

「研究開発課題(プロジェクト)技術評価(事前評価)用記入シート
【公表シート】

I. 研究開発課題(プロジェクト)概要

【事業名】
環境調和型製鉄プロセス技術開発

【推進部署名】
環境部、省エネルギー部

【主管課室名】
製造産業局 金属課 金属技術室

【平成29年度予算概算要求額(百万円)】
2,400

【事業の目的】

【対外公開用】
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二酸化炭素が発生する。本事業では、この高炉法の製鉄プロセスにおける省エネルギー技術、二酸化炭素排出量の抜本的削減技術(水素還元活用製鉄プロセス技術、フェロコークス活用製鉄プロセス技術)を開発し、低炭素社会の実現を目指す。

【対外非公開】

【研究開発実施形態・期間、国費投入予定額等】

【フェロコークス活用製鉄プロセス技術の開発事業】
助成事業(助成率:1/2)として実施する。
本研究開発の期間は平成29年度から平成33年までの5年間とする。
国費投入予定額は101.5億円(5年間)

1. 事業アウトカム【複数設定可】

指標① 【対外公開用】
①-i 事業アウトカム指標
現行高炉操業に対して約10%の省エネルギーを実現することで、省エネルギーの促進に貢献する。

①-ii 指標目標値(計画)
事業開始時(29年度)

中間評価時(●年度)

事業終了時(33年度)

2022年(平成34年)頃までに、実高炉(1基)において、製鉄プロセスのエネルギー消費量の約10%削減する技術の確立を目指す。
また、フェロコークス製造中規模設備(300トン/日)(以降、「中規模設備」)での製造技術の実証後、当該設備を増強し実用化する(2022年頃)。
ただし、当該技術の実用化に向けては、経済性の評価(原燃料・バインダーコスト、エネルギーコスト)を行う必要がある。

事業目的達成時(42年度予定)
2030年までに最大5基の導入を目指す。

指標② 【対外非公開】
②-i 事業アウトカム指標

②-ii 指標目標値(計画)
事業開始時(29年度)

中間評価時(●年度)

事業終了時(●年度)

事業目的達成時(●年度予定)

2. 研究開発内容及び事業アウトプット

(1) 研究開発内容

本研究開発は、フェロコークスを製造・使用することによって、製鉄技術に革新をもたらすもので、300 t/dの規模でその製造プロセスの実現性を実証して、根本的にこれまでの鉄鉱石と石炭の利用方法を革新するものである。

具体的には、フェロコークス製造量300 t/d(実機の1/5規模)の規模の中規模設備を建設し、フェロコークス製造技術を確立するとともに、中規模設備で製造したフェロコークスを溶銑製造量10000t/dの実高炉に連続的に長期装入(フェロコークス比は30kg/t)したときの高炉の還元材比や操業安定性(特に通気性)に及ぼす影響を確認する。また、製銑工程全体の物質・エネルギーバランスから、省エネ効果を評価する。さらに、操業安定性を鑑みながら、フェロコークス比(※)の影響を調査するとともに、フェロコークス比が33%のときの製銑工程の目標省エネ効果(約10%)が達成できるかどうかの見極めを行う。

(※)フェロコークス比:FC中CR/全CR

① 中規模設備での製造技術実証

「資源対応力強化のための革新プロセス技術開発」におけるパイロット規模試験(30t/d)と実機(1500t/d)の中間ステップとして、中規模設備での連続原料予備処理技術を確立するため、原料予備処理設備(300t/d)での長期操業試験を行うべく設備を設計・建設し、以下の研究を行う。

①-1 300t/dの中規模設備の開発

①-1-1 原料予備処理プロセスの開発

①-1-2 混練機成型設備スケールアップ

①-1-3 乾留炉スケールアップ・長期操業

①-2 固液均一混合のシミュレーション

② 一般炭、低品位原料使用時の製造技術

「資源対応力強化のための革新プロセス技術開発」におけるパイロット規模試験(30t/d)で用いた石炭をベースに、更なる銘柄拡大(資源制約の緩和)、低廉化を目的に研究を行う。

