

第5章 各種ステークホルダー・利害関係者

5.1 各種ステークホルダー・利害関係者

本章では、本調査に係わるステークホルダーだけでなく、案件形成段階で関与するステークホルダーについても触れることとした。

5.1.1 国レベルのステークホルダー

本調査(環境基礎調査)では直接的には関係しないが、今後の案件形成段階で関与する国レベルの主なステークホルダーの役割を簡単に記載する。

①環境省(Ministry of Environment)

- ・ 廃棄物管理の政策立案、調整、実施(法律等ソフト面)
- ・ EIA に関する権限、業務実施
- ・ 有害廃棄物管理の政策立案、調整、実施

②公共事業省(Ministry of Public Works)

- ・ 排水及び廃棄物管理に関する政策・戦略の立案(施設等のハード面)
- ・ 収集、処分事業の促進(一般廃棄物)

③財務省(Ministry of Finance)

- ・ PPP(Public Private Partnerships)の主要関係機関
- ・ 事業に対する政府支援や政府保証の促進

④国家開発計画庁(BAPPENAS)

- ・ PPP(Public Private Partnerships)の主要関係機関
- ・ PPP に関する計画の取り纏め
- ・ PPP BOOK の発行
- ・ PPP に関する計画と国家開発計画との統合
- ・ 関係主体の能力強化

⑤投資調整庁(BKPM)

- ・ 投資可能事業に関する情報提供
- ・ 市場プログラムの形成
- ・ PPP 事業実施に必要な許認可の発行
- ・ ワンストップサービスによる PPP 実施会社の設立

5.1.2 バリ州のステークホルダー

次に、バリ州の主なステークホルダーについて記載する。

①サルバギタ広域組合

デンパサール市、バドゥン県、ギャニャール県、タバナン県からなる清掃組合であり、デンパサール市にある SUWUNG 処分場を管理している。広域人口は約 220 万人。

現在、SUWUNG 処分場に運搬されるごみ量は、日量 800ton ではある。デンパサール市及びバドゥン県のごみが運搬されている。他県は SUWUNG 処分場ではなく、各々が所有する最終処分場に埋立処分しているが、その最終処分場の容量が満たされた場合、ごみは SUWUNG 処分場に運搬されることになり、その量は現在のごみ量と合わせ、日量 1,000ton は超える見込みである。

また、今後、案件形成のカウンターパートとなる組織である。

サルバギタ組合長にヒアリングした結果、サルバギタ組合では案件形成の決定などの重要な決定事項は、サルバギタ組合構成体各県の代表者の承認が必要とのことであった。

②バリ州デンパサール市

サルバギタ広域のうち、最も大きな構成員であり、SUWUNG 処分場もデンパサール市内にある。SUWUNG 処分場の臭気や火災など、地域住民に直接的に影響がある為、適切な中間処理施設の導入に前向きな意向をもっている。

5.1.3 インドネシア国籍企業

ナビガット・オーガニック・エナジー・インドネシア社(以下、NOEI 社)は、SUWUNG 処分場敷地内でのランドフィルガス発電事業(ごみの受入、最終処分の管理を含む)の契約をサルバギタ広域組合と 2004 年に契約したが、CDM クレジット価格低下、そして想定通りの発電が実施できず、採算が合わないため、現在は操業停止状態にある。

その他、事業継続が難しい理由のひとつに、サルバギタ広域組合から処理費 (Tipping Fee) を受け取っていないことも挙げられる。この課題に関しては、サルバギタ広域組合もごみ処理事業にとって、処理費(Tipping Fee)が不可欠であることを認識しており、現在、処理費(Tipping Fee)の設定額について議論をしている段階だとの情報を得ている。

一方、NOEI 社は、ごみ焼却発電事業にも興味を持っており、技術所有企業と協力して、PPP(BOT)案件として、案件を形成する意向を持っており、引き続き案件形成に向けて議論をするパートナーであることが確認できた。

5.1.4 案件形成に必要なステークホルダー

本調査を通して、上記のようにステークホルダーを確認できたが、今後、案件形成に必要な主なステークホルダーを下記に記す。

①融資機関

本案件を PPP(BOT)事業として形成する場合、特別目的会社(Special Purpose Company : SPC)に融資をするパートナーが必要である。

特に、Project Finance でのローン組成を目指す場合、融資機関の融資条件が厳しく、中央政府

保証(Sovereign Guarantee)や環境アセスメント(EIA)の精度を求められるため、案件組成の早期に融資機関を巻き込んで議論することが必要だと認識している。

②出資者

本調査で、サルバギタ組合・デンパサール市、及び NOEI 社が PPP(BOT)での案件形成を希望した為、今後、PPP(BOT)案件として議論を継続していく中で、NOEI 社、JFE エンジニアリング株式会社以外にも、必要に応じ、出資者を募る可能性がある。

第6章 事業化・資金調達の検討

6.1 資金調達

サルバギタ組合・デンパサール市、NOEI 社へのヒアリングの結果、PPP(BOT)での WTE プラント案件形成を希望する意向が確認されたため、本調査では、PPP(BOT)での案件形成における資金調達について検討することとした。

6.1.1 出資＋融資の組合せ

インドネシア国にてごみ焼却発電事業を PPP 案件として形成する場合、出資と融資の比率について特に規制はなく、融資機関の融資条件や補助金の適用範囲により、関係者間の協議を通じて、出資と融資の比率は決定される。

ただし、インドネシア国の外資規制(Negative List)で、ごみ焼却発電事業は、海外からの出資比率は最大 95%の上限が設定されている。

標準的な出資と融資の組合せは大きく分けて2通りが想定される。

- ①出資(海外＋インドネシア国籍企業)＋民間融資(海外＋インドネシア国籍融資機関)
- ②出資(海外＋インドネシア国籍企業)＋民間融資(海外＋インドネシア国籍融資機関)＋公的融資(国際機関＋2 国間公的融資機関)

ごみ焼却発電事業は一般に、施設建設費や運転管理費等の投資額に対し、事業期間における収入は、焼却廃熱により発電された電力の売却と、ごみ処理費（チップングフィー）という2つに限られている。売電単価については、再生可能エネルギー由来として優位的な FIT が設定されるケースもあるが、ごみ処理費については公共サービスの面を有し、現地政府・自治体側が施設建設前よりも高額な価格を収集することをためらうケースもあるため、十分な収益性が見込みにくく、他の PPP と比較すると収益性が低いプロジェクトと評価するのが現実的である。また、日系企業が出資する場合、長期に亘る Project Finance を望む可能性が高いことから、②の組合せが現実的と判断される。

6.1.2 融資機関

JFE エンジニアリング株式会社が出資する場合、融資機関としてまず検討をするのは、国際協力機構（JICA）海外投融資の活用である。インドネシアルピア建での融資を開始したことも大きな要因であるが、JICA がもつ他国、特に ODA 対象国に対する監視機能、制御力は強力であり、案件が抱える問題やリスク配分の際には、日系企業だけでなく、インドネシア国籍企業にとっても、強力なパートナーである。

今回、基礎環境調査との位置づけから、JICA に詳細条件等についてのヒアリングは実施していない為、既知の条件のもとで、JICA 海外投融資制度を活用した事業性の確認を実施した。

6.1.3 無償資金

PPP 案件に対し、民間投融資と公的無償資金の併用は今までは事例はない。但し、ごみ焼却発電事業であれば、その低採算性から、焼却灰・飛灰の処理を目的とした付帯施設に対し、日本国、もしくはインドネシアから無償資金を供与することも考えられる。

6.1.4 補助金

インドネシアには財務省が主導して、採算性の低い PPP 案件に対し、建設費の一部を支援する VGF(Viability Gap Funding)という仕組みを有している。JICA 海外投融資や各種補助金制度等との所掌の調整は慎重に検討する必要があるが、PPP 案件の採算性を確保する公的な支援策として有効と見込まれる。

また、日本とインドネシアは既に二国間クレジット制度(JCM)を締結している。JCM とは、温室効果ガス排出削減が可能な日系企業の技術(設備導入)に対し支援し、温室効果ガス削減効果をモニタリングし、補助金以上のクレジットを日本国政府口座に納入する制度である。

本調査では、事業の実現性を高める課題(手段)として、第 9 章にて JCM の効果について検討を実施する。

第7章 実施スケジュールと実施体制

7.1 実施スケジュール

適切な事業性が確保される PPP 事業としてごみ焼却発電事業を実現するためには今後さまざまな項目の詳細検討が必要であるが、本 FS 事業でのミーティング等を通じ、サルバギタ組合、デンパサール市清掃局、および現地既存事業者の NOEI 社とは、課題解決に向けて今後も協力してゆくことが合意されている。検討が着実に進む前提ではあるが、実施へ向けてのスケジュールを関係者に提示し、一定の理解を得た。

