

平成 21 年度 CDM/JI 実現可能性調査 報告書 概要版

調査名

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

団体名

みずほ情報総研株式会社

調査実施体制

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

1. プロジェクトの概要

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。

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 2,500 t/d x 1 基と新設予定の 2,500 t/d x 1 基に合計 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。

適用方法論

ACM0012

2. 調査の内容

(1) 調査課題

<課題1: PoA体制およびCPA候補プロジェクトの抽出>

- ・ 調整管理組織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山西省建築材料工業協会を想定し、当協会の理解深耕を促進する。
- ・ 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、候補企業の情報収集が必要である。

<課題2: ベースライン設定および追加性の立証>

- ・ 本 PoA での活用する承認済み方法論 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。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 候補プロジェクトに関してベースラインで廃熱が大気放出されていることを十分なエビデンスを以って立証する必要がある。
- ・ 追加性については、投資分析、一般慣行分析による立証が必要である。投資分析は、CPA 候補プロジェクト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必要がある。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際し、廃熱回収発電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-SO_x/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) 調査内容

<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。

日程	協議者	協議・調査内容
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 ¹	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： 陳木文副総経理、何文生生産副総経理 他3名	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： 常杪所長	中国における SO ₂ 、NO _x 等のコベネフィット政策および統計データについて情報収集を行った。

<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 国家發展改革委員会： 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

¹ 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
		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： 陳木文副総経理、何文生生産副総経理 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 循環経済発展研究院： 余発斌副院長 呂梁市発展改革委員会 城環科： 辛懷宇科長 交城県政府： 孫善文県長、張孝文副県長、李忠義副県長 交城県発展改革局： 張致春局長	セメント廃熱 CDM・PoA に関する意見収集。

<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）に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にセミナーを開催している。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、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 330 MW が想定されることが判明した。これは、9 MW 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（国家発展改革委員会）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。²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。

² 本ルールは、中国における独自ルール。

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

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 レベルで良いとのこと。

<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³ 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

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。

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。⁴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%⁵を適用する。

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

³ 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。

⁴ 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）。

⁵ 出所：Economic Assessment method and parameter of Construction Projects by SDPC and MOC, 3/7/2006

動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ヵ月程度であり、発電量算定に当たっては当条件を採用する。ただし、これまでに最大で4ヵ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℃程度である。ヒアリング情報を基に、Operating Capacityを8,203kWから7,383kWへ10%低減させた。

表 1 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%

CDM EBでの審査状況から想定した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。

- ・ 廃熱回収発電の一部は、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

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、電網会社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。

このような状況については、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（国家电网公司吕梁市供电分公司的コメント）。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、国家电网公司吕梁市供电分公司が回答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・国家电网公司吕梁市供电分公司的対応の問題により、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ず、一般慣行はない状況である。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。このことは、投資分析に反映されている。

現在、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。

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している。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。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。

<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。

なお、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ところである。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电分公司）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。具体的には、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. CDM プロジェクト実施に向けた調査結果

(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

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、現実的の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.）

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、現実的の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;）

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。

(2) プロジェクト排出量

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) 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。

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。

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。

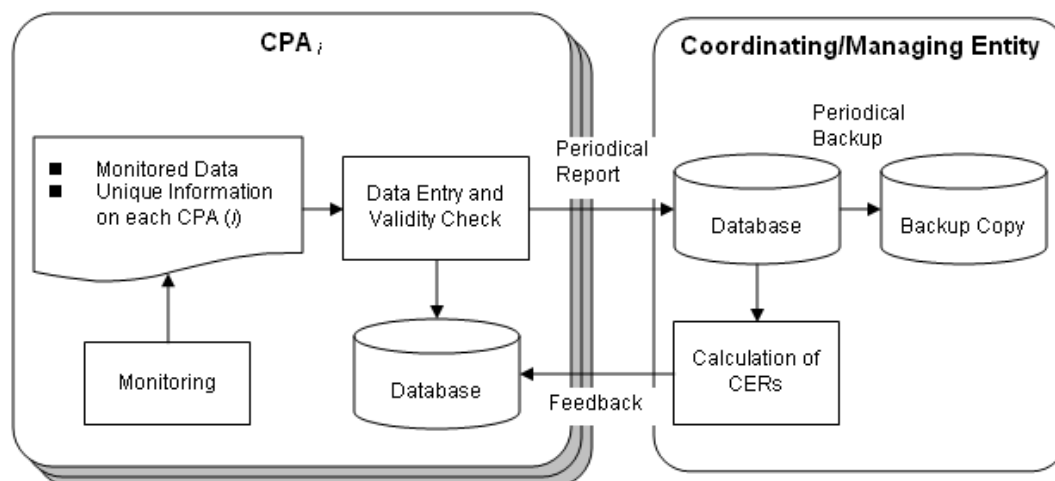
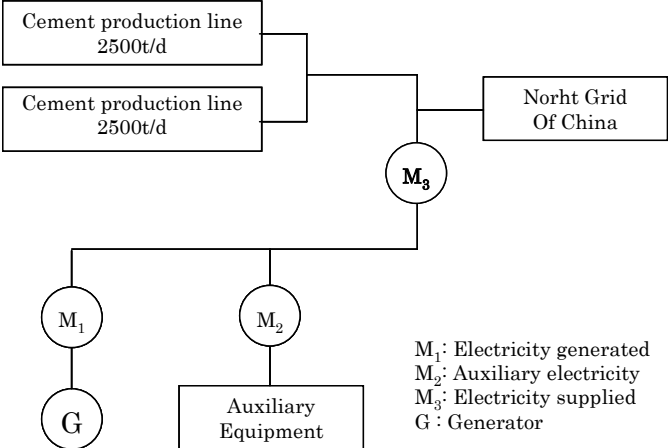


