

平成 17 年度 C D M / J I 事業調査

中国・廃棄物処分場埋立ガス回収及び発電事業調査

報 告 書

平成 18 年 3 月

日本技術開発株式会社

目次

第1章 プロジェクト実施に係る基礎的要素	1
1.1 中国の基本情報	2
1.1.1 基礎データ	2
1.1.2 国土、自然、人口	2
1.1.3 政治制度	4
1.1.4 行政区画	5
1.1.5 外交	6
1.1.6 経済	6
1.1.7 通貨政策	7
1.1.8 外国貿易	7
1.1.9 主要産業	8
1.1.9.1 農業	9
1.1.9.2 工業	9
1.1.9.3 商業	10
1.2 中国のエネルギー	11
1.2.1 エネルギー事情	11
1.2.2 温室効果ガス排出量実績・予測	12
1.2.3 エネルギー資源	13
1.2.3.1 石炭	13
1.2.3.2 石油	14
1.2.3.3 天然ガス	14
1.2.3.4 水力	14
1.2.4 電力事情	15
1.2.4.1 電力事業の現状	15
1.2.4.2 電力事業の規模	16
1.3 中国での固形廃棄物処理の現状	17
1.3.1 固形廃棄物問題	17
1.3.2 固形廃棄物処理行政	17
1.3.3 埋立ガスの利用	18
1.4 プロジェクトに係るエネルギー関連政策	20
1.4.1 省エネルギー政策	20
1.4.2 再生可能エネルギー政策	20

1.4.3 環境政策	22
1.4.3.1 環境行政の歩み	22
1.4.3.2 環境行政組織	23
1.4.3.3 環境モニタリング機構と環境情報	23
1.4.3.4 環境基準	24
1.5 中国における CDM 政策	24
1.5.1 CDM 準備態勢のながれ	24
1.5.2 CDM 認証体制	25
1.5.3 CDM 政策の現状	26
1.5.4 CDM に必要な手順	27
1.5.5 中国での CDM プロジェクトの実施の留意点	28
第 2 章 プロジェクトの検討	30
2.1 プロジェクトが中国・上海市の持続可能な開発に貢献できる点	31
2.2 プロジェクト概要	32
2.3 プロジェクト実施者	32
2.4 プロジェクト実施体制	33
2.5 プロジェクト期間	33
2.6 上海市の基本情報	34
2.6.1 上海市の概況と歴史	34
2.6.2 上海市の気候	36
2.6.3 上海市の電力事情	37
2.6.3.1 電力会社の状況	37
2.6.3.2 電力料金	39
2.7 上海市老港廃棄物埋立処分場の概要	39
2.7.1 上海市老港廃棄物埋立処分場の現状	39
2.7.2 上海市のごみ処理	42
2.7.2.1 上海市のごみ処理の現状	42
2.7.2.2 上海市のごみ処理基本計画	44
2.8 導入システム	45
2.8.1 システム構成	45
2.8.2 メタン回収システム	46
2.8.3 メタン回収井戸の設計	48
2.8.3.1 第 1 期工区～第 3 期工区	48
2.8.3.2 第 4 期工区	49
2.8.4 前処理システム	49
2.8.5 ガスエンジン発電システム	50
2.8.6 フレアリングシステム	51

2.9	資金計画	51
2.10	事業性評価	51
2.10.1	前提条件	51
2.10.2	プロジェクトの支出	52
2.10.3	プロジェクトの収入	54
2.10.4	内部収益率 (IRR)	55
2.10.5	感度分析	55
2.10.5.1	CO2 クレジット単価変化	55
2.10.5.2	メタン量変化	55
2.11	プロジェクト効果	56
2.11.1	省エネルギー効果	56
2.11.2	温室効果ガス削減効果	56
2.11.3	普及効果	56
2.11.4	その他の効果	56
第3章プロジェクト設計書 (概要版)		58
3.1	ベースライン方法論の適用	60
3.1.1	適用されたベースライン方法論	60
3.1.2	統合化方法論を適用できる理由	60
3.1.3	プロジェクト実施による温室効果ガス排出削減過程	61
3.1.4	プロジェクト領域	63
3.2	プロジェクト実施期間/クレジット獲得期間	63
3.2.1	プロジェクト実施期間	63
3.2.2	クレジット獲得期間	63
3.3	モニタリング方法論の適用と計画	64
3.3.1	適用されたモニタリング方法論	64
3.3.2	統合化方法論を適用できる理由	64
3.3.3	排出削減量算定のためのモニター対象データ	64
3.3.4	排出削減量算定式	67
3.4	温室効果ガス排出削減量の計算	68
3.4.1	メタン発生量の推定	68
3.4.2	メタン回収可能量の推定	70
3.4.3	ベースライン消費量および排出量	71
3.4.4	プロジェクトケース消費量および排出量	76
3.5	環境影響評価	77
3.6	ステークホルダー・コメント	78
3.6.1	利害関係者	78
3.6.1	利害関係者のコメント	78

第4章 事業調査	82
4.1 調査体制	83
4.2 現地調査	83
4.2.1 第1回現地調査	83
4.2.2 第2回現地調査	83
4.2.3 第3回現地調査	84

主要引用文献

添付資料

資料-1 処分場平面図

資料-2 温室効果ガス排出削減量計算表

資料-3 財務分析結果表

資料-4 PDD

第 1 章 プロジェクト実施に係る基礎的要素

1.1 中国の基本情報

1.1.1 基礎データ

我が国外務省のホームページ（各国・地域情報）上の中華人民共和国(以下、中国)に関する基礎データを第 1-1 表に示す。

第 1-1 表 中国に関する基礎データ(出典：外務省 HP)

一般事情	
面積	960万km ² (日本の約26倍)
人口	12億9,227万人(2003年末)
首都	北京
人種	漢民族(総人口の92%)及び55の少数民族
言語	漢語(中国語)
宗教	仏教・イスラム教・キリスト教等
略史	1911年 辛亥革命により清朝崩壊 1912年 中華民国成立 1921年 中国共産党創立 1949年10月1日 中華人民共和国成立
政治体制	
政体	人民民主共和制
国家主席	胡錦濤
議会	全国人民代表大会
政府	首相 温家宝(国務院総理) 外相 李肇星(外交部長)
共産党	胡錦濤(総書記)
経済	
主要産業	農業、エネルギー産業、鉄鋼、繊維、食品
GDP	約1兆6,487億ドル(2004年、13兆6,515億元) (ドルベースの数字は1ドル=8.28円で換算)
1人当たりGNI	1,100ドル(2003年)
経済成長率	9.5%(2004年)
物価上昇率	3.9%(2004年、消費者物価)
失業率	4.2%(2004年、都市部登録失業率)

1.1.2 国土、自然、人口

中国は、アジア大陸の東部、太平洋の西海岸に位置し、陸地面積は約 960 万 km² 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(第 1-1 図)。人口は 12 億 9,227 万人(2003 年末、なお中国は 2005 年 1 月に人口が 13 億人を超えた旨発表)で、首都は北京である。中国の領土は、北は漠河以北の黒竜江の中軸線(北緯 53° 30')から、南は南沙諸島南端の曾母暗砂(北緯 4°)、緯度では約 49° の範囲にある。東は黒竜江とウスリー川の合流する

ところ(東経 135° 05')から、西はパミール高原(東経 73° 40') 経度では約 60° の範囲に達する。国境線は、東は朝鮮民主主義人民共和国、北はモンゴル、北東はロシア、北西はカザフスタン、キルギスタン、タジキスタン、西と南西はアフガニスタン、パキスタン、インド、ネパール、シッキム、ブータン、南はミャンマー、ラオス、ベトナムと接し、東部と東南部は韓国、日本、フィリピン、ブルネイ、マレーシア、インドネシアと海を隔てて向かい合っている。



第 1-1 図 中国の位置図

中国の気候は、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 温度帯に区分できる。主に大陸性モンスーン気候に属しており、毎年 9 月から翌年の 4 月までは、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。毎年 4 月から 9 月までは、温暖湿潤の季節風が東部と南部の海から吹いてくるため、南北の温度差は小さくなる。各地の年間平均降水量の格差が大きく、南東部から北西部へと次第に少なくなる。南東部沿海地域では 1,500mm 以上に達するのに対し、北西部の内陸地域では 200mm 未満である。

中国は多民族国家で、56 の民族が在住しており、漢族が全人口の 92% を占め、その他の 8% は 55 の少数民族からなる。少数民族の中にはチワン(壮)族のように人口 1,500 万人をこす民族や、人口わずか 2,000 人余りのロツパ(珞巴:らくは)族もいる。人口 100 万人以上の少数民族はモンゴル、チベット、ウイグル、満、回族等 18 である。少数民族はおもに北東部、北西部、南西部のステップや山岳地帯、高原に暮し、その居住地は国土の半分をこえる地域に点在している。西南部の雲南省には、国内で少数民族がいちばん多い省で 35 の民族が居住している。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、江蘇の各省と、上海市に全人口の 1/4 が居住している。上海市の人口密

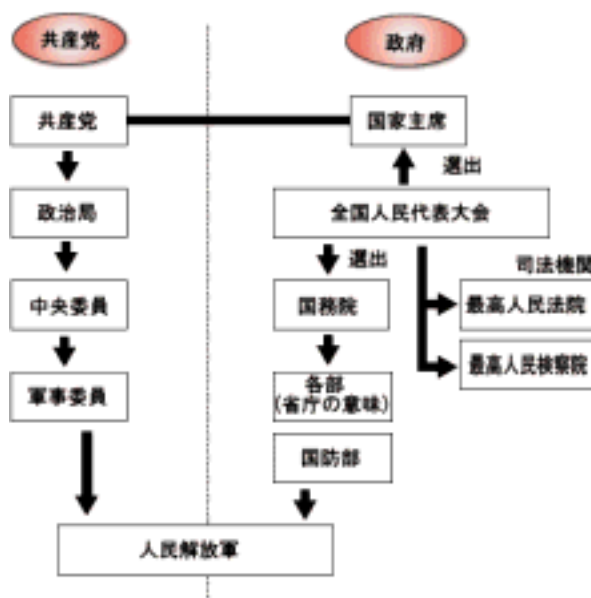
度は 1km² 当たり 2,000 人以上であり、中国国内で最も高い。一方、国土面積の 1/5 を占める青蔵高原の人口密度は 1km² 当たり 5 人に満たない。

1.1.3 政治制度

中国の政治は共産党による一党支配であり、共産党が国家を指導する体制となっている。中央政府は国務院であり、最高国家権力の執行機関で国家行政機関でもある(第 1-2 表、第 1-2 図)。国務院は全国人民代表大会に対して責任を負うとともにその活動を報告する義務がある。

第 1-2 表 中国の政治組織

権力機関	全国人民代表大会と地方の各クラス人民代表大会
国家主席	国家元首として法律を公布し、国務院の構成メンバーを任免し、命令を発布する
行政機関	国務院と地方の各クラス人民政府
軍事指導機関	中央軍事委員会
裁判機関	最高人民法院、地方各クラスの人民法院と専門人民法院
検察機関	最高人民検察院、地方の各クラス人民検察院と専門人民検察院



第 1-2 図 中国の政治組織

1949 年に中華人民共和国成立後、1954 年、1975 年、1978 年、および 1982 年に憲法が制定されてきた。現行憲法は前文のほか、総則、公民の基本的な権利と義務、国家機構、国

旗、国章、首都の4章に分かれ、計138条から構成されている。1988年、1993年、1999年の全国人民代表大会でそれぞれ憲法改正案が採択され、現行憲法の一部条文が改正・補足された。憲法はすべての公民の基本的権利を保障しており、それには選挙権と被選挙権を有すること、言論、出版、集会、結社、行進、示威の自由を有すること、宗教信仰の自由を有すること、人身の自由、人格の尊厳および住居の不可侵、通信の自由および通信の秘密は法的保護を受けること、いかなる政府機関または国家公務員に対しても批判、提案、監督を行う権利を有すること、労働と休息の権利、老齢、疾病または労働能力喪失の場合には国および社会から物質的援助を受ける権利を有すること、教育を受ける権利、科学研究、文学芸術創作およびその他の文化活動を行う自由を有すること等が含まれている。

また、法体系は憲法と憲法関連法、民法商法、行政法、経済法、社会法、刑法、訴訟および非訴訟手続法の7つの法律部類から構成されている。1979年以来、中国の法制整備は急速な発展をとげており、2001年末までに、全国人民代表大会とその常務委員会が制定した法律と関連法律問題の決定は400余件もあり、国務院が制定した行政法規は1,000件近くもあり、地方人民代表大会が制定した地方的法規は10,000件にのぼっている。

1.1.4 行政区画

中国の行政区画は、省、自治区、直轄市からなり、省・自治区は自治州・県・自治県・市に分かれる。更に県・自治県は郷・民族郷・鎮から構成される。自治区、自治州、自治県はいずれも民族自治区域で、必要に応じて特別行政区を設置されることもある。

現在、中国には北京、上海、天津、重慶の4直轄市、河北、山西、陝西、遼寧、吉林、黒竜江、江蘇、浙江、安徽、福建、江西、山東、河南、湖北、湖南、広東、海南、四川、貴州、雲南、甘肅、青海、台湾の23省、および内蒙古、広西チワン族、チベット、寧夏回族、新疆ウイグルの5自治区がある(第1-3図)。



第1-3図 中国の行政区画

1.1.5 外交

我が国外務省のホームページ(各国・地域情報)によれば、中国外交は、経済発展の確保のために「安定した周辺環境」を必要とする観点から、全方位外交を積極的に展開している。特に近隣諸国および大国との良好な関係の構築に向け、善隣友好外交を推進している。また、G8(新興国・途上国との対話)、上海協力機構、ASEAN+3、APEC等の国際的な枠組みへの積極的な取組みも見られる。こうした外交姿勢は、胡錦濤国家主席の外遊にも表れている(2004年5月：ロシア、フランス、カザフスタン、モンゴル、2004年10月：タイ、豪、ニュージーランド、2005年1~2月：フランス、エジプト、ガボン、アルジェリア、2005年6月：ポーランド、ハンガリー、ルーマニア、ウズベキスタン、11月：エジプト、アルゼンチン、チリ(APEC)、キューバ)。

1.1.6 経済

中華人民共和国が成立してから今日までの経済発展は、大きく2つの時期に分けることができる。前期(1949~78年)は国有化、計画経済、重工業の開発、農業共同体の創設をおもな内容とする社会主義建設期で、後期(1979年以降)は市場経済の導入を主とする経済改革期である。その分水嶺となったのは1978年末に開かれた中国共産党第11期中央委員会第3回全体会議である。ここで、従来の政策を根本的に転換する改革・対外開放政策の方針が決定された。改革とは国内経済体制の改革、対外開放とは対外経済関係全般にわたる開放と地域的開放をさし、特に外資導入が主な目的であった。

中国経済は1997年のタイバーツ下落に始まる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。しかしながら、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おり、「世界の工場」として東アジアの巨大経済圏の牽引車になっている(日本貿易振興機構ホームページ)。更に、2006年1月25日には、中国の国内総生産(GDP)が前年比9.9%増の18兆231億元に達したことが中国国家统计局によって発表された。中国のGDPは、ドル換算では約2.26兆ドルとなり、英国を抜いて世界第4位に浮上した。ただし、1人当たりの平均収入はわずか1,700ドルで、世界でも100位以下である。

第1-3表 中国の主要経済指標(出典：日本貿易振興機構HP)

項目	2002年	2003年	2004年
実質GDP成長率	8.30%	9.50%	9.50%
名目GDP総額	10兆5,172億元 1兆2,707億ドル	11兆7,390億元 1兆4,183億ドル	13兆6,876億元 1兆6,537億ドル
1人当たりGDP	989.2ドル	1097.5ドル	1272.0ドル
消費者物価上昇率	0.8%	1.2%	3.9%
失業率	4.0%	4.3%	4.2%

1.1.7 通貨政策

中国の通貨は中国人民銀行が発行する人民幣(RMB)で、単位は元、角、分で、1元=10角=100分となっている。中国人民銀行は中央銀行で、1994年に政策銀行として開発銀行、輸出入銀行、農業開発銀行の3行が設立された。そのほかに中国銀行等国有商業銀行4行、交通銀行等その他の商業銀行10行、5,000余りの都市信用合作社、5万余りの農村信用合作社がある。非銀行系の金融機関としては国際信託投資公司、証券公司、財務公司、リース公司、保険公司等がある。それらはいずれもアモイ等の経済特区や、上海等の主要沿海都市に限定されている。日本の銀行が支店開設したのは13都市のうち、上海等5地域、20支店に限定されている。このうち上海が最も多い。2004年10月29日からの金融機関法定金利表を第1-4表に示す。

第1-4表 金融機関法定金利表(2004年10月29日から)

<預 金>		
流動預金	0.72%	
定期預金		
	3ヶ月	1.17%
	6ヶ月	2.07%
	1年	2.25%
	2年	2.70%
	3年	3.24%
	5年	3.60%
<貸 出>		
	6ヶ月	5.22%
	1年	5.58%
	1年～3年(3年含む)	5.76%
	3年～5年(5年含む)	5.85%
	5年以上	6.12%
出所:中国人民銀行		

2005年末の中国の外貨準備高は8,189億ドルである。世界経済の大きな注目点は、2005年7月21日に中国銀行の実施した「中国元のドル・ペッグ制から通貨バスケットを参考にする管理フロート制への移行」がアジア経済や世界経済にどのような影響を与えるかにある。中国銀行が導入した「通貨バスケットを参考にする管理フロート制」は、ドルに対する人民元の変動を、前日の銀行間為替取引の終値中心レートに対して「±3%」に限定する制度である。中国経済にとって、「通貨バスケットを参考にする管理フロート制」への移行は、従来の輸出依存型経済から徐々に内需中心型の経済に転換することを後押しするものである。また、外貨資産の蓄積圧力の低下によって、資金が国内市場により多く配分される可能性がある。加えて、中国元の切り上げは、原油価格高騰等による中国経済のインフレ圧力の上昇を緩和させる要因となる(2005; PHP 政策研究レポート)。

1.1.8 外国貿易

中国の成長を支えているのは貿易と投資で、貿易では1980年から5年間で総額が倍増し、1990年以降は、1993年を除き、貿易黒字を維持している。2004年度の貿易額は10,000

億ドルを超え、日本を抜きアメリカ、EU に次ぐ世界 3 位の貿易大国となった(第 1-5 表)。

第 1-5 表 中国の主要経済指標(出典：日本貿易振興機構)

項目	2002年	2003年	2004年
経常収支 (国際収支ベース)	354億2,197万ドル	458億7,481万ドル	686億5,916万ドル
貿易収支 (国際収支ベース)	441億6,657万ドル	446億5,163万ドル	589億8,228万ドル
外貨準備高	2,911億2,800万ドル	4,081億5,100万ドル	6,145億ドル
対外債務残高	1,713億6,000万ドル	1,936億3,400万ドル	2,285億9,600万ドル
為替レート(期中平均 値、対ドルレート)	8.2770元	8.2770元	8.2768元
為替レート(期末値、対 ドルレート)	8.2773元	8.2767元	8.2765元
通貨供給量伸び率	0.194	0.197	
輸出額	2兆6,948億元 3,255億9,597万ドル	3兆6,288億元 4,382億2,777万ドル	4兆9,103億元 5,933億2,600万ドル
対日輸出額	484億3,384万ドル	594億870万ドル	735億904万ドル
輸入額	2兆4,430億元 2,951億7,010万ドル	3兆4,196億元 4,127億5,980万ドル	4兆6,436億元 5,612億2,900万ドル
対日輸入額	534億6,600万ドル	741億4,813万ドル	943億2,673万ドル
直接投資受入額	493億798万ドル 国際収支ベース	470億7,672万ドル 国際収支ベース	549億3,648万ドル 国際収支ベース

中国の主要貿易国は日本、米国、EU、香港、ASEAN10、韓国の順になっている。中国の輸出の特徴は加工貿易が 50%を占めるという点である。外資系企業が中国で製品を加工し、加工した製品を輸出するため、加工貿易の割合が高くなっている。機械電子製品、電子関連機械等が増加している一方で、衣服やプラスチック製品、玩具等の輸出は低迷している。また、中国の輸入の特徴は外資系企業の輸入が 50%の割合を占めている点である。石油製品、穀物、鉄鋼等の輸入数量が伸び、機械設備や電子設備等の部品製品の輸出货量が増えている。これは、外資系企業が中国国内で調達できない原材料や部品を輸入していることを表している。

中国の貿易問題は輸出入のバランスが取れておらず、製品供給が過剰にも関わらず、貿易の輸入額が減少していない。輸入過剰は、外資導入や人民元安定の妨げになり、中国製品に対し外国の保護主義が強化されている点も問題である。中国に対し、アンチダンピング提訴やセーフガードの発動が増えている。98 年以降、中国は石油の純輸入国となった中国にとっては原油価格の上昇は経済発展の阻害要因になっている。人民元の対米ドルレートの変動は、中国だけでなく対中貿易関係が深い国や地域に影響する可能性があり、中国の消費を手控えさせる原因となる恐れがある。

1.1.9 主要産業

中国の国民総生産(GNP)は約 1 兆 6,487 億ドル(2004 年、13 兆 6,515 億元、1 ドル = 8.28

元で換算)である。国内における国民 1 人当たりの所得の格差は大きく、省レベルでみると最も貧しい貴州省ともっとも豊かな上海市との格差は 1 対 11 である。インフレの高進とともに格差は更に拡大している。2004 年の実質成長率は 9.5% の高成長を達成し、中国政府による引き締め政策の実施にもかかわらず、成長率は目標(7%前後)を大幅に超え、1997 年以降最も高い伸びを記録している。一方、都市と農村の経済格差の拡大、金融、エネルギー、社会保障等、多くの経済分野の課題も抱えている。

1.1.9.1 農業

長江下流域で約 6,000 年前の世界最古の水田状稲作遺構が見つかったように、中国は農業の歴史がもっとも古い国のひとつで、米、茶、桑、蕎麦、ゴボウ、柿、梅、琵琶、栗等数多くの主要作物栽培の起源地である。中国は農村人口が全人口の 67% を占める農業国で、農業生産総額は GDP の 16% を占める(農林水産省国際政策課ホームページ)。改革開放政策を進める中で、1980 年代以降、急速な経済成長を遂げたが、一方でインフレ、都市と農村との所得格差等の矛盾が露呈した。農家 1 戸当たり経営耕地面積は 0.5ha と小規模であり、また、優良な耕地は沿岸部に多く、当該地域の急激な経済開発の進展に伴う耕地面積の減少は農業の将来にとって懸念材料となっている。

中国は、米、小麦、大豆、綿花等は世界有数の生産国である。食糧生産は増産努力が実り 1996 年以降は豊作が続き 1998 年と 1999 年は 5 億トンを超える史上最高レベルの生産量を記録したが、むしろ食糧の過剰に直面した。しかし、2000 年は価格支持政策の変更による作付面積の大幅な減少に干ばつの影響も加わり、前年比 4,600 万トンという史上最大の減産幅を記録、2001 年以降も 4 億 5 千万トン前後で推移している。

林業は、1990 年代に入り世界的に低い森林率(1998 年：13.92%)の向上のため、1999 年に「全国生態環境建設計画」を策定し、2010 年に 19%、2030 年に 24%、2050 年に 26% 以上を確保する目標を掲げ、森林建設・育成を進めている。水産業は 1980 年以降、内水面、海面ともに生産量が大幅に増加し、1989 年には世界 1 の水産物生産国となった。その後も順調に生産を伸ばしており、1999 年の生産量は 4,300 万トンでこのうち 40% が内水面漁業である(農林水産省国際政策課ホームページ)。

1.1.9.2 工業

工業生産の伸びは顕著であり、2003 年は前年比約 17% の増加となっている。中でも、2003 年 1~11 月の自動車生産量は 405.3 万台に達し、そのうち乗用車生産量は 180.6 万台であり、それぞれ前年同期比 33%、81% 増加した。また、鉄鋼生産量は 2 億トンを超え、中国は世界で初めて 2 億トンを越える生産大国となった。1991 年以降、工業は連続して 10% をこえる伸び率を記録し、1996 年の工業生産総額は国内総生産の 43% になった。工業総生産額の構成比は重工業 57%、軽工業 43% となっている。機械、紡績、冶金、造船、自動車、エレクトロニクスが主要な工業部門で、全体的に原材料工業の比率が低下し、加工工業が上昇した。工業は東部地域に集中している。製鉄は鞍山と上海、自動車は長春、造船は大連と上海が中心である。西北の内陸部では外国資本と技術を導入した本格的な油田と天然ガスの開発がすすめられようとしている。特にタリム盆地は、未開発の油田地帯として世界最大級

とみられる。東北地区には石炭、鉄鋼、自動車等重厚長大型の産業が発展し、企業規模も大・中型の国有企業が集中している。香港に近い華南等の沿海部では、外国資本や合併企業による輸出向けの組立・加工工業が盛んである。工業生産額の所有別の構成比は、国有 28.5%、集団所有 39.4%、個人所有 15.5%、その他 16.6%となっている。1996 年の工業生産額の対前年伸び率は、国有企業は 5.1%、集団企業は 20.9%、個人企業は 20%、外資系をふくむその他の企業は 23.8%と、国有企業の停滞がめだっている。工業の発展をひっぱっているのは第 1 に外資系企業、第 2 に郷鎮企業である。郷鎮企業の発展がもっともはやく、もっともいちじるしい江蘇省は、建国以来中国の工業をリードしてきた上海にかわって、国内最大の工業地域に成長した。

国有企業は、赤字企業数が 40%以上に達し、経済成長の妨げとなっている。国有企業の生産は、これまでは国が下達する各種の目標にもとづいておこなわれてきた。1970 年代末から、経営自主権の拡大や工場長責任制等の制度改革が実施され、市場経済に対応できるように工場長は生産管理の全権をにぎることになった。1984 年には独立採算制が導入され、更に 1994 年には会社法が施行されて国有企業の株式制がすすめられている。しかし、1993 年の赤字は 361 億元にのぼり、失業者も 100 万人といわれる状態で財政的・社会的な問題を生じるようになってきた。

1.1.9.3 商業

近年、商業の発展はとくに著しく、主に国有、集団所有の商店のほか、自由市場の発展とともに個人、私営の商店が急速に増えている。上海、北京、天津、広州等が商業中心地である。1992 年以降、小売・流通業への外国資本の進出が認められ、上海では 1995 年の末に日本の大手流通企業との合併でアジア最大規模をほこる百貨店が開店した。北京や上海の繁華街で西洋式のファーストフードであるケンタッキー・フライド・チキンと、中国式ファーストフードの上海の栄華鶏が、「鶏肉戦争」をくり広げて話題になった。

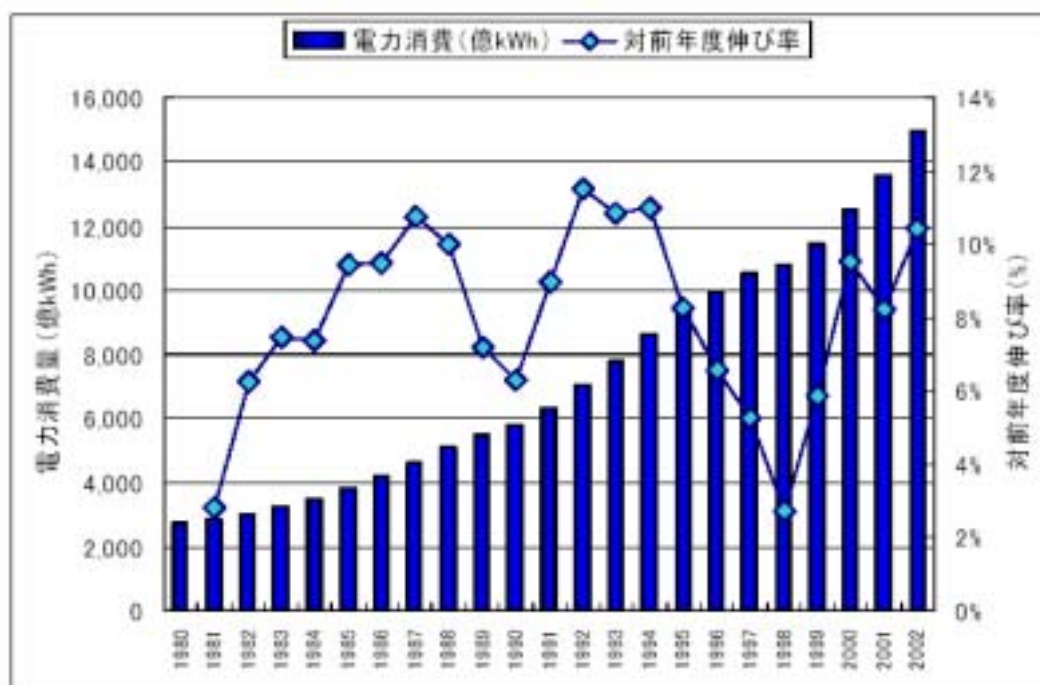
現在、世界小売業トップ 50 社のうち、既に 40 社が中国進出を果たしており、中国の伝統的小売業はそれに呑み込まれんばかりの勢いである。地方政府の中には外資誘致の目標額達成のために、惜しげもなく地元の一等地を提供しているところもある。多国籍小売企業の誘致には極めて積極的、「来るものは拒まず」の姿勢で、ある時には元国家経済貿易委員会の規定も通り越して無条件に大型店舗出店を許可し、「超国民待遇」を与えることも辞さない現状である。こうした地方政府の歓迎の下、外資企業は破竹の勢いで進出、中国に安住の地を見出している。反対に中国小売企業は WTO の認める保護期間中にも十分な保護を受けることなく、ただ「外圧」に耐えるしかない。さらに中国小売企業の債務償還能力の弱さや過剰な負債率も、その成長を大きく妨げる要素である。中国企業がもたついている隙に、外資企業が残った領域に切り込みを掛けている。世界 3 大小売企業であるウォルマート、カルフル、メトロと中国トップ 3 社聯華超市、華聯超市、北京華聯の長期短期借金を比べると、中国系の負債比率の高さは一目瞭然である。中国のスーパー売り上げトップ 100 社、チェーン店トップ 100 社の粗利益率は 12.8%と 11.9%、対して外資系は 20.5%である。純収益率ではそれぞれ 1.7%と 1.3%、外資系は 2.2%である。

