

平成 20 年度 CDM/JI 実現可能性調査 報告書 概要版

調査名

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

団体名

鹿島建設株式会社

1. プロジェクトの概要

(1) ホスト国、地域

インドネシア、西ジャワ州

(2) プロジェクトの概要

本プロジェクトは、インドネシア国西ジャワ州の 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。PoA（プログラム活動）のバウンダリーを西ジャワ州とし、各自治体における廃棄物処理活動を CPA（CDM プログラム活動）として構築することを計画している。プログラム CDM 実施のための調整管理組織（Coordinating/Managing Entity: CME）は、西ジャワ州環境保護局（BPLHD）を予定しており、CPA の実施者は各自治体またはコミュニティである。CPA は、自治体が発行する他、自治体から民間へ委託して実施することも想定している。事業の開始時期は、2010 年を予定しており、比較的費用対効果の得られやすい大規模または中規模の処分場から事業を開始し、そこで得たクレジット収入を原資として、州内の他の小規模の処分場への展開を図る。

処理量が日 300 トン程度のプロジェクトにおけるクレジット量は 7 年間の平均で約 3.9 万トン CO₂ であり、CER 単価を 13USD/ton、廃棄物処理料を 4USD/ton とするとプロジェクト IRR は約 15% と良好であるが、その他の規模の施設（日 100t、50t、10t 程度）ではマイナスの値となり、コンポスト販売を行うか処理費用を上乗せするなどの対策を講じないと採算はとれないことが判明した。

2. 調査内容

(1) 調査課題

本調査の課題は以下のようにまとめられる。

- 西ジャワ州の実情にあった最適な廃棄物の中間処理方法を選定し、具体的に計画する。
- 西ジャワ州内の各自治体に対して、選定した中間処理技術についてワークショップ等で理解を促進し、実際に計画を推進する自治体を選定する。
- 上記の技術を、プログラム CDM のスキームを使った普及方法について立案し、具体化を行う。
- 好気処理技術やモニタリング方法について、技術的な検討を行う。

(2) 調査実施体制

（日本側）

鹿島建設環境本部：全範囲（特に事業スキームの検討）

(インドネシア側)

西ジャワ州環境保護局(カウンターパート): 各自治体との調整、事業化計画等

科学応用評価庁(BPPT): 基本情報調査等

バンドン工科大学: 廃棄物調査

(3)調査の内容

現地調査は、これまで3回実施し、4回目を1月に計画当中である。これまでの調査における調査内容は下表の通り。

調査期間	調査内容
第1回調査 2008年9月7日 ～年9月13日	<ul style="list-style-type: none"> ・西ジャワ州環境保護局(カウンターパート)との打合せ ・バンドン工科大学と実験に関する打合せ ・CPA候補であるデポック市、ボゴール市担当者への説明、及び処分場・コンポスト施設等の視察 ・民間事業者との意見交換
第2回調査 2008年10月14日 ～2008年10月18日	<ul style="list-style-type: none"> ・バンドン工科大学との共同実験打合せ ・ブカシ市処分場視察 ・分析会社打合せ
第3回調査 2008年11月1日 ～11月9日	<ul style="list-style-type: none"> ・プロジェクト概要に関する公共事業省への説明と意見交換 ・プロジェクト概要に関する環境省DNAへの説明と意見交換 ・西ジャワ州全自治体を集めたワークショップの開催 ・西ジャワ州環境保護局との打合せ ・バンドン工科大学と実験に関する打合せ
第4回調査 2009年1月26日 ～1月30日	<ul style="list-style-type: none"> ・西ジャワ州とのCDM具体化に関する打合せ ・CPA候補自治体との事業具体化に関する打合せ

現地調査を踏まえ、調査課題毎の調査の内容・結果を以下にまとめる。

(課題1)西ジャワ州の実情にあった廃棄物中間処理方法の選定と具体的な計画策定

ジャカルタ特別市の周辺に位置するブカシ市、デポック市、ボゴール市などのベットタウンやバンドン市などでは、廃棄物管理におけるさまざまな問題が発生しており、これを解決するため廃棄物の減量化ニーズが高いこと、ただし、日本や欧州のような高度で高価な技術の導入は資金的にも人材的にも難しいことから、簡易な機械生物処理手法が最適であることが結論付けられた。

西ジャワ州の廃棄物の現状を各自治体へのアンケート結果などから分析した結果、日処理量300トン、100トン、50トン、10トンの施設について試設計を行い、それぞれの事業性についてできるだけ現地単価を用いて算定した。その結果、Initial costは300トン施設で約2億円、10トン施設で約1千万円となり、処理料1トン当りでは、300トン施設で60万円/トン、

10 トン施設で 100 万円 / トンであった。

(課題 2) 適用技術の各自治体への理解促進と CPA 候補自治体の選定

2008 年 11 月 5 日に、バンドン市内のホテルにて州内全自治体の関係者を集めたワークショップを開催し、適用技術やプログラム CDM についての説明を行い、担当者の理解を促進した。その後、4 つの自治体から関心表明が西ジャワ州政府に届いたが、西ジャワ州環境保護局はこの中から、CPA の第一候補自治体としてデポック市を選定したため、09 年 1 月にデポック市に対して詳細な提案を実施した。その結果、デポック市は本提案の実現に積極的な姿勢を見せたものの、既に小規模コンポスト施設の計画が議会に承認されていること、廃棄物処理事業を民間委託した経験がないことなどの理由で、日本側提案の実現には時間がかかりそうであった。

西ジャワ州環境保護局及び西ジャワ州廃棄物管理センターとの協議により、他の候補として、西ジャワ州が独自に計画している 3 つの共同処分場建設時に本提案を導入する案が示された。

(課題 3) プログラム CDM を活用した普及手法の立案

プログラム CDM 実施における CME としては、西ジャワ州知事に指定された外郭組織である西ジャワ州廃棄物管理センターまたは西ジャワ州環境保護局が直接行うことが適当であるとの見解を得たため、今後、西ジャワ州内で協議を行い、来年度予算には盛り込みたいとの意向が示された。