尚、この実施スケジュール案は、サルバギタ組合長からのヒアリングに基づき事業者を提案型で選定することを想定しているため、入札期間を含んでいない。

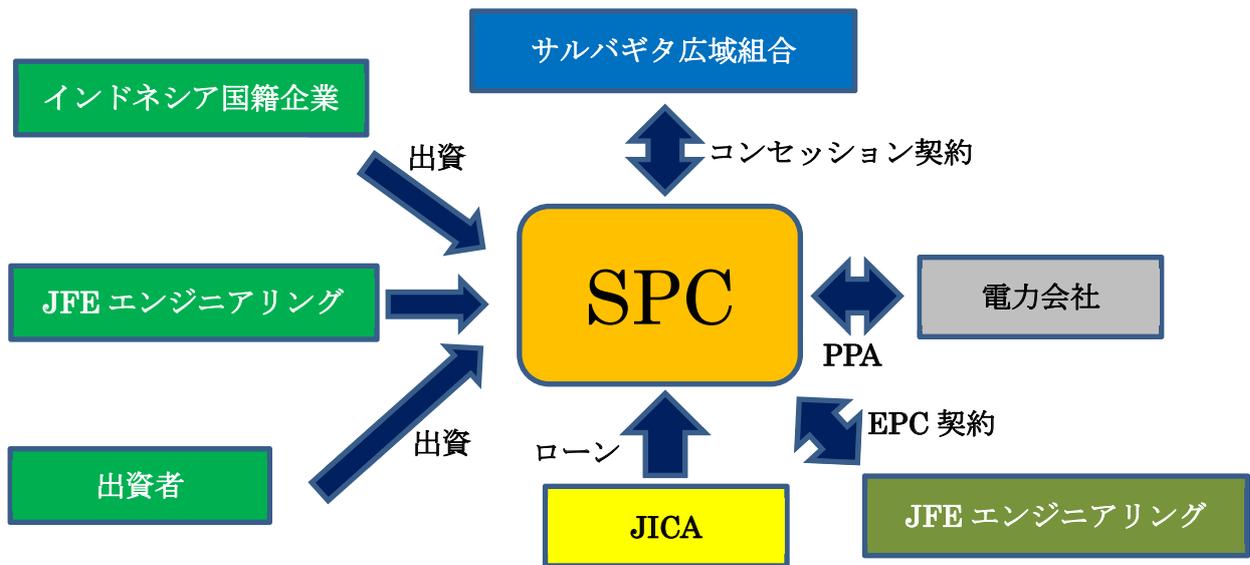
図 7.1-1 実施スケジュール(案)

年度	実施事項
2015	ステークホルダーと案件形成に向けた協議継続
2016	環境省 実現可能性調査(JCM 制度活用を検討中)
2017	JICA 協力準備調査 (PPP インフラ事業)
2018	契約締結、ローン組成
2019	建設 1 年目
2020	建設 2 年目
2021	建設 3 年目
2022	稼動開始

7.2 実施体制

本調査では、実施体制の詳細検討は実施していないが、想定される体制は以下のとおりである。

図 7.2-1 実施体制(案)



7.2.1 特別目的会社(SPC)

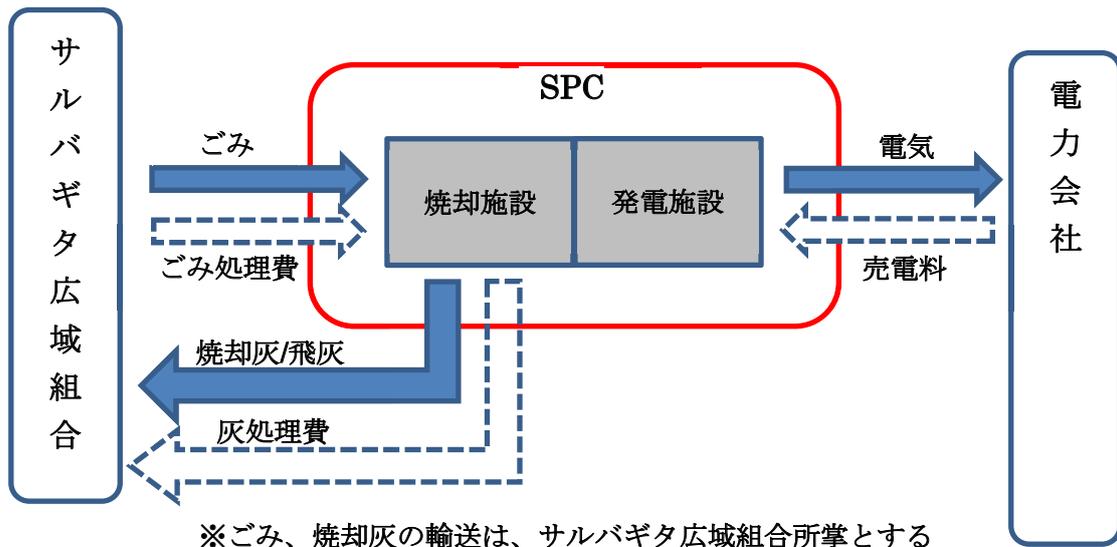
①特別目的会社(SPC)

本件の特別目的会社(SPC)は、ごみ焼却発電施設を所有し、運転することを目的として設立される会社である。

サルバギタ広域組合との間で「一般廃棄物処理サービス契約」、電力会社間で「電力売買契約 (PPA)」を締結し、事業を運営する。

②特別目的会社(SPC)の業務所掌

図 7.2.1-1 特別目的会社(SPC)の業務範囲



SPC は、ごみ焼却発電施設を保有し、契約に定められた期間の施設運転を行う。運転期間中は、
 1) ごみを施設で受入れ、ごみ処理費 (チップングフィー) を得る 2) 焼却排熱により発電を

行い既存グリッドへ供給し、売電収入を得る 3) 焼却灰（主灰・飛灰）を搬出し、灰処理費を支払う といった活動を行う。

尚、ごみ、焼却灰の輸送はサルバギタ広域組合の所掌とし、輸送費は SPC の運営コストに算入していない。

②特別目的会社(SPC)の構成員

本調査では、構成員及び出資構成の議論には至っていないが、インドネシアの外資規制によりごみ焼却発電事業への外国籍企業の投資は 95%以下となっている為、インドネシア国籍企業から 5%以上の出資を募る必要がある。既存事業者である NOEI 社とは、SPC 構成についての協議を継続する予定である。

7.2.2 特別目的会社(SPC)の事業実施に必要な条件

JFE エンジニアリングが特別目的会社(SPC)に参画し PPP 事業を実施する場合に必要な条件を下記に記す。

表 7.2.2-1 事業実施に必要な条件(対インドネシア)

No	項目	概要
①	インドネシア中央政府機関からの支払い保証	インドネシア中央政府機関によるごみ処理費(Tipping Fee)及び売電収入に係る支払い保証
②	ごみ量保証	規定ごみ量搬入保証及び規定量未達の場合の Revenue(ごみ処理費、売電収入)保証
③	ごみ質保証	「搬入不可ごみ」(不燃ごみ、粗大ごみ、危険物等)がプラントに搬入されたことに起因して発生するプラントの稼働停止、稼働率低下に起因する Revenue 保証
④	搬入ごみ最低発熱量保証	焼却プラントで計測されごみ発熱量月間平均値が事前に取り決めた最低発熱量を下回った場合の Revenue 保証
⑤	電力の固定価格買い取り制度(Feed in Tariff)の適用	電力の固定価格買い取り制度(Feed in Tariff)の適用に基づく、事業期間全期間の電力全量買い取り保証
⑥	契約締結	プロジェクト期間をカバーするごみ焼却に係る Concession Agreement 及び PPA(売電)契約締結
⑦	プロジェクトサイトの確保	プロジェクト用地確保、基本インフラ整備(上下水道、ガス、電力、道路等)
⑧	プロジェクトサイトの長期賃貸契約	プロジェクト期間を通じて、正当な地権者との間で Land Lease Agreement が締結されること
⑨	送電路	変電所までの Right-of-Way の確保及び十分な送電容量が確保されること
⑩	Available Capacity Payment に基づく売電料の支払い	発電設備容量が available である限り、売電料支払いが実施されること

①インドネシア中央政府機関からの支払い保証

特別目的会社(SPC)と一般ごみ処理サービス契約を結んだサルバギタ広域組合からの支払いに対し、インドネシア中央政府機関がその支払いを保障することを求める。つまり、サルバギタ広

域組合が支払い能力を失った場合、インドネシア中央政府機関がサルバギタ広域組合に代わり、特別目的会社(SPC)に一般ごみ処理サービス契約に従い支払いを行うものである。

また、それと同様に、特別目的会社(SPC)と電力売買契約(POA)を結んだ電力会社からの支払いに対し、インドネシア中央政府機関がその支払いを保障することを求める。つまり、電力会社が支払い能力を失った場合、インドネシア中央政府機関が電力会社に代わり、特別目的会社(SPC)に電力売買契約(POA)に従い支払いを行うものである。

これは、特別目的会社(SPC)に融資する融資元(銀行等)が要求するが多いため、事業成立には必須の保証事項と考えられる。

なお、インドネシア政府は、PPP 案件用に IIGF(Indonesia Infrastructure Guarantee Fund)を設立しており、ごみ焼却発電事業もその適用範囲に含まれるとされている。

②ごみ量保証

特別目的会社(SPC)と一般ごみ処理サービス契約を結んだサルバギタ広域組合から決められたごみ量が特別目的会社(SPC)へ運搬されなかった場合においても、既定全量分のごみ処理費(Tipping Fee)の支払いを求めるものである。また、焼却量が減ることは発電量の減少も同時に発生するため、ごみ量減少に伴う売電収入削減についても併せて要求するものである。

これは、特別目的会社(SPC)の収入がごみ処理費(SPC)と電力販売に依存しているため、事業継続には不可欠な保証として、サルバギタ広域組合とは交渉をすることとなる。

