マイクロプラスチック問題と私たちの暮らし：脱プラスチック社会をみすえて

東京農工大学 農学部 環境資源科学科

高田秀重

東京　荒川

日本発のプラゴミが日本の海岸に

富山湾射水市六渡寺海岸

日本のプラごみが遠く離れた海外の海岸を汚している

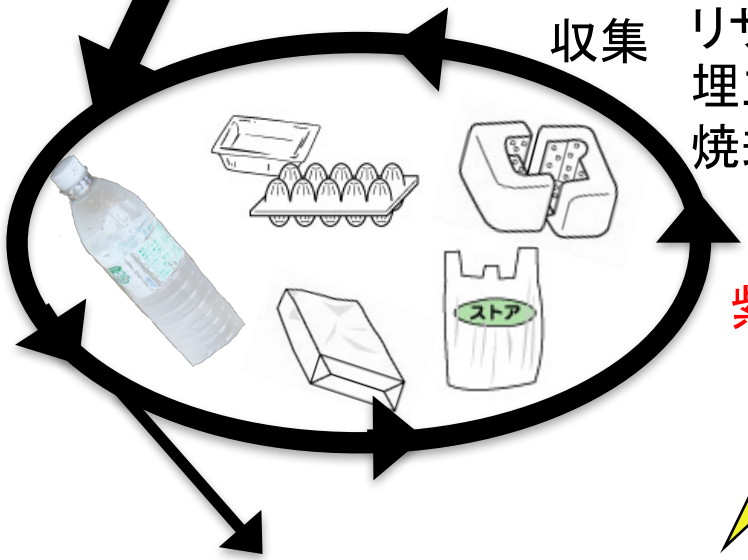
陸上の廃棄物処理からもれたプラスチックが河川を通して海へ流入

年間4億トンのプラスチックが生産されている。

石油産出量の８％ － 10%がプラスチックに

2050年には20%に

そのうち半分は容器包装



収集

リサイクル
埋立
焼却

海洋プラスチック汚染：
汚染の問題であると同時に、
温暖化の問題である。

紫外線

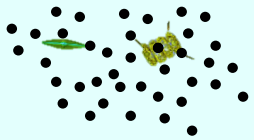
紫外線

5 mm以下の
プラスチック

マイクロプラスチック

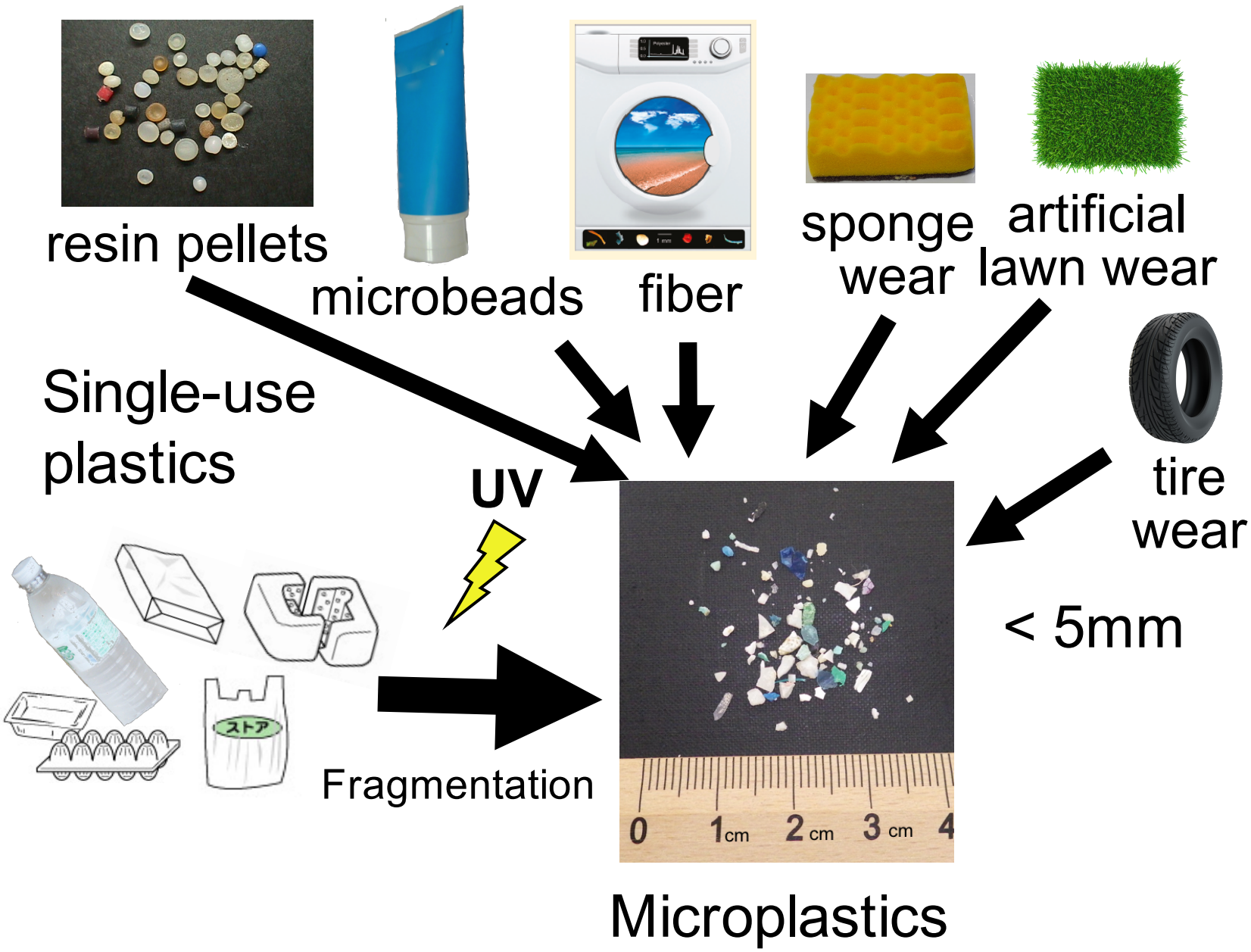
細片化

細片化



特にことわりのない限り、本稿では「プラスチック」とは
「石油から作られたプラスチック」を指す。

プラスチック漬けの社会のいたるところから
マイクロプラスチックは負荷される



プラスチック汚染は海底にも拡がっている

Arch Environ Contam Toxicol
DOI 10.1007/s00244-017-0414-9

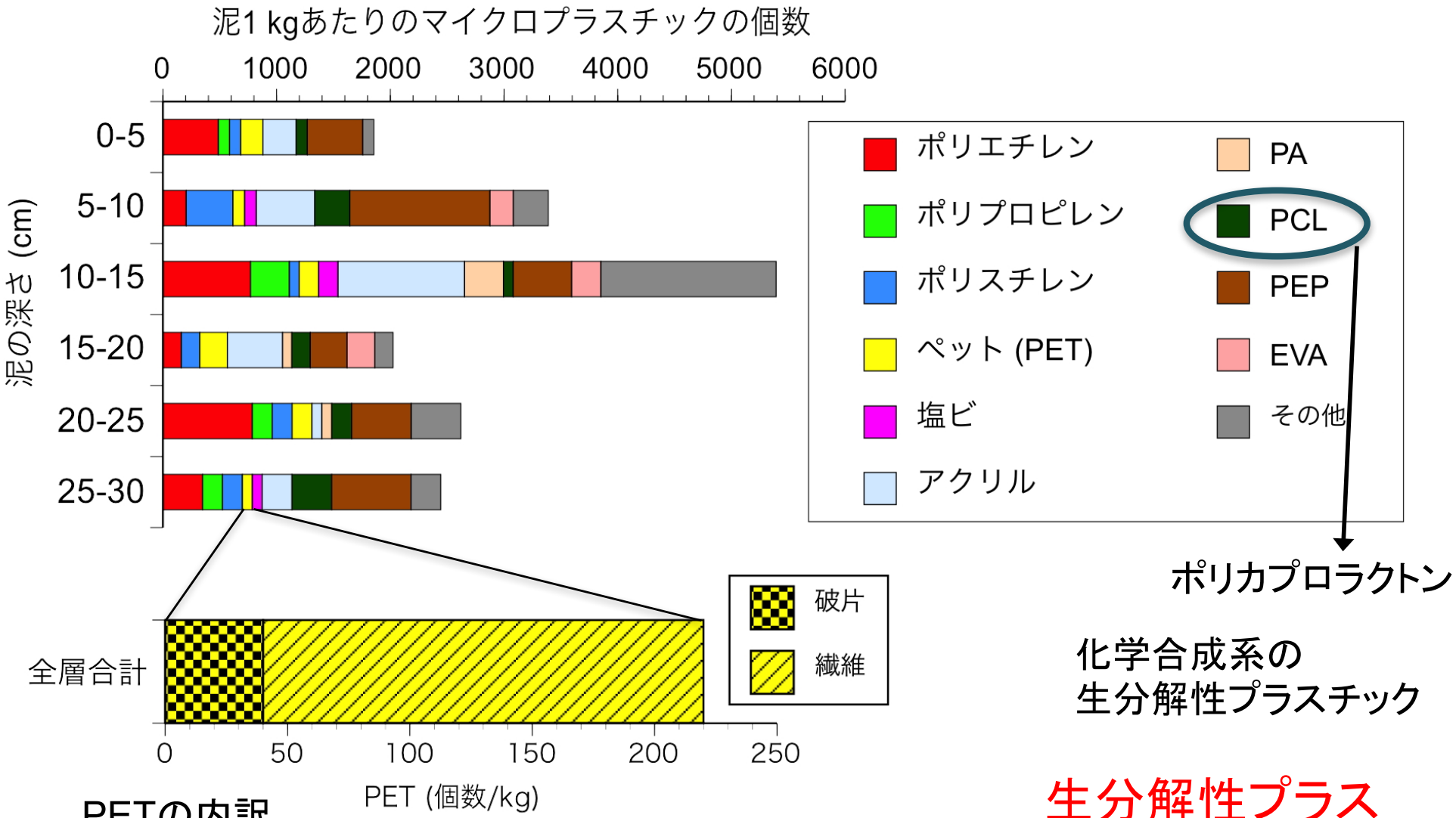
SPECIAL ISSUE: INDICATORS OF OCEAN POLLUTION

Microplastics in Sediment Cores from Asia and Africa as Indicators of Temporal Trends in Plastic Pollution

Yukari Matsuguma[1] · Hideshige Takada[1] · Hidetoshi Kumata[2] · Hirohide Kanke[1] · Shigeaki Sakurai[1] · Tokuma Suzuki[1] · Maki Itoh[1] · Yohei Okazaki[1] · Ruchaya Boonyatumanond[3] · Mohamad Pauzi Zakaria[4] · Steven Weerts[5] · Brent Newman[5]

ペットや生分解プラスチックも東京湾の海底から検出される

東京湾海底の泥の中から見つかるマイクロプラスチックの種類



化学合成系の
生分解性プラスチック

PETの内訳

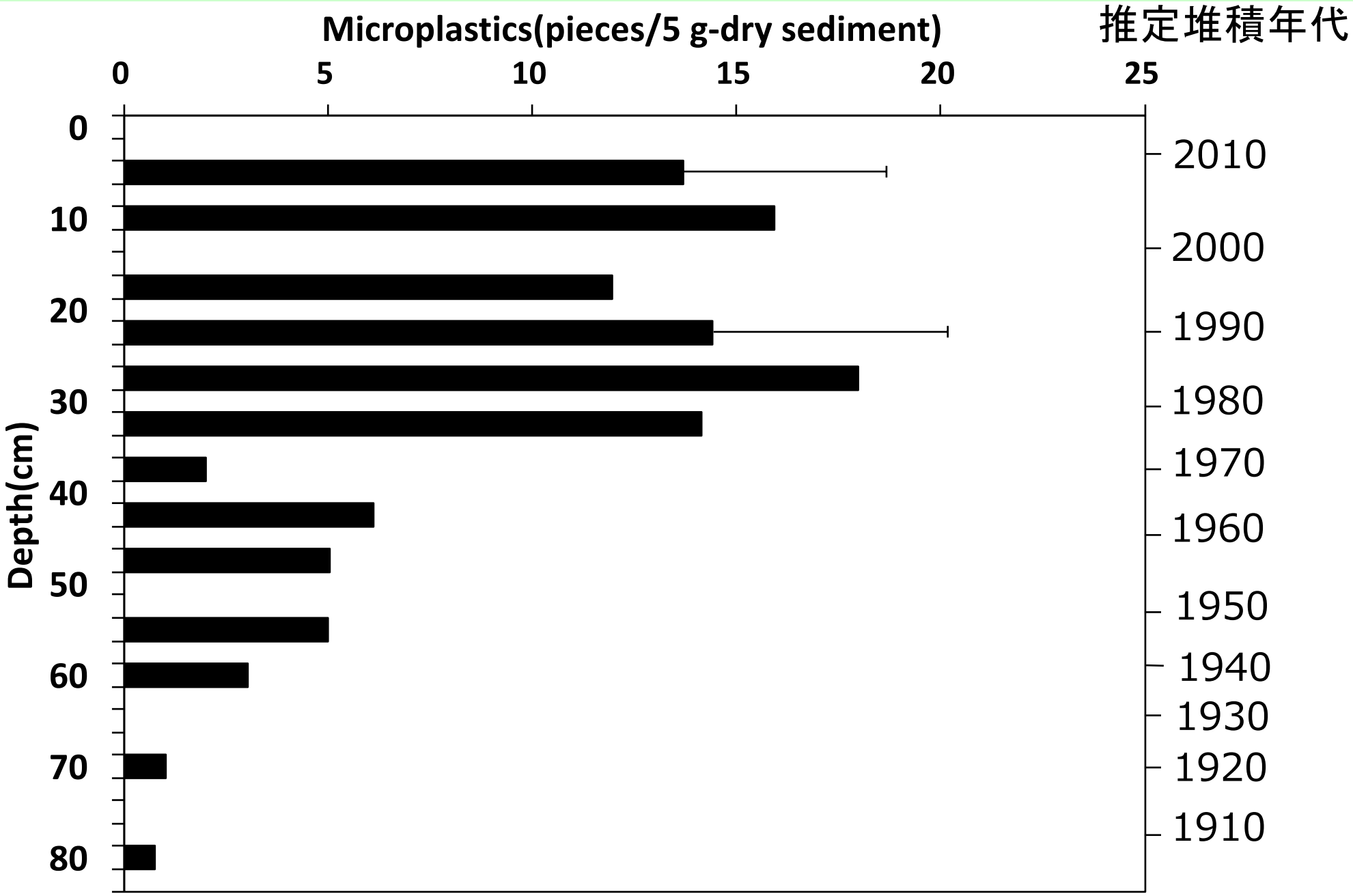
繊維状のものが多い→化学繊維の衣類の洗濯屑？

破片もある→ペットボトル？

生分解性プラスチックの分解は海洋環境中では遅い

堆積物コアを利用して汚染のトレンドを解析：東京におけるコア採取

東京湾柱状堆積物中のマイクロプラスチック鉛直分布



Arch Environ Contam Toxicol
DOI 10.1007/s00244-017-0414-9

SPECIAL ISSUE: INDICATORS OF OCEAN POLLUTION

Microplastics in Sediment Cores from Asia and Africa as Indicators of Temporal Trends in Plastic Pollution

Yukari Matsuguma[1] · Hideshige Takada[1] · Hidetoshi Kum
Shigeaki Sakurai[1] · Tokuma Suzuki[1] · Maki Itoh[1] · Yohei
Ruchaya Boonyatumanond[3] · Mohamad Pauzi Zakaria[4] ·
Brent Newman[5]

Tokyo

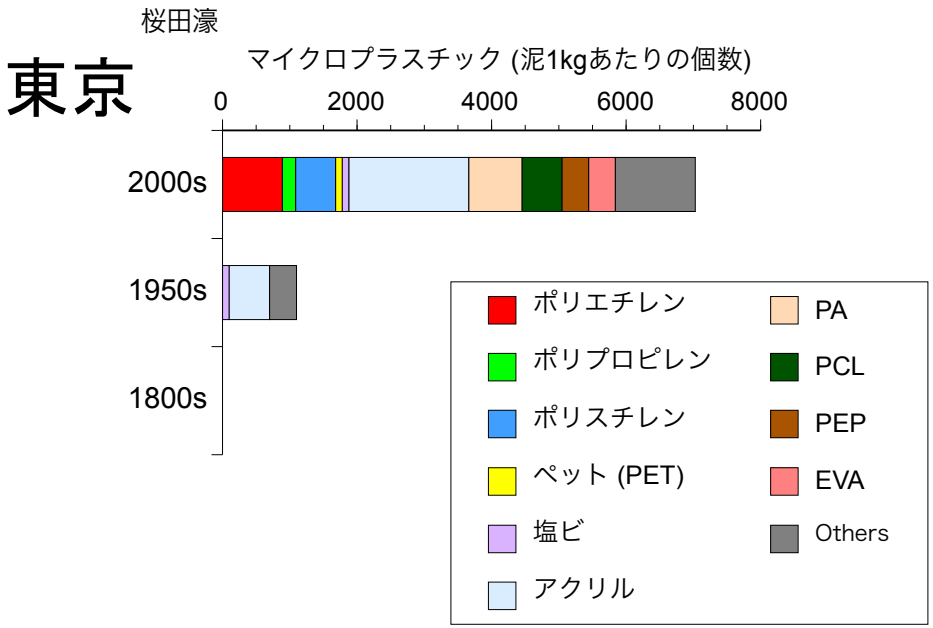
Gulf of Thailnad

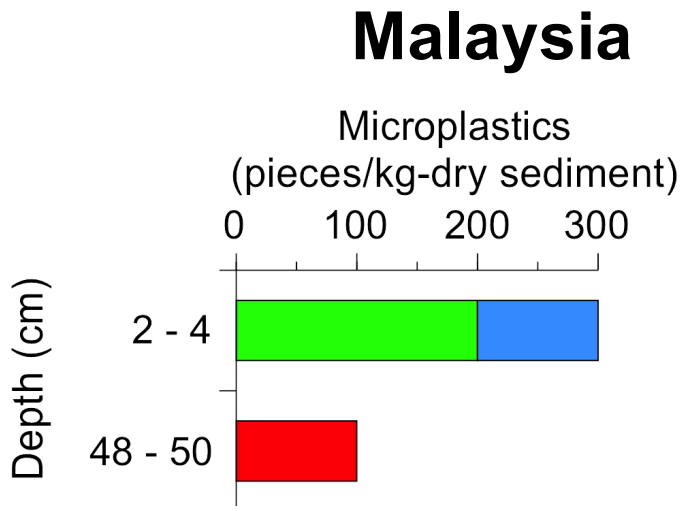
Tonkin Bay, Vietnam

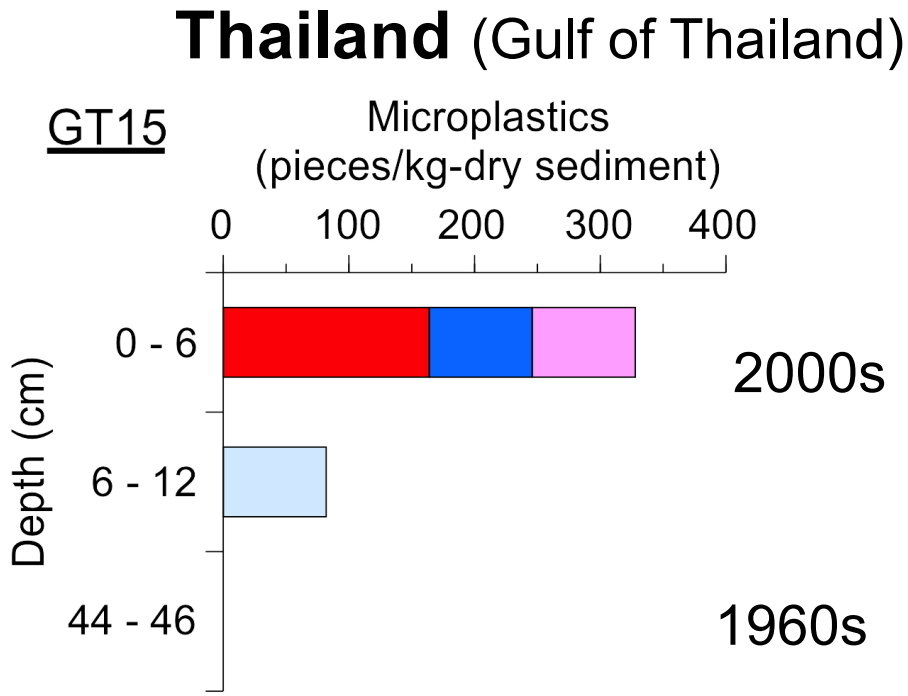
Straits of Johor, Malaysia

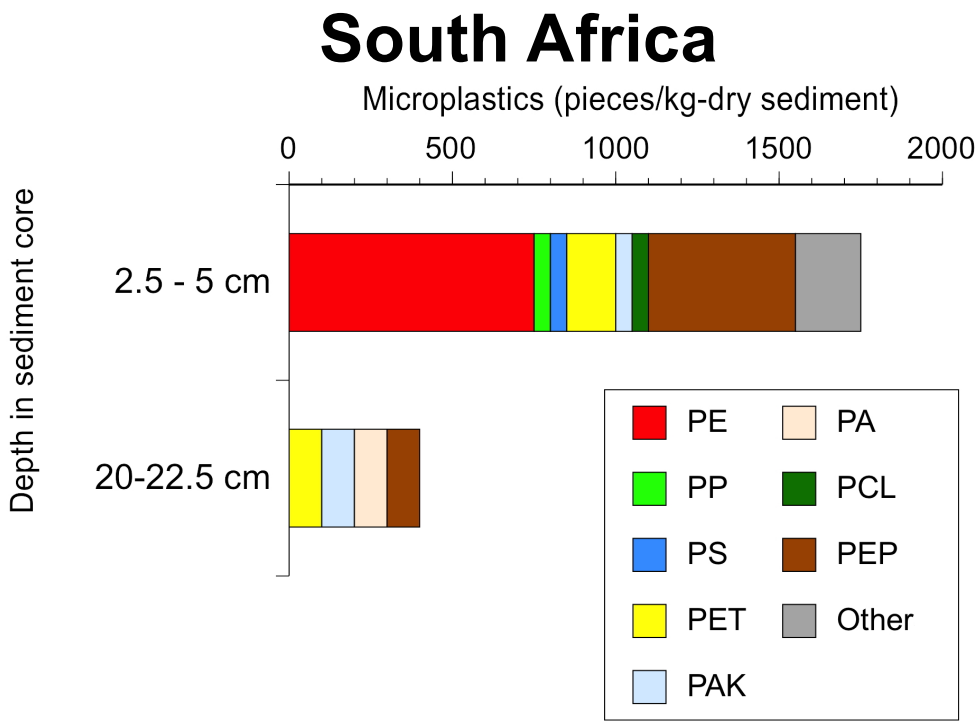
Durban, South Africa

マイクロプラスチック汚染の進行は世界的現象









EARTH HISTORY

The Anthropocene is functionally and stratigraphically distinct from the Holocene

