特集

紙おむつリサイクルの最前線

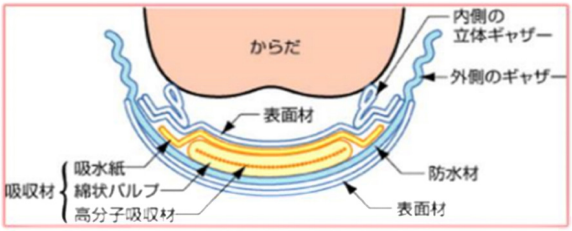
高齢化に伴い、大人用紙おむつの消費量は年々増加しています。現在、使用済み紙おむつは、そのほとんどが焼却処理されていますが、素材としてはリサイクルにより有効利用が可能なのです。リサイクルの効果としては、資源の有効利用のほかに、焼却量を削減することにより、CO 2 排出量の削減、焼却炉の規模縮小やごみ処理費用の低減などが期待できます。

そこで本号では、使用済み紙おむつのリサイクル事業者の取り組みを紹介する特集を組みました。

使用済み紙おむつのリサイクルをめぐる状況

■ 紙おむつの構成材料

紙おむつを構成する素材は、いずれもリサイクルにより有効利用が可能。



素材	構成比率の例
上質パルプ	52%
樹脂	28%
高分子吸収材	20%

※高分子吸収材：ポリアクリル酸ナトリウム

■ 使用済み紙おむつ排出量の推計

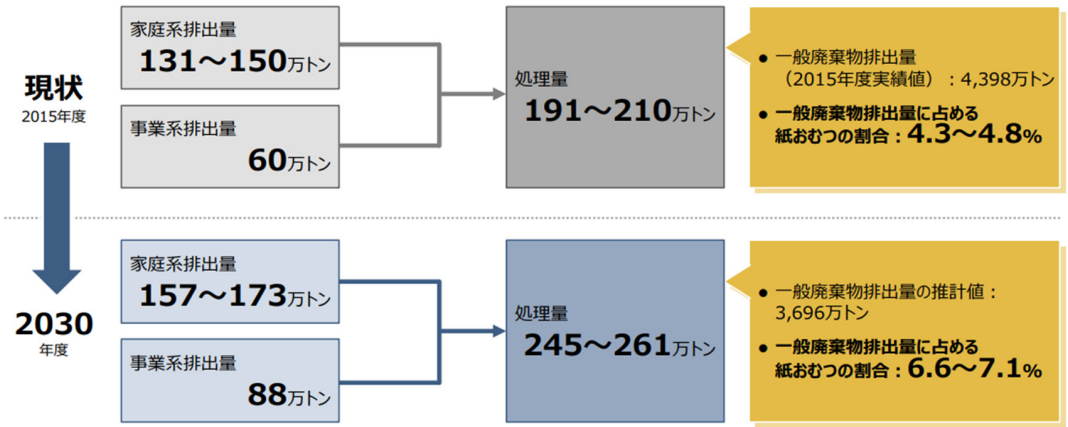
排出量は、子ども用は今後減少する見込みだが、大人用が大きく増加し、全体では増加する見込み。

紙おむつは使用されると、し尿を吸収して重量が約 4 倍になります。

		2015 年	2020 年	2030 年
使用済子ども用紙おむつ排出量	①使用人口（千人）	3,604	3,417	2,883
	②使用量（万トン/年）	19.7	18.7	16.3
	③排出量（万トン/年）	78.9	74.8	65.3
使用済大人用紙おむつ排出量	④使用人口（千人）	3,224	3,770	4,680
	⑤使用量（万トン/年）	32.3	36.9	44.9
	⑥排出量（万トン/年）	129.2	145.6	179.6
子ども用・大人用合計	排出量（万トン/年）	208.1	220.4	244.9

■ 一般廃棄物排出量に占める紙おむつの割合の推計

現状の4.3～4.8%から、2030 年度には 6.6 ～ 7.1%に高まる見込み。



※ 出所：環境省「使用済み紙おむつの再生利用等に関するガイドライン」等

1 使用済み紙おむつ 完結型マテリアルリサイクルの取り組み

トータルケア・システム株式会社　常務取締役　坂口 弘典

トータルケア・システムは、全国初の紙おむつリサイクル事業会社として 2001 年に設立されました。株主として、紙おむつメーカー、紙おむつの販売・収集運搬事業者、医療機関等、製造、販売、排出のそれぞれ責任のある事業者が参画しています。

