

「環境調和型プロセス技術の開発」基本計画

環境部、省エネルギー部

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14%を占める（2013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。2007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、経済産業省において「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。

また、その後策定された環境安心イノベーションプログラム基本計画（2010年4月）、及びエネルギー基本計画（2014年4月）に基づくエネルギー関係技術開発ロードマップ（2014年12月）においても、革新的技術のひとつとして「環境調和型製鉄プロセス」が選定された。

本技術開発においては、これまで水素還元活用プロセスとして、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、及び高炉ガス（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分離回収技術の開発に取り組んできた。これらの技術開発においてフェーズI-STEP1（2008～2012年度（5年間））として要素技術開発を実施した。フェーズI-STEP2（2013～2017年度（5年間））におい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-STEP1（2018～2022年度（5年間））での実用化開発を経て、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。

一方、フェロコークス技術の開発は、資源対応力強化のための革新的製鉄プロセス技術開発（2009～2012年度（4年間））において要素技術開発を実施し、既に実証段階に到達しているプロセスである。本プロセスでは、一般炭と低品位鉄鉱石の混合成型・乾留により生

成された金属鉄の触媒作用を利用して還元を低温で行い、還元効率を飛躍的に高めた革新的塊成物（フェロコークス）を使用することで投入するコークス量を削減できる省エネ技術開発である。本プロセス技術で得た知見や成果を、水素還元活用プロセスの中に取り込むことで省エネ、CO₂削減効果を最適化できるメリットを享受できることから、2017年度より、フェロコークス技術の開発を加えて一体化することにした。本プロセスでは、今後、フェロコークス製造量300 t/d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10,000 t/dの実高炉に連続的に長期装入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し、最終的に製銑プロセスのエネルギー消費量を10%削減する技術の確立に資する。

(2) 研究開発の目標

研究開発項目 1. 水素還元等プロセス技術の開発(フェーズⅡ-STEP 1)

①アウトプット目標

【フェーズⅠ-STEP 1 中間目標 (2010年度)】

最終目標を達成するための主要構成技術の目途を得る。

【フェーズⅠ-STEP 1 最終目標 (2012年度)】

① 高炉からのCO₂排出削減技術開発

- ・水素などによる鉄鉱石還元メカニズムと反応制御の基礎技術を確立する。
- ・水素の増幅率を2倍とするコークス炉ガス(COG)改質技術を確立する。
- ・水素還元高炉用のコークス強度(ドラム強度)DI \geq 88を満足する高強度コークス製造技術を確立する。

② 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)を可能とする技術の見通しを得る。

【フェーズⅠ-STEP 2 中間目標(2015年度)】

(a) 高炉からのCO₂排出削減技術開発

- ・水素還元の効果を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。

【フェーズⅠ－STEP 2 最終目標(2017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。

【フェーズⅡ－STEP 1 中間目標(2020年度)】

- (c) 高炉からのCO₂排出削減技術開発
- ・ 高炉からのCO₂排出削減量約10%達成の見通しを得る。
- (d) 高炉ガス(BFG)からのCO₂分離回収技術開発
- ・ 分離回収エネルギー改善としての、吸収形態改善と分極影響の緩和の両技術の改善に新規技術を見出すことで、分離回収エネルギー1.6GJ/t-CO₂達成への要素技術を構築する。

【フェーズⅡ－STEP 1 最終目標(2022年度)】

- (c) 高炉からのCO₂排出削減技術開発
- ・ 高炉からのCO₂排出10%以上削減の実現性を技術的に最大化する技術の見通しを得る。
- (d) 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に指向し、分離回収エネルギー1.6GJ/t-CO₂を到達し、CO₂排出削減量約20%の技術に資する。

②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%(185万tCO₂/年、2030年に初号機1基で適用時を想定)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。また、コークス投入量の削減により29億円規模/年の経済効果が見込まれる。(炭素税等、条件が変化した場合の規模)

これらの運転実績を踏まえて、2050年までに国内で稼働中の高炉27基に適用した場合で、CO₂削減4,990万t-CO₂/年、コークス投入量の削減により800億円規模/年の経済効果を見込む。また、高炉を水素還元活用型に更新するための改造市場として2兆7,000億円規模を見込む。さらに、鉄鋼の海外生産及び海外製品の輸入を抑制し、国内高炉を操業することにより、鉄鋼業(製造業)の国内総生産市場18兆円維持に貢献する(炭素税等、条件が変化した場合の規模)。一方、製鉄プロセスにおいて水素を使用することにより、2,600億円規模/年の水素市場の拡大を見込む(高炉による粗鋼

