

## 平成 2 6 年度実施方針

環境部

1. 件 名：（大項目）環境調和型製鉄プロセス技術開発（STEP 2）

2. 根拠法

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構法第十五条第 1 項第一号ハ

3. 背景及び目的・目標

(1) 背景

我が国の鉄鋼業は、全ての産業部門のCO<sub>2</sub>発生量の約39%、国全体の約15%を占める（2010年度）最大のCO<sub>2</sub>排出業種であり、その中でも特に排出量の多い高炉法による製鉄プロセスにおいては、地球温暖化対策として抜本的なCO<sub>2</sub>排出量の削減が要求されている。

しかしながら、我が国の製鉄技術は既に世界最先端の水準にあり、廃熱や副生ガスの利用による省エネルギーも極限に達しているため、ポスト京都議定書に向け世界規模でのCO<sub>2</sub>削減を実現するためには、革新的な製鉄プロセス技術開発が必要とされている。平成19年5月に発表された地球温暖化に関する総理のイニシアティブ「美しい星50（Cool Earth 50）」においても、「省エネなどの技術をいかし、環境保全と経済発展とを両立すること。」が三原則の一つとして提言されており、「革新的技術開発」の一例として本技術開発が位置付けられているところである。

上記のイニシアティブを踏まえて、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地球温暖化防止に関する長期目標の実現に向け、経済産業省にて「Cool Earth - エネルギー革新技術計画」が策定されている。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、CO<sub>2</sub>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術21」の一つとして位置付けられている。

(2) 目的

本事業の目的は、高炉法による一貫製鉄所のCO<sub>2</sub>発生量を抜本的に削減し、地球温暖化防止に貢献するため、高炉からのCO<sub>2</sub>の発生量を減少させる技術、及び発生したCO<sub>2</sub>を分離・回収する技術を開発することである。

具体的には、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（BFG）からCO<sub>2</sub>を分離するため、製鉄所内の未利用排熱を活用した革新的なCO<sub>2</sub>分離回収技術を開発する。これらの技術開発によりCO<sub>2</sub>排出量の約3割削減を目標に、低炭素社会を目指す。

これらの技術開発においては、フェーズIステップ1（平成20～24年度（5年間））として要素技術開発を実施した。今後、フェーズIステップ2（平成25～29年度（5年間））において要素技術を組み合わせたパイロットレベルの総合実証試験を行った後、フェーズII（実証規模試験）を経て、最終的に製鉄所における現状の全排出レベルに比較して約30%のCO<sub>2</sub>削減を可能にする技術の確立に資する。

### (3) 目標

フェーズⅠステップ2においては、CO<sub>2</sub>発生量を大幅に削減する、環境に調和した製鉄プロセスの開発として、製鉄所における現状の全排出レベルに比較して総合的に約30%のCO<sub>2</sub>削減可能な技術の確立を目指し、各要素技術を統合したパイロットレベルの総合実証試験を行うとともに、実証規模での試験を行うフェーズⅡにつなげていくために必要な以下の項目を目標とする。

#### 【中間目標(平成27年度)】

##### (a) 高炉からのCO<sub>2</sub>排出削減技術開発

- ・ 水素還元の効果을最大限とするための技術をラボレベルで検討し、実現性、有効性に対するめどを得て具体的な実証試験の計画を立案する。
- ・ 10m<sup>3</sup>規模試験高炉の建設を完了させる。
- ・ 触媒を用いてCOGに含まれるタールや、炭化水素を水素に改質する技術において、高炉への吹き込みガス用としての改質反応の最適化、改質触媒の活性劣化対策技術の確立を図る。
- ・ メタン改質等の総合的に改質向上に資する要素技術のめどを得る。

##### (b) 高炉ガス(BFG)からのCO<sub>2</sub>分離回収技術開発

- ・ CO<sub>2</sub>分離回収コスト2,000円/t-CO<sub>2</sub>を実現可能な技術の充実を指向し再生温度、分離回収エネルギーの低減などの技術開発のめどを得る。