1.2 中国のエネルギー

1.2.1 エネルギー事情

中国では、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、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力を中心に、石炭をベースとしたうえで、石油と天然ガスの開発に注力している。また、原子力発電や新エネルギー・再生可能エネルギーも積極的に発展させる計画である。省エネルギーでは、エネルギー利用率の向上、環境保全に力を入れている。特に石炭資源の高効率開発利用を図るとともに、積極的に天然ガス、水力発電等優良エネルギーと風力等再生可能エネルギーの生産を拡大して、これらのエネルギー総量に占める割合を高める計画である。中国政府は2004年7月に、2020年までに総発電容量の20%に相当する1億2,100万kWの再生可能エネルギーを導入する計画を策定した。

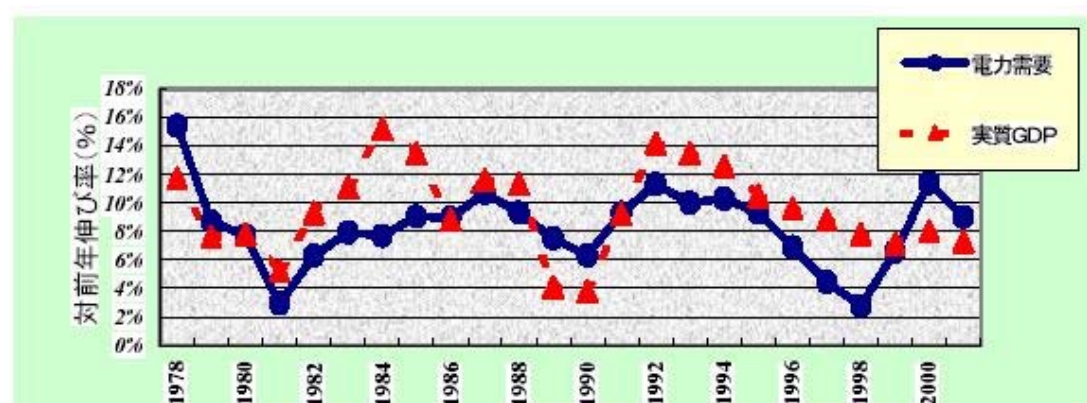
1990～2002年の発電設備能力の年平均増加率は8.4%で、2002年末には3億3,500万kWに達している。電源別内訳は、火力が74.8%、水力が24.0%、原子力が1.0%となっている。火力発電の燃料別シェアでは石炭が圧倒的に高く、1980年には石炭対石油が75:25であったのが、2001年では95:5(発電量比率)と、ほとんどが石炭火力となっている。GDPの伸びと比例して、電力消費量も増加し、1980年からの20年間で電力消費量は5倍以上に増加し、現在も10%前後の伸び率を示している(第1-4図)。



第1-4図 中国の電力消費量推移(出典：経済産業省(2005))

消費面からみた需要構成は、産業用需要が約70%を占め、家庭用が約10%、商業・飲食業用が5%弱となっている。このため、景気が良くなりGDPの成長率が上向くと、電力消

費量も増加する構造となっている。1990年代前半、経済成長に伴って電力需要も大きく伸びたが、1997年のアジア通貨危機による経済の停滞の影響を受けて成長が落ち、この時期に電力は供給過剰に陥った。2001年～2005年の第10次5カ年計画は、このような現状を考慮し、電力需要の伸びは低いとの前提で策定され、それまでにあった電源開発のための電力施設整備も後回しにされることとなった。しかしながら、アジア通貨危機からの経済の回復とその後の中国への外国資本の大投資ブームにより、下がるかにみえた中国のGDPは再び成長率8%台を記録するようになり、これに伴って電力需要も大きく伸び始め、計画値と実績値の間に大きな差が生じた(第1-5図)。



	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
電力需要の伸び率	10.0%	10.3%	9.3%	6.9%	4.4%	2.8%	6.6%	11.4%	9.0%	9.7%
一人当たり電力消費量 (kWh/人)	589	642	816	864	893	909	960	1,064	1,142	1,250
実質GDPの伸び率	13.5%	12.6%	10.5%	9.6%	8.8%	7.8%	7.1%	8.0%	7.3%	8.0%

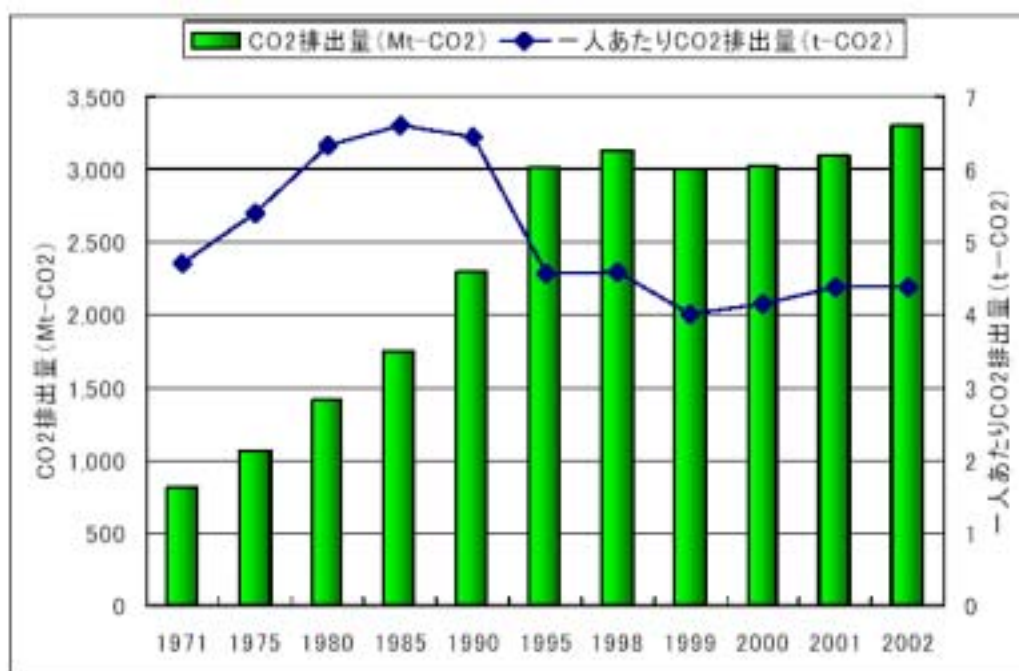
第1-5図 中国のGDP成長率と電力需要の伸び率の推移(出典：経済産業省(2005))

2003年前半の深刻な電力不足等、現在、中国では沿岸地域をはじめ深刻な電力不足に陥っている。国家发展改革委員会が策定した第10次5カ年計画では、電力需要の年平均増加率は6%以下と予想されていたが、実際には2001年で8.2%、2002年には10.4%と大幅に予測を上回る増加傾向を示している。発電設備増強について、中国政府は第10次5カ年計画において新規に6,000万kW～8,000万kW増やす計画であったが、2003年8月に計画が変更され、最大で1億1,000万kWまで増強した。計画に従えば、2005年には発電設備総容量は4.3億kWになる予定である。電力不足を改善するための課題としては、上記にあげた発電設備の増強に加え、地域間の電力系統網の整備を進め、全国で安定した電力供給体制を構築することが必要である。

1.2.2 温室効果ガス排出量実績・予測

中国の温室効果ガス排出量については、気候変動条約事務局に提出された公式なインベントリは存在しないため、国際エネルギー機関(IEA)によるCO₂排出量推移を第1-6図に示す。2002年のCO₂排出量は約33.07億CO₂トンで、1990～2002年のCO₂排出量は44.5%増加して

いる。この増加傾向は今後も続き、2010年に40.63億CO₂トン、2030年には66.66億CO₂トンまで増加すると予想されている。



第 1-6 図 中国の CO₂ 排出量推移 (出典：経済産業省(2005))

発電部門がCO₂排出量全体の40%を占め、続いて産業部門がおよそ30%を占める。国民の生活水準が向上に伴い、運輸部門や家庭部門におけるCO₂ 排出量は更に増加することが予想される。

1.2.3 エネルギー資源

中国のエネルギー需給は、石炭への依存度が高くなっている。石炭は全体の70%を占め、石油は2割である。石油は急激な経済発展のため、不足し輸入せざるを得なくなっている。中国のエネルギー問題は、輸送手段である鉄道の輸送能力の不足により石炭の供給量に限界がある。また、石炭燃焼による環境問題が深刻化している。また、石油の生産能力にも限界があり、急激な経済発展による需要量に見合うほどの供給はされていない。中国政府はエネルギー問題を解決するため、原子力、水力、天然ガス等エネルギー資源の多様化を行い、西部開発による天然ガスパイプライン、三峡ダム建設等巨大プロジェクトを進行させている。

1.2.3.1 石炭

近年、中国は石炭への依存度が高いため、環境への配慮が必要なことから環境保全のための規制は強化されてきている。石炭の生産量、消費量は共に世界第1位であり、産地は北部に集中している。1990年代後半には生産過剰に陥り、2001年まで生産調整を続け、10億トンにまで生産水準は低下した。しかし、電力需給の逼迫や、鋼材の生産が好調に転じる等したことから再び不足になり、2002年は14億トン、2003年には史上最高の16億トン

を生産したが、それでも国内需要はまだ不足しているため、価格も上昇している。2005年には19億トンが必要になるとみられているが、現在の体制では増産しても追いつかないのが実状である。このため、国内的には小規模炭鉱の整理・集約化を推進し、合理的且つ効率的な生産の確保が急務となっているほか、今後は石炭の輸入に踏み切る可能性も否定できない状況である。

国内需要の高まりは輸出にも影響している。2003年の輸出は9,300万トンだったが、2004年は更に輸出を抑え、8,000万トン以下になる見通しである。もともと外貨獲得手段として輸出が行なわれていた石炭だが、国内価格が上昇しているため、生産者側はあえて輸出せずに国内で利潤を確保しようという姿勢がみられる。中国から石炭の輸入を行っている外国は、代替エネルギーの調達を考えなければならない時期に来ているといえる。

1.2.3.2 石油

中国の石油の消費量は、運輸部門が牽引する形で、年々増加しており、今後、自動車の普及に伴い、年々需要が増大していくことが予想される。これに対し、国内の供給面では、大慶油田(黒龍江省)等の従来からある国内油田に加えて、最近では、渤海沖等の沖合油田の開発が進んでいる。ただし、主な国内供給源である中国東部の油田が寿命を迎えることから、国内生産量は長期的には増大しないものと思われる。したがって、増加する消費量分の大半を輸入でまかなわなければならない。現在、原油輸入の大半は中東からの輸入であるが、これに加えて、中国国営の中国石油天然気集団公司等、インドネシア、カザフスタン、ベネズエラ、スーダン、イラン、ペルーにおいて探査権・産出権の獲得をしている。

1.2.3.3 天然ガス

中国の天然ガスの生産量は2001年303億 m^3 、2003年340億 m^3 で、2005年には500億 m^3 になるものと予測される。天然ガスの1次エネルギー消費量は今後30年間で約5倍に増大すると予測されるが、1次エネルギー消費量全体としては、依然として低い水準で、約7%にとどまる。国内のガス田は、西部の3盆地(タリム盆地、四川盆地、オールドス盆地)と中国大陸沖合が主な産出地である。これを消費地である東部沿岸地域に輸送するため、タリム盆地と上海間全長4,000kmを結ぶ「西気東輸」、東シナ海沖から沿岸地帯まで海底パイプラインで結ぶ「海気登陸」が建設中である。また、LNG受入ステーションが、広東省と福建省に建設中であり、輸入計画が着々と進んでいる。このほかにも上海南部の浙江省、天津にも300万トン/年規模のLNG受入ステーションを建設予定である。

1.2.3.4 水力

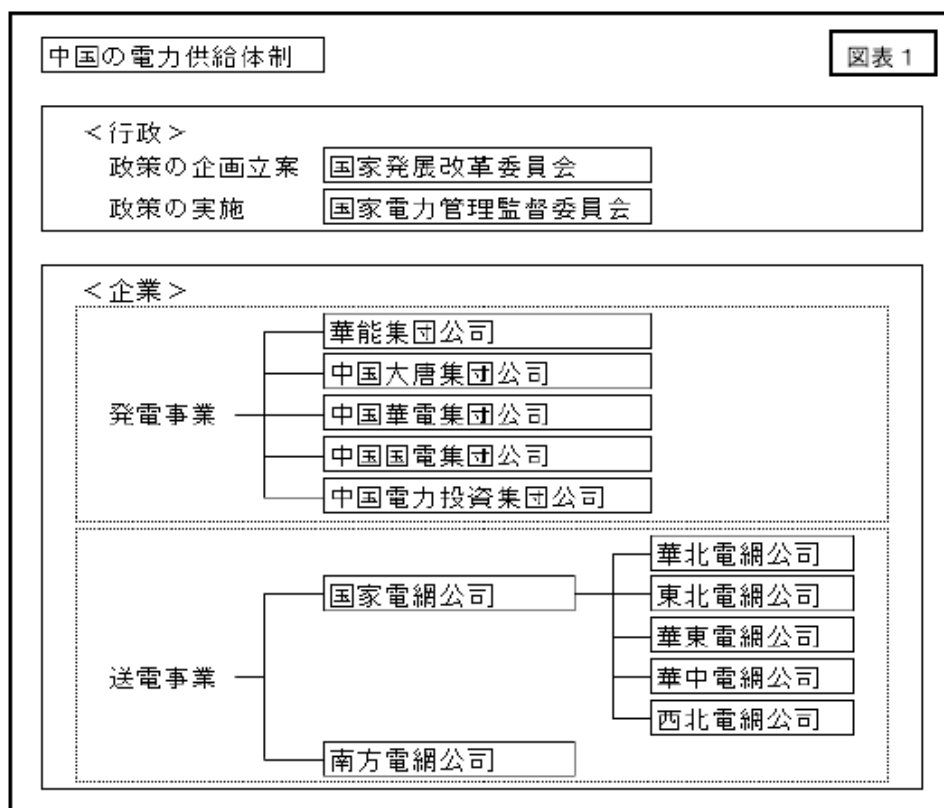
最近、国家発展改革委員会は中国のエネルギー開発の重点を、今後も引き続き水力発電に置く方針を明らかにした。北京では2004年10月27日～29日、「国連水力発電と持続可能な発展をめぐる国際会議」が開かれ、「水力発電と持続可能な発展をめぐる北京宣言」が採択された。同会議で、国家発展改革委員会の張国宝副主任は、水力発電の発展に関する中国の方針や展望を次のように表明している。中国のエネルギー消費総量は2003年、16億8,000万トン(標準石炭換算量)に達し、中国は世界第2のエネルギー消費国になった。中国のエネ

ルギー供給は現在、石炭が中心である。石油や天然ガス資源は不足し、1人当たりの資源保有量は世界平均レベルの約10%にとどまっている。エネルギーの発展が、資源量や環境汚染等の問題に制約されている状態である。エネルギー構造を調整し、1次エネルギー消費における石炭の比重を減らすことが、非常に重要な任務となる。このため、豊富な水力資源を十分に利用することが、中国のエネルギー政策の必然的な選択となる。水力発電を優先的に発展させることは、中国のエネルギー発展の重要な方針になっている。一方、中国の水力資源の利用率は25%に満たず、その開発への潜在力も大きい。

1.2.4 電力事情

1.2.4.1 電力事業の現状

中国の電気事業は、以前は中央政府の電力工業部が統括する国の直営事業であった。したがって、各地方も省、市、県といった地方行政部門が電力供給を担当していた。電気事業の民営化の流れは、1997年に全国の発電および送電の業務を行う国家電力会社が中央政府の全額出資による国有会社として設立されたことによって始まった。翌年の1998年には、行政機構改革により電力工業部が廃止された。これにより「政企分離」が行われ、電力政策は国家経済貿易委員会に移管され、実質的な業務はすべて国家電力会社が担当することとなった(第1-7図)。



第 1-7 図 中国の電力供給体制

更に、2002年3月、中央政府は「電力体制改革方案」を公布し、発電事業と送電事業を分離することを決定した。この、いわゆる「発送分離」は同年12月に実行に移され、発電

事業は全国 5 社、送電事業は全国 2 社、更に補助企業 4 社が設立され、国家電力会社の統括していた事業が分割、移管された。その内訳として、発電事業を担当するのは中国華能集团公司、中国大唐集团公司、中国華電集团公司、中国国電集团公司、中国電力投資集团公司の 5 社となり、国家電力会社の全国の発電資産はこれら 5 大発電公司に移管された。なお、これら 5 社の本社はすべて北京にある。そして、送電事業については、大きく南北に地域を分割して、北方は本社を北京に置く国家电网公司に、南方は本社を広州に置く南方電網有限公司に、それぞれ移管されることとなった。

国家电网公司は、華北電網有限公司(本社：北京)、東北電網有限公司(本社：瀋陽)、華東電網有限公司(本社：上海)、華中電網有限公司(本社：武漢)、西北電網有限公司(本社：西安)の 5 社からなり、それぞれの地区ごとの送電事業を担当している。南方電網有限公司は、広東省と海南省の送電資産および雲南省・貴州省・広西チワン族自治区における、国家電力公司から国家电网公司に移管された送電資産を引き継いだため、国家电网公司と広東省・海南省の共同出資という形態で設立されている。

1.2.4.3 電力事業の規模

中国の電気事業の規模は、2002 年で発電設備容量が 3.56 兆 kW、発電電力量が 1.65 兆 kW(第 1-8 図)と、設備規模、発電量ともに米国に次ぐ世界第 2 位の水準になっている(九州経済産業局(2004))。



第 1-8 図 中国の区域電力網(出典：九州経済産業局(2004))

1.3 中国での固形廃棄物処理の現状

1.3.1 固形廃棄物問題

中国は、近年の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、固形廃棄物汚染、つまりごみ問題が深刻な問題となっている。しかしながら、多数の中国人はまだ問題意識が低く、広大な国土を有する中国政府の環境対策は未だ十分には追いついていないのが実情である。都市におけるごみの発生量は毎年平均約 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。住民の生活水準と消費水準の変化は都市の家庭ごみの発生量に影響するだけでなく、ごみの成分に影響する。ここ 20 年で住民の生活水準は上昇を続け、都市部の人口は急速に増加している。2000 年末までに全人口は 12.65 億に達しており、1990 年から 2000 年までで、都市部の住民の消費水準は約 5 倍高まった。それと同時に、都市部の住民の排出するごみの成分にも相応する変化が生じている。主として、有機物の組成割合が増加し、可燃分が増加している。

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 億トンを突破してしまった。中国 10 都市の調査で、ごみの有機物と無機物の含有量の対比を示したものとすると、平均的に有機物は 60～90%を占め、無機物は 10～40%を占める。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埋立ガス(ランドフィルガス：Landfill gas(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、悪臭および火災や爆発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。

1.3.2 固形廃棄物処理行政

都市ごみの収集・運搬は、市の環境衛生局の責任で行われている。各都市の中で道路が整備されている町や地区では、ごみ専用コンテナを設置し、専用車でごみを搬出する。しかし、道路が整備されていない裏町や裏道では、ごみの搬出・運搬が不便なためごみが散乱している。焼却処理はごみの減容・減量化に優れ、エネルギー回収と焼却残渣の建築材料としての再利用が可能であるが、焼却施設の建設、運営に高度な技術と多くの費用を要するため、病院等の特別なごみ(感染性廃棄物)を除くと、現段階では普及は困難と考えられる。したがって、現在の中国の経済発展を考慮すれば衛生的な埋立てによる埋立処分が最も適切な方法と判断される。

1980 年代以前は、大多数の都市の家庭ごみの無機成分は、ごみの総量の 60%を上回り、オープンダンピングにより、少量が簡易に埋め立てられていたため、メタン等の LFG を資源として利用する価値はほとんどなかった。1980 年代後は、都市の規模の拡大、生活水準の向上、燃料構成の変化に従って、ごみの無機成分の占める割合は低下した。同時に、国家は廃棄物の衛生埋立の規格と基準を整備し、都市の家庭ごみは、ようやくオープンダンピングから少しずつ衛生的な埋立に移行し始めた。現在は、北京、深セン、杭州等の少数の都市では衛生埋立処分場を建設しているが、これらの処分場においても、ガス回収利用については考慮していない。

1.3.3 埋立ガスの利用

中国環境保護局は、UNDP(United Nations Development Program:国連開発計画)とGEF(Global Environment Facility:地球環境ファシリティ)の援助を受けて、「中国廃棄物埋立ガス収集利用 国家行動方案」として、LFG の利用について調査している(2001 年 12 月)。この行動方案では、中国の LFG を広く有効利用する際の技術的体制の障害を収集し、詳細に分析して、これらの障害をどのように取り除き、減少させるかについて提案をしている。国家の行動方案は中央と各地方自治体の官吏に直面しており、企業家、プロジェクトの開発企業、設備の供給業と新エネルギーの開発会社などを含む。中国の主要 10 都市(北京、天津、上海、瀋陽、大連、杭州、深セン、広州、馬鞍山、鞍山)におけるごみ処理状況および LFG 利用事業の可能性調査を行っており、その現状について整理する。

LFG の資源としての生活ごみ量の傾向

中国の都市の家庭ごみ発生量は 0.66 ~ 2.62kg/日・人、平均では 1.16kg/日・人であり、深セン市のごみ発生量は、2.62kg/日・人まで達している。有機物の占める割合も、60 ~ 95%と高く、調査を行っている 10 都市の中で大部分の都市のごみ発熱量は 4,000kJ/kg 以上に達している。中国における LFG の資源としての生活ごみ排出量の予測を以下に示す(第 1-6 表)。

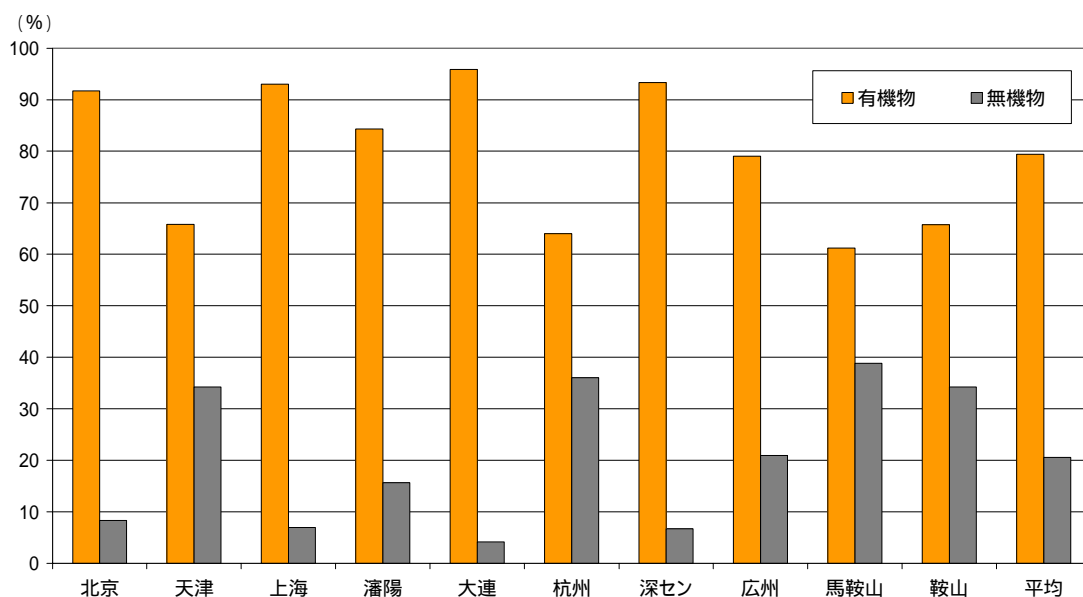
第 1-6 表 中国における LFG 資源の予測(出典：中国環境保護局(2001))

年	ごみ排出量 (百万トン)	増加率 (%)
2000	118	-
2005	133	2.33 (2001 - 2005)
2010	152	2.82 (2006 - 2010)
2015	179	3.28 (2011 - 2015)

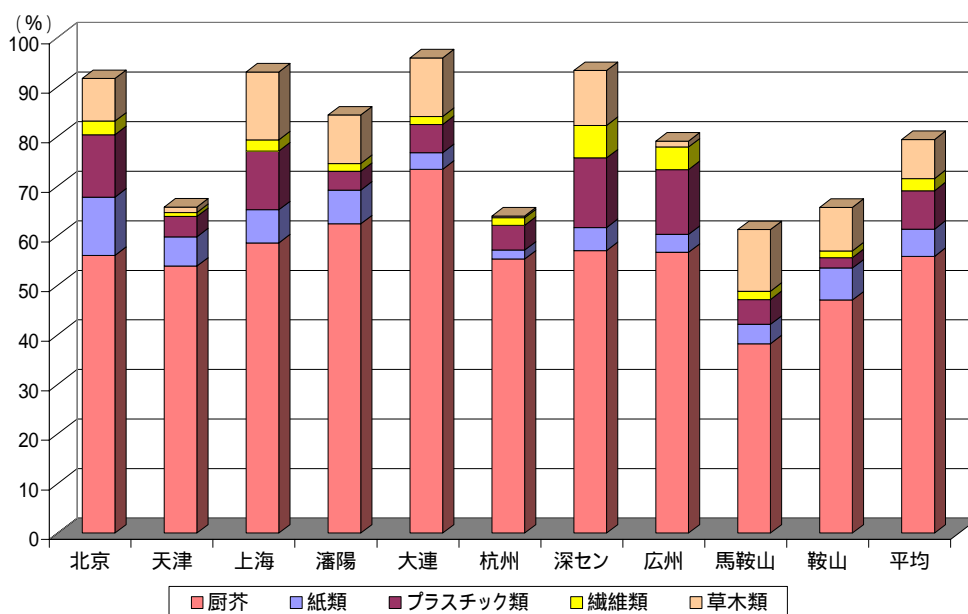
このように、中国の都市の家庭ごみは、LFG の回収および利用のための資源として、潜在量は非常に大きい。

ごみの組成

中国の廃棄物組成はその他の発展途上国と類似しており、農村部と都市部の廃棄物組成には、大きな格差がある。ごみ処理は依然として管理が行き届いていない状態であるが、埋立前に、再生可能な資源ごみ(例えば金属、プラスチック、紙)は選別される。埋立廃棄物の中で、有機的なごみ(野菜と食品)は圧倒的部分を占めており、そのためごみの含水量は非常に高い。10 都市のごみの有機物と無機物の含有量の対比によると、有機物は 60 ~ 90%を占めて、無機物は 10 ~ 40%を占める(第 1-9 図)。また、有機物の中では厨芥類がほとんどである(第 1-10 図)。



第 1-9 図 中国主要 10 都市の生活ごみの組成(出典：中国環境保護局(2001))



第 1-10 図 中国主要 10 都市の生活ごみの有機物組成(出典：中国環境保護局(2001))

LFG の発生状況

専門家の予測によると、中国の 2005 年時点でのごみ発生量は、1.33 億 t に達するとされている。都市の生活ごみ中の有機物含有量は 79% で、無機物の含有量は 21%、含水率は 57%、単位体積重量は 340kg/m³ である。このごみの 70% を埋立処理することを想定すると、ごみ 1 kg あたり 0.064 ~ 0.44m³ の LFG が発生すると算定され、総計 60 ~ 408 億 m³ の LFG が発生すると予想される。

現在、中国の生活ごみは、LFG を回収して利用することが考慮されておらず、オープン型の処分場に無秩序に埋立処理されている。衛生埋立を行っている幾つかの新しい埋立処分場を除き、ほぼ全ての埋立処分場では LFG 回収システムは整備されておらず、LFG(主にメタン)は大気へ放出されている。

LFG 回収利用の問題点等

鞍山、馬鞍山、南京において実施されている LFG 回収利用の実証プロジェクトより、中国における LFG 回収利用の問題点等が以下のように示されている。

- ・ 技術的問題 ごみの埋立量、組成、気象条件等のデータが不足しているため、LFG の発生量の推定が困難である。
- ・ 制度的問題 中国には LFG 回収利用に関する専門的組織がない。
- ・ 政策的問題 中国政府が LFG 回収利用に適合する再生可能エネルギーや環境保護分野における幾つかの政策を立案しても、それを推進・指導する機関がない。
- ・ 組織体制と実施の問題 LFG 回収の技術が不足しており、製造、システムの導入、運営の経験も少ない。

1.4 プロジェクトに係るエネルギー関連政策

1.4.1 省エネルギー政策

国家発展改革委員会の中長期省エネルギー計画によると、現在のエネルギー需要の伸びが続く場合、2020年のエネルギー需要は28.6億CO₂トンに達すると予想され、省エネルギー努力によって21.4億トンに抑制するとしている。計画では以下の4つの目標が示されている。

- ・ マクロ的省エネルギー目標：GDP当りのCO₂原単位を2002年の268TCE(炭素換算トン)/100万元から、2010年までに同225TCEまで引き下げ、2020年までに154TCEを達成する。これにより、それぞれ4億TCE、14億TCEの省エネルギーに繋がる。
- ・ 主要製品におけるエネルギー消費原単位目標：2010年までにエネルギー多消費産業における主要製品のエネルギー消費原単位を1990年の国際水準にし、2020年までに国際水準と同レベルを達成する。
- ・ 主要設備のエネルギー効率目標：2010年までにエネルギー多消費型設備のエネルギー効率を国際水準と同レベルを達成する。

1.4.2 再生可能エネルギー政策

再生可能エネルギー政策に関して、2005年2月28日に「中華人民共和国再生可能エネルギー法」が成立した。本法律は、再生可能エネルギーの開発・利用促進を目的としたもので、2006年1月1日より施行される。具体的な内容を以下に示す。

目的

再生可能エネルギーの開発利用の促進、エネルギーの供給の増加、エネルギー構造の改善、エネルギーの安全の保障、環境保護、経済および社会の持続可能な発展を実現する。

再生可能エネルギーの定義

再生可能エネルギーは、風力、太陽、水力、バイオマス、地熱、潮力等の非化石エネルギーと定義する。なお、水力発電への適用については、国務院エネルギー主務部門が定め、国務院に報告してその承認を受ける必要がある。バイオマスエネルギーについて、低効率のボイラーを使用する直接燃焼方式による、藁、薪、糞便等の利用については、本法は適用されない。

