

## 環境に配慮した製品開発



植物由来のポリウレタンフォーム  
ECOLOCEL(エコロセル)

※画像はイメージです

## 持続可能原料による カーボンニュートラルの推進

エコロセルとは、植物由来原料を50%以上使用した軟質ポリウレタンフォームです。

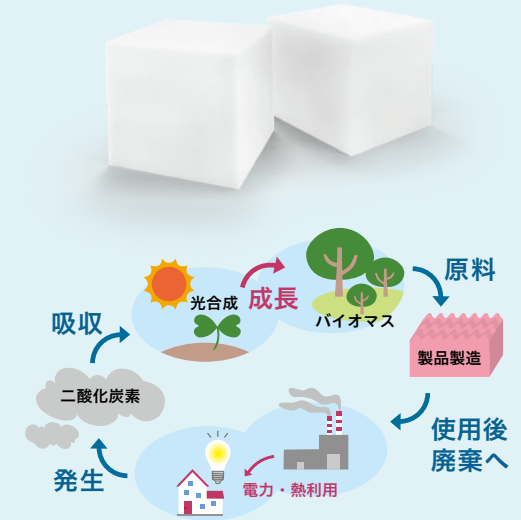
この製品のメリットは大きく2点あります。

### ①カーボンニュートラルによる二酸化炭素(以下、CO<sub>2</sub>)排出削減

カーボンニュートラルとは、植物由来原料を使用することで製造時や廃棄時に発生するCO<sub>2</sub>と、植物が成長過程に吸収したCO<sub>2</sub>がライフサイクル全体で見ると大気中のCO<sub>2</sub>を増加させず、CO<sub>2</sub>排出量の収支は実質ゼロになるという考え方です。こうした考えに基づき、開発を進めました。

### ②化石資源への依存を低減

限りある化石原料資源の枯渇を防止し、非食用の植物原料を使用することで食糧問題へも影響しないものを選定しています。



植物由来原料を使用した場合の炭素循環イメージ図

### カーボンニュートラル推進のために

SDGs(持続可能な開発目標)の採択により持続可能な開発が益々重要視されるようになりました。そこで従来の石油由来原料にかわる、持続可能原料を使用した製品の開発が求められるようになりました。植物由来の原料を使用したカーボンニュートラルの考えに基づく開発を進め、SDGs目標2“飢餓をゼロに”の目標達成のためにも非食用の植物の中から原料選定を行いました。更にSDGs目標13“気候変動に具体的な対策を”の目標達成のため、より環境負荷の少ないバイオマス度50%以上(植物由来原料を50%以上使用)の開発に着手しました。

### トライアル・アンド・エラーで得た 量産化への実現

バイオマス度を上げると発泡性が不安定になり、物

性が低下することが避けられず、従来はバイオマス度30%のものが最高であったため、50%以上のフォームの開発は極めて困難なテーマでした。

まずはラボスケールでの実験を開始しましたが、フォームのかたちには仕上がるものの、強度が弱く物性が安定しないため、トライアル・アンド・エラーを繰り返しました。植物由来原料の再選定を行い、その後ようやく物性が安定するようになり量産ベースでの発泡トライまで進みましたが、ラボスケールとは異なり連続生産となるため様々な課題が見つかりました。技術部だけでなく製造部の力を借りて更なる配合の改良と生産条件の最適化を行い、ようやく量産まで進むことができました。

### コンシューマー分野への応用を目指して

現在は台所用スポンジに採用されていますが、高反発、低反発、高硬度等の機能を付与し今後マットレスやその他用途に展開していきます。



※画像はイメージです  
(枕、マットレス、キッチンスポンジ)



#### 開発者

高機能材料事業本部  
発泡品事業部  
ウレタン技術部  
素材開発課



和田 浩孝



加藤 健一



佐藤 莉緒菜

## 環境に配慮した製品開発



### ポリウレタンフォームケミカルリサイクル

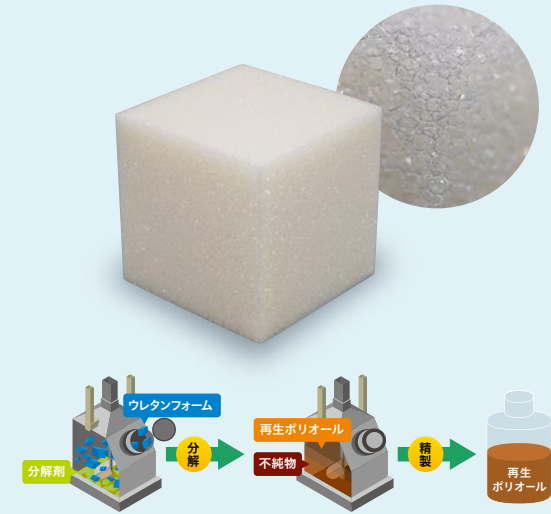
※画像はイメージです

## 環境対応技術のさらなる向上へ

SDGs、カーボンニュートラル、海洋プラスチック問題等、世界的に環境問題への関心が高まる中、企業、特に、当社のような樹脂製品メーカーにおいては、環境保全のために活動することが当然の責任であると考えています。

