



An initiative of
Economist Impact and The Nippon Foundation

海洋酸性化の克服に向けたアプローチ

危機の深刻化と行動計画の重要性

ECONOMIST
IMPACT

日本
財団
THE NIPPON
FOUNDATION

本報告書について

『海洋酸性化の克服に向けたアプローチ』は、Economist Impact と日本財団の海洋環境保全イニシアティブである『Back to Blue』の一環として Economist Impact が作成した報告書で、海洋酸性化が生態系にもたらす影響の緩和と、政府・自治体やその他組織による取り組み、そして行動計画が担う役割を検証することを目的としている。

本報告書の作成にあたっては、複数の専門家を対象として詳細にわたる取材を行った。ご協力をいただいた下記の皆様（敬称略・所属組織のアルファベット順に記載）には、この場を借りて御礼を申し上げたい：

- **Global Ocean Acidification Observing Network**
共同議長
Plymouth Marine Laboratory
科学研究統括ディレクター
Steve Widdicombe

- **International Alliance to Combat Ocean Acidification**
エグゼクティブ・ディレクター
Jessie Turner
- **Pacific States Marine Fisheries Commission**
シニア・プログラムマネジャー
Caren Brady
- **Plymouth Marine Laboratory**
海洋生物学者
Helen Findlay
- **笹川平和財団 海洋政策研究所**
主任研究員
小林 正典
- **東京大学**
大気海洋研究所 教授
藤井 賢彦

本報告書の執筆は Denis McCauley、編集は近藤奈香が担当した。

目次

序論	3
1. 行動計画の重要性	4
2. 取り組みの現状	7
3. 行動計画の策定に向けて	10
おわりに	15
脚注	16

序論

世界は今、海洋酸性化* [ocean acidification] の進行が海の生態系や沿岸部経済にもたらす影響に対して危機感を強めている。この現象が貝類にもたらす深刻な被害が初めて報告されたのは 15 年前のことだ。それ以来、世界の研究機関は関連データの収集を継続的に進めてきた。科学者コミュニティも、世界の海域・沿岸部で集積されたデータを活用し、海洋酸性化の原因・影響に関する数多くの研究を発表している。

一方、環境保全アドボカシー組織や慈善団体、政府間組織はこうした研究成果を元に、世界的な認知度向上やさらなる研究活動への資金支援といった取り組みを進め、各国政府に具体的な対策の実施を求めている。

しかし政府レベルの海洋酸性化対策は、遅々として進んでいない。深刻な状況に懸念を示し、国際的枠組みを通じた対策推進の意向を示しているが、この問題に特化した行動計画* (action plan = アクションプラン) を策定済みの国は、本報告書の執筆時点でわずか 10 カ国程度にとどまっている。国内における海洋酸性化に対する認知度向上と対策を進めるためにも、政府レベルの取り組み加速は喫緊の課題だろう。

今回取材を行った専門家は、行動計画の策定・推進を積極的に支持する立場を取っている。海洋酸性化対策が、気候変動をはじめと

する海洋環境管理イニシアティブの一環として、重要な位置を占めることは言うまでもない。だが目標を明確化し、国・地域・地方レベルのコミットメントを促し、状況悪化に歯止めをかけるためには、海洋酸性化に特化した行動計画が不可欠だ。一部の非政府組織 [NGO]・研究機関は独自のプランを打ち出しているが、政府のそれに比べれば影響力は限られる。国レベルの取り組みは、その意味でも不可欠だ。

地方自治体レベルでは、世界各国の参考となるような事例が既に見られる。米国の太平洋沿岸部でいくつかの州が進める取り組みはその代表的な例だ。海洋酸性化が生態系・地域経済・雇用にもたらす深刻な影響を世界に先駆けて発信してきたこれらの州は、既存の研究成果を活用し、詳細にわたる行動計画の策定・遂行とリソース支援を積極的に進めている。

今回の調査結果で注目に値するのは、北米で蓄積されてきた経験・知見が、他地域の参考事例として有効であるという点だ。行動計画を打ち出すにあたり、あらゆる政府・自治体が北米と同レベルの研究活動やリソースを確保できるわけではない。しかし成功に向けたビジョン、タイムライン、責任分担、計画内容の定期的見直し・更新といったベストプラクティスを戦略に盛り込み、行動計画の実現に向けたリソース拡充と実行体制の強化を図ることは可能だろう。

* 海洋酸性化：大気から吸収される二酸化炭素 [CO₂] の増加に伴い海水の酸性度が上昇する現象

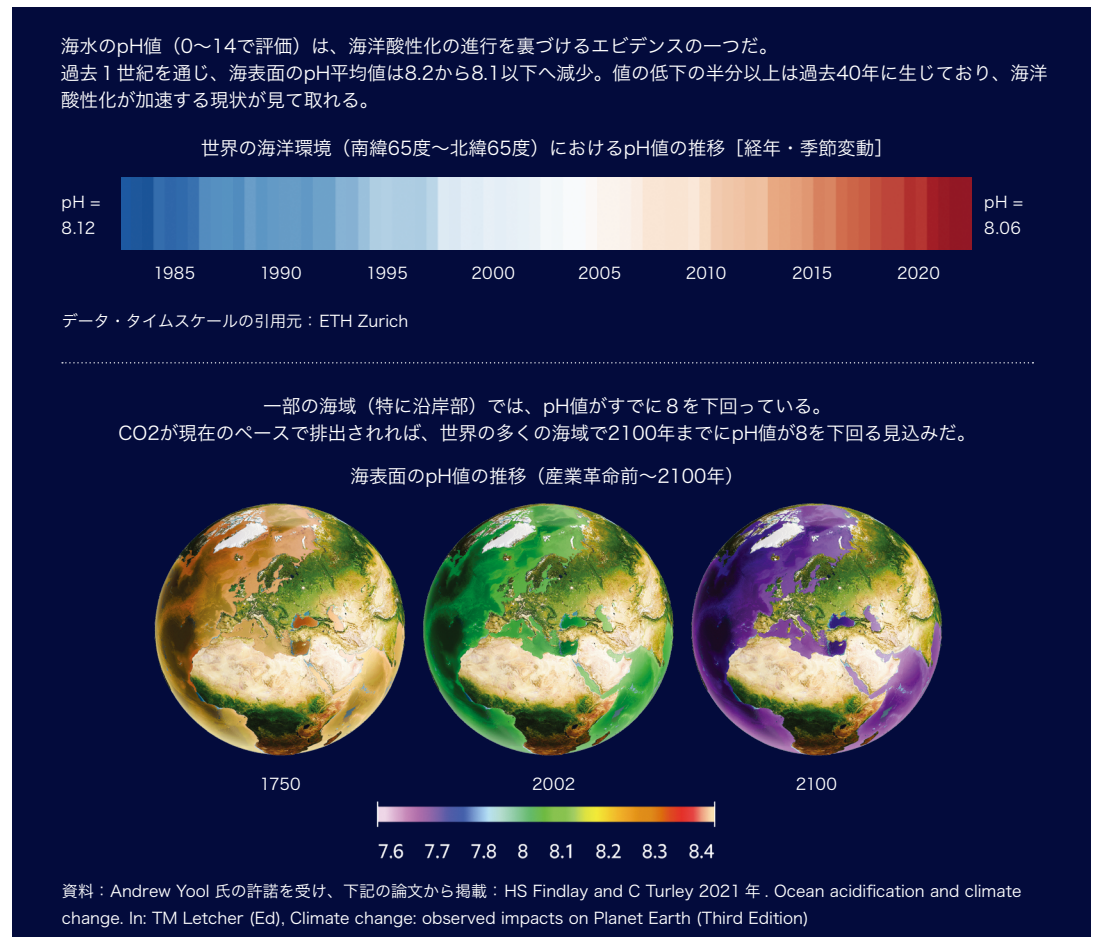
** 行動計画：目標達成に向けた戦略・方針と共に、実施すべき具体的なアクション（行動）を策定・管理する計画のこと

