

平成 21 年度 CDM/JI 事業調査

中国・重慶市における小規模セメント工場
余熱回収発電プログラム CDM 事業調査
報告書

平成 22 年 3 月

日本テピア株式会社

目 次

1	基礎情報	1
1.1	プロジェクトの概要	1
(1)	プロジェクトアウトライン	1
(2)	プロジェクトサイト	4
(3)	採用技術	6
1.2	企画立案の背景	9
(1)	重慶市のセメント工業の現状と課題	9
(2)	重慶市のセメント工業の発展計画	13
(3)	重慶市の電力需給問題	15
1.3	ホスト国に関する情報	16
(1)	中国のエネルギー事情	16
(2)	中国の「省エネ・排出削減」と気候変動問題に関する取り組み	18
(3)	中国でのセメント余熱発電プロジェクトの状況	19
1.4	ホスト国の CDM/JI に関する政策・状況等	21
(1)	中国の CDM 登録状況	21
(2)	中国政府の CDM 政策	22
2	調査内容	24
2.1	調査実施体制	24
2.2	調査課題	25
2.3	調査内容	26
3	調査結果	30
3.1	ベースラインシナリオ及びプロジェクトバウンダリーの設定	30
(1)	適用方法論	30
(2)	ベースラインシナリオ	32
(3)	プロジェクトバウンダリー	32
3.2	プロジェクト排出量	33
(1)	ベースライン排出量	33
(2)	プロジェクト排出量	34
(3)	リーケージ排出量	34
3.3	モニタリング計画	34
(1)	モニタリング項目	34
(2)	データ管理と体制	35
3.4	温室効果ガス削減量（又は吸収量）	36
3.5	プロジェクト期間・クレジット獲得期間	36
(1)	プログラム CDM の期間	36

(2)	CPA-1のマイルストーンと実施期間	36
3.6	環境影響・その他の間接影響	38
3.7	利害関係者のコメント	39
3.8	プロジェクトの実施体制	41
3.9	資金計画	43
3.10	経済性分析	44
3.11	追加性の証明	46
3.12	事業化の見込み	50
4	コベネフィットに関する調査結果	52
4.1	背景	52
4.2	ホスト国における環境汚染対策等効果の評価	55
(1)	評価対象項目	55
(2)	ベースライン／プロジェクトシナリオ	55
(3)	ベースラインの評価方法とモニタリング計画	55
(4)	計算過程と結果	56
5	持続可能な開発への貢献に関する調査結果	59

1 基礎情報

1.1 プロジェクトの概要

(1) プロジェクトアウトライン

本プログラム CDM は、中国の重慶市において、いくつかのセメント製造企業の乾式ロータリーキルン方式のセメント生産ラインに余熱回収利用発電設備を導入し、発電を行うプロジェクトであり、小規模なプロジェクトをまとめてプログラム CDM (PoA) として国連登録を目指す。プログラム CDM に入る予定の各プロジェクト (CPA) で発電した電力は、それぞれの企業内でセメントの生産用の電力として自家消費される。これにより、環境負荷の高い地区のグリッド (華中電網: CCPG) からの電力の購入を代替し、温室効果ガスの排出を削減することができる。

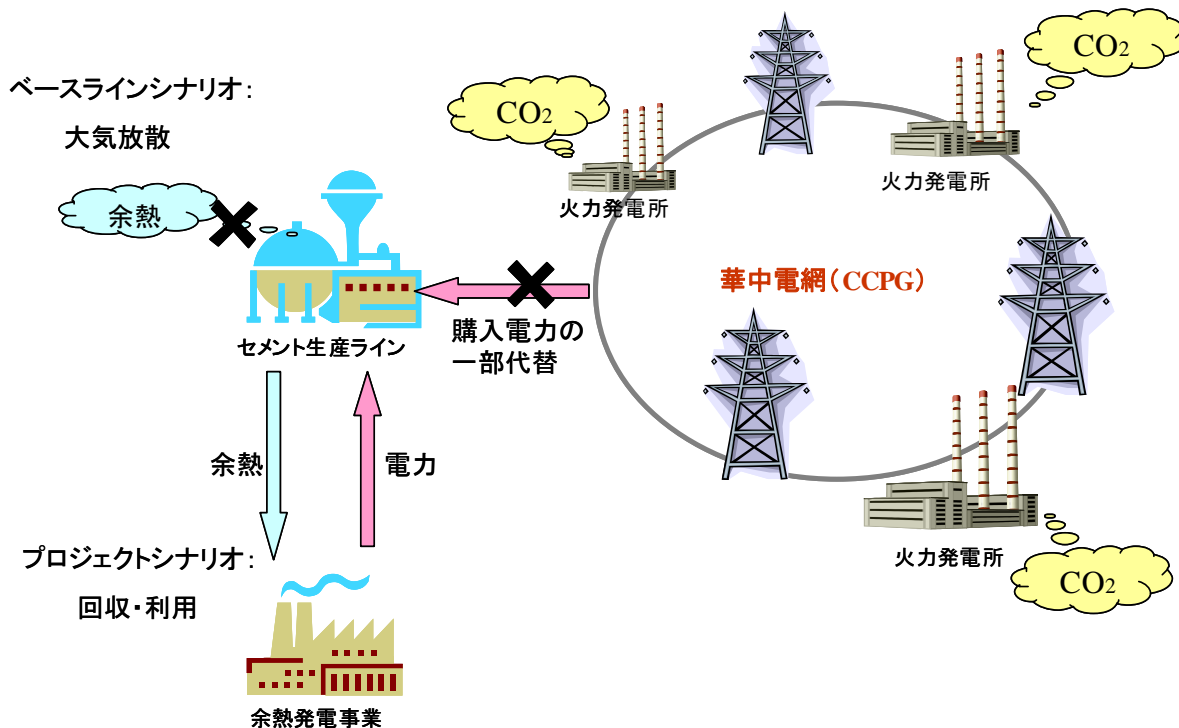


図 1 各 CPA プロジェクトのアウトライン

現在、重慶市では、セメント産業の構造調整政策の一環として、旧式のシャフトキルンから新型の乾式ロータリーキルンへの転換を図っており、且つ、乾式ロータリーキルンの導入時には、同時に余熱発電も実施することを推進している。しかし、重慶市のセメント工業は小規模な企業が多数存在しており、これら小規模なセメント企業では、投資資金が大きく収益率の低い余熱発電の導入は、資金面の課題から踏み切れないケースも多い。

また、個別に小規模 CDM として余熱発電プロジェクトを実施したとしても、小規模なセメント生産ラインでは発電量が相対的に小さいため、クレジットの発生量が少ななり、個別に CDM として国連へ登録することは経済的な魅力が少ない。これら小規模のプロジェクトも CDM として実現し易くするために、重慶市全体の同様のプロジェクトをプログラム CDM として国連登録を目指す。

プログラム CDM の調整管理組織 (CME) は重慶市 CDM 技術サービスセンターが務める予定であり、プログラム CDM の地理的バウンダリーは当センターの管轄範囲である重慶市とする。

第一件目の CPA (CPA-1) は、”重慶富豊セメント集团有限公司 9MW 余熱発電プロジェクト”である。このプロジェクトは、新規で建設する 4500t/d の乾式セメン生産ラインに併せて、9MW の余熱発電システムをインストールし、セメントキルンの前後で排出される低温余熱を利用して発電を行うプロジェクトである。

この余熱発電プロジェクトの実施について、新規のセメント生産ライン建設事業の実施と設計段階から併せて検討されてきており、2010年10月頃に発電を開始する予定である。余熱発電部分の総投資額は 9,000 万元であり、資金は重慶富豊セメント集团有限公司が全て投資を行い、銀行やその他機関からの投資・融資は行わない。

このプロジェクトで予測される年間発電量は 64,800MWh であり、このうち発電所での消費量である 5.5%相当を除いた残り 61,236MWh/年の電力は、全てセメント工場内の生産用電力として自家消費し、地元の電力グリッドへの並列は実施しない。これにより、本来、華中電網 (CCPG) からの購入するはずであった電力 (工場全体の必要電力の約 60%相当) を代替することができ、CCPG に接続している化石燃料による火力発電所で排出されるはずであった年間 52,225tCO₂e の温室効果ガスを削減することができる。

現在、CPA-1 プロジェクトサイトにおいて建設中のセメント生産ラインの様子と発電設備の設置予定地の様子を図 2 に、余熱回収システムを設置する乾式ロータリーキルンの様子を図 3 にそれぞれ示す。



図 2 CPA-1 の建設中のセメント生産ラインの様子と発電設備の設置予定地
(2009年10月撮影)



図 3 CPA-1 の乾式ロータリーキルンの様子
(2009年10月撮影)

(2) プロジェクトサイト

プログラム CDM の地理的バウンダリーは中華人民共和国の重慶市内とする。

重慶市は中国中央政府による四つの直轄市（北京、天津、上海、重慶）のうちの一つであり、中国西部地域の代表都市である。もともとは、隣接する四川省の一部であったが、1997年に中国内陸部の発展の拠点として直轄市に昇格した。

重慶市は、長江上流の四川盆地東部に位置し、東西 470km、南北 450km、総面積は 8.24 万平方キロメートルである。湖南省と湖北省、四川省、貴州省、陝西省と隣接し、四つの直轄市の中では最大の面積を誇り、人口は約 3,000 万人である（図 4 参照）。

長江沿岸に位置するため古くから水運の拠点として栄えており、重慶港は内陸の国際コンテナターミナルとして大きな発展が見込まれている。

また、市内には炭鉱やガス田などの豊富なエネルギー資源があり、工業都市としても発展している。



図 4 中国における重慶市の位置

重慶市は中央政府の直轄市であり、以下の 19 の市区（市街区）、17 の県、4 つの少数民族自治県の合計 40 の地方行政組織を管轄している。それぞれの地区の地理関係は下図 5 の通りである。

19 市区

渝中区、沙坪壩区、九竜坡区、大渡口区、巴南区、双橋区、万州区、涪陵區、黔江区、江北区、渝北区、北碚区、南岸区、万盛区、長寿区、永川区、合川区、江津区、南川区

17 県

綦江県、潼南県、榮昌県、璧山県、大足県、銅梁県、梁平県、城口県、墊江県、武隆県、
豊都県、奉節県、開県、雲陽県、忠県、巫溪県、巫山県

4 少数民族自治県

石柱土家族自治県、彭水土家族苗族自治県、酉陽土家族苗族自治県、
秀山土家族苗族自治県



図 5 重慶市の区・県

CPA-1 である重慶富豊セメント集团有限公司 9MW 余熱発電プロジェクトは、重慶市の北西部に位置する合川区 (Hechuan) にある重慶富豊セメント集团有限公司のセメント工場施設内で実施する。

プロジェクトサイトの地理座標は東経 106°17'20"、北緯 29°58'18" である。CPA-1 のプロジェクトサイトを図 6 に示す。

この CPA はセメント工場の敷地内で実施するため、用地の使用許可や占有権に関する問題は存在しない。



図 6 CPA-1 のプロジェクトサイト

(3) 採用技術

本プログラム CDM で採用するセメント余熱回収・発電システムは、セメント製造における乾式ロータリーキルンの上部に設置する Suspension Pre-heater (SP) と (/または) 下部に設置する Air Quenching Chamber (AQC) から排出される余熱を、それぞれ SP 炉と (/または) AQC 炉で回収し、そこで生成された蒸気を蒸気タービンと発電機に通すことで発電を行う余熱回収発電システムとする。

本プログラム CDM では、ロータリーキルンの余熱を利用して実施される発電事業を CPA の対象とするが、熱源となるロータリーキルンが、新設であるか或いは既設であるかは問わないこととする。

また、対象となる CPA は、主要設備として上述の SP 炉と (/または) AQC 炉、タービン

ン、発電機を1セット或いは複数セットインストールして発電を行う事業とし、電力以外のエネルギーの供給、例えば、熱や動力などのコジェネレーションは想定しない。また、1つ事業においてインストールするシステムのセット数は問わないこととする。但し、インストールする発電の総規模は15MW以下であることとする。

また、発電した電力はそれぞれのCPAのプロジェクトサイト内で、セメント及びその副産物の生産用電力としてのみ使用することとし、グリッドへの売電は想定しない。

CPA-1の重慶富豊セメント集团有限公司9MW余熱発電プロジェクトでは、新規に建設する4,500t/dのロータリーキルンに、SP炉とAQC炉をそれぞれ1台ずつ、及び9MWの蒸気タービンと発電機を1台ずつ導入して発電を行う。

発電された電力は全てセメント工場内の生産用電力として自家消費し、電力グリッドへの並列は行わない。また、モニタリング用にDCS制御システムを導入する。

CPA-1のシステムフローを図7に示す。

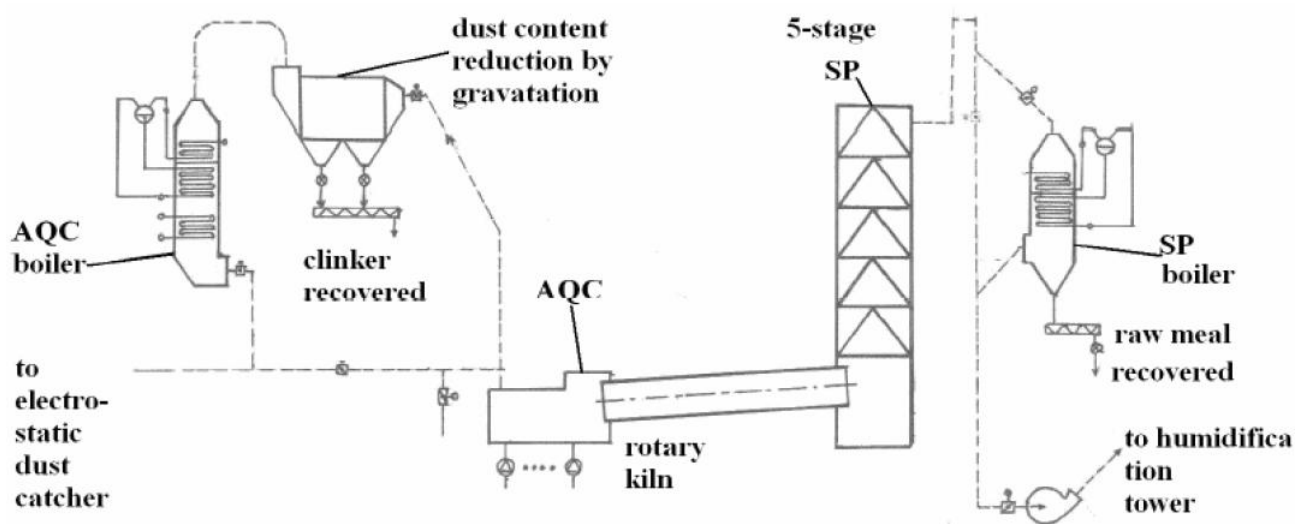


図7 セメント生産ラインと余熱発電設備のフロー

CPA-1：重慶富豊セメント集团有限公司9MW余熱発電プロジェクトで導入を予定している主要設備のパラメーターを下表1に示す。

表1 CPA-1における主要設備のパラメーター

SP炉 (1台)	
廃ガス量	250,000 Nm ³ /h

廃ガス温度	330℃
排出端ガス温度	205℃
主成蒸気量	38.2t/h
主成蒸気圧力	1.2MPa
主成蒸気温度	310℃
漏風率	≤ 5 %
AQC 炉 (1 台)	
廃ガス量	125,000~160,000Nm ³ /h
廃ガス温度	
排出端ガス温度	97℃
主成蒸気量	21.8t/h
主成蒸気圧力	1.2MPa
主成蒸気温度	330℃
セクション I	
出水量	35t/h
出水圧力	0.6MPa
出水温度	85℃
セクション II	
出水量	75~25t/h
出水圧力	0.6Mpa
出水温度	85℃
給水量	75~25t/h
給水圧力	38℃
給水温度	0.6Mpa
蒸気タービン (1 台)	
型名	N9.0-1.2
定格出力	9MW
定格回転速度	3,000r/min
入力蒸気圧	1.2Mpa
入力蒸気温度	280℃
出力蒸気圧	0.009Mpa
発電機 (1 台)	
型名	QF ₂ -9.0-2
定格出力	9MW

定格回転速度	3,000r/min
電圧	10,500V

(プロジェクトの初期設計資料より)

1.2 企画立案の背景

(1) 重慶市のセメント工業の現状と課題

『重慶市セメント工業第 11 次五ヵ年計画』及び『重慶市統計年鑑』の統計データによれば、重慶市のセメント生産量は 1980 年代末まで年間 350 万トン前後で推移していたが、1990 年代以降から急速に増加し、2008 年には 3,320 万トンにまで達し、約 20 年間に約 10 倍に生産量にまで増加している (図 8 参照)。

