

モルディブ国

モルディブ国
次世代型熱分解炉を活用した
廃棄物処理システム
案件化調査

業務完了報告書

平成 30 年 1 月
(2018 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

株式会社倭和テクノス

国内
JR(先)
18-007

写 真



マレ島の廃棄物処理場であるティラフシ島で自然発火する廃棄物の山



マレ島において家庭の廃棄物を運んでいたバングラディッシュ人回収人



マレ島で運用が始まった WAMCO の廃棄物収集車



フルマーレ島での廃棄物集積場



アッドゥ市で 18 年間分別されずに堆積された廃棄物の山



ヒンマフシ島で使い方がわからず使用されないままの焼却炉があるウェストマネジメントセンター



フェンフシ島で島カウンスルのウェストマネジメントセンターにて堆肥化される台所ゴミとグリーンウェスト



リゾート島 Biyadhoo Island Resort での自製焼却炉



リゾート島 Bandos Maldives で、ティラフシ島へ輸送するために、段ボール、缶などを混合した状態で圧縮した廃棄物



マーフシ島で無分別の廃棄物を野焼きで焼却する様子



マーフシ島で台所ゴミを海洋投棄する廃棄ボックスと投棄場所



マーフシ島で廃棄物を運搬する住民



マーフシ島での民間企業によるペットボトル回収ステーション



マーフシ島での環境エネルギー省主催の島のステークホルダーを集めたワークショップでの記念写真



マーフシ島カウンスルとの協議



環境エネルギー省との協議

目 次

略語集.....	i
図表目次.....	ii
要約.....	iv
ポンチ絵.....	xv
はじめに.....	xvi
第1章 対象国・地域の開発課題.....	1
1-1 対象国・地域の開発課題.....	1
1-2 当該開発課題に関連する開発計画、政策、法令等.....	30
1-3 当該開発課題に関連する我が国国別開発協力方針.....	33
1-4 当該開発課題に関連する ODA 事業及び他ドナーの先行事例分析.....	33
第2章 提案企業、製品・技術.....	35
2-1 提案企業の概要.....	35
2-2 提案製品・技術の概要.....	36
2-3 提案製品・技術の現地適合性.....	40
2-4 開発課題解決貢献可能性.....	40
第3章 ODA 案件化.....	42
3-1 ODA 案件概要.....	42
3-2 ODA 案件内容.....	46
3-3 C/P 候補機関組織・協議状況.....	52
3-4 他 ODA 事業との連携可能性.....	60
3-5 ODA 案件形成における課題・リスクと対応策.....	60
3-6 環境社会配慮等.....	61
3-7 期待される開発効果.....	68
第4章 ビジネス展開計画.....	70
4-1 ビジネス展開計画概要.....	70
4-2 市場分析.....	70
4-3 バリューチェーン.....	70
4-4 進出形態とパートナー候補.....	70
4-5 収支計画.....	71
4-6 想定される課題・リスクと対応策.....	71
4-7 期待される開発効果.....	71
4-8 日本国内地元経済・地域活性化への貢献.....	71
英文要約 Summary.....	72

略語集

略語	名称(断りのないものは英語)	日本語名称
ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
C/P	counterpart	カウンターパート
EPA	Environmental Protection Agency	環境保護庁
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
EMP	Environment Management Plan	環境管理計画
ERCM	Earth Resource Ceramic Machine	ERCM(本調査で提案する廃棄物処理装置の名称)
FDI	Foreign Direct Investment	外国直接投資
FENAKA	Fenaka Corporation Limited (ディベヒ語) Fen Narudhama Karant (英語訳) Water Sewerage Electricity	上下水道電力公社(地方部を所管)
GST	General Sales Tax	売上税
MATI	Maldives Association of Tourism Industry	モルディブ旅行業協会
M/M	Meeting Minutes	面談議事録
MOU	Memorandum of Understanding	基本合意書
PDM	Project Design Matrix	プロジェクト・デザイン・マトリクス
STELCO	State Electric Company Ltd	国家電力公社
WAMCO	Waste Management Corporation Ltd	廃棄物管理公社
3R	Reduce - Reuse - Recycle	廃棄物を減らす、繰り返し使う、再資源化すること

為替レート

本文中の現地通貨の換算については、以下のレートを使用する。

2017年11月時点

1米ドル(USD)	→	113.7 円(JPY)
1モルディブ ルフィア(MVR)	→	7.48 円(JPY)
1スリランカルピー(LKR)	→	0.75 円(JPY)

補助通貨単位

1モルディブ ルフィア	=	100 ラーリ
-------------	---	---------

図表目次

図表 1-1-1	環境エネルギー省組織図	1
図表 1-1-2	廃棄物施設地域区分図	2
図表 1-1-3	モ国の人口動態	4
図表 1-1-4	ティラフシ島に搬入される廃棄物量	5
図表 1-1-5	家庭の廃棄物を運搬していた民間の回収人(写真)	6
図表 1-1-6	家庭や事業所からの廃棄物回収を有料で実施する旨の告知チラシ	7
図表 1-1-7	廃棄物を回収していく WAMCO 職員(写真)	7
図表 1-1-8	マレ島で廃棄物を積み込む運搬船(写真)	8
図表 1-1-9	マレ島近隣の島の位置関係	8
図表 1-1-10	フルマーレ島で戸別回収の登録を呼びかける WAMCO の登録所(写真)	9
図表 1-1-11	フルマーレ島の廃棄物集積場の様子(写真)	9
図表 1-1-12	ティラフシ島地図と、調査団の視察範囲	10
図表 1-1-13	ティラフシ島の廃棄物処理の状況(写真)	10
図表 1-1-14	WAMCO アッドゥ 2017 年 7 月の廃棄物回収状況と、排出量の推計	11
図表 1-1-15	アッドゥ市の廃棄物処理の状況(写真)	12
図表 1-1-16	フェンフシ島の廃棄物処理の状況(写真)	15
図表 1-1-17	マーフシ島の廃棄物の運搬の状況(写真)	18
図表 1-1-18	マーフシ島の廃棄物処理の状況(写真)	19
図表 1-1-19	マーフシ刑務所の廃棄物処理の状況(写真)	21
図表 1-1-20	ヒンマフシ島の廃棄物処理の状況(写真)	22
図表 1-1-21	宿泊施設ベッド数の環礁別比率(2016 年)	23
図表 1-1-22	宿泊施設ベッド数の推移	23
図表 1-1-23	一般的なリゾート島の廃棄物の内訳	24
図表 1-1-24	バンドス・モルディブの廃棄物処理の状況(写真)	26
図表 1-1-25	ビヤドゥ・アイランド・リゾートの廃棄物処理の状況(写真)	28
図表 1-1-26	モ国リゾート島における焼却炉稼働の状況	28
図表 1-2-1	国家廃棄物管理方針の概念	30
図表 1-2-2	廃棄物処理に関する法的枠組み	31
図表 1-4-1	他ドナーのモ国における廃棄物関連プロジェクト	33
図表 2-1-1	佼和テクノスが参画したプロジェクトの報告書(写真)	35
図表 2-2-1	ERCM の設置例(食品工場)	36
図表 2-2-2	ERCM のプロセスフロー(側面図)	37
図表 2-2-3	ERCM における廃棄物分解の仕組み	38
図表 2-2-4	ERCM の導入実績	38
図表 2-2-5	ERCM 製品価格・スペック	39
図表 2-2-6	ERCM と従来型焼却炉の違い	39

図表 3-1-1	普及・実証事業の全体イメージ	45
図表 3-1-2	普及・実証事業のプロジェクトサイト	46
図表 3-2-1	普及・実証事業の目的、成果、活動	46
図表 3-2-2	普及・実証事業における投入	49
図表 3-2-3	普及・実証事業の実施体制	50
図表 3-2-4	普及・実証事業の作業工程	51
図表 3-2-5	普及・実証事業の事業概算	51
図表 3-3-1	環境エネルギー省の組織図	53
図表 3-3-2	環境エネルギー省との協議の経緯	54
図表 3-3-3	ワークショップの様子を紹介する環境エネルギー省ソーシャルメディア	58
図表 3-3-4	マーフシ島の廃棄物の種類別 1日あたりの廃棄物排出量の推計	59
図表 3-6-1	EIA 実施のフロー	62
図表 3-6-2	モ国排出基準と ERCM の比較	63
図表 3-6-3	環境チェックリスト	65
図表 3-7-1	期待される開発効果	69

要約

第1章 対象国・地域の開発課題

1-1 対象国・地域の開発課題

(i) 廃棄物処理に関する所管省庁

モルディブ国(以下、モ国)で廃棄物処理を所管するのは、環境エネルギー省である。担当部局は、廃棄物及び公害管理局(Waste Management and Pollution Control Department)である。廃棄物処理について実効力を持った取組は、2015年にモ国において国際連合地域開発センターによる「3R フォーラム」が開催されたことを契機として開始されたばかりである。

環境エネルギー省では、モルディブ環境管理プロジェクト(Maldives Environmental Management Project)として、モ国を7つの地域区分(ゾーン)に区分し、ゾーン内の島嶼の廃棄物を集中して管理、処理する地域集中廃棄物管理センター(Regional Waste Management Centers)を設置する計画である。これに対応して、ゾーン内の住民島は、島ごとにウェストマネジメントセンター(Waste Management Center)を設置し、島内で排出される廃棄物について、台所ゴミなど動植物由来のゴミを堆肥化し、それ以外のゴミを分別、管理する設備を備える。ウェストマネジメントセンターは、すべての住民島に2018年末までに整備される予定である。

(ii) モ国の廃棄物排出と処理に関する状況

モ国では、近年の人口増加および新たなリゾート島での宿泊施設の建設により、排出される廃棄物の量が増加しており、その処理が課題となっている。

モ国人口は増加し続けている。国家統計局の人口動態調査によれば、2006年から2014年にかけて、人口は15%増加している。年間の増加率では1.65%となっている。仮に1人あたりの廃棄物の排出量が増えなかったとしても、人口増加に応じた分、廃棄物量が増加していることになる。

(iii) 都市部における廃棄物排出と処理に関する状況

都市部における廃棄物排出については、マレ市、アッドゥ市で調査した。

排出される廃棄物の量については、廃棄物集積場等で廃棄物を計量する設備がないため、正確な数値は不明である。しかし、増加の傾向であることは間違いないようである。

マレ市、アッドゥ市においては、モ国政府が100%出資する廃棄物管理を担当する公社である、廃棄物管理公社(WAMCO: Waste Management Corporation Ltd、以下WAMCO)が廃棄物処理を担当している。WAMCOは2016年1月に設立され、第2回調査時点では、モ国内に事業所が3か所あり、マレ広域区(マレ島、フルマーレ島、ヴィリンギリ島)、アッドゥ市、フォームラク島で業務を実施している。

WAMCOでは、家庭や事業所からの廃棄物の回収、廃棄物処理を担当する。WAMCOが業務を開始する前は、民間の回収人が家庭や事業所を訪問して廃棄物を回収するスキームがあったが、WAMCOが回収するようになった。2017年夏から民間の回収人が禁止され、制度が移行中である。

廃棄物の回収にあたっては、1世帯あたり月額100~150ルフィア(約750~1,120円)の費用が徴取される。しかし、民間の回収人にも費用を支払っており、費用徴取に関する心理的抵抗は比較的少

ない。

マレ市においては、回収された廃棄物は、直線距離で約 6km の距離にある、ティラフシ島で処理される。ティラフシ島は、今後ゾーン 3 の地域廃棄物管理センターになり、焼却施設を導入する計画である。ティラフシ島には焼却施設はなく、運搬される廃棄物を埋め立てているだけである。以前は埋め立てる範囲を広げていたが、現在範囲を広げず上に堆積を続けている。そのため、廃棄物から、自然発火が起きている。周辺の海域にも廃棄物による臭気が流れて問題である。

アッドゥ市では、2017 年 4 月に WAMCO が新たに事業を開始するまで、公的に定められた廃棄物処理場はなく、慣習的に投棄される場所決まっている状態であった。民間の回収事業者が、家庭、事業所(レストラン、事務所など)からの廃棄物を回収し、廃棄物処分場所に分別せず投棄し、適切に管理された状態ではなかった。慣習的に決まっていた廃棄物の投棄場所は、WAMCO が管理することになり、今後ゾーン 7 の地域廃棄物管理センターとして焼却施設を設置する計画である。しかし、既に堆積している廃棄物の量は膨大であり、今後焼却施設を設置がされたとしても、すべてを処理し終わるには、かなりの時間がかかると想定される。

(iv) 島嶼部における廃棄物排出と処理に関する状況

都市部における廃棄物排出については、フェンフシ島、マーフシ島、ヒンマフシ島で調査した。

原則として、住民島での廃棄物処理は、島カウンスルが管理するが、管理状況は島ごとに状況は大きく違うようである。

フェンフシ島は、住民による廃棄物処理が順調に実施されているということで、環境エネルギー省から紹介を受けて視察した島である。2013 年 3 月から、島カウンスルの指導の下、住民が廃棄物を分別し、島カウンスルが回収、処理する運用を実施している。家庭からの回収は、毎日行われている。焼却炉がないので、台所ゴミは堆肥化することで減容化が図られている。しかしこの手厚い対応で費用がかさんでおり、廃棄物処理についての財源確保は厳しい。フェンフシ島にも従来民間の回収人がいた経緯から、島カウンスルで家庭からの回収費用として月額 150 ルフィア(約 1,120 円)徴収できているが、それでも不足するため島カウンスルの財政の多くをつぎ込んでいる状況である。また台所ゴミから作られる堆肥は販売先が少なく収益にはなっていない。ペットボトルなどのプラスチックの廃棄物は、本来ティラフシ島に輸送が必要であるが、その費用が賄えず貯まる一方であることから、野焼きで焼却しており、有害な煙が排出されている状況である。

マーフシ島は、モ国で最も大きい島のひとつであり、住民島であるが、ゲストハウスが 50 軒以上と多く営業しており、モ国最大の刑務所も所在している。観光産業が盛んなため、他の島からの出稼ぎや、外国人労働者などの住民も多い。また観光客も増加している状況である。

マーフシ島の廃棄物は島カウンスルが管理し、台所ゴミとそれ以外に分別され回収され、指定の場所に投棄している。しかし焼却炉がなく、生分解性廃棄物である台所ゴミは海洋投棄している。この際、台所ゴミはプラスチック袋に入れられて投棄されることが多く、海洋投棄されるものにプラスチックが混入していることが問題である。また、それ以外のゴミにもプラスチックが混ざったまま、一定量が貯まると野焼きで焼却する。焼却の際、煙や臭気ができるため、観光客には悪い印象を与えてしまう。島の住民はこういった対応は政府の指針に反しており、遵守できないことを問題に感じている。なお、マーフシ島では、ペットボトルについては、民間企業がリサイクル用に回収

しており、全体の約 8 割程度が回収できていると見込まれている。

ヒンマフシ島では、廃棄物の投棄場所に焼却施設があった。これは近隣のリゾート島が寄贈したものであるが、使い方がわからないとして稼働させることができていない。そのため、廃棄物は無分別のまま野焼きで焼却している。

(v) リゾート島における廃棄物排出と処理に関する状況

モ国には現在 120 以上のリゾート島があるが、その規模は拡大している。統計では、宿泊施設におけるベッド数は増加している。過去 2012～2016 年の 5 年間に、リゾート島が多く立地するゾーン 3 の環礁では 107%、それ以外の環礁では 138%増加している。さらに、今後のリゾート島における宿泊施設の開業は、計画されているだけでも 70～75 軒あるとのことである。

リゾート島の 1 人あたりの廃棄物排出量は、住民島より多い。ただし、リゾート島は、ホテルの規模、グレード、タイプによって排出される廃棄物は異なっており、一律ではない。

モ国では、リゾート島は、廃棄物処理用の焼却炉を設置することが義務付けられている。リゾート島が新たに開業をする際には、焼却炉の設置がなければ、観光芸術文化省からの開業許可が下りない。なお、食品残渣は、現在海洋投棄が認められている。

本調査では、グレードが異なる 2 か所のリゾート島でヒアリングを行った。

Bandos Maldives (以下、バンドス・モルディブ) では、焼却炉はあるものの、設備が老朽化し、耐火材が劣化しているため、稼働していない。食料残渣は海洋投棄し、ヤシなどの植物の葉や枝といったグリーンウェストは粉砕機で破碎した上、一部をキノコの育成やカブトムシの繁殖に使う等して、廃棄量を削減する努力を行っている。それ以外の廃棄物は、ティラフシ島に輸送している。しかし、輸送効率を上げるために廃棄物を圧縮しているが段ボールや缶などは分別されていない。また輸送費に、月間約 50 万円弱かかっている。現在焼却炉の買替を検討中であるが、これまでの焼却炉は運用にかかる費用が高かったことを問題視している。

Biyadhoo Island Resort (以下、ビヤドゥ・アイランド・リゾート) は、焼却炉を購入すると高額であるため、自家製で製造したものを使用している。島がやや大きいことから、客室から離れた場所に焼却炉を設置し、焼却可能な廃棄物はすべて焼却している。調査員は臭気を感じたが、宿泊客からは苦情はないとのことである。焼却灰は、施設内で、バナナ等の栽培の肥料に使っている。燃やせない廃棄物は、ティラフシ島に輸送しており、運送費は月間約 13,000 円である。

1-2 当該開発課題に関連する開発計画、政策、法令等

モ国では 2008 年に制定された「国家廃棄物管理方針」により、廃棄物処理に関する 11 の方針が策定され、廃棄物管理の所管を明確にすること、廃棄物処理は原則として排出者が管理すべきであることなどが定められた。「国家廃棄物管理方針」は 2015 年に改訂され、2016 年から適用が行われている。

廃棄物管理の管理に関する法的枠組みとしては、「環境保護保全法」のもとに、「廃棄物管理規則」がある位置づけである。この廃棄物管理規則の下に、現在はまだドラフトの段階の「廃棄物焼却炉ガイドライン」と、廃棄物管理計画を策定する「廃棄物管理計画ガイドライン」が存在する。

環境影響評価 (Environmental Impact Assessment : EIA、以下、EIA) に関する「EIA 規則」も、「環

境保護保全法」に基づいて規定されている。この規制については、環境保護庁 (Environmental Protection Agency : EPA、以下 EPA) が所管している。

環境エネルギー省へのヒアリングによれば、今後新たに「廃棄物管理法」(Solid Waste Management) の法案が検討され、2018 年度に国会で審議がされる見込みである。成立した場合には廃棄物関連の規則、ガイドライン等は「廃棄物管理法」の基に位置づけられると想定されている。

観光に関しては、観光芸術文化省が所管しており、1999 年に改正された「観光法」がある。リゾート施設については、例えば施設の建築、衛生、廃棄物、施設運用、電力等、関連する他の法律、規則などが多岐に渡ることから、リゾート施設を企画、経営、運営する担当者が具体的かつ容易に理解できるように、観光法を基本として、これらの法律、規制等をまとめた、「観光リゾート開発と運用のための環境ガイドライン」が制定されている。この中で、廃棄物に関する規定は「廃棄物管理規則」等を引用して記載されている。

1-3 当該開発課題に関連する我が国国別開発協力方針

我が国のモ国に対する国別援助方針 (2016 年 2 月) によれば、「脆弱性への対応と持続可能な経済成長への支援」を大目標としている。この下で、2つの重点分野 (中目標) のうちの1つとして「環境・気候変動対策・防災」が設定されている。ここでは小島嶼国であるモ国が、環境の悪化による生活環境や主要産業への悪影響に脆弱であることに鑑み、これらへの対応の支援を重点的に行うとしている。

これに対応した事業展開計画によれば、「開発課題への対応方針」として、「気候変動対策、持続可能エネルギー利用の促進、廃棄物処理など環境・防災分野における協力を重点的に実施していく」としている。

したがって、廃棄物処理に関する当提案はこれらの我が国開発協力方針と合致している。

1-4 当該開発課題に関連する ODA 事業及び他ドナーの先行事例分析

廃棄物処理に関しては、2016 年 12 月に世界銀行、アジア開発銀行、アジアインフラ投資銀行等が参加するドナーミーティングが行われ、廃棄物処理に関する協議が実施された。

この成果により、環境エネルギー省のモ国を 7つの地域区分 (ゾーン) に分割し、ゾーンごとに地域集中廃棄物管理センターを設置する計画について、ドナーが担当するゾーンを決めて融資する計画である。

導入する廃棄物処理システムは、同じ要件に基づくもので、食料残渣などは排出する島内でコンポストを作って減量化した上で搬入され、また廃棄物処理施設では発電を行うというものである。

既にゾーン 2 では、世界銀行によるプロジェクトでヴァンドゥ島に廃棄物処理装置の導入が完了している、新たに入札が開始されている等の状況がある。

この事業と当社が想定する事業については、不整合が発生するものではなく、むしろ補完ができるものと想定される。

第2章 提案企業、製品・技術

2-1 提案企業の概要

株式会社倭和テクノス(以下、倭和テクノス)は、千葉県市原市に本社をおく、1995年9月に設立した製造業である。県内に5事業所を有し、従業員数は110名である。プラント事業、環境事業、人材派遣を行うヒューマンリソース事業、介護事業の4事業を展開している。

近年は、環境事業として、汚水処理、廃棄物処理、除菌・脱臭技術などに注力しており、ダイオキシン、NOx、SOx、重金属等の自然環境汚染物質を排出しない設備、汚染物質を無害化する設備の設計・施工の実施をするなど、順次事業領域を拡大してきた。

本提案の廃棄物処理装置であるERCM(Earth Resource Ceramic Machine)の製造にあたっては、千葉県内の約20社と、資材購入、部材加工、及び製作外注等において協力関係にあり、地元経済に波及効果を有している。

2-2 提案製品・技術の概要

提案製品であるERCMは、有機性の廃棄物を熱分解して、約100分の1から約1,000分の1にまで大幅に減容化する装置である。還元雰囲気での分解室内において、底部のセラミックス層からの放射熱で分解するという、これまでにない新しいメカニズムを利用している。

従来の焼却装置に比べて、設備がシンプルで管理が簡単、低コストであること、大型化も小型化も可能であるという特徴がある。また、最初の立ち上げ後は、外部からの補助燃料などを必要とせず、還元雰囲気を保持するための電子を含んだ空気の流れの電力コストのみで24時間の連続運転が可能であることから、ランニングコストも低く抑えることができる。

日本においては、大型のものは食品工場での自家処理リサイクル機として、または、行政における一般廃棄物処理施設等として設置実績があり、小型のものは、病院や老人ホーム等の医療施設や学校等の小規模施設に適している。

ERCMの競合製品は既存の焼却炉になる。既存の焼却炉は、外部から補助燃料と呼ばれる油やガスを用いているため、燃料コストを要するほか、設備のメンテナンスにも大きなコストがかかる。また10分の1程度の焼却灰が残るため、これを埋め立てるなどの最終処分工程が必要になる。

これに対してERCMは構造がシンプルであるため、焼却炉のような大掛かりな設備メンテナンスが不要で、補助燃料も必要とせず、有機物の熱分解によって減容するものである。減容率は焼却炉の10倍以上であることなどから、廃棄物処理の圧倒的な低コスト化が実現できる。

2-3 提案製品・技術の現地適合性

非公開

2-4 開発課題解決貢献可能性

集中処理施設が稼働すれば、住民島やリゾートでは、発生した廃棄物を運搬し、処理することが可能になる。しかし実際には、集中処理施設のある島までの距離が遠いため、廃棄物を運搬・処

理できない住民島やリゾートも出てくる。

このような住民島やリゾートでは、依然として、発生する廃棄物の処理が開発課題として残る。ERCMは、比較的少量の廃棄物を低コストで処理することが可能である。このため、集中処理施設が設置される島から離れたところにある住民島やリゾート島に ERCM を設置することにより、これらの住民島やリゾートでの廃棄物処理が可能となり、開発課題の解決に貢献するものと評価される。

ティラフシ島において、マレ広域区を含むゾーン 3 の地域集中廃棄物管理センター設置のプロジェクトを推進しているアジア開発銀行の担当者によれば、ERCM の設置は、アジア開発銀行のプロジェクトと重複するものではないとの認識が示された。それぞれの得意分野を活用することで、モ国の廃棄物処理を進めることを歓迎するとのことであった。

具体的には、マレ島やフルマーレ島といった都市や、近隣の住民の多い島から発生する大量の廃棄物は、ティラフシ島に運搬し、ここに設置される大規模な地域集中廃棄物管理センターで処理する。一方、ティラフシ島から離れた位置にあり、小規模な住民島やリゾートから発生する廃棄物は、島内やリゾート内に ERCM を設置し、島内やリゾート内で処理するということである。これにより、廃棄物の発生源の地理的位置や廃棄物発生規模によって、大規模な焼却施設と ERCM が役割分担しながら、地域全体の廃棄物処理を行っていくことの可能性が認識された。

第 3 章 ODA 案件化

3-1 ODA 案件概要

ODA 案件として、「ERCM によるマーフシ島の廃棄物処理の普及・実証事業」の実施を提案する。

普及・実証事業の実施候補サイトとして、モ国環境エネルギー省としてはカーフ環礁のマーフシ島を決定している。

モ国政府は今年、すべての住民島を対象として、ウェストマネジメントセンターを設置するとの計画を発表した。ウェストマネジメントセンターは島内で発生する廃棄物を集積し、分別して保管する施設と、有機廃棄物を堆肥化することを目的としている。廃棄物を島内で焼却等によって処理する装置の設置は考慮されていない。モ国では堆肥を活用できる耕地が限られている。また堆肥にはプラスチック片が多く混入しており、実使用には課題も多いのが実態である。このため廃棄物の減容化が大きな課題として残っている。

このような状況に対し、ERCM は、廃棄物を熱分解するために、煙や臭気の発生がなく、残渣も焼却炉の場合の 10 分の 1 以下である。また 1 日あたり処理量が 20 t の大型のものから 100Kg のものまでの製品を揃えており、廃棄物の発生量が少ないリゾートや、小規模の住民島への対応も可能である。

このことから、今回提案する「ERCM によるマーフシ島の廃棄物処理の普及・実証事業」は、モ国政府が抱える上記の課題の解決に貢献するものである。

廃棄物処理を所管する、環境エネルギー省からも、事業の実施について協力するとの意向が示された。

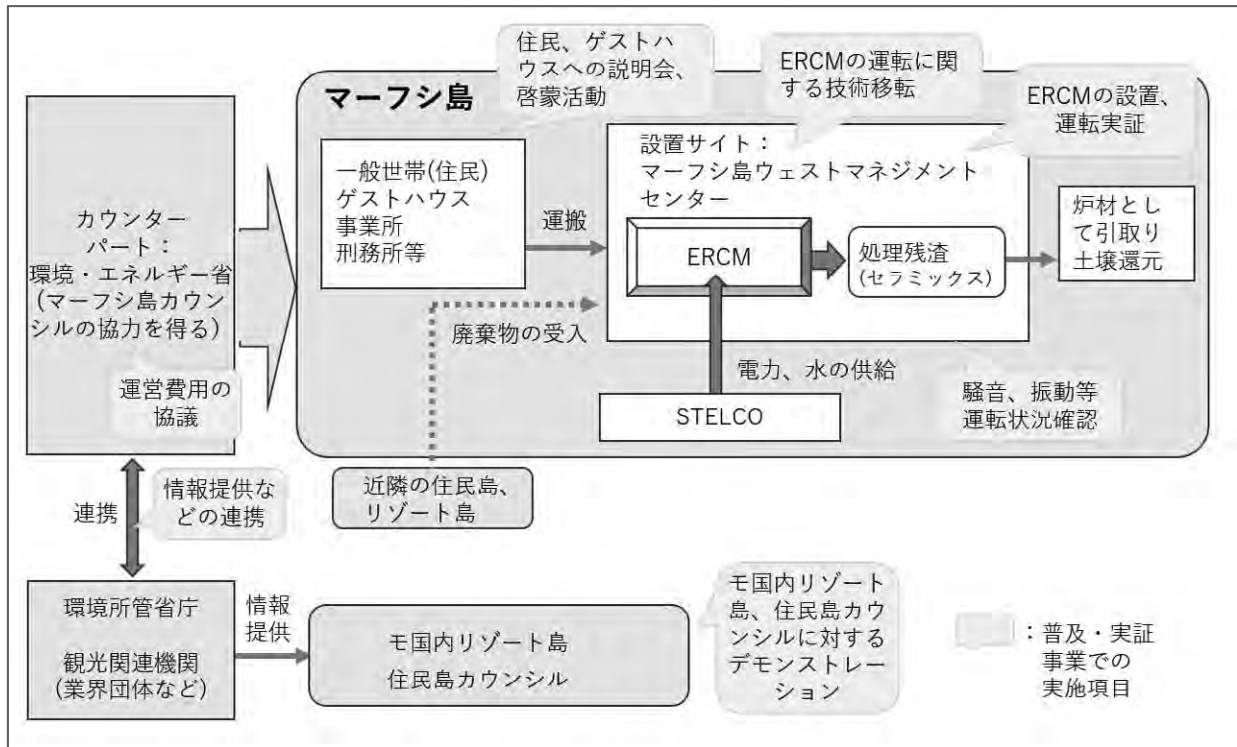
普及・実証事業における、カウンターパート、対象サイト、対象製品、処理対象廃棄物、リサイクル製品等の基本事項を以下に示す。

導入する ERCM は型式 5 m³ の、小型の装置を 2 基設置する。設備を 2 基にすることにより、メンテナンス時にも継続して廃棄物処理を行うことが可能である。2 基による廃棄物処理量は、標準的な運転をした場合で 2.5t 程度となる。これはマーフシ島の家庭及びゲストハウスから現在排出されている有機性廃棄物（グリーンウェストを除く）の全量に相当する。

- カウンターパート：環境エネルギー省
- 実施サイト：マーフシ島ウェストマネジメントセンター
- 対象製品：ERCM（型式 5 m³ × 2 基）
- 処理対象廃棄物：マーフシ島の住民及びゲストハウスから排出される有機性廃棄物（家庭ゴミ、食品残渣、包装材、繊維製品、その他プラスチック・紙類；但しグリーンウェストは除く）を処理する。（※マーフシ島の家庭及びゲストハウスから現在排出されている有機性廃棄物（グリーンウェストを除く）の全量に相当する）
- 残渣のセラミックス： ERCM の初期稼働に必要なものであり、メーカー側で引き取り、または土壌還元する。