1. 行動計画の重要性

海洋酸性化が海の生態系や（食料・雇用・経済面でそれに依存する）沿岸部コミュニティにもたらす脅威はますます深刻化しつつある。海洋酸性化の直接的原因となっているのは、人類の活動により発生する二酸化炭素 [CO₂] の増加だ。大気中に毎年放出される CO₂ の 30%程度

は海に吸収されており、地球温暖化の軽減にもつながっている。しかし CO₂ は海の吸収力を上回るペースで増加しており¹、海水の水素イオン濃度指数 [pH] 低下と酸性化の進行に拍車をかけている。

図 1：海水のイオン濃度指数 [pH] は低下の一途を辿っている



海洋酸性化がもたらす影響は、科学的に証明された事実だ。例えば、太平洋北西部で2007～08年にかけて発生した牡蠣幼生の大規模死滅では、孵化場の海水酸性度上昇が原因として特定されている²。最近では、米国太平洋沿岸部におけるアメリカイチョウガニの幼生の殻の脆弱化と海洋酸性化の関連性が研究によって解明された。個体成長の遅れにつながるだけでなく、地元養殖産業の収益にも影響を及ぼすなど事態は深刻だ³。また大西洋北東部でも、地元漁業に不可欠な大西洋ガラや冷水サンゴ礁へもたらす被害が報告されている⁴。

ある研究結果によると、CO2 排出量が現状レベルで推移した場合に海洋酸性化が及ぼす影響は極めて深刻だ。特に翼足類・二枚貝軟体動物・温水域に生息するサンゴなどの海洋生物については、今世紀末までに破壊的ダメージをもたらす可能性が高いという⁵。

国連は海洋酸性化が生物多様性・食物連鎖・経済活動に及ぼす影響を“海の緊急事態”[ocean emergency] の一つと見なし、持続的な開発目標 [SDGs 特に目標 14.3] の一環として対策実施を呼びかけている⁶。

対策の必要性

米国太平洋沿岸部における取り組みの経験・知見をベースに設立された The International Alliance to Combat Ocean Acidification [海洋酸性化の克服に向けた国際連合 = OA アライアンス] は、求められる対策を六つのカテゴリーに分類している⁷：

- 大気中の CO2 削減
- 気候変動が海洋環境にもたらす影響の科学的解明
- 海洋酸性化の深刻化につながる地域レベルの汚染解消
- 気候変動の影響に対する海洋環境・沿岸コミュニティの保護
- 一般市民の認知度向上
- 国際・多政府間組織による世界規模かつ継続的な対策支援

特にデータ収集・共有や研究能力の強化といった領域では、国際的連携が不可欠だ。

しかし、気候変動の関連領域における事例が示すように、最も効果が高いのは国・地方レベル（特に政府・自治体）の対策だ。既にいくつかの政府・自治体は行動計画を策定しているものの、さらなる取り組みの拡大が求められる。

「行動計画の策定は、海洋酸性化という問題の認知度向上と対策推進に有効だ」と指摘するのは、英国 Plymouth Marine Laboratory [プリマス海洋研究所 = PML] の科学研究統括ディレクターで、Global Ocean Acidification Observing Network [全球海洋酸性化観測ネットワーク = GOA-ON] の共同議長を務める Steve Widdicombe 氏。「政府が環境問題としての重要性を公に認め、具体的アクションとリソース支援にコミットするという（行動計画の）象徴的意味合いも、取り組み強化につながる」と指摘する。（同氏が共同代表者を務める Ocean Acidification Research for

Sustainability Programme [持続可能性向上に向けた海洋酸性化研究プログラム= OARS]⁸は、海洋酸性化に関するエビデンスを政策・法案に活用することを目標の一つとして掲げている。

一方、笹川平和財団 海洋政策研究所の主任研究員 小林正典氏によると、海洋酸性化対策は（この問題に特化するかしらないかに関わらず）、海洋環境回復に向けた国・地域レベルの取り組みの一環として重要な位置を占めるといふ。「政府は酸性化を含めた海洋環境の問題解消に向け、統合的かつ包括的なアプローチで対策を進めるべきだ。」

Widdicombe 氏によると、各国が打ち出す対策はそれぞれの環境に応じて変化する可能性が高い。「しかし海洋酸性化対策を環境政策・法制の一環として機能させることは重要だ。行動計画を打ち出せば、こうした政策・法制面の連携を促進できるだろう。」

OA アライアンスが掲げるミッションの一つは、政府その他機関による行動計画策定の支援だ。2016年に設立され、国・州・地域レベルの政府・自治体、(北米などの)先住民族グループ・自治体、企業、研究機関など合計120の組織が参加する同アライアンスは、メンバーと

協力し、行動計画案の策定とプロセス遂行支援に向けたツールキットを開発した。同アライアンスのエグゼクティブ・ディレクター Jessie Turner 氏によると、既にいくつかの行動計画が発表されたが (P.7の表1参照)、政府機関との連携を通じた策定作業の多くは試行錯誤を繰り返しながら現在も続いている。

「海洋酸性化に関する科学研究は、(特に地域単位の影響評価と効果的ソリューションの特定という意味で)依然として発展途上にある」といふ。「科学的知見・情報の行動計画への活用は、政策開発・管理応用の分野で最先端の取り組みといえる。海洋酸性化の行動計画作りを通じ、現在多くの政府が模索を続けており、OA アライアンスも知見・ベストプラクティスの共有という形で支援を行っている」と同氏は語る。

Turner 氏によると、OA アライアンスの取り組みは自主的な性格が強い。「アライアンスは“有志による同盟”であり、行動計画の策定が法的に義務づけられているわけではない。取り組みに必要な時間・リソースを確保するのは、我々にとっても政府にとっても大きなチャレンジだが、問題の克服には不可欠だと考えている。」

2. 取り組みの現状

今回行われた二次調査と専門家への取材では、行動計画の策定・推進に向けた取り組みの進捗状況と地理的分布に偏りが見られることが明らかとなった。OA アライアンスの参加メンバーのうち、海洋酸性化に特化した行動計画を策定・公開した政府は現在 42 のうち 10 にとどまっている。

表 1 が示すように、行動計画が最も多くの策定されているのは米国だ。例えばワシントン州は 2012 年、数年にわたるカキ養殖業者への深刻な影響を受け、世界に先駆けて計画を策定・

発表した。（また同州は行動計画の定期的な内容更新を行う唯一の組織だ。）

米国は現在のところ国レベルの計画を未策定だが、連邦政府は国務省と国立海洋大気庁 [NOAA] の管轄の下、2023 年末を目処に策定を進めている（後者は国レベルの海洋酸性化プログラムの運営を 2011 年以降担当）。同計画は、2023 年 3 月に大統領官邸 [ホワイトハウス] が発表した Ocean Climate Action Plan [海洋気候行動計画] の追加的戦略措置を補完する役割を担う見込みだ⁹。

表 1：海洋酸性化に特化した既存の行動計画

組織	公開年
米国 ワシントン州	2012 年（2017 年に更新）
スウェーデン	2017 年
カリフォルニア州	2018 年
オレゴン州	2019 年
California Coastkeeper Alliance [カリフォルニア沿岸部保護アライアンス]	2019 年
メイン州	2019 年
メリーランド州	2020 年
ハワイ州	2021 年
シアトル州	2021 年
ガラ・ギーチャー文化圏（米国）	2021 年
オランダ	2022 年
カナダ ブリティッシュコロンビア州	2023 年

