

第3章

ブルーリカバリーに向けて

2020年、新型コロナウイルス感染症（以下、新型コロナ）が世界各地で猛威を振るい、世界中のあらゆる人びと・社会・セクターに大きな影響が及んだ。世界各国でコロナ禍により後退した景気への対策が模索されるなか、「グリーン・リカバリー」と呼ばれる考え方が注目を浴びた。これは、感染症のパンデミックの影響で打撃を受けた経済の回復にあたって、気候変動への対応や生物多様性の保全などの地球規模の課題の解決に重点的に資金を投じ、景気回復と同時に、持続可能な社会への転換を行うことを目指すものである。海の世界では、グリーン・リカバリーの海洋版として「ブルー・リカバリー」が提唱されている。ブルー・リカバリーは、地球規模の課題のなかでも海洋や海洋生態系の保全・持続的利用に焦点を絞り、海洋を基盤とした経済の回復において、健全な海洋の実現と景気回復の両立を目指す考え方である。それには、海洋・沿岸域において、脱炭素に向けて、もしくは気候変動などさまざまなリスクに備えて、新たなインフラの整備に重点投資することや、海洋・沿岸域の既存産業（水産業、海運業、観光業など）の立て直しにおいて、持続可能性を重視した事業転換を促すことなどが重要となる。本章では、コロナ禍からのブルー・リカバリーに関連した国内外の動向として、主に海洋環境の保全に着目して紹介する。

第1節 2050年排出実質ゼロに向けて—海洋からの貢献

本節では、脱炭素に向けた国内外の動向を中心に、「海洋と気候変動」に関する問題を取りあげる。2020年はコロナ禍の1年であり、国連気候変動枠組条約（UNFCCC）の第26回締約国会議（COP26）や第2回国連海洋会議など、海洋と気候変動に関連する多くの国際会議も中止・延期に追い込まれた。そのようななか、気候変動問題の対処においては、気候行動^(注1)の強化に関するモメンタムを持続するとともに、コロナ禍からのグリーン／ブルー・リカバリーの必要性が各所で叫ばれた。国連事務総長やUNFCCC事務局長が相次いで「コロナ禍からの回復を、より持続可能で強靱な社会を構築するための好機に」と訴え、各国政府に対してグリーン・リカバリー、すなわちコロナ禍からの経済復興政策を組み込んだ、より野心的な「国が決定する貢献（NDCs）」^(注2)や長期戦略の作成・更新を求めた。日本政府が主催した「新型コロナウイルスからの復興と気候変動・環境対策に関するオンライン・プラットフォーム」閣僚級会合（2020年9月）では、コロナ禍からの回復を契機とした社会の再設計が必要であり、その基軸となるのが脱炭素社会・循環型経済・分散型社会への移行であるとする議長サマリーがとりまとめられた。

さらに、2020年10月、日本国内では極めて重要な政策決定がなされた。菅義偉内閣総理大臣が所信表明演説において「2050年までに温室効果ガス（GHG）排出実

注1
Climate Action：気候変動緩和策と適応策に関わる積極的な取組みを包括的に表す用語

注2
パリ協定の下で各締約国が自国について決定するGHG排出削減目標と、目標達成のための緩和努力。

質ゼロ」を表明したのである。欧州各国などの先行国に続き、ついに日本も2050年脱炭素化に向けたスタートラインに立った。今後、この目標の実現に向けて、革新的な技術の開発やそのための大規模な投資が行われ、それらの技術の普及と人びとの生活様式の転換が目指されることとなる。その厳しい道のりに向けて、国内外ですでに動きが始まっている。本節では、日本における脱炭素化への海洋からの貢献可能性について示すとともに、洋上風力に関する最新動向を紹介する。さらに、2020年11月から12月にかけて開催されたUNFCCC「Race to Zero」対話や「海洋と気候変動に関する対話」などの国際動向を振り返りつつ、「海洋と気候変動」問題全般を展望する。

1 2050年 GHG 排出実質ゼロに向けて：海洋からの貢献強化を目指す日本国内の動向

1 海洋を活用した気候変動緩和策による温室効果ガス排出量削減ポテンシャル

2019年9月、「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3)」は、海域での再生可能エネルギー開発、海運業のエネルギー効率化等海洋分野での取り組みが、気温上昇を1.5℃未満に抑制するための追加的な緩和（温室効果ガス（GHG）排出削減）策に、最大21%貢献しうることを示した（図3-1-1）。

これを受けて（公財）笹川平和財団海洋政策研究所が実施した調査^(注4)では、日本においても同等の削減ポテンシャルがあることが示された。

まず、海洋分野における GHG 排出削減対策としては、海運・水産業・港湾における省エネルギー対策、海洋関連の再生可能エネルギー対策（洋上風力、海流・潮流、波力、海洋温度差発電）、海底下での二酸化炭素回収・貯留（CCS）^(注5)、海洋および海洋・沿岸生態系を活用した緩和策（ブルーカーボン等）が挙げられる。これらのうち、日本の2030年目標（2013年度比26.0%削減）達成のための実施計画である「地球温暖化対策計画」では、表3-1-1のとおり、短中期的に実現可能な省エネルギー対策、再生エネルギー対策のみが対象となっている。日本の基準年である2013年度の海洋に関わる分野のエネルギー起源 CO₂排出量は、1,565万 t-CO₂^(注6)であり、これは2013年度 GHG 総排出量（約14億1,000万 t-CO₂）の1.1%に当たる。

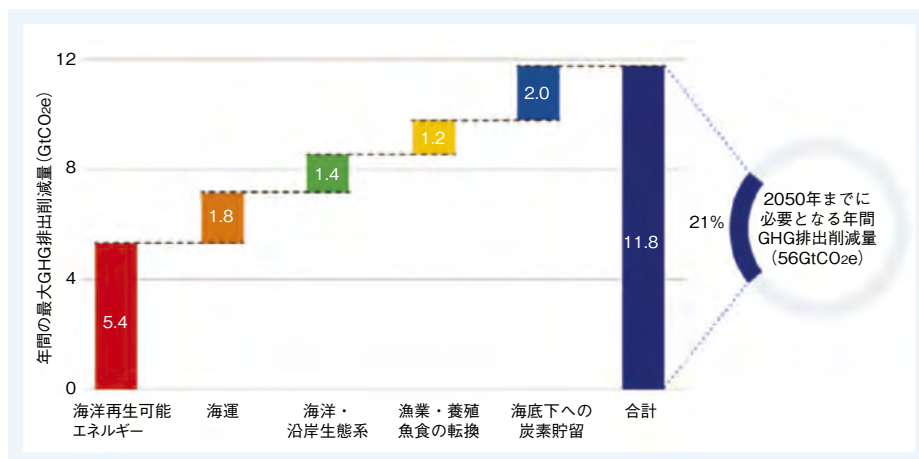


図3-1-1 海洋を基盤とした緩和策のポテンシャル^(注7)

注3 海洋の保全と持続可能な利用を通じた経済振興を目指し、2018年にノルウェー政府が主宰して立ち上げられたパネルで、世界14か国の首脳と国連事務総長特使の15名が参加し、当初は安倍晋三内閣総理大臣（当時）が、2020年の秋からは菅義偉内閣総理大臣がパネルのメンバーとして政策対話に参加している。

注4 2019年度海洋による緩和ポテンシャル定量化に関する事業

注5 大規模発生源からCO₂を回収し、パイプラインや船などで輸送し、地中（我が国では海底下を想定）や海洋に隔離する技術。CCSにCO₂の利用を含めたCCUSという用語もある。

注6 本節において、GHG吸排出量は、CO₂の重量を炭素と酸素を含めた重量で表現する（CO₂トン：t-CO₂）。図3-1-1の世界排出量では10億を意味するG（ギガ）をつけてGtCO₂e（eはCO換算の意味）が用いられている。なお、地球の炭素循環を研究する自然科学分野では、CO₂の重量を炭素のみの重量で表現する（炭素トン：tC）。CO₂トンは炭素トンの3.67倍である。

注7 Hoegh-Guldberg, O., et al. (2019)

表3-1-1 日本の海洋ベースの緩和策の削減・吸収ポテンシャル

(単位：万 t-CO₂)

大分類	小分類	対策名	2030年	2050年			備考	
				現状延長	野心的目標	最大導入		
省エネ	海 運	省エネに資する船舶の普及推進 (燃費の改善)	157	343	694	1,073		
		タンカー等からの漏出防止	1	2	2	4	現在の排出量を最大削減ポテンシャルとする。	
		モーダルシフトの推進	172	375	375	1,201		
	水 産 業	省エネ漁船への転換	16	35	82	441		
		電動型漁船の導入	0.1	1	32	-	最大導入は「省エネ漁船への転換」に含まれる。	
		航行速度の低減	6	11	11	-	最大導入は「省エネ漁船への転換」に含まれる。	
		積載量の管理	3	6	6	-	最大導入は「省エネ漁船への転換」に含まれる。	
		漁具の改良	6	12	24	-	最大導入は「省エネ漁船への転換」に含まれる。	
		船体の掃除・メンテナンス	3	6	6	-	最大導入は「省エネ漁船への転換」に含まれる。	
		冷凍庫の温度管理	4	8	8	-	最大導入は「省エネ漁船への転換」に含まれる。	
		船室における省エネ・節電活動	2	4	4	-	最大導入は「省エネ漁船への転換」に含まれる。	
		加温装置へのヒートポンプの導入	4	7	18	20		
		養殖における省エネ技術・システムの導入	2	4	11	-	最大導入は「加温装置へのヒートポンプの導入」、 「省エネ漁船への転換」に含まれる。	
		バイオ燃料の使用	4	9	44	-	最大導入は「省エネ漁船への転換」に含まれる。	
	港 湾	港湾の最適な選択による貨物の陸上輸送距離の削減	96	206	206	-	最大導入は「モーダルシフトの推進」に含まれる。	
		省エネルギー型荷役機械の導入の推進	1	2	2	2		
		静脈物流に関するモーダルシフト・輸送効率化の推進	2	3	3	-	最大導入は「モーダルシフトの推進」に含まれる。	
特殊な大型輸送用車両による港湾物流効率化		5	11	11	11			
再エネ	風 力	洋上風力発電	139	302	6,319	241,326		
		海洋エネルギー	海流・潮流発電	0	10	104	1,040	今回の算出値は2050年度の最大削減ポテンシャルとする。
			波力発電	0	12	123	1,229	今回の算出値は2050年度の最大削減ポテンシャルとする。
			海洋温度差発電	0	30	305	3,049	今回の算出値は2050年度の最大削減ポテンシャルとする。
			塩分濃度差発電	0	2	20	195	今回の算出値は2050年度の最大削減ポテンシャルとする。
CCUS	CCS	CCS (海底貯留)	0	6,500	20,000	14,610,000	最大値を採用	
吸収源	ブルーカーボン	藻場の保全・回復等によるCO ₂ 吸収源としての活用	0	0	101	273	2013年度比を採用、2030年は現状延長値	
		マングローブの保全、植林等によるCO ₂ 吸収源としての活用	0	0.03	0.08	0.08	2013年度比を採用、2030年は現状延長値	
		塩性湿地の保全によるCO ₂ 吸収源としての活用	0	0	0.12	1.2	2013年度比を採用、2030年は現状延長値	
	バイオ燃料	藻類バイオマスの資源・エネルギー利用	0	0	0.04	4.3		
		NETs	海洋肥沃化 (窒素施肥)	0	0	0	0	磯焼け対策は藻場の保全・回復の一部
			海洋肥沃化 (鉄散布)	0	0	0	0	
	湧昇流・下降流の利用		0	0	0	0		
合 計			622	7,902	28,509	14,859,865		

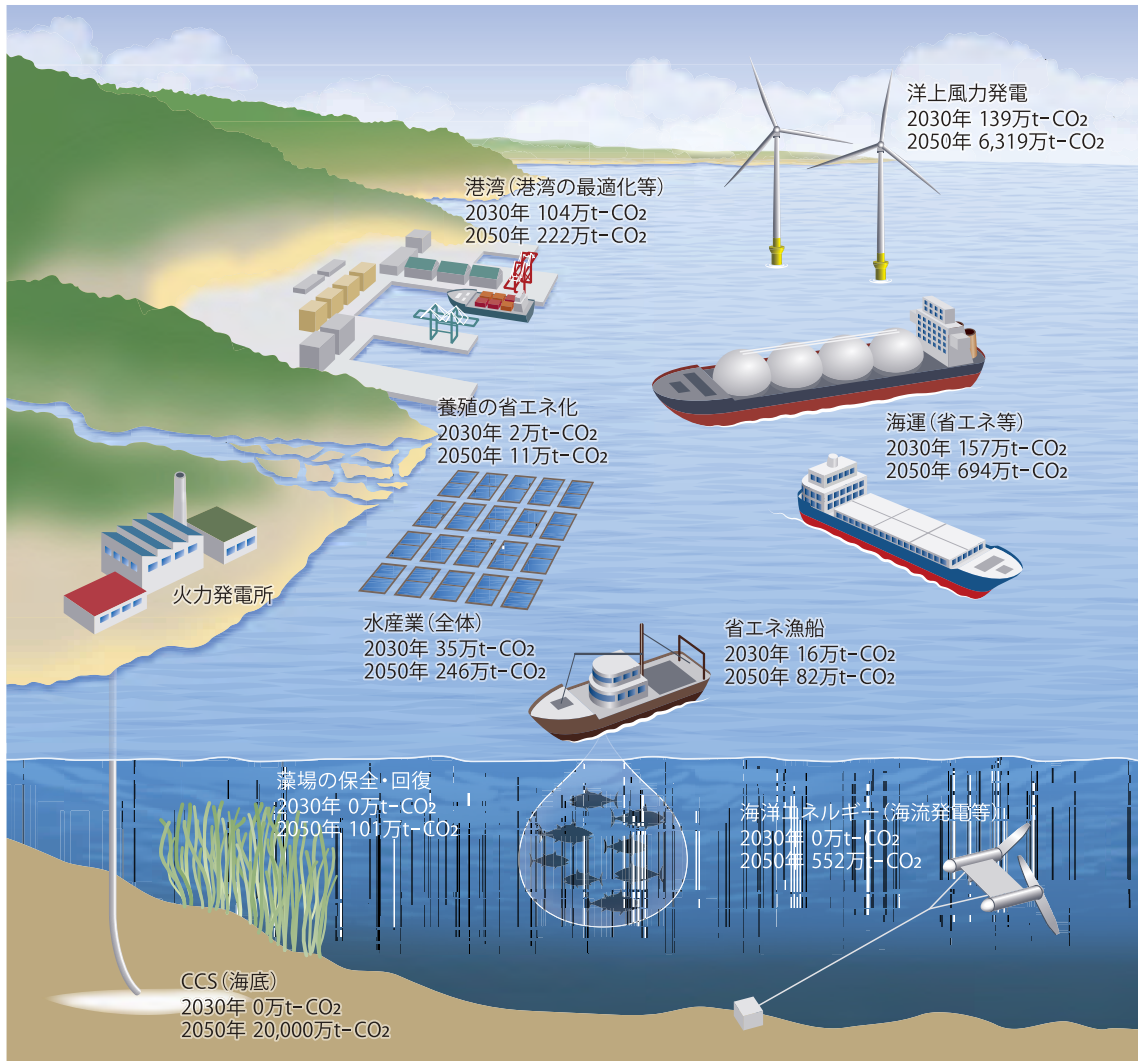


図3-1-2 日本の海洋を基盤とした気候変動緩和策（2030年の政府設定目標と2050年の野心的目標）

地球温暖化対策計画の削減対策が達成されれば、海洋関連分野の排出削減量は449万t-CO₂で、28.7%減少することになる。これは2013年度総排出量比では0.3%に相当する。つまり、2030年目標である26.0%削減のうち0.3%分が海洋関連分野からの寄与となる。このなかで特に削減量大きい対策は、海運へのモーダルシフト^(注8)の推進と省エネに資する船舶の普及推進（燃費の改善）である。ただし、再エネ対策として唯一明示されている洋上風力発電からの削減量は明記されておらず、上記には含まれていない。

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」（以下、長期戦略）では、表3-1-2のとおり、地球温暖化対策計画の対象になっている対策に加えて、CCS、洋上風力以外の海洋再生可能エネルギー、海洋および海洋・沿岸生態系を活用した緩和策も対策として取り上げられている。これは、2030年を達成年とする場合に比べて、今後の技術開発の時間がより多く残されていることを踏まえての判断であると考えられるが、おそらく不確実性の高さゆえに、個々の対策の具体的なGHG削減量は示されていない。なお、上記長期戦略は、2050年度の長期目標（2050年度までに80%削減、今世紀後半のできるだけ早期に排出量実質ゼロの実現）を定めているところ、菅総理大臣の2050年排出実質ゼロ宣言を受けて、早期の抜本的改訂が待たれる。

注8
貨物の輸送手段をトラックなどの陸上輸送から、船舶（内航船・フェリー等）や鉄道といった環境にやさしく大量輸送が可能な輸送モードへ転換することを「モーダルシフト」という。海上輸送は陸上トラック輸送に比べてGHG排出量が少ないことから、国土交通省はGHG排出削減策として海上輸送へのモーダルシフトを掲げている。

表3-1-2 削減ポテンシャルの2013年度総排出量比

区 分	2030年	2050年		
		現状延長	排出実質ゼロ	最大導入
総削減ポテンシャル	0.4%	5.6%	20.2%	10538.5%
うち CCS	0.0%	4.6%	14.2%	10361.3%
うち洋上風力	0.1%	0.2%	4.5%	171.1%
削減ポテンシャル (CCS、洋上風力)	0.3%	0.8%	1.6%	6.1%
削減ポテンシャル (CCS)	0.4%	0.1%	6.0%	177.2%

(公財) 笹川平和財団海洋政策研究所 (以下、海洋政策研究所) の調査では、上述した地球温暖化対策計画および長期戦略をベースに、他の国内外の文献等も参考として、日本で実施されている、または今後実施され得る海洋関連の緩和策についてリストアップを行い、それらについて、2030年度および2050年度時点の GHG 削減ポテンシャルの評価を行った。その評価結果の概要 (2013年度総排出量比) を表 3-1-2 に示す。

2030年度の海洋関連分野の削減ポテンシャルは622万 t-CO₂となる。ここでは、温暖化対策計画で定められている削減目標に加え、洋上風力発電の数値未設定分について、100万 t-CO₂以上の削減ポテンシャルがあると仮定した。

2050年度については、①現状延長、②2050年排出実質ゼロを後押しする野心的目標、③最大導入の3つの場合分けをして緩和ポテンシャルを算出した。①は2030年度の延長線上の姿、②は①よりも対策の普及・導入が大きく進み、2050年 GHG 排出実質ゼロが達成されるケース、③は対策の最大限の普及・導入が進んだ場合 (再生可能エネルギーであれば賦存量またはそれに類する数値) を想定した。その結果、①では7,902万 t-CO₂、②は2億8,509万 t-CO₂、③は1,485億9,865万 t-CO₂と数値に大きな違いが生じた。①の現状延長ケースでは、CCS が6,500万 t-CO₂で削減ポテンシャル全体の大部分を占める。それに続くのが、海運業における「モーダルシフトの推進」と「省エネに資する船舶の普及推進 (燃費の改善)」、洋上風力発電、「港湾の最適な選択による貨物の陸上輸送距離の削減」で、100万 t-CO₂以上となっている。②野心的目標とする場合は、CCS の2億 t-CO₂、洋上風力発電の6,319万 t-CO₂^(注9) が二大削減ポテンシャルとなるとともに、洋上風力発電以外の再エネである海洋エネルギーやブルーカーボンの「藻場の保全・回復等による CO₂吸収源としての活用」の削減ポテンシャルも100万 t-CO₂以上である。省エネでは現状延長ケースで挙げた3つの対策の削減ポテンシャルが大きい。③最大導入ケースでは CCS の削減ポテンシャルが1,461億 t-CO₂、洋上風力発電の削減ポテンシャルが約24億 t-CO₂で大部分を占めている。ただし、さまざまな障壁を無視しており、現実的なケースではない。

2050年度は排出量実質ゼロ (2013年度比100%削減) を目指す場合、海洋関連分野の削減量 (2013年度総排出量比) は20.2%で、目標に対し約2割の貢献となる。すなわち、本項の冒頭で示したハイレベルパネルのグローバルな数値と同程度のポテンシャルが日本の海洋関連分野にもあることになる。留意すべきは、緩和ポテンシャル量のなかで CCS と洋上風力発電の貢献分が大部分を占めることである。2050年排出実質ゼロを達成するためには、CCS と洋上風力発電を実際どの程度導入できるかが鍵を握る。換言すれば、海洋関連分野から②で示した程度の貢献ができれば

注9
この推計は以前の業界団体の目標値 (2050年度に3,700万 kw) をもとに推計しており、後述のように、現在は新たな目標 (2040年度に最大4,500万 kw) が公表されている。

ば、2050年排出実質ゼロの達成が実現に近づく。特に CCS については、通常の削減対策による削減量とゼロエミッションの間の差分を埋めるような役割になると想定される。また、CCS と洋上風力発電以外の対策についても、排出実質ゼロへの貢献は決して少なくなく、脱炭素に向けた取組みを積極的に促進していくべきである。

今後、日本は、2050年排出ゼロという新たな目標と整合的な中長期計画を策定することが求められる。遅くとも2025年までには、パリ協定の下でのNDCsを提出しなおす必要もある。それらに向けて、海洋関連分野の排出削減ポテンシャルのより良い活用を目指して、より一層の取組み推進が求められる。

2 洋上風力発電の動向^(注10)

前項で述べたように、海洋関連分野のGHG排出削減策のなかで、CCSと並んで、もっともポテンシャルが大きいのが洋上風力発電である。2050年排出実質ゼロへ向けて、洋上風力発電の普及は不可欠といえる。洋上風力発電はすでに世界各国で導入され、欧米を中心に急速に拡大している。その一方、日本国内における導入はいまだ発展途上にある。世界風力会議（GWEC）が発行する2020年上半期の『Global Offshore Wind Report』^(注11)によると、世界最大規模の洋上風力発電市場を誇る英国やドイツがそれぞれ10.7GW、7.7GWの累積設備容量を導入しているのに対し、国内においては85MW（0.085GW）にとどまっている。

他方で国内の法整備はここ数年間で急速に進み、洋上風力を取りまく環境は大きく改善されている。2019年4月1日には「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（再エネ海域利用法）」が施行された。これにより、国内の海域の占有に関する統一ルールと、先行利用者との調整の枠組みが整備された。さらに、「洋上風力の産業競争力強化に向けた官民協議会」が2020年12月に発表した『洋上風力産業ビジョン（第1次）』^(注12)では、2030年までに10GW、2040年までに35～45GWの洋上風力発電を導入することや、着床式風力発電の発電コストを欧米並みの水準に引き下げるなど、野心的な目標が掲げられた。

経済産業省では、2020年10月より、エネルギー基本計画の見直しに向けた議論が開始された。2050年カーボンニュートラルの実現には、エネルギーミックス（長期エネルギー需要見通し）の抜本的見直しが不可欠であり、洋上風力発電が日本の再生可能エネルギー転換の旗振り役になることが期待される。導入地域では発電事業による海洋環境や漁業への影響の十分な配慮や、地域活性化への貢献も重要視されている。これらの地域で展開される事業が地域コミュニティに受け入れられるモデルケースとなり、洋上風力発電の地域的受容性や市民の評価を国全体で高めていくことが望まれる。

2 2050年 GHG 排出実質ゼロに向けて： 海洋からの貢献強化を目指す UNFCCC の動向

1 マラケシュパートナーシップの動向

「グローバルな気候行動に関するマラケシュパートナーシップ（以下、マラケシュパートナーシップ）」は、国連気候変動枠組条約（UNFCCC）の下、非締約国（NGO、

注10
第4章第1節参照

注11
https://wfo-global.org/wp-content/uploads/2020/08/WFO_Global-Offshore-Wind-Report-HY1-2020.pdf

注12
https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/yojo_furyoku/pdf/002_02_02_01.pdf 第3部参照

企業、自治体など)による気候変動対策を推進するためのネットワークとして、2017年に発足した。マラケシュパートナーシップを構成する8つの分野別グループのひとつである「海洋・沿岸域」グループは、COPの場で海洋と気候変動の関連の重要性について継続的な提言活動に取り組んでいる。また、マラケシュパートナーシップはCOP26に向けた2050年にGHG排出ゼロの機運を高めるための取組みである「Race to Zero」キャンペーンにも賛同・参加している。「Race to Zero」は、2019年の国連総会気候アクションサミットでチリ政府主導のもと設立された気候野心アライアンス(Climate Ambition Alliance)への産官民の多様なアクターの参加を促し、各主体によるゼロエミッションの取組みを通じてNDCsの引き上げを目指すキャンペーンである。2020年末時点で454の都市、23の地域、1397の企業、569の大学が参加している。

2020年11月には、延期となったCOP26の開催日程に合わせてUNFCCC公式オンラインイベント「Race to Zero対話」が開催された。同会合においてマラケシュパートナーシップは複数のテーマ別イベントを開催し、そのうち海洋をテーマとしたセッションとして「持続可能な海洋のためのイノベーション：気候変動に取り組むためのテクノロジー^(注13)」を主催した。このセッションでは、産業界やNGO、研究者や国際機関の代表が登壇し、海運における温室効果ガス削減や水素燃料利用、離島リゾートホテルでの太陽光発電や深層水冷熱利用、海藻を利用した生分解資材による食品・薬品の包装材料利用、船底研磨の際の剥離塗膜・プラスチック回収技術など、気候変動や海洋問題や国際政策協調や連携に向けた取組みが紹介された。また、2020年12月に開催された気候野心サミットでは、Race to Zeroの適応版であるRace to Resilienceキャンペーンが発足している。このキャンペーンでは、2030年までに非国家セクターによる気候変動に脆弱な環境に置かれた40億人への支援を促進することを目的としている。今後は同キャンペーンの下でパートナーシップが構築され、都市、農村部に加えて沿岸域の3つのターゲットにおいて気候変動のリスクに対するレジリエンス^(注14)の向上を目指した活動が展開される。

2020年12月、マラケシュパートナーシップでは、8つの分野ごとに『気候行動経路(Climate Action Pathways)』を公表した。これは、産業革命前からの気温上昇を1.5℃に抑える(=2050年排出実質ゼロ)ためにどのような行動が必要かという視点で、2021年、2025年、2030年、2040年の各時点で達成すべき事項をまとめたものである。海洋政策研究所も議論に加わった「海洋・沿岸域」分野では、自然を活用した解決策^(注15)のひとつであるブルーカーボン生態系の重要性に着目し、その保全・再生等の各国のNDCsへの組み込み(2021年まで)や海藻のポテンシャルの評価(2025年まで)、湿地ガイドラインの改正(2030年まで)などをとるべき行動として示した^(注16)。Pathwaysは「生きた文書」との扱いで、今後も、状況に応じて更新される予定である。