生産量を7,000万t/年、溶銑比率を93%、溶銑1t当たりの水素使用量を200Nm³、水素の単価を2050年に20円/Nm³と仮定した場合)。

③アウトカム目標に向けた取組

本事業で開発した新型高炉（水素還元活用＋CO₂分離回収）の国内導入と並行して、海外への展開についても検討する。

また、本事業で開発した技術優位性の高い要素技術（高炉内3次元シミュレーション技術、高効率熱交換技術、CO₂分離回収技術等）を他の産業界へ水平展開し、社会貢献を進める。そのため、要素技術の対外発表を積極的に進めると共に、関連分野技術のベンチマーキングを行ったうえで、協業を含めたオープンイノベーションに取り組む。

研究開発項目2. フェロコークス技術の開発

①アウトプット目標

【中間目標（2020年度）】

(a) フェロコークス製造中規模設備（以下「中規模設備」という。）での製造技術実証

a-1 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

a-2 複数本羽口を有する中規模設備での乾留技術の確立

- ・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させ、混合均一性の計算ができることを確認する。
- ・300t/dの実証設備を建設し、連続一貫製造の負荷運転を実施する。
- ・フェロコークスが設計どおりできることを確認する。

指標1：原料の均一混合技術の確立（個体3種類、液体1種類の混合）混合度95以上（ラボ実験）

指標2：乾留後塊成物のドラム強度：DI150/15 \geq 80（ラボ実験）

(b) 一般炭、低品位原料使用時の製造技術

- ・使用可能な一般炭2銘柄及び低品位鉄鉱石2銘柄の選定を完了させる。
- ・一般炭と低品位鉄鉱石、及び(d)で製造した固形新規バインダーを用い、ラボスケールの成型試験を行い、各配合比率等の成型条件を確立する。

指標：成型物の強度（I型ドラム強度）：ID30/15 \geq 85（ラボ実験）

(c) 実高炉でのフェロコークス長期使用、効果検証

- ・ラボ検討に基づきフェロコークスを実炉に装入するための適切な装入方法を提示する。
- ・フェロコークスの高炉への装入設備の設置を完了させる。

指標：フェロコークスの実高炉への装入量3kg/t程度で、安定して装入できることを確認する。

(d) 新バインダー強度発現実証

- ・中規模設備に供し得る新規固形バインダーを試作する。

・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所定の冷間強度を確保できることを実証する。

・フェロコークスブリケットの冷間強度予測モデルのプロトタイプを作成を完了する。バインダー及び鉄鉱石を配合した塊成物をモデル物質として強度評価を実施し、モデル計算結果との比較を実施する。

指標：液体新規バインダーの製造オプションの提示。

(e) フェロコークス導入効果の検証

・中規模設備で製造したフェロコークスの高温性状の調査を実施する。

・(d) で開発した新規固形バインダーと新規液体バインダーを用いてラボスケールで作成したフェロコークスの反応速度を調査し、反応モデルに組み入れる。

【最終目標(2022年度)】

(a) 中規模設備での製造技術実証

a-1 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

a-2 複数本羽口を有する中規模設備での乾留技術の確立

・生産量300 t/dで長期間安定稼動が可能なことを実証する。

・高炉装入に耐えうる乾留物の最適製造条件を確立する。

・混合・攪拌シミュレーションモデルを用い、均一性を確保できる運転条件を提示する。

指標1：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）：混合度95以上

指標2：乾留後塊成物のドラム強度： $DI150/15 \geq 80$ (*)

(*)「資源対応力のための革新的製鉄プロセス技術開発」において、フェロコークス製造量27.5 t/d～30 t/dとし、乾留炉操業30日間で740 tのフェロコークスを製造した際、目標強度 $DI30/15 > 81$ 以上の歩留りが93.5%であった。

(b) 一般炭、低品位原料使用時の製造技術

・ラボスケールでの試験結果から、原料（鉄鉱石、石炭）の絞込みを行う。これら原料がフェロコークス用原料として適していることを検証する。

指標：成型物の強度（I型ドラム強度）： $DI30/15 \geq 85$

(c) 実高炉でのフェロコークス長期使用、効果検証

・高炉への長期装入試験を行い、高炉の還元材比や高炉操業の安定性に及ぼす影響を評価する。また、製鉄工程における省エネ効果に及ぼす影響を把握し、(e)の数値シミュレーションと合わせ、目標の省エネ10%を達成する。

