

海洋プラスチックの由来と影響

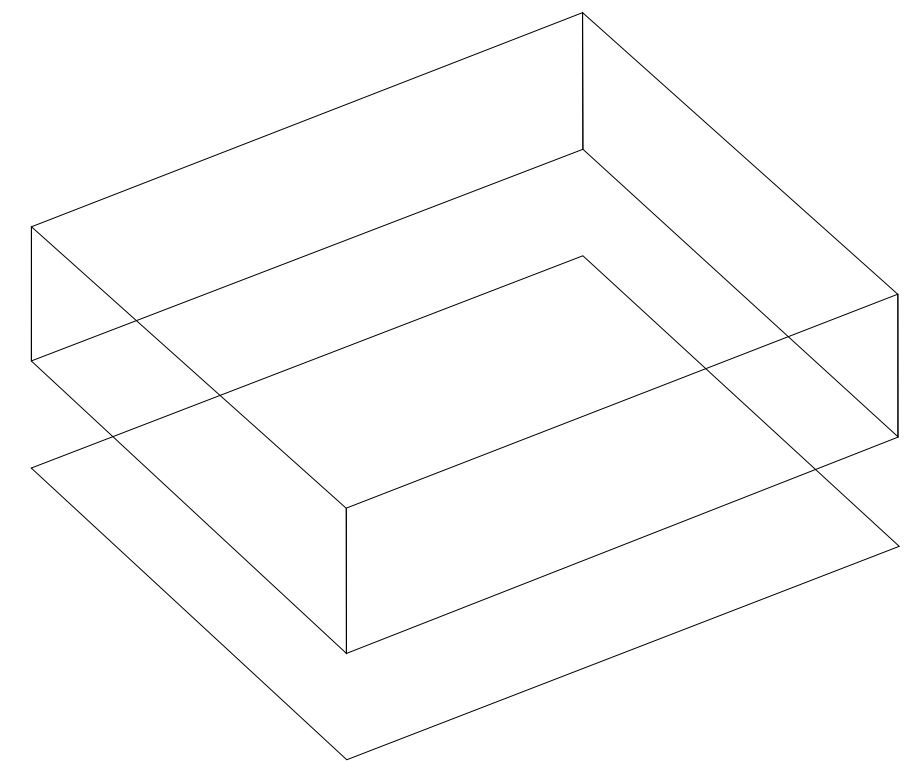
総合知で捉える地球規模の課題

大きな文字のガイド

会場内の解説文と出典情報を大きな文字で読めるようにしたガイドです。お手に取って、会場内を自由に持ち歩きながらご覧いただけます。ご利用後は元の場所にお戻してください。

このガイドは、会場内の解説文を大きな文字で読めるようにした資料です。視力の低下や見えにくさがある方だけでなく、どなたでも自由にお使いいただけます。

近年、日本の博物館・美術館では、障害の有無や年齢にかかわらずすべての来場者が展示を楽しめるよう、拡大文字資料の整備が少しずつ進められています。本展でも、その取り組みの一つとしてこのガイドをご用意しました。ご利用後は、他の来場者のために元の場所へお戻しく下さい。



九州大学 未来社会デザイン統括本部 シンクタンクユニット

1 はじめに

2 プラスチックは何でできている？

3 プラスチックが支える暮らし

4 ゴミはどこへ消えるのか

5 捨てていないのに、流れ出ている

6 大きなプラスチックが、やがて小さくなる

7 海流に乗って、世界へ広がる

8 こんなにも違う、マイクロプラスチック

9 海の中のプラスチック地図

10 生き物の体に入り込むプラスチック

11 私たちの体の中にも？

12 生き物のつながりを乱すプラスチック

13 拾う技術と、市民の力

14 ごみを資源に変える新しい化学

15 自然に還る素材を目指して

16 世界はどう動いているか

1 はじめに

海洋プラスチック問題は、私たちの日常から海へ、そして地球規模へと連なる大きな流れの中で生じています。その過程でプラスチックは徐々に細くなり、直径 5 mm 以下の「マイクロプラスチック」となって、海洋を漂いながら生態系へと取り込まれていきます。

この流れをたどりながら、それぞれの場面で何が起きているのかを理解できるよう、この展示は二つの要素で構成されています。

天井から吊るされた長いバナーでは、プラスチックがどこから流れ出て、どのように変化し、生態系にどのような影響を及ぼしているのかを、一つの流れとしてたどることができます。

床に浮かぶ大きな舞台では、実物標本や漂着ごみ、海洋観測データ、地球規模のシミュレーションなどを通して、その実態や生態系への影響を科学的な視点から解説するとともに、この問題を解き明かそうとする研究の現場や、解決に向けて開発されている技術、国際的なルールづくりの取り組みまでを紹介しています。

バナーで海洋プラスチックの流れを追いながら、舞台上の展示で各段階の実物やデータ、写真、映像をご覧ください。

さい。全体の流れと各段階の展示を往復することで、海洋プラスチック問題の全体像を多面的な視点から理解することができます。

2 プラスチックは何でできている？

プラスチックとは、石油や天然ガスなどを原料として人工的につくられた「高分子材料」の一種です。軽くて丈夫、錆びず、水や薬品にも強く、自由な形に加工できるという特徴があります。そのため、包装材料や家電製品、自動車部品、衣類、電子・情報機器、医療器具など、私たちの暮らしのあらゆる場面で使われています。プラスチックは、生活を便利で安全にし、食料や医療、物流を支える現代社会に欠かせない素材として発展してきました。

3 プラスチックが支える暮らし

プラスチックは、私たちの暮らしを支えるさまざまな場面で役立っています。食品包装は中身を清潔に保ち、酸化を抑制し、保存期間を延ばすことで食べ物の無駄を減らしてきました。家電製品や自動車に使われることで製品が軽くなり、エネルギーの節約にもつながっています。携帯電話も電池などへのプラスチックの使用でコンパクトで軽量になり、日常生活に不可欠なものになっています。さらに、医療分野では注射器や点滴器具、コンタクトレンズ、人工臓器の部品などに使われ、感染症の予防や安全な医療を支えて生活の質（QOL）の向上に貢献しています。プラスチックは現代社会の便利さと安全性を支える重要な素材です。

プラスチック問題を考えるとき、これらの恩恵を忘れることはできません。単に「プラスチックをなくすこと」ではなく、どこで、どのように使い、どう管理するかが問われています。

食品包装

ピーマンをプラスチックフィルムで包むと、保存日数は

4 日から 20 日へ。鶏肉は 7 日から 20 日に延びます¹。
衛生面の向上だけでなく、食品ロスの削減にも、プラスチック包装は欠かせない役割を担っています。

日用品

2024 年、国内のマスク生産・輸入量は約 56 億枚。そのうち 84% が家庭用です²。私たちの日常に溶け込んだマスクも、石油由来の不織布なしには作れません。

生活インフラ

1995 年の阪神・淡路大震災でポリエチレン管の耐震性が実証され、水道・ガス配管への普及が本格化しました。2011 年の東日本大震災でも被害率はほぼゼロを記録し³、管材の樹脂系へのシフトをさらに後押ししています。

医療用品

国内の透析患者数は 2024 年末時点で約 34 万人にのぼります⁴。治療に不可欠な透析回路はすべて使い捨ての

石油化学製品です。

また、日本のコンタクトレンズ使用者（装用者）は全国で約 1,500 万～1,800 万人と推計され、国民の約 10 人に 1 人が使用しています。コンタクトレンズは最初はガラスでつくられていましたが、アクリル樹脂製の普及により使用者は増大しています。

1) Flexible Packaging Association. (2014). *The Value of Flexible Packaging in Extending Shelf Life and Reducing Food Waste*. <https://www.worldpackaging.org/Uploads/SaveTheFood/FPAValueofflexiblepackaginginreducingfoodwaste.pdf>

2) 一般社団法人 日本衛生材料工業連合会（2025）「マスクの生産・在庫数量 推移」 <https://www.jhpia.or.jp/data/data7.html>

3) 平成 25 年度管路の耐震化に関する検討会（2014）「管路の耐震化に関する検討報告書」
<https://www.mlit.go.jp/common/830003341.pdf>

4) 一般社団法人 日本透析医学会 統計調査委員会（2025）「わが国の慢性透析療法の現況」
<https://docs.jsdt.or.jp/overview/>

4 ゴミはどこへ消えるのか

都市や内陸部で適切に管理されなかったり、ポイ捨てされたりして発生するごみは、雨や風によって河川へ流され、やがて海へと運ばれます。海洋ごみの少なくとも85%がプラスチックごみで⁵、テイクアウト容器や食品包装などの使い捨て製品が目立つことも明らかになっています⁶。

