過程についての科学的知見を蓄積、提示することで、漁業等の復興対策に貢献する。

(論点)

- ◆ 中目標は、海洋分野における文部科学省の役割として適切か。追加すべき項目はあるか。
- ◆ 研究開発の取組として、これまでから進めているものに加え、新たに取り組むべきものはどのようなものか。

(これまでの分科会での主な意見)

- 海溝型地震の発生メカニズムを解明することは、ライザー掘削船を有する我が国にしかできない研究であり、現に国際深海科学掘削計画（IODP）による日本海溝掘削により得られたコアは地震学を明らかに前進させた。我が国において地震の被害を減らすための基盤的な知見を更に得るためには、南海トラフ地震発生帯掘削計画の推進が重要である。
- 減災という観点では津波予測の高度化が効果的であるが、現状においては海底の地殻変動を測るための技術が不足しているので、技術開発を推進すべき。
- 東日本大震災からの復興の過程で分かったように、防災・減災と生物多様性の保全といった一見すると異なる分野が実はつながっていることもある。

今後起こりうる震災に対しても、東北の知見が活かされるべきである。また、平時においても防災・減災と生物多様性の保全という観点を組み合わせた漁業の在り

方などを考えることも重要ではないか。

- 我が国には、東日本大震災を契機として立ち上がった様々なプロジェクトを通じて様々な知見が蓄積されてきている。世界的に見ても、これは我が国にしかない強みなので、防災・減災というキーワードに「復興」というキーワードを加え、東日本大震災で得られた知見を我が国のみならず世界的に展開していく方策を検討すべき。
- 地震・津波を観測するための海底の地殻変動を測定する技術も進化している。地震の観測に関する進歩は、およそ10年かけて図が1つできたような状態。海底プレートの観測は続けて行ってほしい。シップタイムの減少は懸念事項であるが、船でなく探査機等でも良いので、技術開発は進めてもらいたい。
- 地震の正体を知った（＝メカニズムを解明した）上で、予測・察知するというのが論理的な流れなので、中目標のこの部分の書き方は修正した方が良い。
- 「災害を予測する技術」とすると、地震や津波がどのようにおきるのかだけではなく、地震により建物がどのように壊れていくのかという被害状況の予測まで含まれることになるが、実際の取組例の項目には含まれていない。やろうと思っていることと、中目標の記述との間にギャップがある。災害予測までやられるならば私は反対しないが、「地震発生帯の観測→メカニズムの解明→地震発生予測」というだけで、災害予測により防災・減災、国民の安全・安心につながるとすると、どこか論理が飛躍しすぎているように思う。
- 異常気象等の気象災害も自然災害の中に含めるべきではないか。
⇒ 一方で、研究開発タマに落とし込むと、「海洋の総合的理解のための取組」と重複してしまうため、どのように仕分け・整理するのかの検討が必要。

4. 基盤的技術の開発と産業競争力の強化

<大目標>（第5期基本計画等に掲げられた目標）

〔国家戦略上重要なフロンティアの開拓〕

海洋に関しては、我が国は世界第6位の排他的経済水域を有しており、「海洋立国」として、その立場にふさわしい科学技術イノベーションの成果を上げるため、着実に取り組んでいくことが求められる。海洋に関する科学技術としては、氷海域、深海部、海底下を含む海洋の調査・観測技術、海洋資源（生物資源を含む。）、輸送、観光、環境保全等の海洋の持続可能な開発・利用等に資する技術、海洋の安全の確保に資する技術、これらを支える科学的知見・基盤的技術などが挙げられる。（第5期基本計画）

【再掲】

海洋に関する基礎研究や中長期的な視点に立って実施すべき研究開発を推進するとともに、国家存立基盤に関わる技術や広大な海洋空間の総合的な理解に必要な技術など、世界をリードする基盤的な技術の研究開発を推進する。（海洋基本計画）