2 海洋と気候変動に関する対話

英国のグラスゴーで2020年に開催が予定されていた国連気候変動枠組条約(UNFCCC)第26回締約国会議(COP26)の延期に伴い、11月23日から12月4日にかけてUNFCCC主催の「気候対話(UN Climate Change Dialogue)」がオンラインで開催された。この気候対話は、2021年11月に延期されたCOP26に至るモメンタムを維持し、締約国やその他ステークホルダーが2020年の進捗を振り返り、COP

注13
Innovating for a Sustainable Ocean: Technologies to Tackle Climate Change

注14
強靱性、回復力としばしば訳される

注15
Nature-based solutions

注16
これに、漁業・養殖セクター、海運セクター、エネルギー(洋上風力、潮力など海洋を基盤とした再エネ)セクターの3つを加えた4つのセクターについて、沿岸域およびEEZと国家管轄権外区域(ABNJ)に2分してとるべき対策の可視化を試みている。

議題のテーマについて、交渉以外の意見交換を行うことを目的としている。パリ協定第6条や土地利用と気候変動適応に関する対話など、12日間の開催で約80のオンラインセッションが行われた。

2020年12月2日、3日（日本時間12月3日、4日）には、UNFCCCの公式会合としては初となる「海洋と気候変動に関する対話」（以下、「海洋対話」）が開催された。この対話はCOP25の合意文書に従って当初2020年6月に、「第52回科学及び技術上の助言に関する補助機関」（SBSTA52）会合において開催されることが予定されていたが、同会合の延期（2021年時期未定）を受け、上記の気候対話の一部として、オンラインでの実施となった。「海洋対話」は、気候と海洋の連関やそれらに係る諸課題についての理解を促進するとともに、海洋を基盤とした気候変動の緩和と適応行動をどのように強化するかについて締約国、非締約国、非国家アクター（国際機関、市民社会組織、研究機関など）が議論するために設定された。海洋政策研究所は、海洋対話の2日目に開催された分野横断的な支援のあり方に関わる分科会セッションに参加し、前川美湖主任研究員が研究事業での試算をもとに資金支援に関する提案を行った。

初日は閣僚級による開会挨拶から始まり、チリ外務大臣、モナコ公国外務大臣、英国太平洋環境大臣らが登壇した。続いて、ピーター・トムソン国連事務総長海洋特使、パトリシア・エスピノーサ UNFCCC 事務局長が登壇し、スピーチを行った。基調講演として、初日はハンス＝オットー・ポートナー IPCC 第二作業部会共同議長より2019年9月に公表された『IPCC 海洋雪氷圏特別報告書』について、2日目には「持続可能な海洋経済のためのハイレベルパネル」の共同議長であるジェーン・ルブチェンコ氏よりハイレベルパネルが公表した一連の海洋経済に関する報告書について発表があった。

基調講演後は分科会セッションに分かれて、個別テーマについてパネルディスカッションが行われ、パネリスト以外の参加者からの発言の機会が設けられた。分科会セッションのテーマは、① UNFCCC の下の行動強化、② 国連システム全体の行動強化、③ 国家レベルでの行動強化、④ 行動のための分野横断的な支援のあり方である。

今回の「海洋対話」は、政府の交渉官、市民社会組織、研究機関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。冒頭でエスピノーサ UNFCCC 事務局長がその重要性を強調した「包摂的な多国間主義」の精神にのっとり多様な参加者が議論に貢献し、先住民や若者世代の代表者による発言も注目を集めたほか、UNFCCC の下に設置されている気候変動の影響、脆弱性および適応に関するナイロビ作業計画や、損失と損害に関するワルシャワ国際メカニズム執行委員会、後発開発途上国（LDCs^(注17)）専門家グループといった実施主体や、他の国連機関（国連海事・海洋法課、生物多様性条約、国際海事機関、国連食糧農業機関など）も参画し連携のための具体的な接点や課題について議論した。とりわけ海洋を基盤とした対策を、各国がパリ協定の下で策定・提出を義務づけられている NDCs に組み込むことが重要である。そのための具体策として生態系を活用した解決策（Nature-based solution）や海洋保護区の事例など海洋を基盤とする気候変動対策の実施と支援について議論がなされたこと、さらにそれが公開されたことは、多くの関係者にとり有益であったはずである。

注17
Least Developed Countries

注18
UNFCCC, 1 / CP. 25パラグラフ34

注19
今回のようなオンライン対話や、COP/SBの下でのハイレベル会合・専門家会合などの設定を含む。

今回の「海洋対話」における議論は、SBSTA 議長の非公式サマリーレポートとしてまとめられることになっている^(注18)。このサマリーレポートの取扱いについてはまだ不明確であるが、内容報告の場が COP26の場で設けられ、COP26後における継続的な海洋対話開催^(注19)に関する議論につながる事が期待されている。

UNFCCC の下で今回のような公式の対話の場を継続して設けることに対して、多くの参加者が事前の文書での意見提出を通じて前向きな姿勢を表明している。こ

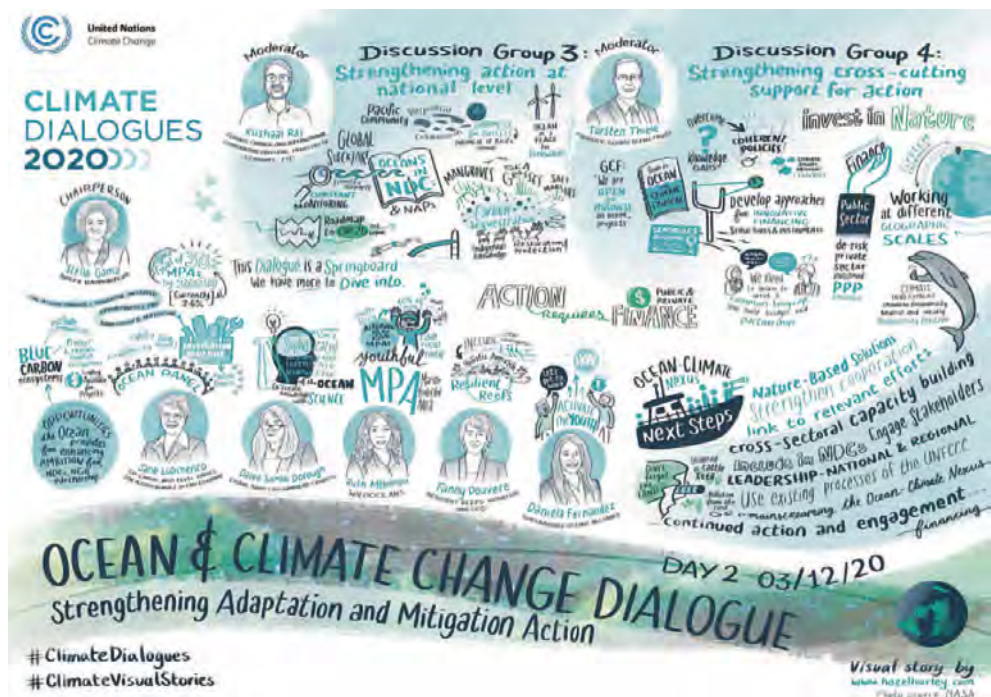
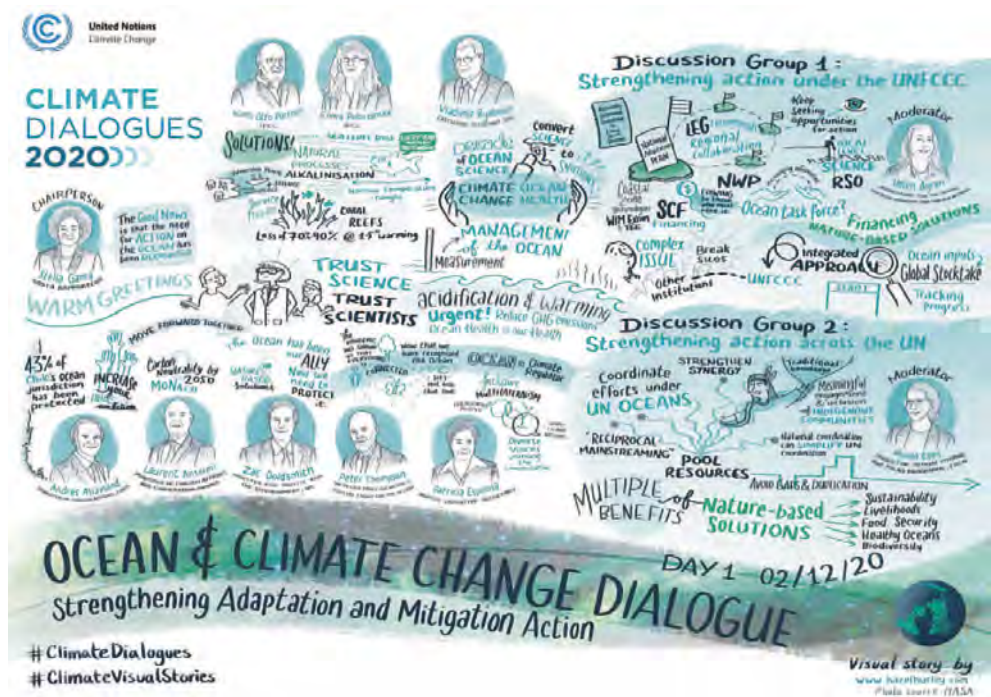


図3-1-3 2020年12月2日、3日に開催された UNFCCC の公式会合として初となる「海洋と気候変動に関する対話」の1日目(上)と2日目(下)の議論の概要

(出典: UNFCCC ウェブサイト^(注20))

注20
<https://unfccc.int/event/ocean-and-climate-change-dialogue-to-consider-how-to-strengthen-adaptation-and-mitigation-action>

ネスコ政府間海洋学委員会のウラジミール・リャビニン事務局長が指摘したように、「海洋対話」をいわばチェックポイントとして進捗確認の場として活用し、実施そのものの枠組みは、たとえば『国連海洋科学の10年』に位置づけるなどの提案もあった。フィジーなどのように UNFCCC 下で海洋の新たな議題 (Agenda) や作業計画 (Work Programme) の設定に積極的な立場をとる締約国もあれば、EU が表明したように UNFCCC の既存の枠組みを活用した方がむしろ海洋関連の取組みを実施促進するうえでより効果的であるという考え方もある。各国の GHG 排出削減への野心引き上げのための取組みである世界全体の進捗評価 (グローバルストックテイク) へ海洋の視点を盛り込むなど、今回の「海洋対話」では実現に向けて今後検討すべき提案も多く寄せられた^(注21)。従前は海洋分野イベントが COP 会場において毎年100件程度開催され、その全体像を把握するだけでも容易ではないと指摘されていた。今回、UNFCCC 公式プログラムとして海洋と気候に関する主要テーマを網羅し、世界の主要アクターや有識者が一堂に会して集中的な検討を行った意義は大きい。今後もより一層、UNFCCC における海洋分野の議論の主流化の動きが加速し、有効な気候変動対策および海洋保全策が実施拡大されることが望まれる。

3 今後に向けて

2020年、コロナ禍により、世界の GHG 排出量は前年と比べて約7%減少した。とはいえ、この短期的な GHG 排出減少による中長期的な地球温暖化抑止効果はほぼなく、依然として世界では今世紀末時点で3℃以上気温上昇するペースで地球温暖化が進んでいる。しかしながら、今後、過去に例を見ない規模で実施されるであろうコロナ禍からの経済回復措置が、冒頭で述べられたような「グリーン・リカバリー／ブルー・リカバリー」型で実施されれば、脱炭素社会への転換がよりスムーズに進みうる。コロナ禍からの回復の機会が脱炭素に向かうための端緒として活用された場合は、2030年までの GHG 排出量が追加的に15Gt-CO₂ (コロナ禍以前の想定より25%) 削減され^(注22)、2℃上昇の世界への道筋に近づくことができる^(注23)。

2020年の最も重要な気候変動政策の動向は、日本をはじめ、多くの国が2050年排出実質ゼロにコミットしたことである。2020年12月の時点で、世界の GHG 排出量のうち51%を排出している126の国が同目標を公式に採択・宣言済み、もしくは検討中であるという^(注24)。ただし、2050年排出ゼロ目標と、現在の NDCs や短期的な政策との間に大きな乖離があることを念頭におく必要がある。今後のグリーン・リカバリー／ブルー・リカバリーや、野心を積み増した NDCs の更新によって、NDCs や現在の政策が2050年排出実質ゼロ目標と合致するようにしていかなければならない。そのためにも、マラケシュパートナーシップの取組みのように、ビジネスセクターの取組みのさらなる後押しや、今後我われの社会が通るべき道筋を具体的に示すシナリオの作成・実施は重要である。グローバルな動きを、各国のローカルな動きまで落とし込み、社会のさまざまなレベルでコロナ禍からの復興とともに気候行動がさらに促進されることが期待される。

(藤井 麻衣・吉岡 渚)

注21
対話に加えて予算的措置を伴う具体的な取組みが重要であることは間違いないと考えられる。

注22
IEA sustainable recovery scenario

注23
UNEP Emission Gap Report 2020

注24
米国がバイデン政権下で同目標を採択すれば、シェアは63%まで増加する

コラム 06 北極の海洋プラスチック汚染

海洋のプラスチック汚染が新たな環境問題として世界的に注目を集めている。近年、環境汚染とはほとんど無縁と思われる北極においても、海洋プラスチック汚染についても研究が進み、その実態が明らかになってきた。その一端を紹介したい。

北極におけるプラスチック汚染研究の現状

北極のプラスチック汚染に関する研究は、1970年代から行われている。1980年に発表された論文では、アリューシャン列島のアムチトカ島の延べ10kmの砂浜を調査したところ、約2,000~5,300個のプラスチックごみ（多くはロシアや日本の漁船によって投棄された漁具）が観察されたと記されている。2016年に観光クルーズ船の乗客も参加して行われた調査でも、北極圏のスバルバル諸島にある6か所の海岸から大量のプラスチックごみが回収された。また、北極の氷や雪、海水のサンプルを分析したところ、マイクロプラスチックと呼ばれる直径5mm以下の微小なプラスチック片もかなりの量が含まれていることがわかっていく。特に長さ1.5mm以下の微細なマイクロファイバー（合成繊維片）は、太平洋、大西洋、インド洋、南極海などのサンプルと比較しても北極海の海水サンプルに最も高い含有濃度の値を示していた。

しかし、このプラスチック汚染が北極の生態系にどのような影響を及ぼすかは、まだほとんど研究が行われておらず、不明である。これまでに北極の魚類や野鳥の消化器官の中からプラスチックが発見されており、特にフルマカモメという種の鳥では、ノルウェーやカナダなどの北極圏で、80%以上の高い割合で胃の中にプラスチック片のある個体が見つまっている。そのほか、イルカ・クジラ類やホッキョクグマ、アザラシなどでは、体に漁網やロープが巻き付いて傷ついた個体などが目撃されることもあるが、詳しい調査は行われていないため、今後の研究が期待される。

国際社会の対応

この問題に国際社会も注目しはじめており、北極圏の国々を中心に対策が協議されている。北極の海洋プラスチックごみに関する国際的な枠組みとしては主に2つあり、ひとつはOSPAR条約、もうひとつは北極協議会の「The Protection of the Arctic Marine Environment (PAME) 作業部会」である。

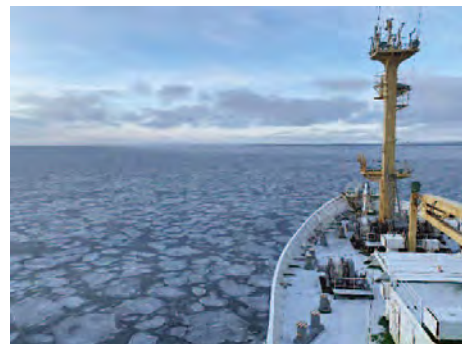
北極の海洋プラスチック汚染についてOSPAR条約は北東大西洋の海洋環境保護を目的とする条約で、北

東大西洋に面する欧州の15か国とEUが加盟しているが、対象地域の一部に北極圏が含まれている。このOSPAR条約の下で海洋環境の保全のための生態的な目標（EcoQO）が定められてモニタリングが行われている。海洋プラスチックに関しては、前述のフルマカモメが指標となっており、海岸に打ち上げられたフルマカモメ50~100羽に対して、消化器官中から0.1g以上のプラスチックが検出される個体の割合を10%以下に減らすという目標が掲げられている。しかし、この目標値については、そもそも生態学的根拠がなく政治的に決められたものだという批判もある。

北極協議会（Arctic Council）は、1996年に設立された北極圏の8か国によるハイレベル・フォーラムである。日本を含む北極圏以外の国もオブザーバーとして参加している。北極評議会には6つの作業部会があり、そのなかのひとつが海洋環境の保全を目的としたPAMEである。PAMEでは現在、海洋ごみ対策に関する行動計画を作成中である。

また、北極圏の国々のなかでもアイスランドは特にプラスチック汚染問題に対する取組みを進めており、アイスランドリサイクリング基金（Icelandic Recycling Fund）を設立し、経済的なインセンティブにより適切な廃棄物管理を促進する取組みや、漁業者と協力して使用済みの漁具を無償で回収し、再生プラスチックに転換する取組みを進めているほか、北極のプラスチック汚染をテーマとした世界初の大規模な国際シンポジウムを計画中である。

日本では、（国研）海洋研究開発機構（JAMSTEC）などが2020年に初めて北極で海水のサンプルを採取してマイクロプラスチックの分析を行うなど、この問題についての研究が始まったばかりである。全世界的な海洋プラスチック汚染問題もさることながら、北極での動向も注目される。（豊島 淳子）



海洋地球研究船「みらい」の2020年度北極航海の様子
（写真：筆者撮影）

第2節 海洋プラスチックごみ対策の進展

パンデミックが長期化し、マスクやフェイスシールド、遮へい板、防護服など使い捨てプラスチックが世界中で大量に消費されている^(注25)。日本では多くの飲食店がテイクアウトのサービスを始めてプラスチック容器の消費が増えた^(注26)。感染拡大防止のため、複数の自治体が資源ごみの回収を休止、あるいは一時的に燃えるごみとして処理した^(注27)。このように2020年はプラスチックの3R（リデュース・リユース・リサイクル）が後退しかねない状況にあったが、欧州委員会（EC）のプラスチック戦略^(注28)など世界的な方向性に大きな変更はなかった。

日本では経済産業省が2020年5月に『循環経済ビジョン2020』を発表し、環境省と合同で「サーキュラー・エコノミー及びプラスチック資源循環ファイナンス研究会」を発足した。3Rを推進する日本企業に投融資を呼び込むべく、有識者を交えて同年12月までに5回の会合を開いた。両省は、循環経済に移行しつつ海洋プラスチック問題に歯止めをかけることを目指して、プラスチック資源循環戦略ワーキンググループの会合^(注29)も合同で同年5～11月に7回開催した。レジ袋有料化に続く具体策の制度化などを話し合い、11月に「今後のプラスチック資源循環施策のあり方について（案）」を公表した。この文案には、まず「リデュースの徹底」と明記された^(注30)。また、2017年度の「プラスチック資源一括回収実証事業」で月ごとの資源回収量が平均35%増加する効果を確認したことを受けて、「プラスチック資源の回収・リサイクルの拡大と高度化」の項目では、これまで焼却または埋め立て処分されていたプラスチック製の日用品なども資源として回収・リサイクルする方向性が書き込まれた。

1 レジ袋有料化と制度の効果

2020年7月1日にレジ袋の有料化が全国的に義務づけられた。2019年に政府が定めた「プラスチック資源循環戦略」に基づく政策である。「プラスチック製買物袋の過剰な使用を抑制」して「消費者のライフスタイル変革を促す」ため、無料配布を基本的に禁止とした^(注31)。

制度開始に先立ち、2019年12月27日に容器包装リサイクル法の関係省令^(注32)が改正され、経済産業省はガイドライン^(注33)を公表して準備を呼び掛けた。しかし全国一斉の有料化が必ずしも消費者までは浸透しておらず、パンデミックの影響で衛生に敏感な世相でもあり、レジ袋の代替品として新品のポリ袋が売れて入荷待ちとなったり、店舗側がマイバッグへの袋詰めを断わったり^(注34)するなど現場では多少の混乱が見られた。環境省は「みんなで減らそう レジ袋チャレンジ」キャンペーンの特設サイトでレジ袋削減の意義を訴え、「マイバッグは新型コロナウイルスの感染拡大の原因になる？」という疑問に対して、感染拡大を引き起こす科学的な証拠はないという回答や、リスクを減らすためのポイントを掲載した。

有料化されて間もなく、コンビニエンスストア大手3社のレジ袋辞退率が7割を超えた^(注35)。10年以上前から自主的に有料化していたスーパーマーケットもあって、すでにマイバッグを常用する消費者は一定数いたが、その習慣が一気に社会全体に広がったかたちである。環境省による11月の調査では、レジ袋を1週間使わなかつ

注25
UNEP-IETCのレポート（2020年8月12日）『コロナ禍における廃棄物管理の現状と今後の展望に関する報告書』（英語）
<https://www.unenvironment.org/ietc/ja/resources/rehoto/koronahuoniokerufeiqiwiguanlinioxianzhuangtojinhouozhanwangniuguansurubaogaoshu>

注26
2020年9月8日 NHKホームページ、ビジネス特集「コロナでゴミが増えました」
<https://www3.nhk.or.jp/news/html/20200908/k10012606851000.html>

注27
2020年7月27日 環境省「新型コロナウイルス感染症対策に係る一般廃棄物分野の対策事例アンケート結果の概要」より（全国1,741のうち1,635市区町村が回答）。https://www.env.go.jp/recycle/waste/sp_contr/infection/gaiyou.pdf

注28
ECの「サーキュラー・エコノミー・アクションプラン」の一環で、2021年の使い捨てプラスチック製品使用禁止、多品目の製品への拡大生産者責任の導入などを盛り込んでいる。

注29
会合の正式名称は「中央環境審議会循環型社会部会プラスチック資源循環小委員会、産業構造審議会産業技術環境分科会廃棄物・リサイクル小委員会プラスチック資源循環戦略ワーキンググループ合同会議」

注30
この文言は9月1日（第5回）の会合資料の段階でも明記されていたが、「減プラスチック社会を実現するNGOネットワーク」など計20団体は、代替品や熱回収が主で総量削減策が不十分だと指摘して、10月13日に環境副大臣に提言書を提出した。

注31
プラスチックのフィルムの厚さが50マイクロメートル以上のもの、海洋生分解性プラスチックの配合率が100%のもの、バイオマス素材の配合率が25%以上のものは除外。

注32
小売業に属する事業を行う者の容器包装の使用の合理化による容器包装廃棄物の排出の抑制の促進に関する判断の基準となるべき事項を定める省令

注33

https://www.meti.go.jp/policy/recycle/plasticbag/plasticbag_top.html

注34

店員がマイバッグを触らないよう、あるいはレジの混雑を避けるよう、業界団体がコロナ対策として、顧客自身で袋詰めすることを推奨した。
https://www.maff.go.jp/j/saigai/n_coronavirus/attach/pdf/ncv_guideline-63.pdf

注35

2020年8月5日 時事通信「レジ袋辞退率、7割超に有料化1カ月コンビニ大手3社」<https://www.jiji.com/jc/article?k=2020080500977&g=eco>

注36

<http://plastics-smart.env.go.jp/rejibukuro-challenge/pdf/20201207-report.pdf>

注37

脚注57参照

注38

AHEG：Ad hoc open-ended expert group on marine litter and microplastics（海洋プラスチックごみ及びマイクロプラスチックに関する専門家会合）

注39

2020年9月15日 環境省「アジア太平洋地域会合の開催結果（概要）」<http://www.env.go.jp/press/files/jp/114750.pdf>

注40

https://www.spf.org/opri/news/20201211_2.html



図3-2-1 環境省の特設サイト「みんなで減らそう レジ袋チャレンジ」
(出典：環境省)

た人が71.9%に達した^(注36)。代替品の消費増でプラスチック削減効果が相殺された程度などは未発表だが、同キャンペーンが掲げた「レジ袋を使わない人を6割にする」という目標は早くも達成された。環境省は、さらに一人ひとりの意識変革に期待を込めて、「まずは身近なレジ袋から取り組み、そのアクションを他のプラスチックごみの削減に広げていきましょう」と呼び掛けている。瀬戸内海に面した4県と日本財団が2020年12月に、ごみ流入量削減などを掲げた「瀬戸内オーシャンズX^(注37)」を始動させるなど、民間や自治体での取り組みも進んでいる。

2 『大阪ブルー・オーシャン・ビジョン』実現に向けて

日本政府が2019年のG20で打ち出した、2050年までに海洋プラスチックごみによる追加的な汚染ゼロの実現を目指す『大阪ブルー・オーシャン・ビジョン』は、いまでは86の国と地域に共有されている。国連環境総会を受けて設置されたAHEG^(注38)の2019年の会合でアジア太平洋地域の議長に選出された日本は、他の4地域に先駆けて、2020年8月26、27日にオンライン会合を開催した。各日100人以上の参加を得て、イラン、日本、フィリピン、シンガポール、ベトナム、ミャンマーの代表らが海洋プラスチックごみ対策を話し合い^(注39)、その成果は11月9～13日の第4回AHEGで世界79か国・地域に伝えられた。そこで議論された対策オプションは、2021年と2022年の2部に分けて開催予定の第5回国連環境総会に報告される。

2020年はG20もオンライン開催となった。G20海洋プラスチックごみ対策実施枠組に基づき環境省が9月7日に主催した「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」には、31か国から約160人が参加した。日本はここで、世界的なモニタリングデータ共有システムの立ち上げを提案した。9月16日には議長国のサウジアラビアが、G20環境大臣会合を主催した。

オンライン化された国際会合には、かえって幅広い参加が得られたり、資料や開催報告を多様な人びとが閲覧できたり、移動に伴う二酸化炭素(CO₂)が排出されないなど利点もあった。民間主導の会合として、(公財) 笹川平和財団海洋政策研究所(以下、海洋政策研究所)は12月に「持続可能な海洋経済の構築に向けたハイレベル・パネル政策提言：持続可能な海洋経済と国際連携推進に向けて」と題したウェビナーを外務省と共催した^(注40)。このハイレベル・パネル(略称：海洋パネル)

