

平成 2 7 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CO₂発生量の約39%、国全体の約15%を占める(2010年度)最大のCO₂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CO₂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CO₂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、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CO₂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CO₂の発生量を減少させる技術、及び発生したCO₂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CO₂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と比較して約30%のCO₂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、CO₂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CO₂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CO₂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。
- ・ 10m³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CO₂分離回収技術開発

- ・ CO₂分離回収コスト2,000円/t-CO₂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CO₂排出削減技術開発

- ・ 10m³規模試験高炉により高炉からのCO₂排出量を削減する技術を確立する。

(b) 高炉ガス(BFG)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。

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26年度(委託)実施内容

(1) 高炉からのCO₂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

平成26年度は、10m³規模試験高炉の詳細設計・設備製作・購入を行うとともに、着工に必要な官庁申請を行い、平成27年度の中間目標である試験高炉建設完了に向けて、平成26年10月1日より杭打ちを開始し、工程通り工事を進めている。

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、燃焼試験装置等を用いて、各種ガス吹き込みプロセスを想定した試験を実施した。さらに、前年度に開発した高炉数学モデルを用いて、シャフト吹き込みについて炭素消費量の削減効果を評価するとともに、プロセス上の課題を抽出した。

- ・ 水素還元に適した原料設計

平成26年度は、熱間還元粉化試験装置を用いての試験高炉条件での還元粉化予測に着手するとともに、原料還元実験により、水素還元に適した焼結鉱、塊鉱石、ペレット等の原料配合を検討した。さらに、高炉装入模型装置の製作・立ち上げを実施した。

実施体制：新日鐵住金(株)―(共同実施)名古屋大学、JFE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26年度は、平成25年度に実施した30Nm³/hr規模の実ガス試験設備(BP1)を用いた試験の結果、および試験後の触媒をさらに詳細に解析し、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)の基本設計を行い、第1期建設工事に着手した。

- ・ COGの総合的改質技術の確立

平成26年度は、高炉で求められる改質COGの組成についての議論を進め、COG中メタンを酸化的改質反応によって低減することとし、BP2に導入する無触媒部分酸化炉の設計を行った。また、触媒による酸化的反応についても、平成25年度に立ち上げたラボ実験装置により試験を行い、メタン濃度を2%以下に低減する目標達成の見込みを得た。

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26年度も引き続き、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および反応性・反応後強度の変化を評価した。

- ・ 試験高炉用コークス

平成26年度は実炉での試験高炉用コークス製造に向けた検討に着手、炉壁への影響に関するデータ採取と実炉でのコークス試作を依頼するコークス製造会社との協議に着手した。また、高性能粘結材製造能力増強のための連続製造設備の改造を終了した。

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CO₂分離回収技術開発

① CO₂分離回収技術開発

- ・ 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

平成26年度は再生温度の低減のため、引き続き計算法化学手法やシミュレーション手法等を活用して、CO₂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、検討した。また、低反応熱が期待できる相分離現象等の活用、反応促進する金属錯体触媒の探索、分離回収エネルギー低減のための非水溶媒活用等の新規吸収液系を検討し、効果的な知見を得た。

・ 物理吸着法のコスト低減とスケールアップ検証

平成26年度は、平成25年度に設置した実機相当吸着層高を持つ二段型吸着塔を用いて、ベンチスケール試験を行い、回収量増加・電力原単位削減が可能なことを確認した。また、新規吸着剤の基礎特性を検証し、性能向上の可能性を見出した。

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)、(共同実施) 九州大学、(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26年度は、熱交換器評価実験装置を導入し、その実験結果をもとに、中低温製鉄排ガスから高効率に顕熱を回収するための熱交換器の必要特性を見出した。その結果、目標の熱回収率を達成しうる熱交換器の形態を見極め、試作品の設計・製作を進めた。製鋼スラグ顕熱回収については、ベンチ試験を進め、スラグを安定的に連続凝固させる操業条件や剥離性・耐熱性に優れたコンベア形状を確立するとともに、プロセスシミュレータを構築して蒸気回収システム全体の設計精度向上を実施した。

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26年度は、前年度より開始した「新規技術創出研究」について11テーマを継続させ、1テーマを始動させた。7テーマに関してステージゲート審査を行った。26年11月、27年3月に成果報告を実施し、各テーマについて、COURSE50に資する技術開発とすべく、今後の方針検討(ステアリング)を行った。製鉄所全体の物質・エネルギーバランスモデルに対し、COG改質ケース別の製鉄所全体影響評価や、高炉ガス予熱含めた付帯設備の影響評価、モデル製鉄所以外の所エネルギーバランスへの感度分析等の各種検討を行い、COURSE50プロセスとしての条件影響評価を実施した。

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

	H26 年度
実績額 (百万円) 需給勘定	5,080
特許出願件数 (件)	6
査読有り論文発表数 (報)	1
査読無論文発表数 (報)	19
その他外部発表 (件)	20

5. 事業内容

新日鐵住金株式会社製銑技術部長 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27年度（委託）実施内容

(1) 高炉からのCO₂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 m³規模試験高炉等による水素還元総合最適化技術開発

