

平成 16 年度クリーン開発メカニズム及び共同実施事業調査
インドネシアにおける都市固形廃棄物発電事業調査 概要

平成 17 年 3 月

(株)パシフィックコンサルタンツインターナショナル

(1)プロジェクト実施に係る基礎的要素

提案プロジェクトの概要と企画立案の背景

事業目的

従来埋立処分されていた地方自治体の可燃性固形廃棄物を 1,700 度の高温で焼却することにより、埋立処分場からのメタン (CH₄) の発生削減を実現する。さらに、その燃焼ガスを利用して発電した電力を系統へ供給することにより、系統の電源を代替することでCO₂の排出削減を実現し、地球温暖化の軽減に寄与するCDMプロジェクトである。

事業概要

インドネシア国東ジャワ州シドアルジョ市において、地方自治体が収集し埋立処分している固形廃棄物を焼却し (処理能力: 360 トン/日、乾燥ベース) その燃焼熱を用いて蒸気を発生させ蒸気タービンを回して発電する 18.9MW の発電施設を新たに建設し、年間 140GWh の電力をジャマリア電力供給網に売電する計画である。

廃棄物発電システムでは、はじめに、シドアルジョ市によって地域から収集された固形廃棄物は、システムに投入される前に、可燃性廃棄物と不燃性廃棄物に分けられる。可燃性廃棄物のうち、プラスチックやペットボトル等のリサイクル可能な廃棄物は、廃棄物回収業者によって回収される。

こうして分離された可燃性固形廃棄物は、粉砕機において細かく粉砕され、焼却炉 (サーマルコンバーター) において約 1700 度の高温で焼却される。この時、廃棄物量の 2-3% のスラグは残るものの、高温で焼却されるため有害なダイオキシンの発生は抑制される。焼却時に発生した燃焼ガスを利用して発生させた水蒸気により蒸気タービンを回して発電する。発電された電力は外部の電力系統に供給される。粉砕機や廃棄物を運搬するコンベヤーを駆動する動力は、発電した電力(0.9MW)を用いる。焼却炉 (サーマルコンバーター) では、燃焼のための化石燃料は使用されず、1 カ月に 1 回 8 時間、軽油により炉のスタートアップの過熱が行われる。

プロジェクトの持続可能な開発への貢献

インドネシア国およびプロジェクト実施サイトであるシドアルジョ県における持続可能な発展に以下の点で寄与する。

- エネルギーセキュリティへの貢献
- 廃棄物処理への貢献
- 地域環境の改善
- 雇用創出への貢献
- 他地域への普及可能性

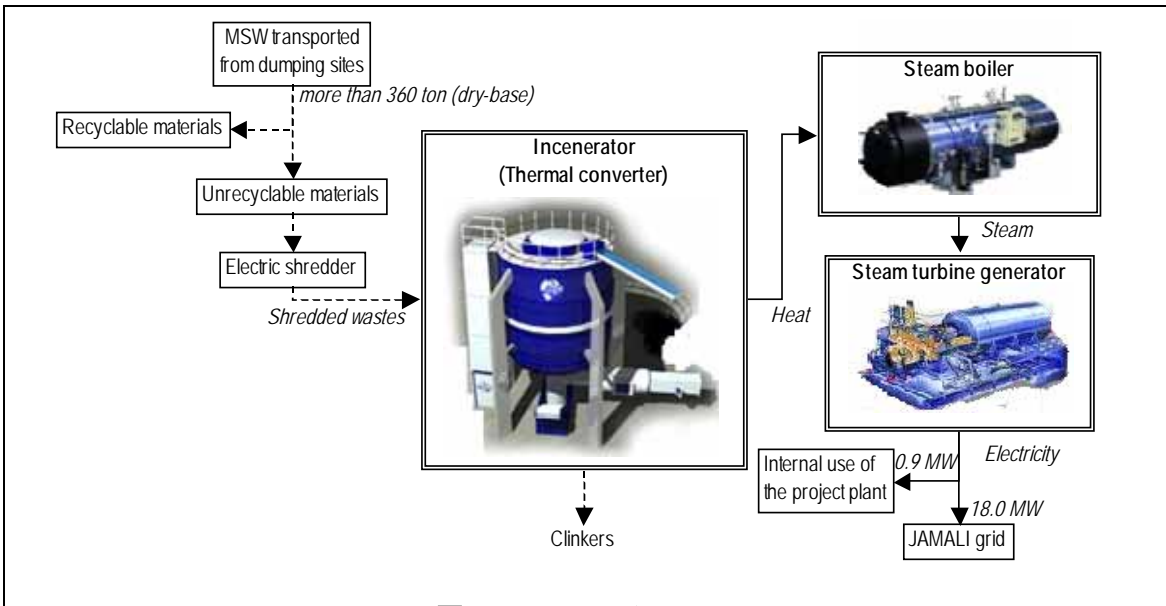


図1 システムフロー

ホスト国の概要

プロジェクトサイトであるシドアルジョ県は、インドネシアの東ジャワ州東部、同州の州都であるスラバヤ市の約25km南方に位置する。シドアルジョ県における2003年の人口はおよそ166万人で、人口増加率は2.87%、人口密度は2,320人/km²となっている。同県は東ジャワ州で最も小さい県であり、約635km²の総面積を有する。県内の土地の多く(約45%)は農業用地として使用されており、地域の熱帯性気候を利用したサトウキビのプランテーションも盛んに行われている。また同県にはスラバヤ川とポロング川が流れており、養魚池も多く見られる。その他の主な産業としては、織物業、竹を使った手工芸品、かばん製造、家具、貴金属装飾品などの製造業がある。