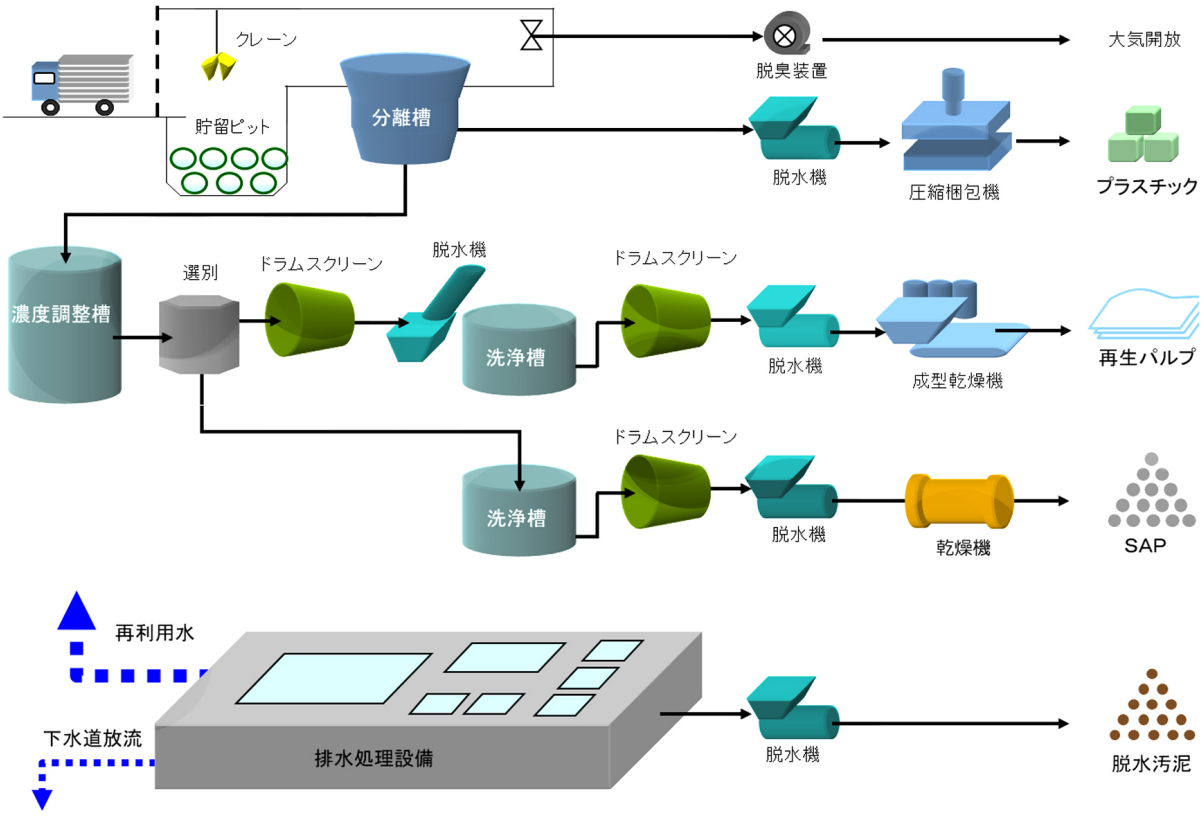
写真１　大牟田工場

2005 年 4 月から福岡県大牟田市にある大牟田エコタウン内においてラブフォレスト大牟田工場（写真1）という名称で、1 日 20 t（枚数換算すると 1日約 10 万枚）の使用済み紙おむつを処理する工場を稼働しています。稼働状況としては、年間 5,000 tの使用済み紙おむつの処理を行っており、稼働率はほぼフル稼働状態で推移しています。

病院・福祉施設や家庭から排出される使用済み紙おむつが搬入され、搬入エリアは、福岡県を中心に佐賀県、熊本県、鹿児島県の九州4県にわたっています。

1 大牟田工場の処理フロー

大牟田工場は、水溶化分離施設という名称になっています。使用済み紙おむつを、分離剤を水に溶かした分離槽に投入して溶解させ、分離・洗浄・殺菌・脱水を行い、パルプ、プラスチック、SAP（高吸水性樹脂）を回収しています。汚物はバクテリアで分解し、脱水汚泥として回収しています。汚水は浄化し、循環水として工程内で再利用します。



2 回収物の利用状況

写真２　再生パルプ

使用済み紙おむつから回収された再生パルプ（写真2）は、現在、建築資材の原料（外壁材、内装材）として提供しています。以前はアスベストが使用されていましたが、健康被害の問題が発生して以降、パルプが使用されるようになりました。また、使用済み紙おむつから回収された再生パルプは、バージンパルプと遜色ない品質として評価され、年間 750 tを有価販売しています。

プラスチック、SAPについては、現状はRPFにしていますが、再商品化に向けた研究開発では、プラスチックは拠点回収時に使用する回収ボックスの原料、あるいは医療機関等で使用するメディカルボックス等として排出事業者に有益な商品として戻すことを目標に開発を進めています。

また、SAPについては、吸収性能を復元させ、ペットシートの原料、緑化資材等として活用できないかについて素材メーカーと共同研究開発を行っています。脱水汚泥は、土壌改良剤として再生利用されます。

