

平成 20 年度 CDM / JI 事業調査

中国・安徽省における廃棄物発電システム を利用した CDM 事業調査

報告書概要版

平成 21 年 2 月

日本エヌ・ユー・エス株式会社

1 プロジェクト概要

本プロジェクトは、安徽省亳州市渦阳县（Anhui Province, Bozhou City, Guoyang County）において発生する生活系及び農業系廃棄物を回収・分別し、有機性廃棄物の嫌気発酵処理（メタン発酵処理）によりメタンガス回収及び発電を行なうことで、埋め立てされた場合に有機性廃棄物から発生しうるメタンガスの抑制、廃棄物削減に伴う環境負荷の軽減、並びに周辺地域への電力供給に貢献するというプロジェクトである。

現在、対象地域における主な廃棄物処理方法は単純な埋め立てであるが、本プロジェクトでは、ホスト企業である「南京霖輝环保科技有限公司」が開発した「廃棄物分別処理・バイオガス回収発電プラント」を対象地域に導入し、分別された有機性廃棄物を嫌気発酵処理することでメタンガスを回収する。回収されたメタンガスは発電へと利用され、発酵残渣は堆肥として近隣農家へ販売される。また、その他分別ゴミのうち、再利用が可能な資源ゴミについては再生業者へ販売される。

プロジェクトプラントの建設予定地は、渦阳县政府のある中心街から南西方向約9kmに位置する、渦阳县政府が所有する土地となっている。プラント建設に使用する面積は1,600m²であり、2009年3月より施工開始、工事期間は16ヶ月間を予定している。なお、ホスト企業は当該プラントの試作機（パイロットプラント）を完成させており、2008年6月より実証試験を開始している。

2 調査実施体制

本プロジェクトの実施に係わる機関は、ホスト企業である南京霖輝环保科技有限公司と、CDM 開発を担当する日本エヌ・ユー・エス株式会社、清華大学 CDM R&D センター、並びに北京喜地愛母科技諮問有限公司の4つである。本プロジェクトの実施体制と各機関の役割を図1に示す。

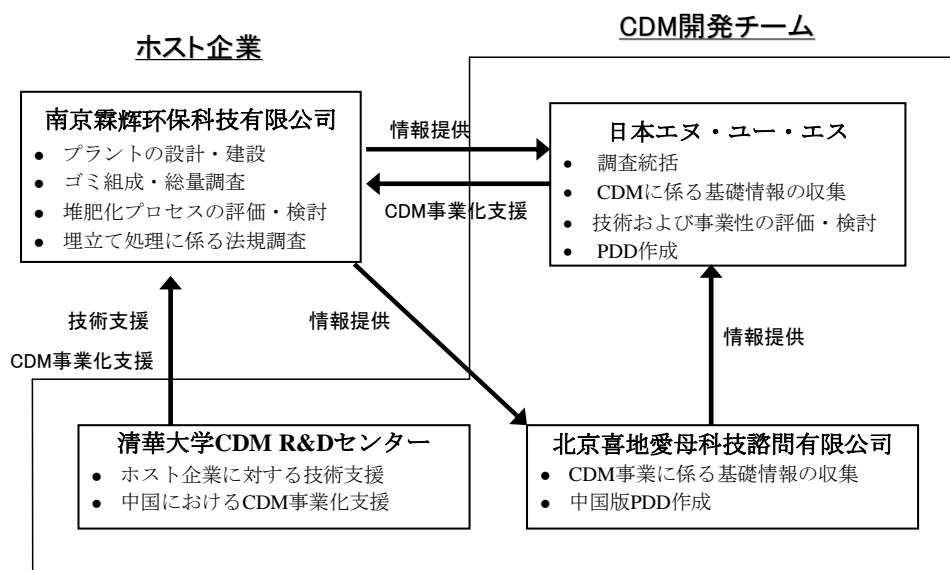


図1 本プロジェクトの実施体制と各機関の役割

3 調査結果概要

調査で収集した情報は、渦阳县の廃棄物処理状況、プロジェクトの設備、排出削減量の算定に必要なデータ、パイロットプラントの運転状況、モニタリング機器の整備状況、環境影響評価などである。また、ホスト企業より提出された FS レポートの信憑性の調査や、ホスト企業に対するモニタリング方法の指導なども行った。