注：本表の対象は、領土に近接する水域を管理する政府・自治体などの行政機関によって策定された行動計画で、NGO・研究機関によるものは含まれていない。後者に関しては、例えば OA アライアンスのウェブサイト、海洋自然保護団体 Ocean Conservancy と米国ワシントン大学 海洋酸性化研究センターの行動計画が紹介されている。

資料：OA アライアンス (<https://www.oaalliance.org/member-examples>)・デスクリサーチ

OA アライアンスのウェブサイトによると、ヨーロッパではオランダ・スウェーデンが既に行動計画を「策定済み」だが¹⁰、米国の事例と比べると内容の詳細や具体的コミットメントに関する情報の不足が目立つ。ただし両国は、オスパー条約とその加盟国が参加するオスパー委員会メンバーを務めている¹¹。同委員会は2023年、管轄海域における海洋酸性化の状況を検証した報告書を作成し、加盟するヨーロッパ15カ国を対象に科学研究・政策面の提言を発表¹²。また現在、具体的対策へのコミットメントを含む行動計画の作成に取り組んでいるという。

一方、表1が示すとおり、アジア太平洋地域の国々では行動計画の策定が進んでいない。同地域では2016年にPacific Island OA vulnerability assessment [太平洋島嶼部における海洋酸性化の脆弱性評価]¹³が発表され、海洋酸性化に関する科学研究も活発に行われている。また太平洋島嶼国の多くは、国連会合においてこの問題がもたらす脅威に懸念を表明しており、フィジー政府も国家海洋政策の一部として海洋酸性化対策を盛り込んでいる¹⁴。ニュージーランドも、Commonwealth Blue Charter [海洋利用に関する連邦憲章]の一環として海洋酸性化アクション・グループなどの政府間イニシアティブへ積極的に参加し、主導的な役割を果たしている。同国は国立大気水圏研究所を通じた監視・研究プログラムを進めているが、正式な行動計画は依然として策定していない。

笹川平和財団・日本財団¹⁵など、日本でも海洋酸性化の原因・影響にまつわる国際的研究を積極的に支援する組織が多く見られるが、国レベルの行動計画は現時点で実現していない。海洋政策研究所の小林氏は、同国の科学者コミュニティが行動の必要性をより強く訴える必要があると考えている。複数の省庁が並行して海洋政策を管轄する現状も、国レベルの取り組み進展を阻んでいるという。

東京大学 大気海洋研究所教授の藤井賢彦^{まさひろ}氏も、取り組みの遅れに懸念を示す海洋科学者の一人だ。日本では、沿岸部の海洋生物への影響に関する科学的エビデンスの蓄積が進んでいない。「そのため、国による対策の緊急性が必ずしも理解されていない。日本では行動計画の策定という取り組み自体が発展途上であることも問題だ。海洋酸性化の深刻化は動かざる事実であり、政府による取り組みの推進が急務となっている」という。

一方、OA アライアンスのTurner氏は「特定地域における監視・研究活動の推進は、政府の取り組みを後押しする要因となる。しかし研究成果や海洋生物への影響に関するデータが十分蓄積されていなくても、行動計画は策定可能だ。行動計画が持つ真の価値は、社会経済・文化的背景から重視すべき知識ギャップの解消に向け、政府の道筋づくりを後押しすることにある。この点に留意して、取り組みを積極的に進めるべきだ」と指摘する。

同氏が一例として挙げるのは、域内組織・専門家との連携を通じて2018年に地域初の監視プロジェクトを発足させたWestern Indian Ocean and Marine Science Association [西インド洋海洋環境・科学連合]だ。同連合は2022年に報告書を発表し、同地域における海洋酸性化の現状評価と、域内6カ国（ケニア・タンザニア・モザンビーク・南アフリカ・モーリシャス・セイシェル）を対象とする将来的研究活動の提言を明らかにした¹⁶。「域内諸国の政府はこうした取り組みを支援し、行動計画を通じて研究成果を活用すべきだ」と同氏は考えている。

藤井氏も、「日本のような国がエビデンスの普及・確立まで行動を怠れば、海洋酸性化が市民の健康・生活に及ぼす影響の規模・深刻度・コストはさらに大きくなる」と警鐘を鳴らす。

英国は依然として行動計画を未策定の国の一つで、プリマス海洋研究所の科学研究統括ディレクター Steve Widdicombe 氏は 2018 年、英国の環境・食糧・農村地域省 [Department of Environment, Food and Rural Affairs = DEFRA] の要請により、科学者メンバーの一人として海洋酸性化の動向・影響に関する研究・監視・分析活動の政策案作成に携わった。しかし、現在までに実際の政策として採用されたのは、そのごく一部だ。この現状は、国レベルの行動計画を通じた対策に後る向きな政府の姿勢を反映するものだという。

その大きな要因となっているのは財源不足だ。「政府は海洋酸性化の脅威を憂慮しながらも、対策実行に不可欠なリソースを確保しておらず、既存環境法制の一環として海洋酸性化への対策を盛り込むというアプローチを取っている。実際に取り組みやリソース支援が行われれば歓迎すべきことだが、現行の取り組みで海洋酸性化の対策推進に欠かせない危機意識の醸成と認知度向上が進むとは思えない。この問題に特化した政策の策定・遂行が喫緊の課題となっているのはそのためだ」と同氏は指摘する。

科学的知見の政策活用を阻む要因

海洋酸性化対策の連携において、現在主導的な役割を果たしているのは米国だ。同国は長い経験の蓄積を通じ、連邦・州政府が監視・研究活動へ協同で投資するというユニークな伝統を築き上げてきた。Turner 氏によると、「こうした経験が（海洋酸性化に関する）具体的提言・アクションの推進支援に役立っている」という。

だが同氏が指摘するように、全ての国・地域がこうした環境や研究基盤を備えているわけではない。アフリカ・太平洋島嶼部・ラテンアメリカなどの新興国では、現地レベルの取り組み推進に不可欠なデータ収集体制も十分整備されていないという。「こうした国々が近隣海域にお

ける海洋酸性化のトレンドや生態系への影響の深刻度を把握するためには、国内沿岸部に特化したデータ収集・研究活動が必要だ。生息環境の修復や汚染軽減の取り組みでは、副次的なメリットを期待でき、追加的データの必要性も低い。しかし、気候レジリエンスの高い漁業・養殖業へのシフトといった取り組みには、国内外組織からの情報提供・資金支援が不可欠だ」と Turner 氏は指摘する。

行動計画が未策定であっても、多くの国々は海洋酸性化の監視・研究・影響緩和・適応といった対策を打ち出しているが、有用な情報の特定やその活用法といった課題に直面している。「海に面する国々の多くは、温室効果ガス削減や、沿岸部の監視・研究活動、農業用水・廃水流出を対象とした汚染管理プログラム、漁業管理・海洋植物回復といった取り組みを進めている。」しかし、海洋酸性化に関する情報をいかにこうした活動へ役立て、既存政策・目標管理の強化につなげるかという発想はほとんど見られないという。

既存戦略を海洋酸性化対策に応用するというアプローチは有効だが、行動計画の実現にはさらなるステップが求められる。プリマス海洋研究所の Widdicombe 氏は、「既存の取り組み活用は重要だが、単なる焼き直しでは効果がない。現行戦略にどのような課題があり、どのような情報が不足しているのかを特定し、その解消に取り組む努力も必要だ」と指摘する。

同研究所の海洋生物学者 Helen Findlay 氏が特に憂慮しているのは、担当者の配置替えが頻繁に行われる政府の現状だ。「近年、主要職員の配置替えが目まぐるしく行われており、政府内でこの問題に対応可能な関係者を把握するだけでも一苦労だ。新たな担当者に状況の深刻さを説明し、対策の重要性を理解してもらう作業を何度も繰り返さなければならない」という。

