

# 平成 17 年度 CDM / J I 事業調査 概要版

## 中国・廃棄物処分場埋立ガス回収及び発電事業調査

平成 18 年 3 月  
日本技術開発株式会社

### 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 CDM プロジェクトの実施サイトがある上海市は中華人民共和国(以下、中国)最大の経済の中心都市で、総面積は約 6,300km<sup>2</sup>、2004 年時点の人口は約 1,740 万人である。近年の上海市では国内総生産(GDP)が急成長し、これに伴って電力使用量も急増したため、電力需要が逼迫している。同市の老港廃棄物埋立処分場は面積約 600ha、埋立容量約 7,000 万 m<sup>3</sup>で、現在、1 日に 6,000 トンのごみを埋立処理している。本プロジェクトは廃棄物埋立処分場における温室効果ガスであるメタンを主成分とする埋立ガス(LFG)の回収およびその LFG を利用した発電事業である。本プロジェクトは、LFG をクリーンエネルギー源として発電に利用することにより、地球環境の改善を図るとともに、対象地域に環境的、経済的利益をもたらす、持続的発展に貢献することを目的として企画立案した。

#### ホスト国の概要

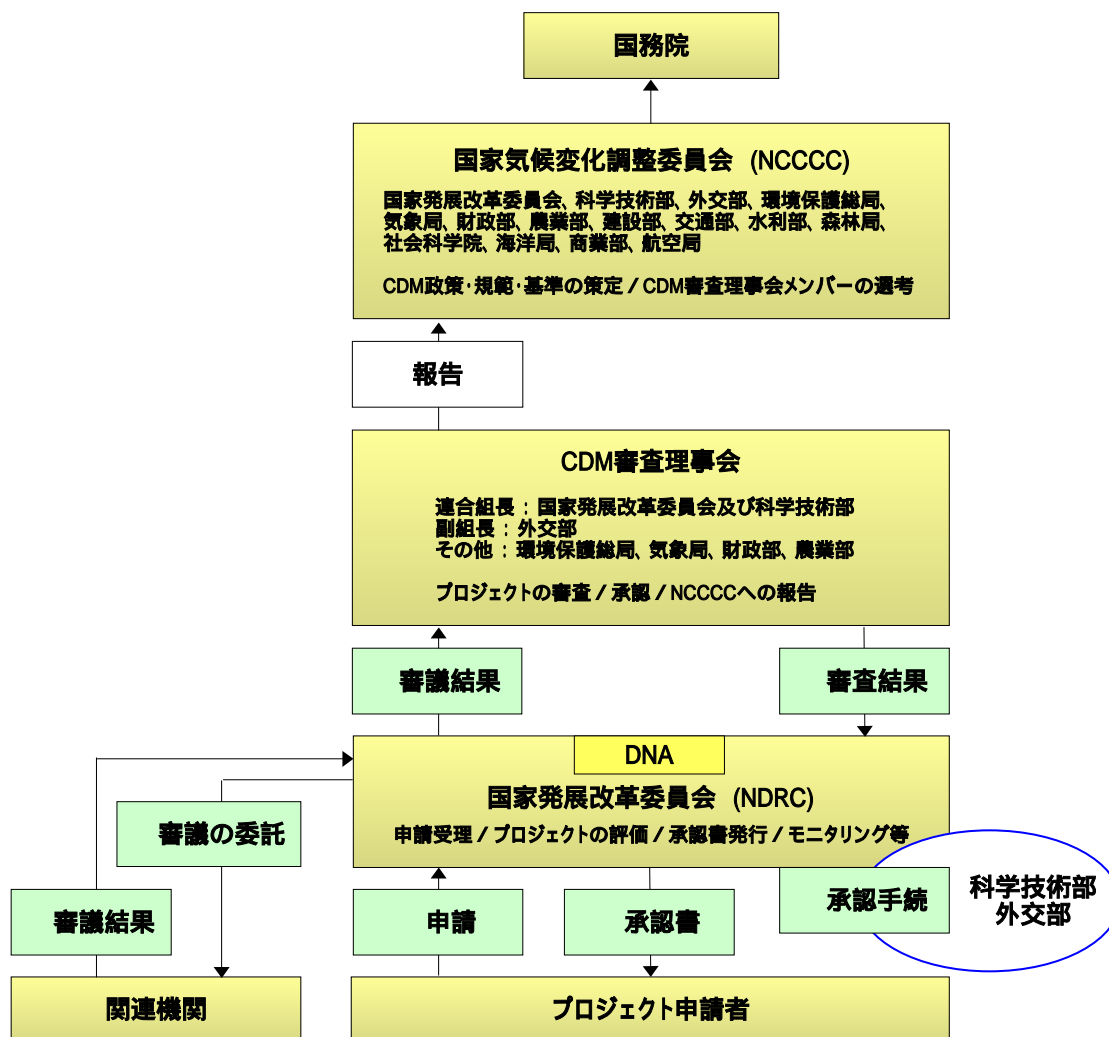
ホスト国である中国の面積は約 960 万 km<sup>2</sup>で、ロシアとカナダに次いで、世界で 3 番目の大きさである。人口は 12 億 9,227 万人(2003 年末)で、首都は北京である。中国経済は 1997 年のアジア金融危機により 1998～1999 年頃に一時的に成長が鈍化したが、2001 年 12 月の WTO 加盟による貿易の促進、外国資本の流入により近年は 8～9%台の経済成長を遂げている。現在、経済成長に伴い電力需要が急増し、沿岸地域をはじめ深刻な電力不足に陥っている。今後も経済成長の高い伸びに伴い、国内のエネルギー需要が急増することが予想される。このような認識のもと、中国政府はエネルギー分野の開発と省エネルギーの両立を推進している。エネルギー開発では電源開発を中心に、石炭をベースとし、石油と天然ガスの開発に注力している。また、新エネルギーや再生可能エネルギーも積極的に発展させる計画である。

