

平成 20 年度環境省委託事業

平成 20 年度 CDM / J I 事業調査

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

報告書

平成 21 年 2 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.....	1
1.2.1	適用する技術.....	1
1.2.2	背景.....	2
1.3	ホスト国、地域.....	3
1.4	ホスト国のCDM/JIに関する政策・状況等.....	4
1.4.1	各種法制度施行状況.....	4
1.4.2	CDM承認手続き.....	4
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.....	7
1.6	提案プロジェクトの技術移転の側面.....	7
2	調査内容	8
2.1	調査課題.....	8
2.2	調査実施体制（国内・ホスト国・その他）.....	11
2.3	調査内容.....	12
2.3.1	現地調査.....	12
2.3.2	調査課題に対する成果.....	15
3	プロジェクト	18
3.1	プロジェクトの内容.....	18
3.2	プロジェクトバウンダリーおよびベースラインの設定.....	22
3.2.1	プロジェクトバウンダリー.....	22
3.2.2	ベースラインケースと排出量原単位.....	23
3.2.3	プロジェクトケースと排出量原単位.....	25
3.3	モニタリング計画.....	25
3.3.1	ベースラインにおけるモニタリング.....	25
3.3.2	プロジェクトケースにおけるモニタリング.....	25
3.4	温室効果ガス削減量.....	26
3.5	クレジット獲得期間.....	26
3.6	環境影響・その他間接影響.....	27
3.7	利害関係者のコメント.....	31

3.8	プロジェクトの実施体制（国内・ホスト国・その他）	32
3.9	資金計画	33
3.10	経済性分析	34
3.11	追加性の証明	37
3.12	事業化に向けての見込み・課題	39
3.12.1	新方法論の構築	40
3.12.2	プロジェクト技術の立証	40
3.12.3	経済危機の影響	41
3.12.4	新規設備（堅炉）の建設	41
3.12.5	多様なプロジェクト参加者	41
3.12.6	事業化に向けた展開	42
4	ホスト国におけるコベネフィットの実現	43
4.1	背景	43
4.2	ホスト国における公害防止の内容	43
4.3	コベネフィット指標の提案	45

1 基礎情報

1.1 プロジェクトの概要

中国河北省は、豊富な天然資源に支えられ、国内で最も鉄鋼産業が栄えている地域である。しかし、一方で非効率な生産体制・設備により、温室効果ガスを含めた大気汚染が激しく環境が悪化している地域でもある。

このような状況下、中冶東方工程技術有限公司は、中国における省エネ・環境保護政策を背景に、未利用のコークス炉ガス（COG）を有効利用するための技術開発に取り組んできた。具体的には、現在、中国で一般的な高炉-転炉一貫製鉄での還元材（コークス）を、COGに代替するというものである。COGを還元材とする直接還元鉄（DRI: Direct Reduction Iron）は、スポンジ鉄とも呼ばれ、電炉での粗鋼生産用の原料として利用される。本プロジェクトは、コークス生産量 120 万トン/年を有する河北省唐山市にある民営企業と共同して、年間生産量 17 万トンの直接還元鉄製造工場を設立して実施される。ここで製造されたスポンジ鉄は、電炉まで運搬され、粗鋼用原料として利用される。

本技術の活用により、還元材をコークスから COG へ代替するだけでなく、高炉-電炉一貫製鉄からよりエネルギー効率の高い堅炉-電炉製鉄への転換が図られることになる。従来の高炉-電炉一貫製鉄では 1,818 kgCO₂/t-粗鋼の CO₂ 排出があるのに対し、電炉-堅炉製鉄では 1,099 kgCO₂/t-粗鋼と約 50%に抑制されるため、粗鋼 1 トンあたり 719 kgCO₂ の排出削減を生み出すことになる。上述の直接還元鉄製造規模から約 15 万トンの粗鋼が製造可能であり、約 11 万 tCO₂/年の排出削減が期待される。

本プロジェクトは、堅炉の新設を含んでいるため、2010 年 1 月からのプロジェクト開始を想定している。つまり、京都議定書第一約束期間という意味では、3 年分の CER が発行されることが期待されているものである。

なお、本プロジェクトは、COG を有効活用し、より環境価値の高い堅炉-電炉製鉄による粗鋼生産を行うプロジェクトである。コークス資源の節約や粗鋼生産プロセスにおけるエネルギー・汚染物質等排出量の抑制にも資するものであり、中国における持続可能な発展にも寄与することが期待される。

1.2 企画立案の背景

1.2.1 適用する技術

本プロジェクトは、COG を有効利用し、堅炉で鉄ペレットを還元することを特徴とする。堅炉での生産材である直接還元鉄（DRI: Direct Reduction Iron）は、スポンジ鉄とも呼ばれており、本プロジェクトでは、これを活用して粗鋼を生産するまでをバウンダリーとして

含めている。以下に、本プロジェクトの特徴である、COG を還元材として利用する豎炉でのプロセスを説明する。

COG の成分としては、H₂ : 58~60%、CO : 6~8%、CH₄ と CmHn : 25~28%、他に少量の N₂、CO₂、H₂O が含まれている。製造プロセスを単純化するため、COG 中の CH₄ を熱分解せず、CO と H₂ のみを利用するのが基本的な方法である。

COG は、加圧機によって 0.2~0.25MPa まで加圧された後、ボール式熱風炉の中で 950 度まで加熱され、また、熱ガスパイプを通じて、豎炉下部の環状パイプに運ばれる。この環状パイプの円周には多くのノズルがあり、COG はこれらのノズルを通じて豎炉の中に運ばれ、ペレットを還元する。

還元後の炉頂ガスは約 400 度、0.04MPa で豎炉の上昇管、下降管を経て重力除塵器で除塵される。その後、ベンチュリ管で洗浄され、含塵量が 10mg/m³、温度が 30~40 度になったとき、還元により生じた H₂O の多くが凝結析出される。還元後の炉頂ガスの一部は、熱風炉の燃焼に使用され、また、コークス炉に戻り、コークス炉の加熱用に使用される。また、管網に入り、燃料として工業用炉に利用されるものもある。

還元される元となる原料は、鉄含有量 66%以上のペレットである。鉄ペレットは、ホイストクレーンによって豎炉の炉頂から炉内に投入される。鉄ペレットが豎炉の中で約 6 時間還元され、還元後の直接還元鉄は歯切機械を経てタンデッシュに入れられる。その後、タンデッシュ下部の上密封弁を開き、600~700 度の直接還元鉄をクーリングタンクに入れてから、上密封弁を閉める。この際、洗浄・冷却後の炉頂ガスをクーリングタンクの下部から投入し、約 400 度まで加熱された後にタンクの上部から排出され、ベンチュリ管を経て洗浄される。

直接還元鉄がクーリングタンクの中で 100 度以下に冷却された後、炉頂ガスの入口弁と出口弁を閉め、クーリングタンク下部の下密封弁を開き、冷却された直接還元鉄を豎炉外部まで搬出する。搬出された DRI は、電炉まで運ばれ、粗鋼生産に利用される。

1.2.2 背景

中国における 1 人あたり粗鋼消費量は日本の 1/3 程度であり、今後も増産のポテンシャルが非常に大きい。一方で、ホスト国において一般的な高炉-転炉製鉄プロセスに必要なコークスは慢性的に不足している。また、本プロジェクトで採用するコークスを還元材として利用しない豎炉-電炉製鉄プロセスは、原料供給の不安定さ等の理由により、エネルギー効率が低いにも関わらず導入が進んでいないのが現状である。

現在未利用の COG を利用し、また銑鉄を代替し得る直接還元鉄を生産する豎炉-電炉プロセスを構成すれば、上記のマテリアルフローのアンバランスを解消できる。また、CER を売却することでプロジェクトのキャッシュフローが安定し、投資家の意欲が増すことにも繋がる。以上のことから、CDM 化による事業の安定性向上は、中国国内の他省や他国に

においても普及を生み出す可能性を示すものである。

但し、本プロジェクトで採用する、COGによる直接還元技術は、CDMに限らず世界に先駆けた新しい技術である。また、技術開発者やCOG供給者、直接還元鉄受入事業者などプロジェクトに実際に参加する事業者も多様化している。本格的に商用化した例がないため、実際のプラント稼働に向けては、多様な関係者からの協力を得つつ、協議する必要がある。

従って、本プロジェクトに関してCDM化の実現可能性をより具体的に評価すべく、以下で検討を行うものである。

1.3 ホスト国、地域

ホスト国：中国

地域：河北省



図 1 プロジェクトサイト

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。

表 1 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
国家機構変動プログラム	発表:2007年6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

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)

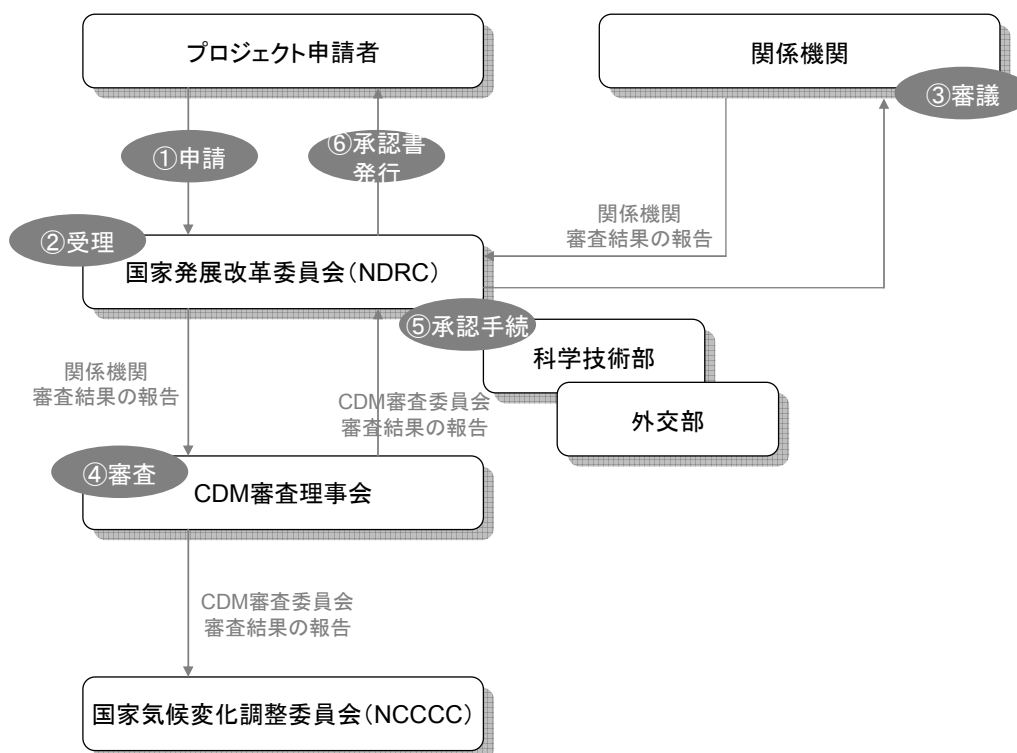


図 2 CDM 承認プロセス

表 2 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、粗鋼生産に関し、より CO2 排出量が少ない堅炉法の導入を目的としている。堅炉法導入は、上述した CO2 排出量以外にも、高炉-転炉一貫製鉄で生じる鉄ペレットのリサイクル率向上や、COG（つまり、コークス資源）の有効活用、にも繋がるものである。

