

環境省 御中

平成 26 年度アジアの低炭素社会実現のための
JCM 大規模案件形成可能性調査事業

パラオ共和国における低炭素社会実現のための包括的資源
循環システム事業化可能性調査事業

【報告書】

平成 27 年 3 月

株式会社アミタ持続可能経済研究所

概要

○パラオ共和国における現状・課題

パラオ共和国は日本の屋久島とほぼ同じ面積を有し、人口は約 2 万人、観光を主産業とする島国である。国民の 7 割は旧首都が置かれていたコロール州に集中しており、同州と橋でつながるバベルダオブ島を合わせると 9 割近くになる。

同国では廃棄物問題が年々深刻になっている。国が管理する最終埋立処分場が、コロール州に 1 ヶ所あるが、すでに満杯の状態であり、嵩上げて延命している状態である。他州では、それぞれが小規模な埋立処分場を保有しているが、穴を掘って埋めるだけのオープンランピングである。いずれの処分場も、浸出水による海洋汚染が懸念されている。国による飲料容器デポジット・リサイクルの仕組みやコロール州によるコンポスト化及びプラスチック油化の取り組みなどが進んでいるが、依然限定的である。

コロール州では、7 割の地域で下水道が整備されている。下水処理施設は散水ろ床式浄化法を採用しているが、初期沈殿池と浄化後の沈殿池には大量の汚泥が長年堆積しており、その処分が問題となっている。また、近年、観光客の増加に伴いホテルの開業が相次いでおり、下水処理能力が追い付いていない。下水道がない地域では、浄化槽（セプティックタンク）の設置が義務付けられているが、定期的に必要な汚泥回収が行われていない浄化槽が多く、降雨時に溢れて問題となっている。

同国は公共交通機関がほとんどなく、人々の移動手段の大半は乗用車である。同国で 사용되는タイヤは大半が中古で輸入されるため、タイヤの耐用期間が短い。そのため、タイヤ交換で発生する廃タイヤの数量が多く、埋立処分場では数十年にわたって搬入された廃タイヤが、山のように積み上げられている。廃タイヤに水が溜まるため、伝染病を媒介する蚊の発生源にもなり、大きな問題になっている。

○提案するシステム・技術

パラオのような小さな島嶼国では、上記のような問題に対し、個別に解決策を検討・具現化することは極めて困難である。しかし、同時に、全てがコンパクトにまとまっており、人的つながりが濃密であることから、各々の課題やセクターを超えた包括的な取り組みを実施しやすい特徴がある。以上の状況を踏まえ資源循環システムを立案した。本システムは、①固形燃料化技術、②バイオガス化技術、③セメント化によるタイヤリサイクル技術を組み合わせることで包括的な資源循環を図り、温室効果ガスの排出削減、廃棄物埋立処分量の削減、再生可能エネルギーの創出、農業・観光産業の振興など多面的なベネフィット

を伴う“島まるごと循環型低炭素社会モデル”の実現を目指すものである。以下に各システム要素について説明する。

- ①含水量の低い廃棄物（プラスチック、紙、繊維、剪定枝等）は固形燃料化し、バイオマッスボイラーと吸収式冷凍機により国会議事堂等の建物の冷房に利用する。
- ②含水量の高い有機系廃棄物（生ごみ・有機系残渣等）及び下水処理汚泥は湿式メタン発酵技術でバイオガスと液肥に変換し、バイオガスはコジェネ発電でエネルギー利用するとともに、液肥は農業等に活用する。また生長の早いネピアグラスを液肥を用いて栽培し、バイオガス原料とすることで発電量を増強する。
- ③廃タイヤは裁断し、需要国に輸出してセメント原燃料等に利用する。

○本年度調査内容

事業計画を策定するにあたり、インプットとなる廃棄物の種類・量についての有効なデータが存在しない状態であった。そのため本年度 FS では、埋立処分場への搬入量調査及び家庭・事業所（レストラン・ホテル・小売店）由来の廃棄物組成調査を実施した。その結果、埋立処分場への推定搬入量 16t/日のうち、固形燃料用インプット量としては 4.6～5.0t/日、バイオガス化用としては 1.6～1.9t/日を見込むことができたことが分かった。これらの調査データをもとに事業スキーム・計画案を策定し、関係者との協議・合意形成を図った。

また、本システムが実現するためにはリサイクル基準にもとづき適切にゴミを分別してもらうことが必要となる。本調査では、現時点でどの程度分別が可能かを把握するとともに、実態に即した分別収集・指導啓発・インセンティブ手法を考案するため、家庭を対象とした分別試験を実施した（A.リサイクル区分、B.生ごみ区分、C.その他区分の 3 区分を設定）。その結果、全体のごみの 6～8 割がリサイクル可能な A 及び B 区分に分別された。課題も抽出されたが事後アンケートからも前向きな意見が多く、十分な実現可能性があることを確認できた。

また、バイオガス技術の普及・啓蒙及び運転条件の検討を目的として、主に現地のホームセンターで調達できる資材を使ったバイオガスミニプラントの組立て・稼働を行い、関係者に対する見学会を実施した。見学会では実際に汚泥や生ごみから発生したバイオガスを、ガスコンロで使って簡単な調理をして振る舞ったほか、小型発電機に接続して発電し扇風機や LED 電球を点灯させるなどして実際に「ごみ」からエネルギーと資源（液肥）が生まれる過程を体感してもらった。参加者からは「良い技術でありぜひパラオに導入して欲しい」「多くのパラオ人はまだ農園を持っており液肥は有益」といった前向きな意見が寄せられた。

○総括・課題

本年度事業において、JCM パラオ側委員、カウンターパート部門である公共基盤・産業商業省、天然資源・環境観光省の両大臣はいずれも現事業計画案に対して前向きであり、

次年度の FS 継続について賛同を得ることができた。また、バイオガス化事業において連携を図る PPUC も前向きに検討を行っている。今後の課題としては、①事業スキーム・計画及び関連法制度に関する継続的な合意形成（特に財源や実施体制等）、②バイオガス消化液（液肥）を用いて栽培したネピアグラスの収量・コストの把握や効率的な栽培・管理手法の確立、③プラント等の立地調整及びプラント・システム詳細設計・運営計画の策定が挙げられる。これら課題を解決することで本事業実現の確実性は大いに高まるものとする。

目次

第1章 対象国・対象都市の諸制度・事業環境	8
1.1 パラオ共和国（Republic of Palau）基礎情報	8
1.2 事業に係る環境負荷などの状況について	10
1.2.1 最終埋め立て処分場の逼迫	10
1.2.2 下水・浄化槽汚泥の流出	10
1.2.3 エネルギーの輸入化石燃料依存	11
1.2.4 食糧の輸入依存	12
1.2.5 廃タイヤが引き起こす諸問題	12
1.3 事業に関連するインフラ・施設等の整備状況	14
1.3.1 電気	14
1.3.2 水道	15
1.4 事業に関連する政府組織とその役割について	16
1.5 事業に関連する諸制度の状況について	17
第2章 調査対象事業	18
2.1 事業概要・狙い	18
2.2 主要導入技術	19
2.2.1 廃棄物由来固形燃料（RPF）化技術	19
2.2.2 バイオガス化技術（湿式メタン発酵技術）	21
第3章 調査体制・内容	24
3.1 調査実施体制	24
3.2 調査課題・内容	25
3.2.1 調査目標	25
3.2.2 調査内容	25
第4章 調査結果	29
4.1 ごみ排出量・組成調査	29
4.1.1 家庭ごみ排出量・組成調査	29
4.1.2 事業所ごみ組成調査	33
4.1.3 オフィスごみ排出量調査	36
4.1.4 埋立処分場での搬入量調査	36

4.2 ごみ分別収集実証調査	39
4.2.1 家庭を対象としたごみ分別収集実証調査の実施	39
4.2.2 分別収集方法の検討・開発	45
4.3 固形燃料化調査	47
4.3.1 固形燃料化向けごみの組成等調査	47
4.4 バイogas事業化調査	48
4.4.1 インプット調査	48
4.4.2 アウトプット利用調査	49
4.4.3 バイogas化試験及びデモプラント見学会実施	50
4.4.4 液肥の利用可能性に関する調査	53
4.5 MRV 方法論概論	57
4.5.1 MRV -固形燃料化（RPF）事業	57
4.5.2 MRV -バイオガス化事業	68
4.5.3 PDD 案	75

— 略語表 —

略語	正式名称	日本語での名称
AFPAC	Automatic Fuel Price Adjustment Clause	燃料価格調整条項
BPW	Bureau of Public Works	公共事業局
CIP	Capital Improvement Project	資産維持管理プロジェクト
DSWM	Devision of Solid Waste Management	廃棄物管理部
EQPB	Environmental Quality Protection Board	環境保護委員会
FAO	Food and Agriculture Organization	国際連合食糧農業機関
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
MPIIC	Ministry of Public Infrastructure, Industries, and Commerce	公共基盤・産業・商業省
MRD	Ministry of Resource and Development	資源開発省
NSWMP	Draft of National Solid Waste Management Plan	国家廃棄物管理計画案
PPUC	Palau Public Utilities Corporation	パラオ電力公社
PWSC	Palau Water and Sewer Corporation	パラオ上下水道公社
WHO	World Health Organization	世界保健機関

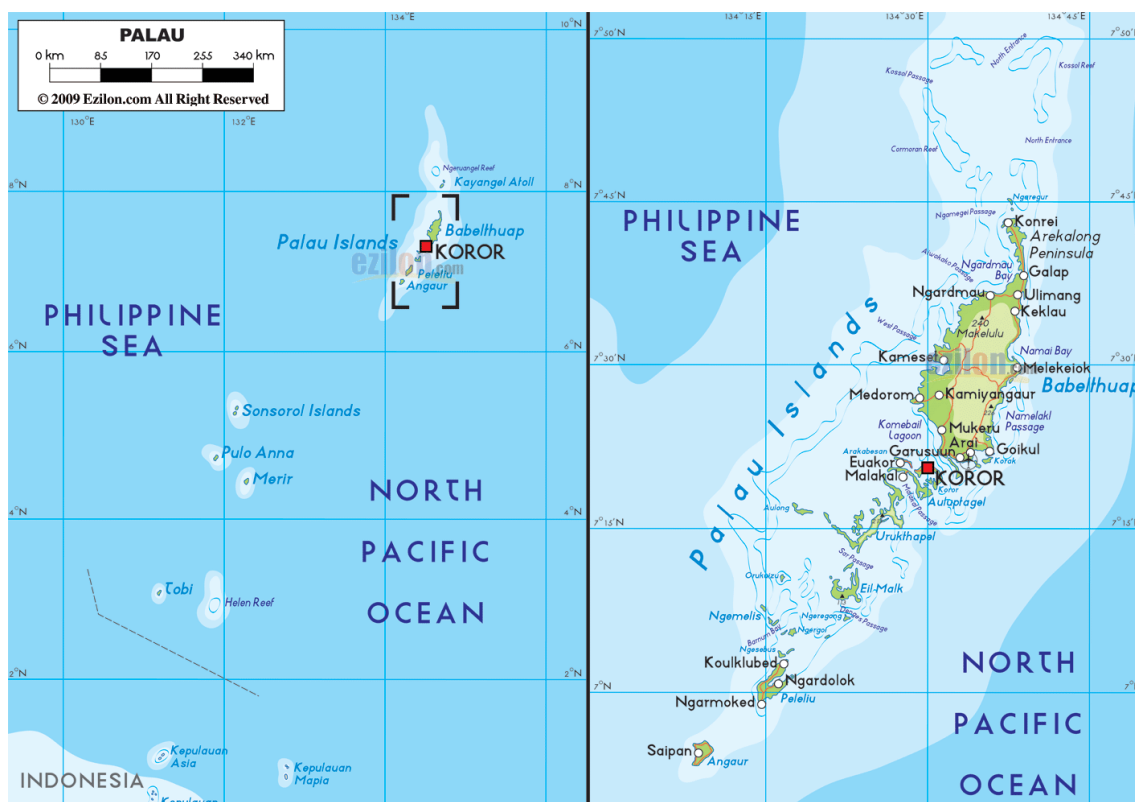
第 1 章 対象国・対象都市の諸制度・事業環境

1.1 パラオ共和国（Republic of Palau）基礎情報



人口	17,501 人（2012 年）
面積	488 km ² （屋久島と同等） 386 島、うち 9 島が有人島
首都	マルキョク （2006 年 10 月に旧首都コロールから遷都）
GDP	247.0 百万 US ドル（2013 年）
国民一人当たりの所得	13,574 US ドル（2013 年）
主な産業	観光業（2014 年観光客 146,867 人）
主な輸入製品	石油、自動車、機械、食品等
主な輸出製品	魚介類等

なお、本報告書における為替レートは、US\$1=JPY100 とした。



(出所 : Ezilon map <http://www.ezilon.com/maps/oceania/palau-physical-maps.html>)

プロジェクトサイト

1.2 事業に係る環境負荷などの状況について

環境・資源・食糧に関する現状・問題は以下のとおり。

1.2.1 最終埋め立て処分場の逼迫

パラオにおいては、回収されたほとんどの廃棄物が埋立処分場に搬入されている。コロール州にある M-dock 埋立処分場は福岡方式を採用しており、中央政府が管理しているが、既に 50 年以上使用されており、逼迫状態であると同時に、浸出水による海洋汚染も懸念されている。2012 年に嵩上げを行ったが、5 年程度で満杯となることが予想されている。アイライ州においては、1995 年に開設された埋立処分場にオープンダンピングを行っているが、アイライ州で最も人口密度が高い地域に隣接しており、こちらも移設の計画がある。現在、アイメリーク州に新しい処分場建設の計画が進んでいるが、まだ数億円という財源を確保できていない模様である。なお、埋立処分に関しては、処分費を課しておらず、住民及び事業者の費用負担はない。



写真 1.2.1.1 ごみが積み上げられ受入可能容量を超過している



写真 1.2.1.2 M-dock の福岡方式の換気パイプ

可燃ごみの焼却については、2006 年及び 2007 年に、日本の NGO からアイライ州政府に小型焼却炉が寄贈されたが、環境保護委員会 (Environmental Quality Protection Board:EQPB) から紙類以外の焼却が認められていないため、ほとんど稼働していない。

なお、家庭系ごみの収集・分別については、主に州政府が回収している。コロール州においては一部地域に家庭系ごみの分別収集ステーションが導入されているが分別は徹底されていない。この現状を踏まえ、2015 年に新たな制度・ステーションがコロール州全域に導入される予定となっている。

1.2.2 下水・浄化槽汚泥の流出

パラオ国内において、下水処理設備はコロール州のマラカル島と首都マルキョクに設置

されている。下水は、第1貯水槽から第2、3沈殿池へ送られ、海へ放流する仕組みである。現在の下水処理場では、沈殿池の汚泥が堆積しており、降雨によってタンクから汚水が溢れ出す等、下水汚泥の管理が大きな問題となっている。

下水道が普及していない地域においては、EQPB が浄化槽の設置を義務付けており、違反者には 10,000 ドル/日の重い罰金が課せられる。浄化槽を使用している家庭においては民間業者によって浄化槽汚泥が汲み取られる。アイライ州では土壌が泥質のため、降雨時には浄化槽汚泥が溢れ出ることもある。

なお、宿泊施設における下水処理は、PPR (Palau Pacific Resort) においては、上・下水ともに自家システムを使用しており、下水処理は嫌気性タンクで処理している。下水汚泥については、数年に一度下水処理施設に運搬しており、PPR (Palau Royal Resort) は浄化槽汚泥を下水道に接続して処理している。

国内の下水道管理については、パラオ電力公社 (Palau Public Utilities Corporation: PPUC) と、パラオ上下水道公社 (Palau Water and Sewer Corporation: PWSC) が 2013 年 9 月に合併されて新 PPUC となり、同公社が現在管理・運営を行っている。コロール州の下水道普及率は 70%程度であり下水道料金は無料とされている。



写真 1.2.2.1 第1貯水槽



写真 1.2.2.1 第3（最終）沈殿池

1.2.3 エネルギーの輸入化石燃料依存

パラオの電力・エネルギー政策は、資源開発省 (Ministry of Resource and Development : MRD) の管轄であり、電力事業はパラオ電力公社 (PPUC) 1 社により実施されている。

発電所は、国内に 5 箇所設置されているが、全電力需要の 95%は、マラカル及びアイメリーク発電所からのコロール・バベルダオブ電力系統により賄われており、すべてディーゼル発電方式である。電力の最大消費地は、全電力需要の約 80%を占めているコロール州であり、電力消費の内訳は、42%が商業、30%が家庭、23%が政府需要となっている。

2011 年時点のパラオにおけるピーク電力需要は 12.5MW であるのに対し、供給可能電力容量が 14.4MW と逼迫している。2011 年 11 月には、アイメリーク発電所における火災によっ

て計画停電が実施されたが、その後もアイメリーク発電所の供給能力は戻っていない。現有設備が老朽化および、メンテナンスのための供給予備力不足が慢性的に続いている状態で電力供給が続けられている。なお大型ホテルにおいては自家発電で電力をまかなっている施設も少なくない。

一方、国内の人口は 2009 年から 2012 年にかけて 0.6～0.7%ずつ増加しており、観光客数も 2014 年度には 14 万人を超えるなど急速な増加傾向にあることを鑑みると、電力需要は増加傾向であり、安定した電力供給は喫緊の課題と位置づけられる。

1.2.4 食糧の輸入依存

国内食糧自給については、食糧の大部分を輸入に依存している。ホテルおよび小中学校の給食においても、一部は地元産の食材が利用されるものの基本的には輸入食材を使用しており、米、コンビーフ、ツナ缶等、野菜、果物、など種類は多岐にわたる。地元食材は安定供給が難しいため、魚や地元野菜等の供給量は乏しい。こうした状況下において、食料安全保障のプログラムが国際連合食糧農業機関（Food and Agriculture Organization：FAO）により実施されており、作物を育てるための土壌の扱い方や有機農法が推奨されているが、有機肥料が不足している。なお、日本国の統治時代では、パイナップルやスイカ等を大規模に生産していたが、現在はタピオカ、キャッサバ、バナナ、パイナップル、ココナッツ等を小規模に生産するに留まっている。若い世代が農業に従事しないため、農園労働者の多くが、フィリピン人やバングラデシュ人等の外国人である。

