

平成 21 年度 CDM / JI 事業調査

中国・山西省におけるセメント廃熱回収発電 プログラム CDM 事業調査

報告書

平成 22 年 3 月

みずほ情報総研株式会社

目 次

1	基礎情報	1
1.1	プロジェクトの概要	1
1.2	企画立案の背景	3
1.2.1	適用する技術	3
1.2.2	背景	4
1.3	ホスト国、地域	8
1.4	ホスト国のCDM/JIに関する政策・状況等	9
1.4.1	各種法制度施行状況	9
1.4.2	CDM承認手続き	9
1.5	提案プロジェクトがホスト国の持続可能な開発に貢献できる点	13
1.6	提案プロジェクトの技術移転の側面	13
1.7	廃熱回収発電プロジェクトに対する最近のCDM理事会の考え方	15
1.7.1	登録状況	15
1.7.2	再審査・却下状況	19
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
2.3.1	現地調査	26
2.3.2	調査課題に対する成果	30
3	調査結果	36
3.1	POA適格性条件	36
3.2	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	37
3.2.1	方法論ACM0012適用条件	37
3.2.2	ベースラインシナリオの同定	38
3.2.3	プロジェクトバウンダリーの設定	41
3.2.4	ベースライン排出量の計算方法	42
3.3	プロジェクト排出量・リーケージ排出量	44
3.4	モニタリング計画	45
3.5	温室効果ガス削減量	48
3.6	プロジェクト期間・クレジット獲得期間	49

3.7	環境影響・その他の間接影響	50
3.8	利害関係者のコメント	52
3.9	プロジェクトの実施体制.....	54
3.10	資金計画	57
3.11	経済性分析.....	57
3.12	追加性の証明	60
3.13	事業化の見込み	64
4	(プレ) バリデーション	66
4.1	(プレ) バリデーションの概要.....	66
4.2	DOEとのやりとりの経過	66
5	コベネフィットに関する調査.....	67
5.1	背景	67
5.2	ホスト国における環境汚染対策等効果の評価	68
5.3	コベネフィット指標の提案	74
6	持続可能な開発への貢献に関する調査.....	79

1 基礎情報

1.1 プロジェクトの概要

① PoA の枠組み

本プロジェクトは、中国山西省内のセメント工場に対して、同地域のセメント工場を管轄する民間の業界団体である「山西省建築材料工業協会」が調整管理組織（Coordinating or managing entity）となり、廃熱回収発電を普及させるプログラム CDM である。

各 CDM プログラム活動（CPA）は、山西省内という地理的に明確なエリア内において実施される。各 CPA の実施・管理者は、そのエリア内に立地するセメント工場であって、調整管理組織である「山西省建築材料工業協会」の管轄する主体に限られる。

PoA の目標は、山西省内に立地するセメント工場においてセメント製造時に未利用で大気放出されている廃熱を回収し、同一工場内において発電・利用することによって、エリア内の電力消費削減を促進し、ひいては発電時の CO₂ 排出量を削減することにある。

調整管理組織は、CPA の実施の他に、技術および CDM に関するセミナー等普及活動を実施し、CPA として追加されることのメリットをセメント工場に周知することによって、エリア内における廃熱回収発電の普及を実現する。

PoA による持続可能な発展への貢献は、以下のように大きい。

環境面での持続可能性

通常のクリンカ製造時には、石炭や電力が大量に消費される。

石炭は採掘後、トラックにより輸送され、路面に落ちた石炭は後ろから来たトラックに粉砕され巻き上げられる。雨がほとんど降らないため、路面に黒い粉塵が溜まる一方であり、一旦風が吹くと細かい粉塵は空高く舞い上がり遠くまで運ばれ、大気中で浮遊する。

また、山西省の電力を供給する華北グリッドの発電燃料はほとんどを石炭に依存しており、その発電に伴って、酸性雨や健康被害を引き起こす SO₂ や NO_x が排出される。既に中国は 2006 年に 2,594 万トンと世界有数の SO₂ 排出国であり、中国政府は 5 ヵ年計画に主要大気汚染物質の排出を 5 年間に 10%削減させるという目標を盛り込んでいるものの、そのための対策は石炭利用時の脱硫対策が中心であり、石炭利用の抑制には全くつながっていない。

本 PoA は、電力消費の削減、発電時の石炭利用の削減（間接的）、直接的な石炭利用の削減により、以上に述べたような大気汚染物質（粉塵、SO₂、NO_x）の削減に結びつくものである。

経済面での持続可能性

各 CPA は省エネルギー性能の高い設備の普及に直接つながるものであり、短期的には CDM であれば初期投資可能な財務状況となり、また中長期的にはランニングコストを低減することが可能となる。

また、本プログラムは、廃熱回収利用技術の普及に著しく貢献する。さらには、調整管理組織や PoA に含まれる CPA を実施するセメント工場に対して、CDM という枠組の活用に関するキャパシティビルディングを行うこととなる。

社会面での持続可能性

石炭の採掘時には、随伴ガスとして発火性の高いメタンガスが発生する。山西省では全省面積の約 40% (5.7 万 km²) に石炭資源が豊富に分布し、石炭層までの埋蔵深度が比較的浅いところも多いため、生産規模の小さい石炭採掘場が数多く存在している。本来の安全対策を十分に行っていれば問題はないが、このような小型の石炭採掘場では、生産時における安全対策さえ取っていないため、頻繁に爆発死亡事故を起こしている。最近では、2009 年 2 月 22 日、山西省の石炭採掘場でガス爆発事故があり、70 名以上の犠牲者を出している。

本プログラム CDM により石炭採掘量を間接的に削減できれば、そのような危険に曝される人数も抑制できるものと期待される。

② CPA の枠組み

CPA のモデルサイトとしては、山西吉港水泥有限公司を想定する。既存および新設予定の 2,500 t/d 各 1 基(合計 2 基)に 9 MW の廃熱回収発電設備を導入することにより、約 53,000 MWh/年を発電する。所内利用分を除いた約 49,000 MWh/年がセメント製造ラインで消費される予定であり、グリッドからの買電量を抑制することで、おおよそ 44,000 tCO₂/年の排出削減が期待される。

現時点において、中国全土および山西省内には省電力を企業等に義務付ける制約は存在しない。山西吉港水泥有限公司でのセメント廃熱は大気放出されており、ベースラインでは有効利用されていない。

山西吉港水泥有限公司は、2011 年 1 月から廃熱回収発電事業を開始する計画のもと、既に FSR を作成している。

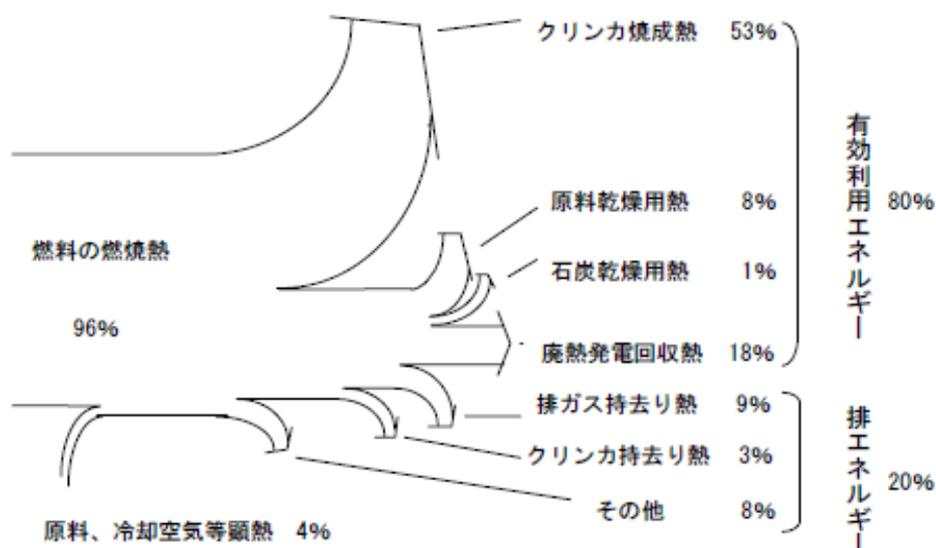
1.2 企画立案の背景

1.2.1 適用する技術

< 廃熱発電設備 >

中国山西省は、天然資源に恵まれた地域であり、鉄鋼・セメント産業が発展している。しかし、一方で、資源に恵まれたが故に、沿岸域等と比較すると省エネに対する取組は芳しくないのが現状である。

本プロジェクトでは、山西省内のセメント工場を対象とした廃熱回収発電設備の導入を検討する。セメント工場で使用しているエネルギーは熱および電気であるが、その約 90% がクリンカ焼成工程で消費される熱である。クリンカ焼成工程では、1,450°C以上の高温で原料を焼成しクリンカを得るため、大量の熱を消費する。焼成工程で消費される熱量のうち実質的にクリンカ焼成に使用される熱量は 55%程度であり、残り 45%は、プレヒータ排ガス顕熱、クーラ排ガス顕熱、クリンカ持ち出し顕熱および放散熱として排出されている¹。このうち、高温ガスとして約 10%が原料の乾燥用及び石炭の乾燥用の熱として有効に利用されるが、残りの約 35%が使用されないまま系外に集塵機を通して排出されているケースがある。このように、無駄に系外に排出される顕熱を有効に利用するため、廃熱ボイラ設備を設置し、発生した水蒸気により発電し電力として回収する方法が採用されている。廃熱発電を採用している日本のセメント工場における熱の流れの例を下図に示す。



¹ 出所：「中華人民共和国におけるセメント産業に係る省エネルギー・環境政策に関する基礎調査」, 2008年11月, NEDO (委託先：太平洋エンジニアリング株式会社)

図 1 セメント工場における熱の流れ

＜プレヒータ廃ガスによる廃熱発電＞

プレヒータ廃熱ボイラは、プレヒータの最上段サイクロン排気口ダクトに連絡設置し、ボイラを通過させた後再び主排風機前のダクトに排気を戻すことにより排気から熱回収を行う設備である。

一般的にプレヒータ排ガスは原料や石炭の乾燥用に使用されるため、プレヒータ排ガスによる廃熱発電がどの程度可能かどうかはプレヒータ排ガスの顕熱量と後工程で必要な乾燥熱量によって左右される。

＜クーラ排気による廃熱発電＞

クーラ廃熱ボイラは、クーラ設備の排気出口に設置し、大気に放出される排気から熱回収を行う設備である。クーラ用ボイラはフィン付チューブを使用する例が多く、コンパクトに設計される。エアビームまたはエアチャンバーを通してグレートに供給される冷却用空気は常温である。この冷却空気はグレート上のクリンカを冷却し、クリンカとの熱交換により昇温され、その一部はキルンバーナ用の燃焼用二次空気および NSP 仮焼炉用の燃焼用空気として使用される。その後は他の余剰空気廃熱ボイラが無い場合は電気集塵機等でダストを除去された後、大気放出される。なお、クーラ排気はプレヒータ排気に比べダスト濃度は少ないものの、そのダスト性状（クリンカダスト）から磨耗が懸念されるため、十分な磨耗対策が必要となる。

1.2.2 背景

(1) 省エネ促進および技術・設備導入に関する政策・措置

中国は、2006年3月の全国人民代表大会（全人代）で2006～2010年の発展目標を掲げた第11次5カ年計画（11・5計画）を策定・公表した。前回の5カ年計画とは異なり、持続可能な発展を目指すための関連政策が数多く盛り込まれた。省エネ・環境分野についての具体的な数値目標が初めて示され、2010年までにGDP当たりのエネルギー消費量を20%引き下げ、主要汚染物質の排出量を10%削減するとした。

この目標を達成するため、2006年、鉄鋼、非鉄金属、石炭、電力、石油・石油化学、化学工業、建材、紡織、製紙等、エネルギー多消費業種で一定規模以上の1,000企業が選ばれ、「1,000企業省エネルギー行動実施方案」が通達されたほか、省エネの取り組みの具体的な重点事業を示す「『11・5計画』省エネルギー十大重点事業実施意見」が定められた。

<「1,000企業の省エネルギー行動実施法案」のポイント>²

- 省エネ目標責任制の実施
- エネルギー測定
- 統計制度の健全化、エネルギー利用状況の定期報告
- エネルギー監査の展開、省エネ計画の編纂
- 投入の拡大、省エネ・資源消費提言の技術改造加速
- 省エネインセンティブメカニズムの構築
- 広報と研修の強化

<「11・5計画」省エネルギー十大重点事業>

- ① 石炭燃焼工業ボイラ・キルンの改造
- ② 地域熱電供給
- ③ 廃熱廃圧利用
- ④ 石油節約・石油代替
- ⑤ 電機システム省エネ
- ⑥ エネルギー消費システム最適化
- ⑦ 建築省エネ
- ⑧ エコ照明
- ⑨ 政府機関省エネ
- ⑩ 省エネモニタリング・技術サービスシステム建設

2007年には、中国の経済状況によりエネルギー多消費産業が好景気に恵まれたこともあり、省エネに対する危機感の高まりから、国務院に「省エネルギー・汚染排出削減の取り組み指導グループ（グループ長：温家宝総理、グループ弁公室主任：解振華国家発展改革委員会副主任）」が設けられた。「国務院の省エネルギー・汚染排出削減総合性取り組み実施方案」が決定されて、具体的数値目標による省エネ・排出削減の強化措置が各地方政府および企業に通知された。

² 出所：「平成19年度新エネルギー等導入促進基礎調査（中国における省エネ促進に係る調査）報告」, 2008年3月, 財団法人日中経済協会

＜「省エネルギー・汚染排出削減総合性取組み実施法案」の主要方針＞³

● 省エネ・汚染排出削減の緊迫性

⇒11・5計画1年目、中国国内における産業部門のエネルギー消費とSO₂排出量の70%を占める6業種（電力、鉄鋼、非鉄、建材、化学、石化）は20.6%成長した。一方で、各地域・各部門の認識不足、不明瞭な責任、措置の欠落、施策の不備、不適格な投資、協調の不和等の問題が存在しており、全体での目標達成が困難な状況となっている。

● 責任の所在と法律に基づく監督管理の強化

⇒省エネ・汚染排出削減の「責任制」と「問責性」を確立することが急務となっている。各級地方政府の主要トップは第一責任者であり、各市・県、重点企業に目標と任務を割当てる。省エネ・汚染排出削減の達成状況を各地の経済発展創業評価体系に組入れ、業績考課の重要な内容とし、「一票否決」制を実施する。

● 企業の主体責任の強化

このような強化措置の実効性を政策的資金面から支えるため、2007年に「省エネルギー技術改造財政奨励資金管理規則」が財政部と国家発展改革委員会から発表された。前述の「11・5計画」省エネルギー十大重点事業の①③④⑤⑥等を適用対象として、2007年には70億元の予算（申請枠）が準備された。省エネ量に伴う奨励金（東部地区は200元/t標準炭、中西部地区は250元/t標準炭）が第三者審査機関による省エネ効果審査を経て交付される（省エネ計画量に基づき、60%は実施前に提供される）仕組みであり、中国で登記された全ての企業が利用できる。

また、同年10月には「省エネルギー法」が改正・公布され、2008年4月1日より施行となった。この改正省エネ法では、「省エネ目標責任制」「省エネ考課評価制度」等が規定され、地方政府・責任者の省エネ目標達成責任が明記されたこと、省エネ審査・評価や統計データ報告を含む省エネの監督・管理についての関係者の法的責任が明確化されたこと、財政・税金・料金・信用貸付・政府調達等のインセンティブ措置等が盛り込まれたこと、建築・交通運輸・公共機関等の省エネにも踏み込んだ規定となったこと、などが特徴的である。

(2) 第11次5カ年計画におけるセメント業界への指針⁴

中国政府は、第11次5カ年計画（2006～2010）において、セメント業界に対する指針を公表している。以下に概要を整理する。

³ 出所：「平成19年度新エネルギー等導入促進基礎調査（中国における省エネ促進に係る調査）報告」, 2008年3月, 財団法人日中経済協会

⁴ 出所：「中華人民共和国におけるセメント産業に係る省エネルギー・環境政策に関する基礎調査」, 2008年11月, NEDO（委託先：太平洋エンジニアリング株式会社）

表 1 第 11 次 5 力年計画におけるセメント業界への指針

項目	内容
生産様式	<ul style="list-style-type: none"> ● 生産量:2010年に12.5億トン以内に抑制 ● 新型乾式セメント工場の比率:40% → 70% ● 竖窯を中心に非効率設備の削減:合計2.5億トン ● 企業数:3,500社程度に削減(3,000万トン/年以上の10社に集約化)
生産原価	<ul style="list-style-type: none"> ● クリンカ熱量原単位低減:標準石炭@130kg → 110kg ● 余熱発電設備普及率:40% ● 企業総エネルギー:25%削減 ● 粉塵排出量:50%削減 ● 工業廃棄物(FA、スラグ等):2.5 億トン以上利用 ● 石灰石資源の利用率向上:60% → 80%

(3) 分散電源の系統連系⁵

2006 年 1 月から施行される「再生可能エネルギー法」では、電力系統を所有する電網会社は再生可能エネルギー発電の電力を買い取る義務が課されているが、再生可能エネルギー以外の分散電源の系統連系については法整備がなされていない。つまり、廃熱回収発電についての買取制度は存在していない。

政府は各事業所の廃熱回収を奨励している。一方、電網会社は電力系統の安定化、電力の品質保証等を理由に積極的に事業所の自家発電、廃熱回収発電、効率的な中・小型コージェネ導入等の分散電源の系統連系に対応していない。そのため、事業所で廃熱発電事業を行う際、系統連系の許認可、余剰電力の販売等については、個別に政府、電網会社と協議の上、それぞれの了承を取り付けなければならない。電網会社との契約条件等により、各企業が省エネ投資に踏み切れないケースが多々あると推測される。

(4) まとめ

このように、第 11 次 5 年計画の公表以降、省エネを推奨する目標や方針が幾つか打ち出されている。しかし、事業者の省エネ取組を直接的に義務付ける法律・規則はなく、実効性という観点では、十分ではないという見方がある。

本調査では、資源に恵まれた山西省を対象に、実態としては普及状況が芳しくないセメント産業での廃熱回収発電について、CDM の経済メリットを供与することを検討する。さらに、本調査はプロジェクトとしての有効性を評価すると共に、地域的な取組として実行可能なプログラム CDM の体制を検討する。

⁵ 出所:「中国の省エネルギー情勢」, NEDO, 2005/12/14

1.3 ホスト国、地域

ホスト国：中国

地 域：山西省



図 2 プロジェクトバウンダリー

1.4 ホスト国の CDM/JI に関する政策・状況等

1.4.1 各種法制度施行状況

中国における温暖化政策に関する法制度等の施行状況を以下に整理する。

この中で CDM に関する事項を規定した「CDM プロジェクト運行管理弁法」について、次節以降に整理する。

2009 年 11 月、中国は、COP15 を前に CO2 排出削減の数値目標を始めて発表した。今回示された目標は 2020 年までの中期のもので、「エネルギー起源 CO2」を対象に GDP 当たりの排出量を 2005 年比で 40～45%削減するというものである。

表 2 各種法制度等施行状況

枠組み・法制度	状況
国連気候変動枠組条約	署名:1992年6月11日 批准:1993年1月5日
京都議定書	署名:1998年5月29日 批准:2002年8月30日
電力法	採択:1995年12月28日 施行:1996年4月1日
省エネルギー法	採択:1997年11月1日 施行:1998年1月1日
CDM プロジェクト運行管理弁法	採択:2004年6月30日 改訂:2005年10月12日
再生可能エネルギー法	可決:2005年2月28日 施行:2006年1月1日
国家気候変動プログラム	発表:2007年6月
中国国家発展改革委員会による CDM プロジェクト申請手順に関する公告	発表:2007年10月
気候変動に対する中国の政策と行動	発表:2008年10月29日
CO2 排出目標の発表	発表:2009年11月