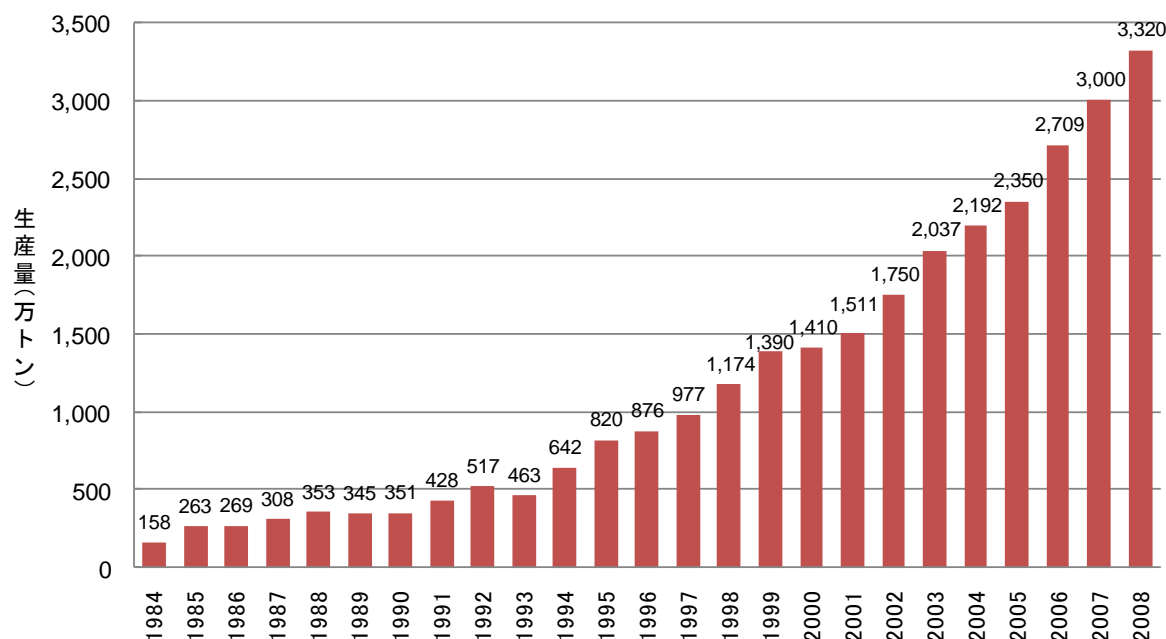


図 8 重慶市のセメント生産量の推移

(出所：2005 年までは『重慶市セメント工業第 11 次五ヵ年計画』
2006 年以降データは各年の『重慶市統計年鑑』よりテピア作成)

また、『重慶市セメント工業第 11 次五ヵ年計画』によれば、2005 年末での重慶市のセメント企業は 154 社であり全体の生産能力は 3,644 万トンである。

このうち年間生産量 100 万トンを超えるセメント企業は、2000 年末時点では 1 社しかなかったが、2008 年末時点では、拉法基瑞安セメント、金江セメント、科華セメント、小南海セメント、富皇セメント、富豊セメント、天助セメント、潤江セメント、国茂セメン

ト、金九セメントの計 10 社にまで増加し、この 10 社で重慶市全体の生産能力の 52.4% を占めるに至っており、徐々に企業の大型化、集約化が進んでいる。¹

更に、重慶市政府はセメント工業の産業構造の調整を促す政策を打ち出しており、旧式のラインの淘汰と新型の乾式ロータリーキルン生産ラインの建設が進んできている。新型の乾式ロータリーキルンの建設には、1997 年から 2008 年までに総額 40.34 億円の投資がなされ、27 本の乾式ロータリーキルン生産ラインの技術改造プロジェクト或いは新規建設プロジェクトが建設された。2008 年末時点での乾式ロータリーキルン生産ラインの年間生産能力は 1,970 万トンであり、生産量は 1,790 万トンで、全体の生産量の 53.92% を占めている（図 9 参照）²。

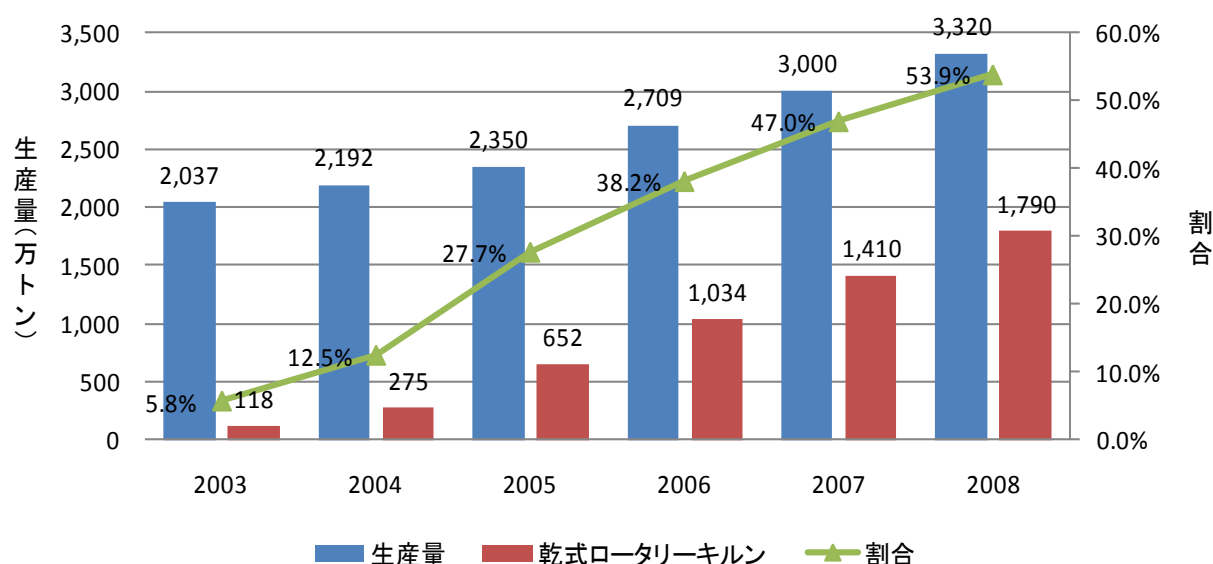


図 9 重慶市のセメント生産量とロータリーキルンの生産量の推移

(出所：重慶市セメント協会会長馬氏の講演資料よりテピア作成)

このようにセメント工業の産業調整は徐々に進んでいるものの、しかし、全体的に見れば重慶市のセメント工業の産業構造には未だ大きな矛盾が存在しており、全ての課題が解決できているわけではない。重慶市のセメント工業では以下に示すように、企業の規模が小さく、生産設備が旧式のセメント生産ラインがまだまだ大きなウエイトを占めており、環境汚染が深刻で、エネルギー消費量が大きく、生産が過剰といった課題が残されている。

¹ データ出典：「重慶水泥的十年巨変（重慶市セメント工業の 10 年の大きな変化）」（重慶市セメント協会会長 馬沢民、『西部水泥』、2009 年第 7 期）

² データ出典：「重慶水泥的十年巨変」（重慶市セメント協会会長 馬沢民『西部水泥』2009 年第 7 期）

課題 1—企業の規模が小さい

2005 年末の統計では、重慶市にはセメント企業が 154 社存在し、このうち年間の生産能力が 10 万トン未満の企業は 82 社であり、10 万トン以上 60 万トン未満の企業が 63 社、60 万トン以上 100 万トン未満の企業が 0 社、100 万トン以上の企業が 9 社であり、60 万トン未満の企業が全体の 94%を占める（図 10 参照）。セメント工業全体では、平均の生産規模は 23.87 万トン/年、平均の労働者当たりの生産効率は 480 トン/人/年であり、まだまだ企業の規模が小さく、労働生産効率も悪い。³

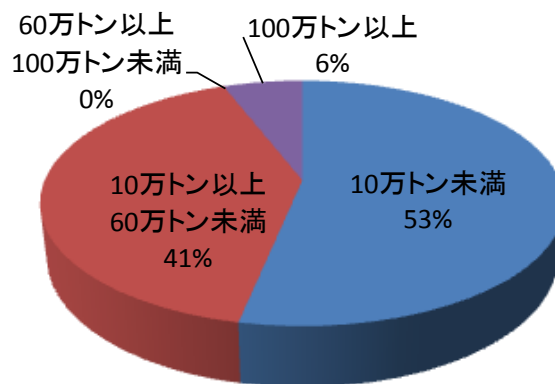


図 10 重慶市のセメント企業規模の割合（2005 年）

（出所：『重慶市セメント工業第 11 次五ヵ年計画』よりテピア作成）

課題 2—旧式の生産設備が多い

現在、多くの生産ラインのキルンはまだ旧式のシャフトキルンであり、その他にも多種の旧式の生産方式が残っている。

2005 年末時点で、重慶市内のセメントキルンは 280 台であるが、このうちシャフトキルンが 242 台、乾式ロータリーキルンが 17 台、乾式中空キルンが 11 台、湿式キルンが 8 台、予熱器キルンが 2 台であり、旧式のシャフトキルン生産ラインが 86%を占める（図 11 参照）。⁴

³ データ出典：『重慶市セメント工業第 11 次五ヵ年計画』

⁴ データ出典：『重慶市セメント工業第 11 次五ヵ年計画』

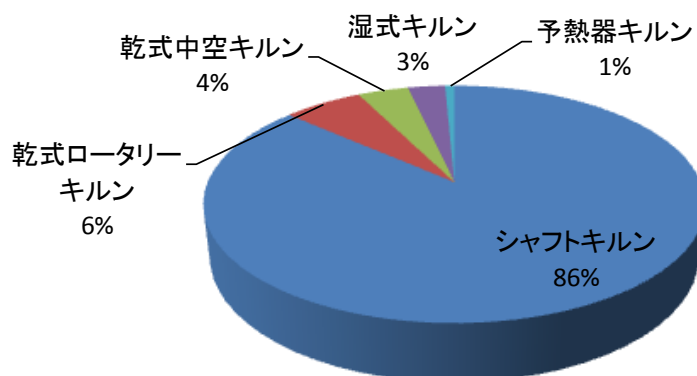


図 11 重慶市のセメント生産キルンの型式（台数ベース、2005年）

（出所：『重慶市セメント工業第 11 次五ヵ年計画』よりテピア作成）

課題 3—環境汚染が深刻

投資不足や管理体制の不備から、国の環境基準に達していない生産ラインが多く、特に旧式のシャフトキルンや乾式中空キルンの生産ラインを有する企業では、粉塵の排出量が国家基準を大きく超えている。⁵

課題 4—エネルギー消費量が多い

重慶市のセメント工業のエネルギー消費量は鉄鋼業、電力業に続く第 3 位である。電力と石炭の消費コストは既に全生産コストの約 60%を占めており、生産活動を圧迫している。⁶

課題 5—生産の過剰と生産コストの上昇

多くのセメント工場が盲目的な拡大路線をとったため、セメントの需給バランスは全体では過剰生産気味になっている。2007 年から 2009 年の 3 年の間にも 34 の生産ラインの政府許認可が出されており、総投資額は 171 億元で、全てのラインが 2012 年頃までに全ての建設が完了する予定である。これらが完成すると重慶市のセメント生産能力は更に 5400 万トン/年増加し、総生産量は年間 8600 万トンになるが、市場の需要量は約 5400 万トンと予測されており、生産の過剰が予測されている。⁷

また、2005 年、セメント企業の生産コストは 1992 年と比べ 1.5 倍にまで増加したが、重慶市のセメントの市場価格は 1992 年当時の国家の指導価格よりも更に 10%も低い水準に下落している。このため、赤字企業は全体の 40.3%を占め合計赤字額は 12,634 万

⁵ 出典：『重慶市セメント工業第 11 次五ヵ年発展研究報告』

⁶ データ出典：『重慶市セメント工業第 11 次五ヵ年発展研究報告』

⁷ データ出典：『重慶晩報』2010 年 1 月 13 日

元である一方、黒字企業の利潤は 1,983 万元である。⁸

(2) 重慶市のセメント工業の発展計画

このような課題を克服するため、重慶市政府は 2006 年 12 月、『重慶市セメント工業第 11 次五ヵ年計画』を発表した。

この中で、今後の重慶市のセメント工業の発展目標として、「産業構造の改革を行い、2010 年末までに重慶市内全体のセメント生産能力を 3,900 万トンとし、このうち乾式ロータリーキルン方式のセメント生産ラインの能力を 50%以上とする。新型の乾式セメント技術の設備のレベル、エネルギー消費効率、環境保護レベル、資源の有効利用レベルをいずれも国内の先進レベルに達成させる」ことを規定した。

企業数は、「2005 年の 154 社から、120 社程度にまで削減し、生産能力 1000 万トン以上を有する企業を 1 社、200 万トン以上の企業を 5 社設立する」ことを目標に定めた。

また、「省エネで環境保護型のセメント企業を創設し、生産総量をコントロールして、構造調整を行い、旧式の生産ラインを淘汰し、品質を高め、環境を保護する」という方針を打ち出している。このために、「2500 トン/日～5000 トン/日の乾式ロータリーキルン方式のセメント生産ラインの建設を支持し、新規に建設する生産ラインは主に乾式ロータリーキルン方式とすること、その一方で、乾式ロータリーキルン方式と 20 万トン/年以上のシャフトキルン方式以外の生産方式のライン（総生産能力約 900 万トン）は全て淘汰すること」を明記した。

更に、同計画の中では、「乾式ロータリーキルン方式生産ラインに純低温余熱発電機を付けることを推奨する」とし、余熱発電の実施も推奨している。

2008 年 12 月 15 日、重慶市政府は『セメント業の産業構造の調整を促進する実施意見』を発表した。

この中で、セメント産業の構造調整として、「新型ロータリーキルン方式プロジェクトの生産能力を 2007 年度の 1700 万トンから 2012 年度に 5800 万トンに引き上げ、一方で旧生産方式による生産量を約 1000 万トン淘汰し、全市のセメント生産能力の上限を 7000 万トンと制限する」という方針を表明した。

具体的には、「2008 年～2012 年までに、都心 9 区においては新規乾式キルン方式のプロジェクトを含め全ての許認可は行わず、その他 14 区、県においては、2009 年 12 月 31 日までに建設許認可を一旦中止し、今後は市場の需要状況と市内のセメント生産能力の状況を見ながら許認可を行う」こととした。一方で、「旧式設備の淘汰を実施し、新規に建設する生産能力の 50%以上の旧式生産ラインを淘汰していき、全体のバランスを新型の

⁸ データ出典：『重慶市セメント工業第 11 次五ヵ年発展研究報告』と『重慶市セメント工業第 11 次五ヵ年計画』

生産ラインに移行させていく。セメント生産原単位当たりの総合エネルギー消費量を96kg 標準石炭/1 トン以下とする」としている。

また、新型の乾式セメントキルン建設プロジェクトには、「原則として低温余熱発電設備を設置すること」とし、ここでも余熱発電の実施も推奨した。

このような政策を受け、現在、旧式のキルンの淘汰と新型の乾式ロータリーキルンの建設が進んでいる。重慶市セメント協会会長である馬氏の講演資料によれば、重慶市には2005年に乾式ロータリーキルンが17ラインあったが、その台数は徐々に増加し、2008年には27ラインにまで達している。2008年の乾式ロータリーキルン生産ラインの年間生産能力は1,970万トン、生産量は1,790万トンで全体の53.92%を占めている。

現在、既に25の新規の乾式ロータリーキルン生産ラインの建設と余熱発電事業が許可されており、これらの建設が完了する2012年頃には、重慶市全体で合計52の乾式ロータリーキルン生産ラインが稼働する予定である(図12参照)。

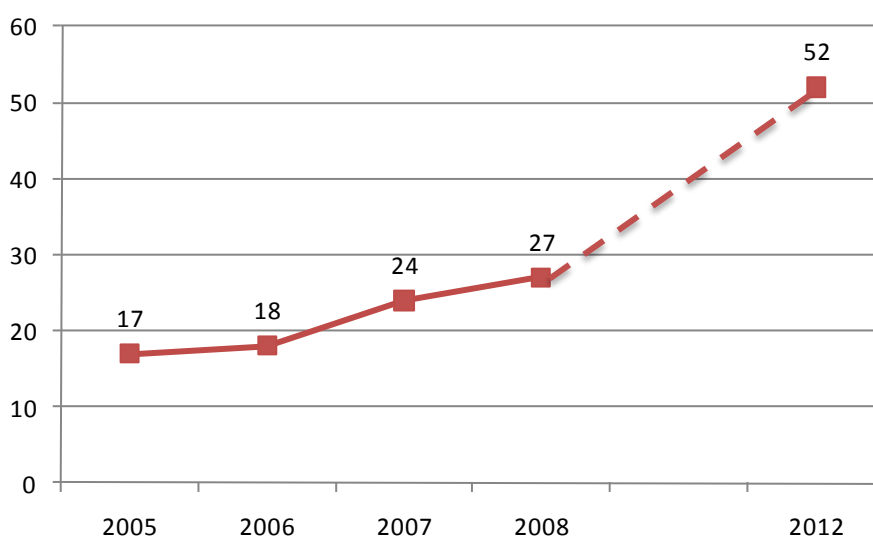


図 12 重慶市のロータリーキルン方式生産ライン数の推移と予測
(重慶市セメント協会会長馬氏の講演資料より)