畜産業として養豚業は、1970 年代には盛んであったが、現在は人口密度が高いコロール州ではほとんど養豚業は見られない。現在、養豚業者はアイライ州やアイメリーク州に散在しているが、会社組織で行っているところはなく、ほとんどが副業で営まれており、一般的に 20～30 頭、多い所で 50～60 頭規模で飼育している。

1.2.5 廃タイヤが引き起こす諸問題

埋立処分場には数十年にわたって廃タイヤが野積みされている（正確な統計データはない）。パラオでは人々の移動手段の大半は乗用車であり、国内では数千台の乗用車が利用されているが、使用されるタイヤの多くは中古輸入されたものである。よって、タイヤ交換頻度が高く、結果として大量の廃タイヤが発生している。水が溜まった廃タイヤは伝染病を媒介する蚊の温床にもなっている他、2014 年には廃タイヤが燃える火事も発生しており、重要な問題となっている。



写真 1.2.5.1 廃タイヤの山

パラオは太平洋島嶼国の中でも、地理的にフィリピンやインドネシアに最も近く、国際資源循環の地理的優位性があるため、廃タイヤに対する国際資源循環ニーズは高いと考えられる。一方、食糧や一般消費財のほとんどを輸入に頼る背景もあり、パラオには年間約2,000本のコンテナが輸入されている。しかし輸出量は少なく、輸出用コンテナは空のものもある。パラオにおける国際資源循環の経済性を考えると輸出コストは安い可能性が高く、廃棄物由来固形燃料の焼却灰や廃タイヤを混合してフィリピン等のセメント工場に輸出処理することもあると考えられる。

1.3 事業に関連するインフラ・施設等の整備状況

本事業に関連するインフラ・施設等の整備状況は以下のとおり。

1.3.1 電気

パラオの電気料金には、固定料金その他、電気使用量に応じた従量制料金が導入されている。従量制料金には、基本料率と、石油価格の動きに応じて調整する燃料価格調整条項 (Automatic Fuel Price Adjustment Clause : AFPAC) 料率が設定されている。

以下に、パラオ及び日本（東京電力）の電気料金表を示す。

区分	使用量 (kWh/月)		料金 (円/kWh)
住宅用	基本料金		300/月
	従量 料金	0-150	31.7
		151-500	39.1
		501 以上	44.0
業務用・ 官公庁用	基本料金		1,100/月
	従量 料金	0-150,000	44.0
		151,001-250,000	43.0
		250,001 以上	42.0

図表 1.3.1.1 パラオ電気料金（2013 年 4 月より発効）

（PPUC より提供された料金表を基に作成，1\$=100 円にて換算）

区分	使用量 (kWh/月)		料金 (円/kWh)
住宅用	基本料金		280.80/月
	従量 料金	0-120	19.43
		121-300	25.91
		301 以上	29.93
業務用	基本料金		1,684.80/月
	電力 料金	夏季（7/1～9/30）	17.13
		その他季（10/1～6/30）	15.99

図表 1.3.1.2 東京電力 電気料金

（東京電力ウェブサイト <http://www.tepco.co.jp/index-j.html> の料金表を基に作成）

特に業務用に関してはパラオは日本の電気料金の 2 倍以上となっており、再生可能エネルギーにとっては普及しやすい事業環境となっている。また固定価格買取制度等の仕組みもないため政策変更に起因するリスクも低いと言える。

1.3.2 水道

パラオは熱帯海洋性気候であり、年間平均気温が 28℃前後と年較差が小さいことが特徴である。季節は雨季（5 月～10 月）および乾季（11 月～4 月）に分かれるが、乾季であっても降雨があるためか年間の平均湿度は 80%をこえるともいわれるほど高温多湿の環境である。日本国の厚生労働省検疫所によると、パラオにおける水道水は飲用には適しておらず、飲用水としてはミネラルウォーターが推奨されている。高温多湿の環境であるため、細菌やカビなどが繁殖しやすく、食品衛生上の注意が必要であり、観光客の中には食中毒を含む消化器系の病気にかかることがある。

(<http://www.forth.go.jp/destinations/country/palau.html> 厚生労働省検疫所)

太平洋の熱帯島嶼部を想定する場合一般的には水資源に関する危機的状況はあまり議論されないが、適切で安定した水供給は多くの島嶼部にて大きな課題とされてきた。パラオも例外ではなく、気候変動のような外的要因および人口増加や経済発展などの内的要因から水資源の課題を対処すべき局面に立たされている。2014 年には唯一の雨水ダムのあるバベルダオブ島とコロール島を結ぶ海底配管が一部損傷し、数か月に渡って部分断水に見舞われた。限られた土地面積、資源、技術容量、人口増加を鑑みると、パラオは長期的な資源の管理手法を見出す必要がある。

パラオにおける水問題の原因は人口増加などの自国内の要因である部分もあるが、大部分は外的要因であると認識されている。これらの問題は自国内の限られた経済的、技術的、人的リソースの範囲で解決しなければならない状況であるが、先進国の協力なくしては問題解決は困難であると考えられている。（参考：公開政府情報「Comprehensive water resource management in Palau」）

1.4 事業に関連する政府組織とその役割について

廃棄物管理行政の全体統括は中央政府の公共施設・産業・商業省（Ministry of Public Infrastructure, Industries and Commerce : MPIIC）公共事業局（Bureau of Public Works : BPW）の廃棄物管理部（Division of Solid Waste Management : DSWM）が担っている。現在事務職員は 4 名である。ごみの収集・処理は基本的に州政府が管理するが、埋立処分場の管理に関しては、コロール州のみ中央政府が担っており、国内最大の最終埋立処分場である M-dock 埋立処分場には中央政府 DSWM の現場職員約 10 名が配置されている。他州においては、州政府が埋立処分場の管理を行っている。この背景として、従来パラオでは、旧首都であったコロール州の M-dock 埋立処分場が同国唯一の埋立処分場であったためと推定される。

コロール州の廃棄物管理に関してはコロール州廃棄物管理事務所が担当しており、現在 60 名の担当者がいるが、今後 75 名程度に増員する予定がある。なお、環境保護委員会（Environmental Quality Protection Board : EQPB）は、規制当局及び法律の実施機関であり、MPIIC も含む、各省庁及び州政府等の公共機関と民間機関の規制及び法制度の実施を監督する立場であり、職員は 13 名である。

DSWM の予算は年間 3.5 から 4.5 万 US ドル（以下「ドル」と記す）程度であるが、そのほとんどが M-dock 埋立処分場の運営費に使用されている。コロール州廃棄物管理事務所の予算は Capital Improvement Project（CIP）付と公共事業部（Public Works Department）付の予算とに分かれている。CIP 付の予算には各プログラム実施のためのハード面、オフィス運営費、意識啓発活動関連等が含まれ、公共事業部付の予算には、人件費と電気代が含まれる。コロール州の 2013 年度の公共事業関連予算が 200 万ドルであるのに対し、廃棄物管理事務所の CIP 付予算が 65 万ドルであり、約 3 分の 1 が廃棄物管理施設関連の予算となっている。また、CIP 予算は、2011 年に 20 万ドル、2012 年に 30 万ドル、2013 年に 65 万ドル、そして 2014 年には 75 万ドルが予定されており、年々増加傾向にある。

1.5 事業に関連する諸制度の状況について

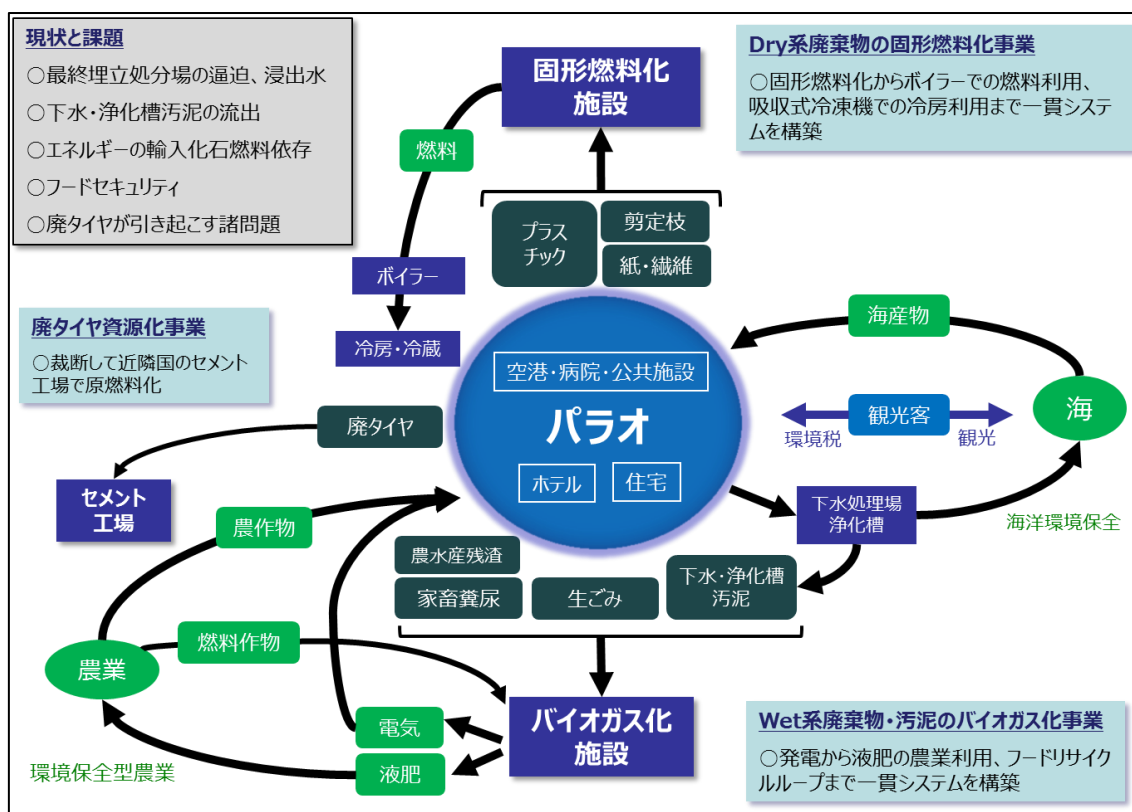
独立行政法人国際協力機構（Japan International Cooperation Agency：JICA）の技術協力プロジェクト（技プロ）「パラオ国廃棄物管理改善プロジェクト」において、2008 年、「国家廃棄物管理計画案」（“Draft of National Solid Waste Management Plan”：NSWMP）が策定された。本計画においては、「3R による減量化政策、適切な技術の選択とステークホルダーの参加促進を通して、自立発展的な廃棄物管理を目指す」ため、「政策レベル、キャパシティ・ディベロップメント、情報共有、環境教育・啓発活動等のすべてのステークホルダーが一体となって対処する」、「ごみの量を減らすため、ごみ減量化を促進する」、「既存の廃棄物管理、廃棄物処理の体制を改善、改良する」という 3 つの戦略が提示された。しかし、NSWMP は政策として最終的な承認を得ておらず、また策定されたアクションプランの多くが未実施の状態である。

第2章 調査対象事業

2.1 事業概要・狙い

本プロジェクト事業概要及び狙い・ポイントは以下のとおり。

- ・ 以下の資源循環システムの構築により、温暖化ガス排出削減への貢献のみならず、廃棄物や下水処理汚泥に関する環境問題、エネルギー・食糧セキュリティに関する諸問題を包括的に解決することを狙いとしている。
- ・ 特に島嶼部の廃棄物は多様かつ少量であるという特徴がある。これら多様な廃棄物を、汎用性の高い資源・エネルギーに転換するため、Dry系廃棄物については廃棄物由来固形燃料（RPF）化、Wet系廃棄物についてはバイオガス化技術を採用する。
- ・ 廃タイヤ及び固形燃料燃焼灰については近隣国セメント工場でのセメント原燃料化を行う。

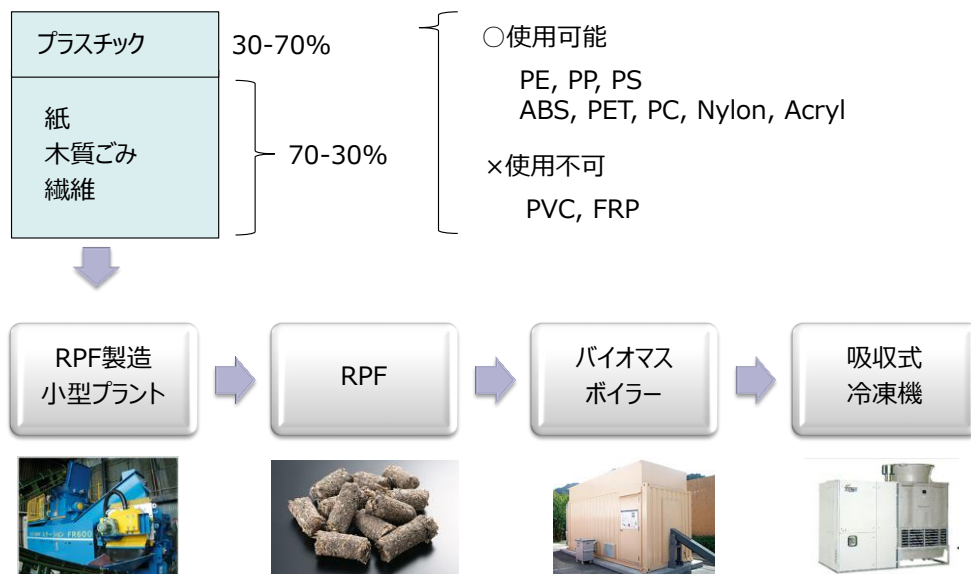


図表 2.1.1 事業概要

2.2 主要導入技術

2.2.1 廃棄物由来固形燃料（RPF）化技術

以下のように固形燃料化設備で製造した燃料をボイラーで燃焼させ、吸収式冷凍機を用いて熱を空冷に変換する仕組みを提案した。



○ 固形燃料化設備について

廃棄物由来固形燃料は、上記原料を選別・破砕をした後に成形機において熱と圧力を加え、ペレット状に押し出したものを冷却することで製造する。原料に含有するプラスチックが熱により溶け、成形されたペレットの形を固める役割をするため、原料の30%程度はプラスチックを含んでいる必要があるとされている。以下に、一般的な固形燃料化施設のフローを引用する。

○ 固形燃料の特徴

廃棄物由来固形燃料は以下の特徴を有する。

- ・ カロリーを均一に調整でき、石油代替燃料として使用できる (5,000～8,000kcal/kg)
- ・ プラスチック及びその他の原料の割合を調整することでカロリーを調整可能
- ・ コンパクトかつ均一なサイズに調整できハンドリングが良い
- ・ 安定的に燃焼させることができる
- ・ 保管性が高い

日本においては、廃棄物を原料とした固形燃料は一般的に「RPF(Refuse Paper & Plastic Fuel)」と「RDF(Refuse Derived Fuel)」に大別される。日本 RPF 工業会 (<http://www.jrpf.gr.jp/index.html>) によれば、RPF とは、主に産業系廃棄物のうち、マテリアル・リサイクルが困難な古紙及び廃プラスチック類を主原料とした高品位の固形燃料のことである。RPF は、石炭やコークス等、化石燃料の代替として、大手製紙会社、鉄鋼会社、石灰会社など多くの産業で利用されている。また JIS では以下のとおり発熱量や含有成分により以下の等級区分を設定している。

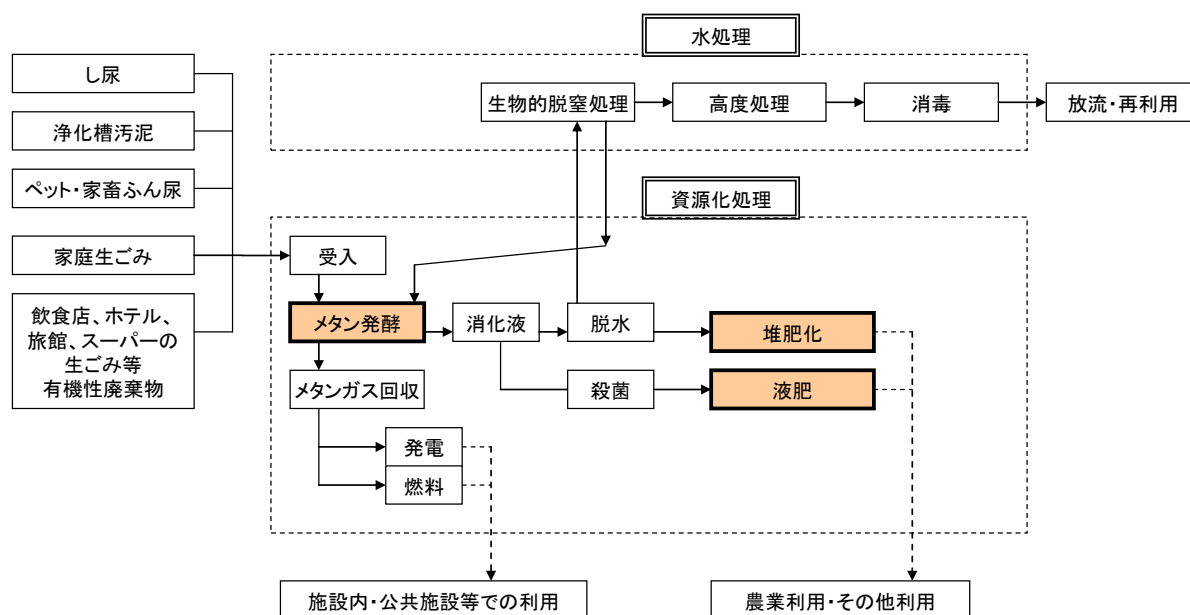
品種\等級	RPF-coke	RPF			測定方法
	-	A	B	C	
高位発熱量 MJ/kg	33 以上	25 以上	25 以上	25 以上	JIS Z7302-2
水分 質量分率(%)	3 以下	5 以下	5 以下	5 以下	JIS Z7302-3
灰分 質量分率(%)	5 以下	10 以下	10 以下	10 以下	JIS Z7302-4
全塩素分 質量分率(%)	0.6 以下	0.3 以下	0.3 を超え 0.6 以下	0.6 を超え 2.0 以下	JIS Z7302-6

