

気候変動が海洋環境及び海洋産業に与える影響について
検討するプロジェクトチーム（PT）報告書

目次

1. 本PTの目的・趣旨	1
2. 主な検討テーマ	2
(1) 気候変動が与える気象・海象、生態系等海洋の自然環境に及ぼす影響	2
(2) 気候変動による主な海洋産業への影響及びそれらの産業における適応策・緩和策等	3
(3) 気候変動による沿岸域の災害リスクの整理と適応策・対応策等	5
(4) 気候変動に対する国際社会の取組の現状及び観測強化の必要性	6
(5) 気候変動への対応面から見た、新型コロナウイルス感染症の海洋への影響の整理	8
3. 提言	8
(1) 緩和策	8
(2) 適応策	10
(3) 気候変動の実態と影響を把握・予測する観測・調査体制の充実	11
(4) 新型コロナウイルス感染症下における気候変動対策継続の重要性	12
4. 結び	12
(1) 緩和策・適応策の統合的な推進について	12
(2) 全球的視点での海洋観測のデータの共有と利用システムの構築について	13
(3) 検討対象の拡大について	13
(4) 海洋人材の育成について	14
参考資料1：本PT構成員	15
参考資料2：本PT開催実績	16

1. 本PTの目的・趣旨

近年、強い勢力を維持したまま接近する台風等による災害（平成30年台風第21号、令和元年房総半島台風等）や、我が国の食卓を支えてきた水産資源（サンマ、イカ等）の漁獲量減少など、気候変動に伴う海洋環境の変化が一因となって国民の日常生活に影響を及ぼしていることも考えられる事例が発生している。気候変動に関する政府間パネル（以下「IPCC」という。）の『第5次評価報告書』（平成25～26年、以下「AR5」という。）は、気候システムの温暖化には疑う余地がなく、大気と海洋は温暖化し、平均海面水位が上昇していることを報告している。また、温室効果ガスの排出削減を早急かつ強力に推し進めなければ、21世紀を通して、地球規模で大気・海洋は昇温し続け、平均海面水位も上昇が加速することなどが予測されている。第3期海洋基本計画においても海洋と気候の相互作用について触れ、気候変動・海洋酸性化への対応に関する施策を推進することとしている。

気候変動が生物多様性に深刻な影響を与える可能性が指摘され、地球規模で生物分布の極方向への移動が報告されている。日本近海でも漁獲対象種の北上により、漁場や漁期が変化する可能性が指摘されているほか、漁業へ悪影響を与える生物の北上も観察されている。また、海洋が人間の居住地たる陸域と接する沿岸域は、海洋産業の拠点が多く形成される場でもあり、平均海面水位の上昇や海岸侵食や高波・高潮災害の激甚化など、目に見える形での影響拡大が予測される。さらに気候変動に伴い、自然災害や感染症被害の連鎖・複合化により災害リスクの創発化も予見される。

気候変動に対し、各国が2020年以降の温室効果ガスの排出削減等のための国際枠組み（パリ協定）の中で野心的な取組を模索する中、我が国では水産業であれば『農林水産省地球温暖化対策計画』（平成29年）及び『農林水産省気候変動適応計画』（平成27年策定、平成30年改定）、海岸保全であれば『気候変動を踏まえた海岸保全のあり方提言』（令和2年）など、分野ごとに個別に適応策¹・緩和策²等に関する議論が進んでいる。さらに、海洋政策の視点から省庁横断的に取り組むべき課題を抽出し、気候変動の緩和を図ることはもちろんのこと、気温・海水温の上昇等は回避しがたい事実として予め適応策を準備・実行するなど、今後も持続・継続的に海洋からの恩恵を受けられるようにするための対策と実行の重要性がますます高まっている。このような現状を踏まえ、今年度、総合海洋政策本部参与会議において、「気候変動が海洋環境及び海洋産業に与える影響について検討するプロジェクトチーム（PT）」を設置することとなった。

本PTでは、地球温暖化による気候変動が海洋の自然環境（気象・海象、生態系等）や海洋産業へ及ぼす影響並びに課題について整理し、それらの産業等が取り組むべき緩和策と適応策、そして必要となる国際連携などについて、次期海洋基本計画への反映も念頭に検討を行った。

¹ 「適応策」とは、不可避な気候変動の影響に対して、人為的な手段で影響の軽減を図る取組である。

² 「緩和策」とは、例えば温室効果ガス排出削減のような、気候変動そのものを緩和する取組である。

2. 主な検討テーマ

気候変動が海洋環境及び海洋産業に及ぼす多岐にわたる影響・課題について、ここでは下記のとおり5項目に整理し、検討を行った。

(1) 気候変動が与える気象・海象、生態系等海洋の自然環境に及ぼす影響

気候変動が海洋環境及び海洋産業に与える影響を検討するにあたり、関係省庁並びに外部有識者からヒアリングを行い、基礎的基盤的情報として気候変動が気象・海象、生態系等の海洋の自然環境に及ぼす影響の観測結果や予測結果について整理した。なお、ここでは、IPCCによる評価報告書等による地球規模の影響に関するもの(ア)と、日本の気候変動2020や気候変動影響評価報告書等による日本及び周辺海域に関するもの(イ)に分けてとりまとめた。

ア AR5等 IPCC 発表による地球規模の影響に関する評価

AR5(平成25~26年)は、20世紀半ば以降の温暖化は、人間活動による温室効果ガス(GHG)の排出が支配的要因である可能性が極めて高いと結論づけた。また、追加的な温暖化対策をとらなかった場合、今世紀末の気温上昇は20世紀末と比べて2.6~4.8℃となる可能性が高いとされ、21世紀の間、世界全体で大気・海洋は昇温し続け、世界平均海面水位も上昇が続くことなどが予測されている。

