東京都

東京都使用済み紙おむつのリサイクル推進に向けた実証事業

SFD システムによる使用済み紙おむつの燃料化事業

報告書

2021 年 2 月 26 日

株式会社スーパー・フェイズ

序文

この度、東京都使用済み紙おむつのリサイクル推進に向けた実証事業に係る「SFD システムによる使用済み紙おむつの燃料化事業」が無事終了しましたので、活動結果について報告いたします。

事業実施期間中、COVID-19 の感染拡大の影響を極力回避しつつ本来の事業目的の達成に務めましたが、その間、東京都環境局からのタイムリーなご指導・ご支援をいただき無事の完了を迎えられたことを感謝申し上げます。また、本事業の実施サイトをご提供いただいた公益財団法人東京都保健医療公社荏原病院の関係者の皆様のご理解とご協力につきましてもこの場を借りて厚く御礼申し上げます。

本事業の成果が今後の東京都の事業に少なからずご参考になることを祈念いたします。

株式会社スーパー・フェイズ

目　次

1　事業の概要 1
1.1　事業の背景 1
1.2　本事業の目的と内容 2
1.3　「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」上における使用済み紙おむつの扱い 2
1.4　対象技術の概要 2
1.3.1　技術の概要 2
1.3.2　SFD システムの特徴 4
2　実証事業結果 5
2.1　実施方法 5
2.1.1　本事業に使用した SFD システム設備 5
2.1.2　事業実施場所 6
2.1.3　SFD システム設備の設置方法 6
2.1.4　実施体制 7
2.2　COVID-19 感染拡大による作業工程の変更 8
2.3　使用済み紙おむつの院内回収・排出方法の変更 8
2.4　設置事前準備・設備搬入 9
2.5　運転稼働 9
2.5.1　稼働実績 9
2.5.2　運転状況（破砕・乾燥・滅菌処理⇒ペレット化） 10
2.5.3　その他（視察・見学） 11
2.6　環境質（騒音・振動）モニタリング 11
2.6.1　機器の設置と測定 11
2.6.2　測定結果と評価 12
2.7　生成燃料の成分分析・燃焼試験 14
2.7.1　成分分析 14
2.7.2　燃焼試験 15
2.8　事業効果の分析・評価 18
2.8.1　使用済み紙おむつの廃棄物としての減量化・資源化、温室効果ガスの削減効果 18
2.8.2　使用済み紙おむつの燃料化事業に関する費用試算 21
2.9　生成燃料の用途拡大 23
2.10　使用済み紙おむつの燃料化事業の普及に係る課題と対策 24

添付資料１：運転稼働記録
添付資料２：環境質（騒音・振動）の測定評価の目安

図　表　目　次

図　１　使用済み紙おむつの破砕・乾燥・滅菌を連続的に行う装置と製造されたペレット 3
図　２　SFD システムによる使用済み紙おむつのリサイクル・処理フロー 3
図　３　事業実施場所 6
図　４　車載型設置方法 7
図　５　実施体制図 7
図　６　測定機器配置図 11
図　７　測定個所概念図 15
図　８　測定個所概念図 19
図　９　CFP 結果 20
図　１０　各シナリオの正味 CO2 排出量結果 21
図　１１　RPF の需要推移と生産実績 25
図　１２　RPF 需要予測と生産予測 26

表 1　SFD システムのプロセス構成 4
表 2　SFD システムのアドバンテージ 4
表 3　実証事業の工程 8
表 4　稼働日実績 10
表 5　運転処理実績 10
表 6　騒音測定結果 12
表 7　振動測定結果 13
表 8　成分分析結果 14
表 9　RPF の品質 15
表 10　測定項目と数量 16
表 11　測定結果 16
表 12　飛灰分析結果（参考） 17
表 13　焼却灰分析結果（参考） 17
表 14　使用時のエネルギーデータ 20

表 15　設備等にかかる費用 22
表 16　SFD システムによる環境改善効果 27

1　事業の概要

1.1　事業の背景

東京都（以下「都」という。）は、「東京都環境基本計画」及び「東京都資源循環・廃棄物処理計画」において、持続可能な資源利用への転換と良好な都市環境への継承を掲げている。

高齢化社会の進行に伴い、年々廃棄量が増大している「使用済み紙おむつ」は、その一般廃棄物に占める割合も高くなり、環境衛生面で適正な処理を行いつつ、再生利用を図っていくことが全国的に求められるようになってきている。 既に一部の自治体においては、使用済みの紙おむつを分別収集し、リサイクルをしている事例も出てきている。

一方、水分（尿・便）を多く含むと共に、処理困難な物質（高分子ポリマーによる吸収剤等）によっても構成されている「使用済み紙おむつ」は、焼却施設の適切な運転（温度管理等）に対しても無視できない負荷を及ぼし、今後の発生量の増大とともに、焼却以外の適正な処理・再生利用が求められている。更には、2020 年に入り世界中に感染拡大している COVID-19 の流行により、排泄物を含む廃棄物については、より一層の安全な取り扱いと迅速な無害化処理が喫緊の課題となっている。

このような動向を踏まえ、都は、技術的な面や事業採算性等の課題を検証し、持続可能な資源利用に向け、可能な限り 3R を推進していく観点からも、今後リサイクル技術を普及させていくことが重要であるとの認識のもと、本公募型実証事業において普及拡大のための実証調査を行うこととなった。

実証事業は、以下の 2 つの公募対象モデルがあり、本事業はそのうちの「都内における使用済み紙おむつリサイクル設備の設置・運用」に該当する実証事業である。

モデル	期待される成果
都内における使用済み紙おむつリサイクル設備の設置・運用	・廃棄物の減量化 ・焼却の減少による C02 の削減 ・資源の有効利用・埋立処分量の削減
都内における使用済み紙おむつの効率的な収集・運搬手法	

1.2　本事業の目的と内容

本事業では、その目的と内容を以下のとおり定め実施した。

本事業の目的	使用済み紙おむつを破砕、乾燥、滅菌処理、及びペレット成形を行うシステム（以下「SFD システム」という。）による燃料製造事業の実証を行い、SFD システム運用に当たっての、現状の課題及び当該課題に対しての対策を明確にする。
本事業の内容	① 都内病院内に SFD システムを設置及び稼働させ、当該病院から排出される使用済み紙おむつからペレット燃料を生成する。 ② SFD システム稼働による騒音、振動等についてモニタリング・測定を実施し、周辺環境への影響について確認する。 ③ 生成したペレット燃料の成分分析及び燃焼実験（熱量、残渣量、排ガス分析等）を行い、燃料としての品質及び燃焼に伴う環境負荷について確認する。 ④ SFD システムで生成されるペレット燃料について、新たな活用先を検討する。 ⑤ SFD システムの運用について、廃棄物の減量化・資源化、温室効果ガスの削減及び経済採算性の視点から、その有効性・効果を分析・評価する。

1.3　「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」上における使用済み紙おむの扱い

本事業の対象となる使用済み紙おむつは該当する法律においては一般廃棄物のカテゴリーに属するものである。しかし、本事業では、廃棄物の処理及び清掃に関する法律第二条で定義される“不要物”ではなく、SFD システムによって破砕、乾燥、滅菌処理を経て生成されるペレット燃料の有価資源として位置づけている。本事業で処理される使用済み紙おむつは、排出源先から有価物として取得し、生成されたペレット燃料はその成分分析と燃焼試験のための実験試験試料として分析・試験を行う機関に供されるものである。このため、本事業で扱われる使用済み紙おむつは法律上の一般廃棄物として該当外である。

1.4　対象技術の概要

本事業に適用する SFD システムは、「使用済み紙おむつの適正処理・燃料化技術」として、日本国内、中国及び EU での特許を取得している技術である。

1.3.1　技術の概要

当該技術は、使用済み紙おむつをプラスチック袋で密封したまま投入し、約 16 時間かけ

て、破砕⇒乾燥⇒滅菌処理した上で、「フラフ燃料」に生成する。さらに、利用者側の必要に応じてより輸送及びハンドリングが容易なペレットに成形し燃料化するものである。生成したフラフあるいはペレット燃料は、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ある。以下に、今回の実証事業に適用した SFD システムの設備構成と処理フローを示す。

