

令和元年度我が国循環産業の海外展開事業化促進業務  
パラオ共和国コロール州における資源分別型  
積替・保管施設をベースとした廃棄物収集・  
分別・資源化システム構築事業

---

報告書

令和2年3月

アミタ株式会社



## はじめに

島嶼地域であるパラオ共和国は、地理的要因から廃棄物処理をはじめ、食糧・エネルギーの外部依存、外資中心の経済等の諸問題を抱えている。また GDP の 50%以上を占めるのが観光産業であるが、熱帯地域特有の豊かな珊瑚礁や魚種など海洋環境に依存していることから、環境保護がパラオでは重要視されている。そのため人口の約 70%が集中するコロール州では、州政府は 3R の重要性を考慮し、2004 年にリサイクルセンターを設立して廃棄物管理の強化を行っている。これまで有機廃棄物のコンポスト化事業を導入し、コンポストの販売を行っているほか、飲料品の輸入時に関税を徴収し、空き缶・空ビン・ペットボトルの回収/処理費用に充てるデポジットのシステムを確立させた。2015 年にはプラスチック油化装置も導入するなど、積極的に廃棄物リサイクル事業を進めている。しかし国内に廃棄物を利用できる産業がないことから、パラオ国内でリサイクルできる廃棄物は一部の種類に留まっている。一方増大する輸入物資や観光客増加の影響もあり、廃棄物量は 2018 年に 28 t /日まで増加しているとの報告がなされている。

加えて廃棄物を最終処理する埋立処分場は、数度の嵩上げ工事により延命を続けているが残余年数が迫ってきている。そこで、現在アイメリーク州に日本の無償資金協力にて新しい最終処分場が建設されており、2020 年 8 月に完成予定である。これまで各州が処分場を運営して、各州の廃棄物を埋立処理していたが、新規処分場では離島を除くパラオ国内全ての廃棄物を埋立処理する計画が立てられている。新規処分場の限られた埋立容量を有効活用するためには、3R による一層の廃棄物削減措置を講じることが喫緊の課題である。またコロール州としては、アイメリーク州の新最終処分場へ廃棄物処理を移行することは処理費の増大に繋がることから、廃棄物処理の一層の効率化が必要となっている。

リサイクル率の向上と廃棄物処理費削減が同時に達成できる施設としてコロール州が構想しているのが、分別型積替・保管施設をベースとした廃棄物の収集・資源化事業である。同時に国内処理できない廃棄物の課題解決のため、国際リサイクルシステムの構築が望まれている。

## Summary

### ・ 1. 背景

島嶼地域であるパラオ共和国は、地理的要因から廃棄物処理をはじめ、食糧・エネルギーの外部依存、外資中心の経済等の諸問題を抱えている。国内に廃棄物を利用できる産業がないことから、パラオ国内でリサイクルできる廃棄物は一部の種類に留まっている。一方増大する輸入物資や観光客増加の影響もあり、廃棄物量は 2018 年に 28 t/日まで増加しているとの報告がなされている。加えて廃棄物を最終処理する埋立処分場は、数度の嵩上げ工事により延命を続けているが残余年数が迫ってきている。そこで、現在アイメリーク州に日本の無償資金協力にて新しい最終処分場が建設されており、2020 年 8 月に完成予定である。新規処分場の限られた埋立容量を有効活用するためには、3R による一層の廃棄物削減措置を講じることが喫緊の課題である。またコロール州としては、アイメリーク州の新最終処分場へ廃棄物処理を移行することは処理費の増大に繋がることから、廃棄物処理の一層の効率化が必要となっている。

### ・ 2. 海外展開計画案の策定

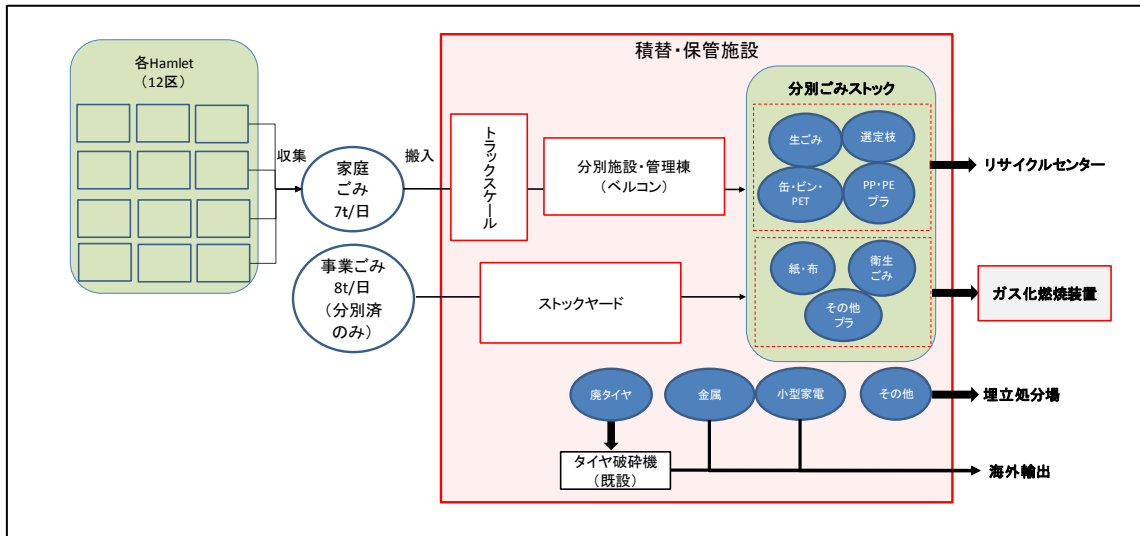
コロール州のリサイクルセンター隣接地に、分別機能を配備した積替・保管施設を建設し、コロール州における廃棄物分別・資源化機能のシステムを構築する。ターゲットとなる廃棄物はコロール州から発生する家庭系ごみと一部の事業系ごみ（事業系一廃）である。

コロール州は M-dock 最終処分場跡地を建設候補地とすることを計画している。M-dock 最終処分場はパラオ国最大の廃棄物埋立処分場である。コロール州管轄の土地であるが、現在は国政府にリースされ、国政府の管理・管轄地となっている。パラオ国政府による 2 度の嵩上げ工事による延命措置を講じているが、残余年数は残り 2~3 年とひっ迫しており、現在日本の無償資金協力にてアイメリーク州に新最終処分場を現在建設中である。

2020 年 8 月には、新規最終処分場の建設が完了する予定であるが、実際に廃棄物の受け入れはそれ以降になる見通しである。

コロール州の家庭系ごみはこれまで同様、コロール州廃棄物事務所が最終処分場への搬入処理までを担うため、全量を積替・保管施設の受入対象とする。また事業系ごみは、事業者負担にて最終処分場に持込処理することが義務付けられている。しかし、新最終処分場はこれまでより遠方にあること、また新最終処分場では処理費（Tipping Fee）の徴収が予定されていることから、事業者負担が高まることが想定される。コロール州の積替・保管施設では、事業系ごみの受入は現場のオペレーションコストの負担増を避けること、事業者の環境意識や CSR の向上かつコスト負担削減を考慮し、事前分別されている廃棄物のみ受け入れる条件にて処理費を比較的安価な設定とする仕様を想定している。

- 利用技術：
- ・ベルトコンベア式目視分別設備
  - ・乾溜ガス化装置（技術提案）
  - ・国際リサイクルシステム（構想提案）



### 3. 対象地域における現状調査

#### ・ 廃物の処理体制と状況

パラオ全体の廃棄物を担当する部署は公共施設・産業・商業省（Ministry of Public Infrastructure, Industries and Commerce: MPIIC）の公共事業局（Bureau of Public works）内にある廃棄物管理部（Division of Solid Waste Management）である。この部局は M-Dock 最終処分場の運営をするほか、国の廃棄物行政に関する計画やリサイクルシステムの管理を行っている。

コロール州政府の廃棄物事務所（Solid Waste Management Office）は、コロール州の家庭から排出される廃棄物を収集し、M-Dock 最終処分場に搬入するほか、リサイクルセンターの運営を行っている。

#### ・ Container Deposit Legislation (CDL) の制度

2006 年に飲料容器のリサイクルに関する法律（RPPL No. 7-24）が可決されている。2011 年 4 月からアルミ缶・ペットボトル・ガラス瓶・テトラパックに入った飲料容器一本あたり、10 セントが輸入業者から徴収が開始され、デポジットとして資金の積み上げがなされた後に、飲料容器を持ち込むと 5 セントで買い取りが行われる仕組みが確立した。飲料容器の買い取りに回る 5 セントを除いた残りの、2.5 セントは運営費としてリサイクルセンターに支払われ、残りの 2.5 セントはリサイクル基金に拠出されて、国の廃棄物行政に使用されている。2018 年には 1762 万個の飲料容器が輸入され、1591 万個の飲料容器がリサイクルセンターに持ち込まれた結果、輸入量に対して 90%の飲料容器リサイクルとなっている。

#### ・ コロール州廃棄物管理事務所の設備状況

コロール州廃棄物管理事務所には、飲料容器のリサイクルセンター、コンポスト施設、ガラス工房、油化施設の 4 つのリサイクル設備が設置されている。保管場所の面積はコンポスト用が 600 m<sup>2</sup>、飲料容器用が 40 m<sup>2</sup>、プラスチック用が 90 m<sup>2</sup>の合計 730 m<sup>2</sup>である。

- ・施設予定地の利用計画

現在の M-Dock 処分場にある既存設備は EQPB リース地、タイヤ破碎施設、Palau Waste Collection 社の 3 設備がある。積替・保管施設は、搬入・搬出の車輛導線の効率から、現在の Palau Waste Collection 社の作業場所が設置場所として妥当となる。そのため Palau Waste Collection 社の作業場所を他に移転させる必要がある。検討中の計画では、同社の作業場は入口左側の空き地に設けることが考えられている。



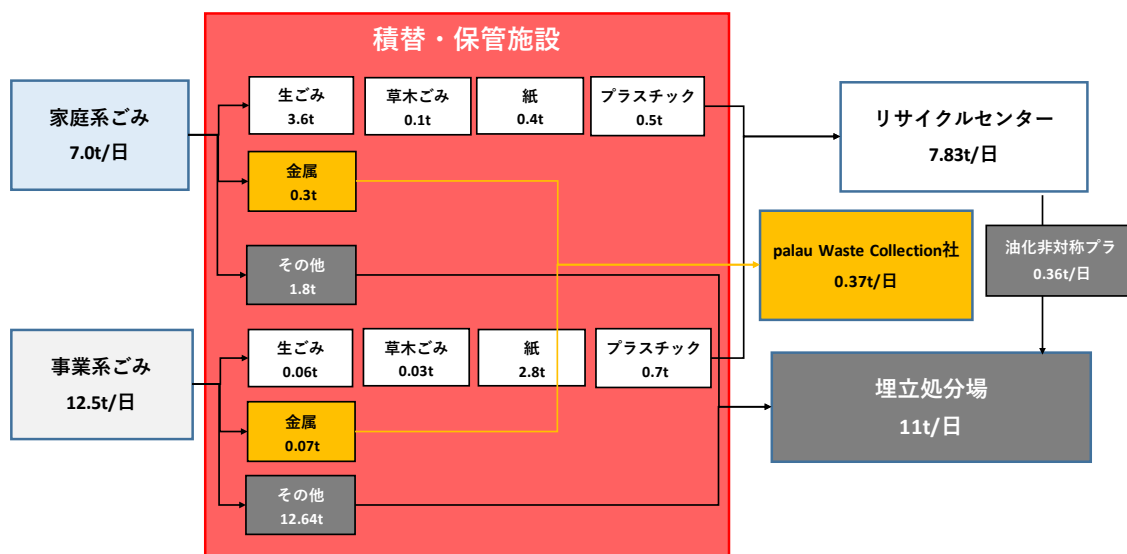
- ・周辺国との連携回収システム

現在ペットボトルにおいて、輸出リサイクルの用途目的に限り海上輸送費を減額させる制度確立がマイクロネシア 3 国、J-PRISM II において議論されている。船会社の協力が不可欠な仕組みであるが、大洋州島嶼国への定期航路をオペレートしている海運会社は本制度確立に意欲的である。E-waste、廃タイヤ、金属スクラップにおいても同様の制度構築ができる可能性があるが、構築には時間を要することになるので、現時点において確立はできていない。

- ・事業全体のマテリアルフロー

未分別の家庭ごみを対象とし、規模は 7t/日の想定である。2014 年にアミタ持続可能経済研究所にて実施した廃棄物搬入量調査データによると、一人当たり 0.399 kg/日の発生量となる。またアイメリーク新最終処分場の設計計算に採用されている発生量では、一人当たり家庭ごみ量は 0.473 kg/人/日となっている。コロール州の人口を仮に 12,000 人とすると、4,783 kg/日～5,676 kg/日の家庭ごみ発生量となる。これを参考値とし、流入人口の増加や廃棄物量の増加を考慮すると MAX7,000 kg/日を家庭ごみの発生量とする。

事業系ごみについては、2014 年のアミタ持続可能経済研究所の調査データでは、12,581 kg/日となる。ただし廃棄物は近年増加傾向にあるため、実際はこれ以上の廃棄量となっていることが想定されるが、本調査では 12,581 kg/日を採用することとする。



積替・保管施設では民間企業の廃棄物受入は、事前に分別されていることを前提条件となる。そのため受入量は費用対効果による事業主の判断が影響する。現行の廃棄物処理では、M-dock 最終処分場は事業者から廃棄物処理費を徴収していない。

政府系オフィスの廃棄物受入量については、コロール州政府オフィスのごみは積替・保管施設への受入義務化を提案し、全量受入する想定である。それ以外の事業系ごみのうち、50%がトランスポーターションステーションに持ち込まれると仮定すると、約 3.7t/日の事業系ごみが持ち込まれると推測する。

・処理コストの特定

積替・保管施設に関する処理費については、①家庭ごみの受入処理、②事業系ごみの受入処理、③分別した廃棄物の販売、④金属スクラップの販売、⑤缶・ペットボトルの引取、⑥国際リサイクルによる対象物の販売、⑦資源化不能廃棄物の最終処分場持ち込みの7つのポイントで発生可能性があり、それぞれについて調査・考察を実施した。

処理費項目	現状費用	収益源となる可能性	備考
① 家庭ごみの受入処理	\$0	無し	
② 事業系ごみの受入処理	\$0	有り 処理費の徴収	新最終処分場より処理費を低価格設定にすることで需要が見込める。但し事前分別が条件となる。
③ 分別廃棄物の販売	\$0	有り 原料販売 資源+エネルギー	缶・ビン・ペットボトルはCDL制度にて\$5/pcsの売上。 コンポスト原料、油化対

処理費項目	現状費用	収益源となる可能性	備考
			象プラスチックとなる廃棄物はリサイクルセンターへ販売見込あり
④ 金属スクラップの販売	\$0	無し	Palau Waste Collection社の作業場リース契約によるリース料は可能性あり。
⑤ 缶、ペットボトルの引取り	\$0.4/kg (アルミ)	無し	-
⑥ 国際リサイクルによる対象物の販売	不明	有り 原料販売	輸送コストをカバーできるかが課題
⑦ 資源化不能廃棄物の最終処分場持ち込み	-	無し 処理費負担	ナショナル政府との交渉次第で処理費負担ゼロの可能性あり。

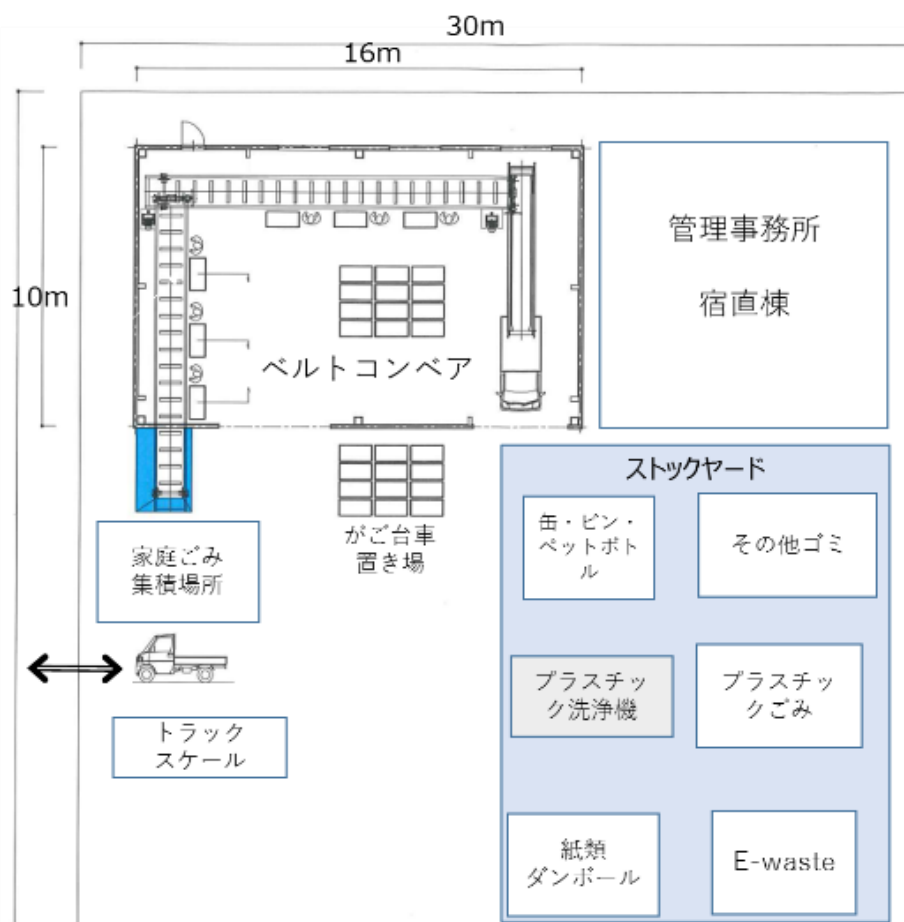
・ガス化燃焼装置の導入見込みについて

ガス化燃焼装置も焼却炉に分類されることから、EQPB規制の「大気汚染」規制をクリアすることで導入が可能となる。しかし廃棄物焼却に抵抗のあるパラオ国においては医療系廃棄物以外、特にプラスチックの焼却に対して抵抗があり、公共事業局、コロール州政府、EQPBから導入し対して賛同を得ることができなかつた。そのためガス化燃焼装置による対象廃棄物のサーマルリサイクルは事業案から一旦省かざるを得ず、対象廃棄物は最終処分場にて埋立処理とする案に変更することとした。

・ベルトコンベア式目視分別設備の仕様

- ・受入規模： 家庭ごみ 7t/日  
事業系ごみ 3.9t/日
- ・必要面積： 設備全体敷地 30m×30m  
ベルトコンベア施設 16m×10m
- ・必要建屋： ベルトコンベア施設  
管理事務所&宿直施設
- ・設備内容： トラックスケール 1台  
ベルトコンベア式分別装置 1式  
プラスチック洗浄装置 1台
- ・機材内容： かご台車 20台  
フォークリフト 1台  
4tトラック（平ボディ） 1台





#### 4. 廃棄物の組成・性状等の調査

最終処分場の投棄ごみは、事業系ごみ搬入が多く、ダンボールやプラスチックごみが目立つ。分別措置はとられてないことから、雑種雑多な廃棄物が投棄されている状況である。鉄くずは処分場投棄前に Palau Waste Collection 社に引渡しているが、全ての鉄くずが回収されている訳ではない。また CDL 制度が確立していることから飲料容器類はあまり見かけられない。

各地区に家庭ごみの回収ステーションが設けられドラム缶が設置されており、パッカー車により回収されている。組成については基本的にプラスチック袋に閉じられて捨てられていることから、外から確認することはできない。ドラム缶ごとに分別はされていない。

繊維強化プラスチック（FRP）や耐熱性のプラスチックなど複合材プラスチックは全てリサイクルセンターの油化対象外となるため埋立処分されている。割合は全プラスチックの30%が複合材プラスチックということである。

金属スクラップは Palau Waste Collection 社が廃車解体、車体ガラの輸出、鉄屑の回収と輸出を行っている。同社が回収している金属は有価対象となるモノに限られるので、その条件に当たらない錆びた金属やプラスチックとの合成品などの金属製品は処分場に投棄されている。

廃タイヤは廃車工程のため車体解体後にホイールを除去し、処分場に投棄されている。2016年にタイヤ破砕機が導入されてから、チップ化して嵩を減らし、路盤などに利用する等対策を講じているが、利用先が限られているため山と積まれている状況である。チップは裁断のみのため、ワイヤーなどは抜かれていない。

E-wasteを回収・輸出している業者はパラオ国内に存在していない。輸入統計では、年間5,800個の携帯電話、1,700個のタブレット端末もしくはノートパソコン、6,140台のデスクトップパソコンが輸入されている。アースデイのイベントで、パラオ政府がE-Wasteを回収するプログラムを実施している。しかし金属部品の回収が成されたのち、最終処分場に投棄されている。

医療廃棄物は保健省の管轄で、各クリニックから回収した注射針、脱脂綿やガーゼ、組織片、感染性のあるプラごみ、化学品の容器などは全て国立病院に併設された焼却炉で焼却処分されている。医療ごみの発生量は約150kg/日で焼却の頻度は週2回程度となっている。焼却灰は最終処分場にて埋立処理される。

#### ・事業スキーム・計画に係る合意形成

調査結果をもとに、事業計画案を策定し、資源分別型積替・保管施設の運営に係るインシヤルコスト、ランニングコスト、分別後廃棄物の資源化運、得られる期待効果、実施体制、財源、立地、ロードマップ、課題についてコロール州政府、公共事業局への報告会を実施し、実現のための協議を行った。本設備と事業内容についてはパラオ国における必要設備として関係者の総意を得ることができた。後述する課題の先行解決がコロール州政府、公共事業局ともに一致した見解であるので、特に資金調達として確度のある補助金情報を取得し、獲得に向けた動きを加速させることで同意を得ている。今後の事業化推進の覚書締結はしていないが、コロール州と北九州市はSDGs推進の姉妹都市提携、コロール州とアミタではPPPによる循環型社会形成事業の契約締結の動きを進めている。



## 5. 現地政府・企業等との連携構築

連携の必要性がある関係団体・企業は下表のとおり。

期待する連携可能性を考慮して、関係構築を行う。

区分	団体名	期待する連携可能性
州政府	コロール州政府	・事業計画の受理、事業実施契約の締結
州政府	コロール州公共事業局	・事業の予算化、補助金による資金調達
州政府	コロール州廃棄物管理事務所	・施設の詳細設計 ・事業のオペレーション ・廃棄物の受入れ/リサイクル ・許認可申請 ・建設工事の発注 ・資金調達計画 ・住民啓蒙活動
中央政府	パラオ国公共事業局 (Public Works)	・候補地利用計画の承認 ・他州の廃タイヤ、E-waste、金属スクラップの処理拡大許可 ・廃棄物の国際リサイクルの許可 ・積替・保管システムによる廃棄物処理承認 ・事業系ごみ受入条件の承認 ・積替・保管施設から廃棄する資源化不能ごみの新最終処分場での処理費無償化
現地機関	環境保護委員会 (EQPB)	・各種許認可の承認 ・医療廃棄物の焼却と他の廃棄物の焼却方針 ・GEF7 の資金援助からのファイナンス拠出
現地企業	Palau Waste Collection (台湾企業)	・金属スクラップの台湾輸出処理 ・空缶・ペットボトルの台湾輸出処理 ・M-dock での継続した事業運営
現地企業	Surangel Constraction (建設会社)	・建設工事、基礎工事 ・国際リサイクル物のコンテナ陸送
現地企業	Collins 社	・事業系ごみの分別回収
現地企業	Meisan Trash 社	・事業系ごみの分別回収
国際機関	J-PRISM II	・国際リサイクルシステムの構築
国際機関	SPREP	・国際リサイクルシステムの構築
海外 NGO	Asia Pacific Waste Consultants	・廃棄物調査内容の共有
日本企業	協和海運株式会社	・海上輸送費減額制度化
日本企業	日本磁力選鉱	・E-waste の有価引取

## 6. 現地関係者合同ワークショップの開催

<時期及び日程> 2020年2月3日～6日

<日数> 2日間（移動日含めて4日間）

<開催地> 福岡県北九州市内

<招聘者> パラオ共和国コロール州 コンサルタント藤 勝雄  
 廃棄物管理事務所 Mr. Ngirbechat Arsenio  
 Ms. Rosang Willter

日程	工程	会場	宿泊先
第1日目	移動日（パラオ→福岡空港）	—	リーガロイヤル小倉
第2日目	北九州市環境局 表敬	北九州市役所	リーガロイヤル小倉
	ビートルエンジニアリング視察	西原商事	
	食事	—	
	アマタ北九州循環製造所視察	アマタ北九州循環製造所	
	環境ミュージアム視察	環境ミュージアム	
第3日目	市民センター視察	北九州市市民センター	リーガロイヤル小倉
	食事	—	
	WS SDGs 未来都市の意見交換 事業化に向けた課題	リーガロイヤルホテル会議室	
第4日目	移動（小倉→パラオ）	—	—

### ・SDGs 未来都市の意見交換

北九州市より SDGs 未来都市のイントロダクションを受け、重要な要素として住民啓発の取組みの説明を行った。コロール州も SDGs の達成を目標としており、今後の住民啓発の取組みに対する参考施策として意見交換を交わした。

### ・事業化に向けた課題

生ごみの回収施策として、ショッピングセンターに回収ポイントを設けること、腐敗とハエの発生抑制のためごみの回収日までは冷蔵保存しておくなどアイデアが出た。またコロール州は全世帯の 50%の世帯にごみ箱を配布して、1週間に2度の分別ごみの回収を行うことを近々コロール州で実証を開始する。

### ・課題の整理

実現に向けた課題として、資金調達に関して議論を実施した。有力ファンドの状況整理とその対象分野、また新しく検討を開始した AEPW について今後の計画を共有した。

## 7. 実現可能性の評価

### ・資金調達計画

施設の工事・建設費、設備費に要するイニシャル費用は、補助金で大半をあてがうことを想定している。取得検討を進めている補助金は GEF-7、PacWaste Plus、AEPW の 3 つである。補助金で賄えない部分はコロール州が予算化することで補填することとなる。

#### 【GEF-7】

確度	必要な施策	現行の準備
80%	・支援対象と希望金額を決め、EQPB局長に支援先決裁承認を得る。	・GEF-7のパラオでの決裁責任者を確認 ・GEF-7の支援先対象分野を確認 ・GEF-7の支援先事業として必要性の評価を得ている。

#### 【PacWaste II】

確度	必要な施策	現行の準備
10%	支援先として可能性があるか、Pacwaste会議においてコロール州から確認を取ってもらう。	・運用関係機関の把握 (J - PRISM, SPREP, APWC) ・資金規模の把握 ・支援方針の確認

#### 【AEPW : Alliance to End Plastic Waste】

確度	必要な施策	現行の準備
50%	・申請書の提出 ・審査会との議論 ・廃プラスチック削減量だけでなく、他の社会価値増進の事業に対しても助成を得れるよう議論を進める。	・申請への情報収集 ・日本側ボードメンバーへの支援方針の確認

・イニシャルコスト

ガス化燃焼装置を外し、必要最低限の必要設備においてイニシャルコストを算出した。イニシャルコストは補助金と州政府予算で 100% 充当させる計画としている。なおコンサルタントフィーは官営の場合に発注される事業設計と確立の費用であり、当社に発注されることを想定している。

