

TODAY



石炭が創る未来、 カーボンフロンティア (一財)カーボンフロンティア機構 理事長 塚本 修

世界各国がカーボンニュートラル実現に向けた取り組みを加速している中、ロシアのウクライナ侵攻により世界中がエネルギー需給の逼迫と価格高騰に見舞われ、エネルギー安定供給の重要性が再認識されています。昨年12月にUAEのアブダビで開催されたCOP28においては、再生可能エネルギー一辺倒のグリーンウォッシュ的な議論から「移行燃料（敢えて定義はなされていないが化石燃料のことだと想定される）は、エネルギー安全保障を確保しつつエネルギー転換を促す役割を果たさう」という認識が報告書に明記される等、化石燃料の役割にも言及した現実的な議論がなされたようであり、温室効果ガスの主要な排出源とされる化石資源は国内外で幅広く活用されており、中でも石炭は、単位熱量あたりのCO₂排出量が最も多いものの、地政学リスクは最も低く、埋蔵量が豊富で安価なことから、主要な原料やエネルギー源として社会基盤を支え続けております。この状況を踏まえると、世界が目指すカーボンニュートラルは、石炭をやめるのではなく、石炭利用に伴う脱CO₂化を進めることであり、我が国は石炭のローエミッション/ゼロエミッション先進国として国際連携を図りつつ、S+3Eを大前提に、カーボンニュートラルへの取り組みとエネルギー安定供給を目指すことが重要であります。

当機構は2023年4月より名称を「一般財団法人カーボンフロンティア機構」（従来は、一般財団法人石炭エネルギーセンター）に改め、2050年カーボンニュートラルを実現するため、カーボンニュートラルに軸足を置いた活動をより一層強化しております。以下は、経済産業省、環境省、NEDO、JOGMEC等関係機関に提言している内容です。石炭が創る未来、カーボンフロンティアの取り組みに皆様のご理解とご支援が戴けたらと思います。

1. カーボンニュートラルに向けた石炭利用の在り方

・エネルギー自給率が低い我が国では、エネルギーの安定供給のためには特定のエネルギーに偏らないエネルギーミックスを引き続き継続することが重要。

・カーボンニュートラル実現にあたっては、既設インフラを最大限活用したコスト抑制が最善策。石炭火力はアンモニア、バイオマス混焼/専焼への燃料転換やCCUS技術と組合せたゼロエミッション電源に段階的に移行することが必要

2. 革新的クリーン・コール・テクノロジーの推進

・カーボンニュートラルの実現には、CCUS/カーボンリサイクル等の技術を最大限活用することが不可欠で、CCSの社会実装やカーボンリサイクル研究等の加速が重要。

・CCUS/カーボンリサイクル等は、将来の事業の予見が難しく、社会に普及させるためには、官民連携と国の支援が重要。

3. クリーン・コール・テクノロジーの海外展開

・石炭によるエネルギー供給が必要な国や地域に対し、日本の石炭利用に関する信頼性の高い地域環境対策技術、再生可能エネルギー導入を進める上で必要な系統安定化技術、研究開発を進めているCCUS/カーボンリサイクル等の研究成果を普及、展開させることが重要。

・CO₂排出削減対策を講ずる石炭火力等への資金援助などの継続実施が必要。

4. カーボンプライシング

・炭素税や排出量取引制度の検討は重要であるが、税制を導入する場合は、特定の産業に偏ることなく、国民全体で負担する仕組みとすることが望ましい。

5. 石炭等資源の安定供給の確保

・我が国では、石炭等の化石資源の大半を海外からの輸入に依存しており、資源の安定供給確保は極めて重要。

・石炭等の資源安定供給のため、権益確保に向けた継続的な開発支援、水素、アンモニア、CCUS等の脱炭素分野における国際協力と連携は必要で、カーボンニュートラルを見据えた包括的な資源外交の推進が重要。