紙おむつ燃料化装置　　ペレット製造装置　　ペレット燃料

図 1 使用済み紙おむつの破砕・乾燥・滅菌を連続的に行う装置と製造されたペレット

図 2　SFD システムによる使用済み紙おむつのリサイクル・処理フロー

1.3.2　SFD システムの特徴

SFD システムは、以下の表に示すようなプロセスから構成されている。

表 1　SFD システムのプロセス構成

システム構成	特徴
投入機構 （特許取得）	▪ 深夜～早朝を除き、１日当たりの規定量までなら、いつでも何度でも投入可能。 ▪ 投入は、投入口から袋ごと投入するだけで、ゴミ箱に入れる感覚と変わらない。
破砕機構 （特許取得）	▪ 特殊な攪拌羽根と破砕刃によって、乾燥・醗酵・排出およびリサイクルに最適のサイズにムラなく均一に破砕することが可能。
乾燥・醗酵 （特許取得）	▪ 好気性の醗酵菌が最適環境（通気、温度、水分）で最大限働けるよう、また均一かつ確実に乾燥仕上げされるよう、完全自動制御され、操作が簡単。 ▪ 万一の異物混入や過負荷に備え攪拌機構を保持するための安全装置を装備している。
高温殺菌 （特許取得）	▪ ユーザーに合わせ、滅菌のための高温処理が行われるため、プラスチックなどを装置に融着させることなく、排出物の衛生上の安全が確保できる。
排出機構 （特許取得）	▪ 処理が完了し 1/3 に減量・減容した生成燃料は、特殊な排出機能を備えた攪拌装置で自動排出され、直接袋詰め方式、バキューム方式で自動袋詰めする方式、あるいは密閉型コンベアでホッパーに自動搬送・貯留し、適宜自動袋詰する方式を選択できる。（但し、いずれも袋詰量のコントロールと袋のセット替えは必要）。
脱臭機構 （特許取得）	▪ し尿が付着した紙おむつの嫌気性の悪臭は、醗酵菌の働きにより投入後短時間で好気性醗酵に切替り、発生臭気は最小限に抑制できる。 ▪ 臭気を含む排気は、貴金属触媒による脱臭機に送られ、高温（270℃）処理によって、その臭気をほぼ完全に除去される。
省エネ機構 （特許取得）	▪ 脱臭機の高温（270℃）を効率的に回収利用するシステムを組込んであるため、熱エネルギーコストを大幅に削減できる。
防振・防音	▪ 昼夜通しての運転機器なので充分な防振・防音対策が装備。
自動制御	▪ ユーザーごとの事情に合わせた自動運転スケジュール制御をセットするので、機械の運転操作は投入とフラフの排出操作を除いて不要。

表 1 のようなプロセス構成により、SFD システムは、表２の技術上の長所（アドバンテージ）を備えている。

表 2　SFD システムのアドバンテージ

特性	内容
ゼロウエスト	▪ 副産物や残渣が発生しない（水分以外の処理物全てを燃料化。）
高い安全性と環境衛生	▪ 工程の自動化（人による作業が発生するのは投入時と燃料（フラフ）の取り出し時のみ。

特性	内容
	▪ 専用のポリ袋を使用した完全密封の形で投入するため、作業員の高い環境衛生が確保される。 ▪ 高温処理と貴金属触媒により、臭気を完全に除去。
高い操作性	▪ 自動制御による施設運転 ▪ 小規模な設備から設置可能なため、発生源での設置（病院や介護施設等）や移動も可能。
GHGs の排出削減	▪ 全てを燃料利用することで、焼却処理及び埋め立て処理と比較し、温室効果ガスの排出を 21%削減できる[1]。
高品質燃料	▪ 無臭、含水率 10%以下で約 5000kcal/kg の熱量。 ▪ 容積はフラフ燃料の場合、投入時の約 3 分の 1 、ペレット化した場合は約 16 分の 1 まで減容化。

2 実証事業結果

2.1 実施方法

2.1.1 本事業に使用した SFD システム設備

本事業で使用した SFD システムの各設備は以下のとおり。

製品名	処理量	設備サイズ	消費エネルギー
SFD-120（燃料化装置）	120kg/日	3.9m×2.0m×1.9m	電力 200kWh/日
FMP-180NS（ペレット成型）	15～20kg/hr	30cm×68.5cm	電力 3.7kWh/日

SFD システムは、その処理能力タイプとして、120 ㎏／日（SFD-120）と 600 ㎏／日（SFD-600）の 2 機種がある。本事業対象の排出源先である荏原病院の病院情報を基に以下のように試算した結果、SFD-120 でも 3 日に一度の処理で十分対応可能と判断し、同機種を選定した。なお、ペレット成型機は上記機種についても、病院からの情報を踏まえ、適正な処理農力を持つ上記機種を選定した。

A)医療法定床数	B)70 歳以上の退院患者割合(%)[2]	C)患者の使用想定割合（半数）	D)大人の使用紙おむつ重量（kg/日）[3]	1 日あたりの想定排出量（kg/日）
506	52	0.5	0.292	38.4

算出式：A×B×C×D＝1 日あたりの想定使用済み紙おむつ排出量

[1] 環境省「平成 27 年度先導的環境技術の社会実装支援事業」において試算
[2] 荏原病院「病院情報の公表（病院指標）」より算出
[3] 環境省「平成 31 年度リサイクルシステム統合強化による循環資源利用高度化促進業務報告書」P22

2.1.2　事業実施場所

本事業の実施場所については、以下の観点から選定した。

- 公的資金による事業であることから、地域住民に対して公益性の高い機関（施設）であること。
- 運用機材の搬入・設置・運転・撤去の各作業による影響が周辺住民に対して極力無いこと。
- 使用済み紙おむつの確保及び搬入が一定且つ容易であること。
- COVID-19 の感染への不安等を配慮し、収集・運搬に関して複数の発生源を避けること。

以上の条件を踏まえ検討した結果、本事業及び SFD システムの技術的特徴に理解をいただいた、「公益財団法人東京都保健医療公社　荏原病院」を本事業の実施場所として決定した。

矢印で示した敷地内に設置（外来との接触機会は無い場所）

位置図(Google Earth)　　設置場所

図 3　事業実施場所

2.1.3　SFD システム設備の設置方法

本事業の当初計画では、荏原病院から指定された敷地内にレンタルによる仮設テントを設営し、SFD システムの設備一式をその中に格納し稼働することにしていたが、東京都や大田区の建築指導課との事前協議や調査の結果、移動が容易であり、特に地面の整備を要する必要がないこと等から判断し、トラックに SFD システムの設備を設置する車載方式での実施に変更した。

図 4　車載型設置方法

2.1.4　実施体制

本事業は、以下の体制で実施された。

図 5　実施体制図

2.2　COVID-19 感染拡大による作業工程の変更

本事業における SFD システムの運転稼働は 2021 年 1 月 7 日（木）から開始された。しかし、翌週の 13 日（水）に、前年度末からの COVID-19 感染拡大の影響により、事業実施場所である荏原病院が都の感染症指定医療機関に指定されことから、入院患者は他の病院に転院、また一般の新規患者の診療受け入れも中止することとなった。その結果、想定される使用済み紙おむつの排出量が大幅に減少することから、当初予定した稼働期間を短縮し、表３の工程に見直し変更した。

表 3　実証事業の工程

作業項目	作業内容	11月	12月	1月	2月	3月
荏原病院内実証運転	週2回の実証機運転を予定					
搬入・設置の詳細打ち合わせ	方法・スケジュールの確認等					
実証機の出荷前調整	出荷前の機械作動確認・出荷準備					
実証機の設置	実証機の設置工事					
建物電源工事	機械設置の為の電源工事					
事業実施の許可・合意	実施期間中の注意点、作業分担、土地の貸出し・経費負担等についての確認・合意についての覚書を締結					
生成燃料の発送	実証実験用サンプルの送付					
生成燃料の分析・評価	サンプル燃焼試験、排ガス分析、成分分析					
環境質モニタリング	騒音と振動の測定					
事業効果の分析・評価	事業実施によって期待される効果の分析・評価					
結果整理・報告	実施報告書の作成					

2.3　使用済み紙おむつの院内回収・排出方法の変更

荏原病院における使用済み紙おむつのこれまでの排出方法は、一般のごみ袋に使用済み紙おむつを分別後投入し、集められたごみ袋は病院敷地内の廃棄物集積所にある紙おむつを収納する大型の蓋付きプラスチックボックスに貯留し、事業系一般廃棄物として排出していた。その過程で、使用済み紙おむつを回収する作業に携わる病院関係者からは、回収袋から漏れ出す臭気対応への工夫が望ましいことが事前のヒアリングで示唆されていた。