※) 試料のサンプリングは JIS Z 7302-1 に準じる。

図表 2.2.1.2 JIS による RPF 等級区分 (日本 RPF 工業会 HP より抜粋)

2.2.2 バイogas化技術（湿式メタン発酵技術）

バイオガス施設では、し尿、浄化槽汚泥、生ごみ等の有機物をメタン発酵させてメタンガスとして回収し、メタンガスは発電や燃料等としてエネルギー利用する。メタン発酵後の消化液（残渣）は液肥として利用し、脱水等を経て堆肥化するなどの資源化を行う。以下にバイオガス施設の基本構成を整理した。



※ はいずれかの資源化を行うもので、すべて実施するものではない。

図表 2.2.2.1 バイogas施設の基本構成

メタン発酵とは、有機物が嫌気性条件で微生物の活動により分解し、最終的にメタンと二酸化炭素を生成するプロセスであり、古くから污水处理に用いられてきた。メタン発酵における有機物の分解過程は、①固形または高分子有機物から低分子有機物に分解する可溶化・加水分解、②低分子有機物から有機酸、アルコール類などを生成する酸生成、③有機酸などから酢酸と水素などを生成する酢酸生成、④酢酸や水素などからメタンと二酸化炭素を生成するメタン生成の4つの段階からなる。

本事業においてバイオガス施設は下水処理汚泥や生ごみ等の資源化システムとして中心的な位置づけであり、日本国内の事例について整理した。まず、処理対象物として、し尿や浄化槽のほか、生ごみも対象としている主な施設を整理した。その際、「生ごみ」が入っていないなくても、メタン発酵消化液を液肥利用している施設を一部加えた。さらに、処理方式が好気性発酵方式でかつ液肥利用のある事例も加えた。以上をを踏まえ、発酵温度、施設規模(大：60t/日以上、中：20～50t/日、小：1～20t/日)で分類・整理した。

図表 2.2.2.2 メタン発酵施設の先進事例

事業主体	処理能力	処理対象物	処理方式	規模	消化液利用	竣工年
生駒市 (奈良県)	14.7t/日	生・し・浄	高温	小	全量肥料利用	H13 年
奈良市 (奈良県)	14.9t/日	生・し・浄	中温	小	全量肥料利用	H15 年
北名古屋衛生組合 (愛知県)	19.9t/日	生・し・浄	高温	小	全量肥料利用	H17 年
(株)大木町健康 づくり公社 (福岡県)	41.4t/日	生・し・浄	中温	中	全量液肥利用 (6,000t)	H18 年
珠洲市 (石川県)	32.9t/日	生・し・浄・下・農	中温	中	全量肥料利用	H19 年
甲賀広域行政組合 (滋賀)	34.2t/日	生・し・浄	中温	中	肥料一部利用 焼却	H18 年
鹿追町 (北海道)	65.8t/日	牛・他	中温	大	全量液肥利用 (18,000t)	H19 年
山鹿市 (熊本県)	50 t/日	生・農・牛・豚	中温	大	全量液肥利用 (13,000 t)	H17 年
(財)八木農業公社 (京都府南丹市)	65.2 t/日	食・牛・豚	中温	大	一部液肥利用 (1,300 t)	H9 年 H13 年増 設

※処理能力はメタン発酵槽投入量で表示し希釈水を含む。(t=m³=kl とみなす。)

※生：事業系・家庭系生ごみ、し：し尿、浄：浄化槽汚泥、下：下水汚泥、農：農業集落排水汚泥
牛：牛糞尿、豚：豚糞尿、食：食品残渣、他：敷料等

図表 2.2.2.3 好気性高温発酵方式での消化液利用事例

実施主体	処理方式	処理能力	処理対象物	その他
築上町 (福岡県)	好気性高温発酵	18.7t/日	生・し・浄	液肥として全量農地利用

2.2.3 セメント原燃料化技術

セメント製造工程は「高温焼成」という特性を持つため、安全かつ大量に廃棄物をリサイクルすることができる。例えば、石炭灰・汚泥・焼却灰・鉍さいなどはセメント原料と成分が類似しているため、原料の一部として活用できる（代替原料）。また、廃タイヤ・廃油・廃プラスチックなどは高い発熱量を持っているため、セメント焼成に使用される燃料の補助として活用できる（代替燃料）。これらの廃棄物はセメントキルン内で高温焼成され

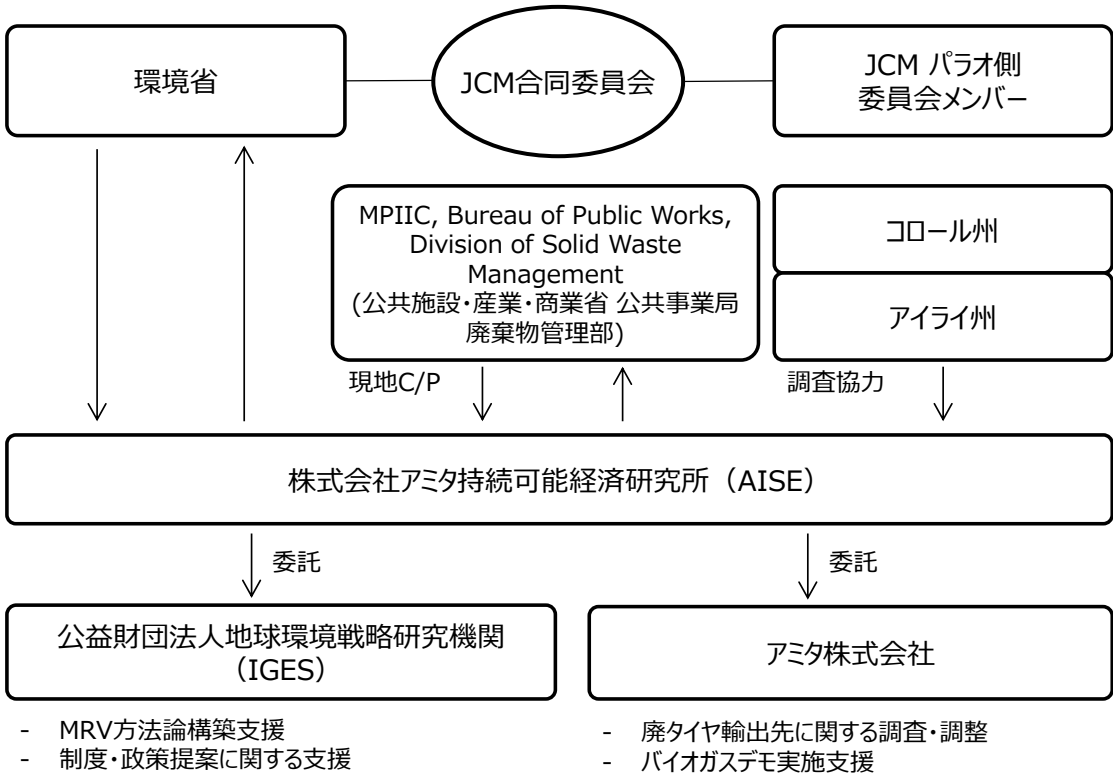
るため、大気汚染の心配がなく、また、一般の焼却炉では発生する焼却残さもセメント中に取り込まれ、二次廃棄物が排出されない。

一方で、廃棄物をセメント原燃料化するためには、一般的に様々な条件が存在する。例えば、セメント製造工程では塩素が禁忌成分であり、有機物及び有機物が付着した廃棄物は衛生面から不適格となる場合も多い。パラオの廃タイヤをセメント原燃料化するうえでは輸出前の洗浄工程が重要となる。

第3章 調査体制・内容

3.1 調査実施体制

本調査は以下体制のもと実施した。



3.2 調査課題・内容

3.2.1 調査目標

パラオ共和国において、廃棄物の固形燃料化技術、バイオガス化技術などを用いて廃棄物の包括的な循環システムを構築し、温室効果ガスの排出削減、廃棄物埋立処分量の削減、再生可能エネルギーの創出、農業・観光産業の振興など多面的なベネフィットを伴う“島まるごと循環型低炭素社会モデル”の実現を目指し、下記を目標として実現可能性調査事業を実施する。

- (1) ホテル等の事業所や家庭から排出されるごみを下記システムで資源化するため、国民性や実態に適した分別収集の手法、指導啓発方法、インセンティブ手法を考案し、実証調査での検証を経て効率的で実現可能な手法を開発する。
- (2) 含水率が低い Dry 系廃棄物を固形燃料化し、バイオマスボイラーと吸収式冷凍機により建物の冷房等に利用する一貫システムの可能性について調査検証し、実現可能な事業計画を立案する。
- (3) 含水率が高い Wet 系廃棄物・汚泥を湿式メタン発酵技術でバイオガスと液肥に変え、バイオガスをコジェネ発電でエネルギー利用するとともに、液肥を農業に活用する一貫システムの可能性について調査検証し、実現可能な事業計画を立案する。
- (4) 廃タイヤを裁断し、近隣国に輸出して海外のセメント原燃料に利用するシステムの可能性について調査検証し、実現可能な事業計画を立案する。
- (5) 上記事業の GHG 削減ポテンシャルを把握し、MRV 方法論案を策定するとともに、プロジェクト計画書案（PDD）を作成する。

3.2.2 調査内容

3.2.2.1 ごみ排出量・組成調査

ホテル・レストラン等の事業者や家庭から排出される廃棄物について、その組成及び排出量調査を行い、各種基本設計及び事業計画の基礎データとした。

なお事業者については、拡大推計による排出量の把握が困難なことが想定されたため、併せて M-dock 埋立処分場での廃棄物搬入量調査を行った。

＜実施項目＞

- ・ 家庭ごみ排出量・組成調査
- ・ 事業系ごみ組成調査

- ・ オフィス紙ごみ排出量調査
- ・ M-dock 埋立処分場での搬入量調査

3.2.2.2 ごみ分別収集実証調査

家庭から排出されるごみを資源化するため、国民性や実態に適した分別収集の手法、指導啓発方法、インセンティブ手法を考案し、実証調査での検証を経て効率的で実現可能な手法を開発することとした。

＜実施項目＞

- ・ 家庭を対象としたごみ分別収集実証調査の実施
- ・ 分別収集方法の検討・開発

3.2.2.3 固形燃料化調査

Dry 系廃棄物（プラスチック、紙、繊維、剪定枝等）を固形燃料化し、バイオマスボイラーと吸収式冷凍機により建物の冷房等に利用する一貫システムの可能性について調査検証し、実現可能な事業計画を立案した。

＜実施項目＞

- ・ 固形燃料化向けごみの組成等調査
- ・ 熱需要調査及び導入対象候補建物の特定
- ・ システム導入費用及びランニングコストの概算、投資対効果の検証
- ・ 基本設計及び事業計画の立案

3.2.2.4 バイogas事業化調査

Wet 系廃棄物（生ごみ・有機系残渣等）・汚泥を湿式メタン発酵技術でバイオガスと液肥（消化液）に変え、バイオガスをコジェネ発電でエネルギー利用するとともに、液肥を農業に活用する一貫システムの可能性について調査検証し、実現可能な事業計画を立案した。また、併せて簡易なバイオガスデモプラントの設計・組立て・運転を行い、適した原料構成の検討を行うと同時に、関係者を招いた見学会を行い、本事業モデル及びバイオガス技術の意義・効果について普及啓発を図った。

＜実施項目＞

- ・ インプット（原料）調達可能性に関する調査
- ・ アウトプット（電気・液肥）利用に関する調査
- ・ バイogas化試験及びデモプラント見学会実施
- ・ 液肥の利用可能性に関する調査
- ・ システム導入費用及びランニングコストの概算、投資対効果の検証
- ・ 基本設計及び事業計画の立案

3.2.2.5 廃タイヤ資源化調査

廃タイヤを裁断し、需要国に輸出してセメント原燃料等に利用するシステムの可能性について調査し、実現可能な事業計画を立案した。

<実施項目>

- ・ 需要国のセメント工場への輸送ルート及び法的課題等の調査
- ・ 廃タイヤ輸出工程における課題及びコストの調査
- ・ タイヤ流通及び廃タイヤ取扱いに関する実態調査
- ・ 課金制度の設計及び事業計画の立案

3.2.2.6 包括的な資源循環事業計画の策定・提案

実現可能な廃棄物の包括的な資源循環システム及び制度を設計・提案を行った。

<実施項目>

- ・ 上記 3.2.2.1～3.2.2.5 の調査を踏まえた廃棄物の包括的な資源循環システムの設計及びトータルコストの試算
- ・ 資源循環システムの実現に必要な財源を継続的に調達できる国レベルの制度設計
- ・ 資源循環システムを PPP（公民連携）で実現する事業スキームの設計
- ・ 資源循環システム導入に当たって関連する法制度を整理し、日本（国・自治体）の政策や法制度を参考にして必要な法制度（導入／改正）や行政施策の骨子を立案して提言する。
- ・ 国家固形廃棄物管理計画（NSWMP）との整合性の検討
- ・ 上記を取りまとめて政府関係者に提案し、意見交換するとともに事業計画をブラッシュアップして具体的な事業化に向けた実現可能性を高める。

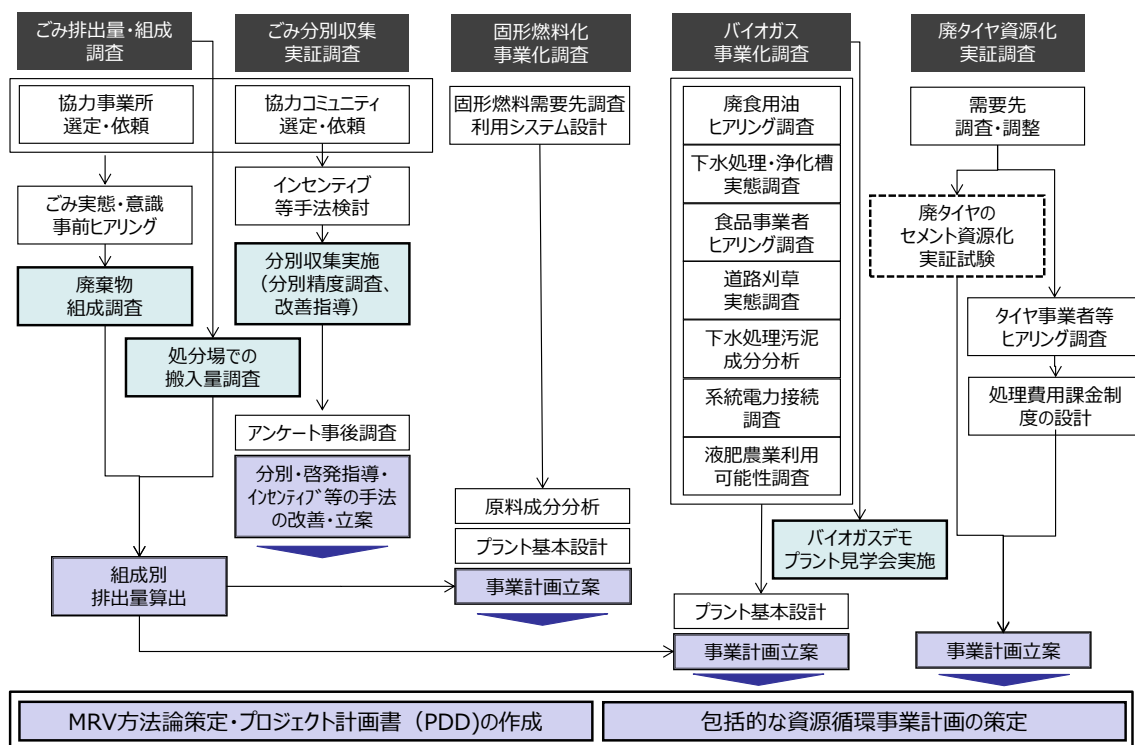
3.2.2.7 MRV 方法論の策定調査

本事業の MRV 方法論案を策定するとともに、プロジェクト計画書（PDD）案を作成する。

<実施項目>

- ・ MRV 方法論の草稿作成及び JCM パラオ側委員会との調整
- ・ プロジェクト計画書（PDD）草稿の作成

本年度事業の実施フローを以下に示す。



図表 3.2.1.1 本年度の業務実施フロー

第 4 章 調査結果

4.1 ごみ排出量・組成調査

4.1.1 家庭ごみ排出量・組成調査

○ 目的

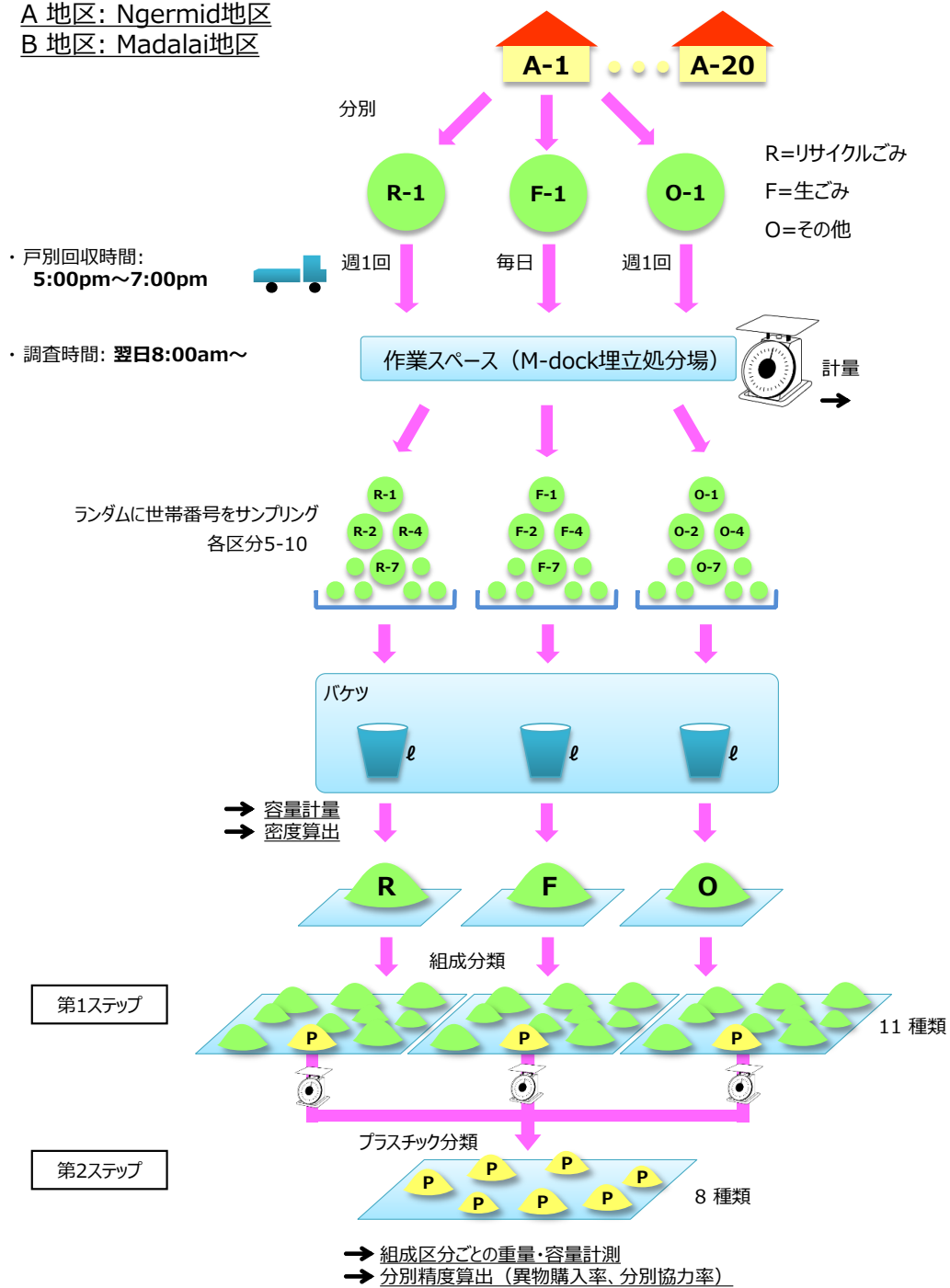
家庭由来のごみについて、一人当たりのごみの排出量及び組成を把握し、本システムへのインプット量を推計するための基礎データとする。

