

第1章

海洋からのカーボンニュートラルの実現に向けて

2020年10月に菅義偉内閣総理大臣が所信表明演説で表明した「2050年カーボンニュートラル」の宣言を受け、2021年には海洋分野でもその具体化に向けて施策が進められた。たとえば、2021年6月に閣議決定された、今後取り組む経済政策を盛り込んだ「成長戦略実行計画」では、洋上風力に関する次世代産業の創造や、水素、アンモニアなどの代替燃料を使った「ゼロエミッション船」の商業運航の前倒し、水素の輸入などのための「カーボンニュートラルポート」の形成など、海洋産業の振興に係る取組みが列挙された。これらの施策は岸田政権にも引き継がれ、2021年10月22日には、「地球温暖化対策計画」と「パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略」が閣議決定され、「日本のNDC（国が決定する貢献）」が地球温暖化対策推進本部において決定された。

このカーボンニュートラルに向けた流れは、2年ぶりに開催された国連気候変動枠組条約（UNFCCC）の第26回締約国会合（COP26）^(注1)へとつながった。すなわち、COP26期間中の11月1日と2日に行われた首脳級会合（世界リーダーズサミット）で岸田文雄内閣総理大臣は、2030年までを「勝負の10年」と位置付け、日本の新たな2030年削減目標（2030年時点で46%削減）や、今後5年間での最大100億ドル資金支援の追加コミットメント^(注2)と適応資金支援の倍増を表明した。

注1
2021年10月31日～11月14日に開催

注2
2025年までの5年間に官民合わせて6.5兆円を支援するという従前の資金コミットメントに追加するもの

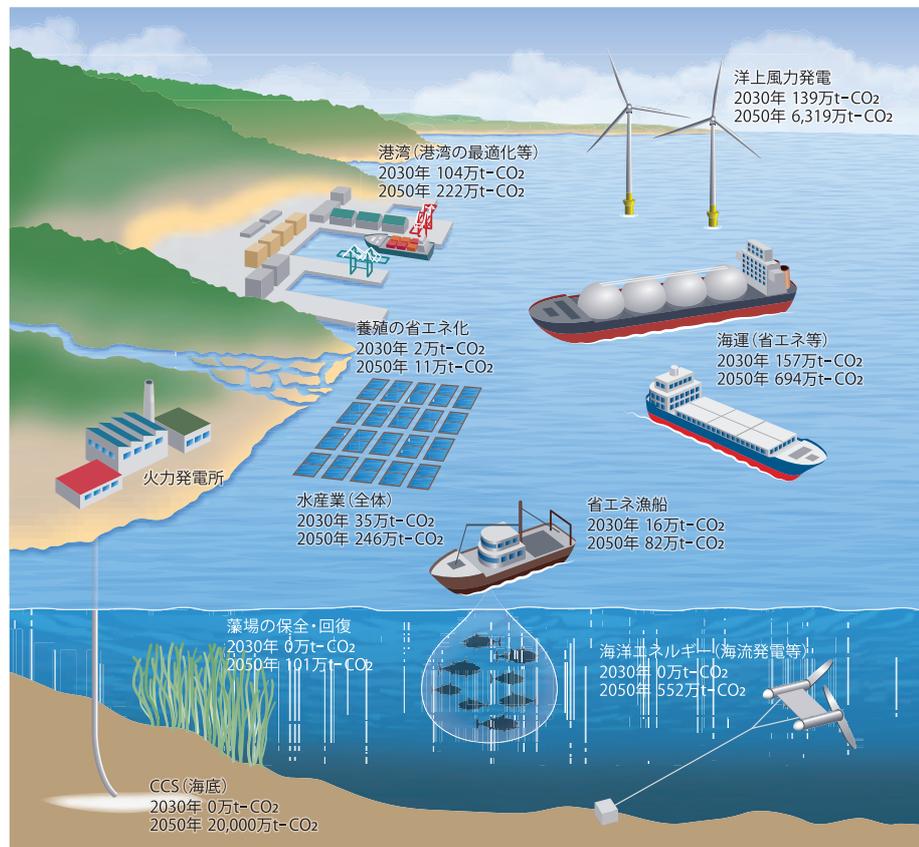


図1 日本の海洋を基盤とした気候変動緩和策
(2030年の政府設定目標と2050年の野心的目標)
(出典：『海洋白書2021』)

本章では、このような日本のカーボンニュートラルに関する最新の取組みを、2021年8月に公表された気候変動に関する政府間パネル（IPCC）第6次報告書（AR6）やCOP26といった国際情勢を踏まえつつ紹介をしたい。

（角田 智彦）

第1節 求められる海洋からの温暖化対策

本節では、「2050年カーボンニュートラル」に向けた日本の取組みの背景となる国際情勢として、気候変動に関する政府間パネル（IPCC）第6次報告書（AR6）第1作業部会（WG1）報告書やCOP26の動向を紹介する。AR6のWG1報告書については、主に海洋分野においてこれまでに観測された事実や将来予測を紹介する。そして、COP26の動向を交えて、海洋を基盤とする温暖化対策の必要性を概説する。

1 IPCC 第6次評価報告書第1作業部会報告書

2021年8月、IPCCは第6次評価報告書（AR6）の第1作業部会（WG1）報告書を公表した。約7年ぶりである。この報告書は、2021年から2022年にかけて順次公表されるAR6のうち、気候変動の自然科学的根拠をまとめたものである^(注3)。他のIPCCの報告書と同様、世界中の多数の科学者による綿密な準備過程（執筆者：65か国234名、引用文献数：14,000件以上、専門家および各国政府による査読コメント数：78,000件以上）を経て作成された。

この報告書によると、人間が地球を温暖化させ、海洋、氷、陸域に広範かつ急速な変化をもたらしたことは疑う余地がなく、温室効果ガス（GHG）の排出削減を強力に進めないかぎり、今世紀末までに温暖化レベルは1.5℃を超えて、さらに2℃を超える。二酸化炭素（CO₂）の累積排出量の抑制、すなわち正味でCO₂排出をゼロにすることが求められる。これらの点は、前回の第5次評価報告書（AR5）で発せられたメッセージと同様であるが、今回の報告書では、より一層、知見の精緻化が進んだ。今後の温暖化の進行状況に関する予測が、温暖化レベルごと、および全世界の地域ごとに整理され、インターネット上で利用者がさまざまな条件を指定して任意にデータを視覚化できる「インタラクティブ・アトラス」が作成されるなど、情報の受け手側への伝わりやすさがより一層意識された報告書になっている。

今回の報告書（AR6/WG1）では、第6次結合モデル相互比較プロジェクト（CMIP6^(注4)）の一環として作成された最新の全球気候モデルが活用されており、この気候モデルのシミュレーションには「共通社会経済経路（SSP^(注5)）」をベースにしたシナリオ群が用いられた。前回のAR5では「代表的濃度経路（RCP）」と呼ばれるシナリオ^(注6)が採用されていたが、AR6では、将来の人口や経済成長、技術開発の速度といった社会経済的な要素と、RCPとを組み合わせたシナリオ群が採用された。採用された5つのシナリオは表1-1-1に示すとおりである。なお、このSSPシナリオでは、パリ協定の1.5℃目標に相当するシナリオ（SSP1-1.9）がAR5か

注3
IPCCの評価報告書は次の4つの報告書から構成される。
・第1作業部会（WG1）報告書：気候変動に係る科学的根拠
・第2作業部会（WG2）報告書：気候変動による影響や適応、脆弱性
・第3作業部会（WG3）報告書：温室効果ガスの排出削減などの緩和策
・統合報告書（Synthesis Report）：3つの作業部会報告書を統合したもの

注4
6th Coupled Model Inter-comparison Project、気候変動予測の精度を高め不確実性の低減を目指した国際プロジェクトで、日本を含めた世界各地の最新の気候モデルが参加。

注5
Shared Socio-economic Pathways

注6
2100年の大気中の温室効果ガス濃度（それに伴う放射強制力）の目標値を設定したシナリオ群。

ら新たに加わっている（SSP 1-1.9シナリオでは、今世紀半ばのCO₂排出実質ゼロを見込んでいる）。

これら5つのシナリオにおける2100年までの世界の平均気温の変化をみると、そのすべてで2040年までに1.5℃に達する可能性が高い（図1-1-2）。人為的な地球温暖化を特定の水準に制限するには、CO₂の累積排出量を制限し、少なくともCO₂正味ゼロ排出を達成し、他の温室効果ガスも大幅に削減する必要がある。現在の各国の削減目標ではまだ不十分で、さらに脱炭素化を加速させなければ、1.5℃目標や2℃目標は達成できない。

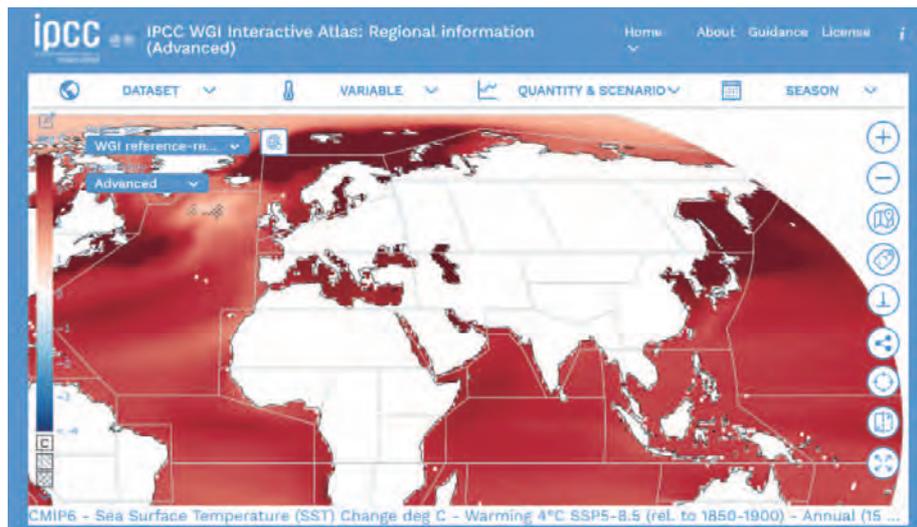


図1-1-1 IPCC インタラクティブ・アトラス(注7)の表示例
(SSP 5-8.5シナリオ／4℃の温暖化における海水温変化の予測例)

表1-1-1 IPCC 評価報告書で採用されたシナリオ（AR 6とAR 5の比較）

SSP シナリオ (AR 6)	温室効果ガス排出量	類似の RCP シナリオ (AR 5)
SSP 1-1.9	非常に少ない（1.5℃目標相当）	なし
SSP 1-2.6	少ない（2℃目標相当）	RCP2.6
SSP 2-4.5	中間	RCP4.5
SSP 3-7.0	多い	RCP6.0とRCP8.5の中間
SSP 5-8.5	非常に多い（最大排出量）	RCP8.5

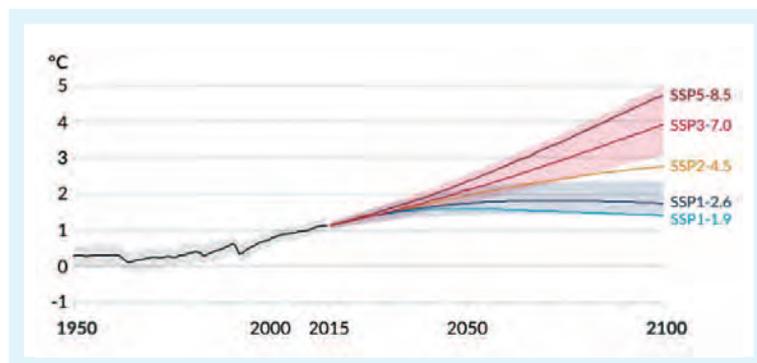


図1-1-2 1850—1900年に対する地球表面温度の変化（℃）
(出典：IPCC (2021) Figure SPM 8 (a))

注7
<https://interactive-atlas.ipcc.ch/>

2 海洋・沿岸域における評価結果

AR6のWGI報告書は、IPCCが2019年に公表した「海洋・雪氷圏特別報告書」(SROCC^(注8))に続き、海洋で生じている、そして今後生じるさまざまな変化について記している。それによると、世界中の海で、温暖化、海洋熱波の増加、酸性化、貧酸素化、北極海の海氷の急速な後退などのさまざまな変化がすでにみられている。世界平均海面水位は1901～2018年に約20cm上昇しており、その上昇速度は増している。また、それら海の変化は、今後100年から1,000年の時間スケールで不可逆的である。とりわけ、将来の海面水位に関しては、海洋深部の温暖化と氷床の融解が続くため、今後数百～数千年にもわたって上昇することが避けられない。万が一、SSP5-8.5シナリオで南極の氷床が不安定化して崩壊した場合には、2300年時点で最大15m上昇する可能性があるという、新たな知見も示された(図1-1-3)。

海洋・沿岸域における温暖化への適応策や温室効果ガスの排出削減などの緩和策に関するIPCCの最新評価については、2022年に完成予定の第2作業部会(WGII)と第3作業部会(WGIII)報告書を待たねばならないが、すでに多くの文献等が示すように、海の変化によって海洋・沿岸域生態系や沿岸域の人びとの暮らしにも深刻な影響が出ており、適応策の実施や、さらなる推進が喫緊の課題となっている。加えて、海洋・沿岸域は、再生可能エネルギーやブルーカーボン^(注9)生態系の保全・再生など、緩和策のための大きな機会を提供しうることもわかってきており、海洋による温暖化対策への注目度はますます高まってきている。

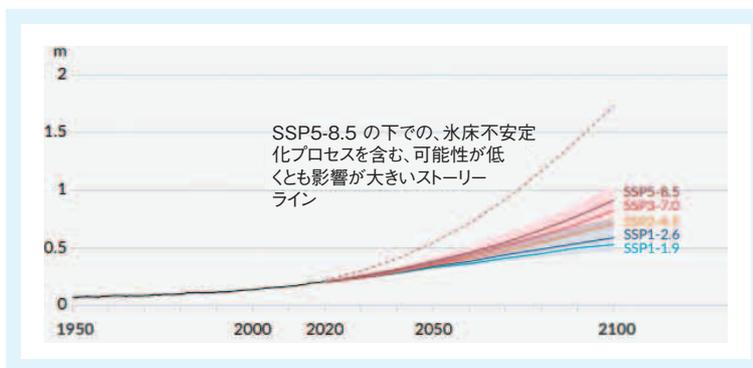


図1-1-3 世界平均海面水位の変化
(出典：IPCC (2021) Figure SPM 8 (d))

3 国連気候変動枠組条約第26回締約国会議 (COP26) と海洋

2021年秋^(注10)には、国連気候変動枠組条約 (UNFCCC) のCOP26が2年ぶりに英国のグラスゴーで開催された、そこでもIPCC/AR6のWGI報告書の公表は歓迎され、その知見は重大な懸念とともに受け止められた。「市場メカニズム」の実施指針などの重要議題について合意したCOP26に続いて、2022年秋にエジプトで開催されるCOP27では、UNFCCCとして初めてとなる「グローバルストックテイク」に向けた技術評価が行われる。グローバルストックテイクはパリ協定が定める世界全体での進捗確認の仕組みで、気候変動対策の強化に向けて中心的な役割を果たす

注8
Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate

注9
第1章第4節参照

注10
10月31日～11月14日

表1-1-2 IPCC AR6/WG1とAR5/WG1における主な評価

	AR6/WG1報告書SPMにおける評価	AR5/WG1報告書(2012)における評価
北極の海水	<ul style="list-style-type: none"> ●北極の海水は1979～1988年から2010～2019年の間に、9月で40%、3月で10%減少 ○本報告書で考慮されている5つのシナリオにおいて、北極圏では、2050年までに1回以上、9月に実質的に海水のない状態となる。 	<ul style="list-style-type: none"> ●1979～2012年の北極域年平均海水面積の減少率は3.5～4.1% (45～51万 km²) /10年 ○RCP8.5シナリオでは、21世紀半ばまでに9月の北極海で海水が実質的に存在しない状態となる。
海面水位	<ul style="list-style-type: none"> ●世界平均海面水位は1901～2018年の間に約0.20m 上昇 ●世界平均海面水位の上昇率は、1901～1971年：約1.3mm/年、1971～2006年：約1.9mm/年、2006～2018年：約3.7mm/年 ●少なくとも1971年以降に観測された世界平均海面水位の上昇の主要因は人間活動 ○1995～2014年を基準とした2100年までの世界平均海面水位上昇量は、SSP 1-1.9：0.28～0.55m、SSP 1-2.6：0.32～0.62m、SSP 2-4.5：0.44～0.76m、SSP 5-8.5：0.63～1.01m ○海洋深部の温暖化と氷床の融解が続くため、海面水位は数百年から数千年もの間上昇し続け、上昇した状態がさらに数千年にわたり継続 	<ul style="list-style-type: none"> ●世界平均海面水位は1901～2010年の間に約0.19m 上昇 ●世界平均海面水位の上昇率は、1901～2010年：約1.7mm/年、1971～2010年：約2.0mm/年、1993～2010年：約3.2mm/年 ○1986～2005年を基準とした2081～2100年の世界平均海面水位上昇量は、RCP2.6：0.26～0.55m、RCP4.5：0.32～0.63m、RCP6.0：0.33～0.63m、RCP8.5：0.45～0.82m ○熱膨張に起因する海面水位上昇は何世紀にもわたり継続するため、2100年以降も世界平均海面水位上昇が継続
極端な海面水位	<ul style="list-style-type: none"> ○過去、百年に1回発生したような極端な海面水位が、2100年までには、すべての潮位計設置場所の半数以上で、少なくとも年1回発生 	<ul style="list-style-type: none"> ●1970年以降、極端に高い潮位の発生頻度が増加 ○21世紀末には、極端に高い潮位の発生頻度が増加
海水温	<ul style="list-style-type: none"> ●1970年代以降、海洋上層(水深0～700m)が温暖化(人間の影響が主要な駆動要因) 海水温上昇は、100年から千年の時間スケールで不可逆的 	<ul style="list-style-type: none"> ●海洋の温暖化は、気候システムに蓄積されたエネルギーの増加量において卓越しており、1971～2010年の間に蓄積されたエネルギーの90%以上を占める。
極端な海水温(海洋熱波)	<ul style="list-style-type: none"> ●海洋熱波の頻度は1980年代以降倍増 ●2006年以降に発生した海洋熱波のほとんどに人間の影響が寄与 	<ul style="list-style-type: none"> 海洋熱波に係る記載なし
海洋酸性化、貧酸素化など	<ul style="list-style-type: none"> ●人為起源のCO₂排出は、世界の外洋の海面付近における海洋酸性化の主要な駆動要因 ●多くの海洋上層で、20世紀半ば以降、貧酸素化が進行(人間の影響が寄与) ○海洋上層の成層化、酸性化および貧酸素化は、将来の排出シナリオに応じた速度で、21世紀を通じて継続 	<ul style="list-style-type: none"> ●海洋は人為起源CO₂の約30%を吸収し、酸性化する ●海面付近の海水pHは、工業化以降、0.1低下 ○海面付近の海水pHは、21世紀末までに、RCP2.6：0.06～0.07、RCP4.5：0.14～0.15、RCP6.0：0.20～0.21、RCP8.5：0.30～0.32低下

注 黒丸(●)はこれまでの変化、白丸(○)は将来予測される変化を表す。

(出典：環境省資料より筆者抜粋)

ものである。COP27の技術評価を受けて2023年のCOP28で結果検討が行われる。この重要なタイミングにあわせて今後、IPCCの第6次評価報告書は2022年10月にかけて計4本が順次完成、公表され^(注11)、気候変動に関する科学的知見がアップデートされていく。

このようなIPCCとUNFCCCの関係は、両組織の設立当初から続いてきた。たとえば、2015年に採択されたパリ協定の直前には第5次評価報告書(2013~2014年)が公表され、パリ協定本文が附属されたCOP決定(1/CP.21)では、IPCCに対し、1.5℃の地球温暖化に関する特別報告書の作成が要請された。とりわけ海洋にとって重要なのは、1.5℃特別報告書(2018年)の翌年に公表された「海洋・雪氷圏特別報告書」(SROCC)(2019年)である。この報告書が科学的裏付けとなり、UNFCCCにおける海洋分野の主流化の動きが加速した。

SROCCの公表直後のCOP25(2019年)では、議長国チリがCOP25を海洋・雪氷圏により着目する「ブルーCOP」と位置付けたことも後押しとなって、COP25決定において、地球の気候システムの一部としての海洋の重要性が初めて言及されるとともに、科学的・技術的な助言を行うためのUNFCCCの補助機関(SBSTA)において「海洋と気候変動対話」の場を設けることが合意された^(注12)。

コロナ禍のため2020年12月にオンライン開催された当該対話は、政府の交渉官、科学者、ビジネス、NGOら多様なアクターが海洋を基盤とする気候変動緩和策・適応策の現状と課題について、最新の情報を持ち寄り包括的に検討する貴重な場となった^(注13)。その成果は、SBSTA議長の非公式サマリーレポート^(注14)としてまとめられ、公表されている。

2021年6月のSBSTA期間中に開催された海洋に関する非公式会合では、同サマリーレポートに基づき各国間で意見交換が行われ、海洋対話の継続開催が数か国から提案された。COP26では、それまでの議論やサマリーレポートを踏まえ、海洋対話の有用性が確認され、COP26決定「グラスゴー気候合意」(1/CP.26)において、2022年6月の第56回SBSTA会合以降、海洋対話を毎年開催することが決定されるとともに、UNFCCCの下の関連作業計画・機関に対し、既存のマンデートの範囲内でどのように海洋を基盤とした行動を強化・統合していくべきか検討して報告するよう求めた^(注15)。同決定では、世界の気温上昇を1.5℃に抑える努力を追求し、各国は2022年に2030年までの排出目標(国が決定する貢献:NDC)を再検討し強化すること、適応策を拡大し、未達となっている先進国による開発途上国への年間1,000億ドルの資金拠出を2025年までに達成することなどが合意された。また、「排出削減対策が講じられていない石炭火力発電の遁減および非効率な化石燃料補助金からのフェーズアウトに向けた努力を加速させる」ことが定められた。各国のこのような取組みを促進し支援するためにも、海洋対話の定期的な開催により多様なアクターが継続的に議論を行う場を確保したことは、意義深い。

最近のUNFCCCの動向として特筆すべきは、ステークホルダーの多様化である。2020年にパリ協定実施フェーズに入ったことで、UNFCCC採択以来メインであり続けた締約国間(政府間)の交渉に加えて、政府以外の主体による気候行動(Climate Action)の促進がいままで以上に重要視されるようになってきた。COP26では、非国家主体の行動を強化するための仕組みとしてCOP22(於モロッコ・マラケシュ)で設立された「マラケシュ・パートナーシップ」の下の取組みに加えて、非国家主体の気候行動に関する誓約を行う場を提供する「Race to Zero」および「Race to

注11
WGII 報告書(2022年2月)、
WGIII 報告書(同3月)、統
合報告書(同10月)