AR5発表後も、IPCCでは最新の観測結果や知見をもとに各種報告書がとりまとめられている。『1.5℃特別報告書』(平成30年)では、世界全体の平均気温の上昇は、2030年から2052年の間に、産業革命前に比べて1.5℃に達する可能性が高いと示している。1.5℃と2℃の差で海面上昇によりリスクにさらされる人口に1千万人の違いが出る。将来の平均気温上昇が1.5℃を大きく超えないようにするためには、世界全体の人為起源のCO₂の正味排出量を、2030年までに2010年の水準から約45%減少させ、2050年前後にはゼロにする必要がある。

『海洋・雪氷圏特別報告書』(令和元年)では、RCP8.5シナリオ(産業革命以前と比べて世界平均気温が今世紀末4℃程度上昇)におけるAR5報告より大きい数値で海面上昇、潜在的な最大漁獲量の減少、沿岸湿地の消失が予測されている。

イ 『日本の気候変動2020』(令和2年、文部科学省、気象庁)、『気候変動影響評価報告書』(令和2年、環境省)等による日本及び周辺海域への影響に関する評価

日本周辺では、海面や深海の水温上昇が観測で確認され、日本の沿岸の平均海面水位も1980年代以降、世界平均と同程度の上昇傾向にある。また、有意な海洋酸性化傾向も観測されている。なお、いずれもさらに進行することが予測されており、その程度はRCP2.6シナリオとRCP8.5シナリオで大きく異なる。例えばRCP2.6シナリオで海洋の生物・生態系に悪影響が広く及ぶpH8.0を年平均値で下回ることはないものの、熱帯のサンゴ礁への広範な悪影響は顕在化することが予測されており、RCP8.5シナリオでは、2100年までにpHはおおよそ7.7

になると予測されている³。これら以外にも貧栄養化や貧酸素化が進行、海洋熱波などの極端現象の発現等が予測され、これらは相互に複雑に関連し、複合要因として多分野に影響を及ぼしていくことが想定される。さらに、気象現象（降水、降雪、台風、海氷など）における特性（例えば雨の降り方や台風の強度など）の変化も予測されている。

沿岸域及び閉鎖性海域とそこに存在する海洋生態系に着目すると、日本周辺海域では海面の水温上昇を原因とする成層化により下層からの栄養塩供給が減少し、その結果として植物プランクトンの現存量と生産力の減少が始まっている可能性がある。なお、これら海洋における環境の変化は、水産業（回遊性魚類の分布変化、養殖不適海域の増加、藻類の分布変化等）、水環境（河川への塩水遡上、沿岸域等の水温上昇・海洋酸性化等）、自然生態系（サンゴ礁の減少・消失等）、自然災害（沿岸部の浸水・海岸侵食、高潮・高波リスクの増大等）にも影響することが想定される。

（２）気候変動による主な海洋産業への影響及びそれらの産業における適応策・緩和策等

ア 国際海運分野

国際海運分野における緩和策について、国土交通省海事局から説明を受けた。国際海運分野は、輸出国、輸入国、船籍国等をはじめ関係する国が多岐にわたり、GHGの国別削減対策の枠組みには馴染まないことから、国際海事機関（IMO）において統一的な検討が行われている。IMOでは、平成30年に、国際海運におけるGHG排出削減目標として、2050年に2008年比50%以上の削減、そして今世紀中のゼロ排出について国際合意している。

日本が国際交渉を主導した就航済み船舶への燃費性能規制を導入するための条約改正案は令和2年にIMOで承認された。国内では省エネ技術開発支援を進めており、地球環境の保全と同時に、我が国海事産業の技術優位性を発揮できるフィールド構築が進められている。一連の取組の中で、産学官の連携による「国際海運GHGゼロエミッション」プロジェクトを立ち上げており、燃費向上、燃料転換（水素、アンモニア等）等、多角的なアプローチの検討を行っていく計画である。

イ 水産業

水産業における適応策と緩和策について、水産庁から説明を受けた。

『農林水産省気候変動適応計画』により各種漁業及び漁港に関する影響の現状と予測、適応策を確認した。海面漁業における南方系魚種の増加、北方系魚種の減少に対しては、高精度漁場予測と環境に対応した順応的な漁業生産活動を可能とする施策の検討、海面養殖業では、高水温耐性等を有する養殖品種の開発、漁港の整備面では、平均海面水位の上昇や台風

³ 最新の知見によると、RCPシナリオに代わる新たな社会経済シナリオである「共通社会経済経路（SSP）」を使用したモデル計算では、例えばSSP-2.6シナリオ（RCP-2.6相当）では海洋表層のpHの低下は世界平均で8.0程度までにとどまり、海洋の生物・生態系への悪影響は熱帯のサンゴ礁のほかは限定的だが、SSP5-8.5シナリオ（RCP-8.5相当）では、2100年までにpHは7.7以下になり、海洋の生物・生態系に広範な悪影響が及ぶと予測されている。

の強度増大による係留施設等の浸水、施設への被害予測を踏まえ、漁港施設の嵩上げや粘り強い構造を持つ漁港保全施設の整備等を計画的に推進していくこととしている。なお、緩和策としては『農林水産省地球温暖化対策計画』に基づき、漁船、漁港施設における省エネルギー対策や藻場等の保全・創造対策を推進していくこととしている。

