

平成 20 年度 C D M / J I 事業調査

インドネシア・西ジャワ州廃棄物処理 プログラム C D M 事業調査

報告書

平成 2 1 年 2 月

鹿島建設株式会社

目 次

第1章 基礎情報

1.1 プロジェクトの概要.....	1-1
1.2 企画立案の背景	1-1
1.3 ホスト国及び地域.....	1-2
1.4 インドネシア共和国の基本情報.....	1-2
1.4.1 地理・地形	1-2
1.4.2 気候	1-3
1.4.3 歴史	1-4
1.4.4 政治	1-5
1.4.5 経済状況	1-6
1.5 インドネシアにおける環境関連法規.....	1-8
1.5.1 環境行政組織.....	1-8
1.5.2 環境法令	1-8
1.6 インドネシアにおける廃棄物管理の現状.....	1-17
1.6.1 廃棄物管理体制.....	1-17
1.6.2 廃棄物処理の現状.....	1-21
1.6.3 リサイクルの状況.....	1-22
1.7 インドネシアの CDM/JI に関する政策・状況等.....	1-24
1.7.1 温室効果ガス排出量の現状.....	1-24
1.7.2 地球温暖化対策の経緯.....	1-25
1.7.3 CDM 関連法規	1-26
1.7.4 CDM プロジェクト審査体制及び承認プロセス.....	1-26
1.7.5 インドネシアにおける CDM プロジェクトの状況.....	1-29
1.8 提案プロジェクトがホスト国の持続可能な開発に貢献できる点.....	1-31
1.9 提案プロジェクトの技術移転の側面.....	1-33

第2章 調査内容

2.1 調査課題	2-1
2.2 調査体制	2-1
2.3 調査内容	2-2

第3章 プロジェクト概要

3.1 プロジェクト内容.....	3-1
3.2 プログラム CDM の適用	3-1

3.2.1	プログラム活動(PoA)の定義[EB32 Anx38].....	3-1
3.2.2	本プロジェクトにおけるプログラム CDM 適用の意義.....	3-2
3.2.3	調整または管理主体 (CME)	3-2
3.2.4	PoA	3-3
3.2.5	CPA	3-3
3.3	プロジェクトサイト.....	3-4
3.3.1	PoA 対象地域：西ジャワ州.....	3-4
3.4	プロジェクト適用技術.....	3-11
3.4.1	機械・生物処理.....	3-11
3.4.2	機械選別工程.....	3-12
3.4.3	生物処理工程.....	3-13
3.4.4	RDF(Refuse Derived Fuel).....	3-14
3.5	廃棄物好気安定化処理試験.....	3-14
第4章 ベースラインシナリオ		
4.1	方法論の概要	4-1
4.2	方法論の正当性と適用条件.....	4-2
4.3	ベースラインシナリオ.....	4-3
4.4	プロジェクトバウンダリー.....	4-5
4.5	ベースライン排出量の算出方法.....	4-6
4.6	プロジェクト排出量の推定方法.....	4-9
4.7	リーケージ	4-10
4.8	排出削減量の算出方法.....	4-11
4.9	プロジェクトの追加性.....	4-11
第5章 モニタリング計画		
5.1	本プロジェクトに適用するモニタリング方法論.....	5-1
5.2	モニタリング項目とその品質管理・品質保証.....	5-1
5.3	モニタリング体制.....	5-3
第6章 温室効果ガス排出削減効果		
6.1	ベースライン排出量.....	6-1
6.2	プロジェクト排出量.....	6-3
6.3	リーケージ	6-3
6.4	温室効果ガス排出削減量.....	6-4

第7章 プロジェクト実施に伴う影響

7.1 環境影響評価制度（AMDAL）	7-1
7.1.1 環境影響評価の対象事業	7-1
7.1.2 AMDAL の所管官庁	7-2
7.1.3 AMDAL の実施機関	7-3
7.1.4 AMDAL の実施手続き	7-3
7.1.5 AMDAL の実施を必要としない事業における環境配慮および手続き	7-5
7.2 本プロジェクトにおける環境影響分析	7-6
7.2.1 想定される環境影響	7-6
7.2.2 環境保全対策	7-7
7.3 その他の間接影響・効果	7-9
7.3.1 社会面での影響・効果	7-9
7.3.2 経済面での影響	7-9

第8章 利害関係者コメント

8.1 PoA レベルでのコメント収集（ワークショップ概要）	8-1
--------------------------------	-----

第9章 プロジェクト実施計画

9.1 施設計画	9-1
9.1.1 施設計画概要	9-1
9.1.2 概算費用	9-4
9.2 事業性の検討	9-5
9.3 事業実施体制	9-7
9.4 プロジェクト実施期間/クレジット獲得期間	9-8
9.4.1 プロジェクト実施期間	9-8
9.4.2 クレジット獲得期間	9-8
9.5 資金計画	9-8
9.6 事業化に向けた課題	9-9

第10章 温暖化対策と公害対策のコベネフィット実現方法及び指標化に関する調査

10.1 廃棄物処理における環境問題	10-1
10.2 関連指標	10-2
10.3 コベネフィット指標の検討	10-4

第1章 基礎情報

1.1 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、自治体を実施する他、自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。

1.2 企画立案の背景

東南アジア諸国・地域が抱える環境問題のひとつが都市ごみ処理の問題である。ごみ量が増大している一方で、ごみ処理に予算が配分されずにオープンダンピングが継続され、その結果処分場および周辺域の環境問題 (悪臭・発火・水質汚染・崩落など) それに伴う周辺住民の反対等による処分場新規立地問題が顕在化している。

本プロジェクトの対象である西ジャワ州 (面積 3.5 万 km²、人口 4 千万人、州都バンドン) では、州全体で約 4,500 トン/日の都市ゴミが分別されずに混合ごみとして州内約 40 箇所の埋立処分場に投棄 (オープンダンピング) され、上述の課題を喫緊な問題として抱えている。

都市ごみ問題が顕在化している中、インドネシア政府は、2006 年 1 月に発表した廃棄物

管理における National Policy の中で、3R による廃棄物減量化をうたっている。西ジャワ州政府も、3R プログラムによるごみの減量を推進しており、発生ごみの 20%をコンポストシステムによって処理するという目標を立てている。またわが国でも、小泉首相(当時)が 2004 年に「3R イニシアチブ」を提唱、2006 年にアジア 3R 推進会議を開催するなど、3R を通じた持続可能な資源循環を提言しており、これを具現化するスキームの構築が求められている。

CDM に関しては、2007 年 8 月に「日本国及びインドネシア共和国による気候変動・環境・エネルギーに関する協力の強化に関する共同声明」が発表された。これを受け、同年 12 月 11 日には、日本国環境省とインドネシア共和国環境省による「コベネフィット・アプローチを通じた環境保全協力に関する共同声明」を発表し、産業界関係者によるコベネフィットのプロジェクトへの参加及び当該プロジェクトの CDM としての実施の推奨などを宣言している。コベネフィットによる環境保全協力は 2007 年を準備期間とし、2008 年から 2010 年を実施期間としている。

こうした中、鹿島建設は、2004 年からジャカルタ特別市最終処分場からのガス回収・発電 CDM 事業調査を初め、バンドン市、スラバヤ市等の廃棄物処分場からのガス回収 CDM 事業調査を実施してきたが、最終処分場からのガス回収 CDM 事業は、ガス回収量が当初の想定より大幅に小さいことや処分場の管理・運営等の問題などのリスクが高く、更に廃棄物問題における重要なニーズであるごみ減量化への解決策とはなっていないことなどを勘案し、中間処理の適用を検討してきた。中間処理の中でも、施設コストや運転コストの観点や技術的な普及可能性の面からも簡易な機械生物処理(MBT)が最も適しているものと考えられた。

これまでの調査により良好な関係を築いてきた西ジャワ州に対し提案を行い、更に中央政府の支援も得られ、今回の調査に至った。

1.3 ホスト国及び地域

本プロジェクトのホスト国はインドネシア共和国、対象地域は西ジャワ州である。

1.4 インドネシア共和国の基本情報

1.4.1 地理・地形

インドネシア共和国は東南アジア南部の国家で、首都はジャワ島に位置するジャカルタである。前兆は 5,000km 以上で東西に長く、赤道をまたがる 17,508 の島々から構成されて

いる。国土面積は約 189 万 km² と日本の約 5 倍の面積を持つ。図 1.1 にインドネシアの国土地図を示す。インドネシアは 33 の第 1 級地方自治体（30 の州、2 つの特別地域（特別州）、1 つの首都特別区域（特別市））に分かれている。



図 1.1 インドネシア国土地図

(出典：東方観光局ウェブサイト <http://www.eastedge.com/indonesia/map.html>)

その他インドネシアの基本情報は以下のとおり。

人口	約 2.22 億人（2006 年政府推計） 全国民の半分以上がジャワ島に集中している。
人口増加率	1.52%（2003 年）
人種	大半がマレー系（ジャワ、スンダ等 27 種族に大別）
公用語	インドネシア語
宗教	国民のうち約 87.1%がイスラム教、8.8%がキリスト教、2.0%がヒンズー教。 世界最大のイスラム教国家である。

1.4.2 気候

インドネシアは赤道直下の熱帯性気候のため、乾季と雨季の二つの季節がある。おおむね 5～10 月が乾季で、11～4 月が雨季となる。乾季は湿度が余り高くなり過ぎず

い。雨季は特に午後になるとスコールが降ることも多い。

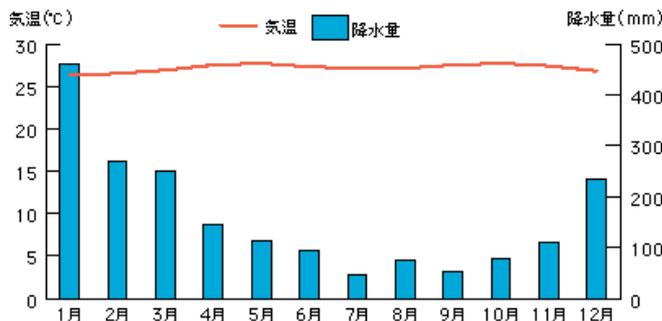


図 1.2 ジャカルタの気温・降水量

(出典：東方観光局ウェブサイト <http://www.eastedge.com/indonesia/geography.html>)

1.4.3 歴史¹

紀元前 3 世紀ころ、モンゴル系のマレー人が中国やベトナム辺りからインドネシアへ移住し始め、その後紀元前 1 世紀にはインドの貿易商達が大挙してインドネシアへ渡り、ヒンドゥー教文化と仏教文化をもたらした。7 世紀ころには、ヒンドゥー王国や仏教王国が栄え、壮大な建築物や寺院の多くが建造された。この時代にスマトラにスリウィジャヤ王国が栄え、東南アジアで最も強大な王国として 600 年間勢力を誇った。

13 世紀、更に強大なヒンドゥー王国マジャパイトが東ジャワで台頭し、その後 200 年間インドネシア全域とマレー半島の一部を統合。更に 13 世紀にはイスラム教が伝播し、急速にイスラム化が進むと同時に、この豊かな国の存在はヨーロッパにも知られるようになる。

1292 年にマルコポーロがヨーロッパ人として初めてジャワに足跡を印し、大航海時代の到来とともに各国の船が次々に来航、1602 年にオランダは東インド会社を設立して香料とコーヒーの輸出を独占。オランダの支配は約 300 年、第 2 次世界大戦が始まるまで続いた。

大戦終了後、オランダが再度の植民地化をはかったが、国際的非難を受け、1949 年 12 月 27 日、オランダは終にインドネシアの主権を認め、インドネシア共和国として正式に独立した。

¹ インドネシア共和国文化観光省ウェブサイト(<http://www.visitindonesia.jp/>)

1.4.4 政治

(1) 政治情勢概況

オランダからの独立後、インドネシアは新憲法（1950 年憲法）を制定し、議会制民主主義の導入を試みた（1955 年に初の議会総選挙を実施）。しかし、種族的にも宗教的にもイデオロギー的にも多様なインドネシアで、各派の利害を調整することは難しく、議会制は機能しなかった。また、1950 年代後半には中央政府に公然と反旗を翻す地方反乱が発生し、インドネシアは国家の分裂の危機に直面した。

この時期、1950 年憲法の下で権限を制約されていたスカルノ大統領は、国家の危機を克服するため、1959 年 7 月 5 日、大統領布告によって 1950 年憲法を停止し、大統領に大きな権限を与えた 1945 年憲法に復帰することを宣言した。ほぼ同時期に国会を解散して、以後の議員を任命制とし、政党の活動も大きく制限。スカルノによる「指導される民主主義」体制を発足させた。スカルノは、政治勢力として台頭しつつあった国軍を牽制するためにインドネシア共産党に接近し、国軍と共産党の反目を利用しながら、国政における自身の主導権を維持しようとした。この時期さかんにスカルノが喧伝した「ナサコム（NASAKOM）」は、「ナショナリズム(Nasionalisme)、宗教(Agama)、共産主義(Komunisme)」の各勢力が一致団結して国難に対処しようというスローガンだった。

スカルノの「指導される民主主義」は、1965 年の 9 月 30 日事件によって終わりを告げた。国軍と共産党の権力闘争が引き金となって発生したこの事件は、スカルノからスハルトへの権力委譲と、インドネシア共産党の崩壊という帰結を招いた（これ以後、インドネシアでは今日に至るまで、共産党は非合法化されている）。

1968 年 3 月に正式に大統領に就任したスハルトは、スカルノの急進的なナショナリズム路線を修正し、西側諸国との関係を修復、スカルノ時代と対比させ、自身の政権を「新体制（Orde Baru）」と呼んだ。スハルトはスカルノと同様に、あるいはそれ以上に独裁的な権力を行使して国家建設を進め、以後 30 年に及ぶ長期政権を担った。その間の強引な開発政策は開発独裁と批判されつつも、インフラストラクチャーの充実や工業化などにより一定の経済成長を達成することに成功した。その一方で、東ティモール、アチェ、イリアンジャヤなどの独立運動に対しては厳しい弾圧を加えた。

1998 年、アジア通貨危機に端を発するインドネシア経済崩壊のなかでスハルト政権は崩壊、インドネシアは民主化の時代を迎えて今日に至っている。スハルト政権末期の副大統領だったユスフ・ハビビが大統領に就任し、民主化を要求する急進派の機先を制する形で、民主化・分権化の諸案を実行した。スハルト時代に政権を支えたゴルカル、スハルト体制下で存続を許された 2 つの野党（インドネシア民主党、開発統一党）以外の政党の結成も自由化され、1999 年 6 月、総選挙が実施された。その結果、同年 10 月、インドネシア最

大のイスラム系団体ナフダトゥル・ウラマーの元議長、ワヒド（国民党醒党）が新大統領に就任した。

2001 年 7 月、ワヒド政権は議会の信任を失って解任され、闘争民主党のメガワティ政権が発足した。現在は、2004 年 4 月に就任した第 6 代ユドヨノが大統領の任にある。

(2) 政治体制

政 体	共和制
元 首	スシロ・バンバン・ユドヨノ大統領（2004 年 10 月 20 日就任、任期 5 年）
議 会	（ 1 ）国会（DPR）：定数 550 名 （ 2 ）国民協議会（MPR）：678 名（国会議員 550 名と地方代表議員 128 名）
内 閣	内閣は大統領の補佐機関で、大統領が国務大臣の任免権を有する。 <主要閣僚> 備考：2004 年 10 月発足、2005 年 12 月内閣改造、2007 年 5 月第 2 次内閣改造 大統領 スシロ・バンバン・ユドヨノ Susilo Bambang YUDHOYONO（元政治・治安担当調整相） 副大統領 モハマッド・ユスフ・カラ Muhammad Jusuf KALLA（元国民福祉担当調整大臣） 政治・治安担当調整相 ウィドド WIDODO Adi Sutjipto（国軍） 経済担当調整相 ブディオノ Boediono（経済学者。元財務相） 国民福祉担当調整相 アプリザル・バクリー Aburizal BAKRIE（前商工会議所会頭） 外務相 ハッサン・ウィラユダ Hasan Wirayudha（官僚） 財務相 スリ・ムルヤニ・インドラワティ Sri MULYANI Indrawati（元 IMF 東南アジア地域担当理事） 商業相 マリ・パンゲストゥ Mari Elka PANGESTU（学者） 工業相 ファミ・イドリス Fahmi Idris（前労働移住相） 鉱業・エネルギー相 プルノモ・ユスギアントロ Purnomo Yusgiantoro（学者） 国家開発担当相 パスカ・スゼッタ Paskah Suzetta（ゴルカル党） 国营企業担当相 ソフィアン・ジャリル Sofyan Djalil（前情報通信相） 国家官房長官 ハッタ・ラジャサ Hatta Rajasa（前運輸通信相）

（出典：外務省ウェブサイト <http://www.mofa.go.jp/mofaj/area/indonesia/data.html>）

1.4.5 経済状況

外務省の情報によると、1997 年 7 月のアジア通貨危機後、政府は IMF との合意に基づき、経済構造改革を断行。2004 年末から 2005 年初めにかけて個人消費や輸出に支えられ経済は好調であったが、その後、石油燃料価格の値上げに端を発するインフレと高金利により成長率は鈍化。2006 年は、インフレ率・金利の低下に伴い、消費が回復し、また過去最高額を記録するなど輸出が好調だったこともあり、経済は回復基調となった。2007 年も

引き続き好調を維持。民間消費、輸出に加え内外投資が活発であった。

インドネシアの経済指標を以下に示す。

表 1.1 インドネシア経済指標

1	GDP (名目、億ドル)	2,813 (2005 年) 3,643 (2006 年) 4,330 (2007 年)
2	一人当たり GDP (名目、ドル)	1,283 (2005 年) 1,663 (2006 年) 1,947 (2007 年)
3	経済成長率 (%)	5.6 (2005 年) 5.5 (2006 年) 6.3 (2007 年)
4	物価上昇率 (%)	17.1 (2005 年) 6.6 (2006 年) 6.6 (2007 年) (2002=100)
5	為替レート	円 = 126.03642 ルピア (2008 年 12 月 1 日)
6	主要産業	業 (石油、LNG、アルミ、錫) 農業 (米、ゴム、パーム油) 工業 (木材製品、セメント、肥料)

(出典：外務省ウェブサイト <http://www.mofa.go.jp/mofaj/area/indonesia/data.html>)



図 1.3 日本円 インドネシアルピア為替レート (2008/11/03 から 2008/12/01)

(出典：Exchange-rate.org <http://ja.exchange-rates.org/history/IDR/JPY/G/30>)

1.5 インドネシアにおける環境関連法規

1.5.1 環境行政組織

インドネシアの環境施策には環境省のほか、工業省や保健省など 16 省が管轄しているが、環境行政の中心にあるのは環境省と、1990 年に大統領令によって設置されその後 1994 年に機能強化が図られた「環境管理庁」(Badan Pengendalian Dampak Lingkungan : BAPEDAL)である。通常は環境省の大臣が環境管理庁の長官を兼ねることが多く、環境省が環境政策の立案を行い、環境管理庁が具体的な環境公害対策の実施や環境監視と規制などを行っている。このため環境管理庁には、具体的な公害対策を進める部署として水質汚濁・海洋汚染対策局、大気汚染対策局、有害廃棄物管理局などが設けられているほか、環境影響評価の実施を推進するため環境影響評価局も設置されている。

1.5.2 環境法令

インドネシアにおける環境関連法規の基本は 1997 年に制定された環境管理法 (1997 年法律 23 号)である。環境影響評価 (AMDAL) や、大気・水質・悪臭などの環境基準や排出基準などは、表 1.2 に示す政令もしくは大臣令で規定されている。

表 1.2 法規制の分類

分類	法規制
法律	環境管理法 (1997 年法律第 23 号)
政令	環境影響評価に関する政令 (1999 年政令第 27 号)
	大気汚染の防止に関する政令 (1999 年政令第 41 号)
	水質汚濁防止及び水質管理に関する政令 (2001 年第 82 号)
大臣令	環境影響評価を必要とする事業あるいは活動形態に関する環境担当国務大臣令 (2001 年第 17 号)
	環境影響評価書のためのガイドラインに関する環境担当国務大臣令 (2000 年第 2 号)
	環境影響評価プロセスにおける住民関与及び情報開示に関する環境担当国務大臣令 (2000 年第 8 号)
	環境影響評価作成のためのガイドラインに関する環境担当国務大臣令 (2000 年第 9 号)
	環境影響評価書の評価委員会の作業システムのガイドラインに関する環境担当国務大臣令 (2000 年第 40 号)
	環境影響評価書の地方評価委員会設立のための指針に関する環境担当国務大臣令 (2000 年第 41 号)
	産業活動の排水基準に関する環境担当国務大臣令 (1995 年第 51 号)
	固定発生源域からの排水基準に関する環境担当国務大臣令 (1995 年第 13 号)
	騒音基準に関する環境担当国務大臣令 (1996 年 48 号)
振動基準に関する環境担当国務大臣令 (1996 年 49 号)	
悪臭基準に関する環境担当国務大臣令 (1996 年 50 号)	

(1) 環境管理法

この法律は 1982 年に制定された旧環境管理法を大幅に改訂したもので、事業活動による環境規制の強化、環境汚染に対する罰則の強化、環境紛争処理に関する規定の強化、国民の環境情報に関する権利等などの内容を盛り込んでいる。環境管理法は日本の環境基本法に相当する法律であり、今後各種の政令や大臣令などが新環境管理法の内容に沿って改定されていくこととなる。

(2) 大気汚染規制

1) 環境基準

インドネシアにおける大気汚染防止を目的とした基準として、1988 年環境担当国務大臣令第 2 号により全国一律の大気環境基準が定められた。環境基準については汚染防止技術の進展などに伴って 5 年に一度見直しされることとなっており、「大気汚染の防止に関する政令」(1999 年政令第 41 号)によって、表 1.3 に示すとおり大気環境基準が改定された。

表 1.3 大気環境基準

No	項目	時間 ¹⁾	環境基準	分析方法	装置
1	二酸化硫黄(SO ₂)	1 時間	900 μg/Nm ³	ハロゲンリン比色法	吸光光度計
		24 時間	365 μg/Nm ³		
		1 年	60 μg/Nm ³		
2	一酸化炭素(CO)	1 時間	30,000 μg/Nm ³	NDIR(非分散型赤外線分析法)	NDIR(非分散型赤外線分析計)
		24 時間	10,000 μg/Nm ³		
3	二酸化窒素(NO ₂)	1 時間	400 μg/Nm ³	ザルマン法	吸光光度計
		24 時間	150 μg/Nm ³		
		1 年	100 μg/Nm ³		
4	オゾン(O ₃)	1 時間	235 μg/Nm ³	化学発光法	吸光光度計
		1 年	50 μg/Nm ³		
5	炭化水素(HC)	3 時間	160 μg/Nm ³	FID(水素炎イオン化型分析法)	ガスクロマトグラフ
6	ばいじん(PM ₁₀) (粒径<10μm)	24 時間	150 μg/Nm ³	重量分析法	ハイドロメーター
	ばいじん(PM _{2.5}) (粒径<2.5μm)	24 時間	65 μg/Nm ³	重量分析法	ハイドロメーター
		1 年	15 μg/Nm ³		
7	TSP	24 時間	230 μg/Nm ³	重量分析法	ハイドロメーター
		1 年	90 μg/Nm ³		
8	鉛(Pb)	24 時間	2 μg/Nm ³	重量分析法抽出法	ハイドロメーター 原子吸光分光光度計
		1 年	1 μg/Nm ³		

No	項目	時間 ¹⁾	環境基準	分析方法	装置
9	Dustfall	30 日	10 t/km ² /Bulan (Pemukiman) 20 t/km ² /Bulan (Industri)	重量分析法	Cannister
10	全フッ素(as F)	24 時間 90 日	3 µg/Nm ³ 0.5 µg/Nm ³	Specific ion Electrode	イオン交換- atau 連続分析器
11	Fluor Indeks	30 日	40µg/100cm ² dari kertas limed filter	Colourimetric	Limed Filter Paper
12	Khlorine&Khlorine Dioksida	24 時間	150 µg/Nm ³	Specific ion Electrode	イオン交換- atau 連続分析器
13	Sulphat Indeks	30 日	1mgSO ₃ /100cm ³ Dari Lead Perksida	Colourimetric	Lead Peroxida Candle

1) 時間、日、年とは、時間を平均化し、幾何平均するための計測時間を指す。

(出典：Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 1999)

2) 排出基準

排出基準については、1995 年環境担当国務大臣令第 13 号によって製鉄業、紙・パルプ製造業、セメントプラント、石炭火力発電所の 4 業種とそれ以外の産業を対象とした計 5 種類の基準が設定されている。本プロジェクトでは、後述のように発電施設の整備が不可欠であり、この前提に立てば排出基準としては、石炭火力発電所における基準が適用されると考える。大気排出基準は、表 1.4 に示すとおりである。

表 1.4 大気排出基準（石炭火力）

項目	上限値 (mg/m ³)
ばいじん	150
二酸化硫黄	750
窒素酸化物	850
不透過率	20%

注：排ガス量は、25、1atm における乾き排ガス量

*1) 不透過光線率は実用的な手法により測定し、換算はばいじん濃度に基づき行う。

*2) NO₂ としての値

(出典：Decree of the State Minister for Environment concerning Emission Standards for Stationary Sources No.13 of 1995)

(3) 水質汚濁規制

1) 環境基準

水質汚濁対策は、インドネシアの環境対策の中で最も優先度が高い。インドネシアの水質環境基準は、陸水(地下水を除く)と海水について定められている。陸水については「水質汚濁防止及び水質管理に関する政令(2001 年第 82 号)」、海域については「海水の資質

基準に関する政令(2004年第51号及び179号)が定められ、これらの政令に基づいて水環境の基準が定められている。本プロジェクトに関連する陸水の水質環境基準は、水域を利用目的別に以下の4類型に分類し、規定されている。

