

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・雲南省における合成アンモニア工場三廃混焼炉プログラム CDM 事業調査

団体名

イー・アンド・イー ソリューションズ株式会社

調査実施体制

- ・イー・アンド・イーソリューションズ(EES)：本件調査受託コンサルタント
- ・雲南省経済貿易委員会 省エネルギー技術サービスセンター：現地カウンターパート
三種廃棄物混焼炉(三廃炉)普及活動計画・実施組織
- ・雲南太陽谷省エネ産業発展有限公司：現地カウンターパート、省エネルギーノ三廃炉導入可能性
評価検討会社、本件プロジェクトのプログラム CDM 化における調整管理主体
(Coordinating/managing entity) 候補会社
- ・日本テピア株式会社：プロジェクトにおけるクレジット購入ノ日本国移転実施予定会社

1. プロジェクトの概要

中国の合成アンモニアの生産プロセスにおいては、石炭、コークスなどが原料および蒸気製造燃料として用いられているが、現行技術は燃焼効率が悪く、未燃焼部分は大量の廃ガス、廃スラッジ(燃え殻)、廃フライアッシュ(飛灰)の形で利用されることなく廃棄されてきた。

本プロジェクトは、これら三種の未利用廃棄物(廃ガス、廃スラッジ、廃フライアッシュ)を石炭と混焼・熱回収する『三廃混焼炉技術(以下、三廃炉)』を導入することで従来型の石炭焚きボイラーを代替し、エネルギー利用効率の向上により化石燃料の代替ノ削減を行うことでCO₂排出量を削減するものである。

雲南省内には現在 23 の合成アンモニア生産プラントが稼動中であるが、このうち、三廃混焼炉技術の適用が可能な 19 サイトを対象としてプログラム CDM 化を図る。

本プロジェクトは、雲南省経済貿易委員会傘下の省エネルギー技術サービスセンターの主導で計画・実施され、同センターの関連会社である雲南太陽谷省エネ産業発展有限公司が調整管理組織(CME: Coordinating/managing entity)となることが予定されている。また、19 の候補サイトの企業が CDM プログラム活動(CPA: CDM Programme Activity)の事業者(PPs: Project Participants)となる。

本プロジェクトの CPA 対象サイト(雲維集団沾化分公司)の CO₂ 削減効果は、48,836t-CO₂e/年と推計された。PoA としてプロジェクトが CPA 全サイトで実施された場合には約 30 万 t-CO₂e/年の削減効果が期待できる。

また、本プロジェクトで廃棄物ノ排ガスが有効利用されることで、廃棄物の削減と大気環境の改善が図られる。

適用方法論

小規模方法論 AMS II.D

2. 調査の内容

(1) 調査課題

調査においては以下のような項目および課題について明確化および検討が行われた。

- 1) 導入技術(三廢炉)の内容および安定性に係る情報収集：三廢炉は中国国内において新奇性の高い技術である。また、アンモニア製造原料として石炭を使用しない日本国内においてはなじみの薄い技術であることから、中国側からの情報提供に基づき技術内容の整理が必要である。特に削減効果の正確な把握のためには技術仕様、マテリアルバランス、導入費用、O/M 費用等についての情報収集が重要である。
- 2) ベースラインシナリオの同定およびプロジェクトバウンダリーの特定：本調査の開始時点において三廢炉のメカニズムおよびマテリアルバランス等について十分な情報が得られていなかったことから、1)において技術面でのレビューを進めるとともに、方法論の適合性についても詳細検討が必要になる。特にベースラインシナリオの同定およびプロジェクトバウンダリーの特定が必要となる。
- 3) 追加性の確認：三廢炉は新奇性の高い技術であることから、導入および O/M に係る費用についても事例に乏しく、個別に積算が必要となる。CPA の経済的追加性の確認のためにも、プロジェクトのコスト面での情報収集・解析が必要となる。また、本件プロジェクトはプログラム CDM 化を前提として検討を行うものであり、CPA におけるプロジェクトの追加性に加え、PoA の追加性についても検討・立証が必要となる。
- 4) モニタリング計画の策定：導入技術のシステムを明確化し、現実的なモニタリング計画を策定する必要がある。
- 5) プロジェクト実施体制に係る協議；体制・役割の明確化：プログラム CDM の実施推進のための実施体制、役割分担、実現のための工程・行動計画等を明確化し、関係組織間において合意する必要がある。
- 6) 事業採算性の検討：前述のように三廢炉の導入および稼働に係る経済面での情報が不十分であり、事業採算性についての検討が遅れている。CPA 対象サイトにおける事業採算性について確認する必要がある。また、プログラム CDM においては、技術導入のための基金 / 導入補助制度(技術支援含む)を CER 収益等に基づき設立することで、CDM 対象の範囲を拡大することが考えられるが、個々の CPA からのクレジットが発行されるまでは、事業収益が得られないことから、原資の拠出、費用負担方法について制度設計を行う必要がある。資金計画はカウンターパート機関である雲南省省エネルギー技術サービスセンター / CME 候補機関(現時点では雲南太陽谷省エネ産業発展有限公司を想定)と協議する。
- 7) 環境影響評価およびステークホルダーコメントの収集：本調査の開始時点で環境影響評価およびステークホルダーコメントの収集・対応は行われていないことから、CDM 化のためにこれらを実施する必要がある。

(2) 調査内容

(a) 事前調査

本調査を実施するにあたって必要となるプロジェクト関連情報として中国全土および雲南省におけるエネルギー政策の動向、廃棄物エネルギー回収・利用技術の普及レベル、産業廃棄物の処理および管理に関する関連法規について既存資料やインターネット等から情報収集、整理を行った。また、上記事前情報収集により明確にできなかった情報、不足データ等について、質問票として

