



Back to Blue

An initiative of
Economist Impact and The Nippon Foundation

海洋化学汚染の克服と 規制が果たすべき役割

『海に忍び寄る新たな危機』 第5章

ECONOMIST
IMPACT

日本
財団
THE NIPPON
FOUNDATION

報告書について

陸上・大気・河川・排水路などで見られる化学物質汚染は、過去数十年で悪化の一途を辿っている。これまでも度々対策が講じられてきたが、その深刻さが明らかとなったのはつい最近のことだ。栄養素・重金属・残留性有機汚染物質 [Persistent Organic Pollutants = POPs]・排水などに含まれる化学物質は、様々な形で環境へ流出し、土壌・帯水層・食物連鎖、あるいは南極・高地・低地をはじめとする極地帯など、地球上のありとあらゆる場所で検出されている。近年は自然環境・人体への害を示す多くのエビデンスが明らかになっており、この問題が気候変動・生物多様性の損失と並ぶ（あるいは両者との相互作用により）深刻な脅威になるという認識が広まりつつあるのだ。

化学汚染の構造的問題が取り上げられる際には、人の生活と密接に関わる陸上環境に焦点が当たることが多い。海洋環境における化学汚染の規模や潜在的影響 — またその喫緊性 — も同様に深刻だが、未だ十分に認識されていないのが現状だ。同報告書は、海洋化学汚染に対する認知度を高め、海洋環境における化学物質汚染の防止・緩和・減少に向けた取り組みを促進すべく作成された。主な目的は、海洋環境の“汚染ゼロ”実現というよりも、『Back to Blue』の掲げる理念に沿って）現実的かつ踏み込んだ目標・方策を提示することにある。

『Back to Blue』発足の契機となったエコノミスト・インパクトのグローバル・アンケート調査（2021年実施）では、海洋環境問題の二大関心事にプラスチック汚染と化学物質汚染が挙げられた（3番目に回答が多かったのは気候変動）。報告書『海に忍び寄る新たな危機 — 有害化学物質による海洋汚染と克服に向けたビジョン・方策』が明らかにする通り、これら三つの問題は、複雑に、深く絡み合っている。

地表面積の70%、居住可能空間の99%を占める¹海洋環境は、あらゆる生命体にとって極めて重要な存在だ。しかし化学物質汚染の規模や、海洋環境（海洋生物・生物多様性・生態系機能など）への影響については、十分な科学的検証が行われていない。同報告書では、現時点で明らかな影響、そしてさらなる研究が急務となる領域を明らかにしてゆく。

この問題への対応が急務である大きな理由は、一刻も早く行動を起こさなければ、極めて大きな脅威となることだ。そのため同報告書では、汚染軽減に向けた具体的な方策を、ステークホルダーごとに提起している。こうした取り組みはあくまでも出発点に過ぎない。同報告書の発表後、『Back to Blue』は問題克服に向けたロードマップを打ち出すことを次の目標としている。

海洋環境の重要性

同報告書の対象となるのは、深海・沿岸・湾岸・河口部など、水圏の中でも海水の存在する“海水域”で、サンゴ礁・藻場・マングローブ林・干潟・堆積層・水柱といった多様な生態系が見られる場所だ。河川・水路・地下水を含む淡水域も、海・沿岸地域への汚染経路として取り上げるが、基本的には調査の対象外であることに留意いただきたい。

“この問題への対応が急務である大きな理由は、一刻も早く行動を起こさなければ、極めて大きな脅威となることだ”

海水域は地球上の生命体にとって不可欠な存在だが、その重要性は著しく過小評価されている。数十億単位の人々に食料源を供給するだけでなく、大気中の酸素の半分以上を生成し、炭素吸収源として地球温暖化のブレーキ役も担う。また漁業・海運・観光・娯楽・資源開発など、経済的にも重要な役割を果たしている。化学汚染によって、数十兆ドル規模の市場が失われる可能性を考えても、極めて深刻な事態と言わざるを得ない。

これまで人類は、有害物質・廃棄物を無尽蔵に吸収・分解可能な存在として海を扱ってきた。しかしこうした考え方は誤りだ。研究は途上にあるが、化学物質が海洋環境にもたらす害については既に明らかな点も多い。ホッキョクグマ・プランクトン・海中植物・タツノオトシゴなどの海洋生物相からより広範な生態系まで、深刻な影響を及ぼしていることは動かざる事実だ。また化学物質の生産拡大に伴い、汚染が悪化しつつあることにも異論の余地はない。問題克服に向けた早急な取り組みが求められているのはそのためだ。

人類の活動が気候変動の大きな原因であることは、これまでの科学研究からも明らかだが、海洋化学汚染も同様に人為的問題であり、これら二つの問題には密接な相関関係がある。化学物質が気候変動のもたらす負の影響を増幅する一方、気候変動（海水温上昇・大気中のCO2濃度上昇に伴う海水の酸性化・塩分濃度上昇など）も化学物質の有害性を悪化させることが知られている。こうした負の循環に歯止めをかけるためには、二つの問題へ同時に対処する必要があるのだ。

海洋環境の生物多様性（つまり“多様な生態系とそれによって生じる自然界の摂理”²）は、気候変動や汚染、水産資源の乱獲などによって急速に損なわれつつある。この問題を放置すれば、海洋生態系の破壊はさらに深刻化するだろう。生物種の減少は、陸上・海洋環境に共通する問題だ。しかし後者には未知の部分も多く、被害の実態把握が難しいという点で大きく異なる³。

生物多様性、そしてそれを支える複雑な生物の相互作用に及ぶ害は、海洋生態系の機能・回復力にも影響を与えている。同分野の研究は依然として黎明期にあり、海水温度の上昇や酸性化、化学物質汚染、海洋産物の乱獲などを含む産業開発がもたらす悪影響も十分に解明されていないのが実状だ。しかし海洋環境における化学物質汚染の悪化が、人類の生活、そして気候・炭素の循環など地球上の生態系機能の損失（あるいは破壊）につながることは間違いない。

海洋環境と化学物質汚染

海洋環境汚染に対する関心は近年高まっているが、その焦点となっているのはプラスチック汚染の問題だ。今回取材を行った専門家の多くが指摘する通り、この問題は目に見えやすく、感情に響きやすい。鼻にストローが刺さったウミガメや、死んだクジラ・海鳥の胃から取り

出される大量のプラスチックごみの映像が強い印象を与えることを考えれば、注目が集まるのは当然と言える。

化学物質汚染とも深く関わるプラスチック汚染は、複雑かつ重大な脅威だ。しかし次のような理由から、化学物質汚染はそれ以上に深刻な問題と言える：

- 化学物質汚染は物理的に目に見えづらいため、(ウミガメの映像のような) 視覚的イメージを認知度向上に活用することが難しい。こうした特徴が、汚染の実態解明と危機意識の醸成を妨げている。
- 合成化学物質の生産・開発は急速に拡大しており、今後数年から数十年間でさらに加速する可能性が高い。その重要な背景となっているのは、環境配慮や持続可能性のある社会への移行、つまり“グリーン・トランジション” [green transition] の推進だ。
- 化学物質の生産拠点は、規制・施行体制が発展途上にある中・低所得国へとシフトしつつある。対策が一定の効果を上げている高所得国も、開発・イノベーションの加速とそれに伴う汚染リスクに直面し、さらなる対応を迫られている。
- 多くの科学者は、汚染の影響評価に向けたさらなる研究の必要性を訴えている。数万種に上る化学物質の多くで、人体・環境への影響がほとんど解明されていない現状を考えれば、科学者の懸念は驚きに値しない。
- 海洋化学汚染は先進国にとっても脅威だが、その影響は発展途上国で特に顕著になりつつある。こうした国々は化学物質の主要消費地ではなく、市民・生態系に対する影響が注目されにくい。

同報告書が明らかにする通り、この問題に対する危機意識は依然として低い。世界は今、事態の打開に向けた早急な取り組みを求められているのだ。

主要な化学物質と汚染源

最近発表された研究によると、世界には少なくとも 35 万種の合成化学物質が存在し、毎年数千種が新たに開発されている。そしてその多くについては、人体・環境への影響がほとんど解明されていない⁴。毒性の高さから使用が禁止された場合も、代替品から有害物質が検出される(“残念な代替” [regrettable substitution] と呼ばれる) ことも少なくない。

使用禁止・制限・代替措置の対象となった化学物質は、過去数年で数百種に上る。特に有害性が高いのは、残留性有機汚染物質 [Persistent Organic Pollutants = POPs] と呼ばれる物質で、長距離を移動し環境・生物相に深刻な脅威をもたらす恐れがある。これまでに数百種の化学物質が POPs に認定されているが、一部の研究者は対象とすべき化学物質がさらに数千種あると考えている。

世界には膨大な数の化学物質が存在しており、同報告書の中で有害性の高いものを全て網羅することは難しい。今回組織された専門家パネルの助言により、危険性が危惧される化学物質は、以下三つへの影響・関与の高さを軸に分類されている：

- 自然環境 (特に海洋環境)
- 人体の健康
- 経済 (経済的影響の数値化は、『Back to Blue』イニシアティブが掲げる長期的目標の一つ)

有害性が特に高いPOPsは、主要汚染源の一つであり、同報告書でも大きく取り上げている。他にも重金属・栄養素・農薬・プラスチック・医薬品・放射性物質・石油製品・家庭用化学製品、そして擬似残留性化学物質[pseudo-persistent chemicals]なども深刻な汚染源だ。しかしこれら化学物質の大半は、現在のところ使用禁止・制限の対象となっていない。

同報告書では現時点の影響評価を元に対象を選別しているが、有害化学物質の数は今後さらに増えるはずだ。また今後の研究によって、海洋化学汚染の影響がより広範かつ深刻であることが判明する可能性もある。

海洋環境における化学物質汚染の現状を評価するためには、特に二つの観点から分析を行う必要がある：

- 有害化学物質は海洋環境にどのような影響を及ぼしているのか？
- どのような経路をたどって海洋環境へ流出しているのか？

一つ目について正確な答えを導き出すためには、さらなる研究が必要だ。個々の化学物質、あるいは化学物質の混合物がもたらす自然環境への影響については、特にそうだと言える。二つ目の点を明らかにするためには、まず化学物質のバリューチェーンに関わる様々なステークホルダーを特定しなければならない。例えば、化学セクター（これまで汚染コストの多くを外部化してきた）や、その顧客となる企業（工業製品の95%以上が化学物質を使用）、投資家、規制当局・政府関係者（浚渫・防衛など汚染源となる公共事業者も含む）、廃品・リサイクル業者、市民社会などはそれにあたるだろう。

消費者もステークホルダーとして重要な存在だ。海洋汚染の原因となる化学物質には、殺虫

剤・肥料・プラスチックといった消費者向け製品（“新たに懸念される化学物質” [chemicals of emerging concern] と呼ばれることもある）も含まれているからだ。また過去数十年を通じた沿岸部都市の増加・拡張、世界的な人口・所得増加などを背景に、医薬品・パーソナルケア製品による汚染も急速に悪化している。

こうした現状を踏まえ、同報告書では原料となる原油や鉱物、金属の採掘・処理など、製造前の段階も視野に入れながら、化学製品のバリューチェーンに関する分析を行っている。例えば、原料採掘と製造の両方を手がける大手石油・ガス会社（例：Exxon Mobil・Shell・BP）は、大きな責任を担うべき存在だ。また化学セクターによる説明責任の問題も、重要なテーマとなるだろう。長期的成長が見込まれる同業界は、海洋汚染に深く関与しながらも、厳格な規制の対象となっていない。

都市ごみや電子廃棄物、未処理排水など、製品ライフサイクルの出口にあたる処分・廃棄 [end of life] 段階も海洋汚染の大きな原因となっている。例えばプラスチック製品は、製造段階で様々な化学物質が使われるだけでなく、分解によってマイクロプラスチック・ナノプラスチックを生成。海水中の化学物質を吸収し、長距離を移動することで汚染を悪化させている。

規制当局は、（少なくとも理論的には）原料の採掘・抽出から廃棄までのライフサイクル全体を監視すべき存在だ。厳格な規制の施行・徹底、他地域・国との連携、事業移転などを通じた企業による“規制逃れ”の防止といった取り組みは、汚染対策を進める上で極めて重要な意味を持つ。欧州委員会 [European Commission] の調査によると、規制の施行は人体・環境にもたらす影響の軽減や、水質レベルの改善など様々な効果をもたらしているという。

規制を効果的に活用すれば、生産者による共通基準の遵守、あるいは廃棄処分や海洋環境への影響を視野に入れた製品設計を促すことも可能だろう。

“何もしない”ことのリスク

海洋環境の化学物質汚染は、ほとんどが人為的なものであり、過去100年に発生したものだ。そして化学物質の生産・イノベーションは、今後数年から数十年にかけて加速する見込みで、規制環境が発展途上にある国々がその中心となる可能性が高い。対策が講じられなければ、海洋化学汚染は更に大幅に悪化する可能性が高い。

“厳格な規制の施行・徹底は、汚染対策を進める上で極めて重要な意味を持つ”

現在そして将来的な汚染の範囲・規模・影響と、それに伴う損失の評価は、科学者・環境活動家にとって喫緊の課題だ。脅威の実態が明らかになれば、対策の実効性も高まるだろう。“何もしない”という選択肢も存在するが、現実的には何らかの対策が講じられる可能性の方が高い。過去数年で、問題に対する危機感がさらに深まっているからだ。例えば国連環境計画[UNEP]は、化学物質・プラスチック・廃棄物による汚染を、気候変動・生物の多様性損失と相関関係にある三大人為的危機の一つに認定した。また国際連合[国連]は、汚染問題を海洋環境の持続可能性が「深刻な脅威に晒される」重大な背景と考えており、『持続可能な開発目標』[SDGs] 達成の鍵を握る要因と位置づけている。科学誌 New Scientist も 2021 年中旬に発表された記事に、“化学物質汚染が地球の三大危機

である理由”という見出しを掲げ、危機感をあらわにした⁵。一方、Stockholm Resilience Centre は過去十年間、この問題を地球上で人間が安全に生存できる限界“プラネタリー・バウンダリー” [planetary boundary] の一つと見なしている。

だが危機意識を高める言葉も、具体的行動につながらなければ意味がない。汚染の実態には依然として不明な点も多く、さらなる研究の推進と資金確保が欠かせないだろう。ただし問題の全容解明をただ待つ時間は残されていない。数万種に上る化学物質の検証には数十年という時間が必要だが、その間にも着実に悪化する汚染を傍観している余裕はないからだ。世界で近年広まりつつある“予防原則”^{*} [precautionary principle] という考え方に基づき、一刻も早く対策を講じることが求められている。

対策を進める上で特に大きな責任を負うのは、化学セクターやその顧客となる企業だ。気候変動と同様、汚染の影響を前提とした企業活動は取り組みの第一歩となるだろう。

世界が何もしなければ、海洋化学汚染のさらなる悪化は避けられない。化学製品の生産拡大が大きな要因であるのは確かだが、規制とその実行体制や製品設計の問題、家庭・工業排水処理体制・廃棄物管理体制の不備など、対応すべき課題はその他にも数多くある。

今回取材を行った専門家が特に大きな課題と考えているのは、“海は廃棄物・有害物質を無尽蔵に吸収・分解できる”という人々の固定観念だ。そして同報告書が明らかにするとおり、これは全くの誤解なのだ。

* 予防原則：重大かつ不可逆的な影響を及ぼす仮説上の恐れがある場合、科学的因果関係が十分証明されなくても規制措置を可能にするという考え方

世界的問題と実態解明の必要性

海洋における化学物質汚染は、国境や生産地からの距離に関わらず、あらゆる地域と人々に影響を及ぼす問題だ。それを証拠に太平洋島嶼部やフェロー諸島、北極圏の住民—特に海産物を食料源とする貧困国の女性・子供—からも、有害物質が検出されている。つまりこれは、世界全体の脅威として捉えるべき問題だ。

しかしその経済的コストは一部の高所得国を対象とした検証であり、海洋環境に生活や命がかかっている数十億の人々への影響はほとんど分かっていない。海洋生態系や人体、地域経済に最も有害な化学物質に焦点を当てた調査・資金支援が、喫緊の課題となっているのはそのためだ。

また個々の化学物質だけでなく、複数の化学物質による相互作用が海洋環境にもたらす影響についても、さらなる調査が求められる。分析の際には、気温・酸性度・塩分濃度といった変動要因を考慮に入れる必要があるだろう。

既存の研究は先進国を対象とすることが多いため、少なからずバイアスが見られる。同報告書ではこうした現状を念頭に置き、新興国を対象とした研究も可能な限り活用した。研究活動の偏りは、今後解消すべき大きな課題の一つと言えるだろう。

既存の研究にまつわるもう一つの課題は、より幅広いコミュニティとの知見共有だ。国連環境計画が指摘するように、研究者と政策立案者間のコミュニケーションについても改善を図る必要がある。何もしないことのデメリットと、対策を講じることのメリットを明確化することが変化を促す有効な手段となるだろう。同

報告書で取り上げた米国メキシコ湾沿岸部の化学物質汚染では、低酸素海域 [デッドゾーン] の拡大に伴う漁業への推定被害額が年間約8億3800万ドル(約960億円)に上っている。一方、適切な対策を講じた場合は、生物多様性の回復につながるだけでなく、漁業収入が1億1700万ドル(約134億円)以上増加する見込みだ。

企業

主要汚染源となっている化学セクターは、問題克服に大きな責任を担うだけでなく、取り組みの成功を左右する存在だ。仮に対応を怠れば、業界そのものが存亡の危機に立たされるだろう。その理由の一つは、化石原料に大きく依存する同セクターが、脱炭素化を求める政府・金融機関のさらなる圧力に直面することだ。もう一つの理由は、化学物質汚染が環境・人体に及ぼす影響の解明が進み、気候変動の問題でも重要な役割を果たした消費者・投資家の声が高まることだ。

