

平成18年度CDM/JI事業調査

インドネシア・スマラン埋立処分場メタンガス利用調査

報告書概要版

平成19年3月

中国電力株式会社

インドネシア・スマラン埋立処分場メタンガス利用調査報告書 概要版

(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

本プロジェクトは、中部ジャワ州の州都スマラン市にあるジャティバラン廃棄物埋立処分場において有機物の発酵により発生するランドフィルガス (Landfill Gas :LFG) を補集し、ガスエンジン発電設備に燃料として供給することによって、温室効果の高いメタンガスの大気中への放出を抑制するものである。また、発生した電力は、系統の電力を代替するものであり、それにより、火力発電所での CO₂ 排出量も削減される。

スマラン市は、人口約 142 万人 (2005 年) の都市である。同市の固形廃棄物は年間約 12 万 t にのぼり、そのほとんどが本プロジェクトの実施サイトであるジャティバラン廃棄物埋立処分場に持ち込まれ、埋立処分される。1992 年の運用開始以来埋め立てられた廃棄物の累計量は約 150 万 t にのぼることから、既にメタンガスを含む LFG が大気に放出されている。

本プロジェクトでは、この埋立処分場にガス抜き井戸、パイプを敷設して LFG を回収し、ガスエンジンおよびフレアによってその主成分であるメタンガスを燃焼・破壊させる。温室効果の高いメタンガスの大気への放散を防止することによって、温室効果ガスの大きな排出削減効果が期待できる。



図 1 . スマラン市位置図

(出典 : <http://www.indonesian-embassy.or.jp/>)

ホスト国の概要

インドネシアは、1945年8月に独立を宣言し、インドネシア共和国が建国された。インドネシアの名前は、インドを意味する Indos と島を意味する Nesos の2つのギリシャ語に由来する。また、同国は東西5,110kmに広がり、約186万km²の面積(日本の約5倍)を有し、大小合わせて約17,500の島々からなる世界最大の群島国家であり、アジアとオーストラリアの2大陸間およびインド洋と太平洋の2大海洋に位置する。気候は熱帯性気候で赤道付近に位置するため、季節の変化はなく、雨季と乾季の2つに区分される。毎年12月から翌年の3月頃までが雨季の中心期間で、6月から9月までが乾季の中心期間とされる。

同国の人口は2000年の統計では約2億626万人となっており、世界第4位の人口を擁する大国である。総人口の約60%に当たる1.2億人が、ジャワ島に集中している。

2004年7月5日にインドネシア政治史上初めてとなる大統領直接選挙が行われ、同年10月20日、スシロ・バンバン・ユドヨノ候補が第6代大統領に就任した。ユドヨノ政権は発足にあたり、「平和と安全」、「公正と民主」、「福祉の向上」を政策の3つの柱として掲げ、国民の高い支持率を背景に政権運営を行っている。また、投資環境の改善については、2005年11月9日発布「インフラ整備における政府と民間の協力に関する大統領令」(2005年第67号)において政府保証を含めたりリスク軽減や優遇措置がようやく盛り込まれ、これまで不透明であった政府保証に関する制度が整備されつつあることは民間投資の推進にとって一歩前進である。

インドネシアのエネルギー政策は、インドネシア共和国憲法第33条である「国土および領域内にある全ての天然資源は国家の管轄に属し、国民の福祉と最大の利益のために利用されなければならない。」という国家哲学に基づき策定されており、2004年3月にエネルギー・鉱物資源省が策定した国家エネルギー政策(The National Energy Policy 2003-2020:KEN)では、「国益を満たすエネルギー供給の保証」をビジョンとし、「エネルギー供給能力の向上」、「エネルギー生産の最適化」、「省エネルギー」が主要政策として掲げられている。再生可能エネルギーに関しては「2020年までに大規模水力を除く再生可能エネルギーによる供給を5%達成」の目標を掲げている。5%の内訳は、地熱発電が3%、小水力・バイオマス他の再生エネルギーが2%である。

ホスト国のCDM/JI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

インドネシアは、1994年8月に国連気候変動枠組条約(UFCCC)を批准し、2004年12月には京都議定書を批准した。DNA組織は2005年10月に正式発足し、これによってインドネシアにおけるCDM体制が確立されたことになる。DNA組織は、図2.に示す構造で、環境省を中心として9つの関係省庁からなるCDM国家委員会がその役割を担っている。技術チームと必要に応じて設置される専門家グループやステークホルダー・フォーラムの支援組織が提案プロジェクトの評価を行う。技術チームはプロジェクト評価の実行組織で、専門家