○ 調査方法

調査対象として、人口の上位 2 州であるコロール州及びアイライ州について、各 2 地区（コロール州：Ngrmid 地区及び Madalaii 地区、アイライ州：Ked 地区及び Keseberau 地区）を選定したうえで、各地区より 20 世帯を抽出し協力を求めた。

各地区とも、生ごみは分別のうえ毎日回収・計量し、その他のごみについては週 1 回収し、19 カテゴリーに分類・計量を行った。詳細の調査フロー及びカテゴリーについては以下に示す。なお粗大ごみ及び家電類については複合ごみであり重さの変動が大きいことから調査対象から除くものとした。

A 地区: Ngermid地区
B 地区: Madalai地区



図表 4.1.1.1 家庭ごみ排出量・組成調査実施フロー（コロール州の場合）

No.	分類			
1	生ごみ			
2	骨、卵の殻、魚の骨、貝殻			
3	食用油			
4-1	紙		きれい	
きれいではない				
4-2				
5	繊維			
6-1	プラスチック	ポリプロピレン	柔らかいタイプ	きれい
6-2		ポリプロピレン		きれいではない
6-3			硬いタイプ	きれい
6-4				きれいではない
6-5		塩化ビニル		
6-6		その他固形燃料不適プラスチック（主に熱で固まるもの）		
6-7		その他プラ	きれい	
6-8			きれいではない	
7	草・葉・木			
8	皮・ゴム			
9	金属			
10	ガラス・陶器			
11	その他雑多なもの（複合ごみ、おむつのような汚物、たばこ等を含む）			

図表 4.1.1.2 ごみ組成分類表

○ 調査期間

コロール州：2014 年 9 月 1 日～9 月 15 日（組成調査日：9 月 9 日・16 日）

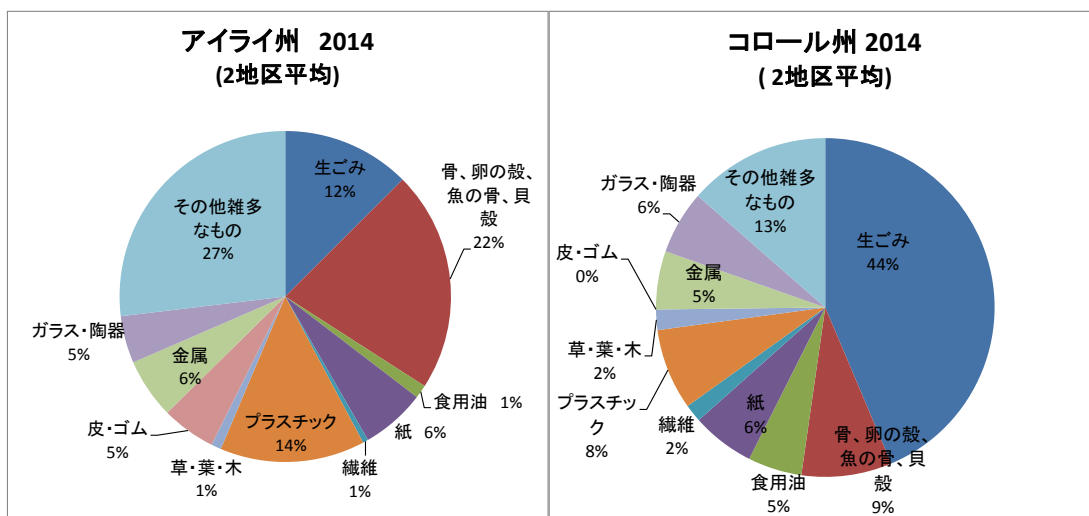
アイライ州：2014 年 9 月 10 日～9 月 17 日（組成調査日：9 月 17 日）

※コロール州は分別実験を併せて行ったため 2 週間実施した。

○ 調査結果

以下に、各州の家庭ごみの組成平均及び 1 人 1 日あたりのごみ排出量推計結果を示す。

※プラスチック及び紙についてはそれぞれ細分化する前の組成を示している。



	ごみ単位発生量 [kg/日・人]	人口[人] (2012)
コロール州	0.405	11,665
アイライ州	0.218	2,537



写真 4.1.1.1 ごみ回収・計量



写真 4.1.1.2 分別区分ごとに整列



写真 4.1.1.3 袋ごとの計量



写真 4.1.1.4 ごみ容積計量



写真 4.1.1.5 ごみ分類分け



写真 4.1.1.6 ごみ分類分け



写真 4.1.1.7 ごみ分類分け



写真 4.1.1.8 分類ごとの計量

4.1.2 事業所ごみ組成調査

○ 目的

パラオにおける主要な事業セクターである観光・サービス業（ホテル・レストラン・小売店）について、発生するごみの組成を把握し、別に実施した M-dock 埋立処分場搬入量調査結果と合わせて、当該セクターから本循環システムへのインプット量を得るための基礎データとする。

○ 実施方法

当該セクターについて以下のようにサンプルを抽出し組成調査を行った。調査では 1 日分のごみを回収し、家庭ごみ調査と同様 19 カテゴリーに分類・計量を行った。

区分		事業所・店舗名
ホテル	大規模	Palau Pacific Resort(PPR)
	中規模	Papago Interenational Resort
	小規模	Penthouse Hotel, DW motel
レストラン		Rock Island café, JYU JYU, Suriyotai
小売店（中・大規模）		WCTC Shopping Center, Payless Market

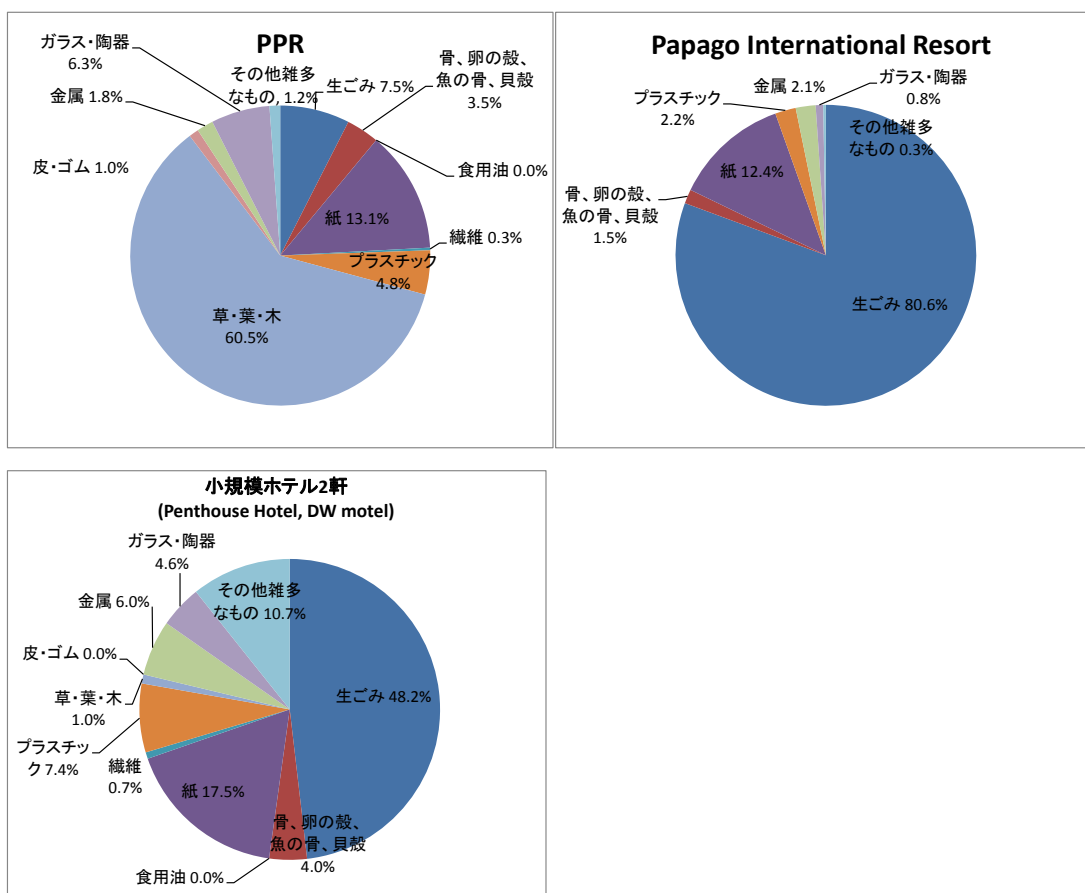
○ 調査期間

2014 年 8 月～10 月

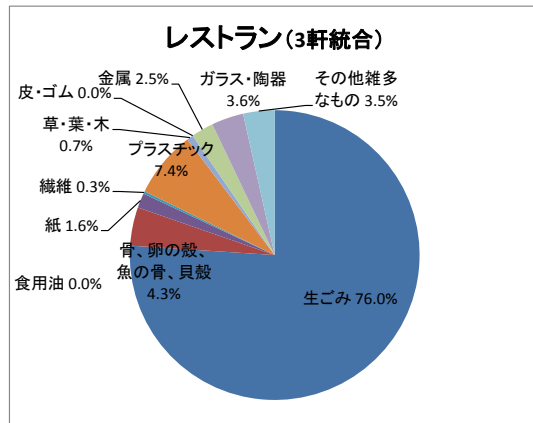
○ 調査結果

調査結果を以下に示す。

<ホテル>



<レストラン>



<小売店>

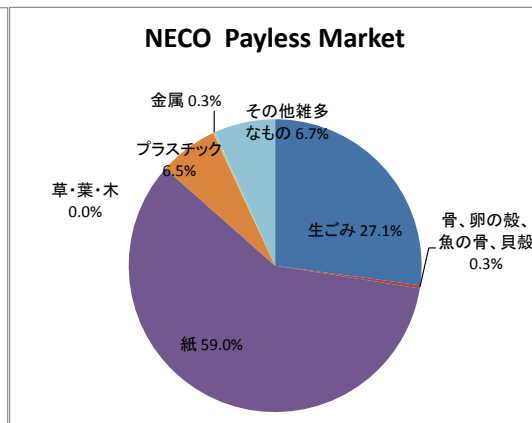
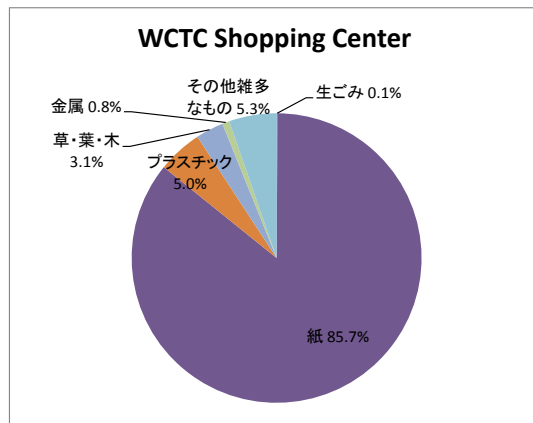


写真 4.1.2.1 ホテルからのごみ回収

4.1.3 オフィスごみ排出量調査

○ 目的

統計によるとパラオの人口の約 2 割が政府及び政府機関で従事しており、それらのオフィスから生じるごみも相当量になると考えられる。本調査では政府オフィスのごみ（主に紙ごみ）について、オフィス内で従事する従業員一人当たりの排出量を把握し、本システムへのインプット量推計のための基礎データとする。

○ 実施方法

パラオ政府及びコロール州政府より計 11 の典型的なオフィスを抽出し、一定期間のごみを全量及び紙ゴミを手秤にて計量した。なおオフィスの抽出はパラオ政府廃棄物管理部の助言により行った。

○ 調査期間

2014 年 9 月 12 日 (Ministry of Finance, National Government)

2014 年 11 月 20 日 (Koror State Government のうち 8 部署)

○ 調査結果

合計 82 人分のデータを回収し集計・計算を行ったところ、オフィス従業員の 1 人 1 日あたりのごみ排出量は以下の結果となった。

ごみ全体 0.37kg/人・日

紙ごみ 0.24kg/人・日

4.1.4 埋立処分場での搬入量調査

○ 目的

特に事業セクターに関しては、規模の異なる事業者が多数存在し、排出時点での排出量を把握することは難しいため、コロール州のごみが集まる M-dock 埋立処分場に搬入されるごみの量を計量し、本システムの潜在的なインプット量の試算を行った。

併せてどの事業セクターに属するか等についての簡易なヒアリング調査を行うことで、搬入量のセクター毎の内訳を明らかにした。

○ 実施方法

M-dock 埋立処分場入口にて搬入・搬出時にトラックスケールを用いて計量を行った。ま

た計量時に、搬入者区分及び搬入廃棄物について聞き取り調査を行った。

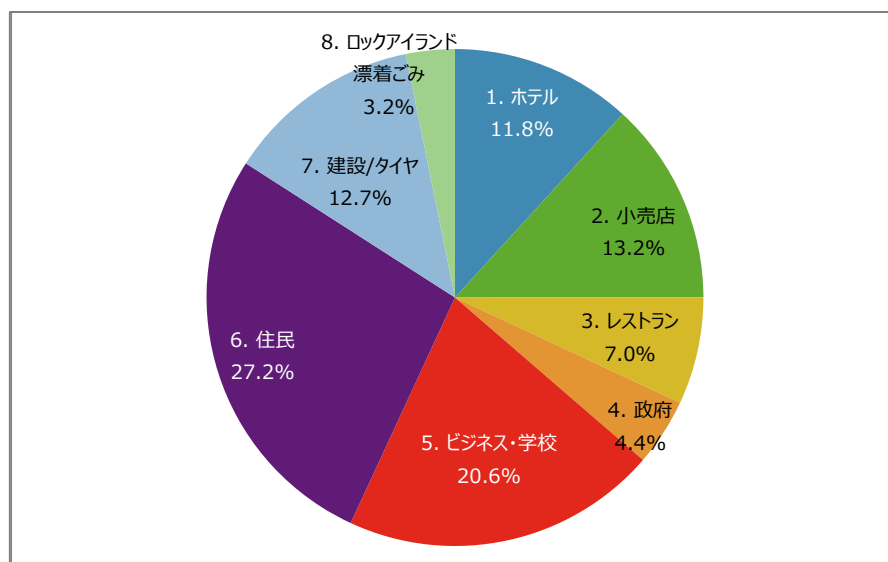
○ 調査期間

2014 年 10 月 13 日～10 月 19 日

○ 調査結果

平均車載量は	219 kg/台 ¹
1 週間の平均搬入台数は	73 台
よって推計搬入日量は	15,958 kg/日

ごみ排出元別の内訳は以下のように推計された。これにより事業系と住民ごみの割合は凡そ 7:3 であることが分かった。これは JICA 他が実施した先行調査と同様の傾向である。



図表 4.1.4.1 M-dock 埋立処分場搬入ごみ 発生元別組成内訳

¹ 調査設計及び使用したトラックスケールの精度により 2 日目以降の調査結果の誤差が大きくなったため、初日（10 月 13 日）の調査結果をベースとして試算を行った。



写真 4.1.4.1 調査風景

4.2 ごみ分別収集実証調査

4.2.1 家庭を対象としたごみ分別収集実証調査の実施

○ 目的

住民より分別の協力を得るためには、廃棄物事情やリサイクルへの理解とともに、経済的インセンティブが重要と考える。本調査では、経済的インセンティブが分別精度に正の影響を与えるかどうかを検証し、効果的なインセンティブ設計に資することを目的とした。

○ 調査方法

本調査は、家庭ごみ排出量・組成調査と一体的に実施した。

<対象>

コロール州 2 地区（A 地区：Ngrmid 地区、B 地区：Madalaii 地区）²

<分別区分>

区分	名称	内容
区分 1	リサイクル可能ごみ	プラスチック、紙、繊維、剪定枝、木質ごみ
区分 2	生ごみ	生ごみ
区分 3	その他ごみ	その他（汚れたごみ、複合ごみを含む）

また、実施にあたっては廃棄物管理部の協力のもと以下チラシを作成し、分別への協力を求めた。

² コミュニティ属性について：Koror state に協力いただき、できる限り属性に近いコミュニティで協力してもらえるところを選択した。実際は Ngrmid 地区は収入レベルは中流層だが環境意識が高い、一方 Madalaii 地区は上流層で比較的個人意識が高いコミュニティとの情報を得ている。

ごみ分別基準表

3つのカテゴリーに分別してください!!