- A：無処理で直接飲料水として利用できる水
- B：飲料水の原水として利用できる水
- C：水産や畜産に利用できる水
- D：農業、小規模事業、工業及び水力発電に利用できる水

また、環境基準項目は 物理項目、 化学項目(有機物質、無機物質)、 微生物、放射性物質の4つを大項目として、計68項目に分類されており、それぞれの利水目的に必要となるものを選び、その最大値として示されている(表1.5)。

表 1.5 表流水水質環境基準(地下水を除く陸水)

項目	単位	最大値			
		A 類型	B 類型	C 類型	D 類型
.物理項目					
1.臭気	-	無臭	-	-	-
2.溶存固形物	mg/L	1000	1000	1000	1000
3.濁度	NTU	5	-	-	-
4.味	-	無味	-	-	-
5.温度		気温±3	通常の水温	通常の水温	通常の水温
6.色	TCU	15	-	-	-
7.電気伝導度(25℃)	µmho/cm	-	-	-	2250
.化学項目					
a.無機物質					
1.水銀(Hg)	mg/L	0.001	0.001	0.002	0.005
2.アルミニウム(Al)	mg/L	0.2	-	-	-
3.遊離フッ素	mg/L	-	0.5	0.02	-
4.砒素(As)	mg/L	0.05	0.05	1	1
5.バリウム(Ba)	mg/L	1.0	1	-	-
6.鉄(Fe)	mg/L	0.3	5	-	-
7.フッ化物	mg/L	0.5	1.5	1.5	-
8.ほう素(B)	mg/L	-	-	-	1
9.カドミウム(Cd)	mg/L	0.005	0.01	0.01	0.01
10.硬度(CaCO ₃)	mg/L	500	-	-	-
11.塩化物	mg/L	250	600	-	-
12.遊離塩素	mg/L	-	-	0.003	-
13.コバルト(Co)	mg/L	-	-	-	0.2
14.六価クロム(Cr ⁶⁺)	mg/L	0.05	0.05	0.05	1
15.マンガン(Mn)	mg/L	0.1	0.5	-	2
16.ナトリウム(Na)	mg/L	200	-	-	-
17.亜硝酸塩	mg/L	-	-	-	60
18.ニッケル(Ni)	mg/L	-	-	-	0.5
19.硝酸性窒素	mg/L	10	10	-	-
20.亜硝酸性窒素	mg/L	1.0	1	0.06	-
21.銀(Ag)	mg/L	0.05	-	-	-

項目	単位	最大値			
		A 類型	B 類型	C 類型	D 類型
22.溶存酸素(DO)	mg/L	-	>6	>3	-
23.pH	-	6.5-8.5	5-9	6-9	5-9
24.セレン(Se)	mg/L	0.01	0.01	0.05	0.05
25.亜鉛(Zn)	mg/L	5	5	0.02	2
26.シアン化合物	mg/L	0.1	0.1	0.02	-
27.硫酸化合物	mg/L	400	400	-	-
28.硫化水素性化合物	mg/L	0.05	0.1	0.002	-
29.トリウム吸収率	mg/L	-	-	-	18
30.銅(Cu)	mg/L	1.0	1	0.02	0.2
31.鉛(Pb)	mg/L	0.05	0.1	0.03	1
32.炭酸トリウム残基	mg/L	-	-	-	1.25-2.50
b.有機物質					
1.アルドリン、ディルドリン	mg/L	0.0007	0.017	-	-
2.ベンゼン	mg/L	0.01	-	-	-
3.BHC	mg/L	-	-	0.21	-
4.ベンゾ(a)ピレン	mg/L	0.0001	-	-	-
5.カドミウム抽出物	mg/L	-	0.5	-	-
6.カドミウム	mg/L	0.0003	0.003	-	-
7.カドミウム	mg/L	0.03	-	-	-
8.2-4D	mg/L	0.1	-	-	-
9.DDT	mg/L	0.03	0.042	0.002	-
10.界面活性剤	mg/L	0.5	-	-	-
11.1,2-ジクロロエタン	mg/L	0.01	-	-	-
12.1,1-ジクロロエタン	mg/L	0.0003	-	-	-
13.エンドリン	mg/L	-	0.001	0.004	-
14.ヘプタクロル、ヘキサクロル、ホキド	mg/L	0.003	0.018	-	-
15.ヘキサクロロフェノール	mg/L	0.00001	-	-	-
16.リネン	mg/L	0.004	0.056	-	-
17.オキソクロール	mg/L	0.03	0.035	-	-
18.メチルメルカプタン	mg/L	-	0.5	0.2	-
19.油分	mg/L	-	nil	1	-
20.有機リン、カーボネート	mg/L	-	0.1	0.1	-
21.ベンゾクロロフェノール	mg/L	0.01	-	-	-
22.フェノール	mg/L	-	0.002	-	-
23.全殺虫剤	mg/L	0.1	-	-	-
24.2,4,6-トリクロロフェノール	mg/L	0.01	-	-	-
25.有機物(KMnO ₄)	mg/L	10	-	-	-
.微生物					
1.糞便性大腸菌	/100ml	0	2000	-	-
2.総大腸菌	/100ml	3	10000	-	-
.放射性物質					
1.総アルファ線	Bq/L	0.1	0.1	0.1	0.1
2.総ベータ線	Bq/L	1.0	1.0	1.0	1.0

注1 A 類型：無処理で直接飲用の用に供し得る水、B 類型：飲料用の原水の用に供し得る水
C 類型：水産や畜産の用に供し得る水

D 類型：農業、都市域の小規模事業場、工業及び水力発電の用に供し得る水

注2 重金属は溶存金属としての値

(出典：Government Regulation concerning the Control of Water Pollution No.20 of 1990, Appendix 1-4)

2) 排水基準

国が定める排水基準

企業活動に直接関わる排水基準については、1991 年の人口環境大臣令によって既設の 14 の特定業種とそれ以外の業種を合わせて 15 種類の全国レベルの工場排水基準が定められた。その後、1995 年に「産業排水の基準に関する環境担当国務大臣令」(1995 年環境担当国務大臣令第 51 号) が定められ、特定業種は表 1.6 に示す 21 種類に拡大されている。

なお、特定業種に指定されている工場に対しては、単位生産量当たりの排水量の大小により二つのカテゴリーに分け、水質項目と基準値及び単位生産量当たりの汚染物質の排出量が定められている。それぞれの工場がどの分類に当てはめられるかについては、工場建設時に実施される AMDAL によって決定される。

表 1.6 全国レベルの産業排水基準が定められている特定業種

苛性ソーダ	金属塗装	皮なめし
やし油	パルプ・紙	ゴム
砂糖	タピオカ	繊維
化学肥料	エタノール	グルタミン酸ソーダ
合板	牛乳・乳飲料	ソフトドリンク
石鹸、合成洗剤、植物性油	ビール	乾電池
塗料	製薬	殺虫剤

また、その他一般の工場排水を対象とした基準は 2 つに分けて設定されており、グループ の基準値はグループ の基準値より低く設定されている(表 1.7)。

グループ : 高度な排水処理設備を有する工場向け

グループ : 簡便な排水処理設備を有する工場向け

なお、全国レベルの排水基準としては工場排水以外にも、三ツ星クラス以上の高級ホテルを対象とした排水基準(1995 年環境担当国務大臣令第 52 号)、病院排水の排水基準(1995 年環境担当国務大臣令第 58 号)なども定められている。

表 1.7 全国レベルの一般工場排水基準

項目		単位: mg/L	
		グループ ¹⁾	グループ ²⁾
1	温度	38	40
2	pH	6-9	6-9
3	SS	200	400
4	DSS	2000	4000
5	BOD	50	150

6	COD _{Cr}	100	300
7	Cu	2	3
8	Zn	5	10
9	Fe	5	10
10	T-Cr	0.5	1
11	Cr ⁶⁺	0.1	0.5
12	Mn	2	5
13	Ni	0.2	0.5
14	T-CN	0.05	0.5
15	Cd	0.05	0.1
16	Pb	0.1	1
17	T-Hg	0.002	0.005
18	Sn	2	3
19	As	0.1	0.5
20	Se	0.05	0.5
21	Co	0.4	0.6
22	S	0.05	0.1
23	F	2	3
24	Cl ₂	1	2
25	Hex.ex ³⁾	5	10
26	Hex.ex ⁴⁾	10	50
27	フエノール	0.5	1
28	NH ₃ -N	1	5

- 1) 高度な排水処理設備を有する工場向け
- 2) 簡便な排水処理設備を有する工場向け
- 3) 鉱物油含有量 4) 動植物油含有量

(出典：Decree of the State Minister for Environment concerning Quality Standards of Liquid Waste for Industry Activity, No.51 of 1995)

自治体が定める排水基準

インドネシアの一般的な地方行政組織としては、州政府の下に県と市があり、さらにその下に郡、町村がある。地方自治体の中にはジャカルタのように州と同等の権限を持つ特別行政区（日本の政令指定都市に該当）があるほか、市のなかには特別に選ばれて県と同じ自治権を与えられている特別市（日本の中核市に該当）がある。このうち、州と特別行政区を第一級自治体と呼び、県と特別市が第二級自治体と呼ばれている。第一級と第二級の自治体は環境関係の条例を独自に制定する権限を持っている。

本プロジェクトで対象とする西ジャワ州は、多くの工場地帯あるいは工業団地を抱える広大な行政単位でバンドンに州政府政庁があり、その環境局が州政府の排水基準を知事通達(Decree of the State Minister of Environment: KEP-51/MENLH/10/1995)として出している。この基準には産業別の区別はなく、全産業の排水に一律に適用されるものである。

(4) 騒音、振動、悪臭規制

1) 騒音規制

インドネシアにおける騒音に係る環境基準は、それぞれ 1996 年環境担当国務大臣令第 48 号で定められている。インドネシアにおける騒音に係る環境基準は表 1.8 に示すとおりである。

表 1.8 騒音に関する環境基準

土地利用形態/活動形態	騒音レベル (DB(A))
a.土地利用形態	
1.居住	55
2.商業	70
3.事務所	65
4.緑地	50
5.工業	70
6.官庁及び公共施設	60
7.レクリエーション施設	70
8.その他	
・空港	*
・駅	*
・港	70
・文化財	60
b.活動形態	
1.病院	55
2.学校	55
3.お祈り所	55

*通信・情報省(Ministry of Communications)規約による

2) 振動に係る環境基準

インドネシアにおける振動に係る環境基準は、それぞれ 1996 年環境担当国務大臣令第 49 号で定められている。インドネシアにおける振動に係る環境基準は表 1.9 に示すとおりである。

表 1.9 振動に係る環境基準

周波数 (Hz)	振動レベル (×10 ⁻⁶ m)			
	影響なし	やや影響あり	不快である	弊害がある
4	< 100	100 - 500	500 - 1000	> 1000
5	< 80	80 - 350	350 - 1000	> 1000
6.3	< 70	70 - 275	275 - 1000	> 1000
8	< 50	50 - 160	160 - 500	> 500
10	< 37	37 - 120	120 - 300	> 300
12.5	< 32	32 - 90	90 - 220	> 220

16	< 25	25 - 60	60 - 120	> 120
20	< 20	20 - 40	40 - 85	> 85
25	< 17	17 - 30	30 - 50	> 50
31.5	< 12	12 - 20	20 - 30	> 30
40	< 9	9 - 15	15 - 20	> 20
50	< 8	8 - 12	12 - 15	> 15
63	< 6	6 - 9	9 - 12	> 12

3) 悪臭に係る法規制

インドネシアにおける悪臭に係る環境基準は、それぞれ 1996 年環境担当国務大臣令第 50 号で定められている。インドネシアにおける悪臭に係る環境基準は表 1.10 に示すとおりである。

表 1.10 悪臭に係る環境基準

項目	単位	限界値	測定方法	分析器
アンモニア: NH_3	ppm	2.0	イトフェール法	吸光光度計
メチルメルカプタン: CH_3SH	ppm	0.002	気体吸着	ガスクロマトグラフ
硫化水素: H_2S	ppm	0.02	a.チオアノ酸水銀法 b.気体吸着	吸光光度計 ガスクロマトグラフ
硫化メチル: $((\text{CH}_3)_2\text{S})$	ppm	0.01	気体吸着	ガスクロマトグラフ
スチレン: $(\text{C}_6\text{H}_5\text{CHCH}_2)$	ppm	0.1	気体吸着	ガスクロマトグラフ

1.6 インドネシアにおける廃棄物管理の現状

1.6.1 廃棄物管理体制

(1) 廃棄物管理規制

インドネシアでの廃棄物は、「事業および/または活動によって生じる残滓」と環境管理法等で規定されている。廃棄物は主に、家庭廃棄物 (Limbah Domestik) と、インドネシア語で B3 廃棄物と略称される「危険・有毒な廃棄物」(Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun) の 2 つに大別されている。

インドネシアにおける廃棄物関連の法律は、特にバーゼル条約を批准した後に、B3 廃棄物を中心に整備されてきたが、2008 年には一般廃棄物を対象にした廃棄物管理法が制定された。主な廃棄物関連法令を以下に示す。

廃棄物管理法

インドネシアでは、廃棄物管理法 (The Act Regarding Waste Management 2008 No.18) が 2008 年 5 月に公布された。本管理法では、都市廃棄物についての地方自治体の役割と権限、各主体の権利と義務、リサイクル、リユースによるごみ (家庭ごみ) の減量化推進、コミュニティの役割、等を定めている。

また、各自治体が管理する最終処分場のうち、オープンダンピングシステムを採用している処分場については、本法律の制定から 1 年以内に処分場を閉鎖する計画を策定すること、また 5 年以内に閉鎖することが規定された。

表 1.11 廃棄物管理法の一部抜粋

Article 5

The government and the local government have a task to insure the implementation of good and environmental oriented waste management in line with the objective as mentioned in this Act

The task of the government and the local government as mentioned in the article 5 is composed of:

- a. To develop and to increase the awareness of the society in the waste management;
- b. To carry out research, to develop technology of reducing, and handling waste;
- c. To facilitate, to develop, and to carry out efforts of reducing, handling, and utilization of waste.
- d. To carry out waste management and to facilitate the provision of the infrastructure and the facility of waste management;
- e. To support and to facilitate the enhancement of the benefit of waste management outcome.

- f. To facilitate the application of local specific technology developed in the local society to reduce and to handle waste; and
- g. To carry out coordination between government institution, society, and industry towards an integrated waste management.

Article 20

(1) Waste reduction, as mentioned in article 19 letter a, includes the activities of:

- a. Limitation of waste generation
- b. Recycling of waste; and/or
- c. Re-using of waste

(2) The government and regional government has the responsibility to carry out activities as mentioned in sub-article (1) as follows:

- d. To determine the target of waste reduction step by step for a certain period of time
- e. To facilitate the application of environmental friendly products.

Article 44

(1) Local government should have prepared planning to close waste final processing site using open dumping system for a maximum 1(one) year after the enactment of this Act

(2) Local government shall close the final waste processing site with open dumping system for a maximum 5 (five) year after the enactment of this Act.

National Policy of Waste (2006 年 1 月)

国の方針として、National Policy and Strategy for Waste management System Development (NPC-WMSD) がある (表 1.12)。この中に発生源からのごみの減量化、マネジメントパートナーとしての民間企業の活用、及びサービススコープの拡大とマネジメントシステムの質の向上の 3 つの方針から成っている。

表 1.12 NPC-WMSD 一部抜粋

POLICY	STRATEGY	PLANNED ACTIONS
Reducing the waste quantity/volume maximally starts from the sources.	<p>To improve the people's understanding about 3R</p> <p>To develop and apply the incentive and disincentive</p>	<p>To nationally perform the promotion and campaign about 3R</p> <p>To perform the test/development and replication of 3R in settlements/residential areas</p> <p>To facilitate the formation of</p>

POLICY	STRATEGY	PLANNED ACTIONS
	<p>system in implementing 3R</p> <p>To encourage the inter-sectors coordination (industry & commerce/trade)</p>	<p>inter-departments coordination in applying 3R</p>
<p>The improve the active role of the community and business/private parties as management partners</p>	<p>To improve the people's understanding about waste management since their early age through school education</p> <p>To publicize the understanding about waste management to the public</p> <p>To build the community members, especially the females, in managing the waste</p> <p>To support the community-based management</p> <p>To develop the incentive system and conducive climate for business/private world</p>	<p>To perform the test/development and replication of clean and green school</p> <p>To develop the waste management guide</p> <p>Facilitation of female environment forum</p> <p>Implementation of test/development/replication of community-based waste management</p> <p>Preparation of partnership guide</p> <p>To facilitate/test/develop/replicate partnership with the private parties</p>
<p>To extend the service scope and to improve the management system quality</p>	<p>To optimize the utilization of Infrastructure and Facilities for the waste in the cities/regencies</p> <p>To extend the service scope based on plans and justice</p> <p>To increase the waste facility capacity in accordance with the service targets</p> <p>To perform the TPA rehabilitation polluting the environments</p> <p>To develop TPA aiming at SLF/CLF</p> <p>To improve regional TPA</p> <p>To perform the research and development and to apply the waste handling technology used appropriately and environmental friendly</p>	<p>Implementation of Waste Infrastructure and Facility Performance Evaluation</p> <p>Waste Asset Management Guide</p> <p>Mounting of Master Plan and implementation of feasibility Study, Technical Planning and Management</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. To increase the number of infrastructure and facility for the waste management in compliance with the needs 2. Implementation of TPA rehabilitation 3. Mounting of TPA management guide 4. Performance of regional TPA location and feasibility studies pursuant to the city's landscape 5. Professional regional TPA management test 6. The mounting of environmental friendly waste management technology guide 7. The mounting of TPA gas utilization guide 8. The mounting of waste-to-energy guide 9. Waste-to-energy test (big/metropolitan cities)

Policy and Strategy about National System Development of Management of Waste
(KSNP-SPP) 21/PRT/M/2006

公共事業省令 21/PRT/M/2006 は廃棄物関連のインフラ及び施設の開発に関して記載されている。内容は表 1.13 に示すとおりである。

表 1.13 KSNP-SPP 一部抜粋

第 1 章	序論
第 2 章	廃棄物処理のビジョンとミッション
第 3 章	廃棄物処理の課題と対処
第 4 章	廃棄物処理の方針と戦略的なシステムの展開
第 5 章	結論

国家開発計画（2004～2009）

インドネシアの国家開発計画では、以下に示す廃棄物関連の環境開発目標をあげている（表 1.14）。開発計画では、B3 廃棄物の管理システムとメカニズムを発展させることが述べられている。

表 1.14 国家開発計画の一部抜粋

<p>1．環境保護のもとで都市廃棄物管理に重点を置く。</p> <p>2．事業者に対して有害・有毒（B3）廃棄物管理及び処理の徹底を目指す。</p> <p>これらの環境開発目標達成のため、政策の方向性が以下のように定められている。</p> <ul style="list-style-type: none">• 全ての開発分野において持続的開発を目指す。• 国家・地方レベルで一貫した環境行政を行う。• 環境分野の法整備と環境破壊に対する取締りを強化する。• 開発による環境影響を防ぐ。• 中央政府・地方自治体の協力により、自然災害の総合的な対処を実施する。• 国民による環境モニタリングで環境汚染を抑制する。
--

(2) 廃棄物・リサイクルに関連する省庁

廃棄物・リサイクルに関連する主な省庁は下記のとおりである。

環境省（KLH: Kementrian Lingkungan Hidup）

環境省では、家庭廃棄物については環境汚染評価局の家庭および中小企業汚染評価

課、有害産業廃棄物については B3 管理規制局が担当している。B3 管理規制局は、B3 管理・鉱物・エネルギー・石油天然ガス課、B3 管理製造業・農産業課、環境質回復課、B3 行政評価課から構成されている。家庭廃棄物では、分権化により地方にその権限が譲られつつあるが、B3 廃棄物に関しては、環境省に許可権が集中しており、地方政府(州、県)には、単に監督権限 (pengawasan) が認められているにすぎない。2002 年に、環境影響管理庁 (BAPEDAL) が環境大臣府と合併し環境省となった。第 1 節の環境影響管理庁長官令に関連した権限・業務等も環境省に移管されている。

工業省

工業調査開発局の中に、資源・環境・エネルギー調査開発センターがおかれている。廃棄物に関する取組みは、これまであまりなされていない。

公共事業省 (PU: Departmen Pekerjaan Umum)

公共事業省の居住環境総局(Bidang Cipta karya)は、下水道等とともに廃棄物の収集・処分に関する事業を推進している。日本からも廃棄物の専門家が JICA から派遣されていた時期がある。

技術評価応用庁 (BPPT)

技術評価応用庁では、環境技術研究所 (Balai Teknologi Lingkungan) 等で、廃棄物の再利用に関する研究が行われている。テーマとしては、都市ゴミのコンポスト化、工場から発生するプラスチックの分別と再生利用、小規模鉛リサイクル工場の公害対策、アルコール産業からの廃液利用等がある。

1.6.2 廃棄物処理の現状

インドネシアにおける廃棄物の発生量は、およそ 1 日一人当たり 2-3 リットル、全土で 1 日 4 億 4 千万リットル、年間 1540 億リットルで約 8030 万トンに達すると見積もられている²。この数値は、増加傾向にある。また、大都市におけるほど、一人当たりの廃棄物発生量は増える傾向にあり、巨大都市で一日当たり 2.8 リットル、大規模都市平均で 2.77 リットル、中規模都市平均で 2.47 リットル、小規模都市平均で 2.17 リットル、都市部での全国平均が 2.39 リットルである³。廃棄物の内容構成は、大都市ほど食品関連の有機廃棄物の占める割合が大きく、ジャカルタ、マカッサル、スラバヤ、バンドンなどのいずれの主要都市においても、全体の 60%を超えている。また、

² 日本貿易振興機構アジア経済研究所 『アジア各国における産業廃棄物・リサイクル政策情報提供事業報告書』経済産業省委託、2007 年

³ Kementerian Lingkungan Hidup[2004]、182 頁

紙の発生量も多く、廃棄物全体の 10%を超えている都市がほとんどである。プラスチックやゴムなどは、いわゆるスカベンジャーと呼ばれるインフォーマルセクターによる回収が行われているものの未回収の割合も大きく 10%近くに及んでいる。

インドネシアのごみ処分方式を見ると、廃棄物全体の 55.5%が最終処分場に運搬されているが、全体の 40%が処理されているにすぎない¹。現在、オープンダンピング方式による埋め立てが一般的であり、管理埋と言われていても実際は浸出水処理施設がある程度であり、十分な締固や中間覆土が行われている処分場はないと言ってよい。ほとんどの地方都市において、ごみ管理における行政の役割不足、インフラ整備の不足のため、大量の廃棄物が処理されない状態にあり、また最終処分場における処理方式も不適切でしかも環境的にも対策が不十分である。

表 1.15 都市ごみの内容構成割合

	ジャカルタ	マカッサル	スラバヤ	メダン	バンドン	平均値
食品	66.41	85.60	65.60	16.20	63.55	59.47
紙	10.11	4.50	13.30	17.5	10.42	11.17
ダンボール	3.12		4.9			1.68
プラスチック・ゴム	11.90	7.10	9.00	15.8	9.76	10.71
金属	1.12	2.30	1.00	3.5	0.95	1.77
ガラス	1.60	0.30	1.00	2.3	1.45	1.33
繊維	0.55		1.80		1.70	0.81
木の葉	2.45	0.15		32.0		6.92
粉塵	2.74	0.05	3.40	12.7	12.16	6.21
有機廃棄物の全体に占める割合	82.09	90.25	83.80	65.7	73.98	79.16
非有機廃棄物の全体に占める割合	17.91	9.75	16.20	34.3	26.02	20.84

(出典：日本貿易振興機構アジア経済研究所『アジア各国における産業廃棄物・リサイクル政策情報提供事業報告書』経済産業省委託、2007 年)

1.6.3 リサイクルの状況

近年の人口の増加、経済活動の活発化、家庭ごみの増大に伴い、廃棄物が増え、しかもその内容が複雑化しつつあるため、これまでのエンド・オブ・パイプ・アプローチの手法では問題解決に十分結びつかなくなってきた。そこで、4 R 原則と呼ばれる

減量、再利用、回復、リサイクル (reduce, reuse, recover, recycle) へのパラダイム変換によって、2025 年に「廃棄物ゼロ」に近づける努力が行われるべきだと指摘されている⁴。具体的には、発生源においてごみを減量し、有機物と非有機物のごみに分別し、すべての有用な物質を取り出すことに努め、非有機物をリサイクルして、新製品に利用し、有機物を利用して、バイオガスなどのエネルギーに換え、衛生埋め立ての対象にするというものである。

この一環として近年では有機ごみをコンポスト化する活動も進められており、関連事業者は増えつつある。世界銀行や UNESCO、JICA などの支援でコンポストプロジェクトが実施されている例もある。しかし、実際には運営コストが高く、コンポストの需要の確保が難しいため、稼働停止に陥るプラントも出てきている。

なお、有機ごみから製造されたコンポストの品質基準 (Specification of compost from domestic organic waste, SNI 19-7030-2004) が Badan Standardisasi Nasional によって 2004 年に定められている。

表 1.16 コンポスト品質基準

No	Parameter	Unit	Minimum	Maximum
1	Water content	%	-	50
2	Temperature			Ground water temperature
3	Color			Blackness
4	Odor			Oil odor
5	Particle Size	Mm	0.55	25
6	Water binding ability	%	58	-
7	pH		6.80	7.49
8	Strange particle	%	*	1.5
Macro Element				
9	Organic material	%	27	58
10	Nitrogen	%	0.40	-
11	Carbon	%	9.80	32
12	Phosphor (P2O5)	%	0.10	-
13	C/N-ratio		10	20
14	Potassium (K2O)	%	0.20	*
Micro Element				
15	Arsenic	mg/kg	*	13
16	Cadmium (Cd)	mg/kg	*	3
17	Cobalt (Co)	mg/kg	*	34
18	Chromium (Cr)	mg/kg	*	210
19	Copper (Cu)	mg/kg	*	100
20	Mercury (Hg)	mg/kg	*	0.8

