パラオ国

パラオ国
島嶼部における小型メタン発酵技術を活用した包括的有機資源循環システム導入の案件化調査

業務完了報告書

平成 30 年 8 月

（2018 年）

独立行政法人

国際協力機構（JICA）

株式会社ヴァイオス

国内
JR
18-170

＜本報告書の利用についての注意・免責事項＞

・本報告書の内容は、JICA が受託企業に作成を委託し、作成時点で入手した情報に基づくものであり、その後の社会情勢の変化、法律改正等によって本報告書の内容が変わる場合があります。また、掲載した情報・コメントは受託企業の判断によるものが含まれ、一般的な情報・解釈がこのとおりであることを保証するものではありません。本報告書を通じて提供される情報に基づいて何らかの行為をされる場合には、必ずご自身の責任で行ってください。

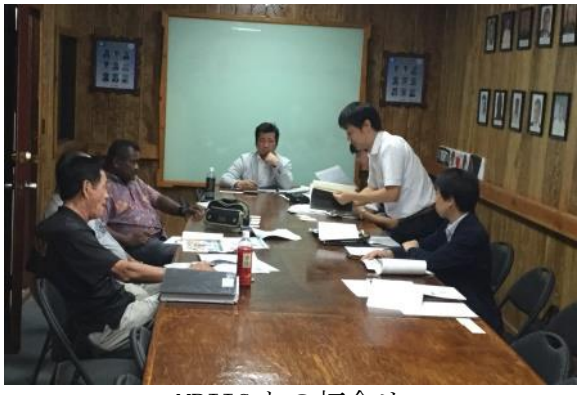
・利用者が本報告書を利用したことから生じる損害に関し、JICA 及び受託企業は、いかなる責任も負いかねます。

<Notes and Disclaimers>

・This report is produced by the trust corporation based on the contract with JICA. The contents of this report are based on the information at the time of preparing the report which may differ from current information due to the changes in the situation, changes in laws, etc. In addition, the information and comments posted include subjective judgment of the trust corporation. Please be noted that any actions taken by the users based on the contents of this report shall be done at user's own risk.

・Neither JICA nor the trust corporation shall be responsible for any loss or damages incurred by use of such information provided in this report.

写真

 提案製品の外観	 提案製品の設置予定場所
 現地農家のヒアリング調査	 リサイクルセンターの生ごみ回収状況
 農業局長との協議状況	 MPIIC との打合せ
 Franco Gibbon コロール州知事と協力意思確認	 現地での調査報告会の様子

目次

略語表 i

図表リスト ii

要約 iv

ポンチ絵（和文） x

はじめに 1

1. 調査名 1

2. 調査の背景 1

3. 調査の目的 1

4. 調査対象国・地域 1

5. 契約期間、調査工程 1

6. 調査団員構成 5

第１章　対象国・地域の開発課題 7

１－１　対象国・地域の開発課題 7

１－２　当該開発課題に関連する開発計画、政策、法令等 10

１－３　当該開発課題に関連する我が国国別開発協力方針 11

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 12

第２章　提案企業、製品・技術 14

２－１　提案企業の概要 14

２－２　提案製品・技術の概要 15

２－３　提案製品・技術の現地適合性 21

２－４　開発課題解決貢献可能性 54

第３章　ODA 案件化 56

３－１　ODA 案件化概要 56

３－２　ODA 案件内容 57

３－３　C/P 候補機関組織・協議状況 64

３－４　他 ODA 事業との連携可能性 66
３－５　ODA 案件形成における課題・リスクと対応策 68
３－６　環境社会配慮等 68
第４章　ビジネス展開計画 83
４－１　ビジネス展開計画概要 83
４－２　市場分析 84
４－３　バリューチェーン 85
４－４　進出形態とパートナー候補 86
４－５　収支計画 87
４－６　想定される課題・リスクと対応策 88
４－７　期待される開発効果 89
４－８　日本国内地元経済・地域活性化への貢献 90
要約（英文） 91
ポンチ絵（英文） 97
別添資料 98

略語表

略語	正式名称	和訳名称
BoA	Bureau of Agriculture	農業局
BPW	Bureau of Public Works	公共事業局
CDL	Container deposit legislation	容器デポジット制度
C/P	Counterpart	カウンターパート
EA	Environmental Assessment	環境評価書
EIS	Environmental Impact Statement	環境影響評価書
FIT	Feed-in Tariff	固定価格買取制度
EQPB	Environmental Quality Protection Board	環境保護委員会
HPO	Histrical Preservation Office	歴史的環境保護事務所
ICETT	International Center for Environmental Technology Transfer	公益財団法人　国際環境技術移転センター
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
J-PRISM	Japanese Technical Cooperation Project for Promotion of Regional Initiative on Solid Waste Management	大洋州地域廃棄物管理改善支援プロジェクト
KSG	Koror State Government	コロール州政府
MNRET	Ministry of Natural, Environment and Tourism	天然資源環境観光省
MoE	Ministry of Education	教育省
MPIIC	Ministry of Public Infrastructure, Industries and Commerce	公共施設・産業・商業省
N・P・K	Nitrogen、Phosphorus、kalium	窒素・リン酸・カリウム
NSWMP	National Solid Waste Management Plan	国家廃棄物管理計画
OISCA	The Organization for Industrial, Spiritual and Cultural Advancement-International	公益財団法人オイスカ
PALM	Pacific Islands Leaders Meeting	太平洋・島サミット
PIC	Pacific Islands Forum	太平洋諸島フォーラム
PPUC	Palau Public Utilities Corporation	パラオ電力公社
PSA	Pressure Swing Adsorption	圧力変動吸着
SBR	Sequencing Batch Reactor	回分式活性汚泥法
SPREP	Secretariat of the Pacific Regional Environment Programmed	太平洋地域環境計画
SWMD	Solid Waste Management Division	廃棄物管理部
3R	Reduce、Reuse、Recycle	スリーアール

図表リスト

図 1-1	パラオの廃棄物発生量
図 1-2	パラオの廃棄物の種類別発生比率
図 1-3	公共基盤・産業・商業省　組織図
図 2-1	バイオガスシステム工程図
図 2-2	バイオガス事業概要図
図 2-3	バイオガス発電設備比較表
図 2-4	バイオガス事業のフロー図
図 2-5	M-dock 最終処分場の発生元別組成結果
図 2-6	コロール州の家庭排出ゴミの組成調査結果
図 2-7	Animal Production Project の構想図
図 2-8	新最終処分場の建設予定地
図 2-9	バイオガスのオペレーション人工計算
図 2-10	プラント運用の必要車両
図 2-11	液肥試験栽培品種
図 2-12	【パクチョイ】慣行栽培と液肥栽培の収量比較
図 2-13	【レタス】慣行栽培と液肥栽培の収量比較
図 2-14	【タロイモ】慣行栽培と液肥栽培の収量比較
図 2-15	【キャッサバ】慣行栽培と液肥栽培の収量比較
図 2-16	Nekken エリアの資源作物（ネピアグラス）圃場候補地
図 2-17	試験圃場経過観察 1
図 2-18	試験圃場経過観察 2
図 2-19	試験圃場経過観察 3
図 2-20	液肥の運用イメージ
図 2-21	液肥と堆肥を用いた太陽熱処理による土壌改良効果（イメージ）
図 3-1	M-dock の立地場所
図 3-2	実施体制図
図 3-3	コロール州リサイクルセンターの事業構想図
図 3-4	リサイクルセンターの立地場所
図 3-5	公共事業局の組織図
図 3-6	コロール州の 12 の Hamlet
図 3-7	パラオでの環境影響評価の許認可プロセス
図 4-1	ビジネス展開のバリューチェーン図
表 1-1	パラオの人口・観光客・外国人労働者・輸入量の推移
表 1-2	パラオでの関連 ODA 案件
表 2-1	小型バイオガスシステムスペック・価格表
表 2-2	バイオマス発電方式と発電方法

表 2-3	他社メーカーとの比較表
表 2-4	バイオガス化（メタン発酵）利活用装置・プラントの市場
表 2-5	有機廃棄物の発生源と回収難易度
表 2-6	ヒアリング先リスト
表 2-7	畜産業種別の糞尿発生量比較
表 2-8	バベルダオブ島の養豚頭数
表 2-9	バベルダオブ島の養豚業者リスト
表 2-10	パラオ国内の下水・セプティックタンク利用世帯数
表 2-11	設置候補先のオペレーション体制評価
表 2-12	原料によるバイオガス発生量比較
表 2-13	パラオ国内の農業者（団体）と液肥供給可能性
表 2-14	南三陸液肥の成分値
表 2-15	ネピアグラスとトウモロコシのバイオマス生産量比較
表 3-1	普及・実証事業の目的・成果・活動
表 3-2	機材の仕様
表 3-3	ヴァイオス社・C/P 側の役割・費用負担の整理
表 3-4	普及実証事業の作業工程案
表 3-5	事業費概算
表 3-6	リサイクルセンターの年度予算と職員数
表 3-7	カウンターパートとの協議状況
表 3-8	ODA 案件における課題・リスクと対応策
表 3-9	モニタリング計画（案）
表 3-10	JICA 環境チェックリスト（13．廃棄物）
表 3-11	JICA 環境チェックリスト（16．農業、灌漑、畜産）
表 3-12	ODA 案件形成により期待される開発効果
表 4-1	5 か年のビジネス展開規模
表 4-2	ビジネス展開において想定されるリスクと対応策
表 4-3	事業計画書
表 4-4	サイパン基礎情報
表 4-5	ビジネス展開により期待される開発効果

要約

はじめに

調査の背景・目的

パラオは、開発や観光客の増加に伴い環境への負荷増大に対する対策が必要となっている。廃棄物については、既存の埋立処分場の残余年数が短くなっており、新たな埋立処分場が 2023 年開設に向けて進んでいるものの、廃棄物の減量化及び適切な処理が課題となっている。コロール州では廃棄物管理事務所がリサイクル事業に取り組んでおり、生ごみ・資源ごみや金属類・一部プラスチックごみのリサイクル・資源化が行われている。提案製品の「メタン発酵技術を活用した包括的有機資源循環システム」を活用し、生ごみの削減及び下水汚泥の減量化、再資源化を実現するものである。

第１章　対象国・地域の開発課題

2005 年時点でパラオの廃棄物量は、1 日当たり 23,810lbs（10.8t）であったが、2018 年現在、廃棄物発生量は約 34t/日まで増加している。内訳は家庭ごみ 4 割、事業系ごみ 6 割、主な組成としては生ごみ 26%、紙類 15%、プラスチック 32%などとなっている。

パラオ国の人口は約 20,000 人弱で推移しているが、外国人労働者数、観光客数が増加しており、GDP に占める観光業の割合は約 50%となっている。また食糧やエネルギー・生活必需品の多くを海外輸入に依存しており、生活様式の変化も相まって輸入量は拡大し、比例して廃棄物量を増加傾向にある。

コロール州においては廃棄物量の削減のため廃棄物管理事務所（リサイクルセンター）を創設し、住民啓発や廃棄物リサイクル業を展開している。しかし国内最大の M-dock 埋立処分場は満杯状態になっており、アイメリーク州新規埋立処分場への建設移行計画が進行中である。また農業では化学肥料や農薬の使用による人為的な土壌劣化がみられ、これら化学物質が降雨により農地から海洋に流亡し、サンゴ礁生態系に負の影響を及ぼすことが問題視されているため、環境保全を担保した農業振興が求められている。

第２章　提案企業、製品・技術

提案製品のコンセプトは「安価で、小型で、手軽な、持ち運びできるバイオガスシステム」であり、基本スペックは下記の通りである。MFS-M は中温発酵、MHS-H は高温発酵施設で、各設備は発酵槽を連結することで容量を拡張できる。発酵槽に有機性廃棄物を投入し、発酵槽内で発生したバイオガスはガスバックに貯留されたのち、脱硫塔で硫化水素（H2S）を除去する。その後ガスタンクに貯留され、ガス給湯器やガス発電機にてバイオガスが使用される。ガス給湯器で沸かした温水の一部は、発酵槽の加温としても用いられる。一方、発酵槽に溜まった消化液は、液肥として、または乾燥させ堆肥として農業利用できる。

現在商業化されているメタン発酵システムは大型化のみであるため、本製品の発酵槽と発電機とを一体化させた簡易小型システムは、オンサイト型システムとしての手軽な廃棄物処理が可能となる技術となる。土地が少ない上パラオ国では、小スペースで展開可能な製品・技術にニーズがあり、本製品はそのニーズにマッチしていくことが可能であるため、同国での拡張が期待できる。

MFS-M

MFS-H

MFS-H+

	MFS-M 中温（ガスホルダー一体）	MFS-H 高温	MFS-H+ 同左（発酵槽追加）	MFS-H++ 同左（発酵槽2台追加）
価格（税抜）	2600万円～	2800万円～	3800万円～	4900万円～
発酵槽容量(㎥)	10	15	30	45
滞留日数（HRT）	30	15	15	15
適用pH	6.7~8.0	6.7~7.6	同左	同左
適用温度(℃)	35~40	55	同左	同左
処理量　t／日	0.3	1.0	2.0	3.0

（出所）JICA 調査団にて作成

提案製品の現地適合性

① 有機系廃棄物（インプット原料）の発生源と調達可能量

セプティックタンク（浄化槽）汚泥は安定した調達が可能、生ごみは事業系・産廃共に養豚事業者が飼料用として毎日回収しているため、養豚事業者が回収していない家庭系生ごみを回収することで安定操業が可能となる。

② インプット原料の分別、回収スキーム

汚泥は既存の回収スキームを利用可能。家庭系生ごみはホームコンポストの取り組みと連携していくことで回収は可能である。

③ バイオガスプラントの設置場所

新最終処分場、新下水処理場、コロール州リサイクルセンターに絞って検討し、リサイクルセンターがバイオガス事業のニーズと適合性が高く、候補地として最も条件が適していることを確認した。

④ バイオガスプラントのオペレーション能力

リサイクルセンターは、必要な車両、人工、エンジニアリングスキルを有している。

⑤ アウトプット原料（バイオガス）の利用用途

リサイクルセンターでは廃ガラス工房の熱源として、JP ガスの代替で利用する。

生ごみ主体の混合原料で 3t の規模にすることで、必要な熱源を確保することが可能。

⑥ アウトプット原料（液肥）の需要先

オイスカパラオでの液肥栽培試験を通して、0.6t/日の需要は確認できている。他の農業主体からも液肥需要はあるので、試験結果をまとめ実証提案することで需要量の拡大を見込む。液肥需要が不足した場合に備え、ネピアグラス（草堆肥用）栽培も実施する。

パラオは農業に不向きな赤土（ラテライト）の土壌が主であるため、農業自給率の向上を高めていくためには農地の土壌改良が必要となってくる。これはメタン発酵消化液の利用用途として、堆肥（発酵途中剪定枝等）と共に実行できる土壌改良方法を実行することで、実質的な効果を期待することができる。

⑦ アウトプット原料（液肥）の運搬・散布体制

パラオでは農道が整備されていないので、液肥散布車の侵入は不可能である。そのため農家側に立米容器を設置し、液肥は定期補給しそこから圃場まで人力で散布する方式となる。

第３章　ODA 案件化

ODA 案件として普及・実証事業を計画しており、事業実証を行い展開候補先へ提案することを目的とする。カウンターパート機関は設備の維持管理力と課題解決における意思力を評価し、コロール州廃棄物管理事務所リサイクルセンターを選定している。対象地域はパラオ国コロール州（提案製品実証、生ごみの分別・収集)、バベルダオブ島（メタン発酵消化液の農業利用、汚泥の分別・回収）であり、リサイクルセンター内に製品を設置する。

名　称	提案製品の仕様
仕様・サイズ	・型式　　：　MFS-H+（発酵槽30㎥タイプ） ・対象原料：　生ごみ　0.6t/日　　汚泥　　1.4t/日 ・処理能力：　2㎥/日　（実証事業は発酵槽容量30㎥で行う） ・滞留時間：　15日 ・サイズ　：　長6m、横幅2.5m、高2.6 m（20ftコンテナ×4台）
価格	本事業での機材費総額：　6,000万円（輸送・据付費含む）
機材の数量	20ftコンテナ×4台（有機廃棄物処理量：約2t/日）

（出所）JICA 調査団にて作成

普及・実証事業の目的・活動

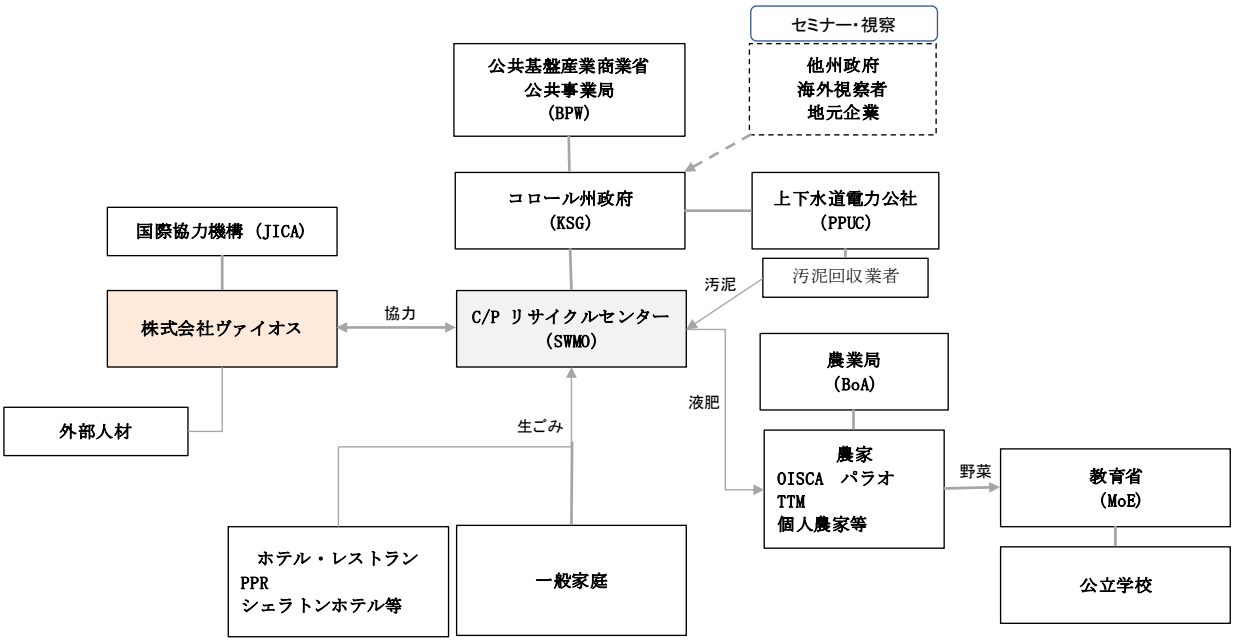
① 小型バイオガスシステム MHS-H の運転実証
② 原料収集スキーム確立
③ 消化液の農地全量利用の運用スキームの確立
④ 他州政府、民間企業、農家、学校関係者の事業視察、啓発活動
⑤ 一般市民へのバイオガス事業の啓発活動

投入

日本側はプラント詳細設計、海上輸送、現地据付を行い、現地での試運転を経てプラントオペレーションとメンテナンスについて C/P 側に指導を行う。また消化液（液肥）の運用スキームの確立、生ごみ分別・異物除去のトレーニング、バイオガス事業の普及啓発活動を実施する。

パラオ側（リサイクルセンター）は、設置場所の利用許可、必要基礎工事、プラント・資源作物農地の運用を補佐する要員の提供、原料の回収と液肥の運搬手段の提供、セミナー会場の提供と参加者募集を実施する。そして普及実証事業後、譲渡された製品を長期に渡り運用していくために、従業員のみで維持管理できるよう技術と知識の習得、人員の確保、管理体制の構築、必要予算の算出と取得を行う。

実施体制図



（出所）JICA 調査団にて作成

ODA 事業との連携可能性

太平洋地域廃棄物管理改善支援プロジェクト(J-PRISM)フェーズⅡが計画するバベルダオブ島の廃棄物分別収集スキームにバイオガスプラントを提案することで、有機廃棄物の資源化、運搬量とコストの削減化、また中間処理計画案の策定にも効果的な技術となるため、情報共有を中心に事業提案を進めていくことを想定している。

本事業における EIS の必要性

リサイクルセンターは廃棄物の収集、運搬、分別、リサイクルを実施している機関であるため既に EQPB による EIS の許認可を受けているため、追加で EA を申請する必要はない。また本事業は小規模プラントのバイオガス事業であるため、土地造成の予定がなく、排水、大気汚染物質の排出がも発生しない。このことからも環境保護委員会の判断として EA の必要はないことを確認した。

期待される開発効果

本製品による普及・実証事業の達成において、有機系廃棄物の資源化による埋立廃棄量の削減と、メタン発酵消化液の農業活用による土壌改良、有機農業の発展に貢献できる。

有機廃棄物資源化量（生ごみ・セプティックタンク汚泥等）	約 730t/年
埋立廃棄物削減効果	約 109t/年
液肥供給による化成肥料代替効果	約 10t/年
液肥利用による化成肥料購入費用の削減効果	＄24,000/年
液肥利用により土壌改良可能な農地面積	約 7.3ha/年

（出所）JICA 調査団にて作成

第４章　ビジネス展開計画

本製品の特性からターゲット市場は、パラオ国での廃棄物処理インフラサービス、資源リサイクル市場となる。普及実証事業ではリサイクルセンターに合計 2t 規模のプラントを導入し、あらたに家庭系生ごみの開始も試行していくことで、最終的には 3t 規模の資源リサイクルの達成を目指す。ここで有機資源リサイクルの実証と有効性が確認されることで、展開先への提案を加速させていく。

パラオ国内全体の家庭系有機系廃棄物（生ごみ）発生量は日量 4～5t、セプティックタンク汚泥が 7.7t/日の見込みとなるため、市場規模として提案製品 12～13 基の規模となる。

展開先の顧客は以下を想定している。

・行政組織（他州政府廃棄物管理課、JPRISM）
・第 3 セクター（PPUC 新下水処理場）
・民間事業者（養豚業者、食品工場、レストラン等）を想定する。

またパラオ国は人口が 2 万人前後の国であるために、資源リサイクルの大きな市場は望めない。パラオ国内での展開のみならず、周辺大洋州諸国への波及を視野に入れている。現在見込みのある展開先としては、コロール州とアドバイザリー協定を締結しているサイパンが有力である。

展開先	想定規模	導入製品	販売数	売上規模
リサイクルセンター（拡張）	1ｔ/日	MFS-H	1 基	2,800 万円
MJ Mart（養豚業）	1ｔ/日	MFS-H	1 基	5,400 万円
バベルダオブ島	3ｔ/日	MFS-H++	1 基	9,000 万円
PPUC 新下水処理場	1ｔ/日	MFS-H	1 基	5,400 万円
サイパン	3ｔ/日×4 か所	MFS-H++	3 基	3 億 6000 万円
合計	18ｔ/日		7 基	5 億 8600 万円

（出所）JICA 調査団にて作成

展開のバリューチェーンとしては、普及・実証事業と同様を想定しており、製品は輸出する。輸送については大洋州の海上輸送のルートと調整に熟達している（株）南洋貿易に依頼し、パラオ国内での輸送と設置、必要な基礎工事については現地 Surangel 社に依頼する。普及・実証事業で実績を持つリサイクルセンターには、その後オペレーショントレーニングやメンテナンス、組立・施工において協力体制を構築する。

期待される開発効果としては、年間 2,920 t の埋立廃棄物量削減効果に加え、メタン発酵消化液の活用に伴う土壌改良効果､最大 29 ヘクタール／年はパラオ国の農地 80 ヘクタールのうち 36%の効果となる。また家庭系生ごみの回収が進むことで、住民の 3R 意識の向上を加速させていくことに貢献できる。

パラオではコロール州で既に確立しているリサイクルセンターの技術にバイオガスと液肥が加わることで島嶼国での理想的な資源循環社会の実例を示すことが可能となる。この効果は周辺諸国にも波及し、大洋州全体として廃棄物の削減、資源の循環活用、農業の育成、住民意識の向上、自然環境の保護を実現できる可能性を秘めている。

パラオ国
島嶼国における小型メタン発酵技術を活用した包括的有機資源循環システム導入の案件化調査

コンテナモジュール型バイオガスシステム

企業・サイト概要

- 提　案　企　業：株式会社ヴァイオス
- 提案企業所在地：和歌山県和歌山市
- サイト・C/P機関：パラオ共和国コロール州 ・ コロール州廃棄物管理事務所

パラオ国の開発課題

＜廃棄物処理＞
国内最大の埋立最終処分場が現時点でほぼ満杯状態であり、新処分場への移行と同時に適切な廃棄物管理体制の確立が喫緊の課題となっている。
＜農業・エネルギー＞
食糧とエネルギーを輸入に依存している同国では、エネルギーが高コスト化しており、農地・農業も非常に乏しい。また災害備蓄という観点からも脆弱な体制である。
＜産業振興＞
主産業である観光業は海洋環境に依存するのみで戦略的な産業振興計画が乏しい。将来的にはクリーンで持続可能な自立産業（観光業を含む）の育成が必要である。

中小企業の技術・製品

＜オンサイト型、手軽で省スペースのバイオガスシステム＞
①20フィートの海上輸送コンテナ内にすべての装置を格納し、そのまま海外へ輸送できる。クレーンなどを用いた納品・据え付け後に、電気接続・配管接続、試運転・ポンプ・タイマーなどの制御設定が2日間で完了できる。
コンテナを連結させることで発酵槽**容量を45㎥/1ユニットまで拡張可能である。**
②メタン発酵により取り出したエネルギーを熱や電気にカスケード利用することでエネルギー効率を最大化できる
③消化液を液肥として農地還元可能

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

想定するODA事業　：　中小企業海外展開支援事業　普及・実証事業
期待される効果：　埋立量削減効果（生ごみ・下水余剰汚泥）　約300t/年
再生可能エネルギー供給　約7,200kWh/年
液肥供給による化成肥料代替効果　約1,060kg/年
最終埋立処分場に搬入される廃棄物のうち、システム導入により生ごみの約36%を再資源化できエネルギーに転換することが可能となる。同様に下水汚泥も脱水前のものを原料として受入るので、汚泥の埋立量と同時に脱水プロセス負荷低減に貢献できる。

日本の中小企業のビジネス展開

コロール州での導入に続き、その実績を活用してパラオ国内での拡大展開を含めたニーズ調査を実施し、展開計画を策定する。また上記ターゲット要件に該当する東南アジア・大洋州諸国において、現地ニーズに適合した設備仕様を設計し導入先拡大を図っていく。

はじめに

1. 調査名

和文：　島嶼部における小型メタン発酵技術を活用した包括的有機資源循環システム導入の案件化調査

英文：　Feasibility Survey for Comprehensive Organic Resource Circulation System Using Compact Methane Fermentation Technology in the Island Area.

2. 調査の背景

パラオは、開発や観光客の増加に伴い環境への負荷増大に対する対策が必要となっている。廃棄物については、既存の埋立処分場の残余年数が短くなっており、新たな埋立処分場が 2023 年開設に向けて進んでいるものの、廃棄物の減量化及び適切な処理が課題となっている。また、下水処理においても余剰汚泥による海洋環境への影響が懸念されている。

3. 調査の目的

コロール州では廃棄物管理事務所がリサイクル事業に取り組んでおり、生ごみ・資源ごみや金属類・一部プラスチックごみのリサイクル・資源化が行われている。提案製品の「メタン発酵技術を活用した包括的有機資源循環システム」を活用し、生ごみの削減及び下水汚泥の減量化、再資源化を実現するものである。

本調査においては、受注者が有するシステムの原料調達等現地適用可能性の確認を行い、ODA 案件化及びビジネス展開にかかる検討を行う。

4. 調査対象国・地域

パラオ国　コロール州、アイメリーク州、その他バベルダオブ島内

5. 契約期間、調査工程

契約期間：　2017 年 11 月 2 日から 2018 年 10 月 31 日まで

第 1 回現地調査工程

日程：　2017 年 11 月 5 日～10 日

参加者：　村岡　英樹　（株式会社ヴァイオス）
吉村　祝之　（株式会社ノサカテック）
角新　支朗　（株式会社アミタ持続可能経済研究所）
纐纈　渉　（株式会社アミタ持続可能経済研究所）
長谷川　孝史（株式会社アミタ持続可能経済研究所）
松本　洋俊　（株式会社アミタ持続可能経済研究所）
野添　幹雄　（株式会社アミタ持続可能経済研究所）
内田　一平　（株式会社アクティブマドリード）

日程	訪問先	主な作業内容
11 月 5 日（日）	マラカル港	現地視察
	M-dock 最終処分場	現地視察
	オイスカパラオ	現地視察
	大統領府	現地視察
11 月 6 日（月）	オイスカパラオ	再委託業務の打ち合わせ
	JICA パラオ支所	現地 JICA 事務所訪問
	コロール州リサイクルセンター	リサイクルセンター視察/打合せ
	農業局（BoA）	農地利用許認可、養豚の聞き込み
	パラオ電力公社（PPUC）	新下水処理場のヒアリング
11 月 7 日（火）	台湾 Technical Mission	農業事情ヒアリング
	オイスカパラオ	液肥試験栽培区準備
	公共事業局（BPW）	表敬訪問
	Red rooster ビール工場	廃棄物ヒアリング
	市内ホテル/レストラン	ホテル/レストランヒアリング
	在パラオ日本大使館	表敬訪問
	コロール州リサイクルセンター	プラント仕様の打合せ
11 月 8 日（水）	オイスカパラオ	液肥試験栽培区準備、資源作物試験栽培区準備
	Melekau Environmental Consulting	再委託業務打ち合わせ
	ペントハウスホテル	コロール州知事表敬/会食
	リサイクルセンター	プラント仕様の再確認
11 月 9 日（木）	オイスカパラオ	資源作物試験栽培区準備
	台湾 Animal Production Project	養豚場視察
	農業局（BoA）	屠畜場、飼料プラント視察
	市内ホテル/レストラン	ホテル/レストランヒアリング
	MJ Mart	養豚事情のヒアリング
11 月 10 日（金）	オイスカパラオ	資源作物試験栽培区準備
	コロール州リサイクルセンター	調査報告
	市内ホテル/レストラン	生ごみ性状調査
	Garden Palace ホテル	Organic Farm のヒアリング
	JICA パラオ支所	調査報告

第 2 回現地調査工程

日程：　2017 年 12 月 5 日～9 日

参加者：　纐纈　渉　（株式会社アミタ持続可能経済研究所）

長谷川　孝史（株式会社アミタ持続可能経済研究所）

松本　洋俊　（株式会社アミタ持続可能経済研究所）

野添　幹雄　（株式会社アミタ持続可能経済研究所）

日程	訪問先	主な作業内容
12 月 5 日（火）	JICA パラオ支所	挨拶訪問
	オイスカパラオ	再委託業務の進捗確認/打合せ
	コロール州リサイクルセンター	バイオガス事業の打合せ
	パラオ電力公社（PPUC）	新下水処理場のヒアリング
	コロール小学校	学校給食の視察
	公共事業局（BPW）　マラカル	セプティック汚泥ヒアリング調査
12 月 6 日（水）	農業局（BoA）	農業情報のヒアリング
	MJ Mart 養豚場	養豚場/農場視察
	MJ Mart	生ごみ回収現場視察
12 月 7 日（木）	コロール州リサイクルセンター	生ごみ回収視察、打合せ
	Melekau Environmental Consulting	再委託業務の打合せ
	DW モーテル	ヒアリング調査
	台湾 Technical Mission	液肥紹介
	YanoRestaurant 養豚ファーム	養豚場視察
12 月 8 日（金）	BW bridge	セプティック汚泥回収のヒアリング
	Eyos 氏保有養豚場	養豚場視察
	PPUC 発電所	挨拶訪問
	JICA パラオ支所	調査報告

第 3 回現地調査工程

日程：　　2018 年 2 月 6 日～9 日

参加者：　　吉村　享（株式会社ヴァイオス）

森光　俊仁（株式会社ヴァイオス）

纐纈　渉（株式会社アミタ持続可能経済研究所

長谷川　孝史（株式会社アミタ持続可能経済研究所）

大前　隆之助（株式会社オオマエ）

日程	訪問先	主な作業内容
2 月 6 日（火）	オイスカパラオ	再委託業務進捗確認/資源作物取得
	パラオコミュニティカレッジ	バイオガス事業説明/農場視察
	House of Delegates	バイオガス事業説明
	パラオ環境保護局（EQPB）	環境アセスメントのヒアリング
2 月 7 日（水）	コロール州リサイクルセンター	プラント仕様・設計の打合せ
	Eyos 氏保有養豚場	資源作物の給餌試験
2 月 8 日（木）	アイライ州政府	知事にバイオガス事業説明
	在パラオ大使館	米農務省の養豚事業ヒアリング
	大統領府	バイオガス事業説明
	Labor Office	労働基準に関するヒアリング

	パレイシアホテル	ペリリュー知事に事業説明
	JICA パラオ支所	調査状況の報告
2 月 9 日（金）	コロール州リサイクルセンター―	バイオ事業打合せ
	Red Rooster Cafe	アンガール州知事打合せ
	IDIT Hamlet / Ngerchemai Hamlet	家庭ごみ集積所視察
	教育省（MOE）	バイオ事業打合せ
	公共事業・産業・商業省（MPIIC）	バイオ事業打合せ
	VIP Hotel	JIRCAS と事業の共有

第 4 回現地調査工程

日程：　2018 年 4 月 10 日～13 日

参加者：　吉村　享（株式会社ヴァイオス）
森光　俊仁（株式会社ヴァイオス）
助野　彰昭（株式会社ヴァイオス）
長谷川　孝史（株式会社アミタ持続可能経済研究所）
松本　洋俊（株式会社アミタ持続可能経済研究所）
大前 隆之介（株式会社オオマエ）

日程	訪問先	主な作業内容
4 月 10 日（火）	Airai 州知事オフィス	バイオガス事業説明
	オイスカパラオ	再委託業務内容の検収
	アイライ View ホテル	横展開ヒアリング
	J-PRISMⅡ	横展開ヒアリング
	コロール州リサイクルセンター	リサイクルセンター視察/打合せ
	EQPB	環境評価のヒアリング
4 月 11 日（水）	JICA パラオ支所	挨拶訪問
	オイスカパラオ	業務再委託成果物検収
	Sun’s Flower Shop	液肥需要調査
	Healing Garden	液肥需要調査/バイオガス事業紹介
	パラオ国立公園	バイオ事業横展開ヒアリング
	Red Rooster ビール工場	バイオ事業横展開ヒアリング
4 月 12 日（木）	オイスカパラオ	資源作物の用途調査
	コロール州リサイクルセンター	バイオガスプラント設計打合せ
4 月 13 日（金）	Slaughter House	横展開調査
	Ace Hardware	現地調達可能備品の調査
	Surangel 社	国内輸送費見積取得
	Energy Administration	バイオガスプロジェクトの説明
	JICA パラオ支所	調査報告
4 月 14 日（土）	Palau Hotel	プラント設計・見積作業
4 月 15 日（日）	Palau Hotel	プラント設計・見積作業

第 5 回現地調査工程

日程：　　2018 年 5 月 9～10 日

参加者：　　吉村　享（株式会社ヴァイオス）

森光　俊仁（株式会社ヴァイオス）

助野　彰昭（株式会社ヴァイオス）

吉田　祝之（株式会社ノサカテック）

纐纈　渉（株式会社アミタ持続可能経済研究所）

安武　宏（北九州市環境局アジア低炭素化センター）

笹倉　岳臣（北九州市環境局アジア低炭素化センター）

日程	訪問先	主な作業内容
5 月 10 日（火）	コロール州リサイクルセンター	プラント基礎設計最終確認
	コロール州政府	新知事にバイオガス事業プレゼン
5 月 11 日（水）	旧清水村	農地の確認
	Palasia ホテル	案件化調査内容の報告