陸から海への流出量は年間およそ 200 万トン以上⁷。これは 1 分間にダンプカー 1 台分⁸のプラスチックごみが海へ捨てられる計算になります。対策が不十分なまま進めば、2040 年には水域への流出量が年間約 2,900 万トンまで増加する可能性があります⁹。

海洋ごみの発生経路とごみの分類

- 管理不十分な製品の散乱：屋外での使用中に風で飛ばされたり、落としたことに気づかずごみになるなど、意図せず環境中に散乱した製品。経年劣化による破片化も含まれる。
- ごみステーション等からの散乱：ごみとして適正処理ルートに出したものが、何らかの要因で意図せずルー

ト外に散乱したもの。

- 不法投棄（ポイ捨て）ごみ：ルールに従って適正に処理されず、街中や森林等に意図的に捨てられたごみ。
- 陸域ごみ：陸域に散乱するごみで、河川ごみ以外のもの。
- 河川ごみ：河岸、河川敷に散乱するごみや河川を流れるごみ。

川から海へ

世界の川から流れ出るプラスチックの総量は年間約 200 万トンと推算されており¹⁰、特にアジア地域の大河川が主要な供給源となっています。上位 10 河川だけで全流出量のおよそ 90% を占め（1,000 河川で 80% という見積もりもある¹¹）、いずれにせよそのほとんどがアジアに集中しています¹²。

何が海岸に打ち上げられるのか？

海岸のあるすべての都道府県の合計 80 地点で、調査ガイドライン¹³に基づく漂着ごみの組成調査が実施されました¹⁴。この結果によると、漂着ごみの多くがプラス

チックごみでした。海洋ごみ問題とは、すなわち海洋に漏れ出たプラスチックごみ問題なのです。

倍増する生産量、9%にとどまるリサイクル

世界のプラスチック生産量は、2000年の2.3億トンから2019年の4.6億トンまで倍増し¹⁵、このままでは2060年にはさらに3倍の13.2億トンになると見込まれています¹⁶。中でも包装や容器などの使い捨て用途は約3分の2を占め、短期間で廃棄されます¹⁷。1950年から2015年までに生産されたプラスチックは累計83億トン、廃棄されたプラスチック累計63億トンのうち、リサイクルされたのはわずか9%程度にとどまります¹⁸。

2024年のわが国における廃棄プラスチックの流れ

原典資料からエネルギー回収を焼却処理に加え、石油基礎化学原料への再生利用を再生利用にまとめる変更を加えた。また、原典資料では再生利用に加えていた輸出を単独に表記した。石油基礎化学原料への再生利用はケミ

カルリサイクル、エネルギー回収はサーマルリサイクル、輸出と上記原料以外への再生利用は合わせてマテリアルリサイクルとも呼ばれる。

＊四捨五入による数値の不一致が一部存在する。

わずかなごみが大きな悩みの種

わが国では廃棄されるプラスチックの多くがしかるべきルートで焼却、または再利用されています。

しかしながら、適切に管理されず環境中へ流出するごみが、年間最大約3万トンあると推計されています¹⁹。

廃棄量のごく一部にすぎないように見えますが、これらが海洋汚染の主要な発生源となっています。だからこそ、使用量削減（リデュース）の重要性が浮き彫りになります。

5) UNEP. (2021). *From Pollution to Solution: A Global Assessment of Marine Litter and Plastic Pollution*. <https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/36963>

6) Morales-Caselles, C., Viejo, J., Martí, E., González-Fernández, D., Pragnell-Raasch, H., González-Gordillo, J. I., ... & Cózar, A. (2021). An inshore–offshore sorting system

revealed from global classification of ocean litter. *Nature Sustainability*, 4(6), 484-493. <https://doi.org/10.1038/s41893-021-00720-8>

7) Jambeck, J. R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T. R., Perryman, M., Andrady, A., Narayan, R., & Law, K. L. (2015). Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science*, 347(6223), 768–771. <https://doi.org/10.1126/science.1260352>

8) World Economic Forum, Ellen MacArthur Foundation, & McKinsey & Company. (2016). *The new plastics economy: Rethinking the future of plastics*. <https://ellenmacarthurfoundation.org/the-new-plastics-economy-rethinking-the-future-of-plastics>

9) Winnie W. Y. Lau et al. (2020). Evaluating scenarios toward zero plastic pollution. *Science*, 369(6510), 1455-1461. DOI:10.1126/science.aba9475

10) Lebreton, L., van der Zwet, J., Damsteeg, JW. et al. (2017). River plastic emissions to the world's oceans. *Nature Communications*, 8(15611). <https://doi.org/10.1038/ncomms15611>

11) Lourens J. J. Meijer et al. (2021). More than 1000 rivers account for 80% of global riverine plastic emissions into the ocean. *Science Advances*, 7(18). DOI:10.1126/sciadv.aaz5803

12) Schmidt, C., Krauth, T., & Wagner, S. (2017). Export of plastic debris by rivers into the sea. *Environmental science & technology*, 51(21), 12246-12253. <https://doi.org/10.1021/acs.est.7b02368>

13) 環境省（2021）「海洋プラスチックごみに関する各種調査ガイドライン等」 <https://www.env.go.jp/content/900527998.pdf>

14) 日本エヌ・ユー・エス株式会社（2026）「令和 7 年度 海洋ごみの実態把握及び効率的な回収に関する総合検討業務 報告書」 <https://www.env.go.jp/content/000318995.pdf>

15) OECD. (2022). Global Plastics Outlook: Economic Drivers, Environmental Impacts and Policy Options. *OECD Publishing*, Paris. <https://doi.org/10.1787/de747aef-en>.

16) OECD. (2022). Global Plastics Outlook: Policy Scenarios to 2060. *OECD Publishing*,

Paris. <https://doi.org/10.1787/aa1edf33-en>.

17) UNEP. (2018). Single-use plastics: A roadmap for sustainability. *United Nations Environment Programme*. <https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/25496>

18) Roland Geyer et al. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances*, 3(7). DOI:10.1126/sciadv.1700782

19) 環境省 海洋環境課 海洋プラスチック汚染対策室（2025）「令和 6 年度検討結果 日本の海洋プラスチックごみ流出量の推計」 <https://www.env.go.jp/content/000320690.pdf>

5 捨てていないのに、流れ出ている

多くの人は、海にごみを捨てているという自覚を持っていません。しかし、洗濯時に衣類から抜け落ちる化学繊維、タイヤの摩耗によって道路に残される粒子、人工芝や靴底の摩耗くずなど、日常生活のなかで知らないうちに環境中へ流れ出ているプラスチックは数多く存在します。こうした「悪気のない」プラスチックごみの排出は、都市部や内陸地域から発生し、風によって川や遠くの海へと運ばれていきます。

誰もが「捨てた」という自覚を持たないまま汚染が蓄積し続けるこうした排出は、製品設計や素材規制の見直しなしには解決できない構造的な問題です。

剥がれた塗料も、海へ向かう

建物の外壁・橋・道路標示・船底など、私たちの身の回りの塗料は、風化・摩耗・剥離を繰り返しながら微細な粒子となって環境中へ流出します。EU では塗料由来のマイクロプラスチックが年間最大 86 万トンと推計されており、タイヤ摩耗粒子（最大 54 万トン）と並ぶ最大級の発生源とされています²⁰。世界規模では年間約

186 万トンに達するとの試算もあり²¹、特に船底の塗料は航行中に海水と直接触れながら剥離するため、海洋への流出経路が特に短く直接的です。

走るたびに、削れるタイヤ

タイヤの合成ゴムも石油由来の高分子化合物であり、その摩耗粒子はマイクロプラスチックに準ずる汚染物質として海洋環境中で検出されています。タイヤ摩耗粒子は道路上に堆積し、雨水によって側溝や河川へ流出するだけでなく、風や車両の通行によって再び大気中に舞い上がります^{22 23}。

世界全体のタイヤ摩耗粒子の年間排出量は、世界人口で割ると一人あたり約 0.81 kg に相当すると推計されており²⁴、交通量の多い道路周辺の大気中の粗大粒子（10μm 以上）の約 90% が交通由来の摩耗粒子で占められています²⁵。

また、環境に優しいとされる電気自動車ですが、バッテリー積載による車両重量の増加でタイヤの摩耗が多くなることが懸念されています。そのため、現在では摩耗に強い専用タイヤの開発や、急加速・急ブレーキを抑える