今回実施を計画している普及・実証事業のイメージを下図に示す。

図表 要約 1 普及・実証事業の全体イメージ



出所：JICA 調査団作成

3-2 ODA 案件内容

今回実施を提案する、普及・実証事業の目的、成果、活動の案を下表に示す。

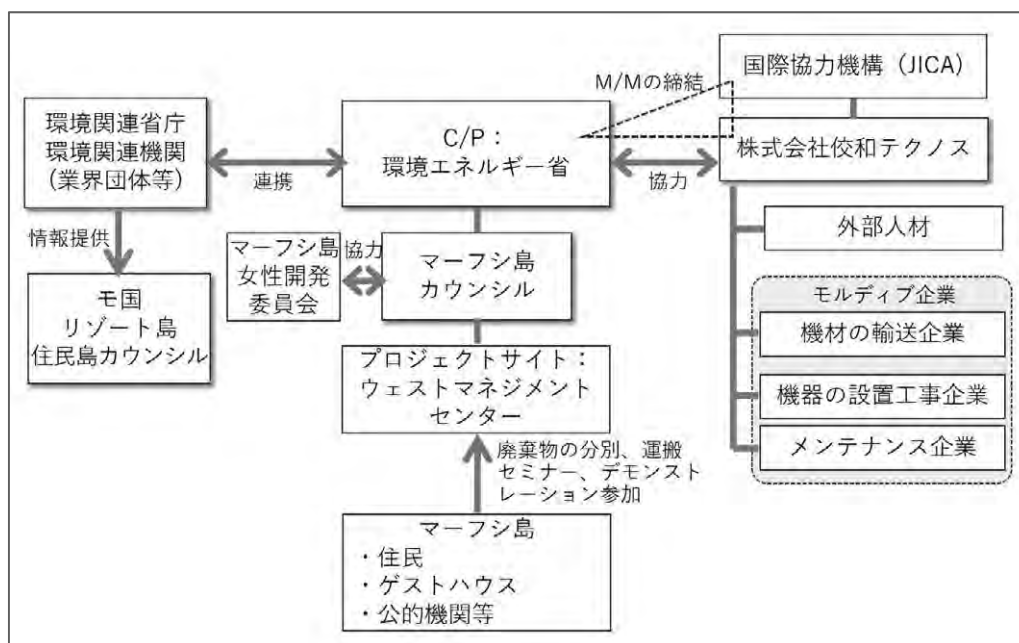
図表 要約 2 普及・実証事業の目的、成果、活動

<p>目的: マーフシ島の廃棄物が適切に分別、回収され、ERCM で処理が持続的に行われることが実証される。それをショーケースとしてモ国内での ERCM の導入が検討され、普及が促進される。</p>	
成果	活動
<p>成果 1 ERCM がマーフシ島に設置され、廃棄物が問題なく処理されて、維持管理できることが確認される。</p>	<p>1-1 ERCM の設置 日本から ERCM が運搬され、サイトに設置される。</p>
	<p>1-2 ERCM の運転実証 ERCM を運転し、マーフシ島の廃棄物が処理されることを確認する。併せて騒音、振動等の運転状況に問題ないことを確認する。</p>
	<p>1-3 ERCM の運転・管理方法移転 ERCM 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い、維持管理できることを確認する。</p>
<p>成果 2 マーフシ島住民に廃棄物管理が定着し、継続的に分別、運搬、運用が実施される。</p>	<p>2-1 分別、運搬に関する方法の確立 マーフシ島カウンスルと、島内で発生した廃棄物の分別方法と住民やゲストハウスが設置サイトに運搬するための方法について、協議する。</p>
	<p>2-2 島内住民、ゲストハウス等に対する説明会の開催 島内住民、ゲストハウス等に対し、廃棄物の分別と、サイトへの廃棄物の運搬について説明会を開催する。</p>
	<p>2-3 分別、運搬状況の確認 廃棄物の分別と、サイトへの廃棄物の運搬が、規定通り実施されているか確認する。規定通り実施されていない場合、再指導を行う。</p>
	<p>2-4 活動資金に関する協議 マーフシ島カウンスルと、継続的な運用のための活動資金の確保について協議する。</p>
<p>成果 3 モ国内の住民島カウンスルやリゾート島が、ERCM による廃棄物の分散処理の意義や方法について理解し、普及させるための活動が行われる。</p>	<p>3-1 観光関連省庁、機関との連携 モ国内のリゾート島を所管する観光関連省庁、業界団体と連携し、ERCM による廃棄物処理の優位性について情報提供、普及するための体制を構築する。</p>
	<p>3-2 セミナー、デモンストレーションの開催 モ国内の住民島カウンスルやリゾート島を対象として、セミナーを開催し、マーフシ島内のプロジェクトサイトにおいて、ERCM の運用、焼却灰の状況など稼働実態に関する視察会等を実施し、デモンストレーションを行う。</p>
	<p>3-3 ビジネス展開計画の作成 モ国内の住民島カウンスルやリゾート島を対象とした事業展開にあたって、ビジネス展開計画を作成する。</p>

出所：JICA 調査団作成

普及・実証事業の実施体制は以下の図の通りに想定している。

図表 要約 3 普及・実証事業の実施体制



出所：JICA 調査団作成

普及・実証事業の作業工程を次図に示す。

図表 要約 4 普及・実証事業の作業工程

	2018年		2019年			
	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		→				
機材の試運転			→			
機材の運転 (技術移転を含む)			→	→	→	
住民説明会の開催			▲	▲	▲	
セミナー・デモンストレーションの開催				▲		
機材の引き渡し、アフターフォロー					→	→
環境エネルギー省、島カウンシルとの打合せ		▲	▲	▲	▲	▲
報告書作成						→

出所：JICA 調査団作成

3-6 環境社会配慮等

毛国では、「環境保護法」(Environment Protection and Preservation Act)に基づき、2012年に

「EIA 規則」(Regulation on the Preparation of Environmental Impact Assessment Report 2012) が制定されている。

EIA には 2 つの実施の流れがある。一つは EIA で、もう一つは「Environmental Management Plan : EMP (以下、EMP)」を作成する流れである。このどちらが必要になるかについては、設備の種類や規模によって定められている。EPA から、本件の場合には、EIA は不要であり、EMP を実施すればよい旨の回答を文書で得た。

また、環境チェックリストについては、大きな問題はないと想定される。ERCM の設置サイトは、ウェストマネジメントセンター内であり、保護区や生態系への影響に留意すべき地域ではない。また住民移転も発生しない。ERCM の設置サイトは、ウェストマネジメントセンター内であり、保護区や生態系への影響に留意すべき地域ではない。また住民移転も発生しない。

ERCM は日本で多くの導入実績があり、日本の環境基準をクリアしているものである。環境エネルギー省との打合せの際には、そのような状況であれば、モ国での設置に際して特に問題はないとのことであった。またその設置工事においても、日本で製造したものを、コンテナサイズに分解して現地まで運搬し、現地では主に組み立てのみを行う作業である。また作業に当たっては、日本人の監督のもとで安全面に配慮した作業を行う。このことから労働環境や安全面での問題は生じない。

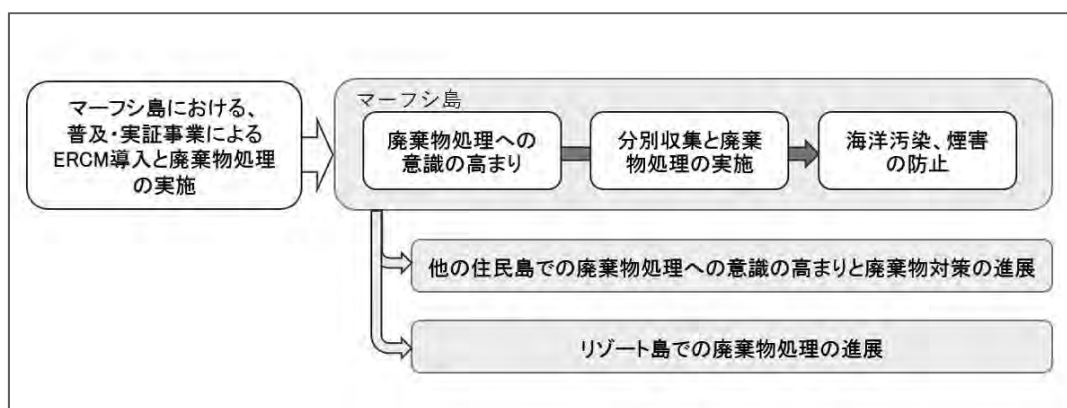
3-7 期待される開発効果

マーフシ島において ERCM を導入し、廃棄物処理を行うことによって、島内住民の廃棄物処理に対する意識が高まり、分別収集と廃棄物処理が実行されるようになる。これによって、従来食品廃棄物を海洋投棄し、その他の廃棄物は海岸近くの所定の場所に投棄していたことによって生じていた海洋汚染が防止される。また陸上に投棄された廃棄物は野焼きされており、これによって生じる煙や臭気による煙害を防止することができる。

マーフシ島での活動は、モ国内の住民島での廃棄物処理や分別に対する意識の高まりや、廃棄物の適正処理につながる。

またモ国ではすべてのリゾートが廃棄物処理施設を保有することが義務付けられているものの、効果的な処理施設が導入されていなかったり、煙害を避ける等の理由から、十分に稼働されていない場合が多い。普及・実証事業にて実施する予定である ERCM のデモンストレーション等の活動を通じて、リゾートに ERCM が導入され、リゾートにおける廃棄物処理が進展することも期待される。

図表 要約 5 期待される開発効果



出所：JICA 調査団作成

第 4 章 ビジネス展開計画

ビジネス展開としては、リゾート島を対象に、モ国に販売代理店を置き、日本で製造した製品を輸出する体制で販売する。

市場の選定としては、地域集中廃棄物管理センターのある地域、住民島、リゾート島の 3 種類が想定されるが、市場分析を行った結果、リゾート島を対象とすることが、事業展開上、最も有効であると考えられた。

ODA 案件化として想定する普及・実証事業では、住民島への設置を行うが、設置候補地が、ゲストハウスが多いマーフシ島で廃棄物の構成が類似していること、設置する ERCM を、5 m³ サイズのもの 2 基とすることで、住民島より小型の設備を希望するホテル事業者が導入をイメージしやすくする工夫をする。

現地パートナー企業については、販売代理店と技術面での協力会社を選定する。選定にあたっては、現地調査で複数企業を面談し、条件面の交渉を行って検討をしている。

モ国で、市場とするリゾート島などへのネットワークがある販売代理店を選定することで、効率的に販売網を構築することができる。

日本から、完成品をコンテナ輸送できる大きさに分割したものを、モ国で組立設置を行う。また同じ企業から、顧客企業へのメンテナンスの対応を実施してもらう。これに対応する技術面のパートナー企業を確保する。

また、販売代理店と、技術面のパートナー企業については、既に事業での連携が企業を選定し、販売、メンテナンスの体制が有効に機能する体制を目指す。なお、モ国では現地での製造は目指さず、技術面のパートナー企業に技術移転を行うことで、事業の継続性を図る。

収益性については、事業開始 2 年目から黒字化する見込みである。

モルディブ国 次世代型熱分解炉を活用した廃棄物処理システム案件化調査

企業・サイト概要

- 提案企業：株式会社 倣和テクノス
- 提案企業所在地：千葉県市原市
- サイト：マーフシ島
- C/P機関：環境エネルギー省



モルディブ国の開発課題

- モルディブでは廃棄物管理が始まったばかりで、住民島やリゾート島では、適切な廃棄物処理がなされていない。食品残渣など、処理しきれない生分解性の廃棄物は海洋投棄されており、さらにビニール袋が混在するなど、海洋の環境や景観への影響がある。
- 分別が不十分なまま露天焼却が行われており、有害な排煙の発生など、環境への悪影響が大きな問題となっている。
- 以上の事由から、有効な廃棄物処理技術を求めている状況である。

中小企業の技術・製品

- ERCMIは、有機性の廃棄物を熱分解して、約1/100～1/1000にまで大幅に減容化する装置である。
- 従来型の焼却炉と比較して、以下のような特長がある。
 - ・ 設備がシンプルなために、製品価格が安価で、メンテナンスが容易。
 - ・ 電力のみで24時間の連続運転が可能で、ランニングコストが安い。
 - ・ 運転に重油、ガスなどの化石燃料による助燃剤を使用しない。

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

- ODA案件として、「ERCMIによるマーフシ島の廃棄物処理の普及・実証事業」の実施を提案する。
- これにより、以下のような開発効果が見込まれる。
 - ① マーフシ島において、島内住民の廃棄物処理に対する意識が高まり、分別収集と廃棄物処理が実行されるようになる。食品廃棄物を海洋投棄によって生じていた海洋汚染が防止される。また野焼きによって生じる煙や臭気による煙害を防止することができる。
 - ② マーフシ島での活動は、モ国内の住民島での廃棄物処理や分別に対する意識の高まりや、廃棄物の適正処理につながる。
 - ③ ERCMIのデモンストレーション等の活動を通じて、リゾート島にERCMIが導入され、リゾートにおける廃棄物処理が進展することが期待される。

日本の中小企業のビジネス展開

- 当初は、モルディブ国に販売、メンテナンス等に対応する現地パートナーを確保し、日本国内で設計、製造したものを輸出する。
- 現地での組立、メンテナンスに対応する、現地での技術者への技術移転に取り組む予定である。
- モルディブ国の住民島、民間のリゾート島へ働きかけを行い、本提案製品の導入を推進する。
- これによりモ国での官民両方において、廃棄物処理に対する課題解決効果を高めることを目指す。
- 本事業を契機として、モ国近隣の南アジア諸国(スリランカ、インド)のほか、同様の課題を持つ島嶼国での事業展開を検討する。

はじめに

1. 調査名

日本語：モルディブ国 次世代型熱分解炉を活用した廃棄物処理システム案件化調査

英語：Feasibility Survey for Solid Waste Disposal System with Thermal Decomposition Furnace

2. 調査の背景

モルディブ国(以下、モ国)は、約 1,190 の珊瑚礁の島々で構成される。首都マレ市があるマレ島は、2012 年にはモ国全人口の約 35%に相当する約 11.7 万人が、約 2 km²の狭小な土地に居住しており、世界でも最も人口密度が高い都市のひとつである。マレ島では、人工島であるティラフシ島を廃棄物の埋立用地として利用しており、国家統計局の統計によれば、当島に運搬される廃棄物量は 375,530t(約 1,030t/日；2014 年)。そのうちマレ市からは 255,826t(約 700t/日)、マレ市以外の近隣の島からは全体の約 32%が運搬される。廃棄物の発生量は年々増加しており、2008 年からの 7 年間で約 2 倍となっている。ティラフシ島では適切な廃棄物処理がされておらず、有害物質の流出や悪臭、一部露天焼却に伴う有害な排煙の発生など、環境への悪影響が大きな問題となっている。

モ国政府は、2008 年、「国家廃棄物管理方針」にて廃棄物処理に関して 11 の方針を策定し、廃棄物管理の所管を明確にすること、廃棄物処理は原則として排出者が管理すべきであることなどを定めた。また、インドの廃棄物処理企業にティラフシ島での廃棄物処理等を委託し、リサイクル可能なペットボトルをインドに輸出するなど行っているが、これまでのところ十分な成果は得られていない。

倭和テクノスが製造する廃棄物処理装置(ERCM: Earth Resource Ceramic Machine、以下、ERCM)は、有機性の廃棄物を熱分解し約 100 分の 1 から 1,000 分の 1 にまで減容化できる。その上。小型化も可能なため、行政のみではなく民間での活用も想定でき、人口島へ運搬する前に廃棄物処理する方法での廃棄物の減容化が期待できる。本調査では、提案製品へのニーズ確認、技術的、法的な課題有無の確認、及びその対応について検討し、ODA 案件化とビジネス展開計画を具体化させることを目的とする。

3. 調査の目的

(1) 目標・目的

調査を通じて確認される提案製品・技術の途上国の開発への活用可能性を基に、ODA 案件及びビジネス展開計画が策定される。

(2) 期待される成果

- ① 提案製品・技術の導入により、開発課題の解決にどのように貢献できるかが明らかになる。
- ② 提案製品・技術の活用可能性が確認される。
- ③ 上記①、②をふまえた ODA 案件及びビジネス展開計画が策定される。

4. 調査対象国・地域

モルディブ国 マレ島、ティラフシ島、ウクラス島、アッドゥ島等
スリランカ国 コロンボ近郊等

5. 調査期間

2017年5月～2018年3月

6. 現地調査工程

第1回 現地調査 日程：2017年5月13日(土)～5月19日(金)7日間

訪問日	訪問先	主たる面談者	主なテーマ
5/14(日)	JICA モルディブ支所	齋藤 博所長	モ国の政治、経済状況、調査活動の注意事項に関するブリーフィング
"	環境エネルギー省	Ali Amir 副大臣(Deputy Minister) 他	面談主旨、プロジェクト概要説明
"	在モルディブ日本大使館	遠藤和巳特命全権大使、安倍正道参事官	プロジェクト概要説明
5/15(月)	環境エネルギー省	Ali Amir 副大臣(Deputy Minister) Ahmed Murthaza 総局長 (Director General, Waste Management)	プロジェクトへの協力意向の確認、モ国の廃棄物処理プロジェクトの情報収集 正式の関心表明書の提出の要請依頼
"	環境保護庁(EPA)	Abraham Naeem 局長 (Director General)	モ国の廃棄物関連法規の確認
"	フルマーレ島(マレ広域区)視察		住民島の廃棄物処理に関する視察
"	JICA モルディブ支所(アジア開発銀行面談)	JICA モルディブ支所 齋藤博所長 Mr. Ron H. Slangen, Asian Development Bank Dr.-Ing. Jurgen von Kories von Kories Consultants	アジア開発銀行および他ドナーによる廃棄物処理プロジェクトに関する情報収集
5/16(火)	現地製造業状況視察		マレ市内の製造業について、業務範囲、技術水準に関する情報収集
"	廃棄物管理公社(WAMCO)	Mohamad Iqbal 事業開発部長 (Business Development Manager)	マレ市内の廃棄物処理に関する現状に関する情報収集
"	ティラフシ島視察		ティラフシ島での廃棄物処理の現状、処理体制等に関する情報収集
5/17(水)	環境エネルギー省	Mohamed Hamdhan プロジェクト調整担当補佐	モ国での廃棄物処理に関する関心表明書の提出

5/18(木)	観光芸術文化省	Hussain Lirar 副大臣 (Deputy Minister)	リゾート島等、観光に関連する廃棄物 処理についての情報収集
"	ヒンマフシ島(住民 島)視察		住民島の廃棄物処理に関する視察

第2回 現地調査 日程：2017年7月29日(土)～8月5日(土)8日間

訪問日	訪問先	主たる面談者	主なテーマ
7/30(日)	WAMCO アッドゥ 事務所	Abdulla Nafiz 施設長 (Facilities Manager)	離島における廃棄物処理状況の情 報収集と、廃棄物処理場の情報収集
7/31(月)	FENAKA ヒタドゥ事 務所	Mohamed Naseer 財務顧客 サービス担当役員(Director Finance & Costumer Service)	離島における電力状況の情報収集
"	FENAKA マラドゥ事 務所	Ali Nizar 所長(Manager)	離島における電力状況の情報収集
8/1(火)	環境エネルギー 省	Ali Amir 副大臣 Ahmed Murthaza 総局長	7/10 提出のプロポーザルに関しての 質疑応答、島の選定に関する状況の 確認
"	モルディブ観光業 協会(MATI)	Ahmed Nazeer 総書記 (Secretary General)	リゾート島等、観光に関連する廃棄物 処理についての情報収集
"	Biyadhoo Island Resort	Ahmed Riza チーフ・エンジニ ア	実際のリゾート島(3つ星クラス)にお ける廃棄物処理の視察
8/2(水)	Welding Engineering Workshop	Mohamed Khaleel オーナー	現地協力会社の候補企業に関する 情報収集、協議
"	国家電力公社 (STELCO)	Ahmed Zuhoor 最高経営責 任者(CEO)	マレ島近隣における電力状況の情報 収集
"	Bandos Maldives	Yoosuf プロジェクトマネー ジャー	実際のリゾート島(4つ星クラス)にお ける廃棄物処理の視察
8/3(木)	JICA モルディブ支 所	南香代子調整員	調査経過報告
8/4(金)	Sierra Construction	Frank Irugalbandara 会長 (Chairman)	スリランカでの現地協力会社の候補 企業に関する情報収集、協議
"	スリランカ財務マス メディア省	Dhanuka Samarasinghe 秘書 官(Chief of Staff/Private Secretary to the Hon State Minister of Finance)	スリランカでの廃棄物処理に関する 情報収集
"	JETRO コロンボ事 務所	小濱 和彦所長	スリランカおよびモ国の商慣習、経済 状況に関する情報収集

第3回 現地調査 日程：2017年9月29日(金)～10月6日(金)8日間

訪問日	訪問先	主たる面談者	主なテーマ
9/30(土)	フェンフシ島カウ ンシル	Yoosuf Ibrahim カウンシル事 務局部長補佐(Assistant Director)	住民を中心とした廃棄物回収、処理 方法に関する調査
10/1(日)	外務省	Ahmed Fazeel, Director(日本 担当)	調査団の活動報告
"	インベスト・モルデ ィブ(経済開発省)	Abdul Latheef Mohamed 代 表(Minister of State for Economic Development)	外資系企業がモ国で事業展開する場 合の制約条件、輸入関税等に関する 調査
"	Welding Engineering Workshop	Abdullah Khaleel 取締役	技術力に関する相談、評価、現地に おける組立等の見積依頼
10/2(月)	環境エネルギー省	Aishath Rashfa 部長補佐 (Assistant Director)	普及・実証事業におけるカウンターパ ート、マーフシ島設置に関する支援に 関する確認
"	Best West Solutions Maldives	Majdee Imad 社長(CEO)	販売に関する協力、技術会社、ロジ スティック会社等の紹介依頼
10/3(火)	マーフシ島カウ ンシル	Usman Rasheed カウンシル 代表(President)	現在の廃棄物処理方法、排出量、費 用、ERCM 運営費用捻出方法に関す る調査
"	マーフシ島廃棄物 処理場所、ERCM 設置場所視察	Usman Rasheed カウンシル 代表(President)	現在の廃棄物処理の状況確認、 ERCM 設置場所の測定、確認、EIA 対 象項目に関する調査
"	マーフシ島ゲストハ ウス	Ibrahim Musthafa 支配人 (Stingray Beach Inn, Triton Beach Hotel & Spa)	ゲストハウスの廃棄物処理方法、排 出量に関する調査
"	マーフシ女性開発 委員会	Ashima Abdhuh Raheem 副 委員長(Vice President)	女性開発委員会の廃棄物処理に関 する取組
10/4(水)	マーフシ島刑務所	Saluman Rasheed 所長 (Director)	刑務所における廃棄物処理方法、排 出量に関する調査
"	在モルディブ日本 大使館	遠藤和巳特命全権大使、安 倍正道参事官	プロジェクト進捗報告
"	JICA モルディブ支 所	齋藤 博所長	プロジェクト進捗報告、カウンターパ ート機関に関する協議
10/5(木)	環境エネルギー省	Ali Amir 副大臣(Deputy Minister)	マーフシ島調査の報告と課題認識の 共有

第4回 現地調査 日程：11月18日(土)～11月25日(土)8日間

訪問日	訪問先	主たる面談者	主なテーマ
11/19(日)	Waste Solution Maldives (Pvt) Ltd	Majdee Imad CEO	モルディブにおける代理店契約に関する協議
"	Global Freight Net Pvt. Ltd.	Samuelraj Azariah 取締役、 COO	モルディブにおける通関手続き、島間輸送等に関する相談、見積依頼
"	Centillion Madives Pvt. Ltd	Ibrahim Ashraf 取締役 (Managing Director)	技術力に関する相談、評価、現地における組立等の見積依頼
"	CDE Consulting	Dr. Ahmed Shaig 取締役	EIA 手続き等に関する相談、見積依頼
11/20(月)	環境エネルギー省	Ali Amir 副大臣(Deputy Minister)	普及・実証に向けたレコメンドレター発行依頼
11/21(火) 11/22(水)	マーフシ島ワークシ ョップ(2日間)	マーフシ島カウンスル 島内ゲストハウス、刑務所、 学校、NGO などコミュニティ 団体、リゾート島	環境エネルギー省が同席の上、 ERCM の説明、運営に関する協力依 頼、質疑応答
11/23(木)	JICA モルディブ支 所	齋藤 博所長	調査の進捗報告
"	外務省	Ahmed Fazeel, Director(日本 担当)	調査団の活動報告
"	在モルディブ日本 大使館	遠藤和巳特命全権大使、安 倍正道参事官	プロジェクト進捗報告
"	Maldives Energy and environment (MEECO)	Ahmed Saleem 取締役 (Managing Director)	EIA 手続き等に関する相談、見積依 頼
"	Welding Engineering Workshop	Mohamed Khaleel オーナー	見積に関する再依頼、現地の技術情 報の確認

7. 団員リスト

氏名	担当業務	所属先	参加した現地調査
神田真一	市場調査	株式会社倭和テクノス	第1回
甲斐信悟	業務主任者	"	第1、2、3、4回
林野正史	設備技術調査	"	第1,3回
下澤一浩	設計調査	"	第1回
木塚正直	設計調査	"	第1回
荒木國臣	事業モデル調査	株式会社倭和テクノス (補強:株式会社 ASK 商会)	第1、2、3、4回
廣瀬彦二	政策動向調査	"	第2回
丸山芳子	チーフアドバイザー、法制 度調査	株式会社ワールド・ビジネス・ アソシエイツ	第1、2、3、4回

中野正也	現地適合性検証、ODA案件化検討、環境社会配慮	株式会社グローバル事業開発研究所	第1、2、3、4回
小林靖典	廃棄物処理実態調査、技術適合性検証	BLUE LEAVES 合同会社	第1、2、3、4回
山崎信房	海外事業採算性調査、事業計画作成	個人	—

第1章 対象国・地域の開発課題

1-1 対象国・地域の開発課題

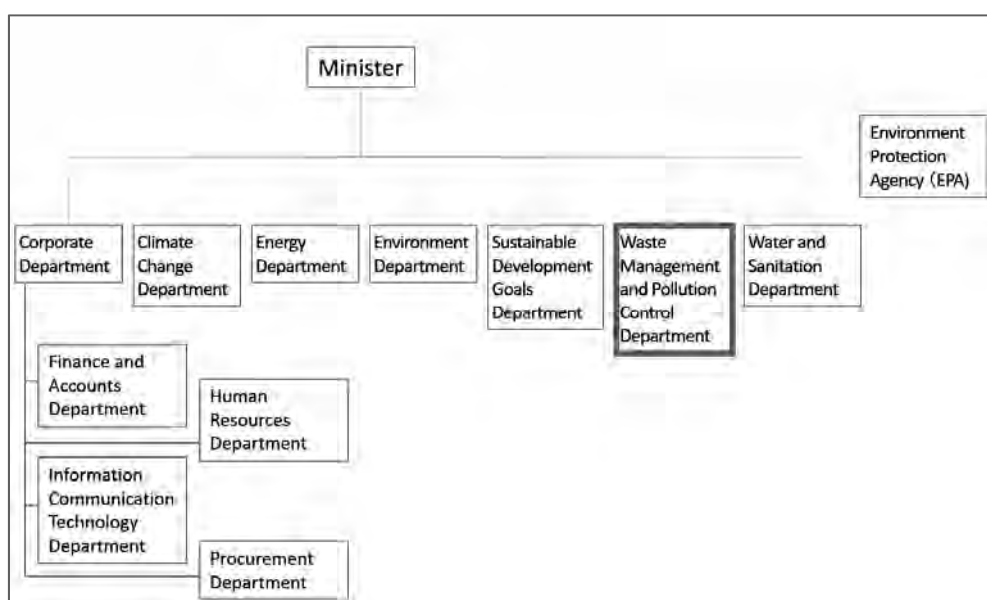
1-1-1 廃棄物処理に関する所管省庁

(1) 環境エネルギー省組織の概要

モルディブ国(以下、モ国)で廃棄物処理を所管するのは、環境エネルギー省である。

環境エネルギー省の組織図は以下のようになっており、具体的に廃棄物関連の事案を担当するのは、廃棄物及び公害管理局(Waste Management and Pollution Control Department)である。廃棄物処理について実効力を持った取組は、2015年にモ国で国際連合地域開発センターによる「3R¹フォーラム」が開催されたことを契機として開始された。

図表 1-1-1 環境エネルギー省組織図

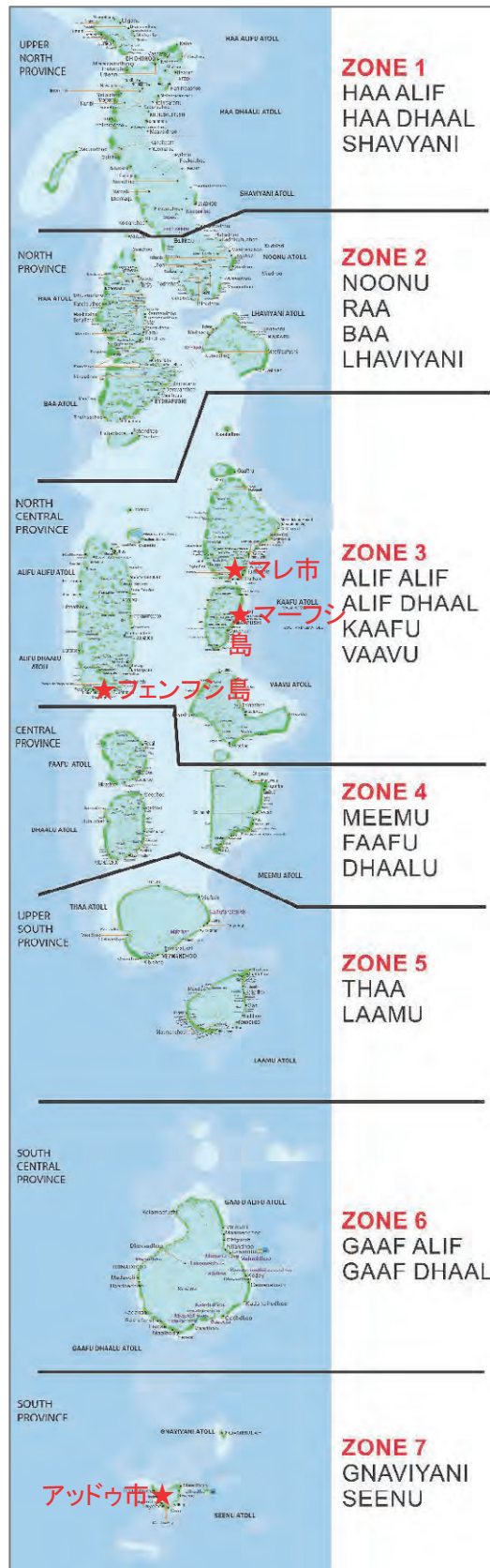


出所：モ国環境エネルギー省資料を基に、JICA 調査団にて作成

環境保護庁(Environmental Protection Agency：EPA、以下 EPA)は、環境エネルギー省所管下で、環境保護、地方政府の環境に関する課題を担当している。EPAは、環境エネルギー省の所管であると同時に、大統領の直轄の廃棄物関連の規定を監督する機関(サービスプロバイダー)として独立して機能している。

¹ Reduce - Reuse - Recycle の頭文字で、廃棄物を減らす、繰り返し使う、再資源化すること

図表 1-1-2 廃棄物施設地域区分図



出所：モ国環境エネルギー省資料を基に、JICA 調査団にて主要都市を補足

(2) 環境エネルギー省の廃棄物処理に関する施策

①モルディブ環境管理プロジェクト(Maldives Environmental Management Project)

現在、環境エネルギー省では、モルディブ環境管理プロジェクトで、廃棄物管理を行うプロジェクトを進行中である。具体的には、モ国を7つの地域区分(ゾーン)に区分し、ゾーン内の島嶼の廃棄物を集中して管理、処理する地域集中廃棄物管理センター(Regional Waste Management Centers)を設置する計画である。上図は、モ国の7つのゾーンと、それに対応する環礁の地図である。

これに対応して、ゾーン内の住民島は、島ごとにウェストマネジメントセンター(Waste Management Center)を設置し、島内で排出される廃棄物について、台所ゴミなど動植物由来のゴミを堆肥化し、それ以外のゴミを分別、管理する設備を備える。ウェストマネジメントセンターは、すべての住民島に2018年末までに整備される予定である。

②廃棄物管理計画の策定

環境エネルギー省では、「廃棄物管理規則」に基づき、住民が居住する島ごとに廃棄物管理計画の策定を求めており、その策定を支援するため、環境エネルギー省が主催するワークショップを実施している。

ワークショップは、住民島内の廃棄物排出者など主要なステークホルダーが出席し、「廃棄物管理計画ガイドライン」を基に、計画の骨子を作成する。ワークショップ後、島内に廃棄物管理委員会を設置し、ワークショップで作成した計画の骨子を基に、島の居住者によって、主体的に具体的な計画を策定する。策定した計画はEPAに提出するが、内容を検討して、修正が必要であれば再提出が指示される。またEPAが受領後、廃棄物管理計画に基づいて廃棄物処理の運用を行った結果、一定期間後に見直しをし、必要であれば、修正を行うという運用がされている。

環境エネルギー省によれば調査時点では、ワークショップはゾーン2の島から開始され、調査時点ではゾーン2はほぼ終了、ゾーン1、ゾーン6、7は進行中、これからゾーン3、4、5を対応することであり、2017年11月時点でほぼ半数の島での計画策定が終わっている。

1-1-2 自治行政機関(以下、カウンスル)

モ国において、実際に廃棄物を処理する機能を担っているのは、住民が居住する島の自治行政機関であるカウンスルである。

カウンスルには2階層あり、環礁レベルのものと環礁を構成する島嶼レベルの2種類がある。

人口が多いマレ市、アッドゥ市については、複数の島で構成される市のカウンスルがあり、それ以外に19の環礁カウンスル、そして環礁カウンスルの下位階層に188の島嶼カウンスルが存在する。

1-1-3 廃棄物管理公社(WAMCO : Waste Management Corporation Ltd、以下WAMCO)

WAMCOは、モ国政府が100%出資する廃棄物管理を担当する企業で、2016年1月に設立された。

モ国内に事業所が3か所あり、マレ広域区(マレ島、フルマーレ島、ヴィリンギリ島)、アッドゥ市、フォームラク島で業務を実施している。WAMCOでは、家庭や事業所からの廃棄物の回収、廃棄物処理を担当する。