初期投資			※ 必要最低限の場合 円建
設備投資	積替保管施設	トラックスケール 4t	¥6,500,000
		ベルトコンベア式選別装置	¥43,670,000
		かご台車(H.2.1 W.1.7 D.1.7) 20台	¥1,800,000
		建屋	¥38,500,000
	付随設備	ガス化燃焼装置	¥0
		プラスチック洗浄機 (既設)	¥0
		タイヤ破砕機 (既設)	¥0
	工事費	積替保管施設 基礎・建設工事費	¥0
		ガス化燃焼装置 基礎・建設工事	¥0
		タイヤシュレッダー基礎・建設工事	¥0
		Palau Waste Collection社基礎・据付工事	¥9,625,000
	機材	フォークリフト	¥3,700,000
		4tトラック(平ボディ)	¥7,000,000
		アームロール車	¥0
		ハンドヘルドプラスチック判別器	¥2,000,000
	輸送費	ベルトコンベア、トラックスケール海上輸送費	¥2,200,000
		ガス化燃焼装置 海上輸送費	¥0
		ベルトコンベア、トラックスケール現地陸送費	¥110,000
		ガス化燃焼装置 現地陸送費	¥0
	輸入税	貨物+海上輸送費の3%	¥1,946,100
コンサルタント	詳細設計、アレンジャー	¥15,000,000	
合計			¥132,051,100

・事業採算性

積替・保管施設を民営の条件と官営（コロール州）の条件で事業採算性をシミュレーションした。その結果、民営、官営双方とも事業採算性は確保できないことが明確となった。収入源である事業ごみ処理費を高く設定しても経費をカバーすることはできない。このことから民営では事業採算性が確保できないことから実現不可能である。しかし、必要なオペレーション人材のうち官営（コロール）の既存職員を4名配備させる条件（新規雇用3名）とすることで、継続した事業可能性が高いことが明らかとなった。これは収入源となる廃棄物収集量を70%と見積もって見た場合でも事業性は保てる計算となる。

損益試算			単価設定		取扱量(t,pcs)			合計	
			ドル建	円建	日量	月量	年量		
収入	処理費	家庭ごみ	\$0	¥0	4.9 t	107.8 t	1,294 t	¥0	
		事業系ごみ	\$15	¥1,650	2.6 t	57.0 t	684 t	¥1,128,204	
	販売	コンポスト原料	30cmのコンポスト=売価\$5	\$0	¥0	1.9 t	42.8 t	513.7 t	¥0
		飲料容器	φ5/pcs、処分場回収量年間309,196pcs	\$0.075	¥8	601 pcs	18,036 pcs	216,437 pcs	¥1,785,607
		E-Waste	不明のため含めない	\$0	¥0	0.0 t	0.0 t	0.0 t	¥0
		廃タイヤ	重量10kg/本 年間40000本	—	¥50	0.8 t	23.3 t	280 t	¥14,000
		金属スクラップ	PWCが回収、TSIに未ても無償引渡	\$0	¥0	0.0 t	0.0 t	0.0 t	¥0
	相殺	プラ油化による追加発電	発電量:約4kw/ℓ 1kg=1L	\$0.32	¥35	0.1 t	2.2 t	26.4 t	¥2,601,984
	リース料	Palau Waste Collection	業務許可+宿直施設利用/月額	\$350	¥38,500	—	1.0 回	12.0 回	¥462,000
	収入合計								¥5,991,795
支出	人件費	オペレーション	新規2人/6人 (残りはリサイクルセンター既存職員の充当)	\$8,000	¥880,000	—	—	1,760,000 yen	¥1,760,000
		清掃・管理	新規雇用 1人	\$8,000	¥880,000	—	—	880,000 yen	¥880,000
		源泉税	\$8000まで6% \$8000以上 12%	6%					¥158,400
		社会保障	労使7%づつ	7%					¥184,800
		医療保険	労使2.5%づつ	2.50%					¥66,000
		小計							¥3,049,200
	光熱水道費	電気代: M-dock	実績値 :\$500/月				500 USD	6,000 USD	¥660,000
		電気代: ベルコン	モーター16.5kw×3時間=49.5kwh/日	\$0.32	¥35	50 kwh	1,089 kwh	13,068 kwh	¥459,994
		電気代: プラ洗浄	モーター11kw×2時間=22kwh/日	\$0.32	¥35	22 kwh	484 kwh	5,808 kwh	¥204,442
		ガス代	利用予定なし	\$0.00	¥0				¥0
		水道代	Flat Rate \$30/月	\$30.00	¥3,300		3300 円	39,600 円	¥39,600
		小計							¥1,364,035
	資材費	フレコンバック	¥920/pcs 年間100袋想定	\$10	¥1,100			110,000	¥110,000
	現地移動費	燃料代	フォーークリフト 2.3ℓ/日×256日 1ℓ=\$1.5	\$1.32	¥145	2.3 ℓ	51 ℓ	607 ℓ	¥88,165
			平ボ子トラック 6ℓ/日	\$1.32	¥145	6.0 ℓ	132 ℓ	1,584 ℓ	¥229,997
		小計							¥318,162
	管理費	管理費	車輛修理、保険、通信費など \$500/月	\$500	¥55,000		55000 円	660,000 円	¥660,000
	その他	売上税	収入×4%						¥239,672
減価償却費		なし						¥0	
小計								¥239,672	
支出合計								¥5,741,069	
売上総利益								¥250,726	
売上総利益率	売上総利益/収入							4.18%	
一般管理費	経費の15%		15.0%					¥861,160	
営業利益								¥-610,435	
営業利益率	営業利益/収入							-10.19%	

### ・環境負荷削減効果

最終処分場は20年使用の設計で建造されている。積替・保管施設の利用によって、年間2,818tのリサイクルが促進できれば、最終処分場は27年に延命することに繋がる。

油化対象のプラスチックをコロール州のリサイクルセンターで油化発電することにより、ディーゼル使用料の削減に貢献できる。プラスチック油化装置ではプラスチック1kgから1ℓのプラスチックを生成することができる。コロール州では油化処理能力500kg/日のうち400kgを平均的に集めることができているので、残り100kg/日=100ℓ/日分のディーゼルオイル使用削減が可能となる。

CO2削減への貢献は、搬出/搬入トラックの移動距離削減によるガソリン消費量分の削減が期待できる。コロール州は4tゴミ収集車であるため、家庭ごみ回収を1日2台体制とすると1台分は処分場への移動を減らせる。収集日を260日とすると3,588kg/年のCO2削減となる。またM-dockへの車輛搬入数をJ-PRISMⅡの調査データで見ると、平均76台となっている。この内50%が積替・保管施設を活用すると仮定した場合38台/日の車輛の移動を削減することが可能となる。CO2削減量は38台/日×365日×13.8kg=191,406kg/年となる。

その結論として、CO2削減効果は194.994t/年となる。

#### ・事業化における課題

- ① イニシャルコストを補助金で賄う計画であり、獲得できないと実現性が担保できない。
- ② コロール州で人員配置が調整できない場合、採算性確保の観点から運営が難しい
- ③ 毎年の維持管理費はプラスチック油化発電増量によるリサイクルセンターの光熱費削減を財源として、州予算内で拠出可能である。しかし歳入が減少した場合はその限りではなく、観光客数が減少していくと予算確保できず維持管理できない可能性はある。
- ④ 家庭ごみを主対象としていることから、事業の成長性は低い安定性は高い。しかし上記同様、観光客の減少が続くと官営の場合は運営維持の観点で安定性は揺らぐ。
- ⑤ 生ごみは悪臭、視覚、衛生面からオペレーションと作業員への負担が大きい。生ごみを事前に分別回収できる仕組みが必要である。
- ⑥ 最終処分場の事業系ごみ処理費が安く設定されてしまうと、積替・保管施設を利用するインセンティブが消滅することになる。
- ⑦ 事業系ごみは分別受入が条件だが、異物が混入しているとコンベアラインにて異物除去を行わなければならない、オペレーション経費の増加に繋がる。
- ⑧ 事業の前提として分別後の最終処理方法の確立が必要。事業効果を高めるためには既存リサイクルシステム以外の技術とスキームを確立させ、段階的に分別後の処理方法を拡張させていかなければならない。
- ⑨ 事業系ごみではダンボールや紙の割合が高く、分別もしやすいことから紙ごみが多く集まることが想定される。しかしコンポストの組成比率(重量)ではコンポストの割合は5%であるため、集めてもリサイクルできず溜まっていく可能性がある。
- ⑩ 海運会社が海上輸送費削減に対応できない場合、国際リサイクルシステムは機能できなくなる。

#### ・実現可能性の評価

##### ① 新たな補助金の申請

AEPWへの申請に向け必要情報の取得を行っていく。同時にボードメンバーへプロジェクト意義と必要性をアピールしていく。

##### ② リサイクルファンドの提案

廃タイヤはタイヤ協会、コピーカートリッジはコピーメーカーなど生産者に一定のリサイクルファンド負担を担ってもらうことで、島嶼地域ではリサイクルできない廃棄物の国際リサイクルスキームの樹立を攻略していく。



③ 生ごみの分別

コレクションポイントの設置、または他のアイデアの実施分析を通して、家庭レベルでの生ごみ分別方策を実現させる。

④ 事業系ごみの異物混入率削減策

事業系ごみの異物混入に係る設備稼働の追加経費を削減するため、事業系ごみ処理費は異物混入率による軽減措置を検討する。異物混入率がゼロの場合は処理費ゼロの条件とすれば、事業者には強いインセンティブが働くことが狙いとなる。

## 8. 今後の海外展開計画案

事業性は民間運営の可能性を外し、コロール州による官営の可能性を追求する。

利用技術においては、ガス化燃焼装置を想定から外し、対象だった廃棄物は一旦埋立処理する方針とする。しかし埋立処理を是とすることはできないので、代替案となるリサイクル方策として RPF の製造と輸出による国際リサイクル検討を進めていく。

イニシャルコストの抑制のためにも計画は段階的に進めて行く。初期は必要最低限の設備・機能のみでスタートさせ、初期投資必要額を抑える。補助金は Pacwaste+ の優先度を下げ、AEPW と GEF7 の獲得に集中する。また他の財源としてアジア開発銀行と国際連合プロジェクトサービス機関 (UNOPS) 等からの支援の検討をコロール州と進めて行く。

国際リサイクル制度については計画の変更はしない方針である。構築までに時間を要することになるが、まずはペットボトルにおいて海上輸送無償化のスキームを海運会社が決裁すれば、その実績をもって廃タイヤ、小型家電への適用を検討する。

これらを事業フォローアップとして継続的に実施していくこととする。

		2020年												2021年					2022年
		3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月以降		
処分場	新最終処分場 運営開始	建設中					運用開始												
	M-dock処分場 閉鎖 コロール州への返還						コロール州への移行												
補助金	GEF7	可能性追求		支援先のプロジェクト化						助成開始									
	PACWASTE+	可能性追求		支援先のプロジェクト化						助成開始									
	AEPW	申請	審査期間			採択	助成開始												
	他の補助金	可能性打診			可能性追求														
調査	フォローアップ調査	施策検					フォローアップ調査												
設備	設備調達						詳細設計		製造	設備調達		試運転							
許認可	EQPD規制						許認可												
建設	建設・工事						基礎工事			建設工事									
運営	運営開始															事業開始			

## Summary

### 1. Background information

Because of its geographical features, the Republic of Palau, an island nation, is faced with problems such as waste disposal, dependence on imports for its food and energy needs, and an economy dominated by foreign capital. As no industries can reuse waste in Palau, only specific waste materials are recycled domestically. With imports and tourism increasing, waste production is also on the rise, amounting to 28 tons/day in 2018, according to some reports. Dump site, meanwhile, has been raised multiple times to have its lives extended, but it is expected to be full in a few years. With this as a backdrop, a new dump site is under construction in the Aimeliik State through Japan's grant aid program, with completion scheduled in August 2020. Additional measures (3R) must be taken immediately to further reduce waste, thereby making the most of the new dump site's limited capacity while the Koror State needs to make its waste disposal more efficient, as outsourcing it to the new dump site in the Aimeliik State will result in higher tipping fees.

### 2. Development of globalization plans

A transportation station equipped with segregation facilities will be built on a site adjacent to the recycling center in the Koror State to develop a system to segregate waste for resource recycling purposes. Waste to be segregated includes household and business waste produced in the Koror State.

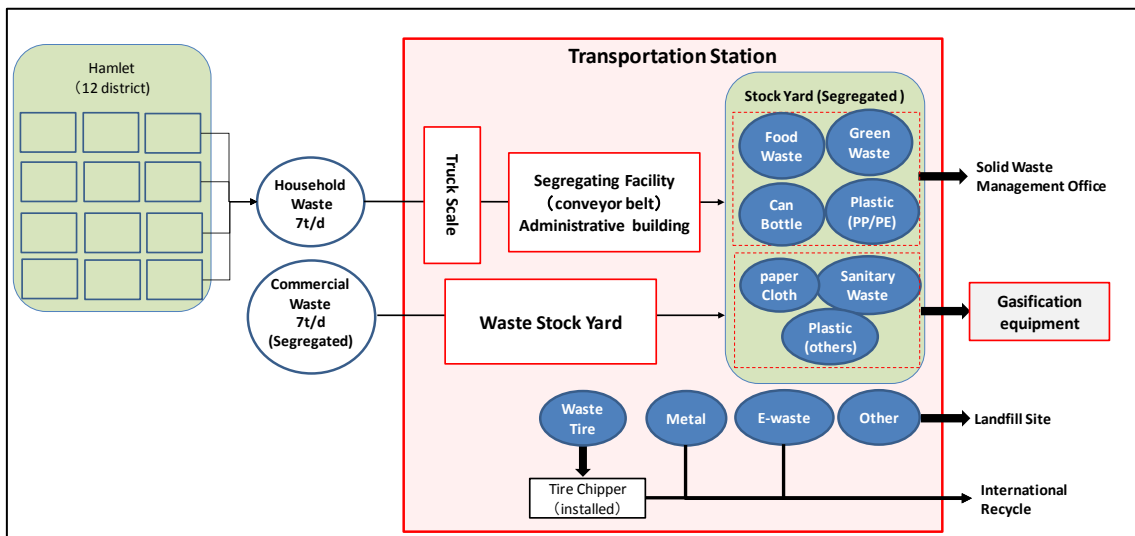
The Koror State Government nominated the M-Dock dump site (the largest waste landfill in the country) as a candidate. This dump site, owned by the state government, is now leased to and managed by the national government, which has elevated the embankment twice to receive more waste. As the additional capacity will be full in a few years, however, a new dump site is under construction in the Aimeliik State through Japan's grant aid program, with completion scheduled in August 2020 and commercial operation thereafter.

Household waste produced in the Koror State, as in the past, will be transported to the dump site by the state's waste management office. All waste, therefore, will be received by the transportation station. Businesses, meanwhile, are obliged to transport their waste to the dump site at their own cost and expense, which is a greater burden on them, given the distance to the new dump site and the collection of tipping fees.

With this in mind, the transportation station has a specific plan in place where business waste will be received without increasing on-site operational costs, with tipping fees discounted exclusively for segregated waste, taking into account businesses' environmental awareness, CSR efforts, and cost reduction opportunities.

Technology to be introduced:

- Segregation facilities equipped with conveyor belts and visual inspections
- Gasification incinerators (technical proposal)
- International recycling systems (conceptual proposal)



### 3. Survey on the status of the target area

- Waste disposal system and status

The Division of Solid Waste Management under the Bureau of Public Works of the Ministry of Public Infrastructure, Industries and Commerce (MPIIC) is in charge of waste disposal in Palau. The division operates the M-Dock dump site and manages Palau’s waste disposal programs and recycling systems.

In addition, the Koror State Solid Waste Management Office oversees collection of household waste in its jurisdiction for transportation to the M-Dock dump site while managing recycling centers.

- Container Deposit Legislation (CDL) system

With a law for recycling of beverage containers (RPPL No. 7–24) passed in 2006, a system has been in place since April 2011 where importers are charged a recycling fee of 10 cents per container (aluminum cans, plastic bottles, glass bottles, and tetrapacks) as deposit, while five cents are returned for every container delivered to recycling center; the remaining five cents goes to the national waste disposal administration (2.5 cents each for the operation of recycling centers and the funding of recycling). In 2018, imported beverage containers amounted to 17.62 million, 15.91 million of which were delivered to recycling centers, resulting in a recycling rate of 90%.

- Facilities of the Koror State Solid Waste Management Office (SWMO)

The Koror State Solid Waste Management Office (SWMO) operates four recycling facilities for beverage containers, compost production, glass production, and plastic-to-oil production, with a total storage area of 730 m<sup>2</sup> (600 m<sup>2</sup> for compost, 40 m<sup>2</sup> for beverage containers, and 90 m<sup>2</sup> for plastics).

- Candidate site use plan

Three facilities are in operation in the M-Dock dump site: EQPB leased land, tire shredding facility, and Palau Waste Collection. Given the traffic line to and from the transportation station, the Palau Waste Collection work site is the most promising candidate, and therefore needs to be relocated, possibly to the open space located left of the entrance.



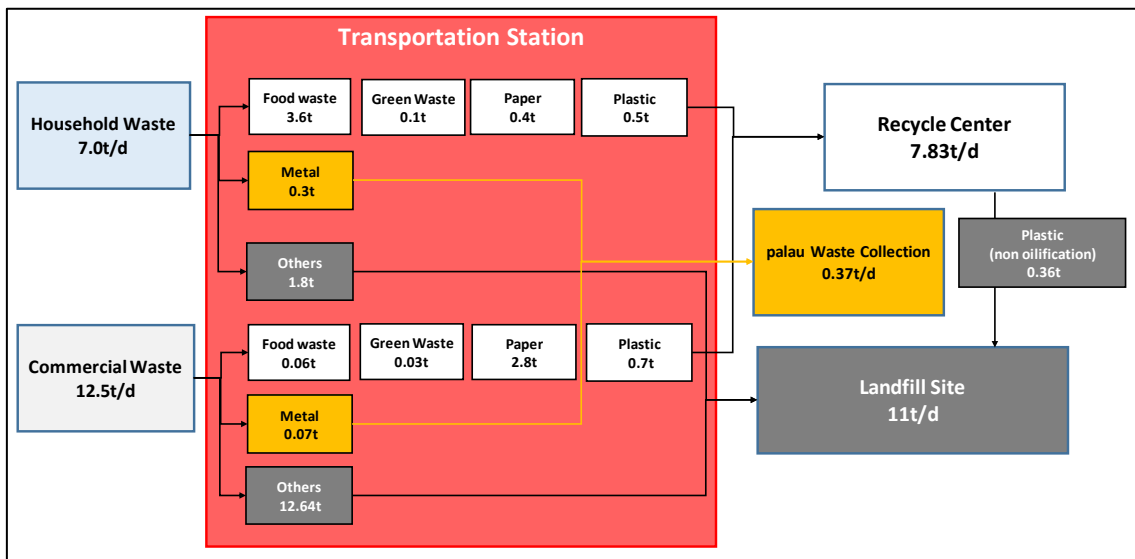
- Joint collection system with neighboring countries

Three Micronesian countries and J-PRISM II are currently working on a system where ocean transportation costs for plastic bottles are reduced, exclusively for exports for recycling purposes. While this system requires the cooperation of shipping companies, Kyowa Shipping Co., Ltd. (headquartered in Tokyo), which has regular services to and from Pacific Ocean islands, seems eager to participate. Similar systems can possibly be developed for e-waste, waste tires, and scrap metal. Establishing systems like this, however, could take time.

- Material flow of the entire operation

Seven tons of unsegregated household waste is expected daily. A survey conducted in 2014 by the AMITA Corporation for Sustainable Economies shows that 0.399 kg/day of waste is produced per person while the new dump site in the Aimeliik State is designed for 0.473 kg/person/day of household waste. Assuming that the Koror State has a population of 12,000, daily production of household waste is 4,783–5,676 kg. With population inflow and a growing amount of waste taken into account, therefore, the total amount of household waste is estimated at a maximum of 7,000 kg/day.

The amount of business waste, meanwhile, is assumed to be as expected in the survey (12,581 kg/day), though this figure may be underestimated, given that waste production has been on the rise in recent years.



The transportation station is designed to receive waste segregated by businesses. The amount of waste, therefore, is subject to discretion of business owners, who take cost effectiveness into consideration. The M-Dock dump site does not charge tipping fees to businesses.

It was proposed that the transportation station should receive all office waste produced by the Koror State Government. Assuming that 50% of other business waste is transported to the station, the amount of business waste to be disposed of is estimated at about 3.7 tons/day.

• Disposal cost

Tipping fees relevant to the transportation station will possibly be imposed on 1) receipt and disposal of household waste, 2) receipt and disposal of business waste, 3) sales of segregated waste, 4) sales of scrap metal, 5) collection of empty cans and plastic bottles, 6) sales of waste recycled internationally, and 7) transportation of unrecyclable waste to the dump site. All of these operations were surveyed and studied.

Operation subject to tipping fees	Current fee	Revenue source potential	Note
1) Receipt and disposal of household waste	\$0	None	
2) Receipt and disposal of business waste	\$0	Collection of tipping fees	Lower tipping fees, when compared to the new dump site, are expected to create demand, provided that waste is segregated.

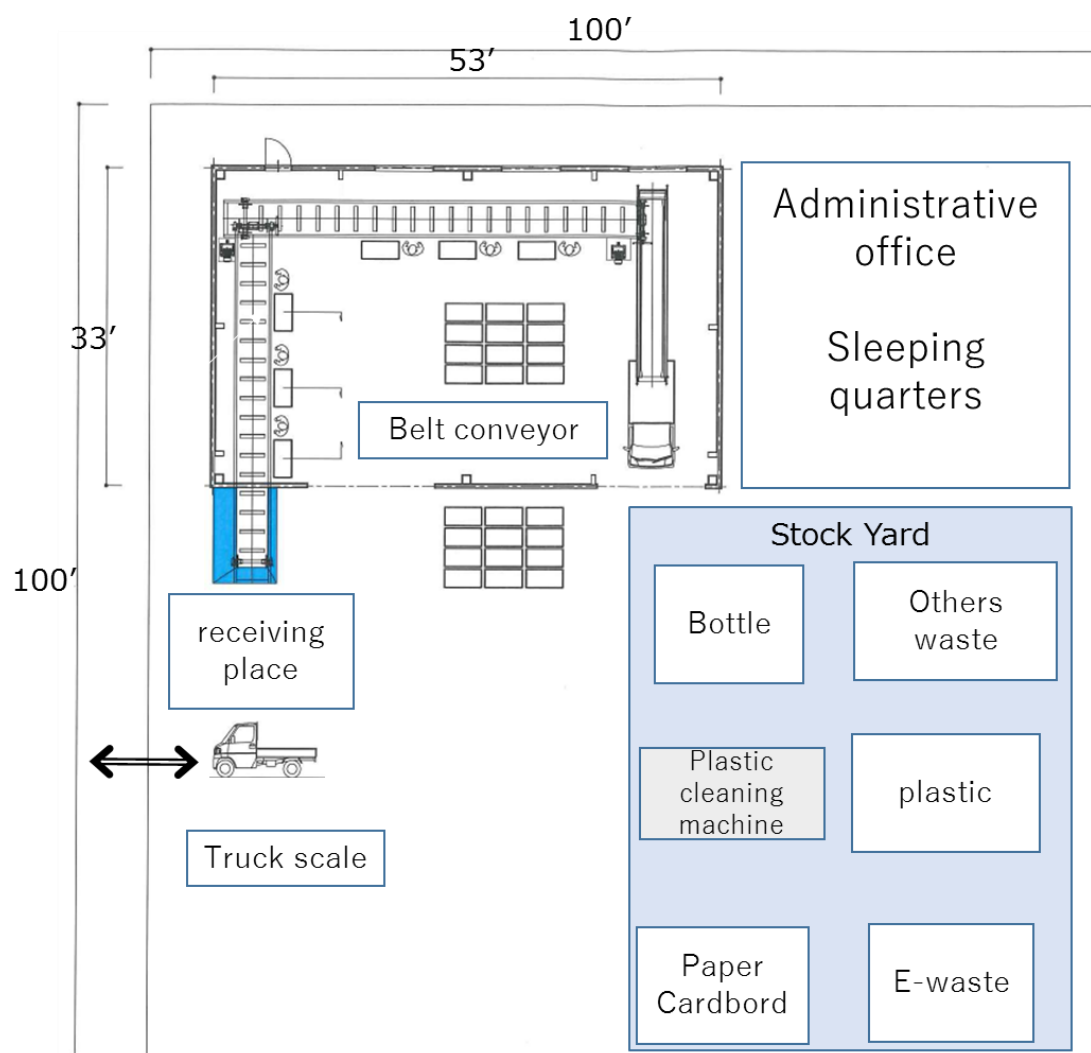
Operation subject to tipping fees	Current fee	Revenue source potential	Note
3) Sales of segregated waste	\$0	Sales of raw materials, resources and energy	Sales of five cents can be expected per can, glass bottle, and plastic bottle (CDL system). Compost materials and waste for plastic-to-oil production can possibly be sold to recycling centers.
4) Sales of scrap metals	\$0	None	Lease fees can be expected, based on Palau Waste Collection's lease contract.
5) Collection of empty cans and plastic bottles	\$0.4/kg (aluminum)	None	–
6) Sales of waste recycled internationally	Unknown	Sales of raw materials	Offsetting transportation costs remains a challenge.
7) Transportation of unrecyclable waste to dump sites	–	None; Tipping fees imposed	Tipping fees can possibly be eliminated, depending on negotiations with the central government.

- Prospects for introducing gasification incinerators

Gasification incinerators can be introduced by complying with the EQPB's air pollution regulations. Introduction, however, was rejected by the Bureau of Public Works (BPW), the Koror State Government, and the EQPB, as they are resistant to the idea of incinerating waste, particularly plastic waste, with the exception of medical waste. Thermal recycling using gasification incinerators, therefore, was temporarily excluded, making disposal at dump sites a viable option.

- Specifications of segregation facilities equipped with conveyor belts and visual inspections

- Capacity: 7 tons/day (household waste)  
3.9 tons/day (business waste)
- Area required: 30 m × 30 m (total site area)  
16 m × 10 m (conveyor belt area)
- Facilities required: Conveyor belts  
Administration office and accommodation
- Equipment: Truck scale  
Conveyor belt segregation system  
Plastic washing equipment
- Vehicles, etc.: Basket carts (20 units)  
Forklift  
Four-ton truck with a flat loading platform



#### 4. Survey on the composition and characteristics of waste

Waste in dump sites is dominated by business waste, particularly cardboard and plastic waste. A variety of waste materials exists, as they are not segregated. Iron scraps are transported to Palau Waste Collection before disposal, but not all of them are collected. Beverage containers are found only sporadically, as the CDL system is in place.

Collection stations in each area are equipped with bins for collection of household waste by garbage trucks. The contents are not visible as they are put and sealed in plastic bags. Bins are not segregated by content.

Composite plastics such as FRP and heat resistant plastics all end up in landfills, as they cannot be used as feedstock for plastic-to-oil production at recycling centers. They account for about 30% of all plastic waste.

With respect to scrap metals, Palau Waste Collection dismantles scrapped vehicles, exports vehicle bodies, and collects/exports iron scraps. Only valuable metals are collected, with the rest (rusty metal, metal-plastic composites, etc.) disposed of.



Waste tires are also disposed of, with wheels removed after dismantling. While tire shredders have been in operation since 2016 for volume reduction purposes and for use as roadbed materials, waste tires keep piling up because of limited applications. They are simply shredded along with bead wires.