③ 大型高炉でのフェロコークス長期使用、効果検証

「資源対応力強化のための革新プロセス技術開発」においては還元材比とともに重要な操業管理指標である通気性の変化についての解析が課題として残されていた。本研究では、高炉での長期操業試験を通して、フェロコークスの高炉操業に与える効果(還元材比、通気性)の検証(実証、シミュレーション試算)を行うべく、本研究を行う。

④ 新規バインダー強度発現実証

過去の研究開発においてすでに既存固体バインダーと同等以上の性能を有する新規バインダーが見出されその性能はパイロット規模試験(30t/d)で確認されているが、さらに、フェロコークス製造においてシャフト炉による乾留工程で副生するタールを回収し、成型用バインダーとして循環使用するシステムの構築が製造コスト低減の課題として挙げられている。そこで本研究では、フェロコークス製造用バインダーの製造技術に関して以下の研究を行う。

④-1 固形新規バインダーの性能実証

④-2 液体新規バインダー開発

⑤ フェロコークス導入効果の検証

乾留炉の大型化(実機規模)、一般炭、低品位原料の使用、新規バインダーの使用が課題であり、開発した技術の適用可能性を検証する必要がある。そこで今回は、フェロコークスの高温性状評価手法と高炉内反応シミュレーション技術の汎用性拡大技術を開発し、フェロコークスの使用が高炉操業に与える影響を以下の研究で評価する。

⑤-1 一般炭、低品位原料で製造したフェロコークスの高温性状評価

⑤-2 反応性評価・反応モデル構築

(2) 事業アウトプット【複数設定可】

指標① 【対外公開用】

①-i 事業アウトプット指標

① 中規模設備での製造技術実証

・ラボ・中規模設備での比重・粒度が異なる原料の均一混合技術の確立(固体3種類、液体1種類の混合)
(バインダーの分散性確認:混合度95以上)

・複数本羽口を有する中規模設備での乾留技術の確立(ドラム強度:DI150/15 \geq 80)

② 一般炭、低品位原料使用時の製造技術

・一般炭および新バインダー(と中低温タール併用)による成型試験を行い、成型物の強度(I型ドラム強度:ID30/15 \geq 85)を目標

③ 大型高炉でのフェロコークス長期使用、効果検証

・長期操業試験を行い、設備能力・耐久性の確認(連続操業試験:30日以上)

