

産学官との連携



取材日：2022年2月26日
(一社) 日本科学機器協会 会議室

九州大学 応用力学研究所 附属大気海洋環境研究センター 主幹教授

磯辺 篤彦 先生 に聞く

世界の海で増え続けるごみ
マイクロプラスチックの問題と
社会が目指すべき持続性 下

聞き手：梅垣喜通 日本科学機器協会 広報委員長
高橋秀雄 日本科学機器協会 広報副委員長
夏目知佳子 日本科学機器協会 広報委員
岡田康弘 日本科学機器協会 事務局長
(取材・撮影・編集協力：クリエイティブ・レイ(株) 安井久雄)

磯辺 篤彦 先生のプロフィール

【学 歴】

1986年 4月 愛媛大学大学院工学研究科 入学
1988年 3月 愛媛大学大学院工学研究科 修了

【学 位】

1994年 2月 博士(理学) 東京大学理学系研究科で博士(論文提出による)

【経 歴】

1988年 4月 株式会社エコー入社
1990年 3月 同 退社
1990年 4月 水産庁水産大学校助手採用
1994年11月 九州大学大学院 総合理工学 助教授
(2004年12月～2005年9月 米国ウッズホール海洋研究所客員研究員)

2008年 4月 愛媛大学 沿岸環境科学研究センター 教授
2014年 4月 九州大学 応用力学研究所 教授 現在に至る

【受 賞】

2018年 環境大臣賞 環境保全功労者表彰
2019年 内閣総理大臣賞 海洋立国推進功労者表彰
2020年 科学技術賞(研究部門) 文部科学大臣表彰
2020年 西日本文化賞(西日本新聞社)
2021年 九州大学/主幹教授の称号授与

【書籍】

「海洋プラスチック問題の真実 マイクロプラスチックの実態と未来予測」
(化学同人/DOJIN選書)

【役職等】

2020年現在、以下の学会役員及び政府委員等を務める
環境省：環境研究総合推進費SII-2・海洋プラスチックごみ研究プロジェクト・プロジェクトリーダー
JICA/JST SATREPS 東南アジアにおける海洋プラスチックごみ研究プロジェクト・プロジェクトリーダー
環境省：海岸漂着物対策専門家会議委員
国際科学会議(ICSU)/ 海洋科学委員会(SCOR):海洋プラスチックごみワーキンググループ フルメンバー
国連環境計画 / 海洋プラスチックごみに関する専門家会合委員
日本海洋学会 評議員、日本海洋学会沿岸海洋研究会 副会長



海洋ごみ問題の解決策に
生分解性プラスチックは
持続性がなく疑問が多い

前号に引き続いて、磯辺先生に
海洋プラステックごみ問題につい
て、お聞きします。
プラスチックにも色々な種類があ
ります。特に海のマイクロプラス
チックで目立つものはあるでしょ
うか。

磯辺 大変目立つのは、ポリエチ
レンとポリプロピレンです。ポリエ
レンはレジ袋に使われ、ポリプロピ
レンは食品トレイや包装フィルムな
どに使われています。これらは海
水より比重が軽いので海面に浮い
てしまします。実は私が研究調査
の時に、海の表面で取っているマ
イクロプラスチックのほとんどがこ
の2種類です。ただし、他のプラスチ
ックは良いのかと言われると、実は
それが厄介で、どこへ行っている
のかが分からないのです。つまり
“行方不明”になっているのでやや
こしく、もしかすると環境により深刻
な問題を起こすものになるかもしれ
ない、でも行方が分からないので
何とも判別がつかないところです。

例えばペットボトルに使用されて
いるポリエチレンテレフタレートは、
蓋を閉めたペットボトルの状態では
海に浮いていますが、蓋がなくなり
細かくなると、やがて海の中に沈み
ます。ですので、海底に結構な量
が溜まっているのかもしれません。

また、発泡スチロールのポリスチ
レンも海に浮きますが、劣化すると
空気が抜けて、バラバラと海の底

産学官との連携

へ沈みます。例えば瀬戸内海の
海底などは、発泡スチロールだら
けなのです。沿岸での漁業や養
殖業のことを考えても、良いとは
言えない状況です。

逆に、地球環境に負荷を与え
ないポリマータイプのプラスチック
はあるのだろうか、考えてみると、
それはないのだと思います。どん
なプラスチックでも腐食分解しない

わけですから、環境に負荷があり、
使用量に比例してプラスチックごみ
も増えてしまうわけです。

グリーンプラと言われる生分解性
のプラスチックについては、どの
ようなお考えをお持ちでしょうか。

磯辺 生分解性プラスチックに関
しては、持続性はない、というの

品目別の漂着ごみ個数
(環境省/漂着ごみ対策総合調査検討業務による)

