

万博からのメッセージ: 廃プラスチックからアクセサリに



万博からの
メッセージ

宇山 浩*

A Message from Expo 2025: Upcycling Waste Plastics into Functional Materials and Accessories

Key Words: Upcycling, Bioplastics, Circular Economy

はじめに：現代社会におけるプラスチックの功罪と万博が投げかけた問い

プラスチック素材は1950年代以降、我々の生活を劇的に豊かにし、現代社会を支える最も身近な人工材料の一つである。安価で軽量であり、優れた成形性と高い意匠性を持つプラスチックは大量生産・大量消費の象徴として世界中で普及し、1950年に世界で150万トンであった生産量は現在では4億トン以上に達している。しかし、その丈夫で腐らないという長所は自然環境下での非生分解性という短所と表裏一体であり、深刻なプラスチックごみ問題や環境汚染を引き起こす主因となっている。

特に海洋プラスチックごみ問題は、もはや一刻の猶予も許されない地球規模の深刻な課題である。一度海洋に流出したプラスチックは紫外線や波の影響で破碎され、マイクロプラスチックとなって海を漂う。これらは食物連鎖を通じて海の生物や生態系、さらには人の健康にも影響を及ぼす可能性が指摘されている。広大な海洋に拡散したごみを完全に回収することは物理的に極めて困難であり、解決には素材そのものを環境調和型へと転換するとともに、資源を循環させる仕組みを構築することが不可欠である。

こうした背景から、石油由来プラスチックからバイオプラスチックへの転換や使用後の大量廃棄がもたらす課題への対応が強く求められている。2025年に開催された日本国際博覧会(大阪・関西万博)は、

まさにこの地球規模の課題に対して科学の力と社会の仕組みがどのように応えられるかを示す重要な国際的舞台となった。本稿では万博の会期中に実施された2つの大きな取り組み、文部科学省主催「わたしとみらい、つながるサイエンス展」における宇山研究室の出展と、西日本プラスチック製品工業協会が主導した「バイオプラスチックでREBORN」プロジェクトを通じて提示された最先端の科学技術が紡ぎ出す持続可能な未来社会の姿を紹介する。廃棄物を単なるごみと見なすのではなく、創意工夫と科学の力によって再び価値ある資源へと変え、さらには人々の感性に訴えるアップサイクル品へと生まれ変わらせる。そのプロセスの中に、万博が私たちに残した未来へのメッセージが込められている。

科学が拓くごみが資源に変わる未来

大阪・関西万博の会期中の2025年8月14日～19日の6日間、文部科学省主催による「わたしとみらい、つながるサイエンス展」がEXPOメッセWASSEにて開催された¹⁾。本展示はサイエンスが拓く未来社会の姿を身体で感じることをテーマに、来場者が科学を通して社会課題を自分ごととして捉え、どのような未来を築きたいかを考える契機を提供することを目的としていた。特に次世代を担う子どもたちや若い世代が主役となり、最先端の研究者との対話や体験を通じて科学技術を身近に感じることに重点が置かれた。

宇山研究室は本展示において、社会課題と科学技術を結びつける社会とつながるゾーンに出展した。同ゾーンでは資源循環・リサイクルが作り出す未来社会をテーマにブースを展開し、プラスチックや衣料品の廃棄がもたらす地球規模の環境問題に対し、科学がどのような解決策を提示できるかを発信した。6日間の会期中、イベント全体で約7万人が来場し、



* Hiroshi UYAMA

1962年5月生まれ
京都大学 大学院工学研究科 合成化学専攻博士前期課程(1987年)
現在、大阪大学 大学院工学研究科 応用化学専攻 教授 工学博士
TEL: 06-6879-7364
E-mail: uyama@chem.eng.osaka-u.ac.jp

