

日本公庫総研レポート No.2022-3  
2022年3月

# プラスチック代替素材の開発・普及に 取り組む中小企業



## はしがき

---

石油からつくられるプラスチックは、わたしたちの生活に欠かせない。日用品から家電、自動車まで、実に多くの製品にプラスチックは使われている。一方で、プラスチックは自然には分解せず、不完全燃焼すると有害物質が発生するなど、環境破壊や環境汚染の一因であり、使用の削減が求められてきた。近年は、国連がSDGs（持続可能な開発目標）を定めたことで、環境への配慮が強く求められるようになっており、プラスチック削減の動きも加速している。例えば、コンビニエンスストアでは弁当の容器を紙製に切り替える動きが広がっている。また、あるコーヒーチェーンはマイカップの持参を呼びかけたり、ストローをプラスチック製から紙製に変更したりしている。レジ袋の有料化も、わたしたちの記憶に新しいところだ。こうした取り組みは世界的なものであり、プラスチック製レジ袋の有料化や使用禁止に関していえば、60カ国以上で実施されている。

プラスチック削減の動きは、プラスチック製品を生産・販売している企業にとっては企業の存続を危うくする逆風であるが、プラスチックの削減を実現する企業にとっては事業を拡大する追い風になる。可能なら、中小企業は後者になって、成長の機会をつかむべきである。本レポートは、中小企業にとって、どのような事業機会があり、また事業化や成長に向けてどのような課題があるのかを明らかにすることを目的としている。

本レポートの構成は次のとおりである。第1章では、国内外のプラスチック削減にかかる取り組み状況や、バイオマスプラスチックなど石油由来のプラスチックに代わる素材の現状と課題について整理する。第2章では、代替素材の開発や実用化に取り組んでいる中小企業4社の事例を紹介する。第3章では、代替素材の開発や実用化における中小企業の貢献を示したうえで、代替素材の普及に向けたインプリケーションを示す。

本レポートをまとめるに当たり、東洋大学経済学部・安田武彦教授にご指導いただいたほか、多くの関係機関や企業の方々に貴重な時間を割いて調査にご協力いただいた。ここに記して感謝したい。

（日本政策金融公庫総合研究所 近藤 かおり）



# 目 次

第1章 開発が進むプラスチック代替素材	1
1 プラスチックと地球環境	1
2 プラスチックを代替する新素材	3
第2章 中小企業の取り組み事例	7
事例1 ㈱平和化学工業所	8
事例2 ㈱キラックス	12
事例3 ㈱事業革新パートナーズ	16
事例4 ㈱環境経営総合研究所	20
第3章 代替素材市場における中小企業の役割	25
1 代替素材市場での中小企業の貢献	25
2 中小企業の参入を促す	26



# 第1章 開発が進むプラスチック代替素材

## 1 プラスチックと地球環境

### (1) 世界的な取り組み

2015年、「国連持続可能な開発サミット」で「我々の世界を変革する：持続可能な開発のための2030アジェンダ」が採択されたことで、地球環境に配慮した経済社会を実現することが改めて世界的な目標となった。気候変動対策や海洋資源保護など、地球環境を維持していくうえで欠かせないのが、石油を原料とするプラスチックの削減である。

例えば、欧州連合（EU）は、循環型経済の一環として、2018年に「欧州プラスチック戦略」を発表した<sup>1</sup>。2030年までにEU域内で使用するすべてのプラスチック製容器包装をリサイクル可能なものとし、使い捨てプラスチック製品を削減することなどを目標に掲げている。

また、EUは2019年に「特定プラスチック製品の環境負荷低減に関わる指令」を採択した。使い捨てプラスチック製品の流通を一部禁止し、リサイクルプラスチックや生分解性プラスチック、紙製品などに代替していく方針を示したのである。実際、2021年7月からプラスチック製品9品目（綿棒の軸、ナイフ・フォーク・スプーンなどカトラリー、皿、ストロー、マドラー、風船棒、発泡スチロール製食品容器、発泡スチロール製飲料容器、発泡スチロール製飲料用カップ）に適用され、すでに流通を禁止している。

プラスチックごみ処分に関する連邦規制がない米国でも、州や自治体単位で規制が設けられている。例えば、カリフォルニア州は、2016年からプラスチック製レジ袋の配布を禁止し、2019年にはレストランに、顧客が希望した場合を除き、プラスチック製ストローの提供を禁止した。また、同州のサンフランシスコ市では、州に先駆けて2007年からプラスチック製レジ袋を禁止していたが、2017年にはプラスチック製ストローやマドラーなどの提供を禁止している。

中国では2008年からプラスチック製レジ袋を原則有料化している。2017年には「海外ごみの輸入禁止と固形廃棄物輸入管理制度改革の実施計画」を發布し、生活由来の廃プラスチックなどの輸入を禁止した。さらに、2018年からは工業由来の廃プラスチックの輸入も禁止している<sup>2</sup>。

### (2) プラスチックが問題とされる理由

このように、プラスチックの削減は世界的に関心が高く、近年、その動きが加速している。プラスチックがこれほど問題視されているのはなぜだろうか。

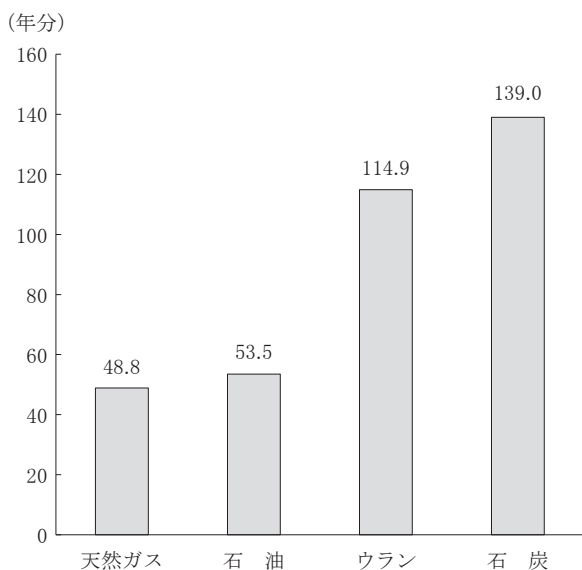
第1に、石油資源の枯渇である。石油は、主に火力発電所での熱源や自動車、船舶、飛行機などの動力源、プラスチックや合成繊維など化学製品の原料に使われている。石油資源は、エネルギー資源確認埋蔵量からみると、残りおよそ50年で枯渇すると推計されている（図-1）。

第2に、温室効果ガスの排出である。石油由来のプラスチックは、その製造過程でも、焼却処理

<sup>1</sup> 欧州委員会（EC）のホームページ（<https://ec.europa.eu/environment/strategy/plastics-strategy>）。

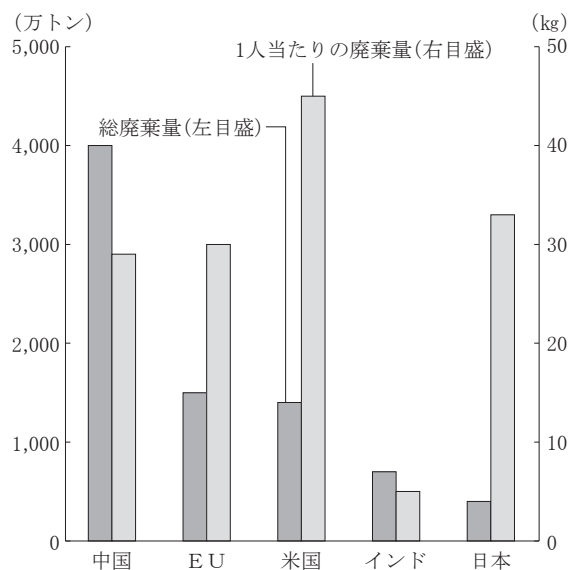
<sup>2</sup> 独立行政法人日本貿易振興機構（JETRO）のホームページ（<https://www.jetro.go.jp/biz/areareports/special/2019/0101/4e336b896cde689c.html>）。

図-1 エネルギー資源確認埋蔵量



資料：一般財団法人日本原子力文化財団「原子力・エネルギー図面集」(2020)

図-2 使い捨てプラスチックの廃棄量



資料：United Nations Environment Programme (UNEP), “Single-Use Plastics: A Roadmap for Sustainability” Figure1.5をもとに筆者作成

や紫外線で劣化する過程でも、大量の二酸化炭素を排出する。二酸化炭素は温室効果ガスの中心で、地球温暖化の主因となっている。

第3に、プラスチックごみの増加である。EUでは、プラスチックを焼却処理するとダイオキシンなどの有害物質が発生し、国境を越えて害を及ぼす可能性があるため、埋め立て処理を基本としている。だが、プラスチックは埋め立てても分解しないため、いずれ処理できなくなる。

ごみは陸上だけではなく、海洋にもある。海洋ごみはプラスチックごみの占める割合が大きいとされる<sup>3</sup>。日本近海の海岸10地点で実施した漂着ごみ調査によれば、全地点で人工物のごみの割合が多かった。人工物のなかでも、ペットボトルや漁網、ロープ、プラスチック製レジ袋といったプラスチック類の割合が多かった。海洋プラスチックごみは不法投棄をはじめ、漁具の回収不足や工場排水・生活排水からの漏出などにより、適切に処分されず海洋へ流出している。

海洋プラスチックごみには、細かい粒子として

海洋に流れ込むマイクロプラスチックもある。例えば、洗顔料や歯磨き粉に含まれるスクラブ剤である。マイクロプラスチックは回収が困難で漂流中に化学汚染物質を取り込みやすい。このマイクロプラスチックを海洋生物が誤食すると海洋生態系を破壊するおそれがある。さらに、マイクロプラスチックを誤食した魚介類を人間が食べることで、マイクロプラスチックに吸着した有害物質を人体に取り込んでしまう可能性もある。

### (3) 日本におけるプラスチックの動向

日本は大量のプラスチックを消費している。環境の保護と改善のために設置された、国連の内部機関である国連環境計画 (UNEP) の調査によると、日本の使い捨てプラスチックごみの総量は、EUを一つの国としてみれば世界で5番目に多い。また、人口1人当たりの使い捨てプラスチックの廃棄量は、米国に次ぎ世界で2番目に多い (図-2)。

日本のプラスチックごみは、主に中国に再利用

<sup>3</sup> 環境省「令和元年度海洋ごみ調査の結果について」による (<http://www.env.go.jp/press/108800.html>)。



可能な「資源」として輸出されてきた。しかし、前述のとおり、2017年から中国が廃プラスチックの輸入を禁止したため、プラスチックごみを中国に輸出できなくなり、国内で処理せざるを得なくなっている。

こうした状況を踏まえて、日本では第四次循環型社会形成推進基本計画に基づき、2019年に「プラスチック資源循環戦略<sup>4</sup>」が策定された。焼却処理が多い日本では、プラスチック削減に向けて「3R（リデュース、リユース、リサイクル）＋Renewable」を基本原則としている。3R＋Renewableにはそれぞれ数値目標が掲げられている。