現状維持に甘んじる企業は、グリーンケミストリー分野で見られる革新的企業の台頭によって、特に大きな圧力にさらされる可能性が高い。革新的企業は、業界の持続可能な変革にも重要な役割を果たすだろう。化学物質使用の適正化、規制の厳格化を求める消費者・市民の声の高まりを背景とした顧客企業の取り組み加速も、こうした流れを後押しするはずだ。

プラスチック汚染対策と同様、化学セクターでは循環利用の推進に向けた機運が高まっているが、意外にも企業の対応は限定的で、業界レベルの連携はほとんど見られない。改革を加速させるためには、文化・構造レベルで企業のあり方を変える必要がある。

おわりに

海洋環境の化学物質汚染は可視化が難しい問題だ。しかし現在、この課題は徐々に解消されつつある。問題の規模・深刻度、そして事態のさらなる悪化が海洋環境にもたらすリスクについては、科学的エビデンスの蓄積が進んでいる。気候・天候の調整や、酸素の生成、炭素の吸収、数十億の人口に対する食料源の供給など、海洋環境が果たす重要な役割を考えれば、現状容認という選択肢は存在しない。

あらゆるステークホルダーの関与を実現し、具体的行動につなげるためには、複雑な課題への対応を迫られる。問題克服は決して不可能でない。同報告書（そして『Back to Blue』イニシアティブ）を通じ、問題の背景や実態、現時点で明らかな影響、克服に向けたソリューションなど、この地球規模の課題に対する認知度が向上し、様々なステークホルダーの取り組みが推進されることを願っている。

海洋化学汚染の克服と規制が果たすべき役割

主要な論点

本章のテーマは、海洋化学汚染の防止・緩和・解消に向けた法規制・政策的取り組みだ。先進的存在である EU をはじめ、世界各国・地域における法規制体制の現状と課題を分析し、国際・超国家あるいは国単位の法規制に関する主要な論点、そして今後求められる規制・政策的措置について検証する。

5.1 主要な論点

- **現行の法規制体制は複雑さが目立ち、効率性の面で課題を抱えている**
世界では現在、海洋化学汚染の防止・軽減を目的とする多くの条約・法・規制が、国際・地域・国・地方といった様々なレベルで施行されている。EU の REACH 規則など、先進的アプローチ*を取り入れている事例もあるが、むしろ例外的存在だ。現行法規制には、主に次のような課題が見られる：
 - 海洋化学汚染の解消に向けた包括的な国際法が依然として存在しない
 - 公海では、排他的経済水域 [EEZ] と比べて法規制の不備が目立つ
 - 現行法規制の多くは断片的で、他分野との整合性を欠く面が見られる（例えば貿易法・知的財産法には、海洋環境の破壊につながる条項が依然として盛り込まれている）
- **過剰な慎重姿勢や不適正な枠組み設定、製品開発と規制措置のタイムラグも大きな課題だ**
様々なステークホルダーのロビー活動や不適正な枠組み設定**は、海洋化学汚染に関する法規制措置の実効性低下を招いている。有害性を証明する科学的エビデンスが確立されるまで対策を講じないなど、政府の過度な慎重姿勢（あるいは受動的姿勢）も大きな課題だ。また合意形成から実行までに長い時間がかかる現状も、対策推進の足かせとなっている。積極的な政策措置は企業・社会の相反する利益を調整し、予防原則に基づく迅速な意思決定を実現する上で重要な役割を果たす。規制要件の明確化と説明責任の向上も、持続可能な企業活動を促す上で不可欠だ。

* 例えば REACH 規制は、化学物質の安全使用に関する証明義務を、国ではなく企業に課している

** この傾向は、初期の気候変動対策にも見られた

○ **法規制体制の強化には、認知度・実行能力・時間規模や既得権益にまつわる課題の解消が不可欠だ**

世界各国は、効果的な法規制環境の実現を阻む次のような課題に直面している：

- 海が持つ分解能力の限界に関する理解不足
- 政策指針となるデータの不足
- 化学物質の危険性や“行動を起こさない”リスクに関する政策決定者・市民の認識不足
- 汚染物質対策の実現までにかかる時間

また多くの企業が規制の緩やかな国・地域への生産拠点シフトによって、汚染対策の義務を免れていること、規制当局が化学物質開発の“後追い”を余儀なくされていること、企業・政府関係者・金融機関が短期主義に陥っていることも大きな課題だ。

○ **課題解消の鍵となるのは、監視・評価体制の強化と、海洋環境に特化した取り組みの加速**

こうした課題を解消する上で、他の国・地域が参考にすべきベストプラクティスはいくつかある。例えば OSPAR Convention [オスパール条約] は、大西洋北東部における高懸念化学物質の特定・影響評価を行う権限を有しており、調査によって判明した科学的エビデンスを政策・規制措置の指針として積極的に共有している。一方、EU の Marine Strategy Framework Directive [海洋戦略枠組み指令 = MSFD] には、化学物質と食物連鎖（人の消費する食品を含む）の相関関係や、化学物質が魚介類にもたらす影響に特化した条項が設けられて

いる。しかし、こうした“ベストプラクティス”を独自に生み出すには長い時間がかかる。世界各国は、まず既存の事例を参考にした取り組みから始めるべきだろう。

○ **排水・固形廃棄物管理向け規制や実行体制の強化は、沿岸地域の生態系保護に向けた優先課題だ**

世界全体で発生する生活排水の半分以上（そして工業排水の大部分）は、安全な処理がなされないまま海へ流出されている。そして多くの国では、排水処理体制の強化が進んでいない。現行の排水処理施設では処理されない化学物質も多く、海洋汚染の深刻化につながっている対策の第一歩となるのは、排水に含まれる化学物質の量を削減することだ。都市廃棄物への対策も、優先度の高い取り組みだろう。今後数年から数十年を通じて加速する人口拡大・都市化により、アジア・アフリカ諸国の新興国が排出する都市廃棄物は急速に増加する可能性が高い。先進国はこうした国々への技術・経済支援を加速すべきだ。規制体制の課題に直面するのは新興国だけではない。実効性の高い罰金制度の整備など、先進国でもさらなる規制強化が求められている。

○ **海洋化学汚染の克服に向けた 10 項目の優先課題**

1. 科学者・政策担当者間のコミュニケーション強化などを通じた、原因・対策の認知度向上
2. 有害化学物質に対する**規制強化**と国際規模の**制限措置実施**、海洋化学汚染を対象とする国際条約の締結

3. **リスクベースのアプローチ推進と予防原則***の適用
4. 化学物質・廃棄物を統括する**科学技術政策分野の国際機関設立**、そして既存の枠組み（例：ストックホルム条約）との効果的な役割分担
5. ベストプラクティス（あるいは“グッドプラクティス”）の活用を通じた世界・国単位の**包括的化学品データベース構築**
6. 既存製品に含まれる全ての化学物質とその潜在的影響に関する**情報開示の義務化**
7. 法規制・原則に関する**ベストプラクティスの活用**と、国際的連携を通じた規制環境の不均衡是正。グリーンケミストリーの普及に向けた資金支援・政策的措置。“グリーンケミストリー”・“持続可能な化学ビジネス”という言葉の、法的定義の確立を通じた“グリーン・ウォッシング**”の防止
8. 化学物質の**影響評価に向けた資金支援**。海洋化学汚染の影響が深刻な新興国向けの支援は特に重要となる
9. 高懸念化学物質への課税や補助金廃止、汚染対策を進める企業への補助金支給といった財政措置を通じ、**汚染者負担の原則を確立**
10. 化学物質の海洋流出削減に向けた国レベルの対策や、財政措置を通じた環境

対策の奨励、汚染地域（藻場・マングローブ林・サンゴ礁など）の環境回復といった政策を通じ、**海洋環境の回復に向けた取り組みの推進**

5.2 規制環境の現状と包括的アプローチ

海洋化学汚染に対する法規制の分野で、現在最も先進的な取り組みを行っているのはEUだ。例えば REACH 規則は、化学製品の製造・輸入・使用企業に様々な対策を義務化。一方、Water Framework Directive [水枠組み指令 = WFD] は水域環境への化学物質・栄養素の流出防止、Marine Strategy Framework Directive [海洋戦略枠組み指令 = MSFD] は、海洋環境の保護・持続可能な利用に向けた抜本的措置を世界に先がけて推進している¹。

REACH 規則は、EU 域内の市民・環境を汚染の影響から保護するための制度で、工業プロセスで使用される化学製品や家庭向け清掃・洗濯用洗剤、家具用薬品など、（少なくとも原則としては）域内で使用される全ての化学物質が対象となる。化学物質の安全性証明や、「域内で製造・販売される物質のリスク特定・管理」と安全性の証明を企業に義務づけるなど、厳格な対策を打ち出している²。

企業は化学製品を欧州化学物質庁 [ECHA] へ登録し、安全な使用法についてユーザーへの情報伝達・公開の義務を負う。人体・環境への許容できないリスクがあると評価された場合には、使用制限・禁止措置が課され、最も有害性の高い物質については、代替物質・代替技術による段階的な置き換えを求められる³。

* 予防原則：環境に「重大かつ不可逆的な影響を及ぼす仮説上の恐れがある場合、科学的に因果関係が十分証明されない状況でも、規制措置を可能にする」という考え方

** グリーン・ウォッシング：環境配慮をしているように装いごまかすこと、上辺だけの欺瞞的な環境訴求

欧州グリーンディールと化学品戦略

EU は 2020 年に発表した化学品戦略 [Chemicals Strategy] を、管理体制強化に向けた柱の一つとして推進している。同戦略は、世界に先がけて気候中立の達成を目指す欧州グリーンディール（2019 年に発表）の一環として打ち出されたものであり、汚染ゼロ実現に向けた EU の取り組みでも重要な役割を担っている⁴。

同戦略*には二つの目的がある⁵：

- 化学物質の影響からの市民・環境の保護強化
 - 消費者向け製品を対象に、有害性が極めて高い化学物質の使用を禁止（必要不可欠な用途を除く）
 - 有害性評価において複数物質の“カクテル効果”を考慮
 - PFAS の段階的廃止（必要不可欠な用途を除く）
- リスク・有害性評価プロセスの簡素化や、世界規模の規準厳格化を通じ、安全かつ持続可能な化学物質のイノベーションを強化

欧州グリーンディールは、汚染対策に向けた新たな統合的アプローチを象徴する存在だ。これまで異なる組織・部門の管轄下にあった様々な領域（土壌・海洋環境・人体の健康など）へ包括的に対応。（汚染の根絶というよりも）汚染削減を通じた人体の健康・環境の保護を目的としている。

欧州グリーンディールのもう一つの柱である『Farm to Fork Strategy』[“農場から食卓へ”戦略]も、海洋環境対策を進める上で重要だ。規制・非規制措置を通じて“公平かつ健康的で環境負荷の低い食品システム”の実現を目指す同戦略は、水産食品の汚染防止や生物多様性の回復を目標に掲げている⁶。

* 本報告書の執筆時点では見直し作業が進められている

EU は、国連のストックホルム条約が定めた残留性有機汚染物質 [POPs]⁷ 規制を実施するために独自の POPs 規則も打ち出している。対象となる数十項目の POPs は極めて有害性が高く、海洋環境でも深刻な汚染源となっているため、廃止・制限措置を進めるこうした枠組みは重要な意味を持つ。

有害性廃棄物の国境を越えた移動を規制するバーゼル条約や、対象化学物質（その多くは農薬）の国際的取引に際して輸入国への事前通報・同意手続を求めるロッテルダム条約、水銀と水銀を使用した製品の製造・輸出入を規制する水俣条約など、海洋化学汚染に関連する国際協定は他にも多く存在する。（海洋汚染に関連する国際・地域協定の概要については次ページの囲み記事を参照。）

海洋汚染に関連する主要な国際・地域協定

国際協定・戦略の例

ロンドン条約 [1972年採択] — 正式名称は『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』[Convention on the Prevention of Marine Pollution by Dumping of Wastes and Other Matter]。陸上由来の廃棄物による海洋汚染を取り締まる協定で、締約国に属する船舶からの投棄、洋上での焼却処分などを規制している。締約国数は現在 87 カ国⁸。

マルポール条約 [MARPOL・1973年採択] — 正式名称は『船舶による汚染の防止のための国際条約』[International Convention for the Prevention of Pollution from Ships]。船舶の航行や事故に伴う汚染物質の流出防止を目的とする条約で、石油（附属書 I）・有害液体物質（附属書 II）・汚水（附属書 IV）・大気汚染（附属書 VI）・プラスチックを含む廃棄物（附属書 V）など様々な汚染源を対象としている⁹。

国連海洋法条約 [UNCLOS・1982年採択] — 正式名称は、『海洋法に関する国際連合条約』[UN Convention on the Law of the Sea]。海・海洋資源の利用に関する包括的条約で、船舶・陸上由来の汚染、投棄による汚染などからの海洋環境保護や、国境を越えた汚染物質の移動制限に関する条項が含まれている¹⁰。

AFS条約 [2001年採択] — 正式名称は、『船舶についての有害な防汚方法の管理に関する国際条約』[International Convention on the Control of Harmful Anti-fouling Systems on Ships]。2008年に発効した同条約は、締約国の登録下・運航管理下にある、または入港する船舶に対し、有機スズ化合物を含む付着防止剤（フジツボや海草が船体に付着するのを防ぐ）の使用を禁止している¹¹。

サイカム [SAICM・2006年採択] — 正式名称は『国際的な化学物質管理のための戦略的アプローチ』[Strategic Approach to International Chemicals Management]。化学物質の安全な製造・使用を目的とする世界的な政策フレームワークで、リスク削減・知識と情報の強化・ガバナンスの強化・能力向上と技術協力・不法な国際取引への対処という五つの目的を掲げている。2020年までに、化学物質の製造・使用による「人の健康と環境への悪影響を最小化すること」を目指していたが、依然として目標は達成されていない¹²。

地域協定の例

カルタヘナ条約 [1983年採択] — 正式名称は、『カリブ海海洋環境保護条約』[Convention for the Protection and Development of the Marine Environment in the Wider Caribbean Region]。カリブ海地域を対象とし、船舶・海洋投棄・陸上由来の廃棄物による汚染防止を目的としている。現在 26 の国連加盟国が締約¹³。

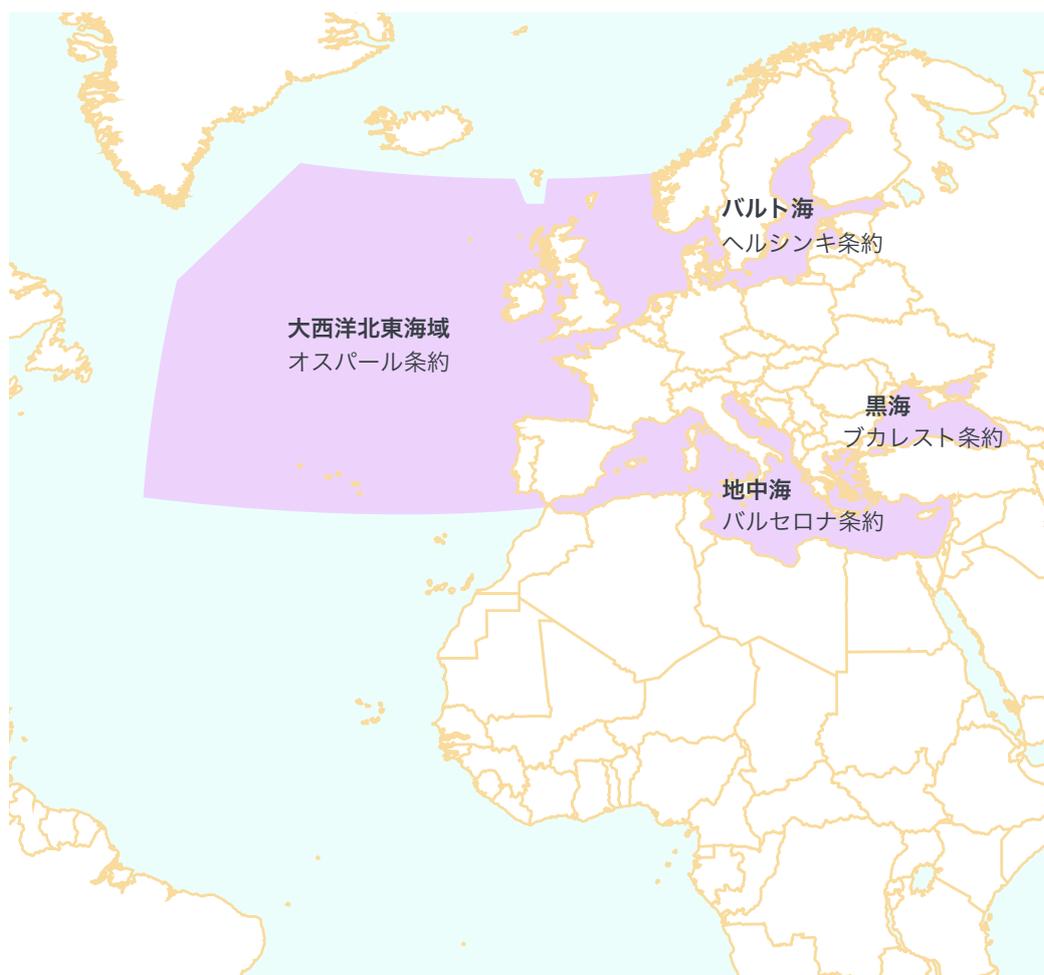
欧州海洋戦略枠組み指令 [MSFD・2008年採択] — EU域内の海洋環境・生態系を、化学物質を含む有害物質から保護する目的で策定された。汚染場所（海岸・水柱・海洋生物の体内組織など）や種類（マイクロプラスチックなど）に基づく海洋ごみ対策を打ち出しており¹⁴、管理戦略の策定と化学物質・汚染物質の監視・報告を加盟国に義務づけている。

また EU は、加盟国・非加盟国の連携を通じた海洋環境保護に向け、以下四つの地域海協定 [Regional Seas Conventions = RSC] を打ち出している（対象地域は下図に掲載）。