注12
COP 決定 1/CP.25

注13
『海洋白書2021』第3章第1
節参照

注14
https://unfccc.int/sites/default/files/resource/SBSTA_Ocean_Dialogue_SummaryReport.pdf

注15
paras. 58, 60-61

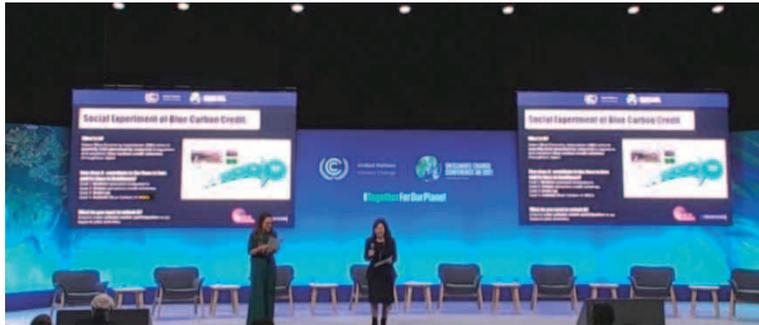


図1-1-4 COP26会場で11月5日に開催されたマラケシュ・パートナーシップの海洋沿岸域イベント^(注16)（上）と海洋沿岸域イベントで日本のブルーカーボンに関する取組みについての発表の様子（下）

注16

MPGCA Ocean and Coastal Zones Action Event “A healthy and productive ocean for a resilient, nature-positive and net-zero future” (Oceans Action Day)

注17

2022年に2030年までの排出目標（国が決定する貢献：NDC）

注18

残余カーボンバジェット（目標とする温度水準に整合的な現時点からの累積CO₂排出量の上限。気温上昇を何度までに抑制したいかが決めれば、どの程度のCO₂を排出可能かを推算できる。）

注19

『Ocean Newsletter』490号参照 (https://www.spf.org/opri/newsletter/490_1.html)

Resilience」と呼ばれる2つのキャンペーンも盛り上がりを見せた。

さらに、政府間交渉では、パリ協定第6条（市場メカニズム）などの積み残しの交渉議題が合意に達し、（ルール細則の交渉は続行されるものの）パリ協定ルールブックが遂に完成した。交渉がひと段落した今後は、マルチステークホルダーによる気候行動の促進こそがCOPの主要な役割となっていく可能性がある。

UNFCCC事務局がCOP26に先駆けて公表したNDC^(注17)統合報告書では、最新のNDCsが達成された場合でも、2030年までに上限となる累積CO₂排出量^(注18)の89%（1.5℃目標）と39%（2℃目標）を消費するとの見通しが示された。パリ協定の下での目標を達成するためには、各国政府はもちろん、地方自治体や企業等の非国家主体を含むマルチステークホルダーによる気候行動の強化が不可欠である。

冒頭に示されたように、日本政府は、岸田内閣総理大臣が世界リーダーズサミットに参加し、2030年までを「勝負の10年」と位置付けるとともに、日本の新たな2030年削減目標と、今後5年間の資金支援の追加コミットメントなどを表明した。さらに、2021年3月に気候変動に係るアジア太平洋地域セミナーをオーストラリア政府と主催し、また、アジア太平洋気候ウィーク2021をホストするなど、アジア太平洋域での議論をリードしてきている。

このような日本の、そして世界全体の目標達成に向けて、海洋からどのような貢献を行いうるのか。持続可能な海洋経済の構築に向けたハイレベル・パネル^(注19)の報告書を含むさまざまな媒体で海洋を基盤とした解決策（Ocean-based solutions）のポテンシャルが示されており、海洋を活用した気候変動緩和策の推進が今後ますます期待される。

（藤井 麻衣）

2021年の眞鍋 淑郎博士のノーベル物理学賞ご受賞は、東京大学理学部地球物理学科（現在の地球惑星物理学科）の後輩としてとても誇りに思う。眞鍋博士は、1957年に正野重方教授の下で気象学の学位を取得後、すぐに米国気象局（現在の米国海洋大気庁）の地球流体力学研究所に移り、地球温暖化予測の研究で半世紀以上にわたり世界をリードしてきた。地球環境の劣化は人類社会の持続可能性を惑星スケールで脅かすまでになっているため、未来の気候を科学の法則に基づいてシミュレーションできるようにした業績は素晴らしい。ノーベル賞選考委員会がこうした複雑系の科学に光を当てたのは画期的なことだと思う。人工知能の祖ともいべきジョン・フォン・ノイマン（John von Neumann）は、気候の変化が深刻になることを予見し、「気象や気候の問題は核の脅威やその他の戦争より、すべての国の関心をつににするだろう」と述べているが、まさにその時が来たといえる。

地球流体力学研究所と眞鍋博士

眞鍋博士の所属する地球流体力学研究所の由来は、汎用型計算機の歴史と軌を一にしている。これは、フォン・ノイマンが汎用型計算機の最初の応用分野として天気予報を選んだことに関係している。エイブラハム・フレクスナー（Abraham Flexner）が「役に立たない知識を自由に探究する場として」米国プリンストンに設けた高等研究所において、初めて計算機を用いた天気予報の実験が行われた。フォン・ノイマンはこの成功に自信を得て「究極の予報」、すなわち気候の予報を目指す研究所の設計を開始した。背景には核の冬への備えがあったのかもしれない。こうして1955年にワシントンDCの米国気象局（当時）に地球流体力学研究所が設けられ、ジョセフ・スマゴリンスキー（Joseph Smagorinsky）が初代所長に任命された。スマゴリンスキー所長は大気大循環モデルの開発を眞鍋博士に、海洋大循環モデルの開発をカーク・ブライアン（Kirk Bryan）に任せた。2人は大気と海洋の大循環モデルを結合し、フォン・ノイマンが夢見た地球気候の研究を始めた。1967年、スマゴリンスキー所長はフォン・ノイマンが気候研究の着想を得た地、プリンストンに研究所を移し、プリンストン大学との連携を強化して、アカデミックな雰囲気の中かで学際的な気候研究を推進できるようにした。これは英断だったと思う。その後の計算機の能力の急速な進展で地球気候をまるごと、そしてその季節性までも再現できるようになり、二酸化炭素（CO₂）濃度を人為的に倍増した場合の世界各地の気候への影響も調べることが可能に

なった。こうして気候変動に関する政府間パネル（IPCC）で現在使われているモデルの基盤が整った。

筆者が地球流体力学研究所に滞在した1980年代は、エルニーニョなどの気候の自然変動の解明が注目されるようになった。スマゴリンスキー所長はこうした自然変動の研究は身近な社会活動に直接的に貢献するものとして理解し、応援してくれた。

研究者を育む自由な風土

役に立たないと思われる知識は、好奇心と自由な発想に基づいて研究に没頭する科学者の天国で生まれる。一方で科学者は応用への関心も持ち合わせている必要がある。社会への応用の意識は健全な科学の発展を促すことになるからだ。スマゴリンスキー所長は、このような基礎科学と社会の関係性の豊かさについてもよく理解されていたように思う。眞鍋博士を筆頭に、世界各地からプリンストンに参集した研究者群像が好奇心に基づいて伸び伸びと研究を展開し、さまざまな立場で連携して人類の未来社会の設計に貢献しているのは、スマゴリンスキー所長がプリンストンの地にもたらした自由で爽やかな風の効果が大きかったのではないかと考える。

（山形 俊男）

※ 本コラムは『東京大学理学部ニュース』第53巻4号の記事を一部編集のうえ掲載。



地球流体力学研究所（プリンストン大学フォレストアルキャンパス）



2017年10月31日に開催された特別講演「地球温暖化と海洋」にて。左は眞鍋博士、右は筆者。

（主催：笹川平和財団海洋政策研究所、後援：東京大学大学院理学系研究科、海洋研究開発機構）

第2節 期待される洋上風力発電の拡大

1 カーボンニュートラルと洋上風力発電の拡大

洋上風力をとりまく環境はこの数年で大きく変わった。とりわけ大きな節目となったのは、2020年10月の菅義偉前総理大臣の所信表明演説である。そこで述べられた「2050年カーボンニュートラル」が国家目標となり、その達成に向けて日本が大きく動き出した。

これに合わせて、2040年までに洋上風力3,000万~4,500万 kW を導入するという目標が明示的に掲げられ、さらに、技術開発を後押しするために、総額2兆円のグリーンイノベーション基金が2021年3月に設置された。洋上風力には1,195億円が割り当てられ、そのうち950億円を浮体式洋上風力の開発が占めている。

この大きな動きに先行する形で、2018年5月に閣議決定された「第3期海洋基本計画」^(注20)のなかで、洋上風力発電の導入促進のために、海域利用ルール整備の方針が示された。これに基づいて「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の促進に関する法律」、いわゆる「再エネ海域利用法」^(注21)が2019年4月に施行され、最大30年間の海域占用を可能とする制度整備が行われた。

また、2018年7月3日に閣議決定された「第5次エネルギー基本計画」^(注22)においても再生可能エネルギーの主力電源化を目指すことが謳われた。2021年10月22日に閣議決定された「第6次エネルギー基本計画」^(注23)では洋上風力の主力電源化を目指し、適地の確保、地域との調整、コスト低減、適地から大消費地までの送電系統の確保、出力変動に対応する調整力の確保を着実に進めることが謳われた。浮体式洋上風力発電を革新技術と位置付け開発を促進するとともに、着実に案件形成を進めていくことが謳われている。

海洋の再生可能エネルギーのなかでは、洋上風力の資源量が圧倒的に大きい。さまざまな推定がなされているが、(国研)新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の『NEDO 再生可能エネルギー技術白書(第2版)』では、岸から30km以内、水深200m以浅、風速6.5m/s以上との条件の下150,000万 kW という数字が示されている、これは日本の発電設備容量26,000万 kW をはるかに凌駕するものである。洋

上風力がこれまで関係者の間では大きく注目されてきた理由である。実際の開発は、風速条件がより良好で、海上交通や漁業との共存が円滑に行えるところから開発が進むと考えられる。

たとえば、開発が進む港湾区域での事業である秋田港・能代港洋上風力発電所^(注24)では、2022年12月の運転開始に向けて、2021年9月に基礎部分の杭の打設が完了している。また、一般海域においても、再エネ海



図1-2-1 基礎部分の杭の打設の様子
(出典：秋田洋上風力発電㈱)

注20
内閣府、第3期海洋基本計画

注21
「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の促進に関する法律」

注22
内閣府、第5次エネルギー基本計画

注23
内閣府、第6次エネルギー基本計画

注24
4,200kWの風車を秋田港に13基、能代港に20基設置。合計で約14万kWの着床式洋上風力発電所となる。



図1-2-2 基礎部分の杭の打設が完了した能代港（合計20か所）
（出典：秋田洋上風力発電㈱）

域利用法に基づいて設定された海洋再生可能エネルギー発電設備整備促進区域のうち「秋田県能代市、三種町及び男鹿市沖」「秋田県由利本荘市沖」「千葉県銚子市沖」の3海域について、2021年12月に公募結果が発表され、それぞれ47.88万kW、81.9万kW、39.06万kWの着床式の計画が選定された。このように、日本においても本格的な洋上風力発電の導入が進んでいる。

一方で、再生可能エネルギー全般にいえることとして電力供給の安定性の問題がある。発電が自然任せのため、電力としての利用を考えた場合、必要とされる時に発電できないことがあり、蓄電あるいは広域での電力の融通などの仕組みや大きな設備が必要になる点が、大規模な導入に躊躇する要因となっていた。また、洋上という厳しい自然環境下で長期にわたって発電設備の健全性を維持して発電を行えるかどうか技術的成立性の問題、さらに事業として継続できるだけの経済性が確保できるかが問われてきた。

そこでここでは、これまでの日本の洋上風力発電に関わる取組みを、研究開発の視点から振り返るとともに、期待される浮体式洋上風力発電の研究開発動向について展望する。

2 洋上風力の研究の歴史

わが国において洋上風力が注目されたのは2000年前後である。欧州において世界で初めて着床式洋上風車が設置されたのが1991年であるが、2000年までの設置は大きくは進まなかった。しかし、その間技術の成熟とコストの削減を進め、2000年代に入って設置が急速に進み始めた。現在は35.3GWが洋上に設置されている。この数字は陸上も含めて全世界に設置されている風力発電の総量539.6GWに比べるとまだまだ小さい数字であるが、世界の洋上風車のうち65%は欧州に設置されており^{注25}、数年前はほぼ100%が欧州に設置されていた。これは風車の分野における欧州の技術・産業戦略によるところが大きい。

注25
GWEC Market Intelligence,
Global cumulative offshore
wind installations by end of
2020, 2021.

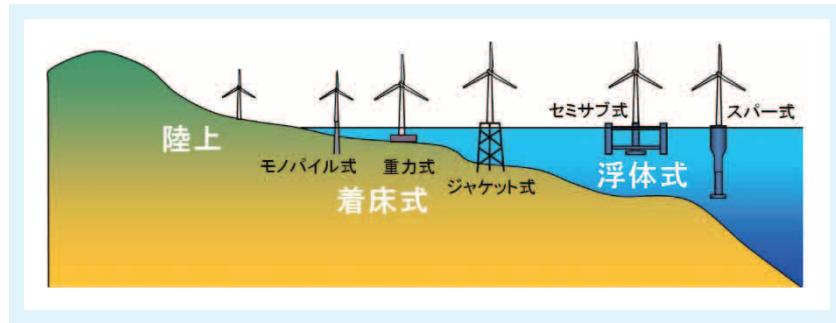


図1-2-3 洋上風力発電の方式

2000年前後になって欧州における着床式洋上風車の設置が本格的になったころ、日本でも洋上風力発電の研究に着手された。しかし、わが国においては、エネルギー安全保障の観点もあり、長らく原子力の開発に注力されており、2000年ごろは再生可能エネルギーの開発に関しては、石油天然ガスの生産が減り始めると予想される2030年ごろに利用について本格的に検討されるので、当面は基礎研究の段階が続くとの判断が大勢であった。欧州事情把握のために、視察団などが送られたものの、事業化を視野に入れた取組みは遅れた。

そのようななかで、2011年に発生した東日本大震災により引き起こされた福島原発事故を受けて、国産エネルギーである洋上風力が注目され、技術的成立性とコスト評価の観点から実証研究が開始された。着床式に関しては欧州に遅れること20年である。一方で、わが国周辺海域の水深条件は、沖に出ると急速に水深が増すことから、洋上風力エネルギー資源を十分活用するためには、浮体式洋上風車も検討する必要があるとの認識から、着床式と同じく2000年ごろに研究が開始された。浮体式に関しては、日米欧ほぼ同時に基礎研究が進んだ。

浮体式洋上風車については、陸上風車に比べて、大掛かりな浮体式支持構造物が必要になることから、経済的な成立性が危ぶまれたが、陸上風車の基礎工事、輸送、設置などに要するコストに比べて、沿岸の造船所などで効率的に支持構造物が製作でき、輸送、設置は効率化が図れると考えられる。注目していた研究者の間では、あながち夢物語ではないとの認識が得られ研究が進められた。しかしながら、洋上風力の抱えるその他の課題もあって、事業化をにらんだ実証研究に向けた動きが出るまでには時間がかかった。

3 洋上風車の実証研究

福島原発の事故を契機に進んだ実証研究であるが、着床式については、NEDOの事業として実証機が銚子沖、北九州沖に設置された^(注26)。商業規模の着床式風車の設置は欧州に遅れること20年であった。

浮体式については、環境省の支援を受けた実証研究は、東日本大震災発生の前年の2010年にプロジェクトが開始されている。環境省は地球温暖化対策の観点から洋上風力に注目していたことによるものである。五島列島の^{かほしま}栴島沖水深100mの海域に、スパー式の風車を設置して実施された、浮体水中部分の円筒部分がコンクリートで円筒部分から風車タワーをつなぐ円錐台とタワー部分が鋼製のハイブリッドスパーである^(注27)。

注26
NEDO 銚子、北九州着床式
実証研究

注27
環境省 五島列島 SPAR

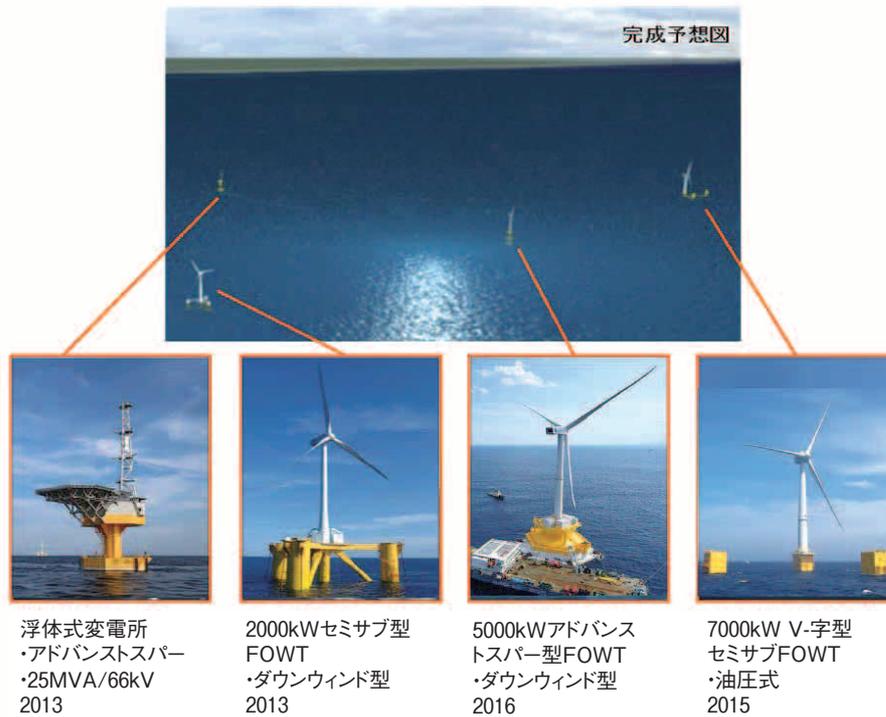


図1-2-4 福島プロジェクトにおける浮体式洋上風車と浮体式変電所の配置
(出典：経済産業省)

一方、経済産業省の支援を受けた福島プロジェクトでは、当初掲げた福島復興という観点から、事故を起こした福島原発の当初の航行制限海域の外側に実証海域を設定して事業を開始した。形式の異なる風車を沖合に設置し、陸と風車の間に浮体式の変電所を設置して、風車で発電された電力を集約して陸まで送るウィンドファーム技術の実証研究となった^(注28)。浮体式洋上風車の実証研究は、Hywind^(注29)、WindFloat^(注30)が先行する形で実施されていたが、いずれも風車を単機設置して陸まで送電する実証研究であったため、福島プロジェクトにおいてウィンドファーム技術の実証を行ったこと(図1-2-4)、すべてを国産技術で実施したことで、技術開発競争において日本が世界の先頭に立ったことにより世界的に注目された。

浮体式洋上風車の実証研究の目的は多岐にわたるが、大きな目標は技術的成立性を確認すること、2つ目は商業化に向けてコストを占うことにあった。前者について、新しい試みも行われた結果課題も見つかったが、技術的可能性は確認できたといえる。コストについては、新しい試みであり、単品オーダーメイドであったため、工事に係る周辺環境を整備することも必要になり、浮体式風車の曳航、設置工事の効率も高くなく、将来のコストを占うことはできなかった。

引き続いて実施されたのが、NEDO 事業による低コスト化を狙った事業であり、北九州沖にバージ型の浮体式洋上風車が設置され、実証研究が行われた^(注31)。着床式の設置可能水深の外側から沖合への設置を目指して50~100mの係留技術、一層のコスト削減を目指して、有望な技術は採用して実施された。浮体形式はフランスのIDEOL社が開発したものであった。IDEOL社によるFloatgenはコンクリート製浮体であったが、NEDOプロジェクトによる浮体は鋼製で一回り大きいものであった。

これらの実証研究を受けて、わが国の浮体式洋上風車の技術成熟度(TRL^(注32))は着実に向上してきていると世界的にも評価されている(図1-2-5)^(注33)。

注28 経済産業省 福島プロジェクト

注29 ノルウェーの世界初の実用的な浮体式洋上風力発電施設、発電能力は2.3MW。

注30 ボルトガル沖に設置された世界最大の浮体式洋上風力発電施設。深さ50m以上の洋上で、4本の繫索ケーブルにより、海底に固定される。

注31 NEDO バージ型

注32 Technology Readiness Level

注33 産業構造審議会グリーンイノベーションプロジェクト部会グリーン電力の普及促進分野ワーキンググループ(第2回)資料、2021

浮体式技術の開発競争

- 足下では水深の浅い海域で、欧州で技術が確立した着床式の導入が進むが、浮体式は、欧州においてもまだ開発途上。造船業を含む新たなプレーヤーの参入余地も期待される。
- 欧州では、複数のプロジェクトが同時並行して進展。1基での実証の後、複数機による実証でプロジェクトを洗練させ、商用に至る計画が一般的。

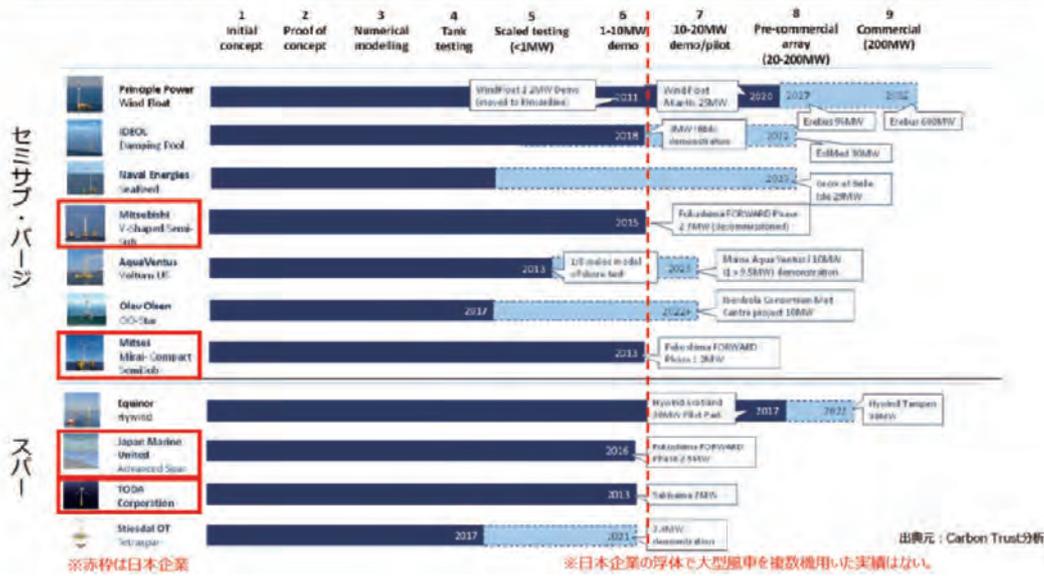


図1-2-5 浮体式洋上風車の各コンセプトのTRL

(出典：産業構造審議会 グリーンイノベーションプロジェクト部会グリーン電力の普及促進分野ワーキンググループ（第2回）資料）

4 カーボンニュートラルへの貢献に向けて

洋上風車の実証研究は、技術の成立性、コストの見極めを目標に実施されたが、2020年の首相の所信表明で国家目標となったカーボンニュートラルと、2040年までに3,000~4,500万kWの洋上風力導入という具体的な目標設定は、これまでの取組みと次元の異なる目標設定で、日本の社会のあり方を変え、これに洋上風力が貢献することを義務付けられたものである。

たとえば、2040年目標のうち2,500万kWを1.2万kWの浮体式洋上風車で設置すると仮定すると、日本全体で1基60億円程度の風車を2,100基設置することになる。20年間で平均3日に1基、これから生産体制が徐々に立ち上がることを考えると、2040年ごろには1日半で1基製作して設置する生産体制が必要になる。現在、関連する企業は、量産体制をいかに構築するかなど検討を進めており、本格的なコストダウンが図られるものと考えられる。

日本の風条件は、欧州の北海に比べて風速が遅い（図1-2-6）。もう少し詳しく見ると、北の方で風速が速く、南の方で遅くなるという傾向があり、加えて台風が襲来するという特性がある。これは米国に似ている^(注34)。日本において洋上風力利用が進むためには、コスト削減が重要である。いわゆる均等化発電原価（LCOE）の低減に向けては、発電装置としての風車のコストを下げるのがまずは重要であるが、これには上記の量産体制を構築することが大きく寄与すると考えられる。同じ価格の発電装置であれば、より多く発電することがLCOEの低減に寄与する。日本の風力事情に対応して、風車の大型化と軌を一にするが高度の高いところの風速の速い風の取得、低風速でより多く発電できる風車翼の開発など風車の工夫が必要で

注34 World Bank Group, Global Offshore Wind Speeds, 2020.