図2 調査地域図

現在のシドアルジョ県における固形廃棄物は1日平均でおよそ1,600m³排出されており、この量は同県の人口増加と経済発展に合わせて今後毎年5%程度で増加すると見られ、2020

年には現在の廃棄物のおよそ 1.4 倍に当たる 2,220 m³が排出されると予測されている。そのため、同県における廃棄物処理能力の拡大が喫緊の課題となっている。

ホスト国の CDM/JI の受入のクライテリアや DNA の設置状況など、CDM/JI に関する政策・状況

インドネシア国は、京都議定書には 1998 年 7 月に調印、2004 年 12 月 3 日に批准している。

国内の CDM 実施体制としては、2003 年 4 月に環境省の下に設置された国家気候変動対策委員会があり、同委員会は主に政策面の助言を行う。国家気候変動対策委員会の下には CDM 国家委員会が設置され、インドネシアの DNA としての役割を担う（2005 年 1 月末現在、まだ DNA は設立していない模様）。同委員会は、メンバー 10 名とサポートの事務局および技術チームで構成され、必要に応じて専門家グループからの助言を受ける以外にも、ステークホルダーフォーラムを開催する。

CDM に係る「持続性に関するクライテリア」は、環境、経済、社会、技術の 4 つのカテゴリーに分類され、各分野で指標が設けられている。

表 1 持続性に関するクライテリア

分野	評価の対象	クライテリア	指標・評価基準
環境的持続性	プロジェクトの実施によって生態学的な影響を直接受ける地域	天然資源の保護あるいは多様化	<ul style="list-style-type: none"> - 地域の生態系の機能が保全される - 国家あるいは地域が定める既存の環境基準に適合し、大気汚染、水質汚染、土壌汚染を引き起こさない - 遺伝子、生物種、生態系が保全され、遺伝子汚染を引き起こさない - 既存の土地利用計画に反しない
		地域コミュニティの健康衛生と安全	<ul style="list-style-type: none"> - 地域に健康的なリスクが発生しない - 労働衛生および安全基準に反しない - 発生可能性がある事故の防止法および対処法に関する文書が整備されている
経済的持続性	プロジェクトサイトが属する行政区域	地域住民の福祉	<ul style="list-style-type: none"> - 地域コミュニティのメンバーの収入を減少させない - 収入が減少した場合に講じられる適切な対処法が整備されている - 公共サービスの質を下げない - 対立する関係者間で合意が得られている - 既存の規制や雇用問題がクリアされている
社会的持続性	プロジェクトサイトが属する行政区域	地域住民のプロジェクト参加	<ul style="list-style-type: none"> - 地域住民がプロジェクトに関する説明・相談を受けている - 地域住民からのコメントや批判が考慮され、対処される
		地域社会の安定	<ul style="list-style-type: none"> - 地域住民間で紛争・対立を起こさない
技術的持続性	インドネシア国内全土	技術移転の実施	<ul style="list-style-type: none"> - 知識や関連技術の使用に関するノウハウの移転につながる - 実験段階にある技術や旧式で使用されていない技術を使用しない - 地域の技術的なキャパシティービルディングにつながる

調査の実施体制（国内・ホスト国・その他）

調査の実施体制図および主要参加者を以下に示す。

表 2 調査の実施体制

日本側調査協力機関と役割	<ul style="list-style-type: none"> ・ (株)PCI： 日本国側プロジェクト実施企業（F/S 調査、PDD 作成） ・ DNV： 外注会社（仮の有効化審査：デスクレビュー） ・ PCKK： 外注会社（ベースライン/モニタリング計画作成支援）
--------------	--

ホスト国側の協力機関と役割	<ul style="list-style-type: none"> IMW(PT Imam Manunggal Wijaya) : ホスト国側プロジェクト実施企業 (F/S 調査、プロジェクト情報の整理) YBUL (Yayasan BINA USAHA LINGKUNGAN) : 外注会社 (インドネシア国基礎情報、電力グリッドに係る情報の収集) PT Surveyor Indonesia : 外注会社 (廃棄物性状現地調査)
---------------	--