工業生産の急速な拡大、経済発展に伴う消費の活発化により、ごみ問題(固形廃棄物汚染)が深刻な問題となっている。都市部におけるごみの発生量は年平均約 8%以上の割合で増加しており、ほぼ経済成長率と同様である。都市部のごみ処理量は、1980 年には 3 千万トン程度だったものが、1995 年には 1 億トンを突破した。中国の大部分の廃棄物埋立処分場では、廃棄物からメタンを主成分とする LFG が発生し、地球温暖化に重大な影響を及ぼすばかりではなく、悪臭および火災の危険といった地域環境を悪化させる原因となっている。

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

中国は 2002 年 8 月に京都議定書を批准している。2004 年 7 月には認定国家機関(DNA)が国家発展改革委員会内に設置された。CDM プロジェクトへの協力は中国国内ではまだ日が浅く、中国政府は各部門の研究機構と協議し、政策および管理は「透明」、プロセスは「簡明」という原則のもとに、中国国内での CDM プロジェクトの審査および調印のプロセス、政策スキームを基本的に確立した。CDM 運営管理暫定弁法が 2004 年 5 月 31 日に規定され、同 6 月 30 日に施行された。更に、2005 年 10 月 12 日に同暫定弁法が廃止され、CDM プロジェクト運行管理弁法が成立した。中国政府が推奨する CDM プロジェクトの重点分野は、エネルギー効率の向上、新エネルギーと再生可能エネルギーの開発・利用、メタンと炭層ガスの回収・利用である。

CDM 認証体制として、国家気候変化調整委員会の下に CDM 審査理事会が設立されている(第 1 図)。



第 1 図 中国の CDM 認証体制

## 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

本プロジェクトでは発電能力 8～15MW の発電を行うことで、数万人の人々に電力を供給する。LFG のフレア焼却は、中国政府が求める改善策ではなく、本プロジェクトのような自主的な改善は、地域環境の持続可能性への貢献があると判断される。地域住民には埋立処分場で廃棄物から発電できるというリサイクル意識の啓発が可能であり、プロジェクト実施により廃棄物の有効利用の促進につながる。