は、海洋危機に対処するためにノルウェー政府が2018年に立ち上げたもので、日本を含む海洋国家14か国^(注41)の首脳と国連事務総長特使の計15人から成る。海洋政策研究所は、諮問ネットワークの一員として、パラオ、ノルウェー両国の在日大使館の協力を得て、この国際ウェビナー開催を実現した。オーストラリア、フィジー、アフリカ、ヨーロッパも、同日に各地でウェビナーを開催し、海洋パネルが前日に発表した政策提言を世界に広めた。提言が掲げる2030年までに達成すべき「変革」のひとつは「海洋汚染の減少」で、主に海洋プラスチック対策を指す。国際ウェビナーに登壇した小野啓一・外務省地球規模課題審議官は、コロナ禍に伴う使い捨てプラスチック増に言及したうえで、「日本は、途上国の廃棄物管理のための能力構築やインフラ整備等を支援する旨を表明し、現在実施している^(注42)。今後も海洋プラスチックごみ対策における国際的な議論をリードしていきたい」と述べた。同じく国際ウェビナーに登壇した本多俊一・国連環境計画国際環境技術センター(UNEP-IETC^(注43))プログラムオフィサーは、「環境汚染を引き起こしている廃棄物を資源に変えていかなければいけない」と述べ、UNEP-IETCが6月から始めた「UNEP サステナビリティアクション^(注44)」を紹介した。

一方で、2017年の中国による輸入禁止以降、輸出先を失った日本の廃プラスチックがアジア諸国に向かっていく現実も直視しなければならない。2021年1月1日に改正バーゼル条約が発効となり、相手国の同意なしには廃プラスチックを輸出できなくなった。日本を含む先進各国は、国際貢献と同時に、自国内の3Rと資源循環システムの構築を急ぐ必要がある。

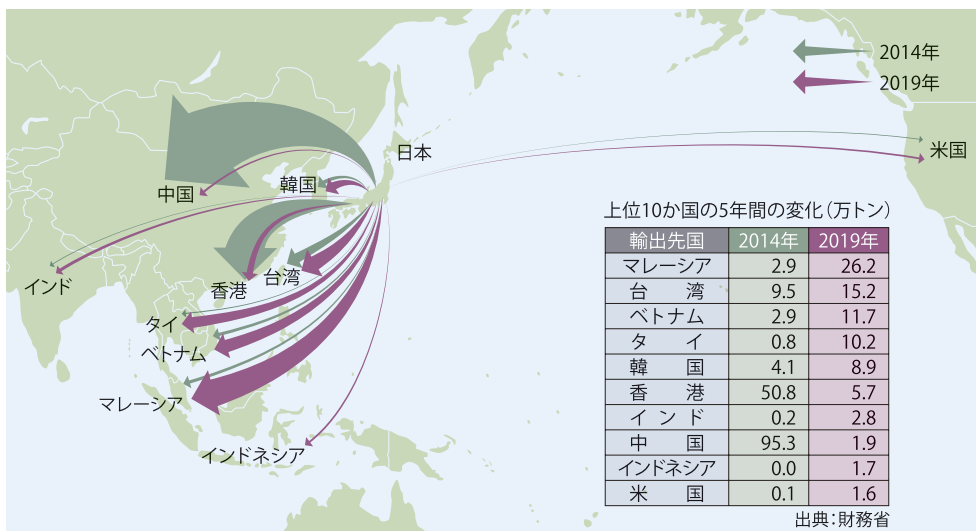


図3-2-2 中国が輸入規制を始めた2018年前後の日本の廃プラ輸出の変化
(出典：財務省資料をもとに作成)

3 実態調査と研究開発

1 マイクロプラスチックの実態調査

コロナ禍で船舶調査などが一部中止された2020年も各所で科学研究が進んだ。2020年1月15日までの17日間、「日本—パラオ親善ヨットレース」の伴走船「みらいへ」では、産官学民協働のマイクロプラスチック採取調査が連日実施され、(国研)海洋研究開発機構(JAMSTEC)などが参加した。JAMSTECは、同年9月から11月

注41 ノルウェー、パラオ、日本、インドネシア、ボルトガル、メキシコ、ジャマイカ、カナダ、ガーナ、ケニア、ナミビア、フィジー、チリ、オーストラリア。そのEEZ面積の合計は世界の海洋の約3割に及ぶ。

注42 日本政府は2020年5月25日、国連環境計画(UNEP)が主導する「アジア・太平洋地域におけるプラスチックごみ流出防止対策支援」に6億2,700万円、「アジア地域における環境上適正なプラスチック廃棄物管理・処理技術支援事業」に約1億円を拠出したと発表した。

注43 大阪に拠点を置く国連機関。地球を持続可能な状態に戻すことを目指し、世界の化学物質や廃棄物の適正管理を促進している。

注44 <https://www.unenvironment.org/ietc/ja/luodongfengye/unep-sasutenahiriteiakushiyon>

注45
コラム06参照

注46
4年に一度の過酷なレースで白石さんは2016年にアジア人として初出場、2020年は2度目の挑戦で完走を果たした。

には研究船「みらい」で北極海のマイクロプラスチックを採取した^(注45)。また、単独無寄港無補給世界一周ヨットレース「ヴァンデ・グローブ」^(注46)に11月から出場した海洋冒険家の白石康次郎さんが採取した南氷洋のマイクロプラスチックも分析調査する。

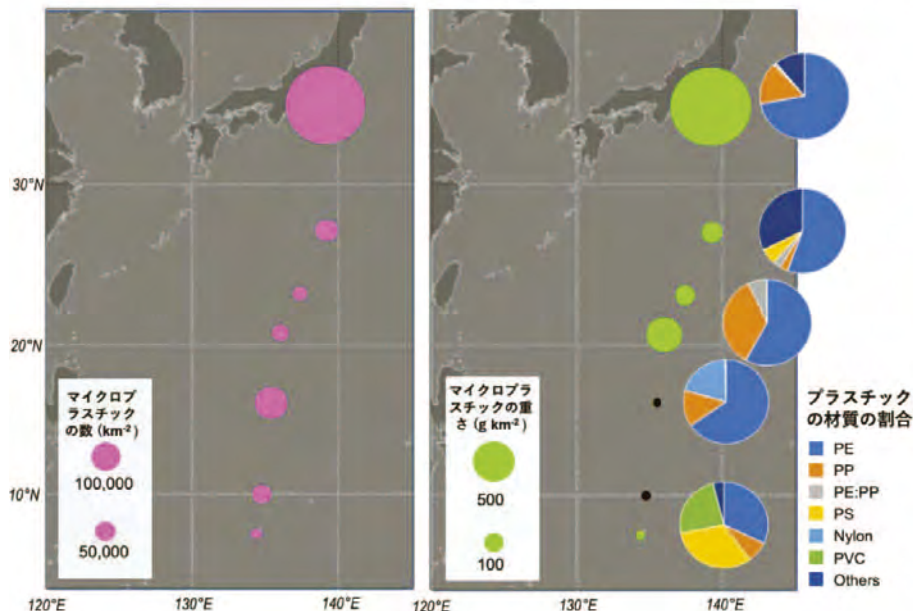


図3-2-3 海洋の表層に拡散するマイクロプラスチック

人口密集地から遠く離れた外洋の表層にもマイクロプラスチックが広がっている。
(出典：「The Sailing Towards a Plastic-Free Ocean：プラスチックのない海への帆走」プロジェクト『日本—パラオ親善ヨットレースとの協働による海洋マイクロプラスチック調査及び海洋リテラシー推進プロジェクト成果速報』)

日本郵船(株)は科学者と協力して外洋調査を始めると3月に発表した。同社の約750隻の運航船が採取したマイクロプラスチックを千葉工業大学が分析して、分布やサイズ、経年などを「プラゴミマップ」にまとめる計画である。

環境省は、2014年度からマイクロプラスチック調査を続けている。2020年3月に発表した2018年度の結果^(注47)では、漂流ごみが集積する潮目を通してとはいえ、東京湾の表層で過去最多の1m³当たり65.6個が採取された。マイクロプラスチックには海を漂う残留性有機汚染物質(POPs)を吸着する性質がある。2018年度は、全国の海岸12地点と海上2地点で採集したマイクロプラスチックから、1グラム当たり1.7~339ngの塩化ビフェニル(PCB)が検出された。なお、過去の最大値は942.5ng(2015年度)である。

2 マイクロプラスチックの調査手法

各地で進むマイクロプラスチック調査の手法を統一するため、環境省は2019年に「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」を公開している。これを2020年6月に、プラスチックごみの海洋流出が特に多い東南アジアでも適用しやすい内容に改訂した。記録の形式をそろえるため、データ入力フォームも用意した。

衛星やドローンなどで上空から海岸漂着ごみを画像認識する技術については、海洋ごみ削減とビジネス創出を目指す「プロジェクト・イッカク」^(注48)で実証実験が進んでいる。同プロジェクトは(一社)日本先端科学技術教育人材研究開発機構(JASTO)と研究人材育成に取り組む(株)リバネスが日本財団とともに立ち上げた。

注47
<http://www.env.go.jp/press/107902.html>

注48
<https://ikkaku.lne.st/>

顕微鏡サイズのマイクロプラスチックの分析には人手と時間がかかる。調査効率を向上する技術も求められるため、JAMSTECは2020年3月、画像診断技術を使って反射スペクトルのパターンからマイクロプラスチックを自動識別する手法を開発した。

3 マイクロプラスチックの生物影響

日本学術会議によると、マイクロプラスチックの摂食は200種以上の生物で確認されている。同会議は2020年4月に公表した『提言 マイクロプラスチックによる水環境汚染の生態・健康影響研究の必要性とプラスチックのガバナンス』^(注49)で、「吸着・含有された有害物質による生物への毒性影響の調査事例は少なく、その環境および健康リスク評価はまったく行われていない」と述べ、調査・研究の推進と予防的な対策を求めた。

2019年度から3年間の海洋プラスチックごみ問題に対する科学的知見の充実を目的とした「東京大学FSI—日本財団 海洋ごみ対策プロジェクト」は、10月15日に海洋アライアンスシンポジウム「海洋プラスチック研究のゆくえ」をオンライン開催し、国内外から約500人も参加を得た^(注50)。東京大学の高橋一生教授は、(国研)水産研究・教育機構が保管していた海水サンプルを再解析した結果、1980年代後半からの約30年でマイクロプラスチックが10倍に増えていたと発表した。酒井康行教授は、ヒトの培養組織を使った実験でプラスチック粒子が血管ではなくリンパ管に入ることを確かめ、これから免疫細胞への影響を調べると語った。同シンポジウムでは、生分解性プラスチック^(注51)の研究開発に関する発表も行われ、岩田忠久教授から、分解が始まるタイミングや分解スピードをコントロールできる新素材の開発事例が紹介された。

4 漁業ごみの実態調査と対策強化

漁網やロープといった漁業関連のごみは、重量ベースで漂着ごみの約4割を占めるほど多い^(注52)。漁具が海中を漂い続けてウミガメや海獣類や魚類などを拘束する「ゴーストフィッシング」によって、多くの生物が命を落としている。しかし耐久性が求められる漁具の多くは現状、海で分解しないプラスチックでできている。問題解決には海洋生分解性プラスチックの実用化だけではなく、既存の漁具の流出防止と回収が必須である。そこで、水産庁は2020年3月、特設サイト「プラスチック資源循環（漁業における取組）」^(注53)で、漁業系プラスチック廃棄物の実態調査の結果を公表した。

対策としては、環境省が2020年度に23都道府県で、自主的に海ごみを回収した漁業者に対して処理費用の一部を負担した。5月には7か所の「漁業者の協力による海底ごみ回収実証地域」で、海底ごみを自治体が回収できるようにした。約3年の実証を経て、回収マニュアルの策定を目指す。1991年作成の『漁業系廃棄物処理ガイドライン』も5月に改訂した。これらの日本政府による漁業ごみ対策は、G20環境大臣会合に向けて更新された事例集『第2次G20海洋プラスチックごみ対策報告書』^(注54)に掲載され、世界に紹介された。

5 日本の自治体と企業、市民の連携

漁業ごみも問題だが、個数ベースで海岸漂着ごみの約4割を占めるのは飲料用ボ

注49
<http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/kohyo-24-t288-1-abstract.html>

注50
シンポジウムの公式サイトで、動画や資料が公開されている。<https://www.oau-tokyo.ac.jp/activity/078.html>

注51
コラム07参照

注52
環境省「海洋ごみをめぐる最近の動向 平成30年9月」p4

注53
https://www.jfa.maff.go.jp/j/sigen/action_sengen/190418.html

注54
「2nd G20 Report on Actions against Marine Plastic Litter」p42 (英語)

注55

脚注52（環境省「海洋ごみをめぐる最近の動向（平成30年9月）p4）」と同じ参照

注56

https://www.env.go.jp/council/03recycle/20201120t2.pdf

注57

https://setouchi-oceansx.jp/

トルである^(注55)。海ごみ削減には、企業や生活者を含めた社会全体の変革が欠かせない。

① 自治体の取組み

2020年10月末時点で、全国114の自治体が、プラスチックごみの削減に向けた取組みを宣言している^(注56)。特に先進的な京都府亀岡市では、レジ袋の全面禁止を掲げて約50回の説明会を重ね、2020年3月24日に「亀岡市プラスチック製レジ袋の提供禁止に関する条例」を可決した。2021年1月1日から有償無償のレジ袋提供に加え、紙袋や生分解性袋の無償配布も禁止して、マイバッグ利用を推進している。違反事業者を公表する罰則も6月から適用する予定である。

岡山県真庭市は、飲食店のテイクアウトサービス増加を受けて、5月に「エコテイクアウト」事業を開始した。持参の容器で商品持ち帰りができる市内の店舗を募って公表し、希望する店には市所有のリユース可能なメラミン食器を無償で貸し出した。

瀬戸内海に面した広島県、岡山県、愛媛県、香川県の4県と日本財団は12月に協定を結び、ごみ流入量の70%減と回収量の10%増を掲げ「瀬戸内オーシャンズX^(注57)」を始動した。閉鎖性海域を囲む自治体が連携して、調査研究、企業・地域連携、啓発・教育・行動、政策形成を5か年計画で進める。記者会見には4県の知事がオンラインで顔をそろえた。日本財団の笹川陽平会長は、「こぞって瀬戸内海を世界に冠たる海洋保全海域にしようという共通の認識を持っていただいたことは敬服に値する。世界のモデルケースとなるように、しっかりと科学的エビデンスをとりながら、5年後には具体的な成果を出したい」と述べた。



図3-2-4 「瀬戸内オーシャンズX」署名の様子

瀬戸内海に面した4県の知事がオンラインで同時に協定に署名した（2020年12月25日）。左から広島県の湯崎知事、岡山県の伊原木知事、日本財団の笹川会長、香川県の浜田知事、愛媛県の中村知事

② 企業の取組み

海洋プラスチックごみ問題の解決を目指して企業や業界団体、環境団体などが2019年に設立した「クリーン・オーシャン・マテリアル・アライアンス（CLOMA）」は2020年5月に「CLOMAアクションプラン^(注58)」を定め、3R技術の深化と代替素材の開発などを進めている。1999年から続くエコプロダクツ展^(注59)では、2019年に環境省と合同で「海洋プラスチックごみ対策コーナー」を設けた。「エコプロ Online 2020」にも「海洋プラスチックごみ対策パビリオン」を出展した。CLOMA会員は12月25日までに390社・団体に達している。

日本財団が7月に設立した海洋ごみ対策推進プラットフォーム「ALLIANCE FOR

注58

CLOMA ホームページ（お知らせ）2020年5月14日「CLOMA アクションプランを策定しました」

注59

（株）日本経済新聞社と（一社）サステナブル経営推進機構が主催する環境配慮型製品・サービスの展示会。2020年は「SDGs Week Online」の一環として開催された。

THE BLUE (アライアンス・フォー・ザ・ブルー)」でも、メーカーなど業界を超えた16社^(注60)が共同研究や商品開発に向けて情報交換を始めている。

【リデュース事例】

アサヒビール(株)は11月に「もぐカップ」の試用開始を発表した。食べられる箸やトレイを開発してきた(株)丸繁製菓と共同開発したえびせん、チョコレート、プレーン味の Copp で使い捨てプラスチックを代替する提案だ。



図3-2-5 食べられる器「もぐカップ」

(出典：(株)アサヒビール https://www.asahibeer.co.jp/news/2020/1112_2.html)

丸紅紙パルプ販売(株)は、使用後は家畜飼料や肥料に加工できる循環型容器「ed-ish」を提案している。容器の素材は、小麦の捨てられる皮や芯など廃材とパルプである。また、日本製紙(株)は、「SPOPS (スポップス)」シリーズなどで、詰め替え商品のフィルム容器の紙容器への代替を提案している。9月には消毒剤用の SPOPS を開発し、プラスチック使用量を約7割削減したと発表した。

【リユース事例】

同じ容器を大切に何度も使う仕組みとして、サーモス(株)は6月にマイボトルにコーヒーを入れるテイクアウト専門のカフェ「THERMOS COFFEE TO GO」を都内にオープンした。(株)ローソンは8月にナチュラルローソン2店舗で、食器用・洗濯用洗濯など4種類の商品の量り売り実験を始めた。(株)資生堂は、持続可能性を掲げる SBAS (Sustainable Beauty Actions) プロジェクトを立ち上げ、11月に(株)カネカの海洋生分解性プラスチック製の容器で化粧品を限定販売した。その後、東京・銀座の旗艦店で、容器を繰り返し使える美容液のリフィルサービスを始めた。

NPO や自治体、企業などの協力で、水を自由に汲める給水スポットも街中に増えており^(注61)、個人が自分の容器を持ち歩く生活スタイルが少しずつ社会に定着しつつある。

使い捨てプラスチック削減のため、(株)ヴァンフォーレ山梨スポーツクラブは試合中のドリンクやフードをデポジット方式^(注62)の11種類のリユース食器で提供している。この企業と NPO の協働事業は、日本財団と環境省が共催する「海ごみゼロアワード」の最優秀賞(奨励金100万円)に選ばれた。



(什器イメージ)

秤(はかり)

商品タンクと無料容器(イメージ)

図3-2-6 洗濯用洗濯の量り売り用の機材

ナチュラルローソン(神宮外苑西店と芝浦海岸通店)で実験が始まった。
(出典：(株)ローソン https://www.lawson.co.jp/company/news/detail/1404450_2504.html)

注60

川崎重工(株)、コクヨ(株)、(株)セブン&アイ HLDGS、大日本印刷(株)、ダリ・ケー(株)、帝人(株)、ナカバヤシ(株)、(株)日本教育新聞社、日本製紙(株)、バレットグループ(株)、三菱ケミカル(株)、明治ホールディングス(株)、menu(株)、森永製菓(株)、ファインバース(株)、(株)ルートート(2021年1月27日現在)
<https://www.alliancefortheblue.org/>

注61

給水スポット普及活動の一例「Refill Japan(リフィル ジャパン)」
<https://www.refill-japan.org/>

注62

あらかじめ徴収したデポジット料金を、貸し出し品を返却した利用者には返金するシステム。回収率を上げる効果がある。

表3-2-2 「海ごみゼロアワード2020」受賞者

賞	プロジェクト	受賞者
最優秀賞	ヴァンフォーレ甲府エコスタジアムプロジェクト	(株)ヴァンフォーレ山梨スポーツクラブ
審査員特別賞	複合リモートセンシングとAIによる海洋プラスチックの自動検出	仙台高等専門学校
■アクション部門		
環境大臣賞	海岸清掃をエンターテイメントに！ 表浜50km 丸ごと清掃	任意団体 BLUE WALK
日本財団賞	クリーンツーリズム	NPO 法人パートナーシップオフィス・合同会社とびしま
AEPW 賞	高校生による国際的な海洋プラスチックごみの研究と対策活動	福井県立若狭高等学校マイクロプラスチック研究チーム
■イノベーション部門		
環境大臣賞	mymizu：使い捨てプラスチック消費を減らすことを始め、持続可能なライフスタイルを簡単に、楽しく！	(一社)Social Innovation Japan
日本財団賞	リサイクルペットボトルサンングラスの開発	(有)ウチダプラスチック
AEPW 賞	捨てられている海洋プラスチックを二度と捨てられない美しい工芸品に「buøy」	Plas+tech project ((株)テクノラボ)

2回目となった同アワードの募集期間はパンデミック発生で騒然としていた2月から5月だったが、初年度(254件)を超える計314件の応募があった。今回から、多業種約50社で廃プラスチック問題に取り組む国際NPO「Alliance to End Plastic Waste (AEPW)」が選ぶ賞も加わった。公式サイト^(注63)では、各賞を受賞した活動の紹介動画が公開されている。

【リサイクル事例】

2020年は使用済みの飲料ペットボトルを化学的に原料レベルまで戻して再活用するケミカルリサイクルの取組みが進展した。まず、サントリー MONOZUKURI エキスパート(株)など多業種にまたがる12社^(注64)が6月、ケミカルリサイクルの新会社(株)アールプラスジャパンを共同出資で設立した。10月には、三井物産(株)と(株)セブン&アイ・ホールディングス、ヴェオリア・ジャパン(株)の3社が、ペットボトルのケミカルリサイクル工場を新設した。さらに12月には、キリンホールディングス(株)と三菱ケミカル(株)がペットボトルのケミカルリサイクルを目指す共同プロジェクトの開始を発表した。

ペットボトルの身近な回収拠点を増やすため、(株)セブン-イレブン・ジャパンと日本財団は、回収を担う自治体と手を組み、コンビニエンスストア「セブンイレブン」の店頭でペットボトル回収機を設置してきた^(注65)。2020年は新たに、神奈川県藤沢市・横浜市と提携した。11月からは横浜市内の回収車両にミドリムシから抽出した(株)ユーグレナのバイオディーゼル燃料を給油し、運送時の環境負荷も軽減した。

2020年は、海洋プラスチックから伊藤忠商事(株)がごみ袋を、(株)パイロットコーポレーションがボールペンの軸を製造するなど、海岸などからプラスチックごみを回収してリサイクル原料とする取組みも広がりを見せた。

また、生活用品メーカーによる容器リサイクルも始まった。花王(株)とライオン(株)は9月、これまで捨てられていた詰め替え商品のフィルム容器を共同で回収・リサイクルすると発表した。ユニリーバ・ジャパン(株)は、詰め替え商品の購入や、

注63
https://uminohi.jp/umigomizero_award2020/announcement2020.html

注64
 サントリー MONOZUKURI エキスパート(株)、東洋紡(株)、レンゴー(株)、東洋製罐グループホールディングス(株)、J&T 環境(株)、アサヒグループホールディングス(株)、岩谷産業(株)、大日本印刷(株)、凸版印刷(株)、(株)フジシール、北海製罐(株)、(株)吉野工業所

注65
 日本財団ジャーナル 特集「増え続ける海洋ごみ」第5回 <https://www.nippon-foundation.or.jp/journal/2020/43293>

空容器の回収ボックスへの返却でポイントが貯まる「UMILE（ユーマイル）プログラム」を11月から期間限定で実施している。

廃棄物リサイクルの米国ベンチャー「テラサイクル」は、かつての牛乳配達のように空容器を回収して繰り返し使うショッピングプラットフォーム「Loop（ループ）」を米国とフランスで2019年に始動した。日本でも全国6エリアでの実験を経て、2020年12月にテラサイクル子会社のLoop Japan 合同会社が事前登録の受け付けを始めた^(注66)。ブランドパートナー16社^(注67)の化粧品や洗剤、食品などをガラスや金属製のリユース容器に入れて、2021年3月から東京でサービスを開始する。商品はイオン(株)の一部の店舗でも販売する。

2020年は、海洋プラスチック問題について調査や啓発活動をしながら世界を巡る「レース・フォー・ウォーター号」^(注68)も来航した。NPO 法人ゼリ・ジャパンとサラヤ(株)の協力で2月に寄港して以来、コロナ禍の影響で2021年春まで日本に留まり、企業や環境団体、市民らを船内に招待している。

③ 市民の取組み

海洋プラスチックを足元から減らす取組みも各地で活発化した。静岡県熱海市では、市民有志が2020年9月に設立した(株)未来創造部が「海洋プラスチックプロジェクト」として、川から海に流れ込むプラスチックごみを河口でキャッチする取り組みを始めた。千葉県銚子市では、イルカ・クジラウォッチングを提供する(有)銚子海洋研究所が、ロープの絡まったクジラとの遭遇を機に「海ゴミ回収プロジェクト」を立ち上げた^(注69)。

日本財団と環境省は、ごみゼロの日（5月30日）から世界海洋デー（6月8日）までを「海ごみゼロウィーク」と名付け、2019年から全国一斉の海ごみ拾いを呼び掛けている。2020年は延期して9月に開催し、各地の市民の「活動報告」が公式サイト^(注70)に掲載された。江ノ島（神奈川県）で2005年から海ごみ拾いを続けているNPO 法人海さくらは、海の日恒例の「ブルーサンタ」を延期して12月に開催した。「海の日に青いサンタがゴミを拾う」というコンセプトで、参加者に青いサンタの衣装が提供される。トンゴやごみ袋も会場にあり誰でも手ぶらで参加できるため、2020年も500人以上がソーシャルディスタンスを保ちながら砂浜のごみを拾った。海ごみ拾いをエンターテインメントと組み合わせたイベントを随時開催している海さくらは、環境活動の敷居を下げて誰でも楽しく始められる雰囲気を作り上げている。

環境省が環境月間の6月に毎年開催するエコライフ・フェアは、2020年はオンラインで12月に実施されたが、ここでは環境省職員が、官僚系 YouTuber タガヤセキウシュウの番組「農林水産省 BUZZ MAFF」とコラボレーションして、軽快に海ごみ問題を伝えている。このYouTube 動画^(注71)が短期間で3,000以上の高評価を獲得したことは、オンライン時代にこそ、より多くの人に海洋の問題を伝えられる可能性を示唆している。

（瀬戸内千代）



図3-2-7 リユース容器に入れられたガム

各メーカーが Loop システムのための専用リユース容器の開発を進めている。

（出典：https://loopjapan.jp/）

注66

https://loopjapan.jp/

注67

アース製薬(株)、味の素(株)、江崎グリコ(株)、エステー(株)、NSファーフア・ジャパン(株)、大塚製薬(株)、キッコーマン(株)、キヤノン(株)、麒麟ビール(株)、(株)資生堂、(株)ネイチャーズウエイ、(株)フィッツコーポレーション、プロクター・アンド・ギャンブル・ジャパン(株)、ユニ・チャーム(株)、luv waves of materials(株)、(株)ロッテ