③ごみ質保証

特別目的会社(SPC)と一般ごみ処理サービス契約を結んだサルバギタ広域組合間で、「搬入不可ごみ」の定義づけ、及びサルバギタ広域組合に対し「搬入不可ごみ」搬入により生じた施設の稼働停止、稼働率低下による収入減少の保証を求めるものである。

④搬入ごみ最低発熱量保証

特別目的会社(SPC)と一般ごみ処理サービス契約を結んだサルバギタ広域組合間で、焼却プラント内で計測された、ごみ発熱量の月間平均値が事前に取り決めた最低発熱量を下回った場合の売電収入減少に対する保証を求めるものである。

この保証要求も、特別目的会社(SPC)の収入がごみ処理費(SPC)と電力販売に依存しているため、事業継続には不可欠な保証として、サルバギタ広域組合とは交渉をすることとなる。

⑤電力の固定価格買い取り制度(Feed in Tariff)の適用

電力の固定価格買い取り制度(Feed in Tariff)の適用に基づく、事業期間全期間の電力全量買い取り保証。

⑥契約締結

プロジェクト期間をカバーするごみ焼却に係る Concession Agreement 及び PPA(売電)契約締結。

⑦プロジェクトサイトの確保

プロジェクト用地確保、基本インフラ整備(上下水道、ガス、電力、道路等)の供給を求めるものである。

プロジェクト用地確保に関しては、ウエストピッカー等の建設予定地内不法滞在者の事前退去も含めることとする。

基本インフラ整備に関しては、接続ポイントや工事所掌範囲等を今後の調査で協議検討するものとする。

⑧プロジェクトサイトの長期賃貸契約

プロジェクト期間を通じて、正当な地権者との間で **Land Lease Agreement** が締結されることを求めるものである。

⑨送電路

変電所までの **Right-of-Way** の確保及び十分な送電容量が確保されることを求めるものである。つまり、変電所までの土地及び工事用地の確保はサルバギタ組合もしくは電力会社に要求するものである。また、十分な送電容量のある送電線もサルバギタ組合もしくは電力会社の所掌とする。

⑩**Available Capacity Payment** に基づく売電料の支払い

発電設備容量が稼働可能である限り、売電料支払いが実施されることを求めるものである。つまり、ごみ焼却発電施設から送電できる状況にある限り、電力会社等に原因があり、送電ができない場合であっても、稼働可能な発電設備容量全量分の売電収入の保証を求めるものである。

上記 10 点の要求事項全てが事業実施の必要条件となるものではないが、上記内容を発注者・SPC 間で事前に充分協議し、適切なリスク分担として双方合意することが必要である。SPC を構成する民間企業としては、認められない要求事項分のリスクを定量評価し事業のコストとして反映するので、適切な事業採算性を確保するためには、更に高いごみ処理費(**Tipping Fee**)や売電価格を要求することにつながる。サルバギタ広域組合や電力会社等のカウンターパートに対しては、適切なリスク分担が結局は適切なコストでの円滑な事業運営につながることを、継続協議してゆくことが必要である。

表 7.2.2-2 事業実施に必要な条件(融資条件)

項目	概要
長期プロジェクトファイナンスの組成	長期間 現地通貨建て 固定金利 Non-recourse ベース

今後、出資者間で協議を進めるなかで最適な融資条件を決定していく予定であるが、日本企業である JFE エンジニアリングが考える事業実施に必要な融資条件は、現地通貨建て(IDR)の長期

固定金利、且つ親会社保証なしのプロジェクトファイナンスである。

SPCの事業収入となる売電収入とチップングフィー収入は現地通貨のインドネシアルピアで支払われるため、インドネシア・ルピア建て融資が開始された JICA 海外投融資の活用が最適なファイナンスだと認識している。

第8章 実現可能性の評価

8.1 事業採算性

第6章(6.1)で示した資金調達方法を考慮し、サルバギタ広域にて、ごみ焼却発電事業をPPP(BOT)にて実施する際の事業化に係わる財務分析を行った。

8.1.1 PPP(BOT)としての案件形成

インドネシア国籍企業、及び日系企業、そしてその他出資者を構成員とする特別目的会社(SPC)を設立する。BOT方式を採用し、事業期間終了後はサルバギタ広域組合に施設を譲渡することとする。BOT方式事業化分析は、投資家の観点から投資価値があるのか否かを検証することとする。

8.1.2 資金調達案

本項では、JFE エンジニアリング株式会社、及びその他の日系企業を含む出資者がSPCに参画することを想定している為、JICA 海外投融資の活用を前提とする。但し、JICA 海外融資の条件設定には、案件自体の条件設定が決定される必要があるため、本調査での検討における融資条件は、既知の情報等による試算である。

表 8.1.2-1 融資条件

項目	条件
通貨	インドネシア・ルピア
金利	10%
返済期間	15年
返済据置期間	5年
融資額	Project コストの70%

8.1.3 財務分析キャッシュフロー上の条件

次に、融資条件以外のごみ焼却発電事業の条件を示す。

表 8.1.3-2 財務分析キャッシュフローの条件

項目	条件
事業期間	20 年間
建設期間	3 年間
為替(IDR/JPY)	IDR 107 / 1JPY
為替(IDR/USD)	IDR 12,602 / 1USD
償却期間	20 年(定額)
法人税	25%
ごみ量	1,000ton / 日
売電単価(FIT)	IDR 1,450 / kWh
建設費(CAPEX)	IDR 1,610,700,000,000 (150 億円相当)
建設費(1 年目)	全体の 20%
建設費(2 年目)	全体の 50%
建設費(3 年目)	全体の 30%
焼却灰・飛灰 最終処分費	IDR 12,602 / ton
物価上昇※	5.2 % (2010-2013 の平均値)
年間稼働時間	310 日 / 年
発電量	17.4 MWh
所内消費	4.1 MWh
売電量	13 MWh
排出灰量	150 ton / 日
処理費(Tipping Fee)	IDR 300,000 / ton

※物価上昇は、処理費(Tipping Fee)、売電単価、OPEX(運営維持費)に反映

処理費(Tipping Fee)については、近年のインドネシア国内での入札(PPP 案件)等の設定価格を考慮して IDR 300,000/ton と設定した。

OPEX(運営維持費全て)については、20 年間の稼働を勘案し、JFE エンジニアリング株式会社が独自に設定した。

8.1.4 評価

前節(6.2.2、6.2.3)の条件にて財務分析を行う PPP(BOT)方式の評価は、内部収益率(Financial Internal Rate of Return)にて実施する。結果は下記の通りである。

表 8.1.4-3 財務分析データ

項目	データ
出資額総額	IDR 550,859,400,000
借入額総額	IDR 1,285,338,600,000
処理費収入(Tipping Fee)総額	IDR 3,146,778,258,757
売電収入総額	IDR 4,854,849,497,611
Project F-IRR	8.9%

内部収益率は一般的に資本コストを対象に比較評価される。比較対象を融資金利とすると、上記結果では事業性無しとの評価となる。また、この試算では、運営期間中に運転資金が不足する期間があり、その期間を借り入れで乗り切ることを考慮すれば、更に事業性は悪化することになる。

この結果を受け、案件の実現性を高める方法を、第9章1節(事業の実現性を高めるための課題)にて考察した。民間企業が事業に投資する際、その求める内部収益率は企業や事業内容によって異なるが、今回は簡易的に内部収益率(Project F-IRR)=15%を目指す考察を実施した。

8.2 環境負荷低減効果

8.2.1 3Rの推進

(1) マテリアルリサイクル

途上国では、排出されるごみに含まれる有価物は、発生源から最終処分場で埋立が完了するまでの様々な過程でウエストピッカー等によって回収されている。インドネシア国では、一部の最終処分場で組織的に有価物回収を実施しているところもあるが、大部分は個々の、多くはインフォーマルなウエストピッカーによって有価物の回収が行われている。

WTE プラントで焼却処理するためには、燃焼可能な廃棄物を定期的に供給することが必要となるが、本調査で実施したごみ量・ごみ質調査の結果では、リサイクル可能な有価物及び不燃物が若干含まれていた。発生源・収集段階における3Rの推進を図るほか、リサイクルが可能な金属類等については投入前の前処理段階で選別し回収することで、WTE プラントの長期安定稼働も含めたマテリアルリサイクルの実現が期待される。

(2) サーマルリサイクル

WTE プラントの導入により、上記、適切な分別回収によるマテリアルリサイクルとあわせ、ごみ焼却排熱利用による発電を行うサーマルリサイクルが実現される。本 WTE プラントでは年間約 80GWh の発電を行う計画であり、電力の安定供給確保へも貢献する。また、後述するように、化石燃料由来電力を代替することでの GHG 排出削減効果も期待される。

8.2.2 埋立処分量の削減

焼却技術の特徴の一つとして、廃棄物の大幅な減量があげられる。焼却技術を導入した場合と

直接埋立した場合の2つのケースに関して、下記のとおり条件を設定して埋立処分量(10年間分)を算出し、比較を行った。

表 8.2.2-1 埋立処分量の算出条件

項目	焼却技術を導入した場合	直接埋立した場合
稼働期間	10年間	10年間
運転日数	310日(24時間連続運転)	310日
計画搬入量	1,000トン/日	1,000トン/日
熱しやく減量	15%	—
単位重量体積	焼却灰; 0.8m ³ /トン	埋立廃棄物; 1.0m ³ /トン (参考値: 搬入ごみ; 0.2トン/m ³)