6.　調査団員構成

所属先	氏名	担当業務
㈱ヴァイオス	吉村　英樹	政府折衝
	吉村　享	政府折衝補助
	村岡　英樹	全体統括/交渉/カウンターパート調整
	森光　俊仁	設計/施工管理・輸出入管理
	御前　明郎	農業調査/事務所類作成
	助野　彰昭	メンテナンス・オペレーション指導
㈱ヴァイオス （補強：㈱ノサカテック）	吉田　祝之	エンジアリング、電気工事設計・検討
㈱アミタ持続可能 経済研究所	角新　支朗	政府折衝補助/In-Out 調査補助
	纐纈　渉	In-OUT 調査指揮／現地コーディネート
	長谷川　孝史	原料調達／事務書類作成
	野添　幹雄	プラント運用計画策定
	松本　洋俊	液肥栽培実証/資源作物運用
㈱アクティブマドリード	内田　一平	現地土木・建設工事水準調査・検討
北九州市環境局 アジア低炭素センター	園　順一	事例紹介、今後の連携検討
北九州市環境局 アジア低炭素センター	安武　宏	事例紹介補助
北九州市環境局 アジア低炭素センター	笹倉　岳臣	事例紹介、今後の連携検討

㈱オオマエ	大前　隆之助	大洋州諸国の事業環境調査、 ODA 案件形成課題調査
㈱オオマエ	今井　健太	大洋州諸国の事業環境調査補助、 報告書類作成

第１章　対象国・地域の開発課題

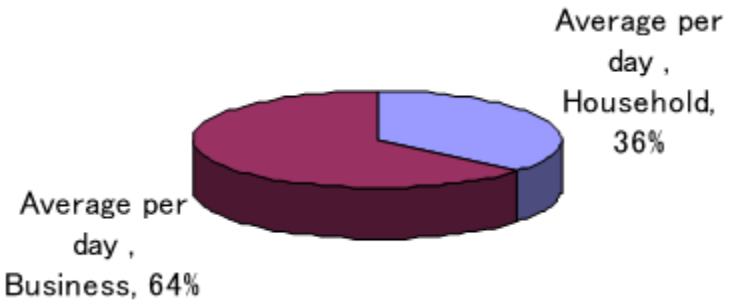
１－１　対象国・地域の開発課題

１－１－１　パラオ国における開発計画

パラオ国は 2020年までの長期的な開発計画として、国家開発計画(Palau 2020 National Master Development Plan)を1996年に策定しており、経済的自立と、環境、文化の保護を目標に、2020年までを視野に入れた長期的な国家開発計画を示している。本計画では、持続可能な方法により経済成長を実現し国民の所得を向上させること、外国人労働者及び投資家に堅実な開発を促すこと、パラオ文化を一層充実させ、国民意識を高め、自然環境を保護すること等が目標として掲げられている。中でも、環境計画・管理は、持続可能な発展を達成する上で重要な課題として強調されており、課題解決に向けた具体的な方策として、最終処分場の拡張と改善、環境教育の普及と充実、リサイクル活動を促進する等の廃棄物管理を掲げている。

１－１－２　対象分野における開発課題の状況

2005年時点でパラオの廃棄物量は、Solid Waste Management in Republic of Palauによれば1日当たり23,810lbs（10.8t）であった（図1-1）。この内訳は、家庭ごみは4割、事業系ごみが6割、主な組成としては生ごみ26%、紙類15%、プラスチック32%などとなっている。2018年現在、組成データはないが廃棄物発生量は約34t/日まで増加していると公共事業局（BPW）が報道している。そのうち約90%が国内最大のM-dock最終処分場の廃棄物で占められている。



	Household	Business	Total
Weight in one week	60,720	106,000	166,720
Average per day	8,670	15,140	23,810

図1-1　パラオの廃棄物発生量　2005年

（出所）Solid Waste Management in Republic of Palau

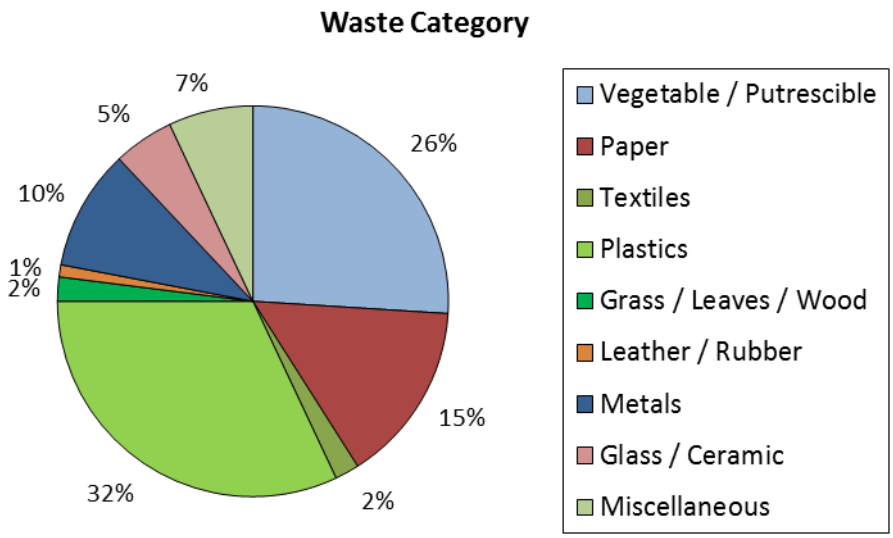


図1-2　パラオの廃棄物の種類別発生比率
（出所）Solid Waste Management in Republic of Palauを基に調査団作成

パラオ国の人口は約20,000人弱で推移しているが、近年は外国人労働者、観光客数が増加傾向となっている。中でも観光客はこの20年で約3倍に拡大しており、GDPに占める観光業の割合は約50%となり、財政収入を観光業に大きく依存する経済状況となっている。また多くの大洋州諸国と同様、食糧やエネルギー・生活必需品の多くを海外輸入に依存しており、生活様式の変化も相まって輸入量は拡大傾向にある。このことは廃棄物量を増加させる背景となっており、3R活動の一定成果にもかかわらず廃棄物量を漸増させている。パラオ国の廃棄物処理方法は、焼却ではなく国内に13か所ある最終処分場にて埋立処分されている。

人口の7割が集中するコロール州においては廃棄物量の削減のため廃棄物管理事務所（リサイクルセンター）を創設し、住民啓発や廃棄物の分別回収とリサイクルを展開し3Rの推進を行っている。また同州にある国内最大のM-dock埋立処分場内には鉄スクラップ等の有価物を分別する中間処理施設が設置されているが、容量は既に満杯状態となっており、その延命が計画されている。一方でアイメリーク州に新規埋立処分場の建設移行計画が2023年完成に向け進行中である。適切な廃棄物処理の確立と廃棄物量の減量は、自然環境保護の観点からも重要であるため国として重要課題として取り組まれている。

M-dock最終処分場

表1-1　パラオの人口・観光客・外国人労働者・輸入量の推移

年度	人口 （人）	観光客数 （人）	外国人労働者数 （人）	輸入量 (million:USD)
2000	19,129	57,732	6,786	123.7
2005	19,907	86,124	3,691	―
2010	19,535	118,055	4,338	116.8
2015	17,661	168,767	7,037	176.9

（出所）ROP Statistical Yearbook

１－１－３　開発課題の原因

廃棄物量が増加していく原因としては、上述の輸入量の増加が直接的な要因ではあるが、廃棄物削減に向けた分別・回収制度が全域で確立されていないこと、資源リサイクルするための必要資機材の導入ができていないこと、コロール州以外は財政力が弱いため管理対策が整っていないことが挙げられる。

コロール州においては容器デポジット制度が導入されており、ペットボトル・空き缶・空き瓶のリサイクルが浸透しており、金属スクラップ等の有価物も回収されリサイクルされている。しかし本島バベルダオブ島では一部地域を除いては、廃棄物は分別されないまま最終処分場に持ち込まれている。そのため2023年にアイメリーク州の新最終処分場への管理移行にあわせて、現在J-PRISMⅡにおいて廃棄物の分別・回収制度をバベルダオブ島全域で展開し、容器デポジット制度の拡大スキーム等を計画している。しかし有機廃棄物については家畜のえさや家庭用コンポストへ活用が見込まれているが、十分な農地や農家数がない中ではコンポストも供給過剰となってしまうため、新たな技術や施策を導入することで農業振興していく必要がある。

容器デポジット制度で回収された空き缶

１－１－４　農業における課題の状況

パラオにおける農業は化学肥料や農薬の使用による人為的な土壌劣化がみられ、これら化学物質が降雨により農地から海洋に流亡し、海洋汚染を起こし、サンゴ礁生態系に負の影響を及ぼすことが問題視されている。

農業局の調べでは、パラオにはバベルダオブ島（本島）を中心に、約 80ha の農地があると言われているが､そのうち農業に利用されている耕作地は約 12ha に留まり､残りの農地は耕作放棄地となっている。食糧のほとんどを輸入に依存する同国では、食糧自給率の向上を目的に農業生産を増加する施策を掲げている。しかし農業は主に日本、台湾、中国など海外資本が主体で伸びており、特に近年中国系資本によるホテルやレストランの進出が加速していることに伴い、中国系農地が増加している。中国系農地では化学肥料や農薬の多投入により、品質よりも収量重視の農業が実施されているが、上述の通り環境へ

の負の影響が問題となるため、環境保全を担保した農業振興が求められている。
　農業において化学肥料や農薬の多量使用は食の安全面でも課題となっており、同国では環境保全を担保し、持続可能な農業を構築する必要に迫られている。

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　環境に関する開発計画、政策、法令等：

　環境に関する基本法として、安全かつ豊かで美しい環境の確保、文化や遺産の保護等を謳った環境保護法(Environment Quality Protection Act)が定められており、 同法に基づき監視及び指導する実施機関として、環境保護委員会(Environmental Quality Protection Board、以下「EQPB」)が設置されている。EQPB の主な役割は①飲み水の管理、②公害物質の排出または投棄に関する許認可ならびに制度の維持管理、③除草剤・殺虫剤の認可、④核物質その他危険な廃棄物の取締、⑤環境関係の無償援助、借款等の受け入れ窓口、⑥空気や土地、水の分類であり、「EQPB Regulations」として規定を詳細に整理している。
　さらに政府事業や法案策定にあたっては､環境影響評価の実施を求めており､EQPB が環境影響評価を実施し事業着手の許可を出すことになっている。EQPB は大統領が指名し議会で承認を受けた任期 4 年、7 名の委員から構成されており、全ての省庁から独立した機関となっている。

１－２－２　大気汚染に関する開発計画、政策、法令等：

　大気汚染管理規定(Air Pollution Control Regulations) で、大気を汚染する可能性がある設備とその稼働に関して複数項目にわたってその管理方針を規定している。また、大気中に含まれる硫黄酸化物、粒子状物質、一酸化炭素、光化学、オキシダント、炭化水素、窒素酸化物の 7 種に対しては、その物質の特定と含有量の基準値を示している。

１－２－３　固形廃棄物に関する開発計画、政策、法令等：

　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。本計画では、「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 つの戦略が示されている。

　パラオにおいて廃棄物管理を所轄しているのは、公共基盤・産業・商業省の公共事業局の中にある廃棄物管理室である (図 1-3)。廃棄物管理室の職員数は約 10 名であり、廃棄物管理に係る計画立案、政策決定、法制度整備、M-dock 最終処分場の管理と処理実施等を行っている。各州における廃棄物管理は、各州政府の公共事業局の管理下にある。コロール州では、州政府の公共事業課が所管するリサイクルセンターが、廃棄物管理を担当している。

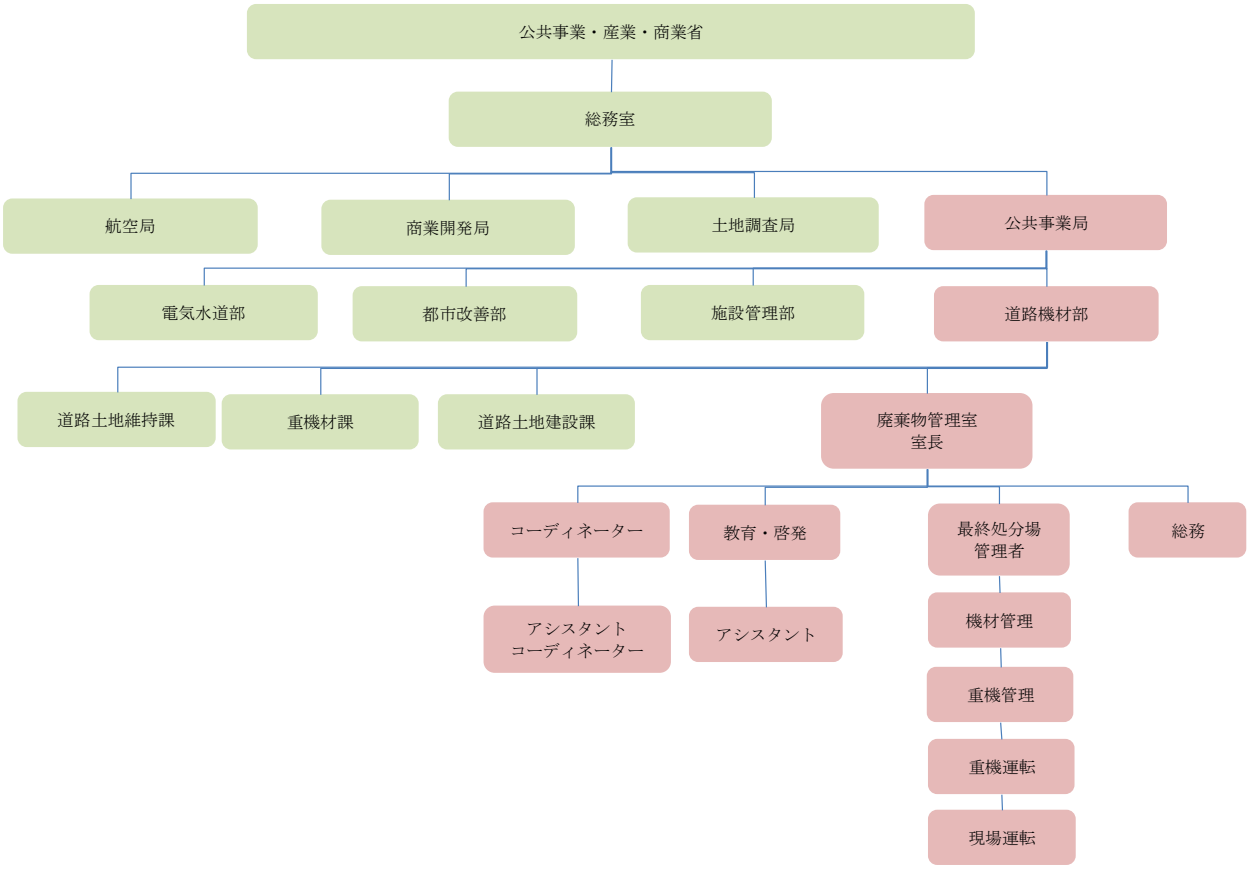


図1-3　公共基盤・産業・商業省　組織図

（出所）JICA「大洋州地域における廃プラスチック油化装置の普及に向けた案件化調査」（2014.3）を基にJICA調査団作成

１－２－４　農業に関する開発計画、政策、法令等：

EQPB Regulations において、土地造成、農薬について詳細な規定が設けられており、地盤流出や海洋の富栄養化を抑制し、環境に配慮した農業が推進されるよう配慮されている。

また農業局（BoA）が 2014-2019 の 5 か年 計画 を策定しており、環境と資源を管理した持続性ある農業生産システム構築と、農業者のスキル向上を目的に具体的ゴールとアクションを設定している。

１－３　当該開発課題に関連する我が国国別開発協力方針

１－３－１　対パラオ共和国　国別援助方針

対パラオ共和国　国別援助方針（2012 年年 4 月）によると、パラオを含む太平洋島嶼国は、国土が広大な地域に散らばり(拡散性)、国内市場が小さく(狭隘性)、国際市場から地理的に遠い(遠隔性)など、開発上の困難を抱えている。パラオでは、豊かな自然環境を活用した観光開発を経済発展の主軸としており、環境保全と開発との調和が重要になっているが、増加する廃棄物の処理や公衆衛生の悪化、気候変動等によるサンゴ礁生態系の破壊等が問題となっている。また、電力設備を中心としたインフラ整備の遅れが、観光業などの産業の発展や経済成長に向けた海外投資促進の阻害要因となっている。これら

の脆弱性の克服が同国の社会・経済発展には不可欠である。

援助の基本方針(大目標)として、環境に配慮した持続的経済成長の達成と国民の生活水準の向上を掲げている。 我が国は、パラオの国家開発計画、1997 年から 3 年に 1 度開催している「太平洋・ 島サミット」における我が国の支援方針等を踏まえ、環境保全や気候変動対策に対する支援を中心に、持続的な経済成長基盤の強化のためのインフラ整備や、基礎的な社会サービスの向上についても支援を行う。

重点分野(中目標) (1)環境・気候変動として、廃棄物の適切な処理による周辺環境や公衆衛生の改善、サンゴ礁生態系の保全のため、環境保全への支援に重点を置く。気候変動の悪影響や自然災害に対する脆 弱性克服のため、気候変動対策や災害対策についても支援を行うものとしている。

なお、重点分野 1 環境・気候変動においての現状と課題として、同国の観光客数が急激に伸びる中、持続的な観光開発のためには、適切な環境管理と生態系の保全を図る必要がある。 我が国の協力の下、同国側は準好気性埋立方式(福岡方式)に改善された最終処分場の運営・管理を行い、増え続ける廃棄物によって近い将来許容量を超えてしまう現在の最終処分場から新最終処分場への移転に向けての検討が進められており、新最終処分場を効果的に活用するためバベルダオブ島の州レベルの協力を得つつ廃棄物減量化や 3R を促進することが大きな課題である。また、2011 年に開始された容器デポジット制度は、缶・ペットボトルのリサイクルを促進し、民間企業の参入を促すなど一定の成果を上げており、今後はより広範なサイズの容器や他のリサイクル可能なものへの 適用のための法整備や資金の適正管理が課題となっている。

同開発課題への対応として、同国の廃棄物管理の基本方針となる国家廃棄物管理計画(NSWMP)の着実な実施に向けた政策レベルの支援を行うとともに、現場レベルでは既存の最終処分場の維持管理及び改修のための嵩上げ工事の技術支援、新処分場の建設・利用計画、各州の分別収集計画立案のための協力を継続する。また、3R 運動を強化するため、環境教育による住民の啓発活動や関連機材の整備を引き続き推進する。また、廃棄物管理への日本の新しい技術の応用を持続的に展開するための支援を継続・検討するとしている。

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　日本 ODA 事業

日本はパラオに対し、2012 年までに約 202 億円の無償資金協力、約 57 億円の技術協力を行っている。外務省が公表している国別開発協力方針（ODA/2016 年 4 月）によると開発課題 1-1 環境保全の島嶼における循環型社会形成支援プログラムとして、太平洋地域廃棄物管理改善支援プロジェクト(J-PRISM) フェーズ 2、ごみ分別回収・減量化を促進する油化装置の普及・実証事業(2015 年)、太平洋島嶼国リーダー教育支援プログラム（pacific-LEADS）を行い、3R 運動の推進や環境保全への意識向上を図り、同分野への新しい技術を持続的に適用する支援をするとしている。

また、2015 年 5 月に開催された「第 7 回太平洋・島サミット」では、太平洋島嶼国の優先課題の解決に向け、継続的かつ一貫した取り組みが必要であり、今後 3 年間、①防災、②気候変動、③環境、④人的交流、⑤持続可能な開発、⑥海洋・漁業、⑦貿易・投資・観光の 7 つの分野に焦点をあて、協力を進めていくことが決定された。具体的には表 1-2 の通りである。

表 1-2　パラオでの関連 ODA 案件

ODA 案件名	内容
JICA:太平洋地域廃棄物管理改善支援プロジェクト(J-PRISM)　フェーズ 2 事業	コロール州にある国内最大の最終処分場が、現時点でほぼ満杯状態であり新最終処分場へ移行する計画が決まっている。それに伴いバベルダオブ島全体でごみの分別回収スキームを確立するマスタープラン策定に向けた調査を開始している。
JICA:「ごみ分別回収・減量化を促進する油化装置の普及・実証事業」	株式会社ブレストが 2015 年にプラスチック油化装置を、コロール州公共事業局 廃棄物管理事務所(SWMO リサイクルセンター) に導入している。本機設置によりプラスチックゴミの分別回収が加速し、廃棄物量の削減に繋がっている。
JICA：廃棄物処分場建設計画（予定）	バベルダオブ島において，持続可能な廃棄物管理を促進し，パラオの衛生環境の改善及び環境保全に寄与するため、廃棄物処分場の建設，維持管理に必要な重機等の機材供与等を実施する。
環境省：「パラオ共和国における低炭素社会実現のため包括的資源循環システム事業化可能性調査」	廃棄物量を削減し、資源循環システムの構築を目指すため 2013 年から株式会社アミタ持続可能経済研究所が調査業務を実施し、大規模バイオガス事業の実現可能性について調査が行われた。

（出所）JICA パラオ支所のヒアリング情報、JICA 中小企業海外展開支援サイト、環境省 我が国循環産業の国際展開を基に JICA 調査団にて作成

１－４－２　その他ドナーによる先行事例

公益財団法人 国際環境技術移転センター（ICETT）が地域住民に根付いた廃棄物利用の循環型社会の形成のために、2011 年度から「三重県方式簡易型コンポストシステム」の導入を行っている。一般家庭の生ごみを副資材（ヤードチップ堆肥）と混合して堆肥化し、野菜栽培をすることで農作物収穫を向上さえるプロジェクトとして実施された。その取組みは Home Compost という名称で、一般家庭の生ごみをコンポストとして回収する仕組みとして一部地域に定着している。

ホームコンポストの取り組み

第２章　提案企業、製品・技術

２－１　提案企業の概要

２－１－１　企業情報

法人名：	株式会社　ヴァイオス
代表者名：	代表取締役　吉村　英樹
本社所在地：	和歌山市西庄 295 番地の 9
設立年月日：	1978 年 5 月 10 日
資本金：	3,000 万円
従業員数：	52 名
事業内容：	浄化槽の維持管理 各種廃棄物の収集運搬・処理処分業務 各種下水道管渠の浚渫と附帯工事 廃棄物を原料とする再資源化(肥料化)業務　他
直近の年商：	810,140 千円（2018 年 2 月期）

株式会社ヴァイオスは、1967（昭和 47）年に設立され、当初は浄化槽施工業及び浄化槽維持管理を営んでいたが、2003 年からは堆肥化施設を設立し、汚泥のリサイクルへの取り組みを開始した。2007 年 2 月にロンドン条約 1996 年の議定書による廃棄物処理法の改正で、それまで海洋投棄されてきた下水汚泥を陸上処分する必要性が生じたのを契機に、同年 7 月に水処理施設（桃山リサイクルセンター）を設立し、一般廃棄物の中間処理業を開始した。

桃山リサイクルセンター

全国のし尿処理施設から排出される基幹整備や定期清掃時に発生する「沈砂汚泥」という処理困難物を、安価な処理料金で受け入れリサイクルしており、これは民間業者として日本初の取り組みであった。現在は、桃山リサイクルセンター（和歌山県紀の川市）において、し尿・浄化槽汚泥や有機性汚泥を中心に年間 15,000t を処理している。2014 年からリサイクルシステムの新しい形として排出事業者である顧客の事業場の中（オンサイト）で有機性廃棄物を処理する方式の実現を目指し、メタン発酵技術を活

用した簡易小型のバイオガス発電システムの開発をおこなってきた。

メタン発酵技術への取り組みを始めた背景としては、①ヴァイオス社の事業経験・保有技術の強み（内的要因）、②国内のメタン発酵技術を取り巻く環境の隆盛（外的要因）の 2 点がある。

ヴァイオス社は地方自治体よりし尿・浄化槽汚泥や下水汚泥、民間企業から各種工業廃水汚泥や食油泥、食品加工廃棄物の処理を請負っており、各種性状を異にする有機性廃棄物を混合処理している。自社の処理工程にメタン発酵技術を導入すると、処理廃棄物を希釈せず排水でき、排水処理にかかる汚濁負荷量を低減させることが可能となると考えた。さらにメタン発酵の副産物である可燃性バイオガスを発電することで装置稼働に必要な電力・熱を賄うこともでき、メタン発酵設備のランニングコストを掛けずに稼働させることができるため、メタン発酵技術の自社設備への導入を目指し研究開発をおこなってきた。また、我が国のメタン発酵技術の歴史は古いものの、先行する欧米の技術移転を受けた国内メーカーによる試行錯誤の時期が長く、我が国のメタン発酵技術による市場形成は未だ途上の段階にある。そこで、様々な用途で活用でき前処理装置やガス発電機等の各メーカー技術を最適に活かすことが可能なバイオガス発電モデルは市場性を確立できる製品となると捉えた。今回提案する簡易小型バイオガス発電システムを商業化している日本企業は存在しない。

２－１－２　海外ビジネス展開の位置付け

ヴァイオス社の主業である廃棄物リサイクルに関し、国内市場は少子高齢化の影響で縮小が必然的であり、同社にとって新規市場の開拓のため将来も人口増加傾向にある海外市場への進出は必要不可欠である。メタン発酵技術の開発は、主に東南アジアへの海外展開を視野に入れ、海上輸送コンテナ 2 台に全てのシステムを格納したガスホルダー一体型の発酵槽とバイオガス供給・発電システムとした。既に自社にて実機サイズでの実証試験を継続しつつ、実販売もおこなっている。東南アジアでの海外展開の動きでは 2016 年に「JICA 中小企業海外展開支援事業 基礎調査」に申請採択され、オンサイト型システムとして東南アジアの中心地であるタイ国にて、有機性廃棄物発生源となる食品加工場や農業施設への販売・設置を目指す調査を実施した。

２－２　提案製品・技術の概要

２－２－１　製品の特長・スペック

ヴァイオス社は、本業である水処理業で培ってきた技術を応用し、有機性廃棄物を発酵させ、堆肥・液肥として農業利用する他、発酵時に生じるガスを元にエネルギーを作り出し熱供給や電力供給を行えるバイオガス（メタン発酵）システムの開発を行ってきた。

本製品の基本スペックは以下のとおりである。MFS-M は中温発酵、MHS-H は高温発酵施設であり、処理量 0.3t／日、1.0t／日の設備を取り揃えている。各設備は発酵槽を連結することで容量を拡張でき、MFS-H++は発酵槽を連結することで容量を 3 倍の 45 ㎥に拡張したものである。これは発酵槽での滞留日数を 15 日で考えると、1 日 3t の原料投入となる（45 ㎥÷15 日=3t）。そのため提案する事業規模としては日量 1ｔ～3t が基本条件とする。記載価格は日本での販売価格であり、発電機や破砕機は含まれていない。

小型バイオガスシステム外観

表 2-1　小型バイオガスシステムスペック・価格表

MFS-M

MFS-H

MFS-H+

	MFS-M 中温(ガスホルダー一体)	MFS-H 高温	MFS-H+ 同左(発酵槽追加)	MFS-H++ 同左(発酵槽2台追加)
価格（税抜）	2600万円～	2800万円～	3800万円～	4900万円～
発酵槽容量(㎥)	10	15	30	45
滞留日数（HRT）	30	15	15	15
適用pH	6.7~8.0	6.7~7.6	同左	同左
適用温度(℃)	35~40	55	同左	同左
処理量　t／日	0.3	1.0	2.0	3.0

（出所）JICA 調査団にて作成

バイオガスシステムフローは、まず発酵槽に有機性廃棄物を投入し、発酵槽内で発生したバイオガスはガスバックに貯留されたのち、脱硫塔で鉄錆の元となる硫化水素（H_2S）を除去する。その後、ガスタンクに貯留され、ガス給湯器やガス発電機にてバイオガスが使用される。ガス給湯器で沸かした温水の一部は、発酵槽の加温としても用いられる。一方、発酵槽に溜まった消化液は、液肥として、または乾燥させ堆肥として農業利用できる（図 2-1）。

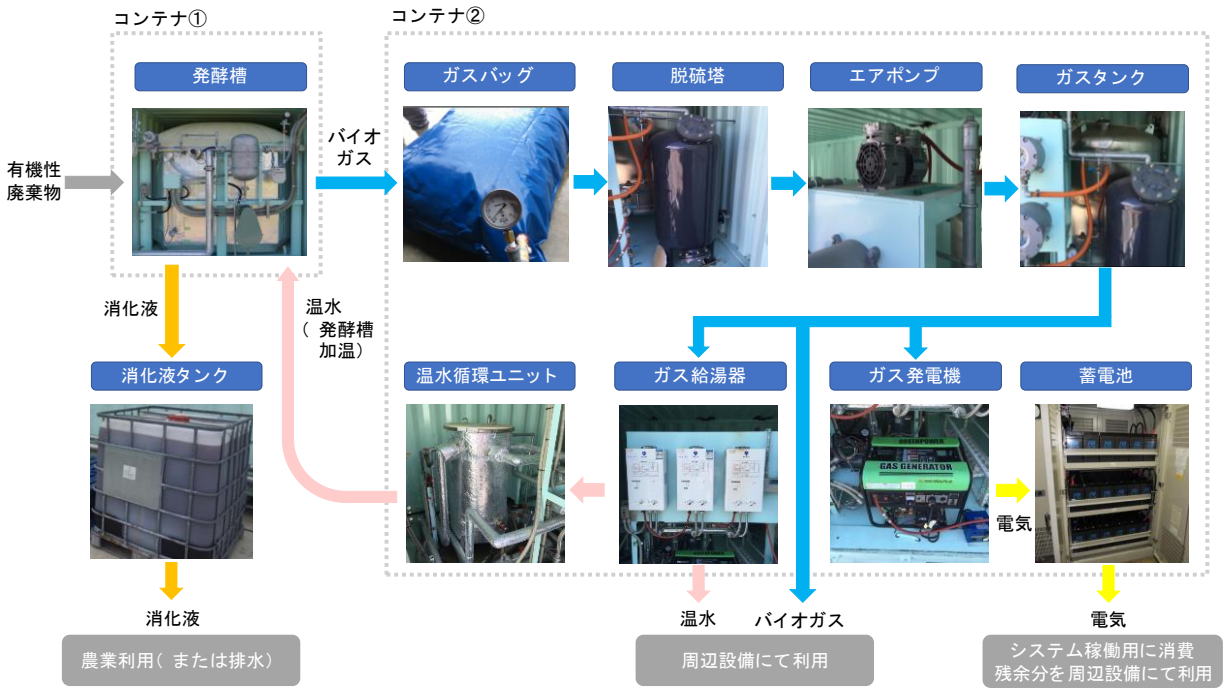


図 2-1 バイオガスシステム工程図
（出所）JICA 調査団にて作成

本製品のコンセプトは「安価で、小型で、手軽な、持ち運びできるバイオガスシステム」であり、以下の３つの特徴からなる。

① 「オンサイト型システムとしての手軽な廃棄物処理」
コンパクトで納品しやすい形状とするために、20 フィートの海上輸送コンテナ内にすべての装置を格納し、そのまま海外へも輸送できる仕様とした。クレーンなどを用いた納品・据え付け後に、電気接続・コンテナ間配管接続、試運転・ポンプ・タイマーなどの制御設定が２日間で完了できる。

クレーンによる据付の様子

② 「メタン発酵により取り出したエネルギー効率を最大化」
メタン発酵の温度制御の適温 35℃付近の中温発酵と 55℃付近の高温発酵に対して、本製品は中温発

酵と高温発酵の両方を採用し、容易に切替えが可能である。発生したバイオガスはガス給湯器により燃焼させ、発酵槽加温に利用する。給湯機で加温された湯は温調器に貯留され（35～80℃で設定可能）、必要に応じてプラント工程以外にも供給可能である。

③ 消化液を液肥として農地還元可能」

本製品でメタンガス回収後排出される消化液については、液肥として農地還元することができる。開発したプラントのメリットを分かりやすく伝えるため、熱利用や液肥利用が行いやすい場所を選定し、ヴァイオス社の関連会社であるヨシムラファームにおいて導入・実稼働させ食品加工場の生ごみ等の動植物性残渣を処理している。食品加工場と農場（路地とハウスの両方）が併設されているヨシムラファームでは余剰熱をビニールハウスの加温（冬季）や食品加工の熱源（夏季）に利用し、液肥はニンニクやトマト栽培にて施肥している。

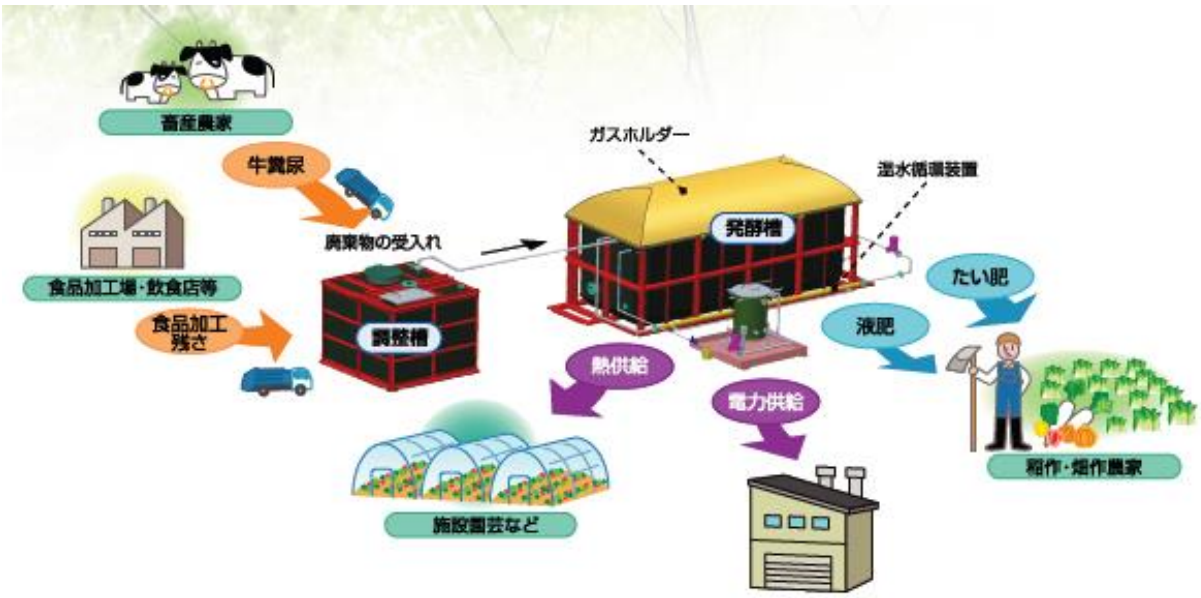


図 2-2　バイオガス事業概要図

（出所）JICA 調査団にて作成

２－２－２　本製品の比較優位性

ヴァイオス社製品は食品廃棄物、家畜糞尿などを含めた有機性廃棄物全般をメタン発酵処理し、そのガスで温水製造・発電し、さらに発酵残渣を液肥として農場に還元できる資源循環型バイオマス発電機である。バイオマス発電機とは、動植物等の生物から作り出される有機性（一般に化石燃料を除く）のエネルギー源を燃焼もしくはガス化して発電をするものである。バイオマス発電は燃やす燃料とその燃焼方法によって、大きく 3 つの種類に分かれる。

表 2-2　バイオマス発電方式と発電方法

バイオマス発電方式	発電方法
直接燃焼方式	バイオマス燃料を直接燃焼して蒸気タービンを回すことで発電を行う（廃油、木質ペレット等）
熱分解ガス化方式	燃料を熱処理することでガス化し、発電機を使って燃焼させることで発電を行う
生物化学的ガス化方式（ヴァイオス社製品）	燃料を発酵させるなど、生物化学的にガスを発生させ、そのガスをガスタービンで燃焼させることで発電を行う

（出所）JICA 調査団にて作成

直接燃焼方式及び熱分解ガス化方式は燃焼方式であるため含水量の多い糞尿や生ごみの処理には向かず、発電原料の種類が木質系などに限定されており、有機性廃棄物全般を原料とできるのは生物化学的ガス化方式のみである。メタン発酵システムは発酵装置と発電機から成っている。現在商業化されている発酵装置は大型のみであり、発酵槽と発電機とを一体化させた簡易小型システムで商業化を実現しているのは日本国内ではヴァイオス社のみである。