リデュースはプラスチックごみの量そのものを減らすことである。製造過程で使用するプラスチックを減らすことや廃棄物の発生を抑制することなどが当てはまる。リデュースの数値目標は、「2030年までに、使い捨てプラスチック製品の排出をこれまでの削減分も含めて全体で25%抑制する」ことである<sup>5</sup>。

リユースは廃棄せずに繰り返し使うことである。シャンプーやリンスの詰め替え製品を使用することなどが当てはまる。

リサイクルは、ごみとして捨てるのではなく、資源として再利用することである。回収したペットボトルを溶かし、新しいペットボトルをつくることなどが当てはまる。

リユースとリサイクルの数値目標は、「2025年までにプラスチック製容器包装や製品のデザインを、リユース可能またはリサイクル可能なものにする」「2030年までに容器包装の6割をリユースまたはリサイクルする」「2035年までに使用済プラスチックを100%有効利用する」の三つとなっている。

Renewableは、石油のような枯渇性資源から、リサイクルによって得られる再生材やバイオマス

プラスチックなど、再生可能な資源に転換していくことである。3Rと重なる部分もあるが、Renewableを加えることで、資源の利用をより持続可能なものにしようとするものである。Renewableの数値目標は、「2030年までに再生利用を倍増する」「2030年までにバイオマスプラスチックを約200万トン導入する」となっている。

## 2 プラスチックを代替する新素材

### (1) 代替素材の必要性

3Rは廃棄物削減の基本であるが、プラスチックの場合、完全にリユースやリサイクルすることは難しい。例えば、飲料用ペットボトルのリサイクルは比較的容易であるが、納豆やマヨネーズなどの容器は洗浄に手間がかかり、リサイクルしづらい。廃棄物には、毒劇物を入れていたプラスチック容器もあり、用途ごとに分別しないと安全にリサイクルできないという問題もある。

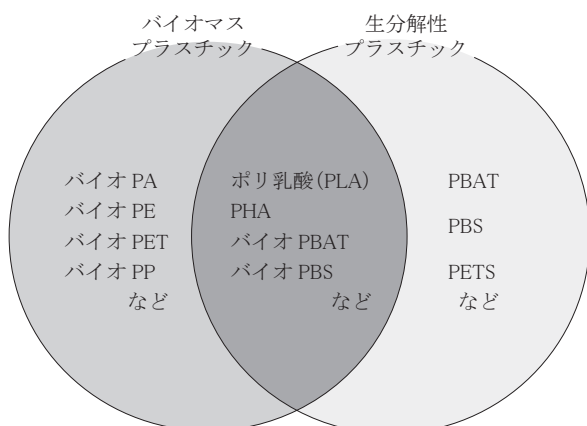
そもそもプラスチックには多くの種類があり、それぞれ物性が異なるので、リサイクルするには同じ種類のプラスチックごとに分ける必要があるが、外見から区別することは難しい。正しく分別できたとしても、元のプラスチックと同じ品質には戻せない。そのため、プラスチックのままリサイクルしても、用途はごみ袋やレジ袋などに限定されてしまう。分解して化学原料にするケミカルリサイクルもあるが、プラスチックの原料に戻す技術は、ペットボトルを除くと、まだ確立されていない。リユースも、容器の洗浄や、かすれた字を印刷し直すのにコストがかかる。また、容器がへこんだり割れたりすれば再使用できない。

従って、資源の使用量を減らし、廃棄物の発生を軽減するリデュースがプラスチック削減を進め

<sup>4</sup> 環境省のホームページ (<https://www.env.go.jp/press/106866.html>)。

<sup>5</sup> 各社・各団体が基準年を設定し、それと比較して2030年までに25%の排出抑制を目指すもの。

図-3 バイオプラスチックの種類



資料：環境省「バイオプラスチックを取り巻く国内外の状況」(2020)

るうえで最も重要だと考えられる。ただ、プラスチックをまったく使わないということはできないし、プラスチックを使用していればマイクロプラスチックは必ず発生する。回収網から漏れてしまうごみもある。何より、いずれ石油は枯渇してしまう。そこで、リデュースを補う Renewable が必要になる。

再生可能な資源の典型は、紙や木など天然素材である。プラスチック製カップを紙製カップに、食品包装フィルムを紙製の包装紙に、プラスチック製ストローを紙製ストローや麦わらストローにといった取り組みを行う企業も増えている。だが、プラスチックに比べて加工しにくい、コストがかかる、燃えやすいといった問題があり、天然素材で代替できるのは、プラスチック製品の一部に限られる。

プラスチック削減には、軽くて丈夫で加工しやすいというプラスチックの特長をもち、かつ再生可能な新しい素材の開発が欠かせない。そこで、世界中で開発が進められているのがバイオプラスチックである。

## (2) バイオプラスチック

### ① バイオプラスチックとは何か

バイオプラスチックは、微生物によって分解される「生分解性プラスチック」と、木や植物などバイオマスを原料とした「バイオマスプラスチック」の総称である(図-3)。

生分解性プラスチックは「プラスチックとしての機能や物性に加えて、ある一定の条件の下で自然界に豊富に存在する微生物などの働きによって分解し、最終的には二酸化炭素と水にまで変化する性質を持つプラスチック」のことである<sup>6</sup>。生分解性プラスチックは微生物によって分解されるため、堆肥化施設で処理されるのが一般的である。

生分解するものであれば、植物由来でも石油由来でも生分解性プラスチックに該当する。生分解性プラスチックの用途には農業資材のマルチフィルムや土木資材の植生ネット、生ごみや食品残渣<sup>ざんさ</sup>の回収袋、食品用の包装フィルムなどがある。

生分解性プラスチックは土壌では生分解が進むが、海水中では生分解されない。そのため、海水中で生分解するプラスチックも開発されている。これを「海洋生分解性プラスチック」という。漁具やレジ袋などに使われている。

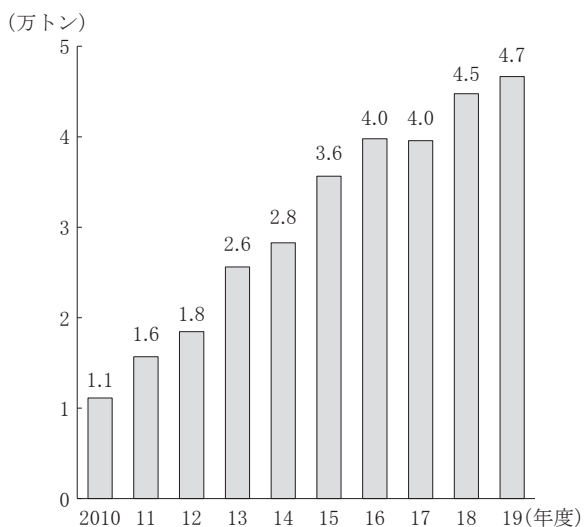
バイオマスプラスチックは、サトウキビやでんぷんなど「再生可能なバイオマス資源を原料に、化学的または生物学的に合成することで得られるプラスチック」を指す<sup>7</sup>。バイオマスプラスチックを焼却処理した際、排出される二酸化炭素の量は原料となる植物の成長過程で吸収した二酸化炭素の量と同じである。つまり、温室効果ガスの排出量と吸収量を均衡させるカーボンニュートラルに該当する。バイオマスプラスチックの利用が進めば、地球温暖化の防止に役立つとされる。

実用化されているバイオマスプラスチックとし

<sup>6</sup> 日本バイオプラスチック協会 (JBPA)「バイオプラスチック概況」(2020) p.5

<sup>7</sup> 日本バイオプラスチック協会 (JBPA)「バイオプラスチック概況」(2020) p.5

図-4 国内のバイオプラスチック出荷量の推移



資料：日本バイオプラスチック協会（JBPA）「バイオプラスチック概況」（2020）

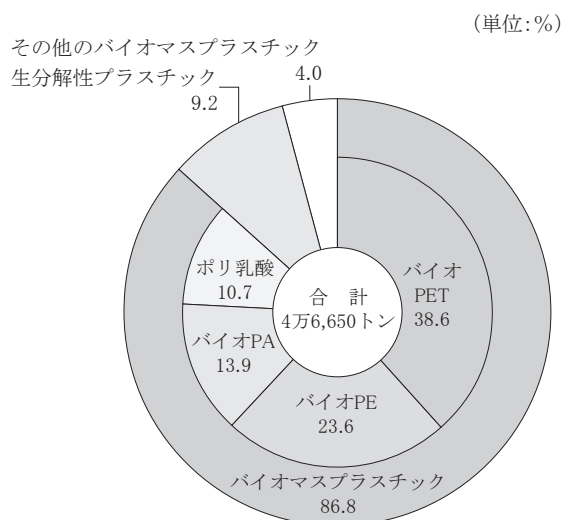
（注）原資料はトン単位だが、百トン以下を四捨五入し、万トン単位とした。

ては、ポリ乳酸やバイオポリエチレン（バイオPE）が知られている。ポリ乳酸はトウモロコシやサトウキビなどのでんぷんや糖からつくられる。ポリ乳酸もバイオPEも、用途は容器包装、衣料繊維、電気・情報機器、OA機器、自動車部品など幅広く、今後の普及が期待されている。ただ、両者とも石油由来のプラスチックと同様に、原料の大半をブラジルなど外国から輸入しているという問題がある。

## ② バイオプラスチックの現状と課題

日本バイオプラスチック協会（JBPA）によれば、国内のバイオプラスチック出荷量は、ほぼ一貫して増加基調にある（図-4）。2019年度の出荷量の内訳をみると、バイオマスプラスチックが4万500トン<sup>8</sup>で9割近くを占めており、生分解性プラスチックは4,300トン、部分的にバイオマス由来である「その他のバイオマスプラスチック」

図-5 2019年度国内のバイオプラスチック出荷量の構成比



資料：図-4に同じ

は1,850トンとなっている（図-5）。ただし、国内のプラスチック出荷量は約1,100万トンとされており<sup>9</sup>、バイオプラスチックのシェアはプラスチック全体の約0.4%にすぎない。

バイオプラスチックは環境にやさしい素材であるが、問題もある。まず、石油由来のプラスチックに比べて価格が高いことだ。特にバイオマスプラスチックは高価であり、一般的なプラスチックに比べて、ポリ乳酸が2倍から3倍、バイオPEが約3倍となっている<sup>10</sup>。

その理由として、バイオマスプラスチックは植物を原料としており、その調達が効率的ではないことや、生産工程が複雑であることが挙げられる。食用や家畜の飼料用の植物を原料とするため、食料需給と競合する可能性も指摘されている。今後は、原料を大量生産できるような画期的な触媒技術の発明や非可食植物を原料とする技術の開発が必要になる。