海洋酸性化の既存政策ガイド

海洋酸性化に特化した政策・行動計画の数は依然として限られている。しかし国レベルの取り組みのベースとなりうる国際・地域的枠組みはいくつか存在する（表2・3参照）。海洋利用に関するコモンウェルス憲章の海洋酸性化アクショングループは、海洋政策担当者を対象に作成されたハンドブックの中でこうした枠組み・協定をリスト化¹⁷。さらに、将来的な海洋酸性化対策の立脚点として活用可能な国レベルの気候政策を紹介している（表4参照）。コモンウェルス事務局の許諾を得て、本調査のテーマに関連性の高い表を下に抜粋する。

表2：既存の政策（国際レベル）

分野	枠組み	主要な目的	海洋酸性化との関連性
生物多様性	国家管轄権外区域の海洋生物多様性 [BBNJ] のための枠組み	国家管轄権外区域における生物多様性の保全に向けた、新たな国際条約の締結を目的とする国連の取り組み。生物多様性の保護と海洋資源の持続可能な利用に関する同条約は、海洋遺伝資源、地域ベースの管理ツール、影響評価、能力強化、技術移転などを考慮の対象としている	太平洋小島嶼開発途上国 [PSIDS] は、海洋酸性化を同枠組みの対象とするよう要請
生物多様性	国連生物多様性条約 [CBD]	生物多様性の保全、その構成要素の持続可能な利用、および遺伝資源の利用から生ずる利益の公正かつ衡平な配分を目標として掲げている 生物多様性損失の原因への対応に向け、『愛知目標』と呼ばれる戦略的目標の達成を模索。全世界の政府・社会における重要課題としての認識向上、生物多様性の損失につながる圧力の軽減、生物資源の持続可能な利用などに取り組んでいる	理解の深化、対応能力の強化や認知度向上など、海洋酸性化への対策推進に大きく貢献している 『愛知目標』の目標10は「気候変動・海洋酸性化といった人為的環境破壊が脆弱な生態系（例：サンゴ礁）にもたらす影響を2015年までに軽減し、統合性、機能、その他目標との関連性の維持に取り組む」と謳っている。目標8・11も海洋酸性化との関連性が高い

<p>気候変動</p>	<p>国連気候変動枠組条約 [UNFCCC]</p> <p>2015年に採択されたパリ協定が 主要な枠組み</p>	<p>温室効果ガスの排出量を世界的に制限するためのプロトコルを定めた国際条約。CO₂排出量の削減目標策定とその達成に向けた行動を義務化している。</p> <p>パリ協定は、世界的な平均気温上昇を産業革命以前の水準より2°C未満、可能な限り1.5°C未満に抑えることを目指している</p> <p>この協定は『国が決定する貢献』[NDC]を通じた緩和・適応に重点を置き、国単位の排出量目標と対策推進を求めている。気候変動に関する英連邦首脳声明[Commonwealth Leader's Statement on Climate Action]は「COP21で採択された合意を実行に移すため、実践的かつ迅速な行動」の重要性を強調している</p>	<p>UNFCCCは、海洋環境、海洋酸性化や、CO₂との関連性について明記していないが、海洋酸性化は「気候変動がもたらす環境への悪影響」の一つとして認知されている。また『国が決定する貢献』[NDC]では、適応・レジリエンス強化など、海洋酸性化対策につながる方策が選択肢となる。現在のところ14カ国のNDCが海洋酸性化に言及(Gallo et al, 2017)。国単位の法規制も、NDC実行のベースとして重要な役割を果たしている</p>
<p>沿岸部の環境保護</p>	<p>ラムサール条約</p>	<p>湿地の保存と持続可能な利用に関する国際条約。沿岸部における気候変動への適応が活動に含まれている</p>	<p>海洋酸性化は脅威の一つとして認知されているが、この問題に特化した対策は打ち出していない。ただし、気候変動に対する沿岸部の環境保護と適応が対象となっている</p>
<p>海洋環境保護</p>	<p>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条約 [ロンドン条約(1972年)及びロンドン議定書]</p>	<p>廃棄物の海洋投棄規制を通じた海洋汚染の解消に取り組む。人為的活動に由来する海洋汚染への対策を最も早く打ち出した国際条約の一つ</p>	<p>海洋環境におけるCO₂排出は廃棄物の投棄と見なされないため、海洋酸性化との関連性は低い。ただしCO₂増加につながる恐れのある意図的活動(例:富栄養化)は規制対象となっている</p>

<p>海洋環境保護</p>	<p>国連海洋法条約 [UNCLOS]</p>	<p>海洋関連活動を対象とした法規制に関する包括的な枠組みの確立を目的とする。あらゆる汚染源の回避・削減・管理を通じた海洋環境の保護・保全を国際レベルで国に義務づけた唯一の条約</p>	<p>議論の余地はあるが、海によるCO₂の吸収は同条約の管轄とされている (Herr et al., 2014)。また同条約は海洋酸性化を優先課題の一つとし、政府・組織・機関レベルの研究活動と海洋生態系（特にサンゴ礁）への対策推進を呼びかけている</p>
<p>持続可能な開発</p>	<p>国連海洋科学の10年 (2021～30年)</p>	<p>海洋環境悪化の抑制と、海洋科学の活用による持続可能な開発推進に向けた国際的枠組みの構築を目的とする構想で、UNESCO 政府間海洋学委員会 [IOC] が素案を作成。ネットワークの整備、新興国の支援、海洋技術の活用、監視活動の促進に取り組んでいる。</p>	<p>海洋酸性化を重要な環境問題、最重要研究課題の一つと認知している</p>
<p>持続可能な開発</p>	<p>国連持続可能な開発目標 [SDGs]</p>	<p>国連総会で採択された国際目標で、貧困の解消、地球環境の保護、平和と繁栄の実現といった目標の2030年までの達成を目指している。SDGsは17の目標で構成され、持続可能な開発に向けた海洋・海洋資源の活用を目標14『海の豊かさを守ろう』で掲げている。SDGsの推進・調整は国連開発計画が統括</p>	<p>目標14.3は「あらゆるレベルでの科学的協力の促進などを通じて、海洋酸性化の影響に対処し最小限化する」と謳っている。その関連指標である14.3.1は「承認された代表標本抽出地点で測定された海洋酸性度 (pH) の平均値」をグローバル指標として掲げており、国レベルでの適用・遵守や、国・地域的組織を通じた情報収集、世界・地域別の予測値算出を推奨している</p> <p>目標13（気候）、目標11（都市の持続可能性）、目標7（クリーンエネルギー）、目標2（飢餓の解消）も海洋酸性化との関連性が高い</p>

資料：A Policymakers' Handbook for Addressing the Impacts of Ocean Acidification, Commonwealth Blue Charter Action Group on Ocean Acidification, Christina M. McGraw, Kim I. Currie, Cliff S. Law, Jesse M. Vance (2021) (<https://thecommonwealth.org/new-policy-handbook-help-governments-fight-ocean-acidification>)