作成し、現地調査前に雲南省農業局農村能源弁公室に送付し、一部については現地調査時に回答を得た。

(b) 現地調査

(a)の調査結果を踏まえ、現地において、現地カウンターパートである雲南省省エネルギー技術サービスセンターおよび雲南太陽谷省エネ産業発展有限公司と協力し、下記(c)～(l)の実施に必要な情報・データを収集した。

データおよび情報は現地調査時に実施する他、外注先である日本テピアの中国国内ネットワークを用いて追加的に収集した。

第1回現地調査は10月11日～17日に実施した。

調査においては、雲南太陽谷省エネ産業発展有限公司との打合せを行い、プログラムCDMの概念について説明するとともにプロジェクトの実施体制、役割分担、スケジュールについて確認・協議を行った。

また、雲南省における三廢炉のモデル的導入企業である神龍瀋豊において施設の稼働状況等に関する情報を収集した他、プログラムCDMの具体的な第1号CPAとなる予定の雲維集団沾化分公司を訪問し、導入動機、CDM事前検討状況等について確認するとともに、プロジェクト計画についての情報を収集した。

現地において収集できなかった情報や更に追加的な情報収集が必要となった情報については、質問票および必要情報のリストとして関連機関に提供を依頼するとともに、雲南太陽谷省エネ産業発展有限公司にフォローアップを依頼した。

第2回現地調査は2009年12月13日～2009年12月19日に実施した。

第2回現地調査においては、特に三廢炉の構造、導入に係るバリア・問題点について確認するとともに、プロジェクト実施に係る制度設計および体制に係る検討・協議を行った。また、雲南省農業庁、省内主要県、市レベル担当者に対し、プログラムCDMに関する説明を行うとともに、プロジェクト実施体制、モニタリング等に関する意見、参加意思等についてのヒアリングを行った。

(c) 導入技術のレビュー

プロジェクトの導入技術である三廢混焼炉について、中国側カウンターパートである雲南省省エネルギー技術サービスセンターに質問票を作成・送付し、回答および提供資料に基づき同技術の基本仕様/原理、エネルギー回収/利用効率、類似技術との差違、中国内外での導入実績等について技術的レビューを行った。また、現地における三廢炉導入企業である神龍瀋豊を視察し、稼働に関する情報・問題点等情報収集、システムフロー確認等を行った。

(d) 方法論適用性の検討

技術レビュー結果を考慮の上、本プロジェクトに適用するCDM方法論の選定を行い、その妥当性・問題点について検討を行った。

本調査の開始時においては、未利用廢熱および排ガスの利用という観点から適用方法論として、当初小規模承認方法論AMSIII-Q.”Waste Energy Recovery (gas/heat/pressure) Projects”を想定していたが、現地ヒアリングも含めた技術レビューの結果、AMSII.D ”Energy efficiency and fuel switching measures for industrial facilities” が、より適用性が高いと考えられたことから、同方法論の適用を基本としてCDM化検討を行うものとした。

(e)バウンダリ、ベースラインシナリオの検討

プログラム CDM に関するガイドライン(Guidance on the registration of project activities under a programme of activities as a single CDM project activity 等) に基づき、上述適用方法論、AMSII.D の適用を前提に検討を行った。また、PoA および CPA のプロジェクトバウンダリの設定を行い、ベースラインシナリオの同定を行った。

(f)追加性証明に関する検討

追加性ツールである " Tool for the demonstration and assessment of additionality (Ver.5.2)" に基づきプロジェクトの追加性について検討を行った。また、現地調査時に追加性の確認を行った。本プロジェクトにおいて導入される三廢混焼炉は、これまで雲南省内における導入事例がモデル事業 1 件のみの新奇性の高い技術であり、特に技術面における追加性が期待できる。また、技術的なバリアに加え、雲南太陽谷省エネ産業発展有限公司による基本設計および積算結果に基づき、経済バリアの確認を行った。投資バリア証明のための IRR ベンチマークとして中国の化学工業・肥料工業分野におけるセクターハードルレートである 9 % を適用した。

(g)プロジェクト実施期間及びクレジット獲得期間に関する調査

プロジェクト実施期間/クレジット獲得期間等(プログラム実施期間及び個別プロジェクト実施期間を含む) について調整管理組織(CME : Coordinating Managing Entity) となる雲南太陽谷有限公司と協議した。

本件プロジェクトはプログラム CDM のスキーム適用を前提として検討していることから、プログラム活動(PoA : Programme of Activities) の期間は最長 28 年、CDM プログラム活動(CPA : CDM Program Activity) は、クレジット獲得期間を 10 年として設定した。

(h)温室効果ガス排出量(又は削減量)計算に関する調査

適用方法論 AMSII.D に基づき CPA におけるプロジェクト実施ケースでの温室効果ガス排出量(削減量)について検討を行った。また、雲南省(PoA バウンダリ) における削減ポテンシャルの推計を行った。

(i)環境影響に関する調査

本プロジェクトについては、実施前段階において環境影響評価が適用される。

現時点では、正規の環境影響評価は実施されていないことから、プロジェクトの環境影響(正、負両面)について、定性的な評価を行い、PDD (PoA-DD および CPA-DD) に反映した。

(j)その他の間接影響に関する調査

本事業の特徴を考慮しながら、社会的、文化的、経済的側面等における間接影響を正・負両面について調査・検討した。

(k)利害関係者のコメントに関する調査

利害関係者のコメントについては、ヒアリング調査およびアンケート調査を通じて調査した。

(l)資金計画に関する調査

プロジェクト CPA サイトである雲維集団沾化分公司について資金計画に関する情報を収集した。また、本プロジェクトをプログラム CDM として登録・実施するための資金計画について CMP 予定機関である雲南太陽谷省エネ産業発展有限公司との協議を行った。

(m)PDD 等の作成

上記(a)～(l)の調査結果を基にプロジェクト設計書 (PoA-DD および CPA-DD) を作成した。
PDD は前述の承認小規模方法論 AMSII.D に基づき作成した。

