

# 平成 20 年度 CDM/JI 実現可能性調査 報告書 概要版

## 調査名

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

## 団体名

みずほ情報総研株式会社

## 1. プロジェクトの概要

### (1) ホスト国、地域

中国・河北省

### (2) 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 kgCO<sub>2</sub>/t-粗鋼の CO<sub>2</sub> 排出があるのに対し、電炉-堅炉製鉄では 1,099 kgCO<sub>2</sub>/t-粗鋼と約 50% に抑制されるため、粗鋼 1 トンあたり 719 kgCO<sub>2</sub> の排出削減を生み出すことになる。つまり、上記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 tCO<sub>2</sub>/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。

## 2. 調査内容

### (1) 調査課題

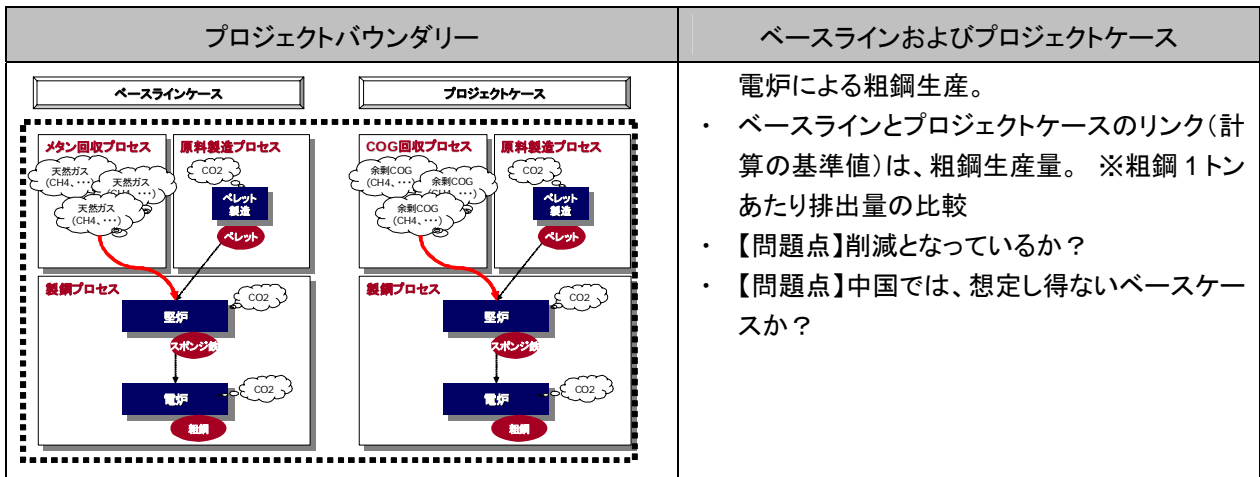
#### プロジェクトバウンダリーおよびベースラインの設定

- ・ 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 1 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><b>シナリオ1:</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 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。</li> <li>・ プロジェクトケースは、上記 COG の回収。排出量は 0。</li> <li>・ 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。</li> <li>・ 【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。</li> </ul>
<p><b>シナリオ2:</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 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)</li> <li>・ 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。</li> <li>・ 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。</li> <li>・ 【問題点】ベースライン排出量 &lt; 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。</li> </ul>
<p><b>シナリオ3:</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ベースラインは、高炉-転炉一貫製鉄による粗鋼生産。</li> <li>・ 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。</li> <li>・ 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</li> <li>・ 【問題点】モニタリングが複雑。</li> <li>・ 【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。</li> </ul>
<p><b>シナリオ4:</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 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。</li> <li>・ プロジェクトケースは、回収 COG を活用した</li> </ul>



### 温室効果ガス削減量

- ・ 本調査では、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。

### 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<sub>x</sub>、SO<sub>x</sub>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<sub>x</sub>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。
- ・ 本調査では、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捉え、その効果を評価する。

### 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。

### 資金計画

- ・ 堅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、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。

### 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。

### 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。
- ・ 本プロジェクトでは、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) 調査実施体制

