ブラジル国

ブラジル国
パラナ州における有機性汚泥の
乾燥処理技術に係る
案件化調査
業務完了報告書

平成 30 年 4 月
（2018 年）

独立行政法人
国際協力機構（JICA）

東北クリーン開発株式会社

国内
JR（先）
18-049

巻頭写真

クリチバ市環境局長面談の様子	PADILHA SUL 嫌気性処理場の様子
汚泥の乾燥処理作業の様子	環境省へのヒアリングの様子
ATUBA SUL 処理場 汚泥自然乾燥の様子	クリチバ市環境局長との 面談の様子
ベレン処理場内の バイオガスタンクの様子	バイオガス発電設備の様子

目次

巻頭写真 I
目次 II
略語表 III
図表番号 V
要約 VII
ポンチ絵 VII
はじめに XIX
第１章　対象国の現状 1

1-1 対象国・地域の開発課題 1
1-2 当該開発課題に関連する開発計画、政策、法令等 4
1-3 当該開発課題に関連する我が国国別開発協力方針 7
1-4 当該開発課題に関連する ODA 事業及び他ドナーの先行事例分析 8
1-5 対象国のビジネス環境の分析 10

第２章　提案企業、製品・技術概要 16

2-1 提案企業の概要 16
2-2　提案製品・技術の概要 17
2-3 提案製品・技術の現地適合性 22
2-4 開発課題解決貢献可能性 26

第３章 ODA 案件化概要 28

3-1 ODA 案件化概要 28
3-2 ODA 案件内容 28
3-3 C/P 候補機関組織・協議状況 34
3-4 他 ODA 事業との連携可能性 39
3-5 ODA 案件形成における課題・リスクと対応策 40
3-6 環境社会配慮等 41
3-7 期待される開発効果 42

第４章ビジネス展開計画 43

4-1 ビジネス展開計画概要 43
4-2 市場分析 47
4-3 バリューチェーン 50
4-4 進出形態とパートナー候補 52
4-5 収支計画 54
4-6 想定される課題・リスクと対応策 56
4-7 期待される開発効果 58
4-8 日本国内地元経済・地域活性化への貢献 59

別添

略語表

略語	正式名称	日本語訳
BMZ	Federal Ministry for Economic Cooperation and Development	ドイツ経済協力開発省
CAERD	Companhia de Águas e Esgotos do Estado de Rondônia	ロンドニア州水道公社
Cedae	Companhia Estadual de Águas e Esgotos	リオデジャネイロ州上下水道州営公社
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de Sao Paulo	サンパウロ州環境公社
CIDA	Canadian International Development	カナダ国際開発庁
CIF	Cost, Insurance and Freight	運賃・保険料込み条件
COSANPA	COMPANHIA DE SANEAMENTO DO PARÁ	パラー州水道公社
C/P	Counter Part	受入機関
CLT	Consolidação das Leis do Trabalho	統一労働法
COP	Conference of Parties	約国会議
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
FIRR	Financial Internal Rate of Return	財務的内部収益率
FCO	Foreign and Commonwealth Office	外務・英連邦省
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
IADB	Inter American Development Bank	米州開発銀行
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis	環境・再生可能天然資源院
IMF	International Monetary Fund	国際通貨基金
IPPUC	Institute for Research and Urban Planning of Curitiba	クリチバ都市計画研究所
ISO	International Organization for Standardization	国際標準化機構
IVA	Impuesto al Valor Agregado	付加価値税

JV	Joint Venture	共同企業体
LPG	Liquid petroleum gas	液化石油ガス
M/M	Minutes of Meeting	議事録
OJT	On the Job Training	業務を通して行う教育訓練
ODA	Official development assistance	政府開発援助
PPI	Program for Investment Partnership	コンセッション方式によるインフラ投資計画
RPF	Refuse Paper and Plastic Fuel	廃棄物固形燃料
SABESP	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo S.A	サンパウロ州上下水道公社
SANEPAR	Companhia de Saneamento do Paraná	パラナ州上下水道公社
SISNAMA	Sistema Nacional do Meio Ambiente	国家環境制度
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento	国家衛生情報システム
UNEP	United Nations Environment Programme	国連環境計画
VAT	Value Added Tax	付加価値税
WB	World Bank	世界銀行

図表番号

図番号	内容	ページ番号
1	名目 GDP の推移	1
2	都市人口比に係るブラジル、ラテンアメリカ・カリブ諸国の平均全世界平均の推移	2
3	ブラジルにおける都市部／地方部の下水普及率の比較	2
4	汚泥処理のフロー図	17
5	提案事業のフロー図	18
6	山形県における下水汚泥発生量、処理方法の推移	20
7	活動モデル図	30
8	設置機材（参考図）	33
9	実施体制図	33
10	想定するビジネスモデル 1	44
11	想定するビジネスモデル 2-1	45
12	想定するビジネスモデル 2-2	46
13	事業実施体制図	53
14	開発課題と提案企業が提供しうる解決策	58

表番号	内容	ページ番号
1	廃棄物に関する関係法令	4
2	パラナ州の都市固形廃棄物の法令	6
3	我が国国別開発協力方針との整合性	7
4	ブラジルの下水・汚泥分野における我が国の援助動向	8
5	ブラジルの下水処理分野における他ドナーによる支援事例	9
6	主な連邦税、地方税など	13
7	輸入コスト概算	15
8	提案企業の概要	16
9	提案企業の処理実績	19
10	汚泥処理手段の比較	20
11	各種燃料化方式の比較	21
12	主な行政機関などの現地適合性確認内容	23
13	主なビジネスパートナー候補や民間団体などの現地適合性確認内容	24
14	本邦受入活動のスケジュール	26
15	ODA 案件内容案	28
16	普及・実証事業の実施内容案	31
17	役割について	34
18	C/P 候補機関組織概要	34
19	協議内容	35
20	下水処理場毎の汚泥の成分	38
21	バイオガスの成分	38
22	提案 ODA 案件に関連する過去の主な ODA 案件一覧	40
23	ODA 案件形成における課題・リスクと対応策案	40
24	本事業実施により期待される開発効果	42
25	事業化のスケジュール	48
26	ニーズ確認内容	49
27	人員計画	51
28	投資・資金計画	54
29	ビジネスモデル 1 の事業計画	55
30	ビジネスモデル 2 の事業計画	55
31	リスクと対応策	56
32	期待される開発効果	58

要約

第１章　対象国の現状

1-1 対象国・地域の開発課題

ブラジルにとって排水処理の適正化は深刻な課題であり、国家衛生情報システム（Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: SNIS）によれば、2015年現在においてもブラジルにおいて適正処理された排水は全排出量の42.7%に過ぎず、処理容量の不足や不適正な処理による土壌汚染や水質汚染等の諸問題について抜本的な解決策を見出せずにいる状態である。水質汚染の原因としては、工場排水、農業・畜産業からの汚水、家庭やオフィスなどからの都市下水が挙げられる。工場排水については、各施設内において浄化処理してから排出することが定められているが、制度があっても運営が徹底していないために、汚染が発生している状態である。また、ブラジル全体の汚染度合いについての詳細は十分に調査されていない。サンパウロ州及びパラナ州においては、集められた下水の70%～80%が処理されているが、残りは河川や海洋に放流されている状態である。また、ブラジルにおいては、ラグーン方式と嫌気性汚泥処理が主流である。活性汚泥方式は処理能力が高いが、整備費用が高額であるため数は少ない。現在ブラジルにおいては、有機性汚泥については脱水、天日乾燥したのちに、遠方の最終処分場にて処理を行っているが、天日乾燥に費やす人件費と、処理する汚泥の水分量が多いため処理日数がかかり、且つ輸送費用が高い状態が続いている。我が国において提案企業が取り組んできたような有機性汚泥の乾燥による燃料化に関しては、研究中ではあるものの実用化はされていない状況である。パラナ州全体の下水処理を担っているパラナ州上下水道公社（Companhia de Saneamento do Paraná: SANEPAR）においても、乾燥機の運営についての技術や知識がなく、汚泥燃料の活用先として製鉄所やセメント会社などがあることについては知見がない状態であることが、ヒアリングにおいて判明した。そのため、SANEPARからは汚泥乾燥機による減量化と燃料製造について、環境負担の低減と再生可能エネルギーの利用を両立する技術として強い関心と期待が示されており、かかる技術の早期導入に向けた支援が求められている。

1-2 当該開発課題に関連する開発計画、政策、法令等

1-2-1 ブラジルの環境分野における基本法規

表：廃棄物に関する関係法令

法規制番号	概要
連邦大臣No. 053/1979	固形廃棄物の最終処理、処分について定めた最初の規則
CONAMA No. 06/1988	有害産業廃棄物を発生させる事業の許可と管理に関する規則
CONAMA No. 283/2001	医療廃棄物の処理、処分についての規則
CONAMA No. 307/2002	建設廃棄物の管理に適用する基準の設定
CONAMA No. 316/2002	廃棄物の熱処理についての基準と規則
CONAMA No. 316/2002	保健衛生医療役務の廃棄物の処理及び最終処分についての規則
NBR12.980	都市固形廃棄物収集、清掃、梱包・専門用語規定
NBR 8.419	都市固形廃棄物最終処分場基準
NBR10.004	固形廃棄物・分類
NBR10.005	廃棄物浸出水取り扱い手順

1-2-2 国家開発計画

2011 年に都市省環境衛生局が国家基礎衛生計画を定め、上下水道接続率を 20 年間で 100%にする目標を掲げている。国家基礎衛生計画の発表後の 2011 年から 2014 年にかけて「成長加速計画　PAC2」において水セクターに約 1 兆 5000 億円を投じている。さらに、2013 年に発表した国家衛生計画では上下水道の整備・サービス実施状況に係る現状分析を行い、ブラジルの経済成長等を鑑みて 3 つの成長シナリオを提示した上で、2033 年までに全世帯の 99%に給水し、同 92%に下水処理サービスを提供することを目標とし、その達成には最大で 5,085 億 R$（約 18.6 兆円）の官民による投資が必要であるとしている。

1-2-3 州・都市レベルにおける政策及び関連法規

開発課題に関連するパラナ州の法令の一つとして、2016 年 11 月 10 日発布の法律第 18,900 号[1]において、水資源の再利用や処理効率向上、水質汚染の防止を促進する為に、毎年 9 月 15 日を州の「水の消費抑制・再利用・効率化及び排水処理におけるエネルギー効率化を奨励する日」とする旨制定されている。その他に関連するパラナ州の廃棄物関連の法令は、汚染・汚濁のコントロールなどを規定している命令第 6674 号や大気汚染について規定している SEMA 決議 54 号などがある。

1-3 当該開発課題に関連する我が国国別開発協力方針

対ブラジル連邦共和国国別援助方針（2012 年）との整合性を以下に示す。

表： 我が国国別開発協力方針（旧国別援助方針）との整合性

大目標：持続的開発への支援と互恵的協力関係の促進
期待される効果：本提案事業はブラジルにおける下水処理の適正化やエネルギー利用の促進により、ブラジルの持続的開発に資する。また本提案事業の展開は、後述の日本国内における経済効果の波及も期待される観点から、互恵的協力関係の促進にも資するものである。
中目標：都市問題と環境・防災対策／開発課題 1-1（小目標）：都市問題への対応
期待される効果：本提案事業は下水処理の適正化を通して、正しく都市問題の一つである衛生状態の改善に直接貢献すると同時に、対象地域における環境負荷を低減した環境配慮型都市の構築にも資すると考えられる。

1-4 当該開発課題に関連する ODA 事業及び他ドナーの先行事例分析

ブラジルの下水処理分野における主なドナーは、米州開発銀行、世界銀行、日本等であり、既存の上下水道の修繕、上下水道の新設、各州の政府や上下水道公社による整備計画策定や水道インフラの運営・維持管理に係る能力強化、住民の水利用に対する啓発活動等を実施している。汚泥燃料に関する我が国及び他ドナーからの支援事例は、現時点では確認されていない。

1-5 対象国のビジネス環境の分析

1-5-1　投資環境について

外資に限定した投資奨励はない状況である。また、政府の奨励策は、工業関連自動関税制度、技術革新プログラムなどがあるが、提案事業については該当しない。

1-5-2　環境影響評価について

[1] http://www.legislacao.pr.gov.br/legislacao/pesquisarAto.do?action=exibir&codAto=164861&indice=1&totalRegistros=1

廃棄物処理事業を行うには環境ライセンス認可が必要である。環境ライセンスは、連邦政府ではなく各地方行政の環境局が管轄している。環境ライセンスは、環境への負荷を与える事業として、大きなインフラ事業のみならず、製造業や農業などすべての事業が対象となっている。但し、普及・実証事業において想定している実証地である SANEPAR の下水処理場においてはすでに環境ライセンスを取得しているため、乾燥炉の設置に関しては、環境ライセンスの一部変更のみで済むことを確認した。

1-5-3　税制について

ブラジルの税金の範囲は、税、負担金、手数料の 3 つに区分されており、徴税主体も、連邦、州、市の 3 つに分かれている。日本とブラジル間では重複課税を避けるための日伯租税条約租税条約がある。(法令第 61899 号　1967 年に施行、1978 年に法令第 81194 号で修正)

両国間では税額控除規定が適用されるため、ブラジルで納付したとされる税額を日本側での課税額から控除が可能。配当金およびロイヤルティー(商標権の使用料は除く)は 25%、利子は 20%、ブラジル国内で課税されたとみなし、日本側で控除が認められている。保険料と運賃が不明であるため商船隊更新追加税(AFRMM)と関税については不明であるが、大凡 35～40%の輸入コストが想定される。

第２章　提案企業、製品・技術概要

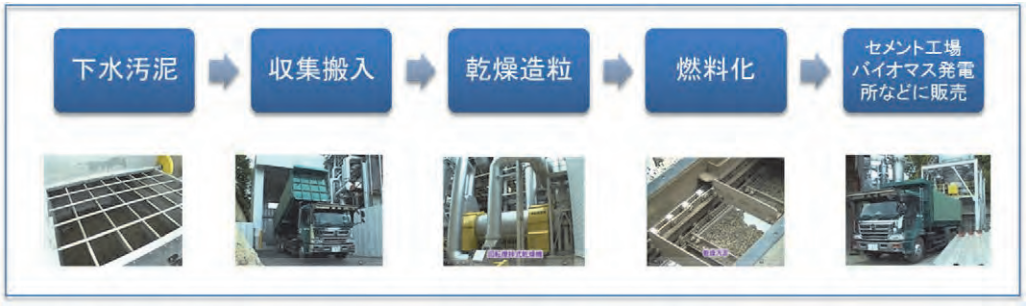
2-1 提案企業の概要

法人名	東北クリーン開発株式会社
代表者名	代表取締役　井上尚
本社所在地	山形県山形市久保田二丁目１番４７号
設立年月日（西暦）	1991 年 4 月
主な事業内容	産業廃棄物の焼却処理 汚泥燃料の製造 安定型産業廃棄物最終処分場の運営

我が国における汚泥処理技術は世界有数であり、燃料製造まで行なう事業者は世界でも類を見ない高い技術を保有している。我が国では、若干の経済回復は見られるものの、長引く不況の傷跡と、廃棄物量の減少などで、廃棄物処理業界は厳しい経済状況が続いている。廃棄物処理事業者は優れた技術を保有しているにも拘らず、海外にその技術を伝え事業化及び現地への貢献を行った実績は少ない。提案企業は、汚泥処理を事業の中核としており、競争が厳しい我が国において営利事業として運営を行なっている。以前から提案企業の技術を活用して、途上国の開発課題解決に向けた貢献をしたいと考えていた。提案企業は事業実施の適地に関しては時間をかけて選定し、事前訪問を行なうことにより、商圏や現地での技術水準などを分析してきた。その結果、発展が著しくそして汚泥処理の整備が遅れているブラジルに進出し、我が国の処理技術を活用する事を希望している。

2-2　提案製品・技術の概要

提案企業が有する有機性汚泥の最終処理及び汚泥燃料の生産販売の技術を展開する。



図：汚泥処理のフロー図

提案企業は現在、山形県全域の市町村が管理する浄化センターから搬出される有機性汚泥を活用するためのバイオマス燃料製造プラントを保有し稼動している。有機性汚泥を乾燥造粒し、バイオマス原料及び燃料の製造を行い、日量 48 トンの汚泥を処理している。

稼動は処理量を最大限に行うことを前提とし、且つコストを最小限にすることを目的とし、制御室により焼却施設、乾燥施設の両方を集中管理、木くず、廃プラスチックなど廃棄物の焼却廃熱を乾燥用の熱源をして利用することによる重油等の化石燃料の削減を可能とした設計の施設となっている。処理により製造される乾燥汚泥は含水率が通常 10%程度であるが、運転操作により含水率は容易にコントロールを行え、安定した品質の調整を行うことが可能である。

汚泥燃料

汚泥乾燥施設

下水汚泥の処理技術としては、濃縮、消化、脱水、乾燥、焼却、最終処分（埋立）等が挙げられる。ここでは開発途上国において代表的に用いられる汚泥処理の手段として、埋立及び堆肥化との比較を以下に示す。

表：汚泥処理手段の比較

	埋立処分	堆肥化	燃料化
メリット	化学処理や熱処理に要する設備投資が不要	低質堆肥の場合、高度な技術と設備を必要とせず、維持管理が容易 堆肥として利用可能	石炭等の輸入に依存している熱源の代替として利用可能 汚泥燃料 1ｔ当たり、石炭 0.7ｔ削減に相当
デメリット	十分な脱水処理が行われないまま処分する場合には、土壌汚染や水質汚染のリスクが高い 敷地面積が必要な為、都心部に設置は困難	簡易処理の場合、長時間の処理が必要で悪臭対策が必要 良質堆肥の場合、高度技術が必要で管理も困難 下水汚泥中に、重金属が含まれるリスクがある	乾燥炉の維持管理や臭気対策により高度な技術と設備が必要

上記の比較より、汚泥燃料としての処理技術は、エネルギーとしての再使用及び環境負担

の低減において既存技術よりも優位であるといえる。
施設の導入に際して、リサイクル燃料である RPF をはじめ、木くずやバイオソリッド燃料（乾燥汚泥燃料）の投入を前もって検討した施設設計を行っており、廃棄物の他、異なる燃料種での運転管理方法に精通していることも優位点として挙げられる。
これらの優位点については、ブラジルでの事業展開にあたり、他の競合企業と比べても事業の持続性や発展性において有効に作用するものと考えている。

2-3 提案製品・技術の現地適合性

提案事業に関しては、環境省、クリチバ市計画研究所、クリチバ市保健局、クリチバ市環境局などの行政機関や、SANEPAR、SABESP などの上下水道公社に紹介を行った。また、民間企業に関しては、AMBSERV 社、Essencis 社、Cattalini 社といったビジネスパートナー候補との面談を行った。さらに、ブラジル日本商工会議所、パラナ州日伯商工会などの民間団体に紹介を行った。また、汚泥関連の廃棄物についてはブラジル廃棄物協会への調査を行い、現地リサイクル事業者へのヒアリングを実施した。提案企業の事業説明資料や、汚泥燃料及び RPF のサンプルを用いて具体的な構造の説明を行い、スペックや価格などを提示した。
これらの説明・紹介を通して、行政機関及び民間企業共に汚泥処理についてのニーズが大変高いことが確認できた。

2-4 開発課題解決貢献可能性

提案企業が有する技術のブラジルへの導入により、同国の開発課題の解決に貢献できる可能性があると考えている。
現在パラナ州では、有機性汚泥を脱水、天日乾燥したのちに、遠方の最終処分場にて処理を行っている。パラナ州上下水道公社はパラナ州北部に 3 つ(アプカラ市、チアノルチ市、コルネオロ市)のゴミの埋立処分場を所有しているが、同処分場ではすでに許容量が上限に近づいている上に一般ゴミの受け入れだけを行っており、汚泥に関しては最低でも 80km ほど市の中心部より離れている外部の最終処分場まで搬送している。
上記の様な処理のため、パラナ州上下水道公社は天日乾燥に係る人件費に加えて、100～200 レアル（約 3,700～7,400 円）/トン程度の最終処分場への輸送費と、250 レアル（約 9,200 円）/トン程度の汚泥埋立処理費を外部の廃棄物処理事業者に支払っているが、その最終処分場でも受入量には限界があり、上限に達した場合には更に高額な費用負担を要する遠方への埋立を検討しなければならない。加えて天日乾燥に関しては近隣への臭気についても懸念があるため、作業場所にも苦慮している状態である。
しかし提案事業者が有する汚泥乾燥技術の導入により、汚泥の減容化が達成できれば、これらの最終処分費用や輸送費等を大幅に削減することが可能となる。また、費用削減だけでなく、天日乾燥に係る環境負担や、遠方への輸送に係る化石燃料の使用や CO2 排出の削減など、副次的な環境負担の低減も期待される。
また、ブラジルは世界最大のバイオエタノール輸出国であり、鉱山エネルギー省が策定した「エネルギー拡張 10 年計画」により、今後も再生可能エネルギーの拡大に国家レベルで取り組んでいる状況にある。
提案企業の技術により生成する汚泥燃料は、石炭、コークスなどの化石燃料の代替としてセメント工場や発電所、製鉄所等で利用可能なものであり、かかる燃料の生産と販売先での活用は、再生可能エネルギーの利用拡大に貢献することで、上述の様なブラジルの国策推進にも資するものと考える。

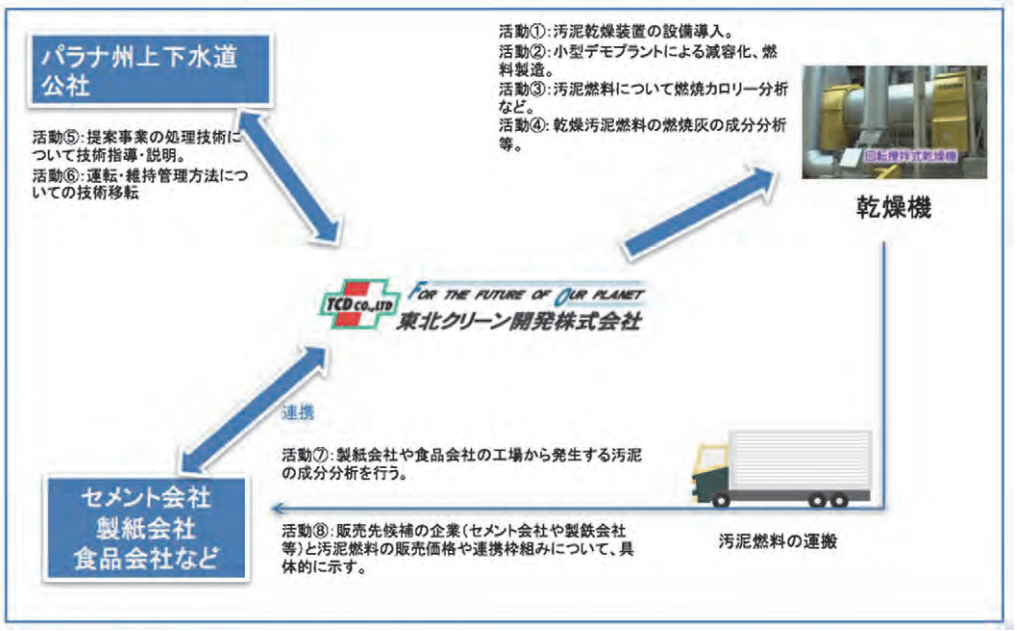
第３章 ODA 案件化概要

3-1 ODA 案件化概要

案件化調査実施後は、「ブラジル国パラナ州における有機性汚泥の乾燥処理技術に係る普及・実証事業」の実施を想定している。有機性汚泥の下水処理場及び処分先の最終処分場で生じている課題の改善を目標とする。また、民間企業でも大量の汚泥が発生している製紙会社などの汚泥の処理と活用方法について技術移転を目指す。パラナ州上下水道公社の職員に、提案企業の徹底した適正処理技術ならびに運用方法を技術移転し、職員の管理能力向上を通じて汚泥処理方法の改善を実現する。

3-2 ODA 案件内容

普及・実証事業において、カウンターパートが管理運営している下水処理場内に小規模のデモプラントを設置し、有機性汚泥の乾燥を行い、汚泥燃料の製造を行う。汚泥燃料は製鉄所における還元剤利用やセメント会社等のボイラーでの熱源で活用できる。また、カウンターパートは大量の電力を消費しており、電気代の削減のためにも汚泥の有効活用を希望している。下水処理施設で働く職員の汚泥処理に関する知識向上や技術習得などの機会を設ける。汚泥処理に費やしていた費用の軽減と、燃料を販売することにより、費用負担を軽減することが可能となる。さらに、実際にデモプラントを稼働させて現地の行政や主たる排出事業者のうち特に汚泥が発生している製紙会社、繊維会社などへ向けて実証現場を公開しデモンストレーションを行い汚泥処理方法の有用性に対する理解を広める。



図： 活動モデル図

3-3 C/P 候補機関組織・協議状況

カウンターパート（C/P）は、パラナ州の下水処理場を管轄しているパラナ州上下水道公社を想定している。パラナ州上下水道公社は 170 ヵ所の浄水場、1,019 ヵ所の井戸、234 ヵ所の下水処理場を管理しており、現在パラナ州の 345 の自治体及びサンタカタリーナ州の 1 自治体に給水サービスを提供すると共に、州内の 174 の自治体に下水サービスを提供し、710 万人の住民が裨益している。

実証機の設置、先方の負担事項について合意済みである。M/M のドラフトは提示済みであり、C/P の社長及び取締役より了解を得ている。

但し、乾燥汚泥の発熱量、SANEPAR のバイオガスへ対応する機材製造会社は日本になく、排ガス対応においても高額な費用が発生する恐れがある。乾燥汚泥の発熱量が一般的に低く、乾燥燃料としての価値が乏しい。そのため、発熱量の高い物質を混入させるなどの方式を検討する。さらに、これらの課題を解消するために、引き続き日本の製造会社を探すとともに、安価で製造できる可能性を探る。また、パラナ州上下水道公社にはバイオガスの使用を行わないで重油や LPG など安定した熱源を使用することを引き続き打診する予定である。

3-4 他 ODA 事業との連携可能性

「パラナ州上下水道システム運営・維持管理能力強化プロジェクト（以後、「当プロジェクト」とする)」が挙げられる。

当プロジェクトのカウンターパートは本提案事業と同一のパラナ州上下水道公社であり、同公社の下水処理場の管理者・職員等が本邦での研修や日本人専門家の指導により獲得した知見と、本提案事業において普及を促す日本の技術との親和性は高く、技術への理解や受入を促すことがより容易になると考えられる。

一方で当プロジェクトの裨益者であるパラナ州上下水道公社の側には、当プロジェクトの終了後も本提案事業を以って我が国の最新の下水処理技術への知見を獲得する機会が得られることから、当プロジェクトにて移転された技術の更なる定着や知見の習得が期待できる。同じ上下水道分野の支援でありながら対象となる事業領域が厳密には異なるものの、提案 ODA 案件が実現した場合には、SANEPAR を中心として当該プロジェクトとの情報共有をすることで、双方の案件において汚泥管理計画や法規制、統計・データ管理等の分野における知見や教訓の共有等の相乗効果が得られる可能性がある。

