

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

平成 21 年 2 月

日本エヌ・ユー・エス株式会社

— 目次 —

1	プロジェクト基礎情報	1
1.1	プロジェクト概要.....	1
1.2	プロジェクト企画立案の背景.....	1
1.3	中国およびプロジェクト実施地域.....	2
1.3.1	中国の基本情報.....	2
1.3.2	プロジェクト実施地域（安徽省渦阳县）.....	4
1.4	中国における CDM 関連の政策および状況.....	5
1.4.1	中国における CDM の状況.....	5
1.4.2	中国における CDM 承認プロセス.....	9
1.4.3	中国における CDM 重点分野および承認条件.....	11
1.5	中国における持続可能な開発への貢献.....	11
1.6	プロジェクト実施による技術移転.....	13
2	調査の概要	13
2.1	調査課題.....	13
2.2	調査の実施体制.....	14
2.3	調査内容.....	15
3	廃棄物発電システムによる CDM プロジェクトの概要	21
3.1	プロジェクト詳細.....	21
3.2	適用方法論の検討および適用条件.....	21
3.3	ベースラインシナリオの同定.....	23
3.4	追加性の証明.....	25
3.5	プロジェクト期間およびクレジット期間.....	27
3.6	温室効果ガス削減量の推計.....	28
3.6.1	プロジェクトバウンダリー.....	28
3.6.2	ベースラインエミッション（BE）の推計.....	28
3.6.3	プロジェクトエミッション（PE）の推計.....	37
3.6.4	リーケージ（L）の推計.....	38
3.6.5	温室効果ガス削減量の概算.....	40
3.7	モニタリング実施計画.....	41
3.8	プロジェクト実施に伴う環境影響について.....	41
3.9	利害関係者のコメント.....	42
3.10	プロジェクトの実施体制.....	42
4	廃棄物発電システムによる CDM プロジェクトの経済性評価	43

4.1	実施に係る資金計画	43
4.2	経済性分析	43
5	事業化に向けた課題	46
5.1	プラント建設に向けて	46
5.2	温暖化ガス削減量の計算方法について	46
6	温暖化防止および公害防止のコベネフィット実現性について	47

1. プロジェクト基礎情報

1.1 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」が新規開発した廃棄物分別設備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。

「廃棄物分別処理・バイオガス回収発電プラント」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、建設期間は 16 ヶ月を予定している。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。

1.2 プロジェクト企画立案の背景

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（水質汚濁）、廃気（大気汚染）の問題が顕在化している。廃棄物処理では、(1) 埋め立て、(2) 焼却、(3) 発酵・燃料化等があるが、発酵・燃料化などの技術は中国において未だ確立していない。また、人口が多い地域の場合、生活系廃棄物（いわゆる生ゴミ）や飲食店残渣の割合が多く、それらは水分を多く含んでいるため焼却処理は適さない。加えてゴミ焼却施設の建設には巨額の資金を必要とするため、結果、埋め立て処理が中国における慣例となっている。埋め立て処理では、堆積ゴミ中から排出される汚染排水が土壌中に浸出し、更には地下水や河川に流出する。この汚染排水中にはダイオキシン等の有機化学物質や重金属等有害物質が含まれている可能性があり、深刻な土壌汚染及び水質汚染を招くことが懸念される。また、堆積ゴミの腐敗によって発生するメタンガスや硫化水素は、周辺地域に対して深刻な大気汚染を引き起こすことが懸念される。

本プロジェクトでは廃棄物管理の高度化を目指すに当たり、「廃棄物分別処理・バイオガス発電プラント」をプロジェクトサイトである中国安徽省渦阳县に導入する。しかしながら、混合ゴミの分別および有機廃棄物の嫌気性発酵処理は中国では前例が無く、プラント自体の稼働・効果は未知数といえる。加えて、中国において前例の無い当該プラントを

用いた本プロジェクトの、CDM 事業としての可能性も併せて研究する必要があると考え、CDM 実現可能性調査として企画立案した。

1.3 中国およびプロジェクト実施地域

1.3.1 中国の基本情報

京都メカニズム情報プラットフォームの国別ポートフォリオに掲載されている中華人民共和国の基礎データ（2008年7月現在）を表1に示す。

表 1-1 中国に関する基礎データ

面積	960 万 km ²
人口	約 13 億 1,448 万人
言語	中国語
首都	北京
政治体制	人民民主共和制
GDP	約 2 兆 6,800 億米ドル
一人当たり GDP	1,700 米ドル
経済成長率	10.7%
物価上昇率	1.5%
主要産業	繊維、農業、化学原料、機械、非金属鉱物
失業率	4.1%

出典：京都メカニズム情報プラットフォーム<<http://www.kyomecha.org/pf/china.html>>

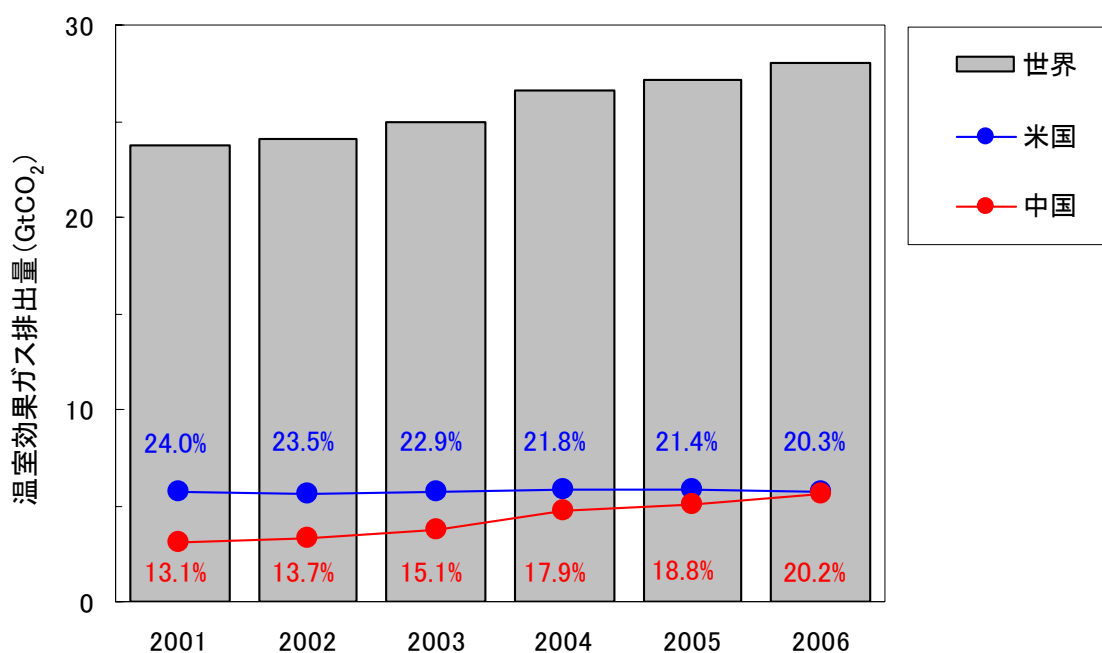
中国はアジア大陸の東部、太平洋の西海岸に位置し、陸域面積は約 960 万 km²、ロシアとカナダに次いで世界で 3 番目の大きさである。人口は約 13 億 1,448 万人（2008年7月現在）で、人口の 9 割以上が国土の東半分に集中し、特に長江中下流地域の湖北、湖南、安徽、江西、江蘇の各省および上海市に全人口の 1/4 が居住している。

中国の行政区は、省、自治区、直轄市からなり、省・自治区は自治州・県・自治県・市に分か、更に、県・自治県は郷・民族郷・鎮から構成される。現在、中国には 4 直轄市（北京、上海、天津、重慶）、23 省（甘肅、雲南、江西、青海、海南、河南、河北、江蘇、広東、黒竜江、湖南、湖北、山東、四川、山西、浙江、陝西、貴州、福建、安徽、吉林、遼寧）および 5 自治区（内モンゴル、新疆ウイグル、宁夏回族、広西壮族、西藏）がある。中国は多民族国家で、56 の民族が在住しており、漢民族が全人口の 92% を占めている。少数民族の規模は様々で、人口 100 万人以上の民族はモンゴル、チベット、ウイグ

ル、満、回族等 18 である。

中国の領土は、南から北へと赤道地帯、熱帯、亜熱帯、暖温帯、温帯、寒温帯の 6 温度対に区分できる。主に大陸性モンスーン気候に属しており、秋から冬にかけては、乾燥した冷たい風がシベリアとモンゴル高原から吹くため、南北の温度差が非常に大きい。反対に春から夏の期間は南北の温度差は小さくなる。各地の年間降水量の格差は大きく、南東部沿岸地域では 1,500mm 以上に達するのに対し、北西部の内陸地域では 200mm 未満と非常に少ない。

2008 年の IEA 報告書「KEY WORLD ENERGY STATISTICS 2008」によると、2006 年における中国の温室効果ガス排出量は 56.5 億 tCO₂ で世界全体の排出量の約 20.2% を占めており、米国の 20.3% (57 億 tCO₂) に次いで 2 番目の多さである。IEA のデータを基に作成した図 1-1 からわかる通り、中国における排出量は年々増加傾向にある。アメリカの排出量がほぼ横ばいであることを考えれば、世界における温室効果ガス排出量の増加は中国を初めとする新興国に起因すると考えられる。この中国ではこの増加傾向は今後も続くと予想され、2030 年の排出量は現在の倍になるとの報告もある。



出典：IEA 報告書（2003～2008）より作成

図 1-1 温室効果ガス排出量の推移（パーセンテージは世界に占める割合）

1.3.2 プロジェクト実施地域（安徽省亳州市渦阳县）

安徽省は華東の東北部に位置する内陸省であり、省都は合肥市である。省面積は 13.94 万km²、2006 年における人口および一人当たりGDPは 6,593.5 万人および 10,044 元（中国全体では 15,973 元）であった。気候は、温帯から亜熱帯に移行する地域に属し、北部は温帯半湿潤季節風気候、南部は亜熱帯湿潤季節風気候となっている。プロジェクトサイトとなる安徽省亳州市渦阳县は安徽省北部に位置しており、面積は 1,933km²、2006 年における人口は約 138 万人であった。プロジェクトサイトの位置概要を図 1-2 に示す。



図 1-2 プロジェクトサイト周辺地図

本プロジェクトは安徽省渦陽県の中心市街区域で発生する都市廃棄物（Municipal Solid Waste: MSW）を対象に回収・分別を実施する。渦陽県市街区域には現在、ごみ中継所が4箇所、ごみ収集点が12箇所ほど存在するが、決った最終埋め立て処分場は用意されておらず、未使用の土地に単純に積み上げられている状態である。また、道路が整備されていない同地区郊外では廃棄物の搬出・運搬が行き届いておらず、至るところで廃棄物が野積みされている状況にある。

2007年の渦陽県市街区域における人口は約15万人であり、廃棄物の年間発生量は約8.40万トンである（産業廃棄物は含めず）。渦陽県の都市計画は工業・商業・貿易の持続的発展に焦点を当てており、人口を2010年までに20万人に、2020年までに35万人に増加させることを計画している。都市化による人口増加に伴い、渦陽県政府は都市廃棄物の年間発生量が2010年には9.85万トンに、2020年には13.9万トンに到達すると予測している。