〔超スマート社会サービスプラットフォームの構築に必要となる基盤技術〕

I C Tを最大限に活用し、サイバー空間とフィジカル空間（現実世界）とを融合させた取組により、人々に豊かさをもたらす「超スマート社会」を未来社会の姿として共有し、その実現に向けた一連の取組を更に深化させつつ「Society 5.0」として強力に推進し、世界に先駆けて超スマート社会を実現していく。（第5期基本計画）

（略）

超スマート社会サービスプラットフォームの構築に必要となる基盤技術、すなわちサイバー空間における情報の流通・処理・蓄積に関する技術は、我が国が世界に先駆けて超スマート社会を形成し、ビッグデータ等から付加価値を生み出していく上で不可欠な技術である。

このため、国は、特に以下の基盤技術について速やかな強化を図る。

- ・非構造データを含む多種多様で大規模なデータから知識・価値を導出する「ビッグデータ解析技術」（第5期基本計画）

<大目標達成のために必要な中目標>

前記1～3の研究開発を支える、深海探査技術や掘削技術等の最先端の調査・観測・開発利用技術の開発・運用や、シミュレーション技術やビッグデータ収集・解析技術等の情報基盤の整備・運用を進める。

特に、ビッグデータ解析技術、A I技術、センサ技術、ロボット技術、バイオテクノロジー等は、超スマート社会を支える基盤技術として重要であり、海洋科学技術の中においてもそれらの技術の強化を図り、産業競争力の強化に貢献する。

【中目標達成状況の評価のための指標（目標値）】

◇アウトプット指標

◇アウトカム指標

【中目標達成のために重点的に推進すべき研究開発の取組】

(1) 最先端の調査・観測技術の開発・運用

前記1～3の海洋科学技術分野の研究開発を支える、深海探査技術や掘削技術等の調査・観測・開発利用技術の高度化を図るとともに、センサ、ロボット等の超スマート社会を支える基盤技術の強化を図るため、先進的基盤技術や高精度・高機能観測システムの開発を進める。

○先進的基盤技術の研究開発

高精度で効率的な観測・探査システムの構築を推進するため、音響通信・複合通信システム、計測・センシング、測位、検知・探知、モニタリング、試料回収、分析等に係る先進的要素技術、探査・観測システム等の長期運用に必要となるエネルギーシステム、深海底での調査や観測のためのセンサや観測プラットフォーム設置に係る技術等について、先進的な研究開発を行う。

○高精度・高機能観測システムの開発

深海等の未知の領域を効率的に探査するための海中・海底探査システム及びそれらに関連するサブシステム並びに長期にわたり広範囲な3次元空間を高精度で観測するための観測システム開発を行う。

特に、深海探査システムの高度化については、「今後の深海探査システムの在り方」を踏まえ、各研究分野・水深別のニーズや技術的なフィージビリティを踏まえながら有人探査機及び無人探査機のそれぞれの特性を活かした機動的かつ統合的な深海探査システムを構築することとする。また、掘削技術については、科学的に重要な試料を取得するため、大水深に対応した掘削機器や、高温・高圧環境下において長期間観測が可能なセンサ等を開発し、掘削システムの高度化を図る。

(2) 情報基盤の整備・運用

前記1～3の海洋科学技術分野の研究開発を支える情報基盤の整備・運用を図るとともに、ビックデータ、AI等の超スマート社会を支える基盤技術の強化を図るため、「地球シミュレータ」等を最大限に活用し、海洋地球科学の推進のために必要な先端的な融合情報科学を推進する。

○先進的プロセスモデルの開発

様々なスケールの諸現象を高精度に予測するため、数理科学を基盤とした領域横断的アプローチにより個別問題を統合問題としてとらえて基盤となる手法を開発し、先端的な数理・物理モデルやシミュレーション手法を開発する。それらを用いて数値実

験を行い、諸プロセスの再現性を実証的に評価してモデルの信頼性を向上させる。

○データ統合・解析システム（DIAS）との連携による先端的な解析手法の開発

世界に先駆けた超スマート社会の実現（Society 5.0）に向けてIoTを有効活用した共通のプラットフォーム（超スマート社会サービスプラットフォーム）の構築に必要な取組である「データ統合・解析システム（DIAS）」と連携し、「地球シミュレータ」を最大限活用して海洋地球科学に関するビッグデータを効率的に処理し、そこから有用な情報を導き出すための先端的な解析手法を開発する。