(n)温暖化対策と公害対策のコベネフィット実現方法及び指標化に関する調査

本プロジェクトのコベネフィット指標について検討を行った。特に省エネルギーによる石炭の削減に伴う SO2 削減効果と廃棄物のリサイクル率 / 最終処分廃棄物の削減に重点を置いた。

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

本プロジェクトへの適用方法論としては AMSII.D(Ver.11)を想定している。AMSII.D は、工業施設におけるエネルギー効率の改善および燃料転換 (転換により効率が改善されるもの) に適用される方法論であり、効率改善方法には既存施設の置き換え、改造、修繕が含まれる。また既存施設、新規施設の両方に適用が可能である。また、エネルギー削減効果 60 GWh / 年または燃料投入量が 180 GWhth / 年以下のプロジェクトに適用される。

本プロジェクトは既往の石炭蒸気ボイラーを三廃炉で置き換え蒸気生産効率を向上させ、燃料消費量および CO2 発生量の削減を行うプロジェクトであり、燃料削減効果は 60 GWh / 年と推計されることから、当該方法論の適用条件に適合する。

本プロジェクトプログラム CDM として計画されており、PoA のプロジェクトバウンダリとして、下表に示す雲南省内におけるアンモニア製造工場 19 サイトを想定している。

NO.	事業会社名	場所	生産設備容量 (万tNH3/年)	NO.	事業会社名	場所	生産設備容量 (万tNH3/年)
1	雲天化国際化工雲峰分公司	曲靖	10	11	通海化工有限责任公司	玉溪	5
2	雲天化国際化工紅磷分公司	紅河	9	12	曲靖化学工业有限责任公司	曲靖	5
3	雲維集团沾化分公司	曲靖	24	13	陸良龍海化工有限责任公司	曲靖	8
4	紅河錦東化工有限公司	紅河	7	14	羅平富民化肥工业公司	曲靖	5
5	蒙自紅豐化工有限公司	紅河	4	15	文山化工有限公司	文山	10
6	泸西偉宏吉宇化工有限責任公	紅河	5	16	楚雄宏源化工公司	楚雄	8
7	德雄化工有限公司	楚雄	4	17	雲南華盛化工有限公司	麗江	5
8	昆明化肥有限責任公司	昆明	6	18	雲南九欣化工有限公司	昭通	7
9	神農匯豐化肥有限責任公司	昆明	15	19	赤水源化工有限公司	昭通	8
10	玉溪銀河化工有限責任公司	玉溪	9				

活動の範囲として現時点では基本的に三廃炉による蒸気利用を想定しているが、発電を伴う場合は Tool to calculate the emission factor for an electricity system を方法論に併用し、プロジェクトバウンダリには南部地域電力網が含まれる。

CPA については、三廃炉が導入される工場の敷地内における蒸気利用が対象となり、蒸気生産効率の差による燃料削減 / CO2 排出削減を対象とする。

尚、前述のように本プロジェクトにおいて導入される三廃炉は廃棄物・排ガスのエネルギーを回収することで高効率に蒸気を生産することができる新規技術であり、既存の蒸気ボイラーを代替する。プロジェクトが実施されない場合、廃棄物・排ガス中のエネルギーは回収されず、従来型の蒸気ボイラーによる蒸気生産が行われる(ベースラインシナリオ)。

(2) プロジェクト排出量

(a) ベースライン排出量

ベースライン排出量は化石燃料（原料炭）の燃焼による排出とベースライン設備（標準的の石炭ボイラー）による電力消費に伴い間接的に発生する排出の和として計算される。

【化石燃料燃焼に伴う排出】

$$BE_{Fuel,y} = (EC_{Rawcoal,y} \times EF_{Fuel} \times CV_{Rawcoal}) \quad (1)$$

ここで

$BE_{Fuel,y}$	第 y 年における石炭消費によるベースライン排出量 (tCO ₂ e/)
$EC_{Coal,y}$	原料炭のベースライン消費量 (t/year)
EF_{Fuel}	石炭の排出係数(tCO ₂ e /MJ)
$CV_{Rawcoal}$	原料炭の低位発熱量(MJ/t)

過去の実績値が使用できない場合、ベースラインにおける石炭の消費量は、下記を用いて計算される：

$$BC_{Coal,y} = EG_y / CV_{coal} / (BL/100)$$

ここで、

EG_y ：y 年における三廃炉の年間のエネルギー回収量
(プロセスにおけるエネルギー需要より設定)

CV_{Rawcoa} ：石炭低位発熱量(MJ/t)

BL ：ベースラインとして想定する石炭焚きボイラーのボイラー効率

また、既設の設備（ボイラー）が古く、修理 / 置き換えが予定されている場合、修理 / 置き換えの時期までは、過去履歴（または上記式）に基づくエネルギー消費量が継続するものと考え（ EC_{HY} until $DATE_{BaselineRetrofit}$ ）修理 / 置き換え予定時期以降はプロジェクトにおけるエネルギー消費量が適用される（即ち、削減量ゼロ（= 0））。

$$EC_{BL} = EC_{HY} \text{ until } DATE_{BaselineRetrofit}$$

$$EC_{BL} = EC_{PI,y} \text{ on/after } DATE_{BaselineRetrofit}$$

【電力の消費に伴う排出】

$$BE_{Elec,y} = (EC_{Elec,y} \times EF_{Elec}) \quad (2)$$

ここで

$BE_{Fuel,y}$	第 y 年における電力消費によるベースライン排出量 (tCO ₂ e)
$EC_{Elec,y}$	電力のベースライン消費 (MWh)
EF_{Fuel}	グリッドの排出係数 (中国南方電網、tCO ₂ e /MWh)

$$BE_y = BE_{Fuel,y} + BE_{Elec,y} \quad (3)$$

ここで

BE_y	第 y 年におけるベースライン排出量(tCO ₂ e)
--------	--

(b) プロジェクト排出量

プロジェクト排出量についてもベースライン排出量同様、化石燃料（原料炭）による排出とプロジェクト設備（三廃炉）における電力消費に伴う排出を考慮する。

【化石燃料燃焼に伴う排出】

$$PE_{Fuel,y} = (FC_{Coal,y} \times EF_{Fuel} \times CV_{Rawcoal}) \quad (4)$$

ここで

$PE_{Fuel,y}$	第 y 年における石炭消費によるプロジェクト排出量 (tCO _{2e})
$FC_{Coal,y}$	原料炭のプロジェクト消費量(t)
EF_{Fuel}	石炭の排出係数(tCO _{2e} /MJ)
$CV_{Rawcoal}$	原料炭の低位発熱量(MJ/t)