1.4.2 CDM 承認手続き

CDM 承認手続きを以下に整理する。

①CDM 承認申請

- ・ プロジェクト実施者は、DNA である国家発展改革委員会（NDRC）に対して承認申請を行う。
- ・ PDD とあわせて、企業の財務状況証明文書およびプロジェクト建設や資金調達状況に関する説明書を提出する必要がある。（CDM 管理弁法 12 条、18 条）

②CDM 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。（CDM 管理弁法 16 条、18 条）

③NDRC から委託された審議機関による審議

- ・ NDRC が、関連機関に委託し、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。（CDM 管理弁法 18 条）

④CDM 審査理事会による審査

- ・ ③の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、同プロジェクトについて審査する。（CDM 管理弁法 15 条、18 条）

⑤承認手続

- ・ 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。（CDM 管理弁法 16 条、18 条）

⑥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。（CDM 管理弁法 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こととなっている。（CDM 管理弁法 18 条）

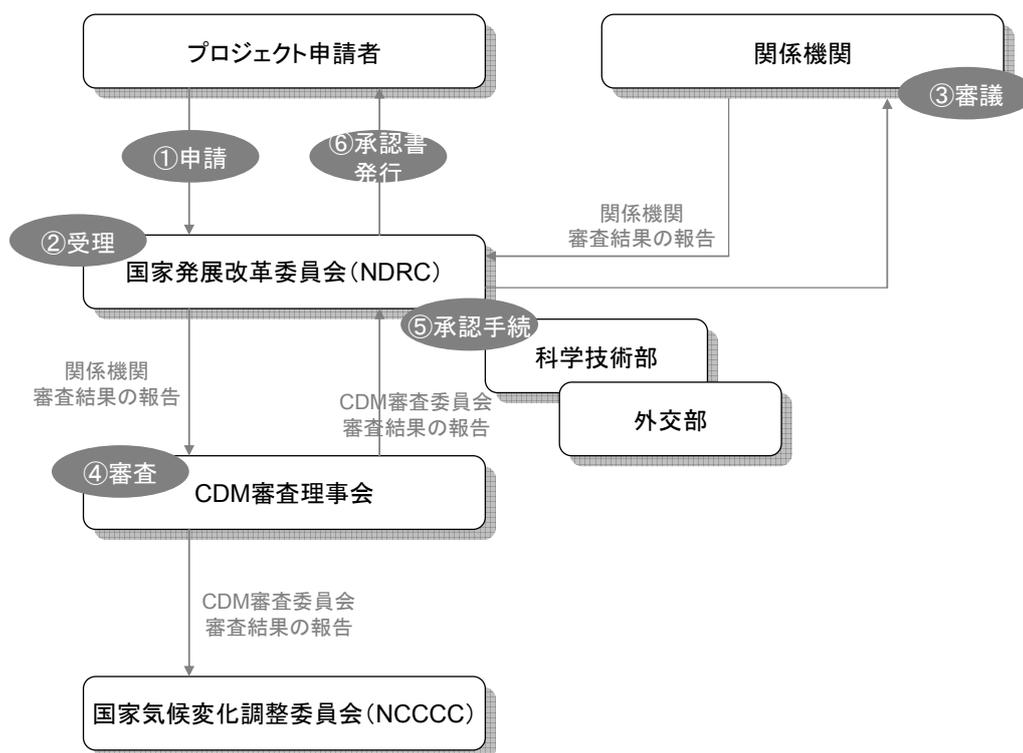


図 3 CDM 承認プロセス

表 3 承認プロセスに関連する審査機関の役割

組織	メンバ	役割
国家気候変化調整委員会(NCCCC)	議長は NDRC。 副議長は外交部、科学技術部、環境保護部、中国気象局、または他関係機関から選出。	政策立案と CDM 関連問題のコーディネーション。
CDM 審査理事会	NDRC および科学技術部が共同議長。 副議長は外交部。 その他メンバは財務局、農業省、環境保護部、中国気象局により構成。	CDM プロジェクトのレビュー・審査。
国家発展改革委員会(NDRC)	NCCCC 事務所の管理および中国 DNA の役割を担う。	プロジェクトの CDM 申請書類を受け取る。 承認レター等を発行する。
科学技術部(MOST)	CDM 審査理事会の共同議長。	承認された CDM プロジェクトを公開する。
外交部(MFA)	CDM 審査理事会の副議長。	承認された CDM プロジェクトを公開する。

上記承認審査を受けるにあたり、CDM 運行管理弁法に記載されている留意点を以下に整

理する。

■重点分野（CDM 管理弁法 4 条）

- (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

■法規制の遵守（CDM 管理弁法 6 条）

- ・ 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と両立する。

■追加的な義務の要請（CDM 管理弁法 8 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。

■プロジェクト資金（CDM 管理弁法 9 条）

- ・ 先進国からの CDM プロジェクト資金は、現在の政府開発援助および先進国が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である。

■収益の分配（CDM 管理弁法 24 条）

- ・ CER 移転により得られる収益は、CDM 管理弁法 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に分配される。
 - (1) HFC と PFC 系プロジェクトの場合：中国政府は CER 移転額の 65%を受け取る。
 - (2) N2O 系プロジェクトの場合：中国政府は CER 移転額の 30%を受け取る。
 - (3) 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場合：中国政府は CER 移転額の 2%を受け取る。中国政府が徴収した資金は、気候変動関連の活動支援に用いられる。徴収および使用方法については、財政部が NDRC 等の関連機関と共同で別途定める。
 - (4) 分配比率を定めた 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 提案プロジェクトがホスト国の持続可能な開発に貢献できる点

本プロジェクトは、大気中に放出されている廃熱を回収し発電することで、グリッドからの購入電力量を抑制することを目的に行われるものである。セメント工場での直接的な環境汚染対策に繋がるものではないものの、電力を購入しているグリッドでの対策には間接的に繋がるものである。

山西省の電力を供給する華北グリッドの発電燃料はほとんどを石炭に依存しており、その発電に伴って、酸性雨や健康被害を引き起こすSO₂やNO_xが排出される。既に中国は2006年に2,594万トンと世界有数のSO₂排出国であり、中国政府は5ヵ年計画に主要大気汚染物質の排出を5年間に10%削減させるという拘束力のある目標を盛り込んでいるものの、そのための対策は石炭利用時の脱硫対策が中心であり、石炭利用の抑制には全くつながっていない。

本PoAは、電力消費の削減、発電時の石炭利用の削減（間接的）、直接的な石炭利用の削減により、以上に述べたような大気汚染物質（粉塵、SO₂、NO_x）の削減に結びつくものである。

1.6 提案プロジェクトの技術移転の側面

中国のセメント産業については、各種取組等に基づき省エネが徐々に進展しており、工場の大型化（～10,000 t/d）や技術導入に伴い、クリンカ製造時のエネルギー消費は4,600～6,700 kJ/kgから3,000～3,300 kJ/kgにまで低下させることが可能となった。しかしながら、セメント製造プロセスにおける350℃以下の中・低温廃熱は依然として十分に利用されておらず、エネルギー有効利用の余地は残されている。

我が国での廃熱回収発電技術は既に成熟しており、既に国内での導入余地はほとんどない状況にある。1970年代以降のセメント製造熱エネルギー原単位の減少は、廃熱回収発電設備の導入が要因の一つとなっており、その他、粉砕機の堅型ミル化、予備粉砕機設置や高性能セパレータの導入、燃料バーナの改良、大型ファンの回転制御等の省エネによるものです。エネルギー消費の70%以上を占めるセメント焼成プロセスにおける省エネ対策についても、NSP・SPキルンへの転換を100%実施済みである。

廃熱回収発電については、台湾、韓国等の幾つかの国や地域に技術提供されており、中国においても、安徽省寧国セメント工場（4000 t/d）の生産ラインに6,480 kWの中・低温廃熱回収発電の提供実績がある。

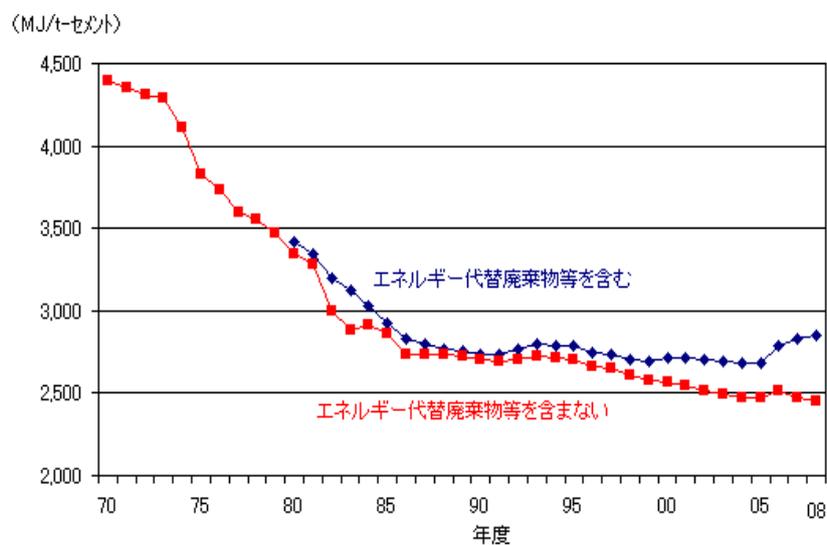


図 4 セメント製造用熱エネルギー原単位の推移⁶

本プロジェクトでは、中国・山西省地域で普及が遅れている廃熱回収発電に関して、その要因となっている経済性を克服するための手段として CDM を活用し、普及を促すことを目的としている。中国国内での廃熱回収発電は、既に導入実績のある地域があるものの、本格的な普及が進んでいるわけではないことを踏まえると、日本からの技術移転を行うポテンシャルがあると言することができる。

⁶ 出所：セメント協会HP <<http://www.jcassoc.or.jp/cement/1jpn/jg1b.html>>

1.7 廃熱回収発電プロジェクトに対する最近の CDM 理事会の考え方

1.7.1 登録状況

本プロジェクトでは、ACM0012 を活用する予定である。本方法論の中国での有用性を判断するため、これまでのプロジェクト登録状況を整理する。

パブコメを実施したプロジェクトは 176 件あり、うち既に登録されたプロジェクトは 9 件存在する。一方で、却下／取消プロジェクトは 7 件存在する。

表 4 ステータス別プロジェクト数 (ACM0012、中国)

	プロジェクト数	削減量(～2012年) [MtCO ₂]
Public comment period start	150	87.8
Submitted for registration	17	12.1
<i>corrections requested (following review)</i>	1	4.7
<i>registration rejected</i>	3	1.7
<i>request for review</i>	5	1.7
<i>under review</i>	3	1.0
<i>withdrawn</i>	4	2.6
	1	0.4
Project registered	9	3.7
Total	176	115.6

パブコメを開始した時期別のプロジェクト数を現在のステータス毎に表記したのが下表である。2008 年までにパブコメを開始したプロジェクトの幾つかが、登録または却下／取消の判断がなされたことが分かる。一方で、以前多くのプロジェクトが審査中の段階にあることも分かる。

ACM0012 の廃熱回収発電プロジェクトに関しては、CDM EB において採算性が疑問視されているとの見方がある。後述するが、これまでに登録再審査もしくは却下されたプロジェクトについて、その理由を分析した結果、幾つかのプロジェクトでは採算が理由の一つに挙げられることもある。

しかし、中国をホスト国とする ACM0012 を活用したプロジェクトに関して言えば、却下されたプロジェクトよりも登録されたプロジェクトの方が多実情である。従って、CDM EB において厳しい審査があるとはいえ、追加性証明等を詳細にかつ明確に実施していくことで、登録の機会がうかがえると考えられる。なお、後述する再審査・却下された理由を分析することで本調査において重点を置くべき点が判明するため、これを鑑みながら本調査を進めることとする。

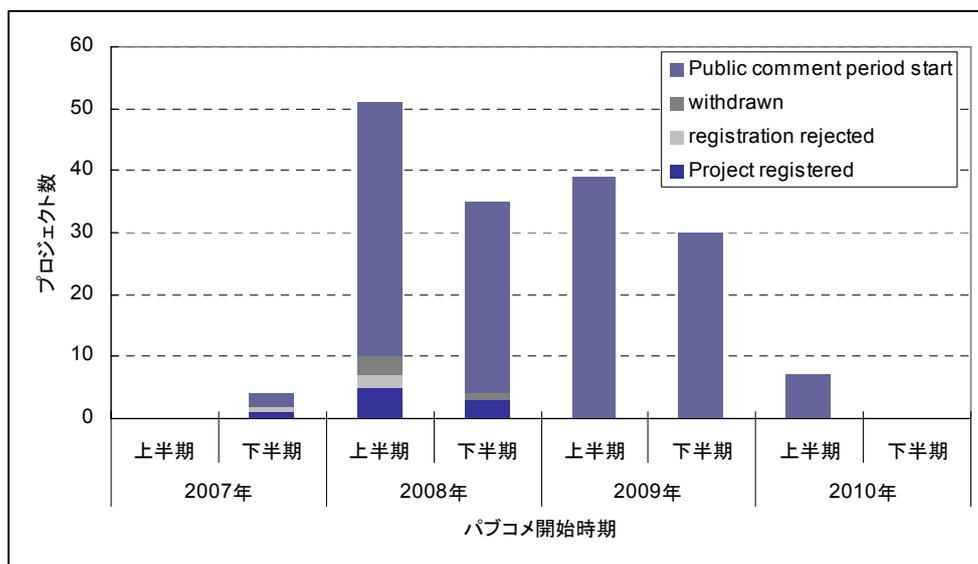


図 5 パブコメ開始時期別・現在のステータス別プロジェクト数 (ACM0012、中国)

表 5 (参考) 登録プロジェクト情報 (ACM0012、中国)

EB/SC registration date	No.	Project name	MW	Host country	Summary
2008/12/15	1878	Zhonglian Julong Cement Waste Heat Recovery as Power Project	16.5	China	The project plans to recover the waste heat from the cement production process at Huaihai Zhonglian cement plant and build 16.5MW waste heat recovery (WHR) power station in two phases. 9MW WHR power generation system was installed for the 5000t/d cement line, and a 7.5MW WHR power generation system will be installed for the 3700t/d cement line. The annual electricity generation ability of the WHR power station will be 120,000MWh , and there will be 110,400MWh electricity supplied to the industry facilities for cement production.
2009/10/10	2701	Tangshan Jidong Cement Guye District 12MW Cement Waste Heat Recovery Project	12	China	The main objective of the project is to utilize waste heat from the cement production line for generating electric power which will be utilized on-site. The power produced by the project will displace power which would be supplied by the North China Grid in the absence of the project activity. The project will consist of the installation of 2 waste heat recovery (WHR) boilers, one at the pre-heater stage and the other at the clinker cooler stage. The steam produced by the boilers will be used to power a steam turbine with an installed capacity of 12MW.
2009/11/19	2095	Henan Nanyang Zhenping Cement Waste Heat Recovery and Utilization for Power Generation Project	16	China	The Project recovers the low temperature waste heat from the 3,000 t/d clinker production line and the 6,000 t/d clinker production line of the China United Cement Corporation Nanyang Branch (CUCCNB) to generate electricity for own demand. The installed capacity of the Project is 16 MW and the annual net electricity supply of the Project is expected to be 103,930MWh. The Project utilizes low temperature waste heat to generate electricity, displacing the same amount of the electricity purchased by CUCCNB from Central China Grid, thus avoiding CO2 emissions from the business-as-usual scenario electricity generation of those fossil fuel fired power plants connected into Central China Grid.
2009/11/25	2516	Zibo Hongda Coking Co. Ltd. Coke Dry Quenching and Waste Heat Utilization for Power Generation Project	15	China	The project aims to reduce GHG emissions through installation of a coke dry quenching (CDQ) system for No. 1, 2, 3 and 4 coke ovens in Zibo Hongda Coking Co., Ltd. At present two sets of coke wet quenching (CWQ) systems have been utilized and a large amount of heat from red-hot cokes emitted into the atmosphere. The CDQ system will recover waste heat from red-hot coke produced by the four coke ovens and utilize the sensible heat for power generation. The generation capacity of the proposed project is 15MW. The generated electricity of the project will be exported to North China Grid (NCG) which is dominated by coal-fired power plants with an annual net supply of 105,58GWh.
2009/11/25	2515	Shanxi Changyuan 24MW	24	China	The project activity envisages waste heat recovery and utilization for electricity

EB/SC registration date	No.	Project name	MW	Host country	Summary
		waste heat recovery and utilization for electricity generation project			generation. It is planned to involve the installation of four 35t/h waste heat boilers, together with two sets of turbine generators, each of which has a rated output of 12 MW, providing a total capacity of 24 MW. The proposed project is expected to produce approximately 132 GWh of net electricity for the North China Power Grid per year.
2009/11/30	2506	Bayi Steel CDQ (1#, 2#) and Waste Heat Utilization Project	30	China	The project intends to build two sets of coke dry quenching (CDQ) system which is located in Urumqi city. The CDQ system will recover waste heat from red-hot coke of 1#, 2#, 3# and 4# coke ovens and utilize the sensible heat for electricity generation and process heat source. Generation capacity of planned CDQ is 2×15MW, at the same time, 2×35t/h steam will be extracted. The project will provide total installed capacity of 30MW. The power generated by the proposed project will displace power which would be supplied by the Northwest Power Grid of China which is dominated by coal-fired power plants in the absence of the project.
2009/12/1	2416	Hubei Yihua Fertilizers Company Waste Heat Recovery and Utilization Project	-	China	The purpose of the project activity is to recover the low temperature heat from the newly installed 600KT/a sulphuric acid production line to provide steam for other industrial facility. The project activity mainly involves installation of Heat Recovery System(HRS) system. The heat, recovered from the sulphuric acid line in the form of steam, will be fed to Pentaerythritol plants in Yihua Chemicals Co. Ltd. In the absence of the project activity Yihua Chemicals Co.,Ltd. would continue to purchase steam generated by coal boilers from Yihua Pacific Company to supply to the Pentaerythritol facilities.
2009/12/4	2469	NISCO Converter Gas Recovery and Utilization for Power Generation Project	156.67	China	The Project produced by two 120-ton converters (no.1 and no.2) of Nanjing Iron and Steel United Co., Ltd (NISCO) in steel production process for electricity generation. The electricity generated by the project will be supplied to NISCO with an annually net supply of 138GWh, replacing the equivalent amount of electricity that otherwise would be purchased by NISCO from the East China Power Grid (ECG).
2009/12/14	2521	Wuxue Huaxin Cement Waste Heat Recovery as Power Project	18	China	There are two purposes for the proposed Project Activity, one is to partly meet the electricity demand for the cement production by recovering the waste heat for power generation, so as to reduce its dependence for power supply from the Central China Power Grid; the other one is to realize an annual GHG emission reduction by substituting the fossil fuel power of the Central China Power Grid with WHR electricity, so as to obtain a positive response on the global warning environmental issues.