モーター制御技術など、摩耗粒子を減らすための複合的な対策が進められています。

洗うたびに、流れ出ている繊維

フリースやアクリルニットなど、合成繊維の衣類を洗濯するたびに、目に見えないほど細いマイクロファイバーが大量に抜け落ちます。アクリル素材 6 kg の洗濯 1 回で最大 72 万 8 千本の繊維が放出されると推計されており²⁶、その多くは下水処理場を通過して水環境へと到達し、世界各地の海岸に堆積していることが確認されています²⁷。また、乾燥機の使用によって洗濯時を上回る量のマイクロファイバーが大気中に放出されることも明らかになっており²⁸、下水と大気という二つの経路で繊維が環境へ拡散しています。

人工芝にひそむ、マイクロプラスチック

スポーツ施設や公園に広く普及した人工芝のグラウンドには、クッション材として廃タイヤを再利用したゴムチップが充填されています。これらは 5mm 以下の粒子であることからマイクロプラスチックそのものに分類

され、競技中の動きや雨によってフィールド外へと流出します²⁹。

廃タイヤの有効活用という環境配慮の取り組みが、皮肉にも新たなマイクロプラスチック汚染源を生み出しているのです。人工芝の生分解プラスチック化も進んでいますが、製造コストの面が課題とされています。

「環境に良い」は、本当に正しい？

石油由来のプラスチックは自然環境中でほとんど分解されず、長期にわたって残留し続けます。これに対してバイオプラスチックは、植物などを原料とするバイオマス由来のもの、微生物が産生するもの、微生物によって分解される生分解性のものなど多様な種類が開発されており、従来のプラスチックが抱える「残り続ける」という課題への応答として注目されてきました。

しかし「生分解性」とは主に土中やコンポスト環境での分解を指しており、海中では分解がほとんど進まない素材も少なくありません。また「植物由来」であることと「自然に還る」ことは別の話です。廃棄環境や処理インフラと組み合わせて初めて機能する素材であることを理解し

た上で使うことが、その可能性を引き出す条件となります。さらに、分解によって生じる生成物が環境中で毒性を示さないかどうかについても、慎重に検証しながら開発が進められています。

20) European Commission. (2023). *Impact assessment report: Combatting microplastic pollution in the European Union* (Commission Staff Working Document SWD(2023). 332 final). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:52023SC0332>

21) Paruta, P., Pucino, M., Boucher, J. 2022. *Plastic Paints the Environment: A global assessment of paint's contribution to plastic leakage to Land Ocean & Waterways*. EA – Environmental Action. <https://www.e-a.earth/wp-content/uploads/2023/07/plastic-paint-the-environment.pdf>

22) Brahney, J., Mahowald, N., et al. (2021). Constraining the atmospheric limb of the plastic cycle. *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)*, 118(16), e2020719118. <https://doi.org/10.1073/pnas.2020719118>

23) Saladin, S., Boies, A. et al. (2024). Airborne Tire Wear Particles: A Critical Reanalysis of the Literature Reveals Emission Factors Lower than Expected. *Environmental Science & Technology Letters*, 11, 1296–1307. <https://doi.org/10.1021/acs.estlett.4c00792>

24) Kole PJ, Löhr AJ, Van Belleghem FGJ, Ragas AMJ. (2017). Wear and Tear of Tyres: A Stealthy Source of Microplastics in the Environment. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(10), 1265. <https://doi.org/10.3390/ijerph14101265>

25) Sommer, F., Dietze, V., Baum, A. et al. (2018). Tire Abrasion as a Major Source of Microplastics in the Environment. *Aerosol Air Quality Research*, 18, 2014–2028. <https://doi.org/10.4209/aaqr.2018.03.0099>

26) Napper, I. E., & Thompson, R. C. (2016). Release of synthetic microplastic plastic fibres from domestic washing machines: Effects of fabric type and washing conditions. *Marine pollution bulletin*, 112(1-2), 39-45. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.09.025>

27) Browne, M. A., Crump, P., Niven, S. J., Teuten, E., Tonkin, A., Galloway, T., & Thompson, R. (2011). Accumulation of microplastic on shorelines worldwide: sources and sinks. *Environmental science & technology*, 45(21), 9175-9179. <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/es201811s>

28) Tao, D., Zhang, K., Xu, S., Lin, H., Liu, Y., Kang, J., ... & Leung, K. M. (2022). Microfibers released into the air from a household tumble dryer. *Environmental Science & Technology Letters*, 9(2), 120-126. <https://doi.org/10.1021/acs.estlett.1c00911>

29) Luo, Z., Zhou, X., Su, Y., Wang, H., Yu, R., Zhou, S., ... & Xing, B. (2021). Environmental occurrence, fate, impact, and potential solution of tire microplastics: Similarities and differences with tire wear particles. *Science of the Total Environment*, 795, 148902. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148902>

6 大きなプラスチックが、やがて小さくなる

マイクロプラスチックの多くは、大きなプラスチック製品が自然環境の中で物理的、化学的に破砕や劣化することで発生します。

海岸では、太陽光による紫外線にさらされ、酸素や水に触れてプラスチックは劣化し、波の衝撃によって砕けやすくなります³⁰。一方、海中では藻などの生物が表面を覆うため紫外線劣化は抑えられますが、波や砂との摩擦により徐々に細かくなると考えられています。

沖に行くほど、なぜ小さくなるのか

九州大学の磯辺篤彦教授の研究チームは、海に漂うマイクロプラスチックを採取して、岸から離れて沖に行くほど、そのサイズが小さくなることを発見しました。一方で、サイズが数 cm 以下程度のメソプラスチックは浮力が大きく、海面近くを漂いながら次第に岸に向かう波に運ばれ、やがては海岸に戻されると考えました。海岸漂着後は、劣化が進んで 5mm 以下のマイクロプラスチックに変わっていくでしょう。このように、海はメソプラスチックをマイクロプラスチックに変えてしまう仕

組みを持っています。マイクロプラスチックになれば浮力も小さく、波の影響を受けづらい海面からやや深い場所を漂うことで、どんどん沖へと運ばれていくでしょう。そして広い大洋へと分布を広げていくのです³¹。

小さくなると、名前も変わる

製品の元の形を残したものは「マクロプラスチック」、微細化が進行して長さが数 cm 以下になると「メソプラスチック」、5mm を下回れば「マイクロプラスチック」、1mm の 1,000 分の 1 サイズ（1 μ m）以下になったかけらは「ナノプラスチック」と呼ばれます^{32 33}。

自然にはつくられない粒のかたち

マイクロプラスチックは、海岸などで砕けてできる 2 次マイクロプラスチックだけでなく、スクラブ剤としてのマイクロビーズのような製造時から 5mm 以下の 1 次マイクロプラスチックもあります。これらは日本の内湾でも発見されていますが³⁴、2016 年以降の化粧品メーカーの自主規制によって削減傾向にあります³⁵。一方で、海洋で見つかるのは圧倒的に 2 次マイクロプラスチック

のほうが多いとされています³⁶。

30) Andrady, A. L. (2011). Microplastics in the marine environment. *Marine pollution bulletin*, 62(8), 1596-1605. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.05.030>

31) Isobe, A., Kubo, K., Tamura, Y., Kako, S., Nakashima, E., & Fujii, N. (2014). Selective transport of microplastics and mesoplastics by drifting in coastal waters. *Marine pollution bulletin*, 89(1-2), 324-330. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.09.041>

32) Cole, M., Lindeque, P., Halsband, C., & Galloway, T. S. (2011). Microplastics as contaminants in the marine environment: a review. *Marine pollution bulletin*, 62(12), 2588-2597. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.09.025>

33) Gigault, J., Ter Halle, A., Baudrimont, M., Pascal, P. Y., Gauffre, F., Phi, T. L., ... & Reynaud, S. (2018). Current opinion: What is a nanoplastic?. *Environmental pollution*, 235, 1030-1034. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.01.024>

34) Isobe, A. (2016). Percentage of microbeads in pelagic microplastics within Japanese coastal waters. *Marine pollution bulletin*, 110(1), 432-437. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.06.030>

35) 環境省（2021）「洗い流しのスクラブ製品に含まれるマイクロプラスチックビーズの使用状況の確認結果について」 <https://www.env.go.jp/content/900517518.pdf>

36) Barnes, D. K., Galgani, F., Thompson, R. C., & Barlaz, M. (2009). Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. *Philosophical transactions of the royal society B: biological sciences*, 364(1526), 1985-1998. <https://doi.org/10.1098/rstb.2008.0205>

7 海流に乗って、世界へ広がる

海に流れ出たマイクロプラスチックは、海流や風に乗って地球規模で拡散します。赤道を流れる赤道海流、北太平洋を巡る環流、黒潮や親潮といった沿岸の強い流れにより、数千キロにわたって運ばれ、数年～数十年にわたり海面を漂い続けることがあります^{37 38}。