イノアックの主力商品であるポリウレタンフォームは、発泡体であるために体積ベースでの生産量が多く、リサイクルの必要性が高い樹脂です。

しかし、一部のポリウレタンフォーム廃棄物は、マテリアルリサイクルやサーマルリサイクルを実施して、再生素材や熱源として利用されているものの、有効活用されず、廃棄されているものもあります。そのため、リサイクル率をさらに向上させるために、素原料として再生するケミカルリサイクル技術の開発を推進しています。



ポリウレタンフォームケミカルリサイクル工程イメージ図

### 化学結合切断の壁

ポリウレタンは熱硬化性樹脂であるため、ポリプロピレンやポリエチレンテレフタレートのような熱可塑性樹脂とは異なり、熱を掛けて再溶融、再形成することができず、化学結合を切断しなければ素原料として再利用することができません。一度反応したウレタン結合を切断することは容易ではないため、ポリウレタン樹脂のケミカルリサイクルはハードルが高く、実用化が十分に進んでいるとは言えない状況です。

今回、原料構成の明確な社内でのポリウレタンフォーム廃棄物をターゲットとすることで、技術的な難易度を下げ基礎的な技術の確立を目指しました。

### ケミカルリサイクル技術の確立に向けて

ポリウレタンフォームの分解を促進するような化合物の選定と、分解物の精製方法を検討することで、実

験室レベルでの基礎技術を確認、素原料として再生できることが確認されました。

ポリウレタンフォームへの再生に関しては、原料の20%程度をリサイクル原料に置き換えても、既存品と同等の性能になることを確認しており、再利用の目的も立っています。

今後は、量産に向けたスケールアップが課題となっています。現在、スケールアップに向けた実証プラントの導入を進めており、各工程における必要設備の選定を実施しています。設置後は、反応条件や設備条件の検討を進め、量産性の検証を進める予定です。

また、より環境保全に資する技術となるよう、収率やエネルギー効率の向上についても改良を進めていき、省エネルギーでクリーンなケミカルリサイクル技術を確立させたいと考えています。

### 地球環境保全と快適な暮らしの両立を目指して

最終的には、生産工程で発生するポリウレタンフォーム廃棄物だけではなく、使用済みの製品に含まれるポリウレタンフォームのリサイクルも可能にしたいと考えています。

地球環境保全と快適な暮らしの両立を実現できるよう、今後も環境対応技術の開発に努めてまいります。



通常のポリオールと再生ポリオールを使用したウレタンフォーム比較写真  
左：通常のポリオール使用 右：再生ポリオール使用

#### 開発者

グローバル技術本部  
ウレタン材料基礎技術  
開発グループ



原 智隆



## 環境に配慮した製品開発

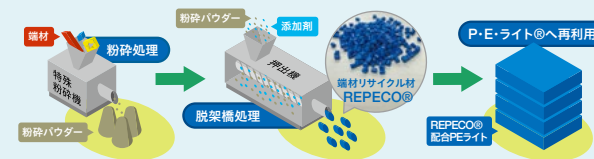


※画像はイメージです

## 廃棄物の大幅削減へ向けた取り組み

イノアックで生産している架橋ポリエチレンフォーム(以下、P・E・ライト®)端材のリサイクル技術です。本技術は、従来廃棄していた端材を原料として利用する循環システムを実現したものです。このリサイクル技術により、ほぼすべての端材を元製品のP・E・ライト®へリサイクルできるようになり、廃棄物の大幅削減、利益率の向上が見込めます。

近年、世の中では環境問題が本格化しており、カーボンニュートラルが叫ばれています。イノアックの取り組みとして、P・E・ライト®生産時に使用する原料の一部を本技術の端材リサイクル材にすることで、新材の使用量が減り、結果的にCO<sub>2</sub>発生量を削減させ、カーボンニュートラルに貢献できます。



P・E・ライト®リサイクル工程イメージ図

### 端材から生まれた新製品

P・E・ライト®は製品の生産特性上、どうしても端材が多く発生します。その端材をリサイクルして原料に戻す構想は昔からありましたが、課題が多く実現ができていませんでした。