(2)プロジェクトの立案

プロジェクトの具体的な内容

(2.1) 固形廃棄物発電システムの概要

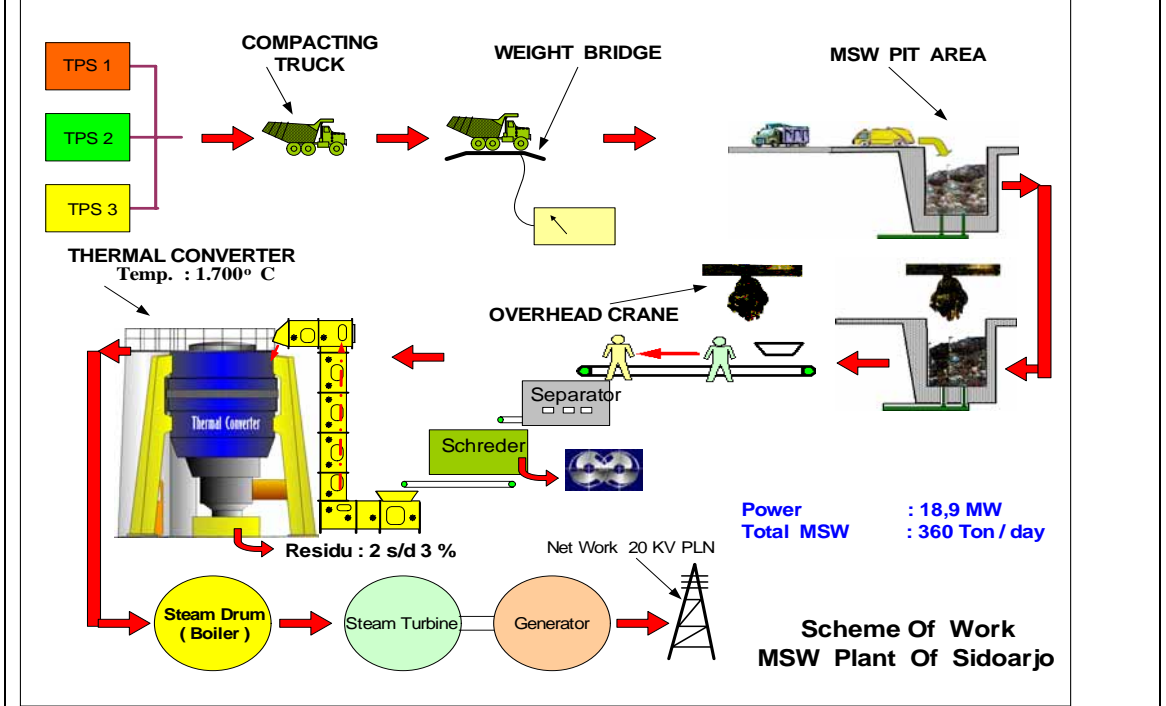


図3 固形廃棄物発電システムイメージ図

廃棄物管理システムでは、以下の実施工程が計画されている。

A. 収集・運搬・分別

固形廃棄物がシドアルジョ地方政府によってシドアルジョ県内から収集される。この時点で廃棄物は手作業によって可燃性廃棄物と不燃性廃棄物に分けられ、ビンやプラスチック、金属などのリサイクル品は廃棄物回収業者によって回収される。

収集された廃棄物は圧縮され、トラックでプロジェクトサイトであるプロジェクトプラントまで運搬され、廃棄物の重量が計測される。

可燃性廃棄物は一時的にプロジェクトプラントにある保管ピットで保管される。

B. 廃棄物の粉碎・焼却

廃棄物は保管ピットからコンベヤでプラントまで運ばれる。この時に再度分別作業が手作業で行われる。

こうして分離された可燃性固形廃棄物は、粉碎機で細かく粉碎される。

粉碎された廃棄物は焼却炉（サーマルコンバーター）まで運ばれ、約 1,700 度の高温で焼却される。

C. 発電

焼却時に発生した燃焼ガスは、ガスボイラーに送られ、その熱を利用して発生させた水蒸気により蒸気タービンを回して発電を行う。

また、粉碎機や廃棄物を運搬するコンベヤを駆動する動力には、発電した電力が用いられる。サーマルコンバーターでは 1 カ月に 1 度、3 日間かけて定期点検が行われ、点検後のスタートアップ用の過熱を行う際にディーゼル燃料が使用されるが、それ以外の化石燃料は一切使用しない。

発電された電力は、サイト内の変圧器を介した後、およそ 7km 離れた PLN 所有の 20kV のジャマリ電力系統に供給される。

D. スラグのリサイクル

焼却時に残される廃棄物のスラグは、道路の舗装や建設資材として再利用される。スラグは廃棄物量の約 2～3%発生するが、高温で焼却されるためダイオキシン等の有害物質の発生は抑制される。

(2.2) サーマルコンバーター技術について

導入の理由

環境への負荷の少なさ

この技術の利点としては、サーマルコンバーターで廃棄物を焼却することにより、その容積を 10 分の 1 以下に減らすことができる点がまず挙げられる。また、固形廃棄物を 1,700 度という高温で焼却することにより、廃棄物のおよそ 97%を処理することができるばかりか、ダイオキシン等の有害物質の発生も抑制することができる。上記のように、残渣を廃棄物の 2～3%程度しか排出せず、これら無害な残渣は道路の舗装などにリサイクルが可能である。排出ガスについては、バグフィルターの設置などによって排出基準値以下に処理されて放出されるため、有害ガスの排出は抑制される。さらに、現行の埋立処分が原因で発生するメタンガスや悪臭の防止にも繋がるなど、地域の環境保全に大きく貢献することができる。