Colin N. Waters,[1*] Jan Zalasiewicz,[2] Colin Summerhayes,[3] Anthony D. Barnosky,[4] Clément Poirier,[5] Agnieszka Gałuszka,[6] Alejandro Cearreta,[7] Matt Edgeworth,[8] Erle C. Ellis,[9] Michael Ellis,[1] Catherine Jeandel,[10] Reinhold Leinfelder,[11] J. R. McNeill,[12] Daniel deB. Richter,[13] Will Steffen,[14] James Syvitski,[15] Davor Vidas,[16] Michael Wagreich,[17] Mark Williams,[2] An Zhisheng,[18] Jacques Grinevald,[19] Eric Odada,[20] Naomi Oreskes,[21] Alexander P. Wolfe[22]

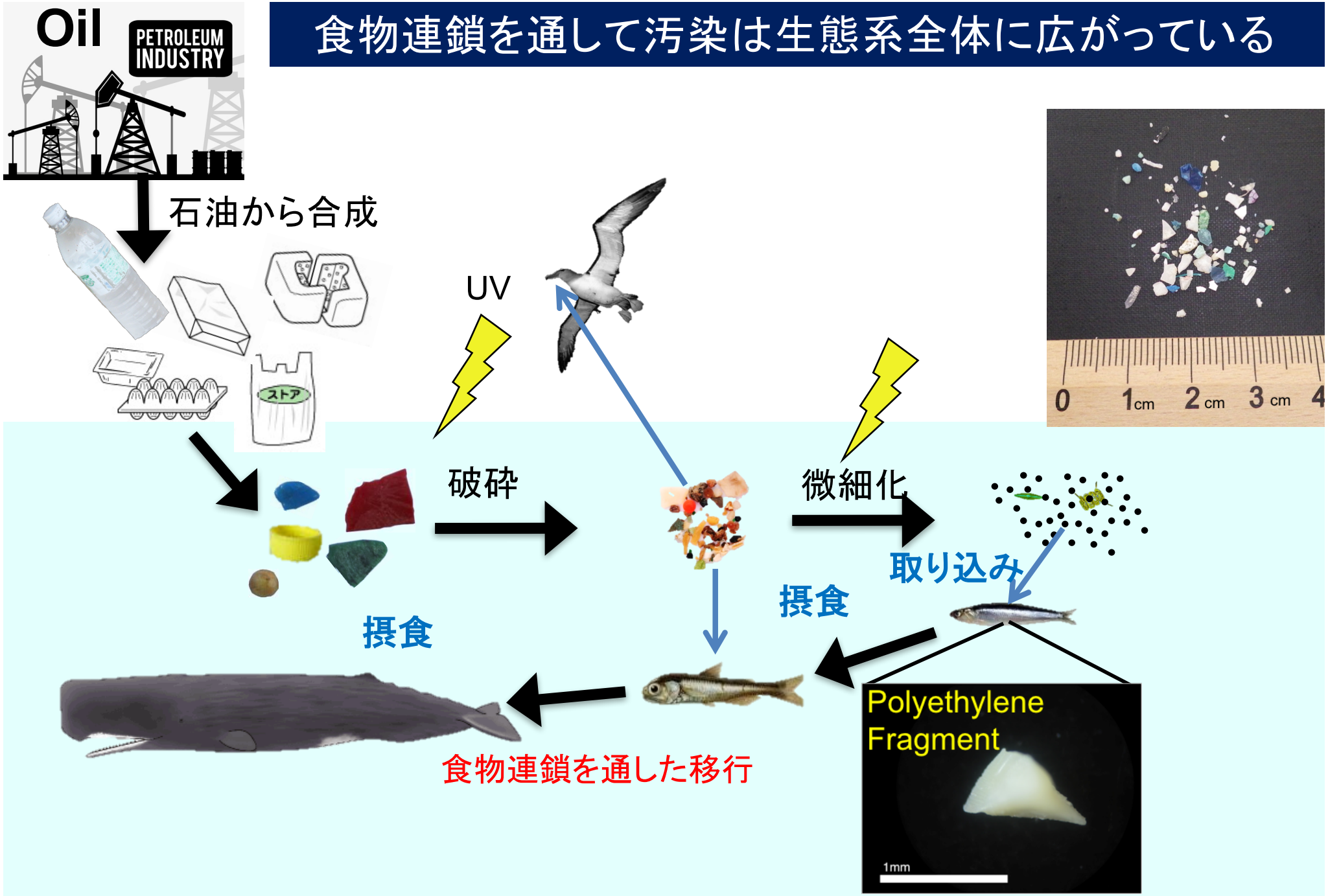
人新世

↑

完新世

Science , Jan. 8, 2016

食物連鎖を通して汚染は生態系全体に広がっている



小魚の胃の中のプラスチック

St. 21
A 11,5m

全ての個体の消化管内からはプラスチックが検出された

0.1 g – 0.6 g

200種以上の海洋生物（海鳥、魚、貝、ウミガメ、クジラ、など）がプラスチックを摂食している。

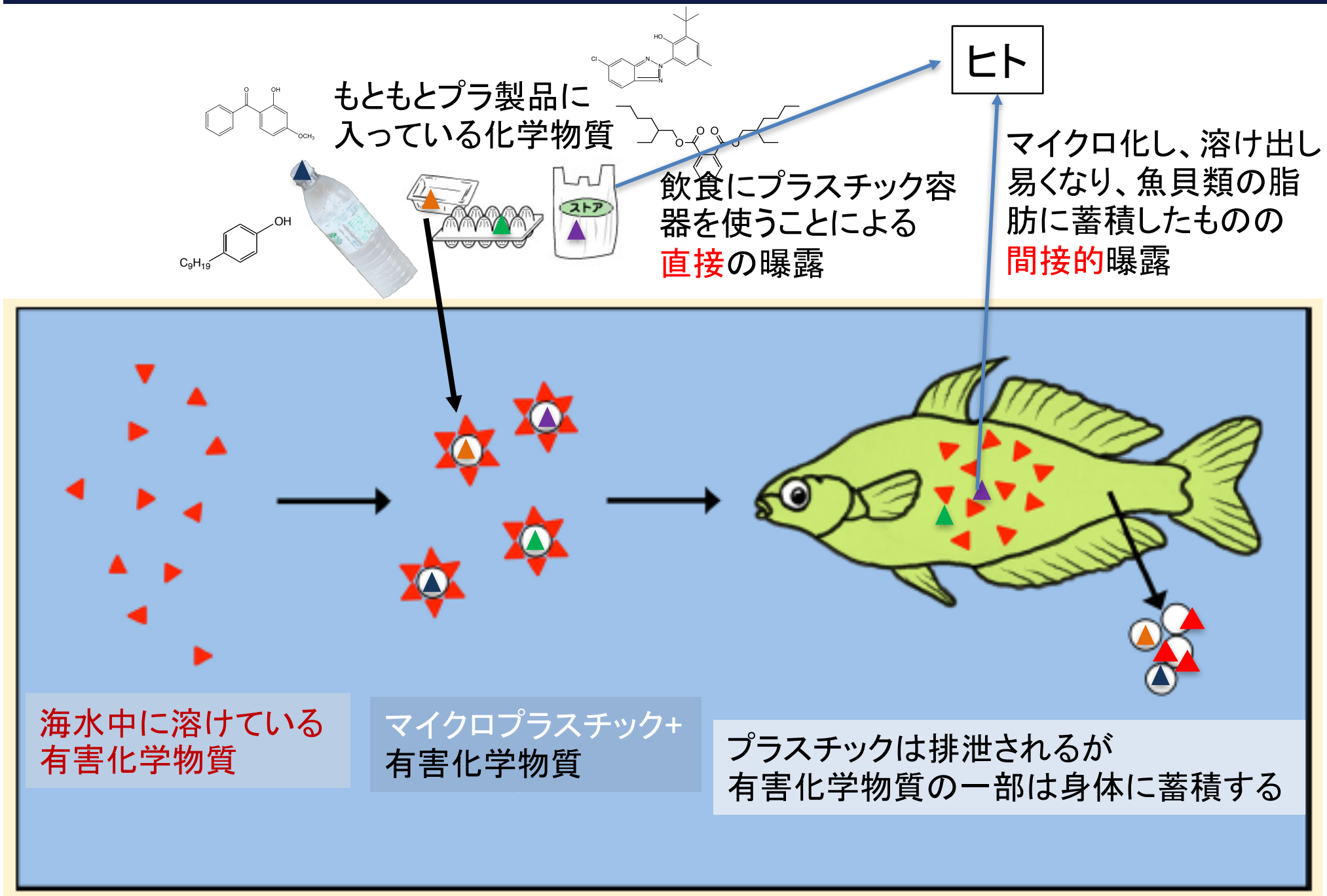
物理的なダメージが報告されている.

（Wrightら、2013）

- ✓ タイのクジラの胃の中から80枚のレジ袋
- ✓ コスタリカのウミガメの鼻に刺さったストロー
- ✓ 栄養失調で死亡したとみられる海鳥

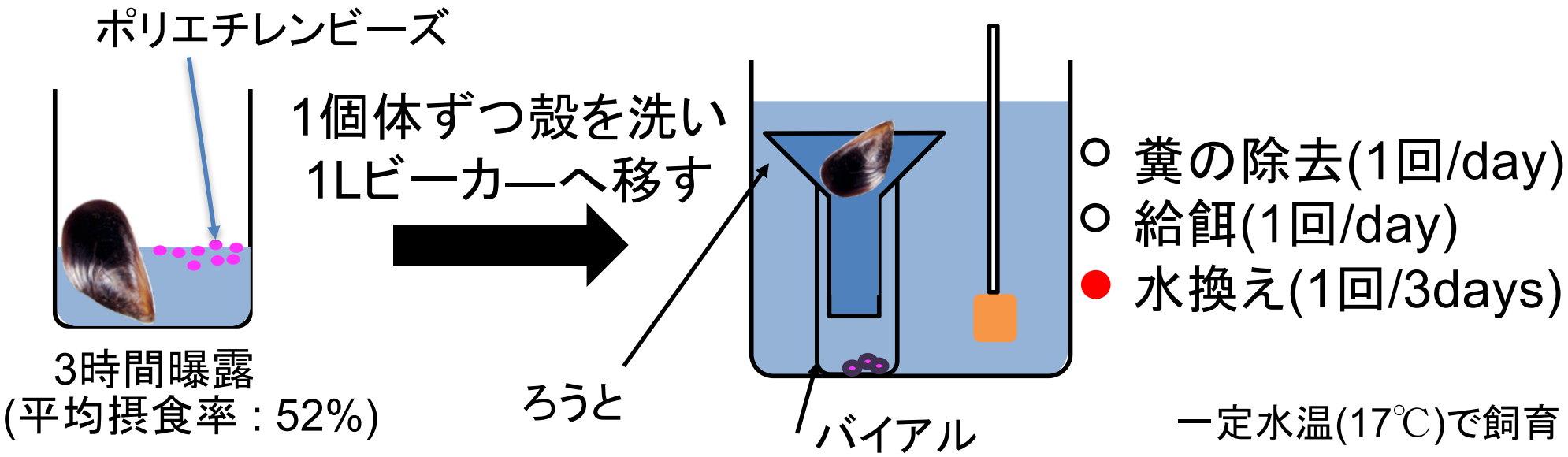
大きなプラスチックごみとマイクロプラスチックを別物扱いし、マイクロプラスチックの影響はまだ出ていないと楽観するのは間違えている。

マイクロプラスチック汚染：プラスチックからの有害化学物質のヒトへの曝露の増加

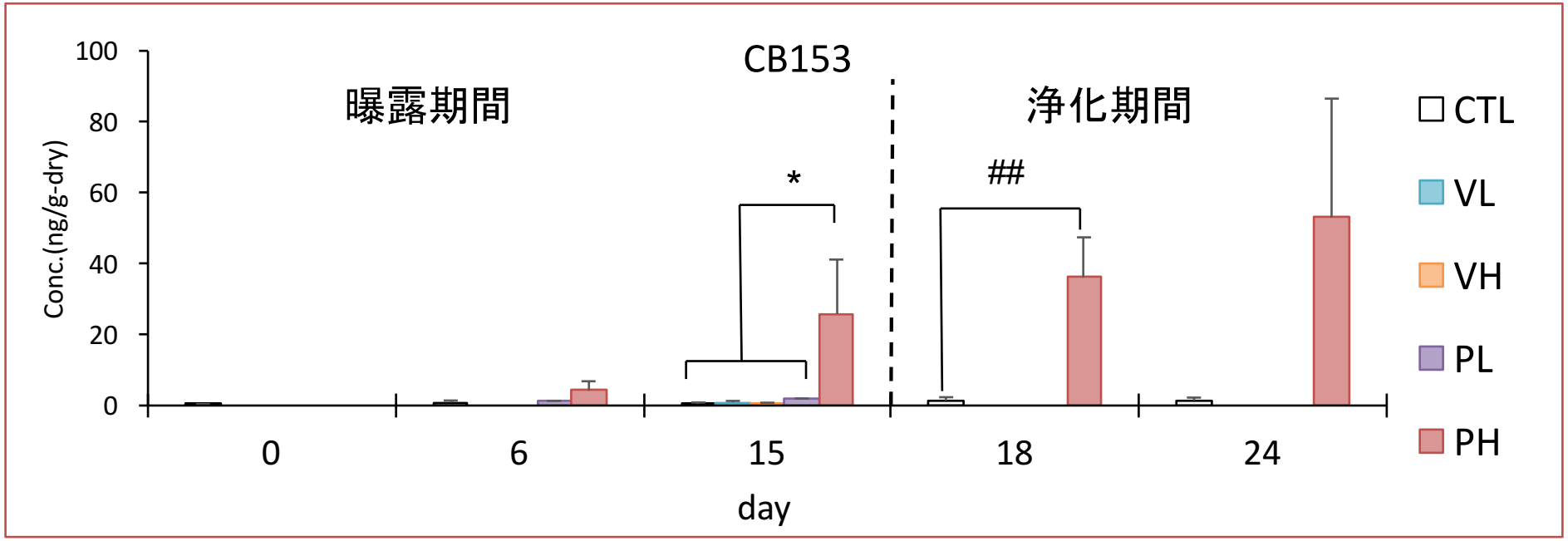


二枚貝への化学物質のマイクロプラスチックを介した曝露実験

ポリエチレンビーズに海水中から取り出した有害化学物質を吸着させ、それをムラサキイガイへ曝露し、ムラサキイガイの生殖腺中の化学物質を測定した。



生殖腺への有害化学物質の移行・蓄積が確認された



(*: p<0.05, by Tukey-Kramer test, ## : p<0.01, by *t*-test)

各処理区3-5個体分析した

day15,18：PH区のみ有意に濃度が増加

曝露を停止した後も濃度が減少しない

マイクロプラスチック摂食によって
POPsが組織へ移行・蓄積することが証明

現場の条件で海鳥への添加剤を練り込んだプラスチックの摂食実験

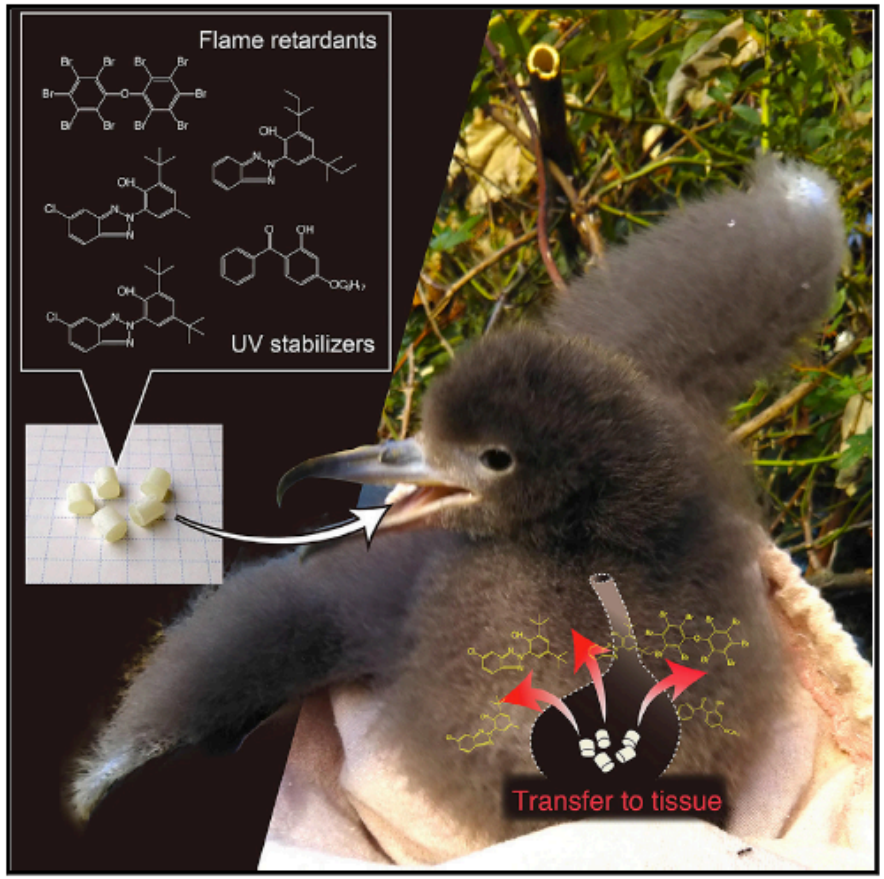
毒もプラスチックと一緒に排泄されるから大丈夫？↔実は吸収される

Report

Current Biology (in press)

In Vivo Accumulation of Plastic-Derived Chemicals into Seabird Tissues

Graphical Abstract



Authors

Kosuke Tanaka, Yutaka Watanuki, Hideshige Takada, ..., Michelle Hester, Yoshinori Ikenaka, Shouta M.M. Nakayama

Correspondence

shige@cc.tuat.ac.jp

In Brief

Tanaka et al. show that feeding additive-laced plastic pellets to seabirds results in the accumulation of chemical additives in liver and adipose tissue at 10^1–10^5 times above baseline. These findings demonstrate seabird exposure to plastic additives and additives' importance as emerging pollution sources.

