

平成24年度政府開発援助
海外経済協力事業委託費による
「途上国政府への普及事業」
ファイナル・レポート

インドネシア共和国

リサイクル型廃棄物中間処理施設
パイロット事業

平成25年4月
(2013年)

株式会社西原商事・株式会社NTTデータ経営研究所
共同企業体

本調査報告書の内容は、外務省が委託して、(受託企業名もしくは受託共同企業体名)が実施した平成24年度政府開発援助海外経済協力事業委託費による(ニーズ調査/案件化調査/途上国政府への普及事業)の結果をとりまとめたもので、外務省の公式見解を表わしたものではありません。

目次

巻頭写真	4
略語表	6
要旨	7
はじめに 調査概要	19
第1章 対象国における当該開発課題の現状及びニーズの確認	25
1-1 対象国の政治・経済の概況	25
1-1-1 基本情報	25
1-1-2 人口構成	27
1-1-3 国土面積	28
1-1-4 GDP	28
1-1-5 政治状況	28
1-1-6 主要産業	29
1-1-7 事業実施都市 スラバヤ市の概要	30
1-2 対象分野における開発課題	31
1-3 対象国の関連計画、政策および法制度	31
1-3-1 担当省庁	31
1-3-2 関連計画と政策	32
1-3-3 法制度	34
1-4 対象国の対象分野における ODA 事業の事例分析及び他ドナーの分析	35
1-4-1 日本のインドネシアに対する ODA 方針	35
1-4-2 対象国の対象分野における ODA 事業の事例分析	36
1-4-3 スラバヤ市における ODA 事業	41
1-4-4 他ドナーの分析	41
第2章 提案企業の技術の活用可能性及び将来的な事業展開の見通し	44
2-1 提案企業及び活用が見込まれる提案製品・技術の強み	44
2-1-1 業界分析、提案企業の業界における位置付け	44
2-1-2 国内の同業他社比較、類似製品・技術の概況	45
2-1-3 スラバヤ市におけるごみ収集システムと同業他社の動向	45
2-1-4 スマラン市におけるナルパティ社の取り組み	46
2-2 提案企業の事業展開における海外進出の位置づけ	48
2-2-1 西原商事の海外事業方針	48
2-2-2 海外事業の展開方針	49
2-3 提案企業の海外進出による地域経済への貢献	51
2-4 想定する事業の仕組み	51
2-4-1 事業の概要	51
2-4-2 販売先の検討	53

2-5	想定する事業実施体制・具体的な普及に向けたスケジュール	55
2-5-1	現地パートナーの確保状況及び見通し	56
2-5-2	普及・販売等に関する具体的なスケジュール、課題等	60
2-6	リスクへの対応	62
2-6-1	想定していたリスクへの対応結果	62
2-6-2	新たに顕在化したリスク及びその対応方法等	62
第3章	製品・技術に関する現地適合性の検証	63
3-1	製品・技術の紹介、実証・パイロット調査の概要	63
3-1-1	製品・技術の紹介	63
3-1-2	実証・パイロット調査に至るまでの経緯	65
3-1-3	実証・パイロット調査の概要	68
3-2	製品・技術の現地適合性検証の結果	72
3-2-1	技術の現地適応性検証	72
3-2-2	組成調査の結果	83
3-3	採算性の検討	84
3-3-1	Super Depo で 15 トンを処理する場合	84
3-3-2	Super Depo+堆肥化センターで 15 トンを処理する場合	85
3-3-3	Super Depo+堆肥化センターで 15 トンを処理する場合	87
3-3-4	採算性検討まとめ	89
第4章	ODA案件化による対象国における開発効果及び提案企業の事業展開効果	90
4-1	提案製品・技術と開発課題の整合性	90
4-1-1	インドネシアの開発課題	90
4-1-2	スラバヤの廃棄物問題	91
4-1-3	提案事業による開発課題への貢献	93
4-2	ODA案件化による製品・技術等の当該国での適用・活用・普及による開発効果	94
4-2-1	Super Depo と堆肥化センターの展開	94
4-2-2	大型の中間処理施設+コンポストセンターの展開	95
4-3	提案企業が事業展開した場合の開発効果	96
4-4	そのほかの開発効果	97
第5章	ODA案件化の具体的提案	99
5-1	ODA案件概要	99
5-1-1	有償資金協力の提案内容	99
5-1-2	無償資金協力	102
5-1-3	そのほかのスキーム	105
5-2	他ODA案件との連携可能性	106
5-2-1	廃棄物管理プロジェクトにおける中間処理の必要性	106
5-2-2	廃棄物発電プロジェクトにおける中間処理の必要性	106
5-3	カウンターパート機関との協議状況	106
5-3-1	公共事業省	107
5-3-2	環境省	107

5 - 3 - 3 国家開発企画庁107

巻頭写真



リサイクル型中間処理施設 Super Depo 遠景



Super Depo 開所式に参加いただいた、野村 在スラバヤ日本国総領事館総領事、リスマ スラバヤ市長、カンブアヤ インドネシア環境大臣、西原 社長、久鍋 北九州相談役



Super Depo 内部



Super Depo での選別作業

略語表

ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
BAPPEKO	<i>Badan Perencanaan Pembangunan Kota Surabaya</i>	スラバヤ市開発企画局
BAPPENAS	<i>Badan Perencanaan dan Pembangunan Nasional</i>	国家開発企画庁
CDM	Clean Development Mechanism	クリーン開発メカニズム
Depo		ごみ中継所
DKP	<i>Dinas Kebersihan dan Pertamanan</i>	美化局
DPD	<i>Dewan Perwakilan Daerah</i>	地方代表議会
DPR	<i>Dewan Perwakilan Rakyat</i>	国民議会
GEF	Global Environment Facility	地球環境ファシリティ
GFATM	Global Fund to Fight AIDS, Tuberculosis and Malaria	世界エイズ・結核・マラリア対策基金
IDA	International Development Association	国際協力協会
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau (ドイツ語)	ドイツ復興公庫
KLH	<i>Kementerian Lingkungan Hidup</i>	環境省
MOU	Memorandum of Understanding	覚書
MPR	<i>Majelis Permusyawaratan Rakyat</i>	国民協議会
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
PPP	Public Private Partnership	官民パートナーシップ
PU	<i>Kementerian Pekerjaan Umum</i>	公共事業省
RAN-GRK	<i>Rencana Aksi Nasional penurunan emisi Gas Rumah Kaca</i>	国家行動計画
RDF	Refuse Derived Fuel	廃棄物固形燃料
RPF	Refuse Paper and Plastic Fuel	古紙及び廃プラスチックを主原料とする固形化燃料
RPJM	<i>Rencana Pembangunan Jangka Menengah</i>	国家中期開発計画
Super Depo		リサイクル型中間処理施設
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change	気候変動に関する国際連合枠組条約
UNTA	United Nations Regular Program for Technical Assistance	国連通常技術支援計画
WFP	United Nations World Food Programme	国際連合世界食糧計画

※イタリック部分はインドネシア語

要旨

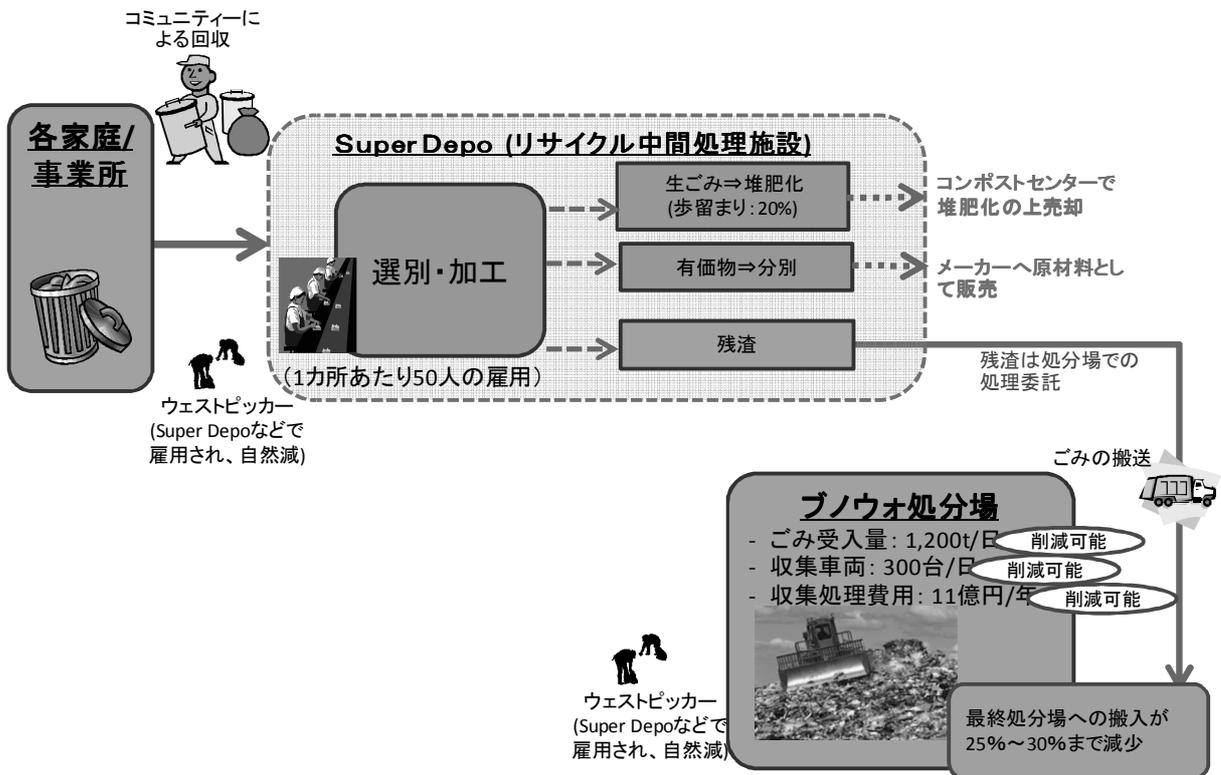
調査概要

インドネシア共和国（以下、インドネシア）などの東南アジアにおける大都市では、人口増加と経済発展の相乗効果で消費が急激に拡大していることなどにより、一般ごみ（家庭から排出されるごみを指す。以下、特に規定しない場合「ごみ」という表現は、一般ごみを指す）の最終処分場が不足するというケースが見られるようになってきた。

日本では人口減少とそれに伴うリサイクルビジネス市場の縮小が見込まれるなか、東南アジアの都市が抱えるごみや廃棄物の問題に対して、日本で培われた技術を基にリサイクルビジネスを展開することで、貢献することができる可能性が大いにある。

調査主体である西原商事の地元である北九州市においては、インドネシアのスラバヤ市との廃棄物の削減や低炭素型街づくりを目指した都市間協力の取組みを促進しており、両市の協力のもと、民間企業の環境ビジネスへの参入を期待している状況である。

かかる背景のもと、インドネシアのスラバヤ市にて、「リサイクル型廃棄物中間処理施設事業」を展開するため、同技術の現地適用性、事業性を確認し最適なシステムの提案を行うとともに、ODAを通じた同システムの普及について先方政府と協議し、以後の事業化に向けての明確な見通しを得ることを目的としている。



事業スキーム

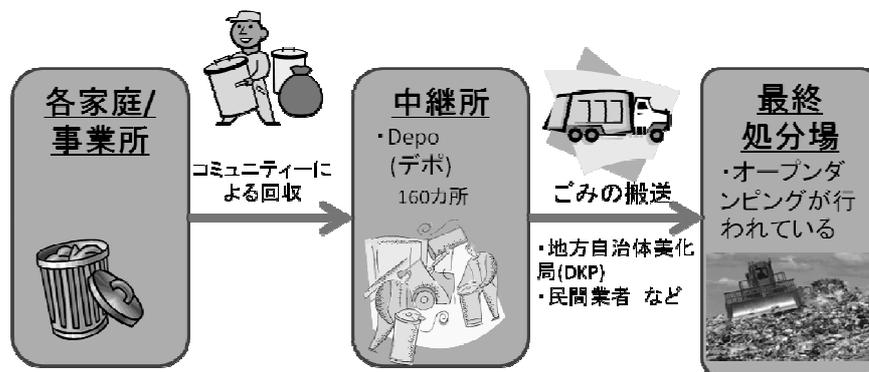
第1章 対象国における当該開発課題の現状及びニーズの確認

1. 開発課題

インドネシアにおける、廃棄物関連政策を担当する中央省庁は、公共事業省(PU)と環境省(KLH)となる。公共事業省は、文字通りインフラ整備の担当部局であるが、廃棄物の担当となるのは人間居住総局となる。公共事業省は下図のインドネシアの廃棄物フローの中で、最終処分場の整備を担当している。

各家庭からのごみの回収から搬送までの部分については、各地方自治体(県や市)の美化局などが必要な施設の整備などを行っている。中継所の設備については、地方自治体の管轄となる。

環境省は、廃棄物問題に関しては、3Rの推進及び関連政策を整備する役目を担っている。



インドネシアの一般ごみ処理フロー

2010年2月に、インドネシアにおける2010年から2014年までの5カ年にわたる国家開発の基本方針を示す、「国家中期開発計画」(RPJM)が施行された。この計画において、廃棄物処理に関しては、3R(リデュース、リユース、リサイクル)をテーマに、環境省、公共事業省を中心に具体的な実施プログラムが制定されている。

インドネシアにおける廃棄物管理の基本となる法制度は、インドネシア共和国法2008年第18号「廃棄物管理法」となる。同法では、明確に「最終処分場におけるオープンダンプ方式による廃棄物処理を禁止する」ことが示されている。この禁止令についての具体的な規定については、県や市などの地方自治体の規則によって定められることとなる。また、既に存在している最終処分場についての経過規定として、地方自治体の責任で、2013年までにオープンダンプ方式による最終処分場を閉鎖しなければならないことが示されている。

2. 日本のインドネシアにおけるODA方針

日本のインドネシアに対するODAの方針は、「対インドネシア共和国国別援助方針」にまとめられている。重点分野の中に、不均衡の是正と安全な社会造りへの支援が謳われており、均衡のとれた発展と安全な社会の構築に寄与すること、地方の拠点都市圏の整備等を行うこと、地方開発のための制度・組織の改善支援が目標とされている。

JICA事業に関しては、廃棄物事業の重点地域として、1. バンドン市、デポック市を中心とした西ジャワ州、2. マカッサル市を中心とした南スラウェシ市の2カ所を挙げることができる。両事例とも、最終処分場の整備にとどまらず、中間処理や3R推進などによるごみの減量化を目指し

ている点が特徴的である。これは、前述したインドネシアの方針と合致するものであり、現地のニーズに応じた支援が行われている。

スラバヤ市では、有償資金援助として、1993年2月～2004年3月にかけて、「スラバヤ都市環境改善事業(1)」が実施された。インドネシア側の実施機関は、公共事業省(PU)の居住環境総局である。実行額は108億9,300万円であり、都市道路、排水、廃棄物、上水、技術協力に分けて、事業が実施された。廃棄物分野については、ごみ収集トラック43台の調達と、9カ所の廃棄物集積所と、19カ所の暫定ゴミ廃棄場が新規に建設された。

3. 他ドナーの分析

インドネシアにとって、日本は最大の援助国であるとともに、日本にとってインドネシアは累計ベースで最大のODA受け取り国となっている。近年では、オーストラリアの経済協力実績が目立っている。日本の実績額の落ち込みにより、実績額でドナーの第1位となっているが、金額自体も漸増傾向にあり、第2位のドナーから頭一つ突出している様相となっている。

廃棄物管理という視点から各国の経済協力をみると、ドナーとしての支援額が多い国が、必ずしも廃棄物プロジェクトのドナーではないということが分かる。廃棄物関連のプロジェクトに関与しているのは、日本(JICA)、ドイツ(ドイツ復興公庫、KfW)、オランダ、世界銀行のみである。インドネシアにおける廃棄物問題については、2008年の廃棄物管理法によってインドネシア政府によって明確に認知された、比較的「新しい」開発課題であるといえる。そのような状況の中、JICAのプロジェクトを通して、日本はインドネシアの廃棄物管理分野で存在感を示しているドナーとなっている。

第2章 提案企業の技術の活用可能性及び将来的な事業展開の見通し

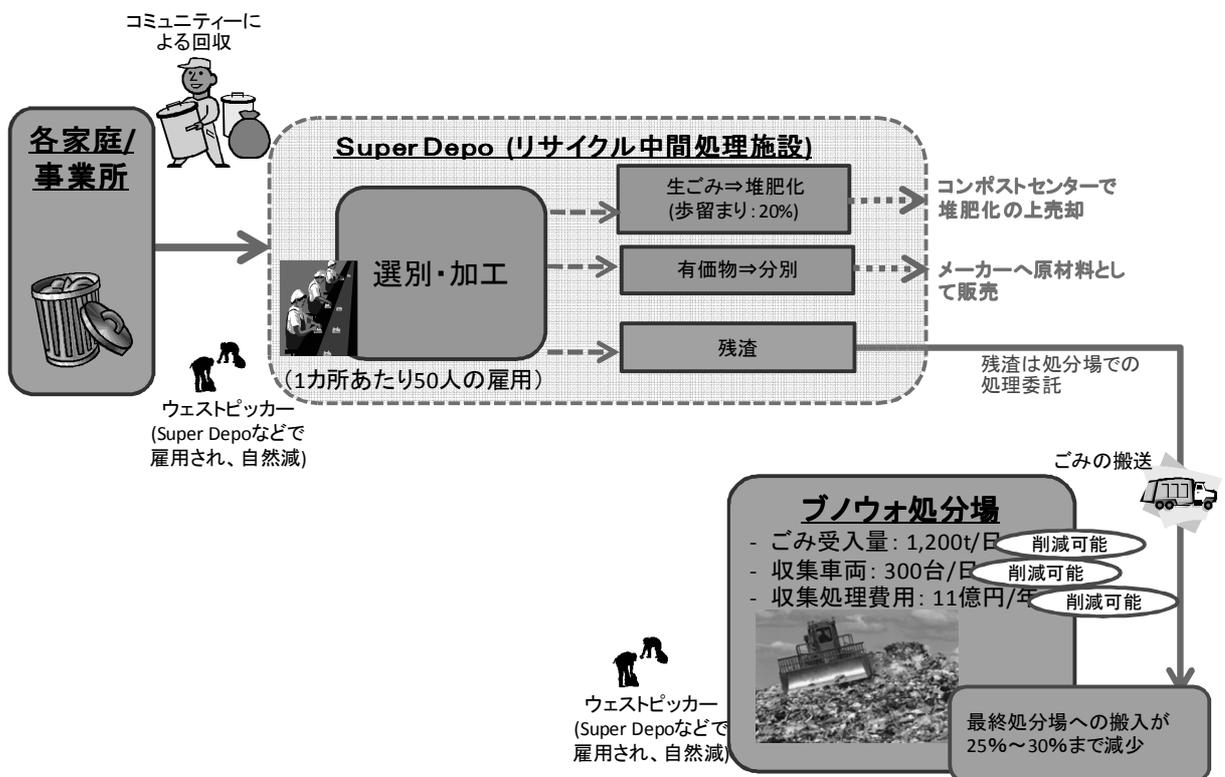
1. スラバヤ市におけるごみ収集システム

本事業における実証フィールドであるスラバヤ市では、収集したごみを、中継所であるDepoを経て、すべて最終処分場に運び込み、埋め立て処理をしている。最終処分場の建設については、中央政府の公共事業省が担当した。それ以外の部分、中継所の用地確保・運営、ごみの搬送、最終処分場の運営費用については、スラバヤ市美化局(DKP)が担当している。しかしながら、人口増加と経済発展に伴い、一般ごみの量は増加の一途をたどり、最終処分場は処理能力の限界に達している。

インドネシア国内では、最終処分場などにおいて、有機物を選別するための施設を設置する例などは既に存在するものの、ごみ排出源に近い中継所などでごみの分別を効率的に行っている例は見られない。最終処分場に持ち込まれる前のごみについては、中継所などでウェストピッカーなどによる効率の悪い有機物収集が行われている。

2. 想定する事業の仕組み

スラバヤ市内において中継所としての機能を有するDepo(デポ)を、リサイクル型廃棄物中間処理施設の機能を持つ”Super Depo”へとアップグレードさせる。Super Depoは有機物や有機物を効率的に分別、再商品化する機能を持ち、分別・再商品化後の最終処分場へのごみの搬入量は、25%程度になると見込まれる。Super Depoで分別された生ごみなどの有機物は、堆肥化を実施した上で、有機肥料製造メーカーなどに販売することを想定している。