また、バイオプラスチックは従来のプラスチック

<sup>8</sup> JBPAは、バイオマスプラスチックと生分解性プラスチックの両方の性質をもつポリ乳酸を、バイオマスプラスチックに分類している。日本ではまだ堆肥化施設が少なく、分解処理されることは少ないためである。

<sup>9</sup> 日本プラスチック工業連盟「プラスチック原材料生産実績（確定値）」より算出。

<sup>10</sup> 環境省・経済産業省・農林水産省・文部科学省「バイオプラスチック導入ロードマップ～持続可能なプラスチックの利用に向けて～」(2021) p.6、9

クに比べて物性の劣るものが多い。特に生分解性プラスチックは、自然界で分解するように設計されているので、どうしても物質としての安定性に欠ける。例えば、ポリ乳酸は結晶化させないと耐熱性や耐久性が低いのだが、結晶化しにくいという特徴がある。流動性が低いという欠点もあり、これまでと同じ成形方法では実用的な製品をつくることができない。

このように、バイオプラスチックは依然として開発途上にある。研究開発が進んで、一部の欠点は解消されつつあるが、石油由来のプラスチックほどには普及が進んでいないのが現状である。

### (3) バイオプラスチック以外の取り組み

例は少ないが、プラスチックに環境負荷の小さい別の物質を加えることでプラスチックの使用を

減らす取り組みもある。例えば、石灰石や紙など従来からある素材をプラスチックに混ぜた新素材が製品化されている。

石灰石を原料とする新素材は、石灰石に含まれる炭酸カルシウムなどの無機物とプラスチックを混ぜ合わせたものである。石灰石は石油に比べて資源が豊富にあるとされ、国内調達も可能である。また、焼却処理の際に排出する二酸化炭素の量が石油由来のプラスチックに比べて少ない。プラスチックの特長も維持しており、代替素材として注目されている。

次章では、代替素材の開発や実用化に取り組んでいる中小企業を4社取り上げる。バイオプラスチック製品の成形加工の実態や代替素材の普及への取り組みについて具体的にみていくことにする。

## 第2章 中小企業の取り組み事例

第2章では、代替素材の開発や実用化に取り組んでいる中小企業を4社紹介する。ヒアリングは、2021年の6月から8月にかけて実施した。

ここでは、既存のバイオプラスチックがもつ欠点や問題点を解決し、実用化に取り組んでいる企業2社と、既存のバイオプラスチックの問題解決に向けて、自ら代替素材を開発し普及に取り組んでいる企業2社を紹介することとする。

前者の1社目は、千葉県市川市の(株)平和化学工業所である。食品や化粧品などに使われるプラスチック容器のブロー成形を専門にしており、プラスチックごみが世界的に問題とされ始めた1980年代から生分解性プラスチック製品の開発に取り組んでいる。独自の積層技術を開発し、生分解性プラスチックを主原料とする容器の強度や耐久性を実用に耐えられる水準にまで向上させた。近年は、大手素材メーカーと共同で、生分解性プラスチック以外の代替素材を使った製品の開発も進めている。

前者の2社目は、愛知県名古屋市の(株)キラックスである。包装資材の総合商社であるが、生分解性プラスチックフィルムの開発・製造も手がけている。耐久性が低いとされる生分解性プラスチックの欠点をカバーするべく、開発を進め、複数のプラスチックを組み合わせることで生分解性プラスチックを使った製品の強度を高めた。また、添加剤の開発により、生分解性プラスチックの分解速度の調整も可能にした。これまでに生分解性ご

み袋やレジ袋、食品用フィルム包装、林業の目印テープなどを開発し、商品化している。2021年には、海洋生分解性プラスチックレジ袋の商品化に日本で初めて成功した。

後者の1社目は、神奈川県川崎市の(株)事業革新パートナーズである。金型・素形材業界の中小企業を対象とするコンサルティング会社だが、2016年からバイオプラスチックの素材開発に着手し、ヘミセルロースを使ったバイオプラスチックとその成形方法の開発に成功した。ヘミセルロースは植物の細胞壁を構成するありふれた物質であり、廃棄物からも抽出できる。原料を輸入に頼るポリ乳酸などと異なり、国内で調達できる。この技術を生かし、同社は国内の廃棄物や地域の未利用資源を使ったバイオプラスチックの開発に取り組んでいる。

後者の2社目は、東京都渋谷区の(株)環境経営総合研究所である。古紙や廃棄紙を材料に微細な紙の粉末を開発した。これをプラスチックに混ぜることで、プラスチックの長所を生かしつつリデュースを実現できる。この粉末を混ぜたプラスチックは燃えるごみとして処分が可能なおうえ、焼却処理した際の二酸化炭素排出量は従来のプラスチックよりも少ない。さらに、既存の設備と技術で成形加工でき、すぐにプラスチックの使用量削減が実現できることから、国内外の大企業で採用が進んでいる。



## 事例1 (株)平和化学工業所

- 各種プラスチック容器を60年以上製造
- 独自の積層ブロー成形技術でバイオプラスチックの欠点をカバー

代表者 畠山 和幸 (はたけやま かずゆき)  
創業年 1957年  
資本金 1,000万円  
従業員数 40人

事業内容 各種プラスチック容器の製造  
所在地 千葉県市川市  
URL <https://www.heiwakagaku.com>

### 容器製造に欠かせない積層ブロー成形

(株)平和化学工業所は、化粧品や薬品、食品を入れるボトルなど各種プラスチック容器のメーカーである。積層ブロー成形を得意とし、受注先の要望に応じてさまざまな機能をもった容器を生産している。

ブロー成形とは、ペットボトルなどプラスチック容器をつくる際に用いられる加工方法である。吹きガラスの製造方法を応用したもので、型に入れた樹脂の内側に空気を吹き込むことで容器を成形する。プラスチック容器は、なかに何を入れるかによって求められる容器の機能が異なる。例えば、マヨネーズは酸化しやすいため、外部からの酸素を透過しにくい容器が求められる。また、内部の水分が蒸発することも防がなければならないし、強度も必要だ。コストがかかりすぎてもよくない。これは1種類の樹脂によるブロー成形では実現できない。

そこで、複数の樹脂を重ね合わせる積層ブロー成形が必要になる。これにより、マヨネーズなど飲食料品を保存するボトルには、内容物を劣化させず、水分や油分、臭気、ガスなどが透過しないようバリア機能を、薬品用ボトルには薬品が溶け出さないよう耐薬品性を、それぞれもたせることが可能になる。ただし、樹脂によって融点や粘度は異なる。層が増えるほど、1回のブロー成形で均一に成形するのが難しくなる。同社はこの技術に長けている。

バイオプラスチック製容器の開発でも、この積層ブロー技術が生きている。バイオプラスチックは石油由来のプラスチックに比べて物性が劣る。例えば、植物由来のバイオマスプラスチックは、水分を透過しやすく、液体を保存する容器には不向きとされていた。この問題を、同社は水分を通しにくいポリオレフィン樹脂と積層することで解決した。同様に、ガスバリア性や耐薬品性のある容器の製造にも成功する。また、バイオマスプラスチック以外の生分解性プラスチックやリサイクル材を主原料とするボトルを製造することもできるようになった。

このようにさまざまな容器の開発を進めた結果、今では、環境負荷の小さいプラスチック容器が同社の主力製品となっている。2022年には東京都江戸川区に新工場が竣工予定である。

### 親子げんかでの一言が開発のきっかけに

同社が生分解性プラスチックボトルの開発に着手したのは、日本でポリ乳酸の量産が始まる前の1980年代である。まだ生分解性プラスチックが世界的に認知されていない頃から、いち早く開発を始めたのには理由があった。

きっかけは、親子げんかでの一言だった。畠山和幸社長の娘さんが、畠山社長とのけんかの最中に「毎日ごみになるものをつくっているくせに」と言い放ったのである。衝撃を受けた畠山社長は、少しでも環境に配慮したプラスチック容器をつくれなにかと思ひ立ち、開発を始めた。

当時、英国のICI社が生分解性プラスチックの一種であるポリヒドロキシアルカン酸（PHA）を開発していた。畠山社長は自ら渡英し、ICI社に素材の利用を申し入れ、生分解性プラスチック製品「Biopol」<sup>バイオボール</sup>の製造に携わることになった。試作品を提供し、実際に製造を開始したが、Biopolは高価で、かつ独特のにおいがするため用途が限られ、結局普及しなかった。

だが、同社は生分解性プラスチックを使った容器の開発を諦めなかった。最も苦労したことはどうやって積層するかである。バイオプラスチックとポリエチレンなど従来の樹脂は、組成上、接着させることが難しい。接着剤が必要になるが、適当なものがなかったのである。

畠山社長の息子で現常務の畠山治昌さんは、市販の接着剤を買い込んで調査し、試行錯誤を繰り返した。数年後、ようやく接着剤に適した材料と配合率が見つかり、接着性プラスチックとして使うことで積層が可能になった。また、層の数が増えても肉厚にならないよう、各層の厚みを調整する技術も開発した。これにより、従来のプラスチック容器と同じ厚みのバイオプラスチック容器を成形できるようになり、2009年に製品化した。

### 共同開発のパートナーが受注先を開拓

2000年に同社の生分解性プラスチックボトルが中小企業創造活動促進法の認定を受けたこともあって、同社の積層ブロー成形技術は、大手素材メーカーや商社の目に留まり、共同開発や協力の依頼が舞い込んできた。

他企業と共同でボトルを開発するのは手間もかかるが、自ら営業活動をせずとも受注先を開拓できるメリットがある。ボトルの開発に携わった素材メーカーは、大手容器メーカー、あるいは容器のユーザーである化粧品会社や食品会社にバイオプラスチックの容器を売り込む。このとき、同社がつくった試作品が見本として利用される。化粧



畠山治昌常務

品会社や大手容器メーカーが、売り込んだ素材を採用すれば、新しいバイオプラスチックボトルが世の中に出る。

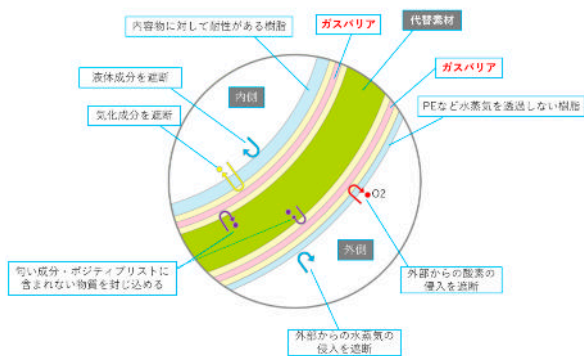
一見すると、せっかく同社で開発したボトル容器の仕事を大手容器メーカーに取られてしまっているかのように思える。だが、同社には大手容器メーカーが対応できない、数千本、数百本といった小ロットの受注が来る。多品種少量生産は同社が得意とするところだ。

特に、化粧品や医薬品の業界では、小ロット生産の仕事が少なくない。例えば、化粧品は高級品ほど販売個数が少なくなる。当然、容器の発注も小ロットになる。ただし、値引きの要求はあまり厳しくない。高級品の価格は高いので、メーカーには容器にお金をかける余裕があるからだ。