海洋科学の研究者たちは、世界各地の海水を実際に採取し、その中に含まれるプラスチックの量や種類を調べてきました。こうした観測データをもとに、海流の動きとあわせたシミュレーションを行うことで、地球規模での分布状況が可視化されてきています。

特に濃い、日本の海

日本周辺のあちこちに、最大で海水 1 m³ あたり 100 個を超えるマイクロプラスチックが浮遊する海域が見受けられます。そもそも日本を含むアジアは、環境中に捨てられるプラスチックごみが多い地域であること、そして海に出たものが周りの海流によって運ばれてくるのが原因のようです。

網ですくって、ピンセットで数える

海に浮かぶマイクロプラスチックの調査は、ほとんどは海面近くに浮遊するものを網ですくい取る方法で行われます³⁹。動物プランクトンの採取方法を手本とした方法で、ニューストン・ネットと呼ばれる網を使います。これまでのところ、世界の研究者間で標準化された調査方法において、網を曳いて採取できるのは海面から深さ1 m 程度の範囲に浮くもので、なおかつ網の目あいサイズの0.3mm 以上のマイクロプラスチックに限られます。

南極の海にも、プラスチックが浮いていた

磯辺教授らの研究チームは、南極海から東京までの38 拠点にわたる調査の結果、すべての拠点からマイクロプラスチックを検出しました⁴⁰。日常生活からもっとも遠いところに位置する南極海にさえプラスチックが浮いているのです。

九州大学応用力学研究所の磯辺教授と黒田真央助教が南極での観測調査に持ち込んだ必需品など。

消えたプラスチックは、どこへ行った？

プラスチックごみの海や川への流出量と比較して、海面に浮かぶプラスチックごみの推計量⁴¹ に大きな乖離があり、研究者の間で大きな議論を呼んでいます。これらは「ミッシングプラスチック」と呼ばれるもので、海底堆積物⁴² や北極の海氷⁴³ などから発見されることもあります。いま現在では断片的な情報や仮説にすぎません。細かく砕けたマイクロプラスチックは地球のどこかにあるはずですが、その収集や対策は簡単ではありません。

37) Cózar, A., Echevarría, F., González-Gordillo, J. I., Irigoien, X., Úbeda, B., Hernández-León, S., ... & Duarte, C. M. (2014). Plastic debris in the open ocean. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(28), 10239-10244. <https://doi.org/10.1073/pnas.1314705111>

38) Lebreton, L., Slat, B., Ferrari, F. et al. (2018). Evidence that the Great Pacific Garbage Patch is rapidly accumulating plastic. *Science Report*, 8, 4666. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-22939-w>

39) Michida, Y., Chavanich, S., Chiba, S., Cordova, M. R., Cozsar Cabanas, A., Glagani, F., ... & Wang, J. (2019). Guidelines for harmonizing ocean surface microplastic monitoring methods. Ministry of the Environment Japan, 71. <https://www.env.go.jp/content/000239699.pdf>

40) Isobe, A., Uchiyama-Matsumoto, K., Uchida, K., & Tokai, T. (2017). Microplastics in the southern ocean. *Marine pollution bulletin*, 114(1), 623-626. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.09.037>

41) Eriksen, M., Lebreton, L. C., Carson, H. S., Thiel, M., Moore, C. J., Borerro, J. C., ... & Reisser, J. (2014). Plastic pollution in the world's oceans: more than 5 trillion plastic pieces weighing over 250,000 tons afloat at sea. *PloS one*, 9(12), e111913. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0111913>

42) Brandon, J. A., Jones, W., & Ohman, M. D. (2019). Multidecadal increase in plastic particles in coastal ocean sediments. *Science advances*, 5(9), eaax0587. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aax0587>

43) Peeken, I., Primpke, S., Beyer, B. et al. (2018). Arctic sea ice is an important temporal sink and means of transport for microplastic. *Nature Communications* 9, 1505. <https://doi.org/10.1038/s41467-018-03825-5>

8 こんなにも違う、マイクロプラスチック

ひとことで「マイクロプラスチック」と言っても、その形や質感は実に多様です。繊維のように細長いもの、角ばった破片、丸い粒状のものなどがあり、大きさや色、素材の種類もさまざまです。

採取した海水からプラスチック片だけを選別し、分析する工程は手作業で行われるため、細心の注意と根気を必要とします。

見えないものを、正確に数える

海で採取したままの海水からプラスチックだけを自動的に抽出する技術は確立されておらず、研究員はピンセットを使ってマイクロプラスチックを取り出します。肉眼では見えないものは、拡大鏡を用いたり、分析機器で素材判定を行ったりして見つけ出し、サイズを測定します。しかし、分析のやり方が研究者や国によってばらばらでは、データを比べることができません。九州大学応用力学研究所の中野知香助教は、開発途上国でも安価に使える分析手法の開発と、その国際標準化（ISO 規格策定）に取り組んでいます。「どう測るか」の共通ルールを世

界に広めることが、科学と政策をつなぐ基盤となります。

空からゴミをはかる

磯辺教授の研究チームは、最初はデジタルカメラを取り付けたバルーンで海岸を空撮し、漂着ごみに覆われた面積を割り出す調査をしました。同時に実際に複数箇所で単位面積あたりの漂着ごみ重量を計測すれば、面積を掛けることで海岸全体の漂着ごみの重量を推計できたのです⁴⁴。その後、ドローンと深層学習を用いた漂着ごみ量の計測へと技術は進展しています⁴⁵。

44) Nakashima, E., Isobe, A., Magome, S., Kako, S. I., & Deki, N. (2011). Using aerial photography and in situ measurements to estimate the quantity of macro-litter on beaches. *Marine pollution bulletin*, 62(4), 762-769. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.01.006>

45) Kako, S. I., Morita, S., & Taneda, T. (2020). Estimation of plastic marine debris volumes on beaches using unmanned aerial vehicles and image processing based on deep learning. *Marine Pollution Bulletin*, 155, 111127. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111127>

9 海の中のプラスチック地図

マイクロプラスチックは、過去から現在、そして未来へと、海洋中でその分布を広げ続けています。どこに、どれだけ存在し、時間とともにどう拡散していくのか。その全体像を知ることは、対策を考えるうえで重要です。磯辺教授らの研究⁴⁶では、観測データと全球海洋循環モデルを用いて、1957年以降のプラスチックごみの流出量を反映したシミュレーションをもとに、2016年のマイクロプラスチックの分布と2066年の将来予測が可視化されています。日本を含む東アジアの近海では、海表面に1 m³あたり1 gのマイクロプラスチックが浮かぶ、高い濃度になることが予測されています。

海面近くを浮遊するマイクロプラスチックの重量濃度（海水 1m³あたりの浮遊重量）分布のシミュレーション

46) Isobe, A., Iwasaki, S., Uchida, K., & Tokai, T. (2019). Abundance of non-conservative microplastics in the upper ocean from 1957 to 2066. *Nature communications*, 10(1), 417. <https://doi.org/10.1038/s41467-019-08316-9>

10 生き物の体に入り込むプラスチック

海鳥や魚介類、甲殻類など、さまざまな生物の体内からマイクロプラスチックが検出されています。海鳥については、調査された個体の約90%がプラスチックを摂取しているとの報告があり、2050年には99%の種で摂取が確認されると予測されています⁴⁷。魚の消化管⁴⁸や貝⁴⁹の中からも複数の粒子が確認されており、種類や生息域によって摂取量は異なりますが、誤食や餌としての誤認によって日常的に取り込まれていると考えられています⁵⁰。また、それらが生理機能に与える影響も今後の重要な研究課題です。

親が与えるのは、餌ではなくプラスチック

ハワイ・ミッドウェー環礁で調査されたレイサンアホウドリでは、親鳥が海上でプラスチック片を餌と誤認し、雛に与えてしまう行動が記録されています。ある調査では雛251羽のうち97.6%の消化管からプラスチックが検出されました⁵¹。この行動は「誤食」が個体だけの問題でなく、繁殖・次世代の生存率にまで影響しうることを示す典型例です⁵²。

食べなくていいものを食べる代償

プラスチックごみを誤食した生物は、食欲の減退⁵³や体長の低下⁵⁴、消化管の損傷⁵⁵などの影響を受けます。たとえプラスチックそのものに毒性がなくても、栄養のないものを摂取することでエネルギーを消費してしまい、負担がかかります。この負担を「粒子毒性」と呼び、小さな生物ほど負担は大きくなるでしょう⁵⁶。大型のごみを食べるのは大きな生物で、その数自体が限られますが、マイクロプラスチックであれば、クジラ⁵⁷やアジ・サバの仲間⁵⁸から動物プランクトン⁵⁹まで幅広い種類の生物に誤食されてしまいます。

