



サントリーの製品開発における 包材のサステナブル化

サントリーMONOZUKURI エキスパート株式会社
SCM本部 包材部
加堂 立樹

1. はじめに

サントリーグループは企業理念「人と自然と響きあう」に基づき、高品質の商品・サービスをお届けするとともに、持続可能な地球環境を次世代に引き継ぐためにさまざまな環境負荷低減活動を行っている。また、「水と生きる」をコーポレートメッセージに掲げ、水資源のサステナビリティの実現のために、生産工程で使用する水の再利用・循環利用技術導入や生産工場の水源涵養エリアにあたる森林の整備活動等を積極的に推進している。加えて、低炭素企業への挑戦として、事業活動のバリューチェーン全体におけるCO₂削減にも取り組んでいる。

一方で、お客様から製品に寄せられる期待は、美味・美装、安全・安心、使い易さ、環境への配慮とさまざまである。これらをもとに、サントリーの包材開発は、サステナビリティとお客様飲用時品質の両立を基本方針としており、独自の「2R+B」戦略に基づき取り組んでいる。(図1)

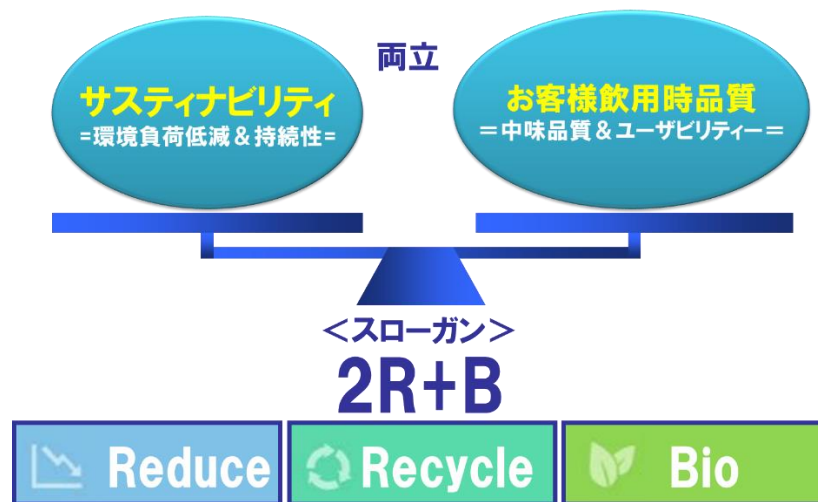


図1 サントリーの容器開発の考え方

「2R+B」とは、樹脂使用量の削減と再生素材の使用により徹底した資源の有効利用を図りつつ、可能な範囲で石油由来原料を再生可能原料で代替していく考え方 (Reduce・Recycle

+Bio) である。これまで清涼飲料においては、Reduce (リデュース) ではボトル本体だけでなく、ラベルやキャップを含めた徹底した軽量化を推進してきた。Recycle (リサイクル) では日本で初めてボトル to ボトルのメカニカルリサイクルシステム※1 を構築することで、市場回収されたボトルを原料とした再生 PET 樹脂を 50% 使用したペットボトルを 2011 年から一部商品へ導入、2012 年には国内飲料業界で初めて、新たな石油由来原料を全く使用しない再生 PET 樹脂使用比率 100% となるペットボトルの導入を実現した (図 2)。Bio (バイオ) では「サントリー天然水」(550ml) に植物由来原料を 30% 使用したキャップとペットボトルをすでに導入している。本稿では昨今の海洋汚染問題に代表されるプラスチック問題に対しサントリーが取り組む、更なるサステナビリティの推進に向けた包材技術開発について「2R+B」の観点から紹介する。

※1 メカニカルリサイクルとは、使用済みの製品に対し粉砕・洗浄などの処理を行うことで得られた再生樹脂をさらに高温、減圧下で一定時間の処理を行い、再生材中の不純物を除去する方法。

