



2022 年調査報告書

包装の機能化と環境問題に対する課題

I. 内容製品の保護機能

II. コミュニケーション機能

III. プラスチックの再生再利用適性

IV. SDGs 配慮の新しい包装の動き

2022 年東京パックの当会活動の一貫として会員が分担し調査した報告書であり、集中展示企画から派生したものです

日本包装コンサルタント協会は、包装及び物流などの向上・改善に関わる指導を通じて生産・流通及び消費の合理化を図り、もって我が国産業の発展に寄与することを目的としています

発行 2022 年 10 月

日本包装コンサルタント協会編著

設立:1983 年 11 月 1 日 jpackca.com

包装の機能化と環境問題に対する課題

I. 内容製品の保護機能

1. 包装製品のロングライフ化

【背景】

Save Food の観点から包装食品のロス削減が求められている。

- (1) 原因のひとつに3分の1ルール。農林水産省は、補助事業にて製造業・卸売業・小売業の話し合いの場となる「食品ロス削減のための商慣習検討ワーキングチーム」(事務局:公益財団法人流通経済研究所)を設置し、「納品期限の緩和(または予定)」、「賞味期限表示の大括り化(年月表示、日まとめ表示)」といった商慣習見直しの取組を推進している。^{1), 2)}
- (2) 包装の面では、食品の種類により対応は異なるが、基本的にはバリア性、HS 性、耐ピンホール性など各種の包装技術と食品の充填包装技術との組み合わせで対応している。³⁾
- (3) 地球温暖化防止、地球資源節約の面から循環型パッケージへと移行しており、包装設計の段階で内容物保護と環境対応(回収し再生再利用適性)に配慮しなければならない。
- (4) 更に消費者の購買もネットショッピング利用など進み、宅配適性、家庭内在庫、防災に対するローリングストック対応、開封後の保存性への配慮も重要となっている。

【具体的事例他】

- (1) 長年、PSトレイにオレフィンフィルムのラップで簡易包装され、冷蔵流通で納品され、店頭冷蔵庫で販売されてきた。賞味期限は一週間以内のものもあった。
- (2) 食品ロス削減を受けて、CVS の惣菜がハイバリアフィルムとガス置換で賞味期限の延長を進め密封が必要条件となり、ヒートシール性を具備する包材が要求されコンビニの惣菜類の賞味期限の改善が顕著。市場に大きく影響を及ぼした。
- (3) 包装仕様の例は以下の通り。
EVOH 積層トレイ+EVOH 積層トレイ蓋をヒートシール(N₂ ガス置換)
(PS or A-PET 真空成形容器)+SiO_x 蒸着 PET 構成ピローバッグ(N₂ ガス置換)
- (4) スタート時は海外製の包装機を多く使用したが、国産のガス置換包装機も

出回り、CVS の棚に並んでいる多くの惣菜商品が賞味期限延長となった。

- (5) 賞味期限が1ヶ月を超える総菜もある。スタンディングパウチ(stand-up pouch)に惣菜を充填しレトルト殺菌した商品も数多ある。
- (6) 従来技術をうまく活用し、レトルト殺菌後も味が変わらない商品に改善。

【今後】

食品・飲料の流通は国境がなくなりつつあり、輸出入が簡単にできるようになってきた。

- (1) 空路／船便などで輸送されるが、新鮮なおいしい食品を輸送するには冷蔵(チルド)及び冷凍流通であろう。しかし、国／地域によっては微妙に温度管理が異なることがある。
- (2) 例えば、日本のチルドと冷蔵である。一般には区別されずに使われているようであるが、法制上(JAS 法)ではチルドは5℃以下、冷蔵は10℃以下とされている。宅配便事業者もこの温度帯はいろいろな呼称と独自の温度帯を用いている。

ヤマト運輸:クール宅急便冷蔵 0℃～10℃ (クール宅急便冷凍 -15℃以下)

佐川急便:飛脚クール便冷蔵 2℃～10℃ (飛脚クール便冷凍 -18℃以下)

日本郵便:チルドゆうパック冷蔵 0℃～5℃ (冷凍ゆうパック -18℃以下)

- (3) 海外ではチルドはほぼ5℃以下と規定されている。上限5℃と10℃の差は食品にとって影響が非常に大きい。食中毒菌の増殖速度が変わり、賞味期限が短くなったりする。
- (4) 冷凍の場合、日本の食衛法では-15℃、国際標準(コーデックス)は-18℃である。旧 JAS 規格では-18℃、2013 年に調理冷凍食品の JAS 規格が廃止、-18℃という規格は法令としては無くなった。しかし、冷凍食品は業界(日本冷凍食品協会)の自主基準により-18℃以下での保存、流通が要件として定められている。

東京オリンピックの時に国際標準の食品衛生管理が話題になったが、温度管理一つをとっても管理温度の一本化や国際標準に合わせることで、業界自主基準の法制化が必要であろう。日本独特の業界自主基準は国際的には通用しない。早急な法整備と国際標準化が望まれる。

出典

- 1) 食品ロス削減に向けた商慣習見直しに取り組む事業者の公表:農林水産省(maff.go.jp)
- 2) 商慣習見直しを進める事業者が昨年度より大幅に増加!:農林水産省(maff.go.jp)
- 3) index-67.pdf (maff.go.jp)

2. 鮮度保持包装(冷凍食品含む)

【背景】

- (1) 新型コロナ流行が3年も続き、家庭内での喫食を余儀なくされた生活をしてきたが、これも飽きてきて変化を求めている。
- (2) 一方では外食や旅行ができなくなって、家庭内貯蓄が増えた。産地直送の新鮮な魚、稀少部位の肉製品、旬の野菜／果物などを楽しむ家庭が増えて定着してきた。
- (3) また、一人暮らしの多くは、購入単位として食材をまとめて買う傾向。平日は多忙で週末にしか買い物ができない人も、一度に肉や野菜を多く購入するケースがある。流通も販売単位が業務用という店も増えている。大家族であってもさらに大型冷蔵庫の中はパンパンに食品が詰められている事も多い。
- (4) 魚、肉類、農産物、加工食材の鮮度を保つため保存温度と一次包装の技術が近年革新的に進化してきた。

【具体的事例他】

- (1) 食品はそれぞれ固有の氷結点(凍り始める温度)を持っており、0℃以下から氷結点までの「0℃以下でも凍らない温度」のことを「氷温」と定義されている。
- (2) 「氷温」保存食品は一般的な「冷蔵」と比べ鮮度が長持ちし、「冷凍」よりも風味や食感が落ちない。最近の冷蔵庫などでも氷温室がついているものもある。
- (3) 魚、肉類は空気(酸素)に触れないように酸素バリア性の高いフィルムで直接包み氷温保存すると冷蔵に比べて数倍長持ちし、風味も良くなる。
- (4) 農産物、特に葉物野菜などは傷みやすいが、これも包装材と氷温の考え方でおいしく、より長期保存できる。フィルム包装はある程度水分が透過するが、内側の湿度は結露しない程度に保たれるように、品種別に配慮したフィルムで包装する。
- (5) フィルムの通気性は例えばミクロンレベルのパーフォレーションを有する場合もある。必要に応じガス封入利用もあり、フィルムの材質と袋の形態を選び、二重包装も含めて可能である。

【今後】

さらに味や風味にこだわる生活者向けに、さらなる包材と保存、輸送温度の追求が進むと思われる。大量に購入して鮮度を維持することから、少量でもさらにおいしく食べることができることに移行していくと思われる。