また、職業開発と雇用創出への貢献として、プロジェクト運営会社に少なくとも 20 人程度の従業員が雇用される。技術開発への貢献では、本プロジェクトと同様な施設が全国的に展開され、さらなる開発が促進されると考えられる。本プロジェクトにおいて対象とする温室効果ガスはメタンである。回収したメタンを用いて発電した電力を電力会社に売電することにより、既存発電所で発電する電力量が削減される。この削減された電力量を発電した場合に排出されたであろう CO<sub>2</sub>(燃料消費量の削減)も本プロジェクトによる CO<sub>2</sub> の排出削減量となる。

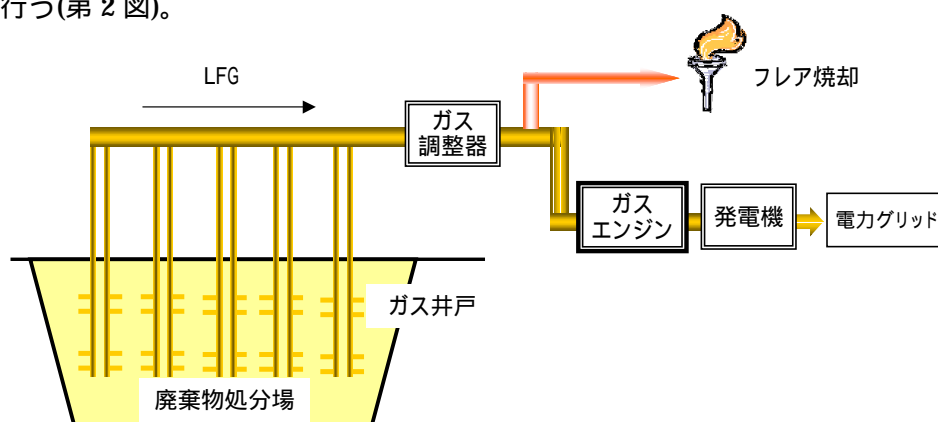
## 調査の実施体制（国内・ホスト国・その他）

本調査の実施主体は、日本技術開発㈱である。本調査の一部である PDD(プロジェクト設計書)の作成には、みずほ情報総研㈱の支援を得た。また、現地調査では、上海市市容環境衛生管理局、上海老港廃棄物処置有限公司、上海城投環境投資有限公司、および上海日技環境技術コンサルタント有限公司の協力を得た。

## 2. プロジェクトの立案

### プロジェクトの具体的な内容

本プロジェクトでは、埋立処分場に LFG 回収のための回収井戸を設置し、収集した LFG をガス調整器で前処理した後、ガスエンジンを用いて発電を行う。発電した電力のうち、施設利用以外の電力を売電し、ガスエンジンによる発電で燃焼されない余剰の LFG はフレア焼却を行う(第 2 図)。



