

マレーシア国

マレーシア国  
使用済み紙おむつリサイクルシステム  
案件化調査

業務完了報告書

平成 29 年 9 月

(2017 年)

独立行政法人

国際協力機構 (JICA)

株式会社スーパー・フェイズ

国内
JR
17-108

写真



SWCorp との打ち合わせ



JPSPN との打ち合わせ



PPBM 保育所協会との打ち合わせ



Alam Flora 社との打ち合わせ



ごみが溢れる最終処分場の状況



最終処分場使用済み紙おむつの状況



提案製品設置予定場所



提案製品 (SFD2000)

略語表

略語	正式名称	和訳名称
ASEAN	Association of South - East Asian Nations	東南アジア諸国連合
COA	Condition of EIA Approval	EIA 承認の付帯条件
CO2	Carbon monoxide	二酸化炭素
C&CA	Cement &Concrete Association of Malaysia	マレーシアセメント・コンクリート協会
DBKL	Dewan Bandaraya Kuala Lumpur	クアラルンプール市役所
DoE	Department of Environment	環境局
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
EMP	Environmental Management Plan	環境管理計画
EPA	Economic Partnership Agreement	経済連携協定
EPR	Extended Producer Responsibility	拡大製造者責任制度
E-Waste	Electnic Waste	電気電子機器廃棄物
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
GNI	Gross National Income	国民総所得
ICI	Industry, Commercial and Institutions	産業、商業施設、公共施設
JETRO	Japan External Cooperation Agency	独立行政法人日本貿易振興機構
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
JOCV	Japan Ovearseas Cooperation Volunteers	青年海外協力隊
JSPSN	Jabatan Pengurusan Sisa Pepejal Negara (マレー語)	住宅・地方自治省全国固形廃棄物管理局
KL	Kuala Lumpur	クアラルンプール
kW	Kilowatt	キロワット
kWh	Kilowatt hour	キロワットアワー
MDTCC	Ministry of Domestic Trade, Co-operatives & Consumerism	国内取引・共同組合・消費者省
MITI	Ministry of International Trade & Industry	国際貿易産業省
MoH	Ministry of Health	保健省
MRF	Material Recovery Facility	ごみ分別装置
NSP	National Strategic Plan	国家戦略計画
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
PPBM	Persatuan Pengasuh Berdaftar Malaysia	マレーシア政府登録保育協会

SWCorp	Solid Waste Corporation	固形廃棄物・公共衛生管理公社
SWPCM	Solid Waste and Public Cleansing Management	固形廃棄物・公共衛生管理公社法
TOR	Terms of Reference	委託条項
UPS	Uninterruptible Power Supply	無停電電源装置

## 図表リスト

図 1-1-1	マレーシア国の全体図
図 1-1-2	1人当たり GDP の推移
図 1-1-3	マレーシア国の GDP 成長率
図 1-1-4	マレーシア国の行政組織(2013年12月末時点)
図 1-1-5	マレーシア国の地方行政体系
図 1-1-6	マレーシア国の州および直轄領の位置
表 1-1-1	マレーシア国の州および直轄領の概況
表 1-1-2	マレーシア国の州別年齢階層別人口構成(2016)
図 1-1-7	マレーシア国の人口構成
表 1-2-1	実態調査の対象地域とその人口
図 1-2-1	実態調査の対象地域の位置
図 1-2-2	マレーシア国における廃棄物のフロー
図 1-2-3	固形廃棄物の構成(一般廃棄物(家庭)における発生量)
図 1-2-4	固形廃棄物の構成(産業廃棄物(ICI)における発生量)
表 1-2-2	マレーシア国の家庭による使用済み紙おむつの発生量
表 1-2-3	廃棄物の組成の比較(2004年と2012年)
表 1-2-4	固形廃棄物管理の包括的な行動計画
図 1-3-1	2014年再生エネルギー発電能力内訳実績値と2020年目標値
図 1-3-2	「行動計画」で指摘された問題点と対策
図 1-3-3	種類別使用済み紙おむつに適用される法令と主管政府省庁
表 1-3-1	「環境品質法」における有害廃棄物規制関連部分の記載内容
表 1-3-2	「環境品質条令」における使用済み紙おむつ取り扱い関連情報
表 1-3-3	「固形廃棄物・公共清掃管理法」における関連情報の整理
表 1-4-1	マレーシア国で実施中の環境関連プロジェクト
表 1-4-2	マスタープランの戦略及び連邦政府アクションプラン

表 1-5-1	対日貿易額（億円）
表 1-5-2	日系企業のビジネス状況（2015年12月時点）
図 2-1-1	フラフとペレットの特徴
図 2-1-2	SFD-2000（ペレット版）モデル配置図面と処理フロー
表 2-1-1	SFD2000のスペック及び価格
表 2-1-2	SFD2000納入実績一覧表
表 2-1-3	他社製品との比較
図 2-2	ビジネス展開実施体制
図 3-1-1	使用済み紙おむつ処理の流れとSFD導入のための検討項目
表 3-1-1	使用済み紙おむつの発生源別の収集可能性の評価
表 3-1-2	主要都市別PPBM管轄保育所、病院、ホテル数
表 3-1-3	マレーシア国のセメント工場の所在地と生産能力
図 3-1-2	マレーシア国のセメント工場の位置
表 3-1-4	マレーシア国における指定廃棄物の種類別発生量
表 3-1-5	マレーシア国における廃棄物管理
図 3-1-3	マレーシア国の中央政府による固形廃棄物管理体制
図 3-1-4	マレーシア国の自治体別の固形廃棄物の管理体制
表 3-1-6	マレーシア国の指定廃棄物リスト（2005年改正）
表 3-3-1	提案製品設置の可能性
表 3-1-7	SFDシステムのスペックと価格
図 3-1-5	SFDシステムによる保育所の使用済み紙おむつリサイクルのフロー
表 3-1-8	SFDシステムのエネルギーコスト
表 3-1-9	SFDシステムの維持コスト
表 3-1-10	SFDシステムによる使用済み紙おむつ処理の便益と費用
表 3-1-11	SFDシステムの設備コスト
図 3-1-6	SFDシステム導入の効果
表 3-3-1	提案製品適合性
図 4-1-1	SWCorp、PPBM保育所協会、C&CA協力レター
表 4-1-1	普及・実証事業概要
図 4-1-2	普及・実証事業で実施するプロジェクトのイメージ
表 4-2-1	普及・実証事業の目的、成果、活動
表 4-2-2	普及・実証事業における投入

図 4-2	実施体制
表 4-3	作業工程
表 4-4	事業費概算
表 4-5	SFD2000 導入効果
図 4-5-1	マレーシア国における EIA 実施手順の概観
表 4-5-1	JICA 環境チェックリストの確認結果
表 4-5-2	セメント業代替燃料としての指定廃棄物の受け入れ基準
図 5-1-1	固形廃棄物組成の使用済み紙おむつ (12.1%)
図 5-1-2	マレーシア国最終処分場個数と位置
図 5-1-3	マレーシア国地方自治体数
図 5-2-1	Alam Flora 社協力レター
図 5-2-2	ビジネス事業の実施体制
表 5-2-1	海外販売予定製品・スペック
表 5-2-2	ビジネス事業スケジュール計画案

写真

略語表

図表リスト

要約（和文・和文ボンチ）	1
はじめに	6
調査名	6
調査の背景	6
調査の目的	6
調査対象国・地域	6
団員リスト	7
現地調査工程	8
<b>第 1 章 対象国・地域の現状</b>	<b>12</b>
1-1 対象国・地域の政治・社会経済状況	12
1-2 対象国・地域の対象分野における開発課題	18
1-3 対象国・地域の対象分野における開発計画、関連計画、政策及び法制度	23
1-4 対象国の対象分野における ODA 事業の先行事例分析及び他ドナー事業の分析	30
1-5 対象国のビジネス環境の分析	33
<b>第 2 章 提案企業の製品・技術の活用可能性及び海外事業展開の方針</b>	<b>36</b>
2-1 提案企業の製品・技術の特長	36
2-2 提案企業の事業展開における海外進出の位置づけ	39
2-3 提案企業の海外進出によって期待される我が国の地域経済への貢献	41
<b>第 3 章 ODA 事業での活用が見込まれる製品・技術に関する調査及び活用可能性の検討結果</b>	<b>43</b>
3-1 製品・技術の現地適合性検証方法（検証目的・項目・手段など）	43
3-2 製品・技術の現地適合性検証結果	44
3-3 対象国における製品・技術のニーズの確認	66
3-4 対象国の開発課題に対する製品・技術の有効性及び活用可能性の確認	70
<b>第 4 章 ODA 案件化にかかる具体的提案</b>	<b>71</b>
4-1 ODA 案件概要	71
4-2 具体的な協力計画及び期待される開発効果	74
4-3 他 ODA 案件との連携可能性	83
4-4 他 ODA 案件形成における課題と対応策	83
4-5 環境社会配慮にかかる対応	83

<b>5 章 ビジネス展開の具体的計画</b> .....	92
5-1 市場分析結果 .....	92
5-2 想定する事業計画及び開発効果 .....	99
5-3 事業展開におけるリスクと対応策 .....	104
<b>第 6 章 その他</b> .....	105
6-1 その他参考情報	
別添資料 1-本邦受入活動報告書 .....	105
別添資料 2-施工予定計画関連資料 .....	111
英文要約（英文・英文ポンチ絵） .....	116



## 要約

### はじめに

マレーシア国は、人口の増加や経済成長により、国民 1 人当たりのごみ排出量が増加している。同国においては、廃棄物の処理方法は埋め立て処分を行っている。経済成長により所得も向上し、紙おむつを利用する家庭が増えてきている。そのため、排出されるごみの組成の第 3 位に紙おむつが入っている（第 1 位食品 44%、第 2 位プラスチック 13%、第 3 位紙おむつ 12%）。使用済み紙おむつをそのまま埋め立て処分すると、250 年～500 年生分解しない。また、温室効果ガスであるメタンガスが発生することになる。汚物を鳥などの動物が介在して運ぶことがあり、環境・衛生面の問題を生み出している。このため、使用済み紙おむつの処理方法が重要な課題となっている。政府は「2018 年～2020 年に使用済み紙おむつ産業を構築する。」と提言しており、使用済み紙おむつリサイクル産業の確立を目指している。

本調査対象地域として選定したクアラルンプール市、プトラジャヤ市、メラカ市、ペナン州、ランカウイ島においても、この問題は顕著であり、いかに問題を解決するかが課題となっている。

本調査の目的は、マレーシア国における使用済み紙おむつの処理問題を解決するため、株式会社スーパーフェイズ（以下、提案企業）が開発し、鳥取県伯耆町、北海道夕張市、北海道北見市、新潟県新潟市などで実績のある SFD システムを活用し、マレーシア国の課題解決に向けた ODA 案件の立案及びビジネス展開の立案を目指すことである。本調査において、現地での SFD システムの需要・必要性、SFD システム導入における問題・課題について明らかにする。導入候補地の選定、導入に伴って必要になる機材の調達、設置工事、輸送経路等の調査を行う。

一方、海外ビジネス展開においては、本調査を活用し、SFD システム海外導入の問題・課題を明らかにするとともに、導入に伴う機材の調達、設置工事、輸送経路、輸入に関する法律・税金等を確認する。まずは、マレーシア国クアラルンプール市（以下、KL）をターゲットとし、その後マレーシア国全域におけるビジネス展開、更には近隣地域の ASEAN への海外展開も視野に入れてビジネス展開を行う。

## 第 1 章 対象国・地域の現状

マレーシア国は、先進国入りに向けて、経済の高付加価値、開発と環境保全の調和、教育・就労機会の均等化、社会的弱者の保護といった開発課題を抱えている。同国は、人口の増加や経済成長により、国民 1 人当たりのごみ排出量が増加している。同国において、

廃棄物の処理方法は埋め立て処分を行っている。各家庭の所得の向上により、廃棄物量及び紙おむつ利用量が増加している。使用済み紙おむつをそのまま埋め立て処分すると、温室効果ガスであるメタンガスが発生し、汚物を動物が介在するため、環境・衛生面の問題を生み出している。このため、廃棄物量の削減及び使用済み紙おむつの処理方法が重要な課題となっている。

#### 廃棄物の現状

2012年のマレーシアの固形廃棄物排出量は、1日当たり33,000トン、国民1人当たり1.17kg/日(33,000トン・28,300,000人)となっている。2005年時点の予測であれば、排出量が1日30,000トンになるのは2020年と予測されていた。

現在、マレーシア国の廃棄物処理は埋め立て処分に大きく依存している。廃棄物の量が増加しているため、処分場の残余年数が著しく短くなっていることから、3Rの推進により、廃棄物を減量することが大きな課題である。

#### 使用済み紙おむつの現状

排出される廃棄物の組成の第3位に紙おむつが入っている(第1位食品44%、第2位プラスチック13%、第3位紙おむつ12%)。2005年の調査では排出量の5%であった紙おむつの割合が2012年の調査では、12%まで増加している。政府は、使用済み紙おむつ問題の解決を政策の一つにあげており、2018年から2020年の間に解決策や使用済み紙おむつ産業を作ると提言している。

使用済み紙おむつの発生源は、家庭、保育所、介護施設、病院がある。現在マレーシア国においては、紙おむつの分別が行われていない。家庭、保育所、高齢者施設から排出される紙おむつは一般廃棄物と一緒に、行政委託業者が回収し、そのまま埋め立て処分場で処分されている。病院から排出される紙おむつは、他の医療廃棄物と一緒に専門業者が回収・処分している。

## 第2章 提案企業の製品・技術の活用可能性及び海外事業展開の方針

提案製品は、使用済み紙おむつの燃料化リサイクルを可能にした装置である。特許は日本と中国では取得済みであり、米国、EUでは出願済みである。

使用済み紙おむつを封じ込めたポリ袋のままで機械に投入でき、投入時に汚物に接触する危険はなく、臭気もほとんど発生しない。投入後、約16時間かけて、破碎・乾燥・滅菌処理された後、軽くふわふわした「フラフ」に生成される。投入と取出し時のみ作業が発生し、それ以外の工程は自動化されている。フラフの状態、容積は3分の1に減量できる。

さらに、成形機に入れることによって、16分の1のペレット燃料に減量できる。ペレット燃料の発熱量約5,000キロカロリーである。

提案企業は現在ファブレスを実施しており、自社工場は持っていない。マレーシア国での製品販売においても、当初は日本から輸入し、現地販売代理店を二つ選定し、販売・メンテナンスを行う。当初は販売活動を中心に行う想定である。その後、販売展開の規模に合わせて、現地合弁会社設立を行う計画である（初期投資は一千万円程度を見込む）。

提案製品は、使用済み紙おむつを埋め立て処分している国や地域、小/中型焼却炉の補助燃料で困っている国や地域、フラフやペレット燃料を代替燃料として利用する機関がある地域に向いている。日本国内では、大型溶融炉焼却炉が数多く設置されており、販路を広く確保できない状況である。一方、途上国では財政面の問題も含め、環境対策が開始されたばかりの国が多く、提案装置の導入・普及は日本国内より広がる（量的）可能性が高い状況である。特にマレーシア国は、使用済み紙おむつの増加を大きな問題としており、解決策を探している状況であるのでマレーシア国で SFD システムを展開し、使用済み紙おむつ処理問題や温暖化防止問題の解決に寄与したい。マレーシア国での SFD システム導入により、より良い製品の開発と新しい使用済み紙おむつ産業の確立を目指して事業を展開していく。まずは、マレーシア国での実績を作り、近隣諸国の ASEAN へ事業を拡大する計画である。

### 第3章 ODA事業での活用が見込まれる製品・技術に関する調査及び活用可能性の検討結果

SFD システムの現地への導入に際しての適合性は、以下の観点から評価・検証することが必要である。

1. 使用済み紙おむつの発生源の特定
2. 使用済み紙おむつの収集・運搬の可能性の評価
3. SFD システムの設置場所の検討
4. SFD システム運転のためのユーティリティ・運転要員・メンテナンス体制の確保
5. リサイクル資材（フラフ、ペレット）の需要先の確保
6. これらの活動のための、現地政府機関の承認・協力

マレーシア国において2005年時点では、1日のごみの排出量は19,000トン、使用済み紙おむつの構成比は5.06%であった。この当時の予測によれば、排出量が1日30,000トンになるのは2020年と予想されていたとのことである。しかし、2012年にはすでに30,000トンを越えており、ごみの排出量は急速に拡大している。しかも固形廃棄物の中で第3番目に多い使用済み紙おむつの構成比は12.1%で、1日に2,625トンとなっている。

マレーシア国では使用済み紙おむつは焼却処理されず、埋め立て処分されている。そのた

め、埋立て処理場への容量面での負荷や温室効果ガスの原因であるメタンガスを発生させている。また、使用済み紙おむつは、容積・重量があるため、運搬費にも負荷をかけている。

#### 第4章 ODA 案件化にかかる具体的提案

ODA 案件化の具体的提案として、以下のような JICA 普及・実証事業の実施を想定している。今後、本調査を通じてその可能性を検証し、より詳細化する。

・カウンターパート：

固形廃棄物・公共衛生管理公社 (SWCorp)

・実施サイト：

固形廃棄物・公共衛生管理公社 (SWCorp) が管理を委託している KL Taman Beringin トランスファーステーション(中間集積場)

・対象廃棄物：

PPBM 保育所協会が管轄する保育所 10~20 か所から発生する使用済み紙おむつ (600Kg/日)

・SFD システムの運営/管理

国家固形廃棄物管理公社 (SWCorp) / Alam Flora 社 (民間委託ごみ収集業社)

・使用済み紙おむつとペレット燃料の収集/運搬：

Alam Flora 社 (民間委託ごみ収集業社)

・リサイクル燃料の利用先：

セメント・コンクリート協会 (C&CA)、Top Glove 社 (ゴム手袋生産会社)

・研究、分析、調査機関：

マラヤ大学

#### 第5章 ビジネス展開の具体的計画

マレーシア国の使用済み紙おむつごみ量は、2,625 トン/日 (2012 年度 JPSPN データ) であり、昨年の調査では使用済み紙おむつの割合は 14%になっているとの事である。この全量を処理するためには、単純計算で SFD2000 型装置 4,325 基が必要となる。ポテンシャルマーケットとしては非常に大きな需要があると言える。次回提案を予定している普及・実証事業の協力先である PPBM 保育所協会が管轄している保育所は KL 市内に 250 か所 (一か所約 50 人) ある。PPBM 保育所協会が管轄している保育所から排出される使用済み紙おむつを処理するのに約 13 基の設置が見込まれる。

現在マレーシアでは、使用済み紙おむつは埋め立て処理されているため、我々の事業の競合相手はいないと考えることができる。使用済み紙おむつリサイクルという新しい産業を創設することになる。

マレーシア国政府固形廃棄物・公共衛生管理公社（SWCorp）は「2015～2020年における固形廃棄物管理の包括的な行動計画」において、「2018年～2020年に使用済み紙おむつ産業を構築する。」と提言しており、使用済み紙おむつのリサイクル産業の需要は非常に高い。

固形廃棄物・公共衛生管理公社（SWCorp）、Alam Flora 社、PPBM 保育所協会、燃料利用先会社、マラヤ大学と協力し、次回提案を予定している普及・実証事業で使用済み紙おむつリサイクル産業のシステムの確立を目指していく。

現在において、Alam Flora 社（マレー系）と Shence International 社（中国系）から熱心に現地販売代理店や合弁会社の打診を受けている。当社としては、普及・実証事業においてマレーシア国での、使用済み紙おむつリサイクルシステムの有効性の実証、研究や現地事情に合わせた製品の提案、関係機関と使用済み紙おむつリサイクル産業の確立を図っていく。普及・実証事業終了期頃に、現地企業と現地販売代理店契約を結ぶ予定である。その後事業規模が大きくなれば、現地企業との合弁会社や現地生産を視野に入れている。現地販売代理店や現地合弁会社で販売・メンテナンスを行う予定である。

## 案件化調査

### マレーシア国 使用済紙おむつリサイクルシステムにかかる案件化調査

#### 企業・サイト概要

- 提案企業 : 株式会社スーパー・フェイズ
- 提案企業所在地 : 鳥取県西伯郡
- サイト・C/P機関 : 固形廃棄物・公共衛生管理公社 (SWCorp)



#### マレーシア国の開発課題

- 2005年時点でのごみ排出量は、1日当たり19,000トンであったが、2012年では、1日当たり33,000トンと、ごみ排出量が急拡大している。
- 2005年時点でのごみ排出量に占める使用済紙おむつの割合は、5.06%であったが、2012年では、12.1%と急増している。
- 使用済紙おむつは埋め立て処分されているため、汚物(有機物)からメタンガスが発生したり、鳥や虫が介在するため、環境・衛生的に問題がある。

#### 中小企業の技術・製品

- 使用済紙おむつ処理機SFD-2000は、使用済紙おむつの重量・容積を約3分の1にできる。また、ペレット化することにより、容積を約16分の1にすることができる。
- 使用済紙おむつ処理機SFD-2000は、使用済紙おむつに付帯する汚物(有機物)を破碎・乾燥・殺菌することができる。
- 使用済紙おむつ処理機SFD-2000は、使用済紙おむつを燃料化することができる。

#### 調査を通じて提案されているODA事業及び期待される効果

本調査を通じて、普及・実証事業を提案する。

- 使用済紙おむつ処理機SFD-2000を導入・活用により、使用済紙おむつをリサイクル燃料化することが可能となり、化石燃料の代替として利用できるようになる。
- 使用済紙おむつ処理機SFD-2000を導入・活用により、同国の固形廃棄物の約12%を占める使用済紙おむつの減量化・減容化が可能になる。
- 汚物(有機物)を含む使用済紙おむつを、破碎・乾燥・殺菌することで、メタンガスの発生を防ぎ、鳥や虫の介在を防げるため、衛生環境の向上につながる。

#### 日本の中小企業のビジネス展開

当社製品は、使用済紙おむつをリサイクルするという新しい分野の技術である。当社の技術を環境に力を入れている同国で普及・実証活動を継続し、現地での法人設立、販売網を開拓する。また、ODA事業への提案を足掛かりに、事業採算性を判断したうえで、現地に生産・販売拠点を置き、ASEAN地域へのビジネスを展開していく。

## はじめに

### 1. 調査名

マレーシア国使用済み紙おむつリサイクルシステム案件化調査

Feasibility Survey for Used Diapers Recycling System (SFD) in Malaysia

### 2. 調査の背景

提案企業は、「使用済み紙おむつ問題」を解決するべく、使用済み紙おむつをリサイクル処理できる装置を開発した。

鳥取県伯耆町ではこのプラントをすでに5年間安定運用し、平成27年には経済産業省による（産業環境管理協会）「資源循環技術・システム表彰」を受けている。一方、本調査の対象国であるマレーシア国では、先進国入りに向け、開発と環境保護の調和が重要課題の1つとなっている。特にごみ問題が深刻化しており、固形廃棄物管理局によれば、使用済み紙おむつの量が年々増加し、固形廃棄物の約12%（第3位）を占めるに至っている（2012年）。

本製品をマレーシア国に導入することにより、同国の開発課題の解決を目指すとともに、マレーシア国での事例を足がかりにすることで、ASEAN諸国への普及、ビジネス展開を目指すものである。

### 3. 調査の目的

使用済み紙おむつの現状調査、本製品の需要調査、本製品設置及び維持管理のための情報収集等を通じて提案製品の普及可能性の確認を行い、ODA案件化とビジネス展開に係る検討を行うことを目的とする。併せて、普及・実証事業への展開を図るため、そのカウンターパート選定も本調査の目的としたい。

### 4. 調査対象国・地域

マレーシア国・KL近郊、プトラジャヤ、メラカ、ペタリンジャヤ、ペナン、ランカウイ

## 5. 団員リスト

氏名	担当業務	所属
木村 幸弘	業務主任	(株)スーパー・フェイズ
中ノ森 寿昭	海外事業展開	(株)スーパー・フェイズ
村田 恭一	システム設置計画	(株)スーパー・フェイズ
樋野 康人	市場調査	(株)スーパー・フェイズ
大前 隆之助	チーフアドバイザー	(株)オオマエ
勝 正廣	設備設計調査	(株)オオマエ
今井 健太	カウンターパート調整	(株)オオマエ
加藤 温	市場・法制度調査	(株)オオマエ
中野 正也	リサイクル現地適用化検証 ODA 案件検討	(株)グローバル事業開発研究所
石里 宏	社会環境配慮調査	エスペランサ(株)
Theng Lee	開発課題検証	Solu Waste Management Consultant

## 6. 現地調査行程

### 【第1回現地調査】

参加者：木村幸弘、大前隆之助、今井健太、中野正也、石里宏、Theng Lee

11月21日（月）

日本出国、JICA マレーシア事務所、在マレーシア日本国大使館

11月22日（火）

KL 市役所(DBKL)、KL Taman Beringin トランスフェーステーション（一般廃棄物中間集積場）、KL 市内保育所(Taska Cergas Gemilans)、クアラルンプール市内私立病院（Park City Medical Center）、JETRO マレーシア事務所

11月23日（水）

JPSPN、SWCorp、メラカ市環境公社（Melaka Green Technology Corporation）、SHENCE International 社/ARUSV GREENTECH 社（民間廃棄物リサイクル会社）

11月24日（木）

メラカ市最終処分場、メラカ市内私立病院(Oriental Melaka Straits Medical Center)

11月25日（金）

JICA マレーシア事務所、GGI 東京コンサルタント(株)、



(株)日立 MHPT (機材販売・設置会社)

11月26日(土)

現地発、羽田着

**【第2回現地調査】**

参加者：木村幸弘、大前隆之助、今井健太、Theng Lee

1月9日(月)

日本出国、ランカウイ島町役場、ランカウイ島最終処分場・焼却炉

1月10日(火)

ペナン州政府事務所、ペナン市内保育所

1月11日(水)

プトラジャヤ地区リサイクルセンター(Alam Flora 社所有)、環境局

1月12日(木)

SWCorp、プトラジャヤ地区機械設置候補地、KEN-TOKU 社(現地機材輸入会社)

メラカ最終処分場

1月13日(金)

JPSPN、PPBM 保育所協会、JICA マレーシア事務所、団内打ち合わせ

1月14日(土)

現地発、成田着

**【第3回現地調査】**

参加者：木村幸弘、大前隆之助、勝正廣、今井健太、中野正也、石里宏、Theng Lee

3月13日(月)

日本出国、SCA 社(紙おむつ生産会社)、JPSPN、SWCorp

3月14日(火)

Alam Flore 社(ごみ回収業社)、団内打ち合わせ

3月15日(水)

KL Taman Beringin トランスファーステーション、SWCorp、Alam Flora 社、

PPBM 保育所協会、(株)アマタ社

3月16日(木)

Lafarge Cement 社(燃料利用先)、Bukit Tagar Sanitary 最終処分場、

C&CA 協会(燃料利用先)

3月17日（金）

環境局、JICA マレーシア事務所、団内打ち合わせ

3月18日（土）

現地発、成田着/羽田着

#### 【第4回現地調査】

参加者：木村幸弘、樋野泰人、今井健太、Theng Lee

4月8日（土）

日本出国

4月9日（日）

団内打ち合わせ

4月10日（月）

ヌグリ・センビラン州 Kuala Pilah ごみ捨て場、ヌグリ・センビラン州 Tanpin ごみ捨て場

4月11日（火）

Gas Malaysia 社（ガス会社）、Pridze 社（ガス会社）、ペタリンジャヤ市役所廃棄物管理局

4月12日（水）

マラヤ大学 Zero Waste campaign 事務所（調査・研究機関）、JETRO マレーシア事務所

4月13日（木）

国際イスラム大学保育所、国際貿易産業省(MITI)保育所、KL Taman Beringin トランスファーステーション、現地発、羽田着（木村）

4月14日（金）

JICA マレーシア事務所、Top Glove 社（燃料利用先）

4月15日（土）

現地発、羽田着

#### 【第5回現地調査】

参加者：木村幸弘、村田恭一、大前隆之助、今井健太、中野正也、Theng Lee

7月9日（日）

日本出国

7月10日（月）

団内打ち合わせ、在マレーシア日本国大使館

7月11日（火）

KL Taman Beringin トランスファーステーション、SWCorp

7月12日（水）

Alam Flora 社（ごみ回収業社/現地販売代理店候補）、C&CA セメント協会（燃料利用先）、Paul Y Construction & Engineering 社（設備会社）、（株）アマタ社（燃料利用先）

7月13日（木）

Seimei Engineering 社（現地通関業務・設備会社）、PPBM 保育所協会、SHENCE International 社（現地販売代理店候補）、Tree top house 保育所

7月14日（金）

JICA マレーシア事務所、CENVIRO 社（産業医療廃棄物回収処理業社/燃料利用先）、環境局、保健省

7月15日（土）

現地発、成田着/羽田着

## 第1章 対象国・地域の現状

### 1-1 対象国・地域の政治・社会経済状況

#### (1) マレーシア国の社会経済状況

マレーシア国はマレー半島南部とボルネオ島北部からなり、面積は約 33 万 km<sup>2</sup>、人口は 3,033 万人（2015 年）と初めて 3000 万人を超えたところである。マレー系が約 67% を占め、中国系が約 25%、インド系が約 7% という構成になっている。

マレーシア国は 1963 年の独立後、輸入代替工業化から、外資の導入によって輸出産業を育成し、着実に経済発展を遂げた。2014 年の 1 人当たり GDP は 1 万 US\$ を超えて、ASEAN 諸国の中では、ブルネイとシンガポールには及ばないものの、タイやインドネシアを大きく引き離している。

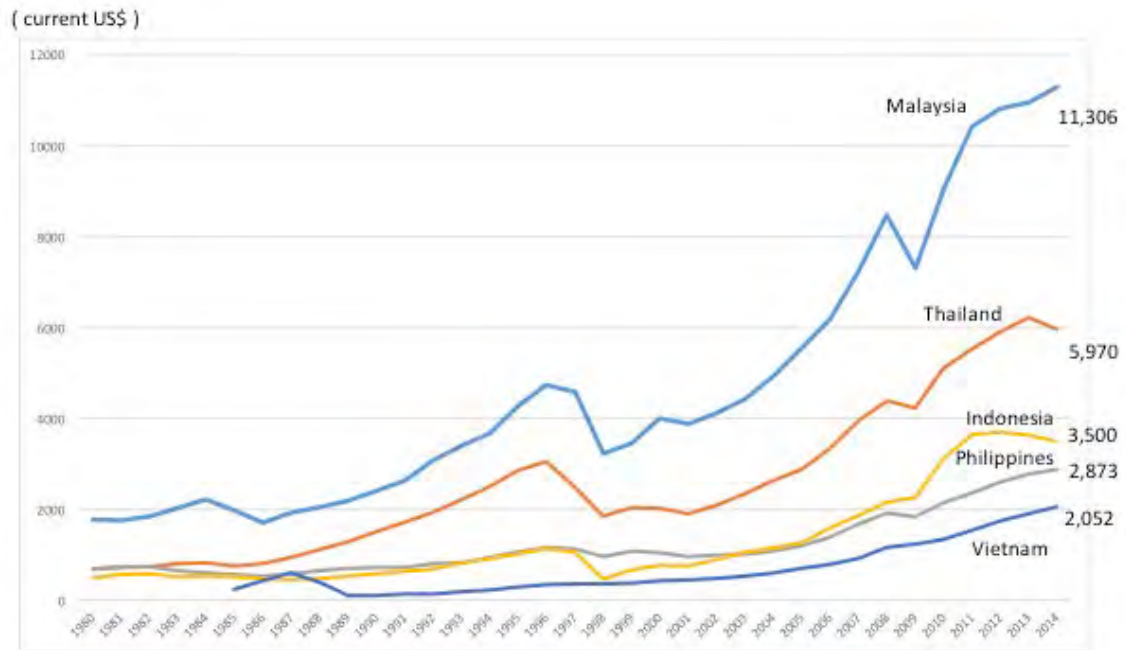
また GDP 成長率は、特にマハティール首相在任期間中の 1981 年から 2003 年までの間には、アジア通貨危機やリーマンショック等の時期を除き、10% 近い成長を遂げていた。また 2000 年以降も 5% 前後の安定した成長を続けている。