- **バルセロナ条約** [1978 年採択]
正式名称は、『地中海の海洋環境と沿岸地域の保護に関する条約』 [The Convention

for the Protection of the Marine Environment and the Coastal Region of the Mediterranean]。地中海地域における陸上・海洋由来廃棄物（プラスチックを含む）の投棄・漏出・排出防止を目的としており¹⁵、EU 加盟国 1 カ国を含む 22 カ国が参加している¹⁶。

地域海協定 [RSC] の対象地域



資料：Regional Seas Conventions, WISE Marine (EU and EEA)

- **ヘルシンキ条約** [1980年採択]
正式名称は、『バルト海域の海洋環境保護に関する条約』The Convention on the Protection of the Marine Environment of the Baltic Sea Area]。陸上・海洋・大気などバルト海域のあらゆる汚染源から海洋環境の生息地・生物多様性を保護し、自然資源を持続可能な方法でを使用することを目的としており、海洋汚染の解消・防止に向けた法規制措置の策定を九つの締約国・EUに義務づけている¹⁷。

“国家・超国家単位の法規制措置がいかに優れたものであっても、実践にまつわる課題はつきものだ”

- **オスパール条約** [1992年採択]
正式名称は、『北東大西洋海洋環境保護条約』[The Convention for the Protection of the Marine Environment of the North-East Atlantic]。船舶からの廃棄物（喪失した、あるいは投棄された漁具など）、沿岸部・河川など陸上由来の廃棄物、娯楽用遊具の投棄など、大西洋北東海域における海洋汚染の防止・解消を目的とする条約。海洋環境の監視と状況報告を16の加盟国に義務づけている¹⁸。
- **ブカレスト条約** [1992年採択]
正式名称は、『黒海汚染防止条約』[The Convention on the Protection of the Black Sea Against Pollution]。黒海の世界環境・生物資源の保護に向けた、加盟国6カ国の法的枠組み¹⁹。四つの地域海協定の中で唯一EUが参加していない²⁰。

多くの国は国際的・超国家的な協定・法的枠組みの他にも、特定化学物質を対象とした独自の法的措置を打ち出している。現存する化学物質の数は極めて多いため、法規制の対象範囲はそれぞれ大きく異なる。例えば、工場・車の排気ガスなどの汚染物質規制や、使い捨てプラスチック製品・マイクロビーズの使用禁止・制限措置など、内容も様々だ。

国単位で化学物質の影響管理を行う方法としては、経済・財政措置（ビニール袋利用税など）や、管轄域内・特定分野（食品包装材など）に特化した制限措置を導入する“デマンド・コントロール”アプローチ、有害化学物質を対象とした包装・識別表示の義務化なども有効だ²¹。いずれの方策も、人体・環境に汚染化学物質の使用削減や影響回避を目的とすることが多い。

国家・超国家単位の法規制措置がいかに優れたものであっても、実践にまつわる課題はつきものだ。海洋化学汚染の解消に向けた取り組みの阻害要因や、改善に向けた方策については、本章の後半部分で取り上げることにする。

取り組み強化に向けた教訓

世界で見られる様々な取り組みと、その成功要因・課題から学べる教訓は多い。欧州環境庁[EEA]はこのテーマに関する議論をまとめた報告書を発表している。同報告書が発表されたのは2013年だが、企業・社会の（時に相反する）利害の調整役として政策が果たす役割の重要性など、そこで示された視点は現在でも有効性を失っていない²²。

海洋化学汚染の解消に向けた EU の先進的取り組み

海洋化学汚染の分野で、現在最も優れた取り組みを進めているのは EU だ。スウェーデン世界海事大学の世界海洋研究所で政策専門家を務める法律家 Aleke Stöfen-O'Brien 氏によると、これは決して偶然の結果ではない。

EU の先進的取り組みに重要な役割を果たしているのは、超国家的な法制整備のために加盟国が主権を部分的に委譲するという独自の仕組みだ。これにより、域内諸国は自国の利害のみを追求することが難しくなる。

海を含む環境保護は、欧州委員会と EU 加盟国が共同で行う取り組みであり、関連法を成立させるためには欧州議会で過半数を確保する必要がある。つまり欧州議会を通過すれば、反対の立場をとる国々も法案の施行を求められるのだ。

また Stöfen-O'Brien 氏によると、EU 加盟国は国内司法機関・欧州司法裁判所の両方で、汚染者負担原則や予防原則、汚染源原則 * [Principle of Source] といった原則の遵守を求められる。

「これらは法的拘束力を持つ原則だ。民間機関のあらゆる活動と加盟国の法案は、これらの原則に照らし合わせて妥当性を判断される」という。

また欧州委員会には環境保護の領域でも強い権限が認められている。EU が REACH 規則・海洋戦略枠組み指令、あるいは船舶の排出ガスやプラスチック・化学汚染といった領域でも質の高い法的規準を適用できるのはそのためだ。

「欧州委員会は、（時に加盟国が反対するような）急進的な法案を打ち出すことがある。これらが適用されれば、加盟国による政策の法的根拠となるため、域内企業は従わざるを得ない」と Stöfen-O'Brien 氏は指摘する。また同委員会は、汚染物質の製造・使用企業への対策を怠る加盟国の責任を問う権限を持っている。この仕組みは、加盟国による EU 法規制の徹底につながっている。

同報告書では、情報操作*や説明不足によって重要問題への対応を誤る危険性が指摘されている。例えば気候変動の問題では、説明不足によって米国国民の議論すべき選択肢が歪曲された部分があるという。欧州環境庁はアル・ゴア副大統領（当時）を引き合いに出し、気候変動が懸念に値すべき問題かを問う代わりに「信奉者 [believers] か懐疑論者 [sceptics] かが問われている」と国民に訴えた点を批判。これにより米国国民は、十分な科学的エビデンスが確立されていない状態での判断を強いられたという見方を示している²³。

“ 欧州環境庁は、予防原則の活用や、早期警告サインから行動開始までの時間短縮、予防的対策の有効性の理解など、考慮すべきいくつかのポイントを挙げている ”

今回取材を行った複数の専門家は、世界が海洋化学汚染の問題で同じ過ちを繰り返せば、事態の深刻化につながりかねないと危惧している。この問題が環境にもたらす複雑な影響（詳細については第3章を参照）は、気候変動と同レベルの脅威となるだろう。欧州環境庁が特に懸念するのは、早期段階の対応を誤ることで事態の深刻化を招くことだ²⁴。効果的な環境対策を打ち出すには、優れたリスク評価体制の構築が不可欠となる。新規懸念物質よりも既知の物質（水銀・鉛など）を優先しがちな研究支援のあり方も見直す必要があるという²⁵。

「既存物質と新規物質、製品とその影響など、よりバランスの取れた資金支援を行えば、科学的知見の蓄積や、人体・生態系への将来的な

影響回避、テクノロジーの長期的な経済効果をより高いレベルで実現できるはずだ」と同報告書は指摘する。

欧州環境庁は、過去の失敗を避けるために考慮すべきいくつかのポイントを挙げている：

- 予防原則を活用し、早期警告サインから行動開始までの時間を短縮する
- 予防的対策の有効性を理解する（例えば同庁が評価対象とした88項目のリスク要因のうち、誤認と判明したのはわずか4項目だ）
- 予防的取り組みがイノベーションの推進につながることは過去の経験からも明らかだ²⁶

「影響回避を重視した予防的アプローチへのシフトは、公共政策のあり方を考える上で重要な意味を持つ。早期段階で信頼性の高い予兆が確認された場合、それが誤認だった場合の損失は、対策を講じないことで生じる損失よりもはるかに少ない」と同庁は指摘する²⁷。

これは、海洋化学汚染対策においても根源的な重要性を持つポイントだ。深刻な潜在的影響が予測されながら、過剰な慎重姿勢によって、十分な対策が講じられないリスクは極めて大きい。モントリオール条約（オゾン層保護）や水俣条約（水銀汚染防止）といった過去の例が示す通り、政府が行動を起こすのは、特定の化学物質（あるいは物質群）の有害性に関して明確なエビデンスが確立された後のことだ。

船体へのフジツボ・藻類の付着防止剤として長年使用されてきた有機スズ化合物（トリブ

* 例えば、数十年にわたるタバコ産業のロビー活動など

チルスズ [TBT] など) の規制についても同じことが言える。運航管理下にある、または入港する船舶に対し、加盟国がその使用を禁止・制限する義務を負う AFS 条約が締結されたのは、海洋環境への深刻な被害が動かざる事実となつてからだ²⁸。

同条約は 2008 年に発効し、91 カ国 (世界の全船舶数の約 96% を保有) が現在加盟している²⁹。しかし複数の研究者によると、トリブチルスズは依然として多くの国で流通している³⁰。条約の意義に疑問の余地はないが、実効性の確保に向けたさらなる取り組みが不可欠だろう。

現行体制が抱えるもう一つの課題は、具体的な法規制が施行されるまでに数年 (場合によっては数十年) 単位の時間がかかることだ。例えば AFS 条約は、世界海事機関 [IMO] が 1989 年に有機スズ化合物の有害性を認めてからほぼ 20 年後の 2008 年に、次のような段階を経て発効した³¹：

- 1990 年：国際海事機関の専門委員会が、船底防汚塗料の使用制限を実施するよう各国政府に勧告 (全長 25m 以上の非アルミ製船舶、トリブチルスズの溶出量が 1 日あたり 4 マイクログラム以上の塗料が対象)
- 1992 年：国連環境開発会議 [リオ会議] が、海洋汚染の軽減に向けて、船底防汚塗料への有機スズ化合物使用を制限するよう参加国に呼びかけ
- 1999 年：国際海事機関の総会は、船底防汚塗料を対象とする法案の作成を専門委員会に依頼

- 2001 年：後に AFS 条約となる文書が採択される
- 2008 年：AFS 条約が発効

AFS 条約の対象となるのは船底防汚塗料だけだが、トリブチルスズを含む有機スズ化合物は農薬やポリ塩化ビニル (安定剤として)、消毒剤などに現在も使用されている。その一部は神経系・免疫機能・生殖機能の障害や発達障害の原因となるため³²、海洋環境への流出が (これまでより量は少ないものの) 汚染につながる可能性は高い。

また“残念な代替”が少なからず行われている現状も懸念材料だ。例えば 2017 年には、代替物質の一つシブトリンが「環境 (特に海洋生態系) に極めて深刻な害を及ぼしている」として、国際海事機関の専門委員会が対象物質リストへの追加を検討。2021 年末の時点では、依然として審議が続いている³³。

海洋化学汚染対策という観点から考えた場合、現行の法規制体制は次のような課題を抱えている：

- 規制 (特に国際協定) の実現に時間がかかり、実施体制にも課題があるため、十分な効果を発揮できていない
- 既存条約への新規化学物質の追加には、数年単位の時間がかかる
- 既存協定の多くは断片的で、経済利益の保護を目指す国際法 (貿易法・知的財産法など) との整合性を欠く部分が見られる

ベストプラクティスの推進

世界海事大学の Stöfen-O'Brien 氏によると、海洋化学汚染対策としての効果を考えた場合、既存の協定には課題が多い。しかしその中には、他の国・地域の参考となるような事例も見られるという。

大西洋北東部における海洋環境の保護を目的とした上述のオスパール条約はその一例だ。同条約は生物相への影響を検証し、優先的に対策を打ち出すべき化学物質を特定するなど、科学的エビデンスを政策の指針として活用している。「科学的エビデンスとなるデータをまず蓄積し、規制に反映させる同条約のアプローチは効果的だ」と同氏は指摘する。

“多くの国際協定に共通する課題の一つは、環境全体を対象とすることで、海洋環境特有のニーズに応えられていないことだ”

科学的エビデンスに基づく影響評価の権限を重視する同条約の考え方は、ベストプラクティスとして他の取り組みにも活用可能だ。しかし現状ではこうしたアプローチを適用する条約は限られている。徹底した監視・評価を通じて、海洋環境に特化した方策を打ち出すという考え方は他の国・地域でも積極的に取り入れられるべきだ、と同氏は指摘する。

ベストプラクティスとして挙げられるもう一つの例は、EU の『海洋戦略枠組み指令』だ。同指令には、化学物質が食物連鎖（人の消費対象となる食料を含む）あるいは魚介類に及ぼす影響に関する条項が盛り込まれている。

同氏によると、「この条項により、EU 加盟国は海洋環境・生物相に化学物質がもたらす影響の監視と、具体的政策の策定を義務づけられる」という。

同様の理由から、国際海事機関の AFS 条約・シップリサイクル条約も取り組みの参考となるだろう。後者の発効により、海岸で船舶の解体・リサイクルを行う業者（インド・バングラデシュなどに多い）は、環境負荷の低い化学物質の使用・取扱いを求められる。化学物質の代わりに UV [紫外線] 型バラスト水処理装置の使用を義務づける同機関のバラスト水管理条約も、ベストプラクティスとして有効だ。

多くの国際協定に共通する課題の一つは、環境全体を対象とすることで、海洋環境特有のニーズに応えられていないことだ。Stöfen-O'Brien 氏によると、陸上環境・大気環境を対象とした化学汚染対策は、海洋環境で十分な効果を発揮しないことがある。海洋汚染対策で重要となる情報が軽視され、データ蓄積や規制実施状況の監視・報告が十分行われないからだ。

「海洋環境には特有の状況や要件がある。これらが考慮されない限り、優先課題を特定・検証し、規制体制に反映させるのは難しい。既存の環境条約を変える必要はないが、海洋環境特有の条件をより考慮する形で法規制体制の整備を進めるべきだ」と同氏は指摘する。

排水処理対策

上述のように、家庭・工業排水は海洋化学汚染の大きな要因となっている。この問題は、国連

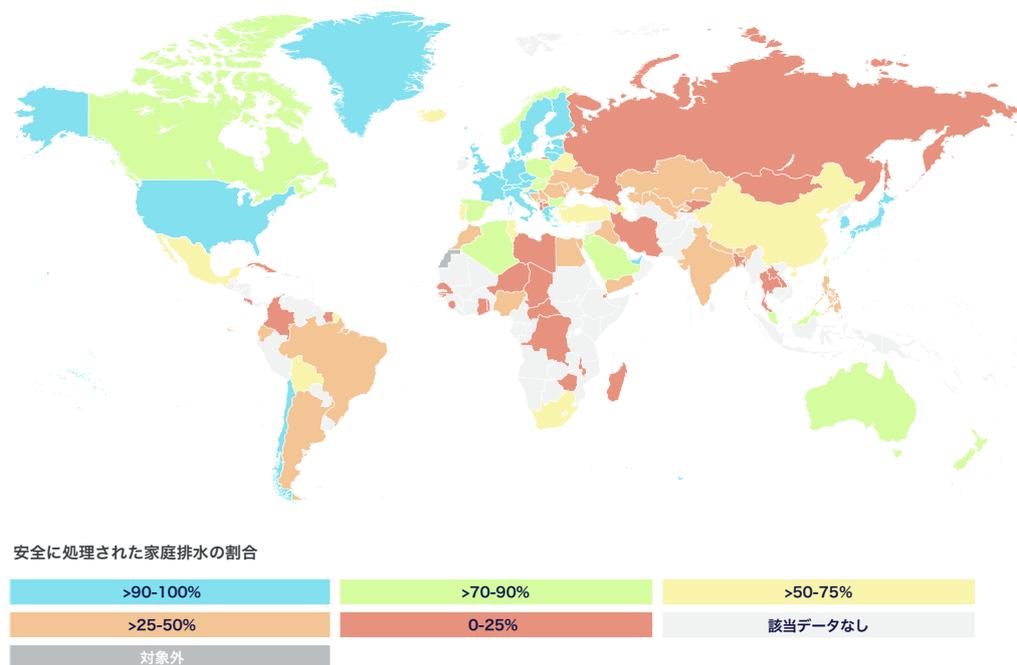
のSDG目標6『2030年までに安全な水とトイレを世界中に』が掲げた八つのターゲットの一つとなっているが³⁴、取り組みは遅々として進んでいない。

国連によると、家庭排水の処理状況には大きな地域差がある（次ページの図参照）が、世界

全体で発生する家庭排水の44%は安全な処理がなされていないのが現状だ。工業排水に関しては、データの収集を行う国がわずか2カ国（家庭排水のデータ収集を行う国は128カ国）で実態は明らかになっていない。こうした状況を踏まえ、国連は排水処理施設の拡充と、環境への直接放出の削減を訴えている³⁵。

SDG 6.3.1：世界の家庭排水処理率（2020年）

この図は128カ国を対象に、安全な処理が行われた家庭排水の割合を示している。そのうち62カ国では、処理済み排水の割合が半数を下回っている。SDGのターゲット6.3.1は、2030年までの水質改善を目指し、「汚染軽減、有害（化学）物質の廃棄防止と排出量削減」や未処理排水の割合半減を目標として掲げている。



資料：Summary Progress Update 2021: SDG 6 — water and sanitation for all, UN Water

排水処理の過程

排水処理は、一次処理・二次処理・三次処理〔高度処理〕という三つの段階に分かれている。段階ごとに特定の汚染物質が除去され、水質は向上するが、さらなる水質改善のために四次処理の必要性を訴える関係者も少なくない³⁶。

- 一次処理：排水はまず沈殿池に送られ、比重の重い汚濁物を沈殿させた上で汚泥処理施設へと汲み上げられる
- 二次処理：次の段階では生物処理によって汚染物質の濃度を減少。生物ろ過やエアレーション〔空気混和〕、酸化池を使った処理が行われる。この段階では、窒素は除去されないことが多い³⁷。
- 三次処理〔高度処理〕：二次処理を経た排水の水質は、病原菌などの除去によってさらに向上し、飲料水としての使用が可能な状態になる。この段階で窒素が除去されることが多い³⁸。

家庭排水は「二次処理以降のプロセスを経る、あるいは一定の水質規準」を満たせば、「安全な処理が行われた水」と見なされる。世界全体で44%の排水がこの条件を満たしていない大きな理由は、排水処理施設や浄化槽で一元的に処理されないことだ⁴⁰。

学術研究の力だけでこうした現状を変えることは難しいが、先進的分析を通じて事態打開に大きく貢献する例も見られる。例えば2021年に発表されたある研究は、世界にある13万5000の河川流域を調査し、生活排水の処理状況（対象となるのは“汚染指標物質”〔FIO〕と呼ばれる窒素・病原菌）と最終的な到達地点を検証している⁴¹。