There are no contractors collecting e-waste in Palau for export purposes. Import statistics show that 5,800 smartphones, 1,700 tablet/laptop computers, and 6,140 desktop computers are imported annually. The central government rolls out a program for collecting e-waste as part of Earth Day events, though it ends up in landfills, with metal components removed.

The disposal of medical waste is managed by the Ministry of Health, where injection needles, absorbent cotton, gauze dressing, tissue fragments, potentially infectious plastic waste, and chemical containers collected from clinics are all burned in a incinerator installed at national hospital. About 150 kg of medical waste is produced daily while incineration takes place a few times a week, with incineration ash disposed of at dump sites.

- Consensus formation on the framework of the project (schemes and plans)

With the project designed based on the results of the survey, the Koror State Government and the Bureau of Public Works (BPW) were briefed on the initial/running costs of a transportation station equipped with segregation facilities, recycling potential of segregated waste, expected positive impacts, implementation systems, funding, locations, project roadmaps, and key challenges to be addressed, followed by discussions on project implementation. Accordingly, a general consensus was reached with all the parties concerned on the project’s facilities and framework. As the Koror State Government and the Bureau of Public Works (BPW) agreed to initially solve the challenges described later, concerted efforts will meanwhile be made to secure subsidies for funding based on reliable information. While a memorandum on the project has yet to be signed, the Koror State Government is set to conclude an agreement with the Kitakyushu Municipal Government on sister-city relations promoted by SDGs, and with the AMITA Corporation for Sustainable Economies on development of a recycling society through PPP.

### 5. Development of cooperation with local governments, companies, etc.

The table below shows the parties and companies with which cooperation should be developed. Accordingly, cooperation opportunities will be sought.

Category	Body	Cooperation opportunities
State Government	Koror State Government	• Receipt of business plans and conclusion of implementation contracts
State Government	Koror State Bureau of Public works (BPW)	• Funding through budget preparation and subsidies

<b>Category</b>	<b>Body</b>	<b>Cooperation opportunities</b>
State Government	Koror State Solid Waste Management Office (SWMO)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Detailed designing of facilities</li> <li>• Operation of business</li> <li>• Receipt and recycling of waste</li> <li>• Applications for permits and approvals</li> <li>• Order placement for construction work</li> <li>• Development of funding plans</li> <li>• Community awareness campaigns</li> </ul>
National Government	Bureau of Public works (BPW)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Approval of candidate site use plans</li> <li>• Approval of extended disposal of waste tires, e-waste and scrap metals collected in other states</li> <li>• Approval of international waste recycling</li> <li>• Approval of waste disposal with transportation and storage systems</li> <li>• Approval of conditions for receiving business waste</li> <li>• Elimination of the new dump site's tipping fees imposed on disposal of unrecyclable waste originating from the transportation station</li> </ul>
National Government	Environmental Quality Protection Board (EQPB)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Approval of various permits and approvals</li> <li>• Policies for incineration of medical waste and other waste</li> <li>• Financing through GEF7 financial support</li> </ul>
Local company	Palau Waste Collection (Taiwanese company)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Export of scrap metals to Taiwan for disposal purposes</li> <li>• Export of empty cans and plastic bottles to Taiwan for disposal purposes</li> <li>• Continued management of the M-Dock dump site</li> </ul>
Local company	Surangel Construction (construction company)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construction/foundation work</li> <li>• Container transportation of international recyclables</li> </ul>
Local company	Collins Co., Ltd.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Segregation and collection of business waste</li> </ul>
Local Company	Meisan Trash Co., Ltd.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Segregation and collection of business waste</li> </ul>
International institution	J-PRISM II	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Development of international recycling systems</li> </ul>
International institution	SPREP	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Development of international recycling systems</li> </ul>

Category	Body	Cooperation opportunities
Foreign NGO	Asia Pacific Waste Consultants	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sharing results of waste surveys</li> </ul>
Japanese company	Kyowa Shipping Co., Ltd.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Development of systems to reduce ocean transportation costs</li> </ul>
Japanese company	Nippon Magnetic Dressing Co., Ltd.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Purchasing of e-waste</li> </ul>

## 6. Joint workshop with local partners

<Period>	February 3–6, 2020
<Number of days>	Two days (or four days including travel days)
<Host city>	Kitakyushu City, Fukuoka
<Invitees>	Katsuo Fuji (Mr.) (Consultant for the Koror State Government) Ngirbechat Arsenio (Mr.) (Solid Waste Management Office) Rosang Willter (Ms.) (Solid Waste Management Office)

Date	Itinerary	Venue	Hotel
Day 1 2/3	Travel day (Palau→Fukuoka)	—	RIHGA Royal Hotel Kokura
Day 2 2/4	Courtesy visit to Dep. of Environment in Kitakyushu city	Kitakyushu City Hall	RIHGA Royal Hotel Kokura
	Business Tour of Waste Segregating Facility with belt conveyor.	Beetle Engineering	
	Lunch	Restaurants nearby	
	Visit to AMITA Kitakyushu Factory	AMITA factory※	
	Business Tour of Environment Museum	Kitakyushu Environment Museum	
Day 3 2/5	Business Tour of Community Center	Community Center	RIHGA Royal Hotel Kokura
	Lunch	Restaurants nearby	
	Workshop <ul style="list-style-type: none"> <li>Brainstorming each topics</li> </ul> (Focal point of E-waste collection, Good solution of segregation for food waste in household level)	Conference room at RIHGA Royal Hotel	

Date	Itinerary	Venue	Hotel
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exchange of views on SDGs future city</li> <li>• Exchange of opinions on social development using TS</li> </ul>		
Day 4 2/6	Travel day (Fukuoka→Palau)	—	—

#### 1) Discussions on “SDGsFutureCity”

The Kitakyushu Municipal Government made a presentation on “SDGs Future City” and explained about its community awareness campaign as a key factor to provide an example to the Koror State Government, which is also committed to achieving SDGs.

#### 2) Challenges to be addressed

##### • Garbage collection

Measures recommended include installation of collection points in shopping malls and chilled storage of garbage until collection days to prevent decomposition and fly infestation. The Koror State Government, meanwhile, will soon carry out demonstrations, where about half the total households are provided with garbage bins, to be collected twice a week.

##### • Identification of challenges

Funding was discussed as a key challenge. Specifically, promising funds and their targets were identified and future plans were shared between the two parties about AEPW, which is a newly addressed topic.

### 7. Feasibility assessment

##### • Funding plans

The majority of the initial costs (construction of facilities, installation of equipment, etc.) will hopefully be covered by subsidies, which are expected to be provided by GEF-7, PacWaste Plus, and AEPW, while the balance will be earmarked in the Koror State Government’s budget.

(GEF-7)

Confidence rate	Necessary measures	Preparation status
80%	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Decide the support project and the amount of the grant.</li> <li>• Obtained approval from the Director of EQPB for support.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Confirmed the person in charge of decision in Palau.</li> <li>• Confirmed the target areas for support project.</li> <li>• This project has been evaluated as a support project.</li> </ul>

(Pawaste+)

<b>Confidence rate</b>	<b>Necessary measures</b>	<b>Preparation status</b>
10%	• Koror State should confirm if there is any potential for grant at Pacwaste Conference.	• Confirmed investment organization, fund size, support policy

(AEPW)

<b>Confidence rate</b>	<b>Necessary measures</b>	<b>Preparation status</b>
50%	• Submission of application form • Consultation with the examination committee • Discussion of grant policy	• Preparation for application • Confirmation of support policy with Japanese board member.

- Initial costs

Initial costs were calculated, with minimum facilities in mind and gasification incinerators excluded; they will be covered by subsidies and the Koror State Government's budget.

The consultant fee is the cost of business design and establishment that is ordered in the case of public management, and it is assumed that the order will be placed to us.

Exchange rate ¥110

Initial Investment			Minimum Require	
			USD	JPY
Initial Cost	Segregating Facility	Truck Scale 4t	\$59,091	¥6,500,000
		Belt conveyor	\$397,000	¥43,670,000
		Basket Cart(H.2.1 W.1.7 D.1.7) 20units	\$16,364	¥1,800,000
		Building	\$350,000	¥38,500,000
	Other Facility	Gasification Incinerator	\$0	¥0
		Plastic Washing Machine (existing)	\$0	¥0
		Tire Shredder (existing)	\$0	¥0
	Construction fee	Segregating Facility Construction	\$0	¥0
		Gasification Construction	\$0	¥0
		Tire Shredder Construction	\$0	¥0
		Palau Waste Collection Relocation	\$87,500	¥9,625,000
	Equipment	Forklift	\$33,636	¥3,700,000
		Flatbed truck 4t	\$63,636	¥7,000,000
		Armroll car	\$0	¥0
		Handicum Plastic discriminator	\$18,182	¥2,000,000
	Transportation fee Shipping fee	Belt conveyor and Truck scall (Shipping)	\$20,000	¥2,200,000
		Gasification Incinerator (Shipping)	\$0	¥0
		Belt conveyor and Truck scall (transport)	\$1,000	¥110,000
		Gasification Incinerator(transport)	\$0	¥0
	Import Tax	3% of totall equipment and shipping fee	\$17,692	¥1,946,100
Consultant Fee	Consultant fee	\$136,364	¥15,000,000	
合計			\$1,200,465	¥132,051,100

- Project profitability

Simulations were performed on the profitability of the project, based on private and public management (by the Koror State Government). The results, however, suggest that profits cannot be expected regardless of management regimes. Operational costs cannot be covered by higher tipping fees imposed on business waste, which makes private management economically unviable. A promising option, therefore, is to staff the project with four Koror State Government employees (including three newly hired employees) to complement management, where profits can be expected; the amount of waste serving as a revenue source is estimated at 70% of the total.

P/L			Unit Price		Quantity			Total (USD)	Total (JPY)				
			USD	JPY	daily	Monthly	Yearly						
P r o f i t	Tipping fee	Household waste	\$0	¥0	7.0 t	154.0 t	1,848 t	\$0	¥0				
		Commercial waste	\$15	¥1,650	2.6 t	57.0 t	684 t	\$10,256	¥1,128,204				
	Sales	Law material for compost	Compost 30㎥ = \$ 5	\$0	¥0	1.9 t	42.8 t	513.7 t	\$0	¥0			
		CDL bottle	¢ 5/pcs + recycle fee ¢ 2.5/pcs Pick up date at dump site 309,196pcs/y	\$0.075	¥8	601 pcs	18,036 pcs	216,437 pcs	\$16,233	¥1,785,607			
		E-Waste	No data	\$0	¥0	0.0 t	0.0 t	0.0 t	\$0	¥0			
		Waste Tire	Weight 10kg/pcs 40000pcs/y	\$0.45	¥50	0.8 t	23.3 t	280 t	\$127	¥14,000			
		Metal Scrap	Collected by Palau Waste Collection	\$0	¥0	0.0 t	0.0 t	0.0 t	\$0	¥0			
	Offset	Additional plastic oil generation	electrical power output : 約4kw/¢ 1kg=1L	\$0.32	¥35	0.1 t	2.2 t	26.4 t	\$23,654	¥2,601,984			
	Lease	Palau Waste Collection	Lease fee/m	\$350	¥38,500	—	1.0 m	12.0 m	\$4,200	¥462,000			
	<b>Total Profit</b>								<b>\$54,471</b>	<b>¥5,991,795</b>			
L o s s	Labor Cost	Operation	New employment 2/6 people	\$8,000	¥880,000	-	USD	-	USD	16,000	USD	\$16,000	¥1,760,000
		Administration	New employment 1 person	\$8,000	¥880,000	-	USD	-	USD	8,000	USD	\$8,000	¥880,000
		Withholding tax	6%	6%								\$1,440	¥158,400
		Social security	7%	7%								\$1,680	¥184,800
		Medical fund	2.50%	2.50%								\$600	¥66,000
		Sub Total										\$27,720	¥3,049,200
Utility Cost	Electricity: M-dock	\$500/m				500	USD	6,000	USD		\$6,000	¥660,000	
	Electricity: Segregating	Motor 1 6.5kw×3h=49.5kwh/d	\$0.32	¥35	49.5	kwh	1,089	kwh	13,068	kwh	\$4,182	¥459,994	
	Electricity: Plastic cleaning	Motor 1 1kw×2h=22kwh/d	\$0.32	¥35	22	kwh	484	kwh	5,808	kwh	\$1,859	¥204,442	
	Gas	No Use	\$0.00	¥0							\$0	¥0	
	Water	Flat Rate \$ 30/m	\$30.00	¥3,300			30	USD	360	USD	\$360	¥39,600	
	Sub total										\$12,400	¥1,364,035	
Material	Flexible container bag.	920/pcs 100pcs/y	\$10	¥1,100						1,000	\$1,000	¥110,000	
	Sub Total										\$1,000	¥110,000	
Fuel	Fuel	Forklift 2.30/d×256d 1¢=\$ 1.32	\$1.32	¥145	2.3	¢	51	¢	607	¢	\$802	¥88,165	
		Fiatbed truck 6¢/d	\$1.32	¥145	6.0	¢	132	¢	1,584	¢	\$2,091	¥229,997	
	Sub Total										\$2,892	¥318,162	
Admin	Administrative cost	Repair, Insunce, Wifi etc \$500/m	\$500	¥55,000			500	USD	6,000	USD	\$6,000	¥660,000	
	Sub Total										\$6,000	¥660,000	
Others	Sales Tax	Total Profit×4%									\$2,179	¥239,672	
	Depreciation	—									\$0	¥0	
	小計										\$2,179	¥239,672	
<b>Total Expenditure</b>											<b>\$52,192</b>	<b>¥5,741,069</b>	
Gross Profit											<b>\$2,279</b>	<b>¥250,726</b>	
The rate of Gross Profit	Gross profit / Total Profit										4.18%	4.18%	
General and administrative expenses	15% of Total Expenditure										\$7,829	¥861,160	
<b>Operating Income</b>											<b>-\$5,549</b>	<b>¥-610,435</b>	
The rate of Operation Income	Operating income / Total Profit										-10.19%	-10.19%	

### • Environmental impact reduction effects

The dump site is designed for up to 20 years of operation, which can be extended to 27 years, provided that 2,818 tons/year of waste is recycled through the transportation station.

In addition, diesel oil consumption can be reduced by plastic-to-oil production, which fuels power generation at recycling centers in the Koror State. A plastic-to-oil production system is capable of producing 1 liter of oil from 1 kg of plastic. Of 500 kg/day of the Koror State's plastic-to-oil production capacity, 400 kg/day on average can be collected, which reduces diesel oil consumption by 100 kg/day (or 100 liters/day).

Likewise, CO<sub>2</sub> emissions can be reduced by reducing the travel distance to and from dump sites, reducing fuel consumption. Currently, four-ton trucks collect waste in the Koror State. Assuming that household waste is collected every day with two four-ton trucks, a truck's travel to and from dump

sites can be eliminated, which reduces 3,588 kg/year of CO<sub>2</sub> emissions, with waste collected 260 times a year. Data collected through a survey by J-PRISM II, meanwhile, shows that 76 trucks on average travel to and from the M-Dock dump site daily; assuming that 50% of them use the transportation station, a total of 38 trucks' travel can be eliminated per day, which reduces 191,406 kg/year of CO<sub>2</sub> emissions (38 trucks/day × 365 days × 13.8 kg). Consequently, 194.994 tons/year of CO<sub>2</sub> emissions will be reduced.

• **Challenges in commercializing the project**

- 1) Successful commercialization depends on subsidies, which are expected to cover initial costs.
- 2) Successful operation depends on appropriate staffing within the Koror State in view of ensuring profitability.
- 3) The annual maintenance cost can be contributed within the state budget, using the revenue from reducing the utility costs of the recycling center by increasing the amount of plastic to oil generation. However, there is a possibility that maintenance will become difficult due to a decrease in the number of tourists and revenue.
- 4) The growth of the business is low, but the stability is high, because it mainly deals with household waste. However, if the number of tourists continues to decrease, the stability will deteriorate in terms of maintenance.
- 5) As handling garbage at the transportation station is a burden on both operation and workers, given its offensive odor, appearance, and hygienic risks, a system should be developed for prior segregation.
- 6) Lower tipping fees at dump sites for business waste could undermine incentives to use the transportation station.
- 7) While business waste must be segregated before collection, possible contamination by foreign materials requires visual inspection on conveyor belts, which results in higher operational costs.
- 8) As a premise of the business, it is necessary to establish a final treatment method after segregation. In order to increase the business effect, it is necessary to establish technologies and schemes other than the existing recycling system, and to gradually expand the treatment methods after segregation.
- 9) As business waste consists primarily of cardboard and paper, which can easily be segregated, large amounts of paper waste are expected. Given that paper accounts for only 5% of compost, however, the majority of paper collected will pile up without being recycled.
- 10) Successful operation of international recycling systems depends on Kyowa Shipping's agreement to lower ocean transportation costs.

• **Evaluation for Business Feasibility**

- 1) Applications for additional subsidies  
Collecting information for AEPW application while the significance and necessity of the project will be conveyed to potential board members.
- 2) Proposal for recycling funds  
Manufacturers, such as those of tires and toner cartridges, are expected to participate in recycling funds to establish an international recycling scheme for waste that cannot be recycled in island



nations.

3) Garbage segregation

Collection points will be set up and other options will be demonstrated to encourage each household to segregate garbage.

4) Measures to reduce the contamination rate of business-related waste

Tipping fee for business waste will be examined by measures to reduce the contamination rate. If the foreign matter is zero, tipping fee is also zero. The aim is to provide a strong incentive to the business operators.

**8. Globalization plans**

The business scheme excludes the possibility of private management and considers Koror state government. As for utilization technology, the gasification incinerator will be removed from the concept and the target waste will be landfilled. However, since landfill disposal cannot be overlooked, international recycling by RPF production and export will be considered as an alternative recycling measure.

The plan will proceed in stages to control initial costs. Initially, the business will be started with only the minimum necessary facilities and functions, and the amount of initial investment will be reduced. Grants will focus on acquiring AEPW and GEF7. In addition, the Koror State Government will proceed with the study of support from the Asian Development Bank and the United Nations Project Service Organization (UNOPS) as other financial resources.

The plan for the international recycling system will not be changed. It will take some time to build, but first, if the shipping company decides on a free shipping scheme for marine transport of PET bottles, it will consider the spread of scrap tires and small home appliances based on PET business record. These will be continuously implemented as follow-up study.

		FY 2020												FY 2021					FY 2022
		Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	June -		
Dump site	New Dump Site	Construction					Operation												
	M-dock Dump Site						Transfer to Koror												
Grant	GEF7	Explore the possibility			Project Support						Start Grant								
	PACWASTE+	Explore the possibility			Project Support						Start Grant								
	AEPW	Apply	Terms of Examination			Adoption	Start Grant												
	Others	Research			Explore the Possibility														
Research	Follow-up Survey	Survey Design					Follow-up Survey												
Facility	Design Procurement						Design		Manufacture	Procurement			Test Operation						
Permission	EQPB Permission						Application												
Construction	Foundation Work Construction Work								Foundation work		Construction work								
Operation	Start Operation															Operation			

# 目次

1. 事業の目的・概要.....	1
2. 海外展開計画案の策定 .....	2
2.1 建設候補地「パラオ共和国 M - Dock 最終処分場内」 .....	2
2.2 アイメリーク州新規最終処分場.....	2
2.3 対象廃棄物種類.....	3
2.4 利用技術.....	4
2.6 事業体制.....	7
2.7 事業化スケジュール案 .....	8
3. 対象地域における現状調査 .....	9
3.1 調査実施工程.....	9
3.2 廃棄物の処理体制と状況.....	11
(1) 廃棄物の処理体制.....	11
(2) Container Deposit Legislation (CDL) の制度.....	12
(3) コロール州の廃棄物関連予算.....	14
3.3 コロール州廃棄物管理事務所の設備状況 .....	14
3.4 施設予定地の利用計画 .....	17
3.5 環境規制.....	18
3.6 E-Waste 及び金属スクラップ資源化に向けた調査.....	21
(1) 金属スクラップ.....	21
(2) E-Waste.....	22
(3) 廃タイヤ.....	23
(4) リサイクル企業とのマッチング.....	24
(5) 周辺国との連携回収システム.....	25
3.7 事業全体のマテリアルフロー及び処理コストの特定.....	26
(1) マテリアル量.....	26
(2) 現状の処理コスト.....	29
3.8 ガス化燃焼装置の導入見込みについて.....	32
3.9 資源分別型積替・保管施設の設計.....	34
(1) ベルトコンベア式目視分別設備の仕様.....	34
(2) 処理工程：.....	36
(3) 積替・保管施設内の作業工数：.....	37
3.10 オペレーションコストに関する基本調査.....	37
4. 廃棄物の組成・性状等調査 .....	39

4.1	M-dock 最終処分場の投棄ごみ .....	39
4.2	家庭ごみステーション .....	39
4.3	リサイクルセンターの回収物 .....	40
4.4	リサイクルセンター対応廃棄物の性状 .....	41
4.5	国際リサイクル対応廃棄物の性状 .....	42
4.6	その他の廃棄物の性状 .....	44
4.7	医療系廃棄物 .....	44
4.8	廃潤滑油 .....	45
4.9	事業スキーム・計画に係る合意形成 .....	47
<b>5.</b>	<b>現地政府・企業等との連携構築 .....</b>	<b>49</b>
<b>6.</b>	<b>現地関係者合同ワークショップの開催 .....</b>	<b>50</b>
<b>7.</b>	<b>実現可能性の評価 .....</b>	<b>53</b>
7.1	事業採算性 .....	53
	(1) 資金調達計画 .....	53
	(2) イニシャルコスト .....	55
7.2	環境負荷削減効果 .....	60
	(1) 最終処分場の延命効果 .....	60
	(2) 化石燃料使用量の削減 .....	61
7.3	社会的受容性 .....	62
	(1) パラオ国の課題に対する受容性 .....	62
	(2) コロール州リサイクルセンターの受容性 .....	62
	(3) 地元企業の必要性 .....	62
	(4) 事業化における課題等 .....	62
7.4	実現可能性の評価 .....	63
<b>8.</b>	<b>今後の海外展開計画案 .....</b>	<b>64</b>

## パラオ共和国 基礎情報

表 1 基礎情報

面積	488km <sup>2</sup> （屋久島とほぼ同じ）	人口	21,729 人（2017 年）
首都	マルキョク（2006 年 10 月、 コロールより遷都）	民族	ミクロネシア系
言語	パラオ語、英語	宗教	キリスト教
主要産業	観光業	通貨	米ドル
GNI（国民総所得）	2.76 億米ドル（2017 年）	GNI/人口	12,700 米ドル（2017 年）
経済成長率	3.6%（2017 年）	物価上昇率	-1.1%（2015 年）
総貿易額	輸出 18.0 百万米ドル 輸入 156.0 百万米ドル（2015 年）		
主要貿易相手国	輸出：日本,米国,ギリシャ 輸入:米国,日本,グアム		
主要援助国	1 日本(11.7) 2 米国(1.90) 3 豪州(1.35)(単位：百万米ドル, 2015 年平均)		
在留邦人数	371 名（2017 年 10 月）	在日パラオ人数	34 名（2018 年 6 月）
日本の友好都市	三重県、兵庫県	州の数	16 州

出所）外務省基礎データをもとに調査団作成



図 1 パラオ共和国

表2 州別の面積と人口

州名		面積 (km <sup>2</sup> )	人口 (2015 年)
カヤンゲル州	Kayangal	3	54
アイメリーク州	Mongami	52	327
アイライ州	Ngetkib	44	2,464
マルキョク州	Melekeok	28	278
ガラルド州	Ulimang	36	481
アルコロン州	Mengellang	10	311
ガラスマオ州	Urdmang	47	181
アルモノグイ州	Imeong	65	342
ガスパン州	Ngereklmadel	47	295
エサール州	Ngersuul	41	279
オギワル州	Ngerkeai	26	276
<b>コロール州</b>	<b>koror</b>	<b>18</b>	<b>11,723</b>
ペリリュウ州	Kloulklubed	13	471
アンガウル州	Ngeremasch	8	120
ソンソロール州	Dongosaru	3	34
ハトホベイ州	Hatohobei	3	25

## 1. 事業の目的・概要

パラオ国ではアイメリーク州に新埋立最終処分場が建設されており、2020年9月頃稼働となる計画がある。これに応じて国内の廃棄物処理方法が従来の処分場（M-dock 最終処分場：コロール州内）から変更となるため、コロール州は独自の廃棄物管理を確立し、処理体制の効率化を図る必要がある。

コロール州はリサイクルセンターを整備しており、プラスチック油化、飲料容器リサイクル、コンポスト、エコグラスの既存リサイクル事業を展開している。これらは最終処分場の埋立量を削減することが第一目的であるが、焼却処理に抵抗のある同国事情から、全てリサイクルループに回すことを方針としている。

本事業の目的は、分別機能を配備した積替・保管施設を建設し、廃棄物分別・資源化システムを構築することである。ターゲットとなる廃棄物は家庭系ごみと一部の事業系ごみ（事業系一廃）である。ベースとなる積替・保管施設において、ベルトコンベア式の目視分別技術を導入することで、未分別の家庭ごみの中から既存リサイクル事業への資源提供の促進を計画する。また、コロール州はエコグラス事業の拡張を計画しており、そこでの消費電力の多くを油化発電でカバーすることでオペレーションコスト削減を期待していることから、本設備による資源回収量増加に大いなる必要性を認識している。

リサイクルが難しい硬質プラスチック、汚れた布類、衛生ゴミ等は、抵抗ある焼却の手段を用いる必要があるため、小型で環境配慮が成されたガス化燃焼装置を選定し、熱回収と減容化措置を提案し、導入検討を行う。

またパラオ国内にリサイクル技術がなく資源利用が困難な廃棄物については、周辺国と連携した国際リサイクルシステム構築を検討する。この対象は金属スクラップ、廃タイヤ、小型家電（E-Waste）をターゲットとしている。これらは法規制の確認と海上輸送費抑制策の検討が必要である。

これらシステムにより、コロール州内で発生する多種類の廃棄物を埋立て処理することなくリサイクルループに回して資源化することにより廃棄物量を削減し、新最終処分場の延命に貢献することで、パラオ国の環境保護に必要不可欠な事業としていく。



写真 1-1 最終処分場の様子

## 2. 海外展開計画案の策定

### 2.1 建設候補地「パラオ共和国 M-Dock 最終処分場内」

M-dock 最終処分場はパラオ国最大の廃棄物埋立処分場である。コロール州内の M-Dock と呼ばれる小型船舶が入港できる港のすぐそばに位置している。コロール州管轄の土地であるが、現在は国政府にリースされ、国政府の管理・管轄地となっている。JICA の支援により、福岡方式と呼ばれる準好気性衛生埋立の技術が導入されている。パラオ国政府による 2 度の嵩上げ工事による延命措置を講じているが、残余年数は残り 2~3 年とひっ迫しており、現在日本の無償資金協力にてアイメリーク州に新最終処分場を建設中である。新最終処分場は 2020 年 8 月に建設完了予定であり、新最終処分場が完成し本格稼働すれば、M-dock 最終処分場はコロール州に返還されることになる。そのため、コロール州は M-dock 最終処分場跡地に積替・保管施設を建設候補地とすることを計画している。コロール州に M-dock 最終処分場が返還されるのは早くても 2020 年 9 月頃となる見通しである。



図 2-1-1 建設候補地図

### 2.2 アイメリーク州新規最終処分場

現在建設が進行中の新最終処分場の基礎情報を以下にまとめる。本事業においては直接的に関わることはないが、建設の進捗状況や処理費設定が本事業に影響する。またコロール州の廃棄物リサイクルが促進されると、新最終処分場の延命に繋がることになることから、間接的な関わりを有することになる。