また、天然資源以外の環境改善効果も期待される。高炉-転炉プロセスの鉄鉱石焼結過程では、SO₂、NO_x さらには粉塵の排出があり、通常大気に放出されている。堅炉法では、スポンジ鉄中に硫黄分が滞留し、最終的に廃棄しやすい状態となるなど、これらの排出抑制効果が期待される。また、コークス製造量を抑制することが可能であるため、それに伴う大気汚染物質の抑制にも寄与するものである。ベースラインの銑鉄製造の際には、大量の用水を必要とするため、大気汚染回避に限らない効果も期待される場所である。

以上のように、これらは、中国で推奨されている持続可能な開発に対して良い影響を与えるものである。また、本プロジェクトが事業として成立すれば、同国に限らず世界的に普及させることも可能である。

1.6 提案プロジェクトの技術移転の側面

本プロジェクトに用いる技術は、中国の事業者が保有するものであり、日本国内でも普及しておらず、日本からの技術移転はない。

2 調査内容

2.1 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。

(1) プロジェクトバウンダリーおよびベースラインの設定

- ・ 本プロジェクトは、余剰 COG を還元材として有効利用するプロジェクトであり、適用可能な方法論が承認されておらず、当然登録済プロジェクトも存在しない。
- ・ 従って、新規方法論の作成にあたり、その適用可能性やプロジェクトバウンダリー、ベースライン設定の考え方を、自ら構築する必要がある。
- ・ プロジェクトバウンダリーおよびベースライン設定に関しては、下表に示す通り、複数のシナリオが想定される。これらのうち、中国の実情に即し、かつ CDM の新規方法論として適用可能なシナリオを選択、もしくは改訂する。

表 3 プロジェクトバウンダリーおよびベースラインの想定シナリオ

プロジェクトバウンダリー	ベースラインおよびプロジェクトケース
<p>シナリオ1:</p> <p>The diagram illustrates the process flow for Scenario 1, divided into a Baseline Case (ベースラインケース) and a Project Case (プロジェクトケース). ベースラインケース: Includes '原料製造プロセス' (Raw material production process) with '焼結炉' (Sintering furnace) and 'ペレット製造' (Pellet production) producing '焼結鉱' (Sintered ore) and 'ペレット' (Pellets), and '還元剤製造プロセス' (Reducing agent production process) with 'コークス炉' (Coke oven) producing 'コークス' (Coke). The '製鋼プロセス' (Steelmaking process) involves a '高炉' (Blast furnace) producing '鉄鉄' (Iron) and a '転炉' (Converter) producing '粗鉄' (Pig iron). プロジェクトケース: Includes '原料製造プロセス' (Raw material production process) with 'ペレット製造' (Pellet production) producing 'ペレット' (Pellets). The 'COG回収プロセス' (COG recovery process) captures '余剰COG (CH4, ...)' (Excess COG) from the blast furnace. The '製鋼プロセス' (Steelmaking process) involves a '高炉' (Blast furnace) producing 'スポンジ鉄' (Sponge iron) and a '電炉' (Electric furnace) producing '粗鉄' (Pig iron). リンク: A red arrow indicates the flow of '余剰COG (CH4, ...)' from the blast furnace in the Project Case to the 'COG回収プロセス', which then feeds back into the '高炉' in the Project Case.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ ベースラインは、コークス炉からフレアされた COG 排出。ベースライン排出量は、CO2 でのモニタリング値。 ・ プロジェクトケースは、上記 COG の回収。排出量は 0。 ・ ベースラインとプロジェクトケースのリンク(計算の基準値)は、COG 回収量。 ・ 【問題点】回収された COG が確実に有効利用されていることを証明できない。

プロジェクトバウンダリー	ベースラインおよびプロジェクトケース
<p>シナリオ2:</p>	<p>ベースラインおよびプロジェクトケース</p> <ul style="list-style-type: none"> ベースラインは、コークス炉からフレアされた COG 排出。ベースライン排出量は、CO2 でのモニタリング値。(同シナリオ 1) プロジェクトケースは、回収 COG を利用したスポンジ鉄もしくは粗鋼生産。 ベースラインとプロジェクトケースのリンク(計算の基準値)は、COG 回収量。 【問題点】ベースライン排出量 < プロジェクトケース排出量とならないか？DME の NM や AM0037 は上記バウンダリーを採用。
<p>シナリオ3:</p>	<ul style="list-style-type: none"> ベースラインは、高炉-転炉一貫製鉄による粗鋼生産。 プロジェクトケースは、回収 COG を活用した電炉による粗鋼生産。 ベースラインとプロジェクトケースのリンク(計算の基準値)は、粗鋼生産量。 ※粗鋼 1トンあたり排出量の比較 【問題点】モニタリングが複雑。 【問題点】粗鋼 1トンあたりで見ているため、電炉による粗鋼生産のベースライン(シナリオ 4)を要求される可能性あり。
<p>シナリオ4:</p>	<ul style="list-style-type: none"> ベースラインは、天然ガスを活用した電炉による粗鋼生産。 プロジェクトケースは、回収 COG を活用した電炉による粗鋼生産。 ベースラインとプロジェクトケースのリンク(計算の基準値)は、粗鋼生産量。 ※粗鋼 1トンあたり排出量の比較 【問題点】削減となっているか？ 【問題点】中国では、想定し得ないベースケースか？

(2) 温室効果ガス削減量

- ・ 中国において一般的な高炉-転炉製鉄プロセスおよびカウンターパートの技術を活用した豎炉-電炉製鉄プロセスについては、カウンターパートの技術者が保有する情報を基に排出量を試算した経験を有している。
- ・ 本 FS 調査では、上記で想定したシナリオ（プロジェクトバウンダリーおよびベースライン設定）に基づいて、クレジット期間中の温室効果ガス削減量を試算する必要がある。
- ・ また、カウンターパートが有する情報（係数の想定）については、より中国の実情に即し、かつオーソライズされたデータであることが望ましいことから、それらデータの検証もしくは公的情報の入手が必要である。

(3) 環境影響・その他の間接影響

- ・ 高炉-転炉製鉄プロセスの焼結炉工程等では、NO_x、SO_x 等の環境影響物質が排出されている。また、コークス製造にあたっては、NO_x 等の排出基準が設けられている通り、大気汚染が懸念されている。
- ・ 本プロジェクトでは、データ入手可能性等を鑑み、コークス製造に係る排出抑制の効果を環境影響として捕らえ、その効果を評価する。

(4) 利害関係者からのコメント

- ・ 本プロジェクトを開始するに当たり、関係機関へのプロジェクト概要および CDM 化の検討について説明が必要である。
- ・ また、改善要求があった場合には、それへの対応が必要である。

(5) 資金計画

- ・ 豎炉建設やその他経費等の費用について、本プロジェクトで想定するコークス工場規模において再度見積りが必要である。
- ・ また、それらの資金をどのように捻出するのか計画を立案する必要がある。

(6) 経済性分析

- ・ 一定規模のプロジェクト規模を想定した経済性分析は既に実施済みであり、CDM 化による便益享受が、プロジェクト実施に必要不可欠であることは、試算済みである。
- ・ 本調査では、上記見積りおよび収益分を考慮した経済性分析を改めて実施・再検討する必要がある。なお、中国の鉄鋼産業は、近年急変動を示しており、将来の想定としてより現実的かつ CDM 化の検討に資する想定をする必要がある。

(7) 追加性の証明

- ・ 本プロジェクトは、日本を含め世界でもまだ実現していない技術である。
- ・ 従って、当然技術的なバリアは存在しており、また、これまでの概算見積りでは経済的にも追加性があると考えられるプロジェクトである。
- ・ 本調査では、カウンターパートからの情報提供を踏まえ、追加性の証明について、考え方を構築する必要がある。

2.2 調査実施体制(国内・ホスト国・その他)

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

■九州電力株式会社:

- ・ 現地カウンターパート（中冶東方工程技術有限公司）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

■中冶東方工程技術有限公司:

- ・ 技術情報、資金調達情報等の提供 など

■唐山市征楠焦化有限公司:

- ・ コークス・COG 関連情報の提供 など

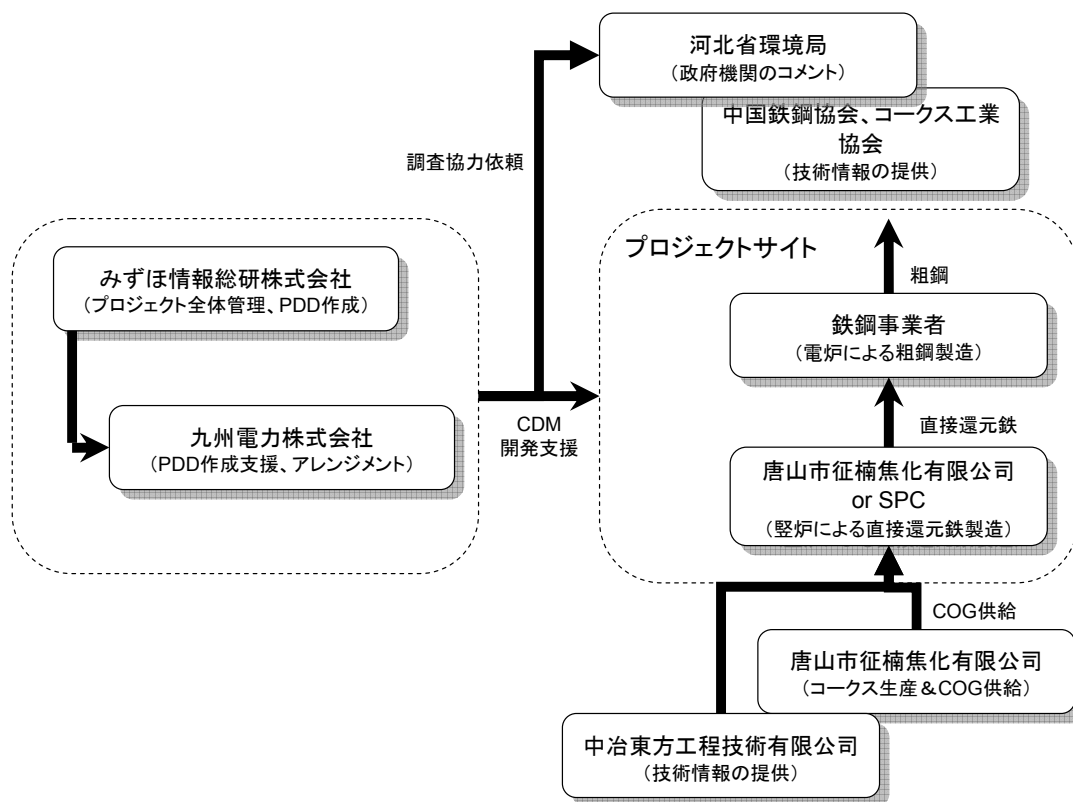


図 3 調査実施体制

2.3 調査内容

2.3.1 現地調査

現地調査の概要を以下に示す。詳細は、別添の現地調査報告書を参照。

■ 第 1 回（2008 年 9 月）

○中冶東方工程技術有限公司との打合せ

- 日 時 : 2008 年 9 月 9 日 10:00~12:00
- 場 所 : 中国河北省 中冶東方工程技術有限公司 事務所
- 出席者 : 趙氏（董事・副総経理）、胡氏（技術担当）、他 6 名（中冶東方工程技術有限公司）
上妻氏、王氏（九州電力株式会社）
齊藤、中村（みずほ情報総研株式会社）
- 議事概要 : ①CDM の枠組みについて（みずほ情報総研より説明）
②中冶東方工程技術有限公司が保有する技術の概要について（カウンタ

