

「環境調和型製鉄プロセス技術開発（STEP 2）」基本計画

環境部

1. 研究開発の目的・目標・内容

(1) 研究開発の目的

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。

鉄鋼業は我が国産業部門の中で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排出量の削減が求められている。

しかしながら、我が国の鉄鋼業についてみると、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、示された三原則の一つとして「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、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。

本技術開発においては、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））にて要素技術を組合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CO₂削減を可能にする技術の確立に資する。

(2) 研究開発の目標

①アウトプット目標

本技術開発(フェーズⅠステップ2)では、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、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、実証規模試験を行うフェーズⅡにつなげていくために下記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。

②アウトカム目標に向けた取り組み

フェーズⅠステップ1で得られた要素技術開発成果と課題を本技術開発に反映させパイロットレベルの総合実証試験を行うことで、実証規模試験を行うフェーズⅡにスケールアップするための技術を確立させる。

③アウトカム目標

2030年に実用化開始を目指し、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削減可能な技術を確立することで、地球温暖化防止に貢献する。

(3) 研究開発の内容

本技術開発においては、10m³規模の試験高炉を建設し、フェーズⅠ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을最大限とする反応制御技術を確立させ、その後のフェーズⅡの実証試験高炉(100m³規模)のスケールアップデータの取得を目指す。

CO₂分離回収技術においては、実証試験高炉(100m³規模)とマッチングできる

CO₂分離回収コスト2,000円/t-CO₂を可能とする技術を開発するため、高性能化学吸収液等の開発、物理吸着法の更なる効率化、未利用排熱活用技術の適応研究を実施し、更なるコスト低減技術の構築を図る。

本研究開発は、実用化まで長期間を要するハイリスクな「基盤的技術」に対して、産学官の複数事業者が互いのノウハウ等を持ちより協調して実施する事業であり、委託事業として実施する。

[委託事業]

(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。

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、使用するコークス量を削減し、CO₂発生量自体を減少させる技術を開発する。

・ 10m³規模試験高炉等による水素還元総合最適化技術開発

10m³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、水素還元の効果を最大限とする技術を確立する。

・ 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後、10m³規模試験高炉で検証試験を行う。

② コークス炉ガス(COG)改質技術の開発

水素還元を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。

・ 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立するため、30Nm³/hr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及び装置改善を図る。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。

・ 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、ガスの予熱及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。

③ 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。

・ 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。

- ・ 10 m^3 規模試験高炉による検証

製造した高性能コークスを 10 m^3 規模試験高炉に用い、水素還元下での特性を把握する。

(b) 高炉ガスからの CO_2 分離回収技術開発

高炉ガス(BFG)からの CO_2 分離回収コスト $2,000\text{ 円/t-CO}_2$ (「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認する。

① CO_2 分離回収技術開発

CO_2 分離回収技術として、化学吸収法及び物理吸着法の最適化を図る。

- ・ 化学吸収法による CO_2 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。

- ・ 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。

- ・ CO_2 分離回収後ガスの有効利用技術の検討

高炉ガスの CO_2 分離回収後のガス中には CO 、 H_2 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。

② 未利用排熱活用技術の開発

CO_2 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。

(c) 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 CO_2 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、 CO_2 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。

また、水素還元高炉の高機能化として新原理、新方式技術の組合せ検討を行う。

2. 研究開発の実施方式

(1) 研究開発の実施体制

本研究開発は、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(以下「NEDO」という。)が単独ないし複数の、原則本邦の企業、研究組合、公益法人等の研究機関(原則、国内に研究開発拠点を有していること。ただし、国外企業の特別の研究開発能力、研究施設等の活用あるいは国際標準獲得の観点から国外企業との連携が必

要な部分はこの限りではない。) から、公募によって研究開発実施者を選定し、委託により実施する。

共同で参加する各グループの有する技術ポテンシャルを最大限に活用して効率的な研究開発の推進を図る観点から、NEDOが委託先決定後に指名する研究開発責任者(プロジェクトリーダー)を置き、その下に研究者を可能な限り結集して効果的な研究開発を実施する。

(2) 研究開発の運営管理

研究開発全体の管理・執行に責任を有するNEDOは、経済産業省及びプロジェクトリーダーと密接な関係を維持しつつ、本研究開発の目的及び目標に照らして適切な運営管理を実施する。具体的には、必要に応じて、NEDOに設置する委員会等、外部有識者の意見を運営管理に反映させるほか、四半期に一回程度プロジェクトの進捗について委託先からの報告を受けること等を行う。

3. 研究開発の実施期間

研究開発の実施期間は、平成25年度から平成29年度までの5年間とする。

4. 評価に関する事項

NEDOは、技術的及び政策的観点から、研究開発の意義、目的達成度、成果の技術的意義及び将来の産業への波及効果等について、外部有識者による研究開発の中間評価を平成27年度、事後評価を平成29年度に前倒し実施する。また、中間評価結果を踏まえ必要に応じプロジェクトの加速・縮小・中止等見直しを迅速に行う。なお、評価の時期については、当該研究開発に係わる技術動向、政策動向や当該研究開発の進捗状況等に応じて、適宜見直すものとする。

5. その他の重要事項

(1) 研究開発成果の取扱い

① 成果の普及

得られた研究開発成果については、NEDO、実施者とも普及に努めるものとする。

② 知的基盤整備事業及び標準化等との連携

得られた研究開発の成果については、知的基盤整備又は標準化等との連携を図るため、データベースへのデータの提供、標準情報(TR)制度への提案等を積極的に行う。

③ 知的財産権の帰属

委託研究開発の成果に関わる知的財産権については、「独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構新エネルギー・産業技術業務方法書」第25条の規定等に基づき、原則として、すべて委託先に帰属させることとする。

(2) 基本計画の変更

NEDOは、研究開発内容の妥当性を確保するため、社会・経済的状況、国内外の

研究開発動向、産業技術政策動向、第三者の視点から評価結果、研究開発費の確保状況、当該研究開発の進捗状況等を総合的に勘案し、達成目標や研究開発体制等、基本計画の見直しを弾力的に行うものとする。

(3) 根拠法

本プロジェクトは、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項第一号ハに基づき実施する。

6. 基本計画の改訂履歴

- (1) 平成25年3月、制定。