注68

スイスの環境保全団体「レース・フォー・ウォーター財団」の、水素を活用して100%再生可能エネルギーで航行する船。レース・フォー・ウォーター財団を立ち上げた起業家マルコ・シメオーニ氏は、海藻のカーテンでマイクロプラスチックを回収するアイデアと、廃プラスチックをガス化して燃料にするアイデアを組み合わせる発展途上でビジネスを起し、ごみ回収を生業にする人びとを雇用して地域に貢献するビジョンを持つ。

注69

宮内幸雄(2021年)、『Ocean Newsletter』第493号「銚子沖の鯨類と海洋環境を見つめて」

注70

https://uminohi.jp/umigomi/zeroweek/

注71

https://youtu.be/sUxB_2ITfh4

コラム 07 生分解性プラスチックのイノベーション

生分解性プラスチックとは、微生物の働きによって徐々に分解（生分解）されて、最終的に水と二酸化炭素（CO₂）になるプラスチックのことをいう。一般のプラスチックは劣化して小さく砕けても、その後長期間、環境中に留まるのに対し、生分解性プラスチックは数か月～数年レベルの比較的短期間で生分解し消滅するので、廃棄物の抑制に効果がある。このため、特に使用後の回収が経済的に負担となる用途、たとえば農業用のマルチフィルムや堆肥処理（コンポスト）施設用の生ごみ袋、林業でのマーキングテープなどでの利用が進んでいる。

生分解性プラスチックへの期待

海洋プラスチックごみの排出抑制が世界的な課題として認識されるなか、日本政府は2019年6月のG20大阪サミットにおいて『大阪ブルー・オーシャン・ビジョン』を掲げ、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目標を示した。

プラスチックは便利な素材であり、人びとの生活の質の向上に大きく貢献しているので、プラスチックを使わないという選択は合理的でない。そのため海洋プラスチックごみの抑制には、ごみの回収と処理を徹底させ、自然界に流出させないことが最重要である。しかしながら不測の事態により意図せず自然界に流出してしまう場合も多い。また海外では、回収処理が十分に進んでいない国も多くある。そこで期待されているのが生分解性プラスチックの活用である。

生分解性プラスチックの分解速度は、材料の種類、製品の形状、周辺環境（温度、微生物の量や種類）によって左右される。海洋は陸上に比して微生物の密度が低いので、生分解により時間がかかる。このため、海洋環境でも十分な速度で生分解するプラスチック、たとえば PHBH（ポリ（3-ヒドロキシブチレート-コ-3-ヒドロキシヘキサノエート））や PBSA（ポリブチレンサクシネートアジペート）等を用いた製品開発が盛んになっている。これらは、屋外で使用されることが多い、使い捨て（ワンウェイ）の食器やカトラリー、ストローなどへ応用されている。

普及促進のためのイノベーション

しかしながら、生分解性を早めるということは、製品の使用中でも劣化が早いということになる。製品と

しては、たとえば漁具等の長期間使用するものは十分な耐久性を確保する必要がある。「生分解性」と「耐久性」という相反する性質をどう両立させるかが応用製品の幅を広げ、一層の普及を図るうえで重要な技術課題であり、イノベーションが求められている。

そのため、まずは海洋での生分解メカニズムの解明が必要だ。海洋ではどのような微生物がどの生分解性プラスチックの分解に関与するのか、それらの微生物は陸上とは異なるのか、また海域によっても微生物の種類は異なるのかなどを明らかにしていくことが求められる。

そして、これらの知見を応用して、プラスチックの分子構造や組成を改良し、生分解の開始時期と生分解速度を制御できるようにすることで、生分解性と耐久性を両立させた革新的な生分解性プラスチックの開発に期待がかかる。

経済産業省も、2019年5月に策定した『海洋生分解性プラスチック開発・導入普及ロードマップ』^{注1}において、「革新的技術・素材の研究開発」として、長期レンジでのこれらの研究開発を支援している。（国研）新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）は2020年8月から、国が掲げる「ムーンショット型研究開発事業」^{注2}として、生分解開始スイッチ機能を備えた海洋生分解性プラスチックの開発を推進している。

人間は長い間、植物に代表される生分解性の素材をうまく活用し、生活を豊かにしてきた。人類史を眺めれば、生分解性のない素材を大量に使用し廃棄する現代は特殊といえる。環境と調和し今後もサステナブルに人類が繁栄していくためには、生分解性プラスチックの活用と普及は不可欠である。（森 浩之）

注1 <https://www.meti.go.jp/press/2019/05/20190507002/20190507002.html>

注2 https://www.nedo.go.jp/activities/ZZJP_100161.html

初期状態 14日後 24日後 42日後



生分解性プラスチック製品の土壌での分解の様子

第3節 生物多様性に関する新たな国際枠組みの合意に向けて

生物多様性は、生態系・種・遺伝子の多様性から成り立っている。これらの多様性は、私たちの真に幸せな人生や健康と深く関わる、生態系の有する機能を支えている。また、豊かな多様性は私たちの社会や経済のレジリエンス^(注72)の基盤であるともいえ、生物多様性は、人類の将来にとってとても重要なテーマである。

この人類共通の課題である、生物多様性の保全と持続可能な利用、そして遺伝資源の利用から生ずる利益の公正で衡平な配分を目的とした条約が、生物多様性条約(CBD)である。2010年、CBDの第10回締約国会議(CBD-COP10)が愛知県名古屋市で開催された。このCBD-COP10における最も重要な議題は、2020年までの戦略計画の採択であった。長い議論の末に合意に至った『戦略計画2011-2020』は、2050年までのビジョン「自然と共生する世界(living in harmony with nature)」と、それに向けた2020年までのミッションおよび20の個別目標(愛知目標)から成り、この10年生物多様性関連分野の取組みの指針となってきた。

注72
粘り強くしなやかな在り方

1 愛知目標の達成状況そして生物多様性の現状

2020年9月、『地球規模生物多様性概況 第5版(GBO5)』^(注73)が公表された。この報告書は、生物多様性条約事務局が締約国の提出する各国での条約の執行状況に関する国別報告書をはじめとする既存の情報をベースに、地球の生物多様性の状況やトレンドをまとめるもので、特にこの第5版では、期限を迎える愛知目標の達成状況や、その結果からの教訓、提言が示された。

GBO5によれば、この10年間で完全に達成された愛知目標は、ひとつも存在しなかった。GBO5は各愛知目標の要素ごとの達成状況も示しており、これを確認してみると、要素レベルでは達成に至った要素があるが、それらは基本的に、「保護区を登録する」、「各締約国が自国の生物多様性国家戦略を策定する」といった取組みそのものに関するものである。一方、具体的な成果に関わる要素では、進展はあっても目標達成に至らない、変化がないという結果が大方を占め、さらには状況は悪化しているというもの(生息地の劣化と分断、富栄養化、サンゴ礁生態系、絶滅危惧種の保全状況)や、状況の把握もできなかったもの(サンゴ礁以外の脆弱な生態系、社会経済的・文化的に貴重な種の遺伝子の多様性)も存在する。海洋に関わるものでは、たとえば水産資源に関する愛知目標6の要素、「水産資源が持続的で法律に沿って、かつ生態系アプローチを適用して管理され、過剰漁獲を避け、枯渇したすべての種に対して回復計画や対策が実施される」については、一定の進展があったものの不十分、「絶滅危惧種や脆弱な生態系に対する漁業の深刻な影響をなくし、資源、種、生態系への漁業の影響が生態学的に安全な範囲内に抑えられる」という要素については、変化なしと評価された。なお、この目標に関連して、過剰漁獲の割合は10年前より高く3分の1に達したことや、多くの漁業でいまだ混獲が起こっているほか、海洋の生息地に損害を与えていることが説明されている。また上述のように、脆弱な生態系に関する愛知目標10で言及されているサンゴ礁生態系は、10年前より状況が悪化しており、乱獲、富栄養化および沿岸域での開発がサンゴの白化を悪化させる要因となっていること、ハードコーラルの被覆率が一部の海域で顕

注73
<https://www.cbd.int/gbo/gbo5/publication/gbo-5-en.pdf>

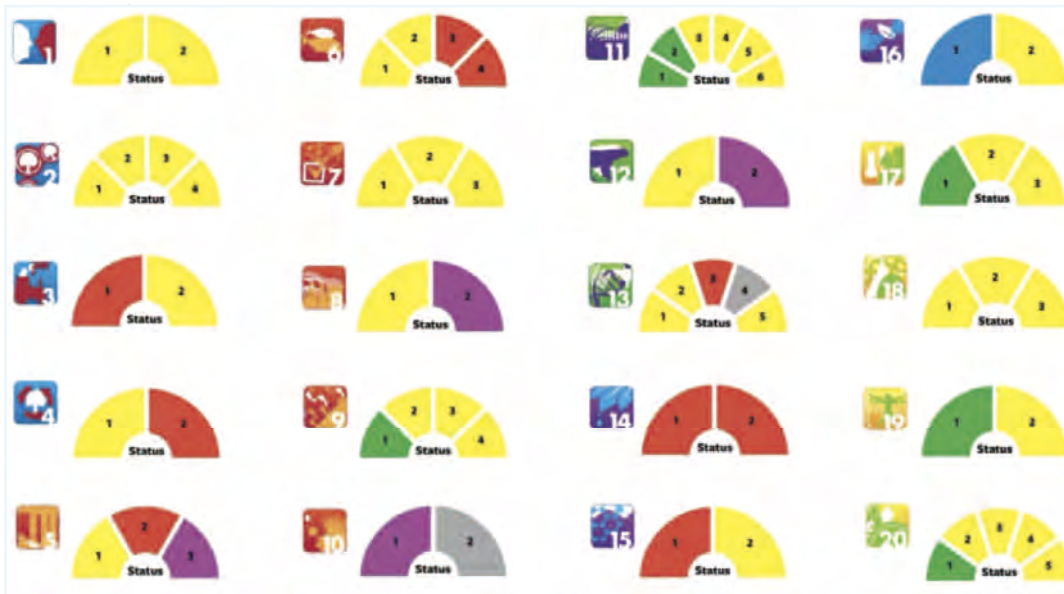


図3-3-1 各愛知目標の要素ごとの達成状況。グラフ内の各色は次を意味している。

- ：目標を越えて達成 ■：達成 ■：進展はあるが不十分
- ：変化なし ■：後退 ■：不明

注74
石灰質の骨格を持つサンゴ（ハードコーラル）は、長い年月をかけて地形を創出し多様な生き物を育む「ゆりかご」としても機能しており、その被覆率の減少は生態系の劣化を意味する。

著に減少したこと^(注74)に加え、多様な生息環境の創出能力が低いサンゴ種への遷移も起こり続けていることが報告されている。さらにサンゴは、評価対象の分類群のなかで最も急速に絶滅リスクが高まっており、絶滅危惧種に関連する愛知目標12に関する情報として、造礁サンゴの33%が絶滅のおそれがあることが説明されている。また、その他の海洋生物では、エイ・サメ類の30%が絶滅のおそれがあることもここで述べられており、愛知目標12の「絶滅危惧種の絶滅が防止される」という要素に関して、進展はあったものの不十分、「特に減少が著しい種の保全状況が改善される」という要素については、状況はむしろ悪化していると評価された。

愛知目標の達成にまったく手が届かなかったという結果からの教訓として、生物多様性条約事務局は GBO 5 のなかで、次の観点の必要性を提案している。

- ① 経済界の建設的な参画を含む、統合的で全体的なアプローチや参加型アプローチ
- ② 明確でシンプルそして定量的な国際目標
- ③ 政府の野心向上と効果的なレビュー
- ④ 順応的対応
- ⑤ 生物多様性国家戦略の政府の戦略としての実質的な位置づけ
- ⑥ 速やかな執行

特に執行の重要性を強く訴えている。

さらに GBO 5 はこれらを踏まえ、2050年までのビジョンを実現するために、相互に密接に関連する複数分野のトランジション^(注75)を提案している。特に海洋に関連が深いものとしては、持続可能な漁業と海洋に関するトランジションがあり、海洋空間計画^(注76)と海洋および沿岸の総合的管理の推進もここに提案されている。

こうした横断的な対応の必要性については、生物多様性および生態系サービスに関する政府間科学—政策プラットフォーム（IPBES^(注77)）が、その地球規模評価報告書^(注78)において、すでに2019年に、経済・社会・政治・科学技術における横断的なトランスフォーマティブ・チェンジ（変革的な道筋）の必要性を唱えている。IP-

注75
持続可能な社会への移行

注76
海洋空間の利用調整や海洋環境の管理に関する計画

注77
『海洋白書2020』第2章第2節参照

注78
<https://ipbes.net/global-assessment>

BES は、このトランスフォーマティブ・チェンジを実現するための8つのレバレッジポイントとして、対応が難しいがインパクトが大きい順に、

- ① 良い暮らしへの多様な見方の受入れ
- ② 消費および廃棄物の削減
- ③ 既存の価値観からの脱却と行動
- ④ 不平等の削減
- ⑤ 公正の実現と保全取組みにおける包摂性
- ⑥ 外部性^(注79)の解消とテレカップリング^(注80)
- ⑦ 環境融和型技術、イノベーション、投資
- ⑧ 教育、知の創出および共有の推進

を掲げている。こうした考えは、コロナ禍からの復興に関する国際社会の機運にも通ずるものがあり、コロナ禍からの復興施策を持続不可能な軌道からの脱却にどのように関連づけるかが注目されつつある。

2 コロナ禍がもたらしている機運と生物多様性

IPBES は2020年7月に生物多様性とパンデミックに関するワークショップを開催し、その結果をもとにした報告書^(注81)を10月に公表した。

この報告書は、将来のパンデミックのリスクを減らすにあたり、土地利用に関わるアセスメントにパンデミックなどのリスクを組み込むことや、消費、グローバル化された農業、貿易といった課題への対応等とともに、「ワンヘルス (One Health)」アプローチが国の施策に組み込まれ、制度化されることの必要性を指摘している。

ワンヘルスは、人・動物・環境は相互に密接に関わりあっているため、それらを総合的に健康な状態にすることで、真の健康が叶うという基本的考えの下、多様な

注79
外部性とは、ある主体の行為が、他の主体に対して付随的な影響を及ぼす現象。たとえば、開発行為が環境に与える影響（負の外部性）等。

注80
遠距離間の相互作用

注81
https://www.ipbes.net/sites/default/files/2020-12/IPBES%20Workshop%20on%20Biodiversity%20and%20Pandemics%20Report_0.pdf

注82
IPBES (2019): Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services.

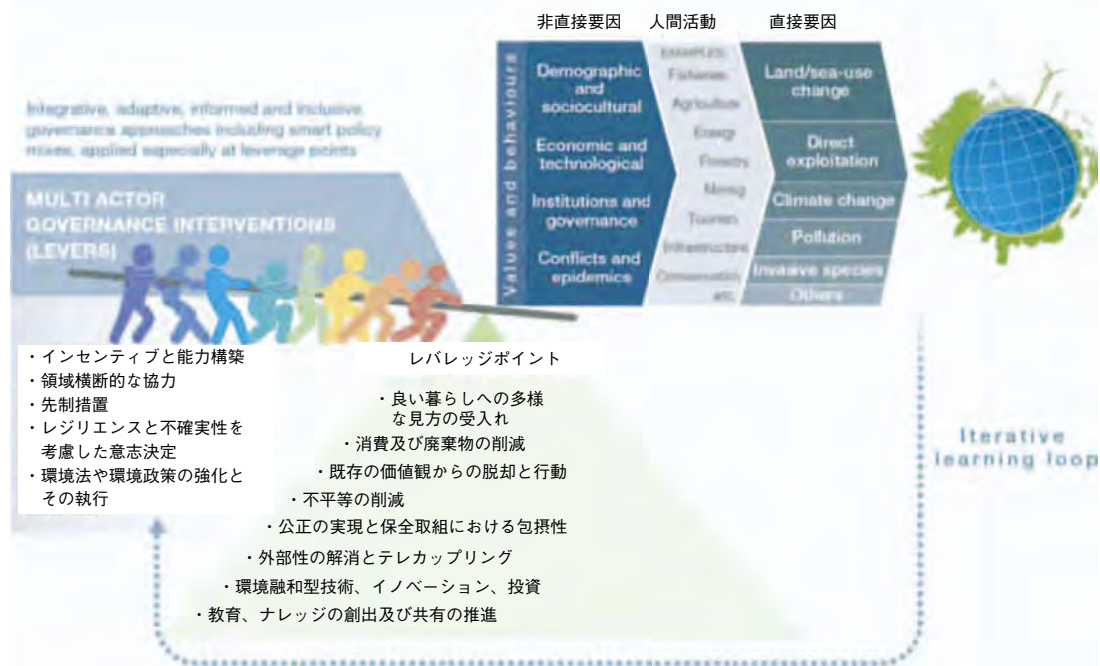


図3-3-2 地球規模の持続可能性へのトランスフォーマティブ・チェンジ^(注82)

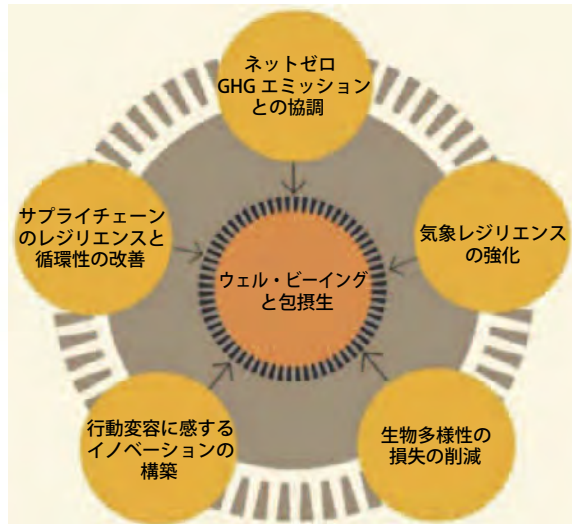


図3-3-3 ワンヘルス (One Health) の概念図(注83) (左) と OECD の提案するより良い復興の主要な側面(注84) (右)

注83
United Nations Environment Programme and International Livestock Research Institute (2020). Preventing the Next Pandemic: Zoonotic diseases and how to break the chain of transmission. Nairobi, Kenya.

注84
https://read.oecd-ilibrary.org/view/?ref=133_133639-s08q2ridhf&title=Building-back-better-_A-sustainable-resilient-recovery-after-Covid-19

注85
http://www.bousai.go.jp/kaigirep/hakusho/h27/honbun/0b_3s_02_03.html

注86
https://read.oecd-ilibrary.org/view/?ref=133_133639-s08q2ridhf&title=Building-back-better-_A-sustainable-resilient-recovery-after-Covid-19

セクターの協働により各種プログラム・政策・制度そして研究をデザインおよび実施していくというアプローチである。こうした全体的で参加型のアプローチは、GBO 5 が伝える教訓でも述べられているように、生物多様性や生態系のような複雑系を扱うテーマに取り組むにあたり不可欠である。

コロナ禍からの復興に関連するものでは、2015年に仙台で開催された第3回国連防災世界会議の成果文書である『仙台防災枠組2015-2030』で言及された「より良い復興 (build back better)」がふたたび脚光を浴びている。元来、災害発生後の復興段階において、次の発生に備えて災害に対してより強靱な地域づくりを行うという、防災分野に限定的な文脈で用いられたこの考え方(注85)が、より統合的な視点でコロナ禍からの復興戦略のスローガンとして用いられるようになった。たとえば、経済協力開発機構 (OECD) は2020年6月に、『Building Back Better: A Sustainable, Resilient Recovery after COVID-19』と題するポリシーブリーフ(注86)を公表した。そこでこの用語を、単に早急な経済回復のみならず、人類の長期的繁栄のためのセーフガードとしての役割も包含する方略として用いている。

同様に、2020年の米国大統領選挙では、ジョー・バイデン氏がコロナ禍からの復興に「より良い復興」を掲げ、そこには緊急的な対応策のみならず、自立した米国に必要な主要なサプライチェーンの管理に向けた製造業やイノベーションの推進、長期的な米経済のレジリエンス確保のための持続可能なインフラ整備や、子育て支援、人種的平等の推進が戦略として連なっている。

このように、コロナ禍は生物多様性条約下のさまざまな議論に遅れをもたらしている一方で、この機に注目を集めている考え方には、上述のトランスフォーマティブ・チェンジや、生物多様性の保全そして持続可能な社会の形成に深く関わるものが見られる。

3 ポスト2020生物多様性枠組の策定に向けて

愛知目標は2020年末で期限となるため、生物多様性条約では次期の国際的な生物多様性枠組 (ポスト2020) を策定するための交渉が行われている。2020年2月には、

ポスト2020に関する公開作業部会がかろうじて開催され、これ以降はパンデミックによりオンラインでの会合に限定されている。ポスト2020は、2020年10月に開催が予定されていた第15回締約国会議（CBD-COP15）での合意を目指していたが、CBD-COP15自体が延期となっている状況である。

今後のスケジュールは、いままも不透明な部分が多いが、ワンヘルスをポスト2020にどのように取り込んでいくのかという議論もすでに始まっている。2020年12月15日、16日には、生物多様性条約事務局が、生物多様性・ワンヘルス・新型コロナウイルスに関する特別セッションをオンラインで開催し、締約国からも、統合的なアプローチの重要性等が多く言及された。

海洋関連では、2030年までに地球上の50%について空間計画を策定し、そのうち30%を保護・保全し、劣化した生態系のX%（数値は提示されていない）を再生するという要素を含む、エリアベースの保全手法に関する目標案、気候変動緩和策や減災に関し、生物多様性のレジリエンスを高め、負の影響を最小化するという目標案、過剰な栄養やプラスチックによる公害に関する目標案、そしてそれらの指標が、直接的な関係が深い内容と言えるだろう。

また、今回も愛知目標に引き続き、OECM^(注87)が盛り込まれている。OECMとは、「保護地域以外の地理的に画定された地域で、付随する生態系の機能とサービス、適切な場合、文化的・精神的・社会経済的・その他地域関連の価値とともに、生物多様性の域内保全にとって肯定的な長期の成果を継続的に達成する方法で統治・管理されているもの」と定義されている^(注88)。愛知目標下では2018年までOECMの定義等が定まらなかったため、その執行はまったく進まなかったが、次期での執行に期待が寄せられており、国際的な機運も盛り上がりつつある。日本の里海^(注89)のような場所のレジリエンスを高めるためにも有用と思われ、これらにワンヘルスのアプローチがどのように関連し、どのように執行を展開できるのか注目される。

いずれにせよ、生物多様性の損失という危機を乗り越えるためには、執行が要であり、多様なセクターがその執行に参画し、協調していくことが不可欠となる。ポスト2020、そしてコロナ禍がもたらしている機運が、全体的そして参加型のアプローチを推進する社会的風潮をさまざまなレベルにおいて後押しするものとして機能することが期待される。

(柳谷 牧子)

注87
Other Effective area-based Conservation Measures

注88
<https://www.cbd.int/doc/decisions/cop-14/cop-14-dec-08-en.pdf>

注89
人手が加わることにより生物生産性と生物多様性が高くなった沿岸海域。ワンヘルス・アプローチによって、里海を含むOECM、さらには広域のランドスケープ・シースケープへの対応や、総合的沿岸管理（ICM）の主流化が実現する可能性がある。

コラム 08 お台場の水質改善の試み

東京都・千葉県・神奈川県に囲まれた東京湾の流域には、全国人口の2割以上が住む。産業も集積しており、高度経済成長期には水質の汚染が大きな社会問題となった。それから半世紀が経ち水質が改善したいまでも、国や自治体が「東京湾再生プロジェクト」を進めている。たとえば東京都は、家庭排水の下水道の高度処理化を進め、工場排水についても水質汚濁防止法よりも厳しい条例で総量規制を続けている。

2013年には「東京湾再生官民連携フォーラム」が発足し、東京湾の再生は、国や自治体に加えて企業やNPO、研究機関なども自主的に参画する地域ぐるみの活動に発展した。しかし、2020東京大会のマラソンスイミングとトライアスロンの会場に決まったお台場海浜公園の海では、下水処理能力を超える大雨が降ると、汚水まじりの雨水とともに大腸菌が流れ込み、一時的に水質基準を満たせなくなる。その対策として、会場を汚染から守る水中スクリーンや浄化装置が準備されてきた。

湾奥の課題と覆砂工事

長距離のマラソンスイミングでは化学的酸素要求量(COD)や透明度にも基準値が設けられているが、湾奥に位置するお台場では、夏季にCODが基準値上限の8mg/lを超える日がある。有機物は分解過程で溶存酸素を消費するため、有機物で汚濁したCOD値の高い海域は貧酸素状態に陥りやすい。そこで海底の覆砂工事が計画された。軟弱な泥質の海底を清浄な砂で覆うと同時に、アサリなどの濾過摂食性生物が棲みやすい環境に変えて水質改善を目指す。

覆砂工事は2019年12月に始まった。東京大会は新型コロナの影響で延期されたが、工事は2020年6月まで続き、ダイバーによる海底の確認を経て7月に完了した。工事には、お台場の約170km南にある東京都神津島村の白い砂が使われた。都はこれまでも神津島の三浦漁港(図1)の水深を維持するための浚渫工事を^{しゅんせつ}行い、その砂をお台場海浜公園の養浜に活用してきた。

今回は、お台場の約7万5,700m²、最大水深約4mの海底に、計2万2,200m³(10トントラック約4,000台分)の浚渫砂を投入した。覆砂の厚さは約20cmで、専門家のアドバイスに基づき、海浜に接続する東側と南側には浅瀬を造成した(図2の赤い範囲)。また、高さ約50cmの砂山を10個ほど設置した。

すぐに現れたスピオ類

工事80日後の潜水調査では、お台場海浜公園の海底に良好な砂層の形成が確認された。その表面には、砂

質を好むアミメオニスピオなどが生息していた(スピオ類はゴカイの仲間)。8月の調査では、やや底質の泥化が見られたものの、泥質を好むスベスベハネエラスピオなどが生息していた。

東京都港湾局によると、覆砂工事によって二枚貝が増えて水質が向上した前例は全国にある。スピオ類は、環境変化の直後に速やかに加入し増殖して生態系の変化を先導する役割を持つ。生物相の安定には時間がかかるため長期的な調査が必要だが、造成した砂地に二枚貝が生息する可能性がある。アサリなどの摂食活動で汚濁が減れば、太陽光が海底まで届いて藻類が繁殖しやすくなる。その光合成によって今後、貧酸素状態が解消されることが期待されている。

(瀬戸内千代)

※本コラムは、『海洋白書2020』コラム04、樋口友行(2021年)『Ocean Newsletter』第492号「お台場海浜公園における水生生物の棲みかづくり」の記載内容や図面を利用し作成した。



図1 三浦漁港(東京都神津島村)