また、高級品をつくるメーカーには、環境に配慮したものづくりを社外にアピールしている企業が多い。そのため、生分解性プラスチックを使った容器が従来のプラスチック製容器に比べて高価であることを受け入れてくれる。同社にとっては小ロットの発注の方が好都合なのだ。

### プラスチックを素材や用途で使い分ける

開発当初は生分解性プラスチックボトルに注力していた同社であるが、現在はバイオマスプラスチックやリサイクル材を使った容器も手がけている。近年は、使用済みのコーヒー豆や茶葉、ブド



独自に開発した積層構造

ウの皮、もみ殻など未利用バイオマスを混ぜたプラスチックのボトルも試作している。なぜ、同社はさまざまな素材を使った容器の開発に取り組むのだろうか。それは、特定の素材に頼っていたのではプラスチックごみの問題や地球環境問題を解決することができないからである。

例えば、生分解性プラスチックで解決できるプラスチックごみの問題は一部にすぎない。日本では、原則としてごみは焼却処理される。生分解性が求められるのは、農業や漁業で使う資材や不法投棄されやすい容器包装などに限られる。また、生分解性プラスチックが普及すると、どうせ分解するのだからと、かえって不法投棄が増える可能性もある。分解するという、本来は好ましくない物性があるために、機械部品など長期間使用するものには使えないし、在庫管理も難しい。

バイオマスプラスチックはどうだろうか。国内でよく使われているバイオマスプラスチックの一つは、バイオポリエチレン（バイオPE）である。バイオPEの原料はブラジルのサトウキビであり、増産するにはサトウキビ畑を増やさなければならない。畑を増やすために森林の伐採が進めば、かえって地球環境が悪化してしまうかもしれない。畑の作物を原料にする限り、バイオマスプラスチックには同じ問題がつきまとう。

このように、ただ生分解性プラスチックやバイオマスプラスチックに切り替えればよいというわ



開発したプラスチック容器がずらりと並ぶ

けではない。石油由来のプラスチックは、当面、使い続けなければならない、そのリユースやリサイクルも欠かせない。だから、同社では回収したプラスチックを主材料にした容器も手がけているのである。多くの種類があり、さまざまな用途があるプラスチックを、原材料としてリサイクルすることはなかなか難しいが、リサイクル材の層を未使用のプラスチックの層で挟めば、容器として問題なく使える可能性が高い。

プラスチック問題を解決するには、どれか一つの素材、一つの手法に頼るのではなく、さまざまな素材と手法を組み合わせたり、使い分けたりしていくことが重要なのである。

### どのような素材でも成形できる技術を開発

用途や求められる機能に応じて、各種のバイオプラスチックを使い分けたり、リサイクル材を使ったりするといっても、受注のたびに機械をセットするのは面倒である。そこで、治昌常務は主材料が生分解性プラスチック、バイオマスプラスチック、リサイクル材のどれであっても、あらゆる用途に対応できる、6種9層の成形方法を考案した。

具体的には次のとおりである。まず、生分解性プラスチックやリサイクル材など代替素材を中心に配置し、容器の最も内側の層には、耐薬品性があり、かつ食品衛生法や、「医薬品、医療機器等



の品質、有効性及び安全性の確保等に関する法律」、いわゆる薬機法など法律に適合したプラスチックを使う。最も外側の層には水蒸気を通さないプラスチックを使う。外側の層と代替素材、内側の層と代替素材の間には、それぞれガスバリア性のあるプラスチックを配置し、内容物の気化や酸化を防ぎ、バイオマスプラスチックに特有の臭気もブロックする。各層は接着性プラスチックではりつける。接着層を合わせて合計9層になる。

治昌常務は、この6種9層の成形加工ができるように、ある成形機メーカーの協力を得て、材料の押出機を6台接続したブロー成形機も開発した。未利用バイオマスなど、新しい素材でボトルをつくる際は、この成形機で試作している。成形機にトラブルがあっても自前で修理でき、改良も加えられるため、他社と共同でボトルを開発するときも重宝している。

これまでのプラスチック成形メーカーは、決まった素材を決まった形に成形加工する受注生産体制が当たり前だった。だが、同社はプラスチック削減に向けて、自ら環境に配慮した代替素材の製造開発に挑戦し、プラスチックボトル容器の多様化を見据えた舵取りを進めている。

### 対外的な説明の難しさ

先進的な技術をもつ同社であるが、バイオプラスチックを使ったボトルの「対外的な説明」には苦労している。メーカーの担当者は、バイオプラスチックの専門的な知識をもっているわけではないため、製品の安全性についてなかなか理解を得られないこともあるという。

バイオプラスチック製品の安全性を示すものとしては、日本バイオプラスチック協会の「バイオマスプラマーク」「生分解性プラマーク」「生分解性バイオマスプラマーク」、一般社団法人日本有機資源協会の「バイオマスマーク」という認証制度がある。



6種9層の積層ブロー成形機

こうした認証制度は、バイオプラスチック製品であることを識別しやすくし、消費者の利用を促進するために設けられたものであるが、どの制度も発がん性や毒性がないこと、関連する法規や規格に適合するプラスチックであることが認証の条件である。これらのマークがついていれば、バイオプラスチック製品の安全性は保証されているといえる。

問題は、用途によって製品に求められる安全性の水準は異なるのに、用途ごとの基準が明確とはいえないことだ。例えば、食品用の器具や容器包装については、食品衛生法で使用できる原材料が細かく決められている。化粧品の容器も、規制する法律はないが、一般には食品衛生法に準じて使用できる材料が決められている。一方、食器用洗剤や消臭剤など日用品の容器については、明確な安全基準がない。

「食品の容器・包装や化粧水の容器の安全基準が厳しいのは当然だが、化粧品でもハンドソープのようにすぐに水で洗い流すものまで食品用と同じ安全性を求めるのは厳しすぎるのではないか。逆に、日用品ならどのような素材を使ってもよいというわけではない。これからも次々と開発されるだろうバイオプラスチックやリサイクル材の利用を普及させるには、安全基準の見直しや明確化が必要だ」と治昌常務は考える。

## 事例2 (株)キラックス

- 企画から製造までこなす包装資材の総合商社
- 日本で初めて海洋生分解性プラスチックのレジ袋を製品化

代表者 吉良 伸一（きらしんいち）  
創業年 1965年  
資本金 8,000万円  
従業員数 225人

事業内容 食品用包装資材の製造・販売  
所在地 愛知県名古屋市  
U R L <https://www.kiracs.co.jp>

### 愛知万博をきっかけに生分解性ごみ袋を開発

(株)キラックスは包装資材の総合商社である。食品用の包装資材をはじめ、ラミネート加工品、ガラス曲げ加工品、物流資材の製造と販売を手がけている。独自の防湿・防水包装材料など自社製品の開発も積極的に行っている。同社の主力商品である包装資材にはプラスチックが多く使われている。包装資材はプラスチックごみ問題の中心にあり、同社も環境に配慮した製品づくりに取り組まざるを得ない状況にある。

同社が生分解性プラスチック製品を開発するきっかけとなったのは、2005年に日本で開かれた万国博覧会（以下、愛知万博）である。2004年3月、経済産業省が一般財団法人バイオインダストリー協会を經由して、愛知万博で使用する生分解性ごみ袋を公募すると発表した。公募期間は2004年の9月から10月で、公募の条件は「ごみ袋に植物由来の物質が30パーセント以上含まれていること、すべて生分解すること、袋として強度があること、堆肥化したときに有害物質が発生しないこと」であった。

包装資材を販売していくには、環境に配慮した製品をつくる必要があると考えていた同社にとって、絶好のタイミングで行われた公募であった。また、愛知県で開催される万博に、地元企業として採用にこぎ着けたいとの思いもあった。同社は2004年6月に商品開発部を設置し、すぐさま生分解性ごみ袋の開発に取りかかった。

### 研究設備が整わない環境のなかで

生分解性ごみ袋の開発には、商品開発部の部長である野呂正孝さんが大きく貢献した。野呂部長は、同社に入社するまでの31年間、大手化学メーカーで生分解性プラスチックなど高分子材料を研究してきたエキスパートである。野呂部長が勤務していたメーカーは同社の仕入先であった。自宅から通勤可能な場所で研究を続けたいと考えていた野呂部長が、吉良伸一社長に相談した結果、同社へ入社することになったのである。

商品開発部が発足した当初、同社には生分解性ごみ袋を開発する実験装置や検査機器など研究設備がなかった。そこで、野呂部長の前の職場や野呂部長が前職で懇意にしていた取引先の研究室を借りて開発を進めた。野呂部長の知見と技術のおかげもあり、部を設置してから数カ月で公募条件を満たす生分解性ごみ袋を開発できた。そして、大手化学メーカーやフィルムメーカーなど約30社が応募するなか、同社の生分解性ごみ袋が採用されたのである。この採用を契機に、生分解性プラスチック製品の開発が本格化した。

### 複数の素材を組み合わせる製品化

数カ月で生分解性ごみ袋の開発に成功した同社であるが、生分解性ごみ袋を製品化する道のりは決して平坦ではなかった。

愛知万博では採用されたものの、生分解性ごみ袋を量産するとなると問題があった。同社には生

分解性プラスチックを成形加工できるフィルム成形機がなく、量産する過程でどのような問題が生じるかを予見することができなかった。生産委託先でトラブルが起こって初めて、問題に気づくことも多かった。

例えば、夏に生分解性ごみ袋を製造するとフィルム同士がくっついてしまうため、不良品が多数発生する。早朝から夜の8時まで工場を稼働しても、十分な製品がつかれなかったこともあったという。生分解性プラスチックは結晶化速度が遅く、成形に時間がかかるからである。愛知万博ではごみ袋の納入数が少なかったため、多少のトラブルがあっても切り抜けられたが、製品化するとなると小さな問題も無視できない。

さらに、実際に使用してみると、ごみ袋が重みで破れやすいという問題も出てきた。こうした問題を解決し、一定の品質で量産できるよう、複数の生分解性プラスチックを組み合わせることで改良を加えた。例えば、ポリ乳酸と、石油由来だが生分解性と柔軟性をもつ、ポリブチレンアジペートテレフタレート（PBAT）を組み合わせると、ポリ乳酸の欠点である耐熱性や耐衝撃性を改善できる。これをごみ袋の原料にして、破れにくいごみ袋が完成した。

このように、同社の生分解するごみ袋やレジ袋、林業で使われる目印テープは、3～6種類の素材を組み合わせられてつくられている。なお、目印テープとは、木を切り倒す際に目印として木に結んだり、森林調査で立ち入るエリアを区切ったりするために使われるものである。