1 リサイクルごみ

紙
繊維
プラスチック
庭ごみ (草/葉/木)
金属缶
ガラス瓶



透明
ごみ袋

*剪定枝は分けてください。

濡れているごみ、
汚れた包装等
汚れているものは何でも③
に入れてください

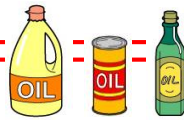
2 生ごみ

生ごみ
残飯



透明ごみ袋・
バケツ

廃食用油



ペットボトル

3 その他

分別して「その他」を
減らしましょう!!



皮・ゴム
金属
ガラス・陶器
複合ごみ
汚れたごみ (濡れたごみ、汚れた包装等)



白
ごみ袋



もし既にリサイクル等を行っていただければ普段どおり
取り扱ってしてください。

(例. 生ごみをブタのエサに回している、ペットボトルをリサイクルセンターに持ち込んでいる等)

ご協力ありがとうございます!!

図表 4.2.1.1 分別基準説明チラシ (コロール州用)

＜インセンティブ＞

A 地区のみ分別に対するインセンティブを設定した。ただ現地協力機関であるコロール州の助言により、分別試験実施時には「頑張って分別してリサイクルに協力していただいた世帯にはインセンティブを付与する」旨のみを伝え、具体的なインセンティブの内容には言及しない方法を採用した。実際のインセンティブの内容については、以下のとおり「その他区分」（リサイクルできない区分）の割合に応じて 3 段階の謝礼を設定した。

- | | | |
|------------------|-----------------|------|
| 1. 「その他区分」の割合が | 20%未満の場合： | \$10 |
| 2. 「その他区分」の割合が | 20%以上 40%未満の場合： | \$8 |
| 3. 「その他区分」の割合が | 40%以上の場合： | \$6 |
| 4. 回収日が 3 日未満の場合 | | \$6 |

＜事後アンケート調査＞

また実施後にアンケート調査を行い、分別における課題や意識について聞き取りを行った。

○ 調査期間

2014 年 9 月 1 日～9 月 15 日（ごみ回収期間）

また 9 月 9 日・16 日に組成調査を行い分別精度の検証を行った。

○ 調査結果

試験の結果、インセンティブを付与した A 地区では 77%が、B 地区では 59%がリサイクル可能な区分（リサイクル可能ごみ・生ごみ）へ分別された。以下に、3 分別区分の地区別単位発生量（kg/人・日）及びその割合を示す。今回、抽出した 2 地区にはコミュニティの属性に相違があり、リサイクル可能区分の割合の差について原因を特定することが困難となったが、事後アンケートの結果からも一定程度、インセンティブには分別促進の効果があることが読み取れる。

A 地区 (Ngermid 地区)

分類	一人当たりのごみ 排出量 [kg/日]	%
リサイクル系	0.111	28%
食品廃棄物系	0.190	49%
その他	0.089	23%
合計	0.390	100%



No.	分類	重量割合 [%]
1	生ごみ	0.0%
2	骨、卵の殻、魚の骨、貝殻	0.0%
3	食用油	0.0%
4	紙	きれい 3.9% きれいではない 6.8%
5	繊維	0.0%
6	プラスチック	きれい 4.2% きれいではない 10.0%
7	草・葉・木	21.7%
8	皮・ゴム	0.0%
9	金属	9.1%
10	ガラス・陶器	3.8%
11	その他雑多なもの	40.6%
	合計	100.0%

B 地区 (Madalaii 地区)

分類	一人当たりのごみ 排出量 [kg/日]	%
リサイクル系	0.047	12%
食品廃棄物系	0.181	47%
その他	0.157	41%
合計	0.385	100%



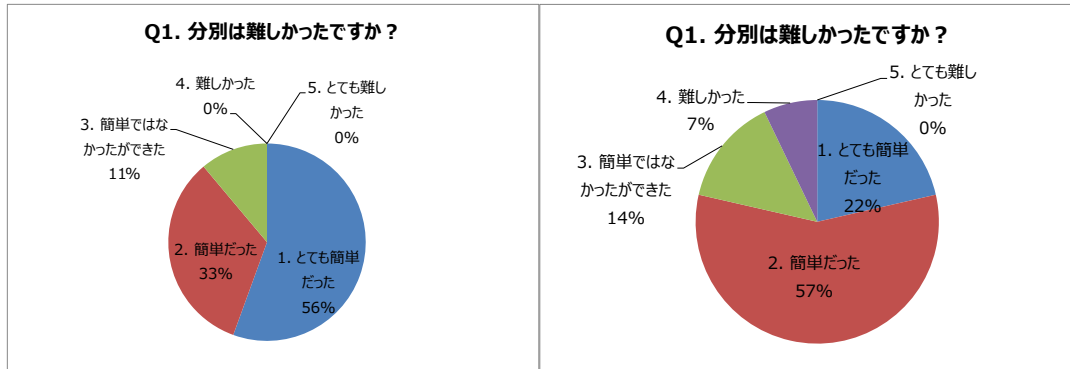
No.	分類	重量割合 [%]
1	生ごみ	1.6%
2	骨、卵の殻、魚の骨、貝殻	0.0%
3	食用油	0.0%
4	紙	きれい 9.3% きれいではない 8.8%
5	繊維	0.0%
6	プラスチック	きれい 9.8% きれいではない 12.0%
7	草・葉・木	0.0%
8	皮・ゴム	0.0%
9	金属	11.3%
10	ガラス・陶器	8.4%
11	その他雑多なもの	38.8%
	合計	100.0%

図表 4.2.1.2 分別区分ごとの割合及び「その他（非リサイクル区分）」内訳

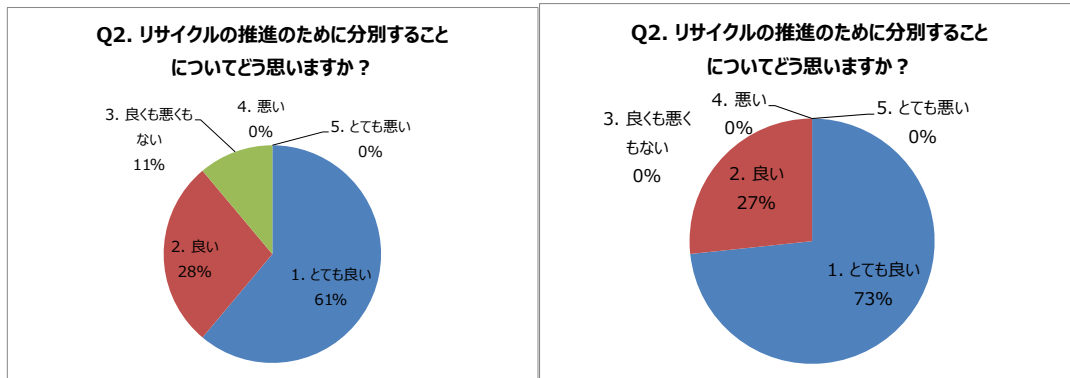
＜事後アンケート調査結果＞

事後アンケートの集計結果は以下のとおりとなった。なお、A地区は協力19世帯中18世帯から、B地区は協力20世帯中15世帯から有効回答を得た。B地区では、家政婦がごみを担当しているが、家政婦まで分別試験に関する細かい情報が共有されていないといった世帯も見受けられ有効回答数がA地区より少ないという結果となった。

Q1. 分別は難しいですか？（A地区/B地区）

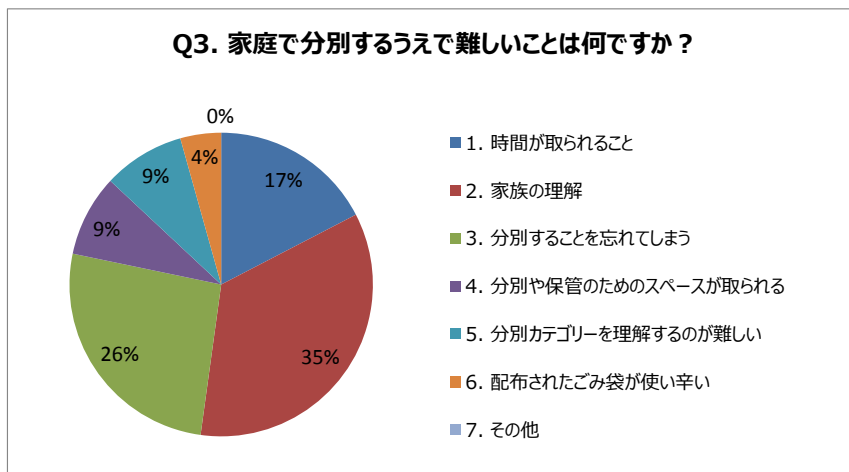


Q2. リサイクルの推進のために分別することについてどう思いますか？（A地区/B地区）



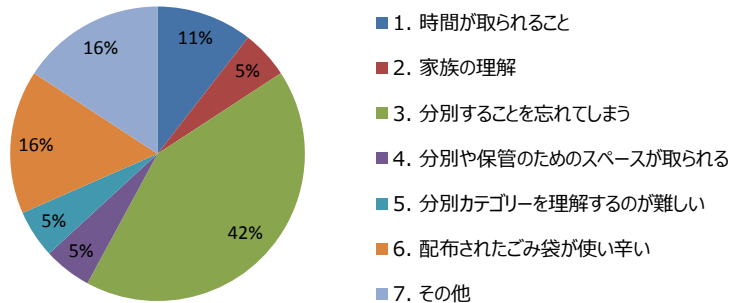
Q3. 家庭で分別をするうえで難しいことは何ですか？

（A地区）



(B 地区)

Q3. 家庭で分別するうえで難しいことは何ですか？



Q4. どの区分に分別するか判断し辛かったごみはありましたか？それは何ですか？

(A 地区)

Q4. どの区分に分別するか判断し辛かったごみはありましたか？それは何ですか？

Food containers(plastics) 食品の包装 (プラスチック)
Food containers(dirty waste) 食品の包装 (汚れたごみ)
Food containers(form) 食品の包装 (発泡スチロールトレイ)
Consumer goods ex.canned food 缶など
Others(plastics) その他 (プラスチック)
Juice bottle ジュースの容器
Dirty waste 汚れたごみ
Butane (2) カセットコンロの空き缶 (2)

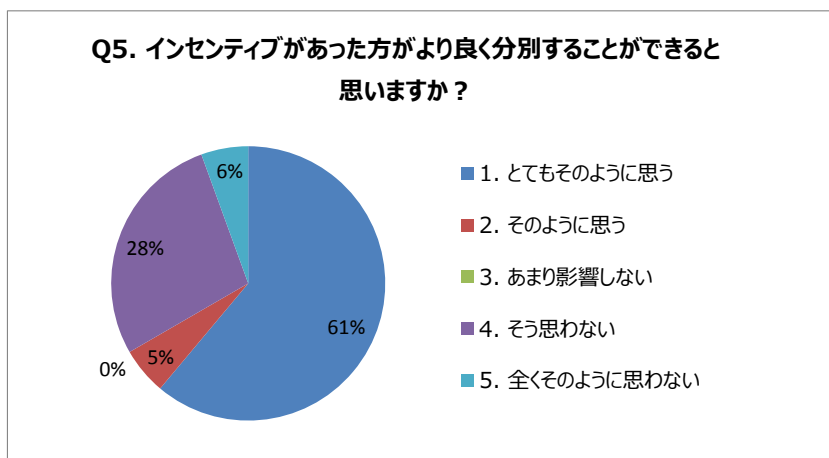
(B 地区)

Q4. どの区分に分別するか判断し辛かったごみはありましたか？それは何ですか？

- ・ 生ごみ、残飯 (2)
- ・ プラスチック、ごみ袋 (4)
- ・ 紙
- ・ 食べ物の包装 (2)
- ・ 缶
- ・ 金属、使用済機械
- ・ その他 (2)
- ・ 発砲スチロールトレイ
- ・ 汚れたごみ (汚れているかどうかの判断)
- ・ リサイクルごみかその他ごみか？

Q5. インセンティブがあった方がより良く分別することができますか？

(A 地区のみ)



Q5. 分別に関して問題や質問はありますか？

またこのプログラムについて意見やアイデアはありますか？（自由回答）

(A 地区)

Q6. 分別に関して問題や質問はありますか？またこのプログラムについて意見やアイデアはありますか？（自由回答）

<主な意見・アイデア>

- ・ 毎日回収（2）
- ・ 良いプログラム／継続して欲しい（14）
- ・ 汚れたごみを特定して欲しい

(B 地区)

Q6. 分別に関して問題や質問はありますか？またこのプログラムについて意見やアイデアはありますか？（自由回答）

<主な意見・アイデア>

- ・ 良いプログラム／継続して欲しい（11）
- ・ 汚れたごみを特定して欲しい（1）
- ・ 習慣に関する教育が必要（2）
- ・ もっとバケツや袋が必要（2）

4.2.2 分別収集方法の検討・開発

今回は戸別回収を行った結果、住民の負担は最低限に抑えることができ、住民からも回収スタッフと直接コミュニケーションできたことが良かったとの意見も聞くことができた。但し、戸別回収を広域で行えば回収コストが高くなる。このため、決まった曜日・時間に回収ステーションにスタッフを配置して回収するといった仕組みが良いと考えられる。

今回事後アンケートを行った結果、A地区では「家族への理解を得ること」、「分別を忘れてしまうこと」、「分別に時間がかかること」を課題としている家庭が多かった。「家族への理解を得ること」については、説明会などで分別の説明を受ける家族（通常母親）と実際に調理をする家族（祖母など）やごみ捨てを担当する家族（通常子ども）が異なり、分別の意義や方法について伝わっていないことが原因と考えられる。

一方、B地区では「分別を忘れてしまうこと」を課題とする割合が圧倒的に多かった。これについては、B地区はA地区よりも役所勤めなどの家庭が多いという特徴があるため、より忙しい生活を送っている家庭が多いことに起因すると推測される。また今回、分別区分ごとにビニール袋を配布したが、それが分かりにくい・使いにくいという意見が次に多い割合を占めた。

これらを勘案し、今後分別収集の仕組みを構築する場合には以下のような工夫を加える必要があると考える。

- ❑ 回収時にはスタッフを配置しコミュニケーションのなかで指導を図れるよう配慮（決まった曜日・時間に回収ステーションにて回収）
- ❑ 分別の説明の際には、実際に回収を担当する家族が分別の仕組みを理解できるよう配慮（学校教育との連携が行えることが望ましい）
- ❑ 分別しやすく分別区分・基準を色などで視認しやすい分別ボックスを合わせて配布
- ❑ 分別基準が分かり辛いものや汚れの基準について、写真で目安を示すポスターを配布

4.3 固形燃料化調査

4.3.1 固形燃料化向けごみの組成等調査

「4.1.1 家庭ごみ排出量・組成調査」にて収集したごみのうち、固形燃料の主要な原料とすることが想定される紙及びプラスチックについて、含有熱量及び成分分析（水分・塩素分・灰分）を行った。以下に分析結果を示す。

	分析結果			
	単位	紙	プラスチック	準拠
全塩素	%	0.08	0.56	JIS Z 7302-6
高位発熱量	kcal/kg	4,400	8,800	JIS Z 7302-2
低位発熱量	kcal/kg	4,200	8,400	JIS Z 7302-2
灰分	%	7.4	3.7	JIS Z 7302-4

紙とプラスチックの混合割合を 50%・50% とすると 6,600kcal/kg、70%・30% とすると 5,720kcal/kg となる。RPF の JIS 規格と比較すると、紙：プラスチックが 70%：30% の場合でもほぼ B 等級と同等となることが言える（25MJ/kg=5,975kcal/kg）。

4.4 バイオガス事業化調査

4.4.1 インプット調査

バイオガス化の原料として調達可能性及び潜在調達可能量について検討したものは、生ごみ（住民由来・事業者由来）、食用油、下水処理汚泥、道路メンテナンス時の刈草である。

4.4.1.1 生ごみ（住民由来・事業者由来）

現在、家庭由来の生ごみは、埋立処分されるか養豚の飼料またはペット（犬や鶏）の餌として利用されており、その量・割合は地域・生活様式により異なる。今回の調査では、コロール州では回収したごみのうち 44%が生ごみであった一方で、地方のアイライ州では 13%との結果となった。また、コロール州では一部家庭を対象にホームコンポストの取組みが行われているが 20 世帯程度と広がりは限定的である。

今回、住民由来の生ごみの潜在調達可能量については住民ごみ組成調査より試算を行った。その結果、コロール州では 2.1t/日、アイライ州では 0.07t/日となった（養豚飼料やペットの餌として利用されている分は除く）。

事業者由来の生ごみについては、レストラン・ホテル及び食品加工事業者が主な発生源として考えられたが、パラオ商工会へのヒアリングでは工業的な加工を行う事業者は見当たらないとのことであった。このためレストラン・ホテルを対象として実態調査及び調達可能量調査を行った。

現在、レストラン・ホテルから排出される生ごみの多くは養豚業者により回収・利用されている。パラオ・パシフィック・リゾート（PPR）のような大型リゾートホテルから排出される生ごみについては試験的にコロール州のリサイクルセンターにおいてコンポスト化されている。

今回、事業者由来の生ごみの潜在調達可能量は、埋立処分場搬入量調査及びレストラン・ホテルのごみ組成調査により試算を行った。その結果、ホテルからは 0.6t/日、レストランからは 0.5t/日となった（養豚飼料として利用されている分は除く（生ごみのうち 7 割が養豚飼料として利用されているとした））。

4.4.1.2 食用油及びグリストラップ

レストランにヒアリング調査を行い、廃食用油の排出量、種類、処分方法、グリストラップの有無等を確認した。

但し、食用油及びグリストラップについては、発酵時の負荷が大きくなりプラントの機構・オペレーションにも留意が必要なため、当初の計画には原料として見込まないものとした。