Online publication: Jan. 30

現場の条件で海鳥への添加剤を練り込んだプラスチックの摂食実験

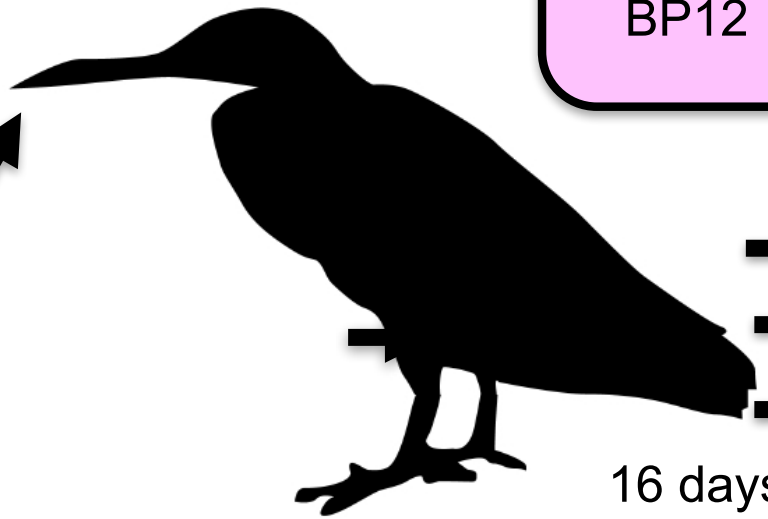
曝露区

PE pellets compounded with 5 additives

+

natural diet

Chicks



16 days

Liver
Adipose
Preen Gland oil

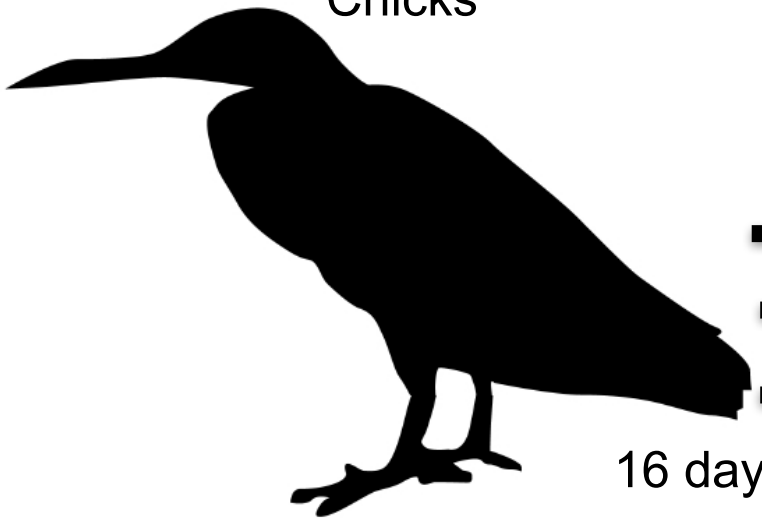
Additives

BDE209
UV326, UV327, UV328
BP12

コントロール区

natural diet

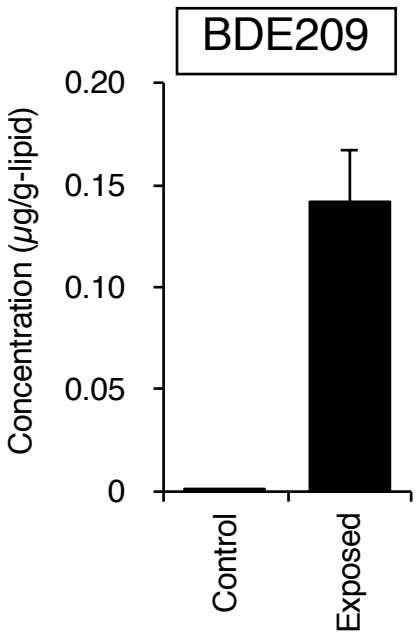
Chicks

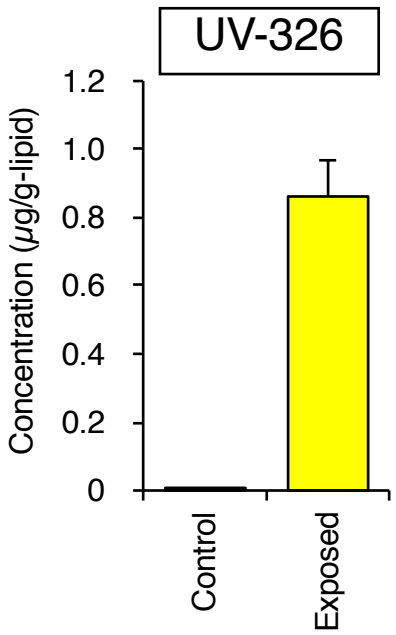


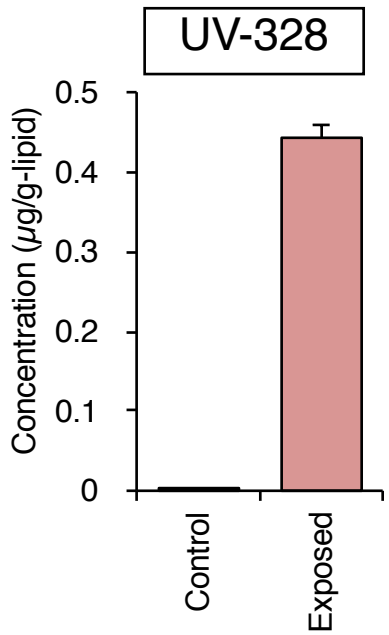
16 days

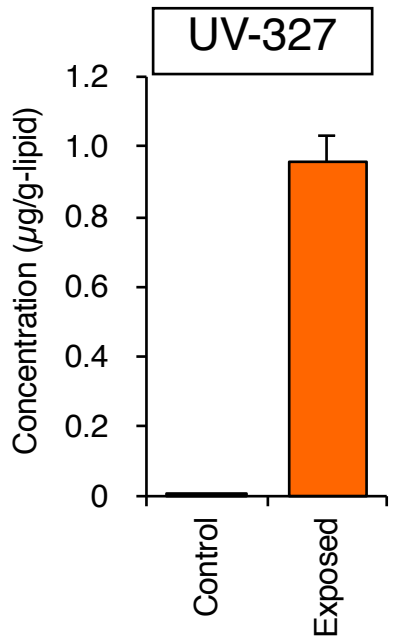
Liver
Adipose
Preen Gland oil

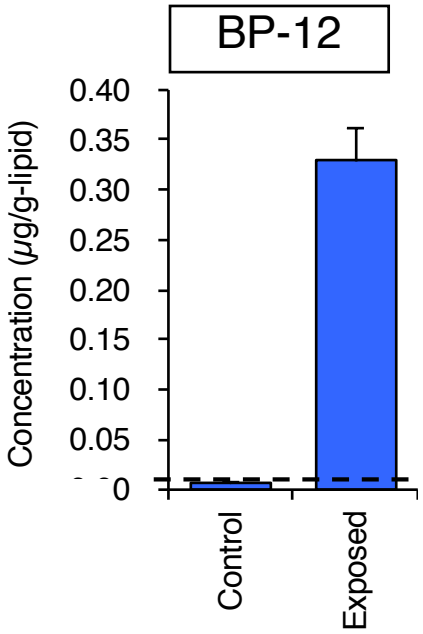
プラスチックに練り込んだ添加剤の体内組織への移行が実証

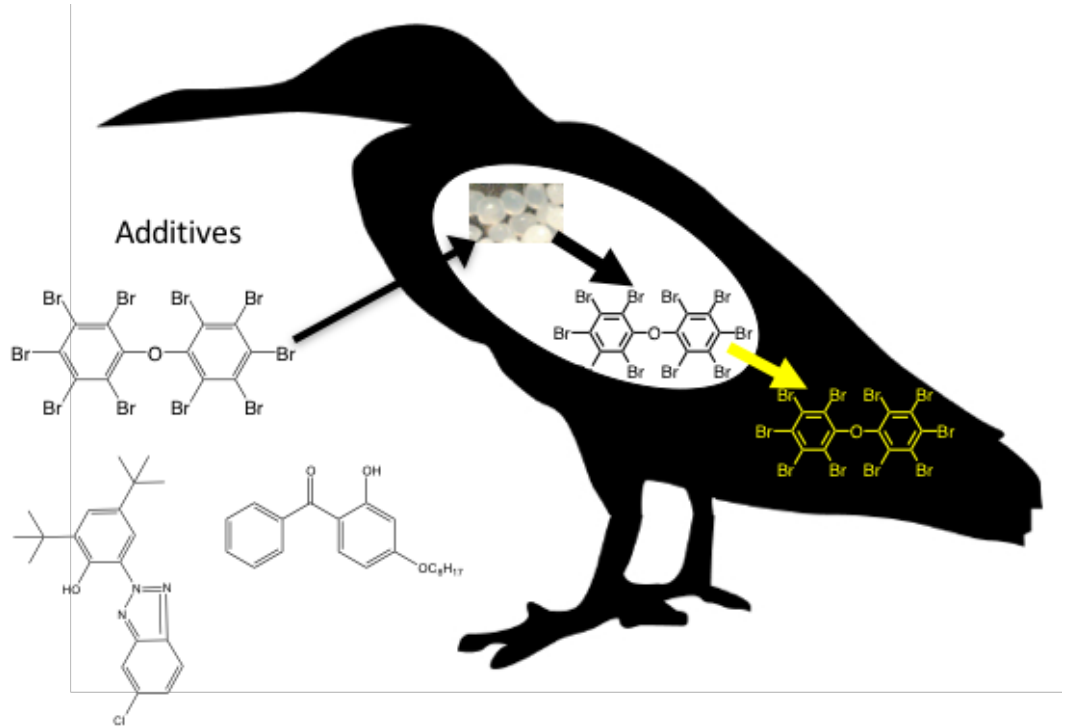




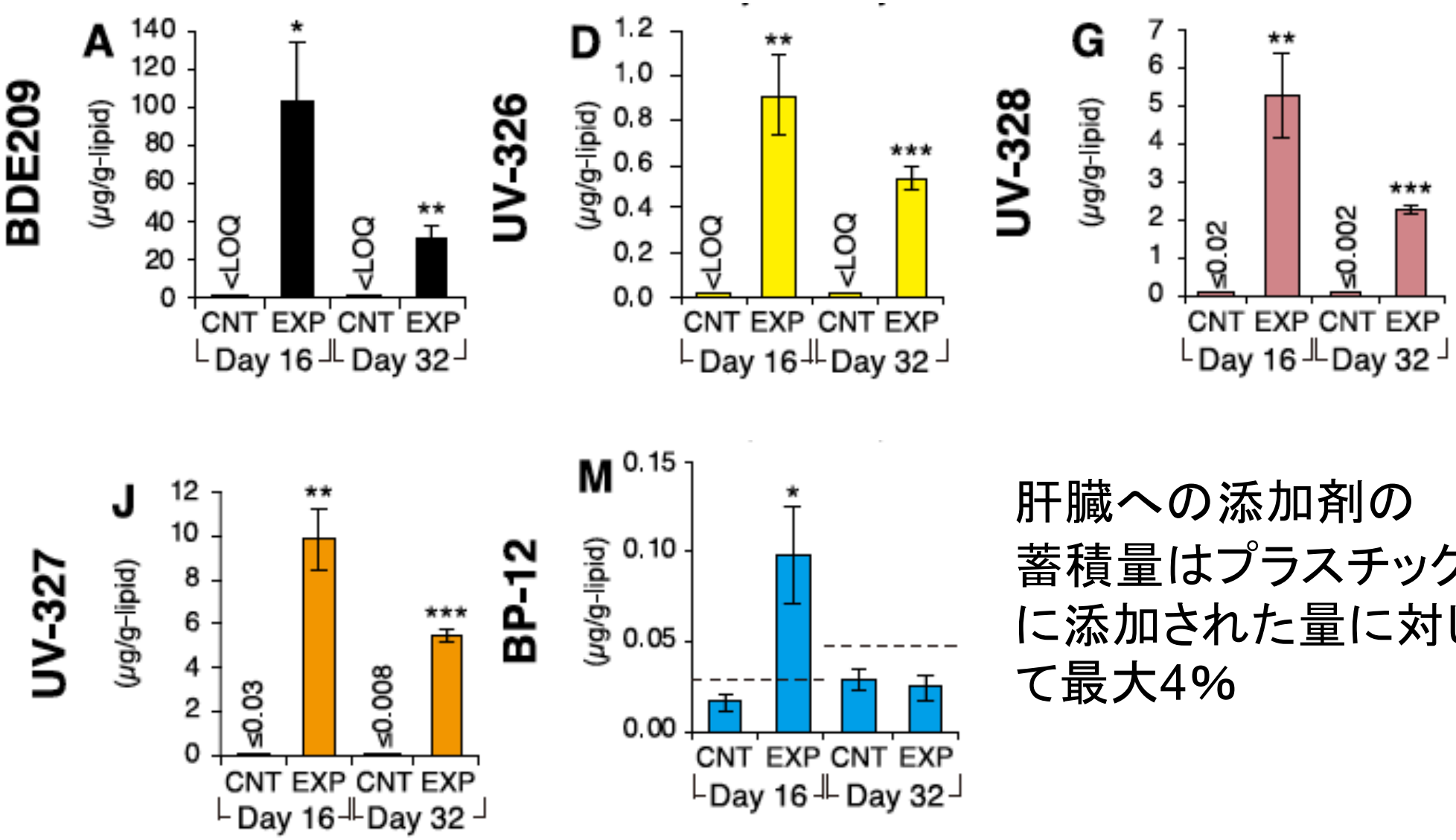








プラスチックに練り込んだ添加剤の最大4%が肝臓に蓄積



肝臓への添加剤の蓄積量はプラスチックに添加された量に対して最大4%

プラごみ汚染 沖縄離島生物も

科学リポート

プラスチックごみが海を漂い、海岸を埋め尽くすようになり大きな問題となっています。大都市から遠く離れた沖縄の離島の海岸にすむ生物がプラスチックごみを経由して有害化学物質に汚染されていることが明らかになりました。東京農工大学の高田秀重教授たちの研究グループが、12日からさいたま市で開かれる「環境化学討論会」で発表します。（聞蔵利夫）

天然記念物から有害化学物質

研究者発表へ

有害化学物質に汚染されていることがわかったのはムラサキオカヤドカリとイソハマグリです。ムラサキオカヤドカリは、シジミとアサリの中間ぐらいの白い色の二枚貝です。

プラスチックにはさまざまな有害化学物質が添加されているほか、海を漂っている間に海水中の有害化学物質が付着します。高田さんたちは、沖縄の離島でムラサキオカヤドカリとイソハマグリを対象に、プラスチックごみを経由した有害化学物質汚染の実態を調べました。大都市から遠い海岸とほとんどない海岸で、それぞれムラサキオカヤドカリとイソハマグリを採取して分析しました。その結果、プラスチックごみが大量に打ち上げられた海岸で採取したムラサキオカヤドカリの肝膵臓（かんすいぞう）から、プラスチックに添加されている難燃剤のPBDE（ポリ臭化ジフェニルエーテル）が体内で物質の海水中の濃度が低いと、餌生物を通じた取り込みも少ないと考えられます。

海流の関係でプラスチックごみが大量に打ち上げられた海岸とほとんどない海岸で、

▲（左）イソハマグリ（上）プラスチックごみが打ち上げられた沖縄の離島の海岸（高田秀重・東京農工大学教授提供）

このムラサキオカヤドカリの肝膵臓と筋肉、同じ海岸で採取したイソハマグリの軟組織からは、海中でプラスチックに付着したとみられるPCB（ポリ塩化ビフェニール）が高濃度で検出されました。

プラスチックごみが大量に打ち上げられた海岸で採取したムラサキオカヤドカリとイソハマグリの消化管には、大きさが数十～数百マイクロメートル（1マイクロメートルは1000分の1ミリメートル）の微小なマイクロプラスチックが多数入っていました。

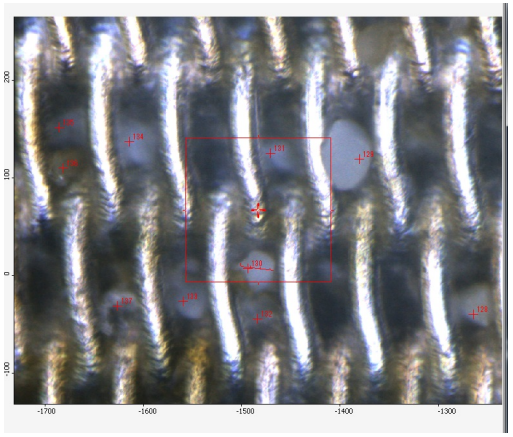
高田さんは「海の生物がマイクロプラスチックを摂取すると有害化学物質が体内に蓄積され、それを魚介類として人間が食べれば人間も有害化学物質を体内に取り込むことになります。最近、有害化学物質が環境ホルモンとして働き人間に影響しているという報告が出ています」と述べ、プラスチックごみの問題はすでに黙って見過ごすことができない状況だと警鐘を鳴らし

Microplastics in soft tissue of bivalves

Polyethylene (PE)
Polyethylene-propylene copolymer (PEP)