マレ広域区の事業所の従業員は300人である。そのうち、管理業務を実施しているのはモルディ

ブ人が中心で約 40 人、残りがティラフシ島等で従事する作業員で、主にバングラディッシュ人の構成である。

WAMCO は、現在、環境エネルギー省が進めている、全国 7 か所の地域集中廃棄物管理センターの運用を担当する計画である。

廃棄物処理設備、必要な車両等については、政府が購入し、当社に提供する。当社は家庭や事業者から徴収する廃棄物処理費用で運営費用を賄っている。運営費用については、政府からの補填は行われていない。

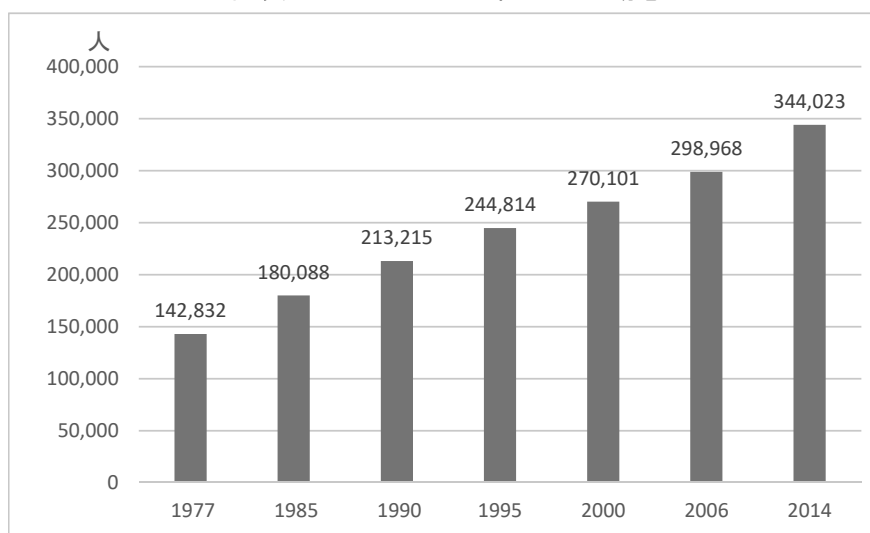
なお従来、地方の島嶼部では、上下水道電力供給公社 (Fenaka Corporation Limited、以下 FENAKA) が廃棄物処理を担当してきた。FENAKA とは、ディベヒ語の Fen Narudhama Karant の略称で、上下水道電力を意味する。名称の通り、地方部における上下水道電力の供給を担当しているが、一部の廃棄物処理も担当していた。WAMCO が設立した後は、廃棄物処理について WAMCO に業務を移管することとなった。

1-1-4 モ国の人口及び廃棄物排出量

モ国では、近年の人口増加および新たなリゾート島での宿泊施設の建設により、排出される廃棄物の量が増加しており、その処理が課題となっている。

モ国人口は増加し続けている。国家統計局の人口動態調査によれば、2006 年から 2014 年にかけて、人口は 15%増加している。年間の増加率では 1.65%となっている。仮に 1 人あたりの廃棄物の排出量に変化しなかったとしても、人口増加に応じた分、廃棄物量が増加していることになる。

図表 1-1-3 モ国の人口動態



出所：“Statistical Yearbook 2017” モ国 国家統計局から JICA 調査団作成

1-1-5 都市部における廃棄物排出と処理に関する状況

(1) マレ広域区の状況

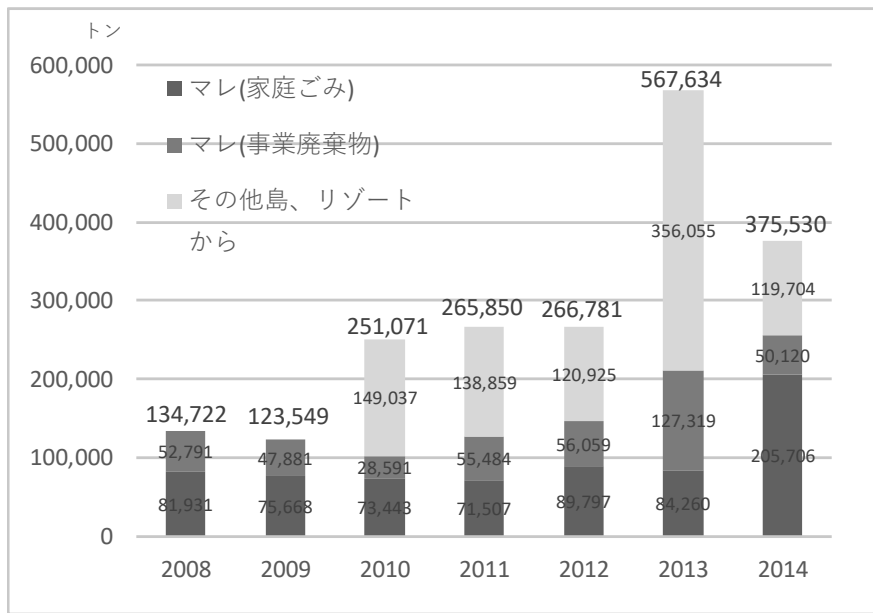
① マレ広域区の廃棄物排出の状況

排出される廃棄物の量については、廃棄物集積場等で廃棄物を計量する設備がないため、正確な

数値は不明である。しかし、増加の傾向であることは間違いないようである。

国家統計局の統計で、モ国の廃棄物量として掲載があるのは、マレ市周辺の廃棄物に関し、廃棄物処分場であるティラフシ島に搬入される廃棄物の量である。これによれば、2014年のマレ島近隣で発生し、ティラフシ島に運搬される廃棄物量は375,530t(1日あたり約1,030t)となっている。そのうち約3分の2にあたる255,826t(1日あたり約700t)はマレ島から運搬されるものである。マレ市以外の近隣の島からの排出は約3分の1である。これらの廃棄物の発生量は年々増加しており、特にマレ島からの排出量は2008年からの7年間で約2倍になっている。

図表 1-1-4 ティラフシ島に搬入される廃棄物量



出所：“Statistical Yearbook 2015” モ国 国家統計局から調査団作成

ただし、この資料の数値は、人口13万人といわれるマレ市の人口規模と照らし合わせると、1人1日あたり5.3kg排出する計算になり、一般的に考えられる排出量よりかなり多い上、2013年にその他の島からの排出量が突出しているなど、統計数値にばらつきがみられる。

世界銀行の資料²によれば、モ国で排出される1人あたりの廃棄物量の推計は、マレ地域で1.8kg、地方部で0.8kg、リゾート島で3.5kg、モ国全体で排出される年間廃棄物量は365,000tである。

また、アジア開発銀行へのヒアリングによれば、モ国を7つの地域区分(ゾーン)に分けたとき、マレ島が含まれるゾーン3の人口は約20万人で全国の6割を占め、またリゾート島もゾーン3に集中しており、人口、リゾート島のいずれも成長のスピードが速いとのことである。このゾーン3における1日の排出量は400tとのことであった。内訳は、マレ広域区からの家庭ゴミ等200t、建設廃材等が150t、その他の32の住民島の排出量の合計が18t、22のリゾート島の排出量が30tとのことである。1日の排出量が400tであれば、年間14.6万tとなり、上図の約半分程度の規模である。ただし、将来的な排出量の予測では、人口の増加、観光客の増加によって、現状より量が増加する見

² “Maldives to Improve Solid Waste Management with World Bank Support “

URL: <http://www.worldbank.org/en/news/press-release/2017/06/23/maldives-improve-solid-waste-management>
閲覧日 2017年8月29日

込みである。増加率の高い地域は、マレ環礁で、中でも特にフルマーレ島の増加率が高いと想定しているとのことだった。

なお、WAMCO が設立された 2016 年 1 月以降の廃棄物排出量について、WAMCO は情報を保有しておらず、統計の提供を依頼したものの、回答が得られなかった。

②マレ市内の廃棄物回収の状況

廃棄物の回収は、2016 年 12 月から新たに WAMCO が回収を行うことになり、現在、制度が移行中である。

マレ島では、狭い島に多くの人口が居住しているため、道路幅が狭い。そのため、我が国に一般にみられる、家庭からゴミを持ち寄り、その拠点を回収車が回収するというような地区ごとの収集場所はなく、廃棄物回収人が家庭、事業所を直接回収に訪問する形式で運用されていた。家庭や事業所からの回収機能担うのは、民間の回収人であり、一般的にバングラディッシュ人が担当していた。家庭や事業者は、回収人と個別に契約を締結し、玄関先に廃棄物を置いておけば、決まった曜日に回収がされる仕組みであった。この回収費用は有料で、家庭や事業所は回収人に個別に支払をする形式で運用であった。

図表 1-1-5 家庭の廃棄物を運搬していた民間の回収人(写真)



出所：JICA 調査団撮影

2016 年 12 月から、WAMCO が民間の回収人の機能を代替するかたちで、家庭や事業所からの回収を有料で開始した。この制度が開始した直後は、WAMCO が回収したのは、事前に任意で WAMCO に登録した家庭および事業所であった。この登録者の比率は、第 1 回現地調査(2017 年 5 月)で、1.5%だった。したがって、しばらくの間、WAMCO による回収と、民間の回収人による回収は並行して行われていたことになる。

その後、2017 年 8 月から、民間の回収人による回収が全面的に禁止となり、WAMCO がすべての家庭および事業所から回収を担当することになった。制度移行中の現在、WAMCO への登録世帯が少なかったこと、告知から実施までの準備期間が短かったこともあり、回収の状況はやや混乱しているようである。具体的には、WAMCO の回収は週 1 回であるが、その決められた曜日に回収がないことが居住者の不満になっている。また民間の回収人は週 2~3 回収していたことから、実質的にサービスの低下になっている。制度が円滑に移行するかどうか、当面の間、状況の観察が必要である。

図表 1-1-6 家庭や事業所からの廃棄物回収を有料で実施する旨の告知チラシ



出所：WAMCO

2017年11月の調査時点で、地区ごとに収集したとみられるゴミ収集箱を、WAMCOの制服を着用した職員が通りを回って回収していく様子が観察された。

図表 1-1-7 廃棄物を回収していく WAMCO 職員(写真)



出所：JICA 調査団撮影

マレ島内で回収された家庭や事業所からの廃棄物は、マレ島南西に位置する廃棄物輸送用の港(トランスポーテーションゾーン)に搬送される。

この廃棄物は、マレ島から直線距離で 3km ほど離れたティラフシ島に輸送される。

図表 1-1-8 マレ島で廃棄物を積み込む運搬船(写真)



出所：JICA 調査団撮影

環境エネルギー省によれば、現在の運搬船は屋根などがなく、悪天候の場合、廃棄物が濡れてしまうなどの問題があるため、今後コンテナでの輸送に対応する運搬船を導入する計画とのことである。

③フルマーレ島の廃棄物回収の状況

フルマーレ島は、マレ島から北東に 3km ほど離れた住民島である。すべて埋立によって新たに建設された島で、国際空港があるフルレ島と道路で接続している。近年住宅や、宿泊施設などの建設が目覚ましく、人口が急激に増加している。フルマーレ島には既に居住者がいるが、まだ埋立によって島の拡張を続けている。

なお、マレ島、フルマーレ島、ヴィリンギリ島の 3 つの住民島は、合わせてマレ広域区(グレートマレ)と呼ばれ、これらの島では、電気料金等はマレ島と同格に扱われ、同じ料金設定が適用されている。

図表 1-1-9 マレ島近隣の島の位置関係



出所：モ国環境エネルギー省からの提供資料を基に JICA 調査団が翻訳を補足
フルマーレ島の廃棄物の回収も WAMCO が回収の登録を行い、戸別回収を開始している。

図表 1-1-10 フルマーレ島で戸別回収の登録を呼びかける WAMCO の登録所(写真)



出所：JICA 調査団撮影

フルマーレ島には、廃棄物収集場がある。その状況を見ると、廃棄物の分別はほとんど行われず、回収したものをそのまま積みあげている様子がうかがえる。

図表 1-1-11 フルマーレ島の廃棄物集積場の様子(写真)



出所：JICA 調査団撮影

WAMCO へのヒアリングによれば、フルマーレ島に関する所管は住宅インフラ省であり、廃棄物処理の対応についても同省が管轄しているが、今後廃棄物処理については、WAMCO に所管が移動すること、政府の方針としては、マレ広域区では、ティラフシ島に廃棄物処理施設を集中させることになっており、廃棄物収集場も廃止の方向であるとのことである。

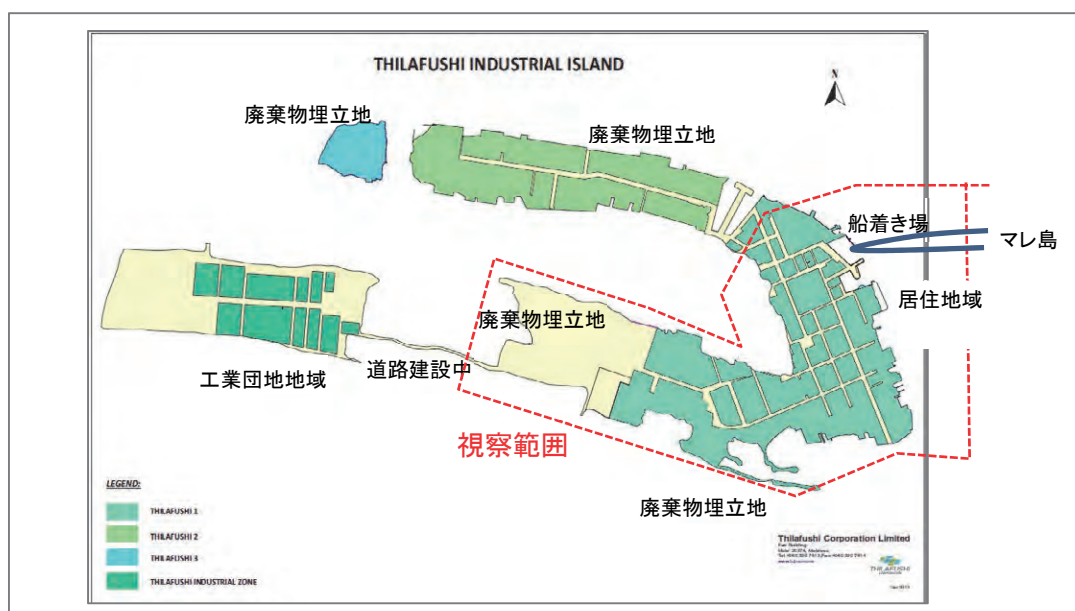
④ティラフシ島での廃棄物処分状況

マレ市およびフルマーレ島、ヴィリンギリ島の廃棄物は、廃棄物専用の船に積み込まれ、マレ島から直線距離で約 6km 離れたティラフシ島に輸送される。

ティラフシ島は、埋立によって人工的に造成された島であり、廃棄物を埋め立てする区画と、工業団地の区画がある。ティラフシ島で廃棄物処理を行う作業員が居住する区画もある。

ティラフシ島全体の所管は、ティラフシ島公社(Thilafushi Corporation Limited)であり、埋立、工業団地開発、土地のレンタルなどの開発事業を行っているが、廃棄物処理に関しては WAMCO が管轄している。

図表 1-1-12 ティラフシ島地図と、調査団の視察範囲



出所：Thilafushi Corporation Limited ホームページの地図を基に JICA 調査団作成

ティラフシ島へは、マレ広域区の廃棄物の他、近隣のリゾート島からも、個別に船によって廃棄物が搬送されてくる。リゾート島からの廃棄物は、グリーンウェストと呼ばれる落葉したヤシの葉、枝などの割合が大きく、かつ雨や海水によって濡れていることが多いため、燃やしにくい状態になっているとのことである。ティラフシ島の廃棄物処理は、リサイクルが可能な金属などを一部分別している以外は、すべて埋立によっている。現在のところ、焼却炉などの処理施設は設置されていない。WAMCO へのヒアリングによれば、2 年ほど前までは、新たに土地を拡張する形で埋立を行っていたが、既存の埋立地の上に廃棄物を積み重ねる方針にしている。

堆積した廃棄物の山からは煙があがっているが、これは自然発火であり、野焼きは行っていない。自然発火するのは、廃棄物内部からガスが発生し、高温になることで自然発火するからとのことである。この煙は、周辺の海域まで流出し、臭気が漂うことで問題になっている。

図表 1-1-13 ティラフシ島の廃棄物処理の状況(写真)



リゾート島からの廃棄物を運搬する船と廃棄物荷下ろしエリア

堆積して自然発火する廃棄物の山

出所：JICA 調査団撮影

(2) アッドゥ市の状況

①アッドゥ市の廃棄物排出の状況

マレ市に続く第2の都市であり、ゾーン7に位置するアッドゥ市の状況を記す。

アッドゥ市では、2017年4月にWAMCOが新たに事業を開始するまで、公的に定められた廃棄物処理場はなく、慣習的に投棄される場所決まっている状態であった。民間の回収事業者が、家庭、事業所(レストラン、事務所など)からの廃棄物を回収し、分別せず廃棄物処分場所に投棄し、適切に管理された状態ではなかった。当然ながら、排出される廃棄物の量は測定されてこなかった。

なお、WAMCOが事業を開始した後は、家庭、事業所から廃棄物の回収を行い、また慣習的な投棄場所を、廃棄物管理センターとして管理を開始している。現在のところ、WAMCOアッドゥでは、回収の契約をした家庭、事業所のみでの回収量を記録している。契約数は、第2回調査時点で、家庭は全5,000世帯中約1,000世帯、事業所は全200事業所中15事業所である。

なお、統計には道路の清掃等で発生する樹木や葉などが含まれ、それらで全体の6~7割を占めるとのことである。

ここから推察すると、アッドゥ市の排出量は1世帯、事業所あたり7.3kgとなる。事業所の割合が低く、またアッドゥ市では都市化がそれほど進んでいない状況から、事業所の排出を家庭と同程度に考えると仮定し、1世帯あたりの構成人数については、統計資料はないものの仮に平均4人家族とすれば、1日1人あたり1.8kg程度の排出を行っているかと推察される。

この数値は、既述の世界銀行によるマレ地区の1人あたりの排出量の推定とほぼ同じであり、実態に近いと想定される。

図表 1-1-14 WAMCO アッドゥ 2017年7月の廃棄物回収状況と、排出量の推計

WAMCO アッドゥからの提供資料			排出量の推計		
1日の回収世帯、事業者数(平均)	1日の回収量(平均)(t)	1日の回収量(平均)(m ³)	1日の家庭、事業所からの回収量(全体の4割、t)	1日の1世帯・1事業所あたり排出量(kg)	1日の1人あたり*排出量(kg)
922世帯	17t	26m ³	6.8t	7.3kg	1.8kg

* 1世帯の構成員を4人とした場合

出所：WAMCO アッドゥからの提供資料を基に JICA 調査団作成

なお、我が国では、1日の1人あたりの廃棄物排出量は939gである³。これと比較すると、アッドゥ市など、モ国の都市部での排出量は、我が国の2倍にあたることになる。

②アッドゥ市での廃棄物回収状況

廃棄物の回収については、現在WAMCOが登録者から無料で回収しているが、調査した2017年7月時点では、翌8月からマレ島と同様に民間事業者を認めず、WAMCOのみが有料で回収をする計画であった。

現時点では、回収時点では廃棄物の分別ができていないが、WAMCOでは一般家庭に分別の教育を開

³ 「一般廃棄物処理事業実態調査の結果(平成27年度)について」環境省、2017年3月28日発表

始しており、WAMCO での回収が義務化される時点から分別した状態になることを目指している。

回収にあたっては、既にゴミ収集車を 2 台導入しており、今後さらに追加で 2 台導入する計画となっている。回収作業は、なるべく時間効率が高くなるように、1 台の車に作業員を 4 人配備し、道路の両側から同時に廃棄物を回収できるような運用体制にしている。

③アッドゥ市での廃棄物処分状況

既述のとおり、アッドゥ市では、2017 年 4 月に WAMCO が新たに事業を開始するまで、民間事業者が家庭と事業所から収集した廃棄物を、18 年にわたり、慣習的に投棄される場所に部分別に投棄し、積み上げているだけだった。投棄する場所は、アッドゥ市の住民島であるヒタドゥ島とマラドゥ島間の連結道路の沿線で、その敷地は約 69,000m²(144×477m) ある。

この投棄場所には、近隣の 2 つのリゾート島(ヴィリンギリ島にあるシャングリラホテル、キャナリー・リゾート)からも廃棄物が運搬されている。

WAMCO が事業を開始した後は、この投棄場所を、廃棄物管理センター(ウェストマネジメントセンター)として、登録した家庭と事業所からの廃棄物を回収し、またリサイクル可能な廃棄物の分別を行っている。しかし、分別されたペットボトルなどは、地面にそのまま置かれているなど、保管状態がよいとはいえない。

なお、食料残渣などの有機ゴミは、従来から近隣のフルフメドゥ島に運搬し、堆肥化する処理を行っている。フルフメドゥ島には農家が存在し、それらの堆肥を使っているとのことである。

図表 1-1-15 アッドゥ市の廃棄物処理の状況(写真)



出所：JICA 調査団撮影

分別された資源ゴミについては、ペットボトル、鉄など、リサイクル可能な資源は、買取事業者があれば販売する。これらの需要は、スリランカにあると想定している。廃タイヤについては、地元住民が希望すれば、譲渡している。

また、今後は、粗大ゴミについても、WAMCO で回収を実施する計画である。

しかし、既に堆積している廃棄物の量は膨大であり、今後焼却施設を設置がされたとしても、すべてを処理し終わるには、かなりの時間がかかると想定される。

(3) 費用負担の状況

マレ市、アッドゥ市では、WAMCO が廃棄物処理を担当しており、費用負担を行っている。

WAMCO は、政府が 100%保有する公社である。廃棄物処理設備、必要な車両等については、政府が購入し、WAMCO に提供する。

WAMCO へのヒアリングによれば、家庭や事業者から徴収する廃棄物処理費用で運営費用を賄っており、政府からの補填は行われていないため、すべて徴収した廃棄物処理費用で賄われていることになる。運用にかかっている費用は、ヒアリング調査では明らかにできなかった。

WAMCO マレでの、家庭や事業所からの回収費用は 1 世帯 1 か月 100～150 ルフィア(約 750～1,120 円)である。1 階であれば 100 ルフィア、集合住宅で 2 階以上であれば 150 ルフィアだが、回収場所を 1 階にまとめてもらえれば 100 ルフィアとしている。

リゾート島や建設廃材等、直接ティラフシ島に搬入される事業廃棄物については、排出量による計算となる。料金は 1t あたり 400 ルフィア(約 3,000 円)である。ティラフシ島には、廃棄用エリアがあり、そこに運搬する。この料金については、モルディブ旅行業協会(Maldives Association of Tourism Industry : MATI、以下、MATI)へのヒアリングによれば、搬入する船の長さによって計算されているとのことである。このことと、ティラフシ島には計量装置がないことから、課金する廃棄物重量を船の長さで暫定的に計測しているという推測ができる。

一方、WAMCO アッドゥの運営費用は、現在の事業規模で、1 か月 486,000 ルフィア(約 364 万円)である。これは、職員の人件費、廃棄物の処理費用、輸送等の経費を含めたものである。WAMCO アッドゥは、2017 年 8 月から廃棄物の回収費用を徴収する。その料金体系はマレと同額で、1 世帯 1 か月 100 ルフィア(約 750 円)である。また、リゾート島からの廃棄物は現在無料で受入れているが、これも今後有料化する計画である。

1-1-6 島嶼部における廃棄物排出と処理に関する状況

(1) フェンフシ島(住民島)の状況

フェンフシ島は、住民による廃棄物処理が順調に実施されているということで、環境エネルギー省から紹介を受けて視察した島である。

フェンフシ島はゾーン 3 に位置するアリフダール環礁の住民島である。マレからは、西南西に位置し、空路でマーミギリ島まで 30 分、マーミギリ島からフェンフシ島までスピードボードで 10 分程度の場所に位置する。

島の大きさは 370×915m、住民登録されている人口は約 3,000 人であるが、島外に出稼ぎに行っている人が多く、実際に居住している人は、近隣のリゾートの勤務者、外国人労働者を含めて 1,200

～1,300人とのことである。

①フェンフシ島の廃棄物の排出、回収の状況

フェンフシ島では、2013年3月から、島カOUNシルの指導の下、住民が廃棄物を分別し、島カOUNシルが回収、処理するという運用を実施している。

島カOUNシルによる分別回収が開始された経緯としては、以下のような背景がある。住民は、島内の3か所の廃棄場所に、住民が個別に捨てていた。しかし、廃棄場所が海岸に近いところでは、大潮の時など廃棄物が流され、近隣のリゾートに漂着するなどしたため、近隣のリゾートから苦情が来ることがあった。また、女性だけの世帯で運搬したり、投棄場所でゴミが積みあがった上に投棄するのが困難な家庭も多く、それらの世帯では民間の回収人を依頼して、回収してもらっていた。そこで、潮に流されないよう海岸から離れた島の中央に近い地区に新たに廃棄物処分場を設定し、カOUNシルが回収を実施するようになったということである。この対策によって、それまで海岸はどこもゴミが浮いており、泳げる状態ではなくなってしまっていたものが、再度泳げる状態まで回復したとのことである。

現在、回収を行っている廃棄物は以下のような分別である。排出量について正確な量は計測していないが、ヒアリングによる1日あたりの島全体の排出量をあわせて記す。

- 台所ゴミ 300kg/日
- 紙おむつ 350～400kg/日 乳幼児は1日3枚使う
- その他燃えるゴミ 量は不明
- プラスチック(ペットボトル含む) 100ℓビンに5つつ分
- 金属 100ℓビンに3つつ分
- 缶、ガラス
- グリーンウエスト 缶、ガラスと併せて1.5tトラックに4台分

分別については、年に1回、カOUNシルが実施する総会があり、その中に廃棄物の分別に関する議題をいれている。出席者で合議の上決定しているため、分別は徹底できている。

実際に家庭の排出量を視察したが、特にペットボトルの量が多いことが印象的であった。これは、住民島において、既に水道が普及しているものの、給水されているのは一般に海水を淡水化した水のため、調理には使えても、飲料として飲むにはあまり適さないと考えられており、ペットボトルの水を使うことが多いためであるとのことである。

フェンフシ島では、島カOUNシルの手配によるトラックが毎日廃棄物を回収している。具体的に、カOUNシルのトラックが家庭を回って廃棄物を回収する。台所ゴミ、紙おむつは毎日、それ以外のゴミは金曜日を除く毎日回収される。毎日回収するのは、台所ゴミには魚が多く臭いがでることから、毎日廃棄することが慣習となっていることによる。

トラックは2台あり、カOUNシルの担当者によれば1台はEUからの支援によるものとのことである。

②フェンフシ島の廃棄物処理の状況

各家庭から回収された廃棄物は、ウエストマネジメントセンターに集積される。ウエストマネジ

メントセンターは、環境エネルギー省から提供されたもので、燃えないゴミを分別し、一時保管をする場所である。フェンフシ島のウェストマネジメントセンターには、焼却炉は設置されていない。

台所ゴミは堆肥化している。堆肥にする技術は、ウェストマネジメントセンターの職員が、国連機関の支援により、スリランカで研修を受けたとのことである。堆肥化自体は比較的順調に行われているが、集めたばかりの廃棄物には、ビニール袋などのプラスチック片が多く混入しており、これを取り除くのは手間がかかると思われる。分別収集の徹底を図っているフェンフシ島でこの状態であるので、他の島では堆肥化すること、さらにできた堆肥を販売するのは困難が大きいと想定される。

ペットボトルなどのプラスチックは、以前は燃やさないことにしていたが、貯まる一方であり、処理しきれないので燃やしている。家庭から分別をして回収しているものの、燃やすときに燃えるゴミと一緒にしている。焼却処理をしている周辺は、プラスチックが焦げる悪臭が立ち込めていた。

図表 1-1-16 フェンフシ島の廃棄物処理の状況(写真)



島カウンスルによる廃棄物の回収を行うトラック

一般家庭での廃棄物の分別

ウェストマネジメントセンターで処理する台所ゴミによる堆肥

ウェストマネジメントセンターでプラスチックも混入した廃棄物を焼却する様子

出所：JICA 調査団撮影

③フェンフシ島の廃棄物処理の費用負担

フェンフシ島における、年間の廃棄物処理費用は約 100 万ルフィア(約 750 万円)である。

費用の内訳は、人件費やトラックの運用にかかる費用である。人件費は、45,000 ルフィア(約 336,000 円)である。ウェストマネジメントセンターでは、10 名雇用しており、その内訳はモルディブ 2 名、バングラディッシュ人 8 名となっている。人件費には、医療保険、食事、宿泊施設、ビザ等諸費用が含まれている。ただし、費用が捻出できないため、燃やせない廃棄物ををティラフシ島に持っていく対応はできていない。

処理費用の財源は、政府からカウンスルに廃棄物処理用として交付される 10 万ルフィア(約 75 万円)、使用目的を問わない交付金が 25 万ルフィア(約 187 万円)、カウンスルでの事業による、住民からの徴収した金額を充てている。

住民の負担については、廃棄物の排出者の 1 か月あたり、1 世帯 150 ルフィア(約 1,100 円)、カフェ(2 軒)は 250 ルフィア(約 1,870 円)となっている。政府機関については敷地面積によって徴収する費用が異なり、基本的に 1 平方フィートごとに 5 ラーリ(約 0.37 円)となっており、おおむね 500~1,000 ルフィア(約 3,700~7,500 円)であり、学校は 1,500 ルフィア(約 11,200 円)である。

この回収費用は、この事業開始時に世帯ごとにアンケートを取って確認した。選択肢に月額 100、150、200 ルフィアとしたが、99%の人が 150 ルフィアで良いとしたため、150 ルフィアで決定している。事業開始前に民間の回収人に依頼していた時の費用が 1 か月 200 ルフィア(約 1,500 円)だったことから、それよりは安くなっているということで納得されているようである。

費用は、毎月 7~12 日にカウンスル事務所で納付してもらう。未納はほとんどない。未納があった場合は、電話で督促する。延滞については、1 日につき 1 ルフィア(約 7.5 円)の延滞料を付加している。それでも未納する場合には、回収を行わないことにしている。

カウンスルの事業収入としては、カウンスルが経営する薬局、売店の収益が充てられている。

また、廃棄物のうち食品ゴミからの堆肥と、分別されたりサイクル可能な廃棄物を販売して得られた利益についても運営費用に充てている。

しかし堆肥については、販売しているがほとんど売れない。モ国では耕作地はかなり限られている。モ国は、約 1,200 の島全部を総計しても国土面積が 298 km²と、東京都の約半分ほどと狭い。さらに国際連合食糧農業機関の報告書⁴によれば、モ国はサンゴ礁であるため、耕作に適している土壌がある島(土地)が限定されている。

それでも、マレでは堆肥 1kg あたり 20 ルフィア(約 150 円)程度の値段がつくとのことであるが、フェンフシ島内では 1kg あたり 2 ルフィア(約 15 円)でも買う人がほとんどいない。わずかにいる購入者は、家庭菜園で唐辛子などを作る目的である。

ビンは、マレでスープを売る島内の事業者、食用油の缶(一斗缶のようなものと思われる)に使い道があるようで、希望者には販売している。この収益は毎月 12,000 ルフィア(約 90,000 円)ほどになる。

現在、カウンスルの問題は、来年以降現在想定される費用の値上がり等を見込むと、現在の処理水準を賄う財源の手当てが十分にできないことである。

(2) マーフシ島(住民島)の状況

マーフシ島はモ国でも最大の島の 1 つであり、島の大きさは 1,270×265m、マレ島から南に 27km のカーフ環礁に位置する。

マーフシ島の特徴として、住民島であるが島内には 53 軒のゲストハウスがある。(2017 年 10 月時点) この規模はモ国最大数であり、さらにその数は増加している。そのほかに、登録していない非公式な宿泊施設がある。マーフシ島を訪問する旅行者は、年間のピーク時には 1 日 1,200 人、少な

⁴ 出所: "Food and Agriculture Organization Maldives Country Programming Framework", Office of the FAO Representative for Sri Lanka and Maldives COLOMBO, SRI LANKA, December 2012