- (1) 氷温で保存された食材、魚・肉類は、細胞内にあるでんぷんやたんぱく質を分解し、不凍物質を作り出す。この不凍物質には遊離アミノ酸類や糖類といった、うまみ・甘み成分が含まれ、これらが増加することで結果としておいしく「熟成」されることになる。
- (2) このような「おいしい食」を生活者が普通に求める、あるいは居酒屋などが気軽に提供することができるように産地での保存、輸送、消費地での保存、店頭に至るまで「氷温流通」が更に普及すると思われる。
- (3) 流通が細分化され、常温→冷蔵→チルド→氷温→冷凍→極低温冷凍 の流通が確立され则认为られる。
- (4) 賞味期限、消費期限が印字されて一つの目安になっているが、海外では印字を行わないでプリンタブルエレクトロニクスとセンサー技術で包装食品の鮮度を携帯端末で読み取り、Save Food に貢献する動きもある。
- (5) 例えば、食品貯蔵トラッカー、FOODSTORAGETRACKERS™ が提案されており、冷凍庫の食品の保管時間と状態を監視し、色を変えて実際の残りの貯蔵寿命を示すセンサーで測定し完全に食べられる食品を捨てることなくなる工夫もある。^{4),5)}

出典

4) <https://evigence.com/food-storage-tracking/>

5) <https://packaging360.in/news/materials-and-sensors-are-combined-for-interactive-food-expiry-label/>

3. 包装製品の追跡機能

【背景】

- (1) チルド食品や冷凍食品の加工技術レベルが上がり、より本物志向の商品が増えている。名店ブランド商品もエントリーしてきている。
- (2) 一方では食の安心・安全が社会的に求められている。賞味期限内の温度管理が重要で温度管理の行き届いた設備と輸送手段、搬送がきちんと実施されることが前提。
- (3) しかし、商品の製品加工工場、店頭での管理、消費者が購入して調理するまでの温度履歴トラブルがあったかどうかは商品本体を見てもわからない。
- (4) まず、必要な事は各行程での滞留期間と温度管理が商品本体に反映されることである。
- (5) そして最終的な課題は生活者が店頭で購入して、自宅に持って帰る時間と家庭内温度管理であろう。
- (6) 輸送中の包装食品は温度測定データロガーなどで所定の温度に維持され

たかを確認。包装製品の track & trace 技術として重要になり関心もたれてきている。

【具体的事例】

- (1) 商品の製造から店頭、生活者が購入して家庭への運搬までの温度履歴異常をチェック。
- (2) サーモクロミックインクの特定期間で変色する性質を利用した示温ラベルがある。種々の温度で変化して不可逆なものを組み合わせた印刷ラベルで、その商品がどの温度まであがったかわかる。商品を購入して家庭までの輸送や保管時までカバーでき有用。
- (3) 生活者が購入段階で温度履歴異常をチェック。欧州で一部試行。品質保持の必要温度を超えると商品のバーコードをレジでスキャンしても読めない技術がある。バーコード部分を二重(二層)構造にして、指定の温度以上になると特殊な薬剤が浸み出てバーコードを少なくとも1本以上消し、レジで読めなくする技術。温度履歴の異常商品はレジで確認可能。⁶⁾ ただし、生活者が購入後、各家庭に持って帰る間のトラブルはチェックできない。

【今後】

- (1) レジ作業で人手と時間がかかるのは「商品の読み取り」と「袋詰め作業」。
- (2) 店舗の商品にすべて IC タグをつければデータを読み取るのは一瞬である。生活者が支払いをしている間に袋詰めを行なう程度の自動化は比較的簡単である。通称“レジロボ”に、IC タグが使われているので、商品の製造から流通、店頭までの温度や衝撃履歴までもデータとして記憶可能。
- (3) 最大の課題は商品一つ一つに IC タグを取り付けることである。IC タグ自身のコストと種々の形状の商品すべてに IC タグを取り付けるコストをどのように商品にさせるかである。もちろん IC タグが安価になれば実現できそうであるが、取り付けが販売店で行なわれるのか、すべての商品にすべてのメーカーが取り付けのかが最も大きな課題。
- (4) 日本酒にも RFID が採用される時代となった。⁷⁾

出典

6) [Tempix - Good food handling with Tempix](#)

7) [Avery Dennison Smartrac | Avery Dennison | RFID](#)

Ⅱ. コミュニケーション機能

1. 携帯端末の利用

【背景】

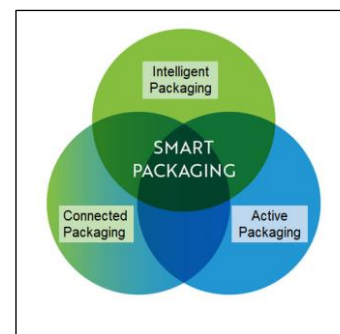
- (1) 包装の役目は従来の製品保護の目的だけでなく情報媒体として上手に利用する動きが国内外で活発になってきている。
- (2) 包装の情報提供機能は重要で包装の表面への文字・記号・グラフィックデザインの表示だけでなく、更なる付加情報の提供が求められている。印刷表示ではなく、携帯端末の利用が進んできている。
- (3) 生産者・供給者と使用者・消費者とのコミュニケーションツールとして、携帯端末利用の Connected Packaging が普及し始めている。

【具体的事例他】

- (1) QR コードの利用で商品利用者へのエンターテイメント(娯楽やサービス提供)など利用しやすい媒体として、また宣伝コストが安い方法として包装の表面を利用する試みが多くなされている。
- (2) 国内では、既に多くの事例がある。
- (3) 米国とカナダでは、Colgate-Palmolive、Nestlé、Procter & Gamble、

Unilever を含む 60 を超える消費財企業が、SmartLabel®と呼ばれるデジタルツールで買い物客に製品情報へのアクセスを提供。

- (4) 英国の例では、ポートフォリオ全体で「常時接続」メディアとしてコネクテッドパッケージングを展開している企業がある。
- (5) 購買者が、ブランドとやり取りするとき、より詳細な情報やよりパーソナライズされた経験・体得にアクセスしたい欲求に対する一つの対応方法。
- (6) Connected package は、Smart Packaging の中に含まれる一つと位置付けられている。



2. 多言語への対応

【背景】

- (1) 現在世界で販売されている包装商品は、多言語表記の製品が多い。
- (2) 包装の表面積は限られており、多くの言語表示は無理である。
- (3) 日本では QR コードを携帯端末で読み取ると、その携帯端末の使用言語に変換されて表示できるシステムが開発され、一部利用されている。

- (4) 平成 31 年 3 月に国土交通省 観光庁が行った「小売分野の多言語対応に関する訪日外国人旅行者の意識調査」の調査結果によると、多言語対応が十分ではない現状が判明。
- (5) 省スペースで多言語化する方法が必要であり、現状では、省スペースで比較的表示できる方法として「JANコード」や「QRコード」、また「ビーコン」、「ICチップ」などを活用して、web サイトと連携して表示する方法がある。
- (6) 商品パッケージなどは「製・配・販連携協議会」が提供する専用アプリ「Mulpi」¹⁾を利用し、商品パッケージや店頭 POP についている Mulpi 対応 JAN コード(バーコード)を読み取り、英語・日本語・簡体字中国語・韓国語・繁体字中国語の 5 言語でメーカー公式商品情報を確認できる仕組みを提供している。
- (7) QR Translator が開発され QR コードを利用し看板や印刷物を簡単に多言語化出来る。世界初で商品パッケージや案内看板、商品説明書、ガイドブックなどスペースが少ない場所にも「QRT コード」を設置し、ユーザーが自分の携帯端末でコードを読み取りユーザー端末の言語設定を認識して翻訳文を表示。
- (8) 包装商品や印刷物の多言語化対応に煩雑な作業を「QR Translator」で効率化、訪日観光客や在日外国人により早く正確に情報を届けることが可能。

1)