還元炉を用いて、試験高炉での基本的な操業条件や原燃料条件などを考慮した条件下での、高炉の溶銑トン当たりの炭素消費量削減効果の定量化と試験水準の決定に資する評価試験を実施する。レースウェイ炉や燃焼基礎試験装置などの燃焼試験装置を用いて、ランス構造が微粉炭燃焼性や温度分布に及ぼす影響を評価し、試験高炉の吹き込み条件、装置条件の検討を行う。COGの羽口吹込みと改質COGのシャフト吹込みの組み合わせ、および炉頂排ガスを脱炭酸・脱水蒸気したガスの再循環吹込みの評価を行うとともに、試験高炉の試験条件を検討する。

- ・ 水素還元に適した原料設計

熱間還元粉化試験装置を用いての試験高炉条件での還元粉化予測および還元粉化防止効果を検討する。

また、羽口前燃焼シミュレータにPC、改質COG、高H₂系ガス、脱CO₂BFG等の還元ガス、あるいはその同等成分ガスを吹き込んで燃焼実験を行い、レーザ等の非接触計測法を利用して微粉炭粒子・コークスの燃焼・ガス化挙動を解明する。得られた結果を用いて試験高炉でのPC、還元ガス等の燃焼性を向上させる吹き込み方法を提案する。

更に、炉壁近傍に流れる改質COG等の還元特性を最大化する焼結鉱、塊鉱石、ペレット等の鉱石原料配合条件の提案。

実施体制：新日鐵住金(株)ー(共同実施)名古屋大学、JFEスチール(株)ー(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

BP2試験設備(炭化水素成分の改質反応部分を含む)の土建・機械・電気各種の第1期工事を行い、試運転により所定の仕様に沿って動作が可能なことを

確認する。

また、反応機構解析や、各種活性評価により、目標達成に向けた試験条件を検討する。

さらに、BP2での触媒反応装置を2系列化するための第2期工事に向けた要素技術開発及び設備検討を実施する。

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

高強度で反応性を制御できるコークス配合設計指針を提案する。

コークス強度、反応性、反応後強度の検討因子を元に、試験高炉用コークスとしての品質を水素還元技術開発グループと連携して提案する。

また、試験高炉用高強度コークスに必要な高性能粘結材を継続製造すると共に、試験高炉用コークスの必要量を明確にし、製造方を提示する。

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CO₂分離回収技術開発

① CO₂分離回収技術開発

- ・ 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

平成26年度の検討結果をもとに、引き続き計算化学手法やシミュレーション手法、相分離現象、触媒効果を有する材料の開発、吸収液との組み合わせ等を活用して高性能な新吸収液の開発、最適化等を実施する。更に、開発吸収液の材質腐食性等を評価し、実用化に必要な対策を検討する。

また、平成26年度に引き続き、見出した新吸収液について、小型連続試験装置(CAT-LAB)等を用いてラボレベルでの性能評価を行う。

次に、試験高炉の特性を踏まえ、CAT30の運転条件等を含む試験計画を策定する。また、H28年度以降に、試験高炉とCAT30の連動試験を実施するため、CAT30の整備を実施する。

- ・ 物理吸着法のコスト低減とスケールアップ検証

平成26年度に検討した新規吸着材を用いて、ASCOA-3にて分離試験を行い、性能検証を行う。

ASCOA-3試験で得られたデータをベースにして、実機PSAプロセスの概要設計を行う。

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、JFEスチール(株)―(再委託)住友精化(株)、(共同実施)九州大学、(株)神戸製鋼所、日新製鋼(株)

② 未利用排熱活用技術の開発

ラボ実験装置による高効率熱交換器試作品の性能評価を進めるとともに、実機排ガスを用いた性能評価・耐久性評価実験も実施し、熱交換器本体の詳細仕様の

決定を進めていく。また、排ガス顕熱を熱交換器で直接蒸気に変換する加圧水型熱回収方式についても、ラボ装置を改造して評価実験を行う。製鋼スラグ顕熱回収については、前年度までに得られたベンチ試験を元にプロセスシミュレータの精度向上、および、実機全体プロセスの一次設計を行う。

実施体制：新日鐵住金(株)、J F E スチール(株)

(3) 試験高炉によるプロセス評価技術開発

試験高炉の建設を完了させると共に、試験高炉の各設備の試運転、総合熱間試運転を行う。

また、試験高炉設備の操作手順書と操炉作業に関わる作業手順書の作成・整備、および熱間試運転を通して操炉オペレータの習熟訓練などの試験準備を行う。

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)

(4) 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、検討を行い、フェーズ2に貢献する新規技術創出研究の絞り込みも含め、フェーズ2移行に向けた全体プロセスの具備条件を抽出する。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操業体制、操業条件を総合的に評価する。また、エネルギー問題、CO₂削減等に関する調査研究を実施する。水素還元高炉のCO₂削減効果の強化・高機能化として、平成26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、岡山県立大学、岐阜大学

5. 2 平成27年度事業規模

エネルギー対策特別会計（需給） 4, 780百万円
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27年2月、制定。