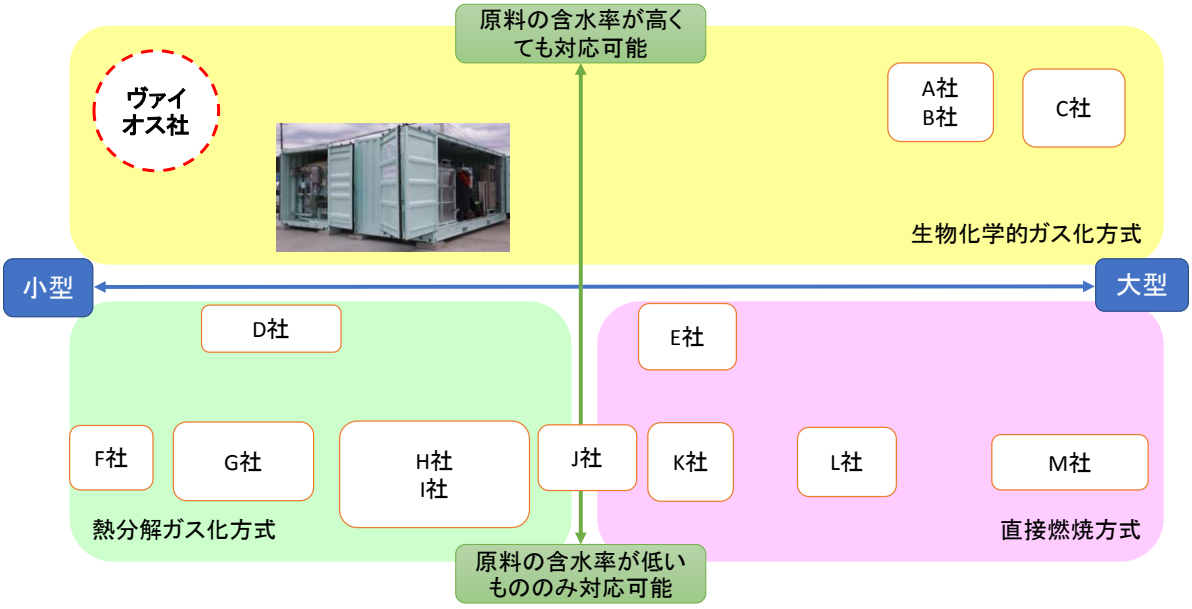


図 2-3　バイオガス発電設備比較表

（出所）JICA 調査団にて作成

東南アジアで広く導入されている A 社との比較表を表 2-3 の通りである。これは、ヴァイオス社製品のように加温・攪拌等のメタン発酵に関する効率化技術を使用せず、単に消化タンクに覆いを被せ、その中で嫌気性発酵を促進するというシンプルなシステムである。ヴァイオス社製品に比べ導入コストが 1/5 程度となり優位性があるが、発酵効率が１／４程度になる。

土地利用面積の制限が極めて大きいパラオにおいては、A 社システムを導入できる規模の用地確保が困難である。ヴァイオス社システムは、基本スペックは 0.5～4.5t／日であるものの、発酵槽の増設

拡張をすれば準じて処理能力単位あたりの建設費は低減できる。一方A社システムは規模を小さくすれば逆に処理能力単位あたりの建設費は増加する傾向にある。土地が少ない上にその確保が難しいパラオ国では、小スペースで展開可能な製品・技術が望まれ、今回普及を目指す簡易小型のバイオガス発電システムはオンサイトで処理能力0.5～10ｔ／日までの中小規模であり、将来の拡張を視野に入れ同国の処理量ニーズにマッチしていくことが可能であると考えている。

表2-3　他社メーカーとの比較表

メーカー	㈱ヴァイオス	タイ国A社
処理能力	4.5t／日	25t／日
ガス発生効率		
（処理数量に対して）	（1,222万円／t）	（3.3万円／t）
発酵温度	中温・高温	中温
熱利用	プラント＋周辺	無
消化液	農地散布	ラグーン処理

（出所）JICA調査団にて作成

２－２－３　ターゲット市場

本製品は、既存有機系廃棄物処理の代替処理提案品としての特性を有していることから、国内外を問わずターゲットは地方自治体の下水汚泥、し尿・浄化槽汚泥処理施設、畜産施設、食品工場等の民間企業である。

国内におけるメタン発酵プラントの市場規模は拡大傾向にあり、FIT制度の強い影響を受けて、再生可能エネルギー創出事業は電力買取価格が39円/kwhで固定されている間は、大・小規模問わず拡大傾向を見せるものと分析されている。このことから化石燃料に代わる環境負荷低減効果のあるバイオマス由来の再生可能エネルギー利用拡大は、将来的にも加速化していくことは確実視している。

表2-4　バイオガス化（メタン発酵）利活用装置・プラントの市場

２０１６年度	２０２０年度予測	２０１６年度比
２２０億円	２８８億円	１３０.９%

（出所）富士経済「2017年度版　バイオマス利活用技術・市場の現状と将来展望」

２－２－２の通りメタン発酵処理施設は大型のものが一般的であるため、小規模事業主や遠隔地域などメタン発酵の需要はあるが大型設備を導入検討できないサイトも多く存在する。小型メタン発酵処理施設はポジショニングとしては、企業オンサイトや小規模畜産事業体、小規模分散の行政範囲のニーズ適合を可能化するツールと位置づけている。

海外に目を向けると、タイ・ベトナム・マレーシア・インドネシアなどの中進国のバイオガス市場は、中国製あるいは中国技術由来の粗悪な中温発酵の技術が一定程度浸透しており、これらから生じている諸課題（消化液の利活用・維持管理の手法）を解決すべく、高温発酵への技術革新・消化液の液肥利用などの日本のバイオガス技術が求められている。

一方、パラオやフィジーなどの大洋州諸国は、東南アジア諸国とは異なり、化石資源や資源産業が乏しくエネルギーの自己調達面で関心が高い。また、農地や農家数が少なく、土壌が農業に適していないなど農業事情が脆弱であることも大洋州の共通した課題である。そのため液肥の利用や土壌改良に対する高いニーズが見込めるため、バイオガス事業の必要性が高い地域と捉えている。

２－３　提案製品・技術の現地適合性

２－３－１　現地適合性確認方法

小型メタンガス発電プラントの現地適合性としては、安定して事業が操業可能であることの精査が必要となる。その要となるのは安定した原料の調達、安定した設備のオペレーション、消化液の全量農地利用、バイオガスの活用方法となる。事業システムの適合性として確認すべき事項を図 2-4 に整理した。

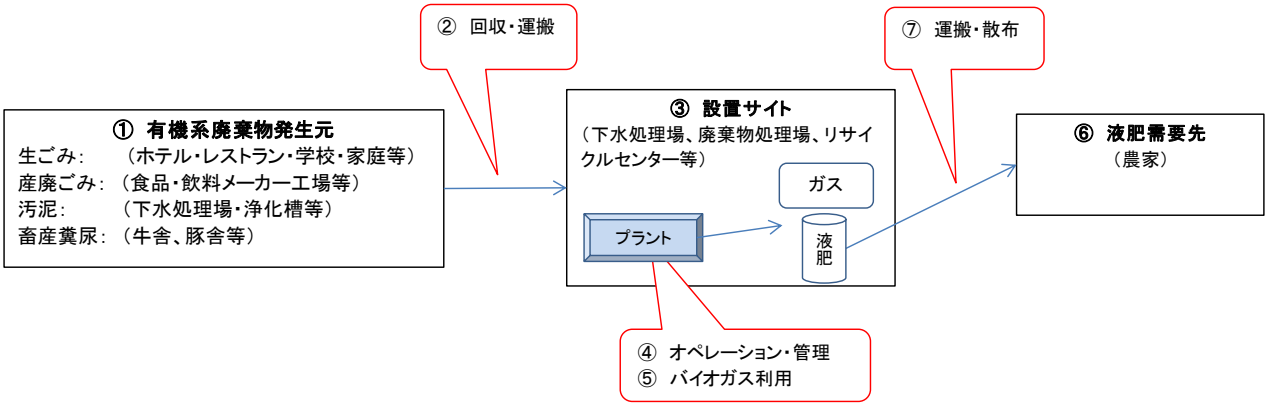


図 2-4　バイオガス事業のフロー図
（出所）JICA 調査団にて作成

整理した事項をフローごとに整理すると以下の 7 項目となる。これらに関してバイオガス事業実施の可能性と具体性について調査を行った。

① 有機系廃棄物（インプット原料）の発生源と調達可能量
② インプット原料の分別、回収スキーム
③ バイオガスプラントの設置場所
④ バイオガスプラントのオペレーション能力
⑤ アウトプット原料（バイオガス）の利用用途

⑥ アウトプット原料（液肥）の需要先
⑦ アウトプット原料（液肥）の運搬・散布体制

２－３－２　①有機系廃棄物（インプット原料）の発生源と賦存量

バイオガスの原料となる有機系廃棄物として、一般的には生ごみ、汚泥、畜産糞尿が対象となりMFS-Hでも同廃棄物を原料の対象としている。メタン発酵による安定したバイオガス発生を見込むためには、調達する原料は性状が一定していること、日量必要量が安定して調達できることが条件となる。そのため調査は対象原料の日量発生量と性状について確認を行った。発生源としては下記に示す場所が対象となる。生ごみは排出先の特性から家庭系生ごみ、事業系生ごみ、産廃系生ごみの3つに分けている。また畜産糞尿は後述にも示す通り肉牛の全体頭数が少ないことから養豚のみに絞っている。

表 2-5　有機廃棄物の発生源と回収難易度

対象廃棄物	発生源	調達難易度
家庭系生ごみ	各家庭の生ごみ	★★★
事業基生ごみ	レストラン、ホテル、学校給食	★☆☆
産廃生ごみ	食品加工場、飲料工場	★★☆
畜産糞尿	養豚場	★★☆
汚泥	下水処理場、し尿・浄化槽	★☆☆

（出所）JICA 調査団作成

調査結果から、原料はセプティックタンク（浄化槽）汚泥は安定した調達が可能な発生源であることを確認した。生ごみについては事業系・産廃共に養豚事業者が飼料用として毎日回収している状況であるため、生ごみをバイオガスの原料として設定するためには、養豚事業者が回収していない家庭系生ごみを回収する必要がある。

以下に各発生源での状況を記す。

［家庭系生ごみ］

総人口の7割が集中しているコロール州のみ調査を実施した。家庭ごみは各所に設置されている分別廃棄所やドラム缶に廃棄され、定期的に回収されM-dock最終処分場に運ばれる。2014年に実施された家庭系ごみの組成調査データでは、排出ごみの44%が生ごみであるとのデータがある。またM-dock最終処分場に運ばれる廃棄物に占める家庭ごみの割合は27.2%である。公共事業局(BPW)の最新の情報によると、M-dock最終処分場に持ち込まれる廃棄物の日量は34ｔに上昇しており、計算では約4ｔ～5ｔの家庭系生ごみの賦存量が存在しているものと考えられる。

家庭系生ごみの分別回収は、2011年に公益財団法人国際環境技術移転センター（ICETT）が草の根技術協力事業で実施した一次処理したホームコンポスト回収方式にて対象の約40世帯からコロール州リサイクルセンターが回収しており、コンポスト原料として活用されている。発生量は1週間で平均400 kgの回収量である。ホームコンポストによる回収方式はリサイクルセンターの堆肥化施設が焼失したことから再建時期まで一時的に中止となっているが、他の集落からも実施を希望する声があり、堆肥化施設の再稼働後に取組みは拡散されていく傾向にある。生ごみの削減

と安定した回収量を確保する目的からも、ホームコンポストの取組みと連動することで家庭系ゴミの回収可能性は高くなることが想定される。

家庭系ごみの廃棄場

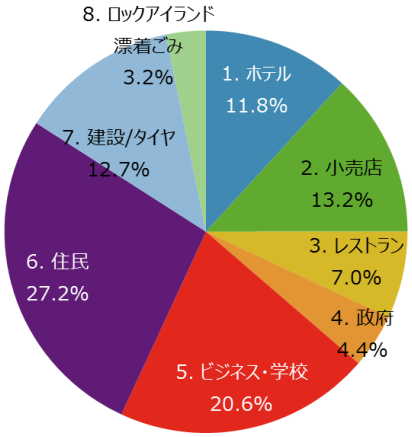


図 2-5　M-dock 最終処分場の発生元別組成結果

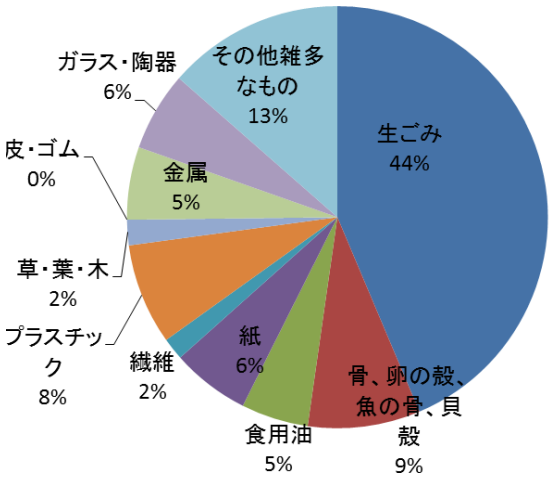


図 2-6 コロール州の家庭排出ゴミの組成調査結果

（出所）環境省「パラオ共和国における低炭素化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

［事業系生ごみ］

事業系生ごみの内容は主にホテルや飲食店の調理残渣と残飯である。コロール州内に集中しているため州内の 13 件のホテル/レストランに対しヒアリング調査を実施した。

結果、生ごみの既存処理方法は養豚業者が回収、もしくは自社養豚場の飼料にしていると回答した件数は 12 件であり、養豚事業者がほぼ全てのホテル/レストランの生ごみを回収している実態が判明した。残り 1 件についてはリサイクルセンターが回収しており、こちらはコンポスト原料として利用されていた。回収は無料サービスとして毎日展開されており、排出量は日々増減するが 60ℓバケツ容器の 2/3～満杯になり、1 箇所当たり約 40kg～60kg の生ごみが発生している。生ごみ排出側の事業主体者にとっては、回収条件として廃棄ゴミから生ごみを分別する手間が発生するが、埋立処分場での廃棄コストが削減となるため進んで養豚事業に生ごみ回収を依頼している。養豚業者は毎日トラックで生ごみを回収するコストが発生するが、飼料が無料で入手できるアドバンテージが大きく、競って回収場所の拡大に取り組んでいる。現況はコロール州内全ての事業系店舗で、調理残渣と残飯は養豚飼料として供与されていると考えられる。以上のことから事業系生ごみは処分場に廃棄されておらず、バイオガス原料とせずとも、養豚飼料かコンポストとしてほぼ全量が地域循環システムに組み込まれていることが判明した。

表 2-6　ヒアリング先リスト

事業者名	処分場持込	養豚業回収	回収頻度
mog mog	×	○　自社養豚場の飼料として回収	週 3～4 回
とりとり	×	○　MJ Mart が回収	毎日
Restaurant Vita	×	○　MJ Mart が回収	毎日
Carp restaurant	×	○　自社養豚場の飼料として回収	毎日
Yano Foods	×	○　自社養豚場の飼料として回収	毎日
Sea food house	×	○　MJ Mart 等が飼料として回収	毎日
Pho you pho me	×	○　MJ Mart 等が飼料として回収	毎日
Suriyo thai	×	○　MJ Mart 等が飼料として回収	毎日
Kramer’s Café	×	○　MJ Mart が飼料として回収	毎日
MJ restaurant	×	○　自社養豚場の飼料として回収	毎日
Penthouse hotel	×	○　MJ Mart 等が飼料として回収	毎日
Palau pacific resort	×	○　リサイクルセンターが堆肥原料として回収	毎日
Palasia hotel	×	○　MJ Mart 等が飼料として回収	毎日

（出所）JICA 調査団にて作成

学校の給食残渣、病院食の残飯についても、同様のヒアリングを実施したところ、こちらも養豚業者が回収していることが判明した。学校長の話ではコロール州の公立学校では給食は毎日提供されているが、調理残渣や残飯は集められ養豚飼料として提供されている。

養豚業者による生ごみバケツ回収

回収される事業系生ごみ

学校給食の残飯

［産廃生ごみ］

パラオ国での食品加工メーカー、飲料メーカーはパン工場、焼酎メーカー、チョコレートメーカービールメーカーが存在するが非常に少ない状況である。また規模としても小さい工場が多く、安定した有機廃棄物の排出量を見込める発生元としてはビール工場のみであった。

ビール工場は Red Rooster Beer を製造している工場がコロール州内に立地している。製造量は 1000ℓ/日で週に 3～4 日稼働となっている。ビール製造過程で発生するビール粕は養豚業者が飼料として全量回収しており、廃液については排水処理の後、下水道に直接流している状況であることを確認した。バイオガス原料の調達先として見込みはない。

［畜産糞尿］

農業局の「Agricultural Palau Situation」の情報によると、2006 年のバベルダオブ島内の畜産規模は鶏、豚、牛の頭/羽数は鶏 13,332 羽、牛 28 頭、豚 1038 頭である。これを単純に糞尿賦存量のみで計算した場合、鶏糞尿 1.73t/日、牛糞尿 0.74t、豚糞尿 6.1t である。

表 2-7　畜産業種別の糞尿発生量比較

	頭数	ふん尿発生量※1	年間発生量	日量
鶏糞尿	13,332	47.5ｔ/年/千羽	633.2t	1.73t
牛糞尿	28	9.7t/年/頭	271.6t	0.74t
豚糞尿	1,038	2.16t/年/頭	2,242t	6.1ｔ

（出所）※1 農林水産省「家畜排せつ物の発生量等に関する記録」の発生量にて JICA 調査団計算

表 2-8　バベルダオブ島の畜産頭数

州名		面積 (㎢)	人口 (2015 年)	養鶏数 (2006)	養豚数 (2006)	養牛数 (2006)
Ngarchelong	アルコロン州	10	311	―	29	―
Ngaraard	ガラルド州	36	481	―	23	―
Ngardmau	ガラスマオ州	47	181	―	45	―
Ngiwal	オギワル州	26	276	―	39	21
Ngchesar	エサール州	41	279	―	130	1
Melekeok	マルキョク州	28	278	―	138	―
Airai	アイライ州	44	2,464	12000	323	4
Ngeremlengui	アルモノグイ州	65	342	―	32	―
Ngatpang	ガスパン州	47	295	―	55	―
Aimeliik	アイメリーク州	52	327	1332	73	2
Koror	コロール州	18	11,723	―	151	―
Total			16957	13332	1038	28

（出所）農業局「Agricultural Palau Situation」2006 を基に JICA 調査団作成

賦存量から見た場合、牛糞尿は発生量が極めて少なく安定した量の入手ができないことから原料としての設定は不可能である。また鶏糞は原料として一定量発生している状況であるが、パラオ国では各家庭で放し飼いにて養鶏しているケースが多く、分散化した鶏糞を回収することはコスト増となることから現実的ではない。養豚事業も個人経営主体が主でありバベルダオブ島に分散しているが、事業系生ごみ、給食残渣を回収していることから豚舎にて育豚している事実がうかがえる。頭数としては 20 頭～30 頭の小規模体であるが、飼料を無料回収できるホテルやレストランの開業数が増加していること、また 2018 年 2 月に国産豚肉の供給量を増加させる目的から屠殺と食肉加工場を備えた「National Slaughterhouse」が開業したこともあり、養豚事業は拡大傾向にあると考えられる。よって畜産糞尿については養豚業に絞って調査を行った。

農業局より入手した情報によると、養豚事業者として比較的規模の大きい経営主は以下のリストの通りとなる。

表 2-9　バベルダオブ島の主要養豚業者リスト

養豚農家	場所	頭数
養豚農家 A	アルコロン州	40 頭
養豚農家 B	オギワル州	20 頭
養豚農家 C	アイライ州	20 頭
養豚農家 Dg	オギワル州	20 頭
養豚農家 E	ガスパン州	20 頭
養豚農家 F	アイライ州	30－40 頭
養豚農家 G	ガラルド州	20 頭
Animal Production Project (APP)	アイメリーク州	30～40 頭

（出所）農業局のリストをもとに JICA 調査団作成

上記養豚農家のうち農家 A、農家 C、農家 F の豚舎に飼料残渣状況と糞尿処理の確認のため現場視察を実施した。生ごみは回収量に応じて 1 日当たり 1～2 回給餌されており、毎日回収されてくることから腐蝕廃棄もなく回収量の全量が給餌されていた。豚による餌の嗜好性も見られないことから豚舎において飼料残渣は発生していない。

糞尿処理の状況は全て水で洗い流し、側溝からセプティックタンクに流し込んでいる。セプティックタンクを設置していない事業者は、豚舎に敷料を用意し糞尿と共に回収して堆肥化を行っていた。堆肥化は農地を持つ事業者限定の対処策であり、一般的にはセプティックタンク設置が環境保護委員会（EQPB）の排水基準に適合させるための条件となっている。各豚舎では糞尿と洗浄水を足して 0.5～1.0ｔ/日の汚水が発生しているが、セプティックタンクに全量流し込むことで糞尿処理における課題は見うけられず、バイオガス原料として直接回収の可能性は低いことが分かった。

側溝のある養豚舎

敷料を使った豚舎

また Nationl Slaughter House の稼働状況についてヒアリングしたところ、2018 年 4 月時点では 1 週間で 2-3 頭の受入状況となっている。Slaughter House は台湾政府と協力して取り組んでいる Animal Production Project の必要設備として導入されたものであり、図 2-7 の構想図にある通り養豚事業者の組合（Farmers Association）の発展に応じて、受入頭数は拡大していくことになる。農業局の見解では 2、3 年後には週に 10 頭の規模になると見込んでいる。屠殺後は生肉・血液・内臓を一時保管し、その後ホテル・レストランに供給している。そのため処理残渣としては販売に適さない毛・皮・爪のみで、これらは埋立処分されている。洗浄水は排水処理されていることから、現時点では処理残渣は非常に少ない状況であった。稼働状況の拡大に応じて処理残渣の廃棄が課題になってくるため、将来的にはバイオガス原料としての受入れ、またはオンサイトでの設置提案を検討していきたい。

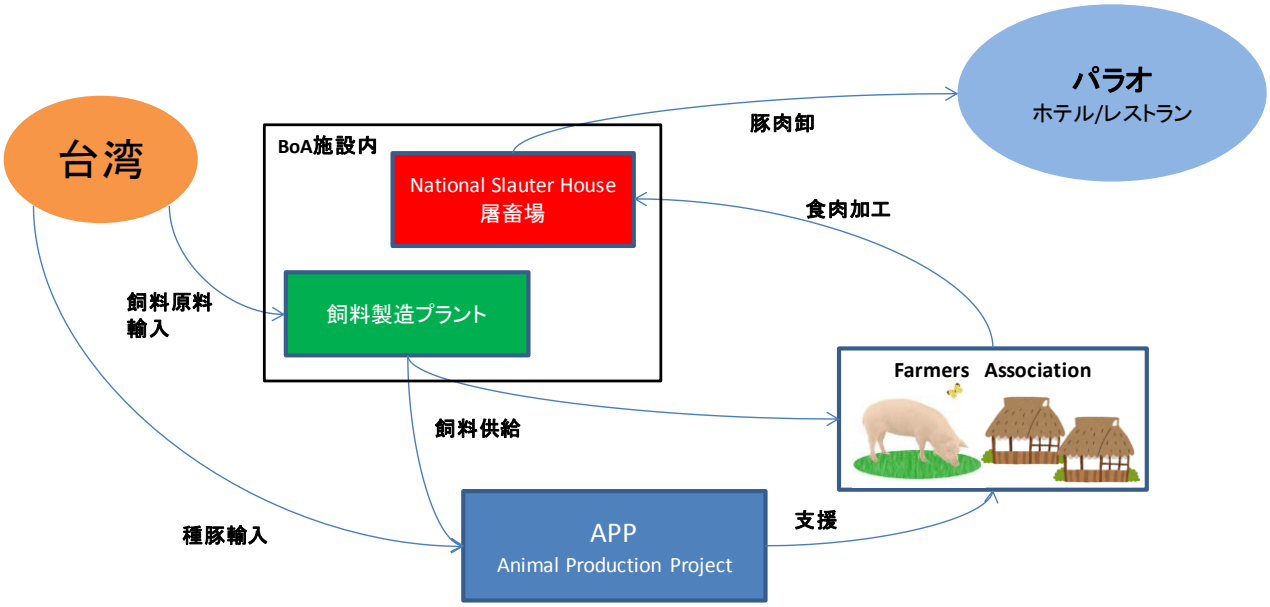


図 2-7　Animal Production Project の構想図
（出所）農業国のヒアリング内容をもとに JICA 調査団作成

National Slaughter House の外観

［汚泥］

コロール州では公共下水道が整備されており、州内の普及率は 70%に上る。残りの地域や他州では施設や住宅ごとにセプティックタンクが設置されており、定期的に汚水回収されることにより処理が行われている。いずれの汚水もマラカル半島にあるマラカル下水処理場にて浄化処理のプロセスがなされ、最終的に海洋放流されている。下水処理場はアジア開発銀行の技術協力プロジェクトにより新設処理場の建設計画が進行中で、2018 年末に完成予定である。新処理場は回分式活性汚泥法（SBR）とベルトプレス脱水処理工程が採用されており、汚泥は最終的に脱水ケーキとなって最終処分場に廃棄される計画となっている。脱水ケーキの排出量計画値は 255.6kg/日である。バイオガス事業の原料として脱水ケーキを回収することで、最終処分場の廃棄総量削減に貢献できる。しかし含水率の低い脱水ケーキは別途希釈水が必要となることから湿式メタン発酵の原料としては現実的でなく、また脱水過程で投与されるポリマーが混入することから、消化液（液肥）を有機農業振興する利用する目的においてもニーズが著しく低下する。このことから下水汚泥をイバイオガス原料とすることは検討から外した。

セプティックタンクについては公共施設設置のものと民間設置のものがあり、両タンクについて調査を実施した。セプティックタンク汚泥の 1 日の発生量は下水処理場の設計計算を参照すると 7,000m3 であり、比重換算した重量は 7.7t（比重換算係数 1.10）となる

＜公共施設のセプティックタンク汚泥＞

Public Works がバキューム車にて汚泥回収を担っている。回収場所は主に 4 箇所あり、公衆トイレのし尿が中心で、その他夾雑物の混入は見られない。回収頻度は固定されていないが、2 か月で 30 回の頻度となっており、1500ℓ/日の回収量となっている。現在は回収された汚泥は下水処理場に投下されるが、新下水処理場に移行しても処理方法に変更は発生しない。公共事業であるため下水処理場で処理費は発生しておらず、適切に汚泥が処理できる施設に対しては処理場所を変更することは可能となる。

＜セプティックタンク設置場所と回収頻度＞

Long island	6 回/月
Dog Pound	1 回/週
リサイクルセンター	1 回/隔月
KB bridge Park	1～2 回/週
回収量	2,800ℓ/回

セプティックタンク汚泥回収作業の様子

＜家庭系セプティックタンク汚泥＞

家庭系セプティックタンクの汚泥回収はパラオ国政府とコロール州政府の許認可を取得した民間事業者が行っている。回収業者は 2 社あり、1 社あたり回収頻度は、平均 4-5 軒/週となり、1 回当たりの回収量は 6,000L である。回収はバキューム車が利用され、生汚泥と沈降汚泥が混合された性状の汚泥が回収される。固形物の割合は 1/3 で残りは水分である。しかしプラスチック片や小石が混入していることもある。回収費用はコロール州では 40 ドル/トラック、アイライ州で 50 ドル/トラックで設定されている。汚泥は最終的にコロール州の下水処理場に投下されるが処理費は課されていない。しかし新下水処理場に移行する段階で処理費が発生する予定であり、回収費用に上乗せされる方向である。家庭系セプティック汚泥も下水処理場以外の適切な処理施設へ転用が可能であるが、処理費用を課す新下水処理場よりも低額に設定することが条件になることが考えられる。

以上の結果から、セプティックタンク汚泥は日量 7.5t までであれば調達が可能であり、回収スキームも既存のバキューム車の投下場所を変更するだけで済むことから、無理のない安定した原料となることが明らかになった。

表 2-10　パラオ国内の下水・セプティックタンク利用世帯数

州名		世帯数（下水利用）	世帯数（セプティックタンク）
Aimeliik	アイメリーク州	-	84
Airai	アイライ州	10	572
Angaur	アンガール州	-	34
Hatohobei	ハトホベイ州	-	10
Kayangel	カヤンゲル州	-	19
Koror	コロール州	2371	649
Melekeok	マルキョク州	51	24
Ngaraard	ガラルド州	1	126
Ngarchelong	アルコロン州	1	81
Ngardmau	ガラスマオ州	2	46
Ngaremlengui	アルモノグイ州	1	86
Ngatpang	ガスパン州	-	55
Ngchesar	エサール州	2	66
Ngiwai	オギワル州	-	71
Peleliu	ペリリュー州	1	101
Sonsorol	ソンソロール州	-	12
総合計数		2440	2036

（出所）2016　Statical Yearbook を基に JICA 調査団作成

２－３－３　インプット原料の分別・回収スキーム

有機系廃棄物は発生源が分散しているため、回収することが出来てはじめてバイオガス原料として利用することが可能となる。また生ごみ、汚泥、畜産糞尿はメタン発酵に不適な夾雑物も含まれているため、プラントでメタン発酵処理できるよう不適物分別についても検証してみる。

［家庭系生ごみ］

コロール州では、数世帯毎に回収用ゴミ箱が設置されており、週 1～２回リサイクルセンターが専用車両でごみ回収を行っている。ゴミの属性に応じてある程度の分別回収は行われているが、生ごみのみの分別は実施されていない。しかしリサイクルセンターは堆肥原料に生ごみを効率良く回収していくため、特定の対象地域においては生ごみを分別してホームコンポストとして回収を行っている。この取組みについては共感する地域が増えており、今後対象地域が拡大していくことが想定されている。新しくホームコンポストを始める地域においては生ごみ分別のワークショップ等の啓発活動が必要となるが、生ごみ回収については、既存のリサイクルセンターの回収システムを活用できる見込みが高い。

［事業系生ごみ・産廃生ごみ］

上述の様に、ホテル・レストラン、学校給食の生ごみは養豚事業者が毎日トラックで回収に赴いている。生ごみにプラスチックごみ等の夾雑物が混入していることもあるが、飼料に向かない貝殻も取り除かれていることから、分別制度は非常に高い状況である。回収方法は、養豚事業者は分別回収用のバケツを事業者に提供し、回収時に空バケツを交換する方式を採用している。一方リサイクルセンターではゴミ袋に集められた生ごみを回収する方式を採用している。リサイクルセンターがコンポスト用に回収している生ごみの排出元ホテルでは、プラスチックや割り箸の混入も多くその分別制度は低い。そのためリサイクルセンターではスタッフが回収後に手作業で夾雑物を除去している。このことから養豚業者は生ごみを回収するため、排出元レストラン・ホテルに対し生ごみの分別を徹底するための指導や条件設定をしていることが考えられる。

以上のことから分別スキームとしては、排出元で一定のルール設定を徹底化することで分別制度を高めることが可能であることが確認できた。回収スキームとしては既存のバケツ・袋回収システムをそのまま利用することが可能であることが分かった。

［下水汚泥・セプティックタンク汚泥］

2019 年を目途にマラカル島に新設される下水処理場から排出される脱水ケーキは、トラックで最終処分場に毎日運搬され投棄される計画になっている。投棄場所の最終処分場はアイメリーク州に新設される。新下水処理場に係るコストが明らかになっていないが、アイメリーク州より地理的に近いコロール州にバイオガスプラントを構築する以上、運搬に係るコスト低減に繋がるため、脱水ケーキの回収は投棄場所を変更するのみで容易に回収できる可能性は高い。

セプティックタンク汚泥は公共・民間ともバキューム車にて下水処理場に搬送される。よって下水処理場の脱水ケーキと同様に投棄場所をバイオガス設備設置場所に変更することで収集可能となる。

<u>セプティック汚泥科回収車両</u>

モリタエコノス社バキュームカー
最大積載量 3000kg
最大積載容量 3000ℓ
バキュームホース 直径 6cm

汚泥回収しているバキューム車

家庭系セプティックタンク汚泥は、下水処理場での処理費用よりも安価な処理費を設定することで一定の収入確保も検討することができる。汚泥は日量回収量が一定化しない原料となるので、汚泥貯留タンクをプラントに隣接させ、発酵槽に投入する量を調整する必要がある。汚泥貯留槽や発酵槽で汚泥に混入する小石やプラスチック片等の混入物を定期的に取り除くことも可能であり、また混入頻度と量によってスクリーニング機材を取り付けることで対応できるので、排出源での分別処理は必要ないと考える。

［養豚糞尿］

養豚糞尿はセプティックタンクに流されていることから、民間のセプティックタンク業者を通じて回収できる可能性がある。しかし養豚場のセプティックタンク汚泥のみ選別して回収できるかは回収業者と充分交渉していくことが必要である。

２－３－４　バイオガスプラントの設置場所

バイオガスプラントの設置候補場所として、廃棄物を回収処理しているサイトが対象となる。本調査では以下の 3 候補地を対象に調査を行い設置可能性について検証を行った。なおホテルやレストラン、食品製造工場についてはバイオガスプラントを導入することで、養豚業者の運営に悪影響を及ぼすことに繋がるため候補から外した。

A. 最終処分場
B. 下水処理場
C. コロール州リサイクルセンター

A. 新最終処分場

国内最大の M-dock 最終処分場は閉鎖することが決まっており、アイメリーク州に新設最終処分場が建設され移行する計画がある。新最終処分場は 2023 年に完成予定のため、完全移行となるまでは M-dock 最終処分場を嵩上げして 2025 年まで使用する計画案も浮上している。新最終処分場はまだ建設段階であることから、バイオガスプラントを設置する検討段階にはないため。本事業の検討から外す。

図 2-8　新最終処分場の建設予定地

B. 下水処理場

下水処理場も 2018 年度内に新下水処理場の建設が開始される計画で、設計仕様として回分式活性汚泥法（SBR）とベルトプレス脱水処理の導入が決定している。ベルトプレスによる脱水は機械稼働のため電気使用量が高くなってしまうため、バイオガス設備と連動させることで余剰汚泥を極力メタン発酵処理し、ベルトプレス稼働を抑制できる効果が期待されるが、初期設計ではバイオガス設備との連動は想定されていない。今後のバイオガス設備導入の可能性については、メタン発酵処理による脱水ケーキの廃棄コストとベルトプレス処理コストの比較値が、バイオガスプラント設置による投資回収コストを上回るかどうかに依る。詳細なランニングコスト設定はまだ明らかになっていないため、バイオガス導入の検討判断は、新下水処理場のオペレーションが稼働して後のこととなる。新下水処理場は 2019 年度稼働に向け、建設工事を 2018 年 3 月に開始される計画であったが、進捗は遅れている。

C. リサイクルセンター

リサイクルセンターではリゾートホテル Palau Pacific Resort より生ごみを回収しており、また 2020 年 3 月に開業予定の Sheraton Hotel Palau からも生ごみを回収することが決まっている。回収している生ごみはバイオガス原料として利用しても良いと現時点で施設側より許可が出ていることもあり、汚泥回収が出来れば混合原料の処理が可能となる。またバイオガスのエネルギー利用について、リサイクルセンターでは廃ガラスを使ったガラス工房が設けられており、2018 年度に拡張工事を行う計画がある。そのガラス工房の熱源は LP ガスが使われるが、バイオガスで代替したいという施設側の要望もあり、バイオガスプラントのニーズを確認できている。

以上、3 候補地の調査状況から考察し、リサイクルセンターがバイオガス事業の候補地として最も条件が適していることを確認した。

リサイクルセンター内の廃ガラス工房

２－３－５　バイオガスプラントのオペレーション体制

バイオガスプラントの運用に必要な作業と概算工数を図 2-9 に示してみる。作業人数は作業内容の役割分担を基に作業標準化した人数とする。

本事業の各工程に係る作業人工は１日当たり４名体制で 21.5 人時の作業工数として設定できる。設定値はあくまで日本人作業者による想定値であるため、実際はデータ記録と分析作業、トラブル対応、視察受入などの作業、交通状況や天候の影響、エンジニアリング実績とスキルの違いによって作業工数は拡大すると考えられる。しかしトレーニングやマニュアル整備を通じてこの工数内で稼働させていくことを目指す。