6. 人材育成と広報活動の強化

・エネルギー安定供給の観点から資源開発のノウハウの継承は重要であり、資源国と連携した国際的な人材育成活動には国の支援が必要。

・石炭利用は、CCUS/カーボンリサイクル等と組合せによりカーボンニュートラル実現に貢献できることを国内外に広く情報発信することが重要。

金属技術開発関連予算について (グリーンイノベーション基金及び令和6年度政府予算案の概要) 経済産業省 製造産業局 金属課 金属技術室 室長 川村 伸弥

1. はじめに

本稿では、経済産業省における金属技術開発関連の予算として、グリーンイノベーション基金における「製鉄プロセスにおける水素活用」プロジェクトと、令和6年度予算案の概要について紹介いたします。

2. グリーンイノベーション基金（「製鉄プロセスにおける水素活用」プロジェクト）

製鉄プロセスにおけるカーボンニュートラルの実現に向け、2021年よりNEDOグリーンイノベーション基金「製鉄プロセスにおける水素活用」プロジェクトにおいて、高炉水素還元技術や低品位鉄鉱石の活用を見据えた直接水素還元炉の技術開発や電炉における不純物濃度の制御技術等の開発を、日本製鉄（株）、JFE スチール（株）、（株）神戸製鋼所及び（一財）金属系材料研究開発センターのコンソーシアムで実施しています。今年度、研究開発の加速化に向けた研究内容の拡充・追加のため、支援額を増額いたしました。

【研究開発項目1-①】所内水素を活用した水素還元技術の開発

2030年までに、製鉄所内水素等を活用した高炉における水素還元技術及びCO₂分離回収技術などにより、製鉄プロセスからのCO₂排出量を30%以上削減する技術の実証を目指しています。現在、日本製鉄（株）東日本製鉄所君津地区第二高炉の改修工事を行っており、2026年1月から実機実証試験を開始する予定です。

【研究開発項目1-②】外部水素や高炉排ガスに含まれるCO₂を活用した低炭素化技術等の開発

2030年までに、製鉄所外水素や高炉排ガスに含まれるCO₂を活用した低炭素技術の開発に加え、バイオマスや還元鉄などを一部原料として活用するなど、あらゆる低炭素化技術を組み合わせることにより、高炉法において製鉄プロセスからのCO₂排出を50%以上削減する技術の実証を目指しています。今回の増額により、中規模試験高炉の規模を実炉の1/5以上に拡大し、実機設計に必要な信頼度の高いデータを集めることで、

社会実装時期を2040年まで前倒しいたします。SuperCOURSE50については、日本製鉄（株）東日本製鉄所君津地区の試験高炉で2022年5月から試験を開始しており、CO₂排出削減率22%を達成しております。カーボンリサイクル高炉については、JFE スチール（株）東日本製鉄所千葉地区において小型試験高炉を建設しているところであり、2025～26年度に試験操業を行う予定です。

【研究開発項目2-①】直接水素還元技術の開発

2030年までに、低品位の鉄鉱石を水素で直接還元する技術により、中規模直接還元炉（実炉の1/5規模）において、現行の高炉法と比較してCO₂排出を50%以上削減する技術の実証を目指しています。現在、日本製鉄（株）波崎研究開発センターでは小規模試験シャフト炉（1t/時間）を、JFE スチール（株）東日本製鉄所千葉地区では小型ベンチ試験炉を建設しており、それぞれ、2025年度、2024年度に試験を開始する予定です。

【研究開発項目2-②】直接還元鉄を活用した電炉の不純物除去技術開発

2030年までに、低品位の鉄鉱石の水素直接還元鉄を活用した電炉プロセスにおいて、自動車の外板等に使用可能な高級鋼を製造するため、大型電炉一貫プロセス（処理量約300t規模）において、不純物（製品に影響を及ぼす成分）の濃度を高炉法並み（リン150ppm、窒素40ppm以下）に制御する技術の実証を目指しています。（株）神戸製鋼所高砂製作所では、小型商用炉（20t）を改造し、2023年1月から試験を開始しています。また、日本製鉄（株）波崎研究開発センター及びJFE スチール（株）東日本製鉄所千葉地区では、それぞれ小型試験電気炉（10t）を建設しており、2024年度から試験を開始する予定です。

