

グリーンイノベーション基金事業
「製鉄プロセスにおける水素活用」プロジェクトに関する
研究開発・社会実装計画（案）に対する意見公募手続の結果について

令和3年8月24日
経済産業省製造産業局金属課

「グリーンイノベーション基金事業「製鉄プロセスにおける水素活用」プロジェクトに関する研究開発・社会実装計画（案）」について、令和3年6月23日から同年7月23日まで意見公募手続を実施いたしました。

結果については以下のとおりです。なお、行政手続法第四十三条2項に基づき、提出意見は整理又は要約しております。

1. 意見公募の実施方法

- 意見募集期間：令和3年6月23日（水）～令和3年7月23日（金）
- 実施方法：電子政府の総合窓口（e-Gov）における掲載
- 意見提出方法：e-Gov

2. 提出意見数

4件

3. 提出されたご意見の概要及びそれに対する考え方

別紙のとおり。

御協力いただき、誠にありがとうございました。

ご意見の概要及びご意見に対する考え方

整理 番号	ご意見の概要	ご意見に対する考え方
1	<p>・本計画の重要性の認識については同意見。その重要性や、世界の鉄鋼業の共通する喫緊の課題であることを鑑み、実行計画策定において、今までの経過、提案すべき技術内容、諸外国での進行、技術的な面での日本の立ち位置について共通の認識を持ち、関係者が納得できる内容であることが必須。</p> <p>・P8 の中規模試験高炉(500 m³級以上)について、高炉内現象を検証するには 100～200 m³であれば十分。スケール選択の事由が明らかでなく、建設期間、建設費、運転費用など開発費用と直結し、納得できるシナリオ提示が不可欠である。</p> <p>・高炉への水素多量吹き込み時の吸熱反応増加に対して高温水素吹き込みが案として示されているが、高炉下部に熱がつくだけで、高炉上部の熱不足に対しては効果がない。水素増や炭素循環に伴う高炉の諸問題を深く考察し、その課題の大きさに符合した合理的な研究計画策定が必要。</p> <p>・直接還元製鉄について、既に確立された天然ガスによる還元鉄プロセスをベースに水素製鉄に向かうのが確実。まずは国際連携などを促進し、技術習得を加速し、それをベースに日本に合致したプロセスへと展開していくのが得策ではないか。グローバルな視点から海外動向について共通の認識をもって、日本の立ち位置を確認し、策定すべき。</p> <p>・日本では水素源となる天然ガス自体の入手も困難と予測され、鉄鋼各社共同で天然ガス採掘地近傍に</p>	<p>・ご指摘いただきました通り、これまでの技術開発の状況や各国の進捗状況、日本の立ち位置等について、関係者で共通の認識を持つことは重要であり、引き続き、関係者ともよく議論した上で本計画を策定し、効果的な研究開発の実施に努めていきたいと考えております。</p> <p>・試験高炉のスケール選択については、小さすぎる場合、実機サイズへ拡大した場合の誤差が大きくなることから、実機スケールでの炉内ガス流分布や通気性影響を確認するために十分な規模とする必要があると考えております。炉下部加重や、レースウェイ(羽口から送り込まれる高温空気により形成される、コークス粒子群の旋回運動を伴う、羽口から直径方向 1.5m 前後の空洞領域)から炉芯内にかけての燃焼挙動及び通気性などを、実機と同条件下で評価するためには、通常高炉から得られるデータを基に試算すると、炉床半径 3.5～4.5m、内容量 500～1,000 m³級以上の試験設備が必要であると考えております。</p> <p>・ご指摘いただきました通り、高温の水素吹き込みでは、高炉上部の熱不足は解消しないため、原料水分低減・乾燥・予熱対策や、炉口加温、シャフトガス吹込み等により、高炉上部の熱不足に対応する必要があると考えており、本事業では、そのための最適条件を検証することを想定しております。なお、水素の高温化は、還元反応を促進し、コークスの使用量を低減する目的で行うこととしておりますので、ご指摘を踏まえて、研究開発・社会実装計画案を修正してまいります。</p> <p>・本プロジェクトでは、直接還元炉において、低品位原料を使用し、還元ガスを全て水素に置き換えることで脱炭素を目指す、新たな技術開発に取り組むこととしております。スピード感をもって開発を進めていく上では、ご指摘のとおり、例えば海外で実用化されている直接還元炉のメーカーと連携するなど、既に確立している技術をベースにすることが重要であると認識しており、こうした点も踏まえて、実施者の採択を行ってまいります。</p> <p>・ご指摘いただきました通り、国際連携は重要であると認識しており、例えば、日豪パートナーシップにお</p>