3 福岡県大木町の取り組み

大木町は、人口約 14,000 人。焼却施設を持たず、2006 年から生ごみはメタンガス化していますが、残りの可燃ごみは隣の大川市に委託して焼却処理しており、2008 年に「もったいない宣言（ゼロウェイスト宣言）」を全国で2番目に行い、ごみの焼却・埋立処分をしない町を目指すことを表明しています。

大木町では、自治体における使用済み紙おむつの分別回収、住民協力の在り方等についての福岡県リサイクル総合研究事業化センター、福岡県、当社との共同研究（2008 年度～ 2010 年度）を経て、2011 年 10 月から全国初の一般家庭からの使用済み紙おむつの分別収集を開始し、当社大牟田工場で処理しています。

収集方法としては、紙おむつ専用回収ボックスを町内 59 ヵ所に設置し、指定袋（15 円 / 枚）に入れられた使用済み紙おむつを週に2回収集しています。直近では 90%近い回収率を実現しました。

大木町は取り組み過程において様々な副次的効果を生み出しました。例えば、ごみ出しが困難な高齢者への対応として、シルバー人材センターを活用して家庭までごみ回収に訪問する「ごみ出しサポート事業」を開始し、地域包括支援センターと連携することで、高齢者のごみ屋敷化防止、孤独死防止といった見守り社会の形成につなげました。

写真３　ごみ出しサポー

大木町は紙おむつリサイクルをまちづくりに結びつけた先進的な自治体ともいえます。

4 「完結型マテリアルリサイクルシステム」の構築

現在、当社は「完結型マテリアルリサイクルシステム」の構築を目指しています。

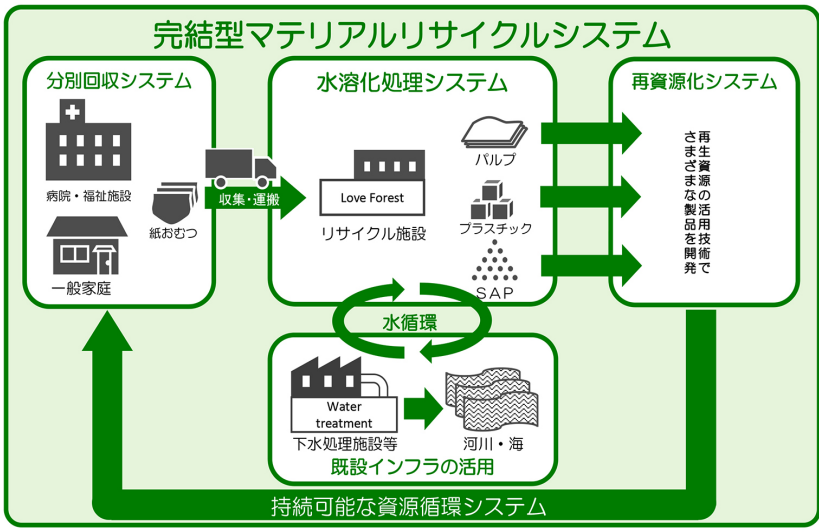
当社の目指す「完結型マテリアルリサイクルシステム」とは、

① 使用済み紙おむつから回収できるすべての素材を再資源化していく事を目的とします。

② 排出者にとって有益な製品として還元すること（アップサイクル）を目的とします。

③ 既存インフラとの連携により、コスト面でも取り組みやすいリサイクルを目的とします。

このシステムによるモデルプラントを 2023 年度中に建設することを目指しています。技術面だけでなく、まちづくりにつながるような取り組みも含め、多くの方の参考になるように国、自治体、地域住民、様々な事業者との連携のもとで作り上げ、それを日本モデル、世界モデルとして展開させていきたいと考えます。



2

用途拡大を目指した使い捨て紙おむつのリサイクル

株式会社サムズ 代表取締役　鴨沢 卓郎

2009 年から千葉県松戸市内に立地する施設で使用済み紙おむつのリサイクル事業を開始し、病院、介護老人保健施設と一般廃棄物処理委託契約（使用済み紙おむつに限定）を締結して、使用済み紙おむつを事業系一般廃棄物として収集・処理しています。

現在、千葉県の松戸市、我孫子市、八千代市、白井市、茨城県の取手市、土浦市、東京都の小金井市の7市で、一般廃棄物収集運搬業許可（紙おむつに限定）を取得し、事業展開しています。