本事業においては、これまでの排出手順については従来の方法を踏襲するものの、回収袋についてデオバッグ（防臭袋）[4]使用済み紙おむつの回収用に製造された袋を使用するこ

[4] ガスバリア性（透過抑止性能）の高い特殊 PE 樹脂を含む複層構造からなり、臭気や細菌・ウイルスを袋内に閉じ込める効果がある。

ととした。これにより、病院関係者への感染リスクが軽減されると共に、臭いが減ることで職場環境の改善に資するものとなった。また、本事業の処理対象となる使用済み紙おむつについては、一連の処理後、ペレット燃料化することから、生成されたペレットについては鳥取県伯耆町の岸本保健衛生センター内の温浴施設の加温のための燃料とそれに伴う燃焼試験に供することとし、当社が荏原病院から有価で購入後、同センターに提供することとした。また、使用済み紙おむつを処理機に投入するにあたり、処理不適物の混入の可能性を排除するため、紙おむつの分別回収方法を病院関係者に確認したところ、分別回収は適切に行われており、異物混入の可能性が無いことを確認した。

2.4 設置事前準備・設備搬入

都との実証事業協定書の締結に至る準備段階として、既述のように SFD システムの設置方法を車載型方式に変更するとともに、敷地内利用及び電源の利用条件について、荏原病院と協議し合意を得た。

車載型方式については、SFD システムの設備一式を搭載できるトラックの手配と設置稼働が支障なくできるよう必要な改良を行い、2020 年 12 月 22 日に病院内の指定場所に設備を搭載したトラックを配置した。配置後、正常な運転稼働の確認のため、必要な電気配線後、設備の動作確認を行い、異常が無いことを確認した。

設置状況（正面）

設置状況（背面）

2.5 運転稼働

2.5.1 稼働実績

COVID-19 による影響を踏まえ、表 4 の日程で運転稼働を実施した。事業の計画時点では、荏原病院から排出される使用済み紙おむつの想定量（約 38 kg／日）を基に、隔日もしくは 2 日おきの稼働を想定していた。しかし、東京都における COVID-19 の感染者急増の影響により、荏原病院がコロナ感染者専用の病院指定を受けたころから、従来の入院患者が退院もしくは転院となるため、排出される使用済み紙おむつの量が減っていくことを想定し、排出

量の状況に応じて稼働日を調整した。最終稼働日については、ペレット燃料の成分分析等の試験実施が行えるための一定量の確保（目安は 70 kg以上）、及び本事業の終了が 2021 年 2 月 26 日であることから、結果の整理期間を考慮し同年 2 月 15 日を稼働最終日と設定した。

表 4　稼働日実績

月日	1 月					2 月		
	7 日（木）	12 日（火）	14 日（木）	18 日（月）	25 日（月）	1 日（月）	8 日（月）	15 日（月）
開始時刻	10:30	10:30	10:30	10:30	10:15	10:00	10:00	10:00
終了時刻	15:00	15:30	15:30	15:30	14:30	12:00	12:00	15:00

病院内の使用済み紙おむつ保管場所

実証設備への運搬

袋毎に重量計測

投入前の使用済み紙おむつ

2.5.2　運転状況（破砕・乾燥・滅菌処理⇒ペレット化）

運転処理は 2021 年 1 月 7 日から開始した。運転処理実績は表 5 のとおり。

表 5　運転処理実績

月　日	1 月					2 月		
	7 日（木）	12 日（火）	14 日（木）	18 日（月）	25 日（月）	1 日（月）	8 日（月）	15 日（月）
排出量*	－	16.4kg	16.5kg	19.2kg	34.4kg	15.2kg	－	18.6kg
投入量	48.7kg	53.4kg	55.4kg	77.0kg	39.4kg	28.0kg	23.85kg	－
ﾍﾟﾚｯﾄ化	－	16.0kg	16.2kg	18.9kg	28.3kg	－	－	18.7kg

排出量*：既に投入し破砕・乾燥・滅菌処理しフラフ化されたもの

1 月 25 日に、それまで処理されたペレット（76.44kg）を燃焼試験のために、同試験を受け入れてくれた鳥取県伯耆町（岸本保健福祉センター）に送付した。また、それ以後に生成されたペレット（21.66kg）についても同様に伯耆町へ送付した。

排気フィルター

処理後のフラフ

ペレット化作業

ペレット

2.5.3　その他（視察・見学）

荏原病院での運転期間中、都を初め複数の機関等から視察・見学があった。

1 月 18 日：東京都環境局、大田区（清掃事業課許可指導係）、総合商社

1 月 25 日：市会議員、専門商社、防臭袋（本事業で使用）メーカー、報道機関

訪問のあった企業の中には、SFD-システムを活用したビジネス展開に関心を持つところもあり、ペレット燃料の用途拡大（販売）も含めた情報交換をする機会が得られた。

2.6　環境質（騒音・振動）モニタリング

2.6.1　機器の設置と測定

（1）測定機器の設置

SFD システムの設備を搭載したトラックの四方に、車から 2.5m の間隔をおいて騒音計及び振動計を設置した。なお、測定は外部の専門機関（㈱オオスミ）に委託し、計測は 24 時間とした。

図 6　測定機器配置図

測定地点 No.1

測定地点 No.2

測定地点 No.3

測定地点 No.4

（２）使用測定機器と測定方法

１）騒音レベル

JIS C 1509-1 に定める普通騒音計を用いて、JIS Z 8731 に定める「環境騒音の表示・測定方法」に準拠して行った。

使用機器	型式	メーカー	設定条件
普通騒音計	NL-22	リオン㈱	周波数特性：A 特性 動特性：FAST マイクロホン高さ：約 1.2m

２）振動レベル

JIS C 1510 に定める普通騒音計を用いて、JIS Z 8735 に定める「環境騒音の表示・測定方法」に準拠して行った。

使用機器	型式	メーカー	設定条件
振動レベル計	VM-53A	リオン㈱	測定成分：鉛直振動（Z 成分）

2.6.2　測定結果と評価

（１）測定結果

１）騒音レベル

表 6　騒音測定結果

地点	測定時間	設備状況	時間率騒音レベル [dB(A)]					等価騒音レベル [dB(A)]
			L_5	L_{50}	L_{95}	Lmax	Lmin	Leq
No.1	11:40～11:50	停止（暗騒音）	48	-	-	-	-	-
No.2			47	-	-	-	-	-
No.3			50	-	-	-	-	-
No.4			51	-	-	-	-	-
No.1	12:00～13:00	成形中	66	63	55	72	53	63.3
No.2			65	62	55	70	53	62.2
No.3			76	72	69	77	67	72.6
No.4			71	66	61	72	59	66.8
No.1	14:00～15:00	破砕中	58	56	55	61	53	56.4
No.2			60	58	56	62	55	58.0
No.3			76	75	74	77	71	75.0
No.4			70	69	68	72	67	69.3

備考
定常音の場合はL_5の欄に記載した。
停止時は病院からの排気音(定常音)が確認された。

２）振動レベル

表 7　振動測定結果

地点	測定時間	設備状況	時間率振動レベル ［dB］				
			L_{10}	L_{50}	L_{90}	Lmax	Lmin
No. 1	11:40～11:50	停止（暗振動）	20	18	17	24	14
No. 2			21	20	18	24	17
No. 3			23	21	20	27	19
No. 4			26	24	23	30	21
No. 1	12:00～13:00	成形中	23	20	19	29	15
No. 2			30	28	25	40	16
No. 3			33	31	24	39	20
No. 4			27	25	24	35	21
No. 1	14:00～15:00	破砕中	20	18	16	28	14
No. 2			21	19	18	29	15
No. 3			23	21	20	29	18
No. 4			25	23	22	31	19