順位	品目	個数 (パーセント)	素材
1	ボトルのキャップ、ふた	16,171 (15.5)	プラスチック
2	ロープ	16,149 (15.5)	プラスチック
3	木材 (物流用パレットや木炭を含む)	8,454 (8.1)	木
4	ペットボトル <2L	5,268 (5.1)	プラスチック
5	シートや袋の破片	4,523 (4.3)	プラスチック
6	ウレタン	4,274 (4.1)	プラスチック
7	荷造りバンド/ビニールテープ	4,170 (4.0)	プラスチック
8	食品容器 (食器/トレイ/調味料容器)	3,876 (3.7)	プラスチック
9	ブイ	3,478 (3.3)	プラスチック
10	その他	3,034 (2.9)	プラスチック
11	ストロー /フォーク/スプーン/マドラー /ナイフ	2,855 (2.7)	プラスチック
12	流木	2,793 (2.7)	木
13	プラボトル <2L	2,687 (2.6)	プラスチック
14	食品容器 (カップ)	2,638 (2.5)	発泡スチロール
15	アナゴ筒 (フタ、筒)	2,430 (2.3)	プラスチック
16	ポリ袋	2,162 (2.1)	プラスチック
17	その他の漁具	2,025 (1.9)	プラスチック
18	カキ養殖用コード	1,815 (1.7)	プラスチック
19	ライター	1,805 (1.7)	プラスチック
20	発泡スチロールの破片	1,766 (1.7)	発泡スチロール



品目別の漂着ごみ個数のパーセントは、
総数10,4231個から算出
左図の黒丸は、7箇所の調査海岸場所

産学官との連携

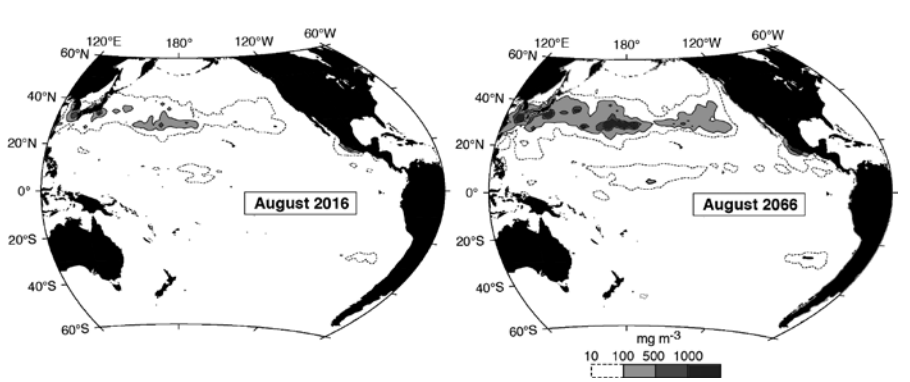
が私たちの見解です。なぜかという、生分解性プラスチックにも色々な種類がありますが、急に分解するわけではなく、自然界の微生物によって、ゆっくり時間をかけて水と二酸化炭素に分解されていきます。しかし、その間にプラスチックが碎けて海を漂うのであれば、今の海洋マイクロプラスチックごみと同じことになってしまいます。「土に埋めれば分解する」というような生分解性プラスチックだとしても、海に浮かんでしまっていては、ごみとして漂っているだけになります。

また別の面から見ると、土に戻る生分解性プラスチックであると表記されていると、ためらいもなく捨ててしまうようなモラルの低下を招く懸念も論じられます。そうした様々な論点があり、海洋プラスチックごみ問題の解決に、生分解性プラスチックを当てにしていけないと言えるでしょう。

先端技術だけで問題を解決しようという考えは、傲慢なのかもしれませんね。

プラスチックを減らしても豊かな生活が出来ることを示すのが、先進国の責任

磯辺 実は、イノベーションをする立場にいる人々は、それが本当に持続性のあるイノベーションであるかどうかは分かりません。それに答えを示すのは、我々研究者側の仕事になります。そうして両者がやりとりをして、持続性のあるイノベーションにつなげていくという