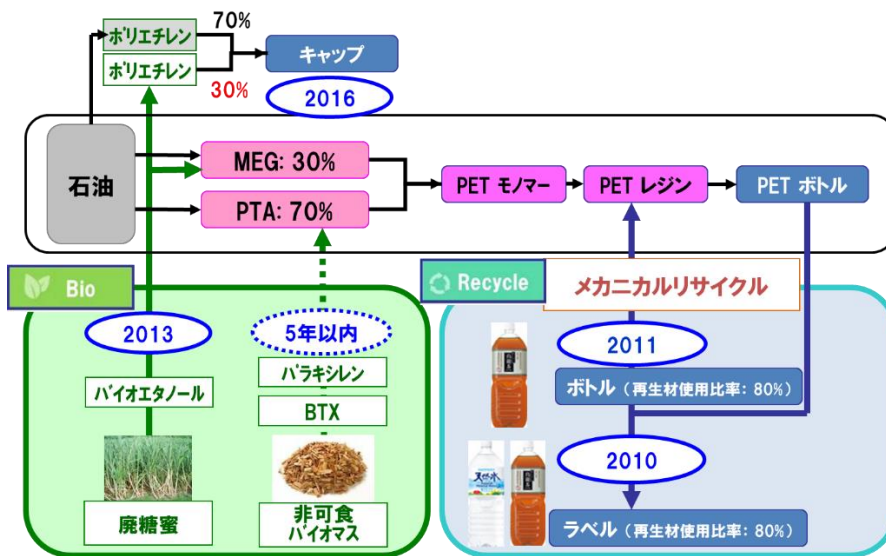


図 2 リサイクル・バイオ推進の全体像

2. Reduce に関する当社の取り組み

当社は 2013 年に、「サントリー天然水」550ml において、独自開発の国産最軽量 (11.3g) ボトルを実現し、21 ボトルについては 29.8g とし、国産 21 ペットボトルで初めて 30g 以下のボトル重量を実現した。(図 3) 当社ではペットボトルの本体だけでなく、樹脂キャップや樹脂ラベルも含めた徹底した軽量化を推進している。樹脂キャップについては、2015 年に業界最軽量の 2.05g をメーカーと共同で開発し、飲料業界に展開した。樹脂ラベルについては、従来主流であったシュリンクラベル※2 のロールラベル※3 化を推進し、2014 年に「サントリー天然水」で国産最薄となる 12 μ m ラベルを導入した。現在は、「伊右衛門」や「サントリー 烏龍茶」などにも拡大し、ロールラベルを採用している大部分の商品に導入

している。(図4)

このように、当社は積極的に「Reduce」にあたる軽量化、薄肉化に取り組んできたが、製造ラインにおける工程適性、流通工程における耐性、お客様の使い易さ等の観点からすると、ほぼ限界に近い水準まで到達しつつあると考えており、今後は昨今の社会的ニーズも踏まえ「Recycle」「Bio」の視点からの新たなサステナブル包材の開発が必要と考えている。

※2 ミシン目で剥がすタイプのラベル

※3 糊付け部分から剥がすタイプのラベル



図3 PETボトル軽量化の取り組み事例



図4 樹脂ラベルの環境対応事例

3. Recycle に関する当社の取り組み

当社は、国内での清涼飲料事業において、一般社団法人 全国清涼飲料連合会が発表した廃棄物ゼロを目指しペットボトル100%有効利用に向けた取組みを強化していく「清涼飲料業界のプラスチック資源循環宣言」に賛同し、業界全体を牽引すべく、積極的に活動してい

る。

使用済みのペットボトルは、日本では既に大部分がゴミとして廃棄されることなく、回収されており、ペットボトルやシート、トレイ、繊維など様々な製品に再利用されているが、今後、当社は飲料業界や社外の様々なパートナーとも連携し、より一層、回収活動を強化するとともに、お客様にもペットボトルがゴミではなく、再生可能な資源であることをもっと理解してもらうための活動を推進していく。