1.7.2 再審査・却下状況

本節では、ACM0012 を活用したプロジェクトのうち、CDM EB において登録再審査および却下となったプロジェクトに関して、その理由を分析することで、CDM EB での審査のポイントを整理する。

<登録再審査実施・登録却下プロジェクト数>

- 2010年2月現在、登録再審査となったプロジェクトは461件。このうち、ACM0012は18件（最大は、中国の11件）。一方で、登録済みは236件（最多は、中国の112件）。
- 一方、登録却下に至ったプロジェクトは137件。うち、ACM0012は7件。

<登録再審査実施・登録却下の理由(ACM0012)>

- 登録再審査実施、登録却下の理由は、主に「ベースライン・モニタリング方法論」「追加性」に集約される。
- 「ベースライン・モニタリング方法論」は、方法論が適切に使用されているか、適切な（方法論や実態に適った）ベースラインシナリオが設定されているかという点に集約される。
- 一方、「追加性」は、投資分析、障壁分析などが問われることが多く、使用したデータの信憑性を問われることも多い。一般的には、追加性が審査の最大の焦点となっている。
- 中国での廃熱回収プロジェクトの再審査理由・登録却下理由を俯瞰すると、ベースラインでの廃熱の利用状況（大気放出されていたことの証明）、IRR 試算の妥当性（入力値、特に電力価格等の信憑性）が問題となることが多い。

表 6 再審査理由の詳細（中国）

プロジェクト名	プロジェクト種類	再審査理由
The Waste Heat Recovery Based Coke Dry Quenching Power Generation Project of Xingang Company ⁷	廃ガス・廃熱利用（コークス炉）	1. 投資分析の入力値（特に、投資コスト、電力価格、O&Mコスト）の妥当性が不十分。 2. fcap の計算方法が ACM0012 ver2 に沿っていない。 3. ベースラインで廃熱が大気放出されていたことの証明が不十分。

⁷ 出所：UNFCCC <<http://cdm.unfccc.int/Projects/DB/TUEV-SUED1239803841.95/history>>

プロジェクト名	プロジェクト種類	再審査理由
→その後、取下		
Hebei Wasted Gas based Captive Power Plant Project in Longgang Group ⁸ →その後、取下	廃ガス・廃熱利用(高炉・転炉)	<ol style="list-style-type: none"> 追加性証明ツール ver5.2 の Sub-step 3a に沿って、投資バリアおよび技術バリアの存在をさらに立証すべき。 (i) 方法論の適用条件のとおり、既存設備における廃ガス/廃圧がベースラインで大気放出されていること、(ii) プロジェクト実施前に華北電網から電力を購入していたこと、の証明が不十分。 プロジェクト実施前後での各設備からの BFG/LDG 発生量およびプロジェクト実施後の BFG/LDG 活用量の詳細な情報が必要。 新規の高炉およびガス・コンバーターの取扱いが、方法論の適用条件に沿っていることの説明が不十分。 廃ガス発電所の fcap および廃圧発電所の fcap の計算方法が ACM0012 ver2 に沿っていない。 モニタリング計画の中に、プロジェクト活動での、(i) 廃ガスの消費量 ($Q_{WG,h}$)、(ii) 発電設備での燃料消費量 ($Q_{i,h}$)、(iii) 廃ガスの熱量 (NCV_{WG}) および燃料の熱量 (NCV_i) を含めるべき。
BFG-fired Power Generation Project in Baosteel Co Ltd., Shanghai, P. R. China. ⁹	廃ガス・廃熱利用(高炉)	<ol style="list-style-type: none"> (i) 投資決定時点での天然ガスの市場価値を意味する価格の想定方法、(ii) PP がプロジェクト実施前に支払っていたとすると、demand/capacity charge を投資分析において収益と考えなかった理由、の説明が必要。 (i) 追加性証明ツール ver5.2 の Sub-step 2b(オプション II) および 2c に沿った投資比較分析において、採用した財務指標 equity NPV の妥当性、(ii) VVM パラグラフ 109 に沿って、投資比較分析で計算された equity NPV の精度の検証、が不十分。 炉頂圧タービン(TRT)での発電について、排出削減量の計算への考慮に関する説明が必要。TRT での発電実績が示されるべき。 2004 年の BFG 統計データ(VR p.16)で既存 3 高炉からの全ての廃 BFG のうち、フレアに利用されていたのが 1%のみであるため、新規設備 4#BF での BFG 消費が、既存の他の高炉(1#BF~3#BF)からの廃 BFG で賄えることを説明すべき。さらに、既存の石炭火力発電所における設備容量、石炭消費実績、廃 BFG 消費実績等についての詳細な情報が必要。 $Q_{BL,product}$ の計算方法が ACM0012 ver2 に沿っていない。 プロジェクト活動でのグリッドからの購入電力、TRT 発電

⁸ 出所：UNFCCC <<http://cdm.unfccc.int/Projects/DB/TUEV-SUED1239798950.66/history>>

⁹ 出所：UNFCCC <<http://cdm.unfccc.int/Projects/DB/DNV-CUK1238571089.41/view>>

プロジェクト名	プロジェクト種類	再審査理由
		<p>量、TRT からの電力購入量を含む購入量モニタリング計画の修正が必要。</p> <p>7. PDD の p.15-16 の一部が削除されているため、訂正版 PDD を提出すべき。</p>
<p>Pure-low Temperature Waste Heat Recovery for Power Generation (2×7MW) in Guangdong Tapai Cement Co., Ltd.¹⁰</p> <p>→その後、却下</p>	<p>廃ガス・廃熱利用(セメント)</p>	<p>1. 追加性証明ツール ver5.2 の Sub-step 3a に沿って、投資バリアおよび技術バリアの存在をさらに立証すべき。さらなるバリアを立証できない場合は、プロジェクト活動の追加性を立証すべく、投資分析を行うべき。</p> <p>2. fcap の計算方法が ACM0012 ver2 に沿っていない。</p>
<p>Henan Nanyang Zhenping Cement Waste Heat Recovery and Utilization for Power Generation Project¹¹</p>	<p>廃ガス・廃熱利用(セメント)</p>	<p>1. EB41 Annex46 ガイダンスに沿って投資分析が有効化されるべき。投資分析に用いられた電力価格(グリッドから課される bus-bar tariff やグリッド接続料金)の計算を詳細にすべき。</p> <p>2. プロジェクト活動による発電電力が自家消費されること、つまり、ベンチマーク IRR の妥当性が有効化されるべき。</p> <p>3. コンプラクティス分析についての意見を DOE が提供すべき。</p> <p>4. プロジェクト実施前に廃ガスが大気放出されていたことが有効化されるべき。具体的には、詳細なエネルギーバランスのデータで補完が可能。</p> <p>5. 2004 年に開始された 3,000t/d のラインについて、ベースライン排出量のキャップに関する方法論の要求を満たしていることをさらに明確にすべき。</p> <p>6. モニタリング項目が全て計画の中に含まれているか確認すべき。</p>
<p>73 MW Tonghua Iron & Steel Waste Gas and Heat Power Generation Project¹²</p> <p>→その後、却下</p>	<p>廃ガス・廃熱利用(コークス炉)</p>	<p>1. EB41 パラグラフ 67 に沿って、契約解除もしくは政府許可の解除のような信憑性のあるエビデンスによってプロジェクトの中断が有効化されるべき。</p> <p>2. プロジェクト実施前後の違いを明確に記載すべき。</p> <p>3. (a) 普及している慣習によるバリア、特にプロジェクト活動と中国鉄鋼業界での他の発電技術とが異なること、(b) Steam Network Power Generation System の導入がガスタービンの技術困難性を解決しないという技術バリア、の存在が有効化されるべき。</p>

¹⁰ 出所：UNFCCC <<http://cdm.unfccc.int/Projects/DB/IQA1237793207.35/history>>

¹¹ 出所：UNFCCC <<http://cdm.unfccc.int/Projects/DB/BVQI1218538094.62/history>>

¹² 出所：UNFCCC <<http://cdm.unfccc.int/Projects/DB/JCI1227319883.15/view>>

プロジェクト名	プロジェクト種類	再審査理由
		<p>4. 特に、(a) プロジェクト活動がない場合の廃ガスの取扱い、(b) 2009 年の BFG 発電が 2006 年の概ね 2 倍になる予測があるように、プロジェクト活動が新規 or 既存設備に導入されるか否か、(c) プロジェクト実施前にオンサイトの発電設備が存在するか否か、という点について、ACM0012 ver2 の適用可能性を立証すべき。</p> <p>5. 電力の排出係数の計算に使用されたデータは、有効化審査開始時(2008 年 2 月)において有効ではない。</p>
Hubei Yihua Fertilizers Company Waste Heat Recovery and Utilization Project ¹³	廃ガス・廃熱利用(硫酸)	<p>1. プロジェクト活動やそのリスク因子との関連で使用されたベンチマークの妥当性をさらに立証すべき。</p> <p>2. global stakeholder consultation-PDD と登録申請時の PDD との間での IRR 計算の違いをさらに立証すべき。投資判断のタイミングでの IRR 値は明確に説明されるべき。</p> <p>3. 投資分析、特に、(a) 21 年のプロジェクト期間に関連した 15 年の投資分析の妥当性、(b) 保守的な固定蒸気価格、についてどのように有効化されたか明確にすべき。</p> <p>4. DOE は、fcap がどのように有効化されたのか、さらに説明すべき。</p>
Yixing Shuanglong Cement Plant's Low Temperature Waste Heat Power Generation Project ¹⁴ →その後、却下	廃ガス・廃熱利用(セメント)	<p>1. 投資分析、特に、(a) 分析期間、(b) 固定電力価格に関する保守性と正当性、についてどのように有効化されたか明確にすべき。</p> <p>2. PP が低効率技術を用いた理由、CDM がこのバリアを克服する理由をさらに説明すべき。</p> <p>3. プロジェクト開始日が CDM Glossary of terms をどのように遵守しているのか明確にすべき。</p> <p>4. グリッドからのベースライン電力供給、プロジェクト活動での発電量がセメントラインでの電力消費実績を上回らないことを明確にすべき。</p>

表 7 却下理由の詳細 (中国)

プロジェクト名	プロジェクト種類	却下理由
Pure-low Temperature Waste Heat Recovery for	廃ガス・廃熱利用(セメント)	(i) バリア分析:全プロジェクトコストが自己資本によって賄われる。これは、投資バリア(特に融資へのアクセス)の信憑性に関する懸念を引き上げる。また、技術バリアは事実上一般的

¹³ 出所 : UNFCCC <<http://cdm.unfccc.int/Projects/DB/TUEV-SUED1235729310.34/view>>

¹⁴ 出所 : UNFCCC <<http://cdm.unfccc.int/Projects/DB/TUEV-SUED1214915492.62/history>>

プロジェクト名	プロジェクト種類	却下理由
Power Generation (2×7MW) in Guangdong Tapai Cement Co., Ltd. ¹⁵		なものである。さらに、first-of-its-kindバリアは、信憑性のあるエビデンスによって証明されていない。 (ii) 投資分析に関して、ベンチマークの選択方法が、追加性証明ツールver5.2に沿っていない。
73 MW Tonghua Iron & Steel Waste Gas and Heat Power Generation Project ¹⁶	廃ガス・廃熱利用(コークス炉)	(i) プロジェクト活動の追加性、特に、普及している慣習による技術バリア (ii) ベースライン方法論、特に、ベースライン(廃ガスが大気放出され、廃熱が大気放出される(W2)、鉄鋼プラントの自家消費分が東北電網から電力供給を受けている(P6))が、2006年2月からガスタービンの中止期間を除いて、余剰廃ガスを用いて全部もしくは部分的に自家発電・消費されているため、妥当ではない。
Yixing Shuanglong Cement Plant's Low Temperature Waste Heat Power Generation Project ¹⁷	廃ガス・廃熱利用(セメント)	グリッド購入電力抑制の経済効果を計算するのに用いられた電力価格の妥当性が十分に有効化されなかったため、プロジェクト活動の追加性が立証されなかった。

¹⁵ 出所：UNFCCC

<<http://cdm.unfccc.int/Projects/DB/JQA1237793207.35/Rejection/SRLV0A0R3CC1Q6OUCXUV9HKURYOLSE>>

¹⁶ 出所：UNFCCC

<<http://cdm.unfccc.int/Projects/DB/JCI1227319883.15/Rejection/TTTP8HUJDNSE9LDFM6FS6C27K12ZYH>>

¹⁷ 出所：UNFCCC

<<http://cdm.unfccc.int/Projects/DB/TUEV-SUED1214915492.62/Rejection/FPDGA1HNP3L4Z5FXHYJBTR78SRUTZ9>>

2 調査内容

2.1 調査実施体制

以下に、本調査の参加者および各々の役割を示す。

■みずほ情報総研株式会社：

- ・ 当該プロジェクトの事業採算性評価、プロジェクトリスク分析
- ・ ベースライン設定、モニタリング体制の検討、GHG 排出削減量の計算
- ・ PDD の作成
- ・ コベネフィット指標の検討および試算

■みずほコーポレート銀行株式会社：

- ・ 当該プロジェクトの事業採算性評価、プロジェクトリスク分析
- ・ PDD の作成支援

■九州電力株式会社：

- ・ 現地カウンターパート（セメント協会、CPA 候補）とのコミュニケーションサポート
- ・ 利害関係者（政府機関等）へのヒアリングサポート
- ・ PDD 作成に関するサポート
 - 環境影響に関する調査
 - 利害関係者のコメントに関する調査
 - 資金計画に関する調査

2.2 調査課題

本 FS 調査において、明らかにすべき事項は以下の通りである。

<課題 1: PoA体制およびCPA候補プロジェクトの抽出>

本 PoA では、一般的な CDM とは異なり、調整管理組織と呼ばれるまとめ役の役割が非常に大きいことから、当該組織のキャパシティ・ビルディングが重要な要素となる。本 PoA では、当該組織として、当地域のセメント事業者を管轄する民間組織である山西省建築材料工業協会を想定し、同協会の理解深耕を促進する。

また、CPA 候補は、バウンダリである山西省内において山西省建築材料工業協会が管轄するセメント事業者のうち新設ラインの建設を予定する事業者である。本調査では、効率的な普及を実現するため、関係者からの情報収集を行い CPA 候補の整備を行う必要がある。

<課題 2: ベースライン設定および追加性の立証>

本 PoA での活用を前提としている承認済み方法論 ACM0012 については、登録再審査もしくは登録却下となる案件が続出している（詳細は、「第 1.7 節 廃熱回収発電プロジェクトに対する最近の CDM 理事会の考え方」参照）。中国での廃熱回収プロジェクト（ACM0012 を活用）に着目すると、ベースラインでの廃熱の利用状況（大気放出されていたことの証明）、IRR 試算の妥当性（入力値、特に電力価格等の信憑性）が問題となることが多い。

本 PoA では、CPA としてベースラインで大気放出されている廃熱を利用することを前提としている。この事実を立証するために、セメント事業者等へのヒアリングに加え、管理する政府関係者へのヒアリングを通じて、より透明性を高めることに配慮する。

また、追加性については、投資分析、一般慣行分析により立証する予定である。投資分析については、CPA 事業者から立証可能なエビデンス（FSR 等）を収集し、政府公表資料や自社決定のベンチマーク等複数と比較することで信憑性を高める。また、PoA のバウンダリとする山西省内で廃熱回収発電が進んでいない理由を明らかにすることで、セメント事業者が廃熱回収発電を行わない（もしくは、行えない）ことを立証する。

<課題 3: コベネフィットの定量評価(調査中に判明した課題)>

コベネフィット効果の定量評価に当たっては、廃熱回収発電量によって削減されるグリッドでの SO₂、NO_x、煤塵等の削減量を推計する必要がある。本 PoA のように、原単位（t-SO₂/GWh 等）を活用するプロジェクト種の場合、CDM における CO₂ 排出原単位と同様に、OM（Operating Margin）、BM（Build Margin）、CM（Combined Margin）の考え方との整合性が課題となる。整合性を図ることによる効果とともに、この考え方を踏襲する場合の実現可能性について検討する必要がある。

2.3 調査内容

2.3.1 現地調査

<第1回現地調査>

2009年9月下旬に第1回現地調査を実施した。結果概要を以下に示す。詳細は、別添の現地調査報告書を参照。

日程	協議者	協議・調査内容
9月28日	山西省建築材料工業協会： 党部長	本 PoA に対する考え方、グリッドとの売買電契約、投資に関する一般的な状況等に関する情報収集を行った。
9月29日	山西智海水泥有限公司： 幹氏 他1名 山西省建築材料工業協会： 党部長	詳細な事業計画、グリッドとの売買電契約、投資に関する考え方、環境影響評価のフロー等に関する情報収集を行った。

<第2回現地調査>

2009年12月中旬に第2回現地調査を実施した。結果概要を以下に示す。詳細は、別添の現地調査報告書を参照。

日程	協議者	協議・調査内容
12月16日	山西省建築材料工業協会： 党部長	本 PoA の仕組みについて改めて協議、中央政府および市政府内での最近の組織再編・権限委譲等について情報交換を行った。
	中国建材地勘中心山西总队： 赵景勋总队長 ¹⁸	山西省セメント工場リストおよび基礎情報収集の協力を依頼した。
12月17日	山西吉港水泥有限公司：	廃熱回収発電設備導入に関する山西省の状況および設備導入に関するコスト・設備情報等の情報収集を行った。
	呂梁市環境保護局： 刘玉云局長 他4名 国家電網公司呂梁市供電分公司 客戶服務中心： 高客戶經理	セメント廃熱 CDM・PoA に関する環境保護局の考え方、および環境影響評価の実施について、また電力売買価格についての情報収集を行った。
12月18日	清華大学環境管理政策研究所：	中国における SO ₂ 、NO _x 等のコベネフ

¹⁸ 山西省發展改革委員会のセメント製造ライン建設にかかる審査員のひとり。

日程	協議者	協議・調査内容
	常抄所長	イット政策および統計データについて情報収集を行った。

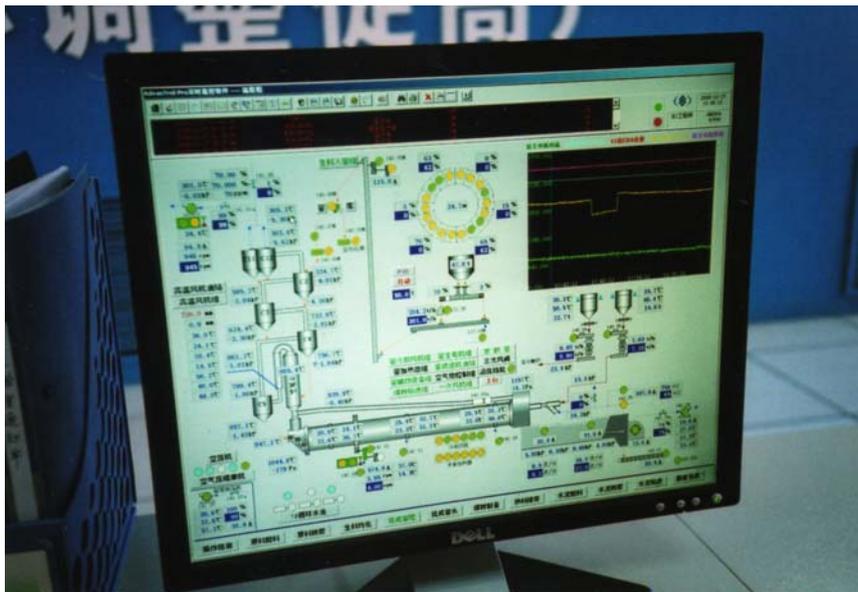


図 6 山西吉港水泥有限公司 (上) セメント工場、(下) 各種モニタリング画面



図 7 呂梁市環境保護局および国家電網公司との打合せ

<第 3 回現地調査>

2010 年 1 月下旬に第 3 回現地調査を実施した。結果概要を以下に示す。詳細は、別添の現地調査報告書を参照。

日程	協議者	協議・調査内容
1 月 27 日	清華大学： 為志洪教授 国家発展改革委員会： 米川副主任	中国における PoA の考え方について意見交換。
1 月 28 日	山西省建築材料工業協会： 顧俊忠副主任、他3名	本 PoA の仕組みおよび調整管理組織としての役割について改めて協議。また、CPA 候補企業一覧、山西省セメント廃熱のベースラインの考え方について意見交換。
	山西吉港水泥有限公司： 陳木文副總經理、何文生生産副總經理 他 10 名程度	廃熱回収発電設備導入に関する山西省の状況および設備導入に関するコスト・設備情報等の情報収集。
1 月 29 日	山西省発展改革委員会 循環經濟發展研究院： 余發斌副院長 呂梁市發展改革委員会 城環科： 辛懷宇科長 交城县政府： 孫善文県長、張孝文副県長、李	セメント廃熱 CDM・PoA に関する意見収集。