CPA については、具体的な例として、大規模な施設を 1 箇所だけ設置する案や小規模な施設を市内に点在される案などいくつかのパターンを用意した (3.2.5 参照)。廃棄物処理料 (Tipping fee) を 4USD/ton と仮定し、これとクレジット収入のみを収入源として事業性の検討を行った場合、300 トン施設のみが IRR=15% となり、他の規模の施設 (100t, 50t, 10t) ではマイナスの値となった。従って、大規模施設以外では、Tipping fee を上げる、コンポストを販売する、事業費の一部を自治体が助成するなどの措置を行わない限りは事業性がないことが判明した。

プログラム CDM の実施の手順としては 300t 以上の大規模な施設をまず先行運営し、得られる収益の一部も活用しながら小規模な施設の普及促進も行うことが効果的であると考えられる。

(課題 4) 好気処理技術やモニタリング方法等の技術的検討

好気処理技術及びモニタリング方法の検討のため、バンドン工科大学において好気処理試験を実施した。この結果、好気処理期間としては 30 日程度 (最小で 21 日程度) で十分であること、コンポストの収率は約 30% (wet base) であること、30 日間の好気処理により 60% ~ 80% 程度の有機物分解率が得られ IPCC のデフォルトの分解率 $DOC_f=50%$ に比べ大きな分解率が得られることが判明した。今後、更に分解率の安価で簡易なモニタリング方法の検討が必要であるが、好気処理をした残渣を処分場覆土として用いる場合にもモニタリングにより排出削減量を把握することが十分可能であることが示された。

3. プロジェクトの事業化

(1) プロジェクトバウンダリー及びベースラインの設定

PoA のバウンダリーは西ジャワ州とし、各 CPA のバウンダリーは個々の中間処理施設となる。

ベースラインは、現状維持、すなわち「回収されたごみが中間処理されずそのまま最終処分場へ投棄される」ことである。現状維持が最も低コストな廃棄物処理方法であり、コンポストを自治体が高額で全量買い取るなどの政策がない場合、CDM によるクレジットなしにはいかなる中間処理施設も導入されない。

(2) モニタリング計画

本プロジェクトは、承認済み方法論 AM0025 "Avoided emissions from organic waste through alternative waste treatment processes (version 11)" の適用が可能である。本方法論は、ベースライン（プロジェクト活動がなかった場合）として埋立地において有機性廃棄物の嫌気性分解により温暖化ガスであるメタンが発生している状況を想定しており、方法論に既定された下記中間処理手法のうち、ひとつもしくは複数を用いたプロジェクト活動により、このメタン発生の回避を図るものである。このうち、本プロジェクトでは a) に該当する。

- a) 好気条件下でのコンポスト化
- b) 廃棄物のガス化による合成ガス生成とその利用
- c) 嫌気性消化によるバイオガス回収・燃料または利用
- d) 廃棄物固形燃料 (RDF) や安定化バイオマス (SB) 生産。そのための機械、熱処理プロセスの導入。
- e) 廃棄物を焼却し、その熱や電力を利用。

ベースライン排出量

ベースライン排出量は以下の式で算定される。

$$BE_y = (MB_y - MD_{reg,y}) + BE_{ENy}$$

$$BE_{y,a} = BE_y \cdot (1 - RATE^{Compliance}_y), \quad MB_y = BE_{CH4, SWDSy}$$

$$BE_{CH4, SWDS,y} = \varphi \cdot (1 - f) \cdot GWP_{CH4} \cdot (1 - OX) \cdot \frac{16}{12} \cdot F \cdot DOC_f \cdot MCF \cdot \sum_{x=l}^y \sum_j W_{j,x} \cdot DOC_j \cdot e^{-k_j \cdot (y-x)} \cdot (1 - e^{-k_j})$$

以下に主なパラメータの設置値を示す。

パラメータ	数値	参考文献/ 算出方法	
φ	不確実性に関する調整係数	0.9	
OX	酸化係数	土またはコンポストで覆土されている処分場については 0.1 をつかう。	現地調査で処分場のタイプを評価する。

