



その他プラスチック容器包装のリサイクル事情

エム・エム・プラスチック株式会社
代表取締役 森村 努

1. はじめに

私は、大学時代に理工学部で燃焼工学を専攻しており、研究テーマとしてごみ焼却炉における排ガスの低公害化を担当しておりました。その頃から「環境」というワードと向き合い始め約30年が経過しています。当時は、「環境」といっても大気、水、土壌に関する法律や規制の議論が始まったばかりで、リサイクルという言葉は浸透してはいたものの、商品の大量消費はやめるべき、瓶など可能な物は水洗いしてリユースにという時代であり、実際にリサイクル製品を目にすることはほとんどありませんでした。

私は、その後、某総合商社に入社し、そこから本格的に「環境」をビジネス機会と捉えビジネスモデルの検討から実施までを担当しました。しかし、先人によるお手本がある訳ではなく、又、世間では環境意識が高まっているとはいえ、環境問題にコストを掛けてまで社会に貢献しようという市民、企業は決して多くなく、どちらかというところ他人事としてとらえられている時代でした。ですので、当初は環境機器の販売代理店としてのモデルに取り組んでいましたが、さほどの収益が期待できるものではなく、案件の仕込みから刈り取り迄の時間と掛かる労力からすると、商社で取り組むには適当とは言えませんでした。環境ビジネスで儲けるといえるのは簡単ではないというのを痛感させられたものです。

2000年になると国内でリサイクル法関連が整備され、新規事業分野への参入機会を得ました。既得権益問題がなく、法律という仕組みの中で、国や関係団体の支援を得ながら資源循環を構築するビジネスモデルという事から、商社機能を活用し環境事業を創出できる格好の状況が整いました。そこで多くの案件を検討し、中でも食品リサイクル法に関する食品残渣のリサイクル事業（現バイオエナジー株式会社 <http://www.bio-energy.co.jp/>）と容器包装リサイクル法に関するプラスチックのマテリアルリサイクル事業のエム・エム・プラスチック株式会社（<http://www.mmplastic.co.jp/>）を設立しました。

2. サンドイッチ成形技術との出会い

当社では、2002年より容器包装リサイクル法の枠組みをベースに、家庭から分別回収されるプラスチック製容器包装のリサイクル事業の検討を開始しました。プラスチック製容器包装とは「プラ」マークが入ったものが対象で、主には以下の通りとなっています。

プラスチック製容器包装の例



出展：川崎市のホームページより

上記の通り、種類はフィルム系からトレイ、ボトルなど多岐に分かれています。又、素材もポリプロピレン、ポリエチレン、ポリスチレン、PET、PVCなど数多くの種類が対象であり、しかも製品が単一素材で製造されているとは限らず、中には異なる素材で複層に重なっているものもあります。更に厄介なのは排出元である家庭では分別が義務付けられているとはいえ、完璧に分けられている可能性は少なく、プラスチック以外に紙、金属、木くず類の他、食品残渣やケチャップ、マヨネーズの残りなども付着してくる事があります。こうしたものを、本事業を行っているリサイクル事業者が受入れ、素材毎に選別、破碎等を繰り返し、最後に造粒をしてプラスチック原料（通称：容リプラ）を製造していますが、プラスチック以外の物や、色々な素材が交じり合っている為、バージン原料と比較して純度が落ち、しかも一定品質でコントロールできないというデメリットがあります。

このような原料品質である事から、容器包装リサイクル法が施行された当時に製造されていたリサイクル製品と言えれば擬木や公園の椅子、机、ハンガーなどに限定され、「安かろう悪かろう」というイメージが強くありました。物流用プラスチックパレットの世界でもリサイクルパレットというものが出始めていましたが、どれも品質（＝強度）はバージン原料で製造されたものより劣り、パレットのJIS規格をクリアできるものはなく、繰り返し使用しない1way用パレットとして主に輸出を中心に使用されていました。

当社でも本事業への参入を検討始めてから、このプラスチック原料の販路問題、どのような用途に使用するか、自社で最終製品を製造するのか等の課題がありました。この問題を解決できる方策として、サンドイッチ成形技術を見つけ、当時の株主であ