日程	協議者	協議・調査内容
	忠義副県長 交城県発展改革局: 張致春局長	



図 8 山西吉港水泥有限公司との打合せ



図 9 山西省発展改革委員会等との打合せ

2.3.2 調査課題に対する成果

<課題 1: PoA体制およびCPA候補プロジェクトの抽出の検討結果>

本調査が開始される以前（2009年4月）、調整管理組織である山西省建築材料工業協会主催の下、省内のセメント事業者を対象としたセミナーが開催されている。同セミナーは、山西省建築材料工業協会の CDM に対する理解深耕と PoA 体制の構築および CPA 候補プロジェクト事業者との関係強化を目的に実施したものである。具体的には、廃熱回収発電を含めたセメントセクタでの省エネ事業の解説とともに、みずほ情報総研より CDM についての解説を行った後、意見交換会を行った。

また、2009年9月および12月、2010年1月の現地調査では、山西省建築材料工業協会を訪問し、PoAの体制について解説・協議しキャパシティ・ビルディングを行った。

CPA 候補は、山西省内において山西省建築材料工業協会が管轄するセメント事業者のうち、廃熱回収発電設備の導入ポテンシャルがある45事業者である。本調査では、同候補事業者の情報を収集しリストを作成した。本調査結果に基づけば、計画段階のものも含めて設備導入規模330MWが想定されることが判明した。これは、9MWの廃熱回収発電導入で約44,00 tCO₂/年の排出削減規模であることから、約160万 tCO₂/年の削減ポテンシャルに相当する。

なお、中国政府（国家發展改革委員会）および清華大学との打合せでは、PoAにおける調整管理組織が満たすべき条件、およびPoA審査項目についてコメントを取得した。調整管理組織については、中国でCDMを統括するルールが原則民間企業を想定して策定されている（政府機関は想定外）ため、PoAにおける調整管理組織についても政府機関は認められない。¹⁹本ヒアリング後、本プロジェクトで調整管理組織である山西省建築材料工業協会に確認したところ、政府からの補助金ではなく民間資本で成り立っている民間企業であり、本件は問題ないとの回答を得ている。

PoA 審査項目についてのポイントは以下。

- ・ 明確なバウンダリ
- ・ CPA や調整管理組織の資格
- ・ 省エネプロジェクト（廃熱含む）の優先
- ・ 収益金の配分方法の明確化（調整管理組織→CPA 事業者）
- ・ EIA の実施
- ・ 調整管理組織の役割の明確化と遂行能力の証明

¹⁹ 本ルールは、中国における独自ルール。

プロジェクト種によって異なるものの、廃熱回収発電の場合、IRR や EIA は CPA レベルで記載すべきであり、ステークホルダーコメントは PoA レベルが良いとのこと。

<課題 2: ベースライン設定および追加性の立証の検討結果>

① ベースライン設定

CPA 候補プロジェクト事業者である山西吉港水泥有限公司および山西省建築材料工業協会へのヒアリングを通じて、ベースラインにおいて廃熱が大気放出されているとのコメントを取得した。

- ・ 廃熱回収発電を導入する法規制は存在しない。
- ・ 現在、山西省内で廃熱回収発電を導入・稼働しているのは、山西中条山新型建材有限公司 1 社のみ。同社は、国営企業であり財務的余裕があること、企業イメージアップに繋がると考えていることから廃熱回収発電を実施している。
- ・ 民間企業では智海セメントが導入したものの現時点では稼働させていない。導入の背景には、総経理が国内セミナー等で廃熱回収発電や廃棄物混合セメントなどを将来事業として考えたこと、O&M 費の改善効果を期待したこと等があった。しかし、売電価格の問題を設備導入後に認識したため、現在では稼働させていない。
- ・ したがって、山西省でのセメント廃熱に関し、大気放出をベースラインと考えるのが妥当。

さらに、中国政府（国家発展改革委員会）および清華大学にも同様のヒアリングを行い、以下の回答を取得した。

- ・ CDM EB において、中国でのセメント廃熱回収発電がベースラインであるかのような検討がなされているが、中国政府としてはそのような考えはない。
- ・ むしろ、省エネプロジェクトとして推奨したいプロジェクトの一つと考えている。

また、山西智海水泥有限公司が廃熱回収発電をすでに設備導入（ただし、未稼働）していたことが、追加性立証に与える影響について、以下のとおり分析を行った。まず、山西智海水泥有限公司による廃熱回収発電の導入の背景およびこれまでの経緯に関して、現地調査により判明した事実を整理する。

- ・ 総経理（山西智海水泥有限公司）が国内セミナー等で廃熱回収発電や廃棄物混合セメントなどを将来事業と考えたこと、O&M 費の改善効果を期待したこと等による。
- ・ しかし、グリッドとの交渉で調整がつかず、売電が不可能となったため、現在では稼働させていない。

これに関して、山西省でのセメント廃熱回収発電事業の追加性証明に与える影響については、以下により影響がないと判断する。

- (a) 山西吉港水泥有限公司へのヒアリングでは、廃熱回収発電に関する売電価格が 0.237 元/kWh とのことであった。しかし、今後新規に売買電交渉をする場合には、この単価でもグリッド側の条件に満たさないうえ、折り合う条件では採算性が悪いと想定している。
- (b) なお、売電価格が安価に設定されているのは、金融危機により需給バランスが崩れたからである。安価な売電価格はセメント事業者だけでなく、コークス事業者も同様に提示されている。山西省において、需要が拡大し電力供給不足が生じるような状況を想定することは当分困難で、従って CDM なしで廃熱回収発電を行うことは想定されない。
- (c) 中央政府は省政府に対して「自家発電事業者は自家発電分を売電しなくてよい」という内容の「管理意見」（義務ではない）を出すと見られている。ただし、本件は義務規制ではなく、あくまで自主的な取組を前提としている。廃熱回収発電事業者にとっては事業実現に向けた良い情報ではあるが、省政府およびグリッドにとっては電力の余剰分がさらに増えてしまうため、「管理意見」に沿った行動を取る可能性は極めて低い。従って、廃熱回収発電事業者が発電分を一端売電し、その後買い戻すという構造は変わらないため、当面は追加性の判断に影響を与えない。
- (d) 一方で、設備投資済みの事業者は既投資分を回収するよう努めるはずであり、山西智海水泥有限公司もそのように行動するとの考え方があり、同社は銀行融資を含め初期投資額を支払っているため、この状況に該当する。本事業を継続した場合の事業収益性（既支出初期投資額を含まない）を評価するとNPVで-5,413 万元²⁰となり、NPVがマイナスという状況のため、本事業を推進することは基本的にはないという結果となる。
- (e) しかし、設備投資を回収する方法は収益性に魅力のない廃熱回収発電事業の他にも存在する。山西智海水泥有限公司の場合、セメント生産の拡大などが該当する。

②追加性の立証

②-1 投資分析

本調査で CPA 候補とした山西吉港水泥有限公司から、第三者に依頼し作成された FSR を受領した。本調査では、これに基づき経済性分析を実施することで投資分析を行った。

第 2 回現地調査（2009 年 12 月）および第 3 回現地調査（2010 年 1 月）において、FSR での想定を変更すべきとコメントを受けているため、本調査では FSR から以下の変更を行

²⁰ 初期投資額：0 万元、売電価格：0 元/kWhと設定。グリッド側にとって廃熱回収発電事業者と売買電契約を締結するメリットがないのが現状のため、売電価格を 0 元/kWhと設定する。

った。

稼働時間： 冬季（約 2 ヶ月間）にセメント製造ラインを停止させるため、年間稼働時間は約 300 日（7,200 時間）である。（FSR 想定）年間稼働停止日数はその年の気象条件（気温等）によるものの、平均的には 2 ヶ月程度であり、発電量算定に当たっては当条件を採用する。ただし、これまでには最大で 4 ヶ月程度停止したこともあり、不確実性要因となる。

Operating Capacity： FSR では廃熱温度を 320℃として想定しているが、実際には 300℃程度までしか上昇しない。ヒアリング情報を基に、Operating Capacity を 8,203 kW から 7,383 kW へ 10% 低減させた。

表 8 収益性

	クレジット収益なし	クレジット収益あり
IRR	6.50%	11.44%

また、CDM EB での審査状況より、想定する電力価格の信憑性も問題となることが多いため、売電事業者（国家电网公司吕梁市供电分公司）を含めて売買に関わる双方の事業者からのヒアリング、さらに省内の様々な価格を決定・公表している物価局からの情報収集を行うことでさらなる信憑性向上に努めた。

②-2 一般慣行分析

セメント事業者（山西吉港水泥有限公司）および売電事業者（国家电网公司吕梁市供电分公司）へのヒアリングにより、廃熱回収発電に関して中国特有の仕組みがあることが判明した。

- ・ 廃熱回収発電量の一部（半分量～全量）は、発電事業者に売電する必要がある
- ・ 売電価格が非常に安価である

加えて、具体的な契約条件等について、セメント事業者および売電事業者の間で個々に交渉することが必要とされている。

廃熱回収発電を実施するセメント事業者にとっては、経済メリットが生まれにくい仕組みである。山西吉港水泥有限公司では、電網公司との交渉において売電価格 0.237 元/kWh、買電価格 0.5 元/kWh が提示されているが、他省では売電価格が 0.38 元/kWh であるなど、山西省での廃熱回収発電を進めるメリットが小さいことが判明した。

このような状況を生み出した原因としては、山西省において電力需給が逼迫していないことが理由として挙げられる（国家電網公司呂梁市供電分公司のコメント）。山西省では、昨今の金融危機等の影響を受け、電力需要が落ち込んでいるのに対し、供給電力が過剰気味である。国家電網公司は、供給電力量が落ち込むことを懸念し、上記の対策を採用しているとのことである。

山西吉港水泥有限公司によると、廃熱回収発電を検討中の事業者からの質問に対し、国家電網公司呂梁市供電分公司が契約締結に向けた交渉の意思を見せないため事業を実行できないとのコメントもあった。

これらの仕組み・国家電網公司呂梁市供電分公司の対応の問題により、山西省では、廃熱回収発電の普及に関してバリアがあると言わざるを得ない状況である。このような状況を克服する方策として CDM の活用が挙げられる。

表 9 売電価格^{21,22}

売電先	脱硫装置導入予定なし	脱硫装置導入予定あり
山西省神头第一发电厂 漳泽电厂	0.2803 元+0.01 元	0.2953+0.01 元
山西太一发电、太原第一热电厂、太原第二热电厂	0.2803 元+0.017 元	0.2953+0.017 元

<課題 3:コベネフィットの定量評価(調査中に判明した課題)の検討結果>

CDM プロジェクトにおけるコベネフィット効果の定量化に当たっては、CO₂ 排出削減量同様の考え方を踏襲するのが望ましいと考えられる。コベネフィット効果は将来にわたる環境影響（大気汚染等）の改善効果を定量化するものであるため、原単位にもそれを反映すべきとの考えに基づくものである。また、コベネフィット・アプローチが GHG 排出削減量と一体となって実現されることが想定されている以上、CDM における CO₂ の考え方と整合を図っていくべきであると考えられる。

ここでは、最新の機器（将来導入されるであろう機器）が環境性能の高いものであると仮定する。この場合、BM での排出原単位は OM より小さな原単位となり、環境影響（大気汚染等）の改善効果は小さく評価されることになる。

また、CDM プロジェクト等が行われる途上国においては、環境影響（大気汚染等）のデ

²¹ 2008 年数値：国家發展委員会の文件 发改价格[2008]1677 号 国家发展改革委关于提高华北电网电价的通知 <http://www.sdpc.gov.cn/zcfb/zcfbtz/2008tongzhi/t20080702_222220.htm>

²² 2009 年数値：国家發展委員会の文件 发改价格 [2009]2919 号 国家发展改革委关于提高华北电网电价的通知 <http://www.sdpc.gov.cn/zcfb/zcfbtz/2009tz/t20091120_314499.htm>

ータが網羅性・経年性、およびそれらのデータの入手可能性が懸念される場所である。本調査で行った現地調査（市環境保護局や国家電網公司呂梁市供電分公司）においても、データの有無および所在は不明とコメントを得ている。

これらの実情を踏まえ、本調査では、廃熱回収発電における大気汚染の改善効果について、より簡易な方法で定量化することを試みた。定量化は2段階に分けられ、第1段階は大気汚染物質排出量（および排出削減量）の定量化、第2段階は削減量の金銭価値化である。金銭価値化は統一指標を作成するために行う。詳細は第5章に記載するが、第1段階で「OM：実績値、BM：基準値（国家規準）、CM：OMとBMの平均」とすることで定量化し、第2段階ではLIMEの係数を活用することで定量化を実現した。

3 調査結果

3.1 PoA 適格性条件

CPA が本 PoA として認められるための適格性条件を設け、本調査における CPA での充足状況を以下に示す。

表 10 本 PoA 適格性条件

No	適格性条件	CPA
i	各 CPA は、地理的な境界として中国山西省の域内に立地するセメント工場で実施しなければならない。	本 CPA は中国山西省呂梁市文水県開柵鎮北峪口村に立地している。
ii	各 CPA は、ACM0012 “Consolidated baseline methodology for GHG emission reductions from waste energy recovery projects” Version 3.2 のベースラインおよびモニタリングの方法論を実施しなければならない。	本 CPA は ACM0012 “Consolidated baseline methodology for GHG emission reductions from waste energy recovery projects” Version 3.2 のベースラインおよびモニタリングの方法論を実施している。具体的には TableB.2.2 で説明する。
iii	調整管理組織は、各 CPA が、同一の地理的境界内において、個別の CDM プロジェクトとして登録されておらず、別の登録済み PoA にも含まれていないこと、並びにその CPA が当該 PoA に組み込まれることが申請されていることを確認しなければならない。	本 CPA は個別の CDM としても他 POA の部分としても登録されていない。A.4.1.2 で述べている会社名、プロジェクトサイト、地理位置(緯度、経度)などの情報は本プロジェクトが個別 CDM として登録されてないことを証明できる。また山西省では登録済み POA はまだ存在しないため、本プロジェクトが他 POA の部分になる可能性がない。
iv	各 CPA は、セメント工場の位置、セメント工場内の施設、クレジット期間開始・終了日に関して、明確な方法で特定・定義しなければならない。	<ul style="list-style-type: none"> ■ 位置: 本 CPA は中国山西省呂梁市文水県開柵鎮北峪口村に立地している。 ■ セメント工場内の施設: 2,500t/d x 2 基(既存および新設各 1 基) ■ クレジット期間開始: 01/01/2011 或いは登録日いずれかのうち遅い年月日 ■ クレジット終了日: クレジット期間開始から 10 年後
v	各 CPA に関して、リーケージ、追加性、ベースライン設定、ベースライン排出量が明確に定義されることを確保しなければならない。	<ul style="list-style-type: none"> ■ 本 CPA ではリーケージは特に存在しない。 ■ 追加性については B.3. で具体的に説明している。 ■ ベースラインではセメント工場から発生する廃熱はすべて大気中に放出され、セメント生産に必要な電力はすべて華北グリッドから購入した。 ■ ベースライン排出量は B.5.2 で計算している。
vi	各 CPA は、PoA への追加前に、調整管理組織および DOE の承認を受けなければならない。	本 CPA は調整管理組織である山西省建築材料工業協会と DOE の承認を受ける予定である。

3.2 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

3.2.1 方法論 ACM0012 適用条件

ACM0012 の適用条件および CPA での充足状況は以下の通り。

表 11 ACM0012 適用条件

No	適用条件	CPA での条件適合
i	プロジェクト活動が廃圧発電を前提とする場合は、廃圧による電力量が測定可能である必要がある。	本 CPA は廃熱発電で、廃圧は利用されない。
ii	プロジェクト活動により発電された電気は、工場施設内で利用されるか工場施設外に送電される。	本 CPA のプロジェクト活動により発電された電気は、工場施設内のみで利用される。
iii	プロジェクト活動により発電された電気は、グリッドに送られるか自家消費される。	プロジェクト活動により発電された電気は自家消費される。
iv	プロジェクト活動によるエネルギーは廃エネルギーが発生する工場施設のオーナーまたは工場施設の第三者(ESCO 等)によって発生させられる。	本 CPA の廃エネルギーはセメント工場施設内の AQC と SP から発生する。
v	廃エネルギーを発生する工場に対し、プロジェクトの実施前に化石燃料の使用を義務づけるような法規制がなされていない。	山西省ではセメント工場に対し、プロジェクトの実施前に化石燃料の使用を義務づけるような法規制がなされていない。
vi	方法論は新規施設、既存施設の両方に適用可能である。既存施設の場合方法論は既存の容量に対して適用される。施設容量の拡張が計画されている場合は拡張分は新規施設として扱われる。	本 CPA では 2500t/d のセメント製造ライン 2 基(既設・新規各 1 基)を対象としている。
vii	排出削減クレジットは廃エネルギー起源のエネルギーを発生させる側において計上される。	本 CPA の排出削減量はセメント工場側において計上される。
viii	プロジェクトにより発生したエネルギーが他の施設に送られる場合、受入側の施設はゼロエミッションエネルギーとして計上しないという公的な合意書がエネルギー発生側施設と受入側の間で必要となる。	本 CPA での発電量は自家消費に使われ、他の施設には送らない。
ix	プロジェクトバウンダリー内に含まれる施設およびエネルギー受容者に対して、排出削減クレジットは以下の短い方の期間に対してのみ主張することができる。	新規 2500t/d セメント製造ラインは 2011 年 1 月 1 日から稼動する予定である。セメント生産ラインは 20 年耐用年数を想定しているため、短いほうの 10 年間のクレジット期間を適応する。

No	適用条件	CPA での条件適合
	<ul style="list-style-type: none"> － 現在使用されている施設の残存耐用年数 － クレジット期間 	
x	施設の異常な稼働状況下における廃エネルギー（緊急時、シャットダウン時等）については計上されない。	本 CPA の発電は、セメント製造ラインからの廃熱だけを利用する。セメント製造ラインが異常であれば、廃熱の発生も異常な状況となり、発電量もそれに伴って変化する。発電量の変化により、施設の異常な稼働状況がわかる。本 CPA では施設の異常な稼働状況下における廃エネルギーについては計上されない。
xi	本方法論はシングルサイクル発電所（ガスタービン、ディーゼル発電等）の発電におけるガス/熱回収については適用されない。しかしながら、それらの発電所からの廃エネルギーを熱利用目的で使用する場合についてのみ方法論の適用を認める。	本 CPA はセメント工場からの廃熱を利用しており、シングルサイクル発電所からのガス/熱を利用しない。

3.2.2 ベースラインシナリオの同定

CPA のベースラインシナリオは、方法論 ACM0012（廃ガス・廃熱・廃圧の有効利用による GHG 排出削減のための統合方法論）のベースライン方法論に準拠する。本 PoA の存在なしでは活動が実施されなかったことを示すため、UNFCCC の追加性ツールとして、最新版の”Tool for the demonstration and assessment of Additionality”を用いる。

Step 1. Identification of alternatives to the project activity consistent with current laws and regulation

各 CPA についてのベースラインの候補は、方法論 ACM0012 Version 3.2 における「Identification of the baseline scenario」に沿って、次の各設備について定める。

Sub-Step 1a: Define the most plausible baseline scenario for the generation of heat and electricity using the following baseline options and combinations.