・構造	循環式準好気性埋立（福岡方式）
・実施機関	公共インフラ・産業・商業省（MPIIC）
・コンサルタント	建設技研インターナショナル・エイト日本技術開発共同体
・施工業者	東亜建設工業株式会社
・工事期間	2019年3月-2020年7月末
・廃棄物確保容量	210,608t (273,800 m <sup>3</sup> ) 以上 2020年-2039年
・距離	M-dock 最終処分場より 16 km 所要時間 20 分（車移動）





写真 2-2-1 新規最終処分場の建設状況

### 2.3 対象廃棄物種類

- ・家庭系ごみ（コロール州回収、コロール州全域）
- ・事業系ごみ（自主持込、分別済のみ）

#### ・家庭系ごみ

コロール州から排出される家庭系ごみはコロール州廃棄物管理事務所（SWMO）が所有しているごみ収集車によって回収され、M-dock 最終処分場で埋立処分されている。分別措置はとられておらず、州としても家庭ごみから資源化できる廃棄物を回収していない。対象廃棄物は以下となる。

#### 【コロール州でリサイクル可能なマテリアル】

生ごみ、剪定枝	→	リサイクルセンター	コンポスト
廃食用油	→	リサイクルセンター	廃油精製装置
プラスチック（PP・PE・PS）	→	リサイクルセンター	油化装置
缶・ペットボトル	→	リサイクルセンター	圧縮装置
ビン	→	リサイクルセンター	廃ガラス工房
紙類・ダンボール	→	リサイクルセンター	コンポスト
金属	→	Palau Waste Collection 社	輸出リサイクル

#### 【リサイクル/資源化が未確定のマテリアル】

その他プラ、布類、皮革類、ゴム類、衛生ごみ	→	ガス化装置（技術提案）
廃タイヤ、小型家電	→	輸出リサイクル（構想提案）

#### ・事業系ごみ

事業系ごみは事業者負担による処分場への持込処理が義務付けされている。このため新最終処分場が建設稼働すれば、事業者は新処分場にて持込処理することとなる。しかし、新最終処分場はこれまでより遠方にあること、また新最終処分場では処理費（Tipping Fee）の徴収が予定されていることから（現在の M-dock 最終処分場は処理費

は徴収されていない)、事業者負担が高まることが想定される。コロール州の積替・保管施設では、事業系ごみの受入は現場のオペレーションコストの負担増を避けること、事業者の環境意識や CSR の向上かつコスト負担削減を考慮し、事前分別されている廃棄物のみ受け入れる条件にて処理費を比較的安価な設定とする仕様を想定している。事業系ごみの対象は分別が容易な以下項目と設定する。なお生ごみについては養豚事業者が独自に回収していることから基本的に対象外とするが、状況による受入は可能である。

【事業系対象マテリアル】

剪定枝、ダンボール・紙類、金属、缶・ビン・ペットボトル、プラスチック、生ごみ（レストランやホテルからの生ごみは養豚業が無料で回収を実施）

2.4 利用技術

積替・保管施設において、廃棄物の分別・資源化促進をベースにした対象廃棄物のリサイクル技術を検討した。導入を計画する技術は以下である。

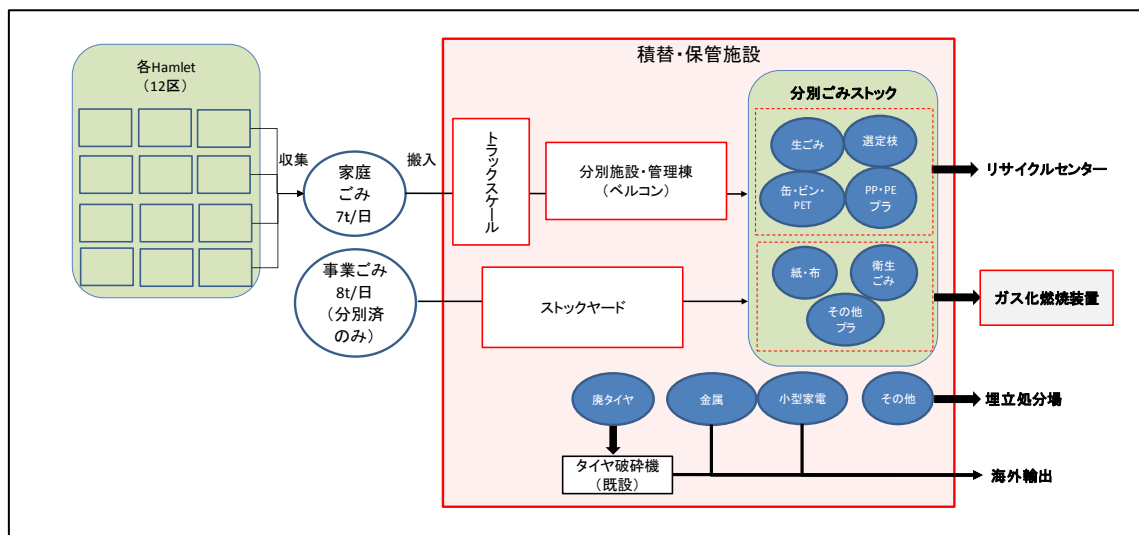


図 2-4-1 積替・保管施設イメージ

① ベルトコンベア式目視分別設備

回収された廃棄物から資源化する対象物を分別するため、ベルトコンベア式の分別設備を導入する。対象は未分別の家庭ごみであり、規模は 7t/日の想定である。コロール州側からはプラスチックごみについては油化対象と非対称のプラスチックを更に分別したいとの理由からプラスチック材質選別装置の要望も出ている。これについては費用対効果の観点で検討を進める。

設備はインドネシアのスラバヤにおいて類似設備の導入実績がある株式会社 西原商事（福岡県北九州市）の設計設備を検討する。



写真 2-4-1 インドネシアでの先行事例

② 乾溜ガス化装置（紙、布、皮、ゴム、プラ、衛生ゴミのリサイクル）

パラオ国に存在する固形廃棄物のリサイクル技術はプラスチック油化とコンポストである。また飲料容器（缶・ビン・ペットボトル）を回収・減容化して海外に輸出してリサイクルするシステム(CDL)が運用されている。廃ビンはガラス工場の原料に再利用されている。現在点で資源化もリサイクルもできない廃棄物種類はまだ多いが、本施設は資源化対象廃棄物の分別・保管ができる特性を有していることから、衛生ゴミや油化対象外プラスチックなど幅広く処理できる設備としてガス化燃焼装置の可能性に着目し提案する。しかしガス化設備は焼却炉に分類されることから、廃棄物の焼却基準が厳しいパラオ国での導入に厳しい意見が出ている。しかし唯一焼却処理が認められている医療系廃棄物の受入・処理と同時に他の廃棄物を処理する設備として、ガス化燃焼装置を提案していく。



写真 2-4-2 乾溜ガス化装置

### ③ タイヤチップ・E-waste・金属スクラップの国際リサイクルシステム

パラオ国ではセメント会社や鉄鋼炉が存在せず、これら廃棄物のリサイクルができないことから、リサイクルするためには他国に輸出する必要がある。それぞれ共通の課題はビジネスベースで処理できるかということにあり、処理費（販売額）に対するコスト、特に海上輸送費にある。そのためシステムの確立のためには、処理先企業とのマッチング、処理費の特定、輸送コストと人件費の特定が必要である。

また、パラオ国のみではごみ量が少ないことから、周辺国を含めた輸送回収システムによる国際リサイクルの可能性を並行して調査する必要がある。州政府レベルで協議できる内容ではないため、国政府または国際機関の SPREP(太平洋地域環境計画事務局)と協議を行う。

## 2.5 マテリアルフローと分別区分

リサイクルセンターの現設備と将来的に設置される設備(バイオガスプラント)を考慮し、各廃棄物資源化のマテリアルフローを下図のように仮定している。

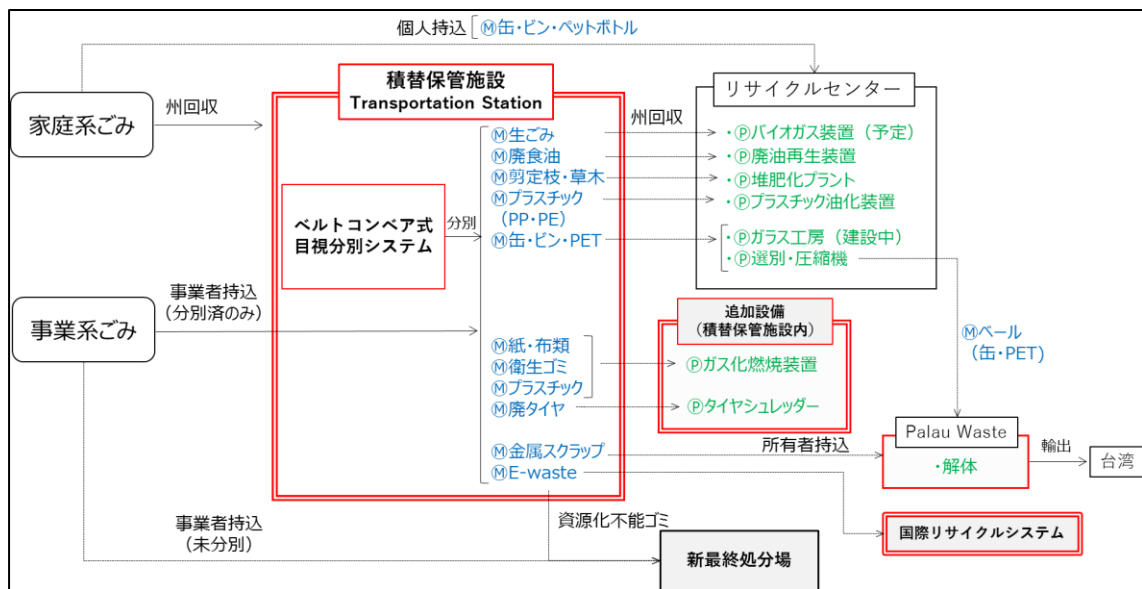


図 2-5-1 マテリアルフロー

### 分別区分

ベルトコンベアで分別する家庭ごみの分別区分は以下の種類となる。

- ① 生ごみ、剪定枝、草木類
- ② プラスチック (PP・PE・PS)
- ③ 缶・ペットボトル、廃ビン
- ④ 紙類・ダンボール
- ⑤ 金属
- ⑥ その他 (その他プラ、布・皮革・ゴム類、衛生ゴミ、汚れの酷いゴミ)

## 2.6 事業体制

事業体制は収入項目とコスト計算を基にして、①官設民営、②官設官営の2パターンを想定し比較検討する。ただ設備費と工事費などイニシャルコストは援助機関からの補助金を想定している。

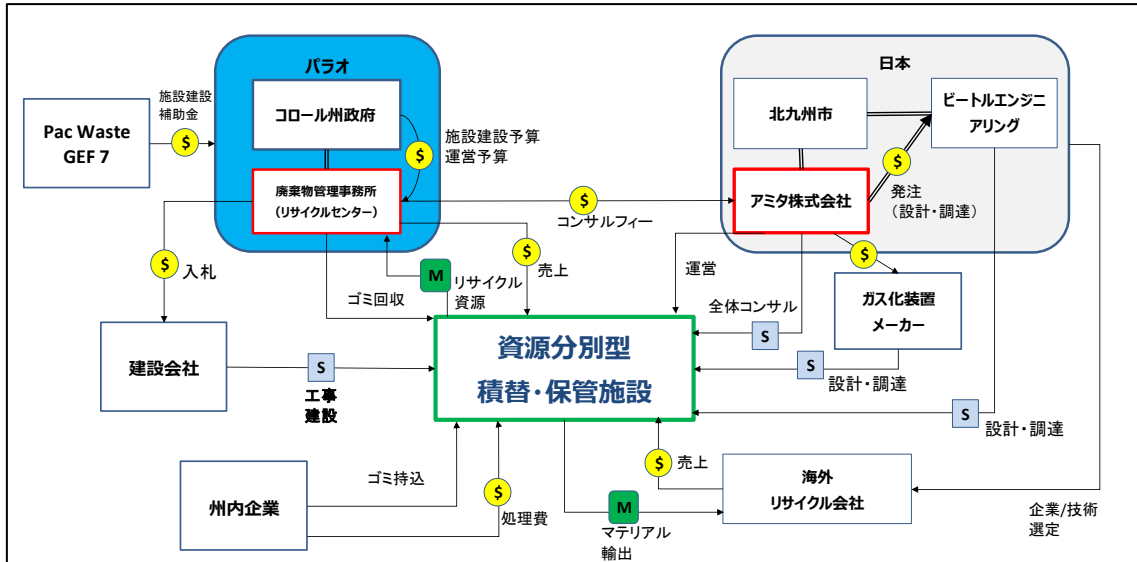


図 2-6-1 官設民営スキーム

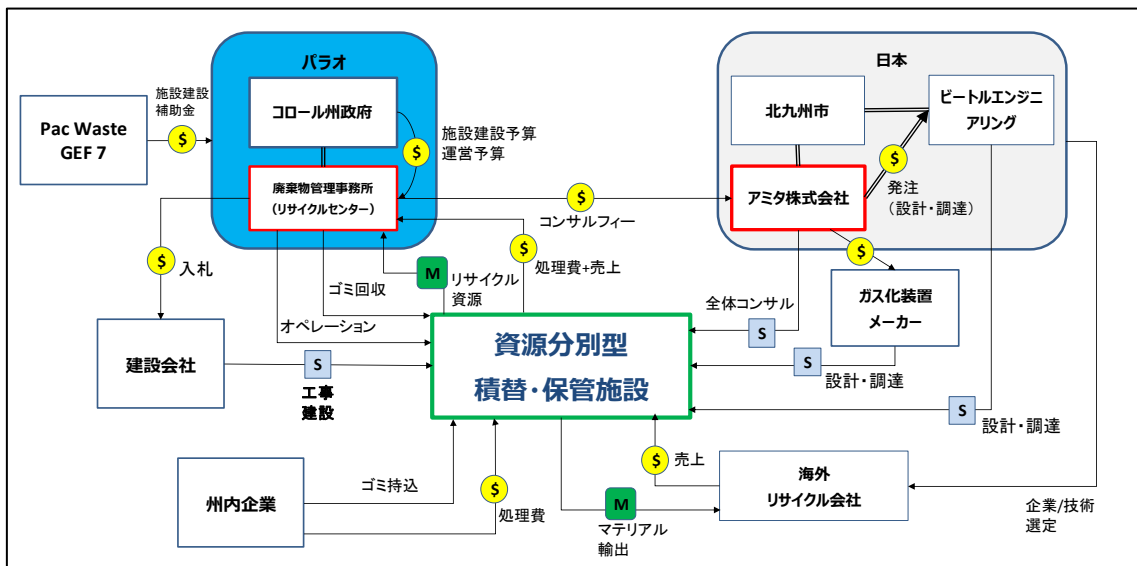


図 2-6-2 官設官営スキーム

## 2.7 事業化スケジュール案

2019年11月	調査開始
2020年2月	調査成果物の完成（積替・保管施設のFS） ガス化設備技術の法的整合性を確認 国際リサイクルシステムの調査完了
2020年3月	コロール州に調査結果報告 事業課題に対する重要施策（ソリューション）の提案 コロール州と事業実施可に向けた協定締結
2020年4月	FSをGEF7、PacWasteに提出し資金援助を協議
2020年7月	資金援助の承認、建設許可・アセス申請
2020年8月	建設許可、アセス完了
2020年8月	パラオ国政府からコロール州に用地返還 建設工事入札、設備製造開始 コロール州と事業実施契約、設備発注
2020年11月	工事発注、基礎工事開始
2021年2月	設備製造完了、輸出手続
2021年4月	基礎工事完了、建屋建設、設備の導入
2021年6月	建屋建設完了、設備据付
2021年8月	設備据付完了、試運転開始
2021年10月	試運転終了、オペレーション訓練
2022年1月	設備本格稼働

### 3. 対象地域における現状調査

#### 3.1 調査実施工程

##### 第1回訪問

日程： 2019年11月10日～11月18日

参加者： 長谷川 孝史（アマタ株式会社）

西 勇人 （株式会社ビートルエンジニアリング）

目的： 現地キックオフミーティング、対象地域の現状調査、  
関係先へのヒアリング、廃棄物の性状調査、投棄廃棄物確認

日程	実施事項／訪問先等
11/10	・移動 成田 → 仁川 → パラオ
11/11	・キックオフミーティング ・コロール州廃棄物管理事務所と打合せ、視察
11/12	・JICA パラオ支所訪問 ・M-dock 最終処分場の視察 ・Palau Waste Collection 社視察 ・アイメリーク州新最終処分場 ・各地の家庭ごみ集積所視察
11/13	・パラオ国公共事業局訪問 ・電力・水道公社（PPUC）訪問 ・環境保護委員会（EQPB）訪問
11/14	・コロール州廃棄物管理事務所と打合せ ・Palau Garbage & Scrap Co.訪問
11/15	・Pacwaste と GEF7 のファンディング計画打合せ ・APWC（Asia Pacific Waste Consultants）
11/16	・処分場にて廃棄物性状確認
11/17	・処分場にて廃棄物性状確認
11/18	・帰国 パラオ → 仁川 → 成田



写真 3-1-1 コロール州廃棄物管理事務所の視察

## 第2回訪問

日程： 2019年12月15日～12月20日

参加者： 長谷川 孝史（アマタ株式会社）

目的： 事業系ごみの搬入量予測、ガス化燃焼炉の導入可能性検討、  
医療ごみ処理状況の把握、国際リサイクルの制度検討、  
レイアウト案・設計の打合せ

日程	実施事項／訪問先等
12/15	・移動 成田 → グアム → パラオ
12/16	・コロール州廃棄物管理事務所と施設レイアウトの打合せ ・リサイクルセンターのキャパシティ情報入手
12/17	・公共事業局（BPW）と打合せ 廃タイヤ処理ヒアリング ・小型家電の輸入統計情報の取得依頼 ・環境保護局（EQPB）とグラント状況のヒアリング
12/18	・民間収集業者 Meisan Trash 社と面会 ・医療廃棄物焼却炉の視察
12/19	・コロール州廃棄物管理事務所と合同ワークショップ打合せ ・Palau Waste Collection 社と面会
12/20	・移動 パラオ → グアム → 成田

## 第3回訪問

日程： 2020年1月19日～1月25日

参加者： 長谷川 孝史（アマタ株式会社）

根来 宏行（アマタ株式会社）

目的： 事業系ごみの搬入量予測調査、廃潤滑油の調査  
E-waste の性状確認、新最終処分場の計画更新情報入手

日程	実施事項／訪問先等
1/19	・移動 成田 → グアム → パラオ
1/20	・公共事業局（BPW）打合せ 小型家電輸入統計の入手 今後の廃棄物処理計画の確認 ・J-PRISM II と面会、情報共有
1/21	・マラカル発電所に廃潤滑油のヒアリング アイメリーク発電所に廃油処理のヒアリング
1/22	・民間収集業者 Collins 社と打合せ ・家電修理業者に E-waste のヒアリング
1/23	・環境保護局（EQPB）とグラント状況のヒアリング
1/24	・公共事業局（BPW）とオフィスごみ調査の打合せ
1/25	・移動 パラオ → グアム → 成田



#### 第4回訪問

日程： 2020年2月22日～2月26日  
参加者： 長谷川 孝史（アマタ株式会社）  
有田 雄一（北九州市アジア低炭素化センター）  
森 直子（北九州市アジア低炭素化センター）  
目的： 最終報告会

日程	実施事項／訪問先等
2/22	・移動 成田 → グアム → パラオ
2/23	・コロール州廃棄物管理事務所と打合せ
2/24	・コロール州政府表敬訪問
2/25	・最終報告会 ・新下水処理場視察
2/26	・移動 パラオ → グアム → パラオ

### 3.2 廃棄物の処理体制と状況

#### (1) 廃棄物の処理体制

パラオでは各州で発生した廃棄物は各州の最終処分場で処理するのが一般的である。コロール州は国が管理する M-Dock 最終処分場に、その他の州は各州が管理するコミュニティ最終処分場に埋立処理されている。例外として、エサル州とガッパン州はマルキョク州の最終処分場に搬入して埋立処理している。

家庭系ごみの収集は各州の廃棄物事務所の担当が行っており、すべての住民に収集サービスが提供されている。事業系ごみは、基本的に排出事業者が直接最終処分場へ持ち込むことが義務付けられている。排出量の多い事業者は自前で収集車を所有し、グループ会社のごみを収集している。また、民間の収集業者に収集を委託することも可能である。

パラオ全体の廃棄物を担当する部署は公共施設・産業・商業省（Ministry of Public Infrastructure, Industries and Commerce: MPIIC）の公共事業局（Bureau of Public works）内にある廃棄物管理部（Division of Solid Waste Management）である。この部局は M-Dock 最終処分場の運営をするほか、国の廃棄物行政に関する計画やリサイクルシステムの管理を行っている。

コロール州政府の廃棄物事務所（Solid Waste Management Office）は、コロール州の家庭から排出される廃棄物を収集し、M-Dock 最終処分場に搬入するほか、リサイクルセンターの運営を行っている。リサイクルセンターでは、飲料容器の買取、圧縮のほか、コンポスト施設の運営や廃ガラスビンによるリサイクルガラス工場の運営も行っている。コロール州以外の州では、州政府の中に廃棄物を担当する職員がおり、各家庭からの家庭ごみの収集とコミュニティ内の最終処分場の運営を担っている。州政府の中には、州全体の人口が数百人ということもあり、廃棄物以外の業務を兼任していることも多い。

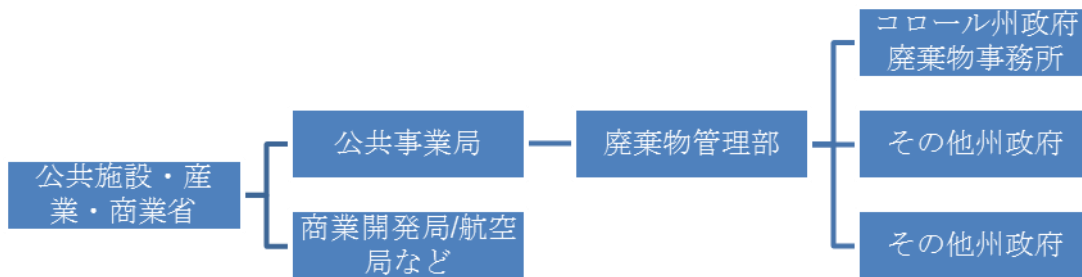


図 3-2-1 廃棄物処理の執行管轄部局

出所) 調査団作成

2020年8月には、アイメリーク州に新たな最終処分場の建設が完了する予定である。実際に廃棄物の受け入れはそれ以降になる見通しである。受け入れが可能になれば、これまで各州の最終処分場で処理していた廃棄物をすべて一括で受け入れるようになる計画である。その際、コロール州の家庭系ごみはこれまで同様、コロール州の廃棄物事務所が最終処分場への搬入を担うが、バベルダオブ島に位置するその他10州の家庭系ごみは国の廃棄物事務所から業務委託を受けた民間業者によって収集されることになる。

これまで M-Dock 最終処分場では、家庭ごみ・事業系ごみは無料で引き取られていた。しかし、新規処分場では事業系ごみを持ち込む場合、持ち込み料を支払うことで引き取りが行われるように計画されている。持ち込み料は2021年ごろから導入予定になっており、2020年2月初旬時点では、金額が決定されていない。

## (2) Container Deposit Legislation (CDL) の制度

パラオでは2006年に飲料容器のリサイクルに関する法律 (RPPL No. 7-24) が可決されている。その後、準備期間を経て、2011年4月からアルミ缶・ペットボトル・ガラス瓶・テトラパックに入った飲料容器一本あたり、10セントが輸入業者から徴収が開始された。その6か月後、資金の積み上げがなされた後に、リサイクルセンターがオープンし、飲料容器を持ち込むと5セントで買い取りが行われる仕組みが確立した。輸入時に徴収された10セントのうち、飲料容器の買い取りに回る5セントを除いた5セントのうち、2.5セントは運営費としてリサイクルセンターに支払われ、残りの2.5セントはリサイクル基金に拠出されて、国の廃棄物行政に使用されている。

2018年には、対象の飲料容器が拡大され、飲料容器の上限が32flozとされていたものが撤廃されている。

この飲料容器の買取を促す仕組みは、制度の設計は地域によって異なるが、キリバス、ミクロネシア連邦のコスラエ州やヤップ州、マーシャル諸島共和国でも導入されており、一般的に Container Deposit Legislation (CDL) と呼ばれて広まっている。

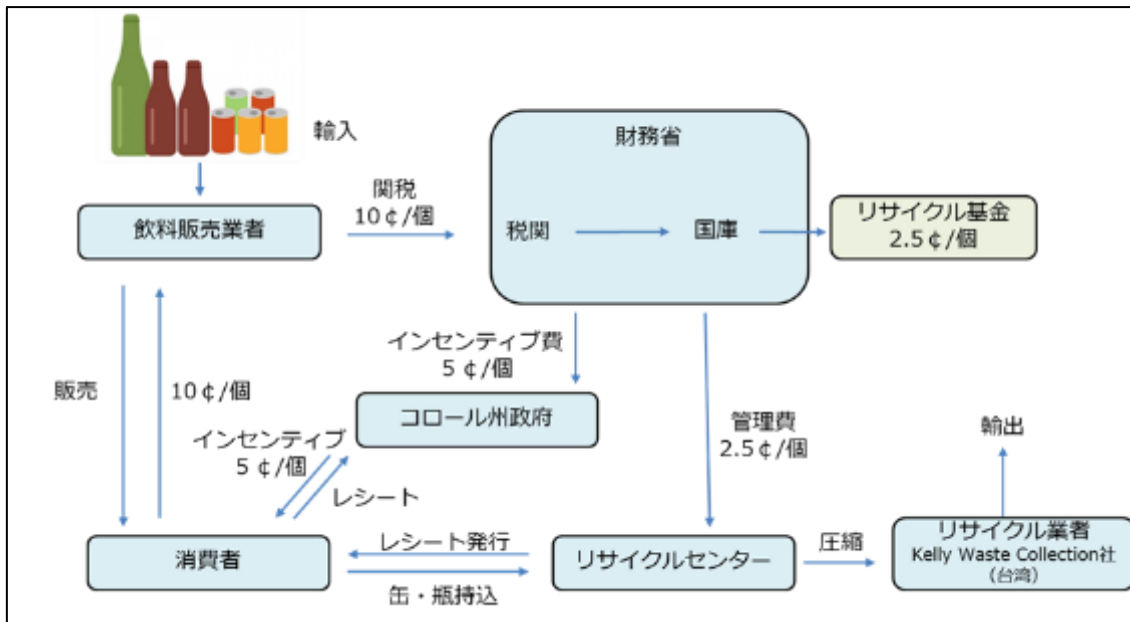


図 3-2-2 CDL システムの仕組み

2011 年以降のリサイクル率（飲料容器の年間持込み数／年間輸入数）は表 3-2-1 のとおりである。2018 年には 1,762 万個の飲料容器が輸入され、1,591 万個の飲料容器がリサイクルセンターに持ち込まれた結果、輸入量に対して 90%の飲料容器リサイクルとなっている。2012 年にリサイクル率が 100%を超えているのは、デポジットの回収以前に輸入されていた飲料容器がリサイクルセンターに大量に持ち込まれ、輸入量を上回っているためである。