調査実施体制および役割を以下に示す。

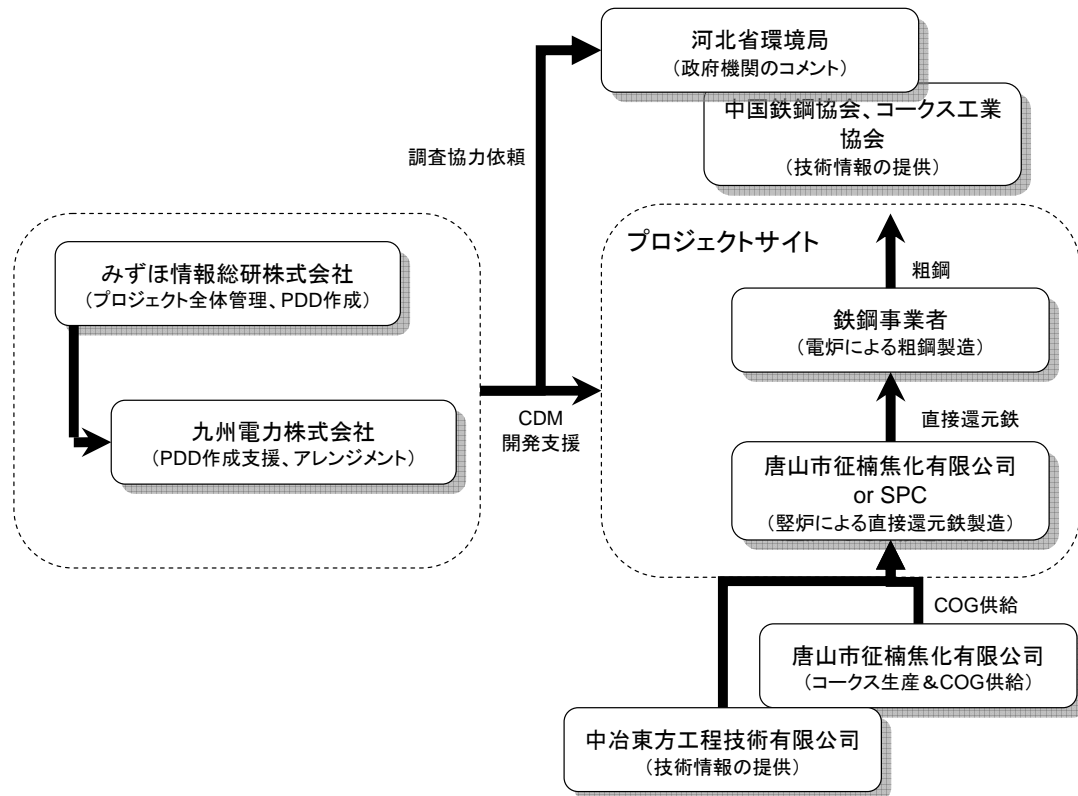


図 1 調査実施体制

## (3) 調査の内容

2008 年から 2009 年にかけて、現地調査を 3 回実施した。詳細は別添「現地調査報告書」を参照のこと。

時期	訪問先	ヒアリング概要
2008 年 9 月	中冶東方工程技術有限公司	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 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。</li> <li>・ 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。</li> <li>・ 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</li> </ul>
2008 年 11 月	唐山市征楠焦化有限	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 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</li> </ul>

	<p>公司 ※中冶東方工程技術 有限公司が同行</p>	<p>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)。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>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。</li> </ul>
2009年1月	<p>河北省環境保護局 コークス工業協会</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>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。</li> <li>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。</li> </ul>

### 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のシナリオのうち、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

### 温室効果ガス削減量

- ヒアリング等の情報を基に推計した温室効果ガス削減量は、111,114 tCO<sub>2</sub>/年である。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。