調査結果によると、沿岸地域への窒素の年間流出量は6.2テラグラム〔Tg〕（農業活動由来の流出量の約45%）に上る。排水由来の窒素のおよそ3分の2は処理施設を経ており、海へ

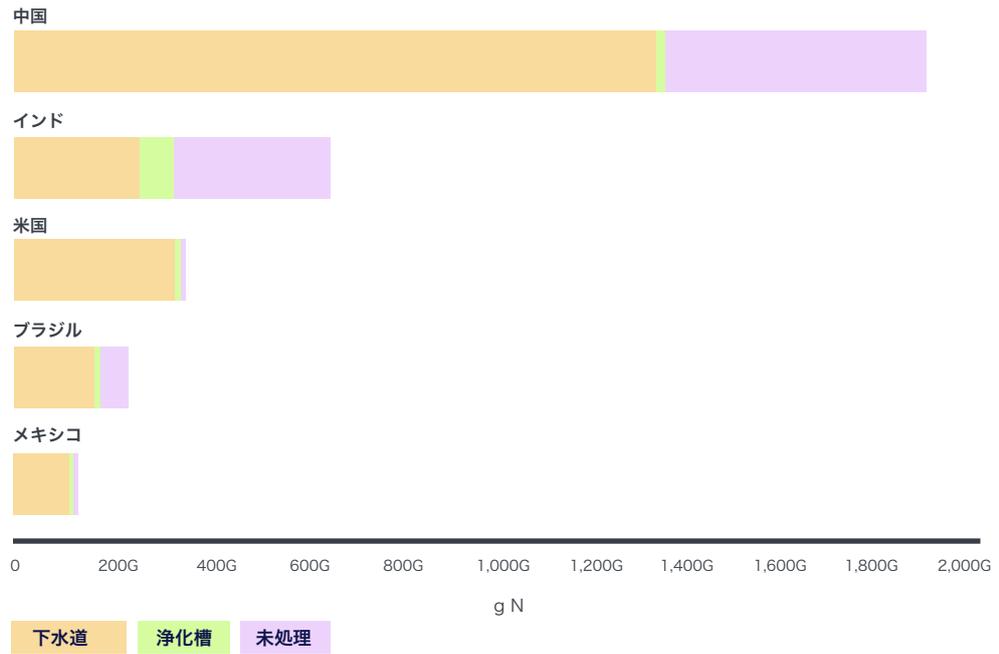
の直接放出はほぼ3分の1を占めた。残りの5%は浄化槽を経由して放出されている⁴²。

同調査を手がけた研究者グループによると、「排水に含まれる窒素のほぼ半分はわずか25の河川に由来するものだ。排水の影響が最も大きいのは沿岸地域で、処理施設・浄化槽を経由した排水と未処理排水の割合は、各河川や国によって大きく異なる」という⁴³。

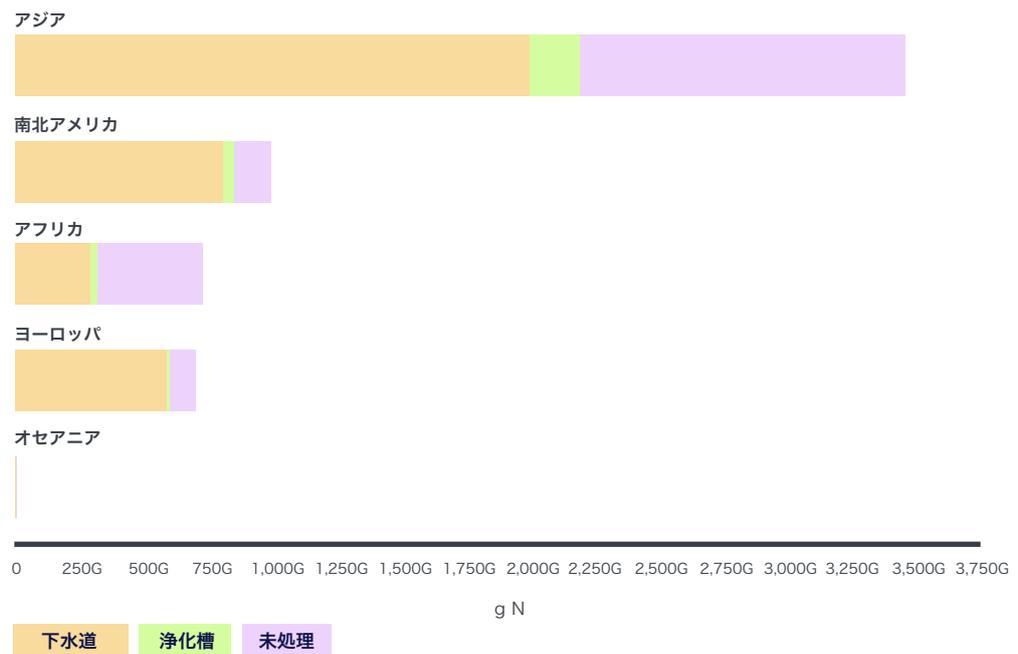
大きな窒素排出源となった25の河川のうち九つは中国、三つはインドに位置しており、中国の長江だけで世界全体の11%を占めている。残りの河川は、バングラデシュ・エジプト・パキスタン・米国・アルゼンチン・ロシア・ニジェール・ルーマニア・オランダ・ウクライナなどにある。全体としてみると、わずか5カ国が世界全体の排出量の半分を占めており、特にアジア諸国の合計値はその他地域の合計を大きく上回っている（次ページの表参照）⁴⁴。

沿岸地域への窒素流出量のトップ5（排出源別・単位：g）

国別



地域別



資料：Seminal Study Maps Impacts of Wastewater on Coastal Ecosystems: An Interview with Dr. Ben Halpern, Our Shared Seas (2021年)

対象となった25の河川の中で最も窒素濃度が高いのは、コンゴ川（コンゴ民主共和国・36,679N [g/m²])・ミシシッピ川（米国・27,602）・パラナ川（アルゼンチン・26,329）・ニジェール川（ニジェール・25,580）・アムール川（ロシア・24,424）の五つだ。その他にも、ナイル川（エジプト）・シャッテルアラブ川（イラク）・ドニエプル川（ウクライナ）の三つは、窒素濃度が20,000N [g/m²]を上回っている⁴⁵。

窒素とその他汚染指標物質の排出レベルには一定の相関関係が見られ、深刻な影響をもたらすことが知られている。例えば海洋環境における窒素の増加は、富栄養化やデッドゾーンの原因となる。同調査によると、サンゴ礁の58%、藻場の88%は排水由来の窒素の影響を受けている。前者については特に中国・ケニア・ハイチ・インド・イエメンなどの国々、後者についてはガーナ・クウェート・インド・ナイジェリア・中国などの国々で“ホットスポット地域*”が見られる。またカリブ海諸国やインドネシアでも、排水によるサンゴ礁の汚染が深刻化しているという⁴⁶。

排水処理に対するアプローチは国によって大きく異なる。例えば米国では、国内のほぼ全世帯の排水が下水道システムや浄化槽で処理されている。しかし合計人口が約360億人に上るその他の国々では、必ずしも排水処理インフラが整備されていない⁴⁷。国連によると十分処理をされないまま環境中に放出される排水の割合は、世界全体で80%を上回る。排水由来の水質汚染のほとんどは、「大規模な農業・工業・鉱業生産や、都市部における未処理の表面流水・排水」によって生じているという⁴⁸。

例えばインド政府のデータによると、同国都市部で排出される下水160億ガロン（約600億リットル）のうち処理済みの排水は半分以下で、未処理排水の多くは河川へ放出されている。地方部では、排水処理インフラがほとんど整備されていないのが実状だ。同国政府のあるアドバイザーは、官僚主義の蔓延と非効率な政策が、数十年にわたり都市部の排水処理インフラ整備を阻んできたと指摘している⁴⁹。

多くの先進国では、家庭・工業排水や病院・レストラン・教育機関・企業の排水が同じ排水処理施設で一元的に管理される（一部の産業排水については、公共下水道への排出前に一定の処理が義務づけられる場合もある）。

アリゾナ州立大学 サステナブル・エンジニアリング・建造環境学部の Paul Westerhoff 教授によると、このアプローチはコスト効率や規制措置の容易さを考えても理に適ったものだ。米国では排水の約10%を工業排水が、約50%を家庭排水が占めている。

同国システムの興味深い点は、約1万5000の施設が異なったアプローチで排水処理を行っていることだ。同氏が近年実施した調査によると、内陸部の施設と沿岸部の施設から放出された排水の水質には明らかな差が見られたという。

同国にある処理施設の多くは排水を地表水に放出しているため、沿岸部では海に、内陸部では河川・湖沼に流れ込む。（同氏によると、排出された化学物質の多くは、最終的に河口部や海へ流出している。）「一般的に言って、内陸部の処理施設よりも沿岸部の処理施設の方が排水の処理レベルが低い」と同氏は指摘する。

* ホットスポット地域：生物多様性が脅かされている地域

その大きな要因となっているのは規制環境だ。河川の分解能力は比較的低いと、米国では窒素・リンの水準に上限を設けるなど、より厳格な規準を設けている。一方、沿岸部の処理

施設にはこうしたルールが存在せず、周辺地域の水質や他の汚染物質にも影響を及ぼしているという。

ロサンゼルス：海洋汚染の解消に向けた排水処理インフラ強化の取り組み

米国第2位の人口を抱える都市ロサンゼルスのあるロサンゼルス郡は、化学物質が完全に除去されていない処理排水を、一日あたり10億ガロン（約38億リットル）海へ直接放出している。

同郡を含む周辺地域で上下水道管理を手がける Metropolitan Water District of Southern California [南カリフォルニア都市圏水道公社] は、排水リサイクル・システムの導入プロジェクトを計画している。その大きな背景となっているのは、干ばつ・水不足対策の必要性だ⁵⁰。

『The Regional Recycled Water Program』[地域排水リサイクルプログラム＝RRWP] は実証試験段階にあるが、1700万ドル（約22億円）を投じて整備された水質浄化施設は、一日あたり50万ガロン（190万リットル）の排水を処理可能だ。この実験で期待に沿った効果が上がれば、34億ドル（約4360億円）の建設費と年間1億2900万ドル（約165億円）の維持管理費を投じ、施設の拡充が行われる予定だ。2032年までに稼働予定の同施設は、約50万世帯分にあたる一日あたり1億5000万ガロン（5億7000万リットル）の処理能力を備えている⁵¹。

同プログラムは家庭・企業・工業施設由来の排水を対象としており、高度処理を行った後、微生物・膜状物質・逆浸透装置・紫外線・高度酸化装置などを活用してさらに浄化される⁵²。

こうした処理に伴うコストは海水を淡水化するよりもはるかに安価だが、処理過程で生じる廃棄水（高濃度の塩分・化学物質を含む）をさらに処理する必要がある。そして高度処理施設から出た処理済み排水と廃棄水を数マイル沖合の海へ放出する点は、従来の方法と変わらない。つまり排水処理施設の高度化が、海洋汚染の大幅な減少につながるわけではないのだ。

ただし、廃棄水の放出前に追加処理を行うことは可能だ。依然として塩分濃度は高いが、こうした条件で大きな効果を発揮する先進技術*を活用すれば、有害物質の除去率を向上させることができる。

*例えば、二酸化チタンを含んだ状態で紫外線照射を行うといった高度酸化プロセスを活用する⁵³

「窒素・リンの処理規準が厳格になれば、医薬品や工業化学物質の除去率も上がる。窒素を処理するには、酸素を加えてバクテリアの分解を促す好気槽と、無酸素状態で活動するバクテリアの力を活用する無酸素槽の両方が必要となる（生物学的脱窒素法と呼ばれる）。そのため、この方法で窒素を処理すれば、医薬品やパーソナルケア製品に含まれる化学物質の除去率も向上する。まさに一石二鳥のアプローチだ」と同氏は指摘する。

“化学物質の除去にバクテリアを使う排水処理施設にとって、特に大きな課題となるのは医薬品に含まれる汚染物質だ。例えば口腔用薬は、脂質を含む生物組織に付着しないよう設計されている”

化学物質の除去にバクテリアを使う排水処理施設にとって、特に大きな課題となるのは医薬品に含まれる汚染物質だ。例えば口腔用薬は、脂質を含む生物組織に付着しないよう設計されている。（仮にそうした設計がなされていない場合、人体のターゲットへ成分を届けるには投薬量を増やす必要がある。）

Westerhoff氏によると、「排水処理施設は、基本的にバクテリアを増殖させ、それに汚染物質（発ガン物質である多環炭化水素やPCBなど）を付着させることで水質を改善している」という。「バクテリアには人間と類似する点が多い。例えば、細胞外膜は脂質を多く含むリポソームで構成されており、様々なものを付着させる力がある。付着させた後は、バクテリアを処理すればよい。」

しかし上述のように、医薬品の多くは脂質に付着しないように設計されており、処理施設を

通過してしまうため、別の（そしてより高価な）技術的ソリューションを用いた追加処理が必要だ。医薬品の処理能力を持つ施設が少ない理由もそこにある。ただしスイスは例外的存在だ。国内の排水処理施設には、微量有機物を取り除く活性炭吸着処理、あるいは酸化によって化学物質を分解するオゾン処理のいずれかを導入することが義務づけられている⁵⁴。

また有害物質の除去をバクテリアに依存する排水処理施設では、脂肪組織に蓄積されずに通過する疎水性化学物質への対応も課題だ。

「こうした化学物質は環境中の移動速度が速く、化学反応のスピードは遅いが、生体蓄積は起こりにくい」という。「海洋生態系では、その多くが食物連鎖の頂点に立つ生物（クジラ・その他海洋ほ乳類・捕食魚など）の脂肪組織に蓄積される。より小さな生物を食べ、生体濃縮が生じるためだ。しかしこれらの化学物質のほとんどは、排水処理施設に入っても、おそらくバクテリアの細胞組織に吸着・吸収されてしまう。」

廃棄物にまつわる課題はその他にもある。例えば、家庭・企業由来の固形廃棄物は大きな懸念材料だ。都市化の進行（特に沿岸部）に伴う、家庭・工業排水・廃棄物の増加によって、対策の必要性は今後さらに高まるだろう。

例えばアジア諸国によって排出される都市廃棄物（その多くが化学物質を含む）の量は、2030年までに世界最大規模に拡大すると予測されている。そして、今世紀後半にはアフリカ諸国がアジアを追い抜く見込みだ。廃棄物処理インフラの不備が目立つアフリカ諸国は、2012年時点で1億2500万トンの都市固形廃棄物を排出しており、その量は2025年までに倍増する可能性が高い⁵⁵。

国連環境計画の Kevin Helps 氏は、新興国における廃棄物管理産業の分析を 10 年近く手がけ、様々な国連関連機関で廃棄物の研究を 22 年以上行ってきた。同氏によると、廃棄物管理体制の強化を通じた汚染物質除去は、海洋化学汚染解消の鍵を握る。

「技術的に言えば、こうした取り組みは可能だ。問題はどの程度の水準を求めるかという点にある。例えばマイクロプラスチックや有害化学物質を除去する技術や、生体システムに害を及ぼす医薬品残留物を除去・削減する技術は既に実現されている」という。

水質改善と海洋化学汚染

ハーバード大学の Elsie Sunderland 氏によると、排水処理施設からの流出は海洋環境における PFAS 化合物汚染の大きな要因となっている。「様々な消費者向け製品、あるいは我々の体内から流出する PFAS は、ほぼ例外なく排水処理施設にたどり着く」からだ。

近年マイクロプラスチックをはじめとするプラスチック汚染の問題が大きく取り上げられている。しかし PFAS 汚染は、人体・海洋環境へさらに深刻な影響を及ぼす問題だ。「マイクロプラスチックの汚染対策が重要であることは言うまでもない。この問題が化学汚染に対する認知度向上につながるのであれば、望ましいことだ。しかし PFAS が人体にもたらす影響は比べ物にならないほど深刻だ」という。

アリゾナ州立大学の Paul Westerhoff 氏によると、既存の排水処理施設では全ての化学物質を取り除くことができない(ナノ素材の約 90% は除去可能)。しかし、米国・オーストラリア・シンガポールなどのように最新技術(例：膜状物質・逆浸透装置)を導入すればそれが可能になる。

「(最新技術を活用すれば)排水に含まれる全ての有害物質を除去し、飲用水を作ることもできる。しかし私の知る限り、逆浸透装置を使った排水処理施設は世界に存在しない。さらなる水質向上を通じた家庭・工業排水の再利用推進は、その意味でも喫緊の課題だ。我々は、一定レベルの処理を施して海・河川へ放出するという排水処理のあり方を見直す必要がある。」

逆浸透装置を使った排水処理は、既存の方法よりもコストがかかるが、海水の淡水化と比較すれば約半分の費用で済む。「そのため、一部の都市がこのアプローチに関心を示している」が、処理済み排水のうち 20% を占める廃棄水には依然として「除去対象となった全ての汚染物質が含まれている」という。

この問題を解消する上で“無排水化” [Zero Liquid Discharge = ZLD] と呼ばれるソリューションは有効だ。米国エネルギー省による資金支援の下で開発された ZLD は、処理過程で除去された塩分・化学物質を高濃度で含む 20% の廃棄水を蒸発させる手法だ。しかし、既存の方法の 10 倍のコストがかかるという課題を抱えている。

次ページへ続く

ただし不純物を含む廃棄水の処理に課題を残すという点では、バクテリアを利用し、脂質に化学物質を付着させる従来の処理方法も同じだ。「米国ではこうした廃棄水のほぼ半分が土地還元、つまり不純物を濃縮して環境中に排出されている。栄養素を多く含むため、非食用作物（干し草や綿花など）の栽培や、森林地域での樹木の育成に使われることも多いが、問題も多い」と Westerhoff 氏は指摘する。