表 3-2-1 飲料容器のリサイクル状況

FY	No. of DBC Import (A)	No. of DBC Redeemed (B)	Redemption Rate (%)
2011	6,663,590	0	0.00%
2012	14,386,027	18,925,157	131.55%
2013	15,459,266	15,369,174	99.42%
2014	15,618,616	14,678,332	93.98%
Total (2011-2014)	52,127,499	48,972,663	93.95%
2015	17,687,328	13,694,907	77.43%
2016	18,554,552	14,491,490	78.10%
2017	17,379,362	15,067,830	86.70%
<b>2018</b>	<b>17,620,492</b>	<b>15,918,424</b>	<b>90.34%</b>
Grand Total (2011-2018)	140,460,198	123,101,252	87.64%

\*DBC: Deposit Beverage Containers

出所) BEVERAGE CONTAINER RECYCLING PROGRAM ANNUAL REPORT FY-2018

また J-PRISM II の調査によると、M-dock 処分場では、4名の回収者が CDL 対象飲料容器を許可を得て回収を行っている。回収量は 1 日平均 0.02t/日で約 859pcs/日である。

表 3-2-2 処分場からの飲料容器の回収量

月		A さん	B さん	C さん	D さん	合計
2017	1 月	14,610	12,608	3,330	4,930	35,478
	2 月	0	5,410	4,660	4,550	14,620
	3 月	4,345	11,089	0	0	15,434
	4 月	10,800	10,040	0	3,720	24,560
	5 月	19,020	9,480	5,750	4,490	38,740
	合計	48,775	48,627	13,740	17,690	128,832

出所) J-PRISM 調査報告書を基に、調査団作成

### (3) コロール州の廃棄物関連予算

コロール州廃棄物管理事務所（リサイクルセンター）の予算は Capital Improvement Project (CIP) と公共事業部（Public Works Department）の予算の 2 つがある。CIP 予算は設備や機会などの維持・メンテナンス費、運営費、住民啓発活動の予算が含まれており、公共事業部の予算は、人件費と電気代などの予算である。CIP 予算は 2018 年予算では 40 万ドルとなっている。廃棄物関連の予算は増加傾向にあり、リサイクルセンターの職員も予算に応じて増加している。なお 2019 年の予算は現在建設中の廃ガラス工場の建設費も加算されていることから、単年度として高い予算額となっている。

表 3-2-3 コロール州廃棄物管理事務所の予算状況

	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) コロール州職員の聞き取りから、調査団作成

### 3.3 コロール州廃棄物管理事務所の設備状況

コロール州廃棄物管理事務所には、飲料容器のリサイクルセンター、コンポスト施設、ガラス工房、油化施設の 4 つの設備が設置されている。

飲料容器のリサイクルセンターには、持ち込まれたペットボトルや空き缶の数をセンサーで計測する自動カウント機、ペットボトルとアルミ缶に圧縮するプレス機、空き瓶を破碎するガラス破碎機が設置されている。この施設で受け入れできる飲料容器はおよそ一日あたり 30 万個であるが、現在の受け入れ数は平均 2 万個である。



写真 3-3-1 自動カウント機



写真 3-3-2 飲料容器のプレス機



写真 3-3-3 ガラス破碎機

コンポスト施設には、草木ゴミをチップ化するためのウッドチップパーと、ペーパーシュレッダー、そしてコンポストを攪拌するための設備が設置されている。コンポストで受け入れられる草木ゴミや紙の容量は一日当たり最大 7.5m<sup>3</sup> である。それに対して、実際の受入は 2~2.5m<sup>3</sup> である。製造されたコンポストは 1feet<sup>3</sup> 当たり、\$5.00 で販売されている。組成は重量ベースで生ごみ 38%、草木 57%、紙 5%の構成となっている。



写真 3-3-4 ウッドチップパー



写真 3-3-5 コンポスト 1feet<sup>3</sup> 容器

ガラス工房では電気炉と溶解炉が設置されている。ガラス工房では廃ビンのリサイクルガラスを使用しており、パラオ人のインストラクターの指導の下、吹きガラスの体験とレッスンをやっている。現在、稼働中のガラス工房よりも規模を拡大した工房を現在建設中で、今後は旅行者を対象に観光施設としたプログラムを検討している。インストラクターの指導は JICA シニアボランティアとして三田市のガラス工房から派遣された講師によって行われている。



写真 3-3-6 インストラクター



写真 3-3-7 建設中のガラス工房予定地

油化装置は、初期導入した設備が使用不可となったことから、南アフリカで使用されていなかった油化装置をコロール州の予算で購入し、現在は稼働のための準備が進められている。油化設備の処理能力は 0.5t/日で、2017 年までの実際の受入数は 0.4~0.5 t/日である。生成油は、ディーゼル発電機、ボイラー、重機などの燃料として使用可能であり、廃プラ 1kg に対して生成油 1ℓ となります。ディーゼル発電機の燃料とする場合、生成油 1ℓ (廃プラ 1kg) で約 4.5kw の発電が可能となります。



写真 3-3-8 プラスチック油化装置

またコロール州のリサイクルセンター内の保管場所の面積はコンポスト用が 600 m<sup>2</sup>、飲料容器用が 40 m<sup>2</sup>、プラスチック用が 90 m<sup>2</sup>の合計 730 m<sup>2</sup>である。



写真 3-3-9 飲料容器保管場所



写真 3-3-10 コンポスト保管場所

### 3.4 施設予定地の利用計画

現在の M-Dock 処分場にある既存設備は 3 設備あり、図 3-4-1 のとおりとなる。この内タイヤ破砕機は M-dock 最終処分場が移管されると同時にコロール州に引き渡されることが決定している。EQPB（環境保全委員会）リース地については、コロール州へ移管後も引き続きリース契約は継続されるということで撤去や移設はできない場所となる。

Palau WasteCollection 社は主に廃車や大型家電を回収し、作業場にて切断・圧縮の前処理をして国外（台湾）に輸出している台湾系民間業者である。同社の作業場は、新処分場にも新しく設置される計画であるが、社として M-dock での作業を継続することを希望している。

積替・保管施設は、搬入・搬出の車両導線の効率から、現在の Palau Waste Collection 社の作業場所が設置場所として妥当となる。そのため同社の作業場所を他に移転させる必要がある。建設予定地は政府所有の場所であり、同社は国政府との契約で場所利用と作業許認可を得ていることから、移転指示に従う必要がある。検討中の計画では、同社の作業場は入口左側の空き地に設けることが考えられており、最終的なレイアウトプランは図 3-4-2 のとおりとなる。



図 3-4-1 建設候補地の既存施設



図 3-4-2 検討中のレイアウト図

### 3.5 環境規制

パラオでは環境保護の基本法である環境品質保護法 (Environmental Quality Protection Act) が 1981 年に制定され、環境保護委員会 (Environmental Quality Protection Board: EQPB) が、環境保護を担当すると規定されている。EQPB は土地造成、水質管理、農薬・殺虫剤、排水、固形廃棄物、大気汚染、環境影響に関して規則を定めており、新施設建設においては許可を取得しなければならない。項目は以下となる。

- Earthmoving Regulations (土地造成)
- Marine and Fresh Water Quality Regulations (水質管理)
- Toilet Facilities and Wastewater Disposal Systems Requirements (排水)
- Solid Waste Management Regulations (廃棄物)
- Pesticide Regulations (農薬)
- Public Water Supply System Regulations (公共水道)
- Environmental Impact Statement Regulations (環境影響)
- Air Pollution Control Regulations (大気汚染)
- Ozone Layer Protection Regulations (オゾン層保護)

本事業においては、土地造成、排水、廃棄物、大気汚染の規則順守が該当する。しかし土地造成、廃水、廃棄物に関してはもともとが最終処分場であったことから許可取得においては特に問題はないので詳細は省く。大気汚染についてはガス化燃焼装置の導入に関して制約を受けるので規制の詳細を以下に記述する。



・大気品質基準

大気汚染物質として規定されている物質は表 3-5-1 のとおりである。

表 3-5-1 大気品質基準

Pollutant	Levels Not to Exceed
(1) Sulfur Oxides	60 micrograms/m <sup>3</sup> (0.02ppm) <sup>a</sup> 365 micrograms/m <sup>3</sup> (0.12ppm) <sup>b</sup> 1,300 micrograms/m <sup>3</sup> (0.5ppm) <sup>e</sup> 650 micrograms/m <sup>3</sup> (0.25ppm) <sup>g</sup>
(2) Particulate Matter	60 micrograms/m <sup>3c</sup> 150 micrograms/m <sup>3b</sup> 360 micrograms/m <sup>3d</sup>
(3) Carbon Monoxide	10 milligrams/m <sup>3</sup> (9ppm) <sup>d</sup> 40 milligrams/m <sup>3</sup> (35ppm) <sup>e</sup>
(4) Photochemical	160 micrograms/m <sup>3</sup> (0.08ppm) <sup>e</sup>
(5) Oxidants	
(6) Hydrocarbon	160 micrograms/m <sup>3</sup> (0.24ppm) <sup>f</sup>
(7) Nitrogen Oxides	160 micrograms/m <sup>3</sup> (0.05ppm) <sup>aa</sup>

1. 硫黄酸化物
2. 粒子状物質
3. 一酸化炭素
4. 光化学スモッグ
5. オキシダント
6. 炭化水素
7. 窒素酸化物  
(25°C、760 水銀柱ミリメートルでの計測時)

出所) EQPB Regulations

・粒子状物質規制

排出した粒子状物質の量が TABLE1 の値を超えないようにしなければならない。

表 3-5-2 粒子状物質の規制

TABLE 1 PARTICULATE EMISSION ALLOWABLE BASED ON PROCESS WEIGHT:	
Process Weight Rate (lbs/hr)	Emission Rate (lbs/hr)
50	0.38
100	0.55
500	1.53
1,000	2.25
5,000	6.34
10,000	9.73
20,000	14.99
60,000	29.60
80,000	31.19
120,000	33.28
160,000	34.85
200,000	36.11
400,000	40.35
1,000,000	46.72

出所) EQPB Regulations

なお、燃料の燃焼の場合は TABLE2 の値を超えないようにしなければならない。

表 3-5-3 粒子状物質の燃焼時の規制

Operating Rate in Million BTU's per hour	Maximum allowable emissions of particulate in pounds per million BTU's heat input
5	0.07
10	0.60
250	0.28
500	0.24
1,000	0.21

出所) EQPB Regulations

- 焼却施設の規制
  - 対焼却ゴミ比で 0.2%以上の比重の粒子状物質を空气中に排出してはならない
  - single-chamber 型は使ってはいけない
  - 異臭対策をしなければならない
  - 燃料のみを燃やす行為はしてはならない
  
- 煙の濃度規制
  - リンゲルマンばい煙濃度表が適用されており、以下の規制がある
  - リンゲルマン№1 20%を超えてはならない
  - リンゲルマン№3 60%を 60 分間のうち 3 分間以上超えてはならない
  
- 規制物質
  - 以下の物質は規制される
  - (A) アスベスト
  - (B) ベリリウム
  - (C) 水銀
  - (D) 塩化ビニール
  
- 焼却残さ
  - 焼却残さは適切に処理されなければならない

他に建設許可や、芸術・文化局から歴史的建造物等が元々の土地にない証明書を得る必要があるが、これらは対象地が最終処分場として利用されていることから許可取得は必要ない。

### 3.6 E-Waste 及び金属スクラップ資源化に向けた調査

#### (1) 金属スクラップ

パラオ国内では台湾企業 Palau Waste Collection 社が廃車の解体、部品回収と集積、基盤や鉄くずの回収と集積、台湾や香港への輸出リサイクル業を実施している。確認できた回収品は以下の写真の通りである。



写真 3-6-1-1 Palau Waste Collection 社の取扱金属

マニュアルで解体作業を実施しており、車体はプレス機で圧縮している。処理能力は1日1台～4台であり、スクラップの国際相場により作業量を調整している。国内の廃車発生量は過去調査を参照すると年間518台となっている。よって国内の廃車はPalau Waste Collection社にて受入可能なキャパシティを有している。また同社は事業者から鉄屑を無償で引き取っているため、作業場付近に回収場所を設けている。事業者は他のごみを処分場に持ち込む際、鉄屑をまず回収場所にて積み下ろしするため、相当量の鉄類が回収できている。そのため金属については同社での処理を基本として計画することとなる。

Palau Waste Collection社の事業性は、金属の国際相場に影響を受けるため、相場の良い時期に一斉に輸出することで採算性を確保している。独立事業での採算ではなく、他に建設業、車修理業も実施しており、総合事業として長期間事業性を確立している。なお台湾政府からの補助金はない。Palau Waste Collection社が抱える課題、事業性、新処分場への移設方針によって、金属スクラップ輸出の代替システムが必要となるので、同社事業の持続性が見極めが重要となる。



写真 3-6-2 プレス機写真



写真 3-6-3 鉄屑類を投棄する事業者

## (2) E-Waste

E-wasteを回収・輸出している業者はパラオ国内に存在していない。その代り、毎年4月のアースデイのイベントで、パラオ政府がE-Wasteを回収するプログラムを実施している。その対象となるのはパソコン、エアコン、洗濯機、冷蔵庫、テレビ、電子レンジといった、運搬の困難な家電である。各コミュニティをトラックで巡回して回収するほか、高校の駐車場にテントをたてて、ブースで回収も行う。また、同時に別のチームが有鉛バッテリーの買取も行っている。1個あたり、2ドルで住民から買い取りをしており、2019年は1週間で300個の買取を行った。回収したE-wasteはPalau Waste Collection社に引き渡され、金属部品の回収が成されたのち、最終処分場に投棄されている。



回収された家電

買い取られたバッテリー

写真 3-6-4 回収された家電

### (3) 廃タイヤ

廃タイヤは埋立処分されるが、事業者は持込時にタイヤを集積場所に投棄するため、必然的に回収が成されている。タイヤは破砕機にてチップ状にされているが、細断しているだけでワイヤー等は分別されていない。タイヤチップは一時的に道路の路盤や基礎工事の土木材に使用されているが、根本的な利用用途は確立していない。埋蔵量は過去累計で 10 万本以上になっているが実数は不明である。また車の輸入量は年間 1000 台程度であるので、廃タイヤの年間発生量は車両増加数に比例させると約 4000~5000 本と推測される。

破砕機の処理能力はタイヤ 4~10 本（車 1 台分）を 10~30 分で破砕できる性能である。日量 160 本とすると年間 260 日稼働で約 40,000 本の処理が可能である。

表 3-6-1 廃タイヤ処理能力

期間	破砕した数量 (pcs)	平均重量 (kg)	1 日当たりの破砕量
2016/12 - 2017/5 (177 日間)	11,981pcs	8kg	$(11,981\text{pcs} \times 8\text{kg}) / 177 \text{ 日} = 540\text{kg/日}$

出所) J-PRISMⅡ調査データ



写真 3-6-5 タイヤチップの山



写真 3-6-6 タイヤ破砕機 (台湾製)

新規処分場が完成すると、M-Dock の土地の管理がコロール州に移管されるが、それとともにタイヤシュレッダー設備の管理も BPW から KSG に移管される。コロール州が主体となってタイヤシュレッダーを運営する場合は、運営費やメンテナンス費用もコロール州が負担することとなる。また、BPW への聞き取りから、タイヤシュレッダー機の刃を交換するためには、技術者の派遣料込で 2 本交換の場合、40,000 ドルが見積られている。

タイヤ破碎機を保管している建屋は、2016 年にリサイクルファンドの資金により、建設された。費用は全体で 169,000 ドル、建屋の面積は 153 平方メートルである。



写真 3-6-7 タイヤ破碎設備

#### (4) リサイクル企業とのマッチング

後述する国際リサイクルシステムの条件から、日本国内の企業に E-waste とタイヤチップの引取条件に付いてヒアリングを実施した。金属スクラップについては、Palau Waste Collection 社におけるリサイクルが成立していることから、今回マッチング調査は実施していない。

**E-WASTE :**        リサイクル企業（北九州市）  
同社のリサイクル対象は携帯電話・タブレット・ノート PC・デスクトップ PC の 4 カテゴリとなる。前処理として電池は外し放電させる、または水密処理が必要となる。他の家電では基盤のみ受入対象としている。受入条件や有価物引取価格については、企業秘密の部類に属し、FS 調査時点では詳細情報の提示を受けることができていない。

**タイヤチップ :** 鉄鋼メーカー（姫路市）  
高炉の燃料として有価物買取は可能。ただし運賃は払うことはできないので、タイヤチップのみの買取となる。引取価格は¥50/t。

(5) 周辺国との連携回収システム

詳細は機密情報のため非公開。

### 3.7 事業全体のマテリアルフロー及び処理コストの特定

#### (1) マテリアル量

##### <家庭ごみ量>

2014年にアマタ持続可能経済研究所にて実施した廃棄物搬入量調査データによると、一人当たり0.399 kg/日の発生量となる。またアイメリーク新最終処分場の設計計算に採用されている発生量では、一人当たり家庭ごみ量は0.473 kg/人/日となっている。コロール州の人口は11723人（2015年）であるため、仮に12,000人とすると、4,783 kg/日～5,676 kg/日の家庭ごみ発生量となる。

これを参考値とし、流入人口の増加や廃棄物量の増加を考慮するとMAX7,000 kg/日を妥当な家庭ごみの発生量として検討する。

また同調査における家庭ごみの組成データは、図3-7-1のとおりとなる。生ごみの占める割合が相対的に高くなっていることは、実情と相違していることが考えられるが、計算値としてはこの発生量を設計基準に考えることとする。

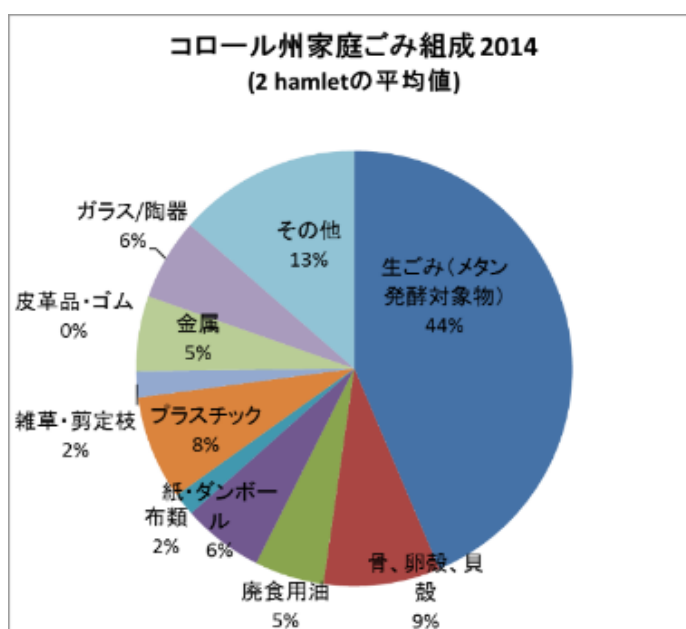


図 3-7-1 コロール州家庭ごみの発生量/組成 (2014年)

出所) アミタ持続可能経済研究所 「パラオ共和国における低炭素社会実現のための包括的資源循環システム事業化可能性調査事業」 報告書

表 3-7-1 新最終処分場の廃棄物量設計値

項目	新最終処分場設計値	
日搬入量実測値	27.05	t/日
家庭系ごみ率	36.7%	
事業系ごみ率	63.3%	
事業系ごみ量	17.12	t/日

出所) JICA パラオ国廃棄物処分場建設計画準備調査報告書



表 3-7-2 家庭ごみの組成と予測値

コロール州住民1人当たりの日量廃棄物発生量		人口	合計
1. 2014年調査時 [kg/人/日]	0.399 kg	12,000	4,783 kg/d
2. 新埋立処分場設計値 [kg/人/日]	0.473 kg	12,000	5,676 kg/d
3. 想定MAX値 [kg/人/日]	0.583 kg	12,000	7,000 kg/d

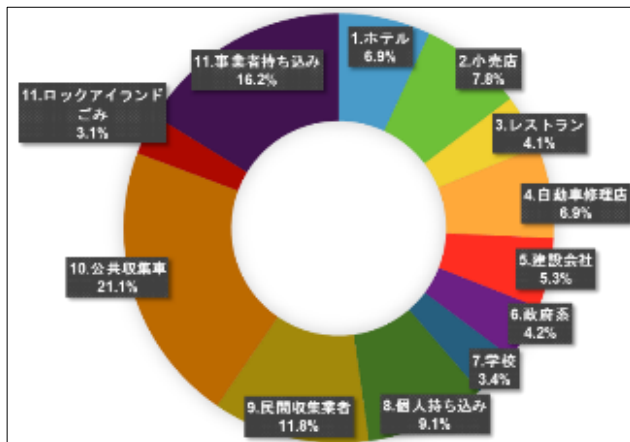
FY 2014

No.	種類	重量比 [%]	1. 重量 [kg]	2. 重量 [kg]	3. 重量 [kg]
1	生ごみ(メタン発酵対象物)	43.6%	2087	2476	3054
2	骨、卵殻、貝殻	8.6%	413	490	604
3	廃食用油	5.2%	247	293	361
4	紙・ダンボール	6.0%	287	341	421
5	布類	1.7%	81	96	119
6	プラスチック	7.7%	370	439	542
7	雑草・剪定枝	2.0%	93	111	137
8	皮革品・ゴム	0.0%	0	0	0
9	金属	5.6%	266	316	390
10	ガラス/陶器	6.1%	290	344	424
11	その他	13.6%	648	769	949
合計		100%	4783 kg/日	5676 kg/日	7000 kg/日

出所) 調査団にて作成

<事業系ごみ量>

2014年のアミタ持続可能経済研究所の調査データでは、最終処分場に搬入された廃棄移量と搬入者の割合は図 3-7-2 のとおりとなる。この中に家庭ごみの収集をしているコロール州の公共収集車と住民個人持込も含まれていることから、事業系ごみ量は 12,581 kg/日となる。ただし廃棄物は近年増加傾向にあるため、実際はこれ以上の廃棄量となっていることが想定されるが、本調査では 12,581 kg/日を採用することとする。



搬入者	廃棄量	割合
1.ホテル	1,250 kg/d	6.9%
2.小売店	1,400 kg/d	7.8%
3.レストラン	740 kg/d	4.1%
4.自動車修理店	1,250 kg/d	6.9%
5.建設会社	950 kg/d	5.3%
6.政府系	761 kg/d	4.2%
7.学校	620 kg/d	3.4%
8.個人持込	1,640 kg/d	9.1%
9.民間収集業者	2,130 kg/d	11.8%
10.公共収集車	3,810 kg/d	21.1%
11.ロックアイランドごみ	550 kg/d	3.1%
11.事業者持込	2,930 kg/d	16.2%
<b>Total</b>	<b>18,031 kg/d</b>	<b>100.0%</b>

図 3-7-2 事業系ごみの組成/発生量 (2014年)

積替・保管施設では民間企業の廃棄物受入は、事前に分別されていることを前提条件となる。そのため受入量は費用対効果による事業主の判断が影響する。現行の廃棄物処理では、M-dock 最終処分場は事業者から廃棄物処理費を徴収していない。しかしアメリカ新最終処分場では処理費徴収が条件となる。このことから民間の収集会社2社(Maisan Trash社、Collins社)の代表者に聞き取りをした結果、どちらの業者とも分別してコロール州にリサイクルできるものを持ち込むことで処理費用を抑えられる、ぜひ取り組みたいという意識を確認できた。また既に一部の大型ショッピングセンター(WCTC)や自動車修理会社、ガソリンスタンドでは硬質プラスチックやダンボールの分別が実施されている。

新最終処分場の処理費設定額によるが、多くの事業者が事業経費削減の必要性から、積替・保管施設に特定廃棄物を持ち込むことが想定される。

政府系オフィスの廃棄物受入量については、コロール州政府オフィスのごみは積替・保管施設への受入義務化を提案し、全量受入する想定である。またホテルやレストランから発生する生ごみは、養豚業者が既に回収しているため、持込みはないものとする。それ以外の事業系ごみのうち、50%がトランスポートーションステーションに持込まれると仮定すると、表3-7-3のとおり約3.7トンの事業系ごみが持ち込まれると推測する。

表 3-7-3 事業系ごみの搬入量推測値

Category	ホテル	レストラン	小売店	政府オフィス	学校	事業者	民間収集業者	合計	想定受入量 (利用率50%)
1. 生ごみ	476 kg/d	408 kg/d	1 kg/d	0 kg/d	0 kg/d	0 kg/d	130 kg/d	1,015 kg/d	66 kg/d
2. 紙類、ダンボール	352 kg/d	28 kg/d	1,200 kg/d	495 kg/d	403 kg/d	1,905 kg/d	1,300 kg/d	5,683 kg/d	2,842 kg/d
3. 布類	8 kg/d	5 kg/d	0 kg/d	0 kg/d	0 kg/d	0 kg/d	0 kg/d	13 kg/d	0 kg/d
4. プラスチック類	113 kg/d	126 kg/d	70 kg/d	133 kg/d	109 kg/d	513 kg/d	350 kg/d	1,414 kg/d	707 kg/d
5. 剪定枝、草木、葉	11 kg/d	12 kg/d	43 kg/d	0 kg/d	0 kg/d	0 kg/d	0 kg/d	67 kg/d	33 kg/d
6. 皮革類/ゴム類	0 kg/d	0 kg/d	0 kg/d	0 kg/d	0 kg/d	0 kg/d	0 kg/d	0 kg/d	0 kg/d
7. 金属	96 kg/d	42 kg/d	11 kg/d	0 kg/d	0 kg/d	0 kg/d	0 kg/d	149 kg/d	75 kg/d
8. ガラス/陶器	63 kg/d	60 kg/d	0 kg/d	0 kg/d	0 kg/d	0 kg/d	0 kg/d	124 kg/d	0 kg/d
9. その他	130 kg/d	59 kg/d	74 kg/d	133 kg/d	109 kg/d	513 kg/d	350 kg/d	1,368 kg/d	0 kg/d
Total	1,250 kg/d	741 kg/d	1,400 kg/d	761 kg/d	621 kg/d	2,931 kg/d	2,130 kg/d	9,834 kg/d	3,722 kg/d

出所) 調査団にて作成

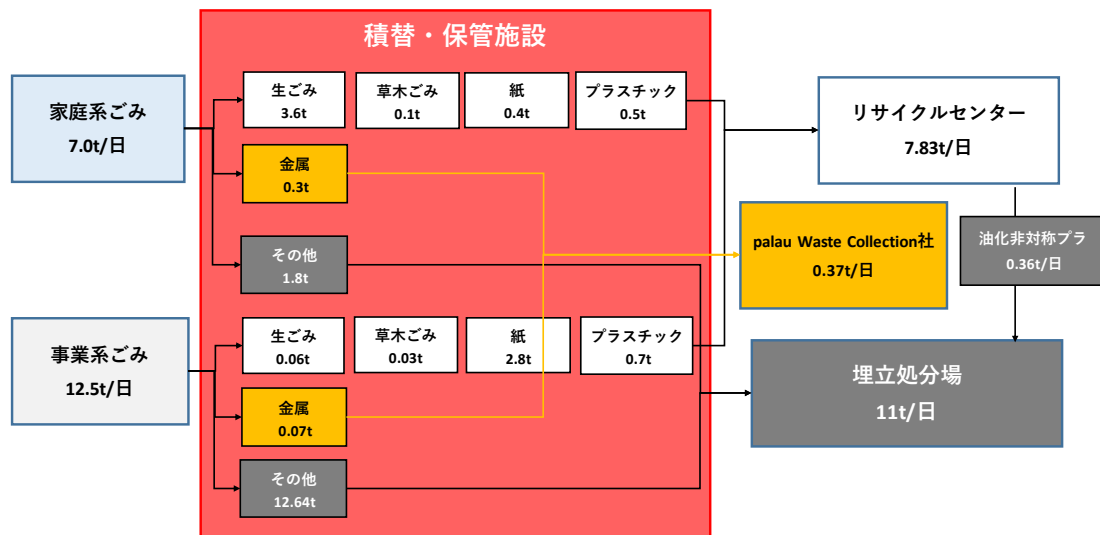


図 3-7-3 積替・保管施設でのマテリアル量の特定

出所) 調査団にて作成

## (2) 現状の処理コスト

積替・保管施設に関する処理費については、図 3-7-4 における 7つのポイントで発生可能性があり、それぞれについて調査・考察を実施した。

- ① 家庭ごみの受入処理
- ② 事業系ごみの受入処理
- ③ 分別した廃棄物の販売
- ④ 金属スクラップの販売
- ⑤ 缶・ペットボトルの引取
- ⑥ 国際リサイクルによる対象物の販売
- ⑦ 資源化不能廃棄物の最終処分場持ち込み