【今後】

- (1) QR コード利用が当面利用されるが、透明なバーコード Digimarc 透かしラベルなど各種の技術が開発されて商品の供給者と使用者・購買者がパッケージの表面のこれらのシステムを介して直接コンタクトするようになる。
- (2) パンデミックによって消費者の e コマースと QR コードの体験・経験が促進された現在、connected package は、購買者のエンゲージメントとコンタクトデータ収集の重要な柱として浮上している。
- (3) 企業は購買者に情報へのアクセスを提供し、アイテムを直接認証できるだけでなく、包装製品がサプライチェーンを移動トレーサビリティデータも収集。
- (4) パッケージと情報端末の組み合わせはもっと進化。smart package は今後の包装の重要課題となり、製品ごとに必要な機能が開発され connected package, intelligent package へと進むがこれら単独技術だけの利用ではなく、易開封・再封とか鮮度保持技術との組み合わせで活用され、人々の生活を豊かにすることに貢献する。

出典

- 1) 商品パッケージや印刷物を多言語化して、訪日観光客や在日外国人に情報を

Ⅲ. プラスチックの再生再利用適性

1. 包装設計時点での配慮事項

【背景】

- (1) プラスチック利用の包装材料は使用後回収して再度プラスチック材料として利用する
あるいはプラスチック製造の原材料、例えば石油ナフサの代替とする方向で進んでいる。いわゆる循環型パッケージであり、再生再利用される循環型ポリマーの利用促進の方向に進む。
- (2) 包装の三大機能と 4 つの具備要件は、内容物保護、運搬利便性、情報伝達の三大機能と、生産適正、経済性、安全衛生性、社会環境性と言う 4 つの具備要件がある。¹⁾ (図 1)



図 1：包装の三大機能と 4 つの具備要件

- (3) 包装設計時点において、循環型パッケージのために今までの「基本設計要求事項(包装三大機能他)」+「使用・回収後に必要な設計事項(回収・選別・リサイクル)」を検討しなければならない。
- (4) 包装設計においては3R(Reduce、Reuse、Recycle)および CO₂ の削減、自然環境の保全を考慮する事が重要である。(図 2)

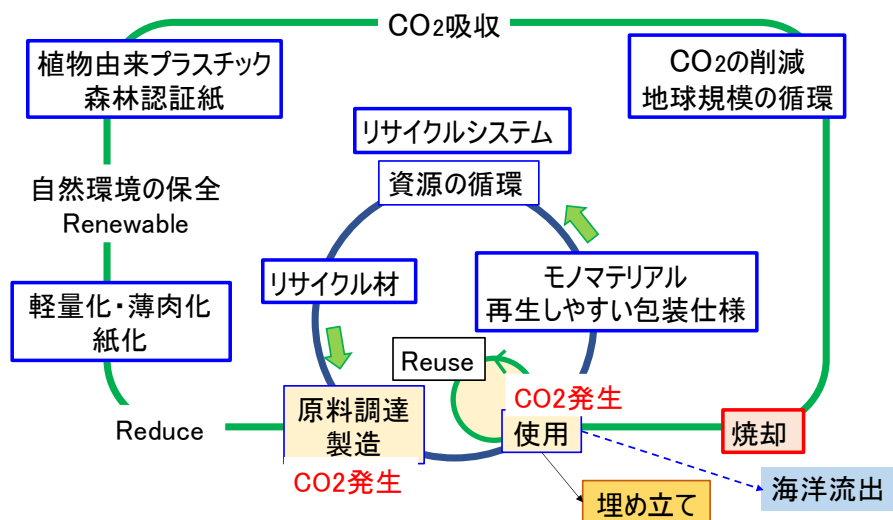


図 2:循環経済

- (5) 包装仕様を決定するときに、特にプラスチック包装は現在のリサイクルシステムで再生再利用が可能であることを考慮する。ガラス容器、金属容器、紙器、段ボールは既に回収システムがあり運用されている。

【具体的事例他】

- (1) 現在のリサイクルシステムで再生再利用が可能である事を考慮した包装仕様の例。

例 1:モノマテリアル包材(大日本印刷)。

ユニリーバ社リプトン「ボタニックティー」

例 2:素材の比重を考慮してリサイクル時に分別しやすくする。

(PET ボトルの場合)

ボトル:PET(1.34～1.39)、キャップ:PE 及び PP(0.91～0.92 及び 0.90～0.91)、

ラベル:PS(1.04～1.09)、ラップラウンド(胴巻き)ラベルは OPP 単体50 μ ～30 μ など

- (2) 分離しやすい構造

バッグインボックス(BIB),PET ボトルのシュリンクフィルム・ラップラウンドラベルなどがある。



例3:欧州のMondi社のStrip Pouchが提案され多くの賞を得ている。パウチの表面の印刷フィルムを剥離して排出する構造であり、Frosch社のstand-up pouch洗剤に採用されている。包装設計の時に回収されてリサイクル容易の仕様に設計するreverse engineeringが重要である。²⁾



出典

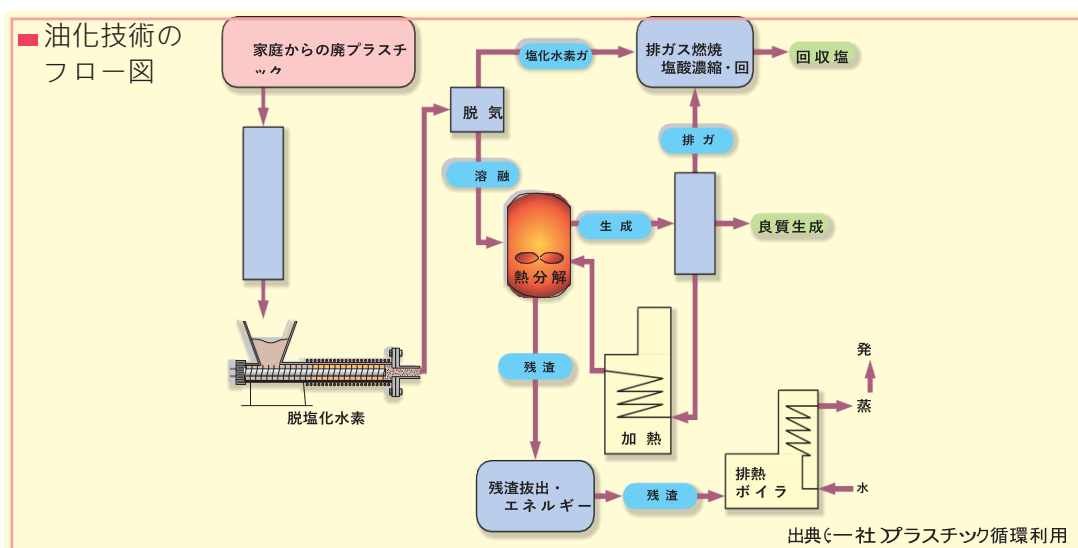
- 1) 日本乳業協会ホームページ
- 2) https://www.interpack.com/en/Discover/Tightly Packed Magazine/COSMETICS PACKAGING/News/What is reverse engineering?utm_source=themennewsletter&utm_medium=email&utm_content=kosmetik%20linkliste%20artikel&utm_campaign=mar20%20en