ーパートより説明)

- 結果概要：①カウンターパートへの CDM の説明によりその理解を深め、CDM 化に必要な種々の情報提供協力を約束。
- ②カウンターパートが保有する技術の理解を深め、CDM 化に向けた協議を実施。

○中冶東方工程技術有限公司との打合せ

- 日 時 : 2008 年 9 月 9 日 13:30~17:00
- 場 所 : 中国河北省 中冶東方工程技術有限公司 事務所
- 出席者 : 趙氏 (董事・副総経理)、胡氏 (技術担当)、他 3 名 (中冶東方工程技術有限公司)
上妻氏、王氏 (九州電力株式会社)
齊藤、中村 (みずほ情報総研株式会社)
- 議事概要：①一般的な高炉-転炉製鉄のプロセスおよび排出原単位について (カウンターパート説明)
- ②堅炉法のプロセスおよび排出原単位について (カウンターパートより説明)
- 結果概要：①②ホスト国における製鉄プロセスの基礎情報を収集し、プロジェクトバウンダリー (粗鋼生産まで) やベースライン (高炉-転炉プロセス) の考え方を決定。また、ベースラインおよびプロジェクトケースの各プロセスにおけるエネルギー消費原単位を入手し、CO₂ 排出削減量を推計。

■ 第 2 回 (2008 年 11 月)

○唐山市征楠焦化有限公司との打合せ

- 日 時 : 2008 年 11 月 21 日 10:00~12:00
- 場 所 : 中国河北省 唐山市征楠焦化有限公司 事務所
- 出席者 : 劉氏 (総経理)、他 2 名 (征楠焦化有限公司)
胡氏 (技術担当)、他 1 名 (中冶東方工程技術有限公司)
上妻氏、王氏 (九州電力株式会社)
齊藤、中村 (みずほ情報総研株式会社)
- 議事概要：①本プロジェクトの概要について (みずほ情報総研より説明)
- ②唐山市征楠焦化有限公司の会社概要について (唐山市征楠焦化有限公司より説明)
- ③COG について (唐山市征楠焦化有限公司より説明 ※一部中冶による解説を含む)

- 結果概要：②唐山市征楠焦化有限公司のコークス生産能力は現状 50 万トン/年であるが、2009 年 3 月からは 120 万トン/年に拡大する予定。これに伴い、COG の発生量も増加予定（現状 0.9～1 億 m³/年）。
- ③一般的には、COG はフレア処理を行いエネルギー利用しないが、唐山市征楠焦化有限公司では、都市ガス代替として安価に提供。



図 4 征楠焦化有限公司のプラント (左) コークス炉、(右) COG 用パイプライン

■ 第 3 回 (2009 年 1 月)

○河北省環境保護局および河北省コークス工業協会との打合せ

- 日 時 : 2009 年 1 月 15 日 9:30～11:30
- 場 所 : 中国河北省環境保護局 事務所 (石家庄)
- 出席者 : 王魯氏 (河北省環境保護局所長)、張伯春氏 (河北省コークス工業協会)、
他 4 名
上妻氏、王氏 (九州電力株式会社)
齊藤、中村 (みずほ情報総研株式会社)
- 議事概要：①本プロジェクトの概要について (みずほ情報総研より説明)
②本プロジェクトに関するステークホルダーコメント (河北省環境保護局、河北省コークス工業協会からコメント)
③質疑応答 (河北省環境保護局、河北省コークス工業協会からコメント)
- 結果概要：①②本プロジェクト概要を説明後、還元後 COG の状態やプロジェクト参加者およびその役割について、先方から質問。これら質問への回答後、「エネルギー利用等用途のある COG を還元材として副次的に活用する本プロジェクトは合理的であり、当局としても後押しする」とのコメントを頂戴した。
- ③河北省のコークス不足の状況は今後も継続する見通しであり、また堅

炉建設にも規制の課題がないことが判明。



図 5 河北省環境保護局および河北省コークス工業協会との打合せ

2.3.2 調査課題に対する成果

現地調査、その他調査における調査結果概要を以下に整理する。詳細は、第3章を参照。

(1) プロジェクトバウンダリーおよびベースラインの設定

- ・ 調査課題に挙げた、プロジェクトバウンダリーおよびベースラインシナリオのうち、シナリオ3を新規方法論構築において採用する。
 - プロジェクトバウンダリー：粗鋼生産までのプロセス（堅炉-電炉）
 - ベースラインシナリオ：高炉-転炉一貫製鉄
- ・ 本プロジェクトで採用する新技術は、堅炉でのCOGによる直接還元である。ここでの生産材は直接還元鉄（スポンジ鉄）であり、高炉での生産材である銑鉄とは異なる。従って、堅炉および高炉でのプロセスをバウンダリーとすることは正確ではないと考えられる。
- ・ 従って、生産材を粗鋼にそろえるため、上記のバウンダリーおよびベースラインの考え方を採用する。

(2) 温室効果ガス削減量

- ・ カウンターパートおよび中国鉄鋼協会等へのヒアリングを通じ、ベースラインおよびプロジェクトケースの各プロセスのエネルギー消費原単位を整理した。原単位の詳細は、添付資料の現地調査結果に示す通り。
- ・ これらの情報を基に推計した温室効果ガス削減量は、111,114 CO₂/年である。こ

これは、COG 提供元である唐山市征楠焦化有限公司の 2009 年 3 月からの生産能力 120 万トン/年に基づいたものである。

(3) 環境影響・その他の間接影響

- ・ コークス製造プロセスにおける排出基準は、後述する通り。
- ・ 本プロジェクトでは、高炉でのコークス還元を COG が代替するとの考えにより、コークス製造削減量から汚染物質の削減量を評価する。但し、コークス製造量あたりの NO_x 等排出量データが入手困難なため、排出基準値を用いて評価する。
- ・ 評価した結果、約 50 万円/年の環境外部コスト削減が期待される結果となった。

(4) 利害関係者からのコメント

- ・ 中国鉄鋼協会との打合せを通じ、積極的に推進するとのコメントを得ている。
- ・ プロジェクトサイトがある河北省環境保護局との打合せを 2009 年 1 月 15 日に実施した。「エネルギー利用等用途のある COG を還元材として副次的に活用する本プロジェクトは合理的であり、当局としても後押しする」とのコメントを得ている。
- ・ また、本プロジェクトでは COG の有効利用が鍵となるため、河北省コークス工業協会とも打合せを実施した。還元による COG の熱量変化に対して質問があったものの、熱量変化がないことを回答すると、前向きに推奨するとのコメントを得た。

(5) 資金計画

- ・ 当プロジェクトの資金調達案は、まだ具体化していない。
- ・ しかしながら、総コストが比較的小さいため、プロジェクト事業者による自己資金でまかなわれる可能性が高い。

(6) 経済性分析

- ・ 各種情報を基に、堅炉建設コストや O&M コストに対する利益から経済性評価を実施した。
- ・ CER 売却益がない場合、投資回収約 8.6 年・IRR10.2%と事業者にとって魅力のないプロジェクトとなるが、CDM 化により投資回収約 2.9 年・IRR33.5%にまで改善させることが可能である。

	クレジット利益なし	クレジット利益あり
投資回収年	8.6 年	2.9 年
IRR	10.2%	33.5%

(7) 追加性の証明

- ・ 本プロジェクトは、日本を含め世界でもまだ実現していない技術である。
- ・ 従って、(1) 広範囲に利用することに対する技術バリア、(2) 初期投資および運用におけるコスト上のバリアが存在することになる。
- ・ 上述したように、経済性分析においても、バリアが存在することが示されている。

3 プロジェクト

3.1 プロジェクトの内容

Project Summary

中冶東方工程技術有限公司は、中国における省エネ・環境保護政策を背景に、未利用のコークス炉ガス（COG）を有効利用するための技術開発に取り組んできた。河北省が天然資源を豊富に抱えていることもあり、省内の主要産業である鉄鋼業においてエネルギー効率的に、かつ温室効果ガスの排出抑制が期待される技術に着目し、その開発に成功した。

具体的には、現在、中国で一般的な高炉-転炉一貫製鉄での還元材（コークス）を、COGに代替するというものである。COGを還元材とする直接還元鉄は、スポンジ鉄とも呼ばれ、電炉での粗鋼生産用の原料として利用される。本プロジェクトは、コークス生産量120万トン/年を有する河北省唐山市にある民営企業と共同して、年間生産量17万トンの直接還元鉄製造工場を設立して実施される。ここで製造されたスポンジ鉄は、電炉まで運搬され、粗鋼用原料として利用される。