図 1-1-1 マレーシア国の全体図



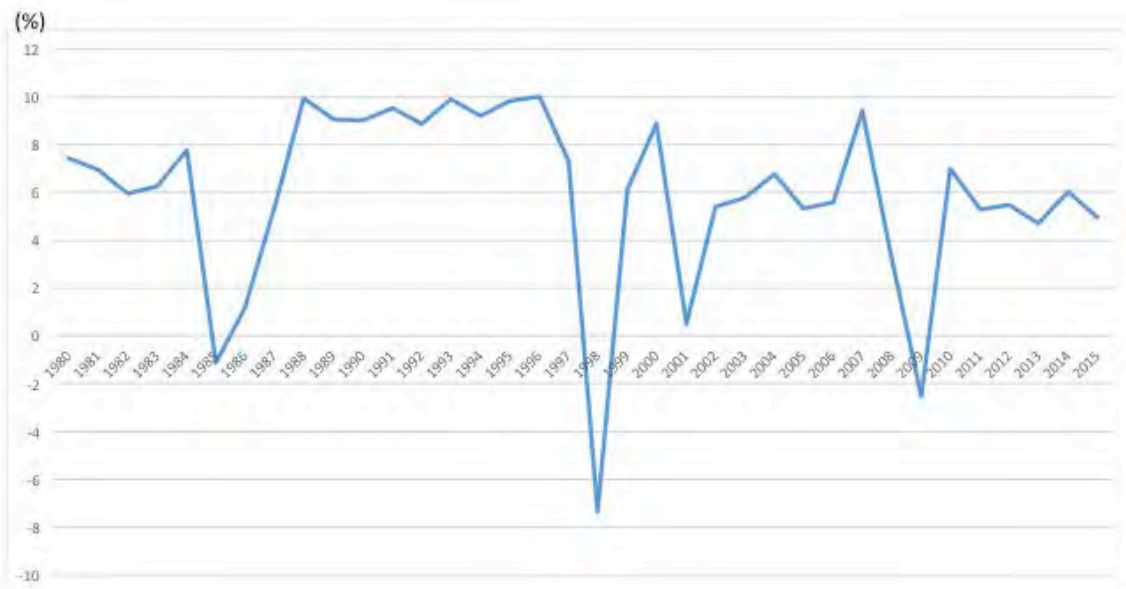
(出所) 国際協力銀行「マレーシア国の投資環境」(2014 年)

図 1-1-2 1人当たり GDP の推移



(出所) World Bank(2016年12月のデータ)

図 1-1-3 マレーシア国の GDP 成長率の推移



(出所) World Bank(2016年12月のデータ)

(2) マレーシア国の政治状況

マレーシア国は立憲君主制の連邦国家である。国家元首として国王が存在している。国王は、13 州のうち 9 つの州に存在するスルタンと呼ばれる世襲の君主が、実質的には 5 年ごとに持ち回りで就任している。国王は国民統合の象徴としての機能を有しているほか、首相の任命と法律の裁可を行うが、政治の実権は首相と内閣の下に存在している。

マレーシア国の議会は上院と下院の二院制から構成されている。上院議員（70 議席）は国王による任命または州議会による指名により選任され、名誉職的存在となっている。下院議員（222 議席）は全て小選挙区制の直接選挙により選出され、任期は 5 年である。

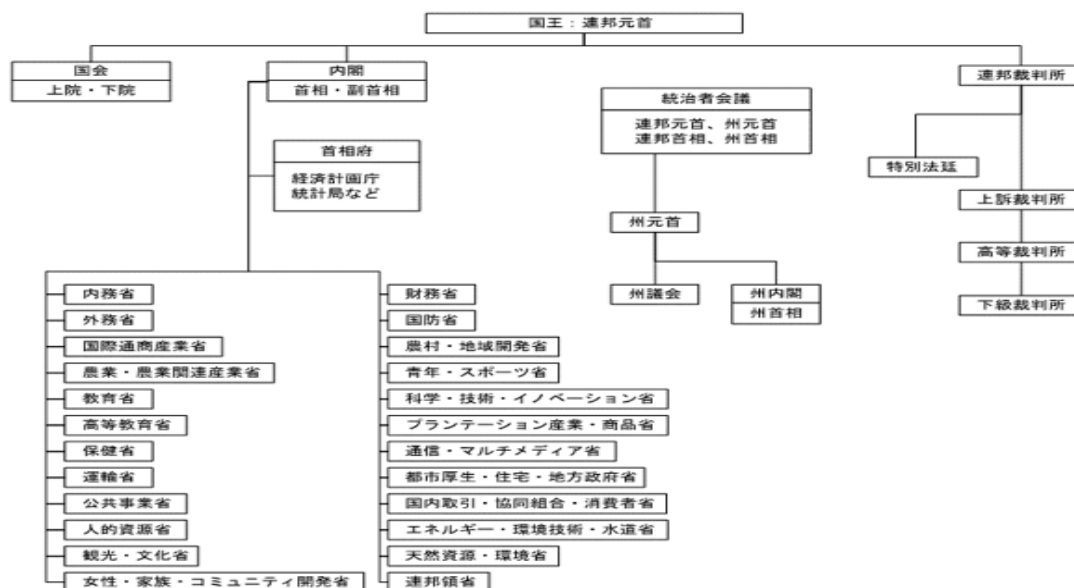
2008 年 3 月の総選挙で、与党連合が議席を大幅に減らす（90%→63%）とともに、州議会選挙により、12 州のうち 5 州で野党が政権を奪取した（現在は 4 州）。その結果、2009 年 4 月に、アブドゥラ首相からナジブ副首相に政権が移譲されナジブ政権が成立した。

2013 年 5 月の総選挙で、ナジブ首相率いる与党連合が 2 議席減の 133 議席を獲得して勝利しナジブ首相が再任している。首相は全国的組織を持つ与党連合国民戦線（Barisan Nasional, BN）のコントロールを通じ、過半数の州政府も指揮することが出来る。

マレーシア国の行政組織を図 1-4 に示す。このうち使用済み紙おむつを含む都市ごみの収集処理は、「都市厚生・住宅・地方政府省」が担当している。

また指定廃棄物については、天然資源環境省の環境局が、医療廃棄物については、保健省が担当している。さらに首相府経済局は、5 年計画等の中・長期の計画作成を担当しており、ここにはリサイクルも盛り込まれている。

図 1-1-4 マレーシア国の行政組織（2013 年 12 月末時点）



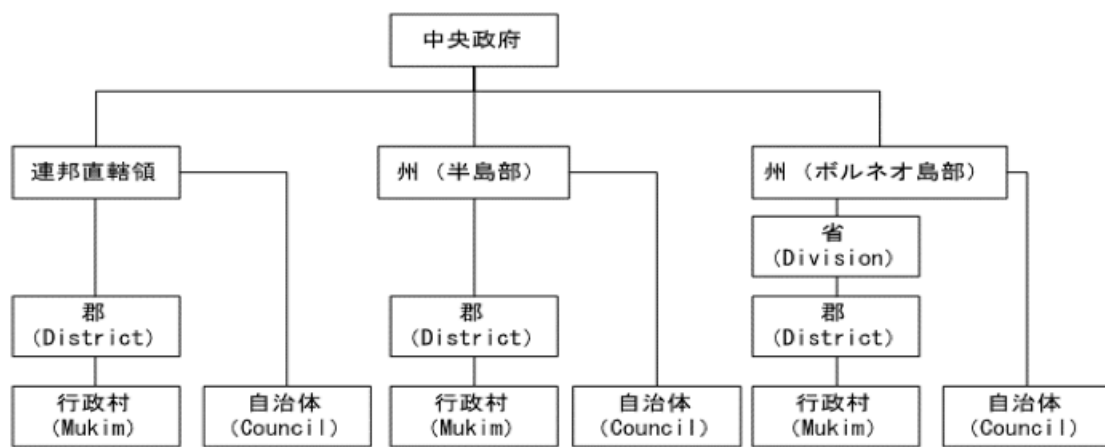
(出所) 各省庁ウェブサイト、アジア経済研究所「アジア動向年報 2013」、マレーシア日本人商工会議所「2014 マレーシアハンドブック」等を参考に作成

(出所) 国際協力銀行「マレーシア国の投資環境」(2014年)

### (3) マレーシア国の地域と人口

マレーシア国における州は、連邦を構成する準国家として位置付けられており、元首を有し、州憲法をそれぞれ有している。州の下には郡 (District)、郡の下には行政村 (Mukim) と呼ばれる行政単位が設定されており、州行政の下部機関となっている。

図 1-1-5 マレーシア国の地方行政体系



(注 1) 連邦直轄領の中には、郡が 1 つしか存在しないものもある

(注 2) ボルネオ島部の郡には、支郡 (Sub-Division) に分かれるものもある

(出所) 各種資料より作成

(出所) 国際協力銀行「マレーシア国の投資環境」(2014年)

マレーシア国は、13 州と 3 つの連邦直轄領からなる。これらの位置を図 1-1-6 に、また 16 の州および直轄領の人口、面積等の概況を表 1-1-1 に示す。

1 人当たり GDP が最も高いのは KL で、5.6 万リンギットと全国の約 2 倍となっている。そのほかペナン州と、KL 近郊で、ペタリンジャヤやセバンジャヤを有するセラングール州、及び天然ガスが算出するサラワク州が 3 万リンギットを超えている。他方、半島北部の州 (ペラ州、ケダ州、クランタン州、ペルリス州、トレンガヌ州) と東マレーシアのサバ州は低くなっている。

プトラジャヤはマレーシア国の行政新首都として、1995 年からクアラルンプールの南方約 25km に開発が始まった連邦直轄領であり、多くの政府機関が立地している。2001 年に連邦直轄領となった。人口の多くは政府機関で働く職員とその家族である。

図 1-1-6 マレーシア国の州および直轄領の位置



(出所) 国際協力銀行「マレーシア国の投資環境」(2014年)

表 1-1-1 マレーシア国の州および直轄領の概況

	州・連邦直轄領名	州都	人口 (万人)	面積 (km <sup>2</sup> )	人口密度 (人/km <sup>2</sup> )	1人あたりGDP (リンギ)
全国			2,833	330,803	86	27,113
半島マレーシア			2,257	132,631	170	n.a.
	セランゴール	シャーアラム	546	8,104	674	31,363
	ジョホール	ジョホール・バル	335	19,210	174	20,911
	ペラ	イポー	235	21,035	112	16,088
	ケダ	アロースター	195	9,500	205	13,294
	クアラルンプール		167	243	6,891	55,951
	ペナン	ジョージタウン	156	1,048	1,490	33,456
	クランタン	コタバル	154	15,099	102	8,273
	パハン	クアantan	150	36,137	42	22,743
	トレンガス	クアラトレンガス	104	13,035	79	19,225
	ネグリ・センビラン	セレンバン	102	6,686	153	27,485
	マラッカ	マラッカ	82	1,664	493	24,697
	ペルリス	カンガル	23	821	282	15,296
	ブトラジャヤ		7	49	1,478	n.a.
東マレーシア			576	198,172	29	n.a.
	サバ	コナキタバル	321	73,631	44	17,242
	サラワク	クチン	247	124,450	20	33,307
	ラブアン		9	91	955	29,116

(注) 全てのデータは2010年。GDPは名目。州別の1人あたりGDPは2010年以降入手できず  
 (出所) 人口、面積、人口密度は統計局2010年国勢調査より、1人あたりGDPはCEICより作成

(出所) 国際協力銀行「マレーシア国の投資環境」(2014年)



なおマレーシア国では10年に1回国勢調査が行われており、表1-1-1はそれに基づくものである。これとは別にマレーシア国の統計局では、最新の人口の推計値を公表している。これによる州別年齢階層別の人口構成を表1-1-2に示す。また図1-1-7には人口構成の図を示す。

マレーシア国の人口構成は、高齢者の比率が小さいことが特徴となっている。2016年の70歳以上の人口は1,128.6千人であり、これは全人口の3.6%となっている。

表1-1-2 マレーシア国の州別年齢階層別人口構成（2016年）

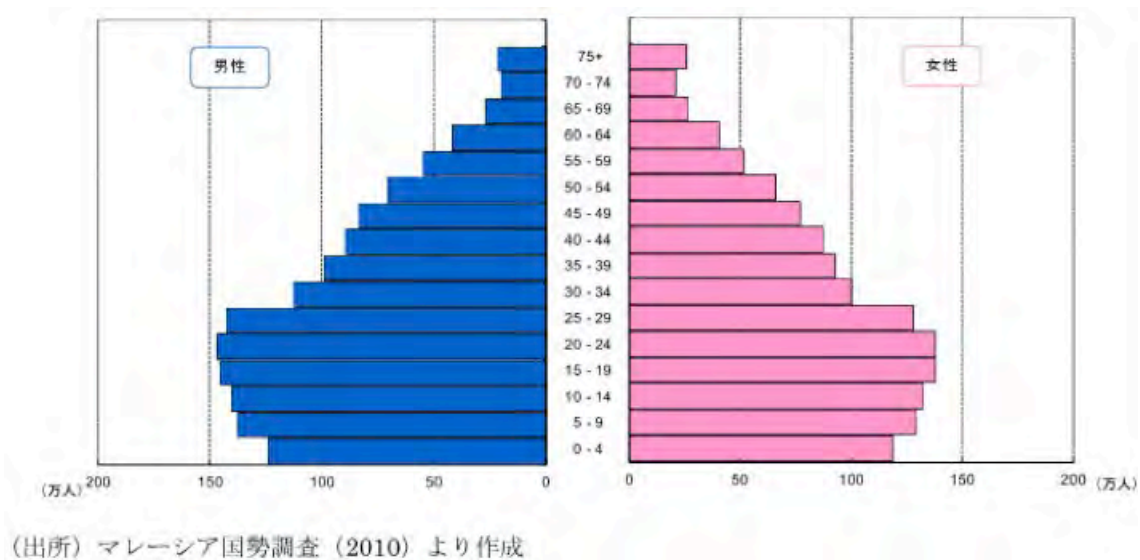
States	Total	0 - 9	10 - 19	20 - 29	30 - 39	40 - 49	50 - 59	60 - 69	70 - 79	80+
MALAYSIA	31,660.7	5,147.2	5,480.5	6,443.2	5,040.5	3,662.3	2,931.3	1,827.2	821.8	306.8
JOHOR	3,655.1	581.5	630.4	690.4	588.2	445.3	354.9	221.9	101.7	40.6
KEDAH	2,120.7	359.2	398.2	395.6	278.3	241.3	214.4	142.6	66.5	24.7
KELANTAN	1,797.2	375.2	372.6	344.6	203.4	173.9	160.6	102.6	46.8	17.6
MELAKA	901.7	139.6	150.8	193.7	126.8	98.1	91.1	60.9	29.4	11.3
NEGERI SEMBILAN	1,099.7	169.4	197.7	222.6	154.5	120.1	112.8	76.7	33.4	12.5
PAHANG	1,628.1	283.3	299.9	319.0	247.2	168.8	148.7	100.5	44.4	16.4
PULAU PINANG	1,719.3	224.6	254.6	341.9	286.5	225.6	181.2	125.8	59.3	19.9
PERAK	2,483.0	353.2	454.4	469.2	307.7	274.6	274.2	204.8	105.3	39.5
PERLIS	251.0	42.1	41.1	53.8	31.7	25.1	25.8	18.4	9.3	3.6
SELANGOR	6,298.4	1,020.9	925.5	1,305.1	1,242.4	795.6	543.5	308.6	117.1	39.8
TERENGGANU	1,183.9	247.0	236.6	237.1	146.6	115.9	102.4	61.1	27.5	9.4
SABAH	3,813.2	626.6	747.8	944.5	644.3	392.5	261.2	124.1	52.0	20.0
SARAWAK	2,741.0	428.8	505.2	548.6	391.6	325.8	261.8	164.7	79.4	35.2
W.P. KUALA LUMPUR	1,787.2	250.7	237.4	350.5	350.7	241.2	184.7	108.6	48.2	15.3
W.P. LABUAN	97.8	20.0	16.4	17.8	19.1	10.9	7.9	3.8	1.3	0.7
W.P. PUTRAJAYA	83.3	24.9	12.0	8.8	21.8	7.7	5.9	1.9	0.3	0.2

(注) 単位は1000人、推計値。

(出所) マレーシア統計局HPデータより作成。

[https://www.dosm.gov.my/v1/index.php?r=column/cone&menu\\_id=b2RVUmEyZ2ZZYXhaUzUrdnpsaWozdz09](https://www.dosm.gov.my/v1/index.php?r=column/cone&menu_id=b2RVUmEyZ2ZZYXhaUzUrdnpsaWozdz09)

図 1-1-7 マレーシア国の人口構成



(出所) 国際協力銀行「マレーシア国の投資環境」(2014年)

#### 1-2 対象国・地域の対象分野における開発課題

マレーシア国では、2007年に制定され、2011年9月1日より施行された「固形廃棄物・公共清掃管理法」及び「固形廃棄物・公共清掃管理公社法」によって、住宅自治省の部局である「国家固形廃棄物管理局（以下、JSPN という）」が固形廃棄物管理に関する政策を作り、「固形廃棄物・公共衛生管理公社（以下、SWCorp という）」が、固形廃棄物処理の運営、監督を実施している。実際の固形廃棄物の収集、運搬、処理は民間委託を行なっている。

JSPNでは、2011年9月から2012年9月までの間、マレーシア国における固形廃棄物処理の排出と処理実態について包括的に調査する「Survey on Solid Waste Composition, Characteristics and Existing Practice of Solid Waste Recycling in Malaysia」を実施し、その結果を2013年6月に公表した。

これはマレーシア国全土から18の地域を選定して、固形廃棄物の排出実態を詳しく調査し、マレーシア国全土における固形廃棄物の排出状況を把握したものである。調査対象は一般廃棄物（家庭）と産業廃棄物であり、主要な調査内容は、固形廃棄物の組成、成分、リサイクル状況の3点となっている。

調査対象地域のリストと人口を表 1-2-1 に、またその地理的な位置を図 1-2-1 に示す。この表に示されている人口の合計は 814.3 万人となっており、表 1-1-1 に示す総人口の 28.7%が対象となっている。

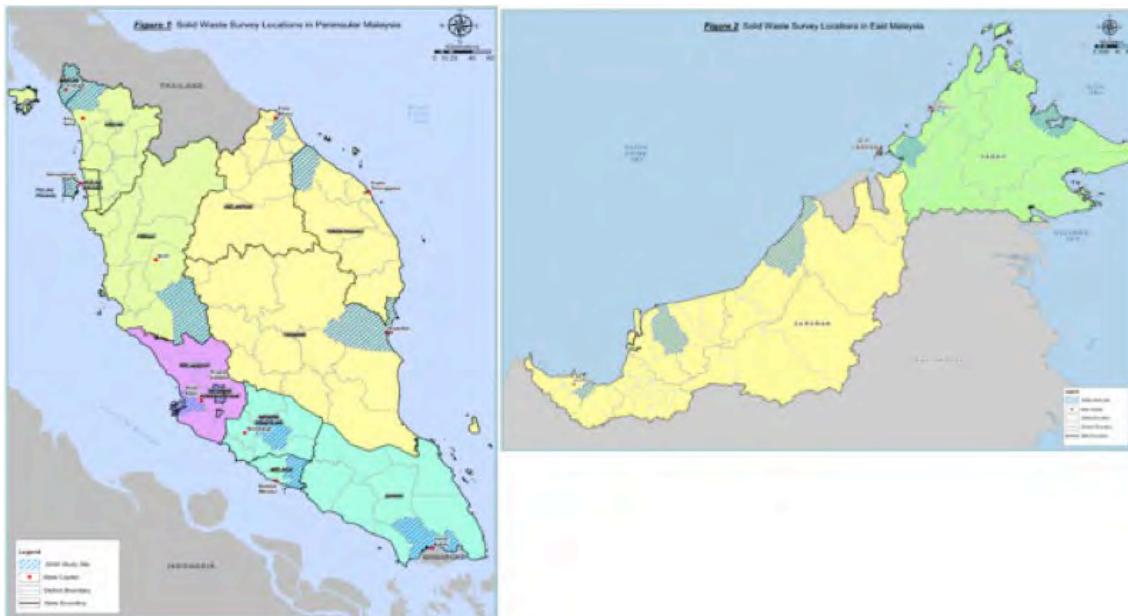
表 1-2-1 実態調査の対象地域とその人口

Region	State	Local Authority	Population*	Area (km <sup>2</sup> )*
Central/ Klang Valley	Selangor	MP Klang	832,600	636
	WP Kuala Lumpur /Putrajaya	DBKL	1,722,500	243
East Coast	Kelantan	MP Kota Bharu	509,400	403
	Pahang	MP Kuantan	416,000	3,067
	Terengganu	MD Besut	142,500	1,234
Northern	Kedah	MD Kubang Pasu	230,100	954
	Perak	MD Tanjong Malim	85,200	189
	Perlis	MP Kangar	237,000	821
	Pulau Pinang	MP Pulau Pinang	740,200	297
Southern	Johor Melaka Negeri Sembilan	MB Johor Bahru	1,463,800	1,865
		MP Jasin	128,700	301
		MD Kuala Pilah	75,700	1,031
Sabah	Sabah	MD Beaufort	75,900	1,735
		DB Kota Kinabalu	436,100	351
		MP Sandakan	453,500	2,266
Sarawak	Sarawak	MB Miri	281,300	4,707
		MD Samarahan	54,700	407
		MP Sibu	257,800	2,230

\*Source: Basic Population Characteristics by Administrative Districts, Department of Statistics, 2010

出所) Survey on Solid Waste Composition, Characteristics and Existing Practice of Solid Waste Recycling in Malaysia (2013)

図 1-2-1 実態調査の対象地域の位置



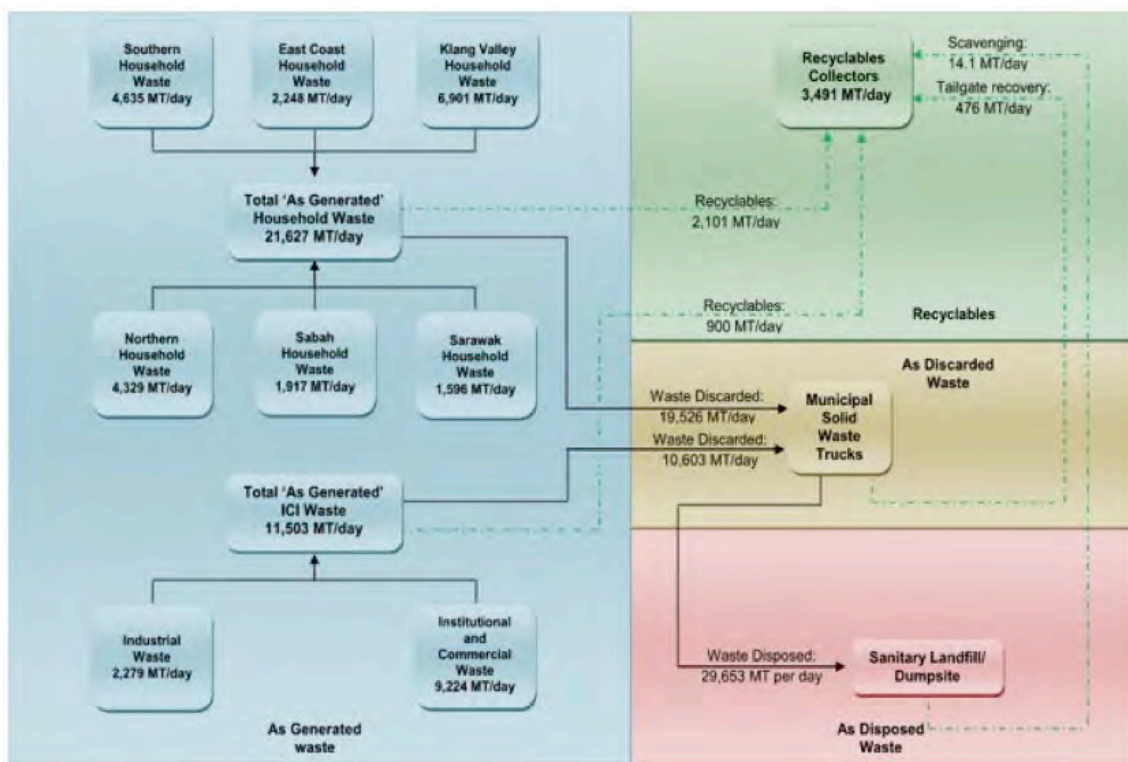
(注) 地図中、斜線の部分が調査対象地域。

(出所) Survey on Solid Waste Composition, Characteristics and Existing Practice of Solid Waste Recycling in Malaysia (2013)

本調査の結果明らかになった、マレーシア国全体での廃棄物のフローを図 1-2-2 に示す。マレーシア国では、1 日に、一般廃棄物 (家庭) から 21,627 トン、産業廃棄物部門から 11,503 トン、合わせて 33,130 トンの廃棄物が排出される。そのうち 29,653 トンが最終処分場または埋立地に送られ、3,491 トンがリサイクルされている。

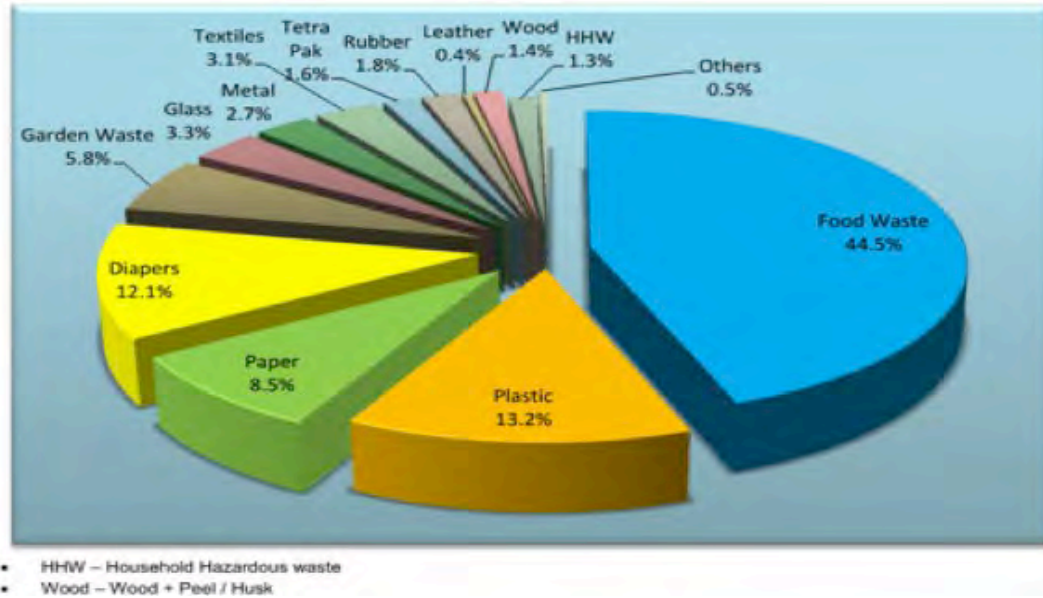
固形廃棄物の構成を図 1-2-3 及び 1-2-4 に示す。一般廃棄物 (家庭) から発生する廃棄物のうち紙おむつは 12.1%、産業廃棄物部門から発生する廃棄物のうち紙おむつは 0.8%を占めている。

図 1-2-2 マレーシア国における廃棄物のフロー



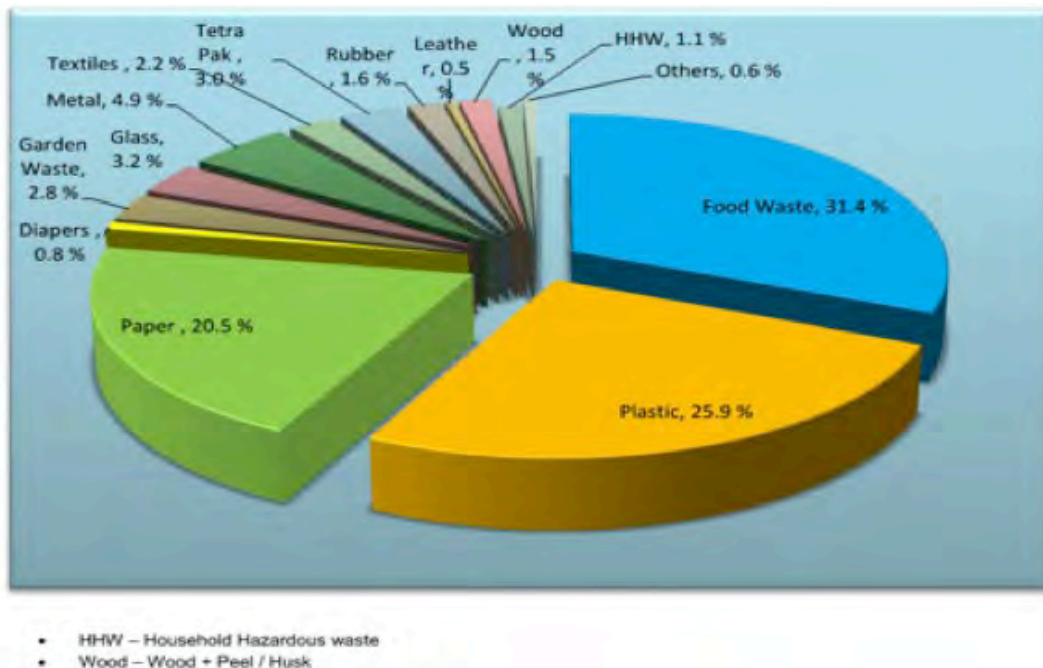
(出所) Survey on Solid Waste Composition, Characteristics and Existing Practice of Solid Waste Recycling in Malaysia (2013)

図 1-2-3 固形廃棄物の構成（一般廃棄物（家庭）における発生量）



出所) Survey on Solid Waste Composition, Characteristics and Existing Practice of Solid Waste Recycling in Malaysia (2013)

図 1-2-4 固形廃棄物の構成（産業廃棄物(ICI)における発生量）



(出所) Survey on Solid Waste Composition, Characteristics and Existing Practice of Solid Waste Recycling in Malaysia (2013)

紙おむつの発生量を実数で示したのが表 1-2-2 である。一般廃棄物（家庭）から発生する廃棄物 21,627 トンのうち、紙おむつは 1 日当たり 2,625 トンに上っている。地域別発生量を見ると都市部からの発生量が 1,928 トンと、農村部の 697 トンの 3 倍近くになっている。しかし 1 人当たりの発生量では、都市部と農村部で大きな違いはない。したがって、都市部と農村部の初声資料の違いは人口の違いによるものであると推定される。

表 1-2-2 マレーシア国の一般廃棄物による使用済み紙おむつの発生量

廃棄物発生量		21,627 トン/日
うち紙おむつ発生量		2,625 トン/日
地域別発生量	都市部	1,928 トン/日
	農村部	697 トン/日
地域別1人当たり発生量	都市部	95.8 グラム/人・日
	農村部	850. グラム/人・日

(出所) Survey on Solid Waste Composition, Characteristics and Existing Practice of Solid Waste Recycling in Malaysia (2013) より調査団作成。

マレーシア国の一般廃棄物（家庭）から発生する廃棄物の構成については、2004 年に JICA により実施されたものがある。これは「The Study on National Waste Minimization in Malaysia」という調査の中で実施されたものであり、2006 年に公表された。この調査結果と今回の調査結果を比較したものが表 1-2-3 である。これによれば、廃棄物中に占める紙おむつの構成比は、2004 年の 5.06%から 2012 年には 12.14%と大きく拡大している。

このように廃棄物中に占める紙おむつの比率が高いことと、その比率が高まる傾向にあることに対して、マレーシア政府では大きな問題意識を持っている。これに対して、固形廃棄物・公共衛生管理公社（SWCorp）では「2015～2020 年における固形廃棄物管理の包括的な行動計画」を公表した。この中で SWCorp は、固形廃棄物の中の紙おむつに対するものとして、次の 2 つの達成目標を立てて、活動を行うとしている（表 1-2-4 参照）。

- ・再利用可能なおむつの使用の利点に関する社会の認識レベルを向上させる。
- ・使用済み紙おむつのリサイクル産業を確立する。

表 1-2-3 廃棄物の組成の比較 (2004 年と 2012 年)

Categories		JICA (Waste composition for the year 2004)		Present Study (Waste composition for the year 2012)	
		%	MT/day	%	MT/day
<b>Combustible</b>					
1	Food waste	48.04	7,718	44.50	9,624
2	Bones	1.26	202	-	-
3	Mix paper	17.09	2,746	8.50	1,838
4	Plastics (Film)	5.35	860	3.85	833
5	Plastics (Rigid)	3.73	599	7.98	1,726
6	Polystyrene	0.58	93	1.35	292
7	Textile	1.85	297	3.06	662
8	Rubber & Leather	1.82	292	2.15	465
9	Wood	0.22	35	1.35	292
10	Yard waste	6.58	1,057	5.79	1,252
11	Diapers	5.06	813	12.14	2,626
12	TetraPak	-	-	1.58	342
Sub-total for combustible		91.57	14,712	92.25	19,951
<b>Incombustible</b>					
		%	MT/day	%	MT/day
13	Glass	3.71	596	3.32	718
14	Ferrous	1.61	259	1.77	383
15	Non-ferrous	0.02	3	0.05	11
16	Aluminium	0.37	59	0.91	197
17	Batteries	0.03	5	0.11	24
18	Electrical & Electronics	0.18	29	0.40	87
19	Others	2.55	410	1.19	257
Sub-total for Incombustible		8.47	1,361	7.75	1,676
Total		100.00	16,066	100.00	21,627
Recyclable fraction*		31.88	5,122	27.96	6,048

\* - Paper, Plastics (film and rigid), TetraPak, Glass and metals

(出所) Survey on Solid Waste Composition, Characteristics and Existing Practice of Solid Waste Recycling in Malaysia (2013)

表 1-2-4 固形廃棄物管理の包括的な行動計画

番号	主要達成目標 (KRA)	戦略	行動 / プログラム	アウトプット	目標年度
1.	再利用可能なおむつの使用の利点に関する社会の認識レベルの向上	1. 使い捨ておむつの固形廃棄物管理のための提言の準備に関連した調査を行う	a. 使い捨ておむつの固形廃棄物の種類と、住宅施設、保育施設、高齢者介護施設、病院、オフィス、公共施設などの場所ごとの構成データを収集する	a. 作成されたデータベース	2015 ~ 2016
			b. 再利用可能なおむつの利用を促進する	b. 再利用可能なおむつの利用レベル	2015 ~ 2017
2.	使い捨ておむつのリサイクル産業を確立する	1. 産業側と積極的に協調しながら研究を行う	a. 研究を行う分野を明確にする	a. 研究分野	2018 ~ 2020
			b. 効率的なリサイクルエコシステムを構築する	b. リサイクルのための有用なシステム	2018 ~ 2020