備考
振動レベル計の測定レベル範囲は25dB以上であるが、参考のため25dB未満の結果についても記載した。

（３）結果評価

１）騒音レベル

騒音レベルは成形中に発生する騒音が大きく、最小で 65dB、最大で 76dB であり、目安としては「うるさい」から一部「かなりうるさい」に入る（付属資料２　環境質（騒音・振動）の目安を参照）。最大値を示したのは排気孔のある No.3 の地点であった。また、東京都の環境確保条例に照らし合わせると、最も規制上限値が高い第四種地域の数値よりも超えている計測結果も見られる。ただし、今回の測定は音源から離れた隣接地との境界での測定ではなく、音源直近で測定することで、将来の事業計画において SFD システムの設置検討を行う際の参考データとするものである。具体の計画においては、用途地域毎の規制条件を踏まえ、建物による遮音効果、距離減衰効果を考慮し、規制条件をクリアする対応が必要である。

２）振動レベル

振動レベルは、どの工程及びどの地点においても計測震度及び階級が「人は揺れを感じない」レベルであり、環境確保条例に照らしても特に問題は認められなかった。

2.7　生成燃料の成分分析・燃焼試験

2.7.1　成分分析

1 月 18 日に生成されたペレットの成分分析を外部の分析機関（㈱日本総合科学）に委託し実施した。分析方法及び結果は以下のとおり。

表 8　成分分析結果

項目	結果	定量下限値	方法
高位発熱量	26,100kJ/kg (6,234kcal/kg)	－	JIS Z 7302-2
水分	2.33%	0.01	JIS Z 7302-3
灰分	5.63%	0.01	JIS Z 7302-4
(可燃分)	92.04%	－	－
全塩素	0.86%	0.01	JIS Z 7302-6
全硫黄	0.08%	0.01	JIS Z 7302-7
窒素	0.72%	0.01	JIS Z 7302-8

低位発熱量＝（高位発熱量）－25×2.33＝26,041 (kj/kg) ≒ 6,219 (kcal/kg)

今回の成分分析結果から、本ペレット燃料を、廃棄物由来の紙・プラスチックから製造される RPF として定義した場合、その品質は以下の表に示す品質 C の RPF に該当するも

のとなる。

表 9　RPF の品質

品質/等級	RPF-Coke	RPF			測定方法
		A	B	C	
高位発熱量(MJ/kg)	33 以上	25 以上	25 以上	25 以上	JIS Z7302-2
水分 質量分率(%)	3 以下	5 以下	5 以下	5 以下	JIS Z7302-3
灰分 質量分率(%)	5 以下	10 以下	10 以下	10 以下	JIS Z7302-4
全塩素分 質量分率(%)	0.6 以下	0.3 以下	0.3 を超え 0.6 以下	0.3 を超え 2.0 以下	JIS Z7302-6

出典：一般社団法人日本 RPF 工業会（JRPF）

2.7.2　燃焼試験

使用済み紙おむつより生成されたペレット燃料の成分・排気分析による環境負荷を評価するために燃焼試験を実施した。

（1）試験場所

鳥取県伯耆町の岸本保健福祉センター内の紙おむつペレットボイラーにて実施した。測定個所は図 7 に示すボイラーの排出用ファンからの煙道中間部とした。

図 7　測定個所概念図

ばいじん濃度

硫黄酸化物・塩化水素濃度

窒素酸化物濃度

（２）測定日

2021 年 1 月 29 日（金）　測定時刻：8 時 45 分～15 時 30 分

（３）測定項目及び数量

測定項目と数量は表 9 に示すとおり。

表 10　測定項目と数量

測定項目		数量
ダイオキシン類	排ガス	1
一酸化炭素濃度		1
酸素濃度		1

（４）測定結果

測定結果は表 10 に示すとおり。

表 11　測定結果

測定項目	測定結果		測定方法
ダイオキシン類	酸素 12%換算濃度 (ng/m^3 N)	毒性等量 (ng-TEQ/m^3 N)	JIS K 0311(2008)「排ガス中のダイオキシン類の測定方法」
	0.19	0.0000031	
一酸化炭素濃度	≧3324ppm		JIS K 0098.8(2016), JIS B 7987(2006)(連続分析法)(O_2 12%換算値)
酸素濃度	14.2%		JIS K 0301.8(2016), JIS B 7983.4.2(連続分析法)

本施設は、「ダイオキシン類対策特別法」に基づく「ダイオキシン類の大気排出に関する規制」の対象となる「特定施設」には該当するものではないが、同法に定める排出濃度を下回っており、環境負荷の面からも問題がない。

（５）飛灰・焼却灰の成分データ（参考値）

灰の成分については、今回の燃焼試験単独では試験試料が十分ではないため、2016 年 1

月 14 日に（上述の燃焼試験を実施した）伯耆町岸本保健福祉センター内の紙おむつペレットボイラーのバグフィルター灰出し口より取り出した飛灰・焼却灰の成分分析結果を参考に示す。排出された灰については、焼却灰として、適正に埋立処分・管理する必要がある。

表 12　飛灰分析結果（参考）

項目	結果	定量下限値	方法
カドミウム又はその化合物	ND* mg/L	0.001	JIS K 0102 55.3 (2008)
鉛又はその化合物	ND mg/L	0.005	JIS K 0102 54.3 (2008)
六価クロム化合物	ND mg/L	0.02	JIS K 0102 65.2.4 (2008)
ヒ素又はその化合物	0.079 mg/L		JIS K 0102 61.2 (2008)
水銀又はその化合物	ND mg/L	0.0005	昭和 46 年環告 59 号付表 1
アルキル水銀化合物	ND mg/L	0.0005	昭和 46 年環告 59 号付表 2
セレン又はその化合物	0.006 mg/L		JIS K 0102 67.2 (2008)
含水率	19.6%		昭和 46 年環告 13 号
熱灼減量	16.5%		昭和 52 年環整 95 号別紙 2

ND：定量下限値未満

表 13　焼却灰分析結果（参考）

項目	結果	定量下限値	方法
カドミウム又はその化合物	ND mg/L	0.001	JIS K 0102 55.3 (2008)
鉛又はその化合物	0.007 mg/L		JIS K 0102 54.3 (2008)
六価クロム化合物	0.05 mg/L		JIS K 0102 65.2.4 (2008)
ヒ素又はその化合物	0.045 mg/L		JIS K 0102 61.2 (2008)
水銀又はその化合物	ND mg/L	0.0005	昭和 46 年環告 59 号付表 1
アルキル水銀化合物	ND mg/L	0.0005	昭和 46 年環告 59 号付表 2
セレン又はその化合物	0.007 mg/L		JIS K 0102 67.2 (2008)
含水率	0.9%		昭和 46 年環告 13 号
熱灼減量	10.4%		昭和 52 年環整 95 号別紙 2

2.8　事業効果の分析・評価

2.8.1　使用済み紙おむつの廃棄物としての減量化・資源化、温室効果ガスの削減効果

（1）減量化

SFD システムによる使用済み紙おむつの減量化を評価するにあたり、以下の 2 段階を踏まえて定量的に行った。

1）処理による減量化率

｛1－生成されたフラフ量（kg）÷総投入量(kg)｝×100＝処理による減量化率（%）

フラフ量(kg)*	総投入量(kg)**	減量化率(%)
120.3	325.8	63%

*フラフ量：6 回排出分
**総投入量：7 回投入分

2）ペレット化による減量化率

｛1－生成されたペレット量（kg）÷総投入量(kg)｝×100＝処理による減量化率（%）

ペレット量(kg)*	総投入量(kg)**	減量化率(%)
98.1	325.8	69%

*ペレット量：5.回成形分
**総投入量：7 回投入分

3）最終的な減量化率

｛1－燃焼後残渣量（kg）÷総投入量（kg)｝×100＝最終的な減量化率（%）

燃焼後残渣量(kg)*	総投入量(kg)**	減量化率(%)
98.1kg×10.4%=10.2kg	325.8	96.9%

*燃焼後残渣量：ペレット 5 回分×10.4%（伯耆町での過去のデータ）
**総投入量：7 回投入分

本事業では生成されたペレット全てを燃焼するまでは不可能なことから、燃焼後残渣量については、伯耆町で過去取得したデータを参考値として適用した。最終的な減量化率は96.9%となり、大幅な減量効果があることが認められる。

（2）エネルギー代替

ペレットの成分分析から得られた高位発熱量から水分の蒸発潜熱を差し引いて低位発熱量を算出した。

26,100kJ/kg（高位発熱量）÷4.18(kJ⇒kcal)−538.55kcal/kg（水の蒸発潜熱）×0.0233=約6,231kcal/kg（低位発熱量）