第 2 図 廃棄物埋立処分場での LFG 回収・発電の概念図

### LFG 回収システム

LFG 回収システムは垂直・水平ガス井戸を使用するが、基本的には我が国の廃棄物最終処分場に設置されている設備と同様なものである。

### ガスエンジン発電システム

濃度が低く不安定なメタンガスを使用する LFG 発電の経済性を向上させるため、LFG に 40～60%含有されるメタンを燃料とするガスエンジンを導入する。

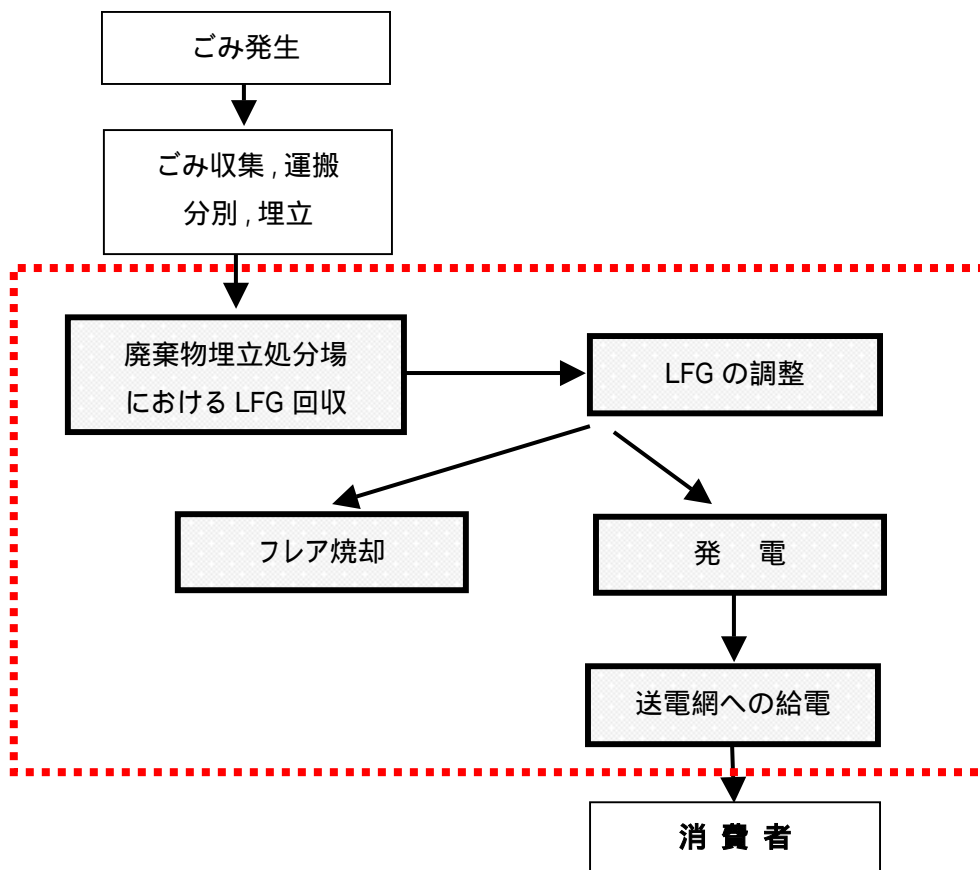
### LFG フレアリングシステム

LFG の主成分であるメタンは温室効果ガスであり、そのまま大気へ放出することは問題がある。このため余剰のメタンはフレアリングシステムで燃焼させ CO<sub>2</sub>に変換する。

## プロジェクトバウンダリー・ベースラインの設定・追加性の証明

### プロジェクトバウンダリー

本 CDM プロジェクトのシステムバウンダリーを第 3 図に示す。システムバウンダリーは、廃棄物処分場における LFG の回収、メタンガスでの発電、送電網への給電(売電)を含む。ただし、本プロジェクトでは廃棄物(ごみ)の収集・運搬や埋立処分場の建設・運営を含まないため、輸送車等の影響は含まない。



第 3 図 システムバウンダリーのフローチャート

## ベースラインの設定

LFG プロジェクトに関しては、CDM 理事会で承認済みの温室効果ガス排出量のベースラインを決定するための方法論(ベースライン方法論)が数多く提案されてきている。本プロジェクトで使用したベースライン方法論は、ACM0001「LFG プロジェクト活動における統合化方法論」である。本プロジェクトは、回収メタンを発電に使用し、更に発電した電力をグリッドに送電することで他のエネルギー源代替による排出削減効果を得ることを目的としており、統合化方法論の適用が可能であると考えられる。

そこで、本プロジェクトでは系統電源の代替によるCO<sub>2</sub>クレジットを要求するため、ACM0002「グリッド接続再生可能エネルギープロジェクトの統合方法論(代替される電力/熱のベースライン方法論)」を適応する。