⁴ Kementerian Lingkungan Hidup[2004]、182 頁

21	Nickel (Ni)	mg/kg	*	62
22	Lead (Pd)	mg/kg	*	150
23	Selenium (Se)	mg/kg	*	2
24	Zinc (Zn)	mg/kg	*	500
Other Element				
25	Calcium	%	*	25.50
26	Magnesium (Mg)	%	*	0.60
27	Iron (Fe)	%	*	2.00
28	Aluminium (Al)	%	*	2.20
29	Mangan (Mn)	%	*	0.10
Bacterial				
30	Fecal Coli	MPN/g		1000
31	Salmonella sp.	MPN/4g		3

Note: * The value are more than minimum or less than maximum

(出典：Indonesia National Standard “Specification of compost from domestic organic waste” SNI 19-7030-2004)

1.7 インドネシアの CDM/JI に関する政策・状況等

1.7.1 温室効果ガス排出量の現状

インドネシアにおける GHG の排出量の内訳は表 1.17 に示す。1994 年ベースの CO₂ 換算量で見ると 55% が CO₂、温室効果が CO₂ の 21 倍といわれる CH₄ が 39% となっている。

表 1.17 インドネシアにおける温室効果ガス排出量内訳 (1994 年)

GHG	排出 CO ₂ 換算量 (Gg)	比率 (%)
CO ₂	189,136	55
CH ₄	134,591	39
N ₂ O	18,944	6
HFC	-	-
PFC	-	-
SF ₆	-	-
合計	324,671	-

(出典：UNFCCC GREENHOUSE GAS INVENTORY DATABASE (GHG)、京都メカニズムプラットフォーム <http://www.kyomecha.org/pf/Indonesia.html>)

一方、インドネシアにおける CO₂ 排出量を排出源別に見ると、総 CO₂ 排出量の 46% をエネルギー部門が占めており、次いで土地利用変化及び森林が 34%、廃棄物分野からの排出量は全体の 2% となっている(表 1.18)。

表 1.18 部門別 CO2 排出源内訳(1994 年)

部門	排出量 (千 ton/年)	比率 (%)
エネルギー	222,102	46
工業プロセス	8,213	2
農業	84,507	17
廃棄物	8,440	2
土地利用変化及び森林	164,113	34
合計	487,375	100

(出典: Key GHG Data、気候変動枠組条約 (UNFCCC) ホームページ
http://unfccc.int/essential_background/background_publications_htmlpdf/items/3604.php)

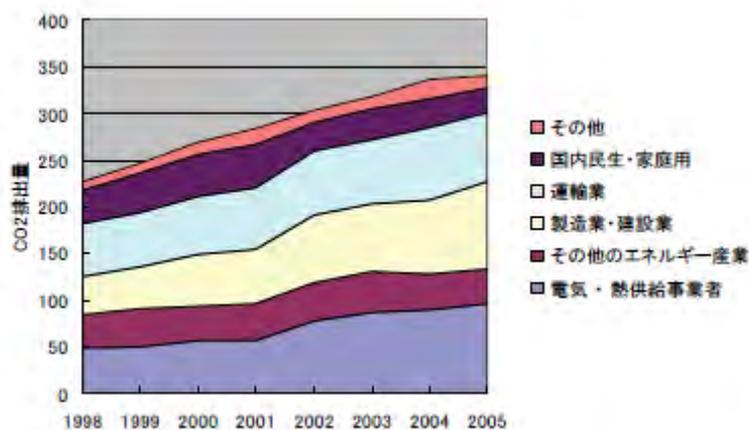


図 1.4 CO2 排出源内訳(1994 年)

(出典: CDM 各国情報: インドネシア、IGES)

1.7.2 地球温暖化対策の経緯

インドネシアにおける地球温暖化対策及び京都議定書取組の経緯を下表に示す。1994 年 8 月に気候変動枠組条約(UNFCCC)を批准し、さらに 2004 年 12 月に京都議定書を批准した。

表 1.19 地球温暖化対策及び京都議定書取組の経緯

年月	出来事
1994 年 8 月	国連気候変動枠組条約(UNFCCC)批准
1996 年	共同実施活動 (AIJ) 開始
1998 年 7 月	京都議定書署名
2001 年 9 月	CDM 国家戦略研究 (エネルギーセクター) が完成
2002 年 6 月	エネルギーセクター-CDM 国家チームを設置
2003 年 3 月	CDM 国家戦略研究 (森林セクター) が完成

2003 年 4 月	気候変動対策委員会(National Commission for Climate Change; Komisi Nasional Perubahan Iklim) 設置
2004 年 12 月	京都議定書批准
2005 年 12 月 23 日	初のインドネシア政府承認 (アチェ・ソーラークッカープロジェクト他)

(出典：京都メカニズムプラットフォーム [hppt://www.kyomecha.org/pf/Indonesia.html](http://www.kyomecha.org/pf/Indonesia.html))

1.7.3 CDM 関連法規

インドネシアで発効された CDM 関連法規は以下の通りである。

表 1.20 インドネシアにおける CDM 関連法規

	関連法規
1	「京都議定書批准法」(Republic of Indonesia Law no.17/2004)
2	省令 206 (Ministerial Decree 206 (2005 年 7 月))

(平成 18 年度 CDM/JI ホスト国基礎情報調査・インドネシア、GEC)

1.7.4 CDM プロジェクト審査体制及び承認プロセス

(1) CDM プロジェクト審査体制

CDM 国家委員会(National Commission for CDM; Komisi Nasional Mekanisme Pembangunan Bersih / KN-MPB)が DNA として指定されている。同委員会は、提出された CDM プロジェクトについて、承認するか否かの最終的な決定を行う。同委員会は以下の 9 つの省庁からの代表で構成されている。

- ・ 環境省 (Ministry of Environment)
- ・ エネルギー・鉱物資源省 (Ministry of Energy and Mineral Resources)
- ・ 林業省 (Ministry of Forestry)
- ・ 工業省 (Ministry of Industry)
- ・ 外務省 (Ministry of Foreign Affairs)
- ・ 内務省 (Ministry of Home Affairs)
- ・ 運輸省 (Ministry of Transportation)
- ・ 農業省 (Ministry of Agriculture)
- ・ 国家開発企画庁 (National Development Planning Agency)

同委員会の下には技術チームおよび事務局が設置されている。

事務局

プロジェクト申請の受付等、CDM 審査手続きを円滑に行うための事務を所掌している。書式、必要書類の有無などの観点からの書類チェックを行う。インドネシア環境省内に設置されている。

技術チーム

CDM 国家委員会を支援するため、持続可能性の承認クライテリア・指標に照らしプロジェクトの妥当性を、技術的・専門的見地から検証する。その際、専門家グループ等からの意見を参考にすることが可能である。

専門家グループ

事務局に提出されたプロジェクトの審査に関して、必要性が認められた場合、技術チームに対して意見提出等を行う。

ステークホルダー・フォーラム

提案されたプロジェクトに関する意見の食い違いがある場合に開催される。CDM 国家委員会が実施するかどうかの判断を行う。

(2) プロジェクト申請書類

プロジェクト申請に必要な書類は以下のとおり。

- ・ 国家承認申請書 (National Approval Application Form)
- ・ プロジェクト設計書 (PDD)
- ・ 環境影響評価報告書 (必要な場合)
- ・ 公聴会の記録
- ・ 林業省からの推薦状 (森林 CDM プロジェクトの場合のみ)
- ・ プロジェクトを正当化するためのその他の書類

(3) CDM プロジェクト承認プロセス

CDM プロジェクトの申請から承認までのプロセスは図 1.5 に示すとおりである。

事務局がプロジェクト申請書類を受付後、申請書類がCDM国家委員会に提出されると同時に、CDM国家委員会のウェブサイトにも公開され、公衆や利害関係者からのコメントが受け付けられる。公衆や利害関係者からのコメントも、同委員会のウェブサイトに掲載される。

PDD 不備のために、CDM 国家委員会が承認レターを発行できない場合は、プロジェク

ト提案者に対して、改訂版を再提出するために 3 ヶ月の期間が与えられる。技術チームや専門家チームは、再申請された申請書類の新しく加えられた部分だけを再評価する。なお、再提出が許されているのは 1 回限りである。

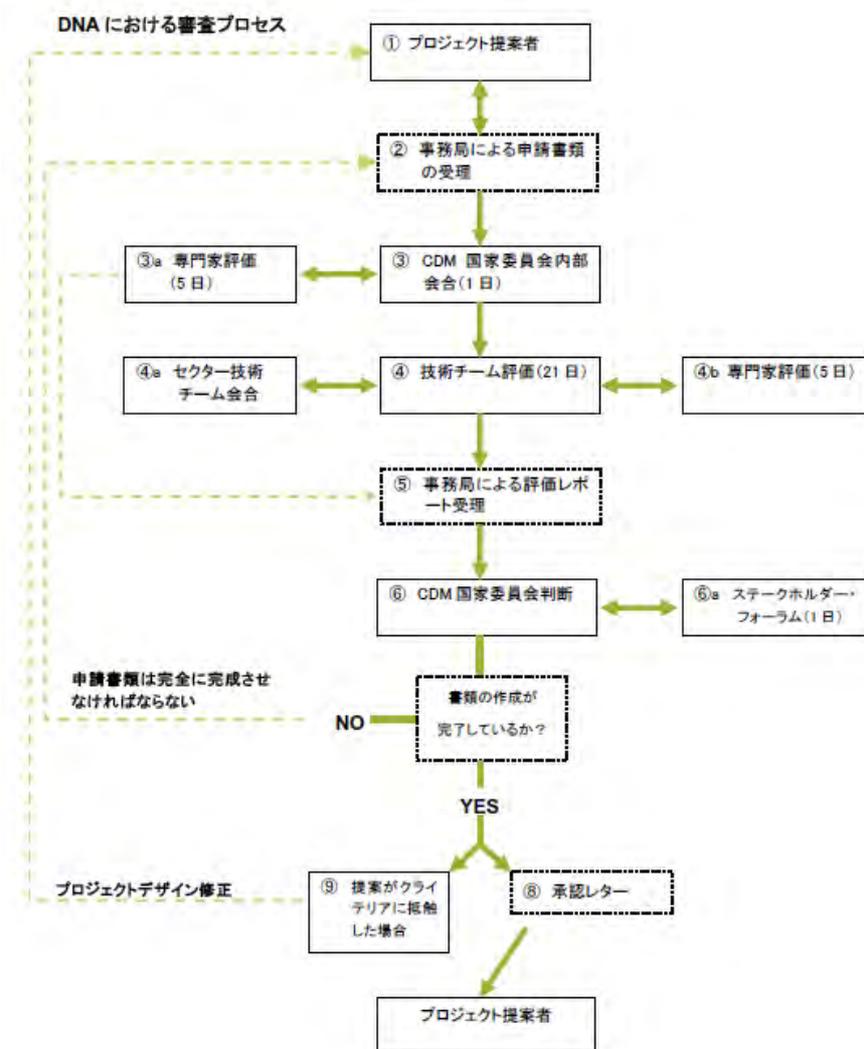


図 1.5 CDM プロジェクト承認プロセス

(4) CDM プロジェクト承認基準

政府承認を行うにあたり、国家 CDM 委員会は以下に示す承認クライテリアと指標の観点からプロジェクトの評価を行う。

A. 環境的持続可能性

クライテリア	指標
天然資源の保護あるいは多様化を行う中での環境面の持続性	<ul style="list-style-type: none"> 地域の生態系機能が維持される 国レベルおよび地方レベルの環境基準を超えない 遺伝子、種および生態系の生物多様性が維持され、いかなる遺伝子汚染も起さない 既存の土地利用計画に反しない
地域住民の健康と安全	<ul style="list-style-type: none"> 健康被害を及ぼさない 職業健康安全法規に反しない 起こりうる事故を防止・管理するために、適切な行動手順を文書化する

B. 経済的持続可能性

クライテリア	指標
地域住民の福祉	<ul style="list-style-type: none"> 地域住民の収入を下げない 地域社会のメンバーの収入がプロジェクト実施の影響により下がる場合、これに対する適切な措置が講じられる 当該地域の公共サービスの質を下げない 関係者間で利害対立がある場合、いかなるレイオフ問題にも対処しながら、現行の法規則に則った合意がなされる

C. 社会的持続可能性

クライテリア	指標
プロジェクトへの地域住民の参加	<ul style="list-style-type: none"> プロジェクト実施者は、地域住民に対してプロジェクトについて協議している 地域住民からのプロジェクトに関するコメントおよび苦情が考慮され、対応されている
地域社会の安定	<ul style="list-style-type: none"> 地域住民間のいかなる対立も惹起しない

D. 技術的持続可能性

クライテリア	指標
技術移転	<ul style="list-style-type: none"> 知識および設備運営において、外国への依存度が高まらない（ノウハウの移転） 実験的あるいは旧式の技術によらない キャパシティを向上させ、現地の技術を利用する

（出典：「CDM 国家委員会ウェブサイト」）

1.7.5 インドネシアにおける CDM プロジェクトの状況

2009 年 3 月現在、インドネシア国では 90 件のプロジェクトが DNA に、うち 23 件が国連 CDM 理事会に承認・登録されている。国連登録されたプロジェクトを表 1.21 に示す。

現状では、バイオマス、メタン回収・利用、再生可能エネルギー、等の案件が比較的多く登録されている。2007 年の 12 月にインドネシアのバリで COP13 が開催されたこともあり、気候変動問題や CDM に対する関心は高まり、DNA もプロジェクトの承認に積極的になっている。

表 1.21 国連登録済み CDM プロジェクト

Registered	Title	Other Parties	Reductions (tCO ₂ e / yr)
6-Feb-06	CDM SOLAR COOKER PROJECT Aceh 1	Germany	3500
17-Jun-06	MSS Biomass 9.7 MWe Condensing Steam Turbine Project		56116
31-Aug-06	MNA Biomass 9.7 MWe Condensing Steam Turbine Project		46322
31-Aug-06	Methane Capture and Combustion from Swine Manure Treatment Project at PT Indotirta Suaka Bulan Farm in Indonesia	Japan	166000
29-Sep-06	Indocement Alternative Fuels Project	Canada, Netherlands, Finland, France, Sweden, Germany, UK, Japan, Norway	144413
27-Oct-06	Indocement Blended Cement Project	Canada, Netherlands, Finland, France, Sweden, Germany, UK, Japan, Norway	469750
9-Dec-06	Lampung Bekri Biogas Project	Switzerland, UK	18826
11-Dec-06	Darajat Unit III Geothermal Project	UK	652173
20-May-07	PT Navigat Organic Energy Indonesia Integrated Solid Waste Management (GALFAD) Project in Bali, Indonesia	Japan	123423
2-Nov-07	PT. BUDI ACID JAYA Tapioca Starch Production Facilities Effluent Methane Extraction And On-site Power Generation Project in Lampung Province, Republic of Indonesia	Japan	271436
23-Nov-07	Nagamas Biomass Cogeneration Project in Indonesia	Japan	77471
20-Dec-07	Amurang Biomass Cogeneration Project	Switzerland, UK	30263
1-Feb-08	Tambun LPG Associated Gas Recovery and Utilization Project	Switzerland, UK	390893
26-Feb-08	MEN-Tangerang 13.6MW Natural Gas Co-generation Project	Japan	42622
23-May-08	4MW Biomass Power Plants Using Waste Wood Chips & Sawdust in Central Java Province, Indonesia	Japan	14602
30-May-08	Pontianak - GHG emission reduction through improved MSW management - LFG Capture, Flaring and Electricity Generation	Netherlands	49098

Registered	Title	Other Parties	Reductions (tCO ₂ e / yr)
8-Jul-08	Gas turbine co-generation project in Indonesia	Japan	22796
2-Sep-08	Emission reductions through partial substitution of fossil fuel with alternative fuels in the 2 cement plants of PT Holcim Indonesia Tbk	Switzerland	516706
4-Nov-08	Gianyar Waste Recovery Project	Switzerland	7671
3-Dec-08	Methane Recovery in Wastewater Treatment, Project AIN07-W-01, Sumatera Utara (North Sumatera), Indonesia	Netherlands	33390
8-Dec-08	“Listrindo Kencana Biomass Power Plant”	Japan	49529
16-Jan-09	Methane Recovery in Wastewater Treatment, Project AIN07-W-04, Sumatera Utara, Indonesia	Netherlands	39218
15-Feb-09	MEN Energy Efficiency Improvement Project	Japan	30665

(出典 : UNFCC ウェブサイト : <http://cdm.unfccc.int/index.html>)

1.8 提案プロジェクトがホスト国の持続可能な開発に貢献できる点

インドネシア政府 DNA では、1.7.4 に示したように経済、環境、社会、技術の 4 つの持続可能性について指標を示している。本プロジェクトは、以下の点でインドネシア国の持続可能な開発に大きく貢献する。

(1) 環境的效果

本プロジェクトの実施に伴い、以下の環境改善効果が期待できる。

最終処分場の衛生化（悪臭防止、水質改善）

本プロジェクトでは、有機性廃棄物の好気処理を施す。好気処理により温室効果ガスであるメタンの発生を回避するだけでなく、好気環境下では分解速度が速くその発酵熱により病原体を死滅、悪臭物質の生成を抑制するため、悪臭、蚊・ハエの発生を抑制することができる。また、有機成分が早期に分解するため浸出水中の有機成分（BOD、COD など）も低濃度化される。

最終処分場の火災リスク低減

嫌気条件下でのメタン発生は、しばしば火災の要因となる。プロジェクトの実施により、メタン発生が回避されるため、火災のリスクが大きく低減される。

最終処分場の安定

様々なごみが混合された都市ごみがオープンダンピングされている現状の最終処分場で

g は、投棄されたごみの崩壊や不等沈下の可能性が高い。その要因は、締固が不十分なままごみが最終処分場に積み上げられ、有機物の分解により空隙が発生したり、密度の低いプラスチックの層が降雨により水分を多く蓄え水みちを形成するなどによるものと考えられる。

本プロジェクトの実施により、密度の低いプラスチック類は、機械選別工程でほとんどが回収され、また有機物は生物処理工程で十分に分解し含水率も低下する。その結果、最終的に投棄される廃棄物は十分に均質化されるため処分場の安定性は確保される。

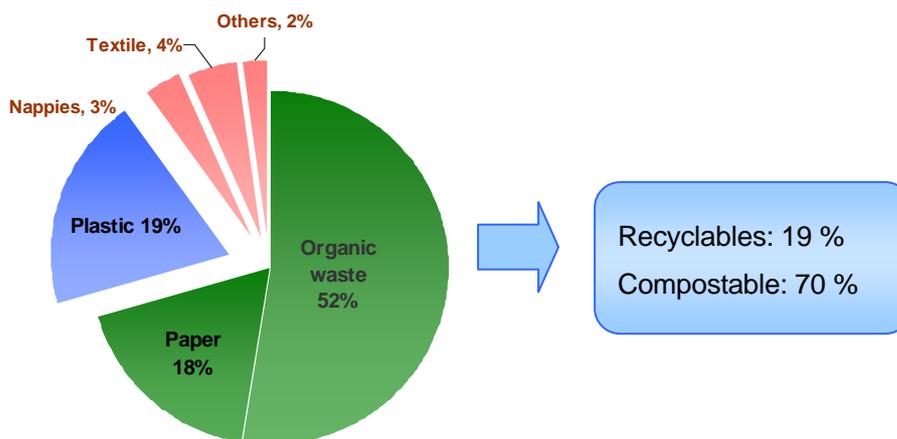


図 1.6 廃棄物の組成と分別による効果

(出典： Study on Municipal Solid Waste in Bandung for the design of Integrated Intermediate Treatment Facilities at Leuwigaja, JETRO, 2007)

(2) 経済・社会的効果

本プロジェクトの実施に伴い、以下の社会・経済的効果が想定される。

最終処分場の延命化

西ジャワ州の各都市(特にバンドン、デポック、ボゴールなどの大都市)においては、最終処分場用地の確保は深刻な問題であり、既存処分場の延命化や処分量の減量化が強く求められている。前述のとおり、プラスチック類の回収、有機分的高速好気安定により、最終処分量は重量ベースで5割程度への削減が見込め、処分場の延命化に寄与する。

循環型社会の促進

インドネシアでは、スカベンジャーを中心としたインフォーマルセクターによりリサイクル市場が既に形成されている。しかしながら、ウェイストピッカーに採取されず最終的に処分場に投棄されるものの中にも資源物は多く残っており、また昨今の急激な経済

成長に伴う社会慣習の変化（大量消費）により、今後も発生廃棄物量が急増することが予測される。そのような中で、本プロジェクトの実施により、資源物を有効に利用する循環型社会の形成が促進される。現在、インドネシアでは、3R に関する基本政策を策定中であり、本プロジェクトはこうした動きにも合致するものである。

雇用の創設

本プロジェクトでは、手選別や機器の運転に数十名程度の雇用に創設し、地域経済に貢献できる。

ウェイトピッカーとの共生

最終処分場でのウェイトピッカーの活動は、資源物の回収、廃棄物量の減量化に貢献しており必要かつ有効な手段である。また、この活動は、長らく彼らの収益源であり生活を支えている。しかしながら、彼らの活動そのものは黙認されてはいるものの基本的には非合法であり、また非常に不衛生かつ危険な環境下での活動である。

そこで、本プロジェクトの実施にあたっては、「機械選別工程前にウェイトピッカーによる回収工程を入れる」「機械選別工程における手選別作業員として雇用する」などの手法を検討し、ウェイトピッカーとの共生を図ることが必要である。

1.9 提案プロジェクトの技術移転の側面

本プロジェクトの適用技術は、「処分場ガス回収・利用事業」のように事業可能性が処分場の規模や閉鎖時期に左右されることが少なく、また初期費・運費も比較的小さいため、事業適用性に優れる。既にインドネシア内でもごく小規模の施設は導入されており、本プロジェクトにより大型の施設が導入されその技術的有効性が証明されれば、同様の技術が他地域に展開される可能性は高い

わが国から移転する技術としては、大型のトロンメルや粉砕機といった機械であるが、性能の面からは日本や欧州メーカーの製品が優れているものの、コストの面から現地生産も同時に検討すべきである。

第2章 調査内容

2.1 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。

2.2 調査体制

本調査は、西ジャワ州政府当局の全面的な協力の下に実施した。現地外注業務として、廃棄物に関する基本調査等を科学応用評価庁の CDM サポートチームに、また廃棄物調査の一部（好気安定化処理試験）をバンドン工科大学に委託した。調査実施体制を下図に示す。

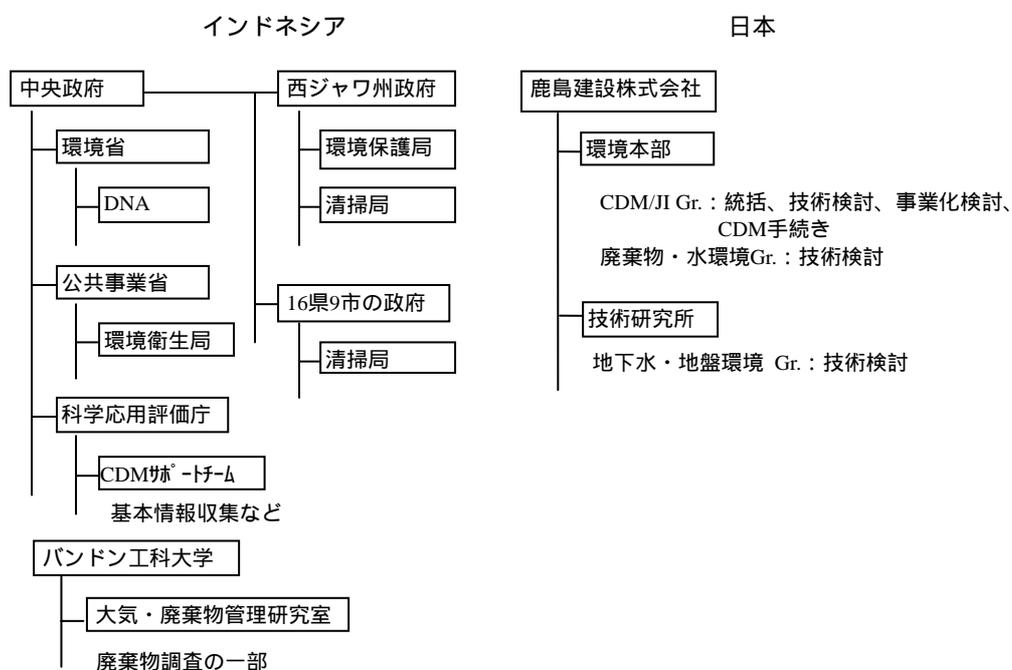


図 2.1 調査実施体制

2.3 調査内容

現地調査は 4 回実施した。それぞれの現地調査での実施事項を下表にまとめる。

表 2.1 現地調査の概要

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

調査課題ごとの成果は以下の通りである。

（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（簡易 MBT）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 の具体的な例として、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。

第3章 プロジェクト概要

3.1 プロジェクト内容

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 スキームを活用し都市固形廃棄物 (Municipal Solid Waste: MSW) の中間処理の普及促進を目的とする。現状で、都市固形廃棄物は、中間処理されず最終処分場に運搬され、多くの場合不十分な管理もなされないまま投棄される(オープンダンピング)。これに対し、廃棄物処分場の衛生化 (Sanitary Landfill) や処分場ガス回収 CDM 事業なども考えられるが、インドネシアにおける最終処分場の最も大きな課題として挙げられる廃棄物の減量化と安定化に資する技術として中間処理が最も有効と考えられる。