4.3 µg /individual

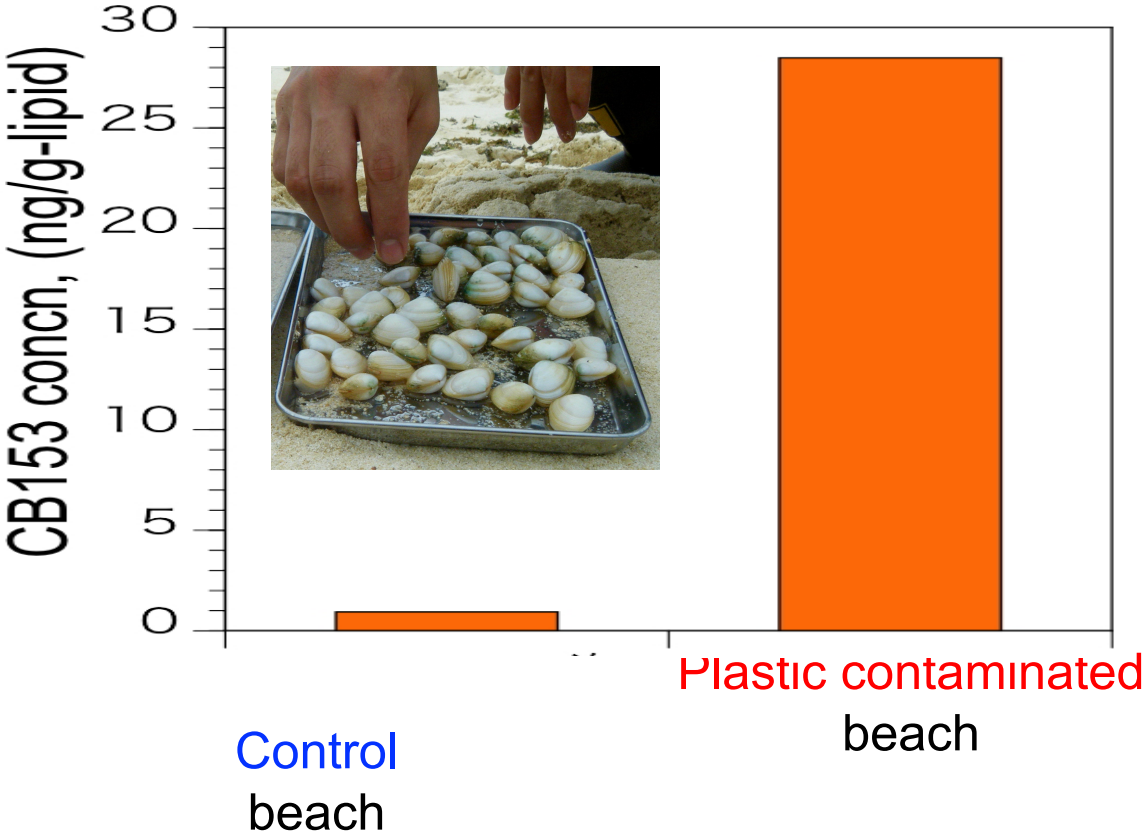
14.3 µg/ individual



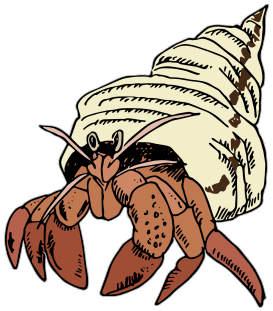
Control beach

Plastic contaminated beach

PCB in soft tissue of bivalves



Microplastics in digestive tract of coenobita

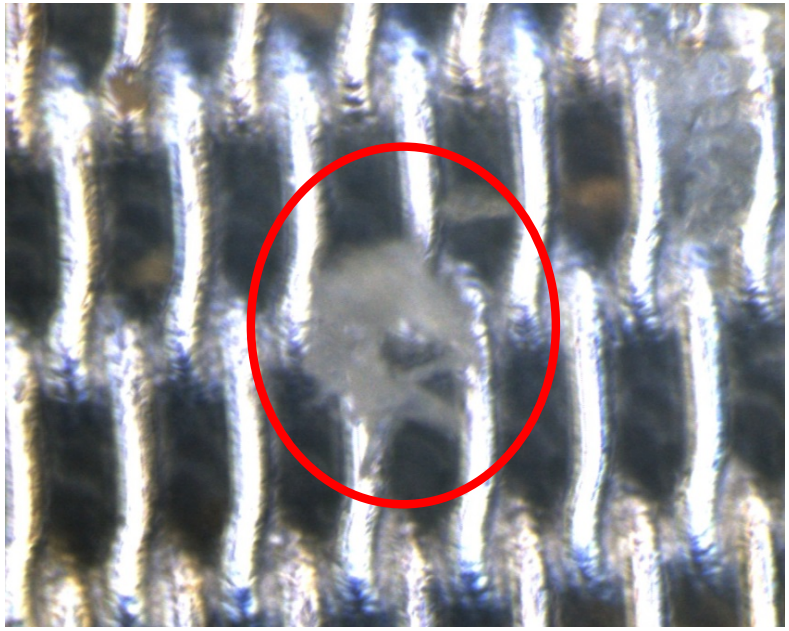


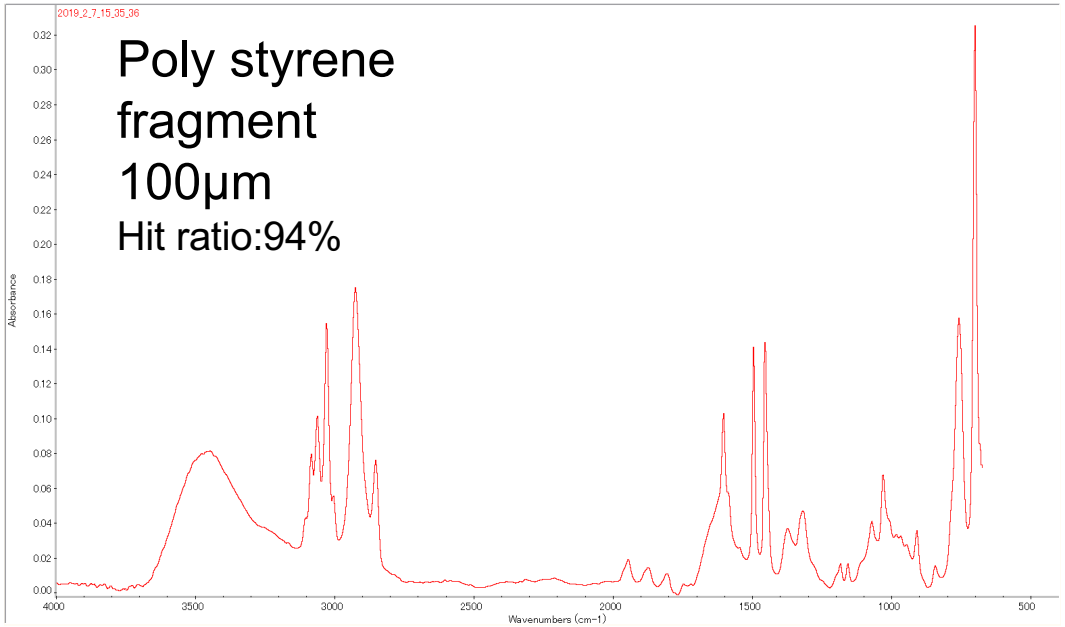
0 – 13 pieces/g-wet

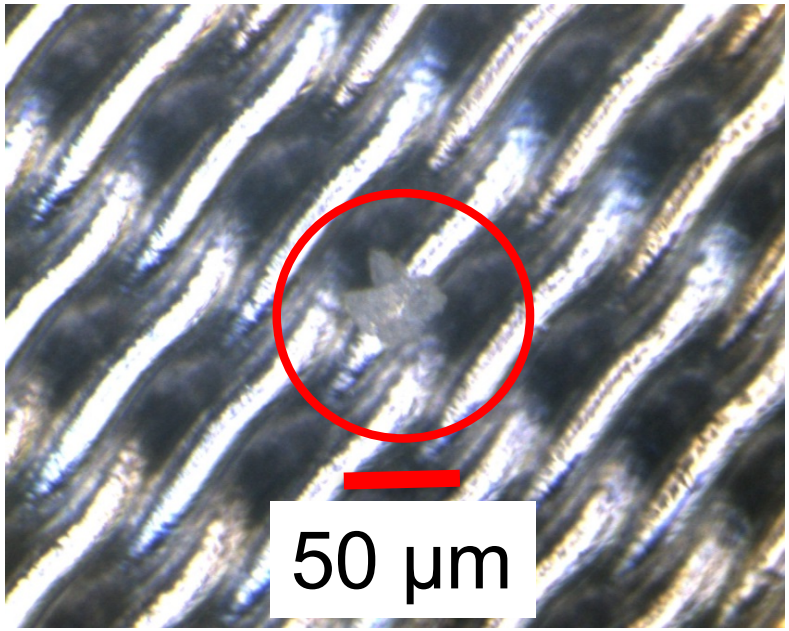
Control
beach

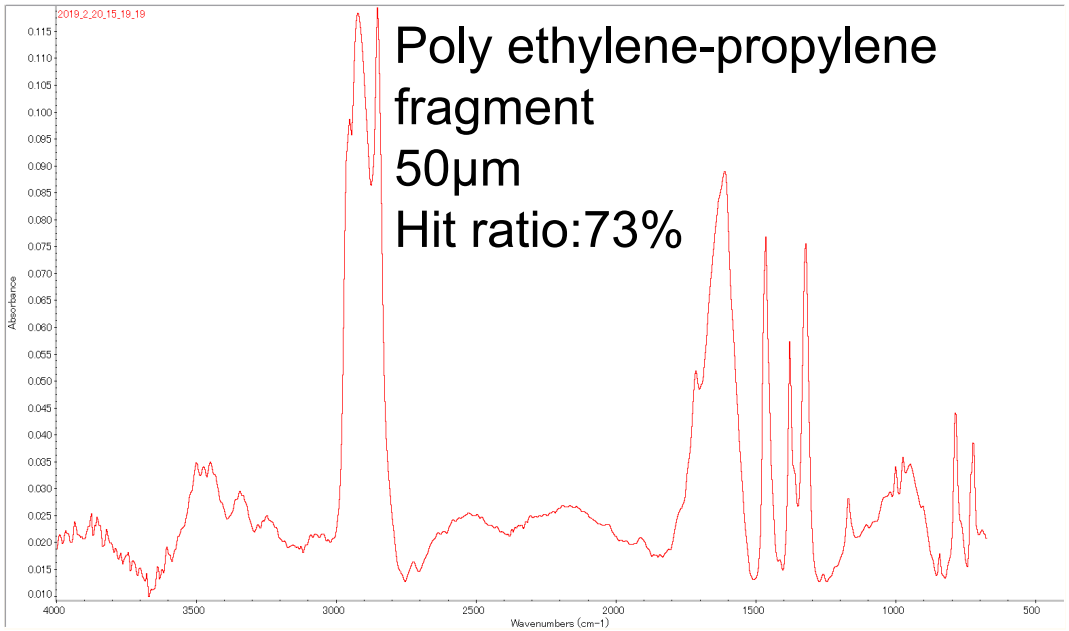
293 - 482 pieces/g-wet

Plastic
contaminated
beach

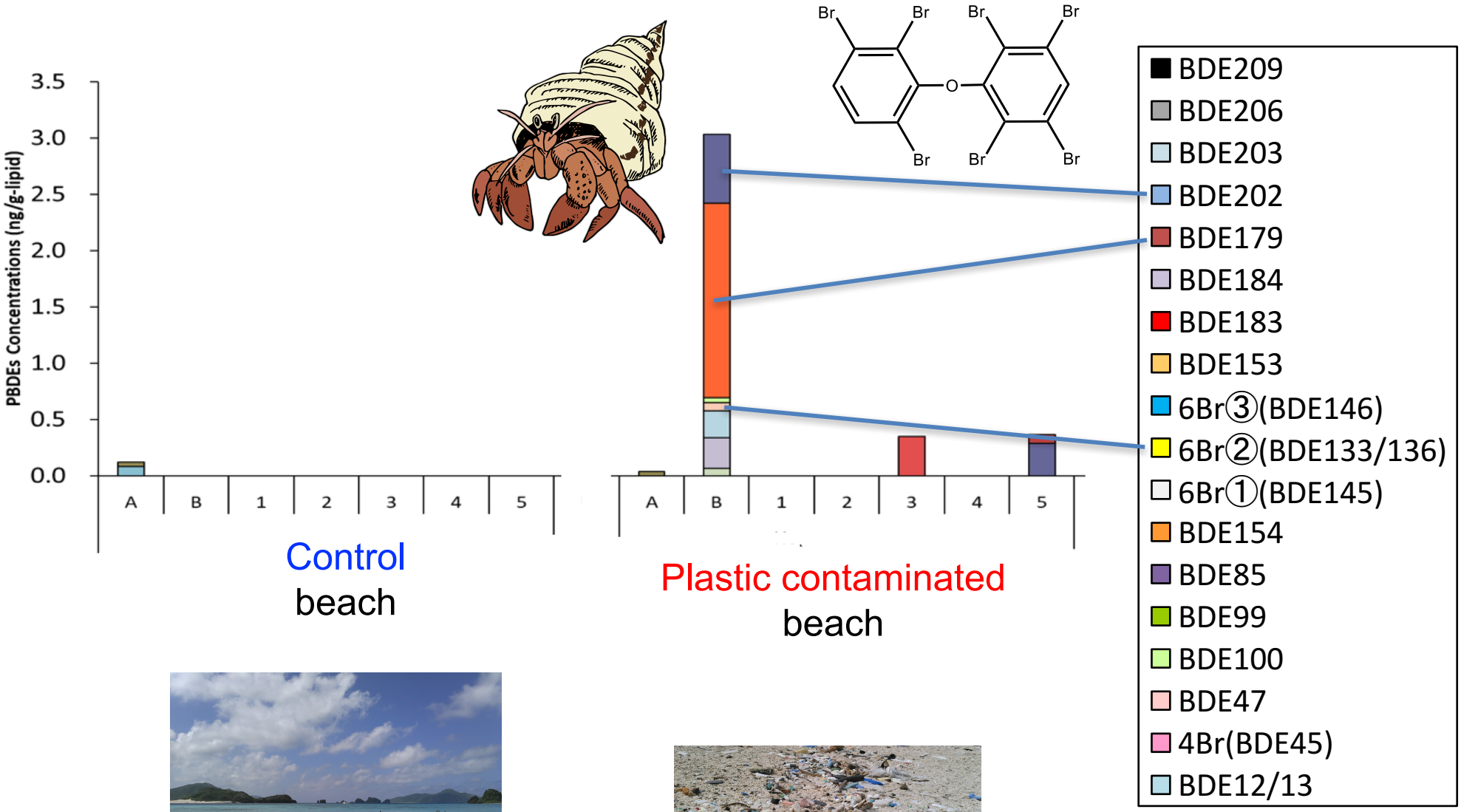



2019_2_7_15_35_36
Poly styrene
fragment
100μm
Hit ratio:94%
Absorbance
Wavenumbers (cm-1)


50 μm


2019_2_20_15_19_19
Poly ethylene-propylene
fragment
50μm
Hit ratio:73%
Absorbance
Wavenumbers (cm-1)

PBDEs (Additives : Brominated flame retardants) in hepatopancreas of coenobita

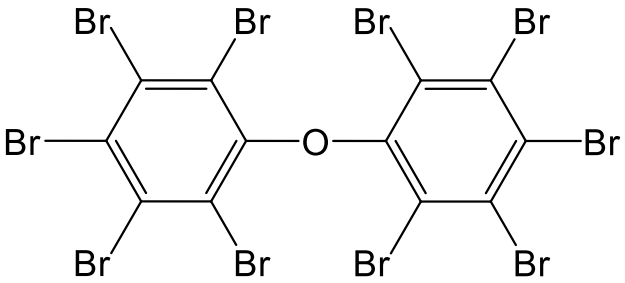


Control beach

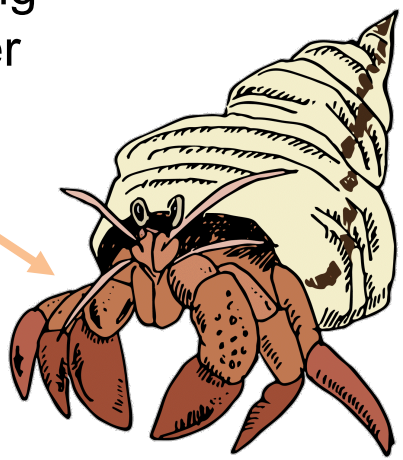
Plastic contaminated beach

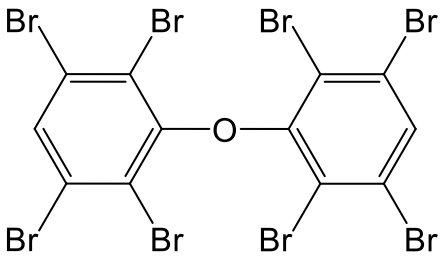
BDE209 was transferred to internal metabolic system and debrominated

BDE
209



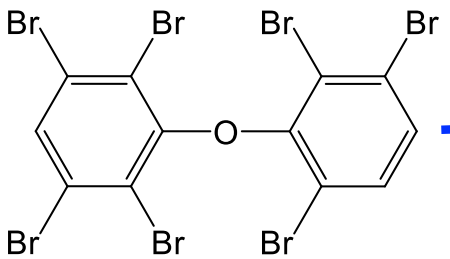
fragmentation
leaching
transfer



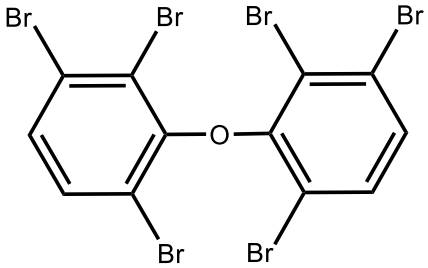


202

meta-debromination

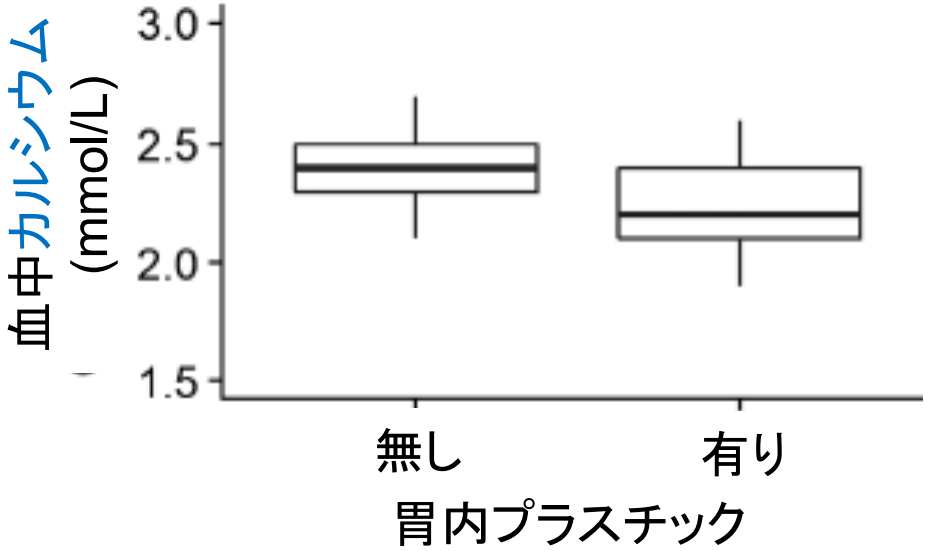


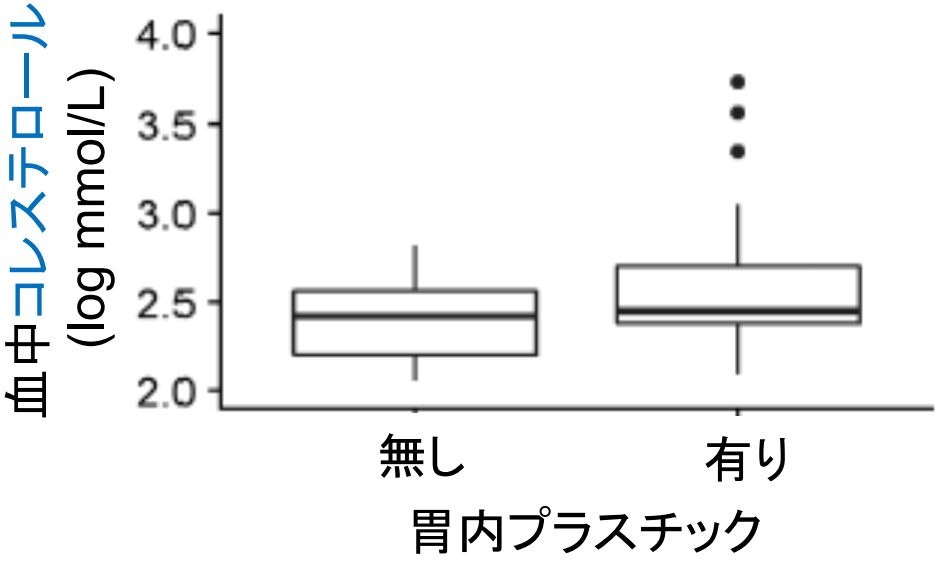
179

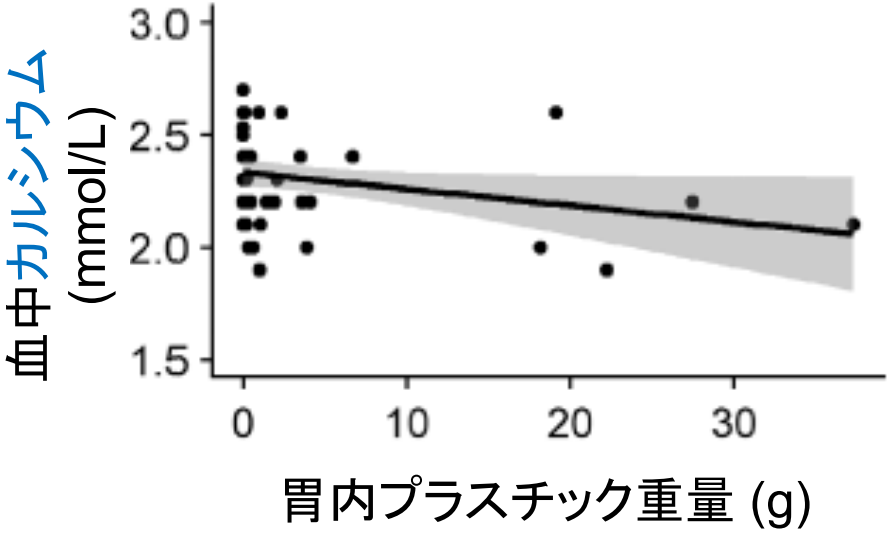


136

プラスチックを多く取り込んでいいる鳥は、血液検査で中性脂肪が高かったり、カルシウムが減っている。







誰でも血液検査でコレステロールが高いと言われたら、異常の出始めと思い、対応を考えると思います。まずは食事を考えるでしょう。そう、海鳥の食事が悪いのです。プラスチックが混ざっているのです。もう血液検査で警告が出ているのです。プラスチックを減らしましょう！