2016年8月太平洋で実施した浮遊マイクロプラスチック濃度(左図)とコンピューター・シミュレーションで50年後を予測した2066年8月の浮遊マイクロプラスチック濃度(右図) Isobe et al., (2019, Nature Communications)

ことが必要になると思いますので、是非MADE IN JAPANでやってほしいと期待しています。

プラスチックは世界中の人が使っているものですので、その代替品を生み出すということは、非常に大きなマーケットになります。こうしたことを企業の方々とお話する機会が度々ありますが、そのような期待を伝えています。

そしてプラスチックごみ問題については、社会全体の理解やコンセンサスが大事です。日本では2021年にレジ袋が有料化になりましたが、最も多いプラスチックごみはレジ袋だと科学的に示されているので、これは非常に合理的な判断でした。しかし、その合理性が十分に伝わっているかは疑問です。それは、科学的な結果を出す側である私たちの怠慢でもあるという自責の念も抱いています。

また、報道する側の怠慢もあるかもしれないと感じる時もあります。何にせよ、プラスチックはいずれ減らしていかなければいけないものですので、早いうちにそれを実行しておいた方が良いでしょう。

そしてもう一つ、日本のような先進国は、プラスチックを減らすことが出来る経済的な体力がありますので「これだけプラスチックを減らしても日本はこんなに豊かな生活を維持しているんだ」といったように、日本が世界に対して模範になるような良い先行例になることを望んでいます。こういう姿を示すことは、先進国の責任でもあると思います。

言う間でもなく、世界が連携して取り組まねばいけないことですね。

磯辺 例えば温室効果ガスの削減については、IPCC（気候変動に関する政府間パネル）が繰り返しレポートを出すことを重ね、温室効果ガスを何十年かけて何%減らさなければいけないと、科学的に裏付けを示して世界に理解を得て、取り組みが進められるようになりました。それと同じようにプラスチックごみについても、いつまでにどれくらいの量を減らさなくてはいけないと示す責任があると感じています。

温室効果ガスの削減において

は、世界が足並みを揃えるまでには大変な時間がかかりました。海洋プラスチックごみ問題については、もっと時間がかかるかもしれませんが、時間をかけても科学的に出さなければいけないわけです。

私の研究の一例を挙げると「50年後の海洋マイクロプラスチック分布」をシミュレーションしたのがあります。2016年に実施し、2066年のマイクロプラスチック分布を予測したものです。2066年には日本を含む東アジアの近海や、北太平洋の中央部に最もマイクロプラスチック濃度が高い海域が現れ、海水1立方メートルあたり、1グラムのマイクロプラスチックが浮かんでいるという結果になりました。

1立方メートル中に1グラムは、かなり高い濃度で、環境や生態系への影響が懸念されますね。

国別の廃棄プラスチックの重量：2010年		
順位	国名	プラスチック重量 (トン/年)
1	中国	8,819,717
2	インドネシア	3,216,856
3	フィリピン	1,883,659
4	ベトナム	1,833,819
5	スリランカ	1,591,179
6	タイ	1,027,739
7	エジプト	967,012
8	マレーシア	936,818
9	ナイジェリア	851,493
10	バングラデッシュ	787,327
⋮		
30	日本	143,121
世界の合計		31,865,274

産学官との連携

磯辺 マイクロプラスチックが生物に与える影響は、実験室の水槽レベルで好ましくない例が多々報告されています。その影響は生物の成長を妨げ、死亡率の上昇、運動量や繁殖力の低下などです。それが実際の海洋で起こっていくものか、顕在化するのはどれくらいのマイクロプラスチックが海洋にある時なのか、それより前に、目の細かな網でもすくい取れないマイクロプラスチックがどこにどれくらいあるのか、実態が見えないことばかりです。そうしたことを1つずつ明らかにしていくことに挑戦しているところです。