中間処理方法としては、わが国では焼却または高温熔融処理が一般的であるが、コスト面や技術面を勘案し現状インドネシアに最も適していると考えられる「簡易 MBT: 機械・生物処理手法」を適用するものとする。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、温室効果ガス削減に寄与する技術である。

また、本プロジェクトは、2007 年 7 月に国連 CDM 理事会で承認されたプログラム CDM スキームを適用する。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 として構築することを計画している。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。

3.2 プログラム CDM の適用

3.2.1 プログラム活動(PoA)の定義[EB32 Anx38] (出典：図解京都メカニズム第 8.0 版)

プログラム活動 (Programme of Activities : PoA) とは、企業は又は公的主体が自主的かつ調整して実施する政策・措置又は目標設定 (例えばインセンティブ付与や自主的プログラム) による活動のことを言う。

これらの活動は、追加的な温室効果ガスの排出削減又は吸収源による吸収増大をもたらすことが必要

プログラム活動の中で実施される CDM プログラム活動 (CDM program activities : CPAs) の数には制限がない

プログラム CDM の手続きには、最新バージョンの「プログラム活動を一つの CDM プロジェクトとして登録し、それらの活動から CER を発行するための手続き[EB32 Anx39]」を適用することが必要である。

3.2.2 本プロジェクトにおけるプログラム CDM 適用の意義

廃棄物処理問題は、全ての自治体が抱える深刻な問題でありながら、自治体の予算が廃棄物処理に十分に回らず、人的資源も不足するなどの理由で十分な手当てがなされてきていなかった。これに対して、プログラム CDM を実施することは以下のような意義があると考えられる。

州政府が指導的立場に立って、廃棄物の処理方法を指導し普及できる。それにより、悪質な民間業者や問題のある技術が自治体に紹介されることを防ぎ、良質な人材育成や良質な技術の移転等が可能となる。

CDM により得られるクレジット収入により事業の普及が可能となる。また、西ジャワ州がクレジットの管理を行うことにより、採算性の悪い小規模な取り組みにも普及が期待できる。

プログラム CDM により、各自治体は面倒な CDM の手続きを行う必要がない。また、いつでも CPA を計画し導入することができる。

3.2.3 調整または管理主体（CME）

PoA は、これを調整または管理する主体（CME: Coordinating/Managing Entity）により登録されなければならない。

本プロジェクトでは、西ジャワ州政府と協議の結果、知事により指定された西ジャワ州廃棄物管理センター（BPPS）または西ジャワ州環境保護局（BPLHD）が直接行うことが適当であるとの見解を得た。このうち、CME 候補としてより有力なのは BPLHD である。本プロジェクトにおける CME の役割は以下である。

- 安価で良質な技術の選定と自治体への指導・普及
- 自治体の CPA 計画策定の支援・監督
- 環境・廃棄物関連法規の遵守
- CDM の手続き
- クレジットの売却と収入の配分

3.2.4 PoA

本プロジェクトにおける PoA は、西ジャワ州の各自治体や地域において、回収される家庭ごみを分別しそのうち生ごみを好気処理することである。この活動は、2008 年 5 月に制定された廃棄物管理法の趣旨に合致するものではあるが、同法ではこうした中間処理は義務化されていない。

3.2.5 CPA

CPA は、西ジャワ州内の各自治体または地域（コミュニティー）において実施することを想定している。CPA 実施者の役割は以下である。

- プロジェクトの計画
- 住民等への説明責任の履行（CME と協力のもと）
- 資金の調達（民間委託を含む）
- プロジェクトの実施（廃棄物の収集を含む）
- モニタリング

また、これまで実施した現地調査の結果を踏まえ、西ジャワ州の自治体や地域において考えられる CPA のパターンは以下の通りである。

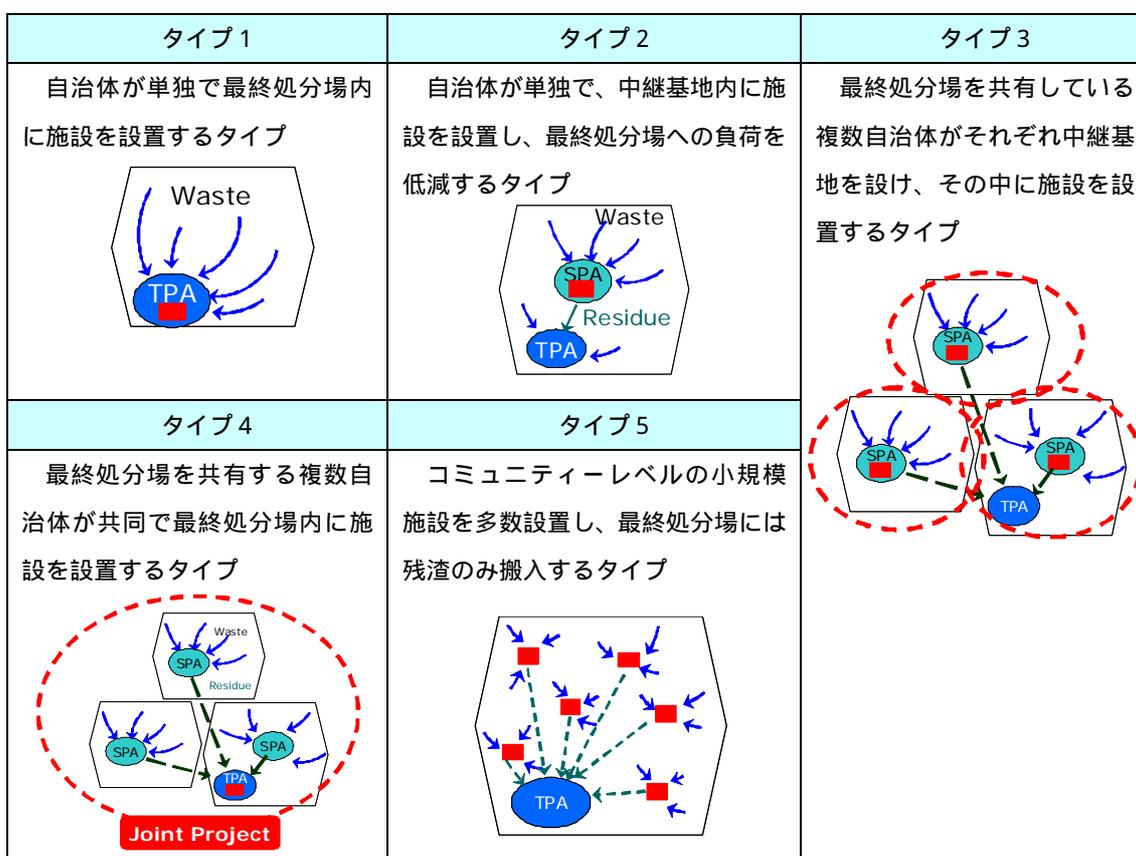


図 3.1 CPA のパターン

現在までに西ジャワ州と協議を行った結果、デポック市を最初の CPA として事業化の計画を立てることとした。また、26 自治体を対象としたアンケート調査を実施した結果、デポック市の他に、ボゴール市、スカブミ市、バンドン市、タシクマラヤ市、バンジャル市、クニンガン県、スメダン県、カラワン県、などの自治体がプロジェクトへの関心を示していることがわかっている。またタシクマラヤ市、バンドン県、ボゴール県、カラワン県から関心表明書が提出された。

3.3 プロジェクトサイト

3.3.1 PoA 対象地域：西ジャワ州

本 PoA の対象地域は、西ジャワ州である。西ジャワ州はジャカルタに隣接し、西にバンテン州、東に中央ジャワ、北にジャワ海、南にインド海と接している。沿岸に州都を持つインドシナの他の州と異なり、西ジャワ州の州都であるバンドンは山岳地帯に位置している。西ジャワ州は Act No.11 Year 1950 に基づき開発された、16 のリージェンシーと 9 都市からなる、面積 34,816.96km²、人口 40,740,000 人（2006 年）¹の州である。



図 3.2 西ジャワ州

(出典 : West Java ASER 2007)

¹ West Java Annual State of the Environment Report (West Java ASER 2007)

(1) 基本概要

1) 人口

西ジャワ州の人口は、2001 年以降は増加傾向にあり、2005 年には 3996 万人(バンテン除く)に達した。2005 年の人口増加率は 2.1%、人口は表 3.1 に示す通りである。2005 年の統計では、西ジャワ州内で最も人口の多い地域は西ジャワ県(426 万人)、ついでポゴール県(410 万人)である。また、2005 年における人口密度は 1,378.65 人/km²である。

表 3.1 西ジャワ州の都市毎の人口(2005 年)

Regency/City	Population		
	Male	Female	Total
Regency			
Bogor	2,085,587	2,015,347	4,100,934
Sukabumi	1,136,359	1,088,634	2,224,993
Cianjur	1,069,408	1,029,236	2,098,644
Bandung	2,108,890	2,155,044	4,263,934
Garut	1,182,875	1,138,195	2,321,070
Tasikmalaya	867,460	826,019	1,693,479
Ciamis	781,746	760,915	1,542,661
Kuningan	549,024	547,479	1,096,503
Cirebon	1,060,299	1,047,619	2,107,918
Majalengka	596,024	595,466	1,191,490
Sumedang	534,711	532,650	1,067,361
Indramayu	898,038	862,248	1,760,286
Subang	708,731	713,242	1,421,973
Purwakarta	398,864	380,796	779,660
Karawang	1,029,477	956,097	1,985,574
Bekasi	99,508	960,872	1,060,380
City			
Bogor	429,627	415,151	844,778
Sukabumi	146,496	141,264	287,760
Bandung	1,171,169	1,144,726	2,315,895
Cirebon	139,849	141,240	281,089
Bekasi	998,654	996,216	1,994,870
Depok	688,390	685,470	1,373,860
Cimahi	247,812	245,886	493,698
Tasikmlaya	293,326	300,832	594,158
Banjar	85,558	88,018	173,576
Jawa Barat	20,192,207	19,768,662	39,960,869

2) 経済情勢

2006 年における西ジャワ州の経済は 2005 年よりも好調で、地域内総生産 (GRDP) の成長率は 2006 年には 6.01%、2005 年には 5.62%であった。GDRP 成長率全体にもっとも貢献したのは製造業セクター、輸送、ホテル・レストラン、そして農業セクターである。

しかし、一方成長率が低かったのは金融、住宅、ビジネスサービスであった。2005 年及び 2006 年における西ジャワ州の GRDP を表 3.2 に示す。

表 3.2 西ジャワ州における地域内総生産(2005-2006 年)

Industrial Origin	2005	2006
1. Agriculture	46,430,738.01	52,653,017.31
1.1. Farm Food Crops	32,208,815.99	36,747,054.09
1.2. Estate Crops	3,670,576.30	4,226,981.03
1.3. Livestock and Products	6,170,855.24	7,137,367.98
1.4. Forestry	641,230.06	710,067.11
1.5. Fishery	3,739,260.42	3,831,547.11
2. Mining and Quarrying	11,978,992.98	12,875,010.39
2.1. Oil and Natural Gas	11,109,197.85	11,831,556.58
2.2. Mining Excluding Oil /Gas	257,181.64	258,573.87
2.3. Quarrying	612,613.49	784,879.93
3. Manufacturing Industry	173,067,743.19	214,242,075.48
3.1. Oil and Gas Industry	7,441,632.78	13,105,222.58
3.2. Industry Excluding Oil/Gas	165,626,110.41	201,136,852.90
4. Electricity, Gas and Water Supply	11,258,763.41	12,689,169.02
4.1. Electricity	10,061,080.85	11,303,475.15
4.2. G a s	734,475.37	899,361.15
4.3. Water Supply	463,207.20	486,332.72
5. Construction	11,452,923.97	14,348,875.33
6. Trade, Hotel and Restaurant	74,280,672.53	91,884,707.67
6.1. Wholesale and Retail Trade	62,830,907.55	79,169,692.20
6.2. H o t e l	1,633,103.72	1,751,039.33
6.3. Restaurant	9,816,661.26	10,963,976.13
7. Transport and Communication	20,712,347.68	27,831,310.56
7.1 Transport	17,318,269.38	23,813,418.46
7.1.1 Railway Transport	457,747.79	440,291.29
7.1.2 Road Transport	14,870,339.94	21,086,158.36
7.1.3 Sea Transport	403,671.35	433,315.26
7.1.4 River and Ferry Transport	1,109.78	1,160.07
7.1.5 Air Transport	595,751.34	738,052.72
7.1.6 Services Allied to Transport	989,649.17	1,114,440.77
7.2 Communication	3,394,078.31	4,017,892.10
8. Finance, Dwelling and Business Service	11,789,582.84	12,754,933.45
8.1. Bank	3,480,541.00	3,450,310.00
8.2. Other Financial Intermediaries	1,141,053.51	1,789,239.56
8.3. Ownership of Dwellings	5,439,451.66	5,729,484.20
8.4. Business Services	1,728,536.67	1,785,899.69
9. Service	28,296,884.85	34,277,658.39
GRDP Including Oil and Natural Gas	389,268,649.47	473,556,757.60
GRDP Excluding Oil and Natural Gas	370,717,818.84	448,619,978.44

3) 地域内財政

2005 年度、西ジャワ州の予算は 5156.1 億 Rp の赤字に終わった。これは全体の歳入が 8751.4 億 Rp であったのに対し、支出が 1 兆 3,907.4 億 Rp と歳入を上回ったためである。

(2) 行政組織

西ジャワ州の行政組織を図 3.3 に示す。廃棄物管理に関しては、西ジャワ州環境保護局 (BPLHD) が担当している。

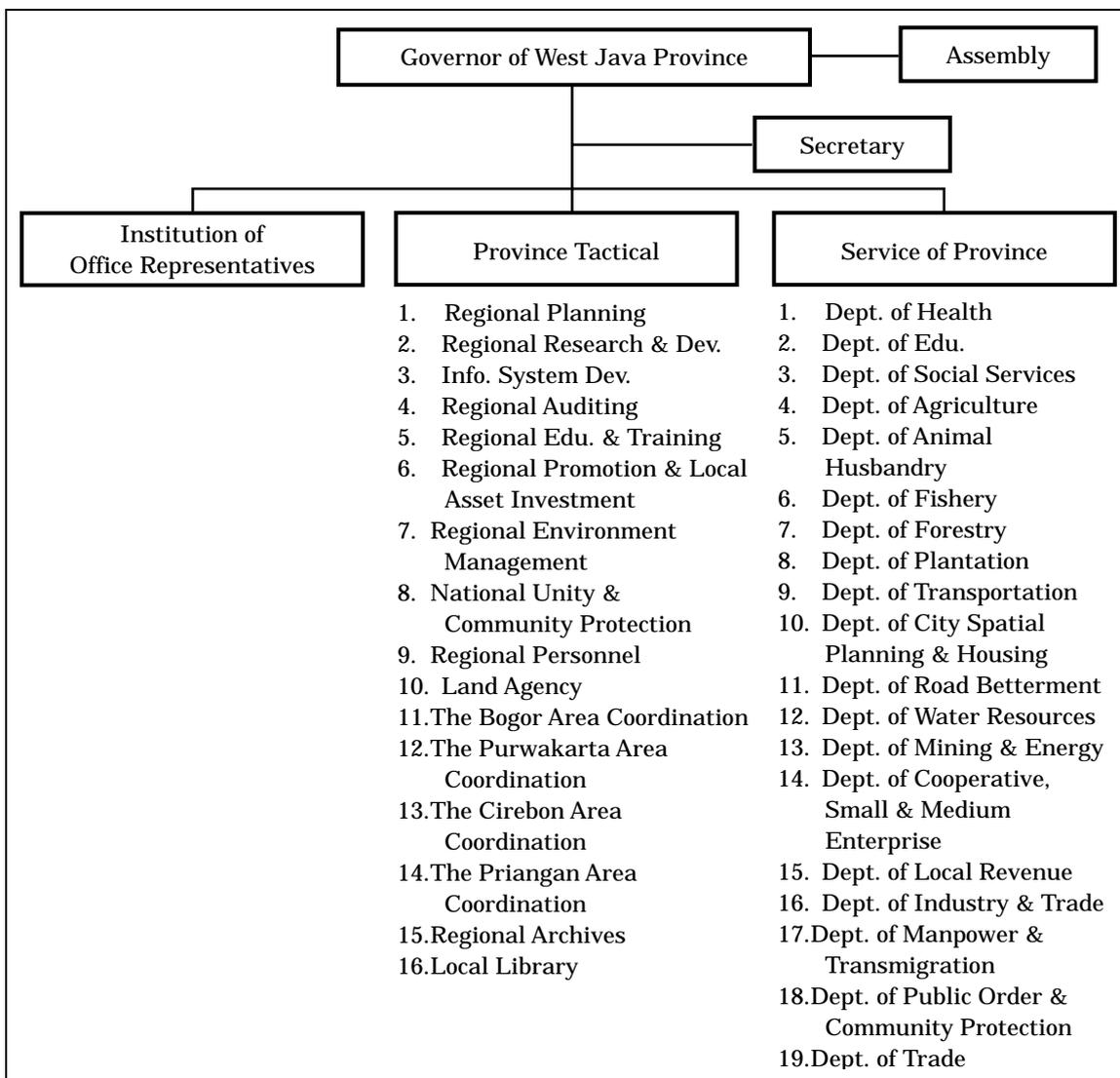


図 3.3 西ジャワ州政府組織図

更に、2002～2006 年に実施された西ジャワ州環境管理事業により、環境管理に係る地方政府の組織強化の施策として、バンドン都市圏廃棄物管理公社 (GBWMC: Greater Bandung Waste Management Cooperation) の設立が提案され、この提案にもとづき、西ジャワ州、バンドン県、バンドン市、チマヒ市、スムダン県、ガルット県が、同公社設立に係る合意書を 2005 年 3 月に締結した。その後、中央政府と地方政府との協議が行われた結果、西ジャワ州知事令 No.31/2007 により西ジャワ州廃棄物管理センター (P3JB:) と名称が変わったが、この組織の役割等についてはまだ審議中である。

(3) 廃棄物管理状況

西ジャワ州政府は、廃棄物管理事業そのものは実施していないが、州内の各自治体の廃棄物管理を統括している。近年、最終処分場のための新規の土地を探すにあたり、様々な問題に直面しているため、3R (Reduce、Reuse、Recycle) プログラムを通じた最終処分場に運搬される廃棄物の減量を推進している。西ジャワ州が制定した廃棄物管理の目標を以下に示す。

- 全ての最終処分場は衛生処分場とすること
- バンドン basin (バンドン市、チマヒ市、バンドン県)、Bodebek (Bogor, Depok, Bekasi)及び Ciayumajakuning (Cirebon, Indramayu, Majalengka dan Kuningan)は各自で最終処分場を所有すること
- 発生ごみの 60%は既存の最終処分場で埋立を行えること
- 発生ごみの 20%はコンポストシステムによって処理されること
- 廃棄物管理に係わる協力体制が効果的に運営されること

西ジャワ州内には、図 3.4 に示すように、都市、県ごとに一つまたは複数の最終処分場を運営しているが、そのほとんどがオープンダンプングである。各都市及び県における最終処分場の現状を表 3.3 に示す。



図 3.4 稼働中の最終処分場
(出典 : West Java ASER 2007)

表 3.3 最終処分場の状況

都市/県名	ごみ発生量 (m ³ /day)	最終処分場	埋立てごみ量 (m ³ /day)	TPA 面積 (Ha)	運用開始年	運用状況
Cekungan Bandung						
Kab. Bandung	3,252	Babakan	744	10.10	1992	Open dumping
		Pasir Buluh	12	2.20	1992	Open dumping
Kota Bandung	5,023	Sari Mukti	2,000	21.00	2006	Open dumping
Kota Cimahi	1,226	Sari Mukti	2,000	21.00	2006	Open dumping
Kab. Sumedang	220	Cieureum Wetan	141	10.00	1995	Open dumping
Kab. Garut	1,949	Pasir Bajing	214	8.40	1996	Controlled landfill
Bodebekjur						
Kab. Bogor	3,673	Pondok Rajeg	350	9.00	1995	Controlled landfill
Kota Bogor	1,950	Galuga	1,501	13.00	2002	Controlled landfill
Kab. Bekasi	1,686	Burangkeng Setu	900	7.60	1994	Controlled landfill
Kota Bekasi	4,307	Bantar Gebang	5000 ton	108.00	1989	Controlled landfill
		Sumur Batu	1,392	10.00	2003	Controlled landfill
Kota Depok	2,980	Cipayung	612	9.10	1989	Controlled landfill
Kab. Karawang	1,299	Jalupang	230	3.50	2002	Open dumping
Kab. Cianjur	2,090	Pasir Sembung	400	5.80	175	Controlled landfill
		Pasir Bungur	400	6.20	2005	Controlled landfill
Ciayumajakuning						
Kab. Cirebon	2,134	Gunung Santri	360	3.00	2003	Open dumping
		Gegesik	24	0.60	2003	Open dumping
		Ciawijapura	12	1.50	2004	Open dumping
		Ciledug	24	2.00	2004	Open dumping
Kota Cirebon	623	Kopi Luhur	485	9.00	2002	Open dumping
Kab. Indramayu	958	Pecuk	200	9.70	1991	Controlled landfill
		Kebulen	12	1.00	2000	Open dumping
		Kertawinangun	12	2.40	2000	Open dumping
		Mekarjati	12	1.00	2000	Open dumping
Kab. Majatengka	963	Heuleut	108	4.50	1994	Open dumping
		Talaga	12	0.50	1995	Open dumping
Kab. Kuningan	597	Cimiru	201	3.00	2000	Controlled landfill

都市/県名	ごみ発生量 (m ³ /day)	最終処分場	埋立てごみ量 (m ³ /day)	TPA 面積 (Ha)	運用開始年	運用状況
Tasbancis						
Kab. Tasikmalaya	747	Cinangsi	80	1.30	2002	Open dumping
Kota. Tasikmalaya	1,293	Ciagir	386	5.00	2002	Controlled landfill
Kab. Ciamis	1,550	Handap Herang	96	5.00	1994	Controlled landfill
		Purbahayu	48	5.00	2001	Open dumping
		Kawaii	24	0.28	2001	Open dumping
		Banjarsari	24	0.28	2001	Open dumping
Kota Banjar	370	Ciminyak	75	5.00	1994	Open dumping
Nonsensitive Area						
Kab. Sukabumi	1,050	Cimenteng	120	4.00	1982	Open dumping
		Loji	24	1.00	1990	Open dumping
		Pasir Jeding	24	2.00	1990	Open dumping
		Kadaleman	14	2.30	2006	Open dumping
Kota Sukabumi	614	Cikundul	469	8.30	1992	Controlled landfill
Kab. Subang	1,273	Panembong	141	6.50	1995	Open dumping
		Purwadadi	12	0.60	2000	Open dumping
Kab. Purwakarta	230	Cikolotok	132	5.60	2006	Controlled landfill

Note: Kab=Regency, Kota=City

(出典 : West Java ASEP 2007)

3.4 プロジェクト適用技術

3.4.1 機械・生物処理

機械・生物処理手法は、廃棄物の埋立処分率が高い欧州で、焼却の代替手法として投棄ごみの減量化・安定化を目的として開発された手法であり、1990 年代後半から新式の廃棄物処理施設として導入され始めた。また、日本では不法投棄現場の再生手法のひとつとしても用いられている。

本手法は、「機械選別」と「生物処理」から構成され、「機械選別」により資源物の効果的な回収及びごみの減量化を(3R)、「生物処理」でごみの有機成分を高速好気分解することで安定化を図るものである。また、本手法はその処理スキーム(処理プロセスの順序・組み合わせ、回収項目等)を、適用する自治体の状況(ごみ量・組成・処理後用途、予算等)に応じて、適宜構築できることが特徴である。ドイツの一都市で導入されているスキーム事例を、図 3.5 に示す。

欧州では高度な処理施設が導入されている事例も多いが、本プロジェクトでは、対象都市の廃棄物管理の現状を鑑み、より簡易な形式の機械・生物処理手法の適用を検討する。

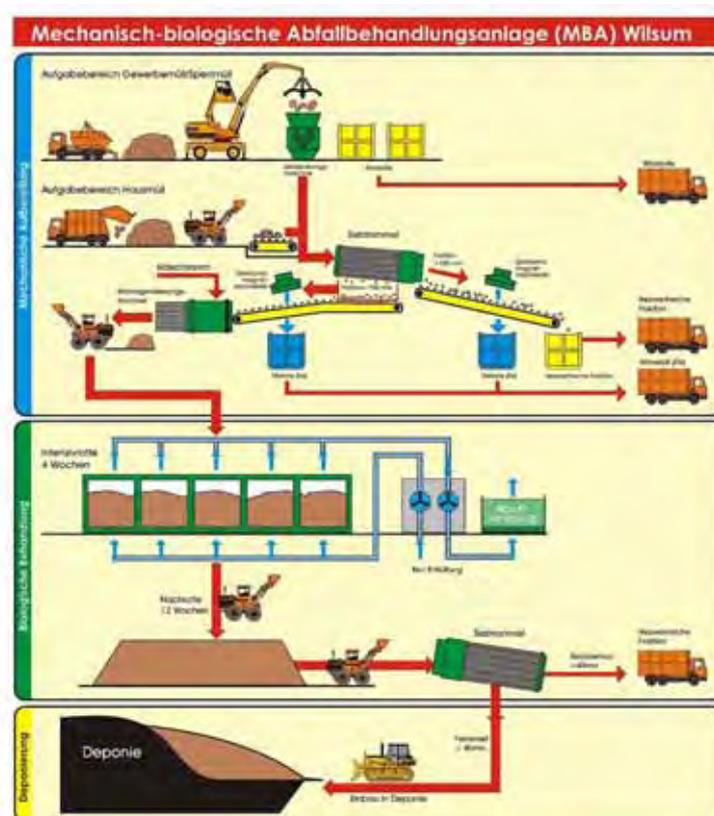


図 3.5 ドイツでの機械・生物処理手法のスキーム事例
(出典：MBA Wilsum, AWB Landkreis Bentheim 社)