同国では、土地還元される下水汚泥の割合も 50%を上回っており、埋め立て処分が約 30%、焼却処分対象となるのは残りのわずかな割合だ。一方、スイスではその全てが焼却処分される。Westerhoff 氏は、スイスのアプローチを「より望ましい」と考えている。土地還元を行えば、元の排水に含まれる「残留性の高い」有機化合物や金属が土壌を経由して大気・水域環境へ流出するからだ。

液体廃棄物から化学物質を抽出する技術や、塩分・化学物質を含む廃棄水をわずか 2%に抑える技術（つまり 98%の処理水は利用可能）など、世界では現在様々な革新的ソリューションが開発されている。しかし同氏によると、こうした先進技術を活用する国はごくわずかだ。「その大きな要因は、20%の廃棄水に含まれる化学物質や医薬品を対象とする規制が、一部のヨーロッパ諸国を除いてほとんど導入されていないことだ」と同氏は指摘する。

現時点で大きな課題となるのは、基本的な衛生インフラの不備が目立つ新興国で、こうした技術の導入と資金確保をどのように進めるべきかという点だ。

「私が特に問題視しているのは、現代の消費社会で必要とされる“モノ”があまりにも安価で売られていることだ。廃棄段階を迎えた際の適正な処分コストは、多くの場合に外部化されている」と同氏は指摘する。

持続可能な消費・生産を実現するための方策として同氏が挙げるのは、リサイクルの他にも再設計・再使用を行うなど、可能な限り循環型のアプローチを取り入れることだ。「有害化学物質の多くは、雨による流出や水域環境への廃棄によって最終的に大気・海へたどり着く。海洋

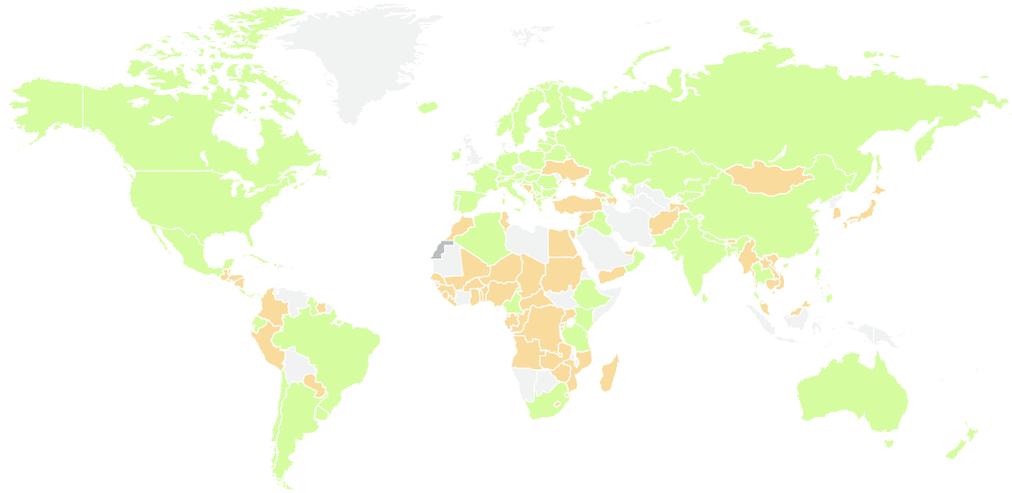
化学汚染を解消する上で、こうした取り組みが必要となるのはそのためだ。」

汚染軽減に向けたインフラの構築には、莫大な投資が必要となる。世界の人口の約半数が下水道システムや浄化槽の整備されていない環境での生活を余儀なくされている理由もそこにある。しかし多くの国は、ほとんど費用のかからない汚染対策でさえも怠っているのが実状だ。

例えば鉛は、2019年に世界で発生した化学物質による超過死亡*数 200万人のほぼ半数を占めている。しかし世界保健機関によると、2020年末の段階で鉛含有塗料を法的に規制する国はわずか 41%にとどまっているという⁵⁶。海洋環境でも、塗料の添加剤として使用が続けられている⁵⁷。

鉛含有塗料規制の実施国（2020年）

世界保健機関によると、鉛含有塗料の製造・輸入・使用を規制する国（黄緑色）は、全体のわずか41%にとどまっている。アフリカ・中東・東南アジア・南米諸国の多くは、規制を導入していない（オレンジ色）、もしくは規制に関するデータを提供していない（灰色）。



鉛含有塗料規制の実施状況（各国政府による自己申告）



資料：The public health impact of chemicals: knowns and unknowns - 2021 data addendum, WHO (2021年)

“ 法規制措置の施行にかかる時間も大きな課題だ。国・国際レベルの法案が策定・承認・実施されるまでには、通常数年単位の時間が必要となる ”

5.3 現行体制の課題

鉛に対する規制を施行する国は、依然として限られている。この現状は、汚染対策の足かせとなる様々な要因を浮き彫りにしている。国際・国内的な対策を加速させるには、こうした課題の克服が不可欠だろう。

その一つは、海洋環境の有限性と、陸上にのける人為的活動の影響が十分認識されて

いないことだ。海が化学物質を無限に吸収・分解できるという誤解は依然として根強い。

また法規制上の意思決定で指針となるデータの不足も大きな課題だ。化学物質の製造・使用・排出状況や使用量、環境への潜在的影響などに関する知見の蓄積も十分とは言えない。規制策定プロセスにおいて、科学的エビデンスを軽視（あるいは無視）する傾向も依然として見られる。

法規制措置の施行にかかる時間も大きな課題だ。国・国際レベルの法案が策定・承認・実施されるまでには、通常数年単位の時間が必要となる。既存の条約（例：ストックホルム条約）に対象物質を追加する場合も状況は同じだ。

* 超過死亡：感染症による死亡だけでなく、他疾患を含めたすべての死亡数が平年に比べて増減したかを示す指標

研究者が長年にわたり危険性を指摘してきた PFAS についても同じことが言える。PFAS はこれまで数十年にわたって海・河川の汚染原因となり、健康被害をもたらしてきた。しかし世界最大の経済大国である米国でさえ、対策に乗り出したのは 2021 年末のことだ。同国環境保護庁の Michael S. Regan 長官は、飲用水に含まれる同物質の法的基準値の設定、研究・監視体制の強化、危険物質への指定を進める意向を明らかにした。2022 年には追加措置も予定されている⁵⁸。

また同庁は、PFAS を含む製品を用途（家具・調理器具・家庭用製品など）に応じて 20 の分野に分け、製造企業に検査およびその結果について開示を義務づける（費用も自己負担）。「製造企業は透明性向上を図り、詳細な情報を市民に公開するべきだ」と Regan 氏は訴えている⁵⁹。

PFAS 汚染の背景は複雑だが、特に大きな要因となっているのが対策推進に消極的な化学セクターの姿勢だ。ノースカロライナ州司法長官は、一部の PFAS が人体・環境にもたらす害（例：がん・肝臓障害）を知りながら、この事実を数十年にわたり隠ぺいしたとして同セクターを批判している⁶⁰。だが一部企業は、同物質がもたらすリスクを依然として認めていない。例えば 2019 年に行われた議会調査では、大手化学メーカー 3M の経営幹部が「現時点で入手可能なデータには健康被害を明確に示す証拠が見られない」と発言。製造工程に関わる従業員に高い発ガン率が確認されたという 3M・デュボンの共同調査の結果と矛盾する見方を示している⁶¹。

米国で見られるこうした課題は、国際レベルでも顕著だ。既存の体制は、政府の実行能力不足や規制当局の理解・監視体制の不備、拡大生

産者責任*（汚染者負担原則による企業の責任拡大）の不在など、様々な課題を抱えている。下記はその一例だ：

- 化学物質が人体・環境にもたらす害、そして“対策を講じない”ことのリスクを、政策担当者・市民が十分認識していない。研究者・政策担当者間のコミュニケーション不足や縦割りの研究体制は、その大きな要因となっている
- 数十万種に上る化学物質の影響は、ほとんど解明されていない。例えば、Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology [スイス連邦材料試験研究所 = EMPA] 技術社会研究部の Zhanyun Wang 氏は、35 万種を対象とした化学物質リストを 2020 年に作成したが⁶²、そのうち少なくとも 7 万 5000 種（高分子化合物など）については組成が「全く分からなかった」という
- 一部の化学メーカーは、規制・監視体制の比較的緩やかな国・地域へ生産拠点を移転するなど、制度上の不備を悪用。移転先の多くは新興国で、市民・環境に深刻な影響が及んでいる
- 規制当局は、化学セクターによる製品開発の“後追い”を余儀なくされている。その一因となっているのは、化学物質に対して個別単位（あるいは PFAS などグループ単位）で規制を行う既存体制のあり方だ。分子構造が似た“派生”物質の開発は比較的容易なため、化学メーカーは規制当局による検査を（少なくとも）数年間は実質的に免除されている

欧州環境庁は、2013 年に発表したレビュー報告書『Late Lessons From Early

* 拡大生産者責任：生産者が製品の生産・使用段階だけでなく、廃棄・リサイクル段階まで責任を負うという考え方

Warnings』[早期警告サインからの遅すぎる教訓]で、予防的措置の導入を阻む様々な要因について触れている。その一つは、技術進化の加速により、迅速な規制対応が難しくなっている

ことだ。政治・金融関係者の短期主義、技術の独占化傾向、科学分野で顕著な保守的思考と縦割りの研究体制、現状維持重視の政策決定なども、大きな要因になっているという⁶³。

体制不備・企業不正がもたらす負の連鎖：イングランド・ウェールズの排水汚染問題

英国のイングランド・ウェールズでは、排水処理体制の問題が深刻化している。その大きな要因となっているのは、民間水道会社に対する法規制の不備だ。規制当局である Ofwat [水業務管理局] も、これを「体制的欠陥」に根ざした問題と認めている⁶⁴。

両国では水道事業が1989年に完全民営化され、現在はその多くがプライベート・エクイティ・政府系ファンド・年金基金などが出資する民間企業によって運営されている。赤字経営が続く中で過剰な役員報酬・配当を支給するこれらの企業は、長年批判的となってきた⁶⁵。また国内水道会社による未処理（あるいは処理が十分でない）排水の放出は事実上黙認され、人体・環境へ深刻な被害をもたらしてきた。（スコットランドでは依然として公営企業が水道事業を担っており、その水質はスカンジナビア諸国と同様の高水準を維持している⁶⁶。）

未処理排水の放出を余儀なくされる事態は極めて稀で、仮に発生した場合も（理論的には）規制当局へ報告されるはずだ。しかし2021年末に行われたデータ分析によると、国内水道会社は乾燥汚泥の流出や早期段階の汚水流出の95%について報告を怠っていた。（集中豪雨などの異常気象時を除き、未処理排水や乾燥汚泥の放出は認められていない⁶⁷。）こうした状況は、汚水流出の監視・報告権限が2009年に水道会社へ委譲された（いわば“キツネにニワトリ小屋の見張りを任せた”）ことと無縁ではない。二つの水道会社（Thames Water・Southern Water）に対する訴訟では、法的規準を上回る汚水が一部処理施設から繰り返し放出されていたことが明らかになっている⁶⁸。

長年にわたる国民の批判を受け、規制当局はイングランド・ウェールズにある約2000箇所の排水処理施設を対象にコンプライアンス違反の調査に乗り出した⁶⁹。その結果、2社による違反行為が次々に発覚。例えば2020年には、裁判官が「環境（そして人体）への影響を無視した衝撃的かつ大規模な不正」と指摘する違反行為が明るみに出た。これを受け、Southern Waterへ9000万ポンド（約145億円）という記録的な額の罰金が課されている⁷⁰。同社は2018年にもイングランド南部沿岸地域で未処理排水を放出し、200万ポンド（約3億2000万円）の罰金を支払った⁷¹。またOfwatが2019年に行った調査では、罰金支払の回避のため、長年にわたって水質データやサンプルの「意図的な改ざん」を行っていたことも露見している⁷²。一方Thames Waterも、14億リットル相当の未処理排水をテムズ川へ放出したとして、2019年に2000万ポンド（約32億円）の罰金が課された。

こうした深刻な状況を受け、同国の環境庁長官は度重なる不正行為に関与した取締役の解任（直接的な関与を行った一部役員には懲役刑）を要求している⁷³。この一件は、法規制の機能不全と企業による不正行為が先進国でも起こりえること、そして海洋環境へ極めて大きなリスクをもたらすことを物語っている。

こうした課題は、特に国レベルで顕著となっている。企業・ロビイストの働きかけが、法規制立案・施行プロセスの長期化や実効性の低下につながりやすいからだ。また先進国では、処分されるリスクが低い、あるいは（仮に処分を受けても）罰金の負担が軽いために、法的義務の履行を怠る企業も見られる（前ページの囲み記事を参照）。

“ 汚染対策に欠かせない包括的な国際法は、依然として整備されていない。また無数に存在する協定・条約は断片的で、経済利益の保護を目的とした国・企業向け法規制との整合性に問題を抱えている ”

また今回取材を行った専門家は、海洋化学汚染対策を一元的に統括する国際機関の不在（詳細についてはP.148で検証）、そして国・国際レベルでの研究資金不足を課題として挙げている。

体制面の課題も深刻だ。例えば、汚染対策に欠かせない包括的な国際法は、依然として整備されていない。また無数に存在する協定・条約（REACH・水保条約など）は断片的で、経済利益の保護を目的とした国・企業向け法規制（貿易法・知的財産法など）との整合性に問題を抱えている。その結果、海洋環境保護の取り組みが阻害されることも少なくない。

例えば一部の国・地域では、化学物質に関する有害性情報の非公開扱い*が知的財産関連法によって認められており、社会・市民との

利益相反を招いている。Stöfen-O'Brien氏によると、これは国益保護や競争力強化に重きを置いた制度の意図せぬ副産物だ。

「(法規制の立案担当者は) こうした制度が海洋環境にもたらす負の影響を考慮に入れていない。そのため、複数法規制の利益調整や汚染対策の実行には長い時間がかかる」と同氏は指摘する。また「縦割りの組織体制によって分野間の連携が阻害されており」、包括的視点から問題を分析する専門家はごくわずかだという。

知財保護と環境対策の利益相反は、数十種類の化学物質の調合によって作られる香水でも顕著だ。EMPAのWang氏によると、企業機密を盾に情報非公開が認められる現状は汚染対策を進める上で大きな足かせとなっている。その要因の一つは、数十年前に整備された既存制度が現状に合わなくなっていることだ。「世界は知財保護のあり方を見直す時期に来ている」と同氏は指摘する。

PFASの一種であるフッ素化ポリマーは、その典型的な例だ。同氏が一部のフッ素化ポリマーについてオンラインで情報検索を行ったところ、「対象とした75物質のほとんどは企業機密として非公開扱いになっていた」という。「つまり市民は用途・使用量を知らないまま、これらの物質が含まれる製品を使用・廃棄していることになる。」

グリーンケミストリーは、使用・廃棄段階における海洋化学汚染対策として近年重要な位置を占めるようになってきている（詳細については第

* 国・地域によっては部分的な非公開扱い

6章を参照)。しかし循環型経済の推進に向けて、「ライフサイクルを通じた化学製品の使用・生成の削減・廃止を目指し、設計・製造過程の見直しを行う⁷⁴」というグリーンケミストリーの目標は、依然として達成されていない。

その大きな要因となっているのは、効果の検証が難しいこと（評価プロセスの導入によって普及も遅れる）、そして企業による導入拡大に向けた政策的インセンティブが十分提供されていないことだ。ただし2021年に発表されたある研究が指摘するように、グリーンケミストリーの重要性は近年「著しく高まって」いる。そしてこのトレンドは、低有害性の製品を求める消費者・機関投資家の声を背景に今後も加速する可能性が高い⁷⁵。

グリーンケミストリーのさらなる普及を促す上で重要となるのは、積極的な政策イニシアティブの推進だ。同研究は、その例として欧州委員会の『Chemicals Strategy for Sustainability』[持続可能な化学物質戦略]、米国が州レベルで進める様々な政策や『Lautenberg Chemical Safety for the 21st Century Act』[ローテンバーグ化学安全法]を挙げ、「規制措置の積極的な推進姿勢を明確にし、市場・投資家に大きな影響を与えている」と評価している⁷⁶。（この分析は、海洋化学汚染の解消に向けて、法規制措置が果たす役割の重要性を裏付けるものだ。）

「研究開発への投資拡大、公共事業の優先的な受注、小売店での優遇的な商品配置、そして（官民組織による）識別表示・認証プログラムを通じた消費者・機関購買者の認知度向上と安全

かつ持続可能な製品の消費拡大といった政策は、企業によるグリーンケミストリーの導入を後押ししている」という⁷⁷。

今回取材を行った複数の専門家によると、持続可能な企業活動の推進には、明確な法規制措置が欠かせない。製造法、生産施設や、化学物質の使用法の改善など、様々な取り組みの推進につながるからだ。起業・イノベーションの促進に向けた環境整備も重要だろう（この分野では米国が優れた取り組みを行っている）。

海洋環境保護に向けた国際司法機関の設立（あるいは既存機関の改革）を進める際には、各国・地域で価値観の違いが見られる要因（リスク許容度など）も考慮すべきだ。Stöfen-O'Brien氏によると、例えばスイス・スウェーデン・ノルウェーの化学物質対策は、米国のそれよりもリスク回避志向が強く、排出ガス・汚染物質に対する規準も厳格だ。「こうした傾向は、3カ国の法規制に色濃く現れている」という。

「リスク許容の線引きや、環境保護・化学物質の利用にまつわる価値観は、社会によって大きく異なり、化学汚染対策を進める上で極めて重要だ。例えば化学物質へのリスク許容度は、EU諸国よりも米国の方が高い」という。

国・地域によるリスク観の違いは、認知度向上の取り組みにも影響を及ぼす。Stöfen-O'Brien氏が拠点とするスウェーデンは、「化学品などの有害汚染物質に対するリスク意識が高く」、その危険性や環境に及ぼす害について幼年期から学ぶという。

「まず市民の教育に取り組み、危機感を醸成するというスウェーデンのアプローチは効果的だ。そこには、“市民社会へ何を期待すべきか”という価値の問題が影響してくるだろう。国・地域・国際レベルの法制度のあり方を大きく左右する要因だ」と同氏は指摘する。