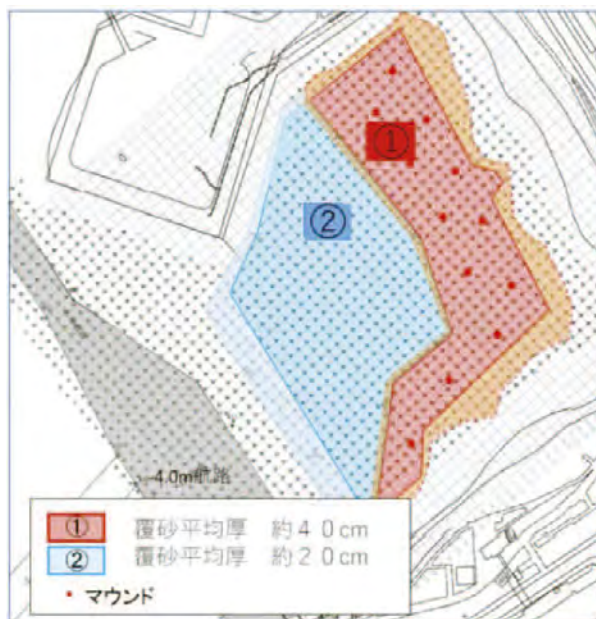


図2 お台場海浜公園の覆砂範囲と覆砂厚さ

第4章

海洋産業の見通し

第1節 「洋上風力産業ビジョン」2040年の導入目標

1 世界の洋上風力発電

地球温暖化防止の要請から、世界的に再生可能エネルギーの導入が拡大している。なかでも大規模化が容易で経済的な風力発電は、2020年末時点で世界の累計導入量が約732GW^(注1)、世界の年間電力需要の8%（EUでは15%）を供給するまで普及が進んでいる^(注2)。さらに最近では欧州を中心に、風の強い海上に巨大な風車を林立させる洋上風力発電の普及が進んでいる（図4-1-1）。

世界の洋上風力発電の導入量は、2020年末には、累計で約35GW（欧州は25.0GW、大型原子力発電所で約35基に相当）、新規は約6GW/年（欧州が2.9GW/年）に至っている。風力発電全体に占める洋上風力発電の比率は、累計で約5%、新規では約10%である。2020年には、欧州だけで263億ユーロ（3.3兆円）が投資された。特に欧州では2010年以降、毎年50～263億ユーロ（0.6～3.3兆円）が投入されてきた。

将来予想では、国際エネルギー機関（IEA）が、2040年までに562GW（2019年の約20倍）が導入されると見込んでいる^(注3)。海洋再生可能エネルギー連合（OREAC^(注4)）は世界で2050年までに1,400GWになると、さらに大きな予測を発表した^(注5)。EUは2030年までに60GW、2050年までに300GWを導入する戦略を公表している^(注6)。欧州以外では、米国と台湾で複数の洋上風力発電所が運転を始めている。今後はアジアの洋上風力発電市場が急成長して2030年には世界シェアの41%がアジアになるとも予測されており、欧米の風力発電事業者や風車メーカー、海運・建設会社などの日本を含むアジアへの進出が本格化している。アジア各国においても洋上風力産業の誘致競争が始まっている。

洋上風力発電では「規模の経済」によるコストダウンが追求されており、風車の大型化と風力発電所（ウィンドファーム）の大規模化が進んでいる。洋上風力発電（着床式）では、海上への風車の設置に、特殊なジャッキアップ船^(注7)などの建設専用船（図4-1-2）を使用する。この1日当たりの賃貸費が約1千万円と高価なため、風車を大型化して据付台数（建設工数）を減らすと大きく建設費を低減できる。このため洋上風車の大型化が際限なく進んでおり、新規設置される洋上



図4-1-1 オランダの Borsselle 1 & 2 洋上風力発電所
2020年運転開始、8,000kW 風車×92基、出力75万2,000kW
（出典：Ørsted）

注1
約7.32億kW（1GW=千MW=百万kW、1GWはおおむね原子力発電1基分の出力に相当）。ただし、洋上風力発電の設備利用率は30%程度である（実際の発電量は風速などの条件によって異なる）。

注2
Global Wind Report 2020、GWEC、2020年8月

注3
Offshore Wind Outlook 2019、IEA、2020年10月

注4
Ocean Renewable Energy Action Coalition、海洋再生可能エネルギー推進の国際業界団体で、日本からは(株)JERAも参加。(株)JERAは、東京電力グループと中部電力(株)が出資する発電会社で、2019年4月までに両社の燃料事業、国内外の発電事業を承継し、世界最大級の火力発電会社となった。

注5
「海洋再生可能エネルギー連合（OREAC）」による全世界における洋上風力発電の開発促進に向けた報告書の発行について、2020年12月2日、(株)JERA発表、https://www.jera.co.jp/information/20201202_557

注6
欧州気候中立の達成に向けて、洋上再生可能エネルギーを増強、2020年11月27日、(国研)科学技術振興機構、<https://crds.jst.go.jp/dw/20201127/2020112725284/>

注7
Jack Up Vessel。船の4隅にある脚を海底まで伸ばして、船底を海面上まで持ち上げることで、波浪の影響を受けずにクレーン作業を実施できる。

注8
横浜みなとみらいの大観覧車
(直径100m、全高112.5m)の
2倍以上の規模。

注9
Offshore Wind in Europe
Key trends and statistics
2020, WindEurope, 2021年
2月8日、<https://windeurope.org/data-and-analysis/product/offshore-wind-in-europe-key-trends-and-statistics-2020/>

注10
北海の約120km沖、7MW風
車×174基=1,214MW、2020
年2月運転開始。

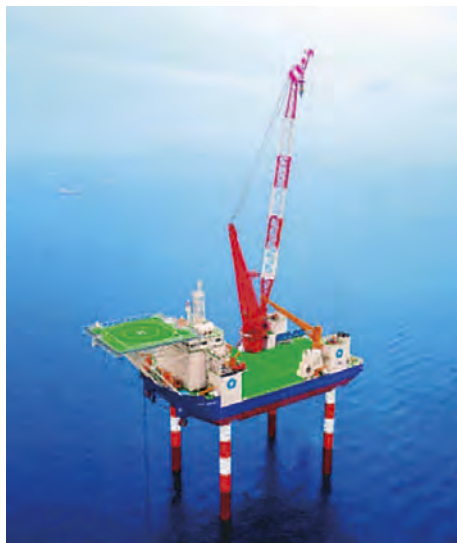


図4-1-2 洋上風力発電の建設専用船
2018年に竣工したCP-8001
(出典：五洋建設㈱)

風車の平均サイズは2020年には8.2MWまで大型化(5年で2倍のペース)している(図4-1-3)⁹⁾。風車メーカー各社は次つぎに超大型風車を開発・商用化している(表4-1-1)。2020年時点で世界最大の洋上風車はGE Renewable Energy社の「Haliade X」であり、定格出力13MW、ロータ直径220m、最高部高さ250m以上^(注8)である(図4-1-4)。

洋上風力発電所の規模もどんどん大型化して、2020年には平均820MWに至っている(図4-1-5)^(注9)。2020年時点で世界最大の洋上風力発電所は英国の「Hornsea 1」^(注10)の約1.2GWで、さらに北海では出力3.6GWの「Dogger Bank A, B, C」が建設中である。このように、すでに複数の1GW(100万kW)を超

える規模の洋上風力発電所の建設が始まっている。こうした大規模化と技術進歩により、欧州では洋上風力発電のコストが急激に低下して、入札の落札額が火力発電並みに安価なケースも出てきている。

さらに、まだ実証段階ではあるが、浮体式洋上風力発電も各国で開発が進められ

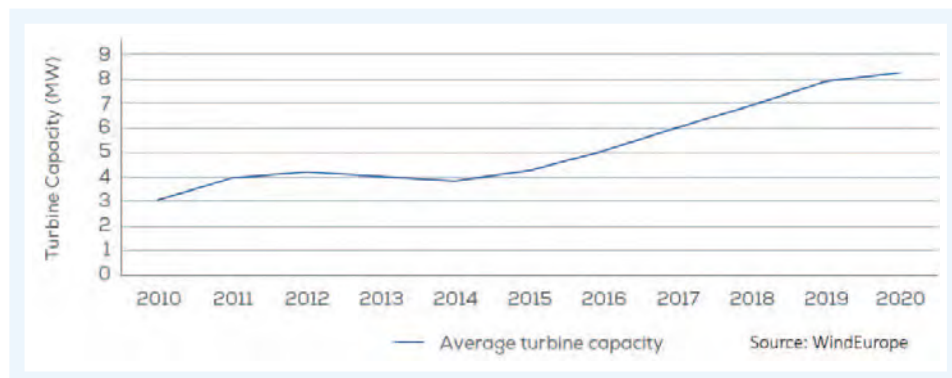


図4-1-3 欧州の新規設置洋上風車の平均サイズの推移
(縦軸は風車の定格出力)

表4-1-1 最近開発された定格出力8MW以上の洋上風車

風車機種名	定格出力	ロータ径	メーカー名	初号機運開/商用化
V236 15.0	15MW	236m	Vestas	2022年/2024年
V164 10.0	8~10MW	164m	Vestas (旧 MVOW)	2018年/2021年
V174 9.5	9.5MW	174m	Vestas (旧 MVOW)	2020年/2022年
SG8.0-167 DD	8~9 MW	167m	SGRE (SiemensGamesa)	— /2021年
SG11.0-193 DD	11MW	193m	SGRE (SiemensGamesa)	2020年/2022年
SG11.0-200 DD	11MW	200m	SGRE (SiemensGamesa)	2020年/2022年
Haliade X	13~14MW	220m	GE Renewable Energy	2019年/2021年
DF11MW	10MW	185m	Dongfang (DEC: 東方電気、中国)	2020年/—
MySE 11-203	11MW	203m	Mingyang (明陽、中国)	2021年/—

ている（図4-1-6）。まだ商用化するには経済性が悪いが、今後の技術革新によるコスト低減が成功すれば、2025～30年頃には商用化できると期待されている。

2 日本の洋上風力発電

日本政府は、2020年に洋上風力発電の育成に向けて大きく舵を切った。菅義偉内閣総理大臣は、2020年10月26日の所信表明演説で「2050年カーボンニュートラル」を宣言した。これを受けて経済産業省が作成した「グリーン成長戦略」^(注11)のなかで、洋上風力発電は重要分野と位置づけられた。洋上風力発電の導入拡大と関連産業の競争力強化を官民一体で進めるために、国土交通省・経済産業省と国内関連企業十数社の社長級が同席する「洋上風力の産業競争力強化に向けた官民協議会」^(注12)が開かれた（第1回は2020年7月17日、第2回は同年12月15日。赤羽一嘉国土交通大臣と梶山弘志経済産業大臣も出席。図4-1-7）。第2回の協議会では政府から『洋上風力産業ビジョン』^(注13)が発表され、2030年までに累計で10GW（直接費



図4-1-4 世界最大の洋上風車「Haliade X」

ロッテルダム港、定格出力13MW、ロータ直径220m
(出典：GE Renewable Energy 社)

注11
2020年12月25日 経済産業省発表「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略を策定しました」
<https://www.meti.go.jp/press/2020/12/20201225012/20201225012.html>

注12
洋上風力の産業競争力強化に向けた官民協議会、2020年7月17日、国土交通省、経済産業省発表、https://www.mlit.go.jp/kowan/kowan_tk6_000059.html
https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/yojo_furyoku/001.html
https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/yojo_furyoku/002.html

注13
第3部参照

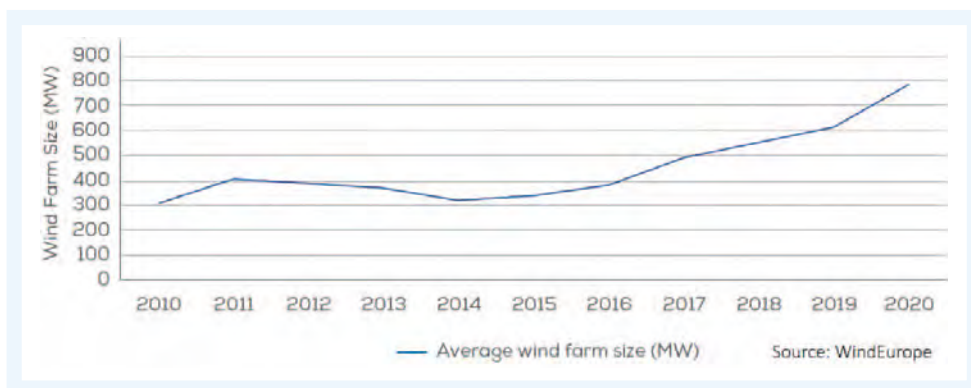


図4-1-5 欧州の洋上風力発電所の平均規模の推移
(縦軸は洋上風力発電所の出力)



図4-1-6 WindFloat Atlantic 浮体式洋上風力発電

8.4MW 風車×3基、セミサブ浮体、ポルトガル沖で2020年に運転開始
(出典：Principle Power 社)

注14
国内初の商用洋上風力発電事業「秋田港・能代港洋上風力発電施設建設工事」本格着工、2020年3月26日、鹿島建設(株)発表、<https://www.kajima.co.jp/news/press/202003/26c1-j.htm>



図4-1-7 官民協議会に臨む赤羽国土交通大臣(前列左)と梶山経済産業大臣(前列右)

注15
手続きに約3～5年を要する。

で約5兆円相当)、2040年までに同30~45GWという、野心的な導入目標が示された。これは世界でもEUと中国に次ぐ大きな目標である。この目標達成に向けて、開発拠点となる港湾の整備や規制緩和などの課題解決の検討が進められている。

一方、国内の洋上風力開発では、まず2020年3月から港湾地域の秋田港(55MW)・能代港(88MW、ともに着床式)で建設工事が始まっている(注14)(2022年に竣工の予定)。一般海域(領海内で港湾区域以外の海域)では、2019年4月に施行された「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(再エネ海域利用法)」に則って、毎年、約1GW(約350MW×3~4件/年)のペースで、促進区域指定と事業者選定が進められている(図4-1-8)。2020年6月の長崎県五島沖(浮体式)を嚆矢に事業者入札が始まった。続いて同年11月には千葉県銚子沖と秋田沖計3件(いずれも着床式)でも入札が開始された。これらの案件では、2021年内に事業者が選定され、建設に着手される見込みである。地元同意の得られた開発案件の情報を、都道府県が政府に提供して、その中から促進区域が選ばれる仕組みになっており、2021年1月時点では、事業者選定を開始した4件(計約1.5GW)の後に続いて、4件が「有望な区域」、6件が「一定の準備段階に進んでいる他の区域」に選定されている。国内で環境アセスメント(注15)の手続中の洋上風力開発案件の合計は2021年1月時点で重複を除いても14GW以上あり、2030年の導入目標を上回っている。



図4-1-8 一般海域での洋上風力入札の新着状況(2020年12月時点)

コラム 09 平塚での波力発電海域実証

神奈川県平塚市は、2016年から東京大学生産技術研究所（以下、東大生研）林研究室や市内外の企業、平塚市漁業協同組合、平塚商工会議所等と「平塚海洋エネルギー研究会」を組織し、波力発電関連分野での新産業創出を目指している。脱炭素社会を目指すうえで再生可能な波エネルギーの実用化は重要である。

波力発電は世界中で研究開発が進んでいるものの、実証の段階であり、日本でも実用化のチャンスがある分野である。ただし、EMEC^(注1)に登録されている波力発電の開発者255件のうち、日本の開発者は4件で、87件の米国や27件の英国と比べて多いとは言えない（2020年8月時点）。また、波力発電は現時点では日本の電力固定価格買取制度（FIT）の対象になっていない。技術開発と合わせて、普及を促進するための制度設計も重要であり、欧州ではさまざまな促進対策が実施されている

波力発電の開発の経緯

東大生研の林研究室は、文部科学省の東北復興を目指した事業^(注2)により、岩手県久慈市にWave Rudder式波力発電所（初代）を設置した。平塚海洋エネルギー研究会では、初代の改良型（2代目）の設計、ひらつかタマ三郎漁港（平塚新港）での設置可能性調査、諸外国の技術開発や制度の調査研究、技術研究組合やSPC（特別目的会社）などの組織の検討、スマートシティなどのエネルギー供給体制の研究、気候変動と海洋再生可能エネルギーに関する講習会等、さまざまな取組みを3年間実施した。3年目にあたる2018年、環境省の「CO₂排出削減対策強化誘導型技術開発・実証事業」に東大生研を代表とする共同実施者（川崎重工業(株)、(株)東京久栄、(株)吉田組）が採択され、「反射波を活用した油圧シリンダ鉛直配置式波力発電装置（平塚波力発電所）の海域実証」がスタートした。

平塚波力発電所の事業目標は、世界に先駆けて実用化のベースとなる新型波力発電装置を開発すること、波高1.5mで45kW（定格出力）、変換効率50%、設備利用率35%以上の発電能力を目指すこととした。この発電所は東京電力の系統に接続しており、久慈波力発電所に続き、系統接続した波力発電所の2例目となる。油圧装置の蓄圧機、ゴムラダー、反射板の天端高さを工夫することで、波高が小さくても効率良く発電し、高波浪の過剰なエネルギーは逃すことが特徴である。4本の支持杭に被せる形式の海洋ジャケット構造物のデッキ上に油圧発電装置を搭載しており、送電ケーブ

ルはアクセス栈橋に沿わせて設置することで、維持管理が容易なことも特徴である。エネルギー変換装置（PTO）には、船の操舵装置（川崎重工業(株)製）、PM発電機、パワコン（東洋電機製造(株)製）を採用している。平塚波力発電所は、経済産業大臣による工事計画認可申請書の認可を受け、使用前検査に合格後、2020年2月21日から運用を開始した。

実証フィールドとしてのノウハウの蓄積

平塚市には、発電所近くに東京大学平塚沖総合実験タワーがある。その長期の観測データを使用できるとともに、平塚市漁業協同組合の協力、技術開発力や専門性の高い企業の集積、東京からのアクセスの良さなどの特徴があり、波力発電の研究開発の実証フィールドとしての利便性が高い。今回の海域実証では、ゴムラダーを開発（特許取得）した横浜ゴム(株)平塚製造所、海中の工事や調査、メンテナンスを行う(株)渋谷潜水工業、精密機械加工の技術で各種メンテナンス部品の製作を行う(株)山川機械製作所、送電ケーブル配線工事を行った弘立(株)等、地元企業が重要な役割を果たしている。また、平塚市漁業協同組合は、波力発電所周辺の生物調査を適宜実施し、波力発電所が有効な漁礁効果を示すことを平塚市とともに市民へ発信している。

平塚市では、市民見学会等を企画し、企業や大学の視察のほか、小学生から高齢の方まで多くの市民が参加している。また、Twitterに載せた平塚波力発電所の動画が8万回以上再生されるなど、社会的な認知も高まりつつある。今後とも、平塚市における波力発電と関連技術の研究開発、その実証によるCO₂排出削減、地球温暖化対策への貢献が期待されている。

（堂谷 拓）

注1 The European Marine Energy Centre LTD。海洋再生可能エネルギーの実証海域を提供する試験センター。日本からは東京大学、JAM-STECC、室蘭工業大学、緑星社の4件が登録。

注2 「東北復興を目指した海洋・微細藻類等の次世代エネルギーと移動体を含むエネルギー管理システムの研究開発」課題1 三陸沿岸へ導入可能な波力等の海洋再生可能エネルギーの研究



左：出荷直前の波力発電装置。右：設置後の平塚波力発電所（アルミ板とゴム板を組み合わせたゴムラダーを開発）

日本の将来の電源を考えた場合、洋上風力発電（着床式）は現実的で有力な解決策である。原子力発電は新規設置と再稼働が十分には進まず、石炭火力発電は温暖化防止の観点から継続が難しい。LNG火力発電は液化備蓄が20日分しかないため、万一の紛争等で輸入が滞ると発電が継続できなくなるというエネルギー安全保障上の懸念がある。大型水力発電と太陽光発電の大量導入は陸上での立地の余地が少ない。これらに比べて洋上風力発電は、日本の領海内だけで128GWのポテンシャルがあり、毎年、仮にGW規模で新規開発を行っても、数十年間にわたって持続的に導入可能な国産のエネルギー源である。さらに、1件当たりの事業規模は数千億円と大きく、構成する機器や部品点数が約4万点と多いため、関連産業への経済波及効果も大きい。日本の分厚い重工業産業の蓄積を活かして上手く育てれば、エネルギーと環境のみならず、経済と雇用の点でも大きく日本に貢献できる新しい産業分野になると、大きく期待されている。

（上田 悦紀）

第2節 改正漁業法の施行と今後の見通し

コロナ禍により食料安全保障の重要性が再認識され、水産サプライチェーンの強靱化や国内水産生産基盤の強化の早急な実現が求められるなか、わが国では、2020年も日本周辺海域における他国船籍によるIUU（違法・無報告・無規制）漁業と、サンマ、イカ、サケなど国内で多く消費される魚種の歴史的な不漁が話題となった。日本の水産産業を俯瞰すると、かつては世界最大の漁獲量を誇っていたが、いまや漁獲量はピーク時の3分の1以下、漁業従事者は同4分の1以下にまで減り、多額の補助金なしには産業が成り立たない衰退産業になって久しい。国連食糧農業機関（FAO）による主要漁業国の漁業生産の将来予測を見ると、先進国・途上国を問わずほとんどの国が生産を伸ばすなかで、日本は今後さらなる減少が見込まれる国の筆頭となってしまっている。

現在、欧州を中心とする世界各地では、コロナ禍において、パリ協定やSDGs（持続可能な開発目標）の重要性が再認識され、経済復興策に気候政策や生態系保全政策を融合させた「グリーン・リカバリー」の政策が進んでいる。危機に瀕したわが国の漁業の復活を図るうえでも、科学的根拠と予防原則に基づく措置で気候変動などの環境要因に対応し、水産資源を育む生態系を回復させ、水産資源を包括的な視野で計画的・戦略的に活用する仕組みづくりが急がれる。多様なステークホルダーによる連携とDX（デジタルトランスフォーメーション）^{（注16）}の効果が大きいと期待される分野である。そこで本節では、欧州の新たな取組みを交えつつ、改正漁業法のもとでの日本の今後について展望したい。また、最後に複雑化するIUU漁業の実態について紹介する。

注16 ICT（情報通信技術）の浸透が人びとの生活をあらゆる面でより良い方向に変革すること

1 改正漁業法の目的とロードマップ

新たな資源管理の推進に向けたロードマップ

新たな水産資源管理の鍵を握るのが、改正漁業法である。規制改革推進会議の強力な主導により2018年12月に約70年ぶりに抜本的な改正がなされ、2020年12月に施行された。水産資源の持続的な利用の確保を目的とし、①資源調査や評価の充実および精度向上、②資源管理目標の国際標準であるMSY（最大持続生産量）をベースとする資源評価に基づくTAC（漁獲可能量）管理の推進、③許可漁業へのIQ（個別割当）管理の導入、④非TAC対象種の資源管理協定への移行、などを主な内容とする。これらの施行にあたり、水産庁は『新たな資源管理の推進に向けたロードマップ』にて、この10年間（2030年度まで）にわが国の漁獲量を10年前と同程度（444万トン）にまで回復させることを中間目標として示した。またその目標を達成するために、この3年間（2023年度まで）に下記を実施することを具体的な短期目標としている。

- ① 資源調査や評価の充実および精度向上
 - ・資源評価対象種を200種程度に拡大し、資源評価のための調査を実施。
 - ・主要な漁協や産地市場から水揚げ情報を電子的に収集する体制を構築し、400市場以上を目処に産地水揚げ情報を収集。
 - ・大臣許可漁業の漁獲報告に加えて、知事許可漁業における漁獲報告と漁業権漁業における漁場の活用状況報告を義務化。
 - ・漁獲報告においても電子的報告体制を構築し、大臣許可漁業の電子的報告の

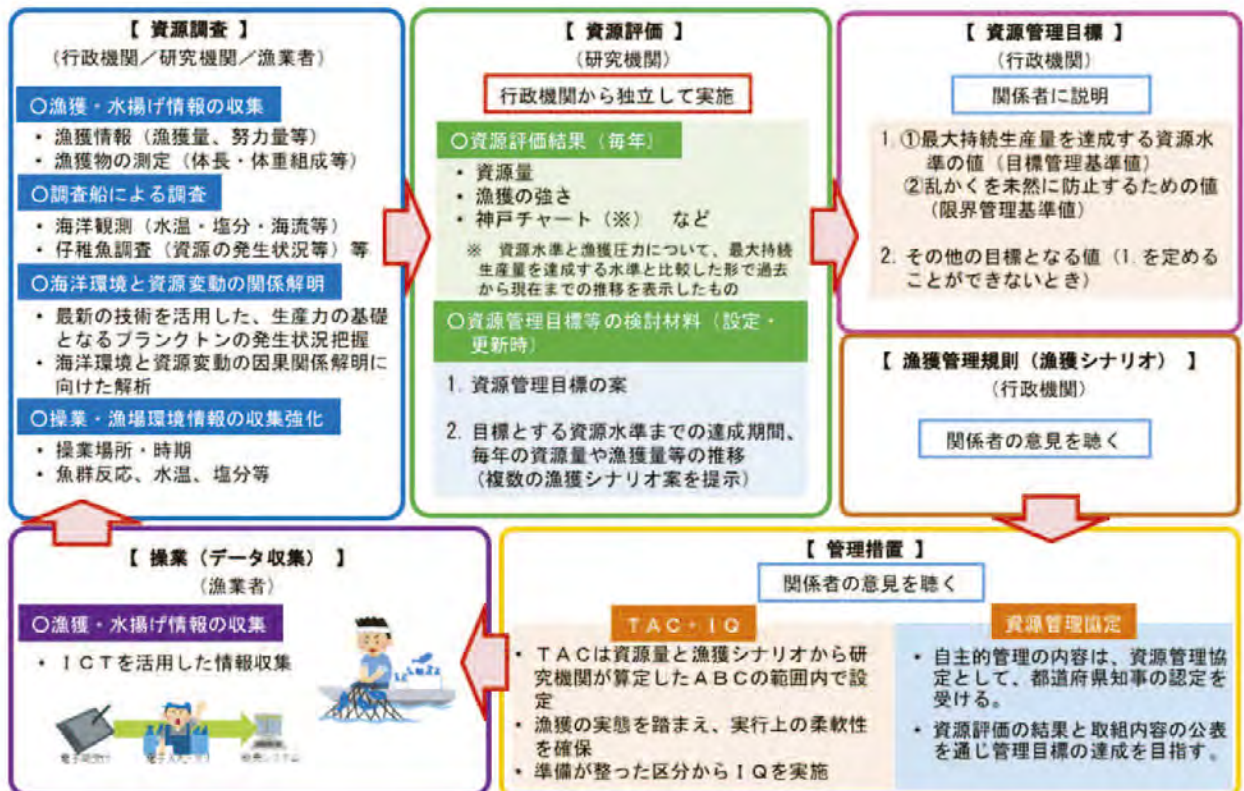


図4-2-1 改正漁業法における資源管理のポイント

(出典：水産庁長官 山口英彰氏の東京サステナブルシーフード・シンポジウム2020（TSSS2020）での発表より）

実装（全漁業種類）、知事許可漁業へも順次拡大。

- ② MSY ベースの資源評価に基づく TAC 管理の推進
 - ・漁獲量の多いものを中心に TAC 対象を拡大し、漁獲量ベースで 8 割を TAC 管理。
 - ・国際的な数量管理が行われている魚種は国際約束を遵守する観点からも TAC 対象化を促進。
- ③ IQ 管理の導入
 - ・TAC 魚種を主な漁獲対象とする大臣許可漁業には原則 IQ 管理を導入。
 - ・沿岸漁業においても IQ 的な数量管理が行われているものは、資源管理協定の管理措置に位置づけて実施（魚種、地域によって改正漁業法に基づく IQ 管理に移行）。
- ④ 資源管理協定への移行
 - ・効果検証結果を公表する資源管理協定への移行を完了。