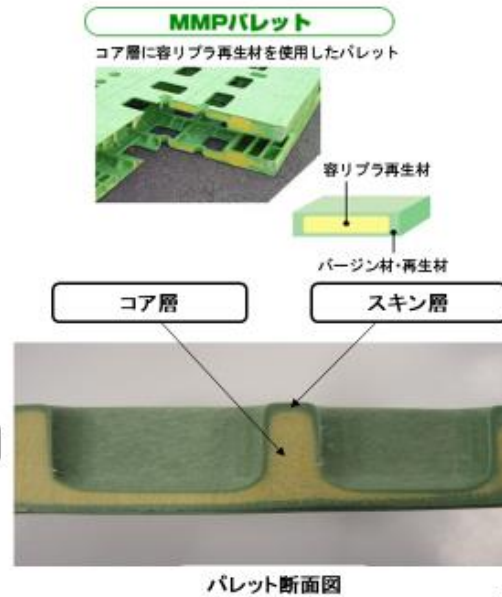
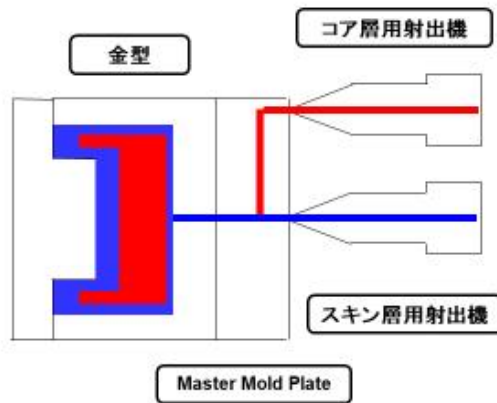
ったパレット成形メーカーと共同でパレットに応用できるかの実証試験を行いました。

MMP技術について



当社では、コア層をスキン層で挟み込むサンドイッチ成形技術のうちMMP技術(※)を採用しており、コア層には主に容リプラ再生材を原材料として使用しております。

(※)MMP技術とはMold master Plateの略。本技術では、多点ゲート方式より1点ゲート方式を採用することにより、より安定した品質を確保できます。



本技術は、当初、自動車のバンパーをリサイクルするための技術で、回収したバンパーの塗装を剥がさずにリサイクルできるというのが開発目的でした。その技術に目を付けたパレット成形メーカーが独自にパレット用にアレンジを加え、特許を出願していたものを活用し、当社で量産化に漕ぎつけました。射出成形機2台を使用し、スキン層とコア層をそれぞれ作り出し、饅頭のように餡を表皮で包むように成形をします。コア層にはスキン層と違う異材を注入し、スキン層には安定した材質のバージン材や素性が判明して品質が安定している再生材を使用する事で、パレットの品質(=強度)を持たせることが可能となります。今回の事業では、この餡の部分に家庭から回収し原料化された容リプラを使用する事で、低品位のプラスチック原料を利用して、高品質なパレットを生産するというのが事業の成功のポイントと考えていました。

実際の実証試験は2007年から始まり、量産で使用する予定の射出成形機を導入し、試作を繰り返し行いました。特に、難航したのは自治体毎に容リプラの品質が異なる為に安定せず、結果、金型での樹脂の流れに影響し、想定通りにスキン層とコア層が形成されないという点でした。製造コストを重視するとコア率(コア重量/パレッ



ト重量)を限りなく高めたいのですが、金型に樹脂が行き渡らない、行き渡ってもパレットとしての品質が確保できないというジレンマがありました。試行錯誤を繰り返し約1年掛けてバージン材100%のパレットと同等品質(=強度)のパレットの試作品が完成しました。

品質試験結果



パレット品質試験比較表

試験パレット: R2-1111 最大積載質量: 1.0t 試験日: 2009年4月22日

試験項目		MMPパレット		再生材(バージン同等) 100%パレット	容リプラ100%パレット	備考	
内容	規格値	上下着着両面2方差し	上下着着両面2方差し	上下着着両面2方差し	上下着着両面2方差し		
		質量: 26.1kg	質量: 24.6kg	質量: 27.2kg			
JIS試験	曲げ強度 (たわみ率)	A種: 1.5%以下	桁方向	3.2mm (A種合格)	3.1mm (A種合格)	4.1mm (A種合格)	1100mmの場合 A種: 13.5mm 以下 B種: 4.5mm 以下
		B種: 5%以下	差込口方向	9.1mm (A種合格)	8.9mm (A種合格)	14.2mm (B種合格)	
	寸法	A種: ±3mm	桁方向	1101.5mm (A種合格)	1102.6mm (A種合格)	1107.1mm (B種合格)	1100mmの場合 A種: ±3mm B種: ±7.7mm
		B種: ±0.7%	差込口方向	1101.0mm (A種合格)	1101.4mm (A種合格)	1106.1mm (B種合格)	
	落下強度	A種: 1m以上	A種合格		A種合格	B種不合格	
		B種: 1m以上	A種合格		A種合格	B種不合格	
社内試験	フォーク爪試験	50cm		40cm	20cm		