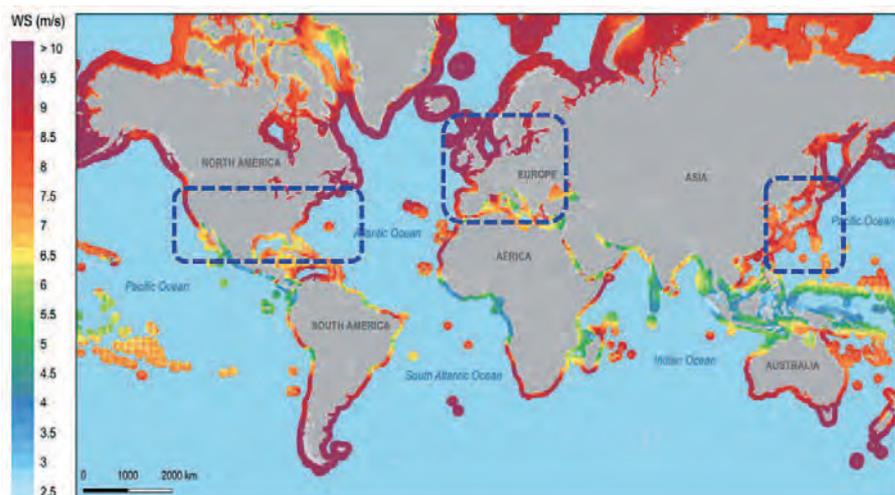


図1-2-6 日米欧各地域の洋上風速
(出典：World Bank Group)

ある。運用、保守管理段階でのコスト削減に関しては、洋上へのアクセスの問題、水中における作業の発生など洋上特有の特性から生じるコストを抑えるために、効率の良い機材、遠隔による診断や機材の健全性に関する予測手法の開発が求められる。

5 黎明期の浮体式洋上風車と危機感

浮体式洋上風車については、さまざまな浮体形式が提案されているが、特徴として浮体の浮力に比べて支えている風車の重量自体はそれほど大きくない。浮体が大型化するのは、風車を高い位置に保持した風車を転倒させないためである。浮力があり余っているので、より最適な浮体形状は今後新たに提案される可能性がある。また、海洋の石油天然ガス開発用に開発された浮体構造物と異なり、浮体上に人間が常駐することはなく、また、事故時に大規模な環境汚染を引き起こす物質を搭載しているわけでもないため、この観点からも新しい形式の浮体が考案される可能性はある。

浮体形式のうち、緊張係留型は世界的にもまだ実証実験が行われていないが、動揺が小さく、フットプリントが小さく地域社会との親和性も高いので、実現されれば有効と考えられる。

大きな動きが予想される分野であるが、これを支える産業分野は海外との厳しい競争にさらされており、弱体化しつつある。この産業界の動向を受けて大学の人材供給も細くなっている。また、わが国発のイノベーションを推進しなければならないが、昨今の風潮は他所で開発されたコンセプトや技術を持ってくるという姿勢が企業や大学など研究機関にも多くみられて、イノベーション推進力が低下していることが危惧される状況である。

(鈴木 英之)

第3節 海運の脱炭素化の推進

1 海運の脱炭素化の背景

1 日本における海事産業の果たす役割

島国である日本では、重量ベースで輸出入の99.6%を海上輸送が担う。国内に目を向けても、海上輸送はトンキロ^(注35)ベースで国内貨物輸送の約4割、鉄鋼、石油製品、セメントなどの産業基礎物資輸送の約8割を担っているほか、地域住民の移動や生活物資の輸送に不可欠な交通手段となっている。四方を海に囲まれているわが国にとって、安定的な海上輸送の確保は社会経済の存続基盤であり、経済安全保障の観点からも重要である。わが国の海事産業は、これまで造船・海運業等を中心とした世界でも有数の海事クラスター^(注36)を形成し、この海上輸送を支えてきた。

しかし近年、わが国の造船業は、公的支援を背景とした中国・韓国勢から低船価競争を強いられるとともに、コロナ禍による一層の市況低迷により厳しい状況となっている。足元の市況は、新造船需要量、船価ともに回復を示しているが、鋼材の価格高騰などにより採算性に課題が生じているほか、依然として世界的な供給能力過剰状態にあり、今後も厳しい国際競争が続くことが予想される。造船業が今後も地域の経済・雇用やわが国の経済安全保障に貢献し、船舶を安定的に供給できる体制を確保するために、生産性向上や事業再編を通じた事業基盤の強化が必要である。また、外航海運分野における国際競争が激化するなか、今後、世界の成長をわが国の成長として取り込み、安定的な国際海上輸送の確保を図っていくためには、安全・環境性能等の一定の性能を有した高品質な船舶である特定船舶の導入を促進し、一層の国際競争力の強化を図るとともに、新造船発注を喚起する環境を整備することが併せて必要である。

このため、船舶の供給側の造船業と需要側の海運業の両面からの総合的な施策により好循環を創出するため、2021年5月21日に公布された海事産業の基盤強化のための「海上運送法等の一部を改正する法律（海事産業強化法）」に基づき、造船分野・海運分野における計画認定制度^(注37)が創設された。本制度に基づき国土交通大臣の認定を受けた計画の実施にあたっては、政府の予算・税制・財政投融资などの各種支援措置の活用が可能となる。

さらに、2021年12月24日には、海事産業強化法に関して、船員・内航海運関係部分が2022年4月1日に施行されることが閣議決定されている。これにより、船員の

注35
貨物の重量だけでなく、輸送距離を含めた輸送量を表す単位。貨物の重量（トン）にその輸送距離（キロメートル）を乗じたもの。

注36
わが国の海事クラスター全体で、売上高11.3兆円、従業員数34万人（うち、海運業・造船業・船用工業で売上高8.7兆円、従業員数30.9万人）、付加価値額でGDPの約1%を占めている。

注37
2021年末時点で、造船・船用事業者が策定する事業基盤強化計画について、合計11グループ25社が当該計画の認定を受けている。



日本を支える海事産業・海運と造船



図1-3-1 造船分野・海運分野における計画認定制度

働き方改革、内航海運の取引環境の改善および生産性向上に向けた措置が実施される。

2 世界経済の成長に伴う国際海運の温室効果ガス（GHG）排出増加

国際海運の総輸送量は、世界経済の成長に伴い、今後も中長期的に増加し続けることが見込まれている。国際海運に従事する船舶の運航に伴う二酸化炭素（CO₂）の排出量は、何も対策を取らなければ2050年までに世界全体の7.0%^(注38)にまで増加するという試算もある。そのため、船舶からのCO₂排出削減に取り組むことは、パリ協定の第2条が掲げる「世界的な平均気温上昇を産業革命以前に比べて2℃より十分低く、1.5℃に抑える努力を追求する」という世界共通の長期目標を達成するためにも必要であり、世界の脱炭素化に貢献する重要な課題である。

注38
2018年時点では世界全体の約2%

2 海運の脱炭素化に向けた議論

1 国際海事機関（IMO）での議論・合意の経緯

国際海運は、関係国が多岐にわたることから、温室効果ガス（GHG）の排出削減対策は国別の枠組みには馴染まず、国連の専門機関である国際海事機関（IMO）^(注39)のもとで検討・策定^(注40)されている。

注39
International Maritime Organization

IMOで初めて策定されたGHG排出削減対策は、2011年に採択され、2013年から導入された新造船の燃費性能規制^(注41)である。本制度の導入により、2013年以降の新造船については、その燃費性能を一定値以下とすることが義務付けられることになった。

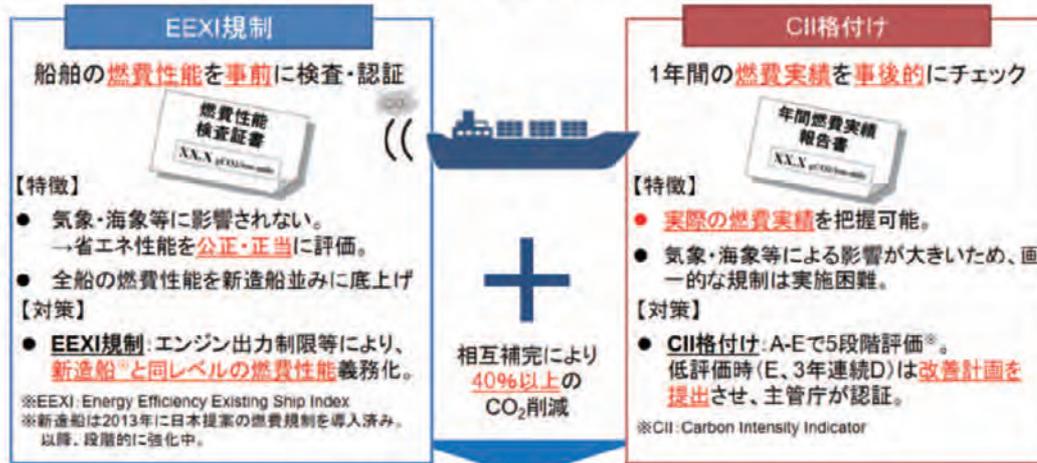
注40
京都議定書は国際海運には適用されておらず、同議定書第2条第2項において、IMOが国際海運からのGHG排出削減対策を検討することとされている。

次に策定されたGHG排出削減対策は、2016年に採択され、2019年から導入された燃費実績報告制度である。本制度の導入により、船舶の燃費実績はIMOに集約されることになった。2018年には、国際海運のGHG削減戦略を採択した。GHG削減戦略では、①2030年までに平均燃費を40%以上改善（2008年比）、②2050年までにGHG排出量50%以上削減（2008年比）、③今世紀中なるべく早期の排出ゼロ、

注41
EEDI（Energy Efficiency Design Index）という統一の燃費指標を用いて評価する。

- 既存の大型外航船への燃費規制は初。既存船の燃費性能を事前に検査・認証し、毎年の実績を事後チェック。
- 性能の劣る既存船にペナルティ(出力制限や改造による燃費改善)を与え、新造代替を促進。

【共同提案国】 日本、韓国、中国、シンガポール、マレーシア、インド、イタリア、キプロス、クロアチア、スペイン、デンマーク、ドイツ、フランス、ノルウェー、UAE、ガーナ、ナイジェリア、カナダ、バハマ、国際海運会議所



2020年11月に海洋汚染防止条約改正案を承認。2021年6月に採択
(その後、2022年11月に発効、2023年1月から導入)

図1-3-2 既存の大型外航船の燃費性能規制・燃費実績の格付け制度

という目標を設定した。なお、GHG 削減戦略は2023年に改定予定であり、現在 IMO では改定に向けた議論が進められている。

直近では、2021年6月に、GHG 削減戦略のうち、上記①の目標を達成するための対策として、「既存船への燃費性能規制^(注42)及び燃費実績の格付け制度」を採択した。

上記の IMO における GHG 排出削減対策は、いずれも日本が主導したものである。直近に策定された、「既存船への燃費性能規制及び燃費実績の格付け制度」についてのみ、その経緯を取り上げるが、採択までにオンライン会議で各国との交渉を少なくとも50回は実施した。また、採択に至った海洋汚染防止条約の改正案は、日本が関係国(図1-3-2の共同提案国)と連携のうえ、日本がとりまとめたものである。

また、GHG 排出削減対策を審議する IMO 海洋環境保護委員会の議長は、日本人(斎藤英明国土交通省参与)が務めている^(注43)。IMO で策定された対策が、気候変動問題に資することはもちろんのこと、世界有数の海事大国である日本の海事産業の国際競争力強化に資することが重要である。このため、ルールメイキングを日本が主導し、また、その審議を行う委員会の議長を日本人が務めていることは大変意義がある。

さらに、GHG 削減戦略の達成に向けて、2018年に日本は、産学官公の連携による「国際海運 GHG ゼロエミッションプロジェクト」^(注44)を立ち上げている。本プロジェクトのもとでは、IMO に対して提案すべき気候変動対策の国内検討を行っているほか、2020年3月には、GHG 削減戦略の達成に向けて必要な技術開発・国際ルール等をまとめた、「国際海運のゼロエミッションに向けたロードマップ」^(注45)を策定した。

2 内航海運カーボンニュートラル推進に向けて

世界的に脱炭素に向けた動きが加速するなか、わが国においても2020年10月、菅

注42
EEXI (Energy Efficiency Existing Ship Index) という統一の燃費指標を用いて評価する。

注43
2018年から選出。任期1年で現在5期目。

注44
https://www.mlit.go.jp/maritime/maritime_tk7_000026.html

注45
https://www.mlit.go.jp/maritime/GHG_roadmap.html

義偉内閣総理大臣により2050年にカーボンニュートラルを目指すことが表明され、産業・民生を問わずあらゆる分野で、これまで以上にCO₂排出削減に向けた取組みを強化、加速することが求められている。このようななか、内航海運についても、政府全体および他業界の動向や技術開発の進捗などを踏まえ、地球温暖化対策計画のこれまでの目標（2030年度までの2013年度比CO₂排出削減目標157万t-CO₂）を181万t-CO₂まで深掘りしており、この目標の達成および2050年カーボンニュートラルに貢献すべくCO₂排出削減に向けた取組みを戦略的に進めていく必要がある。

こうしたことを背景に、国土交通省海事局では、2021年4月より「内航カーボンニュートラル推進に向けた検討会」を開催し、内航海運をとりまく状況の整理や、内航海運の低・脱炭素化に向けて取り組むべき施策の方向性やロードマップなどを検討し、同年12月には、とりまとめを行った。

3 海運の脱炭素化に関する現状

1 民間企業の動向・強みと海外企業の動向

わが国の海事産業は、環境負荷の小さい船舶の建造とその運航サービスに強みを持っている。昨今、世界的に地球温暖化対策への関心が高まっており、船舶については水素、アンモニア等の脱炭素燃料への転換が模索されるなど、まさに大きな転換期を迎えているといえる。この大きな転換期は日本の海事産業がもつ強みを発揮し、さらなる発展を遂げるチャンスである。

この機会を逃すまいと、日本の造船事業者等も取組みを加速させており、海事産業強化法に基づく事業基盤強化計画^(注46)について、国内最大級の造船会社である今治造船（株）やジャパン マリンユナイテッド（株）をはじめ、液化水素運搬船の建造にも取り組む川崎重工業（株）など、各社が環境対応に向けた内容を含む計画を作成している。また、海運事業者については、（一社）日本船主協会が2050年に国際海運からのGHG排出を実質ゼロ（ネットゼロ）に挑戦することを表明^(注47)しており、併せて、邦船大手3社も2050年ネットゼロを目指すことを表明するなど、カーボンニュートラルへの挑戦を掲げている。

また、海外においても、ドイツの大手エンジンライセンサーであるMAN社が2019年から「2ストロークデュアルフェュエルアンモニア燃料エンジン」の開発に着手しており、2024年前半にはアンモニア燃料エンジンの提供が可能となる予定である。中国・韓国では、欧州企業等と共同で基本承認（AIP）を取得するなど、世界中で開発に向けた動きが具体化している。水素燃料船についても、韓国では大学を中心に事前調査・研究が実施されており、アンモニア燃料船・水素燃料船については、世界が横一線で開発をスタートしている状態である。こうしたなか、日本の海事産業が世界に先駆けて技術開発に成功すれば、世界的な脱炭素化に向けた需要を取り込むことができるため、まさにこれからの取組みが重要となる。

2 IMO 以外の国際的な動向

国際海運のGHG排出削減に向けて、IMO以外の動きも近年盛んになっている。主要な動きを下記に述べる。

注46
認定計画の概要はこちら https://www.mlit.go.jp/maritime/maritime_tk5_000069.html

注47
<https://www.jsanet.or.jp/GHG/index.html>

(1) 国レベルの動向

2021年11月に開催された国連気候変動枠組条約第26回締約国会合(COP26)では、その期間中に国際海運の脱炭素化に係るイベントが開催され、国際海運からのGHG排出削減のため、GHGを排出しないゼロエミッション船が運航される「グリーン海運回廊」の開設を目指す「クライドバンク宣言」^(注48)にわが国をはじめとする米国、英国など計22か国が署名した。

(2) 民間レベルの動向

国際海運の脱炭素化の加速を目指す国際連合体である「Getting to Zero Coalition」^(注49)が主導して、2021年9月に各国に対して、①2050年までに国際海運の脱炭素化実現に取り組むこと、②国としてゼロエミッション海運プロジェクトを産業規模で支援すること、③2030年までにゼロエミッション船舶の建造がデフォルトの選択肢となるよう政策措置を講じることなどを要請する「Call to Action for Shipping Decarbonization」を発表した。

また、2021年10月には、米国のアマゾン、スウェーデンの家具世界最大手イケア、英国のユニリーバ、フランスのタイヤ大手ミシュランなど9社が、「Cargo Owners for Zero Emission Vessels (coZEV)」^(注50)という組織を立ち上げ、海上輸送を2040年までに脱炭素化するとの目標を発表した。

4 技術開発の状況

グリーン成長戦略策定とGI基金による技術開発開始

2020年10月に菅義偉内閣総理大臣(当時)より2050年カーボンニュートラル、脱炭素社会の実現を目指すことが宣言された。これを踏まえて、経済産業省が中心となり、「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」^(注51)を策定した。このグリーン成長戦略では、14の重要分野ごとに、高い目標を掲げたうえで、現状の課題と今後の取組みを明記し、予算、税、規制改革・標準化、国際連携など、あらゆる施策を講じていくことが掲げられており、この14の重要分野のひとつに「船舶産業」が位置付けられている。

船舶産業では、2050年のカーボンニュートラル実現にあたり必須となる水素、アンモニア等のガス燃料船等の開発に取り組むとともに、2028年までにゼロエミッション船の商業運航を実現し、2030年にはさらなる普及を目指すこととしている。

このグリーン成長戦略において位置付けられている14の重要分野については、2020年度第3次補正予算により(国研)新エネルギー産業技術総合開発機構(NEDO)に造成されたグリーンイノベーション基金により、10年間、研究開発・実証から社会実装までを継続して支援することとなっている。船舶産業においては「次世代船舶の開発」として、水素燃料船、アンモニア燃料船等の開発が対象となっており、2021年10月に当該技術開発のテーマおよび実施者が選定された^(注52)。

これらのテーマのうち水素燃料船の開発については、中高速4ストローク水素エンジン、低速2ストローク水素エンジン、水素燃料タンクおよびタンクからエンジンに水素燃料を供給するシステムを搭載した水素運搬船などの開発が進められている。また、アンモニア燃料船の開発については、4ストロークエンジンを搭載した

注48

<https://www.gov.uk/government/publications/cop-26-climate-declaration-for-green-shipping-corridors/cop-26-climate-declaration-for-green-shipping-corridors>

注49

国際海運の脱炭素化を加速させるため、企業・機関・港湾・政府が参画する国際連合体(日本から大手海運会社、日本海事協会、商社等が参画)。2030年までに商用利用可能なゼロエミッション船の運航を目指している。

注50

<https://www.cozev.org/>

注51

https://www.meti.go.jp/policy/energy_environment/global_warming/ggs/index.html

注52

https://www.mlit.go.jp/maritime/maritime_tk7_000041.html



図1-3-3 大型液化水素運搬船（左）とアンモニア燃料アンモニア輸送船（右）
 （出典：川崎重工(株)（左）、日本郵船(株)（右））

タグボートや2ストロークエンジンを搭載したアンモニア輸送船の開発などが進められている。

今後、このようなゼロエミッション船の導入を促進するなど海事分野においてもカーボンニュートラルの実現に向けた取組みを進めていく。

5 今後の課題

1 内航海運の低・脱炭素化

先述のとおり、内航海運においてもCO₂排出削減に向けた取組みを戦略的に進めていく必要があり、2021年12月には、「内航カーボンニュートラル推進に向けた検討会」のとりまとめを行っている。

とりまとめでは、段階的にカーボンニュートラルに向けて取り組む必要があるとしており、当面は、さらなる省エネを追求した船舶（連携型省エネ船）の開発・普及、バイオ燃料の活用等の省エネ・省CO₂の取組み、荷主等に省エネ船の選択を促す燃費性能の見える化のさらなる活用の促進といった2030年度目標達成のためのさらなる省エネの追求が重要であるとしている。加えて、わが国2050年のカーボンニュートラルに貢献するため、LNG燃料船、水素FC船^{注53}、バッテリー船の実証・導入といった、将来を見据えた内航海運への代替燃料の活用などに向けた先進的な取組みの支援も重要であるとされており、今後、これらについて、具体的施策を確実に進めていく。

2 IMOにおけるゼロエミッション船関係の議論

IMOでは、海上安全については海上安全委員会（MSC）、また、環境対策については海洋環境保護委員会（MEPC）^{注54}において議論されており、海洋国家の日本としては、関係国・関係団体と緊密に連携し、国際貢献への責任を果たすとともに、IMOでの国際的な議論をリードしていくことが重要である。

海上安全については、ヒューマンエラーの減少や船員の負担軽減に資する自動運航船の2025年の実用化を目指して、技術開発への支援や実船での実証事業を踏まえた安全ガイドラインの策定等の取組みを進めている。日本の海事産業の新たな競争力確保を目指すべく、今後も実用化に向けた取組みを進めるとともに、2022年4月から本格化するIMOにおける国際ルール策定に関する議論を主導していく。