2 欧州の環境配慮型食糧戦略：Farm to Fork Strategy

1 フードシステムの持続可能性を追求するビジョンと枠組み

日本政府が改正漁業法の実施に向けた最終調整を行う最中、グリーン・リカバリーに基づく政策を進める欧州委員会は2020年5月20日、持続可能性の追求を軸とする EU の今後の食品行政の方向性を示す「Farm to Fork Strategy（農場から食卓まで戦略、以下 F2F）」を発表した。これは2050年までに EU のカーボンニュートラル化を目標に掲げる「欧州グリーン・ディール政策」を食品産業の分野に関してより具体化した戦略である。生産者・企業・消費者が協働し、より公平・健康・持続的なフードシステムを構築するビジョンを描き、枠組みを定めている。背景には次のような基本的な考えがある。

- ・今日のフードシステムは温室効果ガス排出量の約 3 分の 1 を占め、有限の天然資源を大量に消費し、生物多様性を破壊し不健康をもたらし、すべての人びと、なかでも生産者に対して公正な便益を生み出すことができていない。
- ・生物多様性のバランスを取り持続可能性を追求することが消費者の心身の健康を守り、EU の競争力とレジリエンスを高めることになる。

2 水産分野から見る Farm to Fork Strategy

F2F は水産分野にも適用される。持続可能な漁業や養殖業から得られる食料は、肉や乳製品等と比べて温室効果ガスの排出量や天然資源の使用量が少ない。特に養殖業は環境に適切な配慮をすることで、多くの生物の生息環境の保全や生態系サービスの提供にさらなる貢献をし、温室効果ガスの排出量削減に一層の寄与ができるものと位置づけられ、その持続可能性を追求していくことが F2F の中核の一部に置かれている。以下、F2F の主なポイントを紹介する。

① 漁業

漁業においては、引き続き既存の EU 共通漁業政策が軸となる。今後はたとえば地中海などこれまで取組みが遅れてきたエリアに注視し、EU 域におけるすべての主要な水産資源を持続可能なレベルに回復させることを目指す。その実現に向け、

環境負担の削減・気候変動対応力の強化・低炭素化などに取り組むイノベーションや投資への財務的支援が行われる。また並行して、IUU 漁業など不正な漁業を撲滅すべく、持続可能な漁業を行う漁場の確保・規制当局の権限強化・トレーサビリティ・システムの改善などが行われる。

② 養殖業

天然漁業だけではEU および世界が必要とする食料を賄いきれないなか、養殖業の持続可能性と競争力を向上させる戦略的指針の策定と大規模な投資支援がF2Fの基で計画されている。特に海藻類の養殖は、海面養殖において最も成長が著しい分野であり、食用供給に加え代替化石燃料や温室効果ガス吸収源としても膨大なポテンシャルがあるとして注目が集まる。その他、2030年までに養殖用抗生物質の販売を50%削減することや、全養殖生産量の25%を有機養殖（抗生物質や化学物質を使わずに行う養殖）に切り替える目標が示された。

③ 消費者への情報アクセスの強化

F2Fの対象は生産者だけでなく、加工流通業者や消費者にまで及ぶ。マーケティングスタンダードの改善も重要な項目とされ、消費者が健康的で持続的な食品を選ぶことを可能とする、義務化・統一化された食品表示の改善を計画中である。栄養情報はもちろん、気候変動・自然環境・社会的側面までも網羅する表示の枠組みづくりが提案されている。

④ 国際協力

EUは食用水産物の3分の2を輸入に頼っており、EU域内の行動だけでは持続可能なフードシステムへの移行を完成させることはできない。貿易や国際協力を通じた二国間および多国間における国際連携を強化して、持続可能なフードシステムへの移行をグローバルな動きとして促進させる。気候変動が水産資源の分布パターンの変化につながる昨今、地域漁業管理機関^(注17) (RFMOs) やFAO等の国際機関と協力し、持続可能な水産資源管理の促進・広義の海洋ガバナンスの強化・途上国が持続可能なフードシステムに移行するための支援などを行う。IUU 漁業の撲滅にも注力し、第三国とのダイアログを通じての監視体制の強化に加え、IUU 漁業由来水

注17
Regional Fisheries Management Organization : コラム16参照



図4-2-2 持続可能な食品生産の2030年目標

(出典：EU 海事・漁業総局の国際海洋ガバナンス・持続可能な漁業 担当ディレクターのペロニカ・ベイツ氏の TSS2020での発表より)

産物の EU 市場への輸入・流入を阻止する措置も続けられる。

3 地球規模で見る水産業のポテンシャル

海洋からの食料の未来

世界人口は、FAO によると30年後の2050年までに約100億人に達する見込みである。その人口を維持するには約5億トンの動物性タンパク質が必要になる。F2Fを促進する欧州委員会や、SDGs 実現に向け各国首脳が集う「持続可能な海洋経済の構築に向けたハイレベル・パネル」といった多くの国際的な枠組みが、肉生産による生物多様性の損失・温室効果ガスの排出・森林伐採や土壌汚染・土地の有限性などを課題と捉えている。その一方で水産物のカーボンフットプリント^(注18)の低さ・飼料効率の良さ・生産効率の良さなどから、将来の食料安全保障や飢餓などの問題の解決案として、現在は人類が必要とする動物性タンパク質の約20%しか供給していない食用海産物の生産増加の可能性に大きな関心を寄せている。

米国のカリフォルニア大学サンタバーバラ校のクリストファー・コストロ教授は、米国海洋大気庁 (NOAA) 元長官のジェーン・ルブチェンコ氏、(国研) 水産研究・教育機構の宮原正典理事長、岩手大学の石村学志准教授をはじめとする世界の海洋・漁業の専門家とともに、2020年8月19日に科学雑誌『ネイチャー』上で論文「The Future of Foods From the Sea (筆者訳：海洋からの食料の未来)」を発表した。そのなかで、いまの世界の海産物生産量の増加を一手に担う養殖だけでなく、生産量が約30年もの間同水準で停滞している海面漁業においても持続可能性の追求により増産が可能だと述べた。具体的には、食用海産物は現在の5,900万トンから需要次第で2050年には8,000万～1億3,000万トン (生産量で1億5,900万～2億2,700万トン。対現状比36～74%増) にまで増産できると試算した。また、それを可能にするために必要な行動 (下記①②) を挙げた。

① 海面漁業

- ・漁業対象資源を MSY レベルに保つことで、食用海産物需要の伸びが現状と同ペースの場合、30年後に今より16%多い、食料ベースで5,740万トン、生産量ベースで8,930万トンの生産が可能。
- ・漁業対象資源を MSY レベルに保つためには、漁獲割当制度等による資源管理の実施・管理が行き届いていない魚種における資源管理の導入・先進技術の活用・過剰漁業や IUU 漁業につながる漁業補助金の削減・気候変動への対応、などが必要。

② 養殖

- ・持続性を担保する養殖体制を整えることで、海産物需要の伸びが現状と同ペースの場合、30年後に現在の2倍水準の増産が可能。
- ・持続性を担保する養殖体制を整えるには、それを可能にする政策・先進技術の活用やイノベーションの促進・微生物や昆虫や藻類など環境負荷の少ない代替飼料の開発・養殖場の密度管理、などが必要。

注18 炭素の足跡。社会生活・活動のなかで排出される温室効果ガスなどの出所を把握すること。

4 わが国における水産改革、今後の課題と展望

1 持続可能な海洋経済のための変革：保護・生産・繁栄に関するビジョン

コロナ禍において世界の消費スタイルが大きく変わり、先進国の水産業界では外国人季節労働者が不足し、国際的なサプライチェーンが途絶えるなど、大きな被害を被った。近視眼的に効率性が重視されすぎてきた経済・社会システムの限界が露呈されたと言える。この先、既存のシステムで生じた無理や歪みを解消し、サステナビリティを重視した経済・社会システムへの移行が、特に先進社会におけるニューノーマルとなることは、EUのF2F戦略からも見てとれる。水産資源状態の悪化に加え、漁業従事者の高齢化、小規模漁業の生き残り、国際市場における競争力強化など、これまで放置してきた多くの課題を抱える日本の水産業界においても、グリーン・リカバリーを成し遂げ「海洋からの食料の未来」が示す可能性をつかむべく、改正漁業法を軸として骨太な戦略がとられ始めている。

2020年11月4日から11日にかけて、(株)シーフードレガシーと日経ESGが共同開催した、アジア最大級のサステナブル・シーフードイベント「TSS2020（東京サステナブルシーフード・シンポジウム2020）」がオンラインで開催され、日本を中心に50を超える国や地域から100名を超える登壇者と3,500名を超える参加者が集まった。水産庁の山口英彰長官が改正漁業法により描かれる日本の水産社会の未来を語り、カリフォルニア大学サンタバーバラ校のクリストファー・コストロ教授が論文「海洋からの食料の未来」を解説し、そのポテンシャルの高さを掲げ、EU海事・漁業総局の国際海洋ガバナンス・持続可能な漁業担当ディレクターのベロニカ・ベイツ氏が先進的なEUのF2F戦略を紹介した。また、水産研究・教育機構の宮原正典理事長が進行役を務めるパネル・ディスカッションが行われ、わが国における改正漁業法を軸とする本質的な水産改革の必要性が指摘された。

2020年12月1日に改正漁業法が施行された。2日後の12月3日には、わが国を含む世界14の海洋国家で構成される「持続可能な海洋経済の構築に向けたハイレベル・パネル」が、外務省と（公財）笹川平和財団海洋政策研究所が共催した国内オンラインイベントにおいて、海洋の保全と持続可能な利用について包括的に取り上げる首脳文書を策定した^(注19)。2030年までに、①天然漁業資源を持続可能な水準まで回復させる、②養殖業は持続可能な形で拡大させる、③水産物における廃棄物を最小化させる、④生物多様性を保全する、などの内容が盛り込まれた。菅義偉内閣総理大臣は「将来世代においても、豊かな海洋資源を享受することができるようにするために、わが国のすべての海域を持続可能な形で管理することにコミットしています。今後もその着実な実施に向けた取組みをしっかりと進めてまいります」と述べた。



図4-2-3 パネル・ディスカッションをファシリテートした水産研究・教育機構理事長の宮原正典氏

(出典：TSS2020、<https://sustainableseafoodnow.com/2020/>)

注19
外務省と（公財）笹川平和財団海洋政策研究所が共催した国際ウェビナー「持続可能な海洋経済の構築に向けたハイレベル・パネル政策提言：持続可能な海洋経済と国際連携推進に向けて」

2 改正漁業法を軸にグリーン・リカバリーを達成するために

世界三大漁場のひとつに数えられるほど豊かな生態系を育む海を自国の排他的経済水域（EEZ）内に持つ日本の水産業界は、改正漁業法を軸とするグリーン・リカバリーにより、ひととき大きな恩恵を受けることができる。これは、不安定な世界情勢下に問われる国内食料安全保障戦略の基礎となるだけでなく、世界人口爆発による食料不足が現実視される国際社会の食卓に、豊かな未来を提供できるものになるはずである。その実施に向け、最後に、改正漁業法を形骸化させず確実に実施する上で鍵となる点を抑えておきたい。

① プロセスの透明性の追求と幅広いステークホルダーの参画

加工業者・流通業者・飲食や小売業者・消費者などサプライチェーン全体の関係者に加え、科学者・環境 NGO・コンサルティング組織など幅広い立場のプレイヤーを議論に含め、それぞれの主張や議論の過程も公表し、プロセスの透明性を保つことが、サステナビリティの追求を軸とする水産改革の成功には絶対的に不可欠である。また、利害関係団体の幹部職員など限定されたステークホルダーと非公開な場での調整により物事を進めるのではなく、実際に海に出て漁業を営む漁業者、特に次世代を担う若手漁業者を公で風通しの良い場で参画させることによって現場、そして未来の視点を盛り込んでいくことが鍵となる。

② システムのデジタル化

情報を収集・伝達する漁業・流通現場の負担を軽減しつつ資源評価に必要な漁獲情報や水揚げ情報をリアルタイムで資源管理に反映するためには、システムのデジタル化が欠かせない。デジタル化は、市場動向を把握できたり、地域や魚種ごとに漁獲調整・需要創出・販路拡大などの戦略を策定して魚価の向上につながられたり、漁業者にもメリットがある。さらに、不正を取り締まる面でも、トレーサビリティ・システムのデジタル化に期待が集まる。

③ 漁業従事者と科学者との信頼構築

資源評価自体は純粋に科学的な作業であり、科学は調整するものでも事前合意を求めるものでもないため、政府や特定の利害関係団体の干渉が入らないよう、科学機関の独立性を担保することが重要である。一方で資源評価に必要な情報の収集については、現場漁業者と科学者との協働が成功の鍵を握る。漁業者が科学者に持つ不信任感を払拭し、双方の信頼性を構築するため、科学者が示す分析結果が漁業者の事業経営の改善に有効的に使われるなどの仕組みづくりが急がれる。IQ 管理の導入により、漁業者は資源状態の悪化を導く不毛な未成魚の早獲り競争から解放され、利益性を追求し、独自の経営戦略に基づく計画的な漁業が可能となるため、資源や環境に関する科学的な情報はこれまで以上に漁業経営に有益なものとなる。

④ 持続可能な養殖産業の発展

世界の漁業生産量はここ30年ほど頭打ちの状態にあり、水産物生産量の増加は養殖業が担っている。わが国では、水産物生産量のうち養殖が占めるものはまだ全体の20%程度であり、その拡大を図るべく改正漁業法では、養殖業の規模拡大や新規参入の円滑化について定められた。特に、EUのF2Fでも「海からの食料の未来」でも注視される藻類の養殖は日本で長きにわたり培われてきた分野であり、業界発展による国際社会貢献を果たすことができる有望な分野である。マルチステークホルダーによる協働とデジタル化の推進が期待される。

⑤ 国際連携

水産資源は有限だが、適切な管理により生産量を持続的に増やすことができる。そして水産資源は国境をまたぐものが多く、その管理には国際連携が欠かせない。特に東アジア地域は政府間の連携に課題が残り、改善が求められる地域のひとつである。求められるのは漁場や生産量などにおける競争ではなく、健全な競争を行うに十分な資源を協働管理しようとする精神である。それを相手政府に説得力を持って伝えるためにも、持続可能性を追求する自国のグリーン・リカバリーの成果が期待される。

(花岡和佳男)

5 複雑化する IUU 漁業問題

最後に、資源管理のうえで鍵となる IUU 漁業問題について、近年の複雑化する課題を示す。

1 公海を舞台に暗躍するダークフリート

日本周辺のマサバ資源が回復基調に戻った2017年、(国研)水産研究・教育機構(FRA)の研究チームは、北海道東方の北西太平洋公海に数百隻の外国漁船が集結し、資源を乱獲する実態を明らかにする論文^(注20)を発表した。これら漁船の多くは、もともと東シナ海を中心に操業していたが、資源悪化に伴い、サンマやマサバの豊富な資源を求めてこの水域へやって来たと思われる。この水域では、地域漁業管理機関(RFMO)による資源管理が常に後手後手となり、漁獲対象となったサンマ、マサバの資源動向が危惧された。さらに、アカイカといった新たな資源も乱獲の対象になりつつある。これら外国漁船は、旗国^(注21)の操業許可を持つ正規漁船のほか、操

注20

J. Park, J. Lee, K. Seto, T. Hochberg, B. A. Wong, N. A. Miller, K. Takasaki, H. Kubota, Y. Oozeki, S. Doshi, M. Midzik, Q. Hanich, B. Sullivan, P. Woods, D. A. Kroodsma, Illuminating dark fishing fleets in North Korea. Sci. Adv. 6, eabb1197 (2020).

注21

船舶や航空機が登録され、籍を置く国のこと。なお、船舶は国際法上、船舶が籍を置く国の領土の一部として取り扱われ、当該国の法令の適用を受ける。



図4-2-4 日本海の「ダークフリート」の操業実態 (出典：Global Fishing Watch)

業許可も登録もなく、船籍すら不明な、いわゆる「三無船」を多数含んでいる。これら三無船は、船名隠蔽や禁止漁具を使用するなど、違法行為に加えて、国際的資源管理の枠外で人知れず操業を行う、いわゆる「ダークフリート」（闇の船団）である。日本近海では、正確な漁獲報告も期待できず、正規漁船、三無船が入り乱れた IUU 漁業の実態があると見られる。

2 日本海で展開された大規模な IUU 漁業

近年、IUU 漁船は北朝鮮水域から日本海の大和堆周辺にも姿を見せ、漁業関係者を困惑させた。すべての海域を沿岸国の EEZ が占める日本海には、原則、自由に操業できる公海が存在しない。また、各国が主張する EEZ は重複する水域があるなど、境界が画定しておらず、そもそも漁業の管理が徹底しない。さらに北朝鮮という特殊事情もある。外国漁船が北朝鮮水域で操業するには、北朝鮮の許可が必要となるが、外国が北朝鮮を経済的に利する操業許可の取得は、国連安保理の決議で禁じられている。2020年8月に公表された国連安全保障理事会の報告書は、国連制裁決議に違反し、外国漁船が北朝鮮 EEZ においてスルメイカ操業許可を購入し操業する実態を明らかにした。また、同年7月、FRA とグローバル・フィッシング・ウォッチ (GFW) ^(注22) との研究チームは、『Science Advanced』誌に、2017年に900隻、2018年には700隻以上の中国起源と思われる漁船（三無船が多数含まれる）が北朝鮮水域で操業し、それによって合計16.4万トン（約440億円）以上のスルメイカを漁獲したとの推定を発表した。水産庁が大和堆で中国漁船に退去警告を行った件数は、2018年の114隻から2019年には1,115隻へと一挙に10倍に急増したほか、2020年には対前年比3.6倍（9月末現在）のペースで増加を続けた。大和堆は日本の EEZ に位置するスルメイカの好漁場で、外国漁船もスルメイカを狙ってやって来る。人工衛星から得た情報によれば、2020年には北朝鮮水域内で操業する漁船の数が大きく減少した。他方、日本国内では、依然として、沿岸漁業を中心にスルメイカの不漁が深刻である。

水産庁は、この水域における2019年の中国起源の漁船によるスルメイカ漁獲量を15万トンと推定した。一方、日本の漁獲量は、その10分の1程度の1.5万トンである。多くの漁業関係者は、同じ漁場で操業する外国漁船とのトラブルとともに、今後のスルメイカ資源に強い不安を覚えている。スルメイカは日本海のすべての沿岸国を回遊するため、その資源管理は、本来、関係国によって組織される RFMO がリーダーシップを発揮する必要がある。しかしながら、この地域には、そのような RFMO が存在しない。さらに、政治的に複雑な事情を抱えることから、実際に RFMO を設立することが困難な状況にある。このような地政学的背景が、結果的にスルメイカをはじめさまざまな漁業資源について、日本海を国際管理の空白地帯とした。スルメイカの問題が別の資源に拡大しないよう、緊急かつ適切な対策が求められる。

3 地球規模による IUU 漁業の連鎖

これら IUU 漁船は、冷凍運搬船と協働し、漁業を効率的かつ組織的に営む。日本海では、2020年になりスルメイカの不漁が拡大したことや、中国政府が2019年8月正規許可船に対して北朝鮮水域の操業を禁じる命令を改めて出したこともあり、漁船が北太平洋に移動しアカイカを対象とする操業が増大したと見られている。多くの漁船が、西経域の中部太平洋でも確認された。北太平洋アカイカ資源は、近年、

注22
Global Fishing Watch
(GFW)：米国の Google 社が支援して2017年に設立された国際非営利団体。人工衛星や AIS 等による大量の漁船情報を解析することにより、違法漁業の撲滅に向けて世界の漁業活動を可視化し公表している。『海洋白書2020』p101-102 参照。

気候変動の影響により、その資源量および漁獲量とも減少傾向にある。アカイカの主な漁業国は、中国、日本、台湾だが、漁獲量の大半を中国漁船が占める。中国漁船の漁獲量は、2005年～2008年には10万トン以上を記録したが、その後、資源が悪化し、2019年には2.6万トンにまで減少した。しかし2020年には、人工衛星画像から外国漁船の一層活発な操業が確認され、低迷する資源への深刻なダメージが懸念される。この海域は北太平洋漁業委員会(NPFC^(注23))の条約水域に含まれるが、2020年現在、操業隻数、漁獲量の制限といったアカイカ資源の管理措置は何ら合意されていない。今後、NPFCにおいて資源管理措置が議論されても、それが実際に機能するには数年を要するのが実情と考えられる。そのような対応の隙間を、ダークフリートが虎視眈々と狙っている現実を、決して見逃すべきではない。ダークフリートの活動範囲は、日本海やNPFC条約水域といったわが国周辺に限らず、遠くインド洋や南半球にまで広がる。具体的には、アメリカオオアカイカを対象とした南米のエクアドル沖合およびガラパゴス諸島周辺、アルゼンチンマツイカを対象とする南西大西洋のマルビナス諸島周辺、アラビアトビイカを対象とするアラビア半島沖合の公海域など、日本近海から遙かに距離を隔てた海域が含まれる。

これら漁場のほとんどは、日本周辺のIUU漁場と同様、紛争を抱えるなど難しい問題を伴っており、RFMO自体が存在しない、もしくは存在しても有効な資源管理の実施に至っていない海域にある。GFWとFRAは、これら漁場で操業する外国漁船の航跡を解析して、漁船や冷凍運搬船について行動パターンやその変化を明らかにしていく予定である。2020年、世界自然保護基金(WWF^(注24))は船舶自動識別装置(AIS^(注25))を用いた解析から、近年、アラビア半島沖合での操業が急速に活発化している実態を明らかにした。2019年の操業隻数が4年前の9.3倍(279隻)にまで増加し、操業規模において他の漁場とほぼ肩を並べた。アラビア半島沖合の漁場がIUU漁業の新たな漁場として定着かつ発展していくことが危惧される。このように、IUU漁業の操業連鎖が、海域やRFMOの管轄水域を越えて広がっていることを前提に対策を立てていく必要がある。

4 コロナ禍におけるIUUとの闘い方

2020年に顕在化した新型コロナウイルス感染症(以下、新型コロナ)は、IUU対策にも深刻なマイナスの影響を与えた。IUU漁業の撲滅に重要な役割を果たすべきRFMOにおいては、感染防止の観点から対面での会議開催ができなくなった。インターネットを使ったオンライン会議では、実質的な交渉は極めて困難であり、そもそも解決が困難な規制措置の導入といった問題について、合意の形成がほぼ不可能となった。また、規制措置を担保するための監視・取締り活動においても、感染防止を図る観点から漁船へのオブザーバー乗船や、洋上臨検の際、取締官が漁船に移乗することもほぼ不可能となった。こうした状況は2021年も大きく改善するとは考え難い。これら一連のIUU対策における混乱は、世界中のIUU漁船の暗躍を促進しかねず、人類の貴重な食料である水産資源に大きなダメージを与えることが強く危惧される。

一方、人工衛星からの画像やレーダー、AIS等、最新の科学技術を利用した情報収集の分野ではIUU対策に大きな進展があった。特に、リアルタイムの人工衛星情報等を活用した、GFWとFRAによる漁船の操業状況解析は、日本海から始まり広くグローバルな状況把握に広がろうとしている。RFMOが機能麻痺に陥るなかで

注23
North Pacific Fisheries
Commission

注24
World Wide Fund for Na-
ture

注25
Automatic Identification
System

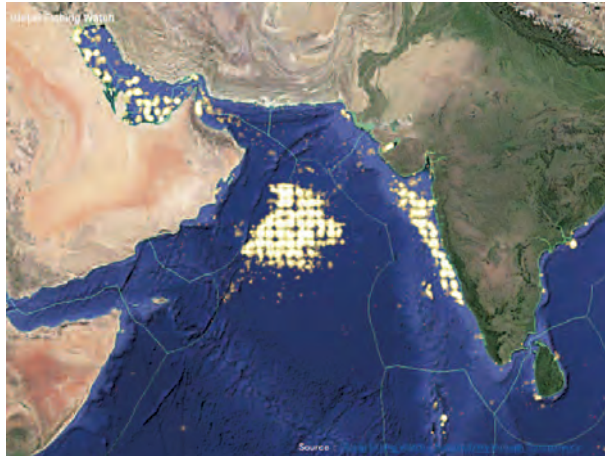


図4-2-5 GFWが衛星画像から解析した集魚灯を用いた漁船の操業状況（2019年11月-2020年4月）

アラビア海のオマーン沖合の公海部分で操業が活発。主にアラビアトビイカを漁獲対象とする中国漁船と考えられる。

（出典：Global Fishing Watch）



図4-2-6 中国産アメリカオオアカイカを使用した日本国内の人気商品（冷凍ロールいか）

行すればコロナ後の規制導入も円滑になることが期待できる。このコロナ禍において、IUU撲滅に向け、各国政府と水産業界による問題意識の共有と対策実現の具体的な行動がますます強く求められている。

（宮原 正典）

も、これら客観的情報、事実関係については、関係国や関係業界へ迅速に伝えられるべきだろう。特に、IUU漁業の漁獲物が、アジア諸国で加工された後、日本、EU、北米といった先進国に輸出される実態に着目すると、国際規制ではなくとも実施可能な対策が見えてくる。リアルタイムのIUU漁業を含む情報が共有できれば、水産業界の自主的取組みとしてIUU漁獲物を加工原料から排除する取組みができるかも知れない。