ウ 洋上風力発電

海洋におけるエネルギー産業のうち石油・天然ガス開発については、気候変動によりその事業活動に支障が出るような事態は、現時点で想定されない。一方、CO₂ 排出に占めるエネルギー転換部門⁴の割合は約4割で、部門別排出量の中で最も大きく、この部門の脱炭素化はカーボンニュートラルの大前提である。このため、「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」でも重要分野に指定されている洋上風力産業について、資源エネルギー庁、国土交通省、環境省及び外部有識者から説明を受けた。

資源エネルギー庁及び国土交通省では、洋上風力発電の導入促進に向けて、一般海域利用のルール整備等が必要となることから、平成31年に「海洋再生可能エネルギー発電設備の整備に係る海域の利用に関する法律」を施行し、同法に基づき促進区域を指定（令和3年3月現在、4か所（5区域））している。加えて、令和2年に「港湾法の一部を改正する法律」を施行し、洋上風力発電施設の設置・維持管理に必要な基地となる港湾を国土交通大臣が指定できる制度を創設し、令和3年3月現在、全国で4港を指定している。また、令和2年7月には洋上風力発電の導入拡大と、これに必要な関連産業の競争力強化と国内産業集積及びインフラ環境整備等を、官民が一体となる形で進め、相互の「好環境」を実現していくため、「洋上風力の産業競争力強化に向けた官民協議会」を設置し、同年12月に開催された第2回では「洋上風力産業ビジョン(第1次)」を策定するなど、導入促進に向けた施策を進めている。

強風下でも安定的かつ効率的な発電が見込まれる洋上風力発電施設の実用化が温暖化対策上必要不可欠であること、及び、既に導入が進む各国と比べ浅い海域が少ない我が国では、着床式へ取り組むと同時に浮体式の洋上風力発電施設の設置についても取り組む必要があることから、経済産業省、環境省では、浮体式洋上風力発電の開発・実証への補助を継続的に行っている。今後も、高い導入ポテンシャルを有する浮体式洋上風力発電の普及・拡大を押し進めることとしている。

外部有識者より、浮体式を含む我が国周辺海域における洋上風力発電のポテンシャルは552GW（ギガワット）にも及ぶとの見解とともに、2040年における政府の導入予測では30～45GWであり、一層の導入拡大が望まれる状況にあることの説明があった。また、領海を超えて排他的経済水域（EEZ）に浮体式洋上風力発電施設を設置する場合は、制度面を含む更なる整備が必要であると指摘がなされた。なお、台風に伴う暴風や高波等に対する洋上風力発電設備の安全性については、浮体式洋上風力発電施設にあっては、現状でも十分な余裕を見込

⁴ 「エネルギー転換部門」とは、輸入ないし生産されたエネルギー源をより使いやすい形態に転換する工程であり、発電、石油精製、コークス類製造、都市ガスの自家消費などに分類される。

んだ設計がなされており、気候変動による影響は想定されないとの説明がなされている。

エ 二酸化炭素回収・有効利用・貯留（CCUS）

環境省から、気候変動に対する緩和策である CCUS について、関連する技術（分離・回収、有効利用、圧入・貯留）開発の状況と、北海道苫小牧市において実施している二酸化炭素回収・貯留（CCS）大規模実証試験事業の進捗等について説明を受けた。環境省は、経済産業省とも連携しながら、2026 年から 2030 年の実用化に向けて、CCUS に関する各種の取組を行っていくこととしている。

オ 北極海航路

気候変動による北極海の海氷の減退に伴い、夏季（6 月後半から 11 月後半）の北極海航路の航行が可能となっている。長期的に見ても北極海の海氷面積は減少しており、将来は更に航行可能な期間が延びる見込みとなる北極海航路について、国土交通省総合政策局から説明を受けた。東アジアとヨーロッパを結ぶ新たな海上輸送ルートである北極海航路は、南回り航路と比較して、航行距離を 6 割に短縮でき、海賊に遭遇するリスクが少ないなどのメリットがある。一方、北極海航路は、通年航行が難しいことなどから、現在は北極圏における資源輸送が中心である。

平成 26 年から北極海航路の利用促進を目的に「北極海航路に係る産学官連携協議会」を定期的に開催し、同航路の利活用の円滑化に向けた情報収集や、海氷状況の予測技術を取り入れた運航支援システムを構築して、それら情報等を船会社等に提供することで、本邦企業の同航路の利活用に向けた環境整備を進めている。

（3）気候変動による沿岸域の災害リスクの整理と適応策・対応策等

気候変動に伴う平均海面水位の上昇、台風時等における最大潮位偏差や波高の長期変化により、従来では考えられないような、自然災害による負の影響が連鎖・複合化し、災害リスクが創発化していくことが予見される。このため、以下 3 点について、関係する省庁から説明を受けた。

ア 海岸保全

気候変動に伴う平均海面水位の上昇、台風時等における最大潮位偏差や波高の長期変化は、海岸侵食、津波・高潮発生時の浸水被害の増大につながり、堤防・護岸等施設の安定性や安全性が相対的に低下する。

このような状況を受け、令和元年 10 月に国土交通省が農林水産省と共同で設置した『気候変動を踏まえた海岸保全のあり方検討委員会』がとりまとめた提言（最近の被災状況と海岸保全に影響する気候変動の想定、想定を受けた海岸保全の対策等）（令和 2 年 7 月）について、国土交通省 水管理・国土保全局から説明を受けた。本提言を受け、RCP2.6 シナリオを前提に、今後整備・更新する海岸保全施設については、将来的に予測される潮位偏差や波浪