【電力の消費に伴う排出】

$$PE_{Elec,y} = (EC_{Elec,y} \times EF_{Elec}) \quad (5)$$

ここで

$PE_{Fuel,y}$	第 y 年における電力消費によるプロジェクト排出量 (tCO _{2e})
$FC_{Elec,y}$	電力のプロジェクト消費(MWh)
EF_{Elec}	グリッドの排出係数 (tCO _{2e} /MWh)

【プロジェクト排出量】

$$PE_y = PE_{Fuel,y} + PE_{Elec,y} \quad (6)$$

ここで

PE_y	第 y 年におけるプロジェクト排出量(tCO _{2e})
--------	--

(c) リークージ

小規模方法論 AMS-II.D.では、他所からの装置の移転および他所への装置の移転が生じる場合、リークージを考慮するよう求めている。本プロジェクトにおいて当該活動は発生しないことから、リークージはゼロとなる。

$$LE_y = 0$$

ここで

LE_y	第 y 年における本プロジェクトのリークージ (tCO _{2e})
--------	---

(d) 排出削減量

プロジェクトの排出削減量は以下で求められる。

$$ER_y = BE_y - PE_y + LE_y = BE_y - PE_y \quad (7)$$

(3) モニタリング計画

モニタリング方法論として、AMSII.D(Ver.11)を適用する。

同方法論においては具体的なモニタリングパラメータは指定されておらず、a)機器仕様に基づく設

定、b)エネルギー消費量の直接計測、c)計測値に基づく推計等を用いている。
 本件プロジェクトにおけるモニタリング項目としては以下を想定している。

- ・プロジェクトにおける石炭消費量 $FC_{coal,y}$: 工場における石炭消費記録、月集計
- ・標準炭における CO_2 排出係数 EF_{fuel} : IPCC デフォルト値
- ・原料炭の熱量デフォルト値 $CV_{Rawcoal}$: 国家発展改革委員会公表資料 (年 1 回程度、購入炭の熱量測定を行い、値の妥当性について確認・検討する)
- ・グリッド排出係数 EF_{Elec} : 中国電力年間に基づく計算
- ・蒸気温度 T_{steam} : 合成アンモニア工場モニタリングデータ
- ・蒸気圧 P_{steam} : 合成アンモニア工場モニタリングデータ
- ・三廃 (廃ガス、廃スラッジ、廃フライアッシュ) の三廃炉への投入量 $WC_{i,y}$: 炉投入時計測、月集計
- ・三廃 (廃ガス、廃スラッジ、廃フライアッシュ) の熱量 $CV_{i,y}$: 合成アンモニア工場モニタリングデータサンプリングにより特定
- ・三廃炉からの蒸気生産量 $St_{g,y}$: 合成アンモニア工場モニタリングデータ熱量計もしくは蒸気流量計・圧力計・温度計による測定結果に基づき計算する。

(4) 温室効果ガス削減量

年	プロジェクト活動排出量の推計 (CO_2 換算トン)	ベースライン活動排出量の推計 (CO_2 換算トン)	リーケージ推計 (CO_2 換算トン)	全体排出量削減の推計 (CO_2 換算トン)
2011	130,255	178,542	0	48,287
2012	130,255	178,542	0	48,287
2013	130,255	178,542	0	48,287
2014	130,255	178,542	0	48,287
2015	130,255	178,542	0	48,287
2016	130,255	178,542	0	48,287
2017	130,255	178,542	0	48,287
2018	130,255	178,542	0	48,287
2019	130,255	178,542	0	48,287
2020	130,255	178,542	0	48,287
計 (CO_2 換算トン)	1,302,550	1,785,420	0	482,870

(5) プロジェクト期間・クレジット獲得期間

本プロジェクトのクレジット期間について、PoA は 28 年間。CPA は 10 年間で更新なし。CPA の期間の終了日は PoA の期間の終了日までとする。また、プロジェクト期間は三廃炉の減価償却年数を考慮し、15 年とする。

CDM 化を前提としていた証拠書類については、最初の CPA サイトである雲維集団沾化分公司は昨年より場内における省エネ活動について CDM 化を検討していたが、2009 年 3 月に省エネルギー技術サービスセンターのセミナーにおいて三廃炉技術を知り、導入の検討を開始し、2009 年 6 月より雲南太陽谷省エネ産業発展有限公司に CDM 化を含む導入可能性の検討を依頼した。現在、雲南太陽谷省エネ産業発展有限公司により基本設計および導入費用積算が行われているが、積算結果を反映した CDM 化による CER 収益を考慮した検討が行われる(本 FS 調査の結果を反

映)。積算 / FS 調査結果に基づき事業実施の最終決定が行われるのであるが、その際には CDM 化を前提とした旨の文書化がなされる予定である。

また、雲維集団沾化分公司は順調に推移すれば 2010 年 7 月には工事に着手 (EPC 契約) する予定であり、同時期がプロジェクト開始日となるものと考えられる。