○地球環境情報基盤（地球環境情報プラットフォーム）の構築

海洋地球科学についての統合知識情報を創出し、社会に利活用可能な情報とするために必要となる観測データを整備し、これらを活用した大規模数値シミュレーション技術及び統合データ処理・解析技術を開発する。さらに、観測、シミュレーション及び予測等の統融合データと付加価値情報を、広く、わかりやすく、効果的に社会に還元するための地球環境情報基盤を構築し、発信する。

（論点）

- ◆ 中目標は、海洋分野における文部科学省の役割として適切か。追加すべき項目はあるか。
- ◆ 研究開発の取組として、これまでから進めているものに加え、新たに取り組むべきものはどのようなものか。
- ◆ 観測技術の高度化のために、宇宙との連携を一層推進すべきではないか。
- ◆ 文部科学省として、海上輸送の効率化・高度化・環境負荷低減等に関する研究開発や海域空間・海底下空間の利活用に関する研究開発に取り組むべきことはあるか。

（これまでの分科会での主な意見）

- 深海探査技術については、戦略的な推進が必要である。例えば今後深海の鉱業開発において、有人潜水船での調査を必須とするようなルールを構築することができれば、深海鉱業開発が可能な国も自ずと限られることとなるのであって、その際我が国は非常に強いポジションを取ることができる。
- 我が国は有人潜水船を有しているが、例えば深海鉱業開発において有人潜水船が必要ということになれば、他国もコストを掛けて開発に踏み切るかもしれない。その時我が国は今までに蓄積してきた経験を活かし、他国にはできないことを戦略的にやっていく必要がある。
- 1～3までは個別分野に係る項目であるのに対して、4は横断的な項目となっているので、（重複や脱落を防ぐ意味でも）マトリックスで整理した方が良いのではないか。
- 全体を通して、人間活動との関係についての記述がない。特に、沿岸域では人間活動との相互作用や関連性を考えざるをえないので、対象海域として沿岸域を明記し

た方がよいのではないか。

- 日本が責任を持つ海域を明記した方がよいのではないか。まずはEEZ。それ以外では日本の地理的立ち位置からして、太平洋とインド洋（の一部）。

5. 海洋科学技術を支える基礎的研究の推進

＜大目標＞（第5期基本計画等に掲げられた目標）

〔国家戦略上重要なフロンティアの開拓〕

海洋に関しては、我が国は世界第6位の排他的経済水域を有しており、「海洋立国」として、その立場にふさわしい科学技術イノベーションの成果を上げるため、着実に取り組んでいくことが求められる。海洋に関する科学技術としては、氷海域、深海部、海底下を含む海洋の調査・観測技術、海洋資源（生物資源を含む）、輸送、観光、環境保全等の海洋の持続可能な開発・利用等に資する技術、海洋の安全の確保に資する技術、これらを支える科学的知見・基盤的技術などが挙げられる。（第5期基本計画）

【再掲】

海洋に関する基礎研究や中長期的な視点に立って実施すべき研究開発を推進するとともに、国家存立基盤に関わる技術や広大な海洋空間の総合的な理解に必要な技術など、世界をリードする基盤的な技術の研究開発を推進する。【再掲】（海洋基本計画）

＜大目標達成のために必要な中目標＞

海洋には、アクセス困難な深海底・氷海域や、多種多様な未知の生物種の存在など、その実態が未だ十分に解明されていない領域が残されているため、科学的調査や観測によってその実態を解明する。また、海底下の掘削により地球深部の試料を採取し、掘削孔を利用した地球内部観測を行うことで、地下生命圏の調査、地球環境変動の理解や予測、地球内部の活動や地震、火山活動等の実態等我が国の生物資源や防災に資する新たな知見を蓄積していくこととする。