を適切に推算した値を計画に見込み、対策を検討する。また、海岸の侵食対策としては、モニタリングの充実や予測の信頼性向上を図るとともに、30年から50年先を見据えた「予測を重視した順応的砂浜管理」や、総合土砂管理計画の作成等にあたる。

なお、我が国の人口、産業・行政機能の多くが沿岸域の低地に高い密度で集積している現状に鑑みれば、RCP8.5シナリオで想定される平均海面水位の上昇は、我が国の社会・経済構造全体に深刻な影響をもたらす可能性があり、海岸保全だけでなく、社会全体で取り組む課題であるという認識が今後重要である。

イ 港湾施設

港湾施設では、岸壁周辺は荷役作業の利便性等の観点で天端高が設定されていることから高潮・高波の影響や暴風の直撃を受けやすく、近年は台風接近による被害の発生が増えている。このため、港湾施設における適応策について、国土交通省港湾局から説明を受けた。

『今後の港湾におけるハード・ソフト一体となった総合的な防災・減災対策のあり方（答申）』（令和2年、交通政策審議会）の内容を踏まえ、国土交通省港湾局としては、頻発化・激甚化する台風被害への対応として、最新の知見で更新した設計沖波等で耐波性能等を照査した上で、重要かつ緊急性の高い施設の嵩上げや補強を実施する。気候変動に起因する外力強化への対応としては、施設の更新時期までに予測される平均海面水位の上昇量を加えた設計等を行うことを基本とした、技術基準等の整備を検討する。

ウ 沿岸防災業務

直近の被害予測、避難情報発信につながる沿岸防災業務について、気象庁から説明を受けた。

気象庁は、国土交通省水管理・国土保全局、港湾局、国土地理院、海上保安庁が有する潮位・波浪データを基に、予測モデルを使って解析・予測した結果を、防災情報として船舶、港湾関係者及び市民に提供している。今後も、波浪予測の高度化（高頻度での実況解析及び予測の提供並びに予想分布の詳細化）と高潮予測の高度化（アンサンブル手法の導入、予測期間の延長）を進め、より時空間的にきめ細かく長期の情報を提供することにより、国や地方自治体、民間が行う適時適切な防災対策を支援していく。

（4）気候変動に対する国際社会の取組の現状及び観測強化の必要性

ア 国連気候変動枠組条約締約国会議（COP）及び IPCC

COPにおける議論の動向について、外務省から説明を受けた。

令和3年度中に開催が予定されているCOP26では、パリ協定第6条の市場メカニズムに関する実施指針や、同第13条透明性枠組みの報告表の採択等が主要な課題となる。各国がパリ協定に基づくGHG排出削減目標（NDC）を再提出することとなっているため、気候変動対策における各国の「野心」も大きな議論となる見込みである。

IPCCにおけるAR6作成にあたっての今後のスケジュール、発表済みの各報告書の概要（2

の(1)のアに記載)等について環境省から説明を受けた。AR6は新型コロナウイルス感染症の影響により当初予定からやや遅れが見られるものの令和3年から4年に公表予定である。

なお、この環境省からの説明を受けた後、本PT参加者間で、観測結果から得られた近年の海洋環境の動向とRCP2.6やRCP8.5といった代表的なシナリオに基づいた将来予測について情報を共有し、人類が気候変動への適応を考える上で、緩和策により気温上昇を可能な限り抑える取組が非常に重要であるとの認識を共有した。

イ その他の国際的な取組

気象庁から、現在の海洋環境の監視体制等について説明を受けた。国連のユネスコ政府間海洋学委員会(IOC)や世界気象機関(WHO)などが後援する全球海洋観測システム(GOOS)の下で各国海洋観測機関が行っている全球海洋各層観測調査プログラム(GO-SHIP)において気象庁は北西太平洋域を担当しており、海洋気象観測船により海洋の物理・化学的な状況の変化を継続的に把握するとともに、アルゴフロートや衛星などの自動観測機器と組み合わせることにより、国際的な連携のもと地球規模で海洋環境の状況を監視している。今後も『国土交通審議会気象分科会提言』(平成30年)に基づく、2030年を見据えた数値予報の精度向上や、変動を予測する「地球システムモデル」の検証に向け、高精度な観測データの収集が実施される。

文部科学省からは、海洋観測と極域における取組について説明を受けた。我が国は総合的な海洋観測網の構築と国際的枠組みで行う海洋環境変動研究を推進するため、全世界の海洋の状況をリアルタイムで監視・把握するシステムを構築する国際科学プロジェクト(Argo計画)や、リアルタイムで現場データを提供する熱帯域の観測システムである「全球熱帯ブイ網」に参加し、米国海洋大気庁(NOAA)等の諸外国の研究機関等と協力(国立研究開発法人海洋研究開発機構(JAMSTEC)が太平洋とインド洋にブイを展開)している。さらに、JAMSTECの海洋地球研究船は、GO-SHIPにも参加している。全球的な取組であるArgo観測網を成立させるためには、GO-SHIPをはじめとした現場観測による高精度のデータが欠かせず、Argo計画とGO-SHIPは、車の両輪として今後も海洋観測の基盤となる。この他にもJAMSTECは地球シミュレータを活用した気候の将来予測(IPCCの数値シミュレーション予測システムの開発・改良を担当)や、地球環境変動が生物多様性に与える影響評価を行うなど、科学的知見に基づく国際的課題への貢献、持続的な海洋環境の観測と高精度な予測、そして、得られた情報の対外向け発信を行っている。