1.4 中国における CDM 関連の政策および状況

1.4.1 中国における CDM の状況

前述したとおり、2006年における温暖化ガスの排出量が全世界の20.2%（56億tCO₂）に達している中国は世界で最もCDMのポテンシャルが高い国と言われ、中国政府も2004年には暫定版のCDMプロジェクト運用管理弁法を公表し、政府がCDMプロジェクトを支援して行く姿勢を示した。2006年10月には、正式なCDMプロジェクト運用管理弁法が発効され、暫定法は廃止された。CDMプロジェクト運用管理弁法では、中国政府が推奨するCDMプロジェクトの重点分野、CDMプロジェクト実施者の条件と義務、国家承認のプロセス、CDMによる収益の分配比率などが詳細に規定されている。中国におけるCDM関連状況を表1-2にまとめる。

表 1-2 中国における CDM 関連状況

時期	CDM 関連状況
1993年1月	国連気候変動枠組条約批准
1998年5月	京都議定書署名
2002年8月	京都議定書批准
2004年5月	カナダと CDM 協定締結：寧夏回族自治区のプロジェクト
2004年6月	CDM プロジェクト運行管理暫定弁法施行
2004年11月	中国初の CDM 政府承認（ランドフィルガス回収利用プロジェクト）
2005年10月	CDM プロジェクト運行管理弁法成立（暫定弁法は廃止）
2006年1月	再生可能エネルギー法施行
2007年6月	国家気候変動プログラム発表
2008年10月	気候変動に対する中国の政策と行動（白書）発表

出典：IGES CDM 各国情報を元に作成<<http://www.iges.or.jp/jp/news/topic/0512cdm.html>>

表 1-3 は、国連登録されている CDM プロジェクトの件数、2012 年までの合計削減量、並びに年間削減量を種類別にまとめたものである。また図 1-3 は、国連登録の件数を対象国別にまとめたものである。これら図表は IGES CDM プロジェクトデータベース (<http://www.iges.or.jp/jp/cdm/report.html#db>) から作成した。2008 年 11 月 25 日の時点で、52 カ国における 1236 件の CDM プロジェクトが登録されているが、最も多いプロジェクトは水力発電であり、全体の 21.8% (270 件) を占めている。続いてバイオマス利用 (17.6%)、バイオガス (14.9%)、風力発電 (13.2%) となっているが、本プロジェクトが該当するメタン回避は 16 項目中 12 番目の多さで全体の 1.3% に過ぎない。年間削減量を見た場合、削減量が最も多いプロジェクトは HFC 削減であり、全体の 31.2% (約 7,295 万 tCO₂) となっている。件数で最も多い水力発電の年間削減量は全体の 8.5% (約 1,983 万 tCO₂) であり、HFC 削減、N₂O 削減、メタン回収・利用に次いで 4 番目の多さとなっている。

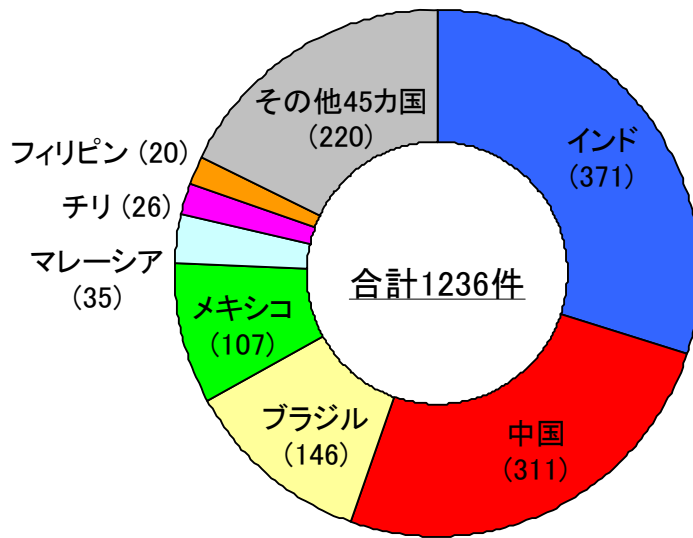
中国における CDM プロジェクトは 311 件であり、全登録数の 25.2% にも達する。なお、CDM プロジェクトが最も多く国連登録されている国はインドであり、登録件数は 371 件 (30%) である。中国における CDM プロジェクトで最も多いのは全体の統計と同様に水力発電であり、中国におけるプロジェクト総数の 41.2% (128 件) にも達する。続いて風力発電が 24.1% (75 件) となっており水力・風力といった自然エネルギー利用のプロジェクトで 65.3% (203 件) を占めている。なお、本プロジェクトが該当するメタン回避は 1 件のみとなっている。年間削減量を見た場合、削減量が最も多いプロジェクトは HFC 削減であり、中国における年間削減量の 46.6% (約 5,779 万 tCO₂) となっている。なお、中国での HFC 削減による年間削減量は全体の 79.2% も占めている。年間削減量合計において全体の 52.9% (12,392 万 tCO₂) と、半分以上のシェアを占めている理由はこの HFC 削減であるが、HFC 削減は省エネや公害改善に貢献せず、また企業に対するリスクが大きいことを理由に、中国政府は CDM プロジェクト運用管理弁法において HFC 削減を重点分野に指定しておらず、また中国政府に対する分配比率を 65% と非常に高く設定している。中国における HFC 削減は 10 件であるが、国連登録は 2006 年に 6 件、2007 年に 3 件、2008 年は 1 件と、確実に減少傾向にある。

図 1-4 は、CDM プロジェクトの国連登録件数に占める中国およびインドの割合を示したものである。2007 年以降、年毎の登録件数に伸びは見られないものの、中国における登録件数は順調に増加しており、2008 年上期では全体の 42% (94/224 件) を占めていた。登録件数が現在最も多いインドにおいて、登録件数が 2007 年以降減少傾向にあることを考えれば、中国の CDM 実施に係るポテンシャルの高さが伺える。しかしながら、最近は理事会登録時におけるレビュー要請が増加傾向にあり、かつ DOE 不足も顕在化していることから、登録までの期間の長期化が懸念されている。

表 1-3 国連登録されている CDM プロジェクトの種類 (2008 年 11 月 25 日現在)

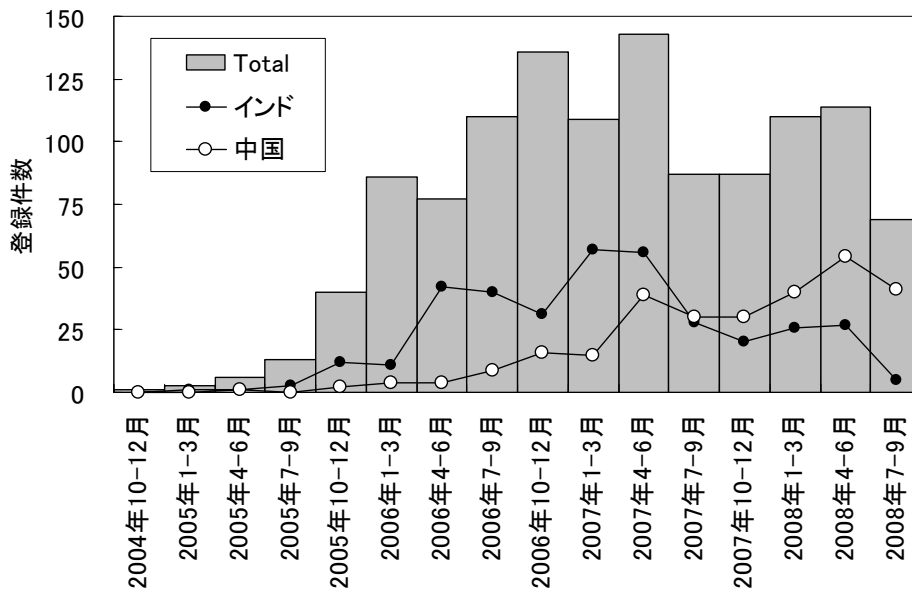
プロジェクトの種類	件数		2012 年までの合計削減量 (tCO ₂)		年間削減量 (tCO ₂ year ⁻¹)	
	全体	中国	全体	中国	全体	中国
水力発電	270	128	98,563,149	56,889,939	19,826,318	11,431,915
バイオマス利用	217	11	73,935,731	8,656,464	11,582,682	1,605,120
バイオガス	184	1	47,849,090	570,715	7,041,371	110,461
風力発電	163	75	85,060,474	51,856,076	13,517,618	8,158,118
メタン回収・利用	102	24	157,722,304	49,097,391	26,820,071	8,916,282
廃ガス・廃熱利用	93	33	115,118,281	45,689,230	19,653,656	9,215,849
省エネ	58	0	11,908,000	0	1,752,289	0
燃料転換	39	9	63,978,904	37,162,963	12,955,191	7,826,826
N ₂ O削減	37	18	232,587,194	94,968,670	41,816,222	18,799,921
セメント	23	0	22,645,915	0	2,914,830	0
HFC 削減	17	10	459,410,200	345,166,475	72,949,857	57,785,472
メタン回避	16	1	5,610,101	204,795	1,099,501	41,880
その他再生可能エネルギー	13	0	10,958,044	0	1,891,899	0
交通	2	0	1,962,752	0	287,723	0
植林	1	1	340,223	340,223	25,795	25,795
PFC 削減	1	0	195,491	0	41,273	0
合計	1,236	311	1,387,845,854	690,602,942	234,176,296	123,917,639

出典：IGES CDM プロジェクトデータベースより作成



出典：IGES CDM プロジェクトデータベースより作成

図 1-3 各国における CDM プロジェクトの国連登録件数



出典：IGES CDM プロジェクトデータベースより作成

図 1-4 CDM プロジェクトの国連登録件数に占める中国およびインドの割合

1.4.2 中国における CDM 承認プロセス

中国における指定国家機関（DNA）は国家発展改革委員会（NDRC）であり、中国で実施される CDM プロジェクトの国家承認は NDRC から取得することになる。申請から承認に至る事項を以下にまとめる。

1. CDM承認申請

中国における CDM プロジェクトについて中国政府の国家承認を受けるためには、プロジェクト実施者は、まず国家発展改革委員会（NDRC）に承認申請を行う。プロジェクト申請者は下記に示す申請書類一式を NDRC へ提出する（CDM 管理弁法 12・18 条）；

- ・ CDM プロジェクト申請レター（1 部：中国語）
- ・ 申請書（15 部：中国語）
- ・ プロジェクト設計書（PDD）（15 部：中国語、5 部：英語）
- ・ プロジェクト建設や資金調達に関する一般情報（15 部：中国語）
- ・ プロジェクトに関わる認可証明書類（15 部：事業認可やその他専門的適格性証明書等）

2. 専門機関およびCDM審査理事会によるプロジェクトの審議

上記の書類が確認できた時点で、NDRC は関連する機関に委託し、専門家を組織して審議を実施する。その審議期間は 30 日を越えないものとされている。NDRC は、この専門家による審査を通過したプロジェクトを CDM 審査理事会に提出し、理事会の審査が実施される（CDM 管理弁法 15・18 条）。

3. 承認手続きおよび承認書発行

この理事会の審査結果に基づいて、NDRC は科学技術部及び外交部と共同で当該 CDM プロジェクトの承認を行う（CDM 管理弁法 16・18 条）。NDRC は承認書を発行するが、申請受理から承認の是非決定までを 20 日以内に実施する。ただし、その期間には専門家による審査の期間は含まれない（CDM 管理弁法 18 条）。

4. 登録状況の報告

国家承認を受けた CDM プロジェクトは DOE（指定運営機関）の有効化審査（Validation）により適格と判断されれば、CDM 理事会に登録申請できる。登録申請したプロジェクト実施者は、承認状況を NDRC に報告し、登録承認通知受理後、10 日以内に NDRC に報告しなければならない（CDM 管理弁法 18 条）。