## 追加性の証明

現行の LFG を回収もせず燃焼もさせない事業継続(ベースライン)に反して、この LFG プロジェクト開発の可能性は、当該プロジェクトの内部収益率(IRR)と中国(ホスト国)での投資活動に適用される融資利率をベンチマークとして評価される。ここでの融資利率とは、中国の市中銀行の長期金利である 6.12%である。プロジェクトの IRR をそれらの数値と比較し同等もしくは低い条件であれば、このプロジェクトは実現可能性が低いと考えられる。CO<sub>2</sub> クレジット収入を見込まないプロジェクトの IRR は、3.8%であり、中国の長期市中金利(6.12%)以下である。すなわち CO<sub>2</sub> クレジットを見込まない場合のメタン回収・発電プロジェクトは投資家にとっての魅力はなく実現性が低い。

中国では廃棄物埋立処分場におけるメタン回収を義務づける強制力のある法は依然存在しないため、廃棄物埋立処分場の大半は、依然として資本不足や技術不足が原因で、国際的に見て高いレベルの構造基準および環境基準を満足していないのが現状である。

## プロジェクト実施による GHG 削減量及びリーケージ

本プロジェクト実施による温室効果ガス(GHG)排出削減量は以下の 3 要素から算出する。

- ・ 発電において燃焼されるメタン排出削減量
- ・ フレア焼却において燃焼されるメタン排出削減量
- ・ 系統電源に売電することにより代替される化石燃料の CO<sub>2</sub> 排出量

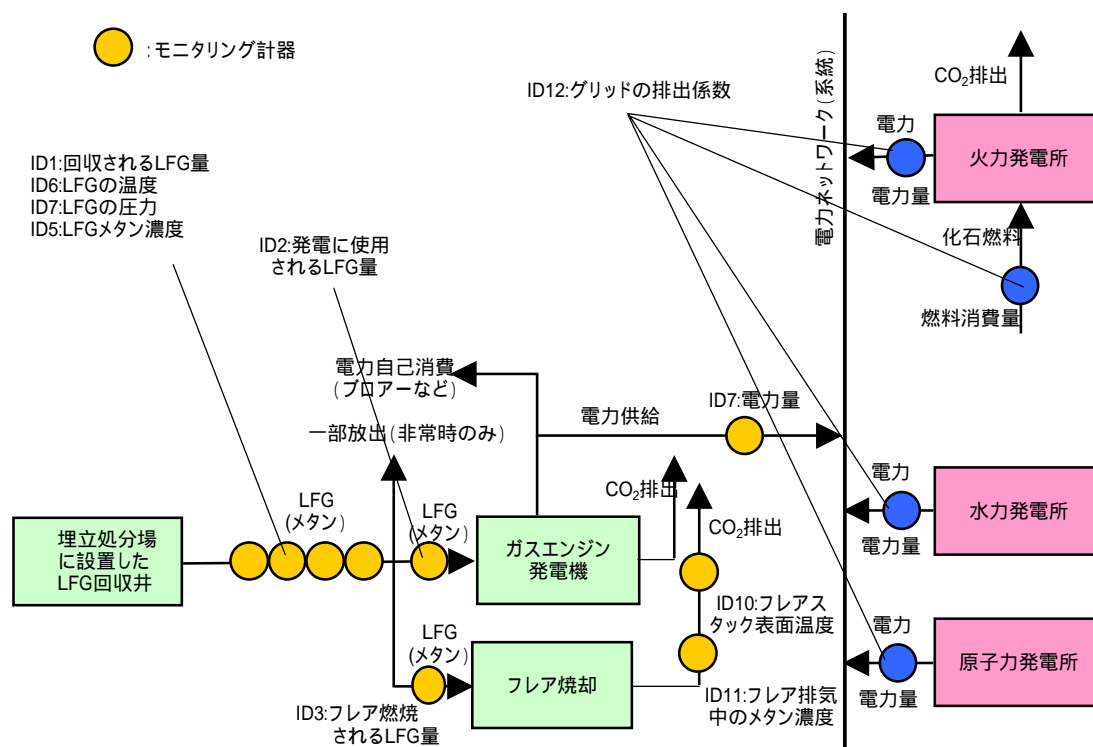
本プロジェクトで燃やすメタンは、バイオマス由来のものであり、バイオマスはその成長過程で CO<sub>2</sub> を吸収しているため、本プロジェクトの炭素排出量はカーボン・ニュートラルであると考えられる。また、本プロジェクトが排出削減量の直接モニタリングを採用するため、間接的な排出が削減量の算出に影響することはない。プロジェクトケースでの GHG 削減量の算出・削減は、GHG 排出削減につながるプロジェクトを実施して、そのプロジェクトがなかった場合に排出されているであろう排出量との差を削減量として認識することを意味する。本 CDM プロジェクトの場合は事業実施後の GHG 排出量は「0」と解釈され、プロジェクトケース削減量はベースライン削減量と一致する(第 1 表)。