定量的なデータが不足する中、いくつかの条件を推定した算出ではあるが、直接埋立した場合の埋立処分量(10年間)は3,100,000m³(3,100,000トン)、焼却処理した場合の埋立処分量(10年間)は372,000m³(465,000トン)となった。2つのケースを比較すると、焼却処理した場合、10年間で埋立処分量を約273万m³(264万トン)削減することができると試算された。これは、体積ベースで約88%の埋立処分量の削減に当たることから、焼却技術の導入は環境負荷低減効果に加えて、インドネシア国で大きな課題となっている最終処分場のひっ迫及び廃棄物の減量化に大きく寄与するものであるといえる。

表 8.2.2-2 埋立処分量の算出結果

直接埋立

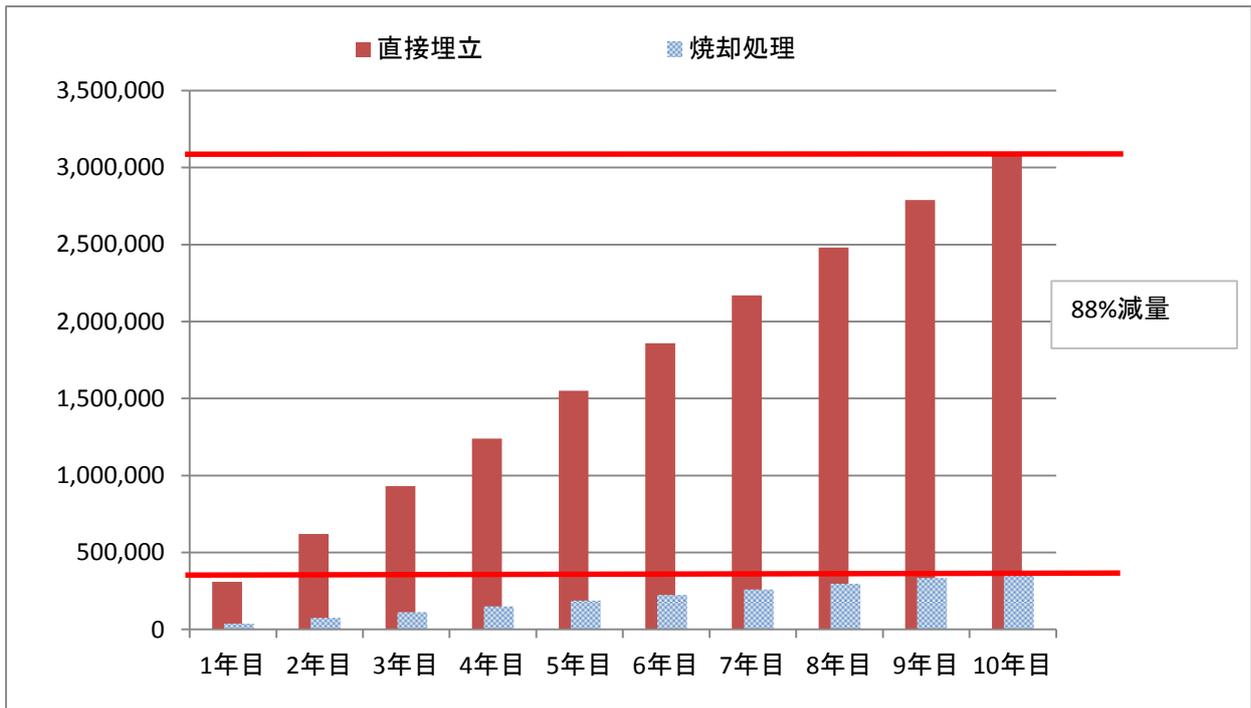
年		1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目
搬入量	トン/日	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
年間埋立処分量	トン/年	310,000	310,000	310,000	310,000	310,000	310,000	310,000	310,000	310,000	310,000
直接埋立累積	トン	310,000	620,000	930,000	1,240,000	1,550,000	1,860,000	2,170,000	2,480,000	2,790,000	3,100,000
総埋立量	m ³	310,000	620,000	930,000	1,240,000	1,550,000	1,860,000	2,170,000	2,480,000	2,790,000	3,100,000

焼却処理

年		1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目
	トン/日	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
年間焼却処理量	トン/年	310,000	310,000	310,000	310,000	310,000	310,000	310,000	310,000	310,000	310,000
焼却灰	トン/年	46,500	46,500	46,500	46,500	46,500	46,500	46,500	46,500	46,500	46,500
焼却灰累積	トン	46,500	93,000	139,500	186,000	232,500	279,000	325,500	372,000	418,500	465,000
総埋立量	m ³	37,200	74,400	111,600	148,800	186,000	223,200	260,400	297,600	334,800	372,000

年		1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	削減率
総埋立量	トン	-263,500	-527,000	-790,500	-1,054,000	-1,317,500	-1,581,000	-1,844,500	-2,108,000	-2,371,500	-2,635,000	85.0%
	m ³	-272,800	-545,600	-818,400	-1,091,200	-1,364,000	-1,636,800	-1,909,600	-2,182,400	-2,455,200	-2,728,000	88.0%

図 8.2.2-3 埋立処分量 (m3) の算出結果



8.2.3 温室効果ガス (GHG) 排出削減

現状を維持した場合（オープンダンピング処分と仮定）と WTE プラントを導入したした場合の温室効果ガス排出量を比較検討した。CO₂ 排出量の算出に当たっては、必要な定量的なデータが限られていることから、適宜、条件を想定して実施した。

下記の式を用いて算出した結果、年間で 310,000 トンの廃棄物を WTE プラントで処理した際に排出される CO₂ 排出量は 129,972 トン tCO₂/年と算出された。

WTE プラントによる焼却に伴う年間の CO₂ 排出量の算出結果の概要を以下に示す。

<算出式>

CO₂ 排出量 = プラスチック類の焼却量 × 炭素含有率 × 炭素全体中の化石燃料由来の割合 × 燃焼率 × 44 / 12

表 8.2.3-1 WTE プラントによる焼却に伴う年間の CO2 排出量の算出結果の概要

項目	単位	設定
処理能力	トン/日	1,000
稼働日数	日	310
年間処理量	トン/年	310,000
項目	単位	プラスチック類
対象ごみ割合	—	15.4%
対象ごみの焼却量	トン/年	47,740
炭素含有率	—	75%
炭素全体中の化石燃料由来の割合	—	100%
燃焼率	—	99%
年間CO2排出量(tCO2)	tCO2/年	129,972
CO2排出量(tCO2)(7年間)	tCO2/7年	909,804

一方、オープンダンピング処分した場合には、以下の二つの方法により CO2 排出量を算出した。

「コベネフィット定量評価マニュアル（第 1.0 版）（平成 21 年 6 月）」で示されている「廃棄物処分場からの温室効果ガス排出量算定 早見表」によると、本ケースの場合、CO2 排出量の 7 年間の平均は 52,217tCO2/年と示されている。そのため、1 年目に埋め立てたごみが 7 年間で排出する CO2 排出量は、下表より 365,519 tCO2 と算出される。また、7 年間にオープンダンピングサイトから発生する CO2 排出量は、1,462,076 tCO2 と算出される。

表 8.2.3-2 温室効果ガス排出量算定の早見表による CO2 排出量

単位：tCO2

年数	1	2	3	4	5	6	7	合計
1年目埋立ごみ	52,217	52,217	52,217	52,217	52,217	52,217	52,217	365,519
2年目埋立ごみ		52,217	52,217	52,217	52,217	52,217	52,217	313,302
3年目埋立ごみ			52,217	52,217	52,217	52,217	52,217	261,085
4年目埋立ごみ				52,217	52,217	52,217	52,217	208,868
5年目埋立ごみ					52,217	52,217	52,217	156,651
6年目埋立ごみ						52,217	52,217	104,434
7年目埋立ごみ							52,217	52,217
合計	52,217	104,434	156,651	208,868	261,085	313,302	365,519	1,462,076

また、環境省温室効果ガス排出量算定方法検討会の検討結果として報告されている「温室効果

ガス排出量算定に関する検討結果 第4部 廃棄物分科会報告書（平成18年8月）」で示された方法を参考に算出した結果を以下に示す。

310,000 トン/年の廃棄物をオープンダンピング処分した際に排出される CO2 排出量は 340,179 トン tCO2 と算出された。

オープンダンピング処分に伴う CO2 排出量の算出結果の概要を以下に示す。

表 8.2.3-3 オープンダンピング処分に伴う CO2 排出量の算出結果の概要

項目	廃棄物の種類									
	有機ごみ	剪定ごみ	紙ごみ	果実の皮	繊維	雑紙	木材	段ボール紙	紙パック	新聞紙
算出区分	食物くず	木くず	紙くず	食物くず	天然繊維くず	紙くず	木くず	紙くず	紙くず	紙くず
排出係数	145	151	136	145	150	136	151	136	136	136
炭素含有率(DOC)	43.4%	45.2%	40.9%	43.4%	45.0%	40.9%	45.2%	40.9%	40.9%	40.9%
ガス化率(DOCf)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
好気分解補正係数(CF)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
メタンガス比率(F)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
年間処分量 (トン/年)	310,000	310,000	310,000	310,000	310,000	310,000	310,000	310,000	310,000	310,000
対象ごみの割合	37.1%	17.7%	7.6%	2.8%	2.4%	1.7%	1.0%	0.8%	0.4%	0.4%
対象ごみの処分量 (トン/年)	115,010	54,870	23,560	8,680	7,440	5,270	3,100	2,480	1,240	1,240
メタン発生割合	50.0%	50.0%	50.0%	50.0%	50.0%	50.0%	50.0%	50.0%	50.0%	50.0%
メタン排出量 (tCH4)	8,338	4,143	1,602	629	558	358	234	169	84	84
地球温暖化係数(メタン)	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
CO2排出量 (tCO2)	175,098	87,003	33,642	13,209	11,718	7,518	4,914	3,549	1,764	1,764
合計 (tCO2)	340,179									