法律の内容

政策的位置付け

- ・国は、再生可能エネルギーの開発・利用をエネルギー政策の優先課題と位置付ける。
- ・国は、再生可能エネルギー利用総量目標を定め、導入促進に必要な措置を講じる。
- ・国務院エネルギー主務部門は、中国全土における再生可能エネルギー資源に関する調査を実施、調査結果を公表する。
- ・国務院エネルギー主務部門(以下、国務院)は、省・自治区・直轄市の地方政府と共同で地域における再生可能エネルギー開発・利用に関する中長期目標を定め、公表する。
- ・国務院は、中国全土における再生可能エネルギー開発利用計画を策定する。
- ・国務院は、再生可能エネルギーの系統接続に関する技術基準や品質基準等の国家基準を策定し、公表する。
- ・国は、再生可能エネルギーに関する技術研究や産業化への支援を優先課題と位置付け資金を提供する。
- ・国務院の教育行政部門は、再生可能エネルギーに関する知識や技術を普通教育課程および職業教育課程に組み込む。

系統接続

- ・国は、再生可能エネルギーの系統への供給を奨励・支援する。
- ・国は、送電会社に対して再生可能エネルギー電力の買取りを義務付け、系統接続が可能となるように送電網の整備を行うよう義務付ける。
- ・地方政府は、農村地区における再生可能エネルギー開発計画を策定し、バイオガス等のバイオマス資源としての利用、家庭用太陽光発電・熱利用、小型風力エネルギー、小水力等利用の技術支援を行い、財政的支援を提供する。
- ・再生可能エネルギーの系統への売電価格は、国務院が定める。売電価格は公表する。
- ・通常の電力買取価格と再生可能エネルギーの買取り価格の差額は、電気料金に上乗せする。具体的な上乗せ方法については国務院が定める。
- ・系統接続のために要する設備投資費用は、送電会社が電力輸送原価に繰り入れ、電気料金に上乗せし、回収することができる。

1.4.3 環境政策

1.4.3.1 環境行政の歩み

中国の環境行政は、1973年8月に北京で開催された第1回全国環境保護会議が原点である。この会議は、前年にストックホルムで行われた国連人間環境会議に故周恩来首相が代表団を派遣したのを契機に開催されたものである。第1回全国環境保護会議以降、中国の環境行政の整備は、全国環境保護会議の開催時期にあわせて、次の3段階に分けられる。第一段階は1973年～1982年まで、この時期は中国が環境管理制度や管理体制を模索した段階である。第1回全国環境保護会議では、環境保護に対する基本方針および汚染防止の方針が提出された。これを受けて、中国で最初の総合的な環境保護に関する行政法規である『環境の保護と改善に関する若干の規定』が国務院より通達され、環境保護事業の基本方針が明らかにされた。更に1974年には、国務院が環境保護指導小組を設置し、1978年には、第5期全国人民代表大会第1回会議において『中国人民共和国憲法』を改正し、環境保護の規定(第11条:環境の保護、自然環境の保護、汚染およびその他の公害の防止)を盛り込んだ。中国では環境保護が基本国策の一つであるという認識があり、この憲法改正がその後の環境法制整備のための大きな力になっている。

更に、1979年9月に開催された第5期全国人民代表大会第11回常務委員会において『環境保護法(試行)』が制定され、本格的な環境行政が展開されることとなった。これにより、中国の環境管理の思想的な原則となっている汚染者処理の原則が確立された。1982年国務院は、環境保護指導小組を解消し、城郷建設環境保護部を設置し、その下に中国全体の環境問題を統括する「環境保護局」を設けた。同年の第5期全国人民代表大会第5回会議において憲法が改正され、次のように環境保護に関する規定が定められた。国家は、生活環境および生態環境を保護・改善し、汚染その他公害を防止する。国家は植樹・造林を組織および奨励し、樹木・森林を保護する。

第2段階は1983年～1988年までの6年間で、環境行政の基礎作りの段階である。この時期は、めざましい経済発展とともに環境汚染が表面化してきた時期である。環境汚染問題を解決するためには、大量の資金と高度な技術が必要であったが、それが不十分だったため環境管理制度を整備することで、問題に対処しようとしたと考えられる。経済建設と都市建設、環境建設の「同歩発展」により経済的・社会的・環境的利益を享受する戦略方針が採られた。1983年に開かれた第2回全国環境保護会議では環境保護は国の基本政策であることを明確に打ち出し、中国における環境保護の方針、環境管理の強化、2000年までの中国環境保護目標等の方針を制定した。1984年には、国務院に環境保護委員会を設け、委員会の常設の局として環境保護局を国家環境保護局に改称した。その後、国家環境保護局は、1988年に国務院の直屬機関として規定され、全国の環境保護の行政を管理するようになった。

そして第3段階は1989年の第3回全国環境保護会議以降で、この会議で8項目の環境管理制度が確立した。同年には環境保護の基本法ともいえるべき『環境保護法』が制定された。この時点で、都市における環境保護に関する組織と法制度が一通り整備されたが、農村の環境保護や廃棄物に関する法制度の整備まで至らなかった。一方、今日では地球規模の環境問題に対する取組みも始まり、1994年には『中国のアジェンダ21』が採択された。

環境保護法以外の環境関連の法律として、『水汚染管理法』、『大気汚染管理法』、『固形廃

棄物環境汚染管理法』、『海洋環境保護法』、『森林法』、『草原法』、『漁業法』、『鉱産物資源法』、『土地管理法』、『水法』、『野生動物保護法』、『水土保持法』、『農業法』等がある。また環境条例としては、30以上の条例その他の行政法規があり、地方議会および政府による地域的な法規は600以上ある。

1.4.3.2 環境行政組織

中国における環境行政の頂点に立つのが、国務院環境保護委員会および日常業務を処理する国家環境保護局である。環境保護委員会は、国務院副総理を主任として国務院の部や委員会等の組織員、主要国有企業の幹部等約 50 名により構成されている。1984 年の設立以降 1996 年 3 月まで計 34 回会議が開かれ、平均して年 3 回程度開催される。そこでは、環境保護に関する基本的・総合的な施策の審議や前年の環境保護業務の報告、当年の環境政策方針の検討、省や主要地方都市での環境保護業務の紹介等が行われる。日本の中央環境審議会が学識経験者を中心に構成され、政府からの諮問に応じて環境保全に関する基本的事項を調査・審議するのとは異なり、中国の環境保護委員会は、権威・内容ともに日常の環境保護業務に近い位置にあり、環境保護行政の中で最高の権威を持っている。国家環境保護局は、国務院の直轄機構として位置付けられており、次のような広範な環境保護行政を担当している。

- ・ 国家の環境保護に関する方針、政策、法律、法令を執行・監督する。
- ・ 環境保護の条例、規定、基準、経済技術政策を制定する。
- ・ 環境保護の長期計画、年度計画を制定し、その執行を検査・督促する。
- ・ 統一的に環境監視・測定を組織化し、全国の環境の状況と展開の傾向を調査し、掌握して、その改善措置を提案する。
- ・ 環境科学研究と環境教育事業を組織し、国内外の環境保護の先進的経験と技術を積極的に普及する。
- ・ 国務院所属の各部門と各省、自治区、直轄市の環境保護行政を指導する。
- ・ 環境保護の国際協力と交流を組織し、調整する。

国家環境保護局内は上記の表に示される部門により組織されている。汚染管理では、都市・水・大気・海洋環境、固体廃棄物、騒音が対象となり、各々管理所が設立されている。このほか放射線、電磁波も環境管理の対象です。郷鎮環境(農村環境)は、自然保護区の中に入り、郷鎮企業による汚染の防止にあたっている。

1.4.3.3 環境モニタリング機構と環境情報

中国では環境の監視と観測を合わせた「監測」という言葉が用いられる。環境モニタリングの本来の目的は、環境状況の経常的な把握と汚染事故の早期発見である。これらのためには、監測の頻度と制度を向上されていくことが必要である。中国でも既に一部の大都市で、大気汚染物質についての自動監測装置を用いた連続観測が行われているが、その設置台数はまだ少数である。中国の環境モニタリング機構は、1983 年に城郷建設環境保護部により公布された『全国環境監測管理条例』に基づいて全国的に組織されている。環境監測センター(站)は、92 年には全国 2,172 ヶ所設置され、1 級から 4 級での等級に分けられている。

- 1 級：中国環境監測總站
- 2 級：省、自治区、直轄市に設置されている監測センター
- 3 級：市に設置されている監測センター
- 4 級：県、県級市および大都市の区に設置されている監測センター

これらの監測センターは、各々の管轄地域の環境状況モニタリングを行い、全国的な監測ネットワークを構成している。

1.4.3.4 環境基準

大気にかかわる環境基準は 1982 年 4 月に公布され、1982 年 8 月から実施されている。中国では、大気環境基準として総浮遊粒子状物質、浮遊粉塵、二酸化硫黄等の物質について、自然保護区や住民区等の地域の状況に応じて 3 地域に分け、それぞれに大気環境基準をあてはめている。日本のような一律の環境基準とは異なり、詳細な基準設定がなされているのが特徴である。地表水の環境基準は 1984 年から施行されたが、1988 年に改正された。地表水の基本的に要求される条件について、すべての水は人為的原因による以下の物質を含んではならないとしている。

- ・ 普通の状態では沈殿ができ、沈殿物を形成するもの
- ・ 浮遊物、破片、かす、油類、その他不快を誘う物質
- ・ 色、臭気、味、あるいは濁りを発生する物質
- ・ 人体、動植物に損害、毒性あるいは悪性の生理反応をもたらす物質
- ・ 有害な水生生物を繁殖させるもの

1.5 中国における CDM 政策

1.5.1 CDM 準備態勢のながれ

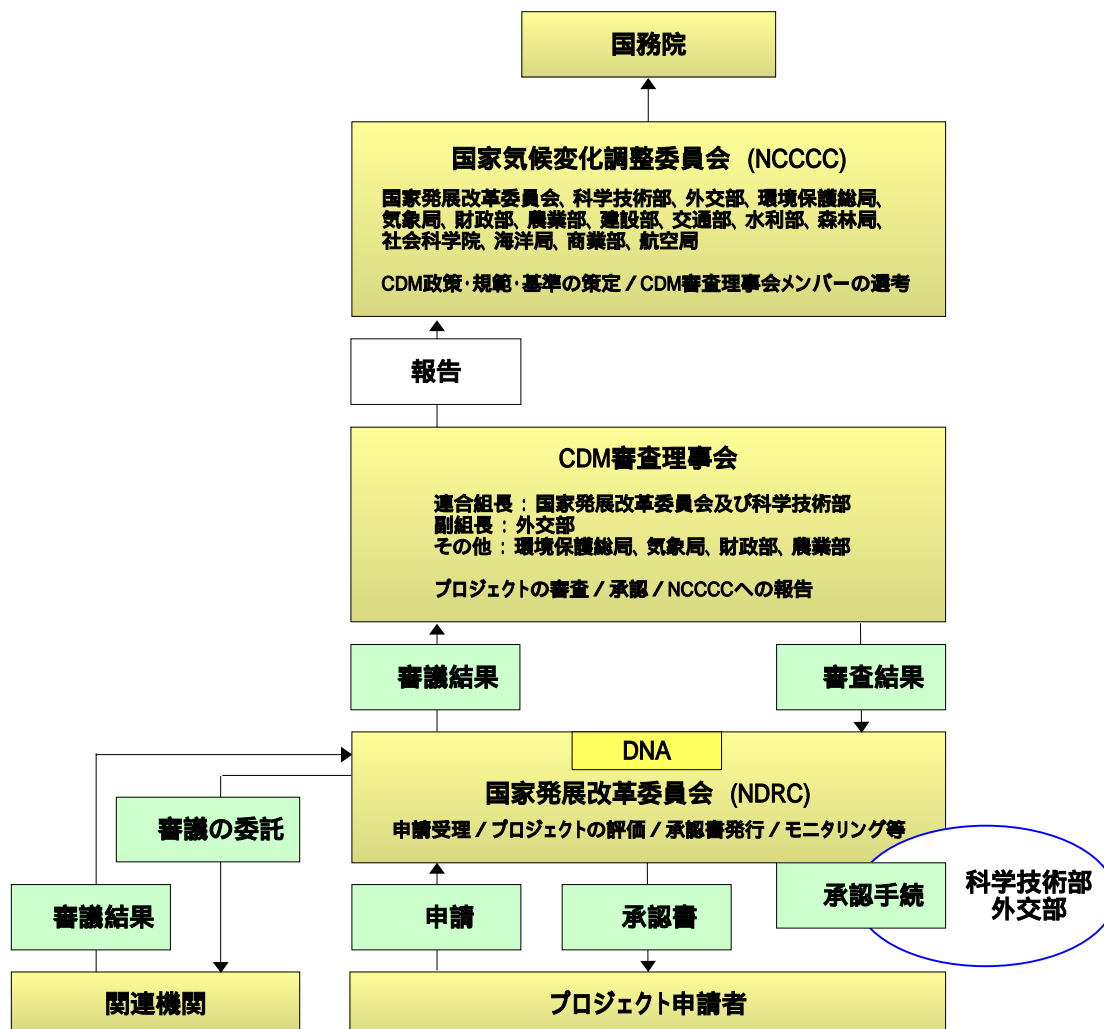
中国は2002年8月に京都議定書を批准し、2004年7月には認定国家機関(DNA)を国家発展改革委員会(NDRC)内に設置した(第1-7表)。

第 1-7 表 中国における CDM 準備態勢のながれ
(出典：京都メカニズム情報プラットフォーム)

1992年6月	国連気候変動枠組条約批准
1992年2月	オランダと案件ベース協定締結
1998年4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運営管理暫定弁法施行
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）

1.5.2 CDM 認証体制

国家気候変化調整委員会(NCCCC)の下、CDM 審査理事会を設立した。中国の CDM 認証体制を第 1-11 図に示す。



第 1-11 図 中国の CDM 認証体制(出典：京都メカニズム情報プラットフォーム)

国家気候変化調整委員会(NCCCC)

国家気候変化調整委員会は、CDM の重要政策を審議し調整を図る機関である。その職責は以下の通りである。

- ・ CDM プロジェクトに関連する国家政策、規範および基準を審議する。
- ・ プロジェクト審査理事会のメンバーを承認する。
- ・ その他、国家気候変化調整委員会の決定を必要とする事項を審議する。

プロジェクト審査理事会

プロジェクト審査理事会は、国家発展改革委員会および科学技術部が連合組長機関を、

外交部が副組長機関をつとめる。その他の構成機関は、国家環境保護総局、中国気象局、財政部および農業部である。主な職責は以下の通りである。

- ・ CDM プロジェクトを審査する。
- ・ 国家気候変化調整委員会に対し、CDM プロジェクトの実行状況と実施中の問題および提案を報告する。
- ・ この暫定管理弁法の運行規則の修正および、運行規則に関連する活動の提案を行う。

国家発展改革委員会(NDRC)

国家発展改革委員会が、中国政府における CDM の国家運営機関(DNA)である。その主な職責は以下の通りである。

- ・ CDM プロジェクトの申請を受理する。
- ・ プロジェクト審査理事会の審査結果に基づいて、科学技術部と外交部と共同して CDM プロジェクトを承認する。
- ・ 中国政府を代表して、CDM プロジェクトの承認書を発行する。
- ・ CDM プロジェクトに対して監督管理を行う。
- ・ 関連する機関と協議の上、CDM プロジェクト管理機関を設置する。
- ・ その他、海外と関連する事務の処理を行う。

1.5.3 CDM 政策の現状

2001 年に「マラケッシュアコード」が発効して以来、中国は国内CDM政策の策定に着手してきた。CDMプロジェクトへの協力は中国国内ではまだ新しいものなので、国内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。現在これらの政策と管理方法の諸要因についてまだ修正しているところである。今後、CDMプロジェクトの実践経験を積み重ねながらCDMの関連政策を改善し、新しいCDMプロジェクトの発展状況に適応させる計画である。

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。2005 年 10 月 12 日に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。中国における CDM 実施に関する留意点を以下に示す。

重点分野(CDM 管理弁法 4 条)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 プロジェクトが、中国の法律・規則、持続可能な発展戦略、政策および国家経済と社会発展計画全体の要請と両立することが要請されている(弁法 6 条)。CDM プロジェクトの実施によって、中国は国連気候変動枠組条約と京都議定書の規定以外のいかなる新規の義務を要求されないと定められている(弁法 8 条)。先進締約国からの CDM プロジェクト資金は、現在の政府開発援助および先進締約国が国連気候変動枠組条約上引き受けた資金供与義務に照らして、追加的なものである(弁法 9 条)。

認証排出削減量(CER)の移転により得られる収益は、弁法 24 条に定める分配比率に基づき、中国政府およびプロジェクト実施機関双方が所有する。中国政府が定めた分配比率は、

弁法 24 条に明記した。ハイドロフルオロカーボン(HFC)とパーフルオロカーボン(PFC)系プロジェクトの場合、中国政府は CER の 65%を受け取り、亜酸化窒素(N₂O)系プロジェクトの場合、中国政府は CER の 30%を受け取る。弁法 4 条で定められた重点分野および植林プロジェクト等の CDM プロジェクトの場合、中国政府は CER の 2%を受け取る。

中国政府が CDM プロジェクトから徴収した資金は、気候変動関連の活動の支援に用いられる。徴収および使用方法については、財政部が国家発展改革委員会等関連する機関と共同で別途定める分配比率を定めた弁法 24 条は、2005 年 10 月 12 日までに既に中国政府によって承認文書が発行されているプロジェクトには適用されない。

1.5.4 CDM に必要な手順

CDM プロジェクト申請は以下の手続きにより行われる。

CDM 承認申請

プロジェクト実施者は、NDRC に対して承認申請を行う。CDM プロジェクト設計書(PDD)とあわせて、企業の財務状況証明文書および建設プロジェクトの概況と資金の調達状況に関する説明書を提出する(弁法 12 条、18 条)。

CDM 承認申請の受理

NDRC がプロジェクト実施者から提出された申請を受理する(弁法 16 条、18 条)。

NDRC から委託された審議機関によるプロジェクトの審議

NDRC が関連する機関に委託し、専門家を組織して審議を行う。審議期間は 30 日を超えないものと定められている(弁法 18 条)。

CDM 審査理事会によるプロジェクトの審査

NDRC が委託した専門家による審査を通過したプロジェクトについて、NDRC が CDM 審査理事会に提出する。CDM 審査理事会は、審査を実施する(弁法 15 条、18 条)。

承認の手続

CDM 審査理事会の審査結果に基づいて、NDRC は科学技術部および外交部と共同で CDM プロジェクトの承認を行う(弁法 16 条、18 条)。

承認書の発行

NDRC は、中国政府を代表して、承認書を発行する(弁法 16 条)。NDRC は、申請の受理から 20 日以内(専門家による審査の期間を含まない)に承認の是非を決定する(弁法 18 条)。

登録状況の報告

承認されたプロジェクトのうち DOE による有効化審査で適格であると判断されたプロジェクトは、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、

NDRC に CDM 理事会の承認状況を報告する。実施者は CDM 理事会からの登録承認通知を受領後、10 日以内に NDRC に報告すると定められている(弁法 18 条)。

プロジェクト実施

実施について管理・監督を行うのは、NDRC である。プロジェクト実施者は、NDRC に対してプロジェクト実施およびモニタリングの報告書を提出する(弁法 16 条、20 条)。

CER の検証・認証・発行

プロジェクト実施者は DOE による検証を受け、NDRC に報告する。また、認証・発行された CER についても NDRC に報告する(弁法 17 条、20 条)。

CER の記録

NDRC または NDRC により委託された機関は、CER を記録することとなっている(弁法 17 条、20 条)。

1.5.5 中国での CDM プロジェクトの実施の留意点

中国での CDM プロジェクトの実施の留意点を以下に整理した。

優先実施すべき事業について

中国政府が優先して促進している CDM プロジェクトは、エネルギー高効率化、新エネルギー、再生可能エネルギー、メタンと炭層ガス回収・利用である。一方、HFC、N₂O、SF₆ 等のガスを削減する CDM プロジェクトについては、全世界の環境に貢献できるが、そのほかの利益がないと中国政府は判断している。また、中国側の協力企業にとってリスクが高いプロジェクトに関しては、中国政府は支持していない。

2006 年 1 月現在、中国の国家発展改革委員会(DNA)が承認した廃棄物埋立処分場でのメタン回収・利用プロジェクトの実例として、Anding Landfill Gas Recovery and Utilization Project(北京市)、Nanjing Tianjingwa Garbage Landfill Gas for Power Generation Project(江蘇省南京)と Meizhou Landfills Gas Recovery and Utilization as Energy(広東省梅州)がある。

事業の資金について

先進国の投資者(政府、公的機関、企業)は、CDM プロジェクトの実施に必要な資金を提供し、事業実施による温室効果ガス(GHG)排出の削減を実現させる。先進国が CDM 事業を実施する資金は現存の ODA 以外から、もしくは京都議定書または他の環境条約で承認された資金から出されるべきである。

技術移転について

CDM プロジェクトの実施により、環境にやさしい技術の移転を実現させる。このような技術は海外の協力企業が開発した技術、国内の企業、研究所が開発した技術でもよい。但し、この技術は必ず中国では一流の技術を要求し、温室効果ガス(GHG)の削減目標を

実現させる。

CDMプロジェクトの実施主体の資格について

CDMプロジェクトの実施者は中国と投資国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がCDMプロジェクトを実施する資格がある。

中国政府によるCERの最低価格の設定について

中国政府はCERの価格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CO₂トン当たり7US\$(770円)程度と想定している。

第2章 プロジェクトの検討

2.1 プロジェクトが中国・上海市の持続可能な開発に貢献できる点

中国は主たるエネルギー源として豊富な国内の石炭資源を利用しており、環境負荷の高い石炭の消費増大は、大気汚染や酸性雨等の地域環境問題を引き起こす一因となっている。その他の深刻な環境問題として、固形廃棄物汚染(ごみ問題)が挙げられる。しかしながら、多数の中国人はまだ意識しておらず、広大な国土を有する中国政府の環境対策は未だ十分には追いついていないのが実情である。都市におけるごみの発生量は毎年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。ごみの減容・減量化として、ごみの焼却処理が優れているが、焼却施設の建設・運営に高度な技術と多くの費用を要するため、現段階では普及は困難と考えられる。現在の中国の経済発展を考慮すれば衛生的な埋立処分が最も適切な方法と判断される。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1億トンを突破している。このため、中国の大部分の廃棄物埋立処分場では、温室効果ガスであるメタンが大量に発生し、地球温暖化に重大な影響を及ぼしている。中国政府はCDM政策で、埋立ガスからのメタンの回収・利用事業を重点分野と位置付けている。

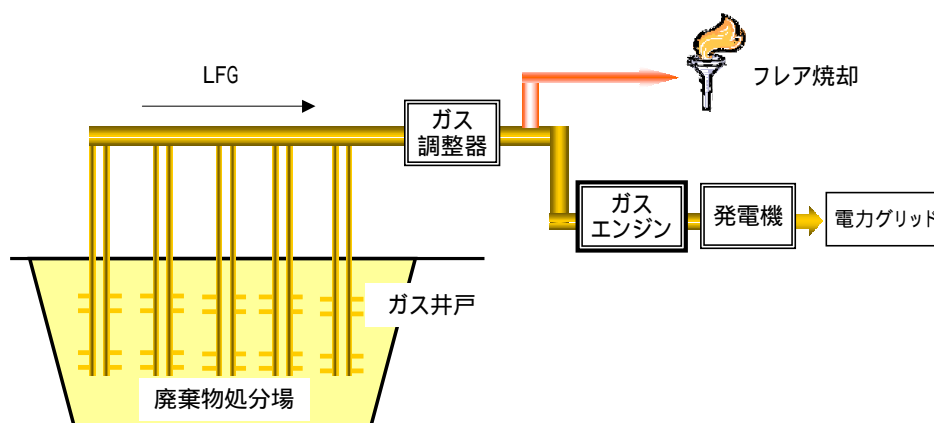
プロジェクト実施サイトがある上海市は中国最大の経済の中心都市で、総面積は約6,300km²、2004年時点で約1,740万人が生活している。近年の同市GDPは急成長を記録し、これに伴って電力使用量も急増し、電力需要が逼迫している。老港廃棄物埋立処分場の広さは約600haで、現在、1日に6,000トンのごみが埋め立てられている。「上海市老港廃棄物埋立処分場におけるメタン回収・発電事業」は、メタンを主成分とする埋立ガス(LFG)を回収し、それをクリーンエネルギー源として発電に利用することにより地球環境の改善を図ること、更に地域に環境的、経済的利益をもたらす持続可能な発展に貢献することを目的とするプロジェクトである。

本プロジェクトでは発電能力8~15MWの発電を行うため、数万人以上の人々に電力を供給できる。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を植え付けることができ、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。技術開発への貢献では、本プロジェクトと同じもの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ている。

本プロジェクトにおいて対象とする温室効果ガス(GHG)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、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CO₂(燃料消費量の削減)が本プロジェクトによるCO₂の排出削減量となる。本プロジェクトのCO₂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、本プロジェクトでは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。

2.2 プロジェクト概要

本プロジェクトは、上海市老港廃棄物埋立処分場でのメタンを主成分とする 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、ガスエンジンで利用されない余剰 LFG はフレア焼却を行う(第 2-1 図)。



第 2-1 図 廃棄物埋立処分場での LFG 回収・発電の概念図

2.3 プロジェクト実施者

以下に、本プロジェクトの実施者を示す。

上海城投環境投資有限公司(上海城投)

上海城投は、上海市当局に 100% 属し、老港処分場における全ての権限を上海市当局より得ている。本プロジェクトの出資者となる。

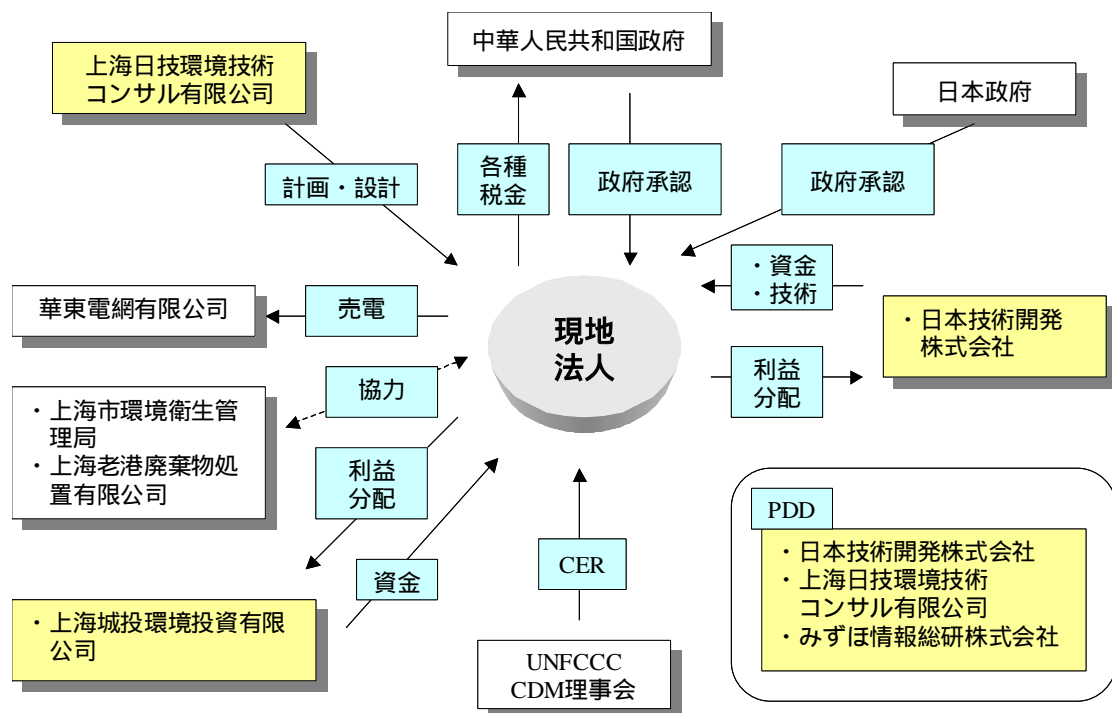
日本技術開発株式会社(日本技術開発)

日本技術開発は、東京に本社を置き、大阪、名古屋、福岡、仙台に支社がある。1954 年に設立、1959 年よりコンサルティング業務を開始した。道路・交通、都市整備、資源・環境、防災・リニューアル、マネージメント等の分野を対象とした総合建設コンサルタントである。また、海外では、社会資本整備(道路・交通、環境、廃棄物処理等)を通じた国際技術協力を行っている。本プロジェクトの出資者となる。

2.4 プロジェクト実施体制

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)を設立する(第 2-2 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 2-2 図 CDM プロジェクトの実施体制

2.5 プロジェクト期間

建設着工予定：2006 年 9 月

発電開始予定：2007 年 1 月

プロジェクト実施期間：2007 年から 2016 年までの 10 年間

2.6 上海市の基本情報

2.6.1 上海市の概況と歴史

上海市は北緯 31° 14'、東経 121° 29'、長江デルタの最前端地域にある。東は東シナ海に面し、南は杭州湾に臨み、西は江蘇省、浙江省と接し、北は長江河口に至り、中国の南から北への海岸線の中央部にある。上海市の面積は 6,340.5km² で、南北の長さは約 120km、東西の幅は約 100km である。交通が便利で、地理的条件も優れ、素晴らしい河川と港湾に恵まれている。上海市の平均標高は 4m 前後である。南西部にわずかに丘陵と山脈があるほか、全体として広くて低い平らな平原であり、長江デルタの堆積平原の一部である。

上海市は中国の 4 直轄市の一つで、中国最大の経済の中心都市である。2004 年の同市の戸籍人口は 1,352.39 万人で 1980 年以降年 0.8% の割合で増加しつづけている（1980 年は 1,146.52 万人、1990 年は 1,283.35 万人、2000 年は 1,321.63 万人）。同戸籍を持たない人口を含めると 2004 年の常住人口は 1,742.2 万人となった。ただ、流動人口を含む常住人口は増加しているものの、自然増加率は、1993 年からマイナスが続いている。このことから、他地域から上海へと人口が流入している状況が窺える。また、1980 年に 702.43 万人だった非農業人口が 2003 年には 1,041.39 万人まで連続で増加しており、産業構造的には都市化が進展している。

上海市の行政区は、市内区域が 16 区(黄浦区、盧湾区、徐匯区、長寧区、閘北区、静安区、虹口区、楊浦区、普陀区、浦東新区、閔行区、嘉定区、宝山区、金山区、松江区、青浦区)と郊外地区 3 県(南匯県、奉賢県、崇明県)からなる(第 2-3 図)。



