

# 事前評価書

	作成日	平成 25 年 1 月 25 日
1. プロジェクト名	環境調和型製鉄プロセス技術開発 (STEP2)	
2. 推進部署名	環境部	
3. プロジェクト概要 (予定)		
(1) 概要		
1) 背景		
<p>鉄鋼業における高炉法では石炭を原料とするコークスを鉄鉱石の還元材として使用しているため、製鉄プロセスで大量のCO2が発生する。CO2発生量は我が国の産業部門の約39%、国全体の15%を占めており、地球温暖化対策として抜本的なCO2排出量の削減が要求されている。</p>		
2) 目的		
<p>高炉法の製鉄プロセスにおいて排出される CO2 を削減し、地球温暖化防止に貢献するため、高炉からの CO2 の発生量を減少させる技術および発生した CO2 を分離・回収する技術を開発する。</p>		
3) 実施内容		
(a) 事業概要		
<p>コークス製造時に発生する高温のコークス炉ガス (COG) に含まれる水素を増幅し、コークスの一部代替に当該水素を用いて鉄鉱石を還元する技術を開発する。また、高炉ガスからCO2を分離するため、製鉄所内の未利用排熱を利用した革新的なCO2分離・回収技術を開発する。これらの技術開発によりCO2排出量の約3割削減を目標に、低炭素社会の実現を目指す。</p> <p>本事業は、実用化までに長期間 (20年) 要する技術開発において、基礎技術を確認するものである。フェーズ I (ステップ1) (平成20年度～平成24年度) では、要素技術開発を実施し、フェーズ II (ステップ2) (平成25年度～平成29年度) では、要素技術を組み合わせたパイロット規模の総合試験を行う。</p> <p>ステップ1では鉄鉱石還元への水素活用技術の開発としてラボ試験や海外ミニ高炉試験を実施し水素還元によりCO2削減効果があることを確認した。また、実ガスによるCOG改質試験を行い水素が増幅できることを確認した。そして、水素還元に用いる高強度コークス製造方法の確立の目処を得た。高炉ガスからのCO2分離回収技術開発として高性能化学吸収液のベンチ試験装置 (1t/d) などによる開発や実ガスによるプロセス試験装置 (処理量30t/d) での評価、物理吸着法のベンチ試験装置での試験を実施し分離回収コストを評価した。未利用排熱回収技術開発として未利用排熱の有望シーズの選定、CO2分離回収エネルギーへの</p>		

適用評価を行った。

今回のステップ2では10m<sup>3</sup>規模の試験高炉を建設し、ステップ1で得られたラボレベルでの検討結果を総合的に検証、水素還元の効果を最大限とする反応制御技術を確認させ、次期実証試験高炉のスケールアップデータの取得を目指す。

CO<sub>2</sub>分離回収技術においては、実証試験高炉(100m<sup>3</sup>規模)とマッチングできるCO<sub>2</sub>分離回収コスト2,000円/t-CO<sub>2</sub>を可能とする技術を開発するため、化学吸収液等の開発、未利用排熱活用技術の適用研究を実施し、更なるコスト低減技術の構築を図る。

## (b) 実施内容

### (b-1) 高炉からのCO<sub>2</sub>排出削減技術開発

高炉から発生するCO<sub>2</sub>を削減できる技術の確立を目指す。

#### (b-1-1) 鉄鉱石還元への水素活用技術の開発

高炉での鉄鉱石還元の水素を活用すること等で、使用するコークスを削減し、CO<sub>2</sub>発生量自体を減少させる技術を開発する。

#### ① 10m<sup>3</sup>規模試験高炉等による水素還元総合最適化技術開発

10m<sup>3</sup>規模の試験高炉を建設し、還元ガス吹き込み方法の最適化、水素還元時におけるガス利用率維持のための操業要因の解析などを実施し、水素還元の効果最大限とする技術を確認する。

#### ② 水素還元に適した原料設計

水素還元に必要な原料性状、装入方法をラボレベルで検討したのち、10m<sup>3</sup>規模試験高炉で検証試験を行う。

#### (b-1-2) コークス炉ガス(COG)改質技術の開発

水素還元で用いる水素を製鉄所内から供給する方法として、コークス炉で発生する副生ガス(COG)から水素を増幅する技術を開発する。

#### ① 触媒を用いたCOG改質技術の最適化、最適処理形式の検討

COGに含まれるタールや炭化水素を水素に改質する技術を確認するため、30m<sup>3</sup>N/h規模の実ガスを用いた試験装置の改造などにより、改質反応器への水蒸気の最適添加方法などの検討を行い、高炉への吹き込みガス用としての改質反応の最適化を図るとともに、改質触媒の活性劣化対策としてプロセスおよび装置改善を図る。その後、最適処理形式の検討結果を踏まえ試験設備を建設し実証試験を行う。