当ブースにも延べ数千人の来場者が立ち寄る盛況となった。

現代社会においてプラスチックや繊維素材は不可欠な存在であるが、その利便性の反面、使用後の大量廃棄が海洋汚染や二酸化炭素排出の深刻な要因となっている。特にポリエステルと綿などが組み合わされた混紡繊維は分別・再資源化が困難であり、また従来の生分解性プラスチックは海洋環境下で十分に分解しないという課題があるため、リサイクルや環境保全における大きな壁となってきた。

本展示ではこれらの廃棄物を単なるごみと見なすのではなく、創意工夫と科学の力によって再び価値を取り戻す資源へと転換するサーキュラーエコノミー、すなわち循環型経済の姿を提示した。来場者が技術の可能性を直感的に理解できるよう、最先端の研究成果の紹介に加え、廃プラスチックをその場で再生する実演や感性に訴えかけるアップサイクル品の展示を組み合わせた構成とした(図1)。

廃棄物を価値へと変える最先端技術

宇山研究室が万博会場で発表・展示した最先端テ

クノロジーの核心は材料科学の新しいアプローチによって従来の環境技術の限界を突破した点にある。ファストファッションの普及に伴い、流通する衣料品の多くにポリエステルと綿の混紡繊維が使用されているが、これらは異なる素材が密に組み合わせられているため、従来の技術では分別が難しく、多くが有効活用されないまま焼却や埋め立て処分されてきた。宇山研究室では電子レンジと同じ原理であるマイクロ波照射を用いることで、混紡繊維を化学的に短時間で分離・リサイクルする技術を開発した。本技術は触媒とエチレングリコールを用いた反応系にマイクロ波を照射することで、ポリエステル成分を選択的に分解し、わずか数分の加熱で分別を完了させるものである。回収された綿は物理的な損傷が少なく、再び繊維資材として利用可能であり、ポリエステル成分はポリエステルの前駆体として回収され、再びペットボトルやポリエステル繊維へと再生される。会場では実際のワイシャツ生地が分離されるプロセスを紹介する映像とともに、回収された白色の綿や結晶化したポリエステル前駆体のサンプルを展示し、衣料品リサイクルの新たな可能性を強く印象



図1 展示ブースの様子

づけた。

また、海洋プラスチックごみ問題への抜本的な対策として、海洋環境下で速やかに分解される次世代プラスチック素材である海洋生分解性バイオマスプラスチックの研究開発成果を紹介した。従来の生分解性プラスチック、例えばポリ乳酸などはコンポスト中では優れた分解性を示すものの、海洋環境下では分解が極めて遅いという課題があった。宇山研究室では熱可塑性デンプンをブレンドし、海洋微生物が吸着してバイオフィルムを形成するトリガーを組み込む独自の材料設計技術を開発した。海洋に流出したプラスチックに微生物が吸着してバイオフィルムを形成すると、微生物が産生する酵素によってプラスチックの分解が促進されるというスイッチ機能を実現している。会場では産学連携によって作成された具体的な試作品のカトラリーなどを展示し、生態系を守りながらプラスチックを利用し続ける未来像を提示した。

体験型実演とワークショップー学生たちが伝えた未来へのメッセージ

科学技術がいかに優れていても、それが一般の市

民や次世代の子どもたちの心に届かなければ、社会を変える大きなうねりにはならない。宇山研究室の出展が文部科学省のアンケートにおいて全体の上位約10%に入るという極めて高い評価を獲得した理由は、最先端の研究成果を体感型のアトラクションへと昇華させ、来場者との深い双方向の対話を実現した点にある。

ブース内で特に連日大きな歓声を集めていたのが、粉碎されたペットボトルキャップを原料としたキーホルダー製作の実演である。この実演は会期中に1日3回というスケジュールで実施された(図2)。簡易射出成形機を用い、カメやいかりの形をした金型に300℃以上に加熱して溶融したプラスチックを流し込むプロセスを間近で公開した。高温の機器を扱うため、安全面に最大限の配慮を払い、学生が主体となってオペレーションを行った。成形機から金型を取り出し、ゆっくりと開いた瞬間に色鮮やかなマール模様のキーホルダーが現れると、子どもたちから大きな歓声と拍手が上がった。熱溶融したプラスチックが完全に混ざりきらない条件をあえて利用することで、一つとして同じ模様がない独特の表情が生まれる。この体験を通じ、プラスチックが熱で溶