310,000 トン（1,000 トン/日×310 日）の廃棄物を WTE プラントで処理した場合、約 130,000tCO2 が排出される。これに対して、オープンダンピングで埋立処分した場合、7 年間で 365,519 tCO2 が排出される（割合は比較的に高くないが、8 年目以降も温室効果ガスの排出は続く。）ことから、WTE プラントを導入することによって、約 21～24 万 tCO2 の削減が見込まれる。

また、7 年間に WTE プラント及びオープンダンピングサイトから排出される CO2 排出量はそれぞれ 909,804 tCO2/7 年、1,462,076 tCO2/7 年で、年間ベースで約 7.9 万 tCO2 の削減が見込める結果となった。

概略の算定結果ではあるが、WTE プラントを導入することにより、排出削減効果が高いメタンの大幅な削減が可能であることから、導入の効果は極めて大きいといえる。

表 8.2.3-4 比較表

	WTE プラントを導入した 場合	現状を維持した場合 (オープンダンプ グ処分と仮定)	削減量
年間処理量(処分量) 310,000t の処理(処分)に起因して発 生する CO2 排出量	129,972 tCO2	365,519 tCO2 (340,179 tCO2)	235,547 tCO2 (210,207 tCO2)
年間処理量(処分量) 310,000t の処理(処分)によって、7 年間に施設から発生する CO2 排出量	909,804 tCO2/7 年	1,462,076 tCO2/7 年	552,272 tCO2/7 年 (78,896 tCO2/年)

8.2.4 その他の環境負荷削減効果

(1) 処分場の整備状況

インドネシア国で発生する一般廃棄物のほとんどは埋立処分されている。インドネシア国では、2008年に制定された廃棄物管理法(NUMBER18)によって、処分場の設備及び運転・管理に対する規制が厳しくなり、2013年までにオープンダンプを禁止することになっている。しかし、現状は、施設の不備及び不適正な運転・管理によって、処分場の周辺に悪影響を及ぼしていることが懸念されている。

インドネシア国の大中都市における最終処分場整備の現状を以下に示す。

表 8.2.4-1 大中都市における最終処分場整備の現状

市/州/施設名 項目	Medan		Palembang	Semarang
	Sumatera Utara		Sumatera Selatan	Jawa Tengah
	Namo Bintang	Terjun	Sukajaya	Jatibarang
ごみ量 (m3/日)	4,013		1,926	1,926
面積 (ha)	17	14	25	45
整備概要	オープンランド	オープンランド	衛生埋立	衛生埋立

市/州/施設名 項目	Bandung	Surabaya	Makassar
	Jawa Barat	Jawa Timur	Sulawesi Selatan
	Pasir Impun	Keputih	Tamangapa
ごみ量 (m3/日)	7,775	8,368	3,312
面積 (ha)	7	41	8
整備概要	衛生埋立	衛生埋立	オープンランド

市/州/施設名 項目	Padang	Lampung	Surakarta	Malang
	Sumater Barat	Lampung	Jawa Tengah	Jawa Timur
	Air Dingin	Bakung	Putri Cempo	Supiturang
ごみ量 (m3/日)	1,872	941	883	3,168
面積 (ha)	30	13	17	1
整備概要	衛生埋立	オープンランド	オープンランド	オープンランド

市/州/施設名 項目	Tebing Tinggi	Jambi	Batam	Yogyakarta
	Sumatera Barat	Jambi	Kepri	DI Yogyakarta
	Tebing Tinggi	Talang Bakung	Bukit Samyong	Ngablak
ごみ量 (m3/日)	621	1,097	540	1,200
面積 (ha)	7	-	14	15
整備概要	オープンランド	オープンランド	オープンランド	衛生埋立

市/州/施設名 項目	Palangkaraya	Pontianak	Balikpapan	Banjarmasin
	Kalimantan Tengah	Kalimantan Barat	Kalimantan Timur	Kalimantan Selatan
	Cilik Riwut	Pari/Malaya	Karang Joang	Landasan Ulin
ごみ量 (m3/日)	289	1,434	922	1,495
面積 (ha)	10		5	10
整備概要	オープンランド	衛生埋立	衛生埋立	衛生埋立

市/州/施設名 項目	Palu	Denpasar	Ambon
	Sulawesi tengah	Bali	Ambon
	Kawatuna	Suwung	Air Kuning
ごみ量 (m3/日)	717	942	473
面積 (ha)	25	40	12
整備概要	オープンランド	衛生埋立	衛生埋立

注：一部最新データでないため、数値の取扱いに留意が必要。

また、経済産業省の事業化調査として報告されている処分場の周辺環境に関する調査結果を参考として以下に示す。

<p>【事例 1】 施設：最終処分場（西ジャワ州ブカシ市） 面積：110.3 ha 対象ごみ：都市ごみ 搬入量：5,000～6,000 トン/日 調査結果（2011 実施）：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 大気；施設周辺は大気環境基準値を満足した。埋立廃棄物の自然発火に由来する大気汚染があった。 2. 河川水質（近隣）；BOD、糞便性大腸菌、大腸菌が水質基準を超過した。 3. 地下水；濁度、鉄分、六価クロム、大腸菌において、基準値を超過する地点があった。

4. 悪臭；アンモニア、硫化水素が排出基準値を超過した。
 5. 浸出水；「排水に関する基準（環境大臣令）」の基準値と比較して、ふっ素、水銀、セレンが超過した。
- まとめ：
- 処分場による環境影響を定量的に証明できるものではないが、運転・管理が適切に行われていないことを考慮すると、処分場に起因する周辺環境への悪影響の可能性はある。

【事例 2】

施設：最終処分場（マラン市）

面積：15.2ha（25ha を拡張予定）

対象ごみ：都市ごみ（家庭ごみ、市場ごみ）

搬入量：400～450 トン/日

調査結果（2011 実施）：

1. pH；河川水と浸出水の混入があると推測される水において、差異はなかった。
2. 電気伝導度（EC）；浸出水の混入があると推測される水の測定値が河川水よりも高かった。
3. 全有機炭素（TOC）；浸出水の混入があると推測される水の濃度が河川水よりも高かった。
4. 全窒素（T-N）；浸出水の混入があると推測される水の濃度が河川水よりも高かった。

まとめ：

浸出水の影響があると考えられる水の全有機炭素及び全窒素等の結果が河川水より高かったことなどから、処分場から周辺環境に浸出水が漏れていることが伺える結果となっており、処分場に起因する周辺環境への悪影響の可能性はある。

出典：民活インフラ案件形成等調査（経済産業省）

（2）浸出水 BOD の低減

埋立処分場からは、埋立した廃棄物自体に含まれる水分及び降雨等を起因とする浸出水が発生する。そのため、衛生理立処分場と言われる最終処分場では、処分地における適切な遮水工とともに、浸出水等の処理を行うための水処理設備が整備される。

途上国でのごみ組成は厨芥類の割合が非常に高い傾向にあるため、途上国における浸出水処理設備では、特に BOD で示される有機性物質の処理が主要な目的となる。本事業で分析した **Suwung** 最終処分場におけるごみについても、有機性廃棄物（有機ごみ、剪定ごみ、果実の皮）が全体の約 58% を占める分析結果が確認されたため、同様の対策が必要となる。

現在、サルバギタ広域地区で供用されている **Suwung** 最終処分場は衛生理立処分場とされているが、運営・維持管理が適切に行われていないため、浸出水による周辺環境への影響が懸念されている。BOD 濃度の高い浸出水が自然界に流出されると、富栄養化、悪臭発生、水の変色など、放流先の河川や地下水の水質汚濁を招き、飲料用水源及び生態系等に悪影響を及ぼすため、周辺住民の生活環境及び健康に深刻な問題をもたらす可能性がある。また、バリ島の特有事情として、処分場からの排水は近隣河川等を通じ短時間で海面へ流出することが予想されるが、**Suwung** 処分場は海岸へごく近い距離に立地しており、サヌールやヌサドゥア等の観光地にも近接していることから、観光業への悪影響も懸念される。

WTE プラントの導入により、適切に焼却処理された衛生的な焼却灰を主体に埋立処分されることになるので、BOD 濃度の高い浸出水が発生することがなくなり、有機性物質による周辺環境への影響が低減される。

(3) 重金属濃度低減

最終処分場に直接埋立された廃棄物に含まれる重金属については、浸出水等によって場外に流出する可能性がある。WTE プラントによる焼却処理を行うことにより、多くの重金属類は灰に濃縮されるため、灰の管理を適正に行うことにより、場外に排出される重金属の低減を図ることが期待できる。

(4) 周辺環境の改善

施設に搬入される廃棄物を直接埋立でなく、焼却技術を用いた中間処理を行うことにより、下記の効果が期待できる。

<大気環境>

最終処分場では直接埋立された廃棄物の自然発火が発生しており、これに伴う煙によって周辺住民の生活環境に悪影響を及ぼしている。WTE プラントを導入することにより、自然発火を引き起こす廃棄物の埋め立てがなくなる。また、WTE プラントの排ガス処理設備で適切な処理を行うことにより、廃棄物処理施設の稼働による大気への影響は低減される。