2. ケミカルリサイクルの国内外の状況

日本にはガス化など多くの技術が実用化されているが、回収包材及び包材以外の廃プラの回収品の再生技術としては、熱分解法、ガス化法、超臨界法が検討されている。

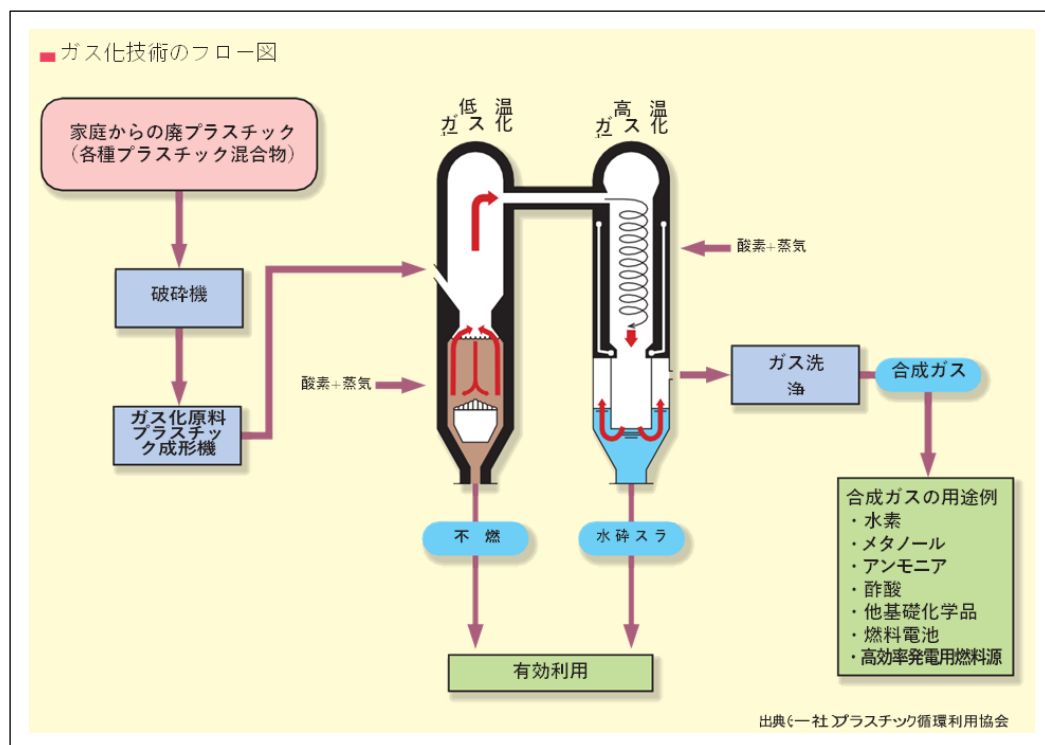
(1) 熱分解法(油化)及びガス化法

廃プラを回収して熱分解し、熱分解油(Pyrolysis oil)を得て樹脂メーカーでナフサ代替として利用し、石油由来のナフサを節約している。代表例としてSabic社がある。



廃プラ及び容器法に定めるプラスチック製容器包装は、ガス化で処理され化

学原料として利用されているが、積水化学が実証プラントを立ち上げた方法は、ガスの CO を米国の Lanza Tech の技術を利用してエタノールに変換し樹脂メーカーに供給してエチレン、ポリエチレンとして r PE として供給する。



油化技術及びガス化技術のフロー図 （出典：プラスチック循環利用協会）

(2) 超臨界法

三菱ケミカルは英国 Mura Technology 社と廃プラスチックから化学製品や燃料油の原料(リサイクル生成油)を製造する技術(HydroPRS™)のライセンス契約を締結技術導入し、2024 年稼働を目指して準備している。食品包装のラミネート品、多層仕様を含め、あらゆる形態のプラスチックをリサイクルが可能である。

Dow は、Mura が 2025 年までに世界で 100 万トンのリサイクル能力を展開する計画を全面的に支援。Mura の英国ティーズサイドのリサイクル工場より、プラスチック廃棄物から生産されたりサイクル原料、crude oil の供給を受け、世界中の大手ブランドに rPE などの循環型ポリマーを供給予定。Mura 社は日本以外に韓国、米国、ドイツ、アジアに拠点を準備中。

超臨界法の実用化例

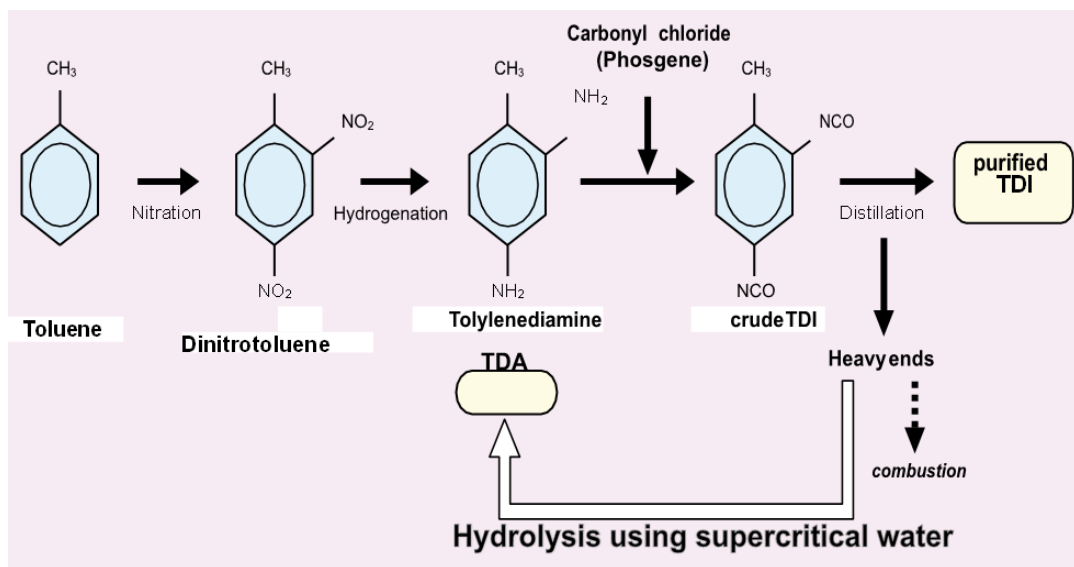


図4：超臨界水による加水分解反応、TDI 残渣のケミカルリサイクリング⁴⁾

(3) 海外のケミカルリサイクリングの状況 ケミカルリサイクル技術の概要

TABLE 3 Overview of Different Chemical Recycling Technologies

Dissolution	Pros: • Selectivity • Mixed/multi-layer material can be addressed • Output can be used directly (no polymerization necessary) • Removal of hazardous substances Cons: • Requirements on composition of input material • Limited to thermoplastics • Purification of solvents necessary Technology Providers*: Six with capacity up to 8000 tons/yr, based in Europe
Solvolysis	Pros: • Selectivity • Mixed/multi-layer material can be addressed • Removal of hazardous substances Cons: • Requirements on composition of input material • Purification of solvents necessary • Processing of polyolefins or PS excluded Technology Providers*: 14 with capacities of up to 10,800 tons/yr, based in North America and Europe
Pyrolysis	Pros: • Wide range of input materials • Large spectrum of resulting products • Removal of hazardous substances Cons: • High energy demand, emission of pollutants • Less selectivity for products (wide product spectrum) • Products often must be further processed/ upgraded • Low tolerance for PVC Technology Providers*: 44 with capacities of up to 38,000 tons/yr in North America, Europe, Asia, Australia
Gasification	Pros: • Very robust regarding input material • Various applications for produced synthesis gas • Removal of hazardous substances Cons: • High energy demand due to high temperatures and pressures; generation of pollutants • Generation of higher tar contents, limits utilization in turbines/engines and further processing is necessary • Reduced caloric value of product due to oxygenation Technology Providers*: Eight with capacities of up to 100,000 tons/yr based in North America and Europe
Enzymolysis	Pros: • Depolymerization via biocatalysts • Highly specific (chemo-, regio-, enantio-, stereo-) • Mild conditions (e.g.: room temperature, atmospheric pressure) • Fine tuning via enzyme- and metabolic engineering Cons: • Rarely developed • Lab-scale • Relatively slow turnover Technology Providers*: 1 in Europe

*As of November 2020

(出典:Plastics Technology)