F	埋立地ガス中のメタンの割合 (volume fraction)	0.5 (IPCC 既定値)	IPCC2006 Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories																												
DOC _f	分解性有機炭素 (DOC)の分解される割合	0.5 (IPCC 既定値)	IPCC2006																												
MCF	メタン補正係数	<ul style="list-style-type: none"> •1.0 : 嫌気性処分場。管理されたごみの埋め立てがされていなければならない。(例:決められた場所への廃棄、スカベンジャー、火災の管理水準等)また、次のうち少なくとも一つを備えていること ; (i)覆土材 (ii) 機械による圧縮、または(iii)廃棄物を平らにならす。 •0.5 : 準好気性処分場。廃棄物排出場所の管理がされており、次の廃棄物層に空気を送るための装置をすべて備えているもの ; (i)浸透性覆土材、(ii)浸出処理システム、(iii)調整池、及び(iv)通気システム •0.8 : 管理されていない処分場(深い、又はノ及び高い地下水面があるもの)管理型処分場の基準をすべて満たさないもの。また、近くの地表面にたいして、水面の高さが5 mまたはそれ以上であるものを指す。後者の条件については、廃棄物によって池や川、湿原などの陸水を埋めてしまうことにあたる。 •0.4 : 管理されていない浅型の処分場。すべての処分場が管理型処分場の基準を見たとせず、また深さが 5m以下のものであること。 	IPCC2006																												
DOC _j	廃棄物(分類 i)の分解性有機炭素の割合(重量ベース)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>廃棄物分類 j</th> <th>DOC_j (% wet waste)</th> <th>DOC_j (% dry waste)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>木、木製製品</td> <td>43</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>パルプ、紙及びダンボール(汚泥以外のもの)</td> <td>40</td> <td>44</td> </tr> <tr> <td>食料品、生ごみ、飲料及びタバコ(汚泥以外のもの)</td> <td>15</td> <td>38</td> </tr> <tr> <td>衣類</td> <td>24</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>庭、公園ごみ</td> <td>20</td> <td>49</td> </tr> <tr> <td>ガラス、プラスチック、金属、その他不活性廃棄物</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	廃棄物分類 j	DOC _j (% wet waste)	DOC _j (% dry waste)	木、木製製品	43	50	パルプ、紙及びダンボール(汚泥以外のもの)	40	44	食料品、生ごみ、飲料及びタバコ(汚泥以外のもの)	15	38	衣類	24	30	庭、公園ごみ	20	49	ガラス、プラスチック、金属、その他不活性廃棄物	0	0	IPCC2006							
廃棄物分類 j	DOC _j (% wet waste)	DOC _j (% dry waste)																													
木、木製製品	43	50																													
パルプ、紙及びダンボール(汚泥以外のもの)	40	44																													
食料品、生ごみ、飲料及びタバコ(汚泥以外のもの)	15	38																													
衣類	24	30																													
庭、公園ごみ	20	49																													
ガラス、プラスチック、金属、その他不活性廃棄物	0	0																													
k _j	分解速度定数	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">廃棄物分類 j</th> <th colspan="2">寒帯及び温帯 (MAT ≤ 20)</th> <th colspan="2">熱帯 (MAT > 20)</th> </tr> <tr> <th>Dry (MAP/PET < 1)</th> <th>Wet (MAP/PET > 1)</th> <th>Dry (MAP < 1000mm)</th> <th>Wet (MAP > 1000mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">Slowly degrading パルプ、紙及びダンボール(汚泥以外のもの)、衣類 木、木製製品およびわら</td> <td>0.04</td> <td>0.06</td> <td>0.045</td> <td>0.07</td> </tr> <tr> <td>0.02</td> <td>0.03</td> <td>0.025</td> <td>0.035</td> </tr> <tr> <td>Moderately degrading その他(食品以外)分解性庭・公園ごみ</td> <td>0.05</td> <td>0.10</td> <td>0.065</td> <td>0.17</td> </tr> <tr> <td>Rapidly degrading 食品、生ごみ、汚水、汚泥、飲料及びタバコ</td> <td>0.06</td> <td>0.185</td> <td>0.085</td> <td>0.40</td> </tr> </tbody> </table> <p>NB:MAT : 年平均気温、 MAP : 年平均降水量、 PET : 最大蒸発散、 MAP/PET : 年平均降水量と最大蒸発散の比率</p>	廃棄物分類 j	寒帯及び温帯 (MAT ≤ 20)		熱帯 (MAT > 20)		Dry (MAP/PET < 1)	Wet (MAP/PET > 1)	Dry (MAP < 1000mm)	Wet (MAP > 1000mm)	Slowly degrading パルプ、紙及びダンボール(汚泥以外のもの)、衣類 木、木製製品およびわら	0.04	0.06	0.045	0.07	0.02	0.03	0.025	0.035	Moderately degrading その他(食品以外)分解性庭・公園ごみ	0.05	0.10	0.065	0.17	Rapidly degrading 食品、生ごみ、汚水、汚泥、飲料及びタバコ	0.06	0.185	0.085	0.40	IPCC2006 CDM-PDD に 処分場における気候条件(温度、降水量、可能であれば蒸発散量)を記載する。 可能であれば統計データに基づいた長期間の平均値を用いる。参考文献を示す。
廃棄物分類 j	寒帯及び温帯 (MAT ≤ 20)			熱帯 (MAT > 20)																											
	Dry (MAP/PET < 1)	Wet (MAP/PET > 1)	Dry (MAP < 1000mm)	Wet (MAP > 1000mm)																											
Slowly degrading パルプ、紙及びダンボール(汚泥以外のもの)、衣類 木、木製製品およびわら	0.04	0.06	0.045	0.07																											
	0.02	0.03	0.025	0.035																											
Moderately degrading その他(食品以外)分解性庭・公園ごみ	0.05	0.10	0.065	0.17																											
Rapidly degrading 食品、生ごみ、汚水、汚泥、飲料及びタバコ	0.06	0.185	0.085	0.40																											

プロジェクト排出量の推定方法

プロジェクト排出量には、プロジェクト活動に係る電力消費による排出量、燃料消費による排出量、コンポストプロセス中の排出量、嫌気消化プロセス中の排出量、RDF・SBの燃焼からの排出量、廃棄物焼却からの排出量、廃水処理からの排出量が含まれる。ただし、本プロジェクトでは、 $PE_{c,N2O,y}$ は該当しないので排出量を考慮しない。プロジェクト排出量は下式を用いて算出する。

$$PE_y = PE_{elec,y} + PE_{fuel,y} + PE_{c,N2O,y}$$

$$PE_{elec,y} = EG_{PJ,EF,y} * CEF_{grid}$$

$$PE_{fuel,y} = F_{cons,y} * NCV_{fuel} * EF_{fuel}$$

$$PE_{c,N2O,y} = M_{compost,y} * EF_{c,N2O} * GWP_{N2O}$$

リーケージ

リーケージは、輸送増加からのリーケージ排出量、嫌気消化、ガス化、RDF・SBの処理・燃焼からの残留物あるいは処分場へ投棄される場合のコンポストからのリーケージ排出量、SBのエンドユースからのリーケージ排出量が考えられる。ただし、このうち $L_{r,y}$ は本プロジェクトでは該当しない。また有機コンポストによる化石燃料ベース肥料の代替による正のリーケージ（削減量がプラスになる）は考慮しない。リーケージは下式を用いて算出する。

$$L_y = L_{t,y} + L_{r,y}$$

$$L_{t,y} = NO_{vehicles,i,y} * DT_{i,y} * VF_{cons,i} * NCV_{fuel} * D_{fuel} * EF_{fuel}$$

$$L_{r,y} = M_{compost,y} * DT_{i,y} * VFT_{cons,i} * NCV_{fuel} * D_{fuel} * EF_{fuel}$$

モニタリングパラメータを以下にまとめる。

パラメータ	定義	データ元/計測方法	頻度
$EG_{PJ,EF,y}$	プロジェクト活動により施設内の発電所で発電された、またはグリッドから購入した電力量 (MWh)	電力メーターによる計測	継続的に
CEF_{elec}	プロジェクト活動で発電された電力の排出係数 (tCO ₂ /MWh)	公式書類から算定	年1回または事前算定
$F_{cons,y}$	クレジット期間y年における、施設内の燃料消費量 (mass or volume units of fuel)	請求明細書及び/又は計測	年1回
NCV_{fuel}	燃料の発熱量 (Mj/mass or volume units of fuel)	プロジェクト独自データもしくは国のデータによる。両方がない場合のみ、IPCC 規定値を使ってよい。	年1回または事前算定
EF_{fuel}	燃料の排出係数 (tCO ₂ /MJ)	同上	年1回または事前算定
$M_{compost}$	1年間に生産されたコンポスト量 (tones)	計測	年1回
MB_y	プロジェクトがなかった場合に処分場で発生するメタン量 (tCH ₄)	計算	年1回
$NO_{vehicles,i,y}$	運搬車両 (積載量毎の) (Number)	集計	年1回