<悪臭>

直接埋立された廃棄物に対して覆土や薬品散布を行うなどの適切な運転管理がなされていないため、悪臭が発生し、周辺住民の生活環境に悪影響を及ぼしている。WTE プラントを導入することにより、悪臭の要因となっている物質は焼却処理工程で燃焼することができることから、悪臭による周辺環境への影響は低減される。

<衛生面>

厨芥類などの腐敗する廃棄物は、悪臭や衛生害虫獣の発生を防止するため、迅速かつ適切に処理することが求められる。直接埋立を行う場合は、即日覆土や薬品散布によってある程度防止することは可能であるが、WTE プラントでは熱処理を行うことにより悪臭物質及び細菌類等を確実に処理することができることから、公衆衛生向上に大いに寄与することができる。

(5) 浸出水によるマングローブへの影響の低減

浸出水には BOD 等の有機性物質だけでなく、埋立廃棄物の種類によって病原性細菌も含め様々な汚染物質が混入している可能性がある。また、浸出水は、一般的に河川水や地下水と比較して、電気伝導度及び塩類が高くなる傾向にあるため、周辺環境（生態系、農業、土地利用等）に応じた塩類対策が必要となる。このため、衛生埋立処分場を建設する際には、搬入する廃棄物及び建設予定地の周辺環境を考慮し、それに適した浸出水処理設備を整備する必要がある。これに対して、WTE プラントでは、様々な汚染の可能性がある浸出水が発生しないほか、燃焼、水処理、排ガス処理などの運転管理を適切に行うことにより、マングローブを含む周辺の生態系への影響を低減することが期待できる。

8.3 社会的受容性

8.3.1 日本における WTE プラント整備事例

我が国では、WTEプラントを整備する際に、環境影響評価法等の法律に基づいて環境影響評価を実施する必要がある。我が国においても、廃棄物処理施設は迷惑施設とのイメージが強く、施設整備に伴う周辺環境への影響を懸念する地域住民が少なくないことから、環境影響評価の実施が義務付けられている。環境影響の評価項目は、大気、水質、土壌、生態系等の一般環境に係る項目だけでなく、景観、日照障害、コミュニティなど、周辺住民の生活環境に係る項目も含まれている。環境影響評価に係る調査及び結果に関しては原則公開され、地域住民からの意見も施設整備の検討に反映される仕組みとなっており、施設整備及び供用に伴う様々な影響を可能な限り低減するための対策が講じられている。

また、地方自治体によっては、廃棄物処理施設を地域還元型施設と位置付け、WTEプラント周辺の公共施設に対して電力や熱源の供給を行い、周辺住民の協力と理解のもと、施設整備及び運転・管理を行っている。

WTEプラントの整備に際して、我が国で実施された社会的受容性を高めるための対策の事例を以下に示す。

事例 1	事例 2
場所：東京都練馬区 焼却炉：全連続燃焼式火格子焼却炉（廃熱ボイラ付） 処理能力：500 トン/日（250 トン/日・炉×2 基） 発電設備（定格出力）：約 18,700kW 敷地面積：約 15,000m ²	場所：東京都目黒区 焼却炉：連続燃焼式焼却炉（蒸気タービン付） 処理能力：600 トン/日（300 トン/日・炉×2 基） 発電設備（定格出力）：約 11,000kW 敷地面積：約 29,000m ²
【社会的受容性を高めるための対策】 建設地が閑静な住宅街に位置することから、地域環境との調和及び景観に配慮した施設とした。 ・地下部を有効に活用して施設の高さを抑え、地域環境との調和を図った。 ・屋上緑化、施設壁面の緑化、植樹等を施し、周辺の景観と調和した施設とした。	【社会的受容性を高めるための対策】 焼却によって発生する廃熱を場内の給湯、暖房等に利用するだけでなく、余熱を近隣の各種公共施設等（プール、緩衝緑地など）で幅広く活用することにより、地域清掃行政の根幹を担う施設としてだけでなく、地域還元型施設として地域住民の理解を得て、施設の運転・管理を行っている。



練馬清掃工場完成予想図
 （東京二十三区清掃一部事務組合ウェブサイトより）



目黒清掃工場現地写真
 （目黒清掃工場パンフレットより）

8.3.2 WTE プラント建設に係る住民合意形成および環境影響への懸念排除

(1) ウェストピッカー対策

インドネシア国では、一部の最終処分場で組織的に有価物回収を実施しているところがあるものの、Suwung 最終処分場では個々のウェストピッカーによって有価物の回収が行われている。本処分場におけるウェストピッカーの活動については、詳細に把握できていないが、衛生的な作業環境でないことが推測される。WTE プラントの供用が開始されると、搬入される廃棄物はごみピットに投入されるため、現在行われているような資源物の回収ができなくなるため、ウェストピッカーの生計に影響を及ぼす可能性がある。

一方で、WTE プラントの安定的な稼働を確保するためにも、燃焼に不適正な廃棄物は可能な限り事前に回収することが必要となる。これを踏まえ、WTE プラントの導入に当たっては、付帯設備の一つとして選別のための前処理設備を整備し、ウェストピッカーがより衛生的な作業環境の中、現在と同程度の収入を安定的に得ることができる環境を創造することが求められる。

(2) 電力供給

WTE プラントは、廃棄物の適正な処理を行う廃棄物処理施設の役割を担うとともに、併設する発電設備によって発電施設としての機能を持っている。WTE プラントから供給される電力は、発電を目的とした施設と比較すると小規模であるが、環境配慮型の再生可能エネルギーの一つとして地球温暖化対策に寄与することから、その有効利用の推進が期待されている。我が国では、以前より廃棄物発電付き焼却処理施設の導入が積極的に進められている。平成 24 年度時点で、一般廃棄物の焼却処理施設のうち、318 施設が廃棄物発電を行っており、総発電能力は約 1,754 千 kW となっている。

インドネシア国の持続的な経済発展のためには、安定した電力供給が不可欠である。廃棄物発電は、エネルギー源が再生可能エネルギーの中でも安定した廃棄物であることから、風力発電などの自然エネルギーと比較して安定した電力供給が可能である。電力の安定供給はインドネシア国で大きな課題の一つであることから、WTE プラントは、エネルギー政策の視点からも地域に不可欠なインフラ施設になり得る可能性がある。

第9章 海外展開計画案の見直し

9.1 事業の実現性を高めるための課題と解決策の検討

9.1.1 事業採算性を高めるための考察

第8章1節にて試算した事業計画では事業採算性が確保できないため、本章では事業性を改善させるため、各種条件設定を変更し、内部収益率の変動を考察する。

改めて現在の各種条件とその採算事業性を示す。

表 8.1.2-1 融資条件

項目	条件
通貨	インドネシア-ルピア
金利	10%
返済期間	15年
返済据置期間	5年
融資額	Project コストの 70%

表 8.1.3-2 財務分析キャッシュフローの条件

項目	条件
事業期間	20年間
建設期間	3年間
為替(IDR/JPY)	IDR 107 / 1JPY
為替(IDR/USD)	IDR 12,602 / 1USD
償却期間	20年(定額)
法人税	25%
ごみ量	1,000ton / 日
売電単価(FIT)	IDR 1,450 / kWh
建設費(CAPEX)	IDR 1,610,700,000,000 (150 億円相当)
建設費(1年目)	全体の 20%
建設費(2年目)	全体の 50%
建設費(3年目)	全体の 30%
焼却灰・飛灰 最終処分費	IDR 12,602 / ton
物価上昇※	5.2% (2010-2013 の平均値)
年間稼働時間	310日 / 年
発電量	17.4 MWh
所内消費	4.1 MWh
売電量	13 MWh
排出灰量	150 ton / 日
処理費(Tipping Fee)	IDR 300,000 / ton

※物価上昇は、処理費(Tipping Fee)、売電単価、OPEX(運営維持費)に反映

表 8.1.4-3 財務分析データ

項目	データ
出資額総額	IDR 550,859,400,000
借入額総額	IDR 1,285,338,600,000
処理費収入(Tipping Fee)総額	IDR 3,146,778,258,757
売電収入総額	IDR 4,854,849,497,611
Project F-IRR	8.9%

上記条件のうち、ごみの処理費(Tipping Fee)、売電価格、建設費を変動させ、内部収益率(Project F-IRR)を考察する。

9.1.1.1 ごみ処理費(Tipping Fee)

第 8 章 1 節で設定した処理費(Tipping Fee)は近年のインドネシア国内での入札(PPP 案件)等の設定価格を考慮して、IDR 300,000/ton としたが、現実的には、この処理費(Tipping fee)では、適切な施設の建設・運営は難しいと判断せざるを得ず、日本企業が参画することはハードルが高い状況にある。今回、処理費(Tipping Fee)を 10%、20%、30%、40%、50%と上昇させて、内部収益率の変動を確認した。

表 9.1.1.1-1 処理費(Tipping Fee)の変動影響

	0%UP	10%UP	20%UP	30%UP	40%UP	50%UP
処理費 (IDR/ton)	300,000	330,000	360,000	390,000	420,000	450,000
F-IRR(%)	8.9	9.7	10.4	11.1	11.8	12.5
Cash Flow ※	Negative	Negative	Positive	Positive	Positive	Positive

※Cash Flow：運営期間中に SPC 所有現金がマイナスになった場合も採算性なしと判断する。

近年のインドネシア国内の状況を勘案すると、自治体が SPC に対し、ごみ処理費(Tipping Fee)を IDR 450,000/ton 以上支払うことは難しいように見受けられる。