以上のような重慶市のセメント工業の現状と発展計画から、本プログラム CDM の対象となるロータリーキルンセメント生産ラインに対し余熱発電システムを導入するプロジェクトは、重慶市政府により推奨されているプロジェクトであり、本プロジェクトはこれら政府の政策とも合致していると言える。

(3) 重慶市の電力需給問題

重慶市の電力需要は、2000年頃から、全国平均と比べると若干緩慢ではあるものの増加の一途にあり、2004年以降は毎年対前年比10%以上の増加を続けている(図13参照)。

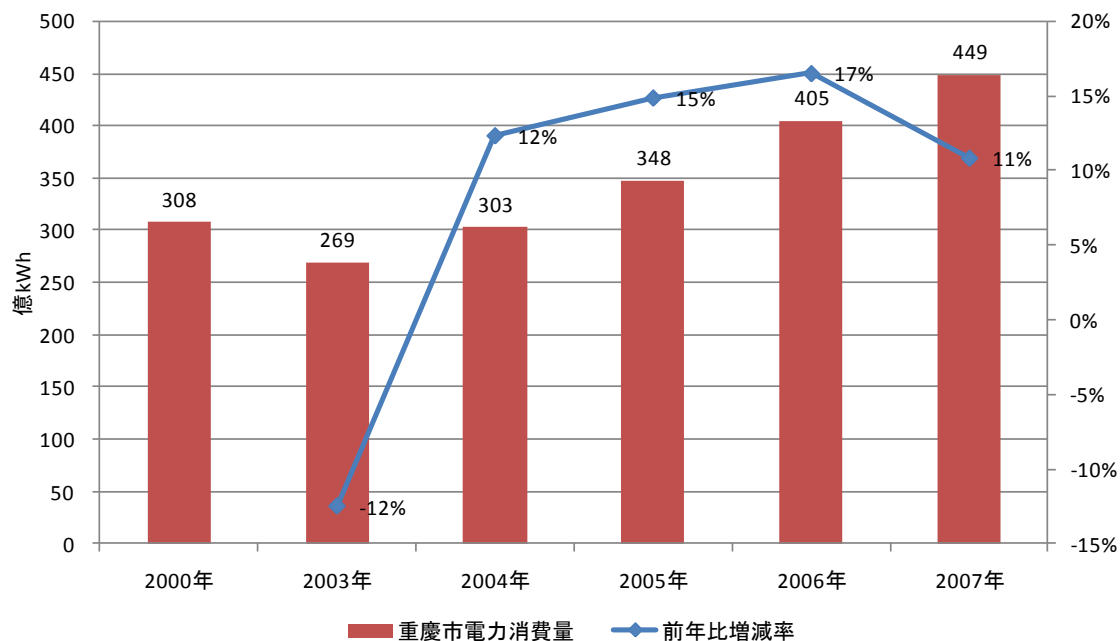


図13 重慶市の電力消費量の推移

(出所：『中国統計年鑑2009』よりテピア作成)

このため、重慶市は近年、慢性的な電力不足の状態にあり、特にエアコンの増加に伴い夏季と冬季の電力不足は深刻な問題となっている。

夏季の電力供給制限は2000年の夏から実施されており、最も深刻であった2008年には、5月の時点で、既に1日の電力負荷が500万kWを超え、電力の不足は100万kW以上に達し、重慶市政府と重慶電力会社は全市の23の配電所の管轄地区内で工業企業に対し、電力供給制限として週休2日から週休3日への強制的な生産停止と生産時間の移行措置を行った。⁹

また、2009年12月31日の報道によれば、2009年から2010年にかけての冬の最高電力負荷は867万kWに達する見込みであり、市内の電力供給能力(746万kW)を遥かに超え、近隣の省から電力を購入する必要がある。¹⁰

このような電力不足を改善するため、重慶市政府は大型の原子力発電の建設を模索する

⁹ 『中国天気網』2008年5月29日報道より

¹⁰ 『重慶新聞網』2009年12月31日報道より

と同時に、再生可能エネルギーの利用と徹底した省エネの実施を推奨しており、『重慶市工業第 11 次五ヵ年発展戦略研究報告』では、「第 11 次五ヵ年計画期間中の重点と主要任務」として、「風力、太陽光エネルギー、バイオマスエネルギーなどの再生可能エネルギーの利用を発展させる」ことを定めている。また、同報告では、「省エネの 6 大事業」の実施を促しており、この 6 大事業のうちの一つ目として、「セメントの低温余熱利用と炭鉱ガスのようなプロジェクトを実施し、2010 年末までに全市で新規に建設する新型乾式セメント生産ラインに低温余熱発電設備を設置し、プロジェクト数を 30、総投資額を 12.5 億元、余熱発電の設備容量 15 万 kW を目標とする」と規定している。

このように、余熱発電プロジェクトは、電力不足の問題を解決するための、省エネと再生可能エネルギーの促進の面からも政府の政策、方針に合致している。

1.3 ホスト国に関する情報

(1) 中国のエネルギー事情

2008 年の中国のエネルギー消費量は世界全体の消費量の 13.7% を占め、アメリカに続いて世界第 2 位のエネルギー消費大国となっている（図 14 参照）。この数字は中国が今後も継続的に経済発展を遂げるであろうという予測からも、さらに大きくなることが予想される。¹¹

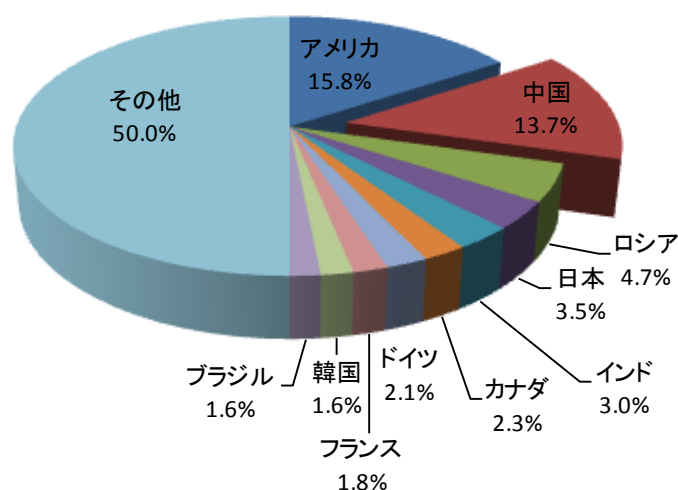


図 14 2008 年の世界主要国の一次エネルギー消費量

(出所：『BP's Statistical Review of World Energy Full Report 2009』よりテピア作成)

¹¹ データ出典：『BP's Statistical Review of World Energy Full Report 2009』

次に、中国のエネルギーの需給バランスを見ると、1991年まではエネルギー生産量が消費量よりも多かったが、1992年に生産量と消費量が逆転し、1997年にはエネルギーの純輸入国となった。その後も、消費量の増加速度を生産量の増加がカバーしきれず、その差は年々広まっている（図15参照）。¹²

2007年の中国全体のエネルギーバランスは、生産量235,445万トン（標準石炭換算）に対し、消費量は265,583万トン（標準石炭換算）であり、標準石炭で約3億トン分のエネルギーが不足しており、エネルギーの多くを既に輸入に頼っていることがわかる。¹³

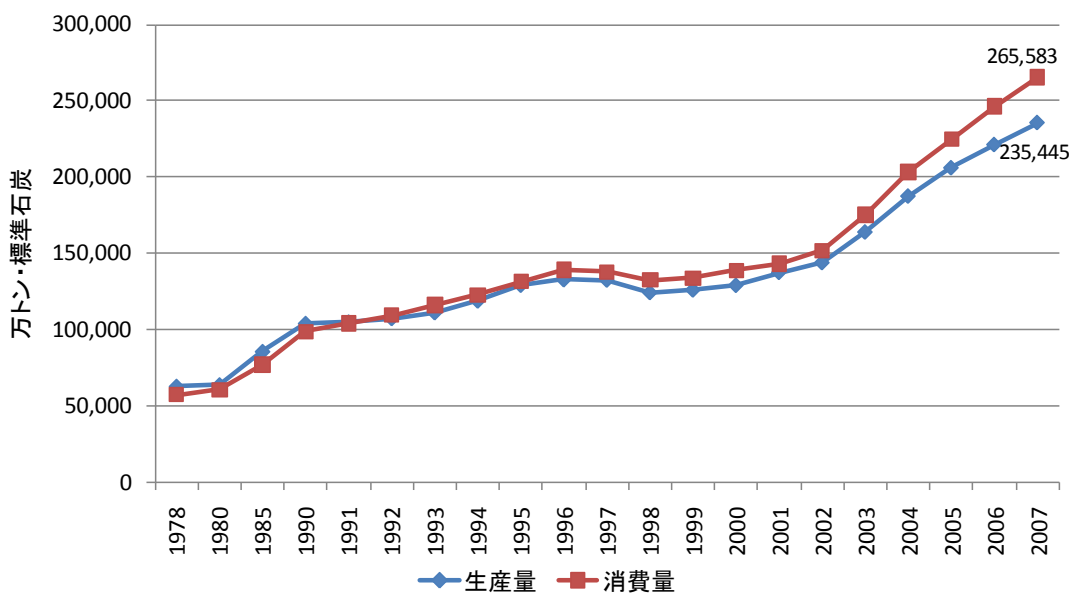


図15 中国のエネルギー需給の推移

(出所：『中国統計年鑑2009』よりテピア作成)

中国は石炭の埋蔵量が豊富であり、価格も安価であることから、中国のエネルギー構造は石炭の占める割合が他国と比べ非常に大きい。

以前より石炭の消費量は比較的多かったが、近年急速に増加し、1987年にはアメリカを抜き、世界一の石炭消費国となった。2000年頃に一旦下がった全エネルギーに対する石炭エネルギーのシェアは、2003年頃から再び上昇しており、2007年でも標準石炭で18億トン、約70%のエネルギーを石炭に頼っている（図16参照）。¹⁴

また、報道によると、2009年、中国は初めて石炭の輸入量が輸出量を上回り、石炭も

¹² データ出典：『中国統計年鑑2009』

¹³ データ出典：『中国統計年鑑2009』

¹⁴ データ出典：『中国統計年鑑2009』

純輸入国に転じた。

中国では特に鉄鋼部門と発電部門での石炭消費量が大きく、石炭による発電量は日本、アメリカの各国の発電量と比べても極端に多い。

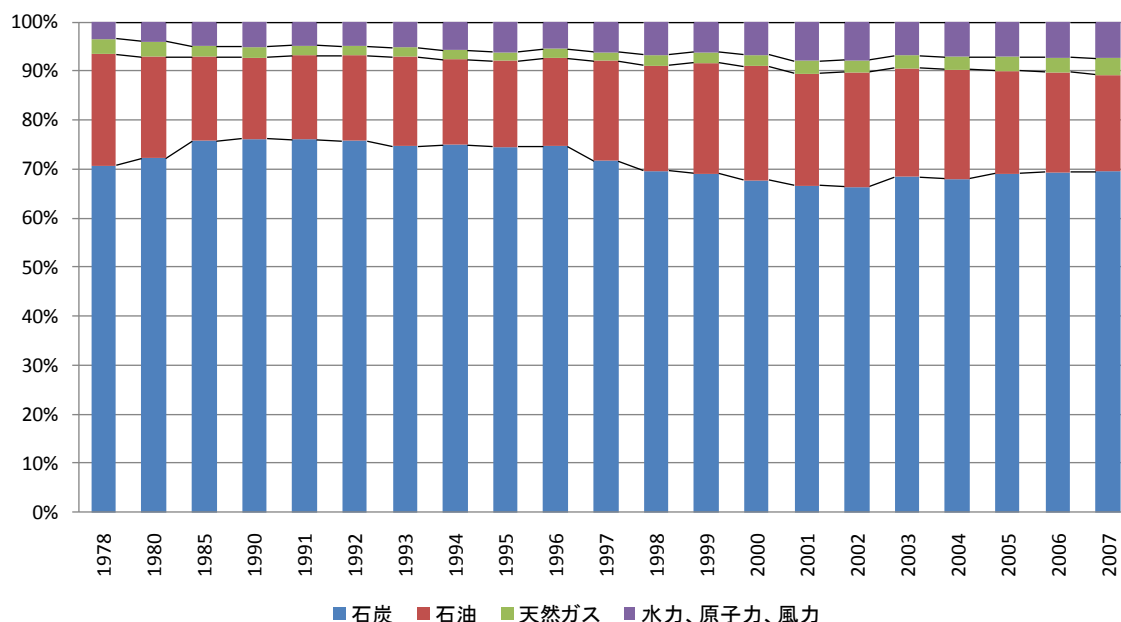


図 16 中国のエネルギー構成の推移

(出所：『中国統計年鑑 2009』よりテピア作成)

以上のように、中国は、エネルギー需要が増加するに伴い、①エネルギーの需給バランスと、②エネルギー構成の偏りという 2 つの大きな問題を抱えており、この問題を解決するため、中国政府は「第 11 次五ヵ年計画」（2006 年～2010 年）では、積極的に化石燃料中心のエネルギー構成から再生可能エネルギー・新エネルギーの割合を増加し、同時に省エネを勧める政策を打ち出している。

(2) 中国の「省エネ・排出削減」と気候変動問題に関する取り組み

中国政府は、一貫した経済の拡大路線の継続を目指すものの、エネルギーや地球環境問題を無視した従来型の発展に限界があることを既に認識しており、近年、続々と省エネやエネルギー構造改革、環境保護に関する政策と規制を発表している。

中国の最上位の政策の一つであり、2006～2010 年までの期間のあらゆる政策の基礎となる『国民経済と社会発展第 11 次五ヵ年計画』（2006 年 3 月に決定）では、これまでの五ヵ年計画では定められなかった 22 の具体的な数値目標（うち、8 つが拘束性を有する目標、14 は努力目標）が示された。その中には、「GDP 原単位当たりのエネルギー消費

率の20%低下」と「主要汚染物質（SO₂、COD）排出総量の10%削減」という省エネと環境保護に関する拘束性のある目標が含まれている。

また、2007年6月には、中国国家発展改革委員会が17の政府部門と合同で『中国気候変動対応国家方案』を公布した。この中でも、2010年までに実現すべき主要な温室効果ガス排出抑制目標として、①2010年までに2005年に比してGDP原単位当たりのエネルギー使用量を20%程度削減すること、②2010年までに再生可能エネルギーの総利用量が1次エネルギーの消費量に占める割合を10%程度まで高めること、③2010年までに森林被覆率を20%まで高めることと、いう三つの目標を示した。

なお、2008年6月からは、気候変動への対応の具体的な政策実施を行う地方政府に対し、この方案をベースに気候変動対応方案の地方版を作成するよう指導しており、現在、省レベルでの計画策定が進められている。

同じく2007年6月には国務院が『省エネ・汚染物質排出削減 総合業務実施案に係る通知』を公布し、第11次五ヵ年計画で示された拘束目標である「省エネ・汚染物質排出総量削減」の徹底を指示した。この中で、高エネルギー消費・高汚染のプロジェクト実施を厳しく規制・管理し、立ち遅れた生産設備の淘汰を進めるなど45項目にわたる広範な具体的措置が規定している。また、政策の徹底のため、温家宝首相をトップとする「省エネ・汚染物質排出削減業務指導者グループ」が設立され、政策の政策実施体制も整えられ、各省、主要企業へ排出削減の責任を分担している。

2008年3月には、再生可能エネルギーに特化した『再生可能エネルギー発展第11次五ヵ年計画』を発表し、この中でも、2010年までに再生可能エネルギーの総利用量が1次エネルギーに占める割合を10%程度（約3億トンの標準炭相当）まで高めるという具体的な目標が示された。

また、2009年11月には、COP15の開催に先立ち、「中国は国内総生産（GDP）当たりの二酸化炭素排出量を2020年までに2005年と比べて40～45%削減する」という自主目標を公表し、COP15の交渉に向けて中国の国内努力を内外にアピールした。

(3) 中国でのセメント余熱発電プロジェクトの状況

世界的に見ると、セメントの生産キルンの余熱回収・発電プロジェクトは、特に日本で応用が進んでいる。現在、日本ではセメントのキルンの建設には同時に余熱発電を実施しなければならず、これらの技術は普遍的な技術となっている。