注53
 燃料電池搭載船。FCは燃料電池（Fuel Cell）の略称。

注54
 これら委員会の下に、より技術的な事項等を検討する小委員会が7つ設置されている。

注55
https://www.mlit.go.jp/rep/ort/press/kaiji07_hh_000216.html

注56
https://www.mlit.go.jp/rep/ort/press/kaiji07_hh_000221.html

また、環境対策については、先述のとおり、IMO は国際海運の GHG 排出削減に向け成果を着実に積み上げているが、世界全体で気候変動問題への取組みが加速しているなかで、国際海運においてもより一層の GHG 排出削減を進める必要がある。

このため、2021年10月26日、齊藤鉄夫国土交通大臣は、2050年までに、国際海運からの GHG の排出を全体としてゼロ（2050年カーボンニュートラル）を目指す旨を公表した^(注55)。また、これを受けて、わが国は同年11月に開催された IMO 第77回海洋環境保護委員会（MEPC77）に対し、米国、英国等と共同でこの目標を提案した。

MEPC77においては、わが国等が提案していた内容に関する議論が深まり、2023年の GHG 削減戦略の改訂に向けて、GHG 排出削減目標について現行目標よりもさらに野心的な目標を設定することで^(注56)合意された。

わが国としては、GHG 排出削減目標はもちろんのこと、本目標を達成するための新たな対策として、経済的手法や規制的手法などの GHG 排出削減対策に関する IMO の議論を引き続きリードしていく。なお、GHG 排出削減対策とは異なるが、2050年カーボンニュートラルに必須となるゼロエミッション船については安全規則や船員関連規則も整備する必要があるため、これらの議論にも積極的に貢献していく。

（田村 顕洋・伊藤 淳揮）

第4節 港湾におけるカーボンニュートラルに向けた取組み

本節では、港湾の中長期政策『PORT 2030』に至る港湾政策の変遷を紹介するとともに、港湾におけるカーボンニュートラルに向けた取組みとして、カーボンニュートラルポート（CNP）の形成に向けた取組みや、国内外から注目を集めるブルーカーボンに係る施策展開、今後の取組みを紹介する。

1 港湾政策の変遷と『PORT 2030』について

1 港湾政策の変遷

港湾の中長期政策は、産業・貿易の構造変化、国民生活の質の向上等、各時代におけるわが国の経済社会構造の大きな変化に対応して展開されてきた。

1985年に戦後初めて策定された港湾の中長期政策である「21世紀への港湾」では、日本社会の成熟化により港湾整備に求められる要請が多様化・高度化してきたことを受け、物流・産業・生活に係る機能が調和した総合的な港湾空間の形成を目指すこととされた。そのフォローアップとして1990年に策定された「豊かなウォーターフロントをめざして」では、内港地区の再開発等により、港湾空間の質の向上を図ることとされた。

また、1995年に策定された「大交流時代を支える港湾」では、世界経済のグローバル化の進展に合わせ、中枢・中核国際港湾を指定し、港湾の機能分担や拠点化等

により効率的配置や投資の重点化を図ることとなった。その後、2000年に策定された「暮らしを海と世界に結ぶみなとビジョン」では、中枢・中核国際港湾の整備等と開発保全航路の施策を組み合わせ、国際競争力のある高質な物流サービスの提供を図ることとされた。

国際競争力強化のうちコンテナ輸送ネットワークの維持・拡大については、選択と集中の方針のもと、スーパー中枢港湾政策に始まり、さらには、北米・欧州基幹航路のわが国への寄港を維持・拡大し、民間企業等の立地環境を向上させるため、「集貨」「創貨^(注57)」「競争力強化」の3本柱の施策からなる国際コンテナ戦略港湾政策を実施してきたところである。

他方で、急速なコンテナ船の大型化やコンテナ船社間のアライアンスの再編により、基幹航路の寄港地の絞り込みが行われるなど、わが国の海運・港湾をとりまく情勢はめまぐるしく変化し、厳しさを増している。また、中国の一带一路政策に代表されるように、アジア近隣諸国も戦略的に海外ネットワークの拡充を図っている。わが国としても、グローバルに活動を展開する製造業等のサプライチェーンを支えるため、世界の成長市場にスピーディにアクセスできるとともに信頼性の高い輸送網を構築することが求められている。

また、バルク輸送^(注58)の効率化・共同化については、中国をはじめとするアジア近隣諸国の急激な経済発展を受け、資源・エネルギー・食糧等の世界的な獲得競争が激化したことに伴い、バルク船の大型化による輸送コスト削減の動きが加速した。わが国の港湾においてもそれに対応すべく、2010年に国際バルク戦略港湾政策が導入された。

国際バルク戦略港湾政策においては、穀物・石炭・鉄鉱石の品目ごとに拠点港を選定し、大型バルク船が入港可能な港湾施設を整備するとともに、利用企業の合従連衡による共同調達・共同輸送の取組みを促すことで、大型船による輸送コストの削減効果を楽しむこととした。一方で、高度経済成長期に数多く整備された民間企業の専用岸壁は老朽化が進んでおり、大規模地震発生時にも企業活動が維持されるよう計画的な更新が必要になってきている。

2 港湾の中長期政策『PORT 2030』

2018年7月に、国土交通省港湾局では2030年ごろの将来を見据え、わが国経済・産業の発展および国民生活の質の向上のために港湾が果たすべき役割や、今後特に推進すべき港湾政策の方向性等を「港湾の中長期政策『PORT 2030』」としてとりまとめた。

『PORT 2030』では、中長期政策の方向性として8本の柱が示されており、そのひとつである「港湾・物流活動のグリーン化」として、地球環境問題に港湾としても責任ある対応をしていくため、洋上風力発電の導入、船舶・荷役機械・トレーラー等の輸送機械の低炭素化や陸上給電設備の導入等の「CO₂排出源対策」を行うとともに、製鋼スラグ等の産業副産物を有効利用したブルーカーボン生態系（藻場等）の活用等による「CO₂吸収源対策」を促進することにより、世界に先駆けた「カーボンフリーポート」の実現を目指す（図1-4-1）こととしている。

注57
貨物の需要創出

注58
バラ積みでの輸送



図1-4-1 港湾・物流活動のグリーン化「カーボンフリーポート」の実現

2 カーボンニュートラルポート（CNP）の形成に向けた取組み

1 はじめに

島国日本において、港湾は、輸出入貨物の99.6%が経由する国際物流拠点であり^{注59、注60}、また、CO₂排出量の約6割を占める発電、鉄鋼、化学工業等^{注61}の多くが立地する臨海部産業の拠点、エネルギーの一大消費拠点でもある（図1-4-2）。すなわち、港湾地域は、脱炭素エネルギーである水素や燃料アンモニア等の輸入拠点となるとともに、これらの活用等によるCO₂削減の余地が大きい地域である。このため、港湾地域において脱炭素化に向けた先導的な取組みを集中的に行うことは、わが国の2050年カーボンニュートラルの実現に効果的・効率的であると考えられる。

このため、国土交通省では、水素・燃料アンモニア等の大量・安定・安価な輸入・貯蔵等を可能とする受入環境の整備や、脱炭素化に配慮した港湾機能の高度化、集積する臨海部産業との連携等を通じて、CNPを形成し、わが国全体の脱炭素化に貢献することとしている（図1-4-3）。

CNPの形成に向けた具体的な取組みとして、水素・燃料アンモニア等の輸入拠点の形成、停泊中の船舶への陸上電力の供給、液化天然ガス（LNG）・水素・アンモニア等を燃料とする船舶へのバンカリング（船舶が使用する燃料の供給）機能の確保、港湾荷役機械や港湾内外で使用される大型車両の水素燃料化、洋上風力発電の余剰電力による水素の製造・輸送・活用、ブルーカーボン生態系（藻場・干潟等）の活用等について検討している。

以下で、国内外における脱炭素に向けた動きを踏まえたCNPの形成に向けた取組みを紹介する。

2 国内外の脱炭素に向けた動きとCNP

わが国は、2020年10月、「2050年カーボンニュートラル」を宣言し、2021年4月には、「2030年度に、温室効果ガスを2013年度から46%削減することを目指す。さらに、50%の高みに向け、挑戦を続けていく」ことを表明した。2020年12月に策定され、2021年6月に具体化された「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」では、CNPを形成し、2050年までの港湾におけるカーボンニュートラル

注59
国土交通省『港湾統計（2018）』

注60
財務省『貿易統計（2018）』

注61
環境省『2019年度（令和元年度）の温室効果ガス排出量（確報値）について（2019）』

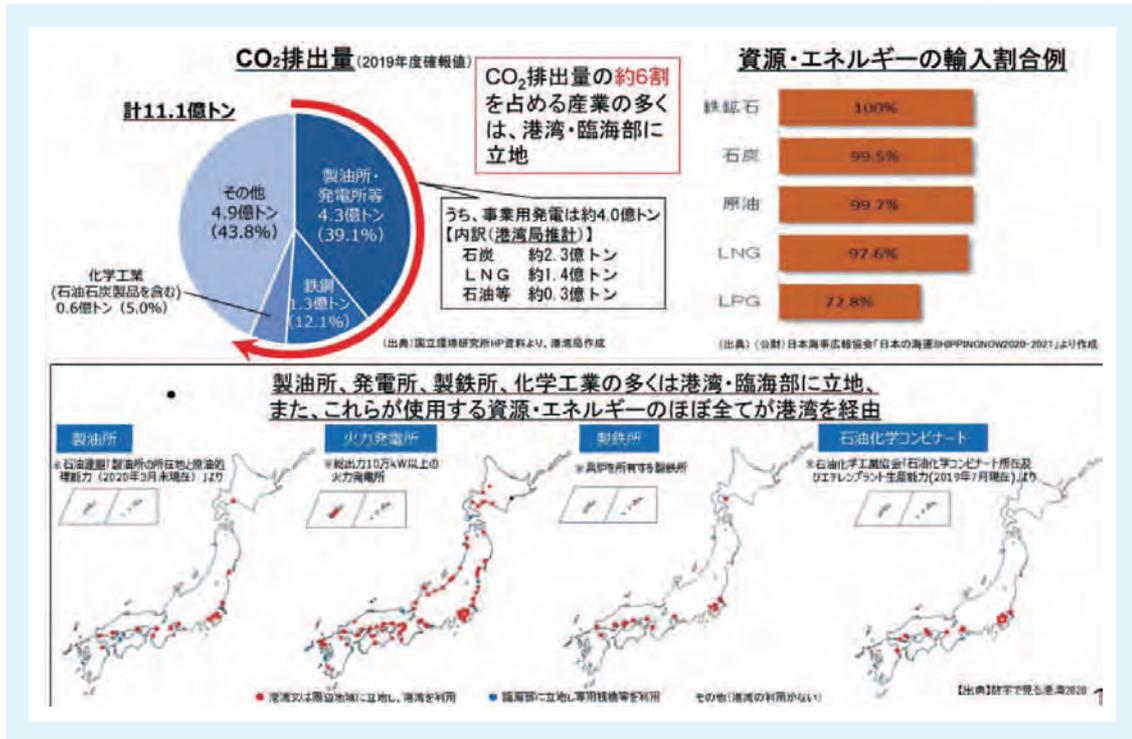


図1-4-2 製油所・発電所や産業が集積する港湾



図1-4-3 カーボンニュートラルポート (CNP) の形成イメージ

の実現を目指すとしている。また2021年6月に閣議決定された「骨太の方針」、さらに「成長戦略実行計画」においても水素の輸入等のためのCNPの形成が明記された。国際エネルギー機関が2019年に発表したレポート「水素の未来」において、水素エネルギーは多様なエネルギー課題の解決策となり、その利用拡大のための短期的項目のひとつとして、工業集積港をクリーン水素の利用拡大の中核にすることが挙げられている。

2021年10月22日に閣議決定された「第6次エネルギー基本計画」においては、現在約200万トン／年と推計される水素供給量を2030年に最大300万トン／年、2050年には2,000万トン／年程度に拡大することを目指すとしている。また、燃料アンモ

ニアについては、2030年時点では年間300万トン（水素換算で約50万トン）規模、2050年には年間約3,000万トン（同約500万トン）の国内需要を想定している。

こうした水素や燃料アンモニア等の多くは海外から輸入されることが想定される。このため、港湾においては、これらの国際サプライチェーンの拠点として、大量・安定・安価な輸入・貯蔵等を可能とする受入環境の整備が必要である。海外の港湾に目を向けると、脱炭素化の取組みが急速に進展しつつあり、わが国の港湾においても脱炭素化に向けた取組みは待ったなしの課題となっている。たとえば、オランダのロッテルダム港では2050年に水素需要が2,000万トン／年になると推計されており、うち1,800万トン／年が船舶で輸入されると想定されている。また、ロッテルダム港の港湾内で水素を製造し、輸入する水素とあわせてパイプラインで港湾周辺および他地域に輸送することで、北西ヨーロッパにおける重要なエネルギー港湾としての地位を確立しようとしている。

また、米国のロサンゼルス港では、CAAP（Clean Air Action Plan）が策定され、周辺の大気汚染防止や脱炭素化に向けた取組みが進められている。この一環としてコンテナ船やクルーズ船等を対象に陸上電力供給が実施されており、コンテナ船では総寄港回数の80%で陸上電力供給または相当する措置を実施することが義務付けられている。最近の動きとして、ベルギーのアントワープ、ドイツのブレーマーハーフェン、ハンブルグ、フランスのハロパ、オランダのロッテルダムの欧州を代表する5つの港では2028年までに超大型のコンテナ船が利用するターミナルに陸上電力供給を導入していく等の覚書を2021年6月21日に締結した。

加えて、2021年4月16日の日米首脳会談の共同声明において、「日米競争力・強靱性（コア）パートナーシップ」が立ち上げられ、そのなかで日米両国がCNP形成について協力することとされた。さらに、2021年9月24日の第2回日米豪印首脳会合において「日米豪印海運タスクフォース」が立ち上げられ、そのなかでグリーンな海運ネットワークを形成していくこととされた。

3 CNPの形成に向けた取組み

現在、国土交通省では、水素や燃料アンモニア等の輸入や貯蔵を可能とする受入環境整備と港湾地域における脱炭素化の主に2点を目指してCNP形成の取組みを進めている（図1-4-4）。

1点目の水素等の受入環境整備について、温室効果ガス削減の取組みに重要な水素や燃料アンモニア等の利活用を図るためには、大量かつ安定・安価な調達を可能とする国際サプライチェーンが必要となる。現時点では、まだ高価な水素だが、まずは海外で二酸化炭素回収・貯留（CCS）^{（注62）}等を組み合わせたブルー水素や再生可能エネルギー由来のグリーン水素を安価に製造し、大型船で日本に輸入することができるになれば、コストの低減が可能となり、水素の利活用は進むと考えられる。こうした取組みは、個別の事業者による努力だけでは難しい部分があるので、官民が連携し、多くの事業者が参加したなかで具体的な取組みを検討することが重要となる。国土交通省としても、海外での積出港における水素や燃料アンモニア輸出に対応した岸壁等の環境整備については、案件に応じて（株）海外交通・都市開発事業支援機構（JOIN）による民間事業者との共同出資によるリスクマネーの供給やハンズオン支援の活用について検討を進めていく。それとともに、国内では、港湾において必要な水素や燃料アンモニアの輸入・貯蔵等が可能となるよう、技術

注62
Carbon dioxide Capture and Storage



図1-4-4 カーボンニュートラルポート(CNP)形成に向けた取組みの例

基準や港湾計画の見直し等を検討することとしている。

2点目の港湾地域での脱炭素化の取組みについては、まずは停泊中の船舶への陸上からの電力供給、災害時のバックアップ電源にもなる自立型水素等電源の導入、水素燃料電池化した荷役機械の導入等について検討を行っている。また、国内の洋上風力発電で発生する余剰電力を水素化し、内航船を活用して国内の需要地へ輸送する海上輸送ネットワークの構築に向けた検討等も進めている。加えて、港湾、臨海部に立地する石炭火力発電における燃料アンモニアの混燃やLNG火力発電における水素の混燃等の検討・実証も行われている。大量に見込まれる水素や燃料アンモニア等の需要に対応する港湾での受入環境の整備に関しても関係者と連携して取り組んでいきたいと考えている。また、船舶の燃料についても、将来的に水素や燃料アンモニアの比率が高まることが予想されるので、港湾における水素・燃料アンモニア等のバンカリングの検討も必要となってくる。

このように、CNPの形成に向けては、各地域の官民連携、事業者間連携が重要となってくる。このため、2021年1月から3月に、まずは全国の6地域の7港湾(小名浜港、横浜・川崎港、新潟港、名古屋港、神戸港、徳山下松港)において、地方整備局および港湾管理者が事務局となって、官民一体の検討会(CNP検討会)を開催し、港湾地域における面的な脱炭素化に向けた検討を行った。CNP検討会では、港湾地域からのCO₂排出量、水素や燃料アンモニア等の需要ポテンシャル、利活用方策等について検討を行った。検討を行った6地域の港湾は、コンテナやバルク等さまざまなタイプの港湾が含まれており、各港湾に立地する企業の特性も踏まえて、需要側では港湾ターミナルにおける停泊中の船舶への陸上電力供給や荷役機械の燃料電池化、自立型水素等電源の活用、大型車両の燃料電池化、火力発電等における水素や燃料アンモニアの利用等について、供給側ではパイプラインや貯蔵タンク等の既存インフラを活用した水素等の受入環境の整備等について、方向性が示された。

CNP検討会の結果等を踏まえ、国土交通省港湾局は、今後のCNPの形成に向け

た取組みの加速化を図る各種方策について整理等を行うため、2021年6月から同年12月に「カーボンニュートラルポート（CNP）の形成に向けた検討会」を開催し、同年12月に「CNPの形成に向けた施策の方向性」および「CNP形成計画策定マニュアル（初版）」を公表した。今後、「CNP形成計画策定マニュアル（初版）」の活用等を通じて、全国の港湾管理者によるCNP形成計画の策定を促進していくこととしている。

3 ブルーカーボンに係る施策展開と今後の取組み

1 CNP形成におけるブルーカーボンとインベントリ登録

2019年6月に閣議決定された「パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略」における吸収源対策として、「ブルーカーボン、すなわち沿岸域や海洋生態系に貯留される炭素について、全国的に有用水生植物を用いた藻場の保全・回復等のCO₂の吸収源としての可能性を追求する」ことが明記され^(注63)、2021年6月に具体化された「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」においても「ブルーカーボンについては、2023年度までに海藻藻場によるCO₂の吸収・貯留量の計測方法を確立し、国連気候変動枠組条約等への反映を目指すとともに、産・官・学による藻場・干潟の造成・再生・保全の一層の取組を推進する。このことは、沿岸域での生物多様性の回復にも寄与する。また、新たなCO₂吸収源として、水素酸化細菌^(注64)の大量培養技術等の革新的な技術開発を推進する。さらに、海藻や水素酸化細菌の商業利用を進めるとともに、カーボンオフセット制度を利用した収益化を図り、CO₂吸収を自律的に推進する」ことが明記された。

国土交通省港湾局では、2019年6月に「地球温暖化防止に貢献するブルーカーボンの役割に関する検討会」^(注65)を設置し、CO₂吸収源としてブルーカーボン生態系^(注66)（図1-4-5）の活用に向けた具体的な検討を行っているが、2050年カーボンニュートラル宣言以降、「CNP」形成を進めるなか、そのなかの重要施策のひとつとしても検討を進めている。2021度は、同検討会において全国の重要港湾以上を対象としたブルーカーボン生態系による吸収量を試算する予定である。

一方、国連気候変動枠組条約に基づき、環境省から国連に対して行うわが国の「温室効果ガスインベントリ報告」にブルーカーボンがいまだ位置付けがなされていない。

このため、環境省等の関係省庁とも連携しCO₂吸収量算定方法の確立、活動量（面積）の計測方法、取得したデータの管理体制等の検討を行う必要がある。そのうえでブルーカーボンについては炭素吸収量のインベントリ登録を目指す。

さらに、干潟や藻場を造成する際の覆砂材として活用可能な良質な浚渫土砂等の確保を含め、干潟や藻場の造成に向けた行政・地域の関係者（水産、河川、港湾等）の合意形成や、水産部局や河川部局との連携も念頭に置いて、藻場等の造成・再生・保全の取組みをより一層推進することが重要であり、産・官・学による取組みを推進する。このことは、沿岸域の生物多様性の回復にも寄与する。

2 ブルーカーボン・オフセット・クレジット制度の試行

2021年3月、「ジャパンブルーエコノミー技術研究組合」（JBE）^(注67)は、CNPの取

注63

2021年10月に閣議決定された「パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略」においても、「ブルーカーボン」、すなわち沿岸域や海洋生態系に貯留される炭素について、全国で水生植物を用いた藻場の保全・回復等の二酸化炭素の吸収源としての可能性を追求する」と記載された。

注64

水素の酸化反応によるエネルギーを利用して、炭酸固定を行う化学合成細菌の総称。土壌や海洋などの自然環境中に存在する。

注65

地球温暖化防止に貢献するブルーカーボンの役割に関する検討会の設置（国土交通省）
https://www.mlit.go.jp/report/press/port06_hh_000170.html

注66

藻場造成ガイドブック改訂版2013（2014年2月、三重県農水商工部水産基盤整備課）
「ブルーカーボン」（地人書館）
アマモ場再生ガイドブック（2008年3月、三重県農水商工部水産基盤室）
日本の自然（環境省）「鹿児島&沖縄マングローブ探検」ウェブサイト

注67

ジャパンブルーエコノミー技術研究組合（JBE）の設立認可（国土交通省）
https://www.mlit.go.jp/report/press/port06_hh_000204.html



図1-4-5 ブルーカーボン生態系

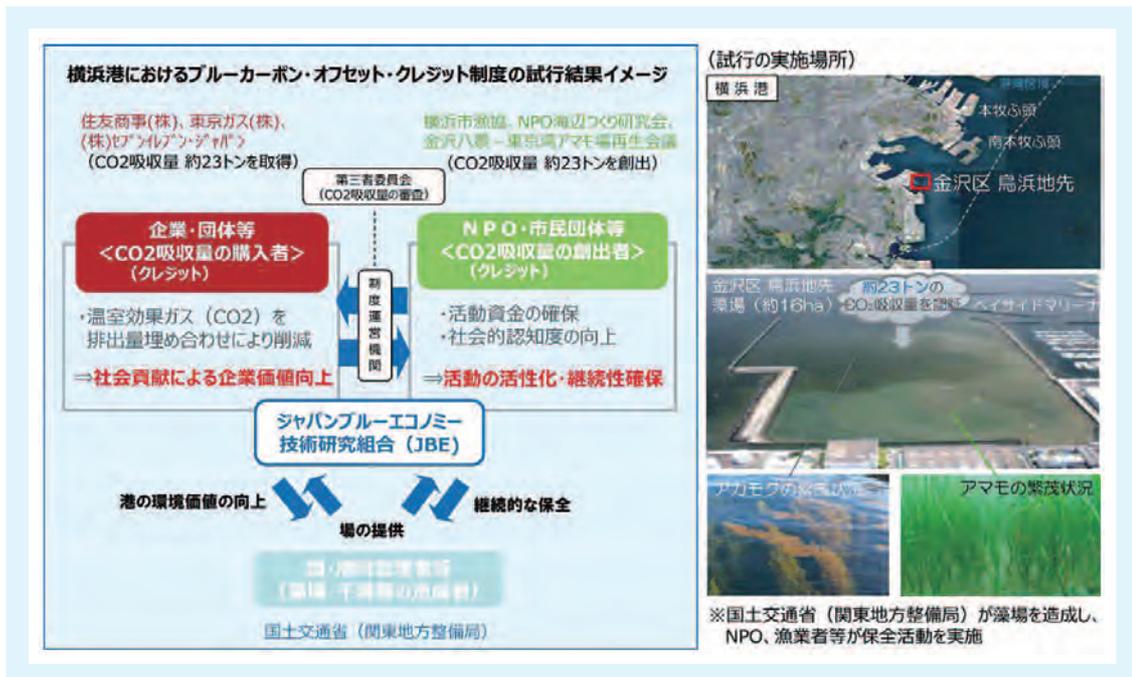


図1-4-6 ブルーカーボン・オフセット・クレジット制度の試行 (横浜港)