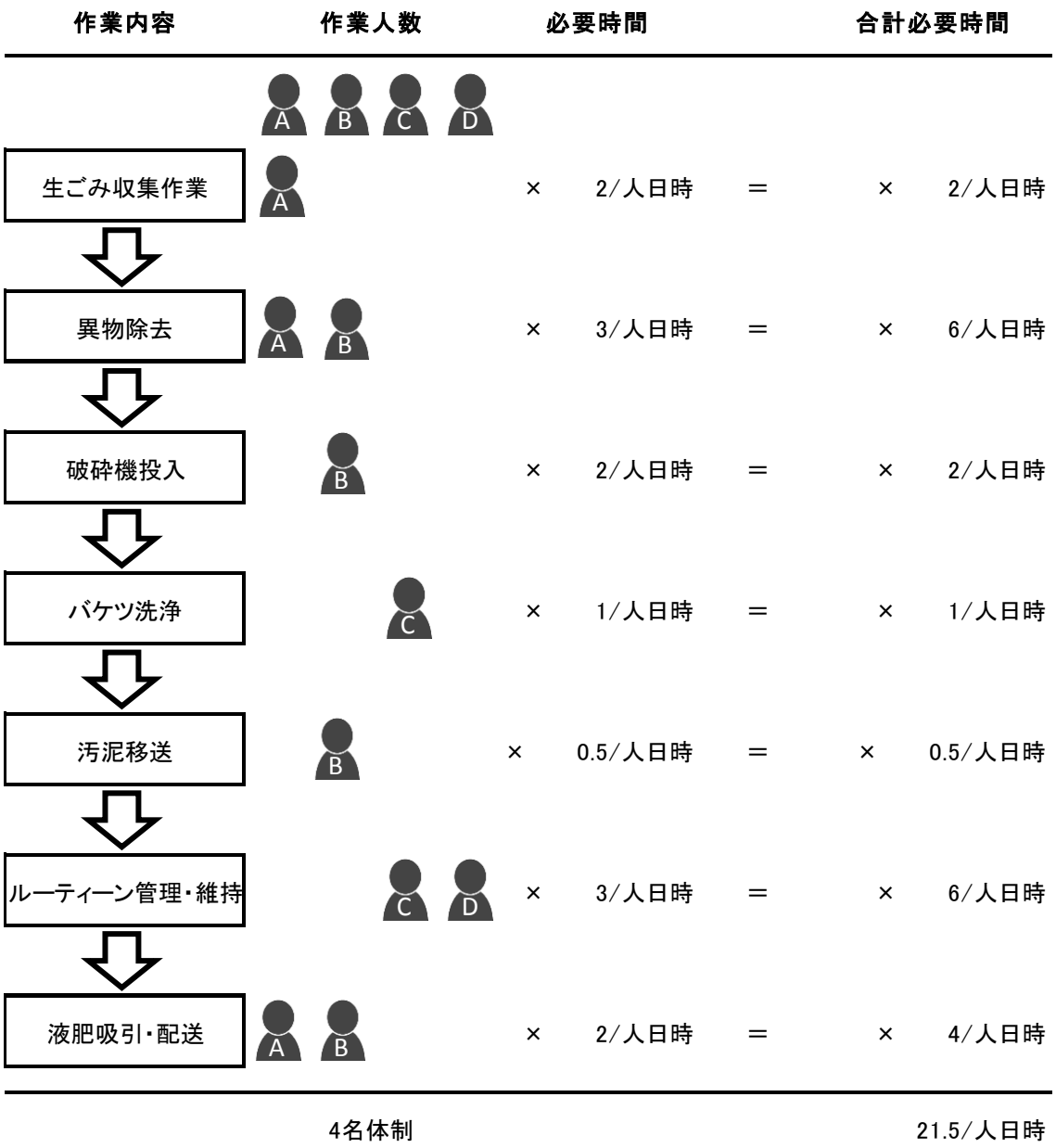


図 2-9　バイオガス事業のオペレーション作業人工

（出所）JICA 調査団にて作成

またバイオガス事業を運営していくために必要な車両は図 2-10 となる。生ごみを分別回収する際は、バケツ回収とプラスチック袋による回収の 2 パターンが想定されるが、袋回収はプラスチックごみの増加に寄与することからバケツ回収を想定している。そのためバケツ運搬用トラックが必要となる。

液肥の運搬はバキューム車により散布先の農場に運搬する。汚泥を回収・運搬する場合もバキューム車を利用するが、汚泥と液肥運搬を同一車両で行うことは液肥に汚泥成分が混入してしまうことになるので、用途に応じで 2 台用意する必要がある。本事業において汚泥は回収者の既存車両にて持ち込むことを想定しているため、プラント運営側で必要となるバキューム車は液肥運搬用の 1 台となる。

回収してきた原料はプラント側に一時的にストックする。生ごみはストックヤードスペースにてパレット上に保管し、汚泥は貯留専用タンクを用意しストックする。生ごみはプラント投入前処理として異物除去が必要となるため、作業場所までバケツを運搬するためのフォークリフトが必要となる。汚泥の投入はポンプにて移送させるため車両は必要ない。

車輌名		用途	台数
	トラック	生ごみ回収用	1
	バキュームトラック	液肥の運搬・補充用	1
	フォークリフト	生ごみバケツの前処理作業・投入時運搬	1

図 2-10　バイオガスプラント運用に必要となる車両
（出所）JICA 調査団にて作成

設置候補であるリサイクルセンターと新下水処理場を管轄する PPUC の現時点でのオペレーション体制を評価してみると表 2-11 のとおりとなる。どちらも従業員体制、保有車輌において一定の条件が揃っていることに加え、複雑なプラントを管理運営してきている実績もあることから、従業員のエンジニアリングスキルも高く、設置場所とその後の運用において適していることが確認できた。

表 2-11　設置候補先におけるオペレーション能力の評価

候補先	従業員数	トラック 保有有無	バキューム車 保有有無	フォークリスト 保有有無
リサイクルセンター （コロール州）	79 名	○	○	○
PPUC	100 名	○	○	○

（出所）JICA 調査団にて作成

２－３－６　バイオガス利用用途

バイオガス発電量はインプット原料に依存する。表 2-12 に原料毎のバイオガス発生量を整理してみる。これによると有機資源では生ごみを原料とすることで高いバイオガス発生量を見込むことができるが、逆に汚泥のみの原料では十分なバイオガス量を見込むことはできない。バイオガス発生量を得ることを優先的に考えるならば、生ごみを原料化することが重要となる。

バイオガスの用途としては、発電機を導入し、発電した電気を系統接続により設置施設内に電力供給する用途が一般的である。しかしバイオガスプラントも稼働には電力が必要となるため、発電によって得た電気の一部は自家消費される。よってエネルギー利用できる電力量は、総発電量から自家消費分を差し引いた電力量となる。

表 2-12　原料によるバイオガス発生量比較

	バイオガス発生原単位(Nm³/t)	メタン濃度(%)	出　所
食品廃棄物	150	50～60	循環型社会形成推進交付金の交付標準値
ホテル厨芥	175	55～60	バイオガス研究会、京都バイオガス化技術実証プラント実証試験報告書
紙系廃棄物	490	55～60	同上
草木系廃棄物	85	55～60	同上
豚排泄物	19～34	65～75	バイオマス再資源化技術の性能･コスト評価、農工研技法 204、2006 年
乳牛排泄物	15～30	55～60	同上
下水汚泥	12～14	57～63	下水処理場へのバイオマス（生ごみ）受け入れマニュアル、下水道新技術推進機構、2011 年 3 月

（出所）環境省「廃棄物系バイオマス利活用導入マニュアル」

リサイクルセンター：　リサイクルセンター施設内利用
新下水処理場：　下水処理施設、管理施設での利用

参考に新下水処理場とリサイクルセンターでのバイオガス発生量を算出してみる。
原料設定は、新下水処理場は余剰汚泥のみ、リサイクルセンターは食品廃棄物+下水汚泥（0.7ｔ：1.3ｔ）とする。投入量を２ｔとすると下水処理場では 24～28Ｎ㎥であるが、リサイクルセンターでは 120～123Ｎ㎥のバイオガス量となり、エネルギー利用による効果でみると圧倒的にリサイクルセンターでの利用が効果的である。

（下水処理場）　汚泥 2t　12～14（Ｎ㎥/t）×2t　＝　24～28 Ｎ㎥
（リサイクルセンター）混合原料 2t　150N ㎥×0.7t　＋　12～14Ｎ㎥ ×1.3ｔ　＝105Ｎ㎥ ＋ 15.6～18.2Ｎ㎥ ＝120．6～123.2Ｎ㎥

これを概算発電量（Ｎ㎥×1.9kwh/Ｎ㎥）として換算してみると、汚泥２ｔでは 47.5kwh/日、混合原料では 228kwh/日の発電量となる。仮にプラント稼働に必要な消費電力を 150kwh/日とすると、新下

水処理場では電力収支がマイナスとなり、プラント稼働のためのランニングコストが必要となる。混合原料を使うリサイクルセンターでも得られる電力は魅力的な数値とはならない。このことから新下水処理場では、エネルギー算出を目的とするのではなく、余剰汚泥減量化のためベルトプレス脱水工程に係るランニングコストを一部バイオガスが担うことで、施設全体でどれだけのコスト削減効果となるのかが決め手となる。

また、リサイクルセンターでは、発電せずガラス工房炉のグローリーホールの熱源として、バイオガスを使うことを計画している。メタン濃度を高めることで都市ガスに近い品質のガスとなるため、通常使用している LP ガスの代替となれば、年間 12 万ドルの LP ガス購入量の削減となる。

２－３－７　液肥の供給先

バイオガスプラントから副生するメタン発酵消化液（以下、液肥）は、有機質肥料として全量農業利用を目指す。液肥の製造量は、バイオガスプラントへの原料投入量とほぼ同等で、仮に一日 2t の原料を投入すると日量 2 トンの液肥が生産される。液肥の農業利用のため、同国の複数の農業者に液肥の紹介と普及啓発を図った。パラオ国農業局等の協力のもと同国の農業者へアプローチし、液肥の供給先候補として、複数の農業者情報を集め、栽培品目、栽培方法等についてヒアリングし、液肥需要の可能性を調査した。その結果（表 2-13）、複数の農業者（団体）で、液肥に関心を示すところがあったが、各農業者が必要とする液肥の量や使用頻度については、十分な情報は得られていない。よって今後各農業者に対し、液肥の特性及び使い方等を十分に説明した上で、同国における液肥の供給見込み量を定量的に評価する予定である。

液肥はアミタ（株）の南三陸 BIO で製造した製品をパラオ現地に持ち込んだ。当該液肥は日本では一般的に利用されている農業用資材であり、農林水産省により肥料として認められている（肥料取締法第 7 条の規定に基づき登録済）。

一方で産業としての農業が定着していない同国で、液肥の全量利用が困難なことも想定し、液肥の多面的利用手段として、資源作物への液肥施用も検討した（後述）。

表 2-13　パラオ国内の農業者（団体）と液肥供給可能性

農業団体名	主な栽培品目	施肥方法	結果
台湾 Technical Mission	・果樹 ・タロイモ	化成肥料（15：15：15） 堆肥使用	液肥の供給可能性あり
オイスカパラオ	・葉物野菜	ボカシ＋有機肥料	液肥の供給可能性あり
Palau Organic Farm	・ノニ ・タロイモ	有機栽培	
農業開発株式会社	・ノニ ・タロイモ	有機栽培	
さくらファーム	・果樹 ・葉物野菜	一部生ごみ堆肥	液肥の供給可能性あり
MJ Mart	・タロイモ ・葉物野菜	豚糞尿＋農作物残差の堆肥使用	液肥の供給可能性あり
Palau Community	・タロイモ	鶏糞＋豚糞の堆肥	

Colledge	・葉物野菜 ・果樹		
Katey's　Healing Garden	・葉物野菜 ・根菜類	有機栽培	液肥の供給可能性あり
個人農家 A	・葉物野菜	有機栽培	液肥の供給可能性あり

（出所）JICA 調査団作成資料

試験で使用した南三陸液肥

表 2-14　南三陸液肥の成分値

項目	成分値
窒素全量	0.2%
（内アンモニウム性窒素）	0.1%
りん酸全量	0.16%
カリ全量	0.05%

（出所）南三陸液肥分析結果報告書

［液肥試験］

パラオでの液肥の効果を確かめるために、現地農業団体（オイスカパラオ）の協力のもと、当該液肥を使った農作物の栽培試験を行った。

液肥普及については肥効データが示せない限り農家としては使用検討が難しいことが想定されるため、まずは調査団自らが液肥の試験栽培を実施し、データを収集した。

液肥試験はオイスカパラオの圃場で慣行栽培（ボカシ＋有機肥料等を用いたオイスカ方式）と、液肥栽培との比較を行い、液肥の効果を確認した。対象作物は同国内で一般的に販売されている葉物野菜のパクチョイ、レタスと、主食とされているタロイモ、キャッサバの 4 品目とした。

パクチョイ　レタス　タロイモ　キャッサバ

図 2-11　試験対象作物

［試験方法］

パクチョイとレタスはオイスカパラオで独自に調整したボカシと有機質肥料を用いた従来手法（慣行法）に対し、液肥栽培での生育状況を確認した。具体的には苗定植、及び施肥直後からの生育　状況を観察し、最終的に収量を計測し、各栽培での生育状況等を比較した。

タロイモとキャッサバはパラオでは一般的に施肥を行わないが、液肥を施用した場合の生育に及ぼす効果を成育状況の観察と、収量計測から比較した。

パクチョイ、レタスに施用する液肥の肥料設計は、日本国内における一般的な葉菜類の施肥基準を参考に、1 反（10 a ＝1,000 ㎡）当り 20kg の窒素量を基準とした。すなわち上記の基準値を今回の液肥試験区の面積（1.5 ㎡）に換算し、各液肥試験区には 30g の窒素を施用する必要があることから、液肥（窒素含有率 0.2%）を 1 試験区当り、約 14kg（14L）施用した。

タロイモとキャッサバについては、日本国内での施肥基準が存在しないことから、一般的な根菜類の平均的な基準値を参考に、1 反当り 10kg の窒素量を基準に液肥を施用した。

［試験時期］

パクチョイ：2017 年 11 月 8 日～12 月 5 日
レタス　　：2017 年 11 月 10 日～12 月 5 日
タロイモ　：2017 年 11 月 8 日～2018 年 4 月 10 日
キャッサバ：2017 年 11 月 7 日～2018 年 4 月 10 日

［試験結果］

パクチョイ：

慣行栽培と比較し液肥栽培の生育がより顕著だった。味は慣行栽培の方は若干渋みが感じられたが、液肥栽培の方は甘みもあり美味しく感じられた。

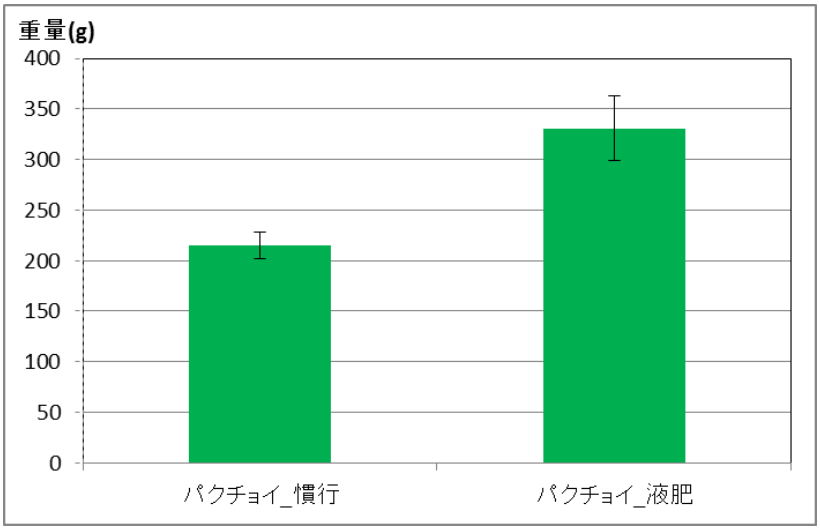


図 2-12　慣行栽培と液肥栽培の収量比較（平均重量/株）
（出所）JICA 調査団にて作成

収穫直前の生育状況（左：慣行栽培／右：液肥栽培）＜2017 年 12 月 1 日撮影＞

レタス　：

慣行栽培と比較し液肥栽培の生育がより顕著だった。味は慣行栽培と液肥栽培では差異が感じられなかった。

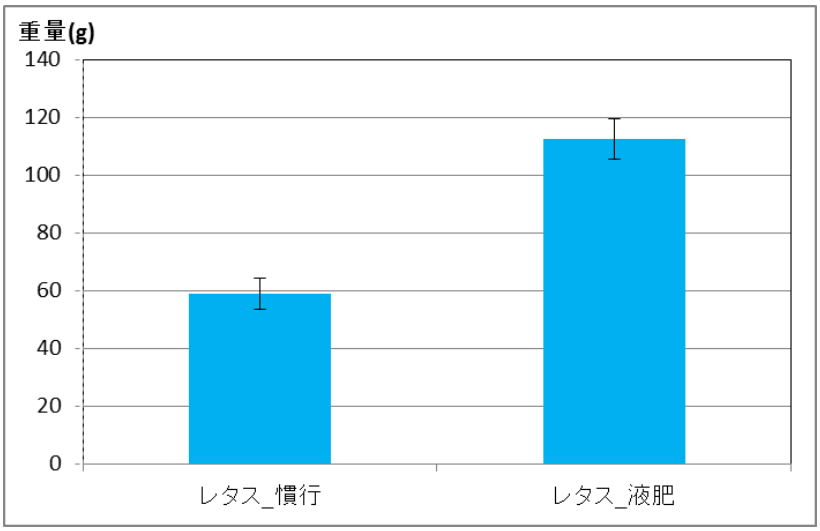


図 2-13　慣行栽培と液肥栽培の収量比較（平均重量/株）

（出所）JICA 調査団にて作成

収穫直前の生育状況（左：慣行栽培／右：液肥栽培）＜2017 年 12 月 1 日撮影＞

タロイモ：

栽培初期は慣行と液肥の各栽培において地上部の生育状況は若干液肥栽培の方で顕著だったが、収穫時期を迎えた 2018 年 4 月には生育に差異は見られなかった。根茎を収穫すると、液肥栽培の方が慣行栽培よりも若干収量が多いという結果だった。このことからタロイモ栽培に液肥はあまり有効ではない可能性が考えられたため、今後液肥を用いた効果的な栽培方法の検討が必要である。

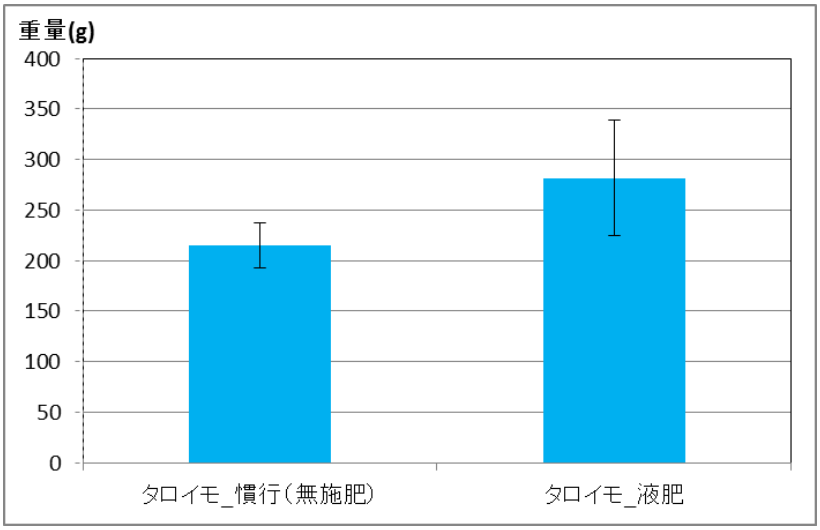


図 2-14　慣行栽培と液肥栽培の収量比較（平均重量/株）
（出所）JICA 調査団にて作成

栽培初期の生育状況（左：慣行栽培／右：液肥栽培）＜2018 年 1 月 12 日撮影＞

収穫直前の生育状況（左：液肥栽培／右：慣行栽培）＜2018 年 4 月 10 日撮影＞

キャッサバ：

栽培初期は慣行と液肥の各栽培において地上部の生育状況に差異は確認されなかったが、収穫時期を迎えた 2018 年 4 月には慣行栽培で生育がより顕著となった。根茎を収穫すると、液肥栽培よりも慣行栽培の方が収量が多いという結果だった。このことからキャッサバの栽培に液肥は不適である可能性が考えらえたため、今後液肥を用いた栽培方法の再検討が必要である。

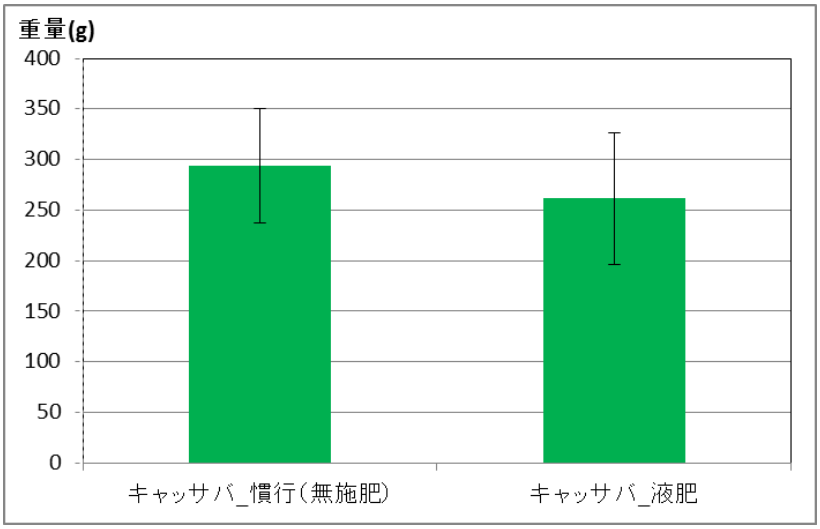


図 2-15　慣行栽培と液肥栽培の収量比較（平均重量/株）
（出所）JICA 調査団にて作成

栽培初期の生育状況（左：慣行栽培／右：液肥栽培）＜2018 年 1 月 12 日撮影＞

収穫直前の生育状況（左：慣行栽培／右：液肥栽培）＜2018 年 4 月 10 日撮影＞

［液肥試験の考察］

今回葉物野菜のパクチョイ、レタス、及び根菜のタロイモ、キャッサバについて、液肥での試験栽培を行った結果は上述の通り、葉物野菜については非常に効果的だったが、根菜についてはあまり効果が確認できなかった。その理由について以下に考察を述べる。

オイスカパラオにおける葉物野菜の栽培は、育苗施設でポット苗を育成し、これを圃場に定植し、そこにボカシと有機質肥料を施用し生育させる方法である。今回ボカシと有機質肥料の代替として、液肥を施用したときの効果を明らかとしたが、従来のボカシ＋有機質肥料よりも液肥で生育がより顕著となったのは、ポット苗の特性に起因することが考えられる。すなわちポット苗の培地は良質な土壌で、物理的に保水性が高く、圃場への定植直後に施用した液肥を十分に吸収することで、液肥の肥料成分が流亡せず、根圏に一定期間保持され植物に効率的に吸収された結果、良好な生育を示したことが推察された。なお液肥は散布後、比較的早いタイミングでアンモニア態窒素として揮発したり、硝酸態窒素として土壌から流亡することが考えられるが、ポット苗定植栽培では育成期間が苗定植から 2～3 週間と短いことから、即効性の肥料である当該液肥中の窒素成分が揮発、流亡する前に速やかに植物に吸収されたことが考えられた。よってポット苗定植による葉物野菜と液肥の相性は良く、同国内で同様にポット苗定植による野菜の栽培現場に即普及を図ることが可能であると考えられた。

一方根菜のタロイモとキャッサバについては、一般に同国内では無施肥で栽培されており、それでも十分に生育していることから、液肥施用により更に生育が促進することを期待していたが、今回の試験結果からはその効果は確認できなかった。その理由として液肥中の肥料成分が作物に十分に吸収されずに流亡したことが推察された。すなわちパラオの粘土質土壌の性質上、液肥は当該土壌に十分に吸収されずに、雨の影響等で土壌表面（表土）から多くの肥料成分が、作物に吸収される前に流亡したことが考えられる。ポット苗栽培ではポット内の培地が肥料成分の吸収・保持機能を果たしていたが、根菜ではそのまま種芋（種苗）を圃場に移植することから、移植された土壌条件に根圏の環境が影響されるため、保水性（養分蓄積性）がきわめて低い粘土質土壌に液肥を施用

しても、植物に吸収されずに肥効が失われたことが考えられた。また即効性の液肥は栽培期間が短い作物には適しているが、根菜の栽培期間は5～6か月と葉物野菜と比べて長いことから、仮に生育初期には効果があっても生育中後期や収穫直前になると、ほとんどの肥効が失われている可能性が考えられる。しかしながら仮に液肥中の肥料成分の大部分が土壌から流亡したとしても、キャッサバでは慣行の無施肥栽培より液肥栽培の方が生育が芳しくなかったことは、液肥との相性、すなわち液肥中の何らかの成分が当該作物の生育を阻害している可能性も考えられるため、この辺りの検証も今後必要であると考えられた。

資源作物の検討

パラオは農業振興が遅れており農業者数も少ないことから、バイオガスプラントで生産する液肥を早期に全量農業利用できない懸念がある。その対策としてバイオガス原料、堆肥原料、更に家畜飼料、敷料等として、広く利用可能性が期待できる資源作物を液肥を使って栽培することで、液肥供給先の見込みが立たなかった際のリスク対策を検討し、液肥による資源作物の栽培と、収穫した当該作物の利用/運用に向けた調査/検討を実施した。

資源作物は栽培が容易でパラオの気象・土壌条件に適応し、バイオマス生産性が高く、液肥中の栄養塩類を効率的に吸収することで、液肥利用の際、環境負荷リスクが少ないという条件を満たし、且つ既往研究や実運用の面で、上述したバイオガス原料、堆肥原料、家畜飼料、敷料等への利用可能性が見込まれるイネ科のネピアグラス（*Pennisetum purpureum cv. Pakchong1*）を選定した。

ネピアグラスは資源作物として一般に広く知られているトウモロコシ（Maize）と比較しても、バイオマス生産性がきわめて高く（表2-14)、タイではバイオガスの主原料として、またフィリピンでは牛の餌として広く利用されている。

表2-14　ネピアグラスとトウモロコシのバイオマス生産量比較

項目	ネピアグラス @ 45 days[1]	ネピアグラス @ 60 days[1]	トウモロコシ(whole crop)[2]
農作物1haあたりの収量	36 - 60	55 - 100	9-30
収穫回数/年	8	5	1
フレッシュな収量トン / ha/ 年	288 - 480	275 - 500	9 - 30
% DM (% VS)	15 (13.5)	18 (15.0)	30 - 35
メタン収量m3 /トン VS	190 - 270	170 - 220	387 - 618
メタン収量m3 /ha /年	7,387 - 17,496	7,012 - 16,500	3,573 - 18,540

1 ERDI lab result, 2012
2 Rudolf BRAUN, IEA Bioenergy, 2011

（出所）タイチェンマイ大学試験結果2012）

ネピアグラス農地と試験栽培

資源作物を栽培するための農地は、パラオ天然資源環境省・農業局から既に候補地の提案を受けている。当該候補地は10年以上耕作が放棄されている土地で、雑草や低灌木が繁茂しているが、過去に農業利用されていたこともあり、比較的起伏は緩やかで、資源作物栽培のための農地開発が可能な土地条件である（図2-16)。

調査期間中は当該土地に接する道路が工事中でトラクター等の進入が困難だったため、オイスカパラオ内にある同条件（耕作放棄地）の農地を活用し、資源作物ネピアグラスの栽培試験を実施した。

なお当該試験の目的は以下の 3 つである。すなわち（ｉ）耕作放棄地を開拓した農地で、ネピアグラスが十分に生育することの実証、及び（ⅱ）次のステージ（普及実証事業）で必要となるネピアグラス種苗の育成/増殖/確保、並びに（ⅲ）窒素をベースとした施肥強度の違いによる、ネピアグラスの生育評価を行い、液肥を用いたネピアグラス生産における、適切な液肥施用法（液肥利用量）を確認することである。

ネピアグラスの肥料設計は、既往研究で有効とされる施肥量を参考に、1 反（10 a ＝1,000 ㎡）当り 100kg、1 株当りの栽培密度を 1 ㎡として、1 株当り 100g の窒素施用を基準とした。試験にはパラオ現地で調達した化成肥料（窒素（N）・リン酸（P）・カリウム（K）＝15%・15%・15%）を用いた。当該肥料の窒素含有率は 15%であることから、1 株当りの肥料施用量は約 667g であり、この数量を基準に、定植したネピアグラス苗の生育過程に合わせ肥料を適宜施用した。なお試験区は全 3 区画で、無施肥区、弱施肥区（11 月→50g/株、12 月→100g/株、翌 1 月→200g/株の計 350g/株）、強施肥区（11 月→150g/株、12 月→300g/株、翌 1 月→600g/株の計 1,050g/株）とし適宜上記の肥料を施用した。ネピアグラスの生育状況を、図 2-17～19 に示す。

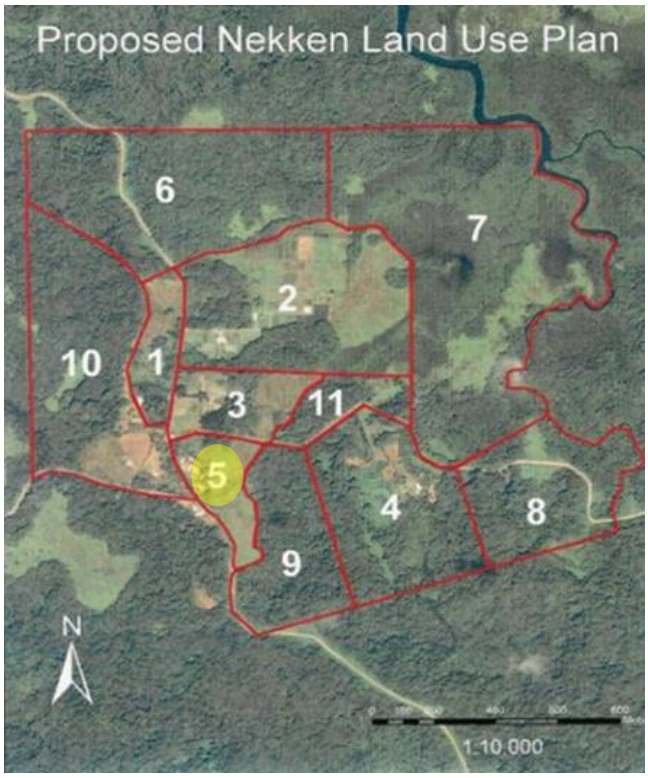


図 2-16　Nekken エリアの資源作物（ネピアグラス）圃場候補地（No. 5）
（出所）農業局（BoA）

ネピアグラス農地開発（除草）

ネピアグラス農地開発（整地）

ネピアグラス農地開発（耕起）

試験圃場全景

図 2-17　試験圃場経過観察 1 ＜2017 年 11 月 25 日撮影＞

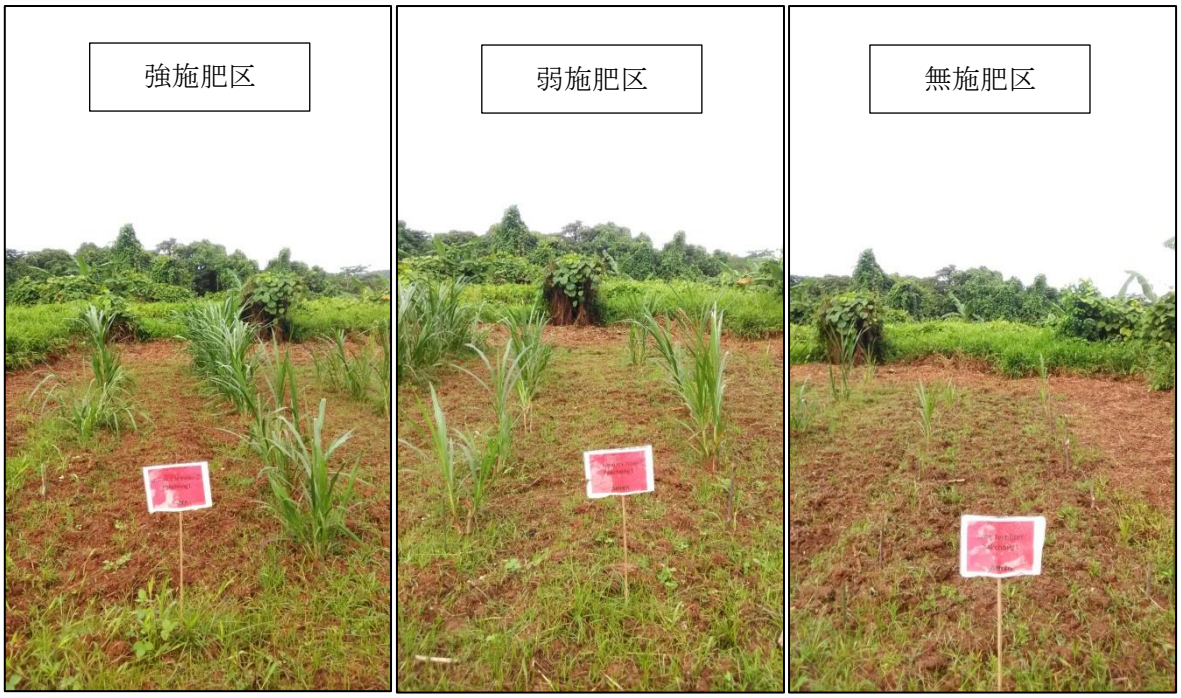


図 2-18　試験圃場経過観察 2　＜2018 年 1 月 12 日撮影＞

図 2-19　試験圃場経過観察 3　＜2018 年 4 月 4 日撮影＞

ネピアグラスの利用可能性調査

当初の計画でネピアグラスはバイオガス原料にすることを想定していた。しかしながらネピアグラスをバイオガス化するためには、前処理で十分に細かく破砕し、且つプラントの閉塞が起こらないよう設備上の高度な運用が要求される。よってネピアグラスの前処理設備（破砕・可溶化等）の仕様を検討した結果、導入コスト、維持コストがきわめて高いことが判明した。またパラオ国内の関係者から、液肥は同国の農業振興（食糧自給率向上）を目的に、なるべく農業利用して欲しいという要望もあり、ネピアグラスをバイオガスの原料に利用することから、農業利用する方針で再検討することとした。なお上述の通り、液肥でのネピアグラス栽培は、同国での液肥の農業利用が普及する前に、液肥の利用用途が見出せない場合のリスクヘッジとしてきわめて重要である。よって液肥で栽培したネピアグラスの農業利用可能性と最適な運用を検討した。

ネピアグラスは豊富なたんぱく質（窒素分）と繊維質（炭素分）を含むため、堆肥原料として有効利用できる可能性がある。同国のコロール州リサイクルセンターでは、2009 年より一定量の剪定枝・生ごみ・紙くずを受け入れ、これらを堆肥化し販売している。生ごみをバイオガス原料とするのであれば、(生ごみの窒素分) 代替として、ネピアグラスを堆肥原料にすることが可能であると考えられる。よってリサイクルセンターの堆肥にネピアグラスを一定量混合することで、従来堆肥と比較し品質の向上と数量の増加が見込めないか、今後確認する予定である。

ちなみにネピアグラスは単体でも堆肥化が可能であると考えられる。実際に Palau Organic Farm を運営する株式会社モアーク（本社茨城県つくば市）では、日本国内で河川敷の雑草を主原料とした“草堆肥”を独自に製造し、本堆肥だけを用いて自社農場できわめて品質の高い有機野菜を生産している。一般的な雑草と比較し、生産性が高く、タンパク質・繊維質が多いネピアグラスの堆肥を製造すれば、パラオでも当該草堆肥を用いた有機農業が可能であると考えられる。よって今後モアーク社の知見をもとに、ネピアグラスの堆肥化を検討する予定である。なおリサイクルセンターでの堆肥製造時、既存原料の生ごみ代替としてネピアグラスの利用が可能となれば、バイオガス原料として有望な生ごみ

を、より多く確保することができるというメリットもある。

合わせてパラオの畜産振興の側面から、養豚飼料としての利用可能性を検討した。乳酸発酵処理したネピアグラスを粗飼料として豚に給餌したところ、食い付きは芳しくなく嗜好性は低かった。またネピアグラスを生ごみ残渣（野菜くず）と混ぜて給餌してみたが、同様に食い付きはあまり芳しくなかった。給餌方法や他飼料とのブレンドパターンを試すことで、ネピアグラスの飼料化の可能性は残るが、今回の調査結果からはネピアグラスは養豚飼料には不向きであると考えられた。