想定する事業の仕組み（再掲）

第3章 製品・技術に関する現地適合性の検証

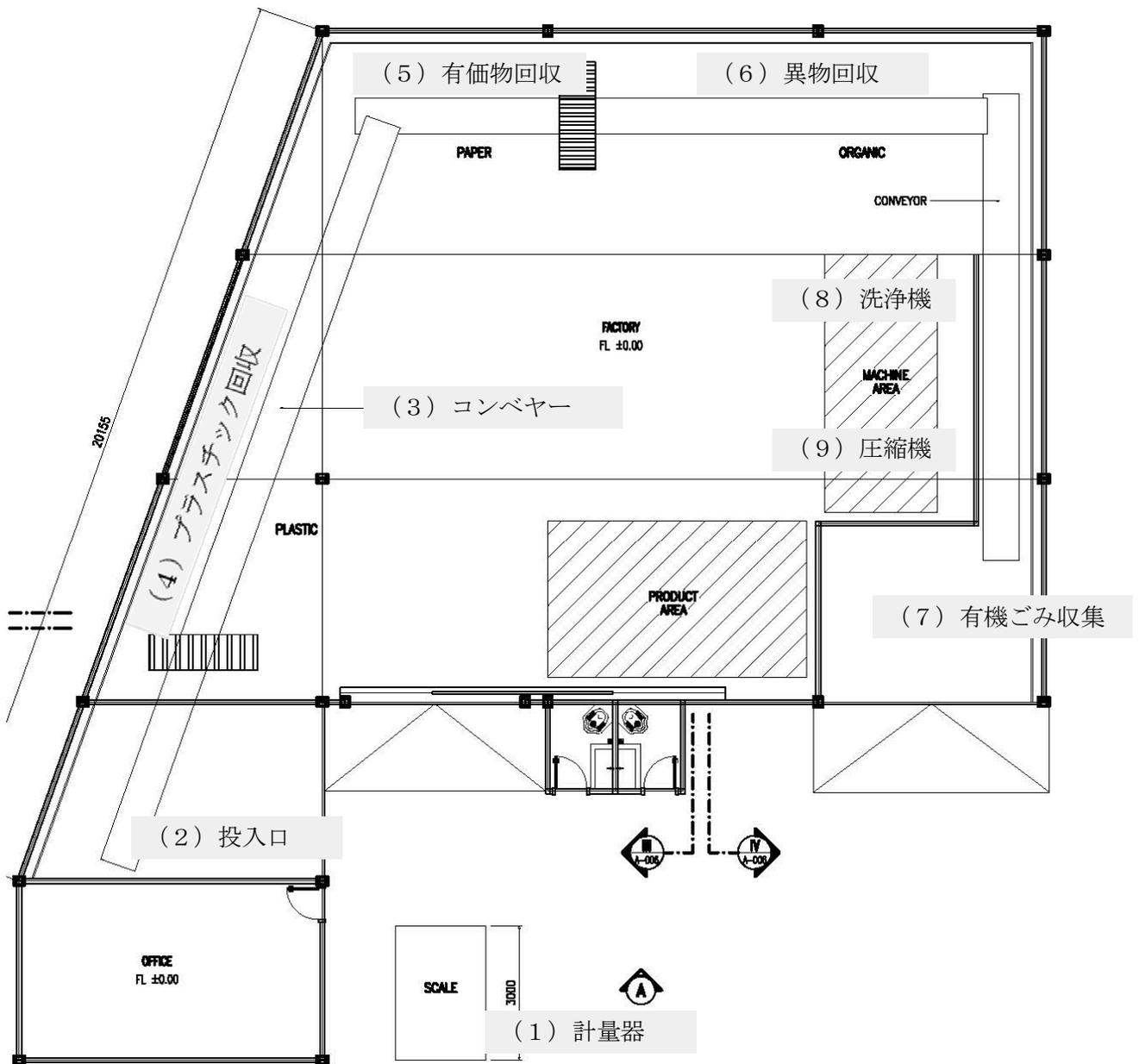
1. 実証・パイロット調査の概要

次頁に示す図が、Super Depo ストロジョーの見取り図と、施設一覧である。スラバヤ市政府より提示された複数の Depo より、十分な面積を有していたストロジョーを事業サイトとし、2012年12月より本格的な施工を行い、2013年2月10日より試運転を開始、3月8日に開所式を迎えた。

パイロット実証の期間は、3月13日から18日の5日間（17日は日曜日のため休業）とし、データの収集を実施した。期間中、25名の分別員を配置し、パイロット事業を行った。

2. 製品・技術の現地適合性検証の結果

次頁の（1）～（9）の施設については、検証段階での微調整を行い、問題なく稼働することが分かった。（8）洗浄機と（9）圧縮機については、この規模の中間処理施設では必ずしも必要でないことが分かった。規模を拡大する、あるいは施設を複数展開する場合には検討の余地がある。また、選別員については、（10）の内容にて作業を依頼した。



Super Depo ストロジョー見取り図と、設備（(1)～(9)）一覧

(1) 計量器

持ち込まれたリヤカーごと計測できる、計量器を設置した。また、日ごとに持ち込まれるごみの量と、分別したごみの量を種類別に記録し、ごみの組成を分析した。

(2) 投入口

リヤカーのごみを、カゴを使用してコンベヤーに投入する。ここでは、比較的作業に慣れた人員を3名配置し、投入するだけでなく、大型のごみなどを取り除く作業を行うこととした。

(3) コンベヤー

コンベヤーは、全長 48 メートルである。用地の大きさを勘案し、コの字型に、3 本のコンベヤーを並べた (19 メーター、15 メーター、14 メーター)。3 本のコンベヤーに対して、3 台のモーターを設置した。

(4) プラスチック回収

プラスチック回収ゾーンでは、1. 透明・白色ビニール、2. 色つきのビニール、3. 透明のペットボトル、4. 硬質のプラスチックに選別して、ゲージ上の回収ボックスに投入していく。

透明・白色ビニール、色つきビニールについては、圧縮工程を経て出荷される。透明のペットボトルについては、フレコンバッグに詰めて出荷される。硬質プラスチックについては、種類別に細分別を実施する。

(5) 有価物回収

有価物回収ゾーンでは、1. 缶類などの金属、2. 古紙を回収する。ガラス類についてはほとんど含まれておらず、販売するためにはまとまった量が必要であるために、異物として最終処分場に搬送される。

(6) 異物回収

プラスチック、金属、古紙のいずれにも属さない異物、大型の有機ごみを回収するゾーンを設置した。異物および、大型の有機物については、最終処分場へ搬送されることとなる。

(7) 有機ごみ収集

プラスチック、金属、紙といった有価物と異物、大型の有機ごみを取り除いた後に残るのは、有機ごみとなる。コンベヤーの最終部分に、有機ごみのある程度の大きさに砕く、破砕機を設置した。破砕機を通った有機ごみは、コンポストセンターへ搬送される。ごみの 60%以上を占める有機ごみのみを選別し、破砕することで、コンポスト工程への負担を削減させ、良質の肥料を製造することができる。

(8) 洗浄機

回収されたプラスチックについては、洗浄機にて水による洗浄を実施することで汚物を取り除き、アウトプットの質の向上と、それに伴う買い取り価格の向上を期待していた。また、排水処理設備として、三層分離槽を設置した。

(9) 圧縮機

回収されたプラスチックの輸送効率を高めるために、圧縮することで体積を削減させることができる。モーターで油圧シリンダーを稼働させる構造となっている。1 時間あたり、400kg のプラスチックや古紙を圧縮することができる。

(10) 選別員のキャパシティービルディング

Super Depo における選別員は、以前の Depo でウェストピッカーを生業としていた人々に依頼

することとした。選別員に徹底したのは、1. 制服の着用、2. 設備や機材の整理整頓と清掃、3. 作業ルール（労働時間など）、4. 有価物販売益の分配ルールである。

コンベヤーを活用した分別作業については、実証の開始前にトレーニングを行った。当初はコンベヤーの速度を遅くして、各担当のオペレーションを確実にこなせることを重視した。

3. 組成調査の結果、採算性の検討

組成調査の結果は以下のとおりとなった。有価物については 12.5%、有機物は 62.2%、最終処分に回るごみは 25.3%となった。

組成調査の結果

作業期間：2013/3/13～2013/3/18

※日曜日（2013/3/17）を含まない5日間データ

搬入データ	3月13日	3月14日	3月15日	3月16日	3月18日	TOTAL	平均/日
搬入量 (kg)	4,556	3,641	4,987	4,045	5,019	22,248	4,449.6
作業員数 (名)	26	26	26	26	26	130	26.0
リアカー台数 (台)	15	10	13	13	16	67	13.4

ごみのデータ	3月13日	3月14日	3月15日	3月16日	3月18日	TOTAL	平均/日
白・透明ビニール (kg)	385	409	50	44	52	940	188.0
色つきビニール (kg)	409	77	113	75	122	796	159.2
透明のペットボトル (kg)	193	0	14	66	78	351	70.2
硬質プラスチック (kg)	165	0	38	14	32	249	49.8
紙類 (kg)	204	87	38	45	73	447	89.4
異物 (kg)	1,462	1,232	1,126	866	947	5,633	1,126.6
生ごみ (kg)	1,738	1,836	3,608	2,935	3,715	13,832	2,766.4

組成 (%)			
透明・白色ビニール	4.23%	}	有価物 12.51%
色つきのビニール	3.58%		
透明のペットボトル	1.58%		
硬質のプラスチック	1.12%		
紙類	2.01%		
異物	25.32%	}	最終処分 25.32%
生ごみ	62.17%		
			有機物 62.17%

組成調査を元に、採算性の検討を行った。

(1) パターン1 Super Depo 単体の採算性

Super Depo 単体の場合、選別した有機物をそのまま販売することはできないために、スラバヤ市に処理量を支払い最終処分すると仮定した。その場合、有機物の処理コストが処理費を押し上げ、処理費用は 1.2 円/kg となった。また、このパターンでは、ごみは 12.5%のみ削減されることになる。

(2) パターン1 Super Depo と堆肥化センター の採算性

選別した有機物をコンポスト化し堆肥製造原料として販売できるとして、「Super Depo と堆肥化センター」を建設し、運営した場合のシミュレーションを行った。イニシャルコスト、ランニング

コストにコンポスト製造費用を含めても、処理費用は0.4円/kgとなった。有機肥料の販売価格は、ヒアリング結果を元に保守的に設定したが、現実的な処理費用となることが分かった。スラバヤ市から既存のごみ処理と同様の1円/kgのチップングフィーにて運営を受託できれば、数字上では黒字化する。

(3) パターン3 大型中間処理施設と堆肥化センターの採算性

ある程度の面積を持つDepoについては、Super Depoへの転換が可能であるが、既存のDepo177カ所を見た場合、ストロジョー程度の面積を持つサイトが十分でないことが判明した。そこで、市の郊外に、Super Depoの10倍の規模を持つ、大型中間処理施設と堆肥化センターの機能を併せ持つ施設を建てるというシミュレーションを行った。

このパターンでは、規模の経済性が働き、Super Depo+堆肥化センターの場合と比べて、初期費用と作業員の人件費が単位当たり70%になると仮定している。一方、単位あたりに必要な光熱費は変わらないと仮定した。結果、1kgのごみを処理するごとに、0.2円の利益が生じることになる。理論上では、こうした施設を8つ建設すれば、スラバヤ市から排出される1200トン/日のごみを処理し、最終処分場へ搬入されるごみの量が、25%にまで削減させることができる。

スラバヤ市における当事業の実施については、パターン2とパターン3の組み合わせが理想的である。スラバヤ市の日量1200トンの一般ごみの処分に必要な初期費用は、14億円(大型中間処理施設+堆肥化センター×8カ所)～20億円(Super Depo+堆肥化センター×80カ所)と考えられる。

西原商事は、独自のノウハウを活用して、こうした設備の運営を市から受託することで運用益を得ることができる。これまでのごみ処理の費用と同等の1円/kg、もしくはスンバオーガニックの受託金額と同様の1.19円/kgのチップングフィーによる受託とすることが現実的である。

第4章 ODA案件化による対象国における開発効果及び提案企業の事業展開効果

1. スラバヤ市の開発課題

スラバヤ市では、2001年にケプティ最終処分場が閉鎖され、同年に27ヘクタールのブノウォ最終処分場が650億ルピア(6億5000万円)¹をかけて建設された。しかし、7年後には容量が満杯となったために、34.7ヘクタールに拡大された。

ブノウォ最終処分場では、オープンダンプ方式での最終処分が行われている。2008年にスラバヤ市が行ったFSの結果、最終処分されるごみの量を、現状の1/3となる400トン/日、1万2000トン/月程度に減量した場合のシミュレーションにおいても、最終処分場は2014年には処分場の限界を迎える予定である。しかし、現状では最終処分されるごみの量は削減されておらず、最終処分場は事実上処理能力の限界を迎えている。

2. 提案事業による開発課題への貢献

こうした課題に対して、第3章で採算性を検討した、リサイクル型中間処理施設(Super Depoと大型の施設)と堆肥化センターを組み合わせた事業は効果的なソリューションとなりえる。パイロ

¹ 以下では、100ルピア=1円とし、円貨については目安としてカッコ内に表記する。

ット事業の結果から、こうしたソリューションの導入により、最終処分場へ持ち込まれるごみの量を75%削減することができる。

Super Depo+堆肥化センターと、大型中間処理施設+堆肥化センターを展開し、日量1200トン、年間43万8,000トンのごみを処理できた場合、最終処分されるごみの削減量は25%にまで削減され、年間32万8,000トンとなる。スラバヤ市は98億5440万ルピア（9,854万円）/年の最終処分場の運営費を削減することができる。

施設の建設に必要な初期費用は、14億円～20億円となる。また、当事業の実施によって、1,440人～2,400人の新規雇用機会を創出することができる。

ごみの最終処分量の削減の他に、オープンダンピングによる有機物の発生によって放出されるメタンガスを削減する効果を得ることもできると考えられる。メタンガスは、CO₂の21倍の温室効果があり、インドネシアが目指す2020年までに温室効果ガスの排出量をBAU(Business as usual)比で26%削減するという目標に貢献することができる。また、温室効果ガスの削減については、我が国が提案する温室効果ガスの削減に寄与する新メカニズムである二国間オフセット・クレジットのプロジェクトとしての貢献も期待される。

また、有機肥料使用の促進は農業省の施策である。有機肥料の補助金額は年々増加しているほか、農村においてコンポスト化を行い、有機肥料を製造するような製造設備の導入を実施している。有機肥料については、生産量が不足している状況にあり、有機ごみに由来する有機肥料の製造は、インドネシアの有機農業推進政策にも寄与するものである。

第5章 ODA案件化の具体的提案

1. ODA案件概要

当事業のODA案件化については、第3章にて行った採算性の検討、第4章で検討した開発課題への貢献を鑑み、「Super Depo+堆肥化センター」、および「大型中間処理施設+堆肥化センター」の展開について、具体的な提案を行う。提案する施設は、「Super Depo+堆肥化センター」と、「大型中間処理施設+堆肥化センター」の組み合わせとなる。

有償資金協力については、スラバヤ市を対象に、市内から排出されるごみ1200トン/日の全量処理が可能な規模の、5年計画を提案する。その場合の総事業費は、約25億円（施設費用20億円、調査・キャパシティービルディング5億円）となる。

無償資金協力については、スラバヤ市のみならず、インドネシアの多様な開発課題に貢献することができるものとして、「Super Depo+堆肥化センター」5カ所と、「大型中間処理施設+堆肥化センター」1カ所を展開し、インドネシアにおける地方都市のごみ処理のひな型として提案するものとする。総事業費は、約4億円（施設費用3億円、調査・キャパシティービルディング1億円）となる。

双方とも、事業のカウンターパートは公共事業省であり、実施後、施設の運営はスラバヤ市が担当することとし、インドネシア政府、スラバヤ市政府は施設の運営費用を負担する。スラバヤ市は、運営を民間事業者へ委託するなどし、円滑に運営を図る。

以下、両案件に共通するプロジェクト概要背景を記す。

(1) プロジェクト概要背景

インドネシア（以下イ国）においては、経済発展と人口増加によって、一般ごみ（おもに仮定から

排出されるごみ)をオープンダンピング方式(前処理なしに処分場に野積みする方式)にて処分しているが、最終処分場がその処理能力の限界を迎えつつある。インドネシア政府は、2008年に廃棄物処理法を制定し、2013年までにオープンダンピング方式による最終処分場の閉鎖を打ち出している。また、2010年-2014年国家中期開発計画において、環境省や公共事業省による廃棄物管理に関するプログラムの実施が掲げられている。

こうした背景を受け、インドネシアにおける廃棄物の削減目標に貢献する事業として、中間処理施設・堆肥化センターによる廃棄物削減プロジェクトを実施する。現在、インドネシアにおける廃棄物処理政策を実現できない理由の一つは、コストの問題である。コストをかけた大型施設を導入すれば、オープンダンピングされるごみの量は大幅に削減されることが予想されるが、インドネシアならびに地方政府が負担すべきコストは膨大となる。当プロジェクトは、従来の方法と比して安価な初期投資、ランニングコストによって、廃棄物を削減することができる。

具体的には、既存の一般ごみ中継所に中間処理機能と堆肥化センターの機能を付与し、日量15トンの一般ごみを処理することができる施設(Super Depoと堆肥化センター)と、郊外に新設する日量150トンの一般ごみを処理することができる中間処理機能と堆肥化センターの機能を持つ施設を建設し、運営する。

当プロジェクトは、インドネシアスラバヤ市で実施する。スラバヤ市は、人口280万人を抱えるインドネシア第二の都市であると同時に、東南アジア有数の大都市である。スラバヤ市においては、日量約1200トンの一般ごみがオープンダンピング方式で最終処分されている。スラバヤ市の計画では、この一般ごみを1/3にまで減量した上での最終処分を実施し、最終処分場を拡張しながら2025年まで運用することを目指している。しかしながら、この計画を実現するにあたっての効果的なソリューションについては検討中の段階にある。スラバヤ市は、2005年には1500トン/日の一般ごみをコンポストシステムを活用した堆肥化プロジェクトの実施により2008年には1150トン/日に減量するなどの成果を上げており、インドネシアの中では環境都市として評価されている。当事業を環境政策については定評のあるスラバヤ市にて実施することで、インドネシアの廃棄物政策のモデルプランを効果的にインドネシアに示すことができる。

開発効果として1. 最終処分されるごみの減量、2. 雇用機会の創出、3. インドネシア有機農業政策への貢献、4. 温室効果ガスの削減が見込まれる。1. については、投入された一般ごみを25%に削減することができる。2. については、一般ごみから有価物を収集・販売しているインフォーマルセクターに属するウェストピッカーの正規雇用を生み出すことができる。3. については、一般ごみから得られる有機肥料によりインドネシアが進める化学肥料から有機肥料の転換政策に貢献することができる。4. については、オープンダンピングにより排出されるメタンガスを削減させることで、インドネシアが掲げる2020年までにBAU比26%の温室効果ガス削減目標に貢献することができる。また、我が国が提案する温室効果ガスの削減に寄与する新メカニズムである二国間オフセット・クレジットのプロジェクトとしての貢献も期待される。

事業は大きく、1. 施設の建設、2. 施設運営のためのキャパシティービルディングに分けられる。両者とも、JCC(合同調整委員会)によって現地実施体制が策定されるが、1. については、公共事業省を中心とし、2. については公共事業省とスラバヤ市によって実施される。日本からの支援については、一般ごみの中間処理や堆肥化に知見をもつ専門家や地方自治体や民間企業がプロジェクトに投入される。

事業実施後、施設の運営はスラバヤ市が担当することとし、インドネシア政府、スラバヤ市政府は

施設の運営費用を負担する。スラバヤ市は、運営を民間事業者に委託するなどし、円滑に運営を図る。

2. そのほかのODA案件概要

当事業に関連する ODA スキームとして、技術協力と草の根無償資金協力を挙げることができる。このスキームでは、事業後に発生している問題解決を実施するためのプログラムを実施することが可能である。

また、当事業の実施により、同様の中間処理施設や堆肥センターの建設、運営計画がインドネシア政府により実施される場合には、キャパシティービルディングの部分を担当することができる。

今回のパイロット事業で明らかになったのは、事業の採算性を左右する鍵が、有機ごみの有機肥料化とその販売にあることである。「外務省 中小企業ノンプロ無償」や「JICA 民間提案型普及・実証事業」を活用して、有機ごみを原料とした有機肥料の製造についての検証を行う事業を実施したい。具体的には、既存 Super Depo から選別された有機ごみを対象とした堆肥化センターを運営し、肥料製造会社の基準を満たす堆肥製造に係るコストやオペレーションの検討を実施したい。この事業については、スラバヤ市政府とも協議しており、適切な用地の提供や、補助員の提供などについて、合意を得ている。

3. そのほかのODA案件概要

インドネシアにおいて、有償資金協力として「マミナサタ広域都市圏廃棄物管理事業」（南スラウェシ州）、有償 PPP として「インドネシア国西ジャワ州廃棄物複合中間処理施設・最終処分場・運営事業」が実施されている。両者とも、ごみの中間処理を実施するものとしているが、最終処分に近い段階での、有価物の分別などが想定されている。当事業で提案する、より排出源に近い段階での中間処理、堆肥化は、最終処分場における中間処理コストを低減させるものとなる。

(途上国政府への普及事業)
インドネシア共和国スラバヤ市におけるリサイクル型廃棄物中間処理施設パイロット事業

企業・サイト概要

- 提案企業：株式会社西原商事・株式会社NTTデータ経営研究所共同企業体
- 提案企業所在地：福岡県北九州市／東京都千代田区
- サイト・C/P機関：インドネシア共和国 スラバヤ市 C/P機関：スラバヤ市