【中目標達成状況の評価のための指標（目標値）】

◇アウトプット指標

◇アウトカム指標

【中目標達成のために重点的に推進すべき研究開発の取組】

（1）掘削科学等による科学的知見の拡大

平成25年10月から開始された多国間科学研究協力プロジェクトである海洋掘削の技術開発は、海底下という未踏のフロンティアへのアプローチを可能なものとし、その結果、多数の研究課題が生まれている。また、地球内部には地球の変動の歴史が記録されており、地上では観測が難しい地球のダイナミックな変動を直接観測することができるため、掘削により地球深部の試料を採取し、掘削孔を利用した地球内部観測を行うことで、地下生命圏の調査、地球環境変動の理解や予測、地球内部の活動や地震、火山活動等の実態等我が国の生物資源や防災に資する新たな知見を蓄積していくことが期待できる。

このため、「国際深海科学掘削計画（IODP）」（平成25年10月～）を推進し、海洋研究開発機構が運用する地球深部探査船「ちきゅう」等による海洋掘削を行うとともに、地球を構成する物質の直接採取、分析及び現場観測を実施し、数値解析手法やモデリング手法等を用いることで、海洋・地球・生命を関連させた全地球内部ダイナミクスモデルの構築とその理解の推進を図り、多様な探査と地球深部への掘削により掘削科学の新たな可能性を切り拓く。また、海洋掘削に関する総合的な知見に基づき、今後需要が増すと見込まれる超深度掘削技術の発展に寄与する。

（2）基礎研究の推進

広大な海洋空間を継続的・長期的に観測するとともに、海洋に関する科学的知見の充実を図るため、1～3に示す海洋科学技術の各分野の研究開発を進めるとともに、海洋に関する学術的・基礎的研究に長期的かつ継続的に取り組むこととする。なお、こうした基礎研究で得られた科学的知見は、人類共通の知的資産の飛躍的増大に貢献するものであるのみならず、海洋の開発・利用や海洋環境の保全、気候変動等の地球規模課題や海洋由来の自然災害への対応等、社会・経済上の諸課題解決のための重要な基盤となることに留意すべきである。

（論点）

- ◆ 中目標は、海洋分野における文部科学省の役割として適当か。追加すべき項目はあるか。
- ◆ 研究開発の取組として、これまでから進めているものに加え、新たに取り組むべきものはどのようなものか。

（これまでの分科会での主な意見）

- 基礎研究や基盤技術の開発が重要であることはわかるが、どの分野にも通じるような普遍的な書き方になってしまっていて、海だからこそさらに国が力を入れなくてはいけないということを強調すべきではないか。
- 年々科学技術関係予算が減少していく中で海洋の基礎研究・学術研究を継続していくためには、民間からの投資や産業化にもつながるような研究開発を推進していく必要がある。
- 現在の科学技術政策は5年ごとに見直しを行っているが、海洋モニタリングのような基本的な取組については、より長期的なビジョンをもって取り組む必要がある。政策を考える上では、時間の要素を入れて整理すべき。【再掲】

Ⅲ. 研究開発の企画・推進・評価を行う上で留意すべき推進方策

基本計画のうち第4章(科学技術イノベーションの基盤的な力の強化)、第5章(イノベーション創出に向けた人材、知、資金の好循環システムの構築)、第6章(科学技術イノベーションと社会との関係深化)に関し、海洋科学技術分野において留意すべき事項について記載。

<項目案>

- 人材育成
- オープンサイエンスの推進
- オープンイノベーション(産学官連携)の推進、知的財産・標準化戦略
- 社会(ステークホルダー)との関係深化
- 関係府省庁連携
- 国際協働

(1) 人材育成

海洋科学技術分野は、他分野や社会との関連性が強く、また、国際的枠組みの中で解決しなければならない諸問題が多い。特に、イノベーション創出や国際的に海洋のガバナンスの実現が求められている現状では、専門分野に関する深い知識や学際的に幅広い視野及び見識を持つだけではなく(専門性、学際性)、社会との関係や研究成果の社会実装を意識しつつ研究開発を遂行することができる能力(社会性)、更には国際的に議論をリードできる能力(論理性、国際性)をも兼ね備えた人材の育成が必要である。