パラメータ	定義	データ元/計測方法	頻度
RATE _{Compliance,y}	法律遵守率	自治体の年報に基づき算出	年1回
DT _{i,y}	ベースラインと比較したときの、i種の車両による平均追加運送距離	専門家が評価しDOEによる承認を受ける	年1回
VF _{cons}	i種の車両についての燃料消費量 (litres/kilometer)	燃料メーターによる計測	年1回
S _{a,y}	コンポストプラントにおいてy年中に嫌気性条件化で分解される廃棄物の割合 (%)	酸素測定装置にて計測。統計的に有意なサンプリング方法により、標準化された可動式ガス検出器を使って測定を行う。	週1回
S _{OD,y}	酸素欠乏しているサンプルの数 (例: 酸素含有量 10%以下)		
S _{total,y}	サンプル数		
S _{LE}	嫌気性サンプルの割合 (%)		
S _{OD,LE}	酸素欠乏状態のサンプル数		
S _{LE,total}	サンプル数		
A _{j,x}	'x'年中に最終処分場での埋め立てを免れた廃棄物(分類j)の量 (tones/year)	トラックスケールでの計量	年1回
A _{ci,x}	処分場に投棄されるコンポストの量	トラックスケール等での計量	年1回

(3) 温室効果ガス削減量

排出削減量は、次式を用いて算出した。ベースライン排出量、プロジェクト排出量、リーケージ排出量の算出方法については、前述のとおりである。

$$ER_y = BE_y - PE_y - L_y$$

ER_y : y年の排出削減量 (tCO₂e)
 BE_y : y年のベースラインシナリオの排出量 (tCO₂e)
 PE_y : y年のプロジェクトシナリオの排出量 (tCO₂e)
 L_y : y年のリーゲージ排出量 (tCO₂e)

(1),(2)から計算した温室効果ガス削減量を下表に示す。

日処理量 300t 及び、処理分解物をコンポスト利用する場合の温室効果ガス削減量の計算結果を下表に示す。本プロジェクトは累積処理量が大きくなるにつれてメタン回避量が増えるため、温室効果ガス削減量は年々増加する。7年間の合計で約 28 万 CO₂ トン、年平均 4 万 CO₂ トンの削減量となる。

表 1 温室効果ガス排出削減量(300 トン/日、コンポスト利用)

年	ベースライン 排出量	プロジェクト 排出量	リーケージ	排出削減量 = - -
1	16,296	796	0	15,500
2	28,119	796	0	27,323
3	36,855	796	0	36,059
4	43,512	796	0	42,716
5	48,657	796	0	47,861
6	52,731	796	0	51,935
7	56,070	796	0	55,274
7年間合計				276,059

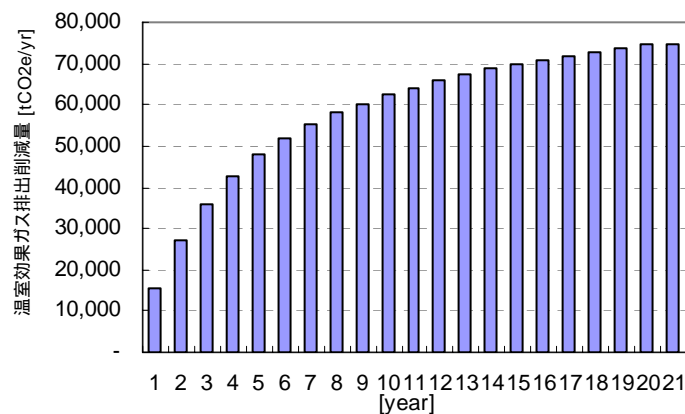


図 1 温室効果ガス排出削減量 (300 トン/日、コンポスト利用)

(4) プロジェクト期間・クレジット獲得期間

本プロジェクトは、現在最初の CPA 実施自治体を選定しているところであり、この自治体の選定と CME となる機関が決まり次第、プログラム CDM の国連登録作業を実施することになる。従って、最も早くても最初の CPA の開始は 2010 年からとなる。PoA の期間は、現状では最長の 28 年とし、個々の CPA のクレジット期間は、7 年の更新付期間とするのが適当であると考えられる。

(5) 環境影響・その他の間接影響

環境影響

本プロジェクトは、基本のごみを好気処理により安定化するものであり、環境への悪影響はほとんどないといえる。廃棄物からの浸出水については、回収し加水用に用いるか適当な浸出水処理施設により処理後、河川等へ排出するものとする。

環境影響評価については、当該施設はその対象外と考えられ、簡易版である UKL/UPL (環境管理計画/環境モニタリング計画) を提出することになる。

社会面

最終処分場の延命化

住民反対等で新規立地が困難な中、最終処分場に投棄される廃棄物量が大幅に低減できるため、最終処分場の延命化が期待でき、新規の最終処分場立地を遅らせることができる。

最終処分場の環境に対する悪いイメージの刷新

本プロジェクトにより、最終処分場には安定化されたものだけが搬入されるため、これまでの劣悪な処分場のイメージを刷新でき、廃棄物処理に対する住民理解を改善できる。そのためには、住民への説明会の開催など自治体が主体的に活動することが肝要である。

3Rの推進

インドネシアでは、中央政府、州政府が3Rを推進しているが、まだまだ市町村レベルでの取り組みは進んでいないのが現状である。本プロジェクトの活動が十分住民にも情報が行き届き、廃棄物減量化や分別の重要性に関する理解が浸透すれば、コミュニティーレベルや各家庭レベルでの3Rの推進にもつながるものと期待される。

経済面

ごみ処分量の削減による「ごみ処理に係る社会的費用負担」の軽減

本プロジェクトの実施にはコストが生じるが、その一方で、自治体が取扱うごみ処分量が削減されることにより、発生源から最終処分場までの廃棄物の収集・運搬費用の削減にもつながることから、市財政にとっての経済的メリットも期待される。