容易な運転保守

プラントの運転時間は年間最低 7,776 時間（24 時間/日 × 27 日/月 × 12 ヶ月/年）で、定期点検は毎月 1 回、3 日間かけて行われる。

同プラントの運転には人員をあまり必要とせず、現在のプラントの運営計画によれば、1 日 24 時間の運転時間を 3 シフト制にし、1 シフトにつき 9 名を配置する計画となっている。従業員は少なくとも 27 名となり、その内訳は、現場監督 3 名、整備工 3 名、一般労働者 9 名、そして単純労働者 12 名となっている。

また、本プラントのサプライヤーである WES 社は IMW 社との保守契約に基づき、現地オペレーターに対するトレーニングおよびメンテナンス時の技術者派遣を実施することとなっている。

(2.3) プラント仕様

表3 廃棄物発電プラントの主な仕様

タイプ： 350S サーマルコンバーター	
1. 燃焼温度	: 摂氏 1,700 度
2. 燃料 (平常時)	: 廃棄物
3. " (スタートアップ時)	: ディーゼル燃料
4. 標準処理能力	: 204 トン/日 × 2 基
5. 計画処理量	: 360 乾燥トン/日 (2 基合計)
6. ボイラー処理能力	: 38 トン/時 (各基)
7. 標準出力	: 18.9 MW (うち 0.9MW はシステム運転用に使用)

プロジェクト境界・ベースラインの設定・追加性の立証

廃棄物管理に関するベースラインシナリオの設定

本プロジェクトのベースラインは、「シドアルジョ県においてメタン排出を抑制する有効な廃棄物処理施設は設置されず、同県で排出される廃棄物は既存の埋立処分場に引き続き埋め立てられる」状態とする。ベースライン設定の論拠は以下のとおりである。

都市廃棄物や埋立ガスの有効利用を義務付ける法規制はあるか？

ない：インドネシア政府およびシドアルジョ県は、都市廃棄物の管理、あるいは埋め立て地からのメタン回収に関する特定の法律や規制は設けていない。現在の法律では、有害廃棄物のみ管理の対象となっている。また、近い将来これらの法律・規制がインドネシア政府およびシドアルジョ県に設けられる予定はない。

都市廃棄物を焼却し発電する当該プロジェクトが実施されなかった場合、都市廃棄物や埋立ガスを有効利用する計画はあるか？

ない：シドアルジョ県の廃棄物管理を担当する同県の清掃局によれば、県内で排出される廃棄物やメタンガスを有効利用する計画は存在しない。理由は主に財政的な障壁があること、そして新技術への投資が期待できないことが挙げられる。

投資、技術、既存事例の障壁を考慮したうえで、都市廃棄物を焼却し発電する当該プロジェクトが導入される可能性はあるか？

(投資の障壁) ない：事業実施者である IMW 社は、本プロジェクトを実施するには内部収益率 (IRR) が少なくとも 16% 必要であると判断しているが、CDM 事業の実施によって得られる CER の売却益なしでは、事業の IRR は 13.7% にとどまることが分った。しかし、CER の獲得と売却が行われれば、IRR は 17.2% となり、事業実施の可能性が確保されることになる。従って、投資の障壁がある本プロジェクトはベースラインでは実施されない。

(技術の障壁) ない：また、本プロジェクトで導入される、英国 WES 社の廃棄物燃焼の熱利用発電プラントは、かつてインドネシア国内で導入された実績は無く、技術の障壁があると考えられる。従って、本プロジェクトはベースラインでは実施されない。

(既存事例欠如の障壁) ない：さらに、インドネシア国内では埋め立てが最も一般的に行われている処理方法であり、当該プロジェクトに類する廃棄物処理

は実践されておらず、ベースラインとはならないと考えられる。

廃棄物を今後も未処理のまま埋め立てることは可能か？

可能：新たな埋立地を建設できる土地がまだあるため、シドアルジョ政府は埋立を継続することが可能である。実際、県の財務状況を考慮すると埋立ガスの回収や有効利用を実施するだけの余裕がないため、現行の未処理埋立を継続する以外、オプションはない。

電力系統に関するベースラインシナリオの設定

本プロジェクトによって生成される電力量は、系統内の発電量には影響しないため、「既存の発電所は現在と同じように運転を継続する」が、ベースラインシナリオと考えられる。(排出係数はオペレーティングマージンとする)。ベースライン設定の論拠は以下のとおりである。

本プロジェクトが接続する電力系統で作られる電力量と比較すると、本プロジェクトで作られる電力量は非常に微量で無視できる範囲内にあり、それを論理的に証明できるか？

可能：本プロジェクトは年間およそ 140GWh の電力をジャマリ系統に供給するが、同系統は年間約 83,576GWh の電力を生成するインドネシア最大の電力グリッドであり、本プロジェクトの発電量が同グリッドに占める割合は 0.16%と非常に微小である。系統の電力供給地域では人口増加が著しく、系統内の総発電量は今後も増加すると見られるが、本プロジェクトによる発電量は増加する予定はない。