3-5 ODA 案件形成における課題・リスクと対応策

現時点で想定する ODA 案件形成過程における課題・リスクと対応策案を以下に記す。

表: ODA 案件形成における課題・リスクと対応策案

課題・リスク	対応策案
バイオガスの使用に関わる実効性について	・　排ガス規制への懸念 煤塵を防止するためにバグフィルターの設置が必要となる。また SO2 への対策として脱硫装置の設置が必要となる。さらに、バイオガスに含まれる塩素分についてパラナ州上下水道公社では未測定であるが、塩素含有が容易に予想されるため、ダイオキシンが発生する恐れがある。これらに対応するためには、設備費用が高額になる。また、メタン濃度が不安定などバイオガスの品質が悪く、乾燥炉の設計が困難である。引き続き安価に対応できる日本の製造会社を探す必要がある。また、パラナ州上下水道公社にはバイオガスの使用を行わないで LPG など安定した熱源を使用することを引き続き打診する。
乾燥汚泥について	・　汚泥成分への懸念 パラナ州上下水道公社が提供したデータに基づくと、汚泥の成分（発熱量、灰分、CL 分等）が悪いため、使用用途が、パラナ州上下水道公社内での利用に限られる可能性がある。民間のビジネス展開を考えた場合に汚泥燃料の販売を行うことが可能であるか検証が必要である。
許認可リスクについて	環境省のみならず、州、市の環境局などの行政機関に事業実施前に許認可について正確にヒアリングを行う。

高率の関税により、導入機材が当該スキームの上限を超過する。	予め想定される関税や州税などを含めた輸入コストを見積もり、適正な規模での実施を図る。
プロジェクト実施に要する費用が、当該スキームの上限を超過する。	投入機材について現地生産コンポーネントの拡大等によるコスト節減を図ると共に、機材の規模やスコープの縮小により、実施効果が得られる範囲でスキーム上限予算に見合った投入計画を検討する。

3-6 環境社会配慮等

本提案事業が汚泥の適正処理を促進する性質上、特に環境面においては事業の運営による継続的な負の影響は想定しない。ただし、プロジェクトサイトの選定や汚泥の搬入や保管等の工程、あるいは輸送中の事故等のリスク面において、環境社会配慮を要する可能性があることから、本調査により当該の可能性について評価した。

実施にあたっては、環境省、パラナ州環境局及びクリチバ市環境局などへのヒアリングにより、JICA 環境社会配慮ガイドラインやブラジルの基準に応じた環境・社会的影響の評価（カテゴリ分類）を行った後、当該評価に応じて自然環境及び社会経済状況、環境社会配慮法制度・組織、事業実施により予測される環境及び社会への影響、影響緩和策・モニタリング計画等の確認・検討を行った。

3-7 期待される開発効果

本提案事業の実施における一連の過程で発現することが期待される開発効果を以下に示す。

表： 本事業実施により期待される開発効果

過程	定性的な開発効果	定量的な開発効果
乾燥機設置・汚泥燃料を製造	有機汚泥が再生燃料として利用されることにより、汚泥埋立量が減少する。	汚泥削減量、埋立処分量の減少
汚泥乾燥装置の適正運営知識移転	機材の適切な運営維持管理の方法を習得する。	現時点では定量的な効果は不明。技術を習得した職員の数など。
汚泥処理に費やしている費用の軽減	処理費用、輸送費用の軽減	外部委託している処理費及び運搬費用と乾燥機運営コストの差を算出。
民間事業者にデモンストレーション	汚泥排出業者によって、提案技術の有効性が理解される。	現時点では定量的な効果は不明。
セメント会社などが代替燃料として活用	汚泥燃料売却益が発生する。CO2が削減される。	石炭などの化石燃料の削減量から算出。

提案 ODA 案件の実施により期待される開発効果は、一義的には対象地における汚泥埋立量の軽減と、それに伴う処理費用の減少である。そして、カウンターパート職員に対して、技術移転を進めることにより、機材の適正な稼働と維持管理を自ら行えるような体制の構築である。

さらに、普及・実証事業において実証結果を用いて工場などの民間汚泥排出事業者に対して提案技術による汚泥の燃料化についての普及を図る。民間において汚泥の削減と燃料化が加速することにより化石燃料の削減や減容化による下水処理場及び埋立処分場の負荷軽減といった正の影響が期待できる。

第４章ビジネス展開計画

4-1 ビジネス展開計画概要

「パラナ州における汚泥処理事業」を展開する方法として将来的に 2 通りを想定してい

る。一つは、普及・実証事業の実績を携えてカウンターパートから汚泥処理事業の運営を受託することである。SANEPAR の管轄する下水処理場において、有機性汚泥の乾燥を行い、その燃料を用いて発電を行い、SANEPAR の施設運営のために用いる。SANEPAR にとっては、年間 390 百万レアルに及ぶ電気代を少しでも軽減することと、汚泥の天日乾燥や輸送に関わる費用削減が実現可能となる。SANEPAR が管轄する下水処理場のうち、大きめの下水処理場数カ所においてボイラーを併設し発電が可能なプラントを設置し、その運営を提案事業者が行うことを想定している。この場合には、国際競争入札が実施される可能性が高いと考えられる。もう一つは、民間企業の工場から発生する汚泥の処理を受託することにより、その処理費を得るとともに、搬入された汚泥を燃料化し、セメント会社や製鉄所に販売する事業を想定している。これは日本において提案事業者が実施している事業と同一である。現在、有力なビジネスパートナー候補 2 社は、いずれも提案事業者の乾燥技術に強い関心を示している。Cattalini 社は、SANEPAR と共同出資し、CS Bio 社を設立した。CS Bio 社はベレン下水処理場において大規模なバイオマスガスプラントを 2017 年 9 月から運営を行っている。バイオマスガスの抽出過程で、残渣が大量に発生する。CS Bio 社はその残渣である汚泥の処理について燃料化を検討している。Cattalini 社からは、まずはベレン下水処理場において、提案事業者のプラントを設置し、それをショーケースとして全国の下水処理事業を行っている関係者にデモンストレーションを行いブラジル全土へ普及してみたいとのコメントを得た。普及・実証事業の結果を Cattalini 社へ提示し、さらなる事業化への具体的な交渉を進めてみたいと考えている。また、Essencis 社はサンパウロ郊外に世界有数の大きさを誇る Caieiras 埋立処分場を運営している。ここでは 10,000 トンの廃棄物を毎日受け入れている。この埋立処分場から発生するメタンガスを抽出しそれを活用して 29.5 メガワットの発電を行っている。Caieiras 埋立処分場においては、下水処理場からの汚泥も受け入れている。提案事業者の技術に対しては、強い関心を持っており、共同出資を行い、利益按分を行っていきたいとのコメントを得ている。Cattalini 社と同様に、普及・実証事業の結果を用いて、さらなる展開の可能性を検討したいと考えている。

4-2 市場分析

汚泥処理事業における顧客は、下水処理場の有機性汚泥の他に、製紙会社、食品加工会社、繊維会社など、大量の汚泥が発生する民間企業が考えられる。クリチバを中心としたパラナ州での汚泥処理事業を最初の市場とするが、サンパウロ州やリオデジャネイロといった大都市圏が将来的な市場としては考えられる。これらの地域は、経済基盤が強いというだけではなく、最終処分場までの距離が比較的遠いことと、集約型のビジネスモデルに合致する点からも適地であると判断した。ブラジルにおいて汚泥燃料は殆ど認知されていないことから、汚泥燃料の製造についての競合は現在のところ見受けられない状況である。他方、バイオガス化や単純焼却による汚泥処理等、同様の減容化や無害化等の効果を得られる代替技術による競合や、大手の下水処理事業を展開している大手企業等による新規参入が今後発生する可能性がある。

ビジネスモデル 1 においては、SANEPAR の複数の下水処理場における汚泥処理施設の運営を展開することを想定している。また、ビジネスモデル 2 におけるいずれのビジネスパートナー候補もサンパウロやリオデジャネイロなどの大都市圏に汚泥処理事業を水平展開することを想定している。

4-3 バリューチェーン

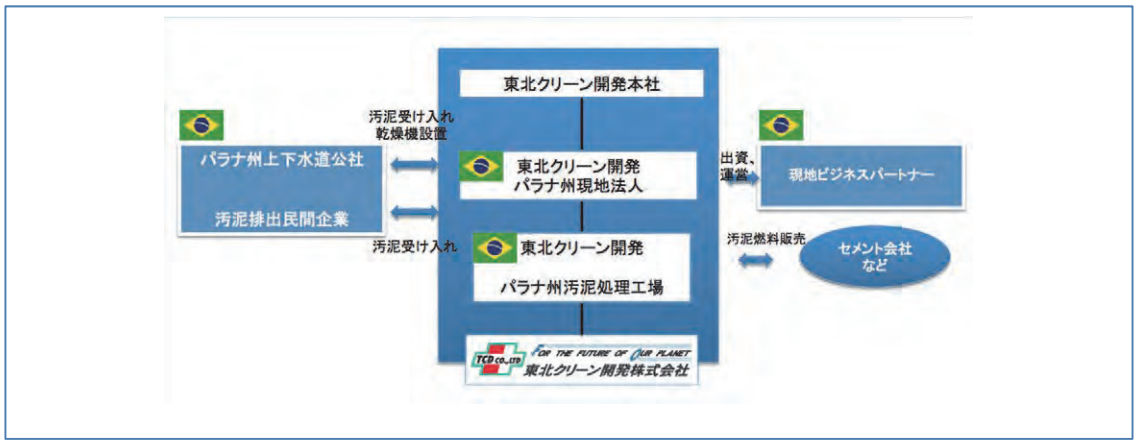
ビジネスモデル 1 においては、汚泥燃料は提案事業者が発電用に使用し、電力を SANEPAR に提供する。 ビジネスモデル 2 においては、製造した汚泥燃料の販売に関しては製鉄所およびセメント会社などへの販売を予定している。汚泥処理量は初年度日量 48 トン（乾燥機の容量としては最大 70 トンを想定している）とし、処理費は 6.5 円/kg、汚泥燃料販売価格

は 3.5 円/kg を想定している。処理費用を現状よりも低く抑えることに寄与することにより、汚泥の調達を行いやすくする。また、石炭価格に対してカロリーベースで等価以下にすることで、販売を行いやすくする。原材料等調達についてであるが、ビジネスモデル 1 においては、原料となる汚泥に関しては比較的容易に調達ができると考えている。SANEPAR と連携して同社が運営する下水処理施設から調達を行なう他、民間大型施設（製紙会社など）から汚泥回収を行なう事を予定している。

ビジネスモデル 2 においては、合弁会社においてビジネスパートナーが中心となり汚泥の調達を行う予定である。汚泥の調達のための収集運搬に関しては、収集運搬車数台を自ら保有するか、現地の収集運搬業者に委託する 2 通りが考えられるが、調査の結果いずれの対応に関しても大きな問題はないと考える。よって、設備設置場所と回収場所に応じた対応を予定している。

4-4 進出形態とパートナー候補

企業形態としては、東北クリーン開発の現地法人をまずは立ち上げて、その現地法人と、パートナー企業とで JV 企業（株式会社を予定）を作る予定である。廃棄物処理事業の主な収入源は、廃棄物処理費と汚泥燃料の販売である。処理原料を入手し、処理費を得るには現地に根付いた現地廃棄物処理事業者との連携が極めて重要になると考えている。そのためビジネス展開する際には、次のような実施体制を予定している。ビジネスパートナー企業としては、前述の通り Cattalini 社もしくは Essencis 社を想定している。今後の展開方法については、引き続き協議を続ける予定である。いずれも企業規模が大きく、そして想定する事業の投資規模が大きいため、出資比率については提案事業者の比率が少ないことを想定している。提案事業者の現地法人をまずは立ち上げて、その現地法人とビジネスパートナー企業とで、JV 企業（株式会社を予定）を作ることを検討している。JV 企業を設立する際の出資比率は出資金額に応じるが、提案事業者の保有比率は 20%～30%程度を予定している。初期投資額の多くは設備投資に当てられるが、出資比率に応じて負担することを想定している。提案事業者はむしろ、汚泥燃料製造にあたってのこれまで蓄積した知見を活かし、ビジネスパートナーに対する技術供与を行うことを中心とした役割を担うことを想定している。



図：事業実施体制図

4-5 収支計画

投資計画・資金計画を以下に示す。資金調達は、円貨建ての銀行借り入れを中心に行う事を予定している。ブラジルでの高金利での資金調達は、収益を圧迫する大きな要因となっており、事業採算性を向上する為には、円貨で低金利の借り入れを行い、ブラジルへの投資を

行う前提で検討している。

表:　投資・資金計画

初期投資（千円）						自己資金（千円）	借入金（千円）
建物建設費	乾燥機	その他	営業車	運転資金	初期投資合計		
10,000	200,000	5,000	3,000	30,000	248,000	150,000	98,000

FIRR は 7.16%であり初年度から黒字を達成する。

4-6 想定される課題・リスクと対応策

ビジネスモデル 1 に関しては、SANEPAR からの業務委託になるため、国際競争入札になる。そのため、落札できると言う確約がない中で、提案事業者の技術力と採算性について差別化を進める必要がある。

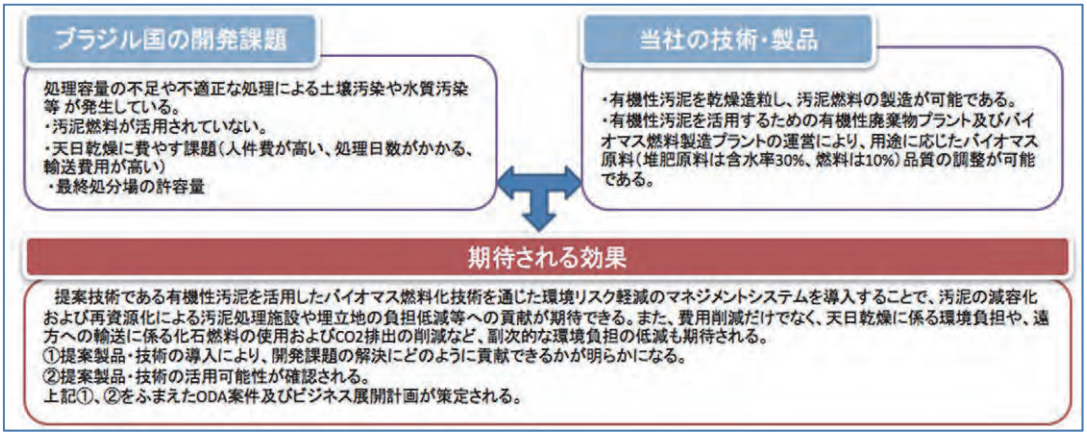
ビジネスモデル 2 に関しては、ビジネスパートナーの企業規模が大きいため、出資比率や体制面で、主導権を取ることは困難である。また、ビジネス展開をしていくためには、追加的な出資を求められる可能性がある。また将来的に、焼却炉からの廃熱を利用することを検討しているが、焼却設備設置に関する環境ライセンスの取得に掛かる時間が課題となる。州や市によって状況が異なるが、許可が下りるまでに数年を要することが想定される。

さらに、設備投資に関しては、日本からの制御盤などの輸出に関しては関税手続きを迅速に行うため、提案企業と取引関係のある大手輸送会社と連携しながら進める。

乾燥炉設置に関しては、現地の建設会社やビジネスパートナー企業と連携しながら、諸手続きを進める予定である。

4-7 期待される開発効果

提案企業が提供しうる解決策と開発効果を以下に示す。



図：開発課題と提案企業が提供しうる解決策

また、ビジネス展開が実現した場合において主に想定される計量可能な開発効果としては、化石燃料の削減と CO2 の削減の 2 点が考えられる。さらに、ビジネス展開が実現した際には、汚泥の有効活用が進むことにより、下水の適正処理が進むことが想定される。前述の通り、ブラジルにおいて適正処理された排水は全排出量の 42.7%に過ぎず、処理容量

の不足や不適正な処理による土壌汚染や水質汚染等の諸問題について抜本的な解決策を見出せずにいる状態である。また、サンパウロ州及びパラナ州においては、集められた下水の 70%～80%が処理されているが、残りは河川や海洋に放流されている状態である。下水処理により汚泥が発生するが、その汚泥が価値のあるものに生まれ変わることにより適正処理が加速し、土壌汚染や水質汚染が軽減される可能性が高い。

4-8 日本国内地元経済・地域活性化への貢献

① 産業廃棄物処理・リサイクル業は、多くの設備・機材を使用する。ODA 案件及びその後のビジネス展開により、乾燥機をはじめとする、提案企業が運用する各種廃棄物処理システムの設備を製造、販売している国内企業への裨益が見込まれる。

② 海外業務サポート人員の強化により国内における雇用を創出するとともに、現地人材の本邦受け入れ研修制度を積極的に実施することで、人材交流促進による地域活性化が期待される。

ブラジル国
パラナ州における有機性汚泥の乾燥処理技術に係る案件化調査

企業・サイト概要

■提案企業：東北クリーン開発株式会社
■提案企業所在地：山形県山形市
■サイト・C/P機関：ブラジル国パラナ州　パラナ州上下水道公社

ブラジル国の開発課題

処理容量の不足や不適正な処理による土壌汚染や水質汚染等 が発生している。
・汚泥燃料が活用されていない。
・天日乾燥に費やす課題（人件費が高い、処理日数がかかる、輸送費用が高い）
・最終処分場の許容量

中小企業の技術・製品

・有機性汚泥を乾燥造粒し、汚泥燃料の製造が可能である。
・有機性汚泥を活用するための有機性廃棄物プラント及びバイオマス燃料製造プラントの運営により、用途に応じたバイオマス原料（堆肥原料は含水率30%、燃料は10%）品質の調整が可能である。

調査を通じて提案されているODA事業及び期待される効果

提案技術である有機性汚泥を活用したバイオマス燃料化技術を通じた環境リスク軽減のマネジメントシステムを導入することで、汚泥の減容化および再資源化による汚泥処理施設や埋立地の負担低減等への貢献が期待できる。また、費用削減だけでなく、天日乾燥に係る環境負担や、遠方への輸送に係る化石燃料の使用およびCO_2排出の削減など、副次的な環境負担の低減も期待される。
①提案製品・技術の導入により、開発課題の解決にどのように貢献できるかが明らかになる。
②提案製品・技術の活用可能性が確認される。
上記①、②をふまえたODA案件及びビジネス展開計画が策定される。

日本の中小企業のビジネス展開

「パラナ州における汚泥処理事業」を軸に軌道に乗せることを目標とし、将来的には2通りのビジネス展開を想定している。
普及・実証事業の実績を携えて、①カウンターパートから汚泥処理事業の運営を受託する。②民間企業の工場から発生する汚泥の処理を受託することにより、その処理費を得るとともに、搬入された汚泥を燃料化し、セメント会社や製鉄所に販売する。

はじめに

調査名	ブラジル国パラナ州における有機性汚泥の乾燥処理技術に係る案件化調査
英文調査名	Feasibility Survey for utilization of dry disposal of organic grime in Parana State, Brazil
(1)調査の背景	ブラジル連邦共和国（以下「ブラジル」）においては都市化が急速に進んでいるが、それに見合ったインフラ整備が遅れており、環境・衛生悪化、自然災害への脆弱性などの様々な問題を抱えている。特に廃棄物処理に関しては、ごみ回収システムやリサイクルシステム自体の構築が遅れている上に、下水処理の中でも汚泥処理については、処理施設や技術が不足している。下水汚泥の一部は農地で堆肥として使用しているが、利用先の需要は多くなく、運搬距離が遠く、運搬費は排出側が負担している等の問題がある。また、下水汚泥は、埋立も行われているが、残容量が逼迫しており、汚泥の減容化が課題となっている。 ブラジルではかかる課題に対して、国家衛生計画を策定し、下水道の整備と適正処理の促進に向けたロードマップを示すと共に、日本や国際金融機関の借款や技術協力を受けて、上下水道の整備と運用・維持管理能力の向上を進めてきたが、全排出量の約 4 割しか適正処理されていない(2015 年時点)など、不適正な処理による土壌汚染、水質汚染の危険性がある状態が続いている。 提案企業が有する、有機性汚泥を活用し汚泥燃料を製造する技術は、上記の課題へ対応すると考えられる。汚泥燃料は製鉄所での還元剤やセメント会社のセメント原料及びボイラーでの熱源での活用、その他産業用ボイラー熱源、および下水処理場の施設運営への活用が可能である。かかる技術をブラジルにて普及・実証するための ODA 案件を検討し、汚泥の減容化や再資源化による汚泥処理施設や埋立地の負担低減等の課題解決に寄与するために実施するものである。
(2) 調査の目的	提案企業の強みである有機性汚泥の乾燥処理を行ってバイオマス燃料を製造する技術の普及を念頭に、ブラジルにおける行政機関、現地企業等からの情報収集を行い、下水処理場や最終処分場の負荷軽減といった開発課題の解決と、同技術を活用したビジネス展開に資する ODA 案件の実施可能性に係る検討を行うことを目的とする。
(3) 調査対象国・地域	ブラジル国　パラナ州、サンパウロ、ブラジリア

(4) 団員リスト

企業名	担当課	役割
東北クリーン開発（株）	業務部	主たる提案事業者であり、現地調査を行なう。
カーボンフリーコンサルティング（株）	開発コンサルティング事業部	現地調整及び現地関係機関との調整、報告書作成
（株）日本開発サービス	調査部	情報収集・当局対応
（株）クリーンシステム	企画部	市場調査（廃棄物燃料）、ビジネスモデル構築

氏名	所属	担当	主な専門分野
高本天萬	東北クリーン開発（株）	業務主任者	ビジネスパートナー候補選定、ビジネス展開可能性の評価
高橋朋秀	東北クリーン開発（株）	リスク分析、乾燥機導入検証	既存脱水機等の状況調査、技術者育成計画策定、リスク分析
木村悟保	東北クリーン開発（株）	市場調査（汚泥発生源）-1	競合分析、汚泥排出量調査・推計
井上洋輔	東北クリーン開発（株）	市場調査（汚泥発生源）-2	
原田享	東北クリーン開発（株）	現地機関折衝、事業設立検証	現地機関折衝、事業設立検証
中西武志	カーボンフリーコンサルティング㈱	チーフアドバイザー	資金調達、事業計画策定、ODA 案件化事業計画策定、報告書作成
内藤由里弥	カーボンフリーコンサルティング㈱	法制度調査、環境社会配慮	開発課題関連ガイドライン、法制度、許認可、環境社会配慮等調査
羽地朝新	（株）日本開発サービス	情報収集・当局対応	ODA 案件化カウンターパート折衝、ビジネスパートナー折衝
伊藤孝典	（株）クリーンシステム	市場調査（廃棄物燃料）、ビジネスモデル構築	市場調査（廃棄物燃料）、ビジネスモデル構築

(5) 現地調査工程

第1回現地調査

2017年 5月8日(月)	《サンパウロ》	・ サンパウロ GRU 着（午後）
5月9日(火)	・ JICA サンパウロ支所 ・ JETRO ブラジル事務所 ・ ブラジル日本商工会議所 ・ 山形県人会 《クリチバ》	・ 調査計画について説明 ・ 所長と投資事情について面談 ・ 事務局長と面談 ・ 会長、副会長と面談
5月10日(水)	・ クリチバ市環境局 ・ SANEPAR 研究所 ・ SANEPAR 本社 ・ 下水処理場 ETE PADILHA SUL	・ EIA についてヒアリング ・ 汚泥処理課題確認(JICA 同席) ・ 面談(JICA 同席) ・ 汚泥処理課題確認(JICA 同席)
5月11日(木)	・ SANEPAR 廃棄物埋立地部門 ・ クリチバ市計画研究所 ・ クリチバ市保健局 ・ AMBSERV 社 ・ 環境局長	・ 処分場課題確認(JICA 同席) ・ 法規制などの確認(JICA 同席) ・ 法規制などの確認 ・ 現地協力企業との協議 ・ パラナ州環境対策について協議
5月12日(金)	・ 日本領事館(木村総領事) ・ クリチバ市環境局 ・ IAP パラナ州環境委員 ・ パラナ州日伯商工会	・ 表敬訪問（JICA 同席） ・ 局長と面談（JICA 同席） ・ 環境関連法規制についてヒアリング ・ 表敬訪問
5月13日(土)	・ SANEPAR ベレン下水処理場 ・ 資料整理	・汚泥処理に関する課題確認
5月14日(日)	《サンパウロ》 ・ 資料整理	
5月15日(月)	・ ブラジル廃棄物協会 ・ 帰国	・会員企業の紹介依頼 ・ サンパウロ GRU 発（午後）

第 2 回現地調査

2017 年 9 月 11 日(月)	《サンパウロ》 《クリチバ》	・ サンパウロ GRU 着（午前） ・ クリチバ着（午後）
9 月 12 日(火)	・ SANEPAR 本社 ・ SANEPAR 本社 ・ サンタキテーレ下水処理場 ・ 日本総領事公邸夕食会	・ 研究開発部門 MR.グスタボと協議 ・ SANEPAR President 及び取締役と協議 ・ 汚泥乾燥機の設置場所を確認 ・ 総領事、元環境局長、SANEPAR President など参加
13 日(水)	・ カタリーネ社 / CS Bio 社 ・ SANEPAR 本社 ・ 下水処理場 ・ パラナ州日伯商工会 ・ クリチバ市環境局	・ 汚泥処理について協議 ・ 財務部長、弁護士と関税について協議 ・ 汚泥乾燥機の設置場所を確認 ・ 会頭訪問/ビジネスパートナーの紹介依頼 ・ 新環境局長/環境対策についてヒアリング
14 日(木)	《サンパウロ》 ・ ESSNSES 社 ・ SABESP	・ サンパウロ CGH 10:55 着 ・ ブラジル最大級の廃棄物企業と協議 ・ サンパウロ上下水道公社でヒアリング
15 日(金)	《ブラジリア》 ・ JICA ブラジル事務所 ・ 環境省 ・ APEX Brasil	・ 進捗報告 ・ ブラジル環境対策、EIA についてヒアリング ・ 外国企業投資誘致についてヒアリング
16 日(土)	《サンパウロ》 ・ 資料整理	・ ブラジリアからサンパウロへ移動 ・ 資料整理
17 日(日)	・ 資料整理 ・ CETESB	・ 資料整理 ・ サンパウロ汚泥問題について協議
18 日(月)	・ カフェイグアス丸紅 ・ 山形県人会 ・ 住友商事 ・ JICA サンパウロ支所 ・ 帰国	・ コーヒー残渣汚泥処理について協議 ・ 表敬訪問 ・ 上下水道プロジェクトについて協議 ・ 帰国報告 ・ 20:20 サンパウロ GRU 発