一方、中国のセメントキルンの余熱発電プロジェクトは、1930年代に日本が中国東北

部や華北地域で建設した若干の中空キルンでの高温余熱発電を発端としているが、まだまだ発展の初期段階に位置する。

1930年代当時の最も初期のプロジェクトでは、中国の中空キルンでのセメント製品の熱消費量が6700 KJ～8400KJ/Kgであり、余熱温度は、800℃～900℃もあり、余熱発電システムの発電能力は製品1トン当たり100kW～130kWであった。¹⁵

その後、1980年代末頃から、セメント工業の省エネが実施され、生産効率と経済利益の引き上げが求められるようになり、新型の乾式セメント焼結技術の発展と合わせて、セメント生産過程での廃熱温度は450℃以下にまで下がった。

中国政府は第8次五ヵ年計画期間（1991～1995年）に重大科学技術プロジェクトの一つとして『セメント工場での低温余熱発電プロセスと設備の研究開発プロジェクト』を実施した。この結果から、国家建材局は当時のタービンの設計、製造、材料技術の制約を勘案して、プロジェクトと技術の開発には以下の2通りの技術発展路線を敷くことを決定した。即ち、①補助燃焼ボイラを利用した中低温余熱発電プロセスと国産タービンの開発・研究・製造を進めることと、②セメント工場の純中低温余熱発電に適合できる特殊タービンの開発・研究・製造を進めることである。

1995年8月、日本の新エネルギー産業技術総合開発機構（NEDO）と中国国家計画委員会、国家建材局は、セメント工場の余熱発電のモデル事業の基本協定を結び、日本の無償提供により寧国セメント工場の4000t/d生産ラインに対し、設備容量：6480kW、設計年間発電量：40,870MWh、製品1トン当たりの発電能力：33.07kWh/tの先進、且つ成熟した低温余熱発電ユニットが中国に導入された。¹⁶

この日本製の設備導入を皮切りに、余熱発電技術の開発は、第8次五ヵ年計画期間に定められた発展路線の「②セメント工場の純中低温余熱発電に適合できる特殊タービンの開発・研究・製造を進めること」に重点がおかれ、日本から移転した技術をベースに中国で国産の設備製造を開始した。現在では、全ての主要設備が既に中国国内でも生産可能となり、多くのセメント企業では外国製の設備の輸入をせず、中国製の設備のみでプロジェクトを実施している。

中国のセメントの余熱発電プロジェクトの数は、近年徐々に増加してきているが、CDMとして実施するプロジェクトが多い。2010年2月23日現在で、バリデーション中の中国のセメント余熱発電プロジェクト数は173件あり、既に国連に登録されている案件は25件あり、Rejectされた案件は7件（いずれも2009年9月から10月に集中）、レビュー中

¹⁵ データ出典：天津セメント工業設計研究院レポート

¹⁶ データ出典：天津セメント工業設計研究院レポート

及び申請取り下げを行った案件が 7 件存在する。¹⁷

1.4 ホスト国の CDM/JI に関する政策・状況等

(1) 中国の CDM 登録状況

2004 年 11 月にブラジルの CDM の第一号案件が理事会に登録されて以降、2010 年 2 月 23 日までの約 5 年間の間に理事会登録案件は 2,325 件にまで増加した。

これら EB 登録案件をホスト国ごとに分類すると、中国のプロジェクトは 748 件で世界第 1 位であり、36%ものプロジェクトが中国で実施されていることがわかる（図 17 参照）。

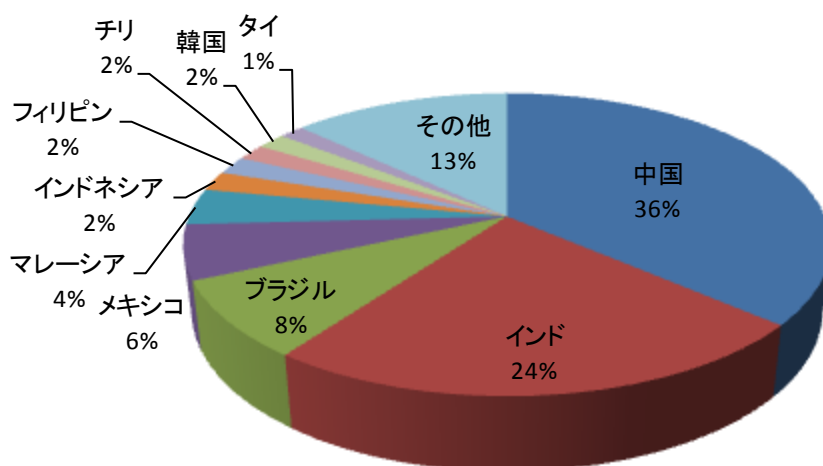


図 17 ホスト国別 EB 登録案件数の割合（2010 年 2 月 23 日現在）

（UNFCCC サイト CDM Project Activities Date Base よりテピア作成）

また、2010 年 2 月 23 日までの、上記の理事会登録案件の削減（予測）量は合計で 3 億 4409 万トン CO₂e である。ホスト国別に削減量ベースで割合を示すと、中国の案件は全体の削減量の 59%を占め、現行のほとんどの CDM クレジットが中国のプロジェクト由来であることがわかる（図 18 参照）。

¹⁷ データ出典： UNFCCC サイト CDM Project Activities Date Base

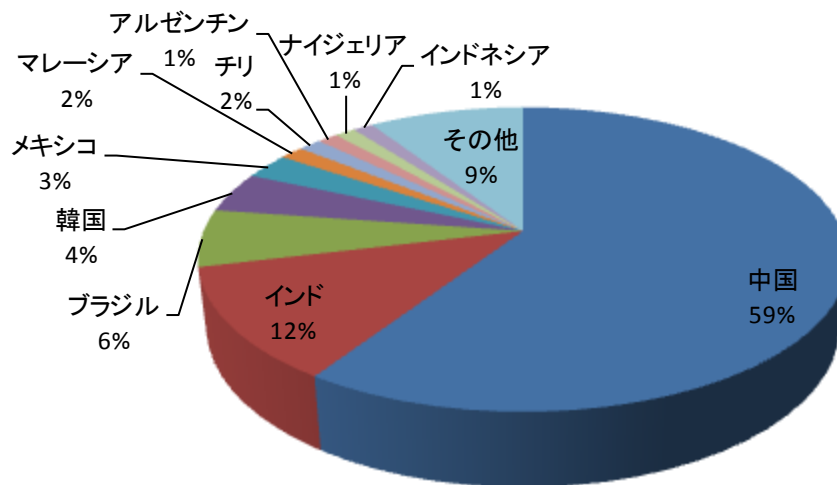


図 18 ホスト国別 EB 登録案件の削減予測量割合 (2010 年 2 月 23 日現在)

(UNFCCC サイト CDM Project Activities Date Base

(<http://cdm.unfccc.int/Projects/index.html>) より作成)

(2) 中国政府の CDM 政策

中国政府は CDM の早期から CDM の利益を見込んで CDM の受け入れ体制を整える政策を打っている。

1997 年の京都議定書制定以降、中国政府は CDM プロジェクトをより多くより効率的に実施し、中国の持続可能な発展のために活用していくかの政策研究を、清華大学を中心に進めており、比較的早い段階から産－学－官を連携させ、プロジェクト実施の基礎を固めてきた。

京都議定書の批准後には、議定書の運用ルールに則り、中国政府の各部門や専門家が中国の CDM の運営管理に関するルール作りなどの作業を進め、国家発展計画委員会を CDM プロジェクトの主要な監督機関である指定運営機関として指定し、更に関連する 15 の部門により国家気候変動対策調整グループを設立した。

現在、CDM の技術サポートは国家科学技術部が管掌しており、国家科学技術部の指導のもとで各地の科学技術庁の下に CDM サービスセンターを設置して CDM プロジェクトの発掘、コンサルティング、普及に当たっている。

中国政府は 2004 年に『CDM プロジェクト運行管理暫定弁法』を公布、2005 年には正式に『CDM プロジェクト運行管理弁法』を公布、更に 2006 年に『中国の CDM プロジェクトのコンサルタントサービス及びプロジェクト評価の規範ルールに関する重要公告』と『CDM プロジェクト申請と批准の過程』を発表して、中国での CDM の一連のルールと体制を整えている。

中国の CDM 政策の特徴的な点として、『CDM プロジェクト運行管理弁法』の中で、①クレジットの移転により得られる収益のうち、ハイドロフルオロカーボン HFC、パーフルオロカーボン PFC 系プロジェクトの場合は移転額の 65%を、亜酸化窒素 N₂O の場合は移転額の 30%を、重点分野及び植林プロジェクトは移転額の 2%を、それぞれ中国政府に納めるよう規定していること、②プロジェクトの中国側の実施主体は中国資本が 51%以上の株式を保有している企業に限定していること、③CDM の重点分野を、1) エネルギー効率の向上、2) 新エネルギーと再生可能エネルギーの開発・利用、3) メタンガスと石炭層ガスの回収・利用の 3 つのプロジェクトと定め、CDM プロジェクトと中国自身の持続可能な発展政策に合致することを求めていることが挙げられる。

また、中国政府は 2006 年に『中国の CDM プロジェクトのコンサルティングサービス及びプロジェクト評価の規範ルールに関する重要公告』と『CDM プロジェクト申請と批准の過程』を発表して、中国での CDM のコンサルティングに関する一連のルールと体制も整えている。

更に、中国政府は、明文化はしていないが、ホスト国承認の際の承認基準として、中国側事業者と先進国側でのクレジットの取引に対し最低取引価格（フロアープライス）を定めている。

これは、排出権も中国固有の資源であるため、不当に安価な価格で資源の取引が行われないように政府が監視をするという名目で定められており、ホスト国政府の CDM プロジェクト承認の申請の際に、プロジェクト参加者に取引契約書の写しを提出させる形で、価格の監督を行っている。このフロアープライスは明文化されておらず、あくまで中国政府の内部審査規定として存在しており、不透明な部分は大きい。

2 調査内容

2.1 調査実施体制

本調査では、重慶市 CDM 技術サービスセンターを外注先とし、実施する。

重慶市 CDM 技術サービスセンターは、本調査のホスト国窓口となる。事業者に調査協力を要請し、調査に必要なデータや資料の収集、現地調査のアレンジメントを行う。

また、重慶市 CDM 技術サービスセンターが、本プログラム CDM の調整管理組織 (CME) となることを検討しており、プログラム CDM の稼働後には、CPA となるプロジェクトを発掘して事業主と CDM のサービス・コンサルティング契約を締結し、モニタリングや管理の指導、中国国内での承認申請、DNA との調整などを行うこととなっている。

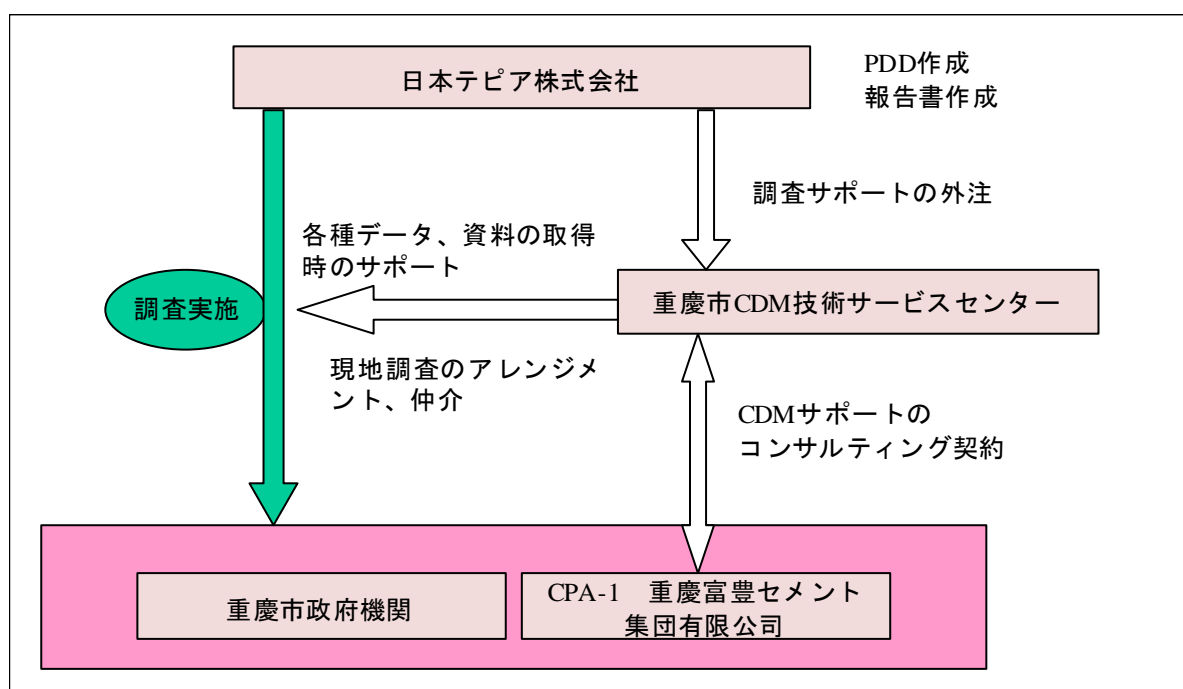


図 19 調査実施体制

主な現地調査の対象は CPA-1 である重慶市富豊セメント集团有限公司と重慶市の政府関係機関（科学技術部、経済貿易委員会）、CME となる予定の重慶市 CDM 技術サービスセンターである。

重慶市富豊セメント集团有限公司は、現在 9 本のセメント生産ラインを有し、生産能力は約 220 トンである大型のセメント生産グループであり、重慶市のセメント企業のトップ 10 に入り、また重慶工業企業 100 強にも選ばれている。

重慶市の政府関係機関である科学技術部は重慶市の CDM の技術サポートを実施する部門であり、経済貿易委員会はプロジェクトの承認を行う主体部門である。

2.2 調査課題

本調査では、CPA-1 を中心としてプロジェクトの情報を発掘し、CDM としての成立可能性を探るとともに以下の点について、現地調査でのヒアリングを中心に調査を行った。

(1) 重慶市政府の CDM に関する取り組みと重点

重慶市政府の CDM に対する態度と関連する政策や規制の有無を確認し、本事業の推進に対する影響を調査した。

(2) 重慶市の省エネと環境状況及び目標と達成率

省エネプロジェクトの背景を確認するため、重慶市のエネルギーと環境汚染の状況、及びそれに対する現行の措置を確認した。

中央政府からの省エネと環境保護の目標の分担状況と市や区、企業に対する責任の分配状況を確認し、本プログラム CDM 及びその事業主への影響を確認した。

また、重慶市の一般的な SO₂ の脱硫状況についての調査を行い、コベネフィット効果の測定の参考とした。

(3) セメント企業への産業規制、環境規制

中国のマクロ的な産業構造改革と環境規制の政策の中で、重慶市ではセメント企業に対しどのような生産規制や環境規制が設けられているかを確認した。

また、その規制により、本事業のプログラム CDM の対象企業に、今後、生産規制や工場淘汰などの影響がないかを確認した。

(4) 調整管理組織について

調整管理組織になる予定の重慶市 CDM 技術サービスセンターは重慶市政府の管轄組織であるが、中国の DNA である国家発展改革委員会から調整管理組織となることを認められるかについて確認を行った。また、不可の場合は調整管理組織をどこが担当するべきかについて、協議を行った。

(5) 中国政府のプログラム CDM の承認

中国政府のプログラム CDM に対する姿勢と承認の状況を確認し、本事業の承認につい

て影響がないかを確認した。

(6) 追加性の証明について

CPA-1 である富豊セメントの余熱発電事業について、設計の関連書類、申請報告書などから技術面、資金面についての追加性に関し検討を行った。また、追加性の証明を行うための財務データ等入手し、追加性の証明を行った。

(7) プロジェクトのマイルストーンの確認

CPA-1 である富豊セメントの余熱発電事業について、プロジェクトの進捗状況と重要事項のマイルストーンの確認を行い、CDM としてのタイムスケジュールの確認と実現可能性を検討した。

(8) モニタリング項目とモニタリング体制

モニタリング項目を定め、事業主にモニタリング体制を整えてもらうよう協議を行った。モニタリングについては全責任を事業主に負わせることとし、日常管理などの指導はセンターを通して行うようスキームを調整した。

(9) コベネフィット評価に関する調査

環境省の「コベネフィット定量評価マニュアル」の最新バージョン等に基づき、CPA-1 について、プロジェクト実施による SO₂ などの削減量の定量評価を行った。

2.3 調査内容

(1) 重慶市政府の CDM に関する取り組みと重点

重慶市では日常的な CDM プロジェクトの関連作業は、経済貿易委員会が省エネ関連の作業を、環境保護局が環境保護関連の作業を、発展改革委員会がプロジェクト承認を、科学技術委員会が日常的な CDM の管轄とプロジェクトの技術的なサポートとサービスを行っている。