5.4 法規制措置と成功の鍵

汚染の解消に向け、地方・国・国際レベルで推進可能な方策は数多く存在する。その成功に欠かせないのが、適正かつ公平な化学物質管理という原則に基づく法的枠組みだ。本報告書をベースにエコノミスト・インパクトが今後進めるプロジェクトでも、この枠組みは重要な柱となるだろう。

その中核を成すのは、化学物質の過剰な製造・消費を抑制する“エッセンシャルユース”[essential-use]という考え方だ。添加剤として使用される化学物質には、製品の機能上必ずしも必要のないものも多い。例えば、製品のかさ上げに使われる増量剤を廃止すれば、発生源のレベルで汚染物質を大幅に削減できるだろう。

今回諮問を行った専門家パネルは、こうした要因を踏まえ、海洋汚染対策として最も重要な方策10項目を取りまとめた：

方策1：認知度の向上

海洋化学汚染の原因・対策に関する国・国際レベルの認知度向上は、極めて重要な取り組みだ。政策担当者・消費者・企業は近年、プラスチック汚染に対する関心を高めているが、海洋化学汚染については依然として認識不足が目立つ。

現状打破に向けた方策の一つは、研究者による科学的知見の発信や、政策担当者による政策

ニーズの共有など、両者の情報共有・連携を加速させることだ。また縦割りの研究体制が目立つ科学者同士のコミュニケーションにも改善が必要だろう⁷⁸。

対策に関わる専門機関にも連携強化が求められている。多くの機関は特定分野（水銀・POPs・電子廃棄物など）の見地から政策担当者との調整を進めており、取り組みの重複・非効率の原因となっている。また科学研究コミュニティに対する政策面での情報発信や、政策担当者もつ情報ニーズの共有も十分でなく、状況の変化へ迅速に対応できていないのが実状だ⁷⁹。

さらなる情報共有の対象は政策担当者だけではない。啓発プログラムやメディア活動、“削減・再使用・リサイクル”推進キャンペーンなどを通じた市民の意識改革にも、積極的な取り組みが求められている。

方策2：有害化学物質への規制強化

二つ目の方策は、化学物質（グループ）への規制措置とその施行体制を強化することだ。現行体制では、有害化学物質が（官僚的プロセスを経て）制限・廃止措置の対象となるまでに数年・数十年単位の時間がかかる。そして規制措置の実効性も、断片的かつ限定的（一部の地方・国・地域のみが対象）な実施体制によって低下することが多い。

国境を越えて拡散する海洋化学汚染には、国際条約を通じた包括的アプローチが極めて有効だ。合意形成や批准には年単位の時間が必要となるが、その効力は（ほぼ）全世界に及ぶため、効果は非常に大きい。また交渉プロセスは、多様なステークホルダーによる知見共有・認知度向上の機会としても重要な意味を持つ。

BPA と二つの異なる規制アプローチ

工業化学物質の一つであるビスフェノール A [BPA] は、人・動物に影響を及ぼす内分泌かく乱物質として知られているが、プラスチック製品や缶詰製品の材料として過去数十年間利用され続けてきた。米国・EU による BPA への対応は、異なった規制アプローチとその効果を示す格好の例だ。

米国食品医薬品局 [Food and Drug Administration = FDA] は、プラスチック製食品容器や缶詰製品のコーティング材料として BPA の使用を認めている。数々の研究レビューにより「低量の暴露によって健康被害を生じない」ことが証明されている* という立場を取っているからだ⁸⁰。(FDA はほ乳瓶への使用を 2012 年に禁止したが、製造企業はその前に使用を中止している⁸¹。)

一方、欧州化学物質庁 [ECHA] は、BPA に含まれる「有害物質」に「生殖機能への影響が認められる」として高懸念物質に指定し、認可対象物質リストへ収載。

ほ乳瓶や 3 歳以下の乳児向け食品包装材への全面使用禁止など、「人体の健康・環境の保護に向けて、EU 域内における使用を制限（あるいは段階的に制限）」している。(ただしフランスは、食品包装材・容器・調理器具への使用を全面禁止。)

また欧州化学物質庁のリスク評価委員会は、水域環境への排出制限措置を提唱するドイツの立場に支持を表明している⁸²。

規制措置や国際的政策は、積極的な取り組み姿勢を企業へ示すという意味でも有効だ。例えば、国連気候変動枠組条約締約国会議 [COP] は、ネットゼロ達成に向けた企業の取り組みを後押ししている。海洋環境保護の領域でも、規制措置の有効性は実証済みだ。ストックホルム条約の影響を検証した 2017 年の研究は、「(同条約による) POPs 規制は人体・環境への影響軽減に大きな役割を果たしている」と評価。早期段階において規制対象となった POPs では、特に効果が顕著だという⁸³。

近年規制対象となった化学物質は他にもある。例えば 2021 年中頃には、タイ政府が海洋国立公園における日焼け止めの使用禁止措置を発表した。その目的は、サンゴ礁の破壊につながる化学物質（オキシベンゾン・オクチノキサート）の流出を防ぐことだ⁸⁴。ハワイ諸島・パラオ諸島でも同様の措置が実施されている。

化学物質全体に対する規制措置を考える上で、もう一つ重要な課題となるのは“残念な代替*”の問題だ。例えば欧州委員会は、BPA の代替物質の

* 残念な代替 [regrettable substitution] :

十分な検証が行われないうまま代替材料が流通し、(場合によっては元の化学物質以上の) 毒性が明らかとなる現象

一つであるBPSが「繁殖機能や胎児に害を及ぼす恐れがある」として懸念を表明している⁸⁵。

また混合化学物質の実環境における影響評価や、その複合影響に対する規制措置も大きな課題だ。既存の安全性評価は単一の化学物質を対象とすることが多い。しかし仮に単一物質としての安全性に問題がなくても、複合作用によって有害物質へと変質する恐れがある⁸⁶。

この問題に対する有効な対策の一つは、混合化学物質の相互作用を評価する指標“混合物評価係数” [Mixture Assessment Factor = MAF] を活用することだ⁸⁷。一部の国・地域は、このアプローチへの関心を高めつつある。例えば英国・ドイツの共同慈善団体 CHEM Trust は、EU 離脱後⁸⁸ に化学品戦略の見直しを進める英国政府⁸⁹ に対して『12の政策提言』を行い、MAFの義務化をその一つとして提唱している。本報告書の執筆時点では、欧州連合もMAFの導入を検討中だ⁹⁰。

“REACH規則は、これまでEU加盟各国政府が実施してきた安全性評価を産業界の義務へと変更し、化学物質の製造・使用・廃棄に関するリスク評価の実施を化学セクターに求めている”

しかし一部の業界からは批判の声も聞かれる。例えば『Association of the European Adhesive and Sealant Industry』[欧州接着剤・シーラント工業会 = FEICA] は、MAFの導入を「政治的な決定」とし、「実環境よりも一般論に基づくシナリオで暴露量・リスクを評価しており、科学的エビデンスの裏付けに乏しい」とし、本・ビンのラベルといった紙製品、軽車両・

断熱材などの製品が市場から消滅することになりかねないと主張している⁹¹。

対策3：予防原則の活用

予防原則の企業への適用は既に多くの国で進んでいる。企業に対して10原則の遵守（環境分野を含む）を求めるイニシアティブ『UN Global Compact』[国連グローバル・コンパクト]はその一例だ。“原則7”は予防原則がもたらす戦略的なメリットとして、既に生じた損失の回復よりもコスト抑制効果が高いという点を挙げている⁹²。

しかし海洋化学汚染では、責任の所在を明確にすることが難しい。また仮に責任の所在が明確な場合も、（上述の英国 Southern Water の例が示すように）その企業が適切な対策を講じるとは限らない。

予防原則に基づく規制措置の推進は、こうした問題の解消に重要な役割を果たす。例えばREACH規則の第1条は、同規則が予防原則を前提とする*ことを示しており⁹³、第5条でも「データなければ市場なし [no data, no market]」と呼ばれるアプローチを明記⁹⁴。

また同規則は人体・環境に対する影響の評価義務について触れ、「これまでEU加盟各国政府が実施してきた安全性評価を産業界の義務へと変更し、化学物質のリスク評価を実施すること、そして管理・使用者への適正な安全情報を提供すること」を化学セクターに求めている⁹⁵。

（この原則は、世界で最も効果的な協定の一つとされるモントリオール条約にも適用され、「オゾン層破壊物質の世界的排出量を公正に管理するための予防的措置」を締約国に求めている⁹⁶。）

* 1992年に制定されたマーストリヒト条約にも同様の条項が盛り込まれている

予防原則の厳密な定義は現在のところ確立されていない。しかし多くの国は、リオ宣言(1992年採択)の第15原則で謳われた次の記述を採用している⁹⁷：

“あらゆる化学物質・廃棄物を一元的に統括する国際科学政策機関を設立すれば、汚染の現状や行動の必要性に関する情報を政策担当者と共有し、問題の克服に向けた様々な対策を推進することができるだろう”

「環境保護のため、各国の能力に応じて予防的アプローチが広く適用されなければならない。重大または回復不可能な損害の恐れがある場合、環境悪化防止に向けた費用対効果の高い対策を延期する理由として、完全な科学的確実性の欠如が使われてはならない。」

しかし多くの国では、化学物質の安全性証明義務が(企業ではなく)政府・市民社会に課されており、REACH規則のアプローチは依然として例外的存在だ。

国境を越えて拡散する海洋化学汚染の解消に向け、予防原則のさらなる適用拡大は喫緊の課題と言えるだろう。また汚染者負担[“polluter pays”]原則の普及も重要だ⁹⁸。欧州環境庁は2013年、汚染解消(特に市場の失敗是正)に向けた効果的アプローチの一つとしてこの原則を挙げている⁹⁹。

方策4：化学物質・廃棄物を一元的に統括する国際科学政策機関の設立

四つ目の方策は、他の科学政策機関(例：ストックホルム条約関連組織)との役割分担を明確にした上で、あらゆる化学物質・廃棄物を一元的

に統括する**国際科学政策機関を設立**することだ。EMPAのWang氏が指摘するように、こうした機関の設立は海洋化学汚染対策の強化につながる可能性が高い。

その理由の一つは、化学汚染の科学的解明が急速に進んでいることだ。近年は年間2万本以上の研究論文が発表されており、個人レベルの情報管理は難しい。また論文の多くは有料サイトに掲載されており、アクセスに伴う経済的負担も増加している。

「国際機関の設立によってこうした情報を一元管理できれば、研究動向の把握や政策課題の特定、政策担当者(そして科学者)との情報共有、より迅速な行動が可能になる」という。これによりPFAS・PCBなどの汚染対策も加速するというのが同氏の見方だ。

二つ目の理由は、政策ニーズにあった科学的エビデンスの共有につながることだ。政策策定の際には根拠となる科学的エビデンスが欠かせないが、研究者は政策担当者の情報ニーズを常に把握しているわけではない。こうした状況が、政策実現の遅れにつながることも少なくないのだ。

「国際科学政策機関を設立すれば、科学者・政策担当者に見られる情報格差を解消し、政策の根拠となる科学的エビデンスを適切なタイミングで共有することができる」と同氏は指摘する。また新規化学物質の有害性を早期に把握することで、より効果的な対応が可能になるという。

三つ目の理由は、先進国・新興国による双方向の知見共有を円滑化し、緊急性の高い問題(特に農薬)に対する世界的な連携を強化できる

ことだ。海洋化学汚染の現状を世界規模で把握し、包括的な対策を打ち出す上で極めて重要な役割を果たすだろう。

四つ目の理由は、国際協定を通じた機関の設立によって、既存体制が抱える二つの課題を解消できることだ¹⁰⁰：

- スtockホルム条約・バーゼル条約など、既存枠組みの下で設立された組織は権限が限られ、包括的なアプローチが難しい
- 各分野の専門家による横の連携がほとんど見られない。専門的知見を通じて汚染対策に重要な役割を果たす科学者・医療関係者・弁護士は、縦割りの体制の中で個別に取り組みを行うことが多い

方策5：包括的な化学物質データベースの構築

国・国際レベルの化学物質データベース構築は、効果的な対策を進める上で極めて重要な取り組みだ。EMPAのWang氏が2020年に発表した上述の研究では、少なくとも35万種の化学物質が特定されている。数十カ国が対象に含まれていないことを考えれば、その数はさらに増えるだろう¹⁰¹。

同氏が提唱する取り組みの一つは、こうしたデータベースの構築を目指す国々を視野に入れ、国際レベルの“グッドプラクティス”を確立することだ。（“ベストプラクティス”としなかった理由として、同氏は「ベストプラクティスの定義に関する合意形成には、非常に長い時間がかかる。我々に必要なのは、参考事例として今から活用可能な取り組みだ」と語っている。）また同氏は国際的化学物質データベースの構築

も提案している。それによって化学汚染の“プラネタリー・バウンダリー*”の検証なども可能になるだろう¹⁰²。

国際的な化学物質リストの情報元となるのは、国レベルの様々なデータベースだ（同氏は情報を第三者機関が管理し、一般公開すべきだと考えている）。化学物質の成分公開に伴う知的財産権の侵害を危惧し、情報の非公開を認めるべきとする企業もあるが、Wang氏はこれを時代にそぐわない考え方だと指摘する。技術の進化によって、リバースエンジニアリングを通じた他社製品の成分解析はすでに可能だからだ。解析能力を持たない規制当局への情報公開が認められなければ、むしろ市民・環境の利益保護という重要な側面がないがしろにされることになる。

複合影響の問題も対策を進める上で重要だ。既存法規制の多くは個別の化学物質を対象としており、混合化学物質については報告義務が課されていない。Wang氏はデータベース構築を世界規模の取り組みとして進めるべきだと考えている。対象地域が限られれば、規制の緩い国々へ拠点を移転して生産が継続される。そしてその結果、汚染物質が複合化合物・加工製品として規制の厳格な地域にも流入する恐れがあるからだ。こうした事態が起きれば、事態の悪化は避けられないだろう。

世界規模のデータベースという発想は決して新しいものではない。例えばOECDの『Pollutant Release and Transfer Register』[化学物質排出移動量届出制度 = PRTR]は、40カ国の様々なセクターで使用される数百種の化学物質を対象に排出量データを収集している。しかし同制度は様々な課題に直面しており、国際的な

* 1992年に制定されたマーストリヒト条約にも同様の条項が盛り込まれている

データベースの統合が進めば、「化学物質リストや、データ収集・公開義務の規準となる閾値の共通化」といった面で大きなメリットを享受できる¹⁰³。また Wang 氏の構想が実現すれば、専門用語や規準の統一も進むだろう¹⁰⁴。

方策6：化学物質とその潜在的影響に関する情報公開の義務化

汚染対策を進める上で最大の課題の一つは、化学物質とその影響に関する知見の不足だ。その解消策となるのが、全ての化学物質と既知の影響に関する情報公開を国際レベルで義務化することだ。

国連環境計画によると、化学メーカー・小売企業など“先進的な”一部の企業は、既に原料を全面公開し、持続可能なサプライチェーン管理を実施している¹⁰⁵。しかしこうした取り組みを進める企業は、ごくわずかだ。ユーザー企業や消費者が求める化学原料とその使用リスクの公開には、国際レベルの政策的アプローチが必要だろう。

国連環境計画は2019年に発表した報告書の中で、ライフサイクルを重視した国際的アプローチの重要性を強調している。「様々な業種で化学物質に関する情報共有の方法を共通化し、化学物質を多用するセクターやリサイクル・廃棄物管理セクターなど、サプライチェーンのあらゆる領域で全面的な情報公開を進めるべき」だという¹⁰⁶。

こうした取り組みを成功へ導くには、法制度・実施体制の違いやエンドユーザーへの情報提供、認知度向上、新興国における遂行能力の整備といった課題の克服が求められる。

企業機密を必ずしも全て公開する必要はない。国連環境計画はその方策として、企業同士の守秘義務契約や第三者機関（情報管理や適法証明の提供権限を持つ）の活用を通じ、ユーザーの“知る権利”との両立を図ることを提唱している。「人体の安全、環境安全に関する化学物質の情報は機密事項として扱われるべきではない」というのが同組織の見解だ¹⁰⁷。

こうした取り組みに必要な技術的環境は既に整っている。例えば米国企業 Sourcingmap は、コンプライアンス徹底や事業効率化を進める多国籍企業を対象に、サプライチェーン全体を通じたインプット情報管理サービスを提供。原材料から完成品まで、全製品のあらゆるインプットに関する情報の収集・蓄積を支援している。

同社の創業者兼 CEO Leonardo Bonanni 氏によると、環境評価のベストプラクティス要件を満たす上で不可欠なこうした取り組みを、企業が独自に進めることは難しい。サプライチェーンの川上に行けば行くほど原材料の情報は不明確になり、川下に行けば行くほど廃棄・処分にまつわる情報の把握が難しくなるからだ。

「我々は多国籍企業を対象に、3～5段階離れたサプライチェーンの情報を詳細にわたって収集・管理するサービスを提供している。その中には土地利用や、農業用地・鉱業所で使用される化学物質など、環境に関する情報も含まれている。我々が事業を開始するまで、こうしたデータ管理サービスを提供する企業は少なかった」という。

Sourcingmap のようなアプローチは、今後普及が進む可能性が高い。固形廃棄物・液体廃棄物・

排気ガスなど、産業廃棄物の情報公開が義務化されるのは「時間の問題」だからだ。「サプライヤー獲得を巡る競争激化を背景に、競合企業のサプライチェーン研究は加速している。」こうした状況の中で、サプライチェーンを“機密事項”と捉えるのは時代遅れだ。

“透明性の向上は、化学メーカーにも大きなメリットとなる。価格が高くても、リスク面への配慮から透明性の高い企業をサプライヤーにする企業は増えているためだ”

透明性の向上は、企業（同社の顧客である化学メーカーも含む）にも大きなプラス効果をもたらすことが多い。

「例えばサプライヤー候補となる企業が二つあり、一社は製品に関する情報を機密扱いに、もう一社は情報を全面公開していたとする。この場合、後者を選べば大幅なリスク削減につながることは明らかだ」と同氏は指摘する。「たとえば価格が高くても、リスク面への配慮から透明性の高い企業をサプライヤーにする企業は増えている。」