グループあるいはステークホルダー・フォーラムによる意見を聞きながら、持続可能な発展のための4つの持続性（環境、経済、社会、技術）に分類されたクライテリアおよび指標に基づき評価を行っている。2007年1月23日時点において11件のプロジェクトがDNAの承認を得ており、そのうち8件がCDM理事会に登録されている。

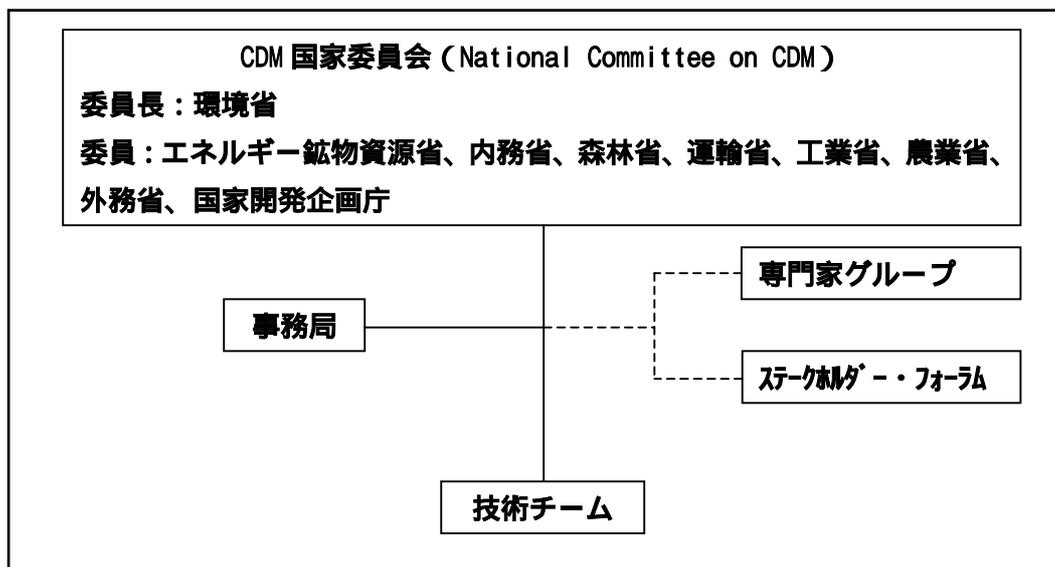


図2 . CDM プロジェクト評価体制

提案プロジェクトがホスト国の持続可能な開発へ貢献できる点・技術移転できる点

提案プロジェクトのようなバイオガスの利用が普及することによって、農業系廃棄物や木質バイオマスのエネルギー利用といった面の意識改革と技術開発が進み、国家エネルギー政策の主要政策である「エネルギー供給能力の向上」、「エネルギー生産の最適化」、「省エネルギー」の推進に寄与する可能性がある。

さらに、インドネシア全体として再生可能エネルギーの利用促進を推進することは、エネルギー資源の有効活用とエネルギー供給力の確保のために必要不可欠であり、また分散型電源技術の普及によって、エネルギー源の多重化が可能となり、都市部のエネルギー供給力の確保にも寄与することができる。

提案プロジェクトでは、ジャティバラ埋立処分場にメタンガス回収システムを導入するが、LFGを効率的に回収するための覆土を行うことによって、雨水の排除、悪臭防止、ハエ等病害虫の発生抑制、鳥等の群集防止、法面の崩落抑制等、衛生面、環境面、防災面の環境改善効果が期待できる。また、プロジェクトの実施により周辺地域の雇用機会の創出に資する。

調査の実施体制（国内・ホスト国・その他）

本プロジェクトの調査は、中国電力株式会社が実施主体となり、スマラン市清掃局を現地側カウンターパートとし、清水建設株式会社およびインドシア科学技術応用庁（BPPT）

の協力を得ながら実施された。清水建設は、アルメニアやウクライナ等でランドフィルガスを利用したCDM/JIプロジェクトの調査・事業化推進を行っており、本調査では、PDDの作成、現地でのガス分析等の業務を担当した。また、BPPTは現地側の協力パートナーとなり、本調査業務に必要な情報の収集、関係機関との調整業務等を担当した。調査の実施体制を図3.に示す。