雇用の創出

施設の建設・運転により新しい雇用が創設できる。

3R 産業の強化

これまで、廃棄物からの有価物の回収・再利用は、スカベンジャーを初めとしたインフォーマルセクターにより行われてきた。本プロジェクトにより、更に3Rの推進が期待され、それにより新しいビジネスの創出へつながることも期待できる。また、コンポストの活用に関する取り組みが強化されることも期待される。

(6)利害関係者のコメント

CDM-SSC-PoA-DD (version 01)では、環境影響評価同様、利害関係者コメントの実施についても、PoAレベルまたはCPAレベルのいずれかで実施するか選択し、またその理由を述べることが規定されている。

本プロジェクトで想定されるステークホルダーは、西ジャワ州政府、P3JB、各自治体などの公的機関と、地域住民、及び地域で活動する社会・環境NGO、学識関係者等が含まれる。インドネシアでは、廃棄物の最終処分場や中間処理施設に関する住民の反対運動も多いため、本事業で実際にCPAを開始する際には、CPAレベルでのステークホルダーミーティングが必要

になると考えている。しかし、プロジェクト形成にかかる手間やコストをできるだけ低減するために、PoA レベルで実施可能なステークホルダーについては、ワークショップを開催してまとめて収集する手法を採用することとした。PoA レベルでのワークショップで対象とするのは、環境省、公共事業省、西ジャワ州政府、各自治体などの公的機関と、学識経験者、NGO などとした。

本調査では、2008 年 11 月に西ジャワ州政府、各自治体、中央政府、NGO、民間企業等を集めたワークショップを開催して PoA レベルでのコメント収集をした。本プロジェクトスキームに対して理解が得られ、否定的な意見は出されなかった。

なお、CPA レベルのコメント収集については、本調査終了後、個別の CPA について具体的な議論ができる環境が整ってから実施するものとする。

(7) プロジェクトの実施体制

本プログラム CDM 事業における CME は西ジャワ州環境保護局を、CPA の実施者は西ジャワ州内の各自治体を想定している。なお、CPA の実施については、インドネシアでは廃棄物処理事業の民間委託が認められており、CDM 事業もこの形態で行われている事例があることから、民間委託も考えられる。

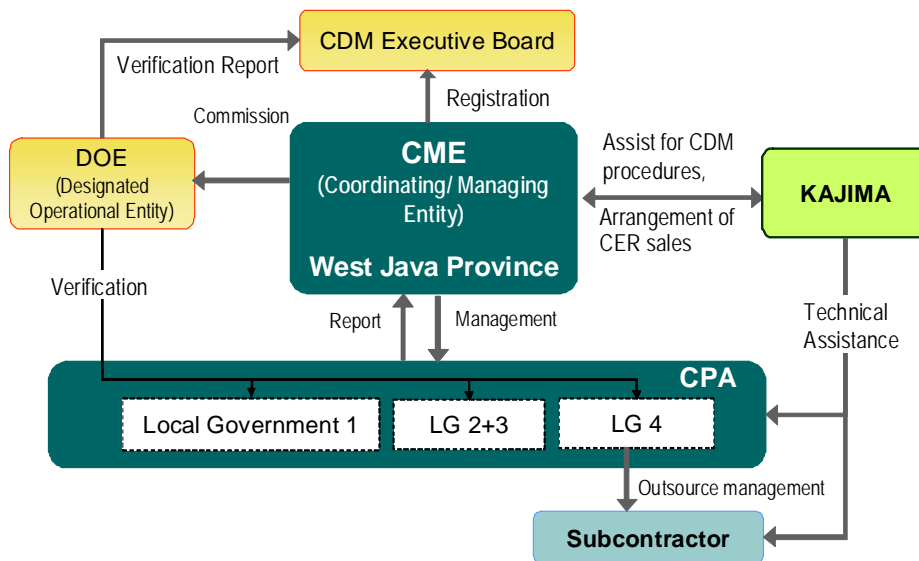


図 2 プロジェクト実施体制

(8) 資金計画

処理分解物をコンポスト利用する場合の 300t 施設と 10t 施設について収入と支出を下表にまとめる。

表 2 300t 施設 (コンポスト利用) のキャッシュイン、キャッシュアウト

Cost USD			Income USD										
Initial (a)	1,834,745	Payment to CME *	CERs	Comission to UN-EB	CER Sales	Treated MSW	Tipping fee	Plastics Production	Plastics Sales	Compost Production	Compost Sales**	Income Total	Profit
O/M (b)	(c)	tonCO2	USD	13	ton	4	ton	0	ton	40	(d)	d-b-c	
1 year	190,622	19,747	15,500	1,600	197,470	99,000	396,000	18,810	0	21,087	0	591,870	381,501
2 year	190,622	34,810	27,323	3,965	348,095	99,000	396,000	18,810	0	21,087	0	740,130	514,699
3 year	190,622	45,939	36,059	5,712	459,392	99,000	396,000	18,810	0	21,087	0	849,680	613,119
4 year	190,622	54,420	42,716	7,043	544,202	99,000	396,000	18,810	0	21,087	0	933,159	688,116
5 year	190,622	60,975	47,861	8,072	609,749	99,000	396,000	18,810	0	21,087	0	997,677	746,080
6 year	190,622	66,165	51,935	8,887	661,652	99,000	396,000	18,810	0	21,087	0	1,048,765	791,978
7 year	190,622	70,419	55,274	9,555	704,191	99,000	396,000	18,810	0	21,087	0	1,090,636	829,595
O/M Total	1,334,354	352,475	276,668	44,834	3,524,750	693,000	2,772,000	131,670	0	147,609	0	6,251,917	4,565,088
IRR (7 years)			15%										
Payback Period			5 years										