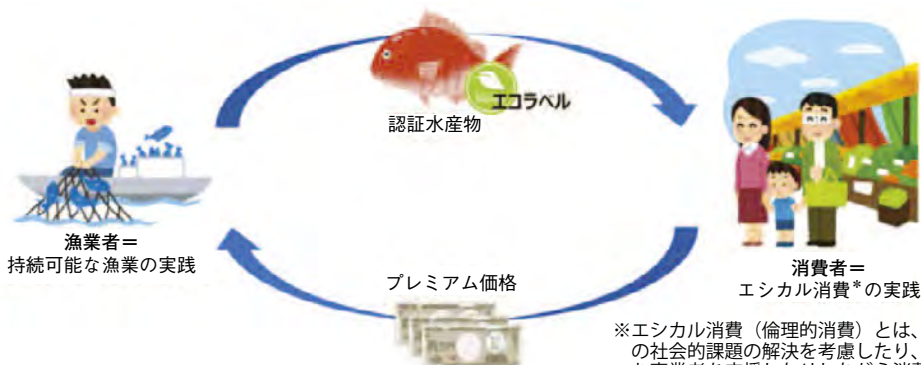
東南アジアや日韓の大手水産会社は、すでにIUU漁獲物を原料としない宣言を行ったものが多い。そもそも加工場では、多くの場合、原料の出所（どこでどの漁船がいつ獲ったか）は把握されており、それに従って原料買取の取引が行われる。このような実態から、水産業界自らがこうした自主的取組みを行うことは十分に可能と思われる。いまや産業界の真剣度が試されているといっても過言ではない。業界の自主的取組みが先

2020年の東京大会は、日本の持続可能な水産物の推進に大きな役割を果たすことが期待されていた。2012年のロンドン大会以降、各大会で持続可能な調達基準が設けられ、競技場建築に使われる木材から、選手村で提供される農産物・水産物まで、持続可能な物資を調達することが目指されるようになったからである。東京大会も例外ではなく、水産物に関しては2018年4月に『持続可能性に配慮した水産物の調達基準』が発表された。具体的には、国連食糧農業機関（FAO）が定めた『責任ある漁業のための行動規範』を満たし、漁業関係者の労働環境などに配慮しつつ生産された水産物であることが条件とされた。この条件を満たす水産物として注目を浴びたのが、海洋管理協議会（MSC）や水産養殖管理協議会（ASC）、マリン・エコラベル・ジャパン（MEL）などの認証制度（エコラベル）とその認証を受けた認証水産物である。

水産エコラベルは欧州などでは非常に普及しており（写真）、日本でも政府による認証制度の推進などによって、さまざまな認証を取得する動きが加速した。たとえば、国際的な天然漁獲の認証制度であるMSCの認証は全国で取得している5漁業のうち3漁業が、ASCでは13団体のうち10団体が、2018年以降に認証を取得している（2020年12月時点）。さらに2018年の水産庁の発表によると日本の養殖業生産量は約450万トンのうち50万トン強が何らかの認証を獲得しており、欧米に比べると水産物の認証制度の認知度が低いと言われている日本においても認証制度が一定の広がりを見せている。

認証制度の仕組み

認証制度は市場を通じて持続性を担保する仕組み（Market-based Approach）と言われ、消費者がエシカル消費を行うことによって成り立っている。消費者が、持続性が担保された認証水産物を、通常の水産物よりも高い価格で購入することによって、そのような取組みを行う漁業者・養殖業者を支援することを可能にする仕組みである（図）。



漁業者・養殖業者を支援することを可能にする仕組み

認証制度を普及させるための日本における課題

このように一定の広がりを見せている認証制度と認証水産物であるが課題もある。認証を受けた業者から聞くのが、プレミアム価格の問題である。認証を受けるためには、餌や生簀に入れる魚の密度を減らすなど養殖の方法を変更するための費用、あるいは認証機関に払う審査費用が発生する。従来の水産物製品の製造に比べて費用がかさむにも関わらず、非認証製品と変わらない価格で販売しなければならない。その理由のひとつに、MSCなどの認証品を積極的に販売する小売り業者が日本では非常に少ないという点が挙げられる。

また、流通加工の過程が複雑でサプライチェーンが長いことも日本の課題として指摘できる。認証製品であることを示すロゴを添付して認証水産物を消費者に届けるには、生産者から消費者に水産物が渡るまでに関わるすべての業者が流通加工段階の基準を満たさなければならない。しかし、そうするとさらなるコストの問題が発生する。

2020年は東京大会で持続性の問題に大きな焦点が当たる素晴らしい機会になる可能性があった。認証制度のような市場を通じて持続性を担保する仕組みは、生産者だけでなく消費者も資源の持続的な利用のための費用を負担するという点で、社会的により公平な制度である。日本における普及にはさまざまな課題があるものの、今後は日本にあった新しい形の認証制度の発展が期待されている。（石原 広恵）



オランダのスーパーにおける水産物コーナー（筆者撮影）

*エシカル消費（倫理的消費）とは、消費者が各自にとっての社会的課題の解決を考慮したり、そうした課題に取り組む事業者を応援したりしながら消費活動を行うこと。

第3節 造船業界の次世代に向けた取組み

本節では、世界と日本の造船業の現状と取組みについて紹介する。その後、社会情勢の変化と競争力強化を背景に取り組まれる自動運航船、エコシップ、そしてコロナ禍を踏まえた取組みについて紹介する。国際競争が激化するなかで省コスト、高付加価値のサービスが一層求められるようになっており、自動化、デジタル化による安全性と生産性の向上、エコシップによる環境対応は特に重要な役割を果たす。

1 世界および日本での造船業の現状と取組み

1956年以降、新造船建造量において日本は世界でトップのシェアを誇っていた。しかし、図4-3-1に示すように1990年代には韓国、2000年代には中国の著しい成長により、2019年の新造船建造量のシェアは中国、韓国、日本の順になっている。

また、リーマンショックを機に世界全体の建造需要は激減し、リーマンショック前に受注した船がほぼ竣工した2011年をピークに大きく落ち込んでいる。リーマンショック前に増強された供給能力が過剰な状態が現在まで続いており、特に2020年は新型コロナウイルス感染症（以下、新型コロナ）による移動制限、景気悪化、海上荷動き量の減少により新造船の発注が見込めない状況となっている。

本来なら供給過剰により採算が取れなくなった企業は撤退をすることになる。しかし韓国、中国は公的支援の投入により経営難に陥った企業の救済策を実施しており、市場の整理が行われず造船市場が歪曲し、供給能力過剰問題の早期解決を阻害するおそれがある。日本は韓国に対し協議を通じてこの公的支援は造船市場を歪曲するものであると指摘し措置の是正を求めているものの事態の改善には至っていない^(注26)。

日本では海事関連企業が支え合う海事クラスターを形成しており、これまで日本の海運会社から日本の造船会社へ発注が中心であったが、不況や中韓の公的支援を背景とする安値受注によりこの割合が落ちている。また、日本は韓国の手造造船所と比較して設備が小規模で、技術者の数も少ないため製品開発力にも課題を抱えて

注26
『海事レポート 2020』https://www.mlit.go.jp/maritime/maritime_tk1_000101.html

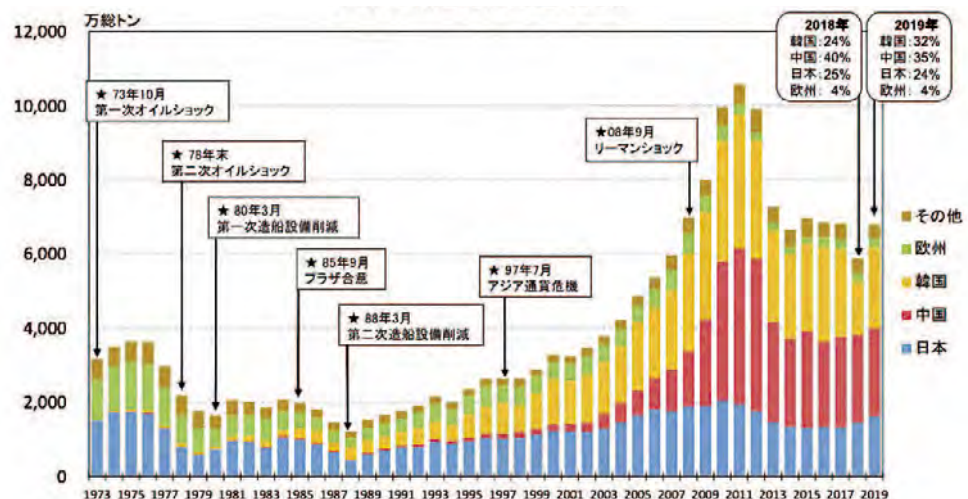


図4-3-1 世界の造船建造量

(出典：国土交通省資料)

いる。

造船不況と激化する競争への対策として、造船業界全体で再編の流れがある。2019年に韓国では建造シェアトップの現代重工業による大宇造船海洋の買収、中国では国営企業の中国船舶工業集団（CSSC）と中国船舶重工集団（CSIC）が統合合意に至っている^(注27)。日本では2018年に三井E&S造船(株)と常石造船(株)の業務提携、三菱重工業(株)が商船事業再編に伴い三菱造船(株)として分社化、2020年に日本でのシェア1位と2位である今治造船(株)とジャパンマリンユナイテッド(株)（JMU）が資本業務提携および合併会社の設立の契約書を締結した。これは今治造船によるJMUの新規発行株式の引き受けで、営業および設計を共同で実施する合併会社の設立を行う^(注28)。



メンブレン型 LNG 船

業界構造の変革による経営の最適化により競争力をあげるほか、他国の船に対し機能面での差別化を図るというアプローチもある。たとえば、近年注目を集めるDX（デジタルトランスフォーメーション）により、IoTなどで収集し実現象の情報をバーチャル空間で再現するデジタルツイン技術を活用した船の状況監視や、将来予測などの高機能化が考えられている。さらに自動運航する船の実現によって船員不足解決やヒューマンエラーによる事故の低減などが期待される。また地球温暖化対策として、日本が世界をリードする船の省エネ性能をさらに推し進めたゼロエミッションの実現に向けた取組みも期待される。

技術開発が収益につながる例として、仏国GTTが持つメンブレン型の液化天然ガス（LNG）タンクのライセンスが挙げられる。現状、韓国ではLNG運搬船の受注が増えているが、技術供与を受けるGTTに多額のライセンス料を支払っている^(注29)。受注量に収益が左右される労働集約型産業の造船業において、生産規模の拡大に伴う労働力の充足は今後とも一段と困難になることが予想され、技術開発を通じた知識集約産業への転換が期待される。次世代の造船業に向けた自動運航船とエコシップの新たな取組みについて紹介していく。

2 自動運航船への取組み

海上ブロードバンド通信の発展、IoTやAI技術などの急速な進歩、自動船舶識別装置（AIS）や電子地図の普及といった技術革新を背景に、船舶の自動運航技術の実用化への期待が高まっている。現状のシステムでは船舶の運用にあたり高度なスキルを必要としているため、増加していく海上輸送量に対して人員の不足が問題となっている。また海難事故の8割はヒューマンエラーにより発生しており、こうした海上安全の一層の向上、船上の労働環境改善、産業競争力の向上・生産性の向上等の観点からも自動運航技術への注目が集まっている。

自動運航船は2012～2015年にEUで行われたMUNIN^(注30)に端を発して2016年ごろ

注27

国土交通省資料 <https://www.mlit.go.jp/policy/shingikai/content/001353158.pdf>、CSSCが中国造船1位、CSICが中国造船2位。

注28

今治造船(株)とジャパンマリンユナイテッド(株)の資本業務提携及び合併会社設立に関する契約締結等についてのお知らせ https://www.jmuc.co.jp/press/docs/IS_Agreement_20200327.pdf

注29

日本海事新聞「仏GTT、サムスン重からLNGタンク受注」2020年12月24日 <https://www.jmd.co.jp/article.php?no=263517>

注30

Maritime Unmanned Navigation through Intelligence in Networks

から欧州の大手船用メーカーが開発に向けた取組みを表明した。現在では調査目的の小型の船舶や軍用の船舶については実用化されている。自動運航船は、技術の開発・実用化等に伴って段階的に発展すると考えられており、船員等の判断支援等の主たる機能が初期に取り組み、その後、機械による自律的判断の領域は次第に増えていくものと予想され、当面は人間の判断が引き続き重要となる。

自動車を中心に進められている無人運転の実証実験との対比において、自動運航船の特徴を整理する。そもそも自動運転車と自動運航船は特徴と周辺環境が大きく異なる。図4-3-2のように自動車は1人の運転手が操縦、小回りが効く、歩行者や他の車両など周囲に障害物が多数存在する、信号や車線など移動制約が多い、故障しても支援を得られるといった特徴を持つ。一方で船は複数の人間が作業を分担し24時間稼働をする、小回りが効かない、移動制約が少ない、長期間海上で孤立するといった特徴を持つ^(注31)。自動運航船の開発があまり行われていなかったのは、船陸間の通信環境設備や障害物を瞬時に避けるといったことが難しいという技術的な問題と資金面の問題によるものである^(注32)。

日本では、2018年6月に交通政策審議会海事分科会海事イノベーション部会において、自動運航船の開発・実用化に向けたロードマップが策定され、提言された。国土交通省海事局では、自動運航船の実現に必要な安全要件の策定などの環境整備を進めるため、わが国で初めての実証事業を2018年度より本格的に開始している。また自動運航船(MASS^(注33))の社会実装を実現させるため、2017年6月の国際海事機関(IMO)の海上安全委員会第98回会合(MSC98)において、MASSの規制面に関する検討を行うよう共同提案^(注34)し、審議の結果、現行基準の改正の可否等についての検討(RSE^(注35))が開始された。

日本財団は、2025年までの無人運航船の実用化、2040年には既存の船の半分が無人運航をすることを目指し、無人運航船の実証実験を行うコンソーシアムに対して支援を行っている。2040年に半分の船舶が無人運航船に置き換わった場合、国内で年間約1兆円の経済効果が期待されるとしており、日本財団は「無人運航船の実証実験にかかる技術開発共同プログラム(MEGURI2040)」としてIoT、AI、画像解析技術など世界的に高い技術を持つ民間企業をつなげ共同開発を支援している。具体

注31
自動運航船に関する現状等
<https://www.mlit.go.jp/common/001215815.pdf>

注32
世界初、無人運航船の実証実験を開始。経済効果1兆円、国内の英知を結集し2025年までに無人運航船の実用化を目指す <https://www.nippon-foundation.or.jp/who/news/pr/2020/20200612-45056.html>

注33
Maritime Autonomous Surface Ship

注34
デンマーク、エストニア、フィンランド、日本、オランダ、ノルウェー、韓国、英国、米国の共同提案

注35
Regulatory Scoping Exercise

	自動運転車	自動運航船
運転・運航	<ul style="list-style-type: none"> 一人の運転手が操縦 	<ul style="list-style-type: none"> 操船、機関保守、貨物監視、離着岸等の複数の人間が作業を分担 船舶はクルーで運用される大型システムであり、24時間稼働のプラントという性格も有する
物理特性	<ul style="list-style-type: none"> 数トン程度であり、敏捷性が高い(急発進、急停止、急旋回が可能) 	<ul style="list-style-type: none"> 大型のものは数十トン程度であり、敏捷性が低い(急発進、急停止、急旋回が不可能)
走行・航行環境	<ul style="list-style-type: none"> 動きは比較的速く、他車とほぼ常時近接 歩行者、自転車等が周囲に多数存在する混合交通 道路、車線、信号等、移動制約が多い 故障等があっても支援を得られやすい 	<ul style="list-style-type: none"> 動きは比較的遅く、他船とほぼ近接しない 周囲には船舶が主だが、漁網や浮遊物も 輻輳海域等一部を除き移動制約は少 長期間海上で孤立
開発動向	<ul style="list-style-type: none"> 密度の高い混合交通環境下で安全に走行するため、衝突被害軽減ブレーキ等、センサー技術を活用した事故防止に資する運転支援技術の開発実用化が進む センサー等による自車周辺物認識技術と3D位置情報、GPS等の組み合わせによる高度な自動運転技術の開発が進む 	<ul style="list-style-type: none"> 航海計画策定、操船、船体・機器管理、貨物管理等の作業分野ごとに、安全性・効率性向上に資する技術開発が進んでいる。

図4-3-2 自動運転車と自動運航船の特徴 (出典：国土交通省)



図4-3-3 無人運航船プロジェクト「MEGURI2040」の記者会見の様子（2020年6月12日）

的に行っているプロジェクトは大型内航フェリーの離着岸を含めた無人運航と故障予知のための監視強化を行うスマートフェリー、小型旅客船を実験船とした既存の小型船を安く早く無人運航化できる技術、無人水陸両用車などがある。

3 エコシップの動向

2008年時点で国際海運は9.2億トンのCO₂を排出しており、これは世界の総排出量の3%程度を占める。IMOの海洋環境保護委員会（MEPC）ではCO₂を2008年比で2030年に40%減、50年に50%減、今世紀中にゼロ排出を目指すというGHG削減戦略が採択された。これは先進国・途上国を問わない世界共通目標として国際合意された。現在掲げられている排出量削減目標は技術開発無くしては達成できない野心的なものとなっており、ここでは環境に優しい船に関わる技術を紹介していく。目標を達成するためには省エネ性能、運航効率の向上に加え、水素、アンモニア、カーボンリサイクルメタンなどの次世代燃料への転換が必要となる。

島国の日本の輸送量のほとんどが海上輸送であり、エコシップが環境に与える影響は非常に大きい。日本では船舶の新たなCO₂削減策として、船舶の燃費性能を事前に検査・認証するEEXI規制^{注36}と1年間の燃費実績を事後的にチェックする燃費実績の格付けを共同提案^{注37}しており、IMO第75回海洋環境保護委員会（MEPC）で海洋汚染防止条約^{注38}改正案として承認され、最短の場合には、2023年に発効の見込みである。

国土交通省はGHG削減目標を達成する国際海運の燃料転換シナリオとして、図4-3-4に示す2つのシナリオを策定している。また（一財）日本船舶技術研究協会が主催する「国際海運GHGゼロエミッションプロジェクト」では2050年目標を達成するためのロードマップを策定している（図4-3-5）。ここでは、トンマイルあたりの排出量が80%以上改善された船を2030年までに投入している必要があるため、2028年までに第1世代のゼロエミッション船を実船投入する。この2つのシナリオを実現するため、新造船に使用する技術の研究開発を連携して拡大・強化すると同時に、新造船への代替を促す国際制度の構築を目指す。具体的には、現存船に一定

注36 既存船舶の燃費性能を統一の指標で算出し、その結果が一定値以下となることを義務づける規制。

注37 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

注38 1978年の議定書により修正された1973年の船舶による汚染の防止のための国際条約（MARPOL73/78）

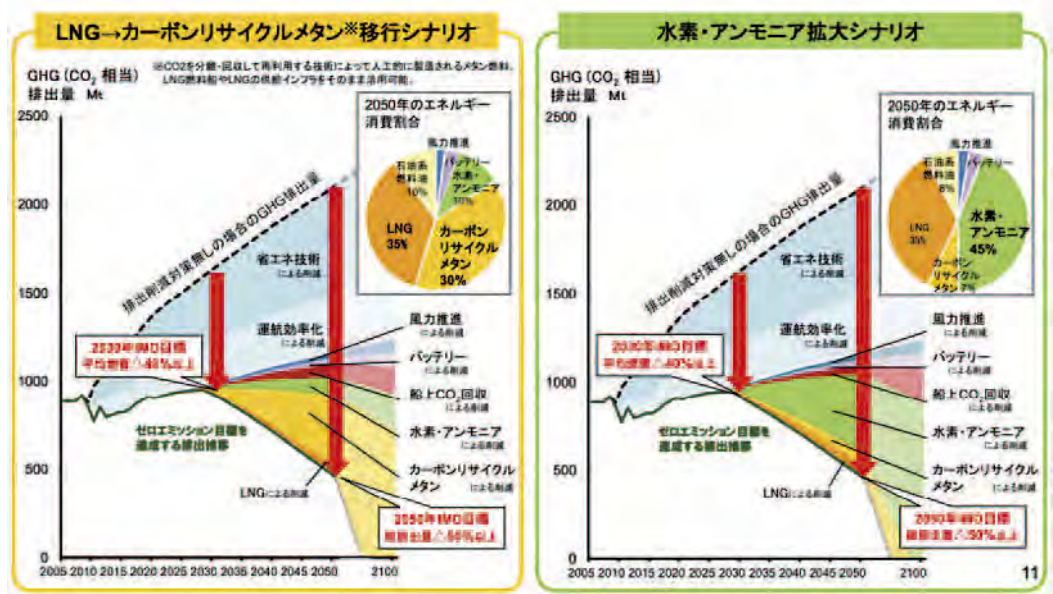


図4-3-4 GHG削減目標を達成する国際海運の燃料転換シナリオ
(出典：国土交通省)

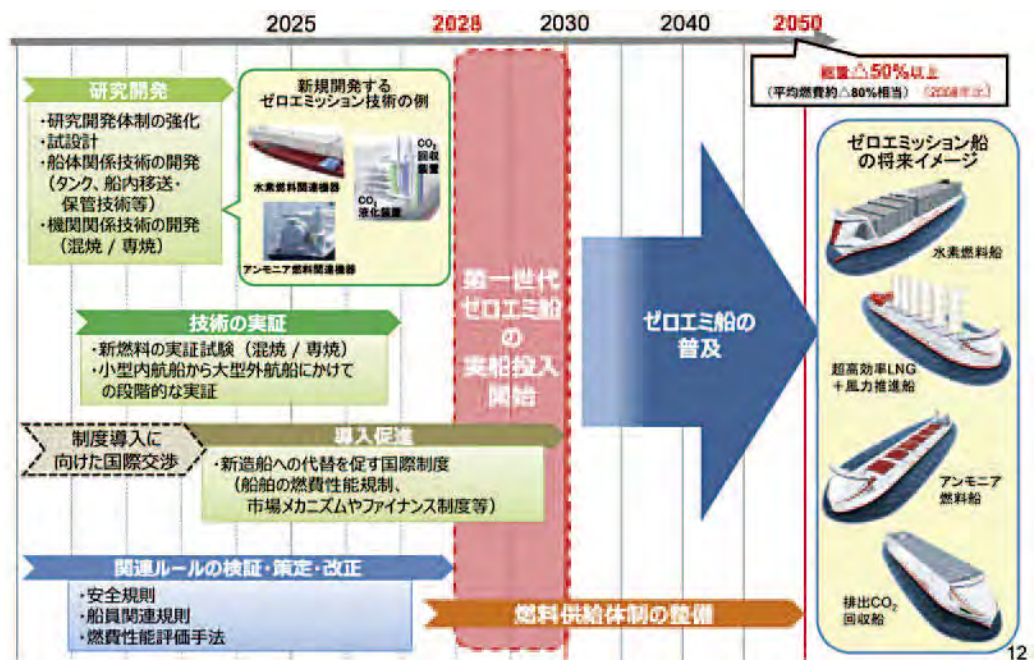


図4-3-5 ゼロエミッション船達成に向けたロードマップ
(出典：国土交通省)

の燃料性能を達成することを義務化し、新造船への切り替えインセンティブを確保する国際制度を2023年までに構築することとなっている。

いずれのシナリオも初期はLNGへの燃料転換による削減を想定している。この背景には、IMOのMEPCにより硫黄酸化物(SOx)や粒子状物質(PM)による人や健康への悪影響の低減を目的とした2020年1月から船舶の燃料油に含まれる硫黄分濃度を3.5%以下から0.5%以下とする国際的な規制強化が開始されたことが挙げられる(注39)。これまでの燃料は原油の蒸留装置によって得られる残渣油を処理して得られる重油を利用していた。重油の中でも粘度によってA重油、B重油、C重油に分けられるがコストの安いC重油が使われてきた。C重油は残渣油が90%以上含まれており硫黄成分が多く最大で3.5%含まれる。SOx規制への対応策は大きく分

注39
SOx規制への対応について
https://www.mlit.go.jp/maritime/maritime_fr7_000019.html

けて、燃料転換とSOxスクラバー^(注40)の利用が挙げられる。LNGは燃料油と比べて硫黄成分はほとんど入っておらずSOx規制にも対応した燃料であり、またNOxは50%、CO₂は80%と環境に優しい燃料であり、今後さらなる利用を期待されている。LNG採用船の数は徐々に増え、2018年5月時点で世界の0.3%を占めている^(注41)。今後増えていくことが予想される。



実用化されているLNG燃料船「いしん」

LNGへの燃料転換に続くのが水素などを活用したゼロエミッション船である。水素は燃料電池で使用した場合CO₂、NOx、SOxは排出されない。一方で水素は取り扱いが難しくエネルギー密度が低いという問題を抱えている。水素を使用した取り組みとして2020年9月から日本郵船(株)、(株)東芝、川崎重工業(株)、(一財)日本海事協会、ENEOS(株)の5社が2024年の横浜港沿岸での実証運航開始を予定に中型観光船の燃料電池搭載船舶を開発するプロジェクトを開始した。

アンモニアを燃料とする船も技術開発が取り組まれている。2020年8月18日に日本郵船(株)、(株)IHI原動機、(一財)日本海事協会の3社が世界初のアンモニア燃料タグボートの実用化に向け、共同研究開発契約を締結した。アンモニアは燃焼させてもCO₂が排出されない点に加えて、水素と比べて、貯蔵が容易であるという利点を持つ。一方で、人体毒性があり、また強い刺激臭を持つという点で取り扱いが容易ではない。

さらに、カーボンリサイクルの検討も行われている。カーボンリサイクルとは、CO₂を資源として捉え、これを分離・回収し、鉱物化や人工光合成、メタネーション^(注42)による素材や燃料への利用などとともに、大気中へのCO₂排出を抑制する技術である。カーボンリサイクルメタンは、水素と二酸化炭素を反応させるメタネーション技術により製造されるメタン燃料であり、船舶のゼロエミッション燃料を目指す日本製鉄(株)、JFEスチール(株)、JMU(株)、日立造船(株)など9社が参加する船舶カーボンリサイクルWGが立ち上げられた^(注43)。ここでは排出されたCO₂を回収、再利用するカーボンリサイクルとしてメタネーション燃料の原料調達、原料輸送、メタネーション、船用燃料化するサプライチェーンを通じ、メタネーション技術で船舶のゼロエミッション燃料に活用する構想の実現可能性を探っている。