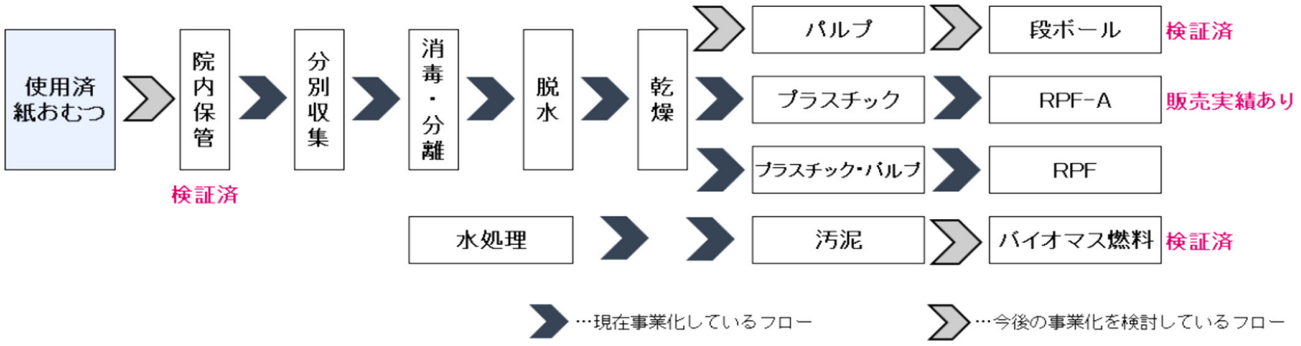
処理施設の概要

施設名	サムズ松飛台工場
所在地	千葉県松戸市松飛台 286 番地 5 （ 松飛台工業団地）
事業開始	2009 年 4 月
処理能力	4.94 t / 日
処理実績	約 5,600 t （約 11 年間）

1 使用済み紙おむつのリサイクルフロー

使用済み紙おむつを分離機に投入し、温水と石灰を加えて脱水、次亜塩素酸ナトリウムで消毒、洗剤で洗浄を行いながら、回転、攪拌することによって紙おむつを構成する素材ごとに分離し、乾燥します。破砕工程を含まないのが特徴。

プラスチックからRPF - A（JIS規格品）を製造し、販売しています。また、プラスチック・パルプ混合物としてのRPF化も実施しています。そのほか、パルプからの段ボール製造、汚泥（高分子吸収材）からのバイオマス燃料製造についても実証済みで、回収物すべての再生利用を目指しています。



2 リサイクル工程の概要

（1）院内・施設内保管

院内・施設内での使用済み紙おむつの保管は、臭気の発生や細菌の増殖などを抑えるため冷凍庫を設置し、密閉状態で冷凍保管。冷凍庫は、キャスター、手押しレバーを設け、院内・施設内を自由に移動することが可能（検証済で施設設置に向け研究中）。

（2）分別収集

使用済紙おむつ専用収集袋で感染性廃棄物以外を分別収集（施設ごとに定期的に行われる紙おむつ交換時に分けて入れてもらう）。汚物の付着したものも可。

一般廃棄物収集運搬業許可は、自社運搬による紙おむつに限定。運搬は、密閉式の専用車両を使用。

（3）工場内保管

収集した使用済み紙おむつの工場内での保管は、専用収集袋に入れた状態で常温にて病院、施設ごとに保管。収集袋は消毒して繰り返し使用しています。

（4）分離機投入～消毒・分離

使用済み紙おむつを分離機（業務用大型洗濯機の改良機）に投入し、80℃の温水で処理液（石灰、次亜塩素酸ナトリウム、洗剤の混合液）を加え、回転、攪拌（1工程 70 分）することで、紙おむつを構成する素材ごとに分離。破砕工程がない点が特徴。1回処理当たり投入量は 280kg(平均 1,300 枚)。

石灰により高分子吸収材（SAP）の保水機能を失わせて多量の水を吐き出させ、水使用量も節約。水使用量は使用済み紙おむつ1t当たりおよそ 5.5 t、このうち半分は洗浄用。

クリーニング業法に基づき、次亜塩素酸ナトリウム、熱湯(80℃ 10 分以上)、乾燥(熱風)(80℃ 10 分以上)を複合して使って消毒を行い、洗剤で洗浄します。

（5）選別乾燥

分離機より排出されたプラスチック・パルプ混合物を乾燥します。乾燥時間は 30 ～ 40 分 / 回。プラスチック・パルプ混合物の回収量は 280kg の投入に対し 80 ～ 100kg（乾燥ベース）。

（6）RPF - A製造

プラスチック・パルプ混合物を素材ごとに選別し、プラスチックからRPF - A（JIS規格品）を製造しています（2013年 JISマーク表示制度認証登録）。これまでの販売実績は約 48 tです。プラスチック・パルプ混合物は産廃業者でRPF化しています。他のRPFと差別化を図り、国内での流通を図ります。

（7）パルプ洗浄分離～選別乾燥

使用済み紙おむつ分離工程後の排水中のパルプを洗浄しながら分離、脱水、乾燥します。パルプの回収量は 280kg の投入に対し 20 ～ 30kg（乾燥ベース）。乾燥工程の熱風に含まれるパルプもフィルターで回収。

（8）段ボール製造

パルプは現在、プラスチック・パルプ混合物としてRPF化していますが、パルプからの段ボール製造も実証済みで、安定供給及び品質維持を図り、段ボール等への再生利用を展開します。

（9）排水処理～バイオマス燃料製造

排水中に含まれる高分子吸収材は汚泥として回収（産廃処理）していますが、汚泥からのバイオマス燃料製造は実証済みで、安定した発熱量、低塩素が特徴であるバイオマス燃料への再生利用を目指しています。