④ 新バインダー強度発現実証

・新バインダーの開発

液体バインダー:数kg製造と評価

固形バインダー:数tオーダー製造と評価

⑤ フェロコークス導入効果の検証

・製銑工程での省エネ効果約10%の検証

①- ii 指標目標値(計画)
事業開始時(29年度)
<p>①中規模設備での製造技術実証</p> <ul style="list-style-type: none"> ・長期操業試験に耐えうる300t/d拡大パイロットプラントの設計を完了 ・DEM法に基づく混合・攪拌シミュレーションモデルの構築に着手。冷間実験装置の製作 <p>②一般炭, 低品位原料使用時の製造技術</p> <ul style="list-style-type: none"> ・反射率、流動度等の石炭性状から一般炭の銘柄選定を行い、ラボスケールでの成型試験に着手 <p>③大型高炉でのフェロコークス長期使用、効果検証</p> <ul style="list-style-type: none"> ・高炉装入を想定した冷間でのラボ装入模擬試験の検討に着手 <p>④新バインダー強度発現実証</p> <ul style="list-style-type: none"> ・新規バインダーの多量製造のための製造プロセス検討。中低温タールの性状・組成分析 ・冷間成型物構成原料の基礎物性値の取得と、タブレット成型体の3D-CT画像の取得 <p>⑤フェロコークス導入効果の検証</p> <ul style="list-style-type: none"> ・一般炭、低品位原料を使用しベンチスケールで製造したフェロコークスの高温性状を調査 ・一般炭、低品位原料を使用したフェロコークスの反応速度を調査し、反応モデルの構築に着手
中間評価時(31年度)
<p>①中規模設備での製造技術実証</p> <ul style="list-style-type: none"> ・原料予備処理・混練成型・乾留設備を統合した一貫設備を用いた製造を実施 ・冷間モデルを対象とした混合・攪拌シミュレーションモデルのプロトタイプを完成。実機混練機を対象とした混合・攪拌シミュレーションモデルへのスケールアップに着手 <p>②一般炭, 低品位原料使用時の製造技術</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ラボスケールでの新バインダーと(中低温タール併用)による成型試験を行い、配合比率等の成型条件を確立する <p>③大型高炉でのフェロコークス長期使用、効果検証</p> <ul style="list-style-type: none"> ・フェロコークスの高炉への装入設備の設置を完了。実炉に装入するための適切な装入方法をラボ試験ならびに実機規模で検討 <p>④新バインダー強度発現実証</p> <ul style="list-style-type: none"> ・固形新規固形新規バインダーの試作を実施。また、液体新規バインダーの試作をおこない、タブレットスケールで性能実証する ・バインダーおよび鉄鉱石を配合した塊成物を対象とした強度評価 <p>⑤フェロコークス導入効果の検証</p> <ul style="list-style-type: none"> ・新バインダーと中低温タールを併用し、ラボスケールで製造したフェロコークスの高温性状を調査 ・開発バインダーと中低温タールを併用したフェロコークスの反応速度を調査し、反応モデルの構築に着手
事業終了時(33年度)
<p>①中規模設備での製造技術実証</p> <ul style="list-style-type: none"> ・中規模設備を用い、生産率300t/dで長期間安定稼働。高炉装入に耐えうる性状を有する乾留物の製造を可能とする中規模設備の最適製造条件(粉碎乾留条件、混練成型条件・乾留条件)を確立。 ・実機混練機を対象とした混合・攪拌シミュレーションモデルを用い、各種操作因子(回転速度、混合時間など)と混合均一性の関係を定量評価し、均一性を確保できる運転条件を見出すとともに、攪拌・混合理論を確立 ・指標1: 中規模設備での比重・粒度が異なる原料の均一混合技術の確立(固体3種類、液体1種類の混合) バインダーの分散性確認: 混合度95以上 ・指標2: ドラム強度: $DI150/15 \geq 80$ <p>②一般炭, 低品位原料使用時の製造技術実証</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ラボスケールで製造した成型物、乾留物の性状評価から、長期操業試験用原料の絞込みを行い、中規模設備で長期製造試験を行う ・上記で製造したフェロコークスの高炉装入試験を行い、フェロコークス強度の影響を調査 ・指標: 一般炭および新バインダー(と中低温タール併用)による成型試験を行い、成型物の強度(I型ドラム強度): $ID30/15 \geq 85$ を目標。 <p>③大型高炉でのフェロコークス長期使用、効果検証</p> <ul style="list-style-type: none"> ・中規模設備で製造したフェロコークスの高炉への長期装入試験を行い、高炉の還元材比が低減できることを確認するとともに、高炉操業の安定性(特に通気性)に及ぼす影響を評価。また、フェロコークス性状や装入量が製鉄工程における省エネ効果、CO2削減効果に及ぼす影響を把握。⑤の数値シミュレーションと合わせ、目標の省エネ10%を検証 ・指標: 連続操業試験: 30日以上) <p>④新バインダー強度発現実証</p> <ul style="list-style-type: none"> ・新規固形バインダー実証技術開発計画の策定 ・従来液体バインダー(SOP)と同等以上の性能を有する新規液体バインダーの製造プロセス案策定 ・フェロコークスブリケットの冷間強度予測モデルの提示 ・指標: ①および②の達成に資するものであり、指標その他は①、②と同じ <p>⑤フェロコークス導入効果の検証</p> <ul style="list-style-type: none"> ・中規模設備(300t/d)で製造したフェロコークスを高炉で使用した時の影響を、数学モデルを用いて評価 ・中規模設備で製造した製造したフェロコークスの反応速度を調査し、反応モデルを構築 ・指標: 省エネ効果: 約10%(上記数値シミュレーションと③(大型高炉でのフェロコークス長期使用、効果検証)の結果と合わせ、目標の省エネ10%を検証)

指標②【対外非公開】
②- i 事業アウトプット指標
②- ii 指標目標値(計画)
事業開始時(29年度)
中間評価時(●年度)
事業終了時(●年度)