第 2-3 図 老港廃棄物埋立処分場の位置図

2004年のGDPを産業別に見ると第1次産業が96.71億元(1.3%)、第2次産業が3,788.22億元(50.8%)、第3次産業が3,565.34億元(47.9%)で第2次産業、第3次産業の比率が高くなっている(第2-1表)。

第2-1表 上海市の主要経済指標(出典：日本貿易振興機構)

項目	単位	数値	備考
実質GDP成長率	%	13.6	全国平均 9.5%
全国シェア	%	4.6	全国 136,876億元
GDP	億元	7450.3	構成比 100.0%
第1次産業	億元	96.7	0.013
第2次産業	億元	3788.2	0.508
第3次産業	億元	3565.3	0.479
1人当たりGDP	元	55307	全国平均 14,079元
就業者数	万人	812	前年比 5.2%増
労働者平均給与	元	30,085	全国平均 16,024元
都市部登録失業率		4.5	全国平均 4.2%
固定資産投資額	億元	2863	前年比 27.5%増
財政収入	億元	1,106.20	前年比 24.8%増
財政支出	億元	1382.5	27.0%増
農林牧漁業生産額	億元	248.9	前年比 7.2%減
工業労働生産性	元/人	147707	全国平均 90,592
工業企業利潤総額	億元	1003.5	前年比 24.6%増
消費者物価指数	前年比、%	2.2	全国平均 +3.9%
輸出入総額	億ドル	1568	前年比 41.9%増
輸出額	億ドル	697.3	52.1%増
輸入額	億ドル	870.7	34.6%増
貿易収支	億ドル	-173.4	-
外国人観光客数	万人	319.7	外貨収入 30.4億ドル

第2次産業のうち工業総生産額ベースでは電子設備、通信設備、輸送機器、電気機械、金属加工、化学製品が、企業数では金属、機械、服飾、紡績が多くなっている。第3次産業においては、金額ベースで小売・飲食、金融、不動産が上位を占めている。GDPの推移では、中国全体、上海市ともアジア金融危機の影響を受け、上海市の経済成長率は1997年の12.7%から1998年には10%台まで低下したが、11年連続の2桁成長を維持しており、中国全体の成長率を上回っている。2004年の貿易額は1,568億ドル(前年比42%増)、うち輸出額は697億ドル(同52%増)、輸入額は870億ドル(同35%増)で173億ドルの輸入超過となった。輸出額のうち外資企業の輸出額は494億ドル(対前年比61%増)で、輸出額の67%を占めている。主な輸出製品としては、機械・電気製品が478億ドル(対前年比64%増)で全体の65%を占め、また、ハイテク製品が289億ドル(同76%増)で全体の39%を占めた。ここ数年、失業者数、失業率が微増傾向にあったが、2004年は、いずれも低下した。しかし、中期的には、失業率は上昇すると予想される。主な理由としては、労働人口が2034年まで増加するであろうと言われていることと、雇用吸収力が低下してきていることが考えられる。

1843年、アヘン戦争後に締結された南京条約により対外貿易港として開港、欧米列強の公使館が設置され、貿易港として発展。1845年に、英国が租界を設定。以後、列強諸国がこれにならう(租界は1943年まで存続)。列強の中国進出の拠点としての役割を担う反面、東アジアの金融・貿易センターとしての地位を確立し、中国最大の商工業都市となる。中華人民共和国の成立後は、対外的機能を喪失したが、中国最大の都市、最大の海港としての地位は維持。文化、商工業、科学技術の中心地として一定の役割を果たすが、1950年代以降地盤の低下が顕在化していた。しかし、1990年に浦東地区開発が国家プロジェクトとして開始されたことを契機として、再び東アジアの金融・貿易センターとして急速に発展している。

上海市には現在2つの国際空港(虹橋国際空港、浦東国際空港)がある。現在2つの空港の年間旅客輸送量は延べ1,640万人で、浦東国際空港の4本の滑走路が全部完工後は年間航空旅客輸送量は延べ1億人近くに達すると予想される。上海港は中国大陸部最大の港であり、80年代から取扱量が1億トンを上回る世界クラスの大きい港となっている。上海市は既に世界の200余りの国・地域の1,100余の港と水上運輸業務のつながりがある。遠洋航路は上海からそれぞれ香港、台湾、韓国、日本、東南アジア、オーストラリア、イスラエル、地中海、西欧、北欧、南アフリカ、南米、アメリカの東西海岸等に到着することができる。沿海航路は北から市沿海部の主な港に到着することができる。長江航路は長江の中・下流の各港に直行することができる。内陸河川航路は長江以南の河川網を通じて江蘇、浙江、安徽等の省の各埠頭に到着することができる。

上海市では、約12,000トン/日の家庭ごみが収集・運搬されており人口の増加に伴い、年々増加している。家庭ごみのほぼ半分の量が老港廃棄物埋立処分場で処理されている。同埋立処分場は上海市中心部から南東約60kmの東海沿岸部(南匯区)に位置する(第2-3図)。同埋立処分場は世界最大級の埋立処分場で現在、第1期から第4期までの埋立区画がある。総面積は600ha(第1~4期)、埋立容量は約7,000万m³で、1991年から埋め立てを開始している。埋立地は5haごとに区画され、埋立高が4mになった時点で一旦30cmの覆土を施し、一区画の埋立が完了した時点で更に60cmの最終覆土を行うといった手順で埋立作業が行われている。各区画には汚水ピットが設けられ、埋立地内で発生した浸出水は、ここで汲み上げられ、埋立地内に設置された浸出水処理施設(嫌気性消化槽+酸化池)で処理した後、海に放流されている。埋立が完了し、最終覆土が施された区画は、約50m間隔でガス抜き管が設置され、LFGが大気に拡散されている。

2.6.2 上海市の気候

上海市は亜熱帯の湿潤季節風気候に属しており、四季がはっきりしている。春季は暖かいが雨が多く、夏は主に東南の風があり、湿気が多く蒸し暑い。秋季は主に北西の風があり、寒くて乾燥している。長年の平均気温は15.6である。一番寒い1月の平均気温は3以下で、最低気温はマイナス5~7。一番暑い7月の平均気温は28、7月~8月の最高気温は36~37で、過去の最高気温は40.2を記録したことがある。無霜期は3月の末から約8ヶ月半も続く。日中の平均気温が0を超える日は340日以上で、10を超える日は230日ある。年間降水量は1,100mm、成長期の耕地の水分過剰量は約350mmである。

6 月の中旬から 7 月の上旬までの約 20 日間は長雨が続く雨季となり、7 月～9 月にかけては、沿海地域では常に台風が発生する。

老港廃棄物埋立処分場が位置する上海市東部(南匯区)の降水量と蒸発量の統計(1956-1982)によると、主に梅雨と台風の時期に降水量が多くなっている(第 2-2 表)。増水期(5 月～10 月)の平均降水量は 645.5mm で、年間降水量の 62.3%を占めており、増水期の最大降水量は 1271.9mm(1983 年)で、年間降水量の 79.5%を占めている。また、最小降水量の 282.5mm(1967 年)は、年間降水量の 38.7%を占める。上海市東部の降雨の特徴は、年毎の変化が大きく、各月に割り当てるのは均等でない。

第 2-2 表 上海市東部(南匯区)の 1956～1982 年各月平均降水量および蒸発量

(単位:mm)

月	降水量	水面蒸発量	地面蒸発量
1	44.1	52.6	29.8
2	62.3	52.3	31.1
3	79.3	78.6	46.3
4	103.1	101.4	59.7
5	126.2	121.8	71.8
6	153.0	133.3	77.3
7	93.2	192.2	108.9
8	115.1	178.4	103.8
9	173.6	126.2	74.3
10	56.7	106.4	62.7
11	50.8	78.0	46.0
12	42.5	56.0	33.0
年	1074.4	1275.8	751.5

2.6.3 上海市の電力事情

2.6.3.1 電力会社の状況

上海市は華東電網会社の供給域にある。華東電網会社は中国の 5 大区域電網会社の一つで、中国の沿岸部の江蘇省、安徽省、浙江省、福建省および上海市の 4 省 1 市を供給域としている。華東地区は全国において最も経済発展が著しい地区であり、区域面積は全国の 5%、GDP は全国の 30%である。4 省 1 市を跨ぐ系統は 500kV 電力網で形成され、省内の電力輸送は 220kV を主としている。他電力網との連系に関しては、2 回線±500kV の直流送電線で華中電網の乞巖尉発電所と連系し、2001 年には 500kV 交流線路により福建電網との系統連系を行った(九州経済産業局(2004))。

また、華中電網の三峡発電所に 15 回線の 500kV 交流送電線路を建設することにより隣接の電力網を含めた、大規模な系統構成が行われ「西電東送」が積極的に進められている。更に、2010 年までに 500kV 直流送電線により華北電網との系統連系を実現する計画である。各省・市電力網内には、220kV 電力網が形成され、配電網の補強を経て末端需要家への送電能力も徐々に増強されている。華東電網における行政村の通電率は 100%に達している。

2003 年末、華東地区の総発電設備容量は 7,949 万 kW、電力使用量は 4,530 億 kWh、最大出力 7,090 万 kW である。急速な経済発展に伴い電力需要量は年平均 14.5%増加している。華東 3 省 1 市(福建省を除く)は、水力、化石燃料(石炭、石油)も不足しており、中国国内において 1 次エネルギーの非常に乏しい地域である。水力の開発率は既に 56%にもなり、継続的に開発できる資源は少なく。保有埋蔵量は、浙江省にある石炭埋蔵量が僅かで、全国の埋蔵量の 3%のみである。従って華東電網の主力である火力発電は、地域外から大量の石炭輸入が必要となる。華東地域は経済発展が著しい地域であり、上海市と隣接する省も含めて電力確保ができず、電力制限も行われている状況である。系統も上海市を中心として系統構成されているが、大容量電力輸送である 500kV 線路が少なく、未だ 220kV 線路が主力となっている。

上海の最大負荷電力使用量は 1,320 万 kW である。そのうち 500~600 万 kW が高温時の空調関連、200 万 kW が第 2 次産業の負荷、250 万 kW が第三次産業の負荷、150 万~200 万 kW が住宅や生活関連の負荷によるものである。2002 年は、気象上の変化で、総計 600 万 kW の電力が空調で温度を下げるために使われたという。2003 年夏の電力の短期的な不足の主な原因として、10 数年にわたり上海地区が 2 桁の経済成長を続けてきたこと、2002 年夏は 10 数日間にわたり高温の期間が長く続いたということ、電力負荷の特性が大都市型になってきたことである。上海市電力公司是、電力不足に対して次の 3 つの対策を講じている。電力の制限を行うこと、できるだけ具体的な政策で計画的な電力供給を行うこと、住宅・生活用の空調に関する電力供給を優先的に堅持することである。

上海は、第 3 次、第 2 次、第 1 次の順序で産業を発展させてきたが、現在は第 2 次、第 3 次、第 1 次の順で産業を発展させるという方針に変えている。農業用の電力消費量は毎年 20%減少しており、全電力使用量の 1%前後占めるにすぎない。第 2 次産業用の電力は 7%ずつ増加しており、上海市の全電力使用量の 70 数%に達した。第 3 次産業は 12~13%増加し、構成比は 20%を占める。また、夜間の電力使用にインセンティブを与え、夜間の電力需要を増やすようにしている。家庭用の電気料金は、朝 6 時から夜 10 時まで 0.61 元、夜 10 時から朝 6 時まで 0.3 元である。更に、昨年は土曜、日曜の操業を奨励し、ウィークデーの負荷を軽くし、1 週間の電力使用量を平均化する取組みを行った。

エネルギー多消費型の産業に対する電力使用制限や、上海市に適合しない産業の調整も行った。例えば、9 社の化学肥料の工場を改編改造した。また、電力消費の大きい企業に対しては、ピーク時の電力使用制限の指導を行った。電気の安定的な供給を確保するため、翌日の電力供給のピークカットを企業に通知している。2,000 社の企業に対し、負荷管理の機器(無線電力コントロール機器)を設置し、それぞれの企業の使用量を基に電力の使用制限を行っている。30 分前に通知し、もし電力使用量を下げなければ、行政的な指示命令で非生産設備に対し強制停電する措置を講じている。

上海市電力公司是、6 年後の電力需要の予測を地区別、ユーザー別、産業別に行っている。それによると、2005 年の上海市の最大負荷電力は 1,780 万 kW で 9.9%の伸びになると予想される。更に 2010 年には 2,350 万 kW となる見込である。上海電力の今後の設備増強は 6%にとどまっているため、今後 10 年間かなり努力する必要がある。

2.6.3.2 電力料金

現在の料金体系は、国家電力監督管理委員会の管理のもとで各地域の電力会社との間で調整され、定められている(九州経済産業局(2004))。上海市の電気料金を第 2-3 表に示す。

第 2-3 表 上海市の電気料金(出典：九州経済産業局(2004))

利用用途	基本料金
工業用	0.557元/kwh(約 8.3円/kwh)
商業用	0.737元/kwh(約11.0円/kwh)
生活用	0.610元/kwh(約 9.1円/kwh)

1994 年に上海で初めて中央の指示で電力のユーザー別の料金体系を設定した。工業から着手し、100kW 以上のユーザー向けの料金を設定した。それによって、ピーク時とオフピークの価格差は 3 : 1 になった。また、100kW 以下のユーザー(企業、商店)向けにも料金を設定した。家庭向けにもピーク時の料金を開始している。午前 6 時から午後 10 時がピーク料金、午後 10 時から午前 6 時までがオフピーク料金の 2 段階の料金設定を行っている。

2.7 上海市老港廃棄物埋立処分場の概要

2.7.1 上海市老港廃棄物埋立処分場の現状

上海市の老港廃棄物埋立処分場は世界最大級の埋立処分場で、総面積は 600ha(第 1 ~ 4 期)、埋立容量は約 7,000 万 m³ である。第 1 期 ~ 第 4 期区画の概要について区画毎に整理する。

第 1 期区画

第 1 期区画の設計処理量は 2,500 トン/日(912,500 トン/年)、埋立面積は約 200ha である。第 1 期区画の 1 号区画は 4 つに区分けされ、1 区分の面積は 1000m × 400m であり、2 号区画は 2 つに区分けされ、1 区分の面積は 1000m × 500m である。ごみの埋立高さは 4m で、ブルドーザーによる転圧を採用しており、地表面には泥水が浮いている。

第 1 期区画の総投資額は、1 億 494 万元であり、第 1 期区画の建設時には、関連する技術基準および建設基準が不足していたため、現在の衛生埋立基準からみると、少なからず問題がある。埋立作業区画が大きすぎるため、配置されたブルドーザーが埋立作業を処理しきれないこと、埋立前、埋立中、埋立後の排水システムが考慮されていないこと、浸出水の遮水設備がないこと、汚水処理システムがないこと、埋立ガス抜き管がないこと、電力を供給する施設がないこと等である。

第2期区画

上海市における衛生環境施設の建設に関する会議(1992年)では、老港処分場のごみ処理能力を2,500トン/日から5,000トン/日に増加することが必要であると指摘している。第2期区画の工事は建設部の公布する『都市家庭ごみ衛生埋立技術基準』(CJJ17-88)によって、ユニットで区別できるように設計を行い、ブルドーザーによる転圧が合理的な条件で行えること、汚水処理システムの設計・実施、臨時道路設置の設計・実施、ガスの排気管を埋設して、ハエ等の害虫の発生を防止することなどが行われた。

第2期区画の総投資額は5,676万元であり、400m×125mのユニットで埋立面積は約260haまで拡大している。投資が有限なため、遮水工事と排水工事を組み入れていない範囲を建設している。第2期区画の開始にあたり、ユニットの“品物”の字形を採用して多点作業が行えるようにし、“第8期5カ年計画”の難関プロジェクトである《生活ごみの衛生埋立場に関する研究》の後、完全に近い衛生埋立を行うため、《生活ごみの衛生埋立技術要求(試行)》と《老港処分場作業ユニット生活ごみ衛生埋立技術操作マニュアル(試行)》を公布して、船から車への積み込み、運搬の時間、破碎、転圧、多点作業法などの規範に合わせた埋立を実行している。

第2期区画は処理能力を高めた以外に、埋立処分場の環境保護方面の投資を増やしている。第2期区画の中では、雨水と汚水の分別システムによる浸出防止以外、埋立終了後の土地利用の規格もなく、覆土の問題を解決するための試験では、肝心の技術的問題は解決していなかったため、LFG利用には一歩至らなかった。

第3期区画

第3期区画の総投資額は1億6千円で、2000年に竣工している。埠頭の拡張、堰堤工事、道路工事、浸出水処理システム、排水システムと配電システムの改築、南部を新たに造成して、生活ごみを埋め立てる区域に相応する建設機械を配置した。第3期区画の建設後、老港処分場の処理規模は5,000トン/日から7,500トン/日(実績5,000トン/日)に増加している。

第3期区画は約76haで、老港処分場の埋立可能年を2003年まで延長させることができる。第1期、2期区画の約260haを足して、老港処分場全体で埋立面積約336haとなり、埋立高8mまで4m積み上げている。



写真 2-1 海上輸送されたごみの陸揚



写真 2-2 ごみの搬入



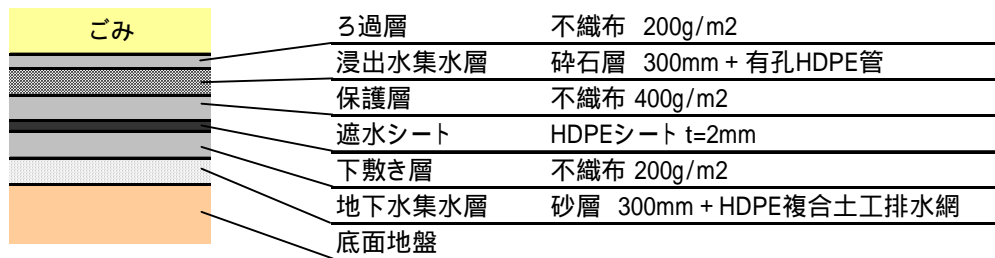
写真 2-3 転圧・敷き均し



写真 2-4 ガス抜き管

第 4 期区画

現在建設が行われている第 4 期工事の各設備について以下に整理する。遮水工は、周囲(約 10km)に鉛直遮水壁を設置し、4 つの大セルの境界で 0.8km の鉛直遮水壁を 4 箇所設置している。また、南北方向の副ダムで 4.2km の鉛直遮水壁を設置している。総延長は 17,400m で、水平遮水工は HDPE シート(厚さ : 2.0mm)を主体として不織布、地下水集水層、浸出水集水層を設けている(第 2-4 図)。



第 2-4 図 遮水構造

埋立高さは約 40m、現在の埋立面積は 82ha、埋立容量 2429 万 m³、2006 年に埋立を開始し、埋立処理量は 6,000 ~ 6,600 トン/日である。

浸出水処理施設の処理能力は 2,600m³/日、浸出水集排水施設は、総延長 1,370m の有孔 HDPE 管、LFG 処理施設は、137 本の豎型ガス抜き管を縦横間隔 50m で布設し、は 150 ~ 500 の HDPE 管を設置している。また、埋立の深さ方向に埋立厚さ 6m 毎に 75 の水平管を設置していく計画としている。

老港埋立処分場に搬入されるごみの埋立量および埋立場所、埋立年度を第 2-4 表に示す。

第2-4表 ごみの埋立量および埋立場所、埋立年度

埋立区	埋立セル番号	ごみ高さ	埋立時期	ごみ量
第1期	2#	~10m	埋立 2002 年 盛立 2005 年	埋立 20 万 t 盛立 15 万 t
	3#	~10m	埋立 2003 年 盛立 2005 年	埋立 20 万 t 盛立 15 万 t
	5#、6#	~10m	埋立 1999~2000 年 盛立 2005 年	埋立 40 万 t 盛立 30 万 t
	7#、8#	~10m	埋立 1999 年 盛立 2004 年	埋立 40 万 t 盛立 30 万 t
第2期	42#、43#	~10m	盛立 2005 年	盛立 25 万 t
	44#、45#	~10m	盛立 2001 年	盛立 25 万 t
第3期	49#	~10m	2003~2004 年	共 90 万 t
	50#	~10m	2000 年	共 70 万 t
	51#	~10m	2000~2001 年	共 70 万 t
	52#	~10m	2001~2002 年	共 70 万 t
	54#	~10m	2001 年	共 70 万 t
	55#	~10m	2002~2004 年	共 80 万 t
	56#	~10m	2002~2005 年	共 80 万 t
計				790 万 t

2.7.2 上海市のごみ処理

2.7.2.1 上海市のごみ処理の現状

上海市ごみ処理計画(2002年2月)によると、上海市では、約12,000トン/日の家庭ごみが収集・運搬されており(2002年度)人口の増加に伴い、年々増加している。自治区を中央エリア、浦東新区エリア、近郊エリア、郊外エリアの4つのエリアに区分してごみ処理状況の把握を行っており、ごみの区分は、大きく分けて家庭ごみと特殊ごみの2つに区分される。家庭ごみは主に居住者、商店等から排出されるもので、特殊ごみは更に、厨芥ごみ、粗大ごみ、医療系廃棄物、有害廃棄物、変動性廃棄物に区分されている。

厨芥ごみ：レストラン、食堂等から排出される炭水化物や食物繊維、動物性脂肪等の有機物主体のものであり、水分を多く含み、腐食しやすい。

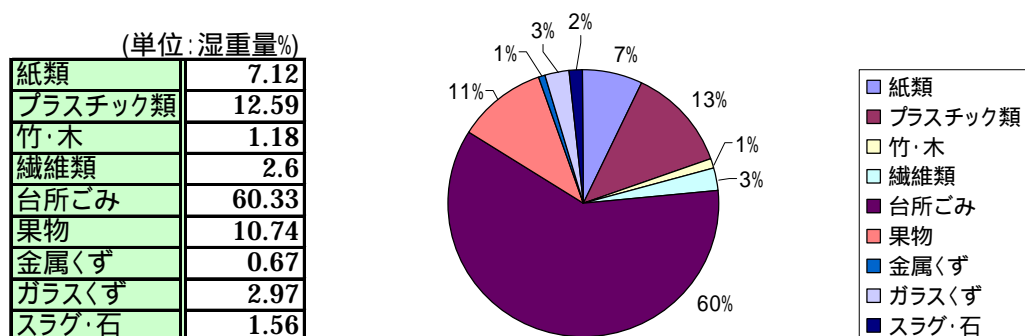
粗大ごみ：処分する前に破砕する必要がある、ソファー、キャビネット、電化製品等である。

医療系廃棄物：手術や包帯等のごみ、注射、血液等の注入機器、実験用動物等で、中国の有害廃棄物リストに掲載されている。

有害廃棄物：人の健康や環境に、直接あるいは影響の可能性があるので、バッテリー、塗料、電球、蛍光灯、期限切れの医薬品等である。

変動性廃棄物：建設時の廃棄物や土壌、有害廃棄物を除く工業廃棄物(工業スラグ、石炭灰等)、排泄物等である。

上海市の2002年における平均ごみ組成を以下に示す。台所ごみは多量の水分を含むため、全体に対する割合が高くなっており、紙類よりもプラスチック類の割合が高くなっている(第2-5図)。



第2-5図 上海市の平均ごみ組成(出典：上海市ごみ処理計画(2002年))

家庭ごみの収集形態は、主に、生活区単位に設けられたステーションからの収集であり、その他、更に大きなコンテナによる収集、粗大ごみの収集等を合わせて、約27,000箇所から収集される。トラック等により収集された家庭ごみは、中継場に運ばれ、その後、海上輸送されている。家庭ごみの輸送機器は上海全体で2,909台あり、そのうち全体の約86%にあたる2,502台は蓋が閉じられたものである。荷重の制限と短距離輸送の必要性のため、これらの家庭ごみの輸送機械は、一般に小さく、2トンあるいは3トンのサイズである。

廃棄物の主な衛生処理施設は埋立地、焼却処理施設、生物化学的処理に区分され、2003年時点で埋立地はLao Gang、Li Ming、Song Jiangで約6,200トン/日、焼却処理施設は、Yu Qiao、Feng Xianで約1,000トン/日、生物化学的処理は、Pudongで1,000トン/日で合計約8,200トン/日である。これは、家庭ごみ全体の収集運搬量の69%であり、衛生処理施設が不足している状況である。

有害廃棄物については、市が許可した中間処理または最終処分有害廃棄物処理許可業者が約50社ある。しかし、処理技術・規模等処理能力が不足しているため、今後充実させる必要がある。有害廃棄物の排出事業者は、行政に登録と廃棄物処理計画を提出する義務がある。また、有害廃棄物処理業者は、行政に申請し許可を受ける義務がある(処理後は、地方環境保護局に提出され、そのコピーが排出業者にまわる)。マニフェスト制度もある。

2.7.2.2 上海市のごみ処理基本計画

上海市のごみ処理基本計画では、国家政策である、「高水準の焼却技術の開発、生物化学技術(バイオテクノロジー)の奨励、埋立技術の改善と完成」に基づき、環境保護、持続可能な発展、循環経済の理念の実行、資源再利用、ごみの衛生処理能力の増加を基本的な観念としている。特に廃棄物に関する発展目標としては、以下の項目に関して、2010年までの実現を目指している。

古いごみ処理システムから新しいシステムへの改善
合理的な施設配置
信頼できる技術
環境保護の規格

これらの発展目標を短期(2004～2007年)、中期(2008～2010年)、長期(2011～2020年)に分類し、各々の期間について目標を定めている。

- ・短期目標：長期にわたるごみの衛生処理実現のため、ごみ処理システムの構築と完成に要する安定した資金を準備する。
- ・中期目標：新しいごみ処理システムの設立のため、中国の国内において、収集運搬およびごみ処理の先進的位置に立つ。
- ・長期目標：収集運搬、ごみ処理の国際的に進んだシステムを構築する。

上海市マスタープランの短・中期建設実行計画によると、2005年には1,470万人、2010年には1,500万人、2020年には1,600万人の人口増加が予測されており、これに伴い、2010年のごみ収集運搬量は19,750トン/日と予測されている。

家庭ごみのごみ組成は、中央エリアでは、紙類が12.3%、プラスチック類が14.77%、厨芥類が63.53%、金属くず1.34%、ガラスくず3.89%、その他4.16%(2010年)と予測されている。2002年時点のごみ組成と比較して、紙類、プラスチック類の占める割合が増加し、厨芥類が減少している。家庭ごみ処理の実施計画としては、焼却処理や生物化学処理によるごみ量の削減を念頭に置き、居住者から排出されるごみは、資源ごみ、普通ごみ、有害廃棄物、粗大ごみに分別し、公共施設からのごみは、紙類、ガラスくず、ゴム・プラスチック類、金属くず、有害廃棄物に分類することとし、ごみの収集については、直接戸別収集とステーション収集としている。

基本計画の中で、“生ごみの埋立ゼロ”を2010年までに実現することを目指しており、処理施設の中で最も埋立容量の大きい老港埋立処分場では、2005年に6,685トン/日、2007年に3,290トン/日、2010年に0トン/日の処理を目標としているものの、上海市当局では、現実的には難しいのではという見解も示している。ロジスティック分析によると、埋立処分以外の中間処理施設における2010年の処理量の比率は、リサイクル：焼却処理：生物化学処理=1.7：3.2：5.1としている。

しかし、現在、衛生的な廃棄物処理施設が不足しており、処理施設の処理能力が現状で推移すると、中央エリア、浦東新区エリア、近郊エリアでは、2010年の排出予測量14,250t/日に対し、5,900トン/日の処理施設が不足し、郊外エリアでは、2010年の排出量5,500ト

ン/日に対し、5,100 トン/日が不足するとしている。このような状況から、上海におけるごみ処理施設の施設計画では、2005 年完成予定の焼却処理施設、生物化学処理施設、総合集約施設の処理量の合計は、5,150 トン/日ある。その後 2020 年までには合計約 24,000 トン/日の処理施設が計画されている。

また、上海市においても国際都市の要求として、廃棄物処理のデジタル化、情報化による情報処理システムの構築が計画されている。これらの基本計画実施のための出資費用は、土木工事、機械工事、土地の買収等の費用を全て含め、概算で総額 1,089,336 万元、日本円で約 1,500 億円としている。

2.8 導入システム

2.8.1 システム構成

本 CDM プロジェクトの実施サイトである老港廃棄物埋立処分場における LFG 回収・発電のパイロット・プロジェクトの経験を基に、本プロジェクトで採用する LFG 回収・発電システムを第 2-6 図に示す。LFG 回収井戸で LFG を回収し、LFG を除湿等の前処理する。処理された LFG 中のメタンによりガスエンジンで発電する。余分なメタンはフレアリングシステムで燃焼させ CO₂ に変換する。発電した電力は既存の送電網(系統)を通じ電力供給をする。

LFG 回収システム

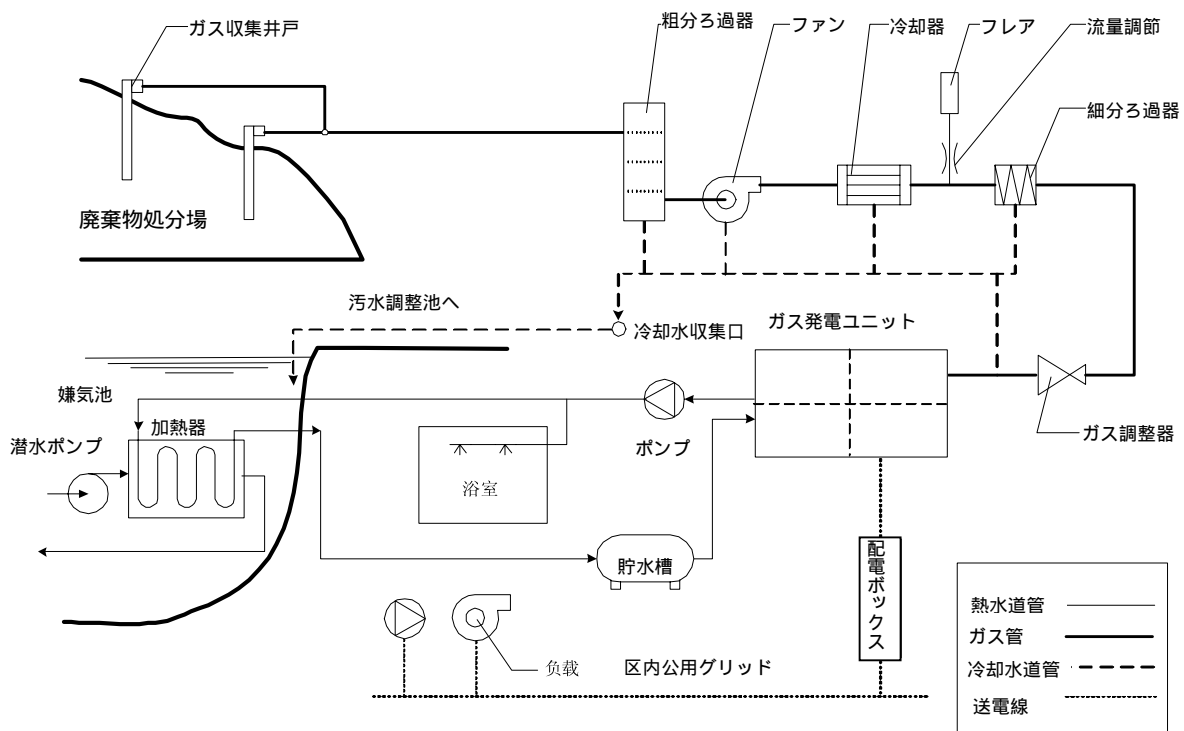
LFG 回収システムは垂直・水平ガス井戸を使用するが、基本的には我が国の廃棄物最終処分場に設置されている設備と同様なものである。