また養豚場では衛生管理上、床に藁やおが屑等を敷いて（敷料）、ふん尿を吸着させ系外に排出し、これを堆肥化するのが一般的である。一部パラオの養豚場では刈り草を敷料として利用しており、当該養豚場を視察した際、草の絶対量が全く足りないとのことだった。よってネピアグラスを養豚場での敷料に利用できる可能性があるが、同国では多くの養豚場がコンクリート床を設置し、床のふん尿を適宜水で洗い流し、セプティックタンクで処理している。よって敷料としてのネピアグラスのニーズは低いと考えられた。

豚へのネピアグラス（サイレージ）給餌の様子

２－３－８　液肥の運搬・散布・利用

農業者の圃場

図 2-20 の通り、液肥はバイオガスプラント敷地内に貯留タンクを設け、そこから供給先のニーズに応じて、各農業者の農地に設置した立米容器にバキュームカーで移送・補充し、農業者はそこから必要量の液肥を自ら農地に散布する運用を想定する。なお農業者によっては必要に応じて適宜バイオガスプラントに液肥を取りに来てもらうケースも想定する（リサイクルセンターの堆肥販売形態と同様）。

液肥散布については、日本では農地と農道が整備されていることから、専用の車輌で直接圃場に侵入し散布を行うが、パラオでは農道の整備がされておらず、農地も村落内やブッシュ内を開拓しているケースが多いため、このような専用車両を利用することは現実的ではない。よって液肥は農業者自ら立米容器から圃場まで持ち運び、人力で散布する必要がある。

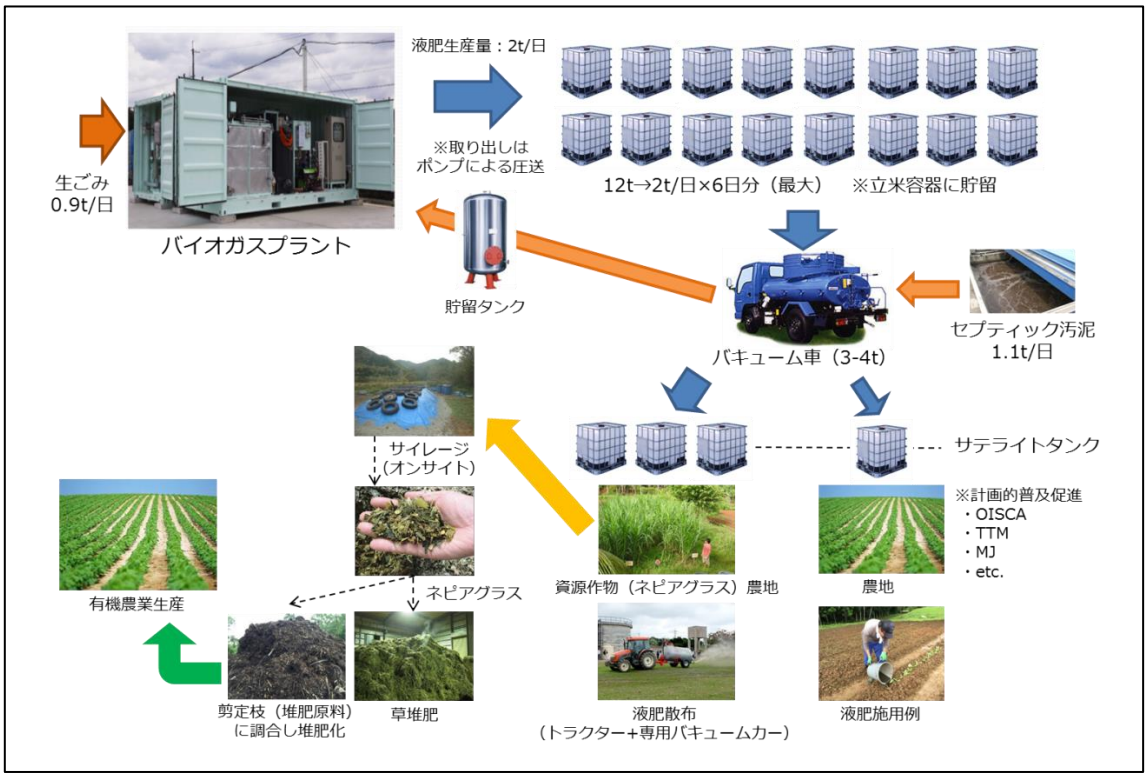


図 2-20　液肥の運用イメージ
（出所）JICA 調査団にて作成

一般的な立米容器

専用車両による液肥散布イメージ

農業者による液肥散布

エンジンポンプによる液肥散布

ネピアグラス圃場

液肥はバイオガスプラント敷地内に貯留タンクを設け、そこから適宜ネピアグラス圃場に併設した貯留タンクにバキュームカーで移送・補充し、さらにそこから専用車輌を用いてネピアグラス圃場に散布する計画である。

ネピアグラスに液肥を散布する目的は、当初計画のネピアグラスをバイオガスの原料にするために液肥で当該作物の生育を促進すること以外に、液肥利用先を確保することにある。すなわち液肥が同国内で農業利用できる可能性はこれまでの調査から一定明らかとなったが、バイオガスプラントで製造する液肥全量を農業利用できる確度はまだ低いと考えられる。液肥はこれまで同国で商業的に使われたことが無いため、農業者への普及啓発にはそれなりに時間を要することが想定される。またパラオの土壌は粘土質といった農業生産に不向きな土質のため、そのような土壌条件の農地に液肥を散布すると、液肥が土壌に吸収されずに表土から流亡し、特に強雨の際は、肥料成分の流亡による負の環境影響が懸念される。よって液肥を効果的に利用するためには、対象とする農地の土壌改良を促進し、液肥の流亡リスクが低下した状態になってから、施用する必要があると考えられる。

液肥供給先の開拓と、土壌改良の点から液肥の利用方法の確立を図ることを前提とすると、液肥の全量利用は一定の時間を要する可能性があるため、その間バイオガスプラントで生産する液肥の受け皿として、ネピアグラス圃場の存在は重要である。すなわちネピアグラスは栄養塩の吸収能量が高く成長速度がきわめて速いイネ科植物のため、施用した液肥中の肥料成分を速やかに吸収・同化し、液肥散布による環境負荷リスクを最小限に抑えることが可能である。よってネピアグラスの栽培は、堆肥の原料生産と合わせ、液肥の受け皿としても有効である。

２－４　開発課題解決貢献可能性

２－４－１　廃棄物処理における貢献可能性

パラオの廃棄物発生量を１日 34t と仮定すると、2-3 で計算した通り埋立処分されている生ごみは 4～5ｔ/日が生ごみとなる。事業系生ごみは畜産飼料としてそのほとんどが活用されている現状から、一般家庭から排出される生ごみ量であると推測される。よって当製品のシステム導入・展開により、家庭系生ごみを資源化していくことで、埋立廃棄物量を年間 1500t 以上削減することが可能となる。また新下水処理場からは日量 255 kgの脱水ケーキが発生することになっているが、これは最終処分場に埋め立てとなる廃棄物である。これを対象原料として設定することで処分場の残余年数増加に寄与することも期待できる。

コロール州廃棄物管理部リサイクルセンターに本機が導入されることで、生産できるバイオガスは施設内の廃ガラス工房で利用されることになり、通常利用するプロパンガスの代替エネルギーとして活用することで施設の光熱費削減に貢献することができる。また廃ガラス工房の事業価値向上にも繋がることから、観光商品として魅力度が増し、観光客の集客増加に貢献する効果も期待できる。

２－４－２　環境保全における課題

サンゴ礁等の環境保全の面で、パラオでは環境に負担をかけない農業の仕組み作りが求められているため、メタン発酵消化液を液肥として化成肥料の代替とし、作物栽培に利用していくことで、環境保全型の有機農業を普及させていくことが可能となる。また、パラオは農業に不向きな粘土質の土壌が主であるため、環境保全型の農業を促進し、食糧自給率を向上させるためには、農地の土壌改良が必要となる。これには液肥の利用が有効と考えられる。

バイオガスプラントによる有機廃棄物の処理量増加にともない、液肥の生産量増加が見込まれるため、農作物の有機栽培と土壌改良に関する技術と知見を蓄積することで、同国の農業振興（食糧自給率の向上）に寄与することが期待できる。また、同国では現在教育カリキュラムの中に農業に関するプログラムが含まれていないことから、子ども達の農業知識の欠如と農業にに触れる機会が少ない状況である。本事業は同国での資源循環の取り組みを振興していくことから、有機農業について学校教育の場でも啓発活動を進め、将来同国にとって重要となる循環型農業の理解を深めることができる。

■　液肥と堆肥を用いた太陽熱処理による土壌改良計画

パラオの農地は基本的に粘土質のため、土壌の物理的・化学的・生物的条件が悪い。よって、同国で真の農業振興を図る上で、農地の土壌改良”が重要であり、液肥を用いることで効果的に土壌改良を行うことが可能であると考えられる。

一般的に土壌殺菌と雑草抑制の手法として普及する太陽熱処理は、土壌の団粒化を促進すること、すなわち土壌改良の効果が近年明らかとなっており、日本国内の有機農業生産者の中でも普及が進んでいる技術である。本技術は農地に有機物を投入し、更に土壌中への太陽熱伝導率を上げる目的で潅水をし、ビニールシートで農地の表面を覆い、太陽熱で土壌を高温処理するという手法であり、一年を通して強い太陽光が降り注ぐ同国においては導入が容易な技術といえる。

太陽熱処理には炭素分を多く含む有機物（剪定枝、堆肥等）、太陽熱、窒素、及び一定量の水（潅水）が必要とされるが、液肥は農地への窒素分と水分の補給を同時に行うことが可能である。

太陽熱処理によって土壌改良が完了した農地は、雑草や病害虫による被害を抑制し、過剰な肥料と農薬を必要としないことから、富栄養化や化学物質の流亡による環境負荷を抑え、持続可能な農作開発が可能となる（図 2-21）。

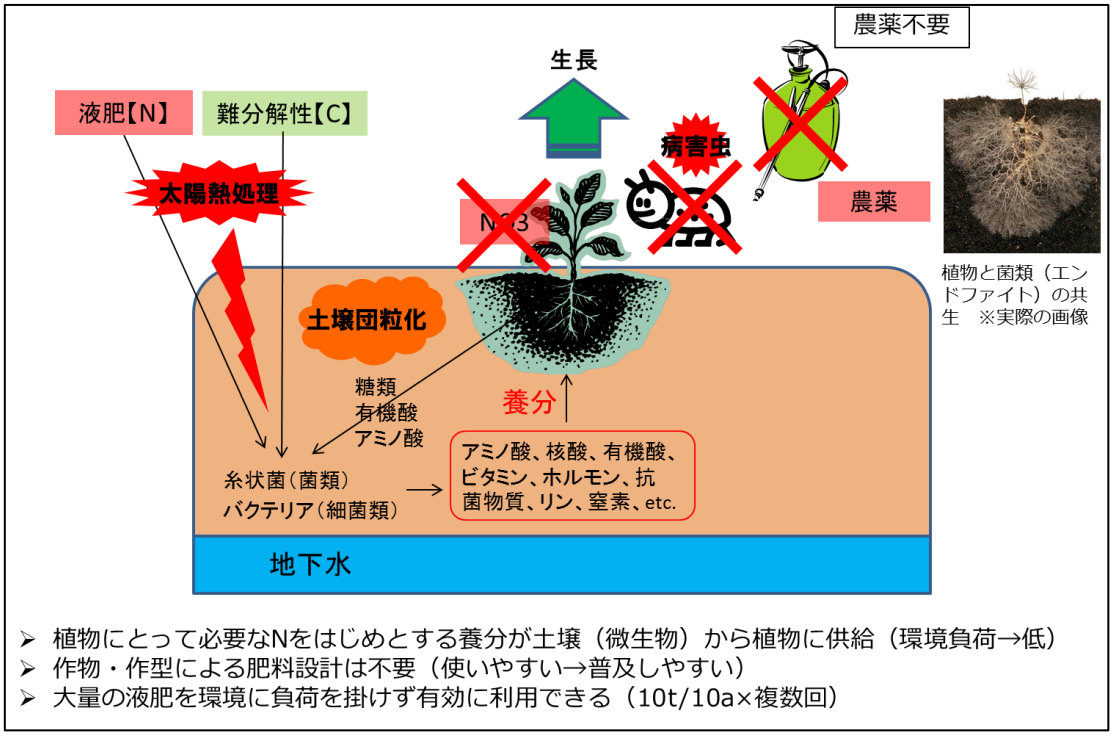


図 2-21　液肥と堆肥を用いた太陽熱処理による土壌改良効果（イメージ）

（出所）JICA 調査団にて作成

第３章　ODA 案件化

３－１　ODA 案件化概要

３－１－１　概要

本調査後の ODA 案件として普及・実証事業を計画しており、バイオガス設備のオペレーションを実証し、現地での稼働実績をもって国内展開活動を進める。カウンターパート機関はコロール州廃棄物管理事務所リサイクルセンターを選定している。その理由として事業継続に必要な予算がある、必要人員が確保で機材管理のスキルがある、多様な廃棄物を扱っている、プラントを設置するスペースがある、産業創出目的にエネルギー利用を検討していることを選定要因とした。またリサイクルセンターの視点では、バイオガスによるエネルギーを LP ガスの代替として利用することで、センター全体としてランニングコスト削減に寄与できる可能性がある。このことからバイオガスプラントの必要性を認めてもらっており、コロール州ならびにリサイクルセンターからは普及実証事業でカウンターパート協力することの了解を得ており、実証場所の利用についても許可も得ている。

対象地域：　パラオ国コロール州　（提案製品実証、生ごみの分別・収集）
　　バベルダオブ島　（メタン発酵消化液の農業利用、汚泥の分別・回収）

製品の設置場所：　コロール州廃棄物管理事務所リサイクルセンター

設置場所の概要：　リサイクルセンターはコロール州内の M-dock に立地している。M-dock には埋立最終処分場があり周囲に住民は居住していない。M-dock へはメイン道路からもアクセスが用意で、廃棄物運搬の必要上、道路は整備されている。リサイクルセンターでは廃プラスチック油化装置、堆肥化プラント、廃ガラス工房を備えており、廃棄物の回収・資源化を行っている。本プラントにて創出するバイオガスは主に廃ガラス工房の熱源として利活用する計画のため、実機はリサイクルセンターの敷地内に設置し実証を行う。

図 3-1　M-dock の立地場所

３－２　ODA 案件内容

３－２－１　目的・成果・活動

現在計画している普及・実証事業の目的・成果・活動を表 3-1 の通りである。

表 3-1　普及・実証事業の目的・成果・活動

目的：バイオガスプラントによる資源循環システムを実証し、展開候補先へ提案する	
成果	活動
成果 1 小型バイオガスシステム MHS-H の運転実証を行う	1-1　MHS-H の設置 日本から MHS-H を輸送し、設備据付する。
	1-2　MHS-H のオペレーション実証 MHS-H を運転し、有機廃棄物処理からバイオガスのエネルギー利用の実証を行う
	1-3　MHS-H のオペレーション技術の移転 MHS-H の運転・管理方法を C/P 側に技術移転する。
成果 2 原料収集スキームを実証し確立する	2-1 原料回収の実証 生ごみ、汚泥の回収スキームを実証する。
	2-2 家庭系生ごみの分別回収 候補地地域の世帯から生ごみの分別・回収を実証する。
	2-3 生ごみ分別の精度上昇 生ごみ排出元で分別制度を高めるトレーニングを行う。
成果 3 消化液の農地全量利用の運用スキームを確立する	3-1　堆肥と液肥による土壌改良試験 太陽熱養生処理による土壌改良の試験を行う。
	3-2　液肥需要先への液肥運搬実証 各液肥需要先への液肥運搬・配布体制を実証する。
	3-3　液肥の需要先農家の開拓 効果検証した液肥利活用方法を農業団体に提案する。
	3-3　資源作物農地の管理・運営方法の移転 資源作物農地の管理・運営方法を実証する。
成果 4 他州政府、民間企業、農家、学校関係者がバイオガスによる資源循環の意義と可能性を理解する	4-1　バイオガス事業の視察会開催 バイオガスプラントの設置サイト（リサイクルセンター）に展開候補先を招聘し、原料回収、実機オペレーション、エネルギー利用、液肥利用の一連の視察会を実施する。
	4-2　バイオガスによる循環システムの提案 展開候補先に対し、バイオガスによる資源循環の意義と目的についてセミナーを開催する。
成果 5 一般市民がバイオガス事業について理解する	5-1　広報活動による普及啓活動 バイオガス事業の開始に当たり、新聞記事掲載、ラジオ放送、掲示板への告知等を通してバイオガス事業の理促進を図る。

① 小型バイオガスシステム MFS-H の運転実証

MHS-H を日本より輸送し、設置サイトにて据付工事を行い、原料受入からプラント処理、エネルギー利用までの運転実証を行う。普及実証後はリサイクルセンターに実機を無償譲渡し、リサイクルセンターの所掌にて運用維持していく計画である。そのためリサイクルセンタースタッフに実機オペレーションを通して運転管理技術の移転を行い、普及・実証事業後は独自でプラント運転ができる体制を構築する。

② 原料収集スキーム確立

設定原料の生ごみとセプティックタンク汚泥の回収スキームの実証を行う。主には回収ルート、頻度、回収方法、ストック方法の実証となる。生ごみ回収については排出元となるホテルが既に分別回収を実施しているが、廃棄量削減のため新たに家庭系生ごみの回収を実証する。そのため候補地域の住民世帯に対し、生ごみの分別回収について啓発と実証活動を実施し、既存排出先に対しては異物混入の割合を低くし制度を高めていくための啓発とトレーニングを実施する。

③ 消化液の農地全量利用の運用スキームの確立

効果的な液肥利用方法を確立するため、土壌改良効果の高い太陽熱養生処理を実証する。葉物野菜のポット苗定植と共に各液肥需要先農家に提案することで、液肥利用先を開拓し普及を図る。また余剰液肥の散布先として資源作物を栽培するが、その管理・運営方法を実証しカウンターパート側に技術移転を行う。

④ 他州政府、民間企業、農家、学校関係者が資源循環の意義と可能性を理解する

普及・実証期間に他州政府関係者、民間企業、農家、学校関係者を積極的に招待し、セミナーや現場視察を通して、バイオガスプラントによる資源循環システムの理解度を高める。これは他州政府関係者、民間企業に対しては本製品の潜在的な需要喚起を図るためであり、農家には液肥の利用拡大、学校関係者には環境教育目的と液肥栽培した農作物を積極的に給食に使用してもらうことに繋げていく。

⑤ 一般市民がバイオガス事業について理解する

有機系廃棄物からエネルギーと肥料を作り出し、資源循環が可能となるバイオガス事業の意義について記事掲載やポスター、ラジオ放送等を通して広く市民にアピールしていく。これを通じて普及・実証事業期間に一般家庭からの生ごみ回収量の増加と家庭菜園での液肥利用先の拡大につなげていく。

３－２－２　投入

普及・実証事業において日本側とパラオ側カウンターパートの投入内容について、表 3-2 に整理したものを示す。

日本側、は設置プラントの詳細設計、海上輸送、現地据付を行い、現地での試運転を経てプラントオペレーションとメンテナンスについて C/P 側に指導を行う。また消化液（液肥）の運用スキームの確立、生ごみ分別・異物除去のトレーニング、バイオガス事業の普及啓発活動を実施する。そのため必要人材としては、監督エンジニア、据付工事・試運転での電気・配管工、原料回収と液肥運用を実証・確立するコンサルタントを外部人材として想定している。

パラオ側（リサイクルセンター）は、設置場所の利用許可、必要基礎工事、プラント・資源作物農地の運用を補佐する要員の提供、原料の回収と液肥の運搬手段の提供、セミナー会場の提供と参加者募集を実施する。そして普及実証事業後、譲渡された製品を長期に渡り運用していくために、従業員のみで維持管理できるよう技術と知識の習得、人員の確保、管理体制の構築、必要予算の算出と取得を行うことを想定している。

また貯留したバイオガスは発電ではなく、二酸化炭素を除去して純度の高いメタンガスに精製した後、LP ガスの代替として利用することを計画している。ガス精製に必要な機材（PSA 装置）はリサイクルセンターの負担で導入する。

表 3-2　機材の仕様

名　称	小型メタンガス発酵プラント
仕様・サイズ	・型式　　：　MFS-H+（発酵槽30㎥タイプ） ・対象原料：　生ごみ　0.6t/日 　　汚泥　　1.4t/日 ・処理能力：　2㎥/日　（実証事業は発酵槽容量30㎥で行う） ・滞留時間：　15日 ・サイズ　：　長6m、横幅2.5m、高2.6 m（20ftコンテナ×4台）
価格	本事業での機材費総額：　6,000万円 （輸送・据付費含む）
機材の数量	20ftコンテナ×4台（有機廃棄物処理量：約2t/日）

（出所）JICA 調査団にて作成

表 3-3　ヴァイオス社・C/P 側の役割・費用負担の整理

	日本側	パラオ側（リサイクルセンター）
設備据付	・設備を日本より輸送 ・設備を現地港より運搬 ・設備の据え付け ・2 次電源の工事	・設置場所の基礎工事 （コンクリート塗装、屋根設置） ・据付場所の利用許可 ・1 次電源、水道工事
運転・管理	・運転管理技術者の派遣 ・運転管理マニュアルの整備 ・運転管理方法の指導 ・メンテナンス方法の指導	・オペレーション要員の提供 ・公共料金の提供 ・必要車両の準備
原料回収	・生ごみ分別のトレーニング ・夾雑物除去のトレーニング	・必要車両の準備 ・夾雑除去要員の提供 ・汚泥回収者との折衝
液肥運搬・利用	・液肥貯留タンクの提供 ・効率の良い運搬体制の助言 ・液肥運搬車の提供 ・液肥の需要開拓補助	・運搬要員の提供 ・液肥の需要開拓
資源作物農地管理・運営	・運営管理技術者に派遣 ・運営マニュアルの作成 ・資源作物の準備	・運営管理要員の提供 ・農地開拓 ・必要車両の準備
普及啓発・広報活動	・セミナー開催 ・視察会開催 ・広報物の準備	・セミナー会場の提供 ・各種発行物の許可 ・参加者募集
費用負担事項	・海上輸送費 ・プラント設備費 ・現地運搬・据付費	・基礎工事費 ・電気・水道工事費 ・車両費 ・使用電力・水道料金

（出所）JICA 調査団作成

３－２－３　実施体制図

バイオガス設備の輸送・据付後は、PPR ホテルの回収生ごみ、セプティックタンク汚泥回収業者から汚泥の回収を開始し実機の試運転を開始していく。家庭生ごみの回収を想定しているため、実証地区を選定し、説明会やセミナーを通して啓発活動に取り組んでいく。

メタン発酵消化液は液肥として農業団体に提供し、農作物の栽培に利用してもらう。液肥の普及活動は農業局の協力を得て連携し実施していく計画である。また液肥栽培した野菜は地元産のオーガニック野菜として学校給食や病院食に積極的に採用してもらうよう教育省に提案を検討している。

上下水道電力公社や他州政府機関、また他国からの視察者を積極的に招待し、バイオガスプラントの稼働状況を実見してもらうことを通して、地域資源循環の意義と必要性をアピールし潜在的な実機展開先のプロモーションを行っていく。

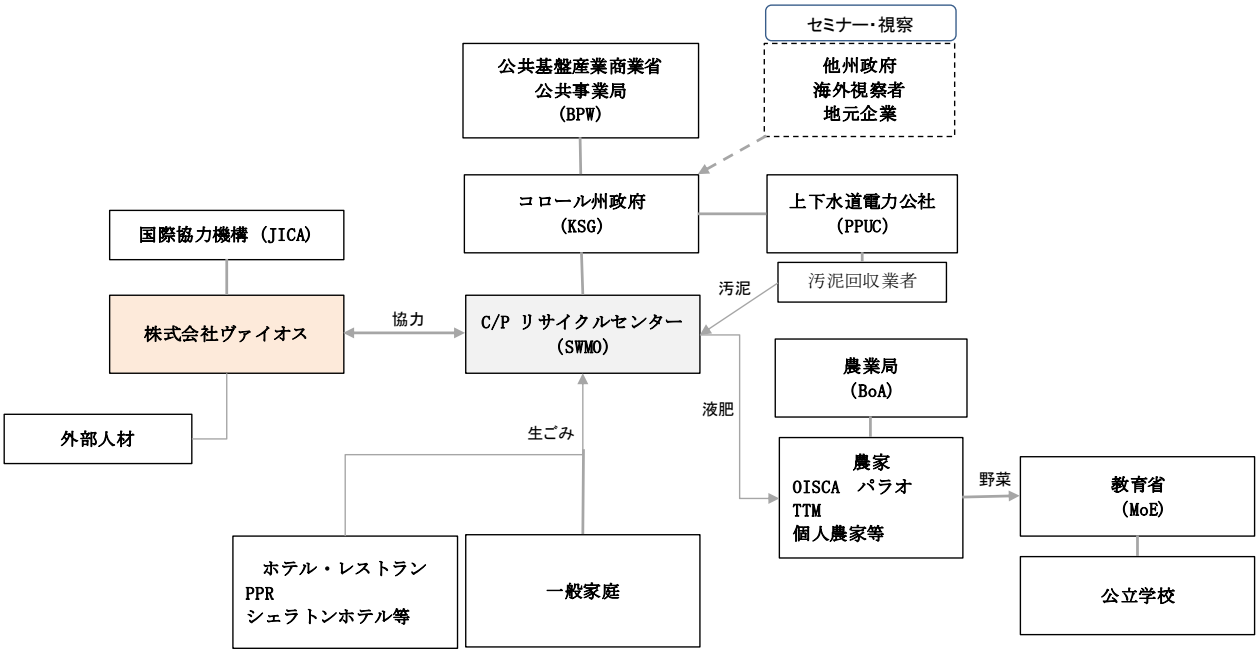


図 3-2　実施体制図

（出所）JICA 調査団にて作成

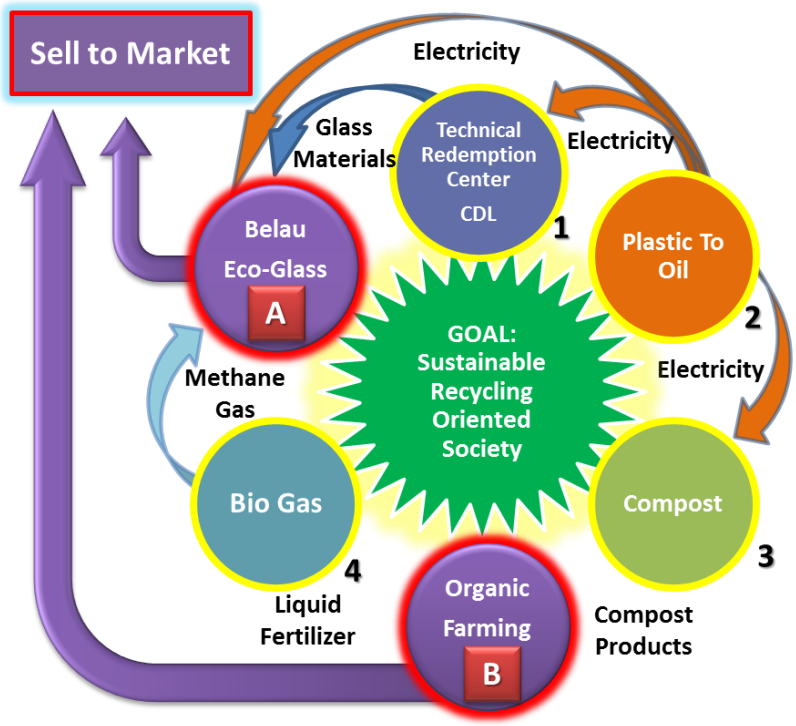


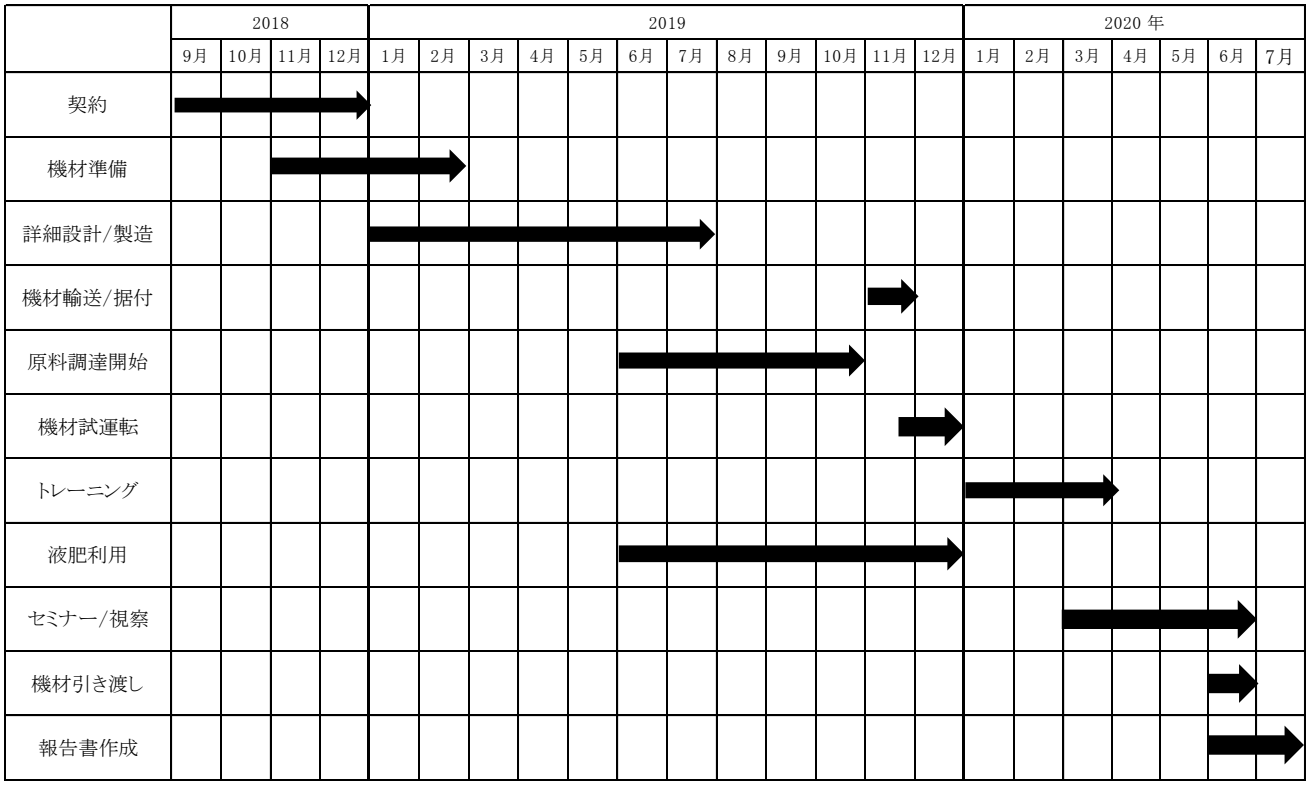
図 3-3　コロール州リサイクルセンターの事業構想図

（出所）KosorState Government SWM overview 2018

３－２－４　活動計画・作業工程

普及・実証の作業工程表を表 3-4 に示す。最短では 2019 年より開始することを想定しており、プラントの詳細設計、機材の国内製造、約半年、輸送・据付と試運転に 2 か月、オペレーション指導・技術移転に 3 か月を予定している。オペレーションが安定した段階で普及活動による視察会やセミナーを実施し、広く資源循環の取り組みをアピールしていく。最終的な機材の引き渡しは 2020 年 7 月となる見込みである。

表 3-4　普及・実証事業の作業工程案



（出所）JICA 調査団にて作成

３－２－５　事業額概算

表 3-5 に概算の事業費を記載する。

機材費と製造費で 5,400 万円、輸送費込で 6,000 万円を想定している。これに人件費と現地渡航費、現地活動費を加えることで総事業費 9,200 万円の規模となる。但し今後見積取得をしていく過程において、輸送費や現地機材購入費は変動することも想定しているため、総事業費も変動していく可能性がある。

表 3-5　事業費概算

項目	金額	備考
本邦機材製造・購入費	4,800 万円	MFS-H++で発酵槽 2t 規模を想定
現地機材購入費	620 万円	現地で購入するタンク類の費用
現地工事費	―	カウンターパート側にて負担となる予定
輸送費	600 万円	日本（和歌山県）～現地設置サイトまで
現地車両関係費	55 万円	レンタカー代金
通訳費	15 万円	会議/セミナーでの通訳費
人件費	2,000 万円	外部人材の人件費
航空賃	380 万円	
日当・宿泊費・内国旅費	180 万円	
管理費	600 万円	
小計	9,250 万円	
消費税	740 万円	
合計	9,990 万円	

（出所）JICA 調査団にて作成

３－２－６　本提案事業後のビジネス展開

普及・実証事業にてバイオガスプラントをパラオ国に導入することで、バイオガス事業が稼働することを実証する。実機稼働している状態は有機廃棄物を資源・エネルギーに変換活用できる循環システムのデモンストレーションとなるため、広く政府関係者、民間企業、養豚事業者、学校関係者、一般住民に対して、目指すべき持続可能な社会とその実現のために寄与する本製品の紹介を行うことで潜在的な顧客ニーズの開拓を進めていく。

パラオ国における潜在顧客は以下を想定している。

- 他州政府 廃棄物管理課　…　州内の有機系廃棄物
- 上下水道電力公社　…　余剰汚泥
- 養豚経営者　…　畜産糞尿
- リゾートホテル　…　し尿、食品残渣

またパラオ国は J-PRISM や SPREP 等の大洋州諸国、島嶼地域と連携・共同した環境・廃棄物関連改善プロジェクトに参加していることから、近隣国からの訪客も定期的にある。パラオ国の市場規模が小さいことからも近隣国へも本製品を紹介して波及を図っていきたい。

３－３　C/P 候補機関組織・協議状況

３－３－１　カウンターパート機関概要

C/P 候補機関：　コロール州政府 廃棄物管理部 廃棄物管理事務所
（通称：リサイクルセンター）

パラオ国では廃棄物管理は各州政府が行う制度となっている。しかし中間処理場となるリサイクルセンターを有しているのは人口の 7 割が集中するコロール州のみである。リサイクルセンターは 2003 年に最終処分場の延命化のため、3R 推進によるごみ減量を図るため公共事業局の傘下の元に設立された。その目的は中間処理施設として有機物（生ごみ、剪定枝）、金属、プラスチック、ペットボトル、空き缶、ガラス瓶、廃油をそれぞれ分別回収・リサイクルを行っている。有機物はコンポスト化し販売、金属・空き缶類はベール化して有価物として海外輸出し、プラスチックは油化装置を導入し施設で利用するエネルギーとして再利用している。またガラス類は小型のガラス溶解炉を導入してグラスコップや工芸品を作成する材料として使用している。ガラス工房は 2018 年度に拡張する計画があり、ガラス溶解炉を 4 炉備え、旅行客を招待する観光商品となるよう広報に取り組んでいる。

リサイクルセンター外観

図 3-4　リサイクルセンターの立地場所

表 3-6　リサイクルセンターの年度予算と職員数

	コロール州予算（USD）	リサイクルセンター予算（USD）	職員数
2015 年度	14,564,000	1,000,000	62 人
2016 年度	15,437,090	1,100,000	72 人
2017 年度	16,235,000	1,200,000	82 人
2018 年度	13,906,000	1,900,000	85 人