量産するには生分解性プラスチックの性質を理解した従業員も必要だった。そこで、野呂部長が講師になって生分解性プラスチックに関する勉強会を開いた。また、機械加工を行う従業員から、どういった条件で成形機に不具合が生じるのかをヒアリングし、成形温度や素材の配合割合などを一つ一つ検証し改善を重ねた。



吉良伸一社長

### 性能を補強する添加剤

生分解性ごみ袋やレジ袋を販売すると、一部のユーザーから「レジ袋やごみ袋を滑りやすくしてほしい」「生分解する速度を緩めることができないか」といった要望が出てきた。いずれも、プラスチックを組み合わせるだけでは対応できず、新たに添加剤の開発を始めた。実際に生分解するかどうかを検証する必要があるため、添加剤の開発には約5年を費やした。

基本となる添加剤には、袋が滑りやすくなる機能がある。また、温度や湿度、雨風などの気候変化に対する耐久性を強化する機能や、生分解の速度を制御する機能など、用途や要望に応じて性能を補強できる添加剤も開発した。

実際、添加剤を使って9～12カ月の間は生分解しないごみ袋やレジ袋を製造し、これらの製品は国内の自治体や企業で利用されている。また、欧州向けの輸出に際し、3年近く生分解しない包装資材をつくってほしいとの要望を受け、分解速度の遅い包装資材を納品したこともある。

### 海洋生分解性プラスチックレジ袋の開発

添加剤の開発により、土壌で生分解するプラスチックについては製品化に成功した。次に、同社は海洋プラスチックごみ問題に対応するため、海洋生分解性プラスチック製品の開発を始めた。



生ごみ用生分解性袋



日本初の海洋生分解性袋

開発を始めた当時は、2015年に、英国でプラスチック製レジ袋の有料化が始まったことを契機に、欧州諸国では次々にプラスチック製レジ袋の有料化や使用禁止が決定していた。そして、日本国内でも、プラスチック製レジ袋の有料化に向けた準備が進められていた。同社は今後を見据えて海洋プラスチックごみ問題を解決できる代替素材の開発が必要になると考えたのである。

開発の目標は、世界で最も審査基準が厳しいTÜV AUSTRIAの認証を取得することであるが、その第一歩として「30℃の海水中で1年以内に90%以上が生分解されること」とした。海洋生分解性プラスチックの規格には、ISO22403の「海水中で2年間に90%以上が生分解されること」があるが、同社はこの基準よりも厳しく、より実用的な分解期間を設けて開発に踏み切ったのである。

開発に当たっては、三菱ケミカル(株)が開発した「バイオポリブチレンサクシネート (BioPBS)」を使用し、三菱ケミカル(株)の協力を得ながら研究を進めた。BioPBSは、1,4-ブタンジオールとトウモロコシなどから抽出したコハク酸を調合したバイオマスプラスチックで、生分解性がある。ポリ乳酸に比べて、別のプラスチックや繊維と混ざりやすく、耐熱性もある。ごみ袋や包装容器、文房具での利用が期待されるバイオプラスチックである。

約3年の研究を経て、2021年に海洋生分解性プ

ラスチックレジ袋の開発に成功した。ISOに準拠した試験では、目標どおり、30℃の海水中で1年以内に90%が生分解したと評価されている。同年4月、大分県中津市のスーパーで、日本で初めてレジ袋として採用された。

### 生分解性プラスチック製品の現状

生分解性プラスチック製品を次々に開発してきた同社だが、いずれも大量に売れているわけではない。生分解性プラスチック製品をきちんと水と二酸化炭素に生分解させるには、土壌や堆肥に埋めなければならない。そのため、現在同社のレジ袋やごみ袋を購入しているのは、堆肥化施設のある数十カ所の自治体だけである。生分解性プラスチック製品の普及には、堆肥化施設の増設や自治体の協力が不可欠なのである。

ただし、堆肥化施設がない地域であっても、同社の製品を使うメリットはある。例えば、同社の生分解性ごみ袋は、燃やすのに必要な熱量が石油由来のプラスチック製ごみ袋よりも小さい。それだけ、プラスチックごみの焼却処理に必要な燃料を節約できる。

また、一般的なバイオマスプラスチックと比べて、二酸化炭素の排出量を削減できる。2020年にプラスチック製レジ袋が有料化されてからは、国内で無料配布されているレジ袋の多くは、バイオマスプラスチックの一つである、バイオポリエ



チレン（バイオPE）からつくられている。バイオPEのレジ袋は燃焼すると1g当たり3.1gの二酸化炭素が発生する。一方、同社の生分解性プラスチックレジ袋は、1g当たり2.0gの二酸化炭素の発生で済む。同社の製品は「脱炭素」に役立つのである。

それでも売れ行きが良くないのは価格が高いからである。生分解性プラスチックは原料が高く、製品は石油由来のプラスチックに比べて3倍の価格になるという。製品の価格は生産規模が拡大すれば、ある程度下げることができる。だが、現状は生分解性プラスチック製品の需要が小さく、価格を下げるほどの量産は難しい。

### 普及に向けた取り組み

そこで、同社はユーザーや消費者の意識を変えようと、ブログや展示会で情報発信するよう心がけている。特にブログには力を入れており、毎月2〜3回の頻度で更新している。例えば、2020年6月には「レジ袋有料化から海洋生分解性プラスチックを考える」というテーマで、プラスチック製レジ袋が有料化された背景や、有料化の対象外になる環境にやさしいレジ袋について丁寧に紹介している。ほかにも、食品包装資材ランキングBEST5や新製品の折り畳み式業務用保冷ボックス、SDGsの取り組みで企業ができることなど、内容は同社の事業紹介から、環境に配慮した製品の紹介、環境問題への取り組み事例まで多岐にわたる。写真や用語解説を交え、消費者にもわかりやすい記事にするよう徹底している。



2019年に新しく建て替えられた本社

また、東京ビッグサイトで開催される「エコプロ」（2016年までは「エコプロダクツ展」）に毎年参加している。エコプロは環境に配慮した製品や技術、サービスに関する展示会で、環境分野での展示会としては国内最大規模である。

この展示会は、基本は業者向けであるが、子ども向けの展示もあることから、より多くの企業や消費者に同社の製品を見てもらう機会と考え、出展している。これまでの参加回数は10回を超え、実際に展示会に来場した企業から注文を受けたこともある。そこで良い評判が生まれれば、自然と注文が増える。もちろん、既存のユーザーに対して新製品の紹介を行うなど、地道な営業活動も欠かさない。

同社は今後も、生分解性・海洋生分解性プラスチック製品の開発を進めていく。化粧品の生分解性フィルム包装の開発など、袋以外に用途を拡大していく方針である。同様の考えをもった企業があれば積極的に共同開発し、市場を広げていきたいと考えている。

### 事例3 (株)事業革新パートナーズ

- 金型や素形材分野の中小企業を支援するコンサルティング会社
- 国内で調達可能な新素材を使ったバイオプラスチックを開発

代表者 茄子川 仁 (なすかわ じん)  
創業年 2009年  
資本金 4,000万円  
従業員数 10人

事業内容 コンサルティングサービス、新材料の開発  
所在地 神奈川県川崎市  
U R L <https://bipc.co.jp>

#### 金型・素形材分野に特化

(株)事業革新パートナーズは、2009年創業のコンサルティング会社である。金型メーカーとプラスチックの成形など金型を使う素形材メーカーに特化して中小企業の支援を行っている。具体的には、海外での工場設立や顧客獲得を目指す中小企業に対して、海外展開をサポートしている。また、市場調査や販路開拓、人材育成、海外企業とのコーディネートなども行っている。

2010年度と2011年度には、茄子川仁社長が「金型ジャパンブランド戦略策定プロジェクト」の専門家委員に選出され、同社も一般社団法人日本金型工業会から金型ジャパンブランドプロジェクトの総合プロデューサーに任命されている。

同社が金型や素形材分野に特化したのには理由がある。金型・素形材産業は日本の製造業を下支えし、ものづくりの技術力とノウハウが凝縮されている。だが、中小企業には大企業に比べて海外展開支援など競争力を高める支援がなかなか行き届かない。欧米諸外国の金型・素形材産業をみても、放っておくと斜陽産業になる傾向にあるという。日本でも同様の現象が起こることを危惧し、金型・素形材産業全体の底上げを図るべく、支援を開始したのである。

#### 国内で原料を調達できる新素材の開発

素形材メーカーのなかには、バイオプラスチックを使った製品づくりに取り組んでいる企業が少

なくない。しかし、バイオプラスチックのなかで最も知られているポリ乳酸は、原料となるサトウキビやトウモロコシからつくられている。もし、それらの原料価格が上昇すれば、バイオプラスチック製品も値上げせざるを得ないし、原料の生産が減れば、バイオプラスチックの製造も減少する。素形材メーカーの競争力は海外情勢に左右されることになる。また、ポリ乳酸をはじめ多くのバイオプラスチックは、生分解性はあるが、海洋生分解性はない。耐熱性や強度が低く、金型にはりつきやすく、成形不良が起りやすいという欠点もある。

そこで、同社は間伐材や廃材など未利用バイオマスを利用して、新たなバイオプラスチックを開発することを決めた。未利用バイオマスなら、原料を国内で調達でき、輸入に依存しなくても済む。成形しやすい素材を日本で開発できれば、素形材産業の競争力向上にも貢献できる。茄子川社長は、素材に詳しい技術者を採用するため、新たに従業員を募集した。すると、長年ヘミセルロースを研究してきた熟練の技術者から応募があった。同社は、2018年にその技術者を採用し、素材の開発に着手した。

ヘミセルロースとは、植物中に存在する多糖類の総称である。木の種類によって多少異なるが、木材にはセルロースが約50%、ヘミセルロースが約30%、そしてリグニンが約20%含まれている。セルロースは、環境負荷を軽減する素材として大学や大手素材メーカーを中心に研究が進んでおり、

すでにさまざまな用途で利用されている。だが、ヘミセルロースはあまり利用されていない。なぜなら、ヘミセルロースは抽出や加工が難しいからである。

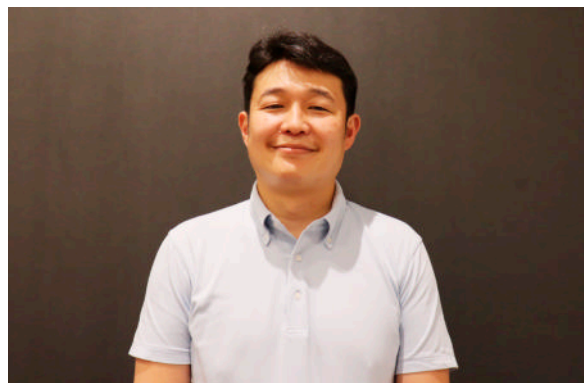
ヘミセルロースは、複数の糖で構成される。植物によって、また同じ植物でも部位によって糖の構成が異なる。この複雑さ故に、研究者の間でヘミセルロースは実用に向かない物質とされてきたのである。