今回、別開発で検討していた粉碎設備で、P・E・ライト®端材の処理を試みたところ、一番の課題であった高かさ比重化の解決に目途が付いたため、続けて脱架橋処理の検討を開始しました。1年くらい開発を進め、技術が確立し、ついに端材リサイクル材 REPECO®が完成しました。

### REPECO®完成までの道のり

課題は大きく2点ありました。

1点目はフォームの粉碎です。単にフォームを粉碎するとかさ比重0.075g/mlと軽く、フワフワな状態の

ため、次の脱架橋工程装置への投入が困難でした。そこで、今回粉碎機メーカーとともに新規に開発した特殊粉碎工程を経ることで、かさ比重を3倍以上重くすることができ、次工程の装置に投入できるようになりました。

2点目は架橋PEの脱架橋です。これは押出機を使用するのですが、押出機スペック、スクリュ構成、バレル構成、運転条件等が非常に重要になってきます。まず押出機スペックは、どの会社の押出機でも良いわけではなく、各押出機メーカーによって脱架橋性に違いが出てきました。試作を重ねるうちに重要なパラメータが判明し、ある会社の押出機が脱架橋に有利と判断できたため、量産機の導入に至りました。次にスクリュ構成やバレル構成、運転条件ですが、数十パターン以上の試作を重ね、最適パターンを見つけ出しました。

このように課題を解決し、本リサイクル技術を確立しました。

### 最終廃棄物削減に向けて

現在、REPECO®の量産ラインを準備中です。まずは、一工場完結型のPEフォームのサーキュラーエコノミー化を目指しています。その後、自社他拠点への展開、最終的には、顧客で発生している端材も回収し、再利用することで、最終廃棄物量を減らす取り組み

みを検討しています。イノアックのみならず、社会全体を見たときに何が良いことかを常に考え、開発に取り組んでいます。

#### 開発者

グローバル技術本部  
樹脂材料開発室



高森 義久

高機能材料事業本部  
オレフィン事業部  
南濃製造課(兼)技術課



奥村 直也

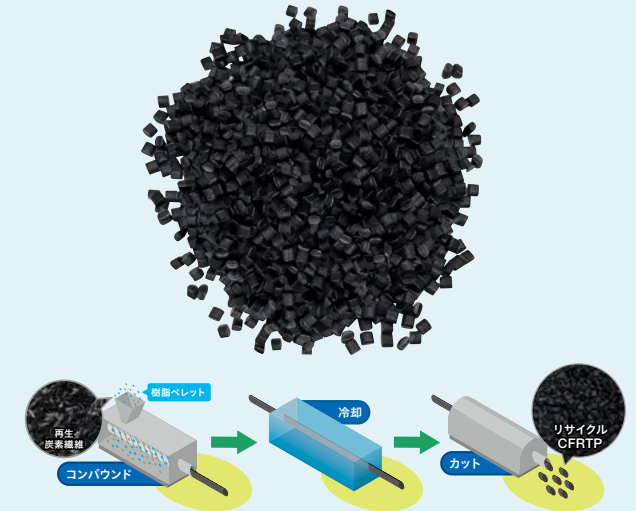
## 環境に配慮した製品開発



※画像はイメージです

### 循環利用による 環境負荷低減へ

従来、カーボンファイバー（炭素繊維）強化プラスチック（略称：CFRP）材料とは、石油や石炭から作られる炭素繊維と樹脂を混ぜ合わせた複合材料で、高性能かつ高価な素材です。今回、CFRP製品の廃棄物より取り出した高価値のカーボンファイバー（以下、再生CF）を再利用し、熱可塑性樹脂と混ぜ合わせたリサイクルCFRTPを開発しました。通常のプラスチック加工成形が可能であり、カーボンファイバーの軽量かつ高強度といった優れた特性を生かした高機能樹脂材料として、さまざまな製品への展開が期待されます。



カーボンファイバーリサイクル工程イメージ図

#### カーボンファイバーの循環利用のために

近年、CFRPの需要は急速に増加し、鉄やアルミなどの金属代替として、航空機、自動車、産業資材などに幅広く使われています。CFRPの多くは熱硬化性樹脂を使用したものであり、再利用が難しく、ほとんどが産業廃棄物として処理されており、環境負荷が重くなっています。イノアックでは、産業用CFRP製品（RL-C）を製造販売しており、同様の廃棄物の問題を抱えています。カーボンファイバーは元々高価な材料であり、製造時に大量のエネルギーが消費されるため、社内でカーボンファイバーの循環利用が可能であれば、CO<sub>2</sub>排出量の低減に貢献できます。