プラスチックが、サンゴを侵食する

プラスチックごみはサンゴや海草など海底の生物に直接覆いかぶさり、酸素濃度を低下させて窒息させたり、光を遮って光合成をできなくするだけでなく⁶⁰、病原性バクテリアを運んでくることでサンゴの病気の発症率を20倍にも高めてしまいます⁶¹。九州大学とタイの研究チームは、世界で初めてサンゴの骨格からもマイクロプラスチック片を検出しました⁶²。

骨格にまで入り込んだマイクロプラスチックはサンゴの死後も残り続けるため、千年という地質学的な時間規模で蓄積する可能性があります。

プラスチックが毒を集め、食物連鎖に入り込む

プラスチックは石油からつくられるため、油と似た性質の「残留性有機汚染物質（POPs）」を吸着しやすいです。潤滑油や絶縁体などに利用されていたポリ塩化ビフェニル（PCB）や、殺虫剤成分に由来するジフェニルジクロロエチレン（DDE）などが代表的です。こうした汚染物質は海の中で薄く広がっていたものが、プラスチック表面に吸着し、それを海洋生物が誤食すれば体内に移行する可能性があります⁶³。これが食物連鎖でつながり「生物濃縮」が起こる可能性も懸念されます⁶⁴。マイクロプラスチックが人体に与える健康リスクについては研究が進行中であり、現時点では因果関係の確立には至っていませんが⁶⁵、生殖・消化器・呼吸器への影響が疑われるとする報告も増えています⁶⁶。

47) Wilcox, C., Van Seville, E., & Hardesty, B. D. (2015). Threat of plastic pollution to seabirds is global, pervasive, and increasing. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(38), 11899–11904. <https://doi.org/10.1073/pnas.1502108112>

48) Lusher, A. L., McHugh, M., & Thompson, R. C. (2013). Occurrence of microplastics in the gastrointestinal tract of pelagic and demersal fish from the English Channel. *Marine Pollution Bulletin*, 67(1–2), 94–99. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2012.11.028>

49) Van Cauwenberghe, L., & Janssen, C. R. (2014). Microplastics in bivalves cultured for human consumption. *Environmental Pollution*, 193, 65–70. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2014.06.010>

50) 綿貫豊（2022 年）『海鳥と地球と人間：漁業・プラスチック・洋上風発・野ネコ問題と生態系』8 章 海洋プラスチックの影響、pp.145-156、築地書館

51) Auman, H. J., Ludwig, J. P., Giesy, J. P., & Colborn, T. (1997). Plastic ingestion by Laysan Albatross chicks on Sand Island, Midway Atoll, in 1994 and 1995. In G. Robertson & R. Gales (Eds.), *Albatross biology and conservation*, 239–244. Surrey Beatty & Sons.

52) Gall, S. C., & Thompson, R. C. (2015). The impact of debris on marine life. *Marine Pollution Bulletin*, 92(1–2), 170–179. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.12.041>

53) Ryan, P. G. (1988). Effects of ingested plastic on seabird feeding: evidence from chickens. *Marine pollution bulletin*, 19(3), 125-128. [https://doi.org/10.1016/0025-326X\(88\)90708-4](https://doi.org/10.1016/0025-326X(88)90708-4)

54) Spear, L. B., Ainley, D. G., & Ribic, C. A. (1995). Incidence of plastic in seabirds from the tropical pacific, 1984–1991: relation with distribution of species, sex, age, season, year and body weight. *Marine Environmental Research*, 40(2), 123-146. [https://doi.org/10.1016/0141-1136\(94\)00140-K](https://doi.org/10.1016/0141-1136(94)00140-K)

55) Laist, D. W. (1987). Overview of the biological effects of lost and discarded plastic debris in the marine environment. *Marine pollution bulletin*, 18(6), 319-326. [https://doi.org/10.1016/S0025-326X\(87\)80019-X](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(87)80019-X)

56) Cole, M., Lindeque, P., Fileman, E., Halsband, C., Goodhead, R., Moger, J., & Galloway, T. S. (2013). Microplastic ingestion by zooplankton. *Environmental science & technology*, 47(12), 6646-6655. <https://doi.org/10.1021/es400663f>

57) Lusher, A. L., Hernandez-Milian, G., O'Brien, J., Berrow, S., O'Connor, I., & Officer, R. (2015). Microplastic and macroplastic ingestion by a deep diving, oceanic cetacean: the True's beaked whale *Mesoplodon mirus*. *Environmental pollution*, 199, 185-191. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2015.01.023> 58) Neves, D., Sobral, P., Ferreira, J. L., & Pereira, T. (2015). Ingestion of microplastics by commercial fish off the Portuguese coast. *Marine pollution bulletin*, 101(1), 119-126. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2015.11.008>

59) Desforges, J.P.W., Galbraith, M. & Ross, P.S. Ingestion of Microplastics by Zooplankton in the Northeast Pacific Ocean. *Arch Environ Contam Toxicol*, 69, 320–330 (2015). <https://doi.org/10.1007/s00244-015-0172-5>

60) Richards, Z. T., & Beger, M. (2011). A quantification of the standing stock of macro-debris in Majuro lagoon and its effect on hard coral communities. *Marine pollution bulletin*, 62(8), 1693-1701. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.06.003>

61) Joleah B. Lamb et al. (2018). Plastic waste associated with disease on coral reefs. *Science*, 359, 460-462. DOI:10.1126/science.aar3320

62) Jandang, S., Alfonso, M. B., Nakano, H., Phinchin, N., Darumas, U., Viyakarn, V., ... & Isobe, A. (2024). Possible sink of missing ocean plastic: accumulation patterns in reef-building corals in the Gulf of Thailand. *Science of the total Environment*, 954, 176210.

63) Mato, Y., Isobe, T., Takada, H., Kanehiro, H., Ohtake, C., & Kaminuma, T. (2001). Plastic resin pellets as a transport medium for toxic chemicals in the marine environment. *Environmental science & technology*, 35(2), 318-324. <https://doi.org/10.1021/es0010498>

64) Farrell, P., & Nelson, K. (2013). Trophic level transfer of microplastic: *Mytilus edulis* (L.) to *Carcinus maenas* (L.). *Environmental pollution*, 177, 1-3. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2013.01.046>

65) World Health Organization. (2022). *Dietary and inhalation exposure to nano-and microplastic particles and potential implications for human health*. <https://iris.who.int/server/api/core/bitstreams/9cc4f66a-4c22-4a51-a910-3e7f739e3b31/content>

66) Chartres, N., Cooper, C. B., Bland, G., Pelch, K. E., Gandhi, S. A., BakenRa, A., & Woodruff, T. J. (2024). Effects of microplastic exposure on human digestive, reproductive, and respiratory health: a rapid systematic review. *Environmental Science & Technology*, 58(52), 22843-22864. <https://doi.org/10.1021/acs.est.3c09524>

1 1 私たちの体の中にも？

マイクロプラスチックが人の健康にどのような影響を及ぼすのか。明確な答えはまだ得られていませんが、近年の研究では、ヒトの肺⁶⁷や血液⁶⁸、脳⁶⁹、胎盤⁷⁰、母乳⁷¹などからマイクロプラスチックが検出されたという報告が増えてきました。また、体内に堆積・濃縮される可能性も示唆されています。

さらに、血管内にできる「プラーク」と呼ばれるコブ状の組織からマイクロプラスチックが検出された人は、未検出の人と比べて脳卒中や心筋梗塞のリスクが高いことを示した追跡研究も発表されました⁷²。ただしこれらは血液透析、人工心肺の血液回路に使用されている材料の摩耗粉の可能性もあり、因果関係が示されたわけではないことに注意が必要です。

海から空へ、そして雨となる

波しぶきや風によって、水面から大気中へ飛散したマイクロプラスチック⁷³は、雨や雪となって再び地表へ戻る可能性があります。こうした“大気輸送”によって、人間活動の影響がない山岳地帯や森林にも汚染が広がっ

ています⁷⁴。空気を通じた拡散という新たな経路が注目されています。

富士山頂にも、マイクロプラスチックが届いていた

空気中に浮遊する雲水のサンプルから、富士山頂などで大気中マイクロプラスチックが発見されました⁷⁵。雲の氷晶や水滴の凝結核として機能することで降雨量分布を変化させ、気候変動に関与する可能性が示唆されています。

家の中の方が、外より汚染されている？

室内でのマイクロプラスチックの堆積量は屋外を上回り⁷⁶、屋内で吸い込む量の方が多いと推計されており⁷⁷、カーペットや合成繊維の家具・衣類が主な発生源と考えられています。