Clinical Pathology of Plastic Ingestion in Marine Birds and Relationships with Blood Chemistry

Jennifer L. Lavers,[*,†] Ian Hutton,[‡] and Alexander L. Bond[†,§]

Environ. Sci. Technol. XXXX, XXX, XXX–XXX

アメリカの五大湖における1970年代のDDTsやPCBsによる汚染

- ヘリングカモメの激しい減少が（1970年代）←DDTs, PCBs

- 多くのワシ類や魚を補食する鳥類で卵の殻が薄くなり、
  孵化が減少し、個体数も減少（1970年代）。←DDTs
  現在では卵殻が薄くなることは稀になってきた。

- 五大湖のヒメウの仲間では、現在でも、くちばしが交叉している個体や眼がない個体、骨格奇形などが見つかっている。
  ←ダイオキシン、PCB

Silent spring : 沈黙の春

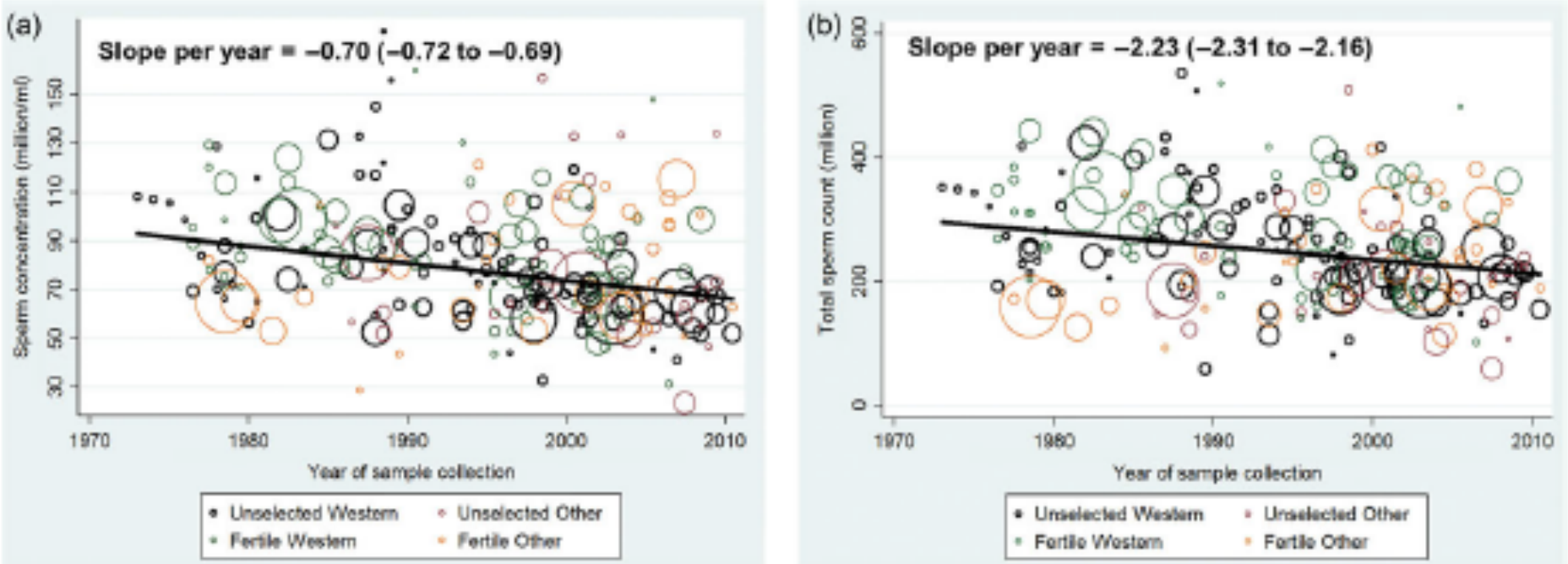
1962 by Rachel Carson

環境ホルモン
外因性内分泌撹乱化学物質

環境中に存在する化学物質で生体内に入り、ホルモンの作用を撹乱し、性、生殖、甲状腺機能、脳神経等に関する異常を引き起こす物質。特に、体内で女性ホルモンの受容体と結合し、女性ホルモンと同じように働くものを狭義の環境ホルモンと呼ぶ。

生殖に関わる異常だけでなく
免疫力の低下、アレルギー
肥満　なども引き起こす。

ヨーロッパでは成人男子の精子数が過去40年で半減したという報告も



both SC and TSC in samples collected between 1973 and 2011. Declines were significant only in studies from North America, Europe, Australia (and New Zealand), where they were most pronounced among men unselected by fertility. In this latter group, SC declined 52.4% (−1.4% per year) and TSC 59.3% (−1.6% per year) over the study period. These slopes remained substantially

素材としてのプラスチックの問題点

1. プラスチックという素材は長期的には劣化し、マイクロプラスチックとなる。→添加剤を加えれば劣化を遅らせることはできる。しかし、それは化学的なリスクを大きくする。

-C-C-

2. 加工しやすく、安価であるということで、長期的な行方(fate)を考えないで多用すると、生態系を隅々まで汚染する。

3. 有害化学物質を含有・吸着し、遠隔地や生物に運ぶ。

4. 有害化学物質はプラスチックから溶け出し、摂食した生物に吸収され、臓器に蓄積する。

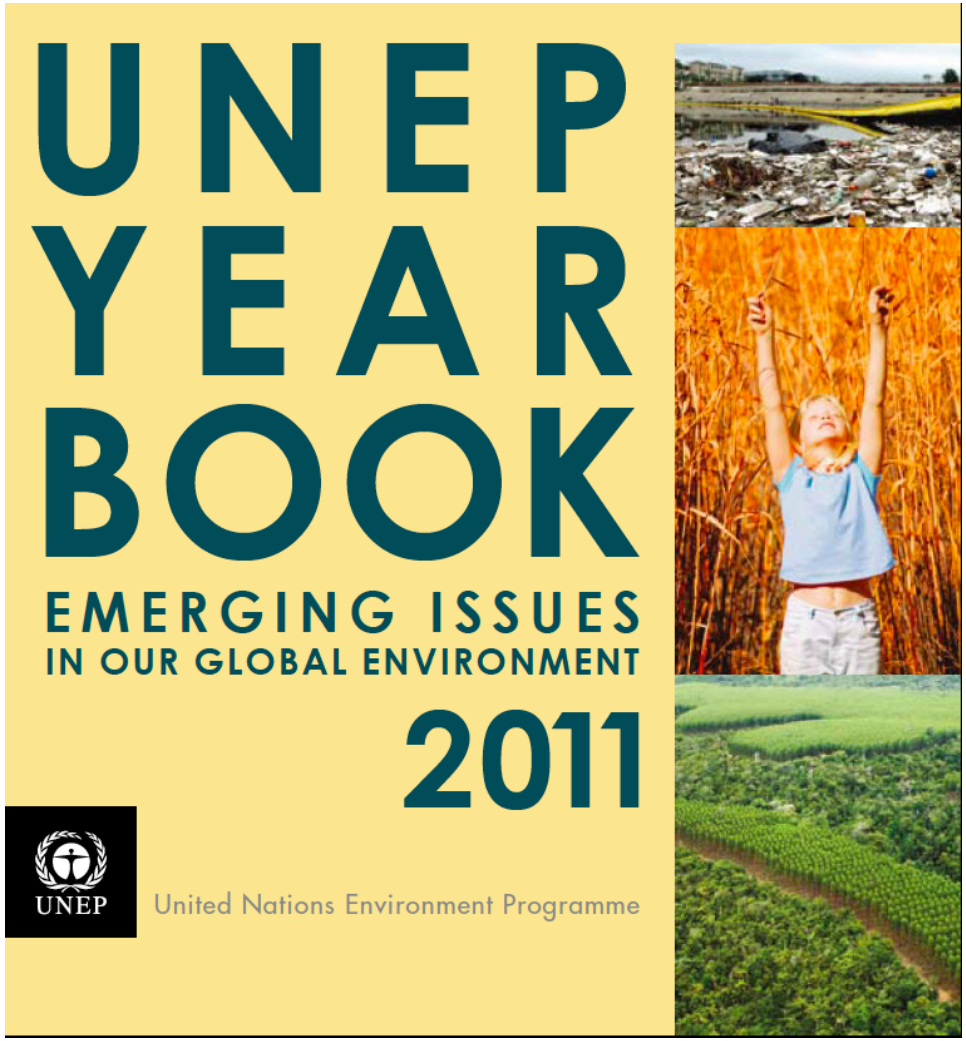
5. 血液の化学組成に異常が出ている海鳥も報告されている。

6. マイクロプラスチックと食物連鎖を通したヒトへのプラスチック添加剤の曝露が懸念される。

国際機関も海洋プラスチック汚染に注目

2011

国連環境計画の年鑑



Plastic Debris in the Ocean

Every year large amounts of plastic debris enter the ocean, where it slowly fragments and accumulates in convergence zones. Scientists are concerned about the possible impacts of small plastic fragments—microplastics—in the environment. The role of plastics as a vector for transporting chemicals and species in the ocean is as yet poorly understood, but it is a potential threat to ecosystems and human health. Improved waste management is the key to preventing plastic and other types of litter from entering the ocean.

Box 3: Plastic pellets

Plastic resin pellets are small granules, generally in the shape of a cylinder or disc, with a diameter of a few millimetres. These particles are an industrial raw material that is remelted and moulded into final products. They enter the ocean as a result of spills or accidental releases. Like other plastic particles, they have been shown to accumulate PBTs. In the case of thin plastic films, for example those 50 micrometres or less, it may take only a few days for this process of accumulation or release to occur (Adams et al. 2007). In the case of pellets, equilibrium between the concentration of a given compound in a pellet and in the surrounding water or sediment may take many weeks or months. Older pellets consequently tend to have higher concentrations of contaminants and have been used to map the distribution of pollution in coastal waters around the world (Ogata et al. 2009, International Pellet Watch 2011) (**Figure 5**). Their consistent size makes them a useful monitoring tool.

Transport by plastic particles does not represent a significant additional flux of PBTs on a global scale compared with atmospheric or water transport (Zarfl and Matthies 2010). However, the concentration of contaminants by microplastic particles presents the possibility of increasing exposure to organisms through ingestion and entrance into the food chain—with the prospect of biomagnification in top-end predators in the food chain such as swordfish and seals. Ingestion of small particles by a wide variety of organisms has been well reported. However, the basic information needed on the biochemical and physiological response of organisms to ingested plastics contaminated with PBTs in order to quantify the scale of the problem is currently unavailable (Arthur et al. 2009, GESAMP 2010). It is conceivable that PBTs in plastic particles will be less bioavailable than those from the surrounding water or food sources (Gouin et al. 2011).

Collected from beaches around the world, plastic pellets like these have been found to accumulate persistent, bio-accumulating and toxic substances. The pellets are used in the manufacture of plastic products and have been introduced into the ocean through accidental releases. They may also be released as a result of poor handling or waste management. While there is evidence that quantities entering the marine environment have been reduced as a result of improved industrial practices, pellets already released will persist for many years. *Credit: International Pellet Watch*

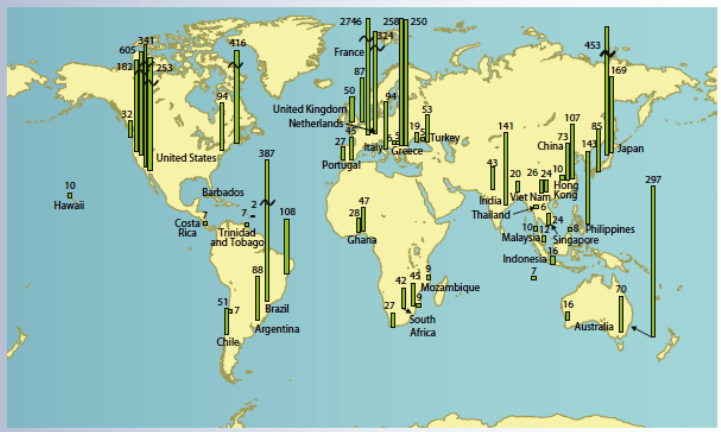


Figure 5: Concentration of PCBs in beached plastic resin pellets, in nanograms per gram of pellet. Samples of polyethylene pellets have been collected at 56 beaches in 29 countries and analyzed for concentrations of organochlorine compounds. PCB concentrations were highest in pellets collected in the United States, Western Europe and Japan. They were lowest in those collected in tropical Asia and Africa. This spatial pattern reflects regional differences in the use of PCBs. *Source: Ogata et al. (2009) with additional data provided by International Pellet Watch in 2010*

国連でも議論され、海のプラスチック汚染が国際的に共通した懸念に

第17回「海洋及び海洋法に関する国連総会非公式協議プロセス（ICP）」

2016年6月13日～17日

ニューヨーク 国連本部

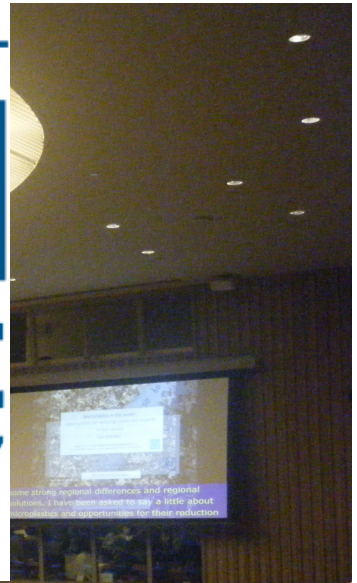
マイクロプラスチック国際条約についても議論が始まる

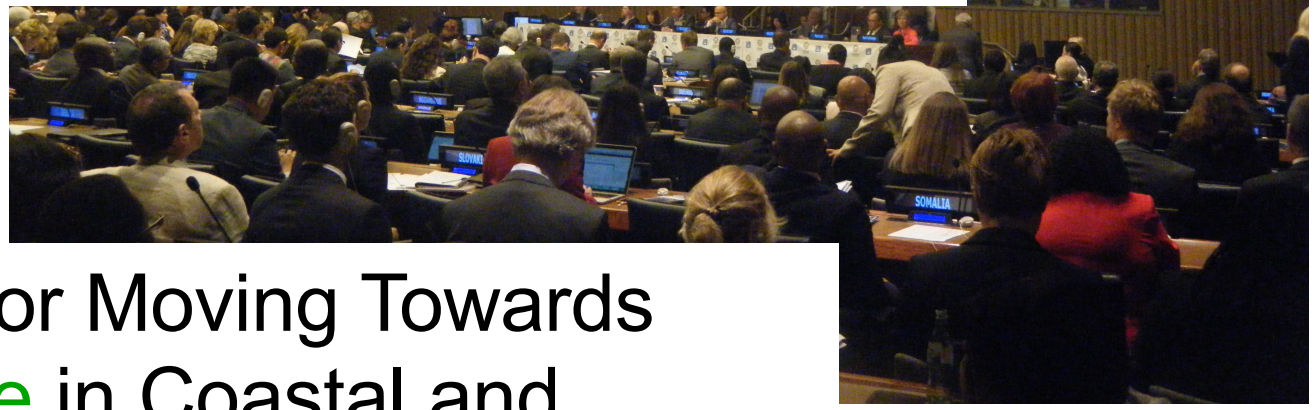
2017年

国連海洋会議

THE OCEAN CONFERENCE

UNITED NATIONS, NEW YORK, 5-9 JUNE 2017





2017

Side event

3 R as the Basis for Moving Towards Zero Plastic Waste in Coastal and Marine Environment

“Issue of microplastics in the coastal and marine environment and 3R solutions” Hideshige Takada (Japan)

- G7 海洋プラスチック憲章

カナダ、フランス、ドイツ、イタリア、英国及びEUの首脳がコミット。

1. 持続可能なデザイン、生産及びアフターマーケット
   - 2030年までに100%のプラスチックが、再使用可能、リサイクル可能又は実行可能な代替品が存在しない場合には、回収可能となるよう産業界と協力する
   - 代替品が環境に与える影響の全体像を考慮し、使い捨てプラの不必要な使用を大幅に削減する
   - 適用可能な場合には 2030年までにプラスチック製品においてリサイクル素材の使用を少なくとも 50%増加させるべく産業界と協力する
   - 可能な限り 2020 年までに洗い流しの化粧品やパーソナル・ケア消費財に含まれるプラスチック製マイクロビーズの使用を削減するよう産業界と協力する
   - その他、グリーン調達、セカンダリーマーケットの支援 等
2. 回収、管理などのシステム及びインフラ
   - 2030年までにプラスチック包装の最低 55%をリサイクル又は再使用し、2040年までには全てのプラスチックを 100%回収するよう産業界及び政府の他のレベルと協力する
   - 全ての発生源からプラスチックが海洋環境に流出することを防ぎ、収集、再使用、リサイクル、回収又は適正な廃棄をするための国内能力を向上させる
   - 国際的取組の加速と海ごみ対策への投資の促進
   - その他、サプライチェーンアプローチ、パートナーとの協働 等

出所
Canada's 2018 G7 Presidency https://g7.gc.ca/en/official-documents/charlevoix-g7-summit-communique/（閲覧日2018年6月15日）
環境省中央環境審議会（第27回）
https://www.env.go.jp/council/03recycle/%E3%80%90%E5%8F%82%E8%80%83%E8%B3%87%E6%96%99%EF%BC%91%E3%80%91%E3%82%B7%E3%83%A3%E3%83%AB%E3%83%AB%E3%83%9C%E3%83%AF%E3%82%B5%E3%83%9F%E3%83%83%E3%83%88%E7%B5%90%E6%9E%9C%E5%A0%B1%E5%91%8A.pdf （閲覧日2018年6月15日）