この結果からは、バイオマスボイラーの燃料として使用される木質チップと比較する

と、約 2 割高カロリーである。

（３）温室効果ガスの削減効果

温室効果ガスの削減効果としては、既に自治体の施設に実装されている「SFD-600」を対象に LCA（ライフサイクルアセスメント）の視点から環境負荷量を算定した過去のデータ[5]からの引用とする。

１）検討範囲

対象とする検討範囲は、図８に示すとおり。

図 8　測定個所概念図

a. 機能単位

機能単位は、SFD-600 を 1 台 7 ケ月間稼働（約 66 ﾄﾝ（約 40 万枚））とした。

b. 算定シナリオ

以下の 6 つのシナリオについて算定した。

①SFD-600 によって 7 ケ月間リサイクル処理した場合

②リサイクル処理後、公共電力用の代替製品として使用された場合

③リサイクル処理後、石炭火力発電用の代替製品として使用された場合

④リサイクル処理後、A 重油の代替製品として使用された場合

⑤リサイクル処理後、石炭の代替製品として使用された場合

⑥使用済み紙おむつを一般廃棄物として焼却した場合

c. 評価指標

CO2 排出量を評価指標として示した。

d. 収集データ

活動量のデータは、スーパー・フェイズが有するデータを一次データとして使用した。SFD-600 の使用時のエネルギーデータは、大学の測定機器を使用し測定した結果を使用した。CO2 排出量原単位は、IDEAv2 を使用し、代替製品としての石炭火力発電の CO2 排出

[5] 東京都市大学による「SFD のライフサイクル環境影響評価」より

原単位は、国立環境研究所「日本温室効果ガスインベントリ報告書　2019 年」から使用した。

表 14　使用時のエネルギーデータ

燃料化 SFD 機		固形化成形機
消費電力	消費 IPG	消費電力
kWh/日・台	m^3/日・台	kWh/日・台
55.5	22.9	27.8

e. 算定式

算定式は以下のとおり。

インベントリ結果（CO2 排出量）＝Σ（活動量×原単位）

２）算定結果

①SFD-600 によって 7 ケ月間リサイクル処理した場合

全体の合計で約 55t-CO2（1t あたり 0.8t）であった。内訳は、材料調達段階で約 3t-CO2、使用段階は約 52t-CO2 となり、使用段階における負荷が全体の 9 割以上となった。使用時の内訳では、特に加熱に用いる LPG の燃焼エネルギー負荷が最大で、凡そ 8 割を占めることが分かった。その結果、LPG の利用を抑えるための対策を得ることで全体の環境負荷量を削減することが可能であることが分かった。

図　9　CFP 結果（左側は全体）

②SFD-600 によって 7 ケ月間リサイクル処理後代替製品として使用した場合の CFP（カーボンフットプリント）結果（シナリオ②~⑥）

公共電力で代替した場合は約 76t-CO2、石炭火力の場合は約 57t-CO2、A 重油の場合は約 25t-CO2、石炭の場合は約 19t-CO2、一般廃棄物とした場合は約 65t-CO2 となった。

図　１０　各シナリオの正味 CO2 排出量結果

以上からは、RPF としての用途により環境負荷量は大きく異なることが判明した。A 重油や石炭の代替とする場合は削減効果量が大きく、電力として利用する場合は RPF 利用の発電効率が高くないことが影響し、正味の環境負荷量は単純焼却の場合とほぼ同等であることが分かった。

上記評価では、使用済み紙おむつの輸送に関する負荷は算定対象外としたことから、その分若干の過小評価はあり得る。具体の事業化の際にはそれらも含めての評価が望ましい。

2.8.2　使用済み紙おむつの燃料化事業に関する費用試算

使用済み紙おむつのペレット燃料化が事業面からの費用対効果を検討するためには、以下の項目毎に試算する必要があることから、これまでの納入実績からの情報、及び SFD システムに関心を持つ企業等との協議を参考に算出した。

既存の廃棄物処理事業と比較する場合は、使用済み紙おむつの処理・処分を切り分けて比較・推算する必要があることから、本事業においては検討できないため検討の対象外とした。また、個別の条件となる、設備を設置する用地の取得費、設置に必要な整地に係る土工費、水道光熱費、及び設置・稼働開始以降のメンテナンスにかかる一部費用（メンテナンス要員の移動に必要な旅費）などは含めない。なお、メンテンナンスは、日常のオペレーターによ

る掃除や点検とは別に、専門技術者による設備の点検（注油、ボルトの締め具合やチェーンの張り具合の確認、作動音の確認、部品の損耗状況の確認、排気漏れや詰まりの確認等）を行うものである。

表 １５　設備等にかかる費用

費　目	単価（円/kg）
単位重量あたりのエネルギーコスト	SFD-600（600kg/日処理タイプ）：20～22 円/kg　　＊電気とガスを使用
	SFD-120（120kg/日処理タイプ）：27～30 円/kg　　＊電気のみ使用
設備費（紙おむつ処理機、ペレット成型機）	SFD-600 及び成型機：7,200 万円
	SFD-120 及び成型機：3,000 万円
メンテナンス費（年間 2 回）	約 60 万円（約 30 万円/回×2 回） ＊技術者による年 2 回の点検及び機器調整として（旅費は別途必要
ペレット販売収入	4～5 円/kg ※諸条件により異なるが、製紙会社が RPF 燃料を引き受ける際の参考価格。紙おむつペレットについても同程度が期待できる。

2.9　生成燃料の用途拡大

生成燃料の用途拡大は、使用済み紙おむつのリサイクルの出口として今後の SDF システムの普及推進にも重要である。後述の“2.10 使用済み紙おむつの燃料化事業の普及に係る課題と対策”においても触れているように、RPF の需要と供給のギャップが従前より存在していることから、潜在的なニーズはある。ただし、SFD システムで生成されるペレット燃料は、バイオマスボイラーでの燃焼を前提にしていることから、同ボイラーを利用している施設が対象となる。また、燃料の安定供給を可能とするには、受け入れ側の業態に応じて一定量の提供を可能とする排出源の確保が必要となる。以下に今後の用途拡大に関する可能性と課題を整理する。

(1) 使用ボイラーの検討

従来のバイオマスボイラーの場合は、木質チップを利用したものが多い。使用済み紙おむつから生成されたペレット燃料は木質チップと比べて燃焼カロリーが 2 割程度高いことから、ペレット燃料のみでの燃焼を続けるとボイラーによっては高温の影響で本体を劣化させる可能性がある。そのため、従来の燃料との混焼を検討する必要がある。新たにボイラー導入を検討している場合は、ペレット燃料の燃焼温度が受容できる仕様を検討する必要がある。これを踏まえ、既にボイラーメーカーには高カロリー燃料への耐用性の高いボイラー製造について当社は相談を始めている。仕様変更には相対的に費用が高くなる可能性もあることから、この点も留意しつつ検討している。

(2) 用途候補先の検討

バイオマスボイラーの導入先としては以下のように多様である。

・個人／集合住宅
・温室（農業施設含む）
・学校／病院／福祉施設
・温浴施設（健康センター含む）／宿泊施設
・工場
・発電施設

これらの内、既に排出源でもある福祉施設では納入実績があるように、一定量が確保できること、同一サイトで処理から燃料化までの工程ができること、は費用面でも効率的である。

一方、排出量が少量なところや逆に大量に必要とするところでは、それらを解決するため回収・運搬方法を事業所が存在する地域住民及び自治体の理解と協力のもと構築する必要がある。“車載型”での処理は排出源先まで出向いてできるという利点はあるものの、それまである程度の期間敷地内に使用済み紙おむつを貯留しておく必要もあることから、他の

廃棄物と分別して貯留できる工夫も必要である（防臭袋の使用は環境衛生面で効果があるが、費用面での負担意思の確認は必要）。

以上のように、用途拡大に向けて検討すべき点はいくつかあるが、使用済み紙おむつの処理・処分問題への意識が高い自治体とそこから発生する資源物を有効に利用したいと考える潜在ニーズをマッチングすることで事業の実現化を目指すことが本事業の目的にも適うことと考える。今回実施した実証事業の成果並びに“車載型”での処理事例を各種メディアを通じて対外的に発信するとともに、車載型方式をデモ・テスト用に活用することで広報効果も期待できる。