<https://www.ptonline.com/articles/chemical-recycling-ready-to-take-off>

(4) 海外のケミカルリサイクリングの実用化例

TABLE 1 Market-Ready Products Made from Chemically Recycled Plastics

Timeline	Product	OEM/Brand	Producer of the Recycled grades	Polymer Type
Food-Grade Packaging				
Aug. 2019	Ice-Cream Tubs	Unilever (Magnum)	SABIC (TrueCircle)	rPP
June 2020	Meat Packaging	Zur Mühlen Group (Gutfried)	BASF & SABIC	rPA (BASF), rPE (SABIC)
Sept. 2020	Cheese Packaging	Bradburys Cheese	SABIC	rPP
Nov. 2020	Pet-Food Packaging	Mars (pet-food brands)	SABIC	rPP
Dec. 2020	Yogurt Tubs	Yoplait	Total	rPS
March 2021	Chocolate Wrapper	Nestle (KitKat)	LyondellBasell	rPP
Apr. 2021	Food-Storage Containers,	Tupperware (ECO+ products incl. Lunch-It containers & sandwich keepers)	Eastman (Tritan Renew)	rCo-polyester
May 2021	Milk Bottles	LACTEL (Lactel milk bottles)	INEOS	rHDPE
Jun 2021	Reusable Water bottles	Eco Ello Bottle	Eastman (Tritan Renew)	rCo-polyester
Home and Personal Care Packaging				
October 2019	Laundry & Home-care Packaging	Henkel (Perwoll)	BASF (ChemCyclingT)	rPE
October 2020	Cosmetic Packaging	Estée Lauder (Clear Improvement™ Active Charcoal Mask)	SABIC	rPP (Cap), rPE (Tube)
Jun 2021	Cosmetic Packaging	Kao Twany (cosmetics bottles/containers)	PET Refine Technology Co., Ltd., (JEPLAN, Inc. BRING Technology)	rPET
Jun 2021	Cosmetic Packaging	LVMH (Dior Addict Lip Maximizer)	Eastman (Cristal Renew)	rCo-polyester

(出典：Plastics Technology)

(5) ケミカルリサイクル樹脂による製品例(出典:Plastics Technology)

5.1 SABIC のケミカルリサイクルの PP から作られたユニリーバのマグナムアイスクリームタブは、世界規模で商業的に展開されている。

5.2 ネスレのキットカットチョコレートラッパは、リヨンデルバール、LyondellBasell のケミカルリサイクルの PP で作られている。



5.3 エスティローダー、Estee Lauder のクリアインプルーブメントアクティブチャコールマスク、Clear Improvement Active Charcoal Mask は、SABIC のケミカルリサイクルの PP がキャップに、ケミカルリサイクルの PE がチューブに利用されている。

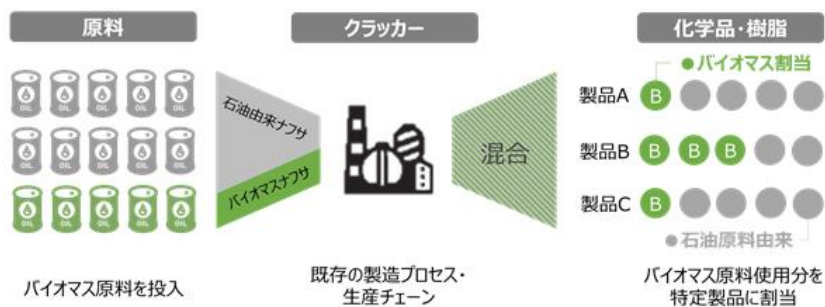


5.4 Zur Muhlen Group の Gutfried チーズのパッケージは、BASF のケミカルリサイクルナイロンと SABIC のケミカルリサイクル PE で作られている。

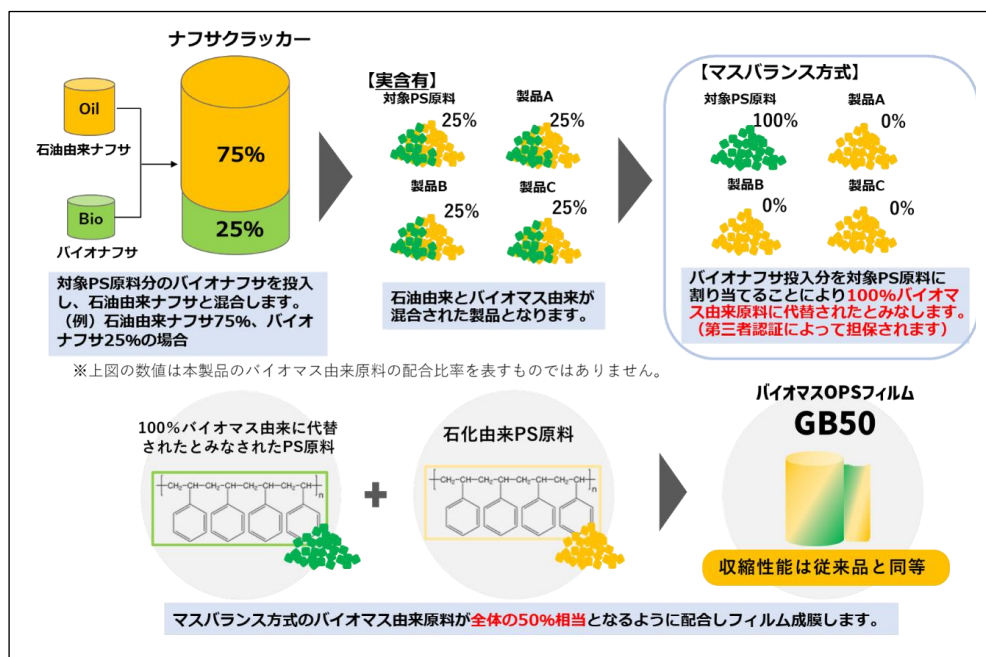
5.5 ヘンケルの Perwol ランドリー、Henkel's Perwol laundry、パッケージは、BASF の ChemCycling プロセスを使用して rPE で作られている。



(6) 更に石油ナフサ以外の木材由来のバイオナフサの実用化も行われている。
 6.1 Neste 社(フィンランド)と豊田通商、三井化学はマスバランス方式によるバイオマスナフサを原料としたフェノールなどのバイオマス化学品やポリオレフィンをはじめとしたバイオマスプラスチックの製造・マーケティングを開始。⁵⁾



日本で初めてのバイオマスナフサからのバイオマス誘導品の生産を開始
 6.2 グンゼが、マスバランス方式によるバイオマス原料を約 50%相当使用したスチレン系製品を販売。⁶⁾



(7) 国 図 5:マスバランス適用例 は主にメカニカルリサイクルであるが、ケミカルリサイクルも行われようとしている。

7.1 メカニカルリサイクリング

Bottle to Bottle のポイントは分別収集したバールの品質と再商品化プロセスでの IV 値を上げるための固相重合にある。

図 6 PET ボトルのリサイクル⁷⁾



7.2 メカニカルリサイクル システムメーカー

国内のメカニカルリサイクリング樹脂(PETトレイ、PET ボトル)メーカーには主に下記システムメーカーの装置が導入されている。

EREMA [EREMA Plastic Recycling Machine & Plastic Recycling Plant](#)

Starlinger [Recycling: Starlinger](#)

Bühler [PET Recycling | Bühler Group \(buhlergroup.com\)](#)

(8) 国内のケミカルリサイクリングの状況

8.1 住友化学と丸善石油化学は 2030 年までにポリオレフィン系廃プラスチックから、エチレンやプロピレンなどの基礎化学製品の原料を高効率で直接製造する技術の確立を目指す。⁸⁾