今、日本、アメリカ、ヨーロッパなどの研究者は、お互いのデータを持ち寄って、世界の海洋プラスチック汚染の実態を知るデータベースを作ろうという話が始まっています。

また政府間の協議で、日本の

環境省とそれぞれの国の担当者と、IPCCの協定のような枠組みを作ろうという動きがあると聞いています。

海洋ごみ問題の解決に私たちが出来ること

磯辺先生は、自身の研究成果を踏まえ、海ごみをなくす大切さを一般の人々にも伝える活動も行われてきました。その具体的な活動を教えていただけますか。

磯辺 「海ごみサイエンスカフェ」と名付けた市民集会を非営利団体JEANの皆さん等と連携して行ってきました。研究者業界から、思いに賛同してくださった方の参加がありました。そうしてより多くの方々に最新の科学的な現状をお伝えして、とても多くの反響を得ました。しかし、この企画に参加してくれた方々は、そもそも環境についての関心が高い方に限られているとも言えます。そこで私自身、大型スーパーの一角で、海洋プラスチックごみの現状を訴える活動をしたこともあります。すると、私の語り口のつたなさのせいか、足を止める人がほとんどいませんでした。この問題が、社会的に関心が薄いことを知った経験でもありました。

私は海洋プラスチックごみの研究者ですが、同時に一市民です。そういったことで、普段の生活スタイルを変える挑戦を、楽しんでもいます。それはレジ袋よりエコバッグといった、ささやかなことです。私はプラスチックごみの問題解決には、世界に出る母数のプラスチッ

産学官との連携



非営利団体JEANと連携して開催した市民集会「海ごみサイエンスカフェ」

クを減らすしかないと話しましたが、それならば生活の中で実践しようと思いました。

日本の色んな地域で海をきれいにしようと、地域やNPOの方々が海岸を清掃されています。そうした活動を本当に尊く思いますし、環境に非常に有用なことです。例えば、皆さんが海辺を散歩した時に、片手で拾える程度の10グラムくらいのプラスチックごみを拾ったとすると、それは、北太平洋で1キロメートル四方におよぶマイクロプラスチックを一気に回収するのと同じだと言えるのです。

海岸で一片のプラスチックを拾うことは、SDGs地球環境の保護に寄与すること、そのものです。

強面の先生の授業が
海洋物理学のきっかけに

先生が海洋関連に興味を持ったきっかけを教えてください。

磯辺 大学に進学する頃は、海洋ではなく土木工学に興味がありました。当時は、明石海峡大橋や大鳴門橋、瀬戸大橋などが開通した頃で盛り上がっていて、そのような大きな建築に携わる仕事はやりがいがありそうだと感じていました。

そうした思いを持ちながら愛媛大学に進学し、海岸工学や土木工学などの授業を受けていました。しかし学んでいるうち、当時の私は、工学の授業を非常に退屈に感じていました。つまり既に公式や方法論が確立されていることがあまり面白くなかったのです。そういった中で、たまたま海洋物理学の授業と出会い、非常に興味を覚えました。

先生が興味を覚えた海洋物理学の授業とは、どのようなものだったのでしょうか。親切的な先生だったのでしょうか？

磯辺 いえ、全くそんなことはあり

ません（笑）。その海洋物理学の授業は朝一番で、先生は強面だし、板書の字は汚いし、早口で授業は難しくて分からない事ばかりで、学生に人気がない授業でした。ただ、その先生が授業をする様子が本当に楽しそうだったのです。私は「こんな強面のおじさんが、こんな朝早くから、こんなに楽しそうに話している海洋物理学はきっと面白いに違いない…」と、なぜか興味を覚えていきました。そういったことで海洋学を専攻し、修士課程まで愛媛大学に在籍しました。

愛媛大学は瀬戸内海がすぐ傍にあることもあり、沿岸の海洋学が盛んで、非常に優秀な先生がいらっしゃいました。ちなみに私の出身は滋賀県で海なし県です。

そして海洋学を実際に学び出したら、やればやるほど楽しかったです。個人的な思い込みかもしれませんが、学んでいて「この瞬間、今取り組んでいるこの事が分かっているのは世界に自分だけだ」といった、何とも言えない感情を抱くことがありました。

そのように目の前の事象を知り、踏まえて、だったらもっとこのような事もありうると思考を発展させていくような事を折々体験し、その体験や考え方は世界中で自分しか持っていないものだと、大変な高揚感を感じることを重ねていったわけです。つまり発見の喜びです。その感情は何ものにも代えがたく、誰しもが一度味わうと逃れられないようなものだと思います。そんな大小の喜びの積み重ねを得てきながら、今に至っています。