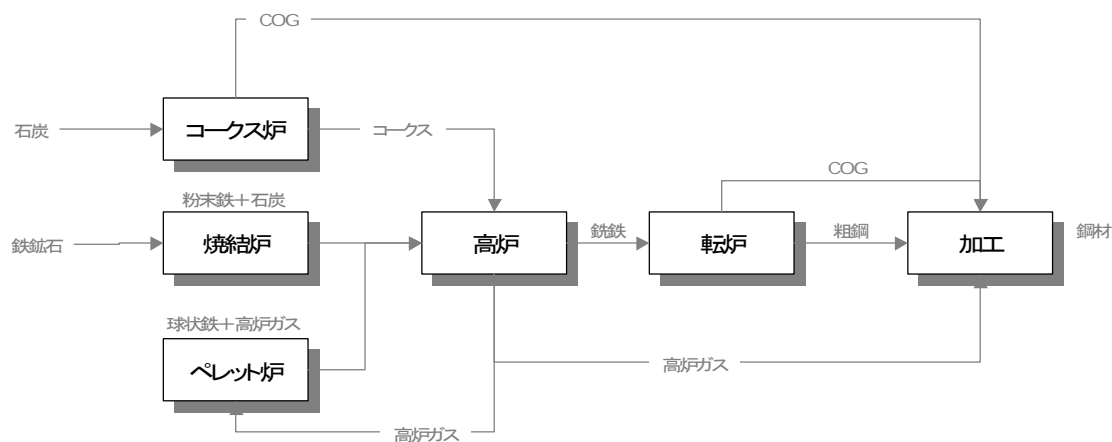


図 6 高炉-転炉一貫製鉄プロセス

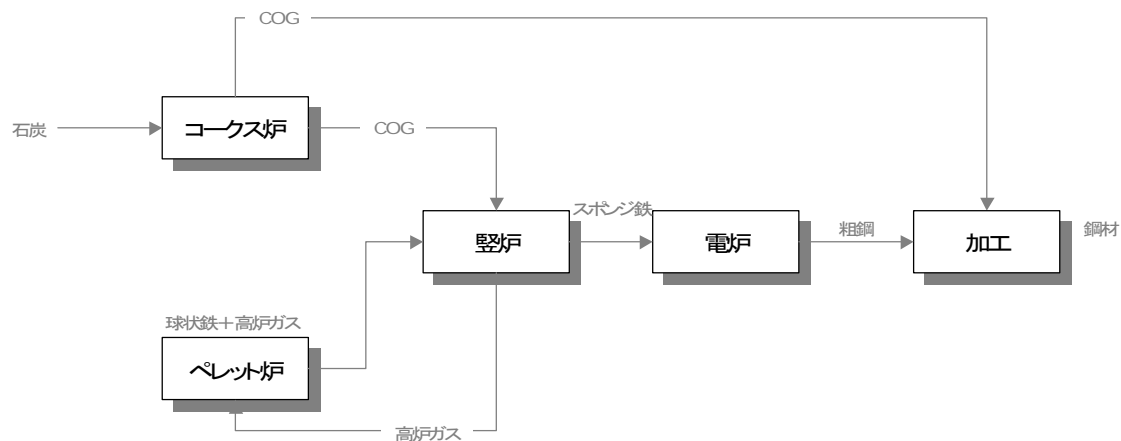


図 7 竪炉-電炉製鉄プロセス

本技術の活用により、還元材をコークスから COG へ代替するだけでなく、高炉-電炉一貫製鉄からよりエネルギー効率の高い竪炉-電炉製鉄への転換が図られることになる。ホスト国で普及している高炉-電炉一貫製鉄では 1,818 kgCO₂/t-粗鋼の CO₂ 排出があるのに対し、電炉-竪炉製鉄では 1,099 kgCO₂/t-粗鋼と約 50%に抑制されるため、粗鋼 1 トンあたり 719 kgCO₂ の排出削減が期待されることになる。本プロジェクトは、この原単位差と粗鋼生産量とにより排出削減を生み出すものである。本プロジェクトでは、COG 発生量を鑑み、17 万トン/年の直接還元鉄を製造する竪炉を想定するため、111,114 tCO₂/年の排出削減が期待される。

本プロジェクトは、COG を有効活用し、より環境価値の高い竪炉-電炉製鉄による粗鋼生産を行うプロジェクトである。コークス資源の節約や粗鋼生産プロセスにおけるエネルギー消費量・汚染物質等排出量の抑制にも資するものであり、中国における持続可能な発展にも寄与することが期待される。

Background

中国では、エネルギー消費量が急速に増加しており、エネルギー資源の開発が消費の伸びに追いついていないのが現状である。1990 年初頭から純輸入国に転じており、2005 年時点のエネルギー自給率は約 92%とされている。中国政府は国内のエネルギー資源の開発強化とともに省エネを推進しており、2006 年 3 月に公表された第 11 次五カ年計画においても、省エネや環境保護が大きく謳われている。

鉄鋼産業については、中国での生産量増大は著しく、右肩上がり続けている。2007 年の粗鋼生産量は前年比 15.7%増の 4.89 億トン/年とされ、これは世界の 36.4%を占めるに至

っている。プロジェクトサイトのある河北省は、中国の粗鋼生産の中心であり、2005 年時点で 7,425 万トン/年と中国国内で最も粗鋼生産量の多い省である。

中国での粗鋼生産の中心は、高炉-転炉一貫製鉄であり、したがって、還元材として用いられるコークスの需要も増加を続けている。プロジェクトサイトのある河北省では、隣接する山西省から不足分を調達するなど慢性的なコークス不足状況にある。さらに、コークスを用いない電炉の主原料である鉄スクラップについては、需要過多で市場からの調達が困難な状況にある。これらの理由により、有効利用が可能な COG を活用する本プロジェクトは、エネルギー逼迫状況・コークス不足状況・電炉の原料不足状況等の緩和に資するものと言える。

ペレットを COG で還元して製造されるスポンジ鉄は、電炉での粗鋼生産用に利用される。電炉製鋼は、転炉製鋼に比べ生産プロセスが短く、エネルギー消費量・汚染物質の発生量が少なく、環境コストが低いという利点がある。中冶東方工程技術有限公司によると、電炉製鉄は、転炉製鉄よりエネルギー消費量が 60%、用水量が 40%、廃ガス排出量が 86%、廃水排出量が 76%、スラグ排出量が 97% 少ないと言う。世界的には、電炉製鋼の普及は進んでおり、世界全体では鉄鋼総生産の 33% を占めるに至っている。¹しかし、中国では、原料不足等により電炉製鋼の普及は遅れており、現在では 16% を下回っている。

このような状況の下、中冶東方工程技術有限公司では、有効利用が可能な COG を鉄ペレットの還元材として活用する堅炉法の開発に成功した。

中冶東方工程技術有限公司が着目した COG については、中国では、一部例外はあるものの、ほとんどがフレア処理され、有効利用されていない。本技術は、従来の還元材（コークス）を COG に代替するもので、電炉製鋼の環境優位性をさらに高めるものである。資源の有効利用では、成熟した技術である堅炉法直接還元鉄プロセスは、大量の COG を有効活用することを可能とするため、経済持続な開発にも寄与するものである。

Method of CO2 Reduction

本プロジェクトは、粗鋼生産原単位の改善により、CO2 排出量を削減するものである。現時点において、河北省を含む中国国内で一般的な粗鋼生産は高炉-転炉一貫製鉄によるものであり、本プロジェクトでは、これをより CO2 排出量の少ない堅炉法に代替することで、CO2 排出量を削減する。

具体的な、高炉-転炉一貫製鉄の各プロセスでのエネルギー消費量および、堅炉法でのエネルギー消費量は以下に示す通りである。ここに示されるエネルギー消費量を CO2 換算すると、高炉-転炉一貫製鉄では 1,818 kgCO₂/t-粗鋼、堅炉法では 1,099 kgCO₂/t-粗鋼の CO2 排

¹ 各国別の電気炉製鋼比率は、アメリカ 50%、韓国 45%、ドイツ 30%、日本 28%、インド 46%。

出となるため、粗鋼 1 トンあたり 719 kgCO₂ の CO₂ 排出削減とみなすことができる。

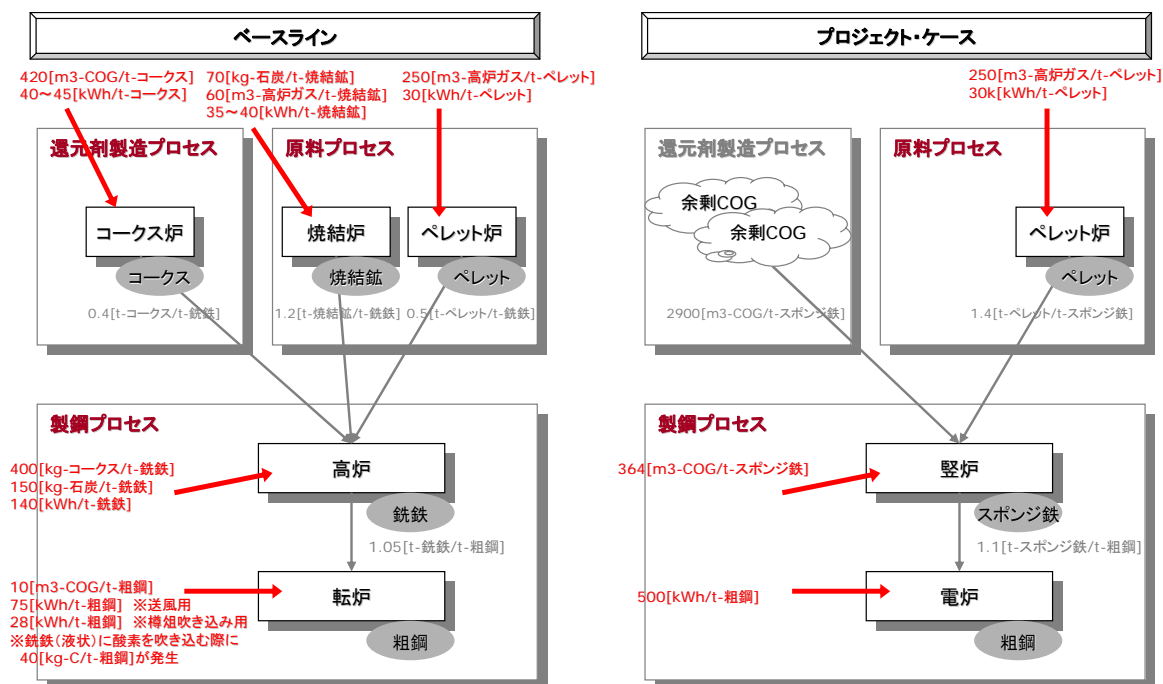


図 8 ベースラインおよびプロジェクトケースでのエネルギー消費量²

Environmental Impact and Sustainable Development

本プロジェクトは、粗鋼生産に関し、より CO₂ 排出量が少ない電炉法の導入を目的としている。電炉法導入は、上述した CO₂ 排出量以外にも、高炉-転炉一貫製鉄で生じる鉄ペレットのリサイクル率向上や、COG（つまり、コークス資源）の有効活用にも繋がるものである。

また、天然資源以外の環境改善効果も期待される。高炉-転炉プロセスの鉄鉱石焼結プロセスやコークス製造プロセスでは、SO₂、NO_x さらには粉塵の排出があり、通常大気に放出されている。電炉法では、スポンジ鉄中に硫黄分が滞留し、最終的に廃棄しやすい状態となるなど、これらの排出抑制効果が期待される。また、銑鉄製造の際に、大量の用水を必要とするが、これも改善される。

² 現地カウンターパートからの提供データに基づく。

3.2 プロジェクトバウンダリーおよびベースラインの設定

COG を利用するプロジェクトの方法論について考えた時、エネルギー利用する場合には、ACM0012 が適用可能であるが、本プロジェクトのように、還元材として利用する場合には、適用ができない。また、COG を原料として DME を製造するプロジェクトのための方法論が提案されているが、本プロジェクトの内容には合致しない。

したがって、本調査においては、本プロジェクトに適用可能な、新方法論を作成することとした。

基本的な考え方は、ベースラインとして想定される高炉－転炉プロセスにおける粗鋼 1 トンあたりの GHG 排出量と、本プロジェクトで提案される COG を還元材として利用するプロセスにおける粗鋼 1 トンあたりの GHG 排出量とを比較するものである。

なお、以下新方法論の概要を示すが、種々の数式など、詳細については、新方法論ドキュメントを参照されたい。

3.2.1 プロジェクトバウンダリー

表 4 に表形式におけるバウンダリーを、図 9 にバウンダリーを図示したものをそれぞれ示す。

表 4 プロジェクトバウンダリー

Source		Gas	Included?	Justification / Explanation
Baseline	コークス炉	CO ₂	Yes	Main emission source.
		CH ₄	No	Excluded for simplification. This is conservative.
		N ₂ O	No	Excluded for simplification. This is conservative.
	焼結炉	CO ₂	Yes	Main emission source.
		CH ₄	No	Excluded for simplification. This is conservative.
		N ₂ O	No	Excluded for simplification. This is conservative.
	ペレット炉	CO ₂	Yes	Main emission source.
		CH ₄	No	Excluded for simplification. This is conservative.
		N ₂ O	No	Excluded for simplification. This is conservative.
	高炉	CO ₂	Yes	Main emission source.
		CH ₄	No	Excluded for simplification. This is conservative.
		N ₂ O	No	Excluded for simplification. This is conservative.
転炉	CO ₂	Yes	Main emission source.	
	CH ₄	No	Excluded for simplification. This is conservative.	
	N ₂ O	No	Excluded for simplification. This is conservative.	
Project activity	ペレット炉	CO ₂	Yes	May be an important emission source.
		CH ₄	No	Excluded for simplification. This emission source will be negligible.
		N ₂ O	No	Excluded for simplification. This emission source will be negligible.
	堅炉	CO ₂	Yes	May be an important emission source.