第1表 ベースライン排出量合計

稼動年	年	発電・フレア焼却による排出削減量(トンCO <sub>2</sub> )	系統電源代替排出量(トンCO <sub>2</sub> )	ベースライン(トンCO <sub>2</sub> )
1	2007	571,436	48,776	620,212
2	2008	675,238	55,279	730,518
3	2009	780,095	92,056	872,151
4	2010	792,042	92,056	884,098
5	2011	802,941	93,319	896,260
6	2012	812,723	93,506	906,229
7	2013	821,043	86,021	907,064
8	2014	829,052	86,021	915,073
9	2015	835,856	80,181	916,037
10	2016	756,852	80,181	837,033
合計		7,677,279	807,396	8,484,675

### モニタリング計画

本 CDM プロジェクトで使用したモニタリング方法論は、ACM0001「LFG プロジェクト活動の統合化方法論」である。LFG 回収利用プロジェクトの特性は、大気に放出されずに回収・利用した排出削減量を直接測定できることである。そのため本プロジェクトで実現される排出削減量を算定するためには、ベースラインとプロジェクトの排出量を比較する必要はない。本プロジェクトで使用するモニタリングシステムを第4図に示す。



第4図 モニタリングシステム

### **環境影響/その他の間接影響**

本 CDM プロジェクトにおいて想定される環境影響要因とその評価は以下の通りである。

#### **水質**

廃棄物埋立処分場の表面被覆による雨水排水、浸出水量削減により、浸出水漏水のリスクも削減でき、土壌・海水汚染の原因を改善することが可能であり、水質悪化のリスクを低減させることができると考えられる。

#### **大気**

LFG に含まれる有毒ガスによる中毒、メタン等の温室効果ガスの回収による地球温暖化防止、悪臭防止等、大気環境への影響を現状より大幅に低減できると考えられる。

#### **騒音**

老港廃棄物埋立処分場は郊外にあり、近隣に居住する住民はいない。更に、本サイトの敷地面積は広大であり、騒音の主な発生源と考えられるガスエンジンを敷地境界から適切な距離を確保して設置できることと、また、同エンジンは建屋内へ設置されることから、低い騒音レベルで制御できるものと考えられる。

### **利害関係者のコメント**

本 CDM プロジェクトで想定される利害関係者は、中国建設部、上海市市容環境衛生管理局、上海老港廃棄物処置有限公司、同済大学の環境専門家、およびサイト周辺地域住民である。具体的なコメントは以下の通りである。

#### **社会経済面発展の観点からのコメント**

LFG のフレア焼却は、中国政府が求める改善策ではない。本 CDM プロジェクトのような自主的な改善は、地域環境の持続可能性への貢献であるとみなされる。

#### **環境保護の観点からのコメント**

表面被覆による雨水排水、浸出水量削減により、浸出水漏水のリスクも削減でき、土壌・海洋汚染の原因を改善することが可能である。LFG に含まれる有毒ガスによる中毒、メタン等の温室効果ガスの回収による地球温暖化防止、悪臭防止等、大気環境への影響を現状より大幅に低減できると考えられる。