い時には 500 人である。そのほか、モ国の最大の刑務所があり、マーフシ島の南部約 4 分の 1 の敷地面積を占めている。

登録人口は約 2,600 人であり、うち 350 人が外国人である。ゲストハウスに従事する他島の住民、外国人労働者、受刑者を待つ家族を合わせて、実際に居住しているのは約 5,000 人と推察されている。なお、マーフシ島の受刑者は約 1,200 人で、居住者数には含まれていない。

①マーフシ島の廃棄物の排出、回収の状況

マーフシ島の主要な廃棄物の排出者は、一般家庭、ゲストハウス、刑務所であるが、刑務所は独自に廃棄物処理を行っているため、まず、それ以外の一般家庭、ゲストハウスについて記す。

一般家庭、ゲストハウスの廃棄物の管理は、マーフシ島カOUNシルが担当している。

一般家庭、ゲストハウスでは、台所ゴミ、ペットボトル、それ以外のゴミに分別している。ペットボトルはドイツの民間企業が回収しており、島カOUNシルは、実質的に台所ゴミとそれ以外の廃棄物という 2 種類でしか分別を行っていない。この分別は、生分解性廃棄物である台所ゴミは海洋に投棄し、それ以外のゴミを野焼きで焼却する方法による。

一般家庭、ゲストハウスの排出量については、島カOUNシルでは調査を行っていないが、合計でおよそ 10t 程度と推計している。

回収は、一般世帯のうち、あらかじめ島カOUNシルに依頼している世帯等からのみ行っており、それ以外の世帯、事業者等は廃棄場所まで自分で運んでいる。

カOUNシルが回収している世帯数は 121 で、回収の頻度は週 2 回である。カOUNシルでは、回収先の曜日を変えて毎日回収を行っている。回収は、1.5t トラックを使い、1 日 5 回島内を巡回している。したがって、トラックで回収しているのは、1 日あたり 7.5t である。

ゲストハウスからは、おおむね 1 日 50kg 排出されるとのことであるが、ビュッフェを実施する日には、食品残渣が増えるとのことである。

カOUNシルが所有する回収用の 1.5t トラック 1 台は故障しており、現在使用しているのはレンタルの車両である。自前のトラックが使えないことも、自ら運搬をしている世帯等が多い要因だとされている。しかし、マーフシ島はモ国最大の規模とというものの、廃棄物処理場まで、最も遠い地点からも 800m も離れておらず、島内で生活をしている住民からすれば、廃棄場所までの運搬はそれほど負担になる距離とはいえない。一般家庭からは、徒歩やバイクで廃棄物が運搬されてくる。

また、ゲストハウスは基本的に自ら廃棄物を運搬している。ゲストハウスには廃棄物保管場所がほとんどなく、カOUNシルが廃棄物を毎日回収してくれないのであれば、自分たちで運搬せざるを得ないからである。ゲストハウスは、リヤカーなどで廃棄物を運搬している。

図表 1-1-17 マーフシ島の廃棄物の運搬の状況(写真)



出所：JICA 調査団撮影

② マーフシ島の一般家庭、ゲストハウスの廃棄物処理の状況

廃棄物の処理場は、島カOUNシルが管理している。場所は、マーフシ刑務所そばで、居住地の最も端に位置する海岸地域である。この場所に決まったのには、以下のような経緯がある。ゲストハウスができるようになった6年前、廃棄物を投棄する場所は決まっていなかった。そのため、住民は思い思いの場所で海岸に廃棄物を投棄していたが、それを観光客が見てすっかり興ざめされることがあった。そこで、カOUNシルで廃棄物を集積する場所を決め、そこから台所ゴミをドーニー船で遠くまで運び投棄していたが、それも継続が難しくなった。そこで、現在は、カOUNシルが指定した場所に廃棄物を集積し、生分解性廃棄物である台所ゴミのみを海洋投棄し、それ以外の廃棄物は焼却している。マーフシ島には、焼却施設はないので、焼却する時は野焼きである。

この状況に対し、島カOUNシルとしては、廃棄物処理施設がなく、モ国政府が決めた廃棄物処理ガイドラインで指示されている内容が遵守できないことを問題視している。廃棄物処理施設があれば、その基準を守ることができるようになると考えている。

廃棄物処理場では、台所ゴミを入れる廃棄ボックスが設置されており、海洋に投棄しやすいように傾斜をつけてある。投棄場所は時々変更されている。

それ以外の廃棄物は、その周辺に投棄され、ある程度の量に達すると、火をつけ焼却して減量化を図る。

台所ゴミは、運搬の時点でビニール袋に入れて持ってこられるため、廃棄ボックスがあっても袋のまま投棄されることがあり、問題となっている。調査員が観察した短い時間の中でも、袋のまま投棄する住民がいた。

また、それ以外のゴミにはペットボトル以外のプラスチックが含まれるが、焼却の温度が低いことから悪臭、煙が上がる。さらに焼却の際、悪天候だと燃やしても火が消えることがあり、処理が進まないことが問題となっている。

なお、缶、ビンについては、本来分別し回収されるべきであり、分別用のウェストマネジメントセンターがあるが、現在はあまり使われていない。ウェストマネジメントセンターが位置するのは、現在の廃棄物投棄場所から、80mほど離れたところである。この、ウェストマネジメントセンターは、隣接する運動場の拡張によって移設される計画である。現在は、缶、ビンが分別されてあるものの、

周辺は雑草が生い茂り、あまり人の出入りがないようである。今は、現在の廃棄場所に、缶やビンなども併せて投棄されている状況である。

③マーフシ島の一般家庭、ゲストハウスのペットボトルの回収

マーフシ島では、ペットボトルは約 8 割が回収されている。これは、2017 年 2 月ごろ、あるゲストハウスのオーナーが、ドイツの会社と協定をまとめて実施されるようになったものである。

2015 年のマレにある機関が調査した結果によれば、ペットボトルは 1 日 200kg 排出されている。ペットボトル飲料は毎週マレから購入し運搬される時は、1,000 ケース(1 ケース 24 本、1.5ℓ、500ml 合算)であるので、それと同じ規模が排出されていると考えてよい。個人でも搬入しているものがあり、それを含めればもう少し多い量になると思われる。

空いたペットボトルの回収にあたっては、島内に 15 か所の回収ポイントを設置し、住民が、そこにペットボトルを集めている。

この事業を始める際、ドイツの会社は、学校などでワークショップを実施した。学校でも子供たちに分別を教育したとのことである。

図表 1-1-18 マーフシ島の廃棄物処理の状況(写真)



出所：JICA 調査団撮影

③マーフシ島の一般家庭、ゲストハウスの廃棄物処理の費用負担

島カOUNシルが設定している回収費用は、月額一般世帯から 100 ルフィア(約 750 円)、事業者からは 200 ルフィア(約 1,500 円)、政府関連機関である WAMCO、国家電力公社(State Electric Company Ltd、以下、STELCO)、学校は、月 1,500 ルフィア(約 11,200 円)となっている。回収を依頼していな

い住民、事業者からは費用を徴収していない。

廃棄物処理担当としては、カウンシルからモルディブ人が3名、バングラディッシュ人5名が従事しており、費用はトラックの利用料金と、人件費に充てられる。バングラディッシュ人を一人雇用する費用は、ビザ代、保険料、宿舍の費用を含めて月額5,000ルフィア(約37,400円)程度である。

2010年にカウンシルが廃棄物処理をすることになる以前は、マーフシ女性開発委員会(Maafushi Women's Development Committee)が廃棄物処理の手配をしていた。その当時は、廃棄物関連の担当者は20人程度いたが、それらの人件費も拠出していた。マーフシ女性開発委員会は、ボランティアで週1回海岸の清掃を行ったり、廃棄物の集積所がいっぱいになり、処理が間に合わないときにバングラディッシュ人を雇用して処理を手伝わせるなどのことをしている。

カウンシルが廃棄物処理を担当する前は、ゲストハウスが使用するビーチなどのカウンシル所有の土地の使用料金を、廃棄物処理に充てていた。その支払額は、合計で月額10万ルフィア(約75万円)になるように決定されていた。ゲストハウスから、土地の使用料金として徴収される金額は、一旦カウンシルが預かり、そこから廃棄物処理に支出される。ただし、本来徴収されるはずの10万ルフィアには未納分も多く、実際徴収できているのはその3分の1だとのことである。未納が多い理由は、2017年6月の選挙前のカウンシルが担当していたことであり、現カウンシルでは不明である。この10万ルフィアをカウンシルがすべて廃棄物処理に充てることで、今後は住民からの費用徴収をせずに対応できるようにしたいという構想がある。

なお、宿泊客から追加で負担金などの形で費用を徴収することは制度上不可能である。また宿泊客から徴収したグリーンタックスは、そのまま国に納付し、カウンシルが使用することはできない。

④マーフシ刑務所の廃棄物処理の状況

マーフシ刑務所は、国立の機関である。受刑者が1,200人、スタッフが400人である。

廃棄物は生ゴミ、金属、それ以外の廃棄物として、3種類に分別している。生ゴミが1日200Q、それ以外の廃棄物には、ペットボトルを含むプラスチック、グリーンウェストなどが含まれ、1日4t排出される。

生ゴミは、海洋投棄される。

それ以外のゴミは、敷地内の廃棄物集積所に積み上げ、月に1回野焼きで燃やしている。この廃棄物集積所の広さは、マーフシ島カウンシルの集積所より大きい。

ペットボトルは分別されず、その他のゴミと同時に焼却される。排出量は、1日300~500個程度である。月1回廃棄物を燃やす日は、風向きなどを見て煙が建物に入らない日を選ぶが、それでも煙、臭いがひどく、途中で燃焼をやめるときがある。

臭いの原因は、燃やしているゴミにプラスチックが含まれるからである。刑務所内には、売店もあり、受刑者は食品などを購入できるが、その包装などがプラスチックなどであり、燃やしているゴミにそれらが混じっている。

金属は、月に1回程度、政府機関の回収船が来て回収しリサイクルされる。一定程度貯まったら、マーフシ刑務所から連絡をする仕組みである。

これらの廃棄物の処理については、職員から2名、受刑者から15名を充てている。受刑者については保安全管理を行った上で業務にあたらせ、担当したものには手当を支給している。

現在、マーフシ刑務所で独自に廃棄物処理を行っているのは、島カウンスル側で対応しきれず、受入れができないため、仕方なく対応している。仮に島カウンスルが廃棄物処理を受け入れてくれるようになった場合、費用負担については国の機関であることから一存では決められない。しかし、現在清掃や配膳などを外注しており、廃棄物処理処理まで含めて発注するという形式が感ぜられるとのことである。

また、カウンスル側で構築されているペットボトルの分別回収に、刑務所が参加することは検討できるとの発言があった。

図表 1-1-19 マーフシ刑務所の廃棄物処理の状況(写真)



出所：JICA 調査団撮影

(3) ヒンマフシ島(住民島)の状況

マレ近郊における、マレ広域区以外の住民島の廃棄物処理状況を確認するために、ヒンマフシ島を確認した。ヒンマフシ島は、マレ島から北北東約 15km(スピードボードで約 15 分)に位置する住民島で、人口は約 1,400 人である。

ヒンマフシ島も、現在埋立により島を拡張しているが、廃棄物処理場はその埋立地区に隣接している。

ヒンマフシ島では、直接カウンスルにヒアリングはできなかったため、分別、回収、費用負担の状況は不明であるが、廃棄物処理場の状況を視察した。

視察時には、バングラディッシュ人の担当者が 2 名廃棄物処理場で作業を行っていた。

廃棄物処理場には、英国製(INCINER8 社)の焼却炉があるが、長く稼働させていない様子であった。焼却炉が稼働する前提で、焼却灰をふるいにかけて、異物を分別する台があるものの、これも稼働させていない。

後日、現地調査員がヒンマフシ島カウンスルに確認したところ、この焼却炉は、ヒンマフシ島に隣接するリゾート島であるギリランカンフシ(Gili Lankanfushi)から新品を寄贈されたものとのことである。寄贈の経緯については明らかではないが、現地調査員によれば、リゾート島が建設されるときに、近隣の住民島に対する何らかの支援が行われる場合があるとのことであり、この焼却炉についても同様の経緯によるものではないかと想定される。しかし、ヒンマフシ島カウンスルの担当者によれば、この焼却炉は使い方がわからないため、そのまま放置しているとのことであった。

廃棄物処理場では、缶とペットボトルは分別して保管されてあるものの、缶は錆びついており、

長期間回収がされていない様子である。廃棄物処理場は、港がある岸とは島の反対側に位置しており、定期的に回収を行うには不便な立地であることが要因であるとも推測される。

これを裏付ける状況として、地面に廃棄物を無分別に投棄し、それを野焼きで焼却した後が複数確認された。

以上のことから、住民島では焼却炉があっても、実際に運用を継続するためには、運用面での支援が欠かせないことが明らかである。

図表 1-1-20 ヒンマフシ島の廃棄物処理の状況(写真)



出所：JICA 調査団撮影

1-1-7 リゾート島における廃棄物排出と処理に関する状況

(1) リゾート島に関する概況

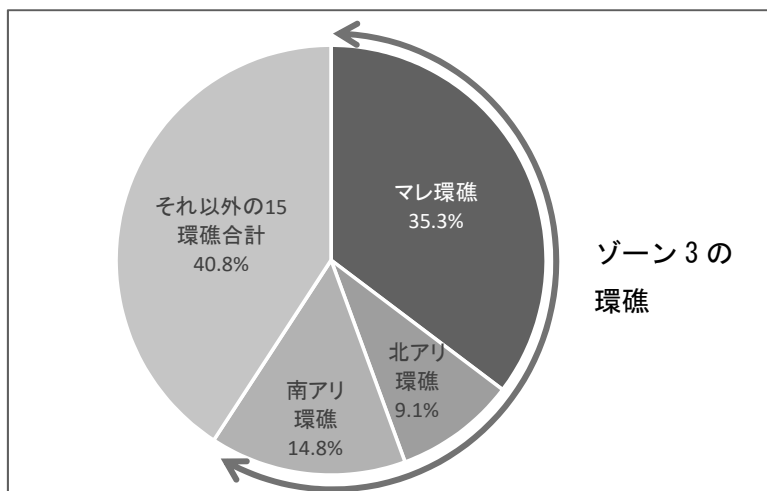
モ国では、国内にサンゴ礁による島が点在する環境を生かし、1つの島に1つの宿泊施設のみを設置したビーチリゾートが多い。モ国はイスラム教を国教としているため、住民が居住する島では、酒類の販売、飲酒が禁止されるなど、宗教面による制約がある。しかし、外国人観光客の宿泊を誘致するため、住民島とは別にリゾート島を設けることで、宗教的な制約にしばられずに、観光客のニーズである飲酒や、ビーチでの肌の露出に対応している。

観光芸術文化省へのヒアリングによれば、モ国には現在 120 以上のリゾート島があり、今後のリゾート島における宿泊施設の開業は、計画されているだけでも 70~75 あるとのことである。また、リゾート島での持続可能(サステナブル)な環境対応が観光資源の維持につながるという意識が高く、「廃棄物ゼロ方針(Zero Waste Policy)」を標榜している。

統計資料によれば、宿泊施設を客室のベッド数単位でみた場合、マレ島が含まれるゾーン 3 にモ

国全体の6割のベッド数が集中していることがわかる。

図表 1-1-2-1 宿泊施設ベッド数の環礁別比率(2016年)

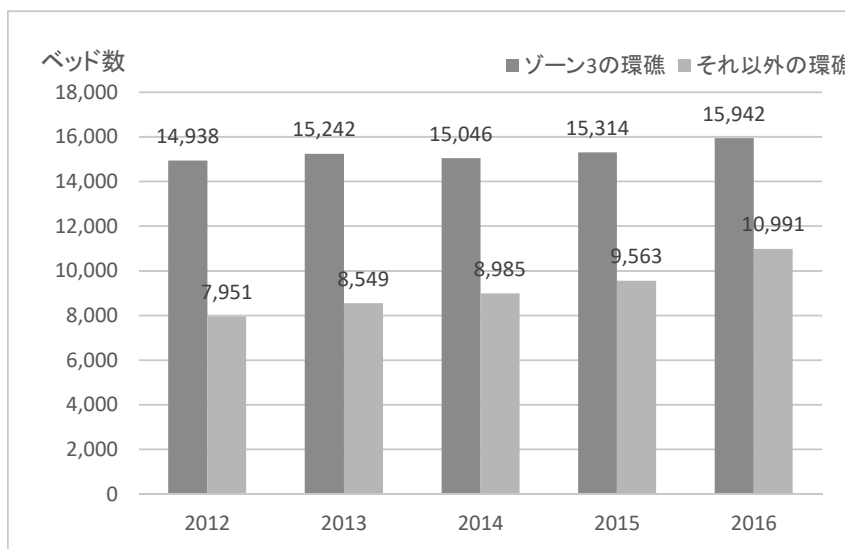


出所：“Statistical Yearbook 2017” モ国 国家統計局から JICA 調査団作成

宿泊施設におけるベッド数も増加している。2012～2016年の5年間に、ゾーン3の環礁では107%、それ以外の環礁では138%増加している。仮に1人あたりの廃棄物排出量が同じでも、ベッド数が増加し、その分宿泊者数が増加していれば、排出される廃棄物は多くなる。

なお、ゾーン3以外の環礁で増加率が高いのは、地方部にリゾート島を分散させるモ国政府の意向を反映した結果だと想定される。

図表 1-1-2-2 宿泊施設ベッド数の推移



出所：“Statistical Yearbook 2017” モ国 国家統計局から JICA 調査団作成

(2) リゾート島の廃棄物排出の状況

リゾート島からの廃棄物の排出量は、アジア開発銀行へのヒアリングによれば、宿泊施設のベッド1床あたり3.5~4kgとのものである。これは、宿泊客、従業員を合計した量である。

一方で、調査団が直接リゾート島で情報収集した3つのリゾート島の状況は、宿泊施設の客室数1室あたり約10~40kgと幅が大きく、さらにアジア開発銀行の算出結果とも乖離があった。

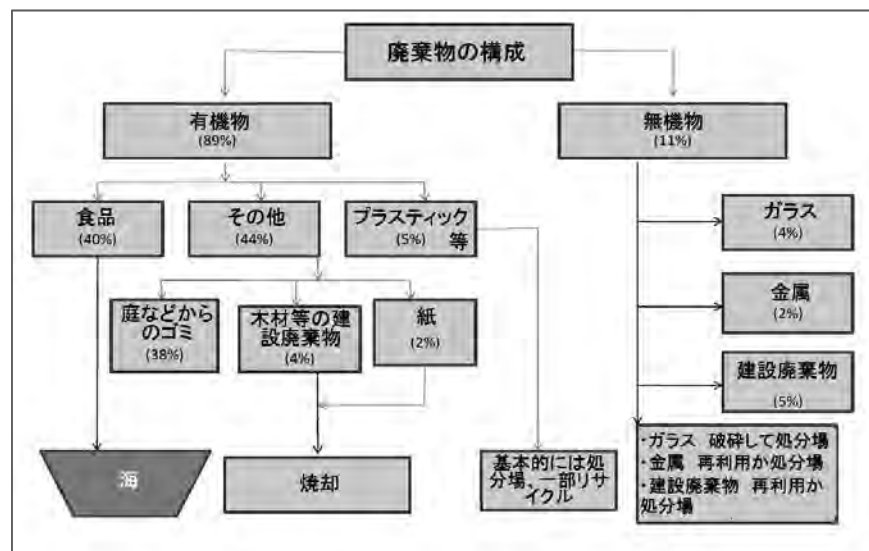
このことは、第2回現地調査でヒアリングしたモルディブ旅行業協会(Maldives Association of Tourism Industry : MATI、以下、MATI)において、リゾート島は宿泊施設の規模、グレード、タイプによって排出される廃棄物が異なると指摘されたことが要因である可能性がある。

廃棄物の内容も、情報源によって異なっている。MATIによれば、リゾート島から排出される廃棄物のうち、段ボール等、ビン、缶など梱包に関する廃棄物が多いことが指摘されている。一方で、リゾート島へのヒアリング調査の結果では、食料残渣、あるいはグリーンウェストと呼ばれる落葉したヤシの葉、枝が最も多いと説明された。

ただし、数値を算出しているリゾート島においても、廃棄物を計量する装置があるわけではなく、推定によって計測しているのが現実だと想定される。

なお、観光芸術文化省による「モルディブ観光セクターにおける廃棄物管理システムの評価および気候変動リスクに対する脆弱性⁵」(2015)によれば、一般的なリゾート島の廃棄物の量は、1.3mtと推定されている。

図表 1-1-2-3 一般的なリゾート島の廃棄物の内訳



出所：観光芸術文化省「モルディブ観光セクターにおける廃棄物管理システムの評価および気候変動リスクに対する脆弱性」(2015)を基に JICA 調査団にて翻訳

具体的なリゾート島廃棄物処理について、グレードが異なる2か所の宿泊施設を対象に視察を行った。

⁵ “Assessment of Solid Waste Management Practices and Its Vulnerability to Climate Risks in Maldives Tourism Sector” Ministry of Tourism, 2015

(3) リゾート島での廃棄物処分状況

観光芸術文化省へのヒアリングによれば、2006年から、すべてのリゾート島に廃棄物処理用の焼却炉を設置することが義務付けられている。リゾート島が新たに開業をする際には、焼却炉の設置がなければ、観光芸術文化省からの開業許可がおりない。また観光芸術文化省は、定期的に監査を行っており、その際に焼却炉があるかどうかの確認を行っている。したがって、リゾート島には焼却炉あるものの、監査では稼働するかどうかの確認はしておらず、必ずしも焼却が行われているとは限らない。

リゾート島では、排出される廃棄物の大部分を、レストランなどから排出される食品残渣が占めている。しかし、これらは海洋投棄が認められており、実際に投棄される割合が高い。調査団がヒアリング等で情報を入手した3つのリゾート島のうち、2つでは海洋投棄を行っているとのことであった。

リゾート島の廃棄物処理について、高級、中級の施設で確認をした。

①Bandos Maldives(以下、バンドス・モルディブ)

バンドス・モルディブは、モルディブで2番目に開業した、所有者、運営者ともモ国資本のリゾートで、宿泊施設のグレードは4つ星プラス級である。

ゾーン3の北マレ環礁に位置し、マレ島からは北北西約10km(スピードボードで約10分)の場所にあって、島の広さは178,700m²である。宿泊施設の規模は215室と、モ国ではやや大きい規模となっている。収容人数約430名、従業員数540名であり、レストランは4か所(スタッフ用を入れれば5か所)あり、会議などができるコンベンション施設がある。

バンドス・モルディブには、ノルウェー製(Kvaerner社)の焼却炉があるものの、故障のため2年ほど前から稼働しておらず、食品残渣以外の廃棄物は、すべてティラフシ島に輸送している。

焼却炉および廃棄物の一時保管場所は、宿泊客から離れた技術部門の敷地にある。

ヒアリング調査によれば1週間に排出される廃棄物は、18tであり、そのうち食品残渣が6t、それ以外の廃棄物が12tである。

ティラフシ島へ輸送して廃棄している食品残渣以外の廃棄物の内訳は、落葉したヤシの葉、枝などのグリーンウェストが8t、ペットボトル、缶、ガラス、段ボールなどの合計が4tである。

食品残渣は、週に1回、夜間に海洋に投棄している。投棄する場所は、季節の風向きなどによって異なる。

ティラフシ島への輸送量を減らす目的で、グリーンウェストは、木材用の粉砕機で砕き、その一部をキノコの育成やカブトムシの繁殖に使う等して廃棄量を削減する努力をしている。同様に、ガラスも破砕機で砕き、その一部を、施設内に池などを作る際の材料にするなどして、廃棄する量を減らしている。

また、缶、段ボールは、輸送コストを節約するために、圧縮機で圧縮している。ただし、圧縮の際は、缶、段ボールを混ぜた状態で圧縮し、廃棄している。

ペットボトルは圧縮せず、そのまま袋にいれて輸送する。ただし、ペットボトルは、昨今の環境への意識の高まりもあって、ペットボトル包装の利用が減少していることから、排出量も少なくなっているとのことである。

バンドス・モルディブでは、リゾート島内で廃棄物を焼却しておらず、廃棄物処理費用は、ティ

ラフシ島への輸送費である。ティラフシ島への輸送は、自社で保有する船で週 3 回実施しており、輸送費用は、1 か月 65,000 ルフィア(約 486,000 円)である。輸送費はかなり高いと考えている。

なお、食品残渣を夜間に海洋に投棄する際の船の費用もかかっているが、それはヒアリングでは判明しなかった。

図表 1-1-24 バンドス・モルディブの廃棄物処理の状況(写真)



出所：JICA 調査団撮影

②Biyadhoo Island Resort(以下、ビヤドゥ・アイランド・リゾート)

ビヤドゥ・アイランド・リゾートは、サンランドリゾートグループ傘下に 5 つあるリゾートの一つで、3 つ星クラスの宿泊施設である。

ゾーン 3 のカーフ環礁に位置し、マレ島のほぼ南約 25km(スピードボードで約 30 分)の場所において、島の広さは約 10ha である。宿泊施設の規模は 96 室、収容人数約 200 名、従業員数 143 名であり、モ国では標準的な規模の宿泊施設である。レストラン、バーが 2 か所あり、コンベンション施設はない。

ビヤドゥ・アイランド・リゾートでは、チーフ・エンジニアが、自ら製作した自家製の焼却炉がある。8 年前に製作したもので、製作にかかった費用は約 5,000 米ドル(約 57 万円)とのことである。

燃焼を効率的にするための送風機と燃料油の供給ポンプを備えているが、燃料費がかかることから、節約のために使っていない。炉の耐火材として、インド製の耐火煉瓦を輸入して使用している。焼却炉のメンテナンスとしては、これまで、燃焼の激しい炉の上部の耐火煉瓦を 1 度交換しただけである。耐火煉瓦の劣化はそれほど進んでおらず、調査時点ではすべて交換する必要はないとのことである。

観光芸術文化省の監査は、焼却炉を製造した8年前(2009年頃)に受けたが、その際、規制の対象になっているのは野焼きであることから、自家製の焼却炉であっても問題なく承認を得ることができたとのことである。その後5年に1回、環境エネルギー省の検査を受けることになっている。なお、排ガス性状についての規制はなく、排気ガスについての検査を受けたことはない。

排出される廃棄物としては食品残渣や包装資材の廃棄物は少ない。これは現在、客室稼働率が50%程度と低いため、リゾート全体としてできるだけ低コストの運営をしていることによるということである。

排出されるものとして最も多いのは、グリーンウェストである。毎日ビーチを清掃するため、これらの廃棄物が多くなり、特に天候が悪いと廃棄物の量が増える。これらのグリーンウェストはすべて焼却炉で焼却している。

このほかに、空き缶、ガラス、ペットボトル、プラスチックなどの燃やせない廃棄物がある。これらの燃やせない廃棄物は、ティラフシ島に輸送する。輸送する量を最小限にするための工夫をしており、具体的には、空き缶はプレス機でプレスし、ガラスは破砕機で粉砕し、レンガ製造に使う場合もある。ペットボトルはそのままである。廃棄物の分別は従業員が実施している。

廃棄物の量は測定されていない。植物の廃棄物と燃やせない廃棄物は同じ程度の量が廃棄されるとのことである。調査団の目測によれば、1日に廃棄される植物の廃棄物が4m³程度であった。この比重を0.25とすれば、1日の廃棄物の総量は2t程度とみられる。

廃棄物処理を担当する従業員は10人おり、そのうち2人のスタッフが焼却炉の運転を担当する。このスタッフは、午前中はビーチ清掃を行ってグリーンウェストを集め、午後1時から4時まで焼却炉で焼却作業をする。

調査団が訪問した際、焼却炉が稼働して煙が出ており、近くにくると臭気を感じたが、島自体が広いことが幸いして、宿泊客から臭気や煙で苦情が出たことはないとのことである。

廃棄物を焼却した灰は、施設内のバナナ等を栽培している農園に肥料として散布している。これは生育が早くなる効果があるとのことである。

ビヤドゥ・アイランド・リゾートでは、リゾート島内で焼却できない廃棄物を、月1回ティラフシ島に搬送している。搬送に使う船のレンタル代とティラフシ島への搬入費の合計は、1か月1,800ルフィア(約13,500円)である。この船のレンタル代は、他の目的に使うことも含めて月極契約しているため安価になるが、仮に1回ごとに船をレンタルする場合、その費用は約2倍になるとのことである。なお、ティラフシ島への搬入費用は、搬入する船の長さによって決定されるとのことである。

図表 1-1-25 ビヤドゥ・アイランド・リゾートの廃棄物処理の状況(写真)



自家製の焼却炉の外観

圧縮機とガラス破碎機

ビーチの清掃で集められたグリーンウェスト

缶など種類ごとに分別し、圧縮して保管している状況

出所：JICA 調査団撮影

③電話調査

現地調査員によって、視察した以外のリゾート島にも焼却炉の稼働について3件の電話ヒアリングを行った。電話調査した理由は、焼却炉が稼働していないリゾートがある場合、その理由や、買替の意向を確認するためである。

既述のバンドス・モルディブ、ビヤドゥ・アイランド・リゾートを合わせ、結果をまとめたものが以下の表である。

図表 1-1-26 モ国リゾート島における焼却炉稼働の状況

焼却炉設置場所	バンドス・モルディブ (Bandos Maldives)	ビヤドゥ・アイランド・リゾート (Biyadhoo Island Resort)	バロス・モルディブ (Baros Maldives)	ヴェラサル・モルディブ (Velassaru Maldives)	オルペリビーチ & スパ・モルディブ (Olhuveli Beach & Spa Maldives)
訪問調査の有無	有	有	無	無	無
マレからの距離 (スピードボードでの移動時間)	10分	30分	15分	10分	40分
(リゾート島)ホテルランク	4つ星	3つ星	4つ星	4つ星	4つ星
島の規模(リゾート島では室数、住民島では人口)	215室	96室	75室	120室	182室
1日あたりの廃棄物の排出量	2.5t	2t	0.5t	0.3t	1t
焼却炉メーカー	Kvaerner 社製	ホテルで製造	欧州製	不明	TeamTec 社

焼却炉の稼働の状況	稼働していない	稼働	稼働していない	稼働	稼働
焼却炉が稼働していない理由	装置が古く、耐火材が壊れている	-	島が小さく、稼働したら、宿泊客から苦情があった	-	-
島外に廃棄物を運搬する頻度	週 3~4 回	1 か月に 1 回	週 2 回	週 4 回	1 か月 1 回
運搬費用(月)	65,000 ルフィア (47.3 万円)	1,800 ルフィア (1.3 万円)	6,000 ルフィア (4.3 万円)	2,000 米ドル (23 万円)	13,000 ルフィア (9.4 万円)
焼却炉の買替計画の有無	有	無	無	無	無
買替を希望する理由	運用費用が高すぎる	-	-	-	-

出所：JICA 調査団作成

リゾート島は民間事業者が運営しており、運営内容の情報開示にあたっては慎重であるため、詳細な費用までは得られなかったが、ある程度の情報を把握することができた。

全てのリゾート島で、焼却炉を保有しており、メーカー名が不明のヴェラサル モルディブ以外は、欧州製を導入している。また、運搬費用を計上しており、最も費用をかけているのがバンドス・モルディブで月間 65,000 ルフィア (47.3 万円) で、最も安価にすんでいるビヤドゥ・アイランド・リゾートで月間 1,800 ルフィア (1.3 万円) である。ただし、5 件分の情報から運搬費用については、ティラフシ島への運搬頻度と距離によって異なっていると想定される。

頻度は島内で処理される廃棄物の量と、ティラフシ島へ運搬する量に依存する。ビヤドゥ・アイランド・リゾートは、1 か月に 1 回しか運搬しておらず運搬費用が最も安価であるが、訪問時にプラスチックを焼却している悪臭がしており、自家製の焼却炉で低い温度で焼却をしている可能性がある。

また、5 件中、2 件のリゾート島で焼却炉は稼働していない。その理由は、以下の通りである。

- 装置が古く、耐火材が壊れている (バンドス・モルディブ)
- 島が小さく、稼働したら、宿泊客から苦情があった (バロス・モルディブ)

これらの理由から、適切な廃棄物処理施設を提案することで、買替の需要が見込めると考えられる。

④MATI

調査したリゾート島以外の状況を把握するため、モ国のリゾート島の約 9 割が加盟する旅行業者の業界団体である MATI にヒアリングした。リゾート島には以下のニーズがあることが説明された。