（出所）コロール州廃棄物管理事務所のヒアリング内容を基に JICA 調査団にて作成

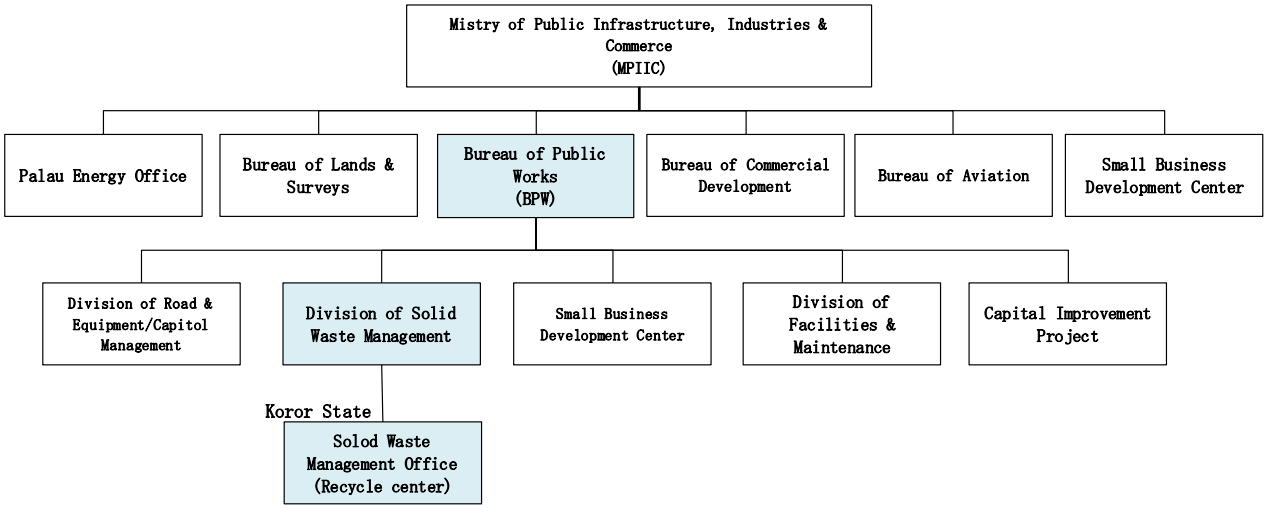


図 3-5　公共事業局の組織図

（出所）Palau National Government ウェブサイトを基に JICA 調査団にて作成

３－３－２　協議状況

リサイクルセンターとは既に普及・実証事業においてカウンターパートとして協力するとの同意を得ており、役割分担と負担事項についても確認済である。以下協議済事項と今後確認の必要な事項について整理する。今後詳細に協議・確認が必要な事項としては、プラントの詳細設計と事業開始の時期、最終の事業費用である。特にプラント設計については、基礎設計の協議しかできていないので、製造前に詳細設計を密に行う必要がある。

表 3-7　カウンターパートとの協議状況

協議済の事項	・普及実証事業カウンターパート協力の同意 ・実証機設置場所の利用許可 ・役割分担について ・費用負担項目について ・スケジュールについて ・実証後の運用について

今後確認を要する事項	・プラント仕様、詳細設計の確定 ・普及実証事業開始時期 ・最終の事業費用

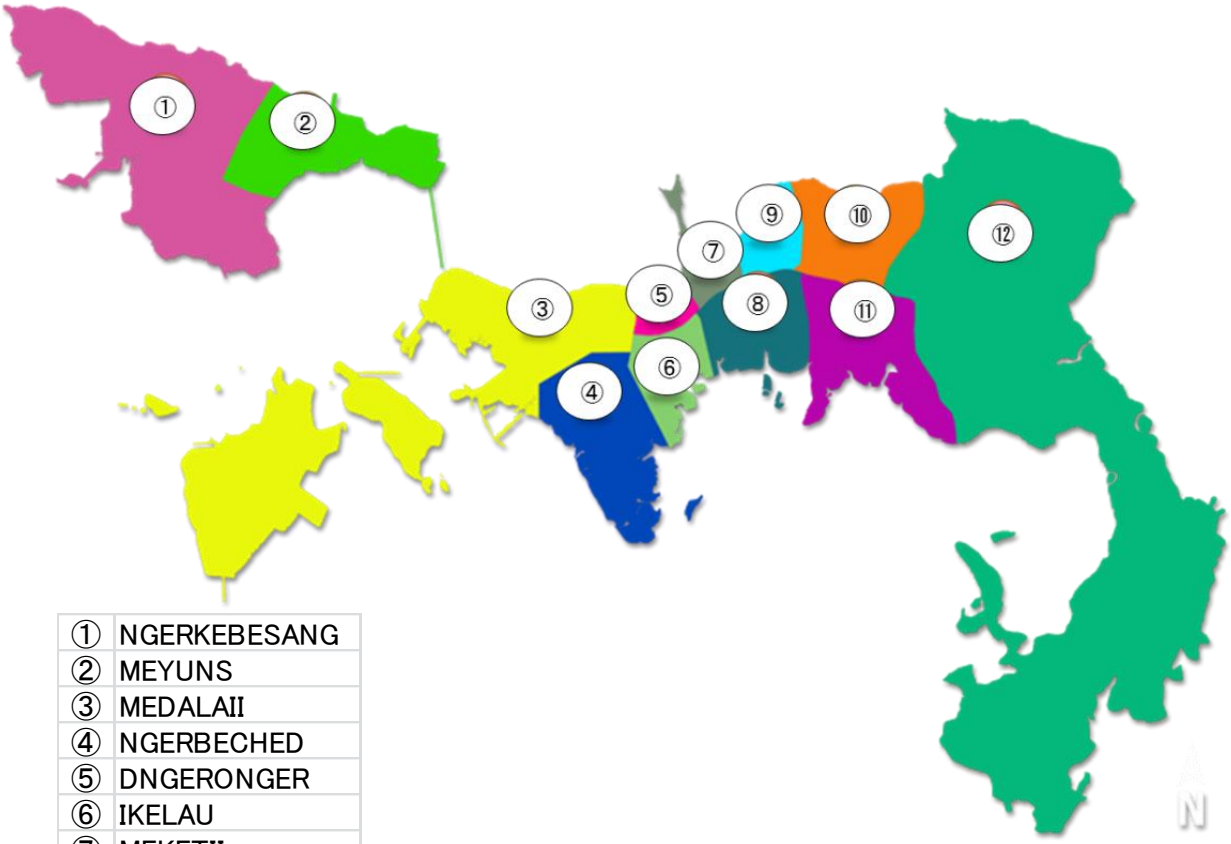
（出所）JICA 調査団にて作成

リサイクルセンター内の本製品設置予定場

３－４　他 ODA 事業との連携可能性

本事業と協業・連携の可能性がある ODA 案件としては太平洋地域廃棄物管理改善支援プロジェクト(J-PRISM)　フェーズ 2 事業を想定している。バベルダオブ島の新最終処分場建設計画が 2023 年完成にむけ進捗することが決定したことで、J-PRISMⅡが計画するバベルダオブ島の廃棄物分別収集スキームは廃棄物のリサイクル、処分場の延命化に非常に重要なプランとなる。そのスキームにバイオガスプラントを想定することで、有機廃棄物の資源化、運搬量とコストの削減化、また中間処理計画案の策定にも効果的な技術となるため、情報共有を中心に事業提案を進めていくことを想定している。

また ICETT のホームコンポストの取り組みは、一部地域においてのみ実施され(現在は一時的に中止)、未実施の地域からも環境と農業の両面で貢献できる施策として高評価を得ている。そのためホームコンポストの実施地域が拡大していくことが想定されるため、この取組みと連携して家庭系生ごみの分別回収を拡大させていくことを想定している。コロール州は 12 の Hamlet（集落）に分かれており、各代表はコロール州議会の議員となっている。普及実証事業においては、ホームコンポストや家庭系生ごみの分別回収の貢献意識の高い Hamlet を優先して実施していく予定である。



①	NGERKEBESANG
②	MEYUNS
③	MEDALAII
④	NGERBECHED
⑤	DNGERONGER
⑥	IKELAU
⑦	MEKETII
⑧	IDID
⑨	IYEBUKEL
⑩	NGERCHEMAI
⑪	NGERKESOAOL
⑫	NGERMID

図 3-6　コロール州の 12 の Hamlet

（出所）Koror State Government ウェブサイト

３－５　ODA 案件形成における課題・リスクと対応策

普及・実証事業において想定されるリスクとその対応策として表 3-8 にまとめる。

表 3-8　ODA 案件化における課題・リスクと対応策

分類	リスク	影響度	対応策
C/P 体制面	必要コストの予算化が確実に行われず、事業運営ができなくなる	高	事業実施のスケジュール情報の更新と費用負担項目の確認を定期的に実施する。 予算策定期に必要予算の詳細積算を行い、確実な予算化のもと事業開始を行う。
C/P 体制面	C/P 側責任者が異動・病気・引退等により交代し、事業推進力が大幅に低下する	高	C/P 側の責任者である藤勝雄氏は、本事業の実現に意欲的で、現地側の体制や予算調整も迅速に対応できるキーマンである。藤氏の交代人事による事業への影響は計り知れないので、この可能性を十分考慮し、プロジェクトの進捗や協議・報告・相談は全てマネージャークラスを交えて実施していく。
その他課題	プラントへの異物（土砂・強繊維等）混入による閉塞・故障などの運転リスク	低	前処理の徹底で異物除去を行う。 定期的なメンテナンスにより配管管理を行う。 マニュアル等の整備し、通常運用における運転リスク低減を図る。
その他課題	高温多湿の気候条件で、メタン発酵の疎外が起こり、有効なガス発生量が得られないリスク	中	適切な高温発酵槽の温度管理ができるよう試運転時と初期オペレーション時の取得データを基に、温度維持の対策を図る。
その他課題	生ごみ原料の回収量が計画量を下回る	中	ホテル/レストランの生ごみだけでなく家庭系生ごみの回収を含む回収先の拡大が必要となる。モデル地域を設定し、家庭系ごみの分別・回収を啓発していくワークショップを通じて、段階的に家庭系生ごみの回収量を高めていく。
その他課題	液肥を全量農業利用できないリスク	中	ネピアグラス栽培を運用、余った液肥はネピアグラス栽培に利用する。 液肥利用のモチベーションを高めていくために、ホテルやレストランで有機野菜の販売ブースの設置交渉や、学校給食での優先利用を提案することで液肥野菜の販路を確保していく。

（出所）JICA 調査団にて作成

３－６　環境社会配慮等

３－６－１　環境社会影響を与える事業コンポーネント

<u>提案事業の概要</u>

本事業は島嶼地域であるパラオの廃棄物絶対量の削減、特に埋立処分される有機廃棄物（生ごみ、糞尿、汚泥）の削減のため、メタン発酵プラントの導入を目指す。単なる処理プラントではなく、副産物となるバイオガスと消化液（液肥）を活用し、再生可能エネルギーの普及率拡大、有機農業の促進も合わせた事業となる。バイオガスプラントは対象地域全体の廃棄物を扱う必要から大型プラントが建設されるのが一般的であるが、土地面積が少ないパラオでは大型プラントの設置用地確

保に制限があり、小規模分散型に対応できる小型プラント（日量 2t）のシステム導入を目指す。

バイオガスの事業フローは図 2-2 の通りであるが、本事業では生ごみを対象とするため、メタン発酵に適さない異物の混入が想定されることから、調整槽投入前に手作業による異物除去と破砕機による前処理作業を行う。また事業初期段階での液肥不散布リスクをヘッジするため、ネピアグラスの栽培農地を設け、全量液肥の農地還元を行う。

求めるアウトプットは、原料の収集運搬スキームの確立、プラントオペレーション体制の構築、バイオガスのエネルギー利用、液肥運用スキームの確立である。

ターゲットエリア

バイオガスプラントの設置・運用	・・・	コロール州 M-dock リサイクルセンター内
原料（生ごみ）の収集	・・・	コロール州内ホテル、コロール州 Hamlet
原料（汚泥）の収集	・・・	バベルダオブ島全域、コロール州内公共施設
ネピアグラス農地	・・・	バベルダオブ島アイメリーク州
農家への液肥散布	・・・	バベルダオブ島全域、コロール州内農家

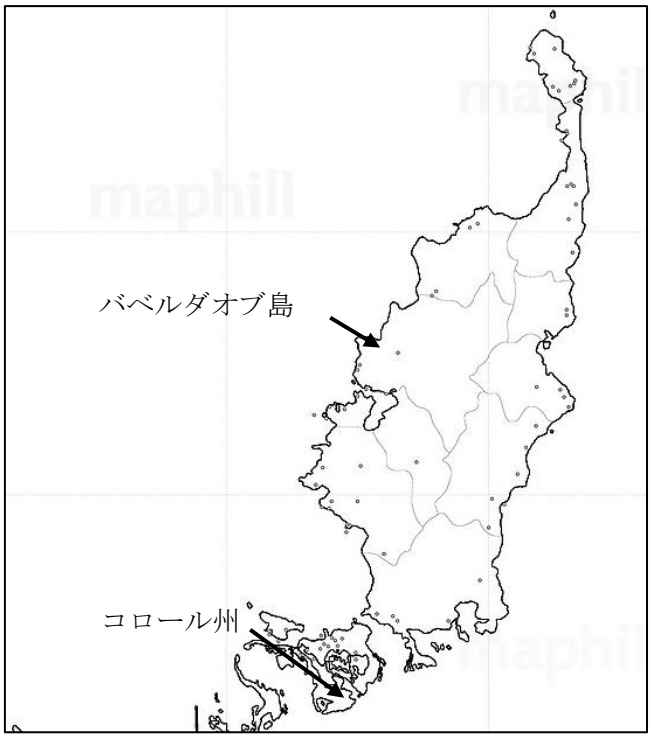


図 3-7　事業ターゲット地図

検討・調査すべき環境社会配慮

一般廃棄物を扱うバイオガス施設は、国内廃掃法では一般廃棄物処理施設となり、規定として施設稼働時と車輌走行時の大気汚染・騒音・振動・悪臭・水質汚濁の 5 要素を調査対象と捉えており、原料・液肥の運搬時と施設稼働時において、環境影響への検討策を測る。また前処理工程において人の手で異生ごみの異物除去を想定していることから、設置施設への配慮条件、従業員への労働安全衛生への配慮策を講じる。州政府と国政府管理地にて事業を行うことから、用地取得・住民移転は発生しないことが明白なため調査対象とはしない。

３－６－２　ベースとなる環境及び社会の状況

パラオの自然保護政策

パラオでは伝統的に自然資源の持続的な利用を目的として、禁漁区域や禁漁期間を設ける BUL と呼ばれる慣習的な規則が存在している。2000 年にはコロール州では世界複合遺産となっているロックアイランドの管理保護法を制定し、入域料の徴収を開始し観光客の行動を限定させる措置を開始している。また 2003 年には環境保護ネットワーク法（PAN 法：Protected Area Network Act）を制定し、中央政府が国家戦略として自然保護の推進・展開を行うことを明確化させている。

PAN 法は 1998 年の世界的な珊瑚礁の白化現象、2007 年の道路建設に伴う大量の赤土流出等の国レベルの環境問題の顕在化を受けて制定された。2008 年には PAN 法に基づいて、自然保護と慣行に関わる一体的施策を行うため天然資源環境観光省（MNRET：Ministry of Natural Resources, Environmental and Tourism）が新設されている。自然資源環境観光省は州政府が定めた保護区の管理計画等の条件を見極め、その保護区を PAN サイトとして認定している。PAN サイトは海洋保護区だけではなく、陸上保護区も対象となり現在 37 の保護区が認定され管理されている。（図 3-8）

本事業においては、排水処理を行わないことから海洋への影響は皆無となる。またバベルダオブ島では農地が対象となることから、農地の存在しない陸上保護区も事業影響の対象外となる。

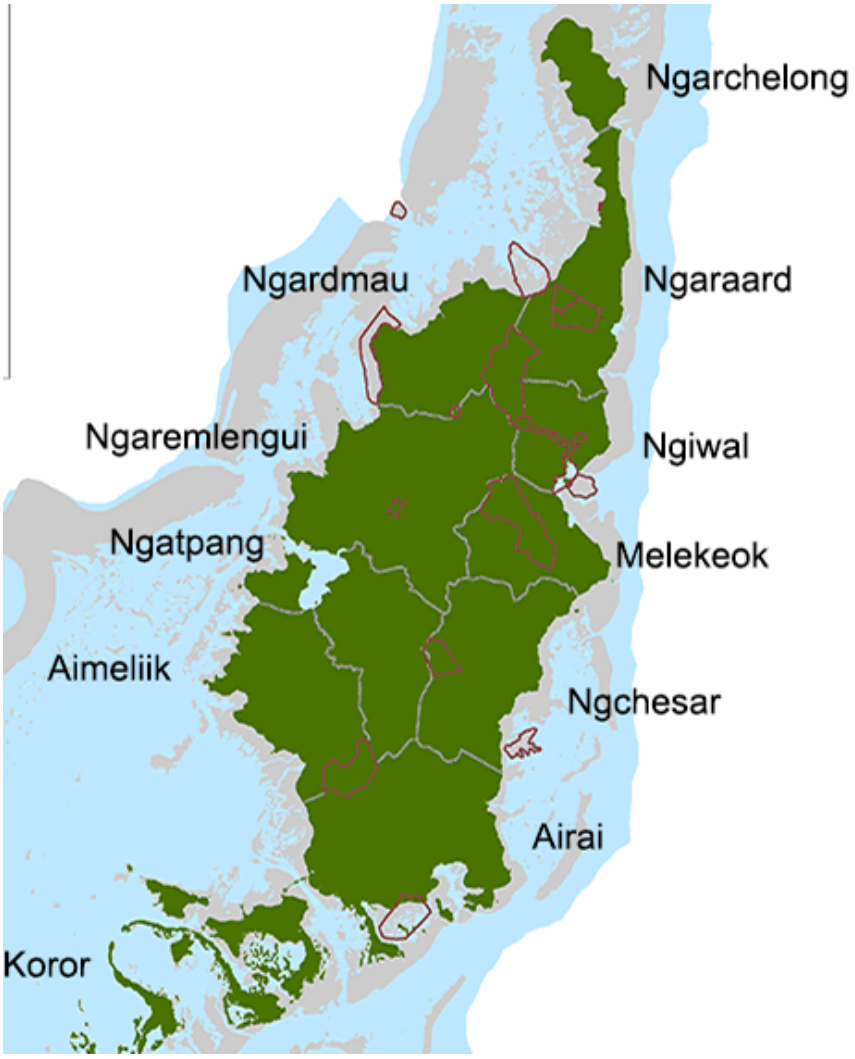


図 3-8　バベルダオブ島の PAN サイト

（出所）PAN FUND ウェブサイト

３－６－３　相手国の環境社会配慮制度・組織

① 環境社会配慮に関連する法令、

1981 年に制定されたパラオ国国家法注釈 24 条（Title 24 PNCA: Title 24 of the Palau National CodeAnnotated）において、環境保護と管理のため基本法となる環境品質保護法（Environmental Quality Protection Act）が制定されている。この法律はパラオ行政府の準自律的機関である環境保護委員会（EQPB：Environmental Quality Protection Board）が、環境と資源の保護・保全を担当すると規定されている。Title 24 PNCA は、EQPB に対し、土地造成、水質管理、農薬・殺虫剤、排水、固形廃棄物、大気汚染、環境影響に関して細則を交付し、施行することを認めている。

EQPB は環境保護委員会規則（Environmental Impact Statement Reguration）を公布し、規則に沿って環境アセスメント（EA:Environmental Assessment）および環境影響評価（EIS:Environmental Impact Statement）の承認を行うことを定めている。定義されている環境保護委員会規則は以下となる。

CHAPTER 2401-1	Earthmoving Regulations
CHAPTER 2401-11	Marine and Fresh Water Quality Regulations
CHAPTER 2401-13	Toilet Facilities and Wastewater Disposal Systems Requirements
CHAPTER 2401-31	Solid Waste Management Regulations
CHAPTER 2402-33	Pesticide Regulations
CHAPTER 2401-51	Public Water Supply System Regulations
CHAPTER 2401-61	Environmental Impact Statement Regulations
CHAPTER 2401-71	Air Pollution Control Regulations
CHAPTER 2401-81	Ozone Layer Protection Regulations

環境影響評価のプロセスについては、図 3-9、3-10 の通りとなる。EQPB が簡易な環境影響評価（EA）が必要かどうかスクリーニングするため事業計画と申請内容から判断を行う。EA が必要と評価された案件は EA の準備・作成を行い、EQPB が詳細なアセスメントとなる環境影響評価書（EIS）の必要性を評価する。EA はより詳細な環境影響評価書（EIS）が必要かどうか評価するためのスクリーニングの手段となっている。規則に規定されている各種条件が満たされている限りは EA の審査は除外される（大規模プロジェクトは例外）。しかし規則には全ての環境影響分子の規定がなされていないため、雑則事項を設け規定がなくても環境に悪影響を与える可能性のある項目については、EQPB に確認し対策を仰ぐ必要がある。

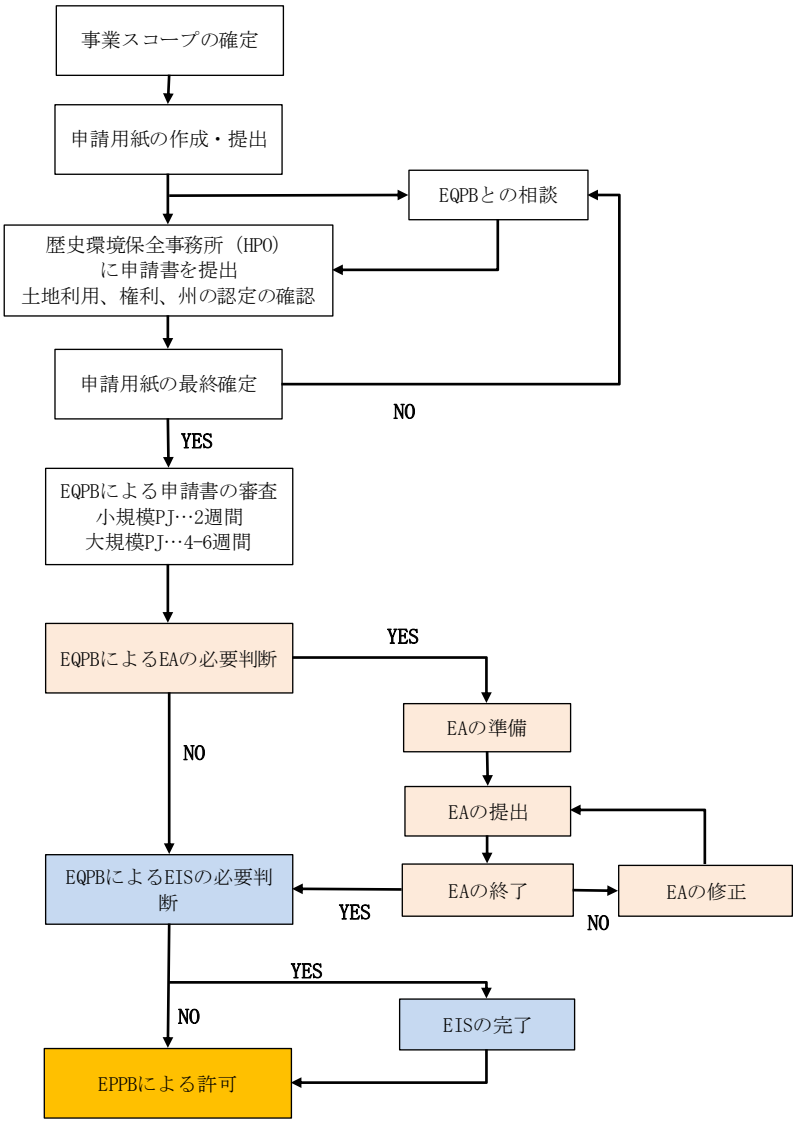


図 3-9　パラオでの環境影響評価の EA 許認可プロセス

（出所）EQPB Regulations Chapter 2401-61 を基に JICA 調査団作成

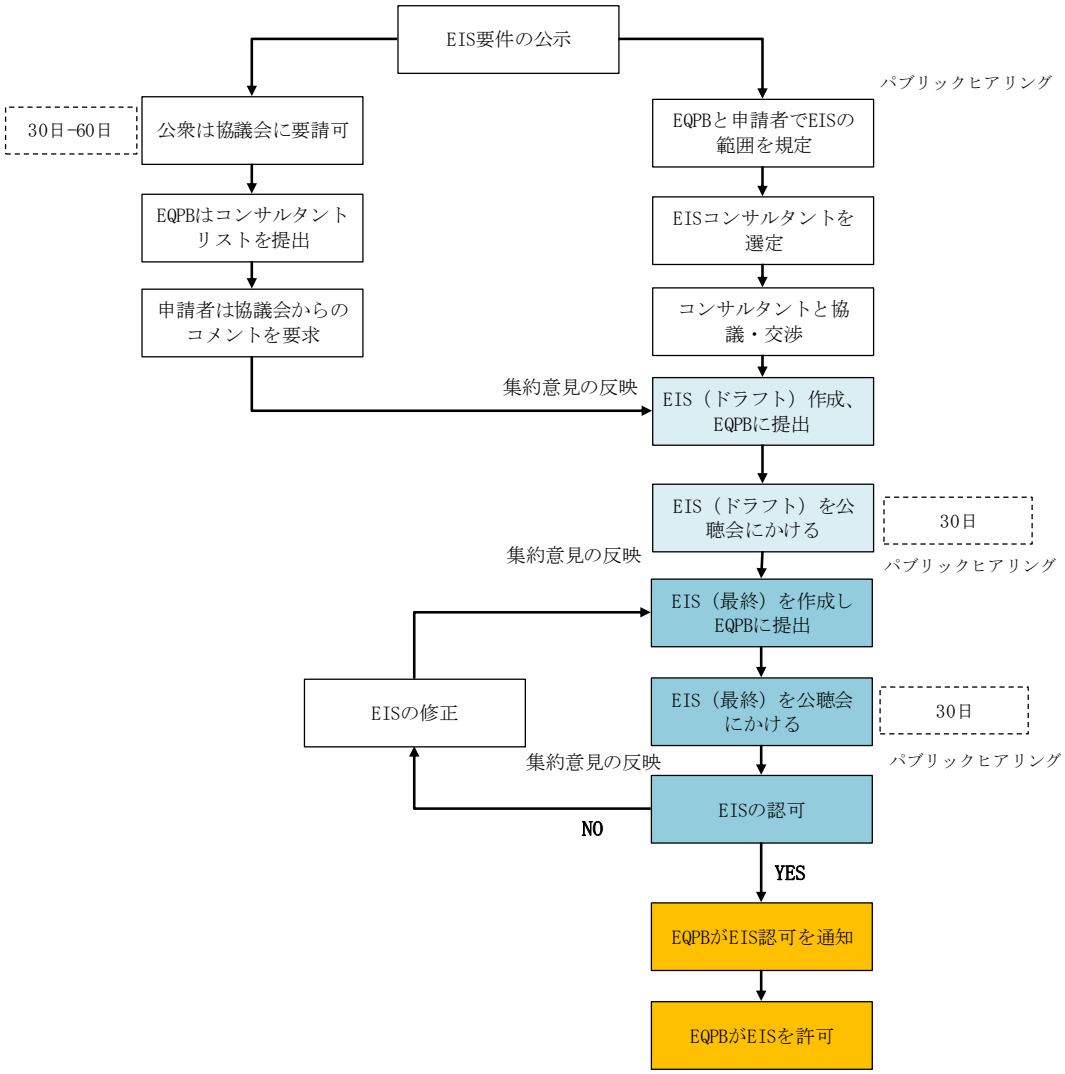


図 3-10　環境影響報告（EIA）の作成・許認可プロセス
（出所）EQPB Regulations Chapter 2401-61 を基に JICA 調査団作成

住民移転、用地取得に関して規定している法律はなく、過去政府が土地を公共目的に用地取得する場合、住民移転の影響を最大限なくすよう土地所有者と話し合ってきた伝統が、現代においてそのまま法的に正当性を持つようになっている。パラオでの土地所有は、公的・私的所有の他に氏族所有地があるが、憲法ではパラオ国籍を持たない者は土地所有を許可されないことが規定されている。（Constitution of the Republic of Palau, Article 13 “ GreenProvisions”, Section 8.）

本事業はコロール州リサイクルセンターの施設内に追加でバイオガスプラントを導入する形となる。リサイクルセンターは廃棄物の収集、運搬、分別、リサイクルを実施している機関であるため既に EQPB による EIS の許認可を受けているため、追加で EA を申請する必要はない。また本事業は小規模プラントのバイオガス事業であるため、土地造成の予定がなく、排水、大気汚染物質の排出が発生しないことから、EQPB は環境保護委員会規則の規制項目と照合させて EA の必要はないと判断している。廃棄物由来のメタン発酵消化液を農地散布することなど法規制に記載のない項目もあるが、

EQPB としては有機肥料の利用はむしろ歓迎している状況で、規制に該当しない物質が含まれていない限り農地還元は EA に該当しないということを確認している。よって本事業において EA、EIS の必要性はない。

３－６－４　スコーピング

表 3-14 環境チェックリストの項目に応じ、スコーピングの影響項目を絞り込んだ。本事業は廃棄物処理だけでなく農業にも関係する事業であることから、2 つのチェックリストに関係する項目を全て対象としている。

表 3-9　環境影響項目のスコーピング

分類	No.	影響項目	スコーピング時の影響評価		評価理由
			工事前工事中	供用時	
汚染対策	1	大気汚染	D	B-	工事中：　大気汚染発生の作業は想定されない。 供用時：　バイオガスに含まれる硫化水素のほとんどを脱硫する設備を設置するが、100%の脱硫とはならないので規制値に抵触することが考えられる。
	2	水質汚濁	D	B-	工事中：　水質汚濁発生の工事は想定されない。 供用時：　排水行為をせずメタン発酵消化液は液肥として農地還元させる。バケツ洗浄水は発生するため、設置場所の排水設備を考慮し必要によって対策は必要である。
	3	廃棄物	D	B+	工事中：　基礎はコンクリート塗装、設置はクレーンで行うので、廃棄物は発生しない。 供用時：　有機廃棄物を原料とするため埋立廃棄物量の減少という正の影響が見込まれる。
	4	土壌汚染	D	B-	工事中：　工事で土壌汚染は発生しない。 供用時：　液肥に含まれる原料によっては土壌汚染を引き起こす可能性がある。
	5	騒音・振動	B-	B-	工事中：　クレーン車や運搬車両による騒音が想定される。 供用時：　原料回収、運搬の車両移動による騒音と、原料破砕機の騒音影響が考えられる。
	6	地盤沈下	D	D	地盤沈下を引き起こす作業は想定されない。
	7	悪臭	D	B-	工事中：　悪臭を引き起こす作業は想定されない。 供用時：　生ごみ、汚泥、糞尿を対象としているため、収集運搬時、前処理時、保管時による悪臭が想定される。
自然環境	8	保護区	D	D	保護区内での作業は想定されない。
	9	生態系	D	D	生態系に悪影響を与える物質、作業は発生しない。
社会環境	10	住民移転	D	D	用地取得、住民移転は発生しない。
	11	貧困層	D	D	貧困層に影響を与える事象は発生しない。
	12	少数民族・先住民族	D	D	少数民族、先住民族の文化、生活様式や土地および資源に関する諸権利を侵害する恐れはない。
	13	文化遺産	D	D	事業対象地に及びその周辺に文化遺産は存在しない。
	14	景観	D	B+	景観を悪化させる工事、作業は発生しない。有機廃棄物を適正処理する事業でもあるため、良い景観を守るのに正の影響を与えることが想定される。
	15	労働環境	B+	B-	工事中：　作業員に対する労働配慮が必要である。 供用時：　生ごみの異物除去を手作業で行うため、衛生面・安全面の対策が必要である。

３－６－５　環境社会配慮調査結果

スコーピングで絞り込んだ環境項目に対して調査した結果について表 3-10 にまとめる

表 3-10　スコーピングした影響項目の調査結果

影響項目	調査結果
1.大気質	原料をメタン発酵する過程で少量の硫化水素が発生するが、パラオ国の環境基準に規定されていない物質である。プラント側では活性炭にて脱硫するためガス貯留の際は平均 1.5ppm/日以下の極微量にまで落ちる。硫化水素は燃焼後二酸化硫黄（硫黄酸化物）に変化するが、その時容量は 7 分の 1 以下に希釈されるので平均 0.2ppm 以下となる。環境規制項目における硫黄酸化物の基準値は 0.5ppm 以下/時となるので、大気汚染の可能性は考えにくい。
2.　水質汚染	設置場所のコロール州リサイクルセンターでは、施設からの排水は地下の公共セプティックタンクに流れ込むよう配管が組み込まれている。そのため追加で排水対策は必要とならない。またこの公共セプティックタンク汚泥は、バイオガス原料の対象となるため、結果的に本事業において適正に処理されることとなる。 農地還元するメタン発酵消化液については、念のため成分値を分析し、肥料として不当な成分が混入していないか調べる必要はある。 また不適切な液肥散布による窒素過多を避けるため、散布場所の土壌分析を行い、必要な液肥散布量の設計を行う必要がある。
3.　廃棄物	リサイクルセンターが既存回収している生ごみのみ対象とすると廃棄物減量効果は発生しない。しかし新規で家庭系生ごみを回収することで、回収分と同量の廃棄物削減効果が期待できる。家庭生ごみは一部地域でコンポストとして回収されている以外は、分別回収の対象ではないため、埋立処分場に廃棄されている。
4.　土壌汚染	本事業での原料は生ごみとセプティックタンク汚泥を対象とした。生ごみは分別回収の徹底と前処理による異物除去を行うことで、不適物の混入を防止する。前処理時に飛散やこぼれ落ちる生ごみの土壌浸出を防止するため、機材と作業場所はコンクリート舗装することで合意している。 汚泥は処理工程でポリマー等の化学薬品が含まれる下水汚泥を原料とせず、セプティックタンク汚泥のみ対象としたため、土壌汚染を引き起こす物質の混入は考えにくい。
5.　騒音・振動	設置工事における作業は、港から設置場所へのコンテナ運搬車両の移動、クレーン車でのコンテナ設置となる。機材・設備がすべてコンテナに収納されている設計なので、必要工事は運搬とクレーン設置のみとなり期間も 2~3 日で終了する。周囲に住民がいない場所であるため、騒音被害が起こることは考えにくい。 追加車両に関しては、本事業で増加する車輌走行は液肥の運搬（1 回/1 日）と家庭系生ごみ収集（1 日/1 回）であるため騒音/振動の影響は非常に少ないと考える。 プラント側では原料の前処理設備として破砕機を設置する。破砕機は 5 時間/日は稼働するため、屋外設置ではなく屋内設置にて使用するよう対策する。これにより外部への騒音レベルを極端になくすことができる。 現在の設置候補場所は特に舗装がされていないため、コンクリート舗装し、機器は舗

	装上に設置することで、振動を和らげる対策を取る。
6. 地盤沈下	設置場所は埋立地であるが、リサイクルセンター施設や最終処分場も建設されていることから地盤は安定しており、約 5t 規模の機材を設置して地盤沈下する可能性は考えれない。
7. 悪臭	汚泥はバキューム車両で、生ごみは密閉バケツにて収集する設計とするため、収集・運搬時に悪臭を放つことはない。汚泥・液肥の一時保管タンク、バイオガスプラントのメタン発酵槽は密閉状態のものを仕様とするので悪臭は発生しない。生ごみは前処理行程で手作業による異物除去を行うことから悪臭を放つ。しかし周囲に住民がおらず、屋内作業化することから悪臭被害は発生することは考えにくい。
8. 保護区	事業地は国の保護対象区ではない。
9. 生態系	本事業では排水は少量の洗浄水のみで、それらも適切に処理されるため海洋排出は発生しない。また本事業における候補農地も耕作放棄地の利活用となるため、生態系への影響は懸念されない。
10. 住民移転	事業地となるリサイクルセンターは州政府の土地であることから、用地取得と住民移転は発生しない。農地も国政府の土地であることから同様である。
11. 貧困層	貧困層の生活に影響を与えることはない。
12. 少数民族・先住民族	事業地に少数民族、先住民族がいないことから、彼らの文化、生活様式や土地および資源に関する諸権利を侵害する恐れはない。
13. 文化遺産	本事業の設備は既存施設内に設置されるため、考古学的、歴史的、文化的、宗教的に貴重な遺産、史跡を損なう恐れはない。
14. 景観	設置場所の近くに少量のマングローブが存在するが、排水も伐採もしないことから悪影響を及ぼす恐れはない。 対象となる有機廃棄物は、景観に悪影響を与えているほどの廃棄物ではないことから、景観に好影響をもたらす程の効果までは期待できない。
15. 労働環境	パラオでは労働基準を定めている法律はなく、労使間による契約にて危険業務への手当等が設けられる。本業務ではカウンターパート側の労働条件を順守することを条件に作業設定を行う。 本事業では有害物質の取り扱いはないが、生ごみの異物除去作業を含まれることから、従事者の安全衛生の観点から、マスク・手袋・防護服の着用義務を設け、複数回の休憩時間を設ける等のマニュアルの設定が必要である。また簡易的な脱臭措置を設ける。設備オペレーションは簡易的であるが、こちらもマニュアルを用意し、安全教育を含むトレーニングの徹底が必要である。