今回の考察では、ごみ処理費(Tipping Fee)の変動のみでは、仮目標とした内部収益率(Project F-IRR)には到達できないことが明らかになった。

尚、本調査の事業計画では、物価上昇 5.2%を含んでいるため、ごみ処理費(Tipping Fee)の収入もこの物価上昇率の影響を受けている。

9.1.1.2 売電単価

現在の売電価格は、2013年に制定された電力の固定価格買い取り制度(Feed in Tariff : FiT)の単価を採用している。物価上昇や原油価格等に合わせて、固定価格買い取り制度の設定単価も改定される可能性もあるため、今回、売電価格を、3%、5%、10%、15%、20%と上昇させて、内部収益率(Project F-IRR)の変動を確認した。

表 9.1.1.2-1 売電価格の変動影響

	0%UP	3%UP	5%UP	10%	15%	20%
売電単価 (IDR/kWh)	1,450	1,494	1,523	1,595	1,668	1,740
F-IRR(%)	8.9	9.3	9.5	10.1	10.6	11.2
Cash Flow	Negative	Negative	Negative	Positive	Positive	Positive

今回の考察では、売電単価の上昇だけでは、目標とする事業採算性を達成することは、極めて難しいことが明らかとなった。

尚、9.1.1.1 ごみ処理費(Tipping Fee)の考察と同様に、本調査の事業計画では、物価上昇 5.2%を含んでいるため、ごみ処理費(Tipping Fee)の収入もこの物価上昇率の影響を受けている。

9.1.1.3 ごみ処理費(Tipping Fee)と売電価格

ごみ処理費(Tipping Fee)と売電価格、それぞれ単独の上昇では、目標としている内部収益率(Project F-IRR)=15%は達成できないとの結果となった。

よって、ごみ処理費(Tipping Fee)と売電価格の双方を同時に上昇させて、内部収益率(Project F-IRR)の変動を確認した。

今回の考察では、売電価格を 10%、20%で固定し、ごみ処理費(Tipping Fee)を上昇させて、内部収益率(Project F-IRR)の変動を確認した。

①売電価格 10%上昇

売電価格を 10%上昇させた単価(IDR1,595/kWh)で固定し、ごみ処理費(Tipping Fee)を変動した際の内部収益率(Project F-IRR)を確認した。

表 9.1.1.3-1 売電価格 10%UP-ごみ処理費の変動影響

T/F	0%UP	10%UP	20%UP	30%UP	40%UP	50%UP
処理費 (IDR/ton)	300,000	330,000	360,000	390,000	420,000	450,000
売電単価 (IDR/kWh)	1,595	1,595	1,595	1,595	1,595	1,595
F-IRR(%)	10.1	10.8	11.5	12.2	12.8	13.4
Cash Flow	Positive	Positive	Positive	Positive	Positive	Positive

この条件では、目標内部収益率=15%は達成できなかった。

②売電価格 20%上昇

売電価格を 20%上昇させた単価(IDR1,740/kWh)で固定し、ごみ処理費(Tipping Fee)を変動した際の内部収益率(Project F-IRR)を確認した。

表 9.1.1.3-2 売電価格 20%UP-ごみ処理費の変動影響

T/F	0%UP	10%UP	20%UP	30%UP	40%UP	50%UP	60%UP
処理費 (IDR/ton)	300,000	330,000	360,000	390,000	420,000	450,000	480,000
売電単価 (IDR/kWh)	1,740	1,740	1,740	1,740	1,740	1,740	1,740
F-IRR(%)	11.2	11.9	12.5	13.2	13.8	14.4	15.0
Cash Flow	Positive						

売電価格を現行の固定買い取り制度(Feed in Tariff)よりも 20%上昇させ、且つごみ処理費(Tipping Fee)を IDR480,000/ton に設定して、初めて目標内部収益率(Project F-IRR)に到達した。

今後、サルバギタ広域組合、デンパサール市及び電力固定価格買い取り制度(Feed in Tariff)の所管省であるエネルギー鉱物資源省(Ministry of Energy and Mineral Resources Republic of Indonesia)との交渉の目安となる数値を確認することができた。

9.1.1.4 建設費

上記で収入の上昇による内部収益率(Project F-IRR)の変動を確認したが、

次に、建設費を段階的に削減し、内部収益率(Project F-IRR)の変動を確認する。

表 9.1.1.4-1 建設の削減影響

	0%DOWN	10%DOWN	20%DOWN	30%DOWN	40%DOWN	50%DOWN
建設費 (M IDR)	1,610,700	1,449,630	1,288,560	1,127,490	966,420	805,350
出資額総額 (M IDR)	550,859	491,425	436,821	382,219	327,616	273,014
借入額総額 (M IDR)	1,285,339	1,146,657	1,019,251	891,844	764,438	637,032
F-IRR(%)	8.9	10.8	12.8	15.2	18.0	21.5
Cash Flow	Negative	Positive	Positive	Positive	Positive	Positive

考察の結果、建設費を30%削減することが可能であれば、目標内部収益率(Project F-IRR)に到達できることが確認できた。建設費の削減は、借入額の減少に大きく貢献し、利息の支払いを減額したことがCash Flowの向上に寄与した面が大きいと考えられる。

建設費を削減することは、EPC業者のコスト削減努力とあわせ、日本からの補助金等の資金支援策の適切な活用も必要である。

前述のとおり、インドネシアと日本は二国間クレジット制度(JCM)の覚書締結国となっており、JCMのもとでの資金支援策が設定されている。次項では、JCMでの資金支援策の活用による事業採算性の変動について考察する。

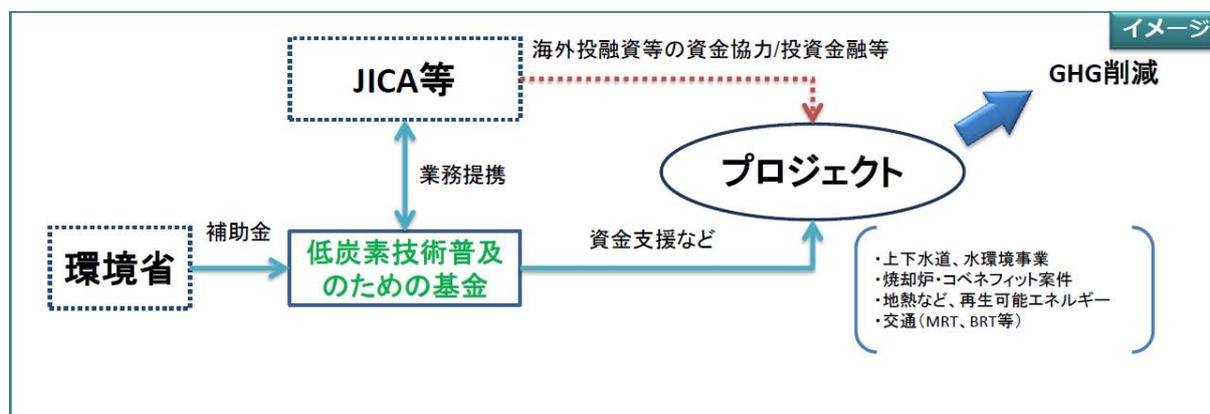
9.1.1.5 二国間クレジット制度(Joint Crediting Mechanism : JCM)

二国間クレジット制度(Joint Crediting Mechanism)とは、日本政府が世界に向けて提案した地球温暖化対策の施策のひとつで、日本企業が有する温室効果ガス削減に寄与する技術・製品・システム・サービス・インフラ等によって、途上国の温室効果ガス削減を実現した場合、実現した温室効果ガス排出削減を日本の削減目標の達成に活用する仕組みである。

日本-インドネシア間は、2013年に二国間文書に署名し、JCM対象国となっている。

JCMのもとで、日本の低炭素技術を相手国に導入するための支援策として、環境省が主導する“一足飛び(リープフロッグ)”型発展の実現に向けた資金援助(JICA海外投融資連携型JCM基金)がある。具体的には、JICA投融資を適用し一定の要件が整った事業において、建設費のうち温室効果ガス削減に寄与する部分を対象とする補助金をもって支援するものである。

図 9.1.1.5-1 “一足飛び”型発展の実現に向けた資金援助イメージ



出展：環境省

ごみ焼却発電事業における資金支援の対象となる部分(温室効果ガス削減に寄与する部分)の取決めは今後の課題であるが、今回は建設費への補助金を建設費の10%,20%,30%,40%,50%と設定し、内部収益率に与える影響を確認した。

表 9.1.1.5-2 JCM 補助金の影響

	0%	10%	20%	30%	40%	50%
補助金額 (JPY)	0	15 億	30 億	45 億	60 億	75 億
補助金額 (M IDR)	0	161,070	322,140	483,210	644,280	805,350
建設費 (M IDR)	1,610,700	1,449,630	1,288,560	1,127,490	966,420	805,350
出資額総額 (M IDR)	550,859	491,425	436,821	382,219	327,616	273,014
借入額総額 (M IDR)	1,285,339	1,146,657	1,019,251	891,844	764,438	637,032
F-IRR(%)	8.9	10.8	12.8	15.2	18.0	21.5
Cash Flow	Negative	Positive	Positive	Positive	Positive	Positive