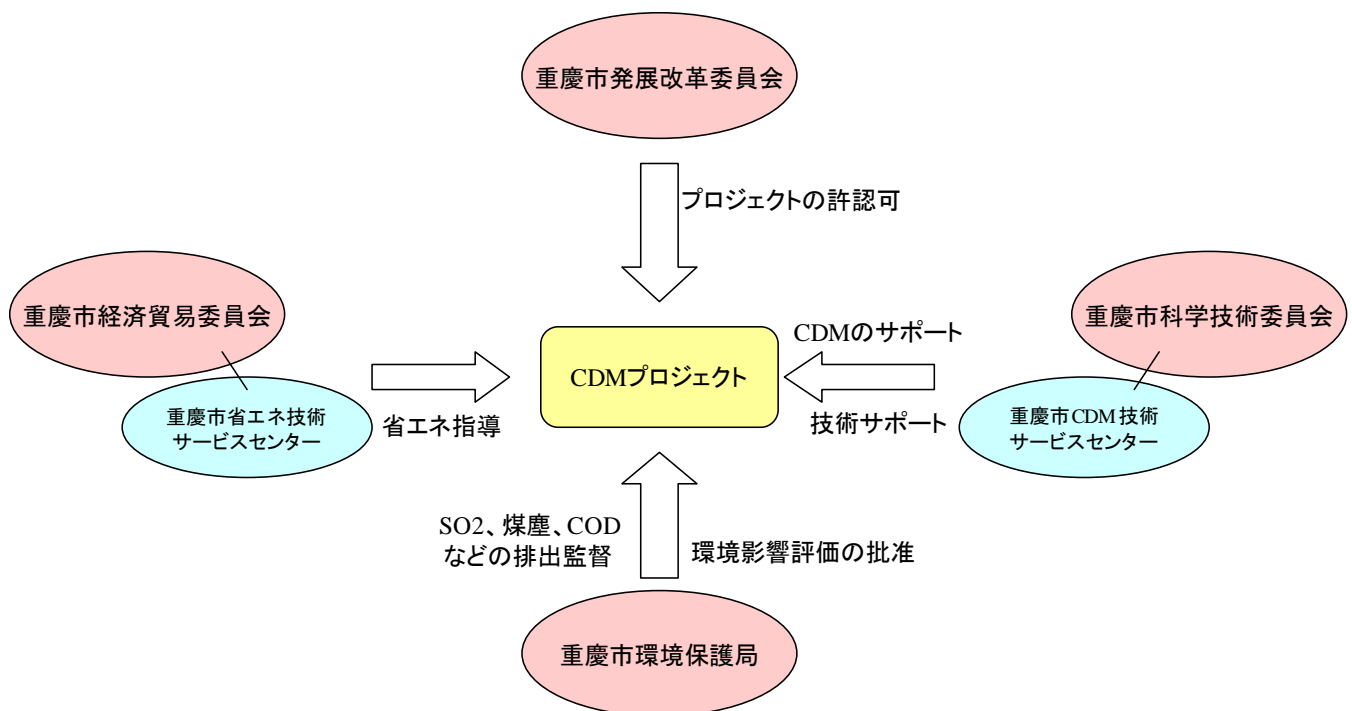


図 20 重慶市政府機関の CDM プロジェクトに対する関わり

重慶市では 2007 年 12 月 24 日に重慶市科学技術委員会が『重慶市対応気候変化科技専攻行動綱要』を発表し、その後 2009 年 9 月 30 日に重慶市發展改革委員会が、『重慶市対応気候変化方案』を発表している。『重慶市対応気候変化方案』では部門を超えて政府として積極的に温暖へ取り込む政策と姿勢を盛り込んでいる。

現在、重慶市の CDM プロジェクトの重点はバイオマスプロジェクトである。重慶市では 2009 年 9 月よりゴミはすべて市の責任で処理しなければならなくなった。そのため、①生活ゴミ埋め立て場の発電と②産業油からのディーゼル製造(500t/d のプロジェクトを現在建設中、年末から生産開始予定)事業に重点を置いている。

また、農村政策とも絡めて、③農村のバイオ燃料製造(各県単位で小規模のディーゼル製造を行い農業用機械に使用)と④養豚場などのメタン発電、⑤農家ダイジェスター事業も重点を置いており、これら事業を CDM としていくことを検討している。

ポスト京都に向けては、重慶市の CO₂ の 70~80% は発電所からであるため、発電所の CCS 技術に注目しており、既にイギリス、アメリカ企業と 6000m³/h の CCS モデル事業について協議を行っている。同時に、発電所では「脱硫、脱窒、脱二酸化炭素」という活動を推進している。

また、重慶市科学技術委員会が重慶市 CDM 技術サービスセンターを通して天津取引所に継ぐ中国第二のクレジット取引所を重慶に設立することを目指しており、3~5 年以内

の設立を目指している。

それに先駆け、12月からSO₂とCODの排出権取引のモデル事業を実施している。

セメント企業の余熱発電事業は、現在CDMの重点としては見据えていないが、政府として推奨している分野であり、実現を期待している。

(2) 重慶市の環境汚染状況と目標と達成率

第11次五ヵ年計画の国が定めた重慶市の汚染制御目標は、2010年末時点で2005年比COD:-10%、SO₂:-11%とすることである。2008年末時点で既にCODは-10%に達し、目標を2年繰り上げてクリアすることができた。SO₂は2008年末時点で-9.5%であり、この調子で取組を勧めれば、2010年までにはクリアできる見込みである。

重慶市では中央政府から分担された省エネと環境改善の目標を、管轄の区、県、専門機関、企業等へ細分化して振り分けており、「国→重慶市→各区、県→各専門機関・企業」という形で責任を分け、毎年考査を行っている。2008年の重慶市の国からの考査結果は「優秀」であった。目標の達成状況に応じて罰則、奨励を設けており、区や県で目標が達成できなかった場合は、その域内の省エネ・環境保護関係のプロジェクトを除く全ての新規プロジェクトの批准を停止する措置を課している。富豊セメント有限公司が所在する合川区は現在この罰則対象となっていないが、長寿区などでは新規案件の建設批准停止措置を実施している。

環境基準に関しては、重慶市では国家の基準以上の高い基準は定めておらず、プロジェクトは国の基準をクリアしていればよい。

セメント工場のSO₂対策については、現在、ほぼ全ての生産ラインで目標を達成できているが、60年代70年代に建てられた生産ラインはまだ達成できていないものもある。

セメント生産ラインの余熱発電は2003年頃から計画を策定しており、徐々に実施しているところである。

(3) セメント企業への産業規制、環境規制

現在、重慶のセメント生産量は年間5000万トンであり、このうち3000~4000万トンを市内で消費し、1000~2000万トンを四川省へ売っているが、生産能力は若干余り気味である。そのため、規模が小さく環境の汚染がひどい生産ラインは閉鎖していかなければならない。セメントの淘汰対象は2500t/d以下の古いラインであり、今回のCPA-1の富豊セメント有限公司の9MW余熱発電プロジェクトは淘汰の対象とならない。

また、生産抑制のために、全てのセメント企業に生産の総量の制限を課しており、新しいプロジェクトを建設するには古く環境汚染が比較的大きなラインを淘汰するなどして、企業の生産総量を制御しなければ批准しないこととなっている。

(4) 調整管理組織についての協議状況

重慶市 CDM 技術サービスセンターが調整管理組織となることができるかについては、センターより国家発展改革委員会に対し問い合わせをしているが、現状ではやはり政府機関の調整管理組織は不可と回答されている。重慶市 CDM 技術サービスセンターを調整管理組織とする方針は残しつつ、事業者の間で代表者を選び調整管理組織とすることや、調整が難しい場合はそれぞれ個別に小規模 CDM として申請することも検討していく。

(5) 中国政府のプログラム CDM の承認

プログラム CDM 案件の中国政府の承認は、未だ 1 件も出ておらず、中国政府としてプログラム CDM をどのような活用するか、ポスト京都を見据えて検討している段階にあると思われる。

(6) ～ (9) の追加性の証明、プロジェクトのマイルストーン、モニタリング項目とモニタリング体制、コベネフィット評価に関する調査結果は、3 章以降にそれぞれ詳細を記載する。

3 調査結果

3.1 ベースラインシナリオ及びプロジェクトバウンダリーの設定

(1) 適用方法論

本プログラム CDM では全ての案件で、最新バージョンの承認済み小規模 CDM 方法論 AMS-III.Q.「廃ガスに基づくエネルギーシステム (Waste Energy Recovery (gas/heat/pressure) Projects)」を用いる。

AMS-III.Q.の適用条件は以下の通りであり、プログラム CDM に入る全てのプロジェクトはこれら適用条件を満たすことを条件とする。

【方法論適用条件と本プロジェクトの適用性】

- 1、本カテゴリーは、既存の施設における排ガス／廃熱／廃電力／廃圧力を、以下の目的のエネルギー源として利用するプロジェクト活動に利用される。
 - (a) コージェネレーション
 - (b) 発電
 - (c) プロセス加熱用熱源としての直接使用
 - (d) プロセス電源としての直接使用
 - (e) 基本的プロセスにおける熱（例えば、蒸気、熱水、加熱油、熱風）の生成
 - (f) 機械的エネルギーの生成

➤ 本プログラム CDM はセメント生産ラインからの余熱を利用し、発電を行うプロジェクトを対象とするため、(b) に該当プロジェクトのみを対象とし、その他のエネルギーの供給は考慮しない。
- 2、本カテゴリーは、既存の施設での廃圧力を利用する発電のプロジェクト活動にも適用可能である。

➤ 廃圧力の利用は想定しないのでこの適用条件は検討しない。
- 3、排ガス／廃熱／廃電力の回収は、新規の対策或いは既存の施設における追加的な増分でもよい。

➤ 本プログラム CDM では既存の生産ライン或いは新規の生産ラインでの対策を対象とするためこの条件に該当する。
- 4、プロジェクト活動が追加的な増分である場合、プロジェクト活動実施以前に使われていた技術と当該プロジェクトの技術の差異を明確に立証する必要がある。プロジェクト

ト活動実施前に使われていた技術の使用を妨げない、プロジェクト活動の障壁がなぜ存在するか立証する必要がある。

- 重慶市では政策で余熱利用を推進しているものの、その政策は強制ではない。重慶市のセメント余熱利用のプロジェクトはまだまだ少なく、多くのセメント生産ラインでは余熱をそのまま大気放散している。この理由は、プロジェクトの内部収益率はセメント企業のベンチマークよりも低く、CDM の制度がない BAU の状態では、事業者が自主的に余熱発電事業に対する投資を行わないためである。

このことから、本プログラム CDM のベースラインシナリオが大気放散であったことを立証し、追加性の証明については投資分析を用いて証明することとする。

- 5、年間 60,000 トン CO₂ 相当以下の排出削減をもたらすものに限定される。事業が既存の廃熱回収方法に対する追加的な廃熱回収をもたらすものである場合、追加的な GHG 排出削減のみを考慮に入れ、かかる追加的な増分が年間 60,000 トン CO₂ 相当以下の排出削減をもたらすものとする。

- 本プログラム CDM は対象を総容量 15MW 以下の発電プロジェクトに限定する。重慶市の電力グリッドの排出係数から考えれば、通常、15MW の設備による発電で CO₂ の削減量が 60,000 トンを超えることはないと考えられる。削減量が 60,000 トンを超える場合は本プログラム CDM の対象としない。

- 6、このカテゴリーは下記の条件に基づいて適用される。即ち、

- (a) 回収される廃ガス／廃熱／廃電力／廃圧力によって生まれるエネルギーが測定可能でなければならない。

- (b) プロジェクト活動で生成されるエネルギーは廃ガス／廃熱／廃電力／廃圧力が生成される施設内で使われなければならない。プロジェクト活動によって生成される電力で、送電線網へ送り出されるものは除外される。

- (c) プロジェクト活動で利用される廃ガス／廃熱／廃電力／廃圧力は、プロジェクト活動がない場合にフレアリングされたか大気中／水中へ放出されていた。

- 本プログラム CDM で対象とするプロジェクトは発電した電力量を直接計測するものとする。また、電力は全てセメント工場内で使用するものとする。プロジェクトのベースラインシナリオは余熱を大気放散していたこととし、追加性は財務分析でそれぞれのプロジェクトごとに立証することとする。

- 7、このカテゴリーでは廃エネルギーは利用可能なエネルギーを有しているが、廃棄されていたことを立証できる、機械或いは製造工程から副産物として生成されるガス／熱／電力／圧力と定義される。エネルギー保有又は化合物として本来的な価値を持って

いるガス（例えば、天然ガス、水素、液化石油ガス、或いはそれらの代替物）はこの方法の対象とはならない。

- 本プログラム CDM で対象とするプロジェクトはセメント生産過程からの余熱であり、燃焼成分などは特に含まれず、プロジェクトがなかった場合有効に利用されていなかったことを前提とするため、この項目に該当する。

CPA-1 の富豊セメントの余熱発電事業は、①セメント生産ラインからの余熱を利用した発電事業であり、②排出削減量は 6 万 tCO₂e 以下であり、③生産した電力はすべて自家消費しセメント生産に利用され、④発電量は DCS システムで常にモニタリングされ、⑤ CDM プロジェクトを実施しなければ採算が合わず、発電事業は実施せずされず、余熱は大気放散される予定であったため、方法論 AMS- III.Q. 中で求める適用条件をすべて満たしている。

また、全てのプログラム CDM として今後 CPA に追加する他案件も上記の条件を満たすことを前提として、プロジェクトの開発を行っていく。

(2) ベースラインシナリオ

CDM として余熱発電を実施しなかった場合、収益率が低い問題から BAU しては実施されることはなく、また、余熱のその他の利用価値もないため、セメント生産ラインから生じた余熱は大気放散される予定であった。このため、ベースラインシナリオは大気放散であったと言える。

この場合、余熱発電プロジェクトによって発電される電力はグリッドから購入する必要があった。このため、本事業のベースライングリッドは重慶市が所属する華中電網 (CCPG) である。

本調査のベースラインのグリッド排出係数は、中国の国家発展改革委員会が発表している最新版 (2009 年版) の CCPG の排出係数から、BM : 1.1255 tCO₂/MWh、OM : 0.5802 tCO₂/MWh を採用する。コンバインドマージンは太陽光発電・風力発電ではないため、OM : BM=0.5 : 0.5 で求める。以上より、ベースライン排出量は、

$$\begin{aligned} \text{ベースライン排出量[tCO}_2\text{]} &= \text{グリッド代替電力量[MWh]} \\ &\quad \times (1.1255 \times 0.5 + 0.58025 \times 0.5) \text{ [tCO}_2\text{/MWh]} \end{aligned}$$

の式から求めることができ、ベースライン排出係数は 0.8529 tCO₂/MWh である。

(3) プロジェクトバウンダリー

プログラム CDM のバウンダリーは中国・重慶市とする。

それぞれの CPA のバウンダリーは、方法論 AMS- III.Q. に基づき、本余熱発電プロジェクトで導入する主要設備 (ロータリーキルン SP 炉と AQC 炉及びタービン、発電機と補助設備)

及びプロジェクトにより発生した電力を使用するセメント生産工場、発電した電力で購入電力を代替する華中電力グリッドとする。

3.2 プロジェクト排出量

(1) ベースライン排出量

本プログラム CDM で対象とするプロジェクトは余熱を利用した発電プロジェクトのみであり、熱や圧力などその他のエネルギーの供給は行わない。このため、方法論 AMS-III.Q. に照らして、ベースライン排出量は以下の式で表される。

$$BE_y = BE_{elec,y}$$

ここで、

BE_y y 年度のベースライン排出量 (tCO₂)

$BE_{elec,y}$ y 年度に電力代替に起因するベースライン排出量 (tCO₂)

$BE_{elec,y}$: y 年度に電力代替に起因するベースライン排出量 (tCO₂) は、以下の式から求められる。

$$BE_{elec,y} = f_{cap} * f_{wcm} * \sum_j \sum_i (EG_{i,j,y} * EF_{elec,i,j,y})$$

ここで、

$EG_{i,j,y}$ y 年度にプロジェクト活動がなければ電力グリッド(i=gr)から購入したであろう電力量 (MWh)