	<p>日本に適合し得る規模のプラントを共同で建設する方法もあると思う。還元鉄プラント設計、操業技術を習得し、製品(HBI)を日本の高炉に投入すれば、迅速に日本の製鉄所のCO2削減が可能。今後、グリーン水素の手当てがつけば水素に転換し、また日本での水素確保が進めば日本への展開を図ることも可能。</p> <p>・スクラップ利用拡大を意識しているようだが、既存の電気炉の複数設置で対処できる。今後、日本では老廃スクラップが増えるために、不純物除去などの精錬技術が確かに不可欠で、その対策は含まれているが、大型電気炉を一手段として日本の将来方向に関係づけるのは本質的理解が不十分で危ない。</p> <p>・水素製鉄はグリーン水素の供給があって成立するもので、エネルギーシステムとの関係が明確ではない。エネルギー関連企業との連携構想を早くから構築すべき。</p> <p>・資料中に「ゼロカーボン・スチール」の文言があるが、鉄連が命名したプロジェクトの名称だと思う。炭素は鉄の必須元素であり専門的に違和感を覚える言葉。学術的に不適切であり、国際的に通用する表現(「グリーンスチール」あるいは「カーボンニュートラル・スチールメイキング」「ゼロエミッションスチール・メイキング」)を使用すべき。</p>	<p>いても、低CO2排出の鉄鋼製造及び鉄鉱石生産に取り組むこととしております。今後、低品位鉄鉱石を直接水素還元する技術に一定程度の目途が立った後、その技術を実証していくために、原料や水素供給で有利な海外において、還元鉄の実用化を検討することは十分に考えられると思います。水素の供給については、本基金の別プロジェクトで取り組んでおりますが、国内でのグリーン水素の供給状況を踏まえつつ、日本の鉄鋼業におけるカーボンニュートラルの実現に向けた最適解を、国際連携も含めて検討を進めていきたいと考えております。</p> <p>・複数の電炉を同時に操業する場合、各電炉の稼働を完全に同期させることは、実操業上、非常にハードルが高く、採用されている例はないと認識しています。また、複数炉の操業は、設備の老朽化や摩耗の進展等から発生するコンディション差による熱効率の問題や複数炉から同じ溶鋼鍋へ出鋼する際の防災上のリスクの観点から、ランニングコストの増加につながり、経済面でも課題があると認識しており、現行の高炉・転炉プロセスと置き換えても生産性や競争力を維持するためには、現行転炉(約300t)と同サイズの大型電気炉が必要になると考えております。</p> <p>・ご指摘いただきました通り、鉄鋼業の脱炭素化の実現のためには、いわゆるグリーン水素(水素の製造時にCO2を排出しない)が必要不可欠です。水素の供給については、本基金の別プロジェクトで取り組んでいるため、こうしたプロジェクトの実施企業等との連携を進めていきたいと考えております。</p> <p>・「ゼロカーボン・スチール」の文言は、具体的には「製鉄プロセスにおける実質的な二酸化炭素排出量がゼロである鉄」を意味しており、本年6月に策定された「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」でも使用されているため、当該戦略に関連する取組における統一的な呼称として使用しています。ご指摘を踏まえ、「ゼロカーボン・スチール」の単語を用いる際には、誤解が生じないように配慮するとともに、文章に応じた適切な名称を使用することに努めたいと思います。</p>
2	<p>・試験高炉から実高炉へスケールアップすることで、ガスの流れ、熱交換が不均一になることが想像できる。また、鉄の熔融状態把握のため、温度だけではなく、CO、CO2、H2濃度など管理する項目も変化する。高炉で使用される機器は多く存在するため、機器の互換性を担保することで、世界へ機器や技術を輸出する基盤の整備につながる。</p>	<p>・実高炉へのスケールアップに際しては、コークス炉ガス吹込み等のシミュレーションにより得られた結果も活用することで、試験高炉での成果を実高炉でも再現できるよう取り組んで参ります。また、既存の高炉を最大限に活用することで、既存の機器との互換性を担保し、必要な設備投資費用を抑制することが可能になると認識しており、技術が確立した後には、ご指摘のような海外展開も検討して参ります。</p>

	<p>・非常にハードルの高い技術課題であり、原料の条件(含有している不純物等)、還元条件(温度分布、ガス濃度の変化)等の詳細な情報を計測したうえで、必要に応じてデータベース化し、適切なプロセスを検討することが、生産性・安定性向上に必要と推測。水素だけで置換する場合は、不純物の条件により選定したものだけを使用するなど、現状想定してない工程が必要になることもあるため、常に国際規格化を念頭に置き、取り組むことが重要。</p> <p>・鉄鋼製品の環境負荷計算法の国際規格化によるグリーンスチールの価値向上は重要であるが、様々なプロセス計測機器・システム機器の国際的な競争力を上げ、互換性を保つためにも標準化は重要。</p>	<p>・ご指摘いただきました通り、技術課題を解決していくために、原料の条件や還元条件等の情報を計測し活用することや、グリーンスチールが国際的な競争力があるものとするために、国際規格化を念頭におきつつ技術開発に取り組むことは重要と考えております。</p> <p>・ご指摘いただきました通り、グリーンスチールの価値向上に向けて国際規格化・標準化に取り組むことが重要と考えており、その際には、様々な機器の国際競争力向上の観点も踏まえて検討して参ります。</p>
3	<p>・安くて供給に不安がない水素を使用できるのであればいいですが、そうでなければやめるべき。</p>	<p>・ご指摘いただきました通り、水素還元製鉄を実装していくためには、大量かつ安価な水素の供給が重要となります。水素の供給については、本基金の別プロジェクトで取り組んでおり、こうしたプロジェクトの連携を進めていきたいと考えております。</p>
4	<p>・水素については金属に脆性(水素脆性)を発生させるものであり、少しでも残っていると、品質的に深刻なダメージを発生させるものとなり、還元のために鉄鋼石に混ぜて用いるのは不適切ではないか。</p> <p>少なくとも、一般的な、強度等についてそこまで求められるものではない鉄の場合については可としても、高張力鋼等の場合には、使わないようにすべきではないか。</p>	<p>・ご指摘いただきました通り、水素還元製鉄において、鉄鋼製品の品質を維持することは必要であると認識しております。一般的には、溶鉄中に吸収された水素は凝固の過程で急速に放出されるため、水素還元製鉄プロセスにおいて、鉄の水素含有量に起因する問題は生じないとされております。</p>