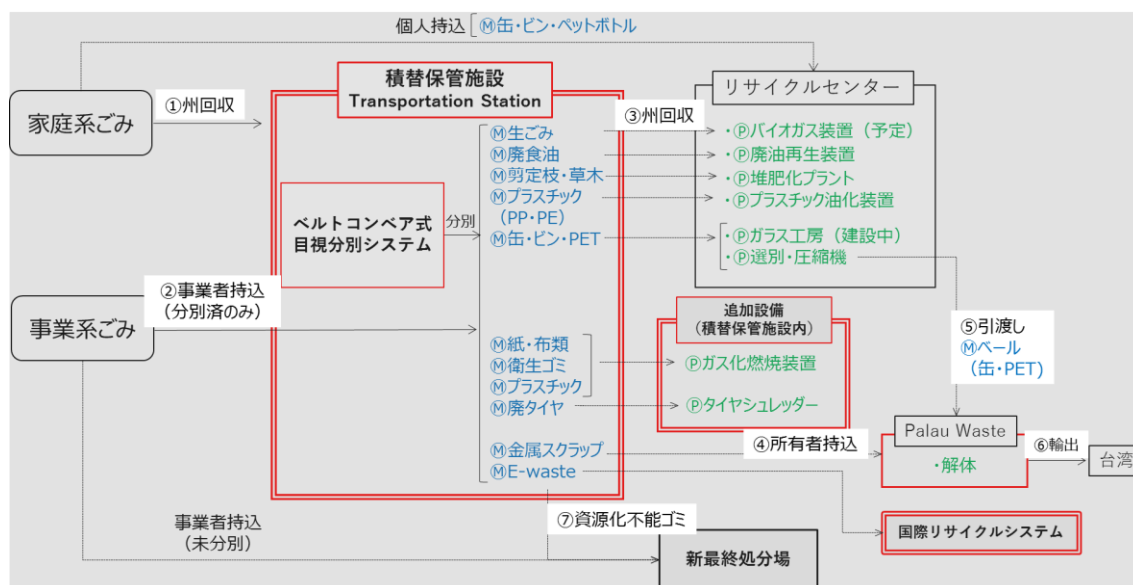


図 3-7-4 積替・保管施設に関する処置費

### ① 家庭ごみの受入処理

家庭ごみはコロール州政府が回収しているが、現状は M-dock 最終処分場に埋立処理している。そのため積替・保管施設で処理費を取ることは収集サービスの負担拡大に繋がり、住民へのしわ寄せとなることから、処理費を設けることは事実上不可能である。アイメリーク新最終処分場においても家庭ごみについては処理費ゼロとなる。

### ② 事業系ごみの受入処理

事業者責任と負担にて M-dock 処分場に持込廃棄されているが、M-dock 最終処分場においては処理費は徴収されていない。しかしアイメリーク新最終処分場は事業系ごみの処理費徴収を計画しているため、分別持込を条件とすれば処理費の徴収は可能となる。

### ③ 分別した廃棄物の販売

リサイクルセンターでは、これまで生ごみ、廃食油、剪定枝、ダンボール・紙類、プラスチックを独自回収しているが、処理費は徴収していない。

しかし生ごみと選定枝、ダンボール・紙類を原料として製造しているコンポストは 30 cm

角の枡一杯\$5にて販売していることから、原料供給する場合は販売費の設定は可能となる。プラスチックについても油化発電の原料となるため、販売費の設定は可能である。缶・ビン・ペットボトルはCDLシステムが政策化されていることから、1pcsにつき¢5の還元をリサイクルセンターから受けとることが可能となる。

なお州政府が積替・保管施設を運営する場合は、当然ながら販売は発生しない。

#### ④ 金属スクラップの販売

廃車は所有者が直接 Palau Waste Collection 社に持ち込まれる。状態によって買取されるが、Palau Waste Collection 社との取引のため、積替・保管施設での処理費受取は発生しない。金属スクラップも Palau Waste Collection 社が無料回収しているので、同様に積替・保管施設で処理費を徴収することは不可能である。またパラオ政府と Palau Waste Collection 社は土地利用の契約は締結されているが、リース代の徴収は行われていない。

しかし現設備では従業員の労働環境整備が整っていないため、積替・保管施設にて仮眠室や夜間作業ができるスペースを提供することで、リース契約によるリース料徴収の可能性はある。

#### ⑤ 缶・ペットボトルの引取

Palau Waste Collection 社がベール品を引取り台湾へ輸出販売を行っている。コロール州はCDLシステムにより処理費は確保できていることから、ペットボトルは無償でベール品を Palau Waste Collection 社に提供している。アルミ缶は\$0.4/kgで販売しているが、これはCDLシステムの対象外である缶詰なども含まれている。全てはコロール州と Palau Waste Collection 社との長期契約で条件化されていることなので、これを崩すような処理費徴収の設定を行うことはできない。

#### ⑥ 国際リサイクルによる対象物の販売

金属スクラップやバッテリーは Palau Waste Collection 社が台湾、韓国に輸出しているが、受入国企業への販売額については企業秘密であり公表はされない。また E-waste や廃タイヤについてはリサイクル企業とのマッチング条件に依って販売することが可能である。

#### ⑦ 資源化不能廃棄物の最終処分場持ち込み

アイメリーク新最終処分場の処理費はまだ設定されていないため不明であるが、処理費は徴収される。しかし本施設は最終処分場の延命に資する施設でもあるため、その観点から公共事業局と交渉すれば、特例で処理費ゼロとなる可能性もある。

表 3-7-4 現状処理費と処理費設定の可能性

処理費項目	現状費用	収益源となる可能性	備考
① 家庭ごみの受入処理	\$0	無し	
② 事業系ごみの受入処理	\$0	有り 処理費の徴収	新最終処分場より処理費を低価格設定にすることで需要が見込める。但し事前分別が条件となる。
⑧ 分別廃棄物の販売	\$0	有り 原料販売 資源+エネルギー	缶・ビン・ペットボトルは CDL 制度にて ¥5/pcs の売上。 コンポスト原料、油化対象プラスチックとなる廃棄物はリサイクルセンターへ販売見込あり
⑨ 金属スクラップの販売	\$0	無し	Palau Waste Collection 社の作業場リース契約によるリース料は可能性あり。
⑩ 缶、ペットボトルの引取り	\$0.4/kg (アルミ)	無し	-
⑪ 国際リサイクルによる対象物の販売	不明	有り 原料販売	輸送コストをカバーできるかが課題
⑫ 資源化不能廃棄物の最終処分場持ち込み	-	無し 処理費負担	ナショナル政府との交渉次第で処理費負担ゼロの可能性あり。

またその他の収入源として、Palau Waste Collection 社からのリース料徴収が考えられる。現在同社はリース料の支払をする契約条件ではないが、本設備の管理棟内に設ける休憩スペースと宿直室の利用を条件とすることで、同社作業員の福利厚生が向上することになるためリース料の徴収は可能性が高い。

### 3.8 ガス化燃焼装置の導入見込みについて

ガス化燃焼装置は①リサイクルセンターが対象としない廃棄物、②有価物として販売が期待できない廃棄物、③衛生上の理由で焼却が推奨される廃棄物を埋立処理せず、サーマルリサイクルする目的において導入検討を進めた。技術選定したガス化焼却施設は以下に詳述する。



写真 3-8-1 ガス化燃焼装置

メーカー名：	株式会社キンセイ産業
燃焼方式：	乾溜ガス化方式による焼却システム
機器詳細：	廃棄物の投入ゾーン（乾溜ガス化炉）と燃焼するゾーン（バーナ炉・燃焼炉）を完全分離。燃焼炉で 850℃以上の高温安定燃焼、滞留時間 2 秒以上を確保することで、ダイオキシン類の発生を抑制させる。 システムの操作ワンタッチで自動化。 排ガスはクリーンガスとして大気に放出されるが、大気汚染防止法、廃棄物の処理及び清掃に関する法律、ダイオキシン類対策特別措置法、その他関連法令にも適合している。
排ガス処理：	冷却装置 湿式完全蒸発型急冷塔によるダイオキシン類の再合成防止
	集塵装置 バグフィルタによる除塵
	ダイオキシン 固相 バグフィルタによる除去
	気相 活性炭吸着による除去
	塩化水素 消石灰による中和

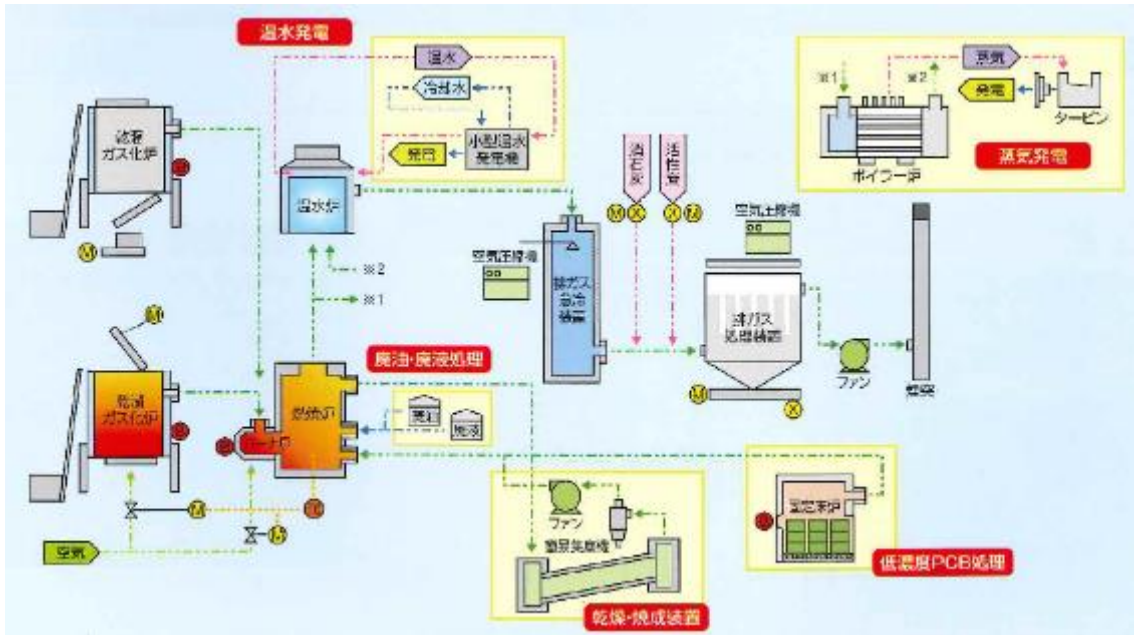


図 3-8-1 ガス化燃焼のフロー図

出所) 株式会社キンセイ産業 製品情報

ガス化燃焼装置で家庭ごみと事業系ごみの対象原料のシミュレーションを行い、性能の確認を行った。シミュレーションは表3-8-1のとおりとなる。この条件においては3500kcal/kgの低位発熱量を得ることが出来る計算となる。

表 3-8-1 対象原料 (シミュレーション)

対象原料	家庭ごみ		事業系ごみ		重量/45ℓ袋
	Mini	Max	Min	Max	
プラスチック	370	542	1090	1800	0.43 kg
布類	81	119	0	0	2.4 kg
ゴム類	30	50	0	0	2.45 kg
衛生ゴミ	30	50	0	0	
他 (木材など)	548	849	0	0	
小計	1059	1610	1090	1800	
合計 (Min)	2,149 kg/日				
合計 (Max)	3,410 kg/日				
低位発熱量	3,500kcal/kg				
処理量	142 kg/Hr (MAX) 142 kg/Hr × 24Hr = 3410 kg/日 (MAX)				
処理時間	24 Hr/日 (12Hr × 2 バッチ)				
設備費	1 億 5000 万円				

出所) 株式会社キンセイ産業計算値

ガス化燃焼装置も焼却炉に分類されることから、EQPB 規制の「大気汚染」規制をクリアすることで導入が可能となる。しかし廃棄物焼却に抵抗のあるパラオ国においては医療系廃棄物以外、特にプラスチックの焼却に対して抵抗があり、公共事業局、コロール州政府、

EQPB から導入し対して賛同を得ることができなかった。そのためガス化燃焼装置による対象廃棄物のサーマルリサイクルは事業案から一旦省かざるを得ず、対象廃棄物は最終処分場にて埋立処理とする案に変更することとした。

### 3.9 資源分別型積替・保管施設の設計

#### (1) ベルトコンベア式目視分別設備の仕様

上記の条件をもとに、処理規模を明らかにし、基本仕様を設定した。詳細は下記のとおりである。

- ・受入規模： 家庭ごみ 7t/日  
事業系ごみ 3.9t/日
- ・必要面積： 設備全体敷地 30m×30m  
ベルトコンベア施設 16m×10m
- ・必要建屋： ベルトコンベア施設  
管理事務所&宿直施設
- ・設備内容： トラックスケール 1台  
ベルトコンベア式分別装置 1式  
プラスチック洗浄装置 1台  
※プラスチック洗浄装置はコロール州廃棄物管理事務所が既に所有している設備である。積替・保管設備にこの洗浄機を設置し、分別したプラスチックの洗浄を行う。

表 3-9-1 プラスチック洗浄機の仕様

メーカー	株式会社カネミヤ
名称	「Bun-Sen」 (ブンセン)
型式	KSW1545
処理能力	約 200kg～400kg/h
水道水使用量 (1バルブ使用時)	約 30 リットル/h
洗浄速度	70 リットル袋で 2 秒/1 袋
安全装置	カバー開閉全停止機構制御
電源	3 相 AC200V
モーター	11.0kw
機械本体重量	840kg
外形寸法 (W×D×H)	5,300×1,800×2,100mm

出所) 株式会社カネミヤ 製品情報





写真 3-9-1 プラスチック洗浄機

- ・ 機材内容： バasketカート            20 台
- フォークリフト            1 台
- 4tトラック（平ボディ）    1 台

表 3-9-2 機材の詳細

名称	バスケットカート	フォークリフト	平ボディトラック
使用目的	分別された特定のゴミを積み込み、保管場所へ移動させる	大型のものを運ぶ。ゴミをトラックに積み込む。	その他ゴミを最終処分場へ運搬する
数	20	1	1
概算費用	\$17000 (一台当たり \$850)	\$33000	\$64000

- ・ ベルトコンベア性能：            低速時：1800kg/h
- 高速時：3600kg/h
- モーター    16.5kw

- ・ 荷姿/ストック方法：

生ごみ+剪定枝：    トラック荷台回収（ベルトコンベアで搬送）

プラスチック：      フレコンにて保管

段ボール・紙類    紐で束ねて保管

缶・ビン・ボトル   フレコンにて保管

その他ごみ：        トラック荷台に積込

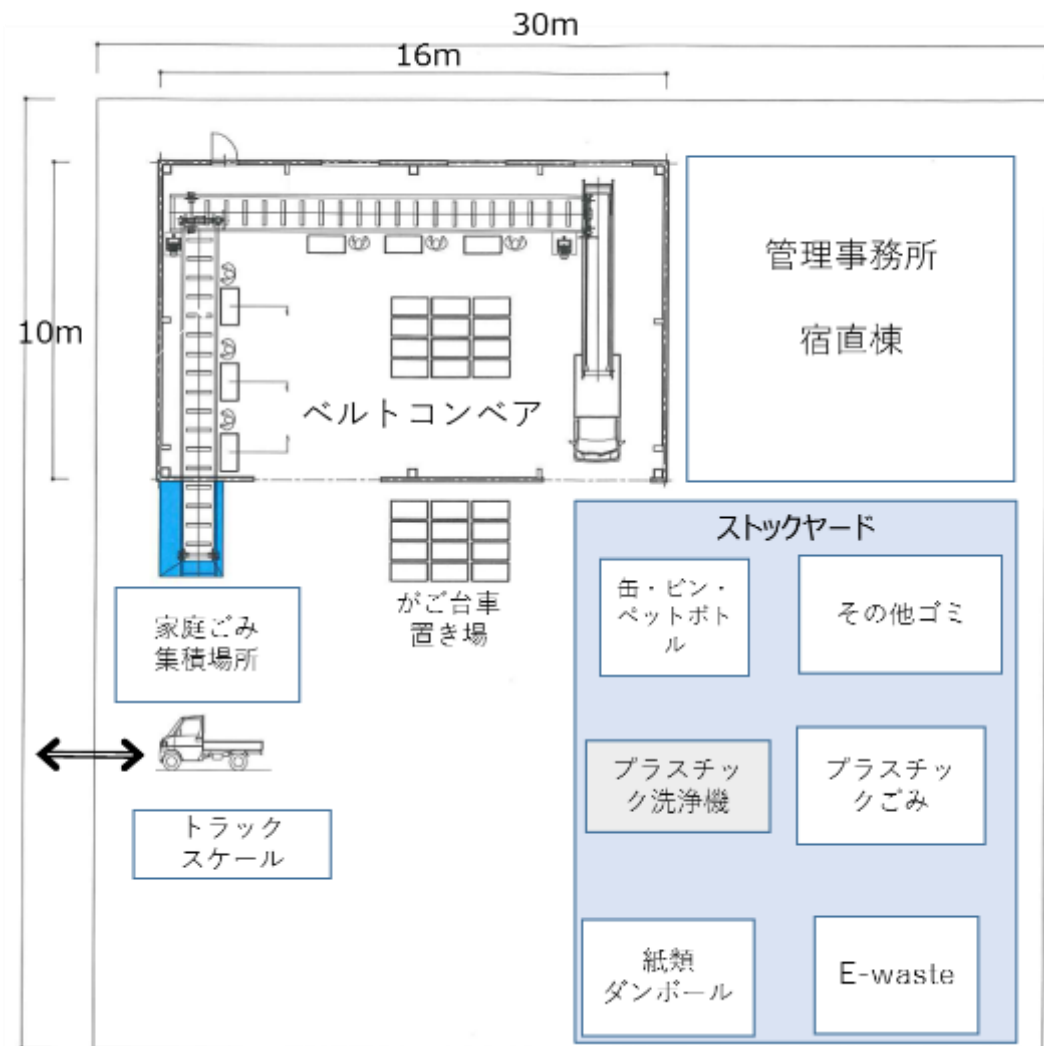


図 3-9-1 レイアウト図案

(2) 処理工程：

- ① 搬入トラックの重量計測（トラックスケール）
- ② 事業系ごみは直接ストックヤードに移動
- ③ 家庭系ごみを集積場に積み下ろす
- ④ 集積場にて大型ごみの除去（ダンボール、剪定枝/草木）
- ⑤ ベルトコンベア式分別装置に手作業で投入
- ⑥ 目視・手作業による廃棄物の分別作業（かご台車で集積）
- ⑦ 食品残渣と剪定ゴミが最後に残る設定
- ⑧ 食品残渣と剪定ゴミはリサイクルセンターに当日移送
- ⑨ 分別された各マテリアルをかご台車で移動させて保管
- ⑩ プラスチックを洗浄機で洗浄
- ⑪ リサイクルセンターが適宜マテリアルを回収
- ⑫ その他のゴミを処分場に搬出

(非公開)

図 3-9-2 ベルトコンベア作業のイメージ図

(3) 積替・保管施設内の作業工数：

積替・保管施設内の作業分担は以下の図のように計画している。必要な人員は合計 7 名で、これに記録者や選別の人員が含まれている。すべての作業時間を合計すると 34 人時となるため、1 名あたりの平均作業時間は 5～6 時間となる。

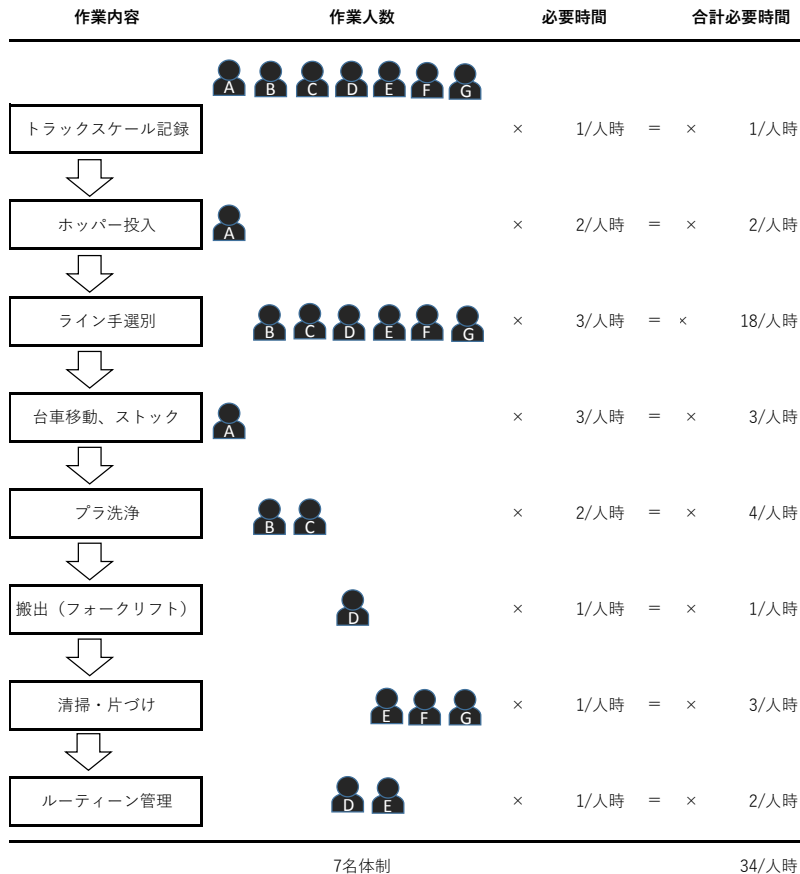


図 3-9-3 積替・保管施設の作業分担と工数

3.10 オペレーションコストに関する基本調査

ランニングコストの算出のため必要となる人件費（最低賃金、公務員平均人件費）、電気・水道価格など公共料金価格、燃料代としてガソリン価格について情報取得を行った。

人件費：	最低賃金	\$3.5/h
	公務員平均年収	\$7000～ \$ 8000
	源泉税	6% （\$8000/年未満）
		12% （\$8000/年以上）
	社会保障	労使 7%ずつ負担
	健康保険	労使 2.5%ずつ負担

電気代：

表 3-10-1 電力タリフ

対象	月内電力消費量 (KwH)	値段/kwh
家庭	0-150	\$0.20
	151-500	\$0.27
	501以上	\$0.32
事業/政府	0-150,000	\$0.32
	150,001-250,000	\$0.31
	250,001以上	\$0.30

出所) パラオ電力水道公社

水道代：

表 3-10-2 水道代のタリフ

対象	従業員数	値段/月
事業/政府	従業員 1-25人	\$30.00
	従業員 26-50人	\$37.50
	従業員 51-100人	\$60.00
	従業員 101以上	\$90.00

出所) パラオ電力水道公社

ガソリン代： \$4.9/ガロン (3.8ℓ)  
\$1.32/ℓ

## 4. 廃棄物の組成・性状等調査

### 4.1 M-dock 最終処分場の投棄ごみ

事業者のごみ搬入が多く、ダンボールやプラスチックごみが目立つ。分別措置はとられてないことから、雑種雑多な廃棄物が投棄されている状況である。鉄くずは処分場投棄前に Palau Waste Collection 社に引渡しているが、全ての鉄くずが回収されている訳ではない。また CDL 制度が確立していることから、民間事業者が廃棄物の中から空缶・空き瓶・ペットボトルを選別して拾い集めている。そのため飲料容器類はあまり見かけられない。



写真 4-1-1 M-dock 最終処分場の投棄ごみ

### 4.2 家庭ごみステーション

各地に家庭ごみの回収ステーションが設けられており、パッカー車により回収される。組成については外からは確認できないが、プラスチックごみと紙類が圧倒的に多い。基本的にプラスチックバッグに閉じられて捨てられている。ドラム缶ごとに分別はされていない。



家庭ごみステーションの様子①

家庭ごみステーションの様子②

写真 4-2-1 家庭ごみステーションの様子

#### 4.3 リサイクルセンターの回収物

リサイクルセンターでは特定事業者の分別協力を得て、コンポスト原料になる生ごみ・剪定枝・ダンボール・古紙とプラスチックを回収している。



回収ダンボール

回収プラスチック

回収コンポスト原料

回収プラスチック

写真 4-3-1 リサイクルセンターの回収物

#### 4.4 リサイクルセンター対応廃棄物の性状

##### ・プラスチック

リサイクルセンターの保有するプラスチック油化装置の対象プラスチックはPP（ポリプロピレン）、PE（ポリエチレン）、PS（ポリスチレン）である。パラオ国には多くの国から輸入物資が入ることから、プラスチックの表記方法や言語も雑多となるため、性質が特定できない場合、水に浮くか沈むかの比重検査を実施している。水に浮遊するプラスチックはPP、PE、PSに該当するため油化対象プラスチックとして取扱している。相当量を占めるのはプラスチック袋であるが、2019年11月8日よりプラスチックバッグ提供規制が施行されたことにより、今後大きく量が減っていく見込みである。

また繊維強化プラスチック（FRP）や耐熱性のプラスチックなど複合材プラスチックは全て油化対象外となるため現状埋立処分されている。リサイクルセンターの見立てでは、全プラスチックの30%が複合材プラスチックということである。



図 4-4-1 耐熱性のプラスチック

##### ・生ごみ

生ごみは過去の組成調査では、重量ベースで一般家庭ごみの約4割を占めており、残飯や調理くずがほとんどである。コンポスト原料で利用することから骨や殻類を含めて全ての生ごみが対象となる。また事業系の生ごみは養豚事業者が回収していることから、埋立処分場に廃棄される量は極めて少ない。



図 4-4-2 リサイクルセンターでの生ごみ異物除去

- ・剪定枝/草木

特に事業系ごみに多く含まれており、除草した雑草や剪定枝である。リサイクルセンターではウッドチップパーを所有していることから、太い茎や枝も受入対象としている。



写真 4-4-3 剪定枝/草木

- ・缶・ビン・ペットボトル

CDL システムにより飲料容器は全てリサイクルセンターでの受入対象となる。飲料以外のプラスチック容器や缶詰は CDL の対象外であるが、リサイクルセンターでは回収しており、圧縮してベール化した後、飲料容器と同様に Palau Waste Collection 社に供給している。またカセットボンベについてはリサイクル対象外となっている。

- ・ダンボール

ダンボールは汚れが酷い状態のもの以外はコンポスト対象として受け入れている。事業系ごみの中でも、段ボールは特に職種を問わず廃棄されており、見かけ上はごみの大半を占めている。