(出所) SWCorp 「2015~2020 年における固形廃棄物管理の包括的な行動計画」

### 1-3 対象国・地域の対象分野における開発計画、関連計画、政策及び法制度

#### (1) マレーシア国の中長期開発計画における廃棄物・リサイクル分野の位置づけ

廃棄物・リサイクル分野はマレーシア国の中長期の計画の中において重要な位置を占めている。マレーシア政府が 2001 年にまとめた “The Third Outline Perspective Plan

(2001-2010)” のなかでは、ゼロ・エミッション技術の利用を促進し、エネルギー消費の削減、廃棄物を新しい素材として再利用・再生 (regeneration) を図っていく方針が打ち出されている。また、2001年から2005年までを対象期間とする「第8次マレーシア計画」でも「第19章環境及び資源管理」の中で、廃棄物リサイクル産業の育成と能力向上を図るために、調査やデモンストレーションプロジェクトの実施が盛り込まれている。

さらに、2006年から2010年を対象とした第9次5カ年計画では、固形廃棄物管理に関する国家戦略計画に基づき、固形廃棄物の管理を行っていくことが述べられている。Reduction, Reuse, Recoveryの順に優先するとしている。また、2020年までに、リサイクル率を22%とすることが目標として掲げている(第21章)。有害廃棄物についても、再生利用を進めることが掲げられている(第22章)。このような目標と方針はその後の第10次(2011~2015年)と第11次5カ年計画(2016~2020年)においても継承されている。第11次5カ年計画では、固形廃棄物が重要なエネルギー・資源として見なされており、そのリサイクルに対する投資を増やし、再生可能エネルギー発電能力に占める割合を2014年の0%から2020年には17%に引き上げることが新しい目標として打ち出されている(第6章)。

図 1-3-1 2014年再生エネルギー発電能力内訳実績値と2020年目標値



(出所)「第11次マレーシア計画(2016年~2020年)」(11th Malaysian Plan, 2016-2020)

## (2) 廃棄物・リサイクル分野における開発計画と関連計画

廃棄物・リサイクル分野におけるマレーシア政府の開発計画と関連計画は、固形廃棄物・公共清掃管理公社(Solid Waste and Public Cleansing Management Corporation/SWCorp)が作成した2つの文書に反映されている。

### 1) 「固形廃棄物・公共清掃管理公社2014~2020年戦略計画」

この戦略計画では7つの重点戦略が掲げられており、そのうち、重点戦略2と3は本提案事業を実施する意義を裏付けるものといえる。



重点戦略 2 では、持続可能な環境づくりに向けた廃棄物管理を実現するために、リデュース・リユース・リサイクル（3R）を含めた固形廃棄物管理体系の構築と固形廃棄物の発生、収集、運搬、処理、処分の戦略に基づいた行動計画の制定が盛り込まれている。

重点戦略 3 は、固形廃棄物管理のサービス、技術と施設の継続的な改善を目指しており、このために、現代的な洗練された技術の導入のみならず、固形廃棄物管理・サービスの効率の改善ができるコスト・パフォーマンスの向上も重視し、固形廃棄物管理の実践を通じて、基準を満たすサービスの提供と総合的な管理システムの創出を重要な措置とする。

## 2) 「2015～2020 年における固形廃棄物管理の包括的な行動計画」

上記戦略計画における重点戦略 2 の一環として、SWCorp は「2015～2020 年における固形廃棄物管理の包括的な行動計画」（以下「行動計画」）も作成した。行動計画では、使い捨て紙おむつに係る現状、問題点と具体的な対策について、以下のように記載されている。

### ・紙おむつの主な発生源

紙おむつの主な発生源は、住宅施設、病院、保育施設、高齢者介護施設、公衆女性トイレ、ショッピングセンター内の授乳室などの公共施設を含む。

### ・問題点

固形廃棄物としての紙おむつの処理に関する主な問題点は以下の図に示す 3 点である。

図 1-3-2 「行動計画」で指摘された問題点と対策

紙おむつ使用量の増加	<ul style="list-style-type: none"> <li>・新生乳幼児生後 30カ月目までの紙おむつ使用量： 5,475～7,300 枚/人 × 42万人（毎年の新生児誕生人数）</li> <li>・安価で使用しやすい生理用ナプキンや大人用おむつの普及</li> <li>・平均寿命の延長による高齢者数及び高齢者施設数の増加</li> <li>・共働き家庭の増加に伴う紙おむつ使用量の上昇</li> </ul>
使用済み紙おむつによる環境破壊の懸念	<ul style="list-style-type: none"> <li>・使い捨ておむつに含まれるプラスチック素材の分解には、最大 500 年間もの長期間が必要。</li> <li>・埋め立て地に占める自然分解されない廃棄物割合の増加が間接的に埋め立て地の寿命を縮める。</li> <li>・むつの分解プロセスでは、地球温暖化を促進させるメタンガスが生成。</li> <li>・地下水の汚染健康被害を引き起こしたりする可能性がある。</li> </ul>
使用済み紙おむつリサイクル活動がない現状と対策	<ul style="list-style-type: none"> <li>・使い済み紙おむつは埋め立てのみで処理されており、リサイクルするイニシアチブはまだ見られていない。</li> <li>・種類や場所で分類した廃棄物の量、処理施設への収集・運搬の方法、先進的な処理技術に関する調査が必要。</li> </ul>

（出所）SWCorp 「2015～2020 年における固形廃棄物管理の包括的な行動計画」

### (3) 使用済み紙おむつの取り扱いに係る法制度と政策

#### 1) 関連法制度と政策の概要

紙おむつの取り扱いに係る法制度と政策について、これまでの現地調査で入手した情報から明らかになっているのは以下の4点である。

- ・紙おむつの取り扱いに関する特別な法律や条令が策定されていない。
- ・病院から出された使用済み紙おむつは「指定廃棄物」(Scheduled Waste)として、「環境品質法」(Environmental Quality Act 1974/ Act 127)とこれに基づいて策定された「環境品質条令」(Environmental Quality (Scheduled Wastes) Regulations 2005)によって規制されている。政府の主管省庁は資源環境省 (Ministry of Natural Resources and Environment/MNRE) に所属する環境局 (Department of Environment/DOE) である。
- ・一般家庭、保育所・幼稚園や公共施設から出された使用済み紙おむつは一般廃棄物として「固形廃棄物・公共清掃管理法」(Solid Waste and Public Cleansing Management Act 2007 /Act 672) の関連規定に従うこととなっている。このような廃棄物の主管政府官庁は住宅・地方自治省 (Ministry of Housing and Local Government/MHLG) に所属する国家固形廃棄物管理局 (JPSPN) である。
- ・病院から出された使用済み紙おむつについても、無害で感染されていないものの分別及びその無害性と非感染性の証明ができれば、「環境品質法」ではなく、「固形廃棄物・公共清掃管理法」の規定が適用されることとなり、リサイクルに出すことができるようになる。このような場合、環境局が保健省にパイロット事業の実施を目的とする無害・非感染の使用済み紙おむつの分別とリサイクルを許可・登録するレターを発給する。その登録証明が発給されれば、病院から使用済み紙おむつを回収することが可能である。その際は、使用済み紙おむつ専用の回収箱を設置する必要がある。上記説明内容は図に示すと、以下のとおりである。

図 1-3-3 種類別使用済み紙おむつに適用される法令と主管政府省庁



(出所) 第 2 次現地調査における聞き取りの結果に基づき作成

病院から出されたこのような使用済み紙おむつをどのように無害性・非感染性を証明すべきかについて環境局有害物質課に確認したところ、以下のような指示を受けた。

保健省 (Ministry of Health/MOH) から環境局局长 (Director General/DG) 宛ての推薦状 (Letter of Recommendation) が必要であり、この推薦状については、対象病院における非感染・無害の使用済み紙おむつの分別方法を承認する旨の記載が必須である。この推薦状を取得するために、保健省に非感染・無害の使用済み紙おむつの分別方法を説明し、関連資料や情報の提供を通じて相手の信頼と乗り気を獲得することが重要である。

## 2) 主要法令における関連情報の整理

使用済み紙おむつの取り扱いに関係する主な法律条令における関連情報の概要は以下のとおりである。

### ・「環境品質法」

使用済み紙おむつが入っている病院関係の有害廃棄物とその他有害廃棄物の取り扱いを含めて規制する基本法は、1974年に制定、1985年、1996年、2000年、2001年に改正された「環境品質法」である。同法は全体 6 部 45 条から構成されているが、そのうち、第 21 条と第 51 条は、特に有害廃棄物「指定廃棄物」とする「環境品質条令」の制定の法的根拠、となり、その関連部分の記載内容は下表に示す。

表 1-3-1 「環境品質法」における有害廃棄物規制関連部分の記載内容

条項	関連記述（要約）
第 21 条	資源環境大臣は、内閣との協議により、廃棄物などのいかなる地域、区間又は場所への排出又は堆積に必要な条件を設定すると同時に、このような排出又は堆積が禁止される地、地域、区間又は場所を指定することができる。
第 51 条	資源環境大臣は、内閣との協議により、環境政策や環境保護に係る基準、及び有害物質や人間の健康を害する行為の定義に係る基準を設定し、あらゆる物質（液体、固体、気体を問わず）の環境への排出や堆積を禁止するための条令を制定することができる。

(出所)「環境品質法」

また、同法では、「廃棄物」は、「指定廃棄物に指定されたものすべて、または、固体、半固体あるいは液体、または気体や蒸気の形態をとり、汚染を引き起こす量、構成、方法で環境に排気、排出、堆積されるあらゆるものを含む」と定義されている。また、「指定廃棄物」とは、「大臣が法令の中で指定廃棄物と指定したすべての廃棄物を意味する」と定義されている。

・「環境品質条令」

上記「環境品質法」に依拠して、資源環境省は 1989 年に「環境品質条令」(Environmental Quality (Scheduled Wastes) Regulations 1989) を制定したが、2005 年にさらに改訂を行った。1989 年版では、非特定排出源からの指定廃棄物と特定排出源からの指定廃棄物の 2 区分にわけて、指定廃棄物が決まっていたが、2005 年の改定により、区分がなくなり統合された。不法投棄などの摘発の際に、特定排出源からの排出であるかどうかを証明することが難しかったことが改訂の理由であるという。また、ゴム工場からの排水、繊維工場からの排水、埋立処分場からの滲出水、鉄鋼産業からのスラグが有害廃棄物からはずされた。一方、電子・電機廃棄物、メッキ汚泥、ダイオキシンやフランを含んだ廃棄物等が新たに指定廃棄物に追加された。

廃棄物排出者の責任として、「すべての廃棄物排出は、自らが排出した指定廃棄物が、必ず現場にて適切に保管、処理され、あるいは処理または処分のための特定施設への配送及び当該施設での受け取りが適切に行われるようにしなければならない」と定められており、適切な保管、マニフェストへの記入および環境局への届出、発生量・処理量・廃棄量に関する帳簿の作成等が義務づけられている（同法令第 8 条）。

また、排出者による指定廃棄物の保管は、180 日以内または、20 トン以下に限るとしてい

る（同法令第9条）。

病院から出された使用済み紙おむつを含めた病原性廃棄物の取り扱いに係る部分の記載は、下表のとおり整理される。

表 1-3-2 「環境品質条令」における使用済み紙おむつ取り扱いの関連情報

項目	関連情報	備考
法的根拠	1974 年の「環境品質法」(Environmental Quality Act 1974/ Act 127) 第 21 条と第 51 条	前書き
有効期間	2005 年 8 月 15 日より	(2)
指定廃棄物	“Scheduled Waste” と呼ばれ、第 1 次指定のリストに入っているすべての廃棄物を指す。	(1)
SW404	第 1 次指定廃棄物リストの 1 項目であり、病原性廃棄物、医療廃棄物或いは検疫対象材料を含む。	第 1 次指定リスト SW4
SW430	第 1 次指定廃棄物リストの 1 項目であり、実験室から排出される化学廃棄物	第 1 次指定リスト SW4

(出所) 資源環境省「環境品質条令」

・「固形廃棄物・公共清掃管理法」

2007 年に制定された同法は、規制固形廃棄物 (controlled solid waste) と公共清掃の適正な管理によって公衆衛生を維持することを目的とするものである。同法は 7 部 112 条から構成されているが、本調査事業にとって重要な概念と固形廃棄物処理施設の許認可手続きの関連規定は下表のとおり整理される。

表 1-3-3 「固形廃棄物・公共清掃管理法」における関連情報の整理

項目	関連規定（要約）	備考
「規制固形廃棄物」の定義	<p>下記各項に含まれたあらゆる固形廃棄物を指す。</p> <p>商業固形廃棄物 建設固形廃棄物 家庭固形廃棄物 工業固形廃棄物 施設固形廃棄物 輸入固形廃棄物 公共固形廃棄物 特別規定固形廃棄物 (prescribed solid waste)</p>	第1部第2条
「リサイクル可能固形廃棄物」の定義	<p>上記「規制固形廃棄物」のうち、特別な規定によりリサイクル可能なものを指す。</p>	第1部第2条
特別規定固形廃棄物の管理施設の建設又は改造に係る許認可	<p>当該施設の建設又は改造計画が JPSPN 局長の書面許可が必要。</p> <p>このためにまず SWCorp に必要な情報と書類を所定締め切りまで提出。</p> <p>SWCorp から提出された計画案の修正や書類の再提出に関する書面上の指示を受けた場合、これに従って所定締め切りまで再提出する必要がある。</p> <p>SWCorp は申請を受領してから 60 日以内に認可の可否について JPSPN 局長に書面意見を提出。</p> <p>JPSPN 局長は SWCorp の意見を考慮して許可又は不許可の結論を出す。このような場合、局長が必要に応じて追加的な条件を付けることができる。</p> <p>JPSPN 局長は許可又は不許可の結論を可能な限り速やかに申請者に知らせる必要がある。</p> <p>SWCorp はすでに認可が下された決定に対する再審査を必要と認めた場合、JPSPN 局長に書面の意見を出すことができる。</p> <p>JPSPN 局長は再審査により、当該施設が環境基準を満たせないと認めた場合、施設オーナー又は運営者に再び申請・許認可手続きの実施に関する書面通達を发出することができる。</p>	第3部第8～11条

(出所)「固形廃棄物・公共清掃管理法」(2007年)

#### 1-4 対象国の対象分野における ODA 事業の先行事例分析及び他ドナーの分析

平成 24 年 4 月に策定された「対マレーシア 国別援助方針」では、援助の基本方針（大目標）として、「①協力パートナーとしての関係構築、②東アジアの地域協力の推進」を示している。

その下で、重点分野（中目標）として次の 3 点を挙げている。

- (1) 先進国入りに向けた均衡のとれた発展の支援
- (2) 東アジア地域共通課題への対応
- (3) 東アジア地域を越えた日・マレーシア開発パートナーシップ

この中で、「(1) 先進国入りに向けた均衡のとれた発展の支援」においては、開発課題(小目標)として「経済高度化推進と生活の質改善」を掲げている。

これに対応する協力プログラムには、「高付加価値経済推進プログラム」及び「国民生活向上プログラム」の2つのプログラムがある。

この中で、「国民生活向上プログラム」は、「国内経済格差の是正、高齢化社会への対策、環境、障害者福祉、防災対策等の国民福祉向上に資する支援を行う」ものであり、環境関連のプロジェクトとしては下表に示すものを実施している。

このうち「マレーシアにおける E-Waste 管理制度構築支援プロジェクト」は、2011 年 9 月から 2013 年 3 月までの間に実施された技術協力「廃電気・電子機器リサイクルプロジェクト」に続くものである。「廃電気・電子機器リサイクルプロジェクト」では、マレーシア国の一般家庭で発生する廃電気・電子機器廃棄物(E-waste)の処理について、E-waste 回収モデルを提示した。その後、マレーシア政府において、マレーシアの現状に即した形での、EPR (Extended Producer Responsibility) モデルの導入を含めた、E - waste 処理に関する規制導入等の検討が進められている。しかし、この検討に当たり、必要となる制度の枠組み、工程表、各 E - waste の種類ごとの実際のリサイクルコスト算出、適切なリサイクル費の設定等に関して、日本に対し引き続き技術協力の要請があり、これに対応しているものである。

表 1-4-1 マレーシア国で実施中の環境関連プロジェクト

プロジェクト名	スキーム	終了予定年度
サバ州を拠点とする生物多様性・生態系保全のための持続可能な開発プロジェクト	技プロ	2017
マレーシアにおけるE-Waste管理制度構築支援プロジェクト	技プロ	2017
アジア地域の低炭素社会化シナリオの開発プロジェクト	科学技術	2016
生物多様性保全のためのパーム油産業によるグリーン経済の推進プロジェクト	科学技術	2017
パームオイル工場の排水処理高度化・資源循環利用普及・実証事業	中小企業支援	2016
水銀含有廃棄物適正処理技術普及促進事業	民間提案型技協	2017
環境保全分野のボランティア派遣	JOCV/SV	2017
環境保全分野の草の根技術協力	草の根技協	2018

(出所) 対マレーシア 事業展開計画 (2016年4月現在) より作成。

また、固形廃棄物処理に関する ODA としては、「マレーシア国固形廃棄物減量化計画調査」がある。これは以下に示す 2 つの目的のために、2004 年 7 月から 2005 年 3 月まで（フェーズ 1）と、2005 年 5 月から 2006 年 7 月まで（フェーズ 2）の 2 つのフェーズに分けて、計 25 ヶ月間で実施されたプロジェクトである。

目的 1：廃棄物管理のための国家戦略計画（National Strategic Plan for Solid Waste Management、以下 NSP）に基づき、廃棄物減量化を促進するためのマスタープラン、アクションプラン、ガイドラインを策定すること

目的 2：廃棄物減量化に係る公的セクターの組織力を強化すること

2020 年までに循環型社会を実現するという廃棄物減量化マスタープランのビジョンと戦略に基づき、本プロジェクトにより策定された、2010 年を目標年度とするマスタープランの戦略及び連邦政府アクションプランを表 1-4-2 に示す。また本プロジェクトは、これに加えて、4 つのモデル自治体（ペナン市、スバンジャヤ市、キンタスラタン市、ミリ市）において、廃棄物減量化に係るローカルアクションプランを作成している。



表 1-4-2 マスタープランの戦略及び連邦政府アクションプラン

マスタープランの戦略	連邦政府アクションプラン
戦略1：廃棄物減量化に関わる意識啓発の強化	アクション-1: 全国リサイクルプログラム(NRP)による意識向上活動の促進 アクション-2: 学校での3R活動
戦略2：3R活動のための関係者の連携（パートナーシップ）強化	アクション-3: 関係主体間のネットワーク構築及び3Rパートナーシップ活動の構築
戦略3：廃棄物減量化に関する政策強化のための組織・制度の整備	アクション-4: 法制度、財務体制の強化
	アクション-5: 情報管理の改善
	アクション-6: ローカルアクションプランに関する自治体へのガイダンスの実施

（出所）独立行政法人 国際協力機構、八千代エンジニアリング株式会社、株式会社エックス都市研究所 「マレーシア国 固形廃棄物減量化計画調査ファイナルレポート」（平成 18 年 7 月）

今回のプロジェクトで実施しているような、使用済み紙おむつのリサイクルについての検討はこれまで実施されたことはない。また現地調査において、JICA マレーシア事務所、JPSPN、SWCorp で実施したヒアリングによれば、日本以外の海外 ODA 機関がマレーシア国で使用済み紙おむつリサイクルに関する活動をしているという話は聞かないとのことであった。

#### 1-5 対象国のビジネス環境の分析

##### 1-5-1 マレーシア国の対日貿易

マレーシア国にとって、日本は輸出入両面において、中国、シンガポールに続き、第三番目貿易相手国である。日本のマレーシアからの主な輸入品は鉱物性燃料（LNG 等）、電気機器、木材等であり、日本からマレーシアへの主な輸出品は電気機器、機械類、自動車、鉄鋼等である。日本からの企業進出は、近年増加傾向にある。マレーシアの人口は約 3,000 万人(2015 年)と決して大きくはないが、GDP・GNI とともに年々安定して成長している。

表 1-5-1 対日貿易額（億円）

	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年
輸出	19,874	24,257	26,213	29,012	30,867
輸入	15,446	14,966	14,127	14,872	14,967

表 1-5-2 日系企業のビジネス状況 (2015 年 12 月時点)

日系企業の投資件数と投資額 (製造業)	
件数 : 60 件	金額 : 40 億 934 万リンギ
日系企業進出状況	
1,456 社 (製造業 771 社、非製造業 685 社)	

(出所) : JETRO 国別情報

#### 1-5-2 マレーシア国ビジネス許認可

日本とマレーシアは、2006 年から日本・マレーシア経済連携協定(EPR)を結んでおり、多くの品物の関税が撤廃されている。インフラも整備されており、日系企業の集積(1,456 社)もあり、一般的なビジネス環境は良いと状況である。日本・マレーシア経済連携協定(EPA)の申請は、全国にある日本商工会議所事務所で EPA の申請、登録を行う。また、マレーシア国においては、環境改善に関する品目であれば関税が免除される。工業製品などの輸出入許可申請先は、国際貿易産業省(MITI)である。MITI への輸入許可・輸出許可の申請は、オンライン申請システムを通して行う。

マレーシア国では、工業製品の販売に CE マークが義務付けられている。販売製品の CE マークを取得する必要がある。

一般に国家権益に関わる事業、水、エネルギー・電力供給、放送、防衛、保安等に関して、政府は外資出資比率(上限)を 30%または 49%に制限している。原則、民間企業に対する外国資本出資比率は、所轄官庁のライセンスや許認可に課された出資条件による。製造業、流通・サービス業の一部を除き、ほとんどの業種で 100%外資が認められている。最低払込資本金は、事業内容や必要な許認可に応じ、最低払込資本金を定めている。製造ライセンス取得会社では株主資本 250 万リンギ、流通・サービス取引では 100 万リンギである。法人税は 24%である。但し、払込資本金 2,500 万リンギ未満の中小企業については、50 万リンギまでの所得に対して法人税は 19%、物品・サービス税は 6%である。

卸売業、小売業、貿易、飲食業においては、卸小売貿易委員会で WRT(Wholesale, Retail and Trading)ライセンスの申請、取得が必要になる。国内取引・共同組合・消費者省(MDTCC:Ministry of Domestic Trade, Co-operatives & Consumerism)が管轄しており資本金 100 万 RM 必要になる。就労ビザを申請する場合は、ライセンスの取得が必要ですが、ローカル資本 50%以上であれば、ライセンスは免除される。

現在想定するビジネス展開として、現地販売代理店に提案製品を販売し、販売代理店が製品の販売・メンテナンスを行う計画である。その後ビジネスの可能性が見えてきたら、

現地企業との合弁会社を設立する。合弁会社は、事業・投資・費用のリスクの分散し、互いの有利点などを生かし、事業成功可能性を高める。しかし、事業内容の合意や守秘義務など、検討する内容が多く含まれる。合弁会社設立においては、現地企業の十分な精査・契約内容の取り決めが重要である。

#### 1-5-3 マレーシア国におけるビジネスのしやすさ

マレーシア国は、安定的な経済成長を続けており、一人当たりの GDP は 12,000US ドル (2016 年) を超え、人口増加も著しく消費市場としても魅力的な国である。

世界銀行が発表した「ビジネス環境の現状 2016 質と効率の評価」(Doing Business 2016: Measuring Quality and Efficiency)」においても、189 か国中 18 位にランキングしている。マレーシアはビジネス活動における、規制や税制的環境が評価されている。

## 第2章 提案企業の製品・技術の活用可能性及び海外事業展開の方針

### 2-1 提案企業の製品・技術の特長

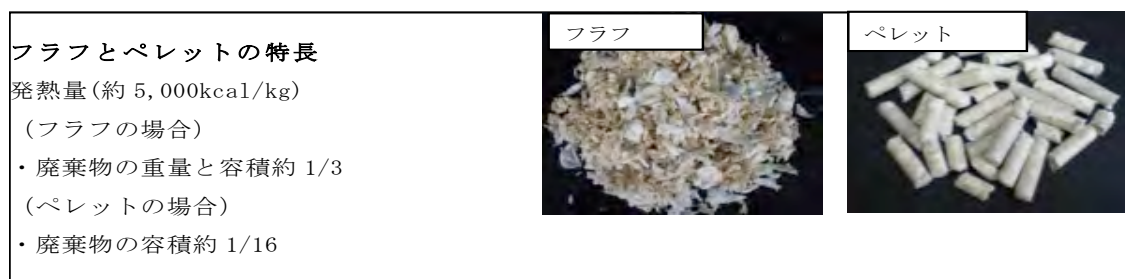
#### 2-1-1 提案製品の特徴

本製品・技術は、今までリサイクルが不可能とされていた使用済み紙おむつの燃料化リサイクルを可能にした装置である。特許は日本と中国では取得済みであり、米国、EU では出願済みである。マレーシアにおいては、今後普及・実証事業時に申請を行う予定である。

使用済み紙おむつを封じ込めたポリ袋のまま機械に投入でき、投入時に汚物に接触する危険はなく、臭気もほとんど発生しない。投入後、電気とガスを利用し約 16 時間かけて、破碎・乾燥・滅菌処理(図 2-1-2)された後、軽くふわふわした「フラフ」に生成される。投入と取出し時のみ作業が発生し、それ以外の工程は自動化されている。

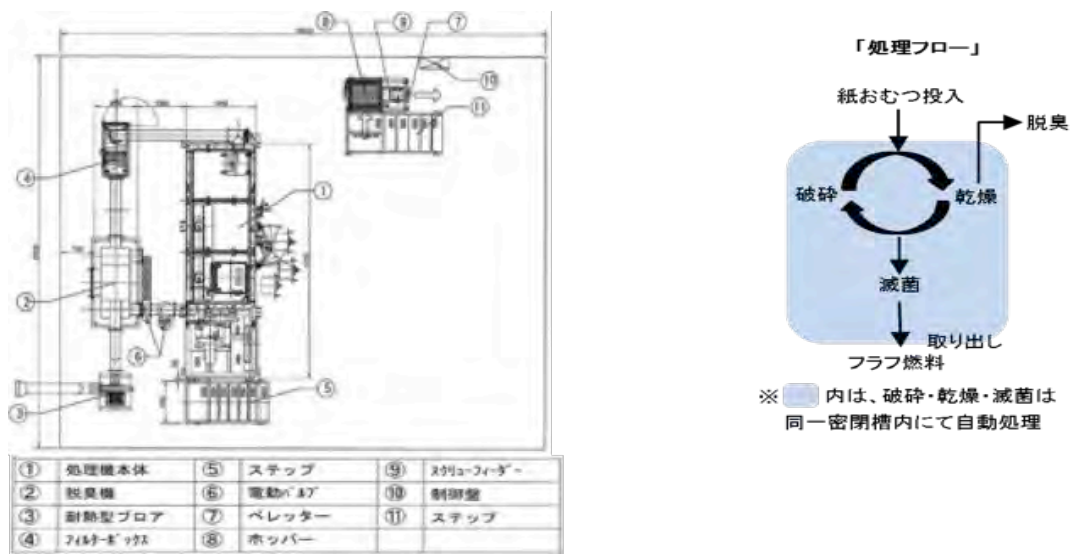
フラフの状態では、容積は約 3 分の 1 に減量できる。さらに、成形機に入れることによって、容積は約 16 分の 1 の「ペレット」(発熱量：約 5,000kcal/kg) にすることができる。

図 2-1-1 フラフとペレットの特徴



(出所) 調査団作成

図 2-1-2 SFD-2000(ペレット版)モデル配置図面と処理フロー



(出所) 調査団作成



SFD2000 外観



成形機 外観

#### 2-1-2 本製品のスペック・価格

本製品のスペック・価格・ランニングコストを以下に示す。SFD-2000 本体の価格は 5700 万円～となっており、ペレットを作る場合には、別途成形機価格 1700 万円～かかる。交換部品としては、毎年フィルターの交換に 5 万円～10 万円かかり、5 年に一度脱臭機の触媒交換に 150 万円位かかる。

表 2-1-1 SFD-2000 のスペック及び価格

製品名	処理量	サイズ	消費エネルギー	価格
SFD2000	600 Kg/日	長さ 5.1m×幅 1.6m ×高さ 2.7m	電力 86KWh/日 LPG 50kg/日	5,700 万円 (海外) 4,300 万円 (国内)
成型機 (ペレット)	30～60kg/ 時間	長さ 1.47m×幅 0.6m ×高さ 2.75m	電力 28kwh/日	1,700 万円 (海外・国内)
※輸送費、設置費別途。成型機の処理量は条件により変動します。				

(出所) 調査団作成

### 2-1-3 国内外の販売実績

国内販売実績（納入先・販売台数）を以下に示す。平成 29 年現在の実績としては、国内 7 カ所への導入実績がある。なお、国外での販売実績はない。

表 2-1-2 SFD-2000 納入実績一覧表

納入年	納入先	納入機種等	備考
2005 年	東京都町田市病院	SFD-1200、2 台	病院
2011 年	鳥取県伯耆町	SFD-2000、1 台	自治体
2013 年	北海道廃棄物処理業者	SFD-2000、1 台	富良野市委託事業者
2014 年	岡山県廃棄物処理業者	SFD-2000、1 台	産業廃棄物処理業者
2015 年	鳥取県伯耆町	SFD-2000、1 台	2 台目の導入
2016 年	新潟県社会福祉法人	SFD-2000、1 台	社会福祉法人
2017 年 2 月	北海道社会福祉法人	SFD-2000、1 台	北見市社会福祉法人
予定納入年	納入先	納入機種等	備考
2018 年 8 月	新潟県十日町	SFD-2000、1 台	自治体
2018 年 9 月	西天北衛生施設組合	SFD-2000、2 台	自治体
2018 年 12 月	網走市廃棄物処理業者	SFD-2000、3 台	自治体＋産業廃棄物処理業者

(出所) 調査団作成

#### 2-1-4 国内外の競合他社製品と比べた比較優位性

現在、使用済み紙おむつをリサイクルする方法として、当社が行っている SFD システムと A 市が行っている水溶分離方式がある。

下記の表が当社製品（SFD システム）の優位性である。

##### (1) 経済的

運転に必要な動力（電力やガス）の消費量が少ないため、ランニングコストを低く抑えることができる。また、導入コストも他社製と比べると安価である。

##### (2) 環境面

水を利用しない処理を行うため、排水の問題がでない。排気においても環境基準内である。

##### (3) 完全自動運転

ごみの投入後は完全自動運転であり、安全で作業員の負担が少なく、他作業を行えるため、効率が良く、人件費も抑えられる。高度な技術は必要なく、日常の簡単な掃除をするだけである。

##### (4) コンパクト設計

機械設置に必要なスペースが幅 10m×奥行 8m×高さ 3m 程度であるため、場所を大きく取らず、施工や輸送の際に大型重機を必要としない。また、機材の設置は、ガス配管や電気配線、ダクト配管などの作業ですみ、1 週間以内で設置が可能である。

表 2-1-3 他社製品との比較

項目	SFDシステム (thermal recycle)	水溶分離方式 (material recycle)	SFDシステムの優位性
処理方法	破碎・乾燥・滅菌処理→燃料化	水に溶かして分離させ、原料（パルプ・プラスチック）を回収	排水が出ない (排泄汚物の病原菌が拡散しない)
実施場所	鳥取県伯耆町、富良野市、新潟市等	福岡県大牟田市	導入実績がより多い
規模(処理量)	600kg/日	20-30トン/日	小規模な装置 移動が容易・順次増設が可能
導入コスト	6,000万円(国内版: SFD2000-4,300万円.成形機-1,700万円)	10億~20億円	安価である
処理コスト	約11円~/kg	40~円程度/kg	安価である
導入可能場所	自治体、廃棄物処理業、病院、介護施設、保育園など	自治体	排出施設単位での処理が可能

(出所) 調査団作成

マレーシア国では使用済み紙おむつ量削減のために、PPBM 保育所協会は 2009 年から布オムツの普及に取り組んでいたが、共働きや家事時間の短縮の理由により、普及が進まなかった。また、布オムツの洗濯には大量の水を利用するため、環境への負担も懸念されている。その他、マレーシア政府はランカウイ島等 4 島に焼却炉を設置し、ごみの減量化に取り組んだが、オペレーションと装置の不具合により、1 年ですべての焼却炉が停止している。

## 2-2 提案企業の事業展開における海外進出の位置づけ

### 2-2-1 海外進出の目的

提案製品は、年々増加している使用済み紙おむつを燃料化できる装置であり、使用済み紙おむつを埋め立て処分している地域や大型溶融炉焼却炉を持たない地域に向いている。日本国内では、ほとんどの廃棄物は焼却炉で処分されている。大型溶融炉焼却炉では、使用済み紙おむつを焼却してもさほど問題はないが、小型焼却炉では、水分を多く含んだ使用済み紙おむつは、焼却炉を痛めてしまう。そのため、大型溶融炉焼却炉を持たない地方自治体や、使用済み紙おむつの処理費で困っている高齢者施設を運営する社会福祉法人などへの販売が少しずつ広まってきている。今までリサイクルが不可能とされていた使用済み紙おむつを燃料化できたことで、新市場が生まれてきている。しかし、日本国内においては、大型溶融炉焼却炉が多く地域に設置されており、販路を広く確保できない状況にある。