渦阳县における 2007 年の年間廃棄物発生量は約 8.40 万トンであり、2020 年には 13.9 万トンに達することが予測されている。つまり、渦阳县では将来的に 1 日約 400 トン近くの廃棄物を処理する必要がある。現在使用されている渦阳县の埋立て処分場では、生活ゴミが単純に積み上げられており、廃液や排ガスの管理などは全く行われておらず、悪臭が漂っている現状にある。

嫌気発酵処理によるメタンガスの回収を実施するためには、回収された混合廃棄物から有機性廃棄物を分別する必要がある。ホスト企業は廃棄物分別システムを開発しており、中国国内において特許を取得している。当該分別システムの日処理能力は 400 トンであり、回収された廃棄物は (1) ゴム・紙・繊維・金属・ガラス、(2) 瓦礫類・砂、(3) 電池や蛍光灯、(4) プラスチック類、(5) 有機性廃棄物に分別される。

分別された廃棄物は、有害廃棄物は専用処理施設で処理され、資源ゴミは業者へ販売される。また、その他の無害な廃棄物は埋立て処分される。有機性廃棄物は汚水と共に嫌気発酵設備へ送られて処理される。嫌気発酵の残渣はコンポストに加工された後に近隣の農家へ販売される。嫌気発酵設備から発生するメタンガスは発電に利用され、発電された電力は外部電力系統へ販売される。さらに、発電機から発生する廃熱はコンポストの乾燥に利用される。図 2 に、本プロジェクトで使用するゴミ分別処理・メタンガス発電プラントの概要を示す。