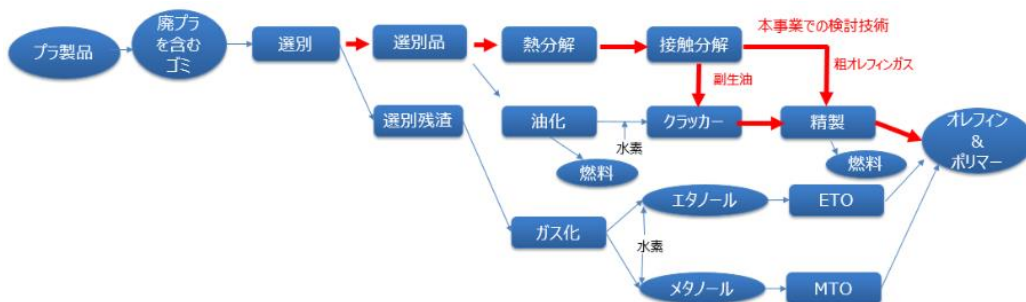


図7:事業イメージ

8.2 BASF と三井化学、日本国内におけるケミカルリサイクルの推進に向けた協業検討を開始⁹⁾

(9) リサイクル樹脂は安全性の面から個々の樹脂について安全性を判断する方向であり、FDA、EFSA 共に同じ対応を図っている。

9.1 リサイクル樹脂に要求される安全性

リサイクル樹脂には再生材としての品質管理体制が必要である事。

製品が確かに再生材である事や製品の再生材含有比率の証明が必要である事。
生産や出荷におけるトレーサビリティが求められる事。

9.2 欧米の対応

・FDA

Guidance for Industry: Use of Recycled Plastic in Food Packaging: Chemistry Considerations

ガイドラインにおいて、再生プラスチックは、使用済みプラスチックの入手先やリサイクルの工程を含めて申請企業ごとに評価される。

・EFSA

再生プラスチックを原料として用いて製造した食品接触材料について、Regulation (EC) 282/2008 において規定している。

【今後】

- (1) 石油由来、再生樹脂(certified resins)、Bio-based Polymers が単独、混合、ラミネートされた状態で利用され使用後は回収され循環型ポリマーとして再生再利用される。
- (2) 再生樹脂製造は各樹脂メーカーが活発に動く。現在の事例として、① ExxonMobil のオレフィンがあり顧客として Berry Global があり r PP についてマスバランス方式を採用している。
- (3) 第三者認証機関として欧州は ISCC PLUS 認証(国際持続可能性カーボン認証)など 7 つの機関を認定しているが、日本も必要となるだろう。
- (4) PET ボトルは既に r PET ボトルが実用化されているが、ケミカルリサイクルも実施される。
- (5) 循環型ペットボトルリサイクルの事例 ¹⁰⁾



出典

- 3) プラスチック循環利用協会
- 4) 神鋼エンジニアリング&メンテナンス(現コベルコ E&M)資料)
- 5) 三井化学ニュースリリース 2021.12.14
- 6) マスバランス方式のバイオマスフィルム「GB50」の上市について | プラスチックカンパニー | グンゼ株式会社 (gunze.co.jp)
- 7) PET ボトルリサイクリング推進協議会 年次報告書 2020 P14-15
202011pet report print h0104 (petbottle-rec.gr.jp)
- 8) 住友化学ニュース・リリース 2022.02.18
- 9) BASF と三井化学、日本国内におけるケミカルリサイクルの推進に向けた協業検討を開始 | 2021 | ニュースリリース | 三井化学株式会社 (mitsuichemicals.com)

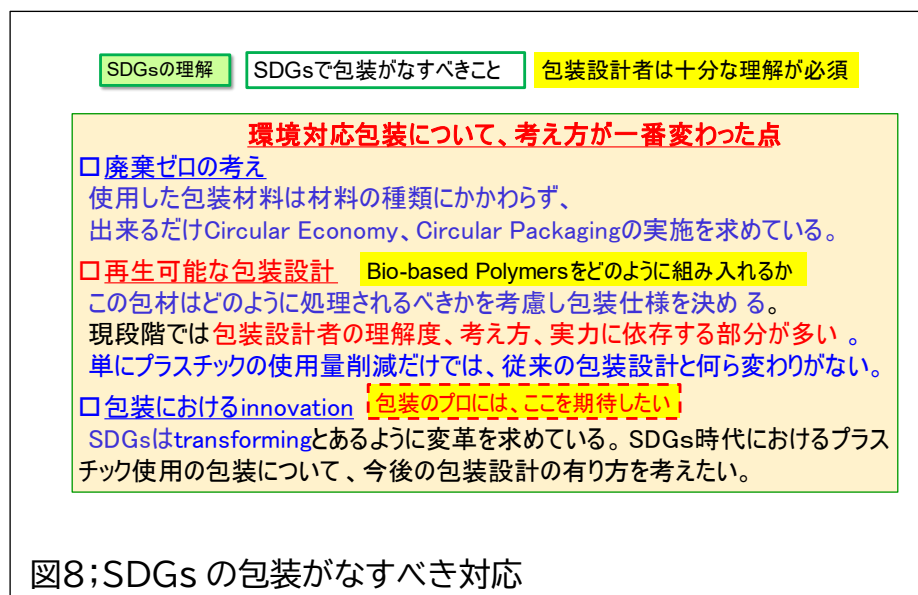
10) 世界初の「完全循環型ペットボトル」(ボトル to ボトル)を実現(2019 年 10 月) | 企業 | セブン&アイ・ホールディングス (7andi.com)

IV. SDGs 配慮の新しい包装の動き

□ SDGs と包装の関係

包装は SDGs の各項目と以下のように関係している。

- SDGs対応で包装がなすこと。特にプラスチックについては、図 1 に示す。
- Reproduced Polymers、Circular Polymers、Certified Circular Resins (CCR) が石油由来のプラスチックと配合使用され、足りない場合は bio-based resins が利用され、回収・再生原料・新たに製造の流れる Circular の動きが進む。



1. Bio-based Polymers の利用

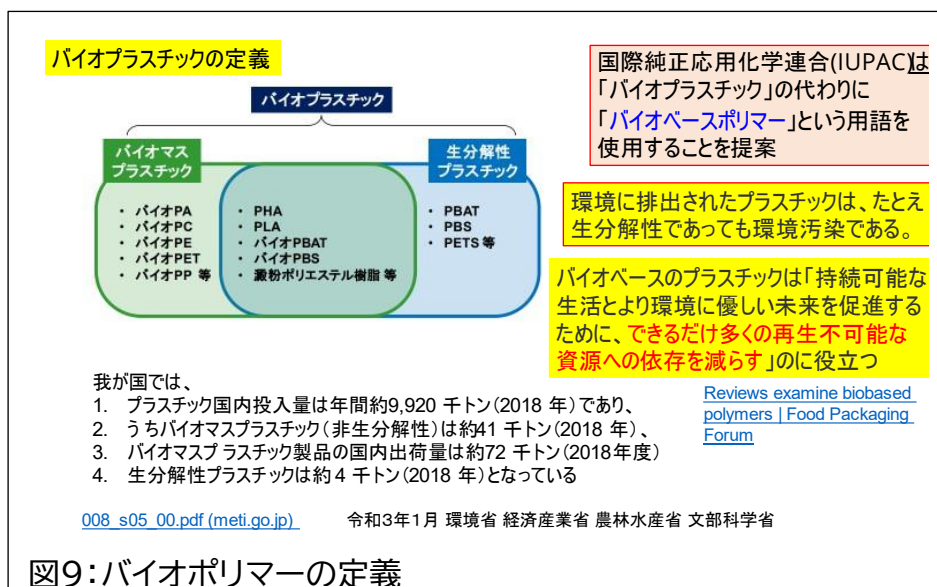
【背景】

- (1) 地球資源の節約、CO₂ 排出量削減による温暖化防止で再生可能原材料、renewable resource 由来の原材料から製造されるプラスチックの性能を有する材料の使用が必要となる。
- (2) 使用後は回収され新たなプラスチック製造の原料となり、循環型ポリマー (Reproduced Polymers、Circular Polymers、Certified Circular