#### 【最終目標(平成29年度)】

##### (a) 高炉からのCO<sub>2</sub>排出削減技術開発

- ・ 10m<sup>3</sup>規模試験高炉により高炉からのCO<sub>2</sub>排出量を削減する技術を確立する。

##### (b) 高炉ガス(BFG)からのCO<sub>2</sub>分離回収技術開発

- ・ 高炉ガス(BFG)からのCO<sub>2</sub>分離回収コスト2,000円/t-CO<sub>2</sub>(「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。

## 4. 実施内容及び進捗(達成)状況

新日鐵住金株式会社製鉄技術部長 齋藤 公児氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施した。

### 4.1 平成25年度(委託)実施内容

#### (1) 高炉からのCO<sub>2</sub>排出削減技術開発

##### ① 鉄鉱石還元への水素活用技術の開発

- ・ 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

平成25年度は、10m<sup>3</sup>規模試験高炉の基本設計を付帯設備も含め完了させた。特に重要な系統であるガス循環については、合成ガス発生装置も含めた設備仕様の設計まで完了し、計画どおりの進捗である。

シャフト吹き込みが模擬できる試験装置(SIS炉)や、荷重軟化装置などの還元炉を用いて、各種ガス吹き込みプロセスのガス吹き込み量や、吹き込み位置を変更した実験を実施した。

- ・ 水素還元に適した原料設計

平成25年度は、H<sub>2</sub>還元条件での原料の高温性状を評価する次年度試験に向け試験方法を策定した。原料の高炉への装入物分布を最適化して、還元ガ

ス吹き込み時の原料還元性を向上させる技術を開発するため、高炉装入模型装置の設計を完了し製作に着手するとともに、原料還元実験の試験条件を策定した。

実施体制：新日鐵住金(株)―(共同実施)名古屋大学、J F E スチール(株)―(共同実施) (一財)電力中央研究所、(株)神戸製鋼所、日新製鋼(株)、新日鐵住金エンジニアリング(株)

## ② コークス炉ガス (COG) 改質技術の開発

- ・ 触媒を用いたCOG改質技術の最適化、最適処理形式の検討  
平成25年度はステップ1で建設した30Nm<sup>3</sup>/hr規模の実ガス試験設備(BP1)を用いて、反応条件の最適化検討及び再生条件の最適化検討を行った。また、連続的に安定した水素増幅率を確保する技術を確立させるための実用化に向けたベンチプラント(BP2)の基本設計を行った。
- ・ COGの総合的改質技術の確立  
平成25年度は、COG中メタンの酸化的改質反応用のラボ実験装置の設計・製作と、立ち上げを行った。

実施体制：新日鐵住金(株)―(共同実施)群馬大学、(共同実施)東北大学、(共同実施)九州大学

## ③ コークス改良技術開発

- ・ コークス品質の解明  
平成25年度は、種々の配合による高性能粘結材を利用した高強度コークスを製造し、配合によるコークス強度及び反応性・反応後強度の変化を評価した。

実施体制：(株)神戸製鋼所―(共同実施)(独)産業技術総合研究所、(共同実施)京都大学、(共同実施)北海道大学

## (2) 高炉ガスからのCO<sub>2</sub>分離回収技術開発

### ① CO<sub>2</sub>分離回収技術開発

- ・ 化学吸収法によるCO<sub>2</sub>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(未利用排熱の利用拡大)、分離回収エネルギーの一層の低減のための吸収液の検討として以下を行った。  
平成25年度は再生温度の低減のため、計算化学手法やシミュレーション手法等を活用して、CO<sub>2</sub>吸収量の温度依存性に着目した高性能な新吸収液を探索、検討し、基礎データを取得した。また、相分離現象等を利用した新規な吸収液系及びそのプロセスについても検討した。  
分離回収熱量原単位の低減については、非水系媒体等を用いた新規吸収液系の探索及び検討を実施した。
- ・ 物理吸着法のコスト低減とスケールアップ検証  
平成25年度は、物理吸着ベンチスケール試験設備(ASCOA-3)に想定実機と同じ吸着層高(1.5m)をもつ二段型新規吸着塔を設置し、基本