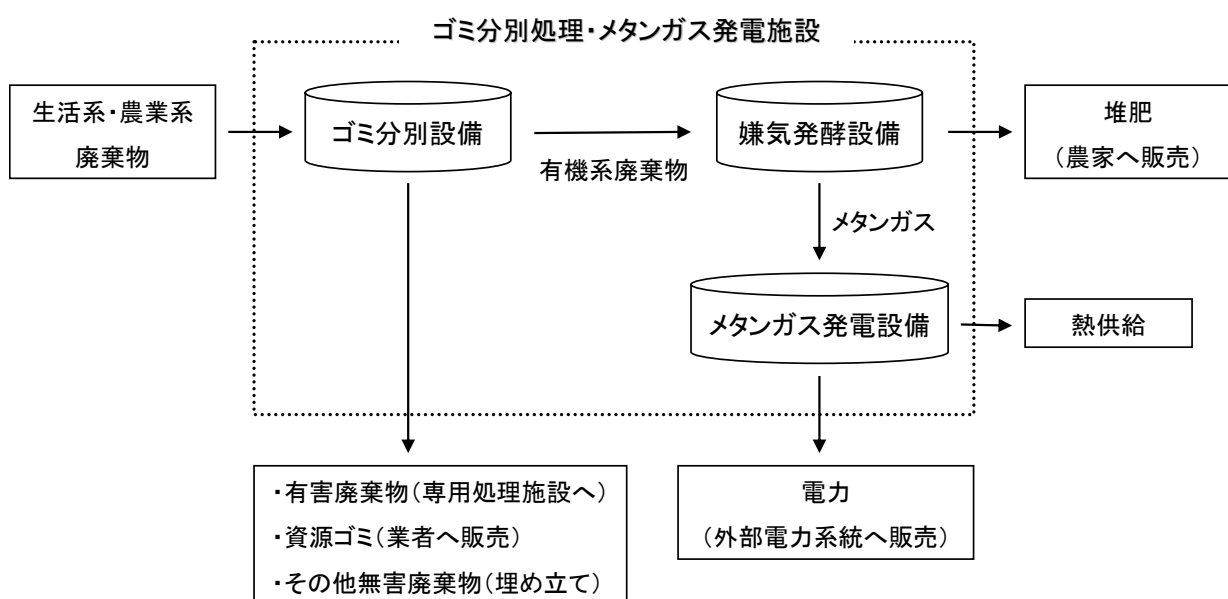


図 2 プロジェクト用ゴミ分別処理・メタンガス発電プラントの概要

嫌気発酵槽で発生したメタンガスは濃度がおよそ 55-60%程度であり、蒸気を除去し脱硫した後、ガス貯蔵タンクに集められる。嫌気発酵設備にはガス漏洩検知装置が設置されており、嫌気発酵設備で漏洩が発生した場合は運転が停止され、速やかに点検・修理が行われる。また、ガス貯蔵タンクにも同様の検知器が設置されており、漏洩時には、嫌気発酵設備から貯蔵タンクへのガスの供給がストップされ、嫌気発酵層で発生するガスはフレア処理されるシステムとなっている。

ガス貯蔵タンクで貯められたメタンガスは、パイプラインによって発電機に送られる。発電機には 500kW 出力のガスエンジンを 2 台利用する。発電された全ての電力は 1kW 当たり 0.62 円で外部電力系統へ販売される。ホスト企業より、プロジェクトで使用する各設備の消費電力量のリストを入手しており、外部電力系統へ販売した電力量から各設備の電力使用量(所内率)を差し引くことで、電力代替による排出削減量が計算できる。

嫌気発酵設備から回収された発酵残渣は脱水した後、コンポスト製造設備へ運ばれる。発酵残渣は乾燥された後、肥料を配合し、ペレット化して出荷される。本プロジェクトで使用するロータリー型乾燥機では、コンポストの乾燥工程は 3 段階に分かれる。

4 適用方法論の検討および適用条件

本プロジェクトで適用を検討している方法論は AM0025 “Avoided emissions from organic waste through alternative waste treatment processes (Version. 10.1)” である。この方法論は、埋め立て処分が計画されている廃棄物に対して (1) 好気条件下でのコンポスト化、(2) 廃棄物のガス化による合成ガス生成とその利用、(3) 嫌気性消化によるバイオガス回収・燃焼または利用、(4) ごみ固形燃料 (RDF) や安定化バイオマス (SB) の生産、(5) 廃棄物の焼却処理・熱利用、の何れかもしくは複数の処理を実施するプロジェクトを対象としており、本プロジェクトは「(3) 嫌気性消化によるバイオガス回収・燃焼または利用」に相当する。対象となる排出削減活動は、埋め立て処分場に有機性廃棄物が廃棄された場合に排出したであろうメタンガスの抑制である。また、発電した電力を系統に流すことで、化石燃料代替分を CO₂ 排出削減分としてカウントできる。

また、本プロジェクトにより回避される埋め立て処分場からのメタン発生量の推計には「Tool to determine methane emissions avoided from disposal of waste at a solid waste disposal site (Ver.4)」を用いる必要がある。

5 プロジェクトバウンダリー

AM0025 に従えば、プロジェクトの空間的な範囲にはゴミ処理設備、サイト内における発電や電力消費、化石燃料の消費、熱エネルギー生成、水処理設備、埋め立て地が含まれる。一方で、廃棄物の回収および分別、並びに廃棄物のプロジェクトサイトへの輸送は含まれない。これら定義に従ったプロジェクトバウンダリーを図 3 に示す。なお、図中の PE は本プロジェクト実施におけるプロジェクトエミッションを、L はリーケージを意味する。