図2 体験型アップサイクル実演の様子

け、冷えると固まるという物理的性質を理解させるとともに、ごみが資源に変わるワクワク感を直感的に伝えることができた。会期中には約1000個のキーホルダーを製作し、途中で原料を追加搬入するほどの盛況となった。完成したキーホルダーは来場者に手渡された。

実演と並んで来場者の目を引いたのが、プラスチックごみを再利用したコースター、シート、フラワーポットなどの展示である(図3)。特に注目を集めたのは、長崎県対馬市の海岸で回収された海洋ごみを原料としたフラワーポットである。汚染の象徴ともいえる海洋ごみが美しいフラワーポットへと生まれ変わる実例を示すことで、素材そのものが持つ新たな価値とアップサイクルの意義を強調した。研究室メンバーは成形条件やデザインの検討を数カ月にわたって行い、廃プラスチックが持つ独特のテクスチャーを活かしたアップサイクル品に仕上げた。

さらに、8月17日にはWASSE会場内のステージにおいて、「プラスチックごみはまだまだ使えるよ、

ごみからアクセサリをつくろう」と題した1時間のイベントを実施した。筆者による環境問題の解説に続き、学生がステージ上でプラごみからシートを製作する実演を行い、再利用の可能性を広く紹介した。子どもたちを中心とする多くの観客がシート作りに参加し、大人も加わって科学が切り拓く未来社会を体感する場となった。

このプロジェクトの大きな特徴は展示の企画、PR動画の撮影・編集、展示品や装置類の梱包・搬入・撤収、さらには当日の説明や実演に至るまで、全工程を14名の学生が主体となって担った点にある。学生たちはブースのコンセプトを来場者に一目で伝えるため、お揃いのオリジナルTシャツを作成し、説明担当者としての自覚を持って対応にあたった。展示パネルやポスターも図や色使いを工夫したユニバーサルデザインを採用し、日英併記にすることで国内外の子どもから研究者まで幅広い層に伝わるよう設計した。文部科学省の来場者アンケートでは、当ブースは全体の上位約10%に入る極めて高い評価を



図3 プラごみから作ったアップサイクル品

得た。学生にとっても自らの研究が社会とどのように繋がり、貢献できるのかを肌で感じる貴重な経験となり、次世代育成の観点からも大きな意義を持つ活動となった。

業界と連携した社会実装への挑戦「バイオプラスチックでREBORN」

宇山研究室がサイエンス展において科学の可能性を提示した一方で、産業界と密接に連携し、大規模な社会実装へ向けた技術的挑戦を示した取組みが大阪ヘルスケアパビリオン内で開催された「バイオプラスチックでREBORN」である²⁾。本企画は(一社)西日本プラスチック製品工業協会が主導し、産学官の連携母体として大阪バイオプラスチックビジネス推進ネットワークを設立して進められた³⁾。筆者は事業統括および科学監修として展示全体の設計を指揮し、バイオプラスチックから始まる自然共生型社会のあり方を提示した。