指標：連続操業試験：30日以上

(d) 新バインダー強度発現実証

・新規固形バインダーの実証技術開発計画案を提示する。

・所定の強度を実現しうる液体新規バインダー製造プロセス案を提示する。

・フェロコークスブリケットの冷間強度予測モデルを提示する。

指標：(a)及び(b)の達成に資するものであり、指標その他は(a)、(b)と同じ

(e) フェロコークス導入効果の検証

- ・フェロコークスの実高炉使用時の操業結果を数学モデルを用いて高精度にシミュレートする。
- ・中規模設備で製造したフェロコークスの反応速度を調査し、反応モデルを構築する。

指標：評価方法の確立と省エネ効果(目標10%)の確認

((e)の数値シミュレーションと(c)(実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%を検証する)。

②アウトカム目標

2030年頃までに1,500トン/日規模の実機5基を導入し、溶銑製造量2,000万トン/年(400万t/年高炉5基)に対して、省エネルギー効果量として原油換算量で19.4万kl/年、CO₂削減量は82万t/年を見込む。また、フェロコークス原料炭の一般炭への利用拡大を進めることにより、約280億円の経済効果を見込む。

③アウトカム目標に向けた取組

2023年頃までに、実高炉(1基)において、製銑プロセスのエネルギー消費量の10%削減する技術の確立を目指す。

また、中規模設備(300t/d)での製造技術の実証後、当該設備を増強し、実用化する(2030年頃)。

(3) 研究開発の内容

研究開発項目1. 水素還元等プロセス技術の開発(フェーズII-STEP1)

本技術開発(フェーズII)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、世界最大規模の試験高炉と3次元高炉数学モデルの活用で、送風操作の可能性を最大限追求する。CO₂分離回収技術においては、実証試験とマッチングできるCO₂分離回収コスト2,000円/t-CO₂以下を深化する技術を開発するため、高性能化学吸収液等の開発、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」、かつ大規模な検証が必要なため、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

12m³規模試験高炉における送風操作及び装入物操作と合わせて、高炉3次元数学モデルの精度向上を行い、試験高炉規模で高炉からのCO₂排出削減量約10%を確立する。フェーズII-STEP1では、以下を実施する。

① 鉄鉱石還元への水素活用技術の開発

- ・12m³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

12 m³規模試験高炉で高被還元性鉱石の対策品(フェーズ I - STEP 2 の最終試験結果を評価したうえでの対策品)での検証試験を行う。

② コークス炉ガス (COG) 改質技術の開発

COG改質技術においては、フェーズ I - STEP 2 で確性した「触媒改質・部分酸化プロセス」の成果をベースに、シャフト吹き込みの熱・ガス流動制御視点で実機・実装に必要なプロセスを検討する。目標は、水素増幅率 2 倍を担保できるプロセスを確立することとする。

③ コークス改良技術開発

粘結材 (HPC) 製造のスケールアップに資するベンチスケール連続装置の改造からスタートする。連続製造設備の配管の温度管理精度向上による、輸送流体の閉塞防止技術確立を目的とし、熔融状態 HPC の熱分解および温度変化に伴う流動性の変化を粘度として精度良く定量的に推算する技術を確立した上で、安定的に流体輸送できる最大粘度 50,000 mPa・s を起点に熔融 HPC ハンドリングの最適な温度管理指標を確立する。

(b) 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 を深化する技術を確立、及び排熱とのマッチングのエンジニアリング検討を主体に取り組む。その内、フェーズ II - STEP 1 では、以下を実施する。

① CO₂ 分離回収技術開発

製鉄所特有の仕様に適した独自性を明確にした上で、CO₂ 分離回収技術として、化学吸収法の熱消費原単位の極限低減を図る。

・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

吸収形態改善と分極影響の緩和の両技術の改善に新規技術を見出し、その相乗効果発揮を狙い、量子化学計算および連続分離回収実験による対策の集積評価で、1.6 GJ/t-CO₂ への到達に取り組む。

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。高効率熱交換機のダスト等付着対策として、ラボ評価を併用しつつ、閉塞対策のスケールアップにつなげる。目標値は温度効率 66%、耐久性 700 時間とする。

また、本技術の水平展開を図り、他分野への早期実用化に取り組む。

(c) 全体プロセスの評価・検討

試験高炉における操業結果を受けての高炉からの CO₂ 排出削減、及び高効率熱交換機の最新特性を受けての CO₂ 分離回収の双方と、所全体プロセス評価検討 WG のエネルギーバランスを評価し、商用高炉のものと比較する。これにより、排出量 30% に資する可能性の組み合わせ検討を実施する。