(6) 環境影響・その他の間接影響

本 PoA に基づく SSC-CPA における個々の活動の規模と周辺影響が異なるため、PoA レベルではなく、CPA レベルで実施する。

三廃炉の導入については、環境影響は軽微であることから環境影響評価法に基づき、環境影響評価表の作成・評価で対応可能である。本プロジェクトの対象 CPA では実施時期は 2010 年 3 月～4 月が想定されている。

三廃炉の環境負荷は基本的には環境への負荷はベースラインである石炭ボイラに比べ少なく、廃棄物のリサイクルも促進される。また、石炭の消費量が減少することで、エネルギーコストの削減につながる。

(7) 利害関係者のコメント

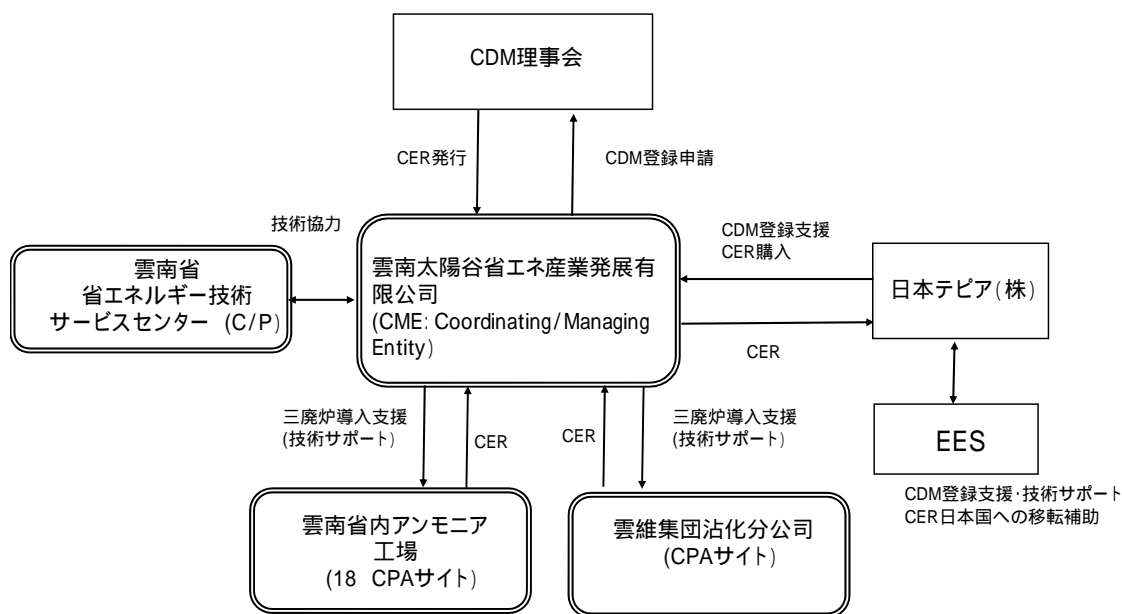
本プロジェクトの対象 CPA では調査期間に調査票による利害関係者のコメント収集が行われた。質問票調査は、PoA の管理主体 (Yunnan Sun Valley Energy Conservation Industry Development Co., Ltd) および CPA (Yunwei Zhanhua Co., Ltd.) によって、2009 年 9 月 30 日および 10 月 1 日に、対象地の周囲 30km をカバーする範囲で、市政府、公的機関、農家、国有および私有の企業を対象に行われた。回答は質問票を送付した 51 件中 51 件回収された。特に否定的な意見は見られなかった。

また、上記とは別に本調査の第 2 回現地調査時 2009 年 12 月 16 日に雲維集団沾化分公司工場敷地内に周辺住民および工場従業者 10 名に聞き取り調査を行った。

三廃炉技術については、全員が環境が環境に対して負荷が少なく、省エネルギーになるという賛成意見を示したが、CDM のスキームについては、工場側管理者 2 名を除き認識されていなかった。

また、三廃炉技術自体は工程しつつも、工事計画の詳細については不明とのコメントも 2 名よりあり、計画の初期段階ではあるが、今後、周辺住民への説明と PA 活動を充実させてゆく必要があることが示唆された。

(8) プロジェクトの実施体制



(9) 資金計画

雲南太陽谷省エネ産業発展有限公司の積算によれば、本プロジェクトの投資概算は 4,400 万元であり、内設備購入が 2,600 万元、土木建設などの関連建設が 1,000 万元、その他費用が 800 万元となっている。

資金調達の手段については、現時点では明確ではない。CME である雲南太陽谷省エネ産業発展有限公司は、ESCO (Energy Service Company) 事業や金融・リース事業も手がけており、雲維集団沾化分公司に対し、直接融資を行う可能性や施設リースの形で三廃炉を導入する可能性もある。

(10) 経済性分析

経済性分析は CPA サイトである雲維集団沾化分公司を対象とし、またベンチマークとして中国における合成アンモニア工場の一般的なベンチマークとして「建設項目経済評価方法与参数 (第 3 版)」に示された化学工業・肥料工業分野におけるセクターハードルレートである 9% を選択した。計算結果より、CDM 便益の考慮なしには、内部収益率はベンチマーク収益率である 9% より低い 0.71% であり、本プロジェクトは財務的魅力がなく実行されないことが判明した。一方、CDM 便益を考慮すると、内部収益率は 12.43% となり、実行可能となる。

(11) 追加性の証明

(a) 投資バリア

通常の石炭焼き蒸気ボイラーに比べ、三廃炉は構造が複雑であり、付帯設備も多くなることから、導入コストは 30 ~ 50% の初期投資増が必要となる。

省エネルギー (石炭燃焼量の節減) による経済メリットを考慮しても、この投資額の差を回収するためには長い時間を要することから、三廃炉の導入は魅力的な投資であるとは言えない。