#### ② COGの総合的改質技術の確立

COGには多量のメタンが含まれているが、高炉への改質COGの吹き込みにおいては、ガスの予熱およびメタン成分の最小化が求められることから、触媒法に

よる改質のみでなく改質ガスへの品質要求を踏まえ、更なる改質向上に向けて、部分酸化法などの方式検討も含むCOGの総合的な改質技術のプロセス検討を行う。その際、コークス炉と高炉での2つの処理プロセスの最適負荷分担を総合的に検討する。

#### (b-1-2) コークス改良技術開発

水素還元に適したコークス製造技術の開発としてステップ1にて高強度コークスの製造技術を確立したが、ステップ2では以下を実施する。

##### ① コークス品質の解明

ステップ1にて得られたコークス強度DI=88に加え、最適な反応性を解明し製造方法を確立する。

##### ② 10m3規模試験高炉による検証

製造した高性能コークスを10m3規模試験高炉に用い、水素還元下での特性を把握する。

#### (b-2) 高炉ガスからのCO2分離回収技術開発

高炉ガス(BFG)からのCO2分離回収コスト2,000円/t-CO2(「分離回収法開発ロードマップ(CCS2020)」に示された目標)を可能とする技術を確立する。

##### (b-2-1) CO2分離回収技術開発

CO2分離回収技術として、化学吸収法および物理吸着法の最適化を図る。

##### ① 化学吸収法によるCO2分離エネルギー・コストの削減技術開発

再生温度の大幅低減による未利用排熱の利用拡大を図るべく、高性能吸収液を開発する。また、分離回収のためのエネルギーの一層の低減のため非水系吸収液等の適用検討を行う。

##### ② 物理吸着法のコスト低減とスケールアップ検証

コスト低減のため高効率化の開発を行う。また、吸着層を高くした試験を実施して、性能検証を行うとともに実機規模での設備に必要な仕様を検討する。

##### ③ CO2分離後ガスの有効利用技術の検討

高炉ガスのCO2分離回収後のガス中にはCO、H2などの可燃性ガスが含まれていることも含め活用可能な成分があるため、回収して有効利用するための技術を検討する。

##### (b-2-2) 未利用排熱活用技術の開発

CO2分離回収に必要なエネルギーを製鉄所内の未利用排熱のエネルギー(熱又は電力に変換)で賄うため、未利用排熱の活用技術を開発する。未利用排熱集約のための基礎技術として、複数熱源回収システムにおける排熱

回収用熱交換器の調査、開発を行うとともに、未利用排熱集約のための具体的なエンジニアリングを行い、実用化に向けた問題点と対策法などを明確にする【前倒し事後評価結果反映】。

(b-3) 全体プロセスの評価・検討

製鉄プロセス全体の最適化を検討し、製鉄所からのCO2排出量30%削減を可能にするための総合的な評価、検討を行う。

COG改質、CO2分離回収に必要なエネルギーと未利用排熱集約のエンジニアリングに基づく、総合的なエネルギーバランスの最適化を図る【前倒し事後評価結果反映】。

また、水素還元高炉の高機能化として新原理、新方式技術の組み合わせ検討を行う【前倒し事後評価結果反映】。

(2)規模 総事業費（一般、需給等）150億円（委託）

(3)期間 平成25年度～29年度（5年間）

#### 4. 評価内容

##### (1) プロジェクトの位置付け・必要性について

###### 1) NEDOプロジェクトとしての妥当性

民間活動のみでは改善できないことにより、以下の国家的な施策、技術戦略マップ等において、必要なプロジェクトとして位置付けられている。

a. Cool Earth—エネルギー革新技术計画（平成20年3月経済産業省）

2008年3月に全世界の温室効果ガス排出量を現状に比べて2050年までに半減するという長期目標実現に向け、重点的に取り組むべきエネルギー革新技术の1つとして製鉄プロセスの革新(例：水素を還元剤として用いる革新的製鉄プロセス等)が明記されている。

b. 環境エネルギー技術革新計画（平成20年5月閣議決定）

温室効果ガス排出低減のため2030年以降の中長期的対策に必要な技術で削減効果の大きい革新技术の一つとして、コークスの一部代替に水素を利用する水素還元製鉄が記載されている。

c. 低炭素社会づくり行動計画（平成20年7月閣議決定）

コークスの代わりに水素を還元剤とする技術及び二酸化炭素分離回収技術により排出を抑制する革新的製鉄プロセスが開発推進項目の1つとして記載されている。

d. エネルギー基本計画（平成22年6月閣議決定）

鉄鋼に関しては、革新的製鉄プロセス(フェロコークス)や環境調和型製鉄プロセス(水素還元製鉄、高炉ガスCO2分離回収)について研究開発を推進し、2030年までの実用化を図る、と明記されている。

e. イノベーションプログラム (平成20年以降 経済産業省)

本事業は「環境安心イノベーションプログラム」の「地球温暖化防止新技術」と、「エネルギーイノベーションプログラム」における「総合エネルギー効率の向上」に登録されている。

f. 技術戦略マップ及び分野別技術ロードマップ

本事業は技術戦略マップ上、「CO2固定化・有効利用分野」及び「エネルギー分野」(「総合エネルギー効率の向上」及び「化石燃料の安定供給とクリーン・有効利用」)に登録されている。