組みが進められている横浜港において、藻場の保全活動等によるブルーカーボン生態系が吸収したCO₂量をクレジットとして認証し、取引を可能とする「ブルーカーボン・オフセット・クレジット制度」を全国制度とするため、「Jブルークレジット」の取引試行を行った（約23トンのCO₂吸収量を取引き）（図1-4-6）。

同制度は、CO₂吸収源となる藻場等の造成・再生・保全の取組みを継続的に進めていくため、①藻場等を造成する国や港湾管理者、②保全活動に尽力されているNPO・市民団体・漁業関係者等、③SDGs等に積極的に取り組まれている各企業、の三者が連携できる取組みとして期待されるものであり、「地球温暖化防止に貢献するブルーカーボンの役割に関する検討会」からの助言等も踏まえながら、今後も引き続き試行を実施する予定である。

（渡邊 弘・伊藤 寛倫）

コラム 02 CCS の展望と海洋産業の役割

2015年頃まで二酸化炭素（CO₂）削減の目標は2050年半減（先進国80%削減）、今世紀中にネットゼロであり、エネルギー確保との両立の難しさが議論の中心であった。そして化石燃料利用に伴う排ガス等からCO₂を分離回収し地層中に貯留して大気から隔離する「CO₂回収・貯留（CCS）^{注1}」は、省エネ、石炭から天然ガスへのシフト、再生可能エネルギーや原子力の利用などと並ぶCO₂削減策のひとつと位置付けられ、2050年時点で13%前後の貢献度が期待されるなどの試算が公表されていた。ノルウェーのSleipnerプロジェクトをはじめとする年間100万トン規模の事業がCCSの技術的成立性を実証した。CCSに関するIPCC特別報告書（2005年）では、必要な要素技術のほとんどは実用段階にあり、CO₂貯留ポテンシャルは世界で十分にあるとされた。日本でも、苫小牧市の製油所で分離回収したCO₂を沿岸から傾斜掘りした圧入井を介して沖合海底下へ地中貯留（2016年4月から約3年半、累計30万トン）、大牟田市三川発電所のバイオマス火力から分離回収（2020年10月運転開始、日量600トン）など、技術検証が結実してきている。

CCS で急激な変革を緩やかに

パリ協定（2016年11月発効）やIPCC1.5℃特別報告書（2018年）以降、状況は急展開した。それまでと異なるのは、2050年までにネットゼロ、すなわち減らす策から無くす策への転換が前倒しで要求されるようになった点である。①政策や企業経営の“現在の”意思決定者に強く行動を促す、②エネルギーに由来しないCO₂の排出対策も必須、③人為的な手法でCO₂を吸収させることも視野に入ってきた、などが含意されている。CCSについては、化石資源自体の使用禁止派から他の対策技術で不足する分のシワ寄せ派まで、期待値が幅広くなっている。上述の①②③を踏まえると、ネットゼロへの急激な変革を少しでも緩やかにするための施策として意義が高まっている。

「2050年時点の化石資源を全く利用しない社会システム」を低い不確実性の下で描くことができるだろうか。そこでは、比較的低炭素の天然ガスはもとより、水素やアンモニアといった代替燃料の製造、鉄鋼やセメントといった社会基盤の素材に関わる産業もゼロ・エミッションを問われる。森林等による吸収、CO₂の有効利用などで差し引かれる分はあるものの、おおよそのところは、化石資源使用で発生させてしまうCO₂はすべてCCSで地中に埋め戻す必要がある。CCSを付けた施設での化石資源の使用（投資や補助金の対象になるか）に関する今後の趨勢は、政策や産業の選択肢を大きく左右する。

さらに、大気中のCO₂濃度が許容水準を超過する際には、気候変動の時定数より短い時間スケールで人為

的に復元させる必要があるとの論調が高まっている。バイオマス発電とCCSの組合せ（BECCS）^{注2}や大気からの直接回収・貯留（DACCS）^{注3}といった「負の排出」は、いずれもCCSの系譜に連なる。発動前に“普通のCCS”による信頼性の醸成や経済的合理性の向上が不可欠だろう。

CCS は海洋事業を創出する

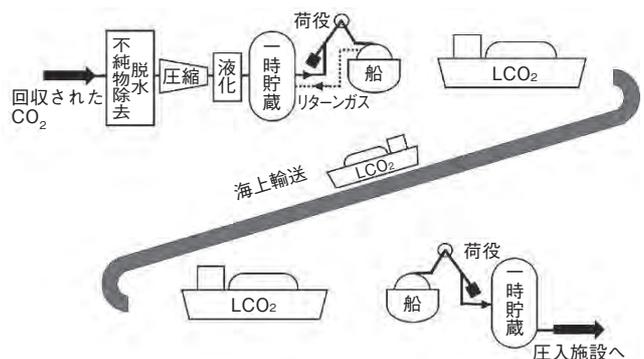
日本でCCSを展開する場合、海洋や海洋産業が果たす役割は大きい。陸域にCO₂の貯留適地はほとんど無く、高い浸透性と大きな容量を備えた地層を海域の地下深部に確保することは、海洋資源探査に類似する一連の作業・評価を要する。また、CO₂回収源から近距離でない海域に適地が確保できる場合や、状況・条件が整うならば海外まで、CO₂を船舶で輸送する必要がある。適地の水深や離岸距離などによっては海上から海底下へCO₂を圧入する施設も期待される。さらに、周辺海域環境のベースライン調査や圧入中・圧入後のCO₂挙動モニタリングを通じて、海洋への影響がないことの確認が必要になる。

最後にCCS向けのCO₂船舶輸送について国内外で動きが具体化していることを述べておく。ノルウェーでは、オイガーデン自治区にCO₂陸上受入基地を設け100km先の沖合まで海底パイプラインを敷設して海底下2,600mの地層へCO₂を圧入できるようにするとともに、他国を含めた複数の回収源からCO₂を船舶輸送してくるNorthern Lightsプロジェクトに本格着手した。2021年10月には容量7,500m³（約7,700トン積み）液化CO₂輸送船を2隻、中国の造船会社へ発注したと発表している。日本では経済産業省/NEDO事業「CO₂船舶輸送に関する研究開発および実証事業」が2021年6月に開始され、舞鶴火力発電所の出荷基地から苫小牧火力発電所の受入基地まで液化CO₂を輸送する約1,000トン積みの船の建造と運用に関する各種試験が予定されている。（尾崎 雅彦）

注1：CCS：Carbon dioxide Capture & Storage

注2：BECCS：BioEnergy with CCS

注3：DACCS：Direct Air Carbon Capture & Storage



CCSにおけるCO₂船舶輸送のフロー（LCO₂：液化CO₂）

第2章

海洋生態系の保全に向けて

第1節 海洋生物多様性の保全に向けた国際的な動向

1 はじめに

生物多様性とは、地球上に生息する生物の多様性を表す概念で、遺伝子の多様性、種の多様性、生態系の多様性の3つのレベルから構成される。この生物多様性は生態系を含む環境を安定的に保つために必要不可欠であり、多様性が高いほど温暖化などの将来の環境の変化に対して人類や生物を含む生態系は強靱になるといわれる。また、食料の供給、大気や水の浄化、医薬品などの研究開発の材料としての遺伝子資源など、さまざまな生物多様性の恩恵を我われは受けている。しかし、生息地の破壊による種の絶滅など、人間活動の影響で生物多様性がかつてない速度で失われていることが大きな問題になっている。この生物多様性を保全し、持続的かつ公平に利用していくための国際的な枠組みが生物多様性条約（CBD）^(注1)であり、現在196の国と地域が加盟している。

このCBDをめぐる状況は、現在大きな節目を迎えている。2010年に愛知県名古屋で開催された第10回締約国会議（CBD-COP10）で合意された2020年までの生物多様性を保全するための国際目標（愛知目標）が期限を迎え、これに代わる2030年までの新たな10年間の国際目標がいま議論されているからである。この国際目標は、「ポスト2020世界生物多様性枠組（ポスト2020GBF）^(注2)」と呼ばれ、現在ファーストドラフトがCBD事務局のウェブサイト上で公開されている^(注3)。本来、このポスト2020GBFは、2020年10月に中国の昆明で開催されるCOP15で合意される予定であったが、新型コロナウイルス感染症（以下、新型コロナ）の流行により開催が延期されており、交渉プロセスに大幅な遅れをきたしている。しかし、この延期期間にもオンラインで作業部会等が開催され、より良い目標の策定に向けて予備的な議論や検討が重ねられている。現在地球上の生物多様性はかつてない危機に直面し

ており、これからの10年間で我われが野心的な目標を立ててそれらを達成できるかどうか、今後の地球の命運がかかっているという認識が多くの参加国の代表団に共有されているように思われる。現在の新型コロナの流行は、生物多様性保全の議論の進展を妨げているが、同時に我われはこれらの新たな人畜共通感染症の発生を防ぐため、野生生物の適切な保護と利用、密

注1
Convention on Biological Diversity

注2
Post-2020 Global Biodiversity Framework

注3
<https://www.cbd.int/doc/c/914a/eca3/24ad42235033f031badf61b1/wg2020-03-03-en.pdf>



図2-1-1 ポスト2020世界生物多様性枠組を紹介する環境省のウェブサイト

(出典：環境省)

猟や違法取引防止の重要性を改めて認識することとなった。この人類と動物、自然環境の健康を一体のものとして考える「ワンヘルス」の概念も、生物多様性を考えるうえで新しいキーワードとなっている。

2 2030年までに何を達成すべきか

さて、ポスト2020GBF に話を戻すと、最初の草案^(注4)は2020年1月に公開され、その後各国政府やオブザーバーからのコメント・意見を反映して2度改訂されている^(注5)。ポスト2020GBFの目指すところは、「2050年までに、生物多様性が評価され、保全され、回復され、そして賢明に利用され、そのことによって生態系サービスが保持され、健全な地球が維持され、全ての人々に不可欠な恩恵が与えられる」^(注6)世界の実現であり、これは愛知目標と変わらない。そのために、2030年までに我われが果たすべきミッションは、「生物多様性が保全及び持続的に利用され、また遺伝資源の利用から生ずる利益が人々に公平に分配され、人々と地球のために生物多様性を回復への途上に乗せるために社会全体が直ちに行動を起こすこと」であると述べる。そして、具体的な目標の内容としては、4つのゴールが設定されている。ゴールAは生態系や種、遺伝的多様性の保全であり、ゴールBは自然の恩恵の利用、ゴールCは公正かつ公平な遺伝資源の利用、ゴールDは目標を達成するための手段や資金の確保をうたっている。また愛知目標では20の個別目標があったが、ポスト2020GBFでは21の行動目標があり、その内容はかなり変更された。この21の行動目標に含まれる項目は表2-1-1のとおりである。

特に海洋の生物多様性の保全に着目すると、保護区の面積を30%以上にする（愛知目標では10%）、プラスチック汚染を完全になくす、など、ゼロドラフトに比べてより野心的な数値目標が採用されたことは高く評価できる。しかし、愛知目標では海洋分野に特化した目標（目標6：持続可能な漁業の推進、目標10：サンゴ礁など気候変動及び海洋酸性化に脆弱な生態系の保全）が設けられていたが、ポスト2020GBFでは海洋に特化した目標がないため、この点について後退しているという指摘も一部の締約国から出されている。他にも、世界的に減少しているサンゴ礁など沿岸域生態系の保全、海洋保護区の管理の質の向上、ブルーカーボン生態系の保全再生など、議論すべき重要なテーマはあるが、議論のなかではまだ取り上げられ方が不十分である。

また、このポスト2020GBFは、目標の達成度を測るための指標などを含むモニタリングフレームワークとセットになっており、並行して検討が進められている。これは、愛知目標には指標が設定されていなかったため達成状況がわかりづらかったという反省もあり、ポスト2020GBFでは、①成果が測定可能な「SMART」^(注7)な目標である



図2-1-1 ラムサール条約湿地に登録されている荒尾湿地

注4
ファーストドラフトの前の、いわゆる「ゼロ・ドラフト」

注5
「アップデートされたゼロドラフト」は2020年8月、「ファーストドラフト」は2021年7月公開。

注6
環境省による和訳。 https://www.biodic.go.jp/biodiversity/about/aichi_targets/index_02.html

注7
ジョージ・T・ドランが1981年に提唱した目標設定方法で、「SMART」は、「具体的な (Specific)」「測定可能な (Measurable)」「割り当て可能な (Assignable)」「現実的な (Realistic)」「時間的制約のある (Time-bound)」の頭文字を取った略語である。

表2-1-1 ポスト2020GBF（ファーストドラフト）の21の行動目標に挙げられた項目

- ① 生物多様性に配慮した空間利用計画の策定
- ② 劣化した生態系の回復
- ③ 陸域及び海洋における自然保護区の拡大
- ④ 遺伝資源の保全
- ⑤ 持続的な野生生物の利用
- ⑥ 移入種に対する対策
- ⑦ 生態系に有害な環境汚染の防止（栄養塩、農薬、プラスチック）
- ⑧ 気候変動の緩和
- ⑨ 生態系から得る恩恵の享受
- ⑩ 持続可能な農業・養殖業・林業
- ⑪ 生態系の調整機能・防災機能の維持
- ⑫ 都市における緑地や水辺の創出
- ⑬ 遺伝資源の公平かつ公正な利用
- ⑭ 生物多様性の主流化
- ⑮ 生物多様性に配慮した企業活動の報告
- ⑯ 生物多様性に配慮した消費行動の促進
- ⑰ バイオテクノロジーの安全性
- ⑱ 有害な補助金や経済的インセンティブの廃止
- ⑲ 資金の確保
- ⑳ 教育・研究活動の推進
- ㉑ 先住民、女性、若者の参加

こと、②万人に伝わりやすい（Communicable）な目標であること、を2つの重要な要素として検討している。目標のそれぞれに複数の指標が設定されているため、指標の数はかなり多くなっているが、ポスト2020GBF が合意されたあかつきには、各締約国は自国についてこれらの指標をモニタリングし、定期的に報告する義務が生じることになる。

3 国連生態系回復の10年

上述のとおり、ポスト2020GBF のなかで失われた（あるいは劣化した）生態系の回復というのが目標のひとつに挙げられているが、2021～2030年の10年間は、「持続可能な開発のための国連海洋科学の10年」になっていると同時に、「国連生態系回復の10年」にも指定されている。現存する生態系を保全していくことのみならず、生態系を再生、回復させていくことを目指した「国連生態系回復の10年」は、国連環境計画（UNEP）と国連食糧農業機関（FAO）が中心となって進めている。ウェブサイト^(注8)では関連する資料やイベントの情報が掲載されており、世界各地の生態系回復プロジェクトに関するデータベースも閲覧することができる。

日本ではまだこの「国連生態系回復の10年」に関する活動があまり活発ではないが、国連大学などが日本での窓口（フォーカルポイント）となっている。（公財）笹川平和財団海洋政策研究所は、国連大学・環境省と共催で、この10年に関する国際シンポジウムを2022年2月に開催した。



図2-1-2 「国連生態系回復の10年」のロゴマーク

また、2021年11月には、産官民の連携・協力のもと「2030生物多様性枠組実現日本会議（J-GBF）」が設立された。この会議では、「ポスト2020生物多様性枠組」「国連生態系回復の10年」などの国

注8
<https://www.decadeonrestoration.org/>



図2-1-3 2030年生物多様性枠組実現日本会議 (J-GBF) のウェブサイト

際目標や国内目標の達成に貢献することが目指されている。

4 G7サミットと「自然協約」

このような状況のなか、2021年6月に、英国のコーンウォールで主要7か国首脳会議（G7サミット）が開催された。この会議の成果として、参加国首脳は、2030年までに協力して地球環境の保全を行う「2030年自然協約（Nature Compact）」に合意した。このなかでは特に生物多様性の保全に焦点が当てられ、冒頭に「2030年までに生物多様性の損失を止めて反転させる」というスローガンがはっきりと掲げられている。また、この自然協約にはいくつもの重要なポイントが含まれており、たとえば、気候変動と生物多様性の密接な関連性を認め、気候変動が生物多様性の損失の大きな原因となっていると認識し、生物多様性の保全・回復が気候変動対策として極めて重要であると述べている点や、経済や社会のシステムの変革によって自然やそれを支える生物多様性に対して負の影響を与えるのではなく正の影響を与えるような社会を目指す「ネイチャーポジティブ」の考え方などである。また、自然協約のなかでは海洋の生物多様性の保全に関しても大きく取り上げられている。その内容は、「大阪ブルー・オーシャン・ビジョン」に基づくプラスチック汚染防止対策の強化や流出漁具対策、違法・無報告・無規制（IUU）漁業の撲滅、有害な漁業補助金の廃止、世界の海洋の少なくとも30%を保護すること、ブルーカーボン生態系を含む生態系の回復、公海（国家管轄権外区域）での海洋生物多様性保全に関する野心的な交渉締結に向けた努力、「国連海洋科学の10年」の取組みを支持することなどである。このようなG7メンバー国の積極的な姿勢が示されたことで、ポスト2020GBFの議論にも大きく弾みがつきそうである。特に海洋プラスチック汚染問題については、これを防止するための新たな国際条約の策定を求める声が国際的に高まり、2022年から国連環境総会（UNEA）において具体的な内容を議論する交渉が始まろうとしている。これらの動きも今後ますます注目が必要である。

（豊島 淳子）

コラム 03 豊かな瀬戸内海に向けた新たな制度

高度経済成長期に水質汚濁が進んだ瀬戸内海は、一時は「瀕死の海」と呼ばれた。その後、法に基づく約40年間の対策で水質は改善したが生物生産性は低迷した。そこで2021年には栄養塩類の一方的な削減策を改め、増加策を含む「管理」が認められるようになった。これは水環境行政の大きな転換点といえる。

瀬戸内海の水質保全

瀬戸内海環境保全臨時措置法は1973年に制定され、1978年に現行の「瀬戸内海環境保全特別措置法（以下、瀬戸法）」に改称された。当初は水質と自然景観の保全を目標に、有機物による汚濁の指標である化学的酸素要求量（COD）などの水質環境基準を定めていた。やがて、それだけでは富栄養化を防げないとわかり、赤潮の原因物質である栄養塩類（全窒素・全りん）の排水規制も始めた。その結果、2019年度の公共用水域水質測定で大阪湾と大阪湾を除く瀬戸内海の水質環境基準達成率は、CODは66.7%と77.0%と依然として低いものの、栄養塩類は100%と98%と極めて高くなった。同基準を当てはめた約25年前（1995～96年）の栄養塩類の達成率は0%と60%であり、その後の排水規制の成果が見てとれる。

豊かな瀬戸内海の回復へ

近年、漁獲量の減少やノリの頻繁な色落ちが課題となり、水質保全だけではかつての豊かな瀬戸内海の再生につながらないとの認識が高まった。そのため2015年の瀬戸法改正では、「生物の多様性及び生産性が確保されていること等その有する多面的価値及び機能が最大限に発揮された豊かな海とする」ことが盛り込まれた。そして目標は「水質の保全」「自然景観の保全」の2項目から、「沿岸域の環境の保全、再生及び創出」「水質の保全及び管理」「自然景観及び文化的景観の保全」「水産資源の持続的な利用の確保」の4項目に改められた。特に、藻場・干潟等の保全を含んだ沿岸域環境の保全・再生・創出を新たな目標とし、地域性や季節性に合った水質管理の視点が追加された。さらには生物多様性の観点や環境との調和に配慮しつつ、水産動植物の増殖を推進し、水産資源の持続的な利用を確保することも新たな大きな目標と定められた。

その後、水温上昇等の環境変化のなかで、栄養塩類の不足による水産資源への影響、開発等による藻場・干潟の減少が一層深刻化する恐れが指摘された。さらに海洋プラスチックごみを含む漂流ごみ等の悪影響も

懸念されるようになった。このため、2021年6月3日に成立した瀬戸法改正では、「生物の多様性及び生産性の確保のための栄養塩類の管理に関し特別の措置を講ずる」と定め、基本理念に、「瀬戸内海の水質の保全は、気候変動による水温の上昇その他の環境への影響が瀬戸内海においても生じていること及びこれが長期にわたり継続するおそれがあることも踏まえて行わなければならない」ことが追加された。

豊かな瀬戸内海を目指す新たな措置は、特定の海域において人為的な投入や排水処理方法の変更によって栄養塩類を適切に増加することを可能にした。環境保全との調和・両立の確保が義務づけられてはいるものの、これまでの水質規制とはまったく方向性が異なる。ただ、これは栄養塩類という植物の成長に必須の物質を対象としている。過剰だと赤潮など富栄養化問題に、欠乏すると生物生産性の低下につながる。このように2面性を持つ物質に対する特別な規制といえよう。

なお、当初は瀬戸内海全体をひとつの水域としていたが、水質の回復が進むにつれ大阪湾と大阪湾を除く瀬戸内海を別の水域として扱うようになった。前回の2015年の改正では瀬戸内海を湾、灘その他の海域ごとの実情に応じて管理することになり、今回の改正では管理対象となる海域がよりきめ細かくなった。生物多様性と生物生産性の目標を海域ごとに定めるため、その管理方法も極めて多様とならざるを得ない。今後は地域独自の役割が重要性を増し、瀬戸内海全体として矛盾なく管理していくことが大きな課題となる。また、栄養塩類の管理のみで目標が達成される保証はなく、藻場・干潟等の保全・再生・創出、底質の改善等も同時並行で実施することが求められる。（事務局）

※ 本コラムは、岡田光正（2021年）『Ocean Newsletter』第506号「豊かな瀬戸内海に向けた新たな制度について」の記載内容や図面を利用し作成した。