表 3：既存の政策（地域レベル）

分野	枠組み	主要な目的	海洋酸性化との関連性
食料安全保障・持続可能性	地域漁業管理機関 [RFMO] 世界全体に 17 の RFMO が存在	対象地域において漁業の権益を有する国々で構成される国際機関。特定地域で全ての水産資源を管理する、あるいは広範囲を対象に回遊性の高い魚（例：マグロ）を管理するなど、様々なレジームが存在。水産資源に関する持続可能な管理、拘束力を持つ保護・管理措置の遂行を担っている	目的・活動内容共に海洋酸性化との関連性は限定的
海洋環境保護	南極海洋生物資源保存管理委員会 [CCAMLR]	オキアミ漁業への関心の高まりを受け、南極条約制度の一環として 1982 年に発効。南極における海洋生物資源の保全に向け、26 カ国が加盟している	同委員会は、海洋酸性化の影響に関する情報収集、そして対策（海洋保護区の設置や南極海洋生物資源の予防的漁獲高制限など）に関する理論的根拠の提供といった技術的役割を担える可能性がある (Herr et al., 2014)
海洋環境保護	オスパール条約 （1992 年）	大西洋北東部海域における環境保護の国際協力を統括する条約。15 の加盟国と欧州委員会の代表メンバーで構成される	海洋酸性化の深刻度・規模に関する調査・監視・評価を実施し、効果的な対策を検証 同条約の協調的環境監視プログラム [CEMP] では、海洋酸性化に関する補足事項が 2012 年に追加された

海洋環境保護・生物多様性 [カルタヘナ条約](#)

カリブ海的环境保護を目的とした地域単位の法的取り決め。船舶からの油流出と沿岸諸国の協力義務、特別海洋保護地区と野生生物[SPAW]、そして陸上活動に起因する海洋汚染防止の技術的側面に関する三つの議定書が締結された

共同戦略の策定・実施、相互利益の分野における実証プロジェクトの推進など、[The Ocean Foundation](#)との連携を通じた海洋酸性化対策に取り組んでいる

海洋環境保護・水質 [地域海洋評議会](#)

域内の国・州・準州などで構成される評議会。地域・国レベルの政府機関・地域機関・グループ間で調整を行い、海洋・沿岸部の環境課題について地域ベースで取り組む

監視、研究、教育、コミュニティ・アウトリーチといった活動を支援し、海洋酸性化の理解向上に取り組む。水質汚染防止法制を通じた沿岸部の海洋酸性化対策推進に向け、地域規模の行動計画（例：[カリフォルニア州](#)・[オレゴン州](#)・[北東地域海洋評議会](#)）や、陸上・淡水域の政策に関する情報発信を行っている（[US 303d](#)）

資料：A Policymakers' Handbook for Addressing the Impacts of Ocean Acidification

表 4：既存の政策（国レベル）

分野	枠組み	主要な目的	海洋酸性化との関連性
生物多様性	生物多様性国家戦略	<p>国連生物多様性条約の締結を契機として策定された。2020 年生物多様性目標（カナダ）は、四つの目的と 19 の目標を掲げている</p> <p>ベリーズ気候変動適応政策は、気候変動を考慮に入れた活動・政策の推進を世界の政府機関に提唱。生物多様性の保全に向けた認知度向上と啓発活動は、最も重要度の高い取り組みの一つ</p>	<p>生物多様性の向上には海洋酸性化対策が欠かせない</p> <p>生物多様性に関する教育活動は、海洋酸性化の認知度向上と対策推進につながる可能性が高い</p>
気候変動	<p>国家行動計画・国家適応計画</p> <p>コモンウェルス加盟国、その他の国々による気候変動計画の詳細については Scotford et al. (2017) を参照</p>	<p>英国で 2008 年に制定された気候変動法 [Climate Change Act] は、法的拘束力を持つ CO2 削減目標と 5 年単位の炭素予算の策定、政府への諮問を行う気候変動委員会の発足、排出権取引制度の設置に向けた権限の付与、年次報告の義務化を謳っている。同法は 2019 年に改正され、2050 年までのネットゼロ達成が法的拘束力を持つ目標として定めた</p> <p>フィジーの国家適応計画は、ステークホルダーとの協議を通じて特定された 160 の気候変動適応策を掲げている</p> <p>パプアニューギニア気候変動（管理法）2015 は、「緩和・適応に向けた活動を通じ気候変動に適応した開発」を推進・管理するため気候変動・開発局 [CCDA] を設置</p> <p>セントルシアの国家気候変動適応政策は、気候変動への対応準備・対策に向け、包括的な適応策の推進を謳っている</p>	<p>英国の気候変動法（2008）は、気候変動に伴う主要リスクの一つとして海洋酸性化を挙げ、対策の必要性を明記している</p> <p>フィジーの国家適応計画も脅威の一つとして海洋酸性化を認知。国家海洋政策でも、持続可能な海洋管理目標の達成に向けた重要課題の一つとして海洋酸性化を挙げている</p>

<p>沿岸部の環境・生態系 保護</p> <p>国家沿岸管理法</p>	<p>南アフリカにおける環境管理：2008年に施行された統合沿岸管理法は、沿岸管理のプロセスに気候変動適応のアプローチを導入した</p>	<p>国・国際レベルの両方で導入が進む海洋空間計画には、海洋酸性化の問題を含めることが可能</p>
<p>経済</p>	<p>南アフリカ政府による戦略的イニシアティブ『オペレーション・パキサ』は、経済成長・雇用創出・貧困解消の推進に向け、海洋資源の活用拡大に取り組んでいる</p>	<p>2016年に設置された22の海洋保護区によって、水産資源の保全と汚染軽減を図ると共に、環境レジリエンス強化を支援</p>
<p>持続可能性</p>	<p>2015年に英国ウェールズで制定された『未来世代法』は、繁栄かつ低炭素な社会の実現、生態系レジリエンスと気候変動への適応力強化などを通じた持続可能な開発と“ウェルビーイング目標”の達成を謳っている (Scotford et al., 2017)</p> <p>オーストラリアで1999年に制定された『環境保護及び生物多様性保全法』は、生態系の持続可能な開発遵守・促進の観点から、活動に関する年次報告を義務づけている (Scotford et al., 2017)</p>	<p>サステナビリティとCO2削減に向けた陸上ベースの取り組みは、海洋酸性化にもプラスの影響を及ぼす可能性が高い</p>

<p>海洋酸性化</p>	<p>米国 連邦海洋酸性化研究・モニタリング法 (2009 年)</p>	<p>連邦政府内の組織による海洋酸性化対策の調整を担う省庁間作業部会 [IWG-OA] の設置を、海洋科学技術準委員会に指令</p>	<p>海洋酸性化の影響を受ける可能性がある資源・生態系に関する研究・管理を義務化し、研究プログラムと補助金制度を設置 (Billé et al., 2013)。州レベルの法規制についてはリンク先の資料を参照：The Ocean Foundation Ocean Acidification Guidebook for Policymakers</p>
<p>海洋環境</p>	<p>国家海洋政策</p>	<p>多くの国は、海洋経済資源と生態系保護に向けた国家海洋政策を打ち出している</p>	<p>ソロモン諸島の国家海洋政策は、気候変動対策の重要性を指摘し、リスク・脅威の最小化・軽減に向けた戦略を掲げている (Turner and McIntosh, 2019)。</p>
<p>水質</p>	<p>水質浄化法</p>	<p>米国の『水質浄化法』[CWA] は、規制のベースとして水質基準の設定を州政府に義務づけている</p>	<p>同法は海水の pH 値に関する規制を明記。一方、カリフォルニア州の水質管理計画は、pH 値の上限を設け、0.2 以上の超過を禁じている。州政府は汚染水域と 1 日あたりの負荷に関する報告義務を負う (Arce, 2016)。</p>

資料：A Policymakers' Handbook for Addressing the Impacts of Ocean Acidification

3. 行動計画の策定に向けて

行動計画の策定に際しては、留意すべき点が二つある。それは“あらゆる場所で適用可能”な行動計画など存在しないこと、そして計画の策定に詳細な内容や明確なコミットメントが必須というわけではないことだ。例えば、米国フロリダ州ジャクソンビルからノースカロライナ州ジャクソンビルにまたがるガラ・ギーチー文化圏 [Gullah/Geechee Nation] は、2021年に独自の行動計画を発表した。同計画はわずか5ページという短さだが、海洋酸性化が近隣海域にもたらす脅威や対策推進に向けた意気込みを謳い、市民の認知度向上や具体的対策の提言（例：海草場の保護・回復）など、限られたリソースで実践可能なアクションを明記している¹⁸。