建設費の削減同様、JCM 補助金は借入額の減少に大きく貢献し、利息の支払いを減額したことが Cash Flow の向上に寄与した面が大きいと考えられ、内部収益率(Project F-IRR)・事業採算性に与える影響は極めて高く、日本企業が途上国でごみ焼却発電事業に参画する際、JCM 補助金の

活用は不可欠なものとして期待される。

その他、インドネシア政府(財務省)が PPP 案件用に **Viability Gap Funding (VGF)** という財政支援策を 2012 年に公布しており、事業採算性の低い案件の成立を助成する仕組みがある。この仕組みも建設費の一部に対し補助金(現金)を支給するものである。

なお、補助金制度は、重複適用できないケースもあり、今後の調査で最適な補助金制度の精査も必要だと認識している。

本節では、事業実現性のうち、事業採算性に注目したが、やはり現在のインドネシアを取り巻く案件条件(ごみ処理費や売電価格)では案件の実現性は低いと判断せざるを得なく、上記で検討したような条件改善案を案件実現に向けて実行する必要がある。

9.1.2 事業を実現させるための課題(事業採算性以外の面)

9.1.2.1 ごみ量データ、マスタープラン

デンパサール市にある **SUWUNG** 最終処分場では 2013 年以降、搬入されるごみの重量を計量しておらず、トラック荷台の立米数で記録を取っている状況であるため、2013 年以降の正確なごみ搬入量記録が存在しない。

また、現在サルバギタ広域組合及びデンパサール市には、ごみ量の将来予測を含めた廃棄物管理のマスタープランが存在しない為、ごみ焼却発電事業を **PPP(BOT)** 案件として検討を続けるためのみならず、**WTE** プラント導入も含めた最適な廃棄物マネジメントシステム構築のためには、マスタープランの作成が必要である。

なおごみ量データの蓄積には、**SUWUNG** 最終処分場にて計量設備を持っている **NOEI** 社に協力するようにサルバギタ組合に依頼する予定である。

9.1.2.2 建物の高さ制限

バリ島では、特有の建物の高さ制限を設けている。バリ・ヒンドゥー教の寺院よりも高い建物を建てないためと言われており、具体的には、前述(2.4.2)の通り、**15m**までとされている。

公的な建物もしくは用途上、**15m** 以上の高さが必要となる施設についてはその限りではないと謳われているが、サルバギタ組合長からも指摘があり、今後検討が必要である。

高さ制限をクリアするには半地下式施設の導入もアイデアではあるが、排ガスの大気放出には周辺環境への影響を避けるため、煙突は一定以上の高さが要求されるため、今後の調査で、各種条件の詳細を含め、バリ州やサルバギタ組合と密に協議し、バリ島に最も相応しい施設の検討を継続する必要がある。

9.1.2.3 財政確認

BOT で案件形成を目指す際、事業者のリスク分析やファイナンス組成の為に、サルバギタ組合

及び構成員(市・県)の支払能力を調査する必要がある。本調査、及び「平成 26 年度 我が国循環産業海外展開事業化促進のための研修」を通して、サルバギタ組合及びデンパサール市関係者には、ごみ処理費(Tipping Fee)の必要性については一定の理解を得たものと認識しているが、サルバギタ組合及び構成員(市・県)の財政状況を確認しながら、事業化スケジュールや事業規模について、慎重に協議を進める必要がある。

9.1.2.4 ウェストピッカーによる有価物の抜き取り

デンパサール市では中間集積所にて、スカベンジャーによる有価物(プラスチック、金属類)の抜き取りが行われている。廃棄物の組成・性状等調査において有機ごみの割合が高いと結果が出たため、特にプラスチックに関しては、発電に影響するごみ発熱量の確保の為に、ごみの運搬に関してはより厳しく管理する必要があると考える。

WTE プラントにて、ウェストピッカーを雇用することも解決策のひとつとして認識しており、今後、協議を継続する意向である。

9.1.2.5 PPA(電力購入契約)

本調査において、サルバギタ組合へのヒアリングの結果、バリ島における WTE プラントからの発電には、Feed in Tariff(FiT)の適用が可能であると確認できた。

しかし、電力会社と SPC(Special Purpose Company)との所掌範囲(送電線等の設備所掌)や PPA の詳細、特に 7.2.2 特別目的会社(SPC)の事業実施に必要な条件に記載した PPA に関する条件については、電力会社と協議を重ねる必要がある。

9.1.2.6 中央政府保証

7.2.2 特別目的会社(SPC)の事業実施に必要な条件に記載の通り、事業実施には中央政府保証を要求している。具体的には、インドネシア国には、IIGF という PPP 案件に適用する中央政府保証の制度があり、IIGF 適用に向け、サルバギタ組合・デンパサール市と協力を継続する。

9.1.2.7 最終処分場の確保

WTE プラントでは、廃棄物を焼却処理した結果、焼却灰と飛灰を発生する。

焼却灰に関しては、事前処理によって、セメント製造の材料として再利用可能であるが、飛灰に関しては、最終処分場にて埋立管理されることが求められる。

飛灰だけではなく、焼却灰に関しても、長期的視点による費用対効果を十分に検証し、処理方法を検討する必要がある。

9.1.2.8 ごみ処理サービス契約

サルバギタ組合と SPC(Special Purpose Company)が締結するごみ処理に関する契約書の内容について引き続き議論をする必要がある。

具体的な論点として、7.2.2 特別目的会社(SPC)の事業実施に必要な条件にて記載した通り、ごみ量の保証、ごみ質の保証、搬入ごみの最低発熱量の保証が挙げられる。

勿論、この要求は SPC の採算性を安定させる為ではあるが、SPC とサルバギタ組合との最適なリスク分担が狙いであり、最終的な目標は、より安価なごみ処理費(Tipping Fee)で安定的な操業を続ける条件づくりを目指したサルバギタ組合との協力関係構築・継続が不可欠である。

9.1.2.9 土壌調査

WTE プラントの建設予定地は、SUWUNG 最終処分場敷地内を想定している。

SUWUNG 最終処分場は、海にも近く、地盤が脆弱な可能性もあり、今後、継続的な調査が必要である。

9.2 案件の実現性を高めるための提言

9.2.1 排出基準

日本における WTE プラントの改善・改良の遍歴を振り返ると、計画側にある国・自治体が排ガス基準や排水基準を設定し、各プラントメーカーがその基準に対応するために、WTE プラントの技術力を向上させてきた歴史であったと言える。具体例では 1990 年代には排ガスに含まれるダイオキシンが社会問題となり、1997 年に「ごみ処理に係るダイオキシン類発生防止等ガイドライン」が制定された。これを受け、燃焼制御システムによる完全燃焼技術の向上に加え、除じん効果に優れた「バグフィルター」が設置されるようになった事例があげられる

インドネシアでは現在、環境影響に充分配慮した排出基準等は設定されていないが、今後の都市化進展に伴い、日本やその他先進国と同様の適切な排出基準の整備が必要になってくることは自明である。適切な排出基準の明確な設定は、不適合技術や業者の参入を排除し、適切な技術・業者が参画する土台ともなる。

排出基準に耐えうる企業の参画による施設建設・運営は、結局は地域住民の安心にも繋がり、WTE プラントの社会的受容性を向上させることにつながる。

9.2.2 収入源

東南アジア地域において、課題であるのが自治体の支払能力である。

WTE プラントの稼働により適切なごみ処理管理が実現できることは間違いない一方で、埋立処理に比べ、処理費用はかかるのが現実であり、多くの自治体が財源確保に苦慮しているのが実態である。そのため、安易に PPP 事業を志向する例が多く、官民の適切なリスク分担に関する慎重な検討作業を減ることなく発注、官側での適切な評価を経ないで、技術面・資金面での明確な根拠無く極端な低価格を戦略として掲げる事業者の参入を許すこととなり、結果的には適切な廃棄物処理が実現されない、という結果を招いた事例も散見される。

サルバギタ地域は世界有数の観光地であるバリ島に位置し、年間を通して観光客が見込める地域である。また、世界各国から訪れた観光客のごみが排出量の一定割合を占めることも事実であることから、たとえば、観光税のような形で観光客にも一定の資金を負担させることも一案と考えられる。

9.2.3 3Rの推進

現状、中間集積所等でのスカベンジャーによる有価物の抜き取りで、事実上一定のリサイクルが実施されているとも解釈できる。

しかし、今後、都市化の進展とともにごみ質は変化しごみ量も増加することが予想されるため、現在の、インフォーマルな形でのリサイクル市場は破綻してゆくことが容易に想像される。また、スカベンジャー等は適切な収入を得ているとはいえ、劣悪な作業環境では衛生上・健康管理上の懸念が大きい。

その点においては、日本で高度に完成されたごみマネジメントシステム、すなわち、1) 発生源での排出抑制 (Reduce) 2) リサイクル意識の向上 (Reuse) 3) 適切なリサイクル市場の形成 (Recycle) 4) ごみ焼却発電による衛生的な処理とサーマルリサイクル 5) 埋立処分量の削減による最終処分場延命化 といった仕組みの構築が、現地においても求められるところである。

このうち、1) および2) については、排出源である住民・事業所・店舗等での地道かつ適切な啓発活動が必要であり、その点では、日本の自治体が有するノウハウを適切に移転してゆくことが必要である。3Rに関する地域住民への啓発活動は、廃棄物マネジメントシステムに主体的・積極的に関わってゆく意識の向上にもつながり、結果的に、適切なコスト負担に関する受容性とあわせ、新規施設となる WTE プラントの社会的受容性を向上させ、好循環を生むと考えている。