#### **地域住民の生活に与える影響の観点からのコメント**

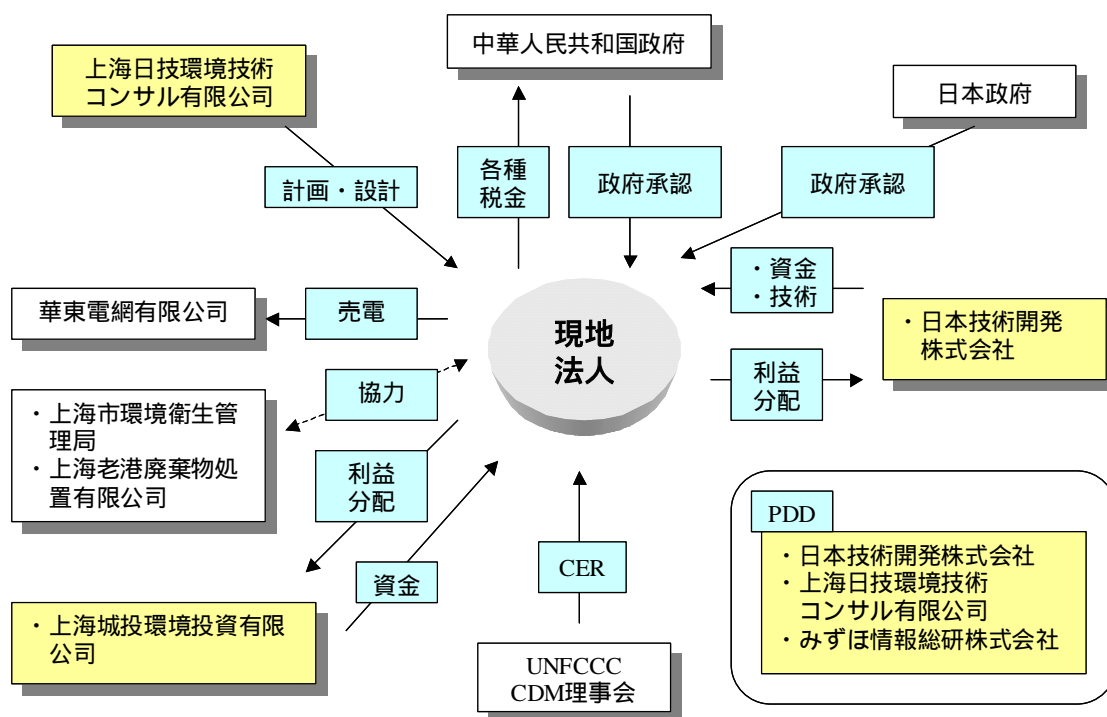
職業開発と雇用創出の改善としての貢献では、プロジェクト運営会社には少なくとも 20 人程度の従業員が雇用される。

### 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 CDM プロジェクトを実施するため、中国側と日本側が出資する事業用の現地法人(合弁会社：特別目的会社(SPC))を設立する(第 5 図)。以下に参加企業の役割を示す。

- ・ 現地法人：上海城投環境投資有限公司、日本技術開発(株)等
- ・ PDD 作成者：みずほ情報総研(株)
- ・ 技術提供：日本技術開発(株)、上海日技環境技術コンサル有限公司
- ・ クレジット取得者：現地法人
- ・ 売電先：華東電網有限公司(本社：上海)
- ・ サイト管理者：上海老港廃棄物処置有限公司
- ・ 上海市窓口：上海市環境衛生管理局