### 環境影響・その他の間接影響

- コークス製造削減の環境外部コストを、排出基準値を用いて評価した結果、約35万円/年の  
環境外部コスト削減が期待される。

### 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。

### 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。

## 経済性分析

- ・ 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%

## 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. プロジェクトの事業化

### (1) プロジェクトバウンダリー及びベースラインの設定

表 2に、ベースライン及びプロジェクトケースにおける各排出源を示す。

表 2 プロジェクトにおける排出源

Source		Gas	Included?	Justification / Explanation
Baseline	コークス炉	CO <sub>2</sub>	Yes	Main emission source.
		CH <sub>4</sub>	No	Excluded for simplification. This is conservative.
		N <sub>2</sub> O	No	Excluded for simplification. This is conservative.
	焼結炉	CO <sub>2</sub>	Yes	Main emission source.
		CH <sub>4</sub>	No	Excluded for simplification. This is conservative.
		N <sub>2</sub> O	No	Excluded for simplification. This is conservative.
	ペレット炉	CO <sub>2</sub>	Yes	Main emission source.
		CH <sub>4</sub>	No	Excluded for simplification. This is conservative.
		N <sub>2</sub> O	No	Excluded for simplification. This is conservative.
	高炉	CO <sub>2</sub>	Yes	Main emission source.
		CH <sub>4</sub>	No	Excluded for simplification. This is conservative.
		N <sub>2</sub> O	No	Excluded for simplification. This is conservative.
	転炉	CO <sub>2</sub>	Yes	Main emission source.
		CH <sub>4</sub>	No	Excluded for simplification. This is conservative.
		N <sub>2</sub> O	No	Excluded for simplification. This is conservative.
プロジェクト	ペレット炉	CO <sub>2</sub>	Yes	May be an important emission source.

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

また、ベースラインケース及びプロジェクトケースのバウンダリー概要図を図 2 に示す。

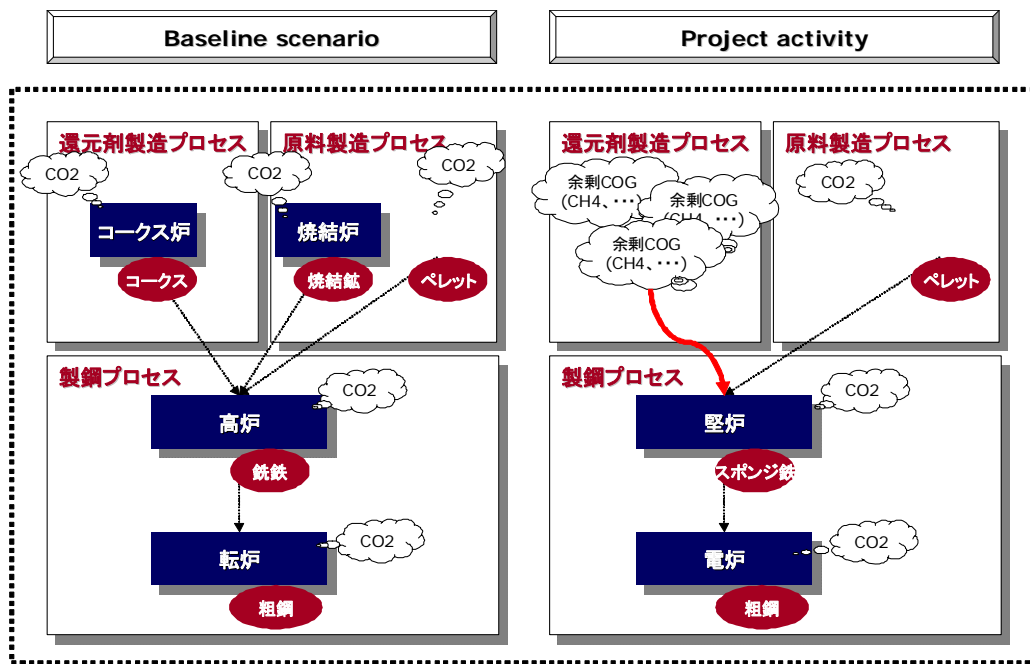


図 2 プロジェクトバウンダリー

### 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 CO<sub>2</sub> が発生することとなる。

- 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、422m<sup>3</sup>-COG が発生する。また、COG の成分は、CO : 6~7%、CO<sub>2</sub> : 1~3%、H<sub>2</sub> : 55~60%、CH<sub>4</sub> : 24~26%、N<sub>2</sub> : 5~6%、H<sub>2</sub>O : 3~4%、

CmHn : 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。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。

- 焼結炉プロセス

焼結鉄 1 トンの生産に対し、70kg の石炭、60m<sup>3</sup> の高炉ガスを消費するため、それぞれに起因する CO<sub>2</sub> が発生する。また、間接排出量として、37.89 [kWh/t-焼結鉄]の電力を消費する。

- 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 250m<sup>3</sup> を消費するため、それに起因する CO<sub>2</sub> が発生する。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。