$EF_{elec,i,j,y}$ 電力グリッド i から供給される電力の CO₂ 排出係数。

ここでは 2009 年度の中国政府の公表データから華中電力の排出係数 0.8529 tCO₂/MWh を採用する。

f_{wcm} プロジェクト活動によって発生する電力の割合。発電が全て廃エネルギーのりようによるものなので、この係数は 1 を採用する。

f_{cap} 最大の制限ファクター要因は、電力の発生量はプロジェクト実施前と変わらないことから 1 を採用する。

CPA-1 の富豊セメントのプロジェクトでは、プロジェクトを実施していなかった場合、プロジェクトで発電しセメント生産ラインに供給する電力は全て電力グリッドから購入していたため、 $EG_{i,j,y} = 61,236 \text{ MWh}$ である。

このため、CPA-1 のベースライン排出量は

$$BE_{elec,y} = f_{cap} * f_{wcm} * \sum_j \sum_i (EG_{i,j,y} * EF_{elec,i,j,y})$$

$$=1 * 1 * 61,236 * 0.85285$$
$$=52,225 \text{ tCO}_2\text{e} \text{ と求められる。}$$

(2) プロジェクト排出量

CPA-1 である富豊セメントの余熱発電事業では、余熱以外に補助燃料を使用することはない。また、発電所自体の消費電力も余熱発電による電力を使用する。このため、プロジェクト排出量はゼロである。

(3) リークエージ排出量

方法論 AMS-III.Q.に基づき、本プロジェクトではバウンダリー外からのリークエージを考慮しない。

以上から、CPA-1 の富豊セメントのプロジェクトの排出削減量は、

$$\text{排出削減量} = \text{ベースライン排出量} - \text{プロジェクト排出量} - \text{リークエージ排出量}$$
$$= 52,225 - 0 - 0$$
$$= 52,225 \text{ tCO}_2\text{e} \text{ である。}$$

3.3 モニタリング計画

(1) モニタリング項目

AMS-III.Q.のモニタリング方法に基づきモニタリングを行う。主要なモニタリング項目は以下の通りである。

- ① 発電機による発電量及びセメント生産過程で自家消費された電力量をモニタリングする。すべてのメーターは中国の国家基準に符合したメーターを使用し、毎年一回の校正を行う。
- ② 流量計からタービンに入る蒸気量、温度、圧力を計測する。

CPA の事業主は既にモニタリングの社内組織体制を整え、モニタリング規則と指南などの社内規則を定めている。日常の作業はプロジェクトマネージャーの責任において実施し、全てのデータは社内適切に保管する他、重慶 CDM 技術サービスセンターでもモニタリングの責任を分担し、サポートとデータのコピーの保管を行うこととする。

CPA-1 の富豊セメントのプロジェクトにおいては、モニタリングは全て新たに導入する DCS システムで自動オンライン観測を実施する。

電力メーターは『中華人民共和国国家計量検定規程』（JJG596-1999）の要求に符号したメーターを使用し、年に1回メーターの校正を行う。メーター精度は中国の国家基準の0.2級とする。

メーターの設置箇所は、発電機の出口部分に1つ（総発電量の計測）と、工場内の変電ステーションに1つ（生産ラインでの使用電力量）とする。

また、SPボイラとAQCボイラそれぞれの入口に流量、温度、圧力を測るメーターを1セットずつ、タービン入口にも流量、温度、圧力を測るメーターを1セット設置し、余熱の蒸気量、温度、圧力を計測する。

(2) データ管理と体制

データ管理は、CDMプロジェクトマネージャーが総経理からの委任を受け、データの記録、保管、メーターの管理、校正、報告、排出削減量の計算を含むモニタリング作業全般の執行責任を負う。

CDMプロジェクトマネージャーの下にCDM技術サービスセンターのマネージャーと現場の発電所所長が入り、その下にCDMセンターと富豊セメント公司からそれぞれの1名ずつモニタリング担当者を配置する（図21参照）。

モニタリング担当者は事前に技術研修を行うこととし、総経理が定期的に記録と報告の確認を行う。

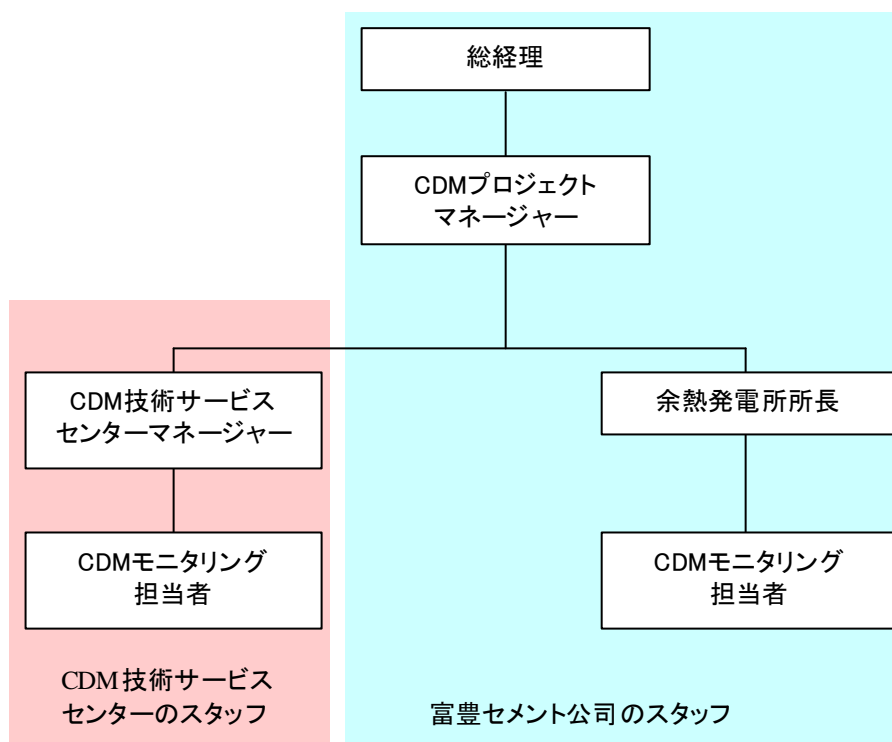


図 21 富豊セメント公司プロジェクトのモニタリング体制図

3.4 温室効果ガス削減量（又は吸収量）

それぞれの CPA のクレジット期間は 10 年間（更新なし）とする。CPA-1 の富豊セメントのプロジェクトは 2010 年 10 月から事業の開始予定であり、10 年間の温室効果ガス削減量の予測は以下の表 2 の通りである。

表 2 CPA-1：富豊セメント公司プロジェクトの温室効果ガス削減量予測

	プロジェクト排出量 (tCO ₂ e)	ベースライン排出 (tCO ₂ e)	リーケージ (tCO ₂ e)	排出削減量 (tCO ₂ e)
2010	0	8,704	0	8,704
2011	0	52,225	0	52,225
2012	0	52,225	0	52,225
2013	0	52,225	0	52,225
2014	0	52,225	0	52,225
2015	0	52,225	0	52,225
2016	0	52,225	0	52,225
2017	0	52,225	0	52,225
2018	0	52,225	0	52,225
2019	0	52,225	0	52,225
2020	0	43,521	0	43,521
合計 (tCO ₂ e)	0	522,250	0	522,250

3.5 プロジェクト期間・クレジット獲得期間

(1) プログラム CDM の期間

日本テピアと重慶市省エネ技術サービスセンターは、重慶市におけるセメントロータリーキルンの余熱発電プログラム CDM について、開発提携協議書を 2008 年 10 月 28 日に締結している。

本プログラム CDM の実施期間は、理事会に登録後 28 年間で予定している。

(2) CPA-1 のマイルストーンと実施期間

富豊セメント 9MW 余熱発電プロジェクトにおける国連登録までのプロジェクトの主要なマイルストーンは以下の通りである。

2005年11月	環境影響報告書の策定（セメント生産ライン+余熱発電合わせた形で実施）
2008年3月	建設申請書類の作成（セメント生産ライン+余熱発電）
2008年5月	合川区環境保護局による環境影響評価批准 （セメント生産ライン+余熱発電）
2008年8月	重慶市経済貿易委員会による省エネ批准 （セメント生産ライン+余熱発電）
2008年10月	重慶市経済貿易委員会による建設批准 （セメント生産ライン+余熱発電）
2008年10～11月	詳細な投資分析の実施
2008年12月	余熱発電事業の投資の再検討
2009年1月	役員会での CDM の意思決定
2009年8月	セメント生産ラインの土木建設工事の契約、設備調達契約の調印
2009年1月	セメント生産ラインの建設完了
2010年3月或いは4月 （予定）	余熱発電部分の設備調達契約 （プロジェクトの開始）
2010年4月頃（予定）	余熱発電部分の土木建設工事の開始
2010年10月 （予定）	発電事業の工事完了、発電開始 （発電の開始日或いは国連登録日のうちいずれか遅い日をクレジット期間のスタートとする）
	（この期間に数回のベリフィケーション実施予定）
2020年（予定）	クレジット期間の終了

余熱発電事業はセメントの生産ラインの建設完了と併せて、2010年4月頃から工事の着工を行う予定である。

事業期間は余熱の発生源であるセメントの生産ラインと同じく20年とする。

また、2010年10月頃に発電事業の建設工程が設完了し、発電を正式に開始する予定であり、発電の開始日或いは国連登録日のうちいずれか遅い日をクレジット期間の開始日とし、クレジット期間は10年を予定している。

3.6 環境影響・その他の間接影響

環境への影響の検証は、それぞれの CPA ごとに実施することとする。プログラム CDM としては環境の影響の検討は行わない。

CPA-1 である富豊セメント 9MW 余熱発電事業については、富豊セメント有限公司が、重慶大学と重慶渝佳環境影響評価有限公司に委託し、4500t/d のセメント生産ラインの建設及び 9MW 余熱発電事業に対する環境影響評価を実施している。この際、セメント生産と余熱発電事業の両方を合わせて同時に環境影響評価を行った。

環境影響評価の結果である、環境影響評価報告書は 2005 年 11 月に編成されている。

この報告書は、2008 年 5 月 24 日に重慶市合川区環境保護局のプロジェクト批准時に環境保護局にも提出されており、環境への重大な影響は存在しないと判断され、政府の批准を得た。

この環境影響評価報告書によれば、本事業の環境への影響は以下の通りである。

【騒音】主な騒音発生源となるのは、余熱ボイラとタービン発電機である。余熱ボイラには消声装置を設置し、タービン発電機には半密封式建屋と周辺の緑化を行うことで騒音レベルを中国の国家基準以下とする。

【廃水】本プロジェクトではボイラ給水化学処理とボイラ冷却水の循環過程で 3.8m³/h の排水及び循環冷却システムで 14.4m³/h の排水が生じる。しかし、これら排水には汚染物質は含まれない。そのため、そのまま集塵用の霧に利用し、残りは都市排水に排水して処理を行う。

【排気】本プロジェクトではセメント生産過程で発生する SO₂ の 95%以上がロータリーキルンのプロセスにおいての化学反応を起こし処理することができる。また、セメント生産ラインの建設に合わせて新たにバグフィルター（図 22 参照）を設け、キルン及び発電用炉から排出される排気に含まれるアッシュを除去する。これにより、最終的な排気の汚染物質を中国の国家基準以下に抑える。



図 22 セメント生産ラインに設置する建設中のバグフィルター（2009年10月撮影）

3.7 利害関係者のコメント

CPA-1 である富豊セメント 9MW 余熱発電事業については、環境影響評価の過程で、重慶市省エネ技術サービスセンターが周辺住民や企業・機関に対してアンケート調査を実施している。

アンケート用紙の内容は以下のとおりである。

- ① プロジェクトの紹介（発電プロジェクトのサイト、設備容量、プロジェクトの投資額などを含む）
- ② 調査対象者の基本情報
 - (a) 性別
 - (b) 年齢
 - (c) 職業
 - (d) 最終学歴
- ③ プロジェクトの環境影響に関する質問
 - (a) 現在のプロジェクトサイトの環境は良好であると思いますか？（選択式）
 - (b) このプロジェクトの建設は周囲の環境に対し何らかの悪い影響があると考えますか？（選択式）

- (c) このプロジェクトは現地での生活や生産活動に消極的な影響を与えると考えますか？（選択式）
- (d) このプロジェクトは現地の電波に対し影響を与えると考えますか？（選択式）
- (e) このプロジェクトの開発に同意しますか？（選択式）
- (f) その他、プロジェクトに対する意見、要望（自由記述式）

このアンケートの結果は以下のとおりであった。

表 3 ステークホルダーアンケート結果

	回答人数	割合
アンケート回収率		
アンケート配布人数	100 人	
アンケート回収人数	100 人	
アンケート回収率		100%
調査対象者の基本情報		
性別		
男性	64 人	64%
女性	36 人	36%
年齢		
30 歳未満	17 人	17%
30～40 歳	51 人	51%
41～50 歳	18 人	18%
51 歳以上	14 人	14%
職業		
電力部門	12 人	12%
設計機関	10 人	10%
現地政府関係者	13 人	13%
付近の住民代表者	55 人	55%
最終学歴		
大学以上	39 人	39%
大学未満	61 人	61%
プロジェクトの環境影響に関する質問		
現在のプロジェクトサイトの環境は良好であると思いますか？		
優れている、良い	47 人	47%

	回答人数	割合
可、悪い	53 人	53%
このプロジェクトの建設は周囲の環境に対し何らかの悪い影響があると考えますか？		
大気、水、騒音のいずれかを選択	2 人	2%
特になし	98 人	98%
このプロジェクトは現地での生活や生産活動に消極的な影響を与えると考えますか？		
はい	96 人	96%
いいえ	4 人	4%
このプロジェクトは現地の電波に対し影響を与えると考えますか？		
はい	8 人	8%
いいえ	92 人	92%
このプロジェクトの開発に同意しますか？		
はい	100 人	100%
いいえ	0 人	0%
その他、プロジェクトに対する意見、要望		
マイナス面を危惧するコメントは特になし。		

以上より、地元住民の全員がプロジェクトの建設について同意を示し、プロジェクトに対する否定的な意見は特になかった。

3.8 プロジェクトの実施体制

重慶市 CDM 技術サービスセンターは 2009 年に重慶市省エネ技術サービスセンターに併設して設立された機関である。重慶市 CDM 技術サービスセンターでは重慶市内での CDM プロジェクトの案件発掘とプロジェクトの実施、CDM に関連する業務のサポート、コンサルティング業務を行う。

現在、重慶市 CDM 技術サービスセンターの従業員は省エネセンターの従業員が兼任しているが、重慶市省エネ技術サービスセンターは重慶市経済貿易委員会（省エネの主管部門）が、CDM 技術サービスセンターは重慶市科学技術部がそれぞれ管轄している。

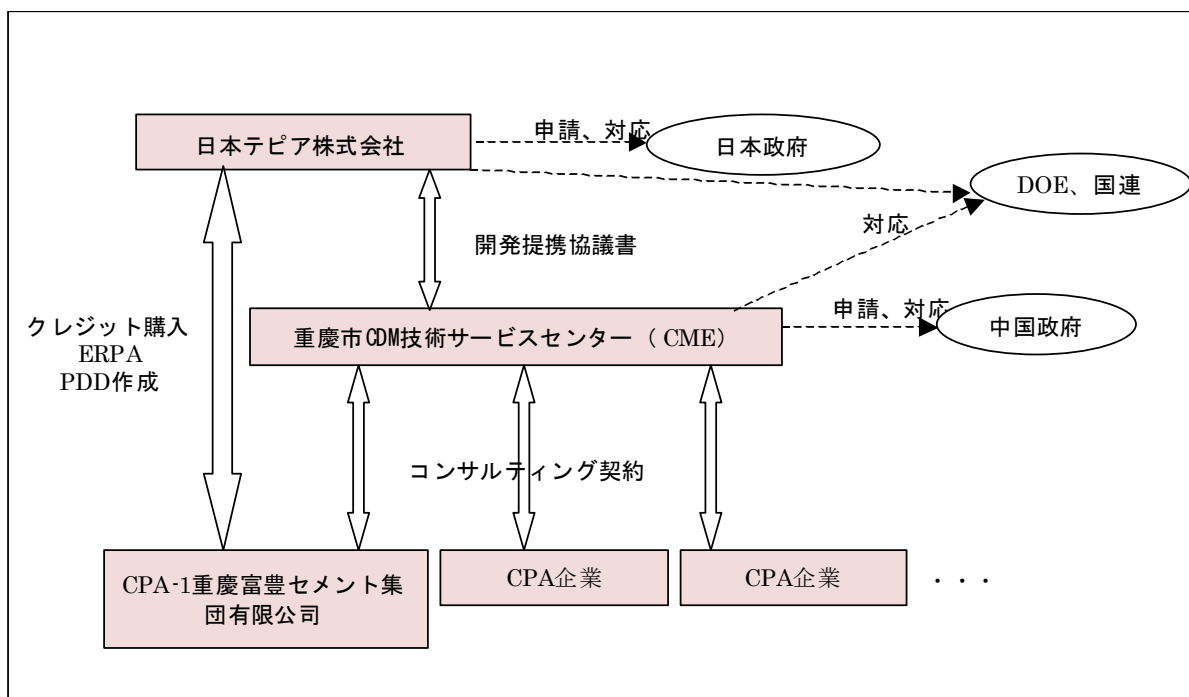


図 23 プログラム CDM の実施体制



図 24 重慶市 CDM 技術サービスセンター看板 (右) (2009 年 10 月撮影)