そこで、CFRP廃棄物を熱処理することで得られる再生CFを熱可塑性樹脂とコンパウンドする検討を始めました。

〈初期の目標〉

1. 製品の加工成形が容易であること

2. バージンカーボンファイバー使用より低コストかつ同等特性を持つ素材

#### 多くの課題をクリアするために

開発を進める上での課題は大きく3つありました。

1つ目は再生CFと樹脂との密着性です。高温処理を行った再生CFは、表面に官能基が存在しないため、樹脂との密着性が芳しくありません。そこで、有機官能基を有する相溶化剤の導入ならびに再生CFの表面処理を行いました。

2つ目は再生CFと樹脂を混ぜ合わせるためのコンパウンド工程です。処理後の再生CFは形状のばらつきが大きいため、均一な分散が困難でしたが、素原料の供給方法の検討ならびに押し出し機内の条件出しを行う事で均一

な分散を可能にしました。

3つ目は評価手法です。今までにない素材のため、製品向けの分析評価ならびに品質管理方法の確立が必要でした。そこで、素材中のCF含有量・分散形態の分析および材料量産時の材料熱劣化状態の確認を行いました。

#### 幅広い分野への応用

現在はオレフィン系樹脂にて用途展開を検討しています。今後は同技術をエンブラなどへ展開し、幅広い分野へ材料特性を活かした提案を行う予定です。

#### 開発者

(株)イノアック住環境  
技術開発部



安江 伸二

池田 浩二

落合 義人

グローバル技術本部  
樹脂材料開発室



沈 遼



## 海外でのCSR活動



## RELAY FOR LIFEとは

1985年、アメリカ合衆国 ワシントン州 タコマ。一人の医師がトラックを24時間走り続け、アメリカ対がん協会への寄付を募りました。これが、RELAY FOR LIFE活動の始まりでした。「がん患者は24時間、がんに向き合っている」という想いを共有し、支援するためでした。ともに歩き、語らうことで生きる勇気と希望を生み出したいというこの活動を代表するイベントは、現在、世界約30カ国、約4,500カ所で開催され、年間寄付は300億円にのぼります。



## RELAY FOR LIFE活動を通じ、アメリカ対がん協会 (American Cancer Society/ACS) への寄付を18年間継続

### INOAC GROUP NORTH AMERICA, LLC. (IGNA)

#### 活動参加のきっかけ

IGNAとして、RELAY FOR LIFE活動に参加し、アメリカ対がん協会 (American Cancer Society) への寄付を開始したのは2001年のことです。

1999年6月、IGNAのHR ManagerであるMs.Renea McCauleyは母親が乳がんにかかっていると告げられました。手術、放射線治療、医師の診察など、母親の回復までの間、彼女は母親に寄り添いまし

た。翌年、RELAY FOR LIFEのイベントに初めて参加し、がんを生き延びた人々、介護者である人、かつて介護者だった人たちががんで命を落とした人たちへ、地域社会からの関与や支援があることを知り、大きな影響を受けました。

#### 地域社会から希望を生み出す

仕事に復帰した彼女は「IGNAとして、この活動に

参加できないか」と働きかけ、2001年、SpringfieldのIGNAで最初のボランティアチームが立ち上がりました。

具体的には、手作りお菓子の販売、サイレントオークション、ラッフル(慈善を目的としたくじ)などのイベントを通じ、年間を通して活動を行い、資金を集めます。集めた資金はまずその地域社会の中で、がん患者やサバイバーの方のサポート(通院費、交通費やかつらの費用、生活費の支援など)に使われ、コミュニティにとどまります。残りの費用については、ACSでのがんの治療法の研究活動支援に充てられています。

#### がんで苦しむ人をなくす社会へ

ここ数年、IGNAは地域で最も多くの資金を調達できている団体の一つとなっています。新型コロナウイルス感染症の影響により、RELAY FOR LIFEの活動は、スピードを緩めざるを得ず、過去2年間には地域内のイベントを主催することができませんでした。しかし

ながら、地域(Washington County)内のすべての団体が引き続き募金活動を継続し、ACS(アメリカ対がん協会)への支援を継続することを表明しています。

SpringfieldのIGNAで活動に参加するメンバーの多くは、友人や家族ががんと闘っている状況にあります。チームとしてこのような活動に参加し、資金を集め、がん患者へのサポートやがん研究への支援を18年間に渡り続けてきたことを大変誇りに思っています。



Human Resources  
INOAC GROUP  
NORTH AMERICA, LLC.  
(IGNA)

Renea McCauley