- 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85%、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 [m<sup>3</sup>-高炉ガス/t-銑鉄]のみをカウントする。また、間接排出量として、167.69 [kWh/t-銑鉄]の電力を消費する。

- 転炉

粗鋼 1 トンの生産に対し、10m<sup>3</sup>-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 [m<sup>3</sup>/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。一方、間接排出量として、43.46[kWh/t-粗鋼]を消費する。

## プロジェクトケースと排出量原単位

プロジェクトケースでは、以下の各プロセスから、CO<sub>2</sub> 発生がある。

- 竪炉プロセス

スポンジ鉄 1 トンに対し、COG の加熱用に 364m<sup>3</sup> の COG を消費し、それに起因する CO<sub>2</sub> が発生する。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。一方、間接排出量として、30 [kWh/t-粗鋼]を消費する。

- ペレット炉プロセス

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、ベースラインケースのプロセスと同様である。

- 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。



## (2) 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。

### 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。

### 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原単位をモニタリングすることとなる。

## (3) 温室効果ガス削減量

温室効果ガス削減量は、表 3のとおりである。

表 3 温室効果ガス削減量

項目	単位	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	合計
ベースライン排出量	t-CO2e	280,938	280,938	280,938	280,938	280,938	280,938	280,938	280,938	280,938	280,938	2,809,379
プロジェクト活動排出量	t-CO2e	169,824	169,824	169,824	169,824	169,824	169,824	169,824	169,824	169,824	169,824	1,698,243
リーケージ排出量	t-CO2e	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
排出削減量	t-CO2e	111,114	111,114	111,114	111,114	111,114	111,114	111,114	111,114	111,114	111,114	1,111,136

## (4) プロジェクト期間・クレジット獲得期間

以下のプロジェクト実施期間およびクレジット獲得期間を想定する。

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

## (5) 環境影響・その他の間接影響

PDD の作成においては、定められたフローに沿った環境影響評価が必要となる。その中で各種環境基準を遵守することが求められる。特に大気環境については以下の通り。

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 4 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（SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、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 5 環境空気品質標準

順番	汚染物	濃度限界値 (mg/m <sup>3</sup> )			根拠
		1 時間平均	1 日平均	1 年平均	
1	SO <sub>2</sub>	0.50	0.15	0.06	GB3095-1996 (二級)
2	NO <sub>2</sub>	0.24	0.12	0.08	
3	TSP	/	0.30	0.20	

#### (6) 利害関係者のコメント

利害関係者のコメントは、中国鉄鋼協会から得ている。

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られている。打合せには、先方より 4 名が参加している。打合せでは、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、コメントを得ている。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

本プロジェクトは、河北省での省エネや CO<sub>2</sub> 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、河北省コークス工業協会

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、熱量が変化しないため、さらにエネルギー利用することが可能となっている。つまり、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、河北省環境保護局および河北省コークス工業協会から得た。