3.4.2 機械選別工程

選別は、廃棄物を、搬出先の条件に適合するように分けるものである。「混ぜればごみ、分ければ資源」といわれるように、選別により資源化を促進することが可能である。現状の処分場においても、ウェストピッカーにより資源物の回収がなされているが、本プロジェクトの実施により、より効率的に、より多くの資源物の回収が可能となる。また、資源物を回収量が増加することは、廃棄物の減量化、処分場の延命化に繋がる。

手法としては、可燃物、不燃物、金属等の廃棄物種類ごとに分ける場合と、サイズで分ける場合がある。

技術は、粒径で分別する「粒度分別」、比重差を利用して分別する「比重差分別」、電磁波や磁力を用いて分別する「電磁波・磁力分別」、作業員など人力で分別する「手選別」に分けられる。適用する技術は、対象廃棄物の性状だけでなく、搬出先の受入条件に大きく左右されるため、技術選定にあたってはこれらの条件を十分に考慮する必要がある。

設備は、通常各種分別機とコンベア等の各種搬送機器から構成されるが、廃棄物の状況によっては破袋機、破砕機、洗浄機等を組み合わせることもある。

【選別機器の例】



回転式粒度選別機（トロンメル）



比重差選別機



磁力選別機



手選別（ベルトコンベア）

3.4.3 生物処理工程

生物処理（コンポスト化）は、処理対象バイオマスを好気性発酵し、分解しやすい有機物を緑農地利用するのに適する安定した性状にするとともに、発酵熱によって病原菌や寄生虫、雑草種子類等を死滅させ、衛生的かつ安全なものにするものであり、旧来から一般に行われてきた技術である。

生物処理の方法は、主な装置である発酵装置の方式や構造等、通気、切り返し、混合、移送機構等、もみ殻や稲わら等堆肥製品の成分調整に有用な副資材を使用するかどうか等の条件によって分類できる（図 3.6）。原料が都市ごみである場合、生ごみに塩分や重金属等の混入があると、製品堆肥に残留するため、堆肥の品質管理には注意が必要である。

区分	名称	実用上の呼称等	
堆肥化 (発酵)処理	堆積方式	無通気型	堆肥盤 堆肥舎 バッグ
		通気型	通気型堆肥舎
		開放型	直線型堆肥化装置 (単列・複列) 円型堆肥化装置 回行型堆肥化装置 (楕円形)
	攪拌方式	開放型	開放・直線型堆肥化装置 (単列・複列)
			開放・円型堆肥化装置
		密閉型	開放・回行型堆肥化装置 (楕円形) 密閉・縦型堆肥化装置 密閉・横型堆肥化装置

注) ①攪拌方式の開放型堆肥化装置には、通気型、無通気型がある。

②

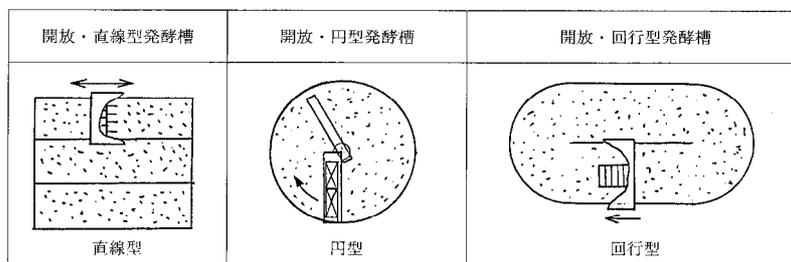


図 3.6 生物処理施設の分類

(出典：中央畜産会、堆肥化施設設計マニュアル)

【攪拌機器の例】



スクープ式攪拌装置

(出典：(株)日本製鋼所 ウェブサイト)



自走式攪拌重機

(出典：緑産(株) ウェブサイト)

3.4.4 RDF(Refuse Derived Fuel)

廃棄物を燃料として使用する場合、燃料の形状に関係なく燃料として供される可燃ごみはすべて RDF と解釈されており、製品である RDF の比重、寸法、形状、含水率などの性状により、軽質ごみ燃料 (Fluff-RDF)、微粉ごみ燃料 (Dust-RDF)、成形ごみ燃料 (Densified-RDF)、湿式ごみ燃料 (Wet-RDF) 等に分けられる。

わが国で地方中小都市において多くの自治体で考えられていた RDF を製造し福祉施設等の小規模ボイラーの燃料として使用する方法は、一定の成果を得ていたが、「ダイオキシン類対策特別措置法」により、小規模ボイラーも規制の対象となったため、基準達成が困難であることにより導入が減少した。

インドネシアにおいてプラスチック等を RDF として、セメント工場や製鉄所などの燃料代替として使用できる可能性は高いと考えられるが、排気ガスが環境基準に適合するか、RDF の混入で必要な熱量等が十分に確保できるか等について工場側と調整する必要がある。

3.5 廃棄物好気安定化処理試験

(1) 目的及び概要

CDM プロジェクトとして実施するにあたり、有機物の効率的な好気安定化処理方法を検証し、また温暖化ガス排出削減量算定のためのデータを得ること必要がある。特に、好気処理後の製品をコンポストとして使用せず最終処分場へ運ぶ場合には、処理後の DOC 値を把握する必要がある。そこで、有機廃棄物の分解特性の把握を目的として、バンドン工科大学土木環境学科大気・廃棄物管理研究室 (エンリ・ダマンフリ教授) と共同でバンドン市内に投棄された廃棄物を対象に下表に示す好気安定化処理試験を行った。

表 3.4 廃棄物好気安定化処理試験方法

項目	概要
試験対象	バンドン市内の有機物 (2 箇所の集積所から採取)
試料重量	94.1 kg
好気処理方法	プラスチック製容器内にて処理 (60 日間) 適宜攪拌
試験方法	好気処理開始後 0,2,5,8,14,56 日において処理中の試料から分析用試料を採取し、以下の項目を 5 回ずつ分析 <測定項目> ● 試料重量 ● 含水率 ● 有機成分量 (固体 COD、強熱減量 (灰分)、AT4) ● 窒素、リン (t = 0,56 のみ)

(2) サンプルの採取と準備

バンドン市内 2 箇所の集積所にて 2008 年 11 月 1 日に試料を採取した。試料の組成は図 3.7 及び表 3.5 の通りである。その内、約 6 割弱を占める有機物類をバンドン工科大学内の研究施設に持ち帰り、好気試験用の試料とした。採取した試料は写真に示すクラッシャーで破碎・均質化した。破碎試料 153.7kg にバルキング材としてゼオライトを 7.6kg 添加し、この一部 94.1kg を写真に示す好気試験装置に投入した。

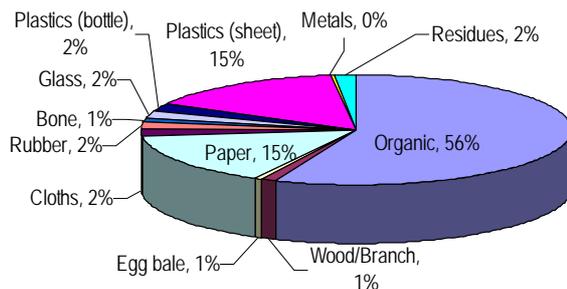


図 3.7 バンドン市内のごみ組成

表 3.5 バンドン市内のごみ組成

No	Waste	Composition (%)
1	Organic	56%
2	Wood/Branch	1%
3	Egg bale	1%
4	Paper	15%
5	Cloths	2%
6	Rubber	2%
7	Bone	1%
8	Glass	2%
9	Plastics (bottle)	2%
10	Plastics (sheet)	15%
11	Metals	0%
12	Residues	2%

【サンプル採取・準備状況】



バンドン市内のごみ集積所(サンプル採取箇所)



ごみ選別の様子



選別された有機物



有機物の粉碎



粉碎された有機物



好気試験装置（装置内部のチューブは空気を通すためのもの）

(3) 調査結果

重量変化

下図にごみの重量変化を示す。実験開始後約 3 週間で重量変化が止まり、定常状態になった。

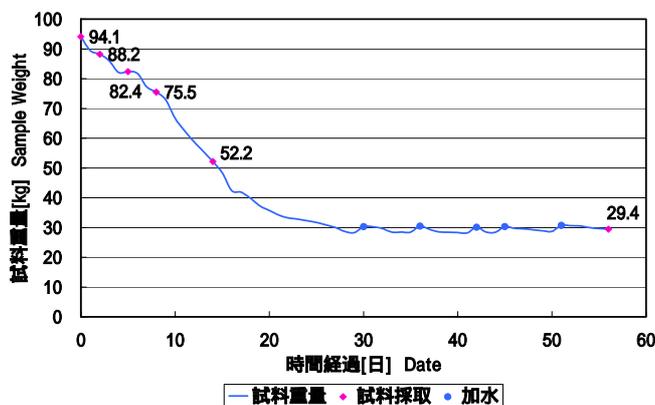


図 3.8 好気処理における生ごみの重量変化

有機成分の分解量の変化

廃棄物中の有機物を測る指標として、固体 COD、強熱減量（灰分）、AT4 の 3 つの指標を用いて含有炭素量の推定と好気処理による変化を求めた。その結果を表 3.6 及び図 3.9 にまとめて記す。

表 3.6 含有有機炭素量の推定値の変化

	Title	t=0	t=2	t=5	t=8	t=14	t=56
試料重量[%]		100.0	93.7	87.5	80.2	55.4	31.3
含水率[%]		71.6	67.6	67.9	67.1	64.4	44.9
乾重量[%]		28.4	30.4	28.1	26.4	19.8	17.2
個体COD(TOC換算)		53.0	25.5	30.6	33.7	27.1	13.2
灰分[%-dry]		30.0	40.9	50.1	51.8	57.6	58.6
揮発分[%-dry]		70.0	59.1	49.9	48.2	42.4	41.4
炭素分[%-dry]		28.0	23.7	19.9	19.3	17.0	16.6
AT4[mg/g-TS]		158.0	197.0	194.0	182.5	168.5	25.0
分解炭素(DOC)[%-dry]		58.5	73.1	72.0	67.7	62.4	8.6
AT4[mg/g-Wet]		44.9	59.8	54.6	48.2	33.3	4.3
分解炭素(DOC)[%-wet]		16.1	21.7	19.7	17.3	11.7	0.9
含有炭素[%-dry]	CODから推定	15.1	7.7	8.6	8.9	5.3	2.3
含有炭素[%-dry]	Ashから推定	7.96	7.18	5.61	5.09	3.35	2.85
含有炭素[%-dry]	AT4(dry)から推定	16.62	22.20	20.25	17.87	12.34	1.49
含有炭素[%-dry]	AT4(wet)から推定	16.08	20.32	17.25	13.89	6.51	0.27

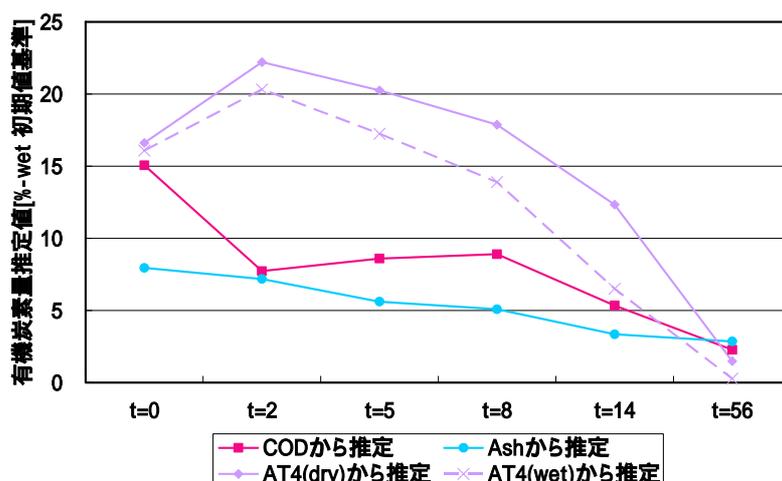


図 3.9 含有有機炭素量の推定値の変化

(4) 考察

今回の調査では、好気安定化処理により有機物から得られるコンポストの収率は 30% (wet base)であった。好気処理試験で、重量が処理開始 30 日後には 6 割程度まで低減し、その後減少が見られないことから、有機物の十分な分解に要する期間は 30 日が適当であるといえる。ただし、コンポスト製品を販売することを考慮すると、品質を保持するためには、C:N:P 比をあわせて測定し、再度検証する必要がある。

好気処理による有機分の分解率は VS で 60%、COD で 70%、AT4 で 90%であった。IPCC モデルにおける DOC を表す指標としては COD または AT4 が候補として考えられるが、どちらがより適当であるかは今後更なる検討が必要であるが、いずれにしても IPCC モデルでは分解率 DOCf は 0.5 がデフォルト値として示されており、これ以上の分解が可能であることが判明した。

また、コストと簡易性の点からは、VS が最も適当な指標であると考えられるが、VS は分解性有機物以外も含む指標であるため、今後は VS から DOC に換算する手法の開発が必要である。

第4章 ベースラインシナリオ

4.1 方法論の概要

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、このメタン発生回避を図るものである（図 4.1）。

- 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。

本プロジェクトは、上記のうち a) に適合しており、本方法論の適用が可能である。なお、本方法論は以下の方法論及びツールも参照する。

“Tool for the demonstration and assessment of additionality”

“Tool to determine methane emissions avoided from dumping waste at a solid waste disposal site”

“Tool to calculate the emission factor for an electricity system”

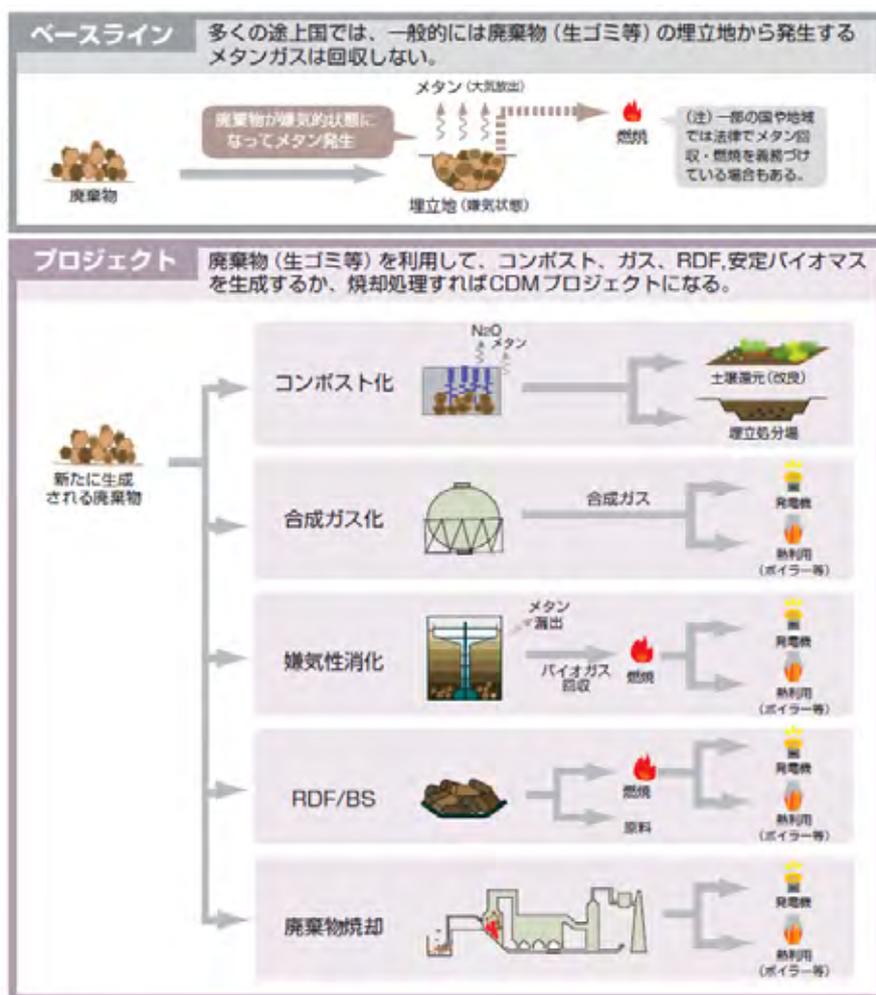


図 4.1 ベースライン及びプロジェクトの図解
(出典：(財)地球環境センター ウェブサイト)

4.2 方法論の正当性と適用条件

本方法論では、コンポスト化プロジェクトとして適用対象となるプロジェクトは下記の条件を満たす必要がある。

- コンポスト化する場合は、コンポスト製品を土壌改良材として利用するか、処分場に廃棄すること。
- プロジェクトがなかった場合に発生していたであろうガス発生量を多相処分場ガス発生モデル(multiphase landfill gas generation model)によって予測するため、有機系廃棄物の内容や割合は決まっていること。
- クレジット期間における環境規制の遵守率が 50% 以下であること。モニタリングの結果 50% を超えた場合は規則が遵守されていないとは言えないため、追加のクレジットを得ることはできない。
- プロジェクト活動では、産業廃棄物や医療廃棄物の熱処理を行わないこと。

- プロジェクトにおける最適なベースラインシナリオが、「埋立地ガスは全て大気放出されるか、または一部回収・燃焼されている」であること。

本プロジェクトでは、有機性廃棄物を好気条件化でコンポスト化し、コンポスト製品は販売するか、処分場に廃棄する。また、定期的にごみ組成調査を実施し、有機系廃棄物の内容や割合を把握する。また本プロジェクト活動では、家庭、オフィス及び市場からの廃棄物を対象とし、産業廃棄物や医療廃棄物の熱処理は実施しない。

本プロジェクトで対象となる廃棄物は、プロジェクト活動が実施されない場合は全て埋立地で埋め立てられ、嫌気性分解により発生した処分場ガス(Landfill gas: 以下 LFG とする)は、現状ではすべて大気中に放出されている。LFG の回収・燃焼などの取り組みは、独自に実施するには初期投資や運営コストがかかり費用対効果を考えた場合実施が難しく、CER クレジットによる収入などがない限り、実現が難しい。したがって、最適なベースラインシナリオは現状維持であり、LFG は全て大気に放出される(詳細な説明は 4.3 に述べる)。

以上のことから、本プロジェクト活動は CDM 理事会承認済み方法論 AM0025 "Avoided emissions from organic waste through alternative waste treatment processes" の適用が可能である。

4.3 ベースラインシナリオ

本プロジェクトに最適なベースラインシナリオを、方法論 AM0025 (version 11) に基づき設定する。また、CDM 理事会による"追加性の評価と証明のためのツール(Tool for the demonstration and assessment of additionality) version 05.2 も使用して検証する。方法論 AM0025 で既定されている手順は以下の通りである。

STEP1 : プロジェクトの代替案の同定

STEP2 : ベースラインシナリオにおける燃料を特定する。

STEP3 : "追加性の評価と証明のためのツール" に示された STEP2 及び (または) STEP3 により検討する。

Tool の STEP2 : 提案されたプロジェクトが経済的または財務的に魅力的でないことを示す投資分析

Tool の STEP3 : 障壁分析

STEP4 : STEP3 による評価でも複数の代替案が残った場合は、最も保守的なシナリオ (排出量が最も少ないもの) を選定する。

ステップ1 : プロジェクト活動に対する代替案の同定

AM0025 の version10 では、プロジェクト活動がなかった場合のごみの廃棄及び処理の代替案として、以下の案を検討することとしている。

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。

なお、上記の代替案は全てインドネシアにおける現行の法規に合致したものである。

ステップ3：“追加性の評価と証明のためのツール”に示された STEP2(投資分析)による検討

本プロジェクトでは、搬入された廃棄物を機械または手作業で選別を行い、有機物については生物処理（コンポスト化）を行う。生物処理残渣（コンポスト製品）は、製品としてエンドユーザーに売却するか、最終処分場へ運び覆土として利用する。したがって、CPA によってはコンポスト製品売却による収入を得られるが、現在の需要状況等を考慮すると大きな利益は期待できない。また、本プロジェクトを導入することによる費用（初期費、運転管理費）は、現状の埋立処理費用に追加の費用となる。したがって、CER クレジットの販売収入がない場合は大きな投資効果は見込めず、本プロジェクト活動を実施することは経済的に魅力がないと判断でき、代替案 M1 は除外できる。

また、代替案 M2 の LFG の回収については、回収したガスを燃焼するだけで発電等に利用しない場合では収入が得られないため、CDM プロジェクトとして実施しない条件下では経済性観点から事業実施はあり得ない。一方、CDM プロジェクトとして実施する場合においても、対象都市の最終処分場の規模が比較的小さいこと、また現状稼動中であるためガス回収事業の対象区域が限定されてしまうことを考慮すると、事業収益性は高くないと想定できる。以上より、処分場ガス回収事業の実施は困難であると判断でき、代替案 M2 は除外される。

以上のことから、本プロジェクトにおいて特定できるベースラインは、埋立てガスを回収していない処分場へごみを投棄する、すなわち現状維持である代替案 M3 といえる。

4.4 プロジェクトバウンダリー

プログラム CDM では、PoA 及び CPA の両方のプロジェクトバウンダリーを特定する必要がある。

(1) PoA のプロジェクトバウンダリー

本 PoA では、西ジャワ州内の市・県を対象とし、都市廃棄物の中間処理（MBT）の普及を行う。したがって、PoA としてのプロジェクトバウンダリーは、西ジャワ州全土である。

(2) CPA のプロジェクトバウンダリー

方法論 AM0025 では、プロジェクトバウンダリーは“廃棄物の処理を行う場所”であり、下記の施設を含むと既定している。

- 廃棄物処理施設、
- サイト内の発電及び/または消費、
- サイト内の燃料の使用、
- サーマルエネルギー発電（thermal energy generation）
- 排水処理施設
- 最終処分場

また、廃棄物収集及びプロジェクトサイトへの運搬のための施設は含まないとしている。

したがって、本 CPA のバウンダリーは、各対象都市における中間処理施設である（図 4.2 の破線箇所）。

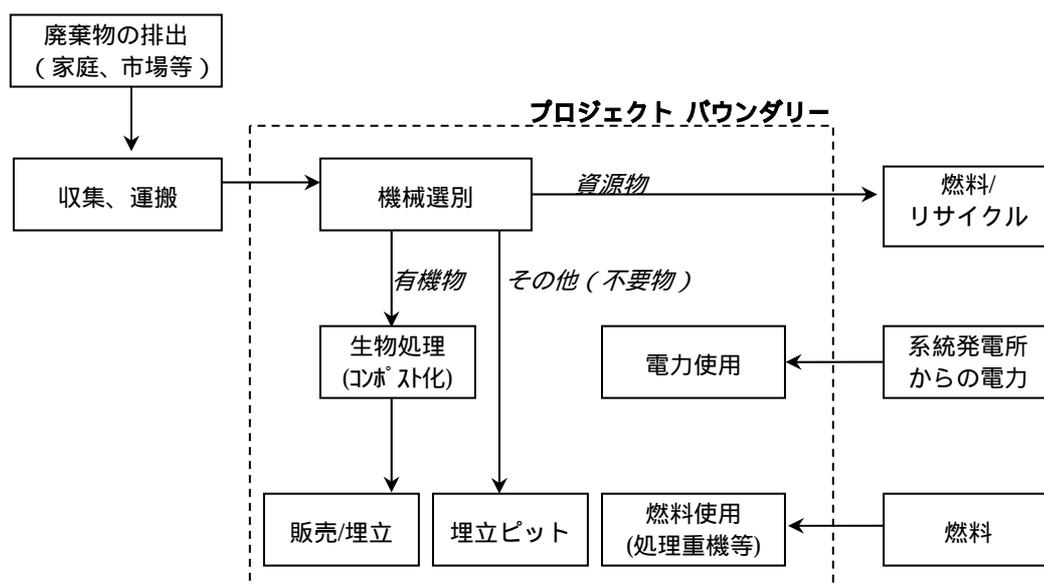


図 4.2 プロジェクトのバウンダリー

本プロジェクトで主に考慮される必要がある温室効果ガスの排出源は、廃棄物処理活動に伴い発生する CH₄、N₂O、CO₂、そしてサイト内での電力・燃料消費に伴う CO₂である(表 4.1)。

表 4.1 プロジェクトバウンダリーに含まれる/含まれない温暖化ガスの排出源

	Source	Gas		Justification / Explanation
Baseline	Emissions from decomposition of waste at the landfill site	CH ₄	Included	The major source of emissions in the baseline from the landfill.
		N ₂ O	Excluded	N ₂ O emissions are small compared to CH ₄ emissions from landfills. This is conservative.
		CO ₂	Excluded	Not accounted for.
	Emissions from electricity consumption	CO ₂	Included	There is no electricity consumption at the project site in the absence of the project activity.
		CH ₄	Excluded	Excluded for simplification. This is conservative.
		N ₂ O	Excluded	Excluded for simplification. This is conservative.
	Emissions from thermal Energy generation	CO ₂	Included	There is no thermal energy generation at the project site in the absence of the project activity.
		CH ₄	Excluded	Excluded for simplification. This is conservative.
		N ₂ O	Excluded	Excluded for simplification. This is conservative.
Project Activity	On-site fossil fuel consumption due to the project activity	CO ₂	Included	May be an important emission source. It includes vehicles used on-site, etc.
		CH ₄	Excluded	Excluded for simplification. This emission source is assumed to be very small.
		N ₂ O	Excluded	Excluded for simplification. This emission source is assumed to be very small.
	On-site electricity use	CO ₂	Included	May be an important emission source.
		CH ₄	Excluded	Excluded for simplification. This emission source is assumed to be very small.
		N ₂ O	Excluded	Excluded for simplification. This emission source is assumed to be very small.
	Direct emissions from the waste treatment process	N ₂ O	Included	May be an important emission source for composting activities.
		CH ₄	Included	The composting process may not be complete and result in anaerobic decay.