インドネシア共和国の開発課題

- 経済発展と人口増加により、都市における一般ごみの最終処分場が処理能力の限界を迎えている。
- その対策として、3R(リデュース、リユース、リサイクル)を中心とした廃棄物管理を実施することを予定している。

中小企業の技術・製品

- リサイクル型中間処理施設
→人の手で、一般ごみを分別。プラスチックや古紙などの有価物は販売、有機物ごみはコンポストにより堆肥化し、ごみを25%に減量する
- 施設を運営するノウハウ(インフオーマルセクター)を作業員として雇用)

企画書で提案されているODA事業及び期待される効果

- 【想定されるODAスキーム】有償資金協力、無償資金協力
- 開発効果として、一般ごみの最終処分量が25%になる(75%減量)
- インフオーマルセクターを対象とした、新規雇用機会の創出、
- そのほかの効果として、地球温暖化防止(メタン排出防止)、有機農業への裨益(有機肥料の提供)にも貢献

日本の中小企業のビジネス展開

- リサイクル型中間処理施設と堆肥化センターを、インドネシアや東南アジアの政府や地方自治体に提案。
- 施設の導入後、運営を受託し、有価物・堆肥化した有機ごみの販売益とチップングフィーで利益を出す。

はじめに 調査概要

(1) 調査の背景

インドネシア（以下、インドネシア）などの東南アジアにおける大都市では、人口増加と経済発展の相乗効果で消費が急激に拡大していることなどにより、一般ごみ（家庭から排出されるごみを指す。以下、特に規定しない場合「ごみ」という表現は、一般ごみを指す）の最終処分場が不足するというケースが見られるようになってきた。

日本では人口減少とそれに伴うリサイクルビジネス市場の縮小が見込まれるなか、東南アジアの都市が抱えるごみや廃棄物の問題に対して、日本で培われた技術を基にリサイクルビジネスを展開することで、貢献することができる可能性が大いにある。

同時に、調査主体である西原商事の地元である北九州市においては、インドネシアのスラバヤ市との廃棄物の削減や低炭素型街づくりを目指した都市間協力の取組みを促進しており、両市の協力のもと、民間企業の環境ビジネスへの参入を期待している状況である。

(2) 調査の目的

かかる背景のもと、インドネシアのスラバヤ市にて、「リサイクル型廃棄物中間処理施設事業」を展開するため、同技術の現地適用性、事業性を確認し最適なシステムの提案を行うとともに、ODAを通じた同システムの普及について先方政府と協議し、以後の事業化に向けての明確な見通しを得ることを目的としている。



図 1 スラバヤ市の位置

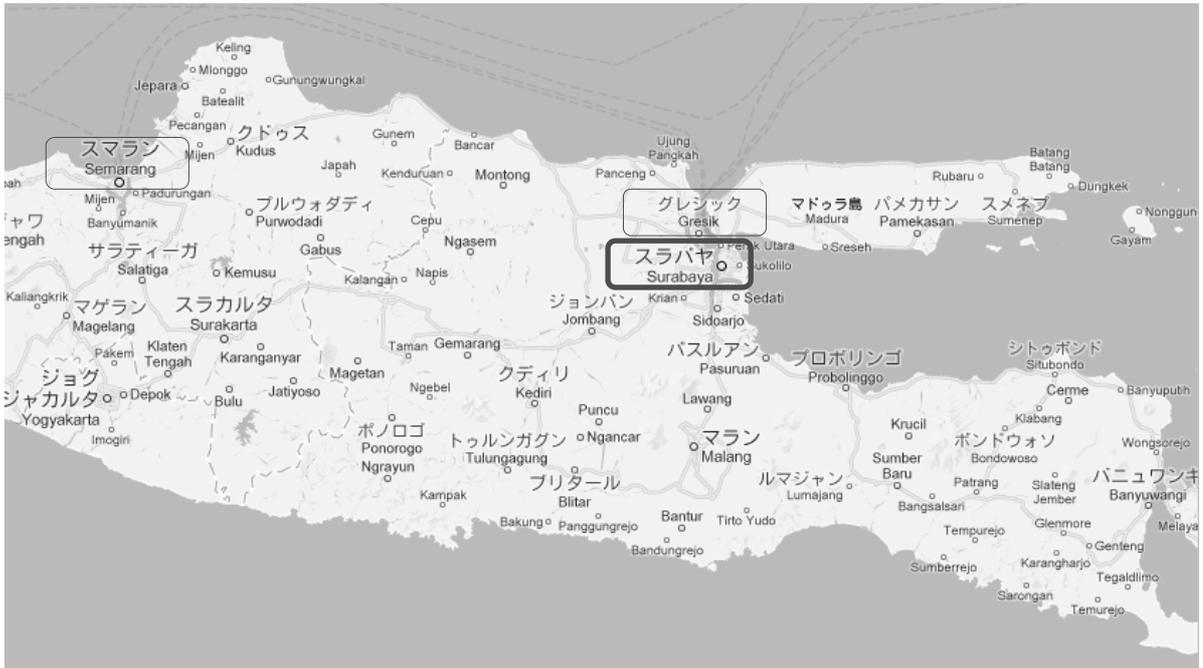


図 2 ジャワ島におけるスラバヤ市の位置

ブノウォ最終処分場



Super Depo ストロジョー

図 3 スラバヤ市内

(3) 団員リスト

以下に当事業の団員リストを示す。西原商事の補強メンバーとして北九州市が参加し、NTT データ経営研究所の補強メンバーとして、地球環境戦略研究機関が調査に参加する。

北九州市は、スラバヤ市との二国間協力を推進しており、当事業においても、スラバヤ市との交渉などに参加する。地球環境戦略研究機関は、スラバヤにおける調査経験を有しており、事業の推進について適宜助言や資料の提供を行うものとする。

表 1 団員リスト

氏名	所属	担当分野	主な業務内容
西原孝思	西原商事	事業性調査	国内における類似事業の検討 事業性の検討
西原靖博	西原商事	総括、事業性調査	総括 先方政府との協議 マーケティング調査
西村一樹	西原商事	現地調査主担当	現地調査主担当 先方政府との協議 マーケティング調査
高崎信幸	西原商事	基礎調査事業	実証実験に係る基礎調査(国内) 現地における実証実験の設計、運営担当
平島敏彦	西原商事	技術の適応性調査	現地における技術適応性検討担当
小林章治	西原商事	技術の適応性調査	国内における類似事業の技術的視点からの検討
副島礼子	西原商事	調査結果分析	国内外調査の取りまとめ、分析
竹内眞介	北九州市(補強)	スラバヤ市政府との調整	BAPPEKO、環境局との調整、協議
本島直樹	北九州市(補強)	スラバヤ市政府との調整	BAPPEKO、環境局との調整、協議
村岡元司	NTTデータ経営研究所	プロジェクトリーダー	事業性検討 ODA案件組成
指田光章	NTTデータ経営研究所	プロジェクトリーダー補佐	事業性検討 ODA案件組成
加島 健	NTTデータ経営研	基礎調査事業、技術の適	事業性・技術検討

	研究所	応性調査	販売先マーケティング
東 信太郎	NTTデータ経営研究所	事業性調査	国内文献調査 ODA案件組成ヒアリング 販売先マーケティング調査
前田利蔵	地球環境戦略研究機関(NTTデータ経営研究所補強)	パイロット事業構築支援	事業性・技術検討 国内類似事業調査
林 志浩	地球環境戦略研究機関(NTTデータ経営研究所補強)	パイロット事業構築支援	事業性・技術検討 国内類似事業調査
香川治美	地球環境戦略研究機関(NTTデータ経営研究所補強)	パイロット事業構築支援	事業性・技術検討 国内類似事業調査

(4) 調査項目

以下に、当調査における、調査項目を示す。

- (1) 対象国における当該開発課題の現状及びニーズの確認
 - ア 対象国の政治・経済の概況
人口構成、国土面積、GDP、政治状況、主要産業など
 - イ 対象分野における開発課題
 - ウ 対象国の関連計画、政策（外交政策含む）および法制度
 - エ 対象国の対象分野におけるODA事業の事例分析及び他ドナーの分析

- (2) 提案企業の製品・技術の活用可能性及び将来的な事業展開の見通し
 - ア 提案企業及び活用が見込まれる提案製品・技術の強み
業界分析、提案企業の業界における位置づけ
国内外の同業他社、類似製品及び技術の概況
 - イ 提案企業の事業展開における海外進出の位置づけ
提案企業の事業展開方針
提案企業の海外進出による地域経済への貢献
 - ウ 想定する事業の仕組み
流通・販売計画についての販路の確保状況、販売方法・販売網の構築、売り上げ規模、市場規模感、競合相手の状況等市場マーケットにおいて想定する需要の見込み等
 - エ 想定する事業実施体制・具体的な普及に向けたスケジュール
現地パートナーの確保状況及び見通し、生産・流通・販売等に関する具体的なスケジュール等
 - オ リスクへの対応
想定していたリスクへの対応結果、新たに顕在化したリスク及びその対応方法等

- (3) 製品・技術に関する試用、各種試験を含む現地適合性の検証（実証・パイロット調査等）
 - ア 製品・技術の紹介、試用、実証・パイロット調査
 - イ 製品・技術の現地適合性検証
 - ウ 採算性の検討

- (4) ODA案件化による対象国における開発効果及び提案企業の事業展開効果
 - ア 提案製品・技術と開発課題の整合性
 - イ ODA案件化による製品・技術等の当該国での適用・活用・普及による開発効果
 - ウ 提案企業が事業展開した場合の開発効果

- (5) ODA案件化の具体的提案
 - ア 活用可能なODAスキーム

具体的なODAスキーム

- イ 具体的な協力内容及び開発効果
投入、対象となる途上国相手機関（カウンターパート機関）、実施体制等
- ウ 他ODA案件との協力可能性
- エ カウンターパート機関との協議状況

(5) 調査スケジュール

全体調査期間 : 2012年12月2日～2013年4月1日

第1回現地調査 : 2012年12月6日～12月13日

第2回現地調査 : 2013年1月13日～1月19日

第3回現地調査 : 2013年1月20日～2月27日 ※Super Depoの施工及び試運転

第4回現地調査 : 2013年2月16日～2月24日

第5回現地調査 : 2013年3月2日～3月14日

第 1 章 対象国における当該開発課題の現状及びニーズの確認

1-1 対象国の政治・経済の概況

1-1-1 基本情報

インドネシアは、東南アジア南部に位置する共和制国家である。下表にインドネシアの基礎データを記載する。

表 2 インドネシアの基礎データ

面積	約 189 万平方キロメートル（日本の約 5 倍）	
人口	約 2.38 億人（2010 年、インドネシア政府統計）	
首都	ジャカルタ（人口 960 万人：2010 年、インドネシア政府統計）	
民族	大半がマレー系（ジャワ、スンダ等約 300 種族）	
言語	インドネシア語	
宗教	イスラム教 88.1%、キリスト教 9.3%（プロテスタント 6.1%、カトリック 3.2%）、ヒンズー教 1.8%、仏教 0.6%、儒教 0.1%、その他 0.1% （2010 年、宗教省統計）	
略史	7 世紀後半～	スマトラに仏教国スリウィジャヤ王国が勃興。
	8 世紀	中部ジャワに、仏教国シャイレンドラ王朝が興り、ボロブドゥール等の有名な仏跡を残す。
	13 世紀	イスラム文化・イスラム教の渡来。北スマトラのアチェ地方に最初のイスラム小王国が現れる。ジャワにマジヤパイト王国が勃興し、ジャワ以外にも勢力を伸長。
	1596 年	オランダの商船隊、西部ジャワのバンテン港に渡来。
	1602 年	オランダ、ジャワに東インド会社を設立。
	1799 年	オランダ、東インド会社を解散、インドネシアを直接統治下におく。
	1942 年	日本軍による占領（～1945 年）。
	1945 年	8 月 17 日、スカルノ及びハッタがインドネシアの独立を宣言。スカルノが初代大統領に選出。オランダとの間で独立戦争（～1949 年）。
	1949 年	ハーグ協定によりオランダがインドネシアの独立を承認。
	1955 年	バンドンで「アジア・アフリカ会議」開催。
	1965 年	軍部と共産党との緊張の高まりを背景に「9 月 30 日事件」が発生。翌 1966 年 3 月 11 日、スカルノ大統領は権限をスハルトに一部委譲。
	1968 年	スハルト大統領就任（第 2 代大統領）。
	1998 年	アジア通貨危機をきっかけに、ジャカルタを中心に全国で暴動が発生。民主化運動も拡大し、スハルト大統領は辞任。ハビビ大統領就任（第 3 代大統領）。
1999 年	住民投票により東ティモールの独立が決定。ワヒッド大統領就任（第 4 代大統領）。	
2001 年	メガワティ大統領就任（第 5 代大統領）。	

	2004年	国民による初の直接投票によりユドヨノが大統領に選出。ユドヨノ大統領就任（第6代大統領）。
	2005年	ヘルシンキ和平合意（独立アチェ運動（GAM）との和平成立）。
	2009年	ユドヨノ大統領再任。
政治 外交	政治体制	大統領制、共和制
	議会	(1) 国会（DPR）：定数560名（任期5年） (2) 地方代表議会(DPD)：定数132名（任期5年） (注) その他、憲法の改正、大統領・副大統領の任期中の解任等を決定できる国民協議会（MPR）がある：692名（国会議員560名及び地方代表議員132名で構成）
	外交基本方針	国益を重視した独立かつ能動的な全方位外交。この外交理念に基づき、ASEANを重視した地域外交、国際的な課題への対応に積極的に取り組んでおり、アジア太平洋における民主主義の普及を目的にバリ民主主義フォーラムを主催。
	軍事力	(1) 予算 47.5兆ルピア（2011年予算） (2) 兵役 志願制 (3) 兵力 正規軍約30.2万人（陸軍約23.3, 海軍約4.5, 空軍約2.4）（IISS, Military Balance 2011）
経済	主要産業	製造業：輸送機器（二輪車など）、飲食品など 農林水産業：パーム油、ゴム、米、ココア、キャッサバ、コーヒー豆など 商業・ホテル・飲食業 鋼業：LNG、石炭、ニッケル、錫、石油など
	GDP	8,466億ドル、3,542.9ドル/人（2011年インドネシア政府統計）
	GNI	2,940ドル/人（2011年世銀統計）
	経済成長率	6.5%（2011年インドネシア政府統計）
	物価上昇率	3.8%（2011年インドネシア政府統計）
	貿易相手国	(1) 輸出 日本（16.6%）、中国（11.3%）、シンガポール（9.1%） (2) 輸入 中国（14.8%）、シンガポール（14.6%）、日本（11.0%） (2011年、インドネシア政府統計)
	通貨	ルピア

出典：外務省ホームページ²

² 外務省「各国・地域情勢」 <http://www.mofa.go.jp/mofaj/area/indonesia/data.html>

1-1-2 人口構成

インドネシアの人口は、2010年現在約2.38億人で、中国、インド、米国に次ぐ世界第4位の人口大国である。大半がマレー系（ジャワ、スンダ等約300種族に大別される）であり、総人口の約6割が、全国土面積の約7%に過ぎないジャワ島に集中している。2010年国勢調査に基づく国内地域別人口の内訳を、下表に示す。

表3 インドネシア人口（2010年）

州	人口
Nanggroe Aceh Darussalam	4,494,410
Sumatera Utara	12,982,204
Sumatera Barat	4,846,909
Riau	5,538,367
Jambi	3,092,265
Sumatera Selatan	7,450,394
Bengkulu	1,715,518
Lampung	7,608,405
Kep. Bangka Belitung	1,223,296
Kepulauan Riau	1,679,163
DKI Jakarta	9,607,787
Jawa Barat	43,053,732
Jawa Tengah	32,382,657
DI Yogyakarta	3,457,491
Jawa Timur	37,476,757
Banten	10,632,166
Bali	3,890,757
Nusa Tenggara Barat	4,500,212
Nusa Tenggara Timur	4,683,827
Kalimantan Barat	4,395,983
Kalimantan Tengah	2,212,089
Kalimantan Selatan	3,626,616
Kalimantan Timur	3,553,143
Sulawesi Utara	2,270,596
Sulawesi Tengah	2,635,009
Sulawesi Selatan	8,034,776
Sulawesi Tenggara	2,232,586
Gorontalo	1,040,164
Sulawesi Barat	1,158,651
Maluku	1,533,506
Maluku Utara	1,038,087
Papua Barat	760,422
Papua	2,833,381
INDONESIA TOTAL	237,641,326

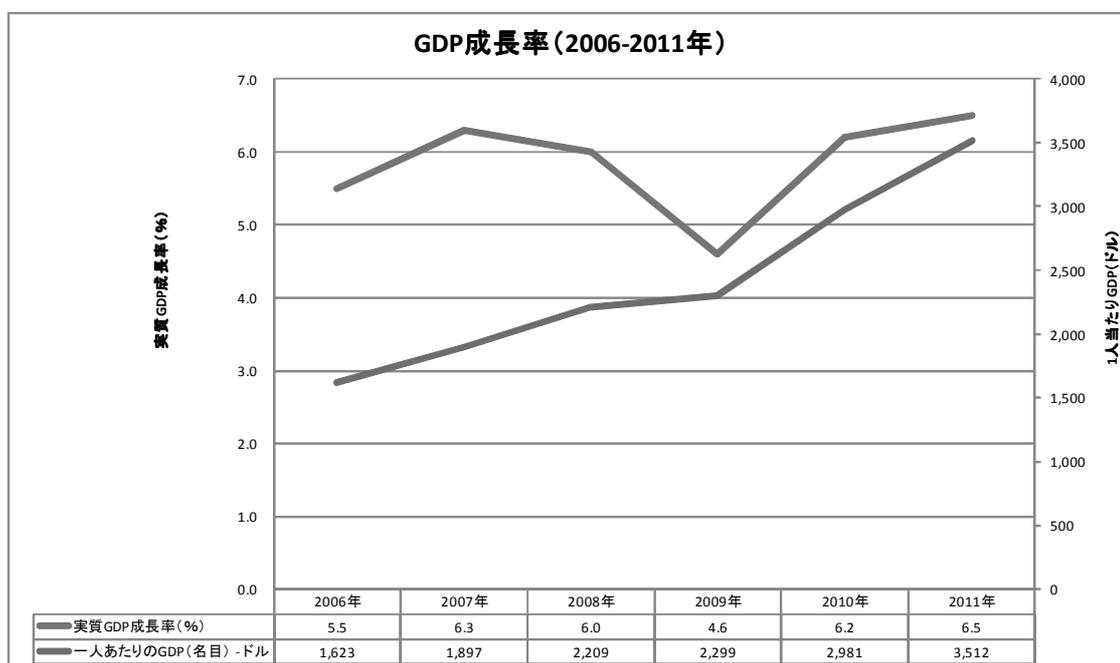
出典：2010年国勢調査、インドネシア中央統計局

1-1-3 国土面積

国土面積は、約 189.08 万平方キロメートルで、日本の約 5 倍と広く、約 18,000 の島々からなる世界最大の島嶼国家である。東西約 5,110 キロメートル、南北約 1,888 キロメートル（赤道を挟む）に及ぶ。

1-1-4 GDP

インドネシアの経済成長率は、下図に示すとおり、2009 年には世界金融・経済危機の影響を受けたものの比較的高い 4.6%を達成し、2011 年は 6.5%という堅調な経済成長を達成している。1 人当たりの GDP は、2011 年が 3,512 ドルであり、5 年間で倍増している。



出典: JETRO

図 4 GDP 成長率 (2006-2011 年)