当社は、使用済みのペットボトルは新しいペットボトルとして繰り返しリサイクルすることにより「貴重な再生可能資源」として更なる有効利用ができると考え、2011年に、合成樹脂の再生・加工・販売を行うリサイクル原料メーカーである協栄産業株式会社と共同で使用済みペットボトルからペットボトルを再生する「メカニカルリサイクルシステム」を日本で初めて開発した。以後、積極的にリサイクルペットボトルの使用拡大を推進しており、2017年にはペットボトル全体の重量の約18%に対してリサイクル材を使用している。

2018年にはさらなる環境負荷の低減効果を目指し、協栄産業株式会社とともに海外の設備メーカー（イタリア・SIPA社、オーストリア・EREMA社）とも協働し「F to Pダイレクトリサイクル技術」の開発に成功した。同年より飲料用プリフォームの製造を開始している。

「F to Pダイレクトリサイクル技術」（図5）とは、回収したペットボトルを粉碎・洗浄したフレークを高温、真空で一定時間処理し、溶解・ろ過後、直接プリフォームを製造できる技術である。プリフォーム製造までに結晶化処理や乾燥など多くの工程が必要だった従来の仕組みと比較すると、CO2排出量を約25%削減※4できる見込みである。

※4 ペットボトル用プリフォーム 1kgあたり

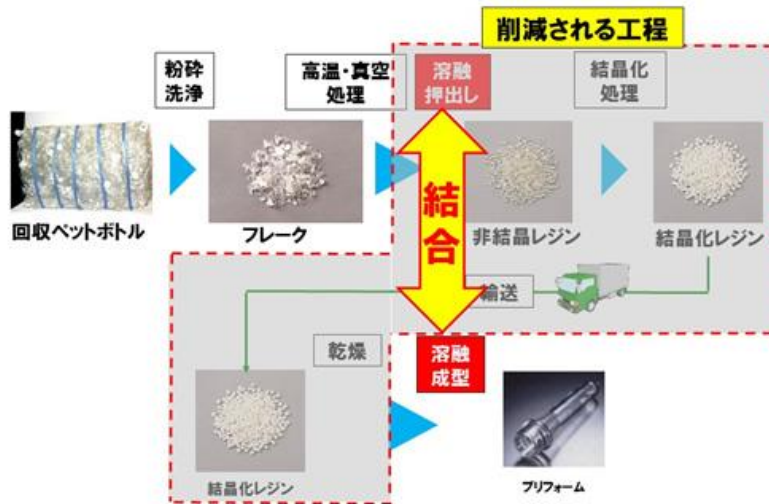


図5 F to Pダイレクトリサイクル技術

本技術によって均一な品質のプリフォームを成型するには、溶かしたフレークを成型機に安定した圧力で流し込むことが重要であり、この新技術の開発に向けては、設備メーカーで実際に設備を組み立て、長期間の検証運転をおこなった。重点的な確認項目は以下の4点である。



① 樹脂圧力の安定性

従来のフレーク処理機は単純な押し出し機として使用したが、今回開発した設備では射出成型機と連結するため、成型機に入る直前の樹脂圧力をモニタリングし、溶融スクリーンの回転数制御を行い、樹脂圧力を安定させるように工夫を行った。また、設備の停止復帰時についてもスクリーンの最適な制御により直ちに樹脂圧を安定化可能なことを確認した。

また、本技術では溶融スクリーンと成型機の間には異物除去を目的としたフィルターを設置しているが、このフィルターは一定の条件で自動的に洗浄モードに入る。この洗浄モードの際にも溶融スクリーンの制御により成型機入口圧力は安定していることを確認した。