本プロジェクトの象徴として、また成形加工業界の技術的なショーケースとして開発されたのが、世

界初となるバイオプラスチック製パイプオルガンである(図4)。これは1970年の大阪万博で展示された竹製パイプオルガンを現代の素材技術で進化させた試みである。パイプの素材には植物由来のポリカーボネート樹脂が選定され、8社の成形メーカーが協力して製作にあたった。ポリカーボネート樹脂は成形時の収縮率が高く、厚肉部での寸法安定性の確保が大きな課題であったが、精密金型の設計最適化や冷却プロセスを駆使することで、長さや内径の誤差を±0.1mm以内に抑える極めて高い成形精度を確立した。さらに、樹脂パイプ特有の高周波成分の乱れを低減し、金属製パイプに匹敵する安定した倍音構造を実現するため、パイプ内壁の表面粗さをRa 0.8 μm 以下に仕上げる高度な工法を採用している。音響性能の向上に向けてはヤマハやオルガンビルダーの助言を得て試作を繰り返した。展示前には実機による周波数応答測定を実施して精密な調律を行い、最終的に4オクターブ+5音の仕様で、軽量ながらも十分な音圧と樹脂ならではの豊かな響きを実現した。会期中は14名の演奏者が参加し、多彩な楽曲



図4 バイオプラスチック製パイプオルガン

の演奏を通じてバイオプラスチックが楽器材料として高い可能性を持つことを示した。

展示会場にはこのほかにも、量産化や実用化を見据えた多様な技術や製品が紹介された。植物の種を練り込み、使用後に土に埋めることで芽吹く日用品や精密な成形・制御技術を活用した医療分野への応用、植物由来資源を100%用いた生分解性食器などである。さらに、パーム繊維などの農業廃棄物を強化材として活用した資材、既存ラインでの量産に対応した軽量パッケージ、植物繊維複合素材なども展示された。

また、本展示においても宇山研究室から、長崎県対馬市の海岸で回収された海洋ごみを原料としたフラワーポットを提供した。熱熔融時の偶発的なマーブル模様をあえて意匠として活かし、バイオプラスチックの普及を願うひまわりを飾ることで、廃棄物が新たな価値を持つ資源へと生まれ変わる循環型社会の理念を象徴的に示した。本プロジェクトは、成形加工業界が持続可能な社会に向けて団結し、その高い技術力を世界に発信するとともに、日々の選択という小さな行動が未来を変える力になるというメッセージを広く社会へ伝える画期的な取り組みとなった。

おわりに：万博が未来社会に残したメッセージ

2025年、大阪・関西万博という国際的な舞台において、大阪大学の研究成果と持続可能な社会に向けたビジョンを発信できたことは、大きな成果であった。

二つの展示を通じて伝えたかったのは、プラスチックごみは単なる廃棄物ではなく、科学技術と創意工夫によって新たな価値を持つ資源へと生まれ変わ

ることができるということである。ペットボトルキャップから作られたキーホルダーやアクセサリ、海洋ごみを活用したフラワーポット、さらにはバイオプラスチック製のパイプオルガンは、その可能性を具体的な形で示した。

また、万博での活動は研究成果を社会に伝えることの重要性を改めて実感する機会となった。特に展示や実演を主体的に運営した学生にとって、自らの研究と社会とのつながりを考える貴重な経験となった。来場者にとっても、日々の暮らしの中でプラスチックとの関わり方を考える一つの契機になったものと考えている。

宇山研究室は今後も、科学の力によって廃棄物を資源へと変え、地球環境の保全と豊かな社会の構築に貢献するため、研究開発と社会実装を進めていく。また、万博を通じて形成された産業界とのネットワークを活かし、バイオプラスチックやアップサイクル技術の社会実装にも取り組んでいきたい。万博で示した技術やアイデアを一過性のものとせず、持続可能な社会の実現につなげていくことが、私たちの次の役割である。

参考文献

- 1) 文部科学省「わたしとみらい、つながるサイエンス展」公式HP：https://www.mext.go.jp/a_menu/expo_watashitomirai/index.html
- 2) 一般社団法人西日本プラスチック製品工業協会「バイオプラスチックでREBORN」特設サイト：<https://www.osa-bio.net/2025expo>
- 3) 大阪バイオプラスチックビジネス推進ネットワーク (OBPN) 公式HP：<https://www.osa-bio.net>