2.10 使用済み紙おむつの燃料化事業の普及に係る課題と対策

ここでは、事業普及の可能性と課題を、その技術的側面（技術の実用化段階・適用条件/範囲）、環境社会的側面（環境負荷、環境影響等）、経済的側面（費用便益効果、リサイクル・処理コスト）のそれぞれから、実証事業の結果を踏まえて評価した。また、今回“車載型”による実証事業を行ったことから、同形式によるサービスの提供で課題解決に資する可能性についても考察した。

(1) 技術的側面（技術の実用化段階・適用条件/範囲）

a. 普及可能性

SFD システムによる使用済み紙おむつの燃料化技術は、既に国内で複数の導入実績を有しており、既に実用化されている技術である。設備の処理規模は 1 ユニットで日量 120～600 kg まで対応可能なものとなっている。

また、従来「設置型の設備」として導入していた SFD システムに対し、本実証事業では初めて“車載型”の設備による燃料化を試行し、これが可能であることが確認されている。

もとより、SFD システムは、他の使用済み紙おむつ再生利用・処理技術で求められているような“水処理”プロセスを含まないことから、相対的に広いスペースを必要としない「コンパクトな設備」であることをその技術的特徴としてきていたが、車載型での処理が可能であることが判明したことで、病院や介護施設・乳幼児施設等の大規模発生源を巡回し、各施設の駐車場等を含むスペースを活用して、使用済み紙おむつを回収・処理するという「移動型の処理設備・施設」として利用できることが確認され、その導入における柔軟性はさらに拡大されたと評価できる。

b. 普及に向けた技術的課題

SFD システムのより幅広い普及に向けた技術的課題としては、以下のものがある。

i. 設備のスケール・アップ（処理容量の拡大）

現在までの SFD システムの導入例は、設備の処理規模の範囲である日量 120k~600kg に限

定される。SFD ユニットは１６～１８時間の程の処理時間であることから、最大で日量 900kg までの処理が 1 ユニットの設備により可能であるが、それ以上の処理を行うためには、ユニット数を増やすことが必要となる。SFD システムは現在のところ、1 ユニットでの処理量を拡大する方向での検討が行われていないことから、都市部等における焼却処理施設(日量数百トンレベル)のような大規模な処理システムとしての導入は現在においては困難である。その点では、SFD システムは、病院や介護施設、乳幼児施設等における発生源での処理・リサイクルあるいはこれらの施設にターゲットを絞ったシステムであり、将来的に家庭から排出されるものも含めたより大量の使用済み紙おむつを処理するためには設備面でのスケール・アップが一つの課題となり得る。

ii. 製造燃料のマーケット拡大

SFD システムによって製造されるフラフ/ペレット燃料は、これまでの導入事例においては、その大部分が自家消費・利用となっており、燃料としての販売実績は限定的である。本実証で行ったペレット燃料の成分分析及び燃焼実験から、本燃料が品質的には RPF-C に該当する燃料に近いものであることから、これに基づいた用途開発・拡大が重要な課題である。特に、ペレット燃料の LHV(低位発熱量)が 6000kcal/kg を超えており、通常のボイラー燃料として使用した場合には、過負荷となることから、その用途を拡大するためには木質チップ等の発熱量の低い資源とのブレンディングによる熱量の調整や RPF 専焼ボイラー（製紙工場や RPF が受け入れ可能な発電/産業用ボイラー）への安定的な燃料供給による市場開拓が必要と推定される。

なお、一般社団法人日本 RPF 工業会（JRPF）が公開している「RPF 需要・生産予測」によれば、2020 年及び 2021 年でそれぞれ約 10 万トンの需給ギャップ（生産予測が需要予測を下回る）が推定されており、一定の需要は存在するものとみられる。

図 11　RPF の需要推移と生産実績

図 12　RPF 需要予測と生産予測

出典（図 11 及び図 12）：一般社団法人　日本 RPF 工業会（JRPF）

また、現在年間約 140 万トンが生産されている RPF のうち、約 7 割が製紙会社の自家発電用ボイラーで利用されている。JRPF によれば、最近は鉄鋼や石灰、セメント業界においても石炭代替燃料としての利用が増加しているほか、化学メーカー等でも非効率な石炭火力ボイラーからバイオマスや RPF に燃料変換する動きがある。

現在の RPF の主原料は産業廃棄物であり、その排出量が時々で変動する一方、COVID-19 による打撃を受けている産業では、その発生量が減少する傾向にある。

産業以外の廃プラスチックとしては、家庭等から排出される「容器包装プラスチック」があるが、これは現在のところ例外的な場合を除いて RPF 原料とすることは認められておらず、再生不可能な「紙製容器」のみについて RPF 化が認められている。

このような中で SFD システムによる「使用済み紙おむつの燃料化」はその品質が RPF 基準を充たしていることから、現在及び将来の需給ギャップを埋める燃料となることが期待される。

(2) 環境社会的側面（環境負荷、周辺地域への環境影響等）

a. 普及可能性

今回の実証実験では、周辺環境への影響確認のため、運転稼働中の騒音及び振動を測定するとともに、製造されたペレット燃料が利用された場合の環境負荷を確認するための燃焼試験を実施した。騒音に関しては、音源近くでは環境規制基準を超える騒音が測定されているが、設置候補地の立地条件に応じて設備を設置・格納する施設の仕様を環境規制基準に配慮して設計することで対応可能であると判断する。なお、車載型の場合は、稼働場所の周辺環境を踏まえ遮音効果のある防音壁で荷台部を覆うような工夫が必要であろう。燃焼後の飛灰・焼却灰においては、焼却灰として、適切な埋立て処分が必要である。

一方、SFD システムの導入がもたらすメリットとしては、以下の点が確認されている。

表 16　SFD システムによる環境改善効果

項目	環境改善効果
廃棄物減量化	■フラフ/ペレット化による減量化率：63% ■燃料利用による減量化率：96.9%

これに加えて、SFD システムは COVID-19 の拡大に伴い深刻化している感染性廃棄物の回収・処理の過程での感染リスクを最小限に留めるうえで、荏原病院での実証事業において、密封性の高い使用済み紙おむつ袋を使用し、さらにそれを破袋することなく、現場で投入・処理することで。飛散・漏洩をほぼゼロにすることが可能であることから、健康・環境リスクを効果的に最小化する処理・再生方法として可能性が拡大したと考えられる。

b. 普及に向けた環境・社会的側面での課題

これまでの SFD システムの国内における導入事例及び今回の実証事業の結果から、環境・社会的側面で問題となるような事象は生じていない。一方、今後当技術の普及をさらに図っていく上で、考慮すべき事項としては、以下のものがあると想定される。

i.　使用済み紙おむつ以外の異物の混入による影響

SFD システムは、使用済み紙おむつの燃料化設備として設計・整備された技術であるが、近年の COVID-19 の流行とともにその処理が問題となっている PPE (Personal Protection Equipment)の処理・燃料化も可能な設備となっている。その一方でこれらが燃料化された場合の燃焼特性（特に塩素系を含むプラスチックが含まれた場合）と環境負荷については、十分に分析を行うことが必要である。これは特に異物が混合しやすい家庭から排出される使用済み紙おむつを取り扱う場合には、特別の配慮が必要になると推定される。

ii.　適切なボイラーの選定

前述の技術的側面に係る課題でも取り上げたように、SFD システムによる製造されたペレット燃料は、RPF に類似の成分・燃焼特性を有しており、それを利用するボイラーについては、適切な選定基準を確立し、それに対応したボイラーあるいは燃焼設備の選定を行うことが必要である。

(3) 経済的側面（費用便益効果、リサイクル・処理コスト）

a. 普及可能性

SFD システムを導入することにより、同システム 1 基あたり約 120 kg~約 600 kg／日の使用済み紙おむつの処理が可能となり、ペレット化することでペレット燃料へのリサイクルが可能となる。これにより、間接的な効果を含め、主に以下のような経済的側面での有効性

や効果が期待できる。

- 焼却残渣の低減と処分量の削減
- 焼却施設及び処分場の延命化による維持管理費用の削減
- ペレット燃料使用に伴う化石燃料代の削減
- ニーズに合わせた設備規模の設定や変更が容易

尚、鳥取県伯耆町における導入事例では、製造されたペレット燃料を町内の温浴施設において、専焼のバイオマスボイラーを導入し、従来の LPG に代替することで、以下の表に示すような経済的効果を得ている。平成 29 年度においては、LPG 換算では約 25%の削減により、年間約 260 万円の費用削減が達成されている。