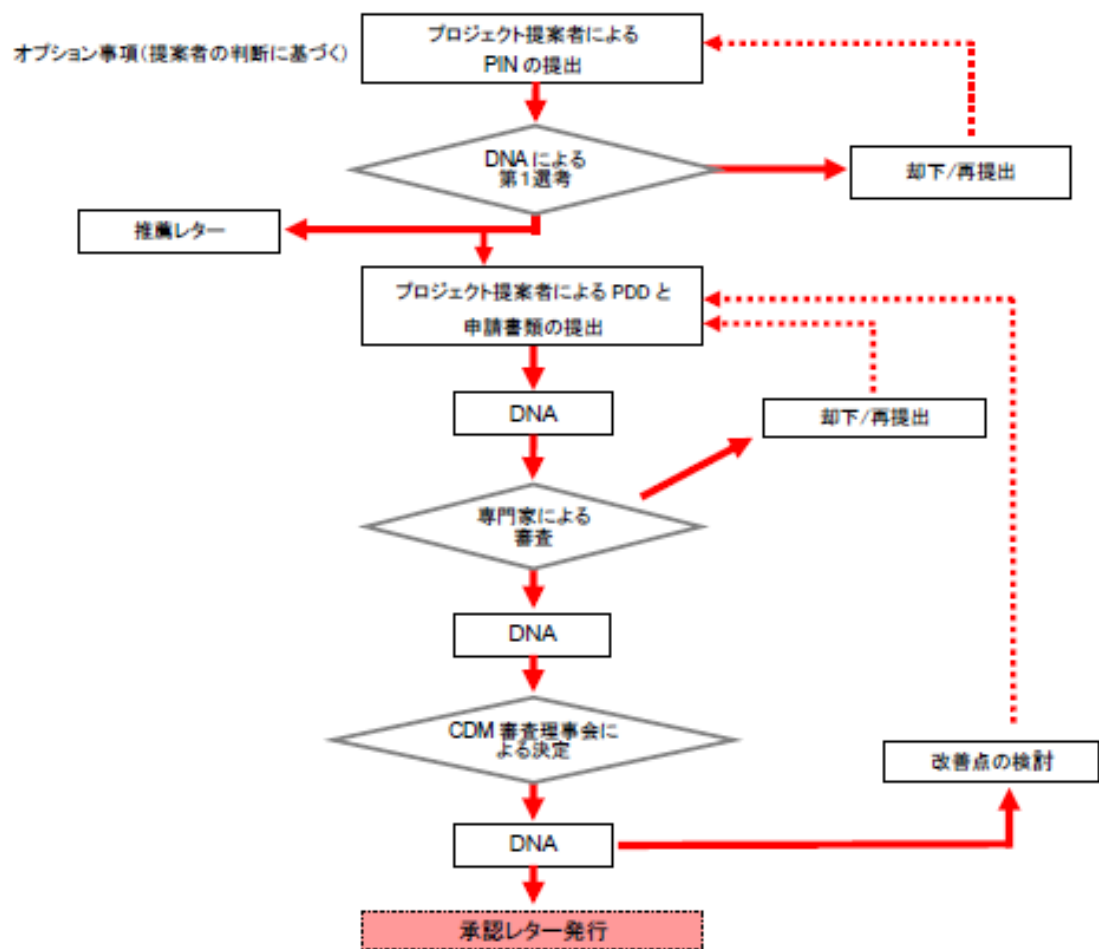
5. プロジェクト実施

プロジェクト実施者は、CDM 理事会に登録されたプロジェクトの実施状況及びモニタリングに関する報告書を NDRC に提出しなければならない（CDM 管理弁法 16・20 条）。

6. CERの検証・認証・発行

当該 CDM プロジェクトにより生じる CER についての検証 (Verification)、認証 (Certification)、発行についても、プロジェクト実施者は NDRC に報告することが義務付けられている (CDM 管理弁法 17・20 条)。

以上のようなプロセスを経て、中国での CDM プロジェクトから発生した CER は、NDRC または NDRC から委託された機関により記録され、発行量や移転先等が管理される (CDM 管理弁法 17・20 条)。中国における CDM 承認プロセスを図 1-5 にまとめる。



出典：IGES CDM 各国情報 <<http://www.iges.or.jp/jp/news/topic/0512cdm.html>>

図 1-5 中国における CDM 承認プロセス

1.4.3 中国における CDM 重点分野および承認条件

CDM 管理弁法における CDM プロジェクトの重点分野、CDM プロジェクト実施者の条件と義務、CDM による収益の分配比率などは以下の通りである。

- ・ 中国における CDM の重点分野は、エネルギー効率改善、新エネルギー及び再生可能エネルギーの開発・利用、メタンガスと炭酸ガスの回収利用である（CDM 管理弁法第 4 条）。
- ・ CDM を実施する事業者は、中国国内の中国資本企業あるいは中国資本が支配権を有する（株式の 51%以上を保有）企業でなければならない（CDM 管理弁法第 11 条）。
- ・ 中国の指定運営機関（DNA）は国家発展改革委員会であり、同委員会は、科学技術部及び外交部と共同で CDM プロジェクトの承認を行う（CDM 管理弁法第 16 条）。
- ・ 中国国内の CDM プロジェクトによる CER は中国政府の所有に帰属する。他方、具体的な個々の CDM プロジェクトによる CER はプロジェクト実施企業にも帰属することから、その分配比率を以下のように決定する（CDM 管理弁法第 24 条）。
 - HFC 及び PFC に係わるプロジェクトでは、CER 移転による収益の 65%を中国政府が受け取る。
 - N₂Oに係わるプロジェクトでは、CER移転による収益の 30%を中国政府が受け取る。
 - 第 4 条に示す重点分野及び植林などにかかわるプロジェクトでは、CER 移転による収益の 2%を中国政府が受け取る。
 - 中国政府が徴収したこの資金は、気候変動関連活動の支援に用いられる。
 - また、徴収方法及び使用方法については、財務部が国家発展改革委員会など関連機関と協議して別途定める。

エネルギー輸入国に転じ、慢性的な電力不足とエネルギー生産による環境の悪化への対応が急務となっている中国では、第十一次五カ年計画（2006～2010 年）において、エネルギー生産・利用の高効率化と環境問題の改善を主要なテーマとして掲げ、持続可能な発展を維持するための基本方針としている。バイオマスエネルギーの利用については、国産のバイオマス資源を利用し、CO₂を排出しないエネルギーとして政府も利用拡大を推奨している。そのため本プロジェクトは、生活系及び農業系廃棄物をバイオマス資源として利用する発電プロジェクトであり、中国政府の発展計画に沿った内容といえる。

1.5 中国における持続可能な開発への貢献

同地区における主な廃棄物処理方法は単純埋め立て処理であるが、埋め立て許容量は限

界に近づいており、周辺地域の環境衛生や景観の破壊、並びに市民の健康被害などを懸念している。前述したとおり、渦阳县の都市計画は工業・商業・貿易の持続的発展に焦点を当てており、人口を2010年までに20万人に、2020年までに35万人に増加させることを計画している。都市化による人口増加に伴い、渦阳县政府は廃棄物の年間発生量が2010年には9.85万トンに、2020年には13.9万トンに到達すると予測しており、今後予想される廃棄物発生量の増加に対応すべく、廃棄物処理の高度化を検討していた。

2008年9月に実施した現地調査において、渦阳县にある埋め立て処分場の1つを視察した。見学した処分場では都市廃棄物が分別処理されずにただ積み上げられた状態であり、発生ガスへの対策は全く行われておらず、周辺を壁で囲っているだけの状態であった。このような処分場は、廃棄物が埋め立て許容量に到達したのち覆土され、マンションの建設予定地として整地されるとのことである。見学した処分場は市街地区中心部に存在しており、同類の処理場が渦阳县内に複数存在しているとのことである。なお、視察した処分場の写真撮影は許可されなかった。

このような背景のもと、「埋め立て」に代わる廃棄物処理の方法として「焼却+発電」および「嫌気発酵処理+発電」の2つを検討した。「焼却+発電」は、人口が多い地域の場合、生活系廃棄物（いわゆる生ゴミ）や飲食店残渣の割合が多く、それらは水分を多く含んでいるため焼却処理は適しておらず、また、焼却後の残渣を埋め立てる土地も必要であることから、地域の持続的発展を満たすことができないと考える。一方で、「嫌気発酵処理+発電」では、嫌気性発酵は廃棄物の含水率には影響を受けず、更には廃棄物の発酵から回収するメタンガスを利用した発電および発酵残渣の堆肥化を行なうことができるため、地域の持続的発展と循環型社会の形成に貢献すると考える。加えて、埋め立て処分場を削減することによって景観破壊、悪臭、土壌・水質・大気汚染等のような二次汚染問題の改善も期待できる。

プロジェクト実施地域に限定せず、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、周辺地域に対する二次汚染を発生させている。本プロジェクトで導入するゴミ分別システムは、都市から発生する未分別の廃棄物を処理できるだけでなく、不法投棄された廃棄物の回収・分別処理を比較的容易にすると考えられるため、当該システムの普及は中国国内における広域的な廃棄物問題の解決にも貢献すると考える。また、本プロジェクトでは廃棄物の日処理量が400トンのプラントを建設する予定であるが、全従業員100人中10人はオペレーターおよびエンジニアとしてホスト企業から出向し、残りの90人は作業員として地元から雇用する予定である。

以上のことより、本プロジェクトの実施によって（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）堆肥作成による地元農民への貢献、（5）雇用創出などの観点から、中国国内の地域的かつ広域的な持続可能な開発への貢献が期待できる。

1.6 プロジェクト実施による技術移転

ホスト企業は都市生活ごみ処理設備の研究開発・製造・据付調整試験、並びに環境保護工事の施工・環境保護技術工程の設計に専門に従事する企業である。同社は「一体式有機生活ごみ2相嫌気乾燥発酵処理装置」、「生活ごみ水力変流分別装置」、「一体式有機生活ごみ生物分解器」、「自然循環廃水生物処理反応器」、「有機ごみ無害化処理装置」について中国国内で特許を取得している。これら技術は中国国家科学技術部の認可を得ており、2007年度第1期国家支援プロジェクトの中で推奨を受けている。

本プロジェクトではホスト企業が開発したプラントを利用するが、中国における嫌気性発酵を利用したバイオガス回収技術は、小規模畜産における糞尿処理では幾つか導入及び利用事例はあるものの、ゴミ処理を対象とした導入事例は見当たらない。本プロジェクト成功による当該技術の普及は、中国国内における廃棄物処理の高度化を進めることに貢献し、かつ現在顕在化が指摘されている中国国内の三廃問題の解決に寄与すると考える。

また、本プロジェクトで適用を考えている方法論の AM0025 “Avoided emissions from organic waste through alternative waste treatment processes” 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。CDM 理事会にて登録されたプロジェクトのうち AM0025 を適用したプロジェクトは過去に 6 件あり、ホスト国はバングラディッシュ (2006 年 5 月 18 日登録)、インドネシア (2007 年 5 月 20 日登録)、中国 (2007 年 7 月 21 日登録)、インド (2007 年 11 月 10 日登録)、コロンビア (2008 年 1 月 19 日登録と 2008 年 8 月 8 日登録の 2 件) である。このうち、インドネシアのプロジェクトは“(3) 嫌気性消化によるバイオガス回収・燃焼または利用”に該当し、それ以外は“(1) 好気条件下でのコンポスト化”となっている。

中国において、嫌気性消化を用いた廃棄物処理プロジェクトは未だ実施されていない。本プロジェクトにおいて、CDM 事業として実施するために要求されるプラント仕様、モニタリング項目、並びに適切なモニタリング方法と機器を明確にすることで、今後の当該 CDM 事業に対するリファレンスとなることが期待できる。