投資バリアについては、CPA レベル (各工場単位) での財務分析を行い、追加性を証明する。対

象 CPA については、上記(10)により、CER の収益なしでは、経済性が成り立たないことが証明された。

(b) 技術バリア

三廢炉は、新たに開発された技術であり、実稼働実績が少ない。このため技術的な安定性について十分に証明がなされていないという技術面での不安がある。また、三廢炉の O&M 作業は構造的な理由から通常の石炭焚き蒸気ボイラーとは大きく異なる。このため O&M に係る技術作業者は稼働前に特別に訓練される必要がある。このことは合成アンモニア製造業者が三廢炉の導入をためらい、従来型の石炭焚き蒸気ボイラーを選択する理由のひとつとなっている。

(c) 一般慣行

雲南省の合成アンモニア工場において導入され、稼働している三廢炉は昆明市の神龍温豊 1 件のみであり、政府の補助を得てモデル的に導入されたものである。

即ち、三廢炉の導入事例は雲南省においては特殊であり、一般的には従来型の石炭炊き蒸気ボイラーが導入されている。

(12) 事業化の見込み

上述のように、現時点において三廢炉は経済性および技術面におけるハードルが高い技術であると言えるが、CDM を前提とした技術・経済面での補助により事業性の向上が期待できる。

省エネルギー技術サービスセンターおよび雲南太陽谷省エネ産業発展有限公司共、三廢炉のプログラム CDM 化については高い関心を有している。また、今回 CPA として取り上げた雲維集団沾化分公司においても事業者側が三廢炉の導入と CDM の実施に対して高い関心を示しており、事業化の見込みは高い。また、雲維集団沾化分公司以外にも玉溪市通海県楊広鎮馬家湾 通海化工有限責任公司、云天化国际化工云峰分公司、云天化国际化工红磷分公司等が三廢炉技術の導入を検討中であり、プログラム CDM の適用対象として考えられる。

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

(a) 評価対象項目

- ・硫黄酸化物(SO_x)排出量
- ・廃棄物(石炭灰)発生量

(b) ベースライン/プロジェクトシナリオ

ベースラインシナリオ :

ベースラインシナリオとしては、雲南省で一般的に使用されている、石炭焚きボイラーを想定する。一方、石炭灰等の廃棄物については、従来どおり、そのまま廃棄されるものと想定する。

プロジェクトシナリオ :

プロジェクトシナリオとしては、アンモニア製造プロセスにおいて用いる、ガス発生ボイラーからの不要物(石炭燃焼ガス、石炭灰、燃え殻)を再利用した、三廢ボイラーを設置することとする。三廢ボイラーで発生する石炭灰はセメントの原料として関連業者にすべて売却し、廃

棄物は発生しない。

(c) ベースライン排出量計算方法

硫黄酸化物

硫黄酸化物のベースライン排出量計算は下記の通り計算される：

$$BE_{SO_x,y} = CC_{BL,y} * CR_{S,fuel}/100 * 64/32 * (1-BDR/100)$$

ここで、

$BE_{SO_x,y}$ ：y年におけるベースラインシナリオでの硫黄酸化物排出量(t/y)

$CC_{BL,y}$ ：y年におけるベースライン石炭消費量(t/y)

$CR_{S,fuel}$ ：石炭中の硫黄含有率(%) (文献¹による雲南省の石炭含有量：3.09%)

BDR：脱硫効率(設計値：90%)

一方、ベースラインにおける石炭の消費量は、下記の通り計算される：

$$CC_{BL,y} = EG_y / W_{coal} / (BL/100)$$

ここで、

EG_y ：y年における三廃炉ボイラーの年間のエネルギー回収量

W_{coal} ：石炭低位発熱量(=20,908MJ/t, 原炭、中国統計年鑑)

BL：ベースラインとして想定する石炭焚きボイラーのボイラー効率(=85%)

y年における三廃炉ボイラーの年間のエネルギー回収量が特定できない場合、過去3年間の実績データまたは同規模のボイラーの設計値(仕様値)を用いて排出量を推計しても良い。

$$CC_{BL,y} = CChr$$

CChr：三廃炉ボイラー導入前のベースライン施設(ボイラー)の過去3年における実績または仕様値より設定。

また、既設の設備(ボイラー)が古く、修理/置き換えが予定されている場合、修理/置き換えの時期までは、ベースラインとして過去履歴(または上記式)に基づく石炭消費量が継続するものと考え(EC_{HY} until $DATE_{BaselineRetrofit}$)、修理/置き換え予定時期以降は削減量ゼロ(=0)とする。

廃棄物

廃棄物(石炭灰)のベースライン発生量計算は下記の通り計算される：

$$CA_y = CC_{BL,y} * CAR$$

ここで、

CA_y ：y年の石炭灰発生量

¹ 科学技術庁『アジアのエネルギー利用と地球環境 1992』

CC_{BL,y} : y 年におけるベースライン石炭消費量(t/y)

CAR : 石炭中灰分含有率 (%) (文献²による含有率 : 10%)

なお、ベースラインにおける石炭消費量は、上記の硫黄酸化物のベースラインにおける石炭消費量推計方法に準じる。

(d) プロジェクト排出量計算方法

硫黄酸化物

硫黄酸化物のベースライン排出量計算は下記の通り計算される :

$$PE_{SOx,y} = CC_{PR,y} * CR_{S,fuel}/100 * 64/32 * (1-BDR/100)$$

ここで、

PE_{SOx,y} : y 年におけるプロジェクトシナリオでの硫黄酸化物排出量(t/y)

CC_{BL,y} : y 年におけるプロジェクト石炭消費量(t/y)

CR_{S,fuel} : 石炭中の硫黄含有率(%) (文献による雲南省の石炭含有量 : 3.09%)

BDR : 脱硫効率 (設計値 : 90%)