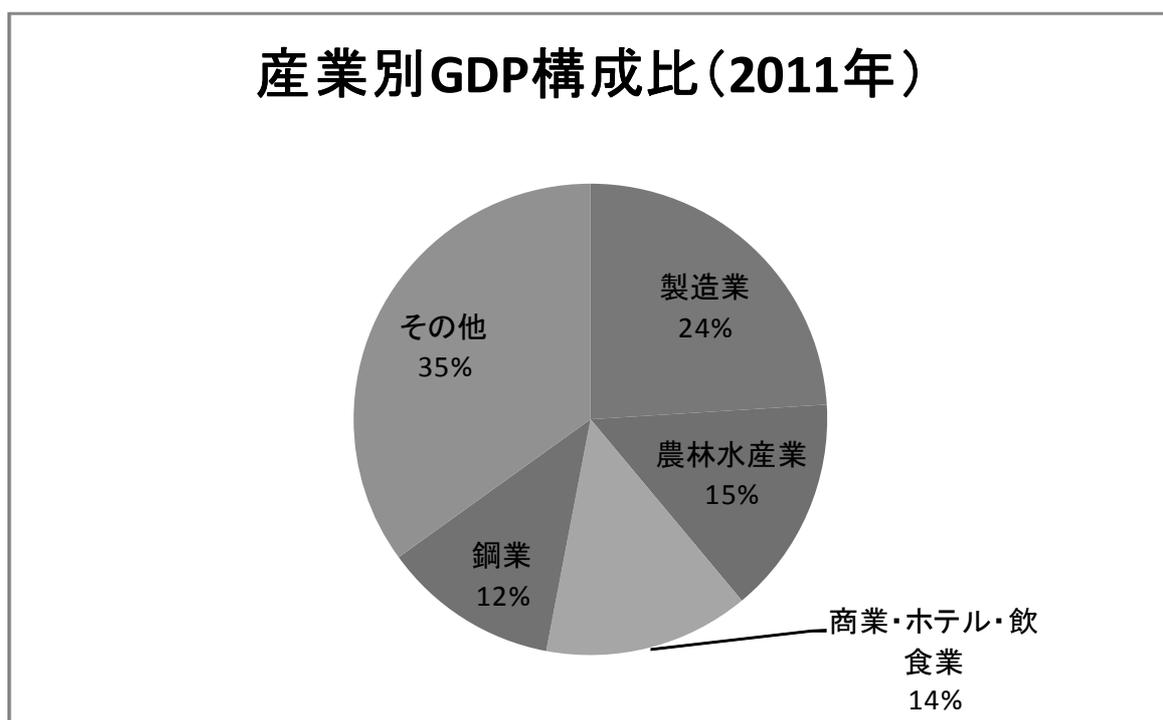
1-1-5 政治状況

共和制の下、33 州から構成される。国家元首は大統領（大統領は、国家元首であると共に行政府の長でもある）。議会は、国民協議会（MPR）（憲法の制定及び改正、国民協議会決定の策定等）、国民議会（DPR）（立法機能、国家予算作成機能、政府に対する監視機能）、及び地方代表議会（DPD）（地方自治等に関する法案の提言、審議への参加）がある。また、国会議員（560 人）と地方代表議会議員（132 人）で構成される国民協議会（憲法の制定及び改正、大統領・副大統領の任期中の解任）がある。

現スシロ・バンバン・ユドヨノ大統領（二期目：2009 年～2014 年）は、2004 年の政権発足後、治安対策、汚職撲滅、投資環境整備等に積極的に取り組み、2009 年 4 月の総選挙では同大統領の基盤政党である民主党が、約 20%の得票率で第 3 党から第 1 党に躍進した。同年 7 月の大統領選挙では、ユドヨノ大統領が約 60%の得票率で再選され、10 月ユドヨノ第 2 期政権が発足した。

1-1-6 主要産業

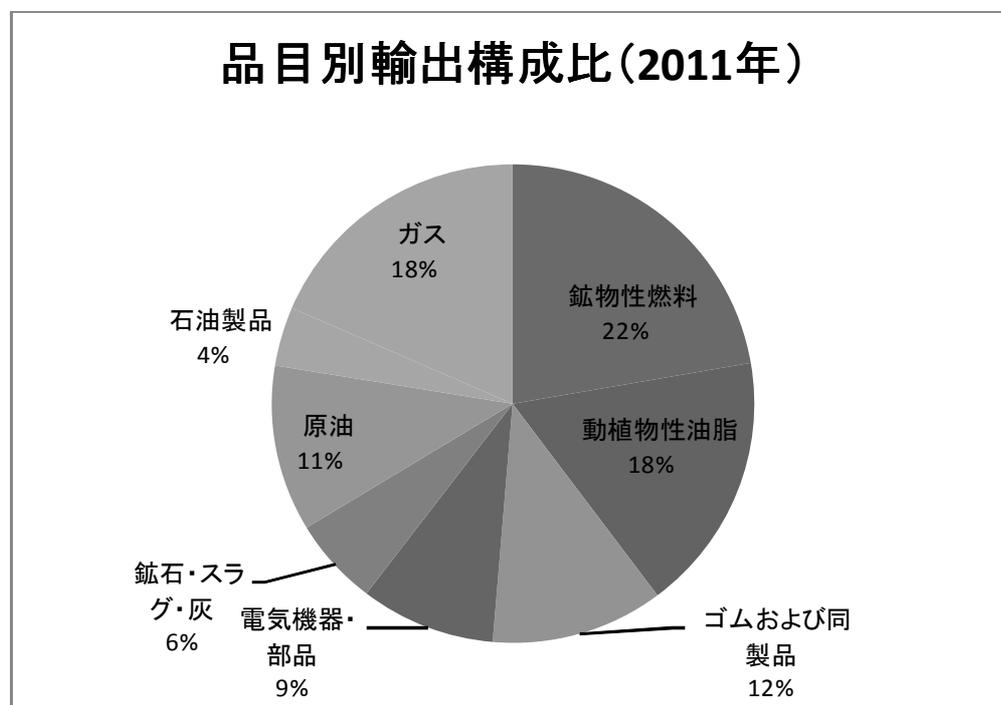
インドネシアの主要産業は、製造業、農林水産業、ホテル・飲食業、鋼業などである。産業別のGDP構成比を下図に示す。製造業では、軽工業・食品工業・織物・石油精製が盛んに行われている。主要農作物は、ジャワ等を中心とする小規模農業（米、キャッサバが中心）や、スマトラ島等外領における大規模農園での商品作物（パーム油、コーヒー、ゴムなど）である。鉱業は、石油、LNG、アルミの他、綿・ニッケル・銅鉱石やボーキサイトなど、非鉄金属鉱物資源を多量に生産している。



出典：インドネシア中央統計局(BPS)

図 5 実質 GDP 産業別構成比 (2011 年)

また、品目別の輸出構成比を、下図に示す。



出典：インドネシア中央統計局(BPS)

図 6 品目別輸出高構成比 (2010-2011 年)

1-1-7 事業実施都市 スラバヤ市の概要

スラバヤ市は、インドネシアジャワ島東部の東ジャワ州の州都で、首都ジャカルタに次ぐ約280万人の人口を有している。昼間人口は500万人ともいわれている。さまざまなエスニックグループを内包する、メトロポリタンの性質を持つ。比較的人口が多いのは、ジャワ人とマドゥラ人となる。商業都市として発展した歴史を持ち、インドネシア、とりわけジャワ島の大都市の例に違わず、華人も多数住んでいる。州都ジャカルタから約800km、観光地として知られるバリ島からは約300kmの距離にある。

熱帯雨林気候とサバンナ気候を併せ持った熱帯気候帯に属しており、年平均気温は27度。5月から10月までの乾期と11月から4月までの雨期に分かれている。

オランダ植民地時代より、良港タンジュン・ペラを擁し、交易、商業の中心として賑わいを見せていた。現在でも、タンジュン・ペラ港はインドネシア最大の交易港である。こういった背景から、ジャワ東部のみならず、スラウェシ島、カリマンタン島、ヌサ・トゥンガラをネットワークし、東部インドネシアの中心とあって過言でないほどの存在感を持つ。

北九州市とは、2012年11月に環境姉妹都市提携の覚書を交わしている。両市は、2004年の「高倉式生ゴミのコンポスト化協力事業」以来、特に環境分野での交流を深めてきた。こうした環境分野の取り組みにより、現在では、スラバヤ市はインドネシア随一の環境都市として高い評価を得るまでに至っている。今後、両市は、廃棄物、上下水道、エネルギー、都市開発といった分野での協力関係を強化していく予定である。

1-2 対象分野における開発課題

スラバヤのみならず、インドネシアの都市においては、経済発展と人口増加により急激に消費が拡大し、ごみや廃棄物の量が増えている。しかしながら、その拡大ペースに最終処分場のキャパシティが追い付いていないのが実情である。ジャカルタやスラバヤなど大都市の最終処分場はすでに飽和状態であるといわれている。

加えて、インドネシアにおいてはごみや廃棄物の中間処理を実施せず、最終処分場へ直接搬入し、埋め立てや、都市によっては未だオープンダンピング(野積み)が行われている。

最終処分場においては、ウェストピッカーやスカベンジャー³と呼ばれるインフォーマルセクターに属する人々が、劣悪な環境下で、非効率な手作業によるプラスチックや金属などの有価物の選別と収集を実施している。これは、表層部のごみに含まれる選別しやすい有価物を対象にしているに過ぎず、ごみの減量という観点からは思うような効果を上げていない。また、ウェストピッカーやスカベンジャーの現金収入や生活環境は向上しているといえず、経済成長の恩恵を享受できていない。

インドネシアにおいては今後も、「経済発展」と「都市人口の増加」が見込まれている。それに伴い、都市部のごみの量は増加し続けていくことが考えられる。焼却処分場、新たな最終処分場の建設など、大規模なインフラを整備することで、解決を図る方法もあるが、「イニシャルコスト」と「ランニングコスト」が、都市行政の大きな負担となる。例えば、スラバヤにおいては、フランスの支援によりごみ焼却場が建設されたが、予想外のランニングコストが必要になったこと、想定を超える量のごみが搬入されるなどして、運転中止を余儀なくされ、現在では廃墟のような形で放置されてしまっている。施設を設置するだけでなく、ごみの組成やごみの収集フローなどを念頭に置いた、インドネシアの現状に即したソリューションが求められているが、ただでさえ、最終処分場が飽和状態にあるうえに、ごみの増加が見込まれている状況を鑑みると、これは喫緊の課題といえる。

インドネシア政府も、ごみや廃棄物の問題を重要な課題とみなしている。1-3以降にて、インドネシアにおけるごみや廃棄物分野における関連計画などについて整理を行う。

1-3 対象国の関連計画、政策および法制度

1-3-1 担当省庁

インドネシアにおける、廃棄物関連政策を担当する中央省庁は、公共事業省(PU)と環境省(KLH)となる。

公共事業省は、文字通りインフラ整備の担当部局であるが、廃棄物の担当となるのは人間居住総局となる。ヒアリングによると、公共事業省は次ページの図7にあるインドネシアの廃棄物フローの中で、最終処分場の整備を担当している。各家庭からのごみの回収から搬送までの部分については、各地方自治体(県や市)の美化局などが必要な施設の整備などを行っている。下図における中継所の設備については、地方自治体の管轄となる。

³ 両者とも、ごみの中継所や最終処分場において、有価物を選別し販売することを生業としている。公共セクター、民間セクターのいずれにも属していないため、インフォーマルセクターに分類されている。また、定職を得ていても、ごみからの有価物収集に参加するものも存在している。

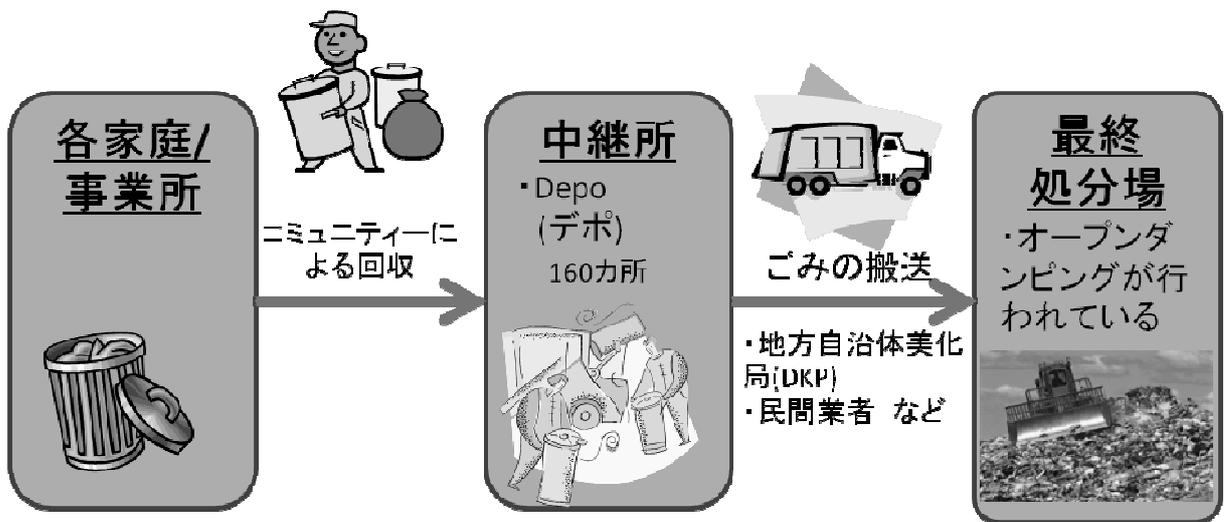


図 7 インドネシアにおける一般的な廃棄物フロー

環境省は、後述するインドネシアの廃棄物管理法の担当省庁である。しかしながら、上記の廃棄物収集フローにおいて、環境省が具体的に担当している箇所はない。廃棄物問題に関しては、環境省は3Rの推進及び関連政策を整備するものの、廃棄物処理に関するインフラについては、公共事業省の担当となる。

廃棄物関連制裁について、施設などのハード関連については公共事業省が地方自治体と協力しながら推進し、全般的なごみ減量政策や3R推進政策については、環境省が担当している。

地方レベルに目を移すと、上記の構図がそのままあてはまる。つまり、各自治体にも公共事業局があり、中央の公共事業省との協力関係にある。また、中央の環境省と協力関係にあるのは、環境局と美化局となる。市内のごみ問題を担当しているのは、おおむね美化局などの部局となる。

1-3-2 関連計画と政策

2010年2月に、2010年から2014年までの5か年にわたる国家開発の基本方針を示す、「国家中期開発計画」(RPJM、Rencana Pembangunan Jangka Menengah)が施行された。その主な内容は、以下のとおりとなる⁴。

1. 基本理念：繁栄、民主主義、正義
2. 重点分野
 - ① 官僚・ガバナンス改革
 - ② 教育
 - ③ 保健
 - ④ 貧困削減

⁴ 外務省「国別データブック」

http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/shiryo/kuni/11_databook/pdfs/01-01.pdf

- ⑤ 食料生産回復
- ⑥ インフラ
- ⑦ 投資及びビジネス環境
- ⑧ エネルギー
- ⑨ 環境及び防災
- ⑩ 低開発・外縁・紛争終結地域対策
- ⑪ 文化・創造性・技術革新

3. マクロ経済目標

- ① 平均経済成長率6.3～6.8%の達成
- ② 平均インフレ率4～6%の達成
- ③ 2014年末までに失業率を5～6%に低減
- ④ 2014年末までに貧困率を8～10%に低減

上記の国家中期開発計画において、3R（リデュース、リユース、リサイクル）に関して、各省庁では次のような計画が立てられている⁵。

1. 環境省

自然資源と環境管理プログラムに、一般ごみの管理方策として次の3点が挙げられている。

- ① 54の大都市と40の州都におけるモニタリングの実施
- ② 一般ごみ管理のための12の技術ガイダンスの整理
- ③ 2008年をベースラインに、大都市における3Rを促進し、15%の廃棄物減量を目指す

2. 公共事業省

インフラ整備計画プログラムが掲げられており、3R関連では、廃棄物管理、適切な支援、監修、財政資源開発と投資スキーム、衛生面および都市の廃棄物管理に向けたインフラ開発管理について次のような具体的な目標が掲げられている。

- ① 廃棄物管理に向けた、33の細則、基準などを利用可能とする
- ② 都市の廃棄物管への技術的支援と監修を行う、172のパッケージを用意する
- ③ 廃棄物管理問題のために、17の人材育成プログラムを策定
- ④ 廃棄物管理問題について、171のモニタリングと評価活動を実施
- ⑤ 210の県や都市における埋立地の改善、250の廃棄物収集施設の整備、250か所における3R促進プログラムの実施

また、公共事業省では、「2010年－2015年戦略」の中で、次のような取り組みを掲げている⁶。

⁵ Prapti Wahyuningsih, ST “OVERVIEW OF ESTABLISHMENT MATERIAL CYCLE-SOCIETY (3R) & LIFE-CYCLE OF ORGANIC WASTE (COMPOSTING) IN INDONESIA”, http://www.iges.or.jp/en/kuc/pdf/activity20101027/10_Prapti.pdf

⁶ Nyimas Nina Indrasari and Emah Sudjimah (MINISTRY OF PUBLIC WORKS - DIRECTORATE GENERAL OF HUMAN SETTLEMENT DIRECTORATE OF

- ① 廃棄物削減改善を支援するために、250の都市に3Rパイロットプロジェクトを実施する
- ② 60%の廃棄物収集サービスの改善
- ③ 210都市における埋立地の改善
- ④ 15都市における、廃棄物セクターにおける温室効果ガス削減の促進
- ⑤ 3Rキャンペーンプログラム

3. 農業省

農業省では、コンポストによる有機肥料作りを促進するために、次の4つのプログラムを準備している。

- ① 農業施設とインフラ整備プログラム
6,500ユニットのコンポスト施設を新たに導入する
- ② 自給率向上、持続可能な自給を達成するための、生産量、生産性、農作物の質向上農業施設とインフラ整備プログラム
化学肥料とオーガニック肥料に対する補助金の増額
- ③ 農作物生産における管理対策とモニタリングシステム導入プログラム
肥料の需要と供給ロードマップの策定
- ④ 補助金優遇のある肥料の配給プログラム

1-3-3 法制度

インドネシアにおける、廃棄物管理の基本となる法制度は、インドネシア共和国法2008年第18号「廃棄物管理法」となる⁷。同法の前文に、「考慮する項目」として、次の点が挙げられている。

考慮する項目

- a. 社会における人口増加と消費パターンの変化により、廃棄物の量、種類が増加し、特性が多様化している。
- b. 現在の廃棄物管理法は環境的に安全な方法と技術に基づいていないため、地域の健康と環境に悪影響を及ぼしてきた。
- c. 廃棄物は、均等、効果的かつ効率的に実施経済的恩恵、地域の健康、環境の安全性、行動の変化をもたらすため、包括的に管理され上層から下層まで統合されるべき国家的問題であった。
- d. 廃棄物管理は、均等、効果的かつ効率的に実施する目的で、国民と企業の参加と同様、

ENVIRONMENTAL SANITATION DEVELOPMENT “STRATEGY AND IMPLEMENTATION ON SOLID WASTE REDUCTION IN INDONESIA”,

http://www.iges.or.jp/en/kuc/pdf/activity20101027/13_PU.pdf

⁷ “ACT OF THE REPUBLIC OF INDONESIA NUMBER 18 YEAR 2008”,

[http://www.menlh.go.id/adipura/peraturan/UU_no18_th2008_ttg_pengelolaan_sampah%20\(en%20english%20version\).pdf](http://www.menlh.go.id/adipura/peraturan/UU_no18_th2008_ttg_pengelolaan_sampah%20(en%20english%20version).pdf) 巻末資料に仮訳を示す

法的保証、政府の透明性、政府の責任と権限、地方自治が必要である。

e. a～d で述べた考慮を基に、廃棄物管理法で定める必要がある。

この廃棄物管理法の第29条には、明確に「最終処分場におけるオープンダンピング方式による廃棄物処理を禁止する」ことが示されている。この禁止令についての具体的な規定については、県や市などの地方自治体の規則によって定められることとなる。

また、既に存在している最終処分場についての経過規定として、第44条では、次の2点が述べられている。つまり、地方自治体の責任で、2013年までにオープンダンピング方式による最終処分場を閉鎖しなければならない。

廃棄物管理法 第十六章 経過規定 第44条

(1) 地方自治体は本法律制定後最長で1年以内に、オープンダンピング方式による最終廃棄物処理場を閉鎖する計画を準備しなければならない。

(2) 地方自治体は本法律制定後最長で5年以内に、オープンダンピング方式による最終廃棄物処理場を閉鎖する。

この、廃棄物管理法を受けた、ガイドライン的な性格を持つ2012年82番政令の整備が進められている。2012年11月の施行が予定されていたが、現時点においてはまだ施行されていない。

1-4 対象国の対象分野における ODA 事業の事例分析及び他ドナーの分析

1-4-1 日本のインドネシアに対する ODA 方針

日本のインドネシアに対する ODA の方針は、「対インドネシア共和国国別援助方針」にまとめられている⁸。重点分野（中目標）の②において、不均衡の是正と安全な社会づくりへの支援が掲げられている。以下では、当事業に関連が深い点について、下線を付した。

1. 援助の基本方針（大目標）

：均衡のとれた更なる発展とアジア地域及び国際社会の課題への対応能力向上への支援

長い友好関係を有する戦略的パートナーであるインドネシアの更なる経済成長に重点を置きつつ、均衡のとれた発展と、アジア地域及び国際社会の課題への対応能力向上を支援する。共同体の設立に向かう ASEAN の中核国であるとともに、アジア地域における経済活動の重要な拠点であり、資源国である同国への支援を通じて同国との連携と互恵的関係を深化・拡大することにより、同国のみならず、我が国を含むアジア地域及び国際社会の安定と繁栄に寄与する。

2. 重点分野（中目標）

① 更なる経済成長への支援

⁸ 外務省「対インドネシア共和国国別援助方針」

<http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/seisaku/hoshin/pdfs/indonesia.pdf>

民間セクター主導の経済成長の加速化を図るため、ジャカルタ首都圏を中心にインフラ整備支援やアジア地域の経済連携の深化も踏まえた各種規制・制度の改善支援等を実施することにより、ビジネス・投資環境の改善を図ると同時に、高等人材の育成支援等を行う。

② 不均衡の是正と安全な社会造りへの支援

国内格差を是正し、均衡のとれた発展と安全な社会の構築に寄与するため、主要な交通・物流網等の整備や地方の拠点都市圏の整備等国内の連結性（コネクティビティ）強化に向けた支援、地方開発のための制度・組織の改善支援及び防災・災害対策支援等を行う。