重慶市省エネ技術サービスセンターが調整管理組織となることのできるかについて、国家発展改革委員会に問い合わせをしているが、現状ではやはり政府機関の調整管理組織は不可と回答されており、認められない可能性が強い。国家発展改革委員会からは CPA と

る事業主の間より調整管理組織を立てるように意見があった。現在、富豊セメントを含め CPA となる可能性のある事業者間で調整を行っている。

今後、中国政府の動向を見ながら、事業者の間で調整管理組織を立ててプログラム CDM とするか、どうしても調整管理組織を当ててプログラム CDM とすることが困難な場合は、個別に小規模 CDM とすることも検討を行う。

3.9 資金計画

CPA-1 である富豊セメント 9MW 余熱発電事業については、建設投資額は 9000 万元である。流動資金として建設投資額の 200 万元を計上している。

富豊セメント集団有限公司が作成した初期の資金調達計画によれば、本事業の資金は全て自己資金で解決ができ、銀行の借り入れの必要はない。このため、利息などを考慮する必要はない。

プロジェクトの資金調達計画は下表 4 の通り。

表 4 CPA-1 プロジェクト 総投資の資金計画表

単位：万元

	項目	合計	第一年度	第二年度	第三年度
1	総資金	9000	9000	0	0
1.1	固定資産静態投資	9000	9000	0	0
1.2	建設期利息			0	0
1.3	流動資金	200	200	0	0
2	資金調達	9200	9200	0	0
2.1	プロジェクト資本金	9200	9200	0	0
2.1.1	建設投資に利用	200	200	0	0
2.1.2	流動資金に利用	9000	9000	0	0
2.1.3	建設期の利息に利用	0	0	0	0
2.2	債務	0	0	0	0
2.2.1	建設投資に利用	0	0	0	0
2.2.2	流動資金に利用	0	0	0	0
2.2.3	建設期の利息に利用	0	0	0	0

3.10 経済性分析

CPA-1 である富豊セメント 9MW 余熱発電事業において、プロジェクトオーナーが意思決定を行う際に実施した経済分析の各パラメーターは下表 5 の通りである。

表 5 CPA-1 プロジェクト 経済分析パラメーター

項目	数値	根拠
発電量	64,800 MWh/年	9MW×7200h (設計稼働時間)
供給電力量 (発電所消費分除く)	61,236MWh/年	5.5%が発電所での消費と設定
プロジェクト期間	建設期 10 ヶ月+20 年	初歩設計
投資額	90,000 千元	初歩設計
流動資金	2,000 千元	初歩設計
O&M コスト	11,941 千元/年	初歩設計
電力単価 (税抜)	0.44 元/kWh	過去実績単価
所得税率	25%	中国の税法
増値税率	11%	重慶市の規定
都市建設維持税	7%	重慶市の規定
教育費付加	3%	重慶市の規定
GHG 削減量	52,225tCO ₂ e/年	
CDM プロジェクト期間	10 年	
CER 価格	8.5 ユーロ/tCO ₂ e	事業主の希望価格 (中国の政府指導価格以上となる)
為替レート	10.0 元/ユーロ	現状レート
中国政府への上納	2%	中国 DNA 規定

上記パラメーターを用い、プロジェクト IRR を下表 6 で算定した結果、CER 収入がない場合のプロジェクト IRR は 9.04%であり、CER 収入がある場合のプロジェクト IRR は 12.60%である。

表 6 CPA-1 プロジェクト IRR 計算シート

Year		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Calendar year		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
A. Revenue																						
a) Electricity revenue																						
Electricity tariff (RMB/kWh)	0.440	0.440	0.440	0.440	0.440	0.440	0.440	0.440	0.440	0.440	0.440	0.440	0.440	0.440	0.440	0.440	0.440	0.440	0.440	0.440	0.440	0.440
Net electricity replace the grid power (MWh/y)	61,236	10,206	61,236	61,236	61,236	61,236	61,236	61,236	61,236	61,236	61,236	61,236	61,236	61,236	61,236	61,236	61,236	61,236	61,236	61,236	61,236	51,030
Electricity revenue		4,491	26,944	26,944	26,944	26,944	26,944	26,944	26,944	26,944	26,944	26,944	26,944	26,944	26,944	26,944	26,944	26,944	26,944	26,944	26,944	22,453
b) Others																						
Recovery of current capital		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,000
Total revenue without CERs		4,491	26,944	26,944	26,944	26,944	26,944	26,944	26,944	26,944	26,944	26,944	26,944	26,944	26,944	26,944	26,944	26,944	26,944	26,944	26,944	24,453
c) CERs revenue																						
Projected emission reductions (tCO ₂ /y)	52,225	8,704	52,225	52,225	52,225	52,225	52,225	52,225	52,225	52,225	52,225	43,521	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Price of CERs (€/tCO ₂)	8.5																					
Exchange rate (RMB/€)	10.0																					
CERs revenue		740	4,439	4,439	4,439	4,439	4,439	4,439	4,439	4,439	4,439	3,699	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total revenue with CERs		5,230	31,383	31,383	31,383	31,383	31,383	31,383	31,383	31,383	31,383	30,643	26,944	26,944	26,944	26,944	26,944	26,944	26,944	26,944	26,944	24,453
B. Cash out																						
a) Investment																						
Investment	90,000	90,000	0	0																		
Current capital	2,000	2,000																				
b) O&M cost																						
	11,941	1,990	11,941	11,941	11,941	11,941	11,941	11,941	11,941	11,941	11,941	11,941	11,941	11,941	11,941	11,941	11,941	11,941	11,941	11,941	11,941	9,951
c) Tax on revenue without CER																						
VAT	11.0%	494	2,964	2,964	2,964	2,964	2,964	2,964	2,964	2,964	2,964	2,964	2,964	2,964	2,964	2,964	2,964	2,964	2,964	2,964	2,964	2,690
The additional tax for city development and education	10.0%	49	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	269
Income tax after profit	25.0%	302	1,811	1,811	1,811	1,811	1,811	1,811	1,811	1,811	1,811	1,811	1,811	1,811	1,811	1,811	1,811	1,811	1,811	1,811	1,811	1,948
Depreciation	4,500	750	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	3,750
Total Cash out without CERs		94,835	17,012	17,012	17,012	17,012	17,012	17,012	17,012	17,012	17,012	17,012	17,012	17,012	17,012	17,012	17,012	17,012	17,012	17,012	17,012	14,858
d) Tax on CER Revenue																						
Income tax after profit	25.0%	181	1,088	1,088	1,088	1,088	1,088	1,088	1,088	1,088	1,088	906	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Cash out with CERs		95,017	18,099	18,099	18,099	18,099	18,099	18,099	18,099	18,099	18,099	17,918	17,012	17,012	17,012	17,012	17,012	17,012	17,012	17,012	17,012	14,858
C. Cashflow without CERs																						
Cashflow without CERs		-90,345	9,932	9,932	9,932	9,932	9,932	9,932	9,932	9,932	9,932	9,932	9,932	9,932	9,932	9,932	9,932	9,932	9,932	9,932	9,932	9,595
Cummulative		-90,345	-80,413	-70,481	-60,549	-50,617	-40,685	-30,753	-20,821	-10,889	-957	8,975	18,907	28,839	38,771	48,703	58,635	68,567	78,499	88,431	98,363	107,958
D. Cashflow with CERs																						
Cashflow with CERs		-89,786	13,284	13,284	13,284	13,284	13,284	13,284	13,284	13,284	13,284	12,725	9,932	9,932	9,932	9,932	9,932	9,932	9,932	9,932	9,932	9,595
Cummulative		-89,786	-76,503	-63,219	-49,936	-36,652	-23,369	-10,085	3,198	16,482	29,765	42,490	52,422	62,354	72,286	82,218	92,150	102,082	112,014	121,946	131,878	141,473
		With CERs	Without CERs																			
IRR		12.60%	9.04%																			
IRR Financial benchmark		11%																				

3.11 追加性の証明

本プログラム CDM の追加性の証明は、各 CPA で証明することとする。各 CPA はいずれも小規模であるため、(1) 投資障壁、(2) 技術障壁、(3) 一般的慣行障壁、(4) その他の障壁のいずれかを選択して証明を行う。

CPA-1 である富豊セメントのプロジェクトでは、(1) 投資障壁により追加性を証明する。

(1) ベンチマークの設定

本プログラム CDM に含まれる CPA では、発電した電力はグリッドに供給せず、セメント生産プロセスで 100%を自家消費する。また、公共用電力の発電所としての申請などはしておらず、重慶市発展改革委員会からも、セメント工場内での自家発電所としての建設に許認可を得ており、実際に電力グリッドに並列しない。このため、投資障壁で追加性を証明する際の投資ベンチマークは、中国政府の『建設プロジェクト経済評価方法とパラメーター』（第 3 版）で定められる発電事業セクターのベンチマークではなく、セメント工業のベンチマーク 11%を利用できると考えられる。

また、ベンチマークの設定については、2009 年に国連登録されている中国の類似セメント余熱発電 CDM プロジェクト全 11 案件について、そのベンチマークの設定状況を調査した。その結果を表 7 に示す。

これによれば、最近登録されたプロジェクトの中にも、11%のセメント工業部門のベンチマークを採用しているプロジェクトが認められる。また、社内基準として遥かに高い 18%のベンチマークを設定しているプロジェクトも登録されている。過去の登録案件でも 11%のベンチマークは最も低く、保守的である。

表 7 中国の類似案件におけるベンチマークの設定状況 (2009 年度以降国連登録された案件)

Ref. No	プロジェクト名	承認日もしくは Reject 状況	ベンチマーク	IRR (Without CER)
1676	Waste Heat Recovery and Utilisation for Power Generation Project of Zongyang Conch Cement Company Limited	13-Feb-09	18.00%	15.88%
1675	Waste Heat Recovery and Utilisation for Power Generation Project of Tongling Conch Cement Company Limited	13-Feb-09	18.00%	15.71%
1674	Waste Heat Recovery and Utilisation for Power Generation Project of Jiande Conch Cement Company Limited	13-Feb-09	18.00%	14.89%
1673	Waste Heat Recovery and Utilisation for Power Generation Project of Huaining Conch Cement Company Limited	13-Feb-09	18.00%	15.15%
1672	Waste Heat Recovery and Utilisation for Power Generation Project of Digang Conch Cement Company Limited	13-Feb-09	18.00%	15.01%
1622	Huanghe Tongli WHR1 Project	13-Feb-09	12.00%	8.11%
1619	Yuhe Tongli WHR Project	4-Mar-09	12.00%	7.84%
2701	Tangshan Jidong Cement Guye District 12MW Cement Waste Heat Recovery Project	10-Oct-09	15.58%	12.10%
2095	Henan Nanyang Zhenping Cement Waste Heat Recovery and Utilization for Power Generation Project	19-Nov-09	11.00%	6.03%
2675	Changzhou Panshi Cement Waste Heat Recovery for Power Generation Project	2-Dec-09	12.00%	9.01%
2521	Wuxue Huaxin Cement 18MW Waste Heat Recovery as Power Project	14-Dec-09	11.00%	6.00%

(2) IRR の算定

エラー! 参照元が見つかりません。に示すように、投資分析の結果、CDM プロジェクトが無かった場合の IRR は 9.04% であり、セメント工業のベンチマークである 11% を下回っていた。即ち、投資回収の魅力が小さく事業の実施は困難であった。しかし、CDM を実施した場合の IRR は 12.60% となり、CDM によって本事業は成立可能であると言える。

表 8 CPA-1 プロジェクト IRR 計算結果とベンチマーク

	With CERs	Without CERs
IRR	12.60%	9.04%
IRR Financial benchmark	11%	

(3) 感度分析

CER 収入がなかった際の初期投資、O&M コスト、電力発電量、電力単価に対し、それぞれ±10%までの感度分析を行った。感度分析の結果を表 9 及び図 25 に示す。

表 9 CPA-1 プロジェクト 感度分析計算結果

	-10.00%	-5.00%	0.00%	5.00%	10.00%
投資総額	10.57%	9.77%	9.04%	8.37%	7.74%
運転メンテナンスコスト	10.31%	9.68%	9.04%	8.39%	7.73%
発電量	7.75%	8.40%	9.04%	9.67%	10.29%
電力単価	6.39%	7.74%	9.04%	10.30%	11.53%

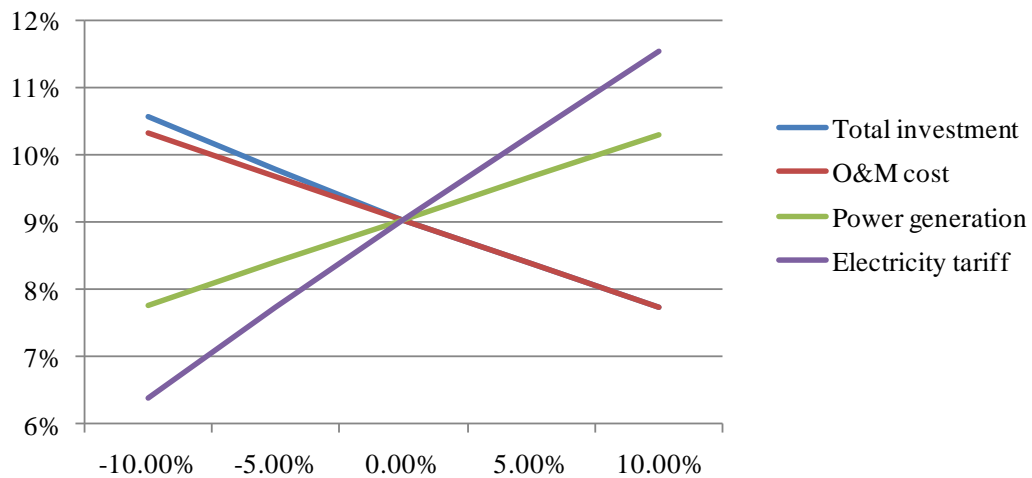


図 25 CPA-1 プロジェクト 感度分析計算結果

以上結果から、初期投資、O&M コスト、電力発電量のいずれのパラメーターで±10%の変化があった場合でも、ベンチマークの 11%を超えることはない。

電力の買電単価が+10%上がった場合は、収入が増加しベンチマークの 11%を超える。しかし、電力供給は市民の生活と社会の生産活動に直結するライフラインであるため、中国においては、電力の買電価格の急速な上昇を避けるため、地方政府によって指導価格が決まっており、工業企業などの大口需要家もこの指導価格に沿って電力会社と売買契約を行っている。この政府の指導価格は、社会全体の GDP や、人々の可処分所得、物価の上昇とともに引き上げられるものである。このため、電力単価が 10%も引き上げられる際には、通常、社会全体の水道料金や平均賃金、様々な商品の販売価格も一緒に相応の上昇をするはずであり、CPA-1 においても運転とメンテナンスコストが相応に上昇するはずである。

このため、運転メンテナンスコスト（即ち人件費や水、消耗品、部品などの価格）が変化せずに、電力単価のみが上昇することは考えられない。

電力価格買電価格が+10%上昇した時、それに伴い運転・メンテナンスコストも 5%、10% 上昇したと仮定すると、CER 収入を考慮しないプロジェクト IRR はそれぞれ 10.91%と 10.29%となり、ベンチマークの 11%を下回り、プロジェクトの実施は経済的に困難であると言える。

以上のことより、CER の収入がなければこの事業は投資を行う魅力が極めて小さく、実施されていなかったであろうと考えることができるため、追加性が存在すると言える。

3.12 事業化の見込み

現在、CPA-1である富豊セメント有限公司の9MW余熱発電事業では、新規建設の4500t/dセメント生産ラインの建設はほぼ完成している。

余熱発電事業に関しては、まだ建設が始まっていないものの、2008年10月に余熱発電事業についても建設許可を得ており、2009年1月時点に発電事業も実施していく意思決定を役員会で実施している。本事業の用地は富豊セメント有限公司の敷地内であり、用地の占有に関する問題は温剤しない。また、資金は全て富豊セメント有限公司が投資するため、投融資に関する課題も残されていないため、事業化に関して特に大きな障壁はないと考えられる。