また、本事業の市場への展開を図るために、ターゲットの明確化と技術優位性の獲得を進める。ターゲットを明確にするため、経済性調査と技術本事業適用時の高炉改造に係る市場規模、コークス投入量低減によるコスト削減など経済的効果を検討する。技術優位性を獲得するために、強固な特許網構築を目指し、特許マップを作成・共有し、基本特許を中心とし、抜け漏れのない周辺特許出願を効果的に進める。

研究開発項目 2. フェロコークス技術の開発

本研究開発は、助成事業として実施する。

助成事業（NEDO負担1/2）

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10,000 t/dの実高炉に連続的に長期装入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、製鉄工程全体の物質・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、結果の外挿及び数値シミュレーションから、フェロコークス比が33%のときの製鉄工程の目標省エネ効果（10%）を達成する。

フェロコークス技術の開発におけるスケールアップの考え方としては、10倍を基本としている。最終的な実機は1,500トン/日の製造能力であり、これは300トン/日のユニットを5つ並べた規模である。そのため、実機での技術課題は300トン/日機で検討できることから、今回の実証は300トン/日機で進める。本プロジェクトの前段である、「資源対応力強化のための革新的製鉄プロセス技術開発（2009年度～2012年度）」においては、300 t/dの1/10である30 t/dのパイロットスケールで評価、「革新的製鉄プロセスの先導的研究」（2006年度～2008年度）（委託）はラボ試験のため、1/100である300 kg/日のベンチスケールで評価を行なっている。

(a) 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的製鉄プロセス技術開発」におけるパイロット規模試験（30 t/d）と実機（1500 t/d）の中間ステップとして、中規模設備でのフェロコークス連続製造技術を確立するため、長期操業試験を行うべく、以下の研究を行う。

a-1 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

a-2 複数本羽口を有する中規模設備での乾留技術の確立

- ・生産量300 t/dで長期間安定稼動が可能なことを実証する。
- ・高炉装入に耐えうる乾留物の最適製造条件を確立する。
- ・混合・攪拌シミュレーションモデルを用い、均一性を確保できる運転条件を提示する。

指標1：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）：混合度95以上

指標 2：乾留後塊成物のドラム強度：D I 1 5 0 / 1 5 \geq 8 1 (*)

(*) 「資源対応力のための革新的製鉄プロセス技術開発」において、フェロコークス製造量 2 7 . 5 t / d \sim 3 0 t / d とし、乾留炉操業 3 0 日間で 7 4 0 t のフェロコークスを製造した際、目標強度 D I 1 5 0 / 1 5 $>$ 8 1 以上の歩留りが 9 3 . 5 % であった。

(b) 一般炭, 低品位原料使用時の製造技術実証

「資源対応力強化のための革新的製鉄プロセス技術開発」(2 0 0 9 年度 \sim 2 0 1 2 年度) におけるパイロット規模試験 (3 0 t / 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。

- ・ラボスケールでの試験結果から、原料 (鉄鉱石、石炭) の絞込みを行う。これら原料がフェロコークス用原料として適していることを検証する。

指標：成型物の強度 (I 型ドラム強度) : I D 3 0 / 1 5 \geq 8 5

(c) 実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的製鉄プロセス技術開発」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) の検証を行う。

- ・高炉への長期装入試験を行い、高炉の還元材比や高炉操業の安定性に及ぼす影響を評価する。また、製鉄工程における省エネ効果に及ぼす影響を把握し、(e) の数値シミュレーションと合わせ、目標の省エネ 1 0 % を達成する。

指標：連続操業試験：30日以上

(d) 新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 (3 0 t / 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。

- ・新規固形バインダーの実証技術開発計画案を提示する。
- ・所定の強度を実現しうる液体新規バインダー製造プロセス案を提示する。
- ・フェロコークスブリケットの冷間強度予測モデルを提示する。

指標：(a) 及び (b) の達成に資するものであり、指標その他は (a)、(b) と同じ

(e) フェロコークス導入効果の検証

乾留炉の大型化、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。

- ・フェロコークスの実高炉使用時の操業結果を数学モデルを用いて高精度にシミュレートする。

・中規模設備で製造したフェロコークスの反応速度を調査し、反応モデルを構築する。

指標：評価方法の確立と省エネ効果(目標10%)の確認

((e)の数値シミュレーションと(c)(実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%を検証する)。

2. 研究開発の実施方式

(1) 研究開発の実施体制

水素還元等プロセス技術の開発(フェーズⅡ-STEP1)についてはNEDO環境部 阿部 正道を、フェロコークス技術の開発は、NEDO省エネルギー部 田村 順一をそれぞれプロジェクトマネージャーとし、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、NEDO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、水素還元等プロセス技術の開発については委託により、フェロコークス技術の開発は助成(助成率1/2以内)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。