2 調査の概要

2.1 調査課題

本プロジェクトで適用を考えている AM0025 “Avoided emissions from organic waste through alternative waste treatment processes” は、埋め立て処理を除く複数の廃棄物処理方法を考慮しており、結果、かなり複雑な内容となっている。適用の際には、対象となる処理

方法に関連するプロジェクトエミッションやモニタリングを過不足なく選定せねばならない。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が、推計では種類毎のゴミ重量、並びに気温・降水量・可能蒸発散量などの気象関連データを収集する必要がある。

AM0025 を適用するにあたり、(1) GHG 削減量の推計に必要な情報の収集可能性調査、(2) 最適な設備仕様や作業工程の検証、(3) 必須となるモニタリング項目およびモニタリング方法・機器の調査、(4) 廃棄物管理に係る法規の調査などが課題として挙げられる。本調査の結果と現在稼働しているパイロットプラントの稼働状況の比較は、今後のプロジェクト用プラントの設計・建設に資すると考える。また、事業実施に係る議論を通じてホスト企業に対する CDM に関するキャパシティー・ビルディングを行なうことも重要であるとする。

2.2 調査の実施体制

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。参加機関と各役割は以下の通りである。

1. 日本エヌ・ユー・エス株式会社
 - ・ 調査統括
 - ・ CDM 事業に係る基礎情報の収集
 - ・ 技術および事業性の評価・検討
 - ・ PDD 作成
2. 清華大学 CDM R&D センター
 - ・ ホスト企業に対する技術的支援
 - ・ 中国における CDM 事業化支援
3. 北京喜地愛母科技諮問有限公司
 - ・ CDM 事業に係る基礎情報の収集
 - ・ 中国語版 PDD 作成
4. 南京霖輝环保科技有限公司
 - ・ 廃棄物分別処理・バイオガス回収発電プラントの設計・建設
 - ・ ゴミ組成・総量調査
 - ・ 堆肥化プロセスの評価・検討
 - ・ 埋め立て処理に係る法規の現状調査

2.3 調査内容

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、実証試験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、FSに記載されている情報の信憑性の調査や、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。図 2-1 は、現地訪問調査にて撮影したホスト企業との会議の様相である。



図 2-1 ホスト企業との会議模様

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。図 2-2 は、回収された廃棄物および浮力利用による廃棄物の分別風景である。



図 2-2 回収された廃棄物（左）および浮力利用による廃棄物の分別風景（右）

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 2-3 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。

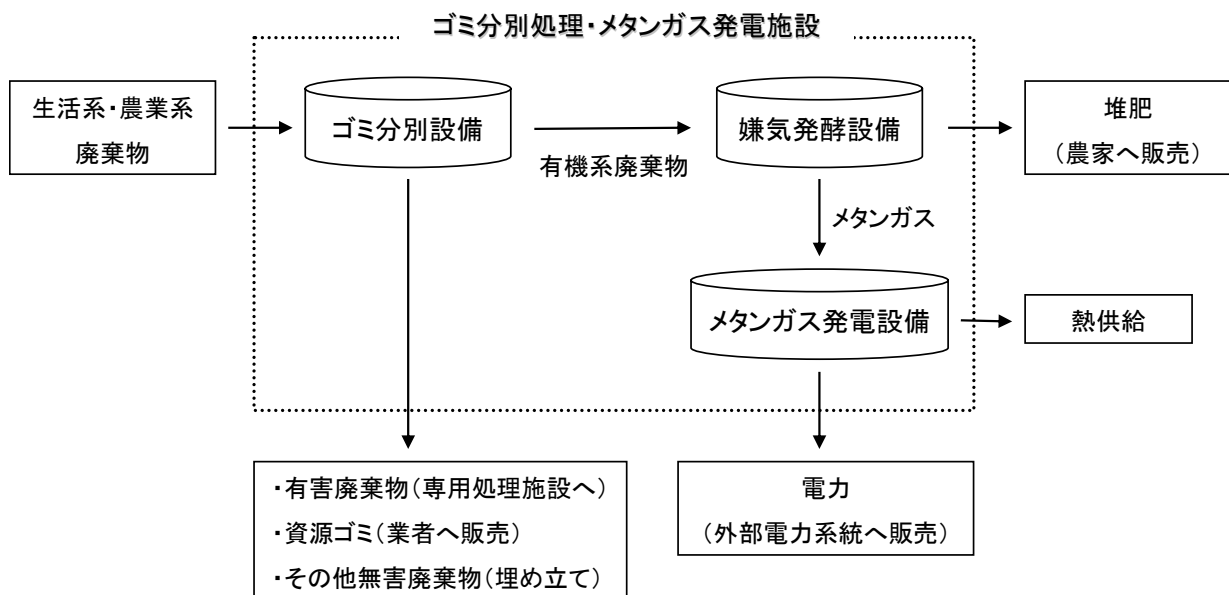


図 2-3 プロジェクト用ゴミ分別処理・メタンガス発電プラントの概要

プロジェクトで使用するゴミ処理プラントの建設予定地は、渦陽県の中心街から南西方向約9kmに位置にある。図2-4は、現地調査で撮影した建設予定地の様子である。当時、建設予定地では大豆が栽培されていた。渦陽県中心街から建設予定地までは幹線道路が延びており、交通の便は整っている。周辺の人口密度は低く、最寄りの村落までは500m程の距離を隔てている。建設予定地における年間を通じた主風向は北→南であり、建設予定地は渦陽県中心街から見て概ね風下に位置している。



図 2-4 プロジェクト用ゴミ分別処理およびメタンガス発電プラントの建設予定地

ホスト企業から提供されたプロジェクト施設の建設工程表によると、プロジェクト施設の建設期間は2009年3月から2010年6月までの16ヶ月間を予定しており、建設スケジュールは表2-1の通りである。

プロジェクトで使用するゴミ処理プラントの建設に際し、ホスト企業は試験用プラントを建設しており、1回目の実証試験を2008年7月22日から8月26日(36日間)、2回目の試験を2008年11月25日から2009年3月25日(4ヶ月)で実施している。12月の現地訪問では、稼働中の試験プラントを見学した。見学時、試験プラントには既に全ての設備が整備されており、回収されたゴミの分別、有機性廃棄物の嫌気発酵および汚水の処理が行われていた。しかし、嫌気発酵で発生したメタンガスによる発電および嫌気発酵の残渣を活用したコンポストの製造は実施されていなかった。図2-5は、実証試験プラントにおける分別システムおよび500kWメタンガス発電ユニットである。

表 2-1 プロジェクト用プラントの工事計画

	2009年												2010年					
	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	01	02	03	04	05	06		
五通一平	—																	
塀、道路	—																	
主建屋		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
事務棟						—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
従業員宿舍								—	—	—	—	—	—	—	—	—		
食堂												—	—	—	—	—		
化学検査室						—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
発、配電室									—	—	—	—	—	—	—	—		
機械修理室										—	—	—	—	—	—	—		
脱水機室											—	—	—	—	—	—		
車庫				—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
設備基礎						—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
付属施設			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
嫌気設備					—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
肥料設備									—	—	—	—	—	—	—	—		
プラスチックペレット										—	—	—	—	—	—	—		
分別設備											—	—	—	—	—	—		
工場区緑化					—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
系統テスト												—	—	—	—	—		
施工検収															—	—		



図 2-5 実証試験プラントにおける分別システム(左)および 500kW メタンガス発電ユニット(右)

嫌気発酵は2段階に分かれており、第1次嫌気発酵設備には4機の発酵槽が設置されている。嫌気発酵槽の底に沈殿した汚泥は回収され、発酵残渣としてコンポスの製造に使用される。汚水は第2嫌気発酵槽で処理された後、好気発酵設備で処理され、ゴミの選別に再利用される。図2-6は嫌気発酵設備および汚水の好気発酵設備である。



図 2-6 嫌気発酵設備（左）および汚水の好気発酵設備（右）

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、コンポスの乾燥工程は3段階に分かれる。第1乾燥では、嫌気発酵で発生するメタンもしくは石炭を燃焼した熱を利用する。第2乾燥では、発電機からの廃熱(排煙)を利用する。第3乾燥は高温のコンポストを常温で冷却する工程であり、エネルギーは使用しない。図2-7に、コンポスの製造設備を示す。肥料の価

格は、肥料中の N（窒素）、P（リン）、K（カリウム）の総含有量 1%につき、1 トン当たり 100 元で買い取られる市場規則となっている。プロジェクトでは、肥料中の N-P-K の含有率の調整が可能であり、秋は 8%（800RMB/t）、春は 16%（1,600RMB/t）の肥料を製造する計画となっている。



図 2-7 コンポスト製造設備（発酵残渣の好氣的処理）

モニタリングについては、現地訪問調査において、実施しなければならないモニタリングの概要をホスト企業側に説明し、承認方法論 AM0025 が本プロジェクトに適応できることをホスト企業と確認した。前述した通り、12月の現地訪問の時点ではガス利用は実施されていなかったことから、実証試験のモニタリングデータは入手できていない。しかしながら、モニタリングに必要な機器はほぼ揃っており、モニタリング方法は既にホスト企業に説明済みである。

環境影響評価については、実証試験プラントの評価書は入手しているものの、プロジェクトの環境影響評価書については現在中央政府からの承認待ちの段階であるという理由から、ホスト企業から提供されていない。

ステークホルダーズコメントの収集に関しては、地元住民への事業説明などはまだ実施されておらず、工事開始の 2009 年 3 月以前に地元住民とのミーティングを行う予定となっている。同プロジェクトは、渦阳县市街のゴミの埋立て処分場からの悪臭問題や衛生問題が改善されるだけでなく、プラントの運転に際し、地元から約 100 人の労働者を雇用する予定であることから、雇用創出効果が期待でき、地元住民からも好意的に受け入れられるものと考えられる。

一方、地元政府からは既に事業承認を得ており、現地調査において渦阳县人民政府の副県長を訪問した際、プロジェクトに対する好意的な意見を伺うことができた。実証試験プラントには同設備に興味を持つ人が数多く見学に訪れており、ホスト企業は、今回のプロ

プロジェクトをモデル事業として成功させることで、同型の施設を広く普及させたいと考えている。

3 廃棄物発電システムによる CDM プロジェクトの概要

3.1 プロジェクト詳細

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」が新規開発した「廃棄物分別処理・バイオガス回収発電プラント」を対象地域に導入する。当該分別システムの日処理能力は 400 トンであり、収集されたゴミは篩い分け・磁力・風力・浮力・手作業などの工程を経て（1）ゴム・紙・繊維・金属・ガラスなどの再利用可能品、（2）瓦礫類・砂などの無害な無機物、（3）電池や蛍光灯などの有害な重金属類、（4）プラスチック類、（5）食料残渣や植物などの有機性廃棄物に分別される。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。

3.2 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。

本プロジェクトに関係する適用可能条件および本プロジェクトにおける状況を以下にまとめます。

- 廃棄物を嫌気性消化、ガス化、又は RDF 化処理をする場合、これらの処理工程から発生する残渣廃棄物が、好氣的にコンポスト化されるか、埋め立て処分場に運搬されること。

→ 本プロジェクトでは、発酵残渣は好氣的処理によってコンポスト化されるため、本条件を満たしている。

- コンポスト化する場合は、製造されたコンポストを土壌改良剤として利用するか、埋め立て処分場に投棄すること。

→ 製造された堆肥は近隣農家に販売され、利用されることになっている。よって本条件を満たしている。

- プロジェクトがなかった場合に発生していたであろう埋め立て処分場ガスの量を多相埋め立て処分場ガス発生モデル (multiphase landfill gas generation model) によって推計するために、プロジェクトで処理される有機廃棄物の種類別の特性及び割合が決定されうること。