#### 4.5 国際リサイクル対応廃棄物の性状

- ・金属スクラップ

上述の通り、Palau Waste Collection 社が廃車解体、車体ガラの輸出、鉄屑の回収と輸出を行っている。同社が回収している金属は有価対象となるモノに限られるので、その条件に当たらない錆びた金属やプラスチックとの合成品などの金属製品は処分場に投棄されている。

- ・廃タイヤ

上述の通り、廃タイヤも廃車工程のため車体解体後にホイールを除去し、処分場に投棄されている。2016 年にタイヤ破碎機が導入されてから、チップ化して嵩を減らし、路盤などに利用する等対策を講じているが、利用先が限られているため山と積まれている状況である。チップは裁断のみのため、ワイヤーなどは抜かれていない。





写真 4-5-1 廃タイヤチップ

・ E-Waste

E-waste を回収・輸出している業者はパラオ国内に存在していない。携帯電話やパソコンの修理業者への聞き取りの結果、修理できなかった携帯電話やパソコンは基本的に持込んだ顧客に返品しており、どうしても引き取り手が出なかった場合、M-Dock 最終処分場横の Palau Waste に持ち込んでいる。その量は年間で 40 台ほどであった。

輸入統計では、年間 5,800 個の携帯電話、1,700 個のタブレット端末もしくはノートパソコン、6,140 台のデスクトップパソコンが輸入されている。



写真 4-5-2 店頭タブレット端末と携帯電話



写真 4-5-3 廃棄されている E-waste

#### 4.6 その他の廃棄物の性状

布・ゴム・皮革類・衛生ごみは分別されずに廃棄物処分場にごみとして投棄されている。



写真 4-6-1 リサイクルセンター対応外の廃棄物①

家庭における調理では主にカセットコンロが使われていることが多いことからカセットボンベが大量に使用される。しかし危険物であるためリサイクル用に回収はされていない。またたばこの吸い殻は海洋流出を避けるためリサイクルセンターで集められているが、特にリサイクル用途があるわけではなく困りものとなっている。



写真 4-6-2 リサイクルセンター対応外の廃棄物②

#### 4.7 医療系廃棄物

焼却炉は日本製（オリオン燃焼炉）で2016年に導入され、国立病院に併設されている。医療ごみは保健省（Ministry of Health）の管轄であり、EQPB 規定により焼却処理が推奨されている。焼却炉は1台のみ稼働しており、各クリニックからの医療ごみも持ち込まれる。医療廃棄物は注射針、脱脂綿やガーゼ、組織片、感染性のあるプラごみ、化学品の容器などは全て焼却処分している。医療ごみの発生量は約150 kg/日で焼却の頻度は週2回程度となっている。焼却灰は最終処分場にて埋立処理される。



写真 4-7-1 医療廃棄物の焼却炉



写真 4-7-2 医療廃棄物

また、太平洋地域環境計画事務局（SPREP）が実施していた PacWaste 事業で、医療系廃棄物を焼却処理するための別の焼却炉の導入が支援された。しかし、機材は到着しているものの、実際の運用には至っていない。設置場所についても未定である。PacWaste の後継プロジェクトである PacWaste Plus で運用が開始されるようになるまで支援される見通しである。

#### 4.8 廃潤滑油

マーシャル諸島で実証中の廃潤滑油再生装置の導入可能性を考え、パラオでの廃潤滑油の情報を PPUC（パラオ公共事業会社）から得た。

PPUC が管轄する発電所がアイメリーク州とコロール州のアイライ島にある。アイメリー

ク発電所、アイライ発電所のそれぞれ2機ずつディーゼル発電機が設置されている。発電所1機あたり、年間1,600ガロン（6000リットル）の廃潤滑油の交換が行われるため、2か所の合計4機の発電機から年間およそ6,400ガロン（24,000リットル）の廃潤滑油が排出されている。

また、アイライ発電所では民間から1ドラム缶あたり80ドルの処理費で廃潤滑油を受け入れている。例えば、自家発電機を持つ民間のホテルから廃潤滑油を受け入れているほか、車の修理工場や船舶の所有社からも廃潤滑油を受け入れている。受け入れた廃潤滑油はトラックでアイメリーク発電所にあるタンクに保管されている。タンクの容量は75,000ガロン（およそ2,200,000リットル）である。このタンクに入れられた廃潤滑油は2014年に、入札されたフィリピンの業者により引き取られて、タンクの中は洗浄されている。現在、2019年の12月時点で347,000ガロンの廃潤滑油が保管されている。現在の廃油の量はタンクの容量の半分程である、容量が少なくなってくると回収業者を入札で決定する予定である。

廃潤滑油を保管しているタンクに保管されるまでに雨水が入るおそれのある箇所が発見されたため、保管されている廃油に水分が含まれていると推測される。そのため、今後この廃潤滑油を利用する際にはサンプルを採取し、成分の分析をすることが必要である。

廃潤滑油再生装置は現在実証試験が開始される段階であり、技術・性能・耐久・仕様などが具体化していくのは1~2年後である。パラオ国内における廃潤滑油処理スキームは回収と保管までしか確立していないので、今後の導入検討は必要である。処理費と再生油販売のダブルでキャッシュポイントのある装置は、将来的に導入を見極めていく予定である。



写真 4-8-1 コロール州アイライ発電所にある発電機



写真 4-8-2 民間から引き取った廃潤滑油の入ったドラム缶



写真 4-8-3 廃潤滑油を保管するタンク

#### 4.9 事業スキーム・計画に係る合意形成

調査結果をもとに、事業計画案を策定し、資源分別型積替・保管施設の運営に係るイニシヤルコスト、ランニングコスト、分別後廃棄物の資源化運、得られる期待効果、実施体制、財源、立地、ロードマップ、課題についてコロール州政府、公共事業局への報告会を実施し、実現のための協議を行った。本設備と事業内容についてはリサイクルの促進と最終処分場の延命に効果があることから、パラオ国における必要設備として関係者の総意を得ることができた。後述する課題の先行解決がコロール州政府、公共事業局ともに一致した見解であるので、特に資金調達として確度のある補助金情報を取得し、獲得に向けた動きを加速させることで同意を得ている。今後の事業化推進の覚書締結はしていないが、コロール州と北九州市は SDGs 推進の姉妹都市提携、コロール州とアマタでは PPP による循環型社会形成事業の契約締結の動きを進めている。



写真 4-9-1 現地報告会の様子

## 5. 現地政府・企業等との連携構築

本事業において連携の必要性がある関係団体・企業を下表に整理した。  
期待する連携可能性を考慮して、関係構築を行う。

表 5-1-1 関係団体リスト

区分	団体名	期待する連携可能性
州政府	コロール州政府	・ 事業計画の受理、事業実施契約の締結
州政府	コロール州公共事業局	・ 事業の予算化、補助金による資金調達
州政府	コロール州廃棄物管理事務所	・ 施設の詳細設計 ・ 事業のオペレーション ・ 廃棄物の受入れ/リサイクル ・ 許認可申請 ・ 建設工事の発注 ・ 資金調達計画 ・ 住民啓蒙活動
中央政府	パラオ国公共事業局 (Public Works)	・ 候補地利用計画の承認 ・ 他州の廃タイヤ、E-waste、金属スクラップの処理拡大許可 ・ 廃棄物の国際リサイクルの許可 ・ 積替・保管システムによる廃棄物処理承認 ・ 事業系ごみ受入条件の承認 ・ 積替・保管施設から廃棄する資源化不能ごみの新最終処分場での処理費無償化
現地機関	環境保護委員会 (EQPB)	・ 各種許認可の承認 ・ 医療廃棄物の焼却と他の廃棄物の焼却方針 ・ GEF7 の資金援助からのファイナンス拠出
現地企業	Palau Waste Collection (台湾企業)	・ 金属スクラップの台湾輸出処理 ・ 空缶・ペットボトルの台湾輸出処理 ・ M-dock での継続した事業運営
現地企業	Surangel Constraction (建設会社)	・ 建設工事、基礎工事 ・ 国際リサイクル物のコンテナ陸送
現地企業	Collins 社	・ 事業系ごみの分別回収
現地企業	Meisan Trash 社	・ 事業系ごみの分別回収
国際機関	J-PRISM II	・ 国際リサイクルシステムの構築
国際機関	SPREP	・ 国際リサイクルシステムの構築
海外 NGO	Asia Pacific Waste Consultants	・ 廃棄物調査内容の共有
日本企業	協和海運株式会社	・ 海上輸送費減額制度化
日本企業	日本磁力選鉱	・ E-waste の有価引取

## 6. 現地関係者合同ワークショップの開催

### 6.1 目的

パラオ側カウンターパートの資源分別型積替・保管施設の事業イメージの醸成のため、類似する実稼働設備の視察を実施する。また輸出リサイクルが必要なマテリアルのリサイクル工場を視察する。

ごみの分別・回収について、先進的取組みの視察やヒアリングを行い、経緯、成功要因、課題を理解するとともに、パラオでの展開に向けた取組みのヒント・気づきを得る。視察を通じて、本設備の仕組、仕様設計上の注意点、運営・保管方法と安全性の理解を深める。

SDGs 未来都市に関する勉強会を開催し、SDGs を根幹とする社会づくりのために、新たな視野や知見を持ち、本設備の位置付けや役割を活用して将来的にどのような機能性を付与できるのか議論を行う。

<時期及び日程> 2020年2月3日～6日

<日数> 2日間（移動日含めて4日間）

<開催地> 福岡県北九州市内

<招聘者> パラオ共和国コロール州 コンサルタント 藤 勝雄  
 廃棄物管理事務所 Mr. Ngirbechat Arsenio  
 Ms. Rosang Willter

### 6.2 内容

- ① 株式会社ビートルエンジニアリングのベルトコンベア式分別施設視察、意見交換
- ② (E-Waste リサイクル会社（日本磁力選鉱）の視察、意見交換を予定していたが、訪問日早朝に先方で火事が発生したため急きょ中止となった。)
- ③ アミタ北九州循環資源製造所視察
- ④ 環境ミュージアム見学
- ⑤ 北九州市内市民センター視察（特定廃棄物の住民持込回収）
- ⑥ 北九州市の SDGs 未来都市の事例をもとに、パラオでの社会づくりの意見交換
- ⑦ 本設備を活用してどのような事業ができるのか、議論・意見交換。
- ⑧ 事業化に向けた課題と解決策、体制構築について議論

表 6-1-1 関係者合同ワークショップスケジュール

日程	工程	会場	宿泊先
第1日目	移動日（パラオ→福岡空港）	-	リーガロイヤル小倉
第2日目	北九州市環境局 表敬	北九州市役所	リーガロイヤル小倉
	ビートルエンジニアリング視察	西原商事	
	食事	-	
	アミタ北九州循環製造所視察	アミタ北九州循環製造所	
	環境ミュージアム視察	環境ミュージアム	



第3日目	市民センター視察	北九州市市民センター	リーガロイヤル小倉
	食事	-	
	WS SDGs 未来都市の意見交換 事業化に向けた課題	リーガロイヤルホテル会議室	
第4日目	移動 (小倉→パラオ)	-	-



近藤北九州市環境局局長表敬



ビートルエンジニアリング視察の様子



アマタ北九州循環資源製造所視察の様子



環境ミュージアム見学



市民センターのリサイクル視察



事業の課題についての議論の様子

写真 6-1-1 関係者合同ワークショップの様子

### 6.3 ワークショップの内容

#### (1) SDGs 未来都市の意見交換

北九州市より SDGs 未来都市のイントロダクションを受け、重要な要素として住民啓発の取組みの説明を行った。コロール州も SDGs の達成を目標としており、今後の住民啓発の取組みに対する参考施策として意見交換を交わした。

#### (2) 事業化に向けた課題

##### ・ 生ごみの回収について

積替・保管施設で家庭ごみを受け入れる際、生ごみが混ざった状態では悪臭、ビジュアル、衛生面での課題があり、作業員への負担が大きくなる。そのため事前に分別できる施策アイデアの意見交換を行った。パラオ人も汚い作業はやりたがらない傾向にあるので、生ごみが含まれた家庭ごみをベルトコンベアで分別するには相当な教育が必要になるため、発生源での分別が大切であるとの同意意見があった。

施策として、ショッピングセンターに回収ポイントを設けること、腐敗とハエの発生抑制のためごみの回収日までは冷蔵保存しておくなどアイデアが出たが、回収ポイントは設置場所の負担が大きく同意を得るのが難しいこと、冷蔵保存は既に実施している人が多いことなどの意見がでた。また、分別回収するために、全世帯の 50%の世帯にごみ箱を配布して、1 週間に 2 度の分別ごみの回収を行うことを近々コロール州で実証することのこと。

##### ・ 課題の整理

実現に向けた課題として、資金調達に関して議論を実施した。有力ファンドの状況整理とその対象分野、また新しく検討を開始した AEPW について今後の計画を共有した。

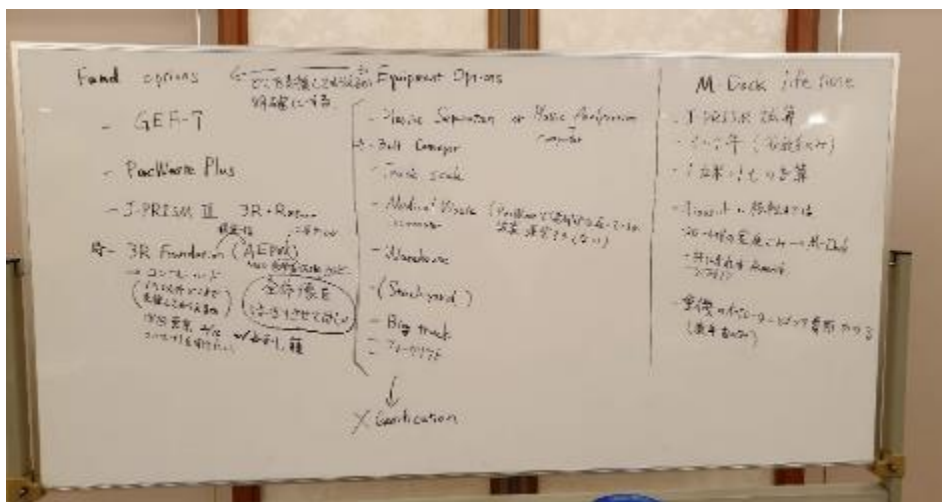


写真 6-3-1 課題の整理

## 7. 実現可能性の評価

### 7.1 事業採算性

#### (1) 資金調達計画

施設の工事・建設費、設備費に要するイニシャル費用は、補助金で大半をあてがうことを想定している。取得検討を進めている補助金は以下の3つである。補助金で賄えない部分はコロール州が予算化することで補填することとなる。

1. 補助金：
  - ・ GEF-7
  - ・ PacWaste Plus
  - ・ AEPW
  
2. コロール州予算：
  - ・ 補助金の不足補填

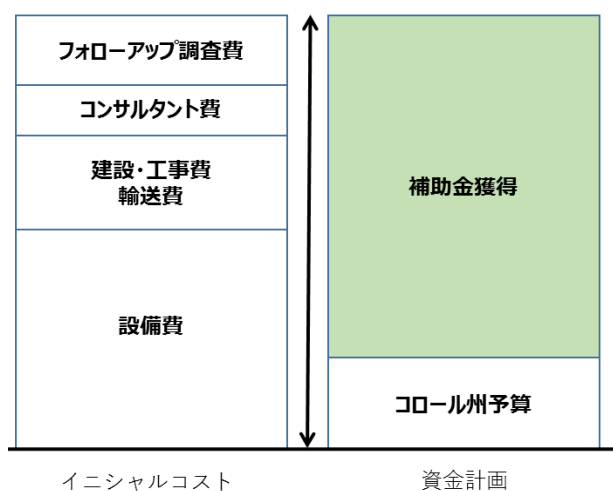


図 7-1-1 イニシャルコストのファイナンス基本構想

表 7-1-1 各補助金の内容

補助金名	GEF-7	PACKWASTE+	AEPW
対象分野	気候変動 生物多様性 土地劣化	医療系ごみ 有害化学物質 E-waste 等	廃プラスチック
期待される補助額	未決定	未決定	\$100000 - \$300000 ベルトコンベア設備 フォローアップ調査
スケジュール	未決定	未決定	申請: 2020/2 審査: 2020/5-2020/7 採択: 2020/8

### 【GEF-7】

Global Environmental Facility は地球環境問題に取り組むプロジェクトのファイナンス支援をしている国際機関である。2019年6月にパラオ国へ\$4,200,000の助成が決定している。対象分野は気候変動、生物多様性、土地劣化であるが、必ずしも対象を固定する必要はない。助成先のプロジェクトと助成金割当はまだ決まっていないが、パラオ国でのプロジェクト選定は環境保護局（EQPB）の局長が決めることになっている。本事業はEQPB局長から重要な支援先プロジェクトとして認識されている。しかし他の施策への支援も必要なことから、本事業に避ける財源は一部となる。今後は希望する助成対象と金額を決め、GEF7からの支援を得るべく、EQPB局長とコロール州で協議を進めて行く必要がある。

確度	必要な施策	現行の準備
80%	・支援対象と希望金額を決め、EQPB局長に支援先決裁承認を得る。	・GEF-7のパラオでの決裁責任者を確認 ・GEF-7の支援先対象分野を確認 ・GEF-7の支援先事業として必要性の評価を得ている。

### 【PacWaste II】

ヨーロッパ系の政府ファンドであり、大洋州15か国のプロジェクトに資金援助を実施している。2020年から3年間プロジェクト支援先を決めていく段階にあり、パラオ国の本事業は構想段階において高評価を得ている。しかし他の補助金との併用によるプロジェクト支援ができないこと、予想よりも資金がなく各国3,000万円が減額であることから取得が難しくなった。

確度	必要な施策	現行の準備
10%	支援先として可能性があるか、Pacwaste会議においてコロール州から確認を取ってもらう。	・運用関係機関の把握（J-PRISM、SPREP、APWC） ・資金規模の把握 ・支援方針の確認

### 【AEPW：Alliance to End Plastic Waste】

世界的大手の化学メーカーが資金を供出して2019年に設立された補助事業である。廃プラスチックが対象となり、3か年事業に補助を入れてくれる。ハード以外にソフトの調査などにも活用できる。申請は随時受け入れているが、審査は3か月に1回行われる。民間企業や個人の申請は可能だが、自治体やボードメンバーの企業は申請ができない。

確度	必要な施策	現行の準備
50%	・申請書の提出 ・審査会との議論 ・廃プラスチック削減量だけでなく、他の社会価値増進の事業に対しても助成を得れるよう議論を進める。	・申請への情報収集 ・日本側ボードメンバーへの支援方針の確認

(2) イニシャルコスト

ガス化燃焼装置を外し、必要最低限の必要設備においてイニシャルコストを算出した。イニシャルコストは補助金と州政府予算または自己資金にて 100% 充当させる計画としている。なおコンサルタントフィーは官営の場合に発注される事業設計と確立の費用であり、当社に発注されることを想定している。

表 7-1-2 イニシャルコスト

初期投資			※ 必要最低限の場合 円建
設備投資	積替保管施設	トラックスケール 4t	¥6,500,000
		ベルトコンベア式選別装置	¥43,670,000
		かご台車(H.2.1 W.1.7 D.1.7) 20台	¥1,800,000
		建屋	¥38,500,000
	付随設備	ガス化燃焼装置	¥0
		プラスチック洗浄機 (既設)	¥0
		タイヤ破砕機 (既設)	¥0
	工事費	積替保管施設 基礎・建設工事費	¥0
		ガス化燃焼装置 基礎・建設工事	¥0
		タイヤシュレッダー基礎・建設工事	¥0
		Palau Waste Collection社基礎・据付工事	¥9,625,000
	機材	フォークリフト	¥3,700,000
		4tトラック(平ボディ)	¥7,000,000
		アームロール車	¥0
		ハンドヘルドプラスチック判別器	¥2,000,000
	輸送費	ベルトコンベア、トラックスケール海上輸送費	¥2,200,000
		ガス化燃焼装置 海上輸送費	¥0
		ベルトコンベア、トラックスケール現地陸送費	¥110,000
		ガス化燃焼装置 現地陸送費	¥0
	輸入税	貨物+海上輸送費の3%	¥1,946,100
コンサルタント	詳細設計、アレンジャー	¥15,000,000	
合計			¥132,051,100

### (3) 事業採算性

上述した条件を加味し、積替・保管施設を民営の条件と官営（コロール州）の条件で事業採算性をシミュレーションした。

廃棄物量確保については、家庭ごみはコロール州のみで他州のものは含んでいない。事業系ごみは本施設の目的と事業者受益（処理費負担の抑制、移動経費の削減）の周知徹底、ならびに環境意識の啓蒙によって段階的に本施設を利用する事業者が増えていくものとみている。しかし新最終処分場の処理費設定が成されていない段階においては、3.7 (1) の通り3.7t/日の確保量とし、処理費設定を\$15/tとして採算性を評価している。

表 7-1-3 民営における事業採算性

損益試算			単価設定		取扱量(t,pcs)			合計	
			ドル建	円建	日量	月量	年量		
収入	処理費	家庭ごみ	\$0	¥0	7.0 t	154.0 t	1,848 t	¥0	
		事業系ごみ	\$15	¥1,650	3.7 t	81.4 t	977 t	¥1,611,720	
	販売	コンポスト原料	30cm <sup>3</sup> のコンポスト=売価 \$5	\$1	¥110	2.8 t	61.2 t	733.9 t	¥80,731
		飲料容器	¢5/pcs、処分場回収年間309,196pcs	\$0.05	¥6	859 pcs	25,766 pcs	309,196 pcs	¥1,700,578
		E-Waste	不明のため今は含めない	\$0	¥0	0.0 t	0.0 t	0.0 t	¥0
		廃タイヤ	重量10kg/本 年間40000本	—	¥50	1.1 t	33.3 t	400 t	¥20,000
		金属スクラップ	PWCが回収、積替保管に來ても無償引渡	\$0	¥0	0.0 t	0.0 t	0.0 t	¥0
	リース料	Palau Waste Collection 業務許可+宿直施設利用/ 月額	\$500	¥55,000	—	1.0 回	12.0 回	¥660,000	
	収入合計							¥4,073,029	
	人件費	オペレーション	最低賃金3.5ドル 5.5ドル×6h	\$33	¥3,630	7 人日	154 人日	1,848 人日	¥6,708,240
清掃・管理		最低賃金3.5ドル 5.5ドル×18h	\$99	¥10,890	1 人日	22 人日	264 人日	¥2,874,960	
源泉税		\$8000まで6% \$8000以上 12%	6%					¥574,992.00	
社会保障		労使7%づつ	7%					¥670,824	
医療保険		労使2.5%づつ	2.50%					¥239,580	
小計								¥11,068,596	
光熱水道費	電気代: M-dock	実績値 :\$500/月				500 USD	6,000 USD	¥660,000	
	電気代: ベルコン	モーター16.5kw×3時間=49.5kwh/日	\$0.32	¥35	50 kwh	1,089 kwh	13,068 kwh	¥459,994	
	電気代: プラ洗浄	モーター11kw×2時間=22kwh/日	\$0.32	¥35	22 kwh	484 kwh	5,808 kwh	¥204,442	
	ガス代	利用予定なし	\$0.00	¥0				¥0	
	水道代	Flat Rate \$30/月	\$30.00	¥3,300		3300 円	39,600 円	¥39,600	
	小計							¥1,364,035	
資材費	フレコンバック	¥920/pcs 年間100袋想定	\$10	¥1,100			110,000	¥110,000	
	小計							¥110,000	
現地移動費	燃料代	フォークリフト 2.3¢/日×256日 1¢=\$1.32	\$1.32	¥145	2.3 日	51 日	607 日	¥88,165	
		平ボデイトラック 6¢/日	\$1.32	¥145	6.0 日	132 日	1,584 日	¥229,997	
小計							¥318,162		
管理費	管理費	車輛修理、保険、通信費など \$500/月	\$500	¥55,000		55000 円	660,000 円	¥660,000	
	小計							¥660,000	
その他	売上税	収入×4%						¥162,921	
	減価償却費	なし						¥0	
小計							¥162,921		
支出合計							¥13,683,715		
売上総利益							¥-9,610,685		
売上総利益率		売上総利益/収入					-235.96%		
一般管理費		経費の15%		15.0%			¥2,052,557		
営業利益							¥-11,663,243		
営業利益率		営業利益/収入					-286.35%		

表 7-1-4 官営（コロール）における事業採算性

損益試算			単価設定		取扱量(t,pcs)			合計	
			ドル建	円建	日量	月量	年量		
収入	処理費	家庭ごみ	\$0	¥0	7.0 t	154.0 t	1,848 t	¥0	
		事業系ごみ	\$15	¥1,650	3.7 t	81.4 t	977 t	¥1,611,720	
	販売	コンポスト原料	30cmのコンポスト=売価 \$5	\$0	¥0	2.8 t	61.2 t	733.9 t	¥0
		飲料容器	¢5/pcs、処分場回収年間 309,196pcs	\$0.075	¥8	859 pcs	25,766 pcs	309,196 pcs	¥2,550,867
		E-Waste	不明のため今は含めない	\$0	¥0	0.0 t	0.0 t	0.0 t	¥0
		廃タイヤ	重量10kg/本 年間40000本	—	¥50	1.1 t	33.3 t	400 t	¥20,000
		金属スクラップ	PWCが回収、TSIに未ても無償引渡	\$0	¥0	0.0 t	0.0 t	0.0 t	¥0
	相殺	プラ油化による追加発電	発電量:約4kw/ℓ 1kg=1L	\$0.32	¥35	0.1 t	2.2 t	26.4 t	¥3,717,120
	リース料	Palau Waste Collection	業務許可+宿直施設利用/ 月額	\$500	¥55,000	—	1.0 回	12.0 回	¥660,000
	収入合計								¥8,559,707
支出	人件費	オペレーション	新規雇用 6人	\$8,000	¥880,000	—	—	5,280,000 yen	¥5,280,000
		清掃・管理	新規雇用 1人	\$8,000	¥880,000	—	—	880,000 yen	¥880,000
		源泉税	\$8000まで6% \$8000以上 12%	6%					¥369,600
		社会保障	労使7%づつ	7%					¥431,200
		医療保険	労使2.5%づつ	2.50%					¥154,000
		小計							¥7,114,800
	光熱水道費	電気代: M-dock	実績値 :\$500/月				500 USD	6,000 USD	¥660,000
		電気代: ベルコン	モーター16.5kw×3時間=49.5kwh/日	\$0.32	¥35	50 kwh	1,089 kwh	13,068 kwh	¥459,994
		電気代: プラ洗浄	モーター11kw×2時間=22kwh/日	\$0.32	¥35	22 kwh	484 kwh	5,808 kwh	¥204,442
		ガス代	利用予定なし	\$0.00	¥0				¥0
		水道代	Flat Rate \$30/月	\$30.00	¥3,300		3300 円	39,600 円	¥39,600
		小計							¥1,364,035
	資材費	フレコンバック	¥920/pcs 年間100袋想定	\$10	¥1,100			110,000	¥110,000
	現地移動費	燃料代	フォークリフト 2.3ℓ/日×256日 1ℓ=\$1.5	\$1.32	¥145	2.3 ℓ	51 ℓ	607 ℓ	¥88,165
			平ボイトラック 6ℓ/日	\$1.32	¥145	6.0 ℓ	132 ℓ	1,584 ℓ	¥229,997
	小計							¥318,162	
	管理費	管理費	車輛修理、保険、通信費など \$500/月	\$500	¥55,000		55000 円	660,000 円	¥660,000
	小計							¥660,000	
	その他	売上税	収入×4%						¥342,388
減価償却費		なし						¥0	
小計							¥342,388		
支出合計								¥9,909,386	
売上総利益								¥-1,349,679	
売上総利益率	売上総利益/収入							-15.77%	
一般管理費	経費の15%			15.0%				¥1,486,408	
営業利益								¥-2,836,087	
営業利益率	営業利益/収入							-33.13%	