一方、途上国では環境対策が開始されたばかりであり、提案装置の導入・普及は日本国内より実現可能性が高いと言える。マレーシア国の使用済み紙おむつ処理問題や温暖化防止問題の解決に寄与し、より良い製品の開発を目指して事業を展開していく。まずは、マレーシア国での実績を作り、近隣諸国の ASEAN へ事業を拡大する計画である。

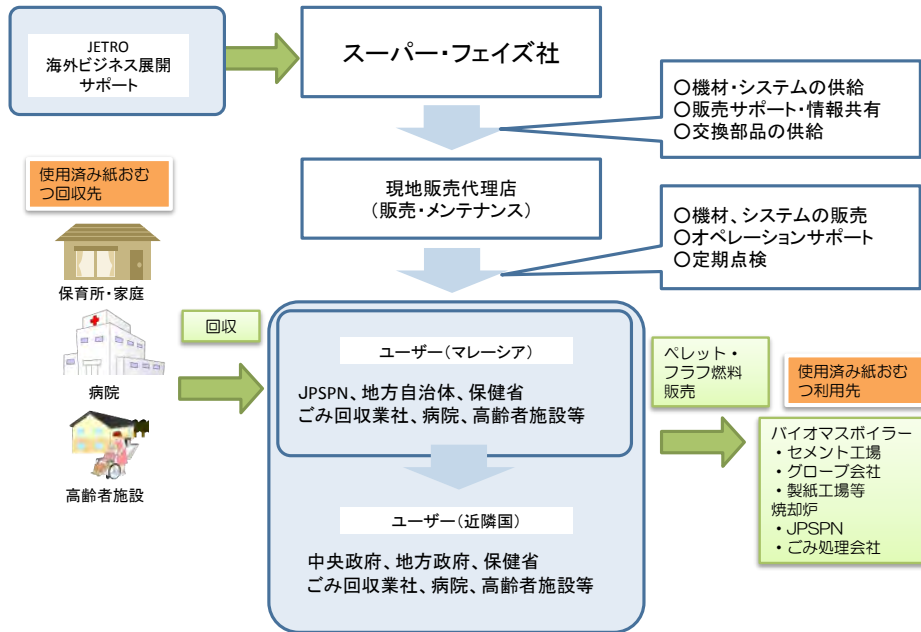
### 2-2-2 海外展開の方針

提案企業が目指す事業は、「使用済み紙おむつをリサイクル処理装置」をマレーシア国で販売することである。マレーシア国で想定しているビジネスモデルを図 2-2 に示す。

マレーシア国で本装置の販売と技術サポート・メンテナンス等を行うビジネスパートナー（現地販売代理店）と販売・メンテナンスを行う。その後ビジネスの展望が見えてきたらビジネスパートナーと現地合弁会社を設立する。また、本製品の生産は当面は日本で実施するが、現地法人設立後、事業が安定したのちに、ASEAN での現地生産も視野に入れていく。販売先としては、政府関係機関、ごみ回収業社、病院、介護施設等である。



図 2-2 ビジネス展開実施体制



(出所) 調査団作成

### 2-3 提案企業の海外進出によって期待される我が国の地域経済への貢献

提案企業は鳥取県伯耆町に本社を置き、そこを拠点として、本製品の生産・開発と営業・普及活動を実施してきた。主要な部材の生産と製品の組み立ては、国内企業に委託して実施している。マレーシア国や ASEAN での販売が増えれば、国内関係会社の売上増・雇用増につながり、地域活性化へ貢献する。

鳥取県伯耆町の町営プラントは、2011 年に設置され、全国の自治体で初の事例であることに加え、既に 5 年間安定して稼働してきた実績があることから、全国からの視察者、見学者が多数訪れる。平成 26 年度においては、全国の自治体等から年間 25 件 (300 人以上) の視察を受け入れた。これに伴った宿泊や外食産業、観光産業への活性化効果もあり、地元経済へ貢献している。

伯耆町では地域内で発生する使用済み紙おむつを分別回収し、本設備で処理、得られたペレット燃料を地元の温泉施設の補助燃料として活用している。これにより伯耆町では、年間 31 トンの CO<sub>2</sub> の排出削減と、1 万 m<sup>3</sup> (260 万円相当) の LPG ガスの使用量削減を達成した。

(伯耆町試算) また、マレーシアのスバンジャヤ市と友好都市提携を締結している鹿児島県日置市は、2017年9月に使用済紙おむつリサイクル装置の導入を予定しており、人的交流を通して地域の活性化につながると見込める。

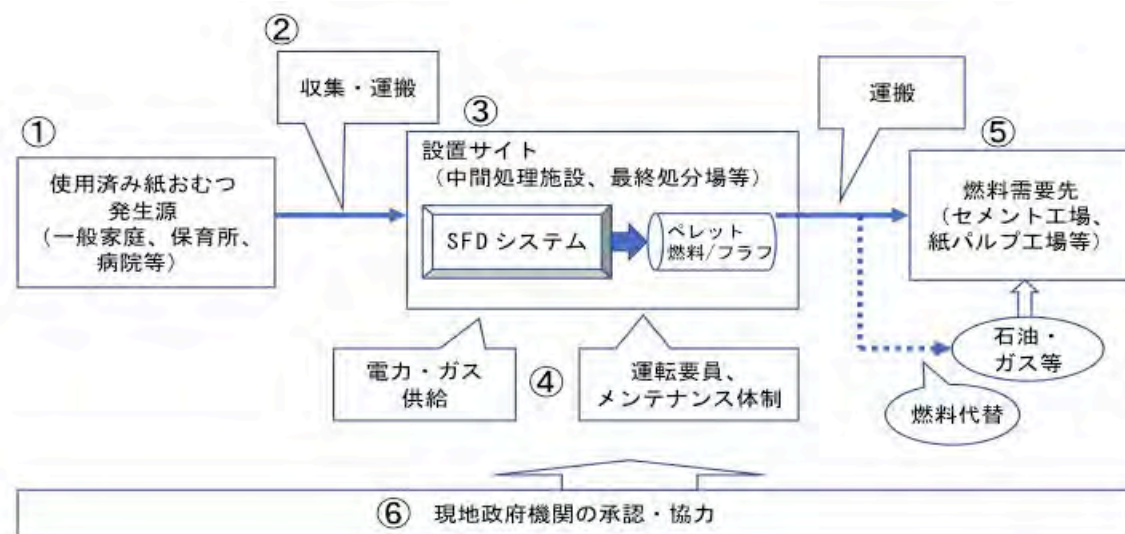
### 第3章 ODA 事業での活用が見込まれる製品・技術に関する調査及び活用可能性の検討結果

#### 3-1 製品・技術の現地適合性検証方法

SFD システムの現地への導入に際しての適合性は、以下の観点から評価・検証することが必要である。

- ・使用済み紙おむつの発生源の特定
- ・使用済み紙おむつの収集・運搬の可能性の評価
- ・SFD システムの設置場所の検討
- ・SFD システム運転のためのユーティリティ・運転要員・メンテナンス体制の確保
- ・リサイクル資材（フラフ、ペレット）の需要先の確保
- ・これらの活動のための、現地政府機関の承認・協力

図 3-1-1 使用済み紙おむつ処理の流れと、SFD システム導入のための検討項目



(出所) 調査団作成

適合性検証は、以下の 2 段階で実施する。なお、紙おむつの組成や排出される使用済み紙おむつの状態については、日本とマレーシアで大きな相違はないと考えられることから、技術的な適合可能性については問題ないと考えている。

また、本 SFD システムの導入先としては、行政機関による固形廃棄物処理の一環としての導入と、民間事業者による導入の両者が考えられる。本調査では、案件化調査の次の段階として、ODA として普及・実証事業を実施することを念頭に置いている。これによる実証を通じて、将来は広く民間での活用への展開を想定している。

このため本調査では、普及・実証事業としての適合可能性について検証を実施した。

#### (1) 制度的な適合可能性

まず初めに、SFD システムの処理量 (SFD2000 : 600Kg/日) を前提とした場合に、上記の①～⑥の観点から、SFD システムをマレーシア国に導入・設置し、使用済み紙おむつを安定的に回収・処理するしくみができるのかについて検証する。

ここには、SFD システムの物理的な設置の可能性や、マレーシア国に SFD システムを導入する場合の許認可の必要性等も含め検討する。

#### (2) 経済的な適合可能性

次いで、(1) の検証により、SFD システムによる使用済み紙おむつのリサイクルシステムが構築可能だとして、それにどの程度の経済性があるのかについて検証する。

現在マレーシアでは、使用済み紙おむつは最終処分場にて埋め立て処理されている。その場合のコストと比較してどの程度の経済性があるのか、SFD システムによる処理コストが従来の方式に比べて高くなった場合には、それによりどのようなメリットがあるのかについて、検証する。

なお SFD システムは、使用済み紙おむつからリサイクル燃料を生成するものであり、生成された燃料 (フラフ、ペレット) が、どの程度の経済性を有するのかも加味して検証を行う。

### 3-2 製品・技術の現地適合性検証結果

#### (1) 制度的な適合可能性

##### 使用済み紙おむつの発生源の特定

使用済み紙おむつの発生源としては、下表に示すところが想定される。

これらの各発生源について、使用済み紙おむつ発生の安定性 (安定して使用済み紙おむつの排出が継続すること) と密度 (一定の範囲から、相当量の使用済み紙おむつが発生すること) の観点から評価し、SFD システムで処理することが適切な発生源を絞り込んだ。

この結果、使用済み紙おむつの発生源としては、保育所が最も有力な候補であることがわかった。

表 3-1-1 使用済み紙おむつの発生源別の収集可能性の評価

発生源	安定性	密度	総合評価	備考
一般家庭	△	△	△	
保育所	◎	◎	◎	
病院	○	○	○	使用済み紙おむつを、医療廃棄物と厳密に区分して管理することが必要。
介護施設	○	×	×	マレーシア国では介護施設の普及は始まったばかりである。
ショッピングモール	△	△	△	
リゾートホテル	○	△	△	ランカウイ、ペナン島の一部地域に限定される。

(出所) 調査団によるヒアリング結果より作成

以下に各発生源の状況を示す。

・一般家庭：

マレーシア国は若年層の比率が高く、一般家庭は使用済み紙おむつの最大の排出源と見られる。しかし、使用済み紙おむつを排出する家庭は広く分散しており、また各家庭に使用済み紙おむつの分別を徹底することは困難であり、段階的な対応が必要。

・保育所：

保育所は使用済み紙おむつの安定した排出源である。都市部では、共働き世帯の増加により、保育所は増加傾向にある。例えば KL 市内には、PPBM 保育協会が管轄している保育所だけで約 250 か所があり、1 か所で預かっている幼児数は、平均で 50 名程度と見られる。住宅地では多くの保育所が目につくことから、使用済み紙おむつの発生密度も高い。

・病院：

大病院は新生児の出産を扱っており、使用済み紙おむつが発生する。しかし大病院であっても、産婦人科は多くの診療科の中の一部であり、新生児の人数も 10～20 名程度であることも多い。

通常、病院では、一般廃棄物と有害性のある医療廃棄物を区分せず、すべての廃棄物を一括して医療廃棄物として専門業者に処理を委託しているようである。

新生児の使用済み紙おむつは有害性がなく、厳密には医療廃棄物とはならない。しかしその発生場所が病院であることから、それを医療廃棄物と区分して収集・処理するためには、保健省や環境局の申請手続き後、病院内で廃棄物処理に関するルールを定め、有害性がな

いことについての医師による証明や使用済み紙おむつ専用回収箱設置が必要とのことである。

・高齢者介護施設：

マレーシア国では高齢者比率が低い（表 1-1-2 参照）。また両親を高齢者介護施設に預けることに対する抵抗感も根強くあるとのことである。このため高齢者介護施設は、最近出始めてきてはいるもののまだ多いとは言えない状況である。

・ショッピングモール：

KL 市内のショッピングモールには、紙おむつ専用の収集ボックスがみられた。ショッピングモールには乳幼児を含む家族連れの客も多く訪れ、一定量の使用済み紙おむつも発生するものと見込まれる。

しかし 1 か所のショッピングモールでの使用済み紙おむつの発生量や、ショッピングモールの分布密度を考えると、主要な使用済み紙おむつの発生源とは考えにくい。

ただし例えば、主として保育所の使用済み紙おむつを処理するための SFD システムを設置した場合に、保育所から収集する際に、一緒に近隣のショッピングモールからも収集するであるとか、ショッピングモールからの使用済み紙おむつの持ち込みを受け入れるといった対応が考えられる。

・リゾートホテル：

リゾート地のリゾートホテルでは、乳幼児を含む家族連れの客も訪れることから、使用済み紙おむつが安定して排出される。

しかしこのようなリゾートホテルが集中して立地している地域は、ペナンやランカウイ等に限られる。またリゾートホテルにおける使用済み紙おむつの発生量や処理ニーズは十分確認できていない。

このため本調査では、まずは人口が密集している大都市及びその近郊地域を対象として検討する。リゾートホテルは将来の事業展開の際の有力な販売先として考えることとする。

参考として表 3-1-2 に、現地調査を実施した主要都市別の、保育所及び病院数を示す。

表 3-1-2 主要都市別 PPBM 管轄保育所、病院、ホテル数

	PPBM 管轄保育所	大規模病院（国立：私立）	ホテル*
クアラルンプール	250	17(2:15)	—
ブトラジャヤ	102**	1(1:0)	—
メラカ	53	7(3:4)	—
スバンジャヤ	30	2(0:2)	—
ペタリンジャヤ	56	6(0:6)	—
ペナン	137	16(6:10)	107
ジョホールバル	64	8(3:5)	—
ランカウイ	16	1(1:0)	46

\*：リゾート地のみ検討の対象とする

\*\*：Include all the taska in Government offices

(出所) 調査団によるヒアリング調査結果。

#### 1) 使用済み紙おむつの収集・運搬の可能性の評価

KL 市内、メラカ等の都市では、国家固形廃棄物管理局の実施機関である SWCorp から委託を受けた民間事業者が、住宅地から排出される生活ごみの収集・運搬を行っている。これらの都市では、住宅地の中に保育所が点在しており、近隣の共稼ぎ世帯等からの乳幼児を預かっている。保育所でのヒアリング調査によれば、保育所から排出される廃棄物は、生ごみと使用済み紙おむつだけとのことであり、これらは一括して収集・運搬業者に回収されているとのことであった。また保育所では、生ごみと使用済み紙おむつを分別することは問題ないとのことであった。

以上のことから保育所の廃棄物を収集・運搬している事業者が、通常の廃棄物の回収時に、区別された使用済み紙おむつを収集・運搬し、それを集積する KL 北部 Taman Beringin トランスファーステーションまたは最終処分場に設置した SFD システムに投入することが可能であれば、既存の収集システムを一切変更せずに、使用済み紙おむつの収集・運搬が可能となる。それが難しい場合には、別途、保育所を専用に戻って、使用済み紙おむつに特化した収集・運搬システムを構築する必要がある。

#### 2) SFD システムの設置場所の検討

SFD システムの設置場所は、以下のような理由から、固形廃棄物の中継施設である KL Taman Beringin トランスファーステーションまたは最終処分場等への設置が最も実現性が高いと考えられる。

・SWCorp から固形廃棄物の収集・運搬を請け負って、収集・運搬を実施している民間事業者が、通常の業務の一環として実施できる可能性が高い。

・KL Taman Beringin トランスファーステーションまたは最終処分場には、SFD システムを設置するだけの十分な敷地がある。

・KL Taman Beringin トランスファーステーションや最終処分場では、固形廃棄物の処理やリサイクル処理を通常業務として行っており、使用済み紙おむつのリサイクル処理と業務の類似性が高い。

・KL Taman Beringin トランスファーステーションや最終処分場では、SFD システムの運転管理者や電気、ガス等のユーティリティの確保も容易である。

なお、SFD システムの設置場所としては、リサイクル燃料の需要地（セメント工場内等）での設置も考えられる。ただしこれは、リサイクル燃料の供給者と需要者との間で、品質や供給量の安定性について十分な理解が得られた場合や、需要者が自ら SFD システムを購入し、紙おむつのリサイクルを実施する場合など、将来 SFD システムが十分に普及した段階で想定されることと考えられる。

今後提案を予定している普及・実証事業では、SWCorp をカウンターパートとして、既存の固形廃棄物の収集・運搬、管理業務の延長上で、SFD システムの導入による使用済み紙おむつのリサイクル燃料化を検討することから、既存の固形廃棄物の KL Taman Beringin トランスファーステーションへの設置を想定する。

### 3) SFD システム運転のためのユーティリティ・運転要員の確保

図 3-1-1③に示したように、SFD システムを、固形廃棄物の中継施設である KL Taman Beringin トランスファーステーションまたは最終処分場等に設置する場合には、運転のためのユーティリティ・運転要員は、既存の施設のものを活用することが可能である。

### 4) リサイクル資材（フラフ、ペレット燃料）の需要先の確保

使用済み紙おむつを SFD システムで処理することによって得られるフラフ、またはこれを圧縮・成形して得られるペレット燃料は、プラスチックやセルロースを主成分とし、約 5000Kcal と石炭に匹敵する発熱量を有することから、燃料としての販売・利用が可能である。その用途としては、セメント工場、ゴム手袋生産工場、製紙工場などのバイオマスボイラーの燃料としての利用が効果的であると考えられる。また将来導入が予想される焼却炉の補助燃料や、現在医療廃棄物を焼却処理している事業者の焼却炉の補助燃料としても利用可能であると考えられる。

このほかに、ガスや重油を燃料として温水や蒸気を作るバイオマスボイラーを保有して



いるところとして、ホテル、病院などの施設や、小型蒸気バイオマスボイラーを使用する食品工場でも利用の可能性がある。

マレーシア国では現在 14 社がセメントの製造を実施している。セメント会社のリストとその工場の位置を、それぞれ表 3-1-3 及び図 3-1-2 に示す。マレーシア国のセメント工場は多くがマレー半島の西海岸沿いに立地しており、大都市近くに立地しているものもある。セメント&コンクリート協会(C&CA)との打ち合わせにより、セメント工場における、使用済み紙おむつのリサイクル燃料の代替燃料としての使用可能性があるが確認された。今後使用済み紙おむつ燃料を代替燃料として利用できるようにしたいということで、C&CA 側から協力レターを頂戴した。

表 3-1-3 マレーシア国のセメント工場の所在地と生産能力

Group	セメント会社		工場タイプ及び所在地		クリンカ 生産設備能力	セメント 粉砕設備能力
Lafarge	<u>半島マレーシア :</u> Associated Pan Malaysia Cement Sdn Bhd		(Mark) APMC	一貫工場 Kanthan Perak Rawang, Selangor	(単位 : tons) 3,400,000 1,500,000	(単位 : tons) 5,110,000 1,700,000
	Lafarge Cement Industries Sdn. Bhd.		LCSB	一貫工場 Langkawi, Kedah	3,300,000	5,370,000
	Southern Cement Industries Sdn Bhd		SCI	粉砕工場 Batu Caves, Johor		770,000
	YTL		PCSB	一貫工場 Bukit Sagu, Pahang	1,200,000	1,300,000
YTL	Perak Hanjoong Simen Sdn Bhd		PHS	一貫工場 Padang Rengas, Perak	3,000,000	3,400,000
	Slag Cement Sdn. Bhd.		SLCSB	粉砕工場 Pulau Indah, KL		1,000,000
CIMA	Cement Industries of Malaysia Berhard		CIMA	一貫工場 Kangar, Perlis	1,650,000	2,000,000
	Negeri Sembilan Cement Industries Sdn Bhd		NSCI	一貫工場 Bahau, Negri Sembilan	1,300,000	1,580,000
	Tasek Corporation Berhad		TCB	一貫工場 Ipoh, Perak	2,300,000	2,300,000
	Holcim (Malaysia) Sdn. Bhd.		HMSB	粉砕工場 Pasir Gudang, Johor		1,300,000
	Sub total				17,650,000	25,830,000
CMS	<u>サバ及びサラワク :</u> CMS Cement Sdn Bhd		CMS	粉砕工場 Kuchin, Sarawak Bintulu, Sarawak		1,250,000 500,000
	CMS Clinker Sdn Bhd		SCSB	クリンカ工場 Mambong, Sarawak	800,000	
	Cement Industries (Sabah) Sdn Bhd		CIS	粉砕工場 ターミナル Kota Kinabalu, Sabah Lahad Datu, Sabah		900,000
	Sub total				800,000	2,650,000
	Total				18,450,000	28,480,000
	<u>白色セメント :</u> Aalborg RCI White Cement			一貫工場 Ipoh, Perak	200,000	220,000
	Grand Total (総合計)				18,650,000	28,700,000

(出所) 独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (委託先 太平洋エンジニアリング株式会社)

「セメント工場におけるバイオマス及び廃棄物の有効利用モデル事業 (マレーシア) 平成 20 年度～ 25 年度成果報告書」(平成 25 年 12 月)

図 3-1-2 マレーシア国のセメント工場の位置



(出所) 独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（委託先 太平洋エンジニアリング株式会社）

「セメント工場におけるバイオマス及び廃棄物の有効利用モデル事業（マレーシア）平成 20 年度～ 25 年度成果報告書」（平成 25 年 12 月）

#### 5) 現地政府機関の承認・協力

本調査では、使用済み紙おむつのリサイクルシステムの ODA 案件化を目指して取り組んでいるところであり、普及・実証事業を含めた ODA 化においては、中央政府の固形廃棄物・公共衛生管理公社 (SWCorp) をカウンターパート候補として、固形廃棄物管理局 (JPSPN) の協力のもと、関連する情報収集や協力要請、打合せ等の活動を実施している。本件の ODA としての実施について固形廃棄物・公共衛生管理公社 (SWCorp)、Alam Flora 社、PPBM 保育所協会、C&CA から力強い回答や支援協力レターを得ている。

マレーシアの廃棄物管理は、Scheduled Waste として定義された指定廃棄物（有害廃棄物）に焦点を当てて実施されてきた。

指定廃棄物は天然資源環境省の環境局 (Department of Environment) が担当している。環境局には有害物質課 (Hazardous Substances Division) が置かれており、指定廃棄物はこの課の担当となっている。

環境に関する基本法は、環境質法 (Environment Quality Act; 1974 年制定、85 年、96 年、

2000年、01年に改正)である。この環境質法の下に以下の規則等が制定されている。

- ・指定廃棄物に関する環境規則(1989年制定、2005年改定)：指定廃棄物の種類、発生者の責任等について定めている。

- ・指定廃棄物処理・処分施設に関する環境命令(1989年制定)：指定廃棄物処理・処分施設の種類を定め、許可が必要なことを定めている。

- ・指定廃棄物処理・処分施設に関する環境規則(1989年制定)：処理・処分施設の所有者が変わった場合の手続きや受け入れ量、処理量、保管量、廃棄量等の届出を義務づけている。

指定廃棄物のリストを、本項末尾の表 3-1-6 に示す。これによれば、病院から排出される医療廃棄物は、SW404 に該当する。参考として表 3-1-4 に、指定廃棄物の種類別発生量を示す。

表 3-1-4 マレーシア国における指定廃棄物の種類別発生量

廃棄物の種類	2005年	
	トン	(%)
ドロス/スラグ/クリンカ	83,030.59	15.13
油及び炭化水素	122,783.05	22.37
医療廃棄物	37,507.57	6.83
重金属汚泥	73,654.84	13.42
鉱物性汚泥	86,007.31	15.67
容器	25,009.32	4.56
酸/アルカリ	17,884.45	3.26
触媒	6,572.31	1.72
紙/プラスチック	9,968.84	1.82
インク/塗料/染料 汚泥	2,465.17	0.45
ゴムスラッジ	2,031.15	0.37
フェノール/接着剤/樹脂	1,708.99	0.31
バッテリー	33,324.11	6.83
混合廃棄物	11,086.68	2.02
使用済み溶剤	26,449.97	4.82
その他	9,431.76	1.72
総計	548,916.11	100

(出所) 日本貿易振興機構アジア経済研究所『アジア各国における産業廃棄物・リサイクル政策情報提供事業報告書』経済産業省委託、2007年

上記の天然資源環境省による廃棄物管理とは別に、マレーシア政府は、2007年に新たな法律、固形廃棄物・公共清掃管理法(SWPCM, Solid Waste And Public Cleansing Management Act 2007 (Act672))及び固形廃棄物・公共清掃管理公社法(Solid Waste And Public Cleansing Management Corporation Act 2007 (Act 673))を制定した。

これは、生活ごみ及び非有害産業廃棄物を対象とした廃棄物管理を行うものである。ここでは、この対象となる廃棄物を、法律名に基づいて、固形廃棄物と総称する。固形廃棄物管理は、住宅福祉・地方政府省 (Ministry of Urban Wellbeing and Local Government) の国家固形廃棄物管理局 (JPSPN) が担当となっている。

すなわちマレーシア国における廃棄物処理は、指定された有害廃棄物と、生活ごみ及び非有害産業廃棄物とで全く別の管理を実施している。これを表 3-1-5 に整理して示した。この中で、本調査の対象としている使用済み紙おむつは、生活ごみまたは非有害産業廃棄物に該当するものである。

表 3-1-5 マレーシア国における廃棄物管理

廃棄物の分類	担当機関	法律	対象廃棄物例
指定廃棄物 (Scheduled Waste)	天然資源環境省 環境局	環境質法 (Environmental Quality Act) 他	化学品、バッテリー、 汚泥、医療廃棄物等
固形廃棄物 (Solid Waste)	住宅福祉・地方政府省 国家固形廃棄物管理局	固形廃棄物・公共清掃管理法 (Act672) 他	生活ごみ、使用済み紙 おむつ、非有害事業系 廃棄物

(出所) 各種資料より調査団作成

従来マレーシア国の固形廃棄物の管理は、地方自治体に任されていた。しかし、連邦政府が廃棄物処理の責任を持つように方針を転換し、2007年に、固形廃棄物・公共清掃管理法及び固形廃棄物・公共清掃管理公社法を制定して、連邦政府による廃棄物処理の一元化に法的根拠を与え、集権的な新しい廃棄物行政の体制を構築した。

実際には図 3-1-3 に示すように、住宅福祉・地方政府省・国家固形廃棄物管理局は政策・制度の策定や計画策定等を実施し、固形廃棄物・公共清掃管理公社法に基づき設立された、固形廃棄物・公共清掃管理公社 (Solid Waste and Public Cleansing Management Corporation; SWCorp) が、民間事業者へ固形廃棄物の収集・運搬、埋立地の管理等の業務を委託しながら、固形廃棄物の管理業務を実施している。

なお、野党政党が政権をとっている等の理由から、セランゴール州、ペナン州、ペラ州等のいくつかの州および特別行政区では、上記の枠組みとは別に独立した廃棄物処理体制を構築している。このため図 3-1-4 に示すように、マレーシア国の固形廃棄物処理体制は、連邦政府による Act672 に基づくものと、マレーシア国の地方政府が独自に実施しているものとの 2 種類が併存しているのが実態である。

このことから、ODA 案件化のための調査としては、Act672 に基づき、連邦政府が固形廃棄物管理を実施している地域を対象とする。

しかし使用済み紙おむつのリサイクルシステムは、ODA としての実施にとどまらず、ビジネス事業化等も視野に入れていることから、マレーシア国の中で、固形廃棄物管理を地方政府が独自に実施している地域においても、市場性を調査し、事業計画の中に盛り込んでいくこととする。

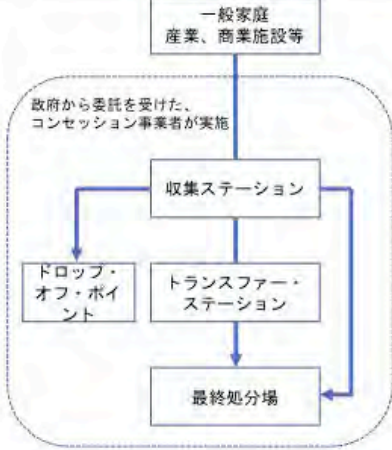
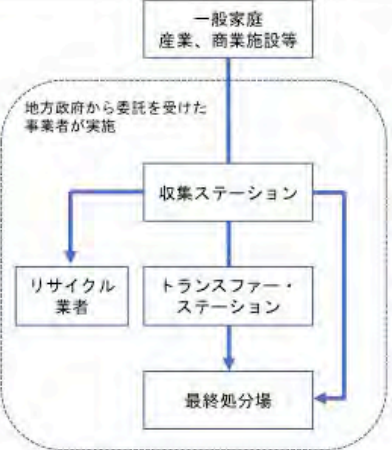
図 3-1-3 マレーシア国の中央政府による固形廃棄物管理体制



(出所) 環境省平成 23 年度請負調査報告書

[https://www.env.go.jp/recycle/circul/venous\\_industry/pdf/malaysia.pdf](https://www.env.go.jp/recycle/circul/venous_industry/pdf/malaysia.pdf)

図 3-1-4 マレーシア国の自治体別の固形廃棄物の管理体制

固形廃棄物の管理方法	マレーシア政府（JPSPN 及びその実施機関である SW Corp）が、Act672に基づき実施	マレーシアの各地方政府が独自に実施
州または、特別行政区	クアラルンプール、ブトラジャヤ、メラカ、ジョホール、ケダ、プルリス、ヌグリ・スンビラ、パハン	スランゴール、トレンガヌ、クランタン、ペラ、ペナン、サラワク、サバ、ラブアン
固形廃棄物の処理フロー		

(注) 2016 年 11 月の現地調査時点での状況。

(出所) 調査団作成

表 3-1-6 マレーシア国の指定廃棄物リスト（2005 年改正）

新コード		旧コード
<b>SW 1</b>	<b>Metal and metal-bearing wastes</b>	
SW 101	Waste containing arsenic or its compound	S221
SW 102	Waste of lead acid batteries in whole or crushed form	S271
SW 103	Waste of batteries containing cadmium and nickel or mercury or lithium	S271
SW 104	Dust, slag, dross or ash containing arsenic, mercury, lead, cadmium, chromium, nickel, copper, vanadium, beryllium, antimony, tellurium, thallium or selenium excluding slag from iron and steel factory	N201 N202
SW 105	Galvanic sludges	新規
SW 106	Residues from recovery of acid pickling liquor	N203
SW 107	Slags from copper processing for further processing or refining containing arsenic, lead or cadmium	N201
SW 108	Leaching residues from zinc processing in dust and sludges form	新規

SW 109	Waste containing mercury or its compound	S211,S213
SW 110	Waste from electrical and electronic assemblies containing components such as accumulators, mercury-switches, glass from cathode-ray tubes and other activated glass or polychlorinated biphenyl-capacitors, or contaminated with cadmium, mercury, lead, nickel, chromium, copper, lithium, silver, manganese or polychlorinated biphenyl	新規
<b>SW 2</b>	<b>Wastes containing principally inorganic constituents which may contain metals and organic materials</b>	
SW 201	Asbestos wastes in sludges, dust or fibre forms	
SW 202	Waste catalysts	
SW 203	Immobilized scheduled wastes including chemically fixed, encapsulated, solidified or stabilized sludges	
SW 204	Sludges containing one or several metals including chromium, copper, nickel, zinc, lead, cadmium, aluminium, tin, vanadium and beryllium	
SW 205	Waste gypsum arising from chemical industry or power plant	新規
SW 206	Spent inorganic acids	
SW 207	Sludges containing fluoride	
<b>SW 3</b>	<b>Wastes containing principally organic constituents which may contain metals</b>	
SW 301	Spent organic acids with pH less or equal to 2 which are corrosive or hazardous	
SW 302	Flux waste containing mixture of organic acids, solvents or compounds of ammonium chloride	
SW 303	Adhesive or glue waste containing organic solvents excluding solid polymeric materials	
SW 304	Press cake from pretreatment of glycerol soap lye	
SW 305	Spent lubricating oil	
SW 306	Spent hydraulic oil	
SW 307	Spent mineral oil-water emulsion	



SW 308	Oil tanker sludges	
SW 309	Oil-water mixture such as ballast water	
SW 310	Sludge from mineral oil storage tank	
SW 311	Waste oil or oily sludge	
SW 312	Oily residue from automotive workshop, service station, oil or grease interceptor	
SW 313	Oil contaminated earth from re-refining of used lubricating oil	
SW 314	Oil or sludge from oil refinery plant maintenance operation	
SW 315	Tar or tarry residues from oil refinery or petrochemical plant	
SW 316	Acid sludge	
SW 317	Spent organometallic compounds including tetraethyl lead, tetramethyl lead and organotin compounds	
SW 318	Waste, substances and articles containing or contaminated with polychlorinated biphenyls (PCB) or polychlorinated triphenyls (PCT)	
SW 319	Waste of phenols or phenol compounds including chlorophenol in the form of liquids or sludges	
SW 320	Waste containing formaldehyde	
SW 321	Rubber or latex wastes or sludge containing organic solvents or heavy metals	
SW 322	Waste of non-halogenated organic solvents	
SW 323	Waste of halogenated organic solvents	
SW 324	Waste of halogenated or unhalogenated non-aqueous distillation residues arising from organic solvents recovery process	
SW 325	Uncured resin waste containing organic solvents or heavy metals including epoxy resin and phenolic resin	
SW 326	Waste of organic phosphorus compound	新規
SW 327	Waste of thermal fluids (heat transfer) such as ethylene glycol	