なお、フェロコークス技術の開発については、研究責任者(プロジェクトリーダー)を置かない。

(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あるいは助成先からの報告を受けること等を行う。

委託事業については、欧州等の革新的製鉄プロジェクトの動向や国際展開を見据えた知財管理を行う。海外における知財の確保を積極的に推進するために、本事業成果の導入時期(2030年に初号機導入、2050年に国内全基への導入)を視野に入れた知的財産戦略(ノウハウ化/出願の要否、内容、分野、時期)の構築を進める。

また、水素還元等プロセス技術の開発(フェーズⅡ)及びフェロコークス技術の開発の両事業間の連携を図るために、上記委員会等への相互参加、及び技術交流会を開催し、中間評価までに技術内容を議論・共有する。

3. 研究開発の実施期間

研究開発の実施期間は、2013年度から2022年度までの10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、外部有識者によるプロジェクト評価を実施する。水素還元活用製鉄プロセス技術開発(フェーズⅠ-STEP2)については、外部有識者による研究開発の中間評価を2015年度、事後評価を2017年度に前倒しで実施。水素還元等プロセス技術の開発(フェーズⅡ-STEP1)については研究開発の中間評価を2020年度、事後評価を2022年度に実施を予定しており、フェロコークス技術の開発については中間評価を2020年度、事後評価を2023年度に実施する。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し、製鉄プロセス以外への早期実用化が見込まれる技術については、技術の横展開を後押しする。

② 標準化等との連携

得られた研究開発の成果については、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。

④ 知財マネジメントに係る運用

本プロジェクトは、「NEDOプロジェクトにおける知財マネジメント基本方針」を適用するプロジェクトである。

(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、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構法第十五条第一号ハ及び第三号に基づき実施する。

6. 基本計画の改訂履歴

(1) 2013年3月、制定

(2) 2016年2月、改訂

STEP 2の内容に修正

(3) 2017年2月、改訂

フェロコークス活用製鉄プロセス技術開発を追加

(4) 2018年1月、改訂

水素還元活用製鉄プロセス技術（フェーズⅡ－STEP 1）の内容に修正

フェロコークス活用製鉄プロセス技術開発の実施期間を5年から6年に延長

(5) 2018年10月、改訂

基本計画名称、研究開発項目名称及びプロジェクトマネージャーを修正。

研究開発スケジュールの誤記修正。

(6) 2019年1月、改訂

研究開発項目 2. の名称の変更。

(7) 2020年2月、改訂

研究開発の内容、別添 研究開発計画を修正。

(8) 2021年1月、改訂

研究開発項目 1. のアウトプット目標、アウトカム目標を修正。

(9) 2021年5月、改訂

2. 研究開発の実施方針（1）研究開発の実施体制における研究開発項目 1. の PM を変更。

(10) 2021年11月、改訂

4. 評価に関する事項の修正。1.（1）研究開発の目的（2）研究開発の目標、（3）研究開発の内容、別添 研究開発計画におけるフェーズⅡ－STEP2 に係る参考情報の削除。

別添 研究開発計画

研究開発項目 1. 水素還元等プロセス技術の開発 (フェーズⅡ-STEP 1)

開発テーマ		2018年度	2019年度	2020年度	2021年度	2022年度	
高炉からのCO2排出削減	6.試験高炉によるプロセス技術開発	[2018-2022]					
	1.鉄鉱石水素還元技術開発 (数学シミュレーション)	対象炉検討・設備条件調査		事前設計			
					操作及び解体調査		
	3.高性能粘結材製造技術の開発	粘性計測	試験装置改造	検証試験	性能評価		
2.コークス炉ガス(COG)改質技術の開発				吹込みハード検討			
高炉ガスのCO2分離・回収	4.CO2分離・回収技術開発				新吸収液開発		
	5.未利用排熱回収技術開発	付着特性ラボ調査		付着対策設計	ラボ総合検証	スケールアップ検討	
7.全体プロセス評価・検討		全体プロセス評価検討(開発結果反映)			2030年対応方針の再整理		
					次ステップ検討		

研究開発項目 2. フェロコークス技術の開発

	2017	2018	2019	2020	2021	2022
中規模設備フェロコークス製造技術実証	設計・建設			製造・実証		
一般炭、低品位原料使用時の製造技術	[2017-2022]					
実高炉フェロコークス長期使用検証	装入検討			使用、効果検証		
新バインダー強度実証	製造実証				評価	
フェロコークス導入効果の検証	実験室レベルサンプル評価			中規模実証設備サンプル評価		
中間評価				★		