お茶を淹れると？

プラスチック製ティーバッグを熱湯で浸出すると、数十億個規模のマイクロプラスチックやナノプラスチック

が溶出することが報告されています⁷⁸。ただし計測手法については研究者間で議論が続いており、数値の解釈には慎重さが求められます^{79 80}。

67) Jenner, L. C., Rotchell, J. M., Bennett, R. T., Cowen, M., Tentzeris, V., & Sadofsky, L. R. (2022). Detection of microplastics in human lung tissue using μ FTIR spectroscopy. *Science of the Total Environment*, 831, 154907. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.154907>

68) Leslie, H. A., Van Velzen, M. J., Brandsma, S. H., Vethaak, A. D., Garcia-Vallejo, J. J., & Lamoree, M. H. (2022). Discovery and quantification of plastic particle pollution in human blood. *Environment international*, 163, 107199. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2022.107199>

69) Nihart, A.J., Garcia, M.A., El Hayek, E. et al. (2025). Bioaccumulation of microplastics in decedent human brains. *Nature Medicine*, 31, 1114–1119. <https://doi.org/10.1038/s41591-024-03453-1>

70) Ragusa, A., Svelato, A., Santacroce, C., Catalano, P., Notarstefano, V., Carnevali, O., ... & Giorgini, E. (2021). Plasticenta: First evidence of microplastics in human placenta. *Environment international*, 146, 106274. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.106274>

71) Ragusa, A., Notarstefano, V., Svelato, A., Belloni, A., Gioacchini, G., Blondeel, C., Zucchelli, E., De Luca, C., D' Avino, S., Gulotta, A., Carnevali, O., & Giorgini, E. (2022). Raman Microspectroscopy Detection and Characterisation of Microplastics in Human Breastmilk. *Polymers*, 14(13), 2700. <https://doi.org/10.3390/polym14132700>

72) Marfella, R., Prattichizzo, F., Sardu, C., Fulgenzi, G., Graciotti, L., Spadoni, T., ... & Paolisso, G. (2024). Microplastics and nanoplastics in atheromas and cardiovascular events. *New England Journal of Medicine*, 390(10), 900–910. DOI: 10.1056/NEJMoa2309822

73) Daniel B Shaw, Qi Li, Janine K Nunes, Luc Deike. (2023). Ocean emission of microplastic, *PNAS Nexus*, 2(10), pgad296, <https://doi.org/10.1093/pnasnexus/pgad296>

74) Ohno, H., Iizuka, Y. (2023). Microplastics in snow from protected areas in Hokkaido, the northern island of Japan. *Science Report*, 13, 9942. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-37049-5>

75) Wang, Y., Okochi, H., Tani, Y. et al. (2023). Airborne hydrophilic microplastics in cloud water at high altitudes and their role in cloud formation. *Environmental Chemistry Letters*, 21, 3055–3062. <https://doi.org/10.1007/s10311-023-01626-x>

76) O'Brien, S., Rauert, C., Ribeiro, F., Okoffo, E. D., Burrows, S. D., O'Brien, J. W., ... & Thomas, K. V. (2023). There's something in the air: a review of sources, prevalence and behaviour of microplastics in the atmosphere. *Science of the Total Environment*, 874, 162193. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.162193>

77) Eberhard, T., Casillas, G., Zarus, G.M. et al. (2024). Systematic review of microplastics and nanoplastics in indoor and outdoor air: identifying a framework and data needs for quantifying human inhalation exposures. *Journal of Exposure Science & Environmental Epidemiology*, 34, 185–196. <https://doi.org/10.1038/s41370-023-00634-x>

78) Hernandez, L. M., Xu, E. G., Larsson, H. C. E., Tahara, R., Maisuria, V. B., & Tufenkji, N. (2019). Plastic teabags release billions of microparticles and nanoparticles into tea. *Environmental Science & Technology*, 53(21), 12300–12310. <https://doi.org/10.1021/acs.est.9b02540>

79) Busse, K., Ebner, I., Humpf, H. U., Ivleva, N., Kaeppler, A., Oßmann, B. E., & Schymanski, D. (2020). Comment on "plastic teabags release billions of microparticles and nanoparticles into tea". *Environmental Science & Technology*, 54(21), 14134–14135. DOI: 10.1021/acs.est.0c03182

80) Hernandez, L. M., Xu, E. G., Larsson, H. C., Tahara, R., Maisuria, V. B., & Tufenkji, N. (2020). Response to comment on "Plastic teabags release billions of microparticles and nanoparticles into tea". *Environmental Science & Technology*, 54(21), 14136–14137. DOI: 10.1021/acs.est.0c06422

1 2 生き物のつながりを乱すプラスチック

浮かんで、遠くまで旅するプラスチック

海を漂うプラスチックの表面には、貝類やフジツボ、藻類などの海洋生物が付着することがあります。こうした生物が、長い距離を移動する現象は「ラフティング」⁸¹と呼ばれています。

研究では、実際に遠洋で採取されたプラスチック片や漂流ごみに多数の付着生物が確認されており、中には通常の生息域を遠く超えて移動したと考えられる例も報告されています。このような移動は、生態系のかく乱や外来種の定着リスクにもつながります⁸²。実際に2011年の東日本大震災によって流出した漂着物は、太平洋を超えてハワイや北米大陸の西海岸に漂着し、289種類もの日本の沿岸海洋生物を運んだとの記録があります⁸³。

生き物を絡めとる、プラスチックの網

「ゴーストフィッシング」⁸⁴とは、海に捨てられた漁網や釣り糸などの主にナイロンやポリエステル製の漁具が、長い年月をかけて海中をゆらゆらと漂いながら、生

き物を絡め取り続ける現象のことです。プラスチックは自然に分解されにくく、丈夫な性質を保つため、魚類やウミガメ、イルカ、アザラシ、海鳥など⁸⁵が被害を受けています。

捕獲された生き物が死んで腐敗すると、その臭いが新たな生き物を引き寄せ、さらに絡め取るという連鎖が繰り返されます⁸⁶。この過程は「ゴーストフィッシング・サイクル」とも呼ばれています⁸⁷。

しかし、海底に沈んだ網に絡まってしまう海洋生物などは人目に触れないため、ゴースト・フィッシングの実態を把握するのは難しいとされています。

81) Thiel, M., & Gutow, L. (2005). The ecology of rafting in the marine environment. II. The rafting organisms and community. In *Oceanography and marine biology* (pp. 289-428). CRC Press.

82) Barnes, D. K. A. (2002). Invasions by marine life on plastic debris. *Nature*, 416(6883), 808–809. <https://doi.org/10.1038/416808a>

83) Carlton, J. T., Chapman, J. W., Geller, J. B., Miller, J. A., Carlton, D. A., McCuller, M. I., Treneman, N. C., Steves, B. P., & Ruiz, G. M. (2017). Tsunami-driven rafting: Transoceanic species dispersal and implications for marine biogeography. *Science*, 357(6358), 1402–1406. <https://doi.org/10.1126/science.aao1498>

84) Macfadyen, G., Huntington, T., & Cappell, R. (2009). Abandoned, lost or otherwise discarded fishing gear. UNEP Regional Seas Reports and Studies, No. 185; FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper, No. 523.

85) Kühn, S., Bravo Rebolledo, E.L., van Franeker, J.A. (2015). Deleterious Effects of Litter on Marine Life. In: Bergmann, M., Gutow, L., Klages, M. (eds) *Marine Anthropogenic Litter*. https://doi.org/10.1007/978-3-319-16510-3_4

86) Breen, P.A. (1987). A review of ghost fishing by traps and gillnets. *Marine Ecology Progress Series*, 145, 11–17. <https://doi.org/10.3354/meps>

87) Brown, J, G. Macfadyen, T. Huntington, J. Magnus and J. Tumilty (2005). *Ghost Fishing by Lost Fishing Gear*. Final Report to DG Fisheries and Maritime Affairs of the European Commission. Fish/2004/20. Institute for European Environmental Policy / Poseidon Aquatic Resource Management Ltd joint report. <https://ieep.eu/wp-content/uploads/2023/01/ghostfishing.pdf>

1 3 拾う技術と、市民の力

川でゴミを止める

海に流れ着く前に、河川でゴミを回収する。NPO 法人クリーンオーシャンアンサンプルが開発した「kawasemi」⁸⁸ は、地元漁師の網の技術をヒントに生まれた、電気も動力も必要としないシンプルな回収装置です。川幅に合わせてフロートと網を張るだけで設置でき、低コストで導入できるため、日本各地への普及を目指しています。海での回収と比較して効率性が向上しており、「川で止める」という発想が、問題の根本に介入する新たなアプローチとして注目されています。