廃棄物

100%リサイクルのため(セメント原料化)廃棄物(石炭灰・燃え殻)発生量をゼロとする。

(e) Ex-ante におけるプロジェクト排出削減量の計算

硫黄酸化物

$$\text{硫黄酸化物排出削減量 (t/y)} = BE_{SOx,y} - PE_{SOx,y} = 341t$$

廃棄物

$$\text{廃棄物削減量} = CA_y - 0 = 8,405t$$

(f) モニタリング方法

以下の項目について、モニタリングを実施する :

硫黄酸化物 :

- ・年間エネルギー回収量、蒸気温度、蒸気圧 : モニタリング記録
- ・石炭中の硫黄含有率 : 購入する石炭のスペック表
- ・石炭消費量 : 石炭消費記録

廃棄物 :

- ・年間エネルギー回収量、蒸気温度、蒸気圧 : モニタリング記録
- ・石炭消費量(t/y) : 石炭購買記録により把握する
- ・石炭灰分 : サンプル調査により把握する。

² 科学技術庁『アジアのエネルギー利用と地球環境 1992』

5 . 持続可能な開発への貢献に関する調査結果
なし

経済性分析に関する添付資料

投資分析 (CERなし)																			
Table 1. P/L (PJ without CDM)																			
No.	Item	Unit	Sum	Construction 2008	Project-1 2009	Project-2 2010	Project-3 2011	Project-4 2012	Project-5 2013	Project-6 2014	Project-7 2015	Project-8 2016	Project-9 2017	Project-10 2018	Project-11 2019	Project-12 2020	Project-13 2021	Project-14 2022	Project-15 2023
1	Total revenue	1,000RMB	176,904		11,794	11,794	11,794	11,794	11,794	11,794	11,794	11,794	11,794	11,794	11,794	11,794	11,794	11,794	11,794
1.1	Coal savings	1,000RMB	176,904		11,794	11,794	11,794	11,794	11,794	11,794	11,794	11,794	11,794	11,794	11,794	11,794	11,794	11,794	11,794
1.2	CER revenue	1,000RMB	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.1	VAT	1,000RMB	25,704		1,714	1,714	1,714	1,714	1,714	1,714	1,714	1,714	1,714	1,714	1,714	1,714	1,714	1,714	1,714
2.2	Urban construction tax and education surtax	1,000RMB	2,827		188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188
3	Total O&M cost	1,000RMB	98,850		6,590	6,590	6,590	6,590	6,590	6,590	6,590	6,590	6,590	6,590	6,590	6,590	6,590	6,590	6,590
3.1	Labor cost	1,000RMB	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.2	Administration cost	1,000RMB	17,850		1,190	1,190	1,190	1,190	1,190	1,190	1,190	1,190	1,190	1,190	1,190	1,190	1,190	1,190	1,190
3.3	Biogas treatment cost	1,000RMB	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.4	Operational cost	1,000RMB	81,000		5,400	5,400	5,400	5,400	5,400	5,400	5,400	5,400	5,400	5,400	5,400	5,400	5,400	5,400	5,400
3.5	Electricity cost	1,000RMB	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.6	Water cost	1,000RMB	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	Depreciation cost	1,000RMB	44,000		2,933	2,933	2,933	2,933	2,933	2,933	2,933	2,933	2,933	2,933	2,933	2,933	2,933	2,933	2,933
5	Capital cost and interest	1,000RMB	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	Profit before tax	1,000RMB	5,523		368	368	368	368	368	368	368	368	368	368	368	368	368	368	368
7	Corporate tax	1,000RMB	1,381		92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92
8	Profit after tax	1,000RMB	4,142		276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276
Table 2. C/F (PJ without CDM)																			
No.	Item	Unit	Sum	Construction 2008	Project-1 2009	Project-2 2010	Project-3 2011	Project-4 2012	Project-5 2013	Project-6 2014	Project-7 2015	Project-8 2016	Project-9 2017	Project-10 2018	Project-11 2019	Project-12 2020	Project-13 2021	Project-14 2022	Project-15 2023
1	Inflow	1,000RMB	176,904	0	11,794	11,794	11,794	11,794	11,794	11,794	11,794	11,794	11,794	11,794	11,794	11,794	11,794	11,794	11,794
1.1	Total revenue	1,000RMB	176,904	0	11,794	11,794	11,794	11,794	11,794	11,794	11,794	11,794	11,794	11,794	11,794	11,794	11,794	11,794	11,794
1.2	Return of working capital	1,000RMB	0																0
1.3	Return of salvage value	1,000RMB	0																0
2	Outflow	1,000RMB	174,262	45,500	8,584	8,584	8,584	8,584	8,584	8,584	8,584	8,584	8,584	8,584	8,584	8,584	8,584	8,584	8,584
2.1	Capital investment	1,000RMB	44,000	44,000															
2.2	Working capital	1,000RMB	1,500	1,500															
2.3	VAT	1,000RMB	25,704		1,714	1,714	1,714	1,714	1,714	1,714	1,714	1,714	1,714	1,714	1,714	1,714	1,714	1,714	1,714
2.4	Total O&M cost	1,000RMB	98,850		6,590	6,590	6,590	6,590	6,590	6,590	6,590	6,590	6,590	6,590	6,590	6,590	6,590	6,590	6,590
2.5	Urban construction tax and education surtax	1,000RMB	2,827		188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188
2.6	Corporate tax	1,000RMB	1,381		92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92
2.7	Others	1,000RMB	0																
3	Cash inflow after tax	1,000RMB	2,642	-45,500	3,209	3,209	3,209	3,209	3,209	3,209	3,209	3,209	3,209	3,209	3,209	3,209	3,209	3,209	3,209
4	Cumulative cash flow after tax	1,000RMB	-323,980	-45,500	-42,291	-39,081	-35,872	-32,662	-29,453	-26,243	-23,034	-19,824	-16,615	-13,405	-10,196	-6,986	-3,777	-568	2,642
5	Cash inflow before tax	1,000RMB	4,023	-45,500	3,302	3,302	3,302	3,302	3,302	3,302	3,302	3,302	3,302	3,302	3,302	3,302	3,302	3,302	3,302
6	Cumulative cash flow before tax	1,000RMB	-331,820	-45,500	-42,198	-38,897	-35,595	-32,294	-28,992	-25,691	-22,389	-19,088	-15,786	-12,485	-9,183	-5,882	-2,580	721	4,023
	Index							After tax			Before tax								
				IRR				0.71%			1.08%								