方策7：法規制・原則にベストプラクティスを適用し、その実施を徹底する

海洋化学汚染へ部分的に対応する法規制は数多くある。しかしそのほとんどは、**実行体制やベストプラクティスの適用、施策の徹底**という面で課題を抱えているのが実状だ。化学物質に関する規制・管理体制は極めて複雑で、国によって大きく異なるため、単純比較は難しい。しかし多くの国では、次の四つの課題が見られる：

- 法規制の対象が新規化学物質に限られている。数万種に上る既存化学物質の多くは、安全性の検証が十分行われないうまま市場に流通している。カナダ・オーストラリアなど、一部の国では既存化学物質の検査が実施されているが、あくまでも例外的なケースだ
- 新規化学物質の評価・登録は数週間で可能だが、有害化学物質の廃止には年単位の時間がかかる。つまり新規化学物質の市場化は、その廃止よりもはるかに容易だ
- 新興国の多くは、法規制体制の厳格性・反応性・公正性・効率性という面で課題を抱えている。その結果、比較的規制の緩い（あるいは規制の存在しない）国へ生産拠点を移転する“規制逃れ”が横行している
- 施行体制の不備によって優れた法規制の実効性が低下し、意図せぬ問題につながっている。例えば、排水処理などの分野で先進的取り組みを進める中国では、新規化学物質の検査に数十万ドルの費用が必要となる。しかし登録を怠った際の罰金はわずか1000ドル（約13万円）程度で済むために、未検査の化学物質が市場で大量に流通している。法規制遵守に伴うコストが、違反による罰金よりも高いという状況は、多くの国で見られる

こうした課題の克服に必要なのは、複数国あるいは国際的な連携を通じた法規制の実施、そして執行機関の資金力強化だ。化学セクターは、同じ化学物質を50カ国で個別に検査するという非効率なプロセスを強いられている。国際的な評価基準に基づく一元的な検査体制に

よって、複数国での認可が可能になれば問題解消につながるはずだ。

上述の通り、混合化学物質を対象とする規制の不備も大きな課題だ。単一では有害性の低い化学物質（農薬など）が、界面活性剤などを添加することで極めて毒性の高い物質へと変質することがある。しかし現行の法規制では、こうした側面がほとんど考慮されていない。

また規制の様々な領域（策定・実施・報告など）で新興国がベストプラクティスを適用するために、資金的・物的支援を行うことも重要だ。例えば、報告体制の強化を支援すれば、体系的かつ一貫性の高いデータ活用が可能となり、監視能力の向上や世界的な体制強化につながるはずだ¹⁰⁸。

“グリーンケミストリーやサステイナブル・ケミストリーの普及推進も化学汚染を克服する上で重要となる。特に二つの用語の定義を確立しなければ、恣意的な解釈に基づく“グリーン・ウォッシング”が横行するだろう”

グリーンケミストリーやサステイナブル・ケミストリーの普及推進も重要となる。Stöfen-O'Brien氏によると、特に喫緊の課題となっているのは二つの用語の定義確立だ。ヨーロッパを含む多くの地域では、これらの定義が必ずしも明確でなく、恣意的な解釈に基づく“グリーン・ウォッシング”を行う化学企業が後を絶たない。規制体制の不備を巧みに利用した、実態を伴わない環境訴求を防ぐためにも早急な取り組みが求められているのだ。

グリーンケミストリーという考え方は約20年前から存在しているが、導入は依然として進んでいない。グリーンケミストリーとサステイナブル・ケミストリーの推進に向けた資金支援を強化すれば導入の加速につながるだろう。また政策的インセンティブによって、イノベーション推進に積極的なトップ企業と中堅企業の格差を解消することも可能だ。

例えばグリーンケミストリー分野の研究開発への投資誘致や、公共事業の優先的受注、持続可能な商品選択を容易にする認定プログラムなどは、既に効果が証明されている¹⁰⁹。

カナダ・中国・韓国・日本・台湾・英国・米国などの国々は、グリーンケミストリーの推進に向け様々な分野（例：ガバナンス・産業・教育）で政策を打ち出している¹¹⁰。また国際レベルでも様々なプログラムが進められている。例えば2017年には、国連工業開発機関 [United Nations Industrial Development Organization = UNIDO] が世界規模のグリーンケミストリー・プロジェクトを発足。認知度向上と「研究活動と実環境における活用格差の解消」に向けた取り組みを行っている¹¹¹。また同機関は、持続可能な製造や汚染軽減に効果的なツールを中小企業へ提供する『Transfer of Environmentally Sound Technologies』 [環境技術移転プログラム = TEST] も手がけている¹¹²。一方、国連環境計画も、グリーンケミストリーやサステイナブル・ケミストリーの概要に関する手引書の第1弾として『Green and Sustainable Chemistry Framework Manual』 [グリーン・サステイナブル・ケミストリーの枠組み手引書] を発表した¹¹³。

こうした取り組みをさらに進めるには資金支援が不可欠だ。特に中等・高等教育機関の教員・学生を対象とした教材・トレーニング機会の提供、化学者を対象とした環境・公衆衛生に関する基礎研修には、重点的な支援が求められる。後者については、中毒性・生体蓄積・残留性などを規準とした原料選別に必要な知識が獲得できるため、有害物質の使用回避や製品再設計に伴うコストの削減など様々なメリットを実現可能だ。

方策8：影響評価体制の強化に向けた資金支援

今回の調査で浮き彫りとなった重要課題の一つは、化学物質の影響評価に向けた（国・国際レベルの）**研究財源不足**だ。この問題が海洋化学汚染対策に及ぼす影響は深刻化しつつある。世界の化学品市場は、2030年までに2017年時点の2倍の規模へ拡大すると予測されており、化学物質がもたらす環境負荷もさらに高まる可能性が高い。こうした状況を考えれば、財源拡充と研究活動の加速は喫緊の課題だろう¹¹⁴。

“化学物質の影響評価に向けた研究財源の不足が、海洋化学汚染対策に及ぼす影響は、国・国際レベルの両方で深刻化している”

ユネスコ*が『Ocean Science Roadmap』[海洋科学ロードマップ]で指摘するように、取り組みの第一歩となるのは、海洋科学研究に対する持続可能な資金支援体制を整備することだ。新型コロナウイルス感染症の影響によって、海洋世界遺産の維持管理に関わる予算は急速に縮小しており、基本的な監視活動を実施できないケースも報告されている。資金不足は、

「海洋世界遺産における研究活動の最も深刻な阻害要因になっている」という¹¹⁵。

国連環境計画が指摘するように、化学物質・廃棄物管理の分野で研究資金の支援が拡大すれば、こうした問題の解消や優先課題への取り組み、政策担当者との情報共有が加速するはずだ。対策がもたらすメリットや現状容認のコストに関する世界規模の研究推進にもつながるだろう¹¹⁶。

また財源を強化できれば、人工知能[AI]を活用した海洋環境の監視など、効果的かつ革新的なソリューションの導入も容易になる。例えば、人工衛星が撮影した海草藻場の画像をAIで解析すれば、その状態や対策の効果を効率的に分析できる¹¹⁷。

Stöfen-O'Brien氏によると、資金支援の拡大は新興国にとっても重要なテーマだ。プラスチック汚染や水産資源汚染など、新興国は化学物質がもたらす影響をより直接的に受けている。しかし、こうした国々の状況・見方が汚染対策に反映されることは少ない。また、十分な監視能力を持たないために、「グローバル・サウス[南の新興国]における海洋化学汚染の実態はほとんど解明されていない」のが実状だ。「世界的な化学メーカーによる外部不経済の問題は、もっと注目されるべきだ」という。

「資金支援は、より体系的かつ安定的に行われる必要がある。各地域における化学物質汚染の実状を反映し、質の高い監視・評価プログラムを推進する地域ベースの知識センターなど、教育分野には重点的な支援を行うことが望ましい。取り組み状況の報告体制も整備

* ユネスコ：正式名称は、国連教育科学文化機関 [United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization = UNESCO]

すべきだろう。こうした環境が整えば、科学的エビデンスに基づく政策・規制措置を推進する上で大きなプラスになる」と同氏は指摘する。

方策9：汚染者負担原則の徹底

新興国における財源不足の問題は、化学物質の管理体制強化を進める上で大きな課題となっている。Center for International Environmental Law [国際環境法センター＝CIEL] と International Pollutants Elimination Network [国際汚染物質廃絶ネットワーク＝IPEN] が2020年に発表した報告書は、問題解消に向けた**革新的財政措置**の一つとして、汚染者負担原則を活用したアプローチを提案している。

“汚染者負担原則”に基づく直接課税は必ずしも容易でない。この点を踏まえて同報告書が提案するのは、化学原料の量に応じて0.5%の税を徴収するという方法だ。天然ガス・石油由来の基礎化学品である化学原料が、ほぼ全ての化学物質のベースとなっていることを考えれば理に適ったアプローチと言える。

基礎化学品の売上高は2018年時点で23兆ドル（約2993兆円）に達しており、この方法を用いれば115億ドル（約1.5兆円）の税収増加につながる見込みだ。世界的な化学製品管理予算（年間）の約85倍にあたる財源が確保できれば、「効果的な化学物質・廃棄物管理体制の実現に必要な費用を十分賄うことができる」という。

このアプローチは、「化学物質・廃棄物管理の経済的責任を本来負うべき存在（つまり化学製品の製造によって利益を得る化学メーカー）が負担するという点でも適切だ」と同報告書は

指摘する。「税は基礎化学品メーカーが本拠地とする国が徴収し、国際的な基金へ集約されるという形が望ましい。」

CIEL・IPENは、集められた資金が「規制体制やインフラ、情報・監視体制、廃棄物管理・処理体制の強化に充てられるべき」と考えている。

それにより、国レベルで汚染者負担原則を実践でき、化学原料メーカーに対する公正な課税も担保されるからだ。

「また徴税に既存の規制インフラを活用可能で、（国際機関への）課税自主権の委譲にまつわる問題を回避できる点もメリットだ。また世界貿易機関[WTO]の協定に抵触せず、消費者価格に影響を及ぼさないことも重要な利点だ」と指摘する。

上述の『SAICM』[国際的な化学物質管理のための戦略的アプローチ]も、化学物質・廃棄物管理体制の強化に向け産業界が果たすべき経済的役割など、資金確保の問題について検証している（本報告書の執筆時点では分析作業が進行中）。

この取り組みは、汚染対策への企業の関与の問題点を分析した二つの報告書（国連環境計画・SAICMが作成）を受けて進められているものだ。国連環境計画の報告書は、主な課題として「企業の役割が不明瞭な現状や、活動・資金循環の監視メカニズムの不備、企業の関与に関する国レベルの理解不足」などを挙げている。一方SAICMの報告書は、「国連環境計画が『化学物質・廃棄物管理体制の強化に向けた持続可能な資金調達への統合的アプローチ*』で提唱した、財源確保アプローチの主流化と企業の関与拡大

* 英語名は "Integrated approach to the sustainable financing of sound management of chemicals and wastes"

という課題は依然として解消されていない」と指摘している。つまり企業は資金面で十分な貢献を行っていないというのが両者の見方だ¹¹⁸。

こうした課題の解消につながる方策は課税以外にもある。SAICM は報告書の中で次のような案を挙げている¹¹⁹：

- 有害性の高い化学物質への補助金を廃止する（特に農業）
- 外部不経済の内部化や、ベストプラクティスの推進、国・国際レベルの法規制遵守など、企業の模範的取り組みに対する報奨制度を設立する。補助金は、持続可能な化学物質の研究開発推進にも有効だ
- 有害化学物質の段階的廃止に向け、取引量に上限を設ける。農業汚染の問題には特に効果的だ

方策 10：海洋環境の回復に向けた取り組みの推進

海洋環境の回復に向けた国レベルの取り組みにおいては、ヨーロッパの事例がベストプラクティスとして有効だ。

例えば同地域では、一部の使い捨てプラスチック製品・マイクロビーズの廃止、港湾施設以外での船舶による廃棄物投棄の禁止、海・河川への汚染物質の流出削減といった取り組みが進められている。

その他にも、海洋化学汚染対策として次のような取り組みは効果的だ：

- 海洋保護区の拡大と、既存保護地域における対策強化
- 水産資源の乱獲など、環境破壊の対策推進
- 窒素肥料の使用削減や、汚水・プラスチックの流出防止
- 財政措置を通じた、企業・農業関係者の行動是正
- 海草藻場・貝類の育成など、環境再生の取り組みを推進（窒素・リンの吸収による水質改善や CO2 削減、酸素量増加、海洋生物の生息地回復につながる¹²⁰）

また先進国・新興国における知識・管理能力の格差解消に向け、“グローバル・サウス” 諸国間、あるいは先進国とのパートナーシップ強化を進めるべきだ。専門的知見・ノウハウやベストプラクティス、過去の経験を効果的に活用・共有するためにも不可欠な取り組みと言える。

提携を通じて渡り鳥の共同監視などの活動を行う、バン・ダルガン国立公園（モリタニア）・ワッデン海国立公園（ドイツ・オランダ・デンマーク）はその一例だ。こうした協力関係は先進国間でも見られる。例えばグレイシャーベイ国立公園（米国）と世界自然遺産の西ノルウェーフィヨルド群*（ノルウェー）は、クルーズ船の環境負荷軽減に向けた共同研究などを進めている¹²¹。

* ガイランゲルフィヨルド [Geirangerfjord] とネーロイフィヨルド [Nærøyfjord] で構成される

“破壊から調和へ”：環境破壊の法的定義確立に向けた取り組み

2021年、12名の国際法専門家で構成される専門家パネルは環境破壊 [ecocide] に関する法的定義の取りまとめ作業を開始した。その目的は、『Rome Statute of the International Criminal Court』[国際刑事裁判所に関するローマ規程] に条項を盛り込み、環境破壊を犯罪として認定することだ。草案の作成にあたっては、世界各国の若者世代・宗教団体・先住民など、様々なステークホルダーとの意見交換が行われた¹²²。

環境保護団体 Stop Ecocide Foundation がこの取り組みを始めた理由は、「温室効果ガスの排出と生態系破壊が現在のペースで進行すれば、地球環境に壊滅的な影響が及ぶ」ことが科学的エビデンスからも明らかなことだ。同財団は、環境破壊が国際法によって犯罪行為と認められれば、政治・外交・経済分野における取り組み強化につながり、人類・環境の関係性を「破壊 [harm] から調和 [harmony] へ」とシフトできると考えている¹²³。

「大きな進化を遂げているものの、既存の国際環境ガバナンス体制には課題が多い。自然環境保護のために、国・国際レベルの様々な法規制措置が打ち出されているが、さらなる体制強化が急務となっている」という¹²⁴。

草案がローマ規定に追加されれば、集団殺害犯罪・人道に対する犯罪・戦争犯罪・侵略犯罪に次ぐ五つ目の“重大な国際犯罪”として環境破壊が認められることになる¹²⁵。専門家パネルが提唱する環境破壊の定義は「環境に深刻かつ広範、または長期的な損害を与える可能性があることを知りながら行う不法ないし無慈悲な行為」というものだ¹²⁶。

この取り組みは、フランスのエマニュエル・マクロン大統領やローマ教皇フランシスコなど国際的著名人の支持を獲得しているが、実現には年単位の時間がかかる見込みだ¹²⁷。

しかし関係者は、この草案の存在自体が企業行動に大きな影響を及ぼすと考えている（例：金融機関・保険会社によるプロジェクト・リスク評価）。同パネルの共同議長を務める Philippe Sands 教授も、「意識の変革はすでに始まっている」として取り組みの価値を強調している¹²⁸。

次なるステップ

本報告書の作成にあたり意見交換を行った専門家パネルは、上述した10の方策が海洋化学汚染の解消に重要な役割を果たすと考えている。特に成功の鍵となるのは、化学セクターによる取り組みへの関与だ。情報公開への消極姿勢や（環境よりも）ビジネス優先の事業運営など、これまで同セクターは少なからず汚染対策の阻害要因となってきた。

“ 欧州環境庁の報告書によると、調査対象となった汚染問題の多くは、企業による早期警告サインの軽視が要因となっている。アスベスト・有鉛ガソリン・殺虫剤汚染、水産資源の乱獲などはその一例だ ”

環境悪化の早期警告サインを軽視する企業の姿勢は批判されるべきだ。しかしこうした行動の背景には、利益優先主義以外にも様々な要因が考えられる¹²⁹。

要因の一つは、人体・環境への外部リスクを軽視する既存経済指標のあり方だ。訴訟や規制当局との対立、企業イメージの低下などにつな

がらない限り、企業が対策を講じることはほとんどない。欧州環境庁の報告書によると、調査対象となった汚染問題の多くは、企業による早期警告サインの軽視が要因となっている。アスベスト・有鉛ガソリン・殺虫剤汚染、水産資源の乱獲などはその一例だ¹³⁰。

もう一つの要因となっているのは、企業向け規制の不備だ。同報告書は「企業が予防的アプローチを軽視して意思決定を行ったために汚染が深刻化したケースは枚挙にいとまがない。その背景にあるのは、短期的な株主価値重視の考え方、そして“企業倫理の欠如”や“自己奉仕バイアス*”といった心理的要因だ」と指摘する。

同報告書の分析には、環境破壊の大きな要因として市場の失敗を挙げた英国『ダスグプタ・レビュー』と共通する部分が多い（『ダスグプタ・レビュー』の詳細については前章P.104を参照）¹³¹。次章以降ではここまでの分析を受け、汚染解消の鍵を握る化学セクター・その他企業（銀行・保険会社など）・市民社会・消費者などのステークホルダーについて取り上げる。

脚注：報告書について

- 1 Living Ocean, NASA Science.
参照: <https://science.nasa.gov/earth-science/oceanography/living-ocean/>
- 2 UNEP and Biodiversity, UNEP (2020). 参照: <https://www.unep.org/unep-and-biodiversity>
- 3 同上
- 4 Toward a Global Understanding of Chemical Pollution: A First Comprehensive Analysis of National and Regional Chemical Inventories, Wang Z et al, Environmental Science & Technology (January 2020).
参照: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.est.9b06379>
- 5 Why chemical pollution is turning into a third great planetary crisis, Graham Lawton, New Scientist (July 2021).
参照: <https://www.newscientist.com/article/mg25133440-700-why-chemical-pollution-is-turning-into-a-third-great-planetary-crisis/>