世界100ヵ国以上でレジ袋規制が行われている

ポリエチレン：汚染物質を吸着しやすい

軽い　→　浮いて遠くまで運ばれる

薄い　→　マイクロプラスチックになりやすい

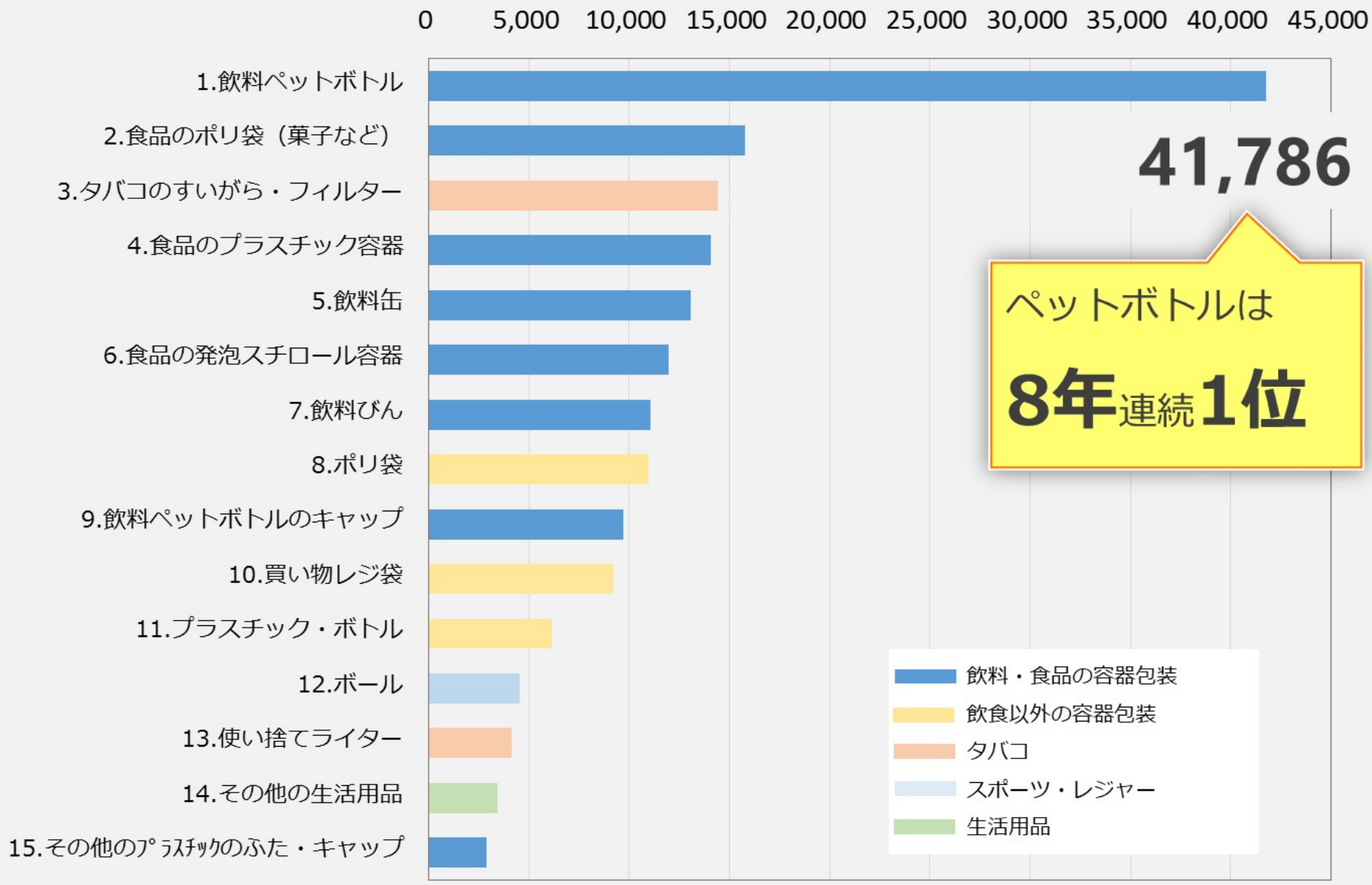
Table 1. 世界各国でのレジ袋規制

使用禁止	有料化	課税
France	Sweden	Denmark
Italy	Finland	Belgium
Eritrea	The Netherlands	Luxembourg
Rwanda	Germany	Iceland
Bhutan	Australia	Ireland
Bangladesh	Spain	
Cameroon	Botswana	
Kenya	South Africa	
	Korea	
	China	
	UK	

レジ袋規制により海岸漂着ゴミが減っている事例も

アイルランド、イスラエル、カリブ海諸国など

3） 2016 散乱ごみ上位１５

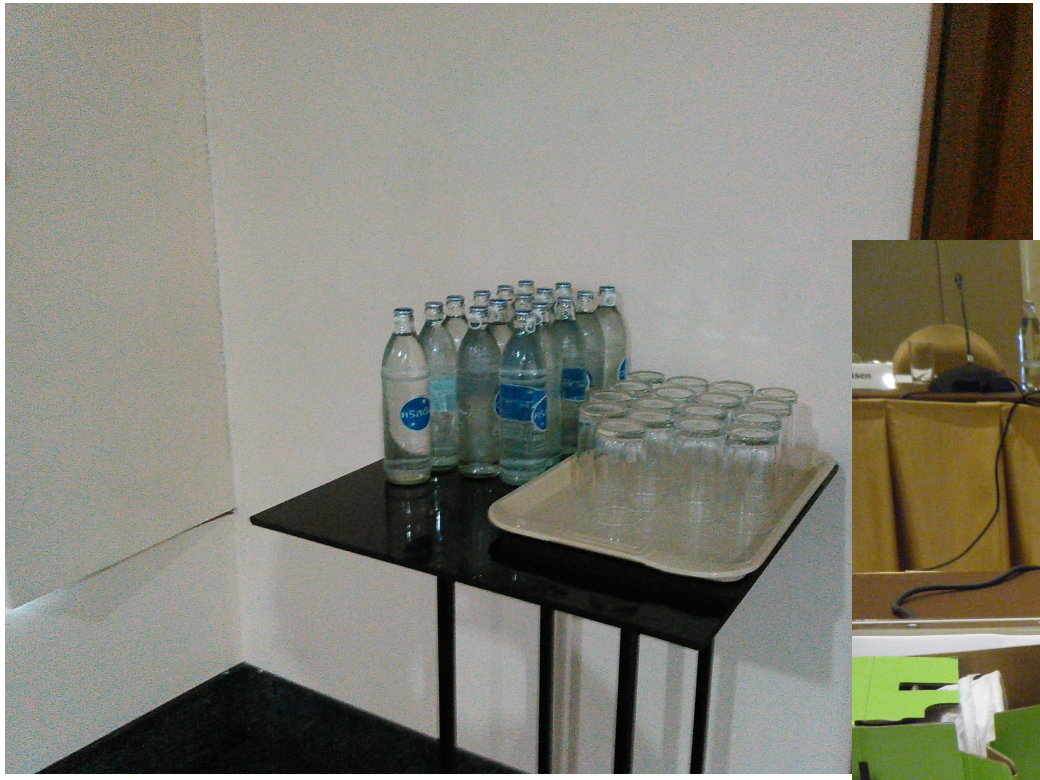


Copyright© NPO Arakawa River Clean-aid Forum

食品・飲料プラスチック容器の削減も進む

サンフランシスコ空港の給水器

食品・飲料プラスチック容器の削減も進む



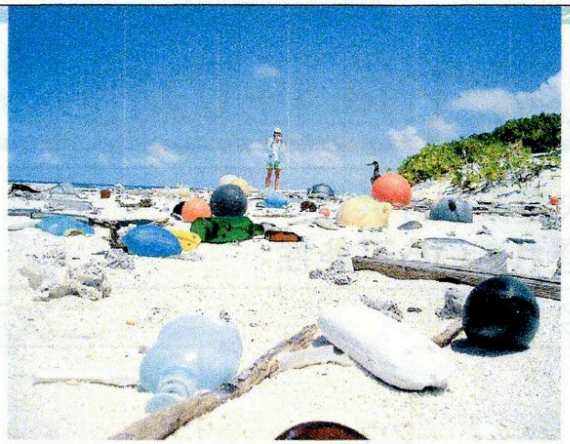
バンコクの国連会議場
と
ホテルの飲み水供給

▲NEWS交差点▼

「脱プラごみ」世界で加速

海洋汚染に危機感

レジ袋や飲料用ペットボトル、さらにはストローまで、使い捨てプラスチック製品の使用をやめようとの動きが世界各地で広がっている。これらのプラスチックがごみとなり深刻な海洋汚染を引き起こしているからだ。日本国内でも「脱使い捨てプラスチック」を求める声が出始めたが、先のカナダの先進7カ国首脳会議（G7サミット）でも、米国と並んで日本も海のプラスチックごみを減らす数値目標を盛り込んだ文書に署名しないなど、政府の取り組みは鈍い。国内外の動きを探った。



米・ハワイ州の離島の海岸に打ち上げられたプラスチックごみ（米海洋大気局提供）

「後の時代の人は、われわれが、こんなにも大量に不要なプラスチックを作りだしたことにショックを受けるだろう」。英国のメイ首相は1月、ロンドンでこう演説し、2042年までに、レジ袋やストローなど不要な使い捨てプラスチックをなくすとの方針を示した。英国の環境保護団体によると、同国内ではコカ・コーラやネスレなど40を超える企業が保護団体と協定を結び、25年までに不必要な使い捨てプラスチックをやめることを宣言した。

フランスも16年からスーパーなどでの使い捨てレジ袋の使用を禁止、20年以降は使い捨てプラスチックのカップや食品容器をやめ、環境中で分解されやすい生物素材を含むものにすることが義務づけられる。

欧州連合（EU）欧州委員会も、使い捨てプラスチック食器を禁止し、食品や飲料のプラスチック容器や包装の回収・処理費用を製造者に負担させる新規則策定を加盟国と欧州議会に提案した。ペットボトルについては25年までに回収率90％を目指す。

アフリカのルワンダは10年以上前からレジ袋の使用を禁止、国際空港で観光客からも「押収」する徹底ぶりで知られる。同様の動きはケニア、モロッコなど、他のアフリカ諸国にも広がった。いずれもレジ袋などの使い捨てプラスチックごみによる海や河川の汚染が深刻化しているからだ。

米国のサンフランシスコ市は07年にプラスチックのレジ袋の使用を禁止、その後、シアトル市などもこれに続いた。17年にはハワイ州全体でレジ袋が禁止され、生物素材への切り替えが進んだ。

ごみの収集場所に運び込まれた大量のペットボトル
＝2017年4月、東京都港区

日本政府、動き鈍く

米国ではプラスチック製のストローを禁止する自治体も増え始め、大手飲料メーカーが紙製への転換を進めている。

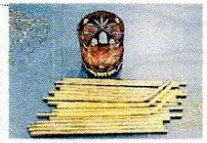
スウェーデンの自動車メーカー、ボルボが自社の施設やイベントで使い捨てプラスチックの使用中止を発表するなど、企業にもさまざまな動きが出始めた。

日本は年間のレジ袋使用量が300億枚以上という「使い捨て大国」だが、政府や企業の動きは遅れている。業界などでつくるPETボトルリサイクル推進協議会によると、04年度に年間148億本だったペットボトルの出荷本数は16年度には227億本と1・5倍に増加。リサイクルは進んでいるが16年度のペットボトルの回収率は88・8％と2年続けて減少し、90％を割り込んだ。

中川雅治環境相は、各国で進むレジ袋の有料化や禁止について、当面、実施する考えはないとした上で「そちらの方向に向かっていくことを期待したい」と述べるにとどまり、環境保護団体からは「まるで人ごとのようだ」との批判が上がった。

日本でも環境保護団体や研究者を中心に、使い捨てプラスチックからの脱却を目指す動きが始まっている。

グリーンピース・ジャパンは「プラスチック・フリーの暮らしをつくろう！」とのホームページを立ち上げて「毎年127万トンものプラスチックが海に流れ込んでいます」などの実態を報告。スタッフの行動例などを紹介して、プラスチックフリーな暮らしを宣言する人を募っている。



NPOのプラスチックフリージャパンが開発したステンレス製の「マイストロー」（同団体提供）

金属製のマイストロー開発　国内NPO

神奈川県鎌倉市には、レジ袋やプラスチックボトルなどの使い捨てプラスチックの廃絶を呼びかける「プラスチックフリージャパン」というNPOが誕生。各地でのセミナーやパネル展示などを通じて市民に問題の重大さを訴え、金属製のマイストローを開発、プラスチック製ストローからの脱却を呼びかけるなどの活動に取り組んでいる。

国が大方針を示すべき

プラスチック汚染に詳しい高田秀重・東京農工大教授の話　プラスチックごみが原因の海洋汚染は深刻で、ごみになった時のことを考えずに、包装容器やレジ袋、ペットボトルなどを安易に使う生活から脱却することが急務だ。海に流れ出なくても、捨てられた後で焼却されるものも少なくない。石油からつくられるプラスチックを燃やせば二酸化炭素が出るのだから、脱炭素社会を目指すことを打ち出したパリ協定とは整合性がない。

最近、先進国、発展途上国を問わず、多くの国や自治体が脱使い捨てプラスチックの政策を打ち出し、規制を始めているが、日本の取り組みは遅れている。明確な政策が打ち出されていないために、企業は代替品の開発に不熱心で、消費者には選択の余地がないのが現状だ。

使い捨てプラスチックは可能な限りやめて他の素材に切り替える、食品容器など、どうしてもプラスチックが必要なものは、環境中に残らない生分解性のものにする、といった国としての大方針を政府は早急に示すべきだ。

砂浜にプラ粒子、注射器

千葉　市民団体が清掃活動

岩陰に集まったプラスチックの粒子＝千葉市の稲毛海浜公園

沖に浮かぶ多数のヨットや対岸の工業地帯を背景に、砂浜を駆け回る子供の声が響く。東京湾に面した稲毛海浜公園（千葉市）の一角に5月のある日、腰をかがめながらプラスチックごみを集めるグループの姿があった。同市の市民団体「ここから☆ビーチクリーン隊」が主催するビーチクリーンアップ活動の参加者たちだ。

「ここにペレットがたくさんある」と主催者の岡部雅子さんが声を上げ、砂の中の丸い粒を指さす。

レジンペレットと呼ばれる直径数ミリの小さなプラスチック粒子は、製品に成形する前段階のもの。輸送中にこぼれるなどして河川や海、海岸などを汚染することが問題になっている。有害な化学物質を吸着して汚染の運び屋となることや海鳥などがえさと間違ってのみ込むことが多いと指摘されている。業界は削減に取り組んでいるとしているが、各地の海岸で多数が見つかる。

回収されたプラスチックごみ

岡部さんは砂の上に20センチ四方の枠を置き、中にあるペレットを数え始めた。活動が進むにつれ、岩の隙間や防砂シートの陰などに大量のペレットがたまっていることが分かった。

1時間ほどの作業の後、ブルーシートの上にはプラスチックごみの山ができた。

多くのペットボトルやふた、使い捨てライターなどに交ざって、注射器が何本も見つかった。千葉市指定のごみ収集用のプラスチックバッグが未開封のまま、海岸に流れついているのも確認された。

東京都渋谷区から参加したノブレス・菜奈子さんは、環境問題に関心が高いフランス人の夫と、プラスチックごみの問題を話し合うことが多いという。

「英国やハワイ、フランスなどでは政府が脱プラスチックを進めている。日本は先進国なのに国の取り組みが遅い」と、ごみを拾う手を休めて語る。「個人の努力も大切だけど、国が方針を示さなければ、みんな動かないでしょう」と声の調子を強めた。

静岡新聞

引き金はチャイナショック

欧州は自国での処理を模索
→キャパシティーも急には上がらないので、
「削減」を中心に。
→欧州の規制案
→海洋プラスチック憲章
→ストロー中心とした国際的企業の動き

欧州は石油ベースのプラスチックを素材として否定した

なぜ欧州は集めて燃やすことを選択せずに、消費の削減を提案したのか？

・有限な資源に依存している（SDG12)

・焼却、分解により温室効果ガスの発生（SDG13)

・海洋汚染　マクロおよびマイクロプラスチック（SDG14)

パリ協定のもと、2050年以降は石油を燃やせない
＝　石油ベースのプラスチックの焼却処理はできない

日本も2050年までに石油ベースのプラスチックの
大量消費、大量焼却からの構造的な転換を図る必要がある。

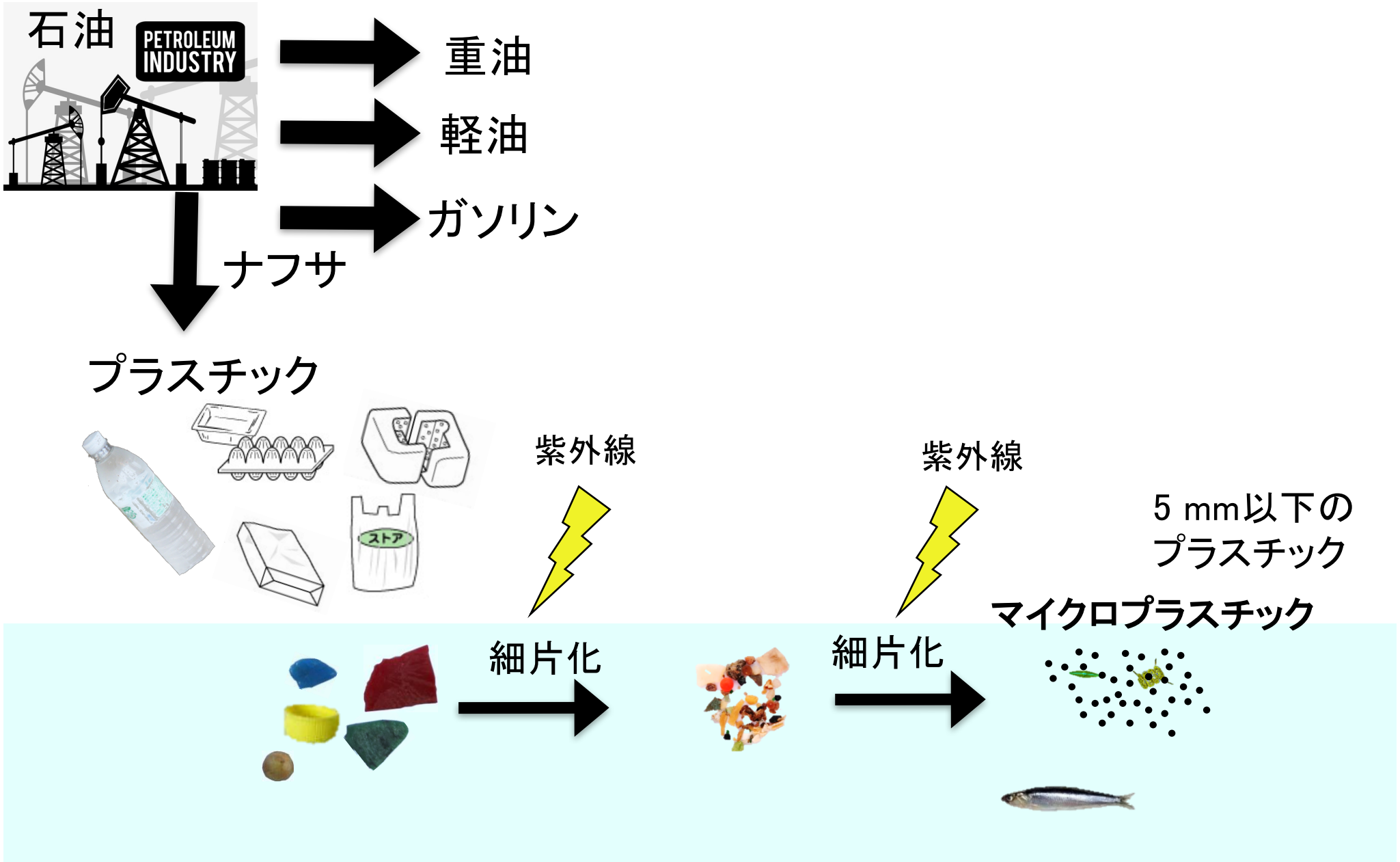
- 熱回収優先からの脱却　　脱炭素社会
- 石油ベースの素材からバイオマスベースの素材への転換
- プラスチックの使用量の大幅削減
- 物流や商品の提供方法の根本的な変革
- 必要不可欠な最小限のプラスチックをリサイクルして使う

SDGs：持続可能な開発目標

Sustainable Development Goals (SDGs)

石油は、
ペットボトルも
つくっています。
ナフサという石油は、石油化学製品の
原料として使われています。
石油は、ペットボトルや洋服に変身する
魔法の力になっているのです。
石油の力。
石油連盟