※1 エム・エム・プラスチック社による成形、及び品質試験結果によるもの。

※2 MMPパレットはスキン層に再生材(再生材100%パレットと同じ材料)、コア層に容リプラを使用したもの。

※3 落下強度は試験部位の変形・破損等を調べた。

8

表中の緑枠が当社のパレット(MMPパレット)で、バージン材100%のものが真ん中、主に1way用としての用途限定で販売されている容リプラ100%のものが右端となります。パレットのJIS規格はA種とB種の2種類があり、JISA種で1t、1ランク下のJIS B種で500kgの貨物を積めるタイプとなり、当社のものはJISA種の品質もクリアー(即ち、B種も含まれる)できることが確認できています。一方、従来の容リ100%のリサイクルパレットはJIS B種でもクリアーできないものがあるという検証結果でした。特に、従来の容リ100%のものは原料の品質が安定していないことが影響して、衝撃力に弱く、その結果として落下強度で不合格=割れ易いというものでした。

上記の試作の結果、以下の事が検証できました。

- ① 家庭から排出される低質な容リプラであってもサンドイッチ成形技術を用いれば高品質なリサイクルパレットを製造できること
- ② 家庭→選別・破碎・洗浄・造粒・原料化(当社)→プラスチック成形(当社あるい



は外部の成形メーカー) →家庭・企業という高度な循環型システムを築くことができること。

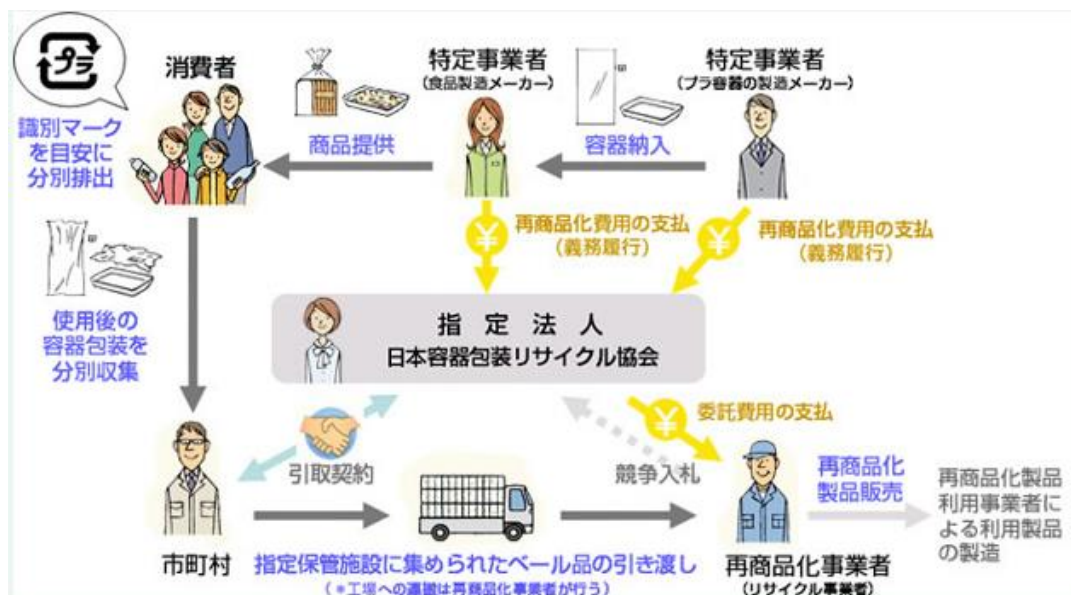
- ③ 実際に試作品を使って市場調査を行い、ユーザー候補からは「今まで使用したパレットと遜色なく、環境にやさしい製品であることに興味がある」といったコメントを得ることができ、概ね好感触であったこと。又、自動車系の部品メーカーで即採用の内示を頂く事もできた。