- リゾート島の宿泊施設の規模は 20~400 部屋とばらつきがあり、グレードや種類も、高級から安価なものまで幅広いため、リゾート島だからといって排出される廃棄物の量や種類は同じではない。
- 廃棄物を焼却炉に投入する際に、投入口から煙が上がる。そのため多くのホテルは、宿泊客に煙などが見られないように、夜燃やすなどしている。また焼却炉の温度が高い。このような運用から、作業する従業員の負担が大きい。
- ゾーン 3 においては不燃物、焼却灰はティラフシ島へ輸送している。その輸送費用が高価であり、またティラフシ島での廃棄料金が徴収される。したがって島内で処理できることが望まし

い。

- ERCMがあれば、プラスチックが島内で処分できるのがよい。

1-2 当該開発課題に関連する開発計画、政策、法令等

1-2-1 モ国の開発計画における環境管理の方針、政策、法令

モ国の廃棄物処理は、環境エネルギー省が所管している。

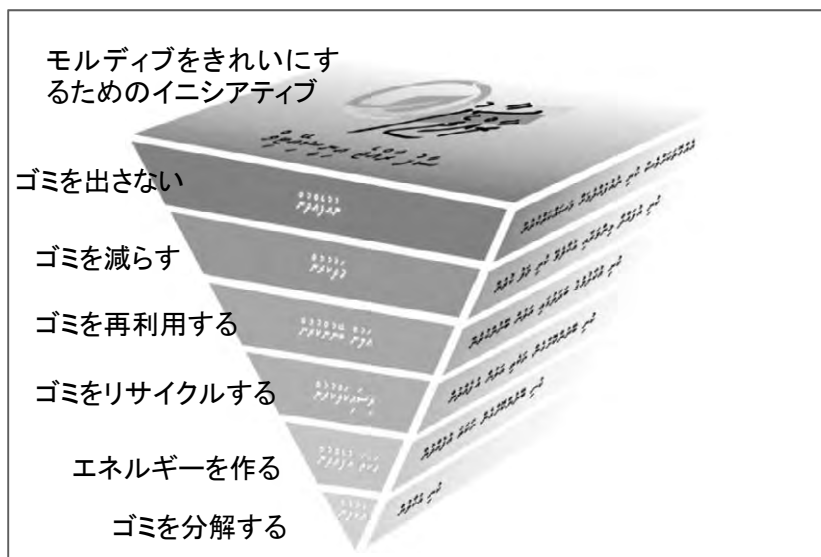
モ国では2008年に「国家廃棄物管理方針⁶」が制定され、廃棄物処理に関する11の方針が策定され、廃棄物管理の所管を明確にすること、廃棄物処理は原則として排出者が管理すべきであることなどが定められた。

「国家廃棄物管理方針」は2015年に改訂され、2016年から適用が行われている。改訂版「国家廃棄物管理方針」の構成は以下のようになっている。

【国家廃棄物管理方針(改訂版)の構成】
● イントロダクション
● ビジョン
● ミッション
● 廃棄物管理方針(10項目)
● 戦略策定の目的(16項目)
● 廃棄物管理に関する戦略
● 方針の導入と責任
● 監査と見直し

「国家廃棄物管理方針」の概念が以下の図である。

図表 1-2-1 国家廃棄物管理方針の概念



出所：環境エネルギー省提供資料を JICA 調査団にて翻訳を補足

⁶ National Solid Waste Management Policy

廃棄物管理の管理に関する法的枠組みとしては、「環境保護保全法⁷」のもとに、「廃棄物管理規則⁸」がある位置づけである。

この廃棄物管理規則の下に、現在はまだドラフトの段階の「廃棄物焼却炉ガイドライン⁹」と、廃棄物管理計画を策定する「廃棄物管理計画ガイドライン¹⁰」が存在する。

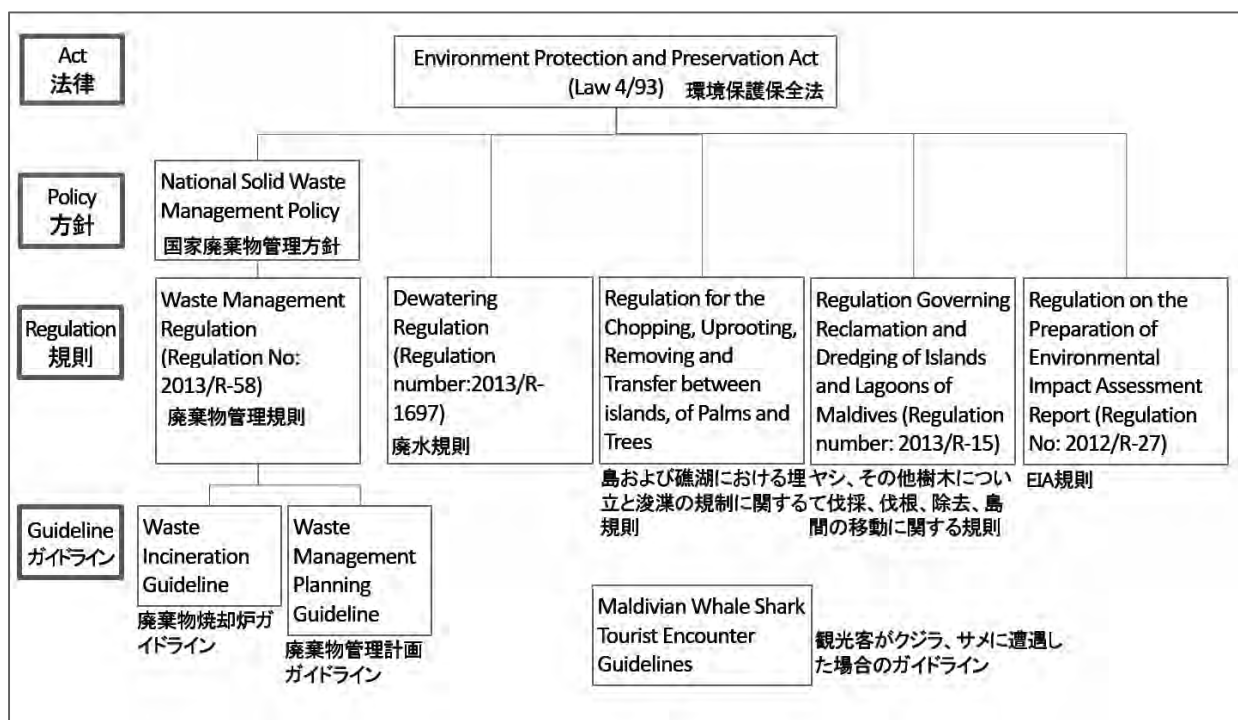
環境影響評価(Environmental Impact Assessment : EIA、以下、EIA)に関する「EIA 規則¹¹」も、「環境保護保全法」に基づいて規定されている。この規制については、EPA が所管している。

このほか、環境保護に関連した規則に、以下のものがある。

- 廃水規則¹²
- 島および礁湖における埋立と浚渫の規制に関する規則¹³
- ヤシ、その他樹木について伐採、伐根、除去、島間の移動に関する規則¹⁴
- 観光客がクジラ、サメに遭遇した場合のガイドライン¹⁵

これらの法体系を整理したものが以下の図である。

図表 1-2-2 廃棄物処理に関する法的枠組み



出所：モ国環境エネルギー省へのヒアリングを基に、JICA 調査団にて作成

⁷ Environment Protection and Preservation Act (Law 4/93)

⁸ Waste Management Regulation (Regulation No: 2013/R-58)

⁹ Waste Incineration Guideline

¹⁰ Waste Management Planning Guideline

¹¹ Regulation on the Preparation of Environmental Impact Assessment Report (Regulation No: 2012/R-27)

¹² Dewatering Regulation (Regulation number:2013/R-1697)

¹³ Regulation Governing Reclamation and Dredging of Islands and Lagoons of Maldives (Regulation number: 2013/R-15)

¹⁴ Regulation for the Chopping, Uprooting, Removing and Transfer between islands, of Palms and Trees

¹⁵ Maldivian Whale Shark Tourist Encounter Guidelines

なお、環境エネルギー省へのヒアリングによれば、現在、新たに「廃棄物管理法」(Solid Waste Management Act)が制定される見込みであり、法案が検討されているとのことである。2018年度に国会で審議がされる見込みであり、成立した場合には廃棄物関連の規則、ガイドライン等は「廃棄物管理法」の基に位置づけられると想定されている。

1-2-2 モ国の開発計画における観光関連の方針、政策、法令

モ国では、観光は産業の柱となっており、リゾート島での廃棄物処理に関して、観光政策との関連性は深い。

観光は、観光芸術文化省が所管しており、現在発効している1999年に改正された「観光法¹⁶」がある。観光関連事業者では、リゾート島において、例えば施設の建築、衛生、廃棄物、施設運用、電力等、関連する他の法律、規則などが多岐に渡ることから、リゾート施設を企画、経営、運営する担当者が具体的かつ容易に理解できるように、観光法を基本として、これらの法律、規制等をまとめた、「観光リゾート開発と運用のための環境ガイドライン¹⁷」(2005)が制定されている。この中で、廃棄物に関する規定は「廃棄物管理規則」等を引用して記載されている。ガイドラインで記述されている具体的な内容は、以下の通りである。

【観光リゾート開発と運用のための環境ガイドラインでの廃棄物関連の主な項目】

- 廃棄物処理に必要な設備（これらの設置がなければ営業不可である）
 - 排出される廃棄物量に見合った焼却炉
 - 缶圧縮装置(can compactor)
 - 第2次観光マスタープラン下で開発されるリゾートにおいては、上記に加えガラス、ビン破砕機および庭から排出される廃棄物の裁断機
- 廃棄物
 - 食品残渣を海洋に投棄する場合、島に漂着しないよう潮流、風向きを考慮し、十分に離れた場所で実施すること
 - プラスチックあるいはポリエチレン製の袋は海洋に投棄してはならない
- 廃棄物を削減するために、飲料等は缶ではなくリサイクル可能なビンや紙製容器のものを使うこと、過剰包装をしたものを購入しないことを推奨する
- 分別の徹底のために、ゴミ箱は分別の種類に応じて設置する

観光芸術文化省によれば、2006年からすべてのリゾート島で、廃棄物処理用の焼却炉を設置することが義務付けられているとのことであったが、これはこのガイドラインによるものだと考えられる。

観光芸術文化省の説明では、リゾート島でホテルを建設するにあたって、まず敷地の設計図を提出させるが、その際に廃棄物処分地域の確保を確認する。その敷地については、EIAを実施し、問題がないことの認定をしてからでなければ、営業許可(ライセンス)を与えない。観光芸術文化省によれば、このようなプロセスを経ているため、現在営業しているリゾート島は、すべて焼却炉を設置

¹⁶ Tourism Act (Law 2/99)

¹⁷ Environmental Guidelines for Tourist Resort Development & Operation in the Maldives

し、野焼き等の対応は禁止されている。また、現在許容されている、食品等生分解性の廃棄物の海洋への投棄については、近く基準を変更し、投棄を禁止する方針であるとのことであった。

また、ガイドラインでは、リゾート島の監査が行われることも規定されている。これはガイドラインで規定されている消防設備、電力設備、水道施設、客室設備、衛生環境等の項目について実施され、廃棄物処理に関してはこれらと同時に実施される。監査の頻度は、ガイドライン上では「定期的に」と定められている。観光芸術文化省によれば、監査を実施する際には、観光芸術文化省担当の他、消防、衛生管理担当者など関連する専門家と一緒に現状確認を行うとのことであった。

1-3 当該開発課題に関連する我が国国別開発協力方針

我が国のモ国に対する国別援助方針（2016年2月）によれば、「脆弱性への対応と持続可能な経済成長への支援」を大目標としている。この下で、2つの重点分野（中目標）のうちの1つとして「環境・気候変動対策・防災」が設定されている。ここでは小島嶼国であるモ国が、環境の悪化による生活環境や主要産業への悪影響に脆弱であることに鑑み、これらへの対応の支援を重点的に行うとしている。

これに対応した事業展開計画によれば、「開発課題への対応方針」として、「気候変動対策、持続可能エネルギー利用の促進、廃棄物処理など環境・防災分野における協力を重点的に実施していく」としている¹⁸。

当提案はこれらの我が国開発協力方針と合致している。

1-4 当該開発課題に関連する ODA 事業及び他ドナーの先行事例分析

1-4-1 当該開発課題に関連する ODA 事業

現時点では、モ国で廃棄物管理に関する ODA 事業は実施されていない。

1-4-2 当該開発課題に関連する他ドナーの先行事例

モ国では、世界銀行によって以下のような事業が実施されている。

図表 1-4-1 他ドナーのモ国における廃棄物関連プロジェクト

プロジェクト名	実施機関	概要
モルディブ環境廃棄物管理プロジェクト ¹⁹	世界銀行	2008～2016年実施。廃棄物処理に関係する行政担当者に対し、管理技術等を教育する。
モルディブアリ環礁廃棄物管理プロジェクト ²⁰	世界銀行	2012～2014年実施。5か所(島)のパイロットプロジェクト地域で、住民への廃棄物の分別などを教育する。

出所：世界銀行ホームページの情報を基に JICA 調査団作成

廃棄物処理に関しては、2016年12月に世界銀行、アジア開発銀行、アジアインフラ投資銀行等が参加するドナーミーティングが行われ、廃棄物処理に関する協議が実施された。

¹⁸出所：外務省ホームページ <http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/files/000171447.pdf>

¹⁹ Maldives Environmental Management Project

²⁰ Maldives Ari Atoll Solid Waste Management Project

これによれば、環境エネルギー省のモ国を 7 つの地域区分(ゾーン)に分割し、ゾーンごとに地域集中廃棄物管理センター(Regional Waste Management Centers)を設置する計画について、ドナーが担当するゾーンを決めて融資する計画である。

導入する廃棄物処理システムは、同じ要件に基づくもので、食料残渣などは排出する島内でコンポストを作って減量化した上で搬入され、また廃棄物処理施設では廃棄物発電を併用した焼却施設を想定している。

既にゾーン 2 では、世界銀行によるプロジェクトで、ヴァンドゥ島に廃棄物処理装置の導入が完了している、新たに入札が開始されている等の状況がある。

この事業と当社が想定する事業については、不整合が発生するものではなく、むしろ補完ができるものと想定される。

第2章 提案企業、製品・技術

2-1 提案企業の概要

2-1-1 企業概要

株式会社倭和テクノス(以下、倭和テクノス)は、千葉県市原市に本社をおく、1995年9月に設立した製造業である。県内に5事業所を有し、従業員数は110名である。プラント事業、環境事業、人材派遣を行うヒューマンリソース事業、介護事業の4事業を展開している。

これまでの同社の中核事業は、環境設備、製鉄化学設備、鋼構造物関係など、プラント事業である。京葉コンビナート内の工場等を主取引先として、工場内機械設備の配管・据付・仕上工事を中心とした建設工事・メンテナンス工事、及び関東近郊の焼却施設・水処理施設の機械工事を行ってきた。それに加え近年は、環境事業として、汚水処理、廃棄物処理、除菌・脱臭技術などに注力しており、ダイオキシン、NOx、SOx、重金属等の自然環境汚染物質を排出しない設備、汚染物質を無害化する設備の設計・施工の実施をするなど、順次事業領域を拡大してきた。

介護事業は、現在千葉県内に5事業所を展開し、地元から新たな雇用(パートを含み65名)を生み出す等、地域に密着した事業を行っている。1995年の創業以来、順調に売上・利益を拡大し、地元高校からの定期社員採用を行うなど、雇用も順調に増加している。

本提案の廃棄物処理装置(ERC: Earth Resource Ceramic Machine、以下、ERC)の製造にあたっては、千葉県内の約20社と、資材購入、部材加工、及び製作外注等において協力関係にあり、地元経済に波及効果を有している。

さらに地域活性化の取り組みとして、2007~2011年度に、千葉県の未利用バイオマスを有効活用する目的で、千葉県・山武市・千葉県産業技術支援研究所・森林総研・千葉大学による産学官協力プロジェクトにおいて、倭和テクノスは、ウッドプラスチックの製造設備の開発、製造を行った。

- 千葉県木質バイオマス新用途開発プロジェクト(2007年度~2010年度)
- 千葉県産サンプスギを用いたウッドプラスチックの研究開発(2007年度~2008年度)
- 地域活性化のためのバイオマス利用技術の開発(2009年度~2011年度)

図表 2-1-1 倭和テクノスが参画したプロジェクトの報告書(写真)



出所：JICA 調査団作成

プロジェクトの成果として、バイオマスプラスチックで出来た株式会社バンダイの製品『アースカプセル昆虫採集』が、第4回エコプロダクツ大賞を受賞した。また、地元の株式会社吉山プラスチック工業が生産する『レンブロック』は現在も販売され、地域活性化に貢献している。

2-1-2 海外ビジネス展開の位置づけ

倭和テクノスが客先としている日本国内の工場は、近年、設備の海外移転、もしくは工場を集約する方向で動いており、今後も同社の手掛けるプラント事業の国内規模は縮小に向かっていくことは間違いない。また、プラント事業は、その性格上、顧客の工場に必要な設備を都度設計することになるが、環境事業における設備は、基本的に完成した製品を多少のカスタマイズを行って販売する形式になるため、大量に製造するほど規模の経済により原価が低減できる。そのため、今後は市場を国内だけではなく、広く海外にも進出することで、事業拡大の基盤としていく計画である。

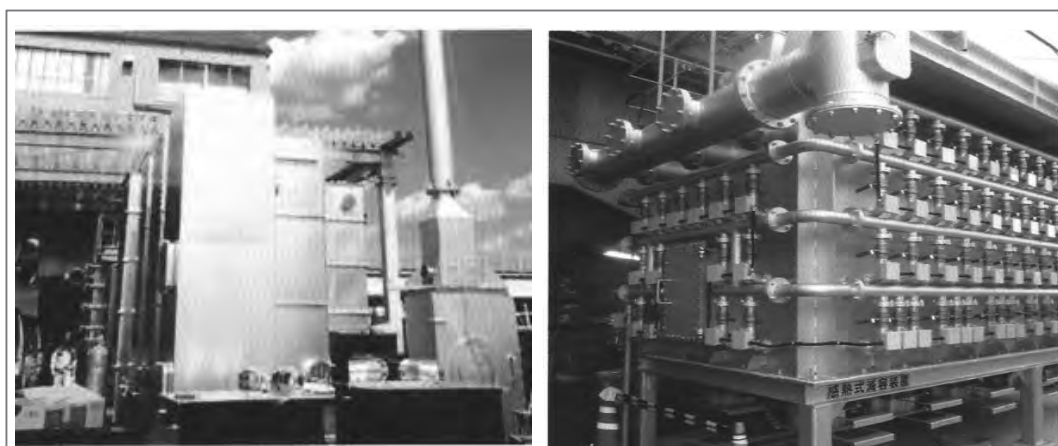
2-2 提案製品・技術の概要

2-2-1 提案製品・技術の概要

提案製品である ERCM は、有機性の廃棄物を熱分解して、約 100 分の 1 から 1,000 分の 1 にまで大幅に減容化する装置である。還元雰囲気での分解室内において、底部のセラミックス層からの輻射熱で分解するという、これまでにない新しいメカニズムを利用している。

従来の焼却装置に比べて、設備がシンプルで管理が簡単、低コストであること、大型化も小型化も可能であるという特徴がある。また、最初の立ち上げ後は、外部からの補助燃料などを必要とせず、還元雰囲気を保持するための電子を含んだ空気の流れの電力コストのみで 24 時間の連続運転が可能であることから、ランニングコストも低く抑えることができる。

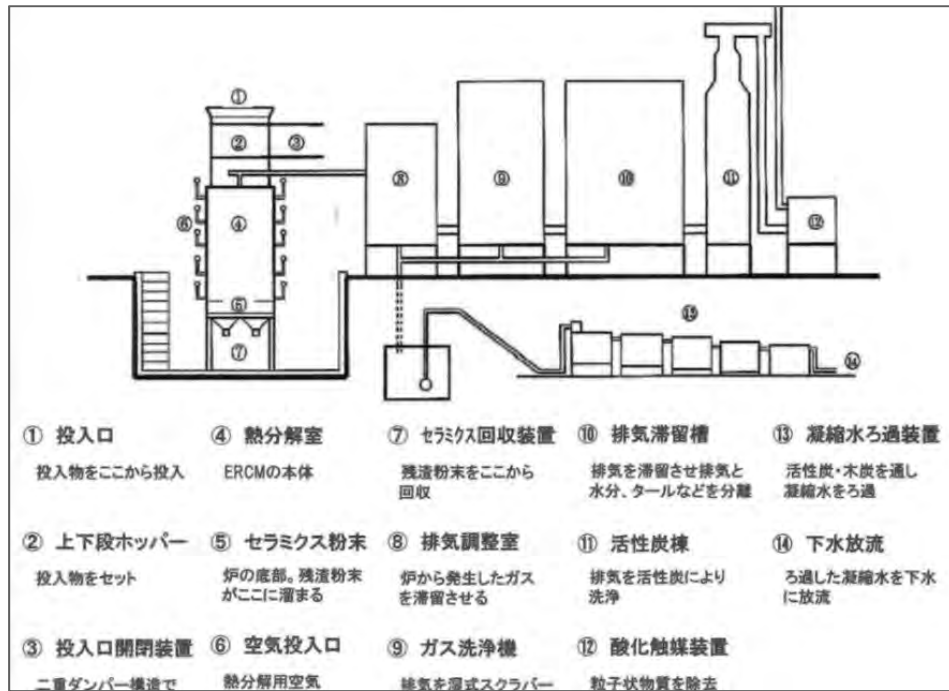
図表 2-2-1 ERCM の設置例（食品工場）



出所：株式会社 ASK 商会提供

ERCM のプロセスフローを下図に示す。

図表 2-2-2 ERCM のプロセスフロー（側面図）



出所：株式会社 ASK 商会作成による資料

ERCM の本体は上図の①～⑦の部分である。①の投入口から廃棄物が投入されて、④の熱分解室で処理され、⑦から残渣物である粉末状の無機物（セラミックス粉末）が回収される。⑧～⑫では、分解されガス化したものの洗浄処理装置である。分解されガス化されたものは湿式スクラバーで洗浄される。その後簡単な排気洗浄工程を通り、主に水蒸気や窒素、二酸化炭素となり⑫から排出される。また、⑨で洗浄に使われた水は、基本循環して洗浄に使われるが、汚れてきたら綺麗な水に入れ替える。廃棄される水は、⑬で活性炭濾過した後、下水放流される。

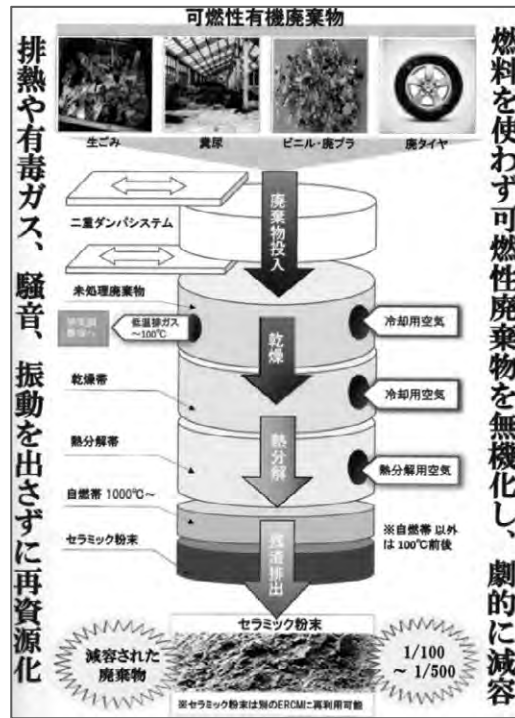
下図は ERCM の本体部分における熱分解の仕組みを示したものである。

分解室底部には残渣物であるセラミック粉末が存在（灰色部）し、その上部には、上から投入された廃棄物が地層のように上部まで積み重なって存在する。（薄オレンジ色部、薄緑色部、薄青色部）

そのセラミック粉末と、廃棄物層の境界面に当たる部分には、摂氏 1,000 度以上の自然域の厚さは数センチ m 程度で存在（オレンジ色部）し、その自然域のすぐ上の廃棄物層は、熱分解の準備が出来ている部分（薄オレンジ色部）。その上には、乾燥されている部分（薄緑色部）。さらにその上には、投入されたままの生の廃棄物状態の部分（薄青色部）が地層のように積み重なっており、自然域で熱分解、減容されるに従って、廃棄物は上から下に移動し、自動的に乾燥、熱分解が進む仕組みとなっている。

また自然域以外の部分は摂氏 100 度以下と低いため、分解室は、外から人が直接触れられるほどの温度であり、そのため安全性が高いのも特徴である。また分解室内の殆どの部分が、摂氏 100 度以下であることにより、排気に毒性のものが再合成され含まれることも非常に少なく、そのため、システム全体として、低コストが実現できている

図表 2-2-3 ERCMにおける廃棄物分解の仕組み



出所：株式会社 ASK 商会作成による資料

なお、ERCM は大型化できることも特徴である。そのため、現在の製品ラインナップにおいて、大きく、1日あたり 5t~20t 処理する大型のものと、1日あたり 500~2,000ℓ 処理の小型のものに分けられる。

大型のものは、地方政府の廃棄物処理施設に、小型のものは島嶼の宿泊施設などに設置可能である。

なお、日本においては、大型のものは食品工場での自家処理リサイクル機として、または、行政における一般廃棄物処理施設等として設置実績があり、小型のものは、病院や老人ホーム等の医療施設や学校等の小規模施設に適している。

図表 2-2-4 ERCM の導入実績

納入年	納入先	納入機種等	備考
2014 年	寺院（神奈川県）	500ℓ、1 台	寺内で発生する廃棄物処理
2014 年	玉三屋食品（愛知県）	5t 処理機、1 台	食品工場の廃棄物処理
2014 年	Solvi 社（ブラジル）	20t 処理機、1 台	サンパウロ市から委託を受ける廃棄物処理事業者

出所：株式会社 ASK 商会作成による資料

図表 2-2-5 ERCM 製品価格・スペック

型式	本体 内容積	処理量(日)	電力消費量(日)	メンテナンス費 (月額平均)	国内販売価格
500ℓ	0.5 m ³	125kg	100kwh	1 万円	1,250 万円
1,000ℓ	1 m ³	250kg	133kwh	2 万円	1,800 万円
2,000ℓ	2 m ³	500kg	185kwh	3 万円	4,500 万円
4,000ℓ	5 m ³	1.25t	320kwh	5.5 万円	9,000 万円
2.5t 処理機	10 m ³	2.5t	480kwh	7 万円	1 億 1,000 万円
5t 処理機	20 m ³	5t	560kwh	14 万円	1 億 8,000 万円
10t 処理機	50 m ³	10t	780kwh	22.5 万円	2 億 8,000 万円
20t 処理機	100 m ³	20t	1,200kwh	38.5 万円	5 億 5,000 万円

(注)この表は目安であり、基本的には導入箇所によって個別の設計になり、料金は変動する。

工場渡しの価格であり、建屋、投入用のタワーホッパー、コンベア、運搬・据付は別途見積もりになる。

出所：株式会社 ASK 商会作成による資料

2-2-2 技術の比較優位性

ERCM の競合製品は既存の焼却炉になる。既存の焼却炉は、外部から補助燃料と呼ばれる油やガスを用いているため、燃料コストを要するほか、設備のメンテナンスにも大きなコストがかかる。また 10 分の 1 程度の焼却灰が残るため、これを埋め立てるなどの最終処分工程が必要になる。

これに対して ERCM は構造がシンプルであるため、焼却炉のような大掛かりな設備メンテナンスが不要で、補助燃料も必要とせず、有機物の熱分解によって減容するものである。

減容率は焼却炉の 10 倍以上であり、廃棄物処理の圧倒的な低コスト化が実現できる。

図表 2-2-6 ERCM と従来型焼却炉の違い

	焼却炉	ERCM
構造・イニシャルコスト	<ul style="list-style-type: none"> ■構造：耐熱材レンガ、バグフィルター、二次燃焼装置、冷却配管などの補助設備が必要。 ■イニシャルコスト：5000-8000万円/t。 	<ul style="list-style-type: none"> ■構造：火炎させず、熱分解作用を利用しているため、一部を除き分解室の殆どの部分は100度前後である。そのため公害が発生しにくく、耐火レンガ、フィルター、冷却装置などの補助設備が不要。 ■イニシャルコスト：3000万円/t程度。
ランニングコスト	煙突のバグフィルターや、レンガの交換、冷却水、補助燃料、電気、残渣物の二次処理などのランニングコストにメンテコストを加え、5トン処理炉では、月間約250万円以上のコストになる。	輻射熱による有機物の熱分解作用を主な原理としており、補助燃料は一切不要。フィルターやレンガなども不要。少量の電力や、凝縮水ろ過用の活性炭とメンテコストで、5トン炉の月間ランニングコストは月間約20万円前後にとどまる。
残渣物	減容率1/10で炭素を含む焼却灰が残り、埋め立てるか、ナマコンに混ぜるなどの二次(最終)処理が必須。また特に、焼却灰の管理型埋立の場合、数十年に渡る大量な汚水処理(再利用)も欠かせない。	減容率1/100-1/1000を達成。残渣物は再利用が可能。 1) 固形残渣(セラミック粉末)：陶器やガラス製品、骨材やフィルターに使用可能。もう一方の用途、ERCMの部材として使用可能。 2) 液体残渣(凝縮水)：木酢酸と少量のギ酸。農業用に使用可能。 3) 少量のタール：ボイラー燃料などにも応用可能。 従って、二次(最終)処分が発生しない。
処理能力	ゴミの発熱量や種類によって異なる焼却炉を選定する必要があり、分別が必須。含水率が高くても50%より低くする必要があり、その場合前処理が必須。	ほぼ全ての有機ゴミに有効で且つ、簡単な分別で処理可能。また含水率80%程度までのものならば前処理無く、直接投入可能。
公害	後工程で、高価なフィルターなどの装置を取り付けなければ、環境基準を完全にクリアできない。	上述した用に仕組みにより、本体部において公害物質が生成されにくいいため、後工程も非常にシンプルな装置でコストが低く抑えられると同時に様々なオプションを設置することが可能。また、残渣物がリサイクル可能なため、埋立などの環境負荷を最小限に抑えられる。

出所：株式会社 ASK 商会作成による資料

2-3 提案製品・技術の現地適合性

非公開

2-4 開発課題解決貢献可能性

モルディブでは廃棄物の収集・処理が本格的に始まりつつある段階にある。2016年1月に、WAMCOが設立され、廃棄物処理の一元化に向けた動きが始まった。WAMCOによる最近の廃棄物処理の主な状況をまとめると以下ようになる。

- マレ市での有料の廃棄物回収を開始（2017年5月時点での回収カバー率は1.5%程度）。
- 2017年4月にアッドゥ市に事務所を開設、廃棄物回収と廃棄物管理センターの運営を開始
- 2017年5月から、フォームラク（Fuvahmulah）市での廃棄物回収も開始する。
- 世界銀行により、ヴァンドゥ（Vandhoo）島（ゾーン2）に設置された焼却施設が完成し、これの運営を行う。
- ティラフシ島における廃棄物の集積・処理の管理を実施している。
- フルマーレ島の廃棄物処理は、現在、住宅インフラ省が所管しているが、これをWAMCOに移管し、ティラフシ島で集中処理する予定。

他方、住民島の廃棄物処理に関しては、従来から各島の地方政府により対応されてきた。またリゾートに関しては、リゾートが焼却施設を保有し、可能なものはリゾート内で処理することと、ティラフシ島などに運搬して処理することが併用されていた。

これに対して2016年に、世界銀行、アジア開発銀行、アジアインフラ投資銀行等の国際機関等の主導と支援により、モ国を7地域に分け、各地域に1つずつ廃棄物焼却施設を設置して、集中処理するとの方針が決定された。現在、これに位置付けられる各プロジェクトの状況として、以下のような情報が得られた。

- ヴァンドゥ島に焼却施設が完成（稼働を疑問視する声もある）。
- アッドゥ市では今後3年程度で焼却施設が完成予定（実際には5年程度は必要との意見もある）。
- ティラフシ島では2021年に焼却施設の運用開始。

これらの集中処理施設が稼働すれば、住民島やリゾートでは、発生した廃棄物を運搬し、処理することが可能になる。しかし実際には、集中処理施設のある島までの距離が遠いために、廃棄物を