磯辺先生は、愛媛大学大学院卒業後は企業に就職され、その後に研究者としての道へ進まれたのです。

磯辺 そうです。2年間、都内の海洋コンサルタント会社で会社員をしていました。その後26歳の時に、下関にある水産庁傘下の水産大学校で助手に採用されました。そこで海洋物理学の研究を、本腰を入れて始めるようになりました。そして4年後に、研究成果をまとめた論文で東京大学から博士号を頂きました。博士号と言うと、普通は大学の博士課程に通うことが多いのですが私はそうではなく、論文を数多く出して大学の先生に認めてもらって博士号を得るというスタイルで取得しました。この形式で博士号を得るためには、提出する論文の数も多く求められ、また、その内容を認めてもらうハードルも高くなります。かくして29歳の時に博士号を得たわけです。

その翌年から、九州大学に当時の助教授で採用を得て14年間務めました。その途中、アメリカのウッズホール海洋研究所で、客員研究員という立場で10か月ほど仕事をしました。

そして2008年に愛媛大学の沿岸環境科学研究センターで教授に採用され、それを経て2014年に九州大学の応用力学研究所に教授として着任し、今に至っています。

海洋プラスチックごみを研究される以前は、どんなテーマで研究をされていたのでしょうか。

産学官との連携

磯辺 一例をあげると“川の水がどう海に広がっていくのか”などです。例えば、揚子江の水はどこにいくのかを調べると、最終的に約70%は日本海に到達していました。言い換えると日本海に注ぐ最も大きな河川はというと揚子江というわけです。そういったシミュレーションや実証を行うために、数週間も海の上にて、研究をしていました。そして、今お話したテーマのもとに、東シナ海で精度の高いシミュレーションを構築することが出来、それがやがて海洋プラスチックごみのシミュレーション等、現在の研究に発展していったという経緯があります。

若い世代への理科教育は
教える側が楽しむこと

科学の次世代を担う人材への教育面についてお聞きます。今の子どもたちや若い研究者に伝えたいことや、日本の理科教育について思う事がありましたらお聞かせください。

磯辺 先ほど話した、学生に不人気だった強面の先生の授業に触れたことで、海洋に興味を覚えたように、若い頃はひとつのことに凝り固まらず、言わば野次馬的に何でも首を突っ込んでみるということが良いのではないかと思います。

与えられたカリキュラムは非常に効率的に学べると思いますが、習得出来る知識や考え方は限定的でもあるでしょう。他分野に首を突っこんでみることで色んな可能性は

広がると思います。一度首を突っこんだうえで、もし自分に合わなかったらやめればいいわけです。“何か面白そうだな”と思えるものに会うまで、自分のオプションを広げるということが、特に若い人たちにとってはいい方向に動くのではないかと思います。

そして理科教育の面で、教える立場にいる人に“ぜひ楽しそうにやりましょう”とお伝えしたいです。理由は簡単で、先生が辛そうであることを、若い人達はやりたくないと思います。逆に楽しそうな先生を見ると、若い人たちも「自分も楽しめるかもしれないな」と感じると思います。というのは、教える人がその学問をやってきた理由、続けてきた理由は、楽しいからであるはずなのです。まず、その楽しい魅力を伝えないことは、アンフェアでもあると思います。当然、その分野を深めれば、苦しい事や辛い事には出会うと思いますが、教える人は楽しく伝えなければと思います。

もちろん私も教壇に立つときは“楽しいことである”ということを伝えるように心がけています。

新しい科学機器から
イノベーションを生む

前号で、収集した海水中のプラスチックを判定するのに、フーリエ変換赤外分光光度計 (FTIR) を使用されるというお話がありました。その他にも、研究で使用されてきた科学機器がありましたら、教えていただけますか。

産学官との連携

磯辺 これまで色々な科学機器、計測機器にお世話になってきました。具体的に機器名を挙げると、FTIRのほか、ADCPやアルボロボット、また近年では、顕微FTIRなどがあります。

今挙げたものがどういう機器か少しお話します。まずADCPは“Acoustic Doppler Current Profiler”と言う専門的な流速計です。1990年代にアメリカで使われ始め、また、私が海洋物理学の研究者になって最初に使った機器でもあります。日本でこのADCPを使って海洋調査を行い、論文を発表したのは、恐らく私が最初か2番目という早さだったと思います。