- 廃エネルギーが発生する産業設備
- エネルギーを発生させる設備
- エネルギーを消費する設備

廃エネルギーが発生する産業設備

サスペンションプレヒーター（SP：Suspension Preheater）および空気冷却器（AQC：Air Quenching Cooler）が該当する。方法論 ACM0012 Version 3.2 において準備している、現実的かつもっともらしい選択肢のうち、以下の W1（W2）に限定される。

- W1: WECM（Waste Energy Carrying Medium）が燃焼せずに直接大気中に排出される、廃熱が大気中に排出される、或いは廃圧が再利用されない。（WECM is directly vented to atmosphere without incineration or waste heat is released to the atmosphere or waste pressure energy is not utilized.）
- W2: 廃ガスは燃焼した後大気中に放出、或いは廃熱を大気中に放出する。（廃圧は利用しない。（WECM is released to the atmosphere (for example after incineration) or waste heat is released to the atmosphere or waste pressure energy is not utilized）

表 12 廃ガス・廃熱・廃圧の利用に関するベースライン

	廃ガス・廃熱・廃圧の利用（ベースライン）	本CPA
W1	WECM(Waste Energy Carrying Medium)が燃焼せずに直接大気中に排出される、廃熱が大気中に排出される、或いは廃圧が再利用されない。	廃熱を燃焼せず、直接大気中に放出するのは山西省のセメント業界における一般的な方法であり、蓋然性の高いベースラインシナリオとなり得る。
W2	廃ガスは燃焼した後大気中に放出、或いは廃熱を大気中に放出する。（廃圧は利用しない）	廃熱を燃焼せず、直接大気中に放出するのは山西省のセメント業界における一般的な方法であり、蓋然性の高いベースラインシナリオとなり得る。（W2はW1と同じなので、W2をW1に含ませて議論する。）
W3	廃ガス/廃熱をエネルギー源として売却する。	現地周辺域においては廃ガス/廃熱の需要はなく、現実的ではない。
W4	廃ガス/廃熱/廃圧を自家消費に利用する。	セメント工場での追加的な熱需要はなく、現実的ではない。
W5	廃ガスの一部は発電に使われ、残りは大気中に放出されるか、フレア処理される。	CPAは廃熱の利用であり、廃ガスは利用しない。
W6	工業施設内で発生した全ての排ガスが回収され、自家発電に使用される	CPAは廃熱の利用であり、廃ガスは利用しない。

エネルギーを発生させる設備

Steam Turbine Generator が該当する。方法論 ACM0012 Version 3.2 において準備している、現実的かつもっともらしい選択肢のうち、以下の P1 および P6 に限定される。

- P1: 本プロジェクトが、CDM プロジェクトとして実施されない。（Proposed project

activity not undertaken as a CDM project activity;)

P6: グリッド接続発電所 (Sourced Grid-connected power plants;)

表 13 発電に関するベースライン

	発電(ベースライン)	本CPA
P1	本プロジェクトはCDMプロジェクトとして実施されない	蓋然性の高い代替案となり得るが、事業として魅力がない。 (財務分析により証明)
P2	On-siteもしくはOff-siteの既存・新規化石燃料使用コジェネ	プロジェクトサイトには既存のコジェネ設備はなく、また中国では小規模(135MW未満)の石炭火力発電は承認されないため、現実的ではない。
P3	On-siteもしくはOff-siteの既存・新規再生可能エネルギー	プロジェクトサイト周辺には十分な資源がないこと、また再生可能エネルギー発電の発電単価が高いことから現実的ではない。
P4	On-siteもしくはOff-siteの既存・新規化石燃料使用自家発	同P2
P5	On-siteもしくはOff-siteの既存・新規再生可能エネルギーその他廃エネコジェネ	同P2
P6	グリッド接続	蓋然性の高い代替案となり得る。 (ベースライン)
P7	廃エネルギーを使用した自家発 (廃エネルギーを再利用する自家発プロジェクトの場合、当シナリオは提案プロジェクトよりも低効率の自家発とする。)	適応しない。 本プロジェクトでは純低温廃熱発電を検討しており、より低効率な低温廃熱発電技術は存在しない。
P8	廃エネルギーを使用したコジェネ (廃エネルギーを再利用するコジェネプロジェクトの場合、当シナリオは提案プロジェクトよりも低効率のコジェネとする。)	同P7
P9	既存の発電施設 (回収された排ガスの一部を使う自家発プロジェクトであり、当該プロジェクト導入以前に使われていた発電施設に、高効率かつ大規模工場を新設する、或いは高効率化により、外部送電のために発電する。既存施設における自家消費のための電力は現在グリッドから供給されている。)	既存の発電設備はなく現実的ではない。
P10	既存の発電施設 (回収された排ガスの一部を使う自家発プロジェクト、このプロジェクト導入以前に使われていた発電施設に、高効率かつ大規模工場を新設する、或いは既存施設の高効率化により、排ガス	既存の発電設備はなく現実的ではない。

	発電(ベースライン)	本CPA
	(既に使用した分と燃焼・排出された分)を再利用して、自家消費および外部送電のために発電する。)	
P11	既存の発電施設を維持しながら、グリッド接続発電所からも電力を追加的に需給する。	既存の発電設備はなく現実的ではない。

後述するとおり、本プロジェクトは CER 収益がなければ事業者にとって魅力的ではなく、P1 はベースラインから除外される。

エネルギーを消費する設備

Cement Clinker Production Line(s)が該当する。

3.2.3 プロジェクトバウンダリーの設定

地理的なプロジェクトバウンダリーには、セメント工場において廃熱を発生する設備 (サスペンション・プレヒーター・ボイラおよび AQC ボイラ)、発電設備 (蒸気タービン等)、補助的設備 (制御システム、水循環システム等)、変圧設備、さらに買売電を行うグリッド (華北電網) が含まれる。

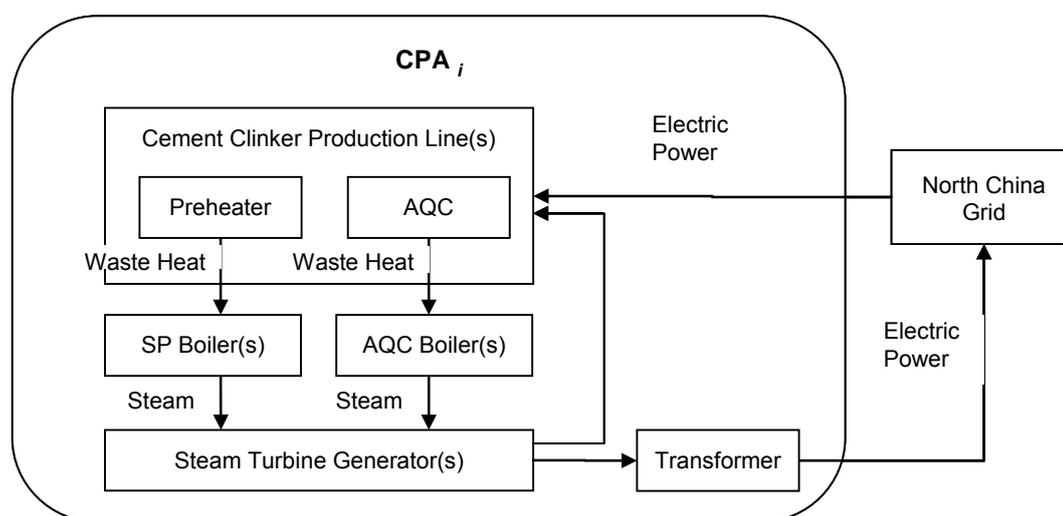


図 10 プロジェクトバウンダリー (廃熱回収発電システム)

3.2.4 ベースライン排出量の計算方法

$$BE_y = BE_{En,y} + BE_{flst,y}$$

Where:

BE_y = The total baseline emissions during the year y in tons of CO₂

$BE_{En,y}$ = The baseline emissions from energy generated by project activity during the year y in tons of CO₂

$BE_{flst,y}$ = Baseline emissions from steam generation, if any, using fossil fuel that would have been used for flaring the waste gas in absence of the project activity (tCO₂e per year), calculated as per equation 1c. This is relevant for those project activities where in the baseline steam is used to flare the waste gas

For the proposed project, $BE_{flst,y} = 0$.

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

For the proposed project, $BE_{En,y}$ is divided into two components.

$$BE_{En,y} = BE_{Elec,y} + BE_{Ther,y}$$

Where:

$BE_{Elec,y}$ = Baseline emissions from electricity during the year y in tons of CO₂

$BE_{Ther,y}$ = Baseline emissions from thermal energy (due to heat generation by element process) during the year y in tons of CO₂

For the proposed project, $BE_{Ther,y} = 0$.

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

According to ACM0012,

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

Where:

$BE_{elec,y}$ = Baseline emissions due to displacement of electricity during the year y in tons of CO₂.

$EG_{i,j,y}$ = The quantity of electricity supplied to the recipient j by generator, which in the absence of the project activity would have been sourced from ith source (i can be either grid or identified source) during the year y in MWh, and

$EF_{elec,i,j,y}$ = The CO₂ emission factor for the electricity source i (i=gr (grid) or i=is (identified source)), displaced due to the project activity, during the year y in

tons CO2/MWh

f_{wg} = Fraction of total electricity generated by the project activity using waste gas.
This fraction is 1 if the electricity generation is purely from use of waste gas.

NOTE: For project activity using waste pressure to generate electricity, electricity generated from waste pressure use should be measurable and this fraction is 1.

f_{wcm} = Energy that would have been produced in project y year using waste gas/heat generated in base year expressed as a fraction of total energy produced using waste gas in year y.

The ratio is 1 if the waste gas/heat/pressure generated in project year y is the same or less than that generated in the base year.

FSR では、設備（発電容量 9,000 kW）の Operating capacity を 8,203 kW としているが、実際の廃熱温度は FSR が想定する 320℃に満たず 300℃程度であるため、Operating capacity は 10%程度低減させる必要がある。ここから、設備内での電力消費量として 8%を差し引いた数値がネットの電力供給量となる。

$$EG_y = 8,203 \text{ kW} \times 7,200 \text{ h} \times 90\% \times 92\% = 48,903 \text{ MWh}$$

グリッドの排出係数は「Tool to calculate the emission factor for an electricity system」に基づいて計算する。

$$EF_y = w_{OM} \cdot EF_{OM,y} + w_{BM} \cdot EF_{BM,y}$$

Where:

$EF_{OM,y}$ = Operating margin CO₂ emission factor in year y (tCO₂/MWh)

$EF_{BM,y}$ = Build margin CO₂ emission factor in year y (tCO₂/MWh)

$w_{OM,y}$ = Weighting of operating margin emissions factor (%)

$w_{BM,y}$ = Weighting of building margin emissions factor (%)

2009年に公表された華北グリッドの排出係数は以下の通りである。

$$EF_{OM,y} = 1.0069 \text{ tCO}_2/\text{MWh}$$

$$EF_{BM,y} = 0.7802 \text{ tCO}_2/\text{MWh}$$

また、本プロジェクトは再生可能エネルギー利用の発電ではないため、OMおよびBMの割合は以下の通りとなる。

$$w_{OM} = 0.5$$

$$w_{BM} = 0.5$$

以上より算出される排出係数は、 $EF_y = 0.89355 \text{ tCO}_2/\text{MWh}$ となる。

本プロジェクトでは、純粋に廃熱のみで発電し、かつ廃熱発生量はベースラインから変動がないことから、 f_{wg} および f_{cap} は1である。

上記に基づき、ベースライン排出量を計算すると、

$$\begin{aligned} BE_{Elec,y} &= f_{cap} * f_{wcm} * \sum_j \sum_i (EG_{i,j,y} * EF_{Elec,i,j,y}) \\ &= 1 \times 1 \times 48,903 \text{ MWh/yr} \times 0.89355 \text{ tCO}_2/\text{MWh} \\ &= 43,697 \text{ tCO}_2/\text{yr} \end{aligned}$$

となる。

3.3 プロジェクト排出量・リーケージ排出量

セメント工場での廃熱回収発電では、廃熱を利用して発生させた蒸気でタービンを回転させ発電を行うため、追加的な化石燃料は使用しない。したがって、プロジェクト発生量およびリーケージ排出量は基本的には存在しない。

3.4 モニタリング計画

<PoAとしてのモニタリング計画>

調整管理組織は、DOE が個々の CPA に関して検証する方法を取る。

各 CPA では、ACM0012 “Consolidated baseline methodology for GHG emission reductions from waste energy recovery projects” Version 3.2 のモニタリング方法論に沿ってモニタリングを実施し、データの妥当性についてクロスチェックを行った上で、調整管理組織に定期的なデータ報告を行う。モニタリングを実施する単位期間は、全 CPA について同一とする。

調整管理組織では、DOE が各 CPA に関して検証 (verification) を実施できるよう、PoA に含まれる全 CPA について統合したモニタリングレポートを作成する。モニタリングレポートにおいては、PoA に含まれる個々の CPA に関して、一次的なモニタリングデータおよび CERs の計算を、透明性を確保した形で記述する。各 CPA に対応するデータ一式 (data-set) は、同じ PoA に含まれる他の CPA のデータ一式と完全に排他的であり、それによりダブルカウントは回避される。

このために、個々の CPA において収集・整備されたモニタリングデータは、調整管理組織が管理するプロジェクト・データベースに報告され、各 CPA および PoA 全体についての CERs の計算がなされる。一次的なモニタリングデータについては、個々の CPA に帰することができるようにデータ管理がなされる。

一次的なモニタリングデータの保管は各 CPA および調整管理組織において、一定期間行う。また、計算結果についても調整管理組織で一定期間保管し、特に CERs については、それが帰する各 CPA に対して、モニタリングレポート作成後にフィードバックとして伝える。

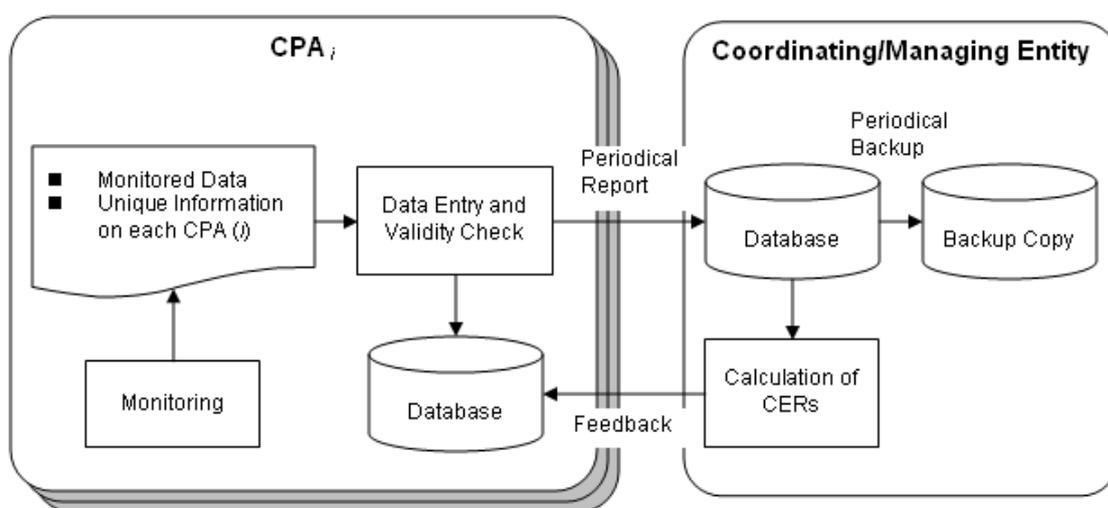


図 11 データ収集および保管手続

<CPAとしてのモニタリング計画(山西吉港水泥有限公司)>

プロジェクト事業者は、以下の方法によりモニタリングを行い、クレジット獲得期間中の排出削減量の確認に利用する。

①モニタリング組織

プロジェクト事業者はデータの収集、収集、管理、検証を担当する CDM チームを編成する。責任者であるチームリーダーは CDM 専門家によって技術的な訓練を行い、またサポートを受けることとする。

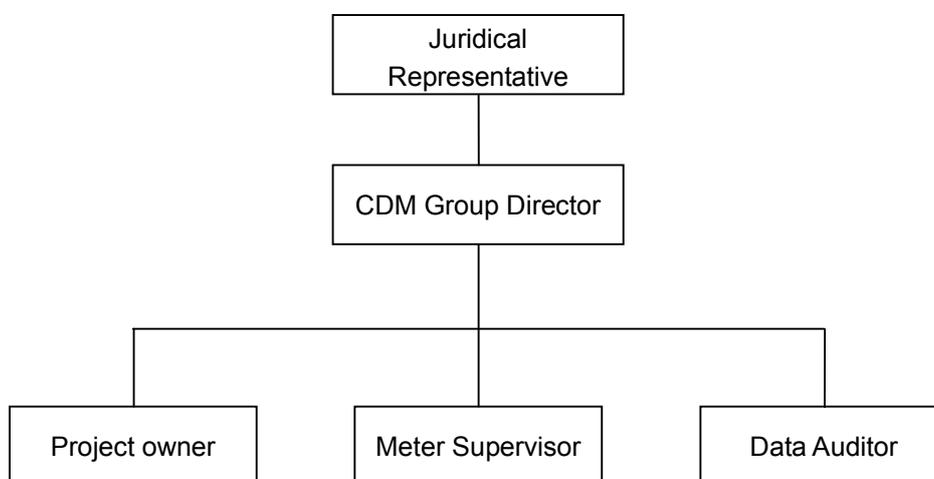


図 12 モニタリング組織

CDM Group Director:	CDM プロジェクトに関連する全作業の開発、運用、モニタリング、維持、コミュニケーションの責任者
Data Keeper:	モニタリングデータの記録および定期的なコンパイルの責任者
MeterSupervisor:	モニタリング・メーターの検査とメンテナンスの責任者で、第三者（グリッド）とともにメーターの点検を行う
Data Auditor:	モニタリングデータを監督する責任者で、第三者（グリッド）とともにデータの検証を行う

②モニタリングデータ

- ベースラインの排出係数は 2009 年華北グリッドの排出係数(国家發展改革委員会公表)を用いる。
- セメント生産ラインからの廃熱量は国家標準に従って測定する。
- 発電所の発電量はモニタリングによって測定する。

③モニタリング機器・設備

電力計は、「電力測定設備を取り扱うための技術的規制」(DL/T448-2000)に従い配置する。またプロジェクト実施前に、事業者とグリッドは、「電力測定設備を取り扱うための技術的規制」(DL/T448-2000)を参照し、電力計をチェックする。

本プロジェクトでは、下図の通り3つの電力計を設置する。M1は発電量、M2は所内電力使用量、M3は供電量を測る。M1(発電量)からM2(所内電力使用量)を引いた部分がM3(供電量)なので、M1とM2はクロスチェックの役割を果たす。