表 3 10t 施設 (コンポスト利用) のキャッシュイン、キャッシュアウト

Cost USD			Income USD										
Initial (a)	113,234	Payment to CME *	CERs	Comission to UN-EB	CER Sales	Treated MSW	Tipping fee	Plastics Production	Plastics Sales	Compost Production	Compost Sales::	Income Total	Profit
O/M (b)	(c)	tonCO2	USD	13	ton	4	ton	0	ton	40	(d)	d-b-c	
1 year	19,615	637	500	50	6,373	3,300	13,200	627	0	703	28,116	47,639	27,387
2 year	19,615	1,139	894	89	11,393	3,300	13,200	627	0	703	28,116	52,620	31,866
3 year	19,615	1,510	1,186	119	15,103	3,300	13,200	627	0	703	28,116	56,301	35,176
4 year	19,615	1,793	1,407	141	17,930	3,300	13,200	627	0	703	28,116	59,106	37,698
5 year	19,615	2,012	1,579	158	20,115	3,300	13,200	627	0	703	28,116	61,273	39,647
6 year	19,615	2,185	1,715	171	21,845	3,300	13,200	627	0	703	28,116	62,990	41,191
7 year	19,615	2,326	1,826	183	23,263	3,300	13,200	627	0	703	28,116	64,397	42,456
O/M Total	137,303	11,602	9,107	911	116,023	23,100	92,400	4,389	0	4,920	196,812	404,324	255,419
IRR (7 years)			11%										
Payback Period			5 years										

資金の調達については自治体と民間のそれぞれについて以下の方法が考えられる。

自治体	<ul style="list-style-type: none"> 自己予算を確保 (Bekasi 市、Depok 市、Bogor 市、Bandung 市など中規模以上の都市で廃棄物予算が十分に確保できる都市では可能性あり) ODA や世界銀行等からのローン (要請にあたっては、中央政府との協議が必要) 炭素クレジットの一部前払い
民間	<ul style="list-style-type: none"> 銀行ローン 民間からの出資 炭素クレジットの一部前払い

(9) 経済性分析

検討した 4 つのケースにおける採算性を以下にまとめる。廃棄物処理費収入とクレジット売却収入のみを収入とするケースを基本とし、コンポストを全量販売するケースの他、基本ケースで採算の取れない場合は生産したコンポストをどれだけ販売すれば採算が取れるかについても検討した。ここではコンポスト処理費用は 4USD/ton と固定した。また、プラスチックの販売は、条件等の検討がなされていないため無視した。

300t 施設では処理費とクレジットだけで十分成立する事業となるが、それ以外ではコンポストの販売を行う、処理費を上乗せする、プラスチックを販売するなどの措置を取らないと採算が取れないことが判明した。100t 施設と 50t 施設については、コンポスト販売量は生産量の 15% 以上確保できればよく、また、10t 施設についてはコンポスト販売率は 70%以上でなければならないが、生産量自体が少ないためいずれのケースでも実現性が高いと考えられる。

表 4 事業採算性検討結果のまとめ

	300t	100t	50t	10t
コンポスト販売なしの場合の IRR と投資回収年数	15% 5 年	Negative	Negative	Negative
コンポストを全量販売した場合の IRR と投資回収年数	73% 2 年	33% 3 年	34% 3 年	11% 5 年
7 年間で採算が取れる最低のコンポスト販売率	-	15%	15%	70%

(10)追加性の証明

追加性は、追加性ツール (Tool for the demonstration and assessment of additionality version 05.2) を用いて証明する。

ステップ 1 : 現行の法律及び規制に合致したプロジェクト活動に対する代替案の同定

ステップ 1 では、本プロジェクトの代替案となりベースラインとなり得るシナリオを検討する。

準ステップ 1a : 代替案の定義

代替案として、以下のシナリオを挙げる。

M1 : コンポスト化処理が CDM プロジェクトとしてではなく実行される。

M2 : ごみが、LFG を回収・燃焼している処分場に埋立てられる。

M3 : ごみが、LFG を回収・燃焼していない処分場に埋立てられる (ベースライン) 。

準ステップ 1b. : 必要な法規との整合性

インドネシア及び西ジャワ州では、最終処分場で LFG を回収・燃焼することを規定した法規制はない。したがって、ステップ 1a で挙げられたシナリオは全てインドネシア及びプロジェクト地域の法規制を遵守したものである。

ステップ 3 : 障壁分析

このステップでは、提案されたプロジェクトの実施にあたり、以下のような障壁が存在するかどうかを検討する。

- この種のプロジェクト活動の実施を妨げる障壁が存在し
- かつ、少なくとも一つの代替案の実施は妨げない

準ステップ3a:提案されたCDMプロジェクトの実施に対するバリアの固定

本プロジェクトの実施には以下の障壁が存在する。

A. 投資障壁

本プロジェクトで製造されるコンポストは、都市廃棄物から分別された有機ごみを原料とするため、肥料としての品質基準を満たすことはできないと予想される。そのため、その用途は土壌改良剤または最終処分場での覆土など限定され、販売したとしても市場価格は低く、コンポスト販売による大きな事業収入は見込めない。また、処理量に応じて4USD/トン程度の処理料(tipping fee)を回収することを計画しているが、この程度の処理料では施設の建設費用及び運営費用を賄うには不足しており、CER売却による追加的な収入があってはじめて経済的に実行可能なプロジェクトとなり得る。最終処分場におけるLFG回収についても、インドネシアにおいては経済的に魅力的ではないといえる。ガスをエネルギー利用するためには高い初期投資・運営費用が必要であるが、実際に回収できるガス量が少ないのが実情であり、発電等による大きな収入は見込めず、投資バリアが存在することは明らかである。

B. 技術障壁

本プロジェクトで計画している中規模及び大規模プロジェクトに対して導入する技術はインドネシアでは現段階で本格的には導入されていない技術である。現在でも、既にインドネシア国内には多くのコンポスト施設が建設・運営されており、その設備は国内で調達されたものも多いが、いずれも小規模な施設のみである。都市廃棄物を対象とした大規模な施設はインドネシア国内では導入事例はまだほとんどないものであり、その設備を国内で調達することはできないので、高価な輸入品を使用する必要がある。また、コンポスト化技術もまだ十分ではない。有機ごみとその他のごみの選別もほとんどすることなくそのまま発酵させているため、最終製品の品質も低く、また好気性発酵のために必要な切り替えし等の作業も不十分で効率が悪い。一方、インドネシア政府が定めているコンポストの品質基準は高く、ほとんどのコンポスト製品はこの基準を満たすことができていない状況である。このように、インドネシア国内では、まだ適切なコンポスト化技術が普及していないのが実情である。最終処分場におけるLFG回収・利用については、まだインドネシア国内で安定的に稼働している施設は少なく、普及しているとは言えない。