		CH ₄	No	Excluded for simplification. This emission source will be negligible.
		N ₂ O	No	Excluded for simplification. This emission source will be negligible.
	電炉	CO ₂	Yes	May be an important emission source.
		CH ₄	No	Excluded for simplification. This emission source will be negligible.
		N ₂ O	No	Excluded for simplification. This emission source will be negligible.

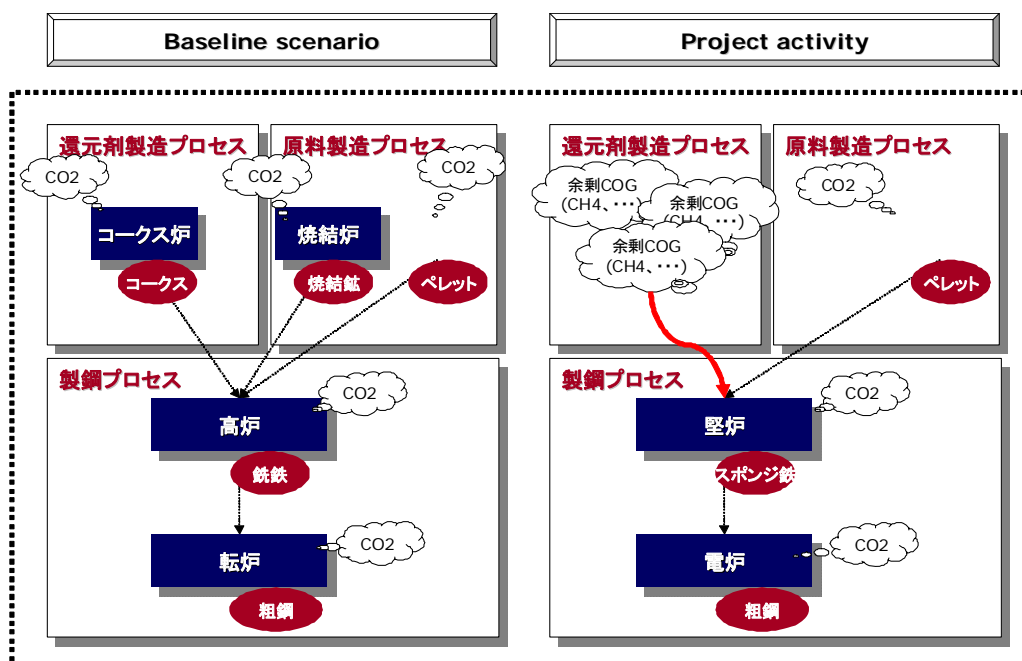


図 9 プロジェクトバウンダリー

3.2.2 ベースラインケースと排出量原単位

ベースラインは、高炉－転炉プロセスによる粗鋼生産である。同プロセスでは、下記プロセスにおいて、それぞれ CO₂ が発生することとなる。

(1) コークス炉プロセス

コークス 1 トンの生産に対し、1.32 トンの石炭を消費し、422m³-COG が発生する。また、COG の成分は、CO : 6~7%、CO₂ : 1~3%、H₂ : 55~60%、CH₄ : 24~26%、N₂ : 5~6%、H₂O : 3~4%、C_mH_n : 1~2% であり、炭素含有量は約 35% である。また、高炉ガスのうち、焼結炉・ペレット炉・高炉で消費されない分が当プロセスで消費されると仮定する。したがって、当プロセスからの直接排出量（排出原単位）は、

$$422 \text{ [m}^3\text{-COG/t-コークス]} \times 35 \text{ [%]} \times 44/22.4 + 793 \text{ [m}^3\text{-高炉ガス/t-コークス]} \times 42\text{[%]}$$

$$\times 44/22.4 = 982 \text{ [kgCO}_2\text{/t-コークス]}$$

となる。一方、間接排出量として、36.79 [kWh/t-コークス]の電力を消費する。

(2) 焼結炉プロセス

焼結鉱 1 トンの生産に対し、70kg の石炭、60m³-高炉ガスを消費する。河北省のローカルな資料の値をベースとすると、石炭および高炉ガスの炭素含有量は、各々75%、42%である。

したがって、当プロセスからの直接排出量は、

$$70 \text{ [kg-石炭/t-焼結鉱]} \times 75\% \times 44/12 + 60 \text{ [m}^3\text{-高炉ガス/t-焼結鉱]} \times 42\% \times 44/22.4 \\ = 241 \text{ [kgCO}_2\text{/t-焼結鉱]}$$

となる。

また、間接排出量として、37.89 [kWh/t-焼結鉱]の電力を消費する。

(3) ペレット製造プロセス

ペレット 1 トンの生産に対し、高炉ガス 250m³ を消費する。したがって、当プロセスからの直接排出量は、

$$250 \text{ [m}^3\text{-高炉ガス/t-ペレット]} \times 42\% \times 44/22.4 = 668 \text{ [kgCO}_2\text{/t-ペレット]}$$

である。

一方、間接排出量として、34.85 [kWh/t-ペレット]の電力を消費する。

(4) 高炉プロセス

銑鉄 1 トンの生産に対し、400kg のコークス、150kg の石炭を消費する。コークスおよび石炭の炭素含有量は、河北省のローカルな値では、各々80%、65%となっている。ただし、これらは高炉ガスとして発生し、当プロセスを含む様々なプロセスで有効利用されている。従って、ここでは、発生する高炉ガスのうち、当プロセスで消費される 810 [m³-高炉ガス/t-銑鉄]のみをカウントする。

したがって、当プロセスからの直接排出量は、

$$810 \text{ [m}^3\text{-高炉ガス/t-銑鉄]} \times 42\% \times 44/22.4 = 668 \text{ [kgCO}_2\text{/t-銑鉄]}$$

となる。

また、間接排出量として、送風用の 167.69 [kWh/t-銑鉄]の電力を消費する。

(5) 転炉

粗鋼 1 トンの生産に対し、10m³-COG を消費する。COG は、クレードルの加熱用である。転炉ガスが約 100 [m³/t-粗鋼]発生するものの、プロジェクトバウンダリー外の製鋼プロセスで有効利用されるため、本プロジェクトではこれを考慮しない。

したがって、当プロセスからの直接排出量は、

$$10 [\text{m}^3\text{-COG/t-粗鋼}] \times 35\% \times 44/22.4 = 13 [\text{kg-CO}_2/\text{t-粗鋼}]$$

また、間接排出量として、43.46 [kWh/t-粗鋼]を消費する。

3.2.3 プロジェクトケースと排出量原単位

(1) 竪炉プロセス

スポンジ鉄 1 トンに対し、COG の加熱用に 364m³ の COG を消費する。竪炉での一度使用された COG の再利用であるため、炭素含有量は 41.5%に上昇している。したがって、同プロセスの排出量は、

$$364[\text{m}^3\text{-COG/t-スポンジ鉄}] \times 41.5[\%] \times 44/22.4 = 206 [\text{kgCO}_2/\text{t-スポンジ鉄}]$$

となる。

また、間接排出量として、30 [kWh/t-粗鋼]を消費する。

(2) ペレット

銑鉄 1 トンに対し、1.4 トンのペレットを消費する。ペレット炉での排出量の計算は、高炉-転炉プロセスと同様である。

(3) 電炉

間接排出量として、1 トンの粗鋼あたり、380 [kWh]の電力を消費する。

3.3 モニタリング計画

上記ベースライン方法論を新規に作成したことから、モニタリング方法論も新規に作成した。

3.3.1 ベースラインにおけるモニタリング

ベースライン排出量の計算は、すべて Ex-ante により数値が確定される。したがって、ベースラインにおけるモニタリング項目、変数はない。

3.3.2 プロジェクトケースにおけるモニタリング

プロジェクトケースにおけるモニタリング項目は、上記に示した各プロセスの各原単位をモニタリングすることとなる。

3.4 温室効果ガス削減量

上記 3.1 の新方法論計算式に基づく、温室効果ガス削減量は、表 5 のとおりである。

表 5 温室効果ガス削減量

項目	単位	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
ベースライン排出量	t-CO ₂ e	280,938	280,938	280,938	280,938	280,938	280,938	280,938	280,938	280,938	280,938
想定粗鋼生産量	粗鋼トン	154,545	154,545	154,545	154,545	154,545	154,545	154,545	154,545	154,545	154,545
ベースライン排出係数	kg-CO ₂ e/粗鋼トン	1,818	1,818	1,818	1,818	1,818	1,818	1,818	1,818	1,818	1,818

項目	単位	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
プロジェクト活動排出量	t-CO ₂ e	169,824	169,824	169,824	169,824	169,824	169,824	169,824	169,824	169,824	169,824
想定粗鋼生産量	粗鋼トン	154,545	154,545	154,545	154,545	154,545	154,545	154,545	154,545	154,545	154,545
プロジェクト活動排出係数	kg-CO ₂ e/粗鋼トン	1,099	1,099	1,099	1,099	1,099	1,099	1,099	1,099	1,099	1,099

項目	単位	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
ベースライン排出量	t-CO ₂ e	280,938	280,938	280,938	280,938	280,938	280,938	280,938	280,938	280,938	280,938
プロジェクト活動排出量	t-CO ₂ e	169,824	169,824	169,824	169,824	169,824	169,824	169,824	169,824	169,824	169,824
リーケージ排出量	t-CO ₂ e	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
排出削減量	t-CO ₂ e	111,114	111,114	111,114	111,114	111,114	111,114	111,114	111,114	111,114	111,114

排出削減量の試算に当たっては、利用可能な COG 量が鍵となる要素である。スポンジ鉄 1 トンの生産に対し、820m³ の COG が必要となるが、本プロジェクトでは 17 万トンのスポンジ鉄生産を想定する。これは、COG 必要量に換算すると約 1.4 億 m³ に相当する量である。

一方、COG 提供元である征楠焦化有限公司へのヒアリング³では、現在のコークス生産 (50 万トン) に対し、約 9,000 万～1 億 m³ の COG が発生していると判明している。生産量が約 2.4 倍になることを踏まえ、本プロジェクトでは、保守的に COG 発生量の約 7 割を利用することを想定する。従って、スポンジ鉄生産が COG 不足により阻害される可能性は高くないと考えられる。

3.5 クレジット獲得期間

プロジェクト実施期間：2010 年～2030 年 (21 年間)

クレジット獲得期間：2010 年～2019 年 (10 年間)