第3回現地調査

2017年 11月29日 (水)	《サンパウロ》 ・ 山形県人会 《クリチバ》	 ・ 情報収集 ・ サンパウロからクリチバへ移動
11月30日 (木)	・ Atuba Sul 下水処理場 ・ PADILHA Sul 下水処理場 ・ Santa Quiteria 下水処理場 ・ 日本領事館	・ 汚泥乾燥機の設置場所を確認 ・ 汚泥乾燥機の設置場所を確認 ・ 汚泥乾燥機の設置場所を確認 ・ 木村総領事と面談
12月1日(金)	・ SANEPAR本社 ・ ベレン下水処理場 CS Bio社 ・ SANEPAR研究所 ・ パラナ州開発局 APD	・ 取締役、協議弁護士と関税について協議 ・ バイオガス設備、汚泥処理を確認 ・ 研究開発部門と普及・実証内容協議 ・ 外国企業投資誘致についてヒアリング
12月2日(土)	・ 資料整理	・ ・資料整理
12月3日(日)	・ 資料整理 ・ 《サンパウロ》	・ 資料整理 ・ クリチバからサンパウロへ移動
12月4日(月)	・ Essenses社 ・ 住友商事	・ バイオガス発電所訪問 ・ ブラジル下水道事業についてヒアリング
12月5日(火)	・ サンパウロ JICA ・ 帰国	・ 出張報告

第１章　対象国の現状

1-1 対象国・地域の開発課題

ブラジルの 2016 年の国内総生産は、1.79 兆ドルであり、経済規模は世界 9 位である。（2016 年 IMF データに基づく）特に、下図の通り 90 年代に入り大幅な成長を続けている。2011 年に 2.616 兆ドルに達したことに比べるとドルベースの GDP には下落が見られるが、これは経済成長率が 2015 年、2016 年とマイナス成長になったことに加え、対米ドルでの為替の変動幅が大きかったことを示している。

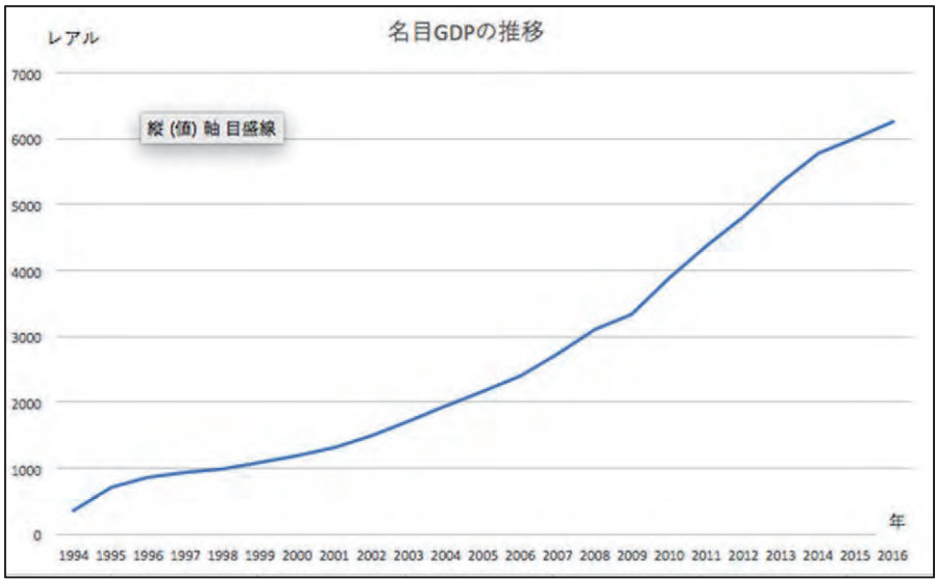


図 1: 名目 GDP の推移
（出典：IMF データベース）

世界経済フォーラムがまとめた「世界競争力報告書 2016-2017 年版」によると、国際基準によるブラジルの競争力の総合評価は 140 か国中 81 位であるが、インフラの質については 116 位と下位である。特に道路 111 位、港湾 114 位、電力供給 96 位と低迷している。2016 年 9 月 13 日にテメル政権は成長戦略の一環としてコンセッション方式によるインフラ投資計画（PPI: Investment Partnership Program)を発表した。インフラ整備の遅れは、国外からの投資を妨げる大きな要因になっている。上下水道関係では、PPI(Program for Investment Partnership)の第 1 フェーズの 34 件の中で、リオデジャネイロ州水道公社(CEDAE)ロンドニア州水道公社(CAERD)、パラー州水道公社(COSANPA)の民営化のための入札が挙げられる。ブラジルにおける水事業の民営化率は 10 パーセント程度であるが、今後インフラファイナンスは大きく変わりつつあると言える。しかし引き続き政局が不安定な状態が続いているため、今後の具体的な動きには注視する必要があると言える。2017 年 6 月 26 日にブラジルの食肉加工会社からの賄賂を受け取ったとしてテメル大統領は収賄罪で起訴された。また、2016 年 8 月に弾劾されたルセフ前大統領の支持率 8%を下回る 7%の低支持率の状態である。

またブラジルは都市部の人口増加が著しい国の一つである。下図にもみられるとおり、ブラジルにおける 2015 年度の都市人口の割合は実に全人口の約 86%に達し、全世界平均（約 54%）及びラテンアメリカ・カリブ諸国の平均（約 80%）と比較しても都市部への人口偏重は明らかである。

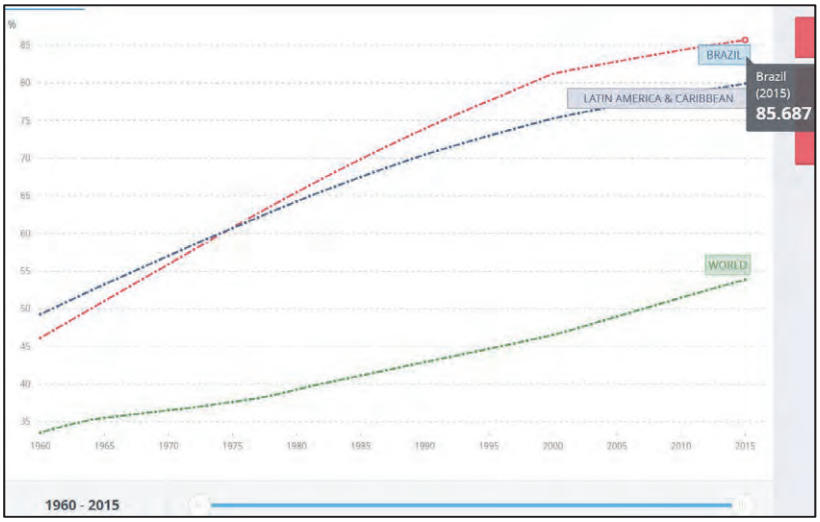


図 2: 都市人口比に係るブラジル、ラテンアメリカ・カリブ諸国の平均
全世界平均の推移
（出典：World Bank Open Data[2]）

しかし、下水普及率は州や地域によってばらつきがある状態であり、下図の様に 2015 年においても都市部平均で 88%、地方部平均で 52%と、大きな格差がみられる。

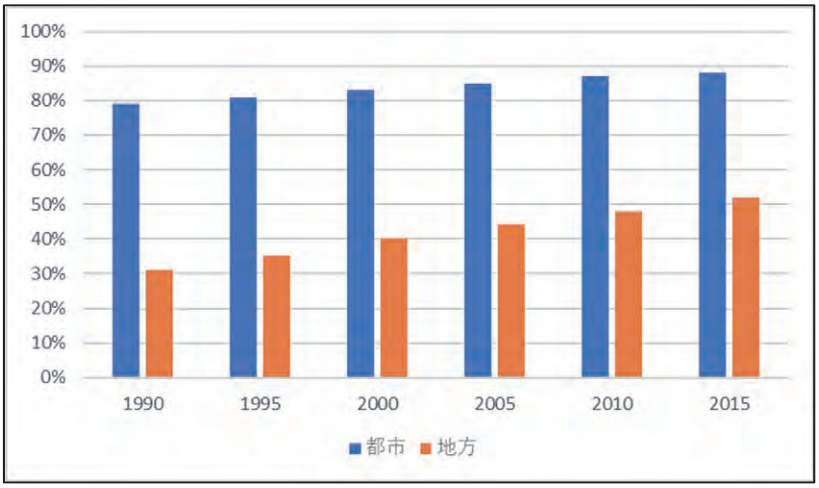


図 3: ブラジルにおける都市部／地方部の下水普及率の比較
（出典：WHO / UNICEF Joint Monitoring Program for Water Supply and Sanitation[3]）

ブラジルにとって排水処理の適正化は深刻な課題であり、国家衛生情報システム（Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: SNIS）によれば、2015 年現在においてもブラジルにおいて適正処理された排水は全排出量の 42.7%[4]に過ぎず、処理容量の

[2] http://data.worldbank.org/indicator/SP.URB.TOTL.IN.ZS?locations=BR-1W-ZJ
[3] https://www.wssinfo.org/fileadmin/user_upload/resources/Brazil.xls
[4] p25, section 6.1, Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2015
http://www.snis.gov.br/downloads/diagnosticos/ae/2015/Diagnostico_AE2015.zip

不足や不適正な処理による土壌汚染や水質汚染等の諸問題について抜本的な解決策を見出せずにいる状態である。水質汚染の原因としては、工場排水、農業・畜産業からの汚水、家庭やオフィスなどからの都市下水が挙げられる。工場排水については、各施設内において浄化処理してから排出することが定められているが、制度があっても運営が徹底していないために、汚染が発生している状態である。また、ブラジル全体の汚染度合いについての詳細は十分に調査されていない。その要因としては、都市省（MCidades)、国家統合省(MI)、環境省(MMA) などの行政間が縦割りになっており、情報が統合されていないことが挙げられる。さらに、現地調査で明らかになったのは、下水道に接続されていたとしても、その全量が下水処理場で処理されているわけではないということだ。サンパウロ州及びパラナ州においては、集められた下水の 70%～80%が処理されているが、残りは河川や海洋に放流されている状態である。また、ブラジルにおいては、ラグーン方式と嫌気性汚泥処理が主流である。活性汚泥方式は処理能力が高いが、整備費用が高額であるため数は少ない。

汚泥乾燥の様子

現在ブラジルにおいては、有機性汚泥については脱水、天日乾燥したのちに、遠方の最終処分場にて処理を行っているが、天日乾燥に費やす人件費と、処理する汚泥の水分量が多いため処理日数がかかり、且つ輸送費用が高い状態が続いている。我が国において提案企業が取り組んできたような有機性汚泥の乾燥による燃料化に関しては、研究中ではあるものの実用化はされていない状況である。

パラナ州では先駆的にバイオガスによるエネルギー化の施設は建設中である。これは、CS Bio 社(SANEPAR 40% / カタリーネ社 60%の出資比率である合弁会社)が 2017 年月 9 月以降に Biogas 発電(汚泥、市場や期限切れ食品などの食物残渣を利用)を開始し 2.8 MW(1 機 1.4MW)の発電を行うものである。

ベレン下水処理場のバイオガス施設の様子

上述の様な開発課題に資する支援として、我が国は国別開発協力方針（旧国別援助方針）の下、パラナ州環境改善事業（有償）や環境配慮型都市構築プログラムの一環として、2012 年から 2015 年までパラナ州における上下水道システム運営・維持管理能力強化プロジェクト（技術協力プロジェクト）を始めとする様々なプロジェクトを実施してきた。これらの支援の中で、下水処理場においては、嫌気性処理施設からエネルギー利用する研究などが実施されたが、提案事業である汚泥を乾燥させて燃料化する事業についてはまだ行われていない。パラナ州全体の下水処理を担っているパラナ州上下水道公社(Companhia de Saneamento

do Paraná: SANEPAR）においても、乾燥機の運営についての技術や知識がなく、汚泥燃料の活用先として製鉄所やセメント会社などがあることについては知見がない状態であることが、ヒアリングにおいて判明した。そのため、SANEPAR からは汚泥乾燥機による減量化と燃料製造について、環境負担の低減と再生可能エネルギーの利用を両立する技術として強い関心と期待が示されており、かかる技術の早期導入に向けた支援が求められている。

1-2 当該開発課題に関連する開発計画、政策、法令等

1-2-1 ブラジルの環境分野における基本法規

(1) ブラジルの環境分野における基本法規

ブラジルでは 1960 年代末から 1973 年にかけての、高度経済成長および軍事政権下における輸入代替工業政策推進の結果、急速な工業化に伴って公害問題が発生した。そのため 1973 年には現在は環境・再生可能天然資源院（Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis: IBAMA）に統合された大統領府環境特別局(Secretaria do Meio Ambiente - SEMA)が設立され、環境問題に関する政策及び法整備が行われるようになった。

かかる政策及び法整備の中でも代表的なものとしては、「国家環境政策、その目的、定義および実施のメカニズムに関する 1981 年 8 月 31 日付法律 6936 号（LEI Nº 6.938, DE 31 DE AGOSTO DE 1981, Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências[5]）」があり、環境保全や生態系の保護、汚染行為の管理、モニタリング、市民への環境教育等に資する政策の実施方針について規定している。その後制定された 1988 年憲法[6]では第 225 条において、環境は「国民の共有財産かつ健全な生活に不可欠であり、政府と国民の双方が現在及び将来の世代のために保全・保護の義務を負うもの」として規定されている。また、各種製造業生産工程で排出された汚泥、下水処理場から発生する有機性汚泥、建設汚泥等については廃棄物として分類されている。

廃棄物処理に関する法律については、次の通りである。廃棄物処理政策に係る法制備は、1981 年の「環境基本法(連邦法(6.938/81))」の規定に従い構築された国家環境制度(SISNAMA: Sistema Nacional do Meio Ambiente)に基づいて実施されている。環境省(MMA)が家庭ごみ、産業廃棄物、医療廃棄物及び放射性廃棄物等の収集や最終処分に係る法令を管轄している。連邦政府は、固形廃棄物に関する 10 年間有効な国家計画を実施することが求められている。 州当局および市当局は、この国家計画に従って、独自の固形廃棄物計画を策定して各々の管轄地域内で実施しなければならない。 2007 年法令 11.445 号で 基本的な衛生に関する国家政策が定められ、2010 年法令 12.305 号（固形廃棄物国家政策法）で固形廃棄物に関する国家政策が決定された。

表 1： 廃棄物に関する関係法令

法規制番号	概要
連邦大臣 No. 053/1979	固形廃棄物の最終処理、処分について定めた最初の規則
CONAMA No. 06/1988	有害産業廃棄物を発生させる事業の許可と管理に関する規則
CONAMA No. 283/2001	医療廃棄物の処理、処分についての規則

[5] http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938compilada.htm
[6] http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm

CONAMA No. 307/2002	建設廃棄物の管理に適用する基準の設定
CONAMA No. 316/2002	廃棄物の熱処理についての基準と規則
CONAMA No. 316/2002	保健衛生医療役務の廃棄物の処理及び最終処分についての規則
NBR12.980	都市固形廃棄物収集、清掃、梱包・専門用語規定
NBR 8.419	都市固形廃棄物最終処分場基準
NBR10.004	固形廃棄物・分類
NBR10.005	廃棄物浸出水取り扱い手順

（出典：環境省などへのヒアリングに基づき調査団が独自に作成）

1-2-2 国家開発計画

当該分野における国家開発計画として、2011 年に都市省環境衛生局が国家基礎衛生計画を定め、上下水道接続率を 20 年間で 100%にする目標を掲げている。国家基礎衛生計画の発表後の 2011 年から 2014 年にかけて「成長加速計画　PAC2」において水セクターに約 1 兆 5000 億円を投じている。さらに、2013 年に発表した国家衛生計画では上下水道の整備・サービス実施状況に係る現状分析を行い、ブラジルの経済成長等を鑑みて 3 つの成長シナリオを提示した上で、2033 年までに全世帯の 99%に給水し、同 92%に下水処理サービスを提供することを目標とし、その達成には最大で 5,085 億 R$（約 18.6 兆円）の官民による投資が必要であるとしている。

ただし同計画は目標達成に向けた具体的な方法論や詳細な実施スケジュールを明示するものではなく、計画の達成にあたっては特に給水率や下水接続率の低い自治体が個別にインフラ整備等に係る具体的な実施計画を作成し、連邦政府や民間の投資家から予算を獲得して実施することが求められている。

また、廃棄物に関する計画としては、都市固形廃棄物に関しては以下の 4 点が掲げられている。

・最終残渣の環境的に適切な最終処分
・都市の固形廃棄物発生量の削減
・衛生埋め立てで処理される乾燥した都市ごみの削減と、再利用・リサイクル品を扱う分別業者の参画
・衛生埋め立てで処分される水分の高い都市ごみの削減

固形廃棄物管理計画では、公共衛生サービス機関の廃棄物、産業廃棄物、医療廃棄物、鉱業廃棄物の発生源や、危険廃棄物の発生源となっている事業者等が作成する義務が規定されている。この計画は、事業活動や発生する廃棄物の種類や性状、量、診断、関連規則、自治体の廃棄物管理計画との整合、管理責任者、再利用、減量化ななどの目標を含む内容となっている。

1-2-3 州・都市レベルにおける政策及び関連法規

パラナ州の州都であるクリチバは、世界的に著名な環境都市として、積極的に環境課題に取り組んできた。同市は急速な都市化で人口が急増した 1960 年代から、クリチバ都市計画研究所（Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba: IPPUC）の主導の下で環境負担の低減を考慮した都市計画を進めてきており、1989 年から「ごみではないごみ」プログラムとして他都市に先立って廃棄物の分別回収制度を確立するなど、廃棄物処理

についても先進的かつ積極的な政策を推進してきた。特に下水処理については、イグアス川を通じてブラジルの主要な観光資源のひとつであるイグアスの滝に向かって流れていることもあり、パラナ州として優先的に取り組んでいる環境課題である。

同州政府は2013年末にBet Richa州知事（前クリチバ市長）の主導により、Bioclimaという環境政策[7]を策定した。これは地球規模の気候変動の抑制への貢献に向けて、パラナ州における自然環境及び生態系への負の影響の極小化・回復を図る包括的なプログラムであり、COP11, COP18, 2014年ブラジルワールドカップ等の世界的な注目下において先進的な環境管理メカニズムを喧伝すると共に、REDD+等の森林減少対策に係る国際的枠組みとも親和性の高い内容となっている。また同政策の実行に際して考慮すべきガイドラインの中では、気候変動への対策に関連して再生可能エネルギーの活用度の向上や、気候変動及び環境・社会・経済システムの脆弱性に対する負の影響を抑制する対策の適用等が挙げられており、今後自然環境の保全や回復、経済的インセンティブ、気候変動、環境モニタリング、環境教育、調査・研究等のテーマに対応した具体的プロジェクトが計画・実施される予定である。

なお、開発課題に関連するパラナ州の法令の一つとして、2016年11月10日発布の法律第18,900号[8]において、水資源の再利用や処理効率向上、水質汚染の防止を促進する為に、毎年9月15日を州の「水の消費抑制・再利用・効率化及び排水処理におけるエネルギー効率化を奨励する日」とする旨制定されている。

その他に関連するパラナ州の廃棄物関連の法令は次の通りである。

表2：パラナ州の都市固形廃棄物の法令

法律番号	公布日	概略
法律第12.493号[9]	1999年2月5日	汚染・汚濁のコントロール、環境への影響の最小化を視野に入れた、パラナ州における固形廃棄物の発生、梱包、保管、収集、運搬、処理、最終処分に関する原則、手続き、規則及び基準を取り決め、その他措置を定める。
命令第6674号[10]	2002年12月3日	汚染・汚濁のコントロール、環境への影響の最小化を視野に入れた、パラナ州における固形廃棄物の発生、梱包、保管、収集、運搬、処理、最終処分に関する原則、手続き、規則及び基準を取り決め、その他措置を定める1999年法律第12.493号の規定を承認。
SEMA/IAP[11]/SUDE	2006年8月	土壌及び地下水の保護・保全を視野に入れた、最終

[7] http://www.bioclima.pr.gov.br/

[8] http://www.legislacao.pr.gov.br/legislacao/pesquisarAto.do?action=exibir&codAto=164861&indice=1&totalRegistros=1

[9] http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/Legislacao_ambiental/Legislacao_estadual/LEIS/LEI_ESTADUAL_12493_DE_01_1999.pdf

[10] http://celepar7cta.pr.gov.br/SEEG/sumulas.nsf/2b08298abff0cc7c83257501006766d4/d57fea974b39bcda03256e99006599e5?OpenDocument

[11] パラナ環境院（Instituto Ambiental do Paraná）

RHSA[12] 決議 01 号	21 日	処分場用敷地の防水処理のための要件、技術的基準及び手続きを定める。
法律第 13806 号	2002 年 10 月 1 日	大気汚染の制御に関する適切な活動、規定に従った大気質の基準及び管理について取り決め、その他措置を定める。
SEMA 決議 54 号		環境的に安全な方法で州の経済的・社会的発展の実現を目的に、住民の健康・福祉、及び生活の質改善のための、環境マネジメントの基本的方法の一つとしての大気質管理の基準を定める。
SEMA 決議 21 号		環境許認可について規定し、環境条件及び基準を取り決め、衛生事業のためのその他措置を定める。
命令第 7750 号	2010 年 7 月 14 日	環境保護的で経済的な区画事業のための、Consórcio ZEE-PARANÁ と命名される環境保護的経済的区画調整委員会について規定し、その他措置を定める。
SEMA 決議 16 号	2014 年 3 月 26 日	大気汚染について規定している。

出典：パラナ州配布資料に基づき調査団が作成

1-3 当該開発課題に関連する我が国国別開発協力方針

対ブラジル連邦共和国国別援助方針（2012 年）との整合性を以下に示す。

表 3： 我が国国別開発協力方針（旧国別援助方針）との整合性

大目標：持続的開発への支援と互恵的協力関係の促進
期待される効果：本提案事業はブラジルにおける下水処理の適正化やエネルギー利用の促進により、ブラジルの持続的開発に資する。また本提案事業の展開は、後述の日本国内における経済効果の波及も期待される観点から、互恵的協力関係の促進にも資するものである。
中目標：都市問題と環境・防災対策／開発課題 1-1（小目標）：都市問題への対応
期待される効果：本提案事業は下水処理の適正化を通して、正しく都市問題の一つである衛生状態の改善に直接貢献すると同時に、対象地域における環境負荷を低減した環境配慮型都市の構築にも資すると考えられる。

2012 年 12 月に策定された対ブラジル連邦共和国国別援助方針（現国別開発協力方針）では、大目標として「持続的開発への支援と互恵的協力関係の促進」を掲げ、急速な都市化がもたらす弊害の緩和を目指している。また、2016 年 4 月現在の事業展開計画における重点分野のうち、「都市問題と環境・防災対策」への対応方針において、「都市化に伴う環境・衛生の悪化、交通渋滞などの諸問題に対して、日本の先進的な技術を活用し、ブラジルにおける効率的で環境負荷を低減した環境配慮型都市の構築に資する支援を行う。」 と述べられており、本案件の推進はこの方針に合致する。

http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/Legislacao_ambiental/Legislacao_estadual/RESOLUCOES/RESOLUCAO_SEMA_SUDERSHA_01_2006.pdf

[12] 水資源・環境衛生開発監督署（Superintendência de Desenvolvimento de recursos hídricos e saneamento ambiental）

1-4 当該開発課題に関連するODA事業及び他ドナーの先行事例分析

ブラジルの下水処理分野における主なドナーは、米州開発銀行、世界銀行、日本等であり、既存の上下水道の修繕、上下水道の新設、各州の政府や上下水道公社による整備計画策定や水道インフラの運営・維持管理に係る能力強化、住民の水利用に対する啓発活動等を実施している。しかし2-1-1項でも記載したように、汚泥燃料に関する我が国及び他ドナーからの支援事例は、現時点では確認されていない。

1-4-1 我が国のODA事業における事例

直近で実施された我が国のブラジルに対する下水・汚泥分野の事業を以下に示す。

表4: ブラジルの下水・汚泥分野における我が国の援助動向

案件名（協力期間）	スキーム	概要
パラナ州上下水道システム運営・維持管理能力強化プロジェクト(2012年9月～2015年8月)	有償技術支援ー附帯プロ	パラナ州上下水道公社（SANEPAR）の下水管路維持管理、下水処理場運転管理、浄水場運転管理の能力強化に係る専門家派遣及び機材供与
パラナ州ロンドリーナ市における地域水質改善モデル支援プロジェクト(2010年10月～2013年3月)	草の根技協（地域提案型）	パラナ州ロンドリーナ市における、河川の微生物検査及び住民参加を含む河川水質の水質モニタリング・管理システムの構築に係る研修員受入及び専門家派遣
パラナ州環境改善事業（1998年1月～2009年5月）	有償資金協力	パラナ州クリチバ首都圏及び同州海岸地域における上下水道整備
グアナバラ湾流域下水処理施設維持管理支援プロジェクト（2014年3月～2017年3月）	有償技術支援ー附帯プロ	リオデジャネイロ州上下水道公社（CEDAE）の下水処理場の運営・維持管理能力の強化に係る専門家派遣及び本邦研修
サンタカタリーナ州沿岸部衛生改善事業(2010年3月～2016年3月)	有償資金協力	サンタカタリーナ州海岸地域における下水道及び下水処理場の新設・拡張

（出典：過去のODA実績の基づき調査団が独自に作成）

下水処理場および下水管整備などの事業は実施されてきたが、提案事業のような有機性汚泥の処理及び活用についての事業は実施されていない。また、パラナ州、リオデジャネイロ、サンタカタリーナ州以外における、下水・汚泥分野における事業は殆ど実施されていない。このため、他州においても同分野における開発ニーズがあると推察される。

1-4-2 他ドナーの事例

ブラジルにおいて他ドナーが実施している支援の代表的な例を以下に示す。

表5: ブラジルの下水処理分野における他ドナーによる支援事例

ドナー名	概要
米州開発銀行（IADB）	・ Project Viva Cidade 2 Environmental Revitalization and Urban Municipality Joinvi[13]：サンタカタリーナ州ジョインビ

[13] http://www.iadb.org/en/projects/project-description-title,1303.html?id=BR-L1405

	レ市における上下水道整備及び管理当局の能力強化 2014年～実施中、貸付額USD70百万 ・ Sanitation for Nova Estrada Watershed - PROMABEN II[14]：パラ州ベレン市における上下水道の修繕、メンテナンス環境の整備及び住民等の啓発、管理当局の能力強化： 2014年～実施中、貸付額USD125百万 ・ Program of Environmental Sanitation of CAESB[15]：連邦直轄区環境衛生会社（CAESB）の管轄地域における上下水道の修繕、拡張、無収水対策、管理能力強化 2014年～実施中、貸付額USD171百万 ・ Environmental Sanitation Program for Ipojuca Basin[16]：ペルナンブコ州上下水道公社（COMPESA）管轄地域における下水処理システムの整備等 2012年～実施中、貸付額USD200百万 ・ Environmental Sanitation Program for Municípios in the Guanabara Bay Area-PSAM[17]：リオデジャネイロ州グアナバラ湾周辺における下水回収・処理場の整備、実施機関の能力強化 2011年～実施中、貸付額USD452百万 ・ 水と衛生に関するイニシアティブ（下水および廃棄物の処理）プロジェクト[18] ・ ウエストピッカーの作業ラインを整備[19]
米国貿易開発庁（USTDA: US Trade and Development Agency）	・ リオ・デ・ジャネイロのMPX Energiaへの406,000米ドルの融資により、廃棄物再生エネルギーのプラント建設を支援[20]。（2009）
世界銀行（WB）	・ BR Espirito Santo Integrated Sustainable Water Management Project[21]：エスピリト・サント州における水資源管理及び衛生アクセスの改善 2014年～実施中、貸付額USD225百万 ・ BR APL2 Sao Bernardo Integrated Water Management in Sao Paulo Program[22]：サンパウロ州における給水管理、水質汚染対策等の改善に係る州政府及び上下水道公社の能力強化、貧困層に向けた上下水道へのアクセス改善 2012年～実施中、貸付額USD21百万