運搬・処理できない住民島やリゾートも出てくる。

このような住民島やリゾートでは、依然として、発生する廃棄物の処理が開発課題として残る。ERCM は、比較的少量の廃棄物を低コストで処理することが可能である。このため、集中処理施設が設置される島から離れたところにある住民島やリゾート島に ERCM を設置することにより、これらの住民島やリゾートでの廃棄物処理が可能となり、開発課題の解決に貢献するものと評価される。

ティラフシ島において、マレ広域区を含むゾーン 3 の地域集中廃棄物管理センター設置のプロジェクトを推進しているアジア開発銀行の担当者によれば、ERCM の設置は、アジア開発銀行のプロジェクトと重複するものではないとの認識が示された。それぞれの得意分野を活用することで、モ国の廃棄物処理を進めることを歓迎するとのことであった（2017 年 5 月に実施された調査団との面談結果）。

具体的には、マレ島やフルマーレ島といった都市や、近隣の住民の多い島から発生する大量の廃棄物は、ティラフシ島に運搬し、ここに設置される大規模な地域集中廃棄物管理センターで処理する。一方、ティラフシ島から離れた位置にあり、小規模な住民島やリゾートから発生する廃棄物は、島内やリゾート内に ERCM を設置し、島内やリゾート内で処理するということである。これにより、廃棄物の発生源の地理的位置や廃棄物発生規模によって、大規模な焼却施設と ERCM が役割分担しながら、地域全体の廃棄物処理を行っていくことの可能性が認識された。

第3章 ODA案件化

3-1 ODA 案件概要

ODA 案件として、「ERCM によるマーフシ島の廃棄物処理の普及・実証事業」の実施を提案する。
その経緯、内容について以下に整理して示す。

3-1-1 モ国の開発課題

モ国においては、廃棄物の収集・運搬が、首都マレ市や、第 2 の都市アッドゥ市などの一部の主要都市で始まったばかりである。158 の住民島の多くでは廃棄物の廃棄場所を設定し、そこに排出された廃棄物を分別もないままに投棄しているのが実態である。また 110 余りのリゾート島においては、食品残渣の海洋投棄と、木の枝や落ち葉などのグリーンウェストの焼却及び、これらで処理できない廃棄物をティラフシ島などの廃棄物を廃棄できる島まで運搬して投棄することを併用している。このように住民島及びリゾートの両者において、廃棄物の処理が十分にできていないことが大きな課題となっている。そしてこの結果、リゾートへの廃棄物の漂着やティラフシ島での発火と煙の発生といった問題が生じている。

これに対してモ国政府は今年、すべての住民島を対象として、ウェストマネジメントセンターを設置するとの計画を発表した。ウェストマネジメントセンターは島内で発生する廃棄物を集積し、分別して保管する施設と、有機廃棄物を堆肥化することを目的としている。廃棄物を島内で焼却等によって処理する装置の設置は考慮されていない。モ国では、「1-1-6 島嶼部における廃棄物排出と処理に関する状況（1）フェンフシ島(住民島)の状況」で見たように、堆肥を活用できる耕地が限られている。また堆肥にはプラスチック片が多く混入しており、実使用には課題も多いのが実態である。このため廃棄物の減容化が大きな課題として残っている。

また、リゾート島においては、廃棄物処理施設の設置が義務化されているものの、運用は強制的ではない。焼却炉を保有しているものの、宿泊客の苦情により稼働していなかったり、焼却炉が故障すると、可燃性の廃棄物もティラフシ島に輸送するなど、適切な対応が行われていない。さらに、化石燃料を使った処理では費用がかかることから食品残渣の海洋投棄が行われ、海洋汚染の問題が発生している。

3-1-2 実施サイトの検討の経緯

2017 年 8 月 24 日に、モ国環境エネルギー省より、普及・実証事業の実施候補サイトとして、カーフ環礁のマーフシ (Maafushi) 島を決定したとの連絡があった。

環境エネルギー省とは、第 1 回調査時点から協議を進め、ERCM 設置候補地の選定を進めてきた。協議では、最終的にモ国での普及にあたって、住民島とリゾート島の両方を視野に入れ交渉してきたが、住民島の廃棄物は、既に地域集中廃棄物管理センターにおいて集中管理する方針が決定していることから、環境省としては住民島への数多くの導入は難しいとの判断があった。一方、リゾート島では、環境エネルギー省の基準に基づき廃棄物処理を行っており、廃棄物処理を効率的に進めていくためにはリゾート島での ERCM を展開することは有効であり、普及・実証事業において、リゾート島を対象とすることが考えられた。

ただし、モ国は海洋を含む自然環境そのものが観光資源となっていることから、民間事業者であるリゾート島では新しい技術の焼却炉を導入することには極めて慎重で、いきなりリゾート島へ ERCM を導入することは、事業者の理解を得にくい。また、事例として設置したとしてもリゾート島への入島は、宿泊客などではなければ交通手段が手配しにくいなど、普及・実証事業時点での不便さが想定された。このような背景から、ERCM は住民島に設置し、それをショーケースとしてモ国内への普及を図る方針が示された。

環境エネルギー省では、設置場所の選定にあたって、リゾート島の多くが集中するゾーン 3 で視察に利便性が高いこと、島カウンスル及び住民の理解が得られること、リゾート島での導入の参考にできることなどを条件として、検討を行った。その結果、マーフシ島が選定されるに至った。

マーフシ島はモ国でも最大の島の 1 つであり、大きさは 1,270×265m、マレ島から南に 27km の位置にある。登録人口は約 2,600 人であり、うち 350 人が外国人である。住民島であるが島内には約 50 のゲストハウスがある。このことからマーフシ島は、住民島とリゾートの両方の特性を併せ持つ島であると言える。また、普及事業における利便性も高い。

マーフシ居住者は、登録された住民の他、観光産業に従事する他島の住民、外国人労働者を合わせて、約 5,000 人と推察される。また、モ国で最も大きい規模の刑務所がある。マーフシ島では、廃棄物処理についての住民、ゲストハウスの意識が高く、ERCM の導入にも積極的、協力的である。

3-1-3 カウンターパートとの協力体制

今回提案する「ERCM によるマーフシ島の廃棄物処理の普及・実証事業」は、モ国政府が抱える上記の課題の解決に貢献するものである。

廃棄物処理を所管する、環境エネルギー省から、事業の実施について協力するとの意向が示された。

第 2 回現地調査である 2017 年 8 月の面談の際には、環境エネルギー省で廃棄物担当である Ali Amir 副大臣から、「設備を導入した後のサステナビリティが重要である。導入した地域の住民にとって本当に利益になるようにしたい。設備を導入したが、使われなくなってしまうことは避けたい。」との発言があった。このモ国側の姿勢は、まさに日本側が望んでいるものである。モ国側の熱意が感じられ、普及・実証事業を協力して実施していけるとの意を強くした。

また、第 4 回現地調査では、候補サイトであるマーフシ島でのワークショップを環境エネルギー省と共催で実施し、廃棄物管理について Ali Amir 副大臣自らファシリテーターとしてステークホルダーの話し合いをリードし、ERCM 導入への道筋をつけた。

3-1-4 ODA 案件概要

以上の状況を背景として、マーフシ島において ERCM を設置、運転することにより、ERCM による廃棄物処理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。

ERCM は、廃棄物を熱分解するために、煙や臭気の発生がなく、残渣も焼却炉の場合の 10 分の 1 以下である。また 1 日あたり処理量が 20 t の大型のものから 100kg のものまでの製品を揃えており、廃棄物の発生量が少ないリゾート島や、小規模の住民島への対応も可能である。

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。

設置サイトとして想定されている、マーフシ島のウェストマネジメントセンターは、現在廃棄物を集積・投棄されている場所に隣接しており、2017年11月時点、モ国政府に対して土地利用の申請手続きを行っているところである。許可が下り次第、建設に着手し、2018年の早い段階で完成予定である。

導入するERCMは5 m³の小型の装置を2基設置する。2基に分けることにより、メンテナンス時にも継続して廃棄物処理を行うことが可能である。2基による廃棄物処理量は、標準的な運転をした場合で2.5t程度となる。これはマーフシ島の家庭及びゲストハウスから現在排出されている有機性廃棄物（グリーンウェストを除く）の全量に相当する。

他方、樹木の葉等のグリーンウェストや、マーフシ島の刑務所から排出される廃棄物（現在刑務所内で独自に処理している）は対象として想定していない。これは普及・実証事業の規模に対して、マーフシ島から排出される廃棄物量が多いことから、必要性の高い廃棄物を対象として処理を行うこととしたものである。これについては環境エネルギー省を始め、11月に現地で実施したワークショップにおいて現地住民に対して説明し、了解を得ている。

また、ERCMの稼働にかかる電気代、運用に必要な要員のための人件費、メンテナンス費用についても見積を作成し、ワークショップにて説明をしている。マーフシ島カOUNシルとの協議では、この費用の捻出、手配について手配可能であると回答を得ている。

- カウンターパート：環境エネルギー省
- 実施サイト：マーフシ島ウェストマネジメントセンター
- 対象製品：ERCM（型式5 m³×2基）
- 処理対象廃棄物：マーフシ島の住民及びゲストハウスから排出される有機性廃棄物（家庭ごみ、食品残渣、包装材、繊維製品、その他プラスチック・紙類；但しグリーンウェストは除く）を処理する。（※マーフシ島の家庭及びゲストハウスから現在排出されている有機性廃棄物（グリーンウェストを除く）の全量に相当する）
- 残渣のセラミックス：ERCMの初期稼働に必要なものであり、メーカー側で引き取り、または土壌還元する。

今回実施を計画している普及・実証事業のイメージを下図に示す。

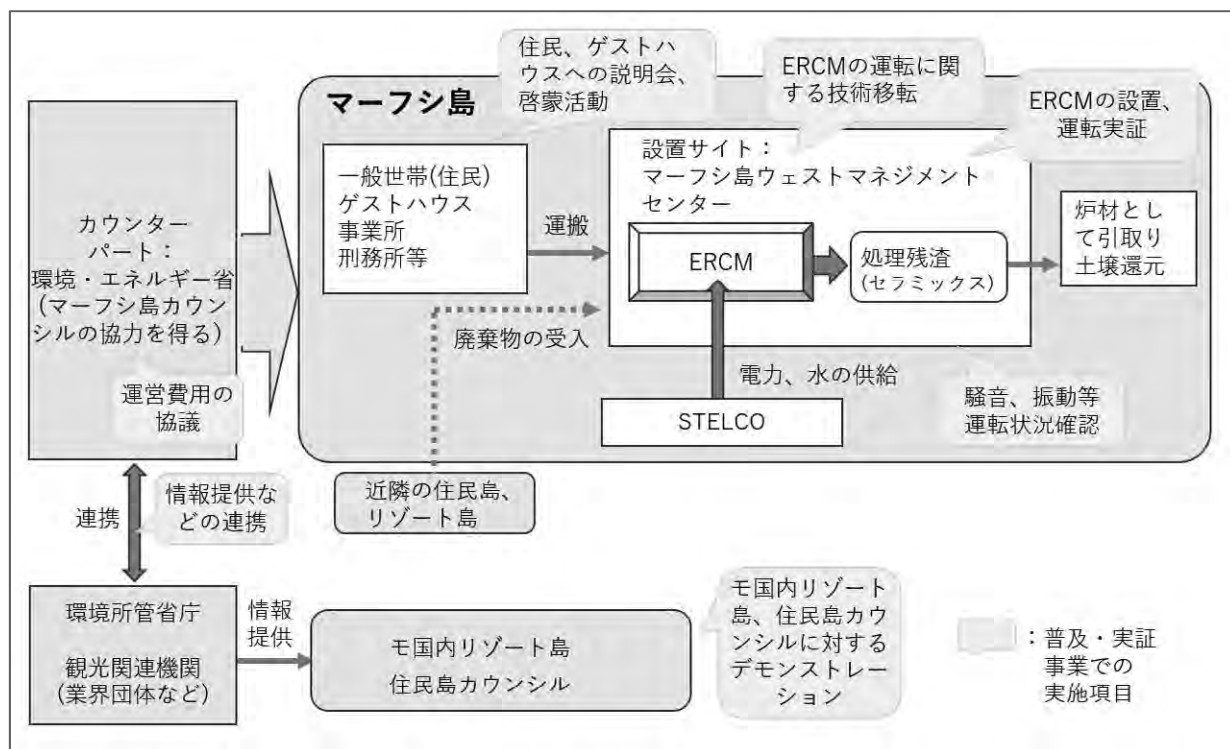
マーフシ島にあるウェストマネジメントセンターに、島内の住民、ゲストハウス等から発生する廃棄物を集積してもらい、ERCMにより処理する。

廃棄物の収集は、現在は住民やリゾートが自ら持参しているが、今後料金を徴収し、カOUNシルが収集することを検討しているところである。

このマーフシ島での運用をショーケースとして、普及・実証事業を通じて、ERCMの有効性をモ国のリゾート島、他の住民島カOUNシルにアピールする機会として活用し、ビジネスベースでの導入が進む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、上図に黄色の枠内で示したような活動を実施することを計画している。

図表 3-1-1 普及・実証事業の全体イメージ



出所：JICA 調査団作成

3-1-5 対象地域

マーフシ島内での ERCM の設置サイトについては、環境エネルギー省からの提案により、次図①で示す箇所を予定している。これはマーフシ島の住民、ゲストハウス等の既存の廃棄物の投棄場所に隣接し、今後建設予定のウェストマネジメントセンター内の一画である。

マーフシ島内でも、近隣に住家やゲストハウスがない地区であり、周辺には荒地や緑地が広がり、発電所や水タンクなどの水供給施設が立地する地区となっている。現在この①で示すエリアでウェストマネジメントセンターを建設することについては、島カウンシルがモ国政府に対して申請しているところとのことである。

①で示すエリアは、現在は荒地の状態であるが、地形は平坦であり、地盤はしっかりしている。ウェストマネジメントセンター建設の許可が下りた後に、モ国側でコンクリートの基礎を設置する予定になっている。またウェストマネジメントセンター内であることから、電力、水の供給にも問題がない。

図表 3-1-2 普及・実証事業のプロジェクトサイト



(注)図中の番号で示す箇所の状況はそれぞれ以下の通りである。

- ①プロジェクトサイト(ウェストマネジメントセンター内)、②廃棄物投棄場所、③使われなくなったウェストマネジメントセンター、④荒地、⑤運動場、⑥発電所及び水供給事業所、⑦墓地、⑧緑地

出所：Google Map の航空写真上に、2017 年 11 月時点の現地調査に基づき JICA 調査団が追記

3-2 ODA 案件内容

3-2-1 PDM

今回実施を提案する、普及・実証事業の目的、成果、活動の案を下表に示す。

図表 3-2-1 普及・実証事業の目的、成果、活動

目的: マーフシ島の廃棄物が適切に分別、回収され、ERCM で処理が持続的に行われることが実証される。それをショーケースとしてモ国内での ERCM の導入が検討され、普及が促進される。	
成果	活動
成果1 ERCM がマーフシ島に設置され、廃棄物が問題なく処理されて、維持管理できることが確認される。	1-1 ERCM の設置 日本から ERCM が運搬され、サイトに設置される。
	1-2 ERCM の運転実証 ERCM を運転し、マーフシ島の廃棄物が処理されることを確認する。併せて騒音、振動等の運転状況に問題ないことを確認する。
	1-3 ERCM の運転・管理方法移転 ERCM 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い、維持管理できることを確認する。
成果2	2-1 分別、運搬に関する方法の確立

<p>マーフシ島住民に廃棄物管理が定着し、継続的に分別、運搬、運用が実施される。</p>	<p>マーフシ島カウンスルと、島内で発生した廃棄物の分別方法と住民やゲストハウスが設置サイトに運搬するための方法について、協議する。</p>
	<p>2-2 島内住民、ゲストハウス等に対する説明会の開催 島内住民、ゲストハウス等に対し、廃棄物の分別と、サイトへの廃棄物の運搬について説明会を開催する。</p>
	<p>2-3 分別、運搬状況の確認 廃棄物の分別と、サイトへの廃棄物の運搬が、規定通り実施されているか確認する。規定通り実施されていない場合、再指導を行う。</p>
	<p>2-4 活動資金に関する協議 マーフシ島カウンスルと、継続的な運用のための活動資金の確保について協議する。</p>
<p>成果 3 モ国内の住民島カウンスルやリゾート島が、ERCM による廃棄物の分散処理の意義や方法について理解し、普及させるための活動が行われる。</p>	<p>3-1 観光関連省庁、機関との連携 モ国内のリゾート島を所管する観光関連省庁、業界団体と連携し、ERCM による廃棄物処理の優位性について情報提供、普及するための体制を構築する。</p>
	<p>3-2 セミナー、デモンストレーションの開催 モ国内の住民島カウンスルやリゾート島を対象として、セミナーを開催し、マーフシ島内のプロジェクトサイトにおいて、ERCM の運用、焼却灰の状況など稼働実態に関する視察会等を実施し、デモンストレーションを行う。</p>
	<p>3-3 ビジネス展開計画の作成 モ国内の住民島カウンスルやリゾート島を対象とした事業展開にあたって、ビジネス展開計画を作成する。</p>

出所：JICA 調査団作成

(1) ERCM の運転、維持管理の実証

日本から ERCM を運搬、設置し、運転実証を行う。

この際には、ERCM の運転により、マーフシ島の有機物による廃棄物のうち、食品廃棄物、紙おむつなどの燃やせるゴミ、プラスチック等の廃棄物を処理できることを実証する。また騒音、振動等について問題ないことの確認を行う。

普及・実証事業終了後は、本機がモ国側に無償で提供され、モ国側で継続して活用されるために、モ国側の運用者、協力会社に、ERCM 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、現地企業と連携し、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) マーフシ島内での廃棄物の分別・運搬の継続可能性の実証

マーフシ島を始めとしてモ国では、廃棄物の分別はほとんど行われていない。また廃棄物の収集も首都マレ市やアッドゥ市などごく一部の地域で実施されているだけである。住民島では、住民が廃棄物の集積場所に廃棄物を投棄してきたのが実態である。

これに対して普及・実証事業では、住民やリゾートが、有機性廃棄物を分別することや、廃棄物を ERCM に投入しやすいように、所定の袋や容器に入れ、サイトまで運搬してもらうことが必要である。これらのことについて、島政府と十分に協議し、その方法や役割分担について明確にするとともに、住民やゲストハウスに対する説明会を開催する。また、実際に規定通りに分別、運搬されているかを確認する。

さらに、継続的に運用を進めていくための資金の確保についてマーフシ島カウンスルと協議を行う。

以上の活動から、継続的な収集・運搬の実施可能性を実証する。

(3) モ国の住民島政府やリゾートの、ERCM を活用した廃棄物処理に関する理解促進

普及対象の中心を、リゾート島としていることから、観光関連省庁、業界団体と連携し、ステアリングコミッティを開催する等の方法で、ERCM による廃棄物処理の優位性について情報提供、普及するための体制を構築する。

また、マーフシ島で実際に稼働している ERCM をショーケースとして活用し、モ国の他の住民島カウンスル等の政府機関関係者やリゾートの関係者を招いて、セミナーやデモンストレーションを行う。これにより、モ国内の廃棄物処理の関係者に ERCM をアピールし、事業ベースで ERCM の販売につながることを期待する。

3-2-2 投入

普及・実証事業における、日本側及びモ国側の投入を下図に示す。

日本側は、ERCM を提供、据付するとともに、運転管理のための技術移転、島内で発生する廃棄物の分別・運搬に関する支援、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。

モ国側は、ERCM の据付場所の提供と、機材設置のための基礎及び建屋の建設、稼働のための電力、水といったユーティリティの提供、マーフシ島内での廃棄物の分別・運搬に関するルールの策定と推進、セミナーやデモンストレーションについて、モ国国内関係者への案内、セミナー会場の提供等を実施する。

特に機材設置のための基礎及び建屋の建設については、環境エネルギー省の Ali Amir 副大臣より、第 4 回現地調査において実施したワークショップにおいて言明された。同副大臣によれば、本プロジェクトは日本とモ国が協働して実施するプロジェクトである。またプロジェクトサイトがマーフシ島のウェストマネジメントセンターの敷地内であることから、機材設置のための基礎や建屋は、日本側が別途建設するのではなく、モ国が建設することが合理的であるとの説明があった。

図表 3-2-2 普及・実証事業における投入

	日本側	モ国側
機材の据付	<ul style="list-style-type: none"> ・ 機材の提供 ・ 機材のサイトまでの運搬 ・ 機材の据付 ・ 付帯工事 ・ 電力の接続工事 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 据付場所の提供 ・ 機材の設置基礎及び建屋の建設 ・ 廃棄物の集積場の設置 ・ 電力の接続許可
運転・管理	<ul style="list-style-type: none"> ・ 運転管理技術者の派遣 ・ 運転管理方法の指導 ・ メンテナンス、トラブル対応方法の指導 ・ 運転のデモンストレーション 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 運転要員の提供 ・ 消費する電力及び水の提供
廃棄物の収集・運搬	<ul style="list-style-type: none"> ・ 家庭及びリゾート等における廃棄物の分別・運搬方法の提案 ・ 住民・リゾートに対する説明会の開催 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 家庭及びリゾート等に対する、廃棄物の分別・運搬に関するルールの方策と推進
普及広報活動	<ul style="list-style-type: none"> ・ セミナー開催 ・ デモンストレーションの実施 ・ 説明資料等の作成・配布 	<ul style="list-style-type: none"> ・ セミナー会場の提供 ・ セミナー・デモンストレーションの関係者への案内、参加者募集(島政府、リゾート等)

出所：JICA 調査団作成

3-2-3 実施体制図

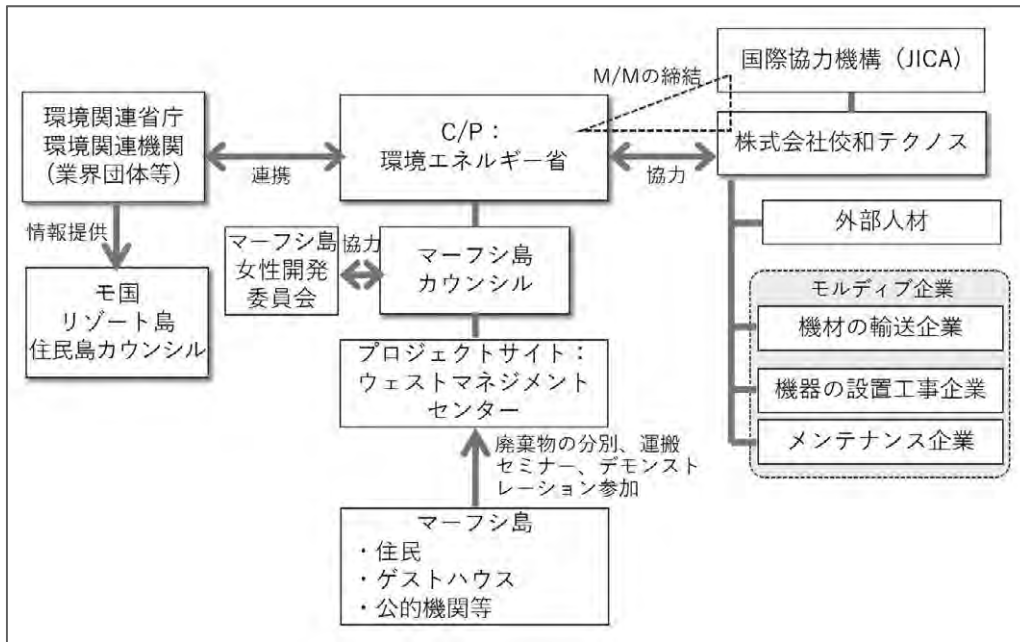
実施体制を下図に示す。

株式会社倭和テクノスのカウンターパートはモ国環境エネルギー省である。

普及・実証事業の実施のためには、ERCM を設置するマーフシ島の協力が不可欠であり、環境エネルギー省とマーフシ島カウンシルとの間で、別途、基本合意書(Memorandum of Understanding、以下、MOU)等を締結し、連携して事業を実施することとなる。またマーフシ島女性委員会は、島内の生活に関連する様々な業務の実施に重要な役割をはたしており、普及・実証事業の実施に当たっても、住民への説明や教育等についての協力を得る予定である。

普及・実証事業の実施にあたっては、ERCM を設置するために、モ国内での機材の輸送や現地での組み立て工事が必要となる。また ERCM 設置後は継続して維持管理を行っていく必要がある。これらの業務を、モ国内で実績があり信頼できる企業に委託する予定である。すでに第 3 回、第 4 回現地調査において、これらの候補企業との面談や見積依頼を行い、現地協力企業の選定を行っているところである。

図表 3-2-3 普及・実証事業の実施体制



出所：JICA 調査団作成

3-2-4 活動計画・作業工程

普及・実証事業の作業工程を次図に示す。

普及・実証事業は2018年7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2019年からの計画である。

機材の運転は2019年1月から2019年の6月までの6か月間を想定している。この間に、マーフシ島の住民やゲストハウスを対象とした説明会を3回、モ国の他の島政府、リゾートの関係者等を招いて、1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。環境エネルギー省及び島カウンシルとの打合せ等のための現地調査は6回程度を想定している。

実証運転の完了後に、モ国側への機材の引き渡しを行い、報告書を作成する。

図表 3-2-4 普及・実証事業の作業工程

	2018年		2019年			
	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		→				
機材の試運転			→			
機材の運転（技術移転を含む）			→			
住民説明会の開催			▲	▲ ▲		
セミナー・デモンストレーションの開催				▲		
機材の引き渡し、アフターフォロー					→	
環境エネルギー省、島カウンシルとの打合せ		▲	▲ ▲	▲ ▲	▲	
報告書作成						→

出所：JICA 調査団作成

3-2-5 事業額概算

事業額の概算を下表に示す。

本邦機材製造費は約 4,000 万円と見積もられる。これにモ国までの輸送費、税、設置工事費、EIA 実施費を合わせると、機材設置にかかる費用は約 5,400 万円となる。なお、機材費は本案件に必要と思われるスペック、要件を想定して検討したものであり、販売実績の製品の条件とは異なることから、一般的な販売価格とは必ずしも一致しない。

図表 3-2-5 普及・実証事業の事業概算

項目	価格	備考
本邦機材製造費	4,000万円	販売価格 * P/Lの原価率または製造原価
輸送費	400万円	日本からモ国までの輸送
モ国税金	240万円	GST(6%)
輸入手続き・モ国内輸送費	300万円	モ国企業に外注
設置工事費	300万円	モ国企業に外注、資機材費を含む
EIA実施費	150万円	モ国企業に外注
現地交通費・車両関係費	40万円	
通訳費	150万円	2.5万円/日×60日
現地コーディネータ	150万円	2.5万円/日×60日
外部人材費	2,200万円	案件化調査の1.5倍のMMを想定（外部人材分のみ計上）。
航空券代金	900万円	案件化調査の1.5倍を想定。
日当・宿泊費	429万円	案件化調査の1.8倍を想定。
小計	9,259万円	
消費税	741万円	小計の8%
合計	10,000万円	

（注）現地工事日本側人件費については要検討

出所：JICA 調査団作成

3-2-6 本提案事業後のビジネス展開

モ国の島は、大きく住民島とリゾート島に分けられる。住民島はまさに住民の居住する島であり（一部の島にはゲストハウスも立地している）、リゾート島は島全体が1つのリゾートとして運営されている島である。

本提案事業は、マーフシ島という住民島を対象として、島内の住民やゲストハウス、公共施設等から排出される廃棄物のうち、ERCM で処理可能な有機性廃棄物について処理するというものである。

本提案事業後の事業展開先としては、住民島とリゾート島が考えられるが、このうちで、リゾート島を想定している。それは住民島の場合には、自治組織であり徴税をしていないため ERCM を購入するための資金の確保が難しいと考えられるためである。他方リゾート島では、「1-1-7 リゾート島における廃棄物排出と処理に関する状況」でみたように、焼却炉の設置が義務付けられているものの、煙や臭気が出ることや、電力や燃料油のコストがかかることなどから必ずしも十分に使われていない。また、ティラフシ島への廃棄物の輸送等に大きなコストを支出している。

これに対して ERCM は、初期投資は必要となるものの、燃料油が不要であるほか、廃棄物処理の際に煙や臭気を発生することがない。このためリゾートでも使用しやすく、ティラフシ島への廃棄物の輸送コスト等を勘案すると、十分な経済性がある。実際に本案件化調査実施中から、ERCM に関心を持つリゾートがあるとの情報も出てきている。

以上のことから、本提案事業後には、リゾート島を対象として積極的にビジネス展開を行う予定である。このために、普及・実証事業実施の際には、モ国のリゾート島を招いて視察会を開催し、デモンストレーションを実施することを計画している。視察会においては、運用、焼却灰の状況など稼働実態に関して実際の運用状況を紹介し、ERCM の性能や利用しやすさなどを理解してもらう機会とする。

3-3 C/P 候補機関組織・協議状況

3-3-1 C/P 候補機関の概要

C/P 候補機関はモ国環境エネルギー省（Ministry of Environment and Energy, Republic of Maldives）である。

協議の過程では環境エネルギー省より、プロジェクトサイトであるマーフシ島のカウンシルで検討して欲しいとの提案もあった。これについて JICA モルディブ支所と相談した結果、C/P としては環境エネルギー省とすることが望ましいとのアドバイスがあり、再度打診した結果、最終的に環境エネルギー省となった。

なお普及・実証事業実施の際には、ERCM が設置されるマーフシ島カウンシルとの連携、協力が必要となる。これについては、モ国側として、環境エネルギー省とマーフシ島カウンシルの間で、役割分担等について別途協議し決定することとした。

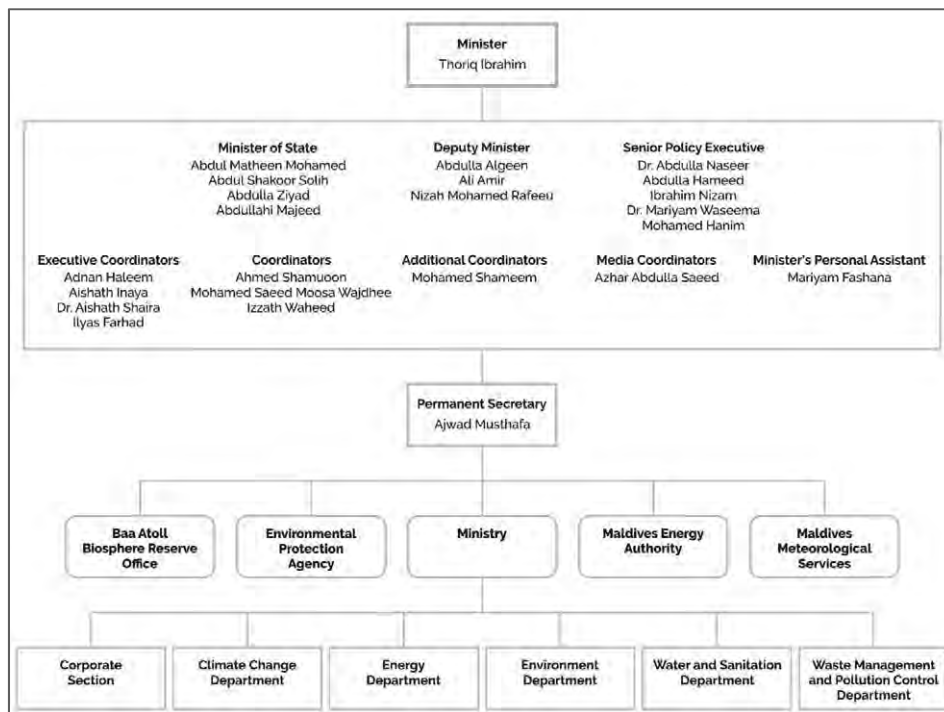
モ国環境エネルギー省の組織図を次図に示す。環境エネルギー省には、6つの局と4つの外局がある。このうち本事業については、廃棄物及び公害管理局(Waste Management and Pollution Control Department)が担当部局となる。ただし協議の場には、同局の Ahmed Murthaza 総局長のほか、廃棄物担当の Ali Amir 副大臣が参加し、中心となって意思決定を行っている。