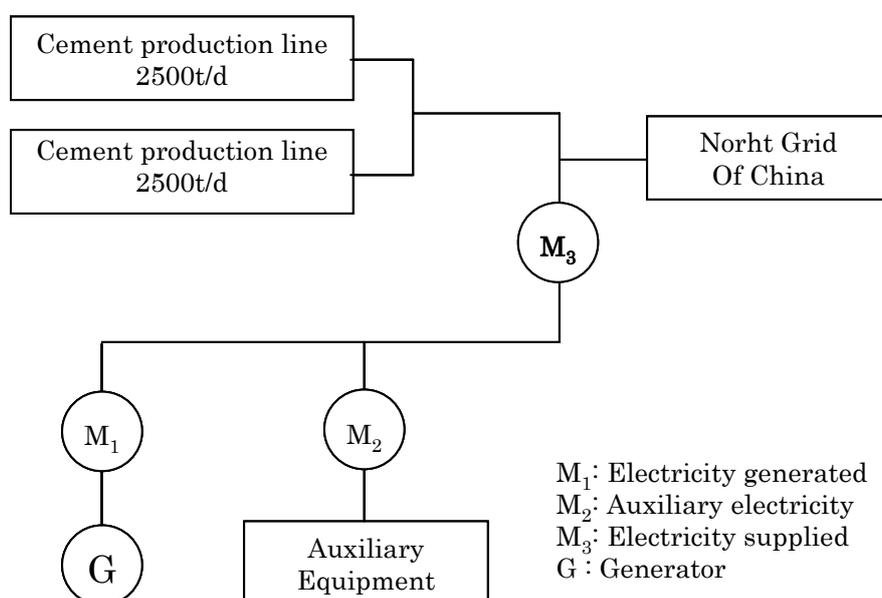


図 13 電力計の配置図

④データ収集

プロジェクト事業者は、毎日 M3 からデータを収集し、紙媒体および電子媒体で記録に残す。

⑤品質管理

電力計の点検と現場チェックは、山西省電力業界の標準と規則に従って実行される。プロジェクトオーナーとグリッドは同時に電力計の点検を行い、終了後電力計を封印する。一方が不在のとき、封印をとり電力計を修正することはできない。

⑥データ管理

CDM グループが取得・整備したモニタリングデータは、自ら紙媒体および電子媒体の形

式で定期的に保管する。

これらを、PoA の調整管理組織である山西省建築材料工業協会に定期的に提供し、山西省建築材料工業協会が定期的にモニタリングレポートを作成する。併せて、山西省建築材料工業協会は全 CPA から報告されたモニタリングデータのバックアップコピーを保管する（原則として2年間）。

DOE による検証（verification）への対応は、調整管理組織である山西省建築材料工業協会が実施するが、各 CPA のプロジェクト事業者は、要請に応じて、追加資料の提供および site visit への対応を行う。

3.5 温室効果ガス削減量

「3.2 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」「3.3 プロジェクト排出量・リーケージ排出量」から計算した温室効果ガス削減量は以下の通りである。

CPA 候補である山西吉港水泥有限公司は既に FSR を作成しており、それを基にパラメータを設定する。ただし、本 FSR は理想条件下で試算されているため、実際には以下を考慮する必要がある旨、現地調査時にコメントを取得している。（詳細は、現地調査報告書を参照）。

- 実際の廃熱温度は FSR が想定する 320°C に満たず 300°C 程度であるため、Operating capacity は 10% 程度低減させる必要がある。
- 冬季（約 2 ヶ月間）にセメント製造ラインを停止させるため、年間稼働時間は約 300 日である。年間稼働停止日数はその年の気象条件（気温等）によるものの、平均的には 2 ヶ月程度であり、発電量算定に当たっては当条件を採用する。ただし、これまでは最大で 4 ヶ月程度停止したこともあり、不確実性要因となる。

本現地調査結果を反映させ、本調査では下表のパラメータを用いる。

表 14 発電量（供電量）試算に用いるパラメータ

項目	FSR	本調査で用いるパラメータ
Installed Capacity	9,000 kW	同左
Operating Capacity	8,203 kW	7,383 kW
年間稼働時間	7,200 h	同左
発電量	59,062 MWh	53,155 MWh
所内率	8%	同左

項目	FSR	本調査で用いるパラメータ
供給量	54,337 MWh	48,903 MWh

なお、排出係数は発展改革委員会の華北電網についての公表値(2009/7/2 改正)を用いる。

OM (Operating Margin) = 1.0069 t-CO₂/MWh

BM (Build Margin) = 0.7802 t-CO₂/MWh

よって

CM (Combined Margin) = 0.89355 t-CO₂/MWh

従って、

ベースライン発電量 (発電量) = 48,903 MWh/年

CM (Combined Margin) = 0.89355 t-CO₂/MWh

ベースライン排出量 = 43,697 t-CO₂/年

表 15 温室効果ガス削減量

年	ベースライン排出量 (t-CO ₂ /年)	プロジェクト排出量 (t-CO ₂ /年)	リーケージ (t-CO ₂ /年)	削減量 (t-CO ₂ /年)
2011	37,143 ²³	0	0	37,143
2012	43,697	0	0	43,697
...
2020	43,697	0	0	43,697
合計	430,418	0	0	430,418

3.6 プロジェクト期間・クレジット獲得期間

<PoA>

プロジェクト期間：2011/1/1～2038/12/31 (28 年間)

CDM EB41 において示されたガイダンスに沿って、本 PoA 開始日を CDM EB によって登録されると見なされる日として選定した。各 CPA の実施が CDM EB のガイダンスにより定義される「real action」となるのは登録後である。それゆえ、登録日は本 PoA の開始

²³ FSRに基づき初年度は 85%の稼働とする。

日として適切であると見なされる。

<CPA(山西吉港水泥有限公司)>

プロジェクト期間：2011/1/1～2031/12/31（21年間）

クレジット獲得期間：2011/1/1～2020/12/31（10年間） or 登録日から10年間

クレジット獲得期間については、廃熱回収や電力需給に関する将来的な状況の変化を鑑みて、更新なしの固定10年間を想定する。実際のクレジット獲得期間の開始は、事業計画の進捗や有効化審査の進捗を勘案して柔軟に位置づけられている（当面、2011年初より開始）。また、プロジェクト開始日についても、CDM実施を前提とした事業実施の正式決定日・外部公表日、プロジェクトの主たる設備のための契約締結日等に左右されるものの、当面は2011年初を想定する。

3.7 環境影響・その他の間接影響

廃熱回収利用設備を導入する場合に求められるEIA（環境影響評価）は以下の通り。

- ・ PoA レベル（山西省のセメント業界）... 既設のセメント工場全体については、建設・運営開始前に、EIA 報告書の作成がなされており、追加的な評価は必要ない。
- ・ CPA レベル（個々の廃熱回収利用設備の導入）... 中国政府の取り決める「タイプ1」（EIA 報告書が必要）ではなく、より軽微な「タイプ2」として、個々に「EI Table」を準備する。但し、セメント生産ラインを新設する際に廃熱回収利用設備も併せて導入する場合には、同一のEIA 報告書において評価・提出する。

山西吉港水泥有限公司のFSRに示される環境影響分析の結果を以下に示す。

(1) 採用した標準

FSRで採用した標準は以下の通り。

表 16 環境影響に関する基準

基準名	コード
環境の空気質量標準	GB3095-1996
セメント工業の大気汚染物排出標準	GB4915-2004

基準名	コード
ボイラ大気汚染物の排出標準	GB13271-2001
工業企業工場域内の騒音標準	GB12348-1990
都市区域の環境騒音標準	GB3096-1993
排水の総合排出標準	GB8978-1996
地表水環境の質量標準	GB3838-2002

(2) 汚染源および環境保護対策

<大気汚染>

セメント生産ラインからの廃ガスには、粉塵、NO₂、SO₂等の大気汚染物質が含まれ、大気汚染の原因となっている。中国において新たに更新されたの「GB 13223-200xによる廃棄汚染物の排出基準」によると2010年1月1日以降に建設された山西省火力発電所の粉塵、NO₂、SO₂の排出標準は以下のとおりである。

表 17 新 GB による大気汚染物質の排出基準[mg/m³]

大気汚染物質	排出基準
粉塵	30
NO ₂	200
SO ₂	400

<廃水汚染>

本プロジェクトでは主に設備冷却水と生活廃水（少量）が生じる。これら廃水の汚染基準は下表に示すとおり。基準は「廃水の総合排出標準」（GB8978-1996）を用いる。

表 18 「廃水の総合排出標準」（GB8978-1996）の第一級標準

汚染物	実用範囲	一級標準
PH	すべての排出汚染単位	6~9
色の度合い(稀釈倍数)	すべての排出汚染単位	50
石油類	すべての排出汚染単位	5.0 mg/l
SS	その他排出汚染単位	70 mg/l
BOD ₅	その他排出汚染単位	20 mg/l
COD _{cr}	その他排出汚染単位	100 mg/l

本プロジェクトでは生活用水が循環的に使用されており、少量の廃水しか排出されない。なお、設備冷却水は処理合格承認を得た後、対外に排出され、生活廃水は生化処理の標準

達成後排出される。

＜騒音＞

本プロジェクトの騒音基準は以下に示すとおり。基準は「工業企業工場域内の騒音標準」(GB12348-1990)の第Ⅲ類標準を用いる。

表 19 「廃水の総合排出標準」(GB8978-1996)の第一級標準

類別	適応範囲	昼間 dB(A)	夜間 dB(A)
Ⅲ	工業区	65	55

＜緑化＞

緑化は汚染防止、気温、湿度の調節、気候改善、騒音低減などの面で大きい貢献がある。本プロジェクトでは工事中工場とその周辺の緑化を進める。

＜環境管理＞

本プロジェクト開始後、工場内の専門担当員が環境保護設備と労働安全管理を把握する。生産工場に環境保護管理担当者(兼務)を置き、専門担当員と共に仕事をするようにする。

3.8 利害関係者のコメント

ホスト国においては、省政府(規模によっては市政府、県政府等)が当局として事業を所管する。発展改革委員会が CDM について管理し、環境局が環境影響について管理する点については、中央政府とまったく同様である。

以下に、本 PoA プロジェクトに関し、政府関係者等から頂戴したコメントを整理する。

環境セミナー(2009年4月23日)

- 多くのセメント事業者より、廃熱回収・発電を CDM とすることにより、現在困難な事業の推進に資することを期待するコメントがあった。
- 山西省建築材料工業協会より、CDM 化および PoA での調整管理組織として協力するとのコメントがあった。

呂梁市環境保護局との意見交換会(2009年12月17日)

- 呂梁市では幾つかの CDM プロジェクトが開発段階にあるが、CDM EB に登録された案件は存在しない。
- 最近、国家経済発展改革委員（NDRC）主導の下、CDM 取引センター（北京）が創設された。しかし、実際には取引実績がなく、呂梁市にも開発が期待されているところ。
- 呂梁市環境保護局として、本 PoA プロジェクトを支持し、情報提供が必要であれば協力する。

国家発展改革委員会との意見交換会(2010年1月27日)

- 省エネプロジェクトは、中国政府が導入を目指しているプロジェクト種であり、本件に合致する廃熱回収プロジェクトは推奨する。
- また、これまでに中国内での PoA 案件はなく、一号案件として期待する。

山西省発展改革委員会等との意見交換会(2010年1月29日)

- 山西省では省エネを積極的に推奨しており、廃熱回収発電はそのうちのひとつと考えている。プログラム CDM という枠組を活用して、山西省内で廃熱回収発電を普及させる本プロジェクトを支持する。（山西省発展改革委員会 循環経済発展研究院 余發斌副院長）
- 廃熱回収発電は積極的に推進しており、CDM についても国家政策に基づき積極的に支援する。（呂梁市発展改革委員会 城環科 辛懷宇科長）
- 廃熱回収発電という推奨すべき省エネプロジェクトを、CDM を活用して普及させる本プロジェクトを積極的に支援する。本会合は、環境保護局、発展改革委員会など関連機関が参加したものであり、これを契機にプロジェクトが上手く進むことを期待する。（交城県政府 孫善文県長、張孝文副県長、李忠義副県長）
- 積極的に支援・協力する。（交城県発展改革局 張致春局長）

いずれも、CDM として本プロジェクトの推進を支持するもので、政府関係者からの修正・再検討等の要請はなかった。

3.9 プロジェクトの実施体制

本 PoA は、各 CPA を効率的に実施・管理するために、下表に含まれるような運用を行う。

表 20 プロジェクトの実施項目

運用項目	実施内容
セメント製造	<ul style="list-style-type: none"> - グリッドとの売買電契約 - 廃熱発生源(サスペンションプレヒーター(SP: Suspension Preheater)または空気冷却器(AQC: Air Quenching Cooler))の管理
廃熱回収・発電	<ul style="list-style-type: none"> - 廃熱回収・発電設備の導入 - 廃熱回収・発電の運用
PoA・CPA としての運用	<ul style="list-style-type: none"> - 調整管理組織と CPA サイトとの間の連絡・情報伝達 - CPA としての有効性審査(validation)対応 - 中国政府 DNA との連絡・情報伝達 - 削減クレジットと買い手との契約
排出削減量モニタリング	<ul style="list-style-type: none"> - 定期的なデータ収集およびモニタリング - モニタリングレポート作成および削減量に関する検証(verification)対応

(i) a record keeping system for each CPA under the PoA

各 CPA は、ACM0012 Version 3.2 において規定されるモニタリング方法論およびデータ保存方法に従う。調整管理組織は、各 CPA が以下の項目を含むデータを含め適切なデータを管理することを確認する。

- 各 CPA の地理的な立地場所
- セメント工場の名称、住所
- 廃熱回収利用設備の導入設備を特定できる情報
- 廃熱回収利用設備の諸元

調整管理組織は、各 CPA に関連する記録・データの管理に対する責任を負う。

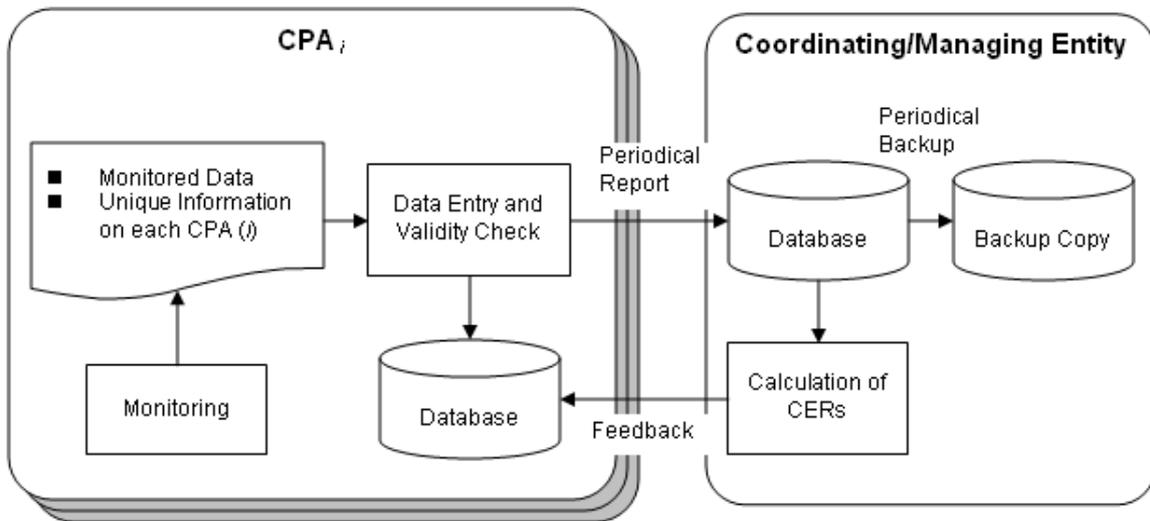


図 14 (再掲) データ収集および保管手続

- (ii) a system/procedure to avoid double accounting e.g. to avoid the case of including a new CPA that has been already registered either as CDM project activity or as a CPA of another PoA

新たなCPAを本PoAに登録する前に、調整管理組織はCDMのデータベース^{24,25}をチェックし、当該CPAが、既にCDMプロジェクトとして、または別のPoAに登録されていないことの確認を行う。この検索により、登録済みプロジェクト活動・PoA、登録申請中のプロジェクト活動・PoA、レビュー期間中のプロジェクト活動・PoA、レビューまたは修正要請が出されたプロジェクト活動・PoAをカバーできる。同一の検索を、PoAへのCPA追加に関する精査を行うDOEも実施する。

当該CPAが既にCDMプロジェクトとして、または別のPoAに登録されている場合、調整管理組織はPoAへの登録プロセスを中止する。また、当該CPAがCDMプロジェクトとして、または別のPoAに登録申請中、レビュー期間中、レビューまたは修正要請が出されているかの何れかであれば、調整管理組織はPoAへの登録を前に待機する。

- (iii) the provisions to ensure that those operating the CPA are aware and have agreed that their activity is being subscribed to the PoA

調整管理組織は、本PoAに含まれるすべてのCPAを特定し、発展し、登録し、管理す

²⁴ <http://cdm.unfccc.int/Projects/projsearch.html>

る責任を負う。すなわち、各 CPA は、その活動が本申請 PoA に登録されることを認識し、同意しなければならない。そのために、調整管理組織と各 CPA との間に、法的合意が必要がある。

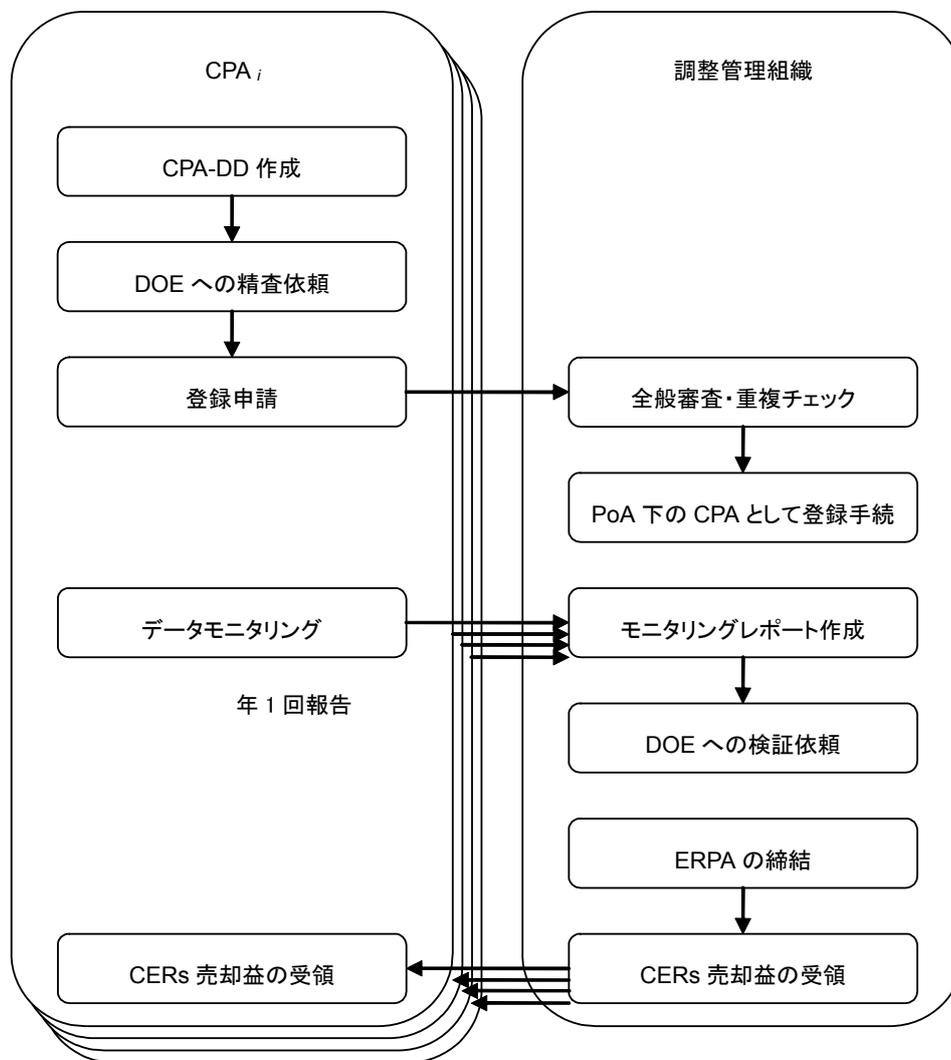


図 15 PoA および CPA 運用の役割分担

²⁵ <http://cdm.unfccc.int/ProgrammeOfActivities/index.html>

3.10 資金計画

本プロジェクトの必要資金総額は 6,785 万元であり、すべてを自己資金でまかなう予定である。

3.11 経済性分析

①経済指標

本プロジェクトの主な経済指標は以下の通りである。

表 21 経済指標

発電容量	9 MW
電力供給量	48,903 MWh
プロジェクト期間	21 年間
初期投資額	6,785 万元
年間 O&M 費用	525 万元
売電単価	0.237 元/kWh(excluding VAT) ■山西省ではセメント廃熱回収で発電する電気を自家消費に利用する場合、電力の安定供給のため、いったん電力をグリッドに売って、グリッドからより安定した電力を購入することになっている。 ■そのとき、グリッドへの売電価格は 0.237 元/kWh、グリッドからの買電価格は 0.41 元/kWh(excluding VAT)である。 ■背景には、山西省における電力の供給過多がある。事業者がグリッドを介さず自家消費する場合には、さらなる電力需要不足を招いてしまうことになるため、グリッドはその形式を認めていない。
法人所得税	25%
都市建設維持税	7%
教育付加税	3%
クレジット獲得期間	10 年
CERs 価格	8.5 Euro/tCO ₂ e (exchange rate of Euro and RMB is 1:10)