＜伯耆町温浴施設でのペレット使用効果（LPG 換算使用量）＞

年度	使用量	H26 比較（削減率）	備考
H29	38,196 ㎥	▲13,141 ㎥　（25.6%）	年間稼働日数　244 日
H28	40,522 ㎥	▲10,815 ㎥　（21.0%）	年間稼働日数　199 日
H27	45,229 ㎥	▲6,108 ㎥　（11.8%）	年間稼働日数　79 日
H26	51,337 ㎥		専用ボイラー導入 年間稼働日数　54 日

SFD システムの導入による便益を得るうえでは、公共・民間施設（温浴施設やスポーツ施設、ハウス栽培施設等）におけるペレット燃料利用を図る「サプライ・チェーン」を構築することが重要なポイントとなる。

これに関連して、本実証事業の実施中には、関心を持った某民間企業から照会があり、急遽視察を受け入れた際に、SFD システムの利用と共に生成されたペレットの販売の事業化に関する打診もあり、燃料ペレットの「サプライ・チェーン」構築に関する可能性は、民間企業においても存在することが確認されている。

SFD システムは、焼却処理と比較してプラスの環境便益を有することに加え、製造されたペレット燃料の用途拡大を図ることにより、さらにその経済的便益を高めることが可能な技術ということができる。

b. 普及に向けた経済的側面での課題

SFD システムのより幅広い普及に向けた経済的課題としては、以下のものがある。

i.　設備コスト負担の削減

設備コストの削減は、SFD システム導入による経済的便益を高めるために今後も取り組んでいくべき課題である。そのための具体的手法としては、以下のようなものが想定される。

- 設備の処理能力拡大によるスケールメリットの創出
- 設備生産体制の効率化
- 設備のリース事業化による自治体/事業者費用負担の平準化

ii. 製造ペレット燃料の付加価値及び市場拡大

製造ペレット燃料の付加価値を高め、かつその市場を拡大することは、SFD システムの経済的便益を高め、かつ確保する上で重要な課題である。具体的には以下のような取り組みを今後もさらに進めていくことが必要である。

- ペレット燃料の品質向上（RPF 燃料としての品質向上）
- 木質チップ等のバイオマス燃料とのブレンディングによる利用可能なボイラー機種の拡大
- ペレット燃料の販売ネットワークの構築（受け入れ先の拡大）

(4) 車載型によるサービス提供の可能性と課題

本事業では“車載型”による使用済み紙おむつの処理及びペレット燃料化を実施した。これにより、従来の固定設置型では柔軟に対応できないサービスの提供可能性と課題も見えてきた。

- 巡回処理サービス

  島嶼部や過疎地域を有する自治体、事業所単独での使用済み紙おむつの排出量が多くない施設などでは、固定設置に対する投資費用の確保が困難なことが予想される。そのような場合、複数の自治体や事業所に対して巡回して処理を行う事業形態が考えられる。検討する条件としては、船への搭載可否、巡回先での電気供給の可能性（困難な場合は発電機の搭載もある）、費用負担の在り方などである。また、排出する側には使用済み紙おむつのみを分別することが求められることから、排出ルールと排出方法への配慮も必要である。

- 災害支援サービス

  こちらも広義では巡回処理サービスの一部である。災害発生地域では被災規模にもよるが多くの地域住民が避難場所に一定期間滞在せざるを得ない状況になる。避難場所での課題の一つに排泄物の処理が挙げられるが、このような場合に避難場所を巡回することで問題の軽減に資することも可能であろう。

【付属資料１】　運転稼働記録

実証事業　現場作業日報

令和3年1月7日(木)

発注者:　東京都
事業名:　東京都使用済み紙おむつのリサイクル推進に向けた実証事業
「都内における使用済み紙おむつリサイクル設備の設置・運用モデル」
実施場所: 公益財団法人東京都保健医療公社 荏原病院　敷地内指定場所

株式会社スーパー・フェイズ

主要作業項目	☐ 1) 機材搬入・設置 ☑ 2) 紙おむつ投入・運転 ☑ 3) ペレット化 ☐ 4) 環境モニタリング(騒音・振動測定) ☐ 5) 機材撤収
作業内容	開始時間: 10:30 終了時間: 15:00 紙おむつ投入量: kg ペレット化量: kg その他:
留意・申渡し事項	ペレット成形開始時は成型機が暖まっておらず、投入量は徐々に増やしていく必要がある。最初からフラフを入れすぎると、過負荷により停止となり、復帰に時間と手間を要する。
その他 特記事項	東京都における新型コロナウイルスの感染者急増の影響により、荏原病院の病床が全てコロナ感染者専用となることが決定した。現在入院中の患者は順次、退院、転院処置となる。このため、荏原病院から排出される使用済み紙おむつの量は減っていくことが予想される。紙おむつ排出量の状況を見て、稼働日は調整を行う。

2021 年 1 月 7 日（木）

実証事業　現場作業日報

令和3年 1月 12日 (火)

発注者:　東京都
事業名:　東京都使用済み紙おむつのリサイクル推進に向けた実証事業
「都内における使用済み紙おむつリサイクル設備の設置・運用モデル」
実施場所: 公益財団法人東京都保健医療公社 荏原病院　敷地内指定場所

株式会社スーパー・フェイズ

主要作業項目	☐ 1) 機材搬入・設置 ☑ 2) 紙おむつ排出・投入・運転 ☑ 3) ペレット化 ☐ 4) 環境モニタリング(騒音・振動測定) ☐ 5) 機材撤収
作業内容	開始時間: 10:30 終了時間: 15:30 紙おむつ排出量: 16.4 kg 紙おむつ投入量: 53.5 kg ペレット化量: 16.0 kg その他:
留意・申渡し事項	特になし
その他 特記事項	荏原病院との打ち合わせにより、東京都における新型コロナウイルスの感染者急増の影響により、荏原病院の病床が全てコロナ感染者専用となることが分かった。この為、病院から出る使用済紙おむつの量は徐々に減っていくとになるが、今後の作業日程は、減少具合を見て決定することとする。

2021 年 1 月 12 日（火）

実証事業　現場作業日報

令和3年1月14日(木)

発注者:　東京都
事業名:　東京都使用済み紙おむつのリサイクル推進に向けた実証事業
「都内における使用済み紙おむつリサイクル設備の設置・運用モデル」
実施場所: 公益財団法人東京都保健医療公社 荏原病院　敷地内指定場所

株式会社スーパー・フェイズ

主要作業項目	☐ 1) 機材搬入・設置 ☑ 2) 紙おむつ排出・投入・運転 ☑ 3) ペレット化 ☑ 4) 環境モニタリング(騒音・振動測定) ☐ 5) 機材撤収
作業内容	開始時間: 10:30 終了時間: 15:30 紙おむつ排出量: 16.5 kg 紙おむつ投入量: 55.4 kg ペレット化量: 16.2 kg その他:
留意・申渡し事項	騒音・振動測定に使用した機材類は1月15日(金)に測定業者が回収予定。
その他 特記事項	

2021 年 1 月 14 日（木）

実証事業　現場作業日報

令和3年1月18日(月)

発注者:　東京都
事業名:　東京都使用済み紙おむつのリサイクル推進に向けた実証事業
「都内における使用済み紙おむつリサイクル設備の設置・運用モデル」
実施場所: 公益財団法人東京都保健医療公社 荏原病院　敷地内指定場所

株式会社スーパー・フェイズ

主要作業項目	☐ 1) 機材搬入・設置 ☑ 2) 紙おむつ排出・投入・運転 ☑ 3) ペレット化 ☐ 4) 環境モニタリング(騒音・振動測定) ☐ 5) 機材撤収
作業内容	開始時間: 10:30 終了時間: 15:30 紙おむつ排出量: 19.2 kg 紙おむつ投入量: 77.0 kg ペレット化量: 18.9 kg その他:
留意・申渡し事項	フラフ原料は一部が固まってものがあったが、よくほぐして成型機に投入が必要である。ほぐさずに投入することにより、詰まりの原因となる。
その他 特記事項	東京都環境局、大田区清掃事業許可指導係、民間企業の視察・見学があった。

2021 年 1 月 18 日（月）

実証事業　現場作業日報

令和3年1月25日(月)