スマホで撮った写真が、科学データになる

2012 年に誕生したスマートフォンアプリ「ピリカ」⁸⁹ は、ゴミを拾ったら写真を投稿し、世界中の人々と活動を共有できる SNS です。132 カ国以上で利用されており、累計のごみ拾い報告数は数億件にのぼります。また、このアプリの投稿画像と AI 画像解析を組み合わせ、街

中のごみの種類・量・場所を地図上で可視化する研究も発表されています^{90 91}。

市民一人ひとりがスマホで撮影・投稿するデータが、海洋汚染の解決につながる研究基盤になる。「ピリカ」はその可能性を示す事例です。

市民が街中で撮影したゴミの画像を YOLOv5（物体検出アルゴリズム）を用いて解析し、ごみの推定個数をプロットした分布図（出典：Kako et al., 2024, Figure 5）

88) <https://cleanoceanensemble.com/columns/column4/>

89) <https://corp.pirika.org/sns-pirika/>

90) Kako, S. I., Muroya, R., Matsuoka, D., & Isobe, A. (2024). Quantification of litter in cities using a smartphone application and citizen science in conjunction with deep learning-based image processing. *Waste Management*, 186, 271-279. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2024.06.026>

91) <https://pmd.oce.kagoshima-u.ac.jp/research/>

1 4 ごみを資源に変える新しい化学

ごみをもっと価値あるものに

プラスチックを化学的に分解し、燃料や化学品の原料として再生する技術を「ケミカルリサイクル」といいます。近年はさらに一歩進み、廃プラスチックを元の素材よりも高付加価値な物質へと変換する「ケミカルアップサイクリング」の研究が世界各地で進んでいます。

九州大学では、ポリプロピレンをマイクロ波支援触媒熱分解によって水素を多く含むガスへ変換したり、従来リサイクルが難しかった POM（ポリオキシメチレン）を固体酸触媒とマイクロ波加熱によって再資源化したりする研究が進められています⁹²。アンドリュー・チャップマン准教授らはこれらの技術をライフサイクルアセスメント（LCA）による環境負荷評価とあわせて検討することで、廃プラスチックを実際の社会システムの中で活かす道を探っています⁹³。

同大学のエダラティ・カベール准教授らは、廃 PET と CO₂ という二つの廃棄物を太陽光だけで同時に有用化学品へと変換できる光触媒の開発に世界で初めて成功しました⁹⁴。二つの廃棄物が互いの反応パートナーになる

このアプローチは、廃棄物を「原料」として捉え直す新たな視点を示しています。

92) Chapman, A., Tsubaki, S., Honda, R., Maamoun, I., & Fujii, S. (2026). Plastic-to-Hydrogen Conversion in Island Contexts: A Socio-Technical Assessment of Microwave Pyrolysis in Okinawa. *Environmental Challenges*, 101544. <https://doi.org/10.1016/j.envc.2026.101544>

93) Sen, A., Ohno, A., Chapman, A., Xu, Y., Zhang, J., Maeda, N., ... & Yamada, Y. M. (2026). Upcycling waste polyoxymethylene to value-added chemicals using reusable polymeric acid catalysts at ppm levels. *Green Chemistry*, 28(6), 2814-2821. <https://doi.org/10.1039/d5gc06065f>

94) Nguyen, T. T., Nakamura, J., & Edalati, K. (2026). Pollutants to products: a tailored multicomponent photocatalyst for simultaneous CO₂ and plastic waste conversion. *Small*, 22(18), e13379. <https://doi.org/10.1002/smll.202513379>

15 自然に還る素材を目指して

木から生まれる、海で消える素材

化粧品のスクラブ剤や工業添加剤として使われる微小なプラスチック粒子は、海に流出すると分解されず、マイクロプラスチック汚染の原因となります。また、コーティング種子や被覆肥料、農業用マルチなどの農業資材も、土壌や水域にマイクロプラスチックを蓄積させる要因となっています。

九州大学農学研究院の北岡卓也教授らは、その代替として、樹木の細胞壁由来のセルロースナノファイバーを用いた海洋分解性の真球状微粒子や生分解性の農業資材を開発しています⁹⁵。植物は古くから海洋微生物によって分解されてきた素材であり、その特性を活かすことで、製品の機能を保ちながら環境負荷を大幅に低減できます。さらに、使用後の炭素が深海に固定されることで、地球温暖化対策にも寄与します。天然多糖ナノ素材を基盤とするこれらの技術は、自然の物質循環に調和する材料を設計する「生態系材料学」の実践であり、石油由来プラスチックに依存しない社会の実現に向けた新たな道を拓いています。

海で消えるプラスチックを目指して

「生分解性プラスチック」は土の中では分解されても、海水中ではほとんど分解が進みません。この根本的な課題を解決するため、日本では 2020 年代から NEDO を中心とした産学連携プロジェクトが本格的に動き出しました。

微生物由来のポリマー「PHBH」⁹⁶ や、ポリ乳酸と生分解性素材を組み合わせた「LAHB」⁹⁷、ナイロン 4⁹⁸、ナイロン系共重合体⁹⁹、生分解エラストマー¹⁰⁰ など、複数の新素材が研究・開発されており、海洋でのフィールドテストや深海底での実証実験でも分解が確認されています。また、塩水中で原料まで完全分解する超分子プラスチック¹⁰¹ が発表されるなど、多様なアプローチが並行して進んでいます。

さらに 2025 年には、海洋での生分解性を実環境で評価するための国際規格（ISO）が日本主導で策定・発行されました¹⁰²。素材の開発だけでなく「どう測り、どう証明するか」の共通ルールを世界に広める取り組みは、この分野の科学的な基盤を支えるものです。

95) 九州大学 大学院農学研究院 環境農学部門 サステナブル資源科学講座 生物資源科学分野、研究内容、ナノ機能材料 <https://bm.wood.agr.kyushu-u.ac.jp/research/research02-2/>

96) 福田竜司（2020 年）「微生物産生によるカナカ生分解性ポリマー PHBHTM の開発：バイオマス由来で海洋生分解性を有する生分解性ポリマー」化学と工業, 73,(11), 849-851 <https://students.csj.jp/wp-content/uploads/2021/05/ko73-849-tokushu.pdf>

97) Shun'ichi Ishii et al. (2025). Unveiling deep-sea biodegradation of microbially produced lactate-based polyester (LAHB) via plastisphere metagenomics and metatranscriptomics. *Polymer Degradation and Stability*, 240, 111527. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0141391025003568>

98) 東レ株式会社（2024 年）「海洋生分解する真球状ポリアミド 4 微粒子を開発」 <https://www.toray.co.jp/news/article.html?contentId=wroobdj9>

99) 高原淳（2025 年）「これまで分解しないとされていた市販の釣り糸が海洋で生分解することを発見ーゴーストギア（漁業系プラスチックごみ）問題解決の決定打に一」 <https://www.kyushu-u.ac.jp/ja/researches/view/1267>

100) Thinh Van Nguyen et al. (2025). Effect of soft segment chemistry on marine-biodegradation of segmented polyurethane elastomers. *Polymer Degradation and Stability*, 233, 111149. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0141391024004920>

101) 理化学研究所（2025 年）「堅牢なのに塩水中で分解するプラスチックー安価な木材成分から製造できる次世代高分子材料ー」 https://www.riken.jp/press/2025/20251203_2/index.html

102) 産業技術総合研究所（2025 年）「実際の海・湖で海洋生分解性プラスチックは「分解」にどれだけ時間がかかるのか？」 https://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2025/pr20250512/pr20250512.html

1 6 世界はどう動いているか

INC-5.4（プラスチック汚染に関する政府間交渉委員会）

プラスチック汚染防止条約の策定を目指す国連環境計画（UNEP）の政府間交渉委員会（INC）は、2022年に160カ国以上が参加して交渉を開始しました。2027年3月に開催予定のINC-5.4での合意が目指されています。2024年末に韓国・釜山、2025年8月にジュネーブで開催された会合では2度合意に失敗しており、これまで交渉は難航しています。EUや太平洋・カリブ海の島しょ国がプラスチックの生産規制や使い捨て製品の国際的な廃止を求める一方、中東産油国や産業界は生産規制に強く反発しています。資金支援の枠組みや意思決定の方法でも対立が続いており、条文レベルでの合意のめどは立っていません。^{103 104}