これらの検証が完了できたことから 2017 年に千葉県富津市に本格的な量産工場の建設着工をし、2018 年 9 月末に竣工する運びとなりました。

3. 容器包装リサイクル法における事業スキーム

容器包装リサイクル法が制定されたのは、先行事例であるヨーロッパを手本に、資源の有効利用の他にも、嵩張るプラスチックごみをリサイクルすることによる最終処分場の延命化、ごみ処理の責任・費用負担を今までの自治体からプラスチック関連事業者（製造メーカーや販売会社など。法律では特定事業者と呼ぶ）に変える（拡大製造者責任）というのが目的です。

法律の主管省は、環境省・経済産業省・農水省・財務省・厚生労働省で、実際の運営は公益財団法人日本容器包装リサイクル協会（容リ協会）が行っています。当社の様なリサイクル事業者は再商品化事業者（事業者）と呼ばれ、一定の要件をクリアしている事業者のみが特定事業者より委託されリサイクル業務をできる権利があります。



出典元：公益財団法人日本容器包装リサイクル協会のホームページ



容リプラは、リサイクル法に参画したい全国の自治体（任意）で年間約 60 万トンが回収されています。自治体の業務は家庭から回収を行い、容器包装リサイクル法で認められた容器包装材のみに選別を行い、圧縮をして 1 m 角のキューブ状にして保管までを行います。

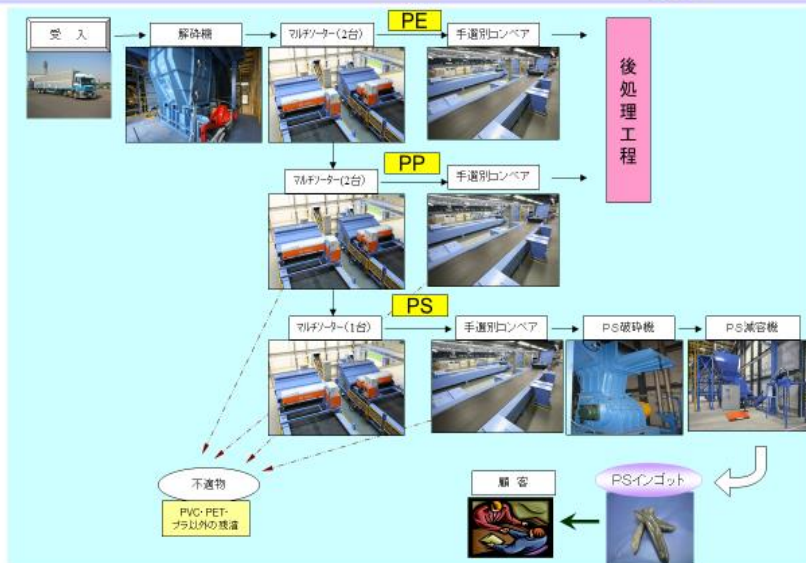
事業者は、容リ協会の管理下で 1 年に 1 回、自治体毎に一斉入札を行い、落札事業者が決定されます。落札した事業者は自治体から容リプラを回収し、リサイクル製品（プラスチック原料あるいはプラスチック最終製品）を製造し、販売を行います。尚、その際に支払われるリサイクル委託費用が事業者の収入となり、リサイクル製品が販売されたことを確認の上、容リ協会から支払われます。

4. 当社工場の設備ラインナップ

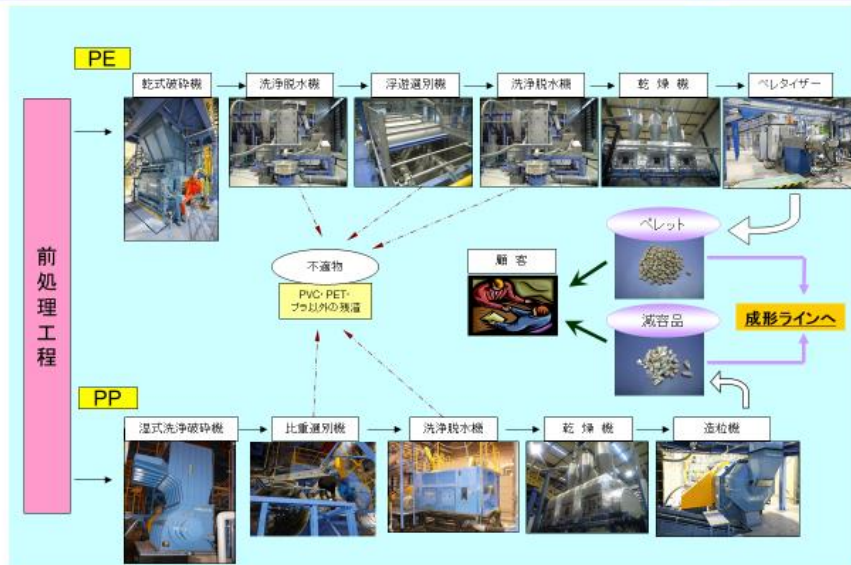
当社の工場は主に選別・破碎・洗浄・原料化を行う選別棟と、パレットを製造するパレット棟の 2 種類で構成されています。