本プロジェクトは、堅炉を新設することを想定したプロジェクトである。従って、プロ

³ 第 2 回現地調査報告書参照。

プロジェクト期間の開始日は、豎炉の稼動開始予定日である 2010/1/1 とする。

3.6 環境影響・その他間接影響

PDD の作成に必要となる環境影響評価について、以下に示す。

(1) 環境影響評価のプロセス

プロジェクトの環境影響評価報告書作成にあたっては、中国においては、以下のフローに従うこととなっている。

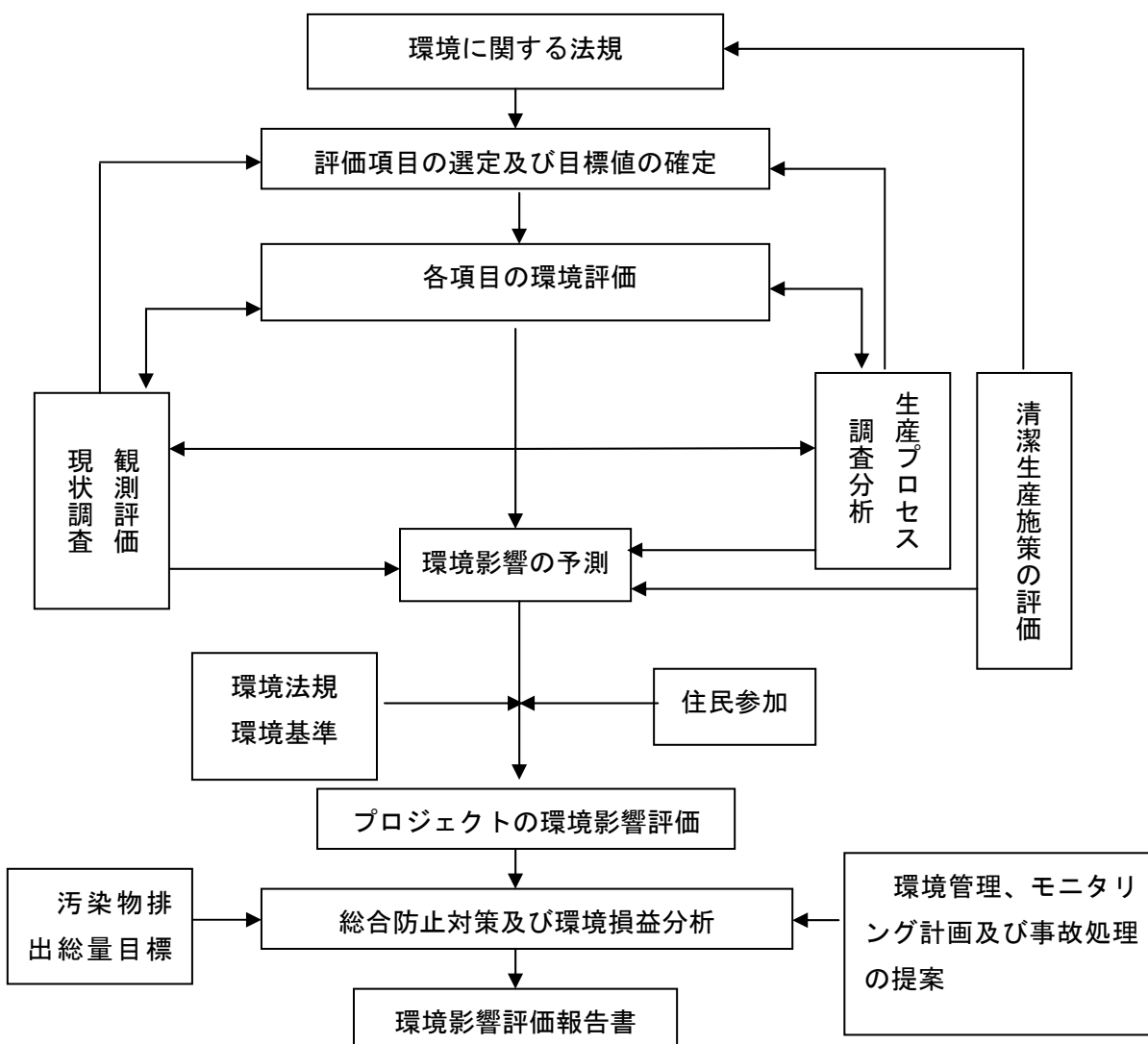


図 10 環境影響評価報告書作成フロー

上記プロセスにおいて、遵守が必要とされる主な法規制および技術規範は以下の通り。

表 6 本プロジェクトにおいて遵守が必要とされる主な法規制および技術規範

法規制	(1)「中華人民共和国環境保護法」1989.12.26 (2)「中華人民共和国環境影響評価法」2002.10.28 (3)「中華人民共和国水污染防治法」1996.5.15 (4)「中華人民共和国固体廃棄物環境污染防治法」2005.4.1 (5)「中華人民共和国大気污染防治法」2000,4.29 (6)「中華人民共和国騒音污染防治法」1996.10.29 (7)「中華人民共和国清潔生産促進法」2003.1.1 (8)「中華人民共和国水土保持法」1991.6.29 (9)「中華人民共和国節約能源法」2008.4.1 (10)「建設項目環境保護管理条例」1998.11.29
技術規範	(1) HJ/T2.1-93 「環境影響評価技術導則 総則」国家環保総局 (2) HJ/T2.2-93 「環境影響評価技術導則 大気環境」国家環保総局 (3) HJ/T2.3-93 「環境影響評価技術導則 地面水環境」国家環保総局 (4) HJ/T2.4-95 「環境影響評価技術導則 声環境」国家環保総局 (5) HJ/T19-97 「環境影響評価技術導則 非汚染生態影響」国家環保総局 (6) HJ/T169-2004 「プロジェクト環境リスク評価技術導則」国家環保総局

(2) 大気環境

上記技術規範のうち、大気環境については、以下の方法によって等級が決定される。

$$P_i = \frac{Q_i}{Q_{oi}} \times 10^9$$

式中： P_i—等級排出量m³/h；
 Q_i—単位時間排出量t/h；
 Q_{oi}—大気環境品質標準mg/m³。

表 7 大気評価等級一覧表

地形 \ P _i (m ³ /h)	P _i ≥ 2.5 × 10 ⁹	2.5 × 10 ⁹ > P _i ≥ 2.5 × 10 ⁸	P _i < 2.5 × 10 ⁸
複雑地形	一級	二級	三級
平原	二級	二級	三級

本プロジェクトの規模を勘案すると、「二級」が適用される。

排出基準については、出口濃度が評価の対象となる。排出標準は、中国国家基準「GB9078-1996」（工業窯炉大気汚染物排出標準）の二級標準値が適用される。

表 8 工業窯炉大気汚染物排出標準(単位：mg/m3)

汚染物	二級標準値	排出源
SO2	850	トンネル煙突
煙粉塵 (mg/m3)	200	

排出結果としての環境影響の評価範囲については、「煙突から主風方向 3km、その他 1.5km 範囲内」が適用される。この範囲の大気濃度（SO2、NO2、TSP）に関して、「二級」等級に対しては、中国国家基準「GB3095-1996」（環境空気品質標準）が適用される。

表 9 環境空気品質標準

順番	汚染物	濃度限界値 (mg/m3)			根拠
		1 時間平均	1 日平均	1 年平均	
1	SO2	0.50	0.15	0.06	GB3095-1996 (二級)
2	NO2	0.24	0.12	0.08	
3	TSP	/	0.30	0.20	

(3) 水環境

上記技術規範のうち、水環境については、工業排水がないため、生活廃水が地下水に対する影響が評価される。そのため、出口濃度は評価の対象とならない。

排出結果としての環境影響の評価範囲については、「工場敷地範囲内の地下水」が適用される。適用される地下水質は、中国国家基準「GB/T14848-93」（地下水品質標準）のⅢ類標準である。

表 10 地下水品質標準

項目	pH	総硬度	高マンガン 酸塩指数	六価 クロム	硝酸態窒素	亜硝酸態窒素
標準	6.5~8.5	≤450	≤3.0	≤0.05	≤20	≤0.02
項目	硫酸塩	鉍化度	Cl ⁻	F ⁻	アンモニア窒素	鉛
標準	≤250	≤1000	≤250	≤1.0	≤0.2	≤0.05
項目	水銀	石油類	カドミウム	シアン化物		
標準	≤0.001	—	≤0.01	≤0.05		

(4) 騒音環境

上記技術規範のうち、騒音環境については、「三級」が適用される。境界での騒音に関しては、設備運用および工事施工の両者について遵守する必要がある。設備運用については、中国国家基準「G12348-90」（工業企業敷地境界騒音標準）の二類地区標準値が適用され、また工事期間中については中国国家基準「G12532-90」（建設現場境界騒音限界値）が適用される。

表 11 騒音の標準（単位：dB（A））

適応区域	標準値		根拠
	昼間	夜間	
境界騒音	60	50	《工業企業敷地境界騒音標準》 (G12348-90) 二類地区標準
施工騒音	掘削工事 75、 杭工事 85	掘削工事 55、 杭工事を禁止	《建設現場境界騒音限界値》 (GB12523-90)

上記騒音による環境影響の評価範囲については、「工場敷地境界線から 1m 以内」が適用される。

適用される騒音環境標準は、中国国家基準「GB3096-1993」（城市区域環境騒音標準）の

二類区域標準にあたる、昼間 60dB (A)、夜間 50dB (A) となる。

(5) 固体廃棄物

固体廃棄物に関しては、国家基準「GB 18599-2001」（一般工業固体廃棄物貯蔵、処理場の汚染防止標準）が適用される。

3.7 利害関係者のコメント

(1) 利害関係者のコメント取得方法

利害関係者のコメントは、中国鉄鋼協会および河北省コークス工業協会から得ている。また、政府関係者として河北省環境保護局からもコメントを得ている。

中国鉄鋼協会からのコメントは、2008年12月1日に北京市内の同協会事務所において得た。打合せには、先方より4名が参加し、九州電力がプロジェクト概要を説明し、それに対してコメントを得た。

一方、河北省コークス工業協会および河北省環境保護局については、2009年1月15日に石家庄市内の環境保護局事務所を訪問し、コメントを得た。打合せには、河北省環境保護局および河北省コークス工業協会から関係者が出席し、プロジェクト概要を説明後、コメントを得た。

■ 中国鉄鋼協会との打合せ

- 日付 : 2008年12月1日
- 場所 : 中国鉄鋼協会事務所（北京）
- 参加者 : 中国鉄鋼協会、九州電力株式会社
- 方法 : 九州電力株式会社が京都メカニズムおよび本プロジェクトの概要を説明し、コメントを得た。

■ 河北省環境保護局、コークス工業協会との打合せ

- 日付 : 2009年1月15日
- 場所 : 河北省環境保護局事務所（石家庄）
- 参加者 : 河北省環境保護局、九州電力株式会社、みずほ情報総研株式会社
- 方法 : みずほ情報総研株式会社が京都メカニズムおよび本プロジェクトの概要を説明し、コメントを得た。

(2) 利害関係者のコメント

■ 中国鉄鋼協会との打合せ

本プロジェクトは、河北省での省エネや CO2 排出削減を促進するものであり、中国鉄鋼協会スタッフからは、本プロジェクトの実施について、積極的に推進していきたいとの賛同するコメントを得た。