そこで、研究プロジェクトの実施に当たっては、幅広い分野から積極的に大学院生や博士研究員を含む若手人材の参画を求めるとともに、クロスアポイントメント、連携大学院制度等を活用して、産学官が連携して海洋科学技術人材の育成を図る。また、国際学術集会や国際的な研究者ネットワークへの参画等を促進し、国際的に活躍できる人材の育成を目指す。さらに、初等中等教育の現場において、海洋分野の研究者を講師とする出前事業や体験学習などを実施し、児童・生徒へ海に対する理解を深める機会を提供する。

(これまでの分科会での主な意見)

- これまでの人材育成は新たな科学的知見を生み出す科学者の育成に注力していたが、例えば北極域の気候変動に関する知見を漁業の在り方にフィードバックしていく人材や、科学技術を研究現場に実装する技術者のように、科学的知見を社会に活かしていく人材の育成とその社会的評価の見直しが重要である。
- 一つの専門分野で海洋を総体的に理解することは困難であるが、その反面として海洋の理解は人間社会への応用の可能性も多分に含んでいるので、研究者と産業界の

双方向的な対話を進めることが重要である。

- 人材育成も含め、個々に分かれているように見える分野であっても、より統合的に取り組むべきことがもっとあるのではないか。
- 国民の海に対する理解を深めるために海洋リテラシーの普及を効果的に進めるとともに、初等中等教育における海洋教育の推進を図るための取り組みが必要である。
- 国際競争力を持った人材の育成についても明記してもらいたい。

(2) オープンサイエンスの推進

海洋地球観測データ・気候変動予測データ等の研究活動を通じて得られたデータやサンプル等については、オープン・アンド・クローズド戦略や知的財産の実施等に留意しつつ、研究者をはじめ一般国民が利用しやすい形で整理・保管し、提供する。

(これまでの分科会での主な意見)

- 海洋モニタリングを実施する上では、データの用途を考え、色々な人に使ってもらえるデータにすることで、オープンデータ、オープンサイエンスにつなげていく必要がある。
- データの収集や管理といったオープンデータの考え方を明記した方がよいのではないか。
- 海洋に関する全データの運用とオープンデータへの取組は、海洋科学技術の開発から学校での海洋教育現場まで、あらゆる場面で活用できるように進めることが重要である。

(3) オープンイノベーション（産学官連携）の推進、知的財産・標準化戦略

産業競争力の強化や経済・社会的課題の解決に対して新しいソリューションを提供するためには、分野・組織・地域の垣根を越えた、人材・知識・資金結集の「場」の形成とその活用を図る必要がある。このため、国内外の大学、企業、公的研究機関等が連携・協力を戦略的に進め、研究開発で得られた知見・技術・成果の社会還元を一層推進する。

その際には、異分野の研究者を積極的に受け入れ、境界をなくすことによって、それまで想定できなかったような新たな価値の創出が起り得ることに留意するとともに、研究開発の初期段階から、オープン・アンド・クローズド戦略や知的財産戦略、標準化戦略の検討を行うことが必要である。

(これまでの分科会での主な意見)

- 海洋分野が発展するためには、様々な知見や能力を有する方が興味を持って入れるよう、オープンイノベーションの環境を整えるべき。
- 新しい価値の創出のためには、閉じたイノベーションではなく、外の人からのアプローチがやりやすい環境を作っていく必要がある。

- 省庁の壁を超えるとともに、将来的に産業化につながるという視点を強調した方がよいのではないか。

(4) 社会（ステークホルダー）との関係深化

海洋科学技術を推進する上では、幅広いステークホルダーとの双方向での対話・共同による関係深化を図ることが重要である。海洋の保全と利用の在り方等について国際的にも様々な議論が活発化している中、水産業者、海運業者、港湾事業者をはじめ海を利用する多くの国民が、海洋生態系の保存や持続可能な生産の重要性など海洋環境に関する科学的な理解を深めることは、科学的根拠に基づく海洋生物資源の管理、保全及び持続可能な利用を促す上で必要不可欠である。