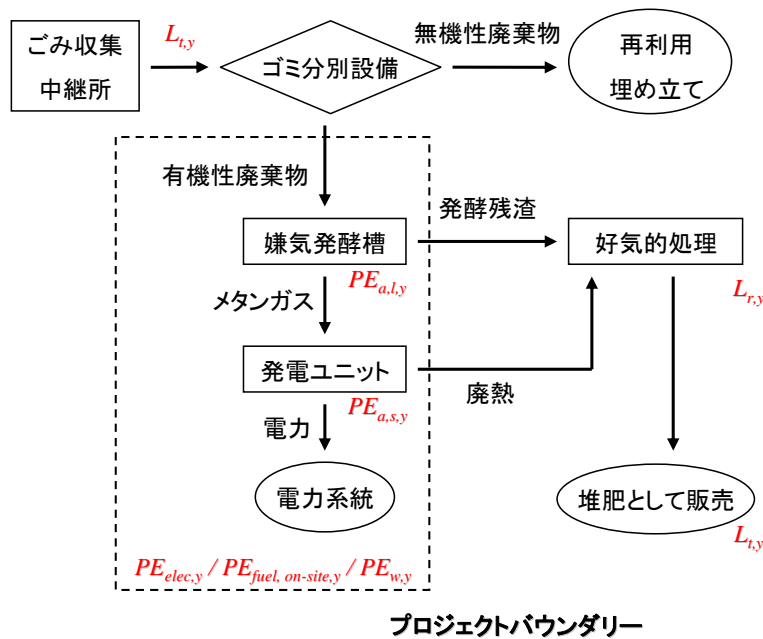


図 3 本プロジェクトにおけるプロジェクトバウンダリーの概要

6 プロジェクト期間・クレジット獲得期間

渦陽县政府は、今後の都市化計画による人口増加および廃棄物排出量の増加を想定しており、廃棄物処理の高度化を検討している。そのため、同地区における廃棄物処理事業そのものは継続されていくと考えられる。ホスト企業が考案しているプロジェクトプラントの設計寿命は 15 年であり、建設期間は 16 ヶ月を予定している。そのため、プロジェクト実施期間はプラントの施行が開始される 2009 年 3 月より 17 年間とする。クレジット期間は 10 年間もしくは 7 年間×2 期の 14 年間で考えられるが、本プロジェクトではプラントが稼動する 2011 年 1 月から 10 年間とする。

7 温室効果ガス削減量

本プロジェクトにおけるベースラインエミッション (BE)、プロジェクトエミッション (PE)、リーケージ (L)、並びに温室効果ガス削減量を表 1 にまとめる。本プロジェクトで期待できる温室効果ガス削減量はクレジット期間合計で 225,461tCO₂となった。

8 モニタリング計画

本プロジェクト実施において、AM0025 で指定されている必須モニタリング項目を表 2 にまとめる。プロジェクトプラント建設に際し、パイロットプラントにおける実証試験データを精査し、モニタリング手法の比較検討および改良案の提案をホスト企業に行うとともに、QA/QC 構築に係る検討を実施する予定である。

表1 BE、PE、Lおよび温室効果ガス削減量（単位：tCO₂）

年度	ベースライン エミッション		プロジェクト エミッション	リーケージ	温室効果ガス 削減量
	BE _{CH4,SWDS,y}	BE _{elec,y}	PE _{a,l,y}	L _{N2O,y}	
2011	5,020	878	4,741	156	1,001
2012	9,945	985	4,918	162	5,850
2013	14,920	1,161	5,209	171	10,700
2014	19,735	1,235	5,333	176	15,462
2015	24,673	1,446	5,682	187	20,250
2016	29,560	1,576	5,898	194	25,044
2017	34,400	1,704	6,111	201	29,793
2018	39,151	1,810	6,287	207	34,468
2019	43,949	1,985	6,577	216	39,141
2020	48,607	2,049	6,683	220	43,754
合計	269,960	14,829	57,438	1,890	225,461