準ステップ3b:同定された障壁が最低一つの代替シナリオの実現の障壁とならないことを示す

準ステップ3aにより、M1およびM2のシナリオの実施は障壁が存在することが明らかになった。一方、現状維持であるM3”ごみが、LFGを回収・燃焼していない処分場に埋立てられる”シナリオの実施を妨げることはない。

ステップ4：一般的慣行分析

ステップ3の分析結果を補足するために、ステップ4では提案されたプロジェクトタイプ(技術または運用)が既に関係セクターや地域に普及しているかを検討する。

準ステップ4a:提案されたプロジェクトに類似する他の活動の分析

インドネシア国内では、国や市政府の取り組みのひとつとして、処分場内部またはそれ以外に小規模なコンポストプラントが建設されている例が見られる。しかし、ほとんどのコンポストプラントは、中央政府がモデル事業として補助金を出して建設したものである。また、いずれのコンポストプラントでも、初期投資、運営コストに対してコンポスト製品販売による収入額は非常に少なく、市政府からの補助金によって運営がまかなわれているか、または稼働を停止してしまっているケースが多いのが実情である。

準ステップ4b:進行中の類似の選択肢の分析

準ステップ4aで述べた現状を考慮すると、コンポスト製品を販売したとしても、その販売収入以外の収入源・資金源がない限り、活動を継続して実施することは難しいといえる。

以上の検討から、本プロジェクトと類似のものが実施される見込みはなく、CDMプロジェクトとして登録されることは、本プロジェクトの実施に不可欠であるため、本プロジェクトには追加性があると判断できる。

(11)事業化の見込み・課題

前述の通り、11月にワークショップを開催し各自治体への説明を終えたところであり、事業化へ向けて、詳細な議論を進めているところである。これまでのところ、西ジャワ州政府も各自治体も本プロジェクトを歓迎し期待しているが、プログラム CDM として国連登録を行い、事業化するに当たっては、以下にあげるような課題をクリアする必要がある。

CME のオーソライズ

2章に記述したように、CME の候補としては、BPLHD が有力である。しかし、BPLHD が CME となるためには、西ジャワ州内で協議を行い、最終的に知事から承認を得る必要がある。BPLHD が州内の協議を開始し、合意をとるまでにはまだ時間がかかるものと考えられ、そのためには、日本側からも様々なレベルでアプローチし支援する必要がある。

CPA 実施自治体の選定

2章で述べたように CPA に興味を示している自治体は多いが、実際に CPA としての事業プランを持っている自治体はほとんどない。本調査においては、デポック市が BPLHD から推奨され詳細検討を行ったが、デポック市においても事業化のためには様々な課題をクリアする必要があることが判明した。CPA の候補としては、西ジャワ州政府が独自に入札を計画している3箇所の共同処分場も考えられる。プログラム CDM 登録のためには最低1つの CPA が必要であることから、もっとも事業化の早いものをターゲットに CPA を選定する必要がある。

CPA の詳細な実施計画

9.2 事業性の検討で述べたように、日処理量 300t 施設の場合以外は、今想定したコンポスト処理料 (Tipping Fee) 4USD/ton と CER 売却収入だけでは採算が取れない。これまで、廃棄物処理事業は自体体が直接実施しており、一定の Tipping Fee を支払うこと体制さえないのである。また、コンポストについてもそれぞれ自治体において、何に利用するか、供給

に対して需要はどの程度か、一般に販売するのかそれとも自治体が公費で一括購入するのかなど、詳細な計画を立てる必要がある。その上で、100t以下の施設の導入も可能とするため、Tipping Feeを上げる、コンポストを販売する、建設費の一部を公費で助成する等の対策を各自治体がそれぞれの状況に応じ詳細に検討し、適切な計画を立てる必要がある。

CME - CPA 間の規則の制定

CME - CPA 間で最も問題となることが予想される事項は、炭素クレジット売却収入の配分である。CME の運営に必要な費用や小規模な CPA の普及促進に必要な費用について、CPA を実施する自治体が納得できるルールを策定することが必要である。こうした検討を支援するために日本側は、CME の必要経費の積算を行い、CPA から CME への供出割合を検討するためのエクセルシートを作成し西ジャワ州側に提供した。今後は、この計算シートに従って西ジャワ州側が検討を深めることが必要である。

民間委託の障害

9.5 資金計画で述べたように、事業形態としては民間委託が最も可能性が高いと考えられるが、そのためにはインドネシアにおいて大統領令 2005 - No により、入札による委託業者選定が必要である。本法令は、公共セクターの民間委託のプロセスを明確にすることを目的として定められたものである。これにより、事前に入札希望業者が事業計画等を作成しても、その業者が入札で選定されるとは限らず、したがって、自治体が独自に事業計画を立て、それをもとに入札を行う必要がある。これには時間も費用もかかることが予想され、早期の事業化の障害となるものと考えられる。

また、インドネシアにおいて公共サービスの民間委託はほとんどの自治体で経験がなく、入札等により業者選定を行うノウハウが蓄積されていない。これに対しては、中央政府（特に公共事業省）や州政府が協力し、対応する必要がある。

4 . (プレ) バリデーション (実施した場合のみ)

(1) (プレ) バリデーションの概要

なし

(2) DOE とのやりとりの経過

なし

5 . ホスト国におけるコベネフィットの実現

(1) ホスト国における公害防止の評価

臭気、水質、火災、崩落、処分場供用期間、住民理解の6つの指標を用いコベネフィット指標を考案した。それぞれの評価項目ごとに5段階の評価とし、公害・災害指標、社会指標の2つに大分類し、更に公害・災害指標は公害指標と災害指標の2つに分類した。なお、評価は数字が大きいほうが良好であるものとする。

公害指標

項目 a：臭気

(最終処分場)

値	表 現	適用技術例
1	処分場周辺からも明らかに悪臭（強い臭い）と認知される（臭気強度 4 または 5）	劣悪なオープンダンピング
2	処分場内において明らかに悪臭と認知される（臭気強度 4 または 5）	オープンダンピング
3	投棄直後や部分的な悪臭が認知される程度。 （臭気強度 2 または 3）	管理型処分場（比較的早期に覆土、浸出水回収施設あり）
4	部分的な臭気であり、その臭気強度も 1 または 2 程度。	良好な管理型処分場
5	ほぼ無臭（臭気強度 0 または 1）	中間処理（好気処理等により分解済）