[14] http://www.iadb.org/en/projects/project-description-title,1303.html?id=BR-L1369
[15] http://www.iadb.org/en/projects/project-description-title,1303.html?id=BR-L1215
[16] http://www.iadb.org/en/projects/project-description-title,1303.html?id=BR-L1295
[17] http://www.iadb.org/en/projects/project-description-title,1303.html?id=BR-L1282
[18] http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=36846537 (2010)
[19] http://www.iadb.org/en/topics/solid-waste/bringing-informal-recyclers-into-the-formal-system,3837.html
[20] http://www.wtert.com.br/home2010/arquivo/noticias_eventos/BrazilWasteToEnergy_062909.pdf
[21] http://projects.worldbank.org/P130682?lang=en
[22] http://projects.worldbank.org/P125829/sao-bernardo-guarulhos-integrated-water-management-sao-paulo-program?lang=en

	・ Integrated Health and Water Management Project (SWAP)：ブラジル内の 10 自治体向け上下水へのアクセス改善及び感染症対策[23] 2010 年～実施中、貸付額 USD60 百万 ・ サンパウロ都市統合廃棄物処理プロジェクトに 23,300 万ドルのローンを拠出。[24](2009-2015)
ドイツ経済協力開発省 （BMZ: Federal Ministry for Economic Cooperation and Development）	・ ブラジルにおける持続可能な生物経済プロジェクト(2014)[25] 有機廃棄物等からリサイクルされたバイオガスを活用。
カナダ国際開発庁 (CIDA:Canadian International Development)	・ サンパウロにおける、一般参加型の持続可能な廃棄物管理プロジェクトに投資 (2008)[26]
外務・英連邦省 (FCO: Foreign and Commonwealth Office)	・ ブラジルの廃棄物管理に関する国家政策の履行を支援(2012) 245,800 英ポンドを拠出。[27]
国連環境計画 (UNEP: United Nations Environment Programme)	・ Global Partnership on Waste Management (GPWM) 水銀の環境保全リスク管理を援助する調査プロジェクトをブラジルの MoE と共同で開始。水銀の廃棄処理も調査内容に含まれる。(2015)[28]

日本以外のドナーでは USTDA が廃棄物エネルギー、BMZ がバイオガスの活用に関する事業を支援している。しかし、提案事業のような汚泥を乾燥させる方式は見当たらない。

1-5 対象国のビジネス環境の分析

1-5-1 投資環境について

(1)投資奨励

外資に限定した投資奨励はない状況である。また、政府の奨励策は、工業関連自動関税制

[23] http://projects.worldbank.org/P095171/integrated-health-water-management-project-swap?lang=en

[24]http://www.usaidlandtenure.net/sites/default/files/country-profiles/full-reports/USAID_Land_Tenure_Brazil_Profile.pdf
http://www.worldbank.org/en/news/press-release/2010/11/04/brazil-50-million-improved-solid-waste-management

[25] http://www.auf-aw.uni-rostock.de/fileadmin/AUF_AW/I-Nopa/i-NoPa_Factsheet_Bioeconomy.pdf

[26] http://pswm.uvic.ca/pswm-program-programa-pswm/

[27]https://www.gov.uk/government/publications/prosperity-fund-project-evaluation-supporting-the-implementation-of-the-brazilian-national-policy-on-waste-management-2012

[28] http://www.unep.org/newscentre/Default.aspx?DocumentID=26830&ArticleID=35280

度、技術革新プログラム、インフラ開発奨励特別プログラムなどがあるが、提案事業については該当しない。また、辺境地域開発のための恩典制度として、情報通信法やマナウスフリーゾーンには輸入税や工業製品税の免除があるが、提案事業の実施地区には該当しない。さらに、国産類似品がない製品に対して、関税の軽減措置が認められる「輸入製品に対する関税の軽減措置」という制度 Ex-tarifário がある。(2014 年 8 月 14 日付の Camex 決議第 66 号による) これは、ブラジルで生産されていない特定の製品を輸入することを奨励するために作られた。この制度を利用すれば、 輸入税を 2%に減額することができる。国産類似品がない製品ことを証明するためには、非類似性証明書の発行の必要がある。証明書の発行には最低でも１ヶ月必要である。その後、生産開発局（the Secretaria de Desenvolvimento da Produção）に、製品に関する技術情報や使用目的を記載した申請書に記載後に非類似性証明書を添付して申請を行わなくてはならない。許可が下りるまでには３ヶ月から 5 か月を要する。提案事業に使用する機材については、SANEPAR の法務部が適用の可能性があるかどうかの調査を行う予定である。

また、ドローバック制度と呼ばれる輸入恩典制度がある。これは、輸出産品に使用される輸入部品・資材・副資材（国内調達品にも一部適用）などは、保留、免税・償還方式によるドローバック制度を適用すれば、輸入税、工業製品税（IPI)、商品流通サービス税（ICMS)、社会負担金（PIS/COFINS)、商船隊更新追加税（ARFMM）など、ほとんどの税金が保留、または免税となるものである。(2011 年 7 月 14 日付の SECEX 省令第 23 号）しかし、ドローバック制度は、輸出を前提とした部品等の輸入を前提としているため、提案事業における色材には該当しない。

連邦政府レベルや、州政府や市単位で投資奨励策を行っているケースはあるが、パラナ州及びクリチバ市においては特段の優遇策はない。サンパウロ州内では、提案事業について、市のサービス税を 5%から 2%に減らすことや、固定資産税を 5 年間半分又は 10 年間免除などの税優遇援助を行うことが可能であることを確認した。

⑵会社設立について

世界銀行が作成した 2017 年における「ビジネスがしやすい国総合ランキング」における起業しやすいランキングでは、190 カ国中で 123 位と低迷している。これは JETRO などにヒアリングした結果次のような要因が考えられる。

- 起業に必要な日数
  起業までに必要な日数が 80 日以上である。世界銀行の 2017 年の調べでは 175 カ国中最下位であった。
- 労務・税務問題への対応
  人件費の高騰と年間 200 万件以上の労働裁判が発生している。
- 税制度
  複雑な税制と煩雑な手続き。さらに税率が高い。世界銀行の 2017 年の調べでは 181 カ国中最下位であった。
- インフラの整備状況
  鉄道、道路、港湾などのインフラが不整備である。国土が大きいため、インフラ整備の遅れが輸送コストの上昇につながっている。但し、2016 年 8 月に発表された投資パートナーシップ・プログラム PPI により、民間型インフラプロジェクトは促進されている。(後述する住友商事のように積極的な投資を行う企業も増えてきている)
- 政治情勢
  大統領弾劾などによる政権不安が数年続いている。また、国営石油会社ペトロブラスが絡んだ政界汚職なども深刻な問題となっている。

・ 為替変動
過去 20 年でみても 98 年の 120 円台からブラジル通貨危機を経て大幅に下落した。さらにリーマンショック前の 2008 年 8 月は 1 レアル 70 円程度で推移していたが、2017 年 10 月現在では 35 円程度で推移している。不景気にもかかわらず高金利通貨であり、産油国であるため、原油安の状態が続くとネガティブな要因が増えると考えられる。

以下にブラジルにおける会社設立の基本的な手順を記す。手続きに必要な時間は会社を設立する州、市によっても異なるし、書類によっては、ポルトガル語への公証翻訳が必要になる。また、ブラジル領事館による認証も必要となる。

1 代理人の任命
2 日本での法人登記を証明する書類の提出（登記簿謄本の公証翻訳が必要）
3 外国に所在する本社の全国法人登録台帳への登録、中央銀行に対する企業登録
4 会社定款の作成
5 定款の登記
6 ブラジル現地法人の届出
(1)国税庁 (2)州財務局 (3)市財務局（納税者台帳） (4) 国家社会保障院
(5)使用者組合 (6)貿易統合システム (7)州代理店業協会
7 特別登録 （業種によって異なるが、製造業の場合は）州環境当局への登録
8 ブラジル中央銀行 (1)情報システム閲覧暗証番号の申請 (2)中銀外資登録
9 銀行口座開設、資本払込を目的とした送金
10 外国人経営者の任命 外国資本登録書の取得、納税者番号の登録など
（以上 JETRO 配布資料などに基づき調査団が作成）

1-5-2 環境影響評価について

廃棄物処理事業を行うには環境ライセンス認可が必要である。環境ライセンスは、連邦政府ではなく各地方行政の環境局が管轄している。環境ライセンスは、環境への負荷を与える事業として、大きなインフラ事業のみならず、製造業や農業などすべての事業が対象となっている。事業計画時、着工前、操業前の 3 段階において、適切な対策がとられているかを確認し、認可をそれぞれ与える制度である。環境ライセンスは持続可能な開発を達成する上で、環境・社会・経済の三つの要素にバランスが求められている。
また、地方行政（州、市）が更に厳しい規定を設けることができるとしている。例えばパラナ州においては、2002/316 の焼却設備に関する法律に基づき環境ライセンスが必要であり、工業地帯にしか設置できないと規定されている。ただし第 29 条に記載される通り、住宅、公共民間の建物、病院に関しては工業地帯にも焼却炉の設置は禁止されている。サンパウロ州においては特別工業地帯においては焼却炉の設置は可能である。しかし、サンパウロ市においては市の方針により焼却は禁止されている。（サンパウロ州環境公社 CETESB: Companhia Ambiental do Estado de Sao Paulo へのヒアリングによる） サンパウロ州に対する環境ライセンスの申請書は web から取得できる。[29]
提案事業については、汚泥を乾燥して燃料化を行うものであり、「焼却炉」ではなく「乾燥設備」の導入であるから、焼却炉のような厳しい規定には該当しない。
また、環境影響評価(EIA: Environmental Impact Assessment)を取得する必要がある。

[29] http://www.cetesb.sp.gov.br

EIA も同じく州の環境局が管轄している。ブラジルにおける EIA 制度に関わる主要な法規としては、「連邦憲法第 225 条」、「環境基本法第 9 条」、「連邦命令 88,351/ 83 の第 48 条」、及び「CONAMA 決議書 01/86」等が挙げられる。
（但し、普及・実証事業において想定している実証地である SANEPAR の下水処理場においてはすでに環境ライセンスを取得しているため、乾燥炉の設置に関しては、環境ライセンスの一部変更のみで済むことを確認した。ビジネス展開時に、新たに土地の取得を行い、乾燥炉を設置する時には、新規で環境ライセンスの取得が必要となる。環境ライセンスの取得は、州によっても、事業規模によっても掛かる時間が異なる。現地の建設会社やビジネスパートナー企業と連携しながら、諸手続きを進める予定である。
また、ビジネス展開時においては環境影響評価(EIA: Environmental Impact Assessment)を取得する必要がある）

1-5-3 税制について

ブラジルの税金の範囲は、税、負担金、手数料の 3 つに区分されており、徴税主体も、連邦、州、市の 3 つに分かれている。（以下 JETRO 資料を参照に記載）
主な連邦税は次の通り。

表 6: 主な連邦税、地方税など

種類	概要
個人所得税（IRPF）	実質所得に課せられる。税率は 7.5%、15%、22.5%、27.5%。
法人所得税（IRPJ）	実質利益に対して基本的な税率は 15%で、月額 2 万レアルを超えた利益に関しては追加で 10%が課税。
工業製品税（IPI）	輸入工業製品の通関、製造施設および製造施設とみなされる場所からの工業製品の搬出に対し課税される。税率は製品により異なり IPI 税率表（TIPI）に基づく。税率は 0～20%。
輸入税	輸入品の CIF 価格に対して課税。品目などにより課税率が異なる。
金融取引税（IOF）	金融機関が行う融資(貸付)、保険契約、証券取引、企業間ローン取引、運用、為替取引などに対して課税される。

主な地方税は次の通り。

種類	概要
商品流通サービス税（ICMS ）	州税：付加価値税。各州により徴収され、商品の流通や通信、運輸サービスなどにも適用される。税率は品目が州によって異なる。
相続譲渡税（ITCMD）	州税：資産や権利の譲渡、相続の際に課せられる。税率は州により異なり上限は 8%。
都市不動産所有税（IPTU）	市税：都市部の不動産の時価に対し算定される。税率は不動産の所在地と用途により異なる。居住用建物に対する税率は 1%、非居住用建物は 1.5%（サンパウロ市の場合）。
サービス税（ISS）	市税:役務提供を行う法人や個人独立業者の受取対価に対して課せられる。市により異なり、税率は 2～5%。

その他の税金

種類	概要
法人利益に対する社会負担金（CSLL）	全ての法人と法人格の扱いを受ける者に負担義務がある。財源のうち、社会保証に充てられる負担率は 9%。
社会統合計画・公務員厚生年金（PIS・PASEP）	PIS は民間企業の労働者の、PASEP は公務員や軍人の失業保険や金銭的援助の財源に充てられる。民間企業の場合、法人税の納付形式が累積型では総売上高に対して 0.65%、累積排除型（付加価値税方式）では 1.65%の負担が課せられる。
社会保険融資負担金（COFINS）	社会保証や医療、福祉の財源に充てられる。全てのサービスや商品の総売上高に対して、法人税の納付形式が累積型では 3%、累積排除型（付加価値税方式）では 7.6%の負担が課せられる。

日本とブラジル間では重複課税を避けるための日伯租税条約租税条約がある。（法令第 61899 号　1967 年に施行、1978 年に法令第 81194 号で修正）
ブラジルでは連邦所得税（法人および個人）、日本では所得税と法人税が対象となる。
日伯間の主な取引の税率は次のとおり。

1. 配当金送金
   租税条約がない場合の源泉所得税率は 15%。同条約により、出資者である日本法人への配当金送金の税率は 12.5%。ただし、ブラジル国内の税法改正により、1996 年以降は、ブラジルから国外への送金を含め、利益配当に対する源泉所得税は非課税。〔1995 年法令第 9249 号〕
2. 利子支払い
   租税条約がない場合の源泉所得税率は 15%。日本への送金の場合、同条約により 12.5%。
3. 使用料（ロイヤルティー）
   - 商標権の使用料に関する源泉所得税率は 25%
   - 映画フィルムの著作権およびラジオ・テレビ放送用フィルム・テープの著作権の使用料に関するものは 15%
   - その他の使用料は 12.5%

なお、両国間では税額控除規定が適用されるため、ブラジルで納付したとされる税額を日本側での課税額から控除が可能。配当金およびロイヤルティー（商標権の使用料は除く）は 25%、利子は 20%、ブラジル国内で課税されたとみなし、日本側で控除が認められている。
提案事業における機材についての課税と港湾費用を含めた輸入コストの概算は次の通りである。

表 7： 輸入コスト概算

種類　（工業機械など）	費用・税率
南米共通番号（NCM/TEC）	8458.11.99
輸入税(II)	14%
工業製品税(IPI)	0%
社会統合計画基金(PIS)	2.1%
商品サービス流通税(ICMS)	10.65%
貿易統合システム(Siscomex)	214.50 レアル

商船隊更新追加税(AFRMM)	海上運賃 x25%
関税	CIF 金額の約 7%

保険料と運賃が不明であるため商船隊更新追加税(AFRMM)と関税については不明であるが、大凡 35～40%の輸入コストが想定される。

第２章　提案企業、製品・技術概要

2-1 提案企業の概要

2−１−１提案企業の概要

表 8:　提案企業の概要

法人名	東北クリーン開発株式会社
代表者名	代表取締役　井上尚
本社所在地	山形県山形市久保田二丁目１番４７号
設立年月日（西暦）	1991 年 4 月
主な事業内容	産業廃棄物の焼却処理 汚泥燃料の製造 安定型産業廃棄物最終処分場の運営

2-1-2 海外ビジネス展開の位置付け

(1) **海外進出の目的及び必要性**

提案企業が拠点を置く山形県の産業廃棄物処理業者数（収集運搬のみを除く）は 226 社であるが、産業廃棄物処理業の性質上、業務範囲がある程度地域と取り扱い品目により棲みわけされている。また取扱品目の拡大に大型の設備投資が必要なことからも、取扱量の更なる拡大は制約される。さらに廃棄物処理事業における労働力不足は極めて深刻であり、提案企業のような地方都市の廃棄物業者には極めて重要な経営課題である。事業継続及び拡大には外国からの労働力確保が必要となっている一方、語学の壁や技術ならびに外国人労働者受入れ制度の問題が障害となり、外国人の就労は進んでいない。

他方、業界全体でみると 10 万社を超える廃棄物処理事業者がひしめき合い、廃棄物量の減少も相まって、依然としてゴミの奪い合いが発生する様相であり、廃棄物処理業界は厳しい状態が続いている。

提案企業は、現地での要望の程度と事業化に向けての可能性の高さを考慮し、パラナ州にて、事業展開を目指すことを目的としている。これは提案企業にとっては、新たな商機であるだけでなく、停滞を続け次の一手を模索している日本の廃棄物業界にとっても新たな道を指し示すためにも必要であり、その使命感を持って臨んでいる。

また東北地方での事業化の実績を、日系移民の多数在住するブラジルにおいて活用する事は、地域経済の活性化に繋がるとともに、ブラジルへの貢献に繋がると考えている。これらの事を踏まえた上で、ブラジルの抱える開発課題である汚泥処理問題解決に貢献したいと考えたのが海外進出の主たる動機である。

(2) 経営戦略における海外事業展開戦略の位置付け

提案企業の経営戦略における海外事業は、最も重要な成長分野の一つと位置付けている。競争の激しい日本の市場において培った廃棄物ビジネスのノウハウや技術を開発途上国において活用することにより、事業規模の拡大と安定を図りたいと考えている。

社会に認めてもらえる廃棄物処理は、技術者の技能に委ねられていると言っても過言ではない。安全、環境面に配慮し、多数の機材や設備を適切に扱える技術者の養成が極めて重要である。提案企業は、海外拠点を重要拠点として位置づけ、日本と海外で活躍できる外国人技術者を養成していく戦略である。国内事業の労働力を確保し、かつ海外拠点では日本の技術を培った良質な廃棄物処理サービスを展開する狙いである。

また提案企業を所轄する日本の環境省は、日本の廃棄物処理・リサイクル循環産業が、海外で事業展開し、世界規模での環境負荷低減に貢献することを重要視しており、この期待に応えることも重要な経営戦略の一つと考えている。

(3) 提案企業の開発途上国への貢献姿勢・意欲

我が国における汚泥処理技術は世界有数であり、燃料製造まで行なう事業者は世界でも類を見ない高い技術を保有している。我が国では、若干の経済回復は見られるものの、長引く不況の傷跡と、廃棄物量の減少などで、廃棄物処理業界は厳しい経済状況が続いている。廃棄物処理事業者は優れた技術を保有しているにも拘らず、海外にその技術を伝え事業化及び現地への貢献を行った実績は少ない。提案企業は、汚泥処理を事業の中核としており、競争が厳しい我が国において営利事業として運営を行なっている。以前から提案企業の技術を活用して、途上国の開発課題解決に向けた貢献をしたいと考えていた。提案企業代表取締役の井上を筆頭にして、本提案事業を成功させるべく、従業員一同固い決意を持っている。

提案企業は事業実施の適地に関しては時間をかけて選定し、事前訪問を行なうことにより、商圏や現地での技術水準などを分析してきた。その結果、発展が著しくそして汚泥処理の整備が遅れているブラジルに進出し、我が国の処理技術を活用する事を希望している。今後事業化を目標として、途上国の多くが抱える開発課題である廃棄物問題解決に貢献したいと考えており強い意欲を持っている。

2-2 提案製品・技術の概要

2-2-1 提案製品・技術の概要

(1) 提案製品・技術の特長

提案企業が有する有機性汚泥の最終処理及び汚泥燃料の生産販売の技術を展開する。

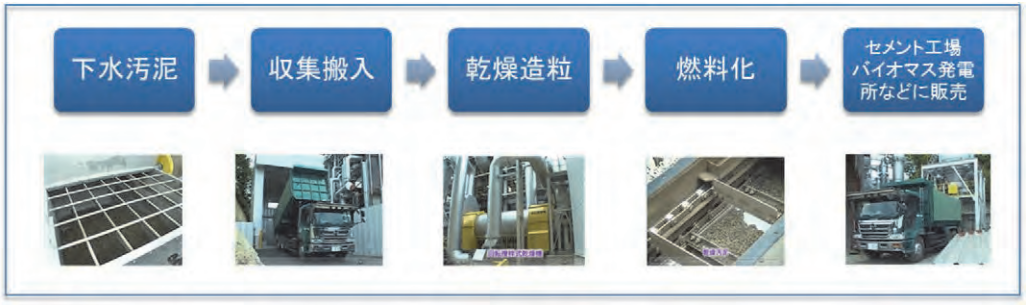


図 4：汚泥処理のフロー図
（出典：自社の工程に基づき調査団が独自に作成）

提案企業は現在､山形県全域の市町村が管理する浄化センターから搬出される有機性汚泥を活用するためのバイオマス燃料製造プラントを保有し稼動している。有機性汚泥を乾燥造粒し、バイオマス原料及び燃料の製造を行い、日量 48 トンの汚泥を処理している。

汚泥燃料

汚泥乾燥施設

稼動は処理量を最大限に行うことを前提とし、且つコストを最小限にすることを目的とし、制御室により焼却施設、乾燥施設の両方を集中管理、木くず、廃プラスチックなど廃棄物の焼却廃熱を乾燥用の熱源をして利用することによる重油等の化石燃料の削減を可能とした設計の施設となっている。処理により製造される乾燥汚泥は含水率が通常 10%程度であるが、運転操作により含水率は容易にコントロールを行え、安定した品質の調整を行うことが可能である。

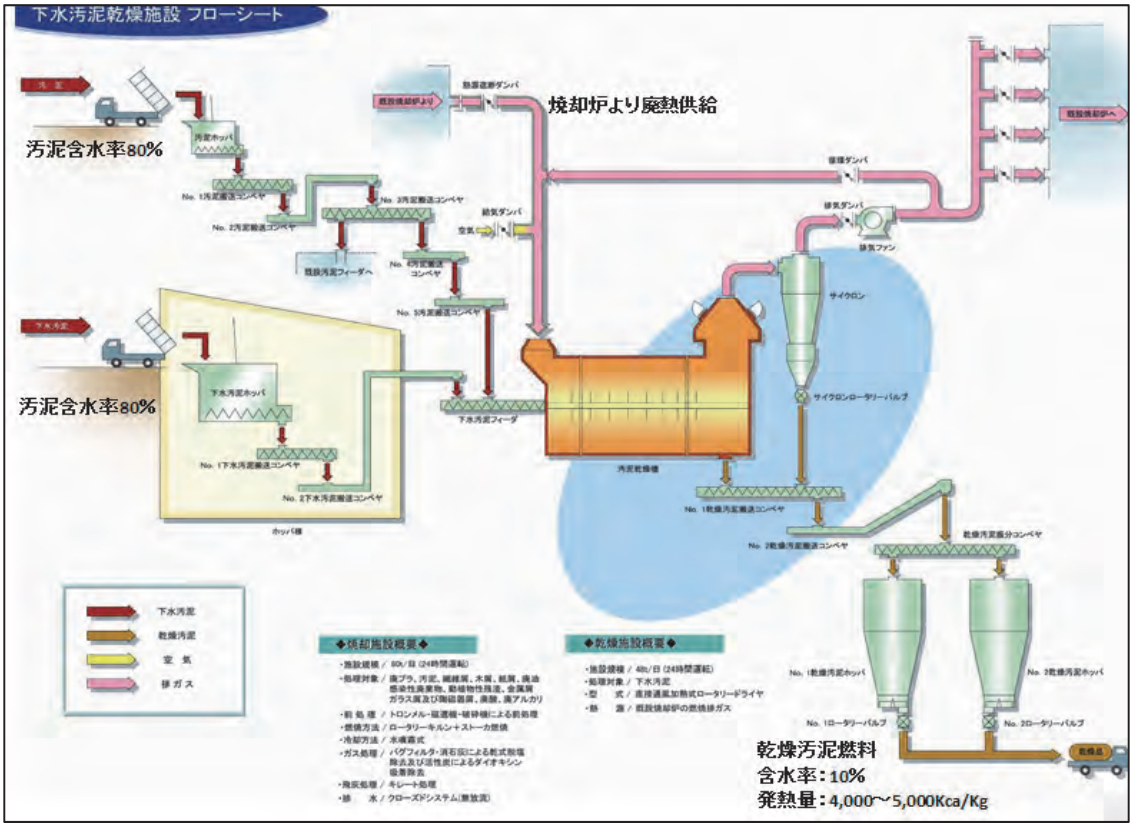


図 5： 提案事業のフロー図
（出典：提案企業パンフレット）

(2) 製品・技術のスペック・価格

提案企業のプラントは、日量 48 トンの汚泥処理能力を有している。汚泥燃料は製鉄所の関連企業にコークス代替燃料として年間 2,000 トンを出荷している。有機性汚泥の乾燥処理施設は、日量処理規模が 48 トンの処理規模であれば建設費用は 2～3 億円である。（熱源

装置設置費用除く）

汚泥燃料の価格については、他種の燃料としての性能（発熱量、取扱い易さ等）を比較した上で評価される。現在石炭のカロリーが 6,000kcal であり、汚泥燃料は 4,000kcal 程度である。そのため、石炭の価格が 6〜7 円/kg であることから、発熱量として 3 分の 2 である汚泥燃料は、石炭の 3 分の 2 である 4.0〜4.5 円/kg 程度が妥当であると考えられる。また現状、乾燥汚泥は燃料としての使用だが、堆肥原料としての可能性も有する。

(3) 製品・技術における特許等

提案企業は 2003 年 3 月に環境マネジメントシステムの国際規格である ISO14001 の認証を取得している。本規格は国際基準に照らされた環境リスクの低減および環境への貢献と、経営との両立をめざすマネジメントシステムの確立が求められるもので、提案企業は運営する廃棄物処理事業における継続的な環境負荷低減に取り組み、認証取得した。

(4) 処理実績

表 1 に示すとおり、提案企業の有機性汚泥の年間受入総量は約 9,000 トンであり、処理施設により乾燥処理を行うことで約 20%まで減量化している。製造された乾燥汚泥は、大手製鉄会社の関連企業へ 2,000 トン/年、を出荷している。その他としては、近隣の焼却施設の補助燃料として、50 トン/年を出荷している。過去 5 年間、契約数、処理量ならびに売上は年々増加しており、安定した実績を誇る。

表 9： 提案企業の処理実績

項目	年	2011	2012	2013	2014	2015
契約数（公立）	件	6	8	6	6	6
処理量（年）	トン	8,053	8,450	8,943	9,654	9,312
売上実績	千円	119,064	127,293	134,111	143,431	143,376