追加性の証明

追加性は、「プロジェクトケースはベースラインケースではないこと」及び「プロジェクトケースの GHG 排出量がベースラインの GHG 排出量よりも少ないこと」を示すことによって証明できる(CDM M&P, para43)という考え方に基づいて、以下の3点を検討しておこなった。CDM 理事会より出された「追加性証明ツール」は、「プロジェクトケースはベースラインケースではないこと」を示すために行ったベースラインシナリオの設定及び「コモンプラクティスの分析、CDM 登録による影響」において考慮した。

プロジェクトケースはベースラインケースではないこと。

上記のベースラインシナリオの設定で示したとおり、ベースラインケースは、「メタン排出を抑制する有効な廃棄物処理施設は設置されず、今後排出される廃棄物は既存の埋立処分場に引き続き埋め立てられ」、「既存の発電所は現在と同じように運転を継続する」状態である。これは、「廃棄物発電施設を建設し、発電電力を系統へ供給する」プロジェクトケースとは異なっているため、本プロジェクトは追加的に実施されるものであると言える。

プロジェクトケースの GHG 排出量がベースラインの GHG 排出量よりも少ないこと。

クレジット期間の本プロジェクトによる年間 GHG 削減量は 102,031 ~ 159,377tonCO₂e/yで、ベースラインの排出量を下回っている。

コモンプラクティスの分析、CDM 登録による影響

本プロジェクトで採用される技術はインドネシアで導入されたことは無く、当該技術の初期費用の高さなどを考慮すると、今後も急速に導入が進むとは想定しにくい。従って、本プロジェクトは CDM 事業と認められなければ実施されることはないと考えられるため、追加的なプロジェクトであると判断される。

また、本プロジェクトが CDM 事業として認証・登録され、CER を獲得した場合には、当該事業の IRR が CER の売却収益が無い場合と比べて 4 ポイント増の 17% となり、財務的な実行可能性が確保できることから、事業を CDM 化することによって障壁をクリアすることが可能になる。

プロジェクト実施によるGHG削減量(CO₂吸収量)及びリーケージ

1) プロジェクトケース

プロジェクト活動における石油起源物の燃焼による排出量

ゴミ (131,400ton/yr) の中に含まれている石油起源物であるプラスチック(4.8%)を、プロジェクトプラントにおいて燃焼する (プラスチックの炭素重量比率 85%) ことによる排出量は、19,461 (t-CO_{2e}/yr)である。

プロジェクト活動における化石燃料の燃焼による排出量

プロジェクト活動において使用される化石燃料である軽油 (154,460Lt./yr、ゴミの輸送トラック及びサーマルコンバーターの起動)を燃焼することによる排出量は414 (t-CO_{2e}/yr)である。

$$\text{プロジェクト排出量} = \quad + \quad = 19,461 + 414 = \underline{19,875} \text{ (t-CO}_{2e}\text{/yr)}$$

2) ベースラインケース

ゴミが埋め立てられた場合に発生するメタン排出に起因する排出量

IPCC の Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Inventories では、FOD(First Order Decay Model)を用いることを推奨していることと、LFG avoidance のケースのように、事前的 (Ex-ante) にしか把握できない場合では、より保守的な推計をする FOD を使用するべきであるという理事会等の判断にも従うべきであること、さらに、これまで承認された方法論を参照しても特別な場合を除いて、事後的 (Ex-post) に把握できる場合 (LFG capture のケース) であっても FOD を原則として適用しているため、本プロジェクトにおいても FOD を適用することとした。算出式、係数は以下のとおりである。

$$BEd_y = k \times L_0 \times \sum_{t=1,y} MSW_t \times e^{-k(y-t)} \times (16/12) \times (1-OX) \times GWP_{CH_4}$$

表4 係数およびその出典

MSW _t	131,400 (ton/yr)	(プラントに搬入されるゴミの最低乾燥重量 : 360 ton/day) × 365 days/yr = 131,400 ton/yr
DOC _y	0.19	本プロジェクトで収集対象としている地区にあるゴミの一時集積所のうち 8ヶ所から合計 22 のサンプル (合計 113kg) を収集し、A:紙・布類、B:庭・公園からのゴミ及び食物以外の腐敗性のゴミ、C:食物ゴミ、D:木・草の重量割合を測定し、DOC = 0.4 A + 0.17 B + 0.15 C + 0.30 D (IPCC) の式より求めた。

DOC _F	0.88	現地調査にて、外気の影響を受けないゴミ山の内側の温度を 7 日間連続測定し、その結果 43 を $DOC_F = 0.014 \times T + 0.28$ (IPCC, Good Practice Guidance、 Background Paper) に適用して、算出した。
MCF	0.4	IPCC, Good Practice Guidance の Background Paper に示される 0.4 から 1.0 の最も保守的な値。また、IPCC Good Practice Guidance の途上国での推奨値(0.4)
F _y	0.5	IPCC Default 値 (0.5)
OX	0	IPCC Good Practice Guidance の途上国での推奨値(0)
GWP _{CH₄}	21	定数 (IPCC Second Assessment Report)
k	0.05	IPCC Default 値 (0.05)