このため、海洋研究開発機構をはじめとする海洋分野の研究機関及び研究者・技術者は、水産業者等の利害関係者への説明会、公開シンポジウム、施設公開イベント等を通じて、分かりやすく研究開発成果を伝えるアウトリーチ活動を積極的に推進する。

(これまでの分科会での主な意見)

- 科学に対する社会的な理解を深めることは重要である。例えば東北の復興に携わっている経験から言えば、漁業者の科学的な理解が深まることで、生態系の保存や持続可能な生産の重要性が漁業者の間で浸透し、それが漁業の在り方の変化を促すのではないかと考えている。
- 海洋研究のステークホルダーについては、海洋国である日本としては国民があまねくベネフィットを受けるのではないかと。国民の生命・財産を守ることに海洋の研究や技術開発が重要であるということが一番の冠としていただきたい。
- 海洋研究が外交や科学技術、生産など、多様なベネフィットを生むが、最大のステークホルダーは省庁の垣根を越えた政府全体ではないかと。

(5) 関係府省庁連携

海洋科学技術分野の研究開発は、内閣府、農林水産省、経済産業省、国土交通省、環境省等、多くの関係府省で様々な取組が行われており、政府全体で効果的・効率的な研究開発が行われるよう、関係府省間での役割分担や連携を進めていくことが重要である。研究開発成果の民間移転等によるイノベーション創出を図るためには、産学官・関係府省が連携し、社会の多様なステークホルダーとも協働しながら、また、府省及び分野の枠を超えて横断的に取り組む府省横断型のプロジェクト等を最大限に活用しながら、研究開発から社会実装までの取組を一体的に進めていく必要がある。

(これまでの分科会での主な意見)

- 海洋分野においてはヘッドクォーターが中心となり、省庁の壁を越えて施策を実施していくという必要があるのではないかと。
- 日本が他国をリードできる分野を明確にするべきである。特に水産や沈み込み帯の

研究は日本が先頭に立ってやっつけていける分野であり、省庁の垣根を越えて、そういった「象徴」を作るといった議論をすべきではないか。

- 省庁の垣根だけではなく、様々な価値観の違いが存在するため、あらゆる分野の垣根を超えてもらいたい。新しい価値の創造をするためには、多様な人材が外から入りやすい環境と受け皿が必要である。

具体的には、情報共有のプラットフォーム作りを進めることなどがよいのではないか。

- 海洋に関する科学技術が他の分野の先端的な科学技術ともしっかりと連携できるということを強調すべきではないか。
- 技術の転用は多様な可能性を秘めており、民間活用によってさらに技術的なノウハウが蓄積することも考えられる。省庁を超えて、例えば J A M S T E C と J O G M E C の更なる連携促進などが欠かせないのではないか。

(6) 国際協働

気候変動や海洋酸性化、海洋生物多様性の減少等の地球規模課題への対応に当たっては、我が国のポテンシャルを生かして国際連携・協力を積極的に関与し、世界の発展へ貢献していくことが重要である。それとともに、海洋立国・日本としては、海洋の持続的な利用と環境の保全との調和のため、科学的根拠に基づいた海洋のガバナンスの在り方の実現に向けて国際的な議論や取組をリードしていく必要がある。

このため、極域も含めた海洋観測の分野などでは、国際的な枠組みの中で総合的な調査研究を推進し、我が国のプレゼンス向上を図るとともに、科学的根拠に基づく国際的なルール作りを主導していくことが求められている。

(これまでの分科会での主な意見)

- 先進的な技術開発の先に、アジアをはじめとした諸外国へ技術供与し、ビジネスも生まれるという国際的な貢献と経済効果について明記するべきではないか。

あらゆる分野で国際的にどこがスタンダードをとるかという状況になっており、海洋の分野で日本のスタンダードを出していくという姿勢を打ち出す方がよい。