No	店名	廃食用油			グリストラップ		
		排出量 /1週間	種類	処分方法	システム の有無	排出量 /1週間	処分方法
1	Arirang / Island Yakiniiku Restaurant	-	植物性	-	○	5 ガロン	養豚用飼料
2	Best Coffee & Donuts House	-	植物性	調理用	○	2 ガロン	埋め立て 個人使用
3	Carp Restaurant	-	植物性	調理用 養豚用飼料	○	7 ガロン	-
4	Jive Seaside Restaurant & Bar	2 ガロン	-	個人使用	○	2 ガロン	埋め立て
5	Mog Mog Restaurant	5 ガロン	-	養豚用飼料 埋め立て	-	-	-
6	Neco Plaza convinence Store	6 ガロン	植物性	-	○	-	-
7	Pinoy Restaurant	9 ガロン	植物性	養豚用飼料	-	-	-
8	Rip Tide	-	植物性	-	○	2 ガロン	-
9	Rock Island Cafe	4 ガロン	植物性	養豚用飼料	-	-	-
10	The Taj	-	-	-	-	-	-
11	Uab's Restaurant	-	-	-	○	10 ガロン	埋め立て
12	Waves	-	植物性	-	○	11 ガロン	養豚用飼料
13	WCTC Shopping Deli	3 ガロン	-	埋め立て	-	-	-
14	Yano Market	5 ガロン	-	燃料として使用	○	3 ガロン	肥料用
15	Suriyothai Restaurant	6 ガロン	植物性	処分委託	○	2 ガロン	処分委託

排出量平均 5 ガロン

排出量平均 5 ガロン

図表 4.4.1.2.1 廃食用油 / グリストラップ汚泥 ヒアリング調査結果

4.4.1.3 道路メンテナンス時の刈草

道路メンテナンスを担当する公共事業局 道路/設備部にヒアリングを行った。約 60 名のスタッフが道路脇の草刈りも含めた道路メンテナンスを行っている。発生量は凡そ 5t/日とのことだったが、時期により変動があることに加え、必ずしもすべての刈草を回収しコロール州の M-dock 埋立処分場に搬入している訳ではないため、実際はこれよりも少ない量になると考えられる。

4.4.2 アウトプット利用調査

4.4.2.1 電気利用

発電する電気については PPUC の配電網に接続することを想定し、PPUC とも協議を行った。接続・売電について現時点で問題はなく、売電価格については PPUC での発電コスト単価をベースとしつつ次年度に具体的な協議・交渉を行うこととなる。

4.4.2.2 液肥利用

規模の大きな商業的農園がほとんどないため、小規模農園での利用と併せ、液肥利用と発電量増加の相乗効果を狙い、燃料作物であるネピアグラスの導入を計画している。計画

では固液分離した後の液肥分は全てネピアグラス農園にて賄える規模（30ha）としている。

ネピアグラス（*Pennisetum purpureum*）とは、アフリカに起源をもつイネ科植物で成長力が極めて高く、年間5～8回の収穫が可能。燃料作物として注目されている。パラオにも数種が自生しており 現地では“ボクソウ”と呼ばれている。現在、タイにて育種された成長力の高い改良種の導入を検討しており、パラオ政府農業局との調整を進めている。

4.4.3 バイogas化試験及びデモプラント見学会実施

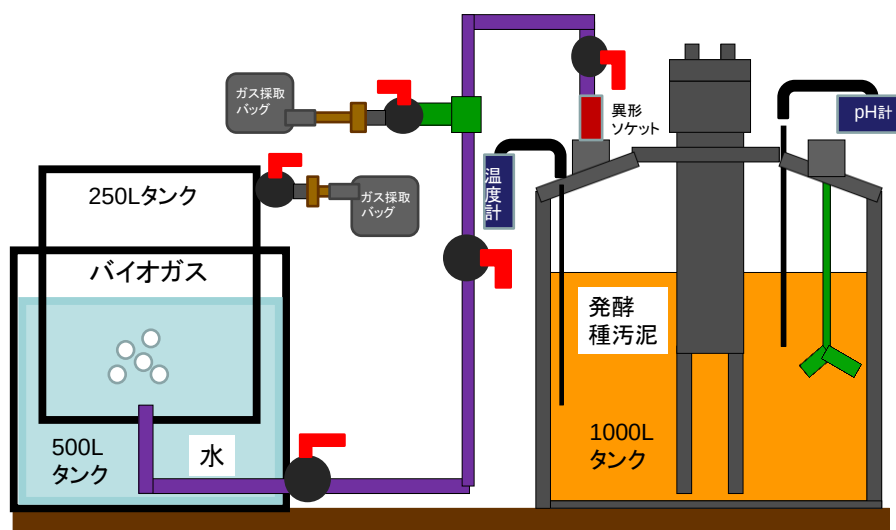
<目的>

簡易なバイオガスデモプラントの組立て・運転を行い、原料構成の検討を行うと同時に、幅広く関係者を招いた見学会を行い、本事業モデル及びバイオガス技術の意義・効果について普及啓発を図ることを目的とした。

<実施内容>

○ 簡易デモプラントの設計・組立て

アミタ株式会社及び再生可能エネルギー推進協会（REPA）佐藤代表理事の協力により、主に現地のホームセンターで得られる資材（水タンク（500～1,000L程度）や塩ビパイプ等）を使った簡易なデモプラントの設計・組立てを行った。



図表 4.4.3.1 プラント概要図



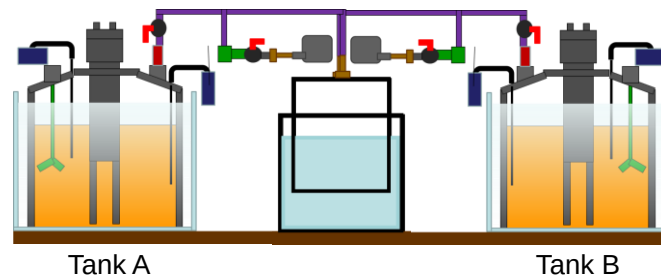
写真 4.4.3.1 プラント組立て



写真 4.4.3.2 完成写真

○ 簡易プラントの運転

利用を想定する原料を用いて運転を行った。運転中はバイオガス発生量等のモニタリングを行い、プラント基本設計の参考データとした（運転期間：2015 年 10 月～11 月）



	Tank A	Tank B
内容	下水処理汚泥 + 生ごみ	下水処理汚泥 + 刈草
インプット	生ごみ 5kg	刈草 2kg

	運転内容
朝 (1-2h)	・バイオガス容量を発生量を確認 ・攪拌 ・液肥抜取り ・温度・PH計測 ・バイオガス及びH₂Sの濃度計測
夕方 (1-2h)	・バイオガス容量を発生量を確認 ・原料破碎・投入 ・攪拌

○ デモ見学会の実施

運転期間中、主要な関係者を招きデモ見学会を実施した。

日にち	時間	来場者
10月23日(木)	14:00～15:00	公共基盤産業商業省 JCM パラオ側委員メンバー
10月28日(火)	15:30～16:30	州政府関係者
10月31日(金)	15:30～16:30	EQPB 及び JICA 企画調整官・協力隊員
11月4日(火)	15:30～16:30	調査協力事業者、農業関係者
11月7日(金)	17:00～18:00	調査協力住民





写真 4.4.3.3 見学会風景（マラカル島 PPUC 下水処理場構内にて）

見学会では実際に汚泥や生ごみから発生したバイオガスを、ガスコンロで使って簡単な調理をして振る舞ったほか、小型発電機に接続して発電し扇風機や LED 電球を点灯させるなどして実際に「ごみ」からエネルギーと資源（液肥）が生まれる過程を体感してもらった。参加者からは「良い技術でありぜひパラオに導入して欲しい」「多くのパラオ人はまだ農園を持っており液肥は有益」といった前向きな意見が寄せられた。

なお、本見学会の様子は現地新聞「Island Times」に 2 回に渡って取り上げられ、関心の高さが伺えた。

4.4.4 液肥の利用可能性に関する調査

4.4.4.1 成分分析

主な原料となる下水処理汚泥について、栄養成分の含有率及び重金属等の忌避物質が含まれていないことを確かめるために日本の分析機関において成分分析を行った。

試料はマラカル島にある PPUC 下水処理場最終沈澱池より採取した。結果は以下のとおり。特に懸念される値は確認されなかった。

単位		パラオ下水汚泥
TS	%	2.30
VTS	%/TS	36.8
CODcr	mg/kg _wet	31000
全窒素	mg/kg _wet	1010
硝酸態窒素	mg/L	<0.1

アンモニア態窒素	mg/L	39
全炭素	mg/L	4080
全りん	mg/kg _wet	120
カリウム	mg/kg _wet	35
マグネシウム	mg/kg _wet	230
カルシウム	mg/kg _wet	430
ナトリウム	mg/kg _wet	330
砒素	mg/kg _wet	<1
水銀	mg/kg _wet	0.06
カドミウム	mg/kg _wet	<0.5
ニッケル	mg/kg _wet	1
クロム	mg/kg _wet	2
鉛	mg/kg _wet	4
銅	mg/kg _wet	23
亜鉛	mg/kg _wet	64
pH	pH	6.9/23℃

また、バイオガスデモプラントから生産された液肥（原料：下水処理汚泥＋生ごみ、発酵期間：約 20 日間）について栄養成分の割合を確認するために成分分析を行った。

単位		液肥 外水用
TS	%	3.61
VTS	%/TS	61.1
pH	pH	7.2/11℃
全窒素	mg/kg _wet	1890
アンモニア性窒素	mg/kg _wet	480
りん酸（P2O5）	mg/kg _wet	1540
加里（K2O）	mg/kg _wet	260
全炭素	mg/kg _wet	11700

4.4.4.2 液肥を用いた農作物栽培調査

<目的>

バイオガスデモプラントから得られた液肥を用いて農作物を栽培し、パラオにおいて既存の肥料と同程度に農作物の育成効果が得られるかを検証する。

<実施内容>

オイスカ・パラオ総局の協力のもと、アイメリーク州にあるオイスカ・パラオ研修センターにて液肥を用いた農作物の栽培試験を行った。

○使用した液肥

- ・タンク A（下水処理汚泥＋生ごみ）の液肥
- ・安定稼働をしてから 20 日を経過したものを採取

○栽培比較対象農作物

- ・小松菜

○試験区及び散布量、結果

以下に結果を示す。①～③に大きな差は見られなかったが、茎の太さ・丈・葉の広がり等を総合的に見ると①>②>③の順となった。但し、従来肥料と比較して遜色ない生育効果が得られることが分かった。今回はやや液肥濃度が薄かったため、濃度を変えることで更に正の効果を得られると考えられる。

結果			
施肥	①コンポスト+ぼかし (従来肥料)	②液肥	③無施肥
頻度・ 量	1 回/週× ぼかし 100g	1 回/週× (液肥 333ml+水 1L)	—
期間	3 週間 (12 月初旬～)		



写真 4.4.4.1 試験区全景

4.5 MRV 方法論概論

以下、MRV 方法論案の概要及び PDD 案を記載する。

4.5.1 MRV -固形燃料化 (RPF) 事業

廃棄物由来固形燃料 (RPF) 化事業について JCM 事業に適用可能な MRV 方法論を検討した。検討に当たっては、『J クレジット方法論 EN-S-019 ver.1.0 (廃棄物由来燃料による化石燃料又は系統電力の代替)』、『J クレジット方法論 EN-S-004 ver.1.0 (空調設備の導入)』等を参照し、現地で適応し得るできる限り簡素な方法論を策定することを目的とした。

方法論の対象：

本方法論は、新設する熱源設備（以下、対象設備という）において、廃棄物由来燃料（紙、プラスチック等を原料とした RPF）を使用し熱源（温水）を生産し、また空調設備（温水焚吸収冷凍機（チラー））を導入することにより温水焚吸収冷凍機（チラー）でそれまで使用していた系統電力を代替する排出削減活動を対象とするものである。

本方法論は以下の条件の全てを満たす場合に適用することができる。

		チェック
条件 1	廃棄物由来燃料 (RPF) で発電された電力が系統電力などを代替すること	☑
条件 2	廃棄物由来燃料 (RPF) を利用する対象設備で生産した熱及び電力の全部又は一部を自家消費すること。	☑
条件 3	廃棄物由来燃料 (RPF) の原料は未利用の廃棄物等であること	☑
条件 4	廃棄物由来燃料 (RPF) は、排出係数デフォルト値が設定できる固形燃料 (RPF) 又は RDF) であること。また、日本工業規格 (JIS) 等の技術規格又は製造者と利用者の契約によって定められた規格を満たすものであること。	☑
条件 5	設備の導入を伴う場合は、当該対象設備に対する方法論に定める適用条件を満たすこと。ただし、プロジェクト実施前後での対象設備の効率向上に関する条件は除く。	☑
条件 6	点検チェックリスト、運営体制及び安全基準を含むメンテナンス計画を備えること。	☑
条件 7	廃棄物由来燃料 (RPF) による回収熱量は、設備稼働前に実施し第三者に検証された試験結果をプロジェクトの有効化審査時に提出すること。	☑
条件 8	導入する吸収式冷凍機が、リファレンスシナリオの空調設備よりも効率の良い空調設備であること。	☑

条件 9	空調設備で生産した冷気の全部又は一部を自家消費すること。	☒
------	------------------------------	-------------------------------------

排出削減量の算定で考慮すべき GHG :

リファレンス排出量	
排出活動	GHG のタイプ
埋立処分場からのメタン放出	CH4
プロジェクト実施後に対象設備で生成された熱量をリファレンスシナリオにおける設備で系統電力から得る場合に想定される CO2 排出量とする	CO2
リファレンスシナリオにおける空調設備（更新前の空調設備）の使用に伴う電力の使用による CO2 排出量	CO2
リファレンスシナリオにおける空調設備の冷媒の漏洩による排出量	代替フロン

プロジェクト排出量	
排出活動	GHG のタイプ
対象設備（ボイラー）の使用：プロジェクト実施後の対象設備の使用に伴う廃棄物由来燃料の使用による排出量	CO2 CH4 N2O
廃棄物の運搬：廃棄物の採取場所から事前処理場所までの運搬に伴う化石燃料の使用による排出量	CO2
燃料化処理設備の使用：燃料化処理に伴う電力の使用による排出量	CO2
廃棄物由来燃料（RPF）の運搬：廃棄物由来燃料の製造場所から使用場所までの運搬に伴う化石燃料の使用による排出量	CO2
プロジェクト実施後の空調設備（吸収式冷凍機）の使用に伴う電力の使用による排出量	CO2
プロジェクト実施後の空調設備（吸収式冷凍機）の冷媒の漏洩による排出量	代替フロン
更新前の空調設備の廃棄に伴う排出量	代替フロン

リファレンス排出量の設定とその算定

リファレンス排出量の考え方

リファレンスシナリオは、提案する本プロジェクト活動が行われなかった場合に排出されていたであろう GHG 排出量を表すシナリオである。そのため、リファレンス排出量は、本プロジェクトがなかった場合、廃棄物埋立処分場で有機物が分解されメタンガスとして大気中に放出される CO2 排出量と、プロジェクト実施後の対象設備（熱源設備）による生成熱量を、プロジェクト実施後の熱源設備からではなく、リファレンスシナリオにおける設備（標準的な熱源設備）から得る場合に想定される CO2 排出量と、本プロジェクト活動がなかった場合に利用されたであろうリファレンスシナリオにおける空調設備（更新前の空調設備）の使用に伴う電力の使用による CO2 排出量が主要な排出量となる。

リファレンス排出量の算定

$$RE_y = RE_{y, CH4, SWDS} + RE_{y, M_RPF} + RE_{y, M_aircon} + RE_{y, sub_aircon}$$

記号	定義	単位
RE_y	y 年におけるリファレンス CO2 排出量	tCO2/年
$RE_{y, CH4, SWDS}$	y 年における廃棄物処理場から放出されるリファレンス排出量	tCO2/年
RE_{y, M_RPF}	y 年においてプロジェクト実施後に熱源設備で生成された熱量を、ベースラインの熱源設備（ボイラー）から得る場合に想定される CO2 排出量	tCO2/年
RE_{y, M_aircon}	y 年においてプロジェクト実施後の空調設備による生成冷熱量を、リファレンスシナリオにおける空調設備（更新前の空調設備）で電力の使用により想定される CO2 排出量	tCO2/年
RE_{y, sub_aircon}	y 年における空調設備の冷媒の漏洩によるリファレンス排出量	tCO2e/年

$$RE_{CH4, SWDS, y} = \varphi_y * (1 - f_y) * GWP_{CH4} * (1 - OX) * 16/12 * F * DOC_{f, y} *$$

$$MCF_y * \sum \sum W_{j, x} * DOC_j * e^{-kj * (y-x)} * (1 - e^{-kj})$$

記号	定義	単位
φ_y	y 年における不確実性に関する調整係数	
$f_y (=0)$	y 年に回収されたメタンの内、フレア・燃焼・利用されるメタン割合	

GWP _{CH4}	メタンの地球温暖化係数	
OX	酸化割合	
F	廃棄物処理場ガスのメタンの割合	
DOC _{f,y}	y 年における分解性有機炭素の分解される割合	
MCF _y	y 年におけるメタン補正係数	
W _{j,x}	x 年に廃棄物処理場に埋立てられたもしくは埋立を回避された有機廃棄物タイプ j の量	
DOC _j	廃棄物 j の分解性有機炭素の割合	
k _j	廃棄物 j の分解速度	
j	廃棄物の分類	
x	廃棄物が埋め立てられた年（x の値は、埋立が開市された年（x=1）から、メタン排出量を計算する年（x=y）までの値をとる）	
y	メタン排出量を計算する年	

$$RE_{y, M_RPF} = Q_{y, BL, boiler_heat, output} \times 100 / \varepsilon_{BL_boiler} \times EF_{BL, fuel, y}$$

$$(Q_{y, BL, boiler_heat, output} = Q_{y, PJ, boiler_heat, output})$$

記号	定義	単位
Q _{y, BL, boiler_heat, output}	y 年におけるベースラインの対象設備による生成熱量	GJ/年
Q _{y, PJ, boiler_heat, output}	y 年におけるプロジェクト実施後の対象設備による生成熱量	GJ/年
ε _{BL_boiler}	ベースラインの対象設備のエネルギー消費効率	%
EF _{BL, fuel, y}	ベースラインの対象設備で使用する燃料の単位発熱量当たりの CO2 排出係数	tCO2/GJ