→ ホスト企業が実施した FS では、プロジェクト地域における人口および廃棄物発生量が 2007～2023 年の期間で予測されている。プロジェクト実施後も、推計に必要なパラメータをモニタリング可能であるため本条件を満たしている。なお、本調査における GHG 削減量は 2011～2020 年における廃棄物量の予測値を用いて推計する。

- プロジェクトで採用する処理方法を利用した廃棄物処理を義務付けた環境規制が存在した場合、それにもかかわらず、ベースラインシナリオにおける廃棄物処理が現行の埋め立て処分場への廃棄物の投棄の継続であることが示されること。

→ プロジェクト地域には、嫌気性消化を利用した廃棄物処理を義務付ける環境規制は存在しない。よって、本条件を満たしている。

- クレジット獲得期間 (クレジット獲得期間の一部である場合も含む) 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都市廃棄物規制の遵守率が 50%を超えた場合は、政策が実施されていないとする仮定を主張しえないため、当該プロジェクトはその後クレジットを獲得することはできない。

→ 中国では「生活ごみの衛生埋立ての技術規範」によって、埋め立て処分場はガス(Landfill ガス)の回収排出設備を設置しなければならないことが規定されている。渦陽縣市街区域には現在、ごみ中継所が4箇所、ごみ収集点が12箇所ほど存在するが、決まった最終埋め立て処分場は用意されておらず、未使用の土地に単純に積み上げられている状態である。つまり、プロジェクト対象地域において当該法規の不遵守は一般的であることから本条件を満たしている。

➤ プロジェクトには、産業廃棄物・医療廃棄物の熱処理を含まないこと。

→ 本プロジェクトでは産業廃棄物・医療廃棄物の熱処理は含まない。よって、本条件を満たしている。

以上のことより、本プロジェクトは必要な条件を満たしているため、AM0025の適用が可能である。

3.3 ベースラインシナリオの同定

本プロジェクトの内容は「嫌気性消化によるバイオガス回収および発電」であり、プロジェクトがなかった場合に発生したであろう Landfill ガスの回収、並びに系統電力の代替による温室効果ガスの削減を目的としている。また、ホスト企業はメタンガス燃焼・発電の際に発生する廃熱の利用も検討している。AM0025では、(1) 廃棄物の処理方法、(2) 利用する電力源、(3) 利用する熱源、の3つに対して、以下のようなシナリオを設定している。

(1) 廃棄物の処理方法

M1：本プロジェクト活動が CDM として登録されずに実施される

M2：Landfill ガスの回収・フレア処理を伴う埋め立て処分

M3：Landfill ガスの回収・フレア処理を伴わない埋め立て処分

(2) 利用する電力源

P1：CDM として登録されずに実施されるプロジェクトからの発電

P2：既存もしくは新設の化石燃料を使用するコジェネレーション設備

P3：既存もしくは新設の再生可能エネルギーを利用するコジェネレーション設備

P4：既存もしくは新設の化石燃料を使用する自家発電設備

P5：既存もしくは新設の再生可能エネルギーを利用する自家発電設備

P6：既存もしくは新設の電力網に接続した発電所

(3) 利用する熱源

- H1：CDM として登録されずに実施されるプロジェクトからの熱
- H2：既存もしくは新設の化石燃料を使用するコジェネレーション設備
- H3：既存もしくは新設の再生可能エネルギーを利用するコジェネレーション設備
- H4：既存もしくは新設の化石燃料を使用するボイラー
- H5：既存もしくは新設の再生可能エネルギーを利用するボイラー
- H6：地域暖房等その他の熱源
- H7：ヒートポンプや太陽エネルギー等技術の利用

AM0025 は、(1) Landfill ガスが全て大気中に放出されるかまたは一部回収・燃焼されている、(2) 化石燃料を利用した自家発電、もしくは電力網の電力の利用がある、(3) 化石燃焼を利用した熱供給がある、といった場合に適用可能となっており、ベースラインシナリオには以下 2 通りが指定されている。

M2/M3 + P4 or P6 + H4 (3-1)

M2/M3 + P2 + H2 (コジェネレーションの場合) (3-2)

廃棄物の処理方法において、M1 の「プロジェクト活動が CDM として登録されずに実施される」ことを想定した場合、事業の収入は「渦陽县政府より支払われる廃棄物処理費用」および「グリッドへの売電」から得ることになるが、これら収入だけではプロジェクトの経済性は非常に低く、また投資も見込めないと考えられる。結果、M1 は非現実的である。M2 の「Landfill ガスの回収・フレア処理を伴う埋め立て処分」を考えた場合、中国では埋め立て処分場におけるガスの回収排出設備設置が規定されているものの、渦陽県市街区域では決まった最終埋め立て処分場は用意されておらず、未使用の土地に単純に積み上げられている状態である。つまり、当該法規の不遵守は一般的であることから、M2 は現実的なベースラインシナリオとは考えられない。よって、現状を示す M3 の「Landfill ガスの回収・フレア処理を伴わない埋め立て処分」が廃棄物の処理方法に係るベースラインシナリオとなる。

利用する電力源において、前述の通り本プロジェクトが CDM として登録された場合の事業経済性は非常に低いことから、P1 の「CDM として登録されずに実施されるプロジェクトからの発電」は現実的ではない。また、現在稼動している廃棄物処理のパイロットプラントでは系統電力を利用しており、建設予定のプラントでも同様に系統電力を利用する予定である。よって、P2~5 はベースラインシナリオにはならず、最終的に P6 の「既存もしくは新設の電力網に接続した発電所」が現実的なベースラインシナリオといえる。

利用する熱源を考えた場合、電力源と同様に H1 の「CDM として登録されずに実施されるプロジェクトからの熱」はベースラインシナリオとして考えられない。また、パイロットプラントでは、コンポスト製造プロセスにおける発酵残渣の乾燥工程に石炭燃焼による熱を利用しているが、当該設備は化石燃料を使用するボイラー・コジェネレーション設備

には該当しない。よって、本プロジェクトでは熱源に係る現実的なシナリオは存在しないことになる。

以上のことから、本プロジェクトのベースラインシナリオは、上記(3-1)式中の「M3 + P6 + H4」から熱利用の H4 を除いたものとなる。

3.4 追加性の証明

AM0025 では追加性の証明に「Tool for the demonstration and assessment of additionality」の最新版を使うことが推奨されており、かつ障壁分析には投資障壁、技術障壁、一般的な慣行による障壁を含めるよう記載されている。同 Tool に従い、以下に追加性の証明を行なう。

➤ Step 1. 法規制に準拠するプロジェクト活動の代替シナリオの同定

sub-Step 1a. プロジェクト活動の代替シナリオの定義

プロジェクト実施者あるいは類似プロジェクトの実施者が利用可能な、現実的かつ信憑性のある代替シナリオには以下のものが挙げられる。

代替シナリオ 1: 本プロジェクト活動が CDM として登録されずに実施される

代替シナリオ 2: 廃棄物の埋め立て処分場への投棄。Landfill ガスは回収され、破壊もしくは利用される。

代替シナリオ 3: 廃棄物の埋め立て処分場への投棄。Landfill ガスは回収されずに大気へ放出される。

sub-Step 1b. 廃棄物処理に係る規制への準拠

AM0025 の適用で延べたとおり、中国では「生活ごみの衛生埋立ての技術規範」によって、埋め立て処分場はガス(Landfill ガス)の回収排出設備を設置しなければならないことが規定されている。渦陽縣市街区域には現在、ごみ中継所が 4 箇所、ごみ収集点が 12 箇所ほど存在するが、決まった最終埋め立て処分場は用意されておらず、未使用の土地に単純に積み上げられている状態である。つまり、プロジェクト対象地域において当該法規の不遵守は一般的であるといえる。また、本プロジェクトで利用する嫌気性発酵処理を妨げるような法規は存在しないことから、代替シナリオ案は全て確からしいといえる。

➤ Step2. 投資分析

当該 Tool では簡易コスト分析 (Option 1)、投資分析 (Option 2)、ベンチマーク分析 (Option 3) の何れかを選択することになっているが、本調査ではベンチマーク分析を採用する。

中国では、2006年に国家発展改革委員会と建設省が共同発表した「プロジェクトの経済性評価と主たる要素」によって、新規プロジェクトの FIRR が部門別ベンチマークより高ければ許認可するとしており、発電産業の総投資に対する部門別ベンチマーク IRR は 8% である。そこで、本調査では発電産業を対象とした 8% をベンチマークとして採用し、本プロジェクトの IRR がそれ以下であれば投資の価値はないと判断する。

本プロジェクトの IRR は、CER の販売収入がない場合は 7.38% であり、ベンチマークの 8% には届かない。しかしながら、CER の販売収入を、中国における CER 最低価格の 9 ユーロとして加算した場合、IRR は 13.69% にまで向上し、ベンチマークの 8% を超える結果となった。経済性評価の詳細は本報告書の第 4 章を参照されたい。

➤ Step3. 障壁分析

sub-Step 3a. 本プロジェクト活動を妨げる障壁の同定

本プロジェクト実施に係る障壁には以下のものが存在する。

(1) 投資障壁

本プロジェクトの実施では、廃棄物の分別システム・嫌気性発酵層・バイオガス回収設備・発電ユニット・コンポスト化ユニットなどの導入が必要であり、大きな初期投資を必要とする。資源ゴミ・コンポスト・電力の販売収入だけではプロジェクトの経済性は非常に低く、また投資も見込めない。Landfill ガスの回収・発電プロジェクトにおいても、ガス回収井戸の設置や発電ユニットの導入に大きな初期投資を必要とする。収入は電力販売によるもののみであるが、ガス発生量や中国政府の再生エネルギー発電の売電価格制度に不確かさがある現状、安定した収益は期待できない。

(2) 技術障壁

嫌気性発酵を利用した廃棄物からのバイオガス回収技術は、小規模畜産における糞尿処理では幾つか導入及び利用事例はあるものの、大量の廃棄物を対象とした導入事例は見当たらない。また、嫌気性発酵を行なうためには有機性廃棄物を混合廃棄物から分別回収する必要があるが、本プロジェクトで導入するような廃棄物分別システムの導入事例も見当たらない。Landfill ガス回収についても同様のことがいえる。よって、中国ではこれら技術のパフォーマンスが十分に実証されていない状況である。

(3) 一般的な慣行による障壁

技術障壁で述べたとおり、大量の廃棄物を対象とした分別および嫌気性発酵処理の導入事例や、CDMプロジェクト以外のLandfillガス回収の実施事例は見当たらない。

sub-Step 3b. 同定された障壁が少なくとも1つの代替シナリオの実現を妨げないか

代替シナリオ1および2は、投資障壁・技術障壁・一般的な慣行による障壁の全てにより実現が困難であるといえる。一方で、現状を示す代替シナリオ3には何れの障壁も存在しない。よって、sub-Step3aで同定された3つの障壁は、少なくとも1つの代替シナリオに対する障壁とはならず、その実現を妨げない。

➤ Step4. 一般的慣行分析

sub-Step 4a. 本プロジェクト活動と類似する他の活動の分析

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。特にプロジェクト対象地域では、決まった最終埋め立て処分場は用意されておらず、未使用の土地に単純に積み上げられている状態である。よって、本プロジェクトのような活動もしくは類似した活動は他には見られない。

➤ 結論

以上の Step1～4 における分析の結果、本プロジェクトは追加的であることが証明された。

3.5 プロジェクト期間およびクレジット期間

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年間が考えられるが、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。

3.6 温室効果ガス削減量の推計

3.6.1 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 3-1 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。