(運搬時)

値	表 現	適用技術
1	周辺住民から臭気について頻繁に苦情がでる（臭気強度 4 ~ 5）	中間処理（好気処理等により分解済）
2	周辺住民から臭気について頻繁に苦情がでる（臭気強度 3 ~ 4）	
3	周辺住民から臭気についてまれに苦情がでる（臭気強度 2 または 3）	
4	臭気はほとんど感じられず周辺住民からの苦情もでない（臭気強度 1 または 2）	
5	ほぼ無臭	

項目 b：水質

値	表 現	適用技術例
1	インドネシアの基準レベルを大きく下回る	浸出水処理施設のない最終処分場
2	インドネシアの基準レベルを若干下回る	爆気またはラグーン程度の浸出水処理施設のある最終処分場より高度な浸出水処理施設を有するか中間処理を実施
3	インドネシアや日本政府の基準遵守レベル	
4	日本の自治体の上乗せ基準をほぼ遵守	
5	日本の自治体の上乗せ基準を常時遵守	

災害指標

項目 c：火災

値	表 現	適用技術例
1	覆土がなくメタン発生量も多いため、乾季にメタン酸化からプラスチック等に引火して火災を引き起こす	オープンダンピング(覆土なし)
2	覆土が十分でなくメタン発生量も多いため、乾季にはメタン酸化が常習的に発生している	
3	覆土等の管理が十分なされているかメタン発生量が少ないため、火災につながるリスクが小さい	管理型(比較的早期に覆土、浸出水回収施設あり)
4	覆土等の管理が十分でかつメタンそのものの発生量が少なく火災のリスクが小さい	中間処理(好気処理等により分解済)
5	火災のリスクがない	

項目 d：崩落

値	表 現	適用技術
1	締固が不十分なまま 30m 以上積上られているか、斜面に無造作に投棄されており大規模な崩落の危険度が高い	劣悪なオープンダンピング(覆土なし)
2	大規模ではないが崩落の危険度が高い(処分高さ 30m 未満のオープンダンピング等)	オープンダンピング
3	ある程度の管理はなされているが、部分的には崩落の可能性がある	管理型
4	該当なし	
5	締固等の管理が十分であり崩落の危険性はない	

社会指標

項目 e：減容化率

値	表 現	適用技術
1	減容化率はほとんどゼロ	オープンダンピング
2	減容化率 20%以上	
3	減容化率 40%以上	
4	減容化率 60%以上	ランドフィルマイニング
5	減量化率は 80%を越える。	MBT、焼却

項目 f：処分場供用期間

値	表 現	適用技術
1	処分場の延命化がなされない	現状維持。処分場ガス回収 CDM。
2	該当なし	
3	現況の残存供用期間を数年程度延命化できる	ランドフィルマイニング*。
4	条件が整えば飛躍的な延命化が期待できる	
5	飛躍的な延命化が期待できる	分別 3 R。中間処理。

*現況の処分場を掘削し有価物等を回収する方法

項目 g：住民理解

値	表 現	適用技術
1	住民からの反対が強硬で具体的な反対行動も頻繁	劣悪なオープンダンピング オープンダンピング
2	住民からの反対意見等が頻繁によせられる	
3	反対意見はあるものの具体的な問題とはなっていない	
4	理解は得られているものの将来的には問題となることもありえる	
5	十分な理解が得られている	

(2) コベネフィット指標の提案 (提案できる調査結果がある場合)

総合評価は、CASBEE (建築物総合環境性能評価システム) に用いられている手法を参考にした評価ランクを設定した。すなわち、それぞれの指標を重み付けにより合計し公害・災害指標 P と社会指標 Q を算定し、それらを 100 点満点に換算し下図から評価ランクを算定するものである。評価ランクは、「S ランク」、「A ランク」、「B+ ランク」、「B- ランク」、「C ランク」の 5 段階評価とする。それぞれの評価項目に重み係数を乗じたものもとに評価する。

表に技術ごとの試算例と評価結果を示す。

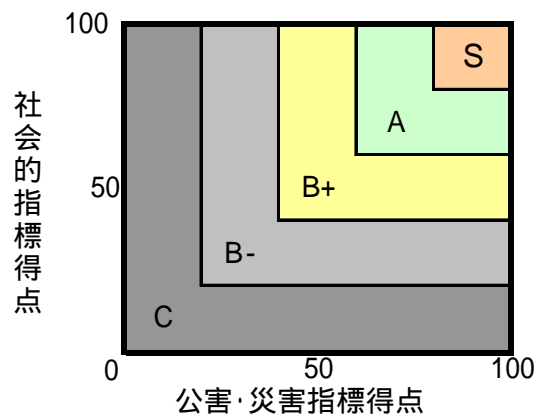


図 3 評価ランクと得点の関係

表 5 技術ごとの試算例と評価結果

項目	重み係数	重み設定理由	事例		
			オープンダンピング	処分場ガス回収	MBT
a. 臭気	0.4	影響は限定的である。	1	3	4
b. 水質	0.6	周辺環境や健康に影響が大きい。	2	2	4
	0.5	公害指標	1.6	2.4	4
c. 火災	0.3	影響は限定的である。	1	4	5
d. 崩落	0.7	人的被害に結びつく可能性が大きい。	2	3	4
	0.5	災害指標	1.7	3.3	4.3
		公害・災害指標: P	1.7	2.85	4.2
		25*(P-1)	16.3	46.3	78.8
e. 減容化率	0.3	eとfは一对として廃棄物処分問題の根幹をなすもので、最も深刻な問題である。	1	1	5
f. 処分場供用期間	0.3		1	2	4
e. 住民理解	0.4	同上	1	3	4
		社会指標: S	0.7	1.8	4.3
		25*(Q-1)	-7.5	20.0	82.5

総合判定	C	B-	S
コメント	公害・災害の全項目について問題がある。社会的にも深刻な問題である。	覆土及びガス回収により臭気や火災防止に一定の効果はあるものの、ごみの減量化には効果はない。	早期に安定化が図れ、ごみ大幅に減量化できるため、処分場供用期間を大幅に延長でき、住民理解も得られやすい。

参考文献

財団法人建築環境・省エネルギー機構，建築物総合環境性能評価システム評価マニュアル 2008 年版