また新たな機器の導入や燃料の交換をせずともIoTや機械学習などソフトウェアを用いた技術で燃料消費を減らすことができる。これは、船上のセンサーや人工衛星の情報などのさまざまなデータを利用し、機械学習を通して気象条件などを考慮することにより、最適な航路やエンジン状態、船速を提案し、燃料消費を抑えるものである。また、船体の汚れや損傷を監視することでも燃料消費を抑えられる。Marine Digital社のFuel Optimization Systemでは省力化のために5つのカテゴリーに分かれた40個のパラメーターを収集しており、さまざまな燃料消費に影響を与えこれらを併用すると12%の燃料を節約することができる^(注44)。

注40
大気汚染防止装置のひとつ。ばいじん粒子や有毒ガスを除去する。

注41
新たなLNG需要：船舶燃料としてのLNG https://oilgas-info.jogmec.go.jp/info_reports/1007679/1007820.html

注42
水素と二酸化炭素からメタンを合成する技術

注43
商船三井プレスリリース <https://www.mol.co.jp/pr/2020/20040.html>

注44
Marine Digital https://marine-digital.com/article_green_ship

4 コロナ禍におけるデジタル化の拡大

新型コロナの流行に伴い、海洋においても経済への打撃や人びとの行動への制限といった影響が出ている。特に船内は密であり数週間、数か月間にわたって海上に留まる場合もあるため、感染症に対して脆弱である。事実、客船、巡視船、運搬船などで集団感染が発生している。また、海上の監視が弱まったことで違法漁船の増加も問題となっている。一方でそれを契機にデジタル化の重要性が強く認識され、海洋におけるDXの流れが広がっている。

新型コロナの感染拡大を受けてリモートによる検船の利用が進んでいる。船級協会は業界が比較的デジタル化が遅れているにもかかわらず、遠隔検船の利用が急増していることをレポートしている。遠隔検船では調査員が船に立ち会う必要がなく乗組員やドローンによって提供されるドキュメント、画像、映像をもとに検査を提供する。なお、従来の船舶検査では、検査を行う人がドックに出向く必要があり長期化する傾向にある。また安全や環境関連の水準を満たすために確認すべき項目も増えており人身事故も起きている。新型コロナの流行前からこういった問題を解決するために遠隔検船を取り入れる動きがあった。

欧州の船級協会^(注45)であるDNV GLが2018年10月に最初に開始した遠隔検査は新型コロナの影響により需要が高まっている。サービス開始以来約15,000件の検査(2020年3月時点)が行われ、一部の調査タイプではすべての調査の最大2%がリモートで実施され、クライアントの3分の1以上が少なくとも1回はサービスを利用したことがある^(注46)。

船員の健康管理についても、船員に対する遠隔医療を可能にするソフトSeaConsult (Tritan Software社)を顧客に対し新型コロナが流行している期間は無料提供する試みが行われた^(注47)。同ソフトは乗組員がモバイルデバイスを通して乗客や他の乗組員に非接触で検診を行うことを可能にする。また、船内の検診では足りない場合は陸上の専門家へ直接相談することができる。これは感染の早期発見につながり船内での新型コロナの感染拡大を防ぐことができる^(注48)。

このようリモートサービスを行ううえで必要不可欠な海上通信の速度も向上しており、従来の通信システムを置き換える高速通信の投入が行われている^(注49)。これは、数時間で数GBのデータ通信や質の上がったりリモートサポートを可能にし、いままでできなかったサービスを可能にしている。

造船不況と激化する国際競争のなかで、造船業界全体で再編の流れが進んでいる。またIMOのGHG削減戦略や菅義偉内閣総理大臣の2050年カーボンニュートラルの所信表明など、業界をとりまく社会情勢も大きく変化しており、造船業界が変革を迫られている。

わが国ではDXや環境対策技術などを起点として自動運航船やエコシップの積極的な取組みも展開されている。他国に先んじて核となる技術開発を実現し、特許やライセンスの獲得を進めることは、造船業を労働集約型から知識集約型産業へと転換する契機となり得る。こうした取組みが次世代の造船業界の発展に繋がることが期待される。

(和田 良太)

注45
船舶の船級をつけ、格付けなどをする団体。船級の登録に関する規則を定め、船体や搭載されている機器の検査を行う。

注46
Shipping industry sees growth in remote surveys in times of coronavirus crisis <https://www.offshore-energy.biz/shipping-industry-sees-growth-in-remote-surveys-in-times-of-coronavirus-crisis/>

注47
Digital Ship-142-June/July <https://thedigitalship.com/download-digital-ship/send/18-2020/2673-digital-ship-142-june-july-2020>

注48
クルーズ船において95%以上のシェアを誇る Tritan's SeaCare Health Platformに統合することが可能であるため業界へのインパクトが大きい。

注49
たとえば、LaskaridisとNavarinoの協力による Fleet Xpress。

シップリサイクル条約の背景

船舶の解体・リサイクルは、先進国では人件費が高いこと、リサイクル物資の市場価値が低いことなどから産業として成立しにくいいため、その多くがバングラデシュ、インドなどのリサイクル国で行われている。これら地域における労働者の安全衛生問題および環境汚染問題が深刻化し、国際機関でこの問題が議論されるようになった。

主要船舶解体国であるバングラデシュ、インドなどの船舶解体は、船を砂浜に乗り上げさせ、干潮時に多数の作業者がガスなどで船体を切断し、人力で回収物を運搬する「ビーチング方式」と呼ばれる方法で行われている。クレーンなどの大型設備はほとんど使用されておらず、安全規制も整備されていないことから、解体・リサイクル現場は、死傷事故が多発する危険な状況となっていた。

一方、船舶は、ほとんどが良質な鉄鋼材料で構成されているため、基本的に有効なリサイクル資源である。しかし、現在解体されている船舶は20年以上前に建造されたものが主であるため、現在は使用されていないアスベスト、ポリ塩化ビフェニル（PCB）等の有害物質が使用されている可能性がある。解体する際に十分な対策をとらなければ、作業者の健康と周辺地域の環境に重大な影響を及ぼす可能性がある。

さらに船舶は、その生涯において、製造者、所有者、運航者、解体者等、多数の関係者が多国間にわたって存在し、かつ、長期間使用されることから廃棄・リサイクルに関する法規制の整備が難しい。従来から、廃棄物の越境移動を規制する「バーゼル条約」の船舶への適用が議論されていたが、解体現場まで自力で航行する船舶をどの時点で廃棄物とみなすのかなど、根本的な部分で各国政府・関係者の解釈が一致せず、その適用が難しいことが指摘されていた。

これらの問題を解決するため、2009年5月に香港で開催された国際海事機関（IMO）の外交会議において「2009年の船舶の安全かつ環境上適正な再生利用のための香港国際条約」が採択された。これが、いわゆる「シップリサイクル条約」である。

条約の発効要件と現在の批准国

シップリサイクル条約は、①15か国以上が締結し、②それらの国の商船舶腹量の合計が世界の商船舶量の40%以上となり、③それらの国の直近10年における最大の年間解体船腹量の合計がそれらの国の商船舶腹量

合計の3%以上となる国が締結した日の24か月後に効力を生じることとなっている。

2020年10月時点の批准国は、15か国であり、世界の30%以上の船舶を解撤する「世界最大の船舶リサイクル国」であるインドが、2019年末に同条約を批准したことは世界に大きな影響を与え、近い将来条約が発効する可能性が高まっている。

シップリサイクルに関する EU 規則

2013年12月30日に、船舶の解体・リサイクルについて新しい法的枠組みを導入する「シップリサイクルに関する EU 規則」（以下、EU 規則）が発効した。これまで EU は、バーゼル条約の1995年改正に沿った「廃棄物の輸送に関する EU 規則」によって EU 籍船を解体・リサイクルのために OECD 加盟国以外の国に輸出することを禁止してきた。しかし、廃棄物の輸出入を規制するバーゼル条約の法的枠組みを船舶に適用することが困難であることが欧州で認識された。また、

2009年に、シップリサイクル条約が IMO で採択されたことを背景に、欧州委員会（EC）は、2012年3月に、EU 議会および理事会に対して規則改正案を提出し、それらによる審議および採択を経て、EU 規則が2013年12月に発効した。

EU 規則では、一部について、シップリサイクル条約を上回る要件（上乘せ規制）が課されている。これは、通常の IMO 条約において各国に特別要件が認められているのと同様である。さらに、インベントリ注に関する要件は EU 籍船だけではなく、EU 加盟国に寄港する非 EU 籍船にも課される。EU 規則は、シップリサイクル条約の発効に先駆けて「上乘せ規制のあるシップリサイクル条約」を一律に課すものである。

シップリサイクル条約の早期発効を促すことを目的に制定された EU 規則は、非 EU 籍船であっても、2020年12月31日以降に EU 加盟国に寄港する船舶には、有害物質インベントリの備え置きが要求されることから、実質的なシップリサイクル条約がいよいよ始まったこととなる。これを契機に各国の条約批准が促され、ひいては船舶解体国における労働者の安全衛生問題や環境汚染問題の解決に繋がることを期待される。

（山元 建夫）

注 船舶に存在する有害物質等の概算量と場所を記載した一覧表。詳細は、（一財）日本海事協会（ClassNK）の下記ウェブサイトを参照。https://www.classnk.or.jp/hp/ja/activities/statutory/shiprecycle/index.html

第4節 横浜市が目指すブルーリソース

1 横浜市の温暖化対策

神奈川県横浜市は、2015年12月のパリ協定の採択、2016年の国の温暖化対策計画の閣議決定等を踏まえ、2018年10月に「横浜市地球温暖化対策実行計画」を改定し、2050年までの脱炭素化「Zero Carbon Yokohama」を、地球温暖化対策の目指す姿（ゴール）としている。この実行計画において温室効果ガス排出量を2013年比で2021年度までに7%、2030年度までに30%削減する目標を掲げ、地球温暖化対策に取り組んでいる。

また、気候変動対策に積極的に取り組む都市の国際的なネットワーク「C40^(注50)」や「イクレイ^(注51)」に所属しているほか、2015年3月には「CNCA: Carbon Neutral Cities Alliance^(注52)」のメンバーにアジアで唯一選出されるなど、先進的な取り組みや国内外への発信を行っている。

2011年12月には、環境問題や超高齢化など人類共通の課題に対応する先導的プロジェクトに取り組む「環境未来都市」として選定され、環境・社会・経済の好循環

を創出し、「誰もが暮らしたいまち」「誰もが活力あるまち」の実現を目指して各取り組みを進めてきた。そのひとつとして、海洋資源を活用した温暖化対策の取り組みである「横浜ブルーカーボン事業」を検討・試行している。



図4-4-1 「Zero Carbon Yokohama」のロゴマーク

2 横浜ブルーカーボンの成り立ちと取り組み

ブルーカーボンとは、2009年に発表された国連環境計画（UNEP）の報告書『Blue Carbon』において命名された、海洋で生息・生育する生物によって吸収・固定される炭素のことである^(注53)。このブルーカーボンという言葉は、2019年12月にスペインで開催された国連気候変動枠組条約締約国会議（COP25）が「BLUE COP」と位置づけられ、地球の気候システムの一部としての海洋の重要性についてCOP採択文書のなかで初めて言及されたことで広まった。

約140kmの海岸線を有する横浜は、開港以来、港を中心として発展してきた。現在は、海とのつながりを生かしたまちの発展・活性化に向け、「海洋都市横浜」の実現を目指している。

このような背景を踏まえ、海洋資源を活用した温暖化対策プロジェクト「横浜ブルーカーボン」に取り組んでいる^(注54)。まず、2011年より横浜・八景島シーパラダイスのセントラルベイ（現「うみファーム」）での、海草・海藻の温室効果ガス吸収・固定化と海域環境への影響に関する実証実験を実施した。この実験では、実験海域で貝類や藻類を育成し、そのライフサイクルにおける温室効果ガスの吸収・削減効果をライフサイクルCO₂の観点から検証した。この検証結果を受け、2014年から「横浜ブルーカーボン・オフセット制度」という横浜市独自のカーボン・オフセッ

注50 世界大都市気候先導グループ（The Large Cities Climate Leadership Group: C40）は2005年に発足し、現在、世界の97の都市が気候変動対策のために連携している。日本からは東京都と横浜市が加盟。

注51 イクレイは、国際環境自治体協議会（International Council for Local Environmental Initiatives: ICLEI）として1990年に発足。現在は「持続可能な都市と地域をめざす自治体協議会」として、世界1,750以上、日本からは横浜市を含む21の自治体が加盟。

注52 「2050年までに80%以上の温室効果ガス排出量削減」を掲げる意欲的な17都市が2015年に立ち上げた。横浜市は発足メンバー。

注53 『海洋白書2019』コラム05参照

注54 信時正人（2019年）、『Ocean Newsletter』第443号「横浜市でのブルーカーボン事業の考え方」参照



図4-4-2 横浜ブルーカーボン事業領域図

ト制度を運営している。

海洋資源を活用した温暖化対策プロジェクト「横浜ブルーカーボン」では、ブルーカーボンに限らず、ブルーリソース(海洋および臨海部におけるエネルギー・資源の有効活用)による温室効果ガスの削減にも着目している。横浜ブルーカーボン・オフセット制度を運営しており、これらの取組みを通じた親しみやすい海づくりを進めている。



図4-4-3 八景島シーパラダイスで実施されたイベント「グリーンキッズ」の様子

カーボン・オフセット^(注55)とは、CO₂の排出量削減や吸収・固定の効果をクレジット認証して、社会全体のCO₂削減を推進する仕組みである。たとえば、事業やイベントなどでCO₂を排出する企業や団体がクレジットを購入することで、それと同量の排出量を相殺(オフセット)できたとみなすことができる。一方、クレジットを創出した主体は、売却によって得た資金で自らのCO₂削減の取組みをより活性化することができる。

注55 環境省は、カーボン・オフセットを次のように定義している。「市民、企業等が、①自らの温室効果ガスの排出量を認識し、②主体的にこれを削減する努力を行うとともに、③削減が困難な部分の排出量を把握し、④他の場所で実現した温室効果ガスの排出削減・吸収量等(クレジット)の購入、他の場所で排出削減・吸収を実現するプロジェクトや活動の実施等により、③の排出量の全部または一部を埋め合わせること」。



図4-4-4 横浜ブルーカーボンのねらい

横浜ブルーカーボン・オフセット制度では、海洋由来のブルーカーボンとブルーリソースを使って、カーボン・オフセットを実施している。具体的には、アマモ場やワカメ、コンブなどブルーカーボンを使ったクレジットや、地元産わかめの地産地消や海水ヒートポンプの導入、LNG 燃料タグボートやハイブリッドタグボートの導入等による CO₂削減効果等のブルーリソースを使ったクレジットを創出し、取引可能なクレジットとして認証している。そして、世界トライアスロンシリーズ横浜大会などが、これをカーボン・オフセットのクレジットとして活用している。さらに、カーボン・オフセットの代金は、横浜市による「海」の温暖化対策や環境活動の推進に活用される。

横浜ブルーカーボンの取組みでは、横浜ブルーカーボン・オフセット制度で得られる販売代金の活用による温暖化対策の促進に留まらず、環境面では水質浄化や生物多様性保全、社会面では快適性や横浜ブランドの向上、経済面では資源や食料の供給量増加、観光客の増加等、多様な相乗効果(コベネフィット)を見込んでいる。

3 横浜市が目指すブルーリソース

前述のとおり、横浜市では現在、以下4種類のブルーリソースによるクレジットを認証している。

- ① わかめの地産地消による CO₂削減事業では、他地域から輸送されるわかめではなく横浜市内で生産されるものを消費することで、輸送にかかる CO₂を削減してクレジットを創出している。地元で採れたわかめを食べることが地球温暖化対策になることから人気のあるクレジットになっている。
- ② 海水ヒートポンプの更新による CO₂削減事業は、アミューズメント企業の空調設備の一部に、海水温を利用したヒートポンプを使用することで、従来の空調よりも消費エネルギーを削減し、クレジットを創出している。
- ③ LNG タグボートへの更新による CO₂削減事業
- ④ ハイブリッドタグボートへの更新による CO₂削減事業。港に入港する際に船を引く強力な小型船であるタグボートが通常使用する燃料である重油に代わり、LNG（液化天然ガス）や電気を併用することで CO₂排出量を削減し、クレジットを創出している。

横浜ブルーカーボン・オフセット制度では、これらブルーリソースのクレジット



図4-4-5 LNG タグボート

を認証したことにより、クレジット創出に参加する企業・団体が増え、クレジットの取引量を拡大させることができた。今後もブルーカーボンのクレジットとともにブルーリソースのクレジット認証が拡大され、臨海部における環境活動が活性化されていくことが期待される。

4 横浜ブルーカーボンの実績と今後

横浜ブルーカーボン・オフセット制度は2014年度から運用を開始した。ブルーカーボンを使ったクレジットを認証したことや他自治体からのクレジット認証（後述）もあり、2019年度は319.9t-CO₂のクレジットを認証している。この制度を開始した初年度は、1者だけであったが、2019年度は個人を含む14者が120.3t-CO₂を活用した。

クレジットは主に、イベントの開催により発生するCO₂と、企業活動に伴って排出されるCO₂のオフセットに活用された。イベントでは、横浜市で開催された世界トライアスロンシリーズ横浜大会などの大規模なイベントで活用されている。企業活動では、海を豊かにするという横浜ブルーカーボンの取組みに賛同した企業に活用されており、その業種は建設業、印刷業、サービス業などさまざまである。

横浜ブルーカーボン事業の知名度はまだ低く、横浜市は、現在行っているイベントなどを中心に継続的に普及啓発にも力を入れていき、参加する市民や事業者を増やしていく考えである。

また同時に、横浜ブルーカーボン・オフセット制度において、既存のプロジェクトの継続的な認証に留まらず、新規プロジェクトによるブルーカーボン、ブルーリソースのクレジット創出も検討していく。横浜ブルーカーボン・オフセット制度で取り扱うクレジット量を増やしていくことで、横浜ブルーカーボン事業全体の拡大を目指している。

現在、国土交通省では「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」が開催されている。ここではブルーカーボンの国の温室効果ガス削減目標への反映に向けた検討等がされている。横浜ブルーカーボン事業では、このよう

表4-4-1 横浜ブルーカーボンクレジット認証

団体等の名称	ブルーカーボン				ブルーリソース				クレジット [t-CO ₂]					
	アマモ場維持	アラメ場維持	海藻養殖		わかめ地産地消	海水ヒートポンプ導入	LNG燃料のタグボートへの代替	ハイブリッドタグボートへの代替	R1	H30	H29	H28	H27	H26
			わかめ	コンブ										
横浜市	●								12.3					
横浜市漁業協同組合			●						0.2					
一社 里海イニシアティブ				●					0.2					
日向市		●							0.5					
普代村			●	●					58.0					
阪南市			●						2.3					
ブルーカーボン 小計									78.9					
株式会社横浜八景島					○				1.0	0.7	1.7	0.7	0.7	2.1
						○			1.4	0.8	1.0	1.1	0.9	0.9
横浜市漁業協同組合					○				4.9	18.4	19.5	22.3	16.0	13.7
特定非営利活動法人海辺づくり研究会					○				1.0	1.0	2.0	1.0	1.0	
株式会社新日本海洋社 (旧 株式会社ウィングマ リタイムサービス)						○			143.3	164.6	31.5			
							○		89.4	112.6				
ブルーリソース 小計									241.0	298.1	55.7	25.1	18.6	16.7
総計									319.9	298.1	55.7	25.1	18.6	16.7

表4-4-2 横浜ブルーカーボンクレジット活用

区分	団体等の名称	横浜ブルーカーボン・オフセット制度でのオフセット対象	オフセット [t-CO ₂]						
			R1	H30	H29	H28	H27	H26	
イベント	スポーツ (海域)	世界トライアスロンシリーズ 横浜大会 組織委員会	①交通移動(出場者・運営関係者) ②大会でのエネルギー使用	28.4	33.8	36.4	18.8	14.5	
		横浜シーサイドトライアスロン大会実行委員会	①交通移動(出場者・運営関係者) ②会場でのエネルギー使用	5.7	5.5	6.2	7.3	8.3	3.1
		タモリカップジャパンツアー 横浜大会	①交通移動(運営関係者) ②発生ごみの処分 ③紙の製造(ガイドブック)			1.8	2.1		
	スポーツ (陸域)	株式会社横浜フリースポーツクラブ(横浜FC)	来場者の交通移動	27.8	3.6	5.4			
環境	みなとみらいスマートフェスティバル実行委員会	①燃料の使用(発電機) ②電力の使用 ③廃棄物処理	2.2	2.0					
企業活動	建設	石井造園株式会社	①電力・水道の使用(建屋内) ②車両の走行	16.8	10.0	4.0	1.0		
		竹中・西松建設共同企業体	車両の走行		86.0				
	エネルギー	JXTG エネルギー株式会社 根岸製油所	電力の使用	6.1					
	食品	日精オйлグループ株式会社 横浜磯子事業場	電力の使用	6.2					
		株式会社ユーズ	車両の走行	1.0					
	印刷	株式会社大川印刷	電力・ガス・水道・ガソリン・軽油の使用	1.0	1.0	1.0			
	小売	株式会社丸井グループ	製品の製造・廃棄		1.0	4.0			
	製造	株式会社湘南貿易	製品の製造・廃棄	1.0	1.0				
		株式会社ダイイチ	製品の製造・輸送		2.2				
			製品の製造		16.0				
		横浜消火器株式会社	来場者の交通移動	0.7	2.3				
	サービス	中電技術コンサルタント株式会社	社員の移動交通	0.9					
	廃棄物処理	エコモーション株式会社	車両の走行	22.0					
個人	個人	航空機での移動	0.5						
総計			120.3	164.4	58.8	29.2	22.8	3.1	

な国の動向も踏まえながら、先導的に取組みを開始した自治体として、他の自治体への展開や連携も視野に入れて取組みを進めていく。

(岡崎 修司)

コラム 12 深海資源調査技術の革新に向けて

日本の排他的経済水域（EEZ）の深海底下には、さまざまな海底資源が眠っている。同時に、港や船舶等のインフラも充実し、新たな開発を支える高い技術水準を有する強みを日本は持っており、海洋国家の実現を目指す環境が整っていると言える。内閣府による戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）革新的深海資源調査技術（以下、本事業）は、2018年度から2022年度までの5年間、省庁の枠を超え、基礎研究から産業化までを一気通貫で挑戦的な開発目標を達成するという野心的な国家プロジェクトである。

本事業がターゲットとしている海域は、東京から南東方向に約1,950km離れた南鳥島沖合の深海底にある。そこでは、水深5,000mを超える海底下にレアアースを含む遠洋性堆積物（レアアース泥）が広く分布している。そこに存在するレアアースの濃集帯とその賦存量を正確に調査し、さらなる効率的な調査技術と生産技術を開発し、環境影響評価を含めた産業化モデルを構築するというのが本事業の趣旨である。

3年目となる2020年度までに、南鳥島沖深海底のレアアース概略賦存量の算出、資源探査のための複数の自律型無人探査機（AUV）を運航するシステムの開発、地球深部探査船「ちきゅう」を用いたレアアース泥回収のための解泥・採泥・揚泥と環境影響調査に資する技術開発、島嶼国を中心とした周辺国との関係構築などで多くの進展が見られている。そのなかで特筆すべき点を紹介したい。

海底レアアースの資源探査技術

まず、曳航式サブボトムプロファイラ（SBP）という音響探査手法とピストンコアリングによる実際の深海底からの地層採取との詳細な比較により、レアアースを高濃度で含む海底下の地層の特徴を3次元的に捉えることで濃集帯の特定に成功したことが挙げられる。2021年度以降はAUVを導入し、さらに精密で効率的な探査手法が可能となる。

一方で、AUVは近い将来の海洋調査や海底探査の主力となりうるものと期待されている。しかし、海中では電波が通じないことや必要な動力（電池）補充をどうするかなど挑戦すべき課題も多い。本事業では、測位や通信を通してAUVをコントロールする自律型洋上中継機（ASV）の機能向上を図ることで、1機のASVで5機のAUVを同時に運用する隊列制御技術や、AUVの充電と採取データの交換を可能にする海底ステーション技術を開発し、AUVの100時間を超える連続複数機運航を可能にする仕組みを構築しようとしている。この仕組みにより、将来的には陸上局からASVを介してAUVによる深海底調査を可能とすることが期待される。

レアアース泥の生産技術

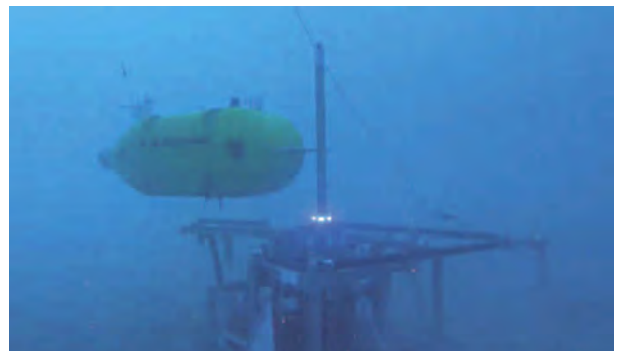
最も技術的なハードルの高い課題、深海からレアアース泥を引き上げる生産技術について紹介したい。深海への環境影響を最小限に抑えるために検討が進んでいるのは、閉鎖系での二重管循環方式による回収技術である。それを可能にするには、地球深部探査船「ちきゅう」の能力を最大限に生かしながら、レアアース泥を解かして回収しやすい状態にするための「解泥」、揚泥管内の流体循環に乗せるための「採泥」、6,000mの深海底から揚泥管を通して船上まで上げる「揚泥」の技術確立が必要となる。2020年度までには、すでに、それらを統合するシステム設計が完了し、数値シミュレーションおよび大型模型を使った陸上での模擬試験などを実施している。

産業化モデルの構築については、2019年度にレアアースの精製を試験的に実施し、将来に向けてより効率的な精製方法の検討を進めている。また、環境調査に関しては、2019年度末に南鳥島沖の海底での1年分の観測データを回収し、調査を継続しながら、データ解析を実施している。それらの成果を公開しながら、将来的な資源開発の際に、できるだけ環境に負荷をかけず、周辺諸国とも良好な関係を築いていくため、環境保全と開発の両立を心がけている。

本事業も残すところ2年となり、技術開発の出口戦略を意識しながら、産業化を進める段階に入りつつある。本事業の未来は、海洋国家としてのわが国の将来像とも無関係ではない。実際の産業化に至るまでには、多くの課題を克服していく必要があるが、事業当初に描いた目標の達成に向けて、着実に目に見える成果があがってきている。このようなハードルの高い事業に思い切って挑戦することによって、さまざまな分野で活用できる画期的な技術が生み出され、新たなイノベーションにつながることを期待されている。

（SIP革新的深海資源調査技術）

本事業ホームページ <http://www.jamstec.go.jp/sip2/j/>



AUV 海中充電の実用化に向けた試験
この実用化により、海底探査効率が格段に向上することが期待される。