エ 観測強化の必要性

文部科学省から、最近の極域研究をもとに、今後必要となる観測について説明を受けた。北極域研究加速プロジェクト(ArCS II)をはじめとする、将来予測の不確実性を低減するための、国際的な連携による北極圏の物理・化学・生物に関する統合的観測が実施され、北極圏における気象現象が、我が国を含む中緯度域の異常気象にも影響を及ぼすことが明らかになりつつある。南極では氷床融解が西南極に比べて顕著に発現していない東南極に位置する

昭和基地をベースとし周辺の氷床と海洋の相互作用の十年規模変動把握のためのプロセス観測等を実施しているが今後も引き続き継続する予定である。外部有識者から、海洋観測に関連し、気候変動に対峙するために基本的に必要な事柄について説明を受けた。海洋生態系サービスに対するリスクとして温暖化、貧酸素化、貧栄養化、酸性化が挙げられ、それらを合わせた形での極端現象や複合的なリスクの発生も考えられることが示された。これらに対峙していくためには、教育・人材育成・社会への啓発活動、モニタリング観測の強化、国民・産業・行政・研究の連携強化が必要である、との認識を共有した。

モニタリング観測は、気候変動の中長期的予測の精度を上げ、人間の社会活動のあらゆる分野に対して、必要な活動を行うためのタイムリーで精度の高い科学的な情報を提供するために必要不可欠かつ極めて重要である。ところが、即座に具体的な成果として表に現れにくいことから、国・地方に限らず、モニタリング観測に必要な予算が、長年に亘って削減される傾向にあることが、外部有識者より指摘された。今後は、予算的な裏付けを十分に担保した上で、モニタリング観測の質的向上と拡大を図っていくことが必要で、気候変動を原因とする脆弱な海洋生態系の変化と深刻なダメージを明らかにするため、生態系全体への影響が検出可能なモニタリング観測を追加・充実させていくことが重要である。

(5) 気候変動への対応面から見た、新型コロナウイルス感染症の海洋への影響の整理

気候変動による新型コロナウイルス感染症の感染拡大について、関係する省庁から所管する産業を含めた影響及び対策に関する報告を受けた。

観測船による調査については、今年度当初は、計画の一部延期・変更等の影響が見られたが、その後、早期に感染防止のためのガイドラインを策定し、それに基づいた感染防止対策の実施（乗船前のPCR検査を含む）や感染者が発生した際に速やかに緊急寄港等の即応が可能な体制の整備等の下、調査を継続している。

また、国際的な協調の下に国際海運におけるゼロエミッション化等の取組を進める上で欠かせないIMO等の国際会議は、会議開催の方式をウェブ方式に速やかに切り替える等の必要な対策を既に講じており、IMO等を舞台とした気候変動対策に係る国際的な取組に大きな影響は出ていない。

3. 提言

2050年カーボンニュートラルの実現と気候変動が海洋の社会経済活動に及ぼす影響を低減させるため、以下の緩和策・適応策等を確実に進める必要がある。

(1) 緩和策

世界の平均気温の上昇を工業化以前に比べて2℃より十分低く1.5℃に抑えるように努力するパリ協定の目標を実現するには、2050年までに世界全体の温室効果ガス排出量を森林や海洋

などの吸収分を差し引いて実質ゼロにする必要がある。本目標の達成については我が国の他にも多くの国々が具体的な数値目標を掲げており、我が国の国際的なプレゼンスの強化、技術革新を通じた我が国産業の国際競争力の強化の観点からも、目標達成に向けて、各方面での対応を急ぐ必要がある。

個別産業分野の緩和策に係る提言は、以下のアからエに記載したとおりであり、産学官の強力な連携の下、所期の成果が着実かつ確実に実現されるようにしなければならない。

ア 海運業

海運業においては、燃費性能規制の導入や強化、ゼロエミッション船の普及・導入環境の整備を進めることとしている。これら取組を強力に推進することは言うまでもないが、その際、前述の環境性能要件の導入は、緩和策に対する我が国の国際約束の履行となるばかりか、この分野における国内関連業界の技術的優位が国際競争力の強化に結び付く点にも大いに留意し、造船業をはじめとした海事産業振興の観点からも積極的に推し進める必要がある。さらに、海運業への脱炭素燃料（水素、アンモニア等）の導入にあたり、サプライチェーンの構築が重要であり、港湾用地等陸上におけるこれら施設の導入・整備も、海事産業の取組の進展に併せて、遅滞なく進めることが重要である。

イ 水産業

水産業（養殖を含む）は、生産の対象である海洋生物がその発生・生育の過程で自然環境の影響を大きく受ける一方で、生産、加工、流通の全ての分野で多くの化石燃料を利用している。このため、気候変動の緩和策を先頭に立って推進する立場として、農林水産省が定めた『農林水産省地球温暖化対策計画』に基づき、漁船、漁港、漁場における省エネ対策、化石燃料に変わる多様なエネルギー利用、ブルーカーボンとしての藻場等の保全・創造を積極的に推進する必要がある。

ウ 洋上風力発電

広大な海域を有する我が国では、洋上風力産業は「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」において重要分野の柱の一つとされ、今後も引き続き、関係省庁間で連携を取ることで積極的かつ迅速な導入を図ることが重要である。その際、日本近海の特徴（水深の深い海域が多い）等に鑑みれば、浅海域に対応した着床式洋上風力発電に加えて、深海域を含めた広いエリア（沿岸・沖合域）の活用が可能な浮体式洋上風力発電の広範な導入に向け、送電距離の増大による送電ロスの低減などと併せ、コスト増大への対処、制度の整備、新たな技術開発など、導入に向けた多方面の検討が必要となる。