<b>SW 4</b>	<b>Wastes which may contain either inorganic or organic constituents</b>	
SW 401	Spent alkalis containing heavy metals	
SW 402	Spent alkalis with pH more or equal to 11.5 which are corrosive or hazardous	
SW 403	Discarded drugs containing psychotropic substances or containing substances that are toxic, harmful, carcinogenic, mutagenic or teratogenic	
SW 404	Pathogenic wastes, clinical wastes or quarantined materials	
SW 405	Waste arising from the preparation and production of pharmaceutical product	
SW 406	Clinker, slag and ashes from scheduled wastes incinerator	
SW 407	Waste containing dioxins or furans	新規
SW 408	Contaminated soil, debris or matter resulting from cleaning-up of a spill of chemical, mineral oil or scheduled wastes	
SW 409	Disposed containers, bags or equipment contaminated with chemicals, pesticides, mineral oil or scheduled wastes	
SW 410	Rags, plastics, papers or filters contaminated with scheduled wastes	
SW 411	Spent activated carbon excluding carbon from the treatment of potable water and processes of the food industry and vitamin production	
SW 412	Sludges containing cyanide	
SW 413	Spent salt containing cyanide	
SW 414	Spent aqueous alkaline solution containing cyanide	
SW 415	Spent quenching oils containing cyanides	
SW 416	Sludges of inks, paints, pigments, lacquer, dye or varnish	
SW 417	Waste of inks, paints, pigments, lacquer, dye or varnish	
SW 418	Discarded or off-specification inks, paints, pigments, lacquer, dye or varnish products containing organic solvent	

SW 419	Spent di-isocyanates and residues of isocyanate compounds excluding solid polymeric material from foam manufacturing process	
SW 420	Leachate from scheduled waste landfill	
SW 421	A mixture of scheduled wastes	
SW 422	A mixture of scheduled and non-scheduled wastes	
SW 423	Spent processing solution, discarded photographic chemicals or discarded photographic wastes	
SW 424	Spent oxidizing agent	
SW 425	Wastes from the production, formulation, trade or use of pesticides, herbicides or biocides	
SW 426	Off-specification products from the production, formulation, trade or use of pesticides, herbicides or biocides	
SW 427	Mineral sludges including calcium hydroxide sludges, phosphating sludges, calcium sulphite sludges and carbonates sludges	
SW 428	Wastes from wood preserving operation using inorganic salts containing copper, chromium or arsenic or fluoride compounds or using compound containing chlorinated phenol or creosote	
SW 429	Chemicals that are discarded or off-specification	新規
SW 430	Obsolete laboratory chemicals	新規
SW 431	Waste from manufacturing or processing or use of explosives	
SW 432	Waste containing, consisting of or contaminated with, peroxides	
<b>SW 5</b>	<b>Other wastes</b>	
SW 501	Any residues from treatment or recovery of scheduled wastes	新規

注) 旧コードの空欄は、コードの変更がなかったことを示している。

(出所) 日本貿易振興機構アジア経済研究所『アジア各国における産業廃棄物・リサイクル政策情報提供事業報告書』経済産業省委託、2007年

(2) 経済的な適合可能性

SFD システムのスペックと価格を表 3-1-7 に整理する。SFD2000 は使用済み紙おむつをフラフという細かく砕かれた状態の燃料にリサイクルする装置である。フラフはこのままでの燃料利用も可能である。

しかし燃料の需要先によっては、さらに取り扱い性をよくするために、SFD2000 にペレット製造機を併設し、ペレット燃料という円筒状に圧縮成形された燃料にまで加工するケースもある。このため表 3-1-7 では参考としてペレット製造機の一般的な仕様を示した。

ペレット製造機を併設するかどうかは、利用者のバイオマスボイラーの状況や、リサイクル燃料の使用状況により、フラフによる使用実績も多い。このことからここでは、SFD2000 を単独で運転する場合を想定して、経済的な適合可能性を検討する。

表 3-1-7 SFD システムのスペックと価格

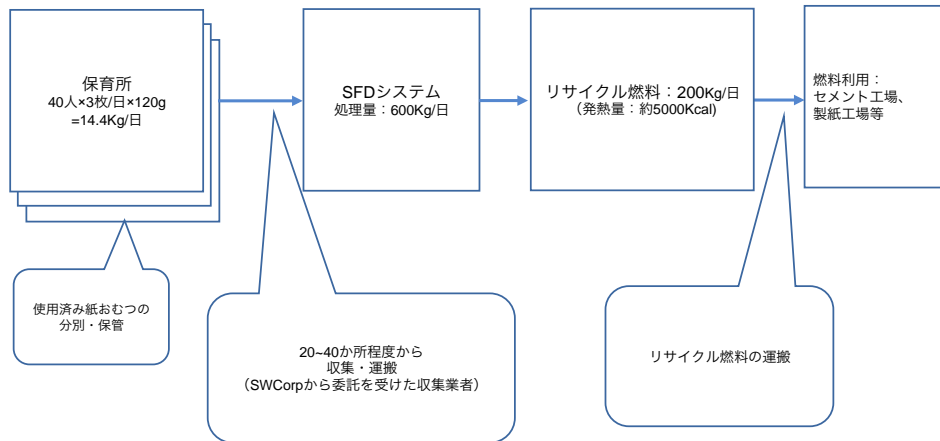
製品名	処理量	サイズ	消費エネルギー	価格
SFD2000	600 Kg/日	長さ 5.1m × 幅	電力 86KWh/日	5,700 万円 (海外)
		1.6m × 高さ 2.7m	LPG 50kg/日	4,300 万円 (国内)
成型機 (ペレット)	30~60kg/ 時間	長さ 1.47m × 幅 0.6m × 高さ 2.75m	電力 28kwh/日	1,700 万円 (海外・国内)
※輸送費、設置費別途。成型機の処理量は条件により変動します。				

(注) 1日に1バッチ、すなわち最大 600Kg の使用済み紙おむつが処理できる。

消費エネルギーは、600Kg の使用済み紙おむつを処理した場合の数値を示す。

保育所の使用済み紙おむつを対象とした、SFD システムによるリサイクル燃料への転換と利用のフローを図 3-1-5 に示す。

図 3-1-5 SFD システムによる保育所の使用済み紙おむつリサイクルのフロー



(出所) 調査団作成

SFD システム 1 基の処理量は 1 日に 600Kg である。現地でのヒアリング調査によれば、平均的な保育所では、30～50 人程度の乳幼児を預かっており、1 日に 1 人当たり平均で 3 枚程度の使用済み紙おむつが発生する。使用済み紙おむつの 1 枚あたりの重量は約 120g であるから、1 か所の保育所からは 1 日当たり 14.4Kg(120g×3 回×40 名)の使用済み紙おむつが発生する計算になる。

従って、40 か所程度の保育所から使用済み紙おむつを収集すれば、SFD システムが処理できるだけの使用済み紙おむつが集まることになる (600Kg÷14.4Kg=41.7 か所)。

ただしマレーシア保育所協会との打合せでは、家庭で発生する使用済み紙おむつを、乳幼児を預けるときに持参してもらい、保育所で受け入れることが可能であり、家庭からも喜ばれるのではないかとのアイデアが出された。これを含めると、20～40 か所程度の保育所から収集することで、600Kg 程度の使用済み紙おむつの収集が可能になると想定される。

600Kg の使用済み紙おむつから生産される燃料は約 200Kg となる。これをセメント工場やゴム手袋生産工場、製紙工場等で補助燃料として使用することとする。

次に SFD システムの運転コストを検討する。

マレーシア国の業務用電力料金は、基本料金 600RM、1kWh 当たり料金は、ピーク時 (8～22 時) : 0.36RM/KWh (約 9.2 円/KWh、1RM=25.5 円により算定 (2017 年 2 月 11 日、

ロイタージャパン))、オフピーク時 (22～8時) :0.22 RM/KWh (約 5.6 円/KWh、同上) である (JETRO 投資コスト比較より)。ここでは電力料金を、0.36RM/KWh としてコストを算定する。

またガス料金は、現地のガス販売会社でのヒアリング調査によれば、190RM/50KgLPG (4,845 円、運搬・交換費用を含む) とのことであった。

これらを合計したエネルギーコストは、220.7RM/日 (5,628 円/日) となる。

表 3-1-8 SFD システムのエネルギーコスト

	消費量①	単価② (RM)	エネルギーコスト (RM) (①×②)
電力	85.4KW h/日	0.36RM /KW h	30.7RM /日
LP ガス	50K g/日	190RM /50K gシリンダー	190RM /日
合計	—	—	220.7RM /日

(注) SFD2000 によるエネルギーコストを示す。ペレット製造機による電力コストは含まない。(出所) 調査団作成

SFD システムを維持・管理するためには、5 年に 1 回の脱臭触媒の交換、1 年に 1 回のフィルター交換及び、メンテナンス費が必要である。これらのコストを表 3-1-9 にまとめて示した。これによれば、これらの維持・管理コストは年間で 25,826RM (約 858,600 円) となる。1 年間に 330 日稼働とすれば、78.3RM/日 (約 1,997 円/日) となる。

表 3-1-9 SFD システムの維持コスト

	維持費用	内容	1年間の維持コスト	1年間の維持コスト(RM)
脱臭触媒交換費	約14,000US\$/5年	5年に1回交換が必要	約2,800US\$/年	約12,438RM/年
フィルター交換費	約500US\$/年	毎年1回交換が必要	約500US\$/年	約2,221RM/年
メンテナンス費	約28.5万円/年	設備費の0.5%	約28.5万円/年	約11,167RM/年
合計	—	—	—	約25,826RM/年

2017年7月現在:変動あり

(注) 4.442RM/US\$, 0.039181RM/円 (2017年2月11日、ロイタージャパンによる) として計算した。(出所) 調査団作成

以上のコストに対して、SFD システム導入のメリットとしては、リサイクル燃料の販売収入と、従来の収集・運搬・最終処分場での処分という、廃棄物処理コストの削減が考えられる。

SFD システム 1 基より 1 日に 200Kg のリサイクル燃料が生産される。リサイクル燃料の熱量は約 5,000Kcal/kg である。このリサイクル燃料が代替しうる燃料としては、石炭が考えられる。石炭の取引価格は、変動があるものの、発熱量 6,350Kcal/Kg の一般炭の取引価格は 60~80 円/Kg 程度と見られる (<https://pps-net.org/statistics/coal>)。発熱量の比率で換算すれば、リサイクル燃料の経済価値は 55 円/Kg 程度 ( $5,000 \div 6,350 \times 70 \text{ 円} = 55.1$ ) と算定される。これは 1 RM を 25.5 円とすると 2.16RM に相当する。1 日に生産される 200Kg のリサイクル燃料の経済価値は 432RM ( $2.16\text{RM} \times 200\text{Kg}$ 、約 11,016 円) となる。

ただしこれは、使用済み紙おむつから生産するリサイクル燃料が、石炭と等価であると仮定した場合のものであり、実際の取引価格はこれを下回る可能性がある。セメント企業との打合せでは、取引価格は数量や輸送方法等により変動することから、明確な回答は得られなかった。しかし現地専門家等からのヒアリングによれば、10 円/Kg 程度ではないかとの意見もあった。

次に、マレーシア政府から入手した情報によれば、廃棄物処理に要する費用として以下のものが示された。

- ・トランスファーステーションから最終処分場までの運搬費用：48RM(1,224 円)/トン
- ・最終処分場運営費用：49RM(1,249 円)/トン

600Kg の使用済み紙おむつの運搬と最終処分が不要になることから、この分の運営経費が節約される。1 日当たり 600Kg の紙おむつのリサイクルによって、58.2RM(  $(48\text{RM}+49\text{RM}) \times 0.6$  ) (約 1,484 円) の費用が節約できると算定される。

以上の、SFD システム導入により、使用済み紙おむつを処理してリサイクル燃料を生産した場合の、便益と費用を表 3-1-10 にまとめて示した。

これによれば、SFD システムの導入・運転に要する費用は、エネルギーコストと維持管理費を合わせて 156RM/日 (約 3,978 円/日) であるのに対して、燃料販売収入と最終処分場運営コスト節約分を合わせた便益は 456RM/日 (約 11,628 円) となり、1 日当たり 300RM (約 7,650 円) のメリットが生じる。

なおリサイクル燃料の販売価格が、熱量換算で石炭と等価の 55 円/Kg ではなく、10 円/Kg となった場合は、表 3-1-10 に示す燃料販売収入 432RM/日は、78.5 RM/日 ( $432 \times 10 \div 55 = 78.5$ ) となる。この場合には、費用 299 RM/日に対して、便益は 136.7 RM/日にとどまることになる。

表 3-1-10 SFD システムによる使用済み紙おむつ処理の便益と費用

便益		費用	
燃料販売収入	432RM /日	消費エネルギー コスト	220.7RM /日
廃棄物処理コスト 節約分	58.2RM /日	維持管理費	78.3RM /日
合計	490.2RM /日	合計	299RM /日

注) 燃料販売収入は、熱量換算で石炭価格と等価として算定したが、実際の取引価格はこれを下回る可能性がある。(出所) 調査団作成

表 3-1-10 に示した費用と便益には設備コストは含んでいない。これは SFD システムが ODA として無償で提供される可能性もあることから、まずはこのような試算を実施したものである。

表 3-1-11 に、SFD システムの設備コストをもとにして、これを稼働日数で除した場合の設備コストを算定した。SFD システムは、適切にメンテナンスを行うことにより、20 年間以上の稼働が可能である。仮に 20 年間の稼働を想定した場合には、1 日当たりの設備コストは 338RM (5700 万円÷20 年÷330 日=8,636 円) となる。また 30 年間の稼働を想定した場合には、1 日当たりの設備コストは 226RM(5,763 円)となる。

さらに SFD システムに加えてペレットも併用した場合には、同様の算定により、1 日当たり設備コストは、20 年間の稼働を想定した場合には、439RM (11,212 円)、30 年間の稼働を想定した場合には、293RM (7,475 円)となる。

表 3-1-11 SFD システムの設備コスト

	SFD 2000		ペレット		合計	
	円貨	マレーシア通貨	円貨	マレーシア通貨	円貨	マレーシア通貨
設備費	57,000千円	2,233千RM	17,000千円	666千RM	74,000千円	2,899千RM
20年稼働の場合の 1日当たり設備コスト	8,636円	338RM	2,576円	101RM	11,212円	439RM
30年稼働の場合の 1日当たり設備コスト	5,758円	226RM	1,717円	67RM	7,475円	293RM

(注) 1 年の稼働日数 330 日、1RM=0.039181 として算定した。

(出所) 調査団作成



以上の、経済性の評価結果をまとめて図 3-1-6 に示した。

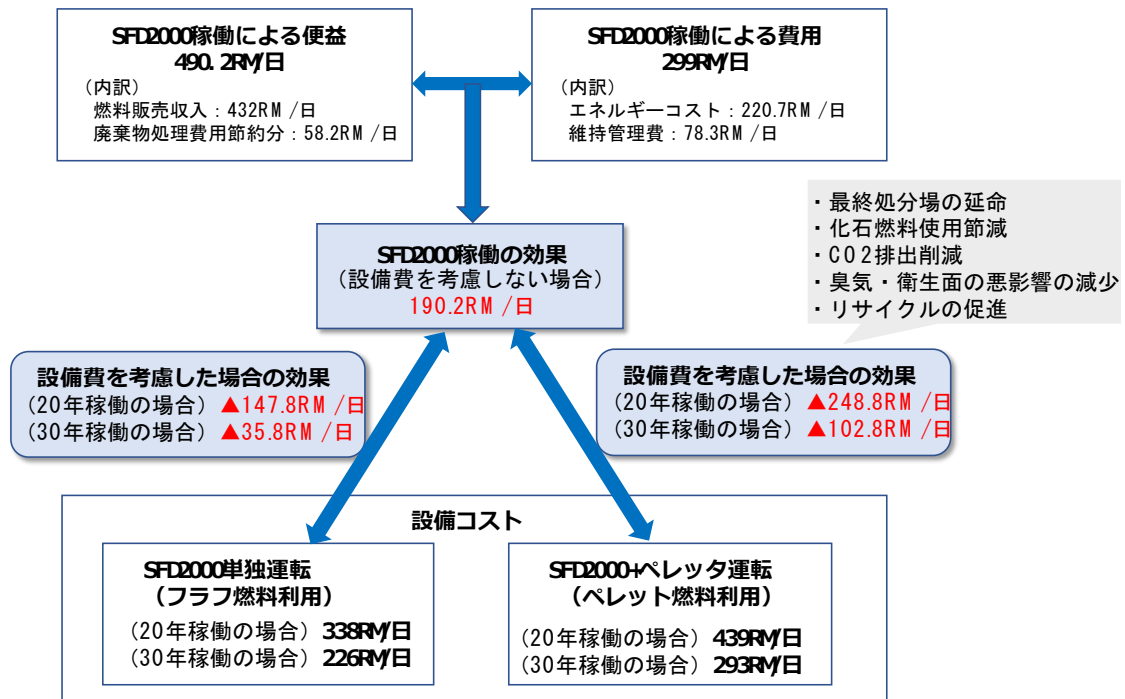
普及実証事業など、ODA によって SFD システムが無償で提供される場合、SFD2000 の稼働により得られる便益は、費用を上回り、1 日当たり 190.2RM の経済効果があると試算される。

これに対して、設備を購入して稼働する場合には、この経済効果 190.2RM を設備コストが上回る。すなわち設備コストも含めた場合には、図 3-1-6 に示すように、SFD2000 の単独運転(生成するフラフ燃料を利用)の場合には、147.8RM/日(20 年稼働で算定した場合)、または 35.8RM/日(30 年稼働で算定した場合)、費用が便益を上回る。また SFD2000 に加えてペレットを保有する(ペレット燃料を生産して利用)の場合には、248.8RM/日(20 年稼働で算定した場合)、または 102.8RM/日(30 年稼働で算定した場合)、費用が便益を上回ると試算される。

ただし SFD システム導入の効果は、経済的な効果だけにとどまるものではない。使用済み紙おむつを燃料化しリサイクル利用することによって、最終処分場の使用期間を長くできるほか、最終処分場での衛生面や臭気の問題解決につながる。また、化石燃料の使用削減と、二酸化炭素の排出削減につながり、地球温暖化の抑制に貢献できる。更にマレーシアにとって大きな課題であるリサイクルの促進にも大きく貢献することができる。

以上の検討結果から、SFD システムの経済的な適合可能性は十分にあると評価できる。

図 3-1-6 SFD システム導入の効果



(注) 使用済み紙おむつの処理量が 600Kg/日の SFD2000 導入の効果を示す。

(出所) 調査団作成

### 3-3 対象国における製品・技術のニーズの確認

#### 3-3-1 マレーシア国のごみの問題点

マレーシア国において 2005 年時点では、1 日のごみの排出量は 19,000 トン、使用済み紙おむつの構成比は 5.06%であった。この当時の予測によれば、排出量が 1 日 30,000 トンになるのは 2020 年と予想されていたとのことである。しかし、2012 年にはすでに 30,000 トンを越えており、ごみの排出量は急速に拡大している。しかも固形廃棄物の中で第 3 番目に多い使用済み紙おむつの構成比は 12.1%で、1 日に 2,625 トンとなっている。昨年の調査では 14%になっていたとのことである。

マレーシア国では使用済み紙おむつは焼却処理されず、埋め立て処分されている。そのため、埋立て処理場への容量面での負荷や温室効果ガスの原因であるメタンガスを発生させている。また、使用済み紙おむつの増加に伴い、容積・重量があるため、ごみ処理費や運搬費にも負荷をかけている。

以下、調査対象地域のごみの排出量を示す。

#### ①クアラルンプール市

クアラルンプール市内からのごみの排出量は、2016 年現在 1 日約 2400~2500 トン(約

900,000 トン/年)の廃棄物が排出されている。そのうち約 10～12%(240～300 トン/日)が使用済み紙おむつとなっている。

#### ②メラカ市

メラカ市内からのごみの排出量は、2016 年現在 1 日約 1000 トン(約 360,000 トン/年)の廃棄物が排出されている。そのうち約 10～12%(100～120 トン/日)が使用済み紙おむつとなっている。

#### ③ランカウイ村

ランカウイ島内からのごみの排出量は、2016 年現在 1 日約 150 トン(54,000 トン/年)の廃棄物が排出されている。そのうち約 10～12%(15 トン/日)が使用済み紙おむつとなっている。ランカウイ島最終処分場は、観光客の増加とともに、ごみ排出量が増え、最終処分場の容量が後 1 年位しかない状態である。

#### ④ペナン市

ペナン市内からのごみの排出量は、2015 年現在 1 日約 1,800 トン(約 648,000 トン/年)の廃棄物が排出されている。そのうち約 10～12%(180～216 トン/日)が使用済み紙おむつとなっている。

### 3-3-2 マレーシアのごみ処理の取り組み

マレーシア政府は、1-3 で示したような政策のもとに、固形廃棄物の処理に取り組んでいる。JPSPN と SWCorp は、最終処分場の管理・運営、ごみ選別装置 (MRF)、焼却炉、3R 活動などの取り組みを行い、ごみの減量化を目指している。Alam Flora 社は、リサイクルセンターを設置し、ごみの減量化を行っている。\*ごみ選別装置 (MRF)、焼却炉は故障のため現在稼働していない。



ごみで溢れる最終処分場



最終処分場には多くの使用済み紙おむつが見受けられる状況



廃棄されている使用済み紙おむつ



3R 活動（分別箱の設置）



焼却炉



ごみ選別機 (MRF)



保育所内使用済み紙おむつ



Alam Flora 社リサイクルセンター

### 3-3-3 提案製品の可能性

提案製品は、これまで処理方法がなく、リサイクルできないとされていた使用済み紙おむつをエネルギーリサイクルできるようにしたものである。使用済み紙おむつの処理に困っている JPSPN、SWCorp、地方政府機関は、提案製品が同国において非常に重要であることを理解している。JPSPN は、普及・実証事業で本装置の必要性が確認されれば、使用済み紙おむつを資源ごみとして扱えるように政策を作りたいという意向があった。

提案製品の設置の可能性については、以下の表にまとめた。

表 3-3-1 提案製品適合性

必要項目	調査結果・課題	対応・整合性
法・規制関係	環境に関する法律 輸入・販売に関する法律 バイオマスボイラー用燃料規制	基準は全てクリア。 CE マークを取得する。 EPA に登録する。 基準は全てクリア。
許認可関係	設置者が管轄自治体に提出する。	ODA の場合は SWCorp の敷地内のため必要ない。 ビジネスの場合は、設置者が申請をする。
電源	工業用：3 相 4 線 380V	変圧器をマレーシアに合わせる事が可能。停電時を想定し UPS を設置する。
ガス	LPG ガス (ブタン 60～70%, プロパン 30～40%)	ガスの使用に問題はない。

(出所) 調査団作成

### 3-3-4 事業実現の可能性の検討

#### (1)ODA 案件化の実現の可能性

調査において、JPSPN、SWCorp、環境局、保健省との面会において、ODA 案件のカウンターパートとして、SWCorp がなることで合意した。JPSPN と SWCorp からの提案や現地調査の結果を考察し、保育所からの排出される使用済み紙おむつをターゲットに、KL Taman Beringin トランスファーステーションに提案製品を設置導入することを想定した普及・実証事業を ODA 案件として提案する予定である。本事業は、JPSPN、SWCorp はもとより、PPBM 保育所協会、Alam Flora 社、環境局、保健省、C&CA、ゴム手袋生産会社、マラヤ大学にも事業推進の了承をいただいております、使用済み紙おむつリサイクル事業に非常に協力的である。なお、ODA 案件の具体的な提案は、第 4 章 ODA 案件化の具体

的提案に示す。

## (2) ビジネス展開の実現の可能性

調査において、マレーシア国内で子供用紙おむつが年間約 40 億枚生産されていることがわかった。2012 年 JPSPN の調査によれば、使用済み紙おむつが 1 日に 3,139 トン排出されていることがわかった。マレーシアでは、ごみの組成の第 3 位(12%-2012JPSPN 調査)が使用済み紙おむつで、政府も使用済み紙おむつを大きな問題としてあげており、2018 年～2020 年の間に使用済み紙おむつのリサイクル産業の確立を目指している。燃料の利用先であるバイオマスボイラーを利用する会社(C&CA、ゴム手袋生産工場)では、石炭やヤシペレット燃料の値段の変動が大きく、安定した燃料を探している。また、マレーシアではごみの水分量が多い問題から、焼却炉の故障が多く見られている。そのため焼却炉を持つ機関や産廃業者への販売可能性が高くある。Cenviro 社(4 基の焼却炉を持つが故障中)、Alam Flora 社(1 基焼却炉購入予定、1 基焼却炉修理予定)は、焼却炉の補助燃料として、使用済み燃料に高い興味を示している。Alam Flora 社からは、購入の検討や販売代理店の依頼を受けている。販売先としては、JPSPN、SWCorp、地方自治体、ごみ回収業社、保健省(病院)を考えている。なお、具体的なビジネス展開については、第 5 章ビジネス展開の具体的な計画に示す。

### 3-4 対象国の開発課題に対する製品・技術の有効性及び活用可能性確認

1-2 に示したように、マレーシア国では、固形廃棄物に占める使用済み紙おむつの比率が 12.1%と高く、かつその比率が増加する傾向があることに対して、問題意識を有している。このため使用済み紙おむつのリサイクルが開発課題となっている。

SFD システムは、使用済み紙おむつを処理して、フラフまたはペレットを生産するシステムである。使用済み紙おむつをリサイクルすることによって、固形廃棄物の排出量が削減、化石燃料使用量の削減(代替え燃料)、温室効果ガスの削減、衛生状態の改善や臭気の軽減など多くの効果がある。

3-1 で検討したように、使用済み紙おむつの収集とリサイクルは、保育所のほか、一般家庭、病院、ホテル等から発生するものに対して適用可能である。ただし本調査においては、本システム導入の最初の試みとして、保育所を対象にして、より詳しく処理システム構築の検証を実施することにした。また、使用済み紙おむつの収集・運搬から、SFD システムによるリサイクル燃料生産、リサイクル燃料を需要者が利用するまでの一連のシステムについても、マレーシア政府による既存の固形廃棄物の収集・処理のシステムを活用することにより、実施可能であることが確認できた。

また 3-2 で示したように、経済性についても、実現可能であることを確認した。

## 第4章 ODA 案件化にかかる具体的提案

### 4-1 ODA 案件概要

ODA 案件として、普及・実証事業による、「SFD システムによる使用済み紙おむつのリサイクルシステム事業」の実施を提案する。

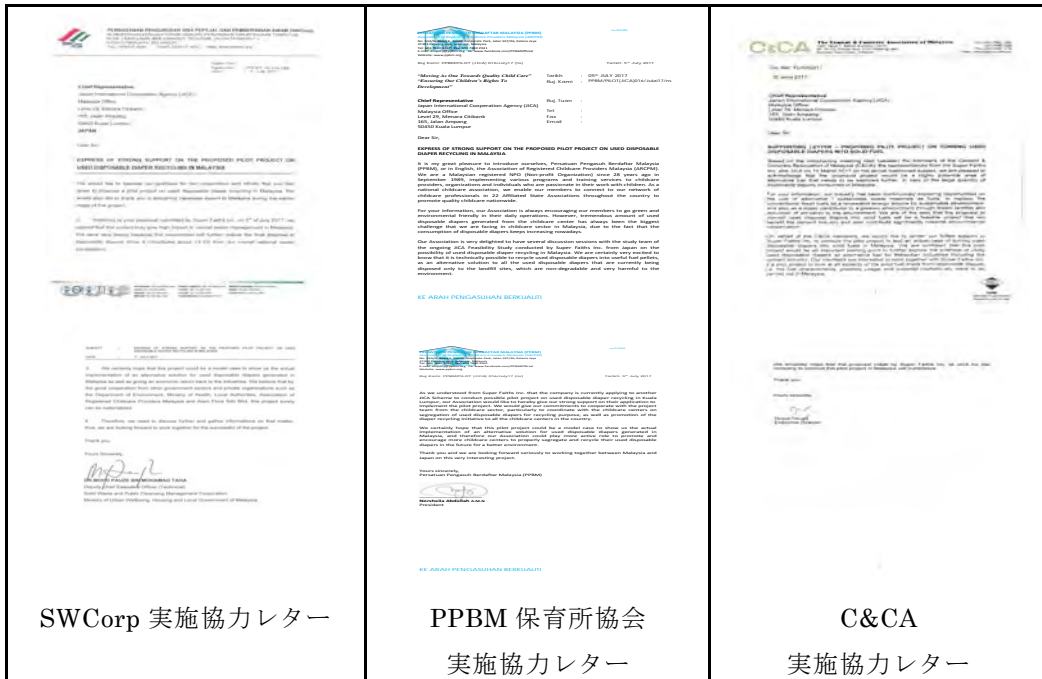
1-2 に示したように、マレーシア国においては、家庭から排出される固形廃棄物のうち、12.1%を使用済み紙おむつが占めており、その発生量は1日に2,625 トンに達している。これに対してマレーシア政府は大きな問題意識を有している。国家固形廃棄物管理公社（SWCorp）が発表した「2015～2020 年における固形廃棄物管理の包括的な行動計画」の中で、使用済み紙おむつに関する包括的な行動計画として、以下の2つの達成目標を立てて、活動を行うとしている。

- ・再利用可能なおむつの使用の利点に関する社会の認識レベルを向上させる。
- ・使い捨ておむつのリサイクル産業を確立する。

提案企業が有する SFD システムは、使用済み紙おむつを、フラフ、ペレット燃料にリサイクルできる装置である。水を使わないことから、コンパクトでエネルギー消費が少なく、排気ガス、騒音、臭気等の環境への排出もほとんどない。日本国内で多くの納入実績があり、3-4 で示した通り、マレーシア国でも有効であるものとみられる。

このことから、今後提案を予定する普及・実証事業「SFD システムによる使用済み紙おむつのリサイクルシステム事業」は、マレーシア政府が抱える上記の課題の解決に貢献するものであり、固形廃棄物処理を所管する、国家固形廃棄物管理局及び、その下で固形廃棄物処理の実施を担当している、国家固形廃棄物管理公社から、事業の実施について協力するとの意向が示された。また、使用済み紙おむつ発生源の一つである保育所（PPBM 保育所協会）や代替燃料を探している機関（C&CA）からも協力の意向が示された。

図 4-1-1 SWCorp、PPBM 保育所協会、C&CA 協力レター



SWCorp 実施協力レター

PPBM 保育所協会  
実施協力レター

C&CA  
実施協力レター

以上の状況を背景として、マレーシア国に SFD システムを設置、運転することにより、使用済み紙おむつのリサイクル処理によるエコシステム構築や使用済み紙おむつリサイクル産業確立の可能性を実証することを目的として、普及・実証事業の実施を提案する。普及・実証事業における、カウンターパート、対象サイト、対象製品、処理対象廃棄物、リサイクル製品等の基本事項を以下に示す。



表 4-1-1 普及・実証事業概要

<p>・カウンターパート: 国家固形廃棄物管理公社 (SWCorp)</p> <p>・実施サイト: Taman Beringin Transfer Station (クアラルンプール市内から収集した固形廃棄物を集約して、最終処分場に運搬するための圧縮・積替えを行うための中間処理施設。クアラルンプール市の外縁部に立地している。施設は国が所有しているが、SWCorpが固形廃棄物の収集・処理を委託しているAlam Flora社が実施、運営している。)</p> <p>・対象製品: SFDシステム (600kg/日)</p> <p>・処理対象廃棄物: KL近郊の10~20か所程度の保育所から発生する使用済み紙おむつ</p> <p>・リサイクル製品: ペレット燃料</p> <p>・リサイクル燃料の需要先: KL近隣のバイオマスボイラーを保有する工場(セメント工場、ゴム手袋製造工場)</p> <p>・回収、運搬: Alam Flora社</p> <p>・研究、分析: マラヤ大学、提案企業</p> <p>・提案製品の運転、メンテナンス: SWCorp、Alam Flora社、提案企業</p> <p>・セミナーの実施: JPSPN、SWCorp、MoH、PPBM保育所協会、提案企業</p> <p>・協力企業: 三菱製紙販売(株) 分別袋の提供</p>
---

(出所) 調査団作成

なお、SFD2000を設置するKL Taman Beringin トランスファーステーションは、既設の廃棄物処理施設であり、その敷地の一部をお借りして機材を設置し、実証運転を行う予定である。これはもともと実施サイトが、KL市内の固形廃棄物を集約する拠点であることから、使用済み紙おむつを集約するのにも好都合であり、施設の職員も廃棄物処理に知見があること、敷地内に設置するのに好適な場所があることなどから、カウンターパートから認められたものである。SWCorpは、同設置場所について、他機関からもプロジェクトの提案を受けているが、同プロジェクトが政府として優先課題であるため、施設場所の同プロジェクト用に確保しているとのことである。