なお、中国では約 30 の鉄鋼関連 CDM プロジェクトが存在し、そのうち幾つかは CDM 理事会に登録済みとのこと。

■ 河北省環境保護局、コークス工業協会との打合せ

COG はエネルギー利用され得るものであり、実際にメチルアルコール（ガソリン添加剤や塗装材等）、都市ガス、発電、加熱用に一部活用されている。本プロジェクトでは、これらに活用される前に直接還元鉄製造時の還元材として活用し、さらにエネルギー利用するものである。これは、還元後も COG の熱量が変化しないことから可能である。

河北省環境保護局および河北省コークス工業協会からは、余剰の COG を 2 回活用するものであり、「エネルギー利用等用途のある COG を還元材として副次的に活用する本プロジェクトは合理的であり、当局としても後押しする」とのコメントが得られている。

3.8 プロジェクトの実施体制(国内・ホスト国・その他)

以下に、本プロジェクトの実施体制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

■九州電力株式会社:

- ・ 現地カウンターパート（中冶東方工程技術有限公司）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

- 中冶東方工程技術有限公司：
 - ・ 技術情報、資金調達情報等の提供
 - ・ プロジェクトの運営・管理 など
- 唐山市征楠焦化有限公司：
 - ・ コークス・COG 関連情報の提供
 - ・ プロジェクトの運営・管理 など

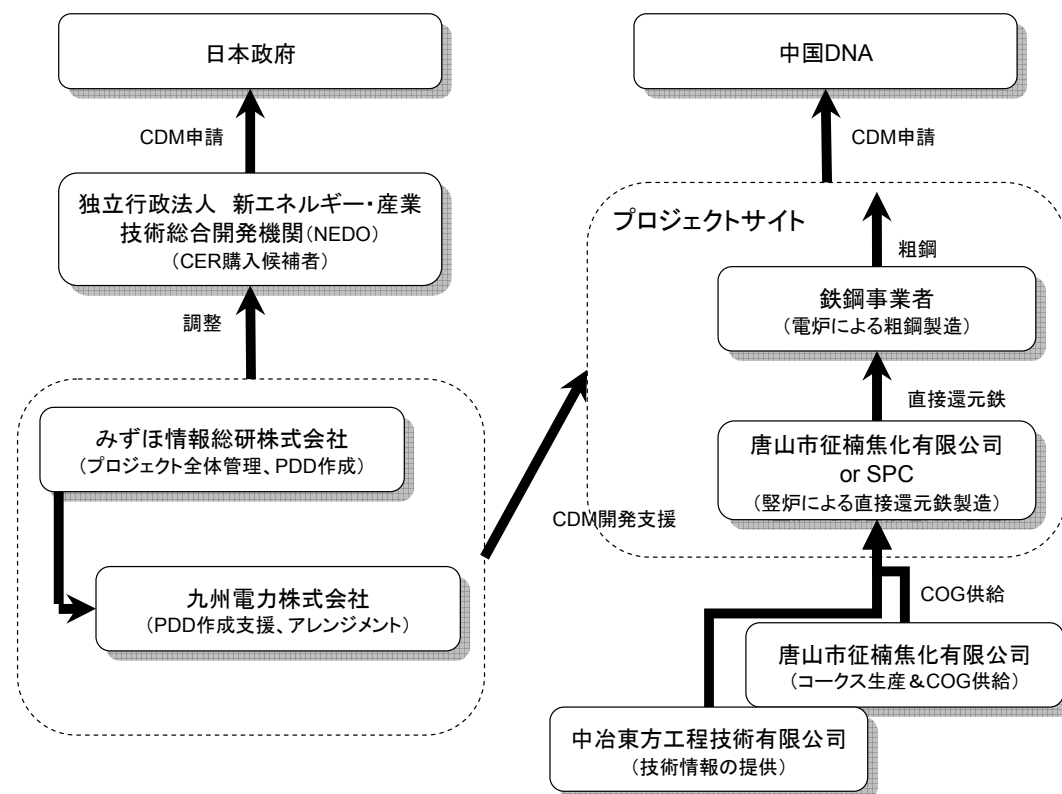


図 11 プロジェクトの実施体制

3.9 資金計画

本調査により、当プロジェクトに関する資金調達については、まだ具体化していないことが分かった。特に、中国企業の一般的なビジネススタイルでは、資金繰りはプロジェクトスタートの直前まで、少なくとも実施可能性調査報告書が完成するまで、詳細が確定しないことがしばしばある。

ただ、プロジェクト実施者として予定されている、中冶東方工程技術有限公司の現状イメージでは、プロジェクト総コストは約 3,600 万元であり、その調達方法は、すべて自己資金でまかなわれる可能性が高い。

3.10 経済性分析

ここでは、経済分析（キャッシュフロー分析）、クレジットの有無のケースでの IRR などの事業性指標、クレジットの感度分析によるプロジェクト実施可能なクレジット価格等を記載する。

(1) 初期投資

17 万トン/年のスポンジ鉄製造工場を設立する場合、土地費用を除き初期投資額は約 3,000 万元が必要と見込まれている。また、土地取得費は約 600 万元が必要と見込まれている。

表 12 初期投資額

項目	費用（万元）
建設工事	1,195
設備費	1,215
設置工事	64
その他	510
土地取得	600
合計	3,584

(2) 製造原価

製造原価において大きな割合を占めるのはペレット購入費であり、中国における鉄鋼の需給バランスや原材料需要によって変動する。ここでは、1,720 元/t-ペレットと仮定する。

なお、COG に関しては、還元材として利用後もエネルギー源として熱量が損なわれないため、売却分については相殺できる。ただし、豎炉においてエネルギー源として一部利用する。

その他も含めた原価は以下の通りである。

表 13 製造原価

項目	単価	投入原単位 (/t-スポンジ鉄)	合計 (百万元)
ペレット	1,720 元/t	1.4 t	409
COG	0.42 元/m ³	2,900 m ³	207
電力	35 元/t-スポンジ鉄	—	6
水	4 元/t-スポンジ鉄	—	1
人件費等	80 元/t-スポンジ鉄	—	14
販管費その他	102 元/t-スポンジ鉄	—	17
合計	—	—	654

(3) 製品販売価格

スポンジ鉄の販売価格は、原則的に銑鉄やスクラップの価格を下回るとされている。

2007年12月までの中国の銑鉄価格が1トンあたり3,400～3,500元、スクラップの価格が1トンあたり2,900～3,100元ということから、スポンジ鉄の価格を1トンあたり3,000元と想定することが可能である。

なお、還元材として利用した後のCOGは、一部をエネルギー源として利用し、残りをエネルギー源として売却する。

表 14 販売価格

項目	単価	算出原単位 (/t-スポンジ鉄)	合計 (百万元)
スポンジ鉄	3,000 元/t	—	510
COG	0.42 元/m ³	2,080 m ³	149
合計	—	—	659

(4) 事業収益性（クレジット利益なし）

以上の数字を比較すると、事業としてはごくわずかな黒字となるが、初期投資の回収には8.6年を要することとなる。

通常、現地鉄鋼会社での投資判断においては、「6年以内の投資回収年」または「IRR＝

20%」を基準としており、このままでは採算性が悪いと判断される。

表 15 事業収益性

初期投資	3,584 万元
製造	654 百万元/年
販売	659 百万元/年
利益（税引前）	452 万元/年
利益（税引後）	416 万元/年
投資回収年	8.6 年
IRR	10.2%

(5) 事業収益性（クレジット利益あり）

現在では、中国政府が承認する CDM プロジェクトの CER 価格は最低 9 ユーロ程度とされており、それを想定すると、年間 1,341 万元の収益（税引前：1 ユーロ＝約 128 円、1 元＝約 14 円と想定）となる。この収益が 10 年間（クレジット期間）に渡って得られる。

この場合、事業の収益性は以下のように変化し、投資判断上好転する。

表 16 事業収益性の比較（クレジット有無）

	クレジット利益なし	クレジット利益あり
投資回収年	8.6 年	2.9 年
IRR	10.2%	33.5%

なお、クレジット価格は今後政策的または市場を反映して変化しうるものであるため、以下に感度分析を行った。劇的にクレジット価格が下がる場合においても、投資判断に影響を及ぼす可能性は低い。

表 17 IRR の比較（クレジット有）

クレジット価格	5	7	9	11	13
IRR	22.8%	28.2%	33.5%	38.8%	44.1%

3.11 追加性の証明

ここでは、追加性証明ツールを用いて追加性を証明するための論法と論拠を示す。追加性証明ツールとしては、CDM 理事会により開発された「the Tool for the demonstration and assessment of additionality (version 05.2)」を用いた。

Step 1: Identification of alternatives to the project activity consistent with current laws and regulations (現在の法規制に整合的な、プロジェクト活動と比較できる代替案の特定)

プロジェクト活動として、現実的かつもっともらしい代替案を、以下の「Sub-step」に沿って決定した。

Sub-step 1a: Define alternatives to the project activity: (プロジェクト活動と比較できる代替案の定義)

提案する CDM プロジェクト活動と比較しうるものとして、財・サービスを提供するプロジェクト参加者またはプロジェクト開発者にとって受け入れられる、現実的かつもっともらしい代替案を定義する。前述の通り、受け入れられる代替案は以下のものに限定される。

- CDM プロジェクト活動として登録されない状況での提案されたプロジェクト活動
- コークスを用いた高炉-転炉製鉄 (CSTL-A)、および COG のエネルギー利用 (COG-C)

なお、上述したように、COG のエネルギー利用 (COG-C) はプロジェクトバウンダリー外であり、またプロジェクト活動およびその代替による COG 利用・処理方法への影響は皆無であるから、投資分析には含めない。ここでは、プロジェクト活動の核となるスポンジ鉄製造に関して投資分析を行う (Step 2)。

Sub-step 1b: Consistency with mandatory laws and regulations: (義務的な法規制との整合性)

中国・河北省において通常のコークス生産および製鉄のプロセスに関しては、必要とされる法律や規制等が全て遵守されていなければならない、ベースラインシナリオとしての除外の対象とはならない。

Step 2: Investment analysis (投資分析)

Sub-step 2a: Determine appropriate analysis method (適切な分析方法の決定)

CDM プロジェクト活動および「Step 1」において特定した代替案は、CDM に関連した収入以外にも経済的な利益を生み出すため、「the simple cost analysis (Option I)」は適用できない。

ここでは、「the benchmark analysis (Option III)」を適用する。

Sub-step 2b: Option III. Apply benchmark analysis (ベンチマーク分析の適用)

「the benchmark analysis (Option III)」を適用するにあたって、「the financial/economic indicator」として、プロジェクト事業者が投資判断を行う部分である堅炉の建設・運用に関する IRR を選定する。IRR のベンチマークは、建設に関する判断を行う際の業界指標を用いる (“Methods and Data about Economic Assessment of Construction Projects”)。

ここでは、以下のベンチマークを参照する。

表 18 中国鉄鋼業界の投資判断ベンチマーク

投資回収年	6 年以内
IRR	20%以上

Sub-step 2c: Calculation and comparison of financial indicators (only applicable to Options II and III): (財務指標の計算および比較)

前述のように、事業収益性は、クレジット利益がある場合に 2 種類のベンチマーク (投資回収年、IRR) を上回り、初期投資が可能な状況となる。

表 19 事業収益性の比較 (クレジット有無)