## 2) 目的の妥当性

2008年3月に全世界の温室効果ガス排出量を現状に比べて2050年までに半減するという長期目標実現に向け、経済産業省にて「Cool Earth-エネルギー革新技术計画」が策定された。その中において革新的製鉄プロセスは効率の向上と低炭素化の両面から、CO2大幅削減を可能とする「重点的に取り組むべきエネルギー革新技术「21」の一つとして位置付けられており、本プロジェクトは環境安全イノベーションおよびエネルギーイノベーションプログラムの一環として引き続き実施するものである。

我が国の産業部門からのCO2排出量の39%にも及ぶ鉄鋼業からのCO2排出量の30%を削減するものであり、鉄鋼業の競争力維持と地球温暖化防止に対する貢献度は大きい。

## (1) プロジェクトの位置付け・必要性についての総合的評価

本プロジェクトはエネルギー基本計画やイノベーションプログラム、技術戦略マップ等において必要なプロジェクトとして位置付けられており、また、世界鉄鋼協会のCO2削減に向けた取り組みに沿った開発である。地球温暖化防止を図った低炭素社会の到来に対し、時機を逸することで、製鉄業が成り立たなくなる重要な開発である。

## (2) プロジェクトの運営マネジメントについて

### 1) 成果目標の妥当性

(a) 総合目標は、製鉄所から発生するCO2の約30%を削減できる技術の基礎技術を確立することである(30%削減はCoolEarth-エネルギー革新技术計画に示されている目標値)。

(b) 10m3規模の試験高炉による実証試験などにより、鉄鉱石還元で改質COGなどを活用し、高炉からのCO2発生量自体を削減する基礎技術を確立する。

(c) 製鉄所の未利用排熱を活用して、高炉ガス中のCO<sub>2</sub>を2,000円/t-CO<sub>2</sub>で分離回収できる基礎技術を確立する。

## 2) 実施計画の想定と妥当性

- ・ 10m<sup>3</sup>規模試験高炉の設計、建設、試験を中心に周辺技術との組み合わせを考慮したスケジュール、予算としている。
- ・ 改質COGを高炉に吹き込み還元剤の一部代替とする技術は他にはなく、また本プロジェクトの重要なコア技術となる。
- ・ CO<sub>2</sub>分離回収技術については、火力発電などの他分野においても開発されているが、高炉ガスのガス性状や条件が異なること、製鉄所内の未利用排熱を活用して分離回収エネルギーを賄うため、再生温度の低温化が必要となることから独自の開発を行う。
- ・ 未利用排熱の活用については、従来からの省エネの取り組みとして開発された技術の活用を主とするものの、その適用性の検証および更なる低温熱利用等の技術開発が必要となる。
- ・ フェーズ I (ステップ1)の成果と課題を本プロジェクト(ステップ2)に反映させている。

## 3) 評価実施の想定と妥当性

外部有識者を委員としたプロジェクトの中間評価・事後評価において、各テーマを適切に評価する。

## 4) 実施体制の想定と妥当性

高炉メーカーを中心とした体制で基本的にはフェーズ I (ステップ 1)と同様な実施体制となると考えられる。

## 5) 実用化・事業化戦略の想定と妥当性

成果活用の主体は、高炉を有する製鉄企業となり、フェーズ I (ステップ 1)と同様な実施体制である場合、実施者とユーザは同一であり円滑に普及できる。

## 6) 知財戦略の想定と妥当性

知財運営委員会の機能をプロジェクト内に設置し知財戦略を検討する。

## (2) プロジェクトの運営マネジメントについての総合的評価

実施に当たってはフェーズ I (ステップ 1)と同様、高炉メーカー全社を含め、各得意分野を活かせる分担及び専門分野の共同実施先、再委託先選定となると考えられ、計画から実行、実用化に向けた一連の体制は整う。

## (3) 成果の実用化・事業化の見通しについて

### 1) プロジェクト終了後における成果の実用化・事業化可能性

フェーズⅠは基礎研究の位置付けであり、適用可能技術を確立し、スケールアップに対する課題を本プロジェクト(フェーズⅠ(ステップ2))で摘出、方針を検討する。

フェーズⅡの100m<sup>3</sup>規模の実証試験高炉で全体システムの実証を行い2030年に初号機の完成を目指す。

### 2) 成果の波及効果

水素還元に関し、試験高炉の建設、共同での試験実施や大学等との共同実施を通じて人材育成を促進できる。

未利用排熱活用技術は製鉄所内の省エネ技術としても適用可能である。  
また、化学吸収法によるCO<sub>2</sub>分離回収技術は鉄鋼業以外の化学分野などにも適用可能である。

### (3) 成果の実用化・事業化の見通しについての総合的評価

本プロジェクトは実施先として開発した技術がプロセスを使用するユーザとなるため円滑に成果を活用できる。