３－６－６　影響評価

環境影響項目のスコーピング時の評価と調査後の影響評価については表 3-11 の通りとなる。

表 3-11　スコーピング案及び調査結果

分類	No.	影響項目	スコーピング時の影響評価		調査結果に基づく影響評価		評価理由
			工事前工事中	供用時	工事前工事中	供用時	
汚染対策	1	大気汚染	D	B-	D	D	大気汚染の可能性はないが定期的なモニタリングは必要
	2	水質汚濁	D	B-	D	B-	液肥の施肥設計が必要である
	3	廃棄物	D	B+	D	D	調査の結果廃棄物発生なし
	4	土壌汚染	D	B-	D	D	調査の結果土壌汚染の可能性なし
	5	騒音・振動	B-	B-	D	B-	緩和策とモニタリングが必要
	6	地盤沈下	D	D	D	D	―
	7	悪臭	D	B-	D	B-	悪臭対策へのモニタリング必要
自然環境	8	保護区	D	D	D	D	―
	9	生態系	D	D	D	D	―
社会環境	10	住民移転	D	D	D	D	―
	11	貧困層	D	D	D	D	―
	12	少数民族・先住民族	D	D	D	D	―
	13	文化遺産	D	D	D	D	―
	14	景観	D	B+	D	D	―
	15	労働環境	B+	B-	B+	B+	緩和策とモニタリング必要

３－６－7　緩和策

表 3-11 にて B 評価となった項目に関して、緩和策・対応策を表 3-12 にまとめる。

表 3-12　緩和策（案）

影響項目	緩和策	実施者	責任者
2. 水質汚濁			
供用時			
1	定期的な液肥成分を分析する。	ヴァイオス	ヴァイオス
2	土壌分析機で液肥散布場所の土壌を調べる	ヴァイオス	ヴァイオス
5.　騒音・振動			
供用時			
1	前処理は屋内作業とする。	リサイクルセンター	リサイクルセンター
2	設備設置場所はコンクリート塗装する。	リサイクルセンター	リサイクルセンター
3	原料の収集運搬は最適ルートを設定する。	リサイクルセンター	リサイクルセンター
7.　悪臭			
供用時			
1	汚泥と液肥保管容器は密閉型の仕様とする。	ヴァイオス	ヴァイオス
2	生ごみは密閉型バケツで回収する。	リサイクルセンター	リサイクルセンター

3	生ごみバケツは屋内保管とする。	リサイクルセンター	リサイクルセンター
4	生ごみの前処理は屋内作業とする。	リサイクルセンター	リサイクルセンター
15. 労働環境			
工事中			
1	設置作業時のプラント取扱の徹底	ヴァイオス	ヴァイオス
供用時			
1	服装規定を設ける	リサイクルセンター	リサイクルセンター
2	前処理作業場所脱臭装置を用意する	リサイクルセンター	ヴァイオス
3	作業標準、オペレーションマニュアルの作成	ヴァイオス	ヴァイオス

３－６－8　モニタリング計画

緩和策に則て、モニタリング計画を策定し、労働環境・周辺環境・安全衛生に与える影響を緩和していく。具体的には実証後に確立させることとするが、モニタリング項目としては悪臭、騒音、労働環境について観測項目を設定して定期的にモニタリングしていくこととする。(表 3-9) 参照基準としてはバイオガス設備であることから、アミタ株式会社が運営している南三陸 BIO の実績モニタリング項目を適応する。基本的にはモニタリング項目はバイオガス設備のメンテナンスチェックと含めて作業標準化されるべき内容なので、日々のメンテナンス業務として扱っていくことを想定している。

表 3-13　モニタリング計画（案）

環境項目	観測項目	測定地点	頻度	責任者
【供用時】				
水質汚濁	液肥の N・P・K 値		1 回/3 か月 (供用後定期)	ヴァイオス
	液肥散布場所の N・P・K 値		適時	ヴァイオス
騒音		現場内定点観測	1 回/月 (供用後定期)	リサイクルセンター
悪臭	臭気強度 特に強い臭気を感じた場合は以下の成分値の確認 A) アンモニア B) 硫化水素	現場内定点観測	1 回/月 (供用後定期)	リサイクルセンター
労働環境	服装	―	毎日	リサイクルセンター

３－６－9　用地取得・住民移転の必要性

本事業での設備は既存施設内（州政府所有地）に設置されるため、住民移転ならびに用地取得は発生しない。同様に農地についても農業局所有（国政府所有地）の耕作放棄地を利活用するため住民移転ならびに用地取得は発生しない。

３－６－１０　環境チェックリスト

本事業の環境社会配慮を JICA 環境チェックリストにより確認した結果は以下の通りとなる。資源作物（ネピアグラス）の運用も事業に含まれることから、チェックシートは「13. 廃棄物」「16. 農業、灌漑、畜産」の確認を実施した。

表 3-14　JICA 環境チェックリスト（13. 廃棄物）

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	EIAは第3者機関である環境保護委員会（EQPB）により定められたプロセスを経てEQPBが最終許可をする。EIAの必要に関してもEQPBがプロジェクトスコープを基に必要有無を判断する。環境影響が明らかに少ないプロジェクトに関しては適用除外される。EQPBとのヒアリングでは本事業は環境規則に当てはまる項目がないことから適用除外となる。
	(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)コロール州政府、関係政府機関への事業説明実施と理解・協力の約束は取り付けている。 (b)設備の周辺に住民の居住区はない。また有害汚染物質も発生しない。
	(3)代替案の検討	(a) プロジェクト計画の複数の代替案は（検討の際、環境・社会に係る項目も含めて）検討されているか。	(a) N	(a)新下水処理場や新最終処分場も候補サイトとして検討していたが、どちらも建設前の段階であることから候補から外し、コロール州リサイクルセンターを候補地として確定させている。
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) プラント側では活性炭を使ってバイオガスに含まれる硫化水素を脱硫させ、平均1.5ppm/日以下の極微量にまで落とす。硫化水素は燃焼後二酸化硫黄（硫黄酸化物）に変化するが、その時容量は7分の1以下に希釈されるので平均0.2ppm以下となる。環境規制項目における硫黄酸化物の基準値は0.5ppm以下/時となるので、基準値以下となる。
	(2)水質	(a) 施設からの排水は当該国の排出基準、環境基準等と整合するか。 (b) 廃棄物処分場から発生する浸出水等の水質は当該国の排出基準、環境基準等と整合するか。 (c) これらの排水が表流水あるいは地下水を汚染しない対策がなされるか。	(a) Y (b) Y (c) Y	メタン発酵後の消化液は全量液肥として農地還元させるため、バイオガスプラントからの排水は生ごみ回収用のバケツ洗浄用の水のみとなる。 この洗浄水の排水は設置場所であるリサイクルセンターの既存排水システムで処理されるため追加措置は必要ない。
	(3)廃棄物	(a) ゴミの破砕、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) Y	(a)生ごみはメタン発酵不適物を除去するが、それらは同敷地内で製造されるコンポスト原料に向かう。プラスチックごみの混入についても同施設内にあるプラスチック油化の原料とする。 (b)本事業では有害廃棄物、危険廃棄物の取り扱いは発生しない。
	(4)土壌汚染	(a) 廃棄物処分場から発生する浸出水等により、土壌、地下水を汚染しない対策がなされるか。	(a) Y	(a)本事業には排水による土壌や地下水汚染は発生しない。
	(5)騒音・振動	(a) 施設稼働（特に焼却施設、廃棄物選別・破砕施設）、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)バイオガスプラントでは生ごみ原料を前処理するために破砕機を稼働させる。パラオ国の環境基準では騒音について明確に規制を定めていないが騒音防止のため作業場は周囲を壁などで囲うよう指摘を受けている。本事業では既存施設の一角を前処理作業場として利用することで騒音軽減対策とする。 　また、生ごみ回収用トラックの振動については、既存車両と既存回収ルートを利用して行うことから既に基準と整合しているものと想定する。
	(6)悪臭	(a) 悪臭防止の対策はとられるか。	(a) Y	(a)パラオ国の環境規則では生ごみの保管については密閉されていることが条件になるので、本事業では密閉用バケツによる保管・回収を行う。前処理で生ごみから異物除去する作業を行うが、悪臭については騒音と同様に、周囲を囲われている屋内での作業とする。
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) 事業サイトは当該国の法律・国際条約に定められた保護区内に立地していない。
	(2)生態系	(a) サイトは原生林、熱帯の自然林、生態学的に重要な生息地（珊瑚礁、マングローブ湿地、干潟等）を含むか。 (b) サイトは当該国の法律・国際条約等で保護が必要とされる貴重種の生息地を含むか。 (c) 生態系への重大な影響が懸念される場合、生態系への影響を減らす対策はなされるか。 (d) 水生生物に悪影響を及ぼす恐れはあるか。影響がある場合、対策はなされるか。 (e) 植生、野生動物に悪影響を及ぼす恐れはあるか。影響がある場合、対策はなされるか。	(a) N (b) N (c) N (d) N (e) N	本事業では排水は少量の洗浄水のみで適切に処理されるため海洋排出は発生しない。また生態系に悪影響を与える恐れのある排出物も発生しない。
	(3)跡地管理	(a) 処分場の操業終了後の環境保全対策（ガス対策、浸出水対策、不法投棄対策、緑化等）は考慮されるか。 (b) 跡地管理の継続体制は確立されるか。 (c) 跡地管理に関して適切な予算措置は講じられるか。	(a) N (b) N (c) N	本事業での設備は既存施設内に設置されるため、跡地管理の対策は必要ない。

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	本事業での設備は既存施設内に設置されるため、住民移転は発生しない。
	(2)生活・生計	(a) プロジェクトによる住民の生活への悪影響が生じるか。必要な場合は影響を緩和する配慮が行われるか。 (b) ウェストビッカー等を含めた既存の資源再回収システムへの配慮はなされるか。 (c) 廃棄物運搬による地域交通への影響はあるか。 (d) 本プロジェクトからの排水、廃棄物処分場から発生する浸出水等によって漁業及び地域住民の水利用（特に飲料水）に悪影響を及ぼすか。 (e) 衛生害虫は発生するか。	(a) N (b) N (c) N (d) N (e) N	(a)本事業は既存設備内に設備配備するが、周辺に住宅はないため悪影響はでない。 (b)パラオ国ではウェストビッカーが存在しないため対象外。 (c)既存ルートをそのまま活用するため地域交通への影響は発生しない。 (d)本事業では排水を海洋流出することがないため影響を与えない。 (e)生ごみの前処理作業で蠅が発生する可能性があるが、屋内作業にすることで防止策としている。
	(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)本事業の設備は既存施設内に設置されるため、考古学的、歴史的、文化的、宗教的に貴重な遺産、史跡を損なう恐れはない。
	(4)景　観	(a) 特に配慮すべき景観が存在する場合、それに対し悪影響を及ぼすか。影響がある場合には必要な対策は取られるか。	(a) N	(a)設備の設置サイトの近くにマングローブが存在するが、悪影響を及ぼす恐れはない。
	(5)少数民族、先住民族	(a) 少数民族、先住民族の文化、生活様式への影響を軽減する配慮がなされるか。 (b) 少数民族、先住民族の土地及び資源に関する諸権利は尊重されるか。	(a) N (b) N	少数民族、先住民族の文化、生活様式や土地および資源に関する諸権利を侵害する恐れはない。
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るか。	(a) Y (b) Y (c) Y (d) N	(a)当該国では労働基準を定めている法律はなく、労使間による契約にて危険業務への手当等が設けられる。本業務ではカウンターパート側の労働条件を順守することを条件に作業設定を行う。 (b)本事業では有害物質の取り扱いはないが、生ごみや汚泥という不衛生な原料を扱うことから、作業員へのマスクや手袋、必要防護服の着用義務等の衛生対策を行う。設備オペレーションは簡易的であるが、マニュアルを用意し、安全教育を含むトレーニングを徹底していく。 (c)同上 (d)既存施設内に設置されるため新たな警備員の配備は想定していない。
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)想定している工事はコンクリート塗装の基礎工事と電源工事である。設備自体はクレーンで設置されるため騒音や振動、濁水、粉じん、排ガス、廃棄物が発生しない。 (b)工事による自然環境への悪影響は発生しない ©工事により社会環境に悪影響は及ぼさない。
	(2)モニタリング	(a) 上記の環境項目のうち、影響が考えられる項目に対して、事業者のモニタリングが計画・実施されるか。 (b) 当該計画の項目、方法、頻度等はどのように定められているか。 (c) 事業者のモニタリング体制（組織、人員、機材、予算等とそれらの継続性）は確立されるか。 (d) 事業者から所管官庁等への報告の方法、頻度等は規定されているか。	(a) N (b) N (c) N (d) N	上記の環境項目には影響が考えられる項目はない。
6 留 意 点	他の環境チェックリストの参照	(a) 必要な場合は、林業に係るチェックリストの該当チェック事項も追加して評価すること（廃棄物処分場等の建設に伴い、大規模な森林伐採が行われる場合等）。	(a)N	本事業で森林伐採は発生しない
	環境チェックリスト使用上の注意	(a) 必要な場合には、越境または地球規模の環境問題への影響も確認する（廃棄物の越境処理、酸性雨、オゾン層破壊、地球温暖化の問題に係る要素が考えられる場合等）。	(a)N	越境または地球規模への環境問題への影響はない。

表 3-15　JICA 環境チェックリスト（16. 農業、灌漑、畜産）

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	EIAは第3者機関である環境保護委員会（EQPB）により定められたプロセスを経てEQPBが最終許可をする。EIAの必要に関してもEQPBがプロジェクトスコープを基に必要有無を判断する。環境影響が明らかに少ないプロジェクトに関しては適用除外される。EQPBとのヒアリングでは本事業は環境規則に当てはまる項目がないことから適用除外となることを確認した。
	(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)コロール州政府、関係政府機関への事業説明実施と理解・協力の約束は取り付けている。 (b)農地の周辺に住民の居住区はない。また有害汚染物質も発生しないこ。
	(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)本事業における農地については複数候補があったが、商業利用での利用切り替えなどにより、農地利用としての利用優先は低い場所であったことから、他の代替場所は検討していない。
2 汚染対策	(1)水質	(a) 農地からの排水または浸出水による周辺河川、地下水等の汚染防止に配慮されるか。肥料、農薬、畜産廃棄物等について、適切な施用／処分方法の基準が定められ、それらを農民に周知徹底する体制が整えられるか。 (b) 河川、地下水汚染に対するモニタリング体制が整備されるか。	(a) Y (b) N	(a)農地から排水は発生しない。メタン発酵消化液の施肥に関しては、カウンターパート側が実施する。散布方法、散布頻度、散布量など必要な運用基準は本調査で基準を作成し、ODA案件を通してトレーニングを実施する。 (b)排水しないためモニタリング体制は整備しない
	(2)廃棄物	(a) 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。	(a) Y	(a)本事業における農地運用では廃棄物は発生しない。
	(3)土壌汚染	(a) 灌漑地において塩害等は生じるか。 (b) 農薬、重金属その他有害物が灌漑地土壌を汚染しない対策がなされるか。 (c) 農薬管理計画が作成され、その使用方法・実施体制が整備されているか。	(a) N (b) Y (c) N	(a)塩害を引き起こす物質は本事業では扱わない。 (b)農薬散布はしない。汚泥を原料とするメタン発酵消化液を施肥するが、汚泥自体に重金属が混入していないため土壌汚染はない。定期的な成分分析は必要である。 (c) 農薬は扱わない
	(4)地盤沈下	(a) 大量の地下水汲み上げを行う場合、地盤沈下が生じる恐れがあるか。	(a) N	(a)地下水の汲み上げは行わない。
	(5)悪臭	(a) 悪臭源はあるか。悪臭源がある場合、地域住民との間で問題が生じる恐れはあるか。	(a) Y	(a)メタン発酵消化液を散布するため、散布時は多少臭いを発する。しかし周辺に住民がいないことから地域住民との問題が発生することはない。
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)本事業における農地は当該国の法律・国際条約に定められた保護区ではない。
	(2)生態系	(a) サイトは原生林、熱帯の自然林、生態学的に重要な生息地（珊瑚礁、マングローブ湿地、干潟等）を含むか。 (b) サイトは当該国の法律・国際条約等で保護が必要とされる貴重種の生息地を含むか。 (c) プロジェクトにより、貴重な野生生物の繁殖の場や餌場が失われるか。失われる場合、近傍に代替地が存在するか。 (d) 過剰放牧による野生生物の生育環境への影響、砂漠化等の生態系の劣化はあるか。 (e) 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。	(a) N (b) N (c) N (d) N (e) N	(a)本事業における農地は原生林、自然林、珊瑚礁やマングローブ湿地を含まない。 (b)本事業における農地は当該国の法律・国際条約で保護が必要とされる貴重種の生息地を含まない。 (c) 野生生物の繁殖地や餌場ではない。 (d) 放牧は本事業に含まない (e) 本事業における農地利用は耕作放棄地の利活用となるため、生態系への影響は懸念されない。
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 (c) N (f) N (g) N (h) N (i) N (j) N	本事業における農地はパラオ国農業局の所有する土地であり、周辺に住民居住区もない。そのため住民移転は発生しない。
	(2)生活・生計	(a) プロジェクトによる住民の生活への悪影響が生じるか。必要な場合は影響を緩和する配慮が行われるか。 (b) 農地利用に係る権利の配分は適正に行われるか。特定の地域あるいはセクターの住民への利用権や利便性が偏在することはあるか。 (c) 対象地域における水利権等の配分は、適切に行われるか。水利権や水利用に係る利便性が特定のセクターまたは地域の住民に偏在することはあるか。 (d) プロジェクトによる取水等の水利用（地表水、地下水）によって周辺および下流域の漁業および水利用に悪影響を及ぼすか。 (e) 水を原因とする、もしくは水に関係する疾病（住血虫症、マラリア、糸状虫症等）は生じるか。必要に応じて適切な公衆衛生への配慮は行われるか。	(a) N (b) N (c) N (d) N (e) N	本事業における農地はパラオ国農業局の所有する土地であり、周辺に住民居住区もない。そのため農地や水利権での偏在は発生しない。 メタン発酵消化液の施肥は散布後は土に混ぜ込むことになるので、蚊の温床となる水溜まりは発生しない。
	(3)文化遺産	(a)	(a) N	(a)農地は耕作放棄地となるため、考古学的、歴史的、文化的、宗教的に貴重な遺産、史跡を損なう恐れはない。
	(4)景　観	(a) 特に配慮すべき景観が存在する場合、それに対し悪影響を及ぼすか。影響がある場合には必要な対策は取られるか。	(a) N	(a)農地の周辺は特に配慮すべき景観は存在しない。
	(5)少数民族、先住民族	(a) 少数民族、先住民族の文化、生活様式への影響を軽減する配慮がなされているか。 (b) 少数民族、先住民族の土地及び資源に関する諸権利は尊重されるか。	(a) N (b) N	少数民族、先住民族の文化、生活様式や土地および資源に関する諸権利を侵害する恐れはない。

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)当該国では労働基準を定めている法律はなく、労使間による契約にて危険業務への手当等が設けられる。本業務ではカウンターパート側の労働条件を順守することを条件に作業設定を行う。 (b)本事業では有害物質の取り扱いはない。作業はトラクターの運転とトラックへの作物の積み込みで簡単な作業のみである。運用についてはマニュアルを用意し、作業開始前には安全教育の徹底を予定している。 (c)同上 (d)農地での作業は週に数回であり、周辺に住宅もないことから新たな警備員の配備は想定していない。
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	本事業における農地では工事は実施されない。
	(2)モニタリング	(a) 上記の環境項目のうち、影響が考えられる項目に対して、事業者のモニタリングが計画・実施されるか。 (b) 当該計画の項目、方法、頻度等はどのように定められているか。 (c) 事業者のモニタリング体制（組織、人員、機材、予算等とそれらの継続性）は確立されるか。 (d) 事業者から所管官庁等への報告の方法、頻度等は規定されているか。	(a) N (b) N (c) N (d) N	上記の環境項目には影響が考えられる項目はない。
6 留意点	他の環境チェックリストの参照	(a) 必要な場合は、林業に係るチェックリストの当該チェック事項も追加して評価すること。 (b) 取水・利水のための大規模な堰の設置、貯水池、ダムの建設を伴う場合には、必要に応じて、水力発電・ダム・貯水池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。	(a) N (b) N	本事業で森林伐採、大規模な堰の設置等は発生しない
	環境チェックリスト使用上の注意	(a) 必要な場合には、越境または地球規模の環境問題への影響も確認する（廃棄物の越境処理、酸性雨、オゾン層破壊、地球温暖化の問題に係る要素が考えられる場合等）。	(a)N	越境または地球規模への環境問題への影響はない。

３－６－１１　環境社会配慮カテゴリー変更

採択時、本事業は環境社会配慮カテゴリーB に分類されたが、3-6-1 から 3-6-10 に示すとおり環境に与える負の影響は極めて限定的であることが確認できた為、カテゴリーC へ変更した。

第４章　ビジネス展開計画

４－１　ビジネス展開計画概要

本製品の特性からターゲット市場は、パラオ国での廃棄物処理インフラサービス、資源リサイクル市場となる。普及・実証事業ではリサイクルセンターに合計 2t 規模のプラントを導入し、あらたに家庭系生ごみの開始も試行していくことで、最終的には 3t 規模の資源リサイクルの達成を目指す。ここで有機資源リサイクルの実証と有効性が確認されることで、展開先への提案を加速させていく。

パラオ国内全体の家庭系有機系廃棄物（生ごみ）発生量は日量 4～5t、セプティックタンク汚泥が 7.7t/日の見込みとなるため、市場規模として提案製品 12～13 基の規模となる。

展開先の顧客は以下を想定している。

・行政組織（他州政府廃棄物管理課）
・第 3 セクター（PPUC 新下水処理場）
・民間事業者（養豚業者、食品工場、レストラン等）を想定する。

またパラオ国は人口が 2 万人前後の国であるために、資源リサイクルの大きな市場は望めない。パラオ国内での展開のみならず、周辺大洋州諸国への波及を視野に入れている。現在見込みのある展開先としては、コロール州とアドバイザリー協定を締結しているサイパンが有力である。

普及・実証後 5 年以内に展開が見込まれる導入先と、導入規模を表 4-1 にまとめる。

表 4-1　5 か年の販売規模

展開先	想定規模	導入製品	販売数	売上規模
リサイクルセンター（拡張）	1ｔ/日	MFS-H	1 基	2,800 万円
MJ Mart（養豚業）	1ｔ/日	MFS-H	1 基	5,400 万円
バベルダオブ島	3ｔ/日	MFS-H++	1 基	9,000 万円
PPUC 新下水処理場	1ｔ/日	MFS-H	1 基	5,400 万円
サイパン	3ｔ/日×4 か所	MFS-H++	3 基	3 億 6000 万円
合計	18ｔ/日		7 基	5 億 8600 万円

（出所）JICA 調査団にて作成

展開のバリューチェーンとしては、普及・実証事業と同様を想定しており、製品は輸出する。輸送については大洋州の海上輸送のルートと調整に熟達している（株）南洋貿易に依頼し、パラオ国内での輸送と設置、必要な基礎工事については現地 Surangel 社に依頼する。普及・実証事業で実績を持つリサイクルセンターには、その後オペレーショントレーニングやメンテナンス、組立・施工において協力体制を構築する。

期待される開発効果としては、年間 2,920ｔの埋立廃棄物量削減効果に加え、メタン発酵消化液の活用に伴う土壌改良効果、最大 29ha/年はパラオ国の農地 80 ヘクタールのうち 36%の効果となる。また家庭系生ごみの回収が進むことで、住民の 3R 意識の向上を加速させていくことに貢献できる。

パラオではコロール州で既に確立しているリサイクルセンターの技術にバイオガスと液肥が加わることで島嶼国での理想的な資源循環社会の実例を示すことが可能となる。この効果は周辺諸国にも波及し、大洋州全体として廃棄物の削減、資源の循環活用、農業の育成、住民意識の向上、自然環境の保護を実現できる可能性を秘めている。

ビジネス展開における課題とリスクは表 4-2 の通りである。それぞれリスク発生に備えた対応策を考慮した事業展開を実施する。

表 4-2　ビジネス展開において想定される課題・リスクと対応策

カテゴリー	リスク	対応
法制	土地所有による訴訟で、事業の開始が遅れる	土地の所有者、過去の利用実績を調べる。仮に氏族所有地の可能性があれば別の土地で事業想定できるよう第 2 候補、第 3 候補地まで検討しておく。
ビジネス	設備の故障やトラブルから長期の休止状態となってしまう。	リサイクルセンターを維持管理とメンテナンス技術の要とし、展開先のヘルプ体制を構築する。また最大 10 日間の原料ストック予備を設計に盛り込む。
政治・経済	米国・パラオ自由連合盟約（通称コンパクト）の経済援助が 2024 年以降停止となる。	普及実証でリサイクルセンターのバイオガス活用が施設全体のランニングコストを削減できることを実証し、その価値をアピールしていく。

（出所）JICA 調査団にて作成

４－２　市場分析

４－２－１　対象市場・顧客

提案製品は湿式メタン発酵処理プラントとなるため、対象となる原料は汚泥、畜産糞尿、食品残渣、農業残渣等の有機物である。これらは廃棄物として発生することでその処理や環境負荷への課題がうまれ、適正処理に対するニーズが出てくる。よって本製品の特性からターゲット市場を定義すると、パラオ国での廃棄物処理インフラサービス、資源リサイクル市場となる。

市場全体の規模では、2-3 で示したようにパラオ国内の家庭系有機系廃棄物（生ごみ）発生量は日量 4～5t、セプティックタンク汚泥が 7.7t/日となるため、全体として約 12～13 基の規模となる。家畜糞尿はセプティックタンク汚泥に含まれているものとしているが、養豚業者によってはオンサイトで糞尿をメタン発酵処理し、豚舎の熱源としてバイオガスを利用することを望んでいる業者も存在している。

普及・実証事業ではリサイクルセンターに合計 2t 規模のプラントを導入し、あらたに家庭系生ごみの開始も試行していくことで、最終的には 3t 規模の資源リサイクルの達成を目指す。ここで有機資源リサイクルの実証と有効性が確認されることで､他州政府の廃棄物処理課と J-PRISM に対して提案を開始し、残りの生ごみ全量の資源化が見込まれる。

顧客は以下を想定している。

・行政組織（他州政府廃棄物管理課）
・第 3 セクター（PPUC 新下水処理場）
・民間事業者（養豚業者、食品工場、レストラン等）を想定する。

しかしパラオ国は人口が 2 万人前後の国であるために、資源リサイクルの大きな市場は望めない。パラオ国内での展開のみならず、周辺大洋州諸国への波及を視野に入れている。バイオガス単体での普及はもとより、パラオ国で確立しつつある多品種廃棄物のリサイクル事業にバイオガスを組み込むことで実現性が高まる資源循環社会形成モデルの普及をコロール州政府、パラオ国政府と共に図っていきたい。現在見込みのある展開先としては、コロール州とアドバイザリー協定を締結しているサイパンである。サイパンではリサイクルセンターの取り組みを参考に、同システムをサイパンで導入すべく調査が進行している。バイオガスも構想の中に含まれていることから、同じく普及・実証事業の検証を終えた段階で、提案を開始する。

４－２－２　競合分析

提案製品の競合となる企業や製品はパラオ国には存在していない。

しかし、資源リサイクルという観点では、生ごみ・汚泥は堆肥化することができるため、堆肥化設備が競合として考えることはできる。しかし堆肥化プラントのメーカーはパラオ国には存在しておらず、野積による堆肥が一般的であり、また農地に隣接している場所でないと堆肥化は行われていないことから、バイオガスの競合先としては、特定しないこととする。

４－３　バリューチェーン

４－３－１　製品・サービス

展開を目指す提案製品は、普及・実証事業に提案するものと同じ MFS シリーズであり、規模に応じてその容量を調整していくことがアドバンテージを活かしていく。コロール州では最大 3t の容量設定にて導入することが出来るが、展開先に適する製品としては、発酵槽容量が 10m3、15m3 の MFS-M、MFS-H を対象として考えている。

４－３－２　バリューチェーン

パラオ国内展開のバリューチェーン構想については図 4-1 に示す。

普及・実証事業と同様の体制を持って製品の部品調達と製造を想定している。輸送については大洋州の海上輸送のルートと調整に熟達している（株）南洋貿易に依頼し、パラオ国内での輸送と設置、必要な基礎工事については現地 Surangel 社に依頼する。普及実証事業で実績を持つリサイクルセンターには、その後オペレーショントレーニングやメンテナンス、組立・施工において協力体制を構築する。

液肥に関しては、コロール州は余剰液肥の散布場所となるネピアグラスの農地運用を担っている。展開先の液肥についても余剰分についてはネピアグラス農地を活用してもらう体制を検討している。

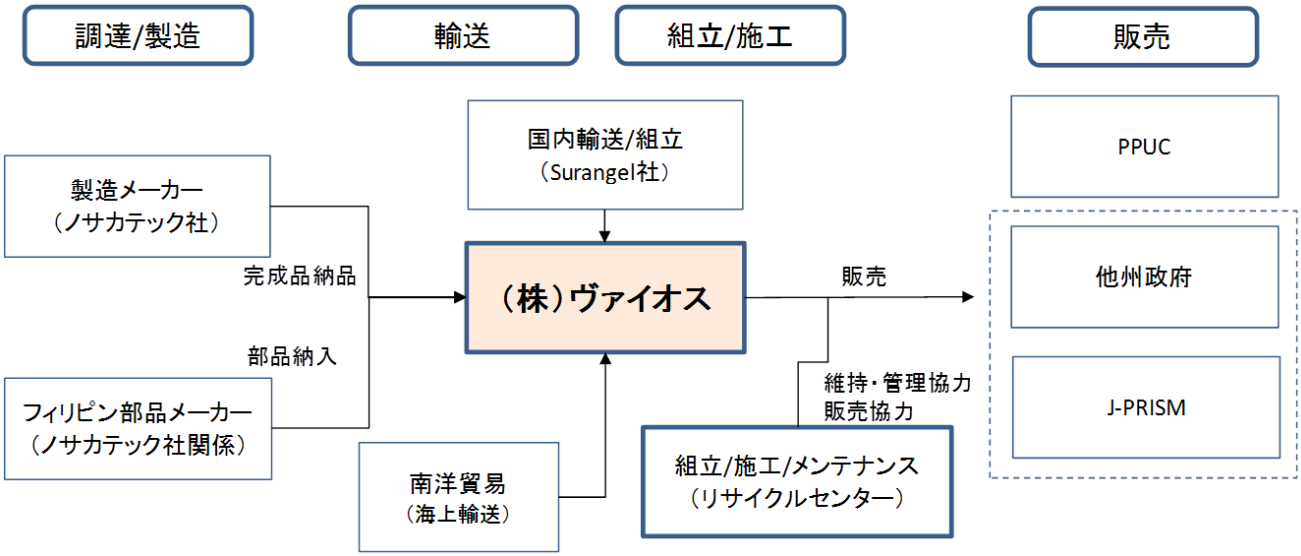


図 4-1　ビジネス展開のバリューチェーン図
（出所）JICA 調査団にて作成

４－４　進出形態とパートナー候補

進出形態としては、輸出による製品販売を現時点で想定している。

パラオ国の市場規模から、現地法人設立については投資効果が大きくないため、時期尚早と判断している。また販売代理店としては、プラントの設計・組立・施工・販売の一連の業務を担える業者として現地建設会社の Surangel 社が候補となるが、Surangel 社はバイオガスについての知見や取扱いの実績がなく、必要な機材や部品は日本からの調達となるため、現時点では代理店として同社を想定していない。

バイオガスプラントは初期設計が非常に重要であり、設計に際して原料の内容設定、ガス・消化液の利用用途など容共に応じて柔軟な詳細設計が必要となる。核となる設計の部分はヴァイオス社が担う必要があることから、輸出による販売形態が最も適合性が高い進出形態であると考えている。

そのためパートナー候補となる業者は特定していないが、提案製品の販売先が政府系の機関としていることからもコロール州のリサイクルセンターにはプラントの維持管理、オペレーショントレーニング以外でも、販売に向けた協力を担ってもらうことを検討している。

４－５　収支計画

本事業展開の 5 か年分の収支計画について表 4-3 に示す。

表 4-3　事業計画書

〈単位：千円〉

		1年目		2年目		3年目		4年目		5年目		備考
			試算根拠		試算根拠		試算根拠		試算根拠		試算根拠	
売上		60,000		30,000	追加分	50,000	50MX1	90,000	90MX1	50,000	50MX1	
売上原価		60,000	原価6M 輸送費5M	27,000		40,000	原価35M 輸送費5M	75,000	原価68M 輸送費7M	40,000	原価35M 輸送費5M	
	販売費及び一般管理費	15,000		7,000		7,000		13,000		7,000		
	（うち人件費）	9,000		3,000		3,000		4,000		3,000		
	（うちその他経費）	6,000		4,000		4,000		6,000		4,000		
売上総利益		−15,000		−4,000		3,000		2,000		3,000		
営業利益		−15,000		−4,000		3,000		2,000		3,000		
	営業外収益	5,000	JICA普及実証収入	0		0		0		0		
	営業外費用	0		0		0		0		0		
経常利益		−10,000		−4,000		3,000		2,000		3,000		
参考	出資金残高	0	現地法人は設立せず、出張ベースで対応									
	借入金残高	10,000		14,000		11,000		9,000		6,000		

＜　備　考　＞

＊必要に応じて、事業計画書を加工していただいても構いません。単位の表示も含め変更していただいても構いません。

＊参考欄に、資金調達（借入等）について、現時点での範囲で記載ください。またその場合、自社資金、銀行借り入れ等も明記ください。

（出所）JICA 調査団にて作成

現在の計画では、普及・実証後、リサイクルセンターの発酵槽の追加拡張（有機廃棄物処理量 2t→3t/日）を想定している。リサイクルセンターとしては、施設全体を RE100 で運営することを目指しているため、廃ガラス工房に必要な熱源を 100%バイオガスで賄うためには日量 3t 処理の発酵槽容量が必要となる。普及実証事業にて原料調達から液肥の運用までのスキームを確立することで拡張に向けた予算申請が可能となるため、実証後はその処置を講じていくことで打合せをしている。

またコロール州内でレストラン経営をしているフィリピン系企業の MJ Mart はバベルダオブ島にて養豚事業と農場を運営しており、事業を通してパラオの環境改善に貢献していくことを表明している。養豚場にバイオガスプラントを設置することで、糞尿処理と隣接農地で液肥散布をすることができれば、排水処理の対策が促進され、養豚事業を拡張することが可能となるため、提案製品に対してニーズがある。バイオガスのエネルギー利用と液肥の効用を実証することで、MJ Mart に対して提案を本格化させていくが可能となるため、有力な販売先として想定をしている。

更に、バベルダオブ島の廃棄物分別回収を計画している J-PRISMⅡと連携し、新最終処分場に収集される有機廃棄物の処理（再資源化）に本制品を提案し、当該処分場に併設するバイオガス施設の導入を見込んでいる。マスタープランにおいては、ごみは有機系とそれ以外の 2 つに代別され、有機系はコンポスト等、それ以外のごみは完全分別を行う中間処理施設「トランスポーテション施設」にてリサイクルされる案が検討されている。バイオガスプラントの有用性を検証することで、トランスポーテション施設で有機系廃棄物のメタン発酵処理の有効性を提案できることになるため、回収量の全量を対象とした発酵槽規模にて導入することを見込んでいる。

2018 年 5 月時点で下記の国内有力者と面会し、廃棄物量の削減（リサイクル率の向上）、農業生産（食

糧自給率の向上)、養豚事業の拡大、外来植物（クズ）の低減などの施策を推進するために、小型メタン発酵装置は親和性の高い技術であると前向きな意見を貰っている。廃棄物処理は国政府と地方政府が一致協力して取くむべき施策なので、他州知事や省庁関係者への事業プレゼンテーションを拡大させていくことも販売戦略として組み込んでいる。

- コロール州フランコ知事、アイライ州レングルバイ知事、アンガウル州ウエハラ知事
- パラオ国教育局ソアラブライ大臣、パラオ国公共事業局オビアン大臣
- パラオ国大統領府　ニック大統領補佐官