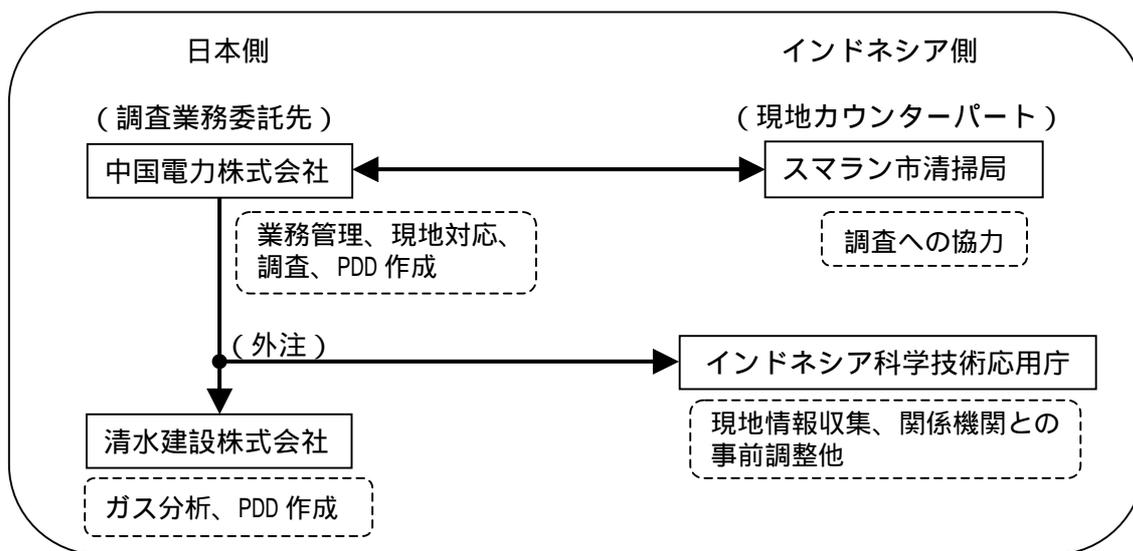


図3. 調査の実施体制

(2) プロジェクトの立案

プロジェクトの具体的な内容

(1) プロジェクトサイトの概要

本プロジェクトの実施サイトであるジャティバラ埋立処分場はスマラン市中心部から南西へ約 13km 離れた Mijen 郡の中に位置している。当該埋立処分場は自然に形成された谷上の地形を活かして 1992 年 3 月に運用開始した。埋立処分場自体の面積は 46ha で、その内、27.6ha が廃棄物の埋立用に利用されている。埋立部の深さは最大で約 20m、既に埋立処分場に持ち込まれた廃棄物の累計量は約 150 万 t と推定される。そして、埋立処分場は 2010 年末に計画許容量に到達し閉鎖される予定である。埋立処分場の管理運営（廃棄物の回収および運搬、埋立処理）は市が直接行っている。



写真 ジャティバラ埋立処分場中央部

(2) プロジェクトの実施内容

本プロジェクトで導入されるシステムは、ガス回収設備（垂直抽出井戸、水平配管、ブローア設備、気密シート）、ガス処理設備、ガス貯留設備、ガスエンジン発電設備、送電設備、フレア設備からなる。

この発電設備は、400kW を 2 基設置できる見込みである。発電電力の一部は、ブローア等の動力電源として発電所内で消費され、余剰分が系統に売電される計画である。発電設備の容量は、実際に LFG の回収を始め、その量を把握した上で再度検討し、決定するものとする。

フレア設備は、発電設備で消費しきれない余剰の LFG を破壊する目的で設置する。また、発電設備が点検や緊急停止で使用できない場合には、発生する LFG の全量をフレア設備で破壊することになる。