欧州各国をはじめとした洋上風力発電導入の潮流の中、我が国における迅速な導入は、本分野における我が国の造船業等国内関連産業の活性化と、欧州と比べ高温・多湿などの気候条件が日本に近いアジアにおける日本製発電機器の国際競争力の強化にとっても重要である。

エ CCUS

CCUS は、大気中又は排出源から CO₂ を直接回収し、有効利用又は自然界から隔離することにより、自然界の CO₂ の削減に寄与することから、気候変動の緩和策として極めて有効な手段である。海洋を CCUS に活用するに際しては、海域の既存利用者や地域住民との事前調整と相互理解を十分に図ったうえで、2026 年から 2030 年の実用化に向けた取組を着実に進めていくことが重要である。

(2) 適応策

適応策の実施にあたっては、水産業のように、自然海域に存する天然の水産資源は海洋が有する生産能力を超えて人為的に増加させることは困難というような、包括的（真に有効）な「適応策」を立てづらい分野があることに留意する必要がある。そのような視点も理解した上で、以下のアからウに記載した技術・インフラを基盤とした適応を産学官の強力な連携の下、所期の成果を目指して、着実かつ確実に取り組んでいく必要がある。また、持続可能性や実現可能性の面から、近年注目されている Eco-DRR（生態系を活用した防災・減災）など、生態系を活用した適応も視野に入れることが重要である。

ア 水産業

水産業においては、農林水産省が策定した『農林水産省気候変動適応計画』に基づき、気候変動に伴う各分野（漁業、養殖業、漁場造成）の影響の把握と、水温の変化等に適応できる技術の開発（海洋環境の変化に対応可能な品種開発等）を推進していくことが重要である。また、地域の重要な社会基盤であり、気候変動に伴う高潮、強大化する暴風・波浪の影響を直接受ける漁港及び漁村では、前述の適応計画に基づき、平均海面水位上昇・波浪増大に対応した既存施設の改良手法の開発や、海岸保全施設の整備を計画的に推進していく必要がある。

イ 海岸保全

海岸管理者は、国土交通省及び農林水産省の設置した有識者会議においてとりまとめられた『気候変動を踏まえた海岸保全のあり方 提言』を踏まえ、海岸保全施設の新規設置又は更新・改良にあたっては、平均海面水位、高潮偏差、波浪等の外力の気候変動による影響を明示的に考慮した上で、高潮対策・津波対策、侵食対策（総合的な土砂管理を含む）を進めて行くことが肝要である。また、今後、高潮と洪水が同時に発生することなど新たな形態の大規模災害も懸念されるため、他分野とも連携を図りながら対策を進めていくことが必要になる。

ウ 沿岸防災

沿岸防災をソフト面でより充実した強固なものとするためには、気象庁、国土交通省水管理・国土保全局が中心となって、波浪予測・高潮予測の高度化を図るとともに、これまでで

上に時空間的にきめ細かい長期の情報や海岸堤防の整備水準など沿岸の状況を考慮した情報を提供することで、適時適切な防災対策を実現していくことが欠かせない。また被害の想定には、平成30年台風第21号での関西国際空港の被害のように思わぬ影響(タンカーの棧橋への衝突など)のため、自然災害の影響が連鎖・複合化している状況もあり、被害発生過程のシナリオづくりも重要となっている。

一方、ハード面では、気候変動下にあっても我が国の国際・国内物流等の拠点である港湾の施設と機能を健全な状態に保つために、国(国土交通省)及び地方自治体等は、両者の連携の下、近年の被災状況等を詳細に整理した上で、将来の気候変動による外力強大化等を見据えた港湾施設の補強・嵩上げ、多重防護策等を推進していくことが重要である。このような取組は国連が提唱した「仙台防災枠組2015-2030」に大いに貢献できる内容であり、国際社会での防災・減災の取組を先導できる活動になると期待される。

上述した気候変動に対する緩和策・適応策のほか、気候変動に適切に対応していくためには、以下の活動を一層充実させる必要がある。

(3) 気候変動の実態と影響を把握・予測する観測・調査体制の充実

水温、塩分を観測する従来型のアルゴフロートから、pH、クロロフィル、溶存酸素濃度等も観測する生物地球化学アルゴフロート(BGC Argo)が開発され、その全球展開が欧米を中心に推進されている。国際的な協力の下、気候変動に係る科学的な情報を遅滞なく把握し、それらを気候変動対策に的確に活かしていくために、我が国も国(文部科学省)が中心となって、BGC Argoについても積極的な導入と拡充を行っていくことが重要である。また、緩和策や適応策の検討にあたって必要な基礎的情報たる実態把握や、CO₂排出削減の効果測定には、持続的かつ分野横断的な観測網を発達させる(観測の拡充・強化)必要がある。

気象庁では50年にわたる観測成果を基に、世界に先駆けて、全球及び日本を含む北西太平洋におけるCO₂吸収量、海洋酸性化、海水温の変化などの情報を提供している。海洋モデルの検証を通じて、日本周辺海域の黒潮等の監視予測能力の向上に貢献するとともに、梅雨の時期の線状降水帯の予測精度向上のために、気象庁海洋気象観測船へ船舶GNSS(全球測位観測システム)観測や高層気象観測の追加及び海洋気象観測船の代船建造等の海洋・洋上の観測強化を進めているが、観測項目の追加も含めて更なる検討、観測データの蓄積が必要である。