またこのために、実施サイトは環境規制の厳しいところではなく、SFD2000の設置についても、特別な許可等は不要である。

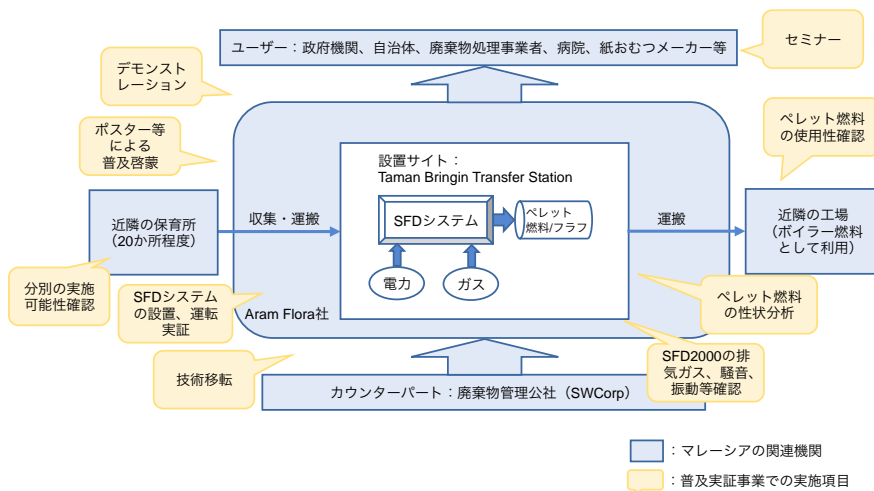
今回実施を計画している普及・実証事業のイメージを図4-1に示す。

KL市内にある固形廃棄物中間処理施設において、SFD20001台を設置、運転し、近隣の保育所から収集された使用済み紙おむつをリサイクルして、ペレット燃料を生産する。そして生産された燃料を、セメント工場やゴム手袋生産工場にて、代替燃料として再利用す

ることで、使用済み紙おむつのリサイクルシステムを実証しようとするものである。

さらに、普及・実証事業終了後には、提案製品がマレーシア側に無償で提供され、マレーシア国側で継続して、使用済み紙おむつのリサイクルのために活用してもらう必要がある。また普及・実証事業を通じて、本システムの有効性を、マレーシア国内の自治体、病院等の潜在的ユーザーに知っていただき、事業ベースで導入していただくことを期待している。このために普及・実証事業においては、図4-1に黄色で示したような様々な活動を実施することを計画している。これらの活動の詳細は4-2（1）に示す。

図4-1-2 普及・実証事業で実施するプロジェクトのイメージ



(出所) 調査団作成

#### 4-2 具体的な協力計画及び開発効果

##### (1) 目的、成果、活動

今回実施を提案する、普及・実証事業の目的、成果、活動を表4-1に示す。

##### ① SFD2000の運転実証

日本からSFD2000を運搬、設置し、リサイクル燃料生産までの運転実証を行う。

この際には、SFDシステム運転時の環境に対する影響を確認するために、マラヤ大学の協力のもと、排ガス、臭気、騒音について、研究・測定・分析を行う。

普及・実証事業終了後は、本機がマレーシア側に無償で提供され、マレーシア側で継続して活用されることを期待している。このためマレーシア側のメンバーに、SFD2000のしく

みや運転方法について説明し、実際に運転してもらうことによって、独立して維持・管理ができるよう、十分に技術移転を行う。

また普及・実証事業実施と並行して、現地販売代理店と連携し、現地でメンテナンスや技術サービスができる体制を構築する。

#### ② 使用済み紙おむつのリサイクル燃料化の実証

生産したペレット燃料は、成分や熱量等の分析を実施する。

また KL 市近隣の工場に実際に供給し、バイオマスボイラーの燃料として使用することによって、供給方法や燃焼性を確認する。

#### ③ 使用済み紙おむつの収集・運搬の実施可能性の実証

実施サイト近隣の保育所(10～20 か所)を選定し、各保育所での使用済み紙おむつの分別・保管の実施可能性について確認する。

また SWCorp 及び Alam Flora 社の協力を得て、各保育所から使用済み紙おむつを回収して、実施サイトに運搬することを実施し、収集・運搬の実施可能性を実証する。

#### ④ 廃棄物収集・処理関連機関、保育所、病院等の関係者の、使用済み紙おむつのリサイクルに関する理解を促進する

普及・実証事業を通じて、政府機関関係者や民間企業、病院、保育所等の関係者を招いて、セミナーやデモンストレーションを行う。これにより、マレーシア政府機関はもとより、独自に固形廃棄物の収集・処理を実施している自治体関係者に SFD2000 をアピールし、公的機関による SFD2000 の購入につながることを期待する。

さらデモンストレーションの実施を通じて、マレーシア国の廃棄物処理事業者や使用済み紙おむつを排出する病院、紙おむつを生産する企業等が、SFD2000 の効果を知り、各々が使用済み紙おむつの処理についての理解を深め、本設備の購入につながることも期待している。

#### ⑤ 一般市民の、使用済み紙おむつのリサイクルに関する理解を促進する

使用済み紙おむつリサイクルの意義や方法及び普及・実証事業について説明するポスターやパンフレットを作成し、保育所、病院、政府機関等の公的な施設や、ショッピングモール等の紙おむつの販売店に掲示してもらい、普及啓蒙を図る。

表 4-2-1 普及・実証事業の目的、成果、活動

目的：使用済み紙おむつのリサイクル処理によるエコシステム構築の可能性を実証する	
成果	活動
成果1 SFD2000(使用済み紙おむつリサイクル処理装置)の運転実証を行う。	1-1 SFD 装置の設置 日本から SFD2000 を運搬し、設置する。
	1-2 SFD 装置の運転実証 SFD2000 を運転し、使用済み紙おむつからリサイクル燃料生産の実証を行う。 併せて排ガス、騒音、臭気等の測定を実施する。
	1-3 SFD 装置の運転・管理方法移転 SFD2000 の運転・管理方法について、カウンターパートに技術移転を行う。またアフターフォロー体制を構築する。
成果2 使用済み紙おむつのリサイクル燃料化の実証を行う。	2-1 リサイクル燃料の性状確認 生産したリサイクル燃料の性状分析を行い、その性状を確認する。
	2-2 リサイクル燃料の販路開拓 リサイクル燃料の販売先を開拓し、販売可能性の実証を行う。
	2-3 リサイクル燃料の使用性確認 リサイクル燃料をユーザーに持ち込み、実機にて使用性を確認する。
成果3 使用済み紙おむつの収集・運搬の実施可能性の実証を行う。	3-1 保育所での分別の実施可能性確認 10～20 か所の実証対象保育所を選定し、各保育所での使用済み紙おむつの分別・保管の実施可能性について確認する。
	3-2 使用済み紙おむつの収集・運搬の実施可能性確認 収集車が、各保育所から使用済み紙おむつを回収して、SFD2000 の実施サイトまで運搬することの実証試験を実施する。
成果4 保育所、病院及び廃棄物収集・処理関連機関（政府機関及び事	4-1 セミナーの開催 保育所、病院及び廃棄物収集・処理関連機関（政府機関及び事業者）の経営者、従業員等を対象として、使用済

<p>業者)の経営者、従業員等が、使用済みおむつのリサイクルの意義や方法について理解する。</p>	<p>みおむつのリサイクルの意義や方法についてのセミナーを開催する。</p> <p>4-2 実機見学会の開催</p> <p>保育所、病院及び廃棄物収集・処理関連機関(政府機関及び事業者)の経営者、従業員等を対象として、プロジェクトサイトにおいて、使用済み紙おむつのリサイクル処理機の稼働実態に関する見学会を開催する。</p>
<p>成果5 保育所及び病院関係者のユーザー等一般市民が使用済みおむつのリサイクルの意義や方法について理解する。</p>	<p>5-1 ポスターによる普及啓蒙の実施</p> <p>使用済みおむつのリサイクルの意義や方法及び普及実証事業について説明するポスターを作成し、保育所、病院、政府機関等の公的な施設や、ショッピングモール等の紙おむつの販売店に掲示してもらい、普及啓蒙を図る。</p>

(出所) 調査団作成

## (2) 投入

普及・実証事業における、日本側及びマレーシア側の投入を表4-2に示す。

日本側は、使用済み紙おむつのリサイクル装置を提供、据付するとともに、運転管理のための技術移転、使用済み紙おむつの収集・運搬に関する支援、ペレット燃料の販売先の確保、環境項目やペレット燃料性状の測定・分析、セミナーやデモンストレーションの実施等の普及広報活動を実施する。

マレーシア側は、使用済み紙おむつのリサイクル装置の据付場所の提供と、そのための据付場所の整備、電力、ガスといったユーティリティの提供、使用済み紙おむつの収集・運搬、セミナー会場の提供等を実施する。

これらの日本側及びマレーシア側の役割分担については、今回の調査において、基本的に合意ができています。

表 4-2-2 普及・実証事業における投入

	日本側（株式会社スーパーフェイズ）	マレーシア側（国家固形廃棄物管理公社）
機材の据付	<ul style="list-style-type: none"> <li>・機材の提供</li> <li>・機材のサイトまでの運搬</li> <li>・機材の据付</li> <li>・電力、ガスの接続工事</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・据付場所の提供</li> <li>・据付場所の整備工事（扉の取付、壁の撤去等）</li> <li>・トランスファーステーションの受電設備への接続許可</li> <li>・プロパンガスの持込・使用許可</li> </ul>
運転・管理	<ul style="list-style-type: none"> <li>・運転管理技術者の派遣</li> <li>・運転管理方法の指導</li> <li>・メンテナンス、トラブル対応方法の指導</li> <li>・運転のデモンストレーション</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・運転要員の提供</li> <li>・消費する電力、ガスの提供</li> </ul>
使用済み紙おむつの収集・運搬	<ul style="list-style-type: none"> <li>・使用済み紙おむつの分別箱の提供</li> <li>・分別状況の確認・指導</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・保育所（20か所程度）の巡回と使用済み紙おむつの収集</li> <li>・使用済み紙おむつの貯蔵（トランスファーステーション）</li> </ul>
ペレット燃料	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ペレット燃料の販売可能性の確認</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ペレット燃料の貯蔵</li> <li>・ペレット燃料の販売先への運搬・販売</li> </ul>
分析	<ul style="list-style-type: none"> <li>・SFD 2000の運転時の環境項目の測定</li> <li>・ペレット燃料の性状分析</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・分析機関の推薦</li> </ul>
普及広報活動	<ul style="list-style-type: none"> <li>・セミナー開催</li> <li>・デモンストレーションの実施</li> <li>・ポスター等の作成・配布</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・セミナー会場の提供</li> <li>・デモンストレーションの開催許可</li> <li>・セミナー・デモンストレーションの参加者募集（自治体、民間機関等）</li> </ul>

（出所）調査団作成

### （3）実施体制

普及・実証事業の実施体制を図 4-2 に示す。

普及・実証事業は、固形廃棄物・公共衛生管理公社（SWCorp）がカウンターパートとなって実施する。

国家廃棄物・公共衛生管理公社(SWCorp)は、KL 市内における固形廃棄物の収集・処理を Alam Flora 社に委託し、その業務の管理、監督を行なっている。

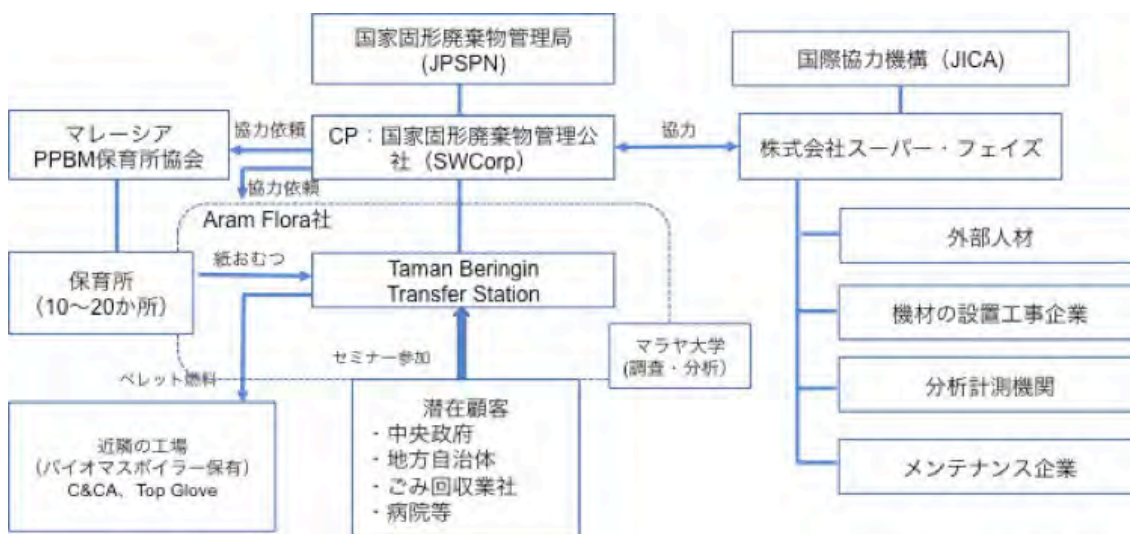
普及・実証事業の実施にあたっては、固形廃棄物・公共衛生管理公社（SWCorp）から Alam Flora 社に対して、保育所からの使用済み紙おむつの収集・運搬や、KL Taman Beringin トランスファーステーションでの SFD システムの設置や運転の支援について、協力要請をしていただく。また使用済み紙おむつを収集する保育所に対しても、マレーシア PPBM 保育所協会を通じて、協力要請をしていただく。

日本側では、提案企業のメンバーのほか、海外での事業活動に関するコンサルタントや技術者等の外部人材による調査団を構成する。また実施サイトにおける機材の設置にあたってはマレーシア国内の企業に工事を外注し、調査団の監督指導の下に設置工事を実施する。さらに実証運転期間中の環境項目の計測やペレット燃料の性状分析を、マラヤ大学の分析

計測機関に依頼する。

なお、SFD システムのメンテナンスや技術サービスを実施するために、普及・実証期間中に、現地販売代理店と提携する予定である。ここでは、普及・実証事業終了後に、マレーシア側に移転された後の SFD システムはもちろん、マレーシア国内で今後販売される SFD システムのメンテナンスや技術サービスを実施することを計画している。

図 4-2 実施体制



(出所) 調査団作成

#### (4) 活動計画・作業工程

普及・実証事業の作業工程を図 4-3 に示す。

普及・実証事業は 2018 年 4 月より開始すると想定している。契約後、機材の製作を開始し、輸送、据付が完了し、機材の運転を開始するのは 2018 年の 10 月からの計画である。この間に平行して、保育所への説明と協力要請や、約 10~20 か所の保育所を巡回して、使用済み紙おむつを収集する経路をマレーシア側と協議する。

機材の運転は 2018 年 10 月から 2019 年の 3 月までの 6 か月間を想定している。この間に、マレーシア内外の関係者を招いて、5 回程度のセミナー及びデモンストレーションを開催する。実際に機材を稼働する時間は、このセミナー及びデモンストレーションの開催期間のほかに、現地技術者への技術移転や、連続運転実証等を含め、1 か月間程度となる見込みである。

機材の運転と並行して、環境項目の計測や生産したペレット燃料の分析を行う。ペレット燃料については、近隣の工場において使用性を確認する。

以上の実証を完了後に、マレーシア側への機材の引き渡し、アフターフォローを行い、報告書を作成する。

表 4-3 作業工程

	2018年			2019年			
	4~6月	7~9月	10~12月	1~3月	4~6月	7~9月	10~12月
契約	★						
機材の製作	→						
機材の輸送		→					
機材の設置・試運転		→					
保育所への説明・協力要請 保育所の巡回・収集方法の検討		→					
機材の運搬(技術移転を含む)			→				
セミナー・デモの開催			★ ★ ★ ★ ★				
環境項目の計測、 ペレット燃料の分析			→				
燃料販売、使用性確認				→			
機材の引き渡し、アフターフォロー					→		
報告書作成						→	

(出所) 調査団作成

#### (5) 事業費概算

普及・実証事業の事業費概算を図 4-4 に示す。

機材の製作・購入費、輸送と現地での工事費で、4,000 万円程度となる。これに人件費や渡航費、現地での活動費、計測・分析費を加えると、事業費総額は一億円程度（消費税込）と想定している。ただし今後、詳細な計画の作成や、見積もりの取得等を実施する予定であり、この結果によって、事業費は変動する可能性がある。



表 4-4 事業費概算

項目	価格	備考
本邦機材製造費	2,000万円	SFD2000(スペック落とした原価を想定)
ペレット購入費	1,000万円	外部の日本企業から購入(スペック落とした原価を想定)
GST(6%)	180万円	上記設備費の6%
輸送費	250万円	日本からマレーシアのサイトまでの輸送
設置工事費	500万円	マレーシア企業に外注、資機材費を含む
計測・分析費	100万円	マレーシア検査機関に外注
ポスター等作成費	100万円	関係機関と協力し作成予定
現地交通費・車両関係費	100万円	レンタカーなど
通訳費	300万円	3万円/日×100日
人件費	3,434万円	案件化調査と同じ規模の調査団を想定、スーパー・フェーズ及びチヨダさんなどチーム4名、外部人材7名。
航空券代金	1,188万円	案件化調査の2倍を想定。
日当・宿泊費	283万円	案件化調査の2倍を想定。
小計	9,255万円	
消費税	740万円	
合計	9,995万円	

(出所) 調査団作成

(6) 本提案事業後のビジネス展開

普及・実証事業は、実機による SFD2000 の説明や運転のデモンストレーションを行うことによって、使用済み紙おむつが簡単に燃料としてリサイクルできることを実証する大変いい機会と考えている。前述のように、マレーシアでは使用済み紙おむつの廃棄が大きな課題となっている。これを解決できる方策を提示することによって、大きなビジネスチャンスが開けると考えており、普及・実証事業終了後はマレーシア国内での事業展開に積極的に取り組んでいきたい。

潜在的な顧客としては次のところがあると考えている。

- ・ JPSPN、SWCorp (中央政府)
- ・ 地方自治体
- ・ 病院 (公立、私立)
- ・ 廃棄物回収業社等

これらの事業展開のために、普及・実証事業後半から、SFD システムの販売と設置、技術サービス、メンテナンス等に関心があり、これを実施できる会社を現地販売代理店として提携することを予定している。さらに将来は、マレーシア国での SFD システムの現地生産や、周辺国への販売に拡大していきたい。

(7) 普及・実証事業の効果

普及・実証事業の効果は、大きく次の4点である。

- ・使用済み紙おむつの最終処分場への埋立てを防ぐことで、最終処分場の使用期間の延長と、ごみ処理費等の削減になる。
- ・使用済み紙おむつを燃料としてリサイクルすることによって、化石燃料の使用削減になる。
- ・化石燃料の使用削減によって、CO<sub>2</sub>の排出を削減できる。
- ・住民の衛生環境が向上する。

SFD2000では、1日当たり600kgの使用済み紙おむつのリサイクル処理が可能である。これによって1日当たり約200kgのペレット燃料が生産できる。ペレット燃料の発熱量は5,000Kcal/Kg程度である。これは石油製品(A重油)に換算すると、108l、年間32.3klに相当する。これによるCO<sub>2</sub>の排出削減量は、年間87.4tと算定される。

マレーシアの使用済み紙おむつ排出量は、都市部で95.8g/人・日とのことである(表1-2-2)。クアラルンプール市の人口は、178.7万人(2016年、マレーシア統計局)であることから、クアラルンプール市から排出される使用済み紙おむつの量は、171tと算定される。

この多くは家庭から排出されることから、そのうち保育所から排出される使用済み紙おむつを10%とすれば、29基(17.1t÷600kg=28.5)のSFD2000を導入することによって、クアラルンプール市内の保育所から排出される使用済み紙おむつがすべてリサイクルされることになる。

表4-5 SFD2000導入の効果

	1日間当たり	1年間当たり	備考
使用済み紙おむつ処理量	600Kg	180トン	
ペレット燃料生産量	200Kg	60トン	発熱量5,000Kcal/Kgと想定
石油製品節約量	108 l	32.3 kl	A重油、比重0.86、発熱量9,300 Kcal/lとして算定
CO <sub>2</sub> 排出削減量	0.29 トン CO <sub>2</sub>	87.4 トン CO <sub>2</sub>	2.71 トン CO <sub>2</sub> /kl*より算定
(*) <a href="http://ghg-santeikohyo.env.go.jp/files/calc/itiran2015.pdf">http://ghg-santeikohyo.env.go.jp/files/calc/itiran2015.pdf</a> (注) 年間300日稼働と想定した。			

(出所) 調査団作成

#### 4-3 他 ODA 案件との連携可能性

現在マレーシア国では、環境関連の ODA プロジェクトとして、表 1-4-1 に示すように、「国民生活向上プログラム」の下で、2015 年度において、「マレーシアにおける E-Waste 管理制度構築支援プロジェクト」（技プロ）、「環境保全分野ボランティア派遣」（JOCV）、「環境保全分野草の根技術協力」等が実施されている。しかしこれらのプロジェクトは、いずれも、今回の検討と関連する部分はなく、特に連携可能な ODA 案件は存在していない。

またマレーシア国はすでに ODA 卒業移行国となっており（対マレーシア国別援助方針（平成 24 年 4 月）、JICA マレーシア事務所によれば、他の国際援助機関による環境関連のプロジェクトは実施されていないとのことである。

#### 4-4 ODA 案件形成における課題と対応策

保育所から使用済み紙おむつを収集・運搬する仕組みの構築と、生産されたりサイクル燃料の安定した需要先の探索と販売価格が課題になる可能性があると思定している。

ただし、ODA 案件として実施することはあくまでも、SFD システムを設置し、リサイクル燃料の生産を実証することと、SFD システムの運転管理方法の移転を行うものである。SFD システムに投入する使用済み紙おむつの収集・運搬と、生産したりサイクル燃料の販売はカウンターパートが実施するものである。しかし本調査においては、全体のシステムの実現可能性を検証するために、これらについても確認、調査を実施することとする。

#### 4-5 環境社会配慮にかかる対応

##### （１） 普及・実証事業における提案製品設置場所の概要

普及・実証事業のサイトはク KL 市北側郊外の KL Taman Beringin トランスファーステーションというごみ中間集積所の敷地内にある。同ごみ中間集積所は 2001 年に住宅・地方自治省の出資により建設され、総面積は合計 5.2 ヘクタール、ごみ取り扱い能力は当初 1,700 トン/日と設計されたが、その後におけるニーズの増加に合わせて拡張されてきて、現在 2,500 トン/日となっている。

KL Taman Beringin トランスファーステーションは住宅・地方自治省傘下の JPSPN が所有しているが、その管理機関は SWCorp となっている。SWCorp は同中間集積所の実際の運營業務をさらに民間業者に外注しており、2013 年末頃より現在の契約運営会社である Alam Flora 社が前任者の Umpan Jaya 社から契約運営の権利を受け継いでおり、総数 70 名の従業員を投入して、KL 市全体のごみ収集、二次分別、及び埋立地への転送等の作業を行っている。

SWCorp は同ごみ中間集積所の日常的な運営を監督するために数名のスタッフを交代の形で毎回 1~2 週間のサイクルで派遣している。また、KL 市政府もごみ集積所の業務活動に関与しており、ごみの収集・取り扱い状況を把握するためのパトロール、モニタリング、監督や月例報告の作成を行っている。

Alam Flora 社は小型トラック、オープン型トラック及び大型ごみ降ろしトラック 3 種類のトラックで固形廃棄物をクアラルンプール市内各ごみ置き場から収集し、一旦中間集積所に集めて二次分別を経てから約 60 km離れた Selangor 州 Hulu Selangor 地域に設置された Bukit Tagar 衛生埋立地に転送して最終処分をする。

KL Taman Beringin トランスファーステーションから数百メートルの周辺地域には住民がいるが、同集積所が設立される前にすでにマレーシアの環境規制関連規定に従い、必要な予防と緩和措置を講じた。これと同時に、DOE によるサイトの適切性に係る審査・評価 (Site Suitability Assessment)、環境影響評価 (EIA) の実施など必要な許認可手続きを踏んだ。したがって、後述するように、普及・実証事業のサイトを既存ごみ集積所の敷地内に設置することはこのような予防・緩和措置や必要な許認可手続きを省くメリットがある。

一方、最終処分場となった KL Taman Beringin トランスファーステーションは、住宅・地方自治省の直接監督の下で設計・建設されており、敷地面積は 280 ヘクタールであり、周辺には幅約 500m、面積 400 ヘクタールの緩衝分離地帯がある。この場所は山間地であるため、埋立地としての地理的な優位性があり、ごみの埋立てに必要な粘土や土砂が豊富に存在している。埋立地全体の設計容量は 1.2 億トンであり、KL 市と Hulu Selangor の中部地域における 60 年間のごみ処理問題に対応できると想定されている。

## (2) 普及・実証事業の許認可プロセス

DOE の有害物質課によると、原則として、有害物質の取り扱いに係る活動のみライセンスの取得が必要になる。しかし、具体的に有害物質の取り扱いに該当するか、ライセンスの取得が必要になるかについては、活動の内容や活動のサイトの状況を踏まえて判断する必要がある。本パイロット事業の場合、まずプロジェクト・サイトが所属する州 (W.P. Kuala Lumpur) のオフィスによる審査から始まる以下のような許認可プロセスが必要になる。

### 1) サイトの適切性に係る審査・評価

関連設備の据付が予定されているサイトの周辺にある住宅地との距離、バッファー・ゾーンの設置状況などについて、州レベルのオフィスが審査を経て、必要な改善措置や EIA の必要性和 EIA 申請の方法、申請を提出する対象機関 (州レベルか、中央レベルか) 等に

ついてアドバイスや指示を出す。

## 2) EIA の実施

上記サイトの適切性審査・評価で州オフィスから出された指示に従い、EIA が必要とされた場合、DOE のウェブサイトに登録された資格のあるコンサルタントのリストから適切なものを選んで EIA の実施を依頼する。EIA の提出対象機関が州のオフィスか、中央政府のオフィスかについても上記サイト適切性審査・評価の段階における州オフィスの判断に従うべきである。

## 3) 書面の許可

EIA 審査の結果を踏まえて、合格した場合、州又は中央レベルの主管オフィスから書面の許可が発給される。

## 4) ライセンスの発給

上記の結果を踏まえて、書面許可が発給された場合、州又は中央レベルの主管オフィスからライセンスが発給される。

### (3) EIA 実施の必要性

本事業の EIA 実施の必要性について普及・実証事業の段階と普及・実証事業終了後段階に分けて考える必要がある。

#### 1) 普及・実証事業の実施に係る EIA の必要性

DOE の評価課によると、通常、本パイロット事業の場合、たとえ使用済み紙おむつの非有害性と非感染性が明らかになったとしても（保育園の園児用に限る、又は病院から分別されたものの非有害性と非感染性が MOH の推薦状で承認されたことであっても）、固形廃棄物を処理するための施設を導入することから、EIA の実施が必要となる。しかし、本件で導入される SFD システムは SWCorp が管理している KL Taman Beringin トランスファーステーションという既存の施設現場に追加的に設置するものなので、カウンターパートとしての SWCorp の名義で DOE に対して追加的な情報の提供を伴う申請を行うこととすれば、EIA を新たに実施する必要がない。

すなわち、SWCorp が所管している KL Taman Beringin トランスファーステーションが当初設置する際、すでに EIA が実施され、認可を受けたため、本件はパイロット事業の実

施のため追加的な設備の導入のみ必要となるから、関連情報の提供により申請すれば、DOE は通常半年の設備運転期間を認可する。また、パイロット事業の実施期間が半年以上かかるとの理由で申請すれば、1年やこれ以上の期間を認可することも可能である。

## 2) ビジネス段階における事業実施にかかる EIA

普及・実証事業終了後のビジネス段階においては、マレーシア国における SFD システムの導入が各地域に徐々に拡大する見通しであり、設備の設置サイトは上記パイロット事業のような既存施設サイトと新しいサイトの 2 種類が含まれることが想定される。既存施設サイトを利用する場合、上記パイロット事業のような方法が適用できれば、EIA の実施が免れる可能性が高いが、新しいサイトを利用する場合、EIA の実施が必要となり、以下のとおり、3つの段階を経由する。

### ・ EIA 報告提出前段階

事業提案者が自らスクリーニングを実施し、提案事業が EQA で指定されている第 1 次指定リストと第 2 次指定リストのどちらに該当するかを確認し、スコーピングによりコンサルタントに EIA の実施を依頼するための委託条項 (Terms of Reference/TOR) を作成してから DOE に提出し、TOR 適格審査を受ける。合格の場合は次の段階に進み、不合格の場合、期限付きの修正を経ての再提出が求められる。

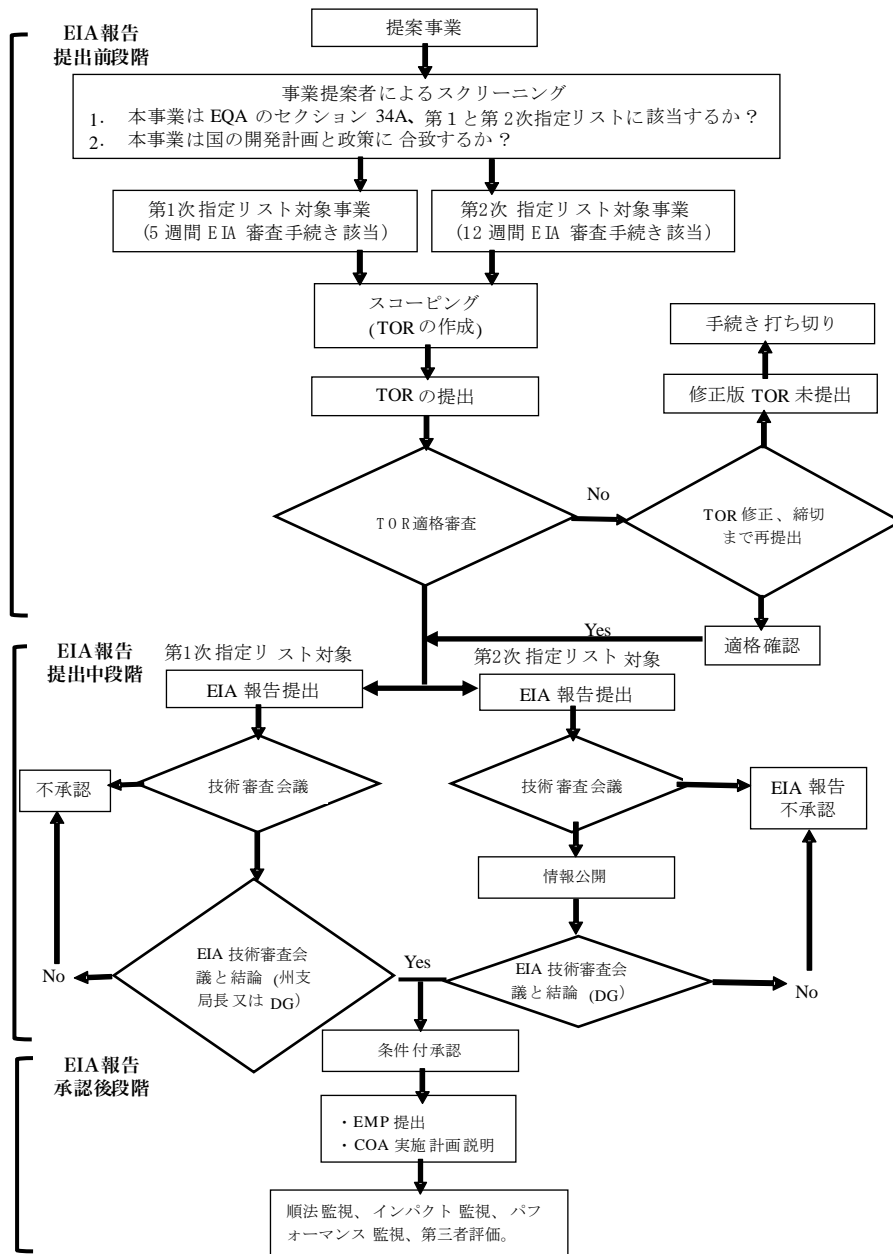
### ・ EIA 報告提出中段階

適格審査を通過した後、事業提案者は該当する第 1 次指定リスト又は第 2 次指定リスト対象事業に係る審査プロセスに向けて EIA 報告を提出する。第 1 次指定リストと第 2 次指定リスト対象事業の EIA 審査期間はそれぞれ 5 週間、12 週間を必要とする。

### ・ EIA 報告承認後段階

EIA 報告が承認される場合、これが第 1 次指定リスト対象事業か第 2 次指定リスト対象事業かを問わず、いずれも条件付きの承認であり、EMP (環境管理計画) と COA (EIA 承認付帯条件) 実施計画の提出と説明が求められ、各種モニタリングと第三者評価を受ける必要がある。

図 4-5-1 マレーシアにおける EIA 実施手順の概観



(出所) Environmental Impact Assessment Guideline in Malaysia

注： DG=DOE 局長；EMP=環境管理計画；COA=EIA 承認の付帯条件

(4) JICA 環境チェックリストによる確認

普及・実証事業の実施サイトに係る環境社会配慮を JICA の環境チェックリストにより確認した結果は以下のとおりである。

#### 1) 許認可・説明

前述のとおり、普及・実証事業で導入される SFD システムは既存施設に追加的に設置されるものであるため、C/P（カウンターパート）の名義で DOE に対して必要な追加情報の提供を伴う申請により、EIA を新たに実施する必要がない。