3 衛生・環境面の取り組み

衛生面の安全性を確保するため、パルプ、プラスチック、RPF－A、RPFを対象に、一般細菌数、黄色ブドウ球菌、大腸菌群の定期的モニタリングを実施しています。

また、環境への影響のモニタリングとしては、水質分析、臭気測定、騒音・振動測定、組成分析、重金属溶出試験を実施し、各種法律、条例等の規制を遵守しています。

4 普及に向けて

今後は、「使用済紙おむつの再生利用等に関するガイドライン」等に沿って、分別収集、再生利用等に取り組む自治体とともに、毎日一定量がまとまって排出され、異物の混入の恐れが低く、分別指導を徹底しやすい事業所（病院、老人福祉施設、保育園）で先行的に実施し、一定期間検証した後、家庭系紙おむつに取り組みたいと考えています。

また、排水処理の効率化を図るため、自治体に設置している下水処理場またはし尿処理場内へサムズシステムの導入を図れれば、水の循環利用も含めその効果は増大するものと思われます。

資源の有効利用と環境負荷低減及びSDGsゴール 12 の達成に向けた取り組みとして、今後も使用済み紙おむつの再生品の用途拡大、技術開発を進めてまいります。

3

使用済み紙おむつを燃料として再利用する「SFD燃料化システム」

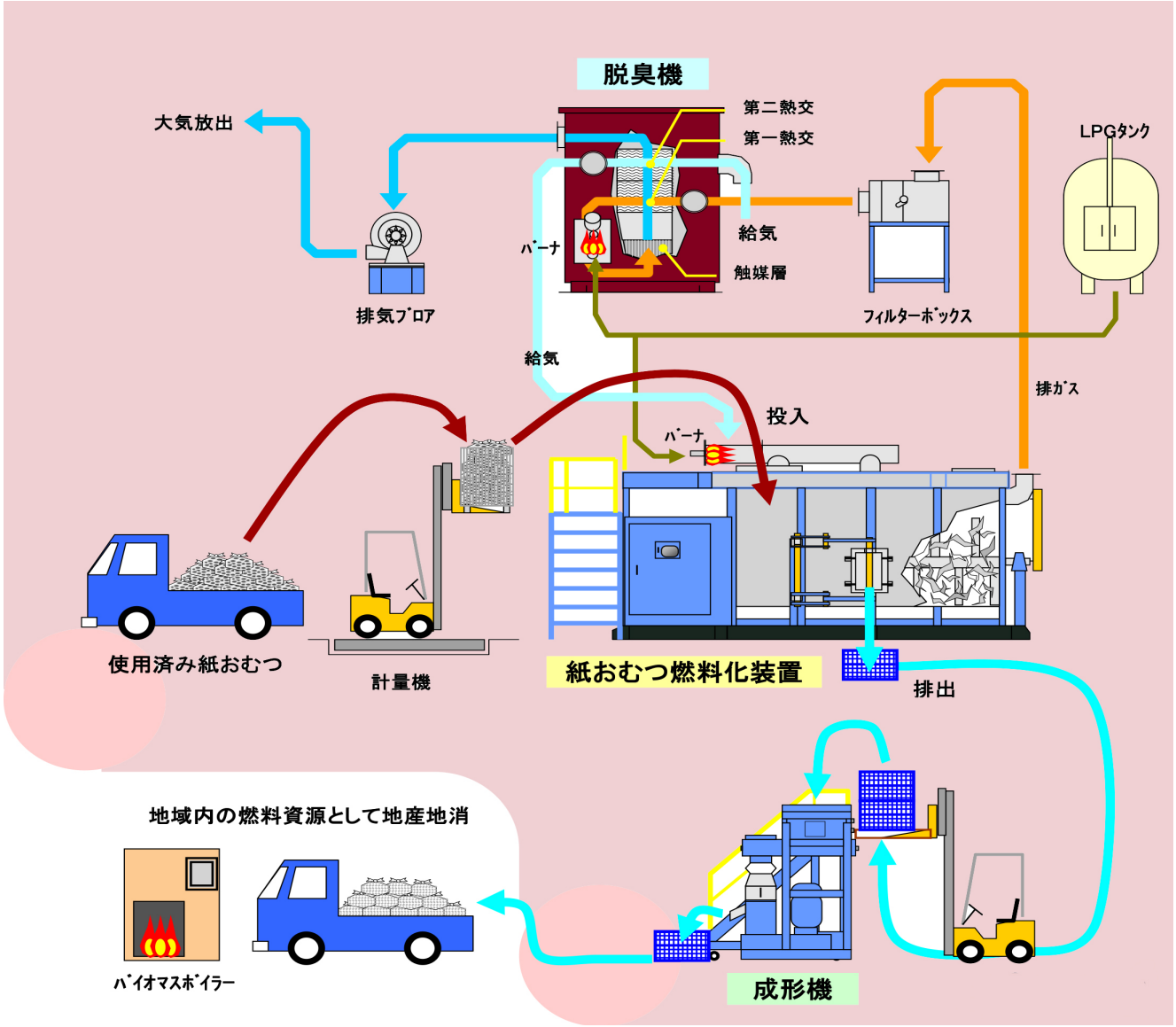
株式会社スーパー・フェイズ　代表取締役社長　木村 幸弘

当社は、2004 年からそれまでの事業分野を飛び越え、ごみとして焼却するしかないと信じられてきた使用済み紙おむつを「燃料化」するという、誰も空想さえしなかった装置とその市場の開発に事業を絞って専念してきました。