4.5 ベースライン排出量の算出方法

本プロジェクトにおいては、発電等の代替されるエネルギー発生がないため、プロジェクト活動がなかった場合に最終処分場 (Landfill) から発生するメタン量がベースライン排出量になる。発生されるメタンガスはすべて大気放出されるものとする。ベースライン排出量は以下の式を用いて算出する。

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

- BE_y : y 年のベースライン排出量 (tCO₂e)
 MB_y : y 年にプロジェクト活動がなかった場合に埋立地から発生するメタン量 (tCO₂)
 “Tool to determine methane emissions avoided from dumping waste at a solid waste disposal site” を用いて計算した BE_{CH₄,SWDS,y} を用いる。
 MD_{reg,y} : y 年にプロジェクト活動がなかった場合に破壊されるメタン量 (tCO₂)
 規則や契約要求事項で定められていない場合には、調整係数 AF (メタンの回収%や量を推定する係数) を以下の式に用いる。
 $MD_{reg,y} = MD_{project,y} \cdot AF$
 BE_{EN,y} : y 年にプロジェクト活動によって代替されるエネルギー発生からの排出量 (tCO₂e)
 (プロジェクトでの発電や熱利用で、ベースラインで利用する電力・化石燃料を代替する分)

なお、法規制等で使用が義務づけられているが、実施されていない処理活動がある場合、ベースラインシナリオは、以下の式で補正する。

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

- BE_y : y 年の CO₂ 換算ベースライン排出量
 RATE^{Compliance}_y : y 年の都市廃棄物管理法の国レベルでの遵守率。遵守率は 50% 未満でなければならない。50% を超えた場合にはプロジェクト活動はクレジットを受け取ることはできない。この場合、BE_{y,a} = BE_y とする。

MB_y の算出

埋立地におけるメタンガスの発生量は、“Tool to determine methane emissions avoided from dumping waste at a solid waste disposal site” に示されている、以下の算定方法を用いて算出する。

$$MB_y = BE_{CH_4, SWDSy}$$

$$BE_{CH_4, SWDS,y} = \varphi \cdot (1 - f) \cdot GWP_{CH_4} \cdot (1 - OX) \cdot \frac{16}{12} \cdot F \cdot DOC_f \cdot MCF \cdot \sum_{x=1}^y \sum_j W_{j,x} \cdot DOC_j \cdot e^{-k_j \cdot (y-x)} \cdot (1 - e^{-k_j})$$

- BE_{CH₄,SWDS,y} = y 年にプロジェクト活動がなかった場合に埋立地から発生するメタン量 (tCO₂)
 φ = 不確実性係数 (0.9)
 f = 埋立地で回収され、燃焼、焼却または他の用途で使用されたメタンの割合
 GWP_{CH₄} = メタンの温暖化係数 (GWP) (約束期間に有効な数値)
 OX = 酸化率(埋立地から発生したメタンのうち、土壌中(またはその他)で酸化した量を反映)
 F = 埋立地ガスのうちのメタンの割合(体積割合)(0.5)
 DOC_f = DOC 異化率
 MCF = メタン調整係数
 W_{j,x} = y 年に埋立地での処分を回避されたごみ量(種類 j ごと)(tons)
 DOC_j = ごみの種類 j ごとの DOC (重量%)
 k_j = ごみの種類 j ごとの崩壊定数
 j = ごみの種類 (index)
 x = 約束期間の年数: x : 第一約束期間の最初の年 (x=1) から、メタン排出の回避量が計算された年まで (x=y)
 y = メタン排出量が計算された年

上述の式を用いたベースライン排出量の算出に必要な基本データを下表に示す。

表 4.2 ベースライン排出量算出のための基本データ

パラメーター		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いけない。(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) 浸出水処理システム、(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 / 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まらず、また深さが 5 m 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" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <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																						

パラメーター		数値				参考文献/ 算出方法	
k _j	分解速度定数	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、木製品およびわら	0.04	0.06	0.045	0.07
		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
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							
						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。	

4.6 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、
、
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} : プロジェクト活動に関わる電力消費による排出量 (tCO₂)
PE_{fuel,y} : プロジェクト活動に関わる燃料消費による排出量 (tCO₂)
PE_{c,N2O,y} : コンポストプロセス中の排出量 (tCO₂)

プロジェクト活動に係る電力消費による排出量
プロジェクト活動の結果、消費される電力量に CO₂ 排出係数をかけて算出する。

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

- EG_{PJ,FF,y} : サイト内で消費される電力量 (MWh)
CEF_{grid} : 系統電力の CO₂ 排出係数 (tCO₂e/MWh)

燃料消費による排出量

燃料消費量とその発熱量、CO₂ 排出係数より計算する。発熱量と CO₂ 排出係数は、地

域の値がない場合には IPCC 既定値を用いる。

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

$F_{cons,y}$: サイト内での燃料消費量 (sm³)
 NCV_{fuel} : 燃料の発熱量 (MJ/sm³)
 EF_{fuel} : 燃料の CO₂ 排出係数 (tCO₂/MJ)

コンポストプロセス中の N₂O 排出量

コンポストプロセス中の排出量には、一酸化二窒素 (N₂O) と嫌気条件化でのメタンが含まれる。N₂O 排出量は、コンポストの生産量 1 トン当たり 0.042kg N₂O の排出係数の既定値を用いて計算する。嫌気条件下でのメタン発生量とは、コンポストプロセス中に好気条件が完全に行き渡らず、部分的に嫌気状態となっている場合の発生量である。

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

$M_{compost,y}$: y 年におけるコンポスト生産量 (tones/year)
 $EF_{c,N2O}$: コンポスト生産過程における N₂O の発生係数 (tN₂O/t compost)
 GWP_{N2O} : N₂O の温暖化係数 (tCO₂/tN₂O) (GWP=310 を使用)

4.7 リークージ

リークージは、輸送増加からのリークージ排出量、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クージ排出量、SB のエンドユースからのリークージ排出量が考えられる。ただし、このうち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クージ (削減量がプラスになる) は考慮しない。リークージは下式を用いて算出する。

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

$L_{t,y}$: 輸送増加からのリークージ排出量
 $L_{r,y}$: 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クージ排出量

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

$NO_{vehicles,i,y}$: 輸送車両数
 $DT_{i,y}$: 輸送距離 (km)
 $VF_{cons,i}$: 輸送車両の燃費 (l/km)
 NCV_{fuel} : カロリー換算係数 (MJ/Kg または他の単位)
 D_{fuel} : 燃料密度 (kg/l) * 必要に応じて
 EF_{fuel} : 燃料の排出係数 (tCO₂/MJ)

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

$M_{compost,y}$: y 年におけるコンポスト生産量 (tonnes/year)

$DT_{r,y}$: コンポスト回収に必要な輸送距離 (km)

*) 車両タイプによって変わることのない、保守的な数値とすること

$VFT_{cons,I}$: 車両タイプによらない輸送車両の燃費 (l/km)

*) 保守的な数値とすること

NCV_{fuel} : カロリー換算係数 (MJ/Kg または他の単位)

D_{fuel} : 燃料密度 (kg/l) *)必要に応じて

EF_{fuel} : 燃料の排出係数 (tCO₂/MJ)

4.8 排出削減量の算出方法

排出削減量は、次の式を用いて算出する。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 年のリーケージ排出量 (tCO₂e)

4.9 プロジェクトの追加性

本プロジェクトの追加性を証明するため、CDM 理事会による”追加性の評価と証明のためのツール(Tool for the demonstration and assessment of additionality) version 05.2”を使用する。このツールにおける手順は以下のとおりである。

STEP1 : プロジェクトの代替手段の同定

STEP2 : 投資分析 または STEP3 : 障害分析

STEP4 : 一般的慣行分析

またこの他に、EB33 では、”start day of a CDM project activity is the earliest of the dates at which the implementation or construction or real action of the project activity begins”としている。本プロジェクトでは、CER 等の追加的な収入がない限り、MBT 施設の建設及び運営費用を準備することが困難なことから、CDM スキームを活用することを前提としてプロジェクトの検討を開始した。

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否かを検討する。

- a) 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
- b) 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る状況である。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。

第5章 モニタリング計画

5.1 本プロジェクトに適用するモニタリング方法論

本プロジェクトでは、本来埋め立て処分される固形廃棄物をコンポスト化することにより、処分場での嫌気性分解によるメタンガスの発生を回避するものであり、第3章で述べたように、承認済み方法論 AM0025 "Avoided emissions from organic waste through alternative waste treatment processes"が規定する条件に合致する。したがって、モニタリングについても同方法論のモニタリング手法が適用できる。また、本モニタリング方法論では、"Tool to determine methane emissions avoided from dumping waste at a solid waste disposal site"も参照する。

5.2 モニタリング項目とその品質管理・品質保証

(1) モニタリング項目

AM0025 のモニタリング方法論では、プロジェクト排出量の算定に係るプロジェクト活動に伴う電力、燃料の消費量、コンポストの生産量、コンポストプロセスでの酸素欠乏サンプル数、またリーケージ排出量の算出に係る輸送に関するデータなどを直接測定する。また、プロジェクト活動がなかった場合に廃棄物が埋め立てられることになる最終処分場の状態の調査（年1回）も含む。

主なモニタリング項目と計測方法を表にまとめる。

表 5.1 モニタリング項目及びその計測方法

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
CE _{Felec}	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

パラメータ	定義	データ元/計測方法	頻度
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
$NO_{\text{vehicles},i,y}$	運搬車両 (積載量毎の) (Number)	集計	年 1 回
$RATE_{\text{Compliance},y}$	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)		
$S_{\text{total},y}$	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		
$S_{LE,\text{total}}$	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

(2) 品質管理・品質保証

上述のモニタリング項目のうち、品質管理・品質保証の手続きの実施が必要な項目は以下の通りである。

表 5.2 モニタリング項目及びその計測方法

パラメータ	定義	計測方法	QA/QC 手続き
$EG_{PI,EF,y}$	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	電力メーターを定期的にメンテナンスし、正確性を試験する。電力の計測は、電力会社によるダブルチェックを行う。
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	クレジット期間の初めに適切な方法で計算する
$F_{\text{cons},y}$	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	請求書で確認を行う。(事務方の義務)

パラメータ	定義	計測方法	QA/QC 手続き
M_{compost}	1 年間に生産されたコンポスト量 (tones)	計測	計測器の較正を行う。コンポスト販売に係るデータとのクロスチェックを行う。
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 ($t\text{CH}_4$)		
$NO_{\text{vehicles},i,y}$	運搬車両 (積載量毎の) (台)	集計	コンポスト製品の売却量/運搬量と照合する。照合方法は DOE により定期的に照査される。
$Dt_{i,y}$	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 ¹	専門家による推算	DOE による承認を得る。
$S_{a,y}$	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 (%)	統計的に有意なサンプリング方法により、標準可動式ガス検出器を使って測定を行う。	メーカーの規約に基づき、定期的に計測器の較正を行う。測定は標準可動式ガス検出器を用いて、コンポストプロセスの各段階において実施する。サンプリングは事前に定めた方法 (深さ、散布など) に基づき、統計的に優位な方法で行う。
$S_{OD,y}$	酸素欠乏しているサンプルの数 (例: 酸素含有量 10% 以下)		
$S_{\text{total},y}$	サンプル数		
S_{LE}	嫌気性サンプルの割合 (%)	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。	$S_{a,y}$ と同様
$S_{OD,LE}$	酸素欠乏状態のサンプル数		
$S_{LE,\text{total}}$	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	メーカーの規約に基づき、定期的にトラックスケールの較正を行う。
$A_{ci,x}$	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	測定器は定期的にメンテナンスし、精度を試験する。

5.3 モニタリング体制

本プロジェクトのモニタリング体制の詳細は対象都市ごとに策定するが、基本的な実施事項及び担当者・機関は下表のとおりである。

計測したデータは全て電子データに変換し、電子ファイルで保管する。また、元データ、排出削減量の計算方法及び結果については、毎年 DOE の検証を受けるものとする。DOE は結果についての有効化審査報告書を発行し、CER 発行手続のため CDM 理事会に提出する。

表 5.3 モニタリング実施事項及び担当者

	実施事項	担当者/機関	備考
1	モニタリング計画管理	CME	計画実行のための手順の確立、スタッフへのトレーニングなどを実施。
2	データモニタリング実施 (プロジェクトで消費する燃料及び電力消費量、コンポスト生産量、コンポスト化プロセスにおける O ₂ & CH ₄ 濃度のモニタリング含む)	CPA 実施機関	全てのデータは電子ファイルに打ち込み、保管する。ただし一部は紙ベースで保管。
3	廃棄物管理関連法規等の要求事項のモニタリング	CME	担当者は関連法規についての報告書を定期的にまとめる。
4	測定機器の較正 (電力計、トラックスケール、酸素濃度測定機、CH ₄ 、COD 分析器など)	外部の較正担当機関	較正機関は較正証明書を発行する。コンポストセンターはこの証明書を保管する。

第6章 温室効果ガス排出削減量

6.1 ベースライン排出量

方法論に基づいてベースライン排出量を算定する。本プロジェクトにおいては、発電等の代替されるエネルギー発生がないため、プロジェクト活動がなかった場合に埋立地から発生するメタン量がベースライン排出量になる。

算定に用いたパラメータを、表 6.1 に示す。

表 6.1 排出量算定に用いたパラメータ

パラメータ		値		
	不確実性に関する調整係数	0.9		
f	処分場で回収され、燃焼または他の方法で使用されたメタンガスの割合	0.0		
GWP _{CH4}	メタンの地球温暖化係数	21		
OX	酸化係数	0.0		土またはコンポストで覆土されている管理型処分場ではない
F	処分場ガス中のメタンの割合	0.5		IPCC2006 既定値
DOC _f	分解性有機炭素(DOC)の分解される割合	0.5		IPCC2006
MCF	メタン補正係数 (処分場の管理状態による)	0.8		管理されていない深い処分場
W _x	埋立てが回避された有機性ごみの総量	表 6.2 の数値を使用		
DOC	廃棄物分類毎の分解性有機炭素の割合 (湿潤重量)	Food	0.15	IPCC2006 既定値 ・熱帯(MAT>20) ・湿潤(MAP>1000mm)
		Garden	0.20	
		Wood and straw	0.43	
		Paper	0.40	
		Textiles	0.24	
		Disposable nappies	0.24	
k	分解速度定数 (1/yr)	Food	0.4	IPCC2006 既定値 ・熱帯(MAT>20) ・湿潤(MAP>1000mm)
		Garden	0.17	
		Wood and straw	0.035	
		Paper	0.07	
		Textiles	0.07	
		Disposable nappies	0.17	

廃棄物量については、いずれの都市においても今後増加が見込まれているが、現状の投棄量に基づき算定を行った。廃棄物組成については、現地調査結果に基づき、方法論・IPCC ガイドラインでの分類項目に合致するように設定した(表 6.2)。以上のパラメータを用い、第 4 章に示した“Tool to determine methane emissions avoided from dumping waste at a solid waste disposal site”による最終処分場からのメタン発生量推定式により算定した結果を表 6.3、図 6.1 に示す。なお、本章では 4 つのモデルケースのうち、主としてごみ量 300 トン/日のケースを

説明することとする。

表 6.2 排出量算定に用いた廃棄物量・組成

Items	%
Food	46.0%
Garden	5.5%
Wood & Straw	1.5%
Paper	17.9%
Textile	4.4%
Other (Plastic, Metal, etc.)	24.7%
計	100.0%

表 6.3 ベースライン排出量

・ 300 トン

年	ベースライン 排出量 (tCO ₂ /y)
1	16,296
2	28,119
3	36,855
4	43,512
5	48,657
6	52,731
7	56,070

・ 100 トン

年	ベースライン 排出量 (tCO ₂ /y)
1	5,432
2	9,373
3	12,285
4	14,504
5	16,219
6	17,577
7	18,690

・ 10 トン

年	ベースライン 排出量 (tCO ₂ /y)
1	543
2	937
3	1,229
4	1,450
5	1,622
6	1,758
7	1,869

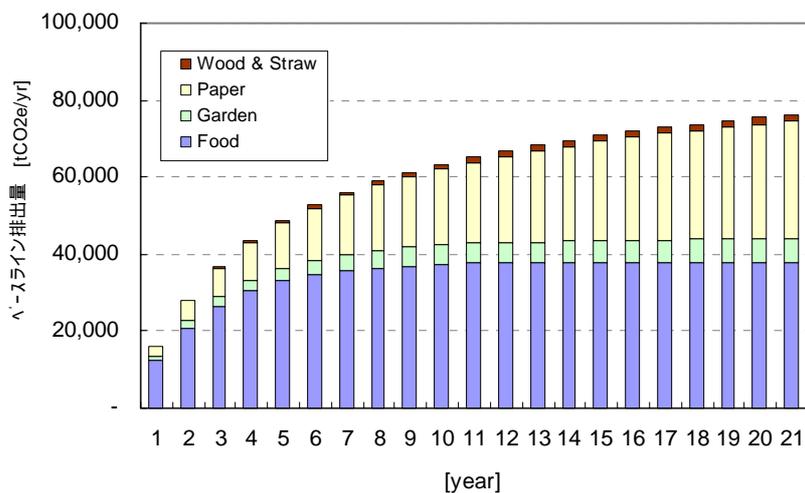


図 6.1 ベースライン排出量 (300 トン/日)

6.2 プロジェクト排出量

方法論に基づいてプロジェクト排出量を算出する。

(1) プロジェクト活動に係わる電力・燃料消費による排出量

使用する機器、施設での推定消費量から排出量を算定した。なお、電気の排出係数は 2006 年 8 月の JAMALI 排出係数評価会議で公式に承認されたジャワ・バリ系統の排出係数 0.754tCO₂/MWh を、燃料（軽油）の発熱量 NCV は 36.292MJ/l (43.0*0.844)を、排出係数は IPCC の既定値（0.0000741 tCO₂/MJ）を用いた。

(2) 生物処理プロセス中の排出量

生物処理の対象となる有機性廃棄物から、重量ベースで 40%のコンポストが生産されると仮定した。コンポストから発生する N₂O の排出係数は、IPCC の既定値（0.043 kg-N₂O/ton-compost）を用いた。

(3) 生物処理プロセス中の嫌気条件下に起因する CH₄ 排出量

嫌気条件下に起因する CH₄ 排出量はないと仮定した。事業実施時においては、生物処理時の廃棄物内部の酸素濃度をモニタリングし、嫌気条件下（酸素欠乏）にあるサンプル数の割合から、CH₄ 排出量を算定する。

以上より、300 トンのケースのプロジェクト排出量は表 6.4 のとおりとなる。

表 6.4 プロジェクト排出量

(単位：tCO₂e/y)

電力消費による 排出量	燃料消費による 排出量	生物処理プロセス中 の N ₂ O 排出量	計
211	171	414	796

6.3 リークージ

方法論で規定されたリークージのうち、本プロジェクトに該当するのは、処理施設の設置に伴う輸送距離の増加に伴うものと生物処理後の残渣が処分場へ投棄される場合の嫌気条件下に起因する CH₄ 排出量である。本プロジェクトでは、既存の最終処分場の敷地内での MBT 施設を想定しているため、輸送距離の増加は伴わない。また、生物処理後の残渣はコンポストとして使用することを想定する。したがって、本算定においては上述のリークージは無視できるものとした。事業実施時には、モニタリング結果に基づいて算定する必要がある。

6.4 温室効果ガス排出削減量

以上の検討結果から、本プロジェクト実施による温室効果ガス排出削減量は表 6.5、図 6.2 のとおりとなる。ただし、本削減量は生物処理後の残渣をコンポスト利用する場合とする。年あたりの排出削減量は、プロジェクト開始以降徐々に増加し、およそ 10 年後以降定常化する。

表 6.5 温室効果ガス排出削減量(300 トン/日、コンポストとして利用)

(単位：tCO₂/y)

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				276,668

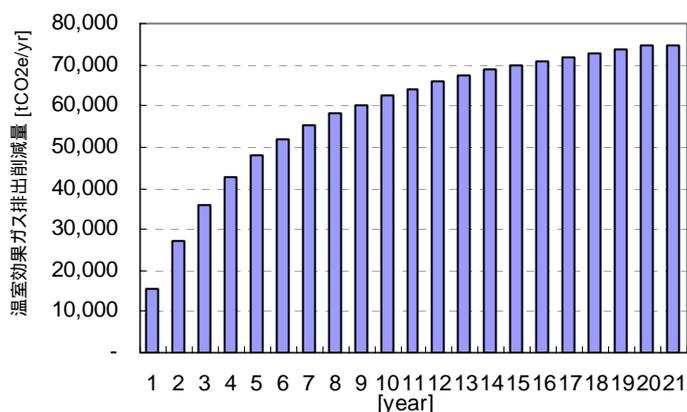


図 6.2 温室効果ガス排出削減量 (300 トン/日、コンポストとして利用)

なお、生物処理後の残渣をコンポストではなく覆土として利用した場合は、上記の削減量から生物処理後の残渣が処分場へ投棄される場合の嫌気条件下に起因する CH₄ 排出量をリーケージとして除く必要がある。BIT で実施した好気処理試験の結果より、分解速度の速い有機物（食品等）は、処理によって IPCC のデフォルト値まで分解されるが、紙や木などの分解速度の遅い有機物はそのまま残渣として残り、投棄後に処分場で嫌气的に分解されることが判明した。したがって、紙、木から発生される CH₄ をリーケージとして差し引く必要がある。リーケージを考慮した温室効果ガス排出削減量の算定結果を表 6.6 及び図 6.3 に示す。GHG 排出削減量は、コンポスト利用した場合よりも 7 年間の合計で約 30% 減少する。

表 6.6 温室効果ガス排出削減量(300 トン/日、覆土として利用)

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	3,738	11,762
2	28,119	796	7,140	20,183
3	36,855	796	10,248	25,811
4	43,512	796	13,125	29,591
5	48,657	796	15,729	32,132
6	52,731	796	18,102	33,833
7	56,070	796	20,307	34,967
7 年間合計				188,279

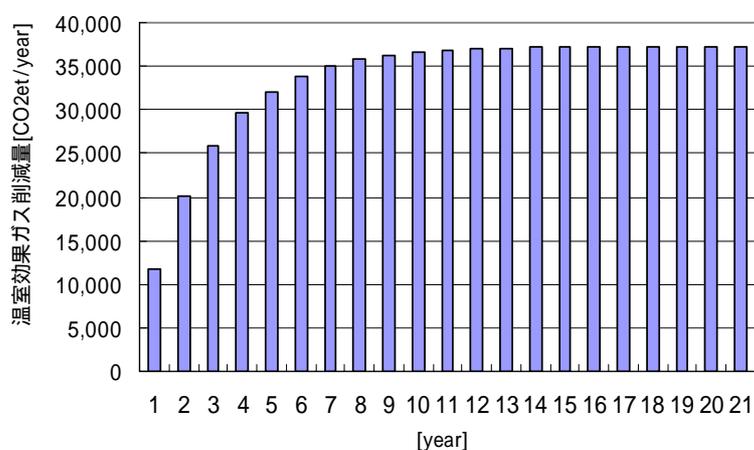


図 6.3 温室効果ガス排出削減量 (300 トン/日、覆土として利用)

第7章 プロジェクト実施に伴う影響

本章では、プロジェクトの実施に伴い発生する影響分析について述べる。7.1 にインドネシアにおける環境影響評価制度の概要、7.2 に本プロジェクトにおける環境影響について、7.3 にその他の間接影響及び効果についてまとめる。

7.1 環境影響評価制度 (AMDAL)

イ国の AMDAL の制度は、旧環境管理法 (1982 年法律第 4 号) の第 16 条の規定 (環境に重大な影響を与える可能性のある事業は、AMDAL を実施しなければならない) に基づいて、1986 年に初めて導入された。その後 1993 年の「環境影響評価に関する政令」(1993 年政令第 51 号) によって、初期スクリーニングプロセスの簡略化や複数の省庁がからむ事業の審査に関する環境管理庁の権限強化などを柱とした制度の抜本的改正が実施され、AMDAL として知られる現在のイ国の AMDAL の制度が確立され、2001 年政令第 27 号において改定されている。

7.1.1 環境影響評価の対象事業

AMDAL の対象となる事業等の種類・規模については、環境担当国務大臣令 2001 年第 17 号で定められており、鉱物資源エネルギー、工業など 14 のセクターごとに規定されている。廃棄物に関する事業については、“I. 地域施設セクター (Regional Infrastructure Sector)” の中に、以下のように定められている。

No.	Activity Type	Scale
8	Rubbish	
	a. Disposal with landfill control system/ sanitary landfill (beyond B3)	
	- Extent area	≥ 10 ha
	- Or total capacity	≥ 10,000 tons
	b. TPA at tidal area.	
	- Extent area of landfill	≥ 5 ha
	- Or total capacity	≥ 5,000 tons
	c. Construction of transfer station	
	- Capacity	≥ 1,000 tons/day
	d. TPA with open dumping system	All sizes

AMDAL が必要とされる事業では、以下の 4 つの書類を作成し、所管官庁の承認を受けなければならない。

環境影響評価実施計画書（以下、KA-ANDAL）

環境影響評価書（以下、ANDAL）

環境管理計画書（以下、RKL）

環境モニタリング計画書（以下、RPL）

7.1.2 AMDAL の所管官庁

イ国における AMDAL の所管官庁は、原則として地方政府（市、県等）であるが、事業種類や事業実施箇所あるいはその所管官庁が AMDAL を実施可能かどうかにより、州政府、中央政府となるケースもある。AMDAL の所管官庁を表 7.1 に示す。