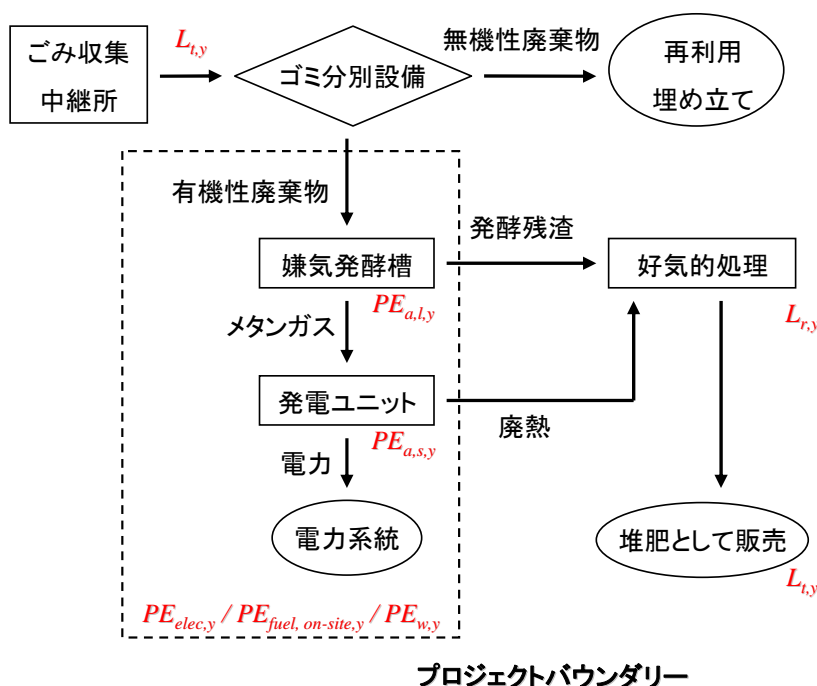


図 3-1 本プロジェクトにおけるプロジェクトバウンダリーの概要

3.6.2 ベースラインエミッション (BE) の推計

年間ベースライン排出量“BE_y”は、次に示すAM0025の式(17)から算出する。

$$BE_y = (MB_y - MD_{reg,y}) + BE_{EN,y} \quad (3-3)$$

- MB_y : 本プロジェクトがなかった場合に埋め立て処分場から発生するメタン
- MD_{reg,y} : 本プロジェクト活動がなかった場合に破壊されるメタン
- BE_{EN,y} : 本プロジェクトが代替できるエネルギーから換算されるGHG排出量

上記式 (iv) は、AM0025の式 (18)、(20)、(21) を代入することで次のように整理される。

$$BE_y = BE_{CH_4,SWDS,y} * (1 - AF) + BE_{elec,y} + BE_{thermal,y} \quad (3-4)$$

- $BE_{CH_4,SWDS,y}$: 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
- AF : 本プロジェクト活動がなかった場合に破壊されるメタンの割合 (調整係数)
- $BE_{elec,y}$: 本プロジェクトが代替できる電力から換算されるGHG排出量
- $BE_{thermal,y}$: 本プロジェクトが代替できる熱量 (化石燃料ボイラー由来のみ) から換算されるGHG排出量

埋め立て処分場からの法規制が既に制定されている場合、年間ベースライン排出量“ BE_y ”は当該法規の遵守率“ $RATE^{compliance}_y$ ”を用いて補正されなければならない。なお、AM0025の適用条件中に記載されている通り、クレジット期間中における $RATE^{compliance}_y$ が50%未満でなければCERを受け取ることはできない。また、 $RATE^{compliance}_y$ には政府や公共団体などによって公表されている値を使用することが要求されている。

適用条件で述べたとおり、中国では「生活ごみの衛生埋立ての技術規範」によって、埋め立て処分場はガス(Landfillガス)の回収排出設備を設置しなければならないことが規定されている。プロジェクト対象地域である渦陽縣市街区域には現在、ごみ中継所が4箇所、ごみ収集点が12箇所ほど存在するが、決まった最終埋め立て処分場は用意されておらず、未使用の土地に単純に積み上げられている状態である。つまり、同地域において当該法規の不遵守は一般的であることから、 AF および $RATE^{compliance}_y$ はゼロと見なすことができる。

本プロジェクトでは、バイオガス発電により発生する熱を、コンポスト製造プロセスにおける発酵残渣の乾燥工程に利用する計画だが、当該設備は代替対象となる「化石燃料を使用するボイラー」には該当しない。結果、本プロジェクトでは利用する熱源に係るベースラインシナリオを含めておらず、 $BE_{thermal,y}$ を考慮することはできない。

最終的に、ベースラインエミッションは $BE_{CH_4,SWDS,y}$ および $BE_{elec,y}$ の合計値となる。以下に、各々の算出方法および結果をまとめる。

(1) $BE_{CH_4,SWDS,y}$ (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)

$BE_{CH_4,SWDS,y}$ は、本プロジェクトがなかった場合に埋め立て処分場から発生すると考えられるメタンの量であり、その発生量は有機性廃棄物の投棄量や埋め立て処分場における堆積時間、気象条件などに影響を受ける。ある年“ y ”におけるメタン発生量は、次に示す「Tool to determine methane emissions avoided from disposal of waste at a solid waste disposal site (Ver.4)」の式 (1) にて推計される。

$$BE_{CH4,SWDS,y} = \varphi \cdot (1-f) \cdot GWP_{CH4} \cdot (1-OX) \cdot \frac{16}{12} \cdot F \cdot DOC_f \cdot MCF \cdot \sum_{x=1}^y \sum_j W_{j,x} \cdot DOC_j \cdot e^{-k \cdot (y-x)} \cdot (1-e^{-k_j}) \quad (3-5)$$

- φ : モデル不確定さのための修正係数
- f : 埋め立て地で回収され、利用・処理されているメタンの割合
- : メタンの地球温暖化係数

GWP_{CH4}

- OX : 埋め立て地表面におけるメタンの酸化係数
- F : Landfillガスに含有するメタンの割合（体積含有率）
- DOC_f : 分解されるDOC（分解性有機炭素）の割合
- MCF : メタン補正係数
- $W_{j,x}$: ある年“x”において投棄が回避された有機性廃棄物“j”の量（ton）
- DOC_j : 有機性廃棄物“j”のDOC含有率
- k_j : 有機性廃棄物“j”の分解速度
- j : 有機性廃棄物の種類
- x : クレジット期間における経過年数。クレジット期間の最初の年（ $x=1$ ）からメタン発生量が計算される年（ $x=y$ ）までの年数

➤ $W_{j,x}$ の定量

本調査では、2011～2020年の10年間におけるGHG削減量を推計するが、ホスト企業および渦阳县環境衛生所がFSにて予測した、同期間に渦陽縣市街区域から発生する廃棄物発生量およびその成分割合を表3-1に示す。

予測では有機性廃棄物の割合は年々増加の傾向にあるが、これは住民へのガス普及率の増加に伴う石炭使用料の減少（石炭ガラ）の減少）に起因する。渦陽県では今後の都市化に伴い、市街区域における住居へのガス普及率を向上させる計画を打ち出している。市街区域における住居のガス化率が高まるにつれ、市街区域の石炭利用量は徐々に低下すると考えられており、結果、廃棄物全体に占める有機性廃棄物の含有割合が増加すると予測されている。

当該推計toolにおいて、メタン有機性廃棄物の種類“j”は（1）Wood and wood products、（2）Pulp,paper, and cardboard (other than sludge)、（3）Food, food waste, bevarages and tobacco (other than sludge)（4）Textiles、（5）Garden, yard and park wasteのように分類されている。表3-1の有機性廃棄物を上記種類に分配した場合の各重量“ $W_{j,x}$ ”を表3-2に示す。

表 3-1 2011～2020 年に渦陽県市街区域から発生する廃棄物発生量およびその成分割合

年度	年間ごみ 発生総量 (ton year ⁻¹)	有機物の含有割合 (%)				無機物の含有割合 (%)				
		生ごみ	紙	竹・木	布	ガラス	陶磁器 レンガ*	プラスチック 類	石炭燃 え殻灰	金属
2011	102,400	39.5	4.8	0.6	0.9	1.2	1.3	2.9	48.8	0.1
2012	106,400	39.6	4.6	0.6	1.0	1.2	1.3	3.5	48.2	0.1
2013	110,600	40.8	4.3	0.6	0.9	1.2	1.3	3.0	47.8	0.1
2014	114,800	40.1	4.1	0.6	1.1	1.3	1.3	3.8	47.6	0.1
2015	119,200	41.7	4.0	0.6	0.8	1.2	1.4	3.0	47.2	0.2
2016	123,700	41.7	4.0	0.6	0.9	1.3	1.4	3.2	47.0	0.1
2017	128,300	41.8	3.8	0.6	0.9	1.2	1.4	3.3	47.0	0.2
2018	133,100	41.4	3.7	0.6	1.0	1.4	1.5	3.6	46.8	0.2
2019	136,200	42.5	3.6	0.6	1.0	1.4	1.5	2.9	46.4	0.2
2020	139,100	42.7	3.3	0.6	0.9	1.4	1.5	3.3	46.2	0.2

表 3-2 有機性廃棄物の分類および対象地区におけるそれらの発生量

年度 x (2011-2020)	有機性廃棄物の量 W _{j,x} (ton year ⁻¹)				
	j=1	j=2	j=3	j=4	j=5
1	573	4,864	40,468	922	0
2	606	4,841	42,092	1,032	0
3	641	4,701	45,169	940	0
4	643	4,707	46,081	1,240	0
5	691	4,768	49,694	966	0
6	705	4,886	51,558	1,101	0
7	744	4,875	53,578	1,155	0
8	785	4,925	55,103	1,278	0
9	831	4,835	57,939	1,348	0
10	821	4,521	59,424	1,238	0

j= 1: Wood and wood products

2: Pulp, paper and cardboard (other than sludge)

3: Food, food waste, beverages and tobacco (other than sludge)

4: Textiles

5: Garden, yard and park waste

▶ k_j およびDOC_j決定方法

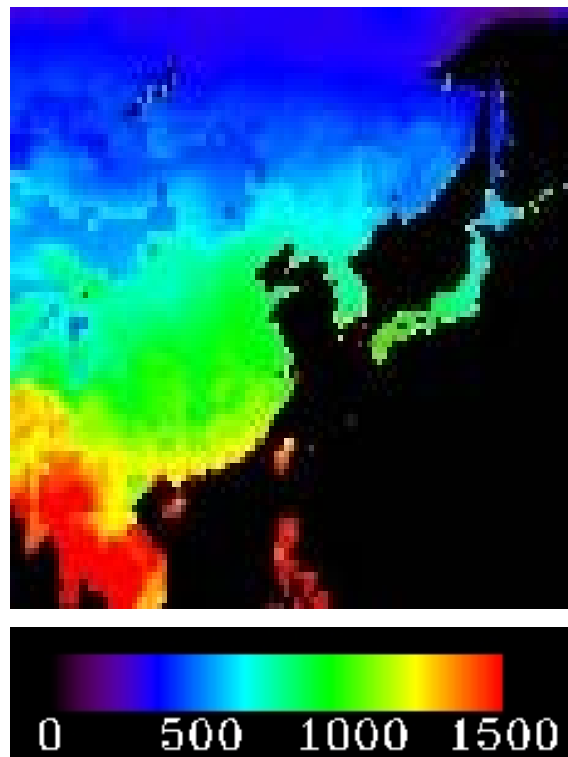
有機性廃棄物の分解速度 (k_j) は以下のような 4 通りの気象条件毎に、有機性廃棄物の種類別に当該推計Tool内にて与えられている。