2050年以降石油ベースのプラスチックは作れなくなる



特にことわりのない限り、本稿では「プラスチック」とは「石油から作られたプラスチック」を指す。

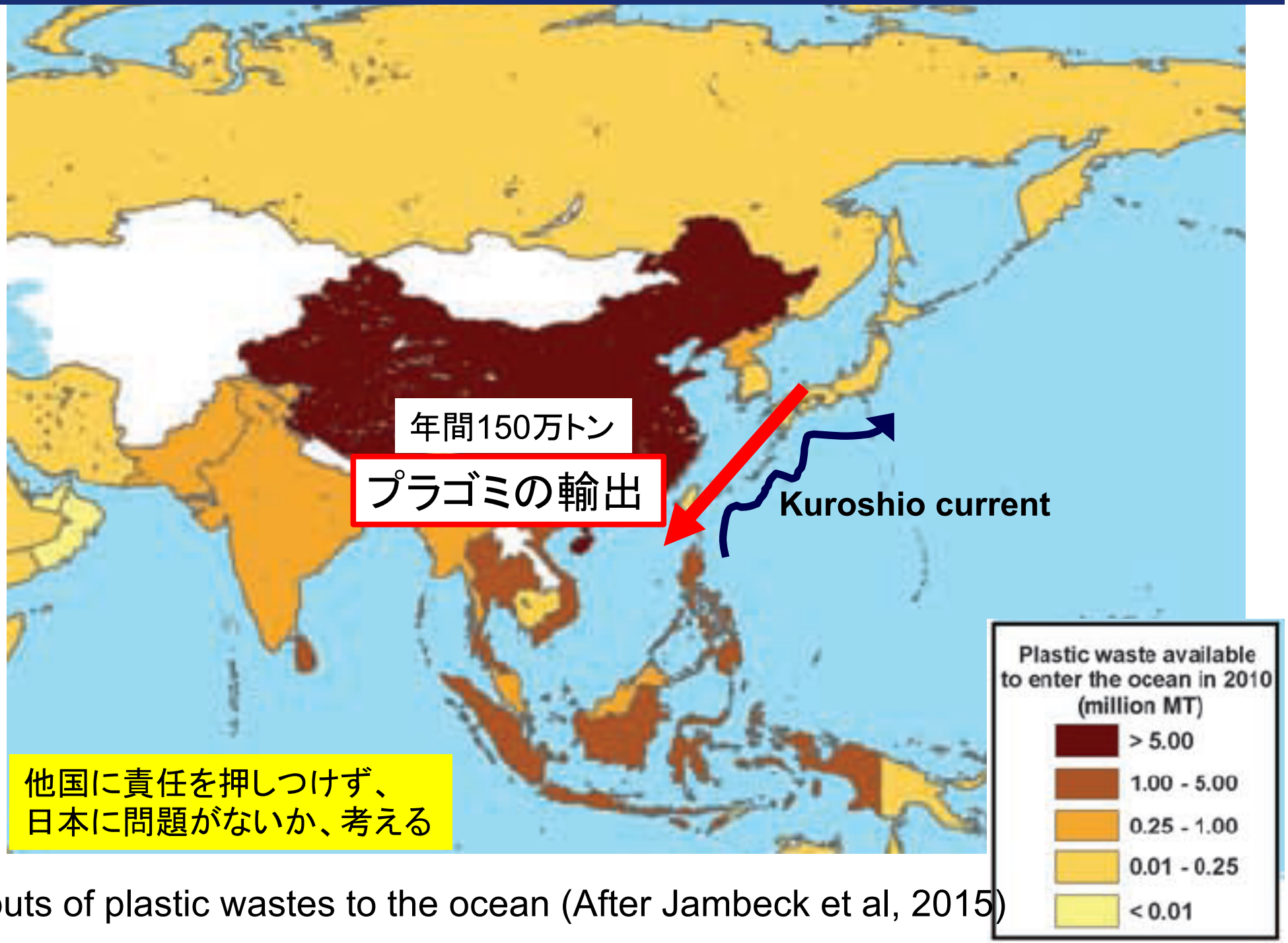
何故日本の対策が遅れている

- アジア諸国への廃プラスチックの輸出

- 燃やせばよいと考えている
  収集されたプラスチックごみの半分以上が燃やされている

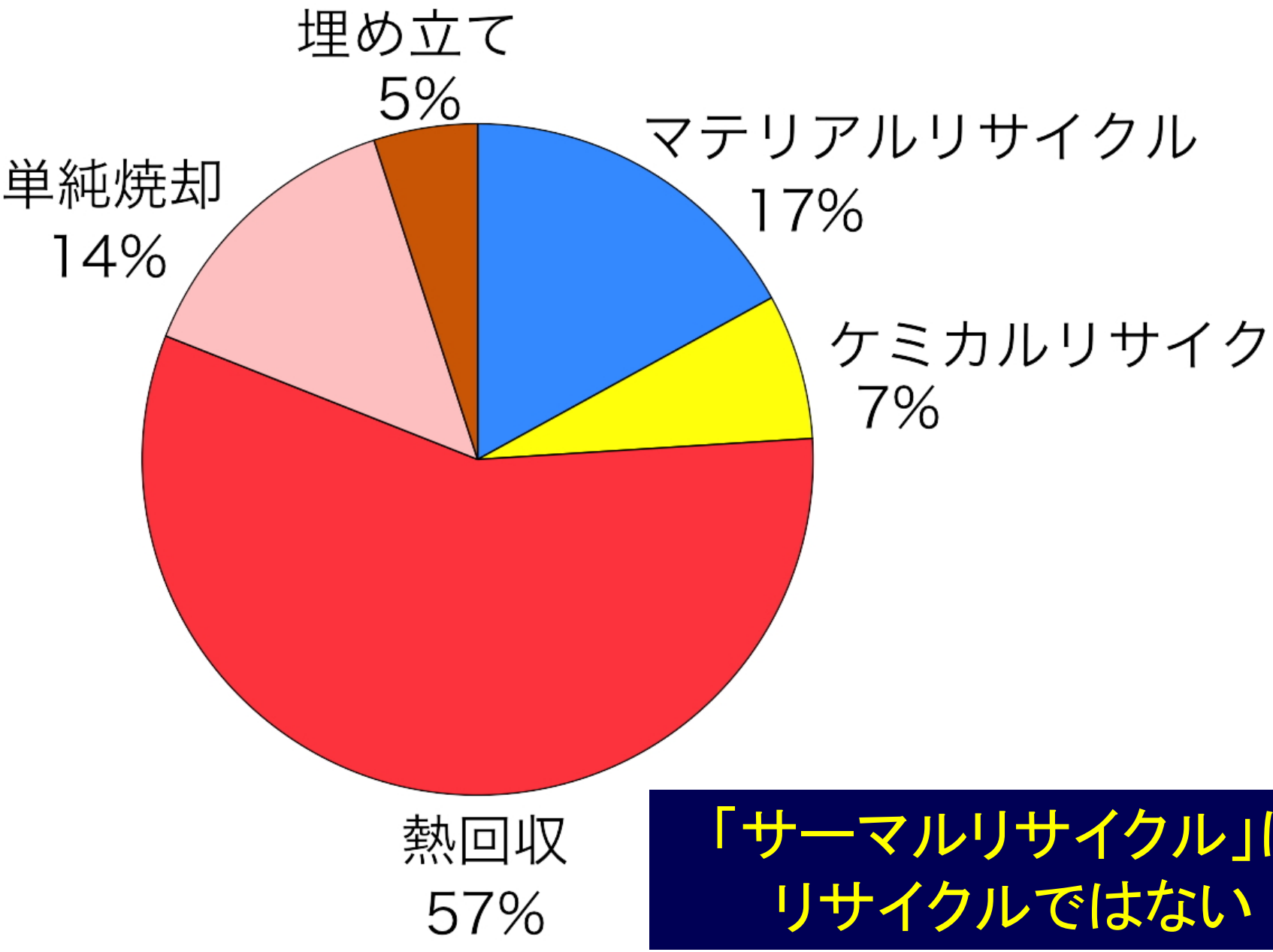
- リサイクル万能神話

コンビニのリサイクルボックスに入れたペットボトルが東南アジアに



Inputs of plastic wastes to the ocean (After Jambeck et al, 2015)

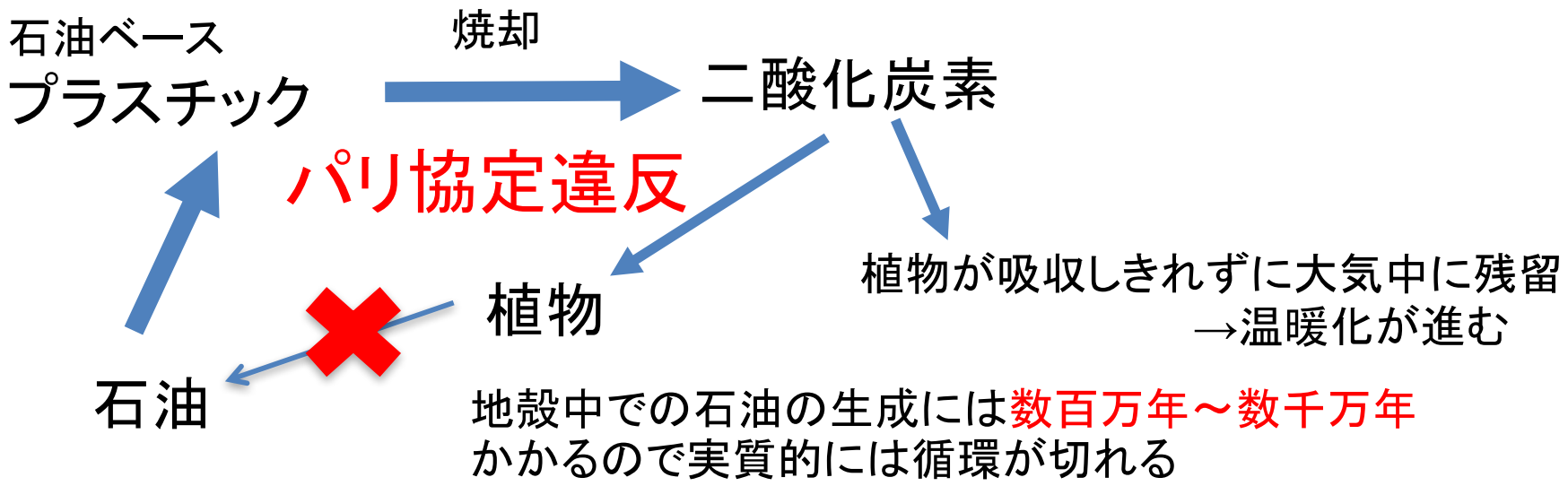
日本ではプラスチックゴミの半分以上（71%）が焼却



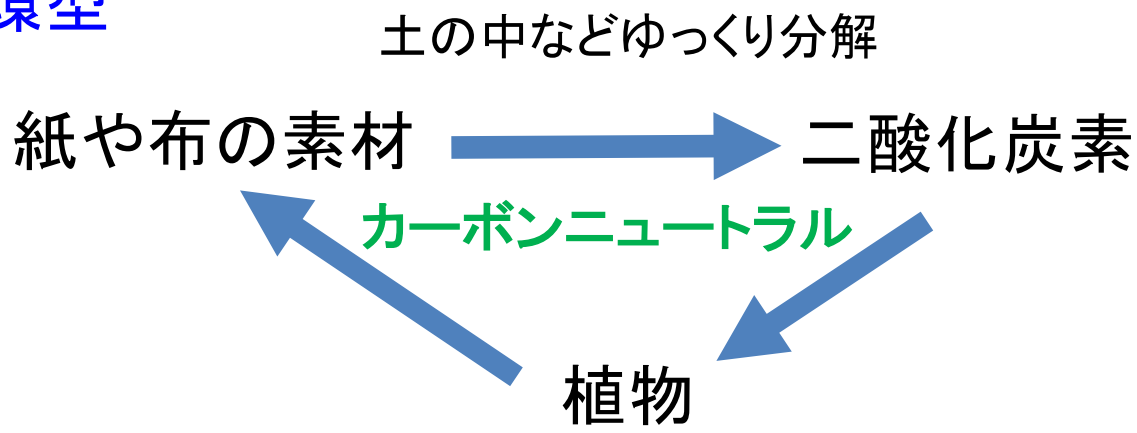
「サーマルリサイクル」は
リサイクルではない

石油ベースのプラスチックは循環型でない→
バイオマスベースの素材は循環型である。

一方通行、温暖化が進む



循環型



プラスチックの使用・焼却は温暖化を進める

#環境活動家 #環境問題 #若者

16歳グレタ・トゥンベリさん 温暖化対策で涙の訴え【全文】

有機物の燃焼による
ダイオキシンの生成

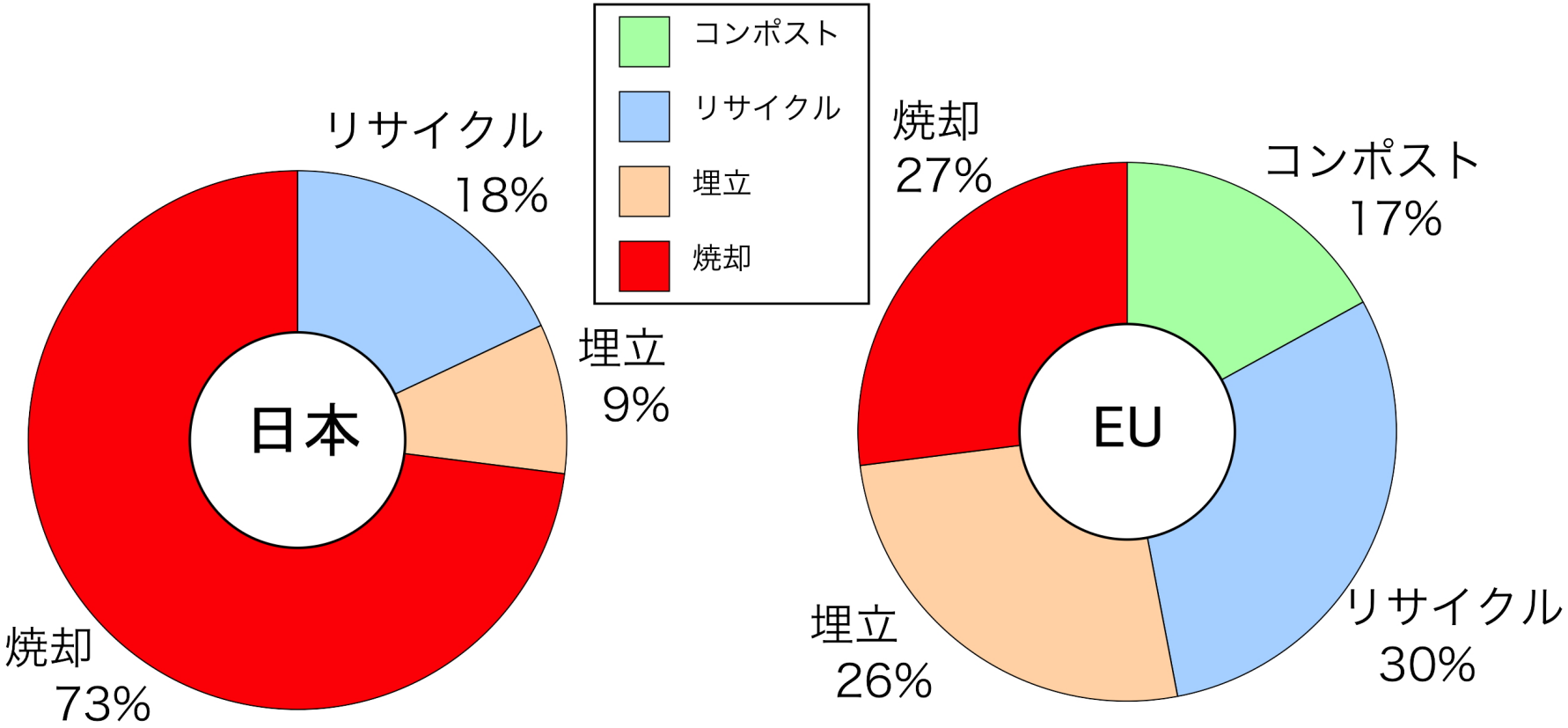
- 低温　（330°Cでの生成が最大）
- 低酸素
- 塩素の存在

40万人の都市のゴミを焼却するためには、焼却炉の建設に１００億円かかり、運転には年間２億円以上かかります。焼却炉の寿命は30年程度ですので、また30年後に１００億円の建設費を用意しなければいけません。現在の技術力をもってすれば、有害物質を煙として排出しない焼却炉の建設は可能です。しかし、費用が膨大にかかります。海外では、バグフィルタの交換費が払えずに、停止しているゴミ焼却炉もあるということです。
さらに、古い焼却炉の解体も必要で、高濃度のダイオキシンや重金属が含まれ廃焼却炉の解体にはさらに莫大な費用がかかりますし、危険性も伴います。持続可能な方法でしょうか？莫大な借金と危険物を将来の人類に押しつけてよいのでしょうか？

処理費用の外部化=「プラスチックは安い」という錯覚

自治体の持つ焼却炉が使い捨てプラスチックの大量消費にもつながっている点も考慮する必要がある。すなわち、焼却炉の建設費と運営費が税金によりまかなわれており、プラスチック包装に入った商品を生産・販売する企業が焼却に関わる費用を負担しているわけでなく、使い捨てプラスチックの多用が商品価格には反映されず、我々消費者も使い捨てプラスチックは安いものだと錯覚し、大量消費が続くという構図になっている。環境負荷を低減させる費用、環境修復の費用も含めて考えると、使い捨てプラスチックは決して安いものではない。使い捨てプラスチックの大量消費、大量焼却というやり方は改めていく必要がある。

日本のごみ焼却依存



都市ゴミの処分方法割合

緊急避難的対策と長期的（持続的）対策の区別

資源・リサイクル推進センターの資料（http://www.cjc.or.jp/data/main_w.html）

リサイクル神話

大量消費、大量リサイクルは持続的か？

リサイクルにも手間も費用もエネルギーもかかる。

汚れたプラスチックは現状では燃やされている。
汚れたプラスチックの発生を抑える必要がある。
汚れるプラスチックはコンポスト化可能なものに替える

ダウンサイクル：ポリマーの質が低下する
→無限にリサイクルできるわけではない。

有害な添加剤がリサイクルされ、
予期しない製品から予期しない有害化学物質が検出される。

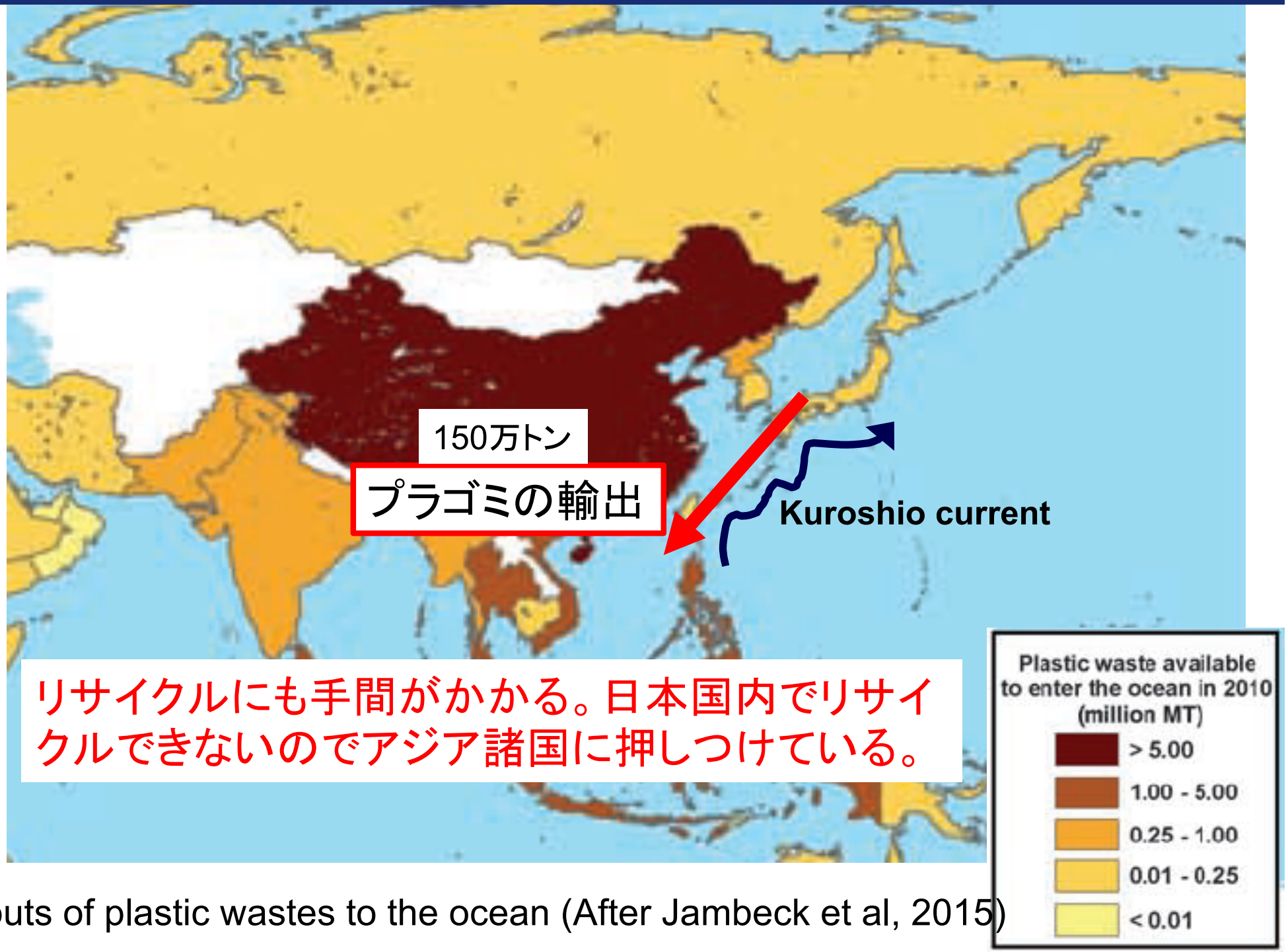
ペットボトル、プラゴミを収集・運搬する費用として、日本全体でそれぞれ年間250億円、500億円かかる。