3. NEDO(国)が実施することの必要性

鉄鋼業における CO2排出量は、我が国産業の製造部門の排出量の約40%を占めており、そのうちの約70%は高炉による製鉄プロセスで発生している。このため、我が国の産業部門における CO2削減対策を考える上で、高炉による製鉄プロセスで発生する CO2排出量の削減は喫緊の課題となっている。

他方、我が国鉄鋼業では、オイルショック以降、現在までの約40年にわたって、総額4.7兆円もの投資をして省エネ技術の開発・導入を進め、既に世界最高効率の省エネを達成。現時点で経済性の成り立つ主要な技術はほぼ導入済みの状況にあり、残された対策については、経済性・開発リスクの観点から民間ベースでの開発・導入が困難な分野となっている。とりわけ、高炉による製鉄プロセスから発生する CO2又はエネルギー消費量を抜本的に削減する本プロジェクトは、鉄鋼業における省エネ対策の最後の切り札として、2030年に最大5基の導入を目指し、未だ世界で手がけたことのない革新的な技術開発を行うものであり、高度な技術を要すること、長年にわたること、及び巨額の設備投資を伴うため、開発リスクも大きく、民間のみでは取り組むことが困難であり、国内高炉メーカー、大学等のノウハウを結集するため、国がイニシアティブをとり、産官学のコンソーシアムを構築し、一体的かつ効率的に開発を実施していく必要がある。地球温暖化という世界的課題の中で我が国の省エネ・省 CO2対策への取組の重要性はますます高まっており、政府において、「長期エネルギー需給見通し」（平成27年7月経済産業省決定）、「地球温暖化対策計画」（平成28年5月閣議決定）が策定されたところであり、その対策として本技術が盛り込まれていることから、その達成に向けて、本プロジェクトは、国として強力なイニシアティブを発揮して総合的に推進することが必要である。

4. 事業アウトカム達成に至るまでのロードマップ

本開発事業では、これまでの研究開発によって得られた要素技術ごとの成果について、下記の研究開発を実施する。

①中規模設備（原料予備処理、乾留炉、成型設備を主要設備とする300t/d規模プラント）にスケールアップし、外乱変動対応技術（原料乾燥、粒度制御、均一配合等）、操業技術の確立、設備耐久性実証を行う。

②さらに、5000m³クラスの高炉（1基）において、フェロコークスの長期使用・効果検証（実証・シミュレーション試算、および設備・操業コストの経済性の検討等）を行う。

これらが立証された際には、中規模設備を増強し実機化する（平成34年頃まで）。

本開発事業完了後、実機（中規模設備の約5倍の約1500t/d）については、製造設備構成・操業技術、および高炉使用技術（原料の装入技術、配置等）の最適化検討を行い、設備・操業コスト及び使用エネルギーの評価を行う。

平成34年以降、コークス炉更新時期を迎える国内の高炉操業の製鉄所等において、順次本技術を導入を図り、平成42年に最大で5基の導入を目指す。

事業化シナリオ



5. 研究開発の実施・マネジメント体制等

フェロコークス活用製鉄プロセスは、省エネルギー部田村順一をプロジェクトマネージャー(候補)とし、プロジェクトの企画、進行管理等を実施する。

本研究開発は、国立研究開発法人新エネルギー・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、助成(助成率1/2以内)により実施する。

6. 費用対効果

- ・ 投入する予定の国費総額：101.5億円 (H29~H33の5年間) (予定)
- ・ 省エネルギー量： 原油変換：19.4万kl/年 (5基)
- ・ CO2削減量： 82万t/年 (5基)
- * 2030年時点での省エネルギー量、及び、CO2削減量を示す。

7. 非連続ナショナルプロジェクト

① 非連続的な価値の創造

該当/非該当

非該当

理由・コメント

平成11年度以降平成24年度まで、文部科学省・NEDO・経済産業省が継続的に研究助成を行ってきた事業。

② 技術の不確実性

該当/非該当

非該当

理由・コメント

実証や用途展開のための研究技術開発。

非連続ナショナルプロジェクトの選定結果

非連続ナショナルプロジェクトとして 選定しない