表2 本プロジェクト実施において必要となるモニタリング項目

項目	内容
EG _{PJ,FF,y}	外部電力の購入量
EG _{d,y}	プロジェクト活動により代替される電力量
F _{cons,y}	プロジェクトサイト内での化石燃料消費量
M _{a,y}	嫌気発酵設備で発生するメタンガス量
SG _{a,y}	発電機からの排煙量 (1) 流入バイオガス（発電機に流入するバイオガス量） (2) 空気流量（発電機での燃焼に必要な空気量） (3) 温度（発電機からの排煙の温度） (4) 稼働時間（発電機の年間合計稼働時間）
MC _{N2O,a,y}	排煙中のN ₂ O含有量
MC _{CH4,a,y}	排煙中のCH ₄ 含有量
A _{j,x}	ある年 x において回避された有機廃棄物(成分j)の量
P _{n,j,x}	ある年 x のサンプル n 中の廃棄物 j の重量分率
z	ある年 x のサンプル数
RATE ^{Compliance} _y	国家レベルでの生活廃棄物管理に関する規則の遵守率
S _{OD,LE}	酸素欠乏（<10%）サンプル数
S _{LE,total}	酸素濃度モニタリングの回数

9 環境影響・その他の間接影響

本プロジェクトで実施する廃棄物処理、嫌気性発酵、並びに発電に係る各設備とその環境影響については、中国の環境影響評価法に基づいて実施されている。すでに工事の認可は省政府から受けており、あとは環境影響評価に関する審査結果を待っている段階である。なお、審査は2009年3月末までに終了する予定である。

嫌気性発酵処理によって回収できるバイオガス中にはメタン(約55%)、CO₂(約44%)、H₂S(約0.034%)などが含有している。回収されたメタンは貯蔵タンクに回収され、燃焼までの過程で漏れの無いよう管理される。また、H₂Sは脱硫装置によって除去される。廃水管理では施設内での再利用、並びに発酵処理水の農業利用等により、廃棄する水の量をできる限り削減するよう努めている。

結果、本プロジェクト実施による周辺地域への環境汚染は無いものと考えられる。

10 経済性分析

CER 販売による収入規模は大きく、事業の収益を大幅に改善することがわかっている。IRR は、CDM がない場合に 7.38%であったものが、CDM を実施し、CER を全量販売すれば 13.69%まで上昇する。発電産業の総投資に対する部門別ベンチマーク IRR は 8%であり、提案している事業は CDM がなければ事業許可の取得は難しく、CDM の実施が確実となれば事業許可が取得できると考えられる。なお、CER の販売価格は中国における最低価格の 9EUR とし、1EUR は 10 元として計算した。

11 ホスト国におけるコベネフィットの実現

近年、経済発展の著しい中国において、三廃問題、すなわち廃棄物、廃水、廃気(大気汚染)の問題が顕在化している。中国における埋め立て処分場の大半は、依然として資本不足や技術不足が原因で国際的な建設基準および環境基準を満足していないのが現状である。また、中国国内における道路整備が進んでいない地域では廃棄物の搬出・運搬が行き届いておらず、全国各地における都市郊外の至るところで廃棄物が野積みされており、景観破壊、悪臭、土壌・水質・大気汚染等のような二次汚染問題を発生させている。本プロジェクトでは、今後増加すると考えられる廃棄物のうち、有機性廃棄物をメタンガス発電及び堆肥作成に有効利用できる。また、分別回収を確実に行うことで有害物質の埋め立てを回避することができ、また資源ゴミのリサイクルも可能となる。結果、埋め立てされる廃棄物の無害化および投棄量の大幅削減を実現する。そのため、本プロジェクトの実施によるコベネフィットには(1)公害(景観破壊、悪臭、大気・土壌・水質汚染)防止、(2)不法投棄廃棄物の回収簡易化、(3)廃棄物からの資源回収、(4)埋め立て処分場への投棄量の削減、(5)堆肥作成による地元農民への貢献、などが検討できる。