② 樹脂粘度（IV 値）の安定性

フレークは処理工程において高温・真空下に晒されることで樹脂固有粘度（IV 値）が上昇する。後半の射出成型工程が不具合で長時間停止した際にはフレークの IV 値上昇を止める必要がある。フレーク処理工程の条件の変更により長時間の射出成型工程の停止があった場合でも IV 値が上昇しない条件を発見し実用化した。

③ 射出成型時の気泡の巻き込みがないこと

リサイクル PET フレークを溶融、押し出してプリフォームを成形する際に、プリフォーム中に気泡が発生しないかについては、世界初の取り組みであるため全く知見がなく、慎重に検証を行った。生産を想定した高速運転で成形されたプリフォームを数千本検品したが、結果として気泡の発生はなく、これはフレーク処理機が真空下に管理されており、ここから直接フレークを溶融するため、気泡の巻き込みがないものと考えられる。

④ 新技術 射出コンプレッション成型機の信頼性向上

本技術ではプリフォームの射出成形部について、連続的にフレークの溶融・押し出しを行うフレーク処理機との相性を考慮し、SIPA 社の新規技術である射出コンプレッション成型技術を採用している。この新規技術による成型機の信頼性向上については、サントリープロダクツ株式会社 榛名工場に先行して導入した同型の世界初号機のプリフォーム成型機で続けていた改善活動を本 F to P 技術に全て展開し、成型機単体の信頼性を上げる取り組みを行うことで、システム全体としての品質および生産性の向上を目指した。

本技術の初号機は 2018 年 8 月より、協栄産業株式会社の東日本 F to P ファクトリー内にある「F to P 製造ライン」でプリフォームの製造を開始し、サントリー食品インターナショナル株式会社のペットボトル商品に順次採用している。また、この「F to P 製造ライン」を同じ東日本 F to P ファクトリーに増設することも決定し、2020 年春の稼働を目指している。

今後、当社は、協栄産業株式会社を含むリサイクル事業者各社と連携して、B to B（ボトル to ボトル）促進に向けてリサイクルペットボトルをさらに積極的に導入していく。そして、最新技術を活用し、まずは、中期目標として 2025 年までに国内清涼飲料事業における