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して導入する。

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ガスはフレアリングシステムで燃焼させ CO₂ に変換する。



第2-6図 システム構成

2.8.2 メタン回収システム

LFG回収は、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竪型ガス抜き設備（竪渠）で実証された技術であり、我が国の一般廃棄物最終処分場や管理型産業廃棄物最終処分場で多用されている。また、最近では、既設最終処分場の適正閉鎖事業において、早期安定化対策として埋立地内の空気流通を促進するために垂直ガス井戸を設置する場合も多い。日本技術開発㈱の代表的な事例としては、北海道旭川市の中園廃棄物最終処分場閉鎖設計がある。

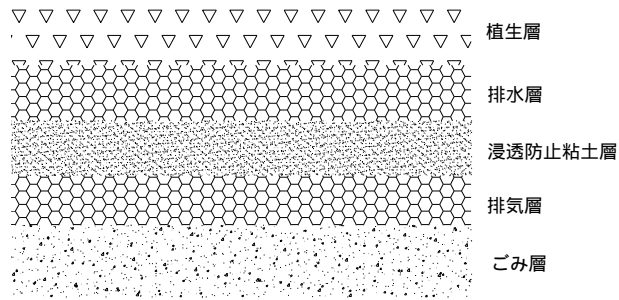
中国・上海市と我が国では気象条件、廃棄物組成、埋立地の構造や管理等が異なっているため、改良を加える必要がある。

以下の目的で埋立処理場を被覆する作業を実施する。

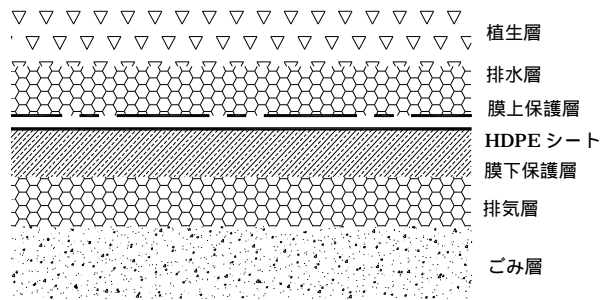
- ・メタンの大気放出を防止する。
- ・LFGの回収率を向上させる。
- ・埋立処理場を衛生的に閉鎖する。

被覆方法は粘土質土や皮膜を使用する方法がある(第2-7図)。粘土質土は安価であるが被覆は完全ではない。本プロジェクトには、被覆方法として皮膜を使用する予定である。皮膜には、高密度ポリエチレン(HDPE)を採用する。

粘土層は、厚さ30cm透水係数 1.0×10^{-7} cm/s、排水層は、厚さ30cmで多孔性の材料を用い、植生層は、厚さ20cm～30cmで栄養のある土壌を用い、植物の根の深さによって決定される。また、損傷、破れ防止のため、HDPEは厚さ1mm以上が確保される必要がある。



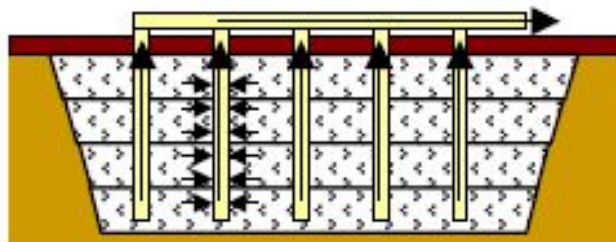
(a) 粘土覆蓋構造図



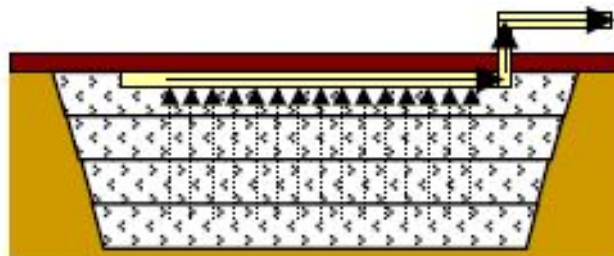
(b) 人工材料覆蓋構造図

第2-7図 埋立処分場の被覆方法

老港廃棄物埋立処分場でのLFG回収・発電のパイロット・プロジェクトでは、大きく改良されたものとしてLFG回収井戸の方式が挙げられる。一般的に利用されているLFG回収井戸は、垂直井戸と水平井戸である(第2-8図)。



(a) LFG 回収垂直井戸



(b) LFG 回収水平井戸

第 2-8 図 LFG 回収井戸の構造

第1期～第3期区画と第4期区画では、埋立構造が異なるため、それぞれに適したLFG回収井戸を採用する。第1期～第3期区画では、廃棄物層の厚さは平均6mのため、水平井戸を使用する。一方、第4期区画では、廃棄物層の厚さは平均50mのため、垂直井戸を使用する。

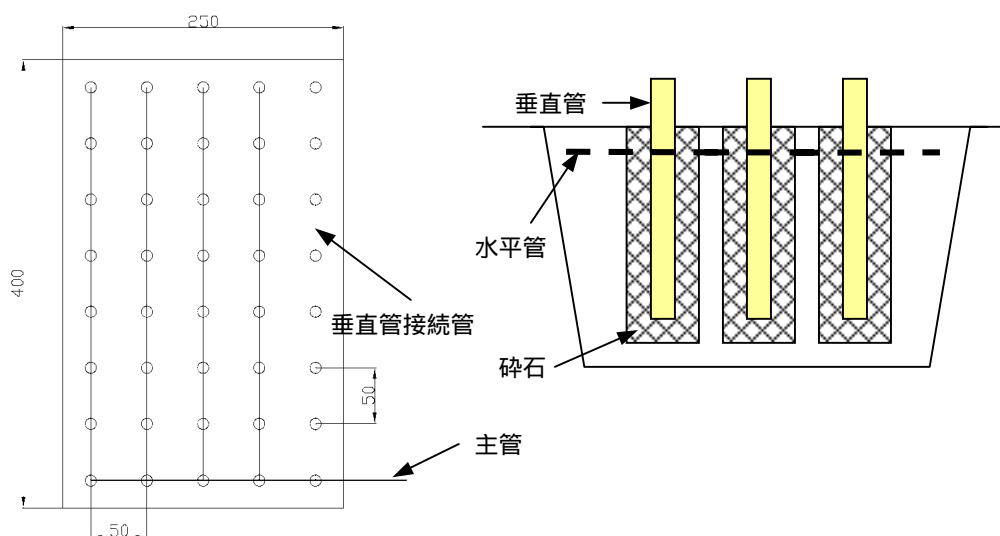
2.8.3 メタン回収井戸の設計

埋立を行う区画毎に、50mピッチで 100～200 のスチール製の垂直管を配置し、効率的なガス回収を行う。垂直井戸の管口が地表面から 1m の高さとなるように設置し、管の保護のため、周囲に碎石を施す。パイプの敷設位置は添付資料 1 に示す。

2.8.3.1 第1期工区～第3期工区

第1～3期工区は、埋立高が高くないため、埋立地最上部のみに水平管を設ける。

- ・単位セルサイズ：東西 400m × 南北 250m × 12 区画
- ・垂直ガス井戸設置本数：8 × 5 = 40 本 × 12 区画 = **480 本**



第2-9図 第1～3期工区配管方法

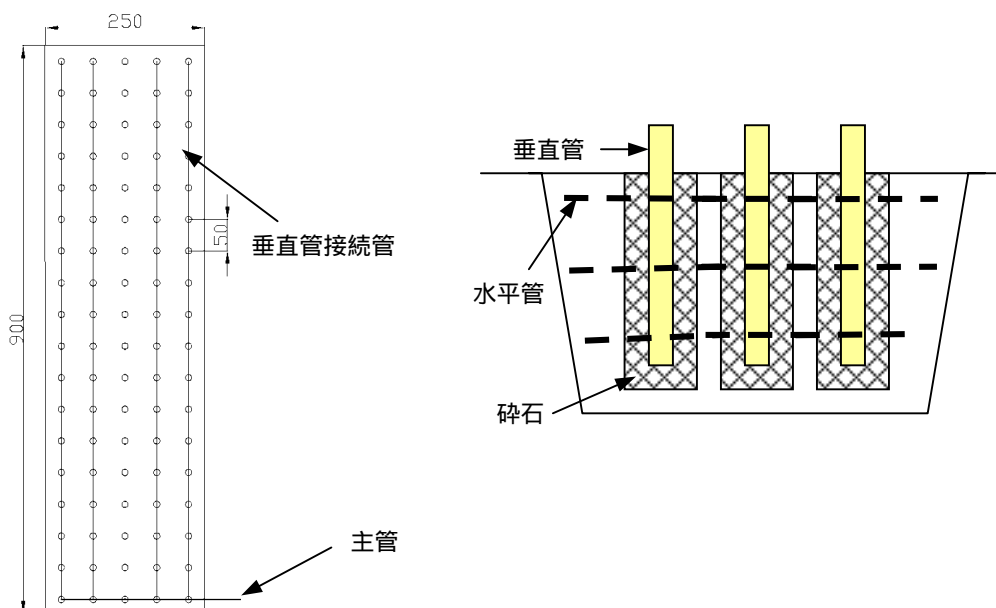
第2-5表 第1～3期工区配管仕様

項目	仕様
単位セルサイズ	400m × 250m
垂直管設置本数	40 × 12 = 480 (50m pitch)
水平管 管径	75 (surrounded gravels)
垂直管接続管 管径	110
主管 管径	160, 200, 315

2.8.3.2 第4期工区

第4期工区は、第1～3期工区と比較して埋立高さがあり(約40m)、埋立の進捗に応じて段階的に垂直管及び水平管を嵩上げて設置し(6m ピッチ)、埋立中から段階的にメタンを発電に利用する。

- ・単位セルサイズ：東西 900m × 南北 250m
- ・垂直ガス井戸設置本数： $18 \times 5 = 90$ 本



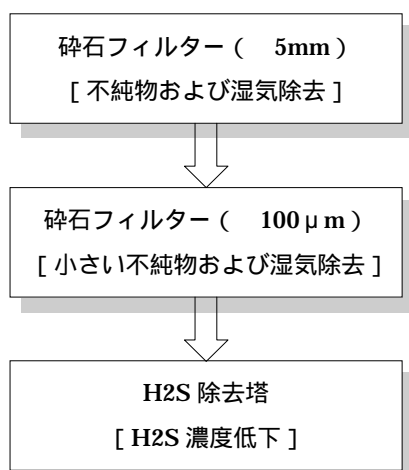
第 2-10 図 第 4 期工区配管方法

第 2-6 表 第 4 期工区配管仕様

項目	仕様
単位セルサイズ	900m × 250m
垂直管設置本数	90 = 18 × 5 = 90 (50m pitch)
水平管 管径	75 (surrounded gravels)
垂直管接続管 管径	250
主管 管径	500

2.8.4 前処理システム

発電とフレアの前段では、発電システムとフレアリングシステムの保護と腐食防止のため、LFG の回収および LFG 中の不純物、湿気、 H_2S ガスなどを除去するための前処理が必要である。本プロジェクトでは、3 段階の LFG 前処理システムを採用する(第 2-11 図)。1 段目に 5mm の砕石フィルターを設けて、土壌不純物および湿気を除去、2 段目に 100 μ m の砕石フィルターを設けて、より小さい土壌不純物および湿気を除去、3 段目に H_2S 除去塔を設けて H_2S 濃度を低下させる。



第2-11 図 前処理システム

2.8.5 ガスエンジン発電システム

メタンを利用してエネルギーへ変換する場合、それには大きく分けて2つの方法がある。ひとつは熱へ変換する方法であり、もうひとつは電気へ変換するものであるが、本プロジェクトにおいては系統電源への売電を目的とした発電を予定しているため、電気への変換と利用を検討した。電気への変換を行う場合には、原動機を使用して発電機を駆動し電力を発生させることになるが、原動機としては何種類かのものが存在し、各々に特色を持っているため、具体的な条件に照らし合わせて検討決定する必要がある。LFGを使用することのできる原動機には、蒸気タービン、ガスタービン、ガスエンジンがある。

本プロジェクトでのLFG 発電プラントの発電規模は8～15MWと想定され、数百kW程度の複数の設置が最適と判断される。数百kWクラスの熱効率を比較すればガスエンジンのエネルギー効率が高いことがわかる(写真2-5)。また、上海でのパイロット・プロジェクトでは、中国製400kWhと米国製48kWhのガスエンジンを使用し、発電に成功した。以上の検討結果から、ガスエンジンを使った発電システムが本プロジェクトにおいては最も適切であると判断される。



写真 2-5 使用予定のガスエンジン

2.8.6 フレアリングシステム

発電に使用しない余剰のメタンはフレアリングシステムで燃焼させ CO₂ に変換する。また、ガスエンジン発電システムが定期点検等で停止した場合でも回収した LFG の大半を燃焼できる規模の設計設備容量とする(第 2-7 表)。

第 2-7 表 フレアリング設備仕様

項目	仕様
最大熱負荷	40万kcal/時
メタン燃焼効率	99%
フレア台数	4台

2.9 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)

現地法人(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。

2.10 事業性評価

2.10.1 前提条件

以下に前提条件を列記する。

初期投資額 : 3,508 百万円

- ・ 詳細調査(1.55 億円) : LFG 回収井戸の設計、製図、発電機の選定、環境影響調査
- ・ 機器設備製作(23.21 億円) : 発電設備(発電機、変圧器)・付帯設備(フローメーター、グリッドへの送電)、フレアリング設備、モニタリング設備の製作

- ・土木工事(6.73 億円)：LFG 回収井戸の設置・配管、ガス収集用キャッピング、排水用碎石層、覆土
- ・発電機据付(0.23 億円)：発電所建屋内に発電機を据付
- ・試運転(0.24 億円)：メタン発電の試運転、作業員訓練費
- ・予備費(3.12 億円)：総投資額の 10%程度

初期投資額資金調達先

プロジェクト初期総投資額の 30%である 1,052 百万円を上海城投環境投資有限公司等(出資金：852 百万円)と日本技術開発(株)等(出資金：200 百万円)を出資する。

残りの 70%である 2,456 百万円を現地法人(SPC)が中国市中銀行より借入する計画である。

借入先	借入金(百万円)	返済期間(年)	金利(%)	通貨の種類
中国人民銀行	2456	10	6.12	円

ただし、中国人民銀行の長期金利は先方情報より、6.12%とした。

建設期間

建設期間：1 年(2006 年)

プロジェクト期間

プロジェクト期間：11 年(建設期間 1 年、稼働期間 10 年(2007 年～2016 年))

減価償却：333.3 百万円/年

- ・残存簿価：5.00%
- ・償却年数：10 年間
- ・初期投資：3,508 百万円

2.10.2 プロジェクトの支出

プロジェクトの支出は、マテリアルコスト、人件費、メンテナンス費用、法人税等実行税等からなる。

マテリアルコスト：146.3 百万円/年

発電に要するマテリアルコストは、先方情報より、1 円/kWh とした。

- ・発電量 1,463 百万 kW × 1 円/kWh ÷ 10 年間 = 146.3 百万円/年

人件費：15.0 百万円/年

プロジェクト実施要員は、所長をはじめ、事務系、技術系の計 20 名からなる(第 2-8 表)。第 2-9 表には、各人員区分の 1 年当りの人件費単価を示す。

第 2-8 表 人員構成および人件費単価

(単位：人)

人員区分	管理員	生産員	補助員	計
所長	1			1
総合執務	2		1	3
技術業務科	2			2
安全環境科	1			1
操作班		7		7
機械電気補修班		4		4
土建保護班		2		2
合計	6	13	1	20

第 2-9 表 人員構成および人件費単価

(単位：円/人・年)

人員区分	管理員	生産員	補助員
所長	1,000,000		
総合執務	900,000		600,000
技術業務科	850,000		
安全環境科	800,000		
操作班		700,000	
機械電気補修班		700,000	
土建保護班		700,000	

第 2-5 表および第 2-6 表上表より、年間の人件費を見積もった。

所長	: 1,000,000 円	}	合計 : 15,000,000 円
総合執務	: 2,400,000 円		
技術業務科	: 1,700,000 円		
安全環境科	: 800,000 円		
操作班	: 4,900,000 円		
機械電気補修班	: 2,800,000 円		
土建保護班	: 1,400,000 円		

メンテナンス費用：200.0 百万円/年

メンテナンス費は、特殊なプロジェクトであるため、発電設備を除く費用の約 20% 程度を見込み、200 百万円 / 年とした。

その他：33 百万円/年

その他費用は、運営管理費の約 10% 程度を見込み、33 百万円 / 年と見積もった。

コスト除外項目

今回の経済性分析には、土地借用費用、CO₂ クレジット獲得に必要な経費はコストから除外した。

法人税等実行税率：33%(中国の税率)

2.10.3 プロジェクトの収入

事業収入（売電）：474 百万円/年～908 百万円/年

プロジェクト企業と現地電力会社が長期の電力購入保証契約を期間 10 年、購入価格 7 円/kWh の条件で締結すると仮定した(第 2-10 表)。

第 2-10 表 事業収入(売電)

稼働年 (年)	発電容量 (kW)	発電量 (kWh)	事業で消費 する電力量 (kWh)	系統への 売電 (kWh)	売電コスト (円/kWh)	電力販売 (円)
1	8,000	70,080,000	2,430,000	67,650,000	7	473,550,000
2	9,000	78,840,000	2,170,000	76,670,000	7	536,690,000
3	14,800	129,648,000	1,970,000	127,678,000	7	893,746,000
4	14,800	129,648,000	1,970,000	127,678,000	7	893,746,000
5	15,000	131,400,000	1,970,000	129,430,000	7	906,010,000
6	15,000	131,400,000	1,710,000	129,690,000	7	907,830,000
7	13,800	120,888,000	1,580,000	119,308,000	7	835,156,000
8	13,800	120,888,000	1,580,000	119,308,000	7	835,156,000
9	12,800	112,128,000	920,000	111,208,000	7	778,456,000
10	12,800	112,128,000	920,000	111,208,000	7	778,456,000
合計	129,800	1,137,048,000	17,220,000	1,119,828,000		7,838,796,000

クレジット収入：341 百万円/年～504 百万円/年

契約購入量について 5 ドル/CO₂ トン(550 円/CO₂ トン)でクレジット購入保証を実施すると仮定した(第 2-11 表)。

第 2-11 表 クレジット収入

稼働年 (年)	電力販売 (円)	事業実施によ る排出削減量 (t-CO ₂)	CO ₂ クレジット 価格 (円/t-CO ₂)	クレジット収入 (円)
1	473,550,000	620,212	550	341,116,373
2	536,690,000	730,518	550	401,784,655
3	893,746,000	872,151	550	479,682,929
4	893,746,000	884,098	550	486,253,980
5	906,010,000	896,260	550	492,943,092
6	907,830,000	906,229	550	498,426,116
7	835,156,000	907,064	550	498,885,345
8	835,156,000	915,073	550	503,290,052
9	778,456,000	916,037	550	503,820,422
10	778,456,000	837,033	550	460,368,334
合計	7,838,796,000	8,484,675		4,666,571,298

2.10.4 内部収益率 (IRR)

本プロジェクトの経済性を CO₂ クレジットがない場合と 5 ドル(550 円)/CO₂ トンの CO₂ クレジットがある場合を比較すると、内部収益率(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 2-12 表)。

第 2-12 表 CO₂ クレジットがない場合と CO₂ クレジットがある場合の IRR 比較

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

2.10.5 感度分析

2.10.5.1 CO₂ クレジット単価変化

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、CO₂ クレジットの単価が、CDM 事業の利益に大きく影響を与える。5 ドル/CO₂ トン(550 円/CO₂ トン)、7 ドル/CO₂ トン(770 円/CO₂ トン)、10 ドル/CO₂ トン(1,100 円/CO₂ トン)での感度分析の結果、5 ドル/CO₂ トンで良好な IRR を示す。現段階では、5 ドル/CO₂ トン以上のクレジットを期待する(第 2-13 表)。

第 2-13 表 感度分析結果

CO ₂ 単価 評価項目	クレジットなし	\$ 5/CO ₂ トン	\$ 7/CO ₂ トン	\$ 10/CO ₂ 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

2.10.5.2 メタン量変化

メタン量の実測値がなく、理論値との比較検討が困難であるため、これらに乖離があった場合の事業性について解析するため、メタン量が現在の想定値の 120%回収、90%回収、80%回収の場合について感度分析を行った結果、収益性のある事業としては少なくとも現在の想定値の 80%以上のメタン量が必要である(第 2-14 表)。

第 2-14 表 感度分析結果

CO ₂ 単価 メタン量	クレジットなし	\$ 5/CO ₂ トン
120%	4.9%	17.6%
100%	3.8%	16.3%
90%	1.3%	12.3%
80%	-1.7%	8.8%

2.11 プロジェクト効果

2.11.1 省エネルギー効果

本プロジェクトでは、埋立処分場から発生する LFG を回収し、それを燃料としたガスエンジン発電設備を稼働させることにより、発電を行って電力系統に送電する。この場合、系統の発電所の稼働が発電設備の発電電力量の分だけ低減でき、発電所において必要となる投入エネルギーを削減することができる。なお、LFG は再生可能エネルギーであり、化石燃料の代替エネルギーであることから、LFG を燃料とする発電設備における入力エネルギーは、投入エネルギーとしてカウントされなプロジェクトケースにおいては、10～18MW のガスエンジンによって年間約 8,040 時間発電を行い、所内で消費される電力(自己消費電力)を除いた発電電力を系統に送電する。すなわちベースラインにおけるエネルギー消費量は、この電力量を発電所において発電するためのエネルギー消費量である。

2.11.2 温室効果ガス削減効果

本プロジェクトでは、埋立処分場から発生する LFG を回収し、それを燃料としたガスエンジン発電設備を稼働させることにより発電を行い、また余剰の LFG についてはフレアによる燃焼 / 破壊処理を行う。LFG は CO₂ の 21 倍の温室効果があるメタンが主成分であるため、LFG をガスエンジンおよびフレアスタックにおいて燃焼させ、CO₂ として排出することで、大きな温室効果ガス排出削減効果がある。また、系統の発電所における発電量が、発電設備における発電電力量の分だけ削減され、そのため発電所における CO₂ の排出量が削減される。

ただし、LFG を発電設備やフレアスタックで燃焼させることにより、排出ガスとして CO₂ が発生するが、メタンガスの燃焼に伴う CO₂ 発生量については、バイオマス由来の CO₂ であるため、排出量としてはカウントしない。

ベースラインにおける温室効果ガスの排出量は、LFG の放出によるメタンガスの排出量と、プロジェクトケースにおけるガスエンジンの発電電力分に相当する発電所における CO₂ の排出量である。

2.11.3 普及効果

同種のプロジェクトとして、埋立処分場から発生する LFG を収集し、ガスエンジンとフレアによって燃焼処理し、一部発電によって電力エネルギーを得ることによって、発電所の投入エネルギーも減少させるプロジェクトの普及可能性を考える。中国には、都市廃棄物の埋立処分場が約 440 箇所存在するが、LFG 回収・利用システムを導入すればすぐにでもシステムの運用が行えると考えられる。

2.11.4 その他の効果

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。地域住民は物埋立

処分場で廃棄物から発電できるというリサイクル意識を植え付けることができる。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。職業開発と雇用創出としては、新会社には少なくとも 20 人の従業員が採用される。

第3章プロジェクト設計書（概要版）

プロジェクト設計書の構成

プロジェクト設計書は、以下に示す A ~ G のセクションで構成される。

- A. General description of project activity (プロジェクト概要)
- B. Application of baseline methodology (ベースライン方法論の適用)
- C. Duration of the project activity/Crediting period (プロジェクト/クレジット期間)
- D. Application of a monitoring methodology and plan (モニタリング方法論の適用と計画)
- E. Estimation of GHG emissions by sources (温室効果ガス削減量の算定)
- F. Environmental impacts (環境影響評価)
- G. Stakeholders' comments (ステークホルダー・コメント)

A (プロジェクト概要) については前章までに記載済みであるため、本章では B、C、D、E、F、G について説明する。

3.1 ベースライン方法論の適用

3.1.1 適用されたベースライン方法論

LFG プロジェクトでは、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)は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(第3-1表)。本方法論は、それより以前に承認された方法論を統合した最新の方法論で、第15回CDM理事会(2004年9月1日～3日：ドイツ・ボン)にて承認されたものである。

第3-1表 統合化方法論のベースとなったLFGプロジェクト

登録番号	プロジェクト名	ホスト国
NM0004	Salvador da Bahia Landfill Gas Project	ブラジル
NM0005	Nova Gerar Landfill Gas to Energy Project	ブラジル
NM0010	Durban Landfill Gas to Electricity Project	南アフリカ共和国
NM0021	CERUPT Methodology for Landfill Gas Recovery: Onyx Landfill Gas Recovery Project	ブラジル

3.1.2 統合化方法論を適用できる理由

本方法論は廃棄物埋立処分場からのメタン回収・利用プロジェクト活動に対して適用できる。ベースラインシナリオは、メタンを含むLFGは部分的もしくは全量が大気へ放出される。一方、プロジェクト活動は以下の3シナリオが考えられる。

回収されたメタンガスは燃焼される。

回収されたメタンガスは、エネルギー(電気、熱)を生成するために使用される。ただし、このプロジェクト活動により他のエネルギー源を代替もしくは削減することに伴う排出削減効果はシナリオに含めない。

回収されたメタンは、エネルギー(電気、熱)を生成するために使用される。このプロジェクト活動により他のエネルギー源を代替もしくは削減することに伴う排出削減効果をシナリオに含める。

本プロジェクトは、回収メタンを発電もしくは燃焼の用途に使用し、さら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獲得することを目的としており、上記のと に該当することから、統合化方法論を適用することは可能であると考えられる。

また、本プロジェクトでは系統電源の代替によるCO₂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)」を利用して算出した。代替の排出係数としてグリッド全体平均排出係数を使用しているが、その計算に使用したプロジェクトサイトが位置する華東電力網のデー

タは、2004年中国能源統計年鑑を使用した。

3.1.3 プロジェクト実施による温室効果ガス排出削減過程

本プロジェクト実施した場合の温室効果ガス(GHG)の人為的排出量が、CDM プロジェクトが実施されなかった場合(ベースラインシナリオ)の排出量より少なく、CDM がなければ人為的排出量削減が実現されない場合、CDM プロジェクトは追加性があると判断される。本プロジェクトにおける追加性について、統合化方法論に基づき以下の手順で証明できる。

ステップ1：現行の法規制の下で考えられるベースラインシナリオの特定

シナリオ 1：現状維持。すなわち、老港埋立処分場において、LFG の発生を全く管理せず、LFG の収集・利用もせず、LFG の大気への拡散を放置している状況のことを言い、同時にガスエンジン発電機の設置も行わないもの。

シナリオ 2:LFG の回収プロジェクト。すなわち、老港埋立処分場から発生する LFG を回収し、環境と安全のためにフレア焼却させようとするもの。

シナリオ 3：このプロジェクト。すなわち、老港埋立処分場から発生する LFG を回収し、LFG の中に含まれる GHG である可燃性のメタンを、ガスエンジン発電機で燃焼して発電し、系統電源へ給電しようとするもの。

中国では、埋立処分場からのメタン回収に関する法規制はあるものの現状ではそれを遵守するサイトは存在せず実施的には効力がないため、上記のいずれのベースラインシナリオも法規制を満足している。

ステップ2：投資分析による追加性の証明

ここでは追加性を証明するために投資分析による方法論を使用する。もし考えられるベースラインシナリオがプロジェクトシナリオと同等規模の投資を伴わない事業活動であれば、次に示す分析オプションが使用でき、本プロジェクトではこのオプションを適用することができる。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 IRR と中国(ホスト国)での投資活動に適用される融資利率とのベンチマークによって評価される。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(第 3-2 表)。

第 3-2 表プロジェクトの財務分析結果

	CO ₂ クレジットなし	CO ₂ クレジット込み \$ 5/CO ₂ トン
IRR(内部利益率)	3.8%	16.3%

CO₂ 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 CO₂ 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。

ステップ3：CDM 事業化による影響

本プロジェクトでは、ベースラインシナリオにおいて発生すると考えられる LFG の量を IPCC ガイドライン(1996 Revised)に記載された想定方法の1つである Theoretical first order kinetics methodologies を使って推定した。このようにして算定したベースライン排出量を基に、メタン回収設備、ガスエンジン発電設備さらにはフレア設備の基本設計を行い、本プロジェクトで獲得できる排出削減量の見積もりを実施した。

ステップ2で記載したとおりプロジェクトはCDMによる追加的な金融支援なしでは進捗しないと考えられる。もしプロジェクト実施者が本プロジェクトから獲得できる CO₂ クレジットを5ドル/CO₂ トンで売却することで追加的な収入が得られれば、第3-2表に示すとおり IRR を大幅に向上させ、このプロジェクトの投資価値を高める十分な収益性を確保できる。さらに、本プロジェクトのベースラインおよびプロジェクトシナリオをより決定的とするために、次ステップにおいてその他に考えられる追加性およびリーケージを評価する。