収入源は事業系ごみの処理費と CDL システムによる飲料容器のデポジット取得である。また官営（コロール）にはプラスチック原料の回収増加によるプラスチック油化発電量の増加から、発電相当分の施設使用電力量を相殺した効果を加味している。ランニングコストについては人件費の考え方による相違以外は基本的に同じ経費が掛かることになるため双方とも違いは設けられない。

表 7-1-3 と表 7-1-4 から民営、官営双方とも事業採算性は確保できないことが明確となった。収入源である事業ごみ処理費を高く設定しても経費をカバーすることはできない。このことから民営では事業採算性が確保できないことから実現不可能である。

しかし官営（コロール）では廃棄物管理事務所の職員を積替・保管施設のスタッフに回すことが可能である。以下新規雇用から既存職員による運営シナリオについて検討してみる。

表 7-1-5 官営（コロール）人件費削減の事業採算性

損益試算			単価設定		取扱量(t,pcs)			合計	
			ドル建	円建	日量	月量	年量		
収入	処理費	家庭ごみ	\$0	¥0	7.0 t	154.0 t	1,848 t	¥0	
		事業系ごみ	\$15	¥1,650	3.7 t	81.4 t	977 t	¥1,611,720	
	販売	コンポスト原料	30cmのコンポスト=売価\$5	\$0	¥0	2.8 t	61.2 t	733.9 t	¥0
		飲料容器	φ5/pcs、処分場回収量年間309,196pcs	\$0.075	¥8	859 pcs	25,766 pcs	309,196 pcs	¥2,550,867
		E-Waste	不明のため今は含めない	\$0	¥0	0.0 t	0.0 t	0.0 t	¥0
		廃タイヤ	重量10kg/本 年間40000本	—	¥50	1.1 t	33.3 t	400 t	¥20,000
		金属スクラップ	PWCが回収、TSIに來ても無償引渡	\$0	¥0	0.0 t	0.0 t	0.0 t	¥0
	相殺	プラ油化による追加発電	発電量:約4kw/ℓ 1kg=1L	\$0.32	¥35	0.1 t	2.2 t	26.4 t	¥3,717,120
	リース料	Palau Waste Collection 業務許可+宿直施設利用/月額	\$500	¥55,000	—	1.0 回	12.0 回	¥660,000	
	収入合計							¥8,559,707	
支出	人件費	オペレーション	新規3人/6人 (残りはリサイクルセンター既存職員の充当)	\$8,000	¥880,000	—	—	2,640,000 yen	¥2,640,000
		清掃・管理	新規雇用 1人	\$8,000	¥880,000	—	—	880,000 yen	¥880,000
		源泉税	\$8000まで6% \$8000以上 12%	6%					¥211,200
		社会保障	労使7%づつ	7%					¥246,400
		医療保険	労使2.5%づつ	2.50%					¥88,000
	小計							¥4,065,600	
	光熱水道費	電気代: M-dock	実績値 :\$500/月				500 USD	6,000 USD	¥660,000
		電気代: ベルコン	モーター16.5kw×3時間=49.5kwh/日	\$0.32	¥35	50 kwh	1,089 kwh	13,068 kwh	¥459,994
		電気代: プラ洗浄	モーター11kw×2時間=22kwh/日	\$0.32	¥35	22 kwh	484 kwh	5,808 kwh	¥204,442
		ガス代	利用予定なし	\$0.00	¥0				¥0
		水道代	Flat Rate \$30/月	\$30.00	¥3,300		3,300 円	39,600 円	¥39,600
	小計							¥1,364,035	
	資材費	フレコンバック	¥920/pcs 年間100袋想定	\$10	¥1,100			110,000	¥110,000
		小計							¥110,000
	現地移動費	燃料代	フォーグリフト 2.3ℓ/日×256日 1ℓ=\$1.5 平ボイトラック 6ℓ/日	\$1.32	¥145	2.3 ℓ	51 ℓ	607 ℓ	¥88,165
		小計							¥318,162
	管理費	管理費	車輛修理、保険、通信費など \$500/月	\$500	¥55,000		55,000 円	660,000 円	¥660,000
		小計							¥660,000
	その他	売上税	収入×4%						¥342,388
		減価償却費	なし						¥0
小計							¥342,388		
支出合計							¥6,860,186		
売上総利益							¥1,699,521		
売上総利益率		売上総利益/収入					19.85%		
一般管理費		経費の15%		15.0%			¥1,029,028		
営業利益							¥670,493		
営業利益率		営業利益/収入					7.83%		

表 7-1-5 は必要なオペレーション人材のうち、3名を既存職員が受け持つシナリオである。3名の新規雇用を抑制することで事業採算性が生み出せることとなった。

しかし、安定的に廃棄物を計算通りの物量で搬入されることが条件となっているので、この数値を下回ることが事業リスクとして浮上する。そこで収入源となる廃棄物量が—30%となるシナリオに置いて事業採算性を考察した。



表 7-1-6 官営（コロール）人件費削減の事業採算性（70%）

損益試算			単価設定		取扱量(t,pcs)			合計	
			ドル建	円建	日量	月量	年量		
収入	処理費	家庭ごみ	\$0	¥0	4.9 t	107.8 t	1,294 t	¥0	
		事業系ごみ	\$15	¥1,650	2.6 t	57.0 t	684 t	¥1,128,204	
	販売	コンポスト原料	30cmのコンポスト=売価\$5	\$0	¥0	1.9 t	42.8 t	513.7 t	¥0
		飲料容器	φ5/pcs、処分場回収量年間 309,196pcs	\$0.075	¥8	601 pcs	18,036 pcs	216,437 pcs	¥1,785,607
		E-Waste	不明のため今は含めない	\$0	¥0	0.0 t	0.0 t	0.0 t	¥0
		廃タイヤ	重量10kg/本 年間40000本	—	¥50	0.8 t	23.3 t	280 t	¥14,000
		金属スクラップ	PWCが回収、TSIに来てても無償引渡	\$0	¥0	0.0 t	0.0 t	0.0 t	¥0
	相殺	プラ油化による追加発電	発電量:約4kw/ℓ 1kg=1L	\$0.32	¥35	0.1 t	2.2 t	26.4 t	¥2,601,984
	リース料	Palau Waste Collection	業務許可+宿直施設利用/月額	\$350	¥38,500	—	1.0 回	12.0 回	¥462,000
	収入合計								¥5,991,795
支出	人件費	オペレーション	新規2人/6人 (残りはリサイクルセンター既存職員の充当)	\$8,000	¥880,000	—	—	1,760,000 yen	¥1,760,000
		清掃・管理	新規雇用 1人	\$8,000	¥880,000	—	—	880,000 yen	¥880,000
		源泉税	\$8000まで6% \$8000以上 12%	6%					¥158,400
		社会保障	労使7%づつ	7%					¥184,800
		医療保険	労使2.5%づつ	2.50%					¥66,000
		小計							¥3,049,200
	光熱水道費	電気代: M-dock	実績値 :\$500/月				500 USD	6,000 USD	¥660,000
		電気代: ベルコン	モーター16.5kw×3時間=49.5kwh/日	\$0.32	¥35	50 kwh	1,089 kwh	13,068 kwh	¥459,994
		電気代: プラ洗浄	モーター11kw×2時間=22kwh/日	\$0.32	¥35	22 kwh	484 kwh	5,808 kwh	¥204,442
		ガス代	利用予定なし	\$0.00	¥0				¥0
		水道代	Flat Rate \$30/月	\$30.00	¥3,300		3300 円	39,600 円	¥39,600
	小計							¥1,364,035	
	資材費	フレコンバック	¥920/pcs 年間100袋想定	\$10	¥1,100			110,000	¥110,000
	小計							¥110,000	
	現地移動費	燃料代	フォーークリフト 2.3ℓ/日×256日 1ℓ=\$1.5	\$1.32	¥145	2.3 ℓ	51 ℓ	607 ℓ	¥88,165
			平ボイトラック 6ℓ/日	\$1.32	¥145	6.0 ℓ	132 ℓ	1,584 ℓ	¥229,997
	小計							¥318,162	
	管理費	管理費	車輛修理、保険、通信費など \$500/月	\$500	¥55,000		55000 円	660,000 円	¥660,000
小計							¥660,000		
その他	売上税	収入×4%						¥239,672	
	減価償却費	なし						¥0	
小計							¥239,672		
支出合計								¥5,741,069	
売上総利益								¥250,726	
売上総利益率	売上総利益/収入							4.18%	
一般管理費	経費の15%			15.0%				¥861,160	
営業利益								¥-610,435	
営業利益率	営業利益/収入							-10.19%	

70%の収益源となったことで収入が大きく落ち込み、3名の既存職員配備では採算性は保てなくなったが、4名の既存職員配備とすることで採算性が確保できるようになり、継続した事業可能性が高いことが明らかとなった。

調査後の結論として、民間運営による事業性に関して、見込みと調査後で乖離があった点を表 7-1-7 に整理する。

表 7-1-7 見込みと調査結果との乖離情報

当初の見込み	調査後結果
事業系ごみの処理費が主な収入源となる可能性が高い	新最終処分場の処理費未決により推測値の計画しか立てられず
家庭・事業ごみから飲料容器が相当量取得できる	既に 90%が回収されており、家庭ごみに含まれるのも多くない。CDL 制度で現金化できる量が想定より少なかった。
金属スクラップの取扱可能性がある	Palau Waste Collection 社が政府と事業契約しているため取扱いの可能性がなかった
ガス化装置導入にて対象廃棄物処理費の獲得可能性がある	ガス化装置導入の見込みが立たず
廃タイヤの有価販売の可能性	¥50/t と想定以上に額が低く、収入源となる見込みがない
E-waste の処理費獲得/有価販売の可能性	調査が及ばず見通しを立てられない
廃潤滑油再生装置の導入による処理費と販売費の取得可能性がある	装置がまだ実証中であるため、確度のある計画として落とし込むには時期尚早である

本事業は民間投資なしにて想定おり、投資回収のないオペレーションコストのみをカバーできる収入源確保が必要であるが、可能性の高いキャッシュポイントが少なく、また条件が揃わず計画が見通せないものもあり、事業採算性の計算が出なかった。

## 7.2 環境負荷削減効果

### (1) 最終処分場の延命効果

最終処分場は 20 年使用の設計で建造されている。積替・保管施設の利用によって、年間 2,818t のリサイクルが促進できれば、最終処分場は 27 年に延命することに繋がる。

<b>新規処分場の詳細</b>	
耐用年数	20 year
埋立可能量	210,608 t …①
年間埋め立て量(予測)	10530.4 t/y …②
<b>積替え保管施設の受け入れ量</b>	
積替え保管施設の受け入れ可能量	7.83 t/d
	234.9 t/m
	2818.8 t/y …③
<b>新規処分場の延命化</b>	
積替え保管施設導入後の年間埋め立て量②-③	7711.6 t/y …④
耐用年数 ①/④	<b>27.3</b> year

図 7-2-1 新最終処分場の延命効果

## (2) 化石燃料使用量の削減

油化対象のプラスチックをコロール州のリサイクルセンターで油化発電することにより、ディーゼル使用料の削減に貢献できる。上述のとおり、プラスチック油化装置ではプラスチック 1kg から 1ℓ のプラスチックを生成することができる。コロール州では油化処理能力 500 kg/日のうち 400 kg を平均的に集めることができているので、残り 100 kg/日 = 100ℓ/日分のディーゼルオイル使用削減が可能となる。

## (3) CO2 削減効果

CO2 削減への貢献は、搬出/搬入トラックの移動距離削減によるガソリン消費量分の削減が期待できる。トラック 1 台当たりのガソリン消費量減は以下の計算でみる。

ガソリン消費量 (中型トラック) : 7km/ℓ  
 アイメリーク処分場までの距離 : 40km (往復)  
 ガソリン消費換算 :  $40\text{km} \div 7\text{km}/\ell = 6\ell/\text{日}$   
 ガソリン CO2 排出量 : 2.3 kg/ℓ  
 CO2 削減量 :  $2.3 \text{ kg}/\ell \times 6\ell/\text{日} = 13.8 \text{ kg}$

コロール州は 4t ゴミ収集車であるため、家庭ごみ回収を 1 日 2 台体制とすると 1 台分は処分場への移動を減らせる。収集日を 260 日とすると 3588 kg/年の CO2 削減となる。

また M-dock への車輛搬入数を J-PRISM II の調査データで見ると、平均 76 台となっている。この内 50% が積替・保管施設を活用すると仮定した場合 38 台/日の車輛の移動を削減することが可能となる。CO2 削減量は  $38 \text{ 台}/\text{日} \times 365 \text{ 日} \times 13.8 \text{ kg} = 191406 \text{ kg}/\text{年}$  となる。

結論として、CO2 削減効果は 194.994t/年となる。

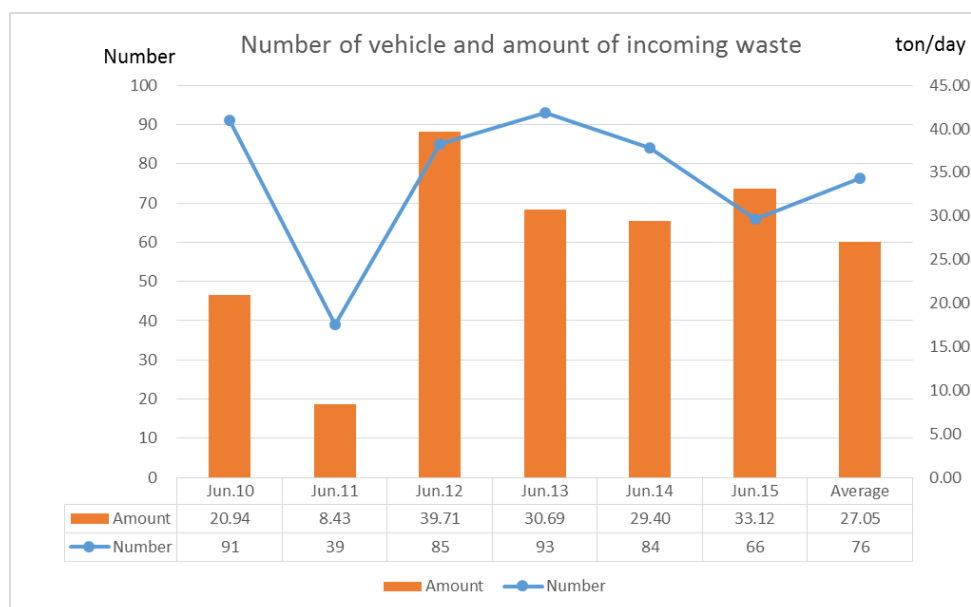


図 7-2-2 M-dock の車輛搬入量

出所) J-PRISM II 調査データ

## 7.3 社会的受容性

### (1) パラオ国の課題に対する受容性

2017年から2026年までを対象にした、「国家固形廃棄物管理戦略」によると、「固形廃棄物管理を通じた清潔で安全なパラオ」がビジョンとして掲げられており、10年間で達成すべき6つのゴールと12のアクティビティが掲載されている。ゴール4では、「継続的な改善を視野に入れたベストプラクティスアプローチに従った廃棄物管理」が明記されており、このアプローチによって、環境・公衆衛生面への影響を減少させると同時に、社会・経済的なリスクの低減も可能であるとされている。

このゴールの中の具体的な活動の中には、「4.1 責任ある機関が廃棄物の減量化や資源循環プログラムを実施すること」が含まれている。この責任ある機関には、コロール州も含まれている。本報告書で提案する積替・保管施設事業では、リサイクルの効率を高めると同時に、新規最終処分場に持ち込まれる廃棄物の減量化につながるため、最終処分場の延命化にもつながる。よって「4.1」の活動に該当し、パラオ国での課題に対して、本事業は受容性が高いと考えられる。

### (2) コロール州リサイクルセンターの受容性

リサイクルセンターにとっては、これまで回収ができていなかった家庭ごみの中から、コンポスト原料となる生ごみとグリーンウェイスト、油化発電の原料となるプラスチック、CDL システムのデポジット変換が受けられる飲料容器の回収ができることとなる。コンポスト原料は3.79t/日、プラスチックは0.84t/日、飲料容器は859pcs/日の回収量見込みとなる。

プラスチックは既に油化設備の処理能力500kg/日のうち400kgは回収ができていますので、残り100kgの安定供給が可能になったと仮定すると年間\$33,792の電気代削減が期待できる。

また飲料容器は0.5¢のインセンティブに加え、0.25¢の処理費も受け取ることができるので0.75¢/pcsのリターンとなる。1日859pcsであるので年間\$23,189の追加デポジットを受領することができる。合計\$56,981の年間収入が追加で得られるため、コロール州の歳入アップと経費削減の効果は非常に大きい。

### (3) 地元企業の必要性

地元の収集業者にとっては、新規処分場が開設されると、収集経路が延長されるため、移動にかかる経費が増加することが予想される。そのような収集業者にとって、M-Dock 最終処分場跡地での積替・保管施設でリサイクルできるものを引き取ってもらえると、新規処分場に運搬する廃棄物の量を削減することができるため、運搬経費と時間をおさえることができる。M-dock 処分場からアイメリーク処分場までは往復40kmであり、ガソリン消費量が1台当たり6ℓ/日=\$7.92/日、\$2,090/年の削減となる。また新規処分場では持ち込む廃棄物に対して処理費が発生する。積替・保管施設では、これも削減できるため、収集業者にとってのメリットは多きものと考えられる。自社で収集車を持っている企業にとっても、同様に運搬経費と処理費については削減できるため、経済的なメリットは大きい。自然環境への配慮をうまく使えば、自社のイメージ増進にも利用できる。

### (4) 事業化における課題等

事業化に当たって想定される課題について以下にまとめる。

- ① イニシャルコストを補助金で賄う計画であり、獲得できないと実現性が担保できない。
- ② コロール州で人員配置が調整できない場合、採算性確保の観点から運営が難しい
- ③ 毎年の維持管理費はプラスチック油化発電増量によるリサイクルセンターの光熱費削減を財源として、州予算内で拠出可能である。しかし歳入が減少した場合はその限りではなく、観光客数が減少していくと予算確保できず維持管理できない可能性はある。
- ④ 家庭ごみを主対象としていることから、事業の成長性は低いが安定性は高い。しかし上記同様、観光客の減少が続くと官営の場合は運営維持の観点で安定性は揺らぐ。
- ⑤ 生ごみは悪臭、視覚、衛生面からオペレーションと作業員への負担が大きい。生ごみを事前に分別回収できる仕組みが必要である。
- ⑥ 最終処分場の事業系ごみ処理費が安く設定されてしまうと、積替・保管施設を利用するインセンティブが消滅することになる。
- ⑦ 事業系ごみは分別受入が条件だが、異物が混入しているとコンベアラインにて異物除去を行わなければならない、オペレーション経費の増加に繋がる。
- ⑧ 事業の前提として分別後の最終処理方法の確立が必要。事業効果を高めるためには既存リサイクルシステム以外の技術とスキームを確立させ、段階的に分別後の処理方法を拡張させていかなければならない。
- ⑨ 事業系ごみではダンボールや紙の割合が高く、分別もしやすいことから紙ごみが多く集まることが想定される。しかしコンポストの組成比率（重量）ではコンポストの割合は5%であるため、集めてもリサイクルできず溜まっていく可能性がある。
- ⑩ 海運会社が海上輸送費削減に対応できない場合、国際リサイクルシステムは機能できなくなる。

#### 7.4 実現可能性の評価

実現可能性のための課題に関して解決策を整理した。これら解決策は今後の事業化のためにコロール州に提案し協議することを前提としている。

##### ① 新たな補助金の申請

AEPW への申請に向け必要情報の取得を行っていく。同時にボードメンバーへプロジェクト意義と必要性をアピールしていく。

##### ② リサイクルファンドの提案

廃タイヤはタイヤ協会、コピーカートリッジはコピーメーカーなど生産者に一定のリサイクルファンド負担を担ってもらうことで、島嶼地域ではリサイクルできない廃棄物の国際リサイクルスキームの樹立を攻略していく。

##### ③ 生ごみの分別

コレクションポイントの設置、または他のアイデアの実施分析を通して、家庭レベルでの生ごみ分別方策を実現させる。

##### ④ 事業系ごみの異物混入率削減策

事業系ごみの異物混入に係る設備稼働の追加経費を削減するため、事業系ごみ処理費は異物混入率による軽減措置を検討する。異物混入率がゼロの場合は処理費ゼロの条件と

すれば、事業者には強いインセンティブが働くことが狙いとなる。

## 8. 今後の海外展開計画案

上記調査結果を踏まえて、事業計画案の方針を変更する。

事業性は民間運営の可能性を外し、コロール州による官営の可能性を追求する。

利用技術においては、ガス化燃焼装置を想定から外し、対象だった廃棄物は一旦埋立処理する方針とする。しかし埋立処理を是とすることはできないので、代替案となるリサイクル方策として RPF の製造と輸出による国際リサイクル検討は進めていく。

イニシャルコストの抑制のためにも計画は段階的に進めて行く。初期は必要最低限の設備・機能のみでスタートさせ、初期投資必要額を抑える。補助金は Pacwaste+ の優先度を下げ、AEPW と GEF7 の獲得に集中する。また他の財源としてアジア開発銀行と国際連合プロジェクトサービス機関（UNOPS）等からの支援の検討をコロール州と進めて行く。

国際リサイクル制度については計画の変更はしない方針である。構築までに時間を要することになるが、まずはペットボトルにおいて海上輸送無償化のスキームを海運会社が決裁すれば、その実績をもって廃タイヤ、小型家電への適用を検討する。

これらを事業フォローアップとして継続的に実施していくこととする。想定スケジュールは図 8-2 に示す。

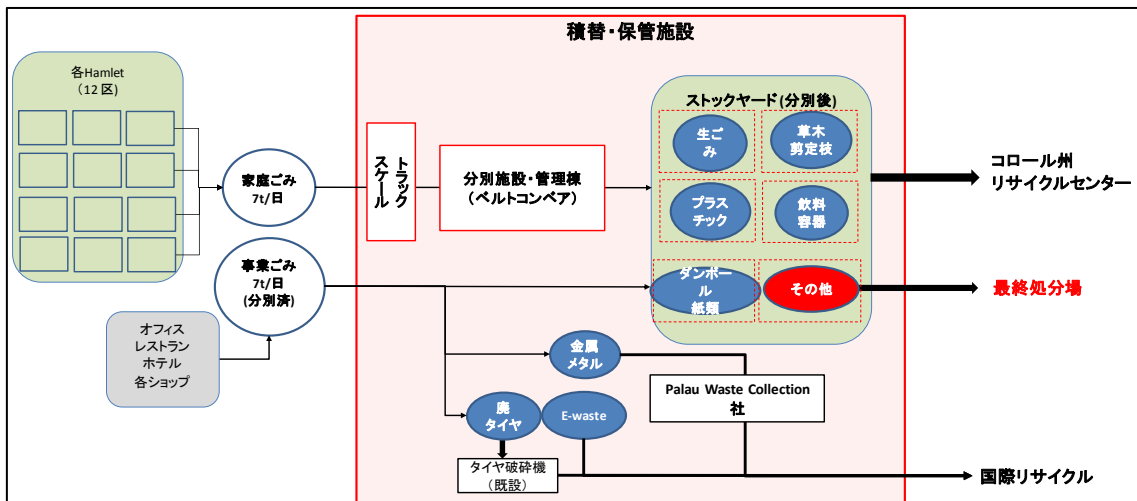


図 8-1 調査後の積替・保管施設イメージ図

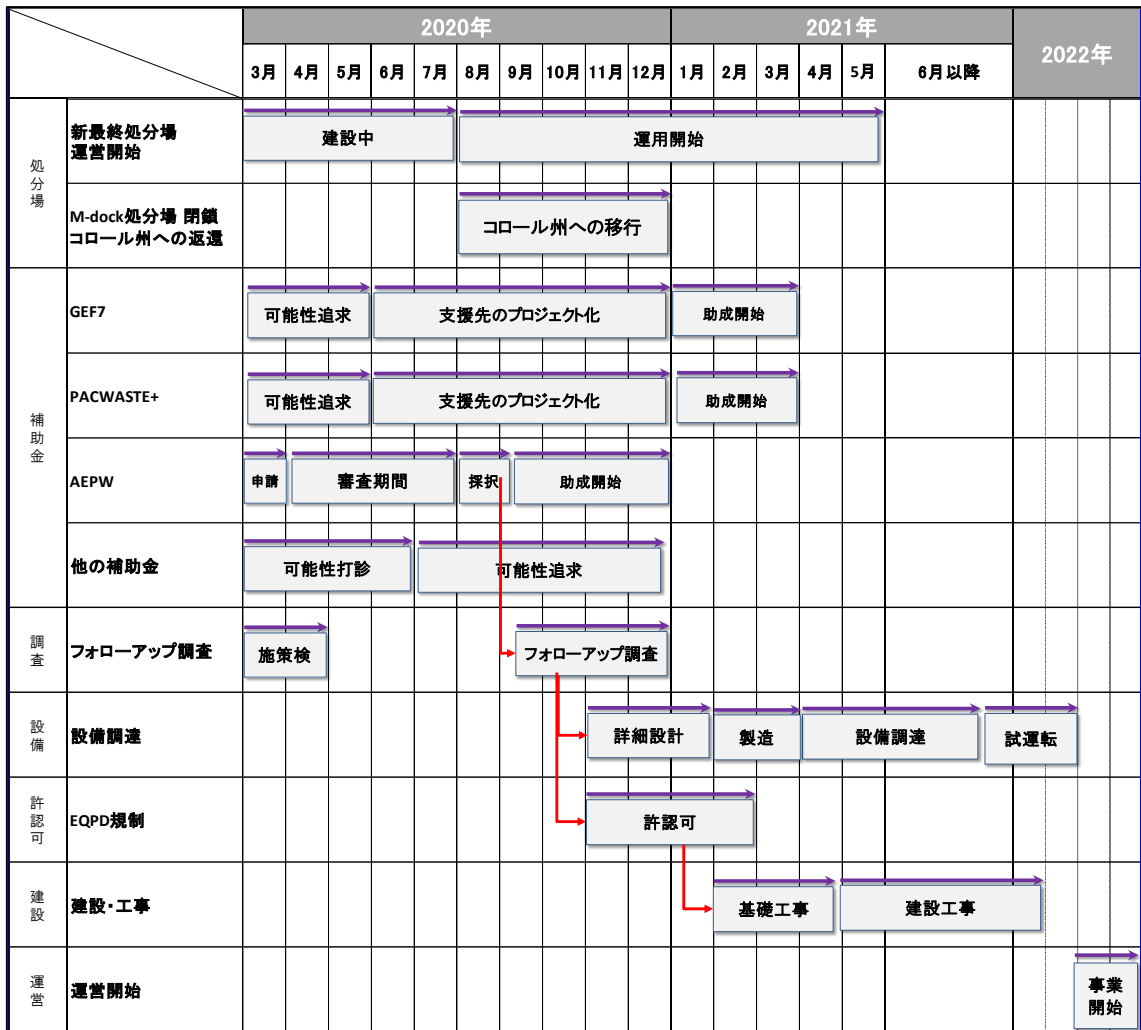


図 8-2 今後のロードマップ

以上