特性を確認した。

実施体制：新日鐵住金(株)―（共同実施）（公財）地球環境産業技術研究機構、J F E スチール(株)―（再委託）住友精化(株)、(株)神戸製鋼所、日新製鋼(株)

## ② 未利用排熱活用技術の開発

平成25年度は、製鉄所内の未利用排熱源のガスの温度、流量、圧力、組成、ダスト量及びそれらの変動量の調査を行った。また、高効率熱交換器の開発・設計のための効率推定モデルを作成し、熱交換試験を行う試験装置の設計に反映させ製作を行った。製鋼スラグ顕熱回収についてはプロセスシミュレータを用いて蒸気回収システムの基本設計を行い、スラグ温度の経時変化、処理量変動など基本的なケーススタディを実施した。

実施体制：新日鐵住金(株)、J F E スチール(株)

## (3) 全体プロセスの評価・検討

平成25年度は、水素還元高炉の高機能化については、新原理、新方式技術の組合せ検討のための「新規技術創出研究」を11テーマ始動させた。フェーズI ステップ1で作成した製鉄所全体の物質・エネルギーバランスモデルに対し、高炉ガス循環を含めた複合ガス吹き込み時の評価ができるようモデルの更新を行った。

実施体制：新日鐵住金(株)、J F E スチール(株)―（共同実施）九州大学、(株)神戸製鋼所、日新製鋼(株)、新日鐵住金エンジニアリング(株)

「新規技術創出研究」：委託先全5社と以下との共同実施

東京工業大学、東北大学、九州大学、大阪大学、京都大学、秋田大学、北海道大学、東京大学

## 4. 2 実績推移

	25年度
実績額 需給勘定 (百万円)	2,730
特許出願件数 (件)	5
査読有り論文発表数 (報)	8
査読無論文発表数 (報)	27
その他外部発表 (件)	13

## 5. 事業内容

新日鐵住金株式会社製鉄技術部長 齋藤 公児氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施する。実施体制については、別紙を参照のこと。

## 5. 1 平成26年度（委託）実施内容

### (1) 高炉からのCO<sub>2</sub>排出削減技術開発

#### ① 鉄鉱石還元への水素活用技術の開発

- ・ 10 m<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

試験高炉の基本仕様に基づき設備、計測・制御系の詳細設計を行い土木建築工事、機械・電計の建設工事を開始する。また、S I S 炉の他、高炉内反応シミュレーター（B I S 炉）や荷重軟化装置などの還元炉による試験データとシミュレーションモデルを用いて、各種ガス吹き込みプロセスの組み合わせ方法の最適化評価、試験高炉適用に向けた想定プロセスの炭素消費量削減効果の確認を行う。試験高炉での使用原料の事前確認評価試験を実施する。

- ・ 水素還元に適した原料設計

原料の高炉への装入物分布を最適化して、還元ガス吹き込み時の原料還元性を向上させる技術を開発するため、高炉装入模型装置を製作、立ち上げる。

実施体制：新日鐵住金(株)―（共同実施）名古屋大学、J F E スチール(株)―（共同実施）（一財）電力中央研究所、(株)神戸製鋼所、日新製鋼(株)、新日鐵住金エンジニアリング(株)

#### ② コークス炉ガス（COG）改質技術の開発

- ・ 触媒を用いたCOG改質技術の最適化、最適処理形式の検討

連続的に安定した水素増幅率を確保する技術を確立させるための実用化に向けたベンチプラント（B P 2）の詳細設計を行い、機械・電気品の製作に着手する。

- ・ COGの総合的改質技術の確立

高炉への吹き込みガスの品質要求に合わせて、実現可能な反応条件、反応プロセスの検討を行う。また、COG中メタンの酸化的改質反応用のラボ実験装置を用いて反応に関する分析・解析を行い、触媒設計指針を策定する。