さらに、全球的な気候変動に海洋が果たす役割が非常に大きいことが明らかになる中、将来予測の不確実性を低減して気候変動に対応した優れた計画の策定や各種施策の実施に際して、充実した海洋データの収集と高い精度の分析が可能となる環境を確保することは、喫緊の最優先事項である。充実した高精度の海洋データを確保する上で、船舶等による実観測と衛星等を活用したリモート観測の充実・拡大は必須であり、また、収集したデータを活用した海洋環境の現況把握及び将来予測は極めて重要である。このため、気候変動の行方を高い精度で予測し、適応策と緩和策の両面で、人類が適切な対応を行っていくためにも、海洋観測等に係る既存の予算の速やか、かつ大幅な増額が必要である。特に、地球上で最も急速に温暖化が進行してい

ながらも観測データの空白域となっている北極圏の観測研究を充実するため、国際的な北極域研究プラットフォームとしての北極域研究船の建造や北極圏における継続的な観測を着実に進めることが重要である。

(4) 新型コロナウイルス感染症下における気候変動対策継続の重要性

新型コロナウイルス感染症による気候変動対応関連施策への影響としては、例えば令和2年春頃に官公庁船による海洋観測が延期になるなど一時的な影響は確認された。但し、各機関等が綿密に取り組んだ感染防止対策によって、仮に感染者が発生した場合であっても、感染の拡大は抑制、影響は局限化できる体制がとられている。今後も適切な感染拡大防止策を講じつつ、気候変動対策に欠かせない海洋観測等を継続する必要がある。

また、需要の縮小等の経済面への影響を除いて、気候変動への適応策・緩和策に対する取組に限れば、各種感染拡大防止の取組が奏功し、海洋産業における影響は極めて軽微である。今後の本感染症の状況、影響については、その動向を注視しつつ、各分野で本感染症による影響を軽減するための各種取組を継続するとともに、今後の状況の変化に応じて、柔軟かつ適切な対応を迅速にとっていくことが重要である。

気候変動に関する国際的な動きとして、令和2年春以降、気候変動に関する国際連合枠組条約（UNFCCC）、IPCC、IMO等の国際会議が一時的に延期されたが、現在はウェブによるリモート会議を活用した意見交換が行われている。本感染症により気候変動に係る各種の国際取決めの採択・実行が遅れることのないよう、ウェブを積極的に活用するなど、新型コロナウイルス感染症発生以前にも増して、議論の継続と活発化が必要である。

4. 結び

ここまで個別の施策等に関する提言を記載したが、これら施策の実施及び次期海洋基本計画に向けた検討にあたり、今回PTにおいて議論した事項や、特に留意すべき事項を以下に述べる。

(1) 緩和策・適応策の統合的な推進について

- ・気候変動による自然環境及び人間社会に対する負の影響は、個別の事象（海水温上昇、海洋酸性化、貧酸素化）ごとに単独の事象として捉えるのではなく、同時に進行し、相互に密接に関連する重層的・複合的に深刻な影響として現れるものと理解することが重要である。かつ、これを前提として、強化された海洋観測、精度の高い分析及び取得したデータの解析を通じて、今後起こり得るであろう気候変動の負の影響を注意深く継続して把握・理解し、その上で、必要な緩和策、適応策を強力に推進していくことが重要である。
- ・気候変動に伴い、自然災害や感染症などの被害による影響が連鎖・複合化し、従来は想定できなかったような災害リスクの創発化が予見される。このため、災害に対する評価方法については、これまで行ってきた従来型の手法に囚われることなく、必要な改善を適時に迅速か

つ適切に行い、地震・津波対策等の災害対策とも連携した上で、気候変動に係る適応策・緩和策の速やかな策定・見直しと、果敢な実行が必要である。

- ・適応策としてハード面の整備が望まれるが、想定を超える気象現象全てに対応は困難でもあることから、Nature-based adaptation（自然を基盤とした適応策）など、実現可能性と、持続可能性の視点からの検討も重要である。
- ・持続可能かつ発展的な海洋生態系サービスの維持には、気候変動に対する緩和策、適応策の的確な実施に加えて、分野横断的な海洋生態系に準拠した管理(Ecosystem based management) に速やかに移行し、取り組んでいくことが必要である。また、漁業、海運、レジャー、資源開発等多様な海域の利用により生じる相乗的な負の影響が海洋生態系に及ぼすリスクを回避・軽減した上で、適切な海域利用を行っていくためには、海洋における多様な活動及びその影響を包含した形の持続可能なオーシャン・プランニングの確立が必要である。そして、そのプランニングを成功させるためには、産学官をまたいだ多様なステークホルダーの連携による意思決定が欠かせない。
- ・人為的に採り得る気候変動に対する適応策は、気候変動が及ぼす人間の社会活動に対する負の影響の軽減を図ることに有効ではあるものの、このような負の影響は、包括的かつ完全にその影響を排除できるものではない。気候変動は、かなりの頻度及び程度で、確実に人間の社会経済活動に負の影響を及ぼすことに留意する必要がある。
- ・その上で、適応策に対する各分野の努力を無にしないためにも、緩和策の取組を、国内においては産学官の全ての分野が一致協力して、また、国際社会においては、先進国、途上国の区別なく、国連を中心として世界が一丸となり、不退転の決意で果敢に取り組んでいくことが必要である。この意味でも、気候変動に対する緩和策と適応策は、いずれがより重要ということではなく、いずれも重要であるとの共通の認識の下、車の両輪として、同時並行的に、国外・国内を問わずに人間社会全体で強力で推進していく必要がある。