開発当初は、なぜヘミセルロースの実験や研究をしているのか疑問をもたれることも多かったという。だが、「誰もやっていないからこそ、中小企業にもチャンスがある」と考えた茄子川社長は、困難を承知で、ヘミセルロースを使ったバイオプラスチック素材の開発を続けた。

### 「<sup>ヘミックス</sup>HEMIX」の誕生

開発を始めた翌年の2019年には、早くもヘミセルロースからバイオプラスチックをつくる技術を確認し、独自のバイオプラスチックである「HEMIX」が完成した。ヘミセルロースは、マンナンやキシランなど複数の多糖類から成るが、そのどの糖類であっても原料に使える。ただし、ヘミセルロースは吸水性が高く、時間の経過とともに製品が変形したり、強度が下がったりすることがある。そこで、ヘミセルロースの構造の一部を変えたヘミセルロース誘導体を開発した。強度や吸水性が問題になる場合は、HEMIXの原料にヘミセルロース誘導体を使う。また、HEMIXの主原料はヘミセルロースであるが、セルロースやその他の植物由来成分の原料を配合し、強度などを高めることもできる。

HEMIXは、生分解性だけではなく、海洋生分解性があるのも特長である。また、単体でも成形用のプラスチックになるが、ほかのプラスチックと混ぜて使うこともできる。ほかのプラスチックと混ぜることで、価格を下げたり、ヘミセルロー



茄子川仁社長

スの性能を補強したりできる。そのため、HEMIXのラインアップは3種類ある。

一つ目は基本品のスタンダードである。ヘミセルロースと、ポリプロピレンなど石油由来のプラスチックやポリ乳酸などほかのバイオプラスチックを混合する。さらにリサイクルプラスチックや木質粉、石灰石や紙の粉末を混ぜることもできる。生分解性は発揮されないが、二酸化炭素を削減でき、競争力ある製品価格を実現できる。

二つ目は改良品のファーストである。ヘミセルロース誘導体をほかのプラスチックと分子レベルで混合したもので、混合したほかのプラスチックに生分解性を付加する効果がある。スタンダードよりも強度や耐久性、透明度が高く、用途も広い。

三つ目は、ヘミセルロースを中心とした植物由来100パーセントのプレミアで、生分解性もある。土壌や海中など自然環境でも生分解性を発揮することができる。スタンダード、ファースト、プレミアのいずれも、HEMIXに顧客が指定した素材を混合して提供することが可能である。求められる機能や二酸化炭素の削減、生分解性などのニーズに基づき、顧客ごとにカスタマイズした製品開発も行っている。また、量産する際には、いずれの製品も提携している素材メーカーに生産委託を行って実現している。

同社は、HEMIXの製品と成形方法を併せて特許を取得しているが、ヘミセルロースの用途には



3種類の「HEMIX」

研究の余地が大きい。組み合わせる素材に何を選び、どれくらいの量を混ぜれば、どのような特徴をもつのか、その結果どのような製品に向いているのかといった研究を続けている。茄子川社長は、将来は自動車の内装やシート部品から、建設資材、鉄道部品、航空宇宙部品など、より高強度、高耐熱性が求められる用途まで、HEMIXの可能性を広げていきたいと考えている。

### 市場を拡大する取り組み

HEMIXは優れた特徴をもつ製品だが、バイオプラスチックとしては後発であり、知名度が低い。HEMIXの性能をアピールし、需要を生み出す必要がある。その方法の一つが大手素材メーカーとの共同開発である。

例えば、2020年5月から㈱ダイセルと共同で植物由来の物質を使った新素材の開発をスタートした。㈱ダイセルは「酢酸セルロース」など、セルロースを原料とするバイオプラスチックを製造しており、海外にも販路をもつ。両社の技術を組み合わせることで、海洋生分解性がある新たなバイオプラスチックの開発を目指している。

共同開発の結果、バイオプラスチックの性能が向上すれば、バイオプラスチック全体の市場が広がる。ヘミセルロースが有用であることがわかればHEMIXの需要も拡大する。大手企業と手を組むことは素材開発に参入して間もない会社にとつ



共同開発した「東北MONO」のタンブラー

て有効な戦略なのである。

HEMIXの需要を生み出すには、容器や食器として実用できることを具体的に示すことも重要だ。同社は、JR東日本とJR東日本スタートアップ㈱が2017年から実施している「JR東日本スタートアッププログラム」に応募した。これは、JR東日本グループがもつ資源や情報資産を活用したビジネスを支援するもので、実証実験まで行う。

同社が提案したのは「鉄道林間伐材等を活用したバイオプラスチック製品事業化への挑戦」で、2020年度の支援対象として採択された。実証実験は、福島県にある鉄道林の間伐材からヘミセルロースを抽出し、ポリ乳酸と混合しバイオプラスチックのタンブラーを製造するというものである。

このタンブラーは、100パーセント植物由来の成分できており、生分解性も海洋生分解性もある。2021年3月からは、JR東日本が運営するオンラインショップや仙台駅で、JR東日本グループが立ち上げたブランドである「東北MONO」の商品として、1個550円（税込み）で販売され、完売した。実証実験ではあるが、同社にとってはHEMIXを使った初の製品となった。

HEMIXは、石油由来のプラスチックほど安くはない。石油由来の汎用のプラスチックが、1kg当たり200～300円であるのに対し、植物原料から製造する多工程プロセス、量産前のステージであることから、HEMIXは1kg当たり1,000円程度



になる。HEMIX製品を普及させるには、いかにして価格を下げるかが重要になる。大手素材メーカーとタイアップして量産化を進めるとともに、原価を低減する製造プロセスを開発することで、コスト競争力を高めている。

## 廃棄物や<sup>ざんき</sup>残渣を活用

地球温暖化を踏まえて、近年は高くても環境に配慮した素材や製品を使いたいと考える企業や消費者が増えている。SDGsや脱炭素社会が志向されるなかで、バイオプラスチックに目を向ける企業や消費者が増えているのである。

その好例が、ビールメーカーから依頼を受けて行った、大麦の残渣からヘミセルロースを抽出し、バイオプラスチックをつくる実証実験である。

HEMIXの価格を下げるには、原料を安定して調達できることが必要である。毎日ビール工場から大量に排出される大麦の搾りかすは、同社にとって発見だった。ビール工場にとっても飼料以外に搾りかすの使い道ができることになるし、消費者にも環境に配慮した企業であることをアピールできる。

だが、同社にとって、大麦の搾りかすを原料にすることは新たな挑戦でもあった。それまで利用してきた木材からヘミセルロースを抽出する方法が通用しなかったからである。何度もシミュレーションを繰り返し、2020年8月によりやく抽出に成功した。実証実験は、ヘミセルロースを抽出するまでだったが、その後飲料メーカーと連携してビール製造で使用した大麦の搾りかすからヘミセルロースを抽出し、ビールジョッキやタンブラーの試作品を提供した。

ビール大麦の実証実験に成功した同社は、ほか

の植物性の廃棄物や食品の残渣にも目を向ける。これらを利用できれば、バイオプラスチックの原料を輸入に依存しなくてもよくなるし、植物性ごみの削減にもなる。HEMIXの知名度向上も図られるはずだ。現在、もみ殻、大豆、茶葉、コーヒーの豆かす、ホタテの貝殻などさまざまな資源で試作を進めている。

## ごみ処理場とセットで製造拠点づくりを目指す

今後、同社は廃棄物や残渣を活用する技術を中心に、日本各地にバイオプラスチックの製造拠点を設けたいと考えている。具体的には、まず同社がバイオプラスチックの研究開発を担い、廃棄物や残渣から原料を抽出し、バイオプラスチックを製造する「レシピ」と製造設備を開発する。

次に、製造レシピと製造設備を一つのパッケージにして自治体に提供する。自治体のごみ処理場に隣接してバイオプラスチックの製造工場を設ければ、廃棄物から原料を抽出し、抽出した素材でバイオプラスチックを製造する過程が一貫して行える。バイオプラスチックの原料確保とごみのリサイクルを同時に行うことが可能になる。

「廃材や食品廃棄物など、国内には潜在資源が多数ある」と茄子川社長は語る。廃棄物からヘミセルロースを抽出する技術を確立できれば、バイオプラスチックの原料は国内で十分賄える。実現には植物性の廃棄物を排出する農林水産業や飲食料品製造業、ごみ処理を行う自治体の協力が欠かせないが、資金が必要なことであり、協力を得る必要がある。それでも、プラスチック削減に向けて、代替素材を国内でつくり、国内で回収する仕組みづくりを目指し、同社はさらなる研究開発と、量産化を進めている。

## 事例4 (株)環境経営総合研究所

- 紙パウダー入り新素材でプラスチック削減に取り組む
- 創業から20年余りで年商380億円を超える企業に成長

代表者 松下敬通 (まつした たかみち)  
創業年 1998年  
資本金 4億7,000万円  
従業員数 183人

事業内容 紙パウダー入り新素材の製造・販売  
所在地 東京都渋谷区  
URL <https://ecobioplastics.jp>

### 残された特許技術を参考に新素材を開発

(株)環境経営総合研究所は、紙パウダーを主原料にした「earth republic」と「MAPKA」を開発し、成長を続けているメーカーである。紙パウダーとは古紙や廃棄紙などを独自技術で細かく粉碎し、25～50マイクロメートルの粉末状にしたものである。現在、国内に4工場、海外に2工場を構える。2007年の「ものづくり日本大賞」優秀賞、2011年の「米国大統領諮問委員会ゴールドアワード」と「ローマ教皇ベネディクト16世授福」、2014年と2020年の「グローバルニッチトップ企業100選」、2021年の「特許庁長官賞」など、国内外で多数受賞している。

紙パウダー製品で高い評価を得ている同社だが、1998年に創業したときはコンサルティング会社だった。日本のごみ問題やプラスチックの使用量が多いことに危機感を抱いていた松下敬通社長が、環境にかかわるベンチャービジネスを支援しようと立ち上げたのである。

創業して最初に支援した企業は、「おから」とプラスチックを混ぜ合わせて発泡体をつくる技術をもっているということだった。環境対応型の技術であり、コンサルティング業界でも将来有望とされていた。松下社長は出資までしたのだが、間もなく経営者の行方がわからなくなってしまった。

有望視されていた特許技術は、ふたを開けてみれば、実用化が難しいものだった。豆腐の生産工程で廃棄されるおからは、水分が多く、すぐに

腐敗してしまう。工業用製品の緩衝材や発泡体としては、あまりにも機能性を欠くものだった。松下社長は残された特許技術を参考に、廃棄物を使って新たな素材がつかれないかと考え、開発に着手した。

### 日本で初めて紙のパウダー化に成功

新素材の開発は手探り状態だった。おから以外の食品廃棄物を集め、試作品をつくっては失敗することを繰り返した。そんな折、古紙や廃棄紙の処分にかかわる業者から、古紙の使い道はないかと相談を受け、古紙を譲り受けた。試しに古紙と樹脂を混ぜて発泡体をつくってみると、思いの外耐久性に優れていた。