③ アジア地域及び国際社会の課題への対応能力向上のための支援

アジア地域の抱える海上安全やテロ、感染症等の問題や、環境保全・気候変動等の地球規模課題への対応能力や援助国（ドナー）としての能力の向上に寄与するための支援等を行う。

1-4-2 対象国の対象分野における ODA 事業の事例分析

我が国は、発展途上国への様々なODA事業に積極的に取り組んでいる。表4は、インドネシアのごみ問題に関してJICAが実施してきた主な事業である。また、表5に、廃棄物発電を中心に、日本の省庁などによる事業をまとめた。

JICA事業に関しては、廃棄物事業の重点地域として、1. バンドン市、デポック市を中心とした西ジャワ州、2. マカッサル市を中心とした南スラウェシ市の2カ所を挙げることができる。両事例とも、最終処分場の整備にとどまらず、中間処理や3R推進などによるごみの減量化を目指している点が特徴的である。これは、前述したインドネシアの方針と合致するものであり、現地のニーズに応じた支援が行われている。

また、廃棄物管理について、日本が新興国に貢献することができるのは、収集から最終処分に至るまでの一貫したシステムによる管理である。単なるハードウェアの納品にとどまらず、行政や住民を対象にした3Rやごみ減量化意識の向上を含んだ包括的な事業により、ごみの処分量自体を削減することができるのは、日本の持つ強みとあっていいだろう。JICA事業においては、こうした日本の強みとインドネシアのニーズをうまく組み合わせたプロジェクトが進められている。当事業についても、特に中間処理のパートについては協力できる余地はあると考えられる。

他の省庁などによる事例に目を移しても、やはり日本の強みを生かすという点が重要視されている。表5のNo.1の東ジャワ州マラン市の例、No.2のジャカルタ首都特別州の例においては、共に一般ごみの最終処分量を削減させる取り組みが行われている。マラン市の場合では、一般ごみを選別することで焼却発電と生ごみのコンポスト化事業を進めるFS調査が行われた。ジャカルタの例でも、都市ごみの中間処理施設及び最終処分場を整備・運営するプロジェクトとなっているように、最終処分場へ持ち込むごみの減量化を目指している。ごみを選別し、適切な処理をすることで有価物として販売できるかどうか、こうした事業の鍵を握っている。また、インドネシアの一般廃棄物の特性として、生ごみの組成が70%を超えているために、コンポスト化などによる生ごみの減量化や、コンポストの販売益による事業性の改善も大きな課題となっている。

表5のNo.3、No.4、No.5などでは、バイオマス廃棄物からの温室効果ガス削減プロジェクトが実施されている。今回のパイロット事業ではスコープとしていないが、生ごみのオープンダンピング処理によるメタンガス発生を抑制することにより、温室効果ガスの削減効果が認められる可能性もある。インドネシアにおいては、こうした先事例を参考にすることは可能であると考えられる。

表 4 インドネシアごみ問題に関する JICA 事業 (1/2)

概要No	事業	実施年度	案件名
1	草の根技協(地域提案型)	2012/05～2015/03	住民参加型一般廃棄物処理技術開普及事業
			<p>デボック市は年率10%で人口が増加し、廃棄物処理、教育環境の状況が悪化している。そこで大崎町では、2010年に廃棄物の資源化とリサイクル活動を取り入れた国際協カイニシアチブ事業を実施し、その活動をデボック市全体に継続拡大することになった。廃棄物の持続可能な処理システムの構築のために低コストの大崎町の非焼却型廃棄物処理システムを採用し処理能力と資源活用能力を向上し、廃棄物回収関係者の経済・教育環境を地域と一体的に改善する必要がある。</p> <p>廃棄物の減量化を目的にデボック市内のモデル地区で生ゴミ等の分別排出・収集・運搬・胥吏のシステムづくりを目指し、リサイクル普及指導員の育成など人材育成に重点を置き、意識改革により市内全域に「混ぜればゴミ分ければ資源」の取組みが波及する。</p>
2	民間連携	2012/03(準備調査)	西ジャワ州廃棄物複合中間処理施設・最終処分場・運営事業準備調査
			<p>本プロジェクトは、西ジャワ州の州都バンドン市を中心とするバンドン都市圏及び、ポゴール市／デボック市圏からの廃棄物(家庭ごみ、事業廃棄物)を処理するために、レゴックナンカとナンボの2事業地において、複合中間処理施設及び最終処分場を建設し運営することにより、同地域で発生する廃棄物の適切な処理の促進を図り、もって同地域住民の生活・衛生環境の改善、環境保全に寄与するものである。</p> <p>本事業が PPP 事業として、また、廃棄物処理場として実現可能であることを検証し、更に成熟度を高めるために、以下の主たる調査実施方針に従い調査を実施する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・官民の事業スコープ・調達パッケージ・実施体制等を検討しPPP モダリティーを最適化する ・イ政府側のPPP に関する法規制、実施プロセス、運営能力等の制約を分析し取り除く ・環境的、社会的に受容される廃棄物処分場の建設・運営を検討し確保する ・行政主導の市民参加による3R のシステム構築・導入について検討する ・ごみ処理に関する不確定要素の明確化する ・新たな廃棄物処理プロセス導入による有効的なごみの再利用について検討する ・高品質な処理施設の設計・建設案を策定する ・事業に伴うリスクを分析し、官民のリスク分担を明確化する ・民間部分のファイナンシャルモデルを構築し財務分析を行い、最適な資金調達ストラクチャーを構築する ・世銀の動向を把握する
3	有償資金協力	2010/03～2015/04	マミナサタ広域都市圏廃棄物管理事業
			<p>本事業は、南スラウエシ州の州都マカッサル市を核とするマミナサタ広域都市圏において、最終処分場等を整備するとともに複数の自治体を対象とした広域廃棄物管理体制を導入することにより、同地域で発生する廃棄物の適切な処理の促進を図り、もって同地域住民の生活・衛生環境の改善、環境保全、地方政府の行政能力の強化に寄与するものである。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 衛生埋立地の建設 2) アクセス道路の整備 3) マカッサル中継基地の建設 4) 資機材調達(施設運営用重機、中継輸送用車両) 5) コンサルティング・サービス(入札補助、施工監理等)
4	草の根技協(地域提案型)	2009/08～2010/03	マカッサル市 市民参加型廃棄物管理推進事業
			<p>マカッサル市では、急速な都市化や人口の増加、行政の組織・財政基盤の脆弱性等の原因により、適切な廃棄物管理がなされていない状況である。その結果、河川や運河、道路に散在する廃棄物の量が増加し、環境・衛生面で深刻な問題を引き起こしている。また、既存の最終処分場の容量も逼迫するなど、早急に廃棄物管理システムを改善する必要がある。</p> <p>このような状況下、マカッサル市は、北九州市および(財)北九州国際技術協力協会(KITA)等の協力により、スラバヤ市において実施し、大きな成果を挙げている住民参加型廃棄物管理手法(北九州方式)を導入するとともに、市民への啓発活動、環境教育を強化することにより、同市で発生する廃棄物の適切な処理の促進を図り、もって、住民の生活・衛生環境の改善、環境保全に寄与することを計画しており、北九州市に協力の打診があった。北九州市は廃棄物管理や環境教育に関する多くの経験と技術を有しており、これを活かして技術協力を行うものである。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. モデルコミュニティを選定し、住民による廃棄物管理組織(婦人会などが中核となることを想定)を結成させる。 2. 北九州市から専門家を派遣し、ごみの収集運搬方法の改善を行い、廃棄物管理をより効率化させる。 3. 生ごみ堆肥化技術、ごみバンク活動(コミュニティ単位の有価物回収運動)を導入することで、ごみの減量化・資源化を促進し、市民の生活環境の改善を図る。 4. 市場からの生ごみを堆肥化するコンポストセンターに対応した専用の堆肥化技術により、新しいシステムが構築される。 5. コミュニティ住民が、廃棄物管理に主体的に取り組むことができるように環境教育を実施する。

インドネシアごみ問題に関する JICA 事業 (2/2)

概要No	事業	実施年度	案件名
5	草の根技協(地域提案型)	2008/10~2009/11	バンドン市廃棄物処理計画策定支援
			<p>バンドン市は西ジャワ州の州都であり、人口は約250万人を抱えるインドネシア第3の都市である。また、インドネシアの主要な大学が立地する学園都市であり、繊維産業を中心に工業も盛んである。近年の経済発展に伴い人口が増加し、それに伴い年々増加する一般廃棄物の処理が市の緊急かつ重大な課題となっている。特にゴミ問題に対する市民の意識や参加が欠如していることや、国及び地方レベルでの廃棄物処理に関する規制が存在しないことが課題とされている。</p> <p>具体的な廃棄物処理計画の策定に向け、バンドン市における廃棄物処理システムの改善点が整理されることを目的とする。</p> <p><研修員受入(第1年次:2名)></p> <p>1) 浜松市の廃棄物処理システムやごみ減量化への取組みについての講義 2) 浜松市の都市計画策定、ごみ処理計画策定の実務体験 3) 浜松市民のごみ分別活動状況の視察 4) 大学において、都市政策・都市計画などの理論指導 5) 廃棄物処理システムの改善案の作成</p> <p><専門家派遣(第2年次:2名)></p> <p>廃棄物処理計画の策定のため、第1年次に受け入れた研修員に対して補完的な指導を行う他、市民(特に子供たち)を対象に、正しいゴミ処理についてのセミナーを開催する。</p>
6	草の根技協(地域提案型)	2004年度(終了)	資源リサイクルの促進
7	有償資金協力	1993/11/4(円借款契約日)	ジャカルタ都市廃棄物処理事業
			<p>増加するごみ量に対応し環境の改善を図るため、ジャカルタ市中央区のごみ処理システムの改善を図るもの。</p> <p>(1)ごみ収集システムの改善 効率的なコンテナ収集システムの拡大等を目的としてコンテナ車、コンパクター車等の車両161台及びコンテナ140台を調達。</p> <p>(2)道路清掃の改善 道路清掃の効率化を図るため道路清掃車7台を調達。</p> <p>(3)中継基地の建設 ごみを最終処分場へ効率的に運搬するため、ごみ容量を2分の1に圧縮して大型コンテナに積み直す中継基地(日処理能力:6,000 m³)を建設し、併せて中継基地から最終処分場へ圧縮されたごみを運搬するための大型車両を調達。</p> <p>(4)車両修理工場の整備 ごみ収集車両の効率的利用のための定期整備体制を強化することを目的として、車両修理工場の建設及び機材調達を実施。</p> <p>(5)最終処分場の整備 既にインドネシア政府により整備済みの最終処分場ゾーンIについて、環境対策として汚水排水パイプの埋設施設等改善事業を行うとともに新たにゾーンII(12.5 ha)を建設する。さらに、埋立作業の効率化を図るため13台の作業車両を調達する。</p>
8	有償資金協力	1990/12/14(円借款契約日)	ジャカルタ都市廃棄物整備事業(E/S)

表 5 インドネシア廃棄物発電に関する調査事例 (1/2)

No	調査年度	事業	調査地域	調査団体
1	2011年	<p>インドネシア・東ジャワ州マラン市及び周辺地域での統合型廃棄物発電事業調査</p> <p>インドネシア東ジャワ州マラン市を中心とした大マラン(マラン市、マラン県、パトゥ市、人口300万人程度)を対象とした、統合型廃棄物発電システムの事業化についてフィージビリティスタディ(FS)をおこなう。開発途上国特有の含水率の高い廃棄物に対応した統合型廃棄物発電について、焼却の前処理部分を含めた技術面の評価、製作の現地移転による低コスト化の可能性評価、廃棄物処理費や売電収入の適正化を含めた事業性評価を、東ジャワ州マラン市において実施する。</p> <p>調査内容は、1,000t/日の廃棄物を収集し、選別により430t/日を焼却発電に、380t/日をコンポストに送り、7MWの電力と250tのコンポストに転換するシステムであり、経済的に運営が可能との結論となれば、事業化に向けて次年度以降に更なる展開を図っていく予定です。</p>	東ジャワ州マラン市	大阪市環境局/日立造船株式会社/株式会社エックス都市研究所/株式会社スマートエナジー(経済産業省委託)
2	2011年	<p>インドネシア・ジャカルタ州都市廃棄物BOT事業実施可能性調査</p> <p>ジャカルタ首都特別州(以下、「ジャカルタ」という)では、日量6,200トンの都市廃棄物のほぼ全量を東隣の西ジャワ州のプカシ市のパンタルゲパン最終処分場で埋立処分している。これに対し、輸送効率の改善を考慮した場合、ジャカルタ西側での最終処分場の確保が有効である。このため、ジャカルタは、西側に隣接するパンテン州タンゲラン県チアンゲールにて、処理施設の建設運営をBOT事業として行う計画であったが、タンゲラン県の土地利用計画において当該用地が住居地域と指定され建設不可となった。</p> <p>これに対し、タンゲラン県は、代替地として同県ジャチワリンギ村周辺地域の用地を提供する意向を示している状況である。本プロジェクトは、ジャカルタに代わり土地を確保した上で、ジャチワリンギ村周辺地域での廃棄物処理BOT事業を行うものである。これにより、ジャカルタの西側に処理処分施設が確保され、今後急増する都市廃棄物の効率的な適正処理を可能にする。</p>	パンテン州タンゲラン市	株式会社エックス都市研究所/アラックス株式会社(ジェトロ委託)
3	2011年	<p>インドネシア・農産物加工工程からの廃棄物・廃水のエネルギー活用に関する新メカニズム実現可能性調査</p> <p>農産物加工工程からの廃棄物と廃水をエネルギーとして活用して、GHG排出削減を行う事業の実現可能性を検討した。</p> <p>廃水からはメタンガスを回収してエネルギーとして活用することを検討した。</p> <p>固形廃棄物としてEFB、葉鞘を固形燃料として活用することを検討した。</p> <p>本調査においては、カウンターパートであるPTPN-7が管理するパームオイル工場、ゴム工場、サトウ工場を対象としてGHG排出削減ポテンシャルの算定と事業性の評価を行った。</p> <p>調査対象工場の立地場所は、ランブン州、プンクル州、南スマトラ州である。</p> <p>広域的に複数の工場を対象とする事業であるため、簡易で使いやすいMRVの方法を検討した。</p>	全域	中外テクノス株式会社(環境省委託)
4	2010年	<p>インドネシア国営パームオイル工場の廃棄物のエネルギー利用に関するプログラムCDM事業性調査</p> <p>インドネシアに点在する72か所のパームオイル工場では、オイル抽出過程において、パームの空果房や繊維、殻が大量に発生します。このうち空果房は水とカリウムを多量に含み従来のボイラー燃料としては不向きであることから、廃棄処理されているのが現状です。そこで当社は、最新鋭のバイオマスボイラーを導入し、空果房を発電の燃料に用いれば、化石燃料の代替効果によるCO2削減を見込めるものと考え、NEDOの事業提案に応募したものです。</p> <p>バイオマスボイラー発電の事業化に当たっては、パームオイル工場がインドネシア国内に広く点在していることから、複数の工場から空果房のみを集荷し、バイオマスボイラーで発電するタイプと、工場ごとにバイオマスボイラーを設置し、空果房、繊維及び殻を混焼して発電するタイプ、という2つの事業化方法を想定しています。このため、各パームオイル工場の位置と周辺の道路状況、廃棄物量、既存ボイラーの規模・更新時期、送電網への接続距離などを調査します。それを踏まえて、工場群全体としての経済合理性と地域特性等の観点から、2つの事業化方法の組み合わせや、新たに設置するバイオマスボイラー設備の規模、実施時期などの最適化を図ります。調査期間は来年3月までの予定です。</p>	スマトラ島他インドネシア全域	清水建設(NEDO委託)
5	2009年	<p>インドネシア・北スマトラ州における廃棄バイオマスによる発電燃料転換CDM事業調査</p> <p>本プロジェクトは、インドネシア北スマトラ州メダン市に位置するPT. Canang Indah(以下、CI)において、発電燃料転換CDM事業に関して実現可能性調査を行なうものである。CIは、現地でパーティクルボード(Particle Board: PB)、中密度繊維板(Medium Density Fibreboard: MDF)を製造する木材加工会社である。当該工場は、発電容量14MWを持つ石炭発電設備、及び11.5MWのディーゼル発電設備を所有している。現在は、石炭発電設備が稼働し、ディーゼル発電設備は、石炭発電設備のオーバーホール時や非常事態に備えてスタンバイしている。プロジェクトでは、石炭発電設備の燃料を石炭と廃棄バイオマスの混焼から、廃棄バイオマス100%へ切り替える。</p> <p>現在の混焼状況は、2007年1月～2009年8月の実績値平均で石炭46,716t/年、廃棄バイオマス23,916t/年を使用している。混焼比率はエネルギー基準で、石炭:廃棄バイオマス=7:3であり、廃棄バイオマスとして、パーム核殻(Palm Kernel Shells: PKS)や自社工場から発生する廃材を利用している。プロジェクト実施後は、パームオイル工場から発生する廃棄バイオマス100%利用での発電を目指す。廃棄バイオマスの収集量不足、発電設備の安定した運転を考慮し、石炭を混焼することも念頭に置いておく。パームオイル工場以外から発生する廃棄バイオマスとしては、ゴムの老木の根や、木質廃材などの利用を考慮に入れている。</p>	北スマトラ州	住友林業株式会社(地球環境センター委託)

インドネシア廃棄物発電に関する調査事例 (2/2)