「プラスチックの問題は、作る段階から捨てる段階まで全部まとめてルールにしなければ解決しない。一部分だけ対象にした条約に意味はない。」

「プラスチックが社会で果たしている役割は大きい。ま

ず廃棄物処理など現実的に対応できる範囲から始めて、各国の経済事情も考慮した目標にすべきだ。」

「使い捨て製品などの問題になるプラスチックは、国際条約のリストに載せて、世界共通の期限で一斉に廃止すべきだ。国任せにすれば抜け穴だらけになる。」

「何が問題かは国ごとに事情が違う。規制する品目と時期は、各国が自国の能力や経済への影響を見ながら自分たちで判断すべきで、一律の国際リストには従えない。」

「ゴミを片付けるだけでは汚染は止まらない。蛇口を閉める。つまり、作る量そのものを世界全体で数値目標を決めて削減しなければ、この条約に意味はない。」

「生産を制限すれば経済へのダメージは計り知れない。リサイクルや廃棄物管理の改善で十分対応できる。生産削減の条項をこの条約に入れること自体に反対だ。」

「新しい義務を守るには新しい資金が必要だ。先進国が決定権を握る既存の基金では不公平で、使い道を途上国も対等に決められる、この条約専用の独立した基金を設立すべきだ。」

「新しい基金を一から作るのは時間もコストもかかる。GEF（地球環境ファシリティ）など実績のある既存の仕組みを活用しながら、民間資金も組み合わせる方が現実的で効率がいい。」

「たった一国でも強く反対している状態で物事を決めるべきではない。すべての実質的な決定は、全会一致で行うべきだ。」

「全会一致を条件にすれば、一国が拒否するだけで何も決まらない。どうしても合意できない場合は、4分の3の多数決で決定できるルールにしなければ、条約は機能しない。」

「環境規制が特定の国への貿易制限の口実に使われてはいけない。また、規制で仕事を失う廃棄物回収者など脆弱なコミュニティへの雇用・生活保障などの『公正な移行』を条約の柱にすべきだ。」

「先進国が環境保護を名目に自国の判断で一方的な貿易措置を取ることは、途上国の経済的自立を阻害する。まず規制が自国の産業や社会に与える負の影響を評価し、それを補う資金支援と技術移転の仕組みを先に整えるべ

きだ。」

2035年までに、32%削減しなければならない

2019年6月に開催された大阪G20サミットにおいて、2050年までに追加的な海洋プラスチック汚染をゼロにまで削減する「大阪ブルー・オーシャン・ビジョン」が提案されました。これを実現するには、2035年までに世界平均で2019年の年間流出量の32%を削減する必要があると、九州大学の磯辺教授の研究チームは推定しました¹⁰⁵。

ゼロリスクを求めることが、新たなリスクを生む

環境や人への影響について、科学が十分にリスクを証明できていない段階でも、影響の大きさを考慮して対策や規制を検討すべきだとする考え方を「予防原則」¹⁰⁶といます。しかし、予防原則を過度に推し進めれば、安全な水や食事、衛生的な治療が届かない状況を生むこともあります。ゼロリスクを追い求めるあまり、別のリスクを招く可能性もあります。だからこそ、科学的な知見

を積み重ねながら、何を優先し、何を許容するかを社会全体で問い続けることが重要です。

ペットボトル水

- 世界で 21 億人が安全に管理された飲料水を口にすることができない¹⁰⁷
- そのうち 1 億 600 万人は河川や湖などから未処理の地表水を直接飲んでいる¹⁰⁸
- 低コストで備蓄・輸送・配給が可能な唯一の手段として、ペットボトル水を使用する地域が存在する
- 東日本大震災で 257 万戸が断水、1 週間で 57% が復旧したものの完全復旧まで約 7 ヶ月かかった地域もあった¹⁰⁹

食品包装

- 主に冷蔵・輸送インフラの欠如によって、収穫後から小売前までのプロセスで、世界の食料の 14% が廃棄される¹¹⁰
- プラスチック包装は、冷蔵貯蔵庫や輸送インフラが整備されていない地域にとって、安全・安価な食料保全手段である

- 石油由来のプラスチックと比べてバイオマスプラスチックの価格は下がってきているが、依然として 3 ～ 6 倍高い¹¹¹

ストロー

- 嚥下障害・ALS（筋萎縮性側索硬化症）・脳性麻痺などの当事者にとって、曲がる・柔らかい・熱に強いプラスチックストローは安全に飲むための手段¹¹²
- 誤嚥を防ぐには顎を引いた姿勢を崩さずに飲む必要があり、曲がるストローというユニバーサルデザインが役立つ。ベッドに寝たままの姿勢でも飲みやすくなる
- 口の動きをコントロールできずにストローを噛んでしまったとき、紙ストローは役に立たないし、金属やガラスは安全とは言えない¹¹³

注射器

- 不安全な注射器の使用により、年間約 50 万人が亡くなった（2000 年）¹¹⁴。供給不足・コスト問題・回収インフラ未整備が原因となっている¹¹⁵
- 使い捨て注射器の普及により、2000 年から 2010 年の 10 年間で医療注射を原因とする C 型肝炎ウイルス

(HCV) 感染は 83%、HIV 感染は 87%、B 型肝炎ウイルス (HBV) 感染は 91% それぞれ減少した。注射器の再使用率自体も同期間に 39.8% から 5.5% へと大幅に低下している¹¹⁶

- 国内で、医療機関の使い捨て注射器は特別管理産業廃棄物（感染性廃棄物）として分類され、焼却等による無害化処理が義務付けられている¹¹⁷
- 感染リスクを担保しながらリサイクルする技術およびインフラは、世界的に未確立

103) UNEP, 2025. *Conference Room Papers(CRPs)*. https://resolutions.unep.org/incres/uploads/k2512852e_-_unep-pp-inc-5-crp.1_-_amended_final.pdf

104) UNEP, 2025. *Draft report of the intergovernmental negotiating committee to develop an international legally binding instrument on plastic pollution, including in the marine environment, on the work of its resumed fifth session*. https://resolutions.unep.org/incres/uploads/inc_5.2_report.pdf

105) Higuchi, C., & Isobe, A. (2024). Reduction scenarios of plastic waste emission guided by the probability distribution model to avoid additional ocean plastic pollution by 2050s. *Marine Pollution Bulletin*, 207, 116791. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2024.116791>

106) 北村喜宣（2015）『環境法』有斐閣

107) UNICEF and WHO. (2025). *Progress on household drinking-water, sanitation and hygiene 2000-2024: Special focus on inequalities*. <https://www.who.int/publications/m/item/progress-on-household-drinking-water--sanitation-and-hygiene-2000-2024--special-focus-on-inequalities> (<https://japan-who.or.jp/news-releases/2509-1/>)

108) Ibid.

109) 国土交通省（2013 年）「東日本大震災水道施設被害状況調査最終報告書（平成 25 年 3 月）」第 1 章 全国の断水状況と被災地の支援状況 <https://www.mlit.go.jp/common/830000771.pdf>

110) FAO. (2019). *The State of Food and Agriculture: Moving Forward on Food Loss and Waste Redcution*. <https://www.fao.org/newsroom/detail/A-major-step-forward-in-reducing-food-loss-and-waste-is-critical-to-achieve-the-SDGs/en> (https://www.jircas.go.jp/ja/program/program_d/blog/20191015)

111) Yadav, K., & Nikalje, G. C. (2024). Comprehensive analysis of bioplastics: life cycle assessment, waste management, biodiversity impact, and sustainable mitigation strategies. *PeerJ*, 12, e18013.

112) Wong, A. (2019). The rise and fall of the plastic straw: Sucking in crip defiance.

Catalyst: Feminism, Theory, Technoscience, 5(1), 1-12.

113) Jenks, A. B., & Obringer, K. M. (2020). The poverty of plastics bans: Environmentalism's win is a loss for disabled people. *Critical Social Policy*, 40(1), 151-161.

114) WHO. (2017). *Safety of injection: global facts and figures*. [https://cdn.who.int/media/docs/default-source/integrated-health-services-\(ihs\)/injection-safety/is_facts-figures.pdf](https://cdn.who.int/media/docs/default-source/integrated-health-services-(ihs)/injection-safety/is_facts-figures.pdf)

115) WHO. (2016). *Injection Safety: Questions & Answers*. [https://cdn.who.int/media/docs/default-source/integrated-health-services-\(ihs\)/injection-safety/is_questions-answers.pdf](https://cdn.who.int/media/docs/default-source/integrated-health-services-(ihs)/injection-safety/is_questions-answers.pdf)

116) Pepin, J., Abou Chakra, C. N., Pepin, E., Nault, V., & Valiquette, L. (2014). Evolution of the global burden of viral infections from unsafe medical injections, 2000–2010. *PloS one*, 9(6), e99677.

117) 環境省（2026 年）「廃棄物処理法に基づく感染性廃棄物処理マニュアル」 https://www.env.go.jp/recycle/waste/sp_contr/post_36.html