現地ステークホルダーは C/P、プロジェクトに参加するパートナー及び実施サイトの周辺住民と想定される。C/P の候補者である SWCorp、及びパートナーである Alam Flora 社や PPBM 保育所協会、環境局などに対してすでに事業計画を説明し、事業に対する理解と協力の約束を取り付けたが、周辺住民に対しては、そもそも SFD システムからの汚水と大気汚染物の排出がないことから、事業計画に係る説明の必要がないと理解される。

本事業のサイトの選定に際して、プトラジャヤリサイクルセンター建設予定地も候補サイトとして検討したが、電気と建物が整備されていない（現在は駐車場）ため、機械の設置場所と電気の供給が確保できる KL Taman Beringin トランスフェーステーションを事業サイトに決定した。

#### 2) 汚染対策

本事業で設置する SFD システムからの大気汚染物、汚水、固形廃棄物の排出が一切ないので、大気質、水質と廃棄物の汚染及び土壌汚染を防止する対策を取る必要がない。

一方、設備稼働時の騒音・振動が極めて軽微であり、マレーシアの制限値を下回る。また、使用済み紙おむつの運搬車両は既存施設で使用されている車両と同様なものであり、国の基準と整合することが想定される。また、設備稼働時、使用済み紙おむつが封じ込められたポリ袋のまま機械に投入されるため、臭気がほとんど発生しない。さらに、SFD システムには脱臭機も取り付けられており、二重の悪臭防止対策が取られている。

#### 3) 自然環境

普及・実証事業のサイトはマレーシア国の法律や国際条約等に定められた保護区内に立地していない。また、本事業の設備は既存施設内に設置されていることに加え、設備からのごみと汚水の排出がないため、生態系に影響を与える恐れがない。

施設の操業終了後の環境保全対策、跡地管理の継続体制やこれに関する予算措置などは既存施設の管理機構である SWCorp が対応済みである。

#### 4) 社会環境

本事業の設備は既存施設内に設置されているため、住民移転は発生せず、周辺住民の生



活・生計に影響を及ぼさない。また、考古学的、歴史的、文化的、宗教的に貴重な遺産、史跡等を損なう恐れはなく、特に配慮すべき景観は存在せず、少数民族、先住民族の文化、生活様式への影響やその土地及び資源に関する諸権利を侵害することはない。

一方、設備稼働時、作業員に求められるのは機械への使用済み紙おむつの投入と出来上がった製品の回収という単純な労働であり、1日3時間の労働時間も短いため、労働環境に問題が生じることはない。また、作業現場における有害物質の取り扱いがなく、機械設備の操作も比較的簡単なため、労働災害発生の可能性が極めて低いが、作業員に対する安全教育が作業開始前に予定されている。本事業の設備は既存施設内に設置され、セキュリティーは施設の既存警備体制により確保されるため、新たな警備要員を配置する必要はない。

#### 5) その他

普及・実証事業のサイトにおける必要な工事は設備設置場所における壁一面の取り除きと設備の設置のみであり、騒音、振動、濁水、粉じん、排ガス等が発生しない。一方、梱包材と建築廃棄物が生じるが、適切に廃棄処理することが可能であり、工事による自然環境と社会環境への悪影響はない。

上記のとおり、普及・実証事業の実施及びサイトの整備に必要な工事による環境の影響がないため、モニタリングを必要とする項目はない。

また、本件の実施に伴う森林伐採や越境または地球規模の環境問題への影響はない。

表 4-5-1 JICA 環境チェックリストの確認結果

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes: Y No: N	具体的な環境社会配慮 (Yes/Noの理由、根拠、緩和策等)
1 許認可・説明	(1) EIAおよび環境許認可	(a) 環境アセスメント報告書 (EIAレポート)等が作成済みか。 (b) EIAレポート等は当該国政府により承認されているか。 (c) EIAレポート等の承認は付帯条件を伴うか。付帯条件がある場合は、その条件は満たされるか。 (d) 上記以外に、必要な場合には現地の所管官庁からの環境に関する許認可は取得済みか。	(a) N (b) N (c) N (d) N	環境局評価課に確認した結果、本件で導入されるSFDはSWCorpが管理しているTaman Beringin Transfer Stationという既存施設の現場に追加的に設置するものなので、カウンターパートのSWCorpの名義でDOEに対して追加的な情報の提供を伴う申請を行うこととすれば、EIAを新たに実施する必要がない。
	(2) 現地ステークホルダーへの説明	(a) プロジェクトの内容および影響について、情報公開を含めて現地ステークホルダーに適切な説明を行い、理解を得ているか。 (b) 住民等からのコメントを、プロジェクト内容に反映させたか。	(a) Y (b) N	(a)パイロット事業サイトに予定されているTaman Beringin Transfer Station運営企業であるAlam Floraと管理機関のSWCorp及びその他関係機関(JPSPN、PPBM等)に事業計画を説明し、事業に対する理解と協力の約束を取り付けた。 (b)既存施設内における設備の増設であり、当該設備からの汚水と大気汚染物の排出がない。
	(3) 代替案の検討	(a) プロジェクト計画の複数の代替案は (検討の際、環境・社会に係る項目も含めて) 検討されているか。	(a) Y	Putra jayaリサイクルセンターも候補サイトとして検討したが、電気と建物が整備されていない (現在は駐車場) ため、機械の設置場所と電気の供給が確保できるTaman Beringin Transfer Stationを事業サイトに選定した。
2 汚染対策	(1) 大気質	(a) 焼却施設、収集・運搬車両等から排出される硫黄酸化物 (SOx)、窒素酸化物 (NOx)、煤じん、ダイオキシン等の大気汚染物質は当該国の排出基準、環境基準等と整合するか。大気質に対する対策は取られるか。		本事業で設置する設備からの大気汚染物の排出はゼロである。
	(2) 水質	(a) 施設からの排水は当該国の排出基準、環境基準等と整合するか。 (b) 廃棄物処分場から発生する浸出水等の水質は当該国の排出基準、環境基準等と整合するか。 (c) これらの排水が表流水あるいは地下水を汚染しない対策がなされるか。		本事業で設置する設備からの排水がない。
	(3) 廃棄物	(a) ゴみの破碎、選別工程で発生する処理残渣、焼却灰、飛灰、コンポスト施設から発生するコンポスト化不適物等の廃棄物は当該国の規定に従って適切に処理・処分されるか。 (b) 有害廃棄物、危険物については、他の廃棄物と区別し、無害化された上で当該国の基準に従って適切に処理・処分されるか。		本事業で設置する設備からのごみ排出がない。
	(4) 土壌汚染	(a) 廃棄物処分場から発生する浸出水等により、土壌、地下水を汚染しない対策がなされるか。		本事業で設置する設備からのごみ排出と排水がない。
	(5) 騒音・振動	(a) 施設稼働 (特に焼却施設、廃棄物選別・破碎施設)、ゴミの収集・運搬を行う車両の通行による騒音・振動は当該国の基準と整合するか。	(a) Y	設備稼働時の騒音・振動が極めて軽微であり、当該国の制限値を大きく下回ると見られる。また、使用済み紙おむつの運搬車両は既存施設で使用されている車両と同様なものであるため、国の基準と整合することが想定される。
	(6) 悪臭	(a) 悪臭防止の対策はとられるか。	(a) Y	設備稼働時、使用済み紙おむつが封じ込められたポリ袋のまま機械に投入されるため、臭気がほとんど発生しない。また、SFD機械には脱臭機も取り付けられており、二重の悪臭防止対策が取られている。

3 自然 環境	(1)保護区	(a) サイトは当該国の法律・国際条約等に定められた保護区内に立地するか、プロジェクトが保護区に影響を与えるか。	(a) N	事業サイトは当該国の法律・国際条約等に定められた保護区内に立地していない。
	(2)生態系	(a) サイトは原生林、熱帯の自然林、生態学的に重要な生息地（珊瑚礁、マングローブ湿地、干潟等）を含むか。 (b) サイトは当該国の法律・国際条約等で保護が必要とされる貴重種の生息地を含むか。 (c) 生態系への重大な影響が懸念される場合、生態系への影響を減らす対策はなされるか。 (d) 水生生物に悪影響を及ぼす恐れはあるか。影響がある場合、対策はなされるか。 (e) 植生、野生動物に悪影響を及ぼす恐れはあるか。影響がある場合、対策はなされるか。	(a) N (b) N (c) N (d) N (e) N	本事業の設備は既存施設内に設置されていることに加え、設備からのごみ排出と排水がないため、生態系に影響を与える恐れはない。
	(3)跡地管理	(a) 処分場の操業終了後の環境保全対策（ガス対策、浸出水対策、不法投棄対策、緑化等）は考慮されるか。 (b) 跡地管理の継続体制は確立されるか。 (c) 跡地管理に関して適切な予算措置は講じられるか。	(a) N (b) N (c) N	本事業の設備は既存施設内に設置されているため、施設の操業終了後の環境保全対策、跡地管理の継続体制やこれに関する予算措置などは既存施設の管理機構（SWCorp）が対応済みである。
4 社 会 環 境	(1)住民移転	(a) プロジェクトの実施に伴い非自発的住民移転は生じるか。生じる場合は、移転による影響を最小限とする努力がなされるか。 (b) 移転する住民に対し、移転前に補償・生活再建対策に関する適切な説明が行われるか。 (c) 住民移転のための調査がなされ、再取得価格による補償、移転後の生活基盤の回復を含む移転計画が立てられるか。 (d) 補償金の支払いは移転前に行われるか。 (e) 補償方針は文書で策定されているか。 (f) 移転住民のうち特に女性、子供、老人、貧困層、少数民族・先住民族等の社会的弱者に適切な配慮がなされた計画か。 (g) 移転住民について移転前の合意は得られるか。 (h) 住民移転を適切に実施するための体制は整えられるか。十分な実施能力と予算措置が講じられるか。 (i) 移転による影響のモニタリングが計画されるか。 (j) 苦情処理の仕組みが構築されているか。	(a) N (b) N (c) N (d) N (e) N (f) N (g) N (h) N (i) N (j) N	本事業の設備は既存施設内に設置されているため、住民移転は発生しない。
	(2)生活・生計	(a) プロジェクトによる住民の生活への悪影響が生じるか。必要場合は影響を緩和する配慮が行われるか。 (b) ウェストピッカー等を含めた既存の資源再回収システムへの配慮はなされるか。 (c) 廃棄物運搬による地域交通への影響はあるか。 (d) 本プロジェクトからの排水、廃棄物処分場から発生する浸出水等によって漁業及び地域住民の水利用（特に飲料水）に悪影響を及ぼすか。 (e) 衛生害虫は発生するか。	(a) N (b) N (c) N (d) N (e) N	本事業の設備は既存施設内に設置されているため、周辺住民の生活・生計に影響を及ぼさない。
	(3)文化遺産	(a) プロジェクトにより、考古学的、歴史的、文化的、宗教的に貴重な遺産、史跡等を損なう恐れはあるか。また、当該国の国内法上定められた措置が考慮されるか。	(a) N	本事業の設備は既存施設内に設置されているため、考古学的、歴史的、文化的、宗教的に貴重な遺産、史跡等を損なう恐れはない。
	(4)景 観	(a) 特に配慮すべき景観が存在する場合、それに対し悪影響を及ぼすか。影響がある場合には必要な対策は取られるか。	(a) N	特に配慮すべき景観は存在しない。
	(5)少数民族、先住民族	(a) 少数民族、先住民族の文化、生活様式への影響を軽減する配慮がなされるか。 (b) 少数民族、先住民族の土地及び資源に関する諸権利は尊重されるか。	(a) N (b) N	少数民族、先住民族の文化、生活様式への影響やその土地及び資源に関する諸権利を侵害することはない。
	(6)労働環境	(a) プロジェクトにおいて遵守すべき当該国の労働環境に関する法律が守られるか。 (b) 労働災害防止に係る安全設備の設置、有害物質の管理等、プロジェクト関係者へのハード面での安全配慮が措置されるか。 (c) 安全衛生計画の策定や作業員等に対する安全教育（交通安全や公衆衛生を含む）の実施等、プロジェクト関係者へのソフト面での対応が計画・実施されるか。 (d) プロジェクトに関する警備要員が、プロジェクト関係者・地域住民の安全を侵害することのないよう、適切な措置が講じられるか。	(a) N (b) N (c) N (d) N	(a) 作業員に求められるのは機械への使用済み紙おむつの投入と出来上がった製品の回収という単純な労働であり、1日3時間の労働時間も短い。 (b) 作業現場における有害物質の取り扱いがなく、機械設備の操作も比較的簡単なため、労働災害発生の可能性が極めて低いが、作業員に対する安全教育が作業開始前に予定されている。 (c) 同上 (d) 本事業の設備は既存施設内に設置され、セキュリティは施設の既存警備体制により確保されるため、新たな警備要員を配置しない。
5 そ の 他	(1)工事中の影響	(a) 工事中の汚染（騒音、振動、濁水、粉じん、排ガス、廃棄物等）に対して緩和策が用意されるか。 (b) 工事により自然環境（生態系）に悪影響を及ぼすか。また、影響に対する緩和策が用意されるか。 (c) 工事により社会環境に悪影響を及ぼすか。また、影響に対する緩和策が用意されるか。	(a) N (b) N (c) N	(a) 必要な工事は設備設置場所における壁一面の取り除きと設備の設置のみであり、騒音、振動、濁水、粉じん、排ガス等が発生しない。梱包材と建築廃棄物は適切に廃棄処理する。 (b) 工事による自然環境への悪影響はない。 (c) 工事による社会環境への悪影響はない。
	(2)モニタリング	(a) 上記の環境項目のうち、影響が考えられる項目に対して、事業者のモニタリングが計画・実施されるか。 (b) 当該計画の項目、方法、頻度等はどのように定められているか。 (c) 事業者のモニタリング体制（組織、人員、機材、予算等とそれらの継続性）は確立されるか。 (d) 事業者から所管官庁等への報告の方法、頻度等は規定されているか。	(a) N (b) N (c) N (d) N	上記の環境項目には影響が考えられる項目はない。
6 留 意 点	他の環境チェックリストの参照	(a) 必要な場合は、林業に係るチェックリストの該当チェック事項も追加して評価すること（廃棄物処分場等の建設に伴い、大規模な森林伐採が行われる場合等）。	(a) N	本事業の実施に伴う森林伐採はない。
	環境チェックリスト使用上の注意	(a) 必要な場合には、越境または地球規模の環境問題への影響も確認する（廃棄物の越境処理、酸性雨、オゾン層破壊、地球温暖化の問題に係る要素が考えられる場合等）。	(a) N	越境または地球規模の環境問題への影響はない。

(出所) 調査団作成

(5) ペレット燃料のマレーシア環境基準への適合性の確認

SFD システムにより使用済み紙おむつをリサイクルして作られたペレット燃料がマレーシアの関連環境基準を満たせるかについて、下記のとおり、同国セメント業における指定廃棄物の代替燃料等としての活用に関する環境ガイドラインに対照して確認する。

DoE が作成した「マレーシア国セメント業指定廃棄物の環境にやさしいコープロセッシングに関するガイドライン」(Guidelines on Environmentally Sound Co-processing of Scheduled Wastes in Cement Industry in Malaysia) では、指定廃棄物をセメントの代替燃料とする場合の最低基準が以下のように設定されている。

表 4-5-2 セメント代替燃料としての指定廃棄物の受け入れ基準

No.	指標	最低基準値	
1	Cl (ppm)	塩素含有量 2%以下。塩素含有量 1%超のハロゲン化有機物の使用はメイン・バーナーでの使用に限る。	
2	含水率 (%)	70%以下 (廃棄物の性状にもよる)	
3	Pb (mg/kg)	重金属合計 : 10,000ppm 以下	
4	Cr (mg/kg)		
5	As (mg/kg)		
6	Sn (mg/kg)		
7	Se (mg/kg)		
8	Ni (mg/kg)		
9	Te (mg/kg)		
10	Co (mg/kg)		
11	V (mg/kg)		
12	Sb (mg/kg)		
13	Mn (mg/kg)		
14	Zn (mg/kg)	30,000 未満	
15	Cu (mg/kg)	30,000 未満	
16	Hg (mg/kg)	10 未満	揮発性金属合計 : 100ppm 以下
17	Tl (mg/kg)	—	
18	Cd (mg/kg)	—	
19	発熱量	500kcal/kg 超 (乾燥状態)	

(出所)「マレーシアセメント業指定廃棄物の環境にやさしいコープロセッシングに関するガイドライン」

使用済み紙おむつのリサイクルからできたペレット燃料には重金属が一切含まれていない。さらに、塩素含有量が 0.3%以下であり（人体からの排泄物に由来する）、発熱量が約 5,000kcal であることから、セメント工場の代替燃料として利用することが可能である。

## 第5章 ビジネス展開の具体的計画

### 5-1 市場分析結果

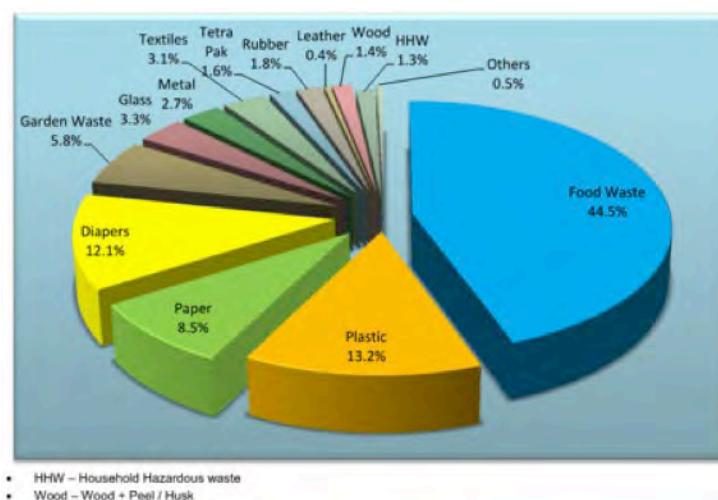
#### 5-1-1 売上げ規模

マレーシア政府固形廃棄物・公共衛生管理公社（SWCorp）は「2015～2020年における固形廃棄物管理の包括的な行動計画」において、「2018年～2020年に使用済み紙おむつリサイクル産業を構築する。」と提言しており、使用済み紙おむつのリサイクル産業の需要は非常に高い。

1-2で示したように、マレーシア国内の家庭から排出される固形廃棄物量は、1日に21,627トンあり、そのうちの12.1%（2,625トン/日）が使用済み紙おむつであると推計されている。SFD2000が1日に600kgを処理できることを考えると、マレーシア国内には、4,325基の市場がある。現地調査を中心的に行っていたKL市内の使用済み紙おむつ排出量は、約360トン/日（3,000トン/日×12%）あることから、約600基（360トン÷600kg=600）約444億円の市場が規模になる。

今後提案を予定している普及・実証事業時に使用済み紙おむつの回収先であるPPBM保育所協会は、KL市内に約250ヶ所の保育所を管轄している。普及・実証事業時には、10～20ヶ所の保育所から使用済み紙おむつを回収することになっている（保護者には各家庭で出された使用済み紙おむつを保育所に持ってきてもらう事も検討している）。普及・実証事業で、使用済み紙おむつリサイクルの有効性が確認され、KL市内のPPBM保育所協会が管轄している保育所からの使用済み紙おむつを処理することになれば、約13基の設置（売上予測約9億6千万円）が見込まれる。PPBM保育所協会が全国に約5,000の保育所を管轄しているおり、他地域の保育所機関の市場も大きいと考えられる。

図 5-1-1 固形廃棄物組成の12.1%の使用済み紙おむつ



(出所) Survey on Solid Waste Composition, Characteristics and Existing Practice of Solid Waste Recycling in Malaysia (2013)

#### 5-1-2 競合相手の状況

マレーシア国には、現時点で競合相手となる企業は存在していない。

#### 5-1-3 法的規制・優遇策・支援策

##### (1) 使用済み紙おむつリサイクル規制

使用済み紙おむつリサイクルの取り扱いに関する特別な法律や条令が策定されていない。今後病院から使用済み紙おむつを分別・回収する際には、4-5 で示したように環境局と保健省と安全面の問題を解決していく必要がある。

##### (2) SFD システム関税規制

###### 1) 関税

日本とマレーシアは EPA を結んでおり、SFD システム (HS コード : 8479.89.9002) の品目は関税がかからない。現在 EPA 取得の手続きを行っている。また、環境改善につながる物品に関しても関税が撤廃されている。

###### 2) 販売規制

マレーシア国内での機械の販売には、CE マーキングの取得が必要である。海外販売を見据えて現在 CE マーキング取得手続き中である。

マレーシア国では、付加価値税 (日本の消費税) が輸入評価額の 6% かかる。

#### 5-1-4 販売先候補

提案製品の販売先候補としては、以下のように公的機関と民間企業が考えられる。

公的機関 : 中央政府(JPSPN、SWCorp)、地方自治体、保健省 (病院)

民間企業 : ごみ回収業者 (一般廃棄物・産業廃棄物)、病院

##### (1) 中央政府(JPSPN、SWCorp)

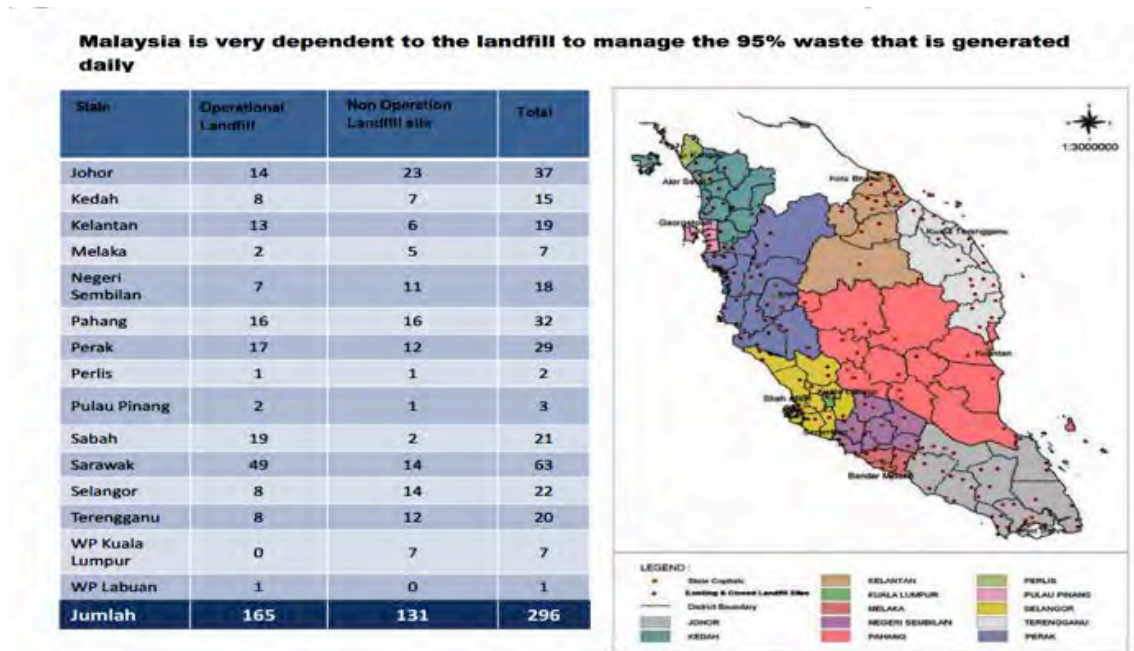
中央政府(JPSPN)は、2007年に、固形廃棄物・公共清掃管理法及び固形廃棄物・公共清掃管理公社法(Act672)を制定、2011年から施行し、集権的な新しい廃棄物行政の体制を構築している。JPSPNが法制度や基準を整備するとともに、最終処分場用地やトランスファーステーション用地、焼却炉設備の購入などを行い、SWCorpが施設の管理・監督を行い、

民間委託業者に管理・運営の実務を行わせている。政府は「2018年～2020年に使用済み紙おむつ産業を構築する。」と提言しており、調査団は今後提案を予定している普及・実証事業のカウンターパートである SWCorp や協力機関である JPSPN と協力して、使用済み紙おむつリサイクル産業の確立を目指していく。JPSPN は、2012年からはごみの分別収集事業(2+1)が実施されている。現在使用済み紙おむつは、埋立処分場に捨てられている。また、一般廃棄物処理費として、ごみ収集運搬費(48RM/トン)と埋立処分場廃棄物処理費(49RM/トン)を民間委託会社に支払っている。今後提案を予定している普及・実証事業において、使用済み紙おむつリサイクルの有効性が確認されれば、リサイクル可能ごみへの移行も考えられると JPSPN 局長より、お話をいただいている。その際には、JPSPN は連邦議会への予算確保に向けて協議を行いたいとのことである。

(\*JPSPN の年間予算は約 RM20 億(約 500 億円))

JPSPN が管轄しており、Act672 を行っている州(Johor,Kedah,Melaka,Negeri Sembilan,Pahang,KL)には、116 の最終処分場があり、そのうち 47 か所には電気が来ておりオペレーション(収集・処理)を行っている。JPSPN に対して、オペレーション機能がある最終処分場への SFD システムの販売・設置を提案して計画である。

図 5-1-1 マレーシア国最終処分場個数と位置



(出所) JPSPN ホームページ (<http://jkt.kpkt.gov.my/index.php/pages/view/35>)



(2) 地方自治体

マレーシア国内には、154の自治体が存在する。自治体が属する州によって、Act672に従う自治体と従わない自治体ある。環境関係においては、自治体独自の予算があり、色々な取り組みを行っている。メラカ市の環境に対する取り組みは、ASEANから環境的持続的可能な市として選ばれており、ペナン州も毎年国際・国内環境展を開催しており、国内外から環境関係の機関を集め、環境に対する取り組みを行っている。

現地調査で訪問したいくつかの自治体から使用済み紙おむつの普及・実証事業を是非一緒にやりたいとお言葉をいただいた。ペナン州においては、使用済み紙おむつリサイクルを取り組んでいきたいという記事が新聞に記載された。実機を見学し、購入を検討したいとの事である。

自治体は独自の予算がり、環境に対して非常に積極的なことから、今後の販売先として考えられる。

普及・実証事業の際は、彼らに実際の機械の運転を見学してもらい、使用済み紙おむつリサイクルの可能性を認識してもらうとともに、各自治体にあった使用済み紙おむつリサイクル体制の構築・機械の販売を提案していく予定である。

ペナン州の新聞に掲載された。  
(2017年6月19日)



図 5-1-3 マレーシア国地方自治体数



出所：Ministry of Housing and Local Government,2014

### (3) 保健省（国立病院）

現地調査において、病院は医療廃棄物処理費として、非常に高いお金を回収業社に支払っている。病院側も医療廃棄物処理費に頭を悩まされている状況である。

マレーシア国では毎年約 50 万人の新生児が病院や診療所で生まれる。新生児は産まれて 3 日～5 日間施設に滞在する。KL 市内の病院では、3000～4500RM/トンという高い医療廃棄物処理費を業者に支払っている。病院側も、使用済み紙おむつを分別回収し、使用済み紙おむつペレット燃料を販売できるのであれば、是非購入を検討したいとのことである。保健省としても、Green Hospital という、環境に配慮した病院を目指している。病院から使用済み紙おむつを分別、回収、処理、販売するためには、次回提案を予定している普及・実証事業で保健省及び環境省の許認可取得と燃料利用先バイオマスボイラーでの使用可能性を確認する必要がある。

### (4) ごみ回収業者（一般廃棄物・産業廃棄物）

使用済み紙おむつの排出先として、保育所、高齢者施設、病院、各家庭がある。現地調査の結果、保育所、病院は分別を行い易いことが確認された。ごみ回収業者が、保育所や病院から使用済み紙おむつを回収し、ペレット燃料として販売できるシステムを構築できれば、本製品の販売先としては非常に大きいと考えられる。

マレーシア中部の一般廃棄物の委託回収業者である Alam Flora 社は、次回提案する普及・実証時に協力機関であり、今後 JPSPN、提案企業、燃料利用先企業、PPBM 保育所協会などと協力し、使用済み紙おむつのリサイクル産業を構築していきたいと考えている。次回提案する普及・実証事業で、使用済み紙おむつリサイクル事業の可能性が見えれば、Alam Flora 社で提案製品の購入と現地販売代理店の権利取得をお願いしたいと CEO から打診を受けている。また、Alam Flora 社は、2019 年に焼却炉の設置を検討しており、廃熱を利用した SFD システムに非常に興味を持たれている。焼却炉と一緒に SFD システムを導入し、使用済み紙おむつフラフ燃料を焼却炉の延命及び発電効率向上のための補助燃料として利用したいとのことである。

医療廃棄物回収業者である CENVIRO 社は、現在 4 基の焼却炉を持っており、同社も廃熱を利用した SFD システムに非常に興味を持っている。

### (5) 私立病院

現地調査において、病院は医療廃棄物処理費として、非常に高いお金を回収業社に支払っている。私立病院は、無料の国立病院と違い入院費がかかるため、新生児の数は国立病院に比べると少ない。しかし、近年私立病院が運営する高齢者施設が少しずつ増えてきて

おり、病院と高齢者施設から排出される使用済み紙おむつを回収し、ペレット燃料を販売することができれば、病院側にとっても有益である。メラカ市の私立病院と打ち合わせを行った際には、非常に興味深い事業であり、新事業として検討したいとの事であった。

以上の状況を踏まえると、次回提案を予定している普及・実証事業で、JPSPN、SWCorp、Alam Flora 社、保育所協会、燃料利用先、保健省、マラヤ大学と協力し、同国における使用済み紙おむつリサイクル産業を構築していく。まずは使用済み紙おむつの問題解決を国の政策の一つとして掲げている JPSPN 及び SWCorp を対象としたビジネス展開を優先的に行いながら、ごみ回収業者、地方自治体、保健省、私立病院にビジネスを進めていく。その後、マレーシア国と同様の課題を抱える ASEAN 周辺国への普及・販売についても検討していく。

## 5-2 想定する事業計画及び開発効果

### 5-2-1 ビジネス展開の実施体制

#### (1) 装置製造・販売方法

当面の事業計画としては、装置の製造は日本で行い、マレーシア国では現地代理店販売を通じた製品の販売やメンテナンス、備品交換等を実施するという体制を想定している。当面は装置の製造は日本で実施するが、事業が安定した後は現地合弁会社や現地生産も視野に入れている。また、今後提案を予定している普及・実証事業後は、JETRO 海外ビジネス展開支援サービスを利用し、現地でのビジネス事業を行っていく予定である。JETRO マレーシア、JETRO 鳥取と打ち合わせ済みである。

#### (2) 維持管理方法

現地調査の結果、焼却炉やごみ選別機 (MRF) が導入されたが維持管理が適切に行われず、故障し利用できなくなっているケースがあるため、定期的なメンテナンスサービスを提供できる仕組みを構築していくことが必要であると考えている。具体的には、現地販売代理店で装置の販売を行った後、販売代理店の職員が定期的にメンテナンスサービスのために顧客を巡回し、点検を行う体制を構築する。点検は年に 2 回程度を想定している。

#### (3) 現地パートナー(販売代理店)

現地調査の結果、マレーシア国の現地販売代理店の候補としてマレー系では、Alam Flora 社、中華系では、Sence International 社の 2 社を有力候補としている。マレーシア国は他民族国家であり、その中でもマレー系と中華系が同国のビジネスを握っている。そのため、

マレー系 1 社、中華系 1 社を現地販売代理店として考えている。

### 1) Alam Flora 社

Alam Flora 社は、マレーシア国内中部地域の中央政府及地方自治体から民間委託を受け一般廃棄物の収集・運搬を行っている。また、リサイクルセンターを設置し、リサイクル品の買取と販売を行っている。現在 Alam Flora 社は、カザフスタン、カンボジア、タイ、ベトナムからごみの収集・運搬業務の打診が来ている。Alam Flora 社 CEO から、普及・実証事業で SFD システムの運転が確認できれば、マレーシア国内及関係国での現地販売代理店の打診をいただいている。Alam Flora 社は、DRB-HICOM Berhad Group 社のグループ会社である。DRB-HICOM 社は、日本の自動車会社である本田技研工業（株）やいすゞ自動車（株）と合弁会社を作っており、二輪車や四輪車の生産・販売を行っている。Alam Flora 社 CEO より、DRB-HICOM 社グループで現地生産も可能であるとの事である。