- i) 年平均気温 (Mean Annual Temperature: MAT) が 20°C 以下の地域 (boreal 【亜寒帯】 もしくは temperate 【温暖】 と定義) において、年間降水量 (Mean Annual Precipitation: MAP) / 年平均可能蒸発散量 (Potential Evapotranspiration: PET) が 1 以下 (Dry) の場合
- ii) 年平均気温 (MAT) が 20°C 以下の地域 (boreal 【亜寒帯】 もしくは temperate 【温暖】 と定義) において、年間降水量 (MAP) / 年平均可能蒸発散量 (PET) が 1 以上 (Wet) の場合
- iii) 年平均気温 (MAT) が 20°C 以上の地域 (tropical 【熱帯】 と定義) において、年間降水量 (MAP) が 1000mm 以下 (Dry) の場合
- iv) 年平均気温 (MAT) が 20°C 以上の地域 (tropical 【熱帯】 と定義) において、年間降水量 (MAP) が 1000mm 以上 (Wet) の場合

渦陽県の年平均気温は明らかに 20°C 以下であるため、上記条件のうち (i) もしくは (ii) が該当することになる。渦陽県気象観測所によって観測された、同地域の 1986~2006 年における年間降水量の平年値は 819.3mm year⁻¹であった。また、千葉大学映像隔測研究センターの安忠鉉氏と建石隆太郎教授によって作成され、「GRID-つくば」より提供されている可能蒸発散量データでは、渦陽県およびその周辺地域における年間可能蒸発散量は 918mm year⁻¹となっている。よって、Map/PETは 1 以下 (Dry) となり、渦陽県における気象条件は (i) となる。東アジア地域における可能蒸発散量を図 3-2 に示す。

有機性廃棄物に含まれる分解性有機炭素含有率 (DOC_j) 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。2007 年 7 月 21 日付けで理事会登録された、中国梧州市を対象とした廃棄物処理によるメタン回避プロジェクト (ホスト国はドイツ) では、 k_j 決定時における気象条件がWetに該当したことから、有機性廃棄物の性状にも湿性 (Wet) を適応している。本調査ではこの方法に習い、 k_j 決定時における気象条件がDryに該当することから、有機性廃棄物の性状を乾性 (Dry) とみなすこととする。

本調査で採用する k_j およびDOC_jの値を表 3-3 にまとめる。



(mm year⁻¹)

出典：GRID-つくば <<http://www-cger.nies.go.jp/grid-j/gridtxt/tateishi.html>>

図 3-2 東アジア地域における可能蒸発散量

表 3-3 本調査で採用する k_j および DOC_j の値

廃棄物の種類	k_j	DOC_j (%)
1. Wood and wood products	0.02	50
2. Pulp, paper and cardboard (other than sludge)	0.04	44
3. Food, food waste, beverages and tobacco (other than sludge)	0.06	38
4. Textiles	0.04	30

➤ その他パラメータの決定

本調査において、 $BE_{CH_4,SWDS,y}$ 算出に用いたパラメータの数値を表 3-4 にまとめる。

表 3-4 $BE_{CH_4,SWDS,y}$ 算出に用いたパラメータの数値

パラメータ	数値	備考
ϕ	0.9	Toolによる既定値。
f	0	同様のパラメータがAM0025内で考慮されているため、AM0025を用いる場合はゼロとする。
GWP_{CH_4}	21	IPCCおよび京都議定書の決定による。
OX	0	埋め立て処分場において廃棄物に覆土が行なわれていない場合。
F	0.5	Toolによる既定値。
DOC_f	0.5	Toolによる既定値。
MCF	0.8	埋め立て高さ（深さ）が5mを超えるが、うめたて管理基準を満たしていない場合。
$W_{j,x}$	表3-2参照	—
DOC_j	表3-3参照	—
k_j	表3-3参照	—

➤ $BE_{CH_4,SWDS,y}$ の算出結果

表 3-2、表 3-3、表 3-4 のパラメータを用いて式 3-5 より算出した、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を表 3-5 にまとめる。また図 3-3 は、ある年 x (x=2011~2020) に投棄される有機性廃棄物からのメタン発生量を表したものである。投棄された廃棄物は、クレジット期間において常にメタンを発生させることになるが、その発生量は年々減少する結果となる。

表 3-5 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

年度	廃棄物総量 (ton year ⁻¹)	有機性廃棄物 (ton year ⁻¹)	BE _{CH₄,SWDS,y} (tCO ₂ year ⁻¹)
2011	102,400	46,828	5,020
2012	106,400	48,572	9,945
2013	110,600	51,451	14,920
2014	114,800	52,670	19,735
2015	119,200	56,119	24,673
2016	123,700	58,250	29,560
2017	128,300	60,352	34,400
2018	133,100	62,091	39,151
2019	136,200	64,954	43,949
2020	139,100	66,003	48,607
合計	1,213,800	567,290	269,960

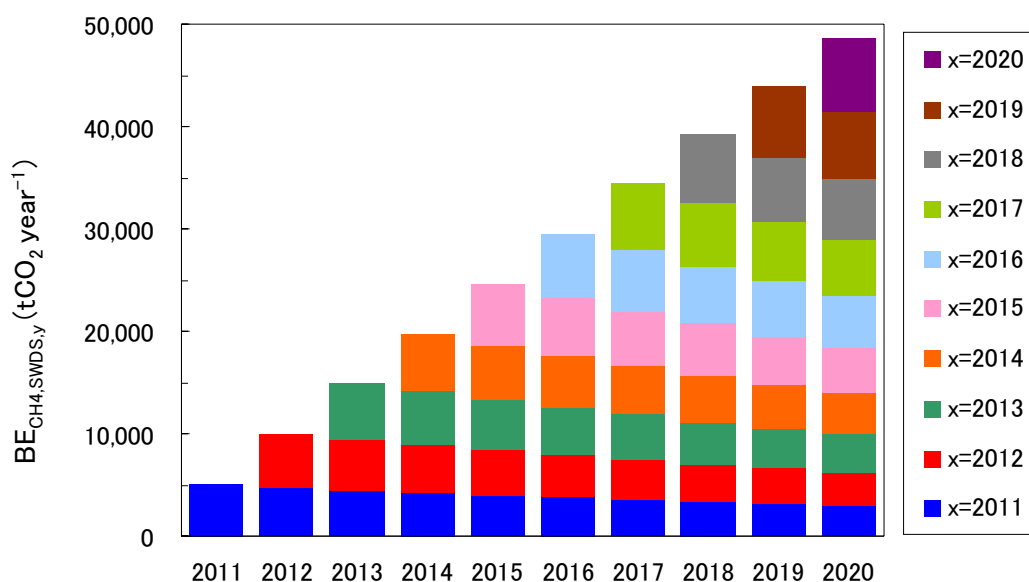


図 3-3 ある年 x (x=2011~2020) に投棄される有機性廃棄物からのメタン発生量

(2) $BE_{elec,y}$ (本プロジェクトが代替できる電力から換算されるGHG排出量)

本プロジェクトでは、バイオガス発電による電力は、プロジェクトによる利用分を除きグリッドに供給することを計画している。代替できる電力から換算されるある年“y”のGHG排出量“ $BE_{elec,y}$ ”は、次に示すAM0025の式(22)にて計算される。

$$BE_{elec,y} = EG_{d,y} * CEF_d \quad (3-6)$$

- $EG_{d,y}$: 本プロジェクトにより代替される電力量 (MWh)
- CEF_d : 系統電力の排出原単位 ($tCO_2 MWh^{-1}$)

本プロジェクトでは、出力 500kW のガスエンジン発電機 2 台を用いて発電を行なうが、ホスト企業が実施したFSでは、メタンガス $1m^3$ 当たり 1.5kWh の発電が可能であるとしている。また、嫌気性発酵によって有機性化合物 1 トン当たり $45m^3$ のメタンガスを生成することができるかと想定している。

CEF_d については、中国政府は方法論ACM0002 に従って計算した値を公表しており、これを使用する。安徽省は華東区域電力網に属しており、当該電力網のオペレーティング・マージン (OM) は $0.9421tCO_2 MWh^{-1}$ 、ビルド・マージン (BM) は $0.8672tCO_2 MWh^{-1}$ となっている。本調査では、OMとBMの相加平均から計算されるコンバインド・マージン (CM) を CEF_d とし、その値は $0.90465tCO_2 MWh^{-1}$ となる。

上記パラメータを利用し、プロジェクト内利用分として予測されている電力 ($2,190MWh year^{-1}$) を差し引いて $BE_{elec,y}$ を計算する。表 3-5 にて示した有機性化合物を嫌気性発酵処理した場合に回収できるメタンガス、バイオガス発電による電力量、並びに $BE_{elec,y}$ の推計値を表 3-6 にまとめる。

表 3-6 回収されるメタンガス、バイオガス発電による電力、並びに $BE_{elec,y}$ 推計値

年度	メタンガス量 ($m^3 \text{ year}^{-1}$)	電力量 ($MWh \text{ year}^{-1}$)	$BE_{elec,y}$ ($tCO_2 \text{ year}^{-1}$)
2011	2,107,238	3,161	878
2012	2,185,722	3,279	985
2013	2,315,300	3,473	1,161
2014	2,370,161	3,555	1,235
2015	2,525,371	3,788	1,446
2016	2,621,265	3,932	1,576
2017	2,715,854	4,074	1,704
2018	2,794,102	4,191	1,810
2019	2,922,920	4,384	1,985
2020	2,970,133	4,455	2,049
合計	25,528,067	38,292	14,829

3.6.3 プロジェクトエミッション (PE) の推計

年間プロジェクト排出量” PE_y ”はAM0025 の式(1)から算出するが、嫌気性発酵によるメタンガス回収・発電プロジェクトに関連しないものを省き、またAM0025 の式(8)を代入すれば次のように整理される。

$$PE_y = PE_{elec,y} + PE_{fuel,on-site,y} + PE_{a,l,y} + PE_{a,s,y} + PE_{w,y} \quad (3-7)$$

- $PE_{elec,y}$: プロジェクトサイトにおける電力消費からの排出量
- $PE_{fuel,on-site,y}$: プロジェクトサイトにおける化石燃料消費からの排出量
- $PE_{a,l,y}$: 嫌気性発酵プロセスにおけるメタン漏出による排出量
- $PE_{a,sl,y}$: バイオガス発電ユニットにおいて不完全燃焼時に発生する排ガスからの排出量
- $PE_{w,y}$: 排水処理プロセスにおける排出量

プロジェクトサイトではバイオガス発電より得られる電力の利用を想定しているため、 $PE_{elec,y}$ はゼロとなる。また、AM0025 に従えば、プロジェクト活動から発生する排水が好氣的に処理されている場合、 $PE_{w,y}$ を考慮しなくても良いことになっている。本プロジェクトの実施において発生する排水は好氣的に処理されるため、 $PE_{w,y}$ はゼロとなる。最終的に、プロジェクトエミッションは $PE_{fuel,on-site,y}$ 、 $PE_{a,l,y}$ 、並びに $PE_{a,s,y}$ の合計値となる。以下に、各々の算出方法および結果をまとめる。

(1) $PE_{\text{fuel,on-site},y}$

本プロジェクトにおいて化石燃料の使用が想定されるのは、廃棄物運搬における重機の利用であるが、重機利用の計画はないことをホスト企業より確認している。よって、現時点に置いて本プロジェクト実施に係る化石燃料の使用は計画されていないため、事前推計では $PE_{\text{fuel,on-site},y}$ をゼロとみなす。但し、重機の利用やその他化石燃料の利用が行なわれた場合には、AM0025 で要求されているモニタリング方法に従い $PE_{\text{fuel,on-site},y}$ を算出する。なお、発酵残渣の好気性処理において、残渣の乾燥工程には発電による廃熱の利用に加えて石炭燃焼を行なうことが想定されるが、ここでの石炭利用はプロジェクトバウンダリーの外であると考えするため、プロジェクトエミッションにはカウントしない。