ただし、政府・自治体レベルで連携を通じた長期的行動計画を策定する場合には、達成すべき目標やその具体的道筋などを詳細にわたり明示すべきだ。北米で公開されたプランの多くには、(OA アライアンスのツールキットに見られるような) 計画立案の要諦が数多く示されており、参考事例として非常に有用だ。特に太平洋沿岸部の自治体による計画は、取り組みを成功に導く上で鍵となる次のような要件を（全てあるいは一部）満たしている。

成功に向けたビジョンを明示：計画は全面遂行された場合の成果を明らかにしている。カリフォルニア州が策定した計画に含まれる六つの戦略では、将来的に実現可能なビジョンの一環として5年後に達成を目指す目標をそれぞれ記載。例えば、自然を活用した海洋酸性化の

緩和とCO₂回収に向けた戦略では、「州内の河口部・沿岸部全域における海草藻場・昆布棚・塩性沼沢の保護・回復を正式な政策として打ち出し、積極的な対策・資金支援を推進する」と謳っている¹⁹。

ビジョンの実現に向けた戦略・方策を明確化：太平洋沿岸部州の行動計画は、海洋酸性化対策に向けた五つあるいは六つの戦略、そして各戦略に関する具体的方策を掲げるなど、OA アライアンスのツールキットを概ね反映した内容となっている（詳細については第1章を参照）。その多くで一つ目あるいは二つ目の戦略として示されているのはCO₂の排出量削減だ。プリマス海洋研究所の海洋生物学者 Helen Findlay 氏は、「CO₂が海洋酸性化の主要因であることは、既に広く知られている。しかし我々が繰り返し伝えなければ、市民が問題の本質を見誤り、周辺的な取り組みに重点がシフトしかねない。こうした方策も重要だが、CO₂削減そのものに取り組みなければ、事態を根本的に改善するのは難しい」と指摘する。

太平洋沿岸部州の行動計画は、CO₂削減と共に次のような対策を打ち出している：

- **監視・研究活動：**ワシントン州の行動計画は、「州内海域における様々な要因の相対的影響を（数値化し）、生態系への生物学的影響を（理解する）」ための監視・研究活動推進を掲げている²⁰。

- **酸性化の原因となる陸上由来の汚染軽減：** Port of Seattle [シアトル港湾局] が公開した行動計画では、管理下にある港湾・空港施設の雨水管理強化に向けた具体的対策を明記²¹。一方、ワシントン州の計画は、「海洋酸性化に関連する水質基準制定の必要性を検証」するための方策を掲げている²²。
- **適応とレジリエンス強化：** カナダ ブリティッシュコロンビア州は、適応戦略の策定に向けた試験計画を資金面で支援する、あるいは「海洋酸性化緩和策の一環として持続可能な水産養殖業構築プロジェクトへ投資する」など、「海洋の酸性化・酸素欠乏による影響の緩和、適応、レジリエンス強化」を目的とする 12 の方策を打ち出している²³。
- **認知度向上：** オレゴン州の行動計画は、「海洋酸性化・酸素欠乏に関する研究成果・影響・ソリューションの発信に向けたコミュニケーション・プランと啓発資料の作成」を、複数の省庁関係者・ステークホルダーで構成される OAH Council [海洋酸性化・酸素欠乏対策委員会] のタスクとして定めている²⁴。

図 2：行動計画策定・推進の鍵となる要因



- **国内・国際レベルの連携・アドボカシー：** カリフォルニア州の行動計画は、海洋酸性化の現状把握・対策推進、国レベルのパートナーシップ構築、連邦政府との連携強化、国際的取り組みの支援を目的とし、太平洋沿岸地域におけるイニシアティブへの積極参加と主導的役割の強化を謳っている²⁵。
- スケジュール・資金源：** オレゴン州の行動計画は、付録セクションで各方策の遂行スケジュールを示し、その多くについては必要な費用の概算も明らかにしている²⁶。
- 責任の明確化：** 行動計画を成功に導くためには、責任分担の明確化が不可欠だ。海洋汚染に関する様々な問題（プラスチック汚染など）を対象とした最近の研究によると、連携・監視体制が十分でなく、方策が義務化されていない国レベルの行動計画の多くは、効果面で問題を抱えているという²⁷。現時点で海洋酸性化に関する行動計画を法的に義務づけるのは難しい。しかし計画の運営・遂行などについて責任の所在を明らかにし、対策実施とその成果に関する報告の仕組みを確立することは可能なはずだ。多くの省庁・部署が並行して管轄権を持つ、プログラムが乱立

するといった状況が生じれば、計画策定作業の円滑な進行を阻みかねない。その意味でも、こうした取り組みは重要だろう。

「こうした仕組みを実現する最もシンプルな方法は、計画遂行に役割を特化した政府委員会を設けることだ」と指摘するのは、Pacific States Marine Fisheries Commission [太平洋沿岸州海洋漁業委員会] のシニア・プログラムマネジャーで、オレゴン州 OAH Council の共同議長を務めた経験を持つ Caren Braby 氏。「NGO にその役割を任せ、計画遂行と（必要に応じた）政府機関との連携の権限を与えるの

も有効な方法だ」という（詳細については下の囲み記事を参照）。

定期的な計画見直し・更新のルール化：カリフォルニア州は「州内外で蓄積された経験・知見を継続的に活用するため」、5年毎の計画見直し・更新を義務づけている。ワシントン州も同様のルールを設けており、2017年に作業を実施した。Widdicombe 氏は、「定期的な見直し作業は、成功を収めた部分とそうでない部分を検証し、取り組みを改善するために欠かせない。行動計画を固定化することは避けるべきだ」と指摘する。

海洋酸性化・低酸素化への対応に向けたオレゴン州初の行動計画

オレゴン州 OAH Council [海洋酸性化・酸素欠乏対策委員会] の前共同議長 Caren Brady 氏は、2019～25年を対象とする同州初の行動計画案策定に携わった専門家の一人だ。『Back to Blue』の下、Economist Impact は同計画の成果、策定・遂行面で効果的だったポイント、取り組みの改善点や他国が学ぶべき教訓について取材を行った。

Economist Impact [EI]：OAH Council の行動計画を通じて現在までに達成できた主な成果を教えてください

Brady 氏：特筆すべき成果は三つあると考えています。二つは州内における直接的な影響、残る一つはより広域における成果です。一つ目は、州議会に戦略的な視点を提供することで、長年にわたり政策担当者の懸案だった海洋酸性化の研究活動への追加的資金支援が認められたことです。詳細にわたる行動計画を策定したことで、現在そして将来的投資が州のどのようなニーズを満たし、気候・沿岸部の環境にどのような成果がもたらされるのかが明確になりました。例えばオレゴン州中央部に位置し、海洋資源の宝庫あるいは世界トップクラスの海洋学研究所の拠点（オレゴン州立大学に所属）として知られるヤーキーナ湾では、議会の認めた財源を活用し、海洋酸性化に関するパラメータなど（海水温・塩分濃度・酸素濃度等）を観測する施設を設置しました。海洋酸性化は水産業に及ぼす影響を及ぼしており、監視ネットワーク上の大きなギャップを埋められたことは重要な成果だと考えています。

二つ目は、真水と海洋酸性化の相関関係について認知度向上を図れたことです。例えば、環境質省 [Department of Environmental Quality] は米国水質浄化法 [Clean Water