2005 年には開発した燃料化装置の安定操業に成功したものの、なかなか受け入れてもらうことができませんでしたが、新エネルギー利用や焼却ごみ削減などへの社会ニーズの高まりとともに共感者も増え、最近では、この事業の意義や可能性がかなり認識され始めてきました。現在、この燃料化装置は、2011 年の鳥取県伯耆(ほうき)町（当社の本社所在地）での導入を始めとして、全国で6市町の福祉施設、産業廃棄物処理業者、自治体に導入されています。

1 SFD燃料化システムの処理フロー

当社が開発したSFD燃料化システムは、使用済みの紙おむつを分別収集し、燃料化処理を施すことによって優良な燃料資源として活用するシステムです。使用済み紙おむつを燃料化装置へ投入した後は、自動的に破砕・発酵・乾燥・滅菌処理が同時進行します。また、触媒脱臭により汚物による排気臭を除去するとともに、排気の安全を確保します。



2 SFD燃料化システム処理工程の概要

紙おむつ燃料化装置 (写真 1) は、使用済み紙おむつの減量化及び燃料化を行う装置です。使用済み紙おむつを廃棄したポリ袋のままで機械に投入でき、投入後は全自動で破砕・発酵・乾燥・滅菌処理を同一の槽内で行い、綿状のフラフ (写真2) を生成します。

写真 1　紙おむつ燃料化

乾燥処理後のフラフは重量が約3分の 1となり、焼却炉の補助燃料やRPFの原料として利用できるほか、成形機によってペレット化 (写真3) することにより、木質ペレット燃焼用に一般に普及しているバイオマスボイラーの燃料として、温泉施設やハウス栽培などの熱源として利用が可能です。

なお、この処理には水や薬液を一切使用しないので、排水による危険拡散の心配がありません。

また、この処理で生成された燃料は、5000kcal/kg 以上の熱量を有し、含水率は 10%未満で、燃料に最適な成分で構成されており、臭いはほとんどなく、完全に滅菌されているため安全です。

写真 2　フラフ

写真 3　ペレット

3 衛生・環境面での安全性

安全性では、環境省の感染症廃棄物の処理において有効である微生物指数の 10^{-6}（1,000,000 分の 1）まで滅菌しています。

ごみの混合固形燃料のRDFと比べ、ダイオキシンの発生や腐敗の可能性、残渣量などの重要品質において紙おむつ燃料は優れています。紙おむつを廃棄物として焼却処理した場合に比べて、温室効果ガス (CO2) 排出量を 21%～ 25%削減できます。

4 導入事例―鳥取県伯耆町

伯耆町は人口1万 1千人程の町です。2019 年度からの同市焼却施設の一部事務組合焼却施設への集約と、老朽化の進んだ同組合の焼却炉（1995 年稼働）延命に向けて焼却ごみの削減を図るため、2010 年度の実験事業を経て、2011 年度に紙おむつ燃料化装置SFD -600（600kg/ 日処理機）を伯耆町清掃センターに導入しました。2014 年 4 月には町民向けの温泉施設にバイオマスボイラーを導入、全国の自治体で初となる地産地消の資源循環システムを完成させました。

また、2015 年度にSFD -600 を 1 台増設し、2016 年 4 月からは隣町の南部町からの使用済み紙おむつも受入れ、病院・老人福祉施設等 10 施設から1日当たり約 1トンの使用済み紙おむつを収集・処理しています。収集、処理の管理、燃料運搬は、地元の建設会社に委託しています。

伯耆町の試算では、バイオマスボイラーを導入し、紙おむつを燃料として利用することにより、従来使用していたLPGガス代の約 25%削減を達成しています(2017 年度実績値)。

5 東京都での実証実験

2020 年 10 月に東京都環境局の「使用済み紙おむつのリサイクル推進に向けた実証事業」を都と共同で遂行する事業者として選定されました。

これにより、2021 年 1 月から公益財団法人東京都保健医療公社荏原病院の敷地内に紙おむつ燃料化装置SFD -120(120kg/ 日処理機) にて実証実験を行い、同医療機関から排出される使用済み紙おむつからペレット化した固形燃料を生成し、燃焼テストを行い、廃棄物の減量化や資源有効利用等の効果を検証しています（2021 年 2 月まで)。