プロジェクト期間 (14 年間) 中のCO₂排出量は、以下の表のとおりであり、初年度の排出量は6,152 (t-CO_{2e}/yr)である。

waste of year t	inventory year y														total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
1	6,152	5,852	5,566	5,295	5,037	4,791	4,557	4,335	4,124	3,922	3,731	3,549	3,376	3,211	63,498
2		6,152	5,852	5,566	5,295	5,037	4,791	4,557	4,335	4,124	3,922	3,731	3,549	3,376	60,286
3			6,152	5,852	5,566	5,295	5,037	4,791	4,557	4,335	4,124	3,922	3,731	3,549	56,910
4				6,152	5,852	5,566	5,295	5,037	4,791	4,557	4,335	4,124	3,922	3,731	53,361
5					6,152	5,852	5,566	5,295	5,037	4,791	4,557	4,335	4,124	3,922	49,630
6						6,152	5,852	5,566	5,295	5,037	4,791	4,557	4,335	4,124	45,707
7							6,152	5,852	5,566	5,295	5,037	4,791	4,557	4,335	41,584
8								6,152	5,852	5,566	5,295	5,037	4,791	4,557	37,249
9									6,152	5,852	5,566	5,295	5,037	4,791	32,692
10										6,152	5,852	5,566	5,295	5,037	27,901
11											6,152	5,852	5,566	5,295	22,864
12												6,152	5,852	5,566	17,569
13													6,152	5,852	12,003
14														6,152	6,152
total	6,152	12,003	17,569	22,864	27,901	32,692	37,249	41,584	45,707	49,630	53,361	56,910	60,286	63,498	527,406

電力を外部電力系統で生成した場合に発生する排出量

本プロジェクトでは、ゴミの焼却熱により生成した蒸気を用いて発電し、ジャマリグリッドに供給することから、再生可能エネルギーによる発電及びグリッドへの電力供給と類似しているため、すでに ACM0002 として承認されている“Consolidated baseline methodology for grid-connected electricity generation from renewable sources”を参考にして、排出量の計算を行った。(ACM0002 は廃棄物発電は対象外)

本プロジェクトの発電量 140GWh は、接続するグリッドの全体の発電量 83,576GWh に比べ無視できるほど小さい(0.16%)ということがインドネシアの電力データで最も信頼度が高い PT. PLN の統計によって明らかになっていることから、ベースラインシナリオの排出係数はオペレーティングマージン (OM) を使用することとした。排出係数の算定結果は以下の表のとおりである。

グリッドに供給される電力量 (139,968 MWh/year) に、ベースラインシナリオの排出係数 (0.827 t-CO_{2e} /MWh、次表参照) を乗じて求められる排出量は、115,754 t-CO_{2e} /yrである。
ベースライン排出量 = + = 6,152 + 115,754 = 121,906 (t-CO_{2e} /yr)

2001-2003

Fuel Type	Electricity Generation*1 from 2001-2003 (GWh)	Fuel Consumption*1 from 2001-2003 (TJ)	CEF*2 (t-C/TJ)	CO2 emission (t-CO2)	Operating Margin (t-CO2e/MWh)
Coal	116,833	1,247,669	26.2	119,859,416	0.827
Natural Gas	60,386	508,558	15.3	28,530,105	
Oil	40,880	420,854	-	-	
HSD	-	208,288	20.2	15,427,200	
MFO	-	211,516	21.1	16,364,283	
IDO	-	1,050	20.9	80,443	
Total	218,098	2,177,081	-	180,261,447	

Source*1 PT. PLN Statistics from 2001 to 2003

Source*2 Carbon emission factor: Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories
: Workbook/TABLE I-2 CARBON EMISSION FACTORS(CEF)

3) プロジェクト実施による GHG 削減量

ベースライン排出量 プロジェクト排出量

= 121,906 - 19,875 = 102,031 (t-CO_{2e}/yr) (初年度)

(参考: 14 年目 GHG 削減量: 159,377 (t-CO_{2e}/yr))

表5 プロジェクト実施による GHG 削減量

unit: t-CO_{2e}

Year	Baseline emissions	Project emissions	Emission reductions
2007	121,906	19,875	102,031
2008	127,757	19,875	107,882
2009	133,323	19,875	113,449
2010	138,618	19,875	118,743
2011	143,655	19,875	123,780
2012	148,446	19,875	128,571
2013	153,003	19,875	133,128
2014	157,338	19,875	137,463
2015	161,461	19,875	141,587
2016	165,384	19,875	145,509
2017	169,115	19,875	149,240
2018	172,664	19,875	152,789
2019	176,040	19,875	156,165
2020	179,252	19,875	159,377
Total			1,869,714

4) リークエージ

不測の事態でプラントの稼働がすべて停止し、発電活動及び電力の供給までもが停止し、内部で使用している電力が供給されなくなってしまうことに備え、プラント内には非常用の発電設備(軽油発電機)を設置する予定である。そのため、この発電機による軽油の消費がリークエージとなる可能性があるが、この発電機に使用される軽油はプラント内部に設置された軽油供給所から供給され、そこから供給された軽油はすべてプロジェクト活動で使用されたものとし、プロジェクトケースにおける GHG 排出量としてモニタリングされるため、問題はないと考える。なお、本プラントはこのように発電活動が停止した場合でも外部電力系統より電力の供給を受ける予定はない。