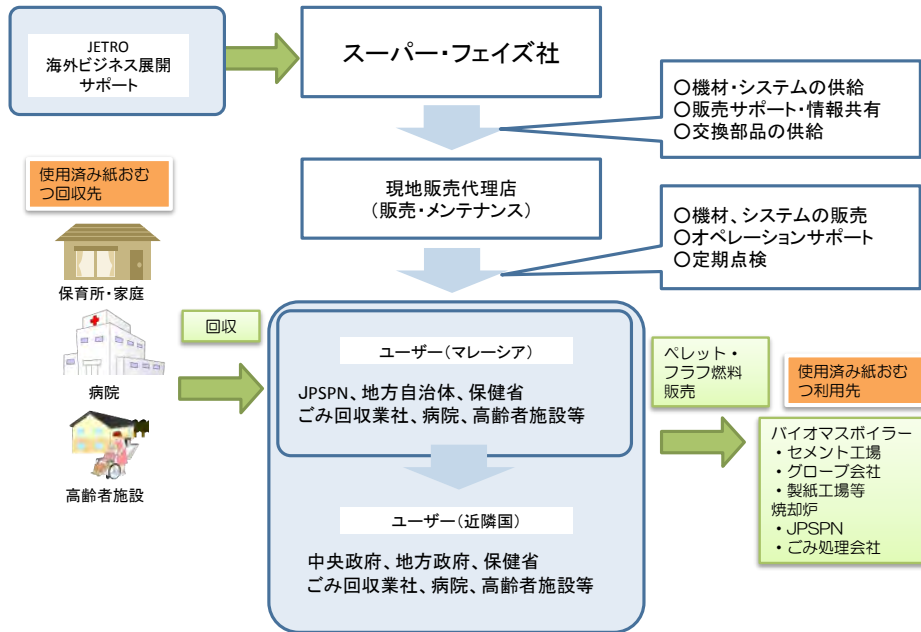
図 5-2-1 Alam Flora 社協力レター



### 2) Shence International 社

Shence International 社は、KL 近郊、メラカ市の産業廃棄物の収集・処理を行っている。子会社である Shence Green Tec 社は、マレーシア国内、中国、ベトナム、カンボジア、スペインに生ごみ処理機の販売を行っており、同社で機械の生産も行っている。Shence International 社 CEO から、現地販売代理店や現地機械生産を一緒に行いたいと打診を受けている。

図 5-2-2 ビジネス事業の実施体制






(出所) 調査団作成

(4) 販売予定製品

マレーシア国内及び海外販売においては、表 5-2-1 で示す製品の販売を計画している。購入候補機関の使用済み紙おむつ量（規模）や燃料の用途（フラフ燃料、ペレット燃料）に合わせて、SFD2000(大型)、SFD-HINOTORI(小型)、成形機（ペレット燃料用）を販売していく。

表 5-2-1 海外販売予定製品・スペック

製品名	処理量	サイズ	消費エネルギー	価格
SFD-2000 	600 Kg/日	長さ 5.1m×幅 1.6m×高さ 2.7m	電力 85.4KWh/日 LPG 45kg/日	5,700 万円～ (本体価格)
SFD-HINOTORI (2017 年 11 月発売予定) 	120kg/日	長さ 3.8m×幅 2.0m×高さ 1.9m	電力 200KWh/日	1,800 万円～ (本体価格)
成形機 (ペレット燃料用) 	30～60 kg/時間	長さ 1.47m×幅 0.6m×高さ 2.75m	電力 26.5kwh/日	1,700 万円～ (本体価格)
※輸送費、設置費別途。成形機の処理量は条件により変動します。				

(出所) 調査団作成

#### 5-2-2 ビジネス事業化に向けたスケジュール

当面は、KL 市、プトラジャヤ市、セランゴール州における JPSPN、SWCorp や地方自治体、ごみ回収業社の直接購入による装置の納入を予定している。その後段階的に他の地域や医療・福祉施設、近隣諸国への普及を図っていく。また、継続的に使用済み紙おむつリサイクル事業の啓蒙活動を保育所協会や JPSPN、SWCorp、地方自治体と協力して行っていく予定である。同国の開発計画にもなっている使用済み紙おむつのリサイクル産業の確立は、JPSPN と SWCorp 協力しながら事業を構築していくことから、JPSPN と SWCorp がビジネスの鍵になると想定している。

今後提案を予定している普及・実証事業 (約 2 年) において、装置の有効性の実証及び現地の事情に合わせて製品の提案、関係機関と使用済みリサイクル産業の確立を図っていく。2 年間で現地に合わせたビジネス展開の構築を詳細に作り、その後ビジネス展開及び販売拡大を図っていく予定である。

表 5-2-2 ビジネス事業スケジュール計画案

事業計画案		2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
ODA	案件化調査		■					
ODA	普及実証事業			■	■	■		
ビジネス	現地販売代理店の設置/人材育成				■			
ビジネス	JPSPNへ販売					■	■	■
ビジネス	地方政府へ販売					■	■	■
ビジネス	ごみ回収会社へ販売					■	■	■
ビジネス	保健省・病院へ販売						■	
ビジネス	近隣諸国へ展開							■
ビジネス	使用済み紙おむつリサイクル啓蒙活動			■	■	■	■	■
ビジネス	特許申請					■		

(出所) 調査団作成

### 5-2-3 提案企業が事業展開した場合の開発効果

前述したとおり、マレーシア国は先進国入りに向け、開発と環境保全の調和が重要課題の一つとなっている。ごみ問題が深刻化しており、特に使用済み紙おむつ量が年々増加しており、政府は 2015 ～ 2020 年における固形廃棄物管理の包括的な行動計画の中で、使用済み紙おむつリサイクル産業を確立すると提言している。また現地調査においても、埋立処分場には多くの使用済み紙おむつが散乱しているのが確認された。

このような状況にある中で、提案装置を設置して、現地政府と使用済み紙おむつ産業の確立、使用済み紙おむつリサイクルの啓蒙活動を行うことは、マレーシア国の開発課題を解決するとともに、地域住民衛生環境の向上、化石燃料の削減、地球環境の保護につながると言える。

マレーシア国の取り組みを先行事例として、近隣諸国の ASEAN へ展開していくことで、埋立処分場への負荷の軽減、化石燃料の削減など環境負荷軽減に貢献することができる。

開発効果は以下の通りである。

- ・ マレーシア開発課題の解決
- ・ 埋立処分場への負荷軽減/延命化
- ・ ごみ処理費の削減
- ・ 化石燃料の削減/CO<sub>2</sub> の削減
- ・ 衛生環境の向上
- ・ 使用済み紙おむつを燃料化することができる
- ・ 環境問題（使用済み紙おむつリサイクル）に対する啓発活動
- ・ 新しい使用済み紙おむつリサイクルビジネス産業の振興促進
- ・ 装置の維持管理技術に関わる人材育成

### 5-3 事業展開におけるリスクと課題

#### 5-3-1 環境社会配慮面等のリスク

本事業で提案する装置は、薬品等を利用せず、環境汚染する排ガスは発生しない。そのため、環境への負荷は小さく、リスクはそれほど大きくない。今後事業を行っていくにあたり、長期的な環境負荷を考えると、装置の廃棄方法を明らかにしておく必要がある。

#### 5-3-2 知財面でのリスク

本製品は、使用済み紙おむつを燃料化する新しい装置であり、同社の経験と技術力が大きく反映されている。しかし今後、他社に模造される可能性は否定できず、知的面でのリスクは存在する。現地販売代理店との間で、秘密保持契約書を締結することで、本製品の技術・ノウハウ等が流出しないようにする。また、マラヤ大学と共同で特許の出願を予定している。



## 第6章 その他

### 6-1 その他参考情報

別添資料-1 本邦受入活動報告書

#### 本邦受入活動報告書

2017年5月22日

業務主任者：木村 幸弘

案件名：マレーシア国使用済み紙おむつリサイクルシステム案件化調査

企業名：株式会社 スーパー・フェイズ

#### 1. 報告内容

##### (1) 受入活動の概要

##### (ア) 概要（目標、項目（具体的な活動内容））

目標：

本製品理解の促進、行政・民間事業者の廃棄物（使用済み紙おむつ）処理の取り組みについて学ぶ

項目：

- ① 本製品(SFD2000)について理解を深める。
- ② 行政・民間事業者の本製品の活用・維持管理体制について理解を深める。
- ③ 廃棄物（使用済み紙おむつ）に対する取り組みについて理解を深める。
- ④ 廃棄物処理（リサイクル）の現状について理解を深める。

##### (イ) 受入期間

2017年5月8日（月）～2017年5月12日（金）

##### (ウ) 参加者リスト

① 氏名：Mr. Muhanmad Zaini Hasan

所属：JPSPN (National Solid Waste Management Department)

役職：Director of Licensing Division

② 氏名：Miss. Ili Deliela Razali

所属：DoE (Department of Environment)

役職：Assistant Director

③ 氏名 : Mr. Mohd Safri bin Abdul Rahman

所属 : SWCorp (Solid Waste and public cleaning management corporation)

役職 : Environmental Health Officer

④ 氏名 : Mr. Abdul Nazid bin Halid

所属 : SWCorp (Solid Waste and public cleaning management corporation)

役職 : Engineer (Technology and Research Division)

(エ) 日程表

日時	場所	内容	担当者
5月9日(火)			
11:00~12:30	(株)衛生センター	(株)衛生センターに設置されている SFD システムについて学習	岡崎 克紀
5月10日(水)			
10:00~11:00	伯耆町役場	伯耆町における使用済み紙おむつリサイクル事業、廃棄物処理について学習	森保 保
11:00~12:00	伯耆町清掃センター	伯耆町清掃センターに設置されている SFD システムについて学習(使用済み紙おむつ投入)	山根 秋夫
14:00~15:00	大山リハビリステーション病院	大山リハビリステーション病院を訪問し、使用済み紙おむつの分別状況を見学	山瀬 徹
5月11日(木)			
9:30~10:15	伯耆町清掃センター	伯耆町清掃センターに設置されている SFD システムについて学習(フラフ排出、ペレット燃料製造)	井本 達彦
10:30~11:00	ゆうあいパル	ゆうあいパルのバイオマスボイラー(ペレット燃料利用)の見学	本庄 直哉
13:00~14:00	(株)三光	(株)三光を訪問し、鳥取県の廃棄物処理(リサイクル)の現状について見学	渡辺 美和

## (2)受注者による所見

### (ア) 本邦受入活動の結果・課題（目標の達成状況、成果、改善点等）

#### 1) (株) 衛生センターに設置されている SFD システムの見学

木村及び岡崎が中心となり、(株) 衛生センターに設置されている SFD システムの仕組みについて説明を行った。具体的には、(株) 衛生センターの焼却炉の廃熱を利用して、SFD マシンを稼働している仕組みや SFD マシンから出されたフラフを焼却炉の助燃剤として利用している仕組みの説明を行った。SFD マシンの運転に LPG ガスを使わずに、焼却炉から出される廃熱（温風）を SFD マシンの乾燥プロセスに利用し、フラフを助燃剤として利用するサーマルリサイクルに、本邦受入者は非常に感心していた。オペレーション費の LPG ガス代がかからないことは、本邦受入者にとっては、非常に魅力的で熱心にシステムの仕組みについて見聞きしていた。

#### 2) 伯耆町役場にて、伯耆町の廃棄物処理について学習及びマレーシアの廃棄物処理の現状について報告

Mr. Zaini (JPAPN) より、パワーポイントを用いて、マレーシアの廃棄物の現状及び取り組みについて伯耆町町長、職員に説明を行った。具体的には、マレーシアの廃棄物量は年々増加しており、埋立て処分場での処理が適切に行われておらず、廃棄物処理が非常に問題になっている。特に使用済み紙おむつ量は、2005 年には 5%（廃棄物の組成）しかなかったものが、2012 年には 12%になっており、政府としても非常に問題意識を持っている。

伯耆町森保町長は、資料を用いて、高齢化が進んでいる現状や廃棄物の処理の取り組みなどの説明を行った。具体的には、生ごみの堆肥化の取り組みや使用済み紙おむつのリサイクル事業化の説明を行った。高齢化に伴い、病院や介護施設からたくさんの使用済み紙おむつが出されるようになった。同町は、使用済み紙おむつの増加により、焼却炉への負荷（使用済み紙おむつは燃えにくい）がかかるため、使用済み紙おむつを分別して、SFD システムでペレット燃料を作り、同町の温水プールのボイラーで利用している仕組みの説明を行った。

#### 3) 伯耆町清掃センターにて、SFD システムの見学（投入）

木村及び山根が中心となり、実際の機械を見学しながら、SFD マシンの仕組みや各パーツの役割について説明を行った。

具体的には、実際に使用済み紙おむつを機械に投入し、使用済み紙おむつの破碎や乾燥の仕組み、脱臭の仕組み、排気の仕組みなどの説明を行った。本邦受入者は、脱臭の仕組み

と排気の仕組みについて、多くの質問をしていた。実際の機械を見て、想像以上にコンパクトで騒音もなく、マレーシアにおいて SFD システムの有効性を確認した様子で、装置について活発な質疑応答が行われた。

#### 4) 大山リハビリステーションの見学

山瀬、山浦、門脇、村田より、使用済み紙おむつの分別の仕方について説明を受けた。同リハビリステーションは、ゴミの再利用と地域貢献のために、使用済み紙おむつのリサイクル事業を始めた。4 施設あり、1 施設に約 50 人が入居している。施設内で利用されている使用済み紙おむつ交換車やゴミの保管場所を見学しながら、詳しい説明を受けた。エプロンとティッシュはメディカルウエストに、使用済み紙おむつと手袋は SFD システムリサイクルに分別しているのを見学した。本邦受入者から病院や介護施設での分別は、感染面などの観点から、「分別が大変だからマレーシアでは難しそう」という意見が出されたが、山浦、門脇より、「私たちも分別を始めた当初は、分別という手間が増えて大変だったけど、地域のため、人のためという思いで、分別しているうちに、分別が習慣化して今では、苦を感じずに分別できている」と説明された。本邦受入者は、その言葉を聞き、非常に感銘を受けていた。マレーシアでも最初は大変だと思うが、マレーシアのため、人のために分別できるように取り組んでいきたいと述べていた。

#### 5) 伯耆町清掃センターにて、SFD システムの見学（排出、ペレット化）

前日に SFD マシンに投入した使用済み紙おむつを取り出し、取り出されたフラフ燃料を成型機に入れて、ペレット燃料を作る過程を見学した。

木村、山根より、フラフ燃料の取り出し方、フラフ燃料を成型機に入れる手順、成型機の運転方法、機械の維持管理について説明を受けた。本邦受入者は、前日に機械に入れた使用済み紙おむつが、乾燥されたフラフ燃料になって出てきたことに驚いていた。臭いもほとんどなく、何も薬品を使っていないことに非常に驚いていた。マレーシアでは、ゴミ処理場では消臭に薬品や菌を利用しており、それらを利用していない事に非常に感心していた。本邦受入者は、SFD マシンのメンテナンス方法や時期、メンテナンス費用、脱臭の仕組みについて活発的に質疑応答していた。

## 6) ゆうあいパルの見学

伯耆町が運営する、ゆうあいパル（温水プール、温泉）を訪問し、使用済み紙おむつから作られたペレット燃料を利用した、ボイラー及び温水プールを見学した。

本庄より、ペレット燃料の利用・活用方法、ボイラーによる温水製造の過程について説明を受けた。消費ペレット量や温度管理、残渣の利用方法、排気の仕組みについて、機械を見学しながら説明を受けた。本邦受入者より、マレーシアでは健康志向が高くなってきており、スポーツジムが増えてきている。現在は、屋外のプールがほとんどだが、今後は室内プールも多くなってくると思うので、そういう施設での利用も可能ではないかという意見が出された。

## 7) (株)三光廃棄物処理施設の見学

渡辺より、DVDを見ながら(株)三光が行っている廃棄物処理施設（焼却発電施設、RPF 燃料製造工場、汚泥焼却（炭化）施設、PCB 廃棄物処理施設）の説明を受けた。その後、渡辺の案内の下、施設の見学を行った。

廃棄物を焼却して発電する仕組みや廃熱を利用して魚を養殖する仕組み、廃棄物を破砕し RPF 燃料を作る仕組みについて質疑応答が行われた。

本邦受入者はマレーシアでは、ほとんどが埋め立て処分されており、日本のリサイクルに対する取り組み・現状に非常に感心していた。また、施設の設備投資価格を聞いて非常に驚いていた。

### (イ) 参加者の意欲・受講態度、理解度

参加者 4 名は、すべての活動に意欲的に参加した。担当者からの説明を熱心に聞き、わからないことは積極的に質問していた。実際の SFD システムの運転を見学し、より多くの知識や情報を理解しようという姿勢が見られていた。

Mr. Abdul Nazid は、普及実証事業が採択された際には、実際の現場で機械の維持管理を行う予定になっている担当者である。彼は SFD システムの運転や維持管理について、熱心に質問していた。SFD システムは、イメージしていたより、維持管理が簡単で驚いていた。

### (ウ) 本邦受入活動の成果を生かした今後の活動計画

今回の活動の成果は、実際の SFD システムの仕組みや利用方法、脱臭、廃棄に関する本邦受入者の理解が深まり、具体的な導入先、導入方法がイメージされ、マレーシアでの普及・導入に対する意識が高まった。マレーシアにおいて SFD システムが普及していくための共通認識が共有できた。今後は、7月に予定されている案件化調査最後の現地調査におけ

る関係者との協議・調整・合意を踏まえ、普及実証事業に応募し、採択されればクアラルンプールのトランスファーステーションに SFD システムを導入し、マレーシアにおける廃棄物問題の課題解決、SFD システムの実証・普及を目指していきたい。

(エ) その他特記事項

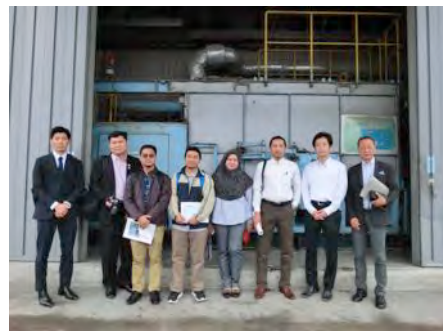
## 2. 添付資料

(1) 受入詳細計画表（実績版）

打合せ簿添付資料 「別添 2」 参照。

(2) 本邦受入活動写真

5 月 9 日 (株) 衛生センターの見学



5 月 10 日 伯耆町訪問



5月10日 伯耆町清掃センターの見学(使用済み紙おむつの投入、システムの説明)



5月10日 大山リハビリステーションの見学



5月11日 伯耆町清掃センターの見学 (フラフ燃料取り出し、ペレット燃料生産)



5月11日 ゆうあいパルの見学



5月11日 (株)三光の見学



(3)その他

(ア)新聞記事

日本海新聞 (5月15日付)





別添資料-2 施工予定計画関連資料

SFD システム設置予定場所



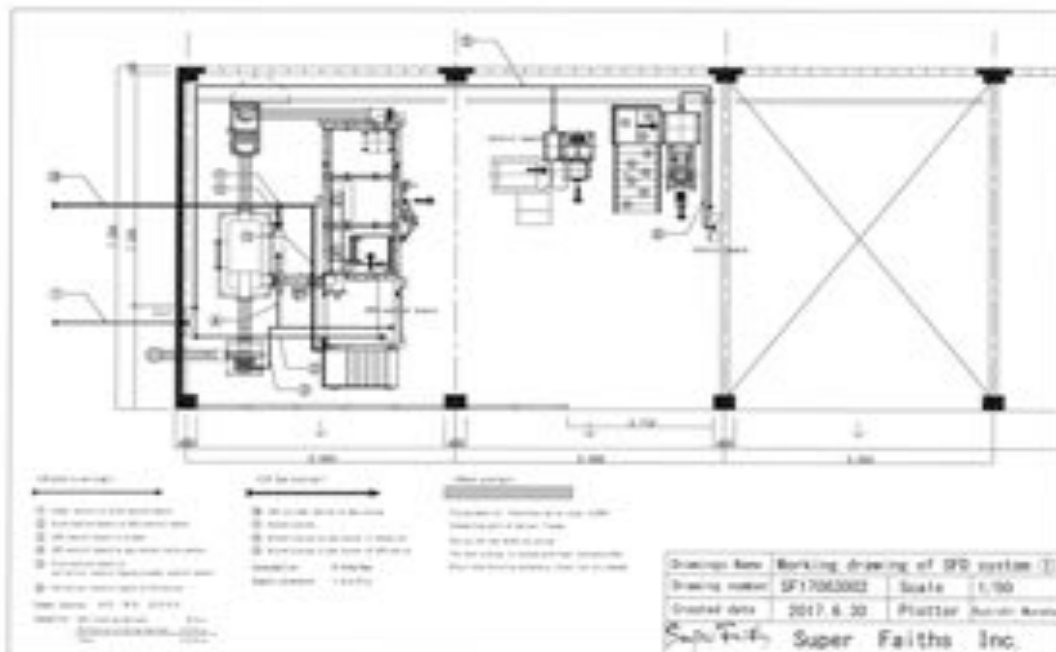
SFD システム搬入・設置方法



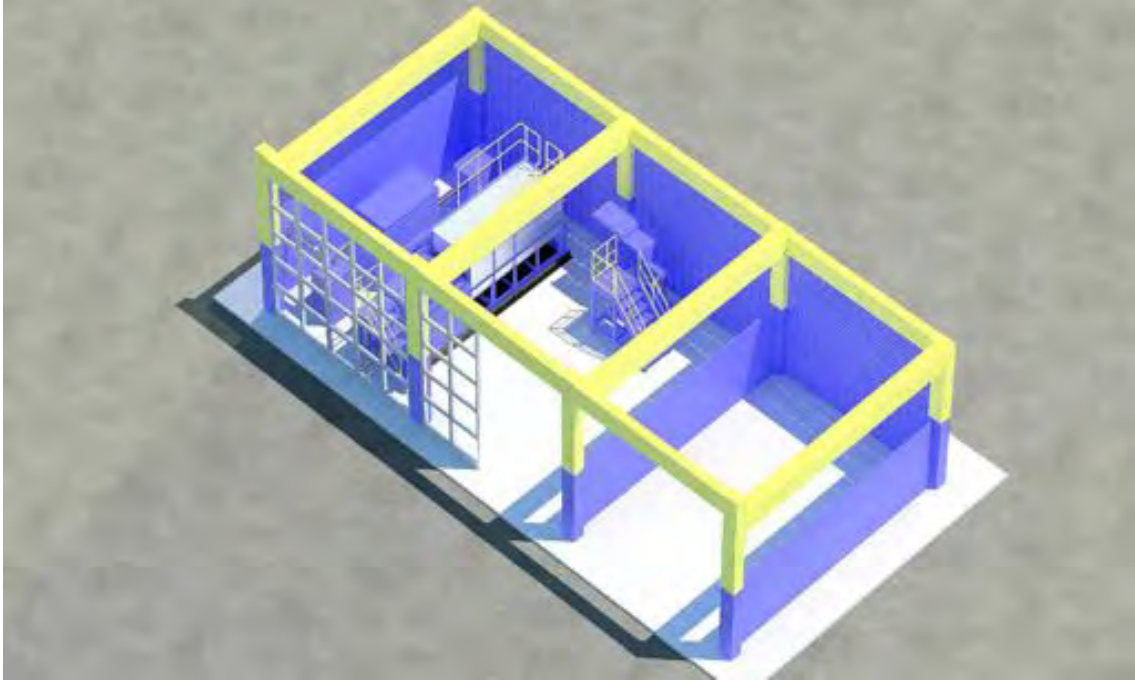
施工予定図



施工配管・配線予定図



設置イメージ案（外観）



設置イメージ案（内観）



## 英文要約（英文・英文ポンチ絵）

### Summary

#### Introduction:

Due to increasing population and economic growth, the volume of waste per capita is increasing in Malaysia, where the waste is disposed at landfills. As the economic growth, thus, increased income, stimulated the use of diapers and it is now the 3<sup>rd</sup> largest volume in domestic waste (44% – food, 13% – plastics, 12% – used diapers). Used diapers cannot be decomposed for 250 to 500 years, releases greenhouse gas called methane gas, and causes health and environmental hazard by being spread out by birds and other animals if they are dumped in the landfills. Proper treatment of used diapers, therefore, has been important issue. The government (SWCorp) aims to develop used diapers recycling industry in 2018 to 2020.

This survey was conducted in Kuala Lumpur City, Putra Jaya City, Melaka City, State of Penang, and Langkawi Island, where the issue of proper used diapers treatment has been an issue and solutions are needed.

The purpose of this survey is to assist the issue of proper used diapers treatment in Malaysia by planning ODA project and also to plan commercial operation of SFD System. SFD System was invented by Super Faiths Inc., (hereinafter “Proposed Company” ) and has been in operation in Houki Town (Tottori Prefecture), Yubari City (Hokkaido), Kitami City (Hokkaido), Niigata City (Niigata Prefecture) etc., and the survey will study demands and needs of the SFD System, issues and challenges in introduction, possible location, procurement, installation work and logistics to name a few.

For overseas marketing the survey will study the issues and challenges in marketing SFD System in overseas, procurement of material for introduction, installation work, logistics, related laws and taxes in importation. The initial target will be Kuala Lumpur City (hereinafter “KL” ), followed by expansion to Malaysia as a whole and neighbouring ASEAN countries.

#### Chapter 1: Current Situation in the Survey Country/Area

As Malaysia is aiming to become a developed country, the issues of high value adding economy, harmony between development and environmental conservation, equal opportunity in education and job, and protection of socially vulnerable citizens need

to be tackled. Increasing population and economic growth lead increasing volume of waste per capita in Malaysia. Wastes are disposed at the landfill and increased domestic income increases the volume of wastes and use of diapers. Untreated used diapers will release greenhouse gas called methane gas and causes environmental and health hazard by being spread out by animals. Therefore, reduction of waste volume and proper treatment of used diapers are now critical issues.

#### Current Status of the Waste:

In 2012, the total daily weight of solid waste in Malaysia was 33,000t or 1.17kg per capita (33,000t over the population of 28,300,000). The 2005 estimate expected 30,000t per day benchmark would reach in 2020. As Malaysia currently heavily relies on landfills for the waste disposal, increased volume of waste puts pressure to existing landfills. Therefore, promotion of 3R concept to reduce the volume of waste is greatly needed.

#### Current Status of the Used Diapers:

It is now the 3<sup>rd</sup> largest volume in domestic waste (44% – food, 13% – plastics, 12% – used diapers), whereas the research conducted in 2005 found it was only 5% but now increased to 12%. As it is the government policy to solve the issue of used diapers, its solutions and establishment of used diapers recycling industry are aimed in between 2018 and 2020.

The main users of diapers are homes, kindergartens, care houses and hospitals. As separation of the used diapers with other wastes is not done in Malaysia, they are collected with other wastes and disposed at the landfills by the companies contracted by the local government. Used diapers from hospitals are collected by specialises companies together with other medical waste.

## Chapter 2: Feasibility of the Product/Technology of the Proposed Company and Overseas Marketing Policy

The proposed system allows reduction of the volume of used diapers and turns to fuel. Patent is already secured in Japan and China, and is applying for it in the USA and the EU.

Used diapers in sealed plastic bags can be put in the machine, therefore the user

does not have to touch them directly and releases no odour. They are crushed, dried and sterilised over 16 hours in the machine and become light and fluffy “fluff” . All processes are automated except for putting the used diapers in sealed plastic bags and retrieving the processed product. The volume of used diapers is reduced to 1/3 after becoming the fluff. It can be used as supplementary fuel to incinerator, and can be further reduced to 1/16 by processing it to pelletised fuel. Calorific value of the pelletised fuel is 5,000 kCal and it can be used as fuel of biomass boiler at factories for example.

The Proposed Company does not own its factory. Therefore it is planned that at the initial stage the System will be shipped from Japan to Malaysia and two local sales agents will be appointed for marketing and maintenance. In other words marketing will be emphasised in the initial stage. Establishment of a local joint venture company will be planned subject to the sales scale (initial investment is earmarked at about 10,000,000 Yen).

The Proposed Product is suitable to the countries and areas where used diapers are disposed at landfills, supplementary fuel for small/medium sized incinerator is scarce, and/or the engine uses fluff and pelletised fuel as supplementary fuel exist. It has been difficult to expand its market in Japan because there are quite a number of large scale melting furnaces and incinerators. On the other hand, however, there is a strong possibility of higher sales of the Proposed Product in developing countries, where environmental policies and actions have just begun due to financial problem. Contribution to issue of proper used diapers treatment and prevention against global warming in Malaysia is desired by introducing the SFD System in Malaysia, where solution to increased volume of used diapers is being sought. Furthermore, by collaborating with SWCorp and relevant authorities, assisting to the solution to this problem through establishment of used diapers recycling industry is also desired. By introduction of the SFD System in Malaysia, even better product will be developed and assisting to establishment of used diapers recycling industry will be aimed. It is therefore planned that good sales record will be made in Malaysia for introduction to its neighbouring ASEAN countries.

Chapter 3: Outcome of the Feasibility Survey for the Proposed Product/Technology  
Utilising in ODA Projects

Feasibility of the SFD System requires assessment and investigation of the followings:

1. Origin of used diapers
2. Possibility of collection and transportation of used diapers
3. Location of the SFD System installation
4. Utilities, operator and maintenance structure of the SFD System operation
5. Demand for the recycled material (fluff and pellet)
6. Approval and cooperation by the local authorities for these activities

In 2005, the volume of waste in Malaysia was 19,000t per day that consists of 5.6% used diapers. The estimate was that 30,000t per day would reach in 2020. However, due to steep increase of the volume of waste it had already reached in 2012. Used diapers is now the 3<sup>rd</sup> largest volume of solid waste (12.1%), 2,625t per day.

In Malaysia, used diapers are not incinerated but disposed at the landfills. This causes pressure to the capacity of existing landfills and releases greenhouse gas called methane gas. They also pressure transportation costs due to its volume and weight.

#### Chapter 4: Proposal for Formulating ODA Project

As a part of proposal for formulating ODA Project, implementation of the following formation through JICA Pilot Survey is considered. The possibility will be studied and details will be identified:

Counterpart:

- SWCorp

Implementation Site:

- Transfer Station managed by KL Taman Beringin on behalf of SWCorp

Targeted Waste:

- Used diapers from 10 to 20 kindergartens under jurisdiction of PPBM Kindergarten Association (600kg/day)

Operation and Management of the SFD System:

- SWCorp/Alam Flora (private waste collection company)

Collection and Transportation of Used Diapers and Pelletised Fuel:

- Alam Flora (private waste collection company)

Recycled Fuel User:

- Cement & Concrete Association (C&CA), Top Glove (rubber gloves manufacturer), Alam Flora related factories

Research, Analysis and Investigation Institution:

- The University of Malaysia

## Chapter 5: Detailed Plan of the Business Operation

The volume of used diapers in Malaysia is 2,625t/day (2012 JPSPN data), and the research conducted last year found it is 14% of entire solid waste. In order to treat all of used diapers it will require 4,325 units of the SFD2000 type. It can be said the market potential is very high. There are 250 kindergartens under jurisdiction of the PPBM Kindergarten Association that will assist implementation of the pilot survey (50 young children each) in KL. In order to treat the used diapers originated from the kindergartens under jurisdiction of the PPBM Kindergarten Association, it is estimated there are 13 systems needed.

As the used diapers in Malaysia are all disposed at landfills, it is considered there is no competitor to this System. Rather, new industry called used diapers recycling will be developed with SWCorp and relevant authorities.

SWCorp of Malaysia suggests development of used diapers recycling industry in between 2018 and 2020 under "2015-2020 Comprehensive Action Plan for Solid Waste Management". Demand for used diapers recycling industry is high.

In collaboration with SWCorp, Alam Flora, PPBM Kindergarten Association, fuel users and the University of Malaysia, establishment of the system of used diapers recycling industry will be aimed at the pilot survey.

Currently the local firms called Alam Flora (Malay) and Shence International (Chinese) have shown strong interest in becoming the local sales agent and partner in a joint venture company. The Proposed Company intends to prove feasibility of the used diapers recycling system, research and proposal to the system suiting the local situation, and establishment of the system of used diapers recycling industry in the course of the pilot survey in Malaysia. It is planned that local sales agent agreement with the local company(ies) will be entered towards the end of the pilot survey. Establishment of a joint venture company and local production of the System will be considered if the volume of the sales has come to considerable scale. Marketing and maintenance will be done by local sales agent and/or local joint venture company.



## Feasibility Survey with the Private Sector for Utilizing Japanese Technologies in ODA Projects Recycling System for Used Diapers in Malaysia

### Details of SME and Survey Site • Counterpart Organization

- Name of SME : Super Faiths Inc.
- Location of SME : Saihaku-gun, Tottori Prefecture, Japan
- Survey Site/Counterpart Organization : Malaysia/SWC Corp



### Development Issues in Malaysia

- The volume of solid waste is rapidly expanding from 19,000t/day in 2005 to 33,000t/day in 2012.
- The percentage of disposable diapers in solid waste is so steep that 5.06% in 2005 now reaches to 12.1% in 2012.
- As these used disposable diapers are dumped to landfill untreated, they cause environmental and hygienic threats from methane gas released from the organic matters and birds and insects.

### Products and Technologies of SMEs

- A used disposable diapers recycling machine, SFD-2000, reduces the volume of used disposable diapers to about 1/3. By pelletizing them the volume can be further reduced to 1/16.
- The machine fractures, dries and sterilizes the organic matters in the used disposable diapers.
- SFD-2000 changes the used disposable diapers into fuel resources.

### Proposed ODA Projects and Expected Impact

The outcome of this Survey is to apply for the "Verification Survey With the Private Sector for Disseminating Japanese Technologies" for the following grounds:

- Replacement to fossil fuel by using the used disposable diapers (recycled fuel) through introduction and use of the SFD-2000
- Reduction in the volume of the solid waste; the used disposable diapers now forms 12% of the total solid waste volume
- Improvement to the environment by preventing the used disposable diapers from releasing methane gas and avoids attraction of birds and insects through the fractured, dried and sterilized used disposable diapers