6 今後の展望

紙おむつの処理に対し、2020 年 3 月に環境省が「使用済紙おむつの再生利用等に関するガイドライン」を策定し、4月から環境省のホームページに公開されました。この情報は各方面に少しずつ浸透していると見られ、自治体や民間企業からの問い合わせが増えています。今後、ガイドラインの内容は必要に応じてアップデートされ、再生利用事業者と市区町村のマッチングを行うための説明会の開催や、市区町村の設置する再生利用等施設に対する一般廃棄物処理施設の整備に係る交付金の整備、民間事業者が利用可能な補助金に関する情報の提供等が予定されており、紙おむつリサイクルへの関心は高まってきています。

4

パルプの水平リサイクルに向けた ユニ・チャームの使用済み紙おむつリサイクル

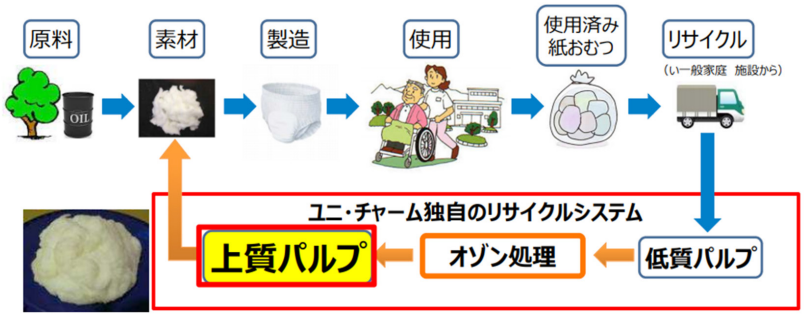
まとめ：ごみ・環境ビジョン 21　小野寺 勲

ユニ・チャームは、2015 年 10 月に発表した、使用済み紙おむつからバージンパルプと同等品質のパルプを再生するリサイクル技術を活用し、2016 年 11 月から鹿児島県志布志市と協力して実証実験を行っています。

国内外で普及可能なリサイクルシステムの確立を目指すとともに、2030 年までにリサイクル拠点を全国 10 ヵ所以上で整備する方針です。また、2022 年に再生パルプを使用した紙おむつを発売の予定。

1 紙おむつの循環型モデル

使用済み紙おむつを回収して洗浄・分離し、取り出したパルプを独自の技術であるオゾン処理を施すことで、紙おむつに再び使用できる品質の上質パルプに戻します。

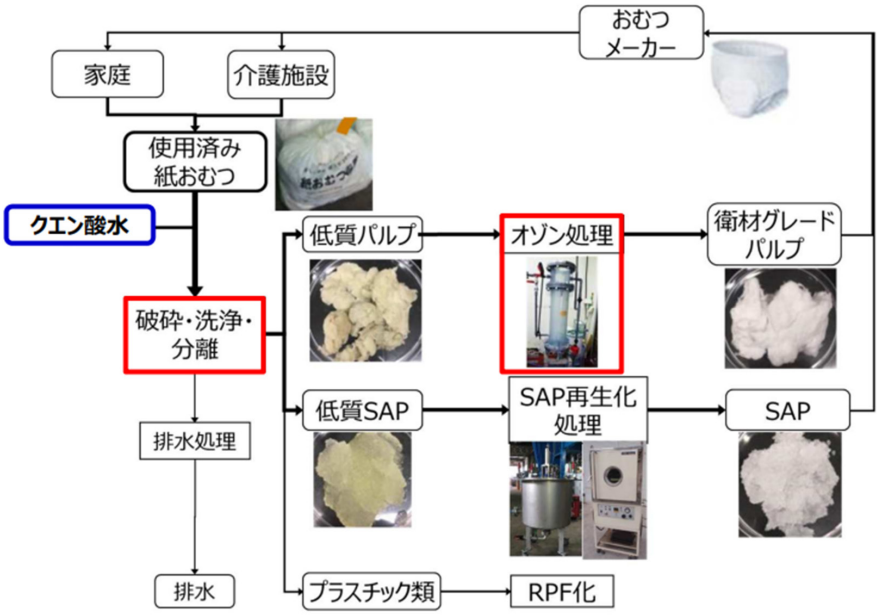


2 使用済み紙おむつリサイクルフロー

使用済み紙おむつを専用の機械に投入し、水溶化により破砕、洗浄、分離します。取り出したパルプはオゾン処理により殺菌・漂白し、バージンパルプと同等に衛生的で安全な衛材グレードパルプに再生しています。

また、破砕・洗浄・分離時の処理水に、ＳＡＰ（高分子吸収材）から水を吐き出させる効果のあるクエン酸水を使用することにより、ＳＡＰについてもバージンＳＡＰと同等の吸水性能に再生しています。