ステップ4：中国での LFG の扱い

中国では現状 LFG プロジェクトの実施に対して各種の障壁がある。廃棄物埋立処分場の大半は大都市郊外に位置し、川、谷および湿地地帯等の地形を利用している。無秩序な廃棄物が周辺環境および人体への健康に対して深刻な影響を与えている。人口の増加に伴い、中国政府は廃棄物管理の改善の必要性を強く認識し始めた。しかしながら、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。

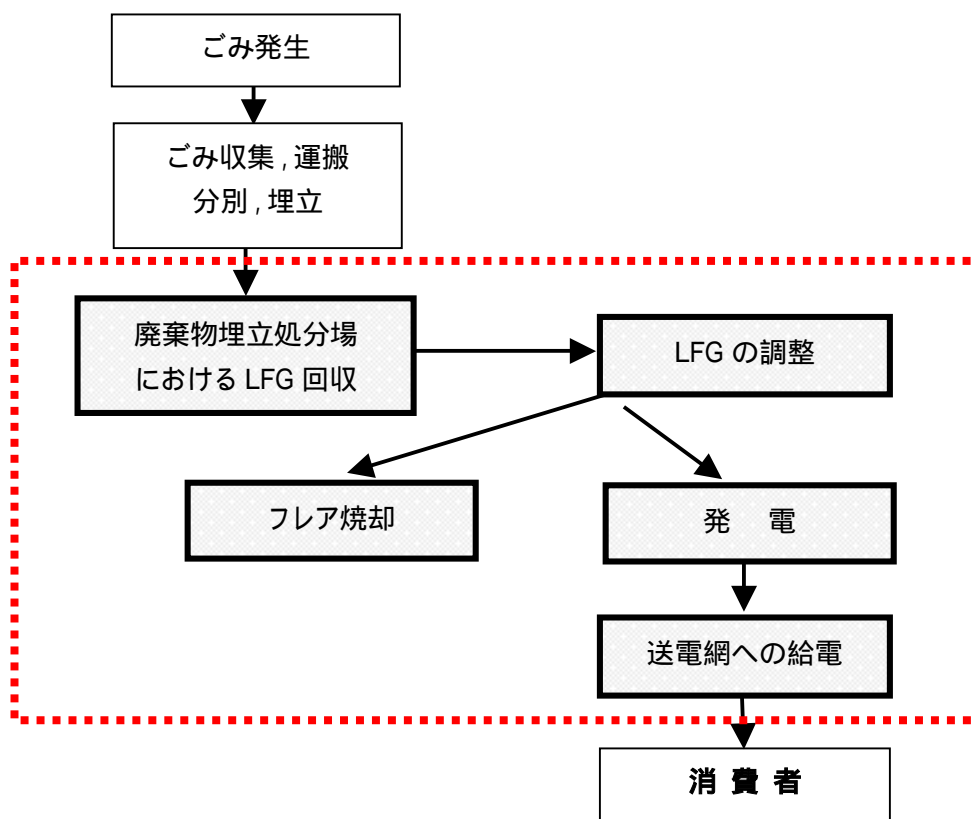
以上のステップ1～4の分析結果から、本プロジェクトのベースラインシナリオは以下のとおり定義した。本プロジェクトサイトの廃棄物埋め立て処分場では、当面 LFG は回収利用されることなく大気中に無制限に放出されつづける。ただし、現状ではその確率がそれほど高くないものの、将来のある時点において LFG の回収と処理が法令によって義務づけられる可能性も僅かにあるため法令の整備状況をモニタリング項目として継続監視する必要がある。

ステップ5：電力グリッドの CO₂ 排出係数の算定

発電した電力をグリッド送電することで他のエネルギー源を代替することに伴う排出削減量は、代替される電力/熱のベースライン方法論を利用して算出した。発電電力量(MWh)に以下に示すの手順で算定した電力グリッド排出係数(CO₂ トン/MWh)を掛けた。

3.1.4 プロジェクト領域

本 CDM プロジェクトのシステムバウンダリーを第 3-1 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、華東電網有限公司の送電網への給電(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 3-1 図 システムバウンダリーのフローチャート

3.2 プロジェクト実施期間/クレジット獲得期間

3.2.1 プロジェクト実施期間

プロジェクト開始：2006 年 9 月 1 日（建設着工）

プロジェクト実施期間：11 年間以上

3.2.2 クレジット獲得期間

クレジット獲得開始：2007 年 1 月 1 日（予定）

クレジット獲得期間：10 年間

3.3 モニタリング方法論の適用と計画

3.3.1 適用されたモニタリング方法論

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。

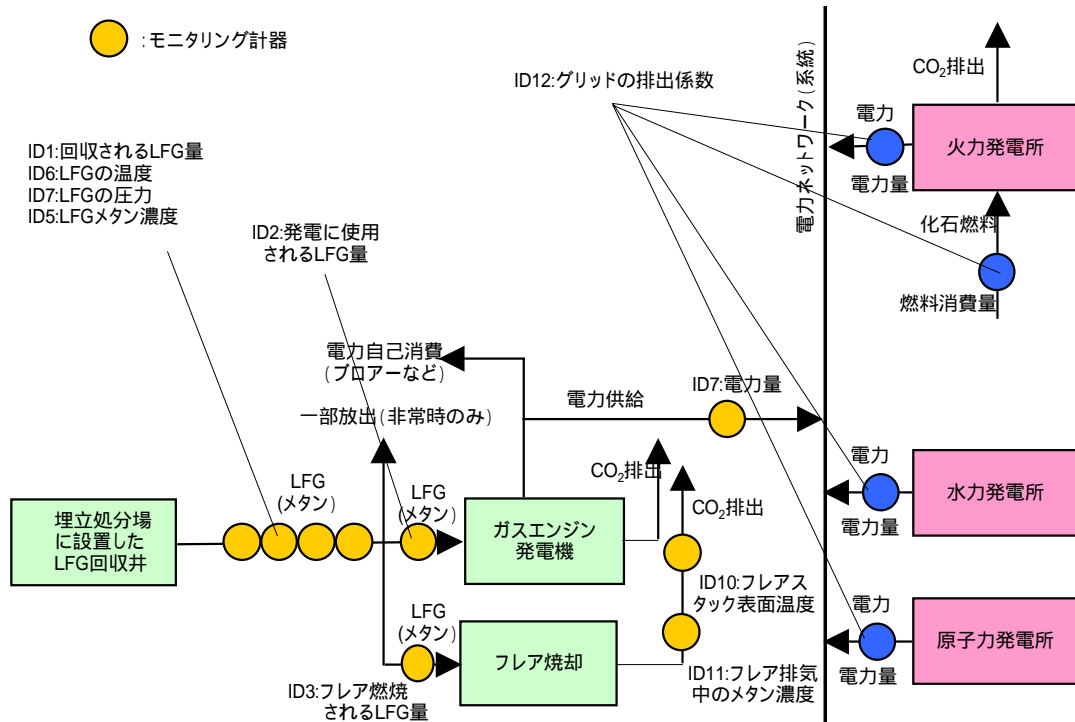
3.3.2 統合化方法論を適用できる理由

本方法論は廃棄物埋立処分場からのメタン回収・利用事業活動に対して適用できる。詳細な説明は 3.1.2 のベースライン方法論への適用理由と同様である。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。

つまり、ベースライン排出に関する情報に頼る必要がなくなり、ベースラインシナリオの排出量が不明のままプロジェクトの排出削減量が算定できる。従って推定されたベースラインシナリオを用いて排出削減量を算定する手法と比較して正確であると言える。そのためには発電設備で燃焼されるメタン量とフレア設備で燃焼されるメタン量の精度の高いモニタリングが最も重要であると言える。

3.3.3 排出削減量算定のためのモニター対象データ

本プロジェクトで使用するモニタリングシステムを第 3-2 図に示す。



第 3-2 図 モニタリングシステム

本プロジェクトでモニターすべき項目について、以下のとおり所定の表に必要な事項をとりまとめた(第3-3表)。

第3-3表 モニター項目

番号	データ変数	データの出所	データの単位	計測(m) 計算(c) 試算(e)	記録の頻度	モニターするデータの割合	データをどのように保管するか? (電子(e)/紙面(p))	コメント
1 LFG _{total}	回収されるLFGの総量	量	m ³	m	連続	100%	e	流量計で測定する。データは月毎、年毎にまとめる。
2 LFG _{electricity,y}	発電に使用されるLFGの総量	量	m ³	m	連続	100%	e	流量計で測定する。データは月毎、年毎にまとめる。
3 LFG _{flared,y}	フレア燃焼されるLFGの総量	量	m ³	m	連続	100%	e	流量計で測定する。データは月毎、年毎にまとめる。
4 FR	フレア燃焼効率		%	m/c	1回/6ヶ月、不安定なら毎月	n/a	e	T _f とW _f CH ₄ により、計算にて決定する。
5 W _{CH₄,y}	LFGのメタン濃度	m ³ CH ₄ /m ³ LFG	%	m/c	連続	100%	e	
6 T	LFGの温度	温度		m	連続	100%	e	メタンの密度D _{CH₄} を決定するのに使用する。
7 P	LFGの圧力	圧力	Pa	m	連続	100%	e	メタンの密度D _{CH₄} を決定するのに使用する。
8 EG	LGF使用による発電量	発電量	MWh	m	連続	100%	e	電力で測定する。データは月毎、年毎にまとめる。
9 HR	LGF使用による発電熱効率		GJ/MWh	m/c	1回/6ヶ月、不安定なら毎月	n/a	e	
10 T _f	フレアスタックの表面温度	温度		m	連続	100%	e	フレア燃焼効率FRを決定するのに使用する。
11 W _f CH ₄	フレア排気中のメタン濃度	m ³ CH ₄ /m ³ 大気	%	m	連続	100%	e	フレア燃焼効率FRを決定するのに使用する。
12 CEF _{electricity}	グリッドの排出係数	t-CO ₂ /MWh	-	m/c	1回/1年	n/a	e	
13	年間CO ₂ 削減量		-	c	1回/1年	100%	e	

モニタリング方法論に基づき、以下に各モニタリング項目のモニタリング計画を示す。

ID1(LFG 流量)・ID2(LFG 流量)・ID3(LFG 流量)・ID6(LFG 温度)・ID7(LFG 圧力)
 流量計には多種多様なタイプがあるが、本プロジェクトで測定するものは、気体の体積

流量であり、瞬時流量と積算流量である。気体の体積流量の瞬時値は、差圧流量計(オリフィス等)、面積流量計(フロート等)、超音波式流量計、渦式流量計で測定が可能である。本プロジェクトでは圧力、温度を流量と同時に測定し、標準状態の流量に補正し、常に同じ尺度で体積を評価する必要がある。このため、流量計としては圧力計と温度計が必要で価格が比較的安くても正確で、流量に多少の変動があっても精度が大幅に下がることがないもの、堅牢なもの、保守に手間のかからないものが適している。この要求に合致するものは渦式流量計である。

圧力計には、液柱式圧力計、重錘式圧力計、弾性式圧力計がある。本プロジェクトにおける圧力計に必要とされる性能は、価格が比較的安くても正確で、圧力に多少の変動があっても精度が大幅に下がることがないもの、堅牢なもの、保守に手間のかからないもの、演算器への出力が可能なものである。この要求に合致するものは弾性式圧力計である。

温度計には実に様々なものがあり、熱電対、抵抗式、サーミスタ式、放射式、ガラス管式、充満式、バイメタル式、水晶発振式、蛍光式、光ファイバー分布式、磁器式等がある。本プロジェクトにおける温度計に必要とされる性能は、価格が比較的安くても正確で、温度に多少の変動があっても精度が大幅に下がることがないもの、堅牢なもの、保守に手間のかからないもの、演算器への出力が可能なものである。この要求に合致するものは抵抗式である。

以上の流量計、圧力計、温度計、演算器を配線で接続し、流量の計測が可能となる。演算器は瞬時流量を表示するとともに、積算流量も表示できるものとする。流量は、連続的に計測され、演算器により自動的に積算される。知りたいのは瞬時流量ではなく、積算流量であるので、頻繁に目測して記録をとる必要はない。原則として、最低でも1週間に1回は、表示に異常がないかを確認し、1ヶ月に1回は記録をとるものとする。

ID5(LFG 中のメタン濃度)

ガス中のメタンの体積濃度を計測する方法は、ガスクロマトグラフによる分析、固体センサー濃度計、光学センサー濃度計、水素炎イオン化式濃度計等がある。ここで要求される濃度計の性能は、価格が比較的安くても正確で、濃度に多少の変動があっても精度が大幅に下がることがないもの、堅牢なもの、保守に手間のかからないものである。濃度の変動は、せいぜい0~70%のオーダーであり、ppmのオーダーではない。また、手軽に測定ができ、校正に手間がかからないものが望まれる。この要求に合致するものは光学センサー濃度計であり、このうちの赤外線式メタン濃度計が適当である。

LFG中のメタン濃度は、LFGの流量の記録時期と合わせて、原則として、最低でも1週間に1回は、表示に異常がないかを確認し、1ヶ月に1回は記録をとるものとする。

ID8(電力量)

電力量計は、CDMプロジェクトとしてのモニタリングとして使用する以外に、売電、買電に使用するものである。このため、電力送配電グリッドの所有者が要求あるいは支給するものを設置することになり、電力送配電グリッドの所有者が要求あるいは実施する校正を行うことになる。電力量は、連続的に計測され、自動的に積算される。知りたいのは

瞬時電力ではなく、積算電力量であるので、頻繁に目測して記録をとる必要はない。LFGの流量の記録時期と合わせて、原則として、最低でも1週間に1回は、表示に異常がないかを確認し、1ヶ月に1回は記録をとるものとする。

ID10(フレア表面温度)

LFG 流量計測における温度計測と原則は同じであるが、ここで使用する温度計は抵抗式よりも熱電対が望ましい。フレアの表面温度は数百度になるので、高温に強い熱電対の方が適切である。フレア表面温度は記録計(ペンレコーダーあるいはデータロガー)により記録する。即ち、連続的に自動記録を行う。LFGの流量の記録時期と合わせて、原則として、最低でも最低でも1週間に1回は、記録に異常がないかを確認し、1ヶ月に1回は記録を回収する。

ID11(フレア排気ガス中のメタン濃度)

ID6(LFG中のメタン濃度)に同じで、赤外線式メタンガス濃度計により対応可能である。フレア排気ガス中のメタン濃度は、1ヶ月に1回は記録をとるものとする。

3.3.4 排出削減量算定式

本プロジェクト実施に伴う排出削減量は、ベースライン温室効果ガス(GHG)排出量とプロジェクト実施時のGHG排出量の差で示されるが、主な削減量は、発電およびフレア焼却によるメタン量である(第3-4表、第3-5表)。なお、本プロジェクトでは熱エネルギーの生成に使用されるメタン消費は対象としていないため、式中の最終項は考慮しないものとする。

$$ER_y = (MD_{project,y} - MD_{reg,y}) \times GWP_{CH_4} \times EG_y \times CEF_{electricity,y} + ET_y \times CEF_{thermal,y}$$

第3-4表 係数の説明 (1)

係数	係数の説明	単位
ER_y	y年におけるプロジェクト活動によって達成されるGHG排出削減量	t-CO ₂ e
$MD_{project,y}$	その年に実際に破壊/燃焼されるメタン量	t-CH ₄
$MD_{reg,y}$	プロジェクト活動がなかった場合に破壊/燃焼されたとであろうメタン量	t-CH ₄
GWP_{CH_4}	メタンの地球温暖化係数(21)	t-CO ₂ e/ t-CH ₄
EG_y	代替された電力量の正味量	MWh
$CEF_{electricity,y}$	代替された電力量のCO ₂ 排出原単位	t-CO ₂ /MWh
ET_y	代替された熱エネルギー量	TJ
$CEF_{thermal,y}$	代替された熱エネルギー量のCO ₂ 排出原単位	t-CO ₂ e/TJ

プロジェクト活動により年間に消費されるメタン量($MD_{project,y}$)は、実際に発電利用およびフレア焼却されたメタンの量をモニタリングすることにより、プロジェクト開始後に決定される。

$$\begin{aligned}
 MD_{project,y} &= MD_{flare,y} + MD_{electricity,y} \\
 MD_{flare,y} &= LFG_{flare,y} \times W_{CH_4,y} \times D_{CH_4} \times FE \\
 MD_{electricity,y} &= LFG_{electricity,y} + W_{CH_4,y} \times D_{CH_4}
 \end{aligned}$$

第 3-5 表 係数の説明 (2)

係数	係数の説明	単 位
MD_{flare}	フレア焼却によって破壊されたメタン量	t- CH_4
LFG_{flare}	その年にフレア焼却されたLFG量	m^3 - CH_4
$W_{CH_4,y}$	LFG中のメタンの平均濃度	m^3 - CH_4/m^3 -LFG
FE	燃焼効率(破壊されるメタンの割合)	-
D_{CH_4}	メタンの密度 標準状態(0 ,1013bar)における メタン密度：0.0007168t- CH_4/m^3 CH_4	t- CH_4/m^3 CH_4
$MD_{electricity}$	発電によって破壊されたメタン量	t- CH_4
$LFG_{electricity}$	発電機に投入されたLFGの量	m^3 - CH_4

3.4 温室効果ガス排出削減量の計算

3.4.1 メタン発生量の推定

LFG の発生量の推定は LFG 利用施設を計画・設計する上で非常に重要なファクターである。推定方法は幾つかの種類があるが、計画から設計のそれぞれの段階に合わせて使い分けることが望ましい。「改訂版 1996 年 IPCC 国内 GHG インベントリーガイドライン参考マニュアル(Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Reference Manual)」によれば、埋立処分場からのメタンの発生量を算出するために用いられるのは以下の 3 方法である。

Theoretical gas yield methodology

Default methodology

Theoretical first order kinetics methodologies

本プロジェクトでは を用いることとする。 が他の 2 方法と大きく違う点は、特に がごみの塊とそれに含まれるメタン量、 がごみの塊とそれに含まれる有機炭素に着目し、ごみが埋立られてからすぐにメタンガスが発生するものとしているのに対し、 では長期にわたりメタンが排出されるという、「反応速度」という考え方を取り込んでメタンの発生量を予測している点である。算出に用いるのは、以下の公式(IPCC ガイドライン)である。この基本原理となる考え方がショール・キャニオンモデル(Scholl Canyon Model)と呼ばれている。

$$\text{ある年のメタンの排出量 } Q (\text{m}^3/\text{年}) = k \times R_x \times L_0 \times e^{-k(T-x)}$$

- x : 廃棄物が搬入された年
- L₀ : ごみ 1 トン当たりのメタンの発生量
- R_x : x 年に廃棄された廃棄物量
- k : メタン発生的一次反応率
- T : 当年

老港廃棄物埋立処分場では、第 1～3 期処分場は 1991 年から埋立を開始し、第 4 期処分場は 2006 年に埋立開始される。その廃棄物量は現在 2,600 トン/日(950,000 トン/年)である。

近年、老港処分場では LFG の計測を行っている(第 3-6 表)。測定位置は 52 番セルで、1 年間使用したもので最大埋立高さは 10m である。また、表面は 0.5mm の HDPE シートで覆い、浸出水は継続して排水する。

第 3-6 表 老港処分場 LFG 測定結果

日期	埋立ガス主要成分 (%)			流量 (m ³ /h)
	CH ₄	O ₂	CO ₂	
2002/8/30	49.5	1.3	32.5	75
2002/8/31	55.2	0.6	33.7	62
2002/9/1	55.2	0.3	32.8	70
2002/9/4	54.3	0.3	30.9	72
2002/9/6	51.8	0.7	32	84
2002/9/7	54	0.6	30.6	69
2002/9/9	56.6	0	32.1	75
2002/9/10	59.5	0	35.5	70
2002/9/11	59.4	0	35.6	79
2002/9/12	56.8	0.1	34.8	81
2002/9/13	56.1	0.1	33.8	82
2002/9/14	57	0.1	33.9	71
2002/9/15	53.2	0.2	30.2	78
2002/9/17	52	0.7	28.2	97
2002/9/18	53.9	0.6	29	99

LFG の発生量は、62～99m³/h(平均 78m³/h)で、メタン含有量は、49.5%～59.5%(平均 55%)である。

平成 16 年度環境省委託事業『平成 16 年度 CDM/JI 事業調査 中国南京市浦口ごみ埋立処分場メタンガス回収発電事業調査』では、ごみ 1 トン当たりのメタン発生量を 160m³/トンとしており、『平成 15 年度 CDM/JI 事業調査 フィリピンにおける廃棄物埋立て処理場の回収埋立てガスによる発電事業の実施可能性調査』では、ごみ 1 トン当たりのメタン発生量を保守的な値として 80m³/トンとしている。

本プロジェクトでは、老港処分場におけるガス計測結果およびこれらの過去の知見等より、ごみ 1 トン当たりのメタンの発生量は 80m³/トン、メタン発生の一歩反応率は 1.0 を使用した。第 3-6 表にメタンの推定発生量を示す。

第 3-6 表 メタン推定発生量

稼働年	年	メタン発生量 (CH ₄ トン)	メタン発生量 (CH ₄ m ³)
1	2007	57,147	79,725,230
2	2008	63,357	88,388,171
3	2009	69,624	97,131,924
4	2010	69,330	96,721,600
5	2011	69,064	96,350,323
6	2012	68,823	96,014,377
7	2013	68,605	95,710,401
8	2014	68,408	95,435,352
9	2015	68,230	95,186,478
10	2016	61,737	86,128,287
合計		664,325	926,792,142

3.4.2 メタン回収可能量の推定

標準的な LFG 回収率は、体積にして 60～80%とされている。本プロジェクトでは、保守的に LFG 回収率を第 1 から 3 期処分場 30%、第 4 期処分場 65%とした。第 3-8 表にメタン回収量を示す。

第3-8表 メタン回収量

稼動年	年	メタン回収量 (CH ₄ トン)	メタン回収量 (CH ₄ m ³)
1	2007	27,316	38,108,260
2	2008	32,288	45,044,150
3	2009	37,208	51,908,382
4	2010	37,783	52,710,097
5	2011	38,303	53,435,518
6	2012	38,773	54,091,906
7	2013	39,199	54,685,831
8	2014	39,584	55,223,236
9	2015	39,933	55,709,500
10	2016	36,132	50,408,040
合計		366,518	511,324,919

3.4.3 ベースライン消費量および排出量

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、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CO₂排出量の3要素から算出する。

発電およびフレア焼却において燃焼されるメタン排出削減量

以下に発電およびフレア焼却に関するメタン排出削減量の算定の基本条件を示す。

- ・ガスエンジン発電機の消費メタン(m³/kWh) ; 0.3352
- ・メタン量の変換 ; CH₄ トン/CH₄ m³ = 0.0007168

CO₂削減量はメタン削減量にメタンの地球温暖化係数(21)を乗じたものである。第3-9表に発電およびフレア焼却におけるCO₂排出削減量を示す。

第3-9表 発電・フレア焼却によるメタン排出削減量およびCO₂排出削減量

稼動年	発電容量 (kW)	発電による燃 焼メタン量 (m ³)	フレア焼却によ る燃焼メタン量 (m ³)	発電・フレア焼 却による燃焼メ タン量(m ³)	発電・フレ ア焼却によ る燃焼メタ ン量(t)	発電・フレア 焼却による CO ₂ 削減量 (t)
1	8,000	23,492,477	14,469,626	37,962,103	27,211	571,436
2	9,000	26,429,036	18,428,963	44,857,999	32,154	675,238
3	14,800	43,461,082	8,362,827	51,823,909	37,147	780,095
4	14,800	43,461,082	9,156,525	52,617,607	37,716	792,042
5	15,000	44,048,394	9,293,253	53,341,647	38,235	802,941
6	15,000	44,048,394	9,943,077	53,991,471	38,701	812,723
7	13,800	40,524,522	14,019,695	54,544,217	39,097	821,043
8	13,800	40,524,522	14,551,726	55,076,249	39,479	829,052
9	12,800	37,587,963	17,940,322	55,528,285	39,803	835,856
10	12,800	37,587,963	12,691,877	50,279,839	36,041	756,852
合計	129,800	381,165,434	128,857,890	510,023,325	365,585	7,677,279

系統電源に売電することにより代替される化石燃料の CO₂ 排出量

LFG 発電により発電した電力を電力会社に売電することにより、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とであろう CO₂(燃料消費量の削減)が本プロジェクトによる CO₂ の排出削減量となる。

$$\text{CO}_2 \text{ 排出削減量} = \text{ベースライン排出係数}(EF_y, \text{ 全国系統電源の平均 CO}_2 \text{ 排出量 /MWh}) \times (\text{売電電力 MWh})$$

ベースライン排出係数は以下の式により算出される(第 3-10 表)。

$$EF_y(\text{tCO}_2/\text{MWh}) = W_{OM} \times EF_{OM,y} + W_{BM} \times EF_{BM,y}$$

第 3-10 表 係数の説明

係 数	係数の説明	単 位
W_{OM}	オペレーティング・マージン重み係数0.5	-
$EF_{OM,y}$	オペレーティング・マージン排出係数	t-CO ₂ /MWh
W_{BM}	ビルド・マージン重み係数0.5	-
$EF_{BM,y}$	ビルド・マージン排出係数	t-CO ₂ /MWh

オペレーティング・マージン排出係数 $EF_{OM,y}$ は、承認方法論 ACM0002 に規定されている Simple OM の手法(a)を用いて算出され、低コスト/マストラン電源(水力、地熱、風力、低コストバイオマス、原子力、太陽光発電を指す)の占有率が、直近 5 年間の平均で、もしくは水力発電の長期標準に基づいて、グリッド全体の発電量の 50% 以下の場合にのみ適用できる。これは、プロジェクト活動が実施される際のグリッドのための場合である。オペレーティング・マージン排出係数は以下のように算出される(第 3-11 表)。

$$EF_{OM, simple, y} = \frac{\sum_{i,j} F_{i,j,y} \cdot COEF_{i,j}}{\sum_j GEN_{j,y}}$$

$F_{i,j,y}$ は、y 年に電源 j において消費された燃料 i の量(質量単位もしくは体積単位)である。j は、グリッドに電力を供給する電源であり、低コスト/マストラン電源は含まないが、グリッドに輸入される電力の電源は含む。

$COEF_{i,j,y}$ は、燃料 i の CO₂ 排出原単位(燃料の単位質量または単位体積当たりの CO₂)であり、y 年における電源 j で使用される燃料 i の炭素含有量と燃料の酸化率を考慮に入れている。 $GEN_{j,y}$ は電源 j からグリッドに供給される電力量(MWh)である。

第3-11表 オペレーティング・マージン排出係数計算表

Table A1		A	B	C	D	E
データ		華東電網化石燃料消費	炭素係数, COEFi	総GHG 排出量 ECPG in 2003	華東電網発電量, TGENy	オペレーティング・マージン排出係数 (EF_Omy)
単位		t	tCO ₂ /tce	tCO ₂ /year	GWh	tCO ₂ /MWh
参照		中国エネルギー統計年鑑	Table A5より	=A*B	Table A2より	=C/(D*1000)
2003	石炭	16901.18	1.9024	32152.80483	38211.2	0.870
	石油	360.28	3.0783	1109.049924		
	天然ガス	0	-	0		
2002	石炭	14345.89	1.9024	27291.62114	32420.4	0.863
	石油	218.5	3.0783	672.60855		
	天然ガス	0	-	0		
2001	石炭	13071.64	1.9024	24867.48794	28943.6	0.881
	石油	202.09	3.0783	622.093647		
	天然ガス	0	-	0		
					平均	0.871

Table A2		A	B	C	D
データ		発電量GENj,y	除外要因	発電量, TGENy	その他発電量
単位		GWh		GWh	GWh
参照		China Electric Power Yearbook	ベースライン方法論	(=A) if included	(=A) if excluded
2003	水力	3198.2 ×	-	-	3198.2
	火力	38211.2	-	38211.2	-
	原子力	1492.4 ×	-	-	1492.4
	他(風力等)	8.5 ×	-	-	8.5
	計	42910.3	-	38211.2	4699.1
2002	水力	3783.5 ×	-	-	3783.5
	火力	32420.4	-	32420.4	-
	原子力	561.2 ×	-	-	561.2
	他(風力等)	16.3 ×	-	-	16.3
	計	36781.4	-	32420.4	4361
2001	水力	3499.9 ×	-	-	3499.9
	火力	28943.6	-	28943.6	-
	原子力	247.2 ×	-	-	247.2
	他(風力等)	10.8 ×	-	-	10.8
	計	32701.5	-	28943.6	3757.9

ビルド・マージン排出係数は、サンプルグループの発電所 m の発電量加重平均排出係数(tCO₂/MWh)である。サンプルグループは、直近に建設された 5 基の発電所あるいは、発電容量の追加分が、グリッド全体の発電電力量(MWh)の 20%を占めるような、最近建設された発電所のいずれかから構成され、このうち年間発電量の大きいサンプルグループを使用しなければならない。算出式は以下のとおりである(第3-12表)。

第 3-12 表 ビルド・マージン排出係数計算表

Table A3	A	B	C	D	E	F
	設備容量 1999	設備容量2003	新規容量追加	新規容量分割	排出係数	加重平均ビルド・マージン排出係数, EF_Bmy
	MW	MW	MW	%	tCO ₂ /MWh	tCO ₂ /MWh
	中国電力年間 1999	中国電力年間 2003	=B-A	=C / (Total of column	Table A1より	=D*E
水力	1013.5	1360.25	346.75	17.8%	0	0.000
火力	5119.89	6503.65	1383.76	71.2%	0.87	0.620
原子力	30	240.6	210.6	10.8%	0	0.000
他(風力等)	3.67	5.17	1.5	0.1%	0	0.000
計 / % 変化率	6167.06	8109.67	1942.61			0.620

Table A3	A	B	C	D	E	F
	設備容量 2000	設備容量 2003	新規容量追加	新規容量分割	排出係数	加重平均ビルド・マージン排出係数, EF_Bmy
	MW	MW	MW	%	tCO ₂ /MWh	tCO ₂ /MWh
	中国電力年間 2000	中国電力年間 2003	=B-A	=C / (Total of column	Table A1より	=D*E
水力	1132.51	1360.25	227.74	16.3%	0	0.000
火力	5542.37	6503.65	961.28	68.7%	0.87	0.598
原子力	30	240.6	210.6	15.0%	0	0.000
他(風力等)	5.11	5.17	0.06	0.0%	0	0.000
計 / % 変化率	6709.99	8109.67	1399.68			0.598