(6) 収集運搬費

（単位：円）

項目＼年度	22	23	24	25	26
可燃ごみ収集運搬委託料	491, 646, 860	491, 646, 860	491, 646, 858	491, 646, 682	505, 693, 730
不燃ごみ収集運搬委託料	94, 547, 470	94, 547, 470	94, 547, 476	94, 547, 438	97, 200, 000
ビン類収集運搬委託料	189, 094, 944	189, 094, 944	189, 094, 952	189, 094, 878	194, 497, 588
ペットボトル収集運搬委託料	94, 547, 324	94, 547, 324	94, 547, 476	94, 547, 438	97, 248, 600
カン類収集運搬委託料	189, 094, 944	189, 094, 944	189, 094, 952	189, 094, 878	194, 497, 588
プラスチック収集運搬委託料	189, 094, 944	189, 094, 944	189, 094, 952	189, 094, 878	194, 497, 588
粗大ごみ収集運搬委託料	35, 872, 794	35, 872, 794	35, 872, 804	35, 872, 778	44, 818, 920
牛乳パック収集運搬委託料	2, 835, 000	2, 835, 000	2, 835, 000	2, 835, 000	2, 916, 000
合計	1, 286, 734, 280	1, 286, 734, 280	1, 286, 734, 470	1, 286, 733, 970	1, 331, 370, 014

日本が中国や東南アジアに押しつけたプラゴミがブーメランのように日本近海に



リサイクルにも手間がかかる。日本国内でリサイクルできないのでアジア諸国に押しつけている。

Inputs of plastic wastes to the ocean (After Jambeck et al, 2015)

リサイクル神話

大量消費、大量リサイクルは持続的か？

リサイクルにも手間も費用もエネルギーもかかる。

汚れたプラスチックは現状では燃やされている。
汚れたプラスチックの発生を抑える必要がある。
汚れるプラスチックはコンポスト化可能なものに替える

ダウンサイクル：ポリマーの質が低下する
→無限にリサイクルできるわけではない。

有害な添加剤がリサイクルされ、
予期しない製品から予期しない有害化学物質が検出される。

プラスチックによる汚染低減のために、今、市民ができること

・3Rの3つのRにも優先順位がある

Reduce > Reuse >Recycle

削減＞再使用＞リサイクル＞(プラゴミ発電)

・プラスチック、
特に使い捨てのものの使用を極力避ける、断る。

Refuse

レジ袋、ペットボトル飲料、ストロー、使い捨て弁当箱等
個包装のお菓子、液体石けん、ポケットティッシュ、
ビニール入りおしぼり

No single-use plastic!

プラスチックによる汚染低減のための規制や枠組み作りを

・3Rの3つのRにも優先順位がある

Reduce > Reuse >Recycle

削減＞再使用＞リサイクル＞(熱回収)

市民の意識啓発だけでは限界

プラゴミの発生抑制のための法規制や
生産・流通の枠組み作り

レジ袋の無償配布禁止
ペレットボトル化の制限
マイボトル用給水器の設置
過剰プラスチック包装の削減
紙や木などバイオマス素材の利用推進
焼却炉の段階的削減計画の立案
長距離食料品輸送社会から地産地消社会へ

自治体の焼却炉での事業所からのプラごみを受け入れる前に、
これらの具体的プランを年限付きで示した上で、
時限であることを明示し、減価償却費以上の料金を払うことを条件にすべきである。

ブルーオーシャンビジョン

2050年までに海へプラスチックの新たな流入をゼロにする。

プラスチックの使用削減に踏み込んでいない。

↔

G7海洋プラスチック憲章

「使い捨てプラスチックの削減が第一」と述べられている。

大量消費はそのままで、大量リサイクル、大量焼却では持続的はないし、実際に2050年までに海への流入も減らすこともできない。

破綻した原発輸出に続き、高性能焼却炉の輸出か？
プラごみの輸出の代わりに焼却炉の輸出？

「サーマルリサイクル」ではなく
マテリアルリサイクルであること
との確認が必要

海洋プラ削減で行動計画

政府、途上国に技術支援

政府は三十一日の関係閣僚会議で、深刻な環境汚染を招くプラスチックごみの海洋流入を減らすための行動計画をまとめた。国内のプラごみ大幅削減を目指す「プラスチック資源循環戦略」と、海岸漂着ごみ対策の新たな基本方針も正式決定。今後は六月末に大阪で開く二十カ国・地域（G20）首脳会合に向け、途上国の協力を得るための技術支援強化など国際的な合意に向けた条件整備を急ぐ。

安倍晋三首相は閣僚会議で「海洋プラごみ問題はG20で最大のテーマの一つだ。議長国としてリーダーシップを発揮していく」と語った。

行動計画は各省庁が進める当面の海洋プラごみ対策を盛り込み、三年後をめどに見直す。プラごみ排出量が多い東南アジアなどの途上国に最先端リサイクル技術を導入してもらい海洋ごみ削減を支援する。

社会と企業に求めること

・ 使い捨てプラスチックの使用削減（個包装、過剰なプラ包装）
・ペットボトルからガラス瓶へ
・リサイクルの促進
・再使用・リサイクルが容易になるような商品や包装（簡易包装も含む） 液体物の販売から固形物、粉末の販売へ、単一素材を選択
・流通方式の変更。
（例えば、長距離での生鮮食料品の輸送から地産地消へ）
（外国や山からのミネラルウォーターの輸送）

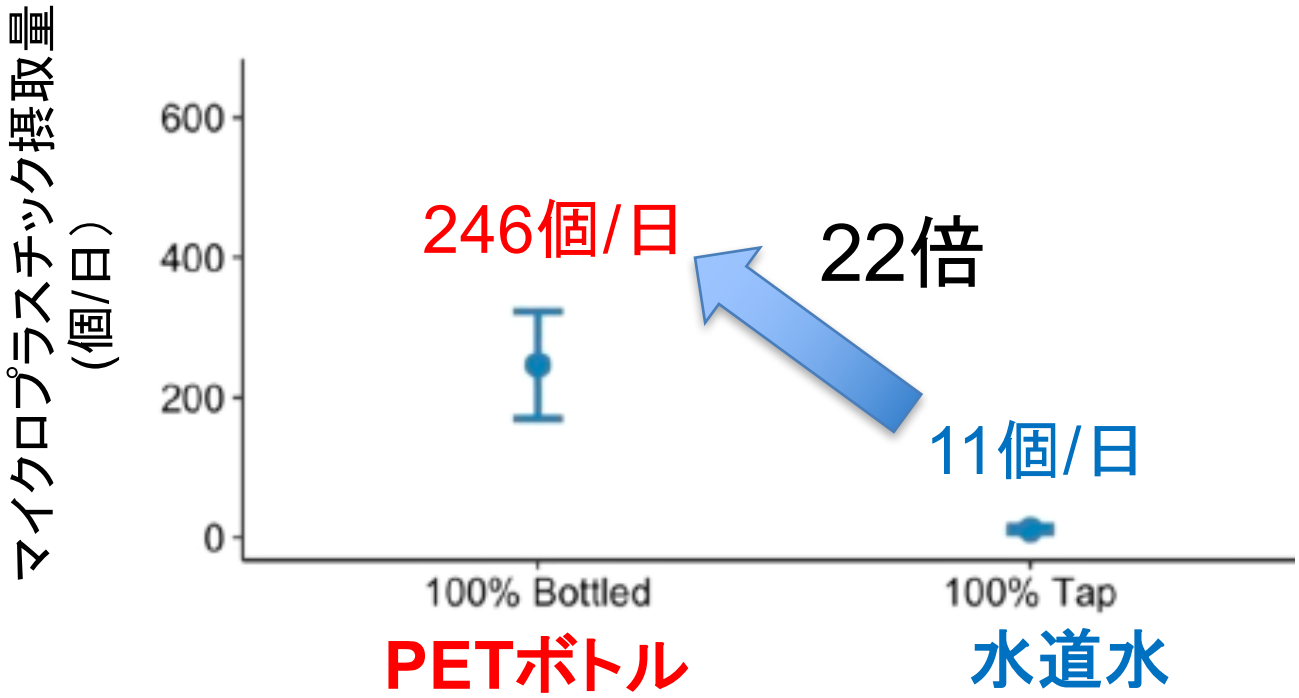
・紙や木などのバイオマスの高度利用の促進
・バイオマスベースのプラスチックの利用促進

・生分解プラスチックの改良と陸上での処理装置での分解促進
・食品包装へのバイオマスベース生分解性プラスチックの適用とコンポスト化の促進　↔ 「海洋分解性プラスチック」はあり得ない

ペットボトルで水を飲むと水道水より22倍のマイクロプラスチックを摂取

Human Consumption of Microplastics

Kieran D. Cox,*[,†,‡] Garth A. Covernton,[†] Hailey L. Davies,[†] John F. Dower,[†] Francis Juanes,[†] and Sarah E. Dudas[†,‡,§]



individuals who meet their recommended water intake through only bottled sources may be ingesting an additional 90000 microplastics annually, compared to 4000 microplastics for those who consume only tap water. These estimates are subject to

Cite This: *Environ. Sci. Technol.* 2019, 53, 7068−7074

20年 海洋プラごみ考える

ペットボトルから缶へ

台場の美術館や市庁舎の自販機

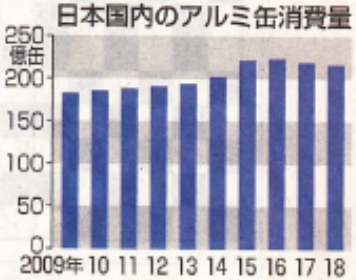
海洋プラスチックなど環境問題への意識が高まる中、ペットボトル商品の販売をやめ、缶入りに切り替える動きが広がってきた。プラスチックごみの大量排出国の日本には世界から厳しい目が向けられており、二〇二〇年、缶へのシフトが加速する可能性がある。

外国人観光客に人気の東京・お台場の美術館「森ビルデジタルアートミュージアム：エプソン チームラボボーダレス」。最先端の作品群が広がる館内の一角の静かな休憩スペースに置かれた自販機内の飲料水はアルミ缶入りだ。二〇一九年九月にペットボトルの商品から切り替えた。

東京・お台場の美術館に設置された缶入り飲料水を販売する自動販売機＝チームラボ提供

チェコから来た男子高校生（一七）は「ナイス！ プラスチックを使わないのは地球のためにいいことだよ」と好感を持った様子。大阪府豊中市の会社員江崎佐奈さん（三四）は「缶の水は初めて。レジ袋の有料化もそうだけど、こうした取り組みが進むといいですね」と期待する。施設の担当者によると、お土産に買っていく人も多いという。

缶は一度開けると閉められないのが弱点だったが、開閉可能なスクリューキャップのアルミ缶の登場で弱点を克服。プラごみ削減を追い風に一四年以降、アルミ缶の国内年間消費量は二百億缶の大台を超えて推移している。リサイクル率も九割超で、利便性と環境性を兼ね備えた容器として評価されているようだ。



動きは官民で広がる。神奈川県の鎌倉市は一九年、庁舎内の自販機でペットボトルの扱いをやめ、缶や紙コップの商品に変更した。大阪府豊中市も同様だ。

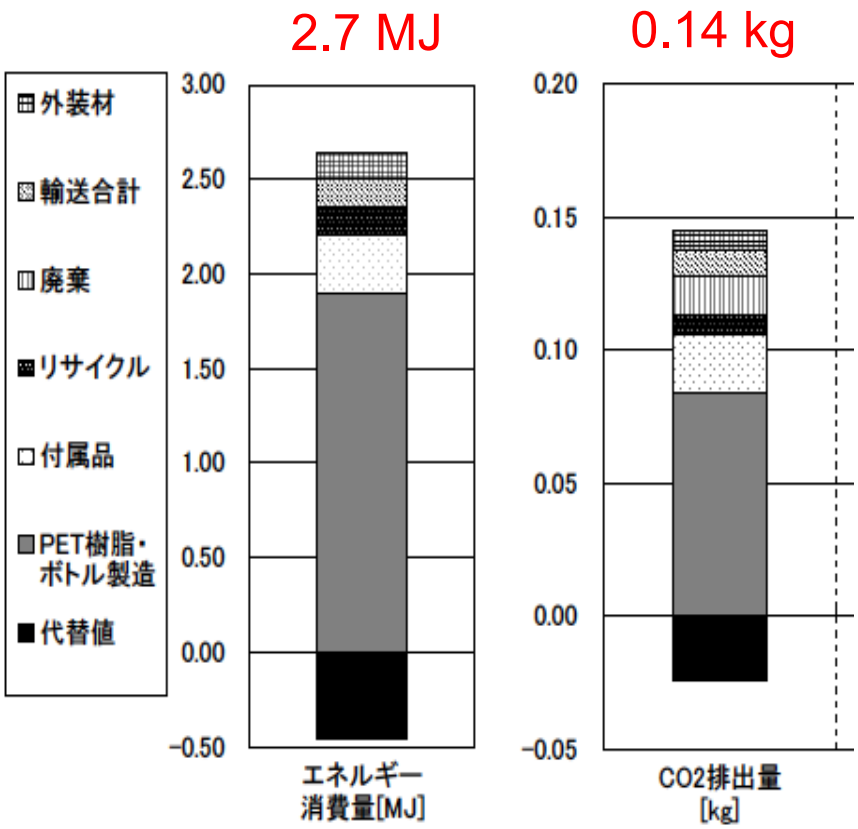
富士通は社内の自販機千五百台でペット飲料の販売を一九年いっぱいで終了した。今年三月までに国内のグループ会社でも対応を終える。年間約七百万本のペットボトルが削減可能という。

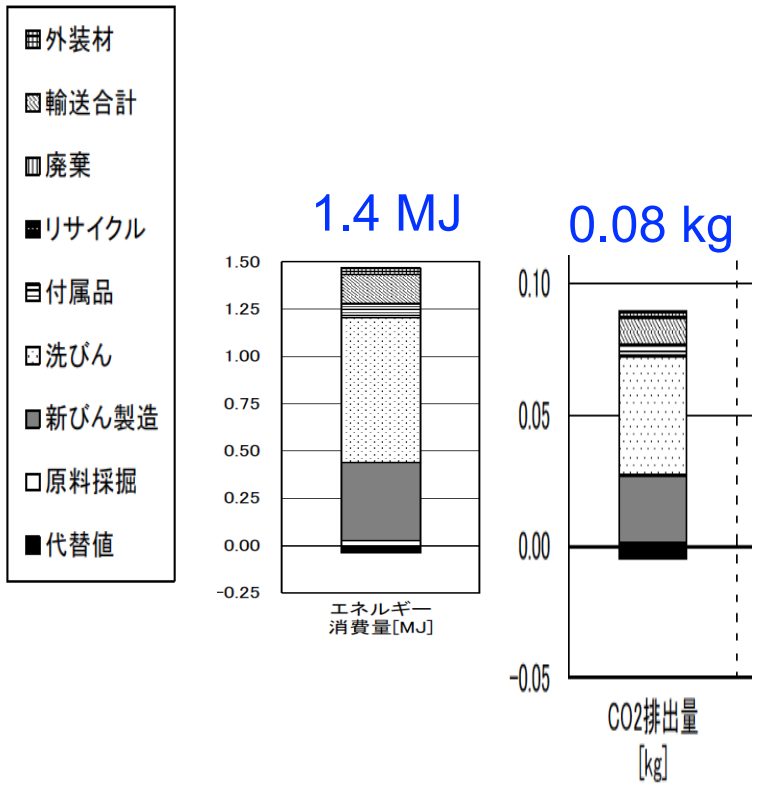
国連環境計画（UNEP）によると、日本の国民一人当たりのプラスチック容器ごみの排出量は年間約三十二キロで、米国に次いで世界二位。削減に向けた実効性のある取り組みが迫られている。

プラスチックごみ　ペットボトルやレジ袋、食品の包装材といったプラスチック製品の廃棄ごみで、国内の排出量は年間約900万トン。回収後はペットボトルの原料やフリース素材、発電用燃料などに大半が有効活用されている。不法投棄によって一部がプラスチックごみとして海に流出し、海洋生物がのみ込むなど生態系に悪影響が出ており、世界的な環境問題になっている。

ペットボトルはガラス製リターナブル瓶に比べてライフサイクルでのエネルギー消費量、CO_2発生量が2倍程度多い

ペットボトル（500 mL）　　ガラス製リターナブル瓶（633 mL）





平成16年度

容器包装ライフ・サイクル・アセスメントに係る

調査事業　報告書

― 飲料容器を対象とした LCA 調査 ―

財団法人　政策科学研究所

業界の取り組みの評価

ストローの廃止
→ストローだけではない。やりやすい場所から変更

生分解性プラスチック
→現場の条件
→分解装置等でコンポスト化

バイオマス（ベースの）プラスチック
→植物のCO_2吸収量も限られている

ペットボトルを薄くする
→マイクロプラスチックになりやすい。
→回収にかかる費用は変わらず、かかる。

リサイクルの活性化
→添加剤のリサイクル、思わぬ製品から有害化学物質が検出
→リサイクルした製品による環境汚染。足ふきマット、Tシャツ
→BtoBといっても、100%ではない。常に新しいプラスチックを供給しなければいけない

複合素材見直しの動き
→燃やすしかない。単一素材にしてリサイクル

包装自体を廃止する企業も
液体石鹸を固形に戻す動き

詰め替え容器を薄くするより、固形物の販売を

海洋プラスチック汚染の観点から、生分解性プラスチックと石油ベースの汎用プラスチックの混合や紙や木と石油ベースの汎用プラスチックの複合素材は極めて問題である。生分解性の部分が水環境中で優先的に分解し、石油ベースの汎用プラスチックがぼろぼろになって残り、マイクロプラスチック汚染を助長する。バイオマスベースの生分解性プラスチックや木や紙と石油ベースの汎用プラスチックの混合は、温暖化対策として効果があるが、マイクロプラスチック対策としては、効果がないどころか、汚染を助長する。このような視点から、容器包装リサイクル法の「紙」という表示は見直す必要がある。例えば、カップ麺の容器の多くは紙とプラスチックが層状に張り合わされて作られている。これが川ゴミ、海ゴミとなった場合は紙の層が分解して、プラスチックの層が残る。複合素材を「紙」と表示することは消費者に誤解を与える。

金融界に望むこと(ESG投資の促進)

2050年までに石油ベースのプラスチックを焼却処分しない社会の構築の方向を向いた企業への投資

再生可能エネルギーに依存した分散型の社会システム構築

欧州の動き(根本的な素材転換、流通方式の転換)を見誤らないでほしい。

例えば

- 焼却炉メーカーへの投資の削減(国内と経済的発展途上国)
- ペットボトルやペットボトルでの飲み物生産業への投資の削減
- 紙などのバイオマス産業への投資推進
- バイオマスベースプラスチック業界への投資推進
- 国内林業の振興を図る企業や取り組みへの投資推進
- マイボトル用給水器設置などの削減対策事業への投資推進
- 単一素材包装・容器の生産と流通を行う企業への投資促進
- 真に持続的なリサイクル、代替素材業界や取り組みへの投資促進