* 熱量計を用いて、プロジェクト実施後の対象設備における生成熱量（Q_{y, PJ, heat, output}）を計測できる場合は、直接計測した値を用いる。

$$RE_{y, M_aircon} = Q_{y, BL, aircon_heat, output} \times 100 / \varepsilon_{BL_aircon} \times 1 / (3.6 \times 10^{-3})$$

$$\times EF_{electricity, y}$$

$$(Q_{y, BL, aircon_heat, output} = Q_{y, PJ, aircon_heat, output})$$

記号	定義	単位
$Q_{y, BL, aircon_heat, output}$	y 年におけるリファレンスシナリオの空調設備による生成熱量	GJ/年
$Q_{y, PJ, aircon_heat, output}$	y 年におけるプロジェクト実施後の空調設備による生成熱量	GJ/年
ε_{BL_aircon}	リファレンスシナリオの空調設備のエネルギー消費効率	%
$EF_{electricity, y}$	電力の CO2 排出係数	tCO2/kWh

* ボイラーからの生成熱量 $Q_{y, PJ, boiler_heat, output}$ とプロジェクト実施後の空調設備（吸収式冷凍機）による生成熱量 $Q_{y, PJ, aircon_heat, output}$ との関係（熱交換率等）が示せれば、 $RE_{M_RPF, y}$ と $RE_{M_aircon, y}$ は合わせて一つとして考慮でき得る。

$$RE_{y, sub_aircon} = LA_{BL} \times GWP_{BL}$$

記号	定義	単位
LA_{BL}	リファレンスシナリオの空調設備における冷媒の漏洩量（更新前の空調設備において、整備時に追加的に充填される冷媒量を計測し、当該値を漏洩量とみなして用いる）	t/年
GWP_{BL}	リファレンスシナリオの空調設備における冷媒の地球温暖化係数	tCO2e/t

活動量のモニタリング

モニタリング項目		モニタリング方法
j	廃棄物jの組成割合（重量ベース）	デフォルト値
$W_{j,x}$	x年に廃棄物処理場に埋立てられたもしくは埋立を回避された有機廃棄物タイプjの量	パラオ共和国公共事業省廃棄物管理部による計測
$Q_{y, PJ, boiler_heat, output}$	y年におけるプロジェクト実施後の対象設備（熱源設備）による生成熱量（GJ/年）	熱量計による計測
$Q_{y, PJ, aircon_heat, output}$	y年におけるプロジェクト実施後の空調設備（吸収式冷凍機）による生成冷熱量（GJ/年）	熱量計による計測
LA_{BL}	リファレンスシナリオにおける空調設備の冷媒の漏洩量(t/年)	整備時に追加的に充填される冷媒を計測

係数のモニタリング

モニタリング項目		モニタリング方法
ϕ	不果実性に関する調整係数	方法論ツール
GWP_{CH_4}	メタンの地球温暖化係数	算定・報告・公表制度における算定方法・排出係数一覧(環境省)
OX	酸化割合	IPCC 2006 ガイドライン
F	廃棄物処理場ガスのメタンの割合	IPCC 2006 ガイドライン
DOC_f	分解性有機炭素の分解される割合	IPCC 2006 ガイドライン
MCF	メタン補正係数	IPCC 2006 ガイドライン
DOC_j	廃棄物jの分解性有機炭素の割合	デフォルト値
k_j	廃棄物jの分解速度[1/year]	デフォルト値
$EF_{BL, fuel, y}$	y年におけるベースラインの対象設備(熱源設備)で使用する燃料の単位発熱量当たりのCO2排出係数	デフォルト値
ε_{BL_boiler}	ベースラインの対象設備(熱源設備)のエネルギー消費効率(%)	メーカーの仕様書などに記載されたカタログ値
$EF_{electricity, y}$	y年における電力のCO2排出係数	Palau-Japan Joint Committee
ε_{BL_aircon}	リファレンスシナリオ(更新前)の空調設備のエネルギー消費効率(%)	メーカーの仕様書などに記載されたカタログ値
GWP_{BL}	プロジェクト実施後の空調設備(吸収式冷凍機)に充填されている冷媒の地球温暖化係数(tCO2e/t)	メーカーの仕様書などに記載されたカタログ値を基に算定

プロジェクト排出量の設定とその算定

プロジェクト排出量の考え方

プロジェクト実施後の排出量は、対象設備(ボイラー)の使用に伴うプロジェクト実施後排出量、廃棄物の運搬によるプロジェクト実施後排出量、廃棄物由来燃料(RPF)製造設備によるプロジェクト実施後排出量、プロジェクト実施後の廃棄物由来燃料(RPF)の運搬によるプロジェクト実施後排出量、プロジェクト実施後の空調設備(吸収式冷凍機)の使用に伴う電力の使用による排出量、プロジェクト実施後の空調設備(吸収式冷凍機)の冷媒の漏洩による排出量、更新前の空調設備の廃棄に伴う排出量の総量とする。

プロジェクト排出量の算定

プロジェクト排出量は下記の通り算定する。

$$PE_y = PE_{y, M, boiler} + PE_{y, transport, waste} + PE_{y, process, RPF} + PE_{y, transport, RPF} + PE_{y, M, aircon} + PE_{y, CFC, leak} + PE_{CFC, waste}$$

記号	定義	単位
PE_y	y 年におけるプロジェクト実施後排出量	tCO ₂ e/年
$PE_{y, M, boiler}$	y 年に対象設備（熱源設備）において廃棄物由来燃料（RPF）を使用することによる排出量	tCO ₂ /年
$PE_{y, M, aircon}$	y 年における空調設備の使用によるプロジェクト実施後排出量	tCO ₂ /年
$PE_{y, transport, waste}$	y 年における、廃棄物の運搬によるプロジェクト実施後排出量	tCO ₂ /年
$PE_{y, process, RPF}$	y 年における、廃棄物由来燃料（RPF）製造設備の使用に伴うプロジェクト実施後排出量	tCO ₂ /年
$PE_{y, transport, RPF}$	y 年における、廃棄物由来燃料（RPF）の運搬に伴うプロジェクト実施後排出量	tCO ₂ /年
$PE_{y, CFC, leak}$	y 年における、空調設備の冷媒の漏洩によるプロジェクト実施後排出量	tCO ₂ e/年
$PE_{CFC, waste}$	冷媒を使用する更新前の空調設備の廃棄によるプロジェクト実施後排出量	tCO ₂ e/年

【主要排出活動】

プロジェクト実施後の熱源設備（ボイラー）の使用に伴う排出量

$$PE_{y, M, boiler} = \sum (F_{y, RPF, i} \times EF_{CO_2, RPF, i}) + \sum (F_{y, RPF, i} \times HV_{RPF, i} \times EF_{CH_4, RPF, i} \times 21) + \sum (F_{y, RPF, i} \times HV_{RPF, i} \times EF_{N_2O, RPF, i} \times 310)$$

記号	定義	単位
$F_{y, RPF, i}$	y 年におけるプロジェクト実施後の対象設備における廃棄物由来燃料（RPF）i の使用量	t/年
$HV_{RPF, i}$	プロジェクト実施後の対象設備において使用する廃棄物由来燃料（RPF）i の単位発熱量	GJ/t
$EF_{CO_2, RPF}$	プロジェクト実施後の対象設備において使用する廃棄物由来燃料（RPF）i の CO ₂ 排出係数	tCO ₂ /t

$EF_{CH_4, RPF}$	プロジェクト実施後の対象設備において使用する廃棄物由来燃料（RPF）iの単位発熱量当たりのCH ₄ 排出係数	tCH ₄ /GJ
$EF_{N_2O, RPF}$	プロジェクト実施後の対象設備において使用する廃棄物由来燃料（RPF）iの単位発熱量当たりのN ₂ O排出係数	tN ₂ O/GJ

プロジェクト実施後の空調設備（吸収式冷凍機）による生成熱量から算定する場合

$$PE_{y, M, aircon} = Q_{y, PJ, aircon_heat, output} \times 100 / \varepsilon_{PJ} \times EF_{PJ, fuel, y}$$

$$Q_{y, PJ, aircon_heat, output} = FL_{y, PJ, heat} \times \Delta T_{y, PJ, heat} \times C_{PJ, heat} \times \rho_{PJ, heat} \times 10^{-3}$$

記号	定義	単位
$Q_{y, PJ, aircon_heat, output}$	y年におけるプロジェクト実施後の空調設備による生成熱量	GJ/年
ε_{PJ}	プロジェクト実施後の空調設備のエネルギー消費効率	%
$EF_{PJ, fuel, y}$	プロジェクト実施後に使用する燃料*の単位発熱量当たりのCO ₂ 排出係数 (*燃料はRPFを使用することを想定)	tCO ₂ /GJ
$FL_{y, PJ, heat}$	プロジェクト実施後の空調設備で加熱又は冷却された空気の使用量	m ³ /年
$\Delta T_{y, PJ, heat}$	プロジェクト実施後の空調設備で加熱又は冷却された空気の熱利用前後の温度差	K
$C_{PJ, heat}$	空気の比熱	MJ/(t・K)
$\rho_{PJ, heat}$	空気の密度	t/m ³

*ボイラーからの生成熱量 $Q_{y, PJ, boiler_heat, output}$ とプロジェクト実施後の吸収式冷凍機による生成熱量 $Q_{y, PJ, aircon_heat, output}$ との関係(熱交換率等)が示すことができる場合、 $Q_{y, PJ, aircon_heat, output}$ は $Q_{y, PJ, boiler_heat, output}$ の値から求める。

【付随的な排出活動】

$$PE_{y, transport, waste} = F_{y, transport, waste} \times HV_{transport, waste} \times EF_{transport, waste}$$

記号	定義	単位
$F_{y, transport, waste}$	y年におけるプロジェクト実施後の廃棄物の運搬における燃料使用量	kL/年
$HV_{transport, waste}$	プロジェクト実施後の廃棄物の運搬に使用する燃料の単位発熱量	GJ/kL
$EF_{transport, waste}$	プロジェクト実施後の廃棄物の運搬に使用する化石燃料の	tCO ₂ /GJ

	単位発熱量当たりの CO2 排出係数	
--	--------------------	--

* 廃棄物の運搬及び廃棄物由来燃料（RPF）の運搬に伴う CO2 排出量は、全体の排出削減見込み量に対する影響度を考慮し、影響度が低いと想定される場合は GHG 排出量の算定対象としない。

$$PE_{y, \text{process}, \text{RPF}} = EL_{y, \text{PJ}, \text{process}} \times PV_{y, \text{PJ}} / PV_{y, \text{PJ}, \text{all}} \times EF_{\text{electricity}, y}$$

記号	定義	単位
$EL_{y, \text{PJ}, \text{process}}$	y 年におけるプロジェクト実施後の全ての燃料（RPF）化処理における電力使用量	kWh/年
$PV_{y, \text{PJ}}$	y 年にプロジェクト実施後において当該プロジェクト用に製造された廃棄物由来燃料（RPF）の重量	t/年
$PV_{y, \text{PJ}, \text{all}}$	y 年にプロジェクト実施後において製造された全ての廃棄物由来燃料（RPF）の重量	t/年
$EF_{\text{electricity}, y}$	y 年における電力の CO2 排出係数	tCO2/kWh

* 燃料化（RPF 化）処理設備で電力を使用する場合を想定
 （化石燃料を使用する場合は、EN-S-019(ver.1.0)p.7 の(式 6)を参照）

$$PE_{y, \text{transport}, \text{RPF}} = F_{y, \text{transport}, \text{RPF}} \times HV_{\text{transport}, \text{RPF}} \times EF_{\text{transport}, \text{RPF}}$$

記号	定義	単位
$F_{y, \text{transport}, \text{RPF}}$	y 年におけるプロジェクト実施後の RPF の運搬における燃料使用量	kL/年
$HV_{\text{transport}, \text{RPF}}$	プロジェクト実施後の RPF の運搬に使用する燃料の単位発熱量	GJ/kL
$EF_{\text{transport}, \text{RPF}}$	プロジェクト実施後の RPF の運搬に使用する化石燃料の単位発熱量当たりの CO2 排出係数	tCO2/GJ

* 廃棄物の運搬及び廃棄物由来燃料（RPF）の運搬に伴う CO2 排出量は、全体の排出削減見込み量に対する影響度を考慮し、影響度が低いと想定される場合は GHG 排出量の算定対象としない。

$$PE_{y, \text{CFC}, \text{leak}} = 0 \text{ (*冷媒に臭化リチウムを使用しているため)}$$

$PE_{CFC, waste} = FA_{before} \times GWP_{before} = 0$ (*既存のエアコンをバックアップとして利用するため)

記号	定義	単位
FA_{before}	更新前の空調設備に当初充填されている冷媒の量	t
GWP_{before}	更新前の空調設備に充填されている冷媒の地球温暖化係数	tCO ₂ e/t

モニタリング項目

● 活動量のモニタリング

モニタリング項目		モニタリング方法
$F_{y, RPF, i}$	y年におけるプロジェクト実施後の対象設備における廃棄物由来燃料 (RPF) iの使用量 (t/年)	重量計による計測
$F_{y, transport, waste}$	y年におけるプロジェクト実施後の廃棄物の運搬における燃料使用量 (kL/年)	重量計等による計測
$EL_{y, PJ, process}$	y年におけるプロジェクト実施後のすべての燃料化処理における電力使用量 (kWh/年)	電力計による計測、 電力会社からの請求書をもとに算定、 設備仕様 (定格消費電力) と稼働時間をもとに算定
$PV_{y, PJ}$	y年におけるプロジェクト実施後における当該プロジェクト用に製造された廃棄物由来燃料 (RPF) の重量 (t/年)	重量計による計測
$PV_{y, PJ, all}$	y年におけるプロジェクト実施後において製造されたすべての廃棄物由来燃料 (RPF) の重量 (t/年)	重量計による計測
$F_{y, transport, RPF}$	y年におけるプロジェクト実施後のRPFの運搬における燃料使用量 (kL/年)	重量計等による計測
$Q_{y, PJ, aircon_heat, output}$	y年におけるプロジェクト実施後の空調設備による生成熱量 (GJ/年)	熱量計による計測
$FL_{y, PJ, heat}$	プロジェクト実施後の空調設備で加熱又は冷却された空気の使用量 (m ³ /年)	流量計等による計測
FA_{before}	更新前の空調設備に当初充填されている冷媒の量 (t)	メーカーの仕様書に記載されたカタログ値

● 係数のモニタリング

モニタリング項目		モニタリング方法
$HV_{RPF, i}$	プロジェクト実施後の対象設備において使用する廃棄物由来燃料（RPF）iの単位発熱量（GJ/t）	JIS Z 730 2-2 等に基づき、廃棄物由来燃料を分析装置や計量器（熱量計等）にて測定（年1回）
$EF_{electricity, y}$	y年における電力のCO2排出係数（tCO2/kWh）	Palau-Japan Joint Committee
$EF_{CO_2, RPF}$	プロジェクト実施後の対象設備において使用する廃棄物由来燃料（RPF）iのCO2排出係数（tCO2/t）	デフォルト値を利用
$EF_{CH_4, RPF}$	プロジェクト実施後の対象設備において使用する廃棄物由来燃料（RPF）iの単位発熱量当たりのCH4排出係数（tCO2/GJ）	デフォルト値を利用
$EF_{N_2O, RPF}$	プロジェクト実施後の対象設備において使用する廃棄物由来燃料（RPF）iの単位発熱量当たりのN2O排出係数（tCO2/GJ）	デフォルト値を利用
$HV_{transport, waste}$	プロジェクト実施後の廃棄物の運搬に使用する燃料の単位発熱量（GJ/kL）	デフォルト値を利用
$EF_{transport, waste}$	プロジェクト実施後の廃棄物の運搬に使用する化石燃料の単位発熱量当たりのCO2排出係数（tCO2/GJ）	デフォルト値を利用
$HV_{transport, RPF}$	プロジェクト実施後のRPFの運搬に使用する燃料の単位発熱量（GJ/kL）	デフォルト値を利用
$EF_{transport, RPF}$	プロジェクト実施後のRPFの運搬に使用する化石燃料の単位発熱量当たりのCO2排出係数（tCO2/GJ）	デフォルト値を利用
ε_{PJ}	プロジェクト実施後の空調設備のエネルギー消費効率（%）	メーカーの仕様書に記載されたカタログ値
$EF_{PJ, fuel, y}$	プロジェクト実施後に使用する燃料の単位発熱量当たりのCO2排出係数（tCO2/GJ）	デフォルト値を利用
$\Delta T_{y, PJ, heat}$	プロジェクト実施後の空調設備で加熱又は冷却された空気の熱利用前後の温度差（K）	温度計による計測
$C_{PJ, heat}$	空気の比熱（MJ/(t・K)）	文献値を利用
$\rho_{PJ, heat}$	空気の密度（t/m ³ ）	文献値を利用
GWP_{before}	更新前の空調設備（ヒートポンプ）に充填されている冷媒の地球温暖化係数（tCO2e/t）	デフォルト値を利用

4.5.2 MRV -バイオガス化事業

バイオガス化事業について JCM 事業に適用可能な MRV 方法論を検討した。検討に当たっては、J クレジット方法論 EN-R-007 ver.1.0（バイオガス（嫌気性発酵によるメタンガス）による化石燃料または系統電力の代替）、二国間クレジット制度等新メカニズム実現可能性調査（FS）結果データベース「卸売市場における有機廃棄物メタン発酵及びコジェネレーション」調査報告書、J クレジット方法論 EN-R-003 ver.1.0（再生可能エネルギー熱を利用する熱源設備の導入）、J クレジット方法論 EN-R-009 ver.1.0（再生可能エネルギー熱を利用する発電設備の導入）等を参照し、現地で適応しうるできる限り簡素な方法論を策定することを目的とした。

方法論の対象：

本方法論は、新設する自家発電によるコジェネレーション（以下、対象設備という）において、バイオガス（嫌気性発酵によるメタンガス）を使用し、それまで使用していた化石燃料及び系統電力を代替する排出削減活動を対象とするものである。