瀬戸内海環境保全特別措置法による対象区域
（出典：国土交通省）

第2節 海洋プラスチック問題をめぐる国内外の新たな展開

1 国際的な議論の展開

大量のプラスチック製品、たとえば、レジ袋、ペットボトル、ストロー、プラスチック製電子製品の部品などは、我われの生活にとって不可欠な存在となっている。しかしこれらのプラスチック製品はごみになった後、不適切な処理によって最終的に海にたどり着き、深刻な問題を引き起こしている。海洋環境への影響をはじめ、船舶航行への障害、沿岸域居住環境への影響、観光や漁業へのダメージなど多岐にわたる。また、マイクロプラスチック^(注9)は海洋中のポリ塩化ビフェニル（PCB）などの有害化学物質を吸着する性質があり、食物連鎖を通じて、海洋生物や海洋生態系、さらに人の健康にも重大な影響を及ぼすことが懸念されている^(注10)。



図2-2-1 リサイクルのために圧縮されたペットボトルと海岸に漂着したプラごみ

海洋に流出しているプラスチックごみの量は、世界全体で年間およそ800万トンにのぼる^(注11)。2016年の世界経済フォーラムの報告によれば、2050年までに、海洋プラスチックの総重量は魚の総重量を超えると予想される^(注12)。プラスチックによる海洋汚染は、南極や北極、深海底に至るまで観測され、深刻な世界的問題となっている^(注13)。そのため、海洋プラスチック問題に対してさまざまな国際的な議論や取組みが加速している。国連持続可能な開発会議をはじめ、国連総会、G7サミット、G20サミット、国連環境総会（UNEA）などの国際会議で海洋プラスチック問題が取り上げられてきている。本節では、2022年2月に開催された会合で、海洋プラスチック問題に関する国際的な規範制定の議論が行われたUNEAを中心に、国際的な議論の動向と今後の展開について総括する。また、国内の新たな取組みについて紹介する。

1 国連環境総会（UNEA）の動き

UNEAは、国連環境計画（UNEP）の意思決定機関であり、原則として2年に1回開催される国際会議である。これまでに開催されたUNEAのタイムラインは図2-2-2に示すとおりである。

第1回のUNEAは2014年6月に開催され、17本の決議が採択された。そのなか「海洋プラスチックごみとマイクロプラスチック」という決議を含んでいた。この決議では、プラスチックの不適切な管理および処分に由来するリスクの認識、海洋ごみネットワークを通じた情報交換の促進、海洋プラスチックごみの発生源の特

注9
1辺が5 mm以下の微小なプラスチック片

注10
Yamashita, R., Hiki, N., Kashiwada, F., et al., Plastic additives and legacy persistent organic pollutants in the preen gland oil of seabirds sampled across the globe, *Environmental Monitoring and Contaminants Research*, 1, 97-112, 2021

注11
Jambeck, Jenna R., et al. "Plastic Waste Inputs from Land into the Ocean." *Science* VOL 347 ISSUE 6223, 2015

注12
World Economic Forum, *The New Plastics Economy Rethinking the future of plastics*, 2016

注13
Isobe, A., Uchiyama-Matsumoto, K., Uchida, K., Tokai, T., *Microplastics in the Southern Ocean*, *Mar. Pollut. Bull.* 114, 623-626, 2017

注14
<https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/17285/K1402364.pdf>

注15
<https://www.unep.org/environmentassembly/unea2>

注16
<https://www.unep.org/environmentassembly/unea3>

注17
 Ad Hoc Open ended Expert Group

注18
 Multi-stakeholder Platform on Marine Litter and Microplastics

注19
<https://www.unep.org/environmentassembly/unea4>

注20
<https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/28471/English.pdf>

注21
<https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/28473/English.pdf>

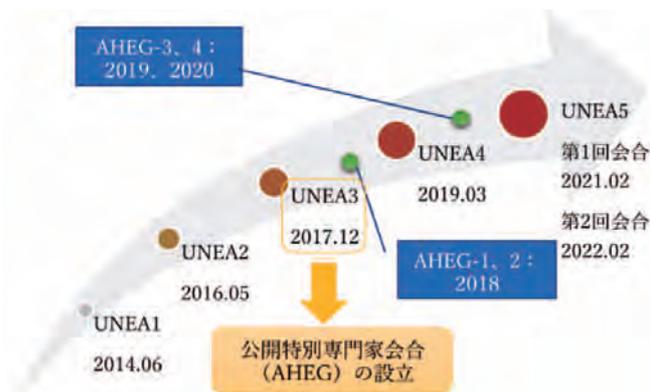


図2-2-2 これまでの UNEA のタイムライン

に関する決議が採択された。同決議には、海洋プラスチックのモニタリング手法の標準化に向けた取組みを求めるとともに、マイクロプラスチックに関する一層の調査の必要性、マイクロビーズなどの利用の廃止・削減の促進、プラスチックごみの除去・処分のための環境上健全なシステムと手法開発の必要性、微小なプラスチック粒子や堆肥化可能なポリマーを含む製品ライフサイクルを通じた環境影響への配慮の促進などが明記された^(注15)。

2017年12月に第3回の UNEA (UNEA-3) が開催され、引き続き海洋プラスチックごみに関する「海洋プラスチックごみとマイクロプラスチック」の決議が採択された。この決議は、世界中の海で問題となっている海洋プラスチックごみ、マイクロプラスチックに対処するための障害およびオプションを精査することを求めた^(注16)。

UNEA-3 で特に注目されるのは、海洋プラスチック問題を検討する公開特別専門家会合 (AHEG)^(注17) の招集を決定したことである。2018年に第1回および第2回、2019年11月に第3回、続いて2020年11月に第4回の AHEG が開催された。

2019年3月に第4回の UNEA は開催され、「海洋プラスチックごみとマイクロプラスチック」の決議に加えて、「使い捨てプラスチック汚染対策」という決議が採択された。「海洋プラスチックごみとマイクロプラスチック」に関する決議は日本、ノルウェー、スリランカにより共同提案され、既存の機関を活用した新たな科学技術助言メカニズムなどによる科学的基盤の強化、多様な主体による行動強化のためのプラットフォーム^(注18) の新設、そして2年後の第5回の UNEA に向けた公開特別専門家会合による国際的な取組みの進捗レビューおよび対策オプションの分析などが決定された^(注19)。

「使い捨てプラスチック汚染対策」に関する決議では、安価で環境にやさしい使い捨てプラスチックの代替製品の開発の促進、プラスチックのライフサイクルを考慮した最も効率的な設計、生産、使用および管理の促進、そして使い捨てプラスチックの廃棄に対処するための法律や国際協定の必要性、廃棄物管理の改善などが議論された^(注20)。

新型コロナウイルス感染症 (以下、新型コロナ) の影響を受け、第5回の UNEA (UNEA-5) は2段階のアプローチで開催することとなった。UNEA-5 の第1回会合は2021年2月にオンラインで実施され、主に緊急を要する手続き上の決定が行われ、一定の交渉を必要とする実質的な議題について2022年2月の第2回会合 (UNEA-5.2) で議論された^(注21)。そして UNEA-5.2 では、「プラスチック汚染を終わらせる：

定、海洋中のマイクロプラスチック密度を最小にするための対策、そしてプラスチックごみの生物多様性や、海洋生態系、人の健康への影響などについての調査と知見について対応を求めている^(注14)。

第2回 の UNEA は2016年5月に開催され、第1回に引き続き「海洋プラスチックごみとマイクロプラスチック」

法的拘束力のある国際約束に向けて」という歴史的な決議が採択された^(注22)。

2 G7の動き

G7サミット^(注23)では毎年のように海洋プラスチック問題について議論が行われてきている。それら議論について、表2-2-1に簡潔にまとめた。

表2-2-1 G7サミットにおける海洋プラスチック問題への議論

開催地	時期	議論の内容
エルマウ	2015年6月	「海洋ごみ問題に対処するためのG7行動計画」の策定
伊勢志摩	2016年5月	資源効率性および3Rに関する取組み
シャルルボワ	2018年6月	「G7海洋プラスチック憲章」の策定
コーンウォール	2021年7月	海洋プラスチックに関する新たな世界協定などの言及

2015年6月に行われたG7エルマウサミットにおいて、首脳宣言に海洋ごみが初めて取り上げられた。そして、「海洋ごみ問題に対処するためのG7行動計画」^(注24)が策定され、陸域および海域に由来する海洋ごみの発生源対策や、海洋ごみの回収や処理活動ならびに教育・研究および啓発活動の必要性を強調しつつ、海洋ごみ問題に対処するうえで優先度の高い活動と解決策にコミットした。

続いて、2016年5月のG7伊勢志摩サミットにおいて、G7富山環境大臣会合(2016年)で採択された「富山物質循環フレームワーク」を支持することを表明した。また、資源効率性および3R(Reduce、Reuse、Recycle)に関する取組みが、陸域を発生源とする海洋ごみ、特にプラスチックの発生抑制と削減に寄与することも認識しつつ、海洋ごみに対処することを再確認した^(注25)。

2018年6月には、カナダで開催されたG7シャルルボワサミットで、海洋のプラスチック廃棄物や海洋ごみに関する問題が取り上げられた。「健全な海洋及び強靱な沿岸部コミュニティのためのシャルルボワ・ブループリント」が承認され、海洋プラスチックが生態系への脅威であることの緊急性といった認識や海洋ゴミのモニタリング手法の調和などについて言及された^(注26)。さらに、プラスチックの製造、使用、管理および廃棄に関する現行のアプローチが、海洋環境、生活および潜在的に人間の健康に重大な脅威をもたらすことを認識し、効率性の高い資源管理のアプローチにコミットするとした「G7海洋プラスチック憲章」も策定され、日本と米国を除く、カナダ、フランス、英国、ドイツ、イタリアおよび欧州連合(EU)によって承認された^(注27)。

2021年7月に英国で行われたG7コーンウォールサミットで合意された2030年「自然協約」において「我々は、『大阪ブルー・オーシャン・ビジョン』を基礎として、陸地及び海洋全ての発生源からのプラスチックによる海洋汚染の深刻化に対処するための行動を加速化する。その行動には、UNEA-5を含む国連環境総会を通じて、既存の枠組みの強化及び海洋プラスチックごみに対処するためのあり得べき新たな世界的な協定又はその他の枠組みを含めた選択肢について取り組むことを含む」と明確に示されていた^(注28)。

3 G20の動き

G20サミット^(注29)においても、「大阪ブルー・オーシャン・ビジョン」を共有した2019年のG20大阪のように、海洋プラスチック問題に関する議論が行われてきてい

注22
決議には、包括的なライフサイクルアプローチで対処する必要があることへの留意や、プラスチック汚染に関する法的拘束力のある国際約束を作るための政府間交渉委員会の設立について記されている。
<https://www.env.go.jp/pres/files/jp/117593.pdf>

注23
日本、アメリカ、英国、フランス、ドイツ、イタリア、カナダの首脳ならびに欧州理事会議長および欧州委員会委員長が参加して開催される首脳会議。

注24
https://www.env.go.jp/water/marine_litter/08_mat13_3_3-3ALDJ.pdf

注25
<https://www.mofa.go.jp/mofaj/files/000160267.pdf>

注26
<https://www.mofa.go.jp/mofaj/files/000373856.pdf>

注27
https://www.mofa.go.jp/mofaj/ecm/ec/page4_004125.html

注28
<https://www.mofa.go.jp/mofaj/files/100200085.pdf>

注29
G7に加え、アルゼンチン、オーストラリア、ブラジル、中国、インド、インドネシア、メキシコ、韓国、ロシア、サウジアラビア、南アフリカ、トルコの首脳が参加して毎年開催される国際会議。

る。その動きを、表2-2-2に簡潔にまとめた。

表2-2-2 G20サミットにおける海洋プラスチック問題への議論

開催地	時期	議論の内容
ハンブルク	2017年7月	「海洋ごみに対する G20行動計画」の立ち上げ
大阪	2019年6月	「大阪ブルー・オーシャン・ビジョン」の共有 日本で「マリーン・イニシアティブ」の立ち上げ
ローマ	2021年10月	「大阪ブルー・オーシャン・ビジョン」に沿った対処の再確認

2017年7月には、G20ハンブルクサミットが開かれ、初めて首脳宣言に海洋ごみを取り上げられた。これまでのG7による取組みを基礎とし、発生抑制、持続可能な廃棄物管理の構築、教育活動、調査等の取組みを盛り込んだイニシアティブ「海洋ごみに対する G20行動計画」の立ち上げが合意された。G20海洋ごみ行動計画は、社会経済的側面を考慮することによるものを含め、海洋ごみの発生を予防し削減することを追求した^(注30)。

2019年6月には、日本初のG20サミットが大阪で開催され、海洋ごみ、特に海洋プラスチックごみおよびマイクロプラスチックに対処する措置は、すべての国によって、関係者との協力の下に、国内的・国際的に取られる必要があることを再確認した^(注31)。また、軽井沢で採択された「G20海洋プラスチックごみ対策実施枠組」が承認された。この枠組みは、各国の適切な政策、アプローチ、状況を考慮しつつ、自主的にG20ハンブルクサミットで採択された「G20海洋ごみ行動計画」に沿って、海洋プラスチックごみ、マイクロプラスチックを中心とする海洋ごみに対するさらなる具体的な行動を促進するためのものである^(注32)。当該枠組みは、UNEPの作業を補完することが期待されると位置付けられた。さらに、海洋プラスチックごみによる新たな汚染を2050年までにゼロにすることを目指す共通の世界のビジョンとして「大阪ブルー・オーシャン・ビジョン」が、20か国・地域の首脳に共有された。このビジョンの実現に向け、日本政府は、廃棄物管理、海洋ごみの回収、イノベーションおよび能力強化に焦点を当てた、世界全体の実効的な海洋プラスチックごみ対策を後押しすべく、「マリーン (MARINE) ・イニシアティブ」を立ち上げた^(注33)。本サミットの成果をまとめた「G20大阪首脳宣言」の第39段落には、この将来展望をG20にとどまらない世界共通のビジョンとして、国際社会に広く呼びかけていくことが記載された。また、宣言の同段落には、「改善された廃棄物管理及び革新的な解決策によって、管理を誤ったプラスチックごみの流出を減らすことを含む、包括的なライフサイクルアプローチを通じて、2050年までに海洋プラスチックごみによる追加的な汚染をゼロにまで削減することを目指す」と明記された。30年先とはいえ、この課題に対してゼロという極限の目標を掲げていたと考えられる。

G20大阪サミットで行われた議論は、2021年に行われたG20ローマサミットにも引き継がれ、「大阪ブルー・オーシャン・ビジョンに沿って (中略)、とりわけ、国連環境総会 (UNEA) が行ってきたイニシアティブに基づき、海洋プラスチックごみに対処するというコミットメントを再確認する」ことが首脳宣言に示されている。また、日本は大阪ブルー・オーシャン・ビジョンの実現に向けた取組みを主導していく旨を述べた。

注30
<https://www.mofa.go.jp/mofaj/files/000271331.pdf>

注31
https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/g20/osaka19/jp/documents/final_g20_osaka_leaders_declaration.html

注32
https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/g20/osaka19/pdf/documents/jp/annex_14.pdf

注33
https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/g20/osaka19/jp/topics/plastic_marine.html

4 今後の展開動向

海洋プラスチックごみは地球規模の汚染問題であり、世界各国が協力して取り組むべき重要な課題だ。2021年7月に行われたG7コーンウォールサミットで言及したように、海洋プラスチック問題に、国際的な規範(条約や協定、アレンジメント)の制定は重要な選択肢であると考えられる。また、欧州委員会(EC)の調査報告では、現状のプラスチック対策では、7%の海洋プラスチックしか削減できないことが示されている。そのため、現在100か国以上の国々がプラスチックに関する国際条約の策定を求めている^(注34)。プラスチックに関連する既存の国際条約はいくつか存在し、たとえば、有害廃棄物の国境を越える移動およびその処分の規制に関するバーゼル条約や廃棄物その他の物の投棄による海洋汚染の防止に関するロンドン条約、移動性野生生物種の保全と持続的利用を目指すボン条約、生物多様性条約そして船舶による汚染の防止のためのMARPOL条約など^(注35)を挙げることができる。しかし、これらの条約は海洋プラスチック汚染問題に着目したものではなく、それぞれの目的で、たとえば野生生物や生物多様性などの保全のため、プラスチックのことに言及しただけである。したがって、UNEA-5.2の歴史的な決議を受けて、今後プラスチックに限定した国際条約の策定が期待される。

国際条約を作る際に、海洋プラスチックに関する科学的な知見はその基礎となる。しかし、現状ではマイクロプラスチックを含む海洋プラスチックの分布、発生源や流出経路、環境や生態系そして人類への影響などに関する科学的データはまだ不足している。また、海洋プラスチック(特にマイクロプラスチック)のモニタリング手法が世界中で統一されていないことも事実であり、その調整の推進も求められている。マイクロプラスチックの実態調査は、サンプリング、前処理と定量化分析が含まれる。そのうちの前処理と定量化手法は研究者の主観的判断で大きく異なり、サイズに応じたプラスチック同定手法もまた標準化されていない。今後、各国の研究者による国際的なモニタリング手法の開発と統一化に向けた基盤づくりが重要だと考えられる^(注36)。

(朱 夢瑤)

2 国内の新たな動向

1 実態把握のための調査

海のプラスチックの分布を知る手がかりとして、(国研)海洋研究開発機構(JAMSTEC)は2019年の調査で房総半島沖にごみの集積地を見つけた^(注37)。水深約6,000mの深海平原にプラスチックごみが、これまでに記録した深海底より2桁多く、1km²あたり平均4,561個も散らばっていたという。ポリ袋が多く、昭和59(1984)年の製造年月日が読み取れる食品パッケージもあった。その姿を写真で捉え、低温の深海には約35年前のプラスチックもほとんど劣化せず沈んでいる事実を示した。

2021年は、生活ごみが海に入る経路についても理解が進んだ。閉鎖海域で外海からのごみの流入が少ない瀬戸内海(図2-2-3)では、陸域からのごみの流出防止効果が現れやすい。そこで、2021年6月に改正された「瀬戸内海環境保全特別措置法」にも、国や自治体の努力義務として、海ごみの除去だけでなく「発生の抑制」に連携して取り組むこと、さらに、従来の漂流ごみと海底ごみに加えて漂着ごみと海岸

注34

https://ec.europa.eu/environment/topics/plastics/global-action-plastics_en

注35

https://www.spf.org/global-data/opri/perspectives/prsp_024_2021_zhu.pdf

注36

日本の環境省は「漂流マイクロプラスチックのモニタリング手法調和ガイドライン」を示している。2020年に改訂し、「海洋プラスチックごみのモニタリング手法調和とデータ整備に関するG20ワークショップ」を開催した。http://www.env.go.jp/water/post_76.html

注37

http://www.jamstec.go.jp/j/about/press_release/20210330/ JAMSTECは、黒潮の動きから、四国沖にも同様の集積地があると予想している。

注38
第3部2参照 <https://www.env.go.jp/press/109207.html>

注39
『海洋白書2021』 p68

注40
この調査報告では、エリア別のごみの傾向に合わせた対策プランも示された。対策については、環境省も2021年6月に「海洋ごみ発生抑制対策等事例集」を公表している。環境省は同時に、散乱ごみ実態把握調査、河川マイクロプラスチック調査、漂着ごみ組成調査の各ガイドラインや、都道府県向けの「海岸漂着物処理推進法に基づく地域計画作成のための手引き」も公開した。<https://www.env.go.jp/press/109731.html>

に散乱しているごみも除去や発生抑制の対象とすることが明記された^(注38)。瀬戸内海の包括的な海洋ごみ対策を目指して岡山・広島・香川・愛媛県が日本財団と結成した「瀬戸内オーシャンズX」^(注39)は、2020年12月から約半年間、大規模な「海洋ごみ発生実態調査」を実施した。4県の人口集中エリアを流れる280の河川とその支流や用水路など計1,200kmを50mごとに区分けして、調査員が歩いて各区画で最もごみの多い場所を特定し、そこにある約2.5cm以上のごみについて、①レジ袋、②ペットボトル、③プラスチック片、④袋詰めごみ、⑤缶ビン紙くずのうち多い順に2種類のごみの個数を数えた。その結果、河川1kmあたり約85kgのプラスチック系ごみが落ちており、年間200トン以上が瀬戸内海に流入していると推定された(図2-2-4)^(注40)。



図2-2-3 瀬戸内海における海洋ごみの収支
同プロジェクトは流入7割減と回収1割増を目標に掲げている。
(出典:「瀬戸内オーシャンズX」公式ホームページ)

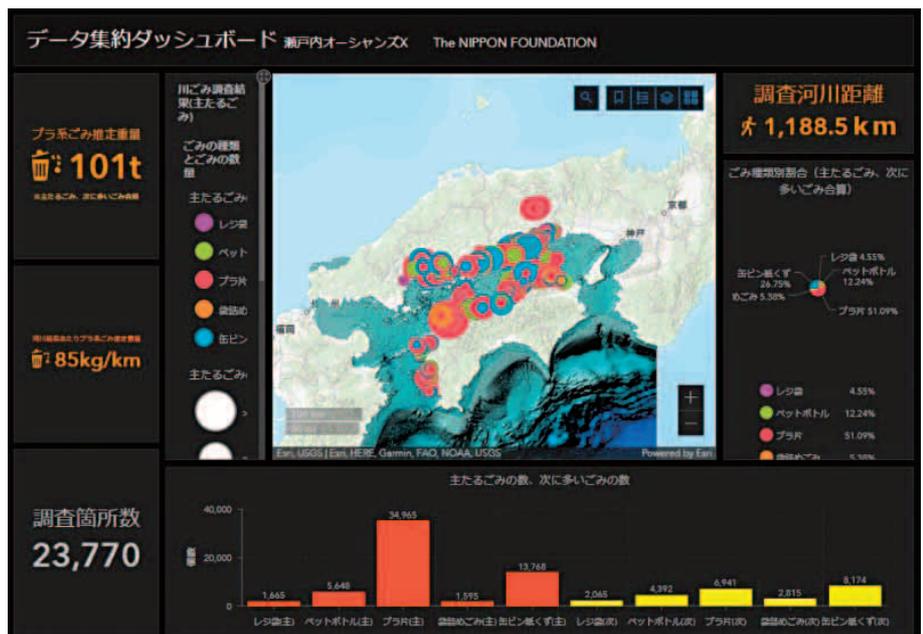


図2-2-4 データ集約ダッシュボード
調査結果の詳細はウェブサイト「瀬戸内オーシャンズX データプラットフォーム」で公開されている。
(出典:「瀬戸内オーシャンズX データプラットフォーム」)



2 広がる「回収とリサイクル」の環

2021年3月9日に閣議決定した「プラスチックに係る資源循環の促進等に関する法律（以下、プラ新法）」が、2022年4月から施行される^(注41)。これによって、環境に配慮した製品設計の指針が国によって示され、その認定が始まる。また、使い捨てプラスチック12品目（図2-2-5）について、対象の事業者を提供数の削減や有料化や素材の見直しなどを求める。さらに、容器包装に限らずプラスチックごみ全般の自治体による一括回収や、メーカーや小売による使用済みプラスチック製品の回収・リサイクルを可能にするために、容器包装リサイクル法や廃棄物処理法など既存の規制を緩和する。特に多量に使い捨てプラスチックを提供する事業者などには勧告や公表、命令、罰則も用意して、循環型社会への移行を促す。