(5) 自治体・業界団体及びメディアからの評価

提案企業は地元山形県や宮城県大崎市、全国産業廃棄物連合会等から表彰状・感謝状を授与している。また、これらの実績を紹介する新聞・雑誌の掲載回数は以下である。

- 新聞：計 2 回／循環経済新聞、山形新聞
- 雑誌：計 1 回／INDUST
- テレビ：計 1 回／テレビユー山形

(6) 国内外の顧客層について

提案企業の汚泥処理事業における主な顧客は、以下の 2 者に大別される。

① 汚泥を排出し、提案企業に処理料を支払う主体：自治体が運営する下水処理場

② 石炭等の代替燃料として、提案企業から汚泥燃料を購入する主体：汚泥燃料は主として製鉄所における還元剤[30]およびセメント会社のボイラー燃料で使用される。またバイオマス発電所等への販売も予定している。

大量の熱源を必要としているセメント会社は、石炭を購入して使用しているが、汚泥燃料は 4000kcal 程度の熱量であり、石炭の 2/3 程度のカロリーを有するため、代替燃料として

[30] ケミカルリサイクル技術のひとつとして、製鉄の際に、鉄鉱石の脱酸素（還元）工程で用いられるコークスの一部を廃プラスチックなどのハイカロリーなリサイクル製品で代替する技術。

の活用が可能である。

ターゲット市場の動向（本調査対象国を除く）

日本国内においては、下水道の整備が既に進んでいることもあり、下水汚泥の発生量は、横ばいである。提案企業が操業する山形県内においても、以下のとおり平成 18 年から平成 27 年の 10 年間に掛けて、発生量は横ばいである。今後は、人口減少に伴い発生量は減少が予測される。

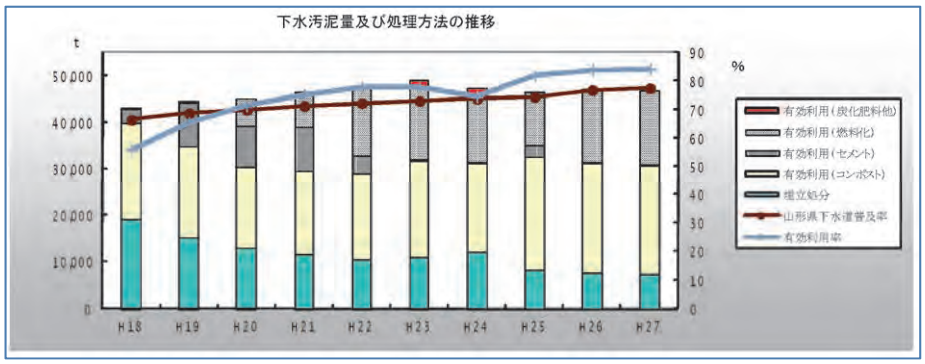


図 6： 山形県における下水汚泥発生量、処理方法の推移
（平成 28 年版　山形県の下水道による）

他方で汚泥燃料の購入先については、提案企業の商圏である山形県内においては、セメント工場や製鉄所等の新設による需要増加はみられていない。バイオマス発電については既存の鶴岡市、村山市のほか、酒田市、米沢市などにおいて発電所新設の動きがみられるが、その熱源は国内外産木質チップや海外産 PKS（PALM KERNEL SHELL）などが主であり、汚泥燃料の需要について飛躍的な成長は考え難い状況である。

ターゲット市場における提案企業の位置付け

山形県全体における平成 28 年度の年間下水汚泥発生量は、約 45,000t[1] である。提案企業による汚泥受け入れのシェアは山形県においては第 1 位である。山形県内においては提案企業以外にリサイクル業者は 7 社程度あり、複数が発酵肥料として有機性汚泥の再資源化を行っている[31]が、汚泥燃料としての再資源化については、上述の数値から見ても大きな割合を占めている状況である。提案企業による山形県内の汚泥受け入れのシェアは総下水汚泥処理量のうち約 20%[32]と考えられる。また、約 10%が最終処分として埋立されている。

(7) 他の技術との比較

下水汚泥の処理技術としては、濃縮、消化、脱水、乾燥、焼却、最終処分（埋立）等が挙げられる。ここでは開発途上国において代表的に用いられる汚泥処理の手段として、埋立及び堆肥化との比較を以下に示す。

表 10：汚泥処理手段の比較

埋立処分	堆肥化	燃料化

31 山形県「平成 28 年度版山形県の下水道」による。
32 提案企業の処理実績と山形県の下水汚泥発生量より推計した。

メリット	化学処理や熱処理に要する設備投資が不要	低質堆肥の場合、高度な技術と設備を必要とせず、維持管理が容易 堆肥として利用可能	石炭等の輸入に依存している熱源の代替として利用可能 汚泥燃料１ｔ当たり、石炭 0.7ｔ削減に相当
デメリット	十分な脱水処理が行われないまま処分する場合には、土壌汚染や水質汚染のリスクが高い 敷地面積が必要な為、都心部に設置は困難	簡易処理の場合、長時間の処理が必要で悪臭対策が必要 良質堆肥の場合、高度技術が必要で管理も困難 下水汚泥中に、重金属が含まれるリスクがある	乾燥炉の維持管理や臭気対策により高度な技術と設備が必要

（出典：調査団が独自に作成）

上記の比較より、汚泥燃料としての処理技術は、エネルギーとしての再使用及び環境負担の低減において既存技術よりも優位であるといえる。

(8) 燃料化方式の比較

汚泥の燃料化処理技術の中で、代表的な燃料化の手段として、炭化方式、乾燥方式との比較を以下に示す。

表 11： 各種燃料化方式の比較

	炭化方式	乾燥方式 熱源：化石燃料	乾燥方式 熱源：廃棄物系燃料等
メリット	有機物の分解により、腐敗・腐臭が無く長期間の保存が可能 燃料以外の用途へも使用可能	炭化と比較し発熱量が高い	炭化と比較し発熱量が高い 乾燥熱源は廃棄物等の為、燃料費は発生しない 汚泥処理１ｔ当たり、重油 54Ｌ削減に相当
デメリット	有機物が分解される為、燃料の発熱量が低下する 絶乾状態の為、発火のリスクがある	乾燥熱源に化石燃料が必要	熱源施設の維持管理に高度な技術が必要
発熱量	3,000kcal/kg	4,000kcal/kg	4,000kcal/kg

（出典：調査団が独自に作成）

上記の比較より、汚泥燃料化処理技術の中でも熱源として廃棄物系燃料等を用いる乾燥方式がエネルギーとしての再使用及び環境負担の低減において既存技術よりも優位であるといえる。

汚泥燃料の製造販売については、日本全国においても大手企業及び自治体運営の処理場を含め 10 件程度の競合他社が存在する。提案企業のオペレーション技術の優位性としては、専門の整備業者と連携しオペレーター自身が定期的なメンテナンスと運転中のメンテナンス行い、年間稼動 300 日以上の安定処理を実現している点が挙げられる。これにより管理データーを読み取るだけのようなオペレーションだけでなく、安定的な運転に必要な予防保全をオペレーター一少人数で実施可能である。それにより、異なる施設の同時安定稼動を最小オペレーター人数で実現することも可能である。

施設の導入に際して、リサイクル燃料である RPF をはじめ、木くずやバイオソリッド燃料（乾燥汚泥燃料）の投入を前もって検討した施設設計を行っており、廃棄物の他、異なる燃料種での運転管理方法に精通していることも優位点として挙げられる。

これらの優位点については、ブラジルでの事業展開にあたり、他の競合企業と比べても事業の持続性や発展性において有効に作用するものと考えている。

2-3 提案製品・技術の現地適合性

非公開

非公開

非公開

非公開

非公開

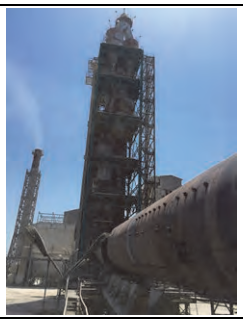
2-4 開発課題解決貢献可能性

以下の様な観点から、提案企業が有する技術のブラジルへの導入により、同国の開発課題の解決に貢献できる可能性があると考えている。

2-4-1 汚泥処理及び最終処分における負担低減

現在パラナ州では、有機性汚泥を脱水、天日乾燥したのちに、遠方の最終処分場にて処理を行っている。パラナ州上下水道公社はパラナ州北部に 3 つ(アプカラ市、チアノルチ市、コルネオロ市)のゴミの埋立処分場を所有しているが、同処分場ではすでに許容量が上限に近づいている上に一般ゴミの受け入れだけを行っており、汚泥に関しては最低でも 80km ほど市の中心部より離れている外部の最終処分場まで搬送している。

上記の様な処理のため、パラナ州上下水道公社は天日乾燥に係る人件費に加えて、100～200 レアル（約 3,700～7,400 円）/トン程度の最終処分場への輸送費と、250 レアル（約 9,200 円）/トン程度の汚泥埋立処理費を外部の廃棄物処理事業者に支払っているが、その最終処分場でも受入量には限界があり、上限に達した場合には更に高額な費用負担を要する遠方への埋立を検討しなければならない。加えて天日乾燥に関しては近隣への臭気についても懸念があるため、作業場所にも苦慮している状態である。


セメント会社の設備例

しかし提案事業者が有する汚泥乾燥技術の導入により、汚泥の減容化が達成できれば、これらの最終処分費用や輸送費等を大幅に削減することが可能となる。また、費用削減だけでなく、天日乾燥に係る環境負担や、遠方への輸送に係る化石燃料の使用や CO2 排出の削減など、副次的な環境負担の低減も期待される。

2-4-2 他の貢献可能性：再生可能エネルギーの利用拡大

ブラジルは世界最大のバイオエタノール輸出国であり、鉱山エネルギー省が策定した「エネルギー拡張 10 年計画」により、今後も再生可能エネルギーの拡大に国家レベルで取り組んでいる状況にある。

提案企業の技術により生成する汚泥燃料は、石炭、コークスなどの化石燃料の代替としてセメント工場や発電所、製鉄所等で利用可能なものであり、かかる燃料の生産と販売先での活用は、再生可能エネルギーの利用拡大に貢献することで、上述の様なブラジルの国策推進にも資するものと考える。

第３章 ODA 案件化概要

3-1 ODA 案件化概要

案件化調査実施後は、「ブラジル国パラナ州における有機性汚泥の乾燥処理技術に係る普及・実証事業」の実施を想定している。有機性汚泥の下水処理場及び処分先の最終処分場で生じている課題の改善を目標とする。また、民間企業でも大量の汚泥が発生している製紙会社などの汚泥の処理と活用方法について技術移転を目指す。パラナ州上下水道公社の職員に、提案企業の徹底した適正処理技術ならびに運用方法を技術移転し、職員の管理能力向上を通じて汚泥処理方法の改善を実現する。

3-2 ODA 案件内容

3-2-1 具体的な協力計画

(1) 普及・実証事業概要

普及・実証事業において、カウンターパートが管理運営している下水処理場内に小規模のデモプラントを設置し、有機性汚泥の乾燥を行い、汚泥燃料の製造を行う。汚泥燃料は製鉄所における還元剤利用やセメント会社等のボイラーでの熱源で活用できる。また、カウンターパートは大量の電力を消費しており、（2-3-1 及び 4-2-4 参照のこと）電気代の削減のためにも汚泥の有効活用を希望している。

下水処理施設で働く職員の汚泥処理に関する知識向上や技術習得などの機会を設ける。汚泥処理に費やしていた費用の軽減と、燃料を販売することにより、費用負担を軽減することが可能となる。さらに、実際にデモプラントを稼働させて現地の行政や主たる排出事業者のうち特に汚泥が発生している製紙会社、繊維会社などへ向けて実証現場を公開しデモンストレーションを行い汚泥処理方法の有用性に対する理解を広める。

表 15: ODA 案件内容案

<table>
<tr><td colspan="2">提案企業が有する有機性汚泥の乾燥処理及び燃料化技術が、パラナ州における汚泥の適正処理と再資源化に資する技術として実証され、現地行政当局及び関係企業に認知され、ビジネス展開計画が策定される。</td></tr>
<tr><th>成果</th><th>活動</th></tr>
<tr><td rowspan="2">１　汚泥乾燥装置を導入することによる既存下水処理場の改善効果の実証</td><td>活動①：本事業の実証機材として提案する汚泥乾燥装置の詳細設計と設備導入を行う。汚泥乾燥装置の現地への輸送、設置、稼働確認、パイロット運転を行う。
・　提案事業者実施事項：機材選定及びメーカーへの発注、輸送手配、関税手配、現地での設置工事手配、稼働テストの実施など。
・　C/P実施事項：設置場所及び使用する土地の無償提供、電気・燃料・有機汚泥の提供、VATなどの免税手続き支援など（詳細はM/MのIII. Measures to be taken by SANEPAR参照のこと）</td></tr>
<tr><td>活動②：小型デモプラントにより脱水汚泥（含水率 80%程度）を処理し、乾燥汚泥とする。乾燥処理により重量が 1/4 に減少することを示す。また、デモプラントにて熱量バランスが保たれるようであれば、乾燥汚泥そのものを乾燥用燃料とすることで循環利用を行い、化石燃料の削減の検討を図る。
・　提案事業者実施事項：
(1)機材の運転及び効果実証を行う。成分分析及びカロリー分析は外部調査機関に依頼する。
(2)減容化することによる経費削減効果及び、下水処理場への負</td></tr>
</table>

	荷軽減について定量的な分析を行う。 (3)調査結果の取りまとめを行いポルトガル語訳の資料作成を行う。 ・ C/P 実施事項： (1)実証への人員の配置を行う。 (2)有機性汚泥を実証事業にて提供する。 (3)減容化効果測定及び下水処理場の負荷についての測定のために現状のメンテナンスコストなど必要な情報提供を提案事業者に行う。
2　汚泥燃料および燃焼灰の効果の実証	活動③：汚泥燃料について燃焼カロリー分析を行い、カウンターパート施設内で使用する。 ・ 提案事業者実施事項： (1)カウンターパートの施設内で汚泥燃料使用可能な設備を選定する。効果測定のための、機材と人材の配置を行う。 (2) 汚泥燃料使用による経費削減効果の調査結果を取りまとめる。 ・ C/P実施事項： (1)汚泥燃料の使用設備（例:ボイラーなど）の使用許可 (2)汚泥燃料使用による燃料や電気代などの節約効果測定のための現状のコストなど必要な情報提供を提案事業者に行う。
	活動④: 乾燥汚泥燃料の燃焼灰についても、セメント原料として販売可能かどうか成分分析等を行い、情報を提示する。 ・ 提案事業者実施事項： (1)焼却灰の成分分析及びカロリー分析を外部調査機関に依頼する。 (2)セメント会社へ焼却灰の受入の可否についてヒアリングを行う。 ・ C/P 実施事項： (1)焼却灰の提供
3　カウンターパート技術者に対する提案事業の技術移転	活動⑤：カウンターパートの技術者に対して提案事業の処理技術について技術指導・説明を行う。 ・ 提案事業者実施事項： (1)カウンターパートの施設内で汚泥乾燥機の運転を行い、同時に活動②③④の実証結果に基づき効果説明を行い、提案技術の普及を図る。 (2) 技術指導・説明のための人員の配置と設営資料の取りまとめを行う。 ・ C/P実施事項： (1) 技術指導・説明への積極的な参加。 (2)必要な人員と設備などの提供。
	活動⑥：運転・維持管理方法についての技術移転を行う。 ・ 提案事業者実施事項： (1) 汚泥泥乾燥装置の使用方法及びメンテナンスマニュアルを作成する。 (2) マニュアルに基づき、メンテナンス方法の指導・実習訓練を行う説明会を実施する。 ・ C/P実施事項：

	(1)説明会への積極的な参加。 (2)説明会の場所や設備の提供。
4　ビジネス展開計画の策定	活動⑦：製紙会社や食品会社の工場から発生する汚泥の成分分析を行う。 ・　提案事業者実施事項：成分分析結果をもとに、提案事業による減容化の効果と汚泥燃料製造の可能性について説明を行う。
	活動⑧：販売先候補の企業（セメント会社や製鉄会社等）と汚泥燃料の販売価格や連携枠組みについて、具体的に示す。 ・　提案事業者実施事項： カウンターパートの汚泥燃料の成分分析結果をもとに、汚泥燃料の使用による経費削減（化石燃料からの転換）の可能性について説明を行う。また、カウンターパートが許可した場合には、民間汚泥燃料ユーザー向けデモンストレーションへの参加を促す。

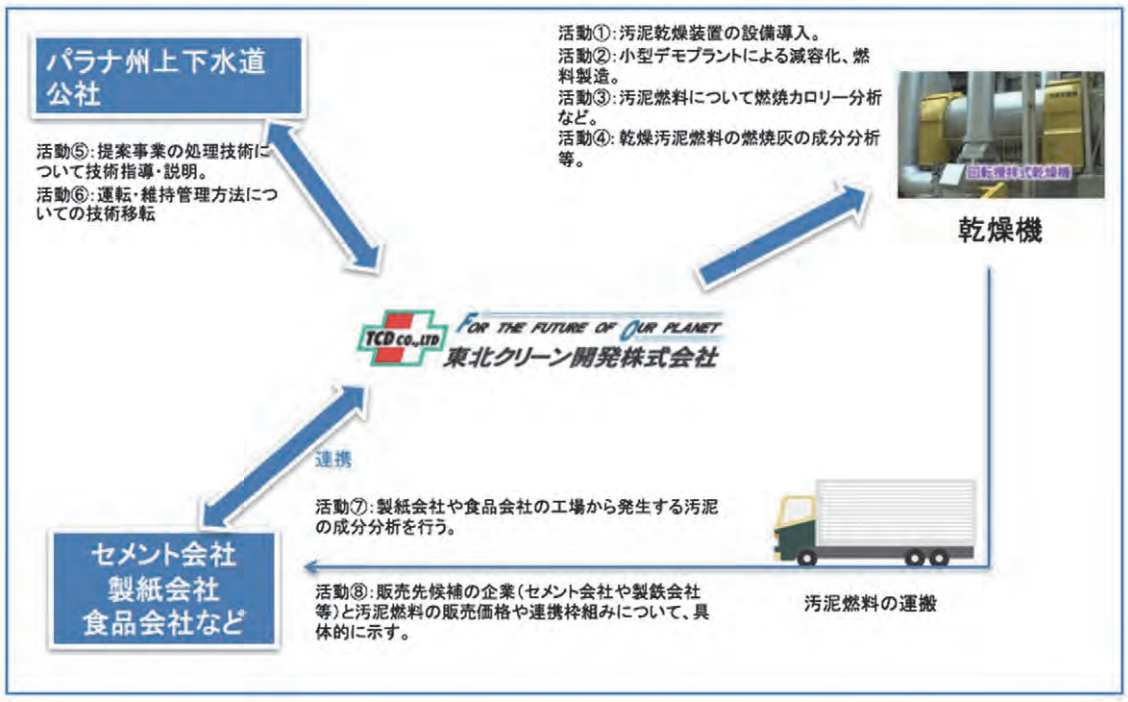


図 7：　活動モデル図

(2) 機材及び協力額概算

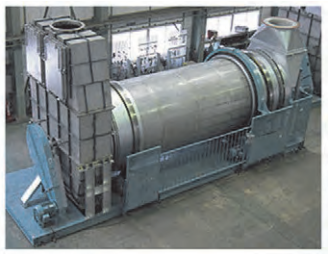
普及・実証事業において設置を予定している乾燥炉は、１時間当たりの処理量 30～100 kg /h 程度を想定している。そのため、年間の処理量としては下記の通り。

30 kg／時×8 時間／日×330 日／年＝79 t ／年

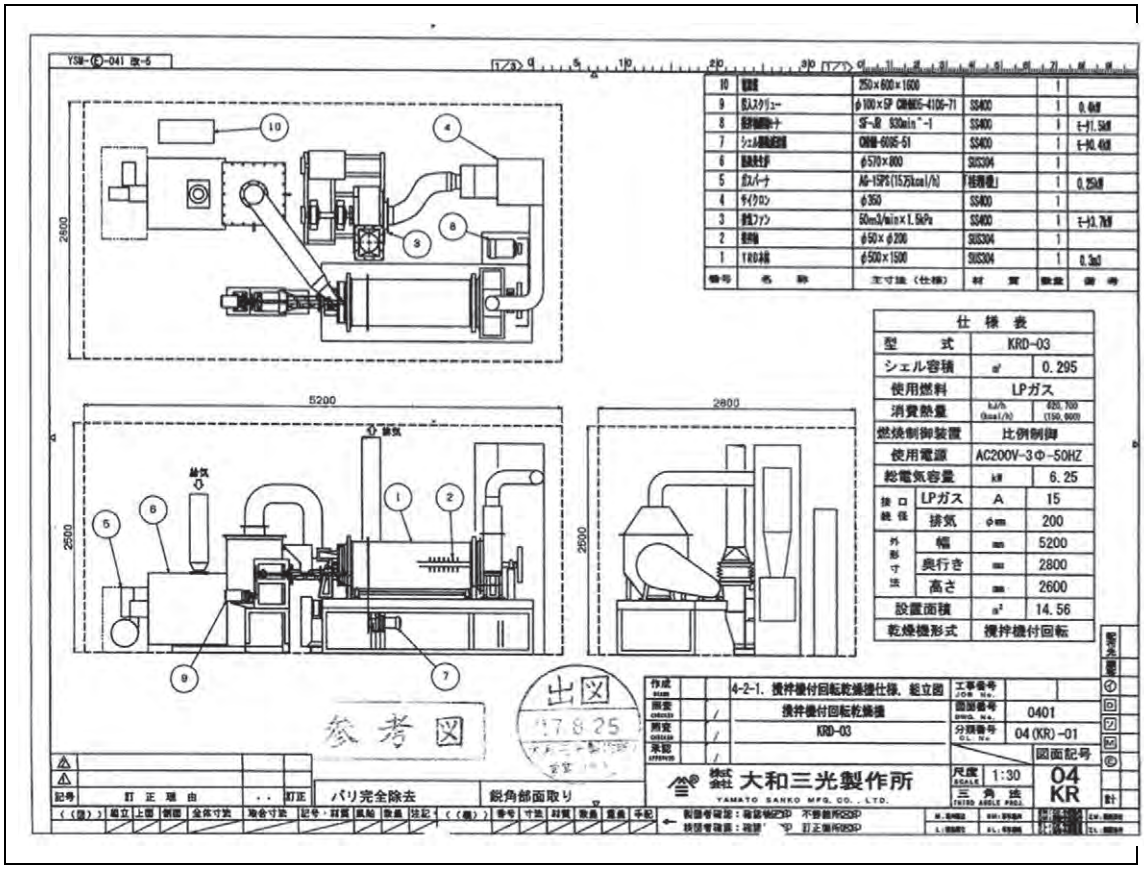
～100 kg／時×8 時間／日×330 日／年＝264 t ／年

現時点で想定する実施内容案を以下に示す。

表 16：普及・実証事業の実施内容案

項目	内容
協力額概算	機材製造購入（関税、輸送費、設置費含む）61,300,000 円 旅費 22,658,000 円 現地活動費 5,749,000 円 本邦受入活動費 1,052,000 円 その他 人件費（直接人件費・その他原価・一般管理費） 38,952,000 円 管理費 9,023,000 円 消費税(8%) 11,098,720 円 合計 149,832,720 円
概要	汚泥燃料製造プラント（乾燥設備）にて有機性汚泥を乾燥造粒し汚泥燃料の製造を行う技術及び製造した汚泥燃料の有効性・優位性を実証するとともに、カウンターパートに対して汚泥燃料製造のための製造技術を移転することをもって技術・製品の普及を図る普及・実証事業。汚泥の減容化によりカウンターパートの管理している下水処理施設の費用負荷が軽減されるとともに、汚泥の販売による収入増加を促進する。
スペック	乾燥機 （仕様表） 年間処理量：80～260トン程度／年 稼働時間： 8時間/日 １時間当たりの処理量：30～100kg/時  イメージ写真
特徴	・有機汚泥（工場排水汚泥・下水汚泥等）を乾燥・造粒し、汚泥燃料や肥料原料を製造する。 ・原料となる汚泥は定量的に乾燥機に投入され、安定した処理が可能である。 ・乾燥炉は直接加熱方式で、熱エネルギーを効率的に利用できるため、小型ながら汚泥を含水率 10%まで乾燥することができる。さらに、天然ガスもしくは重油を熱源として使用することが可能であるため、カウンターパートの要望に応じて熱源の変更が可能な施設設計となっている。
価格	１台（１式）当たりの価格：41 百万円程度

投入 （日本国側）	業務従事者による技術移転（技術的な事項のみならず、カウンターパートへの助言、支援などを含む） 本邦受入活動（実施期間中、3 名程度のカウンターパートの職員の本邦受入活動を行う。受入れ先は東北クリーン開発株式会社の工場とする） 資機材の譲与（調達を予定している主な資機材は、乾燥設備１機、フレコンバック 10 袋程度） 　乾燥設備運用に関する燃料費はカウンターパート負担とする。
投入 （カウンターパート側）	カウンターパートの配置（総括責任者１名と実務責任者１名程度を配置する。） 必要な機材（カウンターパート側がすでに保有している機材のみを利用する予定である）ただし、汚泥の乾燥機への投入部分及び排出部分は、一部施設の改造、追加等が必要になる。 　乾燥設備稼働に関わる燃料代（重油月額 100 千円～200 千円程度）