脚注：海洋化学汚染の 克服と規制が果たすべき役割

- 1 Our Oceans, Seas and Coasts: EU Coastal and Marine Policy, European Commission
参照: https://ec.europa.eu/environment/marine/eu-coast-and-marine-policy/index_en.htm
- 2 Understanding REACH, ECHA 参照: <https://echa.europa.eu/regulations/reach/understanding-reach>
- 3 同上
- 4 Farm to Fork Strategy: For a fair, healthy and environmentally-friendly food system, European Union (2020年)
参照: https://ec.europa.eu/food/document/download/472acca8-7f7b-4171-98b0-ed76720d68d3_en
- 5 Chemicals strategy, European Commission (2021年)
参照: https://ec.europa.eu/environment/strategy/chemicals-strategy_en
- 6 参照: https://ec.europa.eu/food/horizontal-topics/farm-fork-strategy_en
- 7 参照: <https://echa.europa.eu/understanding-pops>
- 8 Convention on the Prevention of Marine Pollution by Dumping of Wastes and Other Matter, IMO
参照: <https://www.imo.org/en/OurWork/Environment/Pages/London-Convention-Protocol.aspx>
- 9 International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL), IMO 参照: [https://www.imo.org/en/About/Conventions/Pages/International-Convention-for-the-Prevention-of-Pollution-from-Ships-\(MARPOL\).aspx](https://www.imo.org/en/About/Conventions/Pages/International-Convention-for-the-Prevention-of-Pollution-from-Ships-(MARPOL).aspx)
- 10 United Nations Convention on the Law of the Sea, UN
参照: https://www.un.org/Depts/los/convention_agreements/texts/unclos/unclos_e.pdf
- 11 International Convention on the Control of Harmful Anti-fouling Systems on Ships, IMO
参照: [https://www.imo.org/en/About/Conventions/Pages/International-Convention-on-the-Control-of-Harmful-Anti-fouling-Systems-on-Ships-\(AFS\).aspx](https://www.imo.org/en/About/Conventions/Pages/International-Convention-on-the-Control-of-Harmful-Anti-fouling-Systems-on-Ships-(AFS).aspx)
- 12 参照: <http://www.saicm.org/About/Overview/tabid/5522/language/en-US/Default.aspx>
- 13 Cartagena Convention, UNEP 参照: <https://www.unep.org/cep/who-we-are/cartagena-convention>
- 14 Our Oceans, Seas and Coasts: The Marine Strategy Framework Directive, EU 参照: https://ec.europa.eu/environment/marine/eu-coast-and-marine-policy/marine-strategy-framework-directive/index_en.htm
- 15 Barcelona Convention and Protocols, UNEP
参照: <https://www.unep.org/uneppmap/who-we-are/barcelona-convention-and-protocols>
- 16 Contracting Parties, UNEP 参照: <https://www.unep.org/uneppmap/who-we-are/contracting-parties>
- 17 参照: <https://helcom.fi/>
- 18 Convention Text, OSPAR Commission 参照: <https://www.ospar.org/convention/text>
- 19 Convention on the Protection of the Black Sea Against Pollution, Black Sea Commission
参照: <http://www.blacksea-commission.org/Official%20Documents/The%20Convention/full%20text/>
- 20 参照: https://ec.europa.eu/environment/marine/international-cooperation/regional-sea-conventions/bucharest/index_en.htm
- 21 参照: <https://www.hse.gov.uk/chemical-classification/labelling-packaging/index.htm>
- 22 European Environment Agency (2013年)
- 23 同上
- 24 同上
- 25 同上
- 26 同上
- 27 同上
- 28 International Convention on the Control of Harmful Anti-fouling Systems on Ships, IMO
参照: [https://www.imo.org/en/About/Conventions/Pages/International-Convention-on-the-Control-of-Harmful-Anti-fouling-Systems-on-Ships-\(AFS\).aspx](https://www.imo.org/en/About/Conventions/Pages/International-Convention-on-the-Control-of-Harmful-Anti-fouling-Systems-on-Ships-(AFS).aspx)
- 29 Status of Treaties, IMO (2021年)
参照: <https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/About/Conventions/StatusOfConventions/StatusOfTreaties.pdf>
- 30 An absurd scenario in 2021: Banned TBT-based antifouling products still available on the market, Uc-Peraza RG et al., Science of the Total Environment (2021年)
- 31 参照: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969721054541>

- 32 Anti-fouling systems, IMO 参照: <https://www.imo.org/en/OurWork/Environment/Pages/Anti-fouling.aspx>
参照: <https://www.sciencedirect.com/topics/pharmacology-toxicology-and-pharmaceutical-science/organotin-compound>
- 33 Anti-fouling systems, IMO 参照: <https://www.imo.org/en/OurWork/Environment/Pages/Anti-fouling.aspx>
- 34 Summary Progress Update 2021: SDG 6 — water and sanitation for all, UN Water (2021年7月)
参照: <https://www.unwater.org/publications/summary-progress-update-2021-sdg-6-water-and-sanitation-for-all/>
- 35 同上
- 36 What Are the Three Stages of Wastewater Treatment? Arvia
参照: <https://arviatechnology.com/blog/2018/12/06/what-are-the-three-stages-of-wastewater-treatment/>
- 37 Mapping global inputs and impacts from of human sewage in coastal ecosystems, Tuholske C, Halpern B et al., PLoS One (2021年) 参照: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0258898>
- 38 What Are the Three Stages of Wastewater Treatment? Arvia
- 39 Tuholske C et al, PLoS One (2021年)
- 40 Summary Progress Update 2021: SDG 6 — water and sanitation for all, UN Water (2021年7月)
参照: <https://www.unwater.org/publications/summary-progress-update-2021-sdg-6-water-and-sanitation-for-all/>
- 41 Tuholske C et al, PLoS One (2021年)
- 42 同上
- 43 同上
- 44 同上
- 45 同上
- 46 同上
- 47 Summary Progress Update 2021: SDG 6 — water and sanitation for all, UN Water (2021年7月)
参照: <https://www.unwater.org/publications/summary-progress-update-2021-sdg-6-water-and-sanitation-for-all/>
- 48 Water Quality and Wastewater, UN Water 参照: <https://www.unwater.org/water-facts/quality-and-wastewater/>
- 49 "On Delhi's Toxic River, Prayers to a Sun Struggling to Shine Through Smog", New York Times (2021年11月11日)
参照: <https://www.nytimes.com/2021/11/11/world/asia/india-pollution-yamuna-chhath.html>
- 50 参照: <https://www.mwdh2o.com/planning-for-tomorrow/building-local-supplies/regional-recycled-water-program/>
- 51 同上
- 52 同上
- 53 Oxidation of organics in retentates from reverse osmosis wastewater reuse facilities, Westerhoff P et al., Water Research (2009年) 参照: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0043135409002371>
- 54 Ozonation of drinking water: Part I. Oxidation kinetics and product formation, Von Gunten, U, Water Research (2003年)
参照: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0043135402004578>
- 55 Global Chemicals Outlook II: From Legacies to Innovative Solutions: Implementing the 2030 Agenda for Sustainable Development, UNEP (2019年)
参照: <https://www.unep.org/resources/report/global-chemicals-outlook-ii-legacies-innovative-solutions>
- 56 The public health impact of chemicals: knowns and unknowns - 2021 data addendum, WHO (2021年)
参照: <https://www.who.int/publications/i/item/WHO-HEP-ECH-EHD-21.01>
- 57 Delivering Multiple Benefits through the Sound Management of Chemicals and Waste: A STAP Advisory Document, Katima J and Leonard S, Scientific and Technical Advisory Panel to the Global Environment Facility (2020年12月) 参照: <https://www.stapgef.org/sites/default/files/publications/Multiple%20Benefits%20Chemicals%20Waste%20%28web%29.pdf>
- 58 "A Move to Rein In Cancer-Causing 'Forever Chemicals'", The New York Times (2021年10月18日)
参照: <https://www.nytimes.com/2021/10/18/climate/biden-pfas-forever-chemicals.html>
- 59 同上
- 60 "How Chemical Companies Avoid Paying for Pollution", The New York Times (2021年10月20日)
参照: <https://www.nytimes.com/2021/10/20/business/chemours-dupont-pfas-genx-chemicals.html>
- 61 "As Congress debates PFAS measures, lawmakers press 3M, DuPont, Chemours on chemicals they used", The Philadelphia Inquirer (2019年9月11日)
参照: <https://www.inquirer.com/news/pfas-defense-spending-congress-3m-dupont-chemours-20190910.html>
- 62 Toward a Global Understanding of Chemical Pollution: A First Comprehensive Analysis of National and Regional Chemical Inventories, Wang Z et al, Environmental Science & Technology (2020年)
参照: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.est.9b06379>
- 63 Late lessons from early warnings: science, precaution, innovation (Summary), European Environment Agency (2013年)
参照: <https://www.eea.europa.eu/publications/late-lessons-2>
- 64 "Southern Water staff convicted of obstructing sewage probe", Financial Times (2019年8月27日)
参照: <https://www.ft.com/content/804c8afc-c00a-11e9-89e2-41e555e96722>

- 65 "UK water monopolies in poor financial health, warns watchdog", Financial Times (2021年11月30日)
参照: <https://www.ft.com/content/0b54daf8-fdb4-4115-99f8-fe46b1412d91>
- 66 "Can England's water companies clean up its dirty rivers?" Financial Times (2019年6月12日)
参照: <https://www.ft.com/content/5c1a33e4-8939-11e9-97ea-05ac2431f453>
- 67 "Water companies to be probed over sewage discharges into rivers", Financial Times (2021年11月18日)
参照: <https://www.ft.com/content/eb4b34f2-6ca9-41a0-8ef4-5c3e37d64768>
- 68 同上
- 69 同上
- 70 同上
- 71 "Thames Water fined record £20m for sewage dump", Financial Times (2017年3月22日)
参照: <https://www.ft.com/content/b121a9e6-0a68-11e7-97d1-5e720a26771b>
- 72 Ofwat's final decision to impose a financial penalty on Southern Water Services Limited, Ofwat (2019年10月)
参照: <https://www.ofwat.gov.uk/wp-content/uploads/2019/10/Ofwat%E2%80%99s-final-decision-to-impose-a-financial-penalty-on-Southern-Water-S....pdf>
- 73 Financial Times (2021年11月18日)
- 74 The GC3 Blueprint of Green Chemistry Opportunities for a Circular Economy, Green Chemistry & Commerce Council (GC3) and the Forsythia Foundation (2021年)
参照: <https://greenchemistryandcommerce.org/documents/gc3-circular-economy-report.pdf>
- 75 Green Chemistry: A Strong Driver of Innovation, Growth, and Business Opportunity, Golden J.S. et al, Sustainable Chemistry Catalyst, Lowell Center for Sustainable Production, University of Massachusetts Lowell
参照: <https://greenchemistryandcommerce.org/documents/GC3-GreenChemReport-November2021.pdf>
- 76 同上
- 77 同上
- 78 We need a global science-policy body on chemicals and waste, Wang Z et al, Science (2021年2月)
参照: <https://www.science.org/doi/10.1126/science.abe9090>
- 79 同上
- 80 Questions & Answers on Bisphenol A (BPA) Use in Food Contact Applications, U.S. Food & Drug Administration
参照: <https://www.fda.gov/food/food-additives-petitions/questions-answers-bisphenol-bpa-use-food-contact-applications>
- 81 FDA Bans BPA in Baby Bottles, WebMD (2012年)
参照: <https://www.webmd.com/parenting/baby/news/20120717/fda-bans-bpa-baby-bottles>
- 82 Bisphenol A, ECHA. 参照: <https://echa.europa.eu/hot-topics/bisphenol-a>
- 83 Global Chemicals Outlook II, UNEP (2019年)
- 84 "Thailand bans coral-damaging sunscreens in marine parks", BBC (2021年8月4日)
参照: <https://www.bbc.com/news/world-asia-58092472>
- 85 Bisphenol A, ECHA
- 86 Chemical mixtures, CHEM Trust. 参照: <https://chemtrust.org/mixtures/>
- 87 Chemical pollution is impacting UK marine and freshwater wildlife, CHEM Trust (2021年)
参照: <https://chemtrust.org/chemical-pollution-uk-aquatic-wildlife/>
- 88 UK NGOs outline 12 Key Asks for the UK Chemicals Strategy, CHEM Trust (2021年)
参照: <https://chemtrust.org/12-key-asks-uk-chemicals-strategy/>
- 89 Chemical pollution is impacting UK marine and freshwater wildlife, CHEM Trust (2021年)
参照: <https://chemtrust.org/chemical-pollution-uk-aquatic-wildlife/>
- 90 Request for support to the impact assessment on the planned revision of the REACH Regulation, European Commission (2021年) 参照: https://echa.europa.eu/documents/10162/13606/chemicals_strategy_com_request_for_support_en.pdf/a039ba03-da22-09d6-2d60-eeff9d12e527
- 91 Mixture Assessment Factor (MAF) Explained: New FEICA leaflet available in 8 languages, FEICA
参照: https://www.feica.eu/information-center/all-information-centre/preview/1214/mixtureassessmentfactor-explained?id=b8a7a469-a6c9-49a6-8cc2-59f76f39221e&filename=MixtureAssessmentFactor_explained.pdf
- 92 The Ten Principles of the UN Global Compact: Principle Seven: Environment, UN Global Compact
参照: <https://www.unglobalcompact.org/what-is-gc/mission/principles/principle-7>
- 93 REGULATION (EC) No 1907/2006 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 18 December 2006, European Union
参照: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/TXT/HTML/?uri=CELEX:02006R1907-20210215>
- 94 参照: https://ec.europa.eu/environment/chemicals/reach/reach_en.htm
- 95 参照: https://ec.europa.eu/growth/sectors/chemicals/reach_en
- 96 参照: <https://ozone.unep.org/treaties/montreal-protocol/articles/preamble>

- 97 The Precautionary Principle, Still Only One Earth: Lessons from 50 years of UN sustainable development policy, Jose Felix Pinto-Bazurco, International Institute for Sustainable Development (2020年)
参照: <https://www.iisd.org/articles/precautionary-principle>
- 98 Ocean Pollutants Guide: Toxic Threats to Human Health and Marine Life, IPEN and NTN (2018年)
参照: <https://ipen.org/documents/ocean-pollutants-guide>
- 99 European Environment Agency (2013年)
- 100 Wang Z et al, Science (2021年)
- 101 Wang Z et al, Environmental Science & Technology (2020年)
- 102 同上
- 103 Global Chemicals Outlook II, UNEP (2019年)
- 104 Wang Z et al, Environmental Science & Technology (2020年)
- 105 Global Chemicals Outlook II, UNEP (2019年)
- 106 同上
- 107 同上
- 108 UNEP Global Chemicals Outlook II (2019年)
- 109 Golden J S et al (2021年)
- 110 Implementation of green chemistry principles in circular economy system towards sustainable development goals: Challenges and perspectives, Chen T-L et al, Science of the Total Environment (2020年)
参照: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.136998>
- 111 Green chemistry, UNIDO (2017年) 参照: <https://www.unido.org/our-focus-safeguarding-environment-resource-efficient-and-low-carbon-industrial-production/green-chemistry>
- 112 Transfer of Environmentally Sound Technologies, UNIDO 参照: <https://www.unido.org/our-focus/safeguarding-environment/resource-efficient-and-low-carbon-industrial-production/transfer-environmentally-sound-technologies-test>
- 113 Chemicals and Waste Reports for UNEA 5, UNEP (2020年)
参照: <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/34338/GSCF.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- 114 Global Chemicals Outlook II, UNEP (2019年)
- 115 Ocean Science Roadmap for UNESCO Marine World Heritage in the context of the United Nations Decade of Ocean Science for Sustainable Development (2021-2030), UNESCO (2021年)
参照: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000379847.locale=en>
- 116 Global Chemicals Outlook II, UNEP (2019年)
- 117 Ocean Science Roadmap for UNESCO (2021年)
- 118 Study on industry involvement in the integrated approach to financing the sound management of chemicals and waste, prepared by the SAICM Secretariat, SAICM (2021年)
参照: <http://www.saicm.org/Implementation/Financing/tabid/8785/language/en-US/Default.aspx>
- 119 同上
- 120 Can the growth of aquaculture help restore the health of our ocean? World Economic Forum (2020年)
参照: <https://www.weforum.org/agenda/2020/10/can-the-growth-of-aquaculture-restore-the-health-of-our-ocean/>
- 121 Ocean Science Roadmap for UNESCO (2021年)
- 122 Independent Expert Panel for the Legal Definition of Ecocide: Commentary and Core Text, Stop Ecocide Foundation (2021年) 参照: <https://www.stopecocide.earth/expert-drafting-panel>
- 123 同上
- 124 同上
- 125 同上
- 126 同上
- 127 "Crime of ecocide could transform fight against climate change", Financial Times (2021年6月25日)
参照: <https://www.ft.com/content/1343dce0-f328-49cc-abc8-2e5060b79eea>
- 128 同上
- 129 European Environment Agency (2013年)
- 130 同上
- 131 The Economics of Biodiversity: The Dasgupta Review – Abridged Version, HM Treasury (2021年)
参照: <https://www.gov.uk/government/publications/final-report-the-economics-of-biodiversity-the-dasgupta-review>

本報告書に記載された情報の正確を期すために、あらゆる努力を行っていますが、エコノミスト・インパクトは第三者が本報告書の情報・見解・調査結果に依拠することによって生じる損害に関して一切の責任を負わないものとします。

ロンドン

20 Cabot Square
London, E14 4QW
United Kingdom
Tel: (44.20) 7576 8000
Fax: (44.20) 7576 8500
Email: london@eiu.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@eiu.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@eiu.com

ドバイ

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

香港

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