その他可能性のある提案先は、コロール州に新たに建設予定の下水処理場である。初期設計においてバイオガスとの連動は見込まれていないが、ベルトプレスによる汚泥減量化はかなりの消費電力になることから、施設のランニングコストを悪化させることが懸念されている。施設稼働後そのランニングコスト削減策としてバイオガスとの併用が検討されることは充分可能性があるため、必要情報のを継続して取得し、導入に向けた提案を行っていくこととする。

パラオ国外での展開

大洋州諸国からパラオへの視察受入を計画し、事業提案していくことを目指す。同国での普及実証事業で実機の稼動とその全体効果を情報発信することで、同様の課題のある地域に対して同タイプのメタン発酵設備の販売を図る。既にコロール州廃棄物管理事務所へは、国外から多くの視察者が来訪している。特にサイパンからは 2017 年に正式に政府担当者が訪問し、コロール州リサイクルセンターの全体システムをサイパンへ導入する協力要請について公文書が取り交わされている。メタン発酵技術も含まれているので、コロール州での導入が完了することでサイパンへの提案を計画している。同じくツバル、サモアからも政府環境・廃棄物省庁の担当者が視察に訪れ、同施設を両国国内でも導入すべく協力要請が入っている。

近い将来、こうした展開を「太平洋・島サミット」や海洋問題国際会議「Our Ocean」などにおいて、国レベルで環境問題に取組み実績を上げている状況を発信する。

表 4-4　サイパン基礎情報

人口	ごみ実態	観光客数	面積	バイオガス規模
58,000 人	リサイクル率 1%	450,000 人	115km^2	12 t /日

（出所）北マリアナ諸島商務省の情報を基に JICA 調査団にて作成

４－６　想定される課題・リスクと対応策

４－６－１　法制度面での課題・リスクと対応策

パラオ国は土地所有の問題が複雑で、土地訴訟が原因で公共事業の開始が遅れる事例が頻発している。公有地と民有地以外に氏族所有地があり、氏族所有地は記録・成文化されておらず、全て口承によることから台帳には記載されていない。事業における土地利用の際はその土地の所有者、過去の利用実績を調べ、仮に氏族所有地であれば別の土地で事業想定できるよう第 2 候補、第 3 候補地までを検討するこ

ととする。

４－６－２　ビジネス面での課題・リスクと対応策

廃棄物処理とガスを扱う設備となることから、設備の故障やトラブルから長期の休止状態になることは許されない。そのため重要となるプラントの維持・管理、メンテナンスにおける技術構築はコロール州リサイクルセンターのスタッフをパラオ国内の要として位置付け、国内展開先でのメンテナンスに対応できる体制とする。部品在庫、供給体制を綿密化しておくことで材料未達による緊急時遊休化を避け、即座に修理ができる体制を構築する。また各展開先では 7 日から 10 日の原料、液肥のストック能力を付与しておくことで、廃棄物処理が滞りなく継続するような設計構築を行う。

４－６－３　政治・経済面での課題・リスクと対応策

パラオの経済は、米国・パラオ自由連合盟約（通称コンパクト）により米国はパラオに対して経済援助を行うことが明記されている。2009 年までに総額 5 億 6 千万ドルの財政支援がなされ、その後 2010 年に修正コンパクトが締結されるにおよび、財政支援を 2024 年まで 15 年間延長することが決定した。しかし修正コンパクトは米国議会において承認が成されていないことから、暫定的に年間約 1300 万ドルの財政支援がパラオ国政府に支給されている。コンパクトによる財政支援は 2018 年現在まで継続されているが、2024 年以降も継続されるかは確定していない。コンパクトによる財政支援はパラオ国政府財政の約 20%に相当することから、この支援が不継続となった場合、政府機関の財政が維持できず、予算の減額や公務員数の減少が危惧され、事業運営の大きなリスクとなる。バイオガスプラントの導入メリットは単なる廃棄物処理施設ではなく、バイオガスのガス利用、発電・熱のコジェネレーションによるエネルギーの活用にあるため、設置場所のエネルギーランニングコスト削減効果をアピールしていくことが重要になる。普及実証でリサイクルセンターのバイオガス活用が施設全体のランニングコストを削減できることを実証できれば、将来的にコンパクトマネーの援助削減となった場合、その必要性は逆に高まることとなる。リサイクルセンターでの実績をアピールしていくことが何よりも重要となる。

４－７　期待される開発効果

４－７－１　開発効果

本事業をパラオ国内に展開していくことで期待される効果としては、「３－７ODA 案件化における開発効果」で示した数値の拡大が期待できる。特にメタン発酵消化液の活用に伴う土壌改良効果は、29ha/年にものぼり、パラオ国の 80ha の農地のうち 36%の土壌改良が可能となることから、農業育成、食の安全というパラオ国の課題に大いなる貢献が可能となる。またこれまで分別回収ができていなかった家庭系生ごみの回収が進むことで、直接的には埋立廃棄物量の削減、間接的には住民の 3R 意識の向上を加速させていくことに貢献できる。

パラオではコロール州で、CDL 制度、有価物回収リサイクル、廃ガラス工房、プラスチック油化、堆肥化、太陽光発電の実績を既に有しており、これにバイオガスと液肥が加わることで島嶼国での理想的な資源循環社会の実例を示すことが可能となる。この効果は周辺諸国にも波及し、大洋州全体として廃棄物の削減、資源の循環活用、農業の育成、住民意識の向上、自然環境の保護を実現できる可能性を秘めている。

表 4-5　ビジネス展開により期待される開発効果

有機廃棄物資源化効果（生ごみ・セプティックタンク汚泥等）	約 2,920t/年
家庭系生ごみの分別・回収量（埋立廃棄物量削減）	1,460-1,825t/年
液肥供給による化成肥料代替効果	約 40t/年
液肥利用により土壌改良可能な農地面積	約 29ha/年

（出所）JICA 調査団にて作成

４－８　日本国内地元経済・地域活性化への貢献

４－８－１　提案企業自体への裨益

我が国が直面する都市インフラ稼働率の低下は、和歌山も例外ではない。ヴァイオス社は、公共のインフラサービス業に参入し、研究開発を通じた新事業創出において地域を活性化させ、雇用を創出し、ここ 10 年で雇用・事業規模ともに飛躍的に拡大させている。本事業での実績は、日本国内へも適用可能なモデルなので、国内島嶼部に向けて実績をアピールして課題解決に資する事業にしていきたいと考えている。

４－８－２　関連企業・産業への貢献

加えて農業分野にも進出し、農業生産法人㈱ヨシムラファームを設立し、現在 5 名の従業員を新規雇用している。2016 年年 3 月、一般社団法人レジリエンスジャパン推進協議会より「ジャパン・レジリエンス・アワード（強靭化大賞）2016」優良賞を受賞した。また、JICA 関西の協力のもと近畿経済産業局が主催する関西 SDG s の活動に設立初期より参加し、国内外の課題に取り組みつつある。一方で、「Team E Kansai」として在阪の環境技術メーカーの連携体の中でも、タイ・マレーシア・ベトナムなどで活動をおこなっている。

４－８－３　その他関連機関への貢献

東南アジアから来日する訪問団を受け入れ、我が国の秀でた「資源循環システム」などを PR しつつ、また中国・台湾・タイ・ベトナムから視察研修団を受け入れている。事業の実現ならびに横展開を達成していくことで、国内外の公的機関や企業がヴァイオス社技術やリサイクルシステムに関心を示し、実機のある和歌山本社に視察に訪れることが想定される。視察は県内での宿泊・観光に派生するため地域経済への波及効果を生み出すことが期待できる。

要約（英文）

Introduction: **Background and Purpose of the Survey**

In Palau, it is necessary to take environmental measures as development and tourist's has increased environmental burden. Regarding waste management, the remaining years of existing landfill sites are short, and although establishment of new landfill disposal site till 2023 is being processed, the reduction of waste and proper treatment is an issue. In Koror State, the waste management office is engaged in recycling of raw/recyclable garbage, metals and plastic wastes. By utilizing the proposed product i.e. "Comprehensive Organic Resource Recycling System through Methane Fermentation Technology "food waste and sewage sludge can be reduced and realize recycling of waste.

Chapter 1: Development Issues for Target Countries / Regions

As of 2005, the amount of waste in Palau was 23,810 lbs (10.8 t) per day, but as of 2018 the amount of waste generation has increased about 34 t / day. The classification is domestic garbage 40%, industrial garbage 60%, main composition is 26% raw garbage, paper 15%, plastics 32% and so on.

Although the population of Palau has been around slightly less than 20,000, the number of foreign workers and tourists has increased, and the proportion of tourism in GDP is about 50%. In addition, many of food, energy and daily necessities depend on overseas import and the change in lifestyle has further expanded the import volume which has resulted in the tendency of waste to increase in proportions.

In Koror State, a waste management office (recycling center) has been established to reduce the amount of waste, increasing public awareness and developing waste recycling industry. However, the domestic largest M - dock landfill disposal site's capacity has exceeded, and a plan for construction of a new landfill disposal site in State of Aimeliik is in progress. Furthermore, in agricultural sector over use of chemical fertilizers and agricultural chemicals has resulted in soil deterioration.

These chemical substances flow from the farmland to the ocean through rainfall and have negative impacts on the coral reef ecosystem. Therefore, a measure for agriculture promotion which guarantees preservation is essential.

Chapter 2: Proposed companies, Products and Technologies

The concept of the proposed product is "inexpensive, compact, easy-to-carry, portable biogas system", and the basic specifications are as follows. MFS - M is medium temperature fermentation, MHS - H is high temperature fermentation facility, each facility can expand capacity by connecting fermenters. After introducing organic waste into the fermentation tank, the biogas generated in the fermentation tank is stored in the gas bag and then the hydrogen sulfide (H 2 S) is removed in the desulfurization tower. After that it is stored in gas tank, and biogas is used in gas water heater and gas generator. Part of the hot water boiled in the gas water heater is also used as the heating of the fermenter. On the other hand, the digestive juice accumulated in the fermentation tank can be used as liquid fertilizer or as dried compost in agricultural sector.

Since the methane fermentation system which is now commercialized is only large-sized, the technology of simplified small system, integrating the fermenter and generator of this product enables simple waste disposal as on-site. Land is limited in Palau, there is a need for products and technologies that can be deployed in small

spaces, and this proposed product is suitable to meet the needs. Thus, it can be considered as a promising technology expected to be expanded in near future.

MFS-M

MFS-H

MFS-H+

Item	MFS-M	MFS-H	MFS-H+	MFS-H++
Price	22 million yen	24 million yen	32 million yen	49 million yen
Capacity of fermenter (㎥)	10	15	30	45
HRT (day)	30	10	10	15
Applicable PH	6.7-8.0	6.7-7.6	6.7-7.6	6.7-7.6
Temperature of fermentation (℃)	35-40	55	55	55
Capacity of disposal (ton/day)	0.3	1.5	2	3

Field conformity of Proposed Product

B) Origin and Procurable Amount of Organic Waste (Input Material)

Septic tank sludge can be procured steadily, garbage from both industrial and general waste are collected daily as feed by the pig farms. Therefore, household garbage not collected by the pig farms can enable for stable operation.

C) Input material sorting, collection scheme

Existing collection scheme can be used for sludge. It is possible to recover household garbage by combining efforts of home compost.

D) Location of Biogas Plant

We examined by focusing on the new final disposal site, the new sewage treatment plant, and the Koror state recycling center, and confirmed that the recycling center is highly compatible with the needs of the biogas project and that the conditions are most suitable for the candidate site.

E) Operational capacity of biogas plant

The recycling center has the necessary vehicle, artificial and engineering skills.

F） Utilization of output raw materials (biogas)

At the recycling center, waste glass is used as a heat source instead of the JP gas. It is possible to secure the necessary heat source by setting the scale to 3 t with raw garbage mixed raw material.

G） Areas of demand for output material (liquid fertilizer)

Demand of 0.6 t / day has been confirmed through fertilizer cultivation test at Oiska Palau. Since there is also liquid fertilizer demand from other agricultural entities, after analyzing the test results and proposing verification expansion of the demand is expected. We will also carry out cultivation of Napier grass (for grass compost) in case the demand for liquid fertilizer is insufficient.

Since Palau has mainly red soil (laterite) unsuitable for agriculture, soil improvement of agricultural land becomes necessary to raise the improvement of agricultural self-sufficiency rate. This can be expected to have a substantial effect by executing a soil improvement method which can be carried out together with compost (leaves branching during fermentation etc.) as a use application of methane fermentation digested liquid.

H） Transportation / distribution system of output material (Liquid fertilizer)

Since farm roads are not being maintained in Palau, it is impossible to introduce liquid fertilizer application vehicles. For this reason, a rice container can be set up on the farmer side; liquid fertilizer can be supplied periodically, and from there can be distributed manually to the field. 散布

Chapter 3 : ODA Proposal

We are planning to spread and demonstrate projects as ODA projects, aim to do business demonstration and propose to deployment candidates. The counterpart organization has selected the recycling center of Koror State Waste Management Office, evaluating the maintenance capability of the facility and the willingness to solve the problem. The target area is Koror State of Palau (Proof of product proof, Separation and gathering of garbage), Babeldaob Island (agricultural utilization of methane fermentation digestive juice, sorting and collection of sludge), and installs products in the recycling center.

Item	Specification for proposed product
Specification / Size	・Model : MFS-H++（Volume of fermenter 45m3） ・Raw material： Food Waste 0.6t/d Sludge 1.4t/d ・Disposal apacity： 2m3/d（30 m3 fermenter is used in Pilop Project） ・Hydraulic retention time： 15 days ・Size： Length 6m, Width 2.5m, Height 2.6 m
Price	Total Initital Cost： 550,000 m USD（including Freight & Installation cost）
Quantity	20ft container × 4

Purpose and Activities of Demonstration Project

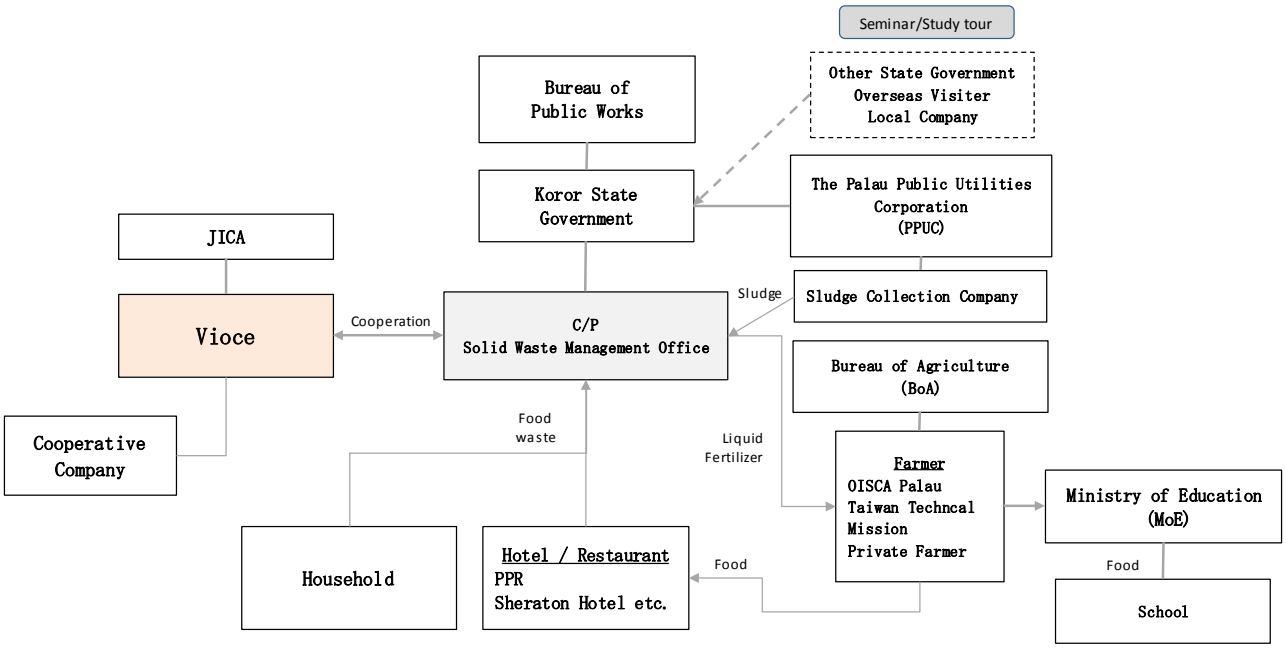
1.Demonstration of operation of compact biogas system MHS-H
2.Establishment of raw material collection scheme
3.Establishment of operational scheme for utilization of total amount of digestive juice in farmland
4.Visiting other state governments, private companies, farmers and school officials
5.Awareness raising activities of biogas business for general citizens

Input

The Japanese department conducts plant detailed design, maritime transportation, site installation, and after commissioning at the site, instructs the C / P side about plant operation and maintenance. Establishment of an operation scheme for digestive juice (Liquid fertilizer), training for garbage separation / foreign matter removal, dissemination and awareness raising activities of biogas project will be implemented.

The Palau side (recycling center) provides the staff to assist the operation of the installation site, the necessary foundation work, the operation of the plant / resource crop farmland, the provision of means for collecting raw materials and transporting liquid fertilizer, providing the seminar venue and participants Perform recruitment. Then, after the diffusion demonstration project, in order to operate the transferred product for a long time, acquire skills and knowledge, secure personnel, build management system, calculate and acquire necessary budget so that employees can be maintained and managed.

Implementation Structure Diagram



Collaboration Potential with ODA Project:

By proposing a biogas plant to the waste separation and collection scheme of Babeldaob Island planned by Pacific Region Waste Management Improvement Support Project J-PRISM Phase II, it is possible to reduce organic waste recycling, transport volume and cost. And it will also be an effective technique for formulating the intermediate treatment plan, so we are assuming that we will proceed with business proposals

focusing on information sharing.

Necessity of EIS in this Project

Since the recycling center is an agency that collects, transports, sorts and recycles waste, it already has EIS permission by EQPB, so it unnecessary to apply for additional EA. Furthermore, this project is a biogas project for small-scale plants, there is no plan to expand land, and no threats of drainage leaks and emission of air pollutants. This also confirmed that there is no need for EA as a judgment of the Environmental Protection Committee.

Expected Development Effect

Contribution in reduction of landfill disposal can be made by recycling of organic waste and achievement of soil improvement and organic agriculture through agricultural utilization of methane fermented digestive juice.

The amount of recycling organic waste (Food waste, Septic tank sludge, etc)	730t/year
Reduction of waste to be landfill disposal	109t/year
Replacement of chemical fertilizer by supplying liquid fertilizer	10t/year
Reduction of purchase cost of chemical fertilizer by using liquid fertilizer	$ 24,000/year
Agricultural land area that can be improved by using liquid fertilizer	7.3ha/year

Chapter 4 : Business Development Plan

Due to the characteristics of this product, the target market will be a waste treatment infrastructure service, resource recycling market in Palau. In the diffusion demonstration project, we will introduce a total of 2 tons of plant to the recycling center and try to start household garbage waste, and ultimately aim to achieve resource recycling of 3t. By confirming the validity and validity of organic resource recycling here, we will accelerate the proposal to the deployment destination.

Since the amount of household organic waste (garbage) generated in the whole of Palau is estimated to be 4 to 5 tons per day and septic tank sludge is expected to be 7.7 tons / day, the scale of the proposed product will be of 12 to 13 groups.

The following can be assumed as Potential customers

- Administrative organization (other state government waste management section,),
- Third sector (PPUC New Sewage Treatment Plant)
- Assume (pig farmer, food industry, restaurant etc.).

In addition, Palau country is a country with a population of around 20,000 people, so we cannot expect for a big market of resource recycling. We are considering spreading not only in Palau but also in peripheral Pacific

state countries. Saipan, which has an advisory agreement with Koror State, is also being researched as a potential deployment destination.

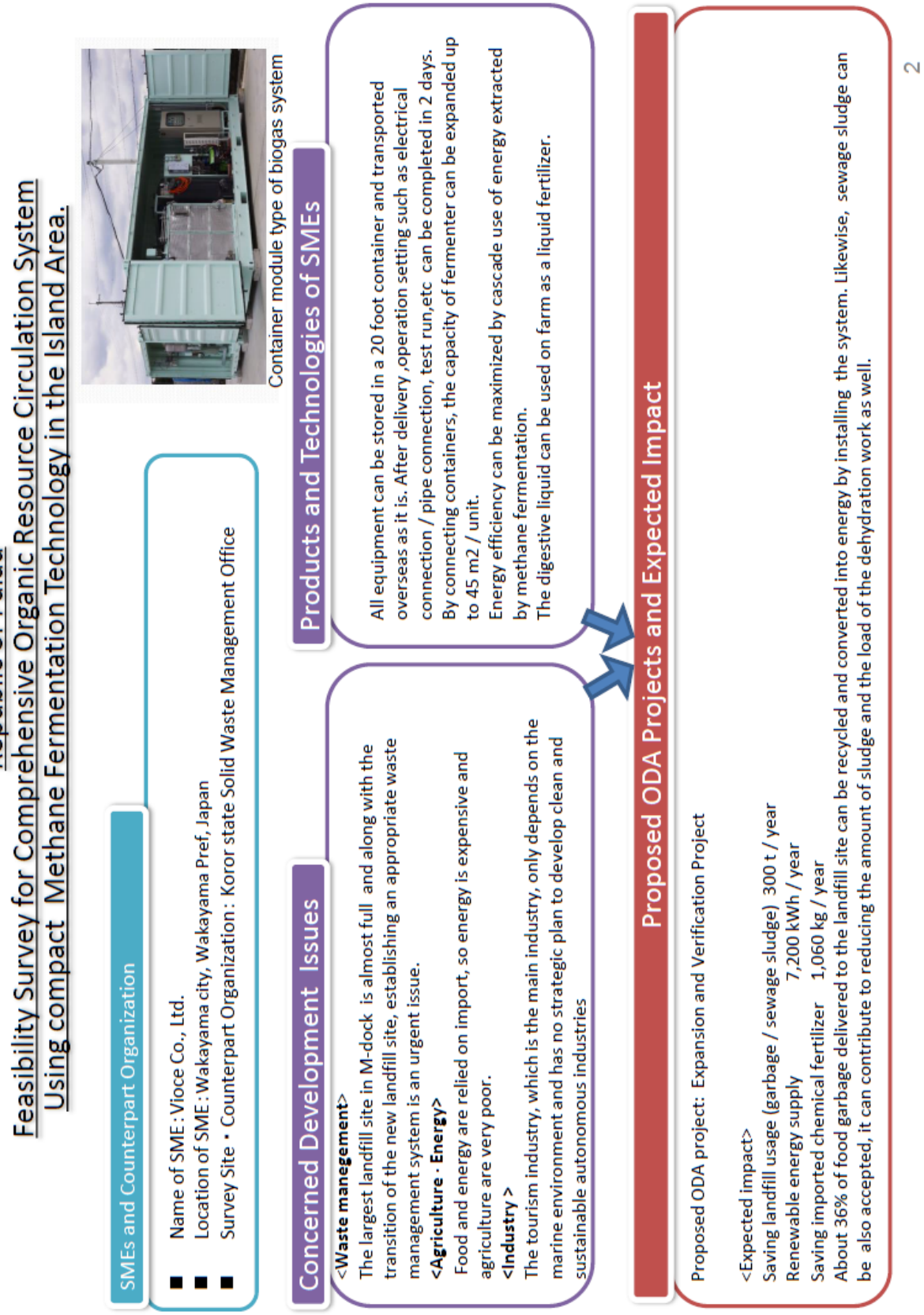
Sales distination	Business scale	product	The number of plants	Sales (JPY)
Recycle center (expansion)	1t / day	MFS-H	1 unit	28 Millions
MJ Mart (Pig farmer)	1t / day	MFS-H	1 unit	54 Millions
Bureau of Public Works (Babeldaob Island)	3t / day	MFS-H++	1 unit	90 Millions
PPUC (New Sewage Treatment Plant)	1t / day	MFS-H	1 unit	54 Millions
Saipan	3t / d × 4 places	MFS-H++	3 unit	360 Millions
Total	18t / day		7 unit	586 Millions

As the deployment value chain, it is assumed to be the same as the diffusion demonstration project, and the products are exported. For transportation, entrusting Nanyo Boeki Corporation (NBK); who is adept at the route and coordination of the ocean transportation in the Pacific Ocean, installation of transport route in Palau, and entrusting the local Surangel Company about the necessary construction work. At the recycling center which has a proven track record in popularization demonstration project, we will construct a cooperative system for operation training, maintenance, assembly and construction afterwards.

The expected development results are reducing landfill waste amount of 2,920 tons per year, soil improvement effect due to utilization of methane fermentation digestive juice and maximum of 29 ha / year i.e. 36% of farmland of 80 hectares in Palau country. Moreover, by recovering household food waste, we can contribute to accelerate improvement of resident’s consciousness towards ' 3R.

By adding biogas and liquid fertilizer to the technology of the recycling center in Koror province, it becomes possible to show an example of an ideal resource recycling society in island countries. The results also spreads to neighboring countries and has the possibility of realizing reduction of waste by recycling of resources, farming of agriculture, improvement of residents' consciousness and protection of the natural environment in Oceania as a whole.

ポンチ絵（英文）


Republic of Palau
Feasibility Survey for Comprehensive Organic Resource Circulation System
Using compact Methane Fermentation Technology in the Island Area.
Container module type of biogas system
SMEs and Counterpart Organization
Name of SME : Vioce Co., Ltd.
Location of SME : Wakayama city, Wakayama Pref, Japan
Survey Site・Counterpart Organization : Koror state Solid Waste Management Office
Concerned Development Issues
<Waste manegement>
The largest landfill site in M-dock is almost full and along with the transition of the new landfill site, establishing an appropriate waste management system is an urgent issue.
<Agriculture・Energy>
Food and energy are relied on import, so energy is expensive and agriculture are very poor.
<Industry >
The tourism industry, which is the main industry, only depends on the marine environment and has no strategic plan to develop clean and sustainable autonomous industries
Products and Technologies of SMEs
All equipment can be stored in a 20 foot container and transported overseas as it is. After delivery ,operation setting such as electrical connection / pipe connection, test run,etc can be completed in 2 days.
By connecting containers, the capacity of fermenter can be expanded up to 45 m2 / unit.
Energy efficiency can be maximized by cascade use of energy extracted by methane fermentation.
The digestive liquid can be used on farm as a liquid fertilizer.
Proposed ODA Projects and Expected Impact
Proposed ODA project: Expansion and Verification Project
<Expected impact>
Saving landfill usage (garbage / sewage sludge) 300 t / year
Renewable energy supply 7,200 kWh / year
Saving imported chemical fertilizer 1,060 kg / year
About 36% of food garbage delivered to the landfill site can be recycled and converted into energy by installing the system. Likewise, sewage sludge can be also accepted, it can contribute to reducing the amount of sludge and the load of the dehydration work as well.
2

別添資料

本邦受入活動完了報告書

2018 年　4 月　25 日

業務主任者：　村岡　英樹

案件名：パラオ国　島嶼部における小型メタン発酵技術を活用した包括的有機資源循環システム導入の案件化調査

企業名：　株式会社ヴァイオス

1.　報告内容

（1）　受入活動の概要

（ア）　概要（目標、項目（具体的な活動内容））

目標：　バイオガスプラント事業のオペレーションリーダーとして、設備一式・作業フロー、異物除去と混入率低下の取組を理解する

項目：　①　バイオガスプラントの設備一式の理解

②　原料受入から液肥散布までの一連の作業フローの理解

③　ごみ異物除去作業の実体験、異物についての理解

④　ルーティーンのオペレーション作業、メンテナンス項目の理解

⑤　資源循環社会の将来的意義と直近に取り組むべき活動の理解

（イ）　受入期間

２０１８年4月１６（月）　～　２０１８年4月２０日（金）

（ウ）　参加者リスト（氏名（Mr./Ms.）、所属、役職）

① 氏名：　Mr. Katsuo Fuji

所属：　Koror State Government

役職：　Consultant

② 氏名；　Mr. Selby Percy Etibek

所属：　Solid Waste Management Department of Public Works Koror State Government

役職：　Manager

（エ）　カリキュラム、日程表

日時	場所	内容
４月１７日（火）		
１０:００　- １２:００	JA紀の里ファーマーズマーケットめっけもん広場	地域農家の農作物が集まる場所を見学し、ファーマーズマーケットについて学ぶ。
１３:００　- １７：００	（株）ヴァイオス 桃山リサイクルセンター	バイオガス実証機の見学と処理システムについて学習する。
４月１８日（水）		
１１：００　- １２：００	ヴィアイン京都四条室町	資源循環による地域つくり実現のため構想とアクションについて考える。
１２：３０　- １４：００	農場レストラン モクモク京都店	有機野菜の付加価値化、地産地消について学ぶ。
１５：００　- １７：００	京都府立植物園	液肥の活用方法や域内循環型の生産物を模索する。
４月１９日（木）		
１０：００　- １３：００	南丹市八木バイオエコロジーセンター	バイオガスプラントオペレーションと管理運営体制、地域におけるバイオガスの役割について学習する。

（２）　受注者による所見

（ア）　本邦受入活動の結果・課題（目標の達成状況、成果、改善点等）

① バイオガスプラントの設備一式の理解

ヴァイオス社社の実証プラントを使って設備詳細とフローの説明を行い、所々で疑問点や確認点の質問を受けた。これまでカタログと図面で製品（MHS）の理解を深めてきたが、製品実機による詳細説明を実施できたことにより、製品（MHS）に対する理解は大きく深まった。視察後にMr. Katsuo Fujiからメンテナンス面、運用面、体制面でパラオでも導入可能な設備であると評価を頂き現地における強いニーズも共有して頂けた。また、コロール州として対応できる技術や負担も改めて言及して頂き、製品の簡素化やコストダウンの見込みを再確認できた。

② 原料受入から液肥散布までの一連の作業フローの理解

バイオガスの一連フロー、原料の前処理からガス/液肥の貯留と利用まではこれまで図面を用いて説明していたが、今回製品実機を用いて各設備の役割や処理フローの説明を通して、配管位置やサイズ、ポンプ圧力にいたる細かなことまで参加者の理解が進んだ。また八木バイオエコロジーセンターのバイオガス運営の現場視察を通して、原料の受入れ状況やガス利用用途、液肥/コンポストの利活用の実見ができたことで、バイオガスフロー理解の補足ができた。

③ 生ごみ異物除去作業の実体験、異物についての理解

生ごみ異物除去については今回の活動内に含めることができなかった。(生ゴミ破砕機を確認するのみに留まった) 生ごみをメタン発酵処理するために必要となる前処理と異物除去について、理解を進めていくことは必ず必要となる。今回実施できなかったが、普及実証事業時に現地の生ごみを使ってトレーニングを行っていきたい。

④ ルーティーンのオペレーション作業、メンテナンス項目の理解

設備一式の理解、作業フローの理解とも共通するが、ヴァイオス社実証機による説明を通して、日々のオペレーション作業と設備メンテナンスについては一定の理解をされ、パラオに導入しても充分現地作業員のみで対応していける設備であるという共通認識が強化された。細かな日々のルーティーン作業についてはまだ全容を説明する段階ではない。この点は普及実証事業において現地スタッフに対しトレーニングしていく予定である。

⑤ 資源循環社会の将来的意義と直近に取り組むべき活動の理解

パラオにおける資源循環型社会の構築について、バイオガス事業によって生み出されるメタン発酵消化液（液肥）の利活用により実現可能となる活動に焦点を当て、視察を実施した。

めっけもん広場では有機食材が集まる場所の重要性について、モクモクファームでは有機食材の付加価値化と地産地消の調達について、京都府立植物園では液肥栽培していく植物について学び、検討することができた。各地の視察を通して

・有機野菜や国内産食材を気軽に販売/購入できる場としてのローカルマーケットを樹立していきたい

・病院やホテルなどへ食材調達ルートさえ確立させれば「made in Palau by Palauan：地産地消」の事業は可能だろう

・液肥の用途としては大きくは「食用／観葉」に分け、付加価値が高く、液肥利用の多い種から着手していこう

といった、パラオでの実現について具体的な想定をすることができた。

（イ） 参加者の意欲・受講態度、理解度

参加者は目的と学ぶべき点について事前に整理をされていたこともあり、その観点から処々で要点を絞った質問を行っていた。Mr. Katsuo Fuji は主にバイオガスプラントの仕組やパラオにおいての利用を想定した質問を行い、プラント理解を深めていた。また Mr. Selby Percy Etibek は全体処理フローと、特に液肥活用について多くの質問をしていた。

（ウ） 本邦受入活動の成果を生かした今後の活動計画

本邦受入活動を通して、カウンターパート候補機関の重要関係者がバイオガスプラント実機とプラントの管理運営について理解を深め、パラオで導入することに対するリス

クや懸念点を払拭することに繋がった。終了後にはMr.Katsuo Fujiからコロール州でのバイオガス事業実現のためにカウンターパートとして協力すること、案件化調査後は普及実証への申請を希望されることを表明された。また、想定している技術や移送について、省くことが可能な部品や工程が具体化されたため、より現地に合った技術とコストの課題解決を進めることとなった。
これを受け調査団で詳細の協議進捗と合意を踏まえ、普及実証事業へ申請し、パラオ国での有機資源循環システムの構築を目指していきたい。

2.　　添付資料　活動写真

4月17日（火）　JA紀の里ファーマーズマーケットめっけもん広場

4月17日（火）　株式会社ヴァイオス　桃山リサイクルセンター

4 月 18 日（水）　農場レストランモクモク京都店

4 月 18 日　京都府立植物園

4 月 19 日　八木バイオエコロジーセンター

受入詳細計画表（兼受入詳細計画表（実績版））

案件名：　島嶼国における小型メタン発酵技術を活用した包括的有機資源循環システム導入の案件化調査

受入期間：　2018/4/16　～　2018/4/20　　参加人数：　2 人

目標（注１）バイオガスプラント事業のオペレーションリーダーとして、設備一式・作業フロー、異物除去と混入率低下の取組を理解する。

項目（注２）①バイオガスプラントの設備一式の理解
②原料受入から液肥散布までの一連の作業フローの理解
③生ごみ異物除去作業の実体験、異物についての理解
④ルーティーンのオペレーション作業、メンテナンス項目の理解
⑤資源循環社会の将来的意義と直近に取り組むべき活動の理解

（注１）本邦受入活動を通じて参加者に何を学んでただくのか目標を記載してください。
（注２）本邦受入活動を通じて、参加者が学習する項目を具体的に記載してください。

日付	時刻	形態	受入活動内容	講師又は見学先担当者等			講師使用言語	活動場所	宿泊先
				氏名	所属先及び職位	連絡先			
4/16(月)	1:45 ～ 10:10		移動　コロール→関西空港						
	13:00 ～ 14:00		ブリ―フィング	長谷川孝史	アミタ持続可能経済研究所		英語		ドーミーイン和歌山
4/17(火)	10:00 ～ 12:00	見学	JA紀の里ファーマーズマーケット めっけもん広場の視察	纐纈　渉	アミタ持続可能経済研究所		英語	めっけもん広場	
	13:00 ～ 17:00	見学	コンテナ型バイオプラントの見学 ヴァイオス社リサイクルセンター見学	森光 俊仁	㈱ヴァイオス　主任		日本語	㈱ヴァイオス	ドーミーイン和歌山
4/18(水)	8:30 ～ 11:00		移動日　和歌山→京都						
	11:00 ～ 12:00	講義	資源循環による地域つくり実現のため構想とアクションについて考える。	長谷川孝史	アミタ持続可能経済研究所		英語	ヴィアイン京都四条室町	
	12:30 ～ 14:00	見学	農場レストランモクモク京都店見学 有機食材の地産地消や付加価値化を学ぶ	纐纈　渉	アミタ持続可能経済研究所		英語	モクモク京都店	
	15:00 ～ 17:00	講義	液肥の活用方法や域内循環型の生産物を模索する。	纐纈　渉	アミタ持続可能経済研究所		英語	京都府立植物園	ヴィアイン京都四条室町
4/19(木)	10:00 ～ 13:00	見学	八木バイオエコロジーセンターでバイオガスの運用状況の視察				日本語	八木バイオエコロジーセンター	
	14:30 15:00	発表	総括	長谷川孝史	アミタ持続可能経済研究所		英語	ヴィアイン京都四条室町	ヴィアイン京都四条室町
4/20(金)	11:05 ～ 20:00		移動　関西空港→コロール						
	～								
	～								
	～								
	～								
	～								
	～								
	～								
	～								

以上