実施体制：新日鐵住金(株)―（共同実施）群馬大学、（共同実施）東北大学、（共同実施）九州大学

#### ③ コークス改良技術開発

- ・ 改質COG吹込条件下に適したコークス品質の解明

多様な石炭及び高性能粘結材の配合条件で高強度コークスを製造し、コークス強度、反応性、反応後強度の関係について調べ、石炭及び高性能粘結材間の相互作用を明確にする。また、改質COG吹き込み条件下におけるコークス反応挙動を定量化するためのコークス反応試験、反応速度モデルの作成を進める。

実施体制：(株)神戸製鋼所―（共同実施）(独)産業技術総合研究所、（共同実施）京都大学、（共同実施）北海道大学

### (2) 高炉ガスからのCO<sub>2</sub>分離回収技術開発

#### ① CO<sub>2</sub>分離回収技術開発

- ・ 化学吸収法によるCO<sub>2</sub>分離エネルギー・コストの削減技術開発

平成25年度に引き続き再生温度の低減のため高性能な新吸収液を検討し、設計する。そして、設計した新吸収液について、ラボレベルでの性能評価を行う。また、分離回収熱量原単位の低減のため、引き続き非水系媒体等を用いた新規吸収液系を検討し、設計する。

・ 物理吸着法のコスト低減とスケールアップ検証

平成25年度に設置した二段型新規吸着塔を用いた試験により、高効率な分離条件を提示し、実証する。また、実機で採用する機器類について調査を行うとともに、その効率向上の可能性について検討する。

実施体制：新日鐵住金(株)－（共同実施）(公財)地球環境産業技術研究機構、J F E スチール(株)－（再委託）住友精化(株)、(株)神戸製鋼所、日新製鋼(株)

② 未利用排熱活用技術の開発

熱交換試験装置により排熱回収効率を評価し、低温排熱回収に適した高効率な熱交換器を選定する。また、製鉄所内に点在する低温排熱源からの熱輸送媒体の調査を行う。

実施体制：新日鐵住金(株)、J F E スチール(株)

(3) 全体プロセスの評価・検討

各サブテーマ及び新規技術創出研究の検討進捗をタイムリーに把握しつつ、製鉄プロセス全体の最適化を検討し、製鉄所からのCO<sub>2</sub>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。また、各サブテーマを統括し、プロジェクト全体の視点から試験高炉の設備仕様を総合的に評価する。

水素還元高炉のCO<sub>2</sub>削減効果の強化・高機能化として、平成25年度に引き続き「新規技術創出研究」を推進する。

実施体制：新日鐵住金(株)、J F E スチール(株)－（共同実施）九州大学、(株)神戸製鋼所、日新製鋼(株)、新日鐵住金エンジニアリング(株)

「新規技術創出研究」：委託先全5社と以下との共同実施

東京工業大学、東北大学、九州大学、大阪大学、京都大学、秋田大学、北海道大学、東京大学、岡山県立大学、岐阜大学

5. 2 平成26年度事業規模

エネルギー対策特別会計（需給） 5, 080百万円

事業規模については、変動があり得る。

6. その他重要事項

6. 1 運営・管理

本事業については、技術検討委員会を設置し、研究項目、国プロとしての研究開発

計画、研究課題の精査、経済的な評価と目標設定、マネジメント手法等に対し、外部有識者の意見を適切に反映し、着実な運営を図る。

6. 2 複数年度契約の実施

平成25～27年度の複数年度契約を行う。

6. 3 知財マネジメントにかかる運用

「NEDO プロジェクトにおける知財マネジメント基本方針」に従ってプロジェクトを実施する。

7. スケジュール（予定）

(1) 本年度のスケジュール： 平成27年5月下旬 成果報告書受理

8. 実施方針の改訂履歴

(1) 平成26年2月、制定。

(別紙)

「環境調和型製鉄プロセス技術開発 (STEP 2)」

実施体制