Resins (CCR))として再生され、利用されることが繰り返され、地球資源の節約、CO₂ 排出量削減による温暖化防止に貢献する。

【具体的事例】

- (1) バイオポリマーの位置づけ
- (2) Bio-based Polymers はプラスチックの生産量のまだ数%であるが脱石油の材料として必要である。
- (3) ブラスケム社の bio-based PE 等が既に多くの分野で利用されている。
- (4) 一般的なバイオプラスチックは、デンプン、熱可塑性デンプン(TPS)、ポリ乳酸(PLA)、Bio-PBS(三菱ケミカル)、ポリブチレンアジペートテレフタレート(PBAT)、ポリヒドロキシブチレート(PHB)、カネカ PHBH、3-ヒドロキシブチレート co-3-ヒドロキシヘキサノエート重合体。
- (5) Bio-based Polymers の利用に当たっては、再生可能原材料が何か、(安定調達可能か、気候変動の影響を受けやすいか)どのように製造されるか、(原料から製造まで一貫して追跡できるか)人の健康に対する安全衛生性は、国内基準、FDA、EFSA(欧州食品安全機関、European Food Safety Authority)など基準をクリアしているかを確認が必要である。



- (6) 世界のバイオプラスチック生産が今後 5 年間(2021-2026)で 3 倍以上になり、アジアは2026 年までに 70%の市場シェアを超えると予測。約48%が包装用途(115 万トン/2021)。プラスチックの世界全体の生産に占めるバイオプラスチックの割合は、2026 年までに初めて 2%を超えると予想。(759 万トン)

以下国内外の主な事例

- (7) 2019 年より Lyondellbasell 社で生産開始、2021 年より岩谷産業が
取扱い。オレフィン系樹脂生産時に、再生可能な粗原料(廃油等)を利用し、
石油使用量や CO₂ を削減。石化バージン品と同等品質の Circulen
Renew『バイオ PP』や『バイオ PE(HDPE、LDPE)』を提供。Circulen
Renew Plusは炭素 14 分析法でバイオ由来(廃油等)の含有量が測定可能。
- (8) LYB 社の Wesseing(ドイツ)のクラッカーと、欧州内の複数のポリマー工
場で ISCCPLUS の認証を取得。LYB 社、Circulen Renew を 200 万ト
ン/2030 年を目標
- (9) フタムラ化学、バイオマス OPP フィルム。植物油廃棄物などの非可食油か
らバイオナフサもしくはバイ オプロパンを精製し、既存のプラント等へ石油
由来原料と混合することで生産。ISCC の認証には循環経済によるリサイク
ルプラスチックも範囲としており、今後、廃棄プラスチ ックからのリサイクル樹
脂の使用も可能。
- (10) ONY:再生材料については、BASF/興人/DNPで OPA(ONY)、ユニチカ
のナイロンフィルム「エンブレム CE」、バイオマス原料を使用した包装用ナイロ
ンフィルム「バイオプレーナ® 二軸延伸ナイロンフィルム」。
- (11) カネカの PHBH は、植物油を原料に微生物により生産されたポリマーで、
自然界に存在する微生物により生分解され、最終的には CO₂ と水になるが、
無理に生分解まで待たなくて、C と H, (N)を含んでおり、回収してオイル原料
として利用も考えられる。生分解性樹脂製品は市中に散乱すると環境汚染とな
る。回収して生分解専用設備で処理は無理がある。コンポスタブル樹脂とは異
なる。
- (12) 三井化学は Neste 社からバイオマスナフサを調達し日本で初めてバイオ
マスナフサを原料の bio-PP を製造し(拡販 1)に入る。また IPA 法で bio-PP
製造も検討している。¹⁾
- (13) Bio-PET も利用されており、包装に利用する汎用樹脂、bio-PE, bio-
PP, bio-PET, bio-PA の使用量は順次増加する。
- (14) いずれも第三者の認証を得て供給される方向となっている。

【今後】

- (1) 100%バイオ樹脂のポリエチレンフラノエート PET 類似の樹脂として PEF
があり、オランダ Avantium 社がバイオ由来の糖質原料から製造するフラン
ジカルボン酸(FDCA)とバイオ由来のエチレングリコールを重合して製造。²⁾
- (2) ポリエステルおよび特殊樹脂用の添加剤およびカラーマスターバッチおよ
びコンパウンドの専門家である Sukano と協力して 2 軸配向 PEF フィルム
を製造。
- (3) このように具体的に各種の bio-Resins が実用化されていく。

- (4) 機能性は重要なファクターであり、bio-based polymers での対応は当初は グレードの品揃えの面などで難しいと思うが、近い将来では、特にヒートシール性、ホットタック性、透明性への対応も次第にできてくる。
- (5) 単体材料として利用されるか、紙包装材料開発者の BillerudKorsnäs と ボトル製造スペシャリスト ALPLA の合併会社である紙瓶会社(Paboco)が開発中の紙製ボトルのプロジェクトに Avantium が参加するなどして組み合わせ容器などに展開される事例が増える。(2019 年 10 月 14 日)紙と PEF の層は、リサイクル目的で分離し、リサイクルストリームに戻すことができる。
- (6) インキ、接着剤についても bio-resins は使用されており、使用量は増える。^{3),4)}

出典

- 1) https://www.mitsuichem.com/jp/release/2019/2019_0926.htm
- 2) <http://whereareelectrons.blogspot.com/2016/09/blog-post.html>
- 3) https://www.ink-jpima.org/ink_kankyou.html
- 4) <https://www.toyoink.jp/ja/solution/biomass/#a01>

2. 紙のバリア化

【背景】

- (1) プラスチックの代替材料として再生可能原材料の紙が注目を浴び利用が活発になっている。
- (2) 一次包装への利用として、①耐油脂性、②バリア性、③HS 性、④古紙再生(現在の紙の回収ルートで処理される)がポイントとなっている。国内でも PBS との組み合わせで実用化されている。⁵⁾

【具体的事例】

- (1) 紙にバリア性を付与した製品が実用化されている。日本製紙のバリ加工の「SHIELDPLUS®(シールドプラス)」と、凸版印刷のコンバーティング技術を組み合わせた包材向けのバリア紙で、製造負荷や環境負荷の削減、紙本来の風合いを活かしたパッケージデザインが可能となった。
- (2) 王子ホールディングスは、バリア性を有する紙素材『SILBIO BARRIER』を開発。⁶⁾
- (3) 三菱製紙は、優れたバリア機能とヒートシール性を有した包装用コート紙、barricote を開発。紙素材本来の優れた生分解性とフルリサイクル性を有す