本プロジェクトのシステム概念図を図 4 . に示す。

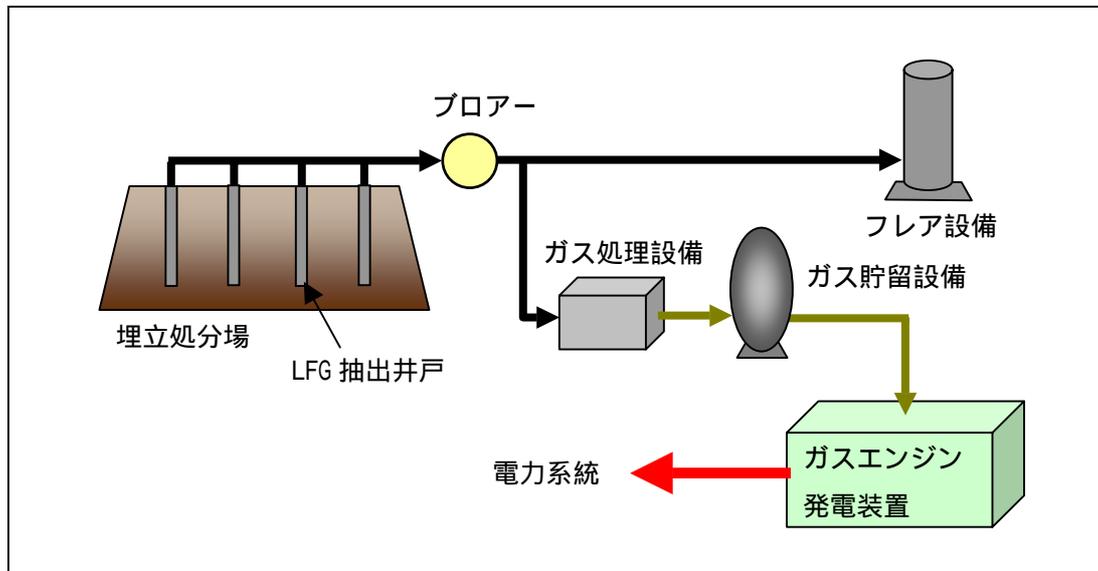


図 4 . システム概念図

プロジェクトのバウンダリー・ベースラインの設定・追加性の証明

本プロジェクトでは、統合化方法論 ACM0001/Ver.5 (Consolidated baseline methodology for landfill gas project activities と Consolidated monitoring methodology for landfill gas project activities) をベースライン方法論およびモニタリング方法論として採用している。

(1) プロジェクトのバウンダリー

本プロジェクトでは、ガスエンジン発電設備で発生した電気を電力系統へ供給し、系統の化石燃料電源の代替効果によるGHG排出削減量もクレジットとしてクレームすることから、プロジェクトバウンダリーは、ジャティバラ埋立処分場におけるLFGの回収、LFGを燃料とする発電、LFGのフレアによる燃焼、既存電力系統への送電を含む。ただし、本プロジェクトでは廃棄物の回収や運搬、埋立処分場の新規建設を含まないため、運搬車両等の影響は含まない。

(2) ベースラインの設定

現在、インドネシアでは、稼動中および閉鎖後の廃棄物埋立処分場から LFG を回収することを義務付けた法令等の規制はなく、また廃棄物埋立処分場の LFG を利用した事例は見当たらない。インドネシアにおける埋立処分場の閉鎖方法は、一般的に廃棄物の表面を覆土する程度のものであり、特別な処理は行われていない。このことから、ジャティバラ

埋立処分場では LFG が回収されないで、大気中に放出される現状維持のシナリオをベースラインと設定した。

(3) 追加性の証明

本調査では CDM 理事会で合意された「追加性の証明・評価のためのツール (Ver.2)」を適用し追加性の証明を実施した。本プロジェクトについて、CER (Certified Emission Reduction) 販売収入を見込まないケースの IRR は 2%弱であり、投資的魅力はなく実現性が低い。

プロジェクトの実施によるGHG排出削減量およびリーケージ

(1) GHG排出削減量

統合化方法論ACM0001に従い調査結果により得られた条件を前提とし算出した結果、クレジット期間 (2008年～2017年) におけるGHG排出削減量は605,729t-CO₂ と想定される。

(2) リーケージ

本プロジェクトについて、統合化方法論ACM0001によればリーケージはない。

モニタリング計画

本プロジェクトにおいては、ベースライン方法論として統合化方法論ACM0001を用いるが、このベースライン方法論はモニタリング方法論とペアで用いなければならない。従って、統合化方法論ACM0001を本プロジェクトのモニタリング方法論として適用する。よってモニタリング項目は統合化方法論ACM0001に基づいて決定される。