モニタリング計画

プロジェクト排出量のモニタリング項目

ID番号	略	データ	データ出所	単位	計測方法	計測頻度	備考
ID1	MSWy	焼却される廃棄物の重量	プロジェクト実施者 (廃棄物調達部門)	トン	実測	毎日 (記録は毎月)	焼却炉に取付けられたメーターによって自動的に廃棄物の計量を行う
ID2	FPFy	焼却される廃棄物に含まれるプラスチック性物質の割合	プロジェクト実施者 (研究室)	%	実測	毎月	コンベヤでサーマルコンバーターに運ばれる廃棄物からサンプルを採取し、算定法は工業規格に準じるものを使用する
ID3	FFy	プロジェクトで使用する軽油の量	プロジェクト実施者 (廃棄物調達部門)	リットル	実測	毎日	使用する全ての軽油はサイト内にあるスタンドから供給され、そこに設置されたメーターを読み取る
ID4	VEF _{CO2}	軽油の二酸化炭素排出係数	統計	t/kg (CO ₂ 換算)	計算	年1回	IPCC の定める基準値を使用する

ベースライン排出量のモニタリング項目

ID番号	略	データ	データ出所	単位	計測方法	計測頻度	備考
ID5	BEgy	グリッドからの排出量	計算	t-CO ₂ /yr	計算	毎年	
ID6	EGy	グリッドへの電力供給量	プロジェクト実施者 (運転部門)	MWh	実測	毎日	発電所内にある変圧施設に取付けられたメーターで計測し、数値は各種請求書などとクロスチェックする
ID7	EF_OMy	排出係数(オペレーティングマージン)	統計	t-CO ₂ /MWh	計算	毎年	
ID8	F	各発電所で消費される化石燃料	統計	t, liter, m ³	実測	毎年	
ID9	GEN	各発電所で発電される電力量	統計	MWh	実測	毎年	
ID10	COEF	各燃料源の二酸化炭素排出係数	統計	t-CO ₂ e / t, liter, m ³	計算	毎年	IPCC の基準値を使用
ID11	-	OM 計算に含まれる発電所の識別	統計およびエネルギー開発計画	text	予測	毎年	OM の排出係数算出に使用
ID12	BE _{dy}	回避される廃棄物からの排出量		t-CO ₂ /yr	計算	毎年	
ID13	DOCy	廃棄物中の腐敗性炭素含有率	プロジェクト実施者 (研究室)	%	実測	毎月1サンプル	廃棄物中の次の含有率 紙・布類 庭・公園からのゴミ、食料以外の腐敗性物質 食料ゴミ 木・草

ID14	L ₀	腐敗率	プロジェクト実施者（研究室）および IPCC のガイドライン・ Good Practice Guidance		計算	毎年	DOC _y , DOC _F , MCF, F _y を使用して算出
ID17	DOC _F	実際に分解される炭素の割合	プロジェクト実施者（研究室）	%	予測	プロジェクト開始前に1回	廃棄物埋立地の嫌気層における温度(T)を使用して以下のとおり算出 DOC _F = 0.014T + 0.28
ID18	-	埋立地ガスに関する法規制	中央政府 / 地方政府法規等	-	-	毎年	法律等が施行された場合には、その実効性を考慮し、ベースラインシナリオの見直しを行う。

環境影響/その他の間接影響（植林の場合、リスク調査結果も含む）

インドネシアでは、2001年に制定された法令17号の中で環境影響評価の対象となる事業が規定されており、その中には、「その他の資源（太陽エネルギー、風力、バイオマス・泥炭）を利用した発電施設の建設事業」で、且つその発電容量が10MW以上のものも含まれている。

シドアルジョ県の環境管理局によると、本プロジェクトで発電源となる固形廃棄物もバイオマス的一种として扱われ、同時に発電容量が規定以上の18.9MWであるため、インドネシアの定める環境影響評価（AMDALと呼ばれる）を実施することが義務付けられる。

本プロジェクトのAMDALはまだ実施されておらず、IMW社は2005年3月から6月まで実施する予定である。

利害関係者のコメント

地元住民を含むステークホルダーとの対話の場を設けるため、2003年8月8日にプロジェクトサイトであるシドアルジョ県のBluru Kidul地区で公聴会が開催され、およそ200名が参加した。公聴会で本プロジェクトの実施が公表され、住民からの以下のコメントを受付けた。

プロジェクトによって環境汚染（悪臭、水質汚染、煙、騒音）は発生せず、周辺住民は不快を感じないということを保証してほしい

火災や爆発の危険性が無いことを保証してほしい

地元住民を優先的に雇用してほしい

サイトの近辺に診療所を設置してほしい

周辺の街灯など、公共施設に電力を供給してほしい

以上のコメントに対して、プロジェクト実施者および地方政府は、ステークホルダーに対して、診療所の建設や電力の供給も含めて適切に対処することを約束し、参加者の了解を得た。