当社全ペットボトル重量の半数以上に再生 PET 素材を使用していくことを目指し、更なる循環型社会の実現にむけた地球環境の保全活動を一層強化していく。

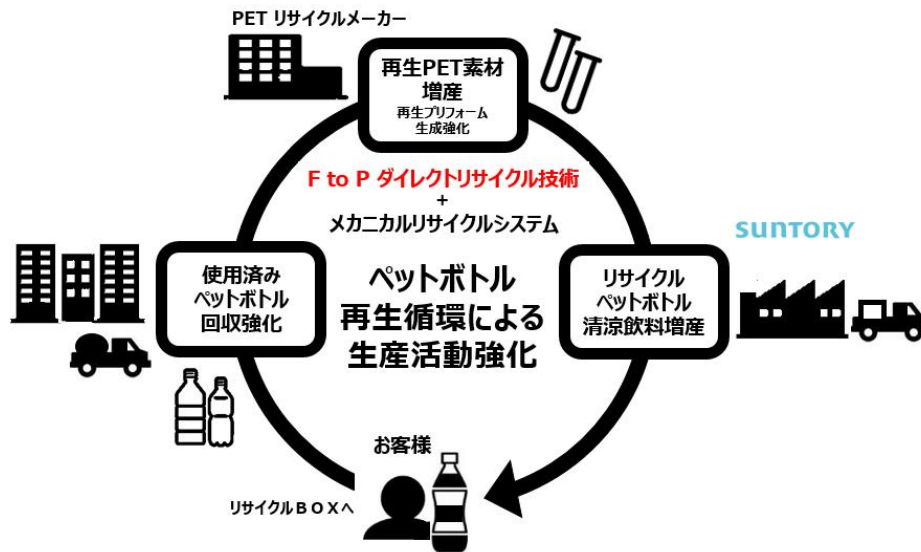


図6 使用済みペットボトルの有効利用を目指したサントリーの取り組み

4. Bio に関する当社の取り組み

当社における Bio への取り組みについて、本稿では 100%植物由来原料を使用したキャップ及びペットボトルの開発事例を紹介する。

① 100%植物由来原料を使用したキャップの開発

「サントリー天然水 550ml」のパッケージは、「2R+B」戦略の下、ボトルでは植物由来原料を 30%使用した国産最軽量の 11.3g を開発、キャップでも植物由来原料を 30%使用した国産最軽量の 1.85g の開発、ラベルでは再生 PET を使用した国産最薄の 12 μ m ラベルを導入しており、容器全体として様々なサステナブル化を体現してきた。

当社は、バイオ素材活用での環境への取組みをさらに進化させ、2019 年より「サントリー 阿蘇の天然水 550ml」でエチレンを 100%植物由来化したポリエチレンキャップ(以下、バイオキャップ)※4 の導入を開始した。これにより、現行ペットボトルキャップに比べて、石油由来原料の使用量を約 90%削減、CO2 排出量を約 56%削減※5 することが可能となる。

※4：ただし、製造ライン切り替え時の微量の石油由来成分及び着色剤成分を除く

※5：「サントリー天然水」(550ml) ペットボトルキャップ 1 個あたり

バイオキャップの導入に当たっては、従来のキャップで使用している石化ポリエチレンはキャップ用に選定した専用材料であるのに対し、バイオポリエチレンは汎用材であり、石化ポリエチレンと物性が異なるため、

- | | |
|-------------|-------------------------|
| (a). 安全性・官能 | －有害な溶出物が無いこと、異味・異臭が無いこと |
| (b). 寸法 | －精度が出ること、従来キャップと差が無いこと |
| (c). 密封性 | －漏れ・吸い込みの無いこと |



(d). 開栓性 ー従来キャップと差が無く、開けやすいこと
について個別に評価し、バイオ化によるサステナビリティの向上と、お客様の飲用時品質やユーザビリティの両立ができるよう慎重に評価をおこない、その全てで弊社基準を満たすことが確認できたため、採用を決定した。



図7 サントリー天然水に対する環境対応の取り組み

② 100%植物由来原料を使用したペットボトルの開発

植物由来原料 100%使用のペットボトル開発に向けては、米国バイオ化学ベンチャー企業・アネロテック社と共同開発に取り組んでいる。ペットボトル原料の70%を構成するテレフタル酸の前駆体「パラキシレン」を、食料用原料のサプライチェーンに影響が出ないよう、非可食の植物由来原料（ウッドチップ等）のみから生成することを目指し、2012年から両社で共同開発を始めてきたが、研究室レベルでの検証に目処が立ったことから、商品への実用化に向けたペットボトル原料生成を行う実証プラントを2017年に米国テキサス州に建設し、開発を進めている。

我々が開発中の技術の特徴（図8）は、ペットボトルの原料であるバイオパラキシレンを生成するプロセスにある。他複数のバイオベンチャー企業で開発されている技術は、原料が糖もしくは糖由来のエタノールをベースにした技術が多いが、我々の技術は非可食原料（ウッドチップ等）を使用するため社会的意義、調達安定性、コスト競争力の点で非常に優位性が高い。また、他社と比べて中間体を経ずに1ステップの反応により、目的とする物質を作り出すことができる点も商業化を見据える際にコスト競争力を高める大きな特徴となると考えている。



図8 アネロテック社技術の特徴

アネロテック社の製造プロセスフロー（図9）は、まず乾燥・粉砕したバイオマスを流動床式のリアクターに投入する。バイオマスはここで、急速に加熱されることにより熱分解を起こす一方、ほぼ同時に発生する触媒反応により、目的とする BTX(ベンゼン・トルエン・キシレン)が生成される。キシレンは後工程で既存の石油精製技術により容易に分離可能である。ここで、反応に用いられた触媒やリアクターで発生した BTX 以外のオレフィンを含むガスは、回収・再活性化され流動床式リアクターに再投入される。このように触媒やガスをそれぞれ循環ループにのせてリサイクル可能なためプロセスは非常に効率的である。