るモノマテリアル製品です。FSC®森林認証紙。⁷⁾

- (3) 凸版印刷は、高い水蒸気バリア性と優れた耐屈曲性を有し、幅広い内容物と包材形状に対応できるバリア紙「GL-X-P」を開発。紙素材とヒートシール性を有するコート層のみで構成されているため、包材のプラスチック使用量ゼロ化が実現可能。⁸⁾
- (4) 海外では、2020 年、サッピ、Sappi Europe とフェリックス・シェーラーは、第 2 世代の開発であるバリアペーパーを開発、水蒸気バリアは 1 g/m²/d(23°C、相対湿度 50%)未満。⁹⁾
- (5) Huhtamaki の blueloop™紙は、再生可能原料、リサイクル能力あり。¹⁰⁾
- (6) UPM は、高い耐屈曲亀裂性と鋭い角に耐える強度により、冷凍野菜、ピザ、アイスクリームなどのさまざまな最終用途の梱包に適した紙を開発している。耐湿性ラベルは、ペストやコールドカットなどの冷蔵製品に最適。¹¹⁾
- (7) ネスレ、菓子包装の「ペーパー化」を実現、Smarties ブランドのチョコレートキャンディー419SKU をプラスチックから紙に移行する(2021 年 4 月 21 日)。課題の 1 つは、プラスチックと同じ機能を提供しながら、100%リサイクル可能で、既存の包装機器で高速で実行できる紙基材の開発であった。コールドシールフローラップマシンで 300 パック/分。¹²⁾
- (8) ネスレ SA のパッケージの 87%はすでにリサイクル可能または再利用可能。2025 年までにすべてのパッケージをリサイクル可能または再利用可能にする。¹²⁾
- (9) バリア性紙ボトルも開発されており、この場合は、bag-in-Carton の種類で、カートンの代わりにパルプ成形品を利用する方向で実用化もまじか。
- (10) クラフト・ハインツとプルベックスは、ハインツ・トマト・ケチャップ(ソース部門で初めて)は、リサイクル可能な紙ベースのボトルを共同で開発。紙瓶の二酸化炭素排出量は、ボトルごとにガラスやプラスチックよりも著しく少なく、ガラスよりも 90%少なく、ポリエチレンテレフタレート(PET)よりも 30%少ない。
- (11) クラフト・ハインツでは、2025 年までに世界の包装の 100%をリサイクル可能、再利用可能、または堆肥化可能にし、2050 年までに温室効果ガス排出量を正味ゼロにすることを目標。
- (12) 特許取得済みの技術ベンチャーマネジメント会社 Pilot Lite Group と世界的な飲料大手 Diageo とのコラボレーションにより、森林管理協議会(FSC)認定の木材パルプから作られたカスタマイズ可能なシングルモールド紙瓶の生産が可能。パルプは金型内で加圧され、容器を形成する。その後、容器は電子レンジで硬化し、リサイクル性に影響を与えない独自の食品グレードのコーティングを内部にスプレー。¹³⁾

【今後】

現在パルプ、紙素材の利用について世界の包装は、次のようなアプローチをしている。この傾向は続く。

- (1) 紙素材とバイオポリマー、生分解性樹脂の組み合わせでバイオ化率アップ、分解性を狙う。液体紙容器など多数事例が出てくる。
- (2) プラスチック代替を狙いバリアコートでかつ再生可能をアピールするタイプは多くの企業が参入する。
- (3) パルプ利用で容器を作り内部はバリア性のバイオポリマー利用、カールスバーグ(Carlsberg)がビール用に開発され実証実験開始となる。
- (4) パルプを射出成形しトレイなど成形に挑戦する企業が増える。
- (5) 板紙とバリアフィルムなどをラミし、バリア性のスキンパック展開、欧州でMULTIVAC(マルチバック)深絞り包装機などで多用され日本でもさらに普及が進む。
- (6) ナノセルロースをコートし、バリア性の包材作成、北欧でスナック用に展開が検討されている。実用化が始まるだろう。
- (7) パルプを化学処理し水蒸気バリア性のあるプラスチックを作り、ナノセルロースと組み合わせて Co-Ex,共押出し多層フィルムを製造、北欧で数年後に量産化予定である。
- (8) 伸びる紙を開発し成形用途に展開、成形機でトレイに成形し欧州で実用化されている。化粧品のチューブなどに利用。
- (9) 耐水性あり、プラスチック代替を狙う再生可能材料由来の素材開発し実用化されコスト面で課題があるが徐々に利用が進む。Paptic(フィンランド)¹⁴⁾
- (10) パルプを発泡し緩衝材に使用が進む。

出典

- 5) [20220207barricote data \(mpm.co.jp\)](https://www.mpm.co.jp/20220207barricote_data)
- 6) [バリア性を有する紙素材『SILBIO BARRIER』のサンプル提供開始について \(ojiholdings.co.jp\)](https://www.ojiholdings.co.jp/)
- 7) [barricote | 三菱製紙 \(mpm.co.jp\)](https://www.mpm.co.jp/barricote)
- 8) [凸版印刷、包材向けのハイバリア紙を開発 | 凸版印刷 \(toppan.co.jp\)](https://www.toppan.co.jp/)
- 9) [Can barrier paper replace plastic packaging? | Sappi Packaging and Specialty Papers | Sappi PSP \(sappi-psp.com\)](https://www.sappi.com/en/press-releases/2022/02/22/can-barrier-paper-replace-plastic-packaging/)
- 10) [フタマキによるバリア論文 \(huhtamaki.com\)](https://www.huhtamaki.com/)
- 11) [チルド食品および冷凍食品の包装 | UPM スペシャルティペーパー \(upmspecialtypapers.com\)](https://www.upmspecialtypapers.com/)
- 12) [ネスレのスマーティーズが 100%リサイクル可能な紙 | に登場包装の世界 \(packworld.com\)](https://www.packworld.com/)
- 13) [Kraft Heinz to Test Paper Bottle for Ketchup](https://www.kraftheinz.com/en/press-releases/2022/02/22/kraft-heinz-to-test-paper-bottle-for-ketchup/)

(packagingdigest.com)

14) <https://paptic.com/>

3. 延伸技術と蒸着技術の組み合わせ

【背景】

- (1) モノマテリアルの回収 stream(回収システム・回収品の再生樹脂への処理工場)がある欧州は、5 か国に整備されているので、そのルートを活用すべく、オレフィンのモノマテリアルが提案あるいは実用化されている。
- (2) オレフィンフィルムのモノマテリアルの欠点は酸素や水蒸気のバリア性が十分でない点である。
- (3) その欠点を補うため、OPP や一軸延伸 PE(MDOPE)への AlOxの透明蒸着技術品が実用化されている。
- (4) AlOx/SiOx 市場は年間 7～8%の推定速度で成長を続けている。

【具体的事例】

- (1) BOBST は OPP フィルムに対し AlOx GEN II 技術を展開している。¹⁾
- (2) 透明バリア層は、リサイクル性あり、廃棄物の選別段階で潜在的な問題を引き起こさない。
- (3) 2 軸延伸フィルム装置の Brückner Maschinenbau GmbH & Co. KG(ドイツ、ジークスドルフ)およびポリマーコーティングおよび樹脂のメーカーである三井化学ヨーロッパ GmbH と協力。BOPP ベースフィルムは、三井アドマーを用いた 3 層共押出フィルムで三井タケラックのスキン層(密着促進層)コーティングし、延伸する。
- (4) バリア性の事例、更に改良が行われ AlOX 最適化 BOBST CO750 上に BOBST 特異的 MFB 5770 バリアトップコートを塗布。

Table 3 - AlOx GEN II barrier performance on UHB BOPP including topcoating

Sample/structure	OTR	WVTR
	23 °C, 50 % RH cm ³ /(m ² d)	37.8 °C, 90 % RH g/(m ² d)
BOPP	≈ 300* (0 % RH)	≈ 7.5*
BOPP/AlOx	0.14 ± 0.03	0.54 ± 0.05
BOPP/AlOx/MFB 5770	0.06 ± 0.05	0.21 ± 0.04

* Barrier data taken from film data sheet

【今後】

- (1) OPP/AlOx、OPE(OHDPE)/AlOxは利用が進むだろう。

出典

1) ボブスト・アロックス・ジェン II|のご紹介ボブスト (bobst.com)

<コメント>

本資料は東京パック 2022 において包装コンサルタント協会が分担したパネル 4 枚の補足説明です。頁数の関係で図や写真は出来るだけ削除し、その代わりに公開されている出典は QR コードを表示していますので、アクセスしてより理解を深めてください。

以上よろしくお願い致します。

日本包装コンサルタント協会 東京パック 2022 準備事務局