No	調査年度	事業	調査地域	調査団体
6	2008年	<p>インドネシア共和国スマトラ島アウ州他3州におけるパーム廃棄物発電による地方電化及びプログラムCDM計画</p> <p>このプロジェクトではスマトラにおける電力配電網に接続されていない地域の地方電化による貧困の減少と地域開発の促進のためのパームオイル搾油工場(POM)の廃棄物発電の実現性を探索することを目的とした。“廃棄物からエネルギーへの転換”を標榜する本プロジェクトにおいて、POMでの空花房(Empty Fruit Bunch, EFB)の燃焼やパームオイル搾油工場廃水(Palm Oil Mill Effluent, POME)からのメタンガスの回収は、同工場内および周辺地域での衛生面および環境面での改善にも繋がる。このメタンガス回収は、京都議定書制度下の国連の認定を得た温室効果ガス(Greenhouse Gas, GHG)削減クレジット(Certified Emission Reduction, CER)として、この新事業である廃棄物発電の追加的な収入となる。</p>	スマトラ島	ECFA/エヌ・ティ・ティ・ジーピー・エコ株式会社
7	2008年	<p>インドネシア・西ジャワ州廃棄物処理プログラムCDM事業調査</p> <p>本プロジェクトは、インドネシア・西ジャワ州の25自治体(16県9市)を対象とし、プログラムCDMスキームを活用した都市固形廃棄物(Municipal Solid Waste: MSW)の簡易MBT(機械生物処理)による中間処理の普及促進を行う事業である。簡易MBTは、機械的選別によりリサイクル品の効果的回収を行い、生物処理では有機物の好気分解により現状の埋立処分場での嫌気分解によるメタン発生を回避し、温室効果ガスの発生を削減する。PoA(プログラム活動)のパランダリーを西ジャワ州とし、プログラムCDM実施のための調整管理組織(CME)には西ジャワ州環境保護局を予定している。個別の廃棄物処理事業の実施を各自自治体またはコミュニティ等が行うこととし、それぞれをCDMプログラム活動(OPA)とする。また、PoAの実施手順としては、大規模なOPAから実施し、そのクレジット収入を活用し小規模なOPAも普及させる計画である。</p>	西ジャワ州	鹿島建設株式会社 (環境省委託)
8	2007年	<p>インドネシア・バンドン廃棄物複合中間処理施設建設事業調査</p> <p>インドネシア国(以下、イ国)、西ジャワ州にあるルイガジャ処分場は、バンドン市、バンドン県、チマヒ市で発生する4,000 立法メートル(約1,200t)の都市ごみを処分していたが、2005年2月に処分したごみが大崩壊を起こし、141人の死者を出す未曾有の重大事故となった。この事故によりルイガジャ処分場の利用が不可能になったため、現在は森林省の所有する森林を伐採し臨時処分場(サリムクティ処分場)を設置し処分しているものの2010年までの供用が限度であり、住民の反対等、同処分場の利用を困難にする諸問題も発生している。西ジャワ州政府は、新規の処分場の検討も行ってきたが住民反対などにより新規立地の同意は得られず、結局、ルイガジャ処分場を復旧・拡大し再利用することを決めた。この計画では、ごみが流れ出した領域全体を買収し、遮水工・擁壁・浸出水回収処理施設等からなる衛生処分場を建設し、同時に衛生処分場の建設だけでなく中間処理事業も実施する意向である。バンドン地域のごみ行政にとって、本処分場に持ち込まれるごみを減量化し処分場を延命化することが大きな課題であり、そのため中間処理施設に対する期待は大きい。本調査では、ルイガジャ処分場復旧計画のうち中間処理施設部分について、機械選別、生物処理(コンポスト)、簡易RDF(ごみ固形燃料化、以下RDFと略す)、メタン発酵、ごみ発電などからなる複合中間処理施設建設の実現可能性を調査し、当該地域における最適な組み合わせを検討する。また、CDM化により見込まれる収入を活用したスキームとして維持管理を含めた事業の円滑化を図る。</p>	西ジャワ州バンドン県	鹿島建設株式会社/八千代エンジニアリング株式会社 (ジェトロ委託)
9	2005年	<p>インドネシア・廃棄バイオマスの高品位燃料化及び有効利用事業のCDM事業化調査</p> <p>パーム搾油工場からの大量に発生するパーム油絞り滓等の廃棄バイオマスを炭化燃料化し、製造した炭化燃料を、セメント工場での石炭代替として利用することで、CO2削減を実現する。さらに野外に放置されている廃棄EFBの腐敗により排出されているCH4も削減する。</p> <p>インドネシア国内でも主要な商品作物であるパーム油生産工程で副産する水分の多いEFB(Empty Fruit bunch)は、現在、野外遺棄すると腐敗(メタン発生)と悪臭が発生し、野焼きや単純焼却による部分的処理では全量処理し得ない上に、発生する煤煙等で周辺住民から苦情が来る等の問題もある。このため其の膨大な発生量とも相まって多くのパームミルでEFB処理が課題となっている。本プロジェクトは、日本のバイオマス炭化技術を用いて、バイオマス燃料生産者と変動する生産量の燃料を許容しうる利用者をつ結びつける経済的スキームを組み合わせる事により、地球温暖化ガスの発生を削減する事業である。本事業は下記の点に特徴を有する。</p> <p>①低品位なバイオマスを直接利用するのではなく、エネルギー自給自足型の炭化炉を用いることで燃料化することでバイオマスの高品位化を図り、事業の経済的な自立性を高める点に特徴を有する。</p> <p>②パームは、莫大な貯蔵量があるため、インドネシア全土に普及可能であるだけでなく、パームのみならず季節変動性のある各種バイオマスを有効に活用することで、広い範囲への波及効果が期待できる。</p>	西スマトラ州	石川島播磨重工業 (地球環境センター委託)
10	2004年	<p>インドネシア国都市固形廃棄物発電事業調査</p> <p>東ジャワ州シドアルジョ県において未処理のまま投棄(オープンダンプ)されている固形廃棄物をクリーン技術を用いて焼却処分することで地域環境の改善を図るとともに、焼却熱を利用して発電を行い、余剰電力を系統に供給することで、系統に接続する発電所が使用する化石燃料を代替し、温室効果ガス(GHG)や大気汚染物質の排出削減に寄与するもの。</p>	東ジャワ州シドアルジョ県	パシフィックコンサルタンツインターナショナル (地球環境センター委託)
11	2001年	<p>ジャカルタ特別市固形廃棄物処理改善(ごみ焼却・発電)に係るF/S調査</p> <p>ジャカルタ市の最重要課題は、以下の2点となる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ごみ最終処分場の長期的確保 中間処理施設導入によるごみの減量化 <p>ごみ最終処分場の長期的な確保 ジャカルタ市のごみ最終処分場の選択肢には内陸処分場と海面埋立てが考えられるが、海面埋立ては、以下の点から適当な施策とは言えない。</p> <ul style="list-style-type: none"> 漁業権の補償、航路変更、近在する住民の了承、周辺環境への影響評価分析などの解決に長期間を要する 外壁・護岸は処分場と海とを永久的に分離せねばならず建設費が内陸より高い 浸出水には海水が混合しており、処理が複雑 無処理で埋立てる場合、内陸埋立て処分は約10年の安定期間で良いのに対し海面埋立ては浸出水処理やガス抜き等のため20年の安定期間を要する一方、内陸埋立て処分場は周辺地域の住民反対などにより用地確保が困難な状況となっている。これは、現存のバンタルガン最終処分場において、ガス抜き・覆土等の適切な処置が行われず、二次公害を引き起こした事が原因と言える。ジャカルタ市は、早急に適切な処置を行いごみ最終処分場を長期的に確保できる環境整備に迫られている。 <p>ごみの減量化 本調査の結果によれば2002年から2032年の30年間にジャカルタ市で処理しなければならないごみは78.54Mトンと予想される。これを全量埋立て処分する場合、ジャカルタ市域の1%に該当する640haの土地が必要となり、全量埋立ての継続は困難と言える。つまり、ごみを減量していく施策を併せ立案していく事が重要である。ごみの減量化には、焼却(減量化率/95%)と堆肥化(減量化率/72%)が考えられるが、長期的にごみの減量を図るには、焼却が効果的な施策と言える。焼却は建設費が高く初号機導入時の財政的負担は大きくなるが、25年という長期間の総事業費は決して高いものではない。実際、土地単価をRp.400,000/m²以上と想定したケースにおいては、WTE(Waste to Energy, WTE)の総事業費が埋立ての総事業費より下回るという結果が得られている。埋立て処分用地の確保が極めて困難となっているジャカルタ市は、WTEの導入によって、ごみの減量が図れ、長期的には財政負担が軽減される。</p> 	ジャカルタ特別州北ジャカルタ	社団法人日本プラント協会 (ジェトロ委託)

1-4-3 スラバヤ市における ODA 事業

スラバヤ市では、有償資金協力として、1993年2月～2004年3月にかけて、「スラバヤ都市環境改善事業(1)」が実施された⁹。インドネシア側の実施期間は、公共事業省(PU)の居住環境総局である。

実行額は108億9,300万円であり、都市道路、排水、廃棄物、上水、技術協力に分けて、事業が実施された。廃棄物分野については、ごみ収集トラック43台の調達と、9カ所の廃棄物集積所と、19カ所の暫定ゴミ廃棄場が新規に建設された。評価報告書では、廃棄物分野での事業により、1日あたり1,120立方メートル、1月あたり34,000立方メートルの廃棄物収集処理能力がスラバヤ市に加わったと評価した。これによって市民46万1,000人以上に対する公共サービス供給の追加を実現したとしている。

1-4-4 他ドナーの分析

下表では、諸外国および、国際機関のインドネシア経済協力の実績を示す¹⁰。インドネシアにとって、日本は最大の援助国であるとともに、日本にとってインドネシアは累計ベースで最大のODA受け取り国となっている。

近年では、オーストラリアの経済協力実績が目立っている。日本の実績額の落ち込みにより、実績額でドナーの第1位となっているが、金額自体も漸増傾向にあり、第2位のドナーから頭一つ突出している様相となっている。

国際機関に目を転じると、世界銀行系のIDA(国際協力協会)の存在が際立っている。年によっては、ドナー国第1位のオーストラリアを上回る支援を実施している。

表6 諸外国の対インドネシア経済協力実績

単位:百万ドル

暦年	順位										合計
	1位	2位	3位	4位	5位						
2005	日本	1,223.13	オーストラリア	184.67	オランダ	175.99	ドイツ	164.67	アメリカ	155.64	2,260.38
2006	オーストラリア	240.23	アメリカ	190.10	イギリス	101.56	オランダ	75.61	ドイツ	50.39	620.86
2007	オーストラリア	335.06	アメリカ	117.34	イギリス	71.48	カナダ	53.44	オランダ	42.43	391.41
2008	オーストラリア	325.23	アメリカ	115.12	フランス	103.53	イギリス	100.69	カナダ	82.41	593.30
2009	オーストラリア	342.14	フランス	187.13	アメリカ	121.29	オランダ	81.09	イギリス	68.76	332.90
2010	オーストラリア	356.20	フランス	262.49	アメリカ	180.30	日本	61.14	ノルウェー	41.94	988.34

<http://www.mofa.go.jp/policy/oda/data/pdfs/indonesia.pdf> より作成

⁹ JICA ホームページより、評価報告書(全文版、要約版、第三者意見)を閲覧することができる。
http://www2.jica.go.jp/ja/evaluation/index.php?ankenNo=IP-400&schemes=&evalType=&start_from=&start_to=&list=search

¹⁰ 外務省「国別データブック」

http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/shiryo/kuni/11_databook/pdfs/01-01.pdf
 および、<http://www.mofa.go.jp/policy/oda/data/pdfs/indonesia.pdf> より作成

表 7 国際機関の対インドネシア経済協力実績

単位:百万ドル

暦年	順位										合計
	1位		2位		3位		4位		5位		
2005	EU関連機関	72.13	ADB(アジア開発銀行)	47.76	IDA(国際開発協会)	40.12	GFATM(世界エイズ・結核・マラリア対策基)	22.86	UNTA(国連通常技術支援計画)	9.35	214.21
2006	IDA	288.32	EU関連機関	137.24	ADB	88.49	WFP(国際連合世界食糧計画)	67.07	GFATM	34.88	650.09
2007	IDA	192.08	EU関連機関	132.64	ADB	117.29	GEF(地球環境ファシリティ)	15.56	GFATM	10.28	506.35
2008	IDA	466.56	EU関連機関	54.51	GFATM	43.01	ADB	29.28	GEF	9.22	633.89
2009	IDA	212.81	EU関連機関	143.43	イスラム開発銀行	127.31	EU関連機関	113.13	GFATM	86.85	713.78
2010	IDA	110.02	EU関連機関	105.45	GFATM	83.22	ADB	66.13	イスラム開発銀行	9.07	407.72

<http://www.mofa.go.jp/policy/oda/data/pdfs/indonesia.pdf> より作成

次ページの表では、廃棄物管理という視点から、プロジェクトとドナーをまとめている¹¹。興味深いのは、前述したドナーとしての支援額が多い国が、必ずしも廃棄物プロジェクトのドナーではないという点である。この表にドナーとして登場するのは、日本（JICA）、ドイツ（ドイツ復興公庫（KfW）、温室効果ガス削減プロジェクトとして）、オランダ、世界銀行のみである。

インドネシアにおける廃棄物問題については、2008年の廃棄物管理法によって明確に最終処分場のオープンダンプが禁じられたことなどにより、インドネシア政府によって明確に認知されたのは、比較的「新しい」開発課題であるといえる。そのような状況の中、JICAのプロジェクトを通して、日本はインドネシアの廃棄物管理分野で存在感を示しているドナーとなっている。

¹¹Australian AID "SCOPING STUDY FOR SOLID WASTE MANAGEMENT IN INDONESIA", http://www.indii.co.id/upload_file/201206261043390.Scoping%20Study%20for%20Solid%20Waste%20Management%20in%20Indonesia.pdf より作成

表 8 インドネシアにおける廃棄物管理プロジェクトとドナーなどの状況 (2011年)

都市/件	最終処分場所	ドナー、財政的な支援	準備状況	廃棄物マネジメントの担 当機関/部署	課題
スマトラ					
ナンゴロアチエタルサラーム州	Blang Bintang, Kota Aceh Besar	・インドネシア政府(災害対策) ・ オランダ	UNDPの支援によりデザイン 終了	アベルダム、ロツルダム (共にオランダ)による提案 選定	最終サイト選定、デザイン、担当機関
メダン市	Deli Serdang Municipality	・ アジア開発銀行 (予定)	デザイン未着手	メダン市	最終サイト選定、デザイン、担当機関
ハレンバン市	特定されていない	なし	進捗なし	不明	不明
ハンダルランブ市	特定されていない	なし	進捗なし	不明	不明
ハタン市	特定されていない	・ ドイツ復興基金公庫(KfW) 、ジャバ州の温室効果ガス削減事業への財政支援	進捗なし	不明	不明
ジャワ					
ボゴール市、チボック市	Bogor - Nambo (100 ha)	・インドネシア政府、 ・ ドイツ復興基金公庫(KfW) 、チボック市西のジョンパンの温室効果ガス削減事業への財政支援、 ・ JICA によるナンボ支援	JICAの支援によりデザイン 終了	西ジャワ州に地域廃棄物処理事務所が開設される	土地所有者による最終処分場許可待ち
ジャカルタ首都特別州	操作中のBantar Gebang最終処分場 TPST Duri Kosambi TPST Marunda TPST Ciangir North, TPST ? Kopi Luhur(予定) 特定されていない 特定されていない	不明 不明 不明 不明 ・地方政府	進捗なし 進捗なし 進捗なし 進捗なし 進捗なし マスタープラン入札中 進捗なし 進捗なし	ハンダルガハンはPT. Patriot Bangkit Bekasiが運 ジャカルタ清掃局 ジャカルタ清掃局 ジャカルタ清掃局 ジャカルタ清掃局 ジャカルタ清掃局 西ジャワ州に地域廃棄物処理事務所が開設される 西ジャワ州に地域廃棄物処理事務所が開設される 西ジャワ州に地域廃棄物処理事務所が開設される DED(詳細技術設計)が実施される予定 用地取得に問題	デザイン、担当機関 デザイン、担当機関 デザイン、担当機関 デザイン、担当機関 デザイン、担当機関 輸送費用とタイミングが保証されていない
チレボン市、インドラマユ県、マジャレンガ県、クニガ県	特定されていない	なし	進捗なし	中部ジャワ州廃棄物局	用地取得に様々な問題あり
スカルミ市、スカブミ県	特定されていない	なし	進捗なし	中部ジャワ州廃棄物局	
フルワカルタ県、スバン県、カラワン県	特定されていない	・インドネシア政府 ・ JICA によるレゴックナカにおけるPPP支援	進捗なし	ジョグジャカルタ特別州廃棄物局	
ハンドン市、チマヒ市、スメタン県、ガルト県	Leuwigajah (west Bandung) Leok Nangka (east Bandung)	なし	進捗なし	中部ジャワ州廃棄物局	
トウガル市	Ciangir(予定)	なし	進捗なし	中部ジャワ州廃棄物局	
スラカルタ(ソロ)市	Kab. Sragen	・ ドイツ復興基金公庫(KfW) 、温室効果ガス削減事業への財政支援、 ・ アジア開発銀行 による共同財政支援	進捗なし	中部ジャワ州廃棄物局	
ジョグジャカルタ特別州	Pryungah, Kab. Brandul	なし	進捗なし	ジョグジャカルタ特別州廃棄物局	
マゲラン市	特定されていない	なし	進捗なし	中部ジャワ州廃棄物局	
スラバヤ市	グレンク市の予定	・ ドイツ復興基金公庫(KfW) 、スラバヤ市近郊シンドアルジョにおける温室効果ガス削減事業への財政支援	進捗なし	東ジャワ州廃棄物局	
マラン市	マラン市内	・ ドイツ復興基金公庫(KfW) 、温室効果ガス削減事業への財政支援	進捗なし	東ジャワ州廃棄物局	
カリマンタン					
ハンジャルマシ市	ハンジャルマシ市、ハンジャルハル市				
バリ島					
デンバサル市、バドゥン県	Suwung				
スウラウエン					
マニサナタラ城都市圏	Patalessang最終処分場	・ JICA による建設費の財政支援 ・INDU(インドネシアインフラ研究所)によるDED財政支援	DED(詳細技術設計)終了	Patalessang最終処分場	

Australian AID "SCOPING STUDY FOR SOLID WASTE MANAGEMENT IN INDONESIA" により作成

第2章 提案企業の技術の活用可能性及び将来的な事業展開の見通し

2-1 提案企業及び活用が見込まれる提案製品・技術の強み

2-1-1 業界分析、提案企業の業界における位置付け

日本の環境産業（廃棄物処理・資源有効利用）の市場規模は約35～45兆円にて推移しており、そのうち、廃棄物処理・リサイクルサービス（一般廃棄物の処理に係る処理・委託、産業廃棄物処理、廃棄物管理システム、等）は3兆円前後の市場規模と推計されている¹²。

表 9 日本の環境産業（廃棄物処理・資源有効利用）の市場規模

年度	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
廃棄物処理・資源有効利用 (単位：兆円)	35.3	36.2	36.2	36.7	37.8	39.5	41.1	43.1	44.7	37.4	38.9

出典：環境産業の市場・雇用規模の推移（環境省）

海外への廃棄物処理・資源有効利用の推計輸出額は2009年で約1兆6,000万円、2010年で1兆9,500万円となっている。推計輸出額が大きい製品・サービスは資源回収や再資源の商品化（非鉄金属二次精錬・精製業、鉄スクラップ加工処理業）となっており、廃棄物処理・リサイクルサービスの輸出規模は非常に小さいといえる。

廃棄物処理業界は小規模事業者が大部分を占めている。従業員数が9人以下の企業が全体の約55%、10人から49人までの企業が全体の約39%となっており、従業員数が50人未満の企業が全体の95%近くを占めている。

提案企業である西原商事の従業員数はグループ全体で130名、総売り上げは27億円となり、廃棄物処理業界においては比較的規模の大きい企業であるといえる。

表 10 廃棄物処理業 従業員数別企業数

従業員数	9人以下	10～49人	50～99人	100～299人	300～999人	1,000～1,999人
企業数	5,313	3,738	437	155	13	2
割合(%) ※	55.01	38.70	4.52	1.60	0.13	0.02

出典：平成18年事業所・企業統計調査（総務省統計局） ※四捨五入のため、合計は100%とならない。

¹² 産業廃棄物処理業を対象とした実態調査に基づく拡大推計では、全国の産業廃棄物処理業の市場規模は約5兆円と推計されている。（平成23年度産業廃棄物処理業実態調査業務報告書）

2-1-2 国内の同業他社比較、類似製品・技術の概況

廃棄物処理業は前述したように従業員数が50名未満の企業にて全体の95%を占めており、同業他社比較に用いる情報自体が非常に乏しい状況である。ここでは、IR情報など、企業情報を公表している企業を比較対象企業として整理した。

例えば首都圏を中心に事業展開しており、300名以上の従業員を抱えるA社は廃棄物の収集運搬から中間処理・リサイクル、最終処分まで一貫処理体制を構築しており、新規事業展開やM&A、同業・異業種を含めた協業スキームの構築による事業分野の拡大を図っている。また、廃棄物の排出事業者に対するコンサルティング業務なども展開している。売上構成は処分業が7割強、収集運搬が2割強となっている。近畿圏を中心に事業展開しているB社もA社同様、廃棄物の一貫処理体制を構築しており、また、西原商事と同様に廃棄物の一元管理システムを構築し、排出事業者へのサービスメニューの一つとしてラインナップしている。さらには、自治体の所有する焼却施設の運転管理業務を請け負うなど、自社施設にて培った豊富な管理ノウハウ・スキルを用いたサービス提供も実施している。

A社、B社ともに最終処分場を所有していることが企業の営業上における強みの一つになっていることが考えられる。また、B社では自社施設で培った廃棄物処理・リサイクルに関するノウハウを活用し、従来はプラントメーカーの子会社が実施している廃棄物処理施設の運転管理業務の請負サービスまで提供している。

なお、A社、B社ともに、公表資料ベースでは国内での事業シェア拡大を図っていると考えられ、海外での事業展開に関しては積極的なスタンスを示していない。

2-1-3 スラバヤ市におけるごみ収集システムと同業他社の動向

本事業における実証フィールドであるスラバヤ市では、下図のように収集したごみを、中継所であるDepoを経て、すべて最終処分場に運び込み、埋め立て処理をしている。最終処分場の建設については、中央政府の公共事業省が担当した。それ以外の部分、中継所の用地確保・運営、ごみの搬送、最終処分場の運営費用については、スラバヤ市美化局(DKP)が担当している。しかしながら、人口増加と経済発展による購買力の上昇に伴い、一般ごみの量は増加の一途をたどり、最終処分場は処理能力の限界に達している。

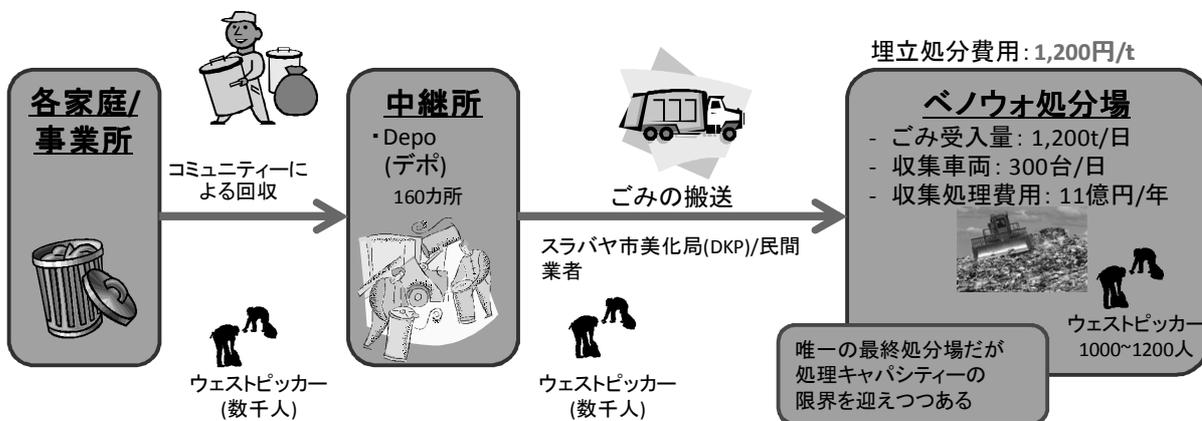


図 8 現在の一般ごみ回収フロー

2013年1月より、スラバヤ市と民間企業スンバオーガニック社（PT Sumber Organik）の間で、最終処分場に持ち込まれる1,000トンごみ処理を担当する25年間の契約が結ばれており、民間企業への廃棄物処理の委託が進められている。スンバオーガニック社は、1トンあたり11万9000ルピア（1,190円）の処理費用にて、最終処分場に持ち込まれるごみの減量化に勤めることとしている。同社は、廃棄物ガス化発電を実施する計画を有しており、現在ごみの組成やメタンガス含有率などの調査を実施している。