表 7.1 AMDAL の所管官庁

中央政府	州政府	地方政府
1)潜在的に環境負荷を与える事業または安全・国防にかかわる事業 ・原子力発電所建設・運営 ・海底掘削 ・人工衛星発射技術 ・遺伝子工学技術 ・石油・ガス開発 ・石油精製所建設 ・放射性鉱物の採掘 ・航空機産業施設建設 ・軍事産業施設建設 ・爆発物産業施設建設 輸入廃棄物を原材料とする産業施設建設 ・国際空港建設 ・港湾施設建設 ・有害廃棄物処理施設建設 2)2 つ以上の州にまたがる事業 3)他地域の紛争地域に位置する事業 4)海域 12 マイル以上に位置する事業 5)他国との国境にまたがる事業	1)潜在的に環境負荷を与える事業 ・パルプ産業施設建設 ・セメント産業施設建設 ・石油化学産業施設建設 ・森林産業施設建設 ・植林事業のための開墾 ・農業・園芸事業のための開墾 ・発電施設建設(水力,蒸気,地熱,ディーゼル発電) ・ダム建設 ・空港建設(国際空港除く) ・港湾施設建設 2)2 つ以上の市,県にまたがる事業 3)海域 4~12 マイル以上に位置する事業 4)地方政府から委任された事業(州政府では AMDAL ができない事業については,中央政府の環境影響評価委員会の支援を求めることが可能)	1)すべての事業 (地方政府では AMDAL ができない事業については,その権限を州政府に委任することができる)

(出典：Decree of the State Minister for Environment of the Republic of Indonesia No.40/2000 on Guidelines for Work System of Evaluator Committee for Environmental Impact Assessment)

7.1.3 AMDAL の実施機関

AMDAL の実施権限は、対象事業を所管する中央政府、州政府、地方政府に与えられており、それぞれ環境影響評価委員会、評価委員会技術チーム、評価委員会事務局からなる。

環境影響評価委員会

環境影響評価委員会は、KA-ANDAL、ANDAL、RKL、RPL を評価し、KA-ANDAL 承認や環境側面からの事業実現可能性に関して、結果・意見を以下の各機関の承認者（決定者）に提出する。

中央政府：環境影響管理庁長官

州政府：州知事

地方政府：県知事・市長

委員会は、関係行政機関代表者及び環境分野専門家、環境団体、地域代表者で構成される。

評価委員会技術チーム

評価委員会技術チームは、KA-ANDAL、ANDAL、RKL、RPL を技術的に評価し、その結果・意見を環境影響評価委員会に提出する。

環境影響評価委員会事務局

環境影響評価委員会事務局は、環境影響評価委員会や評価委員会技術チームへの支援を任務とする。

7.1.4 AMDAL の実施手続き

AMDAL の実施手続きは、下図に示すフローの手順で進められる。

AMDAL の実施対象事業については、事業者は環境影響評価事務局を通じて、所管官庁の承認機関（中央政府：環境影響管理庁長官、州政府：州知事・地方政府：県知事・市長）に KA-ANDAL を提出する。提出された KA-ANDAL は、環境影響評価委員会によって評価されるが、これに先立ち評価委員会技術チームは KA-ANDAL を技術的に評価し、結果・意見を評価委員会に提出する。評価委員会は、これを受けて地域住民提案・意見を加えて、KA-ANDAL の評価を行う。評価結果で KA-ANDAL の見直しが必要な場合、事業者は、評価委員会が開催された日から起算して 30 日以内に評価委員会事務局を通じて、評価委員会議長に文書で回答する必要がある。回答内容が評価委員会の評価結果に対応していない場合、事業者に対し 14 日以内の再修正を求めることができる。KA-ANDAL の承認を得た事

業者は、次に評価委員会事務局を通じて ANDAL, RKL, RPL を所管官庁の承認機関に提出する。これらの評価手順・承認決定者は KA-ANDAL と同様である。

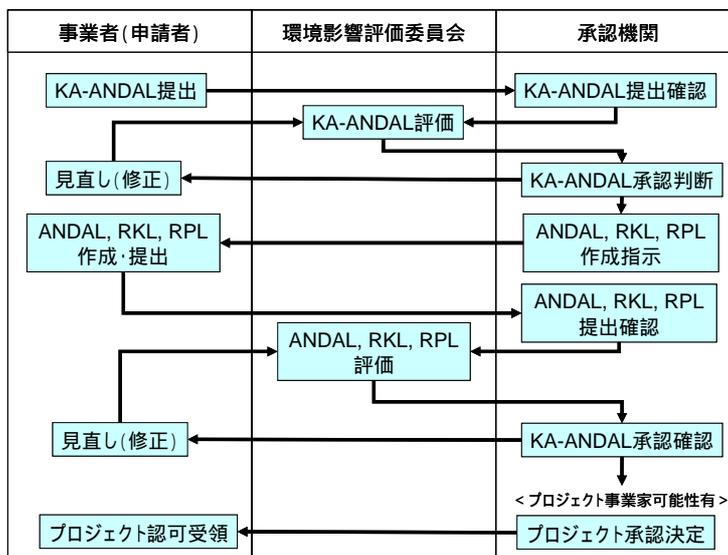


図 7.1 イ国の AMDAL の実施手続き

(出典：1999 年第 27 号「環境影響評価に関する政令」から作成)

なお、AMDAL 手続きに住民参加及び情報開示を導入することが、2000 年第 8 号「環境影響評価プロセスにおける住民参加及び情報開示に関する環境担当国務大臣令」によって定められている。住民参加及び情報開示の手順を図 7.2 に示す。

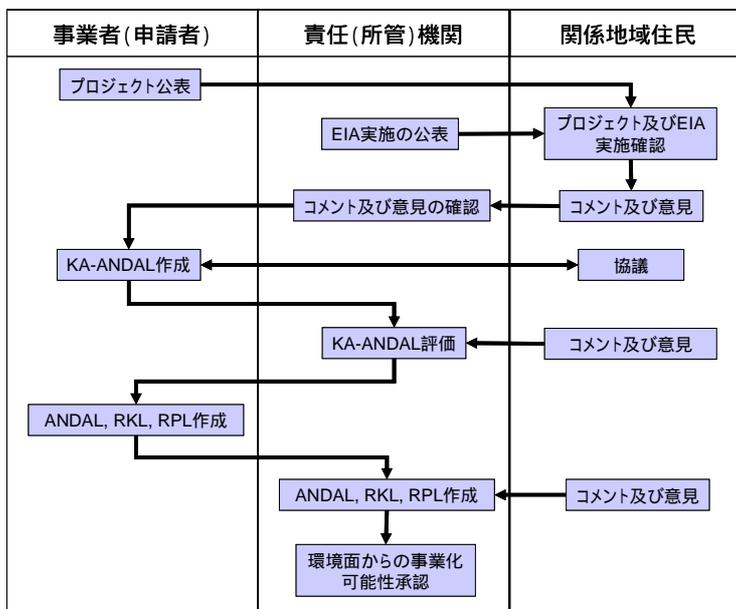


図 7.2 イ国の AMDAL 手続きにおける住民参加及び情報開示の手順

(出典：2000 年第 8 号「環境影響評価に関する政令環境影響評価プロセスにおける住民関与及び情報開示に関する環境担当国務大臣令」から作成)

7.1.5 AMDALの実施を必要としない事業における環境配慮および手続き

環境に対して重大な影響を生じる可能性のある事業については、AMDALの実施が義務付けられているが、AMDAL実施の義務付けのない事業においても環境影響の対策を講ずる必要がある。環境に対してある一定以上の影響を生じる可能性がある事業については、環境管理計画（以下、UKL）、環境モニタリング計画（以下、UPL）の提出が義務付けられている。日本で行われるような技術指導（環境基準を満たしているかなど）はUPL及びUKLで行われる。UKL及びUPLの提出が必要かどうかは、各地方政府が事業の種類・規模を定めている。UKL及びUPLは、AMDAL手続きのRKL及びRPLの簡略版である。さらに、UKL及びUPLの提出を必要としない事業については、SPPLと呼ばれる簡略な書類の提出が必要である。

以上の手順をまとめると、下図のようになる。

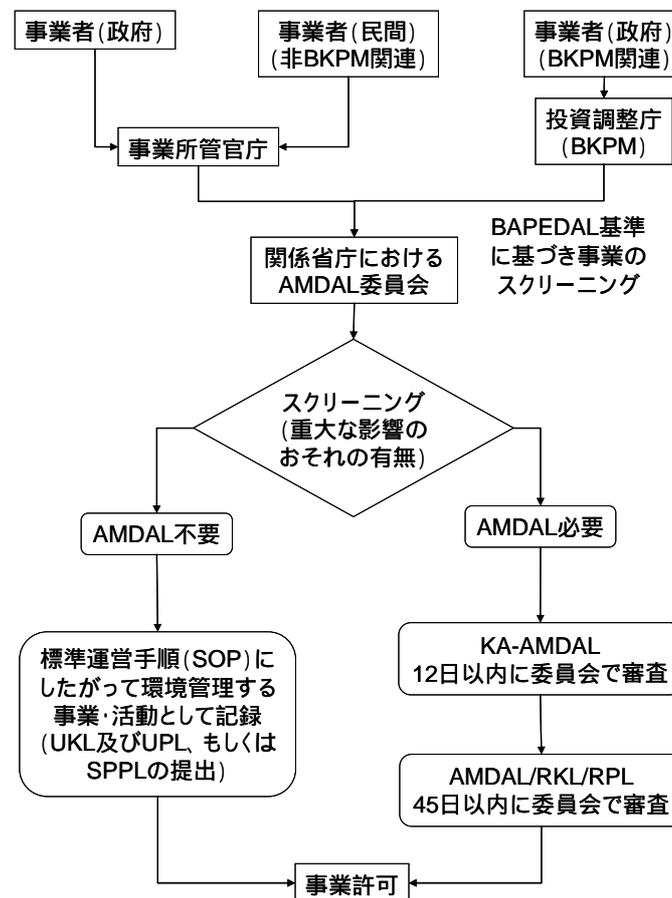


図 7.3 AMDALの流れ

7.2 本プロジェクトにおける環境影響分析

7.2.1 想定される環境影響

本プロジェクトの実施に伴う環境影響は、工事期間ならびに施設供用期間の二つに分けて考えられる。本プロジェクトの実施に起因する直接的及び間接的な影響、およびその低減策を下表に示す。

表 7.2 予測される環境影響及びその低減策

項目	活動	予想される環境への影響	環境影響の低減策
計画段階	直接影響	施設の立地 生態系へ影響を与える可能性、景観を損なう可能性、住民移転等が生じる可能性が考えられる。	施設建設地は既設処分場の近隣または自治体が選定した土地であり、保護区や生態学的に重要な生息地等ではない。また、特に配慮すべき景観への悪影響もない。 また、住民移転等が生じることもない。
	工事期間	建築資材の運搬	建築資材の運搬はトラック輸送となる。このトラックからの排気ガス、走行による騒音、振動の影響が考えられる。
建設機材の稼働		建設機材の稼働により、周辺地域に対して騒音・振動の影響が考えられる。	建設機材を効率的に運用する工事計画にする。同時に休日及び深夜の工事は行わない。また工事にあたっては、地域へ騒音、振動の発生しにくいように、低騒音、低振動型の工事用機器を使用する。
その他		既存処分場内に施設を建設する場合、工事期間中も廃棄物の搬入は継続される。工事のために廃棄物搬入車両の動線が混雑し、アイドリング等による排気ガスの増加が考えられる。 建設工事に伴い、廃棄物の発生が考えられる。	搬入車両の動線を確保しつつ、工事範囲を極力分離する動線計画を作成する。 国の基準に基づき、廃棄物の処理を行う。
	間接影響	建設資材原料の入手、加工 建設資材の原料入手及び原料加工による温室効果ガスの発生。	必要以上の建設資材の使用を避け、最適な計画・設計を行う。
施設供用中	直接影響	有機廃棄物の高速好気処理 高速好気安定処理の発酵熱により悪臭物質の生成を抑制する。嫌気条件下のメタン発生を回避する。	浸出水は、好気処理の加水用に再度使用するか、既存施設等へ適切に誘導する。
		処理期間中に堆積した有機廃棄物から浸出水が発生する。	
	施設稼働	施設稼働により、周辺地域に対して騒音・振動の影響が考えられる。	使用する機器の騒音・振動レベルは低い。

項目	活動	予想される環境への影響	環境影響の低減策
		施設の運営により、回収した廃棄物/処理中の廃棄物から異臭が発生し、周辺地域に対する影響が考えられる。	施設は適切な設計のもと、臭気は外部にもれないように建設される。また住宅地からは離れた地域に建設されるため、影響は少ないと考えられる。
		重機の使用に伴い、化石燃料を消費し、温室効果ガスが発生する。	重機の効果的な使用方法について指導を行う。
間接影響	類似プロジェクトの増加に伴う、環境問題の低減	当該プロジェクトのような廃棄物量を削減するプロジェクトが増えれば、最終処分場の延命化が実現し、新規処分場建設に伴う種々の環境問題が低減される。	

7.2.2 環境保全対策

(1) 工事中の環境保全対策

工事実施に伴う環境保全対策は、大気汚染防止対策、騒音対策、振動対策、建設副産物対策、交通安全対策である。

表 7.3 工事中の環境保全対策

項目	内容
大気汚染防止対策	乾季における工事では、必要に応じて散水するなど粉塵の飛散防止に努める。建設中工事用車両については、復路においてホースによる洗車を徹底し、道路沿道の環境保全に努める。
騒音及び振動対策	建設機械は、極力低騒音、低振動型を使用し、騒音、振動の低減に努める。建設機械の配置や工事時期を分散させ、騒音、振動の低減に努める。工事時間は、昼間のみとし、原則として休日には工事を行わない。建設機械の無用なアイドリングを行わない。
建設副産物	工事に伴って副次的に発生する土砂などの建設副産物は、発生土を極力現場内で利用する造成計画とする。土砂以外の建設副産物は、国の基準に基づき適切な処理を行う。
交通安全対策	工事用車両の出入りについては、極力午前9時より午後3時までの時間帯を想定とする。工事用車両については、速度や積載量等交通規則を遵守させる。工事用車両の走行ルートを指定し、必要に応じて交通整理員を配置し、周辺の一般車両の通行の安全を図る。

(2) 施設稼働（供用）中の環境保全対策

本施設稼働に伴う環境保全対策は、大気汚染防止対策、騒音対策、振動対策、臭気対策、廃棄物（処理残渣）対策、その他の対策（景観）である。

表 7.4 施設稼働（供用）中の環境保全対策

項目	内容
大気汚染防止対策	ホイールローダやコンポスターナーなどの重機は、十分整備を行い排気ガス規制に適合したものをを用いる。
騒音対策	使用する装置・重機類は、低騒音のものをを用い、屋内設備については壁や屋根により遮音する。更に住宅等からの離隔距離にも留意する。
振動対策	使用する装置・重機類は、低振動のものをを用い、更に住宅等からの離隔距離にも留意する。
臭気対策	好気処理そのものは、ごみの臭気を低減する効果があるが、施設が稼働しない場合の臭気対策としては、室内のヤードにごみを保管する等の対策をとるものとする。
安全対策	従業員による廃棄物手選別の際に、混入物による怪我等を予防するため、マスクや手袋を装着するなどの対策を実施する。
その他対策（景観）	施設建設地は処分場敷地内であり、特に配慮すべき景観への悪影響はない。

(3) 本プロジェクトにおける環境影響評価の必要性

CDM-PoA-DD (version 01)では、環境影響評価の実施については以下に示すように、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で規定されている。

<p>C.1. Please indicate the level at which environmental analysis as per requirements of the CDM modalities and procedures is undertaken. Justify the choice of level at which the environmental analysis is undertaken:</p> <p>>></p> <p>1. Environmental Analysis is done at PoA level <input type="checkbox"/></p> <p>2. Environmental Analysis is done at CPA level <input type="checkbox"/></p>

前述の通りインドネシアの環境影響評価制度上、プロジェクト活動ごとに必要書類を作成・提出することが義務付けられているため、本プロジェクトでも各 CPA で対応をとる必要がある。したがって、CPA レベルでの環境影響評価の実施を選択する。

本プロジェクトでは、CPA 対象サイトの状況に応じて、既存の廃棄物処分場の敷地内またはその他の土地に MBT 施設を建設する。既存の廃棄物処分場の敷地内に 10ha 以上の施設を建設する場合は、環境影響評価制度に定められている処分場の”Extent Area”に該当するため、AMDAL を作成・提出する必要がある。一方、既設処分場以外の場所に新規に施設を建設する場合には、特定の活動に当てはまらないため、AMDAL 作成は不要で、UKL/UPL の作成・提出が必要となる。対象施設は 10ha 以下であるため、AMDAL は不要だが、UKL/UPL の提出が必要となる。

7.3 その他の間接影響・効果

7.3.1 社会面での影響・効果

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。

7.3.2 経済面での影響

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。

第8章 利害関係者コメント

CDM-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事が規定されている。

D.1. Please indicate the level at which local stakeholder comments are invited. Justify the choice:

1. Local stakeholder consultation is done at PoA level
2. Local stakeholder consultation is done at CPA level

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、BPPS、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が、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。

8.1 PoA レベルでのコメント収集（ワークショップ概要）

本調査では、本プログラム CDM の目的、適用する技術およびモデルプランの概要、CME 及び自治体の役割、実施によるメリットなどに関するステークホルダーの理解を深め、また意見を収集することを目的として、西ジャワ州政府からの全面的な支援のもと、ワークショップ（1 日）を開催した。ワークショップの概要を以下に示す。

(1) 開催日時

2008 年 11 月 5 日（水）

(2) 開催場所

西ジャワ州 バンドン市 Horizon Hotel

(3) 参加者及び招待方法

ステークホルダーとして想定される州内 26 自治体の廃棄物管理担当部門及び計画担当部門の代表者（各自治体約 2 名）、地元の NGO、学識者及びコンポスト事業を行う民間会社を対象とし、本 CDM プロジェクトに関する理解促進及びステークホルダーコメント収集の目的を明記した招待状を、西ジャワ州環境保護局長より送付した。その結果、日本側参加者を含め、約 80 名の参加を得た。参加者の詳細を以下に示す。

表 8.1 ワークショップ参加者

No.	カテゴリー	内訳
1	中央政府	環境省：1 名、公共事業省（PU）：3 名、BPPT：3 名
2	地方自治体	西ジャワ州政府関係者：14 名 各自治体：36 名 （ Sukabumi Regency, Bandung Regency, Bekasi Regency, Bogor regency, Indramayu Regency, Chimahi City, Sumedang City, Banjar City, Kuningan Regency, Chimahi, Cirebon City, Sucabumi City, Ciamis Regency, Majalengka Regency, Depok City, Tasikmalaya City, Subang City, Bogor City, Bandung City 等）
3	学識関係者	5 名（バンドン工科大学、Pasundan University 等）
4	NGO	1 名（CER Indonesia）
5	民間会社	7 名（GIKOKO、Backhus、BCA、WGS、Kwarsindo Langgend Maju、Pers of Nurani Rakyat 等）
6	日本側参加者	9 名（GEC、JICA、銀行、廃棄物処理会社、鹿島建設）

(4) ワークショッププログラム

ワークショップのプログラムを下表に示す。まずインドネシアにおける廃棄物管理の現状と今後の方向性についての理解を深めてもらうため、公共事業省から新しく発効された廃棄物管理法についての説明、次に BPLHD から、3R 調査についての結果報告があった。その後に廃棄物管理の改善方法の一つの提案として、MBT を用いた CDM 事業について説明を行った。質疑応答は午前、午後のセッションごとに 1 時間ずつ持つことで、参加者が質問しやすいよう配慮した。

表 8.2 ワークショッププログラム

	Contents	Presenter
1	Welcome Remarks	Kajima Corporation
2	Opening Speech	Head Office of BPLHD Jawa Barat Province
3	National Policy on the Solid Waste Management	Direktur Jenderal Cipta Karya
4	Report on Study Results and Future Plan	BPLHD Jawa Barat Province
5	Question & Answer Session	Moderator
6	Introduction to the CDM Scheme and MOEJ/GEC CDM Support Programme	Global Environment Centre (GEC)
7	Introduction to the Policies and Funding Scheme of Japanese Government	Japan International Cooperation Agency (JICA)
8	Proposal for the Programmatic CDM Project in West Java Province	Kajima Corporation
9	Question & Answer Session	Moderator
10	Closing	Head Office of BPLHD Jawa Barat Province

(5) 主な収集コメント及び質疑応答

ワークショップで寄せられた主な質問及びコメントは以下のとおりである。質問に対する回答は、質問の内容に応じて PU、BPLHD、鹿島が行った。

表 8.3 主な収集コメント及び質疑応答

	質疑・コメント	回答
1	<ul style="list-style-type: none"> 3R を実施するのは民間から見ると難しい。コンポストなどの基準が明確でないこととコンポストが売れる保証がないためである。政府がコンポスト購入の保証を与えるなどの協力をお願いしたい。Tipping Fee についても同様に保証が欲しい。 RDF についても政府の保証がほしい。 また、入札の手続きが必要であるが、これには時間がかかり、また政府の誰と話をしたらよいかもわからないことが多い。 	<p><PU></p> <ul style="list-style-type: none"> コンポスト品質基準は農業省が明確にしている。数値が厳しいという声もあるが、クリアしていかなければいけない。 コンポストの使用方法については、農業地や公園なども考えられる。作ったコンポストを売るのはなく、まず自分たちで使うことを考えることが必要。森林局と協力しても良いだろう。品質確保ができれば、どこにでも売れる。 保証は難しい。中央政府としては共同規定のようなものを出すのは難しい。しかしマーケットの状況は理解しており、援助が必要であるだろうことは、BAPPENAS にも指摘している。
2	<p>自治体と民間企業が協力する際、利益が問題になる。そのため計画に興味を持つ企業が少なく、住民の反対もある。利益を考えるのではなく、まずやりたいという企業を探すことが必要。</p>	<p><PU></p> <ul style="list-style-type: none"> 中央政府は資金援助はできないが、各都市におけるマスタープラン作成、また中期計画の作成を支援することはできる。

	質疑・コメント	回答
	いかに民間を参加させるか、またいかに住民の理解を得るかが課題。	・ もし民間企業と協力することが難しいならば、アクションプラン作成について専門コンサルタントを雇うのもよい。
3	<ul style="list-style-type: none"> ・ PoA-DD、CPA-DD とは何か。 ・ 各 CPA でも additionality を示す必要があるか。 ・ また validation と review は何が違うのか。ベースラインは何か。 	<p><鹿島></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ PoA-DD はどんなプログラムにするかを書いたもの。どんな方法で additionality を証明するかについても書く。CPA - DD は、方法、モニタリングについて実際のプロジェクトに基づいて書くものである。各 CPA についても additionality を示す必要がある。 ・ CPA-DD のベースラインは、処分場にごみをそのまま埋め立てることとしている。
4	<ul style="list-style-type: none"> ・ 本事業では、誰が CME になるのか。 ・ CDM プロジェクトは 2012 年以降も継続されるのか。 	<p><鹿島></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ CME については検討中で、まだ決定していない。 ・ 2013 年以降に CER がどうなるかは決まっていないうが、企業等が「VER」として買うという形は続くと考えている。
5	<ul style="list-style-type: none"> ・ コンポスト事業を行うには、法律関係の整備、またティッピングフィーの回収方法等についてクリアにする必要がある。 ・ 何度もいうが、コンポストはオペレーションが（経済的に）苦しい。PU や KLH が設備を補助したが、ほとんどか同定しになってしまっている。ティッピングフィーを十分出してもらわないといけない。 	<p><BPLHD></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ このプログラムについては、今後もフォローしていく。これは我々の州、自治体にも利益をもたらすものと考えており、実現に向けて方法をみんなで考えたい。 ・ 廃棄物管理では入札など難しい面もあるが、プログラム CDM はそれを解決するソリューションの一つと考えている。州政府と自治体との連携を良くすれば、何とか一つのプログラムとして作り上げられるのではないかと考えている。 ・ このワークショップでは新しい情報を得たと思う。これを各自自治体にもって帰り、自治体内で話し合っ、興味があれば BPLHD に相談してもらい、一緒に考えていければと思う。
6	<ul style="list-style-type: none"> ・ プログラム CDM は面白いスキームである。MBT という呼び方は新しいが、技術はこれまでにやっけてきているシンプルなものなので、実行しやすいのでは。 ・ これまでに挙げられた運営費などの問題解決のために、CER を使えばよい。CER によって各自自治体の負担を少なくすることができる。 ・ 今回のプランは期待ができると考えている。新しい情報をもらって感謝する。 	
7	このプログラムは、インドネシアにとっても初めてのものなので、大変興味深い。 今後詳細な情報を集めていく必要があるが、われわれとしてはこのプロジェクトを歓迎する。	