②事業収益性

本プロジェクトの IRR は、クレジットなしの場合では 6.50%、クレジットありの場合では 11.44%である。

表 22 (再掲) 収益性

	クレジット収益なし	クレジット収益あり
IRR	6.50%	11.44%

③感度分析

本プロジェクトでは、不確定要因として以下の財務指標を用いる。

- 初期投資額
- 年間 O&M 費用
- 電力単価

それぞれ-10%から 10%まで変動する場合の IRR は以下の通りである。

表 23 IRR の感度分析

財務指標	-10%	-5%	0%	5%	10%
初期投資額	7.82%	7.13%	6.50%	5.92%	5.38%
年間 O&M 費用	7.48%	6.99%	6.50%	5.98%	5.46%
電力単価	4.16%	5.36%	6.50%	7.60%	8.66%

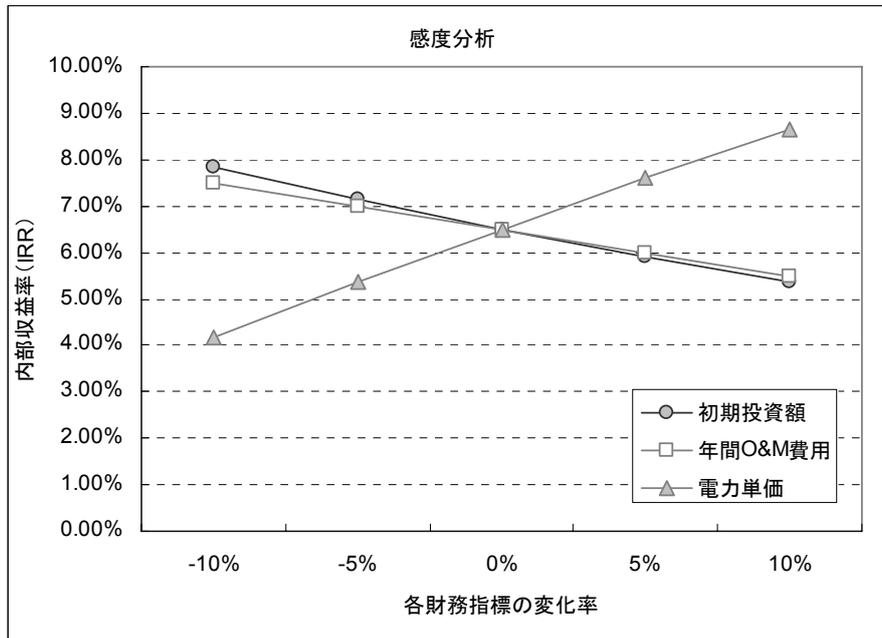


図 16 IRR の感度分析結果

④ベンチマークとの比較

中国セメント業界のベンチマークは11%である。(出典:国家発展改革委員会建設部の「建設項目経済評価方法と参数」第3版 2006年)

クレジットなしの場合の6.50%および感度分析でのIRRはいずれもベンチマークを超えないため、CDMなしでは本プロジェクトは収益率が低く、投資家にとって十分魅力的な事業とは見なされない。一方で、クレジットありの場合の11.44%は収益率が高く、魅力的な事業と考えることができる。

3.12 追加性の証明

追加性証明ツール（Ver05.2）に沿った証明フローは以下の通り。

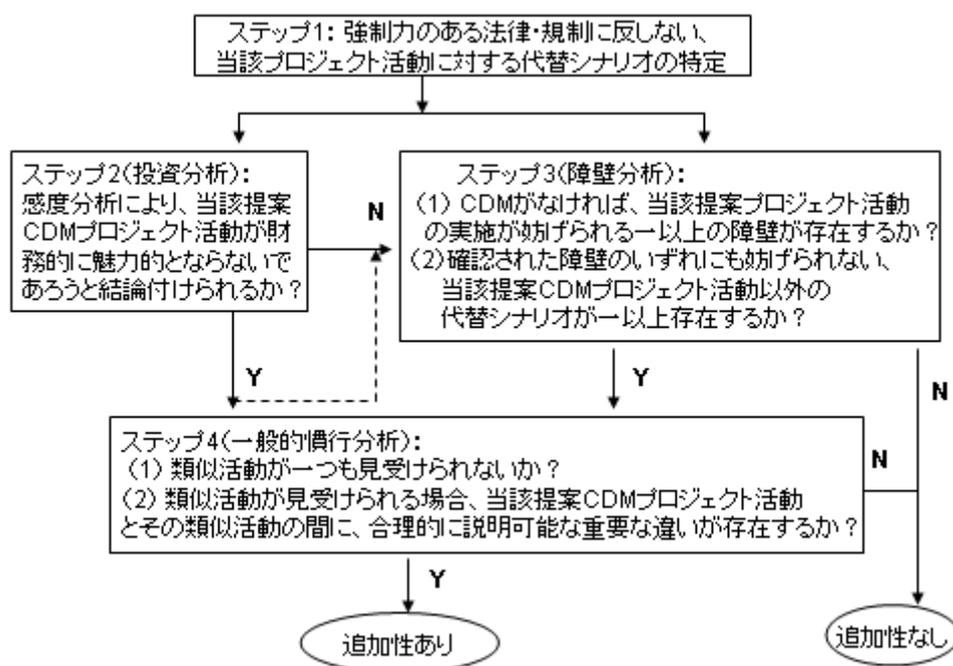


図 17 追加性証明のフロー

山西吉港水泥有限公司では主に step2（投資分析）を行う。投資分析は CPA である山西吉港水泥有限公司の結果を示し、一般慣行分析はバウンダリである山西省での状況について記載する。

Step2: 投資分析

Sub-step2a: 適切な分析方法の決定

投資分析の方法には、下表に示す 3 つのオプションが示されている。ここでは、ベースラインの状況等から「Benchmark Analysis (Option 3)」を適用する。

表 24 投資分析方法と適応条件

分析方法	適応条件	山西吉港水泥有限公司の場合
オプション 1 簡易費用分析	CDM 関連収入以外に財務的・経済的利益を生み出さな	プロジェクトがグリットから購入する電力の代替からコストを削減し経済収益を生み出

分析方法	適応条件	山西吉港水泥有限公司の場合
	い場合に適用する。	すため、単純なコスト分析は適応しない。
オプション IIー 投資比較分析	ベースラインの代替案とプロジェクト活動の財務指標を比較する場合に適応する。	ベースライン(廃熱未利用とグリットからの電力購入)では投資を行ってないので、投資比較分析が使われない。
オプション IIIー ベンチマーク分析	プロジェクト活動の収益性とベンチマークを比較する場合に適応する。	適応する。

Sub-step2b:Option III. Apply benchmark analysis (ベンチマーク分析の適用)

本プロジェクトで想定するPoAでは、原則社内で活用するベンチマーク指標を適用することとすることとしている。山西吉港水泥有限公司の場合、IRRによるベンチマーク指標をもっておらず、投資回収年による指標のみ持ち合わせている。²⁶したがって、本投資分析では、中国政府が公表しているセメント業界のproject IRRのベンチマーク 11%²⁷を適用する。

表 25 ベンチマーク選定の考え方

適応条件	吉港の適応可能性
独立の(財務)専門家による立証、または公開されている公式財務データによる立証がなされているような、民間投資・当該プロジェクトタイプを反映するための適切なリスクプレミアムによって増加する、国債利率。	適応しない。
比較可能なプロジェクトに関する銀行員の見解及び民間株式投資家・ファンドの必要収益に基づいた、資金調達コストと必要資本利益の推計(例:商業貸出金利、関連プロジェクト活動の実施国及びタイプに必要な最低保証金)。	適応しない。
当該プロジェクト活動がプロジェクト参加者によってのみ実施が可能となる特別な場合には、当該プロジェクト活動を実施する企業に固有の財務・経済的状况を考慮してもよい。特別な場合とは例えば、当該プロジェクト活動が既存の工程を更新したり、当該プロジェクトサイトで入手可能な資源(廃棄物)を売買せずに利用したりする場合。企業の内部ベンチマーク(当該企業の加重平均資本費用)は特別な場合のみ適応可能である。当該プロジェクト開発者は、そのベンチマークが過去に利用されていたも	適応しない。 山西吉港水泥有限公司はセメント生産が本業で、本検討事業(廃熱回収発電)に類似する条件下でプロジェクト活動を行っていない。ゆえに山西吉港水泥有限公司のプロジェクト開発者は、そのベンチマークが過去に利用されていたものと整合していることが証明できない。

²⁶ 初期投資額：6,785 万元、投資回収：4 年と想定した場合、IRRは 24.9% (この時の売電価格は 0.444 元/kWh)。

²⁷ 出所: Economic Assessment method and parameter of Construction Projects by SDPC and MOC, 3/7/2006

適応条件	吉港の適応可能性
のと整合していること(すなわち、同一企業が類似条件下で開発したプロジェクト活動で同一のベンチマークを利用していたこと)を証明すること。	
投資判断にベンチマークを用いる場合の、政府・公的機関が承認したベンチマーク。	適応可能。 2006年7月3日、中国国家発展改革委員会と建設部が「Economic Assessment method and parameter of Construction Projects by SDPC and MOC」発表し、業界別のベンチマークを設定している。
プロジェクト参加者が上記オプションの適用ができないことを証明し、その他の指標の正当性を適切に説明することができた場合には、その他の指標。	適応しない。

参考までに、中国をホスト国とするセメント廃熱回収発電プロジェクトのうち登録済み（ACM0012 適用プロジェクトに限定）の4件に関するベンチマーク適応状況を整理する。

表 26 ベンチマーク選定状況

登録番号	ベンチマーク設定機関	ベンチマーク値	当該ベンチマークが適応される理由
1878	Skipped	—	障壁分析を行うため、投資分析は行わない。
2701	Company	WACC = 15.58%	11%を適用せず、独自のベンチマーク(WACC)を採用している。 ベンチマークの計算式は以下。 WACC = After Tax Cost of Debt * (Total Debt / Total Capital) +Cost of Preferred equity * (Preferred Equity / Total Capital) +Cost of Equity * (Equity capital / Total Capital)
2095	Nation	Project IRR = 11%	「Economic Assessment method and parameter of Construction Projects by SDPC and MOC」では、「事業者が本業以外の他業界に投資を行う場合には、本業のベンチマークを適応しなければならない。」としている。山西吉港水泥有限公司はセメント生産を本業とし、発電プロジェクトの経験がない。ゆえにセメント業界のベンチマークである Project IRR= 11%を適応する。
2521	Nation	Project IRR = 11%	同上

Sub-step2c:Calculation and comparison of financial indicators (only applicable to option2 and3) (財務指標の計算および比較)

表 27 (再掲) 収益性

	クレジット収益なし	クレジット収益あり
IRR	6.50%	11.44%

Sub-step2d:Sensitivity analysis (only applicable to option2 and 3) (感度分析)

本プロジェクトでは、不確定要因として以下の財務指標を用いる。

- 初期投資額
- 年間 O&M 費用
- 電力単価

それぞれ-10%から 10%まで変動する場合の IRR は以下の通りである。

表 28 (再掲) IRR の感度分析

財務指標	-10%	-5%	0%	5%	10%
初期投資額	7.82%	7.13%	6.50%	5.92%	5.38%
年間 O&M 費用	7.48%	6.99%	6.50%	5.98%	5.46%
電力単価	4.16%	5.36%	6.50%	7.60%	8.66%

Step4:common practice analysis (一般的慣行の分析)

Sub-step 4a:Analyze other activities similar to the proposed project activity (提案されたプロジェクト活動に類似した他の活動の分析)

中国山西省内において、セメント会社への電力供給の一般的な方法は、グリッド（華北電網）からの購入である。プロジェクト活動に類似した活動は、セメント工場のサスペンションプレヒーター（SP：Suspension Preheater）または空気冷却器（AQC：Air Quenching Cooler）から発生する廃熱を発電目的で利用するプロジェクトと考えられる。

山西省では廃熱回収発電を導入する法規制は存在しない。現在、山西省内で廃熱回収発電を導入・稼動しているのは、山西中条山新型建材有限公司 1 社のみで、その他工場では廃熱はすべて大気中に放出され、電力はすべて華北電網から購

入する。

Sub-step4b:Discuss any similar option that are occurring (起こっている類似した選択肢に関する議論)

山西中条山新型建材有限公司は、国営企業であり財務的余裕があること、企業イメージアップに繋がると考えていることから廃熱回収発電を実施している。これは国営企業だからこそ実施可能なことであり、民間企業では採算性が悪いため、実施不可能である。したがって、山西省のセメント工場では廃熱はすべて大気中に放出され、電力はすべて華北電網から購入することをベースラインと考えるのが妥当である。

上述したように、本PoA下のCPA事業と類似する活動が存在する。しかし、同種のプロジェクトを行う一般的慣行は存在せず、また、本PoAの実施を促進するような、義務的な法規制は存在しない。既設の類似する活動に関しては、現在と異なる諸条件に基づき投資を決定したものである²⁸。

従って、同種のプロジェクトを実施するかどうかは、個々のCPA毎に、上記Step 2（投資分析）によって判断されることとなる。投資分析のための諸条件は常に変化している。

現在では、従来よりも、華北電網がセメント工場に提示する売買電契約の条件がセメント工場側にとって極めて厳しい。不況により山西省内で電力供給過剰の状態であり、廃熱回収発電の電力価格（山西吉港水泥有限公司→グリッド）を低く設定することで廃熱回収発電事業への投資魅力を抑制されている。そのため、既設の類似活動と比較して大きな障壁となっているとすることができる。

なお、投資分析に著しい影響を及ぼすグリッドとの売買契約について、その諸制約や単価等は山西省物価局が定めていることに留意すべきである。従って、一般的慣行分析は、同一グリッドの供給地域ではなく、山西省をバウンダリとして行うべきである。

3.13 事業化の見込み

CPA のモデルサイトとして想定している山西吉港水泥有限公司では、本調査の結果を勘案し、PoA化が有望な場合には事業化を前向きに検討するとしている。

ただし、山西省では電力が供給過多の状態にあり、グリッド側が廃熱回収発電を望んでおらず、売買電契約の交渉が進まないのも事実である。事業化を進めるためには、早期の

²⁸ 山西省建築材料工業協会へのヒアリングによる。

売買電契約締結が望まれる。

また、セメント廃熱回収発電プロジェクトは、その採算性等から BAU であるとの指摘があり、そのため国連登録が困難との見方がある。セメント廃熱回収発電に関しては、小規模プロジェクト（例えば、2,500 t/日以下等）を選択することにより、一般的に採算性が悪化することが想定されるため、まずは小規模化してプロジェクトを組成することも一考の余地がある。

4 (プレ)バリデーション

4.1 (プレ)バリデーションの概要

実施せず

4.2 DOEとのやりとりの経過

実施せず

5 コベネフィットに関する調査

5.1 背景

ここでは、本プロジェクトによるホスト国における公害防止について、現地ニーズ等を記載する。

(1) 環境影響評価

環境影響評価に関しては、国により定められたプロセスに沿い、各種環境基準を遵守するように実施しなければならない（第3章参照）。

(2) 大気環境

国家環境保護重点都市の大気質は明らかに改善されているが、一部の都市や工業地域の大气汚染は依然として深刻である。

2005年にモニタリングされた522都市のうち、大気質が1級基準を満たす都市は22(4.2%)、2級基準の都市は293(56.1%)、3級基準の都市は152(29.1%)、3級基準を満たしていない都市は55(10.6%)である。

また2005年に酸性雨のモニタリングがなされた全国696市・県のうち、酸性雨の影響を受けた都市は357(51.3%)であり、前年比で1.8%増加している。pH値に関しては、年平均5.6より低い都市の割合は0.7%増加、4.5より低い都市の割合は1.9%増加している。さらに、酸性雨の降水頻度が80%を超える都市の割合は2.8%増加している。

酸性雨被害は中国国内にとどまらず、日本を含め、国境を跨る被害をもたらすことが特徴的である。

(3) 地下水環境

地下水に関しては、全国主要都市と平原地区における水質状況は比較的安定しているが、一部の地域では悪化の傾向が継続している状況である。

5.2 ホスト国における環境汚染対策等効果の評価

「コベネフィット定量評価マニュアル 第 1.0 版」によると、大気質改善分野の評価において Tier2 又は Tier3 における評価方法を採用する場合、ベースラインおよびプロジェクトケースでの大気汚染物質の排出源における燃料消費量および燃料中汚染物質濃度のデータが必要となる。つまり、下式で削減量を評価することになる。

<ベースライン排出量>

$$BE_i = PELE \times EU_i$$

Where:

BE_i: 大気汚染物質iのベースライン排出量 [t-排出量/年]

PELE: プロジェクト発電量 [GWh/年]

EU_i: 大気汚染物質iの排出原単位 [t-排出量/GWh]

<プロジェクト排出量>

$$PE_i = 0$$

Where:

PE_i: 大気汚染物質iのプロジェクト排出量 [t-排出量/年]

<排出削減量>

$$RE_i = BE_i - PE_i$$

Where:

RE_i: 大気汚染物質iのプロジェクト排出削減量 [t-排出量/年]

本 PoA のように大気汚染物質量を間接的に削減する場合には、発生源である電網公司(華北グリッド)からの情報開示が必要であるが、国家電網公司呂梁供電分公司へのヒアリングでは、当該データが存在しない旨コメントを得ている。従って、本コベネフィット評価では、CO₂ 削減量の考え方同様に、発電所における SO₂、NO_x、煤塵の排出原単位を推計し、廃熱回収発電量からこれらの削減量を推計する。