対象品目	対象業種
①フォーク ②スプーン ③テーブルナイフ ④マドラー ⑤飲料用ストロー 	・コンビニ ・スーパー ・百貨店 ・ホテル ・旅館 ・飲食店 ・フードデリバリー 等
⑥ヘアブラシ ⑦くし ⑧かみそり ⑨シャワーキャップ ⑩歯ブラシ 	・ホテル ・旅館 等
⑪衣類用ハンガー ⑫衣類用カバー 	・スーパー ・百貨店 ・クリーニング店 等

図2-2-5 環境省「プラ新法」特設サイト「特定プラスチック使用製品の使用の合理化」より

(1) 水平リサイクル

プラ新法の施行を前に、多くの主体が回収やリサイクルに着手した^(注42)。特に、水平リサイクル^(注43)を目指す事例が目立った。ペットボトルの水平リサイクル（ボトル to ボトル）については、兵庫県東播磨の2市2町を皮切りに、東京都稲城市、神奈川県綾瀬市・川崎市、兵庫県姫路市など、多くの自治体がさまざまな飲料メーカーと連携した。

（一社）全国清涼飲料連合会は、2021年4月19日に「2030年ボトル to ボトル比率50%宣言」を発表し、8月2日には「自動販売機リサイクルボックス異物低減プロジェクト2021」を立ち上げた。水平リサイクルでは、より良質な原料を得ることが鍵となる。同プロジェクトでは、投入口が下向きのリサイクルボックスで異物混入防止の効果を検証した。日本財団が各地のセブン-イレブンに設置を進めているペットボトル回収機や、2021年にコカ・コーラ ボトラーズジャパン（株）と協力して大分県に実験的に設置した「進撃の巨人」コラボ・オリジナル空容器回収BOX^(注44)も、ごみ箱との違いを強調し、回収の意図を明確に伝える試みである。

PET ボトルリサイクル推進協議会によると、ペットボトルの2020年度のリサイク

注41
第3部5参照、環境省「プラ新法」特設サイト <https://plastic-circulation.env.go.jp/>

注42
ペットボトル以外では、使用済みの洗剤ボトルやシャンプーの詰め替えパウチ包装の水平リサイクルを目指して、複数のメーカーが同じ箱で一斉に回収する実証実験が相次いだ。東京都「みんなでボトルリサイクルプロジェクト」、兵庫県神戸市「神戸プラスチックネクスト～みんなでつなげよう。つめかえバックリサイクル～」、福岡県北九州市「MEGURU BOX（めぐるボックス）プロジェクト」など。

注43
使い終わったプラスチック製品を回収し、それを材料に同じ製品を作り直して資源を循環させること。

注44
<https://www.ccbji.co.jp/event/detail.php?id=326>

注45
PET ボトルリサイクル年次
報告書2021



図2-2-6 植物由来原料30%使用のペットボトルを使用した「サントリー天然水」(左)と、今回完成した植物由来原料100%使用のペットボトル(右)

注46
<https://www.suntory.co.jp/news/article/14037.html>

ル率は前年度より2.6ポイント高い88.5%だった^(注45)。一方、久しく右肩上がりだったペットボトル出荷本数は2018年度の244億本をピークに下降傾向にあり、2019年度は236億本、2020年度は217億本だった。つまり、リサイクルしきれず日本から環境中に漏洩するペットボトルの数は減少傾向にある。2021年12月には、サントリーグループが植物由来原料100%のペットボトルの開発に成功した^(注46)。海洋分解性ではないため依然として海ごみになる懸念はある

が、使い捨てプラスチックの量産による石油の浪費に歯止めをかける技術として期待される。

(2) アップサイクル

2021年は、長崎県対馬市、福岡県宗像市、沖縄県石垣市など、大量の漂着ごみに悩まされてきた離島などの自治体が、海ごみから有価物を生み出すアップサイクルを掲げ、飲料メーカーなどとの連携を発表した。企業同士の連携としては、海洋プラスチックごみ問題の解決を目指す(一社)アライアンス・フォー・ザ・ブルーが、廃棄漁網由来の再生繊維で「豊岡鞆」ブランドのバッグをつくり、発売した^(注47)。



図2-2-7 廃漁網をアップサイクルした「豊岡鞆 Product for the Blue」シリーズ

海ごみ解決とビジネス創出を目指す「プロジェクト・イッカク^(注48)」の異分野融合チーム「マテリアル・サーキュレーター」は、回収した牡蠣パイプと人工芝^(注49)から、三角コーンや買い物かごを試作した^(注50)。同じくプロジェクト・イッカクの異分野融合チーム「エコトリニティ」は、(株)商船三井の船舶に搭載した回収装置でマイクロプラスチックを集めて微細藻類などと混ぜて加熱し、炭化物を得ることに成功した。エネルギー源としても活用できるという^(注51)。

プラスチックリサイクルの盛り上がりを背景に、三井化学(株)と日本アイ・ビー・エム(株)は、ブロックチェーン技術^(注52)を使って資源循環プラットフォームの構築を目指すと発表した^(注53)。リサイクル品の安全性を担保するため、そして、グリーンウォッシュ^(注54)商品を市場に入れられないためにも、資源のトレーサビリティ^(注55)を高める仕組みが求められる。

3 マイクロプラスチック対策

今後リサイクル資源としてプラスチックごみの回収が加速するとしても、地球全体に拡散したプラスチックのうち回収できるのは微量であり、やはり「流出抑制」

注47
<https://www.nippon-foundation.or.jp/journal/2021/60161>

注48
日本財団と(一社)日本先端科学技術教育人材研究開発機構と(株)リバネスが共同実施中のプロジェクト

注49
カキ養殖に使われるプラスチック製の牡蠣パイプは瀬戸内海の代表的な海ごみ。プラスチック製の人工芝の破片も、ごみ拾いベンチャー(株)ピリカの2020年度マイクロプラスチック調査で全個数の20%を占めるほど日本の海や川には多い。

注50
<https://prtmes.jp/main/html/rd/p/000000023.000015952.html>

注51
<https://www.mol.co.jp/pr/2021/21105.html>

注52
デジタル台帳を共有することで改ざんを防ぎ透明性と信頼性を高める技術

注53
https://jp.mitsuichemicals.com/jp/release/2021/2021_0426.htm

注54
環境偽装

注55
追跡可能性

は急務である。環境省は2021年5月に、洗濯機の繊維くず対策など日本企業による12事例を「マイクロプラスチック削減に向けたグッド・プラクティス集」で紹介した^(注56)。

また、同日に一次マイクロプラスチック^(注57)の2020年の調査結果として「洗い流し製品においてスクラブ剤としてマイクロプラスチックビーズを使用している製品は確認されなかった」と発表した。しかし、調査対象にはラメ入りのチークやリップといった化粧品や、マイクロカプセルを含む香り付き衣類柔軟剤などは含まれない。日本のマイクロビーズ規制は企業任せであり、市民団体らは規制強化を求めている^(注58)。なお、上記の「グッド・プラクティス集」にあるレンゴー（株）が開発した木材パルプ由来の球状粒子は海洋生分解性の「OK Biodegradable MARINE」認証も取得している。このような代替品の開発が進めば、商品の機能を損なわずに環境負荷を低減することも可能である。

4 リデュースとリユースの進展

水産現場で浮きや魚箱に使われてきた発泡スチロールはリサイクル率が高く利点も多いが、小ささまざまな砕けて各地で漂着ごみになっていることも事実である。そこで、海洋生分解性ポリマーで発泡成形品をつくることに成功した（株）カネカは、新素材の魚箱を発売した^(注59)。また、防水性のある段ボールを開発した日本東海インダストリアルペーパーサプライ（株）は、使用後は古紙としてリサイクルできる魚箱を発売した^(注60)。

使い捨てプラスチックを紙や木や海洋生分解性素材に切り替える動きは広告にも及び、ユニ・チャーム（株）など4社は、足並みをそろえて店頭の販促物からプラスチックを減らしていくことを2021年12月8日に宣言した^(注61)。

日清食品（株）はカップヌードルの「フタ止めシール」廃止で年間33トン^(注62)、花王（株）はヘアカラー、ヘアマニキュア製品の店頭販促用「毛束色見本」の終了で年間最大56トン^(注63)のプラスチックを削減すると発表した。2021年はペットボトルの「ラベルレス（ラベル無し）」商品も広がりを見せた。（株）ブルボンなど菓子包装のプラスチック製トレイ廃止や、内容量を変えずプラスチック量を減らす「スリム包装」など、各社が工夫を重ねている。ユニークなどところでは（株）桔梗屋が12月から山梨銘菓「桔梗信玄餅」の一部のプラスチック容器を食べられる最中に変え、新製品として数量限定で発売している^(注64)。

イオン（株）は5月からデポジット容器商品を陳列した「Loop」^(注65)コーナーを一部店舗に設けた。スターバックス コーヒー ジャパン（株）も都内10店舗で独自のリユースカップシステムの実証実験を2022年5月末まで実施している。7月31日には京都市に「ととや屋」がオープンした^(注66)。（株）寺岡精工^(注67)の量り売りシステムを導入し、約700点の食品をマイ容器やマイバッグで必要量だけ購入できる新しいスタイルのスーパーマーケットである。リデュースとリユースが前進した1年だったといえるだろう。



図2-2-8 桔梗信玄餅

「容器まで食べられるとよい」という顧客の声を約50年越しに実現したところ、環境配慮商品としても話題を呼んだ。

（写真提供：（株）桔梗屋）

注56

<https://www.env.go.jp/pres/s/109499.html>

注57

化粧品のスクラブや工業用研磨剤などとして製造された小さな粒状のプラスチック原料のこと。一方、環境中で劣化・崩壊して細片状になった5mm以下のプラスチックは「二次マイクロプラスチック」に分類される。

注58

「プラスチックに係る資源循環の促進等に関する法律」成立に際してのNGO共同提言（2021年6月4日）

注59

<https://www.kaneka.co.jp/topics/news/2021/nr2105251.html>

注60

<https://www.nipponpapergroup.com/news/year/2021/news210914004999.html>

注61

<https://www.unicharm.co.jp/ja/company/news/2021/1208-01.html> ユニ・チャーム（株）、資生堂ジャパン（株）、（株）ファイントゥデイ資生堂、ライオン（株）

注62

<https://www.nissin.com/jp/news/9604>

注63

<https://www.kao.com/jp/corporate/news/products/2021/20210624-001/>

注64

<https://www.instagram.com/p/CX26esJJ7Q4/>

注65

『海洋白書2021』 p71

注66

<https://totoya-zerowaste.com/press-release/>

注67

『海洋白書2021』 p69



図2-2-9 海洋インフォグラフィックコンテスト最優秀賞「海洋プラスチック問題～あなたにできることがある～」(小学5年・鈴木瑛梨花さん、デザイナー・濱田悠希さん)

子どもたちも活躍した。日本財団・環境省共催の第3回「海ごみゼロアワード」では、276件の応募のなかから、女子高生ならではの発想で飲食店や街頭イベントを通して海ごみ問題を広く伝えた「Blue Earth Project」が最優秀賞に輝いた。活動主体のBlue Earth High School事業は、15年間に国内外19か所で1,000人以上の女子高生の学びのネットワークをサポートしてきた。現在は、全国から200名以上の生徒たちが学校の枠を越えて集い、自ら企画してエコ啓発プロジェクトなどを運営している。

夏には、全国の小学生を対象に「海と日本 PROJECT」の「海洋インフォグラフィックコンテスト」^(注68)が開催され、海洋プラスチック問題を大きな波で印象的に表現した作品が最優秀賞に選ばれた。自由なテーマから海洋プラスチックを選んだ子どもが複数いたことから、海ごみ問題への関心の高さが感じられて頼もしい。

(瀬戸内千代)

注68
このコンテストでは、まず子どもたちが6月の海洋セミナーに参加して「自由研究レポート」を書き、選ばれた20人が8月にデザイナー（御茶の水美術専門学校協力）とペアを組み、インフォグラフィックを共同制作した。ht
tps://umipro.tokyo/Infographic/

コラム 04 奄美大島と徳之島が世界自然遺産に

南西諸島は、地殻変動や気候変動等によってユーラシア大陸と分離・結合を繰り返して今の形になった。亜熱帯気候に属し、夏は太平洋、冬は大陸から海を渡って吹いてくる季節風と暖流の黒潮によって、年間を通じて温暖で雨が多い。このような条件のもと、島々では独自に進化した動植物を含むユニークな生態系を形成している。

2021年7月26日、関係者の約18年間の努力が実り、第44回世界遺産委員会において「奄美大島、徳之島、沖縄島北部及び西表島」が新たに世界自然遺産に登録されることが決まった。この4つの地域は特に生物多様性が高く、世界でもここにしかない生きものたちが生育・生息していることが評価された。

保全と利用の両立が鍵

世界自然遺産への登録は、貴重な自然環境の維持と素晴らしさを周知し、継承していくことを目的としている。登録後も自然環境を維持するためには、「保全と利用の両立」が鍵となる。

奄美大島と徳之島の2島がある鹿児島県は、外来種対策や希少種の保護に取り組むと同時に、持続的な観光を計画的に進めながら自然環境の保全、環境文化の保全と継承、地域活性化を実現すべく、2015年度に「奄美群島持続的観光マスタープラン」を策定した。その取組みの一つとして、「世界自然遺産奄美トレイル（以下、奄美トレイル）」が挙げられる。奄美群島の8つの有人島を歩き、その自然や文化をじっくり楽しむことができる長距離自然歩道である。2016年度からコースの選定が始まり、2021年1月に全線を开通了。(14エリア、51コース、総延長約550km)

奄美群島には、世界自然遺産に登録された奄美大島と徳之島に加えて、デイゴ並木が美しい加計呂麻島、珍しい昆虫や植物が息づく諸島、昔ながらのサンゴの石垣が残る与路島、世界有数のスピードで隆起しているサンゴ礁でできた喜界島、花と鍾乳洞が特徴的な沖永良部島、白い砂浜とヨロンブルーの海が美しい与論島がある。



与論島エリアの大金久海岸。与論島の3つのコース（総延長24.3km）は、海岸線を中心に選定された。

コース選定にあたっては、地元の市町村役場や地域おこし協力隊、住民などが集い、トレイルに詳しい野元尚巳氏（かごしまカヤックス代表）を講師として招き、アイデアを出し合った。美しい海を見渡せる道、巨木を見上げながら歩く道、昔の文化を感じることができる道などを候補に挙げて、公衆トイレや休憩所の有無、歩道としての安全性なども踏まえ、一部については皆で実際に歩いて意見を出しながら案を練った。コース確定後は、案内板などを設置するとともに、エリアごとにコース上の見どころ、休憩や給水ができる施設や店舗の紹介、歩く時の注意事項などを掲載したトレイルマップを制作した。マップのデザインは各エリアに縁のあるイラストレーターに委ねた。野元氏は開通後にトレイルモニターとして約6週間かけて全コースを踏破された。その様子は県公式 Facebook「世界自然遺産奄美トレイル」に公開している。

海や森を眺めながら、生きものの気配を感じながら、歴史や文化、伝説に思いを馳せながら歩くことで、車やバスの旅とはまた異なる味わいがあり、道中に出会う人との何気ない会話や交流も旅の思い出となる。山のなかを通るコースでは、地元のエコツアーガイドの解説を聞きながら安全に歩くことをおすすめしている。

新型コロナの感染拡大が落ち着いたら、ぜひ奄美群島を訪れ、奄美トレイルを歩いてみていただきたい。

(事務局)

※ 本コラムは、岩本千鶴（2021年）『Ocean Newsletter』第511号「世界自然遺産奄美トレイル」の記載内容や図面を利用し作成した。



世界自然遺産奄美トレイルのエリア

第3節 北極をめぐる近年の国内外の動向

北極は世界全体の3倍の速さで温暖化し、海氷、陸氷(氷河と氷床)、永久凍土、積雪およびその他の北極環境における物理的様相と特徴に急速かつ広範な変化を生じさせてきた。大西洋と太平洋から北極海に流入する海水の水温上昇と海氷の減少がもたらす影響の増加は、亜寒帯の魚類や海洋哺乳類の種の北方への拡大と関連している^(注69)。また、こうした北極における急速な環境変化は、北極海航路の実用化や北極海の資源開発にもつながり、国際社会からの北極への関心が急速に高まった。このような北極の共通の諸課題につき、北極国の中で協力、調整と相互作用を促進する手段を提供するための高級実務者レベルのフォーラムである「北極評議会(AC)^(注70)」がある。わが国は2013年5月にオブザーバー資格を取得して以降、評議会における議論に積極的に参加・貢献をしている。

2021年には、北極評議会第12回閣僚会合や第3回北極科学大臣会合といった重要な会議が開催された。本節では、これら会議を中心に北極をめぐる近年の動向や日本の貢献について概説する。

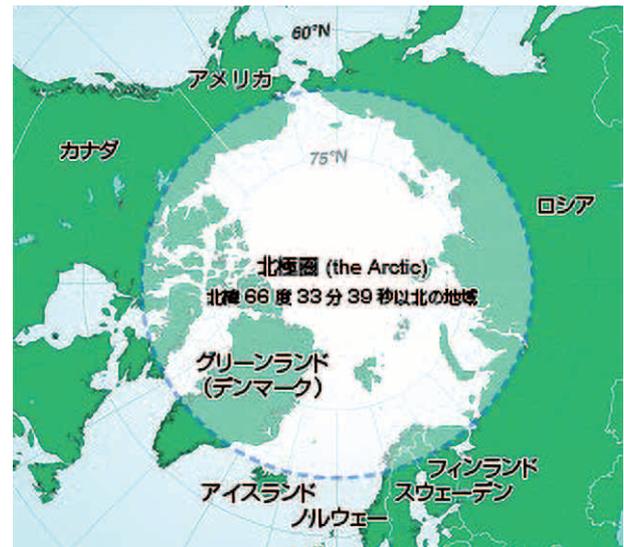


図2-3-1 北極圏の地図

北緯66度33分以北の地域のことを「北極圏」と呼ぶ。北極海沿岸にはカナダ、米国、デンマーク、ノルウェー、ロシアの5か国があり、これらを「北極海沿岸国」と呼ぶ。また、フィンランド、アイスランド、スウェーデンを加えた8か国のことを「北極圏国」と呼ぶ
(出典：<https://www.mofa.go.jp/mofaj/press/pr/wakaru/topics/vol107/index.html>)

注69 Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), Arctic Climate Change Update 2021: Key Trends and Impacts, Summary for Policy-makers, 2021. (<https://www.amap.no/documents/download/6770/inline>).

注70 Arctic Council (<https://arctic-council.org/>)

注71 Ottawa Declaration (1996) (https://oarchive.arctic-council.org/bitstream/handle/11374/85/EDOCS-1752-v2-A-CMMCA00_Ottawa_1996_Founding_Declaration.PDF?sequence=5&isAllowed=y).

注72 オタワ宣言では、北極評議会では軍事・安全保障に関連する事項は扱わないことが明示されている。

注73 アリュート国際協会 (Aleut International Association)、北極圏アサバスカ評議会 (Arctic Athabaskan Council)、グウィッチン国際評議会 (Gwich'in Council International)、イヌイト極域評議会 (Inuit Circumpolar Council)、ロシア北方民族協会 (Russian Association of Indigenous Peoples of the North)、サーミ評議会 (Saami Council)

注74 Ministerial Meeting

注75 Senior Arctic Officials

注76 1998年にカナダのイカリットで開催された第1回会合で採択された北極評議会手続規則では、隔年開催の評議会本体は「閣僚会合」と名付けられ、より頻繁に開催される会合は「高級北極実務者会合」と名付けられている。

1 北極評議会 (AC) の動向

ACは、北極圏8か国、カナダ、デンマーク、フィンランド、アイスランド、ノルウェー、ロシア、スウェーデンおよび米国をその構成国とし(オタワ宣言第2項)、北極の諸課題に関し検討と協力の機会を提供する「ハイレベル・フォーラム」として、法的拘束力のない設立文書である「オタワ宣言^(注71、注72)」によって設立された。その機能として、上述した北極共通課題に関する協力、調整および相互作用の手段の提供に加えて、持続可能な発展に関する計画を採択しその計画を監督し調整することなどが列挙されている(同第1項)。ACの構成で特徴的なのは、北極先住民団体^(注73)に「常時参加者」の地位を付与し、これらの代表は、「ACにおいて積極的に参加し十分な協議を得る」ことができる点である(同第2項第4パラグラフ)。なお、ACの作業に貢献できると認定された非北極圏国、政府間組織および非政府間組織は、オブザーバーとして会議に参加可能である(同第3項)。

評議会において、閣僚会合^(注74)は通常隔年に開催されるが、高級北極実務者(SAO)^(注75)会合はより頻繁に開催される(オタワ宣言第4項)^(注76)。また、オタワ宣言第7項は、ACの決定はその加盟国のコンセンサスによって行われると規定して

いる。オタワ宣言第5項は、ACの会合事務につき、「事務的支援を含むACの会合を主催する責任は、北極圏国の中で順番に持ち回りにすべきである」と規定する。これを受けた手続規則により、隔年に開催されるAC閣僚会合の開催国を今後2年間の議長国とし、その間に開催されるSAO会合は、原則、当該議長国国内で開催されることから、議長国が当該2年間の会合事務を担うという、いわゆる持ち回り事務局の制度が確立している。

2021年5月20日にアイスランドのレイキャビクで開催されたACの第12回閣僚会合では、アイスランドが議長国を務め、ACメンバー国の閣僚および北極圏諸国に居住する先住民団体の代表が集まり、「レイキャビク宣言」を採択した^(注77)。宣言は、前文に続き、「北極の人々とコミュニティ」、「持続可能な経済発展」、「気候・グリーンエネルギー・環境・生物多様性」、「北極の海洋環境」、「強力なAC」という5つのパートに分けられており、北極域における平和、安定および建設的な協力の維持へのACのコミットメントを再確認した。

また、北極域における責任あるガバナンスを促進する北極諸国の独自の立場を強調し、北極における気候変動にただちに対処することの重要性を主張している^(注78)。前回の2019年の第11回閣僚会合では共同宣言の発表が見送られたが、米国で国際協調を重視するバイデン政権が発足したことで、関係各国の一致した意思表示が可能になったとみられる。

さらに、第12回閣僚会合では、AC設立25周年で初めて今後10年を見据えた「北極評議会戦略計画(2021年～2030年)」が採択された。この計画では、「気候変動」、「健全で強靱な北極の生態系」、「健全な北極の海洋環境」、「持続可能な社会発展」、「持続可能な経済発展」、「知識とコミュニケーション」、「強力なAC」の7つが目標として掲げられた。

本会合においてアイスランド^(注79)からロシアにAC議長国が引き継がれた。ロシアは、優先課題として「持続的な北極のための責任あるガバナンス」を挙げており、国際法を尊重しつつ、環境的、社会的、経済的にバランスのとれた北極圏の持続的な開発に向け集団的なアプローチを促進し、加えて他の地域組織との相乗効果や協力・連携の強化や、ACの新たな戦略計画(2021-2030)の実施を通じて目標を果たすとしている。