図 1 データ収集および保管手続

<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。

表 2 モニタリング計画

①モニタリング組織	<ul style="list-style-type: none"> 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。
②モニタリングデータ	<ul style="list-style-type: none"> ベースラインの排出係数は 2009 年華北グリットの排出係数（国家発展改革委員会公表）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	<ul style="list-style-type: none"> 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、事業者とグリットは、「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 は発電量を測る。M1（発電量）から M2（所内電力使用量）を引いた部分が M3（発電量）なので、M1 と M2 はクロスチェックの役割を果たす。  <p>M₁: Electricity generated M₂: Auxiliary electricity M₃: Electricity supplied G: Generator</p>
④データ収集	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> 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ト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	<ul style="list-style-type: none"> CDM グループは、毎月電力計のデータをモニタリングする。また、DOE に対してモニタリングレポートの提供を行う。モニタリング計画に沿って収集した全データは、バックアップを保存し、直近のクレジット獲得期間が終わった後 2 年間は保管しておかなければならない。

(4) 温室効果ガス削減量（又は吸収量）

表 3 温室効果ガス削減量

年	ベースライン排出量 (t-CO2/年)	プロジェクト排出量 (t-CO2/年)	リーケージ (t-CO2/年)	削減量 (t-CO2/年)
2011	37,143 ⁶	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

(5) 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 登録されてから 10 年（いずれか遅いほう）

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。

(6) 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。

⁶ FSR1に基づき初年度は 85%の稼動とする。

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。

■採用した標準

FSR で採用した標準は以下の通り。

- ・「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)
- ・「ボイラー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)
- ・「廃水の総合排出標準」(GB8978—1996)
- ・「地表水環境の質量標準」(GB3838—2002)

■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 4 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 5 「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（希釈倍数）	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いて、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 6 「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。

(7) 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。

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。

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。

呂梁市環境保護局における意見交換会(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 余尧斌副院長）
- 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。（吕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）