環境影響 / その他の間接影響

(1) 環境影響評価の手続き

本プロジェクトは、LFG を利用したガス発電事業であるが、その発電規模が 0.8MW 程度と小規模であるから環境影響評価対象事業に該当しない。しかしながら、「環境影響評価の実施を必要としない事業における配慮」として環境影響への対策を講じる必要がある。

よって、本プロジェクトの場合、スマラン市清掃局への「環境管理計画」(UKL) および「環境モニタリング計画」(UPL) の提出・承認取得が義務付けられる。

(2) 環境影響

本プロジェクトにより悪臭防止、ハエ等の発生・鳥等の群集防止、法面の崩落抑制等、衛生面・環境面・防災面の環境改善が見込まれる。

また、本プロジェクトで導入されるガスエンジンは排気ガスを発生するが、先進国の SO_x、NO_x 排出抑制技術を採用することにより、大気環境への負荷を低減する。エンジン、プ

ロワ - 等の騒音、振動対策は防音カバー、防振架台を設置することにより解決する。

利害関係者のコメント

インドネシアにおいて CDM プロジェクトに関する利害関係者を特定する取り決めはない。本調査における情報収集の結果、本プロジェクトに関係する利害関係者を中央政府機関およびスマラン市当局、当該埋立処分場の周辺住民、売電先である電力公社（PT.PLN）と想定した。これら利害関係者のコメントは、調査結果報告会および関係機関との面談を通して収集した。

（１）調査結果報告会

本調査の結果をとりまとめ、2007年1月17日にスマラン市庁舎会議室において、市長をはじめ、経済開発担当助役、清掃局長、投資調整局長他市当局関係者、計23名の参加のもと報告会を開催した。報告後、スマラン市長から「本プロジェクトは市にとって有意義であり、早期の実現を期待する」とのコメントがあった。

（２）関係機関との面談

中央政府機関（環境省、公共事業省、内務省、エネルギー鉱物資源省）およびスマラン市（清掃局、環境局、都市計画局、投資調整局）に対して本プロジェクトの概要を説明した。その結果、ホスト国側は本プロジェクトがスマラン市の発展や廃棄物問題の解決に貢献すると認識しており、基本的に推進・賛成の立場であり、プロジェクトの早期実現を望んでいることが判った。