(3)事業化に向けて

プロジェクトの実施体制（国内・ホスト国・その他）

本プロジェクトの実施体制図および主要参加者の概要を以下に示す。

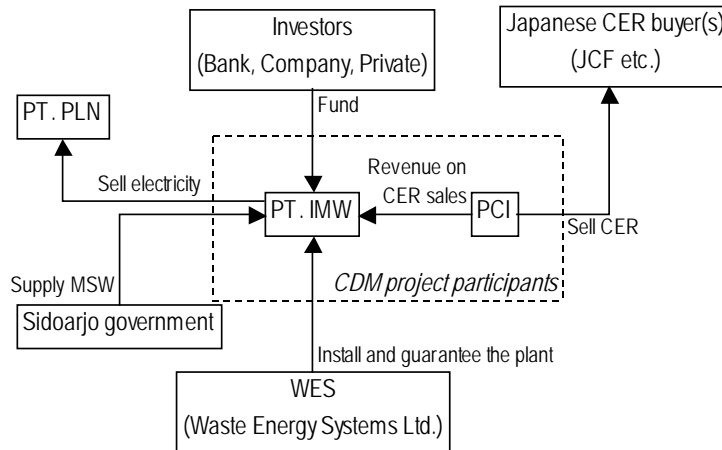


図4 プロジェクト実施体制

本プロジェクトのために必要な投資は PT.IMW が調達することになっており、ベルギー国の“Foundation Universal Connection”を検討しているため、プロジェクトコストは全額インドネシア側によって負担される。プロジェクト開始後 CDM 手続きに従い発生するクレジット(Certified Emission Reduction: CER)の購入代金が日本側の負担範囲となり、その際、CDM 手続きに必要なトランザクションコストは日本側の負担となる。

プラントの運営については PT.IMW が行うが、サプライヤーである WES と最低 10 年間の有償サポート契約を結ぶことになっている。またシドアルジョ県とはプロジェクト期間中のゴミの供給とプロジェクトサイトの土地の提供を受け、PT.PLN とは PPA (Power Purchase Agreement) を結び電力の購入を確保する予定である。

プロジェクト実施のための資金計画

現在、交渉中であるベルギー国の“Foundation Universal Connection”で、プロジェクト初期投資の全額である 2500 万 USD 以上の融資を予定しており、その場合、2 年間の支払猶予期間の後に 5 年間で返済する計画である。利率については 3%(Flat)または Libor(London Interbank Offered Rate)+1%を予想している。2005 年 5 月には、ベルギー国との交渉の結論が得られる予定である。

費用対効果（クレジット期間 14 年間に対する）

201,096 百万ルピア/1,869,714tonCO₂e = 107,554 ルピア/tonCO₂ = 12 ドル/ tonCO₂

具体的な事業化に向けての見込み・課題

プロジェクトの実施に関して

プロジェクトの主要な収入源である電力の売却についての契約である PPA の締結を目下 PT.PLN と協議しており（MOU は締結済み）、その締結後（2005 年 4 月予定）に、交渉中であるベルギー国からの融資の協議・締結（2005 年 5 月予定）を順次進める予定である。

その後、プラントの購入、建設を 2005 年 6 月から開始し、2006 年 5 月に完了する予定である。

また、本プロジェクトはインドネシアの環境影響評価である AMDAL が必要となるため、プラントの建設開始に先立ち、AMDAL を完了する予定である。

CDMの手続きに関して

本調査においてデスクレビューを実施した後、プロジェクトのベルギー国からの融資締結、建設開始を待って、新方法論の CDM 理事会への提出、インドネシア国承認及び日本国承認の手続きを開始する。(2005 年 7 月予定)

インドネシア国との協議状況

2005 年 1 月 24 日にスタリオノ副大臣及び藤塚 JICA 専門家のもと、環境省内の気候変動局、廃棄物管理担当のアントン副課長や環境影響評価担当などに対して、本プロジェクトの概要と PDD に記載される内容の説明を実施した。気候変動局からは内容の確認以外のコメントはなかったものの、アントン副課長からはプラントのメンテナンスを充分に行って継続的に運営することを要望され、環境影響評価担当からは AMDAL の正式な手続きに従えば特段問題ないと、本プロジェクトに対して理解が得られた。

(4)バリデーション/デターミネーション(本プロセスを行った場合)

バリデーション(デターミネーション)又は、デスクレビューの概要

DNV による本プロジェクトのドラフト PDD に対するデスクレビュー(仮有効性審査)が 2005 年 2 月 8 日に行われ、その結果、3 つの修正事項(corrective action requests: CAR)および 4 つの確認事項(clarification: CL)が提示された。

OE とのやりとりの経過

修正事項(CAR)の内容とその対応は、以下のとおりである。

番号	DOE によるレビュー結果	対応策
CAR 1	インドネシア政府および日本政府による本プロジェクトの正式な承認がまだである。	インドネシアは暫定DNAを設置しており、運輸省を除く全ての関連省庁が同機関の設置を承認している。正式に認定され、発足された後にプロジェクトの承認申請を行う。 日本政府に対しては、本プロジェクトの資金調達先が決定し、プロジェクトの具体的なスケジュールが決定次第、申請を行う。
CAR 2	CERの発行・分配に係る、“modalities of communication”の文書が作成されていない。	プロジェクトの進捗に合わせて作成する予定。
CAR 3	提案されているメソドロジーは CDM理事会に未提出・未承認である。	本調査終了後にメソドロジーを提出する予定。