製品化するには古紙をサラサラの粉末状になるまで細かく粉碎する技術が必要である。この技術がないと、紙の粉末とプラスチックを均一に混ぜ合わせることができず、高品質な発泡体を安定して量産することができないからである。

ところが、紙は繊維を多く含むため、粉末にすることが難しい。市販の粉碎機では粉末ではなく、綿状になってしまう。そこで、松下社長は国内の粉碎機メーカー20数社に協力を依頼して回ったのだが、どの企業も首を縦には振ってくれなかった。紙を微細な粉末にする技術をもっている企業はなかったのである。

そこで、松下社長は自ら粉碎技術を学び、機械を開発することにした。石臼の仕組みをヒントに研究を重ね、創業から3年後に、紙を連続して粉

碎し、すりつぶす技術を日本で初めて開発した。この紙をパウダー化する技術を皮切りに、水蒸気だけで素材を発泡させる技術や、紙パウダーとプラスチックを均一に混成する技術など、発泡体を製造するために必要な技術を次々に開発した。

### 発泡体earth republicを開発

こうして出来上がったのが、earth republicである。earth republicは紙パウダーと工業用でんぷんをポリオレフィン樹脂に混ぜて成形した発泡体であり、床下の断熱材や緩衝材、保冷材として利用されている。日本で住宅の床暖房に使われる断熱材のうち、同社の製品が約9%を占めているという。これは大手住宅メーカーに同社の製品が評価され、採用されたためである。

プラスチックの発泡体と比べたearth republicの特徴は、プラスチックの発泡体より安価であることと環境への負荷が小さいことである。古紙や廃棄紙などの割合が原料全体の55~60%を占めているため、製造原価が低くなり、その分製品価格を抑えることができる。また、プラスチックの発泡体は、代替フロンや炭素系ガスを使用して発泡させるが、同社の製品は水蒸気だけで発泡させる。そのため、環境負荷の低減の度合いを定量的に評価するライフサイクルアセスメント（LCA）では、プラスチックの発泡体に比べて、二酸化炭素の排出量を約82%削減できるとの結果を得ることができた。

### 新素材MAPKAを開発

もう一つの主力製品であるMAPKAは、earth republicの技術を応用して開発した。紙パウダーを主原料にポリオレフィン樹脂を混ぜ合わせて、ペレット状にした成形用の素材である。従来のプラスチックのようなつるつるとした触感ではなく、さらっとしていて手になじみやすい。また、静電気を帯びにくい。



松下敬通社長

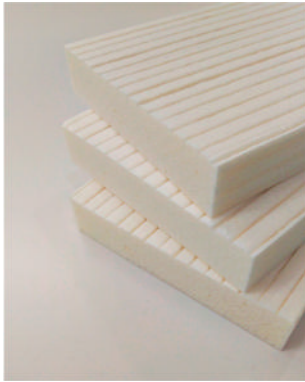
MAPKAは、繰り返し使えるふたつきカップ、トレー、カトラリー、ホテルのアメニティーで用いられるブラシ、クリップ、文房具、ボルトやナット、DVDトレー、家電製品などに利用されている。

このようにMAPKAが広く利用されているのには五つの理由がある。

第1に、従来のプラスチック射出成形機や金型をそのまま利用できることである。バイオプラスチックの多くは耐熱性が低かったり、離型性が悪かったりする。そのため、成形機の改良や技術開発が必要になるが、MAPKAにはその必要がない。また、プラスチックが220℃ほどで成形するのに対し、MAPKAは170℃と低温で成形でき、成形時のエネルギーも節約できる。

第2に、価格の安さである。MAPKAは石油由来のプラスチックに比べて安価か同等の価格で販売されている。主原料が古紙や損紙、廃棄紙など、従来ごみとして処分されてきた紙であるため、仕入価格は安価で賄えるという。バイオプラスチックは価格が高いことが欠点とされているが、同社の素材はこの問題をクリアしている。

第3に、プラスチックに劣らない物性がある。MAPKAには耐熱性があり、成形後に製品が収縮することもない。また、外から力を加えても変形しにくいいため、汎用性があり、さまざまな用途に利用できる。



発泡体「earth republic」

第4に、燃えるごみとして処理できる。主原料は紙であり、重量比で51%を占めるからである。焼却処理が中心となっている日本のごみ処理事情にマッチした素材といえる。2022年4月に、あらゆるプラスチック資源の循環措置を講じた「プラスチックに係る資源循環の促進等に関する法律」が施行されても、MAPKAは同法ではプラスチック以外の素材に分類されるため、すぐに代替可能だ。この点は、earth republicも同様である。

第5に、バイオマスプラスチック製品と表示できることである。主原料である紙は、バイオマスでもある。そのため、バイオマスプラスチックとして認証されており、「プラスチックの使用量を抑えた製品」としても訴求できる。

なお、MAPKAをシート状にしたMAPKAシートもある。これはプラスチックシートの代替品として、使い捨ての食品トレーや弁当容器などに利用されている。耐熱温度が140℃であるため、電子レンジでも使用できる。また、第三者機関による容器包装規格試験をクリアし、食品衛生法上の安全性も証明されている。

### 普及に向けて大企業との取引を強化

製品がどれほど優れていても、必ずしも売れるとは限らない。新素材を普及させるには販路の開拓が必要である。そこで、松下社長は、大企業との取引や連携、共同開発に力を注いだ。



滑らかで美しい「MAPKA」の容器

2007年、EUでは化学物質発生によるリスクから人と環境を保護する目的で「REACH規則」が施行された。これにより、自動車のプラスチック緩衝材に含まれる添加物が規制の対象になった。earth republicには規制の対象となる添加物が一切使用されていない。EUの動向を注視していた松下社長は、人と環境にやさしい発泡体として大手自動車メーカーに営業をかけたところ、すぐに採用された。これを機に、REACH規則への対応に苦慮する大企業との取引が増えていった。

大手自動車メーカーに採用された実績が認められ、earth republicは大手住宅メーカーにも採用された。現在は、同社の取引社数の99.7%が上場企業との取引である。

次に、松下社長はearth republicとMAPKAの製品サンプルを国内の大手プラスチックメーカーに送付した。これらの新素材が従来のプラスチックと同じように使えることを知ってもらいたいと考えたのである。

あるとき、突然米国の大手コーヒーチェーン店からMAPKAを採用したいから、コーヒーカップの試作品を送ってほしいとの連絡が来たという。同社のサンプルが、プラスチック製コーヒーカップを輸出していた大手メーカーの目に留まり、米国に渡っていた。プラスチックの削減を検討していたコーヒーチェーン店のオーナーがサンプルを見てMAPKAに関心を抱いたのである。(株)環境経



営総合研究所は、カップの成形を担当していた関西のプラスチックメーカーとタイアップし、試作品を送った。そして、コーヒーチェーンが使用するカップの素材として採用された。

大企業との契約では、松下社長自ら契約書、約定書、覚書のすべてに目を通し、内容を確認している。なかには同社が不利になるような内容が書かれていたこともあるという。中小企業には大企業と取引したいばかりに契約内容を確認せず、厳しい条件で契約を締結してしまうことがある。

だが、松下社長は大企業に対して、過度な値下げ交渉や一方だけが義務を負うような交渉には応じない姿勢を貫いた。いったん値を下げてしまうと、元の価格に戻すのは難しい。同社の新素材が価格に見合った価値のあるものであることを理解してもらおうと根気よく説明した。

なお、同社の財産である独自技術に他社を立ち入らせることがないよう、技術管理を徹底している。現在、同社は世界27カ国で特許を出願・登録しており、特許関連の費用だけで年間約1億円をかけているという。

### 廃棄物を再資源化する取り組み

同社の新素材は、燃えるごみとして処理できることから、使い捨てプラスチック製品の代替素材として利用されることが多い。そこで、同社は新たにMAPKA「Re-Born」Gradeという、100パーセントリサイクル原料を使った成形材料を2021年に開発した。MAPKAを加工する際に発生する端材を粉砕して再利用し、混練するプラスチックにも再生ポリプロピレン原料を使った成形材料である。

また、リサイクルやリユースにかかる取り組みとして、同社は、紙以外の廃棄物の再資源化にも



「MAPKA」はさまざまな製品に利用されている

注力している。例えば、2017年、米国の大学や企業と共同で廃棄物からエネルギーを創出する新システム「NECRES」<sup>ネグレス</sup>の開発に成功した。このシステムは、生ごみや廃棄されたプラスチックごみを均一に混ぜて低温で熱分解することでバイオマス燃料として利用するものである。すでに、日本の大手飲料メーカーの工場で導入が決定しているという。松下社長は、地域で出たごみは地域で再資源化し、エネルギーとして地域で消費するというサイクルを確立させたいと考えている。いわば、エネルギーの地産地消である。

また、ヒノキの木くずから断熱材を開発し、販売している。同社の岡山工場がある地域は、ヒノキの生産が盛んである。あるとき、自治体からヒノキの木くずを資源化できないかという相談を受けた。同社は地元企業の協力を得ながら、ヒノキパウダーを入れた断熱材を開発したのである。開発した断熱材はヒノキの良い香りがすると好評だ。

NECRESでも断熱材でも、廃棄物を資源化するには、地域との関係が欠かせない。廃棄物は地域の企業や住民が排出し、自治体が回収・処理するものだからである。同社は、工場が立地する自治体を中心に地域と積極的に交流していこうと考えている。



## 第3章 代替素材市場における中小企業の役割

第1章では、プラスチック削減に向けた世界の動向とプラスチックに代わる素材の開発が必要であることについて説明した。第2章では、既存のバイオプラスチックの問題点を解決し、その実用化に取り組む中小企業と、新たな素材を開発してプラスチックの削減に取り組む中小企業を紹介した。第3章では、これらの事例を踏まえて、中小企業がプラスチック削減にどのように貢献しているのか、今後期待される政策的支援は何かを整理したい。

### 1 代替素材市場での中小企業の貢献

石油由来のプラスチックに代わる素材の開発は、大企業や大学などの研究機関によるところが大きい。例えば、2019年から開始された環境省の「脱炭素社会を支えるプラスチック等資源循環システム構築実証事業」で委託事業として採択された事業者には、有名大学や大企業が名を連ねている。ただし、補助事業として採択された事業者には、第2章で紹介した(株)平和化学工業所や(株)事業革新パートナーズ、(株)環境経営総合研究所など中小企業も少なくない。プラスチックの代替素材市場は未成熟であり、実用化や普及に向けた課題も多い。代替素材の開発では、中小企業が貢献できる可能性が大きいのである。

#### (1) 実用化への貢献

バイオプラスチックの普及は政策課題の一つである。特に、植物由来のバイオマスプラスチックは、石油資源のない日本にとって重要であり、プラスチック資源循環戦略のなかでも、2030年までに約200万トンを導入するという数値目標が設