投資分析 (CERあり)

Table 1. P/L (PJ with CDM)

No.	Item	Unit	Sum	Construction 2008	Project-1 2009	Project-2 2010	Project-3 2011	Project-4 2012	Project-5 2013	Project-6 2014	Project-7 2015	Project-8 2016	Project-9 2017	Project-10 2018	Project-11 2019	Project-12 2020	Project-13 2021	Project-14 2022	Project-15 2023
1	Total revenue	1,000RMB	220,362		16,139	16,139	16,139	16,139	16,139	16,139	16,139	16,139	16,139	16,139	11,794	11,794	11,794	11,794	11,794
1.1	Coal savings	1,000RMB	176,904		11,794	11,794	11,794	11,794	11,794	11,794	11,794	11,794	11,794	11,794	11,794	11,794	11,794	11,794	11,794
1.2	CER revenue	1,000RMB	43,458		4,346	4,346	4,346	4,346	4,346	4,346	4,346	4,346	4,346	4,346	0	0	0	0	0
2.1	VAT	1,000RMB	25,704		1,714	1,714	1,714	1,714	1,714	1,714	1,714	1,714	1,714	1,714	1,714	1,714	1,714	1,714	1,714
2.2	Urban construction tax and education surtax	1,000RMB	2,827		188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188
3	Total O&M cost	1,000RMB	98,850		6,590	6,590	6,590	6,590	6,590	6,590	6,590	6,590	6,590	6,590	6,590	6,590	6,590	6,590	6,590
3.1	Labor cost	1,000RMB	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.2	Administration cost	1,000RMB	17,850		1,190	1,190	1,190	1,190	1,190	1,190	1,190	1,190	1,190	1,190	1,190	1,190	1,190	1,190	1,190
3.3	Biogas treatment cost	1,000RMB	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.4	Operational cost	1,000RMB	81,000		5,400	5,400	5,400	5,400	5,400	5,400	5,400	5,400	5,400	5,400	5,400	5,400	5,400	5,400	5,400
3.5	Electricity cost	1,000RMB	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.6	Water cost	1,000RMB	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	Depreciation cost	1,000RMB	44,000		2,933	2,933	2,933	2,933	2,933	2,933	2,933	2,933	2,933	2,933	2,933	2,933	2,933	2,933	2,933
5	Capital cost and interest	1,000RMB	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	Profit before tax	1,000RMB	5,523		368	368	368	368	368	368	368	368	368	368	368	368	368	368	368
7	Corporate tax	1,000RMB	1,381		92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92
8	Profit after tax	1,000RMB	4,142		276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276

Table 2. C/F (PJ with CDM)

No.	Item	Unit	Sum	Construction 2008	Project-1 2009	Project-2 2010	Project-3 2011	Project-4 2012	Project-5 2013	Project-6 2014	Project-7 2015	Project-8 2016	Project-9 2017	Project-10 2018	Project-11 2019	Project-12 2020	Project-13 2021	Project-14 2022	Project-15 2023
1	Inflow	1,000RMB	220,362	0	16,139	16,139	16,139	16,139	16,139	16,139	16,139	16,139	16,139	16,139	11,794	11,794	11,794	11,794	11,794
1.1	Total revenue	1,000RMB	220,362	0	16,139	16,139	16,139	16,139	16,139	16,139	16,139	16,139	16,139	16,139	11,794	11,794	11,794	11,794	11,794
1.2	Return of working capital	1,000RMB	0																0
1.3	Return of salvage value	1,000RMB	0																0
2	Outflow	1,000RMB	174,262	45,500	8,584	8,584	8,584	8,584	8,584	8,584	8,584	8,584	8,584	8,584	8,584	8,584	8,584	8,584	8,584
2.1	Capital investment	1,000RMB	44,000	44,000															
2.2	Working capital	1,000RMB	1,500	1,500															
2.3	VAT	1,000RMB	25,704		1,714	1,714	1,714	1,714	1,714	1,714	1,714	1,714	1,714	1,714	1,714	1,714	1,714	1,714	1,714
2.4	Total O&M cost	1,000RMB	98,850		6,590	6,590	6,590	6,590	6,590	6,590	6,590	6,590	6,590	6,590	6,590	6,590	6,590	6,590	6,590
2.5	Urban construction tax and education surtax	1,000RMB	2,827		188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188
2.6	Corporate tax	1,000RMB	1,381		92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92
2.7	Others	1,000RMB	0																
3	Cash inflow after tax	1,000RMB	46,100	-45,500	7,555	7,555	7,555	7,555	7,555	7,555	7,555	7,555	7,555	7,555	3,209	3,209	3,209	3,209	3,209
4	Cumulative cash flow after tax	1,000RMB	-84,959	-45,500	-37,945	-30,389	-22,834	-15,279	-7,724	-168	7,387	14,942	22,498	30,053	33,262	36,472	39,681	42,891	46,100
5	Cash inflow before tax	1,000RMB	47,481	-45,500	7,647	7,647	7,647	7,647	7,647	7,647	7,647	7,647	7,647	7,647	3,302	3,302	3,302	3,302	3,302
6	Cumulative cash flow before tax	1,000RMB	124,493	-45,500	-37,853	-30,205	-22,558	-14,911	-7,263	384	8,031	15,679	23,326	30,973	34,275	37,576	40,878	44,179	47,481
	Index							After tax			Before tax								
	IRR							12.43%			12.72%								