余熱発電事業は2010年4月頃に着工し、2010年10月より発電を開始できる見込みである。

プログラムCDM事業としての実現には、まだ政府機関である重慶市CDM技術サービスセンター調整管理組織となれるか否かの課題が残っている。今後、中国政府の動向を見ながら、事業者の間で調整管理組織を立ててプログラムCDMとするか、どうしても調整管理組織を当ててプログラムCDMとすることが困難な場合は、個別に小規模CDMとすることも検討を行う。

プログラムCDMとして開発を進める際と、個別に小規模CDMとして開発を勧める際のメリット・デメリットを以下の表10の通り分析した。

表 10 今後の開発方針の比較

	プログラム CDM	小規模 CDM
メリット	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 今後、同類のプロジェクトを比較的簡易な手続きでプログラムのスキームに追加することができる。 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 早急に政府承認や国連登録の手続きを進め、CPA-1 運転開始時期とクレジットの発生開始日の差を出来る限り短縮することができる。
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 現状では重慶市 CDM 技術サービスセンターを調整管理組織にするのが困難である。 ◆ 中国政府の承認実績がなく、CPA-1 の事業開始までに承認が間に合わない可能性がある。 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 非常に小さい発電規模の新規案件では、発生するクレジット量が相対的に少ないため CDM 登録までにかかる時間やコスト、手間と比較して費用対効果が見合わず断念される可能性がある。

これらのメリット、デメリットを考慮した上で、中国政府の承認状況を鑑みながらプログラム CDM とするか小規模 CDM とするかの検討を続け、同時にホスト国承認、日本政府承認、DOE の審査に進めていく方針である。

4 コベネフィットに関する調査結果

4.1 背景

重慶市は豊富で安価な石炭の産地であるため、石炭の利用が昔から盛んで、SO₂による大気汚染と酸性雨の問題が旧来より深刻であった。

『中国統計年鑑 2008』の中国主要都市（省都）の大気品質指標（2007年）に（表 11 参照）よれば、2007年の重慶市の大気品質二級基準到達日数は289日であり、これは統計されている主要都市の中でワースト6にランクインされる。SO₂の濃度は0.065 mg/m³であり、全都市の平均0.052 mg/m³と比べても依然高い水準である。

表 11 中国主要都市の大気品質指標（2007年、大気品質到達日順）

都市名	可吸入顆粒物 (mg/m ³)	SO ₂ (mg/m ³)	NO ₂ (mg/m ³)	大気品質二級 基準到達日数 (日)
昆明	0.075	0.068	0.042	365
海口	0.043	0.009	0.012	365
福州	0.065	0.027	0.055	361
ラサ	0.057	0.007	0.025	358
南寧	0.064	0.059	0.048	352
南昌	0.083	0.054	0.034	348
貴陽	0.085	0.055	0.023	346
長春	0.099	0.030	0.038	340
広州	0.077	0.051	0.065	333
フフホト	0.084	0.066	0.048	331
上海	0.088	0.055	0.054	328
瀋陽	0.119	0.054	0.036	323
天津	0.094	0.062	0.043	320
成都	0.111	0.062	0.049	319
銀川	0.092	0.049	0.025	317
鄭州	0.105	0.069	0.045	313
南京	0.107	0.058	0.051	312
済南	0.118	0.056	0.023	311
杭州	0.107	0.060	0.057	308
ハルビン	0.102	0.048	0.060	308

都市名	可吸入顆粒物 (mg/m ³)	SO ₂ (mg/m ³)	NO ₂ (mg/m ³)	大気品質二級 基準到達日数 (日)
長 沙	0.104	0.065	0.041	302
合 肥	0.116	0.023	0.026	300
西 寧	0.115	0.028	0.035	296
西 安	0.135	0.053	0.043	294
重 慶	0.108	0.065	0.044	289
石 家 庄	0.128	0.043	0.035	289
武 漢	0.123	0.061	0.055	276
蘭 州	0.129	0.060	0.042	271
太 原	0.124	0.076	0.027	269
ウルムチ	0.136	0.088	0.067	252
北 京	0.148	0.047	0.066	246
全都市平均	0.101	0.052	0.042	314.3

(『中国統計年鑑 2008』よりテピア作成)

図 26 に示す通り、重慶市の SO₂ 排出量は、1999 年から 2002 年にかけて一旦減少したが 2003 年から 2006 年にかけて再び増加し、2006 年には工業部門からの排出量だけで 71.08 万トンに達した。

2006 年から始まった第 11 次五ヵ年計画の中で、「省エネ・環境汚染物質排出削減」が謳われ、重慶市でも「主要汚染物質 (SO₂、COD) 排出総量の 10% を削減する」という拘束性目標が示されたことから、2006 年以降、重慶市の SO₂ 排出総量は徐々に減少しているが、2008 年時点でも依然 60 万トン以上の高い水準にある。

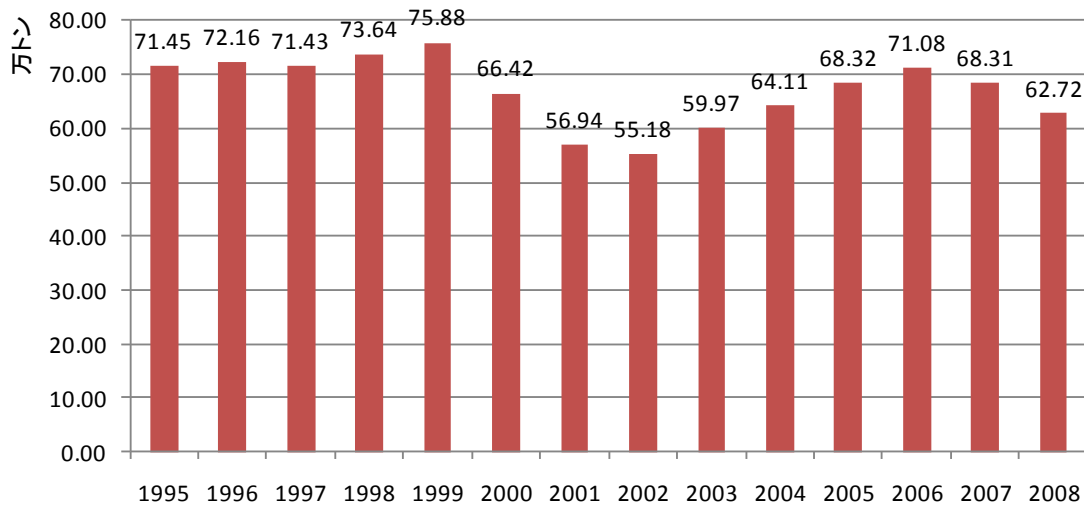


図 26 重慶市の工業廃棄からの SO2 排出総量の推移

(『重慶市統計年鑑 2009』を基にテピア作成)

このような状況を受け、重慶市政府では 2006 年頃から環境汚染物質、特に SO₂ の削減に関して様々な措置がなされてきている。

2006 年、重慶市政府は第 11 次五ヵ年期間中の排出削減目標を各区・県政府に分担させるため、全市の 40 区・県政府と『重慶市第 11 次五ヵ年 COD、SO₂ 総量削減目標責任書』の調印を行って市の目標削減量を地方政府に分担させた。

また、同じく 2006 年には市長をトップとし、政府の関連部門の主な責任者をメンバーとする「省エネ排出削減指導グループ」を設立し、市の環境保護局に「重慶市汚染物排出削減弁公室」を設立して総量削減活動を推進している。

2007 年には、『重慶市環境保全条例』を改訂し、総量削減の関連規定を法制化して総量削減に法的な保障を付け加えた。

更に、『重慶市主要汚染物総量制御管理方法』（試行）を制定し、各区・県政府と市クラスの関係部門の職責を明確にし、総量指標管理、新規増量の規制、統計と公表、監督と評価の具体的手法を規範化したこの条例の下で、現在までに既に重慶市内の 190 以上の企業に対し、汚染源のオンライン監督・観測システムの設置を行っている。

その他にも、2007 年に重慶市政府は『重慶市の省エネ排出削減総合活動方案』（渝弁発「2007」286 号）の策定や、環境保護局による『重慶市第 11 次五ヵ年主要汚染物総量削減実施方案』の編制を行っており、各区・県(自治県)政府の具体的排出削減プロジェクト、完成時間、削減量などを含む年度別排出削減目標を明確にしている。

2008 年には、市政府と市の共産党委員会が『環境保護の強化に関する若干問題の決定』を発表し、SO₂ 等の汚染物質の重慶市内でのモデル域内排出権取引についての検討を要求し、取引制度のルールづくりが開始された。その後、2009 年 9 月に市政府が『重慶市市主要汚

染物排出権取引試点方案』を発表したことにより、SO₂とCODの排出権取引が正式にスタートしている。2009年12月25日のオープニングセレモニーでは8社の企業が参加をし、電子競売のシステムで入札を実施して、最終的に5社の需要家が1,189トンのSO₂と87トンのCODの取引を実施している。この際、SO₂は最も高い価格で6150元/トンで取引された。¹⁸

4.2 ホスト国における環境汚染対策等効果の評価

(1) 評価対象項目

本プログラムCDMでは、余熱発電により石炭焚き火力発電がメインである地域のグリッドからの購入電力を代替する。このため、間接的に温室効果ガスとともに地域のグリッドの火力発電所が排出しているSO₂も間接的に削減していると考えられることができる。

このため、本調査ではSO₂についての排出量の定量評価を行う。

(2) ベースライン/プロジェクトシナリオ

発電を行うことにより地域のグリッドの電力を代替するため、もしプロジェクトが存在しなければ、このプロジェクトで発電されるはずだった電力と同量の電力量が、グリッドに連結する発電所において化石燃料により発電されていたと考える事ができる。

華中電網の構成要素の一つであり重慶市に電力を供給している重慶電網では、2007年、全市の電力需要量484.41億kWhのうち、重慶市内の発電事業者からの397.61億kWhの電力を購入している。このことから、重慶市の電力自給率は82.08%であり、ほとんどの電力需要を重慶市内で賄っている。また、工業企業からの汚染物質排出データの統計は省ごとで統計されていることと、プログラムCDMのバウンダリーを重慶市と定めていることから、SO₂のベースライングリッドは華中電網の中の重慶電網とする。(CO₂削減のベースライングリッド(華中電網)とは範囲が異なる。)

プロジェクトシナリオは、本事業の実施により排出されるSO₂である。本調査段階では環境影響評価の実施時に推定された値を使用する。

(3) ベースラインの評価方法とモニタリング計画

SO₂のベースラインは文献調査により政府部門が発表している統計データから、重慶市の1kWh当たり石炭使用量、重慶市の一般的な石炭の硫黄含有量、重慶市の重点発電企業の発電所における脱硫率のデータを収集し求めることとする。

¹⁸ 重慶市環境保護局政府公衆信息网 2009年12月29日報道より

プロジェクトでは環境保護政策の要請により、事業稼働後、2か所の煙突部分で排気中の汚染物質の濃度と排気総量をモニタリングしなければならない。このため、SO₂のプロジェクト排出量のモニタリングについては、環境保護政策の基で実施されるモニタリングの値を使用し（プロジェクト排出量＝排気総量×SO₂濃度）の式で求めることとする。

(4) 計算過程と結果

環境省の「コベネフィット定量評価マニュアル第1.0版」(平成21年6月)の硫黄酸化物の排出削減量は以下の通り規定している。

$$ER_{SO_2,y} = BE_{SO_2,y} - PE_{SO_2,y} \quad (1)$$

このうち、

$ER_{SO_2,y}$	排出されるSO ₂ 黄の削減量 [ton/year]
$BE_{SO_2,y}$	ベースラインシナリオでのSO ₂ 排出量 [ton/year]
$PE_{SO_2,y}$	プロジェクトラインシナリオでのSO ₂ 排出量 [ton/year]

このうち、重量ベース計算で、ベースラインシナリオでのSO₂排出量を計算すると、

$$BE_{SO_2,y} = BFC_y \times \frac{CR_{sulphur,fuel}}{100} \times \frac{64}{32} \times (1 - BRD/100) \quad (2)$$

このうち、

BFC_y	年間の石炭代替量 [ton/year]
$CR_{sulphur,fuel}$	燃料中の硫黄成分割合 [重量%]
BRD	施設による脱硫率 [%]

本プロジェクトにおいては、石炭消費代替量を、
 石炭消費代替量 [ton/year]
 =プロジェクト発電量 [kWh/year] × (重慶市の発電用石炭消費量 [ton/year] / 重慶市の発電量 [kWh/year])
 (3)

の式から求めることとする。

- ◆ 『中国エネルギー統計年鑑 2008』から、2007年の重慶市の発電用石炭消費量は1647.92万トン
- ◆ 『中国電力年鑑 2008』から2007年の重慶市の発電量は2,880,000万kWh
- ◆ CPA-1の供給電力量（発電所消費分除く）は61,236,000kWh/年であるので、

石炭消費代替量 [ton/year]
 =プロジェクト発電量 61,236,000 [kWh/year] × (重慶市の発電用石炭消費量 1647.92 万
 [ton/year] / 重慶市の発電量 2,880,000 万[kWh/year])
 =35,039 [ton/year] である。

また、本プロジェクトの施設による脱硫率は、

重慶市の脱硫率 [%]
 =重慶市の発電・熱供給事業者 34 社、80 施設の SO₂ 除去量[ton/year] /
 (重慶市の発電・熱供給事業者 34 社、80 施設の SO₂ 排出量[ton/year]+
 重慶市の発電・熱供給事業者 34 社、80 施設の SO₂ 除去量[ton/year]) (4)
 の式から求めることとする。

- ◆ 『重慶市統計年鑑 2008』から、2007 年の発電・熱供給事業者 34 社、80 施設の SO₂ 排出量は 33.23 万トン
 - ◆ 発電・熱供給事業者 34 社、80 施設の SO₂ 除去量は 50.75 万トン
- であるので、

重慶市の脱硫率 [%]
 =重慶市の発電・熱供給事業者 34 社、80 施設の SO₂ 除去量 50.75 万[ton/year] /
 (重慶市の発電・熱供給事業者 34 社、80 施設の SO₂ 排出量 33.23 万[ton/year] +
 重慶市の発電・熱供給事業者 34 社、80 施設の SO₂ 除去量 50.75 万[ton/year])
 =60.4 [%] である。

更に、重慶市統計局の公表レポートによれば、石炭の硫黄含重慶市の石炭の硫黄含有量 (CR_{sulphur,fuel}) は、3.5%である。

これらのデータを (2) 式に当てはめると、ベースラインシナリオでの SO₂ 排出量は、

$$\begin{aligned}
 BE_{SO_2,y} &= BFC_y \times \frac{CR_{sulphur,fuel}}{100} \times \frac{64}{32} \times (1 - BRD/100) \\
 &= 35,039 \text{ [ton/year]} \times 3.5 \text{ [%]} / 100 \times 64 / 32 \times (1 - 60.4\text{[%]} / 100) \\
 &= 970.5 \text{ [ton/year]} \quad \text{である。}
 \end{aligned}$$

プロジェクシナリオの SO₂ 排出量は、その濃度と排気総量がモニタリングできることから、以下の式から求めることとする。

$$\text{プロジェクト排出量[ton/year]} = \text{排気総量[m}^3\text{/year]} \times \text{SO}_2 \text{濃度[mg/m}^3\text{]} \times 10^9 \quad (5)$$

事業実施後に直接モニタリングされるが、本調査段階では環境影響評価の実施時に推定された値である、380[ton/year]を使用する。

以上の計算結果を（1）式に当てはめて排出される二酸化硫黄の削減量は、

$$\begin{aligned} ER_{SO_2,y} &= BE_{SO_2,y} - PE_{SO_2,y} && (1) \\ &= 970.5[\text{ton/year}] - 380[\text{ton/year}] \\ &= 590.5[\text{ton/year}] \end{aligned}$$

と求められる。

5 持続可能な開発への貢献に関する調査結果

中国はエネルギー供給の約 70%を石炭に依存しており、エネルギー不足や公害問題が深刻化しており、省エネとクリーンエネルギーの利用による化石燃料の代替が、中国全土で求められている。重慶市は、特に、夏の最大電力需要量が 100 万 kW 以上不足して電力供給の制限を実施するほどの深刻な電力不足である。

このプロジェクトは中国政府及び重慶市政府の省エネ及びエネルギー構造の発展政策と一致しており、政府の政策推進を後押しし、持続可能な発展に貢献できるものである。

また、重慶市政府は現在乾式ロータリーキルン方式のセメント生産ラインに対して余熱発電システムを導入することを推奨している。本プロジェクトはこれら政府のセメント工業に対するセクター別の政策とも一致している。

このように、本プロジェクトは中国のニーズと政策に合致しており、中国の持続可能な発展戦略に貢献するものであると言える。

また、本プロジェクトの実施により、地元の労働者が建設に携わることで、地元での雇用の機会が増加する。また、プロジェクトの建設後も約 17 名のスタッフを長期間雇用する計画である。