(2) 全球的視点での海洋観測のデータの共有と利用システムの構築について

- ・海洋研究は、気候変動を全球的な規模で科学的に把握し、将来に向けた影響を高い精度で予測する上で、重要な役割を果たしている。例えば、EUが資金提供する「Blue Cloud プロジェクト」では、学際的なデータを収集して精緻化し、分析機器とコンピューティング設備を提供するパイロットサイバープラットフォームを開発しており、国境を越えた人々が自由にデータを利用できる優れた環境が既に整っている。我が国においても、政府主導で、科学的なニーズと社会的なニーズを取り込み、科学者と産業界、様々なセクターの代表が意見交換しながら、社会全体で海洋データの入手と利用が可能となる海洋データバリューチェーンのシステムを速やかに構築していくことが必要である。

(3) 検討対象の拡大について

- ・本年度のPTでは、コアな一部の海洋産業に絞って気候変動に関連する適応策、緩和策を議論

したが、本来の海洋産業は、前述のコアなものに加えて、狭義でも観光、食品、医薬が含まれ、広義ではそれらに加えて貿易、運輸、サービス、製造などが含まれる広い裾野を持つものである。このため、本年度のPTでの議論に留まることなく、今後においては、海洋産業全般を対象として、気候変動の影響に係る検討を不断に行っていく必要がある。

- ・気候変動で生じうる負の影響の低減だけではなく、状況の変化を予測し、将来の活用を視野に入れた取組も考えられる。例えば、北極海航路は、気候変動による海氷の減退に伴い、北極海の夏季の航行が可能となり、東アジアとヨーロッパを結ぶ海上輸送ルートとして将来的に利用できる可能性がある。このため、平成30年度北極政策PT報告書が指摘する課題に対応するために、国（国土交通省）が中心となり、産学官が連携・協力して、関連する情報を共有する北極海航路に係る産学官連携協議会の定期的な開催や、北極海航路の更なる利用可能性に係る情報収集・提供などを、継続的に進めることが重要である。
- ・気候変動による海水温の上昇により、商業的に漁獲又は養殖できる魚種の変化と総体的な生産量の減少が予測され、新型コロナウイルス感染症は、これに追い打ちを掛けるように、1年余の短期間で水産物の国内需要の急激な減退を招き、漁業経営に、非常に厳しい状況をもたらした。我が国の食料安保の観点からも、生産の礎である漁業経営の安定を確保することは極めて重要であり、そのためにも気候変動対策に主眼を置いた中長期的な経営安定対策と、新型コロナウイルス感染症対策に焦点を当てた短期的な経営安定対策が、同時並行で、早いスピードで強力に展開されることを強く望むところである。
- ・新型コロナウイルス感染症に限らず気候変動に関連した新たな感染症の発生や、気候変動に伴う外力の強大化による港湾施設の損壊などにより、海外からのエネルギー・食料の供給網が途絶する事態も想定される。これら事態への有効な対処法として、エネルギー自給率の向上に結び付く再生可能エネルギーの積極導入や、国内における食糧自給率の向上などにより、不測の事態においても、両分野において国内で一定量を確実に提供できる頑強なシステムの構築も検討される必要がある。

（４）海洋人材の育成について

- ・気候変動への対応に限らず、普段の生活において日常的に国民が海洋に目を向け、その大きな価値を意識することのできるよう、子供たちが海洋に興味を持つことのできるような教育を推進していくことが重要である。また、社会人に向けては海洋リテラシーの向上に向けた取組も積極的に行っていくことが肝要である。「国連海洋科学の10年」を好機と捉え、海洋に関する啓発活動を強化する必要がある。

気候変動が海洋環境及び海洋産業に与える影響について検討する PT 構成員

主査：中田 薫

参与：今村 文彦、兼原 敦子、杉本 正彦、原田 尚美

外部有識者：

石井 雅男 気象庁気象研究所 研究総務官

伊藤 進一 東京大学 大気海洋研究所 海洋生物資源部門 環境動態分野 教授

佐藤 郁 戸田建設株式会社 戦略事業推進室 浮体式洋上風力発電事業部長

関係府省庁：

内閣府（総合海洋政策推進事務局）、外務省、文部科学省、農林水産省、経済産業省、国土交通省、環境省等

気候変動が海洋環境及び海洋産業に与える影響について検討する PT 開催実績

開催実績	テーマ
第1回 PT (令和2年11月6日)	<ul style="list-style-type: none"> ・ PT 設置の目的・趣旨及び進め方 ・ 気象・海象、生態系等海洋の自然環境に及ぼす影響 ・ 海洋産業への影響及び適応策・対応策（新型コロナウイルス感染症の影響を含む） ・ 沿岸域における災害リスクと適応策等
第2回 PT (令和2年12月10日)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 第1回 PT の議論を受けた追加報告 ・ 気候変動に対する国際社会の取組の現状 ・ 有識者からの報告・意見 ・ 中間報告
第3回 PT (令和3年2月4日)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 第2回 PT の議論を受けた追加報告 ・ 気候変動への対応面から見た新型コロナウイルス感染症の影響整理 ・ 気候変動に対する海洋観測強化の必要性と今後の対応 ・ 最終報告書の骨子（案）と方向性
第4回 PT (令和3年3月17日)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 第3回 PT の議論を受けた追加報告 ・ 最終報告書