インドネシア中央政府の、公共事業省や環境省のヒアリングによれば、西原商事が提案しているような中間処理については、ジャカルタのバンダルグバン最終処分場、スラウェシ島のマカッサル市（JICA「マミナサタ広域都市圏廃棄物管理事業」を指す）や、スマラン市の最終処分場で実施されている。

インドネシア国内では、最終処分場などにおいて、有機物を選別するための施設などは存在するものの、より上流過程にあるごみ中継所などでごみの分別を効率的に行っている例は見られない。最終処分場に持ち込まれる前のごみについては、中継所などでウェストピッカーなどによる効率の悪い有価物収集が行われている。

2-1-4 スマラン市におけるナルパティ社の取り組み

上記のように、スマラン市においては、ナルパティ社（NARPATI）が市の委託を受けて、最終処分場において、コンベヤーを用いた一般ごみの選別を実施したのち、有機ごみをコンポストイング化することで有機肥料を製造し販売しているという情報を得て、現地を訪問した。

2008年、スマラン市とナルパティ社はMOUを結び、同社はジャティバラン（Jatibarang）最終処分場にて、処分場の10%にあたる4ヘクタールの用地に、廃棄物から有機肥料を製造する工場を作るようになった。



写真 1 一般ごみを、前処理せずにコンポスト製造ラインに投入する

スマラン市の最終処分量は700トン／日であり、うち350トンは最終処分している。残りの350トンについて、ナルパティ社がスマラン市からの業務委託により、堆肥化事業を展開している。スマ

ラン市は、ナルパティ社に最終処分所内の用地を提供したが、チップングフィーは支払っていない。

ナルパティ社は、生ごみからコンポストを製造し、有機肥料としてペトロキミアに販売することで利益を得ている。販売単価は1,130ルピア/kgとなり、販売契約は単年度契約（1～12月）となっている。生ごみからたい肥を製造するプロセスフローは以下のとおりとなる。現在の1カ月でのコンポスト最大製造量は200トンとなる。

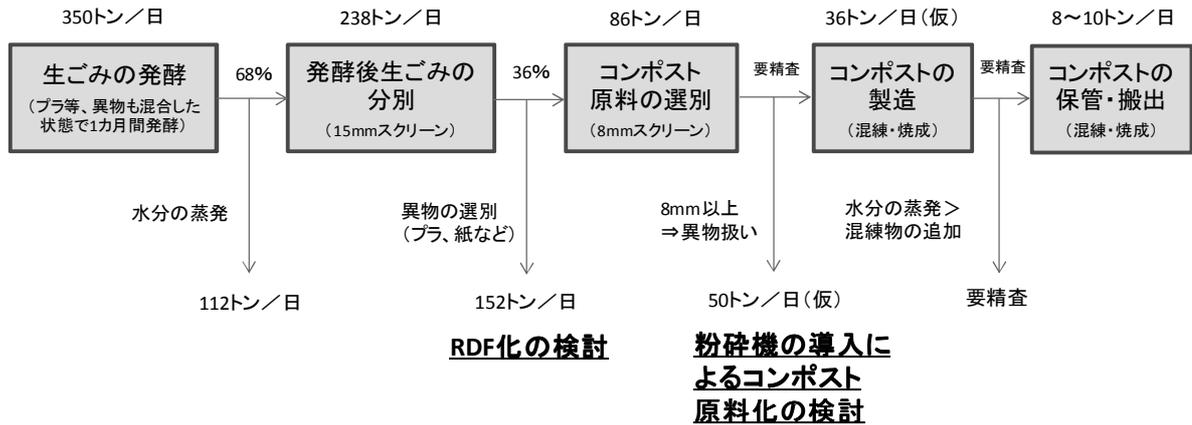


図 9 ナルパティ社の堆肥プロセスフロー

この図の左から2番目に、発酵後生ごみの分別というフローがある。一般ごみに含まれる有価物や異物を取り除くことは行わず、そのまま発酵させた後で、異物や有価物を選別するというプロセスが行われている。同社において、作業当時は作業員による手選別を実施していたが、分別人員のコストが回収した有価物の売却益より大きくなってしまった。堆肥販売による収益と有価物売却益を足し合わせても分別人員のコストが上回ったため、現在手選別は実施していない。現在、手選別コンベヤーのみ残っており、最終処分場のウェストピッカーが「自発的」に有価物を収集し、販売している。

ナルパティ社が有機物から製造する有機肥料の成分は以下の通りであった。

表 11 ナルパティ社で製造する有機肥料 (Petrorganik) の成分

分類	割合	単価・備考
コンポスト原料	59%	
MIXTRO ※1	1%	堆肥を 100kg 作るのに 1ℓ 必要。 11,000 ルピア/ℓ
KAPTAN ※2	15%	200 ルピア/kg
PHOSPHAT ※3	5%	625 ルピア/kg
バガス	20%	400～450 ルピア/kg (90km 離れたさとうきび工場からの持ち込み価格 ※ほぼ輸送費と推察)

※1 ペトロキミアから購入する、造粒剤。

※2 袋を確認したところ、炭酸カルシウム (CaCO₃) + 炭酸マグネシウム (MgCO₃) 85%含有との記載を確認。

※3 リン酸塩 (phosphate)



写真 2 発酵後、有価物や異物を取り除いたコンポスト材料



写真 3 コンポスト材料に造粒剤などを混ぜ合わせ、有機肥料を製造する製造工程

2-2 提案企業の事業展開における海外進出の位置づけ

2-2-1 西原商事の海外事業方針

西原商事は、インドネシアスラバヤ市のみならず、東南アジアにおける経済発展と人口増加に伴うごみの増加をビジネスチャンスと捉えている。西原商事が提供するソリューションの特徴は、日

本で培ってきた「知恵と技術」をフルに活用した、リサイクル型廃棄物中間処理施設事業の展開である。

当事業実施以前に、インドネシアにおいては、下記のような調査を実施してきた。

■2012年1月16日～21日（西原商事）

ジャカルタ・チャクン TPST(中間処理場)実態調査

- 市政府から委託を受けている民間による中間処理場の運営について、大幅な改善可能性を確認した

■2012年2月6日～12日（西原商事）

ジャカルタ・バンドルグバン最終処分場実態調査

■2012年4月10日～4月16日（西原商事、北九州市）

スラバヤ・ベノウォ最終処分場実態調査

- スラバヤ市で唯一稼働している最終処分場を視察
- 1日1200トンの廃棄物が、約300台の車両で搬入される
- 1200人のウェストピッカーが、有価物の選別・収集を実施している
- 埋め立て廃棄物の組成を簡易調査し、有機物50%、プラスチック類20%、その他30%であることを確認した

■2012年6月17日～21日(西原商事、北九州市、NTTデータ経営研究所)

スラバヤ市訪問

- スラバヤ市政府から、施設建設用地の提供、廃棄物処理委託契約内容（最終処分委託費と同等の委託料金（1.2円/kg）の支払い、プラントまでの廃棄物運搬費のDKP側の負担、モデル事業のごみ受入量（50トン/日）等について、提案を受ける
- スラバヤ市美化局(DKP)と初期投資回収期間（10年）分の長期委託契約を結ぶための条件についてヒアリング実施
- スラバヤ市は、市内各区（31区）にごみセンター（TPST）を設置し、中間処理を行う構想を持っている。まずは3カ所でモデルセンターの設置目標があり、西原商事に、そのうちの1カ所を運営するよう提案があった

■2012年7月11日～14日(西原商事、北九州市)

スラバヤ市訪問

- パイロット事業について、スラバヤ市政府と諸条件の調整を実施、全面的に協力いただけることを確認した。
- スラバヤ市政府が提供することができる、事業を実施するためのサイトを複数視察し、事業を行うにあたり、最も条件のよいサイトを選出した

図 10 西原商事が実施したインドネシアにおける調査一覧

2-2-2 海外事業の展開方針

今後の海外進出については、インドネシアにおける都市への展開を視野に入れている。数で示す

通り、インドネシアには人口100万人を超える都市が、スラバヤを除き12ある。ジャカルタ首都圏を除いても、6つの都市が100万人を超える人口を有している。こうした都市においても、ごみ問題、すなわち最終処分場のキャパシティを上回るごみが発生することが想像される。スラバヤで事業を展開し、ビジネスモデルを確立することができれば、こうした都市においての事業を展開できると考えている。

表 12 インドネシアの100万人都市(90万人台の都市を含む、スラバヤを除く)

地域	都市	人口	調査年	備考
ジャワ	ジャカルタ	9,588,198	2010	* 首都
ジャワ	ブカシ	1,993,478	2010	* 首都圏
ジャワ	タンゲラン	1,537,244	2010	* 首都圏
ジャワ	デポック	1,751,696	2010	* 首都圏
ジャワ	南タンゲラン	966,037	2010	* 首都圏
ジャワ	ボゴール	949,066	2010	* 首都圏
ジャワ	バンドウン	2,393,633	2010	
スマトラ	メダン	2,109,330	2010	
ジャワ	スマラン	1,438,733	2010	
スマトラ	パレンバン	1,441,500	2010	
スラウエシ	マカッサル	1,334,090	2010	
リアウ	バタム	949,775	2010	

また、東南アジアに目を向けると、インドネシア以外には下図のような14の100万人都市が存在している。こうした都市も、将来的な事業展開候補となる。

表 13 東南アジアの100万人都市(インドネシア、シンガポールを除く)

国名	都市	人口	調査年	備考
カンボジア	プノンペン	2,234,566	2011	* 首都
タイ	バンコク	5,713,288	2010	* 首都
フィリピン	ケソンシティ	2,761,720	2010	* 首都圏
フィリピン	マニラ	1,652,171	2010	* 首都
フィリピン	カローカン	1,489,040	2010	* 首都圏
フィリピン	ダバオシティ	1,449,296	2010	
ベトナム	ホーチミンシティ	7,396,446	2010	
ベトナム	ハノイ	6,500,000	2009	* 首都
ベトナム	ハイフォン	1,884,685	-	
ベトナム	カントー	1,187,089	-	
マレーシア	クアラルンプール	1,674,621	2010	* 首都
マレーシア	ジョホールバル	1,386,569	2010	
ミャンマー	ヤンゴン	4,348,000	2010	* 旧首都
ミャンマー	マンダレー	1,034,000	2010	

上記のような方針を踏まえて、西原商事ではインドネシアのみならず、フィリピンやマレーシアにおける事業展開についても、独自に調査を実施している。

2-3 提案企業の海外進出による地域経済への貢献

当事業の推進による地域経済への貢献については、第1にスラバヤ市の公的部門における支出削減、第2にインフォーマルセクターへの開発効果の波及である。

第1点目について、当事業の展開により、スラバヤ市において飽和状態にあるごみ最終処分量を削減することができる。このままごみの量が増え続けると、新たに最終処分場を建設するなどの施策が必要となる。その場合、用地の確保などを含め、膨大な支出が見込まれる。現状のブノウオ最終処分場の建設費は、2001年当時で6億5000万円であった。アジア通貨危機を乗り越えた後のインドネシア経済の成長は順調であり、この金額で最終処分場を建設できる保証はない。また、スラバヤ市内に、大規模な最終処分場を建設できる用地を確保することは、非現実的である。

リサイクル型廃棄物中間処理施設の運営コスト、メンテナンスコストは、これまで最終処分に必要であった費用と同等レベルに抑えることを想定している。廃棄物削減効果に伴い、廃棄物運搬費用の削減効果、埋め立て処分場の延命化という開発効果を得ることもできる。

ごみの最終処分について、追加的な支出を回避し、他のインフラ整備などに予算を振り分けることで、地域経済の貢献につながるといえる。より詳細な開発効果、経済効果については、4-2にて議論する。

第2点目については、現在、スラバヤ市の最終処分場には1,200人のウェストピッカーが、危険かつ不衛生な環境下で有価物の収集にあたっている。スラバヤ市内の中継拠点にも数千人規模のウェストピッカーが有価物を収集し、販売している。仮に、スラバヤ市内において、50カ所のSuper Depoを展開し、1カ所あたり25人の作業員を雇用することができれば、1,250人の新規労働を作り出すことができる。新規雇用の創出という点から、途上国の貧困層への貢献をすることができる。この、途上国のインフォーマルセクターを中心とした貧困層への貢献は、インドネシア各都市や東南アジアにおいても適用可能である。

2-4 想定する事業の仕組み

2-4-1 事業の概要

スラバヤ市内において中継所としての機能を有するDepo(デポ)を、リサイクル型廃棄物中間処理施設の機能を持つ”Super Depo”へとアップグレードさせる。Super Depoは有価物や有機物を効率的に分別化、再商品化する機能を持ち、投入された最終処分場へのごみの搬入量は、25%程度になると見込まれる。Super Depoで分別された生ごみなどの有機物は、堆肥化を実施した上で、有機肥料製造メーカーなどに販売することを想定している。

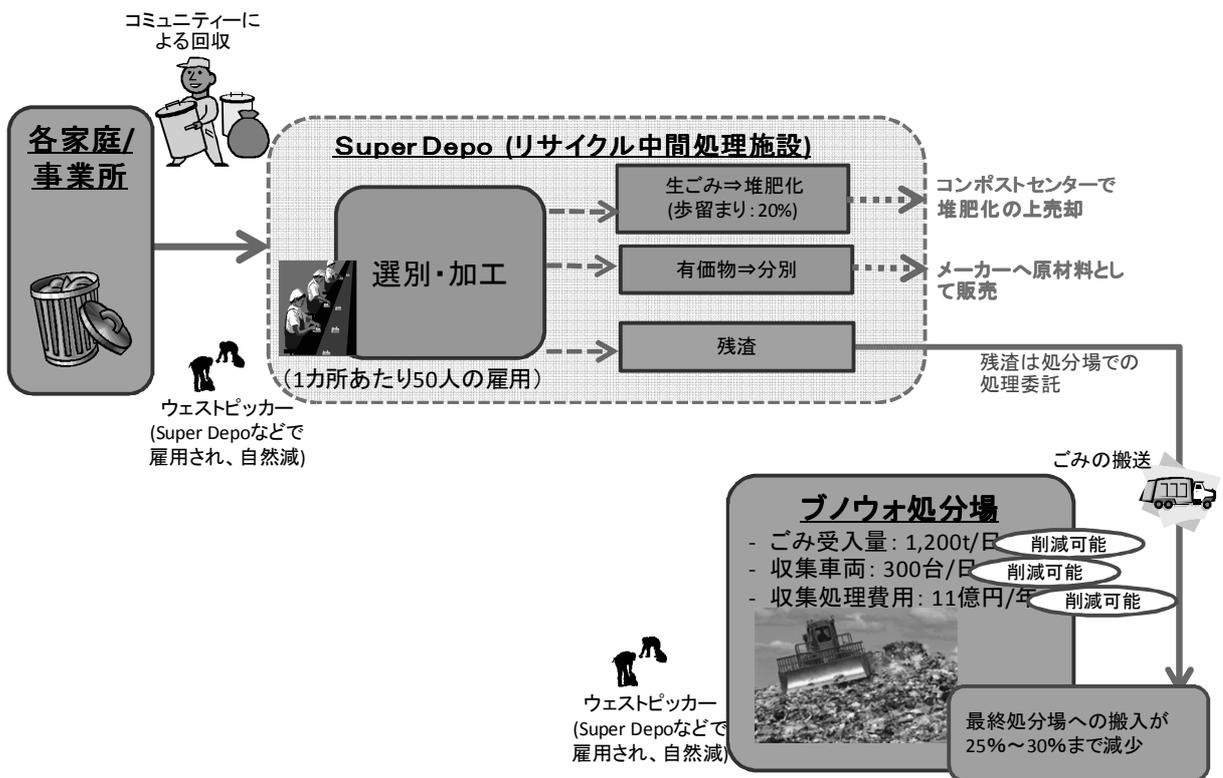


図 11 事業概要

Super Depoにおける具体的な運営については以下を予定している。

1. 分別

約 40m の分別コンベヤーを設置し、約 25 名の作業員が手選別を実施し、「プラスチック類」「金属類」「紙くず」「その他資源物」「異物」に分別する。選別後の残さはすべて「有機ごみ」となる。
2. 洗浄・圧縮、販売

分別された有価物は、販売用途に合わせてさらに分別を行う。そして、洗浄と圧縮を経て、出荷保管場所へ運ばれ、マテリアルリサイクルを実施する工場などに販売される。
3. 有機物のコンポスト化

最終的に残る有機物については破碎をした上で、コンポスト化を実施する。コンポスト化については、将来的には西原商事がスラバヤ市郊外に大規模なコンポストセンターを建設し、集中処理を行う。パイロット事業においては、市中にある既存のコンポストセンターにおいて処理を行う。

図 12 Super Depo におけるオペレーション

将来的な Super Depo の展開イメージとして、以下に見取り図を添付する。人員配置については、のべ人数での作業イメージ（選別工程後に同じ作業員が細分別や圧縮、洗浄を行う）で、実際の人の

数（25名程度）とは異なる。

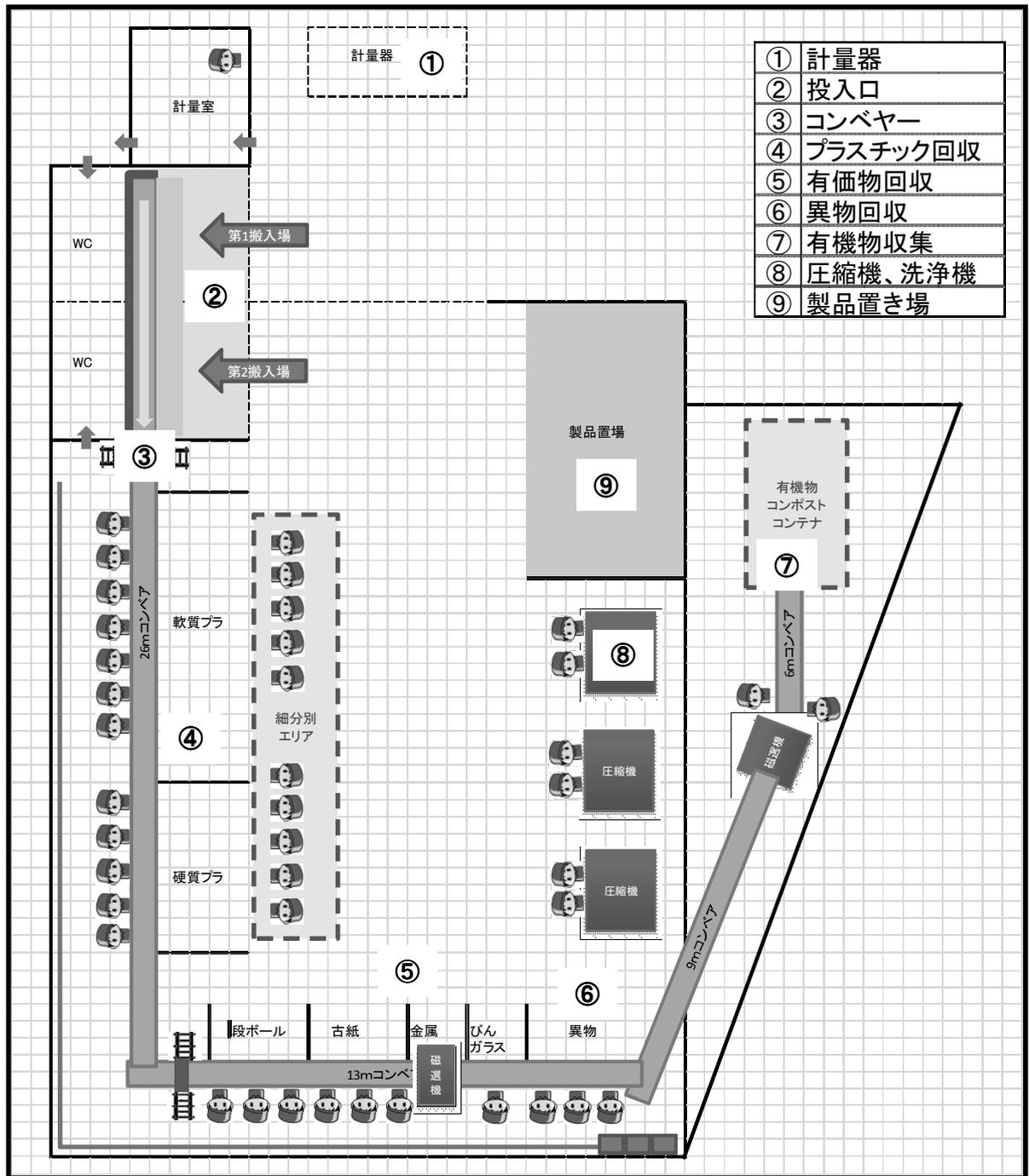


図 13 Super Depo の見取り図に機能番号 (①～⑨) を付与

2-4-2 販売先の検討

当事業による販売物については、大きく二つに分かれる。すなわち、プラスチックを中心とした有価物と、有機物に由来する肥料である。

プラスチックについては、事前調査により、1kgあたり5円程度という価格が判明している。調査

の過程で、スラバヤ市内において有価物の収集、販売を行うバンクサンパ（ごみ銀行という意味）より、買い取り価格表を入手した。販売先は、工場などであり中間業者への販売ではないことから、この価格表を使用して事業性などを検討することとする。