Act] の下、汚染規制整備の一環として評価ツールを開発し、有害藻類ブルーム [HABs] が生成する生物毒素や酸素欠乏・酸性化が水質に及ぼす影響を監視しています。三つのパラメータは海におけるデータ収集・対策を進める上でも欠かせません。これらを活用すれば、海洋酸性化の影響軽減に向けた地域別の対策を打ち出すことができるからです。陸上由来の汚染を軽減することで、気候変動による海・沿岸部の環境悪化に歯止めをかけることも可能でしょう。淡水環境においてはさらなる取り組みが必要ですが、国内政府機関で初めて水質評価ツールを導入した同省の試みは評価されるべきです。

個人的に最も重要だと考えている三つ目の成果は、太平洋北西沿岸部州（カリフォルニア州・ワシントン州・（カナダの）ブリティッシュコロンビア州）との政策連携を実現できたことです。各州が行動計画を発表して以来、世界各国の政府機関から大きな反響がありました。「自国でも適用できる有効なアプローチだ」というフィードバックが数多く寄せられています。その多くは OA アライアンスに加入し、それぞれの環境に適したイノベティブなアプローチで行動計画の策定に取り組むと共に、地域・地方・世界レベルでの対策推進に向けて私たちが開発したツールキットの改善を進めています。

EI：オレゴン州の行動計画には、各方策の遂行にかかる費用の概算を明記するというユニークな特徴があります。なぜ費用に関する情報を記載したのですか？

Brady 氏：オレゴン州は経済規模が比較的小さく、財政面で課題を抱えています。具体的方策とその実施にかかる費用の概算を併記すれば、州議会・外部資金提供者が投資の妥当性と実現可能性を判断しやすくなると考えました。数字を示せば、数百万ドル規模の莫大な投資が必要になるといった誤解も生じません。提案する取り組みの規模を正確に伝えるためにも有効なアプローチだと思います。方策の多くは、オレゴン州下院法案 3114 号に基づいて財源を確保しました。現在進行中のプロジェクトは、それほど規模が大きくないですが、いずれも非常に意義深い取り組みです。

EI：行動計画の策定・遂行面で改善すべき点がありますか？

Brady 氏：計画遂行上の責任分担をより明確にすべきだったと思います。取り組み開始当初から課題となっていました。政策策定機関である OAH Council の執行・資金調達能力は限られています。そのため行動計画の円滑な遂行に向け、メンバーや自治体の関係者がリソース確保に奔走する必要がありました。結果的にはスムーズな連携を実現できましたが、十分なリソースを持つ政府委員会が計画遂行を担う、あるいは自治体組織による遂行を政策的に義務づけるといった対応がより効果的だったかもしれません。

EI：行動計画の策定に取り組む他の政府機関・組織に何かアドバイスはありますか？

Brady 氏：二つあります。一つ目は、OA アライアンスが開発したツールキットを活用し、その内容に忠実な案を策定することです。OA アライアンスが提示する六つのガイドライン

はオーガナイズの枠組みとして極めて有用で、計画実行に向けた部門間の連携や目標の共有、複数地域にまたがる資金活用をスムーズに進めることができました。このガイドラインに従えば、行動計画の策定・遂行にまつわる取り組みを全て完結することが可能です。プロジェクトの骨子として活用しながら、それぞれの優先課題や政策目標、組織の能力に最適な規模の枠組みを設定すれば、非常に有用なオーガナイズ・コミュニケーション・ツールとなるでしょう。

二つ目は、理想を掲げながら実践面にも配慮することです。短い期間を念頭に置いた行動計画は、実現可能な方策と成果があってこそ真の価値を発揮できると思います。

海洋酸性化と草の根レベルの啓蒙活動

ワシントン州の行動計画は、海洋酸性化が生態系に及ぼす脅威への認知度向上に向け、学校・水族館・食品会社・部族共同体といったローカルグループの活動を長年紹介している²⁸。同州は本報告書で紹介した政府・自治体の中で唯一こうした取り組みを進めているが、草の根レベルの啓蒙活動は他の地域でも見られる（その一部については、行政が関与せず独自に活動を推進）。

例えば英国では、海洋科学者グループによる認知度向上の取り組みが行われている。その担い手の一人であるプリマス海洋研究所の Helen Findlay 氏は、研究活動の合間を縫ってイングランド南西部における海洋酸性化の教育プログラムを手がけている。参加者は、国・自治体職員や漁業・その他の企業関係者、若者世代の学生などだ。Findlay 氏によると「海洋酸性化の認知度は極めて低く」、科学的知識を持たないオーディエンスにその脅威を伝えることは容易でない。「多くの人々は、化学の話に拒否感を抱き、酸性化のメカニズム・影響を自分事として捉えることができない。プラスチック汚染のような可視化が難しいことも、こうした傾向に拍車をかけている」という。問題の深刻さを実感してもらうため、同氏が特に力を入れているのは、（政策担当者・企業関係者向けの場合）経済・食物連鎖への潜在的影響、あるいは（学生向けの場合）牡蠣・ホタテなど知名度の高い貝類への被害といった側面を取り上げることだ。

海洋酸性化に対する一般市民の理解が深まれば、行動計画の策定や政府による対策を後押しする可能性が高い。また Widdicombe 氏によると、「河口部の農業関係者が用水路への肥料流入量を減らす、塩性沼沢の牧草地転換に取り組む」といった直接的効果も期待できるという。

おわりに

本報告書でここまで検証してきたように、北米（特に太平洋沿岸部）では行動計画の策定・遂行を通じた大規模な海洋酸性化対策が行われている。しかし同地域のような先進的取り組みは、その他地域でほとんど進んでいないのが現状だ。ただし正式な行動計画は存在しないものの、有効な対策を打ち出す政府・その他組織は世界各地に数多く見られる（スペースの制約から本報告書では取り上げていない）。Jessie Turner氏によると、OA アライアンスも各国政府がその管轄地域内で実施されている様々な取り組みを把握し、その支援や連携サポート、政策・管理体制強化への活用を進める後押しを積極的に行っている。2025年に開催される次の国連海洋会議までには、アジア太平洋地域・ラテンアメリカ・アフリカ・ヨーロッパ・北米などの地域でいくつかの行動計画が策定される見込みだという。

行動計画案の作成作業には人的資源・資金が欠かせない。北米太平洋沿岸部の自治体は、海洋環境保護に関する既存の省庁間委員会やマルチステークホルダー・グループを活用しながら計画策定を進めることができる。その他の地域にはこうした選択肢が必ずしも存在しないが、OA アライアンスの持つ専門的知見を活用可能だ。また国連機関や Prince of Monaco

Foundation [モナコ大公基金] や Ocean Foundation [海洋財団] をはじめとする一部慈善団体も、資金・その他の支援を提供している。

海洋酸性化の克服に向けた行動計画から、今後どのような成果を期待できるのだろうか？開始から5～6年で大きなインパクトを残すのは難しいが、短期間で一定の成果を生み出せる領域もある。例えば、政府・自治体が雨水・排水管理インフラを整備すれば、用水路への有害物質の流入を削減可能だ。また沿岸部用地の海草藻場・マングローブ林・塩性沼沢への転換を法制化すれば、海洋酸性化の影響緩和につながる可能性が高い。研究・分析活動の推進により、各地域の海洋生物に及ぼすダメージをより正確に把握できれば、政策設計・効果検証の質を高められる。こうした取り組みの効果は、数十年という長い年月を経なくても実感できるはずだ。

ただし、行動計画には長期的視点が不可欠だ。「一年もあれば計画自体は作成できる。しかしその遂行は（ある意味で）永遠に終わりのない作業だ」とTurner氏は指摘する。「我々には、海洋酸性化にまつわる知見・エビデンスを、海洋環境保護という領域全体で継続的に共有・活用する努力が求められている。」