それぞれの機械フローは以下の通りです。

事業全体の流れ（選別ライン）



事業全体の流れ（選別ライン）



事業全体の流れ（成形ライン）



選別棟では、まず受入れた容リプラは自治体で圧縮されているので、解砕をし、その後、ドイツで開発されたマルチソーターでポリプロピレン（PP）、ポリエチレン（PE）、ポリスチレン（PS）をそれぞれ回収します。マルチソーターは近赤外線プラスチックに照射し、反射した周波数を読み取って素材毎に分類する選別機です。尚、このマルチソーターで回収されなかったものの中にはPETやPVC、プラスチック以外の紙や鉄類などがあり、これらは残渣として固形燃料（RPF）や焼却発電を行える先に処理を再委託します。



回収したPE及びPPは、その後、破碎→洗浄→比重差選別→脱水→乾燥→造粒という工程を経て、ペレットや減容品と呼ばれる原料にします。又、PSはマルチソーター後、そのまま溶かしてバナナ状のインゴットと呼ばれる原料にします。

こうして製造された原料はサンドイッチ成形によるペレット製造の原料として利用する他、余剰分については外部のプラスチック成形加工メーカーなどに販売を行います。

ペレット棟では、容リプラ及び産業廃棄物として回収された一定品質のプラスチックを原料として、サンドイッチ成形法によるペレットの製造を行います。ペレットは上部材と下部材の2種類を溶着して1枚のペレットにする方式ですので、部材毎に射出成形機が2台づつ（スキン層用とコア層用）で合計4台が設置されています。成形後は溶着→グロメット圧入（フォークリフト使用時の滑り止めのゴム）→テープ溶着（表面の滑り止めのテープ）→印刷（お客様のロゴマークなど）を行って完成します。完成した製品は出荷前に製品検査を行い、品質基準を満たしている事を確認の上、出荷をします。

5. 当社の強み

当社は本格的に事業を始めて8年が経過しており、ここまでの事業経験から弊社の強みを整理すると以下の通りと考えています。

① 新技術を積極的に導入

サンドイッチ成形技術を導入したペレット成形など、ものづくり力を伸ばし高付加価値製品作りを目指している。又、毎年新たな設備投資を行い、技術が陳腐化しない様にヨーロッパ、中国など海外の最新技術を積極的に導入、赤外線自動選別装置を7台（当初3台から増設）導入し、複雑なプラスチック素材も単一の素材毎に分類するなど常に最新の技術を追い求めている。

② 市川環境エンジニアリング株式会社との協調による究極の再資源化システム

親会社である市川環境エンジニアリング（大手産業廃棄物事業者）の廃棄プラスチック回収ネットワークを通じて、容リプラ以外の廃棄プラスチック（廃棄ペレット、廃棄コンテナ、廃棄フレコン、廃棄フィルムなど）も回収。そこからプラスチック原料の製造・ペレット原料として利用し、廃棄プラの排出元に再供給する究極の再資源化システムを作り上げている。

③ 廃棄物処理に最適な立地、関東へ最速の物流機能

アクアラインの近場に工場が立地している事から、廃プラの排出量が圧倒的に多い関東へのアクセスがスムーズであり、運搬に掛かる環境への影響や運搬コストが大幅に抑えられる。

④ 工場内の敷地内に事業拡張の余地が十分ある

下の写真の通り、将来の事業拡張用に余剰スペースが多くあり、既存事業の拡張あるいは新規事業を創出する事が可能である



6. おわりに

当社は、サンドイッチ成形技術との出会いをきっかけに、「ものづくり」という切り口で、環境リサイクル事業に進出することができました。これからは本業の事業拡大を狙うと共にオンリーワンの技術開発にも力を入れていき、最終的には静脈産業と動脈産業を結び付けた次世代の資源循環システムを作り上げていきたいと考えております。

以上