石炭火力発電所から排出される大気汚染物質 (SO₂、NO_x、煤塵) を評価するため、各物質についての実態排出原単位を調査した。単位を活動量 (GWh) あたりとしているため、ベースラインおよびプロジェクトシナリオにおける発電量の差より、大気汚染物質を抑制した総量を求めることができる。なお、昨年度「中国・河北省におけるコークス炉ガスによる直接還元鉄製造 CDM 事業調査」(みずほ情報総研実施)においては、対応する原単位を、排出ガス量あたりの出口濃度基準 (mg/m³) としているが、本調査ではさらに実態値に近いものとしている。

原単位は以下の通りである。

表 29 石炭火力発電所からの大気汚染物質排出原単位 [t/GWh]²⁹

	1996年	2000年	2002年	2005年	2007年
SO ₂	10.4	8.15	6.11	8.03	4.67
NO _x	5.77 ^(注)	4.21	3.87	6.90	3.11
煤塵	8.21	2.84	2.01	3.35	1.10

(注)5.77 kg/t-coal であり、他と単位が異なる。

²⁹ 出所：1996年値<中国環境保護局科技標準司、火電場大気汚染物排放標準>、2000年および2002年値<中国石炭発電所脱硫及び脱硝技術の現状と発展（中国科協2004年学術年会電力分会場中国電機工程学会2004年学術年会論文集）>、2005年値<省エネ案件の省エネ量と削減量の計算及び価値分析（2009年第5期中国能源）>、2007年値<火力発電所大気汚染物排出標準編制説明>

<コベネフィット評価における排出原単位について>

CDM では、電力消費に関連する GHG 排出削減量の試算に活用する原単位に関して、特有の考え方を採用している。本 PoA で対象としている廃熱回収発電プロジェクトの場合、廃熱の有効利用によりグリッド側での発電量を抑制させることが可能となり、グリッドでの GHG 排出量が削減量を低減させることに繋がる。ここで、グリッドでの GHG 排出削減量は、下式で評価される。

$$\text{抑制された電力量(=廃熱回収発電量)[kWh]} \times \text{排出原単位[tCO}_2\text{/kWh]}$$

CDM EB では、ツール“Tool to calculate the emission factor for an electricity system”を用意し、排出原単位の算出方法について、詳細に定義している。この中で OM (Operating Margin)、BM (Build Margin)、CM (Combined Margin) と呼ばれる 3 の係数が定義されている。OM は、簡易 OM、簡易調整 OM、ディスパッチデータ分析 OM、平均 OM の中からいずれかを選択することになっており、データ入手可能性等から簡易 OM を用いることが多い。また、CM については、OM と BM の単純平均で計算している。

排出係数	概要
簡易 OM	<ul style="list-style-type: none"> low-cost/must run 発電所からの発電電力量が、直近の 5 年間の平均、もしくは水力発電の長期標準値で、グリッドにおける総発電電力量の 50%未満の場合にのみ、活用可能。 事前計算と事後計算の 2 つの選択肢がある。 <ol style="list-style-type: none"> 事前計算：過去 3 年間における総発電量の加重平均値 事後計算：プロジェクトによる発電が実施された年
BM	<ul style="list-style-type: none"> 以下の 2 つの選択肢のうち、年間発電量の大きい方を活用。 <ol style="list-style-type: none"> 直近に建設された 5 基の発電所 発電容量の追加分がグリッド全体の発電量の 20% を占めるような最近建設された発電所
CM	<ul style="list-style-type: none"> CM は OM と BM から下式で計算 $CM = OM \times W_{om} + BM \times W_{bm}, \quad W_{om} + W_{bm} = 1$ デフォルト値は以下と設定 $W_{om} = 0.5, W_{bm} = 0.5 \text{ (風力、太陽光以外)}$ $W_{om} = 0.75, W_{bm} = 0.25 \text{ (風力、太陽光)}$

<簡易 OM の算出式>

$$EF_{\text{grid,OMsimple},y} = \frac{\sum_{i,m} FC_{i,m,y} \cdot NCV_{i,y} \cdot EF_{\text{CO}_2,i,y}}{\sum_m EG_{m,y}} \quad (1)$$

Where:

- $EF_{\text{grid,OMsimple},y}$ = Simple operating margin CO₂ emission factor in year y (tCO₂/MWh)
 $FC_{i,m,y}$ = Amount of fossil fuel type i consumed by power plant / unit m in year y (mass or volume unit)
 $NCV_{i,y}$ = Net calorific value (energy content) of fossil fuel type i in year y (GJ / mass or volume unit)
 $EF_{\text{CO}_2,i,y}$ = CO₂ emission factor of fossil fuel type i in year y (tCO₂/GJ)
 $EG_{m,y}$ = Net electricity generated and delivered to the grid by power plant / unit m in year y (MWh)
 m = All power plants / units serving the grid in year y except low-cost / must-run power plants / units
 i = All fossil fuel types combusted in power plant / unit m in year y
 y = Either the three most recent years for which data is available at the time of submission of the CDM-PDD to the DOE for validation (ex ante option) or the applicable year during monitoring (ex post option), following the guidance on data vintage in step 2

<BM の算出式>

$$EF_{\text{grid,BM},y} = \frac{\sum_m EG_{m,y} \times EF_{\text{EL},m,y}}{\sum_m EG_{m,y}} \quad (12)$$

Where:

- $EF_{\text{grid,BM},y}$ = Build margin CO₂ emission factor in year y (tCO₂/MWh)
 $EG_{m,y}$ = Net quantity of electricity generated and delivered to the grid by power unit m in year y (MWh)
 $EF_{\text{EL},m,y}$ = CO₂ emission factor of power unit m in year y (tCO₂/MWh)
 m = Power units included in the build margin
 y = Most recent historical year for which power generation data is available

<CM の算出式>

$$EF_{\text{grid,CM},y} = EF_{\text{grid,OM},y} \times W_{\text{OM}} + EF_{\text{grid,BM},y} \times W_{\text{BM}} \quad (13)$$

Where:

- $EF_{\text{grid,BM},y}$ = Build margin CO₂ emission factor in year y (tCO₂/MWh)
 $EF_{\text{grid,OM},y}$ = Operating margin CO₂ emission factor in year y (tCO₂/MWh)
 W_{OM} = Weighting of operating margin emissions factor (%)
 W_{BM} = Weighting of build margin emissions factor (%)

上記定義から、OM：現在の排出原単位、BM：将来の排出原単位、であること概略的に見て取れる。これは、CDM で計算している GHG 排出削減量が将来の見込みであることを反映したものである。

コベネフィット評価に関しては、多くの場合 OM の考え方での原単位が想定されている。SO₂ や NO_x の削減量推計においても、将来の原単位が経年変化することが明らかな場合には、CDM 同様に CM での推計が好ましいとも言える。

上表（表 29）で示した排出原単位は、言わばOMでの排出係数である。CDM同様にBMを推計するためには、最近建設された発電所でのSO₂、NO_x排出実績を調査する必要がある。

本調査での現地調査時に呂梁市環境保護局や国家电网公司呂梁供電分公司にヒアリングした結果、廃熱回収発電設備導入により発電事業者の発電量・燃料輸送時のSO₂、NO_x、煤塵の排出が抑制されることが理想的には想像されるが、定量化は困難との回答を得ている。そこで、本 PoA のコベネフィット評価においては、中華人民共和国国家標準 Emission standard of air pollutants for thermal power plants (GB 13223-200x) で規定される予定の基準値をBMとして用いることとする。本GBは、火力発電所に関して各種大気汚染物質の基準値を定めるものであり、2003年GB (GB 13223-2003) を代替するものである。

当基準は、3つの異なる時期に建設された（される予定の）火力発電所について、異なる基準値を設定している。下表では、第1時期：2003年12月31日以前、第2時期：2004年1月1日～2009年12月31日、第3時期：2010年1月1日以降に建設された火力発電所を対象としている。

表 30 新GBによる煤塵の排出基準 [mg/m³]

発電所建設時期 適応時期	第1時期		第2時期		第3時期
	2010年 1月1日	2015年 1月1日	2010年 1月1日	2015年 1月1日	2010年 1月1日
石炭ボイラ	50 100 ¹⁾ 200 ²⁾	50 100 ²⁾	50 100 ¹⁾ 200 ²⁾	30 100 ²⁾	30 100 ²⁾
燃油ボイラ及びガスタービン	50 100 ³⁾	50	50	30	30
ガスボイラ及びガスタービン	5 50 ⁴⁾	5 30 ⁴⁾	5 50 ⁴⁾	5 30 ⁴⁾	5 30 ⁴⁾

注：1) 2004年1月1日以前に環境影響評価報告書が承認された脱硫機組及び石炭中の硫酸の分量が0.5%より少ない坑口発電所ボイラに適用

2) 1996年12月31日以前に建設、あるいは環境影響評価報告書が承認された火力発電ボイラ及び石炭脈石を主燃料としている資源総合利用の火力発電ボイラに適用

3) 石炭脈石を主燃料としている資源総合利用の火力発電ボイラに適用

4) 高炉ガスボイラーに適用

表 31 新GBによるSO₂の排出基準

発電所建設時期	第1時期		第2時期		第3時期
	2010年 1月1日	2015年 1月1日	2010年 1月1日	2015年 1月1日	2010年 1月1日
石炭ボイラ	400 1,200 ¹⁾	200 400 ²⁾ 800 ³⁾	400 800 ⁴⁾ 1,200 ²⁾	200 400 ⁴⁾	200 400 ⁴⁾
燃油ボイラ及びガスタービン	35 200 ⁵⁾	35 200 ⁵⁾	35 200 ⁵⁾	35 200 ⁵⁾	35 200 ⁵⁾
ガスボイラ及びガスタービン	400 1,200 ¹⁾	200 400 ²⁾ 800 ³⁾	400 800 ⁴⁾ 1,200 ²⁾	200 400 ⁴⁾	200 400 ⁴⁾

- 注：1) 1996年12月31日以前に建設、あるいは環境影響評価報告書が承認された火力発電ボイラの平均値；石炭中の硫酸の分量が0.5%より少ない坑口発電所ボイラに適用
2) 石炭中の硫酸の分量が0.5%より少ない坑口発電所ボイラに適用
3) 1996年12月31日以前に建設、あるいは環境影響評価報告書が承認された火力発電ボイラの平均値
4) 石炭脈石を主燃料としている資源総合利用の火力発電ボイラに適用
5) 高炉ガスボイラに適用

表 32 新 GB による NOx の排出基準

発電所建設時期		第1時期		第2時期		第3時期
適用時期		2010年 1月1日	2015年 1月1日	2010年 1月1日	2015年 1月1日	2010年 1月1日
石炭ボイラ	$V_{daf} < 10\%$	1,300	重点地域： 200 その他地 域：400 ¹⁾	1,100	重点地域： 200 その他地 域：400	重点地域： 200 その他地 域： 400
	$10\% \leq V_{daf} \leq 20\%$	1,100		650		
	$20\% < V_{daf}$	650		450		
燃油ボイラ及びガスタービン	天然ガス	200	150	200	150	150
	燃油及びその他気体燃料	400 650 ²⁾	200	200 ²⁾ 400	200	200
ガスボイラ及びガスタービン	天然ガス		80	80	50	50
	燃油及びその他気体燃料		150	150	120	120

- 注：1) この制限値は第1時期における火力発電ボイラの平均値である
2) 1996年12月31日以前に建設、あるいは環境影響評価報告書が承認された燃油ボイ

ラに適応

以上より、本調査においてコベネフィットの定量評価をする際に用いる原単位を以下とする。OM は、2007 年実績値、BM は規制値とし、CM は両者の平均値とする。ここで、

表 33 大気汚染物質の排出係数

	OM	BM ^{30,31}	CM
SO ₂	4.67 t/GWh	200 mg/m ³ ⇒ 0.25 t/GWh	2.46 t/GWh
NO _x	3.11 t/GWh	400 mg/m ³ ⇒ 0.50 t/GWh	1.81 t/GWh
煤塵	1.10 t/GWh	30 mg/m ³ ⇒ 0.04 t/GWh	0.57 t/GWh

上記排出係数に、本調査で対象とした山西吉港水泥有限公司での廃熱回収発電供給量を乗じることで、大気汚染物質の削減量を評価することが可能となる。

表 34 大気汚染物質排出削減量

	大気汚染物質排出削減量		差 (CM-OM)
	OM の場合	CM の場合	
SO ₂	186 t/年	98 t/年	▲88 t/年
NO _x	124 t/年	72 t/年	▲52 t/年
煤塵	44 t/年	23 t/年	▲21 t/年

5.3 コベネフィット指標の提案

環境負荷量そのものだけでなく、その低減によって、環境外部コストの低減を図ることが可能であり、それがコベネフィット指標となりうる。本調査では、日本版被害算定型影響評価手法（LIME：Life-cycle Impact assessment Method based on Endpoint modeling、産業技

³⁰ 「火力発電排煙標準説明」によれば、米国の排出基準の説明に関連して 0.516 g/MJ = 1,480 mg/m³ との記載があるため、本データを基に 1 mg/m³ = 1,255,135 mg/GWhとして換算した。

³¹ 日本の石炭火力発電所では、SO₂：0.256 t/GWh、NO_x：0.257 t/GWh、煤塵：0.009 t/GWhとのデータがある。

術総合研究所と国の LCA プロジェクトの連携により公表) を用いて、環境負荷のダメージ回避の WTP (Willingness to Pay) によるダメージ軽減の貨幣換算効果を試算する。なお、貨幣換算値はあくまで日本における受容のレベルを示すものである。

(1) 外部コスト評価の背景

環境資源(森林、河川の海産資源や汚染許容量など)は一般に価値のつかない価値物(誰でも自由に使える財)であるため、「外部性」及び「価値付けが不可能(困難)」との事由から市場価値に反映されていない。このため、市場では環境資源(森林、魚資源、河川の浄化能力等)の枯渇に対し十分な機能を果たしていないのが現状であり、供給サイドからみれば市場の欠陥は明らかである。一般的には、以下に示すような事由から市場は環境保護者およびそれに対する投資者に対して機能不全の状態にある。

市場の欠陥

天然資源や環境の非効率的な使用や管理不備に対して、市場はほとんどの場合機能不全であるか完全に機能していない。このため、市場価格が天然資源利用の社会的なコストや便益を正確に反映することができない。すなわち、市場は価格メカニズムにより天然資源や環境資源の管理、効率的使用及び保護に対する適切なインセンティブを与えることができない。

市場が機能しない事象

- ・ 外部性
- ・ 価値付けが不可能な資産
- ・ 公共財
- ・ 取引費用
- ・ 無知及び不確実さ
- ・ 不可逆性

外部性とは「ある行動がその実施者によって考慮されなかった第三者に対して及ぼす影響」と定義される。例えば、飲料水や入浴のために利用される河川に排水を垂れ流す企業は、周辺環境や住民に悪影響や被害をもたらすが、これらの影響は企業の財務には反映されないものである。このことは、市場は外部性に関わるコスト企業に認知させず、反社会的行動を抑制するためのインセンティブを与えていない、と言い換えることができる。このような外部性は、認知されないが故、無意識に発生することもまあり、外部性の抑制のため政策担当者が果たすべき役割とは、外部性の内部化(外部性を引き起こした当事者に他者が被った被害コストを負担させること)である。

(2) 環境外部コスト評価の方法

日本においては、1970年代の公害訴訟の頻発とそれを受けた環境政策法体系の整備のなかで、環境外部性を評価するための試みがなされてきている。

近年では、LCA（ライフサイクルアセスメント）におけるトータルコストの概念から外部コストの内部化に関する検討が行われ、1つの成果として2003年に日本版被害算定形影響評価手法（LIME：Life-cycle Impact assessment Method based on Endpoint modeling）が産業技術総合研究所と国のLCAプロジェクトの連携により公表されている。統合化指標値算定に用いる貨幣価値に関しては、環境負荷のダメージ回避のWTP（Willingness to Pay）によりダメージを貨幣換算している。

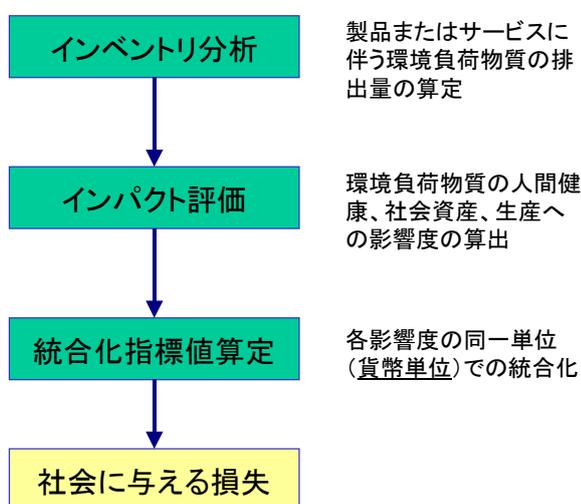


図 18 LIME の評価フロー

表 35 LIME での貨幣換算統合化係数 [円/kg]

	排出源	人間健康	社会資産	統合化係数	
地球温暖化	CO2	1.19	0.55	1.74	
	CH4	27.35	16.91	44.26	
	N2O	352.00	217.61	569.61	
都市域大気汚染	NOx	点源	141.22	-	141.22
		線源	197.18	-	197.18
	SO2	1,014.73	-	1,014.73	
	PM2.5	点源	4,031.57	-	4,031.57
		線源	18,247.10	-	18,247.10
	PM10	点源	2,449.70	-	2,449.70
		線源	11,087.51	-	11,087.51

LIME の換算係数は日本の地域性が反映されたものであり、日本での被害係数としての利用を目的としている。従って、本方法を中国において適用する場合、WTP 上の価値が日本と同様であると見なすことが前提となる。

これらの単価（換算係数）は、単位量（1 kg）の排出物質を削減するために支払ってもよいと考える金額（WTP：Willingness to Pay）であり、それぞれの排出物質に晒される住民にとっての削減の価値を示す指標となる。

表 36 LIME での貨幣換算統合化係数

排出物質	換算係数（円/kg）
CO2	1.74
NOx	141.22
SO2	1,014.73

(3) 環境外部コスト評価の試算結果

以上により、本プロジェクトのコベネフィット指標として、大気汚染物質（SO2、NOx）の削減による環境外部コストを評価する。

結果、SO2 については 12,207 万円/年、NOx については 1,250 万円/年、CO2 については 7,603 万円/年と試算される。CO2 だけの環境外部コストに大気汚染物質の影響を加味す

ると、その効果は約 3 倍にもなることが分かる。特に、SO₂ の削減効果が大きく、石炭消費の多い山西省における SO₂ 削減の効果が大きいことが示された。

これらのコストは、それぞれの排出物質に晒される住民にとって削減してもらいたいと考える程度を示すものである。従って、本評価においては、特に SO₂ および CO₂ の削減により、住民の受苦の量が低減される（あるいは、環境意識が充足される）ことを読みとることができる。

但し、これは日本社会における住民であれば、排出削減効果を得るために支払うと想定される金銭価値であり、本調査において排出削減のベネフィットを得る住民とは異なっていることに留意しなければならない。

表 37 本プロジェクトによる環境外部コスト

排出物質	廃熱回収発電量(GWh/年)	排出原単位(t/GWh)	大気汚染物質排出削減量(t/年)	換算係数(円/kg)	環境外部コスト(万円/年)
SO ₂	48.903	2.46	120.30	1,014.73	12,207
NO _x		1.81	88.51	141.22	1,250
煤煙		0.57	27.87	-	-
CO ₂		893.55	43,697.28	1.74	7,603
合計					21,061

6 持続可能な開発への貢献に関する調査

なし