表 14 スラバヤ市における有価物の買い取り価格 ※100 ルピア(Rp=1 円)

種類	詳細	買取価格 (ルピア/kg)	例
銅	ミックス	55,000	ケーブル、発電機
黄銅	ミックス	30,000	
アルミ	プレート	12,000	厚みのあるアルミ
	アルミ	14,000	
	アルミホイル	1,000	歯磨き粉、ガム等
	鍋	10,000	鍋
	缶	10,000	飲料缶
鉄	鉄	3,400	厚みのある鉄
	鉄	2,500	厚みのない鉄
	釘	2,000	釘
	缶	2,000	ミルク缶、ブリキ缶、針金
	トタン	1,700	トタン
紙	段ボール(美品)	1,500	段ボール(茶色)
	段ボール	1,000	段ボール
	新聞	1,850	ジャワポス等
	本	1,000	教科書
	紙	2,000	紙(白)
	紙	800	紙(茶色)
	袋	1,200	セメント包装紙
	その他古紙	500	煙草巻紙、色紙、パンフレット等
ビン	シロップ類	100/個	シロップ等
	ソース類(大)	500/個	ケチャップ等
	ガソリン(美品)	400	
	ガソリン	300	透明に限る
	ビール	1,000/個	ビンタンビールのみ
	ガラス	50	ガラスの破片
	白ビン(小)	200	C1000(商品名)等
軟質プラスチック	透明ビニール	800	透明
	ビニール袋	400	買い物袋等(無地)
	印字ビニール(アルミ無)	500	インスタントラーメン等
	印字ビニール(アルミ有)	100	アイス等

	食用油包装パック	300	食用油
	印字ビニール	300	洗剤パック等
硬質プラスチック	アクアグラス(美品)	5,500	ラベル等取り外し後
	アクアグラス	4,000	
	白ペットボトル(美品)	4,100	ラベル等取り外し後
	白ペットボトル	3,000	
	色ペットボトル(美品)	3,000	ラベル等取り外し後
	色ペットボトル	2,000	
	ペットボトルキャップ	2,500	ペットボトル、ガロンのキャップ
	ボトル	2,200	水、化粧品、牛乳等
	黒ボトル	1,100	洗剤等
	硬質プラスチック	500	おもちゃ、ヘルメット
	ケーブル	1,000	ケーブル
	プラスチック紐	400	包装用
	その他	CD	5,000
廃油		1,000	透明、黒色
ホース		1,000	シャワーホース
塩化ビニール		600	パイプ
ブロンズ		7,500	カラン等
ゴム		600	サンダル、靴
バッテリー		7,000	車等

有機肥料については、スラバヤ市農業局へのヒアリングを実施したほか、スラバヤ市に隣接するグレシック市において化学肥料や有機肥料の生産事業を展開している、ペトロキミアを訪問し、ヒアリングを実施した。事項にて詳細を述べるが、肥料販売会社への販売を想定すると、買い取り価格は1,130ルピア/kg（11.3円/kg）となるが、追加的な有機肥料コストが必要となる。一方、肥料製造会社へ有機肥料の材料として販売する場合は、品質によって270～300ルピア程度が想定される。

2-5 想定する事業実施体制・具体的な普及に向けたスケジュール

2-4にて整理した想定事業（概要）にて、事業化するうえでの主なポイントとしては、以下2点が挙げられる。

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ① Super Depoでの選別・加工後に発生する「有価物」の処理・リサイクル ② Super Depoでの選別・加工後に発生する「生ごみ」の堆肥化・製品（堆肥）の販売 |
|---|

有価物については、前項で掲げた価格で販売できることが分かった。一方、販売できないような品質の悪い有価、具体的には軟質プラスチックや紙のうち、販売不可なもの販売可能性を検討することとした。

製品（堆肥）の販売先を含め、スラバヤ市政府へのヒアリングをもとに現地パートナーとして、次の2社との提携可能性について調査を行った。

2-5-1 現地パートナーの確保状況及び見通し

(1) 肥料メーカー「ペトロキミア」

スラバヤ市農業局へのヒアリングにより、インドネシアにおける肥料の流通経路が以下のような仕組みになっていることが判明した。また、ディストリビューター（問屋）へのヒアリングにより、以下の流通経路で生産・販売される肥料は、政府から補助金により販売価格が安価に抑えられていることが分かった。肥料生産工場から、ディストリビューターへ出荷される時点で、販売価格が安価になっており、肥料生産工場は政府から補助金を受け取っている。

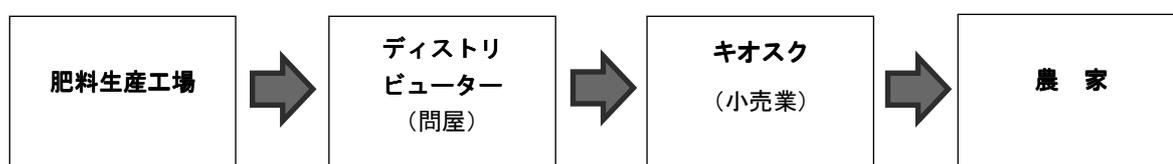


図 14 肥料の生産工場から農家までの流通経路

一般ごみを由来とする堆肥の販売先候補として、スラバヤ市政府より紹介いただいた、スラバヤ市に隣接するグレスック市の肥料工場「ペトロキミア」および、ペトロキミアより委託を受けている有機肥料製造工場へのヒアリングを実施した。

ペトロキミア (PT PETROKIMIA GRESIK) は、1972年に国営企業として創業され、16の肥料工場と5つの化学品（アンモニア、等）製造工場を保有している。16の肥料工場の合計製造能力は440万トン/年、5つの化学品製造工場の合計製造能力は約167万トン/年である。有機肥料については、2005年から製造を開始しており、1万トン/年の製造能力を有している。

同社が生産する有機肥料「Petroganic」は、各地域の肥料製造会社との契約に基づく、委託により生産されている。自社工場の他、2012年時点で合計177の肥料製造工場と契約しており、合計製造能力は年間約177万トンとなっている（1工場で約1万トン/年の製造能力）。しかし、実際の生産量は2012年で約80万トンであり、現在は生産能力が需要を上回っている状態にある。インドネシア政府の政策により、今後需要が拡大することが見込まれている。この需要量をもとに、各工場の生産量を割り当てている。



写真 4 肥料工場のロータリーキルン

有機肥料の製造方法は、177工場全てにてロータリーキルン（回転式の窯）を活用した高速堆肥化装置を導入している。これは、ペトロキミアが指定した堆肥製造プロセスであり、上記装置を導入することが堆肥売買契約締結の必須条件となっている。

インドネシアにおいて、有機肥料の生産量は増加している。その要因の一つとしては、インドネシア政府の有機肥料をしようしたオーガニック農法の促進と、それに伴う農家の有機堆肥に対するニーズの高まりを挙げることができる。しかし、実際に有機肥料を使用して、「土づくり」に必要な投入量には程遠い生産量となっている。具体的には、1haの稲を栽培するのに500kgのPetroganicと300kgのNPK（N：窒素、P：リン酸、K：カリウム）、200kgのUrea（尿素）が必要で、この施肥量と栽培面積を勘案すると330万トンのPetroganicの需要が発生するが、実際にはそれほど使用されていない。

今後、農家のPetroganicの使用ニーズを向上させ、Petroganicの生産量を増加させるための施策の一つとしては、インドネシア政府の政策と連動した、農家への有機肥料使用促進に係るサポートが必要である。具体的には、農家と共同で有機堆肥の適正使用量にもとづく栽培を実施し、有機堆肥未使用時との収量・味覚等の比較を実施するなど、農家に有機肥料を使用するメリットを分かりやすく提示していくことが求められている。なお、ペトロキミアは営農指導にも対応できる体制を有している。

堆肥購入費の補助対象となる農家は、2ha以下の小規模生産農家であることと、農業局に加入していることが条件となる。Petroganic製造委託工場からの堆肥購入価格は1,130ルピア/kg、農家のPetroganic購入価格は500ルピア/kgとなる。この差分は補助金により充当されるが、政府はペトロキミア社に差分を補助金として支払っている。つまり、農家に直接補助金が支払われているわけではない。



写真 5 製造工場ライン

有機肥料「Petroganic」の製造・販売状況について、ペトロキミアとの委託契約により、有機肥料を製造している委託先を訪問し、ヒアリングを実施した。委託先は民間企業となる。

原料として用いているのは主に牛糞とバガス（さとうきびの搾りかす）である。牛糞は 250 ルピア/kg で畜産農家から購入しており、バガスは近くのさとうきび工場から無償で入手している。設備での Petroganic 製造能力は 3~4 トン/時間であり、20~30 トン/日を生産することができる。

生産した Petroganic は指定された袋にパッキングしたうえで 1,130 ルピア/kg（工場引き渡し価格）でペトロキミアが買い取る。買取価格は毎年の契約にて決めてられているが、価格の決定権はペトロキミアにある。ここ 3 年間は、同じ金額での買い取りとなっている。



写真 6 袋詰めされ出荷される有機肥料 Petroorganik

製造に必要なコストとしては、電気代が 40 ルピア/kg、ガス代が最大で 100 ルピア/kg となっている。加えて、指定袋は 1 枚 3,000 ルピアでペトロキミアから買い取っている。施設建設コストは約 17 億ルピア程度。工場の従業員は 30 名弱の規模である。

堆肥製造委託工場で、西原商事が生産する堆肥を利用してもらうためには、インドネシア農業省の基準にもとづくペトロキミアの堆肥の品質基準を満たし、かつ同社からの推薦が必要となる。堆肥の形状は粉状であれば問題ない。まずはペトロキミアに西原商事の堆肥サンプルを持ち込み、分析してもらうことが必要となる。有機肥料の原料の買取価格は 270~300 ルピア/kg (2.7 円~3 円) を想定している。品質によるが交渉により決定する。

現時点では、当事業の実施によって生産される有機肥料の大部分を、ペトロキミアの製造工場に販売することで、安定的な収益を確保できると考えられる。ただし、下記のように、クリアしなければならない課題も残されている。

- 製品の原料として、西原商事で製造した堆肥（家庭からの生ごみで製造した堆肥）を利用する可能性はあるが、鉄（Fe）が入っていないことなど、国にて定めた有機堆肥の基準を満たす必要がある。
- 実際には、ペトロキミアにて工場の見学や製品の分析等が必要となる。
- 有機肥料の品質については、ペトロキミア経由で農業省の検査を受け、合格する必要がある。
- 西原商事から提案書を提出してもらいたい。その内容を見たうえで検討する。

図 15 ペトロキミアより提示された課題

有機ごみから、有機肥料を生産する際のコストと、アウトプットの品質については、今後の検討課題となる。現段階の仮定としては、最終製品のPetrorganikを製造しペトロキミアに販売するよりも、Petrorganikの製造工場に有機肥料の原料として有機ごみから製造するアウトプットを販売する方法が現実的であると考えられる。

(2) セメント会社「セメントインドネシア」

前述の通り、マテリアルリサイクルの対象となるプラスチックについては、種類に応じて1kgあたり5円程度で販売できることが判明している。一方、マテリアルリサイクルの対象とならないプラスチックについて、代替燃料としての活用可能性を調査するために、スラバヤ市政府の紹介により、セメントインドネシア (PT Semen Indonesia) を訪問し、ヒアリングを実施した。

セメントインドネシアは、セメントグレスック (PT Semen Gresik) として、1957年に操業を開始した。1991年に上場したが、株式の73%をインドネシア政府が保有する国営企業であり、インドネシア有数の事業規模を誇る企業である。

セメントインドネシアでは、廃棄物減量化事業として、「Waste to zero project」を実施している。この事業はグレスック市とセメントインドネシアとの間にて実施しており、同社が保有する財団が、オペレーターとなっている。

2007年から12年までに、グレスック市から発生した21万トンのごみは、市街地にあるニーピック処分場にて埋め立て処分しているが、このごみのゼロエミッション化を目指している。

ニーピック処分場に設置された施設において、有価物(主に金属類とRDF (Refuse Derived Fuel、廃棄物固形燃料))原料、有機物(生ごみ)に分別している。RDF原料は燃料として自社のセメントキルンに投入し、生ごみはニーピック処分場に埋め戻している。

本事業では、グレスック市から廃棄物のチップングフィーをもらっていない。グレスック市とセメントインドネシアとの契約(MOU)では処理費用は0円としており、RDFは275ルピア/kgで購入している。なお、RDFの熱量は約5,700kcal/kgとなっている。

西原商事がプラスチックを分別してRPF (Refuse Paper and Plastic Fuel、古紙及び廃プラスチックを主原料とする固形化燃料)を製造するのであれば、販売益を得ることが可能だと考えられる。プラスチックは、生ごみを含むRDFより燃焼カロリーが高いので望ましい。セメントインドネシアでは7,000トン/日の石炭を使用しており、そのうち30%はRDFを使用したいと考えているが、実際には1%程度しか使用していない。良質なプラスチックが入手できれば、積極的に利用したい。問題となるのは、プラスチックの量である。Super Depoで分別されるプラスチック以外にも、最終処分場に埋め立てられているごみを掘り出し、プラスチックや紙を回収するなどの方法も検討する必要がある。

2-5-2 普及・販売等に関する具体的なスケジュール、課題等

現状の仮説として、以下のようなスキームを考案した。①が当パイロット事業の範囲であり、②の堆肥化工場におけるコスト産出とアウトプットの品質管理が来年度以降の検討課題となる。やや論点先取となるが、①+②を組み合わせた事業展開を行うことで、採算性が取れると考えられるために、2015年以降に、リサイクル型中間処理施設と堆肥化工場を組み合わせた事業を展開する。その事業展開と並行するかたちで、処分場のごみから有価物となるプラスチックを選別する「ランド

「フィルマイニング」を含めた事業展開を検討していく。

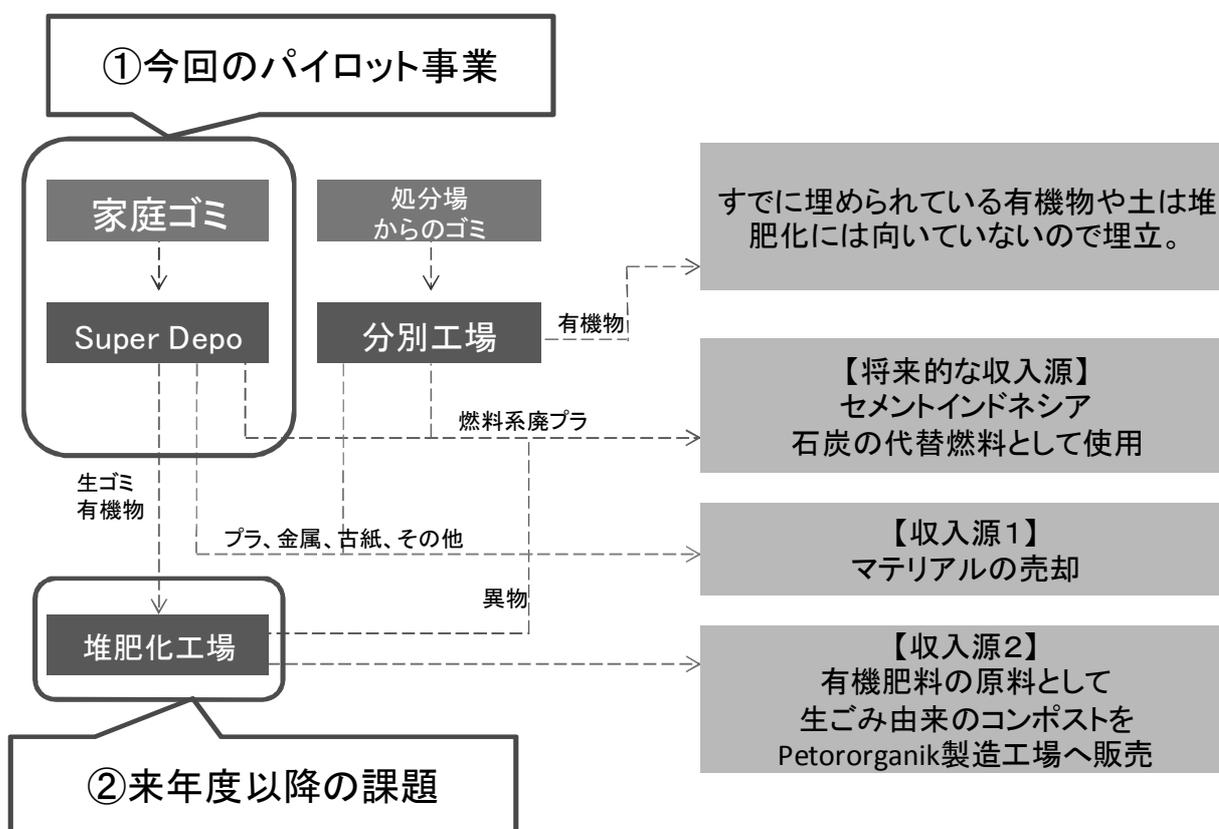


図 16 スラバヤ市における事業スキーム仮説

有機物については、原則として堆肥化を行った上で、有機肥料を生産するペトロキミア社から委託を受けた製造工場へ販売を行う。ペトロキミアおよび委託先の製造工場をパートナーとすることで、農家への販売リスクを回避することができるほか、安定的な販売先を確保することができる。

有価物については、二つのフローが考えられる。マテリアルとして再利用できるプラスチック、金属、古紙などについては、業者への販売が可能である。一方、インドネシアの業者が買い取らないような、リサイクルが困難なプラスチックについては、セメント工場への売却を検討したい。ヒアリングにより、セメント工場では、プラスチックを燃料として4円/kgで買い取っていることが判明した。セメント工場への販売収益については、想定外であったが、当事業の集積性向上に寄与するものと考えている。しかし、セメント工場への販売を行うためには、プラスチックの量を確保することが必要である。そこで、最終処分場に廃棄されたごみからプラスチックを抽出し、販売するという、派生的な事業の可能性が浮上してきた。

なお、最終処分場のごみから廃プラスチックを抽出した残さの大部分は有機ごみとなる。この有機ごみには、さまざまな物質が混入されており、コンポストによる堆肥化には適していないと考えられる。よって、再度埋め立てを実施する。しかし、廃プラスチックを抽出することで、最終処分場のごみの量は削減され、処分場の延命化に寄与することができる。

2-6 リスクへの対応

2-6-1 想定していたリスクへの対応結果

想定していたリスクとしては、「法務、知的財産権等への留意」「宗教、エスニックグループへの配慮」「ウェストピッカーとの共存」の3点を掲げていた。「法務、知的財産権等への留意」「宗教、エスニックグループへの配慮」の2点に関しては、調査を通じて特に問題ないと認識したものの、「ウェストピッカーとの共存」については、現地Depoにてウェストピッカーを束ねるリーダーがおり、そのリーダーとの調整がつかなければ選別・加工人員として十分なウェストピッカーを確保することが困難になる。本件に関しては、スラバヤ政府、ウェストピッカーを束ねるリーダー、西原商事の3社にてSuper Depoでの従業員の確保等について十分に協議を重ね、協力体制を構築することが必要であることを、西原商事、スラバヤ市政府双方にて認識を共有化した。また、今後事業化を進める際、事前にスラバヤ市政府を交えて関係者にて協議することとした。

なお、今回のパイロット事業においては、既存のウェストピッカーとそのリーダーとの関係性を維持したままで、実証を展開した。将来的には、ウェストピッカーを正規雇用するモデルが望ましいが、スラバヤ市政府および既存のウェストピッカーとそのリーダーとの慎重な協議が必要となる。

インフォーマルセクターの正規雇用と、それに伴う既存の利害関係の衝突、つまりウェストピッカーをまとめることで、有価物を安価に入手し、転売しているリーダー（ブンガプル）の既得権益の侵害については、日本においても発生した現象である。近代化に伴うこうした問題の対処法については、北九州市より、かつての経験からの提言をスラバヤ市政府にしていく予定である。

2-6-2 新たに顕在化したリスク及びその対応方法等

日本大使館及びJICAインドネシア事務所より、有機ごみの中に豚肉が含まれていた場合、生産される有機肥料を食品作物に使用することについて、問題はないかという指摘があった。本件について、類似事業を実施しているスマランのナルパティ社にてヒアリングを実施したところ、堆肥化の原料に豚肉が含まれていたとしても、発酵・堆肥化の過程を経ることにより、製品堆肥に豚肉が含まれているかどうか判別できなくなることや、堆肥そのものを口に入れることにはならないため、問題ないとの回答を受けた。

また、農業省へのヒアリングにおいても、特に問題ないという見解を得ることができた。よって、現状では問題ないという認識に立っているが、今後の調査課題としたい。