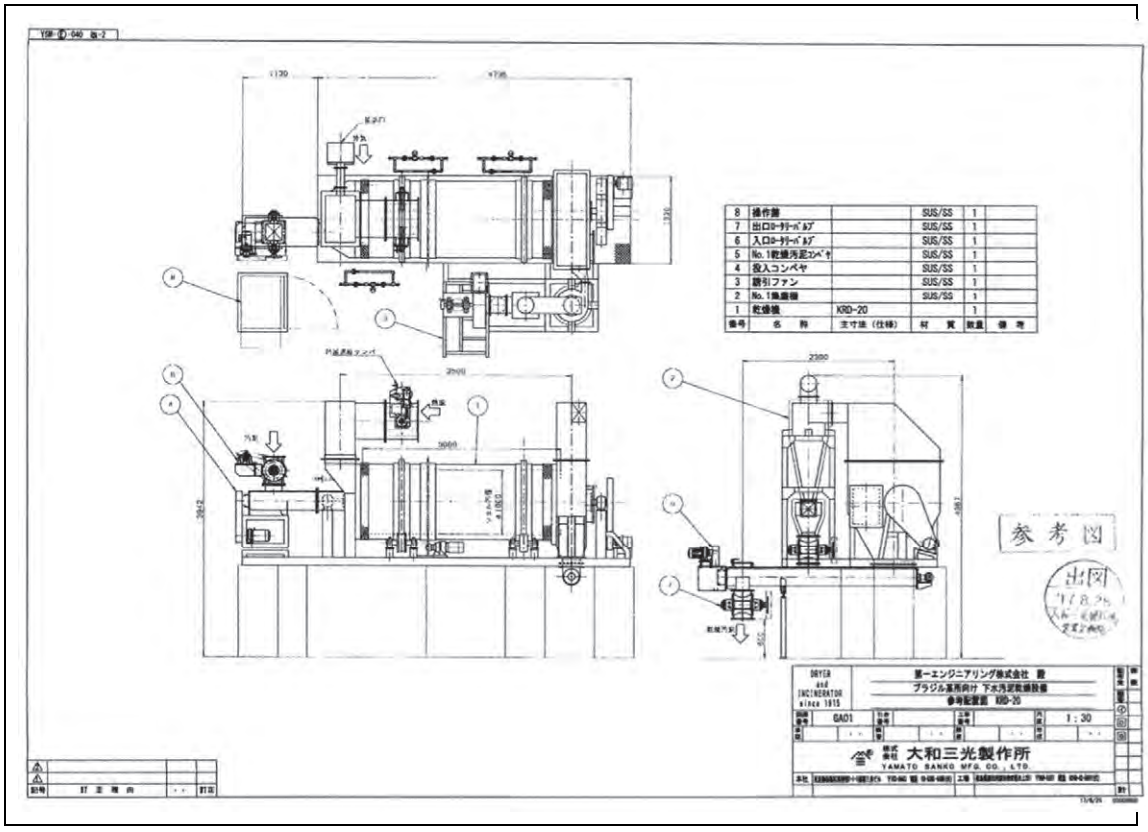


図 8：設置機材（参考図）

(3)　実施体制

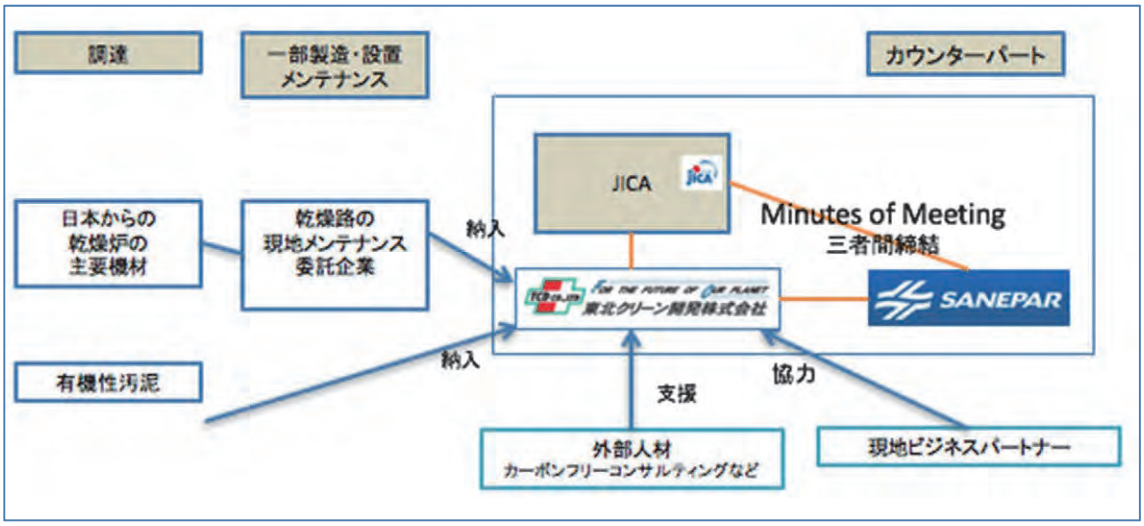


図 9：実施体制図

表 17：役割について

組織名	業務
SANEPAR	カウンターパート： 本事業へのスタッフの配置、乾燥炉設置（土地の無償提供）及び実証活動への積極的な参加、技術習得のためのセミナー開催の協力などを行なう。普及・実証事業終了後は維持・管理業務を担う主体。
現地ビジネスパートナー	現地機材部品調達、汚泥排出事業者との折衝支援など
東北クリーン開発(株)	提案企業： 日本での汚泥処理事業の知見を生かして、全体のマネジメントを行なう。また、事業化についての調査を行なう。
カーボンフリーコンサルティング（株)	現地調整及び現地関係機関との調整、市場調査、ビジネスモデル構築、報告書作成

3-3 C/P 候補機関組織・協議状況

3-3-1 C/P 候補機関組織の概要

カウンターパート（C/P）は、パラナ州の下水処理場を管轄しているパラナ州上下水道公社を想定している。同組織の概要を以下に示す。

表 18: C/P 候補機関組織概要

組織名（日本語)	パラナ州上下水道公社
組織名（現地語)	Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR)
本部所在地	クリチバ市
設立年月日（西暦)	1963 年 1 月 23 日
職員数	7,400 名
組織の目的	環境に配慮した衛生サービスを持続的に提供し、生活の質の向上に貢献すること
主な事業内容	住民への浄水の提供、下水の収集及び処理、固形廃棄物の収集及び処分

パラナ州上下水道公社は 170 ヵ所の浄水場、1,019 ヵ所の井戸、234 ヵ所の下水処理場を管理しており、現在パラナ州の 345 の自治体及びサンタカタリーナ州の 1 自治体に給水サービスを提供すると共に、州内の 174 の自治体に下水サービスを提供し、710 万人の住民が裨益している。

3-3-2 C/P 候補機関組織との協議状況

実証機の設置、先方の負担事項について合意済みである。M/M のドラフトは提示済みであり、C/P の社長及び取締役より了解を得ている。

<table>
<tr><td colspan="3">表 19: 協議状況</td></tr>
<tr><td rowspan="3">現地活動</td><td>事前調査
2016
年 8 月</td><td>事前調査時に、提案事業について SANEPAR 研究所研究開発部長他と面談を行った。環境負担の低減と化石燃料に依存しないエネルギーの確保を両立する卓越した技術として強い関心が示された。さらに、SANEPAR にとって、電気代と汚泥処理費用の軽減が大きな課題であるため、提案事業により下水処理場の運営コスト削減が実現できる可能性が秘めていることについて、大きな期待が寄せられた。</td></tr>
<tr><td>案件化調査
2017
年 5 月</td><td>案件化調査第 1 回現地調査時には、SANEPAR 研究所及び廃棄物埋立地部門と面談を行なった。さらに取締役と面談を行い、案件化調査の概要及び本邦受入活動の内容、ODA 案件化の概要などについて説明を行なった。その結果、ODA 案件化に向けて強い関心が示された。第 2 回現地調査時に具体的な役割と負担事項を明記したミニッツのドラフトの提示を求められた。また、機材設置の候補サイトを調査するために、SANEPAR 帯同の元、ベレン下水処理場など数カ所訪問した。

SANEPAR 研究所 | SANEPAR 取締役面談 | SANEPAR 廃棄物埋立部門
案件化調査第 2 回現地調査時 9 月 12 日には、President と面談を行った。</td></tr>
<tr><td>2017
年 9 月</td><td>その際には、JICA と SANEPAR 間で本邦受入活動などを含む、下水汚泥処理の技術的なフィージビリティスタディへの協力を示した MOU の締結を行った。[33]</td></tr>
</table>

[33] http://site.sanepar.com.br/noticias/sanepar-e-jica-iniciam-nova-parceria

Sanepar e Jica iniciam nova parceria

13/09/2017

Desta vez será estudada a viabilidade técnica de secagem do lodo de esgoto gerado nas estações de tratamento

A Companhia de Saneamento do Paraná (Sanepar) e a Agência de Cooperação Internacional do Japão (JICA) formalizaram, na terça-feira (12), uma nova parceria para a realização de um estudo de viabilidade técnica de secagem do lodo de esgoto gerado nas estações de tratamento operadas pela empresa.

"Já temos um bom histórico de parcerias com a JICA, mas podemos e devemos avançar muito", destacou o presidente da Sanepar, Mounir Chaowiche, durante a assinatura do memorando de entendimento. Além de Mounir, assinou o documento o representante da JICA no Brasil, Akio Saito.

Os estudos técnicos serão desenvolvidos com a participação da empresa Tohoku Clean Development Corporation, vinculada à JICA. A Tohoku possui a ISO 14001 desde 2003, recebe lodo orgânico das estações de tratamento de esgoto da localidade de Yamagata e opera uma planta de produção de combustível de biomassa no Japão. "Buscamos alternativas que atendam nossas necessidades. Concluímos que esta irá nos atender adequadamente", disse o diretor de Meio Ambiente da Sanepar, Glauco Requião.

A destinação do lodo de esgoto resultante do tratamento é hoje um dos maiores desafios das empresas de saneamento. Esta técnica de secagem térmica evita a incorporação de produtos químicos durante o processo de higienização e viabiliza elevadas taxas de remoção de água, diminuindo o volume do lodo. O produto final tanto poderá ser usado como combustível como aproveitado na agricultura.

A parceria entre Sanepar, JICA e Tohoku se dará em etapas, que começam com o estudo de viabilidade técnica. A segunda etapa é a implantação de um projeto piloto, com a vinda de um equipamento, que posteriormente será doado à Sanepar. A última etapa será a de viabilização de um projeto de negócio, que poderá resultar na assinatura de um Acordo de Cooperação Técnica.

Faziam parte da comitiva da JICA: Yoshihiro Miyamoto (representante sênior), Christiane Hiroko Hatano (coordenadora de projetos), Tenman Takamoto (presidente da empresa Tohoku), Tomohide Takahashi (diretor da Tohoku), Takanori Ito (gerente sênior do Clean System), Takeshi Nakanishi (CEO da Carbon Free), Yuriya Naito (Carbon Free) e Jorge Ninomiya (tradutor). A Sanepar também estava representada pelo gerente da Assessoria de Pesquisa e Desenvolvimento, Gustavo Possetti.

GALERIA

(SANEPAR　ホームページに掲載)

また、Miniutes of Meeting のドラフトを提示し、カウンターパートの役割と負担事項について説明を行った。特に、土地の無償提供、汚泥の提供、電力や燃料提供、必要な人員の配置などについては、齟齬がないように念入りに確認を行った結果、了承を得られた。また、普及のために実証結果を用いたセミナー開催時には、行政関係者や民間企業の参加を求めたいことの説明を行った。さらに、普及・実証事業終了後に、譲与した機材の活用とそのためのメンテナンス費用の予算化についても依頼を行なったところ全て了承が得られた。

SANEPAR 本社で対談の様子

SANEPAR 社長と
日本総領事官邸にて

		9 月 12 日 13 日には、機材設置の候補サイトを調査するために、SANEPAR 帯同の元、下水処理場など数カ所訪問した。その結果、SANTA QUITERIA 処理場が、汚泥処理量、インフラ、設置スペース、クリチバ市からのアクセスなどから考慮した結果有力な設置サイトだと SANEPAR 側に伝えた。その結果、SANTA QUITERIA 処理場での実施については問題がないとの回答を得た。 SANTA QUITERIA 処理場 実証機設置場所(候補) SANTA QUITERIA 処理場 実証機設置場所(候補) 9 月 12 日には、クリチバ日本総領事主催の会議に、SANEPAR 側上層部が参列した。その際にも、普及・実証事業及び提案事業の展開について強い期待が寄せられた。 SANEPAR 側の負担事項及び提案事業者の活動内容について理解をした上、積極的に協力するとの意思を再確認した。
	2017 年 11 月	・免税についての手続きなどの確認を行った。 ・実証機を動かすには、LP ガスを使用する予定だったが、今はバイオガスを使用したいと考えいている。バイオガスを使用できる汚泥乾燥の機械を日本で見つけることはできないかと依頼を受けた。 ・バイオガスの活用は経験がないことを先方に伝えた。またバイオガスの成分についてデータを後日送付することになった。 SANEPAR 本社での面談の様子
本邦受入活動	2017 年 10 月	2-2-3 記載の通り、パラナ州上下水道公社から下水処理・管理の関係者 2 名が来日し、下水処理の現状、汚泥 乾燥処理技術や燃料化等について、山形県庁、東北クリーン開発株式会社、山形県建設技術センター、製紙会社工場等にて視察・研修を実施した。

パラナ州上下水道公社が実証機導入を希望しているのは第一候補は Padilha Sul 処理場である。以下に汚泥の成分を記載する。

表 20：下水処理場毎の汚泥の成分

	Santa Quiteria	Atuba Sul	Belem
発熱量	2,000 ～ 2,500kacl/kg	2,128 kacl/kg	4,842 kacl/kg
灰	44 %	45 %	34 %
C	48 %	21 %	38 %
Cl	4%	0,7 %	
固定カーボン	6 %	14 %	11 %
揮発性物質	56 %	40 %	56 %
水分	5 %	7 %	8 %

Santa Quiteria 処理場	Atuba Sul 処理場	Pdilha Sul 処理場	Belem 処理場（好気性）

また、パラナ州上下水道公社から後日入手したバイオガスの成分については以下の通りである。

表 21：バイオガスの成分

元素記号	成分
CO2 （二酸化炭素）	15% から 20%
CO （一酸化炭素）	平均値で 12 ppm
O2 （酸素）	1% から 3%
N2 （窒素）	測っていないがおそらく、平均値は、10% から 15%
H2S （硫化水素）	Santa Quitéria 下水処理場では、900 から 1500 ppm。3000 ppm まで達することもある。
CH4 （メタン）	COD / BOD と流量によって 1 日の間に変化する。特に雨によって変化し、50～70%と変動が激しい。
CL （塩素）	未測定

（出典：パラナ州上下水道公社へのヒアリング結果に基づき調査団が独自に作成）

3-5 において記載するが、乾燥汚泥の発熱量が一般的に低く、メタン濃度が不安定などバイオガスの品質が悪く、排ガス対応においてもダイオキシンの処理など高額な費用が発生する恐れがある。乾燥汚泥の発熱量が低い下水処理場では、乾燥燃料としての価値が乏しい。そのため、他の下水処理場における汚泥を活用するか、発熱量の高い物質を混入させるなどの方式を検討する。さらに、これらの課題を解消するために、引き続き日本の製造会社を探すとともに、安価で製造できる可能性を探る。また、パラナ州上下水道公社にはバイオガスの使用を行わないで重油や LPG など安定した熱源を使用することを引き続き打診する予定である。

3-4 他 ODA 事業との連携可能性

本提案事業と連携可能性のある他の ODA 事業として、上記 1-4-1 項にて言及した「パラナ州上下水道システム運営・維持管理能力強化プロジェクト（以後、「当プロジェクト」とする)」が挙げられる。

当プロジェクトのカウンターパートは本提案事業と同一のパラナ州上下水道公社であり、同公社の下水処理場の管理者・職員等が本邦での研修や日本人専門家の指導により獲得した知見と、本提案事業において普及を促す日本の技術との親和性は高く、技術への理解や受入を促すことがより容易になると考えられる。

一方で当プロジェクトの裨益者であるパラナ州上下水道公社の側には、当プロジェクトの終了後も本提案事業を以って我が国の最新の下水処理技術への知見を獲得する機会が得られることから、当プロジェクトにて移転された技術の更なる定着や知見の習得が期待できる。同じ上下水道分野の支援でありながら対象となる事業領域が厳密には異なるものの、提案 ODA 案件が実現した場合には、SANEPAR を中心として当該プロジェクトとの情報共有をすることで、双方の案件において汚泥管理計画や法規制、統計・データ管理等の分野における知見や教訓の共有等の相乗効果が得られる可能性がある。

また、これまでに対象地域にて実施された我が国の援助活動の中で、提案 ODA 案件と関連すると思われるものの例を下表に記す。なお、表の「スキーム」列のうち、「技プロ」とは技術協力プロジェクト、「草の根技協」とは、草の根技術協力事業（地域活性化特別枠）を示す。

表 22： 提案 ODA 案件に関連する過去の主な ODA 案件一覧

実施期間	案件名	スキーム	対象地域
1998/01～ 25 年据え置き 7 年	パラナ州環境改善事業	円借款	パラナ州
1993/08～2000/08	ブラジル産業廃棄物処理技術	技プロ	クバトン市（サンパウロ近郊）
2004/04～2006/03	固形廃棄物管理	技プロ	サンパウロ市
2004/09～2007/08	固形廃棄物管理プロジェクト	技プロ	サンパウロ市
2007/03～2010/07	無収水管理プロジェクト	技プロ	サンパウロ州
2008/09～2011/03	サンパウロ市の固形廃棄物管理に係る環境教育及び社会啓発の向上	草の根技協	サンパウロ市
2013/03～2016/01	クリチバ市における土地区画整理事業実施能力強化プロジェクト	技プロ	クリチバ市

（出典：過去の ODA 実績に基づき調査団が独自に作成）

パラナ州においては、最近ではクリチバ都市計画研究所（IPPUC: Institute for Research and Urban Planning of Curitiba）をカウンターパートとして、「クリチバ市における土地区画整理事業実施能力強化プロジェクト」が実施された。当該プロジェクトでは土地区画整理事業の観点から、法制度の整備や市民向けセミナーの開催、広報・情報発信手法に関する能力強化が IPPUC に対して行われた。かかる能力強化の方法論や事業評価から得られた教訓等は、提案 ODA 案件においても活用できる可能性がある。

3-5 ODA 案件形成における課題・リスクと対応策

現時点で想定する ODA 案件形成過程における課題・リスクと対応策案を以下に記す。

表 23: ODA 案件形成における課題・リスクと対応策案

課題・リスク	対応策案
バイオガスの使用に関わる実効性について	・ 排ガス規制への懸念 煤塵を防止するためにバグフィルターの設置が必要となる。また SO2 への対策として脱硫装置の設置が必要となる。さらに、バイオガスに含まれる塩素分についてパラナ州上下水道公社では未測定であるが、塩素含有が容易に予想されるため、ダイオキシンが発生する恐れがある。これらに対応するためには、設備費用が高額になる。また、メタン濃度が不安定などバイオガスの品質が悪く、乾燥炉の設計が困難である。引き続き安価に対応できる日本の製造会社を探す必要がある。また、パラナ州上下水道公社にはバイオガスの使用を行わないで LPG など安定した熱源を使用することを引き続き打診する。

乾燥汚泥について	・　汚泥成分への懸念 パラナ州上下水道公社が提供したデータに基づくと、汚泥の成分（発熱量、灰分、CL 分等）が悪いため、使用用途が、パラナ州上下水道公社内での利用に限られる可能性があり、燃料としての利用も厳しい可能性がある。民間のビジネス展開を考えた場合に汚泥燃料の販売を行うことが可能であるか検証が必要である。
許認可リスクについて	環境省のみならず、州、市の環境局などの行政機関に事業実施前に許認可について正確にヒアリングを行う。
高率の関税により、導入機材が当該スキームの上限を超過する。	予め想定される関税や州税などを含めた輸入コストを見積もり、適正な規模での実施を図る。
プロジェクト実施に要する費用が、当該スキームの上限を超過する。	投入機材について現地生産コンポーネントの拡大等によるコスト節減を図ると共に、機材の規模やスコープの縮小により、実施効果が得られる範囲でスキーム上限予算に見合った投入計画を検討する。

3-6 環境社会配慮等

本提案事業が汚泥の適正処理を促進する性質上、特に環境面においては事業の運営による継続的な負の影響は想定しない。ただし、プロジェクトサイトの選定や汚泥の搬入や保管等の工程、あるいは輸送中の事故等のリスク面において、環境社会配慮を要する可能性があることから、本調査により当該の可能性について評価した。

実施にあたっては、環境省、パラナ州環境局及びクリチバ市環境局などへのヒアリングにより、JICA 環境社会配慮ガイドラインやブラジルの基準に応じた環境・社会的影響の評価（カテゴリ分類）を行った後、当該評価に応じて自然環境及び社会経済状況、環境社会配慮法制度・組織、事業実施により予測される環境及び社会への影響、影響緩和策・モニタリング計画等の確認・検討を行った。

重要な環境社会影響項目の予測・評価及び緩和策、モニタリング計画案の作成

本事業を実施することによって、文化的側面（宗教、社会構造、倫理面等）に影響を及ぼすことは想定し難い。

（環境社会配慮チェックリスト、環境社会配慮調査スコーピング、環境社会配慮調査における現時点で想定される代替案・影響評価は添付）

本事業において、環境・社会配慮に関係してくる点は大まかに分類すると次の 2 点である。

① 乾燥炉設置に伴う工事

② 汚泥乾燥処理を行う現場作業時

①については、設備設置に伴う大気、水、騒音等が該当する。候補立地は近隣に住民がいない地域を検討している。現地法制度に則り、適切な処理を行う予定である。施設建設にあたっては、大気汚染、水質汚濁等が発生することのないように現地法規制に適した実施を行う予定である。また、工事中の騒音・振動が極力抑えられるように、設備建設は工場で予めある程度組み立てを行っておき、現場では設置作業を行う事を予定している。

②については、現地における廃棄物処理法などに則るが、さらに日本の厳しい基準に準拠し、現地の状況に配慮しながら作業を進めていく予定である。関係法規だけではなく、文化的受容性や社会的影響などについては、行政機関へのヒアリングのみならず、関係者へのヒアリングも可能な範囲でさらに実施したいと考えている。

チェックリスト及びスコーピング、想定される改善策について記載を行った。(別添 2)

用地取得・住民移転の規模及び現況の把握

現在想定しているのは SANEPAR の運営管理している下水処理場内であり、新規の用地取得も、住民の移転も想定していない。(ビジネス展開時においては、下水処理場内の設置が困難である場合には独自に立地を取得する必要がある。その場合には用途地区に関しては工業地域を選定することを予定している。また、必要な敷地面積としては、1,500 坪程度であるが、今後の事業拡張に応じて隣地に拡張できるような敷地が望ましいと考えている)

3-7 期待される開発効果

本提案事業の実施における一連の過程で発現することが期待される開発効果を以下に示す。

表 24： 本事業実施により期待される開発効果

過程	定性的な開発効果	定量的な開発効果
乾燥機設置・汚泥燃料を製造	有機汚泥が再生燃料として利用されることにより、汚泥埋立量が減少する。	汚泥削減量、埋立処分量の減少
汚泥乾燥装置の適正運営知識移転	機材の適切な運営維持管理の方法を習得する。	現時点では定量的な効果は不明。技術を習得した職員の数など。
汚泥処理に費やしている費用の軽減	処理費用、輸送費用の軽減	外部委託している処理費及び運搬費用と乾燥機運営コストの差を算出。
民間事業者にデモンストレーション	汚泥排出業者によって、提案技術の有効性が理解される。	現時点では定量的な効果は不明。
セメント会社などが代替燃料として活用	汚泥燃料売却益が発生する。CO2が削減される。	石炭などの化石燃料の削減量から算出。

提案 ODA 案件の実施により期待される開発効果は、一義的には対象地における汚泥埋立量の軽減と、それに伴う処理費用の減少である。そして、カウンターパート職員に対して、技術移転を進めることにより、機材の適正な稼働と維持管理を自ら行えるような体制の構築である。さらに、普及・実証事業において実証結果を用いて工場などの民間汚泥排出事業者に対して提案技術による汚泥の燃料化についての普及を図る。民間において汚泥の削減と燃料化が加速することにより化石燃料の削減や減容化による下水処理場及び埋立処分場の負荷軽減といった正の影響が期待できる。

第４章ビジネス展開計画

4-1 ビジネス展開計画概要

「パラナ州における汚泥処理事業」を展開する方法として将来的に 2 通りを想定している。

一つは、普及・実証事業の実績を携えてカウンターパートから汚泥処理事業の運営を受託することである。SANEPAR の管轄する下水処理場において、有機性汚泥の乾燥を行い、その燃料を用いて発電を行い、SANEPAR の施設運営のために用いる。SANEPAR にとっては、年間 390 百万レアルに及ぶ電気代を少しでも軽減することと、汚泥の天日乾燥や輸送に関わる費用削減が実現可能となる。SANEPAR が管轄する下水処理場のうち、大きめの下水処理場数カ所においてボイラーを併設し発電が可能なプラントを設置し、その運営を提案事業者が行うことを想定している。この場合には、国際競争入札が実施される可能性が高いと考えられる。

もう一つは、民間企業の工場から発生する汚泥の処理を受託することにより、その処理費を得るとともに、搬入された汚泥を燃料化し、セメント会社や製鉄所に販売する事業を想定している。これは日本において提案事業者が実施している事業と同一である。現在、有力なビジネスパートナー候補 2 社は、いずれも提案事業者の乾燥技術に強い関心を示している。Cattalini 社は、SANEPAR と共同出資し、CS Bio 社を設立した。CS Bio 社はベレン下水処理場において大規模なバイオマスガスプラントを 2017 年 9 月から運営を行っている。バイオマスガスの抽出過程で、残渣が大量に発生する。CS Bio 社はその残渣である汚泥の処理について燃料化を検討している。Cattalini 社からは、まずはベレン下水処理場において、提案事業者のプラントを設置し、それをショーケースとして全国の下水処理事業を行っている関係者にデモンストレーションを行いブラジル全土へ普及してみたいとのコメントを得た。普及・実証事業の結果を Cattalini 社へ提示し、さらなる事業化への具体的な交渉を進めてみたいと考えている。

CS Bio 社のバイオガスプラントの様子	汚泥処理ピットの様子	Cattalini 社との面談の様子

また、大手産業廃棄物処理事業者である Solvi グループの中核企業である Essencis 社は、大規模な埋立処分場を運営している。

Essencis 社はミナスジェライス州に埋立地処分場を運営しており、廃棄物のうちも可燃性のものはセメント会社に輸送している。セメント会社は 4,000kcal/kg 以上の廃棄物であれば 90～100 レアル/トンで購入している。ちなみに 3,000kcal/kg～4,000kcal/kg の廃棄物は無償での引き取りであり、それ以下のカロリーの廃棄物であれば 90～100 レアル/トンを Essencis 社が支払っている状態である。Essencis 社は 1994 年に焼却炉の環境ライセンスを取得して化学薬品などの有害廃棄物の焼却炉の運営も行っている。

また、Essencis 社はサンパウロ郊外に世界有数の大きさを誇る Caieiras 埋立処分場を運営している。ここでは 10,000 トンの廃棄物を毎日受け入れている。この埋立処分場から発生するメタンガスを抽出しそれを活用して 29.5 メガワットの発電を行っている。Caieiras 埋立処分場においては、下水処理場からの汚泥も受け入れている。提案事業者の技術に対しては、強い関心を持っており、共同出資を行い、利益按分を行っていきたいとのコメントを得ている。Cattalini 社と同様に、普及・実証事業の結果を用いて、さらなる展開の可能性を検討したいと考えている。

メタンガス発電施設の様子[34]	Caieiras 埋立処分場	Essencis 社との面談の様子

以上を整理すると、想定するビジネスモデルは以下の図になる。

想定するビジネスモデル 1:
SANEPAR が管轄する下水処理場のうち、大きめの下水処理場数カ所において乾燥炉及び汚泥燃料を原料とした発電用のボイラーを設置し、その運営を提案事業者が行うことを想定している。（運営に関しては国際競争入札が実施される可能性が高いと考えられる。）

図 10：想定するビジネスモデル 1

（ビジネスモデル概要）　SANEPAR から汚泥処理事業の運営を、国際競争入札を経て受

[34]http://www.biogaschannel.com/en/video/landfill/6/brazil-295mw-landfill-biogas-plant-one-biggest-wor/1222/

託する。SANEPAR の管轄する下水処理場において、有機性汚泥の乾燥を行う。また汚泥燃料を用いたボイラーを設置し、将来的にはその燃料を用いて発電を行い SANEPAR の施設運営のために用いる。

- 業務内容：SANEPAR からの汚泥乾燥業務に関する業務委託。汚泥処理については処理量に応じて委託費を受け取る仕組みを想定。
- 処理量:　提案事業者の日本における処理能力である日量 48 トンを初年度の受入量として想定。(大きめの下水処理場から発生する汚泥量は処理能力を上回っているため、将来的な増設が想定される)
- 設備投資：日本における設備投資額を想定