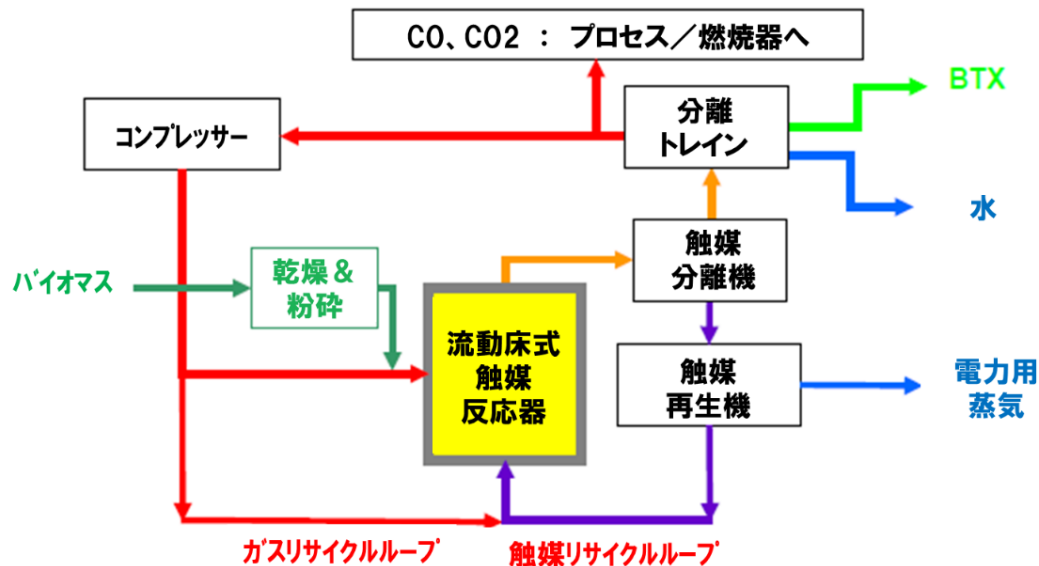


図9 アネロテック社の製造プロセス

当社は引き続き開発を進め、将来的には、当社の「サントリー天然水」ブランドを中心に植



物由来原料 100%使用ペットボトルを導入予定である。

5. おわりに

近年、G7 会合や国際会議の場でプラスチックによる海洋汚染問題が取り上げられている。2018 年にカナダのシャルルボアで行われた G7 拡大会合では「プラスチックごみの問題は世界全体の課題として対処する必要がある」と指摘され、海洋の保護と持続可能な漁業の実現、沿岸部のコミュニティへの支援などを各国に促す「海洋プラスチック憲章」がまとめられた（日本・米国は非署名）。また、EU では使い捨てプラスチック食器や発泡スチロール容器を禁止する新規法案が正式承認され、2021 年までに加盟国で法制化され、2030 年以降、飲料ボトルに少なくとも 30%の再生プラスチックの使用が義務付けられる等、プラスチックへの具体的な規制、制限の動きも活発化してきている。

サントリーグループは企業理念「人と自然と響きあう」に基づき、従来から持続可能な地球環境を次世代に引き継ぐためのさまざまな環境負荷低減活動を行ってきた。容器包装の分野では、サントリーグループ独自の「2R+B」戦略のもと、本稿で紹介した業界最先端の軽量化技術、世界初の F to P ダイレクトリサイクル技術の開発、植物由来原料を用いた容器開発など、樹脂使用量の削減と再生素材の使用により徹底した資源の有効利用を図りつつ、可能な範囲で石油由来原料を再生可能原料で代替するよう開発を進めている。引き続き業界をリードしたサステナブル包材の開発に取り組んでいきたい。