本プロジェクトのような、メタン回収を対象とした CDM から獲得できる CER は比較的

少ない。しかしながら、排出権獲得のみを目的とせず、CDMには関係しない利益、例えば廃棄物分別による資源ゴミのリサイクルや発酵残渣を利用した堆肥の販売などを含めれば、事業としての魅力は膨らむ。また、前述したコベネフィットの通り、本プロジェクトが持つ環境問題への貢献は包括的かつ大きい。そのため、このようなプロジェクトは率先して行われるべきと考える。

12 事業化の見込み・課題

本プロジェクトはモニタリング項目が多く、適切な計器の選定や準備が難しい。また、計器設置に伴うプラントの仕様変更を検討する必要もある。また、有機廃棄物の成分調査や発酵残渣中の酸素濃度測定は定期的かつマニュアルで行なう必要があるため、ホスト企業に対して負担の大きい作業となる。本調査の結果を十分にホスト企業へフィードバックし、また現在稼動しているパイロットプラントの仕様や作業内容を十分に検証した上で、プロジェクト用プラントの設計・建設を順次進めて行きたい。また、本プロジェクトで利用する廃棄物分別システムは、1日最大400トンの今後廃棄物を分別処理することが可能である。年間にして146,000トンに相当するが、現状、クレジット期間中で扱う廃棄物処理量は最大可能処理量以下である。そのため、より多くの有機性廃棄物を収集できるかどうか調査したい。

温室効果ガス削減量の推計では、方法論およびメタン回避Toolにおいて与えられている複数のパラメータから、プロジェクトに対して最適なものを選択する必要がある。選択する値によって削減量は大きく変化する。本プロジェクトにおいて選択の判断が難しいパラメータは、 $BE_{CH_4,SWDS,y}$ 算出時に使用する DOC_j と、 $PE_{a,l,y}$ 算出時に考慮する「嫌気性発酵プロセスにおけるメタン漏出量」である。

DOC_j は、有機性廃棄物に含まれる分解性有機炭素（Degradable Organic Carbon）の含有率を示すが、その値は有機性廃棄物の性状が湿性（Wet）であるか乾性（Dry）であるかによって決定される。削減量はWetを選択した場合に少なくなるため、有機性廃棄物の性状が判断できない場合には、保守的にWetを選択するよう要求されている。本プロジェクトでは、有機性廃棄物の分解速度（ k_j ）を決定する際に用いた気候条件がDryであったことに関連付けて、 DOC_j にもDryを適用しているが、これが認められなかった場合には DOC_j にWetを選択することになり、削減量は大きく減少する。

嫌気性発酵プロセスにおけるメタン漏出量は、実際のモニタリングによる定量評価（Option 1）、IPCC デフォルト係数である15%の漏出（Option 2）、漏出がないことの証明による0%の漏出（Option 3）、の何れかを採用することになっているが、本調査では保守的にOption 2を採用した。しかしながら、本プロジェクトで使用するプラントにはOption 3の適用も可能であると考えている。

DOC_j およびメタン漏出と計算される温室効果ガス削減量およびIRRの関係を表3にまとめる。なお、本調査結果は表中に示すシナリオのうち「15%漏出 + DOC_j がDry」に該当する。いずれの場合もIRRは8%を超えているため事業許可は取得できると考えるが、CDM

登録および実施に係る費用や諸経費を考えた場合、多くの削減量が見込めないシナリオについては費用対効果を十分に検証する必要がある。

表3 DOC_jおよびメタン漏出から計算されるGHG削減量およびIRR

計算シナリオ	10年間の削減量合計 (tCO ₂)	IRR (%)
15%漏出 + DOC _j がDry	225,461	13.69
15%漏出 + DOC _j がWet	76,433	9.66
0%漏出 + DOC _j がDry	282,899	15.37
0%漏出 + DOC _j がWet	132,087	11.46