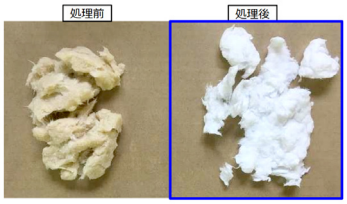
プラスチックはＲＰＦにします。



3 独自のリサイクル技術

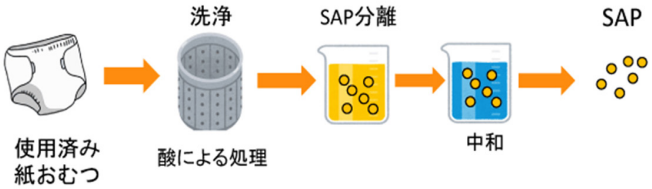
● オゾン処理

パルプは処理工程では熱殺菌を行えないため、オゾン処理によりパルプを殺菌・漂白すると同時に、パルプ中に含まれているSAPを酸化させて水と二酸化炭素にまで分解しています。

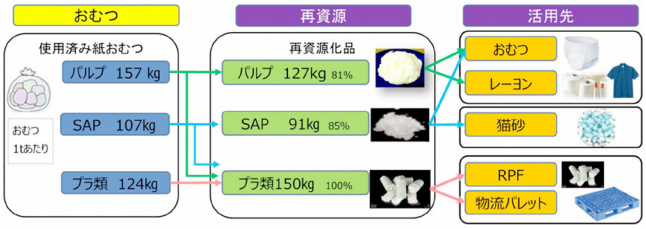


● SAP再生化

SAPから水を吐き出させる方法としては、これまで、カルシウムを使用する方法が知られていましたが、この方法ではSAP内にカルシウムが残留し、品質が低下してしまうことから、試行錯誤を重ねて、クエン酸水で処理する方法にたどり着きました。



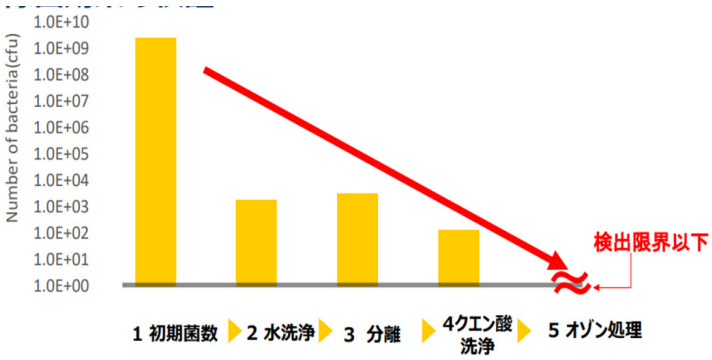
4 使用済み紙おむつから得られる資源



5 リサイクルパルプの品質・衛生性の検証

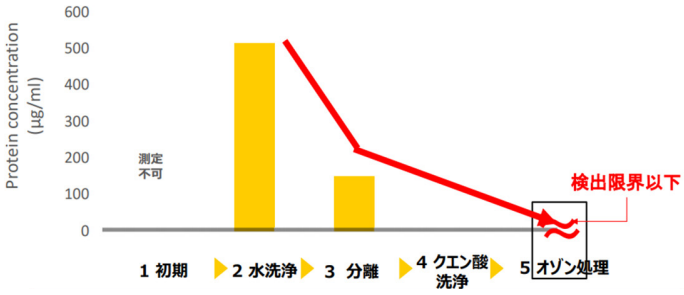
● 除菌効果の検証

オゾン処理後のパルプでは、排泄物に含まれていた大腸菌等は検出限界以下。



● 洗浄度の検証（蛋白質濃度変化）

オゾン処理後のパルプでは、ヒト由来の汚れ指標である蛋白質濃度は検出限界以下。



6 鹿児島県志布志市の実証事業

● 取り組みの背景

志布志市は、人口約 31,000 人。志布志市には焼却施設がなく、ごみは埋立処分をしています。現在、生ごみは堆肥化していますが、使用済み紙おむつが埋立ごみの約2割を占めていることから、最終処分場のさらなる延命化を目指して、使用済み紙おむつの再生利用に取り組むことになりました。

● 取り組みの概要

2016 年 11 月から実証事業として3自治会を対象に使用済み紙おむつの分別収集を開始し、2019 年 8 月からは対象を 74 自治会に拡大しています。

収集方法としては、ごみステーションに紙おむつ専用回収ボックスを設置し、専用袋（無料）に入れた使用済み紙おむつを、生ごみの収集と同時に週3回収集しています。

収集した使用済み紙おむつは、生ごみ堆肥化施設や資源ごみ中間処理施設がある市内の有限会社そおリサイクルセンターの敷地内に設置された施設（写真）で処理されています。大崎町など周辺の市町からも受け入れています。

2021 年 4 月から本格稼働の予定。

※本稿は、ユニ・チャームの担当部署が全員テレワーク中で連絡不能のため、環境省「紙おむつリサイクルガイドライン策定に関する検討会」ヒアリング資料やユニ・チャームHP、志布志市HPなどを基に当方でまとめたものです。