(3) 事業化に向けて

プロジェクトの実施体制

本プロジェクトの実施体制案を図5. に示す。

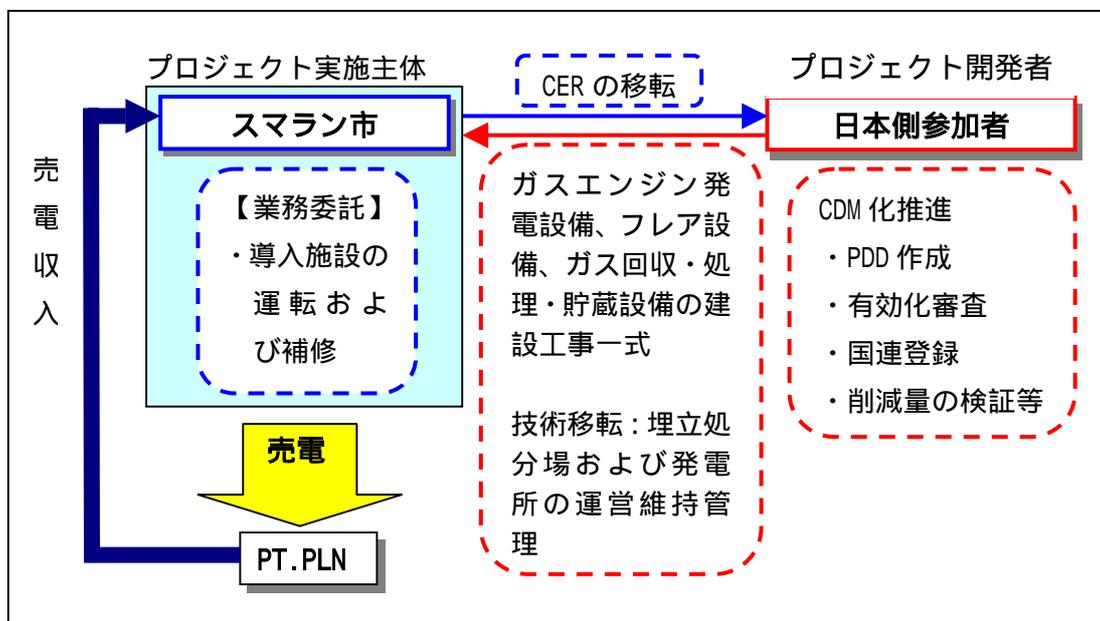


図5. プロジェクトの実施体制

プロジェクトの実施主体は当該埋立処分場の所有者であるスマラン市を予定している。

本プロジェクトでは、埋立処分場の閉鎖工事およびガスエンジン発電設備他建設工事に係る設備投資を伴うが、スマラン市は議会により承認された予算により運営されている自治体であるため、資金調達には多くの時間を要することが予想される。従って、プロジェクト実施に係る初期投資は全て日本側の資金により実施する計画である。具体的にはシステム設計から機器・資材調達および工事契約、施工監理を負担する。さらに日本側参加者は本プロジェクトを CDM 化するために PDD 作成、有効化審査、国連登録、削減量の検証等を負担する。

一方、スマラン市は国営電力会社の PT.PLN と売電契約を締結し、日本側が建設した発電設備を使って発電事業を運営する。よって、スマラン市は売電契約に基づく収入を原資としてガス回収設備および発電設備の運営維持管理を負担する。スマラン市には発電事業の経験・ノウハウがないことから、発電所の運転維持管理業務を適切な事業者へ外部委託することも考えられる。しかしながら、同地域にとっては海外技術を活用したガスエンジン発電の実施例はなく、新技術の導入となることから、設計段階から設備導入初期までの技術教育を充実させ技術移転を図る。また操業後も適宜、運転保守管理について助言等を与えることによって、小規模分散型発電事業の運営維持能力の維持・向上が期待できる。

このプロジェクトの削減活動によって得られる CER は日本側参加者へ無償で移転され

る。

プロジェクトの実施のための資金計画

本プロジェクトに必要な資金は設備投資資金とプロジェクトのランニングコストである。このうち設備投資資金についてはプロジェクトの規模や実施スケジュールを考慮し、全額日本側参加者による直接投資が適当であると考えている。

また、プロジェクトのランニングコストはスマラン市の負担とし、売電収入を原資に引き当てるものとする。

なお、本プロジェクトで発生する CER 全量は日本側参加者に基本的に無償で移転されるスキームを前提としているため、CER 獲得のための直接的な資金は必要とされない。

費用対効果

プロジェクトの投資効果を分析した結果を表 1 . に示す。

表 1 . 投資回収年と内部収益率 (IRR)

CER の経済的価値の有無		投資回収年	IRR (%)
CER の経済的価値無の場合	0USD/t-CO ₂	回収できない	1.68
CER の経済的価値有の場合	5USD/t-CO ₂	14 年	9.43
	10USD/t-CO ₂	4 年	17.57
	15USD/t-CO ₂	2 年	25.67

本プロジェクトにおける初期投資額は既に述べたように、4,113,000USD である。一方、本プロジェクトの実施期間 (2008 年 ~ 2022 年) 内の 10 年間 (2008 年 ~ 2017 年) の GHG 排出削減量の合計は、605,729t-CO₂ である。よって、GHG 排出削減コストは、約 7USD/t-CO₂ という試算結果を得ている。

具体的な事業化に向けての取組み・課題

本プロジェクトは、2007 年 12 月までに CDM 理事会の登録を目標に手続きを進め、登録後に建設工事に着手し、2008 年上半期中のフレア運転開始を想定している。その後、LFG の発生状況を見極めながら、可能な限り早期にガスエンジン発電設備を導入する計画である。

投資国側からみた本プロジェクトの評価は費用対効果の観点からすれば CDM 事業として推進できるレベルにある。ただし、具体的な事業化にあたっては、以下のリスクや課題をカウンターパートと共通の認識のうえ、双方の成果が達成できるよう今後解決していく必要がある。

- ランドフィルガス発生量のリスク
- パートナーリスク
- 完工リスク
- 売電単価変動リスク
- 二国間の法律・税務上の相違から生じる課税リスク
- 第2 約束期間以降の制度に関するリスク
- CDM プロジェクト推進上の課題
- コンポスト事業が及ぼす影響