【研究開発項目2-③】直接還元鉄を活用した電気溶融炉による高効率溶解等技術開発

2030年までに、低品位の鉄鉱石の水素直接還元-電気溶融炉-転炉一貫プロセスにより、高炉法プロセスを代替し得る生産効率（銑鉄生産量100t/時間以上）を実現するとともに、生成

する鉄の不純物の濃度を高炉法並み（例えばリン0.015%以下）に制御する技術の実装、また、電気溶融炉において副生するスラグを国内セメント用途向け品質（高炉同等品質；例えば酸化鉄3%

以下）に制御する技術の実装を目指しております。当該項目は今回の増額による追加項目であり、本年2月13日までNEDOにおいて実施者の公募を行っているところです。

製鉄プロセスにおける水素活用（グリーンイノベーション基金）

<ul style="list-style-type: none"> グリーンイノベーション基金を活用し、製鉄プロセスの脱炭素化を実現するための研究開発を、官民が一体となって推進。2030年度までの10年間で、国費負担額として4,499億円（上限）を支援。 	
<p>【1-①】所内水素を活用した水素還元技術等の開発</p> <ul style="list-style-type: none"> 2030年までに、所内水素を活用した高炉における水素還元技術及びCO₂分離回収技術等により、製鉄プロセスからCO₂排出を30%以上削減する技術の実装。 	436億円
<p>【1-②】外部水素や高炉排ガスに含まれるCO₂を活用した低炭素技術等の開発</p> <ul style="list-style-type: none"> 2030年までに、中規模試験高炉（500m³級以上）において、製鉄プロセスからCO₂排出を50%以上削減を実現する技術を実証。 	2,386億円
<p>【2-①】直接水素還元技術の開発</p> <ul style="list-style-type: none"> 2030年までに、低品位の鉄鉱石を水素で直接還元する技術により、中規模直接還元炉（実炉の1/25～1/5）において、現行の高炉法と比較してCO₂排出を50%以上削減を達成する技術を実証。 	1,141億円
<p>【2-②】直接還元鉄を活用した電炉の不純物除去技術開発</p> <ul style="list-style-type: none"> 2030年までに、低品位の鉄鉱石の水素直接還元-電炉一貫プロセスにおいて、自動車の外板等に使用可能な高級鋼を製造するため、大規模試験電炉（処理量約300トン規模）において、不純物（製品に影響を及ぼす成分）の濃度を高炉法並み（例えばリン0.015%以下）に制御する技術を実証。 	306億円
<p>【2-③】直接還元鉄を活用した電気溶融炉による高効率溶解等技術開発</p> <ul style="list-style-type: none"> 2030年までに、低品位の鉄鉱石の水素直接還元-電気溶融炉-転炉一貫プロセスにより、高炉法プロセスを代替し得る生産効率（鉄鉄生産量100トン/時間以上）を実現するとともに、生成する鉄の不純物の濃度を高炉法並み（例えばリン0.015%以下）に制御する技術を実証。 	230億円

図1：グリーンイノベーション基金「製鉄プロセスにおける水素活用」の概要

3. 令和6年度金属技術開発関連予算

昨年12月22日に、令和6年度の政府予算案が閣議決定されました。経済産業省関連予算案は、一般会計・エネルギー対策特別会計・GX支援対策費・特許特別会計を合わせて約2.5兆円で、令和5年度当初予算額に比べて約1.5倍となりました。エネルギー価格高騰への対応やエネルギー安全保障・資源の安定供給の確保を進めるとともに、持続的な成長を可能とする経済社会の実現を目指すこととしております。金属技術開発関連の令和6年度当初予算案は、総額は27億円となり、令和5年度予算と比べて約3億円の増額要求となっています（図2）。

また、同日、脱炭素、経済成長、エネルギー安

定供給の3つを目指すGX実現に向けて、企業の予見可能性を高め、GX投資を強力に引き出すため、重点分野における今後10年間の「分野別投資戦略」を取りまとめました。これに基づき、令和5年度補正予算案において、排出削減が困難な産業におけるエネルギー・製造プロセス転換支援事業を新規追加しております。

(1) 資源自律経済システム開発促進事業（令和6年度予算案額：15億円）

排出・回収された廃製品に含まれる金属やプラスチック等の各種素材を、デジタル技術も活用しながら最大限利用可能とする基盤技術開発を実施します。具体的には、廃家電から貴金属、レアメ