Table A3	A	B	C	D	E	F
	設備容量 2001	設備容量 2003	新規容量追加	新規容量分割	排出係数	加重平均ビルド・マージン排出係数, EF_Bmy
	MW	MW	MW	%	tCO ₂ /MWh	tCO ₂ /MWh
	中国電力年間 2001	中国電力年間 2003	=B-A	=C / (Total of column	Table A1より	=D*E
水力	1255.5	1360.25	104.75	11.4%	0	0.000
火力	5902.1	6503.65	601.55	65.7%	0.87	0.571
原子力	30	240.6	210.6	23.0%	0	0.000
他(風力等)	6.3	5.17	-1.13	-0.1%	0	0.000
計 / % 変化率	7193.9	8109.67	915.77			0.571

Table A3	A	B	C	D	E	F
	設備容量 2002	設備容量 2003	新規容量追加	新規容量分割	排出係数	加重平均ビルド・マージン排出係数, EF_Bmy
	MW	MW	MW	%	tCO ₂ /MWh	tCO ₂ /MWh
	中国電力年間 2002	中国電力年間 2003	=B-A	=C / (Total of column	Table A1より	=D*E
水力	1316.51	1360.25	43.74	8.6%	0	0.000
火力	6112.02	6503.65	391.63	77.2%	0.87	0.672
原子力	167.8	240.6	72.8	14.4%	0	0.000
他(風力等)	6.22	5.17	-1.05	-0.2%	0	0.000
計 / % 変化率	7602.55	8109.67	507.12			0.672

year	2003	1999	2000	2001	2002
発電量	4291.27	2626.34	3000.03	3270.15	3678.13
増加量が2003に 対する率		39%	30%	24%	14%

オペレーティング・マージン排出係数 0.871、ビルド・マージン排出係数 0.571 となり、ベースライン排出係数は前述の式により、重み付け係数を用いて算出される。

$$EFy(tCO_2/MWh) = 0.5 \times 0.871 + 0.5 \times 0.571 = 0.721$$

以上より、本プロジェクトでは、ベースライン排出係数(CO₂ 排出原単位)=0.721kg-CO₂/kWh を使用する。CDM プロジェクトで発電した電力の一部は所内で消費する。所内電力は主にコンプレッサーに使用する電力で、下表のように仮定した。発電した電力の所内電力以外が売電され、系統電源に売電することにより代替される化石燃料の CO₂ 排出量を算出した(第 3-13 表)。

第 3-13 表 系統電源に売電することにより代替される化石燃料の CO₂ 排出量

稼動年 (年)	発電容量 (kW)	発電量 (kWh)	事業で消費 する電力量 (kWh)	系統への 売電 (kWh)	中国での 系統排出係数 (kgCO ₂ /kWh)	系統電源代 替排出量 (トンCO ₂)
1	8,000	70,080,000	2,430,000	67,650,000	0.721	48,776
2	9,000	78,840,000	2,170,000	76,670,000	0.721	55,279
3	14,800	129,648,000	1,970,000	127,678,000	0.721	92,056
4	14,800	129,648,000	1,970,000	127,678,000	0.721	92,056
5	15,000	131,400,000	1,970,000	129,430,000	0.721	93,319
6	15,000	131,400,000	1,710,000	129,690,000	0.721	93,506
7	13,800	120,888,000	1,580,000	119,308,000	0.721	86,021
8	13,800	120,888,000	1,580,000	119,308,000	0.721	86,021
9	12,800	112,128,000	920,000	111,208,000	0.721	80,181
10	12,800	112,128,000	920,000	111,208,000	0.721	80,181
合計		1,137,048,000	17,220,000	1,119,828,000		807,396

本プロジェクト実施による CO₂ 排出削減量(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 CO₂ 排出量)の予測を第 3-14 表に示す。

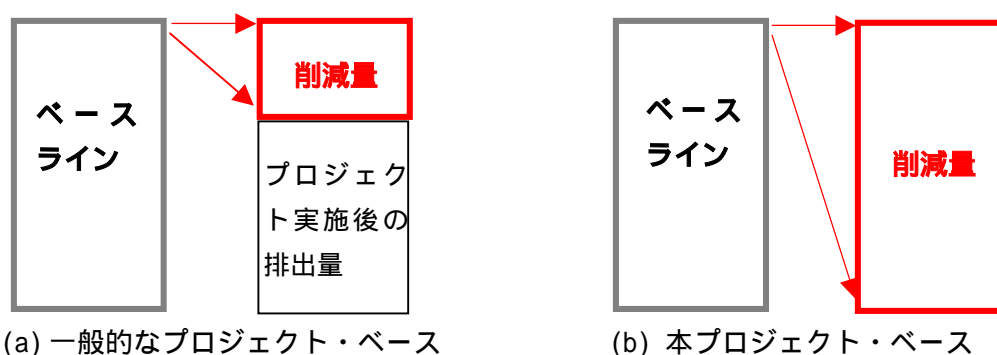
第 3-14 表 ベースライン排出量合計

稼動年	年	発電・フレア焼 却による排出削 減量(トンCO ₂)	系統電源代 替排出量 (トンCO ₂)	ベースライン (トンCO ₂)
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

3.4.4 プロジェクトケース消費量および排出量

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 CO₂ 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(第 3-3 図(a))。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 3-3 図(b))。



第 3-3 図 プロジェクト効果

本 CDM プロジェクト実施による GHG 排出削減量を第 3-15 表に示す。

第 3-15 表 プロジェクト実施による温室効果ガス排出削減量

稼動年	年	ベースライン (トンCO ₂)	事業実施による 排出量 (トンCO ₂)	事業実施による 排出削減量 (トンCO ₂)
1	2007	620,212	0	620,212
2	2008	730,518	0	730,518
3	2009	872,151	0	872,151
4	2010	884,098	0	884,098
5	2010	896,260	0	896,260
6	2011	906,229	0	906,229
7	2012	907,064	0	907,064
8	2013	915,073	0	915,073
9	2014	916,037	0	916,037
10	2015	837,033	0	837,033
合計		8,484,675		8,484,675

3.5 環境影響評価

建設プロジェクトによる環境汚染と生態破壊を防止する制度として、環境影響評価制度がある。2003年9月から施行された環境影響評価法について、以下に整理する。

対象事業は事業の実施が環境へ与える影響の度合いにより、「環境影響報告書」、「環境影響報告表」、「環境影響登記表」の分類管理が行われている。環境影響報告書は環境への重大な影響がある場合のみ、逆に環境影響登記表は環境への影響が非常に小さい場合であり、環境影響評価を行う必要がない。これら建設プロジェクトの環境影響報告書等については、すべて所管の環境保護行政主管部門(環境保護局)の審査・承認が必要であり、事業許可の前提となっている。課題としては、評価項目が水質、大気、騒音などのいわゆる公害関連の環境要素が中心であり、水資源、動植物、生物多様性などの生態環境にかかる環境要素についての評価が重視されていないこと、住民が計画を知る方法が明確でないことなどが挙げられている(中国環境ハンドブック 2005-2006年版 中国環境問題研究会編)。

老港廃棄物埋立処分場は、埋立時期により第1期～第4期区画に区分され、第1期～第3期の埋立は金融および技術の問題で国際環境基準に従うものではなかった。現在、これらの既存埋立場は、土壌・海水汚染や大気汚染の原因になっている。これらの既存埋立場の表面を覆うことにより、これらの環境影響を軽減でき、本プロジェクトではこの方法を提案している。表面被覆により、雨水の浸透が減り土壌・海水汚染の原因となる浸出水量が減少し、浸出水処理費用、浸出水漏水のリスク等の削減が期待できる。また、廃棄物の散乱も防止でき、衛生害虫などの発生抑制等の効果も期待できる。更に、現在大気開放されているLFGの回収により、温室効果をもつメタン等による地球温暖化防止、およびLFGに含まれる一酸化炭素、硫化水素ガス等によるガス中毒や大気汚染を減少できる。回収したメタンによる発電によって浸出水処理等の電力消費を賄うことが可能であり、埋立処分場地の运营管理、持続可能な発展に寄与することができる。

以上より、本プロジェクトの実施サイトである老港埋立処分場におけるメタン回収・発電事業において想定される環境影響要因について以下のように評価できると考えられる。

水質

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

老港埋立処分場は郊外にあり、住民は近隣に居住していない。更に、本実施サイトの敷地面積は世界的にも広大であり、騒音の主な発生源と考えられるガスエンジンの設置につ

いても敷地境界から適切な距離を確保することは可能であり、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考えられる。

3.6 ステークホルダー・コメント

3.6.1 利害関係者

本 CDM プロジェクト実施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、および実施サイト周辺地域住民である。

- 中国建設部：中国の廃棄物管理行政の中心である。
- 上海市市容環境衛生管理局：本プロジェクトのカウンターパートである。
- 上海老港廃棄物処置有限公司：実施サイトの管理者である。
- 同済大学の環境専門家：実施サイトの環境を長年にわたって研究している。
- サイト周辺地域住民：実施サイトの周辺に居住している。
- 上海市城市環境投資有限公司：本プロジェクトへの出資者である。

3.6.2 利害関係者のコメント

上記本 CDM プロジェクトで想定される利害関係者に面談し、コメントを得た。

中国建設部

日時：2005年12月16日

場所：北京市市内ホテル

メンバー：Lu Yingfang 城市建設司市容環境管理局長

方法：対面インタビュー

具体的なコメント：

- ・社会経済面発展の観点からのコメント

2004年の資料では、全国に440の廃棄物埋立処分場がある。埋立処分場でのメタン回収 CDM プロジェクトは、北京市で実施され、採算性の良好なプロジェクト分野と思われる。建設部としては、埋立処分場でのメタン回収 CDM プロジェクトを促進していきたい。

- ・環境保護の観点からのコメント

中国の廃棄物処理の現状は、埋立、焼却、コンポスト化の無害化処理を推進している。CDM プロジェクトに伴い、汚水処理、悪臭防止等の環境保全対策の実施を指導していきたい。

上海市市容環境衛生管理局

日時：2005年9月27日

場所：上海市市容環境衛生管理局 会議室

メンバー：Zhou Bing 科長、Qi Yumei 主任科員

方法：対面インタビュー

具体的なコメント：

- ・社会経済面発展の観点からのコメント

上海市のごみ処理基本計画の中で、“生ごみの埋立ゼロ”を2010年までに実現することを目指している。処理施設の中で最も埋立容量の大きい老港埋立処分場では、2005年に6,685トン/日、2007年に3,290トン/日、2010年に0トン/日の処理を目標としているが、現実的には難しいと考えている。

- ・環境保護の観点からのコメント

老港廃棄物埋立処分場には、現在、1日に6,000トンのごみが埋め立てられている。本CDMプロジェクトは、メタンを主成分とするLFGを回収し、それをクリーンエネルギー源として発電に利用する。天然資源の使用を代替することが可能である。

- ・地域住民の生活に与える影響の観点からのコメント

現在、上海市および周辺では電力需要が逼迫している。本CDMプロジェクトでは発電を行うため、多くの人々に電力を供給できる。

上海老港廃棄物処理有限公司

日時：2005年9月19日

場所：上海老港廃棄物処理有限公司 本社会議室

メンバー：Huang Renhua 副社長

方法：対面インタビュー

具体的なコメント：

- ・社会経済面発展の観点からのコメント

地域住民は廃棄物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を植え付けることができる。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。

- ・環境保護の観点からのコメント

CDMプロジェクト実施の際には、排水対策、浸出水処理、廃棄物の飛散防止、悪臭防止等の環境保全対策を実施してほしい。

同濟大学

日時：2005年10月19日

場所：同濟大学環境科学工学学部

メンバー：Zho Youcai 環境科学工学部教授

方法：対面インタビュー

具体的なコメント：

- ・社会経済面発展の観点からのコメント

中国には、都市廃棄物の埋立処分場が約400箇所存在する。これらにLFG収集・利用システムを導入すれば、すぐにでも運用が可能である。

- ・環境保護の観点からのコメント

中国の大部分の廃棄物埋立処分場では、温室効果ガスであるメタンが大量に発生し、地球温暖化に重大な影響を及ぼしている。中国政府は CDM 政策で、LFG からのメタンの回収・利用事業を重点分野と位置付けている。メタンの温暖化係数は CO₂ の 21 倍であるため、地球温暖化防止の効果としては非常によいと思われる。

・地域住民の生活に与える影響の観点からのコメント

既存埋立箇所をキャッピングすることにより、悪臭、排水問題の軽減が期待される。また、雨水排水を適切に行うことにより、浸出水の水量が削減され、汚水の漏水による周辺環境悪化のリスクが削減される。

上海老港廃棄物処理場の周辺住民

日時：2005 年 12 月 14 日

場所：上海老港廃棄物処理有限公司 本社会議室

メンバー：処理場周辺 5 ケ村の代表 5 人

方法：対面インタビューおよびアンケート

具体的なコメント：

・社会経済面発展の観点からのコメント

上海市の電力不足は深刻で、廃棄物からのエネルギー回収は歓迎する。アンケート結果は以下の通りである。

上海市の経済への波及効果：良い(80%)、大変良い(20%)

経済発展に対する主要な問題：天然資源の不足(100%)、電力不足(100%)

・環境保護の観点からのコメント

地球規模では、廃棄物処分場からの温室効果ガスのメタン発生、周辺では悪臭、排水問題が懸念される。アンケート結果は以下の通りである。

環境への主要な問題事項：排水汚染(100%)、大気汚染(100%)

環境問題対策のためのプロジェクトの必要性：大変必要(100%)

環境保護に対するプロジェクトの貢献：貢献する(80%)、大いに貢献する(20%)

・地域住民の生活に与える影響の観点からのコメント

プロジェクト実施のための新会社の発足に伴う、新規雇用を期待する。アンケート結果は以下の通りである。処理場周辺では、悪臭、排水問題がある。既存埋立箇所をキャップすることにより、悪臭、排水問題の軽減が期待される。アンケート結果は以下の通りである。

周辺地域の経済への波及効果：良い(60%)、大変良い(40%)

周辺地域の環境改善に対するプロジェクトの波及効果：大幅に改善する(80%)、改善する(20%)

上海市城市環境投資有限公司

日時：2005 年 9 月 20 日

場所：上海市城市環境投資有限公司 本社会議室

メンバー：Hao Guang Cai 副社長、Zhou Cheng 廃棄物管理部 プロジェクトマネー

ジャー、LuLu 廃棄物管理部 副部長

方法：対面インタビュー

具体的なコメント：

- ・ 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

プロジェクト運営会社では、少なくとも 20 人程度の従業員を新規雇用する。

第 4 章 事業調査

4.1 調査体制

本調査の主体は、日本技術開発㈱が実施した。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えた。それぞれの役割を以下に示す。

- ・ 日本技術開発㈱：本調査の主体
- ・ みずほ情報総研㈱：PDD 作成支援
- ・ 上海市市容環境衛生管理局：現地調査支援(資料提供)
- ・ 上海老港廃棄物処置有限公司：実施サイト現地調査支援
- ・ 上海城投環境投資有限公司：事業性評価支援
- ・ 上海日技環境技術コンサルタント有限公司：現地調査支援(資料提供)

4.2 現地調査

4.2.1 第 1 回現地調査

期間

2005 年 9 月 14 日～9 月 28 日(15 日間)

調査目的

調査の目的を以下に示す。

- ・ カウンターパートとの調査内容打合せ
- ・ 本プロジェクト実施で想定される利害関係者への面談
- ・ プロジェクト実施サイトの現地踏査
- ・ 中国に関する基礎データ収集

訪問先(上海市)

- ・ 上海市市容環境衛生管理局：本調査カウンターパート
- ・ 上海老港廃棄物処置有限公司：実施サイト管理者
- ・ 上海市城市環境投資有限公司：本プロジェクトの出資者
- ・ 上海日技環境技術コンサルタント有限公司：上海市城市環境投資有限公司の技術コンサルタント

4.2.2 第 2 回現地調査

期間

2005 年 10 月 17 日～10 月 22 日(6 日間)

調査目的

調査の目的を以下に示す。

- ・ 本プロジェクト実施で想定される利害関係者への面談
- ・ 中国廃棄物学会への参加

- ・プロジェクトに関するデータ基礎収集

訪問先(上海市)

- ・上海日技環境技術コンサルタント有限公司：上海市城市環境投資有限公司の技術コンサルタント
- ・同済大学の環境専門家：実施サイト環境の研究者

4.2.3 第3回現地調査

期間

2005年12月7日～12月17日(11日間)

調査目的

調査の目的を以下に示す。

- ・カウンターパートとの調査内容打合せ
- ・本プロジェクト実施で想定される利害関係者への面談
- ・プロジェクト実施サイトの現地踏査
- ・CDMプロジェクトに関する情報収集
- ・電力関連のデータ収集

訪問先(上海市、北京市)

- ・上海市市容環境衛生管理局：本調査カウンターパート
- ・上海老港廃棄物処置有限公司：実施サイト管理者
- ・上海市城市環境投資有限公司：本プロジェクトの出資者
- ・上海日技環境技術コンサルタント有限公司：上海市城市環境投資有限公司の技術コンサルタント
- ・国家発展改革委員会
- ・中国建設部

現地調査写真 1



老港処理場でのごみの荷揚げ

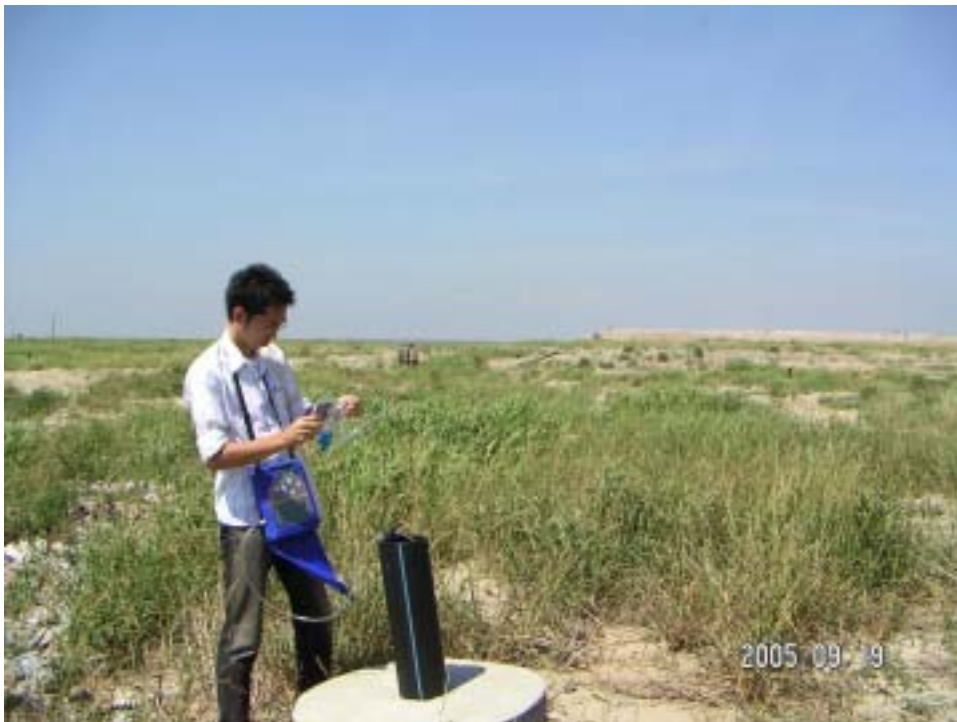


老港処理場でのトラック搬入

現地調査写真 2



老港処理場内のパイロットプラント



老港処理場での埋立ガスの成分測定

現地調査写真 3



上海市城市環境投資有限公司を訪問



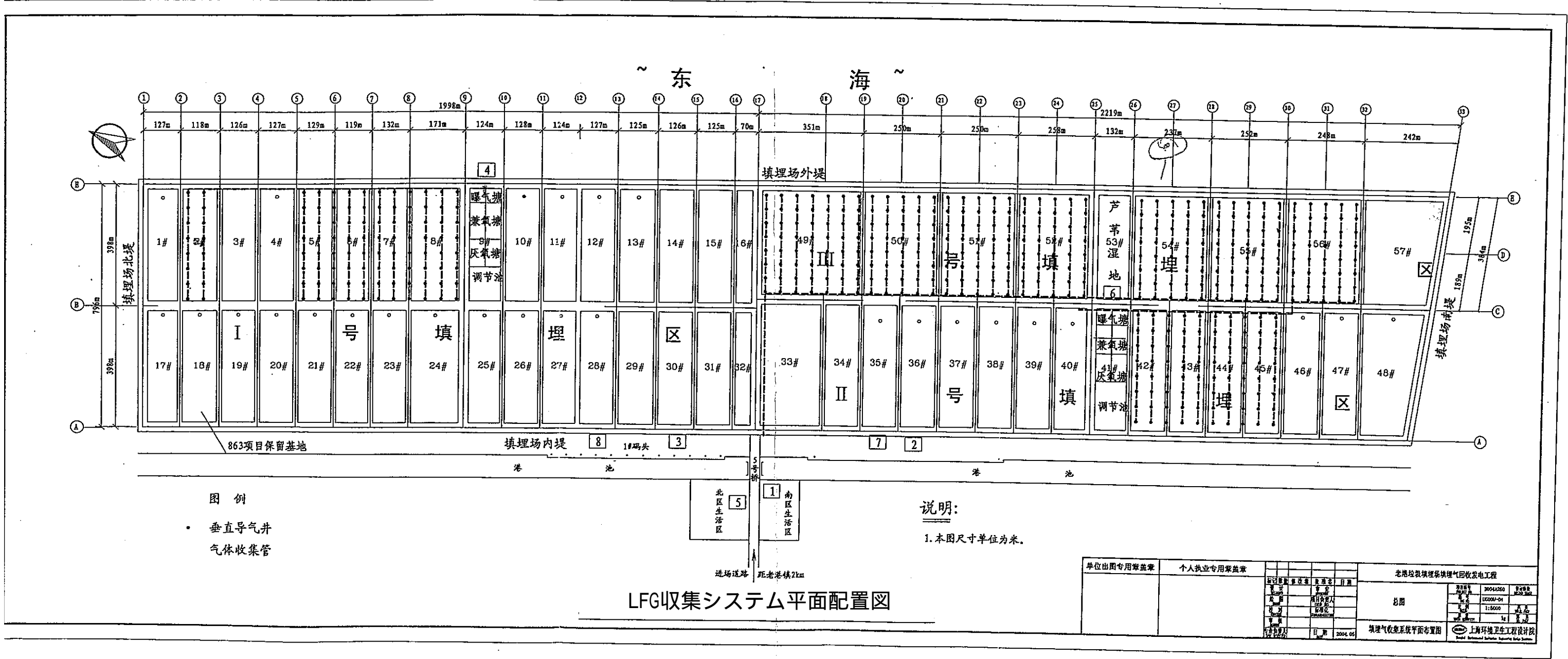
上海市市容環境衛生管理局を訪問

主要参考文献

- ・ 日本国外務省ホームページ：各国・地域情報；中華人民共和国
- ・ 日本貿易振興機構ホームページ：国・地域別情報；中国
- ・ PHP 政策研究レポート：(Vol.8 No.95) 2005 年 8 月
- ・ 農林水産省国際政策課ホームページ：海外農業情報
- ・ 経済産業省(2005)：平成 16 年度京都メカニズム関連技術普及等事業（CDM/JI ホスト国におけるキャパシティビルディング事業）調査報告書
- ・ 九州経済産業局(2004)：中国の地域エネルギー事情調査報告書
- ・ 中国環境保護局(2001)：中国廃棄物埋立ガス収集利用国家行動方案
- ・ 京都メカニズム情報プラットフォーム：国別ポートフォリオ；中国
- ・ 上海市ごみ処理計画(2002)

添付資料

資料-1 処分場平面図



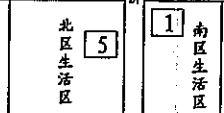
图例

- 垂直导气井
- 气体收集管

说明:

1. 本图尺寸单位为米。

LFG收集システム平面配置図



单位出图专用章	个人执业专用章	老港垃圾填埋场填埋气回收发电工程	
		设计	日期
		审核	日期
		编制	日期
		校对	日期
		绘图	日期
		检查	日期
		会签	日期
		批准	日期
		日期	2004.05
		图名	填埋气收集系统平面布置图
		图号	2004-0205
		比例	1:5000
		比例尺	1:5000
		设计	上海环境卫生工程设计院

資料-2 温室効果ガス排出削減量計算表

1.メタン発生量の推定

$$\text{ある年のメタンの排出量 } Q (\text{m}^3/\text{年}) = k \times R_x \times L_0 \times e^{-k(T-x)}$$

x : 廃棄物が搬入された年

L₀ : ごみ 1 トン当たりのメタンの発生量

R_x : x 年に廃棄された廃棄物量

k : メタン発生的一次反応率

T : 当年

第 1 期～第 3 期及び第 4 期のメタン発生量について次頁に示す。

第4期 メタン発生量

$$Q_{T,x} = kR_x L_0 e^{-k(T-x)}$$

QT,x = 当年(T)に廃棄物RXから発生するメタン量(m3)

L₀ = 80.00 m³/t : 1tあたりメタンの発生量

$$k = 0.1$$

:メタン発生率

年度	年	ごみ埋立量 (t/year)	各年のメタン発生量 (m3)	1999年廃棄物から発生するメタン量	2000年廃棄物から発生するメタン量	2001年廃棄物から発生するメタン量	2002年廃棄物から発生するメタン量	2003年廃棄物から発生するメタン量	2004年廃棄物から発生するメタン量	2005年廃棄物から発生するメタン量	2006年廃棄物から発生するメタン量	2007年廃棄物から発生するメタン量	2008年廃棄物から発生するメタン量	2009年廃棄物から発生するメタン量	2010年廃棄物から発生するメタン量	2011年廃棄物から発生するメタン量	2012年廃棄物から発生するメタン量	2013年廃棄物から発生するメタン量	2014年廃棄物から発生するメタン量	2015年廃棄物から発生するメタン量	2016年廃棄物から発生するメタン量		
1999	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2000	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2001	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2002	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2003	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2004	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2005	7	1,095,000	8,760,000	0	0	0	0	0	0	8,760,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2006	8	2,190,000	25,446,376	0	0	0	0	0	0	7,926,376	17,520,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2007	9	2,190,000	40,544,833	0	0	0	0	0	0	7,172,081	15,852,752	17,520,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2008	10	2,031,225	52,936,282	0	0	0	0	0	0	6,489,568	14,344,163	15,852,752	16,249,800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2009	11	2,144,375	65,063,729	0	0	0	0	0	0	5,872,004	12,979,135	14,344,163	14,703,427	17,155,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2010	12	1,104,125	67,696,048	0	0	0	0	0	0	5,313,209	11,744,007	12,979,135	13,304,211	15,522,486	8,833,000	0	0	0	0	0	0	0	0
2011	13	1,104,125	70,086,917	0	0	0	0	0	0	4,807,590	10,626,417	11,744,007	12,038,148	14,045,326	7,992,429	8,833,000	0	0	0	0	0	0	0
2012	14	1,104,125	72,250,265	0	0	0	0	0	0	4,350,087	9,615,180	10,626,417	10,892,567	12,708,737	7,231,849	7,992,429	8,833,000	0	0	0	0	0	0
2013	15	1,104,125	74,207,743	0	0	0	0	0	0	3,936,122	8,700,175	9,615,180	9,856,002	11,499,340	6,543,647	7,231,849	7,992,429	8,833,000	0	0	0	0	0
2014	16	1,104,125	75,978,943	0	0	0	0	0	0	3,561,550	7,872,243	8,700,175	8,918,079	10,405,033	5,920,937	6,543,647	7,231,849	7,992,429	8,833,000	0	0	0	0
2015	17	1,104,125	77,581,591	0	0	0	0	0	0	3,222,624	7,123,100	7,872,243	8,069,412	9,414,864	5,357,485	5,920,937	6,543,647	7,231,849	7,992,429	8,833,000	0	0	0
2016	18	70,196,726	70,196,726	0	0	0	0	0	0	2,915,951	6,445,248	7,123,100	7,301,506	8,518,921	4,847,653	5,357,485	5,920,937	6,543,647	7,231,849	7,992,429	8,833,000	0	0
2017	19	0	63,518,434	0	0	0	0	0	0	2,638,461	5,831,901	6,445,248	6,606,676	7,708,238	4,386,338	4,847,653	5,357,485	5,920,937	6,543,647	7,231,849	7,992,429	8,833,000	0
2018	20	0	57,473,866	0	0	0	0	0	0	2,387,379	5,276,923	5,831,901	5,977,967	6,974,703	3,968,923	4,386,338	4,847,653	5,357,485	5,920,937	6,543,647	7,231,849	7,992,429	8,833,000
2019	21	0	52,004,495	0	0	0	0	0	0	2,160,189	4,774,757	5,276,923	5,409,989	6,310,972	3,591,230	3,968,923	4,386,338	4,847,653	5,357,485	5,920,937	6,543,647	7,231,849	7,992,429
2020	22	0	47,065,613	0	0	0	0	0	0	1,954,620	4,320,379	4,774,757	4,894,346	5,710,403	3,249,479	3,591,230	3,968,923	4,386,338	4,847,653	5,357,485	5,920,937	6,543,647	7,231,849

以上より、メタン推定発生量は以下のとおりとなる。

メタン推定発生量

稼働年	年	メタン発生量 (CH ₄ トン)	メタン発生量 (CH ₄ m ³)
1	2007	57,147	79,725,230
2	2008	63,357	88,388,171
3	2009	69,624	97,131,924
4	2010	69,330	96,721,600
5	2011	69,064	96,350,323
6	2012	68,823	96,014,377
7	2013	68,605	95,710,401
8	2014	68,408	95,435,352
9	2015	68,230	95,186,478
10	2016	61,737	86,128,287
合計		664,325	926,792,142

2. メタン回収可能量の推定

メタン回収量

稼働年	年	メタン回収量 (CH ₄ トン)	メタン回収量 (CH ₄ m ³)
1	2007	27,316	38,108,260
2	2008	32,288	45,044,150
3	2009	37,208	51,908,382
4	2010	37,783	52,710,097
5	2011	38,303	53,435,518
6	2012	38,773	54,091,906
7	2013	39,199	54,685,831
8	2014	39,584	55,223,236
9	2015	39,933	55,709,500
10	2016	36,132	50,408,040
合計		366,518	511,324,919