ワークショップの様子

第9章 プロジェクト実施計画

9.1 施設計画

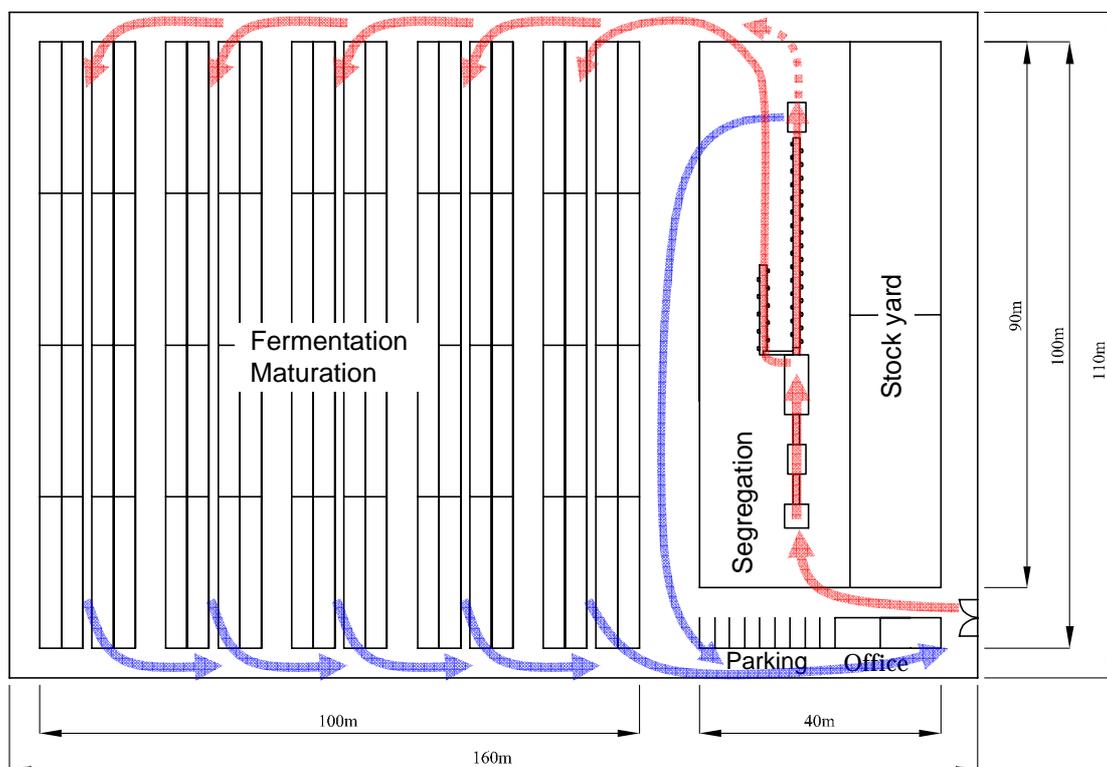
CPA の実施パターンとして3章でいくつか例を示したが、ここでは3章の検討結果を受け、日 300 トン、100 トン、50 トン、10 トンの4施設について施設計画を行い、事業性の検討を行った。

9.1.1 施設計画概要

4つの中から最大の 300t/day 施設と最小の 10t/day 施設について施設概要を以下にまとめる。

300t/day 施設

廃棄物を分別施設建屋で受け入れた後、ホッパーに投入し、破袋機、トロンメルによる機械分別を行う。トロンメルにより篩上（大きいもの）と篩下（小さいもの）に選別されたものは、それぞれベルトコンベヤに載せられ作業員により有価物と有機ごみに大別される。回収された有価物は、リサイクル業者やセメント工場燃料などの有価物マーケットへと搬出され、有機物は好気処理ヤードで1日に1回程度攪拌され分解・安定化される。



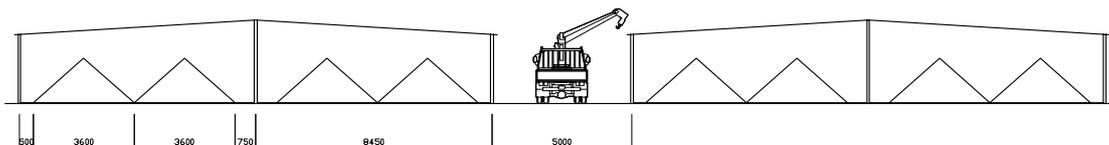


図 9.1 300 t 施設レイアウト案（上：平面図 下：好気処理施設断面図）

A. Design Condition

Input	: 300ton/day * 330days/year
Fermentation	: 15days, Maturation = 15days
CER unit price	: 13 USD/ton
Tipping Fee	: 4 USD/ton
Compost unit price	: 40 USD/ton
Inflation rate	: 6.6 %
* Leachate treatment facility is not included	

B. Employment

Facility	Quantity	Notes	
a. Segregation	Operator	3	
	worker	40	Manual sorting
b. Biotreatment	Operator	5	Turner, loader, maintenance
	worker	0	
c. Manager		1	
d. Administration staff		2	
Total		50	

C. Equipment

Equipment	Spec.	Quantity	Notes
a. Hopper	100m ³ /h	1	Domestic fabrication
b. Belt Conveyer	65m	1	Domestic fabrication
c. Bag Crusher	100m ³ /h	1	Domestic or Import
d. Trommel	100m ³ /h	1	Domestic or Import
e. Shredder	10m ³ /h	2	Domestic or Import
f. Compost Turner	1200m ³ /h	1	Import
g. Wheel Loader	2m ³	4	Import
h. Truck Scale	30t	1	

D. Layout plan

	Area(m ²)	Notes
a. Segregation area	4050	Including stockyard
b. Biotreatment area	7950	
c. Other area	4500	Office, warehouse, parking etc.
Total area	16500	

10t/day 施設

10t 施設は、処理量が小さいため破袋機やトロンメルなどの機械は用いず、破碎以外は全て人力で行うものとする。好気処理用ヤードも小さい面積で十分であることから、分別施設と同じ建屋内に設置するものとする。

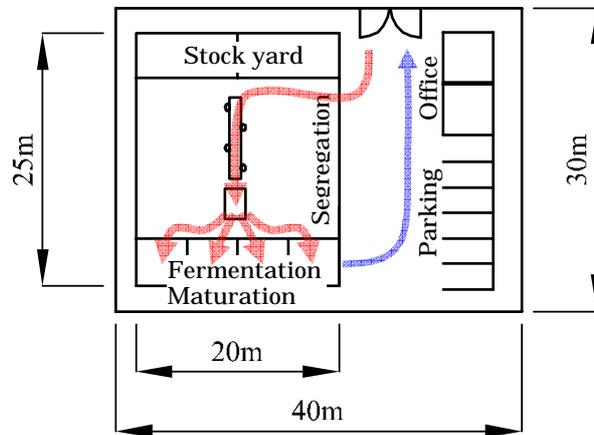


図 9.2 10t 施設レイアウト案

A. Design Condition

Input	: 10 ton/day * 330days/year
Fermentation	: 15days, Maturation = 15days
CER unit price	: 13 USD/ton
Tipping Fee	: 4 USD/ton
Compost unit price	: 40 USD/ton
Inflation rate	: 6.6 %
* Leachate treatment facility is not included	

B. Employment

Facility		Quantity	Notes
a. Segregation	Operator	1	
	worker	4	Manual sorting
b. Biotreatment	Operator	2	Turner, loader, maintenance
	worker	0	
Total		7	

C. Equipment

Equipment	Spec.	Quantity	Notes
a. Hopper	-	-	
b. Belt Conveyer	10m	1	Domestic fabrication
c. Bag Crusher	-	-	
d. Trommel	-	-	
e. Shredder	5m ³ /h	1	Domestic fabrication
f. Compost Turner	-	-	
g. Wheel Loader	-	-	

D. Layout plan

	Area(m ²)	Notes
a. Segregation area	500	Including stockyard
b. Biotreatment area	(100)	Included in segregation area
c. Other area	700	Office, warehouse, parking etc.
Total area	1200	

9.1.2 概算費用

各施設の建設費と1年あたりの運営管理費を下表にまとめる。下記の費用算定に当たってはできるだけ現地のコストデータを用いたが、詳細な費用積算は CPA 毎にそれぞれの場所等を考慮して再度行う必要がある。なお、最近の為替レートは変動が激しいため 1 USD = 10,000 IDR, 1 USD = 100 JPY を用いた。

表 9.1 施設規模毎の概算費用まとめ (単位: USD)

	300t	100t	50t	10t
Initial Cost Total	<u>1,834,745</u>	<u>812,207</u>	<u>391,160</u>	<u>102,014</u>
a. Machine	690,400	267,500	112,460	7,800
b. Construction	931,950	440,270	223,590	75,540
c. Others	212,395	104,437	55,110	18,674
O/M Cost Total	<u>190,622</u>	<u>112,955</u>	<u>61,713</u>	<u>19,309</u>
a. Personnel cost	88,200	49,800	29,400	10,800
b. Maintenance cost	25,072	9,926	4,192	582
c. Fuel/Electricity cost	66,350	42,229	17,121	3,927
d. others	11,000	11,000	11,000	4,000
Total for 7 years project	3,169,099	1,602,893	823,152	237,175

9.2 事業性の検討

想定した 4 ケースのうち、300t 施設と 10t 施設について事業性の検討を行った結果を以下に示す。

300t/day 施設

表の条件で事業性評価を行った。自治体が負担する廃棄物処理費用については、4 USD / トンとし、コンポストの販売は行わず最終処分場の覆土等で使用することとした。その結果、想定した処理費用が支払われた場合、コンポストやプラスチックの販売を行わなくても、IRR15%、投資回収期間 5 年と良好なプロジェクトであることが確認できた。

表 9.2 検討条件

項目	内容
CER unit price	13 USD/tCO2
Tipping Fee	4 USD/ton
Compost unit price	40USD/ton(但し、コンポストの販売なしのケースを算定)
Plastics unit price	現状では考慮しない
Inflation rate	6.6 %

表 9.3 事業性評価結果

Cost USD			Income USD										Profit
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	
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										

10t/day 施設

10t/day 施設では、クレジット収入が小さいため、処理費用を上げずに採算をとるためにはコンポストの販売を行う必要がある。好気処理した全有機物をコンポストとして販売すると想定した場合、IRR は 11%、投資回収期間 5 年の良好なプロジェクトとなった。試算のコンポストの販売が生産量の半分程度確保できれば、7 年間での投資回収が可能であることが判明したが、コンポストが販売できない場合は、施設建設費の一部を助成金等で賄うか、より高い処理費用を自治体が負担するなどの方策がないと事業性がないことが判明した。

表 9.4 検討条件

項目	内容
CER unit price	13 USD/tCO2
Tipping Fee	4 USD/ton
Compost unit price	40USD/t
Inflation rate	6.6 %

表 9.5 10t 施設事業性評価結果

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										

まとめ

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。コンポスト処理費用は4USD/tonと固定。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、その他の規模ではコンポストの販売、処理費の上乗せ、プラスチックの販売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 施設で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実現性が高いと考えられる。

表 9.6 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%

9.3 事業実施体制

第 2 章に記述したとおり、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（BPLHD）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。

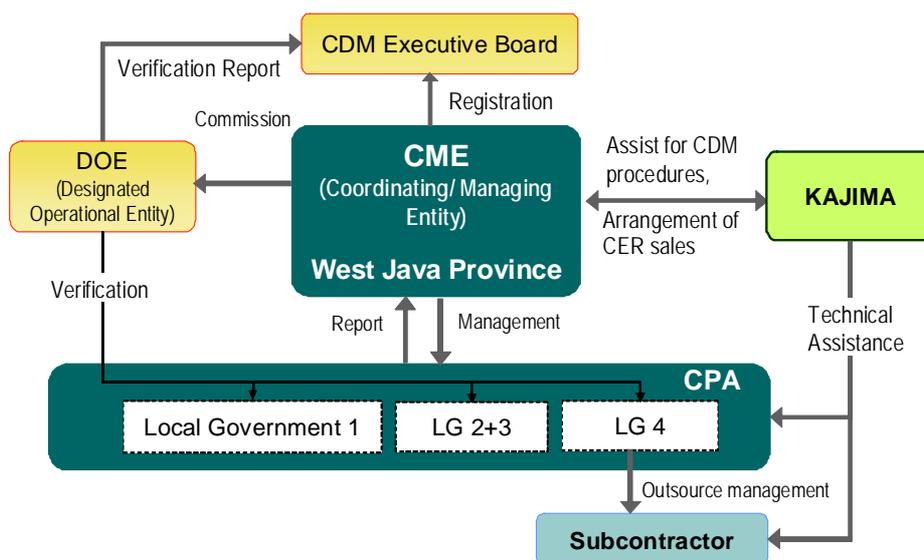


図 9.3 プログラム CDM スキーム概要図

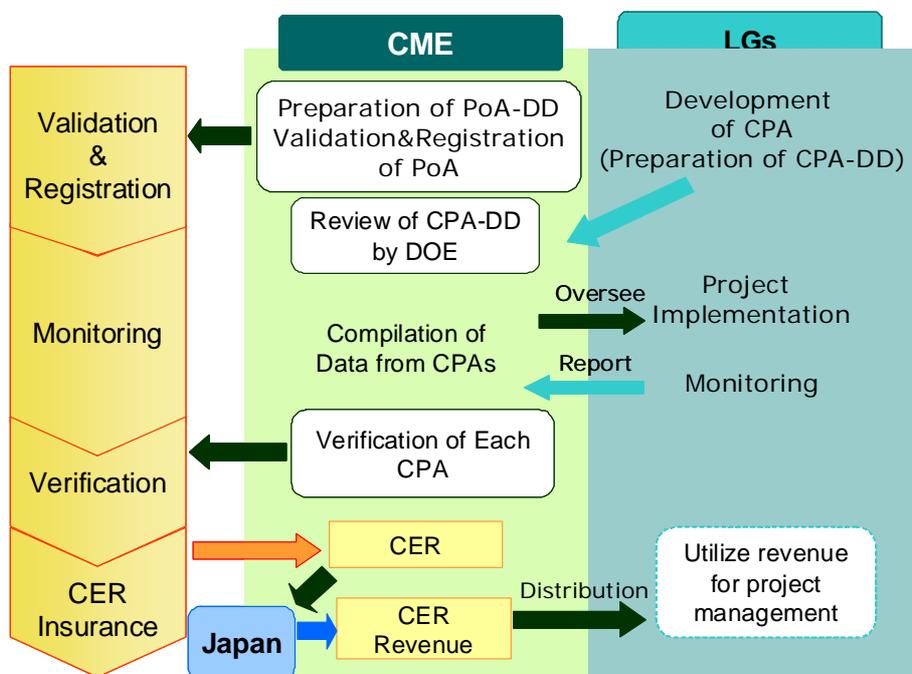


図 9.4 プログラム CDM における CME と CPA の役割

9.4 プロジェクト実施期間/クレジット獲得期間

9.4.1 プロジェクト実施期間

プロジェクト実施期間は、PoA の最長期間と同じ 28 年間とする。また、各 CPA のプロジェクト期間については、最初の CPA の事業開始目標を 2010 年とするが、2 番目以降の CPA については、それぞれの自治体において準備が整い次第開始するものとする。

9.4.2 クレジット獲得期間

PoA のクレジット獲得期間は最長の 28 年間とするが、各 CPA についてはクレジット獲得期間を 7 年間とし、最大 2 回の更新（計 21 年）を行なうことを想定する。基本的には最初の 7 年間で、各 CPA の主体が当該技術に習熟し、中間処理による処分場運営コストの削減やコンポストやプラスチック販売ルートが確立されれば、クレジット収入がなくても CPA を維持できるものと考えられる。

9.5 資金計画

事業の形態は、以下の 2 通りのいずれかとなると考えられる。

自治体が独自に実施

民間委託（BOT、BOO など）

また、そのための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

現在、インドネシアでは、廃棄物処理事業の民間委託を進めることが廃棄物に関する National Policy（2006 年）にも記載されており、今後、民間の技術と資金を活用した廃棄物処理事業が推進されるものと考えられる。実際、ジャカルタ特別市が実施したバンタルグバン処分場の管理運営に関する入札においても、多くの廃棄物処理事業者が入札に参加

しており、民間企業の資金力は十分あるものと推察される。従って、脆弱な自治体の経済状況を勘案すれば、民間企業からの投資が最も現実的であり、これに加えて、排出削減量購入契約（ERPA）により、出資者が民間銀行や、アジア開発銀行（ADB）、国際協力銀行（JBIC）などの公的金融機関からの融資を引き出せるような仕組みにより民間資金を下支えすることができるものと考えられる。

ただし、民間委託に対しては、次節 9.6 に示すように入札制度や自体対の経験不足などの課題があり、これに対しては、中央政府、州政府が指導力を発揮して解決してゆく必要がある。

9.6 事業化に向けた課題

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行ったところ、4 つの自治体から関心表明があり、この中から西ジャワ州が推奨するデポック市について詳細検討を行い、協議を実施した。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、以下に挙げるような様々な課題をクリアしていかなければならない。

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、今回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が現状である。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。

第10章 温暖化対策と公害対策のコベネフィット実現方法及び

指標化に関する調査

10.1 廃棄物処理における環境問題

都市固形廃棄物の処分は、通常、下図に示すように家庭 集積所（中継所） 最終処分場という流れである。こうした廃棄物処分における環境問題（公害問題・災害問題）を下表に整理する。なお、社会問題（処分場使用期間及び住民理解）については、直接的な環境問題ではないが、廃棄物問題の中で最も深刻な問題であり、環境問題に直結していることからここに記述した。また、健康問題等も項目として考えられるが、因果関係などの証明が難しいためここでは除外した。



図 10.1 イ国における都市固形廃棄物処分の流れ

表 10.1 廃棄物処分において考えられる環境・社会問題

a. 臭気	最終処分場において中間覆土が行われずに有機ごみが投棄されるため腐敗臭が発生する。また、都市化が進んだ地域においては、処分場へのアクセス道路近辺に住宅が増え、運搬車両からの臭気の苦情が増えてきている。
b. 水質	日本のように即日覆土が行われずごみが投棄されている状況下で、東南アジア特有のスコール等により多量の降雨により、多量の浸出水が発生する。しかし、十分な浸出水回収施設、浸出水処理施設が整備されていないのが現状である。
c. 火災	最終処分場から発生するメタンが乾季になると地表面でメタン酸化を起こし煙がくすぶる状態になるが、周辺に引火しやすいものがあると炎をあげて発火する。
d. 崩落	十分な締め固めや中間覆土を行わないままごみが積み上げられると特に降雨時崩落を起こす。

e. 処分場使用期間	特に大都市からの大量のごみを引き受けている最終処分場は、住民反対等により新規立地が困難であり、処分場の延命化が重要である。現在、使用中の多くの処分場は使用可能期限が数年以下のところが多い。
f. 住民理解	不適切な処分場の管理・運営状況や運搬車両の問題などで住民から処分場使用中止要請などの意見が出されたり、場合によっては強制的に道路を封鎖するような行動も見られる。また、崩落事故における補償問題などを抱えている場合もある。

10.2 関連指標

(1) 臭気

わが国における臭気の排出基準は臭気防止法に規定されている。規制対象は、事業場全体であり業種による適用除外はない。悪臭の排出形態は、「特定の排出口がなく建也などからの漏出」、「煙突などの気体排出口」、「汚排水成分の気化や発酵」の3つに大別されることから、いかの3種の基準が定められている。

- 1号基準：敷地境界線の地表における濃度の許容限度
- 2号基準：期待排出口における許容限度
- 3号基準：敷地外における排出水中の濃度の許容限度

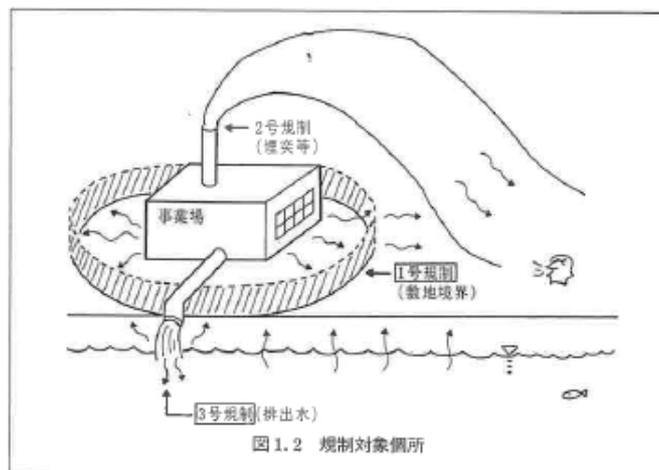


図 10.2 臭気規制対象箇所

1号基準

1号基準は、表 10.2 に示す 6 段階臭気強度で、2.5-3.5 に相当する表 10.3 の濃度範囲である。

表 10.2 6段階臭気強度

臭気強度	表 現	
0	無臭	
1	やっと感知できるにおい	検知閾値濃度
2	何のにおいかわかる弱いにおい	認知閾値濃度
3	らくに感知できるにおい	
4	強いにおい	
5	強烈なにおい	

表 10.3 1号規制基準の範囲（地域区分(a)）

単位:ppm

物質名	規制濃度	物質名	規制濃度
アンモニア	2 -5	イソバレルアルデヒド	0.006 ~ 0.01
メチルメルカプタン	0.004-0.01	イソブタノール	4 ~20
硫化水素	0.06 -0.2	酢酸エチル	3 ~20
硫化メチル	0.05 -0.2	メチルイソブチルケトン	3 ~ 6
二硫化メチル	0.03 -0.1	トルエン	30 ~60
トリメチルアミン	0.02 ~0.07	スチレン	0.8 - 2
アセトアルデヒド	0.1 ~0.5	キシレン	2 - 5
プロピオンアルデヒド	0.1 ~0.5	プロピオン酸	0.07 ~ 0.2
ノルマルブチルアルデヒド	0.03 ~0.08	ノルマル酪酸	0.002 ~ 0.006
イソブチルアルデヒド	0.07 ~0.2	ノルマル吉草酸	0.002 ~ 0.004
ノルマルバレルアルデヒド	0.02 ~0.05	イソ吉草酸	0.004 ~ 0.01

(出典：ハンドブック 悪臭防止法

榎山和成著、实例にみる脱臭技術、工業調査会)

(2) 水質

わが国における水質基準は、水質汚濁法第3条第1項の指定により総理府例で定め、それに対し自治体が上乘せ基準を設けている。下表に日本政府の基準、自治体の事例として東京都の基準、廃棄物最終処分場整備の計画・設計要領に定められた処分場の基準について示す。インドネシア国については、政府の基準の他、州政府の基準が存在する。ただし、州政府の基準については、工場の種類ごとに定められているものであり最終処分場は該当しない。

表 10.4 水質基準の例

	西ジャワ州 ¹⁾	イ国政府 ²⁾	日本 ³⁾	東京都 ⁴⁾	日本の処分場 ⁵⁾
水素イオン濃度	-	6-9	5.8-8.6	5.8-8.6	5.8-8.6
外観	-		-	異常な着色または 発泡が認められな いこと	-
温度	-	38/40	-	40 度以下	-
BOD(mg/l)	-	50/150	160	25	60
COD(mg/l)	-	100/300	160	25	90
SS(mg/l)	-	200/400	200	50	60
ノルマルヘキサン抽出物質含有量(鉱油類含有量) (mg/l)	-	5/10	5	5	5
ノルマルヘキサン抽出物質含有量(動植物油脂類含有量) (mg/l)	-	10/50	30	30	30
フェノール類含有量	-	0.5/1	5	5	5
銅(mg/l)	-	2/3	3	3	3
亜鉛(mg/l)	-	5/10	5	2	5
溶解性鉄(mg/l)	-	5/10	10	10	10
溶解性マンガン(mg/l)	-	2/5	10	10	10
クロム(mg/l)	-	0.5/1	2	2	2
大腸菌群数(個 / mL)	-		3000	3000	3000
窒素含有量(mg/l)	-		120	30	120
燐含有量(mg/l)	-		16	4	16

¹⁾西ジャワ州環境大臣例 KEP-51/MENLH/10/1995

²⁾イ国産業排水の基準に関する環境担当国務大臣例 No.58, 1995 左：グループ I 右：グループ II

³⁾排水基準を定める総理府令（出典：公害防止の技術と法規 水質編、社団法人 産業環境管理協会）

⁴⁾東京都環境確保条例（指定作業所、水域区分 B、排水量が 500m³ 以下のもの）

⁵⁾廃棄物最終処分場整備の計画・設計要領、（社）全国都市清掃会議

10.3 コベネフィット指標の検討

10.1、10.2 を踏まえてコベネフィット指標を検討した。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
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	より高度な浸出水処理施設を有するか中間処理を実施
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) 管理型(比較的早期に覆土、浸出水回収施設あり) 中間処理(好気処理等により分解済)
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	
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	
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) オープンダンピング 管理型
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)	
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	
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

本プロジェクトにおける物質収支を 300t/day を例に図 10.3 に示す。分別したプラスチック、生ごみが全て再利用される場合、減容化率は $(300-29)/300=90\%$ となり、プラスチックは再利用され、生ごみが処分場の覆土として利用される場合は減容化率は

(300-29-85)/300=62%となる。

なお、焼却事業では、灰分が約 12%であることが別途調査で判明しており、減容化率は 88%となる。

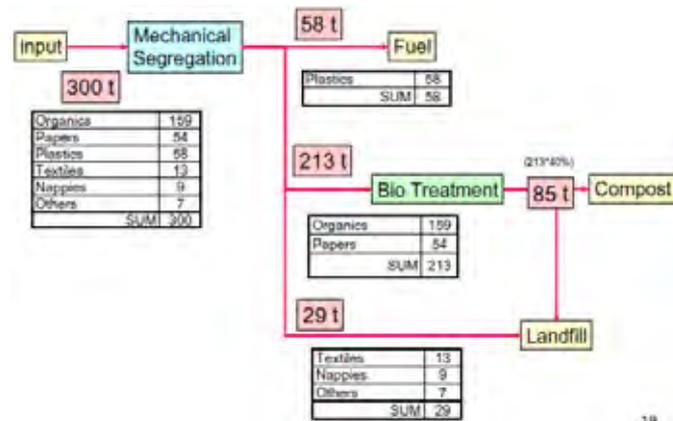


図 10.3 MBT における物質収支

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	

総合評価

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 10.5 に技術ごとの試算例と評価結果を示す。

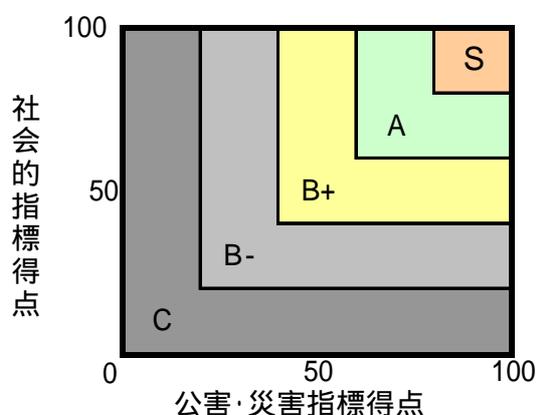


図 10.2 評価ランクと得点の関係

表 10.5 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、ごみが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