令和6年度金属課関連予算案の概要

令和5年12月

（単位：億円）

事業名	令和5年度 予算額	令和6年度 予算案額	対前年度 増減
①資源自立経済システム開発促進事業	12.0	15.0	3.0
②航空機エンジン向け材料開発・評価システム基盤整備事業	12.0	12.0	0

図2：令和6年度金属課技術開発関連予算の概要

タル、ベースメタル、プラスチック等の資源を余すことなく資源循環する基盤技術、今後需要が急増することが想定される磁性材料に係る省資源化及び精錬に係る技術並びにアルミスクラップを自動車の車体等にも使用可能な素材（展伸材）へと

アップグレードする基盤技術に係る研究開発を実施します。これらにより、将来、資源小国である我が国において、あらゆる廃製品から資源を再生する高度な資源自律経済システムの開発を促進し、資源の自律性を確保した社会を目指します。



図3：事業イメージ

(2) 航空機エンジン向け材料開発・評価システム基盤整備事業（令和6年度予算案額：12億円）

複数の金属元素を適切に組み合わせ、適切なプロセスで製造された高機能材料は、耐熱性、耐摩耗性等の機能を持ち、航空機等の省エネルギー化に寄与してきました。

本事業では、エンジン部材の革新的製造プロセスの開発や、合金開発の迅速化に繋がるデータ駆動型の革新的合金探索手法の開発により、更なる省エネルギー化に貢献します。また、当該材料や部品は、高度な信頼性要求から欧米当局による認証が必要であり、日本企業にとって大きな障壁となっていることから、材料の国内共通評価システムの構築に取り組み、国産材料・部材の認証取得を目指します。

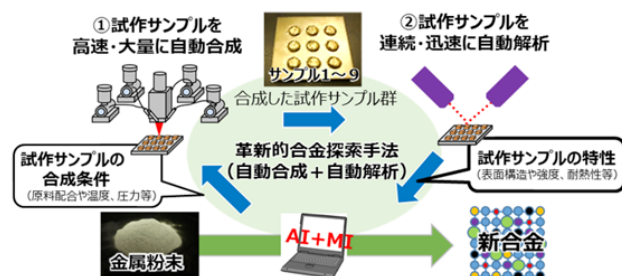


図4：合金探索手法イメージ

令和6年度は、(1)金型・加熱システムの設計・製作、(2)構築したデータ駆動型革新的合金探索システムを用いた合金探索とシステムの改良、(3)データベースの構築、模擬部材形状での特性評価を行います。

(3) 排出削減が困難な産業におけるエネルギー・製造プロセス転換支援事業（国庫債務負担含め総額4,844億円（令和6年度予算案額327億円））

2050年カーボンニュートラルに向けて、鉄、化学、紙パルプ、セメント等の排出削減が困難な産業において、エネルギー・製造プロセスの転換を図り、排出量削減及び産業競争力強化につなげることを目的とし、これらの産業における排出量削減及び産業競争力強化につなげるため、いち早い社会実装につながる設備投資等を支援します。鉄鋼分野においては、従来の高炉・転炉から大幅に排出を削減する革新的な電炉への転換や、水素を活用した製鉄プロセスの導入などを想定しています。

参考：経済産業省ホームページ

令和6年度経済産業省関連予算等の概要

https://www.meti.go.jp/main/yosan/yosan_fy2024/index.html

The Japan Research and Development Center for Metals
 JRCM NEWS / 第444号

内容に関するご意見、ご質問は JRCM 総務企画部までお寄せください。
 本書の内容を無断で複写・複製・転載することを禁じます。

発行 2024年2月1日
 発行人 小紫正樹
 発行所 一般財団法人 金属系材料研究開発センター
 〒105-0003 東京都港区西新橋一丁目5番11号 第11東洋海事ビル6階
 TEL (03)3592-1282 (代) / FAX (03)3592-1285
 URL <http://www.jrcm.or.jp/> E-mail jrcm@oak.ocn.ne.jp
 ※送付先の変更・中止等は上記E-mailに御連絡をお願いいたします。