第 5 図 CDM プロジェクトの実施体制

#### プロジェクト実施のための資金計画

プロジェクト初期総投資額は 3,508 百万円で、その内訳は詳細調査(1.55 億円)、機器設備製作(23.21 億円)、土木工事(6.73 億円)、発電機据付(0.23 億円)、試運転(0.24 億円)、および予備費(3.12 億円)である。資本金はプロジェクト初期総投資額(3,508 百万円)の 30% (1,052 百万円)とし、特別目的会社(SPC)の銀行借入金金は 70%(2,456 百万円)とする。

資本金(1,052 百万円)

中国側は「上海城投環境投資有限公司」等が、日本側は日本技術開発(株)等が出資する。



- ・上海城投環境投資有限公司等 : 出資金 : 852 百万円
- ・日本技術開発(株)等 : 出資金 : 200 百万円

SPC 借入金(2,456 百万円)

SPC は、2,456 百万円を中国市中銀行より借入する計画である。

### 費用対効果

本プロジェクトの経済性を CO<sub>2</sub> クレジット(CER)がない場合と 5 ドル(550 円)/CO<sub>2</sub> トンの CO<sub>2</sub> クレジットがある場合を比較すると、IRR に大幅な改善がみられ、LFG 回収・発電プロジェクトの CDM プロジェクトとしてのポテンシャルは高いといえる(第 2 表)。

第 2 表 CO<sub>2</sub> クレジットがない場合と CO<sub>2</sub> クレジットがある場合の IRR 比較

	IRR	投資回収年数
CO <sub>2</sub> クレジットなし	3.8%	8年
CO <sub>2</sub> クレジット込み(5ドル/CO <sub>2</sub> トン)	16.3%	5年

現在のところ、中国には再生可能エネルギーに対する税金面等の優遇措置は確立されていない。このため、CER の単価が、CDM 事業の利益に大きく影響を与える。5 ドル/CO<sub>2</sub> トン(550 円/CO<sub>2</sub> トン)、7 ドル/CO<sub>2</sub> トン(770 円/CO<sub>2</sub> トン)、10 ドル/CO<sub>2</sub> トン(1,100 円/CO<sub>2</sub> トン)での感度分析の結果、5 ドル/CO<sub>2</sub> トンで良好な IRR を示す。現段階では、5 ドル/CO<sub>2</sub> トン以上のクレジットを期待する(第 3 表)。

第 3 表 感度分析結果

CO <sub>2</sub> 単価 評価項目	クレジットなし	\$ 5/CO <sub>2</sub> トン	\$ 7/CO <sub>2</sub> トン	\$ 10/CO <sub>2</sub> トン
IRR ( % )	3.8%	16.3%	20.6%	26.4%
投資回収年数	8年	5年	5年	4年

### 具体的な事業化に向けての見込み・課題

中国政府が優先して促進している CDM プロジェクトの一つが、メタン回収・利用プロジェクトである。本 CDM プロジェクトである「上海市老港廃棄物埋立処分場におけるメタン回収・発電事業」は、中国の CDM 政策に合致するため、国家発展改革委員会(DNA)の承認が得やすいプロジェクトと判断される。本 CDM プロジェクトの実施者は中国と日本(日本技術開発(株))の両国の企業である。中国側が 50%以上の株を有する合弁企業である現地法人(SPC)を設立し、プロジェクト運営にあたらせる。

中国政府は、CERの価格については混乱を避けるため、CDMプロジェクトによるCERの最低価格を設定し、CERの価格を管理する計画である。国家発展改革委員会(DNA)の王氏へのインタビューでは、2005年12月現在で、中国政府のCERの最低価格はCO<sub>2</sub>トン当たり7US\$(770円)程度と想定している。このようなCERの最低価格を念頭に置き、日本側(日本企業)バイヤーを募集中である。

今後のCDMプロジェクトのスケジュールを以下に示す。

2006年4月：SPC 設立予定

4～8月：CDM 申請(中国、日本、国連に申請)

9～12月：設備設置

2007年1月：操業開始予定