発注者:　東京都
事業名:　東京都使用済み紙おむつのリサイクル推進に向けた実証事業
「都内における使用済み紙おむつリサイクル設備の設置・運用モデル」
実施場所: 公益財団法人東京都保健医療公社 荏原病院　敷地内指定場所

株式会社スーパー・フェイズ

主要作業項目	☐ 1) 機材搬入・設置 ☑ 2) 紙おむつ排出・投入・運転 ☑ 3) ペレット化 ☐ 4) 環境モニタリング(騒音・振動測定) ☐ 5) 機材撤収
作業内容	開始時間: 10:15 終了時間: 14:30 紙おむつ排出量: 34.4 kg 紙おむつ投入量: 39.4 kg ペレット化量: 28.3 kg その他:
留意・申渡し事項	特になし
その他 特記事項	見学者 ・市会議員 ・民間企業(三社) ・燃焼実験の為、ペレット76.44kgを伯耆町に送付した。 燃焼実験は1月29日(金)に実施予定。

2021 年 1 月 25 日 （月）

実証事業　現場作業日報

令和3年2月1日(月)

発注者:　東京都
事業名:　東京都使用済み紙おむつのリサイクル推進に向けた実証事業
「都内における使用済み紙おむつリサイクル設備の設置・運用モデル」
実施場所: 公益財団法人東京都保健医療公社 荏原病院　敷地内指定場所

株式会社スーパー・フェイズ

主要作業項目	☐ 1) 機材搬入・設置 ☑ 2) 紙おむつ排出・投入 ☐ 3) ペレット化 ☐ 4) 環境モニタリング(騒音・振動測定) ☐ 5) 機材撤収
作業内容	開始時間: 10:00 終了時間: 12:00 紙おむつ排出量: 15.2 kg 紙おむつ投入量: 28.0 kg ペレット化量: その他:
留意・申渡し事項	紙おむつ排出・投入のみ(運転はなし)
その他 特記事項	

2021 年 2 月 1 日 （月）

実証事業　現場作業日報

令和3年2月8日(月)

発注者:　東京都
事業名:　東京都使用済み紙おむつのリサイクル推進に向けた実証事業
「都内における使用済み紙おむつリサイクル設備の設置・運用モデル」
実施場所: 公益財団法人東京都保健医療公社 荏原病院　敷地内指定場所

株式会社スーパー・フェイズ

主要作業項目	☐ 1) 機材搬入・設置 ☑ 2) 紙おむつ投入・運転 ☐ 3) ペレット化 ☐ 4) 環境モニタリング(騒音・振動測定) ☐ 5) 機材撤収
作業内容	開始時間: 10:00 終了時間: 12:00 紙おむつ排出量: kg 紙おむつ投入量: 23.85 kg ペレット化量: その他:
留意・申渡し事項	紙おむつ投入し運転開始(排出・ペレット化はなし)
その他 特記事項	

2021 年 2 月 8 日 （月）

実証事業　現場作業日報

令和3年2月15日(月)

発注者:　東京都
事業名:　東京都使用済み紙おむつのリサイクル推進に向けた実証事業
「都内における使用済み紙おむつリサイクル設備の設置・運用モデル」
実施場所: 公益財団法人東京都保健医療公社 荏原病院　敷地内指定場所

株式会社スーパー・フェイズ

主要作業項目	☐ 1) 機材搬入・設置 ☑ 2) 紙おむつ排出 ☑ 3) ペレット化 ☐ 4) 環境モニタリング(騒音・振動測定) ☑ 5) 機材撤収
作業内容	開始時間: 10:00 終了時間: 15:00 紙おむつ排出量: 18.6 kg 紙おむつ投入量: kg ペレット化量: 18.7 その他:
留意・申渡し事項	
その他 特記事項	

2021 年 2 月 15 日 （月）

【付属資料２】　**環境質（騒音・振動）の測定値評価の目安**

＜騒音＞

目安①	目安②	騒音値	騒音発生源（距離）	今回の結果
きわめてうるさい	聴覚機能に異常をきたす	120dB	・ジェットエンジンの近く ・近くの落雷	
		110dB	・自動車のクラクション（２ｍ）	
		100dB	・電車が通るときのガード下 ・液圧プレス（１ｍ）	
	うるさくて我慢できない	90dB	・犬の鳴き声（５ｍ） ・騒々しい工場の中 ・カラオケ（店内中央） ・ブルドーザー（５ｍ）	
		80dB	・地下鉄の車内 ・電車の車内・ピアノ（１ｍ） ・布団たたき（1.5m） ・麻雀牌をかき混ぜる音（１ｍ）	No.3（76dB）
うるさい	かなりうるさい、かなり大きな声を出さないと会話ができない	70dB	・騒々しい事務所の中 ・騒々しい街頭 ・セミの鳴き声（２ｍ） ・やかんの沸騰音（１ｍ）	No.4（71dB） No.1（66dB） No.2（65dB）
	非常に大きく聞こえうるさい、声を大きくすれば会話ができる	60dB	・静かな乗用車 ・普通の会話 ・洗濯機（１ｍ） ・掃除機（１ｍ） ・テレビ（１ｍ） ・トイレ（洗浄音） ・アイドリング（２ｍ）	
普通	大きく聞こえる、通常の会話は可能	50dB	・静かな事務所 ・家庭用クーラー（室外機） ・換気扇（１ｍ）	
	聞こえる会話には支障なし	40dB	・市内の深夜 ・図書館 ・静かな住宅地の昼	
静か	非常に小さく聞こえる	30dB	・郊外の深夜 ・ささやき声	
	ほとんど聞こえない	20dB	・ささやき ・木の葉のふれあう音	

＜振動＞

計測震度	階級	人間	屋内の状況	屋外の状況	振動レベルの目安(dB)
0.5→	0	人は揺れを感じない			55 以下
1.5→	1	屋内にいる人の一部がわずかな揺れを感じる	コップ等の水がわずかに揺れる		55～65
2.5→	2	屋内にいる人の多くが、揺れを感じる。眠っている人の一部が目をさます	電灯などのつり下げ物がわずかに揺れる		65～75
3.5→	3	屋内にいる人のほとんどが揺れを感じる	棚にある食器類が音を立てることがある	電線が少し揺れる	75～85
4.5→	4	かなりの恐怖感があり、一部の人は身の安全を図ろうとする。眠っている人のほとんどが目をさます	つり下げ物が大きく揺れ、棚にある食器類は音を立てる。座りの悪い置物が倒れることがある	電線が大きく揺れる。歩いている人も揺れを感じる。自動車を運転していて、揺れに気づく人がいる	85～95
5.0→	5 弱	多くの人が身の安全を図ろうとする。一部の人は恐怖を感じる	つり下げ物は激しく揺れ、棚の食器類、書棚の本が落ちることがある	窓ガラスが割れて落ちることがある	95～100
5.5→	5 強	非常な恐怖を感じる。多くの人が行動に支障を感じる	棚にある食器類、書棚の本が多く落ちる。テレビが台から落ちることがある。タンスなど重い家具が倒れることがある	補強されていないブロック塀の多くが崩れる。自動販売機が倒れることがある。自動車の運転は困難となる	100～105
6.0→	6 弱	立っていることが困難になる	固定していない重い家具のほとんどが移動、転倒する。開かなくなるドアが多い	かなりの建物で、壁のタイルや窓ガラスが破損、落下	105～110
6.5→	6 強	立っていることができず、はわないと動くことができない	固定していない重い家具のほとんどが移動、転倒する。戸が外れて飛ぶことがある	多くの建物で、壁のタイルや窓ガラスが破損、落下。補強されていないブロック塀がほとんど崩れる	
	7	揺れにほんろうされ、自分の意志で行動できない	ほとんどの家具が大きく移動し、飛ぶものもある	殆どの建物の壁のタイルや窓ガラスが破損、落下。補強されているブロック塀も破損するものがある	110 以上

＜騒音の距離減衰＞

	（m）	No.1	No.2	No.3	No.4
測定値	2.5	**66**	**65**	**76**	**71**
推定値	5	60.0	59.0	70.0	65.0
	10	54.0	53.0	64.0	59.0
	20	47.9	46.9	57.9	52.9
	30	44.4	43.4	54.4	49.4
	40	41.9	40.9	51.9	46.9
	50	40.0	39.0	50.0	45.0
	100	34.0	33.0	44.0	39.0