定されている。生分解性プラスチックも環境負荷の軽減や規制の厳しいEUへの輸出を考えると欠かせない。

しかし、現状のバイオプラスチックには欠点が多く、そのままでは石油由来のプラスチックのようには使えない。バイオプラスチックの普及には、その欠点をカバーし、実用に耐えられるものにする必要がある。ここで、中小企業の技術やノウハウが役に立つ。

(株)平和化学工業所は、石油由来のプラスチックでつくったボトルに負けない性能をもったバイオマスプラスチックボトルの製造を日本で初めて可能にした。長年、顧客の多種多様なニーズに応じて積層ブロー成形の技術とノウハウを蓄え、さまざまなプラスチック容器の製造を行ってきた同社だからこその成果である。

(株)キラックスは、もともとは人造竹皮の製造からスタートしており、ニーズの変化とともに取扱製品を増やしてきた。複数の素材を組み合わせた高機能な包装資材を開発したり、包装資材とは関係のないガラス加工や物流容器まで手がけたりしてきた。新しい分野に挑戦し続けてきた経験が、生分解性プラスチック製品の開発でも生かされていると思われる。

(株)平和化学工業所や(株)キラックスのような中小企業は、顧客の難しい注文をいくつもこなしてきた。どれほど小ロットの注文でも、理論や常識では不可能に思える注文でも、引き受けなければ生き残れなかった。だから、中小企業は、大企業がもたない問題解決の方法をいくつも持っている。バイオプラスチックの実用化でも、中小企業固有の技術やノウハウが役に立つことが少なくないのである。

## (2) 資源の自給に向けた貢献

日本は、バイオプラスチック原料の多くを輸入している。バイオプラスチックの普及が進んだとしても、原料を輸入に依存したままでは、バイオプラスチックの生産量も価格も、石油のように海外の情勢に左右されることになる。バイオプラスチックの原料は、できるだけ国内で調達することが望ましい。国内調達ならば、原料の輸送コストも安く済む。

国内にはバイオマスプラスチックの原料が豊富にある。国土面積の3分の2が山林であり、食品廃棄物も多い。だが、こうしたバイオマスからプラスチックをつくる技術は、まだ十分には確立されていない。基本的な原理は同じでも、バイオマスの種類によって、成分の抽出方法やプラスチックの製造工程は異なる。バイオマスプラスチックの原料を国内で調達するには、規模の大小にかかわらず、多くの企業が多様な視点で研究開発に取り組むことが必要なのである。

㈱事業革新パートナーズは、バイオマスプラスチックの原料として、誰も利用してこなかったヘミセルロースに着目した。すでに原料として利用されているセルロースと合わせれば、木材の7～8割をバイオマスプラスチックの原料にできる。間伐材や木製の廃棄物の大半がプラスチックに生まれ変わるのだ。同社は食品残渣からヘミセルロースを抽出することにも成功している。国内の未利用バイオマスを使ってプラスチックを生産する、「純国産」のバイオマスプラスチックを目指しているのだ。

植物からできている紙もバイオマスである。紙は原料の9割以上が国産パルプと古紙である。紙の組成物からバイオプラスチックをつくることもできるが、あえて紙のままで活用しているのが、㈱環境経営総合研究所である。紙を微粉末にするのは難しいという常識を覆した同社の紙パウダー

は、プラスチックの削減に貢献するとともに紙の廃棄物の削減にも貢献している。

ほかにも竹や古米など、地域で使い道のない資源を活用してバイオマスプラスチックを開発している中小企業がみられる。いずれも国内で調達できる材料や廃棄物を活用して、バイオマスプラスチックの自給を目指している。

バイオマスプラスチックの原料は豊富にある方が資源枯渇のリスクは小さくなる。だが、地域の未利用バイオマスを原料とする場合、個々の生産規模は小さくなりがちである。大企業では採算をとるのが難しく、地域におけるバイオマスプラスチック開発の担い手には中小企業の方が適していると思われる。

## 2 中小企業の参入を促す

バイオプラスチックなど代替素材を普及させるには、実用化の面でも資源確保の面でも、中小企業の力が欠かせない。プラスチック製品の製造にかかわっていない企業であっても、代替素材が抱える問題の解決につながる技術やノウハウをもっているかもしれないから、できるだけ多くの中小企業が参入することが望ましい。ただし、代替素材の市場はまだ小さく、事業の収益性は必ずしも良くない。プラスチックの代替素材市場を拡大するには国や地方自治体による支援が必要である。では、どのような政策的支援が必要になるのだろうか。以下にその内容を示したい。

### (1) 国による市場拡大策

国には代替素材の市場を拡大するための政策が期待される。政策は三つ考えられる。

第1に、石油由来のプラスチック資源の循環を促進するような措置を講じることである。実際、2021年6月に「プラスチックに係る資源循環の促進等に関する法律」が成立し、2022年4月から施



行される。この法律は、プラスチックの企画から製造、販売、提供、回収までの各過程で包括的に資源循環体制を強化し、環境配慮設計に関する指針を策定するものである。また、使い捨てプラスチック製品にかかる使用の合理化を図るべく、事業者に対し必要に応じて指導や助言などの措置を講じるというものである。使い捨てプラスチックを多く提供する事業者に、国が抑制するよう勧告できるなどの措置も定められている。

こうした動きは、プラスチックを取り扱う企業にとってバイオプラスチックなど代替素材に移行する契機となり得る。ただし、急激な規制の強化は、プラスチック製品の製造業者、特に中小の業者にとって逆風になる点に配慮が必要だろう。

第2に、代替素材の開発・製造や使用に対する優遇である。環境省の「バイオプラスチック導入ロードマップ～持続可能なプラスチックの利用に向けて～」には、バイオプラスチック導入の方針と施策が示されている。バイオプラスチックの利用促進に向けて、導入事例集の作成や、グリーン購入制度を活用したバイオプラスチックの率先調達、リサイクルの検討などを打ち出している。

これらに加えて、代替素材の開発や製造、流通、販売を担う企業に、補助金の交付や税制上の優遇措置を講じることを提案したい。補助金も税制上の優遇措置も、研究開発全般を対象とする制度はあるが、代替素材だけを対象とするものはほとんどない。開発や製造の支援については、環境省の「脱炭素社会を支えるプラスチック等資源循環システム構築実証事業」しかない。また税制では、2019年からバイオPEの原料について輸入関税が免除されているぐらいである。

代替素材の普及を図るには、その目的に限定した制度が必要である。まず、代替素材の開発や製造に取り組む企業に補助金を交付したり、設備の特別償却を認めたりすることが考えられる。また、代替素材を使用した製品を積極的に扱う流通

業者に奨励金を支給したり、特別な税額控除を認めたりする方法もあろう。市場の拡大を目的とするため、大企業も支援の対象であるが、事務負担を軽減したり、中小企業枠を設けたりして、中小企業が利用しやすい制度にすることが望ましい。

第3に、ガイドラインの策定と規格の整備である。食品用の容器包装のように厳しい安全性が求められる製品もあるが、必要以上に安全性が求められている製品や、逆に安全性に関する基準がない製品もある。バイオプラスチックなど代替素材の市場を拡大するには、環境にやさしいというだけではなく、使っても安全であることを、すべての製品について証明すべきだろう。

また、食品衛生法では、使用できる原材料が決められている。その一覧（ポジティブリスト）に掲載されていない物質が含まれていると、法律に適合しないことになるが、バイオマスプラスチックやリサイクル材の場合、成分が必ずしも一定ではなく、ポジティブリストに掲載されていない成分が含まれる場合がある。

そこで、リサイクル材や新規に開発されたバイオプラスチック製品を既存の安全基準に適合させるため、ガイドラインの策定を提案したい。併せて、代替素材の安全性を確保するための基準認証について、日本産業規格のJISマークなどによる規格化を提案したい。規格化すれば、利用者にとってわかりやすくなるだけでなく、新規参入者に明確な開発目標を与えることになる。

ただし、規格化は、製品の独自性を狭め、大企業に有利に作用する可能性もある。中小企業の参入が減り、新たな代替素材の芽を摘んでしまうことのないよう工夫が必要だろう。

## (2) 自治体による支援

自治体に期待されるのは、代替素材の開発・製造に取り組む中小企業との連携である。

現状では、廃棄物をバイオマスプラスチックな

ど代替素材の原料として使うには、廃棄物処理の許可が不要であることを、一般廃棄物の場合は市町村長に、産業廃棄物の場合は都道府県知事に、それぞれ指定してもらわなければならない。地域の未利用バイオマスを原料にする場合と併せ、代替素材の開発・製造はローカルなビジネスであり、自治体との連携が欠かせない。

自治体にとっても代替素材を開発・製造する企業との連携は重要である。一般廃棄物を回収するのは市町村の業務であるし、産業廃棄物の処分を許可するのは都道府県である。リユースやリサイクルも含めた資源循環のシステムは、自治体が構築しなければならない。プラスチックも例外ではない。代替素材の原料に地域の未利用資源を利用することも考えれば、代替素材を開発・製造する企業との連携は、ごみ問題の解決に限らず、地元にとって産業振興や雇用創出の手段にもなり得る。自治体による支援には、代替素材の開発や製造に取り組む企業を誘致して、廃棄物の処理に困っている企業や農家、山林の所有者を紹介する、開発に協力してくれる企業や研究者、団体を紹介するなど、地域の事情に詳しい自治体ならではの支援が期待される。㈱環境経営総合研究所は、自治体のクリーンセンターなどで集められる有機性廃棄物と使用済みプラスチックを使って、バイオマスエネルギーを創出する仕組みを開発し、実現に向けて動き出しているが、こうした取り組みに協力

するのもよい。

また、代替素材の開発・製造に取り組んでいる企業と連携するだけでなく、3R + Renewableに関連する企業や団体、研究機関を集めてコンソーシアムを組織するなどして、プラスチック代替素材産業を新たな地場産業として育てていくといった取り組みも期待したい。

\*\*\*

バイオプラスチックやバイオマスの利用というと、大企業分野というイメージが強いかもしれない。だが、実際にはプラスチック代替素材の開発や製造を手がける中小企業は少なくない。㈱事業革新パートナーズや㈱環境経営総合研究所のように、ものづくりの経験がないコンサルティング会社が開発に成功した例もある。

また、プラスチック代替素材には、技術的な課題も多い。㈱平和化学工業所や㈱キラックスのように、実用化に向けて中小企業が貢献できる可能性は大きい。開発は簡単に成功するものではないが、代替素材の市場が未成熟であるだけに、中小企業にとってビジネスチャンスも多い。プラスチック製品を取り扱う中小企業に限らず、多くの中小企業が関心をもち、プラスチック代替素材市場にチャレンジすることが期待される。

日本公庫総研レポート No.2022-3

発行日 2022年3月24日  
発行者 (株)日本政策金融公庫 総合研究所  
〒100-0004  
東京都千代田区大手町1-9-4  
電話 03(3270)1269  
(禁無断転載)