廃棄物及び公害管理局は、政策企画部(Policy and Planning Section)と研究開発部(Research and

Development Section)の2つの部署がある。職員数は全体で9名である。

また外局のうち環境保護庁(Environmental Protection Agency)がEIAを所管している。

図表 3-3-1 環境エネルギー省の組織図



出所：環境エネルギー省ホームページ²¹

3-3-2 C/P 候補機関との協議の状況

第1回現地調査の段階から、環境エネルギー省をC/P候補機関として想定して、協議を行ってきた。環境エネルギー省では、廃棄物行政を担当しているAli Amir副大臣およびAhmed Murthaza総局長及び廃棄物及び公害管理局の職員が、本事業について担当している。

Ali Amir副大臣及びAhmed Murthaza総局長は、2016年3月に来日して稼働中のERCMを視察していることもあり、ERCMについて理解し、高く評価している。

調査団の4回の現地調査を通じて、環境エネルギー省は、プロジェクトサイトとしてマーフシ島を選定するとともに、マーフシ島での現地調査の支援をいただいた。また第4次現地調査では、環境エネルギー省と倭和テクノスの共催により、マーフシ島の廃棄物処理の方針を検討するワークショップを開催した。

環境エネルギー省は、普及・実証事業の実施に大きな関心を持っている。同時に、本事業はサステナブルなものとしなければならないとの問題意識を強く持っており、既述のように第4回現地調査の際には、ERCM設置のための基礎工事と建屋の建設をモ国側で実施することを申し出るなど、本事業に積極的に関与し、JICA及び倭和テクノスと連携していく姿勢を示している。

²¹ 環境エネルギー省ホームページ <http://www.environment.gov.mv/v2/en/about-ministry#structure> (2017年12月1日閲覧)

図表 3-3-2 環境エネルギー省との協議の経緯

協議先	協議の概要
第1回現地調査	<ul style="list-style-type: none"> ・ 環境エネルギー省を訪問し、調査団から本事業のスキームで、Ali Amir 副大臣が視察した ERCM をモ国に導入したい目的であることを説明。 ・ 省内で公式に検討するため、調査団から環境エネルギー省あてに、関心表明書と提案書を提出するよう要請される。
第1次現地調査を踏まえた対応	<ul style="list-style-type: none"> ・ 調査団から、第1次現地調査の滞在中に、本事業のスキームおよび ERCM の特徴を記載した関心表明書を提出する。 ・ 調査団から、環境エネルギー省で指定された構成の提案書を提出する。
第2次現地調査	<ul style="list-style-type: none"> ・ Ali Amir 副大臣から設置する島の選定を実施中である旨説明される。 ・ また、持続可能な運用を行うため、廃棄物回収など製品の設置以外に検討が必要な項目について、洗い出しを指示される。 ・ さらに、設置する島でのワークショップ(説明会)を打診され、調査団から実施は可能である旨回答する。
第2次現地調査後	<ul style="list-style-type: none"> ・ ERCM を設置する島がマーフシ島に内定した旨連絡がある。 ・ マーフシ島において2日間のワークショップを実施してもらいたい旨打診され、了承する。
第3次現地調査	<ul style="list-style-type: none"> ・ マーフシ島のサイトの状況を確認。 ・ マーフシ島のカウンシル、住民組織(女性開発委員会)、ゲストハウス、刑務所のすべてのステークホルダーを訪問し、本事業の説明と、廃棄物の排出実態の調査を実施。
第4次現地調査	<ul style="list-style-type: none"> ・ マーフシ島においてワークショップを開催。 ・ Ali Amir 副大臣と協議し、環境エネルギー省がC/Pになることや、今後の進め方、スケジュール等について確認。 ・ 普及・実証事業時に、輸送、建設等の業務を委託する事業者と面談、見積依頼等を実施。

出所：JICA 調査団作成

3-3-3 マーフシ島カウンシルとの協議

普及・実証事業において、C/Pは環境エネルギー省になるが、設置されるのはマーフシ島である。モ国では、島での廃棄物管理は島カウンシルが担当するため、ERCMの設置サイトであるウェストマネジメントセンターは島カウンシルが管理し、廃棄物の回収、分別方法の教育、ERCMの運用費用はマーフシ島で賄われる予定である。

この点について、JICA モルディブ支所とも相談した結果、また、環境エネルギー省からも、環境エネルギー省とマーフシ島カウンシルと役割分担や、管理責任の範囲などについてマーフシ島とのMOUを締結する必要性について指摘された。

調査団としては、そのMOUについて確認し、事業の継続性に問題がないよう、対応を行う予定である。

3-3-4 マーフシ島での ERCM 説明会を兼ねたワークショップの実施

第4回現地調査時に、マーフシ島で調査団からの ERCM の説明会を、環境エネルギー省が主催するワークショップと同時に実施することになった。

現在、環境エネルギー省では、すべての島で「廃棄物管理計画(Waste Management Planning)」を作成する指導をしており、環境エネルギー省主催の計画策定支援のためのワークショップを実施している。環境エネルギー省からの要請で、この計画に ERCM の運用を織り込むべく、調査団の説明会を同時に実施する旨依頼されて、対応したものである。

ワークショップでは、住民同士の話し合いによって、ERCM を運用する費用の他、メンテナンスに必要な費用を積み立てておく必要について住民から発表された。住民としても ERCM の導入にあたって、現実的な運用方法を考えていることがわかった。

ワークショップは以下のように実施された。

(1) 環境エネルギー省主催の計画策定支援のためのワークショップ概要

島ごとにワークショップを実施するのは、島の人口や産業などによって廃棄物の状況、ステークホルダーが異なるため、一律な計画では運用ができないからである。また、ワークショップに島内の主要なステークホルダーが参加することから、決定された計画は自分たちが作ったものであるという意識が高くなり、運用の実現性を高める意図もある。

計画策定は、ゾーン2から開始しゾーン2はほぼ終了、ゾーン1、ゾーン6、7は進行中、これから、ゾーン3、4、5を対応する。ほぼ半数の島での計画策定が終わっている。

ワークショップの多くでは、モデレーターを Ali Amir 副大臣が務める。出席者は、島内の主要なステークホルダーで、「廃棄物管理計画策定ガイドライン」を基に、計画の骨子を作成する。ワークショップ後、島では廃棄物管理委員会を設置し、ワークショップで作成した計画の骨子を基に、具体的な計画を策定する。策定した計画は EPA に提出するが、内容を検討して、修正が必要であれば再提出を指示する。また EPA が受領後、廃棄物管理計画に基づいて廃棄物処理の運用を行った結果、一定期間後に見直しをし、必要であれば、修正を行う。

(2) マーフシ島でのワークショップ概要

ワークショップは2日間開催された。開催の日時、会場は以下の通りである。

- 開催日時：2017年11月21日(火) 9:00~16:30、11月22日(水) 9:00~15:00
- 会場：K. Maafushi Community Center (マーフシ島)

島内の参加者は、廃棄物管理に関する主要なステークホルダー20名である。具体的には、マーフシ島カウンスル、女性開発委員会、水公社、学校、健康センター、ゲストハウス、NGO マーフシ刑務所などである。

開催に際し、環境エネルギー省、島カウンスルからは以下の挨拶があった。

① Ali Amir 副大臣の開会の挨拶要旨

今回、倭和テクノスが JICA の支援によって、ERCM をマーフシ島に設置する計画があり、それをきっかけにワークショップを実施することができたことを感謝している。これまで、倭和テクノスと

環境エネルギー省の間で、有益な製品を導入するための議論を重ねており、準備をしてもらっている。モ国は環境的に脆弱であるため、廃棄物についての管理が求められている。日本政府は、従前より学校プロジェクトなど、数多くの側面でモ国に協力しており、この点についても感謝をしたい。2日間のワークショップで、環境管理計画の骨子を作るが、ワークショップ参加者はマーフシ島を代表して参加していることを自覚して取り組んで欲しい。

②Aminath Afsana Ahmed Soadhiq 氏（マーフシ島カウンシル事務局廃棄物担当者、Usmaan Rasheed President の代理）挨拶要旨

今回、新しく廃棄物処理装置の設置を検討いただき、深く感謝している。これまで廃棄物処理について、解決したくても解決できず、紙おむつなども海に投棄している状態であった。政府からの支援がなかったことから、廃棄物の分別の取組は遅れていたが、今回のワークショップを機会に解決策を見つけ、政府のガイドラインに沿った運用ができるようにしたい。

③Ahmed Nizam 氏（環境エネルギー省 Project Manager）の発表

モ国は生物多様性の環境によって、水産業、観光などの産業に依存しており、GDP の 89%、輸出額の 98%、雇用の 71%を占めている。したがって、この環境を維持するための対策が必要である。政府の調査では、代表的な廃棄物について、年間の輸入の状況は以下の通りであった。紙おむつ（3.58 億ルフィア）、缶飲料（7.75 億ルフィア）、ビニール買物袋（1.19 億ルフィア）。これらの処理、利用を少なくすること、リサイクルをする必要がある。

（3）調査団からの説明内容

調査団からは、ERCM の説明の他、運用に関する費用などについて、パワーポイントを投影した発表を現地語通訳で約 40 分実施し、質疑応答を行った。ERCM については、環境エネルギー省、島カウンシルの要望でビデオを紹介し、投影資料は、なるべく図や写真を使って直感的に理解できるよう工夫した。

説明内容の概要は以下のようなものである。

- ERCM の特徴（焼却するのではなく、別分解すること。プラスチックを処理できること）
- 焼却灰は、セラミック上の粉末であり、扱いがしやすいこと
- ERCM の導入スケジュール
- メンテナンス体制、費用
- 運用費用（電気代、一般的な焼却炉との比較で、安価であること）

（4）ワークショップ出席者の発表内容

環境エネルギー省からの発表を基に、出席者は 3 グループで、グループワークを行い、その結果をグループごとに発表した。

発表に対し、Ali Amir 副大臣から講評が行われている。

主な発表内容と、Ali Amir 副大臣からの講評は以下の通りである。

- 十分なステークホルダーの関与：島内にはゲストハウスの他、新たな建設が多く、建設業、

工務店などもあることから、観光関連セクター、建設業もステークホルダーに含めることを指導した。

- 具体的な対応方法の指示：「ビニールの買い物袋をやめて紙袋にする」との発表に対し、誰が責任者となり、どのようにやめさせるのか、紙袋で代替えが本当にうまくいくのかの検討を指導した。

「ガラスは破砕して保管する」との発表に対し、誰が責任者で、どの程度の頻度で実施するのかについて、具体的に検討するよう指導した。

- 広報活動：「住民に周知するためにキャッチコピーを作る」という発表に対し、マーフシ島の場合には、住民の他、観光客も多いことから観光客向けのキャッチコピーも必要であることを指導した。なお、他のグループからは、マーフシ島で働く人には外国人も多いことから、廃棄物についての説明ポスターを他言語で行う必要があると、発表したところがあった。
- 費用負担：一般家庭、事業所などから、規模に応じた金額を徴収し、そのうちの4分の1をERCMのメンテナンス用に積み立てるべきだとの発表がされた。

図表 3-3-3 ワークショップの様子を紹介する環境エネルギー省ソーシャルメディア



出所：Facebook 環境エネルギー省 Saafu Raajje ページ

3-3-5 マーフシ島での廃棄物の種類ごとの廃棄物排出量の推定

設置する ERCM のサイズを選定するために、マーフシ島での廃棄物の種類ごとの廃棄物排出量の推定を行った。マーフシ島カウンシルの廃棄物担当者によれば、マーフシ島では廃棄物の排出量について調査は行っていないが、1日あたりの一般世帯とゲストハウスからの排出量の合計は、10t程度と想定されるとのことであった。

廃棄物の種類ごとの推計を行うために、住民島であるフェンフシ島で推計ができることから、それをマーフシ島での人口比に当てはめて推定を行った。

推計の手順は以下の通りである。廃棄物の量は、重量と容積の2種類の表し方があることから、いずれかで把握されているものを、廃棄物の種類ごとに比重を想定し、重量と容積をそれぞれ変換し、廃棄物の量が、重量、容積のそれぞれでした。

次に、マーフシ島において、ヒアリングで判明しなかった紙おむつ、グリーンウェストについて、

フェンフシ島の数値を、マーフシ島との人口比率で換算して当てはめる。

下図が、マーフシ島の廃棄物の種類別 1 日あたりの廃棄物排出量の推計である。

その結果、その結果、マーフシ島での排出量の合計は、島カウンスルの推計とほぼ同じく、約 10t となった。

図表 3-3-4 マーフシ島の廃棄物の種類別 1 日あたりの廃棄物排出量の推計

		フェンフシ島 登録人口:3,000人 実生活者数*:1,200人		マーフシ島 登録人口:1,800人 実生活者数*:5,000人 旅行者数:500~1,200人	
廃棄物の種類	想定比重	重量	容積	重量	容積
台所ゴミ	0.5	300Kg	600ℓ	2,000Kg	4,000ℓ
紙おむつ	0.25	400Kg	1,600ℓ	1,500Kg	6,000ℓ
プラスチック	0.1	50Kg	500ℓ	200Kg	2,000ℓ
グリーン・ウエスト	0.25	2,000Kg**	8,000ℓ	6,000Kg	24,000ℓ
金属類	3	900Kg	300ℓ	不明	不明
合計		3,300Kg	10,400ℓ	9,700Kg	36,000ℓ

*外国人労働者、近隣リゾート従業員を含む

**1.5tトラック4台分

黒字:ヒアリング等で判明した数値

青字:推計値

出所: JICA 調査団作成

また、この結果の妥当性を確認するために、以下の 2 種類の推計を行ったが、いずれも排出量の合計が 10t となった。

実際の排出量については、実測をして確認する必要があるが、設置する設備のサイズなどの検討を進めるために、上記の数値は活用可能であると考えられる。

検算 1

カウンスルの回収量 1日 1.5t トラックが 5 回巡回 合計 7,500Kg...①

1 軒のゲストハウスから 50Kg×53 軒 合計約 2,500Kg...②

①+②の合計 10,000Kg は上表の合計値とほぼ一致。

検算 2

統計値より島の住民 1 人あたり排出量 0.8Kg×実生活者数 5,000 人 合計 4,000Kg
...③

図表 2-3-3 の 2 つのリゾートの 1 人あたり排出量 5.4Kg

× 平均値旅行者数: 500~1,200 人 合計 2,700Kg~6,480Kg...④

①+②の合計はやはり 10,000Kg 前後になる。

3-3-6 マーフシ島での電力供給

マーフシ島での ERCM の稼働について、電力供給の状況について確認をした。

STELCO によれば、マーフシ島には、第 3 回調査時点で、発電機が、1,600kw、1,000kw、590kw、880kw

のものが各1台あり、合計4,070kwの発電に対応できる。これは2017年初めに増強したものであり、2017年の年末までにさらに1,000kwの発電機を1台追加する計画とのことであった。一方、マーフシ島での実需は約1,400kwであることから、ERCMに必要な20kw程度の利用量であればほとんど問題ないということである。

3-4 他 ODA 事業との連携可能性

本事業は、JICAの他 ODA 事業との連携はない。

他方モ国では、国連、アジア開発銀行（Asian Development Bank、以下、ADB）、アジアインフラ投資銀行（AIIB）等の国際援助機関が連携して、モ国をゾーン1からゾーン7までの7か所の地域に分け、各地域に1か所ずつ、廃棄物の集中処理施設を建設する動きがある。この集中処理施設では、廃棄物発電装置付きの大型の焼却炉を建設し、地域内の島から発生する廃棄物を運搬し処理するとの構想である。7か所の施設建設は別々のプロジェクトであり、実施についても不確実性が残っている。

マレやマーフシ島が含まれるゾーン3では、アジア開発銀行が中心となっている。JICA モルディブ支所で実施された ADB の担当者からのヒアリングによれば、ゾーン3のプロジェクトは現在フィージビリティスタディを実施中であり、2021年の運用開始を目指しているとのことである。

また ADB の担当者によれば、ADB が進めているプロジェクトと今回検討している ERCM の設置は重複するものではなく、連携するものとして歓迎する意向が示された。ADB が検討しているプロジェクトでは、ゾーン3の地域内で発生する廃棄物をティラフシ島に運搬して処理する計画である。しかし運搬コストが高コストであることや、ティラフシ島の廃棄物処理施設の容量にも限界があることから、可能な場合には極力各島内で処理することが望ましい。

この点で本事業は、マーフシ島での分別と廃棄物処理の仕組みを確立し、有機性廃棄物は ERCM によって島内で処理するものであり、ADB のプロジェクトと連携して、モ国の廃棄物処理の課題に対応するものであると言える。

3-5 ODA 案件形成における課題・リスクと対応策

ODA 案件形成における課題・リスクとしては次のものがあげられる。

- マーフシ島の各家庭、ゲストハウス等で廃棄物の分別を根付かせること
- ERCM のメンテナンスのための資金を確保すること
- ERCM で処理しきれない廃棄物の処理のための方策を講じること
- ERCM のメンテナンスや技術サービスの体制を確立すること

3-5-1 マーフシ島の各家庭、ゲストハウス等で廃棄物の分別を根付かせること

現在、ペットボトルを除くすべての廃棄物を、マーフシ島内の1か所の投棄場所に投棄しているのが実態である。これに対して、住民やゲストハウスに分別の意義や方法を説明し、理解を得て実行に移してもらう必要がある。

これについては、普及・実証事業において、女性開発委員会、学校等で小規模な説明会を、複数

回開催して説明するように、環境エネルギー省からも要請されている。わかりやすい説明資料やポスターを作成して、十分に説明を行っていく予定である。

3-5-2 ERCM のメンテナンスのための資金を確保すること

第4回現地調査の際に実施したワークショップでも議論された。それによれば、廃棄物の収集・処理費用として、1家庭で月100~150ルフィア程度の拠出は可能とのことである（フェンフシ島ではすでに1家庭で月150ルフィアを拠出しているとの実績がある）。またゲストハウスでは、より大きい金額を拠出することに前向きな姿勢を示している。これは島内の廃棄物処理が進み、ビーチ等の環境がよくなるのがゲストハウスにとっても必要であるためである。ワークショップでは、メンテナンスの費用も提示している。今後、普及・実証事業においても、維持・メンテナンスに必要な費用を確保するための方策について検討を進めていく予定である。

3-5-3 ERCM で処理しきれない廃棄物の処理のための方策を講じること

普及・実証事業で導入を予定している ERCM は、島内で発生する台所ゴミ、紙おむつ、包装資材等の有機物は処理できるだけの容量を有しているものの、そのほかに多く発生する有機性廃棄物である植物性廃棄物（木の枝葉、ヤシがら等）までを処理する能力は有していない。また金属、ガラス、建設廃棄物等の廃棄物は処理できない。ERCM の設置サイトであるウェストマネジメントセンターでは、植物性廃棄物をコンポストにする設備や、金属、ガラス等を保管する施設が設置される予定であり、ERCM で処理できない廃棄物の処理についても、確認し、問題提起していく予定である。

3-5-4 ERCM のメンテナンスや技術サービスの体制を確立すること

普及実証事業と並行して、ERCM をリゾートに拡販していく計画を進めている。このためにモ国に販売代理店を設置し、維持・メンテナンスのための技術移転を行っていく計画である。この販売代理店が、マーフシ島を始めとして、モ国に導入された ERCM の維持・メンテナンスを実施していくことを計画している。

3-6 環境社会配慮等

3-6-1 環境社会配慮

(1) 環境社会影響を与える事業コンポーネントの概要

事業概要については、「3-1-1 ODA 案件概要」にて記述し、事業対象地の地図については、「3-1-2 対象地域」に掲載している。

(2) ベースとなる環境及び社会の状況

土地利用、自然環境、及び社会経済状況については、「3-1-2 対象地域」に記述している。

(3) 相手国の環境社会配慮制度・組織

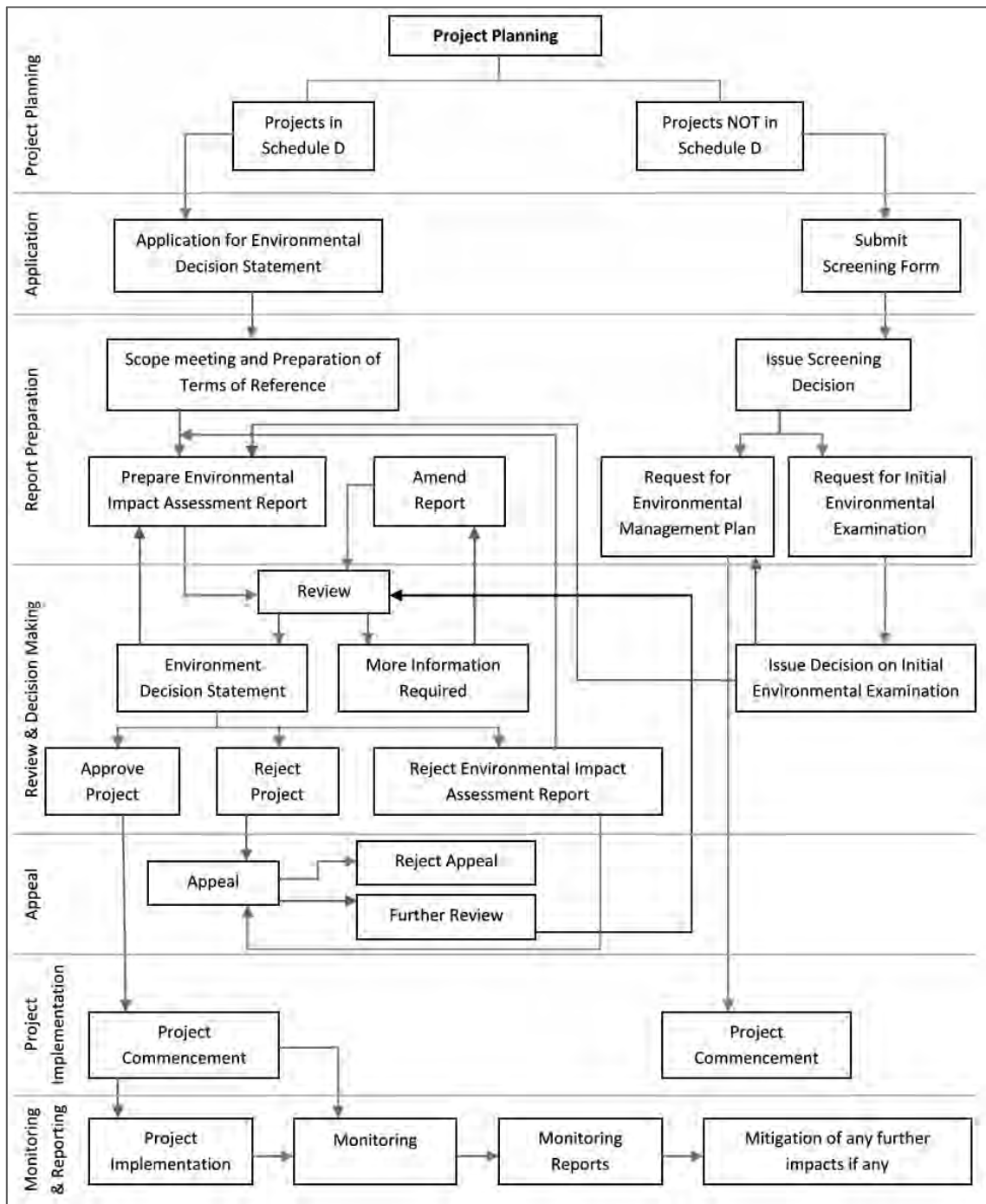
モ国における環境社会配慮制度については、「1-2 当該開発課題に関連する開発計画、政策、法令等」で、また、モ国における環境社会配慮に関する組織については、「3-3-1 C/P 候補機関

の概要」で記述している。

EIAについては、環境保護法（Environment Protection and Preservation Act）に基づき、2012年にEIA規則（Regulation on the Preparation of Environmental Impact Assessment Report 2012）が制定されている。

EIAの手順を図表 3-6-1 に示す。

図表 3-6-1 EIA 実施のフロー



出所：「EIA 規則」

図表中に示されるように EIA には 2 つの実施の流れがある。1 つは図表の左側の「Environment Impact Assessment Report : EIA」と、図表の右側に示される Environmental Management Plan : EMP」を作成する流れである。このどちらが必要になるかについては、設備の種類や規模によって定められている。

またこれらの EIA に関するレポート等を作成し、EIA に関する手続きを実施することは、EPA が指定する 27 名のコンサルタントのみが実施することとされている。

このため第 4 回現地調査の際に、EPA が指定するコンサルタント 2 名と面談し、普及・実証事業の実施時に EIA の手続きを依頼することとして、見積依頼を行うとともに、手続きの詳細についてヒアリングした。また普及・実証事業において、計画している ERCM を設置する場合には、EIA と EMP のどちらの手続きが必要になるかについても確認を依頼した。

この結果 EPA より、本件の場合には、EIA は不要である旨の回答を文書で得た。EPA からの回答文書はディベヒ語であるが、その内容は以下の通りである。なおコンサルタントによれば、EMP の手続きに必要な期間は 1.5 か月程度とのことである。

"The second amendment to the Environmental Impact Assessment (EIA) Regulation states that incinerators of capacity less than 10 tons do not require an EIA to be conducted. Therefore, the incinerator mentioned in your email (thermal decomposition furnace of capacity 2.5 ton per day) would not require and EIA."

(4) 代替案(ゼロオプションを含む)の比較検討

提案する普及・実証事業では対象とならない事項である。

(5) スコーピング及び環境社会配慮調査の TOR

提案する普及・実証事業では対象とならない事項である。

(6) 環境社会配慮調査結果(予測結果を含む)

モ国においてドラフト段階である「廃棄物焼却炉ガイドライン」では、焼却炉は湿式スクラバーを標準装備するとされているが、ERCM は湿式スクラバーを備えており、酸性ガス排出物(塩酸(HCl)など)、二酸化硫黄(SO₂、フッ化物化合物)を制御している。また煤塵においても、ERCM は一般的な焼却炉と異なる原理を採用し、焼却せず廃棄物を分解する仕組みである。そのため、煤塵は圧倒的に少なく、0.24 - 30mg/m³であり、通常、焼却炉で必要不可欠なフィルターも不要である。この数値はモ国ガイドラインを満たしている。以下の図表で、粉塵、SO_x、NO_x等の基準値と比較したものを示す。これによれば、ERCM はモ国の排出基準を下回っており、問題はない。

図表 3-6-2 モ国排出基準と ERCM の比較

項目	モ国基準 (mg/m ³)	ERCM の測定値(mg/m ³)
Dusts	30	0.24-30
SO ₂	50	18.6

NOx	500	17.2
HCl	10	0.01
Dioxins	0.1mg/m ³ TEQ	0.0013 mg/m ³ TEQ

出所：JICA 調査団作成

(7) 影響評価

提案する普及・実証事業では対象とならない事項である。

(8) 緩和策及び緩和策実施のための費用

提案する普及・実証事業では対象とならない事項である。

なお、ERCM の設置サイトはウェストマネジメントセンター内にあつて、近隣の居住施設から十分に離れている。したがつて、ERCM の設置に伴う振動、騒音等の環境影響はない。また、保護区や生態系への影響に留意すべき地域ではない。

(9) モニタリング計画

工事中については、労働環境や安全面での問題については、日本から予め組み立てられて輸送された部材を、最終的に接合して組み立てる作業と、電気的な結線が実施される。これらすべては平易な作業である。設置作業に当たっては、日本人の監督のもとで安全面に配慮した作業を行う。このことから労働環境や安全面での問題は生じない。

供用時については、環境エネルギー省によれば、ERCM について、EIA または EMP を実施し、その中で評価が行われるなら、モ国での設置に際して特に問題はないとのことであつた。さらに、ERCM はその機構から、廃棄物焼却炉と異なり、大量の燃焼空気を送風しながら、燃料油を使って焼却するといった機構を持たない。上部からの投入された廃棄物が下部のものから順次、乾燥、分解されていくだけである。このため運転時の騒音、振動は全くなく、燃焼ガスも発生しない。このため ERCM の運転に伴う、騒音、振動、排気ガス等の環境に対する悪影響はない。日本及び台湾等の海外においても、ERCM は導入、稼働の実績を有しているが、その運転に際して環境影響が問題にされることはこれまで生じていない。そのため、供用時の問題もないと想定している。

(10) ステークホルダー協議

普及・実証事業では対象とならない事項である。

3-6-2 用地取得・住民移転

(1) 用地取得・住民移転の必要性

用地取得・住民移転の必要性については、「3-1-2 対象地域」に記述しているとおり、新たな用地取得はなく、住民移転は発生しない。

(2) 用地取得・住民移転にかかる法的枠組み

新たな用地取得・住民移転は発生せず、対象とならない事項である。

(3) 用地取得・住民移転の規模・範囲 (Scope of Resettlement Impact)

新たな用地取得・住民移転は発生せず、対象とならない事項である。

(4) 補償・支援の具体策

新たな用地取得・住民移転は発生せず、対象とならない事項である。

(5) 苦情処理メカニズム

新たな用地取得・住民移転は発生せず、対象とならない事項である。

(6) 実施体制(住民移転に責任を有する機関の特定、及びその責務)

新たな用地取得・住民移転は発生せず、対象とならない事項である。

(7) 実施スケジュール(損失資産の補償支払い完了後、物理的な移転を開始)

新たな用地取得・住民移転は発生せず、対象とならない事項である。

(8) 費用と財源

新たな用地取得・住民移転は発生せず、対象とならない事項である。

(9) 実施機関によるモニタリング体制、モニタリングフォーム

新たな用地取得・住民移転は発生せず、対象とならない事項である。

(10) 住民協議

新たな用地取得・住民移転は発生せず、対象とならない事項である。

3-6-3 環境チェックリスト

マーフシ島に ERCM を導入する場合の環境チェックリストを図表 3-6-2 に示す。

図表 3-6-3 環境チェックリスト

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)等は作成済みか。 (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	環境保護局 (EPA) に確認した結果、EIA は不要であり、より簡易な EMP の提出が必要とのことである。 この手続きを実施できるコンサルタントは指定されており、普及・実証事業実施時には直ちにコンサルタントに手続きを依頼する予定である。

	(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)第4回現地調査時に島内の関係者を集めたワークショップを開催し、プロジェクトの概要を説明し、理解を得た。 (b)特に反映することが必要なコメントはなかった。
	(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)N	(a)指定されたプロジェクトサイトへの導入に限定して検討している。
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。	(a)Y	(a)本施設は日本の基準をクリアしており、環境エネルギー省としては、それであれば問題ないとのことであった。
	(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。	(a)Y (b)N (c)N	(a)排水は1か月に1度程度、洗浄水の交換をするだけである。日本の基準をクリアしており、環境エネルギー省としては、それであれば問題ないとのことであった。 (b)該当しない。 (c)対策は必要とされない。
	(3)廃棄物	(a) ゴミの破碎、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。	(a)Y (b)N	(a)発生する少量の焼却灰は、装置の稼動のために再利用される。 (b)有害廃棄物、危険物は扱いの対象外である。
	(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。	(a)N	(a)該当しない。
	(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	(a)騒音・振動は発生しない。廃棄物の運搬は主に人力で行われる。
	(6)悪臭	(a) 悪臭防止の対策はとられるか。	(a)N	(a)装置からは悪臭は発生しない。但し廃棄物の貯蔵ピットからの多少の臭気の発生はありうる。近隣に住家のないウェストマネジメントセンター内に設置するものであり、特に問題はないとみられる。
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	(a)ウェストマネジメントセンター内の設置であり、保護区から離れている。
	(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	(a)ウェストマネジメントセンター内の設置であり、該当する地区を含まない。 (b)同上 (c)該当しない。 (d)該当しない。 (e)該当しない。
3 自 然 環 境	(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	(a)該当しない。 (b)該当しない。 (c)該当しない。

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	住民移転はない。
	(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。必要な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)Y (c)N (d)N (e)N	(a)住民生活への悪影響はない。 (b)既存の資源回収システムとしてペットボトルの回収が行われており、これへの対応に十分に配慮する。 (c)地域交通への影響はない。 (d)地域に悪影響を及ぼす排水は生じない。 (e)衛生害虫は発生しない。
	(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	(a)文化遺産はない。
	(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	(a)ウェストマネジメントセンター内の設置であり、該当しない。
	(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	(a)該当しない。 (b)該当しない。
4 社 会 環 境	(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) プロジェクトに関係する警備要員が、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)Y (b)Y (c)Y (d)N	(a)日本で製作した部品を接合するだけの簡易な作業であり、労働環境に問題が生じることはない。 (b)ハード面で特段に措置すべき安全配慮は考えにくいですが、十分な安全配慮を実施する予定である。 (c)日本人の監督のもとで、安全面に十分に配慮した作業を実施する。 (d)警備要員は必要としない。