(2) $PE_{a,l,y}$

AM0025 では、嫌気性発酵プロセスにおけるメタン漏出量の算出には、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、事前推計ではOption 2を採用する。そのため、 $PE_{a,l,y}$ は表 3-6 にて示したメタンガス量に 15%を乗じた値となる。なお、本プロジェクトで使用するプラントにはメタン貯蔵タンクからの漏出検知システムが組み込まれている。メタン貯蔵タンクから漏出が発生した場合、発生ガスはフレア処理装置へ送られるため漏出は無いと考えられる。また、発酵タンクは屋内に設置されており、大気への漏出は無いと考えられる。これら設計がOption 3の適用を可能にするか、今後調査を行ないたい。

(3) $PE_{a,s,y}$

AM0025 では、利用する発電ユニットにおいて不完全燃焼が発生した場合には、排ガス中にメタンや N_2O が含有するとされている。これに従い、事前推計では不完全燃焼は発生しないと考え、 $PE_{a,s,y}$ をゼロとみなす。但し、CERの発行検証時にはAM0025 で要求されているモニタリング方法に従い、 $PE_{a,s,y}$ を定量する必要がある。

3.6.4 リークージ (L) の推計

リークージ“ L_y ”はAM0025 の式(26)から算出するが、本プロジェクトに関連しないものを省いた式は次のようになる。

$$L_y = L_{t,y} + L_{r,y} \quad (3-8)$$

- $L_{t,y}$: ゴミおよび製造堆肥の輸送距離増加からの排出量
- $L_{r,y}$: 嫌気発酵処理後の残渣からの排出量

ホスト企業による調査では、プロジェクト実施に係る廃棄物や堆肥の収集・運搬に要する距離は、現在の廃棄物収集・運搬に要するものよりも相対的に短くなるとしている。そのため、事前推計では $L_{t,y}$ をゼロとする。

AM0025 では、発酵残渣から発生する N_2O と CH_4 をリーケージ “ $L_{r,y}$ ” として考慮することが要求されている。ある年 y における N_2O のリーケージ ($L_{N_2O,y}$) は、廃棄物より作られるコンポストからの N_2O 発生量 ($PE_{c,N_2O,y}$) の計算式 (AM0025 中の式 5) をベースとした、以下の式から計算される。

$$L_{N_2O,y} = A_{c,x} * EF_{c,N_2O} * GWP_{N_2O} \quad (3-9)$$

- $A_{c,x}$: 発酵残渣の量 (ton)
- EF_{c,N_2O} : N_2O 排出係数 ($0.043\text{kg}N_2O \text{ ton}^{-1}$)
- GWP_{N_2O} : N_2O の地球温暖化係数 (CO_2 の 310 倍)

本プロジェクトでは、発酵残渣を好氣的処理によってコンポスト化し、近隣農家へ販売する予定である。そのため、発酵残渣の量 “ $A_{c,x}$ ” は生産されるコンポストの量となる。ホスト企業が実施した FS では、嫌氣性発酵および好氣的処理によって、有機性廃棄物 1 トンから 250kg のコンポストが生産できるとしている。結果、コンポスト生産量 ($A_{c,x}$) は表 3-5 にて示した有機性廃棄物量の 25% となる。計算された $A_{c,x}$ および $L_{N_2O,y}$ を表 3-7 にまとめる。

表 3-7 コンポスト生産量 ($A_{c,x}$) およびコンポストからの N_2O 発生量 ($L_{N_2O,y}$)

年度	$A_{c,x}$ (ton year-1)	$L_{N_2O,y}$ (tCO ₂ year ⁻¹)
2011	46,828	156
2012	48,572	162
2013	51,451	171
2014	52,670	176
2015	56,119	187
2016	58,250	194
2017	60,352	201
2018	62,091	207
2019	64,954	216
2020	66,003	220
合計	567,290	1,890

ある年 y における CH_4 のリーケージ ($L_{\text{CH}_4,y}$) は、発酵残渣中において嫌気性発酵が生じた場合に考慮することとなっており、 $\text{BE}_{\text{CH}_4,\text{SWDS},y}$ (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) の算出式 (3-5) における有機性廃棄物量 ($W_{j,x}$) を生産されるコンポスト量 ($A_{c,x}$) に置き換えて算出する。また、AM0025 は、発酵残渣中の酸素濃度が 10%未満の場合、その発酵残渣は嫌気性発酵状態にあると定義している。本プロジェクトでは、好気性処理に図 2-7 で示した自動攪拌設備を導入する予定であり、コンポスト生産過程において発酵残渣は常に切り返しを受ける。そのため、発酵残渣中には十分に酸素が行き届くと考えられ、嫌気性発酵状態は起こり得ないと考える。よって、事前推計では $L_{\text{CH}_4,y}$ をゼロとする。

3.6.5 温室効果ガス削減量の概算

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 3-8 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。

表 3-8 クレジット期間における温室効果ガス削減量 (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
2011	5,898	4,741	156	1,001
2012	10,929	4,918	162	5,850
2013	16,081	5,209	171	10,700
2014	20,970	5,333	176	15,462
2015	26,119	5,682	187	20,250
2016	31,136	5,898	194	25,044
2017	36,104	6,111	201	29,793
2018	40,962	6,287	207	34,468
2019	45,934	6,577	216	39,141
2020	50,656	6,683	220	43,754
合計	284,789	57,438	1,890	225,461

3.7 モニタリング実施計画

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 3-9 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起業に行うとともに、QA/QC 構築に係る検討を実施する予定である。

表 3-9 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）
$MC_{N_2O,a,y}$	排煙中の N_2O 含有量
$MC_{CH_4,a,y}$	排煙中の CH_4 含有量
$EG_{d,y}$	プロジェクト活動により代替される電力量
$A_{j,x}$	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

3.8 プロジェクト実施に伴う環境影響について

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。

3.9 利害関係者のコメント

プロジェクト設計書（PDD）作成における利害関係者コメントの収集では、地元の自治体および事業監督当局、また、プロジェクトサイト周辺住民に対して実施することが求められている。コメント収集は、プラント建設に際し開催される関係者向け事業説明会において実施する予定である。なお、プロジェクトプラントの建設許可は既に渦陽县政府より受けており、渦陽县政府は事業推進の姿勢を示している。

3.10 プロジェクトの実施体制

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。

日本エヌ・ユー・エス株式会社は、本プロジェクトの CDM 化に係わる作業全体のコンサルティングを担当しており、CDM 化に係わるすべての作業を統括し、各機関への指示を出す立場にある。清華大学 CDM R&D センターは、中国国内の CDM サポートセンターとして機能しており、本プロジェクトではホスト企業と日本エヌ・ユー・エス株式会社との間の様々な調整、中国の中央政府や地方政府との交渉等を担当する。北京喜地愛母科技諮問有限公司は、清華大学 CDM R&D センターの実務を実施するために設立された会社であり、本プロジェクトでは、PDD 作成におけるステークホルダーズコメントの収集と整理、環境影響評価に関するレポート作成に加え、ホスト企業の CDM 関連作業の支援等を担当する。南京霖輝环保科技有限公司は、本プロジェクトの所有企業（ホスト企業）であり、プロジェクト自体の設計、施行、運営、実施のための資金調達を行う機関である。同社は、日本エヌ・ユー・エス株式会社の指示に従って、本プロジェクトの CDM 化及び PDD 作成のために必要な情報等を収集し、提供することになっている。

以上の 4 機関は、実際の面談等も含め、密接に連絡を取り合っており、プロジェクトの CDM 化へ向けた協力体制を確立している。

4 廃棄物発電システムによる CDM プロジェクトの経済性評価

4.1 実施に係る資金計画

プラント建設用地は渦陽县政府より無償で提供されるが、プラント建屋施工、廃棄物分別システム、嫌気性発酵槽、発電ユニット、ガス貯蔵タンク、コンポスト生産システム、運搬車両、その他付随設備・備品など、全てを含めた必要資金の総額は約 12,306 万元と見積もられており、全額がホスト企業によって投資される。

4.2 経済性分析

本プロジェクトは、分別回収された有機性廃棄物に対して嫌気発酵処理を行い、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ことを目的としている。本プロジェクト実施に係る初期投資および運転コストは、プロジェクトバウンダリー中ある施設に必要なものとなり、収入源は、売電、CER 販売、並びに廃棄物処理に係る政府からの財政補助となる。初期投資費用内訳を表 3-9 に、運転コスト内訳を表 3-10 にまとめる。

ホスト企業が実施した FS では、渦陽県における売電価格は 0.37 元 kWh^{-1} であり、バイオガス発電による売電には更に 0.25 元 kWh^{-1} が上乗せされると報告している。よって、本プロジェクトにおける売電収入は、表 3-6 に示した発電量からプロジェクト内利用分 ($2,190 \text{ MWh year}^{-1}$) を差し引いた値に 0.62 元 kWh^{-1} を乗じて算出する。また、廃棄物処理量 1 トン当たり 60 元の財政補助が渦陽县政府より出される予定である。よって、廃棄物処理に係る政府からの財政補助は、表 3-1 で示した年間ごみ発生総量に 60 元 ton^{-1} を乗じて算出する。

本プロジェクトの事業評価を表 3-11 に示す。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。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る。IRR は、CDM がいない場合に 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。

表 3-9 初期投資費用内訳

項目	金額(万円)
<u>土工工事</u>	
発電機室	16.5
嫌気発酵池等	1080.0
配電室	17.6
機械修理室、当直室	44.0
脱水機室	16.8
設備基礎	98.7
<u>設備購入</u>	
脱臭システム	167.2
嫌気発酵プロセス	515.3
メタン発電設備	602.3
送変電設備	127.8
事務機器類	80.0
<u>その他費用</u>	
プロセス設計	25.0
技術研修費	22.5
特許使用料	35.0
設計費	30.0
補充設備	42.5
発電系統連系付随費	57.5
工場区既存埋設ケーブル移設費	32.5
工場区既存電線ルート変更費	7.5
予備費	200.0
合計	3218.7

表 3-10 運転コスト内訳

項目	金額(万元)
<u>直接支出</u>	
人件費	59.3
福利厚生・保険等	16.3
消耗品・材料費	75.1
修理費	31.5
予備費	15.7
<u>間接支出</u>	
減価償却費(償却期間は10年)	259.6
償却費(償却期間は10年)	21.7
合計	479.2

表 3-11 本プロジェクトの事業評価(単位: 万元)

年	初期投資	年間運転 コスト	売電収入	政府に よる補助	CER 販売収入	CDMがない 場合の総利益	CDMがある 場合の総利益
0	3219	—	—	—	—	-3219	-3219
1		479	196	614	9	331	340
2		479	203	638	52	362	414
3		479	215	664	95	400	494
4		479	220	689	138	430	569
5		479	235	715	180	471	651
6		479	244	742	224	507	731
7		479	253	770	267	543	810
8		479	260	799	309	579	889
9		479	272	817	351	610	961
10		479	276	835	393	632	1025
IRR						7.38%	13.69%

5 事業化に向けた課題

5.1 プラント建設に向けて

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・建設を順次進めていきたい。

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、表3-1で示したとおり、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。

5.2 温室効果ガス削減量の計算方法について

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り、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5-1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

については費用対効果を十分に検証する必要がある。

表 5-1 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

6 温暖化防止および公害防止のコベネフィット実現性について

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。なお、現在稼動しているパイロットプラントでは、現在のところ無機性廃棄物は全て再利用もしくは専門業者によって回収されており、プラントから埋め立て処分場に運ばれる廃棄物の量はゼロとなっている。

本プロジェクトのような、メタン回避を対象とした 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。