本方法論は以下の条件の全てを満たす場合に適用することができる。

		チェック
条件 1	バイオガスで発電された電力の全部又は一部が系統電力等を代替すること	☑
条件 2	原則として、バイオガスを利用する対象設備で生産した電力の全部又は一部を、自家消費すること。	☑
条件 3	バイオガスの原料は未利用の廃棄物等であること	☑
条件 4	バイオガスの原料は、6 ヶ月以上野外など密閉されていない場所で保管・貯留されないこと。	☑
条件 5	化石燃料からバイオガスの代替だけでなく、設備の導入を伴う場合は、当該対象設備に対する方法論に定める適用条件を満たすこと。ただし、プロジェクト実施前後での対象設備の効率向上に関する条件は除く。	☑
条件 6	点検チェックリスト、運営体制及び安全基準を含むメンテナンス計画を備えること。	☑
条件 7	嫌気性消化装置のバイオガス回収量は、設備稼働前に実施し第三者に検証された試験結果をプロジェクトの有効化審査時に提出すること。	☑
条件 8	設備設置後、稼働開始前に嫌気性消化装置の気密試験を行い、バイオガスの漏洩がないことを確認すること。	☑
条件 9	システムは脱硫装置を備えること。	☑

排出削減量の算定で考慮すべき GHG：

リファレンス排出量	
排出活動	GHG のタイプ
埋立処分場からのメタン放出	CH ₄
プロジェクト実施後に対象設備で発電された電力を系統電力から得る場合に想定される CO ₂ 排出量と、プロジェクト実施後に対象設備で生成された熱量をリファレンスシナリオにおける設備で化石燃料を使った場合に想定される CO ₂ 排出量の総量	CO ₂

プロジェクト排出量	
排出活動	GHG のタイプ
対象設備の使用:プロジェクト実施後の対象設備のバイオガス使用による排出量	—
バイオガス化処理設備の使用:バイオガス化処理に伴う化石燃料又は電力の使用による排出量	CO ₂
バイオマス原料の運搬:バイオマス原料の採取場所から処理場所までの運搬に伴う化石燃料の使用による排出量	CO ₂
バイオガスの運搬:バイオガスの製造場所から使用場所までの運搬に伴う化石燃料の使用による排出量	CO ₂

* バイオマス原料の運搬及びバイオガスの運搬に伴う化石燃料の使用による排出量は、全体の排出削減見込み量に対する影響度を考慮し、影響度が低い（1%未満）と想定される場合は GHG 排出量の算定対象としない。

* 発酵後残渣の処理については、消化液を液肥等として有効利用するため、GHG 排出量の算定対象としない。

条件 2 の補足：

バイオガスを利用する対象設備で生産した電力を電力事業者に供給する場合、プロジェクト実施者と電力事業者との間で、供給電力による環境価値（CO₂ 削減分等）はプロジェクト実施者に帰属することを締約したうえで、それを証明できる書面等を提出できるようにすること。

リファレンス排出量の設定とその算定

リファレンス排出量の考え方

リファレンスシナリオは、提案する本プロジェクト活動が行われなかった場合に排出さ

れていたであろう GHG 排出量を表すシナリオである。そのため、リファレンス排出量は、本プロジェクトがなかった場合、廃棄物埋立処分場で有機分が分解されメタンガスとして大気中に放出される CO2 排出量と、プロジェクト実施後にコジェネレーションで発電された電力量に系統電力の排出係数を乗じた CO2 排出量と、本プロジェクト活動がなかった場合に利用されたであろう標準的な技術（リファレンスシナリオにおける設備）による燃料消費量に化石燃料の排出係数を乗じた CO2 排出量となる。

リファレンス排出量の算定

$$RE_y = RE_{y, CH_4, SWDS} + RE_{y, electricity} + RE_{y, heat}$$

記号	定義	単位
RE_y	y 年におけるリファレンス CO2 排出量	tCO2/年
$RE_{y, CH_4, SWDS, y}$	y 年における廃棄物処理場から放出されるリファレンス CH4 排出量を CO2 換算した排出量	tCO2/年
$RE_{y, electricity}$	y 年においてプロジェクト実施後に対象設備（コジェネレーション）で発電された電力を、系統電力から得る場合に想定される CO2 排出量	tCO2/年
$RE_{y, heat}$	y 年においてプロジェクト実施後に対象設備（コジェネレーション）で生成された熱量を、リファレンスシナリオにおける設備（標準的な設備）で化石燃料を使用して得る場合に想定される CO2 排出量	tCO2/年

$$RE_{y, CH_4, SWDS} = \varphi_y * (1 - f_y) * GWP_{CH_4} * (1 - OX) * 16/12 * F * DOC_{f, y} * MCF_y * \sum \sum W_{j, x} * DOC_j * e^{-kj * (y - x)} * (1 - e^{-kj})$$

記号	定義	単位
φ_y	y 年における不確実性に関する調整係数	
$f_y (=0)$	y 年に回収されたメタンの内、フレア・燃焼・利用されるメタン割合	
GWP_{CH_4}	メタンの地球温暖化係数	
OX	酸化割合	
F	廃棄物処理場ガスのメタンの割合	
$DOC_{f, y}$	y 年における分解性有機炭素の分解される割合	
MCF_y	y 年におけるメタン補正係数	

$W_{j,x}$	x 年に廃棄物処理場に埋立てられたもしくは埋立を回避された有機廃棄物タイプ j の量	
DOC_j	廃棄物 j の分解性有機炭素の割合	
k_j	廃棄物 j の分解速度	
j	廃棄物の分類	
x	廃棄物が埋め立てられた年（x の値は、埋立が開始された年（x=1）から、メタン排出量を計算する年（x=y）までの値をとる）	
y	メタン排出量を計算する年	

$$RE_{y, \text{electricity}} = EL_{BL, \text{grid}} \times EF_{\text{electricity}, y}$$

$$(EL_{BL, \text{grid}} = EL_{PJ})$$

記号	定義	単位
$EL_{BL, \text{grid}}$	リファレンスの系統電力使用量	kWh/年
$EF_{y, \text{electricity}}$	y 年における系統電力の CO2 排出係数	tCO2/kWh
EL_{PJ}	プロジェクト実施後のコジェネレーションによる発電電力量	kWh/年

$$RE_{y, \text{heat}} = Q_{BL, \text{heat}, \text{output}} \times 100 / \varepsilon_{BL} \times EF_{BL, \text{fuel}}$$

$$(Q_{BL, \text{heat}, \text{output}} = Q_{PL, \text{heat}, \text{output}})$$

記号	定義	単位
$Q_{BL, \text{heat}, \text{output}}$	リファレンスシナリオの対象設備（コジェネレーション）による生成熱量	GJ/年
ε_{BL}	リファレンスシナリオにおける設備（標準的なコジェネレーション）のエネルギー消費効率	%
$EF_{BL, \text{fuel}}$	リファレンスシナリオにおける設備（標準的なコジェネレーション）で使用する燃料（軽油）の単位発熱量当たりの CO2 排出係数	tCO2/GJ
$Q_{PJ, \text{heat}, \text{output}}$	プロジェクト実施後の対象設備（コジェネレーション）による生成熱量	GJ/年

*プロジェクト実施後の対象設備における生成熱量（ $Q_{PJ, \text{heat}, \text{output}}$ ）は、熱量計を用いて直

接計測した値を用いる。

活動量のモニタリング

モニタリング項目		モニタリング方法
EL_{PJ}	プロジェクト実施後の対象設備（コジェネレーション）による発電電力量（kWh/年）	電力計による計測
$Q_{PJ, \text{heat, output}}$	プロジェクト実施後の対象設備（コジェネレーション）による生成熱量（GJ/年）	熱量計による計測
j	廃棄物 j の組成割合（重量ベース）	デフォルト値
$W_{j,x}$	x 年に廃棄物処理場に埋立てられたもしくは埋立を回避された有機廃棄物タイプ j の量	パラオ共和国公共事業省廃棄物管理部による計測

係数のモニタリング

モニタリング項目		モニタリング方法
$EF_{\text{electricity}, y}$	y 年における系統電力のCO2排出係数（tCO2/kWh）	Palau-Japan Joint Committee
$EF_{BL, \text{fuel}}$	ベースラインの対象設備（コジェネレーション）で使用する燃料の単位発電量当たりのCO2排出係数	デフォルト値
ε_{BL}	ベースラインの対象設備（コジェネ）のエネルギー効率（%）	カタログ値
φ	不果実性に関する調整係数	方法論ツール
GWP_{CH4}	メタンの地球温暖化係数	算定・報告・公表制度における算定方法・排出係数一覧（環境省）
OX	酸化割合	IPCC 2006 ガイドライン
F	廃棄物処理場ガスのメタンの割合	IPCC 2006 ガイドライン
DOC_f	分解性有機炭素の分解される割合	IPCC 2006 ガイドライン
MCF	メタン補正係数	IPCC 2006 ガイドライン
DOC_j	廃棄物 j の分解性有機炭素の割合	デフォルト値
k_j	廃棄物 j の分解速度[1/year]	デフォルト値

プロジェクト排出量の設定とその算定

プロジェクト排出量の考え方

プロジェクト実施後の排出量は、プロジェクト実施後のバイオガス化処理設備によるプロジェクト実施後排出量、バイオマス原料の運搬によるプロジェクト実施後排出量、プロジェクト実施後のバイオガスの運搬によるプロジェクト実施後排出量、プロジェクト実施後の発酵後残渣の事後処理設備によるプロジェクト実施後排出量の総量とする。

プロジェクト排出量の算定

プロジェクト排出量は下記の通り算定する。

$$PE_y = PE_{y, M} + PE_{y, \text{process, biogas}} + PE_{y, \text{transport, feedstock}} + PE_{y, \text{transport, biogas}} + PE_{y, \text{treat}}$$

記号	定義	単位
PE_y	y 年におけるプロジェクト実施後排出量	tCO ₂ e/年
$PE_{y, M}$	y 年における対象設備（コジェネレーション）の使用に伴うプロジェクト実施後排出量	tCO ₂ /年
$PE_{y, \text{process, biogas}}$	y 年におけるプロジェクト実施後のバイオガス化処理設備によるプロジェクト実施後排出量	tCO ₂ /年
$PE_{y, \text{transport, feedstock}}$	y 年におけるバイオマス原料の運搬に伴う化石燃料の使用によるプロジェクト実施後排出量	tCO ₂ /年
$PE_{y, \text{transport, biogas}}$	y 年におけるプロジェクト実施後のバイオガスの運搬に伴う化石燃料の使用によるプロジェクト実施後排出量	tCO ₂ /年
$PE_{y, \text{treat}}$	y 年におけるプロジェクト実施後の発酵後残渣の事後処理設備によるプロジェクト実施後排出量	tCO ₂ e/年

【主要排出活動】

プロジェクト実施後の対象設備（コジェネレーション）でのバイオガス使用に伴う排出量は再生可能燃料を使用したエネルギー創出のため、GHG排出量は無いとする。

$$PE_{y, M} = 0$$

【付随的な排出活動】

$$PE_{y, \text{process, biogas}} = EL_{y, \text{PJ, process}} \times PV_{y, \text{PJ}} / PV_{y, \text{PJ, all}} \times EF_{\text{electricity, y}}$$

記号	定義	単位
$EL_{y, PJ, process}$	y 年におけるプロジェクト実施後のバイオガス化処理に伴う電力使用量	kWh/年
$PV_{y, PJ}$	y 年におけるプロジェクト実施後において、当該プロジェクト用に製造されたバイオガスの重量（注）	t/年
$PV_{y, PJ, all}$	y 年におけるプロジェクト実施後において製造された全てのバイオガスの重量	t/年
$EF_{electricity, y}$	y 年における系統電力の CO2 排出係数	tCO2/kWh

（注）自家消費分が対象。ただし、複数のプロジェクト協同者において電力を消費する場合、または電力事業者に対して売電をする場合は、自家消費分としてカウントする。（本プロジェクトの場合、生成したバイオガスの全量を自家消費分とするため、 $PV_{y, PJ}/PV_{y, PJ, all}=1$ と想定する。）

$$PE_{y, transport, feedstock} = F_{y, transport, feedstock} \times HV_{transport, feedstock} \times EF_{transport, feedstock}$$

feedstock

記号	定義	単位
$F_{y, transport, feedstock}$	y 年におけるプロジェクト実施後のバイオマス原料の運搬における燃料使用量	kL/年
$HV_{transport, feedstock}$	プロジェクト実施後のバイオマス原料の運搬に使用する燃料の単位発熱量	GJ/kL
$EF_{transport, feedstock}$	プロジェクト実施後のバイオマス原料の運搬に使用する燃料の単位発熱量当たりの CO2 排出係数	tCO2/GJ

* バイオマス原料とは、ネピアグラス等の廃棄物以外のバイオマス系原料の投入物を指す。また、バイオマス原料の運搬に伴う化石燃料の使用による排出量は、全体の排出削減見込み量に対する影響度を考慮し、影響度が低いと想定される場合は GHG 排出量の算定対象としない。

$$PE_{y, transport, biogas} = 0$$

バイオガス製造場所と使用場所が同一のため。

$$PE_{y, treat} = 0$$

発酵後残渣の事後処理設備の使用及び家畜ふん尿の発酵後残渣の浄化処理に伴う排出については、消化液を液肥等として有効利用する場合には算出しなくてもよい。

モニタリング項目

● 活動量のモニタリング

モニタリング項目		モニタリング方法
EL_{y, PJ, process}	y年におけるプロジェクト実施後のすべてのバイオガス化処理における電力使用量 (kWh/年)	電力計による計測、 電力会社からの請求書をもとに算定、 設備仕様（定格消費電力）と稼働時間をもとに算定
PV_{y, PJ}	y年におけるプロジェクト実施後における当該プロジェクト用に製造されたバイオガスの重量 (t/年)	重量計による計測
PV_{y, PJ, all}	y年におけるプロジェクト実施後における一定期間に製造されたすべてのバイオガスの重量 (t/年)	重量計による計測
F_{y, transport, feedstock}	y年におけるプロジェクト実施後のバイオマス原料の運搬における燃料使用量 (kL/年)	重量計による計測

● 係数のモニタリング

モニタリング項目		モニタリング方法
EF_{y, electricity}	y年における電力のCO ₂ 排出係数 (tCO ₂ /kWh)	Palau-Japan Joint Committee
HV_{transport, feedstock}	プロジェクト実施後のバイオマス原料の運搬に使用する燃料の単位発熱量 (GJ/kL)	デフォルト値を利用
EF_{transport, feedstock}	プロジェクト実施後のバイオマス原料の運搬に使用する燃料の単位発熱量当たりのCO ₂ 排出係数 (tCO ₂ /GJ)	デフォルト値を利用

4.5.3 PDD 案

A. プロジェクト概要

A.1. JCM プロジェクトタイトル

パラオ共和国における低炭素社会実現のための包括的資源循環システム構築事業

A.2. プロジェクト概要及び導入技術・施策

本プロジェクトは、埋立処分場の逼迫や環境汚染の懸念を抱えるパラオにおいて、包括的な資源循環システムを構築するものである。以下、主要な技術要素について説明する。

①Dry 系廃棄物（プラスチック、紙、繊維、剪定枝等）を固形燃料化し、バイオマスボイラーと吸収式冷凍機により国会議事堂等の建物の冷房に利用する。

②Wet 系廃棄物（生ごみ・有機系残渣等）及び下水処理汚泥を湿式メタン発酵技術でバイオガスと液肥に変換し、バイオガスはコジェネ発電でエネルギー利用するとともに、液肥は農業等に活用する。また生長の早いネピアグラスを液肥を用いて栽培し、バイオガス原料とすることで発電量を増強する。

③廃タイヤは裁断し、需要国に輸出してセメント原燃料等に利用する。

以上の循環システム構築により、温室効果ガスの排出削減、廃棄物埋立処分量の削減、再生可能エネルギーの創出、農業・観光産業の振興など多面的なベネフィットを伴う“島まるごと循環型低炭素社会モデル”の実現を目指す。

A.3. プロジェクトサイト

国	パラオ共和国
地方・州・郡等:	コロール州・アイライ州
市・町・コミュニティ等:	—
緯度・経度	—

A.4. プロジェクト実施者

パラオ共和国	政府・州政府（未定）
日本	株式会社アミタ持続可能経済研究所（AISE）

A.5. 期間

プロジェクト開始日	2016 年もしくは 2017 年
想定プロジェクト期間	10 年（想定）

A.6. 先進国からの貢献

AISE より本システム導入により、ごみの削減及び下水処理汚泥の適正処理による環境リスク低減、埋立処分場コストの削減、再生可能エネルギーの創出によるパラオのエネルギーセキュリティ向上、有機農業促進によるフードセキュリティの向上と観光資源の付加価値化への貢献が可能となる。また JCM を通じて日本側より財政支援が提供される。

B. 承認済み方法論の適用

※MRV 方法論案と同様のため、B.1 方法論の選択、B.2. 承認済み方法論への適合状況説明については省略（序文参照）。

C. Calculation of emission reductions

※MRV 方法論案と同様のため、C.1. 本プロジェクトにおける排出源及び温暖化ガス、C.2. 排出源及びモニタリングポイントについては省略（「リファレンス排出量」「プロジェクト

排出量」参照)。

C.3. 想定年間排出削減量

※本方法論に基づく試算は行っていないが、参考までに独自に行ったエネルギー起源 CO2 排出削減量試算結果を記載する。

年	想定リファレンス排出量 (tCO _{2e})	想定プロジェクト排出量 (tCO _{2e})	想定排出削減量 (tCO _{2e}) ※参考値
2016	—	—	2,252
2017	—	—	4,504
2018	—	—	4,504
2019	—	—	4,504
2020	—	—	4,504
2021	—	—	4,504
2022	—	—	4,504
2023	—	—	4,504
2024	—	—	4,504
2025	—	—	4,504
Total (tCO _{2e})			42,787

D. 環境影響評価

本プロジェクトにおける環境影響評価の法的必要性	YES
-------------------------	-----

PDD 改訂履歴

改訂番号	日付	改訂内容
Ver.1.0	2015/2/13	—

以 上