また、優先的な分野を「先住民を含めた北極の人びと」、「環境保護」、「社会経済的な発展」、「ACの強化」としており、特にACに関しては、その活動を改善することを目指し、ワーキンググループやエキスパートグループ、AC事務局の効率性を高め、ACのプロジェクトや決定・勧告を実施するための



図2-3-2 第12回閣僚会合が開催されたレイキャビク

注77
前回2019年にフィンランドで開催された際は、トランプ米前政権が気候変動を巡る文言に反対して共同宣言を出せなかった(<https://www.nikkei.com/article/DGXZQOGR19CEK0Z10C21A5000000/>)

注78
アイスランド政府HP「Arctic Council Foreign Ministers sign the Reykjavik Declaration, adopt the Council's first Strategic Plan and pass the Chairmanship from Iceland to the Russian Federation」(2021年5月20日)(<https://www.government.is/diplomatic-missions/embassy-article/2021/05/20/Arctic-Council-Foreign-Ministers-sign-the-Reykjavik-Declaration-adopt-the-Councils-first-Strategic-Plan-and-pass-the-Chairmanship-from-Iceland-to-the-Russian-Federation/>)。

注79
アイスランドは議長国として、「北極の海洋環境」、「気候やグリーンエネルギーの解決策」、「北極の人々やコミュニティ」、「北極評議会の強化」に重点を置いた。

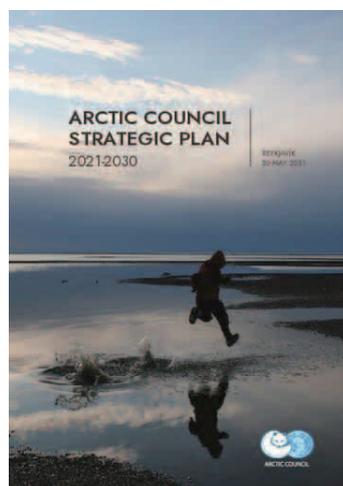


図2-3-3 「北極評議会戦略計画(2021年～2030年)」

(出典：<https://oarchive.arctic-council.org/handle/11374/2601>)

注80

北極評議会「Senior Arctic Officials' Report to Ministers (Reykjavik Ministerial, 20 May 2021)」。

注81

2022年3月3日、ロシア以外の北極評議会メンバー国は、ロシアのウクライナ侵攻を受け、「北極評議会の会合に出席するため、我々の代表がロシアに渡航することはない。評議会の重要な活動を継続するために必要な事項が検討されるまで、評議会およびその補助機関が開催するすべての会合への参加を一時的に停止する」との共同声明を発表した。(米国務省 HP、<https://www.state.gov/joint-statement-on-arctic-council-cooperation-following-russias-invasion-of-ukraine/>)

注82

内閣府 HP (<https://www8.cao.go.jp/ocean/policies/arcticpolicy/arcticpolicy.html>)

注83

我が国の北極政策 (https://www8.cao.go.jp/ocean/policies/arcticpolicy/pdf/japans_a.p.pdf)

注84

第3期海洋基本計画 (<https://www8.cao.go.jp/ocean/policies/plan/plan03/pdf/plan03.pdf>)

注85

観測：観測ネットワーク、データ共有—実装に向けて—
理解：北極環境及び社会システムとその全球的影響の予測と科学的理解の強化
対応：持続可能な開発、脆弱性と回復力の評価、科学的知識の適用
強化：人材育成、教育、ネットワーク形成—次世代を念頭において—

注86

文部科学省 HP「第3回北極科学大臣会合 (ASM 3) を開催、過去最多35の国と団体が参画」(https://www.mext.go.jp/b_menu/activity/detail/2021/20210508.html)

注87

「ASM 3 から ASM 4 への引継式」には、鈴木駐アイスランド大使ほか、アルフレズドッテイルアイスランド教育科学文化大臣、ノスコフ駐アイスランド露大使、ラスロー駐アイスランド仏大使が出席

注88

<https://www.youtube.com/watch?v=TIS0ZmymAak&list=PLI0a77tmNMvSz9UV6iIPzMfAnu8qiY7vj&index=46> 参照

資金調達メカニズムを開発し、さらにオブザーバー国との対話・交流すすめ、北極経済会議、北極沿岸警備隊フォーラム、北極圏大学なども連携していくとしている(注80、注81)。

2 近年の日本の北極に関する取組み

日本政府は、日本が北極の気候変動の影響を受けやすい地理的位置にあり、他方、アジアにおいて最も北極海に近く、その航路の利活用や資源開発など経済的・商業的な機会を享受し得ることから、北極政策はわが国にとり重要な政策課題であるとし、2015年10月には、わが国として初の包括的な北極政策を決定した(注82、注83)。また、2018年5月に策定された「第3期海洋基本計画」では、北極政策が初めて主要施策として位置付けられた(注84)。

2021年5月8日、9日には、日本政府とアイスランド政府との共催により、「第3回北極科学大臣会合 (ASM 3)」が東京で開催され、これまでで最多となる、35の国・地域と先住民団体が参加した。北極科学大臣会合は、北極における研究・観測や主要な社会的課題への対応の推進、関係国間や北極圏に居住する先住民団体との科学協力のさらなる促進を目的とした会合で、第3回となる今回は、日本の文部科学省とアイスランドの教育科学文化省の共同主催で、萩生田光一文部科学大臣とリリヤ・アルフレズドッテイル教育科学文化大臣が共同議長を務め、「持続可能な北極のための知識」をテーマ、「観測、理解、対応、強化(注85)」がサブテーマとして設定され、議論が行われた。最終的に、北極域の科学分野の国際連携を推進し、北極域の理解の加速と、北極域における政策決定の基になる科学の支援について合意された(注86)。

また、2021年10月アイスランドのレイキャビクで開催された北極サークル総会で「ASM 3 から ASM 4 への引継式(注87)」が行われ、式に出席した鈴木亮太郎駐アイスランド大使は、非北極圏国も協力して国際的な科学協力を強化することが今後也不可欠であり、日本が建造に着手した北極域研究船を北極における国際連携を体現する船として利用すると述べた(注88)。またノスコフ駐アイスランド露大使は、次回 ASM



図2-3-4 第3回北極科学大臣会合 (ASM 3) の様子
(出典：文部科学省)



図2-3-5 北極域研究船による観測活動イメージ
(出典：海洋研究開発機構)

4では、北極の居住者の生活と福祉を優先課題とし、「北極における科学協力の促進」、「北極海」、「生物多様性」、「先住民とその伝統」、「教育」、「気候変動」に着目すると述べた。

砕氷機能を有する北極域研究船の新規建造開始も決定された。現在、(国研)海洋研究開発機構(JAMSTEC)が海洋地球研究船「みらい」を有しており、北極域・南極域で何度も観測航海をしているが、砕氷船ではないため海水域に入ることができない。新しい北極域研究船は、厚さ1.2mまでの平坦氷を連続砕氷できる予定であり、海氷観測など多くの新しい観測が可能となる。

また、日本のみならず、北極国、非北極で北極研究に関する若手人材育成の重要性が指摘されているが、新研究船は「国際研究プラットフォーム」としての運用することを目指している。また、環境への負荷低減のため、研究船では世界初となるデュアルフューエル(船用燃料油と液化天然ガスの二元燃料)エンジンが採用され、また科学魚群探知機等の新たな設備の搭載といった特色もある^(注89)。

現在、非北極国のみならず、北極国においても、次世代の北極研究者等の人材育成が急務となっている。ASM3においても、萩生田文部科学大臣(当時)からも、新北極域研究船を国際プラットフォームとして運用すること、人材育成を推進することが提唱されたが、今後、北極域の課題解決に貢献する人材の育成が研究船の使用を通し加速することが期待される。

(幡谷 咲子)

注89
山口一、極域研究所「砕氷機能を有する北極域研究船の新規建造決定」(2021年2月16日)(https://www.nipr.ac.jp/arctic_info/columns/2021-02-16-1/)

コラム 05 福島第一原子力発電所 ALPS 処理水の処分

本コラムでは、東京電力の福島第一原子力発電事故（2011年3月）によって生じた汚染水に対するこれまでの日本政府の政策と、それに対する近隣諸国の対応を概観したい。

事故によって環境中に放出された放射性物質のうち、健康や環境との関連で特に課題となるのは、セシウム134（半減期2年）とセシウム137（同30年）である。これらは身体に入ると全身に広がり、がんの危険性を高める。炉心融解が起きた原子炉に、溶け落ちた核燃料を冷やすための水を注ぐと、その水は炉の損傷部分から漏れたり、地下水と混ざったりして汚染水となる。この汚染水に、放射性物質の濃度を低減する処理を施してリスクを低減した水を「処理水」と呼ぶ。処理では、放射性セシウムを含む物質を国が告示する基準まで除去するよう求められる。東京電力が導入した多核種除去設備（ALPS）、セシウム吸着装置（KURION）、第2セシウム吸着装置（SARRY）を含む7つのシステムによって、トリチウム以外の核種はほぼ除去できる。トリチウムは三重水素と呼ばれる放射性物質であり、運転中の原子炉内部でも、宇宙からの放射線が大気に衝突しても発生する。処理水からの除去は非常に難しいが、体内に入っても特定の臓器に蓄積せず排出されやすい特質がある。

2013年3月30日からALPSの運転が始まり、2021年現在、トリチウム以外の国が告示した62核種をほぼ取り除いた処理水が、タンク施設約1,000基に約129万トン保管されている。2020年末までに137万トンのタン

クを確保する計画を想定しても限界は近い。これに対して政府は、放射能分野に限らないさまざまな分野の専門家13名からなる「多核種除去設備等処理水の取扱いに関する小委員会」（以下、小委員会）を2016年11月に設置した。小委員会では、放射能専門家らが作成した『トリチウム水タスクフォース報告書』（2016年6月）などを踏まえて、同年11月から17回の会合を通じ、2020年2月10日に『多核種除去設備等処理水の取扱いに関する小委員会報告書（45頁）』を公表した。

水産の状況

事故後、福島県の漁業者は操業を自粛した。2012年6月14日以降は試験操業として、魚種を限定した小規模な操業と販売を行い、出荷先での評価を調査するなど、大変な努力をしてきた。そして2021年2月24日、福島県魚連は試験操業を同年3月末で終了すると表明し、出漁回数の制限などを徐々に緩和する本格操業を見据えて、ようやく同年4月より移行操業を始めた。

日本は、福島県沖の魚介類のうち、放射性セシウム濃度の検査で基準値（1kgあたり100ベクレル）を超えた44種類の出荷を制限してきた。

当初は輸入を止めていた53か国・地域でも、徐々に規制の見直しが進んだ。米国は、日本国内14県で生産された延べ100品目の輸入停止措置を2021年9月22日に撤廃した。同年10月10日にはEUも輸入規制を緩和した。米国の規制撤廃などによって、2022年2月21日現在の輸入規制は13か国・地域に減少した。日本の出

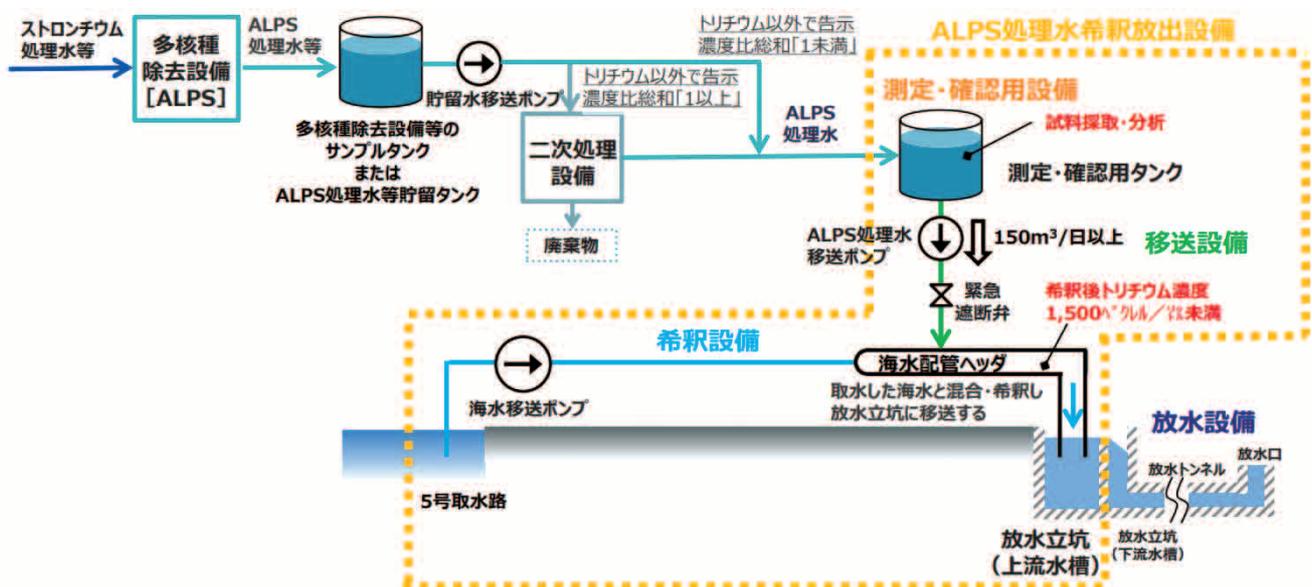


図1 処理水の取扱い

（出典：東京電力発表資料「多核種除去設備等処理水の取扱いに関する実施計画変更認可申請」）

荷制限対象外の水産物等に対し輸入停止措置を実施している国・地域は、中国、韓国、香港およびマカオのみである。

処理水海洋放出に関わる海外の反応

小委員会の報告書公表を半年ほど遡る2019年8月19日、韓国外務省が駐韓公使を呼び出し、処理水の取扱いにつき日本の公式な回答を要請した。次いで同年10月19日に中国外務省は、海洋放出につき周辺国と十分に協議したうえで、慎重に決定することを望むと述べた。

このようななか、2021年4月13日の閣議で処理水の海洋放出に関する日本政府の基本方針が決まると、4月22日に韓国釜山市の環境団体が、東京電力に対して釜山地裁に放出差止請求訴訟を提起した。他方、韓国原子力学会は4月26日に「影響は微々たるもの」と声明した。その根拠は、貯蔵量すべてを1年間に放出しても、韓国国民の被曝量は許容基準の約3億分の1だからである。しかし、韓国環境相は、「日本のデータは透明性がない」として、「依然として危険な可能性はある」と述べるなどしている。中国の王毅國務委員兼外相は同年6月1日、日本の海洋放出方針につき、「利害関係と国際機関との協議をまとめる前に、勝手に放出してはならない」と述べた。その際、王氏は処理水問題をパレスチナ問題やイラン核問題と並ぶ国際問題と位置付ける発言をした。他方、米国原子力規制委員会のメザーブ（Richard A. Meserve）元委員長らは、日本の「政府基本方針」は原子力安全の国際基準に合致するとした。

2021年3月23日、日本の経済産業大臣が、国際原子力機関（IAEA）の事務局長との間で、処理水についてIAEAと協力して安全性の確認や国際社会への科学的データに基づく説明を行うことを確認し、日本とIAEAで客観的に安全性を調査する協力協定を締結した。同年11月10日には、IAEA、フランス、ドイツおよび韓国の専門家が福島漁港を視察している。なお、事故後、日本はIAEA調査団を16回受け入れてきた。



図2 福島第一原発を視察するIAEA職員と専門家（2021年11月）
https://www.gov-online.go.jp/eng/publicity/book/hlj/html/202112/202112_09_jp.html

今後はIAEA関与のもと、経済産業省が、処理水の海洋放出前と放出中および放出後の各段階で報告書を公表する予定である。

国による風評被害に対する科学的根拠の提示

外務省は16項目からなる「処理水に関するQ&A」を2021年5月24日に公表した。骨子は3つに集約される。

第一に、放出するのは汚染水ではなく処理水であること。すなわち、トリチウム以外の放射性物質につき、環境放出時の規制基準を満たしている。また、国内外の原発操業の一環で海洋や河川などに排出される「排水」と「処理水」の差異は、国際放射線防護委員会（ICRP）の勧告などに基づき、IAEAによる第三者審査を経て「事故炉が通常炉かを問わず」含まれるあらゆる核種の放射線影響の総計で判断する限り、人体や環境への安全は確保される。換言すれば、年間の海洋放出量は、事故前の管理目標値である22兆ベクレルを下回る水準（中国寧徳原発の2018年放出実績の約5分の1、韓国古里原発の約5分の2）となる。日本の立場は、ICRPの勧告などに基づき、「事故炉が通常炉かを問わず」すべての核種の放射線影響の総計で判断する趣旨である。これに加え、海洋放出に際してはIAEAなどによる第三者審査を受け、海洋放出にかかる30年の間、IAEAと連携しつつデータの公表など透明性を確保する。

第二に、漁業関係者との関係では、水産物などへの風評被害への懸念を払拭すべく、第三者の関与を経た放射性物質の分析や、海洋放出前後の監視体制の拡充・強化などを徹底する。また、中国および韓国に対しては、大使館などを通じた説明会の実施、原則として毎月1回の在京外交団などとIAEAへの廃炉に関する通報を含め説明をしてきたことから、考えられうる限りの説明の機会を日本は設けており、今後もこれを継続するとしている。

第三に、国連海洋法条約などの規定（192条、194条1、2項、198条、199条、200条、206条および210条など）や近隣諸国への同意については、海洋放出される処理水が国際基準に則った国内基準に従い実施される限りにおいて、他国の事前了解を得る義務を規定する条約は存在しない。

なお、本稿で扱わなかった韓国の日本産水産物禁輸措置をめぐる世界貿易機関（WTO）の事例については、今後も戦略的な対応が求められる。

（中田 達也）

第3章

海洋産業の競争力強化に向けて

第1節 海洋産業に求められるイノベーション

1 はじめに

コロナ禍による景気後退の長期化が懸念されている。また2050年のカーボンニュートラルへ向けて、痛みを伴う産業構造の大転換が持ち受けている。さらに、2021年から「国連海洋科学の10年」が始まり、一方で経済安全保障の重要性が叫ばれている昨今、海洋の科学技術・イノベーションの進展により、産業振興、環境保全、産業の国際的競争力向上、地域経済の活性化などを、2023年に閣議決定が予定される第4期海洋基本計画の主要な柱にしていくことが求められている。

しかしながら、2008年の海洋基本計画制定以来、わが国において推進してきた海洋の大規模開発の多くが商業化に至っていない。この事実を真摯に受け止め、実証実験と商業化の間のギャップの検証を行い、包括的なビジョンをもって課題解決のための施策を促進する必要がある。

本節では、これまでの海洋における科学技術の産業化に向けた取組みを改めて振り返り、また、10年程度の海洋の科学技術イノベーションの将来を見据えて、各個別技術（縦串）として何をすべきか、また、縦串を支える共通的な基盤（横串）として何が求められているのかについて考察をしてみたい。



図3-1-1 海洋産業に関する縦串と横串

2 海洋産業技術開発の取組みと第4期海洋基本計画のあり方（縦串）

これまで、海底油ガス田掘削用の洋上拠点（リグ）や波力発電、洋上風力発電な

ど、日本が基礎的な研究開発（R&D）の段階では世界をリードしていた、あるいは肩を並べていたにも関わらず、その後の商業化において他国に先んじられ、数が出ないがゆえに技術開発ですでに周回遅れとなってしまった例が多々ある。これは2008年のリーマンショックを契機とした金融危機や、それとほぼ時を同じくした原油価格高騰、これらに2011年の東日本大震災とそれに伴う国内原子力発電所の停止が重なったことに原因を帰することができるかもしれない。一方で、日本企業の内部保留額が2021年に300兆円超まで積み上がったともいわれるなか、海洋関連産業への投資は必ずしも活発ではなく、むしろ躊躇が見られる。その要因として、これら産業の規模の大きさに対して予見性が乏しく、ビジネスリスクが大きい点が挙げられる。確かに、外圧としてこれまでの海洋基本計画策定に少なからず影響を与えてきたカナダのノーチラス・ミネラル社^(注1)は、2019年に中国経済の減速の煽りを受け破綻している。この商業化の予見性のなさが、メタンハイドレート開発や熱水鉱床開発などについて大きく取り上げた海洋基本計画の変更を余儀なくした。

第4期海洋基本計画を見据えて今後は、海洋の大規模利活用技術が、技術開発と商業化の間の「死の谷」に落ち込むことなく、着実な発展をし、国益にかなう産業となっていくことが求められる。そのためには、縦串である海洋に関する個別の技術開発について、産学を中心とした技術開発と実証プロジェクトを実施し、官民の資源投入によって、たとえば20年後に商業化が期待される技術を開発することが必要となる。産学を中心に次つぎにシーズを生み出し、的確に拾い上げ、その成長を促していくこと、すなわちオープンイノベーションが重要となる。海底資源に関わる情報には公開できないものもあるが、厳格な守秘契約や知財管理のもと、可能な限り民間にオープンにすることでオールジャパンでの対応を積極的に図ることが必要である。オープンイノベーションには、産官学とも異分野融合やプレーヤーの多様化が欠かせないアイテムとなる。すなわち産は異業種連携、官は省庁連携、学は学融合が必須である。

そのためには、背伸びせず現実的なロードマップの下で、情報開示、異分野融合を基軸としたオープンイノベーションの推進によって、直面する技術課題の確実な解決や、他産業にも応用される先端技術のレベルアップを図ることが肝要である。また、カーボンニュートラルの動きを積極的に取り込み、新たな技術開発の枠組みとして再生させることも検討に値する。

以下では、縦串となる各個別技術について、これまでの海洋基本計画や関連政策での取扱いを振り返り、簡単な検証を行うとともに、今後の進め方を考えてみたい。

1 メタンハイドレート（砂層型）

(1) これまでの施策

メタンハイドレート開発^(注2)においては、2008年の第1期海洋基本計画を経て2009年に策定された海洋エネルギー・鉱物資源開発計画において、周囲の大きな期待のもと「今後10年程度を目途に商業化の実現を実施する」という野心的な目標が設定された。それが2013年の第2期海洋基本計画では「2023年～2027年に民間主導の商業化のためのプロジェクトが開始されるよう技術開発を実施する」と現実を見つめた目標にトーンダウンされた。さらに同年に南海トラフで実施された第1回海洋産出試験で、機器の損傷が原因の出砂^(注3)により、予定を大幅に縮小した6日間で12万Nm³のガス生産にとどまったことを受け、2015年に方向性の確認と見直しが実

注1
パプアニューギニア沖に海底熱水鉱床の鉱区を持ち、世界の海底熱水鉱床の商用化に向けた取組みをリードしてきたカナダの法人。

注2
海域でのメタンハイドレートには砂層型と表層型の2つの種類があるが、本節では第1期海洋基本計画から対象となっている砂層型について、その経緯を示す。

注3
地層内の細粒砂が坑内に流れ出ること。管の目詰まりなどの安定的な産出の阻害要因となる。