(8) プロジェクトの実施体制

調整管理組織と CPA について、各々以下の役割とする。

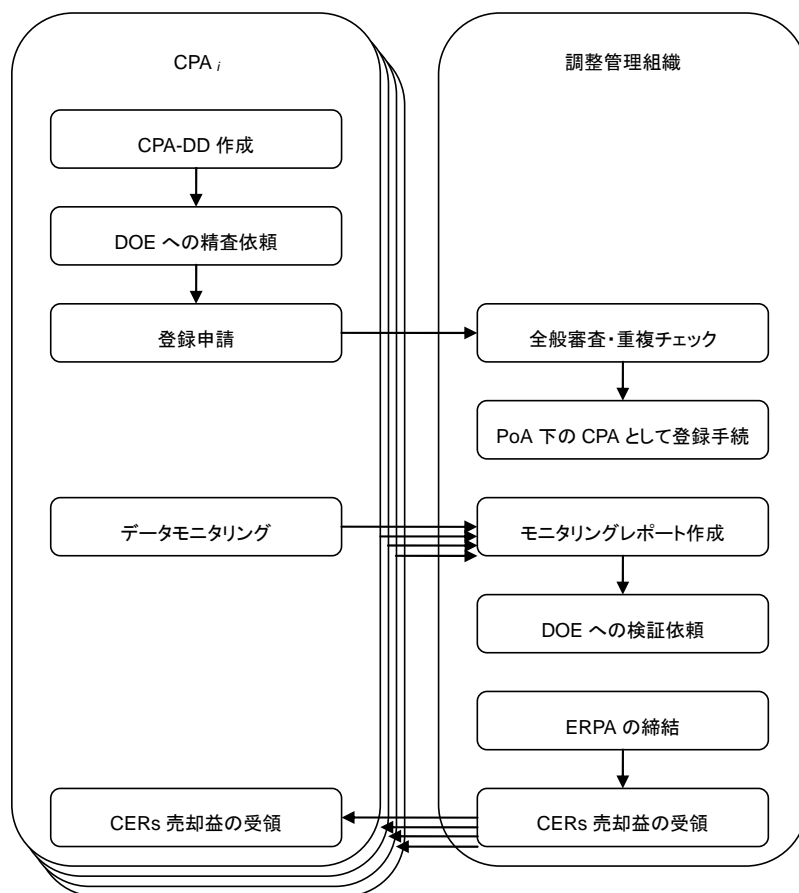


図 2 PoA および CPA 運用の役割分担

(9) 資金計画

本プロジェクトの必要資金総額は約 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。

(10) 経済性分析

本プロジェクトの主な経済指標は以下の通りである。

表 7 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)

上記条件の下計算した結果、プロジェクトの IRR は、クレジット収益なしの場合では 6.50%、クレジット収益ありの場合では 11.44% である。

表 8 (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%

(11) 追加性の証明

追加性ツールに沿って証明を行う。

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

ここでは「The benchmark analysis (Option3)」を適用する。

Sub-step2b:OptionⅢ. 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。⁷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%を適用する。

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 9 (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 10 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。

⁷ 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）。

中国の電力グリッドは、地域別に大規模なグリッドに分けられており、それぞれに接続する発電施設の状況が異なる。中国政府の DNA も、グリッド別に CO2 の排出係数を定期的に評価し、CDM の PDD に利用できるよう Operational Margin および Build Margin を公表している。山西省のすべてのセメント工場が、大規模グリッドのひとつである華北電網から電気を購入しており、排出係数等の特性はすべて同じであると見なすことができる。

現在までに、山西省内の複数のセメント工場が、本 PoA で想定する各 CPA と同様に、工場内で発生する廃熱を回収・利用した発電を行っており、本 PoA の下で提案される各 CPA と類似する他の活動は存在するといえることができる。また、その中に、本 PoA 以外の PoA 内の CPA サイトまたは CDM サイトは含まれていない。

Sub-step 4b: Discuss any similar option that are occurring (起こっている類似した選択しに関する議論)

Sub-step 4a で示したように、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、上述したように、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⁸。

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事業者側にとって極めて厳しく、既設の類似活動と比較して大きな障壁となっている。

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るべきである。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。

(12) 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。

⁸ 山西省建築材料工業協会へのヒアリングによる。

4. コベネフィットに関する調査結果

(1) 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。

<p><u><ベースライン排出量></u> $BE_i = PELE \times EU_i$ 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]</p>
<p><u><プロジェクト排出量></u> $PE_i = 0$ 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]</p>
<p><u><排出削減量></u> $RE_i = BE_i - PE_i$ 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]</p>

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、NOx、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。

表 11 石炭火力発電所からの大気汚染物質排出原単位 [t/GWh]

	1996 年	2000 年	2002 年	2005 年	2007 年
SO2	10.4	8.15	6.11	8.03	4.67
NOx	5.77 (注)	4.21	3.87	6.90	3.11
煤塵	8.21	2.84	2.01	3.35	1.10

表 12 大気汚染物質の排出係数

	OM	BM	CM
SO2	4.67 t/GWh	200 mg/m3 ⇒ 0.25 t/GWh	2.46 t/GWh
NOx	3.11 t/GWh	400 mg/m3	1.81 t/GWh

	OM	BM	CM
		⇒ 0.50 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。

(2) 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。

貨幣換算係数には、LIMEにおける貨幣換算統合化係数を用いる。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 13 LIME での貨幣換算統合化係数

排出物質	換算係数（円/kg）
CO ₂	1.74
NO _x	141.22
SO ₂	1,014.73

SO₂については12,207万円/年、NO_x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 14 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)
SO2	48.903	2.46	120.30	1,014.73	12,207
NOx		1.81	88.51	141.22	1,250
煤煙		0.57	27.87	-	-
CO2		893.55	43,697.28	1.74	7,603
合計					21,061