(想定する事業展開)

- SANEPAR の他の下水処理場において水平展開を行う。
- 汚泥の減容化のみならず電気代削減に寄与できるような展開を想定している。

(採算性)

- 収益としては、汚泥処理委託費、余剰汚泥については燃料としてセメント会社に販売した代金を見込む。
- 採算性分析の詳細は 4-5-2 に記載

想定するビジネスモデル 2：

大規模な乾燥炉設置を行うには、設備投資額が大きくなる。ビジネスパートナーとして想定しているいずれの企業も、企業規模も大きい。提案事業者の事業規模と発生するビジネスリスクを勘案するに、ビジネスパートナーに提案事業者から技術指導として人員を派遣して、ビジネスを軌道に乗せるまでをビジネスドメインにして、低リスク低リターン化のビジネスモデル構築を目指すことを想定している。(以下のビジネスモデル 2-1 と 2-2 は、ビジネスパートナー及び当初事業展開場所の差異である)

想定するビジネスモデル 2-1

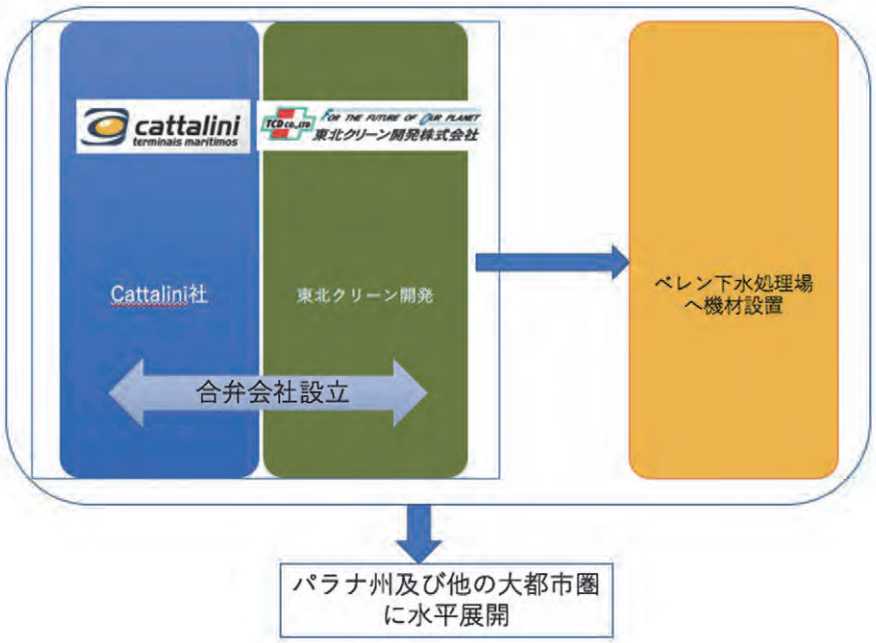


図 11：想定するビジネスモデル 2-1

（ビジネスモデル概要）
民間企業の工場から発生する汚泥の処理を受託することにより、その処理費を得るとともに、搬入された汚泥を燃料化し、セメント会社や製鉄所に販売する事業を想定している。

- 業務内容：ビジネスパートナーと共同出資して会社設立。収益は、ビジネスパートナーに対する技術指導（コンサルテーション）を想定。
- 人員配置：　1名が常駐

（想定する事業展開）
Cattalini 社の発電施設のあるベレン下水処理場において、提案事業者のプラントを設置し、それをショーケースとして全国展開を行う。パラナ州以外への最初の事業展開先としては、焼却炉の設置が州の規制上可能であるサンタカタリーナ州を想定している。

（採算性）
- 事業としての収益としては、汚泥処理委託費、汚泥燃料販売代金を見込む。
- 提案事業者としての収益は、技術指導料を想定している。ビジネスパートナーへの技術指導として人員を派遣して、ビジネスを軌道に乗せるまでをビジネスドメインにして、低リスク低リターン化のビジネスモデル構築を目指したい。
- 出資比率や事業実施体制については 4-4-1 に記載。採算性分析の詳細は 4-5-2 に記載

想定するビジネスモデル 2-2

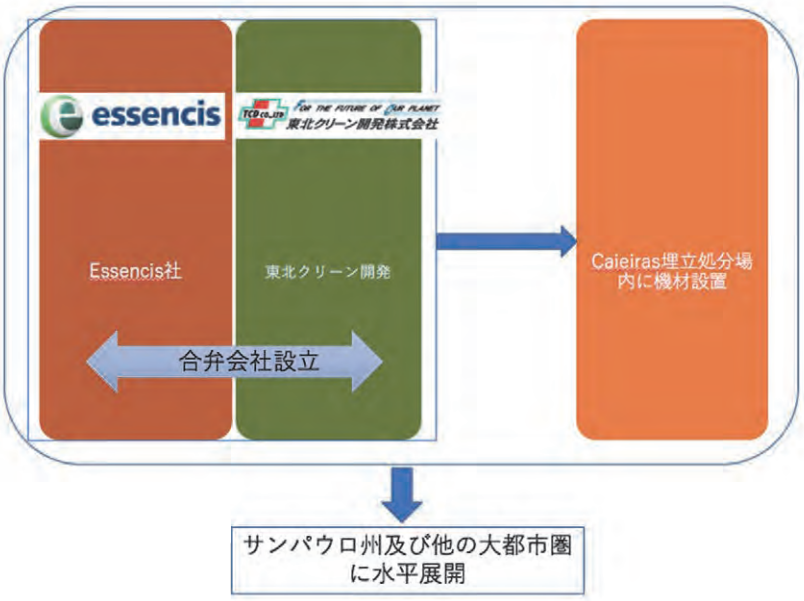


図 12：想定するビジネスモデル 2-2

（ビジネスモデル概要）
民間企業の工場から発生する汚泥の処理を受託することにより、その処理費を得るとともに、搬入された汚泥を燃料化し、セメント会社や製鉄所に販売する事業を想定して

いる。

- 業務内容：ビジネスパートナーと共同出資して会社設立。収益は、ビジネスパートナーに対する技術指導（コンサルテーション）を想定。
- 人員配置：　1名が常駐

（想定する事業展開）
- Essencis 社の運営する Caieiras 埋立処分場内に汚泥乾燥設備を導入し運営する。その後全国展開を行う。

（採算性）
- 事業としての収益としては、汚泥処理委託費、汚泥燃料販売代金を見込む。
- 提案事業者としての収益は、技術指導料を想定している。ビジネスパートナーへの技術指導として人員を派遣して、ビジネスを軌道に乗せるまでをビジネスドメインにして、低リスク低リターン化のビジネスモデル構築を目指したい。
- 出資比率や事業実施体制については 4-4-1 に記載。採算性分析の詳細は 4-5-2 に記載

4-2 市場分析

非公開

非公開

非公開

非公開

非公開

非公開

非公開

非公開

非公開

非公開

非公開

4-7 期待される開発効果

提案企業が提供しうる解決策と開発効果を以下に示す。

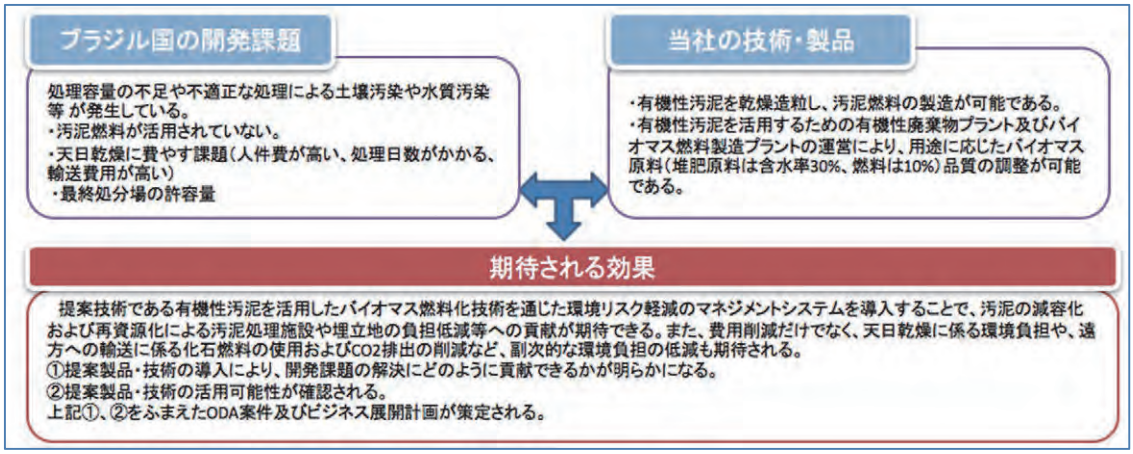


図 14： 開発課題と提案企業が提供しうる解決策

ビジネス展開が実現した場合において主に想定される計量可能な開発効果としては、化石燃料の削減と CO2 の削減の 2 点が考えられる。新規に乾燥機を導入した場合の数値を以下のとおり算出した。

シナリオの前提：

- 汚泥処理量は日量 48 トン　年間 15,840 トン
- 乾燥機の価格は 2.18 億円（日本国内での価格)、汚泥を含水率 10%まで乾燥させて製造できる汚泥燃料は日量 9.6 トン、 年間 3,168 トンである。
- 汚泥燃料は製鉄所におけるコークスの代替や、セメント会社などで石炭の代替として使用される。
- CO2 削減量としては排出係数を 2.4 トン/トン-CO2 とする。

表 32： 期待される開発効果

乾燥機スペック	汚泥燃料製造量	化石燃料削減量	CO2 削減量
48ｔ／日	9.6ｔ／日	6.4ｔ／日	15.4ｔ／日
15,840ｔ／年	3,168ｔ／年	2,112ｔ／年	5,621ｔ／年

（出典：機材のスペックに基づき調査団が独自に作成）

さらに、ビジネス展開が実現した際には、汚泥の有効活用が進むことにより、下水の適正処理が進むことが想定される。前述の通り、ブラジルにおいて適正処理された排水は全排出量の 42.7%に過ぎず、処理容量の不足や不適正な処理による土壌汚染や水質汚染等の諸問題について抜本的な解決策を見出せずにいる状態である。また、サンパウロ州及びパラナ州においては、集められた下水の 70%～80%が処理されているが、残りは河川や海洋に放流されている状態である。下水処理により汚泥が発生するが、その汚泥が価値のあるものに生まれ変わることにより適正処理が加速し、土壌汚染や水質汚染が軽減される可能性が高い。

4-8 日本国内地元経済・地域活性化への貢献

(1) 現時点での日本国内の地元経済・地域活性化への貢献

① 山形県解体工事業協会に加盟し、事務局（提案企業会長　井上尚が会長）を担っており、山形県及び県内各市町村との災害時の支援に関する協定の締結や、行政主催の防災訓練に重機、車両、人員の派遣等参画を行っている。

② 行政、民間企業、諸団体を問わず施設見学を行っている。JICA 草の根技術協力事業に係る視察研修で、提案企業を見学されるなど、環境意識の啓発の為積極的な施設公開を行っている。

③ 全国産業廃棄物連合会より、廃棄物処理の業績に対して優良事業所表彰を頂いている。

(2) 本調査及び提案事業の実施で見込まれる日本国内の地元経済・地域活性化

② 産業廃棄物処理・リサイクル業は、多くの設備・機材を使用する。ODA 案件及びその後のビジネス展開により、乾燥機をはじめとする、提案企業が運用する各種廃棄物処理システムの設備を製造、販売している国内企業への裨益が見込まれる。

② 海外業務サポート人員の強化により国内における雇用を創出するとともに、現地人材の本邦受け入れ研修制度を積極的に実施することで、人材交流促進による地域活性化が期待される。

Summary

I Current Situation in the Target Country

(1) Development issues in the target country/area

Proper treatment of waste water is becoming a serious issue in Brazil, and according to the National Sanitation Information System (Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: SNIS) only 42.7% of all waste water in Brazil is properly treated as of 2015. Fundamental solutions to soil and water contamination from lack of treatment capacity and improper treatment have not been attained. The cause of water contamination can be attributed to industrial waste water, agricultural waste water, and urban sewage from households and businesses. Regulations require industrial waste water to be treated in-house but weak implementation of these regulations is resulting in contamination. Also, studies on the level of contamination throughout Brazil have been insufficient. In San Paolo State and Parana State, 70~80% of waste water is being treated but the rest is discharged untreated into river systems and oceans. Furthermore, lagoon treatment and anaerobic treatment is mainly used in Brazil, and high maintenance costs have limited the use of active sludge treatment which is considered more effective.

Currently in Brazil, organic sludge from sewerage treatment plants (STPs) is generally de-watered, sun-dried and then disposed of at landfill sites. This is an inefficient and costly process due to the remote location of landfill sites resulting in high transport costs, and the high water content of the sludge requiring long drying time in addition to the manpower used for the manual sun-drying process. The system of producing organic sludge based fuel that the proposing company, Tohoku Clean Development ("TCD") has been operating in Japan, has been under research but not yet been adopted in Brazil. Parana State Sanitation Company (Companhia de Saneamento do Parana: SANEPAR), the government entity that manages all water supply and sewage systems in Parana State, currently does not have any experience in the machine drying of sludge and has not examined the potential for utilizing sludge to produce fuel that can be used by cement manufacturers and steel mills. SANEPAR has expressed strong interest in this technology that can contribute towards reducing the environmental burden of sludge disposal and can also provide a new renewable energy source, and they require assistance to allow accelerated adoption of these technologies.

(2) Development plans, policies and legislation regarding the development issues

Basic legislation in the environmental area

Legislation No.	Content
Federal Minister No. 053/1979	First law regarding final treatment and disposal of solid waste
CONAMA No. 06/1988	Law on permissions and management of enterprises generating hazardous industrial waste
CONAMA No. 283/2001	Law on medical waste treatment and disposal
CONAMA No. 307/2002	Standards applicable to construction waste management

CONAMA No. 316/2002	Standards on heat treatment of waste
CONAMA No. 316/2002	Law on treatment and disposal of waste from health and medical related institutions
NBR12.980	Law on urban solid waste collection, sanitation and warehousing
NBR 8.419	Standards for urban solid waste final landfill sites
NBR10.004	Categorization of solid waste
NBR10.005	Standards on leachate treatment

National development plan

In 2011, the Environment and Sanitation Department of the Ministry of Urban Affairs set a target of achieving 100% water supply and sewerage connection within 20 years in its national basic sanitation plan. Subsequently during 2011 to 2014, the equivalent of 1.5trillion yen has been invested in the water sector based on "Growth Acceleration Plan PAC2". A subsequent plan was announced in 2013 based on updated analysis, targeting 99% of water supply service coverage and 92% sewerage service coverage by 2033, with a planned combined investment budget of 18.6 trillion yen from the public and private sectors.

Relevant policies and legislation at the municipal levels

In Parana State, September 15th is designated as the "Day to promote water consumption reduction, water treatment efficiency, and prevention of water contamination" by legislation number 18,900. Other legislation includes Order 6674 stipulating control of waste related contamination and SEMA54 stipulating air pollution control.

(3) Analysis of business environment in the target country

Investment Environment

There are no investment incentive schemes for foreign businesses. There are government schemes to provide tax incentives in the industrial sector and technological development programs, but none apply to TCD's proposed project.

Environmental impact assessment

An Environment License is necessary to operate waste treatment enterprises. The Department of Environment at each Municipal level holds the jurisdiction for providing the license. All businesses regardless of size is covered. However, for the proposed Verification Survey, the proposed site at SANEPAR's STP already holds an Environment License and hence only a minor update to the license is required to install a drying furnace.

Taxation

Brazil and Japan have a tax treaty in place and hence it is possible to deduct tax paid in Brazil from tax payable in Japan. Dividends and royalties (excluding trademark usage) is taxed at 25%, interest at 20% and qualifies for tax deduction in Japan. Regarding total tax related costs for importing equipment, it is estimated that around

35%~40% of the equipment value will be incurred.

II The Proposing Company's Product and Technology

(1) Information on the proposing company

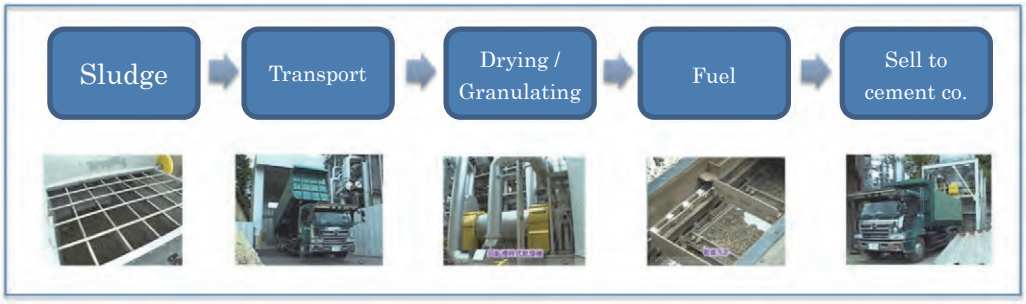
Company Name	Tohoku Clean Development Co., Ltd.
Location of Head Office	Yamagata Prefecture, Japan
Establishment Date	April 1991
Main Business Lines	Incineration of industrial waste Production of sludge fuel Operation of industrial waste final landfill site

Japan is a world leader in sludge treatment technology and companies that engage in the production of sludge fuel possess technologies that are state of the art on a global basis. The macro economic conditions in Japan continue to be stagnant and in particular with the reduction in overall waste generation, the waste management industry in Japan is struggling. Despite the advanced technology that waste management companies possess, very few have taken steps to expand their business in the overseas market.

TCD considers sludge treatment to be their core business and is successfully generating profits in the highly competitive Japanese market. They have been searching for an opportunity to expand their business overseas in particular in developing countries to contribute towards providing solutions to development issues. They have carefully considered the target country and upon conducting preliminary study tours have chosen Brazil based on the pace of economic growth, market size, local technology levels and the need for the introduction of sludge treatment technologies.

(2) Information on the product and technology

TCD owns and operates a bio-mass fuel production plant in Japan which accepts organic sludge from local government sewerage treatment plants throughout the Yamagata Prefecture area.



Organic sludge is machine-dried and granulated into sludge fuel. The plant processes 48tons of organic sludge per day. The system operation is based on maximizing processing capacity while minimizing costs. A central control room is used to manage both the sludge drying plant and the adjacent incineration plant that

incinerates wood and plastic fuel, thus allowing for the heat generated by the incineration facility to be used in the sludge drying process. This makes it possible to reduce the overall usage of heavy oil and other fossil based fuels at the facility.

The dried sludge typically has a water content of around 10%, but this can be flexibly and easily adjusted through the treatment process in order to meet the needs of customers (eg. fuel for cement manufacturing vs. compost for farming).

Sludge Fuel

Sludge-drying Plant

(3) Local applicability of the proposed product/technology

During the Feasibility Survey, the proposed project was introduced to government entities such as the Ministry of Environment, Curitiba City Planning Research Institute, Curitiba City Health Department, Curitiba City Environment Department, as well as water and sewage companies such as SANEPAR and SABESP. Companies in the private sectors such as AMBSERV Co, Essencis Co, and Cattalini Co. were approached as potential business partners. Also, the project was introduced to organizations such as the Brazil/Japan Chamber of Commerce, Parana State Japan/Brazil Chamber of Commerce. Surveys regarding sludge waste were also conducted at the Brazil Waste Association and at local recycling companies. Through discussions with these entities, it was confirmed that sludge treatment needs were strong in both the public and private sectors.

(4) Potential contribution to solving development issues

It is likely that TCD's technology can contribute towards solving relevant development issues in Brazil.

Currently in Parana State, organic sludge is dewatered, sun-dried, and then disposed in landfill sites in remote locations. SANEPAR currently owns three landfill sites in northern Parana but all three sites are approaching maximum capacity and furthermore only capable of accepting municipal waste. Sludge is currently being transported and disposed at a third-party owned landfill site 80km away from the city center. SANEPAR is currently incurring high costs for manual labor in the sun-drying process as well as high sludge disposal fees paid to the external landfill site. Furthermore, if the capacity at the landfill site is exhausted, SANEPAR must consider alternative landfill sites which are further away and also more expensive. There are also environmental concerns over the exposed sun-drying process including issues with foul odor affecting the community.

By adopting TCD's proposed technology, the high costs mentioned above can be cut down through the reduction of sludge volume. Also, secondary benefits such as avoidance of negative environmental impact from sun-drying and reduced CO2 emissions from lower fuel usage for sludge transportation can be expected.

Brazil is the world's largest exporter of ethanol and is pushing forward its national strategy to expand renewable energy. The sludge fuel produced by TCD's technology can be used by cement factories, steel mills, and power stations as an alternative to

fossil based fuel, thus complementing such national strategy.

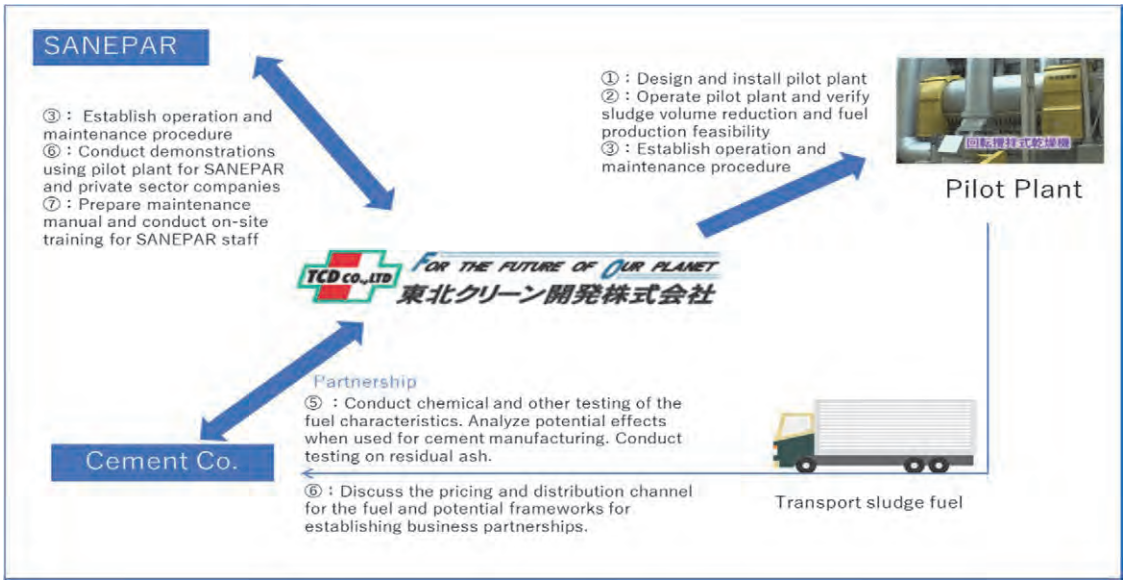
III Proposed ODA Project Summary

(1) ODA project overview

Subsequent to this Survey, TCD plans to apply for an ODA project "Verification Survey for the technology of dry-processing organic sludge in Parana State" to contribute towards resolving issues faced by STP's and landfill sites in relation to sludge treatment and disposal. Also, technology transfer to the private sector including paper mills that generate large volumes of sludge will be pursued. SANEPAR staff will gain expertise in proper sludge treatment and operations and maintenance of TCD's equipment.

(2) ODA project contents

Under the Verification Survey, a small pilot plant will be installed at an existing sewerage treatment plant managed by SANEPAR to test the sludge drying and fuel manufacturing technology. The sludge fuel manufactured at the pilot plant will be marketed to cement and steel companies for potential sale which would contribute towards reducing overall costs incurred in sludge disposal. Also, SANEPAR consumes large amounts of electricity and the sludge fuel can be utilized in-house to reduce electricity bills. The pilot plant will be utilized to educate and train SANEPAR staff to develop their expertise and achieve technology transfer. Furthermore, the plant will be utilized to conduct demonstrations for relevant government organizations and the private sector to showcase the technology and increase recognition. In particular, companies from industries that generate large volumes of sludge such as paper and textile manufacturing will be targeted to market the technology.



(3) Negotiations with Counterpart organization candidate

The planned Counterpart organization (C/P) is SANEPAR. SANEPAR manages 170 water treatment plants, 1019 wells, 234 sewage treatment plants for the benefit of 7.1

million residents.

Agreements have been reached with the C/P on the installation of the pilot plant as well as the C/P's roles and obligations. A draft version of the Minutes of Meetings document has been presented and approved by the C/Ps CEO and executive director.

However, the C/P is requesting to use bio-gas as fuel for the pilot plant and it is difficult to find a plant manufacturer in Japan that can meet their request. High costs may be incurred for emissions control as well. Also, based on preliminary analysis of the sludge samples provided by the C/P, the calorific value of dried sludge will be lower than initially expected. Therefore, further consideration is necessary including the mixing of other higher calorific value materials to enhance fuel characteristics. TCD will continue to approach Japanese equipment manufacturers to solve the above issues without significantly increasing the costs, and also continue to negotiate with the C/P on using traditional fuels such as heavy oil and LPG for the pilot plant.

(4) Issues and risks associated with the proposed ODA project formulation

Issues and risks	Countermeasures
C/P request to use bio-gas	Bag filters and de-sulpherization equipment will be required to meet emissions standards. It is suspected that chlorine content in the bio-gas will be high which will likely cause generation of dioxin. The equipment costs to prevent these issues will become quite high. Further discussions with Japanese manufacturers to pursue the design and manufacturing of appropriate equipment at lower cost are necessary. Also discussions with SANEPAR to consider the use of LPG and other stable fuel will be pursued.
Quality of sludge fuel to be produced	Preliminary sample data provided by SANEPAR suggests that the sludge chemical content is not ideal for fuel production and hence any fuel produced may be limited to use within SANEPAR facilities and commercially unattractive to private sector customers. Further analysis is required.
Licensing risks	Further details regarding permits and licenses must be confirmed with not only Ministry of Environment but also Departments at State and City levels.
High customs tax rates may prohibit the use of the proposed ODA scheme	Careful budgeting for customs costs must be conducted and the project scaled down as necessary to meet the ODA scheme budgeting requirements.
Costs associated with implementing the project may prohibit the use of the proposed ODA scheme	Further planning to increase the use of lower cost equipment components that can be procured locally is necessary. Downsizing equipment capacity and slimming down the scope of the project to meet the ODA scheme budgeting requirements must be considered

(5) Environmental and social considerations

Due to the fundamental characteristics of the project to improve proper treatment of sludge, there are no ongoing negative environmental impacts from pursuing the project. Nonetheless, evaluations based on JICA environmental and social consideration guidelines and Brazilian standards on environmental and social impact were conducted through discussions with the Ministry of Environment and its municipal departments in Parana State and Curitiba City.