	クレジット利益なし	クレジット利益あり
投資回収年	8.6 年	2.9 年
IRR	10.2%	33.5%

Sub-step 2d: Sensitivity analysis (only applicable to Options II and III): (感度分析)

製造原価のうち最も大きな割合を占めるのがペレット購入費であることを鑑みて、現在のペレット価格 (1,720 元/t) を中心に感度分析を行った。

この結果、ペレット価格が現状比 1% 上昇しただけでも、ほぼベンチマークと同水準にまで収益性が下がってしまい、収益性がペレット価格に大きく依存していることがわかる。ただし事業開始前に主原料としてペレットの長期購入契約を締結しておくことで、価格変動リスクは大幅に軽減できる。

表 20 IRR の比較（クレジット有）

ペレット価格（元/t）	1,703 （現状比▲1%）	1,720	1,737 （現状比+1%）
IRR	44.8%	33.5%	20.8%

Step 4: 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）

過去または現在進行中も含め、提案するプロジェクト活動に類似した他の活動は全くない。「Sub-step 1a」において記述したように、ベースラインシナリオは、コークスを用いた高炉-転炉製鉄および COG のエネルギー利用であり、これが一般的慣行である。

さらには、本プロジェクトにおいて用いるスポンジ鉄製造技術については、次のバリアが存在する。

- (1) 広範囲に利用することに対する技術バリア
- (2) 初期投資および運用におけるコスト上のバリア

このために、本プロジェクトを CDM として実施する価値がある。

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

類似した事業は実施されていない。

3.12 事業化に向けての見込み・課題

本プロジェクトは、経済性評価で示したとおり、CDM としない場合は投資家にとって十分魅力的な事業とは言えない。一方で、大きな GHG 削減効果が期待されるため、CER 売却益を考慮することで魅力的な事業となる。従って、CDM 化を実現することが本事業の鍵と言える。

なお、事業化に向けた課題としては、CDM 化と事業化という 2 つの視点から整理される。CDM 化に向けた課題としては、新方法論の構築およびプロジェクト技術の立証が挙げられる。一方、事業化に向けた課題としては、経済危機の影響、新規設備（堅炉）の建設および多様なプロジェクト参加者の存在に伴う調整の困難さが挙げられる。以下に、これら 5 つの課題に着目し、論点を整理する。

3.12.1 新方法論の構築

本プロジェクトは、既存方法論を活用できないため、新方法論の構築が必要である。本調査では、プロジェクトバウンダリーやベースラインの考え方など新方法論構築に向けた検討を行い、本プロジェクトに活用できる新方法論を構築した。

しかし、本調査で完成させた新方法論がこのまま CDM 理事会で承認されるかは不明である。ベースラインの考え方や各種パラメータの設定方法など、より厳密で保守的な方向へと修正が要請される可能性もある。想定される主な懸念点は以下である。

- プロジェクトバウンダリーおよびベースラインシナリオ：高炉-転炉一貫製鉄ではなく、天然ガスを活用した直接還元（表 3 シナリオ 4）をベースラインとするなど幾つかの可能性はある。
- 各種パラメータおよびモニタリング項目：ベースラインの各種パラメータについては、一般的な値を用いて Ex-ante で想定することを前提としている。これは、プロジェクト事業者とは直接関係のない所でのモニタリングとなるためであるが、厳密さを追求すれば、これも事後評価が要請される可能性はある。
- 経済性評価：鉄スクラップ価格や各種エネルギー価格等については、昨今の経済状況により急変動を示しており、これは中国においても例外ではない。従って、有効化審査やプロジェクト登録審査の際に、最新のデータで再計算を要請される可能性がある。
- 生産量キャップの設定：本プロジェクトは粗鋼製造方法を高炉-転炉から竖炉-電炉に転換するものであり、CO₂ 排出削減量が粗鋼生産量に依存するため、生産量キャップを設けるべきとの見解がある。本プロジェクトでは、スポンジ鉄生産量もしくは粗鋼生産量が、利用可能な COG の量に依存するため、間接的に粗鋼生産のキャップが設定されていると考えられるため、これら生産量にキャップを設けないこととするが、修正を求められる可能性がある。

など

また、審査のスピードにも課題がある。CDM 理事会でのプロジェクト登録までの審査期間の遅延を鑑みて、承認時期をかなり保守的に想定し、プロジェクト開始日等を想定することも必要である。

3.12.2 プロジェクト技術の立証

天然ガスを活用した直接還元は、世界を見渡せば幾つかの国で商用利用されている技術である。しかし、本プロジェクトのように COG を活用した商用事例はないとのことである。

カウンターパートであり本技術の開発者でもある中冶東方工程技術有限公司によれば、

特許申請等を行っているため、技術の有効性について課題はないとの回答を得ている。しかし、有効化審査やプロジェクト登録審査の際に、審査側に要求される本技術の有効性を立証できるエビデンスとして充分かどうか、課題が残る。

3.12.3 経済危機の影響

昨今の経済危機の影響は、中国の鉄鋼業界でも表面化している。今後、鉄鋼需給が変わり、本事業に関連するコークス等の需給バランスや価格に影響が出る可能性が指摘される。

本プロジェクトへの影響としては、ペレット価格やコークス価格が考えられる。ペレット価格については、「3.11 追加性の証明」で示したとおり、本事業の経済性を評価するにあたり非常に大きなインパクトを持つものである。

また、本調査で現地企業をヒアリングした際に、昨今のコークス価格の落ち込みにより、多くのコークス事業者が廃業もしくは稼働停止状態にあることが判明した。本プロジェクトで COG の提供元であるコークス事業者は、中国国内でも有数の鉄鋼会社を顧客としているため、稼働を続けており、今後も生産規模を拡大する予定とのことである。今後、さらにコークス価格が落ち込み、稼働停止となる場合には、別のコークス事業者を見つける必要があるため、ペレット価格の件と併せ、中国国内および全世界的な鉄鋼市場の動向を注視する必要がある。

3.12.4 新規設備（竖炉）の建設

本プロジェクトは、竖炉の新設を含む事業であるため、用地取得や実際の建設には、計画との差異が生じることも想定しておく必要がある。つまり、プロジェクト開始日やクレジット期間開始日などの設定には、十分な注意が必要である。

3.12.5 多様なプロジェクト参加者

本プロジェクトには、多様な事業者がプロジェクトに直接的・間接的に関与することになる。特に、スポンジ鉄製造をどのような事業体で実施するのかについては、現在中国側で協議中であり、それによってプロジェクト実施体制が変更する可能性がある。

- 技術提供：中冶東方工程技術有限公司
- COG 供給：唐山市征楠焦化有限公司
- スポンジ鉄製造（竖炉）：唐山市征楠焦化有限公司、中冶東方工程技術有限公司など
関与の在り方について協議中

- 粗鋼製造（電炉）：電炉事業者

3.12.6 事業化に向けた展開

本プロジェクトについて、PDD および新規方法論のドラフト版が完成した段階で、現地カウンターパートと今後の方針について協議した。

COG を提供するコークス事業者やスポンジ鉄を受け取る電炉事業者とは現在協議中であり、事業開始に向けた本格的な議論を行っているとのことである。GHG 排出削減量の大きさから、CDM 化の意義が大きいことは判明したものの、昨今の経済危機の状況およびそれに伴う中国国内での鉄鋼産業の状況を十分に考慮した上での判断とならざるを得ないとの結論に至っている。

4 ホスト国におけるコベネフィットの実現

4.1 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気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。

4.2 ホスト国における公害防止の内容

本プロジェクトによる公害防止効果としては、ベースラインシナリオでのコークス製造に伴うCOG排出を抑制する点が挙げられる(プロジェクトシナリオにおいて利用するCOGには関係しない)。これにより、COGに含まれる大気汚染物質の軽減を図ることができ、公害防止策として位置づけられる。

表 21 本プロジェクトによる公害防止効果

シナリオ	還元プロセス	(バウンダリー外) COG
ベースライン	<ul style="list-style-type: none"> ● コークスを製造し、還元材として利用する ● コークス製造に伴い COG が発生する 	<ul style="list-style-type: none"> ● エネルギー利用する
プロジェクト	<ul style="list-style-type: none"> ● 既存のコークス製造工程から発生する COG を還元材として利用する ● 追加的な COG はない 	<ul style="list-style-type: none"> ● 還元材として利用したのちに、エネルギー利用する
公害防止効果	<ul style="list-style-type: none"> ● プロジェクトの製鉄規模に従来必要なコークス製造に伴う COG を節減でき、それによる公害防止効果を見込むことができる 	<ul style="list-style-type: none"> ● なし

ここでは、「第3章」において示した出口濃度の基準を、環境影響の上限として考えることができる。

また、大気汚染物質に加え、CO₂についても同様の評価を行う。

表 22 本プロジェクトによる公害防止効果

	濃度上限 (mg/m ³)	年間ガス排出量 (m ³ /年)	最大年間環境負荷 排出量 (t/年)
SO ₂	850	860 m ³ /t-スポンジ鉄 × 17 万 t-スポンジ鉄/年 = 1.46 × 10 ⁸ m ³ /年	124
NO ₂	SO ₂ 同様の希釈想定し、 0.08/0.06 × 850 = 1,130		165
煙粉塵	200		29.2
CO ₂	—		111,114

4.3 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。

(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。

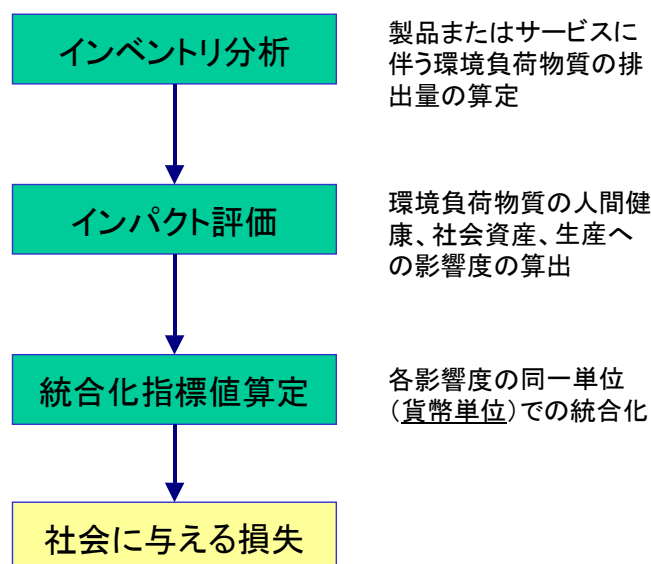


図 12 LIME の評価フロー

表 23 LIME での貨幣換算統合化係数

排出物質	換算係数（円/t）
CO2	1.62
NOx	181
SOx	1,070
CH4	37.3
N2O	480

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。

(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、NO₂）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 13.3 万円/年、NO₂ については 3.0 万円/年、CO₂ については 18.0 万円/年と試算される。

絶対額で見ればやや軽微だが、これはあくまで日本における WTP が反映されたものであり、中国における大気汚染を緩和できることの効果についてはさらに高く評価されるべきと考えられる。

表 24 本プロジェクトによる環境外部コストの低減

	最大年間環境負荷 排出量 (t/年)	換算係数 (円/t)	環境外部コスト (万円/年)
SO ₂	124	1,070	13.3
NO ₂	165	181	3.0
CO ₂	111,114	1.62	18.0