脚注

- 1 世界の CO2 排出量は増加の一途を辿っており（2020 年を除く）、2022 年には推計 375 億トンに達している：Global Carbon Project, Global Carbon Budget 2022. 参照：https://www.globalcarbonproject.org/carbonbudget/22/files/GCP_CarbonBudget_2022.pdf
- 2 海洋酸性化が幼生にもたらす影響と海水の pH 値改善を通じた科学者の効果的取り組みは、下記報告書に記録されている：
A Barton, G Waldbusser, R Feely et al, "Impacts of Coastal Acidification on the Pacific Northwest Shellfish Industry and Adaptation Strategies Implemented in Response" (2015 年). 参照：<https://ir.library.oregonstate.edu/downloads/5425kc600>
- 3 N Bednaršek et al, "Exoskeleton dissolution with mechanoreceptor damage in larval Dungeness crab related to severity of present-day ocean acidification vertical gradients", Science Direct 716 (2020 年 5 月 10 日).
参照：<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969720301200>
- 4 E McGovern et al, OSPAR, "The 2023 Quality Status Report for the North-East Atlantic" (2023 年).
参照：<https://oap.ospar.org/en/ospar-assessments/quality-status-reports/qsr-2023/other-assessments/ocean-acidification/>
- 5 JF Gattuso et al, "Contrasting futures for ocean and society from different anthropogenic CO2 emissions scenarios", Science 349 (2015 年).
参照：<https://www.science.org/doi/10.1126/science.aac4722>
- 6 SDGs 目標 14.3 は「あらゆるレベルでの科学的協力の促進などを通じて、海洋酸性化の影響を最小限化し、対処する」と謳っている。
参照：<https://www.undp.org/sustainable-development-goals>
- 7 OA Alliance, Action Plan Toolkit. 参照：https://static1.squarespace.com/static/6006d84247a6a51d636dd219/t/601974f15fb0532cfd71eb4/1612281246910/OAlliance_APToolkit_FINAL.pdf
- 8 GOA-ON, "Ocean Acidification Research for Sustainability Programme". 参照：<http://www.goa-on.org/oars/overview.php>
- 9 "Ocean Climate Action Plan: A Report by the Ocean Policy Committee". Issued by the inter-agency Ocean Policy Committee.
参照：https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2023/03/Ocean-Climate-Action-Plan_Final.pdf
- 10 モナコ公国は『Monaco Ocean Acidification Plan』[モナコ海洋酸性化計画]を 2015 年に発表している。しかし同計画では、政府による具体的対策へのコミットメントではなく、研究やデータ収集・共有、一般市民の認知度向上に向けた国際協力の推進が謳われている。
参照：https://www.iucn.org/sites/default/files/import/downloads/monacoactionplan_6june_1_1.pdf
- 11 オスパー条約 [北東大西洋の海洋環境保護のための条約] は 1998 年に発効。
- 12 E McGovern et al, OSPAR, "The 2023 Quality Status Report"
- 13 Secretariat of the Pacific Regional Environment Programme, "Pacific Islands Ocean Acidification Vulnerability Assessment" (2016 年).
参照：<https://www.sprep.org/publications/pacific-islands-ocean-acidification-vulnerability-assessment>
- 14 Republic of Fiji National Ocean Policy 2020-2030.
参照：<https://library.sprep.org/sites/default/files/2021-05/Fiji-National-Ocean-policy-2020-2030.pdf>
- 15 日本財団は Economist Impact とのパートナーシップを通じ、海洋環境保全イニシアティブ『Back to Blue』を推進。本報告書もその一環として作成された。
- 16 Western Indian Ocean Marine Science Association, Report on Ocean Acidification Monitoring in the Western Indian Ocean (2022 年).
参照：<https://www.wiomsa.org/wp-content/uploads/2022/11/WIOMSA-2022-Report-on-Ocean-Acidification-Monitoring-in-the-Western-Indian-Ocean.-WIOMSA-Series-4.pdf>
- 17 A Policymakers' Handbook for Addressing the Impacts of Ocean Acidification, Commonwealth Blue Charter Action Group on Ocean Acidification, Christina M. McGraw, Kim I. Currie, Cliff S. Law, Jesse M. Vance (2021) (<https://thecommonwealth.org/new-policy-handbook-help-governments-fight-ocean-acidification>)
- 18 ガラ・ギーチャー人はアフリカから米国南部へ連行されてきた奴隷の子孫。その文化圏は、フロリダ州からノースカロライナ州の東部にまたがる沿岸部・島嶼部に広がっている。
- 19 Gullah/Geechee Nation Ocean Action Plan. 参照：<https://static1.squarespace.com/static/6006d84247a6a51d636dd219/t/60465ada4527ce729fe97d4f/1615223516458/GullahGeechee-Nation-Ocean-Action-Plan-1.pdf>
- 20 State of California Ocean Acidification Action Plan (2018 年). 参照：<https://static1.squarespace.com/static/6006d84247a6a51d636dd219/t/604658605514f45a465cee4d/1615222991968/California-OA-Action-Plan-Final-1.pdf>
- 21 2017 Addendum to Ocean Acidification: From Knowledge to Action. Washington State' s Strategic Response (2017 年).
参照：https://oainwa.org/wp-content/uploads/2023/01/2017_Addendum_BRP_Report_fullreport.pdf
- 22 Port of Seattle Ocean Acidification Action Plan (2021 年). 参照：https://www.portseattle.org/sites/default/files/2021-07/Port_OA_Action_Plan.pdf
- 23 Addendum to Ocean Acidification: Washington State' s Strategic Response
- 24 British Columbia Ocean Acidification and Hypoxia Action Plan (2023 年).
参照：<https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/environment/climate-change/adaptation/climate-risks/bc-ocean-acidification-hypoxia-action-plan.pdf>
- 25 Oregon Ocean Acidification and Hypoxia Action Plan, 2019-2025 (2019 年).
参照：<https://www.oregonocean.info/index.php/ocean-documents/oah-hypox/oah-action-plan-2019-2025/1958-8-19-19-oah-action-plan-d9/file>
- 26 State of California Ocean Acidification Action Plan
- 27 Oregon Ocean Acidification and Hypoxia Action Plan
- 28 University of Portsmouth Global Plastics Policy Centre, Effectiveness of national action plans (2023 年).
参照：<https://plasticpolicy.port.ac.uk/research/national-action-plans/>
- 29 Addendum to Ocean Acidification: Washington State' s Strategic Response

ロンドン

The Adelphi, 1-11 John Adam St,
London WC2N 6HT,
United Kingdom
Tel: (44.20) 7576 8000
Fax: (44.20) 7576 8500
Email: london@economist.com

ジュネーブ

Rue de l'Athénée 32
1206 Geneva
Switzerland
Tel: (41) 22 566 2470
Fax: (41) 22 346 93 47
Email: geneva@economist.com

ニューヨーク

750 Third Avenue
5th Floor
New York, NY 10017
United States
Tel: (1.212) 554 0600
Fax: (1.212) 586 1181/2
Email: americas@economist.com

ドバイ

Office 1301a
Aurora Tower
Dubai Media City
Dubai
Tel: (971) 4 433 4202
Fax: (971) 4 438 0224
Email: dubai@economist.com

香港

1301
12 Taikoo Wan Road
Taikoo Shing
Hong Kong
Tel: (852) 2585 3888
Fax: (852) 2802 7638
Email: asia@economist.com

シンガポール

8 Cross Street
#23-01 Manulife Tower
Singapore
048424
Tel: (65) 6534 5177
Fax: (65) 6534 5077
Email: asia@economist.com