(6) Expected development impact

Process	Qualitative Development Impact	Quantitative Development Impact
Install pilot plant and produce sludge fuel	Reduction in sludge waste disposed at landfill sites	Reduction in volume of disposed sludge
Transfer technological and operational expertise	Empowerment to manage and operate new technology	Number of engineers and staff trained
Reduce costs of sludge processing and disposal	Reduction in sludge treatment and transportation costs	Reduction in transportation costs and dumping fees compared to additional plant operating costs
Conduct demonstrations to private sector	Dissemination of new technology to sludge generating businesses	Unclear at present
Use of sludge fuel by steel / cement manufacturers	Increase in income from sales of sludge fuel. Reduction in greenhouse gas emissions	Reduction in CO2 emission from amount of traditional fuel saved

IV Business Development Plans

(1) Business development plan overview

There is potential for two types of business development. By building upon the results and achievements from the Verification Survey, the first plan (business model 1) would be to become a contractor to manage the sludge treatment operations on behalf of SANEPAR. The model would be to produce sludge fuel at SANEPAR's STPs and generate electricity for use in-house by SANEPAR itself. SANEPAR will be able to reduce its electricity costs and reduce the costs currently incurred in relation to the sun-drying and transportation of sludge. It is likely that under this model, SANEPAR will need to openly invite contractors to apply through an international competitive bidding process.

The second plan (business model 2) would be to target the private sector and operate a business to treat sludge generated by private sector industrial facilities. The model would be to earn fees from sludge generators and earn sales revenues from users of sludge fuel such as cement factories and steel mills. This is the same model that TCD currently operates in Japan. Currently two potential private sector business partners are showing strong interest in working with TCD under this business model.

First, Cattalini Co., has an established subsidiary called CS Bio Co. which is partly owned by SANEPAR, and CS Bio is operating a large scale biomass gas plant at SANEPAR's Beren STP since September 2017. This plant generates large volumes of

sludge, and Cattalini/CS Bio have shown strong interest in partnering with TCD to produce sludge fuel at the STP and showcase the technology to stakeholders in the sewage sector throughout Brazil to potentially expand its business nationwide.

Second, Essencis Co. owns Caieiras landfill site in the outskirts of San Paolo, which accepts 10,000 tons of waste per day and is one of the largest landfill sites in the world. Essencis currently extracts methane gas at this landfill site and generates 29.5 megawatts of electricity using this gas. The landfill site currently accepts sludge but is not currently utilizing the sludge and hence the company is keen to consider a partnership with TCD.

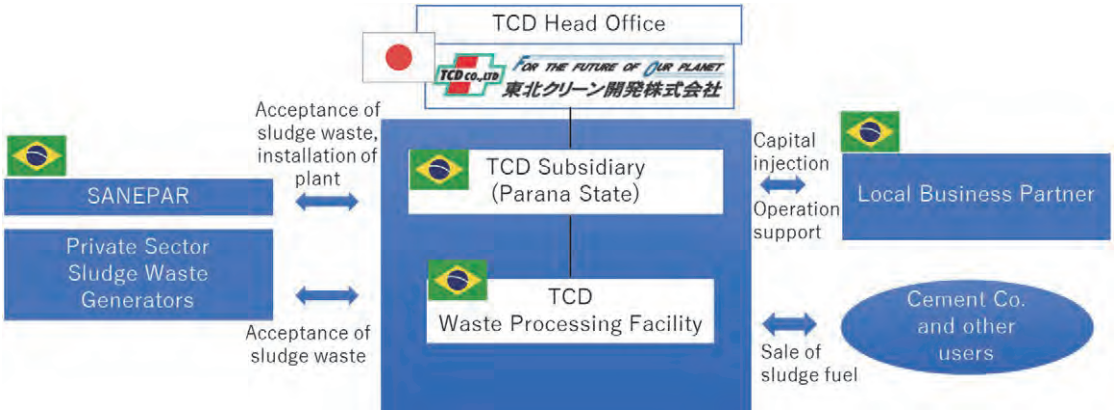
(2) Market analysis

For both business models above, Curitiba and Parana State will be the initial market area but in the mid to long term expansion into San Paolo State and Rio Di Janeiro will be a valid option. In these areas, in addition to strong economic fundamentals, final landfill sites are located far away from urban centers and fits the collective business model that TCD aims to achieve.

Regarding competition, since sludge fuel is currently not recognized at all in Brazil, no competitors currently exist. However there is a risk that alternative treatments such as biogas generation and simple incineration can prove to be strong competition as well a risk that newcomers will emerge from large private sector companies that currently operate in the waste water field.

(3) Business and partnership structure

The envisaged partnership structure is for TCD to initially set up a local subsidiary and then establish a joint venture between the TCD subsidiary and the local partner company.



The business model will rely on income generated from both waste acceptance fees and sales of sludge fuel. Therefore, it will be imperative to leverage the existing franchise value of local waste management businesses to be able to source waste and collect waste acceptance fees. As mentioned above, Cattalini and Essencis are showing strong interest in partnering with TCD. Both are large companies and since the expected scale of investments is also large, it is assumed that TCD will hold a minor interest in the JV, possibly between 20~30%. A large amount of capital will be invested

in the initial establishment of facilities but TCD will focus more on providing technological expertise to the JV.

(4) Envisaged risks, issues and countermeasures

As for business model 1, SANEPAR is likely to need to conduct an open international bidding process to select the contractor. TCD will need to differentiate its technological capabilities and business feasibility to be selected by SANEPAR.

As for business model 2, the potential business partners are significantly larger companies than TCD and hence it will be difficult to maintain a controlling interest in the JV. There is risk that capital commitments will be forced upon TCD for future business expansion. Also, it is planned that heat generated from incineration facilities will be utilized for the sludge drying process but it may take years before the required environmental licenses can be obtained, depending on the situation at the relevant municipal authority.

(5) Expected development impact

Through the proposed business development plans, a management system will be established for reducing environmental risks by utilizing the proposed technologies to produce biomass fuel from organic sludge. This will make it possible to reduce the volume of sludge waste generation and ease the burden on landfill sites. In addition to sludge treatment cost reduction, secondary environmental benefits such as avoiding negative environmental impact from sun-drying sludge, and reducing CO2 emissions arising from the transport of sludge to remote landfill sites, can also be expected

Furthermore, through the effective utilization of sludge as a resource, proper treatment of waste water is expected to become established. As noted previously, the coverage and effectiveness of waste water treatment in Brazil generally needs improvement. By creating value from what is currently only regarded as waste generated from waste water treatment, it is expected that these improvements can be accelerated and lead to reduction in contamination of the natural environment.

Feasibility Survey on Organic Sludge Drying Treatment Technology in Parana State (Brazil)

Proposing Company and Counterpart Organization

■Proposing Company : Tohoku Clean Kaihatsu Co.
■Location: Yamagata Prefecture, Japan
■Survey Site/Counterpart Organization : Parana State / SANEPAR

Concerned Development Issues

Insufficient sludge disposal capacity and ineffective treatment is causing soil and water contamination
・Sludge fuel manufacturing technology is not adopted
・High costs of current treatment of sludge (manual labor for sun-drying, high transportation costs)
・Insufficient capacity of final landfill sites

Products and Technologies of Proposing Company

・Technology to manufacture sludge fuel by drying and granulizing organic sludge
・Operation of organic waste treatment plants and biomass fuel manufacturing plants to utilize organic sludge, making it possible to manufacture biomass material depending on intended usage (30% water content for compost, 10% for fuel)

Proposed ODA Projects and Expected Impact

Through adopting a management system for reducing environmental risks by utilizing the proposed technologies to produce biomass fuel from organic sludge, it will be possible to reduce the volume of sludge waste generation and ease the burden on landfill sites. In addition to sludge treatment cost reduction, there are secondary environmental benefits such as avoiding negative environmental impact from sun-drying sludge, and reducing CO2 emissions arising from the long distance transport of sludge to remote landfill sites.
①Through actual implementation of the proposed products and technologies, the impact on concerned development issues can be assessed.
②The potential for application of the proposed products and technologies can be confirmed.
Based on ① and ②, ODA project formulation and business development planning can be achieved.

環境チェックリスト：１９．その他インフラ整備（1）

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes：Y No：N	具体的な環境社会配慮 (Yes/Noの理由、根拠、緩和策等)
１ 許認可・説明	(1)EIAおよび環境許認可	(a) 環境アセスメント報告書（EIAレポート）等は作成済みか。 (b) EIAレポート等は当該国政府により承認されているか。 (c) EIAレポート等の承認は付帯条件を伴うか。付帯条件がある場合は、その条件は満たされるか。 (d) 上記以外に、必要な場合には現地の所管官庁からの環境に関する許認可は取得済みか。	(a)N (b)N (c)N (d)N	(a) 該当しない（下水処理場内においてデモプラントを設置するためEIAレポートの提出義務はない） (b) ）該当しない（下水処理場内においてデモプラントを設置するためEIAレポートの提出義務はない） (c) ）該当しない（下水処理場内においてデモプラントを設置するためEIAレポートの提出義務はない） (d) 該当しない。（許認可は必要としない。事業実施時には事業ライセンス取得の必要がある。さらに建設に関する認可などが必要である）
	(2)現地ステークホルダーへの説明	(a) プロジェクトの内容および影響について、情報公開を含めて現地ステークホルダーに適切な説明を行い、理解を得ているか。 (b) 住民等からのコメントを、プロジェクト内容に反映させたか。	(a)Y (b)N	(a) SANEPAR管轄の下水処理場内を想定している。SAPENAR及び関係ステークホルダーには事業についての説明を行い理解を得ている。本事業実施の際には更に説明を行う予定である。 (b) 事業実施の際には適切な説明を行い、理解を得る予定である。
	(3)代替案の検討	(a) プロジェクト計画の複数の代替案は（検討の際、環境・社会に係る項目も含めて）検討されているか。	(a)Y	(a)作業時間の工夫、販路の工夫、人材育成等様々な案を検討している。提案技術を含め、現状のまま何も対応策をしない場合、ブラジルは汚泥の燃料化技術が普及していないため、下水処理場の負荷の増大などの悪化が進む。 提案技術を適用した場合、効率の良いエネルギー化技術が自治体や企業に普及し、汚泥の減容化といった効果が得られる。
２ 汚染対策	(1)大気質	(a) 焼却施設、収集・運搬車両等から排出される硫黄酸化物（SOx）、窒素酸化物（NOx）、煤じん、ダイオキシン等の大気汚染物質は当該国の排出基準、環境基準等と整合するか。大気質に対する対策は取られるか。	(a)Y	(a)ブラジルにおける大気汚染法の基準をクリアするだけでなく、日本の厳しい環境基準値にも合致するような待機室に対する対策を実施する。
	(2)水質	(a) 施設からの排水は当該国の排出基準、環境基準等と整合するか。 (b) 廃棄物処分場から発生する浸出水等の水質は当該国の排出基準、環境基準等と整合するか。 (c) これらの排水が表流水あるいは地下水を汚染しない対策がなされるか。	(a)N (b)N (c)N	(a)該当しない。 (b)該当しない。 (c)該当しない。
	(3)廃棄物	(a) ゴミの破砕、選別工程で発生する処理残渣、焼却灰、飛灰、コンポスト施設から発生するコンポスト化不適物等の廃棄物は当該国の規定に従って適切に処理・処分されるか。 (b) 有害廃棄物、危険物については、他の廃棄物と区別し、無害化された上で当該国の基準に従って適切に処理・処分されるか。	(a)Y	(a)現地法規制に則った対策を実施する。 (b)本事業によりブラジルの基準に従い、適正管理を徹底し無害化を実施する。実施による追加的な環境汚染の要因はない。
	(4)土壌汚染	(a) 廃棄物処分場から発生する浸出水等により、土壌、地下水を汚染しない対策がなされるか。	(a)Y	(a)本事業実施による追加的な土壌汚染の要因はない。
	(5)騒音・振動	(a) 施設稼働（特に焼却施設、廃棄物選別・破砕施設）、ゴミの収集・運搬を行う車両の通行による騒音・振動は当該国の基準と整合するか。	(a)Y	(a)運営時の稼動時間に配慮し、騒音・振動がブラジルの基準に合致するような運営を行う。
	(6)悪臭	(a) 悪臭防止の対策はとられるか。	(a)Y	(a)本事業実施による追加的な悪臭が発生する場合には装置の見直しや稼働時間について配慮を行う。

環境チェックリスト：１９．その他インフラ整備（1）

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes: Y No: N	具体的な環境社会配慮 （Yes/Noの理由、根拠、緩和策等）
3 自然環境	(1)保護区	(a) サイト及び処理水放流先は当該国の法律・国際条約等に定められた保護区内に立地するか。プロジェクトが保護区に影響を与えるか。	(a)N	(a)保護区内に立地しないし、近隣に保護区は存在しない。
	(2)生態系	(a) サイト及び処理水放流先は原生林、熱帯の自然林、生態学的に重要な生息地（珊瑚礁、マングローブ湿地、干潟等）を含むか。 (b) サイトは当該国の法律・国際条約等で保護が必要とされる貴重種の生息地を含むか。 (c) 生態系への重大な影響が懸念される場合、生態系への影響を減らす対策はなされるか。 (d) プロジェクトが、河川等の水域環境に影響を及ぼすか。水生生物等への影響を減らす対策はなされるか。 (e) 植生、野生動物に悪影響を及ぼす恐れはあるか。影響がある場合、対策はなされるか。	(a)N (b)N (c)N (d)N (e)	(a)該当しない。 (b)該当しない。 (c)該当しない。 (d)該当しない。 (e)該当しない。
	(3)跡地管理	(a) 処分場の操業終了後の環境保全対策（ガス対策、浸出水対策、不法投棄対策、緑化等）は考慮されるか。 (b) 跡地管理の継続体制は確立されるか。 (c) 跡地管理に関して適切な予算措置は講じられるか。	(a)N (b)N (c)N	(a)現在のところ想定していないが必要に応じて確認を行う。 (b)現在のところ想定していないが必要に応じて確認を行う。 (c)現在のところ想定していないが必要に応じて確認を行う。
4 社会環境	(1)住民移転	(a) プロジェクトの実施に伴い非自発的住民移転は生じるか。生じる場合は、移転による影響を最小限とする努力がなされるか。 (b) 移転する住民に対し、移転前に補償・生活再建対策に関する適切な説明が行われるか。 (c) 住民移転のための調査がなされ、再取得価格による補償、移転後の生活基盤の回復を含む移転計画が立てられるか。 (d) 補償金の支払いは移転前に行われるか。 (e) 補償方針は文書で策定されているか。 (f) 移転住民のうち特に女性、子供、老人、貧困層、少数民族・先住民族等の社会的弱者に適切な配慮がなされた計画か。 (g) 移転住民について移転前の合意は得られるか。 (h) 住民移転を適切に実施するための体制は整えられるか。十分な実施能力と予算措置が講じられるか。 (i) 移転による影響のモニタリングが計画されるか。 (j) 苦情処理の仕組みが構築されているか。	(a)N (b)N (c)N (d)N (e)N (f)N (g)N (h)N (i)N (j)N	(a)該当しない。 (b)該当しない。 (c)該当しない。 (d)該当しない。 (e)該当しない。 (f)該当しない。 (g)該当しない。 (h)該当しない。 (i)該当しない。 (j)該当しない。
	(2)生活・生計	(a) プロジェクトによる住民の生活への悪影響が生じるか。必要な場合は影響を緩和する配慮が行われるか。 (b) ウェストビッカー等を含めた既存の資源再回収システムへの配慮はなされるか。 (c) 廃棄物運搬による地域交通への影響はあるか。 (d) 本プロジェクトからの排水、廃棄物処分場から発生する浸出水等によって漁業及び地域住民の水利用（特に飲料水）に悪影響を及ぼすか。 (e) 衛生害虫は発生するか。	(a)N (b)N (c)N (d)N (e)N	(a)該当しない。 (b)該当しない。 (c)該当しない。 (d)該当しない。 (e)該当しない。
	(3)文化遺産	(a) プロジェクトにより、考古学的、歴史的、文化的、宗教的に貴重な遺産、史跡等を損なう恐れはあるか。また、当該国の国内法上定められた措置が考慮されるか。	(a)N	(a)該当しない。
	(4)景　観	(a) 特に配慮すべき景観が存在する場合、それに対し悪影響を及ぼすか。影響がある場合には必要な対策は取られるか。	(a)N	(a)該当しない。
	(5)少数民族、先住民族	(a) 当該国の少数民族、先住民族の文化、生活様式への影響を軽減する配慮がなされているか。 (b) 少数民族、先住民族の土地及び資源に関する諸権利は尊重されるか。	(a)N (b)N	(a)該当しない。 (b)該当しない。
	(6)労働環境	(a) プロジェクトにおいて遵守すべき当該国の労働環境に関する法律が守られるか。 (b) 労働災害防止に係る安全設備の設置、有害物質の管理等、プロジェクト関係者へのハード面での安全配慮が措置されているか。 (c) 安全衛生計画の策定や作業員等に対する安全教育（交通安全や公衆衛生を含む）の実施等、プロジェクト関係者へのソフト面での対応が計画・実施されるか。 (d) プロジェクトに関係する警備要員が、プロジェクト関係者・地域住民の安全を侵害することのないよう、適切な措置が講じられるか。	(a)Y (b)Y (c)Y (d)Y	(a)本プロジェクトは当該国の労働環境の改善を行なう事が目的の一つであり、当該国の法律を遵守は必須であるのみならず、我が国における当該法律の基準を満たす水準までの向上を自主的に図りたいと考えている。 (b)労働災害防止の為の設備運営の指導を行なうとともに有害物質の管理などの徹底を行なう。 (c)労働安全衛生管理の為の指導及びマニュアル等の整備の他、手袋、ヘルメット、作業靴、マスク等の着用などの配慮を行なう予定である。 (d)警備要員も含めて安全を侵害する事は想定し難いが徹底を図る予定である。

環境チェックリスト：１９．その他インフラ整備（1）

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes：Y No：N	具体的な環境社会配慮 （Yes/Noの理由、根拠、緩和策等）
５その他	(1)工事中の影響	(a) 工事中の汚染（騒音、振動、濁水、粉じん、排ガス、廃棄物等）に対して緩和策が用意されるか。 (b) 工事により自然環境（生態系）に悪影響を及ぼすか。また、影響に対する緩和策が用意されるか。 (c) 工事により社会環境に悪影響を及ぼすか。また、影響に対する緩和策が用意されるか。	(a)Y (b)Y (c)Y	(a)本事業実施時に設置する機材の組み立てはある程度日本で行なう予定である。汚染に関しては、設置工事においては工法及び工事の時間帯などに配慮することを予定している。 (b)用地選定に際しては敷地並びに近隣の自然環境（生態系）に悪影響を及ぼさない地域での建設を予定している。 (c)工事により社会環境的に影響が無いように配慮を行う予定である。
	(2)モニタリング	(a) 上記の環境項目のうち、影響が考えられる項目に対して、事業者のモニタリングが計画・実施されるか。 (b) 当該計画の項目、方法、頻度等はどのように定められているか。 (c) 事業者のモニタリング体制（組織、人員、機材、予算等とそれらの継続性）は確立されるか。 (d) 事業者から所管官庁等への報告の方法、頻度等は規定されているか。	(a)Y (b)Y (c)Y (d)Y	(a)本事業実施時に設置する機材はある程度日本で組み立てているため、現地では機材の組み合わせが主となる。そのため工事期間中は騒音、振動が発生する恐れがあるが、粉じん、濁水の発生はないと考えられる。事業者が帯同し騒音、振動等が軽微に済むか否かのモニタリングを行なう。また、実施期間中には現地確認を適時行なう予定である。 (b) 作業要員の確認、労働安全対策説明、設備仕様書マニュアル等の確認を本プロジェクトサイトで行う予定である。頻度は月1回程度を予定しているが、プロジェクトが軌道に乗るまでには頻度をあげる予定である。 (c) 工事作業は比較的単純作業（機材の搬入および設置）であるため、事前に設置工事を行なう事業者に設置工事方法の確認行なうと共に、相違がないか等を現場で目視確認を行なう予定である。実施期間中は、現地パートナーともに適切な人員を配置する。そのための予算は確保する予定である。 (d) 所轄行政とは密接な連携を取る予定であるが、報告の方法及び頻度に着いては現在のところ明確に規定はしていない。実施後速やかにこれらについての取り決めを行なう予定である。
６留意点	他の環境チェックリストの参照	(a) 必要な場合は、林業に係るチェックリストの該当チェック事項も追加して評価すること（廃棄物処分場等の建設に伴い、大規模な森林伐採が行われる場合等）。	(a)N	(a)現在のところ想定していないが必要に応じて確認を行う。
	環境チェックリスト使用上の注意	(a) 必要な場合には、越境または地球規模の環境問題への影響も確認する（廃棄物の越境処理、酸性雨、オゾン層破壊、地球温暖化の問題に係る要素が考えられる場合等）。	(a)N	(a)現在のところ想定していないが必要に応じて確認を行う。

環境社会配慮調査スコーピング

分類	番号	影響項目	評価		評価理由
			工事前 工事中	施設運営時	
汚染対策	1	水質汚濁	D	D	工事中： 基本的に工事中に水は使用しない 施設運営時：基本的に施設運営時に水は軽微である。
	2	廃棄物	C	C	工事中：建築廃材は適正にリサイクル等により処理されるため環境に与える影響は軽微である。 施設運営時：汚泥は燃料として活用するため廃棄物発生量は軽微であるが適性処理を実施する予定である。
	3	土壌汚染	D	D	工事中：建設にあたり汚染物質の使用は認められない。 施設運営時：汚染物質の使用は想定されない。
	4	騒音・振動	C	C	工事中：建設にあたり機材運搬、建物構築などによる騒音と振動が発生する。 施設運営時：機材から発生する騒音と振動は軽微である。
	5	悪臭	D	C	工事中：悪臭を引き起こすような作業等は想定されない。 施設運営時：汚泥乾燥時に悪臭が発生する可能性がある。悪臭が発生した場合には稼働時間の見直し等が行う。
自然環境	1	保護区	D	D	事業対象地及びその周辺に、国立公園や保護区等は存在しない。
	2	生態系	D	D	事業対象地及びその周辺に、希少な動植物は存在しないことから、生態系への影響は殆ど無いと考えられる。
社会環境	1	住民移転	N.A.	N.A.	事業対象候補地には住民が存在していないため、住民移転は行なわれない。
	2	貧困層	N.A.	N.A.	事業対象候補地には住民が存在していないため、住民移転は行なわれない。
	3	少数民族・先住民族	N.A.	N.A.	事業対象候補地には住民が存在していないため、住民移転は行なわれない。
	4	雇用や生計手段等の地域経済	D	D	事業が推進される事で雇用創出に寄与する。正のインパクトは発生するが、負のインパクトは想定されない。
	5	土地利用や地域資源利用	D	D	事業が推進される事で負のインパクトは想定されない。
	6	水利用	D	D	工事中：水の使用は殆どない。 施設運営時：水の使用は軽微である。
	7	既存の社会インフラや社会サービス	D	D	工事中：事業対象地周辺での工事に伴う交通渋滞は想定されない。 施設運営時：交通量の増加による交通事故の増加等の懸念材料は軽微である。
	8	社会関係資本や地域の意思決定決定機関等の社会組織	D	D	本事業による社会関係資本や地域の意思決定機関等への影響は殆ど無いと考えられる。
	9	被害と便益の偏在	D	D	本事業による地域内に不公平な被害と便益をもたらさないように、公平な機会を提供する等の工夫を行う。
	10	地域内の利害対立	D	D	本事業による地域内の利害対立を引き起こすことがないように、公平な機会を提供し、利害対立を最小限に抑える。
	11	文化遺産	D	D	事業対象候補地及びその周辺に、文化遺産等は存在しない。
	12	景観	D	D	本事業による景観への影響は殆ど無いと考えられる。
	13	ジェンダー	D	D	本事業によるジェンダーへの特段の負の影響は想定されていない。
	14	子どもの権利	D	D	本事業による子どもの権利への特段の負の影響は想定されていない。
	15	HIV/AIDS等の感染症	D	D	工事中：建設作業員の流入の流入により感染が広がる可能性は想定されていない。 施設運営時:作業員の流入により感染が広がる可能性は想定されていない。
	16	労働環境（労働安全を含む）	C	C	工事中：建設作業員の労働環境に配慮する必要がある。 施設運営時:作業員の負の影響が想定される作業は計画されていない。
その他	1	事故	B	C	工事中：建設作業員の事故に対する配慮が必要である。 施設運営時:作業員への事故に対する配慮が必要である。

A A+/A- 深刻な影響が想定される
B B+/B- 影響が想定される
C C+/C- 若干の影響が想定される
D D+/D- 想定されない

環境社会配慮調査における現時点で想定される代替案・影響評価

分類	番号	影響項目	評価		想定される代替案による環境評価		想定される評価変更理由
			工事前 工事中	施設運営時	工事前 工事中	施設運営時	
	1	水質汚濁	D	D	変更なし	変更なし	変更なし
汚染対策	2	廃棄物	C	C	C-	D	工事に伴う廃棄物は分別の徹底を行ない廃棄物の発生を極力抑える工夫を行なう。
	3	土壌汚染	D	D	変更なし	変更なし	変更なし
	4	騒音・振動	C	C	c-	c-	工事は、据え付けを中心に行ない作業時間の短縮を図る。また運営時の稼動時間に配慮し、防音及び低振動になるような設置手法を検討する。
	5	悪臭	D	C	変更なし	c-	運営時の稼動時間に配慮し、悪臭を抑制するような運営手法を検討する。
自然環境	1	保護区	D	D	変更なし	変更なし	変更なし
	2	生態系	D	D	変更なし	変更なし	変更なし
社会環境	1	住民移転	N.A.	N.A.	変更なし	変更なし	変更なし
	2	貧困層	N.A.	N.A.	変更なし	変更なし	変更なし
	3	少数民族・先住民族	N.A.	N.A.	変更なし	変更なし	変更なし
	4	雇用や生計手段等の地域経済	D	D	変更なし	変更なし	変更なし
	5	土地利用や地域資源利用	D	D	変更なし	変更なし	変更なし
	6	水利用	D	D	D	D	変更なし
	7	既存の社会インフラや社会サービス	D	D	変更なし	変更なし	変更なし
	8	社会関係資本や地域の意思決定決定機関等の社会組織	D	D	変更なし	変更なし	変更なし
	9	被害と便益の偏在	D	D	変更なし	変更なし	変更なし
	10	地域内の利害対立	D	D	変更なし	変更なし	変更なし
	11	文化遺産	D	D	変更なし	変更なし	変更なし
	12	景観	D	D	変更なし	変更なし	変更なし
	13	ジェンダー	D	D	変更なし	変更なし	変更なし
	14	子どもの権利	D	D	変更なし	変更なし	変更なし
	15	HIV/AIDS等の感染症	D	D	D	D	変更なし
	16	労働環境（労働安全を含む）	C	C	C-	C-	我が国で導入している労働安全衛生方法の徹底により労働環境の改善が図れると考えられる。
その他	1	事故	B	C	c	c-	朝礼、全体ミーティング、配置等の徹底により事故率の改善が図れると考えられる。さらには作業服、プラスチック製の滑り防止付きの軍手着用、作業靴、帽子などの装着等の安全対策を実施する他、安全対策についての説明を事前に行なう。

A A+/A- 深刻な影響が想定される
B B+/B- 影響が想定される
C C+/C- 若干の影響が想定される
D D+/D- 想定されない

別添

行政機関などとの面談内容

非公開

非公開

非公開

非公開

非公開

非公開

非公開

別添

ビジネスパートナー候補や民間団体との面談内容

非公開

非公開

非公開

非公開

非公開

別添

非公開

非公開

ジャイカ
JICA