### (7) プロジェクトの実施体制

本プロジェクトの実施体制を以下に示す。

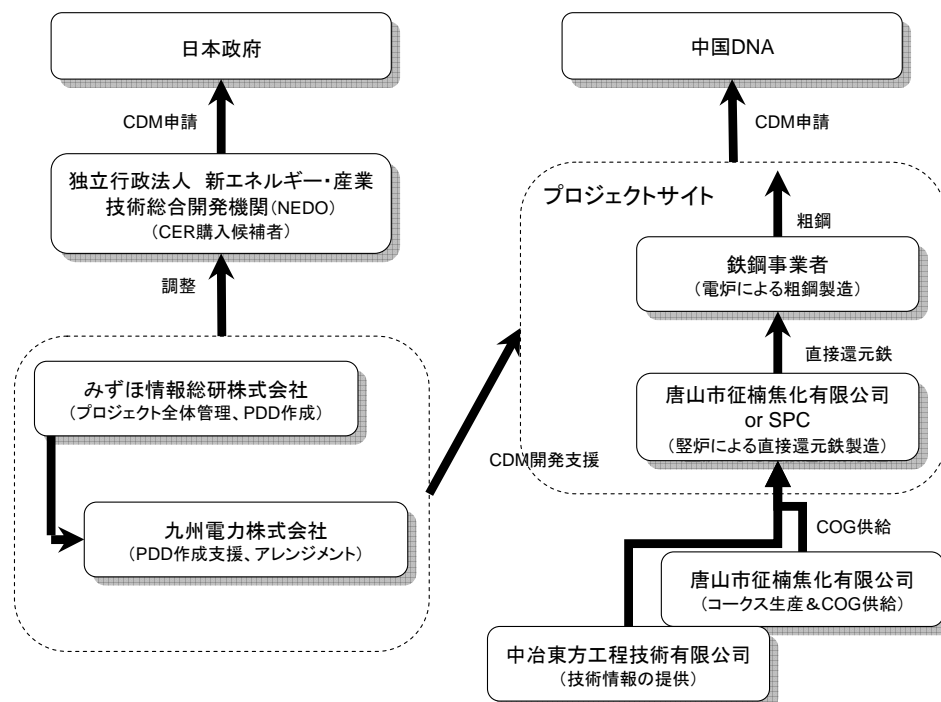


図 3 プロジェクトの実施体制

### (8) 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。

ただし、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。

### (9) 経済性分析

クレジット利益がない場合、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約 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。クレジット利益を見込む場合、事業の収益性は投資判断上好転する。なお、今後、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 6 事業収益性（クレジット利益なし）

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%

表 7 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%

表 8 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%

#### (10) 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 9 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 10 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 11 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。

**(11) 事業化の見込み・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。

**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。そのため、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 1 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がある。
- 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、CO<sub>2</sub> 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。

### 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。

### 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当面は考えられる。ペレット価格については、「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。

### 新規設備(堅炉)の建設

本プロジェクトは、堅炉の新設を含む事業である。従って、その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。

### 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（堅炉）：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

## 4. (プレ)バリデーション(実施した場合のみ)

### (1) (プレ)バリデーションの概要

実施していない。

### (2) DOEとのやりとりの経過

実施していない。

## 5. ホスト国におけるコベネフィットの実現

### (1) ホスト国における公害防止の評価

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 12 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"> <li>● コークスを製造し、還元材として利用する</li> <li>● コークス製造に伴いCOGが発生する</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● エネルギー利用する</li> </ul>



シナリオ	還元プロセス	(バウンダリー外) COG
プロジェクト	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 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</li> <li>● 追加的な COG はない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 還元材として利用したのちに、エネルギー利用する</li> </ul>
公害防止効果	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 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</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● なし</li> </ul>

ここでは、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、CO<sub>2</sub>についても同様の評価を行う。

表 13 本プロジェクトによる公害防止効果

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

## (2)コベネフィット指標の提案(提案できる調査結果がある場合)

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。

ここでは、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した。

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 (SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>) の削減による環境外部コストを評価した結果、SO<sub>2</sub> については 13.3 万円/年、NO<sub>2</sub> については 3.0 万円/年、CO<sub>2</sub> 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。

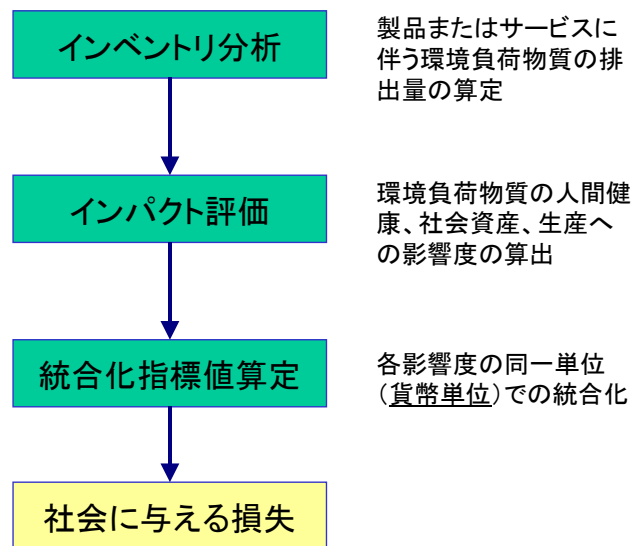


図 4 LIME の評価フロー

表 14 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)
SO2	124	1,070	13.3
NO2	165	181	3.0
CO2	210,551	1.62	18.0

資料

- 現地調査報告書