3. ベースライン消費量および排出量

発電およびフレア燃焼において燃焼されるメタン排出削減量

発電・フレア燃焼によるメタン排出削減量およびCO₂排出削減量

稼働年	発電容量 (kW)	発電による燃焼メタン量 (m ³)	フレア焼却による燃焼メタン量 (m ³)	発電・フレア焼却による燃焼メタン量(m ³)	発電・フレア焼却による燃焼メタン量(t)	発電・フレア焼却によるCO ₂ 削減量 (t)
1	8,000	23,492,477	14,469,626	37,962,103	27,211	571,436
2	9,000	26,429,036	18,428,963	44,857,999	32,154	675,238
3	14,800	43,461,082	8,362,827	51,823,909	37,147	780,095
4	14,800	43,461,082	9,156,525	52,617,607	37,716	792,042
5	15,000	44,048,394	9,293,253	53,341,647	38,235	802,941
6	15,000	44,048,394	9,943,077	53,991,471	38,701	812,723
7	13,800	40,524,522	14,019,695	54,544,217	39,097	821,043
8	13,800	40,524,522	14,551,726	55,076,249	39,479	829,052
9	12,800	37,587,963	17,940,322	55,528,285	39,803	835,856
10	12,800	37,587,963	12,691,877	50,279,839	36,041	756,852
合計	129,800	381,165,434	128,857,890	510,023,325	365,585	7,677,279

系統電源に売電することにより代替される化石燃料のCO₂排出量

CO₂ 排出削減量 = ベースライン排出係数(EF_y, 全国系統電源の平均 CO₂ 排出量 /MWh) × (売電電力 MWh)

$$EF_y(\text{tCO}_2/\text{MWh}) = W_{OM} \times EF_{OM,y} + W_{BM} \times EF_{BM,y}$$

係数の説明

係数	係数の説明	単位
W _{OM}	オペレーティング・マージン重み係数0.5	-
EF _{OM,y}	オペレーティング・マージン排出係数	t-CO ₂ /MWh
W _{BM}	ビルド・マージン重み係数0.5	-
EF _{BM,y}	ビルド・マージン排出係数	t-CO ₂ /MWh

オペレーティング・マージン排出係数計算表

Table A1		A	B	C	D	E
データ		華東電網化石燃料消費	炭素係数, COEF _i	総GHG 排出量 ECPG in 2003	華東電網発電量, TGEN _y	オペレーティング・マージン排出係数 (EF_O _{my})
単位		t	tCO ₂ /tce	tCO ₂ /year	GWh	tCO ₂ /MWh
参照		中国エネルギー統計年鑑	Table A5より	=A*B	Table A2より	=C/(D*1000)
2003	石炭	16901.18	1.9024	32152.80483	38211.2	0.870
	石油	360.28	3.0783	1109.049924		
	天然ガス	0	-	0		
2002	石炭	14345.89	1.9024	27291.62114	32420.4	0.863
	石油	218.5	3.0783	672.60855		
	天然ガス	0	-	0		
2001	石炭	13071.64	1.9024	24867.48794	28943.6	0.881
	石油	202.09	3.0783	622.093647		
	天然ガス	0	-	0		
					平均	0.871

Table A2		A	B	C	D
データ		発電量GEN _{j,y}	除外要因	発電量, TGEN _y	その他発電量
単位		GWh		GWh	GWh
参照		China Electric Power Yearbook	ベースライン方法論	(=A) if included	(=A) if excluded
2003	水力	3198.2 ×		-	3198.2
	火力	38211.2		38211.2	-
	原子力	1492.4 ×		-	1492.4
	他(風力等)	8.5 ×		-	8.5
	計	42910.3		38211.2	4699.1
2002	水力	3783.5 ×		-	3783.5
	火力	32420.4		32420.4	-
	原子力	561.2 ×		-	561.2
	他(風力等)	16.3 ×		-	16.3
	計	36781.4		32420.4	4361
2001	水力	3499.9 ×		-	3499.9
	火力	28943.6		28943.6	-
	原子力	247.2 ×		-	247.2
	他(風力等)	10.8 ×		-	10.8
	計	32701.5		28943.6	3757.9

ビルド・マージン排出係数計算表

Table A3	A	B	C	D	E	F
	設備容量 1999	設備容量2003	新規容量追加	新規容量分割	排出係数	加重平均ビルド・マージン排出係数, EF_Bmy
	MW	MW	MW	%	tCO ₂ /MWh	tCO ₂ /MWh
	中国電力年間 1999	中国電力年間 2003	=B-A	=C / (Total of column	Table A1より	=D*E
水力	1013.5	1360.25	346.75	17.8%	0	0.000
火力	5119.89	6503.65	1383.76	71.2%	0.87	0.620
原子力	30	240.6	210.6	10.8%	0	0.000
他(風力等)	3.67	5.17	1.5	0.1%	0	0.000
計 / % 変化率	6167.06	8109.67	1942.61			0.620

Table A3	A	B	C	D	E	F
	設備容量 2000	設備容量 2003	新規容量追加	新規容量分割	排出係数	加重平均ビルド・マージン排出係数, EF_Bmy
	MW	MW	MW	%	tCO ₂ /MWh	tCO ₂ /MWh
	中国電力年間 2000	中国電力年間 2003	=B-A	=C / (Total of column	Table A1より	=D*E
水力	1132.51	1360.25	227.74	16.3%	0	0.000
火力	5542.37	6503.65	961.28	68.7%	0.87	0.598
原子力	30	240.6	210.6	15.0%	0	0.000
他(風力等)	5.11	5.17	0.06	0.0%	0	0.000
計 / % 変化率	6709.99	8109.67	1399.68			0.598

Table A3	A	B	C	D	E	F
	設備容量 2001	設備容量 2003	新規容量追加	新規容量分割	排出係数	加重平均ビルド・マージン排出係数, EF_Bmy
	MW	MW	MW	%	tCO ₂ /MWh	tCO ₂ /MWh
	中国電力年間 2001	中国電力年間 2003	=B-A	=C / (Total of column	Table A1より	=D*E
水力	1255.5	1360.25	104.75	11.4%	0	0.000
火力	5902.1	6503.65	601.55	65.7%	0.87	0.571
原子力	30	240.6	210.6	23.0%	0	0.000
他(風力等)	6.3	5.17	-1.13	-0.1%	0	0.000
計 / % 変化率	7193.9	8109.67	915.77			0.571

Table A3	A	B	C	D	E	F
	設備容量 2002	設備容量 2003	新規容量追加	新規容量分割	排出係数	加重平均ビルド・マージン排出係数, EF_Bmy
	MW	MW	MW	%	tCO ₂ /MWh	tCO ₂ /MWh
	中国電力年間 2002	中国電力年間 2003	=B-A	=C / (Total of column	Table A1より	=D*E
水力	1316.51	1360.25	43.74	8.6%	0	0.000
火力	6112.02	6503.65	391.63	77.2%	0.87	0.672
原子力	167.8	240.6	72.8	14.4%	0	0.000
他(風力等)	6.22	5.17	-1.05	-0.2%	0	0.000
計 / % 変化率	7602.55	8109.67	507.12			0.672

year	2003	1999	2000	2001	2002
発電量	4291.27	2626.34	3000.03	3270.15	3678.13
増加量が2003に 対する率		39%	30%	24%	14%

$$EF_y(\text{tCO}_2/\text{MWh}) = 0.5 \times 0.871 + 0.5 \times 0.571 = 0.721$$

以上より、本プロジェクトでは、ベースライン排出係数(CO₂排出原単位)=0.721kg-CO₂/kWh を使用する。

系統電源に売電することにより代替される化石燃料のCO₂排出量

稼動年 (年)	発電容量 (kW)	発電量 (kWh)	事業で消費 する電力量 (kWh)	系統への 売電 (kWh)	中国での 系統排出係数 (kgCO ₂ /kWh)	系統電源代 替排出量 (トンCO ₂)
1	8,000	70,080,000	2,430,000	67,650,000	0.721	48,776
2	9,000	78,840,000	2,170,000	76,670,000	0.721	55,279
3	14,800	129,648,000	1,970,000	127,678,000	0.721	92,056
4	14,800	129,648,000	1,970,000	127,678,000	0.721	92,056
5	15,000	131,400,000	1,970,000	129,430,000	0.721	93,319
6	15,000	131,400,000	1,710,000	129,690,000	0.721	93,506
7	13,800	120,888,000	1,580,000	119,308,000	0.721	86,021
8	13,800	120,888,000	1,580,000	119,308,000	0.721	86,021
9	12,800	112,128,000	920,000	111,208,000	0.721	80,181
10	12,800	112,128,000	920,000	111,208,000	0.721	80,181
合計		1,137,048,000	17,220,000	1,119,828,000		807,396

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 ₂)	系統電源代 替排出量 (トンCO ₂)	ベースライン (トンCO ₂)
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

4. プロジェクトケース消費量および排出量

本 CDM プロジェクト実施による GHG 排出削減量を示す。

プロジェクト実施による温室効果ガス排出削減量

稼動年	年	ベースライン (トンCO ₂)	事業実施による 排出量 (トンCO ₂)	事業実施による 排出削減量 (トンCO ₂)
1	2007	620,212	0	620,212
2	2008	730,518	0	730,518
3	2009	872,151	0	872,151
4	2010	884,098	0	884,098
5	2010	896,260	0	896,260
6	2011	906,229	0	906,229
7	2012	907,064	0	907,064
8	2013	915,073	0	915,073
9	2014	916,037	0	916,037
10	2015	837,033	0	837,033
合計		8,484,675		8,484,675

資料-3 財務分析結果表

事業性評価 算出条件

- 1 売電単価 円/kWh
- 2 CO₂クレジット価格

<input type="text" value="550"/>	円/t-CO ₂
<input type="text" value="770"/>	円/t-CO ₂
<input type="text" value="1100"/>	円/t-CO ₂
- 3 原材料費 百万円
- 4 人件費 百万円 / 年
- 5 人数 人 (BTと電気)
- 6 償却

<input type="text" value="10"/>	年間定額
<input type="text" value="5"/>	%残存価格
- 7 保険 百万円/y
- 8 銀行融資

<input type="text" value="6.12"/>	%借り入れ利率
<input type="text" value="10"/>	年元本均等
- 9 法人税等収益関係税

<input type="text" value="33"/>	%法人税率 (対経常利益)
<input type="text" value="33"/>	%総合税率
- 10 初期投資 百万円
- 11 資本金 百万円
- 12 借入金 (国際協力銀行より) 百万円

収支計算表：CO₂クレジットがない場合

Case1: クレジットなし		稼働期間(10年間)										
単位: 百万円	建設期間	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
損益計算書												
1. 売上高合計			474	537	894	894	906	908	835	835	778	778
	売電金額		474	537	894	894	906	908	835	835	778	778
2. コスト			99	221	293	364	431	434	436	425	426	418
	原材料費		15	74	83	136	136	138	138	127	127	118
	人件費		15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	維持・補修費		52	103	159	171	231	233	234	235	237	238
	その他		7	19	26	32	38	39	39	38	38	37
	保険料		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
1.売上高 - 2.コスト			375	315	601	530	475	474	400	410	352	361
3. 減価償却費			333	333	333	333	333	333	333	333	333	333
営業利益			41	-18	268	197	142	141	66	77	19	27
4. 支払利息			150	135	120	105	90	75	60	45	30	15
5. 繰越資産償却費			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
税引前当期利益			-109	-153	148	91	52	65	6	32	-11	13
6. 法人税等		33%	-36	-50	49	30	17	22	2	11	-4	4
当期利益			-73	-103	99	61	35	44	4	22	-7	8
キャッシュフロー計算書												
税引前当期利益			-109	-153	148	91	52	65	6	32	-11	13
償却費(設備)			333	333	333	333	333	333	333	333	333	333
1. キャッシュインフロー合計			224	180	481	425	385	399	340	365	322	346
法人税等支払い			-36	-50	49	30	17	22	2	11	-4	4
借入金返済			246	246	246	246	246	246	245	245	245	245
2. キャッシュアウトフロー合計			210	196	295	276	263	268	247	256	241	249
3. キャッシュフロー			14	-15	186	149	122	131	93	110	81	97
バランスシート(貸借対照表)												
流動資産(余剰資金)			14	-1	185	334	456	587	680	789	870	967
固定資産(償却資産)		3,508	3,175	2,841	2,508	2,175	1,842	1,508	1,175	842	509	175
繰越資産			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
資産合計(資産の部)		3,508	3,189	2,841	2,693	2,509	2,298	2,095	1,855	1,631	1,379	1,142
借入金(当初借入)		2,456	2,210	1,964	1,718	1,472	1,226	980	735	490	245	-
不足資金借入金(追加借入)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
負債合計		2,456	2,210	1,964	1,718	1,472	1,226	980	735	490	245	-
資本金		1,052	1,052	1,052	1,052	1,052	1,052	1,052	1,052	1,052	1,052	1,052
剰余金			-73	-175	-77	-15	20	63	68	89	82	90
資本合計		1,052	979	877	975	1,037	1,072	1,115	1,120	1,141	1,134	1,142
負債・資本合計(負債及び資本の部)		3,508	3,189	2,841	2,693	2,509	2,298	2,095	1,855	1,631	1,379	1,142
借入金												
中国人民銀行	借入金残高	2,456	2,210	1,964	1,718	1,472	1,226	980	735	490	245	0
	元利合計返済金額		396	381	366	351	336	321	305	290	275	260
	元金分返済額		246	246	246	246	246	246	245	245	245	245
	支払利息	6.12%	150	135	120	105	90	75	60	45	30	15
	借入金残高			0	0	0	0	0	0	0	0	0
	元利合計返済金額		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	元金分返済額											
	支払利息	6.12%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	借入金残高				0	0	0	0	0	0	0	0
	元利合計返済金額		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	元金分返済額											
	支払利息	6.12%			0	0	0	0	0	0	0	0
合計	借入金残高	2,456	2,210	1,964	1,718	1,472	1,226	980	735	490	245	0
	元利合計返済金額		396	381	366	351	336	321	305	290	275	260
	元金分返済額		246	246	246	246	246	246	245	245	245	245
	支払利息	6.12%	150	135	120	105	90	75	60	45	30	15
採算計算												
税引後キャッシュフロー			260	231	432	395	368	377	338	355	326	342
税引後キャッシュフローの累計[S]			260	491	923	1,318	1,686	2,063	2,401	2,755	3,081	3,423
[S] - 投下資本			-3,248	-3,017	-2,585	-2,190	-1,822	-1,445	-1,107	-753	-427	-85
内部利益率[IRR] (利息除外、税金繰込)			#NUM!	#NUM!	#NUM!	-21.0%	-12.4%	-6.5%	-2.7%	0.2%	2.2%	3.8%
(IRR計算データ)		-3,508	411	366	552	500	458	452	398	400	356	357
内部利益率[IRR] (利息除外、税引前)			#NUM!	#NUM!	#NUM!	-20.6%	-12.1%	-6.1%	-2.4%	0.5%	2.4%	3.9%
(IRR計算データ)		-3,508	375	315	601	530	475	474	400	410	352	361

収支計算表：CO₂クレジット 5.0 US\$/tCO₂ の場合

Case2: クレジット5.0US\$/tCO ₂		建設期間		稼働期間(10年間)								
単位:百万円		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
損益計算書												
1. 売上高合計			815	938	1,373	1,380	1,399	1,406	1,334	1,338	1,282	1,239
	売電金額		474	537	894	894	906	908	835	835	778	778
			341	402	480	486	493	498	499	503	504	460
2. コスト			99	221	293	364	431	434	436	425	426	418
	原材料費		15	74	83	136	136	138	138	127	127	118
	人件費		15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	維持・補修費		52	103	159	171	231	233	234	235	237	238
	その他		7	19	26	32	38	39	39	38	38	37
	保険料		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
1.売上高 - 2.コスト			716	717	1,081	1,016	968	972	898	914	856	821
3. 減価償却費			333	333	333	333	333	333	333	333	333	333
	営業利益		383	384	747	683	635	639	565	580	523	488
4. 支払利息			150	135	120	105	90	75	60	45	30	15
5. 繰越資産償却費			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	税引前当期利益		232	249	627	578	545	564	505	535	493	473
6. 法人税等		33%	77	82	207	191	180	186	167	177	163	156
	当期利益		156	167	420	387	365	378	339	359	330	317
キャッシュフロー計算書												
	税引前当期利益		232	249	627	578	545	564	505	535	493	473
	償却費(設備)		333	333	333	333	333	333	333	333	333	333
1. キャッシュインフロー合計			566	582	960	911	878	897	839	869	826	806
	法人税等支払い		77	82	207	191	180	186	167	177	163	156
	借入金返済		246	246	246	246	246	246	245	245	245	245
2. キャッシュアウトフロー合計			323	328	453	437	426	432	412	422	408	401
3. キャッシュフロー			243	254	507	474	452	465	427	447	418	405
バランスシート(貸借対照表)												
	流動資産(余剰資金)		243	497	1,004	1,479	1,931	2,396	2,823	3,270	3,688	4,093
	固定資産(償却資産)	3,508	3,175	2,841	2,508	2,175	1,842	1,508	1,175	842	509	175
	繰越資産		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
資産合計(資産の部)		3,508	3,418	3,338	3,513	3,654	3,773	3,905	3,998	4,112	4,197	4,269
	借入金(当初借入)	2,456	2,210	1,964	1,718	1,472	1,226	980	735	490	245	-
	不足資金借入金(追加借入)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
負債合計		2,456	2,210	1,964	1,718	1,472	1,226	980	735	490	245	-
	資本金	1,052	1,052	1,052	1,052	1,052	1,052	1,052	1,052	1,052	1,052	1,052
	剰余金		156	322	743	1,130	1,495	1,873	2,211	2,570	2,900	3,217
資本合計		1,052	1,208	1,374	1,795	2,182	2,547	2,925	3,263	3,622	3,952	4,269
負債・資本合計(負債及び資本の部)		3,508	3,418	3,338	3,513	3,654	3,773	3,905	3,998	4,112	4,197	4,269
借入金												
中国人民銀行	借入金残高	2,456	2,210	1,964	1,718	1,472	1,226	980	735	490	245	0
	元利合計返済金額		396	381	366	351	336	321	305	290	275	260
	元金分返済額		246	246	246	246	246	246	245	245	245	245
	支払利息	6.12%	150	135	120	105	90	75	60	45	30	15
	借入金残高			0	0	0	0	0	0	0	0	0
	元利合計返済金額			0	0	0	0	0	0	0	0	0
	元金分返済額			0	0	0	0	0	0	0	0	0
	支払利息	6.12%			0	0	0	0	0	0	0	0
	借入金残高				0	0	0	0	0	0	0	0
	元利合計返済金額			0	0	0	0	0	0	0	0	0
	元金分返済額				0	0	0	0	0	0	0	0
	支払利息	6.12%				0	0	0	0	0	0	0
合計	借入金残高	2,456	2,210	1,964	1,718	1,472	1,226	980	735	490	245	0
	元利合計返済金額		396	381	366	351	336	321	305	290	275	260
	元金分返済額		246	246	246	246	246	246	245	245	245	245
	支払利息	6.12%	150	135	120	105	90	75	60	45	30	15
採算計算												
税引後キャッシュフロー			489	500	753	720	698	711	672	692	663	650
税引後キャッシュフローの累計[S]			489	989	1,742	2,463	3,161	3,872	4,544	5,236	5,899	6,549
[S] - 投下資本			-3,019	-2,519	-1,766	-1,045	-347	364	1,036	1,728	2,391	3,041
内部利益率[IRR](利息除外、税金繰込)			#NUM!	#NUM!	-20%	-6.0%	2.3%	7.6%	11.1%	13.5%	15.2%	16.3%
(IRR計算データ)		-3,508	639	635	874	825	789	786	732	737	693	665
内部利益率[IRR](利息除外、税引前)			#NUM!	-43.4%	-14.1%	0.2%	8.3%	13.5%	16.7%	18.9%	20.4%	21.4%
(IRR計算データ)		-3,508	716	717	1,081	1,016	968	972	898	914	856	821

収支計算表：CO₂クレジット 7.0 US\$/tCO₂ の場合

Case3: クレジット7.0US\$/tCO ₂		建設期間		稼働期間(10年間)								
単位:百万円		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
損益計算書												
1. 売上高合計			951	1,099	1,565	1,575	1,596	1,606	1,534	1,540	1,484	1,423
	売電金額		474	537	894	894	906	908	835	835	778	778
			478	562	672	681	690	698	698	705	705	645
2. コスト			99	221	293	364	431	434	436	425	426	418
	原材料費		15	74	83	136	136	138	138	127	127	118
	人件費		15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	維持・補修費		52	103	159	171	231	233	234	235	237	238
	その他		7	19	26	32	38	39	39	38	38	37
	保険料		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
1.売上高 - 2.コスト			852	878	1,273	1,211	1,166	1,172	1,098	1,115	1,058	1,005
3. 減価償却費			333	333	333	333	333	333	333	333	333	333
	営業利益		519	545	939	877	832	838	765	782	724	672
4. 支払利息			150	135	120	105	90	75	60	45	30	15
5. 繰越資産償却費			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	税引前当期利益		369	409	819	772	742	763	705	737	694	657
6. 法人税等		33%	122	135	270	255	245	252	233	243	229	217
	当期利益		247	274	549	517	497	511	472	494	465	440
キャッシュフロー計算書												
	税引前当期利益		369	409	819	772	742	763	705	737	694	657
	償却費(設備)		333	333	333	333	333	333	333	333	333	333
1. キャッシュインフロー合計			702	743	1,152	1,106	1,075	1,097	1,038	1,070	1,028	990
	法人税等支払い		122	135	270	255	245	252	233	243	229	217
	借入金返済		246	246	246	246	246	246	245	245	245	245
2. キャッシュアウトフロー合計			368	381	516	501	491	498	478	488	474	462
3. キャッシュフロー			334	362	636	605	585	599	560	582	553	528
バランスシート(貸借対照表)												
	流動資産(余剰資金)		334	696	1,332	1,937	2,521	3,120	3,680	4,262	4,816	5,344
	固定資産(償却資産)	3,508	3,175	2,841	2,508	2,175	1,842	1,508	1,175	842	509	175
	繰越資産		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
資産合計(資産の部)		3,508	3,509	3,537	3,840	4,112	4,363	4,628	4,855	5,104	5,324	5,520
	借入金(当初借入)	2,456	2,210	1,964	1,718	1,472	1,226	980	735	490	245	-
	不足資金借入金(追加借入)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
負債合計		2,456	2,210	1,964	1,718	1,472	1,226	980	735	490	245	-
	資本金	1,052	1,052	1,052	1,052	1,052	1,052	1,052	1,052	1,052	1,052	1,052
	剰余金		247	521	1,070	1,588	2,085	2,596	3,068	3,562	4,027	4,468
資本合計		1,052	1,299	1,573	2,122	2,640	3,137	3,648	4,120	4,614	5,079	5,520
負債・資本合計(負債及び資本の部)		3,508	3,509	3,537	3,840	4,112	4,363	4,628	4,855	5,104	5,324	5,520
借入金												
中国人民銀行	借入金残高	2,456	2,210	1,964	1,718	1,472	1,226	980	735	490	245	0
	元利合計返済金額		396	381	366	351	336	321	305	290	275	260
	元金分返済額		246	246	246	246	246	246	245	245	245	245
	支払利息	6.12%	150	135	120	105	90	75	60	45	30	15
	借入金残高			0	0	0	0	0	0	0	0	0
	元利合計返済金額			0	0	0	0	0	0	0	0	0
	元金分返済額			0	0	0	0	0	0	0	0	0
	支払利息	6.12%		0	0	0	0	0	0	0	0	0
	借入金残高				0	0	0	0	0	0	0	0
	元利合計返済金額			0	0	0	0	0	0	0	0	0
	元金分返済額				0	0	0	0	0	0	0	0
	支払利息	6.12%				0	0	0	0	0	0	0
合計	借入金残高	2,456	2,210	1,964	1,718	1,472	1,226	980	735	490	245	0
	元利合計返済金額		396	381	366	351	336	321	305	290	275	260
	元金分返済額		246	246	246	246	246	246	245	245	245	245
	支払利息	6.12%	150	135	120	105	90	75	60	45	30	15
採算計算												
税引後キャッシュフロー			580	608	882	851	831	845	805	827	798	773
税引後キャッシュフローの累計[S]			580	1,188	2,070	2,921	3,751	4,596	5,401	6,228	7,027	7,800
[S] - 投下資本			-2,928	-2,320	-1,438	-587	243	1,088	1,893	2,720	3,519	4,292
内部利益率[IRR] (利息除外、税金繰込)			#NUM!	-42%	-15%	-0.8%	7.3%	12.4%	15.7%	18.0%	19.5%	20.6%
(IRR計算データ)		-3,508	731	743	1,002	956	921	920	865	872	828	788
内部利益率[IRR] (利息除外、税引前)			#NUM!	-36.4%	-6.9%	7.2%	15.1%	19.9%	22.9%	24.9%	26.2%	27.1%
(IRR計算データ)		-3,508	852	878	1,273	1,211	1,166	1,172	1,098	1,115	1,058	1,005

収支計算表：CO₂クレジット 10.0 US\$/tCO₂ の場合

Case4: クレジット10.0US\$/tCO ₂	建設期間	稼働期間(10年間)										
単位: 百万円	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
損益計算書												
1. 売上高合計		1,156	1,340	1,853	1,866	1,892	1,905	1,833	1,842	1,786	1,699	
売電金額		474	537	894	894	906	908	835	835	778	778	
		682	804	959	973	986	997	998	1,007	1,008	921	
2. コスト		99	221	293	364	431	434	436	425	426	418	
原材料費		15	74	83	136	136	138	138	127	127	118	
人件費		15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	
維持・補修費		52	103	159	171	231	233	234	235	237	238	
その他		7	19	26	32	38	39	39	38	38	37	
保険料		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
1.売上高 - 2.コスト		1,057	1,119	1,560	1,502	1,461	1,471	1,397	1,417	1,360	1,281	
3. 減価償却費		333	333	333	333	333	333	333	333	333	333	
営業利益		724	786	1,227	1,169	1,128	1,137	1,064	1,084	1,027	948	
4. 支払利息		150	135	120	105	90	75	60	45	30	15	
5. 繰越資産償却費		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
税引前当期利益		573	651	1,107	1,064	1,038	1,062	1,004	1,039	997	933	
6. 法人税等	33%	189	215	365	351	343	351	331	343	329	308	
当期利益		384	436	742	713	695	712	673	696	668	625	
キャッシュフロー計算書												
税引前当期利益		573	651	1,107	1,064	1,038	1,062	1,004	1,039	997	933	
償却費(設備)		333	333	333	333	333	333	333	333	333	333	
1. キャッシュインフロー合計		907	984	1,440	1,397	1,371	1,396	1,337	1,372	1,330	1,266	
法人税等支払い		189	215	365	351	343	351	331	343	329	308	
借入金返済		246	246	246	246	246	246	245	245	245	245	
2. キャッシュアウトフロー合計		435	461	611	597	589	597	576	588	574	553	
3. キャッシュフロー		471	523	829	800	783	799	761	784	756	714	
バランスシート(貸借対照表)												
流動資産(余剰資金)		471	995	1,823	2,624	3,406	4,205	4,966	5,751	6,507	7,220	
固定資産(償却資産)	3,508	3,175	2,841	2,508	2,175	1,842	1,508	1,175	842	509	175	
繰越資産		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
資産合計(資産の部)	3,508	3,646	3,836	4,332	4,799	5,248	5,714	6,142	6,592	7,015	7,395	
借入金(当初借入)	2,456	2,210	1,964	1,718	1,472	1,226	980	735	490	245	-	
不足資金借入金(追加借入)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
負債合計	2,456	2,210	1,964	1,718	1,472	1,226	980	735	490	245	-	
資本金	1,052	1,052	1,052	1,052	1,052	1,052	1,052	1,052	1,052	1,052	1,052	
剰余金		384	820	1,562	2,275	2,970	3,682	4,355	5,050	5,718	6,343	
資本合計	1,052	1,436	1,872	2,614	3,327	4,022	4,734	5,407	6,102	6,770	7,395	
負債・資本合計(負債及び資本の部)	3,508	3,646	3,836	4,332	4,799	5,248	5,714	6,142	6,592	7,015	7,395	
借入金												
中国人民銀行	借入金残高	2,456	2,210	1,964	1,718	1,472	1,226	980	735	490	245	0
	元利合計返済金額		396	381	366	351	336	321	305	290	275	260
	元金分返済額		246	246	246	246	246	246	245	245	245	245
	支払利息	6.12%	150	135	120	105	90	75	60	45	30	15
	借入金残高			0	0	0	0	0	0	0	0	0
	元利合計返済金額			0	0	0	0	0	0	0	0	0
	元金分返済額			0	0	0	0	0	0	0	0	0
	支払利息	6.12%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	借入金残高			0	0	0	0	0	0	0	0	0
	元利合計返済金額			0	0	0	0	0	0	0	0	0
	元金分返済額			0	0	0	0	0	0	0	0	0
	支払利息	6.12%			0	0	0	0	0	0	0	0
合計	借入金残高	2,456	2,210	1,964	1,718	1,472	1,226	980	735	490	245	0
	元利合計返済金額		396	381	366	351	336	321	305	290	275	260
	元金分返済額		246	246	246	246	246	246	245	245	245	245
	支払利息	6.12%	150	135	120	105	90	75	60	45	30	15
採算計算												
税引後キャッシュフロー		717	769	1,075	1,046	1,029	1,045	1,006	1,029	1,001	959	
税引後キャッシュフローの累計[S]		717	1,487	2,561	3,608	4,636	5,681	6,687	7,717	8,718	9,676	
[S] - 投下資本		-2,791	-2,021	-947	100	1,128	2,173	3,179	4,209	5,210	6,168	
内部利益率[IRR] (利息除外、税金織込)		#NUM!	-35%	-8%	6.4%	14.2%	19.1%	22.1%	24.1%	25.5%	26.4%	
(IRR計算データ)	-3,508	868	904	1,195	1,151	1,119	1,120	1,066	1,074	1,031	974	
内部利益率[IRR] (利息除外、税引前)		#NUM!	-26.5%	3.0%	16.9%	24.3%	28.8%	31.4%	33.2%	34.3%	35.0%	
(IRR計算データ)	-3,508	1,057	1,119	1,560	1,502	1,461	1,471	1,397	1,417	1,360	1,281	