ADCPは海中に向けて超音波を出し、その散乱する超音波を受け取って海の流れを計測する機械です。これは何がすごいかというと、船につけて曳航すると、海中の流れの鉛直断面分布が分かるのです。それ以前の海流の計測は、ある一点にプロペラを置いてその速度を測るような方法が主でした。しかし、ADCPで船がたどった航跡の流速を、まるでレントゲンを撮ったように、鉛直断面分布で知ることが出来るようになったのです。

私が日本でいち早く使うことが出来たのは、当時、私が若手の研究者で「船で曳航する時間と体力があった」ことです。何日も海

で調査が出来る時間がある人間でないと出来なかったわけです。そういうわけで、水産試験場の100トン級の船にADCPをつけさせてもらって乗りこみ、2か月に1回のペースで対馬海峡を横断していました。12時間ほどかけて韓国付近の海域に行き、約5日間、船に乗りっぱなしで周辺をまわりながらデータを計測していました。真冬の日本海は荒れて、特に船が揺れ、その揺れで寝ていても体がベッドから飛び出すほどでした。

しかしその成果は、これまで誰もが知り得なかったような事ばかりで、すごく有益なものでした。発表した論文には国内外の研究者が非常に興味を持ってくれて、反響はとても大きかったです。言わば、計測器の威力で論文を書くことが出来たものでした。

さらに、近年出現したアルボロボットも、非常に興味深いです。これは海面にぶかぶか浮いているかと思ったら2000mまで一気に沈みます。そしてまた上がって来て、上下運動をしながら、海の流れや海水温など様々なデータを得ることが出来ました。また、浮上した時に人工衛星を通してその情報を地上に送ることが出来ます。現在、世界で4000台ほどが使われていて、色々な国がそれぞれの経済力に応じたスペックのアルボロボットを海に浮かべています。実はそれらのアルボロボットから送られた情報は、世界中の人々が無料で使えます。研究者に限らず、一般の人々や、協会読者の皆さんも使えるのです。

各国が自国の資金を使って得たデータを、世界が共有してもよいのですね。

磯辺 そうということです。ネットを通じて、誰でも見る事が出来ます。これはイノベーションが作った新しい世界にほかなりません。このように新しい科学機器やイノベーションは、事象を“知る側”である研究者の動きを、さらに研究に活かして技術革新し、社会を“変える側”である産業界の動きも変えるわけです。

顕微FTIRについても教えていただけますか。

磯辺 FTIRは、海水などに混じっているプラスチックを判別できる大きさのレベルが数百マイクロメートルまでで、それより小さくなると判別できませんでした。それが顕微FTIRでは可能です。ごく簡単に言うと、光学顕微鏡とFTIRの持つ能力を併せ持った機械です。私の研究室でも、10マイクロナノメートルレベルのマイクロプラスチックを観測するために購入しました。費用としては高級車数台分にもな

産学官との連携

るような高額なものです。そうしてこれまで見えなかったものが見えるようになると「世の中はプラスチックだらけだな」という率直な感想を抱きました。この新しい機器なくしては見られなかった、分からなかった世界に、この顕微FTIRが気付かせてくれました。こうした、新しい科学機器が生まれた事によって、未知の世界を知ることが出来るというのは、色んな問題点に気づくということもさることながら、本当にワクワクします。

お話ししたように、科学研究のブレイクスルーは、新しい機械の出現と切っても切り離せないものだと思います。新しい観測機器が登場したことで、従来と全く違う視点のデータを手にすることが出来、だからこそ新しい知恵が生まれるという繰り返しのように思います。そうして数々の偉大な発見がなされたわけです。

実際、新しい機械が出現すると、どのようなデータが得られるのかと世界中の皆が注目します。そして新しいデータや視点が生まれ、そして問題があったらどのように解決していくかという新技術の開発が図られるということにつながるわけ

で、“科学のイノベータティブは新しい科学機器から生まれる”と言えると思います。

ありがとうございました。
“イノベータティブは新しい科学機器から生まれる”という言葉は、科学機器の開発に携わっている協会読者の励みになると思います。先生のますますのご活躍を期待しております。



磯辺篤彦先生
九州大学応用力学研究所前にて

次号「科学の峰々」では、
早稲田大学 理工学術院
先進理工学研究科 応用化学専攻
松方 正彦先生にお話を伺います。



海に浮遊するマイクロプラスチックについて地道な研究に取り組む研究員
九州大学 応用力学研究所 大気海洋環境研究センターにて



マイクロプラスチック問題の解決には
社会全体でプラスチックの使用量を
減らしていくことが重要になります