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) 日本で製作した部品を接合するだけの簡易な作業であり、騒音、振動、濁水、粉じん、排ガスは発生しない。梱包材等の廃棄物が発生するが適切に廃棄処分する。 (b) 工事により自然環境（生態系）に悪影響を及ぼすことはない。 (c) 工事により社会環境に悪影響を及ぼすことはない。
	(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、頻度等が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	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	(a) 林業と関係することはない。
	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	(a) 越境または地球規模の環境問題への影響はない。

出所：JICA 提供フォーマットにて JICA 調査団作成

3-7 期待される開発効果

期待される開発効果を図表 3-7-1 に示す。

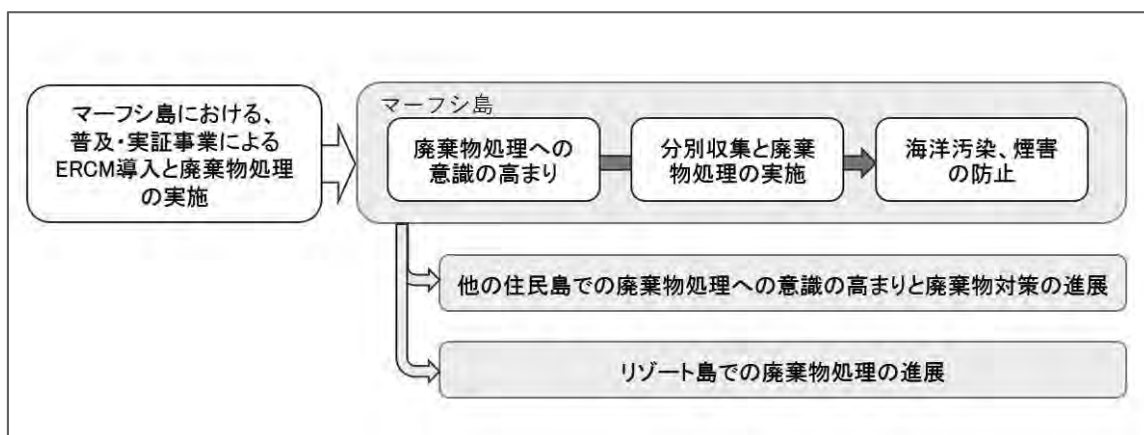
マーフシ島において ERCM を導入し、廃棄物処理を行うことによって、島内住民の廃棄物処理に対する意識が高まり、分別収集と廃棄物処理が実行されるようになる。これによって、従来食品廃棄物を海洋投棄し、その他の廃棄物は海岸近くの所定の場所に投棄していたことによって生じていた海洋汚染が防止される。また陸上に投棄された廃棄物は野焼きされており、これによって生じる煙や臭気による煙害を防止することができる。

普及実証事業では、5m³の ERCM を 2 基導入する計画である。これにより日量 10m³の有機性廃棄物を処理することができる。この結果、マーフシ島の住民から 1 日あたりに廃棄される台所ゴミや使用済み紙おむつなどの有機性廃棄物約 3.5t のすべてが処理できることになる。

このようなマーフシ島での活動は、モ国内の住民島での廃棄物処理や分別に対する意識の高まりや、廃棄物の適正処理につながる。

またモ国ではすべてのリゾートが廃棄物処理施設を保有することが義務付けられているものの、効果的な処理施設が導入されていなかったり、煙害を避ける等の理由から、十分に稼働されていない場合が多い。普及・実証事業にて実施する予定である ERCM のデモンストレーション等の活動を通じて、リゾートに ERCM が導入され、リゾートにおける廃棄物処理が進展することも期待される。

図表 3-7-1 期待される開発効果



出所：JICA 調査団作成

第4章 ビジネス展開計画

4-1 ビジネス展開計画概要

ビジネス展開としては、リゾート島を対象に、モ国に販売代理店を置き、日本で製造した製品を輸出する体制で販売する。

市場の選定としては、地域集中廃棄物管理センターのある地域、住民島、リゾート島の3種類が想定されるが、市場分析を行った結果、リゾート島を対象とすることが、事業展開上、最も有効であると考えられる。

ODA 案件化として想定する普及・実証事業では、住民島への設置を行うが、設置候補地が、ゲストハウスが多いマーフシ島で廃棄物の構成が類似していること、設置する ERCM を、5 m³ サイズのもの2基とすることで、住民島より小型の設備を希望するホテル事業者が導入をイメージしやすくする工夫をする。

現地パートナー企業については、販売代理店と技術面での協力会社を選定する。選定にあたっては、現地調査で複数企業を面談し、条件面の交渉を行って検討をしている。

モ国で、市場とするリゾート島などへのネットワークがある販売代理店を選定することで、効率的に販売網を構築することができる。

日本から、完成品をコンテナ輸送できる大きさに分割したものを、モ国で組立設置を行う。また同じ企業から、顧客企業へのメンテナンスの対応を実施してもらう。これに対応する技術面のパートナー企業を確保する。

また、販売代理店と、技術面のパートナー企業については、既に事業での連携が企業を選定し、販売、メンテナンスの体制が有効に機能する体制を目指す。なお、モ国では現地での製造は目指さず、技術面のパートナー企業に技術移転を行うことで、事業の継続性を図る。

収益性については、事業開始2年目から黒字化する見込みである。

4-2 市場分析

非公開

4-3 バリューチェーン

非公開

4-4 進出形態とパートナー候補

非公開

4-5 収支計画

非公開

4-6 想定される課題・リスクと対応策

非公開

4-7 期待される開発効果

リゾート島に ERCM を導入することによって、従来、煙や臭気による煙害が要因で焼却炉を使用できなかった施設でも焼却処理ができるようになり、廃棄物の減容化が見込まれる。同時に、リゾート島における食品廃棄物を海洋投棄し、その他の廃棄物は海岸近くの所定の場所に投棄していたことによって生じていた海洋汚染が防止される。海洋投棄される廃棄物にプラスチックなどが混入することによる生態系への影響を阻止することができる。

ERCM はプラスチックも処理可能であることから、島外へのプラスチックの輸送を減らすことも可能であり、これにより輸送頻度の削減、地域廃棄物集中管理センターでのプラスチック処理費用が削減され、モ国の廃棄物処理費用の低減が見込まれる。

廃棄物が適正に処理されることによる海洋汚染の減少、煙や臭気による煙害がなくなることは、モ国の主要産業である、漁業や観光業に対する影響を低減させることにつながる。

4-8 日本国内地元経済・地域活性化への貢献

想定される我が国での開発効果としては、以下の2点が挙げられる。

- 売上拡大による雇用効果、部材調達や加工を委託する県内の経済振興に貢献する。
- 普及が契機となり、近隣諸国等での導入普及が加速される。これにより我が国の海外における貢献が増大する。

英文要約 Summary

Survey Title: “Feasibility Survey with the Private Sector for Utilizing Japanese Technologies in ODA Projects “Thermal Decomposition Furnace in Male and Other Isles in the Maldives””

1. Current Situation in the Maldives

1-1 Development Issues in the Maldives

(i) The waste management situation

In the Republic of Maldives (hereinafter “the Maldives”), the Ministry of Environment and Energy (hereinafter MEE) has jurisdiction over solid waste management issues, and the Waste Management and Pollution Control Department is in charge of it. MEE has recently begun its practical approach in 2015.

MEE is now working on the Maldives Environmental Management Project which involves the construction of a waste management system; at residential island level, a Waste Management Center will be installed on each and every island to dispose of and store solid waste, and then at inter-island level, a Regional Waste Management Center is to be established to dispose of waste from the islands of the seven zones the Maldives is divided into. Each island’s Waste Management Center will be implemented by the end of 2018.

Waste management is a critical issue in the Maldives, due to waste increase caused by recent population growth and the development of tourist accommodations on resort islands. From 2006 to 2014, the country’s population increased by 15%, so even though the amount of waste generated per person did not change, the total volume of waste has certainly increased.

In order to identify a practical situation, the survey team conducted research in two cities, on three residential islands and two resort islands.

(ii) Waste management in cities

The survey team researched two cities: Male and Addu.

Both cities have not established a method of measuring the volume of waste, hence reliable data was not available. However, the volume of waste is no doubt increasing.

In those two cities, Waste Management Corporation Ltd (hereinafter WAMCO) is in charge of collection and the disposal of waste from households and business entities. WAMCO, established in 2016, is 100% funded by the Maldives government. Before the launch of WAMCO, private waste collectors would collect household waste, but WAMCO took over their role with private collection being totally outlawed in July 2017.

In Male, households and business entities generally pay a fee for their waste collection; it costs MVR 100 – 150 per month. However, this is quite reasonable for most people as they paid a similar amount for the private collection scheme.

The waste from Male is transported to Thilafushi Island which is located approximately 6 km from Male

Island. Thilafushi Island is an artificial island made from land fill - a decade's worth of solid waste. However, an incinerator has not been installed in Thilafushi, and this causes serious problems including a tendency for waste to spontaneously ignite and release smoke and odors into the surrounding ocean areas. Thilafushi Island will be the location of Zone 3's Regional Waste Management Center.

In Addu City, there was no official waste management system until WAMCO Addu started their operation in 2017, with solid waste from households being transported to a landfill area by private waste collectors. WAMCO is, like in Male City, in charge of all waste collection replacing private collection services. Addu City's primary landfill area is now defined as the Regional Waste Management Center of Zone 7.

(iii) Waste management on residential islands

The survey team researched the islands Fenfushi, Maafushi and Himmafushi.

In general, the waste disposal system is conducted by the island councils; however the method is quite different from island to island.

Fenfushi Island (Alif Dhaal Atoll) is recommended by MEE because of its fine waste management. In Fenfushi, households separate waste independently and the solid waste is collected daily by island council trucks. Fenfushi Island doesn't have an incinerator for waste disposal; kitchen waste is composted and other waste is disposed of by openly burning it. Plastic waste including PET bottles are separated from burnable waste in the household but, because the volume of plastic waste is quite substantial and there is no allocated budget for its transportation to Thilafushi Island, those plastics are burned with other burnable waste. This form of disposal causes odor to be released into neighboring areas. Fenfushi Island council charges collection fees to households and business entities including government related organizations; it costs MVR 150 per month for households, but this is not enough to cover all waste disposal expenses. Fenfushi council manages its finances along with national government allocations and even benefits from running businesses like pharmacies.

Maafushi Island (Kaaf Atoll) is one of the largest islands in the Maldives with over 50 guesthouses and the biggest prison in the Maldives located on the island. Thanks to a developed tourism industry, many migrant workers from other islands and other foreign workers are residents as well. The numbers of tourists themselves increase along with the building of new guesthouses. Waste management here is conducted by Maafushi council and the waste is all brought to a central dump site by means of council collection, and independent household and guesthouse disposal. Kitchen waste is dumped into the ocean, but due to improper sorting, many plastic bags are mixed in and dumped as part of kitchen waste. Other waste, including plastics, is disposed of by openly burning it. This can have a serious effect on not only the island's natural environment, but also to the tourism business. People in Maafushi recognize that this matter is a big issue and does not match the government's policies. Fortunately though, almost 80% of all PET bottles that are disposed of are ideally separated by the locals and collected by a private company.

On Himmafushi Island (Kaaf Atoll), there is an incinerator in the waste collection area, but the facility is not used because people on the island don't know how to operate it. Instead of utilizing the incinerator, the island's waste is disposed of without any form of sorting through open burning.

(iv) Waste management on resort islands

There are over 120 resort islands in the Maldives now, and this number is still rising; currently launches of 70 – 75 new resorts are being planned.

According to statistics, it is said that generated waste per person of a resort island is bigger than that of a residential island, but it is difficult to make general statements because there are many types of resort hotels with a differing number of beds, hotel grades, accommodation types, and so on.

It is mandatory to install an incinerator on each resort island according to Ministry of Tourism, Arts and Culture guidelines, so without an incinerator, new hotels cannot commence business. According to the same guidelines, the dumping of kitchen waste into the ocean is not prohibited if it is done far enough from the coastline.

The survey team researched two resorts of differing grades; Bandos Maldives and Biyadhoo Island Resort.

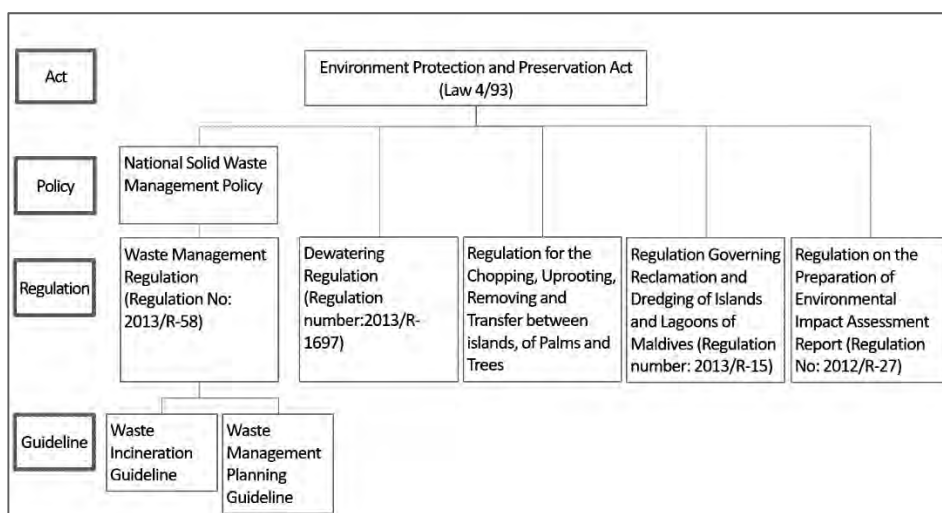
Both resorts have arrangements to transport waste to Thilafushi Island. To minimize costs, the waste is compressed and glass is crushed; however transportation fees are high, especially for islands far from Thilafushi Island.

1-2 Development Plan, Policy and Legislation

In the Maldives, environment related issues are under the jurisdiction of MEE.

The National Solid Waste Management Policy was established in 2008 and it defines 11 policies such as the establishment of a governance structure for solid waste management, all waste producers having the duty to manage the waste they generated, and so on. This policy was renewed in 2015 and adopted since 2016.

Regarding frameworks of solid waste management, Environment Protection and Preservation Act (Law 4/93) covers Waste Management Regulation (Regulation No: 2013/R-58). Other related regulations are shown as follows. According to an interview of MEE, Solid Waste Management will be newly established; the bill is currently under discussion. It seems that waste management legislation will be transferred to the new act.



Source: the JICA survey team with advice from MEE

Figure 1 Legislation related to Waste Management

Regarding the tourism sector, the Ministry of Tourism, Arts and Culture is in charge, and there is a Tourism Act (Law 2/99) in place. To support the launch and operation of resort hotels, Environmental Guidelines for Tourist Resort Development & Operation in the Maldives has been published which covers laws and regulations relating to their architecture, hygiene, waste management, facility operation, electrical power and so on. Waste management is described based on the National Solid Waste Management Policy of MEE.

1-3 The Japanese Country Assistance Policy for development issues in the Maldives

According to the Japanese Country Assistance Policy for the Maldives (February, 2016), “Support for vulnerability and sustainable economic growth” is the major objective, and one of two medium-term objectives that has been settled on is “environment and climate change countermeasures, and disaster prevention”. The Maldives are composed of small islands where human life and major industries such as fishery and tourism are seen to be very vulnerable against environmental change. The Rolling Plan based on this Policy creates its goals through programmes by “focusing on cooperation in environmental and disaster prevention fields such as climate change countermeasures, promotion of sustainable energy use and waste disposal”

Therefore, this proposal that relates to the waste management field meets this Japanese Policy.

1-4 Analysis of the ODA project or programme by other international cooperation agencies

In the waste management field, a donor meeting between the World Bank, Asian Development Bank, Asian Infrastructure Investment Bank, etc. was held where the financial support for the Maldives Environmental Management Project was decided upon. The Regional Waste Management Center in each of the seven zones will be financed by loans from the allocated donors. The required waste management system has already been settled upon and standardized: a refuse incineration power plant. In Zone 2, the Regional

Waste Management Center has almost been completed through the support of the World Bank, and another few zones are bidding for the implementation of their own Centers.

This proposal, while quite similar to the international cooperation project implemented by the World Bank etc., supports the project rather than contradicting it.

2. Possible Applicability and the Policy of Overseas Business Development Regarding Products and Technologies

2-1 An overview of the proposed company

Kowa Technos Co., Ltd., a manufacturer of next generation waste disposal equipment (hereinafter referred to as Earth Resource Ceramic Machine or ERCM), is proposing this project.

Kowa Technos is a manufacturing and engineering company with high quality technology. Located in Ichihara city, near Tokyo's industrial area, with five offices/factories and 110 employees, Kowa Technos provides high quality facilities or equipment such as steel mill facilities, petrochemical facilities, radio tower structures and wastewater disposal apparatus for many leading manufacturers and local governments in Japan.

In addition, many richly experienced engineers belong to Kowa Technos, and they work in the construction of both electrical wiring and plumbing, as well as offer comprehensive solutions to clients.

Also among Kowa Technos's fields of expertise is maintenance and facility repair. Their engineers' reliable skills contribute to the continued operations of clients' plants. Kowa Technos has also acquired ISO9001:2008 standard.

2-2 Overview of the proposed product / technology

The ERCM is an equipment that thermally decomposes organic waste and greatly reduces its volume to about 1/100 - 1/1000 times its original state.

Inside the furnace where there is a reducing atmosphere, a new, never seen before mechanism is used that decomposes waste by means of radiation heat emitted from the machine's bottom ceramic layer.

Compared with conventional waste incineration equipment, the ERCM has a very simple structure; thereby it is able to be made at a relatively cheap cost, and the size of the equipment can be relatively small. In addition, it is possible to operate continuously for 24 hours on only electricity; it does not require any external heat.

Large ones can be installed in local government waste disposal facilities while the smaller ones can be installed in island accommodation facilities.

ERCM's main competitor is a conventional incinerator. An ERCM is superior to a conventional incinerator when it comes to the cost of both its installation and maintenance. The ERCM only utilizes electricity for operation and does not require fossil oil. Due to its simple structure, the maintenance of an ERCM is much easier than that of a conventional incinerator and having one can also reduce maintenance costs. In addition, the amount of residue produced by an ERCM is much smaller than that of a conventional incinerator, which helps solve residue management issues as well.

3. Proposals for Formulating ODA Projects

3-1 Overview of the proposal project

To formulate an ODA project, it is proposed that a “Verification Survey with the Private Sector to Disseminate Japanese Technologies” (hereinafter “Verification Survey”) be conducted to solve the social issues. MEE has selected Maafushi Island as the location of a potential site. Therefore, a “Verification Survey with Waste Management System by Thermal Decomposition Furnace in Maafushi Island in the Maldives” is planned to be carried out there.

The Maldives government has announced for a Waste Management Center to be installed on every residential island by the end of 2018. Waste Management Centers aim to store solid waste collected from households and business entities, and make compost from kitchen waste. However, this doesn’t involve installing an incinerator for the disposal of burnable waste. Regarding the making of compost, it is said to be hard to sell compost to even a few consumers because there is not enough farm land in the Maldives. Moreover, kitchen waste contains many plastics because of poor sorting by households, and it is hard for the production of compost to remain practical. Hence the reduction of waste is acknowledged as a critical issue.

The ERCM is a suitable solution to combat this situation, because it can reduce residue to less than 1/10 of that produced by conventional incinerators, while also reducing smoke or odor with thermal decomposition instead of incinerate waste. In addition, the relatively wide range of ERCMs can meet the needs of anywhere from low waste-producing resort islands to relatively large residential islands.

Therefore, the ERCM can contribute to solving the issues put forward by this proposal project: the “Verification Survey with Waste Management System by Thermal Decomposition Furnace in Maafushi Island in the Maldives”.

MEE has expressed their intention to be cooperative during this project.

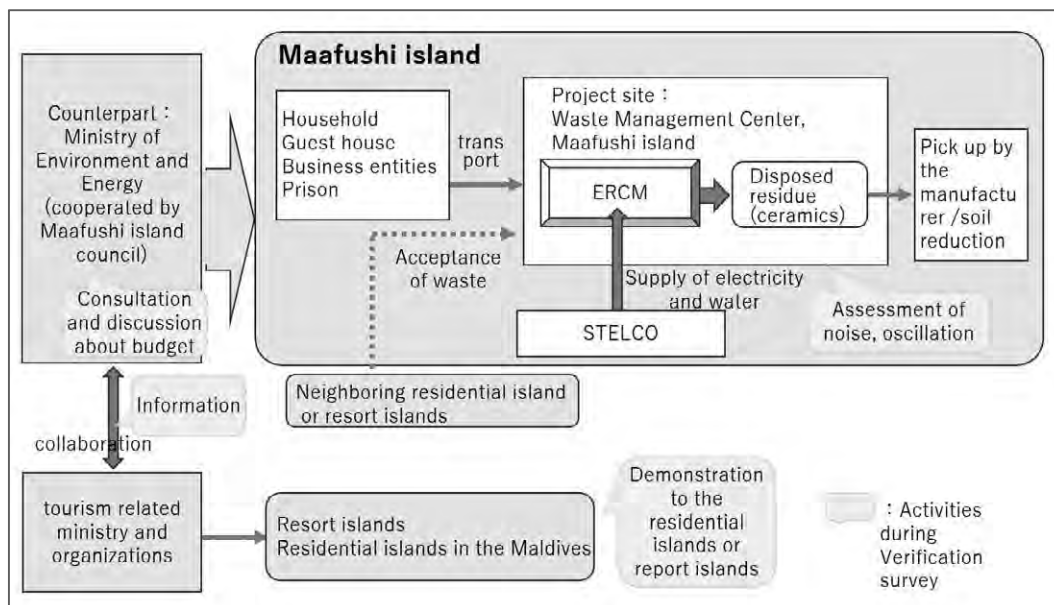
The following contains the basic elements of this proposal project.

Table 1 Overview of the Proposal Project

Counterpart organization	Ministry of Environment and Energy
Project site	Waste Management Center, Maafushi Island (Kaaf Atoll)
Product to be installed	ERCM (2 furnaces, type of 5m ³)
Assumed waste for disposal	Organic waste generated by household and guesthouses (kitchen waste, food waste, packages, clothes, plastics (except for PET bottles), and papers. Green waste is not disposed of.
Management of residue (ceramic type of powder)	Collected by the manufacturer or disposed of by soil reduction

Source: the JICA survey team

The following figure shows a schematic of the proposal project.



Source: the JICA survey team

Figure 2 Schematic of the Verification Survey

3-2 Assumption of the ODA scheme

The goals, output and activities of the proposal project are shown in the following table.

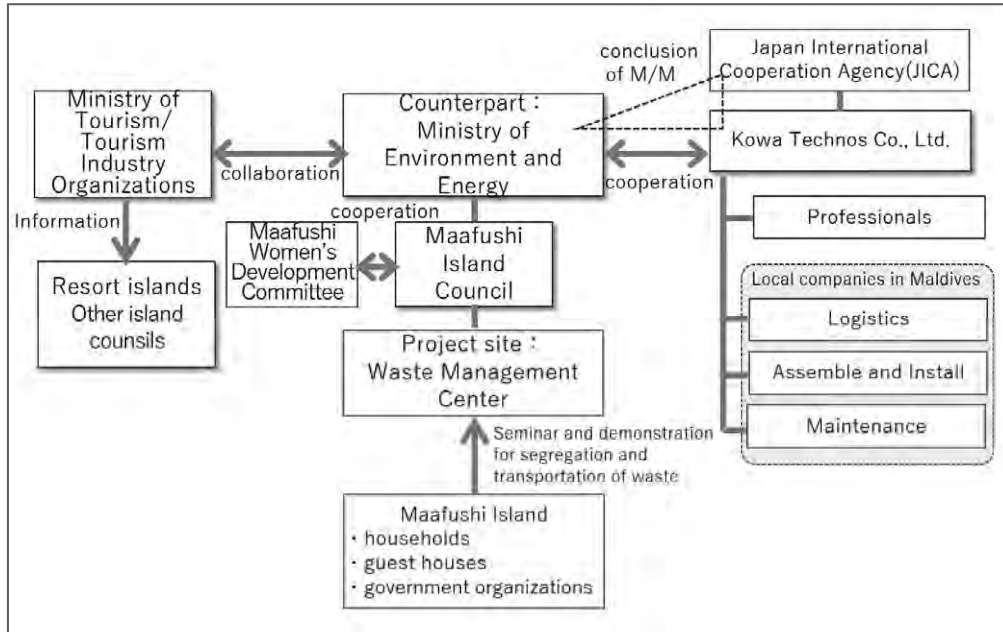
Table 2 Goal, output and activities of the Verification Survey

Project Purpose : Verification of possibility on appropriate waste management through proper sorting and collection and sustainable operation in Maafushi Island by ERCM. Disseminating implementation of ERCM in resort islands or residential island through the Maafushi operation as a showcase.	
Output	Activities
Output 1 Verification of appropriate waste disposal on Maafushi Island by settlement of ERCM and its sustainable operation.	1-1 Settlement of ERCM Transferring and importing an ERCM from Japan and establishing it on Maafushi island
	1-2 Operation of ERCM Verifying waste disposal on Maafushi Island when using the ERCM. Checking of noise and oscillation while in operation
	1-3 Transfer of technical operation and management of the ERCM Transfer ERCM technical operation and management responsibilities over to the island's counterpart and confirm sustainable operation with appropriate maintenance
Output 2 Carry out waste sorting and	2-1 Establishment of waste sorting and collection Consultation and discussion with Maafushi council about their waste sorting scheme and the transportation of waste produced by

transportation, and operate sustainable management in Maafushi community	residents and guesthouses
	<p>2-2 Hold seminars or workshops for residents and guesthouses</p> <p>Hold seminars or workshops aimed at residents and guesthouses on how to sort their waste and transport it to the project site</p>
	<p>2-3 Check the operation of waste sorting and collection</p> <p>Check the operation of waste sorting and collection appropriately. In case the operation is conducted improperly, provide re-education.</p>
	<p>2-4 Consultation and discussion with Maafushi council about the operational budget</p> <p>Consultation and discussion with Maafushi council about the budget of waste management for sustainable operation</p>
Output 3 Disseminating implementation of ERCM in resort islands or residential islands through understanding its operation in practice and the significance of decentralizing waste disposal	<p>3-1 Collaboration with tourism related ministry and organizations</p> <p>Collaborate with tourism related ministry or organizations and establish the scheme of disseminating information about advantage of ERCM</p>
	<p>3-2 Hold seminars, workshops and demonstration to people on residential islands and resort islands</p> <p>Hold seminars, workshops on resort islands and residential islands in the Maldives on the operation of the ERCM and demonstration about the residue it produces at a demonstration site in Maafushi.</p>
	<p>3-3 Establish a business development plan</p> <p>Establish a business development plan which promotes the ERCM to residential islands and resort islands.</p>

Source: the JICA survey team

The stakeholders and their roles for during the Verification Survey are shown in the following figure:



Source: the JICA survey team

Figure 3 The stakeholders and their roles during the Verification Survey

The timetable for the project is shown in the figure below:

	2018		2019			
	Jul-Sep	Oct-Dec	Jan-Mar	Apr-Jun	Jul-Sep	Oct-Dec
Contract	▲					
Production of Equipment	→					
Transportation of Equipment		→				
Installation of Equipment		→				
Commissioning of Equipment			→			
Operation (including technology transfer)			→	→	→	
Workshop or briefing for residents			▲	▲	▲	
Holding seminar / demonstration				▲		
Handover Equipment / Following up					→	
Meeting with MEE and Maafushi council		▲	▲	▲	▲	
Reporting						→

Source: the JICA survey team

Figure 4 The Timetable of the Verification Survey

3-3 Environmental and Social Considerations

In the Maldives, the Regulation on the Preparation of Environmental Impact Assessment Report (2012) has been established based on the Environment Protection and Preservation Act.

There are two types of procedures; one is called the Environmental Impact Assessment (hereinafter EIA), and the other is the Environmental Management Plan (hereinafter EMP). The procedure required is determined by the type and scale of the installed facility. During the survey, the Environmental Protection Agency under MEE responded to our inquiry with a document stating that an EMP is appropriate for the

proposed facility.

Regarding the Environmental Checklist, there seems to be no major issue, because the project site is inside the Waste Management Center: neither within a protected area nor an ecosystem impact zone. There appears to be no need for the resettlement of residents during the ERCM's installation. There have enough ERCMs successfully installed in Japan to indicate that ERCMs meets Japanese environmental standards. MEE believes that regulations in the Maldives regulations will be met as well. Moreover, there should be no problems concerning working conditions because workers will have adequate supervision from and safety instructions given by Japanese engineers.

3-4 Expected development effects

Through the implementation of ERCMs and the carrying out of effective waste management, island residents' awareness on how to appropriately dispose of waste will increase, and the sorting of waste will improve. These waste disposal methods will prevent ocean pollution caused by ocean dumping. The elimination of smoke and odor will become a reality if open burning is stopped.

These activities in Maafushi Island will promote the awareness of waste management, including such practices as the appropriate sorting of waste, within residential islands in the Maldives.

On resort islands, waste management is sometimes poor in situations where smoke and odor are trying to be avoided or through the use of an insufficient facility, even though the incorporation of an incinerator is mandatory. Through the demonstration programmes of the Verification Survey project, resort islands may have ERCMs installed which will improve the waste management situation.

4. Business Implementation Plan

A sales agency in the Maldives will be responsible for the selling of ERCMs manufactured and imported from Japan to the resort island market. The Verification Survey will be conducted on a residential island; however the ERCM to be installed is small which will help hotel operators seeking smaller incinerators than those on residential islands see more easily how it is installed.

This sales company should have distribution networks that reach resort islands. Other local partner companies such as those in the engineering and logistic fields are selected with the help of a sales agency. The maintenance scheme, in particular, is very critical in keeping businesses in the Maldives with technical levels and dispatch availability strictly examined. The manufacturer will provide technological transfers to a local engineering company.

Feasibility Survey with the Private Sector for Utilizing Japanese Technologies in ODA Projects The Maldives, “Feasibility Survey for Solid Waste Disposal System with Thermal Decomposition Furnace”

SMEs and Counterpart Organization

- Name of SME : Kowa Technos Co.,Ltd
- Location of SME : Chiba Pref., Japan
- Survey Site : Maafushi Island (Kaaf Atoll) in the Maldives
- Counterpart Organization : the Ministry of Environment and Energy (MEE)



Concerned Development Issues

- Waste management is a critical issue in the Maldives, due to waste increase caused by recent population growth and the development of tourist accommodations on resort islands.
- Kitchen waste is dumped into the ocean, but due to improper sorting, many plastic bags are mixed. This disposal causes environmental damage.
- To reduce amount of waste, it is sometime disposed of by openly burning waste including plastics due to improper sorting. Smoke and odors are released into the surrounding areas.
- The MEE requires appropriate waste management system to solve this situation.

Products and Technologies of SMEs

- The ERCM is an equipment that thermally decomposes organic waste and greatly reduces its volume to about 1/100 - 1/1000 times its original state.
- Inside the furnace where there is a reducing atmosphere, a new, never seen before mechanism is used that decomposes waste by means of radiation heat emitted from the machine's bottom ceramic layer.
- Compared with conventional waste incineration equipment, the ERCM has a very simple structure; thereby it is able to be made at a relatively cheap cost, and the size of the equipment can be relatively small. In addition, it is possible to operate continuously for 24 hours on only electricity; it does not require any external heat.

Proposed ODA Projects and Expected Impact

- To formulate an ODA project, “Verification Survey with Waste Management System by Thermal Decomposition Furnace in Maafushi Island in the Maldives” is proposed to be carried.
- Through the implementation of ERCMs and the carrying out of effective waste management, island residents’ awareness on how to appropriately dispose of waste will increase, and the sorting of waste will improve. These waste disposal methods will prevent ocean pollution caused by ocean dumping. The elimination of smoke and odor will become a reality if open burning is stopped.
- These activities in Maafushi Island will promote the awareness of waste management, including such practices as the appropriate sorting of waste, within residential islands in the Maldives.
- On resort islands, waste management is sometimes poor in situations where smoke and odor are trying to be avoided or through the use of an insufficient facility, even though the incorporation of an incinerator is mandatory. Through the demonstration programmes of the Verification Survey project, resort islands may have ERCMs installed which will improve the waste management situation.